

مدل محاسبه نشت لحظه‌ای در لوله‌های شبکه توزیع آب (مطالعه موردی- یک شبکه نمونه در شمال تهران)

ضیاءالدین ایدی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب، دانشگاه صنعتی شریف*

ابوالفضل شمسایی، عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف

محمد رضا جلیلی قاضی زاده، عضو هیات علمی دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)

*تلفن: ۰۹۱۲۶۰۱۱۵۶۶ Email: zapwit@yahoo.com

چکیده

با وجود بروز خشکسالی‌های پیاپی و کمبود هرچه بیشتر منابع آب، هنوز هم بسیاری از شبکه‌های آبرسانی شهرهای کشور با مشکل نشت آب مواجه هستند. علی‌رغم اهمیت موضوع نشت در شبکه‌های آبرسانی، مطالعات انجام شده در این زمینه و مخصوصاً مطالعاتی که منجر به نتایج میدانی شده بخصوص در کشور ما کافی نبوده و مطالعات بیشتری در این زمینه مورد نیاز است. هدف از ارائه مقاله حاضر بررسی اعمال مدیریت فشار در شبکه و ارائه نتایج حاصل از تغییرات فشار شبکه بر مقادیر حداقل جریان شبانه، جریان ورودی به شبکه و مصرف مشترکان می‌باشد. در مطالعه حاضر یکی از مناطق شمالی شهر تهران به عنوان پایلوت انتخاب شده و پس از اندازه‌گیری پارامترهای جریان، شامل مقادیر دبی ورودی به ایزوله و قرائت کنتور مشترکین، مقادیر مصرف و حداقل جریان شبانه برآورد گردیده است. با نصب شیرهای فشارشکن دارای کنترلر، میزان فشار شبکه در ساعت‌ها و شرایط مختلف تنظیم گردیده و هر بار مقادیر پارامترهای مورد مطالعه بررسی شده‌اند. در نهایت مدل طراحی شده جهت محاسبات نشت در شبکه معرفی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آب بدون درآمد، مدیریت فشار، مدیریت نشت، حداقل جریان شبانه، شاخص‌های عملکرد نشت

۱- مقدمه

با توجه به کمبود منابع آب، افزایش جمعیت، افزایش سرانه مصرفی آب و افزایش هزینه‌های تامین آب، استفاده بهینه از منابع آب موجود به یک موضوع حیاتی تبدیل شده است. این مهم در کشورهای در حال توسعه، که مصرف صنعتی آنها نیز رو به افزایش است اهمیت بیشتری دارد. برای مقابله با مشکل کمبود منابع آب آشامیدنی، روشهای سنتی مدیریت منابع آب به تنهایی جوابگو نبوده و باید از روش‌های نوین مدیریت تقاضای آب به عنوان راهی جدید که عملکرد سیستم توزیع آب را بهبود می‌بخشد استفاده به عمل آید. کنترل نشت و مدیریت فشار از جمله روش‌های موثر مدیریت تقاضای آب می‌باشند.

هدف اصلی کاهش نشت و در نتیجه آن کاهش آب به حساب نیامده^۱ یا آب بدون درآمد^۲ در مناطق خشک و نیمه خشک، مقابله با کم آبی به دلیل خشکسالی‌ها و محدودیت منابع آب می‌باشد. اما هدف مهم دیگر مربوط به جنبه‌های اقتصادی آن می‌گردد، بطوریکه با کاهش میزان آب‌های به حساب نیامده، هزینه‌های ناشی از مصرف برق، ذخیره سازی، تصفیه و پمپاژ کاهش یافته و در عوض به دلیل پرداخت آب بها، درآمدی نیز برای شرکت‌های آب و فاضلاب به همراه خواهد داشت. همچنین اگر بتوان با کاهش آب‌های به حساب نیامده به تقاضاهای جدید مشترکین پاسخ داد، در هزینه مربوط به توسعه منابع آب، به عنوان مثال ساخت سد و مخزن جدید، ساخت و تجهیز تصفیه‌خانه‌های جدید و دیگر موارد صرفه‌جویی زیادی خواهد شد.

مشکلات ناشی از کمبود منابع آب و لزوم بکارگیری تمهیدات لازم جهت کاهش نشت در کشورهای در حال توسعه اهمیت بیشتری دارد و با وجود آنکه اخیراً کارهای زیادی برای معرفی و حل مشکل آب‌های به حساب نیامده انجام گرفته است، اما تعداد کمی از آنها شرایط کشورهای در حال توسعه را در نظر گرفته‌اند. از طرف دیگر، تلاش‌ها برای کاهش آب‌های به حساب نیامده در کشورهای در حال توسعه ممکن است توسط عواملی مانند عدم کنترل به موقع نشت، فقدان عملکرد مدیریت موثر، عدم اجرای آیین نامه‌ها و مقررات عمومی و ... به بن بست برسند [۱].

۲- مدیریت فشار

بعد از کار گذاشتن لوله‌های شبکه، در میان تمام عواملی که بر میزان نشت تاثیر می‌گذارند، تنها مدیریت فشار لوله‌هاست که قابل کنترل بوده و از این لحاظ کاهش میزان فشار، راه‌حلی عملی، موثر و کم هزینه در جهت کنترل میزان نشت به تنهایی یا به صورت ترکیبی به همراه سایر روش‌ها همانند تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های هیدرولیکی می‌باشد. ابزار زیادی برای اعمال مدیریت فشار وجود دارد که می‌توان به مواردی از جمله، کنترل پمپها، کنترل‌های ارتفاعی و نصب شیرهای کاهش فشار یا نگه‌دارنده فشار اشاره کرد. از جمله منافع مدیریت فشار می‌توان به کاهش هزینه تعمیرات، تعمیرات اضطراری کمتر، برنامه‌ریزی بهتر و نارضایتی کمتر مشتریان اشاره نمود [۲].

برای هر نوع نشتی، کاهش فشار سیستم توزیع می‌تواند نرخ اتلاف آب از طریق آن نشت را کاهش دهد. در این زمینه افراد زیادی چون، ([۳، ۴]، Lambert, ۲۰۰۳, ۲۰۰۴)، ([۵]، Marunga et al, ۲۰۰۶)، ([۶]، Walski et al, ۲۰۰۶)، (تابش و هومهر، ۱۳۸۶، [۷])، (کارآموز و همکاران، ۱۳۸۵، [۸]) و (جلیلی قاضی‌زاده و صالحی، ۱۳۸۶، [۹]) تحقیقاتی انجام داده‌اند. Thornton نشان داد که هم بزرگی نشت و هم رخ داد نشت‌های جدید با کاهش و ثبات فشار در سیستم کاهش می‌یابند، او چندین راه را برای مدیریت فشار شبکه پیشنهاد داد. Lambert نشان داد که کاهش فشار نه فقط باعث کاهش میزان نشت از منافذ موجود می‌شود بلکه باعث کاهش نشت‌های جدید نیز می‌شود [۲].

شرکت‌های آب و فاضلاب می‌توانند مبالغ زیادی از راه کنترل نشت صرفه‌جویی نمایند. برای مثال در یک شهر ۲۵۰۰۰ نفری هزینه‌ای در حدود ۱۰۰۰۰۰ دلار در سال، فقط با کاهش ۵ درصد مقدار نشت صرفه‌جویی گزارش شده است [۱۰]. در تحقیقی در ملبورن استرالیا روی ۴۰۰۰ مشترک، مدیریت تقاضا توانست هزینه‌ها را حدود ۲۵ تا ۴۵ درصد کاهش دهد و مدیریت فشار باعث صرفه‌جویی ۲۰ تا ۵۵ درصد آب شرب مصرفی مجموعه در نواحی مختلف شد [۱۱].

با توجه به نحوه قیمت گذاری آب مصرفی در ایران، کاهش فشار نه تنها باعث کاهش نشت از شبکه می‌شود بلکه باعث کاهش هزینه‌های تامین و توزیع آب برای شرکت‌های آب و فاضلاب می‌گردد. در واقع کاهش فشار موجب کاهش

^۱Unaccounted-For Water

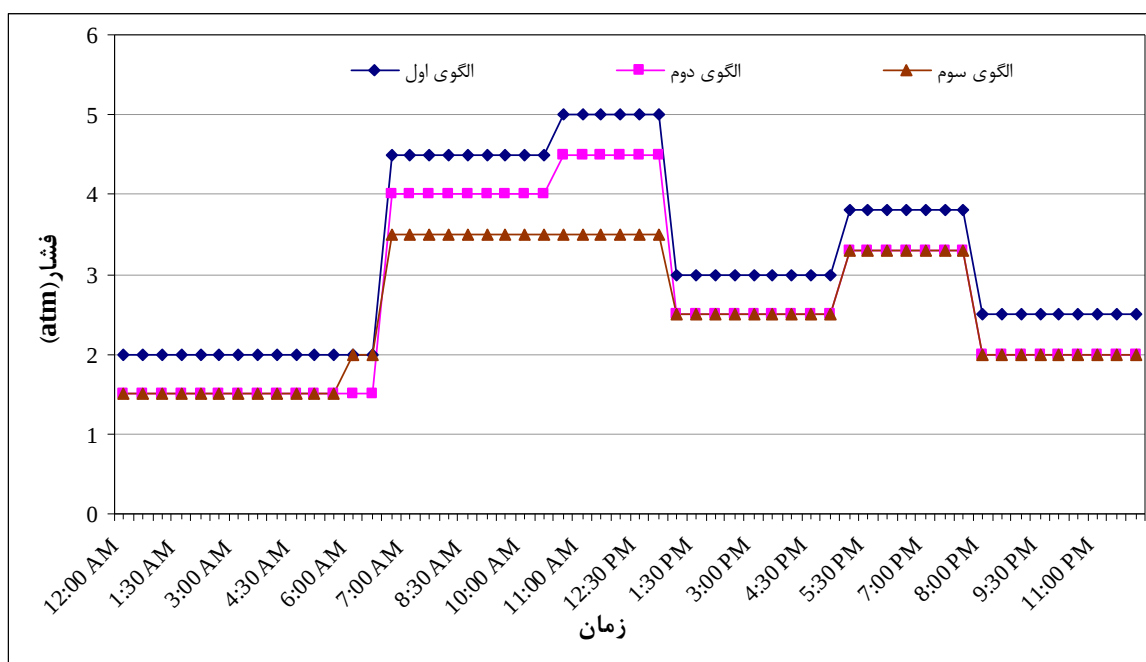
^۲Non-Revenue Water

مصارف مرتبط با فشار (در صورت استفاده از فشار مستقیم) و در نتیجه بازیابی و ذخیره منابع می شود، لذا کاهش فشار می تواند یک راه حل موثر برای کنترل مصارف ناخواسته باشد.

۳- مشخصات ناحیه مورد مطالعه

بعد از بررسی های مبسوط انجام گرفته، محدوده آب و فاضلاب ناحیه ۲ از منطقه ۱ (شمیرانات) که شامل خیابان های شهید خداوردی و شهید زینعلی می شود برای انجام مطالعات انتخاب گردید. این محدوده توسط مخزن ۲۹ تهران تغذیه می شود. بعد از ایزولاسیون ناحیه، در محل ورود جریان به ایزوله (بالادست خیابان خداوردی)، علاوه بر نصب شیر فشارشکن (شکل شماره ۱)، یک عدد کنترل گر فشار برای اعمال الگوهای تغییر فشار روی شیر فشارشکن نصب شد. همچنین از دبی سنج التراسونیک جهت اندازه گیری جریان ورودی در محل ورود جریان استفاده بعمل آمد. این دبی سنج مقادیر دبی ورودی به ایزوله را در فواصل ۱۰ دقیقه ای در مدت انجام مطالعات ثبت می نمود [۱۲].

بعد از تکمیل و آماده سازی ایزوله و نصب تجهیزات، مطالعات برای دبی ورودی و قرائت مصرف مشترکان در فشارهای مختلف انجام گرفت. مراحل مختلف اندازه گیری هر کدام به مدت یک هفته انجام می گرفت. در هر مرحله خروجی شیر فشارشکن بر روی فشار مورد نظر تنظیم و دبی ورودی به شبکه در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه ثبت می شد، برای هر مرحله از تنظیم فشار خروجی شیر فشارشکن، یک هفته عملیات اندازه گیری ادامه داشت. لازم به ذکر است که فشار خروجی شیر فشارشکن در دو حالت خروجی ثابت و متغیر تنظیم شد که فشار متغیر به صورت الگوی توزیع فشار برای الگوی مصرف در نقطه بحرانی تعیین گردید. این الگوها در شکل شماره ۲ نشان داده شده اند.



شکل ۲) الگوهای اول، دوم و سوم تنظیم فشار خروجی شیر فشارشکن

مراحل و شرایط مختلف اندازه گیری و توضیحات آنها در جدول شماره ۱ نمایش داده شده است. جهت مقایسه بهتر الگوهای ذکر شده (شکل شماره ۲)، مقدار میانگین تغییرات فشار اعمالی در طول ۲۴ ساعت نیز در جدول ذکر شده است.

جدول ۱) شرایط مختلف فشار خروجی شیر فشارشکن

هدف	حالت	از تاریخ	تا تاریخ	فشار خروجی شیر فشارشکن	ملاحظات
اندازه‌گیری حداقل جریان شبانه، دبی ورودی و مصرف	۱	۸۶/۷/۷	۸۶/۷/۱۴	۳۰ متر ثابت	ماه رمضان
	۲	۸۶/۷/۱۴	۸۶/۷/۲۱	۵۰ متر ثابت	ماه رمضان
	۳	۸۶/۷/۲۱	۸۶/۷/۲۸	۵۰ متر ثابت	-
	۴	۸۶/۷/۲۸	۸۶/۸/۵	الگوی اول (میانگین ۳۱/۹۴ متر)	-
	۵	۸۶/۸/۵	۸۶/۸/۱۲	الگوی دوم (میانگین ۲۶/۹۴ متر)	-
اندازه‌گیری حداقل جریان شبانه و شاخص‌ها	۶	۸۶/۱۰/۱۲	۸۶/۱۰/۱۹	۴۰ متر ثابت	زمستان ۱۳۸۶
	۷	۸۶/۱۰/۱۹	۸۶/۱۰/۲۶	۳۳ متر ثابت	زمستان ۱۳۸۶
	۸	۸۶/۱۰/۲۶	۸۶/۱۱/۳	الگوی سوم (میانگین ۲۵/۲۷ متر)	زمستان ۱۳۸۶

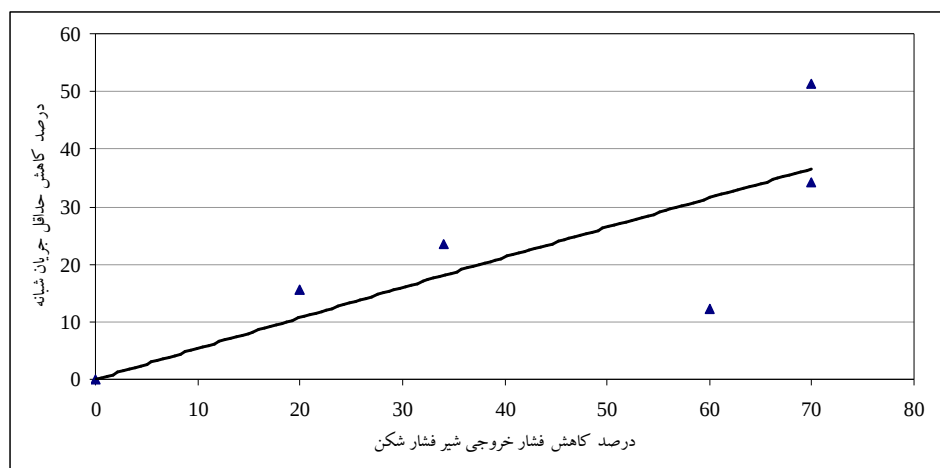
۴- تغییرات حداقل جریان شبانه در مقابل تغییرات فشار

با توجه به اینکه اندازه‌گیری مستقیم میزان نشت شبکه بسیار دشوار است، برای برآورد میزان نشت شبکه، تغییرات حداقل جریان شبانه مورد بررسی قرار گرفته است. حداقل جریان شبانه از مجموع نشت‌های شبکه و مصارف شبانه مشترکین تشکیل شده است. با توجه به اینکه میزان حداقل مصرف شبانه مشترکین قابل برآورد می‌باشد، حداقل جریان شبانه می‌تواند شاخص مناسبی برای تخمین میزان نشت شبکه باشد. حداقل جریان شبانه در ساعت‌های نیمه شب و معمولاً بین ساعات ۱۲ شب تا ۵ صبح اتفاق می‌افتد. در جدول شماره ۲ نتایج اندازه‌گیری حداقل جریان شبانه در هفته‌های مختلف اندازه‌گیری نشان داده شده است. در این جدول میزان فشار خروجی شیر فشارشکن و همچنین مقدار حداقل دبی شبانه در طول هفته نیز نشان داده شده است.

جدول ۲) تغییرات حداقل جریان شبانه با فشار برای ایزوله مورد مطالعه

حداقل جریان شبانه (متر مکعب بر ساعت)	فشار خروجی شیر فشارشکن در زمان جریان شبانه (متر)	حالت
۲۱/۹۶	۵۰	۳
۱۹/۲۶	۲۰	۴
۱۰/۶۹	۱۵	۵
۱۸/۵۵	۴۰	۶
۱۶/۷۹	۳۳	۷
۱۴/۴۴	۱۵	۸

چنانچه نتایج جدول شماره ۲ نشان می‌دهد با کاهش فشار خروجی شیر فشارشکن میزان حداقل جریان شبانه کاهش می‌یابد. در شکل شماره ۳، درصد کاهش فشار خروجی شیر فشارشکن در حالت‌های مختلف با درصد کاهش حداقل جریان شبانه نشان داده شده است. در این شکل منبأ مقایسه خروجی شیر فشارشکن در حالت ۵۰ متر (حالت ۳) بوده است. لازم به توضیح است که حداقل جریان شبانه در ماه رمضان به علت مصرف مشترکین در شب قابل اعتماد نبوده و نتایج آن در جدول شماره ۲ و شکل شماره ۳ ارائه نشده است.



شکل ۳) درصد کاهش حداقل جریان شبانه در مقابل درصد کاهش فشار خروجی شیر فشار شکن (نسبت به حالت ۳)

در شکل شماره ۳ نتایج نقاط اندازه گیری شده توسط یک منحنی برازش داده شده است. یکی از علل پراکندگی نقاط در شکل ۳ وجود فصل سرما در زمان های اندازه گیری حالات شماره ۶ و ۷ و ۸ بوده است. به علت سرمای شدید زمستان سال ۱۳۸۶، ممکن است برخی مشترکین به علت جلوگیری از یخ زدگی لوله ها، بعضی از شیرها را در طول شب باز گذاشته و در نتیجه مصرف شبانه افزایش یافته است، اما در حالت کلی روند کاهش مقدار حداقل جریان شبانه با کاهش فشار ملاحظه می گردد.

۵- تاثیر تغییرات فشار بر میزان جریان ورودی

در مدت انجام اندازه گیری ها، مقادیر دبی ورودی به ایزوله توسط یک عدد دبی سنج التراسونیک که در بالادست شیر فشار شکن نصب بود ثبت می گردید.

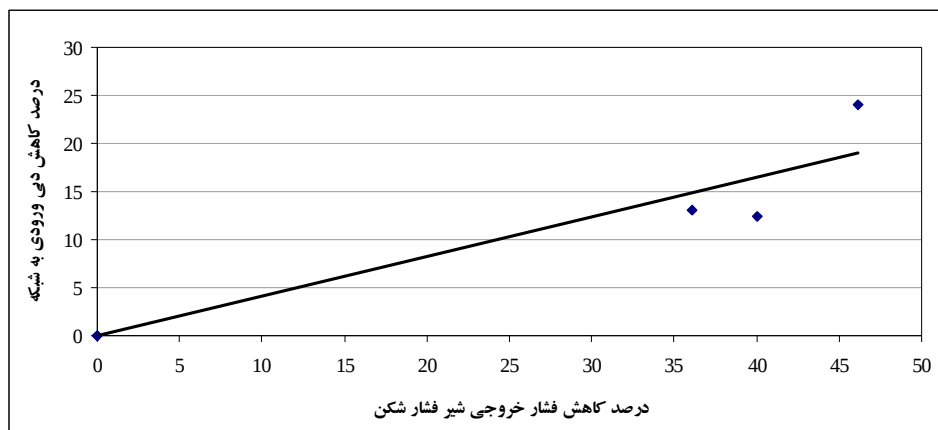
نتایج حاصله به طور خلاصه در جدول شماره ۳ ارائه شده است. مقادیر ذکر شده برای میانگین دبی ورودی روزانه در طول یک هفته اندازه گیری بوده است.

جدول ۳) کاهش دبی ورودی حاصله در نتیجه تغییرات فشار اعمال شده

حالت	ملاحظات	فشار خروجی شیر فشار شکن	متوسط دبی روزانه ورودی به شبکه در طول هفته (متر مکعب در روز)	درصد کاهش دبی ورودی به شبکه
۱	ماه رمضان	۳۰ متر ثابت	۹۱۰/۴۲	۱۲,۴
۲	ماه رمضان	۵۰ متر ثابت	۱۰۷۹/۳۱	۰
۳	بعد از ماه رمضان	۵۰ متر ثابت	۹۹۹/۹۷	۰
۴	بعد از ماه رمضان	الگوی اول (میانگین ۳۱/۹۴ متر)	۹۰۴/۱	۱۳
۵	بعد از ماه رمضان	الگوی دوم (میانگین ۲۶/۹۴ متر)	۷۹۰/۳	۲۴

در جدول شماره ۳، میزان درصد کاهش دبی ورودی روزانه به شبکه، نسبت به میزان دبی ورودی به شبکه در حالت فشار خروجی شیر فشار شکن ۵۰ متر محاسبه شده است (متوسط حالت های ۲ و ۳). در شکل شماره ۴ تغییرات درصد کاهش دبی

ورودی به شبکه، نسبت به درصد کاهش فشار خروجی شیر فشارشکن نشان داده شده است. همچنین در شکل شماره ۴ روند این تغییرات به صورت یک خط، با نتایج بدست آمده برازش داده شده است.



شکل ۴) درصد کاهش دبی ورودی در مقابل درصد کاهش فشار خروجی شیر فشارشکن

نتایج شکل شماره ۴ نشان می‌دهد که بدون نارضایتی مشترکین، با کاهش فشار خروجی شیر فشارشکن، کاهش دبی ورودی به شبکه تا حدود ۲۰ درصد حاصل شده است. کاهش دبی ورودی به شبکه به معنای کاهش مصرف مشترکین بعلاوه کاهش نشت شبکه می‌باشد که کاهش هر دو پارامتر در راستای مدیریت تقاضا شبکه آبرسانی می‌باشد.

۶- تاثیر کاهش فشار بر میزان مصرف مشترکان

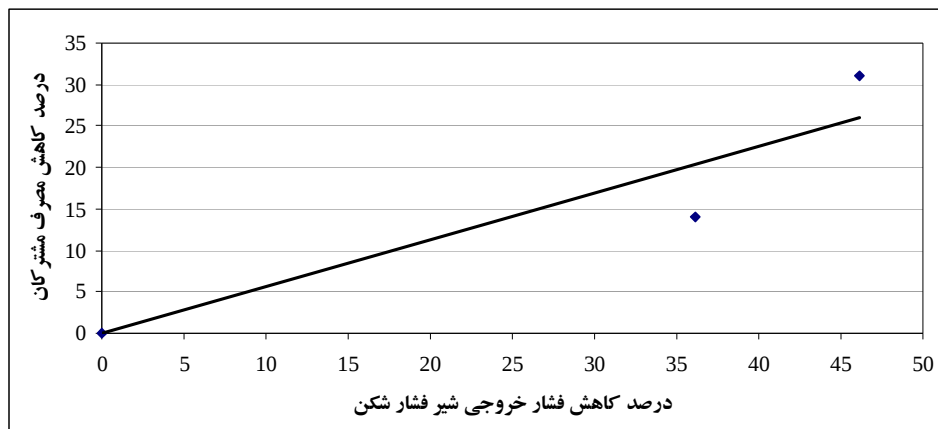
جهت بررسی تأثیر مدیریت فشار بر میزان کاهش مصرف مشترکین، قرائت هفتگی مصرف مشترکین همزمان با تغییرات خروجی فشار در شیر فشارشکن انجام گردید. در این تحقیق ۶۵ مشترک در ناحیه پایین دست شیر فشارشکن برای انجام این بررسی انتخاب و کنتور آنها به صورت هفتگی قرائت گردید. نتایج قرائت هفتگی کنتور مشترکین همزمان با تغییرات خروجی شیر فشارشکن برای حالت‌های ۳ و ۴ و ۵ در جدول شماره ۴ آورده شده است. درصد صرفه‌جویی در مصرف که در جدول شماره ۴ ارائه شده در مقایسه با حالت ۳ بوده است.

جدول ۴) کاهش مصرف مشترکان و درصد صرفه‌جویی حاصله در مصرف به علت تغییرات فشار خروجی شیر فشارشکن

حالت	فشار	میزان مصرف هفتگی مشترکان (متر مکعب)	درصد صرفه‌جویی در مصرف
۳	۵۰ متر ثابت	۱۴۱۹	۰
۴	الگوی اول (میانگین ۳۱/۹۴ متر)	۱۲۲۲	۱۴
۵	الگوی دوم (میانگین ۲۶/۹۴ متر)	۹۸۵	۳۱

در شکل شماره ۵ درصد کاهش مصرف هفتگی مشترکین در مقابل درصد کاهش فشار خروجی شیر فشارشکن ترسیم شده است. چنانکه نتایج این شکل نشان می‌دهد در پروژه حاضر با کاهش میانگین فشار خروجی شیر فشارشکن میزان مصرف نیز کاهش یافته است. چنانچه از نتایج این شکل ملاحظه می‌شود با مدیریت فشار اعمال شده مصرف بیش از ۲۵ درصد کاهش یافته است بدون اینکه احساس نارضایتی از مشترکین گزارش شده باشد. لازم به توضیح است که در شکل شماره ۵ نتایج مربوط به حالت‌های ۶، ۷ و ۸ ارائه و مقایسه نشده است. علت این موضوع سرما و یخبندان کم سابقه زمستان سال ۱۳۸۶

می باشد که مصرف مشترکین به صورت قابل ملاحظه ای افزایش یافت. موضوع افزایش مصرف در این فصل نه تنها در پایلوت مورد مطالعه به روشنی تجربه شد، بلکه در شهرهای دیگر کشور و در بخش های دیگر از شهر تهران نیز این افزایش مصرف گزارش شده است. علت این افزایش می تواند به علت باز نگه داشتن شیرهای آب به منظور جلوگیری از یخ زدگی لوله و همچنین افزایش تعداد حوادث و اتفاقات باشد. با توجه به این شرایط نتایج مصرف مشترکین در فصل زمستان در این تحلیل و مقایسه ارائه نشد.



شکل ۵) درصد کاهش مصرف در مقابل درصد کاهش فشار خروجی شیر فشار شکن

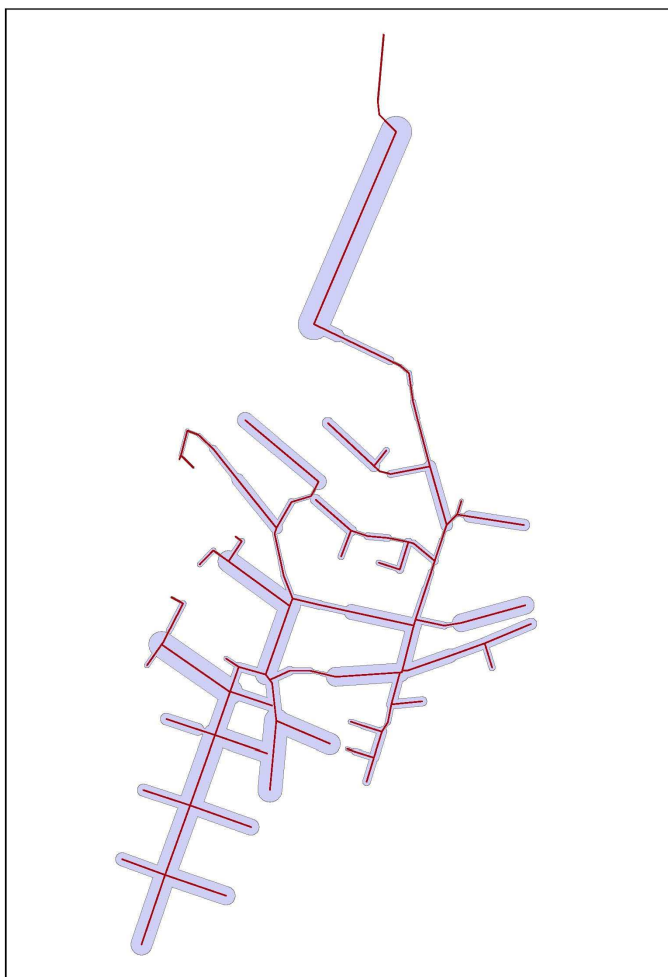
۷- مدل سازی هیدرولیکی شبکه

شبکه لوله ها و اتصالات شبکه پایلوت در محیط مدل هیدرولیکی WaterGEMS مدل سازی شد. جهت کالیبراسیون مدل، در سه نقطه از شبکه عملیات فشارسنجی در طول یک شبانه روز انجام گردید. داده های واقعی حاصل شده به محیط نرم افزار انتقال داده شد و جهت انجام کالیبراسیون با روش الگوریتم ژنتیک که در خود مدل دیده شده و با تغییر مقادیر ضریب هیزن ویلیامز لوله ها، مورد استفاده قرار گرفت. مقادیر فشار هر یک از گره های شبکه جهت محاسبات مربوط به نشت به سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS انتقال داده شد.

مدل سازی ناحیه در محیط ArcGIS با تعریف یک geodatabase و ساخت چهار لایه درون آن انجام گرفته است. این لایه ها عبارتند از: لایه لوله ها (با فرمت خط)، لایه تقاطع ها (با فرمت نقطه) که شامل شیرهای آتش نشانی، شیر فشار شکن و مخزن می باشد، لایه مصرف کنندگان (با فرمت پلیگون) و لایه تصویر هوایی (با فرمت رستر).

عملیات محاسبه نشت در محیط این نرم افزار انجام می گیرد. در این مطالعه از دو روش FAVAD و Germanopoulos جهت محاسبه نشت در شبکه استفاده شد. در ابتدا از روش FAVAD برای محاسبه کل نشت شبکه و مقایسه آن با نشت واقعی اندازه گیری شده استفاده بعمل آمد و سپس از روش Germanopoulos میزان نشت هر کدام از لوله های شبکه تعیین شد. لازم به ذکر است که محاسبات تنها برای حالت ۶ انجام گرفت که نتایج آن در ادامه ارائه می گردد.

در نهایت جهت نمایش شماتیک میزان نشت هر لوله و مقایسه آن با سایر نقاط شبکه در محیط GIS می توان از ابزار Buffer استفاده نمود از این ابزار می توان برای تعیین سطوح نشت مختلف و تعیین لوله هایی که باید در اولویت نشت یابی قرار گیرند استفاده نمود. شکل ۶ تصویری از انجام این عملیات در محیط GIS می باشد در این شکل لوله های با نشت بالا با ضخامت بیشتر نمایش داده شده اند. همچنین می توان با استفاده از امکانات این نرم افزار لوله های دارای رنج های مختلف نشت را در شبکه معین نمود. این عمل ابزار مفیدی در مدیریت نشت شبکه می باشد.



شکل ۶) مقایسه میزان نشت در لوله‌های شبکه

۸- نتایج

در مطالعه حاضر نتایج اعمال مدیریت فشار در یک شبکه ایزوله شده نمونه مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق تاثیر مدیریت فشار بر حداقل جریان شبانه بررسی شد، نتایج این بررسی نشان می‌دهد که با کاهش فشار بالادست شبکه، میزان حداقل جریان شبانه کاهش می‌یابد. کاهش فشار بالادست شبکه توانست میزان جریان شبانه را در شبکه مورد نظر بین ۲۰ تا ۵۰ درصد کاهش دهد. با توجه به اینکه جریان شبانه از مجموع میزان نشت شبکه و مصرف مشترکین در شب بدست می‌آید نتیجه بدست آمده نشان می‌دهد که با کاهش فشار شبکه، نشت شبکه نیز به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

در مقاله حاضر تاثیر کاهش فشار بر میزان مصرف مشترکین و جریان ورودی به شبکه نیز مورد بررسی قرار گرفت. تنظیم فشار شبکه توانست میزان جریان ورودی به شبکه را تا ۲۵ درصد کاهش دهد. با توجه به اینکه جریان ورودی به شبکه معرف مصرف مشترکین در شبانه‌روز و همچنین نشت شبکه می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که مدیریت فشار شبکه می‌تواند علاوه بر نشت شبکه، باعث کاهش مصرف اضافی مشترکین گردد. این موضوع در راستای مدیریت تقاضای آب قابل توجه می‌باشد.

همچنین با استفاده از مدل طراحی شده در محیط دو نرم‌افزار ArcGIS و WaterGEMS می‌توان به راحتی گزینه‌های مختلف مدیریت فشار را قبل از اعمال به شبکه واقعی روی مدل تست کرد و نتیجه را مشاهده نمود.

در نهایت می توان گفت این بررسی نشان داد که پتانسیل قابل توجهی برای کاهش نشت و مصرف مشترکین در شبکه های آبرسانی می تواند وجود داشته باشد.

۹- تشکر و قدردانی

نویسندگان از مسئولین محترم شرکت آب و فاضلاب ناحیه دو منطقه یک (شمیرانات) به خاطر همکاری در اجرای این تحقیق کمال سپاسگذاری را دارند.

۱۰- مراجع

- [۱] Chowdhury, M.A.I., Ahmed, M.F., Bhuiyan, M.A., Rahman, M.H. (۱۹۹۷). "Uncounted-for water management states in Bangladesh", Journal of water supply-AQUA, Vol. ۴۶.
- [۲] Thornton, J., Lambert, A. (۲۰۰۶). "Managing pressure to reduce new breaks", water ۲۱, Issue DEC., Pages ۲۴-۲۶.
- [۳] Lambert, A. (۲۰۰۳). "What do we know about pressure-leakage relationships in distribution systems?", IWA Conference.
- [۴] Lambert, A. (۲۰۰۴). "Water losses management and techniques", International Report on Water Loss Management and Techniques.
- [۵] Marunga, A., Hoko, Z., Kaseke, E. (۲۰۰۶). "Pressure management as a leakage reduction and water demand management tool: the case study of the city of Mutare, Zimbabwe", ELSEVIER, Available online.
- [۶] Walski, T., Bezts, W., Posluszny, E. T., Weir, M., Whitman, B. E. (۲۰۰۶). "Modeling leakage reduction through pressure control", American Water Works Association, Journal AWWA, Vol. ۹۸, No. ۴.
- [۷] تابش، مسعود و هومهر، سیاوش، (۱۳۸۶). "مدیریت نشت در شبکه های آبرسانی به وسیله بهینه سازی تنظیم شیرهای فشارشکن با استفاده از الگوریتم ژنتیک"، دومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- [۸] کارآموز، محمد و تابش، مسعود و نظیف، سارا و مریدی، علی، (۱۳۸۵). "مدل مدیریت فشار در شبکه توزیع آب شهری"، هفتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- [۹] جلیلی قاضی زاده، محمدرضا و صالحی، ستار، (۱۳۸۶). "مدیریت فشار در شبکه های شاخه ای با استفاده از لوله های موازی"، ششمین کنفرانس هیدرولیک ایران.
- [۱۰] Zimmerman, R., Maixh, F., Pantumsinchai, P. (۱۹۸۷). "Rational to control unaccounted-for water", Public Works, Volume ۱۱۸, Issue ۷.
- [۱۱] Burn, L. S., Silva, D. De., Shipton, R. J. (۲۰۰۲). "Effect of demand management and system operation on potable water infrastructure costs", Sciencedirect, Urban Water, Volume ۴, Issue ۳.
- [۱۲] شریف زاده صوفیانی، ابراهیم و جلیلی قاضی زاده، محمدرضا، (۱۳۸۷). "مدیریت فشار در شبکه های آبرسانی شهری (مطالعه موردی یکی از نواحی منطقه یک تهران)"، چهارمین کنگره مهندسی عمران، دانشگاه تهران.
- [۱۳] A. Lambert, T.G. Brown, M. Takizawa, D. Weimer. (۲۰۰۰). "A review of performance indicators for real losses from water supply systems", IWA/AQUA, Corrected Final version.