

تأثیر اقدامات صورت گرفته در راستای کاهش هدر رفت ظاهری با رویکرد استفاده از روش های نوین مدیریت توزیع آب در شبکه پایلوت حسین آباد

مینا جمشیدی

شرکت آب و فاضلاب شیراز

Jamshidi23@yahoo.com

محمدحسین مسعودی

شرکت آب و فاضلاب شیراز

m2h2m1357@gmail.com

فرزاد جهانمرد

شرکت آب و فاضلاب شیراز

Fjahanmard@yahoo.com

خلاصه

مقاله حاضر به روشهای نوین مدیریت شبکه های توزیع با شناخت دقیق رفتارهای هیدرولیکی شبکه و تاسیسات آبرسانی در راستای مدیریت بهینه توزیع آب به منظور کاهش آب بدون درآمد و با استفاده از نرم افزارهای تحلیل شبکه پرداخته و به ارائه نتایج اقدامات انجام شده جهت کاهش آب بدون درآمد با تمرکز بر روی مولفه های هدر رفت ظاهری و واقعی در پایلوت انتخابی اشاره می نماید. نتایج این تحقیق نشان می دهد در مناطق با هدررفت بالا با تمرکز بر هدررفت ظاهری می توان با صرف هزینه کم حجم قابل توجهی از آب بدون درآمد را کم کرد. تحلیل های صورت گرفته بوسیله نرم افزار Water gem انجام و جهت داده های ورودی نرم افزار از برنامه های Auto cad و Arc map10 استفاده شده است.

کلمات کلیدی: آب بدون درآمد، مدل هیدرولیکی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، هدررفت

۱- مقدمه

یکی از مشکلات بزرگ شرکت های آب و فاضلاب در جهت مدیریت بهینه شبکه های آبرسانی، عدم شناخت لازم و کافی از رفتارهای هیدرولیکی شبکه در شرایط مختلف بهره برداری و در فصول مختلف سال و همچنین عدم امکان رصد تغییرات هیدرولیکی شبکه با ورود یا خروج از مدار تاسیسات می باشد که عمدتاً به همین دلیل فاقد کارایی و راندمان مناسب هستند و زمینه ساز مشکلات عدیده در بحث بهره برداری و ارائه خدمات خواهند بود. ذکر این نکته ضروری است که افزودن هرگونه تاسیسات به شبکه آبرسانی در واقع ایجاد یک نقطه بحران در شبکه است و منجر به بالا رفتن ریسک بهره برداری از شبکه و هزینه های بهره برداری خواهد شد. لذا شناخت کامل از سیستم آبرسانی و بررسی تاثیرات نصب تاسیسات جدید قبل از نصب و اجرا، علاوه بر کاهش هزینه ها و بهبود کارایی تجهیزات می تواند به کاهش ریسک بهره برداری شبکه منجر گردد و در زمان بهره برداری، شناخت رفتارهای هیدرولیکی شبکه کمک شایانی در مدیریت شبکه، مدیریت فشار و در نتیجه کنترل و کاهش هدررفت و نهایتاً توزیع عادلانه آب و ارائه خدمات مناسب خواهد بود.

به طور کلی تهیه مدل هیدرولیکی شبکه می تواند دستیابی به مدیریت فشار، مدیریت توزیع، مدیریت کنترل کیفی، اولویت بندی اصلاح شبکه، بهینه سازی طرح شبکه، مدیریت انرژی، مدیریت هزینه، مدیریت هدررفت منطبق بر فشار و اصلاح شبکه، کنترل هوشمند شبکه بر پایه Scada، مدیریت اختلاط، مدیریت بهره برداری از تاسیسات و تجهیزات، مدیریت حوادث و اتفاقات، مدیریت مصرف و ... را محقق نماید.

نخستین گام در رسیدن به اهداف فوق ایجاد شبکه توزیع در محیط نرم افزاری می باشد. یکی از ویژگیهای نرم افزار Water gems سهولت ساخت شبکه توزیع در آن است. ساخت شبکه توزیع می تواند از طریق نقشه های اتوکد یا نقشه های Gis صورت پذیرد. البته باید در نظر داشت نقشه های ورودی به نرم افزار بایستی یکسری مشخصات خاص داشته باشند تا بعد از ساخت شبکه حداقل خطا در مدل ساخته شده ایجاد گردد. این مشخصات موضوع این مقاله نبوده و جهت اطلاعات بیشتر بایستی منابع موجود مطالعه گردند. اما با توجه به تجربه ایجاد شده در این مطالعه مشخص گردید اکثر منابع اطلاعاتی موجود شامل نقشه های اتوکد و اطلاعات و نقشه های GIS زیرساخت مناسب جهت ورود صحیح و سریع اطلاعات به برنامه را نداشته و عمدتاً نیاز به بازنگری وجود خواهد داشت. بزرگترین عامل این اشکال نیز عدم آشنایی کارشناسان مربوطه با این زیرساختها می باشد. لذا پیشنهاد می گردد متولیان که شروع به ایجاد نقشه های شبکه و اختصاص اطلاعات توصیفی در محیط GIS کرده اند، جهت تطبیق موارد مورد نیاز نرم افزارهای تحلیلی، از همان ابتدا ملاحظات لازم را در بانکهای اطلاعاتی خود لحاظ نمایند.

در این مقاله شبکه مناطق مورد نظر هم از طریق اتوکد و هم از طریق GIS در محیط نرم افزار ساخته شده است ولی با توجه به قابلیت های بالای نرم افزار GIS و ابزارهایی که نرم افزار تحلیلی در اختیار کاربر قرار می دهد، در صورت کامل بودن اطلاعات GIS استفاده از این نرم افزار پیشنهاد می گردد.

مزایای استفاده از GIS به عنوان منبع اطلاعاتی به شرح زیر است :

- امکانات موجود GIS جهت مدیریت نقشه ها
- ارتباط کامل نرم افزار GIS با نرم افزار تحلیل شبکه با توجه به ابزار موجود (ماژول برنامه)
- امکان تخصیص مصارف واقعی مشترکین
- امکان محاسبه مصارف بر اساس الگوی مصرف
- امکان تخصیص ارتفاع گره ها با استفاده از فایل های DEM
- امکان بارگذاری مشخصات تاسیسات (لوله ها، پمپها، شیرآلات، منابع، کلرژنی و...)
- بروزرسانی سریع با توجه به تغییرات ایجاد شده در شبکه
- دیباگ گیری سریع شبکه با توجه به ابزار GIS

در این مقاله سعی بر این شده است که قابلیت برنامه تحلیلی در شناخت وضعیت موجود شبکه شامل فشار، سرعت جریان، جهت جریان، تغییرات جهت جریان در ساعات مختلف، جانمایی تاسیسات پیشنهادی، تاثیر تاسیسات پیشنهادی، ایجاد تغییرات در نحوه آبرسانی، کمک به انتخاب پمپ مناسب و... در حد قابل بیان و به زبان ساده ارایه گردد. بدیهی است بیان دلایل فنی مورد نظر تحقیق نبوده و مبانی فنی و محاسباتی از منابع موجود قابل دسترسی می باشد.

در این مطالعات ۱۰ منطقه از شهر شیراز مورد بررسی قرار گرفته که در این مقاله به ۱ مورد از آنها و نتایج مطالعات صورت گرفته اشاره می گردد.

۲- شرایط اولیه پروژه

در جدول شماره ۱ مشخصات کلی پیلوت مطرح شده در این مقاله آورده شده است.

جدول شماره ۱: مشخصات کلی پیلوت حسین آباد

منطقه پیلوت	طول شبکه (کیلومتر)	تعداد گره	اختلاف ارتفاع (متر)	تعداد اشتراک	هدف مطالعه
حسین آباد	۱۳	۲۱۵	۶۸	۱۳۵۰ فقره	مدیریت فشار و توزیع

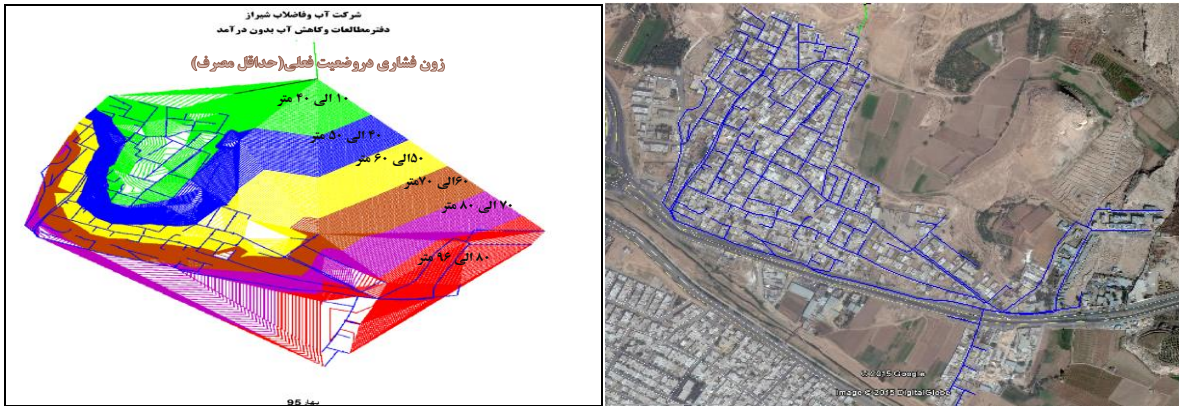
در این محدوده با توجه به اختلاف ارتفاع زیاد منطقه و فشار آب ورودی در زون (۲۰ الی ۲۵ متر)، در مواقع حداقل مصرف در مناطق پایین دست فشار بالایی ایجاد و این موضوع باعث افزایش چگالی حوادث و اتفاقات و نارضایتی مردم شده بود.

در شکل شماره ۱ نقشه منطقه مذکور و شبکه ایجاد شده در نرم افزار نشان داده شده است.

در شرایط اولیه در طول روز با مانور شیرآلات اقدام به کنترل فشار در منطقه می گردد که عملاً در شب بعلا کاهش مصرف و نزدیک شدن فشار دینامیک به فشار استاتیک عملاً این کار اثری در کنترل فشار پایین دست ندارد. در سمت چپ شکل شماره ۱ منحنی هم فشار منطقه در حالت اولیه و در زمان حداقل مصرف رانشان می دهد.

جهت بررسی دقیق میزان هدررفت منطقه مذکور کنتور ورودی زون نصب و برداشت اطلاعات تولید شروع شد و پس از ۱ ماه آمار مصرف مشترکین منطقه اخذ گردید و مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج در جدول شماره ۲ آورده شده است.

حداقل جریان شبانه در ابتدای طرح ۷٫۵ لیتر در ثانیه اندازه گیری گردید.



شکل ۱ - شبکه ایجاد شده منطقه حسین آباد در محیط نرم افزار و منحنی خطوط هم فشار در حالت قبل از اجرا (حداقل مصرف)

جدول شماره ۲: وضعیت مصارف پایلوت در ابتدای طرح (۹۴/۱۰/۰۱)

آب بدون درآمد	سرانه اشتراک	سرانه اشتراک	سرانه	متوسط لحظه ای	متوسط روزانه	متوسط ماهیانه	
درصد	مترمکعب در ماه	مترمکعب در دوره	لیتر / نفر / روز	لیتر بر ثانیه	مترمکعب در روز	مترمکعب	
۴۹,۹	۳۰	-	-	۱۴,۴	۱۲۴۲	۳۷۲۶۰	تولید
	۱۵	۲۰	۱۲۵	۷,۸	۶۷۶		مصرف

۳- روش شناسی

تحقیق حاضر در راستای مدیریت بهینه شبکه توزیع بر مبنای مدیریت فشار، برگرفته از مدل سازی هیدرولیکی شبکه توزیع در پایلوت مورد مطالعه و همچنین بررسی و شناخت مولفه های هدررفت در شهر شیراز انجام شده است. در این بررسی ۱۰ پایلوت در محدوده شبکه توزیع جداسازی و نقشه شبکه مناطق مورد بررسی مجدداً در محیط اتوکد و GIS برورسانی گردید، سپس نقشه آبرسانی مناطق در محیط Water Gems ساخته و با توجه به فشارهای واقعی در نقاط مختلف پایلوت و در ساعات مختلف تا حد ممکن کالیبره گردید. جهت ساخت شبکه مورد نظر از طریق نرم افزار GIS، پس از جداسازی پایلوت مورد نظر از طریق ماژول های در اختیار GIS، شبکه در محیط GIS ایجاد و مشکلات اولیه رفع گردید.

جهت محاسبه مقدار مصرف گره ها با استفاده از اطلاعات توصیفی موجود در GIS، میزان مصرف مشترکین به نزدیکترین گره تخصیص داده شد. از طرف دیگر میزان مصارف گره ها با توجه به سرانه استاندارد و جمعیت منطقه محاسبه و با مصرف مشترکین مقایسه گردید که حدود ۳۰ درصد اختلاف بین دو محاسبه وجود داشت و این عدد بعنوان ضریب تصحیح در تمام مصارف اعمال گردید.

جهت کالیبره شدن شبکه آبرسانی بانصب فشارسنج های لاگردار در مناطق انتخابی از پایلوت، فشار در ساعات مختلف اندازه گیری و سپس با استفاده از ابزارهای برنامه، شبکه مورد نظر کالیبره گردید. متغیرهای دخالت داده شده جهت کالیبراسیون شبکه ضریب C و میزان مصرف هر گره می باشد.

جهت ارتفاع گره ها نیز با استفاده از ابزار Trix و فایل Dem در محیط GIS ارتفاع نقاط تخصیص داده شد. در محیط اتوکد نیز با همین ابزار و استفاده از منحنی های هم تراز یا نقاط ارتفاعی (Point) این امر امکان پذیر می باشد. جهت بررسی دقیق میزان هدررفت منطقه مذکور کنتور ورودی زون نصب و برداشت اطلاعات تولید شروع شد و پس از ۱ ماه آمار مصرف مشترکین منطقه اخذ گردید و مورد مقایسه قرار گرفت.

باتوجه به رقم بالای هدررفت در منطقه و با هماهنگی کلیه واحدهای مرتبط اقدامات زیر جهت منطقه مذکور تعریف و اجرایی گردید:

- بررسی بسته بودن کامل زون
- بررسی صحت اندازه گیری کنتور ورودی
- تعویض کلیه کنتورهای خراب منطقه
- بازرسی دیداری از منطقه و رفع نشت های گزارش نشده (شیرآلات شبکه و انشعابات)
- نشت یابی شبکه منطقه بوسیله دستگاه نشت یاب
- نصب شیر فشارشکن و مدیریت فشار
- پلمپ کلیه کنتورهای منطقه و استانداردسازی انشعابات
- بررسی کامل میدانی جهت شناسایی انشعابات غیرمجاز

جهت بررسی کامل عوامل هدر رفت آب علاوه بر بازرسی کل منطقه و اصلاح حوادث گزارش نشده، آمار حوادث و اتفاقات منطقه نیز بررسی و با توجه به استانداردهای موجود مورد تحلیل قرار گرفت و نشت های زمینه منطقه نیز محاسبه گردید و به این نتیجه منجر شد که سهم هدر رفت ظاهری در حجم آب بدون درآمد منطقه، قابل توجه می باشد و با هماهنگی امور مشترکین اقداماتی در جهت کاهش هدررفت در منطقه ادامه یافت و موارد زیر نیز در دستور کار قرار گرفت:

- بررسی اشتراکهای بامصرف صفر
- بررسی اشتراکهای بامصرف زیر ۱۰ متر مکعب
- کاهش خوانده نشده های هر دوره
- توجیه کامل مامورین قرائت جهت ثبت صحیح رقم کنتور

در طول مدت بررسی منطقه تمام شیرآلات شبکه توزیع منطقه که ۵۰ فقره بود بررسی و نشتی مشاهده نگردید. همچنین تعداد ۲۲۶ انشعاب که معادل ۱۷ درصد کل میباشد بازدید و نشت یابی گردید که ۵ مورد دارای نشت شیر قبل از کنتور بوده و این میزان به کل منطقه تعمیم و در محاسبات مولفه ها اعمال گردید. تمام موارد فوق نشان دهنده هدررفت ظاهری بالا در منطقه بود. با محاسبات انجام شده ۵ درصد از کل هدررفت ناشی از هدررفت واقعی تخمین زده شد.

جدول شماره ۳ شرح اقدامات انجام شده در منطقه مذکور در حوزه هدررفت ظاهری را نشان می دهد. بررسی ۳۸ مورد انشعاب با مصرف زیر ۵ متر مکعب در ماه نشان داد ۱۵ مورد از آنها دارای کنتور خراب میباشند که در سیستم مشترکین وضعیت آنها خراب ثبت نشده است.

جدول شماره ۳: اقدامات انجام شده در پایلوت حسین آباد در حوزه هدر رفت ظاهری

۷۷ مورد	شناسایی انشعابات غیر مجاز
۶۱ مورد	انشعابات مجاز شده
۱۰ مورد	انشعاب مضاعف
۱۰ مورد	بدون کنتور
۵ مورد	شیر قبل از کنتور
۴ مورد	برخورد با مامور قرائت
۱۶۳ مورد	خوانده نشده
۳۰ مورد	کنترل قرائت
۲۶۴ مورد	تعویض کنتور
۱۰ مورد	کنتور خراب اعلام نشده
۶۲ مورد	بازرسی و سرکشی موردی
۴ مورد	بازدید کنتور مادر
۱۶۰ مورد	تحقیق میدانی از مشترکین پایلوت

۴- شرایط بعد از اجرای تحقیق

در جدول شماره ۴ نتایج بدست آمده از اقدامات انجام شده ۳ ماه پس از شروع بررسی منطقه ارایه گردیده است.

جدول شماره ۴: وضعیت تولید مصرف ۳ ماه پس از شروع عملیات

تولید	متوسط ماهیانه	متوسط روزانه	متوسط ساعتی	سرانه اشتراک	آب بدون درآمد
۴۴۳۲۷	۱۴۷۷	۱۷,۱	۳۳,۷		
۲۹۴۶۶	۹۸۲	۱۱,۳۶	۲۱,۸		٪۳۳,۵

با توجه به نتایج بدست آمده تا این زمان به راحتی می توان نتایج عملکرد واحد های مختلف شرکت در این پایلوت را دید. لازم به ذکر است بر اساس اندازه گیری انجام شده کنتور ورودی منطقه حسین آباد دارای ۸ درصد خطا بود که با این خطا میزان آب بدون در ابتدای شروع عملیات ۴۵,۵ درصد بوده و نتیجه اقدامات در این مدت کوتاه کاهش ۱۲ درصدی آب بدون درآمد در این پایلوت بوده است.

جدول شماره ۵ وضعیت کلی منطقه در سال ۹۵ را بیان می کند. با ذکر این نکته که زمان شروع و انجام مطالعات در منطقه مذکور ماههای دی و بهمن سال ۹۴ بوده و طبق آمار شرکت های آب و فاضلاب میزان آب بدون درآمد در این ایام کمترین مقدار در طول سال میباشد. لذا مقایسه آمار زمان شروع بررسی با کل سال ۹۵ خلی در عملکرد ایجاد نمی کند.

جدول شماره ۵: وضعیت تولید مصرف در پایلوت حسین آباد در سال ۹۵

آب بدون درآمد	سرانه اشتراک	سرانه اشتراک	سرانه	متوسط لحظه ای	متوسط روزانه	متوسط ماهیانه	کل	
درصد	مترمکعب در ماه	مترمکعب در دوره	لیتر/ نفر/ روز	لیتر بر ثانیه	مترمکعب در روز	مترمکعب	مترمکعب	
۲۵,۳۰	۳۰	-	-	۱۴,۵	۱۲۵۴	۳۸۱۶۷	۴۵۸۰۱۱	تولید
	۲۱,۱	۲۸,۲	۲۰۰	۱۰,۸	۹۳۷	-	۳۴۲۱۵۰	مصرف

ضمناً حداقل جریان شبانه در سال ۹۵ در مدت مشابه سال ۹۴ (شروع مطالعات) به ۵ لیتر در ثانیه رسید. به صورت خلاصه نتایج حاصل از اقدامات فوق الذکر به شرح

زیر بوده است:

- میزان کاهش آب بدون درآمد نسبت به شروع طرح ۲۰,۲ درصد
- متوسط حجم آب اضافه شده به آب با درآمد روزانه ۲۴۰ مترمکعب
- حجم کاهش آب بدون درآمد سال ۹۵ ۹۵۱۹۸ مترمکعب
- کاهش ضرر و زیان شرکت در نقطه سر به سر ۱,۱۴۲,۳۷۷,۳۳۳ ریال در سال ۹۵
- افزایش درآمد شرکت با متوسط فروش ۴۰۰ ریال معادل ۳۸۰,۷۹۲۱,۴۴۴ ریال در سال ۹۵
- هزینه تعویض کنتورها حدود ۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال
- درآمد سرمایه ای ایجاد شده جهت مجاز نمودن ۶۱ فقره انشعاب غیر مجاز کشف شده ۱,۸۷۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال

۵- نتیجه گیری

الف- استفاده از روش های نوین سخت افزاری و نرم افزاری از قبیل تجهیزات اندازه گیری و کنترل هوشمند شبکه های آبرسانی و دستگاههای پیشرفته نشت یابی و نیز نرم افزارهای تحلیل شبکه علاوه بر بهبود راندمان عملکرد تاسیسات و تجهیزات، نقش موثری در راستای کاهش آب بدون درآمد و نیز مدیریت مناسب منابع خواهد داشت.

با وجود چنین زیرساخت هایی:

اولاً شرایط شناسایی دقیق مولفه های موثر در آب بدون درآمد فراهم شده و امکان هدف گذاری منسجم در راستای کاهش آن ایجاد می شود.

ثانیاً نتایج به گونه ای قابل لمس و مستند خواهد بود که همکاری حوزه های درگیر به نحو موثری جلب و امکان دست یابی به اهداف مدیریتی فراهم می گردد.

ب- از نتایج مطالعه حاضر کاهش آب بدون درآمد در منطقه مورد اشاره در طول مدت بررسی به میزان ۱۲ درصد بوده که با عنایت به دوره زمانی کوتاه تاثیر و نیز در شرایط کنونی شهر شیراز که در رتبه قرمز تنش آبی قرار گرفته رقم قابل توجهی در بحث جلوگیری از هدر رفت و مدیریت منابع و مصارف است و البته مطالعه فوق همچنان ادامه خواهد داشت.