



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



بررسی روش های کاهش آب بدون درآمد در شبکه های آبرسانی شهری

امیر حسن طالبی

مدیر امور آب و فاضلاب هوراند، شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی

h.talebi88@ms.tabrizu.ac.ir

علیرضا ایمانلو

مدیر عامل شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی

imanlu@abfa-azarbajian.com

خلاصه

با گسترش تکنولوژی های ارتباط جمعی و انتشار در لحظه آمار و نتایج هر تحقیق جدید، سطوح مختلف جامعه برداشتهای مختلفی را از میزان آب بدون درآمد، درصد هدر رفت آب، نوع هدر رفت و چرائی آن خواهند داشت. با توجه به بحران های اخیر آب و انرژی شرکتهای مختلف آبرسانی می بایست روشهای جدیدتری برای کاهش مصرف انرژی در تولید آب و به تبع آن کاهش تلفات تولید آب اتخاذ نمایند. بررسی نحوه کاهش آب به حساب نیامده یا آب بدون درآمد یکی از اصلی ترین دغدغه های مدیران بخش آب شهری بوده است. در این مقاله ابتدا به بررسی علل مختلف تلفات آب در شبکه و سپس معرفی ساختارهای هر مورد پرداخته شده است. پس از آن دستورالعمل های مختلف استاندارد سازی طبقه بندی اطلاعات مربوط به شبکه معرفی و بهینه شده است. در نهایت روشهای مختلف کاهش آب بدون درآمد و مراحل اجرای هر روش به تفصیل ارائه شده است.

کلمات کلیدی: آب بدون درآمد، پرت شبکه، آب به حساب نیامده، تلفات.

۱- مقدمه

در گذشته مطالعات و بررسی های اندکی در خصوص کاهش آب به حساب نیامده در شهرهای بزرگ و کلانشهرهای کشور صورت گرفته است. این در حالی است که نتایج این تحقیقات در شهرهای کم جمعیت و کوچک کارساز نبوده و قابلیت تعمیم به شهرهای زیر ده هزار انشعاب (شهرهایی با جمعیت کمتر از ۳۵۰۰۰ نفر) نخواهد داشت. همچنین با توجه به سکونت قریب به ۳۷ درصد جمعیت شهر نشین کشور در شهرهای کوچک نیاز به مطالعه خاص در این مورد بسیار ضروری به نظر می رسد.

آب به حساب نیامده، پرت یا تلفات شبکه به دو صورت مشهود است تلفات فیزیکی آب و تلفات غیر فیزیکی. تلفات فیزیکی عبارتست از تلفات آب بصورت نشت از مخازن ذخیره آب، نشت از لوله ها و شیر فلکه ها و تلفات آب ناشی از اتفاقات و شکستگی لوله های اصلی و فرعی و نیز انشعابات. تلفات غیر فیزیکی آب دلیل متعددی خواهد داشت که برخی از آنها عبارتند از: عدم کارکرد صحیح کنتور های حجمی موجود در ورودی و خروجی مخازن ذخیره آب که ممکن است مقدار حجمی را کمتر یا بیشتر از میزان واقعی نشان دهد؛ عدم کارکرد صحیح کنتور های مشترکین؛ کنتورهای خراب، کنتور های معکوس، کنتورهای دست کاری شده توسط مشترک یا افراد غیر مجاز دیگر؛ انشعابات غیر فنی و غیر اصولی؛ عدم وجود کد بندی و پلاک کوبی اماکن (که این مورد در شهرهای کوچک بسیار مشهود است)؛ خطای انسانی و دلایل دیگری که به تناسب ممکن است واقع گردد.

۲- شناسایی عوامل ایجاد تلفات آب در شبکه های آب رسانی

با توجه به تفاوت نوع شناسایی تلفات غیر فیزیکی در شهرهای بزرگ و شهرهای کوچک بهترین راه برای شناسایی عوامل ایجاد تلفات غیر فیزیکی، یکی از روشهای جمع آوری اطلاعات از طریق اکیپ قرائت کنتور و یا انجام عملیات پایش منطقه ای، کنترل و ممیزی اماکن خواهد بود. حضور مدیر منطقه در هر دو روش موجب افزایش ضریب تاثیر و کاهش بیشتر تلفات غیر فیزیکی خواهد بود.

علاوه بر نشت آب، دزدی آب، خطای دستگاههای اندازه گیری، دستکاری تاسیسات اندازه گیری، مصارف داخلی شرکتهای فروش آب، شستشوی مخازن و تاسیسات و شبکه ها و عوامل متعدد دیگری در این مساله دخیل هستند (شکل ۱).



شکل ۱: نشت آب در اثر ترکیدگی و بروز خرابی در خطوط انتقال و شبکه های آبرسانی تنها یکی از عوامل افزایش آب بدون درآمد محسوب می شود.

۲-۱- جمع آوری اطلاعات از طریق اکیپ قرائت کنتور

با ایجاد تغییرات مناسب در فرم کامپیوتری قرائت کنتور می توان در هر دوره تمام یا بخشی از اطلاعات مورد نیاز از وضعیت انشعابات در شبکه را به دست آورد و لیستی از انشعابات نامناسب را تهیه کرد. [۲] پس از تهیه لیست انشعابات نامناسب، این لیست در اختیار اکیپ اجرایی بهره برداری قرار داده شده و اصلاح خواهد شد.

۲-۲- پایش، کنترل و ممیزی اماکن

با توجه به روند توسعه، شرکتهای درگیر در امر خدمات رسانی در بخش آب و فاضلاب شاهد تولید اطلاعات بسیاری از جمله اطلاعات مربوط به مشترکین هستند که اغلب به دلیل عدم وجود یک روند و نظام سازمان یافته، بسیاری از این اطلاعات تولید شده در زمان کوتاهی بدون هیچ گونه شناختی حذف یا از دقت آنها کاسته شده است؛ بدین لحاظ علیرغم اهمیت خاص و با ارزشی که این اطلاعات دارا می باشند، اغلب نقش مؤثری در برنامه ریزی ها ایفا نمی نمایند. همچنین در روند کنونی در طول زمان کوتاهی اطالالت کارایی لازم خود را از دست داده و بازیافت آنها نیز نیازمند صرف هزینه در زمان زیادی است. در این بین با توجه به تغییرات و تحولاتی که در چندین سال اخیر در مدیریت بخش تأمین و توزیع آب صورت گرفته است (انتقال خدمات از شهرداری ها و ادارات آب به شرکتهای آب و فاضلاب) بسیاری از اطلاعات حذف یا نابود گردیده است. از این رو، انجام چنین فعالیتی، کمک مؤثری به جمع آوری و نظام دادن اطلاعات مرتبط با این بخش خواهد نمود. ذکر این نکته ضروری است اکثر شرکتهای آب و فاضلاب از این قاعده مستثنی نبوده و این امر به عنوان مشکل در آنها همواره مطرح بوده است. [۱] همچنین آمار و اطلاعات مشترکین مربوط به سالهای قبل، به ویژه قبل از تشکیل شرکتهای آب و فاضلاب بسیار محدود و عمدتاً از دقت و کیفیت لازم برخوردار نمی باشد. با توجه به این امر اقدام جهت تهیه آمار و اطلاعات به روز از وضعیت اماکن و مشترکین ضروری است. [۲]

از آنجایی که در انجام این فعالیت هزینه های قابل ملاحظه ای صرف میگردد، لذا ضروری است این هزینه ها منتج به نتایج مناسبی گردد و از لحاظ فنی و اقتصادی مقرون به صرفه باشد، با توجه به این امر، این فعالیت یک فعالیت مهندسی بوده که می بایست با در نظر گرفتن شرایط محلی و فنی اقتصادی با یک برنامه ریزی دقیق و سازماندهی شده اقدام به انجام آن گردد. [۲] در دستورالعمل کنترل اماکن ابتدا دلایل نیاز به این فعالیت، اهداف انجام فعالیت کنترل اماکن، کاربرد ها، و قابلیت های قابل حصول و کلیات اجرای طرح تشریح گردیده و متعاقب آن روش انجام، نحوه جمع آوری ثبت، بازیافت و پردازش اطلاعات تحت فعالیتهای فوق اشاره مورد بحث قرار گرفته است. [۳]



شکل ۲: دیاگرام ممیزی و کنترل و پایش هدفمند



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management



۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶

از دلایل دیگر انجام این فعالیت این بوده که امروزه تنها سازمانها و شرکتهایی در فعالیتهای خود موفق خواهند بود، که بتوانند به طور مؤثر و کارا از اطلاعات تولید شده استفاده نمایند. به عبارتی تحلیل و اجرای مؤثر برنامه های بهینه سازی سیستم به تشخیص اقدامات مناسب و تحقیق در ارتباط به میزان تأثیر این برنامه ها، نیازمند داشتن اطلاعات کافی در بخشهای مختلف از جمله بخش مشترکین است. [۲]

در صورت اجرای فعالیت کنترل و ممیز اماکن در شرکتهای آب و فاضلاب، امکان استفاده از اطلاعات جامع و به روز مشترکین سطح شهر، به منظور به کار گیری و استفاده در بخشهای مختلف مدیریتی، فنی و اجرایی فراهم خواهد گردید. شکل ۲ دیگرگام ممیزی و کنترل و پایش هوشمند را به صورت مجتمع و شماتیک نمایش می دهد.

۲-۳- کدگذاری

در بسیاری از کشورهای جهان به منظور نیل به این موارد، سهولت، سرعت، دقت و نیز استفاده از امکانات مکانیزه، علائم اختصاری را جایگزین اطلاعات و مشخصات مربوط به عوارض مختلف نموده اند که بطور عام تحت عنوان سیستم کدگذاری در دنیا شناخته شده است. در کشور ما بدلیل همنامی بسیاری از معابر در شهرها و نیز همنامی بسیاری از نقاط تجمع جمعیت و در موارد زیادی عدم وجود پلاک معابر و اماکن بطور معمول ارائه نشانی محل اماکن به منظور دستیابی به آنها همواره بامشکلات زیادی همراه بوده است. این مشکلات در شهرهای کم جمعیت (شهرهای زیر ۱۰ هزار فقره انشعاب) مشهودتر و ملموس تر است. چرا که در این شهرهای وجود پلاک یا کد پستی ده رقمی بسیار به ندرت مشاهده شده و در بسیاری از شهرها هنوز کد پستی ده رقمی اختصاصی منازل صادر نیز نگردیده است. لیکن در اغلب موارد، ذکر آدرس بیش از ۱۵ کلمه و کشیدن کروکی محل می تواند راهگشا باشد. با توجه به این امر از آنجایی که در کنترل و ممیزی اماکن دستیابی به نشانی اماکن، موقعیت جغرافیایی (از جمله سازماندهی اطلاعات جغرافیایی^۱) و اطلاعات توصیفی مربوط به آن مورد نیاز است. لذا نیاز به کدگذاری عوارض مرتبط با این امر از ضروریات است. به منظور نیل به این هدف، بر اساس مطالعات انجام شده و تجربیات به دست آمده، طرح کدگذاری عوارض مورد نیاز در کنترل اماکن به کار گرفته می شود. [۵]

جدول ۱- نام و کد خیابان ها و معابر بن باز منطقه...

ردیف	نام خیابان یا معبر بن باز	کد جغرافیایی

۲-۳-۱- کدگذاری بلوکها

¹ GIS (Geographic information system)



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



بنا به تعریف بلوک عبارت است از محدوده ای که اطراف آن را خیابانها و معابر بن باز احاطه نموده و ممکن است شامل یک یا چند معبر بن بست (کوچه بن بست) باشد.

جدول ۲- مشخصات بلوکهای منطقه شماره ...

ردیف	کد بلوک	نام خیابان و معابر	کد خیابانها و معابر	تعداد کوچه	تعداد اماکن

۲-۳-۲- کد گذاری اماکن

به منظور دسترسی سریع به هر یک از اماکن و به عنوان پایه ای جهت پیاده سازی سامانه های اطلاعات جغرافیایی^۱ به هر یک از اماکن یک کد ده رقمی (کد جغرافیایی) حین عملیات پیمایش محلی اختصاص داده می شود. در کد ده رقمی، عدد اول از سمت چپ بیانگر شماره منطقه، دو رقم بعدی شماره خیابانی که مکان در آن واقع شده، سه رقم بعدی مشخص کننده بلوک و چهار رقم آخر نماینده شماره اماکن در آن بلوک است. فواصل بین شمارنده اماکن عمدتاً به صورت ده تایی صورت می گیرد. البته در نواحی در حال توسعه، بسته به سطح کل بلوک و تراکم کلی سطح شهر و آن منطقه، تعداد تقریبی اماکن بر آورد شده و بر این مبنا فواصل بین کدها داده می شود. در این ارتباط ذکر این نکته ضروری است که هدف از بکار گیری ده رقمی در اجرا و انجام فعالیت کنترل و ممیزی اماکن، حذف کامل نشانی اماکن و جایگزینی سیستم کد گذاری استاندارد به جای آن است. [۶]

۳- روشهای کاهش تلفات غیر فیزیکی

نگاهی به آمار و ارقام ارائه شده و تجربیات حاصل از مطالعات کاهش آب به حساب نیامده در ایران و جهان مؤید این است که اکثر حوادث و اتفاقات پدید آمده در سیستم های توزیع آب شهری ناشی از انشعابات مشترکین بوده که در اغلب موارد عدم رعایت مقررات و موازین فنی در اجرا و بهره برداری از آن، موجب بروز چنین مواردی گردیده است. این امر بر تحمیل بار مالی موجب تلفات آب خواهد گردید [۶]

در حال حاضر با توجه به نیازها و تقاضای قابل ملاحظه خدمات شهری بویژه در بخش آب لزوم عملکرد صحیح در این بخش ضروری است. در این ارتباط، از جمله خدمات شهری که شرکتهای آب و فاضلاب در بخش آب متوالی ارائه آن می باشد، واگذاری انشعابات به متقاضیان است. [۳]

۳-۱- نقشه ها و مشخصات فنی

^۱ GIS

هر ساختمانی که قرار است احداث گردد و یا ساختمان موجودی که نیاز به بازسازی و نوسازی و یا توسعه دارد، باید قبل از صدور پروانه ساخت مدارک و نقشه های زیر از طرف متقاضی به تأیید شرکت آب و فاضلاب رسانده شود. [۶]

۲-۳- مصالح

لوازمی که در لوله کشی استفاده می شود باید از لحاظ استاندارد های جنس، اندازه، ضخامت جداره، نوع دنده و دیگر مشخصات با لوله ها مطابقت داشته باشد و برای با لوله های انتخاب شده مناسب باشد. سطوح داخلی نباید برآمدگی، لبه یا تغییر سطح مقطع، که ممکن است مانعی در برابر جریان آب ایجاد کند داشته باشد. [۷]

۳-۳- مسیر نصب انشعاب

هیچ نوع مانعی که خاکبرداری و دسترسی به لوله انشعاب و دیگر اجزای آن را مشکل کند نباید بر روی مسیر انشعاب در محوطه یا حیاط ساختمان ایجاد شود. [۴]

۴-۴- اجراء

نصب انشعاب بایستی بر طبق نقشه های اجرایی انجام گیرد. همچنین اجرای کار نصب انشعاب توسط کارگران آموزش دیده و ماهر صورت گیرد. عملیات بازرسی تأیید یا رد اجرای عملیات به عهده واحد فنی و نظارت شرکت آب و فاضلاب است.

۵-۳- طول لوله قبل از کنتور

حداقل اندازه مناسب و ایده آل برای طول لوله مستقیم بر حسب ضریبی از قطر لوله انشعاب (D) برای کنتور های توریینی و پره گردان در جدول ۱ آورده شده است. رعایت فواصل ذکر شده در این جدول در نصب کنتور الزامی است. [۷]

جدول ۳- حداقل طول لوله مستقیم در نصب کنتور

ردیف	نوع کنتور	قبل از کنتور	بعد از کنتور
۱	پره گردان	۳D-۵D	۵D
۲	توریینی	۱۰D	۵D

۴-۴- ارزیابی روشهای برخورد با متخلفین

پس از پردازش اطلاعات مربوط به کنترل اماکن کلیه انشعابات غیر استاندارد و تخلفات مشترکین مشخص شده و لیستی از آنها تهیه می شود. در این فعالیت ضمن بررسی انواع موارد وقوع تخلف در شرکت های آب و فاضلاب نحوه برخورد مناسب با متخلفین بر اساس آیین نامه های عملیاتی و تجارب به دست آمده به شرح ذیل ارائه میگردد. [۱]

۴-۱- انواع موارد وقوع تخلف و روش برخورد با متخلفین



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب



1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶

بطور کلی عبارت متخلف در شرکتهای آب و فاضلاب به مشترکینی اطلاق می گردد که دارای انشعاب و اشتراک قانونی می باشد ولی به دلیل دخل و تصرف در وضعیت کنتور یا انشعاب با هدف سوءاستفاده از تأسیسات شبکه، عدم رعایت مقررات و ضوابط و عدم انجام تعهدات خود به یکی از صورتهای زیر مرتکب خلاف گردیده اند.[۳]

- انشعابهای دارای پمپ تأمین فشار روی شبکه - مشترکین که موجب نامرئی شدن شیر قطع و وصل خود شده اند-
- انشعاب غیر مجاز قبل از کنتور- انشعاب غیر مجاز بعد از کنتور به ملکی دیگر- کنتور معکوس - کنتور پلمپ باز - کنتور های خراب

۵- روشهای کاهش پرت فیزیکی

از جمله فعالیتهایی که بایستی در بهره برداری از تأسیسات مورد بررسی دقیق و کارشناسی قرار گیرد، بررسی وضعیت بهره برداری از مخازن است. با توجه به این امر، در وضعیت فعلی وقوع سرریز از مخازن موجود در تأسیسات موجود در سیستم بایستی مورد بررسی دقیق قرار گیرد.[۸]

به دلایل زیر در اکثر اوقات (بویژه در ساعات کم مصرف) سرریز مخازن محتمل بوده و طی بررسیهای محلی که در شهر های کوچک (مانند هوراند، ورزقان، خاروانا و خمارلو) به عمل آمده بارها سرریز مخازن حتی در فصل تابستان مشاهده گردیده است. دلایل عمده این امر عبارتند از:

بدلیل مشکلات شبکه توزیع آب پرسنل بهره بردار و مسئولان مربوطه بیشتر توجه و اهتمام خود را در بخش کنترل کیفیت آب و تأمین کمی آب مصرف میکنند و لذا توجه کافی در جهت کنترل سرریز آب مخازن اعمال نمی گردد.

- در حال حاضر بدلیل عدم تکمیل کار برگ بهره برداری از مخازن توسط پرسنل بهره بردار، برآورد و تعیین دقیق تلفات ناشی از سرریز مخازن میسر نمی باشد. لذا فواید جلوگیری از سرریز مخازن تا بحال در کشور مورد ارزیابی صحیح قرار نگرفته است.

- به دلیل نوع بهره برداری فعلی و عدم وجود سوابق آماری و اطلاعاتی، پیش بینی زمان وقوع سرریز مخازن میسر نبوده و با توجه به اینکه در بیشتر این شهرها کارشناس بهره بردار بطور تمام وقت وجود ندارد، لذا زمان سرریز مخازن به هیچ وجه مشخص نمی باشد. این امر در در زمانی که مخزن سرریز داشته باشد، موجب بروز سرریز در ساعات زیادی می گردد.

- با توجه به مراتب فوق، لزوم استفاده از تجهیزات کنترل سطح آب و بهینه سازی بهره برداری لازم و ضروری است. در این راستا، ثبت دقیق اطلاعات بهره برداری نیز از ضروریات بوده و بایستی به آن اهتمام خاصی مبذول گردد.

۶- نتیجه گیری

در این مقاله عوامل بروز تلفات آب در شبکه های توزیع آب شهری، اعم از عوامل فیزیکی (نشت از مخازن، شیرآلات و لوله های شبکه و انشعابات) بررسی شد که عامل عمده وجود تلفات علاوه بر پوسیدگی لوله ها، مربوط به وجود فشارهای بسیار بالا و نامتعادل در شبکه ها و عدم طراحی صحیح شبکه و نیز عدم وجود تحلیل شبکه به دلیل در دسترس نبودن نقشه های به هنگام و کدگذاری شده شبکه آب شهری و نیز عدم وجود نقشه فشار شبکه بدلائیل فوق و نبود کادر تخصصی در دفاتر فنی و واحد



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



شبکه و انشعابات در شهرهای زیر ده هزار فقره انشعاب، کار توزیع آب از حالت فنی و مهندسی خارج شده و بیشتر بصورت سنتی میباشد که روزبه روز با گسترش شهرها بر مشکلات آن افزوده می شود.

در بخش غیر فیزیکی نیز بیشتر کنتورهای موجود در مخازن آب و همچنین انشعابات مردمی خراب می باشند و یا دقت لازم را ندارند و نیز به دلیل مشکلات فرهنگی در این گونه شهرها در بیشتر موارد انشعابات غیر مجاز و غیر قانونی زیادی وجود دارند که بدلیل عدم وجود اطلاعات کافی و مدون در بخش مشترکین، تعداد قابل ملاحظه ای از این انشعابات قابل شناسایی نبوده و طبیعی است که در صورت عدم کنترل، دائما بر میزان بی نظمی در این بخش افزوده می شود.

راهکار ارائه شده در این مقاله به این صورت است که باید کلیه اماکن و محله ها پایش، کنترل، ممیزی و مساحی شده و وضعیت انشعابات آب (در صورت وجود) مشخص شده و یک سیستم کدگذاری صحیح اعمال شود و کلیه کنتورهای معیوب، معکوس و غیره همچنین انشعابات غیر فنی و غیر اصولی اصلاح شوند و در مورد لوله های اصلی و فرعی موجود در کوچه ها و خیابانها نیز پس از بازدید محلی و تهیه نقشه های به هنگام و فشارسنجی و انتقال نتایج فشارسنجی بر روی نقشه کدگذاری شده شبکه و رسم نقشه فشار و مشخص نمودن محدوده های فشاری متفاوت، نسبت به تحلیل هیدرولیکی شبکه توزیع و تعدیل فشار و نیز اصلاحات مربوط به شبکه توزیع آب اقدامات لازم صورت گیرد.

۷- مراجع

۱. سازمان برنامه و بودجه، (۱۳۷۴) "ضوابط و معیارهای، طرح و محاسبه مخازن آب زمینی، نشریه شماره ۱۲۳"، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، سازمان برنامه و بودجه، تهران، ایران.
۲. منزوی، م.ت.، (۱۳۸۰) "آبرسانی شهری"، ۱۱۱-۲۰۷، انتشارات دانشگاه تهران، ایران.
۳. وزارت نیرو، (۱۳۹۲) "استانداردهای فنی، مهندسی، اجتماعی و زیست محیطی برق و انرژی"، سایت وزارت نیرو.
۴. وزارت نیرو، معاونت امور آب و آبفا، (۱۳۹۰) "دستور العمل بهره برداری از مخازن آب، بازنگری اول"، انتشارات شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، تهران، ایران.
۵. وزارت نیرو، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، (۱۳۸۶) "آئین نامه عملیاتی و شرایط عمومی شرکتهای آب و فاضلاب"، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، تهران، ایران.

6. Mays., L.W. (1985.), "Reliability Analysis of water Distribution Systems", American Society of civil Engineers , New York, USA.
7. Zappe , R.W., (1974) "Valve selection Hand book ,3rd ed", Gulf publishing company Houston , Texas.
8. Sanks , R. L. , (2009) "Pumping station Design", Butter Worth - Heinemann , stoneham , Massachusetts