

تأثیر تغییرات فشار بر کاهش حداقل جریان شبانه و تقاضای

شبکه توزیع آب

(مطالعه موردی - یک شبکه نمونه در شمال تهران)

محمدرضا جلیلی قاضی زاده، عضو هیات علمی دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)*
ابراهیم شریفزاده صوفیانی، کارشناس ارشد مهندسی آب و فاضلاب، دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)
ضیاءالدین ایدی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب، دانشگاه صنعتی شریف
مرتضی فلاح دوست، کارشناس آب به حساب نیامده، شرکت آب و فاضلاب منطقه یک تهران (شمیرانات)

چکیده

نشت، سهم قابل توجهی از آب بدون درآمد در شبکه‌های توزیع را به خود اختصاص می‌دهد. بسیاری از شبکه‌های آبرسانی شهرهای کشور با مشکل نشت آب مواجه هستند. با توجه به محدودیت جدی در منابع آب شرب، اقدام در جهت کاهش نشت در شبکه‌های آبرسانی بخصوص برای شهرهای بزرگ چون تهران، بسیار با اهمیت می‌باشد. علی‌رغم اهمیت موضوع نشت در شبکه‌های آبرسانی، مطالعات انجام شده در این مورد و علی‌الخصوص مطالعاتی که منجر به نتایج میدانی شده کافی نبوده و بررسی‌های بیشتری در این زمینه مورد نیاز است. هدف از ارائه مقاله حاضر، بررسی تأثیر تغییرات فشار شبکه بر مقادیر نشت و مصارف مشترکین در شبکه توزیع آب 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 حداقل جریان شبانه و مصرف برآورد گردیده است. با نصب شیرهای فشارشکن دارای کنترلگر، میزان فشار شبکه در ساعت‌ها و شرایط مختلف تنظیم گردیده و هر بار مقادیر پارامترهای مورد مطالعه بررسی شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که با کاهش کنترل شده فشار، می‌توان مصرف مشترکین و همچنین نشت شبکه آبرسانی را کاهش داد. مقدار این کاهش برای شبکه موجود محاسبه، و نتایج مورد بحث قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: آب بدون درآمد، مدیریت تقاضا، مدیریت فشار، مدیریت مصرف، مدیریت نشت، حداقل جریان شبانه

۱- مقدمه

با توجه به کمبود منابع آب، افزایش جمعیت، افزایش مقدار سرانه مصرفی و همچنین افزایش هزینه‌های تامین آب، استفاده بهینه از منابع آب موجود به یک موضوع حیاتی تبدیل شده است. این مهم

*تهران، فلکه چهارم تهرانپارس، بلوار وفادار شرقی، دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)، گروه مهندسی آب و فاضلاب

Email: Jalili@pwut.ac.ir

تلفن: ۷۳۹۳۲۴۶۶ فکس: ۷۳۹۳۲۴۸۶

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. هدف مهم دیگر می تواند مربوط به جنبه های اقتصادی این موضوع باشد، بطوریکه با کاهش میزان آبهای به حساب نیامده، هزینه های ناشی از مصرف برق، ذخیره سازی، تصفیه و پمپاژ کاهش یافته و در عوض به دلیل پرداخت آب بها، درآمدی نیز برای شرکت های 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 مخازن جدید، ساخت و تجهیز تصفیه خانه ها و دیگر موارد صرفه جویی 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 گرفته اند. از طرف دیگر، تلاش ها 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 نامه ها و مقررات عمومی و ... به بن بست برسند [Chowdhury et al, 1997].

این تحقیق با هدف تعیین تاثیر کاهش فشار بر میزان نشت شبکه و مصرف مشترکین انجام شده است. در این مطالعه ابتدا قسمتی از شبکه توزیع آب ایزوله شده و سپس مقادیر دبی لحظه ای ورودی به ایزوله و فشار در شبکه اندازه گیری شده اند و با تغییر شرایط و مقادیر خروجی شیرهای فشارشکن، تاثیر تغییرات فشار، در میزان تغییرات حداقل جریان شبانه و دبی ورودی به ایزوله برآورد شده است. در ادامه نتایج بدست آمده مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

۲- مدیریت فشار

بعد از کار گذاشتن لوله های شبکه، در میان تمام عواملی که بر میزان نشت تاثیر می گذارند، تنها مدیریت فشار لوله هاست که قابل کنترل بوده و از این لحاظ کاهش میزان فشار، راه حلی عملی، موثر و کم

¹Unaccounted-For Water

²Non-Revenue Water

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. مدیریت فشار را می‌توان به عنوان اعمال کنترل روی فشارهای سیستم جهت رسیدن به یک سطح فشار بهینه، مناسب برای سیستم توزیع به شکلی که حقوق قانونی مشترکان و مصرف کنندگان تامین شود و تغییرات و ناپایداری در فشار وجود نداشته باشد تعریف کرد. ابزار زیادی برای اعمال مدیریت فشار وجود دارد که می‌توان به مواردی از جمله استفاده از پمپ‌های دور متغییر، کنترل‌های ارتفاعی مخازن 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 مشترکان اشاره نمود [Thornton & Lambert, 2006].

دلیل افزایش و نوسان فشار در سیستم این است که شبکه‌های توزیع آب برای تامین یک سطح حداقل فشار در تمام نقاط شبکه و در تمام طول شبانه روز طرح می‌شوند بنابراین حداقل فشار در مرتفع‌ترین یا در دورترین نقطه شبکه رخ می‌دهد (نقطه بحرانی)، و در نتیجه در سایر نقاط فشارهای بالاتری ایجاد می‌شود. سیستم‌های توزیع همچنین برای تامین سطح حداقل فشار در دوره‌های پیک مصرف زمانی که افت‌های اصطکاکی در بالاترین حد و فشار ورودی در پایین‌ترین مقدار باشد نیز طرح می‌شوند. در نتیجه فشارهای بالاتر از حد نیاز در طول دوره‌های غیر پیک همواره اتفاق می‌افتد. به همین خاطر اکثر شکستگی‌ها در لوله‌ها در طول شب، زمانی که فشار بالاست اتفاق می‌افتد.

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، (Marunga et al, 2006)، (Walski et al, 2006) (Lambert, 2003, 2004)، (تابش و هومهر، ۱۳۸۶)، (کارآموز و همکاران، ۱۳۸۵) و (جلیلی‌قاضی‌زاده و صالحی، ۱۳۸۶) 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 خواهد شد [Thornton & Lambert, 2006].

کاهش فشار باید همراه با قید تامین فشار مورد نیاز در گره‌های مصرف صورت پذیرد تا میزان تقاضای مصرف، در تمامی زمانها برآورده گردد. حالت ایده‌آل زمانی اتفاق می‌افتد که میزان فشار در تمامی گره‌ها به حدی باشد که دقیقاً مقدار تقاضا در گره مصرف را برآورده نماید. به این حالت پروفیل فشار بهینه یا سطح فشار هدف گفته می‌شود. باید توجه داشت که در یک شبکه تنها تعداد محدودی از گره‌ها به سطح فشار هدف خود دست می‌یابند در حالی که در بقیه گره‌ها فشار بیشتر از آن خواهد بود. با توجه به افزایش پیچیدگی شبکه‌های آبرسانی، دستیابی به فشار هدف مشکل است. با اعمال صحیح یک طرح مناسب مدیریت فشار به راحتی و با هزینه کم می‌توان توزیع فشار در شبکه را بهینه کرد.

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 [Zimmerman et al, 1987]. در تحقیقی در شهر ملبرن در 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 [Burn et al, 2002]. با توجه به نحوه قیمت‌گذاری 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 مصارف مرتبط با فشار (در صورت استفاده از فشار مستقیم) و در نتیجه بازیابی و ذخیره منابع می‌شود، لذا کاهش فشار می‌تواند یک راه حل موثر برای کنترل مصارف ناخواسته باشد.

۳- مشخصات ناحیه مورد مطالعه

بعد از بررسی‌های مبسوط انجام گرفته، محدوده آب و فاضلاب ناحیه ۲ از منطقه ۱ (شمیرانات) که شامل خیابان‌های شهید خداوردی و شهید زینعلی می‌شود برای انجام مطالعات انتخاب گردید. این محدوده توسط مخزن ۲۹ تهران تغذیه می‌شود. در شکل شماره ۱ تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه همراه با لوله‌های اصلی شبکه نشان داده شده است.



شکل ۱) تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه، خطوط نازک زرد (شبکه توزیع)، خطوط سفید (محدوده ناحیه)

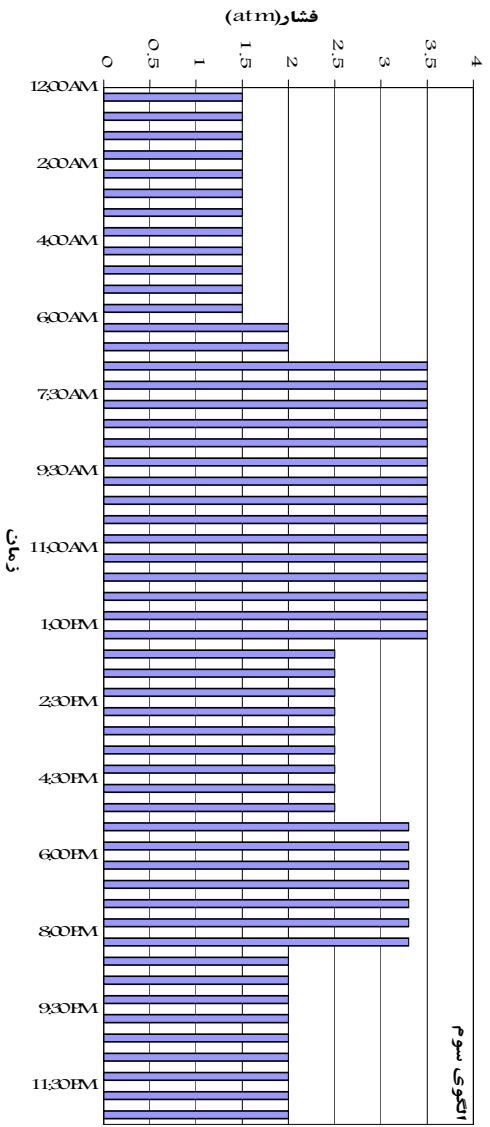
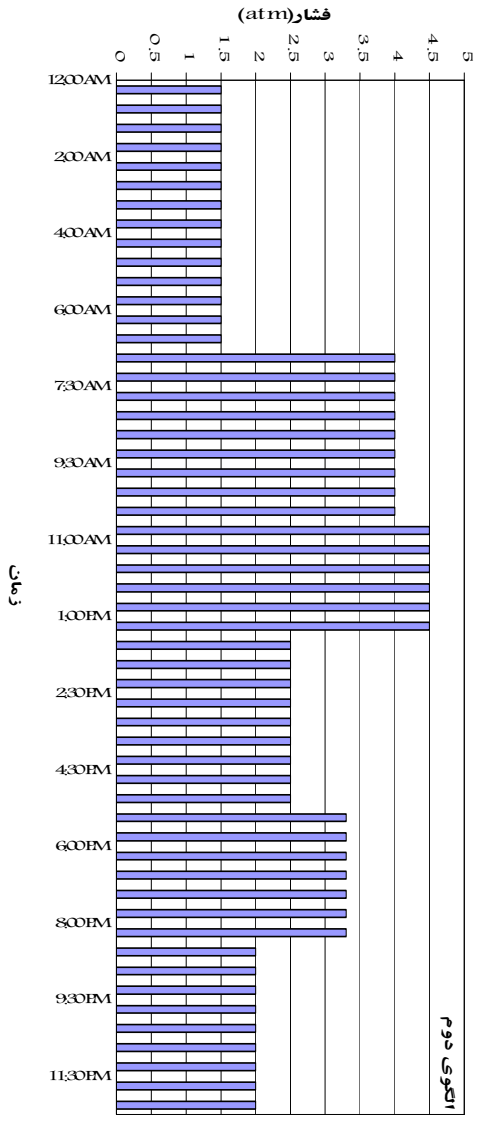
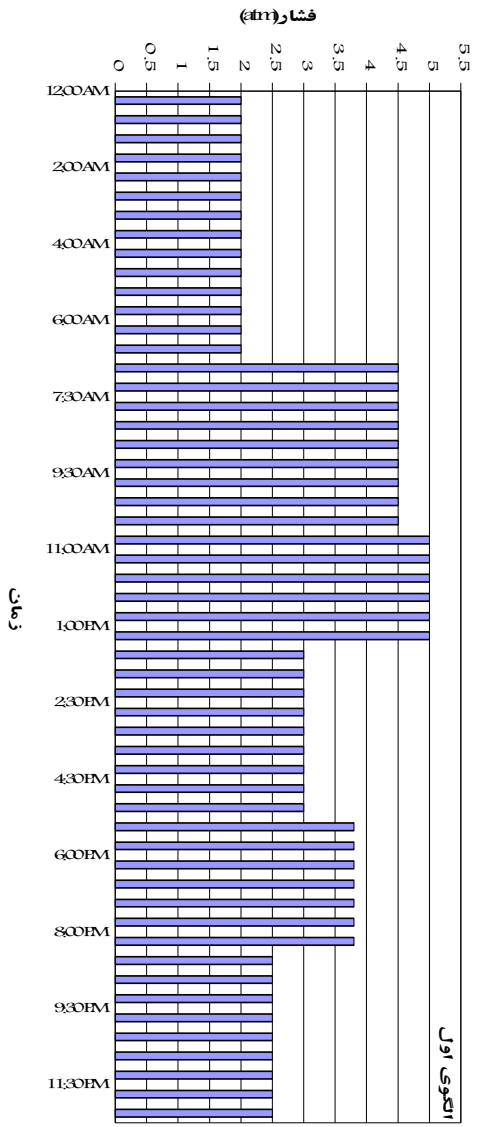
ایزولاسیون شبکه یکی از مراحل اصلی انجام مطالعات است. بعد از بررسی شرایط منطقه، در نهایت با توجه به آمادگی و همکاری مسئولین شرکت آب و فاضلاب منطقه ۱ (شمیرانات)، قسمتی از شبکه این ناحیه در شمال شهر تهران به عنوان پایلوت مطالعاتی انتخاب گردید. پس از انتخاب ایزوله‌های مختلف و بررسی مشکلاتی از قبیل مجوز شهرداری جهت حفاری و نصب و مشکلات ترافیک و دیگر مسائل موجود، نهایتاً ایزوله‌ای تحت پوشش مخزن ۲۹، به خاطر دارا بودن شرایط و امکانات مناسب به عنوان پایلوت انتخاب گردید [شریف‌زاده و جلیلی قاضی‌زاده، ۱۳۸۷].

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 دبی‌سنج التراسونیک جهت اندازه‌گیری جریان ورودی در محل ورود جریان استفاده بعمل آمد. این دبی‌سنج مقادیر دبی ورودی به ایزوله را در فواصل ۱۰ دقیقه‌ای در مدت انجام مطالعات ثبت می‌نمود.

طول خطوط آبرسانی در ناحیه مورد نظر حدود ۳۶۰۰ متر بود که شامل ۲۴۳ انشعاب خانگی می‌شد. این ایزوله در ناحیه‌ای با توپوگرافی متغیر می‌باشد به طوری که اختلاف ارتفاع در این ناحیه به ۸۰ متر می‌رسد [شریف‌زاده، ۱۳۸۶].

بعد از تکمیل و آماده‌سازی ایزوله و نصب تجهیزات، مطالعات برای دبی ورودی و قرائت مصرف مشترکان در فشارهای مختلف انجام گرفت. مراحل مختلف اندازه‌گیری هرکدام به مدت یک هفته انجام می‌گرفت. در هر مرحله خروجی شیر فشارشکن بر روی فشار دلخواه تنظیم و دبی ورودی به شبکه در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه ثبت می‌شد، برای هر مرحله از تنظیم فشار خروجی شیر فشارشکن، یک هفته عملیات اندازه‌گیری ادامه داشت. لازم به ذکر است که فشار خروجی شیر فشارشکن در دو حالت خروجی ثابت و متغیر تنظیم شد. این الگوها در شکل شماره ۲ نشان داده شده‌اند.

تنظیم فشار در الگوی اول شکل شماره ۲ با توجه به مقادیر دبی‌های (مصارف) ثبت شده توسط دبی‌سنج در ساعات مختلف و در طول چند شبانه‌روز تهیه گردید و توسط کنترل‌گر فشار، به شیر فشارشکن اعمال گردید. در بررسی‌های بعدی مشخص شد که می‌توان مقدار فشار را به مقدار بیشتری کاهش داد. بدین ترتیب الگوهای دوم و سوم تهیه و مورد بررسی قرار گرفت. کاهش فشار بیشتر از الگوی سوم باعث نارضایتی مشترکین می‌شد ولی در فشار تنظیمی الگوی سوم شکایتی گزارش نگردید.



شکل ۱۲) الگوهای اول، دوم و سوم تنظیم فشار خروجی شیر فشار شکن

مراحل و شرایط مختلف اندازه‌گیری 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 و دبی ورودی	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	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

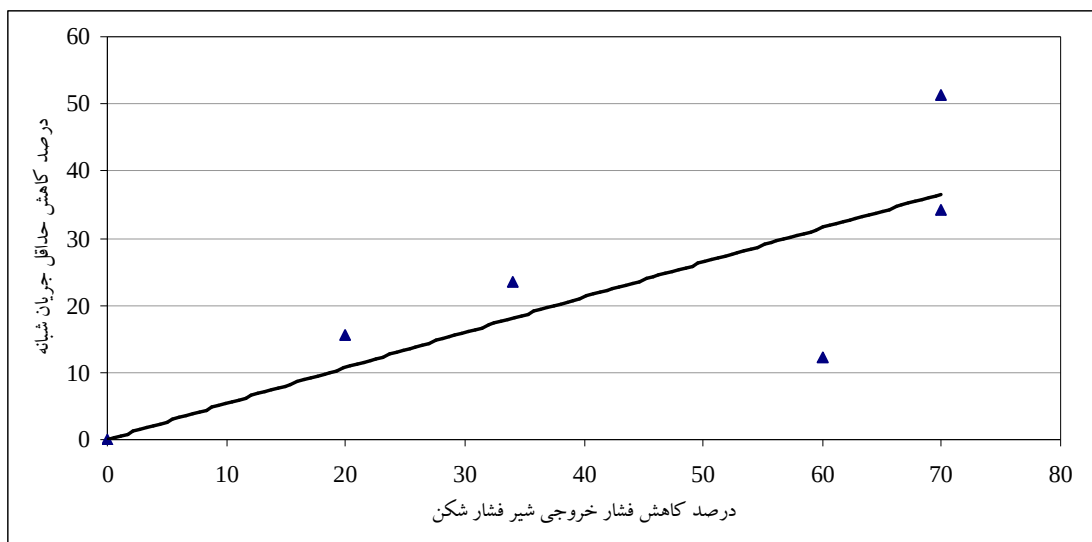
۴- تغییرات حداقل جریان شبانه در مقابل تغییرات فشار

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 ارائه 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

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

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 مبناء 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 طول شب قابل اعتماد نبوده و نتایج آن در جدول شماره ۲ و شکل شماره ۳ ارائه نشده است.



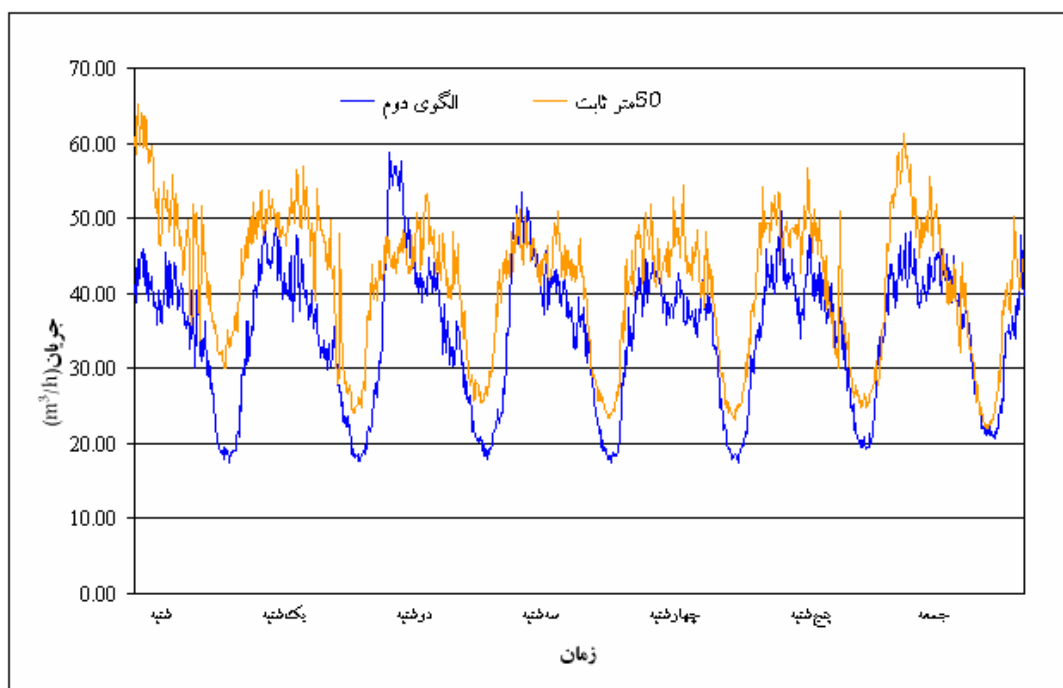
شکل ۳) درصد کاهش حداقل جریان شبانه در مقابل درصد کاهش فشار خروجی شیر فشارشکن (نسبت به حالت ۳)

در شکل شماره ۳ نتایج نقاط اندازه‌گیری شده توسط یک منحنی برازش داده شده است. یکی از علل پراکندگی نقاط در شکل ۳ می‌تواند عوامل مختلف و از جمله وجود فصل سرما در زمان‌های اندازه‌گیری حالت‌های شماره ۶ و ۷ و ۸ باشد. به علت سرمای شدید زمستان سال ۱۳۸۶، ممکن است برخی مشترکین به علت جلوگیری از یخ‌زدگی لوله‌ها 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 در شکل شماره ۳ به روشنی ملاحظه می‌گردد.

۵- تاثیر تغییرات فشار بر میزان جریان ورودی

در مدت انجام اندازه‌گیری‌ها، مقادیر دبی ورودی به ایزوله توسط یک عدد دبی‌سنج التراسونیک که در بالادست شیر فشارشکن نصب بود ثبت می‌گردید (الگوهای فشار اعمال شده جهت انجام طرح‌های مدیریت فشار نیز با استفاده از خروجی همین دبی‌سنج تعیین شده است). با اعمال مدیریت فشار در پایلوت مورد مطالعه، کاهش قابل توجهی در دبی ورودی به شبکه مشاهده شد، به عنوان مثال برای یک

هفته، تغییرات دبی ورودی به ایزوله در دو حالت فشار اعمال شده روی شیر فشارشکن، شامل فشار ثابت ۵۰ متر (حالت ۳) و الگوی شماره ۲ (حالت ۵) در شکل شماره ۴ نشان داده شده است، همانطور که مشاهده می‌شود با کاهش فشار خروجی شیر فشارشکن در حالت الگوی شماره ۲، میزان جریان ورودی به شبکه در طول هفته کاهش یافته است.



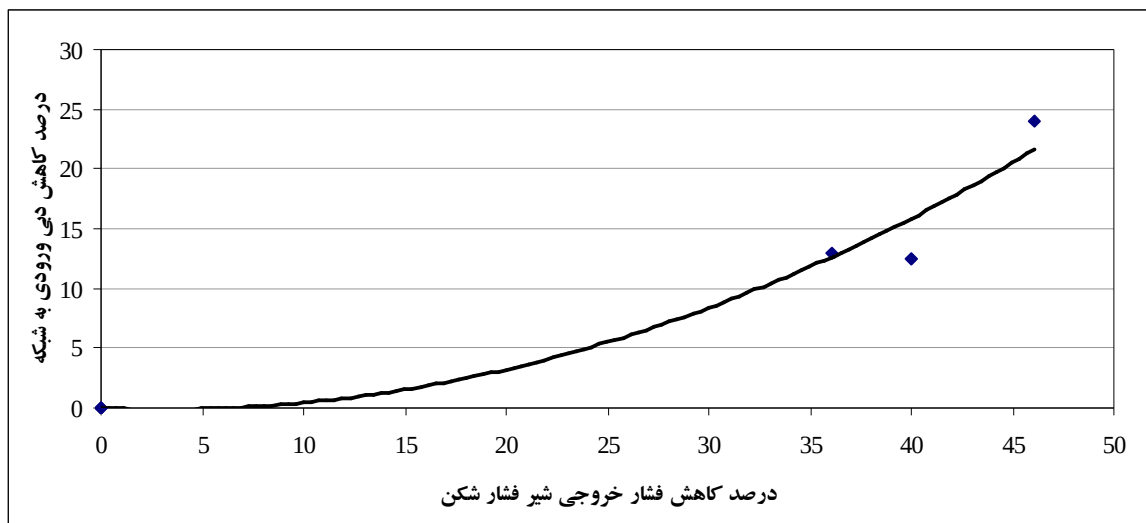
شکل ۴) مقایسه دبی ورودی به ایزوله با اعمال تغییرات در فشار خروجی شیر فشارشکن در طول یک هفته

خلاصه نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها در جدول شماره ۳ ارائه شده است. مقادیر ذکر شده، برای میانگین دبی ورودی روزانه به شبکه در طول یک هفته اندازه‌گیری، می‌باشد.

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

حالت	ملاحظات	فشار خروجی شیر فشارشکن	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 فشارشکن ۵۰ متر محاسبه شده است (متوسط حالت‌های ۲ و ۳). در شکل شماره ۵ تغییرات درصد کاهش دبی ورودی به شبکه، نسبت به درصد کاهش فشار خروجی شیر فشارشکن نشان داده شده است. همچنین در شکل شماره ۵ روند این تغییرات به صورت یک خط، با نتایج بدست آمده برازش داده شده است.



شکل ۵) درصد کاهش دبی ورودی در مقابل درصد کاهش فشار خروجی شیر فشارشکن

نتایج شکل شماره ۵ نشان می‌دهد که، با کاهش فشار خروجی شیر فشارشکن، کاهش دبی ورودی به شبکه تا حدود ۲۵ 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. لازم به یادآوری است که در تمام شرایط مورد مطالعه، فشار شبکه در حدی تنظیم شده بود که نارضایتی مشترکین به علت کمبود فشار گزارش نگردید، به عبارت دیگر نتایج بدست آمده بدون محدودیت تاثیرگذار برای سرویس‌دهی شبکه به مشترکین بوده است.

۶- نتیجه‌گیری

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 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.

بررسی بر روی یک شبکه نمونه در شمال شهر تهران نشان داد که پتانسیل قابل توجهی برای کاهش نشت و مصرف مشترکین در شبکه‌های آبرسانی می‌تواند وجود داشته باشد.

۷- تشکر و قدردانی

از مسئولین محترم شرکت آب و فاضلاب منطقه یک (شمیرانات)، آقایان مهندس پرویزی، مهندس ملکوتی، مهندس نورجواد و آقای مهندس ارجمند به خاطر همکاری‌های صمیمانه و در اختیار گذاشتن امکانات اجرای این تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

۸- مراجع

- [۱] تابش، مسعود و هومهر، سیاوش، ۱۳۸۶، "مدیریت نشت در شبکه‌های آبرسانی به وسیله بهینه سازی تنظیم شیرهای فشارشکن با استفاده از الگوریتم ژنتیک"، دومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- [۲] جلیلی قاضی‌زاده، محمدرضا و صالحی، ستار، ۱۳۸۶، "مدیریت فشار در شبکه‌های شاخه‌ای با استفاده از لوله‌های موازی"، ششمین کنفرانس هیدرولیک ایران.
- [۳] شریف‌زاده صوفیانی، ابراهیم و جلیلی قاضی‌زاده، محمدرضا، ۱۳۸۷، "مدیریت فشار در شبکه‌های آبرسانی شهری (مطالعه موردی یکی از نواحی منطقه یک تهران)"، چهارمین کنگره مهندسی عمران، دانشگاه تهران.
- [۴] شریف‌زاده صوفیانی، ابراهیم، "مدیریت فشار در شبکه‌های آبرسانی، ۱۳۸۶، "پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور).
- [۵] کارآموز، محمد و تابش، مسعود و نظیف، سارا و مریدی، علی، ۱۳۸۵، "مدل مدیریت فشار در شبکه توزیع آب شهری"، هفتمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

[6] Burn, L. S., Silva, D. De., Shipton, R. J., 2002, "Effect of demand management and system operation on potable water infrastructure costs", Sciencedirect, Urban Water, Volume 4, Issue 3.

[7] Chowdhury, M.A.I., Ahmed, M.F., Bhuiyan, M.A., Rahman, M.H., 1997, "Uncounted-for water management states in Bangladesh", Journal of water supply-AQUA, Vol. 46.

[8] Lambert, A., 2003, "What do we know about pressure-leakage relationships in distribution systems?", IWA Conference.

[9] Lambert, A., 2004, "Water losses management and techniques", International Report on Water Loss Management and Techniques.

[10] Marunga, A., Hoko, Z., Kaseke, E., 2006, "Pressure management as a leakage reduction and water demand management tool: the case study of the city of Mutare, Zimbabwe", ELSEVIER,

Available online.

[11] Thornton, J., Lambert, A., 2006, "Managing pressure to reduce new breaks", water 21, Issue DEC., Pages 24-26.

[12] Walski, T., Bezts, W., Posluszny, E. T., Weir, M., Whitman, B. E., 2006, "Modeling leakage reduction through pressure control", American Water Works Association, Journal AWWA, Vol. 98, No.4.

[13] Zimmerman, R., Maixh, F., Pantumsinchai, P., 1987, "Rational to control unaccounted-for water", Public Works, Volume 118, Issue 7.