



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران
دانشگاه تهران، تهران
۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



12070-NWWCE

تعیین کمی پارامترهای آب بدون درآمد، در راستای کسب درآمد پایدار در شرکت‌های آبفای شهری و روستایی (مطالعه موردی زون ۴ شهر ایلام)

داراب بیرنوندی^۱، علی عباس افشاریان^{۲*}، حمید رضا لطفی زاده^۳، کریم شیرینی^۴

۱-مدیرعامل شرکت آبفا شهری ایلام

۲-مشاور مدیرعامل و مدیر دفتر تحقیقات شرکت آبفا شهری ایلام

۳-مدیرعامل مهندسین مشاور آریو بهین طرح

۴-بازنشته آبفا شهری

*ali_afshar49@yahoo.com

خلاصه

آب بدون درآمد در شبکه‌های توزیع آب شرب شهری و روستایی به دلیل قیمت تمام شده تأمین، انتقال، تصفیه و توزیع آب و از طرفی چالش تأمین آب شرب به دلیل محدودیت‌های کیفی یکی از موارد مهم در مدیریت عرضه آب شرب به حساب می‌آید در این راستا عملیات میدانی پیمایش شبکه زون ۴ شهر ایلام انجام گردید که بعد از فوکوس گذاری توسط دستگاه ژئوفون ۱۲ نقطه نشت پیدا شد که حدود ۱۲/۸۵ لیتر در ثانیه میزان دبی اندازه گیری شده بود. همچنین کنتور آب از مهم ترین قسمت های انشعاب خانگی بوده که عملکرد و کارایی آن تأثیر مستقیم بر درآمد شرکت های آب و فاضلاب دارد. جهت بدست آوردن خطای کنتورها، کنتورهای جدید تست شده کلاس C با کنتورهای قدیم به صورت سری نصب گردید و خطاهای قرائت کنتورهای قدیمی و درآمد حاصل از خطای کنتورها محاسبه شد. نتایج مربوطه با توجه به محاسبات بازدهی اقتصادی نشان داد که کنتورهای آب مشترکین بالاترین وزن را نسبت به پارامترهای دیگر آب بدون درآمد به خود اختصاص می‌دهند همچنین در این بررسی مشخص گردید که بالاترین بازدهی مربوط به تعویض کنتورهای با عمر بالای ۱۰ سال می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آب بدون درآمد، تلفات آب، خطای کنتور آب خانگی، درآمد

۱. مقدمه

کمبود آب در ایران به طور عمومی و خشکسالی به صورت خاص از جمله مباحث مطرح، در بحران آب می‌باشد. آمار و اطلاعات نشان می‌دهد که کشور ما در معرض پدیده خشکسالی مستمر می‌باشد. آب و رقابت جهت سیطره بر منابع محدود آن، یکی از مهم ترین حوزه های چالش برانگیز هزاره سوم خواهد بود. رشد جمعیت، توسعه صنعتی و اجتماعی و تغییرات آب و هوایی هر یک از سویی منابع محدود آب سالم را تحت فشار قرار داده اند. آب سالم هرگز کالای بی بهایی نبوده، اما تصور خطرناک فراوان انگاری آب، موجب گردیده است که بسیاری از مردم جهان بر اثر عدم توجه کافی به مدیریت صحیح تولید و مصرف به مرزهای بحران آب برسند. بحران آب زودتر از اغلب کشورهای جهان دامن گیر کشور خشک ایران شده است. کم آبی چند ساله اخیر اگرچه در نگاه بسیاری امری گذرا تلقی می‌شود، ولی در حقیقت می‌توان آن را پیش قراول بحران گسترده آب دانست که در صورت عدم برنامه ریزی منسجم بدون شک لطمات جبران ناپذیری را بر پیکره نیمه بیمار اقتصاد کشور وارد خواهد ساخت. مدیریت آب شهری دهه های متمادی است که با مشکل تلفات مواجه است، رشد سریع شهرها، افزایش جمعیت، افزایش تقاضای آب در کاربری های شرب، صنعت و کشاورزی منجر به کاهش آب در دسترس خصوصاً در مناطق شهری شده است. سازمان ملل متحد در سال ۲۰۱۴ اعلام کرد در بخش شهری تقاضای آب برای مصارف

خانگی افزایش خواهد یافت اما تخمین زده می شود این رشد در صنعت و تولید انرژی بیشتر باشد [۱]. آب بدون درآمد به دو بخش تلفات ظاهری و واقعی تقسیم می شود. تلفات ظاهری، آب مصرف شده ای است که به دلیل انشعابات غیرمجاز، خطای انسانی، ابزار اندازه گیری و یا خطای مدیریت و راهبری سیستم دقیقاً اندازه گیری نشده و هزینه آن به وسیله شرکت های آب و فاضلاب وصول نشده است. تلفات واقعی ناشی از فرار فیزیکی آب از شبکه توزیع و انشعابات مشترکان است. در این مورد علاوه بر اینکه شرکت های آب و فاضلاب پولی به ازای آب تلف شده بدست نمی آورند، بلکه برای جبران این کمبود باید سرمایه گذاری مجددی برای استحصال منابع آب مورد نیاز انجام دهند. تلفات واقعی به دو دسته نشت مرئی یا شکستگی های گزارش شده و نشت نامرئی شامل نشت زمینه و شکستگی های گزارش نشده تقسیم می شود [۲]. تلفات فیزیکی و ظاهری آب و به عبارت دیگر آب بدون درآمد در سیستم تولید، انتقال و توزیع آب پاشنه آشیل شرکت های آبفا می باشد. واضح است که کاهش آب بدون درآمد در کشور ایران که دارای منابع محدود آب از لحاظ کمی و کیفی می باشد دارای اهمیت فراوان است. ایران با میانگین بارش سالانه ۲۴۰ میلی متر در مقایسه با میانگین بارش جهانی که در حدود سه برابر این مقدار است کشوری خشک محسوب می گردد. از این رو اهتمام هر چه بیشتر به امر استفاده بهینه از آب و جلوگیری از اتلاف آن باید از مهم ترین رویکردهای ملی در سالیان آینده باشد و امید است که این مهم توسط تمامی طبقات مدیریتی جامعه، مورد توجه شایسته قرار گیرد. عدم مدیریت عرضه و تقاضای آب چه در ابعاد ملی و چه از نقطه نظر مسائل مالی شرکت های آب و فاضلاب زیان عظیمی را بر پیکره اقتصادی سیستم وارد می کند علاوه بر این موجب آسیب دیدن تاسیسات شهری و اماکن مجاور می گردد. با اصلاح و ترمیم تاسیسات موجود و کاهش میزان آب بدون درآمد، نه تنها تلفات و ... کاهش می یابد بلکه عمر مفید تاسیسات افزایش یافته و کیفیت بهره برداری از سرمایه های ملی ارتقا می یابد. بیشترین مصرف سرانه آب شرب به دلیل تغییر عادات زندگی در ارتباط با بهبود کیفیت زندگی در کشورهای در حال توسعه مشاهده می شود [۳]. حدود ۲۹ میلیارد متر مکعب آب تهیه شده هر سال در قاره آسیا هدر می رود که هزینه ای در حدود ۹ میلیارد دلار برای آن برآورد شده است [۴].

نتایج طرح های کاهش آب بدون درآمد شهرهای مختلف در آسیا به همراه استراتژی های کلیدی افزایش ظرفیت تولید و توسعه شبکه ها در گزارش بانک توسعه اسلامی گردآوری شده است. با وجود آن حذف تمام آب بدون درآمد امکان پذیر است، اما کاهش آب بدون درآمد به نصف سطح کنونی خود در کشور های در حال توسعه واقع بینانه تر به نظر می رسد این کاهش به واسطه افزایش درآمد و کاهش هزینه هدر رفت می تواند درآمدی بیشتر از ۲/۹ بیلیون دلار در هر سال برای بخش آب تولید کند [۵].

تعداد حوادث و میزان نشت از شبکه های توزیع آب، ارتباط مستقیمی با مقدار فشار آب در شبکه دارد. به همین دلیل اندازه گیری و کنترل فشار هیدرولیکی موجود در شبکه های آب شهری می تواند عامل موثری در سنجش وضعیت شبکه توزیع و کاهش حوادث آن باشد [۶]. شبکه بین المللی تعیین معیارهای آب بهداشتی در پایگاه داده بانک جهانی عملکرد بیش از ۹۰۰ شرکت تأمین و توزیع آب را در ۴۴ کشور در حال توسعه را بررسی کرد میزان متوسط آب بدون درآمد در این بررسی ۳۵ درصد عنوان شده است [۷].

شرکت های آب و فاضلاب بعنوان سازمان های اقتصادی مستقل ناچارند علاوه بر ارائه خدمات مطلوب، عملکردی سودآور داشته باشند تا بتوانند از پتانسیل و بنیه مناسب برای تحمل چالش های پیش رو برخوردار گردند. مساله آب بدون درآمد، یکی از مهم ترین مسائل تهدید کننده ثبات اقتصادی شرکت های تأمین کننده خدمات آب شهری در سراسر دنیا است که با توجه به شرایط اقلیمی خاص ایران اهمیتی دو چندان می یابد. با توجه به اهمیت موضوع و لزوم ایجاد درآمد پایدار، در این پژوهش سعی شده زون ۴ شهر ایلام بررسی و مورد مطالعه قرار گیرد.

۲. مواد و روش ها

آب بدون درآمد یا آب به حساب نیامده که در زبان انگلیسی Non-Revenue Water یا Unaccounted For Water خوانده می شود، امروزه یکی از اساسی ترین معضلات شرکت های تأمین کننده خدمات تولید و توزیع آب در سراسر دنیا می باشد. نشت از شبکه های آب در سیستم تولید، انتقال و توزیع به عنوان یکی از پارامترها پیش از آنکه در اختیار مشترکین و مصرف کنندگان قرار بگیرد از سیستم خارج و بدون ارزش افزوده و در عین حال پس از انجام سرمایه گذاری از دست خارج می شود سهم تلفات فیزیکی در کل آب به حساب نیامده بسته به شرایط سیستم، متغیر است و تعیین دقیق آن جز با مطالعه کل سیستم امکان پذیر نیست ولی معمولاً در دوران بهره برداری با افزایش عمر تاسیسات بر میزان سهم تلفات فیزیکی افزوده می شود. علاوه بر این نشت آب موجب آسیب دیدن تاسیسات شهری و اماکن مجاور می گردد و محل شکستگی در ساعات کم فشار و یا در نقاط

خاص شبکه به مدخل گل و لای و میکروپها بدل می شود. با اصلاح و ترمیم تأسیسات موجود و کاهش میزان نشت نه تنها تلفات کاهش می یابد، بلکه عمر مفید تأسیسات افزایش یافته، و کیفیت بهره برداری از سرمایه های ملی ارتقاء می یابد.

بطور کلی تلفات فیزیکی آب را میتوان به سه بخش تقسیم نمود:

الف- نشت نامرئی از شبکه توزیع و انشعابات

ب- نشت مرئی ناشی از حوادث و اتفاقات

ج- نشت از مخازن، شیرآلات و پمپها و سرریز از مخازن

سهام نسبی هریک از موارد فوق بستگی به وضعیت هیدرولیکی شبکه، نوع مصالح و کیفیت اجزاء، قدمت شبکه، فشار و عواملی از این دست دارد. در این تحقیق زون ۴ شهر ایلام به شرح ذیل مورد بررسی قرار گرفته است.

۱- عملیات میدانی پایش شبکه توزیع آب

۲- فوکوس گذاری شبکه

۳- نصب لاگرها

۴- شناسایی محدوده های مشکوک به نشت

۵- عملیات نقطه یابی محل نشت

۶- نصب کنتورهای کلاس C

۷- تجزیه و تحلیل اقتصادی

تعیین دقیق محل نشت، صرف نظر از تفاوت تجهیزات مورد استفاده، اغلب به روش صوتی انجام می گیرد، به این صورت که صدای حاصل از نشت آب مستقیماً یا پس از تحلیل های علمی، کارشناسان را به محل نشت راهنمایی می کند. پروژه مذکور با عملیات پیمایش آغاز گشت. پس از تعیین وضعیت شبکه عملیات پیمایش و فوکوس گذاری در روی شبکه انجام شد. پس از آماده سازی شبکه، با نصب لاگرای دستگاه محدوده یاب فوکوس محدوده های مشکوک به نشت مشخص شدند و در نهایت نیز در مناطق فوکوس گذاری شده توسط کرویتور یورکا عملیات نقطه یابی نشت انجام پذیرفت. برای تعیین تلفات فیزیکی از انجام اندازه گیری حداقل جریان شبانه Minimum Night Flow (MNF) استفاده گردید. مقدار نشت با کسر کردن مصارف شبانه از حداقل جریان شبانه (MNF) محاسبه می گردد. حداقل جریان معمولاً در ساعات نیمه شب و ساعات نخستین بامداد (۱۲ شب الی ۵ صبح) مشاهده می گردد. سایر اجزاء جریان شبانه عبارتند از: مصارف مقطعی مشترکین، مصارف مداوم مشترکین (مصرف هنگام پر کردن استخر یا مخازن آپارتمانها یا باز ماندن یک شیر و یا مصرف مصرف کنندگان عمده) و نشت آب در لوله کشی داخلی ساختمانها.

پس از اندازه گیری حداقل جریان شبانه با انجام آزمایش پلکانی Step Testing سعی می شود با مانور و بستن شیرآلاتی که آب را به یک منطقه خاص وارد می کنند جریان آب مناطق مختلف در پایلوت قطع و میزان حداقل جریان شبانه مجدداً کنترل شود. در صورتیکه تغییر عمده ای در میزان جریان حداقل شبانه مشاهده گردد مؤید وجود نشت قابل ملاحظه در منطقه ای که جریان آن قطع شده است، می باشد. با انجام عملیات Step Testing مناطقی از ایزوله اصلی که بیشتر از دیگر مناطق مظنون به نشت می باشند بعنوان اولویت های عملیات نشت یابی شناسایی و انتخاب می گردند. پس از تعیین اولویت بندی مناطق مشکوک به نشت، عملیات نشت یابی بوسیله دستگاههای محدوده یاب (نویز لاگر) انجام گردید. این دستگاهها که بر روی شیرآلات واقع در شبکه نصب می گردند. صدای دریافتی از داخل خطوط لوله را دریافت و ذخیره می نمایند. این عملیات نیز که در هنگام نیمه شب صورت می پذیرد خطوط لوله مشکوک به نشت در مناطق مختلف را مشخص می کنند. در ابتدای کار نقشه اولیه شبکه بصورت فایل DWG تهیه گردید (شکل ۱). لازم بذکر است تعیین قطر لوله ها و وضعیت شیرآلات جهت محدوده یابی و نقطه یابی نشت امری بسیار ضروری می باشد که با دقت نیز انجام پذیرفت.

۲-۱- محدوده یابی نشت بوسیله دستگاه فوکوس

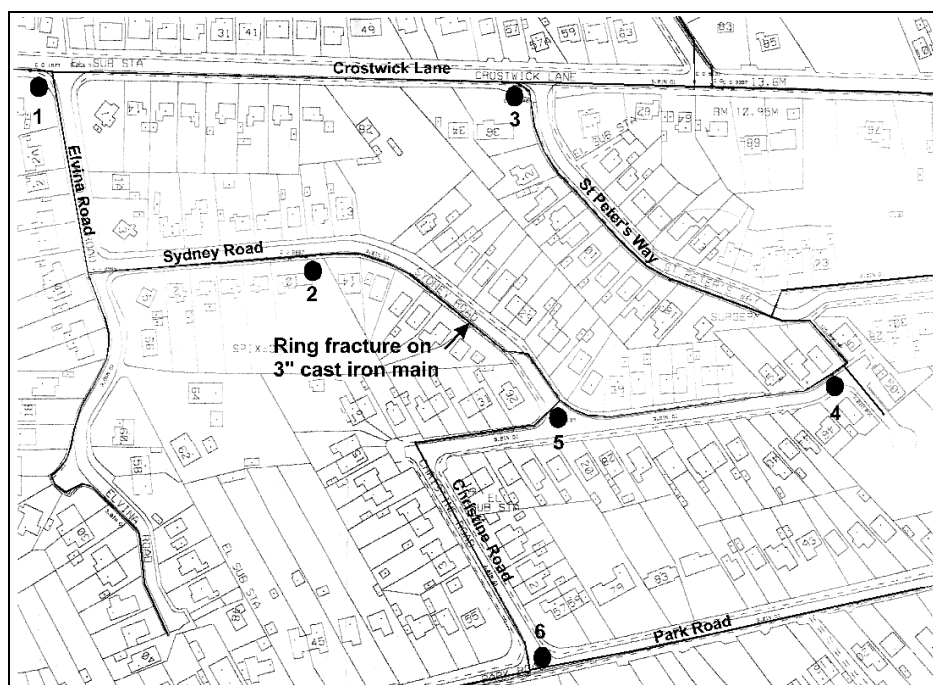
۲-۱-۱- آشنایی با دستگاه محدوده یاب نشت فوکوس [۸]

اساس کار نویز لاگرها چنین است که صدا با فواصل زمانی یک ثانیه و بمدت دو ساعت (یا دوره زمانی دیگری کمتر از دو ساعت که توسط کاربر تعیین می شود) و معمولاً در طول شب، هنگامی که صداهای مزاحم به حداقل می رسند ضبط می شود. حاصل این عمل مجموعه ای از هزاران داده خواهد بود و تحلیل آماری این داده ها از نقطه نظر تواتر یا بسامد وقوع، نتایج ارزشمندی را برای درک وضعیت صدای موجود ارائه خواهد کرد. بلندی یا شدت صدا

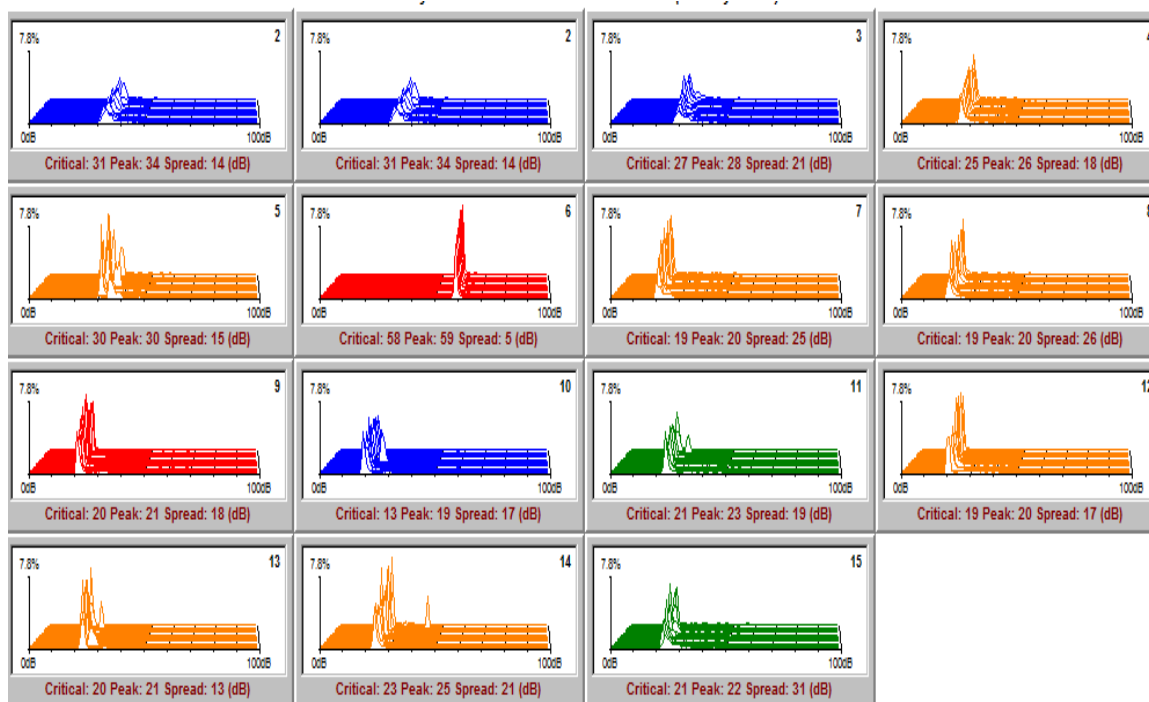
بدلیل اثرات اتفاقی نظیر ترافیک ممکن است برای لحظاتی تغییر کند ولی صدای پایا و ادامه دار نشت بصورت یک پس زمینه صوتی بدون تغییر، باقی می ماند.

حساسیت بسیار بالای این دستگاه موجب کارایی مناسب آن در موقعیت های دشوار نظیر لوله های پلاستیکی گردیده است. به دلیل اندازه بسیار کوچک و قابلیت غوطه وری در آب می توان این دستگاه را در هر حوضچه ای حتی اگر پر از آب باشد، قرار داد. همچنین بدلیل امکان ذخیره سازی و مقایسه نتایج می توان هر گونه تغییر در شدت صدا را در طول ماههای متوالی مورد ارزیابی قرار داد. دستگاه Phocus در سطح شبکه توزیع شده و از طریق نصب درون حوضچه شیرآلات قادر است از صدای منتشر شده بر روی شبکه، در نقاط مختلف نمونه برداری کرده و اطلاعات بسیار ارزشمندی را که در قدم بعدی و با استفاده از تحلیل آماری داده ها به تشخیص خطر وجود نشت منجر می شود، جمع آوری نماید (شکل ۲).

دستگاه Phocus2 قادر است با استفاده از توان تحلیل داخلی هوشمند، بدون تخلیه و فرآوری اطلاعات در کامپیوتر و بدون دخالت کاربر نتایج ثبت شده را بررسی نموده و در محل سایت گزارشی از میزان احتمال وجود نشت و شدت نشت احتمالی ارائه نماید. این قابلیت منحصر به فرد باعث افزایش دقت و سرعت عملیات شده و ظرفیت عملیاتی هر Phocus2 را به بیش از دو هزار کیلومتر پیمایش شبکه در سال افزایش می دهد.



شکل ۱- نقشه زون ۴ شهر ایلام



شکل ۲- نمونه ای از گرافهای دستگاه فوکوس که در شهر ایلام (زون شماره ۴) نصب شده است.

۲-۱-۲- قطعیابی نشت بوسیله دستگاه ژئوفون

عملیات نشت یابی با استفاده از ژئوفون زمینی در محدوده زون ۴ صورت گرفت. ژئوفون ساخت شرکت SEBA KMT یکی از پیشرفته ترین ژئوفون های موجود در دنیا است که قابلیت ثبت را با دقت بالایی دارد. بعد از تخلیه اطلاعات از روی فوکوس مشخص گردید که ایستگاه هایی که نویز داشتند روی خطوط آنها تغییراتی از صوت وجود داشت، که باید توسط ژئوفون تست و نتیجه اعلام می گردید. در این کار تعداد ۱۵ نقطه مشخص گردید. که از این ۱۵ نقطه یک نقطه توسط اکیب حوادث حفاری شده بود و یک نقطه هم مربوط به نشت داخلی بوده و یکی دیگر از نقاط در روی چهارراه امام حسین مربوط به نیمه باز بودن یکی از شیر خط های آن منطقه بود که به محض تست کردن و قبل از حفاری از لیست اجرای کار حذف شدند. بنابراین ۱۲ نقطه نشت حفاری گردید که آدرس این نقاط به شرح جدول شماره ۱ می باشد.

جدول ۱- میزان نشت های نامرئی شناسایی شده در زون ۴ شهر ایلام

شماره نشت	نشانی	میزان تلفات براساس اندازه گیری ها (لیتر بر ثانیه)
۱	خیابان ۲۲ بهمن کوچه پست شهید قندی	۱/۴
۲	خیابان واسطی کوچه مروارید	۰/۷
۳	خیابان عبداللهی پور بن بست اول	۰/۴
۴	خیابان رسالت کوچه رسالت ۱۴	۰/۴
۵	خیابان سعدی کوچه ابو قداره	۰/۴
۶	خیابان سعدی پشت بیمارستان امام	۱/۳
۷	پشت مسجد صاحب الزمان	۰/۷

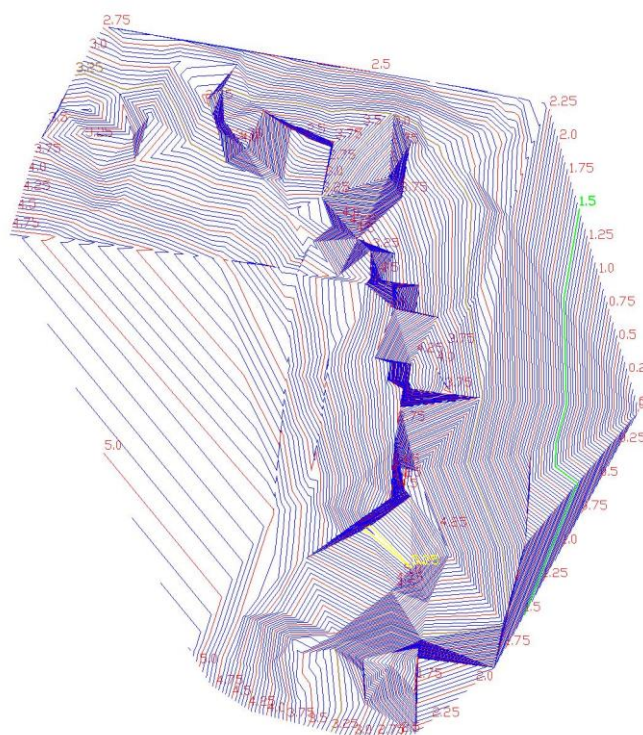
شماره نشت	نشانی	میزان تلفات براساس اندازه گیری ها (لیتر بر ثانیه)
۸	فردوسی کوچه عبدالحسنی	۰/۴۵
۹	خیابان ۲۴ متری کوچه پیرانی	۰/۴۵
۱۰	خیابان عبداللہی پور کوچه قیصر مومنی	۰/۳۵
۱۱	خیابان امیر المومنین روبروی دفتر مشاور	۰/۳
۱۲	خیابان سعدی پشت بیمارستان امام	۶
جمع کل		۱۲/۸۵ لیتر بر ثانیه

۳. نتایج و بحث

عملیات نشت یابی در پایلوت زون ۴ قبل از سال ۹۴ صورت گرفت و تعداد ۱۲ نقطه نشت حفاری و مرمت گردید. در این راستا یک فشار سنجی کلی از شبکه انجام گردید تا وضعیت شبکه موجود به لحاظ فشار در ساعات اوج مصرف مشخص شود. بنابراین سعی گردید تا مخازن در ساعات شب بسته نشود و همگی جهت بررسی دقیق شبانه باز بماند. بنابراین تعداد ۸ عدد دیتالاگر فشار به صورت ۲۴ ساعت در روی شبکه نصب گردیدند.

۳-۱- رسم خطوط هم فشار

در رسم خطوط هم فشار پایلوت شهر ایلام (شکل ۳) از ترکیب قابلیت های نرم افزار surfer و Arcviwe GIS استفاده شده است تا نقشه ای دقیق تر و مطلوب تر تهیه شود. تابع استفاده شده در رسم منحنی های شهر ایلام kriging می باشد که توسط شرکت آمریکایی Golden Software به جهت کاربردهای عمومی توصیه شده است.



شکل ۳- نقاط هم فشار زون ۴ شبکه توزیع آب ایلام

۳-۲- تفسیر نتایج فشار سنجی

تعداد حوادث و میزان نشت از شبکه های توزیع آب ارتباط مستقیمی با مقدار فشار آب در شبکه دارد. به همین دلیل اندازه گیری و کنترل فشار هیدرولیکی موجود در شبکه های توزیع آب شهری می تواند فاکتور مؤثری در سنجش وضعیت شبکه توزیع و کاهش حوادث آن باشد. طبق استاندارد ایران (نشریه ۳-۱۱۷ دفتر فنی سازمان مدیریت و برنامه ریزی) در شرایط نرمال، حداقل و حداکثر مقدار فشار در شبکه های توزیع آب برابر ۲۰ تا ۵۰ متر (۲ تا ۵ اتمسفر) تعریف شده است [۹]. معمولاً با توجه به بروز برخی نقایص و یا نقاط ضعف در طراحی، اجرا و یا بهره برداری شبکه های توزیع آب، مقدار فشار از محدوده مقادیر توصیه شده استاندارد تجاوز می نماید. بنابراین برای بهره برداری بهینه از شبکه توزیع آب، پایش (مانیتورینگ) مداوم مقادیر فشار در شبکه ضروری می باشد. با توجه به وجود ارتباط مستقیم میان فشار و برخی پارامترهای مهم از قبیل مصرف و یا نشت در شبکه، با انجام عملیات فشار سنجی و کنترل مداوم فشار می توان امکان بررسی این فاکتورها را فراهم نمود. جهت تعیین فشار در شبکه می توان از اندازه گیری و همچنین مدل های تحلیل هیدرولیکی استفاده کرد (که این دو مکمل یکدیگر نیز می باشند). از داده های فشارسنجی در برخی نقاط خاص جهت کالیبراسیون مدل و انجام تحلیل هیدرولیکی استفاده شده و از این طریق می توان به مقادیر فشار در تمام نقاط شبکه پی برد. پس از معلوم نمودن مقادیر فشار در نقاط مختلف شبکه توزیع در صورتی که مقادیر فشار اندازه گیری شده از حداقل یا حداکثر فشار مجاز استاندارد تجاوز نماید، باید با انجام مدیریت فشار نسبت به تعدیل فشار اقدام نمود. نتایج مدیریت فشار را می توان به شرح زیر برشمرد:

❖ کاهش نشت و در نتیجه حفظ منابع آب و کاهش هزینه های مربوط به سرمایه گذاری مجدد

❖ کاهش مصارف کنترل نشده مرتبط با فشار (مانند آبیاری فضای سبز)

❖ کاهش تناوب ترکیدگیها (حوادث) و خرابی ها و خسارات ناشی از آن

❖ ایجاد سرویسی با ثبات برای مشترکین

مرحله دوم فشار سنجی ۸ نقطه بر اساس جدول ۲ به آدرس های زیر انجام شد و در نهایت نقشه های مربوطه رسم شده است:

جدول ۲- نمونه فشارسنجی نقاطی از شهر ایلام

ردیف	نام خیابان - فشارهای ثبت شده	حداقل فشار	حداکثر فشار	فشار میانگین
۱	مسجد جامع روبروی پارک کودک	۸	۳۲	۱۹
۲	خیابان نواب جنب مسجد حائری	۹	۲۹	۱۶
۳	بلوار امام جنب مسجد رسول الله (ص)	۴	۲۶	۱۴
۴	خیابان پاسداران کوچه اسدی	۹	۴۲	۲۱
۵	ک شوهانی منزل آقای پرتو	۶	۳۸	۲۱
۶	پشت مسجد صاحب الزمان کوچه فضل	۷	۴۸	۲۲
۷	خیابان حیدری کوچه دامپزشکی	۶	۴۸	۲۱

نتایج فوق حاکی از این است که کل مجموعه فشارسنجی در شبکه آب ایلام در زون ۴ دارای یک ناهماهنگی در شبکه توزیع می باشد. این جواب به این معنی است که اگرچه شبکه به لحاظ توزیع فشاری در طول حداقل جریان شبانه مناسب است اما در زمان مصرف شبکه دارای یک عدم تعادل در توزیع می باشد که باعث افت شدید فشار در اکثر نقاط خواهد شد. که نشت زیادی ندارند اما عوامل مختلف دیگری در افت فشار در شبکه دخیل هستند که می توان در زیر به آنها اشاره نمود:

۱- تعداد مشترکین که در زمان مصرف استفاده می کنند متناسب با لوله گذاری و طراحی شبکه نمی باشد.

۲- جریان از یک یا چند نقطه شبکه خروجی دارد



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

بنابراین لازم است تمام این مراحل به صورت دقیق بررسی گردد.

۳-۳- بررسی دقت کنتورهای آب مشترکین

پس از پایان عملیات نشت یابی فیزیکی شبکه آب شهر ایلام و انجام محاسبات ذیل

- تولید آب: دبی ورودی به مخزن زون ۴ برابر با ۲۲۰ لیتر بر ثانیه با توجه به وجود کنتور آلتراسونیک در ورودی مخزن ۲۰۰ تا ۲۴۰ (lit/s) در فصول مختلف و در ساعات مختلف شبانه روز می باشد.

- مصرف آب:

۱. دبی متوسط فروش آب طبق آمار امور مشترکین: بطور متوسط ۱۱۰ (lit/s)

۲. دبی مصرفی فضای سبز شهرداری در زون ۴: حدود ۴ (lit/s)

۳. دبی انشعابات غیرمجاز با توجه به پایش حدود ۱۶۰۰ مشترک: ۶ درصد غیرمجاز داشتیم که دارای کنتور مجاز بوده ولی در عین حال انشعاب غیرمجاز هم داشتند، معادل ۶ (lit/s)

۴. دبی نشت فیزیکی که عملاً اندازه گیری شد: تقریباً ۱۳ (lit/s)

جمع دبی مصرفی (lit/s) $110 + 4 + 6 + 13 = 133$

دبی تولید (lit/s) ۲۲۰

اختلاف (lit/s) ۸۷

درصد اختلاف حدود ۳۸ درصد فروش

با توجه به محاسبات فوق این نتیجه حاصل می شود که تست کنتورهای آب مد نظر قرار گیرد. در این راستا با نصب کنتورهای کلاس C تست شده جدید در مسیر انشعاب مشترکین بصورت سری با کنتورهای قدیمی در بازه های زمانی مختلف شرایط واقعی را مدل و قرائت هر دو کنتور را انجام و تفاوت اندازه گیری را ثبت نموده، در این بین با اعداد بسیار بالایی در بخش خطای کنتور مواجه شدیم و به ازای هر سال که از نصب کنتور گذشته ما شاهد خطای حدود ۴ تا ۵ درصد به ازای هر سال عمر کنتور مواجه شدیم، بطوریکه کنتورهایی با عمر بیش از ۲۰ سال عملاً ۱۰ تا ۲۰ درصد جریان عبوری را اندازه گیری می کردند و ما شاهد خطای ۸۰ تا ۹۰ درصدی در ثبت دبی عبوری بودیم.

۳-۴- محاسن روش اندازه گیری میدانی کنتورهای مشترکین

روش اندازه گیری فوق با توجه به اینکه کنتورهای جدید بصورت سری با کنتور قدیمی نصب می شوند لذا کل جریان واقعی عبوری را مدل نموده و شرایطی برای کنتور جدید (کنتور مبنا) ایجاد می نماید که دبی استارت، دبی متوسط و دبی ماکزیمم، در کل شرایط واقعی مصرف مشترک را در یک پایش ۲۴ ساعته و حتی ۱۰ روزه از شرایط مدلسازی می نماید و از خطاهای احتمالی مدل سازی جریان مصون می باشد. در جهت افزایش ضریب اطمینان در مرحله بعد از دو کنتور جدید با دو برند متفاوت و بصورت سری در دو طرف کنتور قدیمی مطابق شکل ۴ نیز استفاده و نتایج قبلی تایید گردید



شکل ۴- نصب کنتورهای جدید و قدیم به صورت سری

با محاسبه عمر متوسط کنتورهای آب موجود از روی پرونده مشترکین که برابر ۸/۳ سال بود و به ازای هر سال ۴ درصد خطا ثبت شد که عملاً اندازه گیری گردید عدد متوسط خطای کنتور به صورت زیر بدست آمد.

عمر متوسط کنتور * درصد خطای سالانه عملکرد = عدد متوسط خطای کنتور

$$۸,۳ * ۴ = ۳۳\%$$

نکته جالب در این امر حاصل شدن خطای ۳۸ درصدی در کار میدانی اول بوده که بسیار نزدیک به درصد خطای محاسبه شده در مرحله دوم یعنی ۳۳ درصد می باشد.

جدول ۳- محاسبه میزان ضرر و زیان مالی حاصل شده از خطای کنتورهای موجود مشترکین خانگی

ردیف	تعداد مشترکین منطقه مورد مطالعه (فقره)	متوسط مصرف ماهیانه (متر مکعب)	متوسط قیمت فروش هر متر مکعب (ریال)	درصد خطا کنتور	۷۰ درصد دفع فاضلاب	رقم ریالی بدون دفع فاضلاب سالیانه (میلیارد ریال)	رقم ریالی با احتساب دفع فاضلاب سالیانه (میلیارد ریال)
۱	۵۵۴۱۲	۱۸	۳۹۸۰	۳۳	۴۵۸۰	۱۵/۷	۳۰/۷

جدول ۴- محاسبه میزان ضرر و زیان مالی حاصل شده از خطای کنتورهای موجود مشترکین غیر خانگی

ردیف	تعداد مشترکین منطقه مورد مطالعه (فقره)	متوسط مصرف ماهیانه (متر مکعب)	متوسط قیمت فروش هر متر مکعب (ریال)	درصد خطا کنتور	۷۰ درصد دفع فاضلاب	رقم ریالی بدون دفع فاضلاب سالیانه (میلیارد ریال)
۱	۹۱۵۰	۱۰	۱۴۰۰۰	۳۳	-	۵

در صورت کنترل و رفع خطای محاسبه شده طی این پروژه مطالعاتی، سالانه رقمی بالغ بر ۳۵ میلیارد ریال افزایش درآمد حاصل خواهد شد.

جدول ۵- مدل مالی سرمایه گذاری - ارقام به (میلیارد ریال)

درآمد خالص با احتساب حق الزحمه دفع فاضلاب	درآمد خالص	مجموع درآمد سالیانه	سال	درآمد	سرمایه گذاری با احتساب سود بانکی ۱۵ درصد	سرمایه گذاری اولیه	تعداد کنسور تعویضی	عمر کنسور تعویضی
۱۹	۱۱/۱۶	۱۹/۱۶	اول	۴/۱۶	۸	۶/۸۷	۶۸۷۳	۱۵ تا ۲۵ سال، خطا متوسط ۸۰ درصد، عمر متوسط ۲۰ سال
			دوم	۳/۹۹				
			سوم	۳/۸۳				
			چهارم	۳/۶۸				
			پنجم	۳/۵				
۳۴	۲۰/۱	۴۶	اول	۹/۹۸	۲۵/۸۵	۲۲/۳۷	۲۲۳۷۷	۱۰ تا ۲۵ سال، خطا متوسط ۵۹ درصد، عمر متوسط ۱۴/۸ سال
			دوم	۹/۵۸				
			سوم	۹/۲				
			چهارم	۸/۸۳				
			پنجم	۸/۴۵				
۲۹/۴	۱۷/۳۱	۶۵/۹۱	اول	۱۴/۳	۴۸/۶	۴۲/۰۲	۴۲۰۲۴	۵ تا ۲۵ سال، خطا متوسط ۴۵ درصد، عمر متوسط ۱۱/۴ سال
			دوم	۱۳/۷				
			سوم	۱۳/۱۷				
			چهارم	۱۲/۶				
			پنجم	۱۲/۱۴				
۱	۰/۶	۷۳/۶	اول	۱۶	۷۴/۲	۶۴/۱۸	۶۴۱۸۰	۰ تا ۲۵ سال، خطا متوسط ۳۳ درصد، عمر متوسط ۸/۳ سال
			دوم	۱۵/۳				
			سوم	۱۴/۶۸				
			چهارم	۱۴/۱				
			پنجم	۱۳/۵				

جدول ۶- مدل طراحی شده بالاترین بازدهی اقتصادی مربوط به تعویض کنتورهای با عمر بالای ۱۰ سال ارقام به (میلیارد ریال)

عمر کنتور تعویضی	تعداد کنتور تعویضی	سرمایه گذاری اولیه	سرمایه گذاری با احتساب سود بانکی ۱۵ درصد (سالانه)	مجموع درآمد سالانه	درآمد خالص ۵ ساله	درآمد خالص با احتساب حق الزحمه دفع فاضلاب
۱۰ تا ۲۵ سال، خطا متوسط ۵۹ درصد، عمر متوسط ۱۴/۸ سال	۲۲۳۷۷	۲۲/۳۷	۲۵/۸۵	۴۶	۲۰/۱	۳۴

۴. نتیجه گیری

با توجه به محاسبات فوق به این نتیجه رسیدیم که پارامتر کنتور خانگی نسبت به سایر پارامترهای آب بدون درآمد در شبکه آب ایلام بالاترین وزن یعنی حدود ۳۳ درصد را به خود اختصاص داده است لذا تست کنتور را انجام داده که در این راستا با نصب کنتورهای کلاس C و با دقت مناسب و با قرار دادن یک کنتور نو در مسیر انشعاب مشترکین بصورت سری در بازه های زمانی مختلف قرائت دو کنتور را انجام و تفاوت اندازه گیری را ثبت کردیم که در این بین به اعداد بسیار بالایی در بخش خطای کنتور مواجه شدیم بطوریکه به ازای هر سال که از نصب کنتور گذشته ما شاهد خطای حدود ۴ تا ۵ درصد به ازای هر سال عمر کنتور مواجه شدیم بطوریکه کنتورهای با عمر بیش از ۲۰ سال عملاً ۱۰ تا ۲۰ درصد جریان عبوری را اندازه گیری می کردند و ما شاهد خطای ۸۰ تا ۹۰ درصدی در ثبت دبی عبوری بودیم. همچنین روش اندازه گیری میدانی کنتورهای مشترکین که به صورت سری با کنتورهای قدیمی می باشد دارای این مزیت است که کل جریان واقعی عبوری را مدل می نماید. همچنین مدل طراحی شده بالاترین بازدهی مربوط به تعویض کنتورهای با عمر بالای ۱۰ سال می باشد، که بایستی در اولویت تعویض قرار گیرند.

۵. قدر دانی

بدین وسیله از مدیریت و پرسنل آبفای شهر ایلام و مهندسین مشاور آریو بهین طرح که در پایش میدانی پژوهش همکاری نمودن قدر دانی به عمل می آید.

۶. منابع

1. UN Water,(2014). The united Nations world water development Report 2014,water and energy, UNESCO, Paris, France.
2. Tabesh,M.,(2015). Advanced modeling of water distribution networks, university of Tehran press, Tehran, Iran .
3. Gonzalez-Gomez.,F.Garcia-Rubio,M.A., and Gouardiala,J.(2011). Why is non-revenue water so high in so many cities? Water resources development,27(2):345-360.
4. Froucen dorfer, R., and Limberger,R.(2010).The issues and challenges of reducing non-revenue water. Asian development bank.
5. Tortajada,C. (2010).Water governance : some critical issues, water resources development,26(2):297-307.
6. Colombo, A.F., and karney,B.W.(2005). Impact of leaks on energy consumption in pumped systems with storage. Journal of water resources planning and management,131(2):146-153.
7. The International Benchmarking network for water and sanitation utilities(IBNET).(2015).Available from: <http://www.ib-net.org/>.

۸- بی نام،(۱۳۸۵). "گزارش ارسال لحظه ای پارامترهای هیدرولیکی و کیفی در شبکه های توزیع آب شهری (سایت اندازه گیری و ارسال لحظه ای فشار تبریز و کرچ)". مهندسین مشاور نشت جوی کبیر.

۹- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری و وزارت نیرو(۱۳۹۲). "ضوابط طراحی سامانه های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی (نشریه شماره ۱۱۷-۳ بازنگری اول)". معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، تهران، ایران.