جمهوری اسلامی ایران

ریاست جمهوری

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

راهنمای شناخت و بررسی عوامل موثر در آب به حساب نیامده و راهکارهای کاهش آن

نشریه شماره ۵۵۶

معاونت نظارت راهبردی

امور نظام فنی

nezamfanni.ir

وزارت نیرو

دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا

http://seso.moe.org.ir

۱۳۹۱

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره : ۲۰/۵۶۷۸
	تاریخ : ۱۳۹۱/۱/۲۹

موضوع : راهنمای شناخت و بررسی عوامل مؤثر در آب به حساب نیامده و راهکارهای کاهش آن

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و ماده (۶) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷هـ ، مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۵۵۶ امور نظام فنی، با عنوان «راهنمای شناخت و بررسی عوامل مؤثر در آب به حساب نیامده و راهکارهای کاهش آن» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه برای دستگاه‌های اجرایی، مشاوران، پیمانکاران و سایر عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی، در صورت نداشتن ضوابط معتبر بهتر، از تاریخ ۱۳۹۱/۴/۱ اجباری است.

محمدمهدی رحمتی
معاون نظارت راهبردی

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه : تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه – مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، امور نظام فنی

Email:info@nezamfanni.ir **web: nezamfanni.ir**

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

محدودیت میزان بارش در کنار رشد روزافزون جمعیت که باعث محدودیت شدید منابع آب تجدیدپذیر در کشور شده است، امر مدیریت تقاضا و اصلاح الگوی مصرف را بیش از پیش ضروری ساخته است. از مهم‌ترین روش‌های مدیریت مصرف، کاهش آب به‌حساب نیامده و تلفات آب در سامانه‌های آبرسانی شهری و روستایی می‌باشد. نشریه حاضر به منظور راهنمایی و ایجاد هماهنگی و وحدت‌نظر در تعریف و محاسبه آب به‌حساب نیامده و اجزای مختلف آن در سامانه‌های آبرسانی و هم‌چنین رعایت اصول، روش‌ها و فنون اجرایی متناسب با امکانات داخلی و با توجه به استانداردها و دستورالعمل‌های بین‌المللی تهیه و تدوین شده است.

با توجه به اهمیت مبحث فوق، امور آب وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور ، تهیه نشریه «راهنمای شناخت و بررسی عوامل موثر در آب به حساب نیامده و راهکارهای کاهش آن» را با هماهنگی امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور در دستور کار قرارداد و پس از تهیه، آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذینفع نظام فنی اجرایی کشور به این معاونت ارسال نمود که پس از بررسی، براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مصوب هیات محترم وزیران و طبق نظام فنی اجرایی کشور (مصوب شماره ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷ه مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) تصویب و ابلاغ گردید.

این نشریه در بر گیرنده روش ها و دستورالعمل‌های کاربردی جهت انجام مطالعات پایه، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات، راهکارهای اجرایی کاربردی و مناسب برای کاهش تلفات آب در خطوط انتقال و شبکه توزیع می باشد که به منظور استفاده شرکت‌های آب و فاضلاب، مشاوران و سایر مراکز مرتبط تهیه شده است.

بدین وسیله معاونت نظارت راهبردی از تلاش و جدیت رییس امور نظام فنی جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی و کارشناسان محترم امور نظام فنی و نماینده مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو، جناب آقای مهندس محمد ابراهیم‌نیا و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید و از ایزد منان توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران را آرزومند می‌باشد.

امید است متخصصان و کارشناسان با ابراز نظرات خود درخصوص این نشریه ما را در اصلاحات بعدی یاری فرمایند.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۹۱

omoorepeyman.ir

تهیه و کنترل

مجری: موسسه آب دانشگاه تهران

مولف اصلی: مسعود تابش	دانشکده مهندسی عمران، پـردیس دانـشکده‌هـای فنی دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران (سامانه‌های منابع آب)

اعضای گروه تهیه‌کننده:

مسعود تابش	دانشکده مهندسی عمران، پردیس دانـشکده‌هـای فنی دانشگاه تهران	دکترای مهندسی عمران (سامانه‌های منابع آب)
عبدالمهدی میرسپاسی	دانشکده بهداشت– دانشگاه علوم پزشکی تهران	دکترای عمران محیط زیست
حمیدرضا هنری	دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران	فوق‌لیسانس مهندسی بهسازی محیط

اعضای گروه نظارت:

حسن اصغری	شرکت عمران شهریار پارسیان	فوق‌لیسانس مهندسی صنایع
نعمت‌الله الهی‌پناه	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	فوق‌لیسانس هیدرولوژی
مینا زمانی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور – وزارت نیرو	لیسانس مهندسی شیمی

اعضای گروه تایید کننده (کمیته تخصصی آب و فاضلاب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):

فرخ افرا	شرکت مهندسین مشاور سختاب	فوق‌لیسانس راه و ساختمان
نعمت‌الله الهی‌پناه	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	فوق‌لیسانس هیدرولوژی
ابوالقاسم توتونچی	شرکت مهندسین مشاور ایراناب	فوق‌لیسانس راه و ساختمان
علیرضا تولایی	کارشناس آزاد	فوق‌لیسانس راه و ساختمان
عباس حاج‌حریری	شرکت آب و فاضلاب استان تهران	فوق‌لیسانس مدیریت صنایع
مینا زمانی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور – وزارت نیرو	لیسانس مهندسی شیمی
جلال‌الدین شایگان	دانشگاه صنعتی شریف	دکترای مهندسی بیوشیمی
علی‌اکبر هوشمند	شرکت تهران میراب	لیسانس مهندسی مکانیک

اعضای گروه هدایت و راهبردی:

خشایار اسفندیاری	رییس گروه امور نظام فنی
فرزانه آقارمضانعلی	رییس گروه امور نظام فنی
ساناز سرافراز	کارشناس منابع آب امور نظام فنی

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	**۱**
فصل اول - تعاریف	**۳**
۱-۱- تعاریف و مبانی نظری آب به‌حساب نیامده و اجزای آن	۵
۱-۱-۱- تعریف آب به‌حساب نیامده	۵
۱-۱-۲- تقسیم بندی آب به‌حساب نیامده (بدون درآمد)	۵
۱-۱-۳- مبانی نظری نشت در شبکه‌های آب شهری	۱۳
۱-۱-۴- روش‌های تحلیل و محاسبه آب تلف شده و نشت در شبکه‌های توزیع آب	۱۷
۱-۱-۵- روش اندازه‌گیری و تحلیل حداقل جریان شبانه (MNF)	۲۳
۱-۲- مدیریت نشت	۲۷
۱-۲-۱- شاخص‌های عملکرد	۲۹
۱-۲-۲- کاربردهای شاخص عملکرد زیربنا در مدیریت نشت	۳۴
۱-۳- مقادیر نمونه از مقدار آب به حساب نیامده در کشورهای مختلف	۳۴
فصل دوم – پیش‌نیازها و مطالعات پایه	**۳۷**
۲-۱- مطالعات دفتری و میدانی در امور فنی، طرح و توسعه و امور بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری	۳۹
۲-۲- راهنمای تهیه و به‌هنگام کردن نقشه‌ها	۳۹
۲-۲-۱- انتخاب مقیاس مناسب برای نقشه‌های مورد نیاز شرکت‌های آبفا	۳۹
۲-۲-۲- استفاده از نقشه‌های رقومی موجود	۴۰
۲-۲-۳- زمانی که هیچ‌گونه نقشه‌ای در دسترس نباشد	۴۰
۲-۲-۴- رفع نقایص اطلاعاتی و به‌هنگام‌سازی نقشه‌ها	۴۰
۲-۲-۵- مشخصات نقشه‌های مورد استفاده در شرکت‌های آب و فاضلاب برای فعالیت‌های گوناگون	۴۲
۲-۳- مطالعات و شناسایی تاسیسات شبکه	۴۴
۲-۳-۱- شناخت تاسیسات موجود آبرسانی	۴۴
۲-۳-۲- راهنمای پیمایش و شناسایی لوله‌ها و شیرها در شبکه‌های توزیع آب	۴۴
۲-۳-۳- اقدامات لازم جهت ساماندهی شیرها	۴۷
۲-۳-۴- نتایج جانبی حاصل از پیمایش شبکه	۴۷

omoorepeyman.ir

۲-۴- راهنمای فشارسنجی ۴۹
۲-۴-۱- لوازم مورد نیاز برای فشارسنجی ۴۹

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۲-۴-۲- تعداد نقاط مورد نیاز برای انجام عملیات فشارسنجی ۵۰
۲-۴-۳- شرایط محل نصب فشارسنج‌ها ۵۱
۲-۴-۴- محاسبه فشار متوسط و خطوط هم‌فشار ۵۲
۲-۵- راهنمای جمع‌آوری و پردازش اطلاعات حوادث در شبکه‌های توزیع آب ۵۲
۲-۵-۱- علل وقوع حوادث ۵۳
۲-۵-۲- اطلاعات قابل دسترس در حین ترمیم حوادث ۵۴
۲-۵-۳- تهیه نقشه‌های حوادث ۵۴
۲-۵-۴- پردازش اطلاعات حوادث ۵۵
۲-۵-۵- تشکیلات و افراد مورد نیاز ۵۶
۲-۶- مطالعات میدانی و دفتری در امور مشترکین ۵۶
۲-۷- راهنمای پیمایش اماکن مشترکین جهت تعیین مولفه‌های آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ۵۶
۲-۷-۱- تهیه نقشه‌های کل شهر و نقشه‌های مناطق ۵۶
۲-۷-۲- تشکیل و برنامه‌ریزی گروه‌های پیمایش ۵۶
۲-۷-۳- ویژگی‌های گروه‌های پیمایش کننده، وسایل، زمان و هزینه مورد نیاز ۵۷
۲-۷-۴- مراحل انجام پیمایش ۵۷
۲-۷-۵- پردازش اطلاعات ۵۸
۲-۸- راهنمای آزمایش تعیین دقت کنتورها ۵۸
۲-۸-۱- دلایل عدم دقت کنتور ۵۸
۲-۸-۲- مراحل تعویض کنتور ۶۰
۲-۸-۳- مشخصات کنتورهای آزمایش شونده ۶۱
۲-۸-۴- دقت کنتورهای آب از دیدگاه استاندارد ۶۳
۲-۸-۵- تعیین بده‌های آزمایش ۶۵
۲-۸-۶- روش آزمایش کنتورها در محل ۶۶
۲-۸-۷- کنتورهای بزرگ ۶۹
۲-۸-۸- آزمایش کنتورها در آزمایشگاه ۶۹

omoorepeyman.ir

۲-۸-۹- آزمایش ادواری و زمان تعویض کنتورها ۷۳
۲-۹- راهنمای بررسی نوسانات مصرف ۷۴

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۲-۹-۱- جمع‌آوری اطلاعات مربوط به یک دوره خواندن کنتور ۷۴
۲-۹-۲- جمع‌آوری اطلاعات مصرف مشترکین خاص و عمده طی یک دوره خواندن ۷۵
۲-۹-۳- مقایسه مصارف یک دوره خواندن با دوره‌های مشابه قبلی ۷۵
۲-۹-۴- مقایسه مصرف کل انشعابات دارای کنتور طی یک دوره خواندن با دوره‌های مشابه قبل ۷۶
۲-۹-۵- مقایسه مصرف انشعابات دارای کنتور به تفکیک نوع کاربری ۷۶
۲-۹-۶- مقایسه متوسط مصرف انواع کاربری‌ها در دوره‌های مختلف خواندن ۷۶
۲-۹-۷- مقایسه تغییرات مصرف انواع کاربری‌ها نسبت به مصرف کل دوره ۷۶
فصل سوم – اندازه‌گیری و محاسبه پارامترها **۷۷**
۳-۱- راهنمای برآورد آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ۷۹
۳-۱-۱- برآورد آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای مدیریتی و بهره‌برداری ($UFW(E_{MO})$) ۷۹
۳-۱-۲- برآورد آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای انسانی ($UFW(E_{P})$) ۷۹
۳-۱-۳- برآورد آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای ابزار اندازه‌گیری ($UFW(E_{FM})$) ۷۹
۳-۱-۴- برآورد آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از مصارف غیرمجاز ($UFW(E_{UC})$) ۸۱
۳-۱-۵- برآورد آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از مصارف مجاز اندازه‌گیری نشده ($UFW(E_{AC})$) ۸۱
۳-۱-۶- محاسبه مقدار کل آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ($UFW(E_{NP})$) ۸۱
۳-۲- محاسبه نشت از تاسیسات و شبکه توزیع آب شهری ۸۲
۳-۲-۱- نشت از لوله‌ها (خطوط انتقال، شبکه توزیع و انشعابات) ۸۲
۳-۲-۲- نشت مخازن ۸۳
۳-۲-۳- سرریز از مخازن ۸۴
۳-۲-۴- نشت از تلمبه‌ها و شیرآلات ۸۴
۳-۳- راهنمای مجزا کردن شبکه‌های توزیع آب ۸۵
۳-۳-۱- مشخصات یک شبکه مجزا شده ۸۵
۳-۳-۲- عملیات مقدماتی برای آماده کردن شبکه در ناحیه مورد نظر برای مجزاسازی ۸۵
۳-۳-۳- عملیات اندازه‌گیری جریان شبانه ۸۹
۳-۴- راهنمای روش‌های کنترل فعال نشت و نشت‌یابی در شبکه‌های توزیع آب ۹۰

omorepeyman.ir

۳-۴-۱- عملیات اجرایی نشت‌یابی ۹۱
۳-۴-۲- مراحل مختلف نشت‌یابی ۹۵

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۴-۳- نشت‌یابی در شبکه‌های با جریان نوبتی ۱۰۱
۳-۴-۴- حفاری محل نشت ۱۰۲
۳-۴-۵- اندازه‌گیری و برآورد مقدار نشت ۱۰۲
۳-۴-۶- ارزیابی عملیات نشت‌یابی ۱۰۲
۳-۴-۷- مدیریت عملیات نشت ۱۰۲
۳-۵- راهنمای مدیریت فشار ۱۰۷
۳-۵-۱- محدودیت‌های فشار آب ۱۰۹
۳-۵-۲- انواع روش‌های کاهش فشار آب (مدیریت فشار) ۱۰۹
۳-۵-۳- بررسی نقش انواع مختلف شیرهای فشارشکن در مدیریت فشار ۱۱۲
۳-۵-۴- تحلیل اقتصادی هزینه – فایده ۱۱۷
۳-۵-۵- گزارش پایان پروژه ۱۱۹
۳-۶- راهنمای برآورد هزینه و توجیه اقتصادی مطالعات و راهکارهای اجرایی کاهش آب به‌حساب نیامده ۱۲۰
۳-۶-۱- توجیه اقتصادی عملیات کاهش آب به‌حساب نیامده ۱۲۰
۳-۶-۲- روش تعیین هزینه‌ها و ارزش یک مترمکعب آب ۱۲۱
۳-۶-۳- برآورد هزینه‌ها و درآمدهای مطالعات و عملیات اجرایی کاهش آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ۱۲۱
۳-۶-۴- برآورد هزینه‌ها و درآمدهای مطالعات و عملیات اجرایی کاهش آب به‌حساب نیامده فیزیکی ۱۲۵
پیوست ۱- مطالعات دفتری و میدانی در امور فنی، طرح و توسعه و امور بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری ۱۲۹
پیوست ۲- کاربرگ تعیین وضعیت شیرها در خطوط انتقال و شبکه توزیع ۱۳۵
پیوست ۳- کاربرگ‌های ثبت نتایج اندازه‌گیری فشار ۱۳۹
پیوست ۴- کاربرگ‌های حوادث ۱۴۳
پیوست ۵- مطالعات میدانی و دفتری در امور مشترکین ۱۴۹
پیوست ۶- کاربرگ‌های پیمایش اماکن و گزارش روزانه ۱۵۳
پیوست ۷ – کاربرگ‌های ثبت اطلاعات لازم و عملیات آزمایش کنتورها ۱۶۱
پیوست ۸ – کاربرگ‌های برنامه نشت‌یابی و تعمیرات ۱۶۵

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فهرست شکل‌ها ونمودارها

عنوان	صفحه
نمودار ۱-۱- اجزای آب به حساب نیامده	۱۲
شکل ۱-۱- رابطه بین نشت و فشار برای یک اریفیس	۱۴
شکل ۱-۲- رابطه نشت – فشار	۱۴
شکل ۱-۳- اجزای اصلی جریان ورودی به سامانه قبل از مدیریت فشار	۱۵
شکل ۱-۴- رابطه بین نسبت فشار و مقدار توان N در نظریه FAVAD	۱۶
شکل ۱-۵- اجزای حداقل جریان شبانه	۱۸
شکل ۱-۶- تصویر عمومی یک منطقه مجزا	۲۴
شکل ۱-۷- حداقل جریان شبانه در یک شبکه	۲۴
شکل ۱-۸- سطوح مختلف نشت	۲۷
شکل ۱-۹- عوامل اثرگذار بر سطح نشت	۲۸
شکل ۱-۱۰- اجزای اصلی جریان ورودی به سامانه توزیع پس از مدیریت فشار	۲۸
شکل۱-۱۱- نمودار اثر مصرف بر بیان نشت به صورت درصدی از حجم آب ورودی به منطقه	۳۰
شکل ۱-۱۲- نمودار تغییرات UARL با تراکم انشعابات	۳۲
شکل۱-۱۳- رابطه بین ILI، ELI و ENE	۳۳
شکل ۲-۱- منحنی عملکرد کنتور	۶۴
شکل ۲-۲- ابزار آزمایش کنتور در محل	۶۷
شکل ۳-۱- مدیریت فشار با نصب فشارشکن با خروجی ثابت در شبکه	۱۱۶
شکل ۳-۲- مدیریت فشار با کنترل هوشمند فشارشکن (تعدیل فشار و اعمال مدیریت مصرف)	۱۱۶
شکل ۳-۳- نمودار هزینه- فایده مطالعات و عملیات اجرایی کاهش آب به‌حساب نیامده	۱۲۰
شکل ۳-۴- نمودار سطح اقتصادی کنترل نشت سالانه	۱۲۶

omoorepeyman.ir

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- مولفه‌های تعادل سالانه آب به روش IWA ۷
جدول ۱-۲- اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه مولفه‌های نشت ۱۹
جدول ۱-۳- مقادیر پیشنهادی برای نرخ نشت زمینه در فشار استاندارد ۵۰ متر ۲۰
جدول ۱-۴- مقادیر پیشنهادی جهت محاسبه حجم آب تلف شده ناشی از شکستگی‌ها ۲۱
جدول ۱-۵- آمار نمونه برای مدت زمان شکستگی‌های گزارش شده در کشور آفریقای جنوبی ۲۲
جدول ۱-۶- جدول نمونه مقادیر مصرف غیرخانگی کوچک ۲۶
جدول ۱-۷- راهنمای عمومی تعیین محدوده شاخص ILI هدف براساس استاندارد AWWA ۳۵
جدول ۲-۱- محاسبه تراز متوسط اشتراک‌ها (APH) (۱۴) ۵۱
جدول ۲-۲- نتایج آزمایش شروع به کار کنتورها در یک منطقه مطالعاتی ۷۱
جدول ۲-۳- حداقل فاصله زمانی آزمایش برای کنتورهای مختلف ۷۴
جدول ۲-۴- اطلاعات مربوط به یک دوره خواندن کنتور شهر ۷۵
جدول ۲-۵- مقایسه مصرف کل آب شهر طی یک دوره با دوره مشابه سال قبل ۷۵
جدول ۲-۶- مقایسه مصارف برحسب نوع کاربری ۷۶
جدول ۲-۷- مقایسه متوسط مصرف انواع کاربری‌ها طی یک دوره با دوره مشابه سال قبل ۷۶
جدول ۲-۸- مقایسه تغییرات تعداد انشعاب و میزان مصرف انواع مختلف کاربری ۷۶
جدول ۳-۱- مقایسه نمونه‌ای از نتایج پروژه مدیریت فشار در منطقه نمونه در یک روز ۱۱۷
جدول ۳-۲- هزینه‌های سال اول کاهش تلفات غیرفیزیکی (در یک منطقه مطالعاتی نمونه) ۱۲۴
جدول ۳-۳- هزینه‌های تعویض کنتور در سال‌های دوم تا پنجم (در یک منطقه مطالعاتی نمونه) ۱۲۴
جدول ۳-۴- درآمدهای ناشی از کاهش تلفات غیرفیزیکی (در یک منطقه مطالعاتی نمونه) ۱۲۵
جدول ۳-۵- مقایسه بین هزینه‌ها و درآمدهای طرح کاهش و کنترل آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی (در یک منطقه مطالعاتی نمونه) ۱۲۵
جدول ۳-۶- هزینه‌های سالانه رفع عوامل آب به‌حساب نیامده فیزیکی در منطقه مطالعاتی ۱۲۷

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

مقدمه

کشور ایران با متوسط بارش سالانه حدود ۲۴۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر در زمره مناطقی از جهان است که از موهبت نزولات جوی به اندازه کافی بهره‌مند نمی‌باشد. قسمت عمده مساحت کشور را مناطق خشک و کم آب فرا گرفته و لذا از دیرباز آب نقش تعیین‌کننده‌ای در توسعه اقتصادی آن داشته است. نظر به اینکه در گذشته آب به قیمت ارزان و به آسانی در دسترس بوده، لذا دستگاه‌های مسوول توزیع آب شهری تا قبل از تشکیل شرکت‌های آب و فاضلاب نسبت به کاهش آب به‌حساب نیامده به‌عنوان راه‌حلی برای صرفه‌جویی در منابع آب، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و افزایش بازده یا درآمد، توجه کافی نداشته‌اند. در سال‌های اخیر کمبود شدید منابع و افزایش سریع هزینه‌های تولید آب باعث شده که موضوع آب به‌حساب نیامده مورد توجه قرار گیرد. بنابراین در کنار تامین آب از منابع جدید باید از هدر رفتن آب در مراحل مختلف انتقال، تصفیه، ذخیره و توزیع به عنوان یک فعالیت درازمدت و با برنامه‌ریزی مدون جلوگیری کرد.

کاهش مقدار آب به‌حساب نیامده دارای مزایای زیادی می‌باشد که برخی از آن‌ها را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

- کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای ساخت تاسیسات منابع آب جدید و توسعه سامانه‌های آبرسانی
- بالا بردن عمر تاسیسات آب از جمله تجهیزات تصفیه آب، پمپاژ و ..
- کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری
- کاهش امکان ورود آلودگی از محل‌های نشت لوله‌ها
- افزایش بازده و کارایی شرکت‌های آب و فاضلاب در بخش‌های فنی و مهندسی، بهره‌برداری، مشترکین و ...
- بالا بردن درآمد شرکت‌های آب و فاضلاب
- جلب رضایت مشترکین

در چند دهه اخیر مجامع بین‌المللی و کشورهای پیشرفته توجه خاصی به مساله محدودیت منابع آب و یافتن راه حل‌هایی در زمینه مقابله با کمبود آب به ویژه جلوگیری از تلفات آب معطوف داشته‌اند. موضوع آب به‌حساب نیامده و نشت در سامانه‌های آبرسانی و شبکه‌های توزیع آب شهری از مواردی است که در سه دهه اخیر در بسیاری از کشورها مورد توجه قرار گرفته و با برنامه‌ریزی مدون علمی، تجارب خوبی نیز در خصوص مباحث نظری و موارد اجرایی کاهش آن، حاصل گردیده است. خوشبختانه این امر مهم بیش از یک دهه است که در کشور ایران نیز مورد توجه قرار گرفته و ابتدا در قالب طرح ملی تحقیق، توسعه و بهسازی تاسیسات توزیع آب شهری در طول برنامه دوم توسعه و سپس به‌وسیله دفاتر نظارت بر کاهش آب به‌حساب نیامده در شرکت‌های آب و فاضلاب کشور به امر مطالعه و کاهش تلفات و آب به‌حساب نیامده پرداخته شده است. ازاین‌رو آشنایی هر چه بیش‌تر با تعاریف دقیق علمی و مولفه‌های آب به‌حساب نیامده و مبانی نظری نشت، روش‌های علمی نشتیابی و کاهش آب به‌حساب نیامده، شرکت‌های آب و فاضلاب، مهندسین مشاور و کلیه علاقه‌مندان را در انجام مسوولیت‌های خطیر خود کمک خواهد کرد.

برای ایجاد وحدت رویه در مطالعات آب به‌حساب نیامده و هدایت مطالعات و عملیات اجرایی تا وصول به اهداف نهایی، در این راهنما علاوه بر تعریف اجزای آب به‌حساب نیامده، مجموعه راهنماهایی به منظور شناخت و بررسی عوامل موثر در آب به‌حساب نیامده و راهکارهای کاهش آن ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

- هدف

هدف از تهیه این نشریه شناخت جامع از آب به‌حساب نیامده و پارامترهای آن (شامل تعاریف و مبانی نظری)، ارائه روش‌های کاربردی جهت انجام مطالعات پایه، روش‌های جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات، راهکارهای اجرایی مناسب و کاربردی برای کاهش تلفات آب در سامانه‌های آبرسانی شهری و روستایی و بررسی اقتصادی آن در شرایط کشور ایران می‌باشد.

پاسخ به سوالات زیر از جمله اهداف این نشریه است:

- تعریف آب به‌حساب نیامده و اجزای مختلف آن (شامل انواع تلفات ظاهری و واقعی)
- مبانی نظری نشت در شبکه‌های توزیع آب شهری
- شاخص‌های مدیریت نشت
- مطالعات دفتری و میدانی مورد نیاز در امور فنی، طرح و توسعه و بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سیستم
- چگونگی تهیه و به‌هنگام کردن نقشه‌ها
- نحوه مطالعات شناسایی تاسیسات شبکه
- نحوه فشارسنجی شبکه های آب
- چگونگی جمع‌آوری و پردازش اطلاعات حوادث در شبکه‌های توزیع آب
- مطالعات میدانی و دفتری موزد نیاز در امور مشترکین
- چگونگی آزمایش تعیین دقت کنتورها
- نحوه برآورد اجزای آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی و فیزیکی
- روش‌های مختلف نشت یابی و محاسبه نشت از تاسیسات و شبکه توزیع آب شهری
- روش‌های مدیریت فشار
- روش‌های مدیریت بازسازی و نوسازی شبکه ها
- توجیه اقتصادی مطالعات و راهکارهای اجرایی کاهش آب به‌حساب نیامده

- دامنه کاربرد

محدوده کاربرد این راهنما از محل منابع آب (چاه‌ها)، خط انتقال آب شرب، مخازن ذخیره و شبکه توزیع آب می‌باشد و شامل خطوط انتقال آب خام از آبگیرها تا تصفیه‌خانه‌ها و همچنین تاسیسات تصفیه‌خانه‌ها نیست. خطوط انتقال از تصفیه‌خانه تا مخازن ذخیره نیز می‌تواند در دامنه کاربرد این استاندارد قرار گیرد.

این راهنما برای استفاده بهره برداران صنعت آب کشور به خصوص شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی تنظیم شده است. هر چند که آشنایی با مفاهیم ارائه شده و راهکارهای اجرایی کاهش تلفات توسط طراحان و پیمانکاران سامانه های آبرسانی و شبکه های توزیع آب موجب می شود تا در آینده با طراحی و اجرای استاندارد و مناسب زمینه های ایجاد تلفات در سامانه‌های آبرسانی کشور کاهش یابد.

omoorepeyman.ir

فصل ۱

تعاریف و مبانی نظری

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱-۱- تعاریف و مبانی نظری آب به‌حساب نیامده و اجزای آن

امروزه مطالعات، عملیات و فناوری‌های مربوط به شناسایی و کاهش آب به‌حساب نیامده (UFW)[1] یا آب بدون درآمد (NRW)[2] براساس نظریه‌هایی صورت می‌گیرد که در طول سه دهه اخیر توسعه یافته و از سوی مراجع معتبر جهانی از جمله بانک جهانی، انجمن جهانی آب (IWA)[3] و انجمن کارهای آبی آمریکا (AWWA)[4] توصیه شده است. این تعاریف و مبانی با استفاده از تجارب به‌دست آمده از مطالعات دفتری و میدانی، به‌طور مستمر توسط مراجع فوق مورد بازنگری قرار گرفته و به هنگام می‌شود.

۱-۱-۱- تعریف آب به‌حساب نیامده

طبق تعریف بانک جهانی، آب به‌حساب نیامده (UFW) عبارتست از تفاوت بین حجم خالص آبی که به شبکه وارد می‌شود و به مصرف می رسد [۲۸]. لازم به ذکر است که از سال ۲۰۰۰ به بعد مفهوم آب بدون درآمد (NRW) توسط IWA به‌عنوان جایگزین مفهوم آب به‌حساب نیامده مورد استفاده قرار گرفته است. در این نشریه، آب به‌حساب نیامده (UFW) به صورت زیر تعریف می‌شود [۳۲]:

$$UFW_{total} = V_{in} - V_{out} \qquad (۱-۱)$$

که درآن UFW_{total} کل آب به‌حساب نیامده یک منطقه در یک مدت زمان مشخص، V_{in} حجم آب ورودی اندازه‌گیری شده و V_{out} حجم آب خروجی (یا مصرفی) اندازه‌گیری شده طی همان مدت زمان مشخص می‌باشند.

حجم آب خروجی (یا مصرفی) اندازه‌گیری شده، میزان اندازه‌گیری شده توسط کنتورهای مشترکین و کنتورهای خروجی منطقه، صرف‌نظر از پرداخت یا عدم پرداخت قیمت آب مصرف شده، می‌باشد و به‌طور مشخص شامل هیچ‌یک از عواملی همچون ترکیدگی، انشعابات غیرمجاز، نشت و سرریز مخازن، شستشوی شبکه، کنتورهای خراب و ... نمی‌شود. در تعریف فوق نشت ایجاد شده بعد از کنتورهای مشترکین در میزان آب به‌حساب نیامده دخالت نخواهد داشت. زیرا درصورتی‌که دقت و حساسیت کنتور بالا باشد مقدار نشت داخلی به‌عنوان بخشی از مصرف مشترک منظور شده و وجه آن دریافت می‌شود و اگر دقت کنتور کم باشد در قالب آب به‌حساب نیامده ناشی از عدم دقت کنتور ارزیابی می‌شود.

۱-۱-۲- تقسیم بندی آب به‌حساب نیامده (بدون درآمد)

آب به‌حساب‌نیامده (بدون درآمد) در یک نگاه به دو دسته کلی زیر تقسیم می‌شود:

- آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی یا تلفات ظاهری[5] که به‌دلیل خطای انسانی، ابزار اندازه‌گیری و یا خطای مدیریت و راهبری سامانه، آب مصرف شده دقیقا اندازه‌گیری نشده و هزینه آن به‌وسیله شرکت آب و فاضلاب وصول نشده است.

1 - Unaccounted For Water
2 - Non Revenue Water
3 - International Water Association
4 - American Water Works Association
5 - Non Physical or Apparent Losses

omoorepeyman.ir

- آب به‌حساب نیامده فیزیکی یا تلفات واقعی[1] که ناشی از فرار فیزیکی آب از شبکه توزیع و انشعابات مشترکین می‌باشد. در این نوع تلفات بخشی از آب تولید شده به‌دست مصرف کننده نرسیده و هزینه آن نیز به‌وسیله شرکت آب و فاضلاب وصول نمی‌گردد.

مشکلی که در مورد هدر رفتن آب و درآمد ناشی از آن وجود دارد به سه عامل زیر بستگی دارد [۲۸]:

- عامل فنی: که باعث می‌شود همه آب تولید شده به‌وسیله شرکت آب و فاضلاب به‌دست مصرف کننده نرسد.
- عامل مالی: که باعث می‌شود تمام آبی که به‌دست مصرف کننده رسیده به درستی اندازه‌گیری نشود و یا هزینه آن دریافت نشود.
- عامل نظری: که ناشی از فقدان تعاریف استاندارد در مورد هدر رفتن آب و درآمد آن می‌باشد.

در سال‌های اخیر به علت تنوع زیاد تعاریف و روش‌های مورد استفاده در این زمینه، بسیاری از صاحب‌نظران وجود یک تعریف بین‌المللی را ضروری تشخیص دادند. بر پایه تجربیات موفق گذشته شماری از کشورها، IWA [۱۵] استانداردی جهانی برای تعریف آب به‌حساب نیامده (بدون درآمد) و مولفه‌های آن ارائه کرد. استفاده از این تعریف موجب بروز یک وفاق بین‌المللی در زمینه محاسبات و مولفه‌های آب به‌حساب نیامده شده و زمینه را برای انجام مقایسه بین سامانه‌های مختلف آبرسانی و حتی کشورهای مختلف هموارتر می‌سازد. در جدول ۱-۱ مولفه‌های تعادل (بالانس) آب که توسط IWA معرفی شده‌اند نمایش داده شده است. در این جدول:

ورودی به سامانه:[2] حجم آب سالانه ورودی به شبکه منطقه مورد مطالعه می‌باشد. این ورودی می‌تواند از طریق تصفیه‌خانه و مخازن ذخیره، چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌ها و همچنین آب خریداری شده از منابع دیگر باشد.

مصارف مجاز:[3] حجم آب اندازه‌گیری شده و اندازه‌گیری نشده‌ای است که به‌وسیله مشترکین مجاز (ثبت شده) مصرف می‌شود و یا آبی که به‌وسیله شرکت‌های آب و فاضلاب و تمام کسانی که به صورت مشروط یا غیرمشروط مجاز به مصرف هستند، مصرف می‌شود و می‌تواند شامل کاربری‌های تجاری، خانگی، صنعتی و ... باشد.

مصرف مجاز با درآمد[4]: حجمی از مصرف مجاز است که آب بهای آن به شرکت آب و فاضلاب پرداخت می‌شود. این مصارف شامل دو قسمت اندازه‌گیری شده و اندازه‌گیری نشده می‌باشد.

مصارف مجاز بدون درآمد[5]: معمولا جزء کوچکی از مصارف آب را تشکیل داده و خود به دو قسمت اندازه‌گیری شده و اندازه‌گیری نشده تقسیم می‌شود.

آب بدون درآمد: ما به التفاوت حجم آب ورودی به منطقه و مصرف مجاز با درآمد بوده و دارای دو جزء زیر است: مصارف مجاز بدون درآمد و تلفات آب (ظاهری و واقعی).

1 - Physical or Real Losses
2 -System Input
3 - Authorised Consumption
4 - Billed Authorised consumpation
5 -Unbilled Authorised Consumpation

omoorepeyman.ir

میزان آب بدون درآمد به عواملی همچون نرخ تعرفه‌های آب، سطح درآمد و فرهنگ عمومی مردم و میزان گسترش شبکه بستگی دارد. مولفه‌های جدول ۱-۱ در بخش بعد توضیح داده شده‌اند.

جدول ۱-۱- مولفه‌های تعادل سالانه آب به روش IWA [۱۴ و ۱۵]

حجم آب ورودی به سامانه	مصارف مجاز	مصارف مجاز با درآمد	مصارف مجاز اندازه‌گیری شده با درآمد	آب با درآمد
			مصارف مجاز اندازه‌گیری نشده با درآمد	
		مصارف مجاز بدون درآمد	مصارف مجاز اندازه‌گیری شده بدون درآمد	
			مصارف مجاز اندازه‌گیری نشده بدون درآمد	
	تلفات‌کل	تلفات ظاهری	مصارف غیرمجاز	آب بدون درآمد
			خطاها	
		تلفات واقعی	شکستگی‌های گزارش شده[1]	
			نشت زمینه[2]	
			شکستگی‌های گزارش نشده[3]	
			نشت و سرریز از مخزن	

۱-۱-۲-۱- آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی (تلفات ظاهری)

۱-۱-۲-۱-۱- خطاهای ابزار اندازه‌گیری

الف - خطای کنتورهای مشترکین

تقریبا تمامی ابزارهای اندازه‌گیری جریان دارای خطاهایی با نسبت‌های مختلف هستند که این خطاها در سه حالت جریان‌های کم، متوسط و زیاد ممکن است اتفاق افتد. در بده‌های کم، برخی کنتورها از جمله کنتورهای معمولی خانگی قادر نیستند جریان عبوری را اندازه‌گیری کنند و مواردی نظیر نشت کم در داخل منازل، مصارف کولرها و مصارف منابع انبساط تاسیسات گرمایی، قابل اندازه‌گیری نمی‌باشند، چرا که مقدار این نوع مصارف کم‌تر از بده شروع حرکت کنتورها می‌باشد. در بده‌های متوسط و زیاد هم ابزار اندازه‌گیری به دلایل زیادی از جمله بالا بودن فشار آب، عبور جریان بیش از ظرفیت کنتور، ترسیب مواد روی اجزای کنتور و ... دارای خطا می‌باشند. این خطاها از طریق آزمایش کنتورها در بده‌های انتقال تا حداکثر مشخص می‌شود.

برخی کنتورها به علت فرسودگی، جرم گرفتگی و ... ارقام مصرف را عمدتا کم‌تر و یا در برخی موارد بیش‌تر از حد جریان عبوری نشان می‌دهند. در هر صورت خطاهای اندازه‌گیری از طریق آزمایش در محل و یا در آزمایشگاه و از طریق مقایسه با کنتور استاندارد و یا اندازه‌گیری حجمی قابل محاسبه می‌باشد. همچنین بخشی از آب تحویلی به مشترکین به دلایل گوناگون از جمله نشت از شیرآلات و اتصالات و یا پوسیدگی تاسیسات داخلی، ساختمان‌ها از بین می‌رود. این میزان تلفات عموما در بده‌های کم و زمان‌های طولانی اتفاق می‌افتد، اما از آنجا که بخش قابل توجهی از مشترکین را در بر می‌گیرد، حجم قابل ملاحظه‌ای را تشکیل می‌دهد. به

1- Reported Bursts
2 - Background Losses
3 - Unreported Bursts

omoorepeyman.ir

علت دقت کم اکثر کنتورها در بده‌های کم، این مقدار ثبت نمی‌شود و به‌عنوان تلفات غیرفیزیکی شناخته می‌شود. همیشه خطای کنتورها در جهت زیان بهره‌بردار نیست بلکه در موارد متعددی نیز کنتور، مقداری بیش‌تر از حجم مصرف را نشان می‌دهد.

ب - خطای کنتورهای مبادی ورودی و خروجی منطقه و تاسیسات

عموما آبی که برای مصرف و توزیع در شبکه در نظر گرفته می‌شود از خروجی تصفیه‌خانه‌ها و یا چاه‌ها (چشمه‌ها و قنات‌ها) وارد مخازن ذخیره شده و بعد از عملیات گندزدایی، از طریق خطوط ارتباطی بین مخازن و شبکه وارد مدار مصرف می‌شود. خروجی‌های مخازن که در حقیقت ورودی‌های شبکه را تغذیه می‌کنند ممکن است فاقد ابزار اندازه‌گیری بوده و یا تاسیسات اندازه‌گیری آنها دقیق نباشد. در بقیه موارد نیز اندازه‌گیری‌ها مستمر نبوده و فقط در زمان مورد نیاز اقدام به خواندن کنتورها می‌شود. در حالی که به منظور تعیین آب ورودی به شبکه‌های توزیع باید تمامی خروجی‌های مخازن و هر منبع آب دیگری که مستقیما وارد شبکه می‌شود اندازه‌گیری شود. این اندازه‌گیری‌ها نباید مقطعی بوده بلکه باید دایم و به صورت خودکار و ثبات عمل نموده و اطلاعات آنها به صورت تله‌مترینگ جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شود. با پیشرفت فناوری و ورود به عصر بحران آب، نیاز مبرم به اجرای این مقوله محسوس است. در هر حال محاسبه خطای ابزار اندازه‌گیری مبادی ورودی و خروجی منطقه و تاسیسات برای واقعی کردن مقدار آب تولید و مصرف شده که مبنای سایر محاسبات است ضروری می‌باشد.

۱-۱-۲-۱-۲- خطاهای انسانی[1]

تا زمانی که خواندن کنتورها توسط فرد و به صورت دوره‌ای انجام می‌شود کماکان خطاهای ناشی از اشتباه در خواندن و ثبت وجود دارد. در هر حال تا موقعی که عامل انسانی در این کار دخالت دارد و یا ابزار اندازه‌گیری به‌صورت کنونی باشد مشکل یادشده قابل کاهش بوده ولی حذف شدنی نیست، مگر آنکه با استفاده از فناوری پیشرفته خواندن از دور (AMR)[2] بتوان از طریق خطوط ارتباطی و یا ... بدون دخالت انسان، اطلاعات را کسب و حتی قبض صادر نمود. ازاین‌رو ناگزیر باید با کنترل مجدد کار کنتورخوان‌ها و واردکنندگان اطلاعات، این نوع خطا را شناسایی نمود.

۱-۱-۲-۱-۳- خطاهای مدیریتی[3]

مربوط به انشعاباتی است که اطلاعات آنها در پرونده‌های شرکت آب و فاضلاب و پرونده‌های کامپیوتری وجود ندارد. خوانده نشدن و عدم ثبت مصارف چنین مشترکینی باعث می‌شود که بخشی از آب مصرفی اندازه‌گیری نشود.

1 - Personnel Errors
2 - Automatic Meter Reading
3- Management Errors

omoorepeyman.ir

۱-۱-۲-۱-۴- خطاهای بهره‌برداری[1]

این خطاها ناشی از انشعاباتی است که کارکرد نداشته و برای بررسی آنها لازم است در یک دوره خواندن کنتورها، تعداد این‌گونه انشعابات فعال ازجمله انشعابات جدید، بررسی و شناسایی شوند. این خطا بیش‌تر به مشترکین جدید که انشعاب آب دریافت کرده‌اند ولی به‌دلیل عدم اطلاع کنتورخوان‌ها، قبض برای آنها صادر نمی‌شود و نیز خرابی کنتورهای تعدادی از مشترکین مرتبط می‌شود.

۱-۱-۲-۱-۵- مصارف غیرمجاز[2]

مصارف غیرمجاز از تاسیسات که در طیف گسترده‌ای می‌تواند اتفاق افتد آن دسته از مصارفی است که از طریق غیرقانونی از قبل از کنتور مشترک دیگر و یا از خط لوله شبکه توزیع، آب گرفته‌اند.

۱-۱-۲-۱-۶- مصارف مجاز اندازه‌گیری نشده بدون درآمد[3]

در صورت وجود مصرف‌کنندگان مجاز که آب را از شبکه، بدون اندازه‌گیری برداشت و مصرف می‌کنند لازم است میزان آب مصرفی آنها به طریقی برآورد گردد. هر شرکت آب و فاضلاب برای مقاصد مختلف از آب شبکه استفاده کرده و یا مجبور است اجازه دهد بخشی از آب بدون اخذ وجه به مصرف کننده خاصی تحویل شود و یا به‌دلایلی به هدر رود. مثال‌هایی از این موارد عبارتند از: شستشوی شبکه، مصارف آتش‌نشانی، شستشوی خطوط آب و فاضلاب، تمیز کردن مخازن و تانک‌های ذخیره آب، جریان خروجی از شیرهای آتش‌نشانی، شستشوی خیابان‌ها، آبیاری فضای سبز، مصرف انشعابات عمومی، جلوگیری از یخ‌زدگی و ... . معمولا محاسبه دقیق این نوع مصارف بسیار مشکل است. مشهورترین این نوع مصارف عبارتند از:

الف - مصارف مجاز توسط شرکت‌های آب و فاضلاب

- در هر شرکت آب و فاضلاب مصارف متعددی وجود دارد که به‌دلیل عدم اندازه‌گیری و عدم وجود مشترک خاص، مقدار آن مشخص نبوده و هزینه آب مصرفی نیز توسط شرکت آب و فاضلاب تامین می‌شود. از جمله:
  - استفاده از آب شبکه برای آزمایش و شستشوی خطوط لوله جدید
  - تلفات آب هنگام انجام عملیات مختلف روی شبکه مانند: تعویض شیرآلات، نصب فشارشکن، نصب شیر خط و دیگر تاسیسات جدید روی شبکه، تعویض اتصالات شبکه و ...
  - استفاده از آب شبکه برای شستشوی شبکه‌های آب و فاضلاب، شستشوی معابر، مخازن و ...

ب- مصارف مجاز توسط سازمان‌های عمومی و یا دولتی دیگر

تعدادی از موسسات دولتی یا عمومی از شبکه توزیع آب شهری استفاده می‌کنند که ممکن است روی انشعاب آنها هیچ‌گونه ابزار اندازه‌گیری نصب نشده باشد و بدین ترتیب هیچ نوع اندازه‌گیری از مقدار مصرف آب این‌گونه سازمان‌ها وجود نداشته باشد. مواردی مانند آب مصرفی سازمان‌های انتظامی و آب مصرفی مساجد و یا شهرداری‌ها برای فضای سبز و یا آتش‌نشانی از این جمله‌اند.

1- Operational Errors
2-Unauthorised Consumption
3- Unbilled Authorised Consumption

omoorepeyman.ir

یادآوری: تفاوت تعریف آب بدون درآمد و آب به‌حساب نیامده در آن است که در آب بدون درآمد، مصارف مجاز بدون درآمد اندازه‌گیری نشده جزء هدررفت محسوب نمی‌شود، ولی در آب به حساب نیامده، به‌عنوان هدررفت ظاهری درنظر گرفته می‌شود.

۱-۱-۲-۲- آب به‌حساب نیامده فیزیکی (هدررفت واقعی)

آب به‌حساب نیامده فیزیکی طیف گسترده‌ای از تلفات آب در شبکه را شامل می‌شود و عموما در قالب نشت مورد بررسی قرار می‌گیرد. نشت آب از طریق سوراخ‌ها و ترک‌های کوچک و بزرگ و یا شکستگی‌های لوله‌ها، انشعابات، شیرآلات و اتصالات شبکه روی می‌دهد. عموما نشت آب از محل اتصالات و شیرآلات با بده کم همراه می‌باشد ولی زمان و تعداد آنها در شبکه به گونه‌ای است که شناسایی این‌گونه نشت‌ها را اقتصادی و ضروری می‌سازد. چرا که سرعت کم آب سبب می‌شود آب به‌راحتی در درون خاک بستر لوله نفوذ کرده و مسیر مناسبی را برای خود پیدا کند. در عملیات بهره‌برداری بارها مشاهده شده که نشت آب از شبکه، انشعابات یا اتصالات سبب جریان آب به زیر ساختمان‌های مجاور شده و موجب شسته شدن خاک زیر ساختمان‌ها، نشست ساختمان و یا تخریب بخشی از آن شده است. خساراتی که شرکت‌های آب و فاضلاب سالانه در این‌گونه موارد می‌پردازند قابل توجه است. بدیهی است تا زمانی که تلفات فیزیکی رویت نشده است تحت عنوان تلفات زمینه (نشت نامریی) و پس از مریی شدن، به‌صورت حادثه تلقی شده و تحت عنوان نشت مریی نامگذاری می‌شود.

علل ایجاد نشت به شرح زیر است [۱۰]: فشار زیاد آب؛ بارترافیک و پوشش (عمق) ناکافی لوله‌ها؛ خورده شدن (شیمیایی یا الکتروشیمیایی) لوله‌ها و اتصالات در اثر گذشت زمان؛ ضربه؛ بی‌دقتی در حمل، بسترسازی و نصب صحیح لوله‌ها و اتصالات؛ کیفیت نامناسب لوله‌ها و اتصالات؛ عمر زیاد لوله‌ها و اتصالات؛ لغزش زمین و رانش خاک و ضربه قوچ.

مجموعه عوامل موثر در نشت را می‌توان به‌صورت زیر دسته‌بندی کرد: کیفیت نامناسب طراحی، کیفیت نامناسب اجرا، کیفیت نامناسب لوله‌ها و تجهیزات، فرسودگی لوله‌ها و تجهیزات و تخریب لوله‌ها و تجهیزات ناشی از حوادث.

قبل از تعیین علل اصلی شکستگی در لوله‌ها نمی‌توان هیچ‌گونه برنامه‌ریزی برای از بین بردن مشکلات ناشی از شکستگی و نشت انجام داد. آگاهی از علل شکستگی‌های گذشته و نشت می‌تواند در جلوگیری از نشت‌های آینده کمک کند. به‌طور مثال بالا بودن میزان شکستگی بلافاصله بعد از نصب لوله نشان دهنده این است که: مشکلاتی در ساخت لوله وجود دارد، لوله در حین حمل و نقل صدمه دیده است و یا بسترسازی خوب انجام نشده است. نصب انشعاب بدون نصب کمربند روی لوله‌های با ضخامت کم و یا ضعیف بودن بستر و خاک روی لوله می‌تواند موجب شکستگی و نشت شود. حتی در بسترسازی خوب نیز اگر نشت اتفاق افتد باعث شسته شدن بستر شده و در اثر خالی شدن زیر لوله و فشارهای خارجی، شکستگی و نشت اتفاق می‌افتد. نفوذ سرما به داخل خاک نیز باعث یخزدگی و شکستگی لوله می‌شود. فرم و شکل شکستگی نیز می‌تواند در تشخیص علت آن نقش داشته باشد. سوراخ ریز می‌تواند نشانه خوردگی باشد. شکستگی محیطی نشان دهنده اعمال بار خارجی و یا ضعف بسترسازی می‌باشد. نشت در اتصالات معمولا در اثر حرکت لوله، تورم یا نشست خاک می‌باشد.

omoorepeyman.ir

تلفات فیزیکی در یک سامانه آبرسانی را به دو طریق می‌توان دسته‌بندی کرد: نشت از خطوط انتقال، شبکه توزیع، انشعابات، سرریز و نشت مخزن و یا نشت از شکستگی‌های گزارش شده (نشت مریی یا حوادث)، نشت زمینه و شکستگی‌های گزارش نشده (نشت نامریی)، سرریز و نشت مخزن.

۱-۱-۲-۲-۱- نشت از خطوط لوله انتقال

منظور از خطوط انتقال آب آن دسته از خطوط لوله‌ای است که آب را از منابع آب خام تا تصفیه‌خانه و از تصفیه‌خانه تا مخزن منتقل کرده یا آب را مستقیما وارد شبکه توزیع می‌کند. شکستگی‌های بزرگ در این‌گونه خطوط لوله به سرعت آشکار می‌شود، زیرا تاثیرات ناگهانی در ظرفیت انتقال داشته و بالطبع بهره‌بردار فورا متوجه خواهد شد.

۱-۱-۲-۲-۲- تلفات از مخازن ذخیره

مخازن ذخیره نیز دارای تلفات مختلفی از جمله سرریز، نشت از دیواره‌ها و کف می‌باشند. درصورتی‌که محل اندازه‌گیری جریان به منظور محاسبه آب به‌حساب نیامده خروجی مخازن باشد، نشت و سرریز مخازن جزء آب به‌حساب نیامده منظور نمی‌شود.

۱-۱-۲-۲-۳- نشت از شبکه توزیع و انشعابات مشترکین

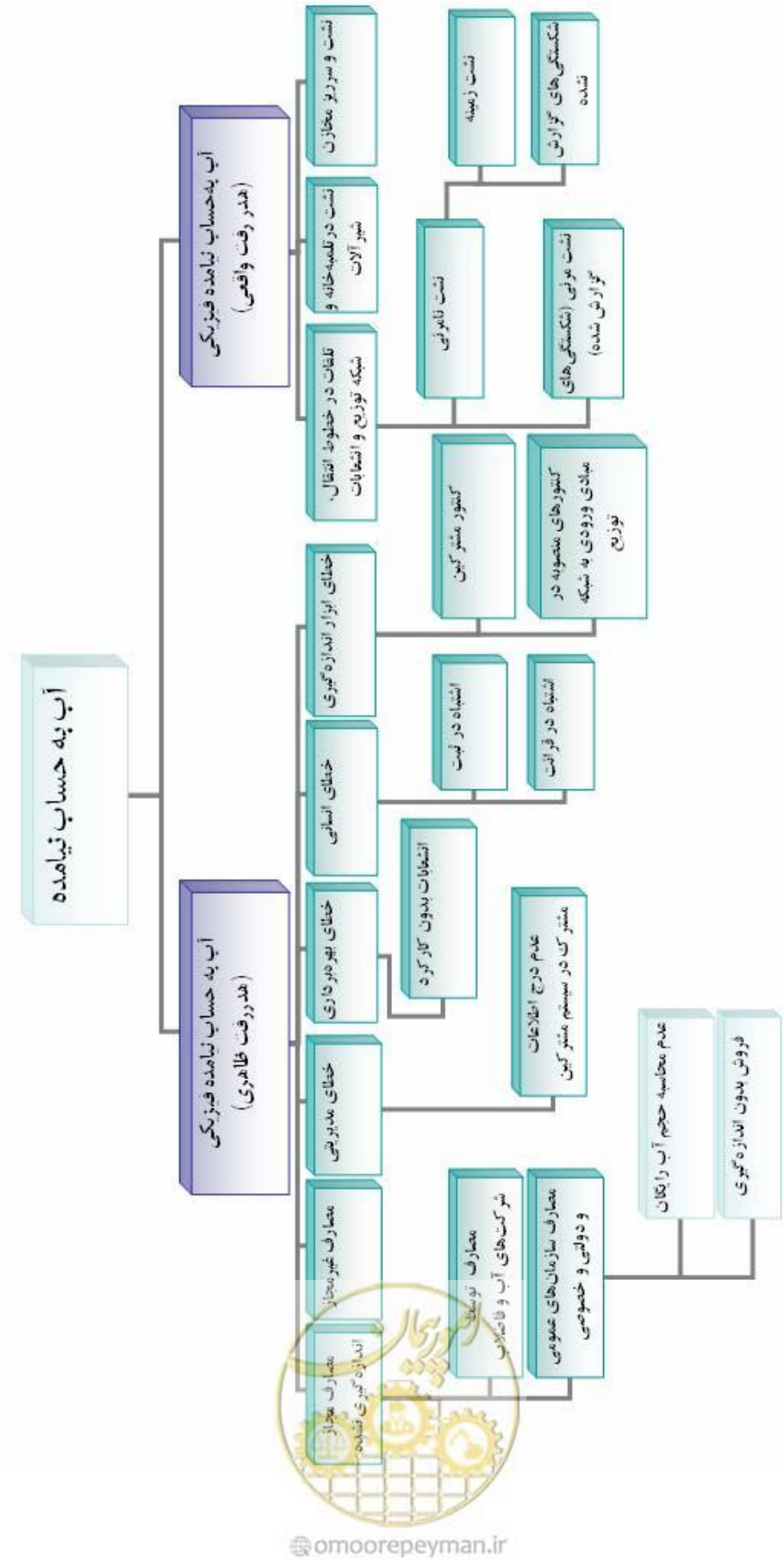
شبکه توزیع و انشعابات مشترکین به‌دلیل طول زیاد، تنوع مصالح، کیفیت اجرا و شرایط محلی، مستعد وقوع نشت و تلفات قابل توجهی می‌باشد. نشت از شبکه و انشعابات مشترکین به راحتی قابل شناسایی و تعمیر نیست و تعمیر آنها هم پرهزینه می‌باشد.

۱-۱-۲-۲-۴- تلفات از تلمبه‌ها و شیرآلات

عمده تلفات آب در تلمبه‌ها از محل پکینگ‌ها، در سامانه خنک کننده یاتاقان‌ها و محل اتصالات شیلنگ‌های مربوط صورت می‌گیرد. بخشی از این تلفات معمولا به‌طور عادی و به میزان بسیار کم، متداول می‌باشد. در صورت شل شدن پکینگ‌ها و یا از بین رفتن نوار آب‌بندی و یا در محل اتصالات، میزان نشت بسیار بیش‌تر می‌شود که باید با مراقبت مستمر از آن جلوگیری شود. ضمنا به‌دلیل بالا رفتن فشار آب در خط رانش، باید با سفت کردن پیچ‌ها در محل گلند شیرآلات، نشت آب را قطع کرد. نشت از شیرآلات و شیرهای آتش‌نشانی عموما با عملیات مانور شناسایی می‌شود و تعمیرات آن نیز آسان و کم هزینه است. شیرآلات می‌توانند برروی هر یک از خطوط انتقال، شبکه توزیع و انشعابات قرار داشته باشند.

نمودار ۱-۱ اجزای آب به‌حساب نیامده را نشان می‌دهد. با انجام مطالعات آب به‌حساب نیامده، اجزا و مولفه‌های فوق مشخص و در نهایت میزان تلفات ظاهری و حقیقی تعیین می‌شود.

omoorepeyman.ir



نمودار ۱-۱- اجزای آب به حساب نیامده

۱-۱-۳- مبانی نظری نشت در شبکه‌های آب شهری

۱-۱-۳-۱- وابستگی فشار و نشت

وابستگی بین مقدار نشت و میزان فشار در شبکه‌های آبرسانی شهری امر شناخته شده‌ای است. با وجود تجارب و تحقیقات میدانی کمی که در این مورد وجود دارد، در زیر مفهوم وابستگی فشار و نشت مورد بررسی قرار می‌گیرد [۲]. از دیدگاه نظری، جریان از درون یک سوراخ با ابعاد ثابت (اریفیس)، با جذر فشار آب درون آن متناسب است، یعنی $Q = KP^{0.5}$ (شکل ۱-۱). اگرچه که یک سری آزمایش‌ها نشان داده است که در مورد تاثیر فشار بر روی نشت در شبکه‌های توزیع آب شهری، این رابطه برقرار نیست [۱۸]. نتایج این آزمایش‌ها در شکل ۱-۲ نشان داده شده‌اند که محور عمودی معرف جریان خالص شبانه (به‌جای نشت) و محور افقی، فشار متوسط شبانه در منطقه (AZNP)[۱] می‌باشد. جریان خالص شبانه شامل نشت و مصرف شبانه مشترکین (NU)[۲] است. بنابراین محور عمودی به صورت یک شاخص نسبت به نشت بیان شده است. فشار متوسط شبانه منطقه، فشار متوسطی است که درون سامانه در شب رخ می‌دهد و شامل آثار تغییرات توپوگرافی سطح زمین و هرگونه افت فشار در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

رابطه بین فشار و شاخص نشت[۳] که توسط مطالعات مرکز تحقیقات آب انگلستان (WRC)[۴] در انگلستان به‌دست آمده، در شکل ۱-۲ نشان داده شده است [۲۷]. مشاهده می‌شود که منحنی تا فشار حدود ۵۰ متر تقریبا خطی است، گرچه در فشارهای بالاتر دارای شیب تندتری است که این در تضاد کامل با فرمول قانون جذر فشار (شکل ۱-۱) می‌باشد. مشاهده می‌شود که حتی یک کاهش کوچک در فشارهای بالا می‌تواند سبب کاهش زیادی در میزان نشت شود. درحالی‌که تحقیقات چند تن از محققین در انگلیس و ژاپن مقادیر ۱/۱۸ و ۱/۱۵ را برای توان فشار پیشنهاد کرده اند [۱۸]، از شکل ۱-۲ ابطه زیر به‌دست می‌آید [۳۰].

$$\text{شاخص نشت (LI)} = 0.5 \times \text{AZNP} + 0.007 \times \text{AZNP}^2 \qquad (۲-۱)$$

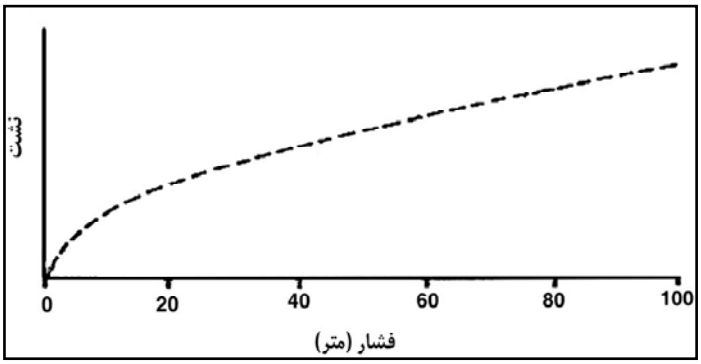
تفاوت ظاهری میان دو فرمول (جذر و توان دوم فشار) برای نشت که در اشکال ۱-۱ و ۱-۲ نشان داده شده‌اند کاملا شناخته شده نیست. علت این تفاوت احتمالا این است که ترک‌ها در فشارهای بالاتر بازتر می‌شوند و یا اتصالات لوله‌هایی که خوردگی شدید داشته باشند بیش‌تر باز می‌شوند. به علاوه درحالی‌که رابطه جذر فشار فقط در یک نشت کاربرد دارد، درون یک شبکه توزیع آب، محل‌های زیادی وجود دارد که دارای نشت بوده و هر یک فشار خاصی را دارا می‌باشند. اخیرا مفهوم منافذ ثابت و متغیر نشت (FAVAD)[۵] از سوی مرجع [۲۳] برای توضیح این پدیده ارائه شده که در ادامه، مورد بحث قرار می‌گیرد.

متوسط فشار (شبانه) منطقه (AZNP) در هر منطقه می‌تواند به روش‌های زیر به‌دست آید:

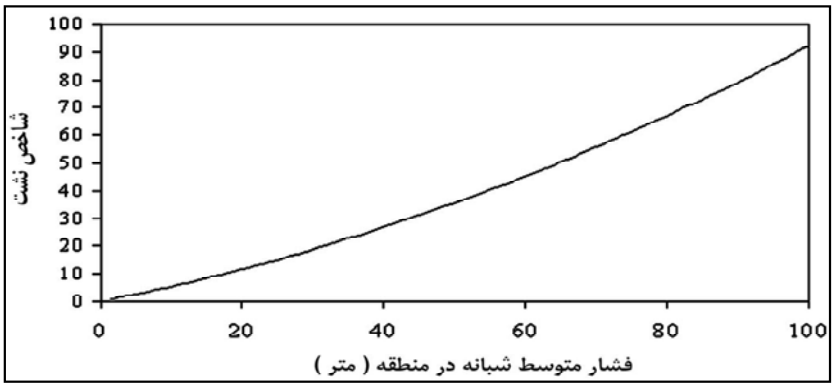
الف- متوسط مقادیر فشار در بلندترین و پست‌ترین نقاط شبکه (در صورت نیاز، به صورت وزنی برای لحاظ کردن توپوگرافی و آرایش و تراکم واحدهای مسکونی که در برخی نقاط حساس و بحرانی منطقه اندازه‌گیری می‌شوند) [۳۰].

1 - Average Zone Night Pressure
2 - Night Use
3 - Leakage Index
4-Water Research Cente
5 - Fixed And Variable Area Discharge paths

omoorepeyman.ir



شکل ۱-۱- رابطه بین نشت و فشار برای یک اریفیس [۲۷].



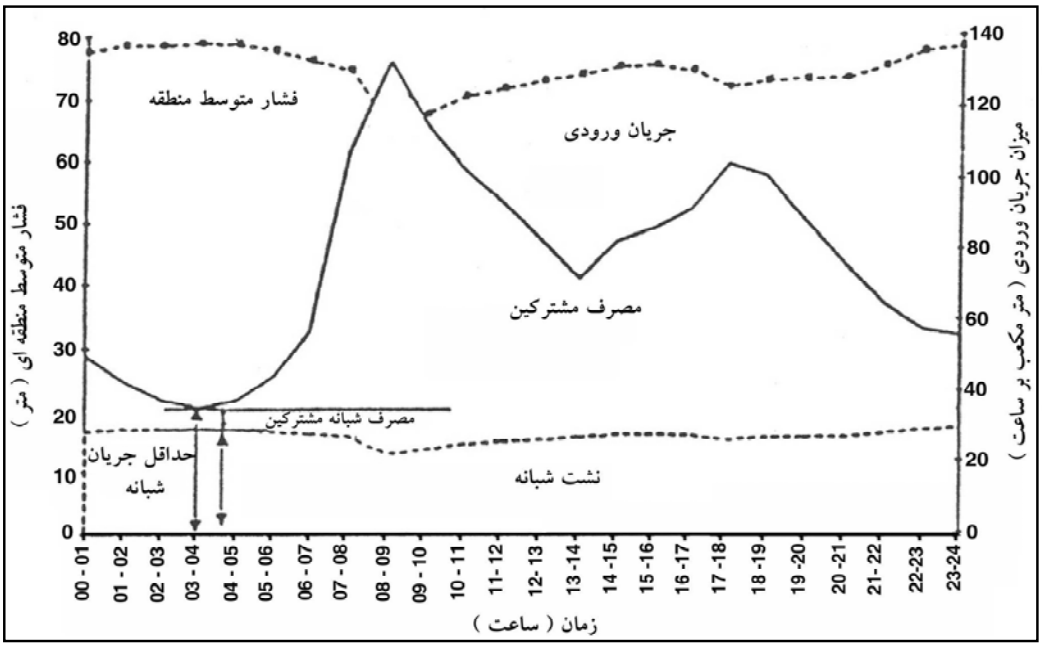
شکل ۱-۲- رابطه نشت - فشار [۲۷]

ب- محاسبه مقادیر فشار برای هر نقطه به‌وسیله یک مدل کالیبره شده تحلیل شبکه و به‌دست آوردن فشار متوسط شبکه. درصورتی‌که تفاوت زیادی بین مقادیر فشار محاسبه شده به‌وسیله مدل، با فشار اندازه‌گیری شده در محل مشاهده شود، نشت ممکن است عامل به‌وجود آورنده چنین مشکلی باشد [۱۱].

پیش‌بینی می‌شود یک الگوی منطقی توزیع فشار، دارای مقادیر زیاد در شب و مقادیر کم در صبح و شامگاه و مقادیر متوسط در قبل و بعد از ظهر باشد (شکل ۱-۳). در برخی مواقع نمودار فشار ممکن است تغییرات مورد انتظار را نشان ندهد. این موارد ممکن است به‌دلیل خطا در داده‌ها، خطا در خواندن فشارسنج‌ها، عبور جریان از شیرهای مرزی منطقه مجزا شده (که باید بسته باشند) و یا جایی که از خطوط انتقال، انشعاب گرفته شده است (بنابراین نوسانات مصرف در منطقه بین راه، اثر زیادی روی نمودار فشار ندارد) به‌وجود آیند.

شکل ۱-۳ نشان می‌دهد که در یک شبکه توزیع آب که مدیریت فشار در آن اعمال نشده است، وقتی فشار متوسط منطقه متناسب با مصرف مشترکین در طی روز تغییر می‌کند، چگونه نرخ نشت نوسان می‌کند. بنابراین انتظار می‌رود که در ساعت‌هایی که فشار بالاست نظیر نیمه‌شب، مقدار نشت بیشتری وجود داشته باشد. محور افقی متوسط زمان بین دو ساعت را نشان می دهد.

omoorepeyman.ir



شکل ۱-۳- اجزای اصلی جریان ورودی به سامانه قبل از مدیریت فشار [۱۸]

۱-۱-۳-۲- مفهوم منافذ نشت با سطوح ثابت و متغیر (FAVAD)

ارزیابی نشت از شبکه توزیع نیازمند آگاهی از توزیع فشار در طول ۲۴ ساعت می‌باشد که محاسبه تغییرات زمانی نشت را امکان‌پذیر می‌سازد. براساس برخی آزمایش‌ها در ژاپن و انگلستان فرمول زیر برای رابطه نشت–فشار ارائه شده است [۱۸]:

$$L_1 = L_0 \times (\frac{P_1}{P_0})^N \qquad (۳-۱)$$

که در آن L_1 و L_0 میزان نشت در فشارهای P_1 و P_0، P بیانگر فشار متوسط شبانه منطقه و اندیس‌های صفر و یک مربوط به شرایط فشاری متفاوت می‌باشند.

براساس یک سری مطالعات میدانی در این کشورها در طول سال‌های ۱۹۷۹ الی ۱۹۹۷ مشخص شد که اگر تمام منافذ نشت دارای سطح مقطع ثابت باشند، مقطع به صورت اریفیس عمل کرده و مقدار N برابر ۰/۵ می‌باشد. همچنین وقتی مصرف معقول شبانه در تحلیل نتایج اثر داده شده باشد محدوده‌ای بین ۰/۵ تا ۲ برای عدد N به‌دست آمده است. بنابراین مشاهده می‌شود که رابطه نشت و فشار در شبکه توزیع معمولا بیش‌تر به‌صورت توانی است تا رابطه جذری (که در رابطه اریفیس برای منافذ با سطح مقطع ثابت برقرار است) [۱۸]. در مفهوم FAVAD نسبت R_{FVL}[1] به عنوان یک شاخص کلیدی برای پیش‌بینی آثار فشار روی نرخ نشت به شرح زیر در نظر گرفته می‌شود.

$$R_{FVL} = \frac{\text{تعداد منافذ نشت با سطح مقطع ثابت}}{\text{تعداد منافذ نشت با سطح مقطع متغیر}} \qquad (۴-۱)$$

دو نوع سطح مقطع برای منفذ نشت در نظر گرفته شده است، یکی منافذ با سطح مقطع ثابت که همانند اریفیس عمل می‌کنند و دیگری منافذ با مقطع متغیر که با تغییرات فشار مساحت آن تغییر می‌کند. میزان منافذ نشت با سطح مقطع ثابت (مانند سوراخ‌ها) و

1-Ratio of Fixed And Variable Leaks

omoorepeyman.ir

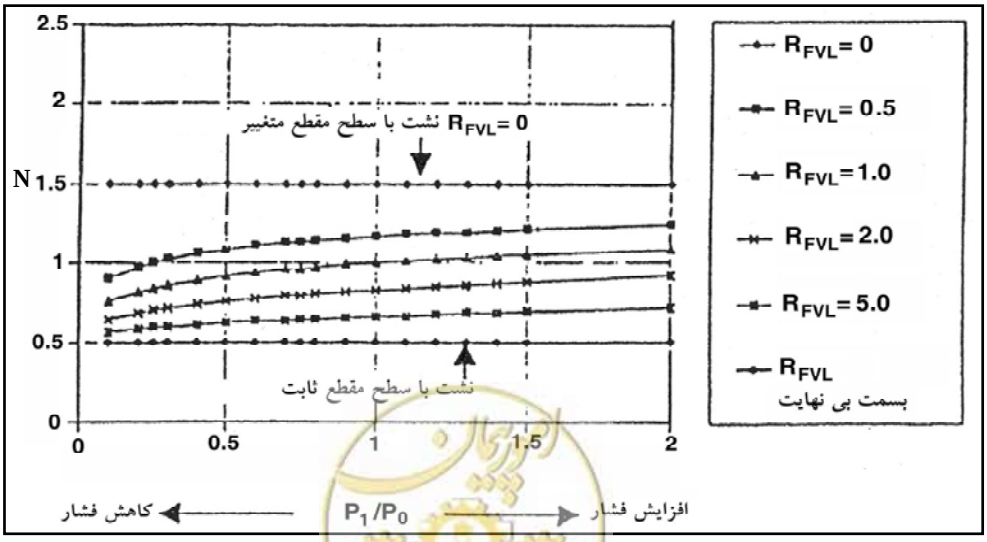
میزان منافذ نشت با سطح مقطع متغیر (مانند ترک‌ها و گردبرها) با استفاده از اطلاعات ثبت و پردازش شده مربوط به حوادث در شبکه‌های توزیع آب شهری در طول یک دوره زمانی (حداقل شش ماهه) به‌دست می‌آیند. با استفاده از این آمار می‌توان ضریب R_{FVL} را محاسبه کرد. در این صورت پیش‌بینی تاثیر افزایش یا کاهش فشار بر روی نشت را می‌توان به‌طور موثری ساده کرده و بهبود داد. برای مثال، برای یک مقدار معین R_{FVL} و محدوده تغییرات فشار، می‌توان رابطه بین فشار و نشت را خطی در نظر گرفت. این امر باعث ساده شدن محاسبات در شبانه‌روز می‌شود.

براساس یک سری آزمایش‌ها، مراجع [۱۸ و ۲۳] روشی برای چگونگی تغییرات توان فشار N ارائه نمودند. طبق این نظریه، سامانه‌های آبرسانی مختلف، واکنش متفاوتی را نسبت به فشار نشان می‌دهند. به‌عنوان مثال، جایی که سطح مقطع سوراخ با تغییر فشار سامانه ثابت بماند به نشت با سطوح ثابت معروفند و طبق قانون اریفیس، توان N برابر ۰/۵ می‌باشد. اما اگر نشت از ترک‌ها و اتصالاتی رخ دهد که سطح مقطع آنها با تغییرات فشار تغییر می‌کند، توان N برابر ۱/۵ در نظر گرفته می‌شود. با افزایش سطح مقطع نشت در مقاطع با سطوح متغیر، نسبت به نشت در مقاطع با سطوح ثابت، مقدار N افزایش می‌یابد [۲۵].

با داشتن مقادیر R_{FVL} و نسبت(P_1/P_0)، مقدار N از شکل ۱-۴ به‌دست می‌آید. این شکل همچنین نشان می‌دهد که:

اگر R_{FVL} در فشار P_0 نزدیک به یک باشد مقدار N نیز برای یک محدوده وسیع از مقادیر (P_1/P_0) نزدیک به یک بوده و همچنین افزایش در فشار، مقادیر بزرگ‌تری را برای N به‌دست می‌دهد. مشاهده می‌شود که اگر نسبت (P_1/P_0) و مقدار اولیه R_{FVL} چنان باشند که مقدار N نزدیک به ۱ شود، فرض رابطه خطی بین فشار و نشت می‌تواند معتبر باشد. برای ۱۷ منطقه نمونه در انگلستان مقایسه مقادیر محاسبه و پیش‌بینی شده نشان داده است که در هر حالت، میزان متوسط توان N نزدیک به ۱ است [۱۸]. بنابراین در مواقعی که اطلاعات حوادث و ضریب R_{FVL} در دسترس نباشد فرض $N = 1$ قابل پذیرش است.

نسبت (P_1/P_0) می‌تواند برای پیش‌بینی نسبت نشت (L_1/L_0) برای مقادیر مختلف R_{FVL} مورد استفاده قرار گیرد. با استفاده از مفهوم FAVAD و نسبت R_{FVL} می‌توان نتیجه‌گیری کرد که نمودار بین فشار و اندیس نشت (شکل ۱-۲) مربوط به منطقه‌ای است که نسبت R_{FVL} در آن پایین بوده و در نتیجه بیش‌تر مقاطع منافذ نشت با تغییر فشار تغییر می‌کند [۲۶].



شکل ۱-۴- رابطه بین نسبت فشار و مقدار توان N در نظریه FAVAD [۱۸]

omoorepeyman.ir

۱-۱-۳-۳- شبکه‌های توزیع آب مستمر[1] و نوبتی[2]

شبکه‌هایی که تامین و توزیع آب در آنها به صورت شبانه‌روزی و مستمر می‌باشد، شبکه‌های توزیع آب پیوسته نام دارند که بیش‌تر شبکه‌های توزیع آب از این نوع می‌باشند. اما در پاره‌ای از شبکه‌ها که به شبکه‌های نوبتی مشهورند به علت کمبود آب و یا کمبود فشار، توزیع آب صرفا در ساعات خاصی از شبانه‌روز صورت می‌گیرد. نحوه محاسبه نشت در این نشریه مربوط به شبکه‌های مستمر می‌باشد.

۱-۱-۴- روش‌های تحلیل و محاسبه آب تلف شده و نشت در شبکه‌های توزیع آب

محاسبه هدررفت آب و نشت در شبکه‌های توزیع آب شهری با اهداف و کاربردهای مختلفی از قبیل مدیریت و بهره‌برداری بهینه از شبکه، کنترل فعال نشت، برآورد خسارت اقتصادی مربوط و یا پیش‌بینی تقاضای کوتاه مدت یا درازمدت در طرح‌های توسعه شبکه انجام داده می‌شود. هر روش به داده‌ها و اطلاعات اولیه ویژه نیازمند است که می‌تواند شامل اطلاعات مربوط به مشترکین و مصرف آنها، میزان آب تولیدی، اطلاعات مربوط به اجزای شبکه، از جمله طول لوله‌های شبکه توزیع و انشعابات مشترکین، وضعیت مخازن، اندازه‌گیری‌های فشار و جریان و اطلاعات مربوط به حوادث و شکستگی‌ها باشد. مسلما دقت داده‌های ورودی تاثیر بسیار چشم‌گیری بر دقت محاسبات دارد. در مواردی بنا به عللی از جمله کمبود اطلاعات کافی یا بی‌دقتی آنها، استفاده از مقادیر برآورد شده برای این عوامل اجتناب‌ناپذیر می‌باشد که از تحقیقات و موارد عملی مشابه به‌دست می‌آیند. البته از این داده‌ها تنها به عنوان یک برآورد اولیه در زمان کمبود اطلاعات مورد نیاز، استفاده می‌شود و استفاده از داده‌های واقعی در درجه اول اولویت قرار دارد.

تاکنون روش‌های مختلفی جهت محاسبه نشت و تلفات آب معرفی شده است که به‌طور کلی مبتنی بر سه روش زیر هستند: روش تعادل سالانه آب؛ روش برآورد مولفه‌های نشت[3]؛ روش تحلیل جریان شبانه[4].

۱-۱-۴-۱- روش تعادل (بالانس) سالانه آب

در محاسبه تلفات آب از این روش، ابتدا باید مولفه‌های تعادل آب (مندرج در جدول ۱-۱) مشخص شوند. با استفاده از این روش با محاسبه حجم آب ورودی به شبکه، مصارف مجاز با درآمد و بدون درآمد و تلفات ظاهری، مقدار کل تلفات حقیقی به‌دست می‌آید. بدیهی است که دقت عدد به‌دست آمده به دقت محاسبات و برآوردهای به‌کار رفته برای تعیین دیگر مولفه‌های تعادل آب بستگی دارد.

۱-۱-۴-۲- روش برآورد مولفه‌های نشت

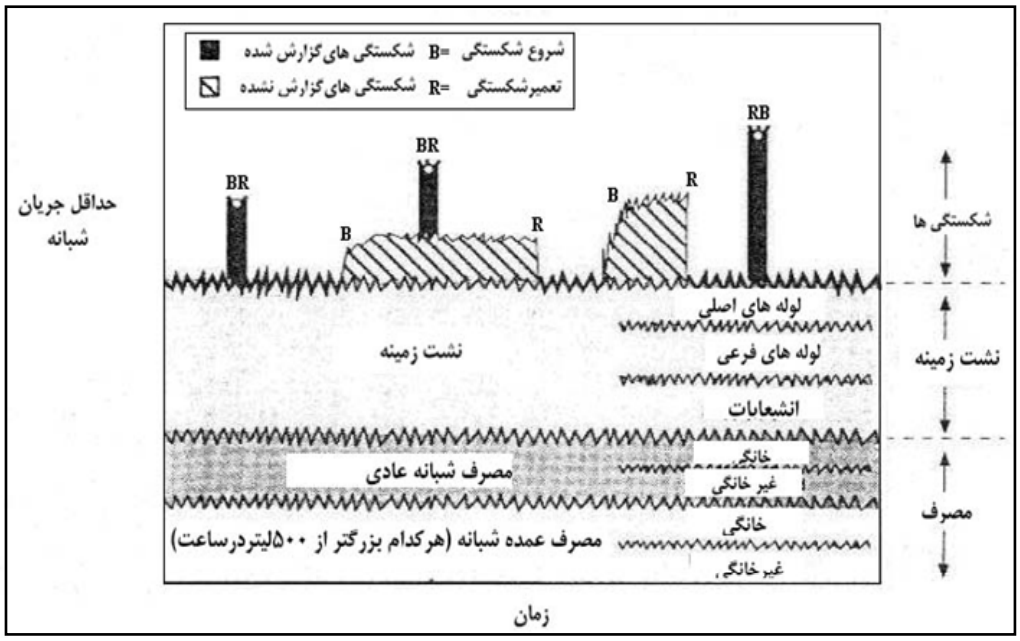
این روش بر پایه نظریه برآورد تلفات ناشی از ترکیدگی (نشت‌های مریی) و نشت‌های زمینه (BABE)[5] [۱۷] قرار دارد و هدف آن برآورد مولفه‌های نشت از شبکه براساس مقادیر متوسط جمع‌بندی شده از مطالعات قبلی می‌باشد. همان‌گونه که در شکل ۱-۵ دیده می‌شود تلفات شبکه توزیع می‌تواند به دو بخش نشت‌های ناشی از ترکیدگی و نشت زمینه تقسیم شود. هیچ‌گونه روش دقیقی

1 - Continuous Systems
2 - Intermittent Systems
3 - Component Analysis of Real Losses
4- Minimum Night Flow Analysis
5 - Concept of Burst and Background Losses Estimate

omoorepeyman.ir

برای برآورد اجزای تلفات شبکه توزیع وجود ندارد. در روش‌های جاری تنها تفاوت حسابی میان میزان تولید و مصرف بیانگر کل تلفات شبکه توزیع می‌باشد. اگرچه حتی در جایی که تمامی تولید و مصرف اندازه‌گیری می‌شود به‌دلیل‌این‌که اندازه‌گیری‌ها و محاسبات در معرض خطا هستند، تحلیل‌ها تا ۵۰٪ عدم اطمینان در محاسبه تلفات سالانه نشان می‌دهد [۳۳].

برآورد بعضی از مولفه‌های نشت از آمار حوادث و تعمیرات، یک قاعده کلی و شناخته شده است. فرض می‌شود که تعداد تعمیرات سالانه نشان‌دهنده تعداد سالانه نشت‌ها و شکستگی‌های جدید باشد. سپس آنها به دو گروه با بده‌های مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند. یک گروه شامل نشت زمینه و دیگری شکستگی‌ها. اگر زمان متوسط هر گروه به‌طور منطقی برآورد شود، آنگاه حجم سالانه تلفات از هر کدام می‌تواند به‌دست آید. در جدول ۱-۲ تمام مولفه‌های نشت و اطلاعات مورد نیاز اولیه مربوط به هر مولفه نشان داده شده است. در صورت نبود اطلاعات اولیه دقیق، می‌توان از مقادیر مندرج در استانداردها که به عنوان یک برآورد اولیه هستند استفاده کرد.



شکل ۱-۵- اجزای حداقل جریان شبانه [۳۰]

۱-۱-۴-۲-۱- نشت زمینه

تقریبا تمامی هدر رفت از اتصالات روی لوله‌های اصلی و فرعی (شامل کلیه شیرها از جمله شیرهای آتش‌نشانی، منابع و مخازن آب و ...) و نشت از منافذ ریز، در طبقه‌بندی نشت‌های زمینه قرار دارد. تلفات زمینه، نشت تجمعی از تمام سوراخ‌های نسبتا کوچک و تراوش‌هایی است که بده آنها کم‌تر از بده آستانه بین شکستگی و نشت زمینه می‌باشد. آستانه بین شکستگی و نشت زمینه، ثابت نیست و در کشورهای مختلف ارقام متفاوتی گزارش شده است (در انگلستان ۵۰۰ [۳۰] و در آفریقای جنوبی ۲۵۰ لیتر بر ساعت [۲۵]). عموما پیدا کردن و تعمیر این نشت‌ها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نبوده و با نوسازی و بازسازی لوله‌ها و سایر تاسیسات وابسته، از بین خواهند رفت. نشت زمینه همواره همراه یک سامانه توزیع آب است ولی نباید مقدار آن از حد مجاز تجاوز کند. به صورت کلی نشت زمینه خود به سه مولفه تقسیم می‌شود که عبارتند از:

omoorepeyman.ir

الف- نشت زمینه از خطوط اصلی و فرعی

بنا به اهمیتی که خطوط اصلی شبکه توزیع در توزیع آب دارند و با توجه به بده و فشار زیاد آنها، نشت‌های زمینه در آنها معمولا سریع‌تر از سایر قسمت‌های شبکه قابل شناسایی بوده و برطرف می‌شود.

جدول ۱-۲- اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه مولفه‌های نشت [۱۹]

اجزای شبکه	نشت زمینه	شکستگی‌های گزارش‌شده	شکستگی‌های گزارش نشده
خطوط اصلی	طول فشار نرخ تلفات در هر کیلومتر*	تعداد در سال فشار نرخ متوسط جریان خروجی * متوسط مدت زمان	تعداد در سال فشار نرخ متوسط جریان خروجی* متوسط مدت زمان
انشعابات از خط اصلی تا اشتراک	تعداد فشار نرخ تلفات در انشعاب *	تعداد در سال فشار نرخ متوسط جریان خروجی * متوسط مدت زمان	تعداد در سال فشار نرخ متوسط جریان خروجی * متوسط مدت زمان
شبکه داخلی ساختمان مشترک	طول فشار نرخ تلفات در هر کیلومتر*	تعداد در سال فشار نرخ متوسط جریان خروجی * متوسط مدت زمان	تعداد در سال فشار نرخ متوسط جریان خروجی * متوسط مدت زمان

* در فشار استاندارد خاص

ب- نشت زمینه از انشعابات[1]

لوله انشعاب، لوله‌ای است که از خط اصلی شبکه تا کنتور مشترک یا تا مرز اشتراک (در مواردی که کنتور وجود ندارد) ادامه دارد. در بیش‌تر سامانه‌های توزیع آب، نشت از انشعابات، بیش‌ترین مقدار نشت از شبکه است. به صورت معمول، هر اشتراک تنها یک لوله انشعاب دارد. بنابراین تعداد انشعابات معمولا با استفاده از تعداد اشتراک‌ها برآورد می‌شود. اجرای نامناسب، مصالح نامرغوب، ضربه، فشارهای جانبی و پوسیدگی‌های عمومی، بیش‌تر از علل به وجود آورنده نشت زمینه از انشعابات می‌باشند.

ج- نشت زمینه از شبکه داخلی مشترک

این نشت از لوله خروجی کنتور تا داخل ساختمان یا از لوله‌کشی داخلی ساختمان رخ می‌دهد. همواره این نشت کم‌تر از میزان نشت زمینه از انشعابات است. در حالت کلی، با توجه به اینکه قسمت اعظم آب هدر رفته داخل اشتراک توسط کنتور مشترکین قابل اندازه‌گیری می‌باشد و بخشی از آن به‌دلیل عدم دقت کنتورها قابل اندازه‌گیری نیست، نشت‌های پس از کنتور و داخل ملک مشترک جزء تلفات ظاهری محسوب می‌شود.

omoorepeyman.ir

1 - Connection Leakage

محاسبه میزان نشت‌های زمینه در یک شبکه توزیع آب به علت نامریی بودن آنها کار دشواری است. در روش (BABE) با استفاده از مقادیر برآورد شده به‌دست آمده از تحقیقات صورت گرفته قبلی، مقدار نشت مشخص می‌شود. جدول ۱-۳، مقادیر پیشنهاد شده در این زمینه را نشان می‌دهد. نشت زمینه خطوط اصلی از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{نشت زمینه خطوط اصلی} = Q_{Leak} \times (p_{av}/50)^N \times L \qquad (۵-۱)$$

که Q_{Leak} نرخ نشت از خطوط اصلی برحسب لیتر بر کیلومتر بر ساعت است (از جدول ۲-۳)، L طول خط لوله اصلی برحسب کیلومتر، N توان فشار برای شکستگی‌های زمینه و P_{av} فشار متوسط شبکه برحسب متر می‌باشند. عدد ۵۰ فشار استانداردی است که مقادیر نرخ نشت جدول ۱-۳ در این فشار پیشنهاد شده‌اند.

نشت زمینه برای انشعابات از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{نشت زمینه برای انشعابات} = Q_{Leak} \times (p_{av}/50)^N \times n \qquad (۶-۱)$$

که Q_{Leak} نرخ نشت از انشعابات برحسب لیتر بر انشعاب بر ساعت (از جدول ۱-۳) به‌دست می‌آید و n تعداد انشعابات است. نشت زمینه برای لوله‌های درون اشتراک نیز مانند روش یاد شده برای انشعابات محاسبه می‌شود.

جدول ۱-۳- مقادیر پیشنهادی برای نرخ نشت زمینه در فشار استاندارد ۵۰ متر [۳۰]

مولفه‌های تلفات زمینه	واحد	شرایط زیربنایی* بد	شرایط زیربنایی متوسط	شرایط زیربنایی خوب
تلفات زمینه در لوله‌های اصلی توزیع	لیتر بر کیلومتر بر ساعت	۶۰	۴۰	۲۰
تلفات زمینه در لوله‌های انشعاب مشترکین	لیتر بر انشعاب بر ساعت	۴/۵	۳	۱/۵
تلفات زمینه در لوله‌های درون اشتراک	لیتر بر مشترک بر ساعت	۱/۵	۱	۰/۵

* شرایط زیر بنایی به وضعیت شبکه از جمله عمر و جنس لوله‌ها، کیفیت اجرای شبکه و مخازن ذخیره، شرایط مدیریتی و بهره‌برداری از سامانه آبرسانی و شرایط تاثیرگذار محلی از جمله جنس خاک و زمین، سطح آب زیرزمینی، میزان خورندگی خاک و آب، بستگی دارد.

۱-۱-۴-۳- شکستگی‌ها[1]

شکستگی‌ها باعث بروز نشت‌هایی هستند که پیدا کردن موقعیت و تعمیر آنها اهمیت دارد. شکستگی‌ها به دو قسمت شکستگی گزارش شده و گزارش نشده تقسیم می‌شوند. طبق تعریف، شکستگی وقتی رخ می‌دهد که نرخ تلفات آب از یک محل منحصر به فرد، از مقدار ۵۰۰ لیتر بر ساعت در فشار ۵۰ متر (یا ۱۰ لیتر بر ساعت به ازای هر متر فشار) بیش‌تر باشد.

۱-۱-۴-۳-۱- شکستگی‌های گزارش شده

شکستگی‌ها و نشت‌هایی که بدون نیاز به انجام کنترل فعال نشت، به صورت مریی و قابل شناسایی در می‌آیند، شکستگی‌های گزارش شده نامیده می‌شوند. شکستگی‌های گزارش شده، بده بیش‌تری نسبت به نشت‌های زمینه دارند و معمولا خیلی زود پس از

1- Bursts

omoorepeyman.ir

وقوع، گزارش شده و به دلیل اینکه بر مصرف مشترکین اثر گذاشته یا اینکه باعث خسارت به منازل، تاسیسات، خیابان‌ها و ... می‌شوند، به سرعت تعمیر می‌شوند. این شکستگی‌ها اگرچه بده زیادی دارند ولی به علت کم بودن فراوانی وقوع و مدت زمان کوتاه نشت، معمولا قسمت کوچکی از کل نشت را در یک شبکه با مدیریت مناسب تشکیل می‌دهند.

۱-۱-۴-۳-۲- شکستگی‌های گزارش نشده

شکستگی‌های گزارش نشده، معمولا بده کم‌تری نسبت به شکستگی‌های گزارش شده دارند، اما بده آنها از نشت‌های زمینه بیش‌تر است و تنها به‌وسیله انجام عملیات کنترل فعال نشت قابل شناسایی هستند. آنها می‌توانند تنها برای چند روز وجود داشته باشند، یا آنکه سال‌ها به صورت پنهان به فعالیت خود ادامه دهند. این موارد بستگی به سیاست کنترل فعال نشت دارد. این‌گونه نشت‌ها ممکن است پس از مدتی به‌طور خود به خود مریی شده و قابل تشخیص شوند. اما مدت زمان چنین رویدادی مشخص نیست و معمولا از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد که اجازه داده شود تا این نشت‌ها به صورت گزارش شده در آمده، سپس اقدام به تعمیر آنها کرد.

۱-۱-۴-۳-۳- عوامل موثر بر حجم تلفات ناشی از شکستگی‌ها

در محاسبه نشت ناشی از شکستگی‌ها سه عامل بده نشت، فراوانی وقوع شکستگی و مدت زمان آن دارای اهمیت است.

الف- نرخ جریان خروجی از محل شکستگی‌ها

بده جریان خروجی از محل شکستگی تابعی از فشار و سطح مقطع شکستگی است. در صورت عدم وجود اطلاعات کافی در این زمینه که از تحلیل داده‌های حوادث به‌دست می‌آید می‌توان از مقادیر برآورد شده به‌دست آمده از تحقیقات بین‌المللی استفاده کرد (جدول ۱-۴). اما باید توجه داشت که این مقادیر تقریبی بوده و استفاده از مقادیر واقعی دراین زمینه برتری دارد. تلفات ناشی از ترکیدگی می‌تواند به صورت زیر محاسبه شود.

تلفات ناشی از ترکیدگی = نرخ جریان ترکیدگی × زمان متوسط حادثه × تناوب حادثه (۱-۷)

جدول ۱-۴- مقادیر پیشنهادی جهت محاسبه حجم آب تلف شده ناشی از شکستگی‌ها [۲۱]

جزییات	شکستگی‌های گزارش شده		شکستگی‌های گزارش نشده	
	فراوانی وقوع	بده نشت (مترمکعب برساعت)	فراوانی وقوع	بده نشت (مترمکعب بر ساعت)
خطوط اصلی انتقال	(۰/۰۳) بر کیلومتر بر سال	۳۰/۰	(۰/۰۰۶) بر کیلومتر بر سال	۱۲/۰
خطوط اصلی توزیع	(۰/۱۵) بر کیلومتر بر سال	۱۲/۰	(۰/۰۰۸) بر کیلومتر بر سال	۶/۰
انشعابات	(۲/۵) بر ۱۰۰۰ انشعاب بر سال	۱/۶	(۰/ ۸۲۵) بر ۱۰۰۰ انشعاب برسال	۱/۶
لوله‌های درون اشتراک	(۲/۵) بر ۱۰۰۰ انشعاب بر سال	۱/۶	(۰/ ۸۲۵) بر ۱۰۰۰ انشعاب بر سال	۱/۶

نرخ جریان نشت متاثر است از فشار و سطح مقطع سوراخ (شکاف) یا ترک در لوله، که سطح مقطع ترک نیز می‌تواند با تغییر فشار عوض شود. بر طبق مرجع [۳۰] در فشار متوسط برابر ۴۰ متر، متوسط نرخ جریان برای یک ترکیدگی در لوله‌های فرعی شبکه برابر ۲۵ مترمکعب بر روز و برای ترکیدگی در لوله‌های اصلی شبکه توزیع برابر ۷۵ مترمکعب بر روز و برای ترکیدگی لوله‌های خط انتقال برابر ۱۵۰

omoorepeyman.ir

مترمکعب بر روز برآورد شده است. درصورتی‌که سطح مقطع شکستگی یا ترک به‌طور دقیق در هنگام رفع حادثه مشخص شود، با اطلاع از فشار شبکه در محل حادثه می‌توان با استفاده از فرمول‌های ارائه شده در فصل ۴، نرخ نشت از محل شکستگی را محاسبه کرد.

ب- فراوانی وقوع شکستگی‌ها

فراوانی وقوع شکستگی‌ها، تعداد حوادث اتفاق افتاده در طول یک دوره مشخص در شبکه می‌باشد.

ج- مدت زمان شکستگی‌ها

میزان نشت در شکستگی‌های گزارش شده وگزارش نشده به مدت زمان وقوع آنها بستگی دارد. مدت زمان شکستگی‌های گزارش شده از سه دوره زمانی زیر تشکیل شده است [۱۷]:

- **زمان آگاهی[1]**

مدت زمانی است که پس از وقوع شکستگی، اداره‌کنندگان سامانه آبرسانی از وجود آن آگاهی می‌یابند. شکستگی‌های گزارش شده عموما زمان آگاهی کوتاهی دارند و معمولا به‌وسیله مشترکین گزارش می‌شوند. زمان آگاهی به سه عامل اندازه نشت، قابلیت رویت آن توسط مردم و اثر آن بر آب مصرفی مشترکین بستگی دارد.

- **زمان تعیین موقعیت و رسیدن به محل[2]**

مدت زمانی است که طول می‌کشد تا گروه تشخیص و تعمیر نشت پس از آگاهی یافتن از وقوع شکستگی به محل مورد نظر برسند. این زمان به تعداد تیم‌های واحد امداد و تشخیص نشت، فناوری و امکانات موجود مورد استفاده و ظرفیت و کارایی کارکنان آنها بستگی دارد.

- **زمان تعمیر[3]**

مدت زمانی است که در آن شکستگی به صورت موثری تعمیر می‌شود. جدول ۱-۵، یک برآورد اولیه از مدت زمان شکستگی‌های گزارش شده را براساس تحلیل اطلاعات مربوط به موارد فوق در کشور آفریقای جنوبی ارائه می‌دهد.

جدول ۱-۵- آمار نمونه برای مدت زمان شکستگی‌های گزارش شده در کشور آفریقای جنوبی [۲۱]

جزییات	مدت زمان شکستگی‌های گزارش شده (روز)		
	آگاهی و تعیین موقعیت	تعمیر	کل
خطوط اصلی انتقال	۰/۵	۰/۵	۱/۰
خطوط اصلی توزیع	۱/۰	۰/۵	۱/۵
انشعابات و لوله‌های درون اشتراک	۵/۰	۶/۰	۱۱/۰

1 - Awareness Time
2 - Location Time
3 - Repair Time

omoorepeyman.ir

د- محاسبه حجم آب تلف شده ناشی از شکستگی‌ها

در حالت وجود داده‌های واقعی مربوط به شکستگی‌ها، نشت آنها از حاصل ضرب مدت زمان وقوع در میزان جریان خروجی آنها، در طی سال به‌دست می‌آید. نشت ناشی از شکستگی‌های خطوط اصلی شبکه، از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{نشت ناشی از شکستگی خطوط اصلی} = F \times Q_{Leak} \times (P_{av}/50)^N \times L \times t \qquad (۸-۱)$$

که F فراوانی وقوع شکستگی در خط اصلی شبکه برحسب کیلومتر بر سال، t مدت زمان کل وقوع شکستگی خط اصلی شبکه (از جدول ۱-۵)، Q_{Leak} بده نشت ناشی از شکستگی خط اصلی شبکه در فشار ۵۰ متر (از جدول ۱-۴)، L طول خط اصلی شبکه برحسب کیلومتر و N توان فشار در شبکه می‌باشند.

نشت ناشی از شکستگی‌های خطوط اصلی انتقال نیز مانند نشت ناشی ازشکستگی‌های خطوط اصلی شبکه توزیع برآورد می‌شود. همچنین مقدار بده ۰/۴۵ لیتر بر ثانیه در فشار ۵۰ متر برای برآورد تلفات سالانه ناشی از ترکیدگی در هر کیلومتر از لوله‌های فرعی پیشنهاد شده است [۳۰]. نشت ناشی از شکستگی‌های انشعابات از رابطه زیر برآورد می‌شود.

$$\text{نشت ناشی از شکستگی انشعابات} = F \times Q_{Leak} \times (P_{av}/50)^N \times n \times t \qquad (۹-۱)$$

که F فراوانی وقوع شکستگی انشعابات برحسب ۱۰۰۰ انشعاب بر سال و t مدت زمان کل وقوع شکستگی انشعابات است (از جدول ۱-۵). Q_{Leak} بده نشت ناشی از شکستگی انشعابات در فشار ۵۰ متر (از جدول ۱-۴) و n تعداد انشعابات بخش بر هزار هستند.

نشت ناشی از شکستگی‌های لوله‌های درون اشتراک نیز مانند نشت ناشی از شکستگی‌های انشعابات محاسبه می‌شود. براساس مرجع [۲۹] در مورد ترکیدگی لوله‌های شبکه مربوط به مصرف‌کنندگان و تاثیر محلی تناوب ترکیدگی و فشار، تلفات سالانه در این لوله‌ها در محدوده (روز / مشترک / لیتر) ۸۰-۱۵ تغییر می‌نماید.

۱-۱-۵- روش اندازه‌گیری و تحلیل حداقل جریان شبانه[1] (MNF)

این روش بر پایه اندازه‌گیری حداقل جریان ورودی به یک منطقه مجزا (ایزوله) شده (DMA)[2] در زمان وقوع حداقل مصرف مشترکین و بیش‌ترین مقدار فشار و نشت و استفاده از مفاهیم BABE و FAVAD برقرار شده است. روش تحلیل حداقل جریان شبانه به‌ویژه زمانی که به صورت پیوسته در طول سال انجام گیرد، دارای دقت بالاتری از روش تعادل آب است.

هرگونه اندازه‌گیری جریان در خطوط لوله شامل جمع موارد زیر می‌باشد: مصرف خانگی و غیرخانگی، نشت از لوله‌های انتقال، نشت از لوله‌های شبکه توزیع و هرگونه مصارف عمومی عملیاتی (مانند شستشوی شبکه و ...). اندازه‌گیری شبانه نیز شامل موارد زیر می‌باشد:

- آبی که به صورت منطقی و قانونی استفاده شده ولی به‌حساب نیامده است.
- نشت و خطا در اندازه‌گیری جریان

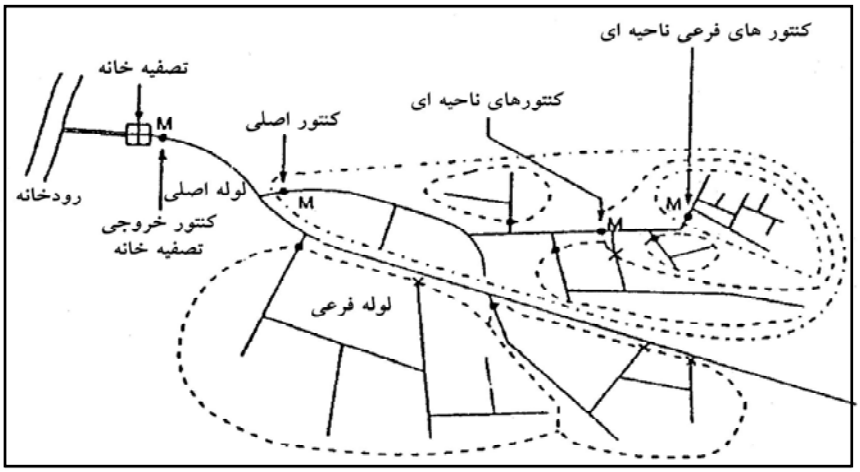
عوامل زیادی آب به‌حساب نیامده را تحت تاثیر قرار می‌دهند (مثل استاندارد خانه‌ها، نرخ جمعیت خانه‌ها، سن لوله‌ها و شبکه، طول لوله‌ها، اجزای مصارف تجاری، صنعتی و ...، وضعیت کلی انتقال آب، سیاست اندازه‌گیری، فشار شبکه، شرایط زمین و ...) که هر کدام از محدوده شرکتی به شرکت دیگر متفاوت می‌باشد.

1 - Minimum Night Flow
2 - District Metered Area

omoorepeyman.ir

۱-۱-۵-۱- تعریف منطقه مجزا

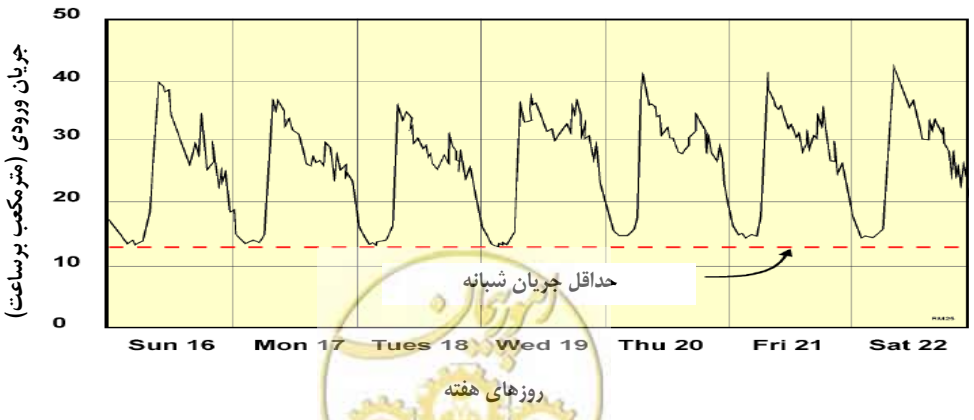
یک منطقه محدود شده از نظر اندازه‌گیری (ایزوله) جزیی از یک سامانه توزیع آب شهری است که ورود و خروج آب به آن، از یک یا چند مسیر مشخص صورت گرفته و به‌وسیله بستن شیرهای مرزی از کلیه مناطق مجاور خود جدا شده است. هر منطقه مجزا دارای ویژگی‌های منحصر به فردی از جمله میزان جمعیت، تعداد مشترکین، طول خطوط لوله شبکه توزیع، تراکم، انشعابات، تعداد و نوع مصارف خانگی، غیرخانگی، متوسط فشار شبانه منطقه و ... می‌باشد [۳۰]. ابعاد منطقه مجزا معمولا بین ۵۰۰ تا ۵۰۰۰ مشترک متغیر است ولی بهترین ابعاد منطقه مجزا جهت اندازه‌گیری حداقل جریان شبانه بین ۵۰۰ تا۱۵۰۰ مشترک می‌باشد [۱۸]. کوچکتر شدن منطقه مجزا باعث وقوع تغییرات غیرقابل پیش‌بینی در مصارف شبانه مشترکین شده و بزرگ‌تر شدن ابعاد آن آگاهی از وقوع شکستگی در منطقه مجزا را با مشکل مواجه می‌سازد. شکل ۱-۶ تصویر عمومی یک منطقه مجزا را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۶- تصویر عمومی یک منطقه مجزا

۱-۱-۵-۲- تعریف حداقل جریان شبانه

میزان جریان اندازه‌گیری شده در یک منطقه با شبکه مجزا شده در هنگام شب و در فاصله زمانی حداقل مصرف مشترکین را حداقل جریان شبانه می‌نامند. شکل ۱-۷، جریان حداقل شبانه را در یک شبکه نمایش می‌دهد.



شکل ۱-۷- حداقل جریان شبانه در یک شبکه

omoorepeyman.ir

۱-۱-۵-۳- مولفه‌های حداقل جریان شبانه

حداقل جریان شبانه از سه مولفه زیر تشکیل شده است: مصارف شبانه[1]، نشت زمینه و شکستگی‌ها.

۱-۱-۵-۳-۱- مصرف شبانه

مصرف شبانه را معمولا نمی‌توان به دقت اندازه‌گیری کرد، چرا که شامل مصرف تعداد زیادی از مشترکین کوچک است، که به علت تعداد زیادشان امکان اندازه‌گیری مصرف تمام آنها وجود ندارد. ولی می‌تواند بر پایه استانداردها و تحقیقات صورت گرفته از ارزیابی‌های مختلف انجام داده شده در مناطق مختلف دنیا، برآورد شود. مصرف شبانه خود به سه مولفه تقسیم می‌شود:

- **مصرف شبانه خانگی عادی[2] (NDNU)**

نشان‌دهنده آب مصرف شده در اشتراک‌های خانگی در طول شب است که براساس تحقیقات محلی تعیین می‌شود. تحقیقات انجام شده در انگلستان نشان می‌دهد که حدودا بیش‌تر از ۶٪ جمعیت درطول شب فعال نیستند و هر مشترک مصرف آبی درحدود ۱۰ لیتر بر نفر بر ساعت دارد. بنابراین مصرف شبانه خانگی به سادگی از جمعیت فعال در شب و متوسط مصرف هر نفر در هر ساعت در طول شب به صورت زیر برآورد می‌شود [۲۴].

$$NDNU = (POP_{act} \times POP) \times HNUPH \qquad (۱۰-۱)$$

که درآن POP کل جمعیت، POPact درصد جمعیت فعال در شب و HNUPH سرانه مصرف هر نفر در شب هستند. براساس تحقیقات صورت گرفته در انگلستان، مقادیر ۱/۷ لیتر بر اشتراک بر ساعت یا ۰/۶ لیتر بر نفر بر ساعت برای مصرف شبانه خانگی پیشنهاد شده‌است [۳۰].

- **مصرف شبانه غیرخانگی کوچک[3] (SNNU)**

ارزیابی این نوع مصرف، کار مشکل‌تری است، زیرا به دامنه وسیعی از انواع فعالیت‌های تجاری، اقتصادی و ... که در منطقه مجزا در حال انجام است بستگی دارد. اگرچه میزان مصرف هر مصرف‌کننده غیرخانگی کوچک را می‌توان به صورت مجزا اندازه‌گیری کرد، اما اندازه‌گیری مصرف تمام این نوع مشترکین در یک منطقه مجزا در زمان اندازه‌گیری حداقل جریان شبانه تقریبا کاری غیرعملی است. در عوض می‌توان براساس تحقیقات محلی در مناطق نمونه، این مصرف‌کنندگان را در گروه‌ها و تقسیم‌بندی‌های مختلفی متمرکز کرده و میزان مصرف شبانه خاصی را برای هر گروه فرض کرد. مقادیر پیشنهادی این‌گونه مصارف برای فعالیت‌های اقتصادی مختلف توسط مرجع [۳۰] در جدول ۱-۶ ارائه شده است.

- **مصرف‌کنندگان غیرخانگی بزرگ[4] (LU)**

در بعضی مناطق ممکن است، یک یا چند مصرف‌کننده بزرگ آب وجود داشته باشد که مصارف آنها تحلیل جریان شبانه را متاثر می‌سازد. در این‌گونه موارد لازم است که مقدار مصرف هر مصرف‌کننده، به صورت مجزا اندازه‌گیری شود، تا مشخص شود که این

1 - Night Use
2 - Normal Domestic Night Use (NDNU)
3 - Small Nondomestic Night Use (SNNU)
4 - Large Users (LU)

omoorepeyman.ir

مشترکین در طول زمان اندازه‌گیری حداقل جریان شبانه، چه میزان آب مصرف می‌کنند. از جمله این مصرف‌کنندگان می‌توان به فرودگاه‌ها، هتل‌های بزرگ، استخرهای شنا، بیمارستان‌ها و .... اشاره کرد. معمولا تمام مصرف‌کنندگانی که مصرفی بیش‌تر از ۵۰۰ لیتر بر ساعت دارند، لازم است به صورت مجزا اندازه‌گیری شوند. بنابراین مصارف شبانه (NU) عبارتند از:

$$NU = NDNU + SNNU + LU \qquad (۱۱-۱)$$

جدول ۱-۶- جدول نمونه مقادیر مصرف غیرخانگی کوچک [۳۰]

گروه	تعداد مشترکین	تعداد مشترکین فعال	مصرف متوسط به ازای مشترکین فعال (ساعت/مشترک/لیتر)	مصرف متوسط به ازای همه مشترکین (ساعت/مشترک/لیتر)
ایستگاه‌های آتش‌نشانی، پلیس، بانک‌ها، اماکن مذهبی، باغ‌ها، تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب	۱۲۳	۱۶	۷	۰/۹
فروشگاه‌ها، دفاتر و مراکز صنعتی، لباسشویی‌ها، ایستگاه‌های راه آهن، مهمانسراها، مراکز توریستی، گاراژها، مصرف‌کنندگان خانگی بزرگ	۲۰۱۳	۶۰۶	۲۰/۵	۶/۲
هتل‌ها، کالج‌ها، رستوران‌ها، مراکز عمومی، سالن‌ها	۵۰۵	۲۴۴	۲۶	۱۲/۶
بیمارستان‌ها،کارخانه‌های موادغذایی، توالت‌های عمومی، کارگاه‌ها	۲۰۵	۷۹	۵۳	۲۰/۵
خانه‌های سالمندان، معادن کوچک	۳۳	۲۵	۸۰	۶۰/۶

۱-۱-۵-۳-۲- محاسبه نشت متوسط شبکه با استفاده از روش تحلیل جریان حداقل شبانه

میزان نشت در زمان حداقل جریان شبانه از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$L_{MNF} = MNF - NU \qquad (۱۲-۱)$$

که درآن NU مصرف شبانه عادی، MNF بده اندازه‌گیری شده در زمان حداقل جریان شبانه و L_{MNF} نشت در زمان حداقل جریان شبانه می‌باشد. لازم به ذکر است که این مقدار نشت، شامل نشت زمینه و تلفات ناشی از شکستگی‌ها می‌باشد.

از آنجا که در زمان حداقل جریان شبانه، شبکه کم‌ترین میزان مصرف و به تبع آن بیش‌ترین میزان فشار را دارد، با توجه به رابطه فشار- نشت، کاملا مشخص است که نشت در این زمان خاص، حداکثر مقدار ممکن نشت در طی شبانه‌روز می‌باشد. جهت محاسبه نشت در هر ساعت از رابطه زیر که همان رابطه بده- فشار است استفاده می‌شود.

$$L_t = L_{MNF} \times (P_t / P_{MNF})^N \qquad (۱۳-۱)$$

که درآن L_t نشت محاسبه شده سامانه در ساعت t، L_{MNF} نشت محاسبه شده سامانه در زمان حداقل جریان شبانه، P_{MNF} فشار متوسط سامانه در زمان حداقل جریان شبانه، P_t فشار متوسط سامانه در ساعت t و N توان فشار در شبکه می‌باشند که با جمع نشت‌های محاسبه شده هر ساعت، نشت متوسط یک شبانه‌روز و همچنین نشت متوسط ماهانه و سالانه به‌دست می‌آید.

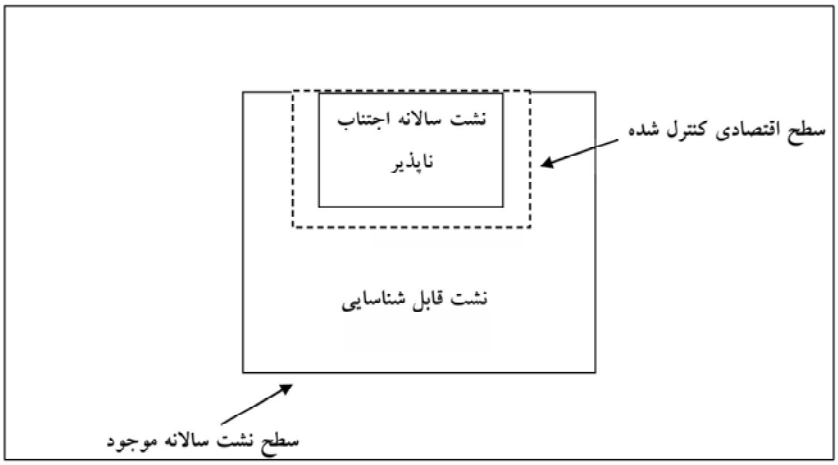
در نهایت باید مقادیر به‌دست آمده از سه روش تعادل سالانه آب، تحلیل مولفه‌ای و حداقل جریان شبانه را با یکدیگر مقایسه کرد. درصورتی‌که مقادیر به‌دست آمده از هر سه روش به یکدیگر نزدیک باشند محاسبات و نتایج صحیح بوده وگرنه باید با استفاده از قضاوت مهندسی منطقی‌ترین مقدار را انتخاب کرد.

omoorepeyman.ir

۱-۲- مدیریت نشت

چگونگی کاهش تلفات آب در گام اول، مستلزم آگاهی از میزان هدر رفت، مولفه‌های آن، علل بروز آنها، روش‌های مقابله با هر جزء و اولویت مبارزه با هر مولفه است. گام بعد، در گرو مکان‌یابی و تعیین موقعیت نقاط پر خطر از لحاظ نشت، تعمیر، بازسازی و نوسازی شبکه، تجهیزات و تاسیسات آن، می‌باشد. در آخرین گام نیز کاهش تلفات، منوط به ارزیابی مجدد وضعیت نشت و هدر رفت آب در شبکه، پس از اقدامات صورت گرفته و آگاهی از میزان کارایی روش‌ها و شیوه‌های به‌کار گرفته شده برای این منظور و در نهایت، اعمال مدیریت صحیح و اصولی همراه با استفاده از فن‌آوری‌های جدید به منظور جلوگیری از وقوع مجدد آنها می‌باشد.

در روش‌های مدرن کنترل نشت سه روش مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند که عبارتند از کنترل غیرفعال (شامل برخورد مقطعی با حوادث)، کنترل فعال و بازرسی منظم (شامل بازرسی‌های منظم و نشتیابی) و پایش نشت (شامل ایجاد مناطق مجزا در شبکه و پایش پیوسته جریان شبانه و فشار) [۳۰]. به منظور مدیریت مناسب نشت، شناخت پارامترهای موثر بر آن ضروری است. سطوح مختلف نشت در یک سامانه به صورت نظری در شکل ۱-۸ نمایش داده شده است که می‌توان سه بخش اصلی زیر را در آن تشخیص داد: تلفات واقعی سالانه اجتناب‌ناپذیر[۱]، سطح اقتصادی تلفات واقعی[۲] و تلفات واقعی سالانه موجود[۳].



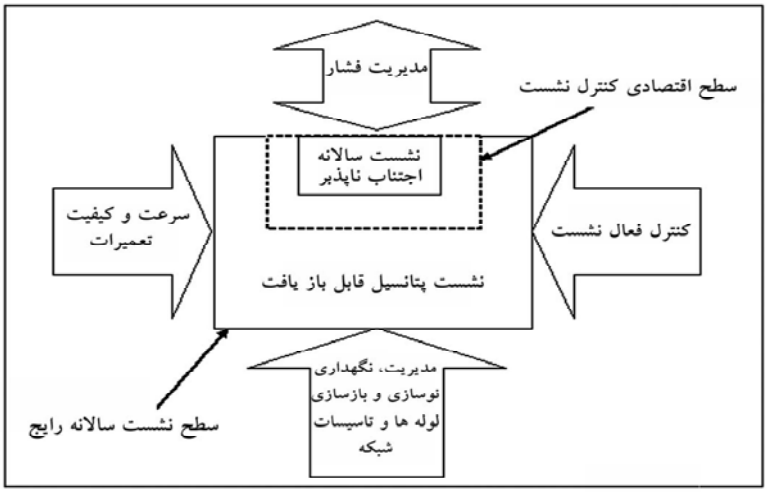
شکل ۱-۸- سطوح مختلف نشت [۲۸]

با شناسایی عوامل کلیدی تاثیرگذار بر نشت می‌توان آثار احتمالی فعالیت‌های مختلف بر روی کاهش آن را پیش‌بینی کرد. تحقیقاتی که اخیرا به‌وسیله مرجع [۱۹] صورت گرفته، چهار عامل زیر را از جمله مهم‌ترین عواملی برمی‌شمارد که بیش‌ترین اثر را روی نشت شبکه دارا می‌باشند: سرعت و کیفیت تعمیرات؛ کنترل فعال نشت؛ مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری، نوسازی و بازسازی لوله‌ها و تاسیسات شبکه و مدیریت فشار (شکل ۱-۹). برای کنترل موثر نشت، توجه به هر چهار عامل فوق به یک اندازه موثر است. به عنوان مثال می‌توان سرعت و کیفیت تعمیر را به‌وسیله استفاده از روش‌های موثر تعمیر و گروه‌های مجرب افزایش داد و از طریق کاهش مدت زمان تعمیر شکستگی‌ها باعث کاهش نشت شد. همچنین می‌توان با مدیریت، نگهداری صحیح، بازسازی و نوسازی لوله‌ها و تاسیسات، اقدام به کاهش نشت زمینه در طول سال کرد. با انجام دادن کنترل فعال نشت و تشخیص شکستگی‌های گزارش نشده در مدت زمان کم‌تر نیز می‌توان اقدام به کاهش

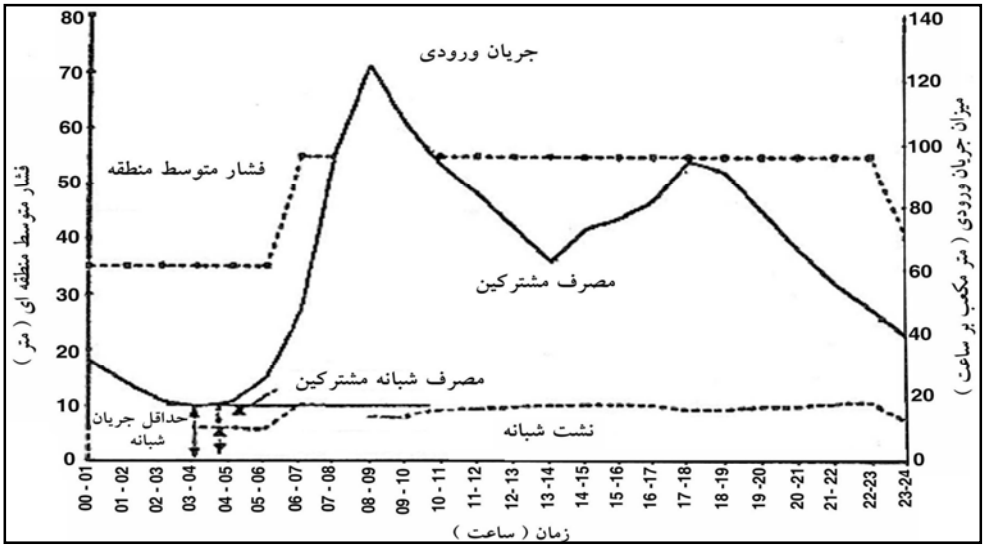
1 - Unavoidable Annual Real Losses
2 - Economic Level of Real Losses
3 - Current Annual Real Losses

omoorepeyman.ir

نشت کرد. در نهایت با مدیریت فشار، همان‌طور که از تئوری FAVAD برمی‌آید، می‌توان به صورت موثری باعث کاهش نشت سالانه شد. باید توجه داشت که مدیریت فشار علاوه بر کاهش نشت، نشت سالانه اجتناب‌ناپذیر را که وابسته به فشار است، کاهش می‌دهد. آثار انجـام مدیریت فشار بر روی کاهش نشت در شکل ۱-۱۰ نشان داده شده است. در مقایسه با شکل ۱-۴ که وضعیت را قبل از مدیریت فشار نشان می‌دهد مشاهده می‌شود که در زمان حداقل مصرف، میزان فشار به حداقل مقدار ممکن، کاهش یافته است.



شکل ۱-۹- عوامل اثرگذار بر سطح نشت [۲۸]



شکل ۱-۱۰- اجزای اصلی جریان ورودی به سامانه توزیع پس از مدیریت فشار [۱۸]
(محور افقی متوسط زمان بین دو ساعت را نشان می دهد)

omoorepeyman.ir

۱-۲-۱- شاخص‌های عملکرد[1]

شاخص‌های عملکرد برای ارزیابی شبکه‌های توزیع آب، مقایسه عملکرد شبکه‌ها با یکدیگر و یا تعیین یک هدف اقتصادی برای سرمایه‌گذاری در زمینه کاهش نشت به‌کار می‌روند [۱۹]. بعد از محاسبه نشت شبکه این سوالات مهم طرح می‌شوند، که آیا این میزان نشت در حد مناسبی است؟ همچنین وضعیت نشت در این شبکه (این منطقه) نسبت به سایر شبکه‌ها یا حتی سایر نقاط جهان در چه سطحی قرار دارد؟ پاسخ به این سوالات تنها با استفاده از مفهوم شاخص عملکرد ممکن خواهد بود.

شش عامل محلی[2] مهم که بر روی تلفات حقیقی آب و در نتیجه، بر روی شاخص عملکرد نشت در یک سامانه اثرگذار می‌باشند، در زیر بیان شده است: تداوم تامین آب (درصد زمانی که سامانه تحت فشار است)؛ طول خطوط اصلی (انتقال و شبکه)؛ تعداد انشعابات مشترکین؛ موقعیت کنتور مشترکین بر روی انشعابات؛ فشار متوسط سامانه و نوع خاک و زمین منطقه. یک شاخص عملکرد خوب، شاخصی است که بتواند تعداد بیش‌تری از این عوامل را در خود جای دهد.

IWA شاخص‌های عملکرد را به سه سطح تقسیم می‌کند:

شاخص عملکرد پایه سنتی: اولین رده از شاخص‌ها را شامل می‌شود و یک دید کلی از کارآمدی و سودمندی کنترل نشت ایجاد می‌کند.

شاخص عملکرد فنی: مربوط به شاخص‌های اضافی است که دید بیش‌تری نسبت به شاخص‌های سطح یک فراهم می‌کنند و برای بهره‌بردارانی که احتیاج به شناخت عمیق‌تری دارند، مناسب می‌باشد.

شاخص عملکرد زیرساخت: یک ارزیابی جامع از وضعیت شبکه را نشان می‌دهد. همه شاخص‌های این رده مربوط به سطوح عالی مدیریتی می‌شوند. این شاخص‌ها عوامل محلی بیش‌تری را در خود می‌گنجانند و از این لحاظ دقیق‌تر هستند.

۱-۲-۱-۱- شاخص‌های عملکرد پایه سنتی[3]

شاخص‌های عملکرد مرسوم برای نشت عبارتند از:

- حجم تلفات برحسب درصد حجم آب ورودی به منطقه
- حجم تلفات بر طول خط اصلی بر واحد زمان
- حجم تلفات بر تعداد مشترکین (انشعابات) بر واحد زمان
- حجم تلفات بر طول لوله‌ها بر واحد زمان (طول لوله‌ها = طول خطوط اصلی و فرعی + طول انشعابات مشترکین تا محل کنتور)

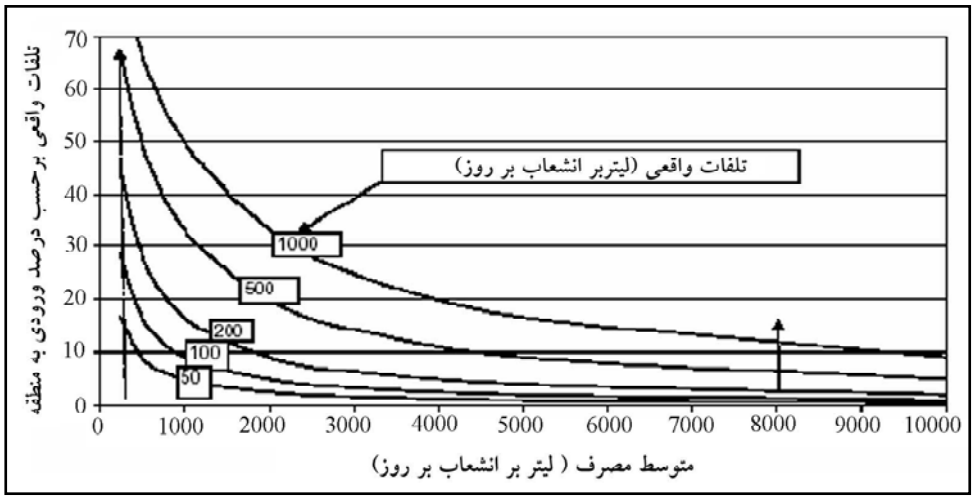
به نظر می‌رسد شاخص‌های عملکرد سنتی برای نشت براساس سادگی محاسبات، دسترسی ساده به داده‌های اولیه برای محاسبات و عرف هر کشور انتخاب می‌شوند. اما انتخاب مناسب باید بر این مبنا استوار شود که کدام شاخص عملکرد، بیش‌ترین منطق فنی برای انجام مقایسه را داراست. IWA بیان می‌کند که استفاده از شاخص نشت به صورت درصدی از حجم آب ورودی به سامانه، تنها می‌تواند در تعریف جنبه‌های مالی و اقتصادی نشت مناسب باشد و کاملا روشن است که این شاخص برای ارزیابی

1 - Performance Index
2 - Local Factors
3 - The Basic Traditional Performance Indicators

omoorepeyman.ir

کارایی مدیریت نشت در شبکه‌های توزیع آب به علل زیر مناسب نیست [۱۹]: تغییر در میزان مصرف، میزان نشت بیان شده در قالب درصد را تحت تاثیر قرار می‌دهد؛ این شاخص عملکرد، عوامل محلی متاثر در نشت را مورد استفاده قرار نمی‌دهد.

شکل ۱-۱۱ نشان می‌دهد که چگونه تلفات واقعی (محور yها) که به صورت درصد حجم آب ورودی به منطقه تعریف شده‌اند با مصرف متوسط هر مشترک (محور xها) و تلفات واقعی که در واحد لیتر بر هر انشعاب بر روز (خط منحنی) بیان شده، تغییر می‌کند. به عنوان مثال برای نشت به مقدار ۱۰۰ لیتر بر تعداد انشعاب بر روز، درصد تلفات می‌تواند از ۱/۲٪ تا ۲۹٪ با توجه به تغییر مصرف از ۳۵۰ تا ۸۰۰۰ لیتر در هر انشعاب در هر روز، تغییر کند.



شکل ۱-۱۱- نمودار اثر مصرف بر بیان نشت به صورت درصدی از حجم آب ورودی به منطقه [۱۴]

۱-۲-۱-۲- شاخص عملکرد فنی تلفات واقعی[1] (TIRL)

ازآنجا که قسمت عمده نشت و شکستگی‌ها در یک شبکه (به غیر از شبکه‌هایی با تراکم انشعابات بیش‌تر از ۲۰ انشعاب در هر کیلومتر خط اصلی) در انشعابات رخ می‌دهند و نه در خط اصلی، IWA، شاخص فنی نشت (TIRL) را به شکل w.s.p[2] (زمانی که منطقه تحت فشار است، برحسب لیتر بر تعداد انشعاب بر روز) پیشنهاد می‌کند. برای شبکه‌های با تراکم انشعابات کم‌تر از ۲۰ انشعاب در هر کیلومتر خط اصلی که به عنوان شبکه‌های روستایی مطرح هستند، بهترین شاخص عملکرد سطح یک به صورت w.s.p (برحسب مترمکعب بر کیلومتر لوله بر روز) پیشنهاد شده است.

شاخص عملکرد فنی نشت، مدت زمانی که منطقه تحت فشار می‌باشد را در نظر گرفته و بدین ترتیب هم می‌تواند برای سامانه‌های با تامین آب مداوم و هم برای سامانه‌های با تامین آب متناوب، به‌کار رود. این شاخص هنوز نتوانسته است تعدادی از عوامل محلی مهم از جمله موقعیت کنتور مشترکین (فاصله کنتور تا مرز اشتراک) و فشار متوسط را در خود بگنجاند. این مطلب به عنوان نقطه ضعف شاخص یاد شده شناخته می‌شود. با وارد کردن عامل محلی فشار متوسط شبکه در شاخص عملکرد فنی نشت

omoorepeyman.ir

1 - Technical Indicator Real Loss
2 - When System Pressurised

می‌توان این شاخص را یک قدم به جلو برد و به صورت w.s.p (برحسب لیتر بر انشعاب بر روز بر هر متر فشار) تعریف کرد. در شاخص یادشده رابطه بین فشار و نشت به صورت خطی در نظر گرفته شده است (N =۱).

۱-۲-۱-۳- شاخص عملکرد زیرساخت

شاخص نشت زیرساخت (ILI)[1] عبارتست از:

$$ILI = CARL / UARL \qquad (۱-۱۴)$$

که (CARL)[2] نشت سالانه موجود و (UARL)[3] نشت سالانه اجتناب‌ناپذیر می‌باشند.

۱-۲-۱-۳-۱- نشت موجود سالانه (CARL)

میزان نشت موجود سالانه براساس یکی از روش‌های ذکر شده قبلی (عمدتا روش تحلیل حداقل جریان شبانه) به‌دست می‌آید.

۱-۲-۱-۳-۲- نشت سالانه اجتناب‌ناپذیر (UARL)

حذف نشت از شبکه‌های توزیع بزرگ عملا غیرممکن است و حتی در یک سامانه آبرسانی با شرایط زیر بنایی خوب و مدیریت کارآمد نشت، مقداری تلفات سالانه غیرقابل اجتناب وجود خواهد داشت که به عوامل محلی یاد شده در بخش قبل بستگی دارد. نشت حداقل، مقداری است که از لحاظ فنی، بدون در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی و مالی می‌توان بدان دست یافت. لازم به ذکر است که در محاسبه نشت سالانه اجتناب‌ناپذیر، رابطه نشت و فشار، خطی فرض می‌شود. در استفاده از نظریه نشت سالانه اجتناب‌ناپذیر، محدودیت‌های عملی زیر وجود دارند: حداقل تعداد انشعابات نباید کم‌تر از ۵۰۰۰ عدد باشد؛ حداقل فشار متوسط عملکرد سامانه آبرسانی نباید کم‌تر از ۲۵ متر باشد؛ حداقل تراکم انشعابات سرویس نباید کم‌تر از ۲۰ عدد در هر کیلومتر خط اصلی باشد.

براساس جمع‌بندی مطالعات انجام داده شده در بیش از بیست کشور و در نظر گرفتن شرایط زیر بنایی خوب و مدیریت نشت عالی، به‌طور خلاصه نشت سالانه اجتناب‌ناپذیر را می‌توان با دو معادله زیر نمایش داد.

$$UARL = (18\times L_m+0.8\times N_C+25\times L_P) \times P \quad \text{(لیتر بر روز)} \qquad (۱-۱۵)$$

$$UARL=(18\times L_m/N_c+0.8+25\times L_P/N_c)\times P \quad \text{(لیتر بر انشعاب بر روز)} \qquad (۱-۱۶)$$

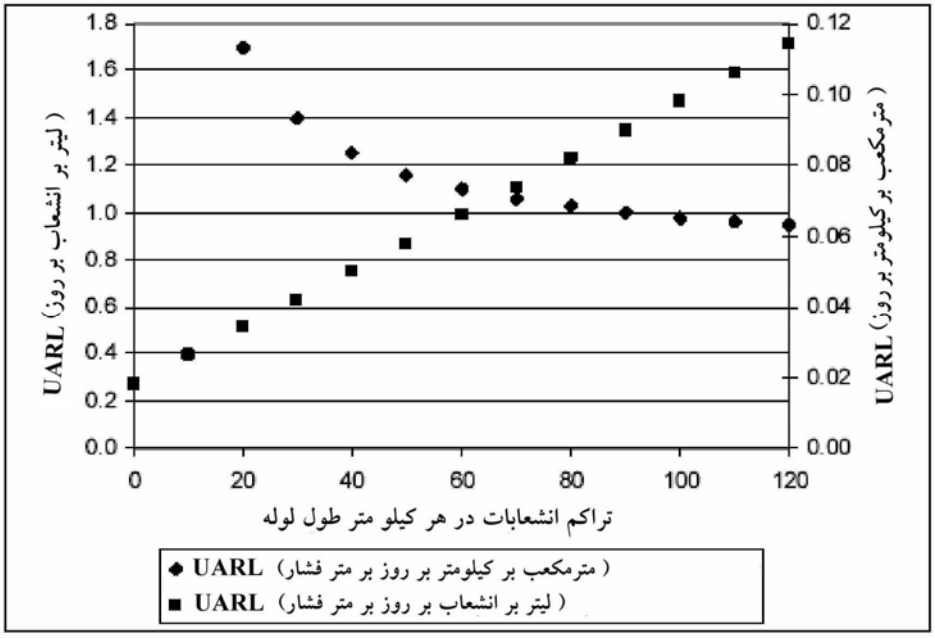
که L_m طول خط اصلی برحسب کیلومتر، N_c تعداد مشترکین، L_P طول لوله موجود از مرز انشعاب تا کنتور مشترک برحسب کیلومتر و P فشار متوسط شبکه برحسب متر می‌باشند. همچنین رابطه بین فشار و نشت به صورت خطی در نظر گرفته شده است (N=۱).

شکل ۱-۱۲ نشان می‌دهد که نشت سالانه اجتناب‌ناپذیر با تراکم انشعابات تغییر می‌کند. اگر نشت سالانه اجتناب‌ناپذیر در قالب (مترمکعب بر کیلومتر لوله بر متر فشار) بیان شود، مقادیر آن به سرعت با ازدیاد تراکم انشعابات افزایش خواهد یافت. این بدین معنی است که بیان نشت در قالب یادشده بالا به منظور مقایسه عملکرد، تنها برای شبکه‌هایی ممکن خواهد بود که تراکم انشعابات آنها در دامنه‌ای کوچک و مشخص قرار گرفته باشد [۳۴]. اما اگر نشت سالانه اجتناب‌ناپذیر در قالب (لیتر بر انشعاب بر روز بر متر فشار) بیان

1 - Infrastructure Leakage Index
2 - Current Annual Real Losses
3 - Unavoidable Annual Real Losses

omoorepeyman.ir

شود مقادیر آن همیشه برای یک دامنه وسیع از تراکم انشعابات بالاتر از ۶۰ عدد در هر کیلومتر با دامنه نوسانات ۱۰٪ ثابت خواهد بود. البته این تعریف برای بیان نشت سالانه اجتناب‌ناپذیر برای شبکه‌های با تراکم انشعابات کم‌تر از ۲۰ توصیه نشده است.



شکل ۱-۱۲- نمودار تغییرات UARL با تراکم انشعابات [۱۴]

برای شبکه‌های کوچک توزیع آب که محدودیت‌های عملی ذکر شده، امکان استفاده از نشت سالانه اجتناب‌ناپذیر را در آنها نمی‌دهد، به ناچار از مفهوم نشت زمینه سالانه اجتناب‌ناپذیر[1] (که حتی در فشار کم و تراکم انشعابات کم می‌تواند به‌کار رود) استفاده می‌شود [۲۰] که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$UABL = \left(9.6/Dc + 0.6 + 16 \times \frac{L_P}{N_c}\right) \times P \quad \text{(لیتر بر انشعاب بر روز)} \qquad (۱۷-۱)$$

که D_c تراکم انشعابات (تعداد انشعاب در هر کیلومتر خط اصلی) می‌باشد.

۱-۲-۱-۳-۳- هدررفت واقعی سالانه اقتصادی[2]

حداقل مقدار نشت در شبکه معمولا از مقدار اقتصادی نشت، که در آن صرفه‌جویی صورت گرفته ناشی از کنترل نشت با هزینه‌های صرف شده برای کنترل نشت برابر می‌شود، کم‌تر است. نشت سالانه اجتناب‌ناپذیر به عنوان یک هدف برای کنترل نشت در هر شبکه‌ای مناسب نیست، چرا که باعث صرف قسمت عمده‌ای از سرمایه‌های شرکت‌های آب و فاضلاب برای کاهش نشت می‌شود، بدون اینکه نرخ بازگشت سرمایه مثبتی وجود داشته باشد. مقدار اقتصادی نشت، عددی است که در آن صرفه‌جویی صورت گرفته مساوی یا بیش‌تر از هزینه‌های کنترل نشت است. با توجه به مطالب فوق، یک راه برای تعیین میزان منطقی کنترل نشت،

1 - Unavoidable Annual Background Losses
2 - Economic Annual Real Losses

omoorepeyman.ir

استفاده از ضریبی است که نشت سالانه اجتناب‌پذیر (UARL) را به یک نسبت ثابت افزایش می‌دهد. سطح کنترل نشت منتج شده به این شیوه، همان نشت سالانه اقتصادی (EARL = UARL × Sf) است.

انتخاب ضریب Sf بر پایه تجربیات به‌دست آمده از تحلیل مناطق مختلف بسیاری با مشخصات مشابه با منطقه مورد مطالعه به‌دست می‌آید. به عنوان یک برآورد اولیه، ضریب Sf برابر دو می‌تواند در مناطقی با مدیریت بسیار خوب، منابع مالی کافی و سطح نشت پایین مورد استفاده قرار گیرد. برای مناطق با سطح درآمد پایین، مقدار نشت بالا و مدیریت ضعیف، ضریب استفاده شده برای رسیدن به میزان اقتصادی نشت، می‌تواند بیش‌تر از ۱۰ برابر حداقل میزان نشت سالانه اجتناب‌پذیر باشد. انتخاب فاکتور مناسب برای هر منطقه از وظایف مدیر کنترل نشت می‌باشد. این ضریب را نباید آنقدر محدود (کوچک) کرد که رسیدن به میزان اقتصادی نشت مربوط به آن امکان‌پذیر نباشد، چرا که دست نیافتن به مقدار نشت مورد نظر، باعث تضعیف روحیه و عدم اعتماد به برنامه کنترل نشت می‌شود. اما با انتخاب محدوده هدف واقعی، رسیدن به آن و حتی پیشی گرفتن از آن باعث خوشنودی و رضایت‌مندی از طرح کنترل نشت می‌شود.

۱-۲-۱-۴- شاخص نشت اقتصادی[1]

شاخص نشت اقتصادی (ELI) همانند شاخص نشت زیربنا (ILI) است، با این تفاوت که عامل نشت سالانه اجتناب‌ناپذیر به‌وسیله نشت سالانه اقتصادی (EARL) جایگزین شده و به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$ELI = CARL / EARL \qquad (۱-۱۸)$$

شاخص یادشده برای متخصصان به اندازه کافی واضح است اما برای افراد غیرمتخصص پیشنهاد می‌شود که از اصطلاح کارایی اقتصادی شبکه (ENE)[2] که به صورت درصد بیان می‌شود و دارای مفهوم قابل فهم‌تری برای عموم است، استفاده شود. شکل ۱-۱۳ نشان می‌دهد که چگونه ILI، ELI و ENE به یکدیگر مربوط می‌شوند.

$$ENE(\%)=(1/ELI)\times 100 \qquad (۱-۱۹)$$

شکل ۱-۱۳- رابطه بین ILI، ELI و ENE [۲۲]

omoorepeyman.ir

1 - Economic Leakage Index
2 - Economic Network Efficiency

۱-۲-۲- کاربردهای شاخص عملکرد زیربنا در مدیریت نشت

نکته مهمی که مطرح است، آن است که چگونه می‌توان از میزان کارایی و موفقیت هر کدام از چهار روش اساسی برای کنترل هدررفت واقعی اطلاع پیدا کرد. در سه روش (کنترل فعال نشت، مدیریت اجزای شبکه، سرعت و کیفیت تعمیر) از چهار روش کنترل نشت، می‌توان از شاخص عملکرد زیربنا (ILI) برای اطلاع از چگونگی سطح نشت قبل و بعد از مدیریت نشت استفاده کرد، اما در روش چهارم (مدیریت فشار) به علت وابسته بودن نشت سالانه اجتناب‌ناپذیر به متوسط فشار شبکه و به دنبال آن وابستگی شاخص عملکرد زیربنایی (ILI) به این فاکتور، امکان استفاده از این شاخص وجود نخواهد داشت. محدوده تغییرات شاخص (ILI) هدف براساس استاندارد AWWA در جدول ۱-۷ ارائه شده است.

۱-۳- مقادیر نمونه از مقدار آب به حساب نیامده در کشورهای مختلف

مقدار آب به حساب نیامده بیش‌تر به عنوان معیاری برای شناخت کارآمدی سامانه‌های آبرسانی شناخته می‌شود. طبق استاندارد بانک جهانی سامانه‌های آبرسانی کارآمد، دارای آب به‌حساب نیامده کم‌تر از ۱۵٪ می‌باشند. در کشورهای در حال توسعه میزان ۱۵٪ تا ۲۰٪ برای آب به‌حساب نیامده طبیعی است. این مقدار تلفات شبکه توزیع در انگلستان براساس مشخصات و ساختار و عوامل خاص حاکم بر هر شرکت آب، از ۸ تا ۳۳٪ کل ورودی به سامانه [۲۹ و ۳۰]، در آمریکا ۱۶٪ [۲۸]، در سنگاپور کم‌تر از ۱۰٪ [۸] و در کشورهای در حال توسعه تا حد ۵۰٪ - ۶۰٪ [۸] گزارش شده است. مقدار آب به‌حساب نیامده در ایران بین ۲۰ تا ۵۰ درصد می‌باشد و در سال ۱۳۸۱ در کل کشور حدود ۳۱/۲٪ بوده است [۶]. براساس نتایج به‌دست آمده از مناطق مطالعاتی آب به‌حساب نیامده در سطح کشور ایران از سال ۱۳۷۳ تا اوایل دهه ۸۰، متوسط آب به‌حساب نیامده مناطق مطالعه شده ۴۰/۶٪ بوده که ۵۴٪ کل آب به‌حساب نیامده، فیزیکی و ۴۶٪ آن غیرفیزیکی می‌باشد [۶]. همچنین مقدار متوسط آب به‌حساب نیامده کل کشور در سال ۱۳۸۴ حدود ۳۰٪ گزارش شده است [۶].

omoorepeyman.ir

جدول ۱-۷- راهنمای عمومی تعیین محدوده شاخص ILI هدف براساس استاندارد AWWA

محدوده شاخص هدف ILI	ملاحظات مربوط به منابع آب	ملاحظات مربوط به بهره‌برداری	ملاحظات اقتصادی
۳-۱	منابع موجود آب بسیار محدود بوده و توسعه آنها و دستیابی به منابع جدید بسیار مشکل و یا از نظر فنی، اقتصادی و محیط زیستی غیرقابل اجرا است.	بهره‌برداری از شبکه با نشت شبکه بالاتر از این مقدار، نیازمند توسعه زیربناهای موجود شبکه و منابع جدید آب برای پاسخ‌گویی به تقاضای مشترکین می‌باشد.	خرید آب یا توسعه منابع آب هزینه‌بر است. به دلیل وجود قوانین یا عدم توانایی مالی مشترکین، امکان افزایش گردش مالی شرکت آبفا از طریق تعرفه‌های آب بسیار محدود است.
۵-۳	نسبت به کفایت منابع آب موجود جهت ارضای تقاضای دراز مدت آب، اطمینان وجود دارد، ولی انجام دادن برنامه مدیریت تقاضا (مدیریت نشت و صرفه‌جویی آب) در برنامه‌ریزی درازمدت دخیل هستند.	مادامی که کنترل‌های مدیریت فشار معقول انجام داده می‌شود، توانایی ساختار موجود تامین آب برای تامین تقاضای دراز مدت کافی است.	منابع آب می‌تواند با هزینه قابل قبول توسعه یافته یا خریده شود، افزایش‌های تعرفه آب بها به صورت دوره‌ای می‌تواند انجام و به‌وسیله جمعیت مصرف کننده تحمل شود.
۸-۵	منابع آب، بسیار زیاد، قابل اطمینان و به راحتی قابل استخراج هستند.	قابلیت اطمینان بسیار بالای ظرفیت سامانه و یکپارچگی ساختار تامین آب، شبکه را از کمبود آب ایمن می‌سازد.	هزینه خرید (تامین) و تصفیه آب پایین است و به همین دلیل تعرفه‌های آب‌بهای مشترکین نیز ناچیز است.
۸ <	درحالی‌که ملاحظات بهره‌برداری مالی ممکن است یک شاخص بلند مدت ILI هدف بزرگ‌تر از ۸ را مجاز بداند، چنین مقداری از نشت، مطلوب نمی‌باشد. بنابراین تعیین یک مقدار ILI بالاتر از ۸، توصیه نمی‌شود.		

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۲

پیش‌نیازها و مطالعات پایه

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲-۱- مطالعات دفتری و میدانی در امور فنی، طرح و توسعه و امور بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری

نظر به اینکه بخشی از عوامل موثر در ایجاد تلفات فیزیکی مرتبط با طراحی نامناسب و عدم رعایت نکات فنی، در نظر نگرفتن محدودیت‌های فنی در تهیه و اجرای تاسیسات مختلف و عدم رعایت استانداردهای لازم در امور بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری اجزای مختلف سامانه آبرسانی می باشد، لازم است برای جلوگیری از مشکلات و نقایص احتمالی با انجام مطالعات دفتری و میدانی صحت عملکرد بخش‌های فنی و بهره‌برداری که عملکردشان بر روی آب به‌حساب نیامده تاثیرگذار است مورد بررسی قرار گیرد. مواردی که باید در مطالعات دفتری و میدانی مورد توجه قرار گیرد در پیوست شماره ۱ ارائه شده است.

۲-۲- راهنمای تهیه و به‌هنگام کردن نقشه‌ها

یک نقشه مناسب باید دارای مقیاس مورد نیاز، عوارض طبیعی و مصنوعی مرتبط با نوع فعالیت و هم‌چنین به روز و کامل باشد. در شرکت‌های آب و فاضلاب به‌دلایل مختلف وجود نقشه مورد نیاز می‌باشد که از جمله، پیاده کردن شبکه توزیع، مشخص کردن وضعیت مشترکین، تاسیسات شبکه و ... را می‌توان ذکر کرد. متاسفانه در حال حاضر به‌دلایل مختلف ساختار و استاندارد واحدی برای وضع نقشه‌ها در برخی شرکت‌های آبفا حاکم نبوده و در طول زمان، نقشه‌هایی با مقیاس‌های گوناگون و بعضا نامناسب به‌همراه اطلاعات ناقص و ناکارآمد و ... تهیه شده و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از آنجا که وجود نقشه مناسب و دقیق از لوازم اصلی هرگونه فعالیت از جمله مطالعات آب به‌حساب نیامده در شرکت‌های آبفا می‌باشد، راهنمای حاضر مواردی را جهت یکسان‌سازی فعالیت‌ها و بسترسازی لازم جهت انجام خدمات، ارائه می‌کند.

۲-۲-۱- انتخاب مقیاس مناسب برای نقشه‌های مورد نیاز شرکت‌های آبفا

در شرکت‌های آب و فاضلاب، بسته به کاربرد مورد نظر، نقشه‌های پایه از بین مقیاس‌های ۲۰۰۰: ۱، ۱۰۰۰: ۱ و ۵۰۰: ۱ انتخاب می‌شود. علت این انتخاب نیاز به دقت بیش‌تر در موقعیت عوارض طبیعی بر روی نقشه و هم‌چنین وجود تنوع بیش‌تر عوارض، دراین مقیاس‌ها است. هم‌چنین در مورد نقشه‌های شبکه توزیع آب، ملاک، امکان نمایش خطوط لوله، شیرآلات و تاسیسات شبکه توزیع در سطح خیابان‌ها و کوچه‌ها می‌باشد. امکان این موارد در نقشه‌های ۲۰۰۰: ۱ در حد مطلوب وجود داشته و در شیوه‌نامه تولید این نقشه‌ها نیز می‌توان وجود تفکیک در پلاک‌های ساختمانی و کوچه‌ها و خیابان‌ها را مشخص کرد. بنابراین توصیه می‌شود نقشه‌های پایه در شرکت‌های آبفا در مقیاس ۲۰۰۰: ۱ تهیه شود. هم‌چنین از آنجا که معیار کار با نقشه‌های پایه در شرکت‌های آبفا برای امور مشترکین، شناسایی و تفکیک پلاک‌های ساختمانی است، برای تهیه نقشه مشترکین به منظور انعکاس وضعیت املاک و کوچه‌ها، باید از مقیاس ۵۰۰: ۱ استفاده کرد.

omoorepeyman.ir

۲-۲-۲- استفاده از نقشه‌های رقومی موجود

نقشه‌های رقومی با استفاده از نرم‌افزارهای تولید نقشه و طراحی به کمک رایانه یا CAD[1] تولید می‌شوند. در استفاده از نقشه‌های رقومی موجود، دو دسته ملاحظات را باید در نظر گرفت. ابتدا باید مشخصات خود نقشه مانند مقیاس، منبع، زمان و روش جمع‌آوری اطلاعات، نظارت و کنترل فنی اطلاعات مکانی تولید شده، قابلیت دستیابی به اطلاعات و هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم برای اخذ اطلاعات مورد نظر قرار گیرد. دسته دیگر مربوط به مشخصات فایل رقومی می‌باشد، از جمله فرمت فایل رقومی، تبدیل فرمت‌ها، لایه‌بندی اطلاعات مکانی براساس استاندارد اطلاعات مکانی برای تولید فایل رقومی، اطلاعات توصیفی عوارض، دقت اطلاعات مکانی و توصیفی و ویرایش گرافیکی اجزای نقشه.

۲-۲-۳- زمانی که هیچ‌گونه نقشه‌ای در دسترس نباشد

شرکت‌هایی که در آنها هیچ‌گونه نقشه پایه‌ای وجود ندارد، برای انجام فعالیت‌های خود نیازمند تهیه اطلاعات مکانی پایه در مقیاس ۲۰۰۰: ۱ می‌باشند. برای تهیه اطلاعات مکانی و نقشه‌های پایه، جلب مشارکت و هماهنگی بین دستگاه‌های اجرایی یک شهر ضروری است تا از دوباره‌کاری و موازی‌کاری در فعالیت‌های مربوط به تهیه این اطلاعات جلوگیری شود. با فرض تولید نقشه‌های پایه به هر روش، باید شرایط خاص صنعت آبفا نیز در نظر گرفته شود. گویا کردن تمامی تاسیسات و تجهیزات، اضافه‌کردن عوارض استاندارد به فهرست عوارض روی نقشه، طبقه‌بندی و لایه‌بندی عوارض صنعت آبفا از اقداماتی است که باید در تولید نقشه‌های پایه مد نظر قرار گیرند. اطلاعات آن دسته از عوارض صنعت آبفا که در تهیه نقشه‌های پایه امکان برداشت آنها وجود ندارد، مانند لوله‌های آب که در زیرزمین قرار دارند و یا عوارض مدفون در زیرزمین، باید از طریق روش‌های کمکی در نقشه‌برداری جمع‌آوری گردند. این روش‌ها همان پیمایش‌های زمینی، اندازه‌گیری عوارض در محل (ابتدا و انتهای لوله‌های آب)، شناسایی عوارض مدفون، سونداژ و ... می‌باشند.

اطلاعات توصیفی نیز باید مطابق استاندارد تهیه شود که آن را می‌توان به‌طور موازی در مرحله تکمیل عوارض در نقشه انجام داد. برای اطلاع از اطلاعات توصیفی عوارض صنعت آبفا، مراجعه به اسناد و مدارک موجود، استفاده از کارکنان با تجربه و معتمد شرکت‌های آبفا، استفاده از کروکی‌هایی که به این منظور تولید شده‌اند و ... چاره‌ساز خواهد بود.

۲-۲-۴- رفع نقایص اطلاعاتی و به‌هنگام‌سازی نقشه‌ها

برای داشتن اطلاعات کامل از تجهیزات و تاسیسات تامین، انتقال و توزیع آب شهری و نیز تجهیزات و تاسیسات جمع‌آوری و انتقال فاضلاب، جمع‌آوری، انتقال و به‌هنگام‌سازی اطلاعات ضروری است. در ابتدای کار لازم است تا تمامی نقشه‌ها و برگه‌های مشخصات فنی مربوط به تجهیزات و تاسیسات شرکت آبفا متمرکز شده و میزان اطلاعات مناطق تحت پوشش برآورد و اطلاعات موجود در آنها با یکدیگر مقایسه شوند. در مواردی که اطلاعات مکانی و یا توصیفی کامل نیست و یا اطلاعات موجود تناقض دارند باید در نقشه‌ها نشانه‌گذاری شده تا بعدا در تکمیل اطلاعات مکانی بازبینی شوند. برای تکمیل این بخش یا بخش‌ها، شاید تهیه

1 - Computer Aided Design (CAD)

omoorepeyman.ir

نقشه، تکمیل عوارض مربوط به صنعت آبفا و یا جمع‌آوری کاربرگ مشخصات تجهیزات و تاسیسات ضروری باشد. به هر حال گام اول، شناخت وضع موجود در شرکت‌های آبفا از حیث تکمیل اطلاعات مکانی و توصیفی است.

ممکن است شرکت‌های آبفا با تکیه بر تجارب و محفوظات ذهنی کارکنان با تجربه و معتمد، مبادرت به اجرای فعالیت‌های خود کرده و سامانه‌های اطلاعاتی متمرکز و منسجمی برای ذخیره این اطلاعات نداشته باشند. انتقال اطلاعات توصیفی و مشخصات تجهیزات و تاسیسات که به صورت سنتی و پراکنده در ذهن کارکنان فنی بخش‌های مختلف شرکت‌های آبفا موجود است به سامانه‌های مدیریت پایگاه داده‌ها و مستندسازی این‌گونه اطلاعات، کاری است که باید توسط تمامی شرکت‌های آبفا در جهت مکانیزه کردن گردش کار و اطلاعات، انجام داده شود. مقایسه و مطابقت این اطلاعات با نتایج به‌دست آمده در پیمایش‌های دوره‌ای، باعث تکمیل هرچه بیش‌تر اطلاعات مکانی و توصیفی خواهد شد.

یکی دیگر از نقایص نقشه‌ها دقیق نبودن آنهاست. ایجاد دقت در عوارض مکانی و توصیفی آبفا، جز با تجدید اندازه‌گیری در عوارض مکانی و پیمایش این عوارض برای جمع‌آوری اطلاعات توصیفی امکان‌پذیر نیست. اما شاید زمان و هزینه لازم برای این فعالیت در همه شرکت‌ها در ابتدای کار توجیه‌پذیر نباشد. پیشنهاد می‌شود تا رسیدن به دقت مورد نظر در استاندارد اطلاعات مکانی به صورت یک روند تدریجی و در پیمایش‌های دوره‌ای برنامه‌ریزی گردد. بدین طریق با هر پیمایش، دقت اطلاعات مکانی و توصیفی عوارض یک بخش از شهر به تدریج تامین می‌شود. نقص دیگر نقشه‌ها مربوط به به‌هنگام نبودن آنهاست. توسعه و نوسازی مداوم تاسیسات به دلیل فرسوده بودن آنها انجام داده می‌شود و نقشه‌های تولید شده بعد از مدتی، به دلیل آن که به‌هنگام نمی‌شوند، از کیفیت مطلوب تنزل کرده و دیگر قابل استفاده نمی‌باشند.

به‌هنگام‌سازی را به روش‌های مختلفی می‌توان انجام داد. یکی از این روش‌ها بازدیدهای دوره‌ای از عوارض، تاسیسات و تجهیزات شرکت‌های آبفا می‌باشد. در این بازدیدها که طی عملیات پیمایش اماکن مشترکین، پیمایش شبکه، شناسایی تاسیسات، برداشت اطلاعات حوادث و ... صورت می‌پذیرد، آخرین اطلاعات مکانی و توصیفی شناسایی و در کاربرگ‌های مربوط که شامل نام عارضه، موقعیت، اطلاعات توصیفی مورد بازدید یا اندازه‌گیری، تاریخ بازدید، نام بازدید کننده، نام واحد بازدید کننده و سایر اطلاعات مورد نیاز ثبت و سپس کلیه تغییرات بر روی نقشه‌ها منعکس می‌شود. فواصل زمانی به‌هنگام‌سازی اطلاعات می‌تواند به‌صورت زیر باشد: اماکن (۵ سال)، خطوط انتقال و ایستگاه‌های پمپاژ (۲ سال)، حوضچه‌ها، شیرآلات و مخازن (شش ماه)، چاه‌ها و تجهیزات منصوبه (هر ماه) و حوادث، توسعه شبکه و تعویض لوله‌ها (به روز).

در مواقعی ممکن است پس از بازدید لازم باشد تا بر روی نقشه عارضه‌ای حذف یا اضافه شود. در خصوص حذف عارضه، مشکل چندانی وجود ندارد و تنها شناسایی عارضه مربوط در نقشه و حذف آن صورت می‌پذیرد. اما در صورت اضافه شدن عارضه، باید اندازه‌گیری دقیق در محل عارضه انجام شده و نتایج آن در نقشه رقومی منعکس شود. برای اندازه‌گیری و ورود عوارض جدید به نقشه می‌توان از نقشه‌برداری زمینی، GPS[1]، نقشه‌برداری هوایی و یا عکس‌های هوایی ترمیم یافته استفاده کرد.

omoorepeyman.ir

1- Global Positioning Systems

۲-۲-۵- مشخصات نقشه‌های مورد استفاده در شرکت‌های آب و فاضلاب برای فعالیت‌های گوناگون

۲-۲-۵-۱- نقشه‌های شبکه توزیع و تاسیسات آب

برای تهیه این نقشه‌ها موارد زیر باید انجام داده شود: تهیه نقشه‌های پایه و توپوگرافی موجود؛ تهیه نقشه‌های قبلی شبکه توزیع؛ انتقال اطلاعات نقشه‌های قدیم به نقشه جدید (در صورت وجود نقشه‌های رقومی، اطلاعات بر روی این‌گونه نقشه‌ها وارد شده و در صورت عدم وجود، آخرین نقشه اصلاح شده به‌صورت رقومی درآید)؛ پیمایش محلی شبکه توزیع و برداشت اطلاعات لوله‌ها و اتصالات اعم از جنس، قطر، عمق نصب، فاصله از مبدا و غیره؛ تعیین موقعیت دقیق حوضچه‌های شیرآلات؛ تعیین محل دقیق و نوع شیرها؛ بازدید از تاسیسات و ترسیم کروکی محل مخازن، تلمبه‌ها، خطوط لوله و سایر تجهیزات موجود در تاسیسات؛ تهیه و بررسی نقشه‌های سایر تاسیسات شهری و استخراج اطلاعات مربوط به شبکه توزیع آب از آنها؛ بررسی دفاتر و کاربرگ‌های حوادث و استخراج اطلاعات لازم از آنها؛ کسب اطلاعات از کارکنان قدیمی و مقایسه آن با اطلاعات به‌دست آمده از موارد فوق؛ استخراج اطلاعات لازم در مورد شبکه از روی پرونده مشترکین؛ جمع‌بندی اطلاعات به‌دست آمده و اصلاح نقشه‌های موجود طبق آن و تکمیل نقشه‌های شبکه توزیع و تاسیسات.

۲-۲-۵-۲- نحوه کدگذاری تاسیسات شبکه توزیع بر روی نقشه

برای کدگذاری تاسیسات بر روی نقشه‌های با مقیاس ۲۰۰۰: ۱ روش زیر پیشنهاد می‌شود (همه کدها از چپ به راست خوانده می‌شوند):

- **کد لوله‌ها: شماره لوله – قطر لوله – کد جنس لوله – شماره نقشه**

شماره نقشه، همان کد نقشه‌های موجود می‌باشد و کد جنس لوله همان علامت اختصاری استاندارد هر نوع لوله است. پس از آن قطر لوله برحسب میلی‌متر و شماره لوله درج می‌شود. به‌عنوان مثال کد ۱۳۱ ۱۵۰ PE ۲۵ یعنی لوله شماره ۱۳۱ واقع در نقشه شماره ۲۵ از جنس پلی‌اتیلن و قطر ۱۵۰ میلی‌متر.

- **کد شیرآلات: شماره شیر – قطر شیر – کد نوع شیر – شماره نقشه**

نوع شیر همان علامت اختصاری استاندارد هر نوع شیر است. شماره شیر سه رقمی بوده و از ۰۰۱ شروع و تا ۹۹۹ ادامه می‌یابد. به‌طور مثال ۰۰۵ ۱۰۰ PRV ۱۲ یعنی شیر فشارشکن شماره ۵ دارای قطر ۱۰۰ میلی‌متر واقع در نقشه شماره ۱۲.

- **کد حوضچه شیرآلات: شماره حوضچه – کد نوع حوضچه – شماره نقشه**

کد حوضچه از دو حرف لاتین MH مخفف (Manhole) که برای حوضچه‌های آجری یا بتنی عدد ۱ و برای حوضچه‌های چکمه‌ای (زیر خاکی) عدد ۲ به آن اضافه می‌شود. سه رقم بعدی نیز شماره حوضچه را در این تاسیسات یا منطقه بیان می‌کند. به‌عنوان نمونه کد ۱۹۸ ۲ MH ۸ یعنی حوضچه شماره ۱۹۸ از نوع چکمه‌ای واقع در نقشه شماره ۸.

omoorepeyman.ir

• **کد چاه‌ها: شماره چاه – علامت اختصاری چاه – شماره نقشه**

علامت اختصاری چاه از یک حرف لاتین W (مخفف Well) و شماره چاه یک عدد دو رقمی است. مثلا کد W ۶۷ ۱۷ یعنی چاه شماره ۶۷ در نقشه شماره ۱۷.

• **کد ایستگاه‌های پمپاژ: شماره ایستگاه پمپاژ – علامت اختصاری تلمبه – شماره نقشه**

علامت اختصاری تلمبه از دو حرف لاتین PS (مخفف Pumping Station) و شماره ایستگاه پمپاژ یک عدد یک رقمی است. مثلا کد PS ۲ ۵ یعنی ایستگاه پمپاژ شماره ۲ در نقشه شماره ۵.

• **کد مخازن: شماره مخزن – علامت اختصاری مخزن – شماره نقشه**

علامت اختصاری مخزن از سه حرف لاتین Res (مخفف Reservoir) و شماره مخزن یک عدد دو رقمی است. مثلا کد Res ۰۴ ۱۷ یعنی مخزن شماره ۴ در نقشه شماره ۱۷.

۲-۲-۵-۳- نقشه مشترکین

در طرح کاهش آب به‌حساب نیامده، شناخت و بررسی وضعیت موجود یکایک اماکن که از شبکه توزیع، آب دریافت می‌کنند ضروری است. ازاین‌رو لازم است نقشه‌های مشترکین طبق مراحل زیر تهیه شوند:

تهیه نقشه‌های شهرسازی؛ پیمایش محلی به منظور انطباق وضعیت موجود با نقشه‌های شهرسازی و تهیه نقشه‌های پایه؛ مطالعه و بررسی وضعیت منطقه‌بندی شهر در شرکت آب و فاضلاب و سایر ادارات دولتی؛ منطقه‌بندی شهر به مناطق کوچک‌تر و کدگذاری آنها؛ کدگذاری خیابان‌ها و کوچه‌ها؛ لحاظ نمودن کد کوچه و خیابان بر روی نقشه پایه و تهیه نقشه مشترکین (در تمام کدگذاری‌ها باید تقسیم‌بندی فعلی شهرها مثل کد محله، بلوک اماکن و ... رعایت شود). نقشه مشترکین ۵۰۰: ۱ و نقشه مسیر خواندن کنتور ۱۰۰۰: ۱ می‌باشد. درصورتی‌که از ابتدا نقشه‌ها به صورت رقومی تهیه و اطلاعات مختلف در لایه‌های گوناگون به آن اضافه شود، به‌دست آوردن هریک از موارد ذکر شده و تهیه نقشه مربوط، صرفا با روشن و خاموش کردن لایه‌های مناسب قابل دسترسی خواهند بود. برای کدگذاری نقشه مشترکین دو گزینه زیر پیشنهاد می‌شود:

الف- استفاده از کد پستی ده رقمی

می‌توان از کد پستی ده رقمی به‌عنوان کد شناسایی مشترکین بر روی نقشه‌ها نیز استفاده نمود.

ب- استفاده از کدگذاری اختصاصی برای شرکت‌های آبفا

شماره ملک (۴ رقم)، شماره بلوک (۲ رقم)، شماره نقشه (۴ رقم)

به‌عنوان مثال کد ۱۷۹۸ ۰۶ ۰۰۳۲ بیانگر ملک شماره ۱۷۹۸ واقع در بلوک ۶ از نقشه شماره ۳۲ می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۲-۳- مطالعات و شناسایی تاسیسات شبکه

۲-۳-۱- شناخت تاسیسات موجود آبرسانی

۲-۳-۱-۱- اطلاعات منابع تولید

ضمن بازدید از منابع آب نسبت به تهیه شناسنامه و برداشت کامل اطلاعات موجود منابع تولید (که عمدتا در محدوده‌های شهری و روستایی شامل چاه، چشمه و قنات می‌باشد) جمع‌آوری و ذخیره شود. این اطلاعات عبارتند از:

مشخصات چاه، چشمه و قنات؛ مشخصات منصوبات چاه، چشمه و قنات؛ نتایج آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی و باکتریولوژیکی آب چاه، چشمه و قنات؛ بده و فشار آب، ساعات استحصال آب در طول شبانه‌روز و سال و کیفیت آب استحصال شده.

۲-۳-۱-۲- اطلاعات ایستگاه‌های پمپاژ

اطلاعات و نقشه‌های کلی ایستگاه پمپاژ؛ مشخصات فنی ایستگاه پمپاژ و ساعات کارکرد؛ اطلاعات نحوه بهره‌برداری از الکتروپمپ‌ها و تعمیر و نگهداری آنها؛ ثبت کلیه آمار مربوط به بده پمپاژ و فشار آب در خروجی ایستگاه پمپاژ.

۲-۳-۱-۳- اطلاعات خطوط انتقال

اطلاعات و نقشه‌های کلی خطوط انتقال آب؛ مشخصات کامل و فنی لوله‌های مورد استفاده؛ مشخصات کامل حوضچه‌های مختلف خط انتقال؛ مشخصات کامل شیرهای مختلف؛ مشخصات کامل سامانه حفاظتی خطوط انتقال؛ مشخصات کامل جاده دسترسی به خط انتقال؛ اطلاعات نحوه بهره‌برداری از خط لوله؛ ثبت کلیه آمار مربوط به بده جریان و فشار آب در خط انتقال؛ ثبت کلیه آمار مربوط به بروز حوادث و علل مرتبط با آن و چگونگی رفع حوادث؛ بررسی سوابق انجام عملیات نشت‌یابی روی خطوط انتقال.

۲-۳-۱-۴- اطلاعات مخازن

اطلاعات و نقشه‌های کلی مخازن شامل ابعاد، حجم مرده و مفید و ...؛ مشخصات شیرخانه‌ها شامل شیرخانه‌های ورودی، خروجی، تخلیه و سرریز و کدهای ارتفاعی مربوط؛ اطلاعات نگهداری و تعمیرات شامل دیواره و کف مخزن، شیرآلات، جریان‌سنج‌ها و ارتفاع‌سنج‌ها؛ گزارش بهره‌برداری از مخازن؛ اطلاعات شستشو و گندزدایی‌کردن مخازن؛ اطلاعات مربوط به سرریز آب (تعداد دفعات سرریز و مقدار آب سرریز شده).

۲-۳-۲- راهنمای پیمایش و شناسایی لوله‌ها و شیرها در شبکه‌های توزیع آب

۲-۳-۲-۱- تهیه کاربرگ‌های اطلاعات فنی برای هریک از تجهیزات و تاسیسات

لازم است با استفاده از تجارب قبلی، کاربرگ‌های اطلاعات فنی کاملی تدارک دیده شود. در این مورد باید ابتدا کلیه اطلاعات موجود در شبکه، جمع‌آوری و یکسان‌سازی شده و سپس نسبت به تکمیل نواقص اطلاعاتی اقدام گردد.

omoorepeyman.ir

۲-۳-۲-۲- تهیه علایم اختصاری و حروف مخفف استاندارد برای تجهیزات و تاسیسات

برای جلوگیری از دوباره‌کاری و یکنواختی کلیه مراحل، لازم است در تهیه نقشه‌های مورد نیاز علایم و حروف مخفف استاندارد مورد استفاده قرار گیرند. در این رابطه می‌توان از جزوه‌های مشخصات عمومی منتشر شده از طرف سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، وزارت نیرو و استانداردهای معتبر بین‌المللی استفاده کرد.

۲-۳-۲-۳- جمع‌آوری کلیه نقشه‌های موجود در شرکت

در برخی موارد نقشه‌های متعددی از شبکه توزیع به صورت پراکنده در بخش‌های مختلف شرکت وجود دارند که باید کلیه آنها گردآوری و با یکدیگر مقایسه شوند. سپس اطلاعات موجود در تمامی نقشه‌ها، در کامل‌ترین نقشه وارد شده و وجود نقایص در نقشه با علامت معین نشانه‌گذاری شود. در طول عملیات پیمایش، تجزیه و تحلیل اطلاعات ناشی از حوادث و به‌هنگام کردن نقشه‌ها، این نقایص تکمیل می‌شوند. هم‌چنین از نقشه‌های موجود و اطلاعات حاصل از پرونده مشترکین (به‌خصوص مشترکین جدید) که در آن به دلیل حفاری و نصب کمربند روی لوله، مشخصات لوله مقابل ملک مشترک مشخص می‌شود نیز باید استفاده کرد. درصورتی‌که اطلاعاتی از شبکه و یا نقشه نزد دیگر سازمان‌های خدماتی موجود باشد به آنان نیز باید رجوع شود.

۲-۳-۲-۴- کسب اطلاعات از کارمندان قدیمی شرکت

هریک از کارکنان قدیمی شرکت در حوزه کاری خود دارای اطلاعات با ارزشی هستند که عموما مکتوب و مستند نمی‌باشند. در ابتدا، با استفاده از اطلاعات شفاهی افراد قابل اعتماد باید نواقص کاربرگ‌های اطلاعاتی و نقشه را تکمیل کرد. بدیهی است تمام موارد فوق در جریان عملیات پیمایش شبکه با وضع موجود مطابقت داده می‌شوند.

۲-۳-۲-۵- پیمایش و بازدید شبکه و متعلقات آن

پس از تهیه نقشه‌های موجود و کاربرگ‌های مربوط لازم است از طریق پیمایش محلی، تجهیزات و تاسیسات شبکه مورد بازدید قرار گیرد. باتوجه به اینکه بخشی از تجهیزات و تاسیسات شبکه مریی می‌باشند، اطلاعات آنها ثبت می شود ولی در مورد تجهیزاتی که در زیرزمین مدفون است اقدامات زیر باید صورت پذیرد:

- مسیر خطوط لوله با دقت کافی در نقشه پیاده شده و موقعیت آنها نسبت به عوارض شهری مانند جدول یا تیر برق خیابان‌ها، ساختمان‌ها و نقاط معین و مشخص در معابر تعیین شود، به‌طوری‌که بتوان با استفاده از نشانه‌های نقشه، مسیر خط لوله مدفون را در محل شناسایی کرد. در عمل، علایم ظاهری گوناگونی می‌توان یافت که اطلاعاتی در خصوص شبکه به دست می‌دهند. به عنوان مثال برای تعیین فاصله از مبدا در برخی نقاط به‌ویژه در کوچه‌ها می‌توان از لکه‌گیری آسفالت که بعد از وصل انشعاب یا حوادث قبلی انجام شده است استفاده کرد. در این مرحله اگر مسیر لوله کاملا قابل دید نبود، با توجه به شیرآلات در انتهای لوله می‌توان مسیر را به‌طور تقریبی یک خط مستقیم در نظر گرفت.

omoorepeyman.ir

- در صورت لزوم با استفاده از دستگاه‌های لوله‌یاب نسبت به شناسایی لوله‌های پلاستیکی و غیرپلاستیکی اقدام شود. هم‌چنین استفاده از سامانه‌های ماهواره‌ای و GPS[1] نیز در صورت امکان کارگشا خواهد بود.
- در شبکه توزیع، تنها نقاط قابل دسترسی، حوضچه‌های شیرها و دریچه‌های مربوط به آنها می‌باشند. دریچه‌هایی که برای دسترسی به شیرهای مدفون پیش‌بینی شده است در سطح معابر قابل تشخیص هستند. این نقاط باید به صورت دقیق روی نقشه‌ها مشخص و معین شوند تا در صورت مدفون شدن آنها در اثر تجدید روکش آسفالت خیابان‌ها و یا اجرای سایر پروژه‌های شهری، قابل شناسایی بوده و بتوان دوباره آنها را بازسازی کرد. در نقاطی که علامت‌گذاری شیرهای شبکه انجام شده است مشخصات این علامت‌گذاری نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. برای شناسایی دریچه‌ها می‌توان از دریچه‌یاب استفاده نمود.
- محل و موقعیت دقیق شیرها در روی نقشه‌ها تعیین شده و با استفاده از علایم مربوط به هریک از انواع شیرهای فلکه، آتش‌نشانی، یک طرفه، تخلیه هوا و آب، نوع آنها مشخص شود.
- با استفاده از نقشه‌های موجود، اطلاعات حاصل از کاربرگ‌های حوادث و اطلاعات افراد قدیمی شرکت، ویژگی‌های هریک از شیرها و لوله‌ها مانند: کد، قطر، جنس، نوع و کاربری، عمق، قدمت، تاریخ تعویض یا مرمت و جهت باز و بسته شدن شیر فلکه بر روی نقشه و بانک اطلاعاتی ثبت شود.
- محل و موقعیت دقیق شیرهای تخلیه آب و مسیر تخلیه آب از خط لوله در روی نقشه‌ها تعیین شود، زیرا در عملیات تعمیر و مرمت شبکه توزیع در مواقع بروز حوادث کمک موثری می‌باشد.
- با استفاده از مانور (باز و بسته کردن) شیر فلکه‌های موجود در ابتدای هر مسیر و کنترل قطع آب در مسیر مورد بررسی با بستن شیر فلکه‌های مورد نظر، ارتباط خطوط لوله شبکه توزیع و مسیر آنها به صورت شفاف و واضح مشخص شده تا بتوان نسبت به کارکرد سالم شیر فلکه‌های تحت مانور، اطمینان حاصل کرد. بدین ترتیب وضعیت اتصال لوله‌ها در تقاطع‌ها مشخص می‌شود.
- حفاری زمین: پس از تهیه اطلاعات بالا لازم است برای نقاط حساسی که اطلاعات قابل اعتمادی در نقشه‌ها وجود ندارد به ویژه در محل انشعابات و شیرها که حوضچه ندارند و یا حوضچه آنها مدفون است، با حفاری زمین، اطلاعات لازم را برداشت کرده و نقشه‌ها را تکمیل کرد. در صورت گسترده بودن مناطقی که اطلاعات کاملی از شبکه ندارند می‌توان از گزارش‌های حوادث استفاده کرد. هم‌چنین باید به‌طور مستمر با استفاده از اطلاعات حوادث که طبق کاربرگ‌های پیشنهادی در راهنمای حوادث جمع‌آوری شده باشد نسبت به تصحیح و تکمیل اطلاعات مربوط به شبکه اقدام کرد.
- به عنوان یکی از نتایج جانبی پیمایش، با استفاده از نقشه شبکه و پیمایش مسیر خطوط لوله می‌توان موارد فرورفتگی‌های مشکوک بر روی خطوط لوله را شناسایی و نسبت به بررسی دقیق‌تر موضوع و کنترل آن اقدام کرد. هم‌چنین می‌توان شیر فلکه‌های خراب یا دارای نشتی را مشخص و نسبت به رفع نواقص و تعمیر آنها توسط واحدهای مربوط اقدام لازم را انجام داد.

1 - Global Positioning Systems

omoorepeyman.ir

۲-۳-۲-۶- تعیین وضعیت دقیق شیرها در شبکه

یکی از قسمت‌های عمده پیمایش شبکه، انجام پیمایش و تعیین وضعیت شیرها می‌باشد. بنابراین ضروری است پیمایشگر یا گروه پیمایش با استفاده از اطلاعات موجود از مسیر خطوط لوله و محل شیرها نسبت به بازدید آنها اقدام و کاربرگ تعیین وضعیت شیرها در خطوط انتقال و شبکه توزیع را تکمیل کند. نمونه‌ای از این کاربرگ در پیوست شماره ۲ آمده است.

۲-۳-۳- اقدامات لازم جهت ساماندهی شیرها

- تهیه شناسنامه برای هریک از شیرها: پس از کارگذاری شیرهای شبکه، با مستندسازی اطلاعات اجرایی آنها در مرحله بهره‌برداری، امکان هرگونه تجزیه و تحلیل و شناسایی علل مشکلات وجود خواهد داشت. پیشنهاد می‌شود پس از نصب هر شیر بر روی شبکه کاربرگ تعیین وضعیت نیز تکمیل شود. لازم است نسبت به مریی کردن شیرهای مدفون، ساخت حوضچه و درپوش مناسب اقدام شود. حوضچه‌های مریی نیز باید از مواد زاید و آشغال تخلیه شده و تمیز شوند.
- انجام بازدید دوره‌ای شیرها: با انجام بازدیدهای دوره‌ای منظم فصلی هریک از شیرها، ضمن یادآوری محل آنها به بهره‌برداران، شیرها به دقت مورد بررسی قرار گرفته و اقدامات پیشگیرانه لازم برای جلوگیری از خرابی زودرس و ایجاد مشکلات آتی به عمل خواهد آمد. باید به هریک از شیرها کد مخصوص داده شود و این کد در نقشه و در محل شیر در کنار علامت مشخصه شیر نصب شود. بازدید دوره‌ای و زمان مانور شیرها می‌توانند هم‌زمان باشند.
- مشخص کردن محل شیرها در نقشه‌های شبکه: با مشخص بودن محل هریک از شیرها در نقشه‌های موجود شبکه، بهره‌برداران نحوه عمل و تاثیر شیرها در شبکه را ملاحظه کرده و استفاده مناسب از آنها به عمل خواهد آمد.
- نصب تابلو شناسایی محل حوضچه شیرها: با نصب یک تابلو در نزدیک‌ترین محل ممکن به حوضچه شیرها، می‌توان مشکلات شناسایی شیرهای شبکه را در هنگام بهره‌برداری از بین برده و یا کاهش داد. استفاده از سامانه‌های ماهواره‌ای و GPS برای تعیین موقعیت دقیق شیرآلات بسیار راهگشا خواهد بود.
- تضمین مریی ماندن حوضچه: درصورتی‌که به هر دلیلی حوضچه شیر نامریی شد وجود تابلو بر وجود شیر در آن محل دلالت می‌کند. به همین علت با استفاده از علایم مربوط بر روی تابلو به راحتی می‌توان نسبت به شناسایی و مریی‌سازی حوضچه شیر اقدام کرد.

۲-۳-۴- نتایج جانبی حاصل از پیمایش شبکه

۲-۳-۴-۱- تکمیل و اصلاح نقشه‌ها

انجام عملیات پیمایش شبکه توزیع، اطلاعات لازم جهت به‌هنگام‌سازی نقشه‌های شبکه را فراهم می‌کند که در زیر، مراحل آن ذکر می‌شود:

گردآوری اطلاعات موجود؛ تهیه آخرین نقشه شهرسازی؛ تهیه آخرین نقشه شبکه توزیع؛ استخراج اطلاعات از پرونده‌های موجود در بایگانی شرکت آب و فاضلاب؛ تصحیح نقشه اولیه با استفاده از اطلاعات و اسناد و تجارب جمع‌آوری شده از افراد قدیمی؛ پیمایش محلی؛ استفاده از اطلاعات مستمر ارسالی از واحد حوادث؛ استفاده از نقشه‌های سایر سازمان‌ها مانند شرکت گاز، مخابرات، برق (در

omoorepeyman.ir

صورت نیاز)؛ استفاده از دستگاه‌های لوله‌یاب و دریچه‌یاب جهت شناسایی لوله‌ها و حوضچه شیرآلات؛ وارد کردن اطلاعات به‌دست آمده بالا در نقشه‌ها؛ انتقال نقشه و اطلاعات به‌دست آمده به فایل‌های کامپیوتری؛ کنترل نقشه و به روز کردن اطلاعات آن به‌طور پیوسته.

در نقشه‌های تکمیل شده، خطوط لوله و جزییات مربوطه از قبیل جنس، قطر و وضعیت ارتباط آنها با یکدیگر منعکس می‌شوند.

۲-۳-۴-۲- شناسایی فرورفتگی‌های مشکوک در طول مسیر خط لوله از نظر نشت تاسیسات آب

فرورفتگی سطح زمین می‌تواند دلیلی بر وجود نشت باشد. به همین خاطر، شناسایی و ثبت نقاط دارای فرورفتگی‌های مشکوک کمک شایانی به اکیپ‌های نشت‌یاب می‌باشد. با استمرار تهیه گزارش‌ها از سطح شهر، تشخیص نشت در مراحل اولیه امکان‌پذیر شده و چه بسا از تخریب و ضرر و زیان‌های ثانویه نیز تا حد زیادی می‌کاهد. برای این منظور بازدید و بازرسی کوچه به کوچه از سطح معابر باید در دستور کار گروه پیمایش شبکه قرار گیرد. سپس کلیه اطلاعات مربوط به فرورفتگی‌های مشکوک از نظر نشت تاسیسات آب، مشخص و در کاربرگی با ساختار زیر ثبت شوند:

تاریخ، شماره کاربرگ و شماره نقشه؛ آدرس و شماره نزدیک‌ترین پلاک انشعاب یا ملک؛ محل فرورفتگی (روی لوله، روی انشعاب، مجاور حوضچه)؛ سابقه فرورفتگی (جدید، مکرر)؛ علایم بروز نشت (پرشدن چاه‌های فاضلاب، رطوبت در سازه‌ها، آب جاری، آب داخل حوضچه)، اسامی گروه پیمایش و کنترل کننده کاربرگ.

۲-۳-۴-۳- تعیین عمر شبکه

با افزایش سن لوله‌ها و اتصالات موجود در شبکه، این تاسیسات در اثر عوامل فیزیکی و شیمیایی از جمله فشارهای وارده و هم‌چنین بروز پدیده خوردگی، استحکام و مقاومت پیش‌بینی شده در طراحی را از دست داده و باعث تسریع در خورندگی و تعدد حوادث و نشت در شبکه می‌شود. جهت تعیین عمر نواحی مختلف یک شبکه ابتدا لازم است تا نقشه زمان لوله‌گذاری آن به‌طور دقیق تهیه شود. لذا باید با مراجعه به بایگانی دفتر فنی شرکت آب و فاضلاب، نقشه‌های چون ساخت[1] شبکه موجود را درخواست کرد. سپس با جمع‌آوری اطلاعات شفاهی و مکتوب از مسوولین شبکه و امور قراردادها و پیمایش‌های لازم در منطقه مورد بررسی، نسبت به تکمیل و به روز کردن نقشه‌ها اقدام شود.

با مراجعه به پرونده مشترکین، اولین تاریخ واگذاری انشعاب به مشترکین در هر مسیر (اگر اصلاح شبکه صورت نگرفته باشد) می‌تواند به احتمال زیاد نشانگر تاریخ لوله‌گذاری شبکه موجود در آن مسیر باشد. پس از انعکاس عمر نقاط مختلف شبکه بر روی نقشه‌های موجود، می‌توان محدوده‌هایی از شبکه را که دارای عمرهای مشابهی می‌باشند با رنگ خاصی مشخص کرد. به‌طور مثال جهت اجتناب از شلوغی نقشه و عدم استفاده از رنگ‌های متنوع، می‌توان عمر را در محدوده‌های ۵ یا ۱۰ ساله به‌وسیله رنگ‌های مختلف مشخص کرد.

omoorepeyman.ir

1 - As-built

۲-۴- راهنمای فشارسنجی

تعداد حوادث و میزان نشت از شبکه‌های توزیع آب ارتباط مستقیمی با مقدار فشار آب در شبکه دارد. به همین دلیل اندازه‌گیری و کنترل فشار هیدرولیکی موجود در شبکه‌های توزیع آب شهری می‌تواند عامل موثری در سنجش وضعیت شبکه توزیع و کاهش حوادث آن باشد. طبق استاندارد ایران [۵] در شرایط عادی، حداقل و حداکثر مقدار فشار در شبکه‌های توزیع آب برابر ۲۰ تا ۵۰ متر (۲ تا ۵ اتمسفر) تعریف شده است. معمولا با توجه به بروز برخی نقایص و یا نقاط ضعف در طراحی، اجرا و یا بهره‌برداری شبکه‌های توزیع آب، مقدار فشار از محدوده مقادیر توصیه شده استاندارد تجاوز می‌کند. بنابراین برای بهره‌برداری بهینه از شبکه توزیع آب، پایش مداوم مقادیر فشار در شبکه ضروری می‌باشد. جهت تعیین فشار در شبکه می‌توان از اندازه‌گیری و هم‌چنین مدل‌های تحلیل هیدرولیکی استفاده کرد (که این دو مکمل یکدیگر نیز می‌باشند). از داده‌های فشارسنجی در برخی نقاط خاص جهت واسنجی مدل و انجام تحلیل هیدرولیکی استفاده شده و از این طریق می‌توان به مقادیر فشار در تمام نقاط شبکه پی برد. پس از معلوم کردن مقادیر فشار در نقاط مختلف شبکه توزیع درصورتی‌که مقادیر فشار اندازه‌گیری شده از حداقل یا حداکثر فشار مجاز استاندارد تجاوز کند، باید با انجام دادن مدیریت فشار نسبت به تعدیل فشار اقدام کرد.

۲-۴-۱- لوازم مورد نیاز برای فشارسنجی

برای فشارسنجی در نقاط مختلف شبکه توزیع آب، باید وسایلی را تهیه و آماده کرد تا بتوان به‌طور مرتب و سریع عملیات نصب یا باز کردن فشارسنج‌ها را انجام داد. لوازم مورد نیاز عبارتند از: فشارسنج مانومتری یا خودکار؛ سه راهی یک دوم اینچ؛ مغزی یک دوم اینچ؛ تبدیل یک دوم به سه چهارم و یا یک اینچ؛ مادگی یک دوم اینچ؛ شیرآب؛ نوار تفلون؛ آچار لوله‌گیر و آچار فرانسه و واشر در اندازه‌های مختلف. با توجه به اینکه فشارسنج‌های نصب شده در محل مشترکین، بعد از کنتور و قبل از شیرهای مورد استفاده مشترک نصب می‌شوند، لذا توصیه می‌شود که فشارسنج‌ها را قبلا توسط رابط‌های مخصوص نظیر سه راهی، مغزی و تبدیل، به شیر آب وصل کرده و پس از بازکردن شیر آب مشترکین، این مجموعه آماده شده را در جای آن نصب کرد. بعد از مدت زمان مشخص که عملیات قرائت یا ثبت فشار انجام شد، می‌توان با بازکردن این مجموعه، شیرآب مربوط به خود مشترک را در محل اولیه نصب کرد. در زیر انواع دستگاه‌های فشارسنج معرفی می‌شوند:

- فشارسنج دستی: فشارسنج دستی از یک صفحه نشانه مدرج (که برحسب نوع آن قادر به نشان دادن دامنه‌ای از فشارهای مختلف می‌باشد) تشکیل شده است. این دستگاه بر روی خط لوله نصب می‌شود. قسمت انتهایی دستگاه از طریق تماس با جریان آب، فشار موجود در داخل لوله را مشخص کرده و مقدار آن از طریق صفحه مدرج نمایش داده می‌شود. جهت انتخاب دستگاه فشارسنج مناسب، با توجه به وضعیت شبکه توزیع، به مشخصات مربوط مراجعه شود.
- دستگاه فشارسنج خودکار: دستگاه‌های فشارسنج ثبات خودکار[1] می‌توانند در فواصل زمانی مختلف، فشار نقاط مورد نظر شبکه را اندازه‌گیری و ثبت نموده و پس از انتقال داده‌ها به کامپیوتر، نتایج را به صورت جدول و نمودار ارائه کنند. دستگاه‌های ثبات فشار در انواع مختلف، به‌صورت دیجیتال و یا آنالوگ موجود می‌باشند. محدوده عملکرد ثبات‌های فشار

1- Pressure loggers

omoorepeyman.ir

از فشار صفر تا ۱۰، ۱۶ و ۲۵ اتمسفر می‌باشد. هم‌چنین این ثبات‌ها دارای دقت بالایی بوده و تا دقت ۰/۱ ± درصد نیز موجود می‌باشند. این ثبات‌ها ضد آب بوده و هم‌چنین با استفاده از باتری با عمر چندین سال نیازی به جریان برق مستقیم ندارند.

- انتخاب محدوده فشاری برای فشارسنج‌ها باید از طریق آزمایش فشار مقدماتی و یا بررسی نقشه‌های شبکه، توپوگرافی شهر و منابع تغذیه شبکه توزیع صورت پذیرد. در آزمایش فشار مقدماتی می‌توان از فشارسنجی که محدوده فشار آن (۰ تا ۱۶) اتمسفر باشد استفاده کرد. پس از انجام دادن این آزمایش در نقاط مختلف شبکه توزیع، به‌خصوص نقاط پست (گود) و یا نقاط تغذیه (پمپاژ مستقیم به شبکه) می‌توان محدوده فشار را برای فشارسنج تعیین و نسبت به تهیه فشارسنج مناسب اقدام کرد. درهرصورت جهت انجام فشارسنجی لازم است از فشارسنج‌های واسنجی شده با کیفیت و استاندارد استفاده شود.

۲-۴-۲- تعداد نقاط مورد نیاز برای انجام عملیات فشارسنجی

عملیات فشارسنجی در منطقه مورد نظر، باید به صورت هم‌زمان و در نقاط مختلف منطقه مورد بررسی، انجام داده شود تا بتوان وضعیت فشار هیدرولیکی شبکه را در ساعات و نقاط مختلف مشخص کرد. از نظر آماری هر چه تعداد نقاط (نمونه) مورد بررسی و فشارسنجی شده بیش‌تر باشد، نتایج مطمئن‌تری از تحلیل وضعیت هیدرولیکی شبکه به‌دست می‌آید. اما با توجه به در نظر گرفتن امکانات موجود از نظر ابزاری و انسانی و مشکلات موجود در نصب و کنترل و خواندن مرتب آنها (در نوع دستی)، خواه‌ناخواه در تعداد نقاط فشارسنجی محدودیت ایجاد می‌شود. نقاط مناسب برای عملیات فشارسنجی عبارتند از:

- نقاط بحرانی: نقاطی که در صورت کاهش فشار، بی‌آب می‌شوند. این نقاط معمولا نقاط مرتفع یک منطقه هستند، یا نقاط دور نسبت به ورودی به منطقه که افت فشار زیادی را تجربه می‌کنند (مثل یک منطقه در دوردست) و یا نقاطی که مشترکین کلیدی را تغذیه می‌کنند. باید همه نقاط بحرانی در منطقه بررسی و اطلاعات آنها ثبت شود. تجزیه و تحلیل این داده‌ها مشخص می‌کند که کدامیک از این نقاط بحرانی‌تر هستند.
- نقاط مرتفع و نقاط پست موجود در منطقه (جهت در نظر گرفتن تاثیر شرایط توپوگرافی در فشار استاتیکی و دینامیکی شبکه).
- مراکز صنعتی و هم‌چنین مراکز پر مصرف آب و در مجاورت شیرهای آتش‌نشانی در نقاط حساس
- خطوط اصلی شبکه توزیع آب که منطقه مورد نظر را تغذیه می‌کنند.
- نقاط تغذیه (به غیر از مخازن ذخیره)، مانند چاه‌های با پمپاژ مستقیم به داخل شبکه
- نقاط ورودی و خروجی فشارشکن‌ها
- در نقاط مرزی (رئوس) منطقه مورد مطالعه (به منظور پوشش کامل منطقه مورد مطالعه به‌وسیله خطوط هم‌فشار)
- برای ایجاد شرایط تقریبا همگن از نظر تراکم فشارسنج‌ها و هم‌پوشانی و دقت نتایج به ازای هر ۳ تا ۶ کیلومتر طول شبکه یک نقطه فشارسنجی توصیه می‌شود. این مقدار برحسب میزان مسطح یا شیب‌دار بودن زمین تفاوت می‌کند.

omoorepeyman.ir

– نقطه میانگین ناحیه (AZP)[1]: که فشار آن را می‌توان معادل متوسط فشار یک ناحیه در نظر گرفت.

برای تعیین نقطه میانگین ناحیه (AZP) باید ارتفاع متوسط انشعابات (APH)[2] به‌وسیله برآورد تراز ارتفاعی انشعابات تعیین و سپس مقدار AZP محاسبه شود. جدول ۲–۱ محاسبه مقادیر APH را برای یک منطقه یا ۵۰۰۰ مشترک نشان می‌دهد. مقدار APH با تقسیم عدد ۲۲۱۲۵۰ بر تعداد مشترکین (۵۰۰۰) برابر ۴۲/۲۵ متر به‌دست می‌آید. داده‌های ثبت شده برای AZP باید از نزدیک‌ترین شیر آتش‌نشانی در دسترس، یا نقاط دیگر نزدیک به تراز APH برداشت شده و برای تفاوت موجود بین مقادیر واقعی و محاسبه شده توپوگرافی، تصحیح شوند.

جدول ۲–۱– محاسبه تراز متوسط اشتراک‌ها (APH) (۱۴)

محدوده تراز ارتفاعی زمین (متر)	تراز متوسط محدوده تراز ارتفاعی زمین (متر)	درصد مشترکین موجود در محدوده	تعداد مشترکین موجود در محدوده	شاخص مشترک – متر
۳۷/۵ – ۳۲/۵	۳۵	۲۰	۱۰۰۰	۳۵۰۰۰
۴۲/۵ – ۳۷/۵	۴۰	۲۵	۱۲۵۰	۵۰۰۰۰
۴۷/۵ – ۴۲/۵	۴۵	۱۰	۵۰۰	۲۲۵۰۰
۵۲/۵ – ۴۷/۵	۵۰	۴۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰۰۰
۵۷/۵ – ۵۲/۵	۵۵	۵	۲۵۰	۱۳۷۵۰
جمع	۲۲۵	۱۰۰	۵۰۰۰	۲۲۱۲۵۰

۲–۴–۳– شرایط محل نصب فشارسنج‌ها

– در معرض عوامل جوی و آسیب پذیر و در دسترس کودکان قرار نگیرد.
– امکان سرکشی و کنترل و خواندن آسان (در نوع دستی) و امکان انتقال داده‌ها (در نوع خودکار) میسر باشد.
– فشارسنج در حد امکان بعد از کنتور و قبل از نزدیک‌ترین شیر نصب شود.
– بر روی لوله‌های آب گرم نصب نشود.
– منازل مشترکینی انتخاب شود (ترجیحا کارمندان شرکت آبفا) که نسبت به اهمیت مساله توجیه بوده و نهایت همکاری را به‌عمل آورند، از جمله حداقل یک نفر در آنجا بتواند ارقام فشارسنج (در نوع دستی) را در ساعات مورد نظر شبانه‌روز به‌درستی خوانده و در کاربرگ‌های مخصوص وارد کند. پیوست شماره ۳ نمونه‌ای از این کاربرگ‌ها را نشان می‌دهد.

برای انجام مطالعات موردی، مانند مطالعات آب به‌حساب نیامده، می‌توان فشارسنج‌ها را در محل ملک مشترکین نصب کرده و طی یک دوره زمانی مثلا یک تا دو هفته نسبت به خواندن آنها و ثبت نتایج اقدام کرد. ولی به‌دلیل‌این‌که آگاهی از وضعیت فشار شبکه کاربردهای متعددی در شرکت‌های آبفا دارد، لازم است شرکت‌ها نسبت به نصب فشارسنج به صورت ثابت و دایمی در نقاط مناسب شبکه اقدام کنند. زمان خواندن این‌گونه فشارسنج‌ها باید به نحوی باشد که نوسانات فشار را در ساعات مختلف شبانه‌روز، روزهای مختلف هفته، ماه‌ها و فصل‌های مختلف سال ثبت کند. هم‌چنین درصورت نصب فشارسنج‌های دایمی لازم است که برنامه زمان‌بندی شده برای بازرسی و تعمیر و نگهداری فشارسنج‌ها مشخص شود تا کیفیت اطلاعات به دست آمده در حد مطلوبی حفظ

1 - Average Zone Point
2- Average Point Height

omoorepeyman.ir

شود. بدیهی است بهترین گزینه جهت فشارسنجی دایمی، استفاده از دستگاه‌های فشارسنج ثبات می‌باشد که بتوان اطلاعات را در فواصل زمانی مشخص ثبت کرد.

۲-۴-۴- محاسبه فشار متوسط و خطوط هم‌فشار

در شبکه‌های توزیع آب شهری معمولا خطوط هم‌فشار متوسط، حداقل و حداکثر تهیه می‌شوند. خطوط هم‌فشار حداقل و حداکثر، در مدیریت فشار و خطوط هم‌فشار متوسط در محاسبه نشت نامریی و نشت مریی ناشی از حوادث کاربرد دارند. بعد از ترسیم خطوط هم‌فشار، باید اعداد حاصل از فشارسنجی با خطوط هم‌فشار کنترل شده و ویرایش‌های لازم برای انطباق نقشه و واقعیت صورت پذیرد. لازم به ذکر است که به‌دلیل تغییر جمعیت، تغییر کاربری، تغییر در اجزای شبکه و ...، در طول زمان، میزان فشار در نقاط مختلف شبکه‌های آب تغییر می‌کند. از آنجا که نتایج فشارسنجی و خطوط هم‌فشار ترسیم شده برای مطالعات و محاسبه نشت، تحلیل هیدرولیکی و مدیریت فشار مورد استفاده تصمیم‌گیرندگان می‌باشد، لازم است این اطلاعات در فواصل زمانی مشخص به‌هنگام شود. لذا پیشنهاد می‌شود مطالعات فشارسنجی و رسم خطوط هم‌فشار هر ۳ تا ۵ سال یکبار تکرار شود. بدیهی است در صورت پایش و فشارسنجی مداوم در ایستگاه‌های دایمی، رسم خطوط هم‌فشار می‌تواند در دوره‌های ۶ ماه تا یکسال نیز انجام شود.

۲-۵- راهنمای جمع‌آوری و پردازش اطلاعات حوادث در شبکه‌های توزیع آب

در مطالعات کاهش آب به‌حساب نیامده بررسی و تحلیل وضعیت حوادث در شبکه توزیع آب از اهمیت خاصی برخوردار است. طبق گزارش مرجع [۱] در سال ۱۳۷۷ حدود یک میلیون حادثه در شبکه‌های توزیع آب کشور به وقوع پیوسته و بیش از ۲۰٪ از کل درآمدهای شرکت‌های آب و فاضلاب صرف ترمیم این حوادث شده است. لذا جهت کنترل آب به‌حساب نیامده، جمع‌آوری دقیق و کامل اطلاعات حوادث به منظور اطلاع دقیق از شرایط موجود، علل ایجاد حوادث، میزان آب تلف شده، هزینه‌های صرف شده و منابع آب بازیابی شده، ضروری می‌باشد. هم‌چنین باتوجه به حفاری اجباری زمین و مشاهده عینی بخشی از شبکه مدفون در زیرزمین درحین عملیات ترمیم حادثه، بهترین موقعیت جهت تکمیل نقشه‌های شبکه توزیع که جزو ضروری‌ترین نقشه‌ها در شرکت‌های آبفا می‌باشند به‌دست می‌آید. با استفاده از این موقعیت، یک گروه کارآزموده می‌تواند با ثبت صحیح اطلاعات و ارائه آن به واحدهای مربوط، به‌ویژه واحد نقشه یا GIS، شرکت آبفا را در جهت تکمیل نقشه‌ها و اطلاعات توصیفی مربوط به شبکه یاری کند.

اشکالات موجود در وضعیت فعلی واحدهای امداد و حوادث را می‌توان به شرح زیر برشمرد:

- عدم وجود دیدگاه سامانهی نسبت به پدیده حوادث
- ثبت تعداد بسیار محدود عنوان‌های اطلاعاتی مانند آدرس، جنس و قطر لوله و برخی از لوازم مصرفی
- عدم ثبت بقیه عوامل مرتبط با یک حادثه که در مدیریت بهینه سامانه آبرسانی بسیار موثر هستند
- عدم پردازش و نتیجه‌گیری مناسب از اطلاعات ثبت شده
- عدم نگهداری اطلاعات حوادث و استفاده درازمدت از آنها
- عدم تصحیح و به‌هنگام‌سازی نقشه‌ها با استفاده از اطلاعات حوادث

omoorepeyman.ir

- عدم ارتباط لازم واحدهای مختلف شرکت آبفا برای استفاده مناسب از اطلاعات حوادث جهت برنامه‌ریزی برای نشت‌یابی و اصلاح شبکه
- عدم ارتباط با بخش GIS برای به‌هنگام‌سازی سامانه GIS و بالا بردن کیفیت مدیریت
- عدم کسب تجارب لازم و انتقال آن به واحد مهندسی و توسعه مانند کیفیت اجناس، نظارت بر اجرا و عمر شبکه
- عدم انتقال تجارب به‌دست آمده به واحد بهره‌برداری مانند مدیریت فشار و ...
- عدم وجود دانش فنی لازم در بین کارکنان و مدیریت

۲-۵-۱- علل وقوع حوادث

عوامل مهمی را که به تنهایی یا به صورت ترکیبی می‌توانند باعث ایجاد حادثه و نشت شوند می‌توان به صورت زیر ذکر کرد:

- بارهای اضافی: به‌دلیل بسترسازی نامناسب و یا پرنمودن ترانشه به صورت غیراصولی، بارهای اضافی که ممکن است بر اثر ترافیک، رانش زمین و یا اجرای پی سازه‌ها در اطراف یا روی مسیر خطوط لوله ایجاد شود باعث بروز حادثه و شکستگی می‌شوند.
- عدم نصب صحیح اتصالات در شبکه، نامناسب و یا نامرغوب بودن قطعات به‌کار رفته، عدم اجرای تکیه‌گاه مناسب و ...
- فشار زیاد: معمولا پمپاژ مستقیم آب به داخل شبکه، عدم اعمال مدیریت فشار و عدم وجود ناحیه‌بندی فشار در شبکه توزیع باعث بروز فشارهای زیاد و غیرمجاز و افزایش حوادث می‌شود.
- ضربه قوچ: در برخی مواقع به دلیل پمپاژ مستقیم آب به داخل شبکه توزیع، ضربه قوچ یکی از دلایل بروز حادثه و شکست لوله‌ها و متعلقات آنها به‌حساب می‌آید. در نقاطی که لوله به صورت قابل ملاحظه‌ای در اثر خوردگی ضعیف شده باشد اثر ضربه قوچ تشدید می‌گردد.
- خوردگی: می‌تواند به دلیل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نامناسب آب (از درون) و خاک پیرامون لوله (از خارج) ایجاد شود. این پدیده یکی از عوامل موثر اغلب حوادثی است که به‌دلیل ایجاد سوراخ در لوله‌های فلزی رخ می‌دهد.
- عدم رعایت اصول فنی در اجرا: مانند عدم رعایت عمق لوله‌گذاری، عدم رعایت قواعد بسترسازی استاندارد، عدم آزمایش فشار پس از لوله‌گذاری، عدم نظارت دقیق بر اجرا، عدم کنترل کیفی اجناس قبل از اجرا، عدم صلاحیت فنی لازم پیمانکار، عدم تطابق اجرای کار طبق نقشه و ...
- عوامل خارجی: به‌وسیله ساخت و سازهای ساختمانی یا اجرا، تعویض یا تعمیر خطوط فاضلاب، گاز، مخابرات، برق و غیره ممکن است ضرباتی به شبکه و خطوط لوله وارد آید که منجر به شکستگی شود.
- گرفتگی متعلقات و اتصالات لوله‌ها: بر اثر ایجاد رسوبات یا ورود اشیای خارجی، در لوله‌ها و متعلقات گرفتگی رخ می‌دهد و شرایطی فراهم می‌شود تا در نقاط ضعیف، شکستگی رخ دهد.

omoorepeyman.ir

- تاثیر درجه حرارت: در درجه حرارت‌های بالا مقاومت مکانیکی لوله‌ها، به‌ویژه لوله‌های با ساختار مصنوعی[1] یا مشتقات پلاستیکی، به شدت کاهش پیدا می‌کند. کاهش درجه حرارت نیز در صورت عدم رعایت عمق مناسب و یا عدم وجود پوشش لازم روی لوله، باعث یخزدگی آب در داخل لوله و ایجاد تنش می‌شود.

یک شرکت آبفا باید با مشخص کردن علت‌های ایجاد هر حادثه، در جهت رفع یا مقابله با آن علل، نسبت به کم کردن حوادث و نشت اقدام کند. طرح یک سری سوال و پاسخ صحیح به آنها می‌تواند جواب‌گوی مشکلات عمده‌ای در سامانه باشد به‌طور مثال:

- آیا دوره‌های زمانی مشخصی وجود دارد که یخزدگی ایجاد می‌شود و یا خاک متورم می‌شود؟
- آیا لوله‌های گاز مجاور شبکه آب به‌طور کاتدیک محافظت شده‌اند و هم‌چنین آیا تجهیزات الکتریکی زمینی از کنار یا نزدیک شبکه عبور می‌کنند؟
- آیا در محل وقوع نشت‌ها عمر شبکه زیاد است؟
- آیا در منطقه وقوع حوادث فشار شبکه زیاد است؟
- شکل محل حادثه دیده به چه صورت و در کدام قسمت لوله است؟ (سوراخ‌های کوچک عموما ناشی از خوردگی می‌باشند. شکستگی‌های بزرگ معمولا حاکی از بار اضافی، عدم رعایت اصول فنی در اجرای لوله‌گذاری و بستر سازی است. نشت از اتصالات معمولا به علت تنش کششی ناکافی در لوله‌ها می‌باشد).

۲-۵-۲- اطلاعات قابل دسترس در حین ترمیم حوادث

متاسفانه روال موجود در سامانه حوادث شرکت‌ها به گونه‌ای است که اولویت اصلی، رفع حادثه بوده و نسبت به کسب اطلاعات لازم از موقعیت به دست آمده اقدام مناسبی صورت نمی‌پذیرد. هم‌چنین ترکیب و سطح دانش کارکنان شاغل در واحدهای امداد به نحوی است که گروه‌های مربوط قادر به ثبت صحیح آمار در دسترس، تجزیه و تحلیل مناسب اطلاعات، رفع اشکالات سامانه و توجیه علل حوادث نمی‌باشند. کاربرگ‌های مناسب جهت ثبت اطلاعات حوادث در پیوست شماره ۴ ارائه شده است.

۲-۵-۳- تهیه نقشه‌های حوادث

پس از تکمیل کاربرگ‌های سه‌گانه حوادث ضروری است اطلاعات جمع‌آوری شده بر روی نقشه‌های شبکه توزیع با مقیاس ۱:۲۰۰۰ نشان داده شود. اطلاعاتی که می‌توان بر روی نقشه‌ها منعکس کرد شامل تنوع و فراوانی حوادث می‌باشد، مانند:

حادثه روی خطوط لوله اصلی با قطر ۱۰۰ میلی‌متر به بالا (در شهرهای بزرگ) و ۸۰ میلی‌متر به بالا (برای شهرهای کوچک)، حادثه روی خطوط لوله فرعی، حادثه روی انشعابات (شامل: حادثه روی کمربند انشعاب، شیر شبکه نصب شده بر روی کمربند انشعاب، لوله انشعاب از کمربند تا شیر انشعاب، شیر انشعاب مشترک، لوله انشعاب از شیر انشعاب تا کنتور مشترک و در داخل حوضچه کنتور مشترک)، حادثه روی هریک از شیرهای شبکه.

1- synthetic

omoorepeyman.ir

پیشنهاد می‌شود که نقشه‌های حوادث باتوجه به تنوع حادثه برای دوره‌های سالانه تهیه شود. در خصوص انعکاس حوادث انشعابات بر روی نقشه، لازم است نزدیک‌ترین نقطه به آدرس نوشته شده در کاربرگ‌های سه‌گانه، در نقشه مربوط علامت زده شود. باتوجه به تنوع حوادث، ضروری است برای هریک از حوادث ذکر شده یک علامت خاص در کنار نقشه به عنوان راهنما تهیه و برحسب نوع حادثه، در آدرس مورد نظر روی نقشه منعکس شود. بدیهی است در مناطقی که تعداد حوادث کم باشد می‌توان تنوع و فراوانی آنها را در یک نقشه نشان داد. این نقشه‌ها در تهیه نقشه خطر بروز نشت[1] مورد استفاده قرار می‌گیرد.

با تهیه نقشه حوادث می‌توان به اطلاعات لازم در خصوص وضعیت شبکه، اجرای انشعابات، اجرای لوله‌گذاری، کیفیت مصالح، تناسب جنس با کیفیت آب و خاک، کیفیت نظارت و ... پی برد. در نتیجه می‌توان اشکالات یاد شده بالا را با برنامه‌ریزی صحیح و دقیق در بخش‌های مختلف شرکت آب و فاضلاب اعم از بخش‌های مهندسی و توسعه، مشترکین، بهره‌برداری و نگهداری، تدارکات، پشتیبانی و مالی، شناسایی و رفع کرد.

۲-۵-۴- پردازش اطلاعات حوادث

پس از ورود اطلاعات مربوط به حوادث شبکه در طول یک دوره زمانی به رایانه، از طریق برنامه‌های صفحه‌گستر[2] موجود در بازار و هم‌چنین از طریق برنامه‌نویسی‌های جانبی می‌توان اطلاعات موجود را به روش‌های مختلف مرتب و برحسب نیاز، گزارش‌گیری کرد. از مهم‌ترین نتیجه‌گیری‌ها از کاربرگ‌های سه‌گانه حوادث می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

فاصله زمانی اطلاع تا ابلاغ؛ فاصله زمانی ابلاغ تا رسیدن به محل؛ فاصله زمانی رسیدن به محل تا قطع جریان آب؛ فاصله زمانی شروع تا رفع حادثه؛ فاصله زمانی خاتمه حادثه تا بازشدن شیرها؛ فاصله زمانی اطلاع تا قطع جریان آب (= حداقل زمان نشت)؛ درصد حوادثی که شیرآلات مانور شده خراب بوده‌اند؛ تعداد و درصد حوادث برحسب (نوع پوشش محل حادثه، جنس خاک، جنس طبیعی زمین، نوع معبر، برخورد آب زیرزمینی، عمق نصب لوله، شکل محل نشت، نوع تجهیزات و ماشین‌آلات به‌کار رفته)؛ میزان تخریب سطح پوشش زمین؛ تعداد حوادث بر روی لوله‌ها به تفکیک جنس و قطر و ماه؛ تعداد حوادث ماهانه به تفکیک محل حادثه؛ تعداد حوادث به تفکیک موقعیت و نوع حادثه و جنس لوله، اتصالات و شیرآلات؛ تعداد حوادث ماهانه به تفکیک موقعیت و نوع حادثه؛ تعداد حوادث روی لوله‌ها به تفکیک علت حادثه؛ تعداد حوادث به تفکیک عامل خارجی؛ گزارش کار اکیپ‌ها و یا هزینه‌ها براساس هزینه هر ساعت استفاده از انواع ماشین‌آلات و تجهیزات به‌کار رفته و مقدار ساعت کار انجام شده جهت رفع حادثه به تفکیک هر گروه؛ مشخص کردن: (حجم آب هدر رفته، ارزش اقتصادی آب هدر رفته، ارزش اقتصادی آب بازیافتی)؛ تعداد کارکنان درگیر و ساعت کار و هزینه آنها، هزینه حفاری و مرمت؛ هزینه مصالح مصرفی؛ هزینه ماشین‌آلات؛ ارتباط شکستگی‌ها و ترکیدگی‌ها با دمای متوسط منطقه در تاریخ وقوع حادثه و بررسی ارتباط تعداد حادثه رخ داده با فصل، ماه و ساعت وقوع حوادث.

بررسی و تحلیل و دقت بر روی نتایج و گزارش‌های به‌دست آمده، راهکار مناسبی جهت شناخت نقاط ضعف شبکه و راهبردهای لازم جهت بهسازی آن خواهد بود. برای آشنایی بیش‌تر با نحوه پردازش اطلاعات حوادث به مراجع [۳ و ۴] مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

1 - Leakage Risk Map
2 - Spread Sheet

۲-۵-۵- تشکیلات و افراد مورد نیاز

از آنجا که بیش‌تر کارکنان اجرایی موجود شاغل در نوبت‌های مختلف واحدهای امداد و حوادث دارای مدرک زیردیپلم هستند، فرصت و امکان تکمیل دقیق و صحیح کاربرگ‌های پیشنهادی (خصوصا کاربرگ گزارش عملیات رفع حادثه) را ندارند، لذا لازم است یک کارشناس با تجربه و آشنا به سامانه آبرسانی و شبکه توزیع و مفهوم آب به‌حساب نیامده، برای ارائه آموزش‌های لازم به کارکنان موجود و نظارت دقیق بر روند پیشنهاد شده در این راهنما در واحد امداد و حوادث به‌کار گمارده شود. ضمنا جهت ثبت اطلاعات منعکس شده در کاربرگ گزارش عملیات رفع حادثه، وجود یک تکنسین با تجربه و آموزش دیده در هر نوبت کاری ضروری است.

۲-۶- مطالعات میدانی و دفتری در امور مشترکین

هریک از بخش‌های امور مشترکین نقش و وظیفه خاصی در رابطه با ارائه خدمات به مشترکین (مشترکین موجود و یا متقاضیان برقراری انشعاب) ایفا می‌کند. بروز مشکلات و نقایص در هریک از بخش‌های یاد شده نظیر کمبود نیروی انسانی ماهر، عدم وجود مدیریت کارآمد با تجربه، نبودن فضای کافی، کمبود بودجه، کمبودهای سخت افزاری و نرم افزاری در خدمات ماشینی، نبودن ساختار مناسب گردش کار، کمبود وسایل و امکانات، عدم تعویض به موقع کنتورخوان‌ها، عدم وجود نقشه‌های مشترکین، نداشتن کنتور به تعداد کافی و عدم تعویض به موقع کنتورها، در مقدار آب بدون درآمد موثر بوده و هدر رفت ظاهری را افزایش می‌دهد. ساختار و یا روند انجام کار در هریک از بخش‌های امور مشترکین و نکات مهمی که در مطالعات آب به‌حساب نیامده موثر هستند در پیوست شماره ۵ ارائه شده‌اند.

۲-۷- راهنمای پیمایش اماکن مشترکین جهت تعیین مولفه‌های آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی

۲-۷-۱- تهیه نقشه‌های کل شهر و نقشه‌های مناطق

در پیمایش محلی لازم است مکان‌های مورد بازدید بر روی نقشه‌های دقیق با مقیاس مناسب کدگذاری و مشخص شوند تا امکان شناسایی، کنترل بعدی، رفع نقص و تکمیل اطلاعات برداشت شده میسر باشد. در این رابطه لازم است نقشه‌های وضع موجود شهر شامل عوارض مصنوعی و طبیعی زمین، کاربری‌ها، تصاویر ماهواره‌ای و ... از طریق شهرداری، سازمان نقشه‌برداری، سازمان مسکن و شهرسازی و سایر ادارات ذیربط دریافت و بررسی شود.

۲-۷-۲- تشکیل و برنامه‌ریزی گروه‌های پیمایش

با برنامه‌ریزی و تشکیل گروه‌های کاری مختلف و انجام آموزش‌های اولیه لازم، پیمایش محلی و کنترل یکایک اماکن آغاز می‌شود. این گروه‌ها که بیش‌تر ممکن است از افراد غیر شاغل در شرکت‌ها انتخاب شوند باید با مفهوم، روش و اهمیت داده‌های جمع‌آوری شده آشنا بوده و از کاربرد آن اطلاعات در صنعت آب و فاضلاب و تاثیر آنها آگاه باشند. در شروع کار برای حل مسایل و

omoorepeyman.ir

مشکلات اولیه لازم است در پایان هر روز جلسه‌ای با شرکت کلیه گروه‌های کاری تشکیل و مشاهدات و روش‌های کار مورد بررسی قرار گرفته و تجارب گروه‌ها مبادله شود. جلسات منظم بعدی نیز دقت برداشت اطلاعات و یکسان بودن روش کار گروه‌های مختلف را تضمین می‌کند. با مراجعه به تک تک اماکن، اطلاعات برداشت شده در پرسشنامه‌ها وارد می‌شود. باتوجه به حجم اطلاعات جمع‌آوری شده، انتخاب روش مناسب برای ثبت و نگهداری، کنترل و نظارت بر اطلاعات بالا ضروری است. نمونه‌ای از این پرسشنامه‌ها در پیوست شماره ۷ آمده است.

۲-۷-۳- ویژگی‌های گروه‌های پیمایش کننده، وسایل، زمان و هزینه مورد نیاز

قبل از شروع پیمایش لازم است افراد واجد شرایط به تعداد مورد نیاز در محل، شناسایی و جذب شوند. سپس با برگزاری یک دوره آموزشی، هدف از انجام پیمایش، پرسشنامه‌های سه‌گانه و نحوه تکمیل آنها و ... به پیمایشگران آموزش داده شود. هم‌چنین برای موفقیت در امر پیمایش توصیه می‌شود که پیمایشگران از افراد بومی، آشنا با صنعت آب و فاضلاب و آگاه به آداب و رسوم و سنن بومی و محلی منطقه پیمایش انتخاب شوند. هم‌چنین باتوجه به تعداد و شرایط محلی افراد، پیمایشگران در قالب گروه‌های ۲ نفره سازمان‌دهی شوند. لازم است هر گروه به وسایل مورد نیاز از قبیل خودرو، متر، ماشین حساب، دوربین و ... تجهیز و هزینه مورد نیاز جهت عملیات پیمایش پیش‌بینی شود. زمان تکمیل پرسشنامه‌های هر مشترک نیز حدود نیم ساعت می‌باشد.

۲-۷-۴- مراحل انجام پیمایش

- پس از آموزش و سازمان‌دهی گروه‌ها باید از روی نقشه ۱:۵۰۰ امور مشترکین، تقسیم‌بندی لازم برحسب زمان مورد نیاز و تعداد گروه‌ها انجام شده و سپس نقشه مربوط به منطقه عملیاتی هر گروه و نحوه شروع و خاتمه عملیات در اختیار گروه‌ها قرار داده شود.
- صلاحیت تمامی افراد پیمایشگر از سوی کارفرما تایید شده و برای آنان کارت شناسایی عکس‌دار معتبر صادر شود.
- اطلاعیه‌هایی تهیه و حداقل ۴۸ ساعت قبل از پیمایش از طریق رسانه‌های عمومی به اطلاع ساکنین منطقه برسد.
- قبل از شروع عملیات با کلانتری و فرمانداری (بخشداری) محل، هماهنگی کامل و کافی بعمل آید.
- با در نظر گرفتن شرایط محلی، در ساعاتی به ملک مورد نظر مراجعه شود که مشترکین بتوانند حضور داشته باشند.
- روی درب املاکی که پیمایش انجام می‌شود علامت زده شود تا در صورت در دسترس نبودن مشترک در مراجعه اولیه، شناسایی مجدد او راحت باشد.
- گروه یا گروه‌های نظارتی نیز تشکیل شود تا کارگروه‌های پیمایشگر را تحت نظر داشته و به‌صورت تصادفی آنها را کنترل کند. مثلا سوال از مشترک در مورد رجوع یا عدم رجوع گروه پیمایشگر و سوال درباره برخی پرسش‌ها و مقایسه جواب‌ها با جواب‌های درج شده در پرسشنامه، مفید خواهد بود.

به منظور بررسی عملکرد و پیشرفت گروه‌های پیمایشگر و ارائه پیشنهاد در پیشبرد هرچه بهتر امور محوله، کاربرگ گزارش روزانه تهیه می‌شود. این کاربرگ در خاتمه کار روزانه هر گروه به مسوول مربوط ارائه و در خاتمه هر هفته بر مبنای گزارش‌های تهیه شده، موارد یاد شده برحسب ضرورت، دسته‌بندی و در اختیار بخش کنترل پروژه قرار داده می‌شود. به منظور بررسی مدت زمان و

omoorepeyman.ir

محل بازدید گروه‌های جمع‌آوری اطلاعات در ایام هفته و بررسی عملکرد آنها، اطلاعات می‌تواند در جداولی جمع‌بندی شده و براساس آن گزارش‌های هفتگی و ماهانه نیز تهیه شود. نمونه‌ای از این کاربرگ در پیوست شماره ۷ آمده است.

۲-۷-۵- پردازش اطلاعات

اطلاعات ثبت شده در پرسشنامه‌های سه‌گانه می‌توانند در یکی از نرم‌افزارهای موجود که به صورت صفحه‌گستر می‌باشند وارد شده و سپس باتوجه به نیازهای شرکت، عوامل مختلف به روش مناسب دسته‌بندی، گزارش‌گیری و تجزیه و تحلیل شوند. انواع گزارش‌ها و نتیجه‌گیری‌های به‌دست آمده از این طریق می‌توانند در یکی از بخش‌های تابعه شرکت آبفا مفید و مورد استفاده واقع شوند. به‌طور مثال برای هر نوع از اماکن با کاربریهای متفاوت می‌توان جداولی تهیه کرد که در آن تعداد اماکن با کد کاربری مربوط، وضعیت انشعاب و کنتور هریک از کاربران، وضعیت تاسیسات آب بر، وضعیت فضای سبز، تعداد خانوار و تعداد واحد، وضعیت فرهنگی اجتماعی مصرف‌کنندگان، میزان مصرف، وضعیت فشار شبکه، وضعیت نشت در اماکن و ده‌ها مورد اطلاعاتی دیگر را ثبت و گزارش‌گیری کرد. لازم به ذکر است که ثبت دقیق اطلاعات یاد شده بالا یکی از لوازم مورد نیاز جهت تهیه سامانه GIS در شرکت‌ها می‌باشد.

۲-۸- راهنمای آزمایش تعیین دقت کنتورها

خطای کنتور در ادبیات آب به‌حساب نیامده، جزیی از تلفات غیرفیزیکی محسوب می‌شود. بنابراین لازم است طبق یک برنامه منظم و زمان‌بندی شده نسبت به آزمایش دقت کنتورهای نصب شده و نو در شرکت‌ها اقدام و با شناخت میزان دقت کنتورها نسبت به تعیین ضریب تصحیح و در صورت لزوم، تعویض آنها اقدام کرد. با توجه به اینکه پس از یک دوره پیمایش خانه به خانه و کنترل اماکن، آمار لازم و کافی از تعداد، اندازه، نوع و وضعیت کلیه کنتورها به دست می‌آید، می‌توان نسبت به دسته‌بندی کنتورها اقدام کرد. پس از تفکیک کنتورهای خراب که به هر علتی کار نمی‌کنند و سالم نیستند، محل، نوع و اندازه تمامی کنتورهای ظاهرا سالم مشخص می‌شود.

۲-۸-۱- دلایل عدم دقت کنتور

در کنتورهای سرعتی، حرکت توربین به قسمت جعبه دنده منتقل شده و توسط عقربه‌های شمارش‌گر ثبت می‌شود. لذا ثبت بده و حجم جریان آب مستقیما بستگی به مقدار گردش توربین دارد. یک کنتور هنگامی جریان را دقیق اندازه‌گیری می‌کند که قسمت ثبات آن دقیقا واسنجی شده باشد. در صورت ایجاد خلل در انتقال سرعت چرخش توربین به قسمت شمارنده، کنتور از دقت لازم برخوردار نخواهد بود و در این حالت بده آب را کم‌تر و یا بیش‌تر از مقدار واقعی آن نشان خواهد داد. عواملی که می‌تواند در تغییر دقت کنتور از محدوده استاندارد موثر باشد به شرح زیر می‌باشد:

- فرسایش: فرسایش زیاد قسمت‌های متحرک کنتور در اثر 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 به‌دلیل

omoorepeyman.ir

انجام تعمیرات یا ماسه دهی چاه‌ها وارد شبکه می‌شوند، ایجاد می‌شود. فرسایش توربین و یا قسمت اندازه‌گیری، به مرور زمان باعث ازکارافتادگی 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 (طبق مشخصات کارخانه) انتخاب شده باشد.

- افزایش درجه حرارت: کنتورها برای درجه حرارت بین ۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد طراحی شده‌اند. درجه حرارت بالا باعث انبساط توربین و ایجاد اصطکاک غیرمعمول در محور توربین شده که در نهایت موجب خرابی و کم‌خوانی کنتور خواهد شد. درصورتی‌که قسمت ثبات از پلاستیک باشد درجه حرارت بالا باعث خرابی و تغییر شکل آن می‌شود.
- درجه حرارت پایین تاثیر عمده‌ای در کارکرد کنتور ندارد. فقط حرارت زیر صفر موجب یخ‌زدگی، انبساط پوسته و شکستگی کنتور خواهد شد. برای جلوگیری از تاثیر درجه حرارت، محفظه کنتور باید در جای مناسب قرار گیرد و برای جلوگیری از برگشت آب گرم به کنتور نیز باید از شیر یک طرفه استفاده شود.
- خوردگی: تمام قسمت‌های فلزی که در کنتور به کار می‌روند باید در مقابل خوردگی مقاوم باشند. درصورتی‌که خورندگی آب در مناطق خاص بالا باشد لازم است دوره تعویض کنتورها را کوتاه‌تر انتخاب نمود.
- مواد معلق و نفوذ رسوبات در کنتور: مواد معلق داخل آب در بین پره‌های توربین قرار گرفته و باعث افزایش خطای اندازه‌گیری 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 سنگ‌ریزه‌های موجود در آب شرب شهری در بیش‌تر موارد موجب گرفتگی و پارگی صافی‌ها و از کار افتادن شمارنده نیز می‌شود.
- نقص در ساخت: استانداردهای ساخت کنتور، حد خطای مجاز برای دقت کنتورها را تعیین کرده‌اند. عدم دقت در ساخت و استفاده از وسایل و مواد نامرغوب، عدم دقت در انبارداری و حمل باعث می‌شود که برخی از کنتورهای نو دقت لازم را نداشته و عدد صحیح را نشان ندهند.
- وجود رگه در کنتور: وجود رگه و همگن نبودن پوسته از مشکلات ناشی از زمان ساخت می‌باشد که در هنگام ذوب و ریخته‌گری بدنه پیش می‌آید. پیشنهاد می‌شود توسط کارخانه سازنده، کنترل دقیق اعمال شود و قطعات معیوب قبل از مونتاژ کنار گذاشته شوند.
- معیوب بودن بازوی اتصال دو سر کنتور: هرز شدن و یا شکستن بازوهای اتصال دو سر کنتور که نقطه اتصال می‌باشند غیرقابل تعمیر بوده و کنتور باید تعویض شود.
- نقص قطعات: دقت کنتور ارتباط مستقیمی با کیفیت و ابعاد قطعات به‌خصوص چرخ‌دنده‌ها دارد. در صورت استفاده از قطعات معیوب عملکرد مطلوب توسط کنتور ایجاد نخواهد شد.
- شکسته شدن شیشه کنتور: شیشه کنتور گاه به‌علت عدم وجود درپوش پلاستیکی و یا نامرغوب بودن جنس آن با کوچک‌ترین ضربه‌ای می‌شکند. هم‌چنین در صورت بخارآلود بودن شیشه کنتور، ممکن است برای امکان‌پذیر شدن خواندن آن، شیشه توسط مشترک یا کنتورخوان شکسته شود. این عمل باعث می‌شود تا مواد خارجی به داخل کنتور و

omoorepeyman.ir

شمارنده آن نفوذ کرده و در خراب شدن سایر قسمت‌ها تاثیر مستقیم بگذارد. هم‌چنین با توجه به امکان گل‌آلود و کثیف شدن شیشه کنتور از خارج، پاک کردن مداوم آن می‌تواند در شفافیت و آسان شدن خواندن بسیار موثر باشد.

- عبور هوا از داخل محفظه کنتور: در اثر قطع شدن آب شبکه، لوله‌ها از هوا پر شده و زمانی که جریان آب مجددا 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.
- دست‌کاری کنتور توسط مشترکین: بعضی از مشترکین به صورت غیرمجاز و به بهانه تعمیر کنتور اقدام به دست‌کاری کنتور خود می‌کنند. بیش‌تر این کنتورها پس از دست‌کاری از حساسیت و دقت لازم برخوردار نخواهند بود.
- عدم دقت در بده شروع به کار کنتور: در مواردی که بده شروع به کار کنتور از بده ذکر شده در برگ مشخصات کارخانه بیش‌تر باشد کنتور قادر به ثبت مصارف محدوده بین بده شروع اسمی و واقعی نخواهد بود. بنابراین میزان جریان اندازه‌گیری شده کم‌تر از مقدار واقعی می‌باشد.
- عدم دقت در بده انتقالی تا حداکثر: علاوه بر ایجاد خطا در بده شروع به‌کار کنتورها، خطای اندازه‌گیری می‌تواند در اثر عوامل یادشده بالا، خارج از محدوده مجاز واقع شود.
- عوامل خارجی: عوامل خارجی مانند وارد شدن ضربه و سقوط اجسام سنگین به محفظه کنتور موجب آسیب‌دیدگی پوسته کنتورها می‌شود که این امر با توجه به وجود دریچه محفظه کمتر اتفاق می‌افتد. استفاده از آب جوش و پریموس در فصل یخبندان برای رفع یخزدگی کنتور و برقراری جریان آب در شبکه داخلی توسط مشترک از عوامل اصلی ایجاد شکاف و ترک در پوسته کنتورها است.
- نوسانات فشار شبکه: نوسانات فشار آب و وجود فشارهای زیادتر از فشار کار کنتور در شبکه توزیع از دیگر عواملی است که حتی منجر به خرد شدن چرخ‌دنده‌ها و خارج شدن آنها از محل محور خود نیز می‌شود.
- عدم وجود شیر یک‌طرفه: عدم وجود شیر یک‌طرفه بعد از کنتور می‌تواند باعث بازگشت آب از شبکه داخلی مشترک، به‌خصوص آب گرم به کنتور شود که این امر در کاهش دقت کنتور و حتی تغییر شکل قطعات داخل آن نقش عمده‌ای دارد.

۲-۸-۲- مراحل تعویض کنتور

خرابی کنتورهای مشترکین توسط کنتورخوان یا در طول پیمایش اماکن و یا در اثر شکایت مشترک از مبلغ گزاف آب‌بها و پس از آزمایش آن مشخص می‌شود. کنتورخوان‌ها و یا پیمایشگران باید هنگام مراجعه به محل، موارد نقص یا خرابی کنتور را مشاهده کرده، در گزارش خود ثبت کنند. هر یک از موارد خرابی باید توسط شرکت آب و فاضلاب رفع شود. موارد مربوط بـه نقـص در کنتورهـای تعویض شده باید به‌طور دقیق و کامل در کاربرگ ثبت موارد خرابی قطعات کنتورهای خراب درج شود. کـاربرگ ثبـت مـوارد خرابـی قطعات کنتورهای خراب می‌تواند شامل موارد زیر باشد: تاریخ، شماره اشتراک، شماره سریال کنتور، عدد کارکرد کنتور، وضعیت پلمب،

omoorepeyman.ir

موارد خرابی (شامل: قطعات پوسته، چرخ‌دنده، توربین، عقربه، دستگاه شمارنده، شیشه، درپوش پلاستیکی و غیره). شرکت آب و فاضلاب با بررسی و تحلیل دقیق اطلاعات این کاربرگ قادر به یافتن دلایل اصلی خرابی کنتورها در آن محل خواهد بود.

۲-۸-۳- مشخصات کنتورهای آزمایش شونده

۲-۸-۳-۱- روش تعیین تعداد و محل کنتورهای آزمایش شونده

از آنجا که آزمایش تمامی کنتورهای نصب شده در یک زمان کوتاه امکان‌پذیر نمی‌باشد لازم است با انتخاب درصدی از آنها به صورت تصادفی در قالب یک جامعه نمونه آماری، کنتورها را آزمایش کرده و سپس نتیجه را به کل منطقه تعمیم داد. در تعیین جامعه نمونه آماری باید دقت شود که درصد مناسبی از انواع کنتورهای موجود در منطقه، در جامعه آماری نیز وجود داشته باشند. هم‌چنین تعداد نمونه‌ها نسبت به اندازه کنتورها باید متفاوت باشد. از آنجا که خطا در کنتورهای بزرگ منجر به تلفات قابل توجه غیرفیزیکی می‌شود باید نمونه‌های انتخابی با اندازه‌های بزرگ نسبت به کل کنتورهای بزرگ، از نسبت تعداد نمونه‌های کنتورهای کوچک به کل کنتورهای کوچک بیش‌تر باشد. از طرف دیگر در صورت وجود اطلاعات لازم در خصوص عمر کنتورها، تعداد نمونه‌ها در هر گروه سنی متناسب با نسبت هر گروه در کل کنتورها انتخاب شود.

۲-۸-۳-۲- برآورد اولیه تعداد کنتور نمونه

در جزوه راهنمای عملیاتی کاهش و کنترل آب به‌حساب نیامده تهیه شده توسط بانک جهانی، انتخاب تعداد یک درصد از کنتورهای مصرف‌کنندگان خانگی توصیه شده است [۱۶]. باتوجه به کیفیت پایین کنتورها در کشور ایران و سپری شدن سال‌های زیاد از عمر مفید آنها به نظر می‌رسد این مقدار ناکافی باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود جهت آزمایش کنتورها در مرحله اول تعداد یک الی ۴ درصد کنتورها به عنوان جامعه نمونه آماری انتخاب شوند که باید با قضاوت مهندسی تعداد مناسبی را انتخاب کرد. هم‌چنین درصورتی‌که طبق نتایج فشارسنجی مقدار فشار در شبکه زیاد باشد باید تعداد جامعه نمونه آماری را افزایش داد زیرا احتمال خطای کنتور بیش‌تر است.

۲-۸-۳-۳- نحوه تعیین محل نمونه‌ها

در روش جمع‌آوری اطلاعات از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای که هر خوشه شامل (۶ الی ۱۰) کنتور می‌باشد استفاده می‌شود. انتخاب این مقدار بستگی به توان اجرایی یک روز کاری گروه آزمایش کننده دارد. با در دست داشتن لیست کامل و به‌هنگام از مشترکین، شامل شماره اشتراک، آدرس و نوع مصرف جامعه مورد مطالعه، انتخاب خوشه‌ها به صورت منظم انجام می‌شود. جهت این کار اگر تعداد کل نمونه‌ها n و تعداد کنتور در هر خوشه m باشد، برای انتخاب (n/m) نقطه تصادفی به صورت منظم از میان کل مشترکین منطقه مورد مطالعه، ابتدا پارامتر K به‌صورت [(n/m)/ تعداد کل مشترکین = K] به‌دست می‌آید. سپس با استفاده از جدول اعداد تصادفی، یک عدد تصادفی مابین ۱ تا K انتخاب می‌شود.

به‌عنوان مثال اگر بعد از محاسبات آماری، تعداد نمونه کنتور جهت آزمایش کنتورها، ۸۰۰ مورد برای ۲۰۰۰۰ مشترک باشد (یعنی ۴٪ کل کنتورها) و برای هر خوشه ۱۰ کنتور منظور شده باشد، باید ۸۰ خوشه تعیین محل شوند. لذا با انتخاب ۸۰ نقطه تصادفی به

omoorepeyman.ir

روش منظم از بین ۲۰۰۰۰ مشترک، مقدار K برابر ۲۵۰ می‌شود. اگر عدد انتخاب شده از جدول اعداد تصادفی (بین ۱ تا ۲۵۰) برابر ۹۹ باشد آنگاه ۸۰ نقطه به روش $[99,\ 99+K,\ 99+2K,\ ...,\ 99+(80-1)K]$ انتخاب می‌شود.

پس از مشخص شدن نقاط تصادفی باید از لیست مشترکین، شماره اشتراک و آدرس نقاط انتخاب شده استخراج شود. 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 آزمایش‌های لازم بر روی آن صورت پذیرد. علاوه بر این، با انجام آزمایش‌های مربوط به همگنی داده‌ها نیز می‌توان جامعه نمونه را از نظر نوع و عمر نیز با کنتورهای جامعه اصلی مقایسه کرد. یادآوری می‌شود اگر هریک از کنتورهای یک خوشه خراب باشد باید بجای آن یک کنتور دیگر که در مجاورت آن است انتخاب شود.

۲-۸-۳-۴- کنترل تعداد کنتورهای مورد نیاز

برای اینکه از نظر آماری، نتایج به دست آمده از دقت کنتورها قابل تعمیم به کل جامعه نمونه باشد می‌توان از روش‌های زیر استفاده کرد.

الف- استفاده از فرمول

در این روش، پس از محاسبه میزان خطای میانگین و انحراف معیار خطای کنتورهای آزمایش شده، تعداد نمونه لازم از فرمول زیر به‌دست می‌آید.

$$n=\left[\frac{Z_{(1-\alpha/2)}\times\sigma}{e}\right]^2 \qquad (۱-۲)$$

که σ^2 واریانس خطای کنتورهای آزمایش شده، $(1-\alpha)$ سطح اطمینان برای برآورد دقت کنتورها (مثلا ۹۵٪ یا ۹۹٪)، Z نمایه توزیع نرمال استاندارد (که از جداول موجود در کتاب‌های آمار و احتمالات به‌دست می‌آید) و e حداکثر خطا در برآورد دقت کنتور می‌باشند. در صورت مجهول بودن σ، مقدار انحراف معیار خطای کنتورهای آزمایش شده، S، جایگزین آن می‌شود.

اگر به‌طور مثال انحراف معیار به‌دست آمده از آزمایش دقت کنتورها برای بده متوسط برابر S =0.275 باشد، با فرض سطح اطمینان ۹۵٪ و حداکثر خطای دقت کنتور برابر ۲٪، تعداد نمونه‌های مورد نیاز به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$Z_{(1-a)/2}=1-a=0.95,\ a=0.05,\ e=0.02,\ Z_{(1-0.05/2)}=Z_{(0.975)}=1.96$$

$$n=\left[\frac{Z_{(1-a/2)}\times S}{e}\right]^2=\left[\frac{1.96\times 0.257}{0.02}\right]^2=635$$

این مقدار برابر حداقل نمونه لازم برای بررسی ضریب تصحیح کنتورها در بده متوسط در منطقه مطالعاتی مورد نظر می‌باشد. به این ترتیب تعداد ۸۰۰ نمونه انتخاب شده در برآورد اولیه، صحیح بوده و احتیاج به آزمایش تعداد کنتور بیش‌تری نخواهد بود.

ب- استفاده از نتایج مناطق مطالعاتی دیگر

در این روش برای تعیین تعداد نمونه‌ها، از تحقیقات و مطالعات انجام شده در سایر مناطق مطالعاتی استفاده می‌شود. بدین معنی که بدون انتخاب تعداد اولیه کنتور لازم برای آزمایش و تعیین میانگین و انحراف معیار خطای کنتورها، از مقادیر میانگین و انحراف

omoorepeyman.ir

معیار به‌دست آمده در سایر مناطق مطالعاتی استفاده می‌شود. مثلا اگر براساس آزمایش کنتورها در یکی از مناطق مطالعاتی کشور، خطای متوسط کنتورها حدود ۰/۹۵٪ و S برابر ۰/۲۷۷ به‌دست آمده باشد، با استفاده از فرمول یاد شده برای نسبت با حدود اطمینان ۹۵٪ وقتی که اشتباه برآورد (e) از ۲٪ تجاوز نکند، مقدار n عبارتست از:

$$n = \left[\frac{1.96 \times 0.277}{0.02}\right]^2 = 737$$

البته با توجه به اینکه نتیجه‌گیری روش دوم بر مبنای اطلاعات مناطق مطالعاتی دیگر است، بدیهی است که روش اول بر این روش برتری دارد. یادآوری می‌شود که تعداد نمونه‌های لازم برای بده‌های مختلف، اعداد متفاوتی خواهند بود (چون میزان خطا و انحراف معیار در بده‌های مختلف تغییر می‌کند). در این صورت باید عدد معقولی را در محدوده اعداد محاسبه شده انتخاب کرد. 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 می‌توان به میزان ۱۰ تا ۲۰ درصد به تعداد کنتورهای محاسبه شده جهت جامعه نمونه آماری (روش‌های اول یا دوم) اضافه کرد.

مراجع مختلف درباره آزمایش کنتورهای مشترکین نظرات مختلفی را ارائه کرده‌اند. اما برای آزمایش مداوم کنتورها، بر روی آزمایش حداقل ۵ درصد کنتورها در سال اتفاق نظر وجود دارد که تناوب دوره آزمایش، تابعی از کیفیت ساخت کنتور و سایر عوامل فیزیکی و شیمیایی خواهد بود.

۲-۸-۴- دقت کنتورهای آب از دیدگاه استاندارد

به منظور تعیین دقت کنتور، با رسم منحنی عملکرد آن توسط دستگاه آزمایش استاندارد، می‌توان به دقت کنتور پی‌برد. در شکل ۲-۱ نمونه‌ای از منحنی عملکرد کنتورها رسم شده است. محور افقی، بده یا میزان جریان[1] می‌باشد که حاصل تقسیم حجم آب عبوری بر زمان $(Q = \frac{V}{t})$ است و برحسب مترمکعب بر ساعت، لیتر بر دقیقه و یا واحدهای مشابه بیان می‌شود. محور عمودی که دقت یا میزان خطای کنتور برحسب درصد را نشان می‌دهد با استفاده از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

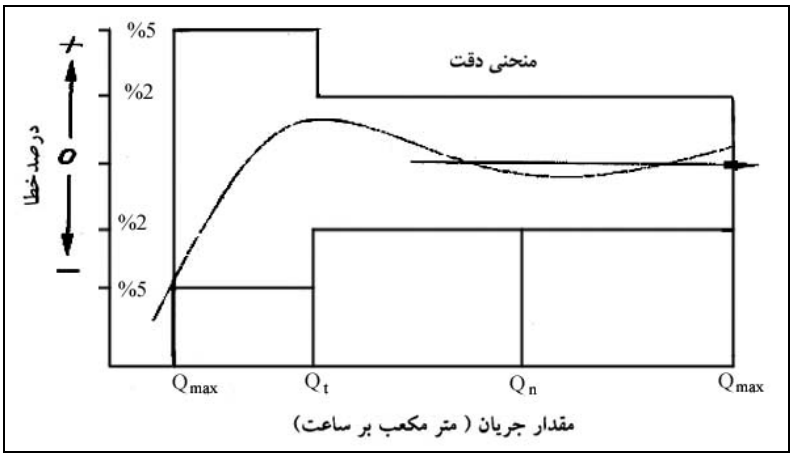
$$\text{درصد خطا} = \left[(V_c - V_t)/V_t\right] \times 100 \qquad (۲-۲)$$

که V_c حجم آب نشان داده شده توسط کنتور مشترک و V_t حجم آب اندازه‌گیری شده توسط وسیله آزمایش می‌باشند.

در این رابطه خطای مثبت نشان دهنده این است که کنتور خوانده شده بیش از اندازه واقعی را نشان داده است. یعنی مقدار آب کم‌تر از آنچه که توسط کنتور نشان داده شده از کنتور عبور کرده است. خطای منفی نشانگر این است که کنتور آب کم‌تر از اندازه واقعی نشان داده است. یعنی مقدار آب بیش‌تر از آنچه که توسط کنتور نشان داده شده از کنتور آب گذر کرده است.

omoorepeyman.ir

1 - Flow Rate



شکل ۲-۱- منحنی عملکرد کنتور

برای تعیین منحنی مشخصه یا منحنی دقت[1] یک کنتور، در چند بده مشخص، مقدار معینی آب از داخل کنتور عبور داده می‌شود و در هر بده میزان خطای کارکرد کنتور با استفاده از فرمول بالا محاسبه می‌شود. هر چه تعداد نقاط آزمایش بیش‌تر باشد منحنی دقیق‌تر است. از روی این منحنی، علاوه بر تعیین کلاس کنتور، می‌توان شرایط عمومی عملکرد کنتور را نیز تفسیر کرد. نقاط مهم این منحنی که جزو مشخصات فنی کنتورهای مکانیکی آب سرد نیز محسوب می‌شوند عبارتند از:

- بده شروع۲ (Q_s یا Q_0): میزان بده‌ای است که در آن کنتور شروع به کار می‌کند. 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.
- بده حداقل۳ (Q_{min}): حداقل جریانی است که در آن منحنی عملکرد کنتور وارد محدوده مجاز خطای ۵٪± می‌شود و به عنوان یکی از مشخصه‌های تعیین کلاس کنتور به‌کار می‌رود.
- بده انتقال۴ (Q_t): مقدار بده‌ای است که در آن خطای عملکرد کنتور از محدوده مجاز خطای ۵٪± به محدوده ۲٪± وارد می‌شود و به عنوان مشخصه دیگر تعیین کلاس کنتور به‌کار می‌رود.
- بده اسمی[5] (Q_n): بده‌ای است که کنتور در شرایط عمومی خود و یا به‌عبارت دیگر در شرایط کاری پیوسته و متناوب، بدون تجاوز از خطای مجاز ۲٪± کار می‌کند و معمولا برابر نصف بده حداکثر می‌باشد. این بده به عنوان یکی از مشخصات فنی کنتور از طرف تولید کننده بیان می‌شود.
- بده حداکثر[6] (Q_{max}): بیش‌ترین بده‌ای است که کنتور می‌تواند در یک فاصله زمانی کوتاه بدون خرابی و بدون افزایش در خطای مجاز ۲٪± کار کند و به عنوان یکی دیگر از مشخصات فنی کنتور از طرف تولید کننده ارائه می‌شود.

1 - Accuracy Curve
2 - Starting Flow Rate
3 - Minimum Flow Rate
4 - Transitional Flow Rate
5 - Nominal Flow Rate
6 - Maximum Flow Rate

omoorepeyman.ir

- محدوده جریان یا بده[1]: فاصله بین Q_{min} و Q_{max} می‌باشد و همان‌گونه که از روی شکل دیده می‌شود به دو محدوده مجاز ۵٪± (بین Q_{min} و Q_t) و ۲٪± (بین Q_t و Q_{max}) تقسیم می‌شود.

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

- اندازه اسمی[2] (ND): شاخص عددی قطر دهانه‌های ورودی و خروجی کنتور می‌باشد که به منظور انطباق آن با دیگر تجهیزات متصل به کنتور مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- فشار اسمی[3] (NP): شاخص عددی فشار کاری کنتور است که به منظور انطباق آن با دیگر تجهیزات متصل به کنتور به‌کار می‌رود.
- افت فشار[4]: افت فشار، ناشی از عبور آب از کنتور می‌باشد.
- حداکثر درجه حرارت مجاز[5]: حداکثر درجه حرارتی که آب می‌تواند در حین عبور از کنتور در فشار اسمی خود داشته باشد.

۲-۸-۵- تعیین بده‌های آزمایش

در حالت نظری لازم است که آزمایش کنتورها برای هر ۵ نوع بده ذکر شده بالا انجام پذیرد ولی در شرایط عملی می‌توان آزمایش کنتورها را در بده‌های زیر انجام داد:

- بده شروع که در عمل واقع می‌شود معمولا بیش‌تر از بده شروع ذکر شده توسط کارخانه است که باید با آزمایش برای انواع مختلف کنتورها مشخص شود.
- برای کنتورهای کوچک یکی از بده‌های آزمایش را می‌توان برابر بده متوسط روزانه مشترک و بده دیگر را دو تا سه برابر آن در نظر گرفت. روش تعیین بده متوسط روزانه به این صورت است که با بررسی آمار مصرف استخراج شده از فایل‌های رایانه‌ای مرکز خدمات ماشینی شرکت آب و فاضلاب، مصرف متوسط هر انشعاب مسکونی در منطقه در سال برحسب لیتر بر ساعت محاسبه می‌شود. اگر فرض شود که مصرف آب به‌طور متوسط در ۶ ساعت از شبانه‌روز انجام می‌شود، مصرف ساعتی برابر میزان (۶ / کل مصرف روزانه) خواهد بود.

در مراجع مختلف برای آزمایش دقت کنتورها، سه بده پیشنهاد شده است که به ترتیب عبارتند از: بده حداقل (حدود ۳٪ بده اسمی)، بده متوسط (حدود ۱۰٪ بده اسمی) و بده حداکثر (حدود ۲۵٪ بده اسمی). به‌طور مثال برای یک کنتور ۱/۲ اینچ که حداکثر بده مجاز آن ۳ مترمکعب بر ساعت می‌باشد، بده اسمی برابر ۱/۵ مترمکعب بر ساعت خواهد بود. بنابر این بده‌های حداقل، متوسط و حداکثر به ترتیب برابر ۴۵، ۱۵۰ و ۴۰۰ لیتر بر ساعت می‌باشد. با توجه به حساسیت اندازه‌گیری بده راه‌اندازی کنتور، توصیه می‌شود به‌جای بده حداقل از بده شروع به‌کار کنتور جهت آزمایش استفاده شود.

omoorepeyman.ir

1 - Flow Fate Range
2 - Nominal Diameter
3 - Nominal Pressure
4 - Head Loss
5 - Maximum Admissible Temprature

۲-۸-۶- روش آزمایش کنتورها در محل

۲-۸-۶-۱- ابزار مورد نیاز

شیلنگ فشارقوی به طول حداقل یک متر که دو سر آن قابل اتصال به شیر سرشلنگی و لوله گالوانیزه به قطر ۱/۲ یـا ۳/۴ ایـنچ همراه با مهره و واشر باشد؛ لوله گالوانیزه به طول تقریبی ۵۰ سانتی‌متر؛ سه راهی؛ فشارسنج مدرج با فشار کار صفر تا ۱۰ اتمسفر بـه قطر اتصال ۱/۲ اینچ و یا فشارسنج مناسب با فشار شبکه؛ کنتور سالم و آزمایش شده؛ شیر فلکه؛ شیلنگ معمولی بـه طـول مناسـب؛ بست به قطر ۱/۲ اینچ؛ ظرف مدرج بیست لیتری پلاستیکی؛ کورنومتر و تجهیزات لازم.

۲-۸-۶-۲- تعیین کنتورهای مبنا جهت آزمایش

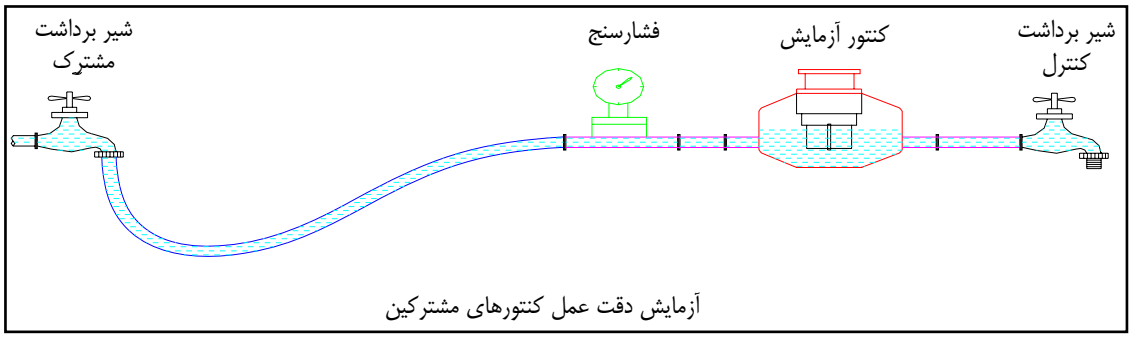
برای آزمایش کنتورها در محل لازم است در ابتدا یک یا چند کنتور مبنا تهیه شود. سپس هریک از کنتورهـای یادشـده جداگانـه برای تمامی بده‌های حداقل، متوسط و حداکثر، آزمایش شده و ضریب خطای آنها (که باید در محدوده خطای اسـتاندارد قـرار گیـرد) مشخص شود. بدین منظور با عبور دادن حجم معینی از آب (که به‌وسیله ظروف مدرج اندازه‌گیری مـی‌شـود)، مقـدار خوانـدن کنتـور کنترل می‌شود.

۲-۸-۶-۳- مراحل آزمایش

- برای آزمایش، نزدیک‌ترین شیر قابل دسترس به کنتور مشترک انتخاب شده، سامانه بالا را به آن اتصال داده و محل اتصالات کاملا آب‌بندی می‌شود. هم‌چنین به مشترک تذکر داده می‌شود که حین انجام آزمایش، کلیه شیرهای موجود در ملک بسته باشند و چنانچه شیری نشت دارد گزارش شود.
- جهت خواندن فشار آب در محل مورد نظر، شیر آب را به‌طور کامل باز کرده و شیر قطع و وصل متصل به کنتور استاندارد را بسته، به‌وسیله فشارسنج مقدار فشار خوانده و یادداشت می‌شود.
- شیر قطع و وصل را کاملا باز کرده تا عمل هواگیری انجام شود. این عمل جهت کاهش خطای کار انجام می‌شود.
- شیر قطع و وصل را به‌طور کامل بسته و ارقام موجود در کنتور مشترک خوانده و یادداشت می‌شوند.
- هم‌چنین با اندازه‌گیری زمان و مقدار حجم آب خارج شده از شیر، بده جریان به دست می‌آید که برای محاسبه ضریب تصحیح کنتور استفاده می‌شود.
- شیر قطع و وصل به‌طوری تنظیم می‌شود که بده آب عبوری از شیر در محدوده‌های آزمایش مورد نظر قرار گرفته و سپس مراحل سوم الی ششم تکرار می‌شود.

شکل ۲-۲ ابزار آزمایش کنتور در محل را نشان می‌دهد. هم‌چنین کاربرگ ثبت اطلاعات لازم جهت محاسـبه ضـریب تـصحیح کنتورها در پیوست شماره ۸ ارائه شده است.

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۲- ابزار آزمایش کنتور در محل

۲-۸-۶-۴- شرایط و سازمان‌دهی لازم جهت عملیات آزمایش دقت کنتور

۲-۸-۶-۴-۱- شرایط لازم

انجام عملیات آزمایش و محاسبه خطای کنتورها تنها در مورد کنتورهای سالم و پلمب شده، به دلیل اطمینان از عدم دست‌کاری آنها توسط مشترکین قابل اجراست. هم‌چنین علاوه بر این شرط، جهت بالا رفتن دقت عملیات، شرایط زیر ضروری است:

- وجود شیر آب مناسب در نزدیکی محل نصب کنتور
- همکاری مشترک با مامورین و عدم استفاده از شیرهای آب داخل ساختمان در مدت زمان انجام آزمایش
- قرار داشتن کنتور در عمق مناسب جهت خواندن صحیح و تسلط کامل بر حرکت عقربه کنتور
- موقعیت صحیح نصب کنتور به ویژه در کنتورهای دیواری، به‌طوری‌که صفحه کنتور در زاویه مناسب جهت خواندن قرار گرفته باشد.
- شفافیت شیشه محافظ کنتور و عدم وجود بخار یا کدورت بر روی این شیشه
- عدم وجود نشت در شیرهای آب و لوله کشی داخل ساختمان
- حداقل زمان آزمایش در محل ۱ دقیقه است.
- حداقل فشار لازم برای آزمایش در بده حداکثر، ۱/۵ اتمسفر است.

موارد دوم و ششم، از عوامل خطای محاسباتی در هنگام آزمایش می‌باشند، به‌طوری‌که 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 آزمایش ایجاد می‌شود. امکان دارد برخی از مشترکینی که از خطای کنتور خود آگاه می‌باشند جهت جلوگیری از آشکار شدن این مساله با باز کردن شیرهای آب داخل ساختمان بدون اطلاع مامورین، باعث بالا رفتن درصد خطای مثبت و ایجاد اختلال در انجام عملیات آزمایش شوند. به همین علت باید عملیات آزمایش تکرار شود تا نسبت به نتایج به دست آمده اطمینان حاصل شود.

۲-۸-۶-۴-۲- سازمان‌دهی آزمایش

سازمان‌دهی مراحل آزمایش کنتورهای خانگی را می‌توان به ترتیب زیر انجام داد:

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

omoorepeyman.ir

- فهرست مشترکین مورد آزمایش از امور مشترکین تهیه می‌شود.
- کاربرگ‌های مخصوص ثبت اطلاعات تهیه می‌شود.
- تعداد و محل کنتورهای آزمایش شونده مشخص می‌شوند.
- اطلاعیه مربوط به آزمایش کنتورها که در سربرگ شرکت آب و فاضلاب چاپ شده، پیشاپیش در میان مشترکین مورد آزمایش، توزیع شده و در آن هدف از آزمایش و دیگر جزییات مربوط به این اقدام توضیح داده می‌شود.
- روز پیش از آزمایش، وسایل آزمایش بازبینی می‌شوند تا اطمینان حاصل شود که درست کار می‌کنند.
- در روز آزمایش یکی از اعضای گروه زودتر از دیگران به محل رفته و از صحت و سلامت کنتورها و عدم نشتی در آنها اطمینان می‌یابد. هم‌چنین ساعت دقیق انجام آزمایش را به اطلاع مشترک می‌رساند.
- گروه آزمایش از ساکنان درخواست می‌کند تا در طول آزمایش هیچ آبی از شیرهای ملک مصرف نکنند. قبل از برپا کردن وسایل آزمایش، گروه با انجام بازبینی از اینکه کنتور کاملا سالم بوده و نشتی در ساختمان وجود نداشته باشد اطمینان می‌یابد. اگر نشتی پیدا شود هیچ آزمایشی در آن محل انجام نخواهد شد.
- آزمایش‌ها در بده‌های مورد نظر انجام و نتایج در کاربرگ مربوط ثبت می‌شوند.
- پس از انجام آزمایش‌ها از مشترکین برای همکاری‌شان قدردانی شده و گروه به محل خود باز می‌گردد.
- برگه‌های آزمایش به یک برنامه رایانه‌ای صفحه گستر منتقل و مورد تحلیل قرار می‌گیرد.

یادآوری: لازم است کسی که کنتورها را می‌خواند با نحوه خواندن درجه‌بندی‌ها و مقادیر کوچک‌تر درجه‌بندی‌های کنتور آشنایی کامل داشته باشد. عموما کنتورخوان‌ها فقط به خواندن اعداد صحیح عادت دارند و در خواندن 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 می‌شود.

برای هر کنتور در هریک از بده‌های مورد آزمایش، یک مقدار درصد خطا و ضریب تصحیح به دست می‌آید که در نهایت با میانگین‌گیری وزنی، درصد خطا و ضریب تصحیح متوسط هر کنتور محاسبه می‌شود. روال کار به این صورت است که در ابتدا با یک مطالعه مقدماتی بر روی میزان مصرف انواع مختلف مصرف‌کنندگان، باید مشخص کرد که میزان مصرف هر نوع مصرف کننده به‌طور متوسط در چند درصد طول ساعات شبانه‌روز در محدوده کدام‌یک از بده‌های آزمایش قرار می‌گیرد. سپس با تعیین وزن زمانی هریک از بده‌ها، درصد خطای متوسط کنتور از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{درصد خطای متوسط} = \sum[(\text{درصد خطا})_i \times Q_i \times t_i]/(Q_i \times t_i) \qquad (۳-۲)$$

که i بده‌های آزمایش و t_i مدت زمانی که کنتور در محدوده Q_i کار می‌کند (برحسب ساعت) را مشخص می‌کند.

مثال: اگر نتایج به‌دست آمده از آزمایش دقت کنتورها برای سه بده حداقل، متوسط و حداکثر به شرح زیر باشد:

نوع بده	مقدار بده (لیتر بر ساعت)	مدت (ساعت)	خطا (٪)
حداقل	۴۵	۱۸	۷
متوسط	۱۵۰	۵	۵
حداکثر	۴۰۰	۱	۳

omoorepeyman.ir

آنگاه مقدار خطای متوسط کنتور برابر است با:

$$\text{درصد خطای متوسط} = (0.07\times45\times18+0.05\times150\times5+0.03\times400\times1)/(45\times18+150\times5+400\times1)=\%5.4$$

۲-۸-۷- کنتورهای بزرگ

در این راهنما به کنتورهای ۲ اینچ و به بالا کنتور بزرگ اطلاق می‌شود. کنتورهای بزرگ آب را بر حسب نوع کاربرد می‌توان به چهار گروه تقسیم کرد:

الف- کنتورهای اندازه‌گیری ورودی و خروجی از مخازن: این کنتورها مقدار کل آبی را که به مخزن یا شبکه توزیع وارد می‌شود، اندازه‌گیری می‌کنند.

ب- کنتورهای منطقه‌ای: این کنتورها مقدار آبی که به منطقه مورد نظر وارد می‌شود را مشخص می‌کنند. منظور از منطقه مورد نظر، بخشی از شبکه توزیع آب است که باید مقدار جریان ورودی یا خروجی آن اندازه‌گیری شود.

ج- کنتور مشترکین بزرگ: از این کنتورها برای سنجش مقدار آب تحویل شده به مشترکین بزرگ، نظیر کارخانه‌ها یا مجتمع‌های مسکونی، صنعتی، تجاری و عمومی و اماکن دولتی بزرگ استفاده می‌شود.

د- منابع تولید: با توجه به ضرورت اندازه‌گیری مستمر آب تولید شده توسط چاه‌ها، کنتورهای بزرگ بر روی منابع تولید نیز نصب می‌شوند.

آزمایش کنتورهای بزرگ در محل به‌صورت زیر انجام می‌شود:

به دلیل مسایل جانبی مربوط به باز کردن کنتور مشترک و مخارج تعمیر لوله‌ها و اتصالاتی که این کنتورها به آنها بسته شده‌اند و مشکلات مربوط به باز و بسته کردن و حمل کنتورها به آزمایشگاه دقت کنتور، آزمایش در جا یا در محل مورد توجه قرار دارد. روش عمل به این صورت است که کنتورهای بزرگ با استفاده از کنتور اولتراسونیک در محل و کنتورهای کوچک‌تر از طریق مقایسه با کنتور آزمایشی که معمولا به‌طور دقیق واسنجی شده و یا از کنتورهای دقیق و نو می‌باشند و با کنتور مورد آزمایش به‌صورت سری بسته شده‌اند سنجیده می‌شوند. پیشنهاد می‌شود بعد از این کنتورها، یک لوله دو سر حدیده همراه با مهره ماسوره (یا دو سر فلنج همراه با قطعه قابل باز و بسته کردن) به اندازه طول کنتور آزمایش نصب شود تا هر زمان که نیاز به آزمایش کنتور باشد، تنها این لوله باز شده و کنتور مبنا با کنتور مشترک به صورت سری بسته شود.

۲-۸-۸- آزمایش کنتورها در آزمایشگاه

در آزمایشگاه کنتور، دقت کنتورها از نظر اندازه‌گیری حجم آب عبور داده شده به دو روش مقایسه‌ای و اندازه‌گیری حجمی، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در روش مقایسه‌ای، کنتورهای مورد آزمایش با کنتور استاندارد شده به صورت سری بسته شده و با عبور جریان آب مقادیر اندازه‌گیری شده آنها مقایسه می‌شوند. در روش اندازه‌گیری حجمی، حجم معینی آب، از کنتور مشترک عبور داده شده و مقدار اندازه‌گیری شده با مقدار واقعی آب ورودی به مخزن دستگاه آزمایش کنتور مقایسه می‌شود. این روش برای کنتورهای با قطر ۱ اینچ به بالا ضروری می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۲-۸-۸-۱- آزمایش کنتورهای کوچک

۲-۸-۸-۱-۱- خط آزمایش

با توجه به مطالب ذکر شده در بخش‌های گذشته در هر مرحله حداکثر ۱۰ کنتور برای آزمایش به یکدیگر به صورت سری متصل می‌شوند. مجموعه این کنتورها به انضمام اتصالات به‌کار رفته، خط آزمایش نامیده می‌شود.

۲-۸-۸-۱-۲- بده‌های آزمایش

کلیه خطوط آزمایش کنتورها باید حداقل در بده‌های شروع، اسمی و حداکثر مورد آزمایش قرار گیرند. در ابتدای هریک از خطوط آزمایش، شیر قطع و وصل در نظر گرفته شده است که با استفاده از آن می‌توان بده جریان آب در هریک از خطوط را تنظیم کرد. برای هریک یا چند خط آزمایش می‌توان بده خاصی را تنظیم کرد. معمولا بده‌های تنظیم شده تا زمانی که دست‌کاری نشوند از تنظیم خارج نمی‌شوند و بدین ترتیب ممکن است مدت‌ها بدون نیاز به تنظیم از بده آنها استفاده کرد. این امر در کاهش زمان آزمایش بسیار موثر خواهد بود. با این حال لازم است در دوره‌های زمانی معینی (مثلا هفتگی) بده‌های خروجی مورد بررسی قرار گرفته و در صورت نیاز مجددا تنظیم شود. تنظیم بده به‌وسیله جریان‌سنج یا ظرف مدرج انجام می‌شود.

کاربرگ عملیات آزمایش کنتورها دارای چند ردیف اصلی است که هر ردیف مربوط به یکی از کنتورهای نصب شده بر روی خط آزمایش است. هریک از این ردیف‌ها نیز به چند ردیف کوچک‌تر تقسیم می‌شوند که مربوط به درج نتایج آزمایش در یکی از بده‌هایی است که کنتور در آن بده آزمایش می‌شود. کنتورهای روی یک خط آزمایش، از ابتدای خط به ترتیب شماره‌گذاری می‌شوند تا در هنگام وارد کردن اطلاعات در کاربرگ، امکان به وجود آمدن اشتباه، حداقل شود. با شروع آزمایش و پس از گذشت زمان لازم، جریان آب قطع و مجددا عدد کنتور و هم‌چنین میزان آب ورودی به ظرف مدرج در کاربرگ علمیات آزمایش کنتورها یادداشت می‌شود. یک نمونه از این کاربرگ در پیوست شماره ۹ آمده است. در ادامه کار، خط آزمایش از محل مهره ماسوره باز و بر روی خط با بده دیگر، نصب می‌شود. بدین ترتیب یک مرحله از آزمایش پایان یافته و این مرحله برای بده‌های باقیمانده تکرار می‌شود.

۲-۸-۸-۱-۳- روش اندازه‌گیری بده شروع[1]

با توجه به سپری شدن عمر کنتورها و انواع مختلف آنها، آزمایش بده شروع را می‌توان از بده شروع استاندارد آغاز کرد و چنانچه در حین آزمایش در این بده، کنتور میزان جریان را نشان نداد، با زیاد کردن جریان به‌صورت مرحله‌ای تا زمان حرکت عقربه و ثبت میزان بده عبوری، آزمایش ادامه می‌یابد. پس از انجام آزمایش و تعیین بده شروع کنتور و اندازه‌گیری فشار آب در هنگام آزمایش، دقت عدد خوانده شده به‌همراه تعداد و درصد فراوانی آن محاسبه و نتایج در جدولی درج می‌شود.

به عنوان مثال نتایج آزمایش شروع به حرکت کنتورها در یکی از مناطق مطالعاتی کشور در جدول ۲-۲ ارائه شده است. براساس اعداد مندرج در جدول که میانگین مقادیر شروع به حرکت کنتور و تعداد فراوانی را نشان می‌دهد، میانگین وزنی بده شروع به حرکت کنتور محاسبه می‌شود. در مثال بالا، درحالی‌که براساس استاندارد کارخانه سازنده بده شروع کنتورهای ۰/۵ اینچ (کلاس B) برابر ۱۵

1- Strat Discharge

omoorepeyman.ir

لیتر بر ساعت اعلام شده است، در آزمایش دقت کنتورها میانگین وزنی بده شروع به حرکت کنتورها برابر ۴۰/۸ لیتر بر ساعت به‌دست آمده است.

$$Q_s = \left[\frac{\sum(n_i \times Q_{s,i})}{\sum n_i}\right] = \frac{24525}{601} = 40.8$$

جدول ۲-۲- نتایج آزمایش شروع به کار کنتورها در یک منطقه مطالعاتی [۷]

ردیف	بده شروع (لیتر بر ساعت) $Q_{S,i}$	دقت کنتور (رقم کنتور / بده واقعی)	تعداد (فراوانی) n_i	درصد فراوانی	
				گروهی	نسبی
۱	۳۰	کم‌تر از ۰/۲	۳	۱/۳۵	۰/۵۱
		۰/۲ تا ۰/۹۴	۳۶	۱۶/۲	۶/۱۲
		۰/۹۵ تا ۱/۰۵	۲۱	۹/۴۶	۳/۵۷
		۱/۰۶ تا ۱/۸	۹۲	۴۱/۴	۱۵/۶۴
		بیش‌تر از ۱/۸	۷۰	۳۱/۵	۱۱/۶۵
		جمع	۲۲۲		۳۷/۴۹
۲	۳۱ الی ۴۰	جمع	۴		۰/۶۸
۳	۴۱ الی ۵۰	جمع	۳۲۴		۵۲/۸۲
۴	۵۱ الی ۶۰	جمع	۱۷		۲/۹
۵	۶۱ و بیش‌تر (متوسط ۶۵)	کم‌تر از ۰/۲	۱	۲/۹۴	۰/۱۷
		۰/۲ تا ۰/۹۴	۴	۱۱/۸	۰/۶۸
		۰/۹۵ تا ۱/۰۵	۹	۲۶/۵	۱/۵۳
		۱/۰۶ تا ۱/۸	۱۳	۳۸/۲	۲/۲۱
		بیش‌تر از ۱/۸	۷	۲۰/۶	۱/۲
		جمع	۳۴		۵/۷۹
جمع کل			۶۰۱		۱۰۰

اعداد ستون ۳ می‌توانند از ۰/۰۱ تا ۱/۹۹ در نظر گرفته شود.

۲-۸-۸-۲- آزمایش کنتورهای بزرگ

در آزمایشگاه حجم معینی آب از کنتور تحت آزمایش و در بده‌های مختلف و مورد نظر عبور داده شده و مقدار اندازه‌گیری شده توسط کنتور با مقدار واقعی آب وارد شده به مخزن آزمایش، مقایسه و ضرایب مربوطه مشخص می‌شوند.

۲-۸-۸-۲-۱- شرح دستگاه آزمایش کنتورهای بزرگ

دستگاه آزمایش کنتورهای بزرگ می‌تواند دارای شکل‌های مختلفی باشد، ولی به‌طور کلی از یک قسمت ورودی تحت فشار که شیر فلکه‌ای بر روی آن نصب شده و همچنین در طرف دیگر آن لوله خروجی آب از کنتور مورد آزمایش که آب را وارد مخزن اندازه‌گیری 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.

omoorepeyman.ir

برای آزمایش کنتور مورد نظر، ابتدا اتصالات لازم که شامل تبدیل‌ها و نیز لوله دو سر فلنج ساده و هم‌چنین کنتور مورد نظر می‌باشد به کمک پیچ و مهره و واشرهای مربوط در محل خود نصب شده و آب‌بندی آنها کنترل می‌شود. لازم به توضیح است که قسمت ورودی دستگاه بر روی شاسی ثابت قرار گرفته است و قسمت خروجی دستگاه که روی فک متحرک قرار دارد، توسط یک فرمان برای ایجاد فضای لازم جهت نصب اتصالات می‌تواند جابه‌جا شود. برای آزمایش کنتورهای ۸۰ تا ۲۰۰ میلی‌متری قبل از کنتور یک لوله دو سر فلنج به طول یک متر نصب می‌شود که دلیل آن جلوگیری از ایجاد جریان آشفته و متلاطم و جدا شدن لایه‌های جریان از یکدیگر قبل از ورود به کنتور می‌باشد. اصولا طبق توصیه کارخانه سازنده، قبل از ورود جریان به کنتور و بعد از کنتور باید حداقل تا ۵ برابر اندازه قطر کنتور، مسیر لوله مستقیم و فاقد تبدیل و شیر فلکه باشد. طبق استاندارد AWWA M6 درصورتی‌که قبل از کنتور، صافی y شکل نصب شده باشد فاصله آزاد قبل از کنتور 5D و اگر صافی نصب نشده باشد فاصله ۱۰D ملاک خواهد بود.

برای نصب هر کنتور با قطر مشخص، ابتدا اتصالات مربوط به آن نصب شده و سپس کنتور در محل قرار داده می‌شود. جریان آب ورودی از طریق لوله وارد سامانه اندازه‌گیری شده و بعد از عبور از تبدیل و لوله دو سر فلنج و کنتور نصب شده در مسیر، وارد مخزنی با حجم مشخص می‌شود که ارتفاع آب در این مخزن توسط شاخصی قابل اندازه‌گیری می‌باشد. با اندازه‌گیری ارتفاع آب در این مخزن، 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 کرد. نصب فشارسنج بر روی دستگاه جهت کنترل حداقل فشار در زمان آزمایش کنتور حجیم ضروری است. به منظور حفظ حداقل فشار می‌توان بر شیر فلکه ورودی آب به مخزن اندازه‌گیری را آنچنان مانور کرد که حداقل ۱/۵ اتمسفر فشار در خط آزمایش وجود داشته باشد.

۲-۸-۸-۲-۲- 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 مورد نیاز و هم‌چنین مخزن آب، فضای لازم برای قرار دادن ابزار کار جهت تعمیرات احتمالی کنتورها و هم‌چنین مانور و فعالیت کارکنان در زمان آزمایش فراهم شود. هم‌چنین نصب یک جرثقیل سقفی برای جابه‌جا کردن کنتورها و وسایل سنگین ضروری می‌باشد.

۲-۸-۸-۲-۳- افراد مورد نیاز

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

- دو نفر کارگر یا تکنسین جهت مونتاژ و جداسازی اتصالات کنتور و آب‌بندی کامل آنها و نیز باز و بسته کردن شیر فلکه ورودی آب.
- یک نفر تکنسین جهت خواندن ارقام کنتور و ثبت زمان اندازه‌گیری و تنظیم بده ورودی به کنتور.
- یک نفر سر تکنسین جهت خواندن شاخص ارتفاع آب مخزن و انجام محاسبات لازم و سرپرستی گروه.

omoorepeyman.ir

لازم به ذکر است که در صورت وجود نیروهای آموزش دیده، با حداکثر ۳ نفر نیز می‌توان آزمایش دقت کنتورهای بزرگ را انجام داد. مدت زمان لازم باتوجه به بده‌های مورد نظر برای اندازه‌گیری و بدون احتساب زمان لازم برای نصب و جداسازی کنتور و اتصالات مربوط، حدود ۲ ساعت می‌باشد.

۲-۸-۸-۲-۴- بده‌های مورد نیاز برای آزمایش کنتورهای بزرگ

پس از نصب کنتور در محل آزمایش با در دست داشتن هر کدام از بده‌های مورد نظر برای آزمایش (از روی مشخصات کارخانه‌ای کنتور)، با تنظیم شیر فلکه ورودی، ابتدا بده شروع و سپس بده‌های 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 در هر کدام از بده‌ها به دست می‌آید. جهت اطمینان از ضرایب تعیین شده، لازم است که هر کدام از بده‌ها حداقل در سه نوبت، اندازه‌گیری و در کاربرگ ثبت اطلاعات لازم جهت محاسبه ضریب تصحیح درج شوند. لازم به یادآوری است که در آزمایش دقت کنتورها باید حداقل ۱۵ و حداکثر ۶۰ متر فشار وجود داشته باشد. به‌طور مثال نحوه محاسبه ضریب تصحیح کنتور برای یک محدوده بده را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

۰/۲۵ ساعت = ۱۵ دقیقه = (T) زمان آزمایش کنتور

۳۲ مترمکعب بر ساعت = ۸ مترمکعب بر ۱۵ دقیقه = Q_1 حجم آب عبوری ثبت شده درکنتور

۳۱/۲ مترمکعب بر ساعت = ۷/۸ مترمکعب بر ۱۵ دقیقه = Q_2 حجم آب عبوری ثبت شده در مخزن

Q_1 / Q_2 = ۳۱/۲ :۳۲ = ۰/۹۷۵ ضریب تصحیح کنتور مورد آزمایش در بده یاد شده

با ضرب رقم ثبت شده در کنتور در یک محدوده بده مشخص در ضریب تصحیح، رقم واقعی بده عبور داده شده به‌دست می‌آید. از روی ضریب تصحیح می‌توان درصد خطا را نیز به دست آورد.

$$\text{درصد خطا} = (1 - \text{ضریب تصحیح}) \times 100 = (1 - 0.975) \times 100 = 2.5\% \qquad (۴-۲)$$

کنتورهای بزرگ باید سالانه یک بار از خط لوله جدا شده، صافی آنها تمیز و توسط تکنسین‌ها و مراکز مجاز و دارای صلاحیت، آزمایش و واسنجی شوند. به همین دلیل در کشورهای پیشرفته برخی از شرکت‌های آب و فاضلاب برنامه دوره‌ای تعویض داشته و پس از پایان عمر بهینه و یا در صورت افزایش خطای کنتورها از حد مجاز، اقدام به تعویض آنها می‌کنند.

۲-۸-۹- آزمایش ادواری و زمان تعویض کنتورها

در طرح کاهش آب به‌حساب نیامده، سنجش دقت اندازه‌گیری کنتورهای مشترکین به صورت دوره‌ای ضروری و دارای اهمیت ویژه است. یکی از نتایج آزمایش ادواری، تعیین حالت حدی بین میزان آب به‌حساب نیامده ناشی از عدم دقت کنتور و هزینه تعویض کنتور می‌باشد. به دست آوردن این نسبت می‌تواند زمان تعویض کنتور را مشخص کند. از آنجا که طبق شرایط موجود در کشور ایران، سرمایه موجود شرکت‌های آب و فاضلاب تکافوی تعویض کنتورها پس از پایان عمر مفید را نمی‌کند، تشخیص اینکه چه حد از خطا در کنتورها قابل قبول می‌باشد به قضاوت کارشناسی نیازمند است تا زمان تعویض کنتور را مشخص کنند. به‌طور مثال زمان تعویض کنتور اماکن تجاری یا اماکنی که در هفته چند روز تعطیل هستند می‌تواند بالاتر از ۵ سال باشد. هم‌چنین با داشتن کارگاه

omoorepeyman.ir

آزمایش کنتور می‌توان نسبت به آزمایش همه یا درصدی از کنتورهای نو، قبل از نصب، اقدام و میزان خطای آنها را محاسبه کرد. در صورت خطای غیرقابل‌قبول، کنتور می‌تواند به کارخانه برگشت داده شود و در صورت خطای کم از ابتدای نصب می‌توان بر میزان آب به‌حساب نیامده و درآمد تلف شده نیز اشراف داشت. باتوجه به اینکه در صورت نگهداری مناسب از کنتورها، زمان کارکرد آنها افزایش می‌یابد برای حصول اطمینان از صحت کارکرد کنتورها آزمایش ادواری لازم می‌شود. طبق استاندارد AWWA حداقل فاصله زمانی آزمایش برای کنتورهای مختلف به شرح جدول ۲-۳ است.

جدول ۲-۳- حداقل فاصله زمانی آزمایش برای کنتورهای مختلف [۲۸]

اندازه کنتور (اینچ)	۱/۲ (۵/۸)	۳/۴	۱	۱/۵	۲	۳	۴	۶	>۶
فواصل زمانی آزمایش (سال)	۱۰	۸	۶	۴	۴	۴	۲	۱	۱

هم‌چنین طبق یکی از توصیه‌های استاندارد AWWA M6 در هر سال باید پنج درصد کنتورها آزمایش شده و اگر دقت آنها از ۰/۹۶ تا ۱/۰۲ مقدار واقعی باشد وضعیت کنتورها قابل قبول است. در غیراین‌صورت تمامی کنتورها باید تعویض شوند [۲۸]. به‌دلیل اینکه کیفیت تولید کنتورها در داخل کشور و شرایط فیزیکی و شیمیایی آب می‌تواند در کاهش عمر مفید کنتور تاثیر به‌سزایی داشته باشد زمان توصیه شده جهت آزمایش ادواری در داخل کشور برای کنتورهای با قطر ۱/۲ الی ۱ اینچ حداکثر ۵ سال توصیه می‌شود.

۲-۹- راهنمای بررسی نوسانات مصرف

به‌منظور کنترل و کاهش آب بحساب نیامده غیرفیزیکی، اطلاعات کافی از میزان و الگوی مصرف آب شهر مورد نیاز است. به این لحاظ، سنجش و اندازه‌گیری مصارف کلیه مشترکین و داشتن اطلاعات به روز از آنها اجتناب‌ناپذیر است. محاسبه میزان آب مصرفی به وجود سامانه‌های اندازه‌گیری درست و روش بهره‌برداری آنها بستگی دارد. به این دلیل با در دست داشتن اطلاعات و آمار صحیح، مدیران می‌توانند در خصوص تامین آب شرب مورد نیاز، سیاست‌گذاری‌های لازم در آینده را تدوین کنند، ضمن اینکه با ایجاد درآمدهای مالی، وضعیت اقتصادی سازمان تامین کننده آب را بهبود بخشند. به محض بروز نوسانات مصرف در طی دوره‌های زمانی متفاوت، اولین اقدام مدیریت، مقایسه آب ورودی به شبکه و میزان مصارف هر یک از مناطق شبکه توزیع می‌باشد. کنترل‌های موردی نظیر آزمایش کنتورها به‌ویژه برای مصرف‌کنندگان عمده و کنترل مصرف‌کنندگان بدون کنتور و بررسی سوابق پرونده‌ای آنها ضروریست. کنترل‌های موردی بعدی، پیدا کردن نشت‌های مربوط به خطوط لوله اصلی، مخازن، شیرهای قطع و وصل و غیره می‌باشند. جهت محاسبه و بررسی آمار مصرف در هر دوره و مقایسه آن با دوره‌های گذشته و تعیین میزان نوسانات آن، روند زیر پیشنهاد می‌شود:

۲-۹-۱- جمع‌آوری اطلاعات مربوط به یک دوره خواندن کنتور

جهت بررسی آمار مصرف و تغییرات آن، ابتدا جداول مربوط به نتایج خواندن کنتورهای مشترکین در هر دوره تهیه می‌شود. این اطلاعات در برگیرنده اطلاعات مربوط به مصرف مشترکین از جمله مصارف تجاری، عمومی، اداری، صنعتی و غیره است که می‌توان

omoorepeyman.ir

آنها را از فایل‌های کامپیوتری موجود نیز استخراج نمود. پس از اخذ اطلاعات بالا، اطلاعات مربوط به تعداد خواندن و مجموع مصارف (به تفکیک نوع مصرف) استخراج و جمع‌بندی آن در جدولی مطابق جدول نمونه ۲-۴ درج می‌شود. هم‌چنین آمار تعداد کنتورهای خوانده نشده (به‌دلیل عدم حضور در خانه (کد ۱)، خرابی کنتور (کد ۲)، نقص فیزیکی (کد ۳) از جمله خرابی عقربه، بخار گرفتگی شیشه و ...) نیز در جدول یادداشت می‌شود.

جدول ۲-۴- اطلاعات مربوط به یک دوره خواندن کنتور شهر

نوع مصرف	شرح	کنتورهای خوانده شده	کنتورهای خوانده نشده و کد علت عدم خواندن	جمع
خانگی	تعداد مشترک			
	مصرف (مترمکعب)			
تجاری	تعداد مشترک			
	مصرف (مترمکعب)			
عمومی و اداری	تعداد مشترک			
	مصرف (مترمکعب)			
فضای سبز	وسعت (مترمکعب)			
	مصرف (مترمکعب)			
صنعتی	تعداد مشترک			
	مصرف (مترمکعب)			
جمع کل	تعداد مشترک			
	مصرف (مترمکعب)			

۲-۹-۲- جمع‌آوری اطلاعات مصرف مشترکین خاص و عمده طی یک دوره خواندن

از آنجا که برخی از انشعابات در شبکه توزیع از حساسیت خاصی برخوردار می‌باشند (از جمله مصارف نیروهای مسلح، مصرف‌کنندگان عمده و ...)، لذا به‌حساب آوردن مصارف این‌گونه انشعابات با سایر انشعابات عادی موجب بروز خطاهایی در برآورد مصارف کل آب و نوسانات آن می‌شود. با توجه به مراتب بالا، فهرست این‌گونه انشعابات در این مرحله مشخص و مصارف آنها به‌طور جداگانه تعیین می‌شود.

۲-۹-۳- مقایسه مصارف یک دوره خواندن با دوره‌های مشابه قبلی

در این بخش آمار کلی مصرف تمامی مشترکین در یک دوره مصرف با دوره‌های مشابه قبلی مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرد. ازاین‌رو لازم است اطلاعات و آمار مصرف مشترکین در طی دو دوره مورد مقایسه، در جدولی مطابق جدول نمونه ۲-۵ درج شود. درنتیجه درصد تغییرات حاصل در میزان مصرف بین دو دوره مشابه تعیین و مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول ۲-۵- مقایسه مصرف کل آب شهر طی یک دوره با دوره مشابه سال قبل

ردیف	شرح مصارف	مصرف دوره مورد بررسی (مترمکعب)	مصرف دوره مشابه قبلی (مترمکعب)

omoorepeyman.ir

۲-۹-۴- مقایسه مصرف کل انشعابات دارای کنتور طی یک دوره خواندن با دوره‌های مشابه قبل

در این قسمت، آمار و اطلاعات مصرف مشترکین دارای کنتور طی یک دوره خواندن با دوره قبلی مقایسه و تغییرات آن بررسی می‌شود.

۲-۹-۵- مقایسه مصرف انشعابات دارای کنتور به تفکیک نوع کاربری

در این بخش آمار خواندن یک دوره با دوره‌های مشابه قبلی به تفکیک نوع کاربری در جدولی مطابق جدول نمونه ۲-۶ درج و مقایسه می‌شود.

جدول ۲-۶- مقایسه مصارف برحسب نوع کاربری

ردیف	دوره خواندن	نوع کاربری	تعداد انشعابات دارای کنتور			مقدار مصرف دوره (مترمکعب)		
			خوانده شده	خوانده نشده	مجموع	خوانده شده	خوانده نشده	مجموع

۲-۹-۶- مقایسه متوسط مصرف انواع کاربری‌ها در دوره‌های مختلف خواندن

با توجه به آمار خواندن کنتورها، مصرف متوسط انشعابات با کاربری‌های متفاوت در طی یک دوره با دوره قبلی، به همراه درصد افزایش و یا کاهش متوسط مصرف، به تفکیک محاسبه و در جدولی مطابق جدول نمونه ۲-۷ ثبت می‌شود. متوسط مصرف برای هر کاربری، متوسط مصرف کنتورهای خوانده شده است که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

(۲-۵) تعداد کنتورهای خوانده شده مشترکین با کاربری i/ مقدار مصرف کل کنتورهای خوانده شده برای کاربری i = مصرف دوره برای کاربریi

جدول ۲-۷- مقایسه متوسط مصرف انواع کاربری‌ها طی یک دوره با دوره مشابه سال قبل

ردیف	نوع کاربری	متوسط مصرف دوره مورد بررسی (مترمکعب)	متوسط مصرف دوره قبل (مترمکعب)	درصد تغییرات

۲-۹-۷- مقایسه تغییرات مصرف انواع کاربری‌ها نسبت به مصرف کل دوره

در این بخش تغییرات تعداد انشعابات و مقدار مصرف انشعاب‌های خانگی، تجاری، عمومی، اداری و صنعتی نسبت به تعداد کل انشعابات و میزان کل مصرف آب شهر در طی همان دوره با دوره مشابه سال قبل، از آمار خواندن کنتورها مشخص و نتایج آن در جدولی مطابق جدول نمونه ۲-۸ وارد می‌شود.

جدول ۲-۸- مقایسه تغییرات تعداد انشعاب و میزان مصرف انواع مختلف کاربری

ردیف	نوع کاربری	تعداد کل انشعابات / تعداد انشعاب در کاربری		میزان کل مصرف / میزان مصرف در کاربری	
		دوره حاضر	دوره مشابه سال قبل	دوره حاضر	دوره مشابه سال قبل

omoorepeyman.ir

فصل ۳

اندازه‌گیری و محاسبه مولفه‌ها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳-۱- راهنمای برآورد آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی

۳-۱-۱- برآورد آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای مدیریتی و بهره‌برداری $UFW(E_{MO})$ [1]

از نتایج پیمایش‌های انجام شده برای مشترکین و تلفیق آن با سایر اطلاعات می‌توان متوسط مصرف ماهانه (Q_A) انشعابات فعال را در منطقه مورد مطالعه تعیین کرد. Q_A براساس نوع کاربری و پس از تعیین الگوی مصرف محاسبه می‌شود. به‌عنوان مثال برای تعیین الگوی مصرف خانگی لازم است ابتدا مصارف دوره‌ای را به مصارف ماهانه تبدیل کرد. سپس متوسط مصرف ماهانه هر واحد مسکونی در طول سال مشخص و از روی آن طبقات مصرف ماهانه مشترکین برحسب تعداد واحد مسکونی تعیین می‌شود. حجم آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای مدیریتی و بهره‌برداری در ماه (E_{MO}) برحسب مترمکعب در ماه با اطلاع از تعداد انشعاباتی که اطلاعات آنها در فایل کامپیوتری مشترکین موجود نیست (N_M) و تعداد انشعابات فعالی که مصرف صفر دارند (N_O) قابل محاسبه خواهد بود:

$$UFW(E_{MO}) = (N_M + N_O) \times Q_A \qquad (۱-۳)$$

۳-۱-۲- برآورد آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای انسانی $UFW(E_P)$ [2]

پس از بررسی و پیمایش مجدد از مسیری که هر یک از کنتورخوان‌ها در برنامه کاری روزانه خود انجام می‌دهند، می‌توان خطاهای احتمالی آنها را تعیین و مقدار خطای انسانی ناشی از خواندن کنتورها (E_{P1}) را برحسب درصدی از کل حجم آب مصرف شده در طی یک ماه برآورد کرد. برای هر کنتورخوان باید حداقل یکبار این کنترل صورت گیرد. با نظارت بر کار کنتورخوان‌ها می‌توان درصورتی‌که مصرف آب مشترک در یک دوره خواندن نسبت به حد متوسط مصرف آب مشترک اختلاف فاحشی داشته باشد، موارد خطا را مشخص کرد. به این خطا باید خطای ناشی از وارد کردن ارقام کنتورهای خوانده شده به کامپیوتر در سامانه امور مشترکین (E_{P2}) را برحسب درصدی از حجم آب مصرف شده در طی یک ماه نیز اضافه کرد. برای این منظور لازم است فایل کامپیوتری حاوی مقدار آب مصرف شده مشترکین در یک دوره خواندن با لیست خواندن کنتورها که توسط کنتورخوان‌ها تهیه شده است مقایسه شده و موارد اختلاف مشخص شود. به این ترتیب آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای انسانی (E_P) برابر خواهد بود با:

$$UFW(E_P) = UFW(E_{P1}) + UFW(E_{P2}) \qquad (۲-۳)$$

۳-۱-۳- برآورد آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای ابزار اندازه‌گیری $UFW(E_{FM})$ [3]

۳-۱-۳-۱- برآورد خطای اندازه‌گیری برای بده شروع $UFW(E_{FM1})$

در هنگام عملیات پیمایش اماکن مشخص می‌شود که چه تعداد از مشترکین دارای دستگاه‌های کم‌مصرف با جریان مداوم مثل کولر و منبع انبساط و یا نشت داخلی ساختمان می‌باشند. میزان آب به‌حساب نیامده ناشی از خطای بده شروع کنتورها در یک ماه به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$UFW(E_{FM1}) = \left[(0.1Q_S \times 24 \times 30 \times 12 \times N_A) + (5 \times 18 \times 12 \times 30 \times NLW_1) + (5 \times 8 \times 30 \times 3 \times NLW_2)\right] / (12 \times 1000) \qquad (۳-۳)$$

1- Management and Operational Errors
2- Personnel Errors
3- Flow Meter Error

omoorepeyman.ir

که $UFW(E_{FM1})$ خطای بده شروع کنتورها (برحسب مترمکعب بر ماه)، Q_S بده شروع کنتور (برحسب لیتر بر ساعت)، N_A تعداد کل مشترکین، N_{LW1} تعداد مشترکین دارای منبع ذخیره و منبع انبساط و N_{LW2} تعداد مشترکین دارای کولر آبی می‌باشند.

دراین رابطه فرضیات زیر انجام شده است:

مصرف منبع انبساط و کولر هر کدام حداکثر برابر ۵ (لیتر بر ساعت)، نشت داخلی و آب هدر رفته ناشی از چکه کردن شیرآلات حدود ۱۰٪ بده شروع، زمان کارکرد کولرها به‌طور متوسط ۳ ماه در سال، کنتور مشترکین دارای کولر آبی در ۸ ساعت از روز و مشترکین دارای منبع انبساط و منبع ذخیره در ۱۸ ساعت از روز در ساعات حداقل مصرف دارای بده کم‌تر از بده شروع درنظر گرفته شده‌اند.

به‌عنوان نمونه: اگر (لیتر بر ساعت) $Q_S = 40.8$، $N_A = 1000$، $N_{LW1} = 2000$، $N_{LW2} = 7000$ مشترک باشد، آب به‌حساب نیامده ناشی از خطای بده شروع کنتورها در طول یک ماه (برحسب مترمکعب بر ماه) عبارتست از:

اگر $UFW(E_{FM1}) = [(0.1\times 40.8\times 24\times 30\times 12\times 10000) + (5\times 18\times 12\times 30\times 2000) + (5\times 8\times 30\times 3\times 7000)] /(12\times 1000) = 36876$

$N_{LW1} = 0$ (یعنی هیچ مشترکی منبع انبساط ندارد) آنگاه:

$$UFW(E_{FM1}) = [(0.1\times 40.8\times 24\times 30\times 12\times 10000) + (5\times 8\times 30\times 3\times 7000)]/(12\times 1000) = 31476$$

اگر $N_{LW2} = 0$ (یعنی هیچ مشترکی کولر آبی ندارد) آنگاه:

$$UFW(E_{FM1}) = [(0.1\times 40.8\times 24\times 30\times 12\times 10000) + (5\times 18\times 12\times 30\times 2000)]/(12\times 1000) = 34776$$

۳-۱-۳-۲- برآورد خطای اندازه‌گیری برای بده متوسط تا حداکثر $UFW(E_{FM2})$

پس از انجام آزمایش دقت کنتورها برای بده انتقالی Q_t تا بده حداکثر Q_{max} و تعیین خطای هریک از آنها، میانگین کل خطا (E_{FM2}) محاسبه می‌شود.

$$E_{FM2} = (\text{خطا در بده حداکثر} + \text{خطا در بده انتقالی})/2 \qquad (۴-۳)$$

بنابراین با داشتن متوسط مصرف ماهانه مشترکین، Q_A، تعداد مشترکین فعال، N_A، آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای ابزار اندازه‌گیری برای بده متوسط تا حداکثر، $UFW(E_{FM2})$ (برحسب مترمکعب بر ماه) محاسبه می‌شود.

$$UFW(E_{FM2}) = E_{FM2}\times N_A\times Q_A \qquad (۵-۳)$$

۳-۱-۳-۳- برآورد مصارف انشعابات با کنتور خراب $UFW(E_{FM3})$

پس از فهرست‌گیری از مصارف مشترکین و بازبینی فهرست‌ها، می‌توان انشعاباتی که مصرف ماهانه آنها کم‌تر از حد معینی می‌باشد را تعیین کرد. در این حالت کنتور مقدار مصرف مشترک را بسیار کم ولی بزرگ‌تر از صفر نشان می‌دهد. بنابراین حجم آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای اندازه‌گیری کنتورهای خراب (E_{FM3})، با اطلاع از تعداد انشعاباتی که مصرف کم‌تر از حد معینی (به‌طور مثال ۵ مترمکعب بر ماه) دارند قابل محاسبه خواهد بود. در نتیجه:

$$UFW(E_{FM3}) = N_{FM3}\times Q_A \qquad (۶-۳)$$

omoorepeyman.ir

میزان آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از خطای ابزار اندازه‌گیری (برحسب مترمکعب بر ماه) عبارتست از:

$$UFW(E_{FM}) = UFW(E_{FM1}) + UFW(E_{FM2}) + UFW(E_{FM3}) \quad (۷-۳)$$

۳-۱-۴- برآورد آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از مصارف غیرمجاز $UFW(E_{UC})$ [1]

طی عملیات پیمایش مشترکین، تعداد موارد انشعاب غیرمجاز (N_{UC})، مورد شناسایی قرار می‌گیرند. حجم آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از مصرف غیرمجاز (برحسب مترمکعب بر ماه) عبارتست از:

$$UFW(E_{UC}) = N_{UC} \times Q_A \quad (۸-۳)$$

۳-۱-۵- برآورد آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از مصارف مجاز اندازه‌گیری نشده $UFW(E_{AC})$ [2]

۳-۱-۵-۱- برآورد مصارف مجاز توسط شرکت‌های آب و فاضلاب $UFW(E_{AC1})$

با دریافت اطلاعات لازم از شرکت آب و فاضلاب مبنی‌بر تعداد دفعات شستشوی شبکه و مخزن، محاسبه تقریبی‌آب مصرفی امکان‌پذیر است. در این صورت با در نظر گرفتن حجم مخازن، حجم لوله‌های شبکه و تعداد دفعات شستشو در طول سال، مقدار آب مصرف شده قابل محاسبه خواهد بود. در صورت عدم دسترسی به اطلاعات مورد نیاز، با در نظر گرفتن یک تا دو درصد کل میزان مصرف تعداد کل مشترکین فعال (N_A) جهت این‌گونه مصارف، مقدار مصرف مجاز توسط شرکت‌های آب و فاضلاب برابر است با:

$$UFW(E_{AC1)} = (0.01 - 0.02)\ N_A \times Q_A \quad (۹-۳)$$

۳-۱-۵-۲- برآورد مصارف مجاز توسط سازمان‌های عمومی یا دولتی $UFW(E_{AC2})$

طبق مطالعات انجام شده در مناطق مطالعاتی کشور میزان ضریب مربوط به مصارف عمومی یا دولتی اندازه‌گیری نشده را می‌توان برابر یک درصد مصرف کل شبکه در نظر گرفت.

$$UFW(E_{AC2)} = 0.01 N_A \times Q_A \quad (۱۰-۳)$$

در برخی موارد میزان آب مصرفی به‌طور مستقیم قابل برآورد خواهد بود. به‌طور مثال آب مصرفی فضای سبز را می‌توان با در نظر گرفتن مساحت فضای سبز، نوع پوشش گیاهی و میزان آب مصرفی مورد نیاز این نوع پوشش گیاهی با تقریب خوبی محاسبه کرد. در نهایت مقدار کل آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از مصرف مصرف‌کنندگان مجاز $UFW(E_{AC})$ (برحسب مترمکعب بر ماه) عبارت خواهد بود از:

$$UFW(E_{AC}) = UFW(E_{AC1}) + UFW(E_{AC2}) \quad (۱۱-۳)$$

۳-۱-۶- محاسبه مقدار کل آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی $UFW(E_{NP})$

با توجه به موارد فوق، مقدار کل آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی، براساس رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$UFW(NP) = \text{حجم آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی (برحسب مترمکعب بر ماه)} \quad (۱۲-۳)$$

1- Unauthorized Consumptions
2- Authorized Consumptions

omoorepeyman.ir

۳-۲- محاسبه نشت از تاسیسات و شبکه توزیع آب شهری

۳-۲-۱- نشت از لوله‌ها (خطوط انتقال، شبکه توزیع و انشعابات)

۳-۲-۱-۱- نشت اجتناب‌ناپذیر

قسمتی از این نوع نشت احتمالا در عملیات نشت‌یابی مشخص می‌شود ولی شناسایی و ترمیم بخش عمده آنها به‌دلیل بده کم و پراکندگی زیاد، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نبوده و صرفا با تعویض لوله‌ها مقدار آن کاهش می‌یابد.

۳-۲-۱-۲- نشت زمینه نامریی ناشی از شکستگی‌های گزارش نشده

در این نوع نشت، آب از سوراخ‌ها، ترک‌ها و اتصالات موجود در شبکه خارج شده و به دلیل آنکه بده آن زیادتر از نشت‌های اجتناب‌ناپذیر است، با انجام عملیات نشت‌یابی مشخص می‌شود. درصورتی‌که این این‌گونه نشت‌ها طی عملیات فعال نشت‌یابی شناسایی نشوند احتمال دارد به مرور زمان در سطح زمین ظاهر شده و به نشت مریی تبدیل شوند. ولی در هر صورت درصد زیادی از نشت‌های نامریی باید با عملیات نشت‌یابی شناسایی شوند. تعیین مقدار کلی نشت از شبکه توزیع و لوله‌ها از طریق عملیات اندازه‌گیری حداقل جریان شبانه انجام می‌شود که به‌طور مشروح در فصل ۳ و ادامه این فصل مورد بحث قرار گرفته است.

۳-۲-۱-۳- نشت مریی ناشی از شکستگی‌های گزارش شده (حوادث)

درصورتی‌که سطح مقطع معادل شکستگی و یا ترک به‌طور مناسب و دقیقی در هنگام رفع حادثه مشخص و در فرم مخصوص ثبت شود، صرفا با اطلاع از فشار شبکه در محل حادثه می‌توان از طریق فرمول مربوط به سوراخ و یا ترک، میزان نشت فیزیکی مریی را محاسبه کرد. باتوجه به برآوردی که در معادل‌سازی سطح مقطع شکستگی با سوراخ یا ترک و استفاده از فشار متوسط شبکه و رابطه اریفیس در محاسبه بده نشت به‌کار می‌رود، اعداد محاسبه شده کاملا دقیق نیست ولی براساس اطلاعات موجود، نزدیک‌ترین مقدار نسبت به واقعیت می‌باشند. چون فرمول اریفیس مربوط به محاسبه میزان آب خارج شده از یک سوراخ در هوای آزاد است، برای لوله‌های مدفون که خاک متراکم شده اطراف لوله‌ها را پوشانده است، این فرمول باید در ضریبی کم‌تر از یک ضرب شود. بنابراین برای محاسبه بده نشت ناشی از حوادث از فرمول‌های زیر استفاده می‌شود:

$$Q_L = 84.043 C_d A P^{0.5} \qquad (۱۳-۳)$$

که Q_L بده نشت (لیتر بر دقیقه)، A سطح مقطع سوراخ یا ترک (سانتی‌متر مربع) و P فشار (اتمسفر) می‌باشند. مقدار C_d برای سوراخ برابر ۰/۸ و برای ترک برابر ۰/۶ در نظر گرفته می‌شود [۹].

بده نشت در حالت گردبر از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$Q_L = 158.417 a D P^{0.5} \qquad (۱۴-۳)$$

که Q_L بده نشت (لیتر بر دقیقه)، D قطر لوله (سانتی‌متر)، a فاصله دو قطعه جدا شده لوله (سانتی‌متر) و P فشار (اتمسفر) می‌باشند.

omoorepeyman.ir

میزان نشت به‌دست آمده از فرمول‌ها به‌صورت بده است. برای تعیین حجم آب هدر رفته باید زمان نشت را نیز به‌دست آورد. حداقل زمان نشت قابل محاسبه، برابر تفاوت بین زمان اطلاع از حادثه تا قطع جریان آب یا پایان تعمیر است، هرچند که ممکن است نشت از مدت‌ها قبل شروع شده و پس از گذشت زمان مریی شده باشد. درصورتی‌که طبق شواهد و اطلاعات محلی یا تجارب کارکنان واحد امداد و حوادث، مدت زمان نشت آب بیش از عدد به‌دست آمده فوق باشد، مدت زمان بزرگ‌تر ملاک خواهد بود.

۳-۲-۲- نشت مخازن

با توجه به نوع مخزن و شرایط منطقه مورد مطالعه، از روش‌های زیر جهت تعیین نشت مخازن می‌توان استفاده کرد.

• روش اول

در این روش با توجه به ابعاد و حجم مخزن، در ساعات مناسبی از شبانه‌روز شیر خروجی یک قسمت از مخزن بسته شده تا سطح آب مخزن به ارتفاع مناسبی برسد (مخزن تقریبا پرشود). پس از پرشدن مخزن و ثبت زمان آن، در ساعت مناسبی از شبانه‌روز (مثلا ساعت ۲۴) شیر ورودی به مخزن نیز بسته شده و در همین زمان، تراز سطح آب مخزن اندازه‌گیری می‌شود. پس از گذشت مدت زمان مورد نیاز جهت آزمایش (۶ تا ۱۲ ساعت) تراز سطح آب مجددا اندازه‌گیری می‌شود. در صورت وجود نشت، سطح آب در مخزن پایین آمده است. پس از اندازه‌گیری تراز اولیه و ثانویه سطح آب می‌توان میزان افت سطح آب را محاسبه کرد.

(۳-۱۵) تراز ثانویه سطح آب – تراز اولیه سطح آب = افت سطح آب

با استفاده از سطح مقطع مفید مخزن و میزان افت سطح آب در زمان آزمایش، نشت از مخزن محاسبه می‌شود. از این روش بیش‌تر در تعیین نشت مخازن استانداردی که به صورت دو قسمتی ساخته می‌شوند و در مناطقی که قطع ارتباط یک قسمت از مخزن با شبکه، اختلال چندانی در روند توزیع آب منطقه ایجاد نکند استفاده می‌شود. بهتر است از این روش در فصول کم‌مصرف سال استفاده شود. در این روش باید از آب بند بودن و کارکرد صحیح شیرآلات ورودی و خروجی مخزن اطمینان حاصل شود تا اعداد به‌دست آمده برای نشت مخزن قابل اعتماد باشند.

• روش دوم

در صورت عدم وجود کنتور، ابتدا یک دستگاه جریان‌سنج بر روی لوله خروجی مخزن نصب می‌شود و جریان ورودی آب به هر دو قسمت مخزن (درصورتی‌که مخزن دو قسمتی باشد) کاملا قطع می‌شود. سپس بده و حجم آب خروجی از مخزن مذکور اندازه‌گیری می‌شود. در آغاز آزمایش علاوه بر اندازه‌گیری میزان آب خروجی، تراز سطح آب مخزن نیز تعیین می‌شود. در این روش نیز باید زمان مناسبی (مثلا ساعات کم‌مصرف) را جهت انجام آزمایش انتخاب کرد. پس از گذشت مدت زمان لازم جهت آزمایش یادشده و ثبت نتایج در چندین مرحله، مجددا تراز سطح آب در مخزن خوانده می‌شود. طبق نتایج به دست آمده، کل حجم آب خروجی از لوله خروجی مخزن طی مدت زمان آزمایش محاسبه می‌شود. هم‌چنین با ضرب ضریب تصحیح اندازه‌گیری جریان برای کنتور جریان‌سنج در بده اندازه‌گیری شده، حجم واقعی آب خروجی به مترمکعب محاسبه می‌شود. از طرف دیگر اختلاف تراز سطح آب اندازه‌گیری شده در دو مرحله آغازین و انتهایی آزمایش نیز بررسی و اختلاف ارتفاع آب خروجی کل از مخزن (طبق روش قبل) تعیین می‌شود. با محاسبه اختلاف ارتفاع یادشده و با در نظر گرفتن سطح مقطع مفید مخزن، حجم کل آب خارج شده از مخزن

omoorepeyman.ir

تعیین می‌شود. در نهایت از اختلاف دو عدد به‌دست آمده که یکی مربوط بـه کنتورخـوانی و آب خروجـی از لولـه خروجـی مخـزن و دیگری حجم ناشی از افت سطح آب مخزن می‌باشد، می‌توان به میزان آب تلف شده ناشی از نشت از بدنه و کف مخزن دست یافت.

از این روش بیش‌تر در نشت‌یابی مخازن یک قسمتی، مخازن دارای کنتور در شیرخانه خروجی و یـا مخـازنی کـه امکـان نـصب کنتور در خروجی آن وجود داشته باشد، هم‌چنین در مناطقی که به دلیل مصارف بالا و کمبود آب امکان قطع ارتباط خروجی مخزن با شبکه توزیع وجود نداشته باشد، استفاده می‌شود. در عین حال از ایـن روش مـی‌تـوان در کلیـه فـصول سـال (فـصول پرمـصرف یـا کم‌مصرف) استفاده کرد. از محاسن دیگر این روش دقت بیش‌تر آن به دلیل امکان طولانی‌تر کردن مدت زمـان آزمـایش مـی‌باشـد. لازم به ذکر است که محاسبه افت سطح آب به‌وسیله نـصب و خوانـدن اشـل در داخـل مخـزن انجـام شـده و یـا بـه‌وسـیله نـصب سطح‌سنج‌ها و ثبات‌های پیشرفته که سطح آب مخزن را به‌طور متوالی در فواصل زمانی برنامه‌ریزی شده، اندازه‌گیری و ثبت می‌کنـد امکان‌پذیر است. درصورتی‌که سطح مقطع مخزن از نظر هندسی نامتعارف و ناهمگن باشد لازم است در محاسبه سطح مقطع واقعـی مخزن دقت لازم انجام شود زیرا با تغییر تراز آب، سطح مقطع نیز تفاوت می‌کند.

۳-۲-۳- سرریز از مخازن

سرریز از مخازن معمولا در ساعاتی از شبانه‌روز که حداکثر مصرف وجود نـدارد و تقاضـا در سـامانه حـداقل مـی‌باشـد (اغلـب در نیمه‌شب‌ها) رخ می‌دهد. لوله سرریز مخازن باید به‌طور مرتب بازرسی شود تا از وقوع سرریز آب و نـشانه‌هـای آن در اطـراف مخـزن اطلاع حاصل شود. معمولا مخازن باید دارای نگهبان باشند و او می‌تواند با استفاده از روش‌هایی نظیر قرار دادن یک شیئ مانند توپ کوچک در مسیر لوله که حرکت آب آن را جابه‌جا کند و یا هدایت آب به‌وسیله شیلنگ به محل استقرار نگهبان و ... از وقـوع سـرریز اطلاع یابد. ثبات‌های سطح‌سنج با دقت بالا می‌توانند وقتی که تراز آب به حداکثر خود می‌رسد و سرریز آغـاز مـی‌شـود بـا برقـراری ارتباط با یک کنتور موقتی که بر روی لوله ورودی مخزن نصب شده است حجم و مقدار تلفـات ناشـی از سـرریز را مـشخص کننـد. ساده‌ترین روش کنترل سطح آب استفاده از شیرهای مکانیکی و شناور می‌باشد. هر چند که شرکت‌های آب و فاضلاب در کشورهای پیشرفته معمولا از سامانه‌های کنترل از دور و SCADA[1] به منظور کنترل سطح آب مخزن استفاده می‌کنند. در هر حال تلفات ناشی از سرریز باید با یک روش مقرون به صرفه کنترل شود. اگر روش‌های بالا برای محاسبه سرریز مخـازن امکـان‌پـذیر نباشـد بایـد بـا بررسی‌های محلی، شرایط پمپاژ و زمان‌های روشن بودن تلمبه‌ها، کیفیت مدیریت و اجرای شـبکه و مخـزن و اطلاعـات جمع‌آوری شده از تناوب و شدت جریان سرریزهای قبلی در طول سال، یک مقدار تقریبی را برای تلفات ناشی از سرریز مخزن مشخص کرد.

۳-۲-۴- نشت از تلمبه‌ها و شیرآلات

برای اندازه‌گیری نشت شیرآلات در مواقعی که بده نشت کم است کیسه‌ای نایلونی به دور شیر بسته شده و در یک فاصله زمـانی مشخص، مقدار حجم آب جمع شده در کیسه محاسبه می‌شود. هم‌چنین در صورت پرآب بودن حوضچه، می‌توان بـا علامـت‌گـذاری سطح آب، بوسیله یک ظرف مدرج مقداری از آب حوضچه را خارج ساخت و مدت زمانی که طول می‌کشد تا سطح آب حوضـچه بـه سطح اولیه برگردد را اندازه‌گیری کرد. با داشتن حجم آب جمع‌آوری شده در ظرف مدرج و زمان، بده نشت مشخص می‌شود.

1- Supervisory Control And Data Acqusition

omoorepeyman.ir

۳-۳- راهنمای مجزا کردن شبکه‌های توزیع آب

برای مدیریت، پایش و کنترل نشت باید داده‌های لازم جمع‌آوری شود. این داده‌ها از یک منطقه مجزا شده قابل جمع‌آوری می‌باشد. در هر منطقه مجزا شده انواع مختلف تقاضا با کاربری‌های مختلف به همراه نشت (تلفات فیزیکی) وجود دارند.

۳-۳-۱- مشخصات یک شبکه مجزا شده

یک منطقه مجزا بخشی از یک شبکه توزیع آب شهری می‌باشد که تمام شیر فلکه‌های مرتبط با نواحی مجاور بسته می‌شوند و جریان عبوری از ورودی و خروجی‌های آن اندازه‌گیری می‌شود. یک منطقه مجزای ایده‌آل دارای ویژگی‌های زیر است:

- مخزن واحد، به منظور حداقل ساختن مشکلات کیفی و فشار
- ورودی اندازه‌گیری شده منفرد، به منظور حداکثر ساختن دقت جریان‌سنجی و داده‌های نشت

هر منطقه مجزا دارای ویژگی‌های منحصر به فردی برای تعداد جمعیت، تعداد انشعاب، طول لوله‌های اصلی و فرعی شبکه، نسبت طول لوله به انشعابات، تعداد و نوع مصرف‌کنندگان عمده شبانه، فشار متوسط شبانه، شرایط زیربنایی، عمر شبکه، تعداد حوادث بر روی خطوط اصلی و انشعابات و ... می‌باشد. در صورت تعدد ورودی و خروجی‌ها، میزان جریان خالص ورودی از تفاوت کل جریان ورودی و کل جریان خروجی تعیین می‌شود. تعداد انشعابات در یک منطقه مجزای استاندارد بین ۵۰۰ تا ۵۰۰۰ فقره می‌باشد. با توجه به شرایط توپوگرافی و وسعت شبکه و هم‌چنین نحوه توزیع آب در شبکه، مجزاسازی شبکه مورد مطالعه را به دو طریق می‌توان اجرا کرد.

الف- در مناطق کوچک که عملیات مجزاسازی مانع از روند توزیع آب نباشد و دارای نقاط محدود ورود و خروج آب هستند می‌توان کل منطقه را به عنوان یک منطقه مجزا در نظر گرفت.

ب- برای مناطق واقع در شهرهای بزرگ که دارای شبکه‌های پیچیده و نقاط متعدد ورودی و خروجی جریان می‌باشند، مناسب است که آنها را به چندین زیرمنطقه تقسیم و هریک از این زیرمناطق، به‌طور مستقل از نواحی مجاور مجزا شوند. هر منطقه مجزا را نیز می‌توان به چند ناحیه مختلف تقسیم و مطالعات تعیین مقدار نشت شبکه و انشعابات را در هر ناحیه به‌طور جداگانه انجام داد.

در تعیین محدوده یک منطقه مجزا، عوامل گوناگونی از قبیل سطح منطقه، تعداد مشترکین، تراکم مشترکین در واحد سطح، مسایل اقتصادی مربوط به جداسازی از قبیل هزینه کنتورها و شیرهای مورد نیاز، امکان تحلیل هیدرولیکی شبکه، عملی بودن مجزاسازی (با توجه به مدفون بودن بسیاری از شیرها) و ... موثر می‌باشند. اندازه ناحیه معمولا براساس مساحت منطقه تامین آب، فشار در مرزها، یا مرزهای طبیعی جغرافیایی/ هیدرولیکی تعیین می‌شود.

۳-۳-۲- عملیات مقدماتی برای آماده کردن شبکه در ناحیه مورد نظر برای مجزاسازی

۳-۳-۲-۱- تهیه نقشه‌های منطقه

جهت شروع مجزاسازی یک ناحیه، نقشه‌های چون‌ساخت شبکه توزیع آب در آن ناحیه مورد نیاز است که محل نصب شیر فلکه‌ها، شیرهای آتش‌نشانی، شیرهای تخلیه و شستشو، شیرهای هوا، خطوط لوله و کدهای مربوط در آن منعکس شده باشند،

omoorepeyman.ir

استفاده می‌شود. برای جلوگیری از قطع آب مشترکین و هم‌چنین به حداقل رساندن عملیات قطع و وصل شیر فلکه‌ها در شبکه توزیع آب در یک ناحیه، محدوده منطقه مجزا باید به نحوی انتخاب شود که با نصب حداقل تعداد کنتور و تامین فشار کافی برای شبکه، مطالعات مربوط به تعیین میزان نشت انجام پذیرد. جهت این امر، استفاده از مدل‌های تحلیل هیدرولیکی شبکه بسیار موثر می‌باشد. بدین طریق قبل از شروع عملیات اجرایی، کلیه جوانب امر و اثرات مجزاسازی می‌تواند با شبیه‌سازی هیدرولیکی مورد بررسی قرار گیرد. نظر به اینکه شیر فلکه‌ها نقش مهمی در انجام مجزاسازی دارند باید کلیه شیر فلکه‌ها بر روی نقشه شماره‌گذاری شوند.

۳-۳-۲-۲- تهیه شناسنامه از منطقه مجزا

برای بررسی وضعیت شبکه باید با استفاده از پیمایش محلی و جمع‌آوری اطلاعات موجود، جنس، قطر و طول لوله‌ها، تعداد مشترکین و انشعابات، نوع مصرف مشترکین عمده و دارای مصرف شبانه، عمر شبکه و انشعابات، سابقه حوادث بر روی شبکه و انشعابات، تعداد و نوع شیرها، تعیین و در جداولی درج شوند. با توجه به اهمیت شیرها جهت مجزا کردن شبکه و نقش آنان به‌عنوان نقاط دسترسی در عملیات نشت‌یابی، یک کاربرگ پیمایش شبکه و شناسایی نقاط دسترسی باید شامل اطلاعات زیر باشد: شماره نقشه، شماره شیر و آدرس؛ کنترل وجود شیر در نقشه؛ نوع حوضچه (چکمه‌ای یا غیرچکمه‌ای)؛ وضعیت حوضچه (سالم، خراب، فاقد دریچه، دریچه مدفون، شیر مدفون، مغروق، شیر دارای نشت، مقدار نشت برحسب لیتر بر دقیقه)؛ نام و نام خانوادگی پیمایشگر مسوول و همکاران؛ تاریخ و زمان کل عملیات.

۳-۳-۲-۳- مربی کردن شیر فلکه‌های مدفون در منطقه مجزا

پس از تهیه نقشه و اطلاع از تعداد و محل شیرهای مختلف بر روی شبکه، گروه پیمایش باید با در دست داشتن نقشه کامل ناحیه، نسبت به کنترل شیر فلکه‌ها اقدام کند. درصورتی‌که شیر فلکه‌ای در زیر آسفالت و یا خاک مدفون باشد با استفاده از دریچه‌یاب باید نسبت به پیدا کردن محل شیر فلکه‌ها اقدام کرد. سپس گروه تعمیرات، عملیات بالا آوردن، بازسازی و بتن‌ریزی اطراف دریچه را انجام خواهد داد. آنگاه با انجام مانور بر روی شیر فلکه باید نسبت به صحت عملکرد آن اطمینان حاصل کرده و در صورت نیاز تعمیرات لازم انجام پذیرد.

۳-۳-۲-۴- آزمایش کنترل آب‌بندی شیر فلکه‌ها در منطقه مجزا

به منظور قطع کامل ارتباط شبکه توزیع در منطقه مجزا شده با نواحی مجاور و اطمینان از عملکرد صحیح شیر فلکه‌ها (به‌خصوص شیرهای عبور جریان به نواحی مجاور) و نیز تشخیص ارتباطات ناشناخته در منطقه مجزا، باید تمام شیر فلکه‌های پیرامونی منطقه مجزا، شناسایی و به‌طور کامل بسته شوند. آنگاه با کنترل قطع آب در تمام نقاط منطقه مجزا، از صحت عملکرد شیر فلکه‌ها و نیز عدم وجود ارتباط ناشناخته در ناحیه مجزا شده با شبکه نواحی مجاور اطمینان حاصل شود. درصورتی‌که پس از بستن شیر فلکه‌های پیرامونی منطقه مجزا، آب در ناحیه مورد نظر قطع نشود، احتمالا جریانی بین نواحی مجاور و منطقه مجزا وجود دارد. این مساله با کنترل قطع آب مشترکین و یا کنترل تغییرات فشار در فشارسنج‌ها قابل شناسایی خواهد بود. در این صورت باید با

omoorepeyman.ir

همکاری مسوول شبکه منطقه نسبت به پیدا کردن این ارتباط اقدام کرد. در این مرحله باید فهرست شیر فلکه‌هایی که کارآیی نداشته و یا به نحوی آب بند نمی‌باشند تهیه و قبل از شروع مراحل بعد، شیر فلکه‌های مورد نظر توسط شرکت آبفا تعمیر و یا تعویض شوند.

۳-۳-۲-۵- تقسیم‌بندی منطقه مجزا شده به چند زیر منطقه

با در دست داشتن نقشه‌های شبکه که بر روی آن محل شیر فلکه‌ها نیز مشخص شده باشند، محدوده منطقه مجزا مورد بررسی قرار گرفته و برای بالا بردن دقت محاسبات، شبکه واقع در منطقه مجزا به چند زیر ناحیه تقسیم می‌شود. مسیر شبکه توزیع در زیر منطقه‌ها باید به نحوی باشد که با بستن یک و یا تعداد معدودی شیر فلکه، بدون اینکه آب در سایر قسمت‌های شبکه قطع شود بتوان آن زیرناحیه را از شبکه جدا کرد. نام خیابان و یا کوچه و هم‌چنین شماره شیر فلکه هر مسیر در جدولی درج می‌شود. در عملیات اندازه‌گیری نشت طبق جدول یادشده، با بستن شیر فلکه مربوط به یکایک خطوط لوله در هر مسیر، به‌وسیله روش آزمایش مرحله‌ای[1] اندازه‌گیری میزان نشت صورت می‌پذیرد [۲۷]. مناطق آزمایش مرحله‌ای کوچک می‌باشند (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مشترک) و معمولا جزیی از یک منطقه مجزای (DMA) بزرگ‌تر می‌باشند که از کنتور برای پایش جریان ورودی و انجام آزمایش مرحله‌ای در هر ناحیه استفاده می‌شود. مراحل برقراری و ایجاد یک ناحیه جهت آزمایش مرحله‌ای در زیر خلاصه می‌شوند:

- تعداد مشترکین در هر ناحیه را مشخص کنید.
- تعداد مصرف‌کنندگان شبانه دارای کنتور را مشخص کنید.
- تعداد مصرف‌کنندگان غیرخانگی بدون کنتور را برآورد و مصرف‌کنندگان شبانه را از میان آنها مشخص کنید.
- قابلیت مانور شیرها را کنترل کنید.
- به هر شیر شماره‌ای اختصاص دهید.
- نام خیابان‌ها را مشخص و لوله‌ها را جانمایی کنید.
- محل نصب کنتور و شیرهای مربوط مشخص شود.
- شیرهای مرزی که برای مجزا کردن منطقه باید بسته شوند مشخص کنید.
- شیرهای میانی که برای حذف حلقه‌ها و ایجاد شبکه شاخه‌ای باید بسته شوند مشخص کنید.
- شیرهای مرحله‌ای که در حین آزمایش مرحله‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند تعیین شوند.
- تعیین کلیه شیرهایی که در حین آزمایش استفاده نمی‌شوند، به منظور پرهیز از بازشدن یا بستن اشتباهی آنها.
- موقعیت و جزییات مشترکین تجاری، با برآوردی از مصرف شبانه آنها تعیین شود.
- شماره شیرها و موقعیت آنها (بسته یا باز) و جهت حرکت برای بستن آنها مشخص شود.

۳-۳-۲-۶- کنترل فشار شبکه در منطقه مجزا

پس از تعمیر و تعویض شیر فلکه‌های معیوب توسط شرکت آب و فاضلاب و اطمینان از آب بند بودن شیر فلکه‌هایی که نقش کلیدی در منطقه مجزا دارند، نسبت به کنترل فشار در شبکه اقدام می‌شود. در شرایط عادی، ورود آب به منطقه مجزا از طریق

1 - Step Testing

omoorepeyman.ir

خطوط لوله متعددی صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه برای اندازه‌گیری شبانه، تغذیه شبکه منطقه مجزا باید از طریق یک خط لوله که بر روی آن کنتور جریان‌سنج نصب خواهد شد صورت گیرد، لذا ضروری است که فشار آب در شبکه در ناحیه مورد نظر در این حالت کنترل شده و از عدم کاهش محسوس فشار آب اطمینان حاصل شود. میزان فشار در منطقه مجزا در کلیه ساعات شبانه‌روز از طریق مانومترها یا ثبات‌هایی که در نقاط مختلف شبکه نصب شده اندازه‌گیری می‌شود. پس از اطمینان از وجود فشار کافی در شبکه در ساعات مختلف شبانه‌روز، در هنگام مجزا کردن منطقه، ناحیه مورد نظر آماده انجام عملیات اندازه‌گیری نشت خواهد بود.

۳-۳-۲-۷- اندازه‌گیری جریان

مدیریت موثر در شبکه، مبتنی بر توانایی پایش مستمر جریان در فواصل منظم ساعتی در طول شبانه‌روز است. شمارش تعداد دقیق جمعیت نیز اهمیت دارد، زیرا داده‌های به‌دست آمده، اطلاعاتی از رشد تقاضا در طول زمان و میزان نشت را مشخص می‌سازد. شناخت میزان جریانات به داخل یا خارج هر منطقه مجزا می‌تواند معادله تعادل آب را مشخص سازد. از میان انواع کنتورهای موجود در بازار می‌توان از انواع کنتورهای حجمی، الکترومغناطیسی و اولتراسونیک به منظور اندازه‌گیری جریان در نواحی استفاده کرد. جریان‌سنجی در نواحی با ۱۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ مشترک، مرحله اول پایش نشت است. بررسی جریان می‌تواند مقادیر حداکثر ناشی از افزایش تقاضا یا تلفات را مشخص کند. معیارهای زیر جهت نصب کنتورها پیشنهاد می‌شوند:

- طول لوله مستقیم قبل و بعد از کنتور براساس نوع کنتور تفاوت می‌کند ولی استاندارد ۱۰ برابر قطر در بالادست و ۵ برابر قطر در پایین دست متداول است.
- در دو سوی کنتور باید شیر نصب شود تا جداسازی کنتور برای تعمیر امکان‌پذیر باشد.
- باید یک کنار گذر[1] نصب شود تا وقتی که کنتور جهت تعمیرات یا واسنجی برداشته می‌شود به جریان اجازه عبور دهد.
- یک حوضچه برای دسترسی به کنتور و خواندن آن لازم است. در اندازه‌های کوچک‌تر، حوضچه می‌تواند کوچک باشد و فقط تا بالای سر کنتور برسد و بقیه کنتور بدون حوضچه باشد. در ظرفیت‌های بزرگ‌تر معمول است که یک حوضچه بزرگ‌تر ساخته شود که تا زیر کنتور ادامه دارد. جایی که دسترسی به حوضچه مشکل است، خواندن منظم ممکن است با نصب تجهیزات قرائت از راه دور انجام شود.

۳-۳-۲-۸- افراد گروه عملیات اندازه‌گیری شبانه

تعداد افرادی که در عملیات اجرایی اندازه‌گیری شبانه همکاری می‌کنند عبارتند از:

مهندس سرگروه (۱ نفر)، تکنیسین جهت اندازه‌گیری (۴ نفر)، مسوول شبکه منطقه (۱ نفر)، بهره‌بردار شیرها (کلیددار منطقه) (۲ نفر) و راننده (۱ نفر که می‌تواند یکی از افراد بالا باشد). در صورت استفاده از جریان‌سنج‌های ثبات خودکار، تعداد تکنیسین‌های لازم به ۲ نفر کاهش می‌یابد.

omoorepeyman.ir

1- by-pass

همکاری گروه شبکه و کلیددار (استادکار) که آشنایی کامل به محل شیر فلکه‌ها و منطقه دارند در کلیه مراحل عملیات شامل مریی کردن شیر فلکه‌ها و کنترل ناحیه منطقه مجزا و هم‌چنین اندازه‌گیری‌های شبانه، به‌خصوص در باز و بسته نمودن شیر فلکه‌ها نقش اساسی داشته و بدون وجود آنان انجام عملیات با مشکل روبرو خواهد شد.

۳-۳-۲-۹- تجهیزات مورد نیاز در عملیات اندازه‌گیری شبانه

لوازام و تجهیزاتی که در این عملیات به کار گرفته می‌شود عبارتند از:

اتومبیل جهت حمل تجهیزات و رفت و آمد کارکنان (۱ تا ۲ دستگاه)، کنتور جریان‌سنج با توجه به شرایط شبکه منطقه مجزا (به تعداد مورد نیاز)، بی‌سیم (۲ دستگاه)، حفاظ ایمنی شبرنگ (به تعداد مورد نیاز)، ساعت کورنومتر (در صورت استفاده از کنتورهای حجمی و فلنجی) (۳-۲ عدد)، چراغ قوه (به تعداد مورد نیاز)، دیلم جهت بلند کردن دریچه چدنی حوضچه‌ها (۲-۱ عدد)، آچار شیر فلکه‌ها (۲ عدد)، چراغ گردان همراه با سه پایه (۲-۱ عدد) و لباس شبرنگ و مناسب (به تعداد افراد گروه).

۳-۳-۲-۱۰- هماهنگی با مسوولین مربوط

جهت اجرای عملیات اندازه‌گیری جریان شبانه به منظور اندازه‌گیری نشت لازم است قبل از اجرای عملیات، هماهنگی‌های لازم با ارگان‌ها و افراد مرتبط از قبیل مسوولین حراست شرکت آبفا، مسوولین شهرداری، نیروهای انتظامی و یا سپاه و بسیج منطقه انجام شود. در این راستا برای کلیه افراد گروه نشت‌یاب باید کارت شناسایی معتبر از سوی حراست شرکت آبفا صادر شود.

۳-۳-۳- عملیات اندازه‌گیری جریان شبانه

گروه عملیات اجرایی با در دست داشتن نقشه و جداول حاوی اطلاعات پایه مورد نیاز و تجهیزات لازم، با هماهنگی یکدیگر عملیات اندازه‌گیری شبانه را آغاز می‌کنند. درصورتی‌که در محدوده مورد نظر، انشعابات بزرگ و یا انشعاباتی که در شب مصرف عمده دارند وجود داشته باشند توصیه می‌شود به‌طور هم‌زمان کنتور آنان نیز خوانده شود. عملیات اندازه‌گیری شبانه بین ساعات ۲۴ تا ۴ بامداد یعنی ساعاتی که تقریبا مصارف مشترکین عادی در حد صفر می‌باشد انجام خواهد گرفت. باتوجه به شرایط محلی و فرهنگ مصرف، مقداری را برای مصرف مشترکین عادی در طول نیمه‌شب در نظر بگیرید. لازم به ذکر است که اگر براساس اطلاعات حاصل از پیمایش اماکن مشترکین، شبکه داخلی مشترک دارای چکه از شیرها بوده و یا در ساعات نیمه‌شب نسبت به پر کردن مخزن ذخیره خود اقدام می‌کنند، این موارد نیز باید در محاسبات لحاظ شوند.

عملیات اندازه‌گیری حداقل جریان شبانه به طریق زیر انجام می‌شود:

- بستن تمام شیرآلات مرزی و میانی قبل از شروع آزمایش
- فشار شبکه از روی فشارسنج دستی یا ثبات که قبلا در مکان‌های مشخصی در منطقه مجزا نصب شده یادداشت می‌شود.
- مقدار جریان آب از کنتور در مدت یک ربع ساعت اندازه‌گیری و یادداشت می‌شود. این زمان از روی تجربه و باتوجه به وضعیت شبکه به دست می‌آید.
- هم‌زمان با بستن شیر فلکه و قطع آب در یک مسیر، رقم کنتور یادداشت شده و پس از یک ربع ساعت نیز مجددا رقم کنتور ثبت و در نتیجه مقدار عبور آب در این مدت تعیین می‌شود.
- بستن مرحله‌ای شیرها، ثبت زمان بستن و جزییات هر شیر (شروع از دورترین نقطه نسبت به کنتور)

omoorepeyman.ir

- گوش دادن به هر شیر برای محکم‌کاری
- هم‌زمان با ثبت رقم کنتور پس از یک ربع ساعت، شیر فلکه بسته شده در مسیر مورد نظر باز می‌شود. به منظور پرهیز از وقوع حادثه و ترکیدگی، باز کردن شیر به آهستگی صورت می‌گیرد. در حین باز کردن شیر فلکه به صدای عبور آب توجه شود که ممکن است شدید، کم یا بی‌صدا باشد. هم‌چنین ماموری که رقم کنتور را در هنگام باز کردن شیر فلکه می‌خواند باید به حرکت عقربه کنتور نیز توجه کند. تغییر سرعت عقربه کنتور که ممکن است سریع، محسوس و یا غیرمحسوس باشد نیز یادداشت شود. علت این کار این است که درصورتی‌که لوله دارای نشت باشد پس از بستن شیر، آب داخل لوله از طریق محل نشت از لوله خارج شده و هوا جایگزین آن می‌شود. در موقع باز شدن شیر، آب تمایل دارد به سرعت فضای خالی درون لوله را پر کند. بنابراین حرکت آب به درون لوله از محل شیر با صدای زیاد و حرکت سریع عقربه کنتور همراه خواهد بود. بدیهی است هرچقدر میزان نشت کم‌تر باشد صدای حرکت آب و سرعت عقربه کنتور کم‌تر خواهد بود.
- با باز بودن مسیر کلیه لوله‌ها در منطقه مجزا، مجددا مقدار عبور آب در یک ربع ساعت یادداشت می‌شود.
- فشار شبکه در منطقه مجزا مجددا اندازه‌گیری می‌شود.
- طبق برنامه تعیین شده قبلی، مجددا عین این روش برای مسیرهای دیگر شبکه در منطقه مجزا اجرا خواهد شد. این عملیات تا ساعت ۴ بامداد ادامه خواهد داشت. درصورتی‌که انجام عملیات اندازه‌گیری جریان در یک شب امکان پذیر نباشد، اندازه‌گیری‌ها در چندین شب پیاپی انجام می‌شود.
- به منظور اطمینان بیش‌تر، گوش دادن به بخش‌های دارای نشت در همان شب یا در روز بعد توصیه می‌شود.

هم‌چنین در این زمینه می‌توانید به مراجع [۱۳ – ۱۲ و ۳۰ – ۳۱] مراجعه کنید.

۳-۴- راهنمای روش‌های کنترل فعال نشت و نشت‌یابی در شبکه‌های توزیع آب

مدیریت نشت می‌تواند به دو گروه تقسیم شود:

الف- کنترل غیرفعال نشت

کنترل غیرفعال نشت، عکس‌العملی است نسبت به حوادث گزارش شده و افت فشار که معمولا به‌وسیله مشترکین یا یکی از کارکنان شرکت آب و فاضلاب در حین انجام وظیفه‌ای غیر از نشت‌یابی، مشاهده و گزارش می‌شود. این روش می‌تواند در مناطقی قابل توجیه باشد که دارای منابع آب زیاد و متنوع و یا با هزینه تمام شده کم می‌باشند.

ب- کنترل فعال نشت

این سیاست موقعی اتخاذ می‌شود که نشت بدون اینکه به‌وسیله مشترکین یا افراد دیگر گزارش شده باشد، شناسایی می‌شود. روش‌های اصلی کنترل فعال عبارتند از:

- **بازرسی مستمر**

بازدید و بازرسی منظم روشی است که از یک نقطه شبکه آغاز شده و با استفاده از روش‌های زیر تا انتهای شبکه ادامه می‌یابد:

omoorepeyman.ir

- گوش دادن به صدای نشت در لوله‌ها و اتصالات
- خواندن مقدار جریان ورودی به نواحی مجزا شده به منظور شناسایی مناطق با جریان شبانه بالا
- استفاده از ابزارهای شناسایی محل نشت (محدوده‌یاب) و نقطه‌یابی (نقطه‌یاب‌ها و میکروفون‌های زمینی)

- پایش نشت

پایش نشت عبارتست از پایش جریان به داخل نواحی مجزا شده به منظور اندازه‌گیری نشت جهت اولویت بندی فعالیت‌های نشت‌یابی. این روش امروزه به عنوان یکی از فعالیت‌های با صرفه اقتصادی در مدیریت نشت مطرح شده است. طراحی یک سامانه پایش نشت دو هدف عمده دارد:

- تقسیم شبکه توزیع به تعدادی منطقه مجزا یا (DMA)، هر یک با مرزهای دایمی تعریف شده، به‌نحوی‌که منطقه مجزا بتواند به‌طور منظم پایش شده و امکان شناسایی و محل‌یابی نشت‌های نامریی گزارش نشده وجود داشته باشد.
- مدیریت فشار در هر منطقه مجزا یا گروهی از نواحی به‌نحوی‌که شبکه بتواند در سطح بهینه نشت عمل کند. بنابراین یک سامانه پایش نشت شامل تعدادی از مناطق مجزا می‌شود که جریان به‌وسیله کنتورهای دایمی اندازه‌گیری می‌شود.

کنتورهای منطقه مجزا (DMA) برخی مواقع از طریق تله‌متری به یک ایستگاه کنترل مرکزی متصل هستند، به‌نحوی‌که اطلاعات جریان به‌طور مستمر ثبت و ضبط شود. تحلیل این اطلاعات، به‌خصوص نرخ جریان در طول شب، تعیین می‌کند که اگر مقدار جریان در هر یک از این مناطق مجزا به‌طور ثابت و افزایشی زیاد شده است، نشان دهنده یک حادثه یا نشت گزارش نشده است. فهم مصرف در جریان شبانه مهم است، زیرا می‌تواند باعث افزایش محاسبه مصرف مشترکین یا نشت از سامانه بشود. نواحی مظنون یعنی مناطقی که حجم بزرگ‌تری از جریان شبانه را به ازای هر مشترک نسبت به نواحی دیگر نشان می‌دهند، می‌توانند بعدا به‌وسیله عملیات نشت‌یابی مورد بازرسی بیش‌تر و دقیق‌تر قرار گیرند.

۳-۴-۱- عملیات اجرایی نشت‌یابی

این عملیات پس از تعیین مناطقی از شبکه توزیع آب شهری که از نظر نشت‌یابی در اولویت قرار دارند و در مرحله اول (اندازه‌گیری حداقل جریان شبانه و عملیات آزمایش مرحله‌ای) شناسایی شده باشند شروع و به تدریج تمام شبکه با یک برنامه دقیق بررسی می‌شوند. در هر یک از مناطق تعیین شده، نقاط مشکوک به نشت شناسایی می‌شوند.

۳-۴-۱-۱- آماده‌سازی قبل از انجام عملیات

قبل از شروع برنامه نشت‌یابی باید موارد زیر را بازنگری و از کامل بودن آنها اطمینان حاصل کرد:

- نتایج بررسی کامل اطلاعات و روش کنترل تاسیسات و شناسایی اینکه چه مقدار آب در منطقه مورد مطالعه هدر رفته است.
- بررسی نقشه شبکه، عوارضی که روی نقشه نشان داده شده است، زمان تهیه نقشه و دقت آن
- پیمایش شبکه و تکمیل نقشه
- تهیه دستگاه‌های لازم، نیروهای مناسب و آموزش آنها

omoorepeyman.ir

- تهیه نقشه مناطق پر خطر بروز نشت
- تعیین محدوده‌ای که قرار است در این مرحله نشت‌یابی شود.
- مطالعه لوله‌های اصلی و فرعی و انشعابات، بررسی نوع لوله، عمر لوله، قطر لوله، اتصالات، چگونگی کارگذاری لوله، روش‌های بازدید از عملیات، اطلاعات حوادث و فشار موجود در نقاط مختلف سامانه.
- مطالعه کنتورها و حوضچه‌ها، نوع، مدل، اندازه، سن و روش اتصال کنتور، شیرها و حوضچه‌ها، اتصالات و برنامه خواندن کنتور.
- بررسی شیرها، محل‌های آنها، نوع، برنامه مانور و تعداد چرخش شیر برای بسته شدن آن و اینکه هر چند وقت یکبار مانور انجام می‌شوند.
- بررسی شیرهای آتش‌نشانی، اندازه، نوع، محل نصب، دفعات شستشوی لوله‌ها در سال، تعداد استفاده بدون کنتور از شیر.
- مطالعه فشارشکن‌ها، شیرهای کنترل و کاهش فشار، محل نصب و برنامه استفاده از آنها.
- بررسی شیرهای هوا و تخلیه، محل نصب و برنامه استفاده از آنها.

۳-۴-۱-۲- تجهیزات لازم برای اجرای برنامه نشت‌یابی

- تجهیزات شناسایی شبکه مانند: دریچه‌یاب، لوله‌یاب و متر چرخی
- تجهیزات و دستگاه‌های نشت‌یابی شامل: نویزلاگر، کرولیتور، میکروفون زمینی و رایانه دستی
- لوازم ایمنی برای اعضای گروه شامل: جلیقه‌های ایمنی، مخروط‌های ترافیک نارنجی یا قرمز و حفاظ و موانع لازم برای بستن خیابان یا کوچه
- لوازم اندازه‌گیری بده شامل: جریان‌سنج، ساعت کورنومتر، سطل و ظرف اندازه‌گیری شده، فشارسنج و متر و یا خط‌کش
- لوازم دیگر کار مانند: وسیله جهت بلند کردن دریچه حوضچه شیرها، کلید حوضچه شیرها، تلمبه کوچک، رنگ به‌صورت اسپری، آچار لازم برای باز و بسته کردن شیر و بی‌سیم یا تاکی واکی جهت ارتباط گروه با یکدیگر

۳-۴-۱-۳- شرایط انتخاب گروه کاری

اعضای گروه نشت‌یابی باید دارای شرایط زیر باشند: قدرت شنوایی خوب، قدرت تشخیص صداهای مختلف، آشنایی به تاسیسات و شبکه توزیع آب شهری، مسوول، کاردان، آموزش دیده در مورد برآورد کردن مقدار جریان نشت، آموزش دیده در مورد تکمیل کردن کاربرگ‌های مخصوص نشت‌یابی، دارا بودن قدرت تصمیم‌گیری.

اعضای گروه باید قبل از شروع عملیات آموزش داده شوند. این مساله در ایجاد اعتماد به نفس و اطمینان از نتیجه دقیق، بسیار موثر می‌باشد. برنامه آموزش می‌تواند به روش‌های زیر تامین شود: رفتن به سمینارهای آموزشی شرکت‌های تولیدی؛ منظور نمودن آموزش در قرارداد خرید دستگاه‌ها؛ آموزش توسط شرکت‌های آب و فاضلاب مشابه، که قبلا این کار را انجام داده‌اند و آموزش توسط مهندسین مشاور.

omoorepeyman.ir

۳-۴-۱-۴- برنامه‌ریزی برای عملیات نشت‌یابی

هنگام برنامه‌ریزی برای اجرای عملیات نشت‌یابی باید به موارد ذیل توجه شود:

- چه نوع مشکلات صوتی در محل انجام نشت‌یابی موجود است؟
- صدای ترافیک چه تاثیری در هنگام اجرای آزمایش خواهد داشت؟
- چه نوع حمایت و ایمنی برای اعضای گروه موجود است؟
- چه ساعتی در شب، بهترین موقع برای انجام عملیات است؟
- در چه زمانی محل دقیق نشت تعیین شود؟
- آیا اعضای گروه انتخاب شده می‌توانند با هم کار کنند؟
- آیا فعالیت‌های هر یک از اعضای گروه مشخص شده است؟
- بهترین مسیر برای شروع و ادامه برنامه کدام است؟
- کدام کاربرگ‌ها برای آزمایش انتخاب و آیا برای تکمیل کردن آنها آموزش داده شده است؟
- روش تماس اعضای گروه نشت‌یابی و افراد مسوول تعمیرات شرکت آب و فاضلاب به چه طریقی خواهد بود؟ (سرعت عمل در تعمیرات و یا آماده کردن محل حفاری شده برای شناسایی محل دقیق نشت مانند ترک‌خوردگی حایز اهمیت است. در بعضی موارد به‌علت آب زیادی که اطراف لوله جمع شده، نمی‌توان محل ترک‌خوردگی را پیدا کرد و احتیاج به خشک کردن و تخلیه آب از محل حفاری شده، می‌باشد.)

۳-۴-۱-۵- عملیات نشت‌یابی و برنامه تعمیرات

برای تهیه برنامه نشت‌یابی از کاربرگ برنامه نشت‌یابی و تعمیرات استفاده می‌شود. نمونه‌ای از این کاربرگ در پیوست شماره ۸ آمده است.

۳-۴-۱-۶- راه‌اندازی دستگاه‌ها

اعضای گروه باید با کاربرد این دستگاه‌ها آشنا بوده و آموزش کامل دیده باشند و قبل از شروع برنامه به‌طور آزمایشی با دستگاه کار کنند. قبل از شروع کار، موارد زیر باید مورد بررسی قرار گیرد تا از کارکرد دستگاه اطمینان حاصل شود:

- میزان شارژ باطری‌های دستگاه کنترل شود (همیشه باطری اضافه همراه باشد).
- تمام اتصالات دستگاه کنترل و از نصب و استحکام آنها اطمینان حاصل شود.
- ادوات مختلف دستگاه مثل پیچ‌های تنظیم صدا و غیره کنترل شوند. جهت بررسی سالم بودن دستگاه، نظر به اینکه در اثر جریان آب صدای نشت شنیده می‌شود یا خیر، آزمایش لازم در حالت جریان و یا قطع آب انجام شود.
- اعضای گروه باید در مورد روش استفاده از قطعات مخصوص دستگاه که در حین کار مورد استفاده قرار می‌دهند تمرین کافی داشته باشند. هر یک از اعضای گروه باید با انواع صداهایی که دستگاه صدایاب در مقابل وجود جریان آب در

omoorepeyman.ir

حالت‌های مختلف خواهند داشت (مثل چکه کردن، صدای جریان آب از شیر، وقتی که نشتی وجود نداشته باشد و نیز هنگامی که کنتور در حال چرخش است) آشنایی داشته باشند.

هنگام گوش دادن به صدای دستگاه به موارد زیر توجه شود تا گوش با صداهای مختلف آشنا شوند:

- صدای خود دستگاه بدون اتصال آن به جایی (فضای خالی).
- صدای سکوت با گوش دادن به دستگاه پس از وصل کردن آن به یک نقطه اتصال مثل کنتور یا شیر، در موقعی که نه نشتی وجود دارد و نه استفاده‌ای از آب می‌شود و در نتیجه جریانی وجود ندارد، مثل گوش دادن هنگام شب در شرایط دلخواه.
- گوش دادن به صدای مصرف آب: وقتی یکی از مشترکین در حوالی نقطه اتصال در حال مصرف آب باشد، مثل باز کردن اولین شیر نزدیک به کنتور.
- اگر یک شیر آب چکه کند و آب قطره قطره جریان داشته باشد، چه صدایی شنیده می‌شود؟
- گوش دادن به صدای مصرف آب از طریق آبیاری چمن‌ها به‌وسیله آب پاش‌های خودکار
- وقتی جریان آب وجود دارد کنتور چه صدایی دارد؟
- قبل از شروع کار با دستگاه باید با آزمایش عملی در آزمایشگاه یا محل شبکه، نسبت به صحت و دقت کار دستگاه اطمینان یافته و دستگاه را واسنجی کرد.
- برای شنیدن صدای نشت در مرحله آزمایشی، روی یک شیلنگ باز، دستگاه آزمایش شود. سپس آب شیلنگ را قطع کرده و دوباره به صدا گوش داده شود. آزمایش دستگاه‌ها می‌تواند به‌وسیله دستگاه‌های الکترونیکی که به‌طور مصنوعی سیگنال تولید می‌کنند نیز انجام شود.

عوامل زیر در شنوایی صدای حاصل از نشت تاثیر می‌گذارند و باید هنگام عملیات نشت‌یابی به آنها توجه شود:

- فشار: کم و زیاد بودن فشار در شدت صدا تاثیر می‌گذارد. حداقل فشار لازم برای انجام عملیات صداسنجی و نشت‌یابی بستگی به نوع دستگاه دارد که به‌طور متوسط ۱/۵ اتمسفر (۱۵ متر) می‌باشد.
- جنس لوله: لوله‌های فلزی صدا را بهتر هدایت می‌کنند و لذا در مواقعی که عملیات روی لوله‌های غیرفلزی انجام می‌شود باید فواصل کوتاه‌تری را برای انجام نشت‌یابی انتخاب کرد.
- طول و قطر لوله: قطر لوله براساس جنس در سرعت و شدت ایجاد صوت موثر می‌باشد. هرچه طول لوله زیادتر باشد زمان رسیدن صدای نشت به حس‌گرها افزایش می‌یابد و شدت آن کم می‌شود. بنابراین درصورتی‌که براساس حساسیت دستگاه‌ها، محل مناسب برای نصب حس‌گرها وجود ندارد، باید نسبت به ایجاد نقاط دسترسی در فواصل مشخص اقدام کرد.
- سطح مقطع مجرای نشت: در ایجاد صدا موثر است. هرچه سطح مقطع کوچک‌تر باشد شدت صدا بیش‌تر است.
- نوع خاک اطراف لوله: در هدایت صدای نشت تاثیر دارد، مثلا زمین شنی صدا را بهتر از زمین رسی هدایت می‌کند.

omoorepeyman.ir

- پوشش زمین: در هدایت صدای نشت به دستگاه نشت‌یاب موثر است. مثلا روی آسفالت و بتن صدا به راحتی شنیده می‌شود ولی روی چمن صدا به مراتب کم‌تر تشخیص داده خواهد شد.

۳-۴-۲- مراحل مختلف نشت‌یابی

دو مرحله اساسی شناسایی نشت شامل محدوده‌یابی و نقطه‌یابی نشت می‌باشد. محل‌یابی نشت یعنی شناسایی لوله‌های مشکوک به نشت. نقطه‌یابی نشت عبارتست از تعیین موقعیت دقیق محل نشت بر روی لوله قبل از حفاری و تعمیر، گرچه شناخت محل دقیق نشت قابل تضمین نمی‌باشد. نقطه‌یابی نشت می‌تواند به همراه یا بدون فعالیت‌های محل‌یابی نشت انجام شود.

۳-۴-۲-۱- روش‌های محدوده‌یابی نشت

روش‌های زیادی برای محدوده‌یابی نشت در شبکه‌ها وجود دارد که شامل موارد زیر هستند:

تقسیم نواحی ایزوله (DMA) به زیر نواحی کوچک‌تر به‌وسیله بستن موقتی شیرآلات یا نصب کنتورها، انجام آزمایش مرحله‌ای[1]، استفاده از محدوده‌یاب‌های نشت و بازرسی صدا (صداسنجی).

نظر به اینکه از دو روش می‌توان مسیر و یا محدوده نشت در شبکه‌های توزیع آب را تعیین کرد، لذا تصمیم گیری درباره انتخاب یکی از دو روش به سنجش مزایا و معایب هر روش بستگی دارد. روش آزمایش مسیریابی مرحله‌ای نشت ممکن است شامل موارد زیر باشد: نیاز به کار شبانه داشته باشد؛ نیاز به تعداد دو نفر کاربر یا بیش‌تر داشته باشد؛ نیاز به آگاهی دادن به مشترکین باشد؛ مشکلات کیفی در آب ایجاد کند؛ منجر به بروز ترکیدگی و حادثه در لوله‌ها شود و برای مصرف‌کنندگان شبانه ایجاد دردسر کند. هرچند که آزمایش مسیریابی مرحله‌ای شامل مزایای زیر نیز می‌باشد: نتایج فورا آشکار می‌شوند (مقدار نشت در هر مسیر تعیین می‌شود)؛ نقطه‌یابی نشت می‌تواند به‌طور هم‌زمان انجام شود.

اگر مشکلات بالا در یک منطقه مجزا (DMA) ایجاد شود، باید از دستگاه‌های محدوده‌یاب نشت استفاده کرد. انتخاب روش محدوده‌یابی نشت به ترکیب و مشخصات هر منطقه مجزا (DMA)، برتری‌های نیروهای انسانی و سیاست شرکت آب و فاضلاب بستگی دارد.

۳-۴-۲-۱-۱- محدوده‌یابی نشت در شبکه توزیع

اقدامات اولیه نشت‌یابی به‌طورکلی شامل ثبت صدا از تمام نقاط دسترسی شبکه توزیع برای محدوده‌یابی و ردیابی نشت‌های احتمالی است. با استفاده از دستگاه محدوده‌یاب در نقاط دسترسی سریع به شبکه مانند کنتورها، شیرها، شیرهای آتش‌نشانی، شیرهای هوا و غیره، صدای نشت تشخیص داده می‌شود و روی نقشه و در کاربرگ‌های مربوط، آدرس این نقاط ثبت شده و محل‌هایی که مشکوک به نشت هستند مشخص می‌شوند. این قسمت از مطالعات را که فقط جهت شناسایی اولیه انجام می‌گیرد، می‌توان به سرعت انجام داد.

omoorepeyman.ir

1- Step Test

تجهیزات دستگاه محدوده‌یاب شامل یک تعداد حس‌گر صداسنج می‌باشد که هرکدام، یک ثبات در داخل خود دارند. به‌منظور اطمینان از تماس بین حس‌گر و فلز، کف حس‌گرها مغناطیسی شده‌اند. این حس‌گرها روی گروهی از اتصالات (معمولا شیرهای قطع و وصل یا شیرهای آتش‌نشانی) مجاور نصب شده و تنظیم می‌شوند تا در یک زمان از قبل مشخص شده، به‌طور خودکار روشن شوند. ثبات‌ها به صداهای درون لوله گوش داده و صداهای با منبع ثابت مانند نشت را معمولا در یک دوره دو ساعته ثبت می‌کنند. می‌توان حس‌گرها را در روز تنظیم و صدا را در شب به‌طور خودکار اندازه‌گیری کرد. در این روش هیچ‌گونه مهارت تخصصی مورد نیاز نیست و هزینه‌های مربوط شامل هزینه کارکنان مربوط به زمان برنامه‌ریزی و جمع‌آوری و تخلیه اطلاعات ثبات‌ها است.

صداسنج‌ها طبق الگوی مناسب در سطح شبکه توزیع آب منطقه مورد مطالعه توزیع شده و تاریخ نصب و شماره آنها و کد شیر محل نصب نیز ثبت می‌شوند. سپس نتایج حاصل از ثبت صدا توسط دستگاه صداسنج، به رایانه منتقل شده و نمودارهای توزیع آماری شدت صدای ثبت شده، به تفکیک برای هر نقطه مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرد. در لوله‌های فلزی صدا به راحتی منتقل می‌شود، بنابراین با ثبت صدا در اتصالات می‌توان صدای نشت بین دو نقطه اتصال را تشخیص داد. در لوله‌های غیرفلزی مانند لوله‌های آزبست، پلی‌اتیلن یا پی وی سی، انتقال صدا به کندی انجام می‌گیرد. عوامل مختلف از جمله فشار شبکه و قطر لوله در انتقال صدا در لوله‌های غیرفلزی موثرند. میزان حساسیت دستگاه صدایاب نیز مسافتی از لوله را که در آن مسیر صدا قابل شنیدن می‌باشد محدود می‌کند.

به‌طورکلی عدم وجود نقاط دسترسی کافی باعث کاهش هم‌پوشانی صدا سنج‌ها شده و تفسیر و تحلیل نتایج را با اشکال مواجه می‌کند. این ناهمگونی و عدم تجانس محل قرارگیری و اتصال صداسنج‌ها، موجب می‌شود که تفسیر نتایج هر صداسنج، با در نظر گرفتن مجموعه نتایج صداسنج‌های هم‌جوار، با مشکلات بسیاری همراه باشد و نتیجه‌گیری درباره وجود یا عدم وجود نشت با احتیاط زیاد انجام شود. بنابراین جهت کاهش ضریب خطا در نتایج به‌دست‌آمده، باید در حد امکان فواصل استاندارد و مشخصی برای ایجاد نقاط دسترسی (که در راهنمای دستگاه‌ها توسط کارخانه سازنده مشخص شده است) رعایت شود. به‌عنوان نمونه، این فواصل در لوله‌های سیمانی مانند آزبست به ازای هر۱۳۰–۱۰۰متر، در لوله‌های پلاستیکی نظیر پلی‌اتیلن به ازای هر ۵۰ متر و در لوله‌های فلزی از جمله گالوانیزه و چدن نیز به ازای هر۱۵۰–۱۰۰متر یک نقطه دسترسی را شامل می‌شود.

اساس کار دستگاه‌های صداسنج بر اندازه‌گیری شدت صدای شبکه در محل نصب، با فواصل زمانی کوتاه (مثلا یک ثانیه) و طی مدت زمان مشخص (۱ الی۲ ساعت) قرار گرفته است. نتیجه این اندازه‌گیری‌ها مجموعه‌ای از داده‌هاست که هر یک از آنها مربوط به یک زمان کاملا مشخص می‌باشند. در قدم بعدی این داده‌ها از نظر آماری بررسی می‌شوند تا با بررسی تواتر وقوع هر یک از داده‌ها، امکان یا عدم امکان وجود یک منبع صوتی پایدار، نتیجه‌گیری شود.

تحلیل داده‌های خوانده شده با مقایسه بین سطح صدا و دامنه صدای ضبط شده در هر ثبات انجام می‌شود. این امر نشان می‌دهد که آیا یک مورد غیرعادی در یک یا چند نقطه دسترسی وجود دارد که نیازمند بازرسی نزدیک‌تر و دقیق‌تر باشد یا خیر؟ نزدیکی به یک نشت به‌طور کلی به‌وسیله یک شدت صدای بالا از نظر دسی بل و باریک از نظر دامنه مشخص می‌شود. یادآوری می‌شود که برای نتیجه‌گیری مناسب باید نتایج حاصل از حس‌گرهای مختلف با هم مقایسه شوند و به تنهایی در مورد آنها قضاوت نشود. مشخصات اصلی مربوط به توزیع آماری داده‌ها عبارتند از:

omoorepeyman.ir

- پیک[1]: مقدار داده‌ای است که بیش‌ترین تواتر وقوع را در میان کلیه مقادیر مشاهده شده دارا می‌باشد.
- مقدار بحرانی[2]: مقداری است که ۹۹٪ داده‌ها از آن بزرگ‌تر می‌باشند. به‌عبارت دیگر این مقدار شاخصی است که می‌تواند نشانگر مرز سمت چپ نمودار توزیع فراوانی باشد.
- توزیع[3]: مقداری است که پهنه داده‌های مشاهده شده را نشان می‌دهد.
- شمارش[4]: مقداری است که سهم تواتر وقوع مقدار پیک را در میان کل داده‌ها نشان می‌دهد.

این مقادیر برای هر نوبت توزیع صداسنج به‌دست می‌آیند. کاربرگ اطلاعات ثبت شده توسط صداسنجی در پیوست شماره ۱۱ ارائه شده است.

در هنگام گوش دادن یا ثبت صدای نشت، موارد زیر می‌توانند ایجاد اختلال کنند:

- صداهای موجود در منازلی که از آب استفاده می‌کنند مثل: دوش گرفتن، لباسشویی، دستشویی‌ها، تلمبه آب، کنتورها و حتی صحبت.
- صداهای موجود در خارج منازل مثل: هواپیما، باد و باران، ترافیک، صدای خطوط فشار قوی یا ترانسفورماتورها، رادیو و یا شیرهای آبیاری چمن‌ها.
- صداهای مختلف آب در لوله (مانند: نشت قوی‌تری در فاصله نزدیک)، در شیرها و یا متلاطم بودن آب در یک مقطع.
- صدای آب در مجاری مانند جوی‌ها.
- دیگر مشکلات می‌تواند به‌دلیل کار نکردن صحیح دستگاه‌ها باشد، مانند شل بودن سیم‌های رابط، نداشتن آموزش اعضای گروه و یا اینکه فشار شبکه کم‌تر از فشار حداقل باشد.

در یک سامانه محل‌یاب نشت ثبات‌های محدوده‌یاب می‌تواند از داخل یک ماشین که به تجهیزات کنترل و دریافت کننده مجهز است بررسی شود. تنها آن دسته از ثبات‌ها که یک سیگنال غیرعادی ایجاد می‌کنند بعدا مورد بررسی قرار می‌گیرند. هم اکنون حتی ثبات‌های صداسنج دیجیتالی کرولیت کننده نیز وجود دارند که صدای نشت را در حافظه ثبات‌ها ضبط کرده و پس از انجام نقطه‌یابی، محل نشت را بین ثبات‌ها مشخص می‌کنند.

۳-۴-۲-۱-۲- محدوده‌یابی نشت در خطوط انتقال

برای محل‌یابی نشت در لوله‌های طولانی خطوط انتقال، یک حس‌گر میکروفون آبی[5] استفاده کرد به‌نحوی‌که امکان دسترسی به آب موجود باشد. حس‌گر، صدای نشت را به‌جای اینکه از جدار و جنس لوله دریافت کند آن را از آب دریافت می‌کند، بنابراین می‌تواند صداهایی با فرکانس کم را در فاصله طولانی شناسایی کند. فاصله مفید جهت دریافت صدا در یک محدوده ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متری می‌باشد، اگر چه برای لوله‌های فلزی فواصل ۲ کیلومتری هم امکان‌پذیر است. در صورت فقدان نقاط دسترسی مورد نیاز در

1- Peak
2- Critical Value
3- Spread
4– Count
5 - Hydrophone

omoorepeyman.ir

خطوط انتقال برای اتصال حس‌گرهای ثبت صدا، یک سری نقاط دسترسی در فواصل یک کیلومتری می‌تواند ایجاد شود که هم برای محل‌یابی (ثبت صدا) و هم نقطه‌یابی مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۴-۲-۱-۳- بازدید دوباره برای شنیدن صدای نشت (صداسنجی مجدد)

پس از پایان مرحله محدوده‌یابی و مشخص کردن مسیرهایی که صدای نشت شنیده شده، فهرستی تهیه و این نقاط را دوباره تحت آزمایش صداسنجی قرار می‌دهند. اگر این بار صدایی شنیده نشد، پس نشتی موجود نبوده است. چنانچه صدا دوباره شنیده شد، پس حتما نشت موجود است و باید آن را در مرحله بعدی یعنی نشت‌یابی دقیق (نقطه‌یابی) پیدا نمود. این یک مرحله احتیاطی است و در اغلب موارد می‌توان بلافاصله پس از صداسنجی به‌وسیله صداسنج‌ها عملیات نقطه‌یابی نشت را آغاز کرد.

۳-۴-۲-۲- پیدا کردن محل دقیق نشت (نقطه‌یابی)

نقطه‌یابی نشت عبارت است از تعیین دقیق موقعیت مکانی یک نشت، پس از آن که به‌وسیله یکی از روش‌های محدوده‌یابی، نشت مورد شناسایی قرار گرفت. انجام این مرحله دو دلیل دارد: اطمینان حاصل کردن از اینکه صدای شنیده شده واقعا از نشت به‌وجود آمده است و مشخص کردن محل دقیق نشت، در صورت وجود.

در صورت شنیده شدن صدا در صداسنجی مجدد، به‌وسیله وسایل موجود به بررسی آن بپردازید. حتی در اطراف صدا قدم بزنید و سعی کنید ببینید بدون دستگاه صدایی می‌شنوید، شاید صدا از شیر فشارشکن و یا از ترانسفورماتور برق در آن حوالی باشد. بدین منظور نقشه دقیق شبکه را کنترل کنید. چنانچه منبع صدای مزاحم پیدا شد، آیا امکان دارد آن را از محل دور نمود که مزاحم عملیات نشت‌یابی نشود. چنانچه صدای نشت در محل اتصال به کنتور شنیده شد، می‌توان تعیین نمود که صدای نشت در کدام طرف کنتور بلندتر و واضح‌تر است. چنانچه صدای نشت در طرف مشترک شنیده می‌شود، به نوع مصرف این مشترک توجه شود، مثلا آیا مشغول آبیاری حیاط و یا باغچه است، آیا عقربه کنتور در حال حرکت است؟ شاید نشت در حوضچه کنتور باشد. چنانچه مشخص نبود که نشت در کجاست از مشترک بخواهید که آب او را برای چند لحظه قطع کنید و اولین شیر او را باز بگذارید. پس از قطع کردن آب، اگر صدای نشت تمام شد آن‌وقت نشت باید در حوضچه کنتور باشد و یا در داخل منزل. چنانچه صدای نشت ادامه داشت، آن‌وقت نشت در طرف لوله انشعاب قبل از کنتور واقع شده است. در این صورت می‌توان آن را در اتصال دیگری مثل شیر کنتور بعدی و یا غیره شنید تا بیش‌ترین صدا شنیده شود. در اینجا می‌توان از میکروفون زمینی یا از دستگاه نقطه‌یاب (نقطه‌یاب)[1] برای یافتن محل دقیق استفاده کرد.

۳-۴-۲-۲-۱- نقطه‌یابی نشت در شبکه توزیع

روش نقطه‌یابی به‌وسیله یک یا دو دستگاه زیر انجام می‌شود:

الف- دستگاه نقطه‌یاب

یک دستگاه الکترونیکی جهت تشخیص دقیق نشت می‌باشد که مشتمل است بر:

1- correlator

omoorepeyman.ir

ترانسیدیوسرها که صدای نشت را از لوله دریافت و آن را تبدیل به علامت الکترونیکی می‌کنند؛ ۲ دستگاه رادیو ترانسمیتر که علامت‌های الکترونیکی را از ترانسدیوسرها به دستگاه نقطه‌یاب انتقال می‌دهند؛ آمپلی‌فایرها و خود دستگاه نقطه‌یاب که علایم را نسبت به منابع آنها با هم مقایسه می‌کنند؛ یک دستگاه میکروکامپیوتر، بلندگو و گوشی که صدای نشت را به کاربر می‌رسانند؛ صفحه نمایش؛ نوار کاغذ برای چاپ، که در بعضی از مدل‌های دستگاه‌ها که قدرت چاپ دارند موجود است تا محل نشت با فواصل آن از دو طرف فرستنده‌ها و نقاط اتصال مشخص شود و انرژی لازم که معمولا از طریق یک باطری می‌باشد.

باید توجه شود که دستگاه نقطه‌یاب بسیار ظریف و حساس است و آموزش و دقت در عملکرد آن ضرورت دارد. نقطه‌یاب نشت از پیچیده‌ترین تجهیزات نقطه‌یابی نشت توسط صدا می‌باشد. به‌جای تکیه بر شدت صدای نشت برای محل‌یابی آن، با نقطه‌یاب براساس سرعت تولید شده صوت به‌وسیله نشت در طول جدار لوله به سمت هر یک از دو میکروفونی که در فواصل مناسب بر روی اتصالات (حداکثر به فاصله ۵۰۰ متر) قرار گرفته‌اند کار می‌کند. هم‌چنین برای زیادتر کردن صدای نشت در لوله‌های پلاستیکی یا لوله‌های طویل از هیدروفون استفاده می‌شود. مدل‌های جدید نقطه‌یاب‌ها می‌توانند به‌طور دقیقی (در یک محدوده یک متری، در صورت دقت نقشه‌ها) در اکثر اندازه‌های لوله‌ها، نشت را نقطه‌یابی کنند. این وسیله قابل حمل است، بنابراین می‌تواند به‌وسیله یک نفر به‌کار گرفته شود و امکان انتخاب تواتر و فیلتر کردن صداهای مزاحم را نیز دارد. هر چند که تعدادی از نشت‌ها هم یافت می‌شوند که شناسایی آنها برای نقطه‌یاب مشکل است، به‌خصوص لوله‌هایی که دارای فشار کم هستند، لوله‌های با قطر بزرگ، لوله‌های غیرفلزی و لوله‌هایی که نقاط تماس در فواصل لازم برای نصب میکروفون‌ها در آنها وجود ندارد.

بعد از انجام مراحل ذکر شده و اطمینان از اینکه صدای شنیده شده از نشت است و پس از تعیین فاصله نشت از دو نقطه اتصال، می‌توان محل دقیق را برای حفاری شناسایی و تعیین کرد. سپس محل تعیین شده، حفاری و تعمیرات لازم انجام خواهد شد. در بعضی مواقع نشت مخفی بوده و هیچ نم‌زدگی مشخص نیست، چون محل نشت در زیر لوله است. در هنگام حفاری باید کاملا دقت شود تا به لوله و یا تاسیسات دیگر آسیبی نرسد. کاربرگ اطلاعات مربوط به عملیات نقطه‌یابی در پیوست شماره ۱۲ ارائه شده است.

یک مثال از نحوه نقطه‌یابی با دستگاه نقطه‌یاب در یک گروه دو نفره در زیر ارائه شده است:

- یک نفر نقطه‌یاب، یک حس‌گر و یک کپی از نقشه و نفر دیگر حس‌گر دوم را حمل می‌کند.
- هر دو نفر بی‌سیم یا تلفن همراه دارند.
- نفر اول نقطه‌یاب و حس‌گر را به نقطه دسترسی اول وصل می‌کند.
- نفر دوم حس‌گر دوم را به نقطه دسترسی دوم وصل کرده و به نفر اول اطلاع می‌دهد.
- نفر اول یک نقطه‌یابی انجام می‌دهد و هرگونه نشت نتیجه شده را در جدول یادداشت می‌کند.
- نفر اول با بی‌سیم یا تلفن همراه به نفر دوم اطلاع می‌دهد که چه موقع سراغ نقطه دسترسی بعدی برود.
- نفر اول دستگاه نقطه‌یاب را برای اجرای بعدی آماده می‌کند.
- این مراحل تا اتمام نقطه‌یابی در تمام منطقه تکرار می‌شود.

از گزینه محل‌یابی نقطه‌یاب در قسمت‌هایی استفاده می‌شود که به نظر می‌رسد نشت وجود داشته باشد. فواید گزینه جستجوی نقطه‌یاب عبارتست از: از صداهای محیط تاثیر نمی‌پذیرد؛ برخلاف آزمایش مرحله‌ای می‌تواند در طول روز انجام شود؛ کار با آن بیش‌تر از زمان صداسنجی شیرها و شیرهای آتش‌نشانی طول می‌کشد.

omoorepeyman.ir

مرحله پیشرفته‌تر بعدی برای نقطه‌یابی نشت عبارتست از ترکیب روش نقطه‌یابی با ثبات‌های صداسنج. ثبات‌های صداسنج در طول ساعت کاری اداری تخلیه می‌شوند. در موقع احضار صداهای ثبت شده، آنها به‌طور خودکار نقطه‌یابی می‌شوند تا مکان نشت‌ها در بین تمام ترکیبات ثبات‌ها را نشان دهد. این عملیات امروزه به‌وسیله دستگاه‌های دیجیتال پیشرفته انجام می‌شود. هم‌چنین تعدادی از روش‌های نقطه‌یابی مرتبط یا غیرمرتبط با صدا نیز وجود دارند، که معمولا وقتی که روش‌های مبتنی بر صداسنجی عاجز از یافتن نشت باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر روش استفاده از فناوری ردیابی گاز، تعداد زیادی از روش‌های نوین نیز توسط صنعت آب در حال توسعه یافتن و تجربه شدن می‌باشند.

ب- دستگاه میکروفون زمینی

این روش که به‌عنوان تایید کننده نهایی نشت[1] معروف است، کمک می‌کند تا محل بیش‌ترین صدای نشت مشخص شود. میکروفون زمینی وسیله‌ای است که کم‌تر به مهارت‌های فردی بهره‌بردار وابسته است و شامل یک میکروفون و یک ثبت کننده است که حجم صدای دریافت شده را به صورت قابل مشاهده نمایش می‌دهد. میکروفون بر روی لوله، اتصالات یا روی سطح زمین در بالای لوله قرار می‌گیرد و شبکه آب برای یافتن صدای نشت مورد جستجو قرار می‌گیرد. هر یک از قطعات این دستگاه که انتخاب شود، دقیقا مانند روش محل‌یابی نشت مورد استفاده قرار می‌گیرد، به جز اینکه این دستگاه بیش‌تر برای یافتن موقعیت مکانی نشت در مناطق کوچک‌تر شبکه استفاده می‌شود.

در اینجا باید مسیر لوله کاملا مشخص باشد. بنابراین اول باید به‌وسیله دستگاه لوله‌یاب، لوله‌ها را پیدا کرد. پس از مشخص شدن مسیر لوله روی آسفالت، آن را با رنگ مشخص نشان دهید. همین‌طور لوله‌های نزدیک محل آزمایش را مشخص کنید که ممکن است صدا از آنجا باشد. با دستگاه میکروفون زمینی می‌توان صدا را به‌صورت استریو و یا تک‌صدایی[2] شنید که بستگی به نوع دستگاه دارد. بهتر است قبل از استفاده از گوشی، صدای دستگاه را کم کرده تا ناگهان گوش را آزار ندهد. بعد از تنظیم صدای دستگاه به‌طوری‌که برای گوش قابل استفاده باشد دیگر به تنظیم آن دست نزنید تا تمام آزمایش براساس یک شدت صدا انجام شود. چنانچه صدای بلند و ناراحت کننده شنیده شد شدت صوت دستگاه را کم‌تر نموده و بعد دوباره بررسی را ادامه دهید تا محل بلندترین صدای نشت مشخص گردد.

دستگاه را از روی مسیر لوله در سطح زمین عبور داده و نتایج شنیده شده را در دفتر مخصوص ثبت کنید (بسته به جنس لوله فواصل فرق می‌کند). اگر دستگاه دارای کیلومتر شمار است، محل دقیق نقطه آزمایش شده را هم ثبت کنید. معمولا قوی‌ترین صدا، نشانگر محل نشت می‌باشد. توجه شود که از شروع یک نقطه تا پایان نقطه دیگر، صوت تنظیم شده دستگاه باید یکسان باشد. تا آنجا که امکان دارد صداها را با هم مقایسه نکنید، زیرا شرایط منطقه ممکن است از نظر مشخصات نوع خاک و تراکم متفاوت باشد. اگر این مساله اجتناب‌ناپذیر است قرار را بر این بگذارید که صدای نشت مشابه، درنوع خاک با تراکم کم‌تر، ملایم‌تر از نوع خاک با تراکم بالاتر می‌باشد. پس از تشخیص نشت، با تکرار عمل، محل دقیق آن را معلوم کرده و نتایج را در کاربرگ عملکرد دستگاه نقطه‌یاب نشت (میکروفون زمینی) (پیوست شماره ۱۲) ثبت کنید. پس از انجام عملیات، کلیه مراحل و اطلاعات به‌دست آمده در کاربرگ بررسی روزانه نشت ثبت و جمع‌بندی می‌شود. نمونه‌ای از این کاربرگ در پیوست شماره ۱۳ آمده است.

1- Pinpoint
2- Monophonic

omoorepeyman.ir

۳-۴-۲-۲-۲- نقطه‌یابی نشت در خطوط انتقال

لوله‌های بزرگ‌تر می‌توانند مشکلات خاصی را در نقطه‌یابی نشت ایجاد کنند. درحالی‌که ترکیدگی و حوادث در لوله‌های انتقال معمولا قابل مشاهده و سریعا قابل مهار می‌باشند، نشت از اتصالات در لوله‌های انتقال برخی مواقع می‌تواند برای سال‌ها به زیرزمین رفته و حجم بزرگی از تلفات را موجب شود. هرچند که محل‌یابی و نقطه‌یابی این نشت‌ها، به‌خصوص در خطوط انتقال روستایی مشکل است، به این خاطر که لوله‌های انتقال معمولا دارای یک یا چند مشخصه زیر می‌باشند: فشار پایین؛ تواتر صدای کم؛ قطر بزرگ؛ جنس غیر فلزی؛ فاصله طولانی بین نقاط تماس برای صداسنجی.

بدترین حالت، یک ترکیب از تمام ویژگی‌های بالا است که احتمال آن نیز کم نیست. خطوط انتقال روستایی نقاط ضعف دیگری نیز دارند که عبارتند از: اغلب دور هستند؛ در طول زیادی اجرا شده‌اند؛ می‌توانند در زمین سخت قرار داده شده باشند و برخی مواقع موقعیت دقیق آنها نامشخص است.

براساس مرجع [۱۴] روش‌های سنتی و نوین زیر برای محدوده‌یابی و نقطه‌یابی نشت در لوله‌های انتقال به‌وسیله صنعت آب انگلستان در سال ۱۹۹۹ معرفی شده است: پایش جریان برای محدوده‌یابی نشت در لوله‌های انتقال با استفاده از کنتورهای قابل حمل (تزریقی الکترومغناطیسی یا اولتراسونیک)؛ محل‌یابی با رادار نفوذ به زمین (GPR)[1] یا محل‌یاب‌های نشت؛ نقطه‌یابی نشت به‌وسیله رادار نفوذ به زمین (GPR) یا ردیابی به‌وسیله گاز هیدروژن؛ نقطه‌یاب یا فناوری‌های داخل لوله؛ فناوری رادار برای محل‌یابی نشت‌ها؛ هیدروفون‌ها با استفاده از اصول Sonar و صداسنجی رفتار صدا در آب برای محل‌یابی؛ تصویرسازی ماهواره‌ای.

۳-۴-۳- نشت‌یابی در شبکه‌های با جریان نوبتی

در اکثر سامانه‌های آبرسانی که معمولا مقدار تقاضا بسیار بیش‌تر از میزان آب تولید شده است، تنها به‌صورت جریان نوبتی تامین آب می‌شوند. در برخی از سامانه‌ها، تولید آب به سختی می‌تواند حداقل نیاز مشترکین را جواب‌گو باشد و نشت اضافی یک عامل تشدید کننده است. مشکل به شرح زیر تشدید و بدتر می‌شود:

- به منظور کاهش حجم بالای نشت و هدرروی آب توسط مشترکین، مدت زمان تامین آب باید محدود شود.
- زمان طولانی‌تر تامین آب بین دو زمان قطع آب، مقدار حداکثر تقاضا را کاهش می‌دهد، اما این کار تنها در صورتی ممکن است که شاخص‌ها و اندازه‌گیری‌هایی به منظور محدود کردن نشت و حداکثر کردن ظرفیت شبکه درنظر گرفته شود.
- زمان‌های کوتاه‌تر تامین آب بین دو مرحله قطع آب، باعث ایجاد نرخ جریان بالاتر و فشار کم‌تر در شبکه توزیع می‌شود.
- مشترکین تمایل پیدا می‌کنند حداکثر آب ممکن را (به‌وسیله مخازن زمینی و پمپاژ آب) از شبکه برداشت کنند.
- روش‌های سنتی نشت‌یابی و پایش نشت (مثل روش اندازه‌گیری حداقل جریان شبانه) و مدیریت فشار به منظور کاهش نشت، برای شبکه‌های جریان ناپیوسته قابل اجرا نیستند. برای اینکه تجهیزات نشت‌یابی به درستی کار کنند، نیاز به حداقل فشار لازم در شبکه می‌باشد که در این‌گونه شبکه‌ها وجود ندارد.

1 - Ground Penetration Radar

omoorepeyman.ir

روش‌های نشت‌یابی در سامانه‌های با جریان نوبتی به شرح زیر می‌باشند: انحراف جریان آب و روش تانکر متحرک. برای آشنایی بیش‌تر با این روش‌ها به مرجع [۱۴] مراجعه شود.

۳-۴-۴- حفاری محل نشت

پس از شناسایی محل و تایید نهایی نقطه نشت به‌وسیله هریک از روش‌های یاد شده قبلی، باید مراتب به همراه اسناد مربوط به آن به سرعت به شرکت آب و فاضلاب گزارش شود. براساس قرارداد منعقده و یا سیاست‌های شرکت آب و فاضلاب (بسته به اینکه انجام حفاری به‌عهده شرکت آب و فاضلاب یا پیمانکار ثانویه قرار داده شده باشد) باید به سرعت (کم‌تر از یک هفته) نسبت به کسب مجوز لازم از شهرداری و نیروی انتظامی (در صورت لزوم) اقدام و با نظارت مهندسین مشاور نسبت به حفاری محل نشت، تعیین میزان نشت و تعمیر آن اقدام کرد تا از هدرروی بی مورد آب جلوگیری شود.

از آنجا که به‌دلیل وجود عدم قطعیت در مراحل نشت‌یابی، همیشه احتمال خطا در شناسایی نشت وجود دارد، لذا می‌توان قبل از انجام حفاری نسبت به سونداژ زمین و اطمینان از وجود نشت اقدام کرد تا در صورت خشک بودن، از صرف هزینه‌های حفاری اجتناب شود. لازم به یادآوری است که انجام سونداژ نیز در همه موارد موثر نیست. چه بسا لوله از زیر، دچار نشت شده باشد و سونداژ در بالای لوله رطوبتی را نشان ندهد. در هر صورت قضاوت مهندسی در این مرحله بسیار راهگشا می‌باشد.

۳-۴-۵- اندازه‌گیری و برآورد مقدار نشت

با استفاده از کاربرگ اطلاعات مربوط به نشت و تعمیر آن که در پیوست شماره ۱۴ آمده است و روش‌های ذکر شده در بخش ۴-۲-۳-۱، مقادیر نشت باید اندازه‌گیری شود تا درصد نشت و مقدار کل آن در طول زمان وجود نشت مشخص شود.

۳-۴-۶- ارزیابی عملیات نشت‌یابی

شرکت آب و فاضلاب باید کلیه مراحل پروژه نشت‌یابی را ارزیابی کند. کاربرگ خلاصه عملیات نشت‌یابی و برنامه تعمیرات شامل اطلاعات لازم جهت این ارزیابی می‌باشد. نمونه‌ای از این کاربرگ در پیوست شماره ۱۵ ارائه شده است.

۳-۴-۷- مدیریت عملیات نشت

۳-۴-۷-۱- مدیریت نیروی انسانی

- اعتماد به کارکنان: کارکنان نشت‌یاب باید مورد اعتماد باشند، صرف‌نظر از اینکه آنها کارمند شرکت آب و فاضلاب، مشاور یا پیمانکار باشند. برای یک کارمند غیرمسوول نسبتا آسان است که در زمان مقرر در قرارداد برای رسیدن به حداقل فعالیت‌ها، کار نکند. آنها اغلب اوقات خود را (گاهی به تنهایی) و دور از محل ستاد شرکت آب و فاضلاب می‌گذرانند. نتیجه کار آنها نه تنها به تلاش خود آنها بلکه به طبیعت محلی که آنها در آن کار می‌کنند و به تعداد نشتی که آنها باید

omoorepeyman.ir

پیدا کنند نیز بستگی دارد. روش‌های مدیریت و کنترل کمک خواهندکرد، اما هیچ‌گونه جایگزینی برای یک کارمند مسوولیت پذیر و تابع قوانین که از کار نشت‌یابی لذت می‌برد، وجود ندارد.

- حفظ زمان: توصیه می‌شود که در زمان آغاز و پایان ماموریت یا نوبت هریک از کارکنان، آنها در یک دفتر یا شعبه از شرکت آب و فاضلاب حضور و غیاب شوند. زمانی که کارکنان صاحب تجربه شدند و اعتماد مدیر خود را جلب کردند ممکن است یک مرتبه از این حضور و غیاب را تخفیف داده و آنها فقط مجبور باشند یک‌بار در روز خود را به دفتر معرفی کنند. باید از کارکنان خواسته شود که یک برگ گزارش کار هفتگی را تکمیل نمایند. می‌توان از فناوری‌های جدید مثل ردیابی ماشین نشت‌یاب و تماس‌های تلفنی به‌وسیله موبایل برای اطلاع از محل کارکنان نشت‌یابی استفاده نمود.
- توزیع و تقسیم کار: کار باید در مجموعه‌های قابل ارزیابی و قابل مدیریت، بین کارکنان تقسیم و توزیع شود. یک مجموعه کار باید شامل فعالیت‌های یک یا دو هفته بعد باشد. این کار ممکن است براساس یک ناحیه مجزا شده با بازرسی منظم باشد. مجموعه کار باید در بردارنده اطلاعات فنی مناسب مورد نیاز برای انجام کار باشد. به‌طور مثال: یک نقشه از منطقه که مرزهای DMA را نشان می‌دهد؛ یک برنامه از مشترکین عمده که در منطقه وجود دارند مثل صنایع بزرگ؛ اطلاعات فنی مانند وضعیت فشار، تعداد مشترکین و ...
- باید زمان مورد نیاز برای اتمام کار بازرسی در یک ناحیه برآورد شود (باید با کارکنان نشت‌یاب توافق شود).
- تجهیزات مورد نیاز: بوسیله بازرسی‌های منظم باید از اینکه گروه‌های نشت‌یاب، تجهیزات مورد نیاز را به‌همراه دارند اطمینان حاصل شود. هم‌چنین تجهیزات الکترونیکی باید در فواصل زمانی توصیه شده، واسنجی شوند.
- ملزومات مورد استفاده کارکنان: کارکنان باید به‌طور مناسبی لباس پوشیده و در چارچوب ضوابط مورد پذیرش کارفرما باشند. استفاده از نوعی لباس واحد و لباس کار دارای ژاکت‌های با قابلیت مشاهده بالا (به‌خصوص درشب) توصیه می‌شود. وقتی که عملیات نشت‌یابی در اتوبان‌ها انجام می‌شود، تجهیزات ایمنی لازم باید همراه گروه نشت‌یابی باشد. هم‌چنین ضروری است تمام کارکنان کارت شناسایی داشته باشند.
- جلسات گزارش پیشرفت کار: این جلسات باید به‌صورت ماهانه بین کارکنان ارشد مسوول برای برنامه کاهش نشت برگزار شود. جلسات بین کارکنان در موارد عملیاتی باید در فواصل کوتاه‌تری انجام شود. اگر ممکن باشد، یک بخش از دفتر مرکزی باید به کل پروژه اختصاص داده شود که بتواند به منظور ایجاد یک نظم واحد و ایجاد ارتباطات لازم، مورد استفاده کارکنان کارفرما و مشاور قرارگیرد.
- فعالیت‌های بی‌نتیجه: تعداد فعالیت‌های بی‌نتیجه یا حفاری‌های خشک باید با اطلاعاتی که از افراد یا گروهی که مشغول نشت‌یابی هستند به‌دست می‌آید، پایش شود. به منظور اطمینان از اینکه حفاری‌های خشک یک اشتباه حقیقی هستند، یک روند مناسب باید برقرار شود. اگر یک حفاری در نقطه‌ای که به‌عنوان نشت شناسایی شده است انجام شود، اما نشت در آن پیدا نشود، باید درحالی‌که قسمت حفاری شده هنوز پر نشده است مسوولین نشت‌یابی به محل فراخوانده شوند. دسترسی به لوله در این نقطه ممکن است دقت نتایج نقطه‌یابی را بهبود بخشد. در اغلب موارد، نشت در فاصله چند متری نقطه حفاری پیدا می‌شود. حالت‌های دیگری بوده است که نشت از کف لوله ایجاد شده است، بنابراین تمام جوانب کار و تخلیه اطراف لوله به‌طور کامل حایز اهمیت است.

omoorepeyman.ir

- ساعت‌های غیرکاری: کارکنان نشت‌یابی و تعمیرات باید درحالت‌های اضطراری خارج از ساعت‌های معمول کاری قابل دسترس باشند. مشکلات ایجاد شده به‌وسیله مانور شیرها ممکن است در طول روزهای کاری مورد توجه قرار گیرد و کارکنان عملیاتی شرکت آب و فاضلاب ممکن است نیاز به مشورت با آنها داشته باشند.
- حفظ اطلاعات: کارکنان نشت‌یاب باید یک جدول زمانی هفتگی را تکمیل کنند. آنها باید هم‌چنین یک گزارش فعالیت هفتگی را که مربوط به فعالیت‌های انجام شده و نشت‌های پیدا شده است تکمیل کنند. برای هر نشت پیدا شده گزارش‌ها باید ثبت و بایگانی شود و یک کپی از آن به پیمانکار مسوول حفاری ارسال شود.
- کارکنان با تجربه: وقتی که کارکنان استخدام می‌شوند کارفرما باید از توانایی‌های آنها به‌وسیله کنترل سوابق، انجام آزمایش‌ها و مصاحبه اطمینان حاصل کند. مستندات یک قرارداد نشت‌یابی باید این موارد را درنظر بگیرد.
- تعداد افراد گروه: فایده گروه یک نفره زمان موثرتر کار به ازای بهره‌بردار – ساعت است، درحالی‌که نقاط ضعف آن عبارتند از: کنترل کم‌تر برروی حرکات فردی؛ ریسک بالاتر و خطر ناشی از حوادث و آسیب ناشی از آن؛ نیاز به تعداد بیش‌تر تجهیزات و ماشین به ازای هر نفر؛ نیاز به نفر دوم در برخی مواقع مثل بلند کردن دریچه‌ها. از طرف دیگر اگر چه گروه دو نفره از نظر زمانی برای برخی کارها به صرفه نیست ولی منافع آن عبارتست از: حس کار گروهی؛ نظارت کارکنان بر یکدیگر؛ ایمنی؛ با صرفه بودن ازنظر اقتصادی در صورت استفاده از تمام توانایی‌های هردو نفر در تمام زمان‌ها. به نظر می‌رسد بهترین روش، ترکیبی از یک گروه دو نفره و یک بهره‌بردار تنها باشد. این امر منجر به انجام بهینه کارها از نظر اقتصادی و از نظر زمانی می‌شود.

۳-۴-۷-۲- تعویض یا تعمیر

در برخی مراحل، شرکت آب و فاضلاب باید تصمیم بگیرد که آیا به تعمیرات روی لوله‌های یک منطقه ادامه دهد و یا اینکه پس از پایان عمر مفید، آنها را تعویض کند. عوامل مختلفی که این تصمیم را پشتیبانی می‌کنند عبارتند از:

- هزینه‌های نسبی ادامه تعمیرات در قبال هزینه‌های جایگزینی و تعویض
- تاثیر روی سطح سرویس مشترکین (آیا حاضرند به‌طور پیوسته قطع آب ناشی از ترکیدگی و تعمیر آن را بپذیرند؟)
- نیاز به رسیدن به اهداف تعیین شده برای نشت، که با نصب لوله‌های جدید محقق می‌شود.
- امکان تامین منابع مالی از طریق فاینانس یا غیره

بسیار مشکل است که تعویض لوله‌ها را براساس کاهش نشت، به تنهایی توجیه کرد، مگر اینکه آنها به‌طور استثنایی دارای نرخ بالای ترکیدگی یا نشت زمینه بالا بوده و یا فشار آب در منطقه به‌قدری بالا باشد که کارهای پرهزینه، اقتصادی شود. ازطرف دیگر، تعویض لوله‌ها منافع دیگری در زمینه بهبود کیفیت آب و بهبود سطح سرویس مشترکین ایجاد می‌کند. با درنظر گرفتن این فواید، ممکن است تعویض لوله‌ها اقتصادی شود.

omoorepeyman.ir

۳-۴-۷-۲-۱- نوسازی و تعویض لوله‌ها به منظور کاهش نشت

اغلب شرکت‌های آب و فاضلاب برنامه‌های منظمی برای نوسازی و بازسازی شبکه‌های خود در دست اقدام دارند. در غیر این صورت لوله‌های شبکه، فرسوده‌تر شده و در نتیجه، برای حفظ سطح سرویس استاندارد برای مشترکین، هزینه‌های نگهداری و تعمیرات بالاتر خواهد رفت. در برخی مواقع لوله‌های با عمر زیاد، از لوله‌هایی که به دلیل شرایط بد اجرا یا کیفیت، در دوره‌های زمانی بعد از آنها اجرا شده‌اند کیفیت بهتری دارند. تناوب حوادث و ترکیدگی لوله‌ها نیز تابعی از جنس و قطر لوله، شرایط زمین، کیفیت اجرا و دیگر عوامل خارجی می‌باشد. اگر لوله‌های یک شبکه به‌طور متوسط ۵۰ سال عمر داشته باشند، برای جلوگیری از افزایش بیش‌تر عمر آن باید سالیانه حداقل ۲٪ لوله‌های شبکه را تعویض کرد. انتخاب محل لوله‌های تعویضی، تابع تعدادی شرایط و فاکتورهای عملکرد می‌باشد که نشت، یکی از شاخص‌های برجسته آن می‌باشد. ارزیابی اولیه برای نوسازی و تعویض لوله‌ها معمولا براساس موارد زیر صورت می‌گیرد:

- تاثیر کیفیت آب داخل لوله بر شرایط داخلی آن (مانند لوله‌های فولادی و چدنی که پوشش داخلی نداشته باشند).
- تغییر قطر داخلی لوله به‌دلیل خوردگی، گرفتگی یا رسوبگذاری و عدم امکان عبور جریان به مقدار کافی.
- دیواره داخلی لوله ضعیف شده و دیگر قادر به تحمل فشار داخلی آب نیست و یا اینکه دیگر تحمل مقاومت در برابر بارهای خارجی نظیر ترافیک را ندارد (مشکل لوله‌های آزبست سیمان در محیط‌های خورنده).
- برخی حوادث باعث شده‌اند که لوله‌ها قادر به انجام وظایف خود (انتقال و توزیع آب) نباشند.

این موضوع که لوله‌ها صرفا به منظور کاهش نشت تعویض شوند غیرمعمول است. سطح سرویس مشترکین و هزینه‌های بهره‌برداری نیز جزو اهداف اولیه هستند. هر چند که در همه موارد، تاثیر تعویض لوله‌ها در نشت باید به عنوان بخشی از روند ارزیابی برای مقاطع مختلف لوله‌ها، در نظر گرفته شود.

تاثیر تعویض لوله‌ها بر روی نشت، تماما بستگی دارد به اینکه لوله قدیمی چه نقشی در نشت کلی سامانه آبرسانی و بر روی روش‌های انتخاب شده برای بازسازی شبکه دارد. اگر لوله‌های قدیمی با لوله‌های جدید تعویض شوند، آنگاه نشت در لوله‌ها به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت، گرچه کاملا قابل حذف نخواهد بود. اگر لوله‌ها تعویض شوند، آنگاه ممکن است یک اثر معکوس ناشی از افزایش فشار (به علت ظرفیت اضافی ایجاد شده در لوله‌ها) اتفاق بیفتد که باعث افزایش نشت در لوله‌های دیگر می‌شود، که در فشارهای بالاتر بیش‌تر است. در عملیات مجدد لوله گذاری به علت حوادثی که در حین اجرا بر روی اتصالات، انشعابات و دیواره لوله‌ها ایجاد می‌شود ممکن است نشت بیش‌تری ایجاد شود.

به‌طورکلی تجربیات نشان می‌دهد که درصورتی‌که تعویض لوله‌ها صرفا با هدف کاهش نشت انجام شده باشد، این مساله می‌تواند اثری خنثی روی سطح نشت داشته باشد. منافعی که در برخی از پروژه‌ها به دست می‌آید، به‌وسیله نشت ایجاد شده به‌وسیله دیگران خنثی می‌شود. در زمان تعمیر حوادث که درصد کوچکی از لوله‌ها در هر سال بازسازی و تعویض می‌شوند، به نظر نمی‌رسد که منبع ایجاد مشکل، نشت باشد. بیش‌تر تصور می‌شود که لوله‌هایی که دارای شرایط ضعیفی هستند، به علت خوردگی داخلی یا به علت اینکه موجب مشکلات سطح سرویس‌دهی می‌شوند، منبع اصلی و اولیه نشت هستند. هرچند که شواهد و تجارب در برخی از کشورها از جمله انگلستان نشان می‌دهد که این تصور لزوما صحیح نمی‌باشد. هم‌چنین شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد هیچ همبستگی بین تناوب حوادث و ترکیدگی‌ها با نشت زمینه وجود ندارد و یا مقدار آن بسیار کم است. نواحی با تناوب حوادث بالا ممکن

omoorepeyman.ir

است نشت زمینه کمی داشته باشند و برعکس. این مساله ممکن است ناشی از این حقیقت باشد که تناوب بالای حوادث، بیش‌تر در لوله‌های با قطر کوچک‌تر که دارای مقاومت کم‌تری در برابر بارهای وارده، عمق کم‌تر یا اجرای نامناسب می‌باشند اتفاق می‌افتد. نشت زمینه معمولا در لوله‌ها و انشعابات، بیش‌تر است. بنابراین هر بخش از لوله باید ارزیابی شود و به نظر نمی‌رسد هر نوع سیاستی براساس عمومیت‌سازی، مقرون به صرفه باشد و می‌تواند کاهش کمی (یا هیچ) در نشت ایجاد کند. معمولا هزینه بازسازی و تعویض فله‌ای، به‌طور قطع از هرگونه راه‌حل‌های مدیریت تقاضا یا افزایش تولید و تامین آب بیش‌تر است و در نتیجه گزینه مقرون به صرفه‌ای نخواهد بود.

تجربیات نشان می‌دهد که در بیش‌تر شبکه‌های توزیع آب شهرهای کشور که با افزایش روزافزون نیاز آبی مواجه شده‌اند برای رفع این کمبودها اقدام به حفر چاه عمیق در داخل شهر کرده و با پمپاژ مستقیم آب چاه به داخل شبکه، کمبودها را برطرف کرده‌اند. همین امر سبب بالا بردن حوادث در شبکه می‌شود. در این‌گونه شبکه‌ها پس از عملیات نشت‌یابی، فشار افزایش یافته و باعث ایجاد نشت‌های جدید در قسمت‌های ضعیف شبکه خواهد شد.

۳-۴-۷-۲-۲- انتخاب لوله‌ها برای تعویض

اگر تعویض لوله‌ها به عنوان جزیی از استراتژی مدیریت نشت باشد، آنگاه باید هدف دقیقا مشخص شود. در این مورد، شناسایی آن دسته از لوله‌هایی که بیش‌ترین سطح نشت یا حوادث را در یک ناحیه ایجاد می‌کنند و آنگاه پیداکردن مناسب ترین روش برای تعویض و نوسازی آنها، هدف اصلی می‌باشد. این تحقیق و بررسی هزینه‌ای دارد و بنابراین بین هزینه‌های بررسی و طراحی و هزینه واقعی تعویض لوله‌ها، یک تعادل باید برقرار شود. اگر در مراحل مقدماتی تلاش کافی صورت نگیرد، آنگاه فایده اقتصادی جایگزینی لوله‌ها کم خواهد بود و هزینه تحقیقاتی زیادی به صورت غیرضروری به هزینه‌های کل اضافه می‌شود. برای انتخاب لوله‌های قابل تعویض، مراحل زیر باید انجام شود:

- شناسایی آن دسته از لوله‌هایی که حقیقتا باید تعویض شوند: اولین قدم، بررسی رکورد حوادث در لوله‌هاست و بعد مذاکره و مشورت با کارکنان محلی بخش بهره‌برداری به منظور شناسایی آن قسمت از لوله‌ها با یک سابقه تاریخی از ترکیدگی و حوادث، که تعمیرات بر روی آنها به‌طور مستمر و متوالی انجام می‌شود. این امر می‌تواند به سادگی به صورت تعداد حادثه در هر کیلومتر در هر سال بیان شود. انتخاب گزینه تعویض، به ارزش و مقدار آب، تناوب حادثه‌ها، حجم آب هدر رفته از هر حادثه و هزینه ادامه وضعیت موجود (تعمیرات مکرر به‌جای تعویض) بستگی دارد. برای مثال، نشت از یک حادثه بر روی یک لوله ۱۰۰ میلی‌متری باعث هدر روی ۵/۵ (لیتر بر ثانیه) آب در فشار ۵۰ متر می‌شود. با فرض قیمت ۱۶۰۰ ریال برای هر مترمکعب آب، قیمت کنونی آب هدر رفته در طول ۲۰ سال برابر ۸۹۶ میلیون ریال می‌باشد. برای حذف این ترکیدگی به‌وسیله تعویض لوله، باید ۵/۱ میلیارد ریال هزینه شود. بنابراین تعویض این لوله اقتصادی نمی‌باشد.
- شناسایی مناطق با نشت بالا: مرحله بعد، شناخت مناطقی است که سطح بالایی از نشت را شامل می‌شوند، پس از اینکه نشت‌یابی و تعمیرات انجام شد. بهتر است در زمان ایجاد هر منطقه مجزا (DMA) این کار انجام شود. این مناطق باید براساس فاکتور شرایط زیر بنایی (ICF) آنها یا به سادگی به صورت نشت زمینه برحسب (لیتر بر مشترک بر روز) یا

omoorepeyman.ir

(مترمکعب بر کیلومتر بر روز) اولویت بندی شوند. هر منطقه باید بررسی شده و منابع اولیه نشت مشخص شود. هر نشتی که به‌وسیله روش‌های معمولی نشت‌یابی می‌توانسته است شناسایی شود، تاکنون باید انجام شده باشد.

- تحلیل هزینه – فایده: در داخل هر منطقه مجزا (DMA)، همه زیر ناحیه‌ها باید ارزیابی شوند تا معلوم شود آیا برای رفع نشت زمینه، تعویض لوله‌ها اقتصادی است یا نه. نرخ نشت از یک قسمت به قسمت دیگر لوله متغیر می‌باشد. در هنگام انجام بازرسی‌ها، ممکن است یک حادثه که تاکنون شناسایی نشده بود، مشخص و تعمیر شود. این امر باعث رفع نیاز به تعویض کل لوله می‌شود.
- منافع جانبی: در هنگام انجام تحلیل هزینه- فایده، ممکن است فواید دیگری را درنظر گرفت. برای مثال، اگر تعویض لوله به منظور کاهش حوادث انجام می‌شود، یک فایده برای عدم انجام هزینه تعمیرات بعدی و یک فایده برای سرویس بهتر به مشترکین، اضافه می‌شود.
- برنامه‌ریزی: یک مجموعه شامل نقشه و همه داده‌های مورد نیاز باید تهیه شود.
- مدیریت پروژه
- اطمینان از سوددهی پروژه به‌وسیله:

• لوله‌های قدیمی کاملا از شبکه توزیع حذف شده‌اند. در برخی مواقع لوله‌های قدیمی ممکن است تحت سرویس باقی بمانند به‌خاطر اینکه تغییر مکان برخی از مشترکین مشکل است، یا به‌خاطر اینکه نمی‌توان این‌گونه لوله‌ها را برید و برای آنها درپوش گذاشت. در این صورت ممکن است این لوله‌ها کاملا قطع ارتباط نشده باشند و نشت از آنها ادامه یابد. بدتر از آن این است که این لوله‌ها از رکوردهای لوله‌ها یا سامانه GIS حذف می‌شوند و در نتیجه در برنامه‌های نشت‌یابی آینده این‌گونه لوله‌های قدیمی و دارای نشت، در نظر گرفته نمی‌شوند.

• کیفیت جنس و اجرای لوله‌ها باید دارای استاندارد بالایی باشد.

• وقتی جایگزینی لوله‌ها در حال انجام است لازم است به نکات زیر توجه شود:

o تا موقعی که انشعابات مشترکین تعویض نشده باشد فایده این کار به‌طور محسوسی کم است.

o در نصب انشعابات مشترکین باید از مصالح با کیفیت بالای استاندارد استفاده شود تا در برابر نشت و حوادث آتی مقاومت داشته باشند.

o اگر چه لوله‌های جدید ممکن است قادر به تحمل فشار بالا (حدود ۱۰ تا ۱۶ اتمسفر) باشند، ولی کماکان فشار باید مدیریت شود تا در محدوده حداقل مورد نیاز برای تامین رضایت مشترکین باشد.

۳-۵- راهنمای مدیریت فشار

مدیریت فشار به مجموعه برنامه‌ها و عملیاتی که به منظور تنظیم فشار در شبکه صورت می‌گیرد گفته می‌شود. باتوجه به وابستگی و ارتباطاتی که بین اجزای مختلف نشت با فشار وجود دارد، فواید و اثرات ناشی از مدیریت فشار را می‌توان به شرح زیر برشمرد [۳۰]:

omoorepeyman.ir

- کاهش تناوب ترکیدگی‌ها (حوادث) و خرابی‌های ناشی از آنها که تعمیر آنها هزینه‌بر است. عوامل دیگری که بر روی تناوب شکستگی‌ها اثر می‌گذارد عبارتند از: شرایط آب و هوایی، حرکت زمین، خوردگی و...
- کاهش میزان نشت مریی از ترکیدگی‌ها (حوادث) و نشت زمینه نامریی و در نتیجه حفظ منابع آب و کاهش هزینه‌های مربوط به سرمایه‌گذاری مجدد.
- کاهش نرخ افزایش نشت و حتی توقف آن. این مساله بر روی منابع مالی مورد نیاز برای نشت‌یابی نیز موثر است.
- تغییر اطلاعاتی که بر مبنای آن مقدار نشت بهینه و سطح اقتصادی نشت محاسبه شده‌اند.
- کاهش مصارف مرتبط با فشار (مانند آب‌پاش‌های بارانی) و در نتیجه بازیابی و ذخیره منابع.
- ایجاد سرویس باثبات و مطمئن برای مشترکین: تغییرات مداوم و زیاد فشار، برای مشترکین این تصور را پیش می‌آورد که شبکه به صورت ضعیفی مدیریت می‌شود. هم‌چنین فشار زیاد غیرضروری، انتظارات مشترکین را افزایش داده و مفهوم مصرف کافی و بهینه آب را خدشه‌دار می‌سازد.
- میزان فشار مورد نیاز برای رسیدن آب مورد تقاضای مشترکین را در محدوده فشارهای مجاز حداقل و حداکثر، محدود ساخته و آثار زیانبار فشار کم (تامین آب کم‌تر از میزان تقاضا و یا حتی قطع آب) و فشار زیاد (عامل ایجاد مصرف ناخواسته و حوادث در شبکه) را خنثی می‌سازد. فشار کم‌تر، یک شرکت آب و فاضلاب را قادر می‌سازد تا از لوله‌ها و اتصالاتی که با نرخ فشار پایین‌تر متناسب و بنابراین ارزان تر است، استفاده کند.
- به‌دلیل امکان کاهش توانایی سامانه برای اطفای حریق باید تمهیداتی اندیشیده شود که بتوان هم مدیریت فشار انجام داد و هم آب مورد نیاز برای اطفای حریق را در شبکه تامین کرد.
- دشوار شدن شناسایی نشت‌های کنونی، زیرا با کاهش بده نشت، صدای نشت نیز کم شده و ممکن است به سطح زمین نرسیده و مریی نشود. بنابراین کاهش فشار باید با برنامه نشت‌یابی و تعمیرات هماهنگ باشد.
- مدیریت فشار به همراه ایجاد نواحی مجزا و یا نواحی فشاری، بهتر انجام خواهد شد. بنابراین مجزاسازی و ناحیه‌بندی شبکه‌ها باید در پایان پروژه انجام شده و به آینده محول نشود.
- فواید طرح مدیریت فشار باید در دراز مدت سنجیده شود. این فواید باید در مقابل هزینه‌های اولیه و هزینه تامین میزان فشار ارزیابی شوند. درصورتی‌که سرمایه‌گذاری مناسبی در امر کاهش فشار صورت گیرد، هزینه‌های تعمیر و نگهداری و سرویس و قطعات مورد نیاز به حداقل ممکن خواهد رسید.
- میزان هزینه‌های عملیات مدیریت فشار، بستگی به شرایط مختلفی دارد. به‌طور مثال مدیریت فشار در مناطق مسطح، راحت‌تر از مناطق دارای پستی و بلندی است. مدیریت فشار پس از مدیریت شرایط زیربنایی، نقش موثری برای کاهش نشت ایفا می‌کند. هر چند که انجام مدیریت نشت از نظر اقتصادی با صرفه تر از مدیریت شرایط زیربنایی می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۳-۵-۱- محدودیت‌های فشار آب

فشار آب در تاسیسات انتقال و توزیع آب تابع وضعیت توپوگرافی منطقه و نیز بزرگی و کوچکی شهر و نوع تاسیسات به کار رفته می‌باشد که در زیر تشریح شده است:

الف- دامنه فشار در خطوط انتقال آب

در خطوط انتقال آب حداکثر فشار آب در حالت ناپایدار جریان و در اثر قطع ناگهانی پمپاژ در سامانه به وجود می‌آید که این حالت زودگذر می‌باشد. بنابراین در خطوط انتقال آب به‌وسیله پمپاژ در حالت عادی و پایدار جریان، حداکثر فشار، فشار دینامیک موجود در خط لوله خواهد بود که باتوجه با شرایط توپوگرافی مسیر، مقدار آن متغیر می‌باشد. حداکثر فشار آب نباید از فشار کار لوله و متعلقات نصب شده در خط انتقال آب تجاوز کند. حداقل فشار در خطوط انتقال آب نیز به هر حال باید به نحوی باشد که در هیچ حالتی خط شیب هیدرولیکی در مسیر انتقال آب با نیمرخ لوله گذاری، تلاقی نکنند تا از بروز فشار منفی و مشکلات ناشی از آن جلوگیری شود.

ب- دامنه فشار در شبکه‌های توزیع آب

حداکثر فشار آب در شبکه‌های توزیع آب شهری باید به اندازه‌ای باشد که مشکلی برای بهره‌برداری و نگهداری از خطوط لوله شبکه و نیز انشعابات مشترکین به وجود نیاید. معمولا حداکثر فشار آب زمانی به‌وجود می‌آید که مصرف در شبکه به حداقل رسیده باشد که در نتیجه خطر ترکیدن و بروز حادثه روی لوله‌ها در نقاط پست و گود شهر در نیمه‌شب‌ها افزایش خواهد یافت. در برخی سامانه‌ها، فشار در روز ممکن است از مقدار فشار در شب بیش‌تر باشد مانند:

- وقتی یک شیرفشارشکن با استفاده از کنترل‌کننده‌های جریان یا زمان، به گونه‌ای تنظیم شده که فشار روز، از فشار شب بیش‌تر شود تا افت فشارهای شبکه را جبران کند.
- وقتی پمپاژ مستقیم به شبکه صورت می‌گیرد و در هنگام شب جریان پمپاژ قطع شود.
- وقتی برای ارضای حداکثر تقاضا در روز یا برای کنترل جریان بین منابع ذخیره، ارتباط بین خطوط انتقال و شبکه در طول روز جهت تامین فشار برقرار شده و در شب قطع شود.

براساس مرجع [۵] با توجه به وجود نقاط ضعف در شبکه و تاسیسات داخلی مشترکین، حداکثر فشار آب در شبکه‌های توزیع آب شهری نباید از ۵ اتمسفر تجاوز کند.

۳-۵-۲- انواع روش‌های کاهش فشار آب (مدیریت فشار)

مدیریت فشار ترکیبی از روش‌های مختلف را در بر می‌گیرد. همه این روش‌ها باید شامل یک برنامه مشخص و دقیق و حساب شده برای کنترل فشار در شبکه توزیع آب باشند تا اهداف در نظر گرفته شده به‌دست آید. جهت تعدیل، تنظیم و کاهش فشار آب در تاسیسات آبی، روش‌های مختلفی وجود دارد از جمله:

omoorepeyman.ir

- **انتخاب صحیح محل احداث مخزن**

در انجام مطالعات برای تعیین محل احداث مخزن ذخیره جهت تامین فشار، لازم است باتوجه بـه نقـشه توپـوگرافی در محـدوده خدماتی و قانونی شهر به نحوی تراز ارتفاعی محل ساخت مخزن در نظر گرفته شود که اختلاف ارتفاع بین محل مخزن تا پایین‌ترین تراز ارتفاعی مصرف، از ۵۰ متر و در موارد خاص بنا به ملاحظات فنی و اقتصادی از ۷۰ متر تجاوز نکند. به این ترتیب برای نقـاط بـا اختلاف ارتفاع بیش از ۵۰ متر نسبت به مخزن ذخیره و تامین فشار، باید احداث مخازن دیگر در ترازهای مناسب و یا نصب شیرهای فشارشکن برای تحت پوشش قرار دادن شبکه توزیع منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شود.

- **اجرای طرح ناحیه‌بندی فشار**

در شبکه‌های توزیع آب موجود و یا به هنگام مطالعات طـرح‌هـای توسـعه تاسیـسات و شـبکه توزیـع آب شـهرها، انجـام طـرح ناحیه‌بندی فشار ضروری است. جهت اجرای طرح ناحیه‌بندی فشار لازم است نقشه‌های مناسب با تراز یا کدهای ارتفاعی از وضـعیت شهرسازی و شبکه توزیع آب در اختیار باشد و محدوده تحت پوشش مخازن، از روی حجم ذخیره مخزن موجود و یا توسعه آن و نیـز تراز ارتفاعی با رعایت محدودیت فشار مطابق آنچه که مطرح شد، تعیین شود. پس از آن، با شناسایی کامل موقعیت لوله‌های موجـود در مرزهای محدوده تحت پوشش هر مخزن و انجام فشارسنجی‌های لازم و تهیه نقشه‌های هم‌فشار، می‌توان به قطع ارتباط بـین دو ناحیه هم‌جوار اقدام کرد. در مورد شبکه‌های توزیع آب در شهرهای بزرگ که ناحیه‌بندی فشار از ابتدای تاسیس شـبکه توزیـع انجـام نشده است و شرکت‌های آب و فاضلاب با مشکلات عدیده‌ای در خصوص بهره‌برداری و نگهداری از شبکه روبرو هستند، لازم اسـت با برنامه‌ریزی دقیق، به تدریج نسبت به انجام ناحیه‌بندی فشار در شبکه اقدام شود.

- **استفاده از شیرهای فشارشکن (PRV)**

شیرهای فشارشکن به منظور ایجاد کاهش فشار موضعی طراحی شده‌اند تا فشار را در نقطه خروجی خـود کـاهش داده و تنظـیم کنند. این شیرها در انواع مختلف طراحی و تولید می‌شوند. برخی از این شیرها بدون در نظر گرفتن میزان بده جریان، فشار را به یـک نسبت (مثلا ۳ به ۱) کاهش می‌دهند. برخی دیگر، صرف‌نظر از مقدار فشار یا بده ورودی، یک مقدار ثابت فشار در خروجی خود ایجاد می‌کنند. جهت جلوگیری از ساخت مخازن ذخیره متعدد که مشکلات زیادی را در بهره‌برداری و نگهـداری بـرای شـرکت‌هـای آب و فاضلاب به وجود می‌آورد، به عنوان یک راه حل دیگر، می‌توان به‌وسیله نصب شیرهای فشارشکن بر روی خطوط لوله‌ای که از مـرز دو ناحیه فشاری مختلف عبور می‌کنند و نقش کلیدی در تغذیه ناحیه فشاری پایین‌تر از خود دارند، شبکه توزیع آب دو ناحیه مجاور را به یکدیگر مرتبط ساخت.

- **حوضچه فشارشکن**

حوضچه فشارشکن می‌تواند در مسیر یک خط لوله انتقال قرار گیرد تا شیب هیدرولیکی در یک نقطـه خاصـی شکـسته شـود و فشار به فشار اتمسفر تبدیل شود. مشکلات بهره‌برداری و نگهداری از این‌گونه حوضچه‌ها نیز نباید نادیده گرفته شود.

omoorepeyman.ir

- **ناحیه‌بندی مجدد**

با نصب لوله‌ها و شیرآلات جدید، امکان تامین آب نواحی به شیوه‌های دیگر میسر می‌شود. بدین‌وسیله حرکت آب از یک نقطه فشاری بالاتر به نواحی همسایه با فشار پایین‌تر امکان‌پذیر می‌شود. از طرف دیگر با انجام ناحیه‌بندی مجدد، ممکن است برخی مشترکین در یک ناحیه با فشار کم‌تر (به‌طور مثال مواقعی که ترکیبی از ساختمان‌های بلند و کوتاه در یک منطقه وجود دارند) به یک ناحیه فشاری بالاتر منتقل شوند (مثلا از منبع با تراز بالاتری تغذیه شوند) تا بتوان در بقیه ناحیه، فشار را کاهش داد.

- **کنترل خطوط انتقال**

نصب شیرهای فشارشکن یا شیرهای کنترل‌کننده برقی بر روی خطوط لوله انتقال آب که مستقیما آب را به شبکه پمپاژ می‌کنند، می‌تواند باعث کنترل فشار در یک محدوده وسیع شود. این مساله ممکن است شامل کاهش مقدار کمی فشار باشد اما به دلیل وسعت منطقه، در مقایسه با هزینه‌های محلی و مقطعی، منافع آن بسیار زیاد است.

- **استفاده از بوستر پمپ در نقاط خاص**

مناطق مرتفع ممکن است با نصب تلمبه و پمپاژ آب تغذیه شوند، تا در مناطق با ارتفاع کم بتوان کاهش فشار را انجام داد. هزینه پمپاژ به یک نقطه کوچک می‌تواند با هزینه‌های بازیافتی ناشی از کاهش نشت و کاهش حوادث در یک منطقه وسیع‌تر، جبران شود.

- **کنترل تلمبه**

کنترل‌های شروع آهسته در تلمبه‌ها می‌تواند از بروز پدیده ضربه قوچ و موج‌های فشاری جلوگیری کند. شیرهای ضربه‌گیر می‌توانند از افزایش فشار در اثر ضربه قوچ جلوگیری کنند. زمانی که فشار در لوله خروجی تلمبه افزایش می‌یابد شیرهای ضربه‌گیر باز می‌شوند تا فشار را در یک حدی محدود کنند. درصورتی‌که از تلمبه‌های با سرعت متغیر در شبکه توزیع آب استفاده می‌شود نیز وقتی مصرف کاهش می‌یابد، سرعت تلمبه می‌تواند کم شود تا از فشار اضافی جلوگیری شود.

- **کنترل سطح آب در مخازن**

کنترل‌کننده‌های سطح آب مخازن ذخیره می‌توانند برای کنترل جریان مورد استفاده قرار گیرند. آنها می‌توانند پس از تکمیل ظرفیت مخزن، با ارسال فرمان به تلمبه‌ها آنها را خاموش کنند تا از ایجاد موج فشاری و ضربه قوچ جلوگیری شود.

- **نواحی روز/ شب**

به دلیل پیچیدگی شبکه و تقاضاها، ممکن است بتوان با مانور بر روی برخی شیرآلات مرزی مناطق مجزا، فشار اضافی در برخی نواحی را کاهش داد. این کار باعث می‌شود تقاضا در روز بدون ایجاد افت فشار اضافی تامین شود و در شب، حداقل فشار تامین شده و نشت کاهش یابد.

omoorepeyman.ir

نکات کلیدی در امر مدیریت فشار عبارتند از: وسعت منطقه‌ای که در آن مدیریت فشار انجام می‌شود؛ نسبت فشار فعلی به فشار پیشنهادی و ارزیابی مقدار فعلی نشت ناشی از حوادث و اینکه آیا باید این نشت‌ها قبل از به‌دست آمدن منافع واقعی مدیریت فشار، کاهش یابد یا نه.

۳-۵-۳- بررسی نقش انواع مختلف شیرهای فشارشکن در مدیریت فشار

همان‌گونه که اشاره شد شیرهای فشارشکن برای ایجاد افت فشار طراحی شده‌اند تا فشار را در خروجی خود تنظیم کرده و کاهش دهند. این شیرها در انواع مختلف طراحی و تولید می‌شوند و فشار خروجی آنها می‌تواند ثابت یا متغیر باشد. علاوه بر شیرهای فشارشکن، از شیرهای کنترل خودکار که می‌تواند باعث برقراری یک رژیم با ثبات جریان و فشار شود نیز در مدیریت فشار استفاده می‌شود. این شیرها برای تنظیم جریان به تانک‌ها و مخازن ذخیره، کنترل عملکرد تلمبه‌ها، کنترل فشار پایین دست به منظور حفظ حداقل سرویس برای مشترکین پایین دست یا جلوگیری از فشار منفی در نقاط مرتفع، کاربرد دارند. در این راهنما موارد و نکات موثر جهت مدیریت فشار به‌وسیله شیرهای فشارشکن مطرح می‌شود.

۳-۵-۳-۱- انتخاب و اندازه شیرهای فشارشکن

تعیین قطر مناسب شیر فشارشکن براساس مشخصات فنی ارائه شده در مشخصات کارخانه سازنده این‌گونه شیرها صورت می‌گیرد. شیر باید برای عبور حداکثر جریان به اندازه کافی بزرگ باشد و هم‌چنین باید به اندازه کافی کوچک باشد تا یک فشار خروجی مناسب را در جریان کم، ایجاد کند و شرایط خلاءزایی نیز در داخل شیر ایجاد نشود.

۳-۵-۳-۲- نصب شیرهای فشارشکن

به منظور تعیین محل نصب شیرها باید قبلا تراز مناسب را در روی نقشه شبکه توزیع مشخص کرد. معمولا اولین تراز نصب شیرهای فشارشکن حدود ۵۰ متر پایین‌تر از تراز محل احداث مخزن خواهد بود. باتوجه به فشار خروجی شیر فشارشکن اول که قابل تنظیم می‌باشد و محاسبه فشار پیزومتریک در خروجی این شیر، در صورت نیاز، تراز و محل نصب شیر فشارشکن بعدی تعیین می‌شود. به این ترتیب با نصب شیرهای فشارشکن میزان فشار آب در شبکه که سبب ترکیدگی لوله‌ها می‌شود و تلفات فیزیکی و حتی غیرفیزیکی آب را به همراه دارد، کاهش می‌یابد. برای ایجاد یک منطقه مدیریت فشار (PMA)[1] باید شیرآلات پیرامونی آن بسته شوند.

وقتی یک محل مناسب جهت نصب شیر فشارشکن مشخص شد، باید به‌وسیله مشاور یک دستورالعمل تهیه شود که در بر دارنده پلان ناحیه، نقشه اجرایی نصب همراه با جزییات و هرگونه اطلاعات لازم دیگر باشد. شیر فشارشکن باید در داخل حوضچه‌ای به ابعاد مناسب قرار گیرد. در این حوضچه علاوه بر شیر فشارشکن لازم است صافی، شیرهای قطع و وصل، قطعه قابل انفصال و اتصال و در صورت لزوم، شیر هوا قرار گیرد. برای تخلیه و شستشوی خط لوله قبل از ورود به حوضچه فشارشکن، در ناحیه بالادست حوضچه، شیر آتش‌نشانی زیرزمینی نصب می‌شود. در داخل حوضچه و در جهت جریان ابتدا شیر قطع و وصل و صافی، قبل از شیر

1- Pressure Management Area

omoorepeyman.ir

فشارشکن قرار می‌گیرند و بعد از آن قطعه قابل انفصال و اتصال، شیر قطع و وصل و شیر هوا نصب می‌شوند. در خطوط لوله اصلی و یا کلیدی، خصوصا در شبکه‌های توزیع و یا در خطوط انتقال آب، به منظور جلوگیری از قطع آب در مواقع سرویس و یا تعمیر شیر فشارشکن، نصب دو عدد شیر فشارشکن در داخل حوضچه توصیه می‌شود که یک دستگاه آن به صورت کنارگذر خواهد بود. در ورودی و خروجی شیر فشارشکن دو عدد فشارسنج وجود دارد که هنگام تنظیم فشار خروجی به‌وسیله پیچ‌های تنظیم کننده فشار، مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر لازم باشد شیر فشارشکن در مجاورت کنتور ورودی یک منطقه قرار گیرد، شیر فشارشکن باید در پایین دست کنتور باشد به‌طوری‌که آشفتگی حاصل از شیر، بر روی دقت اندازه‌گیری جریان به‌وسیله کنتور اثر نداشته باشد.

۳-۵-۳-۳- سیاستگذاری

موارد مهمی مانند سرویس‌دهی[1] و آگاهی دادن به مشتریان در یک استراتژی مدیریت فشار وجود دارد که باید توسط کارکنان ارشد شرکت آب و فاضلاب، قبل از سرمایه‌گذاری در مدیریت فشار مشخص شود. در غیر این صورت این موارد، توسط کارشناسان فنی در حین انجام کار و بدون بررسی و هماهنگی لازم تعیین می‌شود که ممکن است مغایر برخی سیاست‌ها و تصمیم‌های کلان مدیریت شرکت‌ها باشد. در نتیجه ممکن است مشترکین دچار مشکل شده و توجیه‌ها و اطلاعات غلطی به مشترکین داده شود و مدیریت فشار به نتایج مطلوب نرسد.

۳-۵-۳-۴- طراحی برنامه‌های مدیریت فشار

مدیریت فشار تنها نصب شیرهای فشارشکن و اندازه‌گیری جریان در مناطق مجزا را شامل نمی‌شود. لازم است که کل سامانه تامین و توزیع آب از محل تولید تا آخرین نقطه مصرف به‌صورت یکپارچه در نظر گرفته شود. فشارها براساس یک استراتژی درازمدت باید بهینه شوند. هم‌چنین باید در هر یک از فعالیت‌های جاری شرکت‌های آب و فاضلاب از قبیل بهره‌برداری، نگهداری، بازسازی و بهسازی و توسعه شبکه، پارامتر فشار مدنظر قرار گیرد. این مساله یک پروژه مقطعی که به‌وسیله تعدادی کارشناس و مهندسین مشاور انجام شود نیست، بلکه باید دغدغه تمامی کارمندان و کارشناسان درگیر در سامانه باشد. مدیریت فشار باید به دقت طراحی و اجرا شود و تمام اثرات جانبی آن نیز به دقت مورد مطالعه قرار گیرد. به‌طور مثال:

- در موقع طراحی مناطق مجزا در تمام حالت‌ها، موضوع مدیریت فشار نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.
- یک تحلیل هزینه – فایده باید برای انواع فشارشکن‌های با خروجی ثابت و یا متغیر (قابل برنامه‌ریزی) انجام شود.
- در موقع پاسخ به شکایات مشترکین در مورد کم یا زیاد بودن فشار، باید سامانه تحلیل شود که آیا فشارها بهینه هستند یا خیر.
- در تمام خروجی‌های مخازن ذخیره، تانک‌ها و ایستگاه‌های پمپاژ، قابلیت اندازه‌گیری فشار ایجاد شود. براساس یک بررسی مستقیم و هزینه ناچیز، مشخص می‌شود که آیا باید در این نقاط، کاهش فشار صورت گیرد یا خیر. در صورت ضرورت کاهش فشار، باید تحلیل هزینه – فایده انجام شود و مسایل اجرایی مربوط نیز در نظر گرفته شوند.
- هر جا که شاخه‌ای از خط انتقال منشعب شده، قابل بررسی از نظر مدیریت فشار است.

omoorepeyman.ir

1- Level of Service

- در موقع تغییر، تعویض و یا توسعه سامانه (به‌طور مثال برای پاسخ‌گویی به تقاضای مشترکین جدید خانگی و صنعتی و ...) باید دقت شود که یکپارچگی وضعیت مدیریت فشار جاری در سامانه حفظ شود و هم‌چنین قابلیت هرگونه مدیریت فشار در مراحل بعدی نیز وجود داشته باشد.
- تمام شبکه‌های جدید نیز می‌توانند دارای نشت باشند. بنابراین باید یک طراحی مناسب و استاندارد در شبکه صورت گیرد تا در اثر هرگونه تغییر در سامانه، فشارها از مقادیر حداقل و حداکثر فشار استاندارد تجاوز نکنند.
- برای شروع تحلیل مناطق مستعد برای مدیریت فشار، منابع و اطلاعات مختلفی از قبیل موارد زیر مورد نیاز است: نتایج تحلیل هیدرولیکی شبکه؛ اطلاعات کارمندان محلی آشنا به سامانه؛ اطلاعات تماس‌های مشترکین و رکوردهای GIS.

۳-۵-۳-۵- تعدیل جریان

هنگامی که از شیرهای فشارشکن با خروجی ثابت استفاده می‌شود، فشار شبکه براساس تقاضای مشترکین تغییر می‌کند و افت فشار در ناحیه پایین دست شیرفشارشکن اتفاق می‌افتد. تنظیم فشار خروجی براساس فشار مورد نیاز در نقاط بحرانی به گونه‌ای انجام می‌شود که در زمان حداکثر مصرف، وقتی افت فشار حداکثر است، حداقل فشار در نقطه بحرانی هنوز در حد قابل قبول استاندارد قرار داشته باشد. این تنظیم به این معنی است که وقتی تقاضا از مقدار حداکثر کم‌تر است، فشار موجود در شبکه، بالاتر از حد مورد نیاز برای تامین استانداردهای مورد نیاز مصرف‌کنندگان می‌باشد. به همین دلیل در زمان‌های غیر حداکثر مصرف و به‌ویژه در نیمه‌شب، فشار غیرلازمی به شبکه تحمیل می‌شود که باعث افزایش نشت زمینه و حادثه و شکست در لوله‌ها خواهد شد. علاوه بر این، دامنه نوسانات فشار بین سطح حداقل و سطح حداکثر در این شرایط باعث خستگی شبکه و افزایش احتمال شکست در آن می‌شود.

تعدیل جریان، یک روش کاهش فشار اضافی است و به‌وسیله آن نشت نیز کاهش می‌یابد. سامانه‌های تعدیل جریان می‌توانند برای ثابت نگه‌داشتن فشار در نقطه بحرانی به‌وسیله تعدیل کردن تنظیم خروجی در شیر به منظور جبران افت فشار مورد استفاده قرار گیرند. با کاربرد این روش، در ورودی به منطقه، نوسان فشار ایجاد می‌شود. باید در نظر گرفته شود که امکان ندارد فشارها در همه نقاط به صورت ثابت درآیند. بنابراین به منظور بهینه‌سازی سطح نشت باید بین فشار ورودی و فشار نقاط بحرانی یک هماهنگی برقرار شود. فشارشکن تنظیم شده با جریان، فشار باثبات‌تری را ایجاد می‌کند که از فشاری که به‌وسیله فشارشکن با خروجی ثابت در بیش‌تر اوقات روز به کار می‌رود، کم‌تر است. در زمان حداکثر مصرف، فشار از مقدار تنظیم شده به‌وسیله شیر با خروجی ثابت بیش‌تر می‌شود. تنظیم کننده جریان اجازه می‌دهد فشار متوسط به مقداری بیش‌تر از آنچه که از فشار معادل شیر با خروجی ثابت حاصل می‌شود، کاهش یابد. بدین‌وسیله کاهش بیش‌تری در مقدار نشت ایجاد می‌شود.

انجام تعدیل جریان با استفاده از ابزاری ساده به نام کنترل‌کننده فشارشکن[1] ممکن است. این ابزار با اتصال به پایلوت[2] شیرهای فشارشکن موجود و دریافت مداوم اطلاعات مربوط به فشار ورودی و خروجی از طریق یک واحد پردازشگر براساس ۲۴ ساعت روز یا براساس مقدار جریانی که شبکه تقاضا می‌کند، فشار خروجی فشارشکن را کنترل و تعدیل می‌کند. این واحد کنترل‌کننده در عین سادگی و سهولت نصب، اثر قابل توجهی در استفاده بهینه از منابع آب و امکانات شبکه دارد.

1 - PRV Controller
2 - Pilot

omoorepeyman.ir

لازم به توضیح است که از سامانه کنترل‌کننده فشار پس از انجام طرح مدیریت فشار به‌وسیله شیرهای فشارشکن در شبکه‌های توزیع آب و به منظور بهینه‌سازی فشار آب در شبکه استفاده می‌شود. این سامانه برای شهرهایی مثل تهران که با استفاده از فشارشکن و ایجاد نواحی فشاری و مدیریت فشار انجام شده و پمپاژ مستقیمی نیز از چاه به‌داخل شبکه وجود ندارد می‌تواند مناسب باشد. اما در شبکه‌هایی که قبلا با استفاده از شیرهای فشارشکن مدیریت فشار انجام نشده است قابل اجرا نمی‌باشد. هم‌چنین با توجه به اینکه به تعداد شیرهای فشارشکن باید دستگاه کنترل‌کننده فشار تهیه شود لازم است در ابتدا یک مقایسه اقتصادی بین هزینه‌های اولیه و منافع به‌دست آمده از کاهش حوادث، نشت و مصرف آب انجام و براساس نسبت منافع به هزینه، تصمیم‌گیری لازم انجام شود. شکل‌های ۳-۱ و ۳-۲ تفاوت فشارشکن با خروجی ثابت و متغیر را نشان می‌دهد.

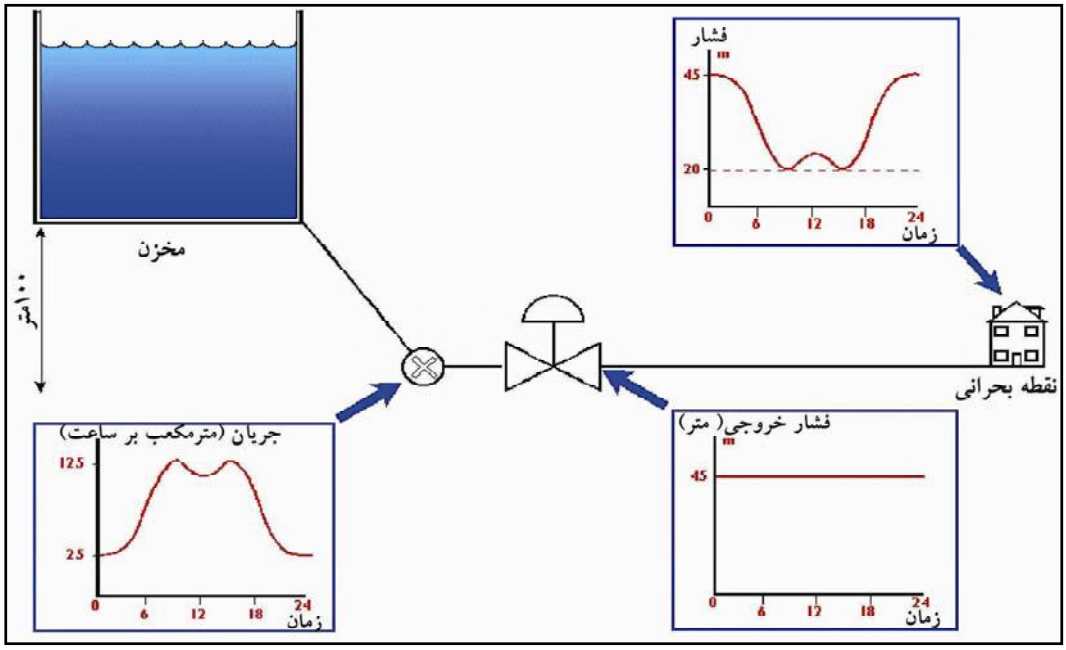
برای فهم نقش موثر کنترل‌کننده‌های فشار به مثال نمونه زیر توجه کنید:

یک منطقه مطالعاتی نمونه که شامل ۱۵۳۲ مشترک خانگی و شبکه‌ای از جنس چدن به طول ۹/۲ کیلومتر و با قدمت بیش از ۶۰ سال بود جهت مدیریت فشار انتخاب شد. منطقه مطالعاتی پیش از اجرای طرح توسط کارشناسان، مورد بررسی و پیمایش دقیق قرار گرفت. تمام شیرهای مرزی بازبینی و با اطمینان بسته شدند و ارتباط شبکه توزیع این ناحیه با سایر مناطق قطع شد تا تاثیر اجرای این طرح به وضوح قابل اندازه‌گیری باشد. کارشناسان سپس ۶ عدد دیتالاگر فشارسنج در ۶ نقطه استراتژیک شبکه که در پیمایش مشخص شده بودند نصب کردند. اطلاعات ثبت شده توسط این ثبات‌ها مورد توجه قرار گرفت و مشخص شد یکی از این نقاط به دلیل افت فشار قابل توجه (کاهش فشار به میزان ۲۰ متر)، بحرانی است. مقایسه این منطقه با منطقه‌ای دیگر که دارای شرایطی تقریبا یکسان بود، غیرطبیعی بودن فشار در این منطقه را مورد تایید قرار داد. پس از نصب دستگاه کنترل‌کننده فشار در کم‌تر از یک روز، تعدیل مصرف و کنترل فشار آغاز شد. مقایسه میان اطلاعات قبل و بعد از نصب سامانه کنترل‌کننده فشار نشان داد که:

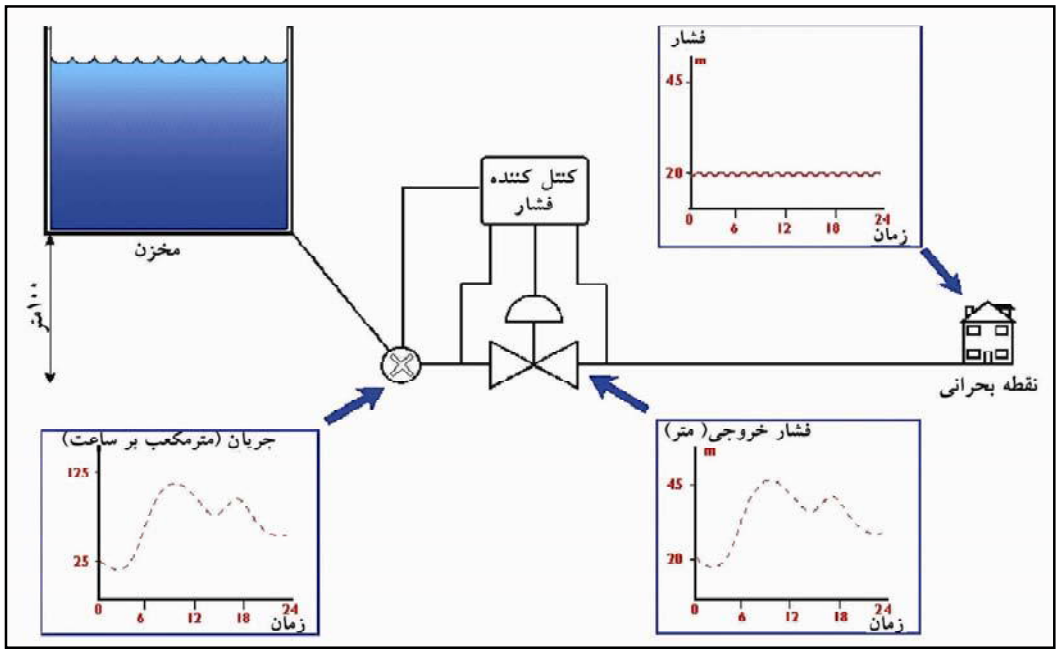
- پس از نصب، جریان در تمام ساعت‌ها به استثنای ۳ ساعت در زمان اوج مصرف، کاهش یافت.
- افزایش فشار به صورت موثر در گره‌های بحرانی شبکه محدود و متوقف شد.
- به‌طور متوسط نقاط پایش شده در درون محدوده عملیات، کاهش فشار در زمان حداکثر را ثبت کردند.

متوسط صرفه‌جویی پس از مقایسه یک دوره ۶ روزه از نصب کنترل‌کننده فشار، برابر ۱۸۵/۴ مترمکعب در روز (۱۴/۵۸٪ جریان کل اولیه) بود. این رقم با فرض ارزش ۱۲۰۰ ریال برای هر مترمکعب آب معادل صرفه‌جویی ۸۱/۲۱ میلیون ریال در سال برای این منطقه می‌باشد. به صورت معنی‌داری ۵۰ درصد از این صرفه‌جویی در خلال ساعات نیمه‌شب تا ۷ صبح به‌دست آمد. مقایسه نتایج حاصل از استفاده ازفشارشکن با خروجی ثابت و هم‌چنین استفاده از کنترل‌کننده فشار در جدول ۳-۱ ارائه شده است.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۱- مدیریت فشار با نصب فشارشکن با خروجی ثابت در شبکه



شکل ۳-۲- مدیریت فشار با کنترل هوشمند فشارشکن (تعدیل فشار و اعمال مدیریت مصرف)

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۱- مقایسه نمونه‌ای از نتایج پروژه مدیریت فشار در منطقه نمونه در یک روز

زمان (ساعت)	جریان با فشارشکن با خروجی ثابت (مترمکعب بر ساعت)	جریان با فشارشکن با خروجی کنترل شده (مترمکعب بر ساعت)	میزان کاهش جریان (مترمکعب بر ساعت)	زمان (ساعت)	جریان در فشارشکن با خروجی ثابت (مترمکعب بر ساعت)	جریان با فشارشکن با خروجی کنترل شده (مترمکعب بر ساعت)	میزان کاهش جریان (مترمکعب بر ساعت)
۱-۰	۳۶/۹۸	۲۳/۷۴	۱۳/۲۴	۱۳-۱۲	۶۰/۲۲	۵۸/۳۸	۱/۸۴
۲-۱	۳۶/۹۶	۲۲/۸۸	۱۴/۰۸	۱۴-۱۳	۵۸/۸۲	۵۳/۳۴	۵/۴۸
۳-۲	۳۰/۲	۲۱/۴۲	۸/۷۸	۱۵-۱۴	۵۹/۳۶	۵۱/۲	۸/۱۶
۴-۳	۳۲/۳۲	۱۹/۸	۱۲/۵۲	۱۶-۱۵	۵۸/۹۲	۵۰/۹	۸/۰۲
۵-۴	۳۱/۸۲	۱۹/۷۶	۱۲/۰۶	۱۷-۱۶	۵۹/۴۲	۵۴/۲۲	۵/۲
۶-۵	۴۴/۹۶	۲۷/۰۸	۱۷/۸۸	۱۸-۱۷	۵۳/۴۲	۵۴/۲۸	-۰/۸۶
۷-۶	۶۴/۴۴	۴۶/۴۴	۱۸	۱۹-۱۸	۴۹/۱۴	۴۵/۸۲	۳/۳۲
۸-۷	۷۰/۲۸	۶۲/۶۴	۷/۶۴	۲۰-۱۹	۵۳/۱۴	۴۰/۴۲	۱۲/۷۲
۹-۸	۶۹/۷۲	۶۶/۵	۳/۲۲	۲۱-۲۰	۵۳/۱۲	۳۹/۶۸	۱۳/۴۴
۱۰-۹	۶۹/۰۶	۷۰/۲	-۱/۱۴	۲۲-۲۱	۵۱/۵۴	۴۳/۵۸	۷/۹۶
۱۱-۱۰	۶۸/۳۶	۶۸/۹	-۰/۵۴	۲۳-۲۲	۴۴/۸	۳۸/۴۶	۶/۳۴
۱۲-۱۱	۶۵/۴۲	۶۳/۹۶	۱/۴۶	۲۴-۲۳	۴۰/۰۲	۳۰/۷۶	۹/۲۶

۳-۵-۴- تحلیل اقتصادی هزینه – فایده

برای تحلیل اقتصادی نیاز به شاخص مشخصی می‌باشد. هزینه ممکن است براساس هزینه‌های انجام شده در یک منطقه شاهد، یا براساس میزان کاهش فشار به ازای هر مشترک محاسبه شوند. سپس برای یک ناحیه مشخص میزان هزینه‌های واقعی با منافع احتمالی در آینده سنجیده می‌شود.

۳-۵-۴-۱- برآورد هزینه‌های مدیریت فشار

برای برآورد هزینه‌ها لازم است مشخص شود این هزینه فقط برای یکبار انجام می‌شود، یا به صورت مستمر بوده و یا در فواصل زمان مشخصی تکرار می‌شود. در برنامه مدیریت فشار، هزینه‌های زیادی باید انجام شود که شامل موارد زیر می‌باشند:

- هزینه طراحی شامل: ثبات‌ها برای اندازه‌گیری فشار در محدوده مورد بررسی، تحلیل داده‌ها، بررسی اعتراض‌ها و نظرات مشترکین، آزمایش‌های صحرایی (برای مناطق جدید) و تهیه گزارش‌ها
- هزینه خرید تجهیزات (به‌طور مثال شیرهای فشارشکن، کنتورها و ثبات‌های فشار و جریان)
- هزینه‌های اضافی تعمیر و آماده و مریی نگه‌داشتن شیرها، اتصالات، حوضچه‌ها و دریچه‌ها. هم‌چنین هزینه‌های کل دوره شامل نگهداری و تعویض و هزینه‌های رفع حوادث ناشی از نقص شیرآلات هم باید در نظر گرفته شوند.
- هزینه‌های نصب شامل: ساخت حوضچه و نصب لوله‌ها و اتصالات می‌باشد.

omoorepeyman.ir

- هزینه تنظیم شیرها: این هزینه معمولا ارزان و جزو هزینه نصب است، مگر اینکه ترجیح داده شود تنظیم‌ها طی چند مرحله و در چند هفته انجام شود. در این صورت هزینه بازدیدهای مکرر نیز باید حساب شود. برخی از طرح‌ها که باعث نارضایتی تعداد زیادی از مشترکین می‌شود ممکن است گران تمام شوند.
- هزینه‌های نظارت و پایش: باید نقاطی قبل و بعد از شیرها برای پایش کردن فشارهای ورودی و خروجی تعبیه شود. پایش باید به‌طور مستمر در فواصل زمانی مشخص و حتی به‌وسیله دستگاه ثبات و تله‌متری انجام شود. به هیچ عنوان نباید شیرها پس از نصب، به حال خود رها شوند.
- هزینه‌های نگهداری شیرها: شیرهایی که تنظیم فشار را انجام می‌دهند نیاز به تعمیر و نگهداری دارند. درغیراین‌صورت ممکن است به درستی عمل نکرده و فشار در محدوده برنامه‌ریزی شده قرار نگیرد. اگر تعداد آنها کم باشد هزینه‌های نگهداری پایین است. ولی اگر تعداد آنها زیاد بوده و منابع مالی کم باشد، باید حداقل ممکن هزینه را صرف کرد. هزینه‌های نگهداری عبارتند از: تمیز کردن صافی‌ها روی حلقه‌های کنترل پایلوت، تمیز کردن اجزای داخل شیرآلات، گریس‌کاری اجزای متحرک، جایگزینی واشرهای خراب شده و جایگزینی قسمت‌های خراب مانند دیافراگم پاره شده. انتخاب و نگهداری صحیح از شیرآلات بسیاری از هزینه‌های بالا را برطرف می‌سازد.
- هزینه‌های نگهداری مرزهای منطقه مجزا: مرزهای منطقه مجزا باید به درستی طراحی و نگهداری شوند تا شیرهای مرزی دایم باز و بسته نشوند. گرچه در مواردی مثل بروز حوادث، بازکردن شیرهای مرزی برای حفظ فشار لازم می‌شود.

برای ارزیابی هزینه‌ها، ارزش فعلی (NPV)[1] باید محاسبه و با ارزش فعلی منافع به‌دست آمده مقایسه شود. ارزش فعلی منافع به‌دست آمده شامل صرفه‌جویی ناشی از کاهش نشت، کاهش تناوب ترکیدگی‌ها، بهبود عمر و زمان سرمایه‌گذاری‌ها و کاهش اعتراض‌های مشترکین می‌باشد.

۳-۵-۴-۲- هزینه به ازای هر مشترک به ازای هر متر کاهش فشار (pm)

به عنوان یک شاخص هزینه-فایده، کاهش یک متر فشار به ازای هر مشترک (pm) یا هر کیلومتر طول لوله‌ها (pkm) می‌تواند معرفی شود. به عنوان مثال اگر تعداد مشترکین (p) = ۱۰۰۰ نفر، هزینه کاهش فشار تا ۱۵ متر (به‌طور متوسط) = ۱۵۰۰۰ pm = ۱۵ × ۱۰۰۰ و هزینه اجرای طرح = ۱۱۱ میلیون ریال باشد آنگاه:

هزینه به ازای هر مشترک به ازای یک متر کاهش فشار = $\frac{111000000}{15000} = 7400\,\text{pm}$ ریال

تحلیل‌های انجام شده در کشور انگلستان نشان می‌دهد که مدیریت فشار تا حد pm /۵-۳ پوند می‌تواند اقتصادی باشد. اگر هزینه از pm /۵ پوند بیش‌تر باشد ارزیابی دشوار است. اگر هزینه بین pm/ ۲ تا ۵ پوند باشد، تحلیل دقیق‌تر هزینه - فایده مورد نیاز است. در صورت هزینه کم‌تر از pm /۲ پوند، بدون نیاز به تحلیل دقیق‌تر، طرح قابل اجرا است.

omoorepeyman.ir

1 - Net Present Value

۳-۵-۴-۳- برآورد منافع طرح مدیریت فشار

یکی از اصلی ترین منافع مدیریت فشار کاهش نشت است. براساس مفهوم منافذ ثابت و متغیر نشت (FAVAD)، که در بخش مبانی نظری نشت (فصل ۳) تشریح شد مقدار کاهش نشت بر اثر عملیات مدیریت فشار قابل ارزیابی خواهد بود. با داشتن مقادیر فشار، قبل و بعد از برنامه مدیریت فشار (P_1, P_0)، مقدار نشت قبل از مدیریت فشار $(L_\circ)$ و مقدار توان فشار، N (که از آمار حوادث به‌دست می‌آید)، مقدار نشت شبکه پس از مدیریت فشار (L_1) به‌صورت زیر قابل محاسبه خواهد بود.

$$L_1 = L_0(\frac{P_1}{P_0})^N \qquad (۱۶-۳)$$

منافع کاهش فشار برابر ارزش اقتصادی آب بازیابی شده $(= L_0 - L_1)$ و هم‌چنین ارزش اقتصادی تعداد حوادث کاهش یافته می‌باشد. برای برآورد تاثیر، مقدار سود آب بازیابی شده (حجمی و اقتصادی) و دوره بازگشت سرمایه در مقابل هزینه‌های اجرای طرح کاهش فشار، می‌توان از نرم‌افزارهای مناسب استفاده کرد. اطلاعات ورودی این نرم‌افزارها به‌طور عام عبارتست از: فشار بالادست و پایین دست شیر فشارشکن؛ جریان اندازه‌گیری شده در کنتور (در فواصل ۱۵ دقیقه‌ای معمول‌تر است، هرچند که اندازه‌گیری در فواصل ۵ دقیقه‌ای رفتار سامانه و هرگونه تغییر ناگهانی یا ناپایداری در سامانه را مشخص می‌کند)؛ حداقل اطلاعات مربوط به ۷ شبانه‌روز (صرف‌نظر از تاثیرات فصلی)؛ نیمرخ مصرف آب و هرگونه تغییرات احتمالی نسبت به زمان؛ برنامه برای کاهش مرحله‌ای فشار؛ فشارهای نقاط ورودی، AZP و نقاط بحرانی در منطقه مجزا؛ اطلاعات مربوط به منطقه مجزا (DMA) شامل (طول لوله‌ها، تعداد مشترکین خانگی و غیرخانگی). نرم افزار می‌تواند به‌جای منطقه مجزا در محدوده یک ناحیه هم کار کند و اهداف اقتصادی را نیز برآورد کند.

اطلاعات وضع موجود به نرم افزار وارد می‌شود و به‌وسیله یک شیرفشارشکن با خروجی ثابت، یا یک تعدیل کننده جریان یا هر گزینه دیگری فشار کاهش می‌یابد. پروفیل فشار پیشنهادی به عنوان ورودی به نرم افزار داده می‌شود و کاهش نشت محاسبه می‌شود. تاثیرات فشارها در نقاط AZP و بحرانی از طریق نیمرخ مشاهده می‌شود. برخی نرم‌افزارها اطلاعات تکمیلی جهت تحلیل نشت را نیز فراهم می‌کنند. به‌طور مثال: صحت سنجی برآورد مصرف سرانه با مقایسه جریان شبانه و جریان متوسط روزانه؛ شاخص تصحیح فشار شب/ روز (مقدار فعلی و آینده)؛ برآورد نشت اضافی برحسب واحدهای میلیون لیتر بر روز، لیتر بر مشترک بر روز و برآورد دوره بازگشت سرمایه برای طرح براساس داده‌های ورودی از ارزش آب و هزینه‌های طرح.

۳-۵-۵- گزارش پایان پروژه

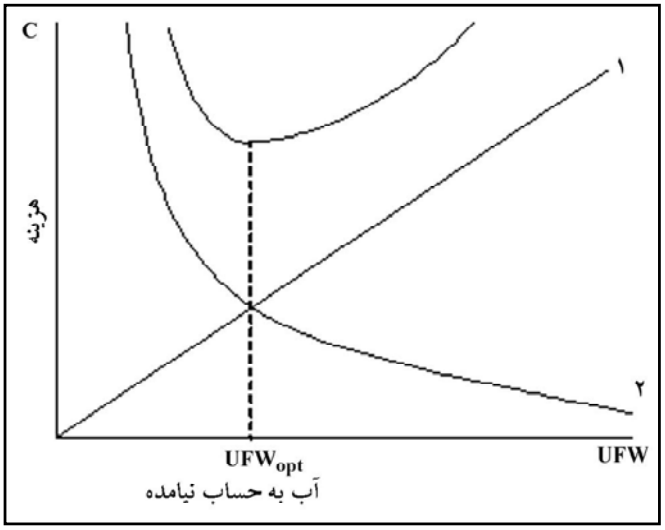
پس از تکمیل پروژه مدیریت فشار باید یک گزارش نهایی که در برگیرنده تمام اطلاعات مناسب است تهیه شود. این گزارش بهتر است مطابق با دستورالعمل طراحی، مرحله به مرحله باشد. اطلاعات مندرج در این گزارش به موارد زیر مربوط می‌شود:

اندازه و نوع شیر فشارشکن نصب شده؛ مرزهای واقعی منطقه مجزا که فشار آن کاهش یافته است، به‌همراه تعداد املاک و دیگر آمار مورد نیاز؛ اطلاعات ثبت شده مربوط به جریان، فشار و نشت محاسبه شده، قبل و بعد از انجام طرح؛ تنظیمات شیر فشارشکن و یک ارزیابی از میزان کاهش مصرف و نشت (از نظر حجمی و اقتصادی) بر اثر اجرای طرح.

omoorepeyman.ir

۳-۶- راهنمای برآورد هزینه و توجیه اقتصادی مطالعات و راهکارهای اجرایی کاهش آب به‌حساب نیامده

در توجیه اقتصادی رفع تلفات فیزیکی و غیرفیزیکی، بررسی و تعیین دو عامل زیر رکن اساسی را ایفا می‌کند: کل هزینه‌های مطالعات و عملیات رفع تلفات و ارزش آب بازیافتی. از آنجا که انجام مطالعات آب به‌حساب نیامده و اجرای راهکارهای کاهش آن باید دارای توجیه اقتصادی باشد، لذا لازم است پس از انجام مطالعات، بررسی‌های هزینه – فایده ناشی از اجرای طرح کاهش آب به‌حساب نیامده فیزیکی و غیرفیزیکی صورت گرفته و شرکت‌های آب و فاضلاب نسبت به میزان سرمایه‌گذاری‌های لازم و منافع اقتصادی حاصل از این مطالعات آگاهی و اطلاعات لازم را به‌دست آورند. انجام طرح مطالعات شناخت و کاهش آب به‌حساب نیامده موقعی اقتصادی است که میزان هزینه‌های پرداختی جهت این امر از درآمدهای ناشی از کاهش آب به‌حساب نیامده کم‌تر باشد. در شکل ۳-۳ نمودار هزینه – فایده و میزان بهینه کاهش آب به‌حساب نیامده نشان داده شده است.



۱- ارزش ریالی آب به‌حساب نیامده فیزیکی و غیرفیزیکی، ۲- هزینه کاهش آب به‌حساب نیامده

شکل ۳-۳- نمودار هزینه- فایده مطالعات و عملیات اجرایی کاهش آب به‌حساب نیامده

۳-۶-۱- توجیه اقتصادی عملیات کاهش آب به‌حساب نیامده

منظور از توجیه اقتصادی در اینجا مقایسه کلیه هزینه‌های مربوط به رفع تلفات فیزیکی با هزینه‌های تامین، انتقال، ذخیره‌سازی و توزیع آن است، تا مشخص شود که انجام این عملیات صرفه اقتصادی دارد یا خیر. در مبحث آب به‌حساب نیامده هدف، بازگرداندن آبی است که قسمتی از آن به علت تلفات مختلف از دست می‌رود. یعنی بازگرداندن آبی که قبلا مخارج تامین آن پرداخت شده و در مورد تامین آن سرمایه‌گذاری‌های لازم انجام شده است. با شناسایی مقدار آب برگشتی براساس عملیات کاهش تلفات و تعمیرات لازم، طبق راهنماهای قبل و تعیین هزینه این عملیات، می‌توان با مقایسه بین مقدار سرمایه برگشتی و هزینه انجام عملیات، به بررسی بازده اقتصادی آن پرداخت. البته لازم به ذکر است که این سوددهی باید در یک مدت زمان مشخص، تا قبل از عملیات مجدد کاهش تلفات، مورد بررسی قرار گیرد. در ابتدای پروژه برای تهیه دستگاه‌ها و لوازم موردنیاز عملیات مربوط (از جمله دستگاه‌های نشت‌یابی)، نیاز به سرمایه‌گذاری زیادی می‌باشد ولی چون این هزینه‌برای کل سامانه در نظر گرفته شده است، مقدار آب بازگشتی از

omoorepeyman.ir

هر مرحله رفع تلفات نمی‌تواند به تنهایی با این سرمایه‌گذاری مقایسه شود و تنها باید مبلغی به‌عنوان مقدار استهلاک دستگاه‌ها منظور شود. از طرفی این مقدار آب بازگشتی باید در باقیمانده عمر مفید تاسیسات و زمانی که از پروژه عملیات کاهش تلفات باقی مانده است، محاسبه شود. برای مثال اگر یک فاصله ۲ ساله برای انجام عملیات نشت‌یابی در نظر گرفته شود، از تاریخی که هر نشت پیدا و تعمیر می‌شود تا پایان مدت ۲ سال باید در نظر گرفت که چه مقدار آب بازیافتی به سامانه برگشته و این مقدار آب دارای چه قیمت تمام شده‌ای است که به عنوان سرمایه بازگشتی می‌توان محسوب کرد.

۳-۶-۲- روش تعیین هزینه‌ها و ارزش یک مترمکعب آب

به‌طورکلی ارزش آب در هر شرکت آب و فاضلاب شناخته شده است و این ارزش می‌تواند قیمت تمام شده یک مترمکعب آب باشد که بنا بر ضوابطی تعیین می‌شود. برای تعیین این قیمت باید به مجموعه‌ای از هزینه‌های موجود برای تامین، تصفیه، انتقال، ذخیره و نگهداری و توزیع آب در یک دوره یکساله توجه کرده و بدین وسیله قیمت تمام شده آب در یک شهر را تعیین کرد. این موارد عبارتند از:

حقوق کارکنان آبرسانی؛ توزیع، بهره‌برداری و نگهداری و خدماتی؛ هزینه نگهداری (تاسیسات تامین آب، خطوط آبرسانی و توزیع، تلمبه‌خانه‌ها، ذخیره‌سازی، شیرآلات و تعمیرات جنبی)؛ هزینه املاک و مستحدثات و استهلاک آنها؛ هزینه‌های برق مصرفی تاسیسات؛ هزینه حفر و تجهیز چاه‌ها و بازسازی آنها توام با عملیات ساختمانی؛ هزینه تصفیه‌خانه‌ها؛ هزینه نگهداری، سرویس و شستشوی مخازن؛ هزینه مصارف مواد شیمیایی؛ هزینه وسایل نقلیه، ماشین‌آلات سنگین و اتومبیل‌های کرایه‌ای؛ هزینه خرید آب خام؛ هزینه خرید (الکتروپمپ‌ها، شیرها، لوله‌ها و تجهیزات لازم دیگر) و هزینه سرمایه‌گذاری اولیه برای احداث کلیه تاسیسات و تبدیل آن به اقساط سالانه.

با جمع کردن کل هزینه‌ها و اقساط سالانه و مقدار آب استحصال شده در طول یکسال می‌توان قیمت تمام شده یک مترمکعب آب را تعیین کرد.

۳-۶-۳- برآورد هزینه‌ها و درآمدهای مطالعات و عملیات اجرایی کاهش آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی

۳-۶-۳-۱- هزینه مطالعات

از آنجا که بسیاری از مولفه‌های تلفات غیرفیزیکی در جریان پیمایش اماکن مشترکین معلوم می‌شوند، لذا باید هزینه انجام پیمایش اماکن و مطالعات جانبی آن به شرح زیر مورد محاسبه قرار گیرد:

هزینه افراد گروه پیمایش؛ هزینه آموزش افراد؛ هزینه وسایل و تجهیزات لازم (از قبیل متر، دوربین، لوازم‌التحریر و ...)؛ هزینه وسیله رفت و آمد؛ هزینه اسکان و لوازم دفتری؛ هزینه لوازم آزمایش کنتور (از جمله دستگاه آزمایش کنتور، کنتور آزمایش مبنا و تجهیزات جانبی و ...)؛ هزینه‌های دفتری مشاور جهت انجام مطالعات تعیین مولفه‌های تلفات ظاهری، محاسبه و برآورد مقدار آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی ناشی از هریک از پارامترها؛ هزینه تهیه نقشه مشترکین و مسیرهای بهینه خواندن کنتورها و هزینه‌های بالاسری مهندسین مشاور.

omoorepeyman.ir

۳-۶-۳-۲- هزینه عملیات اجرایی کاهش آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی

پس از انجام مطالعات و شناخت عوامل و مولفه‌ها و میزان حجم آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی، این مقدار به خودی خود کاهش نمی‌یابد. تنها راه کاهش آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی و مولفه‌های آن اجرای یک سری از سیاست‌های اجرایی جهت رفع نواقص و بهبود سامانه امور مشترکین، امور بهره‌برداری و امور فنی شرکت‌های آب و فاضلاب است. هزینه‌های یاد شده بالا به شرح زیر می‌باشند:

هزینه آموزش‌های لازم و کاربردی کارکنان موجود شرکت آب و فاضلاب جهت شناخت و اجرای استانداردهای مربوط؛ هزینه تهیه نرم‌افزار جامع و کاربردی امور مشترکین؛ هزینه مربوط به جذب نیروهای کارشناس و آموزش دیده جدید جهت اجرای وظایف ذاتی شرکت آب و فاضلاب در هریک از بخش‌ها؛ هزینه خرید کنتورهای جدید با کیفیت و دقت بالا و تعویض کنتورهای خراب، دارای نقص فیزیکی، کنتورهایی که دارای دقت استاندارد نمی‌باشند و کنتورهایی که عمرمفید آنها به پایان رسیده است؛ هزینه خرید کنتورهای حجمی یا مغناطیسی حجیم جهت نصب بر روی مبادی تولید و ورودی و خروجی تصفیه‌خانه‌ها و مخازن؛ هزینه‌های نصب پلاک آب و هزینه اصلاح انشعابات و کنتورهای دارای اشکال.

هزینه کل = هزینه مطالعات + هزینه اجرا

شناخت مولفه‌های مقدار آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی حداقل به یک دوره ۶ تا ۱۲ ماهه نیازمند می‌باشد. فرض می‌شود پس از شناخت مولفه‌ها و اثرات عوامل افزایش تلفات غیرفیزیکی، برخی از موارد همچون نصب کنتور برای مصارف مجاز اندازه‌گیری نشده، نصب انشعاب و کنتور برای مصرف‌کنندگان غیرمجاز و تعویض کنتورهای خراب در یک دوره زمانی نسبتا کوتاه صورت پذیرد. ولی کاهش عمده آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی اولا نیازمند گذشت زمان و بسترسازی فرهنگی و تربیت نیروهای موجود یا جدید جهت انجام وظایف سازمانی خود براساس استانداردهای مصوب بوده و ثانیا نیازمند تامین هزینه‌های مالی جهت خرید کنتورهای جدید و تعویض کنتورهای بدون دقت و دارای نقص می‌باشد. درغیراین‌صورت گرچه ممکن است بر اثر برخی اقدامات مقطعی، مقدار آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی کاهش یابد ولی به موازات آن به‌دلیل عدم نصب به موقع یا نصب غلط انشعابات، کیفیت و اجرای نامناسب انشعابات و کنتورها، روند غیربهینه کنتورخوانی و خطای خواندن و عدم کیفیت ثبت و ورود داده‌ها به کامپیوتر، خرابی و عدم دقت دایمی کنتورها، روند مستمر ایجاد مصرف‌کنندگان غیرمجاز، عدم اندازه‌گیری مصارف مشترکین مجاز بدون کنتور و ...، مقدار آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی به‌طور مستمر افزایش می‌یابد. در نتیجه هیچ‌گونه پیشرفتی در کاهش آب به‌حساب نیامده مشاهده نمی‌گردد. از آنجا که انجام امور فوق مستلزم سرمایه‌گذاری اولیه نسبتا بالایی می‌باشد، در صورت تحمل و استمرار آن به مدت چند سال، میزان درآمد وصول شده ناشی از اندازه‌گیری بخش‌هایی از مولفه‌های آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی با هزینه‌های مطالعات و اجرا برابری کرده و سپس نسبت سود – هزینه مثبت شده و پروژه به سودآوری خواهد رسید.

omoorepeyman.ir

۳-۶-۳-۳- روش محاسبه هزینه‌های عملیات اجرایی کاهش و کنترل تلفات غیرفیزیکی

براساس آماری که از نتایج پیمایش‌ها و ممیزی املاک و اماکن به‌دست می‌آید می‌توان مقدار آب به‌حساب نیامده در هر یک از بخش‌های تلفات غیرفیزیکی را محاسبه و براساس آن هزینه‌هایی که سالانه باید صرف شود تا تلفات غیرفیزیکی کاهش یابد را برآورد کرد. در مرحله اجرایی اقدامات رفع تلفات غیرفیزیکی، انجام موارد زیر ضروریست:

- کلیه کنتورهای خراب و یا دارای نقص توسط شرکت آبفا تعویض شده و برای اماکن بدون کنتور نسبت به نصب کنتور اقدام شود.
- برای مشترکین فاقد قبض آب‌بها پس از شناسایی، قبض صادر شود.
- در خصوص کلیه اماکنی که انشعاب غیرمجاز دارند و متخلفینی که آب به اماکن مجاور خود داده‌اند برخورد قانونی و اقدام مقتضی صورت گیرد.
- در رابطه با مشترکین بدون پلاک آب نیز طی یک برنامه زمان‌بندی در طی مثلا یکسال، نسبت به نصب پلاک آب اقدام شود.

لازم به یادآوری است که برنامه زمان‌بندی هرگونه اقدام اجرایی باید متناسب با توان مالی و اجرایی شرکت آب و فاضلاب باشد.

در خصوص مشترکینی که کنتور با قدمت بیش از ۵ سال دارند با توجه به آنکه عمر مفید کنتورها حدود ۵ سال توصیه شده است، ضروری است که سالانه طی یک برنامه زمان‌بندی شده نسبت به تعویض کنتورها اقدام شود. به این ترتیب در صورت جایگزینی کنتورهای نو و حساس (با دقت اندازه‌گیری بیش‌تر) با کنتورهای کارکرده و فرسوده مشترکین، هم دقت اندازه‌گیری مصارف مشترکین بالارفته و هم اینکه در مصارف جزیی به‌دلیل داشتن حساسیت بیش‌تر کنتورهای نو، میزان تلفات غیرفیزیکی ناشی از خطای ابزار اندازه‌گیری کاهش می‌یابد.

در برآورد هزینه‌ها می‌توان هزینه‌های مذکور را که شرکت آبفا در هر سال باید متقبل شود برای یک برنامه پنج ساله کاهش تلفات غیرفیزیکی محاسبه کرد. به‌عنوان مثال جدول ۳-۲ هزینه‌های برآورد شده در سال اول طرح کاهش آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی در یکی از مناطق مطالعاتی کشور را نشان می‌دهد. ذکر این نکته ضروری است که در سال اول اجرای طرح کاهش و کنترل آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی لازمست علاوه بر تعویض کنتورها، کلیه نواقصی که در انشعابات مشترکین وجود داشته و به نوعی در بروز تلفات غیرفیزیکی سهیم می‌باشند مورد توجه قرار گرفته و نسبت به رفع آنها اقدام مقتضی صورت گیرد. در این صورت از سال دوم انجام طرح، اقدامات لازم فقط محدود به تعویض کنتورها طبق برنامه (مثلا یک دوره پنج ساله) خواهد بود که با احتساب ضریب تعدیل، طی سال‌های دوم الی پنجم، هزینه‌های تعویض کنتورها مشخص می‌شود. در جدول ۳-۳ هزینه‌های برآورد شده تعویض کنتور در سال‌های دوم تا پنجم طرح کاهش آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی در یکی از مناطق مطالعاتی کشور نشان داده شده است. با مقایسه هزینه‌های انجام شده در طی مدت مشخص (مثلا ۵ سال) و نیز درآمدی که از کاهش آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی حاصل می‌شود، می‌توان نسبت منافع به هزینه را محاسبه کرد.

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۲- هزینه‌های سال اول کاهش تلفات غیرفیزیکی (در یک منطقه مطالعاتی نمونه)

موضوع	تعداد	بهای واحد (ریال)	جمع هزینه (ریال)
تهیه کنتور به منظور تعویض کنتورهای خراب، عمر سپری شده و مشترکین بدون کنتور	۳,۲۰۰	۱۲۰,۰۰۰	۳۸۴,۰۰۰,۰۰۰
هزینه نصب کنتور	۳,۲۰۰	۶,۱۷۰	۱۹,۷۴۴,۰۰۰
هزینه پلمپ کردن کنتورهای بدون پلمب	۱,۸۷۹	۱,۰۰۰	۱,۸۷۹,۰۰۰
تهیه و نصب پلاک آب	۵,۴۵۹	۳,۰۰۰	۱۶,۳۷۷,۰۰۰
هزینه تهیه وسایل قطع و وصل انشعاب	۵۷۱	۴۰,۰۰۰	۲۲,۸۴۰,۰۰۰
هزینه نصب وسایل قطع و وصل انشعاب	۵۷۱	۱۲,۸۰۰	۷,۳۰۸,۸۰۰
هزینه تهیه شیر قطع و وصل داخل حوضچه کنتور	۱,۶۸۱	۱۰,۰۰۰	۱۶,۸۱۰,۰۰۰
هزینه نصب شیر قطع و وصل داخل حوضچه کنتور	۹,۶۶۰	۵,۶۱۰	۵۴,۱۹۲,۶۰۰
هزینه تهیه شیر یک‌طرفه داخل حوضچه کنتور	۹۱۹	۱۰,۰۰۰	۹,۱۹۰,۰۰۰
هزینه نصب شیر یک‌طرفه داخل حوضچه کنتور	۹۱۹	۵,۶۱۰	۵,۱۵۵,۵۹۰
جمع کل هزینه‌ها (ریال)	۵۳۷,۴۹۶,۹۹۰		

جدول ۳-۳- هزینه‌های تعویض کنتور در سال‌های دوم تا پنجم (در یک منطقه مطالعاتی نمونه)

سال	موضوع	تعداد	بهای واحد (ریال)	جمع هزینه‌ها (ریال)
دوم	تهیه کنتور به منظور جایگزینی	۳,۲۰۰	۱۳۴,۴۰۰	۴۳۰,۰۸۰,۰۰۰
	هزینه نصب کنتور	۳,۲۰۰	۶,۹۰۰	۲۲,۰۸۰,۰۰۰
سوم	تهیه کنتور به منظور جایگزینی	۳,۲۰۰	۱۵۰,۰۰۰	۴۸۰,۰۰۰,۰۰۰
	هزینه نصب کنتور	۳,۲۰۰	۷,۷۰۰	۲۴,۶۴۰,۰۰۰
چهارم	تهیه کنتور به منظور جایگزینی	۳,۲۰۰	۱۶۸,۰۰۰	۵۳۷,۶۰۰,۰۰۰
	هزینه نصب کنتور	۳,۲۰۰	۸,۶۰۰	۲۷,۵۲۰,۰۰۰
پنجم	تهیه کنتور به منظور جایگزینی	۳,۲۰۰	۱۸۸,۰۰۰	۶۰۲,۱۱۲,۰۰۰
	هزینه نصب کنتور	۳,۲۰۰	۹,۶۰۰	۳۰,۷۲۰,۰۰۰
جمع هزینه‌های تعویض و نصب کنتورها				۲,۱۲۴,۰۳۲,۰۰۰

۳-۶-۳-۴- برآورد درآمدهای ناشی از کنترل و کاهش آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی

در قبال سرمایه‌گذاری‌های انجام شده طی یک برنامه چندساله و با انجام اصلاحات لازم بر روی کلیه انشعابات و نیز با نصب کنتورهای نو و حساس و با دقت اندازه‌گیری بیش‌تر به جای کنتورهای معمولی، می‌توان آب به‌حساب نیامده ناشی از خطای ابزار اندازه‌گیری که درصدی از تلفات غیرفیزیکی را بخود اختصاص می‌دهد را به‌طور سالانه کاهش داد. جدول ۳-۴ حجم آب قابل بازیافت ناشی از رفع تلفات غیرفیزیکی طی یک دوره پنج‌ساله و ارزش اقتصادی آبی که به این ترتیب به سامانه برگشت داده می‌شود را در یک منطقه مطالعاتی نمونه نشان می‌دهد. به این ترتیب در مقایسه بین هزینه‌های انجام شده برای انجام مطالعات و متعاقب آن کاهش تلفات غیرفیزیکی می‌توان ملاحظه کرد که تفاوت درآمدها و هزینه‌ها در یک دوره پنج‌ساله مثبت خواهد بود (جدول ۳-۵). یادآوری می‌شود درصورتی که برای این مدت زمانی میزان هزینه‌ها از فایده‌ها بیش‌تر شود باید کلیه محاسبات برای دوره زمانی طولانی‌تری تکرار شود تا جائیکه مقدار هزینه‌ها از فایده‌ها کمتر شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۴- درآمدهای ناشی از کاهش تلفات غیرفیزیکی (در یک منطقه مطالعاتی نمونه)

سال	شرح	حجم آب بازیافت شده (مترمکعب)	قیمت تمام شده آب (ریال برای هر مترمکعب)	افزایش درآمد شرکت آبفا بابت فروش آب (ریال)
اول	آب بازیافتی ناشی از اصلاح خطای ابزار اندازه‌گیری	۲۴۰,۰۰۰	۱,۲۰۵	۲۸۹,۲۰۰,۰۰۰
	آب بازیافتی ناشی از خطاهای مدیریتی و بهره‌برداری	۲۶۰,۵۶۸		۳۱۳,۹۸۴,۴۴۰
	آب بازیافتی ناشی از مصارف انشعابات غیرمجاز	۲۳۲,۰۵۶		۲۷۹,۶۲۷,۴۸۰
	آب بازیافتی ناشی از مصارف مجاز اندازه‌گیری نشده	۱۴۵,۲۰۰		۱۷۴,۹۶۶,۰۰۰
دوم	آب بازیافتی ناشی از اصلاح خطای ابزار اندازه‌گیری	۴۸۰,۰۰۰	۱,۳۵۰	۶۴۸,۰۰۰,۰۰۰
سوم	آب بازیافتی ناشی از اصلاح خطای ابزار اندازه‌گیری	۷۲۰,۰۰۰	۱,۵۱۲	۱,۰۸۸,۶۴۰,۰۰۰
چهارم	آب بازیافتی ناشی از اصلاح خطای ابزار اندازه‌گیری	۹۶۰,۰۰۰	۱,۶۹۳	۱,۶۲۵,۲۸۰,۰۰۰
پنجم	آب بازیافتی ناشی از اصلاح خطای ابزار اندازه‌گیری	۱,۲۰۰,۰۰۰	۱,۸۹۷	۲,۲۷۶,۴۰۰,۰۰۰
کل درآمد به‌دست آمده از کاهش تلفات غیرفیزیکی در دوره پنج ساله (ریال)			۶,۶۹۶,۰۹۷,۹۲۰	

جدول ۳-۵- مقایسه بین هزینه‌ها و درآمدهای طرح کاهش و کنترل آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی (در یک منطقه مطالعاتی نمونه)

شرح	مبلغ (ریال)
جمع هزینه‌هایی که در طول یک دوره پنج ساله باید انجام شود	۲,۶۶۱,۵۲۸,۹۹۰
درآمدهای به‌دست آمده از کاهش آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی	۶,۶۹۶,۰۹۷,۹۲۰
تفاوت درآمدها و هزینه‌ها در یک دوره پنج ساله	۴,۰۳۴,۵۶۸,۹۳۰

۳-۶-۴- برآورد هزینه‌ها و درآمدهای مطالعات و عملیات اجرایی کاهش آب به‌حساب نیامده فیزیکی

هزینه‌های مطالعات و عملیات اجرایی کاهش آب به‌حساب نیامده فیزیکی با در نظر گرفتن مدت عملیات، طبق کاربرگ برنامه عملیات نشت‌یابی و تعمیرات (پیوست شماره ۱۵) تعیین می‌شود. البته به منظور مقایسه این هزینه با منافع به‌دست آمده، نیاز به برآورد آن قبل از انجام عملیات نشت‌یابی می‌باشد. یعنی پس از شناسایی محل‌های مورد آزمایش جهت کاهش مقدار نشت ذکر شده به مقدار از پیش تعیین شده (مثلا ۵۰٪)، می‌توان با برآورد زمان لازم برای نشت‌یابی در هر مکان، تعیین هزینه تعمیر و لوازم مورد نیاز و همین‌طور استهلاک دستگاه، مبلغی به منظور نشت‌یابی دوره‌ای (مثلا دوساله) محاسبه کرد که شامل تمام هزینه‌های مختلف می‌شود. هزینه‌های مربوط به تلفات واقعی شامل دو دسته مطالعات و اندازه‌گیری‌ها و عملیات اجرایی و تعمیرات می‌باشد.

۳-۶-۴-۱- هزینه مطالعات و اندازه‌گیری‌ها

هزینه‌های کارکنان مورد نیاز جهت انجام مطالعات میدانی (حوادث، پیمایش شبکه و شناسایی نشت‌های مرئی شیرها و تلمبه‌ها، سرریز مخازن، مطالعات اندازه‌گیری جریان شبانه، مطالعات فشارسنجی، مطالعات شناسایی نشت و نشت‌یابی، تعمیر نشت)؛ آموزش نیروها؛ تهیه وسایل و تجهیزات لازم (از قبیل جریان‌سنج، فشارسنج، محدوده‌یاب، نقطه‌یاب، میکروفن زمینی، انواع شیرها و ...)؛ رفت و آمد؛ هزینه اسکان کارکنان؛ هزینه‌های دفتری مشاور جهت تجزیه و تحلیل نتایج مطالعات میدانی و بالاسری مشاور.

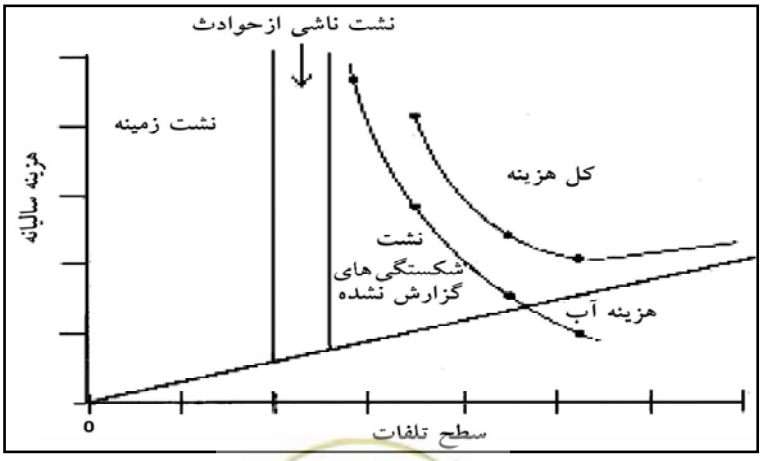
omoorepeyman.ir

۳-۶-۴-۲- هزینه عملیات اجرایی کاهش آب به‌حساب نیامده فیزیکی

هزینه ترمیم حوادث (شامل کارکنان گروه امداد، مواد و مصالح مصرفی، تخریب و ترمیم پوشش زمین، خاکریزی و خاکبرداری، ماشین‌آلات مورد استفاده و تعمیرات)؛ هزینه عملیات جریان‌سنجی حداقل جریان شبانه و نوسانات مصرف؛ هزینه عملیات فشارسنجی؛ هزینه مریی‌سازی و آماده کردن نقاط دسترسی؛ هزینه عملیات نشت‌یابی (شامل محدوده‌یابی، نقطه‌یابی و تایید نشت)؛ هزینه عملیات ساخت، ترمیم و مریی‌سازی حوضچه‌های شیرها؛ هزینه ترمیم نقاط دارای نشت، هزینه ترمیم و تعمیر نشت‌های شیرها و تلمبه‌ها؛ هزینه تعمیر مخازن دارای نشت؛ هزینه نصب تجهیزات لازم جهت جلوگیری از سرریز مخازن (از جمله شیرهای شناور و ...)؛ هزینه کارکنان آبفا و هزینه ایاب و ذهاب.

۳-۶-۴-۳- محاسبه فواصل زمانی کنترل فعال نشت

روند مطالعات مشخص می‌کند که فواصل زمانی بهینه نشت‌یابی چقدر است. برای این منظور می‌توان با استفاده از مقادیر برآورد شده و اصول و روابط بیان شده در فصل ۳، اقدام به محاسبه نشت زمینه، نشت ناشی از شکستگی‌های گزارش شده و گزارش نشده کرد. براساس روش مورد استفاده، فرض بر این است که شناسایی نشت زمینه اجتناب‌ناپذیر از نظر اقتصادی و یا تکنیکی دارای توجیه نیست. هم‌چنین شکستگی‌های گزارش شده که به‌صورت نشت مریی ظاهر شده‌اند توسط واحد امداد و حوادث به‌طور جداگانه شناسایی و رفع می‌شود. در نهایت با انجام کنترل فعال نشت در دوره‌های زمانی خاص به‌طور مثال دوره‌های شش ماهه، یک ساله و دو ساله، نشت ناشی از شکستگی‌های گزارش نشده شناسایی و تعمیر می‌شود. با توجه به هزینه‌های آب تلف شده، هزینه‌های کنترل فعال نشت و تعمیر شکستگی‌ها در دوره‌های زمانی یادشده، بهترین دوره زمانی جهت کنترل فعال نشت تعیین می‌شود. بنابراین شکل اولیه ۳-۳ به شکل کاربردی ۳-۴ تبدیل می‌شود. در این شکل فاصله زمانی بهینه و دارای بازده اقتصادی مناسب برای نشت‌یابی تقریبا یک سال می‌باشد.



شکل ۳-۴- نمودار سطح اقتصادی کنترل نشت سالانه

omoorepeyman.ir

۳-۶-۴-۴- مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی مالی عملیات نشت‌یابی

پس از تعیین ارزش آب بازیافتی و کل هزینه نشت‌یابی، همان‌طورکه در کاربرگ ارزیابی مالی عملیات نشت‌یابی در پیوست شماره ۱۶ ذکر شده است، می‌توان سود حاصله یا نسبت برگشت سرمایه را به دست آورد. چنانچه این مقدار بیش‌تر از یک باشد، یعنی عملیات سوددهی داشته است و چنانچه مقدار نسبت برگشت سرمایه کم‌تر از یک باشد، یعنی سودی از عملیات حاصل نشده و مخارج جدیدی هم ایجاد شده است. البته این بررسی نیاز به جمع‌بندی کلی از مناطق مختلف نشت‌یابی دارد. بنابراین برای مقایسه کلی و بررسی نهایی، نیاز به کل هزینه نشت‌یابی در سطح شهر یعنی تمام نقاط شناسایی شده در یک مدت زمان مشخص (تا زمان تکرار عملیات) است که این هزینه با ارزش کل آب بازیافتی مقایسه شود. مهم‌ترین قسمت عملیات نشت‌یابی، ارزیابی اقتصادی و تعیین مقدار سوددهی پروژه می‌باشد که معمولا درانجام آن کوتاهی می‌شود. در راستای تعیین مقدار سوددهی پروژه، لازم است کلیه مراحل عملیات نشت‌یابی مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

هزینه‌های مطالعات مربوط به پارامترهای آب به حساب نیامده فیزیکی در یکی از مناطق مطاعاتی کشور در جدول ۳-۶ ارائه شده است.

جدول ۳-۶- هزینه‌های سالانه رفع عوامل آب به‌حساب نیامده فیزیکی در منطقه مطالعاتی

ردیف	شرح	هزینه (ریال)
۱	ناشی از حوادث*	۲۰۵,۷۵۱,۳۰۸
۲	ناشی از نشت مخازن	۵۰,۰۰۰,۰۰۰
۳	ناشی از سرریز مخازن	۰
۴	ناشی از نشت شیرآلات	۲۰,۰۰۰,۰۰۰
۵	ناشی از نشت نامریی	۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰
جمع		۳۷۵,۷۵۱,۳۰۸

* هزینه‌های ناشی از حوادث در مطالعات آب به‌حساب نیامده براساس اطلاعات ثبت شده در کاربرگ گزارش عملیات رفع حادثه منعکس در راهنمای ثبت حوادث، شامل هزینه‌های آب تلف شده و تعمیرات به‌صورت جزء به جزء به شرح ذیل محاسبه می‌شود. بنابراین جمع کل هزینه‌های تعمیرات سالانه شناسایی و تعمیر حوادث به شرح زیر می‌باشد:

هزینه ماشین‌آلات + هزینه خاکریزی و خاکبرداری + هزینه تخریب و ترمیم پوشش زمین = هزینه کل تعمیر حوادث
هزینه مواد مصرفی + هزینه پرسنلی+

۳-۶-۴-۵- برآورد درآمدهای ناشی از کنترل و کاهش آب به‌حساب نیامده فیزیکی

برای محاسبه درآمدهای به‌دست آمده از انجام مطالعات و عملیات اجرایی کاهش تلفات واقعی دراین منطقه مطالعاتی فرض شده است در عملیات نشت‌یابی ۵۰٪ نشت‌های نامریی شناسایی و ترمیم شود. برای برآورد سود اقتصادی انجام مطالعات کاهش آب به‌حساب نیامده فیزیکی در یک دوره انتخابی ۵ ساله عوامل زیر مورد توجه قرار گرفته است:

- فرض شده که پس از انجام نشت‌یابی در سال اول از دوره ۵ ساله، باید در سال سوم نیز مجددا نشت‌یابی انجام شود تا تلفات فیزیکی نامریی به میزان ۵۰ درصد کاهش داشته باشد.
- عمر مفید آب‌بندی کردن مخزن در برابر نشت برابر ۵ سال فرض شده است.
- در طول ۵ سال آمار حوادث ثابت فرض شده، منتهی در قیمت‌ها تعدیل رعایت شده است.
- در مورد نشت شیرها نیز عمر آب‌بند بودن آنها پس از تعمیر و بازسازی، ۵ سال در نظر گرفته شده است.

جدول ۳-۷ مقایسه هزینه‌های عملیات اجرایی آب به‌حساب نیامده فیزیکی و هم‌چنین درآمد به‌دست آمده از آنها در طول هر سال در منطقه نمونه مطالعاتی را نشان می‌دهد.

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۷- مقایسه درآمدها و هزینه‌های عملیات اجرایی کاهش آب به‌حساب نیامده فیزیکی در یک منطقه نمونه مطالعاتی

سال	هزینه مطالعات (ریال)	هزینه حوادث (ریال)	هزینه نشت مخازن (ریال)	هزینه سر ریز مخازن (ریال)	هزینه نشت شیرآلات (ریال)	هزینه کاهش نشت نامرئی (تا ۵۰٪) (ریال)	کل هزینه (ریال)	درآمد رفع حوادث (ریال)	درآمد رفع نشت مخازن (ریال)	درآمد رفع سرریز مخازن (ریال)	درآمد رفع نشت شیرها (ریال)	درآمد کاهش نشت نامرئی (ریال)	درآمد کل (ریال)	تفاوت هزینه – فایده در هر سال (ریال)
۱	۴۶,۲۴۱,۸۱۸	۲۰۵,۷۵۱,۳۰۸	۵۰,۰۰۰,۰۰۰	۰	۲۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۴۲۱,۹۹۳,۱۲۶	۵۴,۰۰۳,۷۶۲	۹,۵۱۹,۰۵۴	۶,۹۳۱,۳۵۰	۱۲,۴۷۶,۴۳۰	۲۰۱,۹۵۱,۶۸۷	۲۸۴,۸۸۲,۲۸۳	-۱۳۷,۱۱۰,۸۴۳
۲	۰	۲۳۶,۶۱۴,۰۰۴	۰	۰	۰	۰	۲۳۶,۶۱۴,۰۰۴	۶۲,۱۰۴,۳۲۶	۱۰,۹۴۶,۹۱۲	۷,۹۷۱,۰۵۳	۱۴,۳۴۷,۸۹۵	۲۳۲,۳۴۴,۴۴۰	۳۴۷,۶۱۴,۶۲۵	۹۱,۰۰۰,۶۲۱
۳	۰	۲۷۲,۱۰۶,۱۰۵	۰	۰	۰	۱۳۲,۲۵۰,۰۰۰	۴۰۴,۳۵۶,۱۰۵	۷۱,۴۱۹,۹۷۵	۱۲,۵۸۸,۹۴۹	۹,۱۶۶,۷۱۰	۱۶,۵۰۰,۰۷۹	۲۶۷,۰۸۱,۱۰۶	۳۷۶,۷۵۶,۸۱۹	-۲۷,۵۹۹,۲۸۶
۴	۰	۳۱۲,۹۲۲,۰۲۱	۰	۰	۰	۰	۳۱۲,۹۲۲,۰۲۱	۸۲,۱۳۲,۹۷۲	۱۴,۴۷۷,۲۹۱	۱۰,۵۴۱,۷۱۷	۱۸,۹۷۵,۰۹۰	۳۰۷,۱۴۳,۳۷۲	۴۳۳,۲۷۰,۳۴۲	۱۲۰,۳۴۸,۳۲۲
۵	۰	۳۵۹,۸۶۰,۳۲۴	۰	۰	۰	۰	۳۵۹,۸۶۰,۳۲۴	۹۴,۴۵۲,۹۱۷	۱۶,۶۴۸,۸۸۵	۱۲,۱۲۲,۹۷۴	۲۱,۸۲۱,۳۵۴	۳۵۲,۲۱۴,۷۶۳	۴۹۸,۲۶۰,۸۹۳	۱۳۸,۴۰۰,۵۶۹
جمع (ریال)							۱,۷۳۵,۷۴۵,۵۷۹						۱,۹۲۰,۲۸۴,۹۶۳	۱۸۵,۰۳۹,۳۸۴

omoorepeyman.ir

پیوست ۱

مطالعات دفتری و میدانی در امور فنی، طرح و توسعه و امور بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پ.۱-۱- امور فنی، طرح و توسعه

نظر به اینکه بخشی از عوامل موثر در ایجاد تلفات فیزیکی مرتبط با طراحی نامناسب و عدم رعایت نکات فنی و در نظر نگرفتن محدودیت‌های فنی در تهیه و اجرای تاسیسات مختلف آب شهری می باشد، لازم است برای جلوگیری از مشکلات و نقایص احتمالی با انجام مطالعات دفتری و میدانی صحت عملکرد بخش‌های مختلف فنی مورد بررسی قرار گیرد. مواردی که باید در این مطالعات دفتری و میدانی مورد توجه قرار گیرد به شرح زیر می باشد:

پ.۱-۱-۱- بخش طراحی تاسیسات

برخی از مواردی که در طراحی خطوط انتقال و شبکه توزیع باید مورد توجه قرار گیرد:

تقسیم‌بندی مناسب شبکه به اجزای قابل کنترل از نظر سطح؛ تقسیم‌بندی مناسب شبکه به محدوده‌های فشاری مناسب؛ آرایش مناسب اجزای شبکه؛ انتخاب لوله مناسب؛ بررسی کیفیت خاک اطراف لوله؛ بررسی کیفیت آب؛ امکان مجزاسازی مناطق شبکه توزیع؛ پیش‌بینی کنتورهای مناسب جهت اندازه‌گیری جریان و یا تجهیزات حفاظتی روی خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع؛ مشارکت در کنترل کیفی مشخصات فنی اجناس از قبیل لوله‌ها، اتصالات و شیرها؛ وجود دوره‌های بازآموزی با کیفیت مناسب و تناسب دوره‌ها با توانمندی کارشناسان.

مواردی که در جلوگیری از ایجاد شکستگی، بروز حادثه و پیدایش و یا افزایش مقدار نشت در تلمبه‌ها دخالت دارند از جمله:

انتخاب صحیح تلمبه و تجهیزات آن؛ توجه به سرعت جریان بالا در خطوط پمپاژ؛ توجه به بروز فشارهای ناگهانی زودگذر و ضربه قوچ؛ توجه به شرایط بروز خلاءزایی در خطوط؛ توجه به نیمرخ مسیر خط لوله و پمپاژ؛ توجه به شرایط هیدرولیکی پمپاژ؛ مشارکت در کنترل کیفی و بازرسی فنی تجهیزات از قبیل الکتروتلمبه‌ها، لوله‌ها، شیرآلات، اتصالات، سامانه حفاظتی، ایستگاه و تجهیزات برقی و ابزار دقیق.

مواردی که در جلوگیری از ایجاد هدر رفت آب در گروه طراحی سازه‌ها موثر هستند:

توجه به آیین‌نامه‌های موجود در طراحی سازه‌ها؛ توجه به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک؛ رعایت کردن درزهای انبساط؛ توجه به نیروها و تنش‌های ناشی از زلزله؛ توجه به پوشش لازم در رو و اطراف مخازن؛ رعایت اتصالات مناسب قابل انعطاف در محل ارتباط دو سازه آبی مختلف با نشست غیرمتقارن؛ توجه به تغییرات سطح آب زیرزمینی در زیر سازه‌ها؛ کامل بودن مشخصات فنی میلگردها و بتن در نقشه‌ها.

پ.۱-۱-۲- بخش خدمات جانبی مهندسی

گروه نقشه‌برداری: دقت در تهیه پلان و نیمرخ مسیر خطوط انتقال، مخزن و تلمبه‌خانه.

گروه نقشه‌کشی: دقت در نشان دادن قطر لوله؛ به روز کردن نقشه‌ها؛ نشان دادن جنس لوله‌ها؛ وجود اطلاعات کافی از اجزای شبکه در روی نقشه‌ها از نظر جنس، قطر و محل قرارگیری شیرها، که باعث برخورد سریع و صحیح با موضوع حوادث، کاهش تلفات، شکستگی لوله‌ها، سیل، زلزله و جنگ، پیاده سازی GIS می‌شود.

omoorepeyman.ir

پ.۱-۱-۳- بخش مستندسازی

تهیه مشخصات فنی لوله‌گذاری، ترانشه کنی، زیرسازی لوله‌ها، آزمایش لوله‌ها، نوع پوشش لوله‌ها و خرید لوله‌ها و شیرها و متعلقات می‌تواند سبب حفظ کیفیت مطلوب اجناس تهیه شده و یا اجرای استاندارد توسط پیمانکار شود.

پ.۱-۱-۴- بخش اجرا و نظارت

دقت در نظارت بر حفر ترانشه برای لوله؛ دقت در نظارت بر بسترسازی لوله؛ دقت در نظارت بر نصب لوله‌ها، اتصالات، شیرها و کنتورها؛ دقت در نظارت بر آزمایش لوله‌ها؛ دقت و نظارت کافی بر بتن‌ریزی شامل بتن‌ریزی پشت بندها و مخازن و ویبره کردن، آرماتوربندی و آزمایش مقاومت بتن مخازن؛ نظارت بر نصب تجهیزات مکانیکی و برقی تلمبه‌خانه؛ کنترل و نظارت بر تراز بودن تاسیسات مختلف؛ نظارت و کنترل تراز ارتفاعی نصب تجهیزات و تاسیسات مختلف.

پ.۱- ۲- مطالعات دفتری و میدانی در امور بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری

بازده یک سامانه آبرسانی بستگی به کیفیت بهره‌برداری و نگهداری آن دارد. مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب در کشورهای در حال توسعه، به نگهداری و بهره‌برداری اهمیت کم‌تری نسبت به ساخت و توسعه تاسیسات جدید می‌دهند. به عبارت دیگر حاضر به هزینه کردن برای بهره‌برداری و نگهداری تاسیسات موجود جهت طولانی کردن عمر مفید آنها نمی‌باشند. عدم توجه به کیفیت بهره‌برداری تاسیسات، شبکه توزیع و خط انتقال آب باعث افزایش میزان تلفات و کاهش درآمد شرکت‌ها می‌شود.

پ. ۱-۲-۱- بهره‌برداری و نگهداری از منابع آب

باید عملکرد بخش بهره‌برداری و نگهداری از چاه‌ها شامل تحویل چاه‌ها پس از حفاری و نصب تجهیزات، ثبت وضعیت و مشخصات چاه، استحصال آب، به روزآوری بهره‌برداری از چاه، نگهداری و تعمیر چاه و بهره‌برداری و نگهداری از تاسیسات کلرزنی (در صورت وجود دستگاه کلرزنی) مورد ارزیابی قرار گرفته و موارد موثر بر ایجاد نشت مشخص و اعلام شود.

پ.۱-۲-۲- بهره‌برداری و نگهداری از خطوط انتقال

سرکشی دایمی مسیر خط انتقال آب؛ بررسی و آزمایش خطوط لوله انتقال نصب شده قبل از تحویل گرفتن خط از پیمانکار؛ پر و خالی کردن خط لوله؛ شستشوی لوله‌ها؛ تعمیر حوادث خطوط انتقال و کنترل فشار آب در طول مسیر؛ حداقل هر شش ماه یکبار حوضچه‌ها و شیرآلات بازدید و در صورت نیاز تمیز شوند؛ شیرها گریس‌کاری شده و پوشش خارجی آنها به منظور حفاظت از خوردگی رنگ‌آمیزی شده و یا وضعیت شیرآلات تنظیم شود؛ علایم راهنما که مشخص کننده محل عبور خطوط انتقال می‌باشد به‌طور مرتب کنترل شود؛ علایم راهنمای حوضچه‌ها به‌طور مرتب کنترل شود؛ حریم قانونی لوله‌های خطوط انتقال سالانه اندازه‌گیری شده و از انجام هرگونه حفاری و فعالیت‌های غیرمجاز در حریم قانونی و جاده دسترسی جلوگیری شود؛ جاده دسترسی کنترل شده و در صورت نیاز، ترمیم لازم انجام شود؛ دریچه ورود و خروج حوضچه‌ها ماهانه کنترل شود تا اجسام خارجی وارد نشود؛ در صورت وجود سامانه کنترل و تله‌متری، وضعیت خط لوله از نظر فشار، جریان و تلفات آب کنترل شود.

omoorepeyman.ir

پ.۱-۲-۳- بهره‌برداری و نگهداری از تلمبه‌خانه‌ها

بهره‌برداری و نگهداری از تلمبه‌خانه‌ها را می‌توان به چهار بخش تلمبه‌ها، تجهیزات مکانیکی، تجهیزات برقی و ساختمان ایستگاه پمپاژ تقسیم کرد.

برای بهره‌برداری صحیح از الکتروتلمبه‌ها لازم است عواملی از قبیل شدت جریان الکتروموتورها، ولتاژ برق شهر، توان مصرفی، ساعت کار الکتروپمپ‌ها، بده خروجی، فشار آب در لوله مکش و رانش اندازه‌گیری شوند. هم‌چنین گریس بلبرینگ‌ها، صدای بلبرینگ‌ها و شیر هوای تلمبه‌ها، نشت آب از تلمبه‌ها، رنگ‌آمیزی الکتروپمپ‌ها، صدای الکتروموتور، عملکرد الکتروپمپ، کف‌کش و ... باید به‌طور مستمر بازدید شوند.

بهره‌برداری و نگهداری از تجهیزات مکانیکی به بازدیدها، رفع نشت‌ها و تعمیرات مربوط به شیرهای قطع و وصل، شیرهای ضربه‌گیر، سامانه‌های ضربه‌گیر، سوئیچ‌های شناور و شیر اطمینان، کمپرسور هوا، شیرهای هوا و یک‌طرفه و لوله‌ها مربوط می‌شود. به‌طور مرتب شیرآلات تلمبه‌خانه بازدید و در صورت نیاز روغن‌کاری شوند. مخازن ضربه‌گیر و منصوبات آنها از جمله لوله‌ها، فشارسنج‌ها و شیرها باید بازدید شده و ضمن بررسی نحوه کارکرد آنها، در صورت نیاز تعمیر یا رنگ‌آمیزی شوند. کنتورهای نصب شده نیز باید مورد آزمایش قرار گرفته و در صورت نیاز واسنجی شوند. مشخص بودن دقت کنتورها تاثیر زیادی در دقت آمار تولید دارد.

تجهیزات برقی منصوبه در تلمبه‌خانه‌ها با توجه به استهلاک قطعات، باید به‌صورت روزانه، هفتگی، ماهانه و یا سالانه مورد بررسی و آزمایش قرار گیرند، از جمله: آزمایش آمپرسنج‌ها و ولتاژ الکتروپمپ‌ها و در صورت نیاز واسنجی‌کردن آنها؛ آزمایش حساسیت مدارهای ایمنی و حفاظتی تابلوی برق الکتروپمپ‌ها؛ آزمایش الکتروموتور شیرهای برقی.

حفاظت و بهره‌برداری مناسب از ساختمان ایستگاه‌های پمپاژ و جلوگیری از ورود افراد غیرمسوول و رعایت موارد ایمنی و بهداشتی در آن در بهبود وضعیت و بازده ایستگاه‌های پمپاژ موثر می‌باشد. خشک بودن کف ایستگاه پمپاژ، سالم بودن سقف آن، جان پناه‌ها، راه پله‌ها، رطوبت دیواره‌ها و روشنایی کافی ساختمان باید به‌طور مستمر مورد کنترل قرار گیرد.

پ.۱-۲-۴- بهره‌برداری و نگهداری از مخازن

هر مخزن دارای مجموعه‌ای از تجهیزات ورودی، خروجی، تخلیه، کنترل سطح آب و سرریز می‌باشد که جهت کاهش نشت از بدنه و سرریز از مخازن، افزایش طول عمر مخزن و حفظ کیفیت آب و کاهش آب به‌حساب نیامده فیزیکی نیاز به بازدید و انجام دادن آزمایش‌های روزانه، دوره‌ای و سالیانه دارد. از جمله:

آزمایش نشت آب از کف و دیواره‌ها؛ آزمایش سرریزها؛ کنترل ارتفاع‌سنج مخزن؛ بازدید شیرها و کنترل عملکرد آنها؛ آزمایش جریان‌سنج‌ها و واسنجی‌کردن آنها؛ کنترل هواکش‌ها؛ سرکشی دریچه‌های بازدید مخازن و راه‌پله آنها؛ شستشوی مخازن و گندزدایی کردن آنها؛ بازدید از تاسیسات مربوط به روشنایی مخازن؛ بازدید دیوارها و کف و در صورت نیاز لکه‌گیری و تعمیر نقاط صدمه دیده؛ بازدید از محوطه و دیوار دور مخازن، خاکریزی اطراف، عایق‌بندی اطراف آن و ترمیم قسمت‌های آسیب دیده؛ بررسی دوره‌ای شناسایی و محاسبه نشت مخزن؛ بررسی دوره‌ای محوطه‌سازی، روشنایی، سنگ‌فرش و یا آسفالت محوطه مخزن.

omoorepeyman.ir

پ.۱-۲-۵- بهره‌برداری و نگهداری از شبکه توزیع

به‌طور کلی نگهداری و تعمیرات شبکه توزیع آب به دو قسمت تقسیم می‌شود: نگهداری از تاسیسات شبکه توزیع و بازسازی و تعمیر شبکه توزیع. نگهداری از تاسیسات به بازدید از حوضچه‌ها، شیرها و ساختمان‌های جانبی، بررسی عملکرد آنها و انجام عملیات نشت‌یابی شبکه مربوط می‌شود. این کار به دو علت صورت می‌گیرد: یکی اطمینان از مریی بودن آنها و دیگری اطمینان از اینکه احتیاجی به تعمیر یا تعویض دارند یا نه. همچنین بازسازی و تعویض لوله‌ها و حوضچه‌ها معمولا توسط پیمانکاران انجام می‌شود ولی تعمیرات آنها به‌ویژه در موقع حوادث و اتفاقات، توسط گروه امداد حوادث انجام می‌شود. ابزار و لوازم مورد نیاز گروه‌های امداد عبارتند از: بیل مکانیکی، کاتر، کمپرسور، تلمبه تخلیه آب، موتور برق، وسیله نقلیه مجهز به بی‌سیم، آچار مخصوص برای باز و بسته کردن شیرها، تجهیزات ایمنی و دیگر اسباب مورد نیاز برای تعمیر لوله‌ها و شیرها. اهمیت و نحوه شناسایی، نگهداری و بهره برداری صحیح از شبکه توزیع و تاسیسات مربوط به پارامترهایی که در مطالعات میدانی و دفتری مربوط باید مدنظر قرار گیرند، در مجموعه راهنماهای فصل ۳ ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

پیوست ۲

کاربرگ تعیین وضعیت شیرها در خطوط انتقال و شبکه توزیع

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

وزارت نیرو
شرکت آب و فاضلاب
شرکت/امورآب و فاضلاب شهر/ روستا

شماره کاربرگ:
تاریخ:

تذکر: در صورت وجود چند شیر در یک حوضچه باید به تعداد شیرها کاربرگ تکمیل شود.

۱- اطلاعات کلی: شماره نقشه: کد شیر:

آدرس:

۲- نوع خط: انتقال ❐ شبکه توزیع اصلی ❐ شبکه توزیع فرعی ❐

۳- وضعیت دریچه: دارد ❐ مریی ❐ مدفون ❐ ندارد ❐

۴- نوع دریچه: دایره‌ای با قطر ..... سانتی‌متر ❐ چهارگوش با طول ..... (سانتی‌متر) و عرض ..... (سانتی‌متر) ❐

۵- جنس دریچه: چدنی ❐ آهنی ❐ بتنی❐ سایر❐ ( )

۶- مشخصات حوضچه:

نوع غیرچکمه‌ای ❐: طول (سانتی‌متر)، عرض (سانتی‌متر)، عمق (سانتی‌متر)، عمق نصب شیر (سانتی‌متر)

نوع چکمه‌ای (زیرخاکی) ❐: عمق نصب شیر (سانتی‌متر)

۷- مصالح حوضچه: بتنی ❐ آجری ❐ بلوکی ❐ تلفیقی ❐ سایر ❐ ( )

۸- چگونگی احداث حوضچه: استاندارد ❐ بلوکی ❐ تلفیقی ❐ سایر ❐ ( )

۹- محل احداث حوضچه: مناسب (قابل دسترس) ❐ نامناسب (دسترسی مشکل) ❐

۱۰- وضعیت حوضچه از نظر وجود آب: خشک ❐ مرطوب ❐ غرقاب ❐

۱۱- وضعیت ظاهری حوضچه: خالی و تمیز ❐ کاملا پر ❐ نیمه‌پر ❐ دارای خاک و آشغال یا لجن ❐

۱۲- وضعیت آب زیرزمینی: بالاتر از کف حوضچه ❐ پایین‌تر از کف حوضچه ❐

۱۳- احتمال آلودگی در حوضچه: ندارد ❐ دارد ❐ (از آب‌های سطحی ❐ از فاضلاب ❐)

۱۴- نوع شیر:

الف- فشارشکن ❐: فشار ورودی (اتمسفر) ... فشار خروجی (اتمسفر) ...

ب- شیر هوا ❐: (یک روزنه ❐ دو روزنه ❐)

ج- آتش‌نشانی ❐: (ایستاده ❐ زیرزمینی ❐)

د- شیرخط قطع و وصل ❐: (کشویی ❐ پروانه‌ای ❐)

ه- شیر کنترل جریان ❐

و- شیر یکطرفه ❐

ز- شیر تخلیه ❐

ح- شیر اطمینان ❐

ط- کنتور جریان‌سنج ❐

۱۵- شرکت سازنده شیر:

۱۶- مختصات شیر: طول .... (متر) از ... عرض .... (متر) از .... عمق .... (متر)

omoorepeyman.ir

وزارت نیرو **شرکت آب و فاضلاب** **شرکت/امورآب و فاضلاب شهر/ روستا**				شماره کاربرگ: تاریخ:
۱۷- قطر: قطر لوله ورودی:	(میلی‌متر)	جنس لوله ورودی	قطر شیر	(میلی‌متر)
قطر لوله خروجی:	(میلی‌متر)	جنس لوله خروجی		
۱۸- وضعیت ظاهری شیر:	سالم ❐	رنگ شده ❐	فرسوده (زنگ‌زده) ❐	با فلکه ❐ بدون فلکه ❐
۱۹- چگونگی نصب شیر:	استاندارد ❐	غیراستاندارد ❐		
۲۰- وضعیت نشت شیر:	نشت ندارد ❐، نشت دارد ❐، (نشت در شفت (گلند) ❐، نشت در فلانج اتصال ❐، نشت از بدنه ❐، سایر ❐ ( ))			
۲۱- مقدار نشت: ..... لیتر در دقیقه				
۲۲- قابلیت مانور برای تعمیرات و عملیات:	دارد ❐	ندارد ❐		
۲۳- وضعیت باز و بسته بودن:	کاملا باز ❐	نیمه بسته ❐ (تعداد دور باز .....)		کاملا بسته ❐ (تعداد دور .....)
۲۴- تاریخ آخرین تعویض:	تاریخ آخرین مانور:			
۲۵- کروکی محل شیر:		۲۶- کروکی اتصالات و شیرآلات داخل حوضچه:		
نام پیمایشگر:		امضا:		

ملاحظات:

- نوع خط: خط انتقال به خط لوله‌ای گفته می‌شود که آب را از محل تامین به مخزن یا منبع هوایی منتقل کند. شبکه توزیع اصلی به خطوط لوله بزرگ‌تر از قطر ۱۰۰ میلی‌متر در شهرهای بزرگ و ۸۰ میلی‌متر در شهرهای کوچک گفته می‌شود که توزیع آب را از مخزن یا منبع هوایی و یا چاه‌ها (در صورت پمپاژ مستقیم به شبکه توزیع) به‌عهده دارد. شبکه توزیع فرعی به خطوط کم‌تر از ۱۰۰ میلی‌متر برای شهرهای بزرگ و کم‌تر از ۸۰ میلی‌متر برای شهرهای کوچک گفته می‌شود.
- چگونگی احداث حوضچه: منظور از استاندارد بودن حوضچه، قابلیت دسترسی داشتن به شیرها جهت انجام سرویس، مانور و یا تعویض و نیز مصالح مصرفی و ابعاد مناسب طبق فهرست بهای دفتر معیارهای فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور می‌باشد.
- احتمال آلودگی در حوضچه: در صورت وجود نشتی، عامل احتمالی آلودگی که ممکن است آب‌های سطحی یا چاه‌های فاضلاب از طریق سیفوناژ معکوس باشد مشخص شود.
- مختصات شیر: طول و عرض جغرافیایی و یا فاصله (به‌صورت طول و عرض از یک مبدا مشخص مثل نزدیک‌ترین تیر برق یا عوارض ثابت موجود مثل جداول و دیوار بتنی) و هم‌چنین عمق.
- چگونگی نصب شیر: منظور از استاندارد بودن، قائم بودن شافت محور شیر، تراز بودن شیر و عدم وجود نقص در نصب می‌باشد.

omoorepeyman.ir

پیوست ۳

کاربرگ‌های ثبت نتایج اندازه‌گیری فشار

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پ. ۳- ۱- کاربرگ ثبت نتایج اندازه‌گیری فشار به‌وسیله فشارسنج دستی

وزارت نیرو

شرکت آب و فاضلاب استان ..... شهر/ روستا .....

نام و نام خانوادگی مشترک: **شماره فشارسنج:**

آدرس مشترک: **تاریخ شروع اندازه‌گیری:**

تلفن مشترک: **مختصات محل:** **X=**

شماره اشتراک: **Y=**

شماره نقشه: **تراز ارتفاعی محل:** **Z=**

نام و نام خانوادگی کنترل کننده: **امضا:**

ردیف	زمان اندازه‌گیری (ساعت)	فشار (اتمسفر)						
		روز اول	روز دوم	روز سوم	روز چهارم	روز پنجم	روز ششم	روز هفتم
۱	۲							
۲	۴							
۳	۶							
۴	۸							
۵	۱۰							
۶	۱۲							
۷	۱۴							
۸	۱۶							
۹	۱۸							
۱۰	۲۰							
۱۱	۲۲							
۱۲	۲۴							

مشترک محترم، درصورت بروز هرگونه سئوال یا اشکال در رابطه با فشارسنج نصب شده، با شماره تلفن ..... تماس بگیرید.

یادآوری: مقادیر x و y از نقشه‌های سازمان نقشه برداری و یا از طریق GPS تعیین می‌شود. با توجه به لزوم تعیین مختصات x و y جهت رسم خطوط هم‌فشار، در صورت عدم آگاهی از مقدار واقعی باید مقادیر مجازی برای آنها تعیین شود. تراز ارتفاعی نقاط نیز با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی مشخص می‌شود.

omoorepeyman.ir

پ. ۳- ۲- کاربرگ مربوط به اندازه‌گیری فشار به‌وسیله فشارسنج خودکار

وزارت نیرو

شرکت آب و فاضلاب استان ..... شهر/ روستا .....

مشخصات مشترک				شماره نقشه	مشخصات فشارسنج								ملاحظات
نام	شماره	آدرس	تلفن		شماره	مختصات محل نصب			زمان آغاز اندازه‌گیری		زمان پایان اندازه‌گیری		فاصله زمانی داده‌ها	عدد واسنجی دستگاه	
						X	Y	Z (تراز ارتفاعی)	تاریخ	ساعت و دقیقه	تاریخ	ساعت و دقیقه			

یادآوری: نتایج فشارسنجی از دستگاه‌ها به رایانه وارد و توسط نرم‌افزار مخصوص به‌صورت جدول و منحنی نمایش داده می‌شود.

omoorepeyman.ir

پیوست ۴

کاربرگ‌های حوادث

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پ .۴- ۱- کاربرگ دریافت خبر حادثه

تاریخ: شماره حادثه:

۱- نام و نام خانوادگی اطلاع دهنده:
۲- نحوه اطلاع دهی: تلفنی ❐ حضوری ❐ بیسیم ❐ نامه ❐ سایر ❐ ( )
۳- زمان اطلاع حادثه: تاریخ: ساعت ..... و ..... دقیقه
۴- کد گروه: شماره نوبت:
۵ - آدرس محل حادثه:
۶- زمان ابلاغ حادثه به سر گروه: تاریخ: ساعت ..... و ..... دقیقه
۷- شرح مختصر موضوع حادثه:

نام و نام خانوادگی اطلاع گیرنده حادثه: امضا:

پ .۴- ۲- کاربرگ ابلاغ حادثه به گروه

تاریخ: شماره حادثه:

شماره گروه:	شماره نوبت:
۱- آدرس محل حادثه:	
۲- شرح مختصر موضوع حادثه:	
۳- زمان ابلاغ حادثه به سر گروه: تاریخ:	ساعت ..... و ..... دقیقه
۴- وضعیت نقشه شبکه محل حادثه: دریافت شد❐ نقشه دریافت شده ناقص است❐ دریافت نشد❐ موجود نیست ❐	
۵- شماره نقشه حاوی شبکه حادثه دیده:	
۶- شماره و محل شیرهایی که باید بسته شوند:	
شماره شیر:	محل شیر:
شماره شیر:	محل شیر:
کروکی محل حادثه:	

نام و نام خانوادگی ابلاغ کننده حادثه: امضا:

omoorepeyman.ir

پ.۴- ۳ - کاربرگ گزارش عملیات رفع حادثه

تاریخ: شماره حادثه:

۱- کد گروه اول: شماره نوبت: کد گروه دوم: شماره نوبت:

۲- آدرس دقیق محل حادثه:

شماره اشتراک نزدیک‌ترین مشترک به محل حادثه:

۳- شماره نقشه محل حادثه:

۴- زمان رسیدن به محل: تاریخ: ساعت ..... و ..... دقیقه

۵- شیرآلات مانور شده جهت قطع کامل آب در محل حادثه: تعداد .....

کد شیر: ..... وضعیت شیر: باز ❐ بسته ❐ سالم ❐ خراب ❐ زمان بستن شیر: ساعت ..... و ..... دقیقه

کد شیر: ..... وضعیت شیر: باز ❐ بسته ❐ سالم ❐ خراب ❐ زمان بستن شیر: ساعت ..... و ..... دقیقه

۶- زمان قطع جریان آب: تاریخ: ، ساعت ..... و ..... دقیقه

۷- زمان شروع ترمیم حادثه: تاریخ: ، ساعت ..... و ..... دقیقه

۸- زمان خاتمه ترمیم حادثه: تاریخ: ، ساعت ..... و ..... دقیقه

۹- شیرهای مانور شده جهت برقراری مجدد جریان آب در محل حادثه: تعداد .....

کدشیر: ..... زمان باز کردن شیر: ساعت ..... و ..... دقیقه

کدشیر: ..... زمان باز کردن شیر: ساعت ..... و ..... دقیقه

۱۰- نوع پوشش محل حادثه: آسفالت ❐ خاکی❐ موزاییک یا سنگ فرش❐ بتنی❐ غیره ❐ ( )

۱۱- جنس خاک: رسی ❐ آلی ❐ مارنی ❐ ماسه‌ای ❐ دستی ❐ مخلوط ❐

۱۲- جنس طبیعی زمین: سنگی ❐ دج ❐ ریزشی ❐ غیره ❐ ( )

۱۳- نوع معبر: خیابان ❐ کوچه ❐ پیاده رو ❐ غیره ❐ ( )

۱۴- ابعاد حفاری (به سانتی‌متر): طول ..... ، عرض ..... ، عمق خاکبرداری .....

۱۵- آیا در حین حفاری به آب زیرزمینی برخورد شده است: خیر ❐ بلی ❐ عمق برخورد به آب زیرزمینی: ..... (سانتی‌متر)

۱۶- جنس لوله: پلی‌اتیلن ❐ P.V.C ❐ آزبست ❐ چدن نشکن ❐ چدنی ❐ فولادی ❐ گالوانیزه ❐ بتنی ❐
مسی ❐ GRP ❐ سینتتیک ❐ غیره ❐ ( )

۱۷- قطر لوله: ..... (اینچ) ، ..... (میلی‌متر)

۱۸- عمق نصب لوله: ..... متر

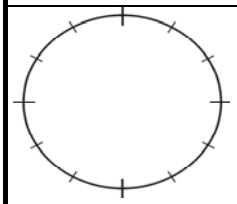
۱۹ – فاصله از مبدأ: ..... متر

۲۰- موقعیت حادثه روی شبکه: لوله ❐: شبکه اصلی ❐ شبکه فرعی ❐ انشعاب مشترک ❐ غیره ❐ ( )

شیرها ❐: شیرخط ❐ شیرشبکه ❐ شیرانشعاب ❐ شیر تخلیه هوا ❐ شیر آتش‌نشانی ❐
شیر تخلیه خط ❐ مجموعه شیر فشارشکن ❐ غیره ❐ ( )

اتصالات ❐: کمربند ❐ فلنج ❐ مانشون ❐ سه راهی ❐ چهارراهی ❐ زانویی ❐ تبدیل ❐ ژوئن ژیبو ❐ بوشن ❐
غیره ❐: ( )

۲۱- شکل و ابعاد محل نشت لوله:



سوراخ (حفره) ❐: قطر ..... سانتی‌متر

ترک طولی ❐: طول ..... سانتی‌متر عرض..... سانتی‌متر

گردبر ❐: فاصله دو قطعه لوله: ..... سانتی‌متر

omoorepeyman.ir

ادامه پ.۴- ۳ - کاربرگ گزارش عملیات رفع حادثه

۲۲- نوع حادثه: لوله ❐: شکستگی ❐ دررفتگی ❐ ترکیدگی ❐ بازشدن جوش ❐ خوردگی ❐ گرفتگی ❐ غیره ❐ ( )
اتصالات ❐: شکستگی ❐ خوردگی ❐ گرفتگی ❐ جابه‌جایی کمربند ❐ خرابی واشر ❐ غیره ❐ ( )
شیرها ❐: شکستگی❐ خوردگی ❐ گرفتگی ❐ خرابی پکینگ ❐ خرابی واشر ❐ غیره ❐ ( )

۲۳- علت حادثه: قدمت زیاد لوله❐ خوردگی یا پوسیدگی لوله❐ نامرغوب (نامناسب) بودن جنس مصالح❐ فشار آب❐ نصب نامناسب❐
زیرسازی نامناسب❐ جانمایی نامناسب❐ عبور وسایل نقلیه سنگین❐ فعالیت‌های ساختمانی❐ ضربه❐ برگشت آب گرم❐ غیره❐ ( )

۲۴- عامل خارجی ایجاد حادثه: ندارد❐، دارد❐: شهرداری❐ شرکت برق❐ شرکت مخابرات❐ شرکت گاز❐ شرکت آب و فاضلاب❐
پیمانکار ❐ خود مشترک ❐ غیره ❐ ( ) نامشخص ❐

۲۵- ساعات کار تجهیزات: کاتر (..... ساعت و .... دقیقه) ❐ کمپرسور (..... ساعت و .... دقیقه) ❐ بیل مکانیکی (..... ساعت و .... دقیقه) ❐
خودرو (..... ساعت و .... دقیقه) ❐ سایر ( ) (..... ساعت و .... دقیقه) ❐

۲۶- تعداد کارکنان درگیر: ..... نفر به مدت: ..... ساعت و ..... دقیقه

۲۷- وسایل و لوازم مصرفی

لوله		اتصالات		شیرها				لوازم
جنس	قطر (میلی‌متر)	طول (متر)	مشخصات	جنس	قطر	نوع‌شیر	قطر	دیگر

۲۸- کروکی دقیق محل حادثه

۲۹ - جزییات اتصالات در محل حادثه

۳۰- فشار متوسط شبکه در محل حادثه: ..... (متر) ، ..... (اتمسفر)

نام و خانوادگی سر گروه: امضا:

این قسمت باید توسط کارکنان واحد آب به‌حساب نیامده تکمیل شود.

❐ اطلاعات کاربرگ بر روی نقشه موجود ثبت شد (جهت به روز کردن نقشه).

❐ اطلاعات حادثه (جهت پردازش) به کامپیوتر وارد شد.

❐ نقشه تصحیح شده و اطلاعات تکمیلی برای ترسیم و یا به روز کردن اطلاعات به واحد نقشه یا GIS ارسال شد.

تاریخ: نام و نام خانوادگی مسوول واحد آب به‌حساب نیامده: امضا:

ملاحظات:

- این کاربرگ باید حتما در محل حادثه تکمیل شود.
- اگر در طول ترمیم حادثه، گروه و یا نوبت گروه تعمیرات تعویض شوند باید کد گروه جدید و شماره نوبت آن مجددا ثبت شود.
- زمان شروع ترمیم حادثه: در صورت عدم قطع جریان آب و بسته نشدن شیرها، همان زمان شروع عملیات است.
- درصورتی‌که برای قطع جریان آب، شیری بسته نشود زمان قطع جریان آب، همان زمان خاتمه ترمیم حادثه خواهد بود.

omoorepeyman.ir

- فاصله از مبدا: فاصله لوله از دیوار یا جدول شرقی و یا شمالی و در صورت عدم وجود دیوار، فاصله از محور خیابان ذکر شود. در حالت دوم، ذکر جهت جغرافیایی نیز لازم است (مثلا در ۰/۵ متری غرب محور جاده).
- شکل و ابعاد محل نشت روی لوله: باید شکل محل نشت با یک سوراخ یا ترک، معادل‌سازی شده و ابعاد سوراخ و یا ترک و یا شکستگی با خط کش اندازه‌گیری و نوشته شود. هم‌چنین قبل از خارج کردن لوله از محل، شکل شماتیک محل شکست مشخص و جهت آن نیز طبق حرکت عقربه‌های ساعت روی شکل علامت‌گذاری شود. درصورتی‌که لوله گردبر به‌طور کامل دو نیم شده باشد شکل آن معادل ترک ارزیابی و فاصله دو قطعه جدا شده لوله هم اندازه‌گیری شود.
- فشار متوسط شبکه در محل حادثه: در صورت وجود نقشه خطوط هم‌فشار میانگین برای شبکه آب منطقه مورد مطالعه، فشار مربوط به نقطه حادثه مشخص می‌شود. در صورت عدم انجام فشارسنجی قبلی و عدم وجود منحنی‌های هم‌فشار، لازم است به مدت ۴۸ ساعت در نزدیک‌ترین نقطه به محل حادثه فشارسنجی انجام و متوسط فشار محل حادثه مشخص شود.

omoorepeyman.ir

پیوست ۵

مطالعات میدانی و دفتری در امور مشترکین

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پ.۵-۱- کلیات

ساختار و یا روند انجام کار در هریک از بخش‌های امور مشترکین و نکات مهم که در مطالعات آب به‌حساب نیامده موثر هستند و باید در انجام مطالعات میدانی امور مشترکین، مورد توجه قرار گیرد به شرح زیر می باشد.

- **بخش بایگانی پرونده مشترکین**

لازم است از بدو تقاضای حق انشعاب تا زمان حاضر کلیه اطلاعات مربوط به مشترک، ملک، انشعاب و کنتور و هرگونه تغییرات بعدی در پرونده مشترک درج شود.

- **بخش نصب انشعاب**

مصالح نامرغوب در هر یک از قسمت‌های مختلف یک انشعاب از قبیل کمربند انشعاب، شیر شبکه، لوله انشعاب، شیر انشعاب، اتصالات انشعاب، شیر قطع و وصل، شیر یک‌طرفه و کنتور معیوب و یا عمق کارگذاری نامناسب لوله انشعاب می‌تواند در بروز تلفات فیزیکی و یا افزایش آن موثر باشد. نصب نادرست هر یک از قطعات مثلا نصب شیر یک‌طرفه و یا شیر قطع و وصل قبل از کنتور و یا کارگذاری برعکس کنتورها، کج‌گذاری آن، عمق زیاد کنتور، نصب کنتور در محل پر رفت و آمد، نصب کنتور به‌طور روباز در نقاط گرمسیر و یا سردسیر، نصب کنتور در محل تنگ و باریک و بسیاری از نکات ریز و درشت به هنگام نصب انشعاب می‌تواند در افزایش تلفات غیرفیزیکی موثر باشد.

- **بخش خواندن کنتور و کنترل خدمات ماشینی**

نکاتی که در این قسمت حایز اهمیت می‌باشد عبارتند از: برنامه‌ریزی جهت خواندن منظم و دایمی کنتورهای مشترکین، کیفیت افراد کنتورخوان، مسیرهای خواندن کنتور مشترکین و کنترل کیفیت آمار خوانده شده. برنامه‌ریزی در بخش کنتورخوانی شامل موارد زیر می‌باشد: تعداد مشترکینی که کنتور آنها باید توسط کنتورخوان‌ها به‌طور روزانه خوانده شود، برنامه خواندن کنتورهای بزرگ شامل مراکز صنعتی و تجاری، تعیین مسیرها و نقشه‌های خواندن کنتور، کاربرگ‌های مناسب جهت ثبت اطلاعات خام مشترکین و یا وجود دستگاه مناسب کنتورخوان، وجود صلاحیت و شرایط لازم در کنتورخوان‌ها، تعویض نوبتی و به موقع کنتورخوان‌ها، کنترل اعداد خوانده شده و تهیه فهرستی از مشترکینی که باید مجددا کنتور آنها خوانده شود و سپس ارائه فهرست کنتورهای خوانده شده به بخش رایانه.

نکات مهم در این بخش عبارتست از: برنامه‌ریزی درست برای تعداد تعداد کنتور خوانده شده در روز، انتخاب افراد واجد شرایط جهت کنتورخوانی، انجام کنترل‌های لازم قبل از انجام محاسبات و صدور قبض. طبیعی است که حسن انجام وظایف محوله در این بخش، وجود کارکنان کافی و ماهر، فضای کاری مناسب، امکانات لازم از قبیل خواندن مکانیزه و ساختار مناسب جهت انجام صحیح گردش کار تا صدور قبض و حذف خطاهای انسانی می‌تواند در کاهش آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی بسیار موثر واقع شود.

omoorepeyman.ir

- **بخش صدور قبض و توزیع آن**

در بعضی از شرکت‌های آبفا توزیع قبوض به کنتورخوان‌ها واگذار می‌شود و با توجه به حجم کاری این افراد، علاوه بر کاهش کیفیت خواندن، توزیع قبض‌ها به موقع صورت نگرفته و درنتیجه هزینه آب مصرفی در زمان مناسب به شرکت آبفا برنمی‌گردد.

- **بخش قطع و وصل انشعاب**

به‌دلیل اهمیتی که شیرهای قطع و وصل انشعاب در کنترل مشترکین بدحساب دارد ضروریست به‌صورت دوره‌ای کلیه دریچه‌های نصب شده در پیاده‌روها مورد بازرسی قرار گرفته و در صورت مدفون بودن، مریی شوند. در ضمن شیر قطع و وصل انشعاب در زمان بروز حادثه بر روی انشعابات (در فاصله بین شیر و کنتور مشترک) نیز می‌تواند باعث جلوگیری از تلفات آب شود.

- **بخش تعویض و آزمایش کنتورها**

یکی از نکات مهمی که در تعویض کنتورها حایز اهمیت است، درج مشخصات کامل کنتور نصب شده جدید مانند تاریخ تعویض، شماره کنتور و ... در پرونده مشترک می‌باشد. جهت تعویض به‌موقع و سریع کنتورهای معیوب دستکاری شده و خراب، ضروریست در این بخش، افراد آموزش دیده با امکانات لازم و تعداد کافی کنتور وجود داشته باشند تا در زمان مناسب نسبت به تعویض این‌گونه کنتورها اقدام کنند. هم‌چنین در این بخش علاوه بر تعویض کنتورها، برای کنترل صحت عملکرد آنها آزمایش دقت کنتورها نیز انجام داده می‌شود که نقش بسیار با اهمیتی در کاهش آب به‌حساب نیامده غیرفیزیکی دارد.

omoorepeyman.ir

پیوست ۶

کاربرگ‌های پیمایش اماکن و گزارش روزانه

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پ .۶- ۱- پرسشنامه وضعیت ملک

وزارت نیرو
شرکت آب و فاضلاب
شرکت/امورآب و فاضلاب شهر/ روستا

شماره پرسشنامه: تاریخ تکمیل پرسشنامه:

الف) اطلاعات کلی:

نام و نام خانوادگی مالک: نام و نام خانوادگی مشترک:

آدرس مشترک: تلفن مشترک:

شماره اشتراک: شماره پرونده: شماره نقشه: کد پستی:

ب) وضعیت ملک:

۱- وضعیت زمین: زمین بایر ❐ دارای سکنه ❐ خالی از سکنه ❐ در طرح قرار دارد ❐ مخروبه ❐ درحال ساخت ❐ باغ ❐ خارج از محـدوده ❐ سایر ❐ ( )

۲-کاربری ملک: مسکونی ❐ تجاری ❐ عمومی (مانند بیمارستان، درمانگاه شبانه‌روزی، کلانتری، نیروی انتظامی و نظامی و غیره) ❐ صنعتی ❐ سایر ❐ ( )

۳- نوع ملک:

۴- آیا واحد تجاری، عمومی یا صنعتی در شب نیز فعالیت می‌کند؟ بلی ❐ خیر ❐

۵- وضعیت طبقات: تعداد طبقه: .... تعداد واحد در هر طبقه: .... تعداد خانوار: .... تعداد کل افراد: ....

۶- عمر بنا: تا ۵ سال ❐ ۵ تا ۱۰ سال ❐ ۱۰ تا ۲۰ سال ❐ ۲۰ تا ۳۰ سال ❐ ۳۰ سال به بالا ❐

۷- فضای سبز (باغچه): ندارد ❐ دارد ❐ مساحت فضای سبز: ..... متر مربع

۸- منابع تامین آب ملک: شبکه آب‌شهری❐ آب‌انبار❐ چاه❐ تانکر❐ چشمه و قنوات❐ آب سطحی❐ آب محلی❐

۹- تاسیسات آب بر: حمام ❐ توالت و دستشویی ❐ آشپزخانه ❐ استخر (با ظرفیت..... مترمکعب) ❐
آب نما (با ظرفیت..... مترمکعب) ❐ جکوزی (با ظرفیت..... مترمکعب) ❐

۱۰- وسایل آب بر: ماشین لباسشویی ❐ ماشین ظرفشویی ❐ کولر آبی (تعداد.....) ❐ فلاش تانک (تعداد .....) ❐
توالت فرنگی ❐ فلاش والو (تعداد .....) ❐ سامانه تهویه مطبوع ❐ سایر ❐ ( )

۱۱- منبع ذخیره: ندارد ❐ دارد ❐ پایه‌دار (هوایی) ❐ در زیرزمین ❐ روی پشت بام ❐ حجم منبع: ..... مترمکعب

۱۲- بوسترپمپ: ندارد ❐ دارد (بعد از انشعاب) ❐ دارد (بعد از مخزن) ❐

۱۳- مشخصات بوستر پمپ: آبدهی ..... (لیتر بر دقیقه) ، فشار .... (متر) ، قدرت الکتروموتور ..... (کیلو وات ساعت)

omoorepeyman.ir

ادامه پ. ۶- ۱- پرسشنامه وضعیت ملک

۱۴- قبض آب توسط چه کسی پرداخت می‌شود؟ ساکنین ملک ❐ دولت ❐ سایر ❐ ( )

۱۵- نشت داخلی: دارد ❐ ندارد ❐

۱۶- مشکلات شبکه داخل ملک (در طول سالیان اخیر):

ترکیدگی ❐ نشت ❐ گرفتگی لوله‌ها ❐ تعویض لوله‌ها ❐ خرابی کنتور ❐

۱۷- اطلاعات افراد ساکن در ملک:

ردیف	نسبت ساکنین	جنس	سن	شغل	تحصیلات	توضیحات

۱۸- کروکی ملک:

تذکر: رسم کروکی برای شهرهای کوچک و جایی که آدرس مشخصی ندارد ضروری است.

اقدام کننده: امضاء:

ملاحظات:

- شماره اشتراک: از روی قبض آب یا پلاک نصب شده بر روی درب ورودی ملک خوانده می‌شود. در صورت بروز اشتباه در خواندن یا درج شماره اشتراک، بقیه اطلاعات مندرج در فرم فاقد ارزش خواهد بود.
- شماره پرونده: با توجه به قبض آب مصرفی مشخص می‌شود.
- نوع ملک: مانند خانه، مغازه، ادارات دولتی، کیوسک، بیمارستان، واحد صنعتی و ... .
- نشت داخلی: در صورت امکان کلیه شیرهای مصرف داخل ملک شامل کلیه تاسیسات و وسایل آب بر کاملا بسته شوند و سپس با گوش دادن به صدای کنتور و نحوه حرکت عقربه کنتور، نسبت به وجود نشت داخلی ملک اطلاع حاصل شود.
- مشخصات ساکنین ملک: در این جدول مشخصات افرادی که در ملک زندگی می‌کنند با ذکر عنوان (پدر، مادر و فرزندان) وارد می‌شود. به جهت عدم ایجاد حساسیت بی مورد برای مشترکین لازم است از پرسش و ثبت نام اعضای خانوار خودداری شود.

omoorepeyman.ir

پ. ۶- ۲- پرسشنامه انشعاب مشترکین

شماره اشتراک:

تذکر: برای هر انشعاب باید یک پرسشنامه جداگانه تکمیل شود.

۱- تاریخ نصب انشعاب:

۲- مصرف کننده شبانه ❐ مصرف کننده عمده (در طول شبانه‌روز) ❐

۳- وضعیت پلاک آب: دارد ❐ (شماره پلاک آب:) ندارد ❐

۴- وضعیت انشعاب: الف – مجاز ❐: موقت ❐ دایم ❐ آزاد ❐

ب- غیرمجاز ❐: از شبکه ❐ از شیر برداشت عمومی ❐ ازمشترک دیگر ❐

ج- متخلف ❐: آب دادن به واحد تجاری مجاور ❐ آب دادن به ملک مجاور ❐

۵- موقعیت نصب انشعاب: مناسب ❐ نامناسب ❐ نیاز به جابه‌جایی دارد ❐

۶- جنس لوله انشعاب: پی وی سی ❐ گالوانیزه ❐ پلی‌اتیلن ❐ مسی ❐ لوله چند لایه ❐ سایر ❐ ( )

۷- قطر انشعاب آب (برحسب اینچ): ۱/۲ ❐ ۳/۴ ❐ ۱ ❐ ۱ ۱/۲ ❐ ۲ ❐ بزرگ‌تر از ۲ ❐ ( )

۸- شیر قطع و وصل انشعاب: دارد ❐ (مریی❐ نامریی❐) ندارد ❐ نامشخص ❐

۹- جنس لوله محفظه شیر انشعاب مشترک: دارد ❐ پلی‌اتیلن ❐ چدن ❐ سایر ❐ ( ) ندارد ❐

۱۰- وضعیت کنتور در انشعابات مختلف:

کنتور دارد: (بدون اشکال فیزیکی ❐ انشعاب متخلف قبل از کنتور ❐ انشعاب متخلف بعد ازکنتور ❐ فاقد هرگونه انشعاب ❐)

کنتور ندارد: (انشعاب مجاز ❐ انشعاب موقت ❐ انشعاب غیرمجاز ❐)

۱۱- انشعاب فاضلاب: دارد ❐ ندارد ❐

۱۲- سیفون فاضلاب: دارد ❐ ندارد ❐

ملاحظات:

- تاریخ نصب انشعاب: با مراجعه به پرونده مشترک یا سوال از خود مشترک مشخص می‌شود.
- مصرف کننده شبانه: مصرف کننده‌ای است که با یک نرخ ثابت، به‌طور شبانه از آب استفاده می‌کنند مانند کارگاه‌ها و کارخانجات دارای نوبت شبانه.
- مصرف کننده عمده: مصرف‌کنندگانی مانند مدارس، کارگاه‌ها و کارخانجات، ادارات و شرکت‌های بزرگ، بیمارستان‌ها و ...
- انشعاب مجاز: با اطلاع و توسط شرکت آب و فاضلاب برقرار شده و دارای انواع گوناگونی هستند:
  - موقت: این نوع انشعابات برای مدت محدودی جهت استفاده مشترک مثلا برای کارهای ساختمانی یا پیمانکاری برقرار شده و دارای کنتور می‌باشد.
  - دایم: این نوع انشعابات به صورت امتیازی و دایم به مشترک واگذار شده و دارای کنتور اندازه‌گیری می‌باشد.
  - آزاد: این نوع انشعابات که به مشترک واگذار می‌شود بدون ذکر مدت زمان مشخص بوده و ویژه متقاضیانی است که تمایل به پرداخت هزینه‌های عمومی برقراری انشعاب را ندارد.

omoorepeyman.ir

- انشعاب غیرمجاز: بدون اطلاع شرکت آب و فاضلاب و بدون نصب کنتور و پرداخت آب بها (که در واقع نوعی دزدی آب محسوب می‌شود) جهت استفاده برقرار شده است.
- انشعاب متخلف: مشترکینی که به‌صورت غیرقانونی از انشعاب خود به واحدهای مجاور آب می دهند.
- موقعیت نصب انشعاب:

- مناسب: محل انشعاب از لوله اصلی باید در نزدیک‌ترین فاصله به محل کنتور باشد تا علاوه بر اینکه از مصرف وسایل اضافی در نصب انشعاب جلوگیری شود، در موقع بروز حادثه، که بین نقطه انشعاب و کنتور صورت می‌گیرد، به راحتی بتوان محل نشتی یا حادثه را مشخص و مرمت کرد. هم‌چنین در حد امکان، محل کنتور در مسیر تردد افراد قرار نداشته باشد.
- نامناسب: درصورتی‌که موارد بالا صادق نباشد، موقعیت نصب انشعاب نامناسب می‌باشد.
- نیاز به جابه‌جایی: درصورتی‌که موقعیت نصب انشعاب نامناسب باشد، باید مجددا بررسی شود که آیا این نامناسب بودن ناشی از محل انشعاب بوده و آیا نیاز به جابه‌جایی موقعیت انشعاب وجود دارد یا نه.

- جنس و قطر لوله انشعاب: جنس و قطر لوله انشعاب با مشاهده و یا با مراجعه به پرونده یا قبض مشترک مشخص می‌شود.

omoorepeyman.ir

پ.۶- ۳- پرسشنامه وضعیت و مشخصات کنتور

شماره اشتراک:				
۱- اطلاعات کلی:				
شماره بدنه (سریال)کنتور:	تاریخ آخرین قبض دریافتی:		رقم کنتور در آخرین قبض دریافتی:	
رقم فعلی کنتور:	قطر کنتور: (اینچ)			
۲- آیا کنتور تعویض شده است؟	خیر ❐	بلی ❐	تاریخ آخرین تعویض کنتور:	
۳- موقعیت نصب کنتور:	زمینی ❐	دیواری ❐	مناسب ❐	نامناسب ❐
۴- وضعیت حوضچه:	استاندارد ❐	غیراستاندارد ❐		
۵- وضعیت دریچه حوضچه کنتور:	دارد ❐	ندارد ❐		
۶- وضعیت آب در حوضچه:	خشک ❐	مرطوب ❐	پر از آب ❐	امکان ورود آب سطحی به حوضچه ❐
۷- سازنده کنتور:	خارجی ❐ (کارخانه سازنده:)		ایرانی ❐ (کارخانه سازنده:)	
۸- عمق کنتور:	کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متر ❐	بین ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر ❐	بیش از ۵۰ سانتی‌متر ❐	
۹- وضعیت فیزیکی (ظاهری) کنتور:	موجود نیست ❐	موجود است ❐		
سالم ❐	از کار افتاده ❐	شکستگی شیشه ❐	شکستگی عقربه ❐	باز بودن پلمب ❐	نداشتن درپوش ❐
شیشه بخار گرفته قابل خواندن ❐	شیشه بخار گرفته غیرقابل خواندن ❐			
۱۰- وضعیت نشت آب از کنتور:	ندارد ❐	کم و جزیی ❐	متوسط ❐	زیاد ❐	مقدار نشت: ..... (لیتر بر دقیقه)
۱۱- موقعیت نشت کنتور:	قبل از کنتور ❐	بعد از کنتور ❐	اتصالات ❐	شیرآلات ❐
۱۲- شیر یکطرفه:	دارد ❐	ندارد ❐	بعد از کنتور ❐	قبل از کنتور ❐
۱۳- شیر قطع و وصل:	دارد ❐	ندارد ❐	بعد از کنتور ❐	قبل از کنتور ❐	سالم ❐	خراب ❐

ملاحظات:

- موقعیت نصب کنتور:
  - موقعیت نصب اگر سرپوشیده بوده و قابلیت آسان دسترسی داشت، مناسب است. اگر کنتور دارای حوضچه نبوده، عمق کنتور در حوضچه کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متر بوده و یا در معرض دسترسی افراد غیر مسوول و تحت تاثیر شرایط آب و هوایی و حوادث مختلف باشد، موقعیت نصب نامناسب است.
  - در کنتورهای دیواری وقتی موقعیت نصب مناسب است که کنتور در ارتفاع بیش از ۱/۵ متری از زمین نصب شده، در دسترس اطفال نبوده و دارای محفظه باشد تا در معرض عوارض جوی قرار نگیرد. ضمنا ابعاد محفظه در صورتی مناسب است که کنتور به‌راحتی قابل خواندن و یا تعویض باشد.
- وضعیت حوضچه: ابعاد مناسب برای کنتورهای تا قطر یک اینچ حداقل ۴۰ × ۶۰ سانتی‌متر است. درغیراین‌صورت حوضچه غیر استاندارد است.
- وضعیت دریچه حوضچه کنتور: باید مناسب، استاندارد و سالم و برای کنتورهای مشترکین تا قطر یک اینچ، ابعاد دریچه ۳۰×۴۰ سانتی‌متر باشد.
- وضعیت آب در حوضچه کنتور:
  - خشک: درون حوضچه خشک بوده و احتمال هرگونه نشت از کنتور و یا ورود آب از خارج به درون حوضچه کنتور منتفی است.

omoorepeyman.ir

- مرطوب: در اثر نشت جزیی و یا نفوذ جزیی آب از بیرون به درون محفظه، حالت نم در محفظه وجود دارد.
- پر از آب: به دلیل نشت زیاد کنتور و اتصالات آن و یا قرار گرفتن در معرض آب‌های سطحی، آب قابل توجهی درون محفظه است.
- امکان ورود آب سطحی به حوضچه: درصورتی‌که حوضچه کنتور در فضای بیرون و سرباز قرار داشته و ارتفاع دریچه آن، هم سطح یا پایین‌تر از سطح زمین باشد امکان ورود آب سطحی به حوضچه وجود دارد.

– سازنده کنتور: با شناخت کافی از انواع کنتورهای موجود، سوال از مشترکین و مراجعه به پرونده ها در امور مشترکین، سازنده کنتور مورد استفاده در هر اشتراک مشخص شود.

– عمق کنتور: عمق کنتور نسبت به سطحی که کنتورخوان بر روی آن قرار می‌گیرد به‌وسیله یک خط کش مشخص شود.

– وضعیت فیزیکی (ظاهری) کنتور:

- سالم: از نظر فیزیکی تمام ملزومات کنتور، سالم و موجود بوده و کنتور در حال کار کردن می‌باشد. کار کردن کنتور را با باز کردن شیر آب مشترک و توجه به سرعت حرکت عقربه‌های کنتور متناسب با تغییرات بده آب می‌توان حدس زد.
- از کار افتاده: وقتی شمارنده یا عقربه کنتور باتوجه به جریان آب، حرکت نکرده و جریان را ثبت نکند.

– وضعیت نشت آب از کنتور:

- زیاد: کنتور یا اتصالات آن دارای نشت به صورت جریان پیوسته و کاملا مشخص می‌باشد.
- متوسط: نشت به صورت قطره‌ای ولی در تواتر زیاد می‌باشد.
- کم و جزیی: نشت به صورت جزیی بوده به‌طوری‌که تنها اثرات نشتی از قبیل مرطوب بودن کنتور یا اتصالات مشخص است.

– مقدار نشت: در صورت امکان با استفاده از یک کیسه پلاستیکی که در اطراف کنتور قرار داده می‌شود در مدت زمان مشخصی مقدار حجم آب نشتی از کنتور تعیین و بده نشت برحسب لیتر بر دقیقه مشخص و یادداشت شود.

پ.۶- ۴- کاربرگ گزارش روزانه

شماره گروه:	تاریخ:
ساعت آغاز کار:	ساعت پایان کار:
تعداد اماکن بازدید شده:	تعداد اماکن ثبت شده:
محدوده مورد بررسی:	تعداد مشترکین متخلف و غیرمجاز:
تعداد اماکن خانه نبود:	تعداد اماکن عدم همکاری:
مهم‌ترین ویژگی‌های اماکن مورد بررسی:	
موارد خاص قابل ذکر:	
نام و امضای اعضای گروه ۱-	۲-

omoorepeyman.ir

پیوست ۷

کاربرگ‌های ثبت اطلاعات لازم

و عملیات آزمایش کنتورها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پ.۷-۱ - کاربرگ ثبت اطلاعات لازم برای محاسبه ضریب تصحیح کنتورها

وزارت نیرو

شرکت / امور آب و فاضلاب شهر ..... / روستا .....

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
ردیف	قطر کنتور	شماره بدنه کنتور	کارخانه سازنده بدنه کنتور	کارخانه سازنده شمارنده کنتور	بده اندازه‌گیری (لیتر بر ساعت)	وضعیت کارکرد کنتور	از زمان (ساعت و دقیقه)	تا زمان (ساعت و دقیقه)	رقم کنتور در شروع اندازه‌گیری (مترمکعب)	رقم کنتور در پایان اندازه‌گیری (مترمکعب)	تفاضل ستون‌های ۸ و ۹ (دقیقه)	تفاضل ستون‌های ۱۰ و ۱۱ (مترمکعب)	حجم آب عبوری واقعی (مترمکعب)	حاصل تقسیم ستون‌های ۱۳ به ۱۲	حاصل تقسیم ستون‌های ۱۴ به ۱۲	ضریب تصحیح	درصد خطا
					Q_S												
					Q_{min}												
					Q_t												
					Q_n												
					Q_{max}												

omoorepeyman.ir

پ.۷-۲- کاربرگ عملیات آزمایش کنتورها

وزارت نیرو

شرکت آب و فاضلاب ....

نام مأمور انجام آزمایش: تاریخ:

نام تایید کننده: شماره:

ردیف	کنتور		بده آزمایش (لیتر بر ساعت)	رقم کنتور قبل از آزمایش	رقم کنتور بعد از آزمایش	کارکرد کنتور (لیتر)	حجم آب در ظرف مدرج (لیتر)	درصد خطا	ضریب تصحیح	ملاحظات
	نوع	سریال								
			۱۵							
			۱۵۰							
			۴۰۰							

omoorepeyman.ir

پیوست ۸

کاربرگ‌های برنامه نشت‌یابی و تعمیرات

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پ.۸-۱- کاربرگ عملیات نشت یابی و تعمیرات

وزارت نیرو

شرکت / امور آب و فاضلاب شهر ..... / روستا .....

پایلوت .....

الف- بررسی شبکه مورد بررسی

- با توجه به نتایج بررسی کامل اطلاعات و سامانه پایش و کنترل تاسیسات، محل‌هایی که باید مورد مطالعه قرار گیرد بر روی نقشه مشخص شده و با طبقه‌بندی و اولویت دادن به نواحی با احتمال بیش‌ترین نشت و بروز حادثه و بهترین موقعیت برای نشت‌یابی، محل موردنظر انتخاب می‌شود. در لیست برنامه انتخابی، سوابق مناطق از نظر حوادث شامل تعداد نشت، نوع لوله مورد بررسی، عمر لوله، نوع خاک اطراف، فشار شبکه، فرو رفتگی سطح زمین، عدم رعایت اصول کارگذاری لوله‌ها و غیره مشخص شود.
- طول کل لوله‌های منطقه که مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرد، به کیلومتر تعیین شود. چنانچه در پایان برنامه طول شبکه نشت‌یابی شده کم‌تر از مقدار برآورد شده اولیه باشد، در محاسبات اقتصادی و برآوردهای اقتصادی این تفاوت باید منظور شود. در این محاسبات فقط طول لوله‌های اصلی و فرعی منظور شده و از انشعابات صرف‌نظر می‌شود.
- تعیین میانگین طول لوله‌های اصلی و فرعی (برحسب کیلومتر) که روزانه نشت‌یابی می‌شود.
- براساس مطالعات انجام شده، میانگین طولی که یک گروه اجرایی می‌توانند در یک شب بازرسی کرده و عملیات نشت‌یابی را انجام دهند در حدود ۲ کیلومتر است. در تعیین میانگین مزبور، فواصل استاندارد معمولی انشعابات، اتصالات و شیرها در نظر گرفته شده و شرایط ترافیک منطقه و مسایل ایمنی، عادی فرض شده است. چنانچه گروه بتواند بیش‌تر از ۳ کیلومتر در شب کار انجام دهد، لازم است که شرح داده شود چه شرایطی باعث این سرعت عمل بوده است.
- تعداد روزهای کاری لازم برای انجام و تکمیل مطالعات از تقسیم‌بند ۲ بر بند ۳ مشخص گردد.

ب- روش کار، لوازم و دستگاه‌های مورد نیاز

- چه روشی و لوازمی را برای انجام عملیات نشت‌یابی انتخاب کرده‌اید؟ به‌طور مثال: اندازه‌گیری جریان حداقل شبانه، محدوده‌یابی و نقطه‌یابی
- انتخاب فهرست اولویت‌ها بر چه اساسی بوده تا بهترین نتیجه نشت‌یابی آنها به‌دست آید؟
- چنانچه تمام اتصالات موجود مورد بررسی قرار نمی‌گیرند، به چه طریقی به بهترین نتیجه نشت‌یابی می‌خواهید برسید؟
- چه لوازم و دستگاه‌هایی و چه برنامه‌ای را برای انجام عملیات انتخاب کرده‌اید تا بتوانید دقیقا نقاط دارای نشت را تعیین کنید؟

omoorepeyman.ir

- چگونه افراد گروه نشت‌یاب با گروه تعمیرات شرکت آبفا تماس گرفته و هماهنگی خواهند نمود تا عملیاتی مثل تخلیه آب و حفاری انجام شود؟
- چه روش‌هایی را برای تشخیص مقدار جریان نشت در اندازه‌گیری‌های مختلف نشت‌هایی که حفاری شده‌اند انتخاب کرده‌اید؟

ج- گروه اجرایی

- تعداد کارکنان شرکت آبفا؟ (هزینه کارکنان را به‌صورت نفر ماه و یا روش‌های متعارف دیگر محاسبه کنید.)
- تعداد کارکنان شرکت مهندسین مشاور؟ (هزینه مهندسین مشاور را به‌صورت نفر ماه محاسبه کنید.)

د- برنامه انجام عملیات نشت‌یابی و تعمیر نشت‌ها

- تاریخ شروع عملیات اجرایی نشت‌یابی؟
- تاریخ تکمیل عملیات نشت‌یابی؟
- تاریخ شروع تعمیرات؟
- تاریخ پایان تعمیرات؟

مشخصات تکمیل کننده کاربرگ:

نام: سمت: تاریخ:

omoorepeyman.ir

پ.۸-۲- کاربرگ اطلاعات ثبت شده توسط صدا سنجی

وزارت نیرو

شرکت / امور آب و فاضلاب شهر ..... / روستا .....

نام فایل

تاریخ تنظیم فرم:

ردیف	شماره نقشه	آدرس	شماره لاگر	زمان عملکردمحدوده یاب		مقادیر مشخصه نمودار				احتمال وجود نشت				ملاحظات
				شروع دقیقه/ ساعت	پایان دقیقه/ ساعت	پیک	بحرانی	توزیع	شمارش	زیاد	متوسط	کم	وجود ندارد	

نام و نام خانوادگی کاربر مسوول: امضا: نام و نام خانوادگی همکاران:

زمان کل عملیات: از ساعت (...../.....) در تاریخ تا ساعت (...../.....) در تاریخ

omoorepeyman.ir

پ.۸-۳- کاربرگ اطلاعات عملیات نقطه‌یابی

وزارت نیرو

شرکت / امور آب و فاضلاب شهر ..... / روستا .....

ردیف	شماره نقشه	(کد شیر) محل رادیوها		مشخصات لوله				زمان عملیات				وضعیت نشت			موقعیت نشت	نام فایل	آدرس	ملاحظات
		اول (قرمز)	دوم (آبی)	کد	طول (متر)	جنس	قطر (میلی‌متر)	شروع دقیقه/ ساعت		شروع دقیقه/ ساعت		پیدا شد	پیدا نشد	مشکوک (نیاز به بررسی مجدد)	فاصله از شیر (متر)			

نام و نام خانوادگی کاربر مسوول: امضا: نام و نام خانوادگی همکاران:

زمان کل عملیات: از ساعت (...../.....) در تاریخ تا ساعت (...../.....) در تاریخ

omoorepeyman.ir

پ.۸-۴- کاربرگ بررسی روزانه نشت

شماره نقشه: تاریخ:

آدرس دقیق و مشخصات شبکه مورد بررسی:

شماره نشت	نشانی محل مشکوک به نشت (حاصل از عملیات محدوده‌یابی)	بررسی نشت (به‌وسیله عملیات نقطه‌یابی)		نیاز به بررسی مجدد		تعمیرات لازم		نشت	
		انجام شده	انجام نشده	دارد	ندارد	انجام شده	انجام نشده	پیدا شد	پیدا نشد

تعداد نقاط صدایابی شده: ..... (عدد) شامل:

کنتورها: ..... شیرهای آتش‌نشانی: ..... شیرهای قطع و وصل: ..... غیره: .....

طول لوله‌های اصلی بررسی شده (کیلومتر): مدت بررسی (ساعت):

تعداد نقاط مشکوک به نشت (حاصل از عملیات محدوده‌یابی): تعداد نقاطی که باید دوباره کنترل شوند:

تعداد نقاطی که نقطه‌یابی شدند (به‌وسیله نقطه‌یاب): تعداد نقاطی که باید دوباره کنترل شوند:

تعداد نقاطی که نقطه‌یابی نهایی شدند (به‌وسیله میکروفن زمینی): تعداد نقاط شناسایی شده به‌عنوان نشت:

تعداد نقاط حفاری شده: تعداد نقاط تعمیر شده:

ملاحظات:

اسامی گروه بررسی عملیات نشت‌یابی:

نام و نام خانوادگی مسوول عملیات: امضا:

omoorepeyman.ir

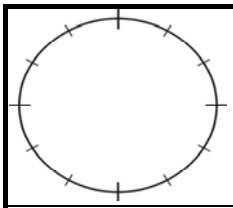
پ.۸-۵- کاربرگ اطلاعات نشت و تعمیر

شماره نشت:			تاریخ:
۱- کد گروه اول:	شماره نوبت:	کد گروه دوم:	شماره نوبت:
۲- آدرس دقیق محل نشت:			
شماره اشتراک نزدیک‌ترین مشترک به محل نشت:			
۳- شماره نقشه محل نشت:			
۴- زمان کشف (اطلاع از) نشت:		تاریخ:	ساعت ..... و ..... دقیقه
۵- زمان رسیدن به محل:		تاریخ:	ساعت ..... و ..... دقیقه
۶- شیرهای مانور شده جهت قطع کامل آب در محل حادثه:		تعداد.....	
کد شیر..... وضعیت شیر:	باز ❐ بسته ❐	سالم ❐ خراب ❐	زمان بستن شیر: ساعت ..... و ..... دقیقه
کد شیر..... وضعیت شیر:	باز ❐ بسته ❐	سالم ❐ خراب ❐	زمان بستن شیر: ساعت ..... و ..... دقیقه
۷- زمان قطع جریان آب:		تاریخ:	ساعت ..... و ..... دقیقه
۸- زمان شروع ترمیم حادثه:		تاریخ:	ساعت ..... و ..... دقیقه
۹- زمان خاتمه ترمیم حادثه:		تاریخ:	ساعت ..... و ..... دقیقه
۱۰- شیرآلات مانور شده جهت برقراری مجدد جریان آب در محل حادثه:		تعداد	
کدشیر..... زمان باز کردن شیر: ساعت ..... و ..... دقیقه			
کدشیر..... زمان باز کردن شیر: ساعت ..... و ..... دقیقه			
۱۱- فشار متوسط شبکه در محل نشت: ..... (اتمسفر)			
۱۲- نوع پوشش محل نشت:	آسفالت❐ خاکی ❐	شنی ❐	موزائیک یا سنگ فرش ❐ بتنی ❐ غیره ❐ ( )
۱۳- جنس خاک:	رسی ❐ آلی ❐	مارنی ❐	ماسه‌ای ❐ دستی ❐ مخلوط ❐
۱۴- جنس طبیعی زمین:	سنگی ❐ دج ❐	ریزشی ❐	خاکی ❐ غیره ❐ ( )
۱۵- نوع معبر:	خیابان ❐ کوچه ❐	پیاده رو ❐	غیره ❐ ( )
۱۶- ابعاد حفاری (به سانتی‌متر):	طول ..... عرض	عمق خاکبرداری	
۱۷- آیا در حین حفاری به آب زیرزمینی برخورد شده است؟	خیر ❐	بلی ❐	عمق برخورد به آب زیرزمینی: ..... (سانتی‌متر)
۱۸- جنس لوله: پلی‌اتیلن ❐ P.V.C ❐ آزبست ❐ چدن نشکن ❐ چدنی ❐ فولادی ❐ گالوانیزه ❐ بتنی ❐ مسی ❐ GRP ❐ سینتتیک ❐ غیره ❐ ( )			
۱۹- قطر لوله: ..... (اینچ)	.....(میلی‌متر)		
۲۰- عمق نصب لوله: ..... متر			
۲۱ – فاصله از مبدا: ..... متر			
۲۲- نشت پیدا شد:	بلی ❐	خیر ❐	
۲۳- موقعیت نشت روی شبکه:			
لوله❐: شبکه اصلی❐ شبکه فرعی❐ انشعاب مشترک❐ کنتور مشترک❐ بعد از کنتور (داخل ملک) مشترک❐ غیره❐ ( )			
شیرها❐: شیرخط❐ شیرشبکه❐ شیرانشعاب❐ شیرتخلیه هوا❐ شیرآتش‌نشانی❐ شیرتخلیه خط❐ مجموعه شیرفشارشکن❐ غیره❐ ( )			
اتصالات❐: کمربند❐ فلنج❐ مانشون❐ سه‌راهی❐ چهار راهی❐ زانویی❐ تبدیلی❐ ژوئن ژیبو❐ بوشن❐ غیره❐: ( )			

omoorepeyman.ir

ادامه پ.۸-۵- کاربرگ اطلاعات نشت و تعمیر

۲۴- شکل و ابعاد محل نشت لوله:



سوراخ (حفره) ❐: قطر ..... سانتی‌متر

ترک طولی ❐: طول ..... سانتی‌متر عرض..... سانتی‌متر

گردبر ❐: فاصله دو قطعه لوله: ..... سانتی‌متر

۲۵- نوع حادثه: لوله ❐: شکستگی ❐ دررفتگی ❐ ترکیدگی ❐ بازشدن جوش ❐ خوردگی ❐ گرفتگی ❐ غیره ❐ ( )

اتصالات ❐: شکستگی ❐ خوردگی ❐ گرفتگی ❐ جابه‌جایی کمربند ❐ خرابی واشر ❐ غیره ❐ ( )

شیرها ❐: شکستگی ❐ خوردگی ❐ گرفتگی ❐ خرابی پکینگ ❐ خرابی واشر ❐ غیره ❐ ( )

۲۶- علت نشت: عمر زیاد لوله ❐ خوردگی یا پوسیدگی لوله ❐ نامرغوب بودن جنس مصالح (یا نامناسب بودن مصالح با شرایط محلی) ❐

نصب نامناسب ❐ زیرسازی نامناسب ❐ جانمایی نامناسب ❐ عبور وسایل نقلیه سنگین ❐ فعالیت‌های ساختمانی ❐ ضربه ❐

برگشت آب گرم ❐ فشار آب ❐ غیره ❐ ( )

۲۷- عامل خارجی ایجاد نشت: ندارد❐ دارد❐ (شهرداری❐ شرکت برق❐ شرکت مخابرات❐ شرکت گاز❐ شرکت آب و فاضلاب❐

پیمانکار❐ خود مشترک❐ غیره❐ ( ) نامشخص❐)

۲۸- آیا علایمی دال بر نشت قبلی یا تعمیر در قسمت صدمه دیده یا جوار آن مشاهده می‌گردد؟ بلی ❐ خیر ❐

تعداد نقاط تعمیر شده قبلی که مشخص است: ..... عدد تاریخ آخرین تعمیر (اگر ثبت شده):

۲۹- به نظر شما لوله باید تعویض شود؟ بلی ❐ خیر ❐ نامشخص ❐

۳۰- وسایل و لوازم مصرفی:

لوله			اتصالات			شیرها		لوازم دیگر
جنس	قطر (mm)	طول (متر)	مشخصات	جنس	قطر	نوع شیر	قطر	

۳۱- ساعات کار تجهیزات: کاتر (..... ساعت و .... دقیقه) ❐ کمپرسور (..... ساعت و .... دقیقه) ❐ بیل مکانیکی (..... ساعت و .... دقیقه) ❐

خودرو (..... ساعت و .... دقیقه) ❐ سایر ( ) (..... ساعت و .... دقیقه) ❐

۳۲- تعداد کارکنان درگیر: ..... نفر به مدت: ..... ساعت و ..... دقیقه

۳۳- کروکی دقیق محل نشت ۳۴ - جزییات اتصالات در محل نشت

نام و خانوادگی سر گروه: امضا: تاریخ:

این قسمت باید توسط کارکنان واحد آب به‌حساب نیامده تکمیل شود.

❐ اطلاعات کاربرگ بر روی نقشه موجود ثبت شد (جهت به روز کردن نقشه).

❐ اطلاعات نشت (جهت پردازش) به کامپیوتر وارد شد.

❐ نقشه تصحیح شده و اطلاعات تکمیلی برای ترسیم و یا به‌روز کردن اطلاعات به واحد نقشه یا GIS ارسال شد.

تاریخ: نام و نام خانوادگی مسوول واحد آب به‌حساب نیامده: امضا:

omoorepeyman.ir

پ.۸-۶- کاربرگ خلاصه عملیات نشت‌یابی و تعمیرات

نام شرکت آب و فاضلاب: تاریخ:

الف) بررسی عملیات نشت‌یابی: مدت نشت‌یابی: ..... روز تاریخ شروع: تاریخ خاتمه:

۱- مرحله پیمایش: تعداد نشت‌های پیدا شده در عملیات پیمایش شبکه:

۲- مرحله محدوده‌یابی: تعداد نقاطی که با محدوده‌یاب، صداسنجی و محدوده‌یابی شده‌اند:

شیرهای قطع و وصل: شیرهای آتش‌نشانی: کنتورها: غیره:

تعداد خطوط لوله دارای نشت‌های احتمالی: تعداد نقاط مشکوک به نشت:

طول لوله‌های اصلی بررسی شده: (کیلومتر) مدت بررسی: ..... (ساعت)

۸ ساعت بر روز

(_____) × طول لوله بررسی شده = میانگین مقدار محدوده‌یابی نشت (کیلومتر بر روز)

زمان کل بررسی به ساعت

۳- مرحله نقطه‌یابی با نقطه‌یاب: تعداد خطوط لوله بررسی شده در عملیات نقطه‌یابی نشت:

تعداد خطوط لوله دارای نشت: تعداد نقاط دارای نشت: تعداد نقاط مشکوک به نشت (نیاز به تایید مجدد):

طول لوله‌های اصلی بررسی شده: (کیلومتر) مدت زمان تشخیص دقیق نشت: ..... (ساعت)

۸ ساعت بر روز

(_____) × طول لوله بررسی شده = میانگین طول لوله‌های نقطه‌یابی شده نشت در عملیات

زمان کل بررسی به ساعت کرولیشن (کیلومتر بر روز)

۴- مرحله نقطه‌یابی با میکروفون زمینی: تعداد خطوط لوله بررسی شده در عملیات نقطه‌یابی نشت با میکروفون زمینی:

تعداد خطوط لوله دارای نشت: تعداد نقاط دارای نشت:

طول لوله‌های اصلی بررسی شده: (کیلومتر) مدت زمان تشخیص دقیق نشت: ..... (ساعت)

۸ ساعت بر روز

(_____) × طول لوله بررسی شده = میانگین طول لوله‌های نقطه‌یابی شده نشت با میکروفون زمینی (کیلومتر بر روز)

زمان کل بررسی به ساعت

۵- تعداد نشت‌های مرئی که از تاریخ شروع عملیات توسط دیگر منابع گزارش شده است:

ب) خلاصه عملیات تعمیراتی

تاریخ اولین تعمیر انجام شده: تاریخ آخرین تعمیر انجام شده:

تعداد تعمیراتی که به حفاری نیاز داشته‌اند: تعداد تعمیراتی که به حفاری نیاز نداشته‌اند:

مقدار آب تلف شده از نشت‌های حفاری شده: ..... (لیتر بر ثانیه)، کل آب تلف شده از نشت‌هایی که حفاری نشده‌اند: ..... (لیتر بر ثانیه)

کل آب تلف شده از کل نشت‌ها: ..... (لیتر بر ثانیه) حجم کل آب تلف شده از کل نشت‌ها: ..... (مترمکعب بر سال)

نام تهیه کننده: امضا:

omoorepeyman.ir

پ.۸-۷- کاربرگ ارزیابی مالی عملیات نشت‌یابی

وزارت نیرو

شرکت / امور آب و فاضلاب شهر / روستا .....

۱- ارزش آبی که از هدر رفتن آن جلوگیری شده را به طریق زیر محاسبه کنید:

ارزش آب بازیافتی = (کل مقدار آب بازیافتی) × (هزینه تمام شده یک مترمکعب آب)

هزینه تمام شده آب = هزینه تامین، تصفیه، انتقال، ذخیره و توزیع آب + هزینه‌های نگهداری و تعمیرات

$$\text{هزینه تمام شده یک مترمکعب آب} = \frac{\text{هزینه تمام شده آب در یک سال}}{\text{کل آب استحصال شده در یک سال}}$$

۲- هزینه عملیات نشت‌یابی را از کاربرگ پیش‌بینی هزینه‌های نشت‌یابی و تعمیرات به‌دست آورید.

۳- مقدار به‌دست آمده از مرحله ۱ را به کل مخارج به‌دست آمده از مرحله ۲ تقسیم کنید.

$$\text{نسبت برگشت سرمایه یا سوددهی} = \frac{\text{ارزش آب بازیافتی}}{\text{کل هزینه عملیات نشت‌یابی}}$$

۴- میانگین هزینه مطالعات نشت‌یابی در هر واحد طول لوله شبکه را به‌دست آورید.

کل هزینه عملیات نشت‌یابی: ..... (ریال) مقدار طول لوله بررسی شده: ..... (کیلومتر)

هزینه عملیات نشت‌یابی در هر کیلومتر طول لوله = (ریال)

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

منابع و مراجع

۱- بیگی، ف.، (۱۳۷۸)، «آسیب شناسی شبکه‌های توزیع آب شهری»، مجله آب و محیط زیست، صفحات ۱۷-۲۵.

۲- تابش، م.، (۱۳۷۸)، «مبانی تئوریک نشت در شبکه‌های توزیع آب شهری»، مجله آب و محیط زیست، صفحات ۱۶-۱۰.

۳- تابش، م. و عابدینی، ا.ع.، (۱۳۸۴)، «تحلیل شکست لوله‌ها در شبکه‌های آبرسانی شهری»، مجله تحقیقات منابع آب ایران، سال اول، شماره ۱، صفحه ۷۸-۸۹.

۴- تابش، م، و هنری. ح . ر.، (۱۳۸۱)، «تحلیل حوادث شبکه‌های توزیع آب شهری (مطالعه موردی)»، مجله آب و محیط زیست، شماره ۵۰، صفحه ۱۷-۲۳.

۵- دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی و استاندارد مهندسی آب وزارت نیرو، (۱۳۷۱)، «مبانی و ضوابط طراحی طرح‌های آبرسانی شهری»، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، نشریه شماره ۳-۱۱۷.

۶- دفتر نظارت بر مطالعات آب به‌حساب نیامده، (۱۳۸۲)، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.

۷- مهندسین مشاور آبران، (۱۳۷۸)، «گزارش مرحله دوم مطالعات کاهش آب به‌حساب نیامده شبکه توزیع آب تبریز».

8- Ambinjah, A., (1998), "A review of water demand management practices in Kaduna city, Nigeria", MSc. Thesis, WEDC, Loughborough University, UK.

9- AWWA and DWRWCO, (1992), "Water audit and leak detection guide book", American Water Works Association (California-Nevada Section) and Department of Water Resources Water Conservation Office, Water Conservation Guide Book No 5.

10- Brandon, T.W., (1984), Water distribution systems; Water practice manual No. 4", Institute of Water Engineers and Scientists, London.

11- Evins, C., Stephenson, G., Warren, I.C., and Williams, S.M. (1989), "Planning the rehabilitation of water distribution systems", WRC plc, Swindon, UK, P 90.

12- Farley, M., (1985), "District metering part 1: System design and installation", WRc Report ER 180E, Swindon: WRc.

13- Farley, M. and Merrifield, T, (1987), "District metering part 2: System operation", WRc Report ER 210E, Swindon: WRc.

14- Farley, M. and Trow, S., (2003), "Losses in water distribution networks" IWA Publishing.

15- IWA, (2000), "The blue pages", International Water Association.

16- Jeffcoate, P., and Saravanapavan, A., (1987), "The reduction and control of unaccounted for water: Working guidelines", The World Bank, Washington, D.C., ISBN 0-8213-0951-X.

17- Lambert, A., (1994), "Accounting for losses: The bursts and background concept", J. CIWEM, Vol. 8, April, pp 205-214.

omoorepeyman.ir

18- Lambert, A., (1997), "Pressure management / Leakage relationships: theory, concepts and practical applications", Minimizing Leakage in Water Supply / Distribution Systems, IQPC Seminar, London.

19- Lambert, A.O., Brown, T.G., Takizawa, M., and Weimer, D., (1999), "A review of performance indicators for real losses from water supply systems", AQUA, 48(6), 227-237.

20- Lambert, A.O., (2002), International report on water losses management and techniques', Proceedings of IWA Congress, October, Berlin, Water Science and Technology: Water Supply, 2(4), London, IWA Publishing.

21- Lambert, A.O. and McKenzie, R.D., (2002), "Practical experience in using the infrastructure leakage index", International Water Data Comparisons Ltd, UK, (E-mail: AOandJGLambert@aol.com), Global Water Resources Ltd, Republic of South Africa, (E-mail: mckenzie@global.co.za).

22- Liemberger, R., (2002), "Do you know how misleading the use of wrong performance", (E-Mail: roland@liemberger.cc).

23- May, J., (1994), "Pressure dependent leakage", World Water and Environmental Engineering management, October.

24- 24- McKenzie, R.D., (1999), "SANFLOW, user guide", South Africa Water Research Commission , WRC Report TT 109/99.

25- McKenzie, R.D., (2002), "Component based analysis for management of leakage in potable water supply systems", WRP (Pty) Ltd, roniem@wrp.co.za.

26- Tabesh, M., (1998), "Implications of the pressure dependency of outflows on data management, mathematical modelling and reliability assessment of water distribution systems", PhD Thesis, Department of Civil Engineering, University of Liverpool, England.

27- Technical Working Group on Waste of Water, (1980), "Leakage control policy", WRC/Water Authorities Association, Report 26.

28- Thornton, J., (2002), "Water losses manual", McGraw Hill.

29- Twort, A.C., Crowley, F.W., and Ratnayaka, D.D., (1994), "Water supply", Edward Arnold.

30- U.K. Water Industry, (1994), "Managing leakage. Reports A: Summary, E: Interpreting measured night flows, F: Using night flow data, G: Managing water pressure, J: Leakage management techniques, technology and training", WRC plc/Water Service Association/Water Companies Association, Swindon, UK.

31- UK Water Industry Research Ltd, (1999), "A manual of DMA practice", London, UK Water Industry Research.

omoorepeyman.ir

32- Vallier, W., and Broadhurst, D.W., (1997), “Development of methods for control and reduction of unaccounted water in water distribution networks, South Africa”, Report on Water Research Commission De /leuw Cather (North) (Pty) Ltd., WRC Report No. 489/1/97.

33- Wemier, D. (1992), "Leakage control", Water Supply, Vol. 10, No. 1, PP 169-176.

34- Weimer, D., Gerlingen, (2002), “German national report water loss management and techniques”, www.dvgw.de.

omoorepeyman.ir

خواننده گرامی

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر پانصد عنوان نشریه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی **nezamfanni.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Vice presidency for Strategic Planning and Supervision

Guideline for determining effective parameters on unaccounted for water (UFW) and water losses reduction schemes

No.

Office of Deputy for Strategic Supervision
Bureau of Technical Execution System

Ministry of Energy
Bureau of Engineering and Technical Criteria for Water and Wastewater

nezamfanni.ir

http://seso.moe.org.ir

2012

omoorepeyman.ir

این نشریه

این نشریه با عنوان «راهنمای شناخت و بررسی عوامل موثر در آب بحساب نیامده و راهکارهای کاهش آن» به منظور آگاهی از اجزای مختلف آب به‌حساب نیامده شامل انواع هدررفت ظاهری و واقعی و راهکارهای کاهش هدررفت تدوین شده است. مطالب ارائه شده در این نشریه دربرگیرنده مبانی نظری، دستورالعمل‌ها و روش‌های اجرایی و توصیه‌های ضروری برای مدیران و کارشناسان شرکت‌های آب و فاضلاب، مهندسین مشاور و کلیه پژوهشگران جهت شناخت عوامل موثر و اجزای آب به‌حساب نیامده و راهکارهای کاهش آن طبق استانداردهای جهانی و شرایط بومی کشور می‌باشد.

omoorepeyman.ir