

برآورد میزان نشت آبرسانی با اندازه گیری دبی و فشار در شهرک مهر آرای زنجان

ساسان بهشتی*^۱، داود اورنگی^۲

۱- کارشناس ارشد برق قدرت، کارشناس انرژی، شرکت آبفای زنجان، sasan_b733@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد مدیریت، کارشناس بهره برداری، شرکت آبفای زنجان،

davoud.orangi@gmail.com

چکیده

مدیریت فشار ابزاری کارآمد برای کاهش آب بدون درآمد و بهره‌وری بیشتر از شبکه است. مدیریت فشار منجر به کاهش میزان نشتی آب می‌شود. این امر باعث افزایش عمر تجهیزات شبکه و تاسیسات، کاهش تعداد اتفاقات رخ داده در سطح شهر، و بالطبع کاهش میزان آب مصرفی و افزایش رضایت‌مندی مشترکین خواهد شد. با وجود مطالعات انجام شده در زمینه فشار، تعداد مطالعات میدانی منتهی به نتیجه در داخل کشور محدود است و علاوه بر آن، بیشتر آنها جنبه تئوری داشته و کمتر به صورت عملیاتی مورد بحث قرار گرفته است. در این تحقیق، ابتدا قسمتی از شبکه ابزوله توزیع آب واقع در شهرک مهر آرای شهر زنجان انتخاب و مقادیر دبی لحظه‌ای ورودی به شبکه و میزان فشار آن اندازه‌گیری شده است. سپس، با نصب شیرهای فشارشکن و تنظیم فشار، میزان حداقل جریان شبانه و نشت شبکه برآورد شده است. در پایان این مقاله، نتایج به دست آمده مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: میزان نشت، مدیریت فشار، اندازه‌گیری دبی، حداقل جریان شبانه

۱-مقدمه

محدودیت منابع آب از یک طرف و رشد روز افزون جمعیت و افزایش تقاضای آب از طرف دیگر، یکی از چالش‌های پیش روی توسعه جوامع می‌باشد. بدین علت استفاده بهینه از منابع آب شرب بسیار حائز اهمیت می‌باشد. حتی در مناطقی که از جهت دسترسی به منابع آب مشکلات کمتری وجود دارد، توجه به مسائل زیست محیطی از یک سو و هزینه‌های اجرایی طرح‌های آبرسانی از سوی دیگر، برنامه‌هایی در جهت ایجاد بهره‌وری بیشتر در استفاده از منابع آب را ضروری می‌سازد. این موضوع در کشورهای در حال توسعه و مواجه با کمبود منابع آب، محدودیت منابع سرمایه‌گذاری و مسائل زیست محیطی اهمیت دوچندان می‌یابد.

با توجه به شرایط متفاوت شبکه‌های شهری و شرایط مدیریتی آنها، میزان آب بدون درآمد در کشور‌های مختلف متفاوت است. درصد آب بدون درآمد می‌تواند شاخصی از کیفیت مدیریت بهره‌برداری شبکه‌های آب آشامیدنی باشد. اختلاف قابل توجه در میزان آب به حساب نیامده شهرهای مختلف، مؤید آن است که امکان کاهش آب به حساب نیامده در حد معقولی وجود دارد. بسیاری از کشورهای در حال توسعه فقط با مشکل کمبود منابع آبی قابل دسترس مواجه نیستند؛ بلکه روش بهره‌برداری آنها از شبکه ناکارآمد و کم بازده است. میزان آب به حساب نیامده (یا آب بدون درآمد) در شهرها و استان‌های مختلف کشور نسبتاً بالا می‌باشد. متوسط آب به حساب نیامده در ایران نزدیک به 30٪ گزارش شده است. نشت شبکه، که سهم عمده‌ای در آب بدون درآمد دارد، موجب اتلاف آب و خسارت‌های اقتصادی زیادی می‌شود. میزان نشت از شبکه‌های توزیع، ارتباط مستقیمی با مقدار فشار آب در شبکه دارد. مقدار فشار بالا در شبکه باعث فرسودگی بیشتر تجهیزات و بالطبع افزایش هزینه تعمیرات، مصرف بیشتر آب و افزایش حوادث

و اتفاقات می شود. فشار اضافی حتی می تواند نارضایتی مصرف کنندگان را نیز به همراه داشته باشد. از طرف دیگر فشار پایین در شبکه نیز باعث نارضایتی مشترکین شده و ممکن است باعث کاهش توانایی سیستم برای اطفای حریق و بوجود آمدن خطا در سیستم های اندازه گیری گردد. همچنین احتمال شناسایی نشت های کنونی با تقلیل فشار کاهش می یابد، زیرا با کاهش دبی نشت، صدای نشت نیز کم شده و ممکن است ردیابی آن بسیار مشکل باشد. بنابراین لازم است ضمن در نظر داشتن حداقل فشار مورد نیاز در سیستم، با استفاده از تجهیزات و روش های متداول، نسبت به تنظیم فشار شبکه توزیع اقدام نمود. یکی از راه های اساسی و کاربردی جهت کاهش نشت، تنظیم و کاهش فشار اضافی سیستم، یا مدیریت فشار می باشد. بعد از کار گذاشتن لوله های شبکه، در میان تمام عواملی که بر میزان نشت تاثیر می گذارند، تنها مدیریت فشار در شبکه است که قابل کنترل بوده و از این لحاظ کنترل میزان فشار یکی از روش های عملی، موثر و کم هزینه در جهت کاهش میزان نشت می باشد. بسیاری از سیستم های توزیع و انتقال آب با مراعات کمترین سطح فشار مورد نیاز برای انواع مصرف طراحی شده اند، اما در بسیاری از موارد توجهی به ماکزیمم سطح فشار نشده است. این کار باعث می شود حداقل فشار در مرتفع ترین یا در دورترین نقطه شبکه رخ دهد و فشارهای بالاتری در سایر نقاط ایجاد شود. همچنین سیستم های توزیع به گونه ای طراحی می شوند که بتوانند در دوره های پیک مصرف، همراه با بالاترین حد افت های اصطکاکی و پایین ترین مقدار فشار ورودی، سطح حداقل فشار را تأمین کنند. بنابراین فشارهای بالاتر از حد نیاز در طول دوره های غیر پیک همواره اتفاق می افتد. به همین علت اکثر شکستگی ها در لوله ها به هنگام شب و در فشارهای بالا اتفاق می افتد. شیرآلات و سرویس ها برای کارکردن تحت فشار بالا برای دوره زمانی طولانی طراحی نشده اند. از طرفی با توجه به نقاط ضعف در طراحی، اجرا و یا بهره برداری شبکه های توزیع آب، ممکن است مقدار فشار از محدوده مقادیر توصیه شده استاندارد تجاوز 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 مشخصه های مهم از قبیل مصرف و یا نشت در شبکه، با انجام عملیات فشارسنجی و کنترل مداوم فشار در شبکه می توان امکان بررسی تغییرات این عوامل را نیز فراهم نمود. در هر صورت بهینه سازی سیستم در بسیاری از موارد خیلی مقرون به صرفه تر از تعویض یا گسترش آن می باشد و معمولاً اثرات زیست محیطی کمتری را به همراه دارد.

تحقیق حاضر در یک منطقه ایزوله شده در شهر زنجان، انجام شده است. در این بررسی پس از جمع آوری و تحلیل اطلاعات، تاثیر میزان فشار بر روی نشت شبانه شبکه مذکور مطالعه و در انتها نتایج بدست آمده مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

۲- تجربیات موجود در انجام پروژه های مدیریت فشار

در تحقیقی در قسمتی از شهر ملبورن استرالیا که دارای 4000 مشترک بود، مدیریت فشار باعث صرفه جویی 20 تا 55 درصد آب شرب مصرفی و در مجموع عملیات مدیریت تقاضا، حدود 25 تا 45 درصد کاهش در هزینه ها گزارش شده است (۱). مطالعه ای در شهر چیکانگا زیمباوه انجام شده که در آن تأثیر مدیریت فشار جهت کنترل نشت مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج ثبت حداقل جریان نشان می دهد که کاهش فشار از 77 متر به 50 متر منجر به کاهش 25 درصد در حداقل جریان شبانه بدون تأثیر در کارکرد سیستم (MNF) شبانه شده است (۲). یکی از معروفترین پروژه های انجام شده در زمینه مدیریت فشار، پروژه کیالیچا آفریقای جنوبی می باشد. این پروژه جوایز متعدد ملی و بین المللی را به واسطه کیفیت بالای فنی و همین طور آگاهی بخش زیست محیطی به خود اختصاص داده است. از مشخصه های شبکه آب کیالیچا بالا بودن نشت داخلی منازل بود. صرفه جویی اولیه آب به وسیله پروژه مدیریت فشار در این شهر در حدود 9 میلیون مترمکعب در سال گزارش شده که تقریباً 40 درصد میزان آب تغذیه شده به منطقه است. اطلاعات بیشتر در جدول شماره 1 آمده است (۳).

۳- شرایط پایلوت انتخابی برای عملیات مدیریت فشار

- شرایط زیر برای انتخاب پایلوت مطالعات مدیریت فشار توصیه شده است (۴):
- ۱- مناطقی که از نظر بهره برداری و وقوع حوادث دارای مشکلات بیشتری است، در اولویت مطالعات قرار می گیرد. چون بررسی علل وقوع حوادث در پایلوت و ارائه راهکارهای مناسب برای کاهش آن، به طور مستقیم در کاهش قابل توجه تلفات فیزیکی مؤثر می باشد.
 - ۲- پایلوت انتخابی جهت اندازه گیری جریان ورودی و خروجی برای تعیین میزان تلفات آب می بایست با حداقل هزینه اجرایی و تجهیزات مصرفی امکان پذیر گردد. برای این منظور شبکه توزیع محدوده انتخاب شده باید حتی الامکان دارای کمترین مبادی ورودی و خروجی باشد. این ویژگی در کاهش هزینه های جنبی و جاری مطالعات نیز مؤثر است.
 - ۳- حداقل تغییرات لازم در شبکه توزیع منطقه به منظور ایزوله نمودن پایلوت، که شامل بستن تعدادی شیرفلکه یا قطع ارتباطات موجود بین داخل و خارج شبکه توزیع پایلوت و یا تغییر مسیر جریان آب در لوله ها می باشد، صورت پذیرد.
 - ۴- امکانات اجرایی نصب تجهیزات اندازه گیری مورد بررسی قرار گرفته و سهولت عملیات اجرایی مد نظر قرار گیرد.
 - ۵- ایزوله نمودن پایلوت در وضعیت هیدرولیکی داخل و خارج شبکه توزیع پایلوت، حداقل تأثیر را داشته باشد.

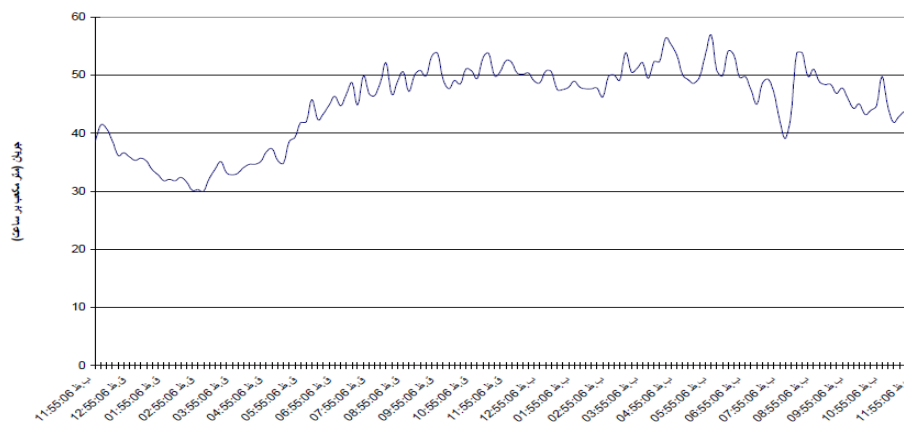
۴- مشخصات ناحیه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از شهرک مهر آرا زنجان می باشد. این شهرک در قسمت جنوب غربی شهر زنجان بوده و ارتباطی از نظر شبکه با بقیه شهرک های مجاور ندارد. این قسمت ایزوله بوده و با مخزن ثقلی سه غربی مورد تغذیه قرار میگیرد. این شبکه ایزوله از مناطق دیگر بوده و تنها مسیر تغذیه ای آن لوله وارد شده از همین مخزن می باشد. به علت قدمت شبکه، میزان شکستگی رخ داده در منطقه بالاتر از میانگین حوادث در سطح شهر می باشد. (به طور میانگین در هر کیلومتر در سطح شهر سالانه ۱,۲ حادثه رخ میدهد که این نرخ در منقه مورد مطالعه ۱,۵ مورد در هر کیلومتر می باشد. دلیل اصلی انتخاب این منطقه، ایزوله بودن کامل آن، تعداد بالاتر حوادث رخ داده در آن به نسبت بقیه شهرک های سطح شهر زنجان، تنوع نوع لوله های آب رسانی و کوچکی و قابل کنترل بودن آن می باشد. در بالادست این منطقه شیر فشار شکن نصب شده است که امکان ارزیابی اثرات فشار بر نشتی آب را در طول شبانه روز مهیا می سازد و منطقه مورد نظر دارای ۲۰۵ انشعاب خانگی می باشد. منطقه مطالعاتی پیش از اجرای طرح مورد بررسی و پیمایش قرار گرفت. در این مرحله یک عدد دبی سنج بالادست شیر فشارشکن و دو عدد دیتا لاگر فشاردر دو نقطه استراتژیک شبکه که در پیمایش مشخص شده بودند نصب گردید. پس از تکمیل عملیات نصب مقدار آب ورودی به ایزوله توسط دبی سنج اولتراسونیک واقع در ورودی ایزوله در بازه های زمانی 10 دقیقه از ابتدا تا انتهای پروژه اندازه گیری شده و نتایج در حافظه دستگاه ذخیره می گردید.



شکل ۱: منطقه ایزوله انتخاب شده

با در نظر گرفتن محدودیت های استفاده از کنتورهای معمولی، از کنتورهای اولتراسونیک استفاده گردید. لازم به ذکر است که برای نصب کنتورهای التراسونیک نیاز به برش لوله و ایجاد خط کنار گذر وجود نداشته و کار قرایت و کنترل آن بسیار آسان می باشد. دبی ورودی در بازه های زمانی 10 دقیقه توسط دبی سنج ثبت می شد که توسط دستگاه دیتا لاگر ضبط و نگهداری میشود. که نتایج یکی از اندازه گیری ها برای نمونه در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: منحنی تغییرات دبی اندازه گیری شده

۵- تحلیل تاثیر مقدار فشار بر روی میزان نشتی آب

بعد از تکمیل عملیات نصب فشارشکن، برای 4 حالت اندازه گیری دبی ورودی به ایزوله در فشارهای تنظیم شده انجام گرفت. در هر مرحله خروجی فشارشکن تنظیم و دبی ورودی به شبکه در فواصل 10 دقیقه قرائت می شد، برای هر مرحله از تنظیم فشار خروجی شیر فشارشکن یک هفته عملیات اندازه گیری ادامه داشت و مقادیر حداقل دبی عبوری شبانه ثبت شده از کنتور اندازه گیری می شد. متوسط دبی اندازه گیری شده در طول هفته به عنوان دبی متوسط حداقل جریان شبانه برای فشار در نظر گرفته شده خروجی فشارشکن ثبت شد. حالت تنظیم خروجی فشارشکن به شرح زیر بود:

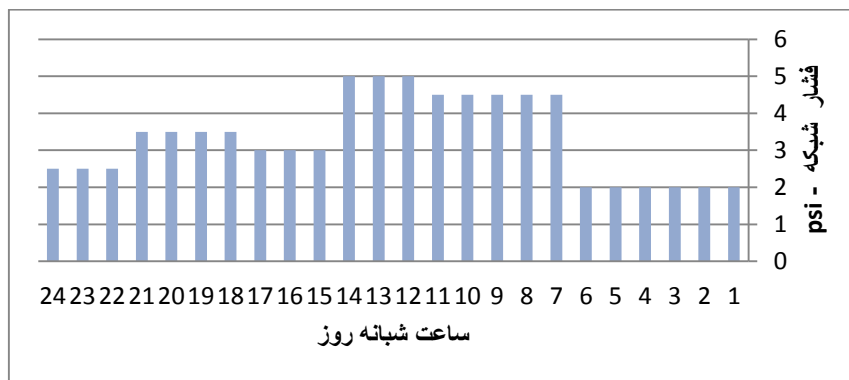
حالت اول: تنظیم خروجی فشارشکن به مقدار ثابت 50 متر

حالت دوم : تنظیم خروجی فشارشکن به مقدار ثابت 30 متر

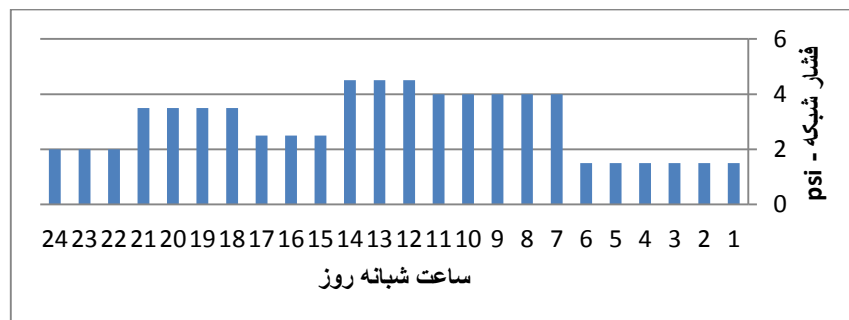
حالت سوم : تنظیم خروجی فشارشکن مطابق شکل ۳

مرحله چهارم : تنظیم خروجی فشارشکن مطابق شکل ۴

در مورد چگونگی و تنظیم اعداد فوق، بر اساس شرایط آبرسانی و شهرک سازی منطقه انتخاب، آزمایش و تحلیل شده است. حالت اول به مدت ۴ روز شیر فشار شکن نصب و خروجی آن بر روی عدد ۵ بار تنظیم شد. بدیهی است این میزان بالاتر از نرخ معمول است. در گام بعدی، با توجه به کد ارتفاعی منطقه، خروجی شیر فشار شکن در ۳ بار تنظیم شد. ملاحظه شد که آبرسانی بدون هیچ گونه مشکلی و شکایتی به خوبی انجام شد. با توجه به نمودار مصرفی شهرک مورد مطالعه، تغییرات رخ داده در ۲۴ ساعت آن و تجربیات به دست آمده، خروجی شیر فشار شکن مطابق شکل ۳، با توجه به ساعات پیک و کم باری شبکه تنظیم شد. در این حالت نیز پس از گذشت یک هفته، بدون هیچ گونه مشکلی در تامین آب مورد نیاز و فشار مورد نیاز شبکه انجام گرفت. گام بعدی و آخرین جهت تطبیق کامل با نمودار مصرفی و تجربیات رخ داده در سه مورد قبلی، مطابق شکل ۴ با هدف دسترسی به حداقل نشت آبرسانی تنظیم گردید.



شکل ۳: خروجی شیر فشار شکن در ۲۴ ساعت شبانه روز در حالت سوم



شکل ۴: خروجی شیر فشار شکن برای حالت چهارم

چنانکه در شکل‌های (۳) و (۴) ملاحظه می شود در حالت چهارم فشارها نسبت به حالت سوم کاهش یافته است. لازم به توضیح است که با توجه به اینکه حداقل جریان شبانه در ساعت های نیمه شب اتفاق می افتد و مطابق شکل های (۳) و (۴) مقدار فشار از ساعت ۱۲ شب تا ۶ صبح ثابت است عملاً نوسان های خروجی فشارشکن در ساعت های مختلف تأثیری روی حداقل جریان شبانه ندارد. علت انتخاب فشارهای متغیر در محل خروجی شیر فشارشکن این بود که وقتی فشار خروجی به مقدار ثابت ۱۵ و ۲۰ متر تنظیم می شد عملاً مشترکین در ساعت های روز دچار کمبود

فشار یا قطع آب شده و نسبت به این موضوع معترض بودند. اما با الگوهای پیشنهادی این مشکل اتفاق نمیافتد. نتیجه اندازه گیری دبی حداقل جریان شبانه در فشارهای تنظیمی مختلف در جدول شماره (۱) آمده است. چنانکه نتایج جدول شماره (۱) نشان می دهد مشاهده می شود با کاهش فشار خروجی شیر فشارشکن باعث کاهش حداقل جریان شبانه ورودی به شبکه می شود. (بدیهی است با توجه به اینکه حداقل جریان شبانه معادل نشت نیست و میزان آن برای مشترکین عددی ثابت می باشد، و در هر چهار حالت ذکر شده تغییری پیدا نمیکنند، لذا در ستون چهارم جدول ۲، میزان کاهش دبی شبانه، به عنوان میزان کاهش نشتی در نظر گرفته شده است.)

جدول ۱: تغییرات حداقل جریان شبانه با فشار

زمان اندازه گیری	فشار خروجی شیر فشار شکن	حداقل جریان شبانه متر مکعب بر ساعت
یک هفته	50	27
یک هفته	30	23
یک هفته	(شکل ۳) 20	20
یک هفته	(شکل ۴) 15	13

در جدول شماره ۲ درصد تغییرات جریان شبانه با تغییرات درصد کاهش فشار خروجی شیر فشارشکن نشان داده شده است. درصد تغییرات نسبت به حالتی که خروجی فشارشکن 50 متر بوده است (سطر اول جدول شماره 1) در نظر گرفته شده است.

جدول ۲: درصد کاهش حداقل جریان شبانه با درصد کاهش فشار شیر فشار شکن

فشار تنظیمی بار	درصد کاهش	دبی نشتی شبانه m ³ /h	درصد کاهش نشتی
50	—	27	—
30	40%	23	15%
20	60%	20	26%
15	70%	13	52%

۶- نتیجه گیری و پیشنهادات

مراحل انتخاب یک شبکه ایزوله شده جهت بررسی و بکارگیری عملیات مدیریت فشار ارائه گردید. نتایج اندازه گیری های میدانی نشان داد که مدیریت و کاهش فشار مجاز (تا حدی که مشکلی برای مصرفکنندگان پیش نیارد) میتواند به کاهش درصد میزان جریان شبانه منجر شود. میزان جریان شبانه از مجموع نشتهای زمینه و ظاهری و همچنین مصرف شبانه مشترکین حاصل می شود اما با توجه به اینکه مصرف شبانه مشترکین مقدار کمی می باشد، بالطبع تغییرات آن نیز کم بوده و می توان سهم اصلی از میزان کاهش جریان شبانه را به دلیل کاهش نشت در شبکه در نظر گرفت. روش انجام شده در راستای کاهش نشت شبکه که در زمان حداقل جریان شبانه برآورده شد را می توان به

ساعت‌های دیگر شبانه روز تعمیم و انجام داد. بدین ترتیب تاثیر کنترل و مدیریت فشار در کاهش میزان نشت و مصرف شبانه در یک پروژه عملی بررسی و نتایج آن ارائه گردید.

۷-مراجع

1. L.S.Burn, D.De.Silva, R.J.Shipton, (2002) " Effect of demand management and system operation on portable water infrastructure coasts" , Science Direct , urban water, vol 4, Issue 3, Sep 2002.
- 2.Maringa.A , Hoko, Kaseke, (2008) " pressure management as a leakage reduction and water demand management tool : the case study of the city of Mutare, Zimbabwe" , ELSEVIER, Physics and Chemistry of the Earth 31 (2008) PP:763-770
- 3.RS McKenzie, H Mostert and T de Jager WRP (Pty) Ltd. (2004) "Leakage reduction through pressure management in Khayelitsha: Two years diwn the line".
4. Farley , M District Metering part 1: System Design and Installation. WRC Report ER 180 E.Swindon: WRc

Estimation of water leakage rate by measurement of discharge and pressure in Mehr Ara, City of Zanjan

Sasan Beheshti^{*1}, Davoud Orangi²

1.Zanajan W&W, M.S.c in Electical ,Energy export, sasan_b733@yahoo.com

2.Zanjan W&W, M.S.c in Management,Operation Export, davoud.55@gmail.com

Abstract

Pressure management is an effective method for reducing Revenue water assessment and productivity beyond the network. Pressure management reduces water leakage. This will increase the life of the network equipment and facilities, reduce the number of occurrences and, consequently, reduce the amount of water consumed. Despite the studies done in the field of pressure, the number of field studies that result in a result was limited, in addition, most of them have a theoretical aspect and are less operationally discussed. In this research, the first part of the water distribution network is selected and then the values of instantaneous input of the input to the network and its pressure level are measured; then, by installing Relief valve and pressure regulators, the minimum net flow and network leakage is estimated. . At the end of this paper, the results are discussed.

Keywords: leakage rate, pressure management, discharge measurement, minimum overnight water flow