نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال دهم. شماره سی و هفتم پاییز ۱۳۹۸

تعیین موقعیت بهینه شیرهای فشارشکن در شبکه توزیع آب (مطالعه موردی: شبکه توزیع آب شهر بیرجند)

حسین نصیرپور[۱]، علی نصیریان[۲]، ابولفضل اکبرپور[۳]

تاریخ ارسال:۱۳۹۷/۰۲/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۲۹

مقاله پژوهشی

چکیده

نشت و مصرف در شبکه توزیع، رابطه مستقیمی با فشار دارند. با توجه به ارتباط میان نشت و مصرف شبکه با فشار، با کاهش فشار می توان نشت و مصرف را در شبکه کاهش داد. یکی از بهترین و مقرون به صرفه ترین روش ها برای کاهش نشت، مدیریت فشار می‌باشد. نصب شیر های فشارشکن در شبکه می تواند فشار شبکه را کاهش دهد. به منظور عملکرد هر چه بهتر شیرهای فشارشکن در شبکه، تعیین موقعیت بهینه و فشار تنظیمی آنها، از اهمیت بالایی برخوردار است. در این تحقیق موقعیت بهینه برای نصب شیرهای فشار شکن در شبکه توزظیع آب مورد بررسی قرار گرفت. این کار با استفاده از ارتباط پویای بین نرم افزار متلب و ایپانت و بررسی تمام حالت‌های ممکن برای نصب شیر فشار شکن انجام شد. مساله به صورت یک مساله چند هدفه مورد بررسی قرار گرفت. تابع‌های هدف در این تحقیق عبارتند از: کمینه کردن مقدار نشت و مصرف در شبکه، کمینه کردن تعداد نقاط با فشار بیش از توان تحمل لوله ها و کمینه کردن تعداد گره های با فشار کمتر از استاندارد می باشد. این تحلیل‌ها در یک دوره زمانی ۲۴ ساعته انجام شد. نتایج نشان داد که با نصب سه شیر فشارشکن در موقعیت‌های بهینه و فشار تنظیمی از ۴۰ متر به ۳۳ متر در شبکه بیرجند واقع در استان خراسان جنوبی، میانگین مصرف و نشت در ۲۴ ساعت ۴۸/۲۴ لیتر بر ثانیه، نسبت به وضع موجود که همین تعداد فشارشکن در موقعیت های دیگری نصب شده، کاهش پیدا می کند. از نتایج بدست آمده می توان دریافت که رویکرد ارئه شده کارایی بسیار بالایی در کاهش نشت و مصرف در شبکه توزیع آب را دارد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت فشار، نشت، شیر فشارشکن، مدیریت مصرف

۱ دانشجوی کارشناشی ارشد مهندسی عمران، گرایش مهندسی و مدیریت منابع آب، دانشگاه بیرجند، آدرس پست الکترونیکی hossein.nasirpour@yahoo.com
[۲] استادیار دانشکده مهندسی، گروه عمران، دانشگاه بیرجند، آدرس پست الکترونیکی، a.nasirian@birjand.ac.ir
[۳] دانشیار دانشکده مهندسی، گروه عمران، دانشگاه بیرجند، آدرس پست الکترونیکی، akbarpour@birjand.ac.ir

مقدمه

آب مهمترین سرمایه بشر است که جایگزینی برای آن وجود ندارد. کاهش منابع آب و افزایش جمعیت و همچنین بحران آب در بیشتر کشور های جهان باعث شد تا محققان به موضوع نشت آب از سیستم های توزیع و انتقال آب و روش‌های کاهش آن بپردازند. نشت در شبکه های توزیع آب امری اجتناب ناپذیر است و به طور کامل از بین نمی رود (وزارت نیرو، ۱۳۸۰). در بسیاری از شبکه توزیع آب، تلفات آب ناشی از نشت به ۳۰ درصد مقدار آب ورودی به شبکه می رسد (Puust et al.,2016). با توجه به تحقیقات انجام شده در ایران، متوسط نشت بین ۱۵ تا ۳۰ درصد می‌باشد (تابش و همکاران، ۱۳۸۵). روش های مختلفی برای کاهش نشت وجود دارد که مدیریت فشار شبکه از مهمترین و موثرترین روش‌ها برای کاهش نشت است (وزارت نیرو، ۱۳۸۰). با توجه به اینکه نشت و فشار رابطه مستقیمی با یکدیگر دارند، با استفاده از مدیریت فشار می‌توان نشت در شبکه را کاهش داد (Luisa et al.,1999، Vairavamoorthy et al.,1998). در شبکه های توزیع یک حداقل فشار برای تامین و رساندن آب به مشترکان مورد نیاز است و مازاد بر آن موجب افزایش نشت و همچنین افزایش اتفاقات و شکستگی ها در شبکه می شود.

مدیریت فشار با نصب شیرآلات کنترل دبی و فشار و یا مخازن میانی تقلیل فشار انجام می شود. برای انتخاب بهینه شیرآلات و موقعیت آنها، تحقیقات زیادی صورت گرفته است. محققین مختلف این مشکل را با استفاده از انواع شیرآلات و چگونگی کارکرد و تنظیم آنها در شبکه توزیع آب مورد بررسی قرار داده اند (Jowitt et al.,1990). در برخی تحقیقات، موقعیت بهینه شیرها در شبکه به عنوان یک تابع چند هدفه، بررسی شده است (Creaco et al.,2014، Ali 2015). استفاده از شیرهای فشارشکن به جای شیرهای کنترل جریان مورد آزمایش قرار گرفت و مشخص شد که استفاده از شیرهای فشارشکن در شبکه توزیع، بهترین و کارآمدترین روش جهت مدیریت فشار می باشد (Nicolini et al.,2009). پارامترهای کنترلی در هنگام مدیریت فشار با استفاده از شیرهای فشارشکن، میزان فشار خروجی این گونه شیرآلات می باشد (Ulannicki et al.,2009).

Savic et al.,(1995) برای پیدا کردن موقعیت مطلوب شیرهای کنترل کننده فشار[1](PCV) یک مدل ریاضی را که در آن تمام شیرها به طور کامل باز یا کاملا بسته باشند را پیشنهاد دادند. این تحقیق با فرض تقاضای ثابت برای هر گره بررسی شده است. Reis et al.,(1997) حالت‌های مختلف مصرف بهینه برای کاهش نشت در شبکه توزیع آب را مورد مطالعه قرار دادند. تحقیقات انجام شده Khezzar et al.,(2001)، بررسی حالت پایدار شبکه های توزیع آب شهری دارای شیر فشارشکن را با توجه به نمونه‌های آزمایشگاهی ارائه دادند. هدف از این مقاله، توسعه و ارائه جزئیات کافی مدل سازی شیرهای فشارشکن در ترکیب با روش تئوری خطی برای تجزیه و تحلیل حالت پایدار شبکه های توزیع آب است. Jun et al.,(2007) برای کاهش نشت و فشار در شبکه توزیع آب از شیرهای فشارشکن استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که استفاده از شیرهای فشارشکن روشی مناسب برای کاهش نشت و فشار در شبکه می باشد. Giugni et al.,(2007,2009) برای یافتن موقعیت های بهینه شیرهای فشارشکن از الگوریتم ژنتیک (GA) استفاده کردند. در ادامه تحقیقات انجام شده Lotfizadeh et al.,(2012)، مدیریت فشار با استفاده از یک شیر فشارشکن اتوماتیک ساخته شده در تحقیقشان را ارائه دادند. هدف از این تحقیق تجزیه و تحلیل مصرف برای شبکه های تامین آب شهری بر

[1] Pressure control valve (PCV)

اساس فشار است. نتایج نشان داد که شیر فشارشکن ساخته شده در این تحقیق برای کاهش فشار، با منحنی فشار منفی شبکه در شب و روز و در زمان های مختلف می تواند ارائه شود. همچنین Jafari et al.,(2013) برای کاهش نشت از شیر فشارشکن استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که با جایگزینی شیر فشارشکن با توربین در شبکه واقعی می توان فشار شبکه را کنترل و برق تولید کرد. در این تحقیق ابتدا تنظیمات مطلوب شیرهای فشارشکن با استفاده از الگویتم ژنتیک در تبریز تعیین شد و سپس برخی از شیر های فشارشکن انتخاب شده با توربین جایگزین و پس از آن، مقدار قدرت تولید شده توسط توربین ها محاسبه شد. نتایج نشان داد که کاهش فشار توسط توربین، تولید برق قابل ملاحظه ای را به همراه دارد. Saldarriaga et al.,(2016) تعیین محل مناسب و تنظیم ساعتی شیرهای فشارشکن در دو شبکه مختلف به روش الگوریتم NSGA-II را مورد بررسی قرار دادند. تابع هدف آنها عبارت بود از: حداقل رساندن ضرر اقتصادی سالانه در نتیجه تلفات آب در شبکه های توزیع و کاهش هزینه های نصب شیرهای فشارشکن. نتایج نشان داد که طرح مدیریت فشار یک روش کارآمد برای کاهش نشت می باشد. برای کاهش نشت در شبکه سرافرازان مشهد، سلطانی اصل و همکاران(۱۳۸۸)، در ابتدای شبکه از شیر فشار شکن استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که استفاده از شیر فشار شکن در شبکه علاوه بر کاهش نشت باعث می شود که فشار در شبکه یکنواخت تر باشد. جهانگیر و همکاران(۱۳۹۲)، برای کنترل نشت و فشار در شبکه دوحصاران خراسان جنوبی، از شیر فشارشکن در نقاط بحرانی و تنظیم زمانی آن در جهت فشار استاندارد در تمام گره های شبکه با استفاده از نرم افزار واترجمز استفاده کردند نتایج نشان داد که کنترل هوشمند فشار توسط شیر فشارشکن روشی مناسب برای کاهش فشار و نشت می باشد. همچنین جعفری اصل و همکاران(۱۳۹۴)، مدیریت بهینه فشار در شیکه توزیع آب با توجه به حداقل سازی نشت را مورد بررسی قرار دادند. برای این منظور آنها جانمایی و تنظیمات بهینه شیرهای فشارشکن را با استفاده از الگوریتم بهینه سازی رقابت استعماری در شبکه پایلوت که قبلا توسط چند دانشمند مورد توجه قرار گرفته بود را انجام دادند.

هدف از تحقیق حاضر تعیین موقعیت بهینه شیرهای فشار شکن و بررسی تمام موقعیت های ممکن با استفاده از ارتباط نرم افزارهای EPANET 2.00.12 و MATLAB R2007b در شبکه بیرجند می‌باشد. در این تحقیق ۳ تابع هدف مورد ارزیابی قرار گرفت که عبارتند از: ۱- کمینه کردن مقدار نشت و مصرف در شبکه. ۲- کمینه کردن تعداد نقاط با فشار بیش از توان تحمل لوله ها. ۳- کمینه کردن تعداد گره های با فشار کمتر از استاندارد می باشد.

مواد روش ها

این بخش در مقاله رابطه نشت و مصرف با فشار، روش تعیین میزان مصرف و آب به حساب نیامده در ساعات مختلف، انتخاب موقعیت بهینه برای نصب شیرهای فشارشکن و شناخت منطقه مورد مطالعه توضیح داده خواهد شد.

رابطه نشت و مصرف با فشار

نشت رابطه مستقیمی با فشار دارد. در خروج آب از یک روزنه، سرعت با ریشه دوم فشار (قانون روزنه) مرتبط است. اما در نشت از شکستگی های شبکه با توجه به متغیر بودن سطح مقطع روزنه با افزایش فشار، رابطه نشت با فشار بصورت زیر قابل بیان می باشد.

$$Q = CP^n \quad (۱)$$

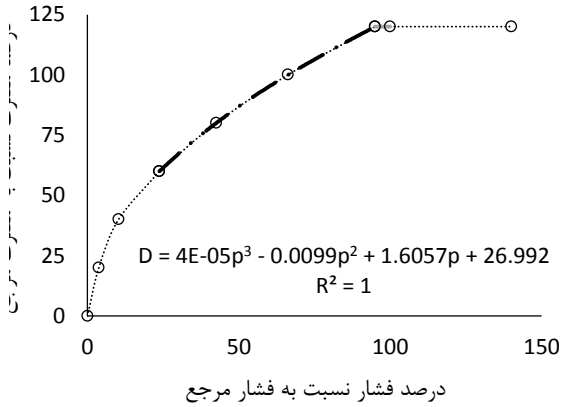
که دراین رابطه، Q : دبی نشت بر حسب لیتر بر ثانیه، P: فشار آب درون لوله برحسب متر آب و C: ضریب نشت می‌باشد که به خصوصیات شبکه بستگی دارد و

در برگیرنده جنس و عمر لوله‌ها است. همچنین توان فشار به تغییرات فشار شبکه و جنس لوله ها بستگی دارد. طی تحقیقات انجام شده توسط Karamouz et al.,(2005) بهترین روش برای تعیین توان فشار، نظریه FAVAD[1] می باشد. بررسی اتفاقات در شبکه بیرجند نشان می دهد که نسبت تعداد منافذ نشت با سطح مقطع ثابت به تعداد منافذ نشت با سطح مقطع متغیر (RFVL) ۰/۵ بوده است. در این روش P_0 و P_1 بیانگر فشار متوسط شبکه در شرایط فشاری متفاوت می‌باشند. در شبکه بیرجند مقادیر (P_1/P_0) برابر ۰/۸۱ بدست آمد و با توجه به مقدار RFVL با استفاده از نمودار FAVAD توان فشار ۱/۱۵ بدست آمد (وزارت نیرو، ۱۳۸۹).

فشار و مصرف نیز رابطه مستقیمی دارند و با افزایش فشار، مصرف شبکه نیز افزایش می یابد. با توجه تحقیقات انجام شده توسط Wu et al.,(2008) رابطه بین مصرف و فشار با استفاده از شکل ۱ بدست می آید. این شکل نشان می دهد که در یک فشار مرجع، ۱۰۰ درصد مصرف قابل برداشت است و با افزایش فشار، مصرف بیشتر می شود و در یک فشار مشخص که مصرف به ۱۲۰ درصد حالت استاندارد می رسد، مصرف ثابت باقی می ماند. بر این اساس، فشار مرجع فشاری است که ۱۰۰ درصد مصرف تامین می‌شود. بر اساس ضوابط موجود، برای تامین نیاز های آبی برای مناطق دارای ساختمان ۴ طبقه، فشار مورد نیاز ۴۰ متر است. فرض می شود که در این فشار ۱۰۰ درصد نیاز آبی قابل تامین است. با توجه به نمودار، برای فشار حدود ۶۰ متر، مقدار مصرف به ۱۲۰ درصد حالت استاندارد خواهد رسید و سپس ثابت باقی خواهد ماند. برای مدلسازی شبکه بر روی این نمودار، تابع درجه سومی برازش داده می شود. تابع برازش شده در محدوده فشار ۲۰ درصد تا ۱۰۰ درصد متناظر با فشارهای ۱۲ تا ۶۰ متر انجام شده است و دارای $R^2 = 1$ می‌باشد. رابطه ۲ درصد مصرف نسبت به مصرف پایه را در فشارهای مختلف را نشان می دهد.

$$D = ۰/۰۰۰۴P^3 - ۰/۰۰۹۹P^2 + ۱/۶۰۵۷P + ۲۶/۹۹۲ \quad (۲)$$

که در این رابطه D درصد مصرف نسبت به مصرف مرجع در هر گره و P درصد فشار نسبت به فشار مرجع در گره می‌باشد.



شکل ۱: رابطه مصرف با فشار

تعیین میزان مصرف و آب به حساب نیامده در ساعات مختلف

در این بخش فرض شده است که عمده آب به حساب نیامده شبکه در اثر تلفات واقعی از دست رفته و میزان آب به حساب نیامده در ساعات مختلف با فشار مرتبط است. فرم کلی رابطه دبی برداشت آب توسط مصرف کنندکان عبارت است از:

$$D_h = Q_{in\,h} - NRW_h \quad (۳)$$

که در رابطه فوق:

D_h: دبی برداشت آب در ساعتh ام توسط مصرف کنندکان به حساب آمده

[1] Fixed and Variable Area Discharge path

$Q_{in\,h}$: دبی ورودی شبکه در ساعت h که توسط دبی سنج ورودی شبکه ثبت شده است.

NRW_h: میزان دبی آب به حساب نیامده در ساعت h

حال برای بدست آوردن دبی آب به حساب نیامده از معادله زیر استفاده شده است.

$$NRW_h = (\frac{\bar{P}_h}{\bar{P}})^n \times NRW \qquad (۴)$$

که در این رابطه:

NRW: متوسط آب به حساب نیامده شبکه بر حسب لیتر بر ثانیه

$\bar{P}_h$: فشار متوسط شبکه در ساعت h

$\bar{P}$: فشار متوسط شبکه در طی ۲۴ ساعت

آب به حساب نیامده نیز با استفاده از رابطه زیر بدست می آید.

$$NRW = \bar{Q}_{in} - D \qquad (۵)$$

که در آن:

D: متوسط مصرف، مصرف کنندگان به حساب آمده بر حسب لیتر بر ثانیه است. متوسط آب مصرفی توسط مشترکین با توجه به رابطه زیر محاسبه می شود.

$$D = \sum_{1}^{n} (\frac{V_j}{t_j}) \qquad (۶)$$

V_j: حجم آب مصرفی مشترک jام بر حسب لیتر

t_j: مدت زمان مصرف مشترک jام بر حسب ثانیه

n: تعداد مشترکین کل شبکه

و دبی متوسط روزانه ورودی شبکه با استفاده از رابطه زیر بدست می آید.

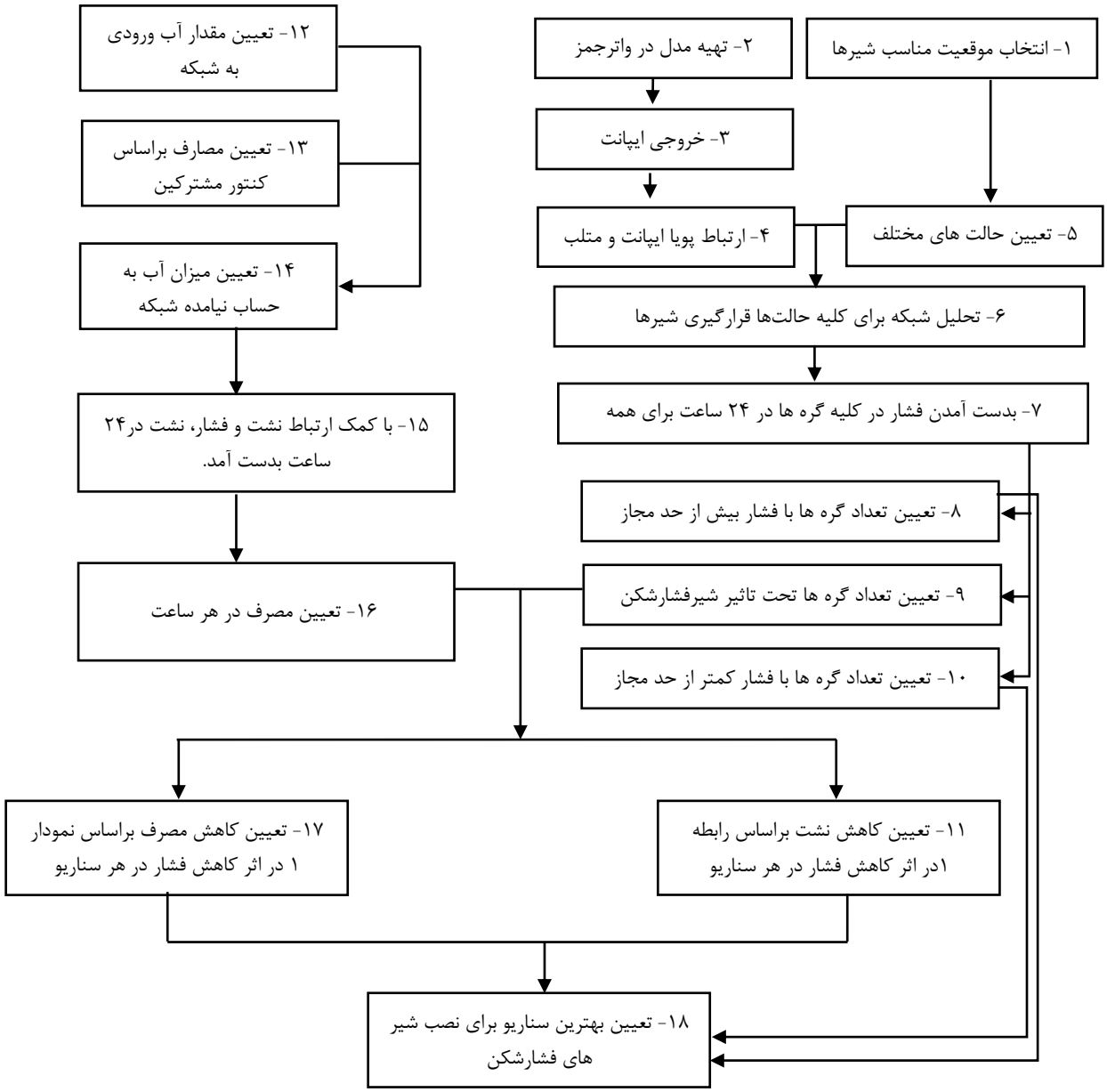
$$\bar{Q}_{in} = \frac{\sum_{i=1}^{24} Q_{in\ \mathrm{h}}}{24} \qquad (۷)$$

انتخاب موقعیت بهینه برای نصب شیرهای فشارشکن

برای انتخاب موقعیت بهینه نصب شیر فشارشکن در شبکه بیرجند مراحل انجام تحلیل‌ها طبق فلوچارت شکل ۲ انجام گرفته است. در ادامه مراحل نامگذاری شده در فلوچارت تشریح می گردد.

مراحل ۲،۳: برای بهینه یابی موقعیت های نصب شیرهای فشار شکن نخست مدل هیدرولیکی شبکه در نرم افزار واترجمز ساخته و سپس اطلاعات مورد نظر در نرم افزار ایپانت فراخوانی می شود.

مراحل ۱،۴،۵: شبکه مورد نظر جهت انتخاب موقعیت های مناسب نصب شیر فشارشکن مورد بررسی قرار می گیرد. برای این منظور خطوط هم فشار شبکه با استفاده از نرم افزار واترجمز ترسیم می شود. جایی که خطوط هم فشاری دارای فشاری بالاتر از حداکثر مورد نظر برای شبکه آب باشند می تواند به عنوان مکان-های مناسب برای نصب شیر فشار شکن شناخته شود. فشار حداکثر مورد نظر بستگی به مقدار فشار مورد نیاز و تعداد فشار شکن مورد نظر دارد. حداقل فشار مجاز برای شبکه بر اساس تعداد طبقات ساختمان‌های منطقه تعیین می شود. در تحقیق حاضر با توجه به توپوگرافی منطقه و خطوط هم فشار شبکه، مقدار فشار حداکثر قابل قبول ۵۰ متر لحاظ گردید و خط هم فشار ۵۰ متر به عنوان راهنمایی برای انتخاب موقعیت شیرهای فشار شکن مورد استفاده قرار گرفت.



شکل۲: فلوچارت انتخاب موقعیت بهینه شیر فشارشکن

در مدل سازی شیرهای فشارشکن در نرم افزار ایپانت به نکات زیر توجه شد: ۱- توجه به وجود لوله های موازی: اگر لوله ها موازی باشند و شیر فشارشکن روی یکی از آن ها نصب شود، از لوله دیگر جریان اضافه شده و عملا کارایی شیر فشارشکن از بین می‌رود. برای حل این مشکل باید یکی از این دو لوله همزمان با نصب شیر فشارشکن بسته شود. ۲- توجه به قطر لوله ها: اگر دو لوله موازی باشند، بر روی خط لوله قطورتر، شیر فشارشکن نصب می شود. ۳- توجه به توپوگرافی، دسترسی محلی و تاسیسات موجود نیز در انتخاب موقعیت مناسب نقش دارند.

مرحله ۶: سناریو های مختلف برای قرار گیری و نصب شیرهای فشارشکن و تهیه جدول حالت های مختلف

باز و بسته شدن شیرها در نرم افزار متلب تهیه شد. با توجه به اینکه تعیین موقعیت ۳ شیر فشارشکن از بین ۱۲ موقعیت ممکن مورد نظر است، ۲۲۰ حالت قرارگیری شیرهای فشارشکن می تواند اتفاق بیفتد. شبکه برای کلیه سناریوها تحلیل می شود. در هر سناریو ۲۴ تحلیل برای ساعات مختلف شبانه روز انجام می شود.

مرحله ۷: میزان فشار در هر گره در هر یک از ۲۴ ساعت برای تمامی سناریوها تعیین شده و از این اطلاعات به صورت فایل اکسل خروجی گرفته می شود.

مراحل ۸،۱۰: به منظور بدست آوردن تعداد نقاط با فشار بیش از توان تحمل لوله ها در طول شبانه روز و همچنین تعداد گره ها با فشار کمتر از حد مناسب، این گره‌ها مشخص شدند. همچنین فشار متوسط شبکه در هر سناریو محاسبه‌شد.

لازم به ذکر است، حداقل فشار مجاز شبکه بر اساس تعداد طبقات ساختمان‌های منطقه مورد نظر تعیین می‌شود. در این تحقیق مقدار فشار حداقل قابل قبول ۲۸ متر لحاظ گردید و گره های با فشار کمتر به عنوان یکی از توابع هدف بررسی شد.

مرحله ۹: گره هایی که فشار آنها تحت تاثیر نصب شیر فشارشکن ها قرار گرفته اند مشخص می شوند.

مراحل ۱۲،۱۳،۱۴،۱۵: با استفاده از آب ورودی به شبکه و مصارف براساس کنتور مشترکین، آب به حساب نیامده شبکه بدست آمد. در تحقیق حاضر کل نشت شبکه با توجه به اختلاف بین مقادیر ثبت شده در ورودی شبکه و مصرف مشترکان بدست آمد. با توجه به نامشخص بودن درصد تلفات غیرفیزیکی، با صرف نظر از مقدار تلفات غیر فیزیکی، فرض شد که این اختلاف مربوط به تلفات واقعی بوده و تحت تاثیر فشار قرار دارد. با توجه به فشار در ۲۴ ساعت و با استفاده از رابطه ۱، میزان آب به حساب نیامده در هر ساعت مشخص شد.

مرحله ۱۶: با توجه به فشار های شبکه قبل و بعد از نصب شیرهای فشارشکن و با استفاده از رابطه برازش داده ۲، مصرف در هر گره متناظر با فشارهای جدید بدست آمد.

مرحله ۱۷: کاهش مصرف هر گره بر اثر کاهش فشار در هر ساعت با استفاده از رابطه ۲ بررسی شد.

مرحله ۱۰: محاسبه فشار متوسط در هر ناحیه در ۲۴ ساعت در سناریوهای مختلف انجام پذیرفت.

مرحله ۱۱: تاثیر کاهش فشار هر ناحیه بر روی کاهش نشت در هر ساعت شبانه روز مورد بررسی قرار گرفت. سپس مجموع تاثیر هر سناریو بر کاهش نشت، مصرف، تعداد گره‌های با فشار بالا و نیز تعداد گره ها با فشار کمتر از حد مجاز انجام پذیرفت.

مرحله ۱۸: با مقایسه مقدار نشت و مصرف قبل و بعد از نصب شیرهای فشار شکن در هر یک از سناریوها، موقعیت بهینه شیرهای فشارشکن و مقدار کاهش نشت و مصرف بدست آمد.

منطقه مورد مطالعه

شهر بیرجند مرکز استان خراسان جنوبی می باشد .شهر بیرجند اولین شهر در ایران است که دارای سازمان آبرسانی بوده و بنگاه آب لوله بیرجند به عنوان اولین سازمان آبرسانی ایران شناخته می‌شود (پایگاه خبری خاورستان ، ۱۳۹۴).

شبکه توزیع آب شهری بیرجند به چندین شبکه مجزا تقسیم شده است که در این تحقیق منطقه D شهر بیرجند مورد مطالعه قرار گرفته است. این شبکه بر اساس مدل ساخته شده به وسیله نرم افزار WaterGEMS دارای ۱۱۴۰ گره و ۱۱۹۱ لوله می‌باشد. جنس لوله‌های بکار رفته در این شبکه اکثرا از دو نوع آزبست (AC) و پلی اتیلن(PE) است. ضریب هیزن- ویلیامز درنظر گرفته شده برای ساخت مدل با توجه به مشاهدات میدانی و اطلاعات شرکت آب و فاضلاب شهر بیرجند، برای لوله های پلی اتیلن برابر ۱۳۰ و برای لوله های آزبست برابر با ۱۱۵ است. همچنین قطر لوله‌های بکار رفته در شبکه از حدود ۴۰ میلی متر تا ۶۰۰ میلی متر و دارای یک مخزن و سه

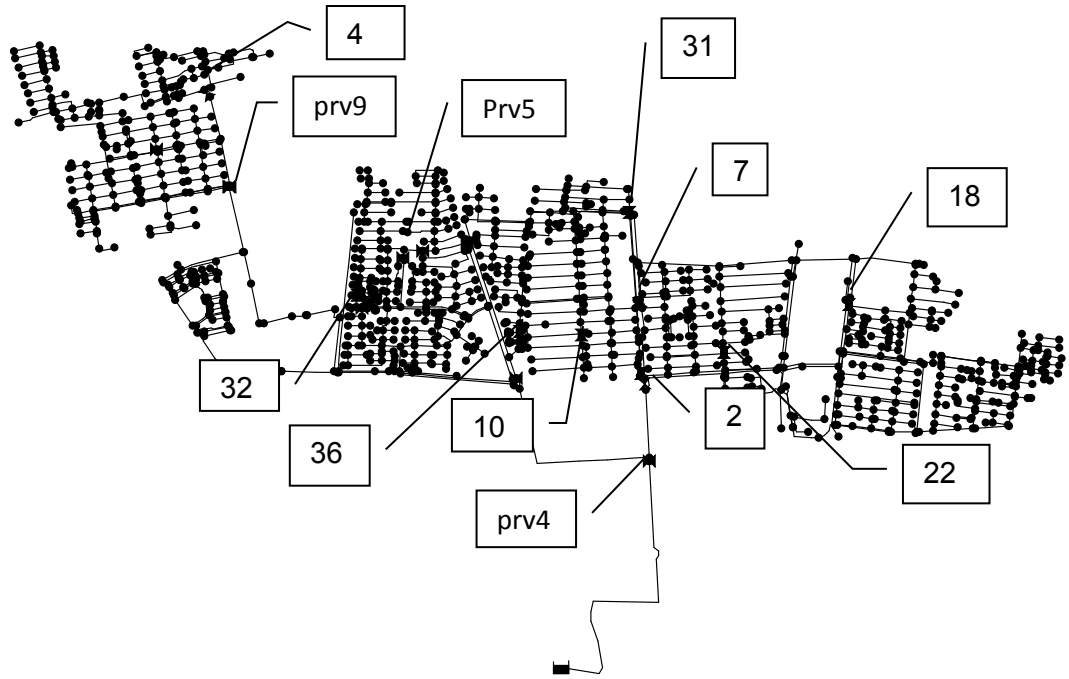
شیر فشارشکن که این شیرآلات روی فشار تنظیمی ۴۰ متر قرار گرفته اند، می‌باشد. تمام مصارف بر اساس قرائت کنتورهای مشترکین در بازه حدود ۶۰ روز برداشت شده است.

نتایج و بحث

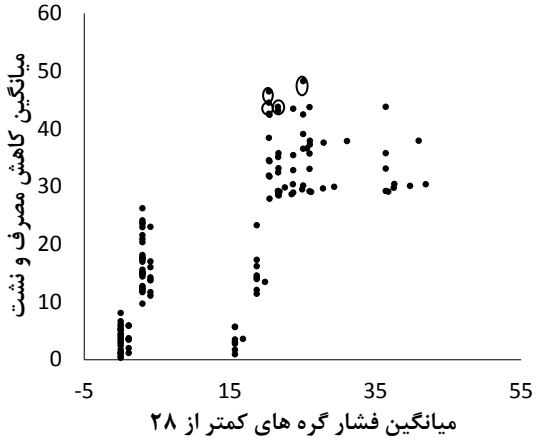
شبکه بیرجند دارای سه شیر فشارشکن prv4، prv5 و prv9 می باشد که روی فشار تنظیمی ۴۰ متر قرار گرفته‌اند. برای بدست آوردن موقعیت بهینه سه شیر فشارشکن، ابتدا موقعیت های محتمل برای نصب شیرهای فشارشکن بررسی شد. مطابق شکل ۳، ۹ شیر فشارشکن دیگر به مدل شبکه در نرم افزار EPANET اضافه شد. با توجه به اینکه فشار تنظیمی ۴۰ متر باعث افزایش تعداد نقاط با فشار بیش از توان تحمل لوله ها و در نتیجه ترکیدن لوله ها و افزایش نشت می شود، در این تحقیق فشار تنظیمی شیرهای فشارشکن با سعی و خطا ⅂ روی ۳۳ متر تنظیم شد تا این مشکل تا حد زیادی برطرف شود. شکل ۳ حالت های قرارگیری شیر فشارشکن با موقعیت های مختلف در شبکه بیرجند را نشان می‌دهد.۲۲۰ سناریو برای جای گذاری سه شیر فشارشکن در شبکه مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به ارتباط پویای بین متلب با ایپانت و همچنین الگوی مصرف گره ها در ۲۴ ساعت، فشار گره ها در تمام ساعات شبانه روز مشخص شد. سناریوهای مختلف از نظر میانگین کاهش نشت و مصرف نسبت به وضع موجود و کاهش تعداد گره های با فشار بالاتر از ۵۰ متر که باعث کاهش نشت و کاهش ترکیدگی لوله ها می شود، مورد تحلیل قرار گرفت. باید توجه داشت که با کاهش فشار شبکه، تعداد گره های با فشار کمتر از ۲۸ متر نیز افزایش می یابد که در واقع آب با فشار مطلوب بدست مشتریان نمی‌رسد. با توجه به این تضاد اهداف، دو جبهه پارتو تشکیل شد. یکی از بهترین روش ها در مسایل چند هدفه، روش مبتنی بر پارتو[1] است. غالب بودن[2] یک هدف بسیار مهم در روش بهینه سازی مبتنی بر پارتو است. جواب i بر جواب j غالب می باشد اگر دو شرط زیر برقرار باشد. جواب i از دید هیچ یک از توابع هدف از جواب j بدتر نباشد. جواب i حداقل در یکی از توابع هدف از جواب j بهتر باشد. مجموعه جواب‌هایی که دو شرط بالا را داشته باشند، جبهه پارتو[3] نامیده می شوند(صادقی طبس ۱۳۹۴).جبهه پارتو اول مربوط به میانگین کاهش نشت و فشار و میانگین فشار گره های کمتر از ۲۸ متر و جبهه پارتو دوم مربوط به میانگین تعداد گره های با فشار بیشتر از ۵۰ متر و میانگین تعداد گره های با فشار کمتر از ۲۸ متر می باشد. لذا در جبهه پارتو بهترین حالت ها برای قرارگیری شیرهای فشارشکن انتخاب شد.

شکل ۴ و ۵ جبهه پارتو را برای هدف های تعیین شده در ۲۲۰ سناریو مختلف قرارگیری شیرهای فشارشکن نشان می دهد. با توجه به شکل ۴، ۴ عدد از بهترین سناریو هایی که بیشترین کاهش نشت و مصرف و همچنین کاهش فشار گره های کمتر از ۲۸ متر را داشته اند با دایره مشخص شده‌اند. سناریو ۱۱ با کاهش ۴۸/۲۴ لیتر بر ثانیه، نشت و مصرف و همچنین ۲۵ گره دارای فشار کمتر از ۲۸ متر، بهترین گزینه برای انتخاب موقعیت نصب شیرهای فشارشکن می باشد. همچنین سناریو ۵۶ با کاهش ۴۶/۴۴ لیتر بر ثانیه، نشت و مصرف و ۲۰ گره کمتر از فشار ۲۸ متر، سناریو ۱۰۵ با کاهش ۴۴/۵۳ لیتر بر ثانیه، نشت و مصرف و ۲۰ گره کمتر از فشار ۲۸ متر و سناریو ۱۰۶ با کاهش ۴۳/۷۹ لیتر بر ثانیه، نشت و مصرف و ۲۲ گره کمتر از فشار ۲۸ متر، گزینه های بعدی برای انتخاب موقعیت شیرهای فشارشکن هستند.

[1] Pareto
[2] Dominate
3 Pareto Front



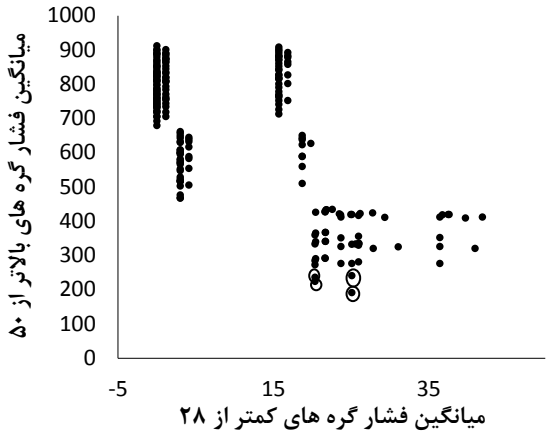
شکل ۳: قرار گیری شیرهای فشار شکن اضافه شده در شبکه بیرجند



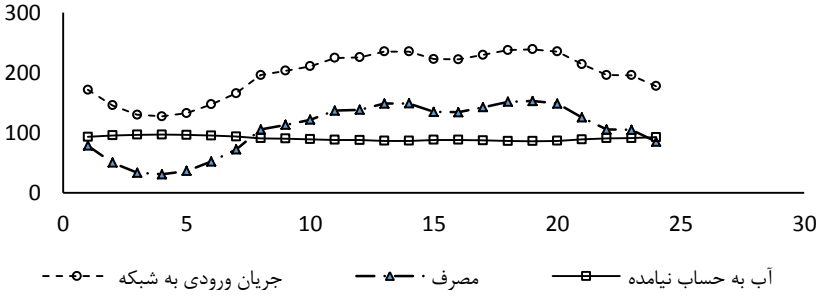
شکل ۴: جبهه پارتو (میانگین کاهش مصرف و نشت و میانگین فشار گره های کمتر از ۲۸ متر)

در شکل ۵، گزینه های محتمل برای انتخاب سناریوها انتخاب شیرهای فشارشکن با توجه به کمترین فشار گره‌های بالاتر از ۵۰ متر و کاهش فشار گره های کمتر از ۲۸ متر با دایره نشان داده شده است. در سناریو شماره ۱۱ با ۱۹۱ گره بالاتر از فشار ۵۰ متر و ۲۵ گره کمتر از فشار ۲۸ متر بهترین گزینه برای انتخاب شیرهای فشارشکن می‌باشد.

همچنین سناریو ۵۶ با ۲۲۳ گره بالاتر از فشار ۵۰ متر و ۲۰ گره کمتر از فشار ۲۸ متر، سناریو ۱۰۵ با ۲۳۶ گره بالاتر از فشار ۵۰ متر و ۲۰ گره کمتر از فشار ۲۸ متر و سناریو ۲۴ با ۲۴۱ گره بالاتر از فشار ۵۰ متر و ۲۵ گره کمتر از فشار ۲۸ متر گزینه های بعدی برای انتخاب شیرهای فشارشکن شبکه بیرجند هستند. با توجه به نتایج بدست آمده از شکل ۴ و ۵، سناریو شماره ۱۱ به عنوان بهترین سناریو از میان سناریو های محتمل دیگر با توجه به تابع های هدف مورد نظر در این مقاله، انتخاب شد. سناریو شمارهای ۵۶ و ۱۰۵ به عنوان گزینه های بعدی هستند. سناریو شماره ۱۱، شیرهای فشار شکن prv4، prv9 و ۲ را شامل می شود، که prv4، prv9 دو تا از شیرهای فشارشکن موجود در شبکه بیرجند می باشند. سناریو شماره ۵۶، شیرهای فشارشکن prv5، prv9 و ۲ و سناریو شماره ۱۰۵، شیرهای فشارشکن prv9، ۲، ۴ را شامل می شوند.



شکل ۵: جبهه پارتو (میانگین فشار گره های بالاتر از ۵۰ متر و میانگین فشار گره های کمتر از ۲۸ متر)



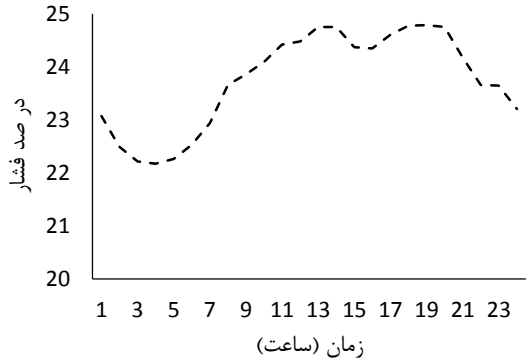
شکل ۶: تغییرات مصرف، نشت و آب به حساب نیامده مشترکین در شبکه

شکل ۶ تغییرات مصرف، جریان ورودی به شبکه و آب به حساب نیامده مشترکین در شبکه را نشان می-دهد. در این شکل نمودار دایره ای دبی ورودی به شبکه را در طی ۲۴ ساعت براساس داده های اندازه‌گیری شده در ورودی شبکه نشان می‌دهد. نمودار با شکل مربع، مقدار آب به حساب نیامده در ساعات مختلف را بر اساس رابطه ۳ و ۴ محاسبه می‌نماید. نمودار با شکل مثلث مقدار مصرف مشترکین را در ساعات مختلف با استفاده ار روابط ۵ تا ۷ ارائه می‌نماید. لازم به ذکر است که نمودار تغییرات مصرف مشترکین یکی از اطلاعات ارزشمند هر شبکه ای است که که روش حاضر به سهولت می‌تواند این نمودار را محاسبه نماید.

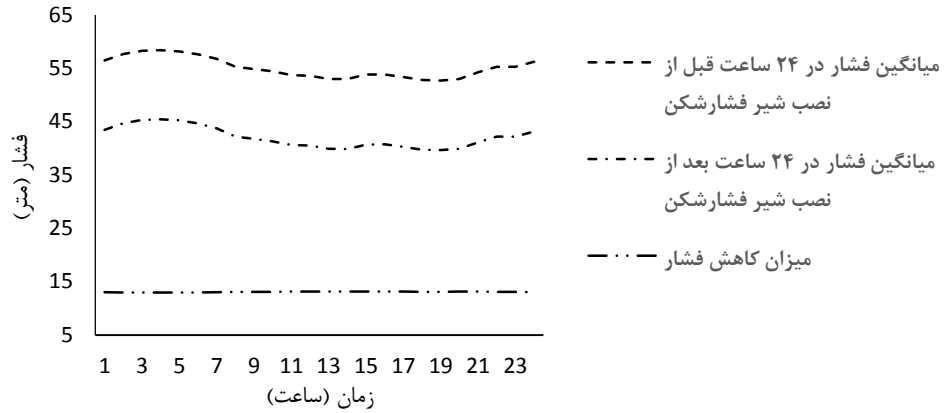
شکل ۷ درصد کاهش فشار در طول شبانه روز را نشان می‌دهد. همان گونه که مشاهده می‌شود در ساعت های اوج مصرف درصد کاهش فشار بیشتر بوده و به همین خاطر درصد بیشتری از مصرف کاهش یافته است. در ساعت‌های شکل ۸ مقایسه میانگین فشارها در قبل و بعد از موقعیت بهینه شیرهای فشارشکن را نشان می-دهد. در این شکل خط چین نشان دهنده فشار شبکه در ساعات مختلف در شرایط فعلی می باشند. همان گونه که مشاهده می شود فشار شبکه در زمان حداقل مصرف در ساعت ۴ صبح ۵۸/۳۷ متر و ساعت ۱۹ در حداکثر مصرف این فشار به ۵۲/۷۲ متر می رسد. با توجه اینکه مقدار ورودی به شبکه در این دو ساعت به ترتیب ۱۲۷/۱ و ۲۳۸/۷ لیتر بر ثانیه می باشد. بر این اساس مشاهده می شود که تغییرات نسبتاً زیاد در ورودی به شبکه، تغییرات اندکی را برروی فشار شبکه می گذارد این نشان دهنده کم بودن تاثیر افت هیدرولیکی شبکه می باشد. این به علت انتخاب قطر لوله‌های بزرگ برای شبکه اتفاق افتاده است.

نمودار با خط نقطه نشان دهنده، مقدار فشار متوسط شبکه بعد از نصب شیرهای فشارشکن در موقعیت بهینه می‌باشد. همان گونه که مشاهده می شود تغییرات فشار در این حالت از تغییرات فشار در حالت عدم نصب شیر فشارشکن در حالت بهینه تبعیت می کند. اگر نیاز به دقت بالاتری برای نتایج باشد، باید در این مرحله مجدداً مصارف اصلاح شود تا مقدار فشار گره ها با توجه به مصارف جدید اصلاح شود اما با توجه به اینکه تاثیر مصرف در شبکه بر روی فشار زیاد نیست، از این تغییرات صرف نظر می شود.

نمودار خط و دو نقطه، میزان کاهش فشار را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود در ۲۴ ساعت، مقدار تقریبا ۱۳ متر را از مقادیر فشار کاهش می‌دهد.



شکل ۷: در صد کاهش فشار



شکل ۸: مقایسه میانگین فشار ها قبل و بعد از موقعیت بهینه شیرهای فشارشکن

با توجه به مصرف و نشت‌های به وجود آمده از عملکرد این سه شیر در سناریو ۱۱، حال مقایسه بین مصرف و نشت‌های قبل و بعد از نصب شیر فشارشکن در موقعیت بهینه انجام می شود. جدول (۱) مقدار مصرف و نشت قبل و بعد از نصب شیرهای فشارشکن در موقعیت بهینه را نشان می دهد.

جدول ۱ : مقایسه مصرف و نشت قبل و بعد از موقعیت بهینه نصب شیر فشارشکن

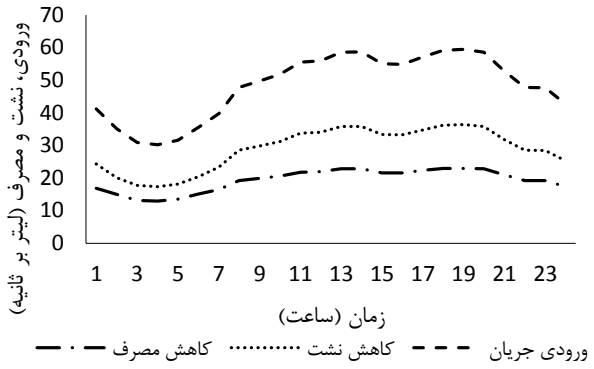
ساعت	مصرف و نشت قبل از نصب شیر فشارشکن	مصرف و نشت بعد از نصب شیر فشارشکن	کاهش نشت ومصرف	ساعت	مصرف و نشت قبل از نصب شیر فشارشکن	مصرف و نشت بعد از نصب شیر فشارشکن	کاهش نشت ومصرف
۱	۱۷۱/۴۰	۱۳۰/۲۳	۴۱/۱۸	۱۳	۲۳۵/۰۰	۱۷۶/۳۶	۵۸/۶۴
۲	۱۴۵/۴۰	۱۱۰/۳۱	۳۵/۱۰	۱۴	۲۳۵/۲۰	۱۷۶/۵۰	۵۸/۷۰
۳	۱۲۹/۸۰	۹۸/۹۱	۳۰/۸۹	۱۵	۲۲۵/۵۰	۱۶۷/۴۷	۵۵/۰۳
۴	۱۲۷/۱۰	۹۶/۸۴	۳۰/۲۶	۱۶	۲۲۲/۱۰	۱۶۷/۱۹	۵۴/۹۱
۵	۱۳۲/۵۰	۱۰۰/۸۶	۳۱/۶۴	۱۷	۲۲۹/۵۰	۱۷۲/۳۴	۵۷/۱۶
۶	۱۴۷/۰۰	۱۱۱/۵۰	۳۵/۵۰	۱۸	۲۳۷/۴۰	۱۷۸/۲۲	۵۹/۱۸
۷	۱۶۵/۵۰	۱۲۵/۷۱	۳۹/۷۹	۱۹	۲۳۸/۷۰	۱۷۹/۲۶	۵۹/۴۴
۸	۱۹۵/۹۰	۱۴۸/۱۲	۴۷/۷۸	۲۰	۲۳۵/۰۰	۱۷۶/۳۶	۵۸/۶۴
۹	۲۰۳/۰۰	۱۵۳/۲۴	۴۹/۷۶	۲۱	۲۱۴/۰۰	۱۶۱/۱۸	۵۲/۸۲
۱۰	۲۱۰/۶۰	۱۵۸/۸۱	۵۱/۷۹	۲۲	۱۹۵/۹۵	۱۴۸/۱۳	۴۷/۷۷
۱۱	۲۲۴/۴۰	۱۶۸/۸۸	۵۵/۵۲	۲۳	۱۹۵/۵۰	۱۴۷/۸۵	۴۷/۶۵
۱۲	۲۲۵/۶۰	۱۶۹/۶۷	۵۵/۹۳	۲۴	۱۷۷/۴۰	۱۳۴/۷۶	۴۲/۶۴

شکل ۹: مقایسه مصرف و نشت قبل و بعد از نصب شیر فشارشکن

طی بررسی های به عمل آمده بر روی جدول ۱ و داده های موجود می‌توان شکل ۹ که مقایسه مجموع مصرف و نشت، قبل و بعد از نصب شیر فشارشکن را نشان می‌دهد، ترسیم کرد. با دقت در این شکل می توان دریافت که بیشترین و کمترین کاهش مصرف و نشت به ترتیب در ساعت ۱۹ با ۵۹/۴۴ لیتر بر ثانیه و ساعت ۴ با ۳۰/۲۶ لیتر بر ثانیه می‌باشد.

شکل ۱۰ کاهش مصرف، نشت و ورودی جریان را در طول شبانه روز نشان می‌دهد. خط تغییرات مصرف از تفاضل مصرف قبل و بعد از موقعیت بهینه شیرهای فشارشکن بدست آمده است. با توجه به شکل ۷ و ۸ اختلاف فشار در طول شبانه روز ثابت و درصد کاهش فشار در ساعت‌های اوج مصرف بیشتر بوده است می-توان دریافت که تاثیر آن در ساعت های اوج مصرف روی کاهش مصرف و نشت بیشتر است. به عنوان مثال در حدود ساعت های میانی روز از ساعت ۱۰ الی ۲۰ که مصرف شبکه بیشتر و حدودا ۱۱۵ لیتر بر ثانیه بوده مقدار تاثیر شیرهای فشارشکن در کاهش مصرف زیادتر بوده و به حدود ۱۹ لیتر بر ثانیه رسیده است. بررسی نمودار تاثیر شیرهای فشارشکن بر روی تغییرات متوسط فشار شبکه نشان می‌دهد که تقریبا مقدار ثابتی حدود ۱۳ متر از فشار شبکه در ساعات مختلف کاسته می شود. تاثیر ثابت شیرهای فشارشکن در ساعات مختلف بر روی فشار شبکه سبب می شود که تاثیر آن بر روی کاهش نشت نیز تقریبا ثابت باقی بماند. کاهش در میزان جریان آب ورودی برابر مجموع کاهش نشت و مصرف در شبکه است.

بیشترین و کمترین مقدار کاهش نشت به ترتیب در ساعت ۱۹ با ۳۶/۴۵ لیتر بر ثانیه و ساعت ۴ با ۱۷/۳۳ لیتر بر ثانیه می‌باشد. بیشترین و کمترین کاهش مصرف به ترتیب در ساعت ۱۹ با ۲۲/۹۹ لیتر بر ثانیه و ساعت ۴ با ۱۲/۹۳ لیتر بر ثانیه اتفاق می افتد. همچنین بیشترین و کمترین ورودی جریان به ترتیب در ساعت ۱۹ با ۵۹/۴۴ لیتر بر ثانیه و ساعت ۴ با ۳۰/۲۶ لیتر بر ثانیه است.



شکل ۱۰: کاهش مصرف، نشت و ورودی جریان

نتیجه‌گیری

این تحقیق نشان داد که استفاده از شیرهای فشارشکن می تواند به طور موثر فشار در شبکه را کاهش دهد که این فشار تاثیر مثبتی بر کاهش نشت و مصرف در شبکه دارد. بررسی ها نشان داد که در صورت قرار گرفتن شیر فشارشکن در موقعیت بهینه می توان تاثیر آنها را افزایش داد و از بیشترین کارایی شیر فشارشکن استفاده کرد. در این تحقیق علاوه بر ۳ شیر فشارشکن، ۹ شیر فشار شکن دیگر به شبکه بیرجند اضافه شد و از بین ۱۲ شیر فشارشکن تحلیل های لازم انجام گرفت. به این صورت که مجموعا ۲۲۰ حالت قرارگیری برای جای گذاری سه شیر فشارشکن در شبکه مشخص شد که فشار در تمام گره ها برای ۲۲۰ حالت ممکن بدست آمد. سناریو ۱۱ که شامل شیرهای فشارشکن prv4، prv9 و ۲ می باشد انتخاب شد. براساس محاسبات انجام شده برای سناریو ۱۱ و محاسبه نشت و مصرف و مقایسه آن ها با سه شیر فشارشکن موجود در شبکه بیرجند، میانگین مصرف و نشت در شرایط فعلی به ترتیب ۹۸/۰۴ و ۹۸/۴۸ لیتر بر ثانیه بود که بعد از نصب شیرهای فشارشکن در موقعیت بهینه و با فشار تنظیمی ۳۳ متر، میانگین مصرف و نشت به ترتیب ۷۸/۷۴ و ۶۹/۵۴ لیتر بر ثانیه شد و میانگین کاهش مصرف و نشت به ۴۸/۲۴ لیتر بر ثانیه رسید.

منابع

آسفی، ح.، نوذری پور، ع. مرادی، غ. (۱۳۸۹). " مدیریت فشار شبکه های توزیع آب شهری و استفاده صحیح از منابع آب." اولین همایش منطقه‌ای مهندسی عمران.

تابش، م؛ واسطی، م، م. (۱۳۸۵). " کاهش میزان نشت در شبکه های توزیع آب شهری از طریق حداقل نمودن فشار اضافی" . تحقیقات منابع آب، شماره ۲.

جعفری اصل، ج؛ سامی کشکولی، ب؛ بهرامی،م. (۱۳۹۴). " مدیریت بهینه فشار در جهت حداقل سازی نشت در سیستم های توزیع آب با استفاده از الگوریتم بهینه سازی رقابت استعماری" . دو فصل نامه تخصصی علوم و مهندسی آب – دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال پنجم. شماره ۱۲.

جهانگیر، م؛ بارانی، غ؛ جهانگیر، ع. (۱۳۹۲). "مدیریت هوشمند فشار و کاهش نشت شبکه های آبرسانی در محیط Water GEMS؛ مطالعه موردی مجتمع آبرسانی دوحصاران خراسان جنوبی". فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. سال چهارم. شماره سیزدهم.

پایگاه خبری خاورستان (۱۳۹۴) "بنگاه خیریه آب لوله بیرجند اولین سازمان آب‌رسان در ایران"، http://www.khavarestan.ir/mosahebe/

سلطانی اصل، م؛ مغربی، م. (۱۳۸۸). " مدیریت هوشمند فشار به منظور کاهش نشت در شبکه های آبرسانی (مطالعه موردی منطقه سرافرازان مشهد) ، سومین همایش ملی آب و فاضلاب (با رویکرداصلاح الگوی مصرف) ، شماره ۳.

صادقی طبس، ص؛ پور رضا بیلندی، م؛ اکبرپور، ا؛ صمدی،س، ز. (۱۳۹۴). " اریه مدل شبیه ساز-بهینه ساز چند هدفه کمی بهره برداری از آبخوان به منظور تعیین سیاست برداشت بهینه" . نشریه آبیاری و زهکشی ایران. شماره ۳. جلد ۹.

وزارت نیرو۱۳۸۹. دستورالعمل شناخت و نحوه مطالعه عوامل موثر در آب بحساب نیامده و راهکارهای کاهش آن. نشریه شماره ۳۰۸ الف. وزارت نیرو.۱۳-۲۰ و ۱۶۸-۲۲۷

وزارت نیرو ۱۳۸۰. راهنمای نشت‌یابی و جلوگیری از تلفات آب در تاسیسات آبرسانی شهری. نشریه شماره ۲۴۱. ۲۰ و ۵

Ali M. E., "Knowledge Based Model for the Optimal Location of Control Valves in Water Distribution Networks", Journal of Water Resources Planning and Management, vol. 141, no. 1, January 2015.

Creaco E. and Pezzinga G., "Multiobjective Optimization of Pipe Replacements and Control Valve Installations for Leakage Attenuation in Water Distribution Networks", Journal of Water Resources Planning and Management, 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000458, 04014059.

Giugni, M.; Fontana, N.; & Portolano, D., 2009. Energy Saving Policy in Water Distribution Networks. 2009 International Conference on Renewable Energies and Power Quality, Paper 487, 1-6 (CD). European Association for the Development of Renewable Energy, Environment and Power Quality, Vigo, Spain.

Giugni, M.; Fontana, N.; Romanelli, D.; & Portolano D., 2007. Strategic Planning Optimization of "Napoli Est" Water Distribution System. Proc. XXXII Congress of IAHR, A1.c-048-O (CD). International Association for Hydro- Environment Engineering and Research, Madrid & Beijing.

Jafari,R. Khanjani,M.J. Esmaeilian,H.R. Amiresmaeili,V.R., (2013). Energy Production By Water Distribution Network. 7th National Congress on Civil Engineering, 7-8 May 2013 University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

Jowitt, P., and Xu, C., "Optimal Valve Control in Water Distribution Networks", Journal of Water Resources Planning and Management, vol.116, no. 4, July/August 1990, pp. 455-472.

Jun, H. & Loganathan, G., 2007. Valve-Controlled Segments in Water Distribution Systems. Journal of Water Resources Planning and Management, 133:2:145. http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2007)133:2(145).

Karamouz, M., Tabesh, M., Nazif, S., and Moridi, A. (2005). "Estimation of hydraulic pressure in water networks using artificial neural networks and fuzzy logic." J. of Water and Wastewater, 56, 3-14. (In Persian)

Khezzar, L. Harous, S and M. Benayoune., (2001). Steady-State Analysis of Water Distribution Networks Including Pressure-Reducing Valves. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering 16 (2001) 259–267.

Lotfizadeh, H.R Barza H. and Abdevalipour M.., (2012). Controlling the Water Pressure in the Pressure Control Networks Using a New Automatic Pressure-Reducing Valve. World Applied Sciences Journal 18 (8): 1088-1094, 2012.

Luisa, F., Reis, R., and Chaudhry, F.H., (1999), "Hydraulic characteristics of pressure reducing valves for maximum reduction of leakage in water supply networks", Water Industry System,

CCWI, 1, pp. 259-269.
Nicolini M. and Zovatto L., "Optimal Location and Control of Pressure Reducing Valves in Water Networks", Journal of Water Resources Planning and Management, vol. 135, no. 3, May 2009, pp. 178-187.
Puust, R., Kapelan, Z., Savic, D. A., & Koppel, T. (2010). A review of methods for leakage management in pipe networks. *Urban Water Journal*, *7*(1), 25-45.
Reis, L.F.R.; Porto, R.M.; & Choudhry, F.H., 1997. Optimal Location of Control Valves in Pipe Networks by Genetic Algorithm. Journal of Water Resources Planning and Management, 123:6:317. http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE) 07339496(1997)123:6(317).
Saldarriaga, J., and Salcedo, C. A. (2015). "Determination of optimal location and settings of pressure reducing valves in water distribution networks for minimizing water losses." Procedia Engineering, 119, 973-983.
Savic, D.A. & Walters, G.A., 1995. An Evolution Program for Optimal Pressure Regulation in Water Distribution Networks. Engineering Optimization, 24:3:197. http://dx.doi.org/10.1080/03052159508941190.
Ulannicki, B., Bounds, P.L.M., Rance, J.P., and Reynolds, L., (1999), "Open loop and closed loop pressure control for leakage reduction", Water Industry System CCWI 99, 1, pp. 475-486.
Vairavamoorthy, K., and Lumbers, J., (1998),"Leakage reduction in water distribution systems: optimal valve control", J. Hydraulic Engineering, ASCE, 124(11), pp. 1146-1154.
Wu, Z. Y., Wang, R. H., Walski, T. M., Yang, S. Y., Bowdler, D., & Baggett, C. C. (2008). Efficient pressure dependent demand model for large water distribution system analysis. In Water Distribution Systems Analysis Symposium 2006 (pp. 1-15).

Determining the optimal position of pressure reducing valves in water distribution network

(Case Study: Water Distribution Network In Birjand)

Hossein Nasirpour[1], Ali Nasirian[2], Abolfazl Akbarpour[3]

Abstract

There are direct relationships between leakage and consumption in the distribution network with the pressure. Due to the relationship between leakage and consumption with pressure, those can be reduced by the reduction of the pressure. One of the best and most cost-effective methods in order to reduce the leakage is pressure management. By installing pressure reducing valves, we can reduce the network pressure. In order to operate the pressure reducing valves better in the network, it is important to determine their optimum position and regulated pressure. In this research, we investigated the optimal position for installing pressure reducing valves in the water distribution network. The study is conducted by using a dynamic link between MATLAB and EPANET and a review of all possible states for installing pressure reducing valves. The research is considered as a multi-objective case. It was considered as a multi-objective case .The objective functions in this research are: minimizing the rate of leakage and consumption in the network, Minimizing the points with the pressure more than the tube's capacity and minimizing the number of nodes with a pressure lower than the standard rate. These analyzes were conducted over a 24-hour period. Based on the results, by installing three pressure reducing valves in optimal position and pressure-regulation from 40 m to 33 m in Birjand network, the average of consumption and leakage in 24 hours was reduced to 48.24 liters per second, compared to the situation with the same number of pressers reducing valves were installed in different position. As it is derived from the results, this approach has a very high efficiency in reducing the leakage and consumption in the water distribution network.

Keywords: Pressure management, Leak, Pressure reducing valve, EPANET

[1] Master's degree in civil engineering, engineering and management of water resources University of Birjand, email address hossein.nasirpour@yahoo.com

[2] Assistant Professor, Faculty of Engineering, Civil Engineering, University of Birjand, Email Address, a.nasirian@birjand.ac.ir

[3] Associate Professor, Faculty of Engineering, Civil Engineering, University of Birjand, Email Address, akbarpour@birjand.ac.ir