



# اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1<sup>st</sup> National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



## فشارسنجی و مدیریت فشار در شبکه آب شرب شهر بانه در استان کردستان

محمد فرهاد

کارشناس عمران، معاونت بهره‌برداری، شرکت آب و فاضلاب شهری استان کردستان

علی پرهیز کار

کارشناس ارشد عمران محیط زیست، رییس هیئت مدیره شرکت مهندسی مشاور سپینتارح

جمشید زمانی

کارشناس عمران، مدیر دفتر مدیریت مصرف و کاهش آب بدون درآمد، شرکت آب و فاضلاب

شهری استان کردستان

پروین صلواتی

کارشناس شیمی، کارشناس شرکت مهندسی مشاور سپینتارح

### خلاصه

به منظور مدیریت فشار و اجرای صحیح شبکه توزیع آب شرب شهر بانه و کاهش حوادث، تلفات واقعی و نیز سهولت کنترل و بهره‌برداری صحیح از آن در طول دوره‌ی طرح، زون‌بندی فشاری شبکه ضروری است. برای مدیریت فشار در شبکه در ۲۵ نقطه مناسب فشارسنج نصب و فشار در آن نقاط ثبت گردیده و نتایج فشارسنجی برای اصلاح و زون‌بندی شبکه مورد استفاده قرار گرفت. سپس اطلاعات مربوط به شبکه در نرم افزار WaterGems V8i وارد و شبکه در زمان‌های حداقل، حداکثر و متوسط مصرف تحلیل و با استفاده از داده‌های فشارسنجی شبکه موجود کالیبره شده و در نهایت اصلاحات لازم شامل زون‌بندی و تغییر اسکلت‌بندی شبکه جهت تعدیل فشار حداکثر و جبران فشار در نقاطی که کمبود فشار مشاهده گردیده صورت گرفت. در نتیجه‌ی این اصلاحات فشار حداکثر در زمان حداقل مصرف شبانه از ۸۲ درصد به ۳۶ درصد، و حداقل فشار در زمان حداکثر مصرف از ۳۵ درصد به ۲۰ درصد کاهش یافته است.

کلمات کلیدی: مدیریت فشار، فشارسنجی، زون‌بندی شبکه

### ۱- مقدمه

به طور کلی هدف از انجام مطالعات آب بدون درآمد در شبکه‌های آبرسانی، تعیین مقدار تلفات موجود شبکه اعم از تلفات واقعی و تلفات ظاهری و همچنین ارزیابی روش‌ها و سیاست‌های کنترل و کاهش مقادیر این پارامترها می‌باشد. از آنجا



# اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1<sup>st</sup> National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



که یکی از عوامل اصلی مرتبط با هدررفت واقع در شبکه‌های آبرسانی میزان فشار حاکم بر شبکه می‌باشد، در برنامه کاهش و کنترل تلفات آب علاوه بر اندازه‌گیری دقیق جریان، اندازه‌گیری فشار با دقت مناسب نیز مهم می‌باشد. با استفاده از مدیریت فشار می‌توان علاوه بر مدیریت و کاهش تلفات و حوادث در شبکه توزیع، خدمات مؤثرتر و مطلوب‌تری نیز به مشترکان ارائه نمود. در این تحقیق عملیات فشارسنجی برای شهر بانه انجام شد و شبکه موجود با استفاده از نرم‌افزار WaterGems V8i شبیه‌سازی و با استفاده از داده‌های فشارسنجی در برخی نقاط خاص جهت واسنجی مدل و انجام تحلیل هیدرولیکی استفاده شده و از این طریق می‌توان به مقادیر فشار در تمام نقاط شبکه پی برد. به منظور انجام و اجرای صحیح مدیریت توزیع و مدیریت فشار در سطح شبکه توزیع و کاهش حوادث و تلفات واقعی و نیز سهولت کنترل و بهره‌برداری صحیح از آن در طول دوره‌ی طرح، زون‌بندی فشاری شبکه ضروری است.

## ۲- فشارسنجی

تعداد حوادث و میزان نشت از شبکه‌های توزیع آب ارتباط مستقیمی با مقدار فشار آب در شبکه دارد. به همین دلیل اندازه‌گیری و کنترل فشار هیدرولیکی موجود در شبکه‌های توزیع آب شهری می‌تواند عامل موثری در سنجش وضعیت شبکه توزیع و کاهش حوادث آن باشد. طبق استاندارد ایران [۱]، در شرایط عادی، حداقل و حداکثر مقدار فشار در شبکه‌های توزیع آب برابر ۲۵ تا ۶۰ متر تعریف شده است. معمولاً با توجه به بروز برخی نقایص و یا نقاط ضعف در طراحی، اجرا و یا بهره‌برداری بهینه از شبکه توزیع آب، پایش مداوم مقادیر فشار در شبکه ضروری می‌باشد.

## ۲-۱- تجهیزات فشارسنجی

تجهیزات مختلفی به منظور پایش فشار یا فشارسنجی در شبکه به کار می‌رود که شامل مانومترهای مکانیکی و ثبات فشار (دیتالاگر فشار) می‌باشد.

## ۲-۱-۱- فشارسنج مکانیکی

اگرچه با ظهور فشارسنج‌های الکترونیکی کاربرد فشارسنج‌های مکانیکی بسیار محدود شده است ولی هنوز می‌توان در اندازه‌گیری موردی فشار از این ابزار ساده استفاده کرد بزرگترین مشکل در استفاده از این دستگاه‌ها عدم امکان ثبت مکانیزه فشار است.

## ۲-۱-۲- ثبات فشار (دیتالاگر فشار)

ثبات‌های فشار، لاگرهای فشار قابل حمل هستند که از جمله ساده‌ترین تجهیزات جمع‌آوری اطلاعات میدانی به‌شمار می‌روند، ثبات‌های فشار کارایی بهتر و مناسب‌تری را نسبت به دستگاه‌های فشارسنج ساده دارند. ثبات فشار خدمات شبکه GSM و GPRS را پشتیبانی می‌کند و قادر است اطلاعات را از طریق پیام کوتاه یا ایمیل ارسال کند. در این پروژه از دیتالاگر Iolog ۴۵۰ استفاده شده که اطلاعات ثبت شده‌ی آن از طریق کابل قابل تخلیه می‌باشد.

### ۲-۲- تعیین نقاط فشارسنج

به طور کلی مواردی که در انتخاب تعداد و نقاط نصب فشارسنج مؤثر هستند عبارتند از:

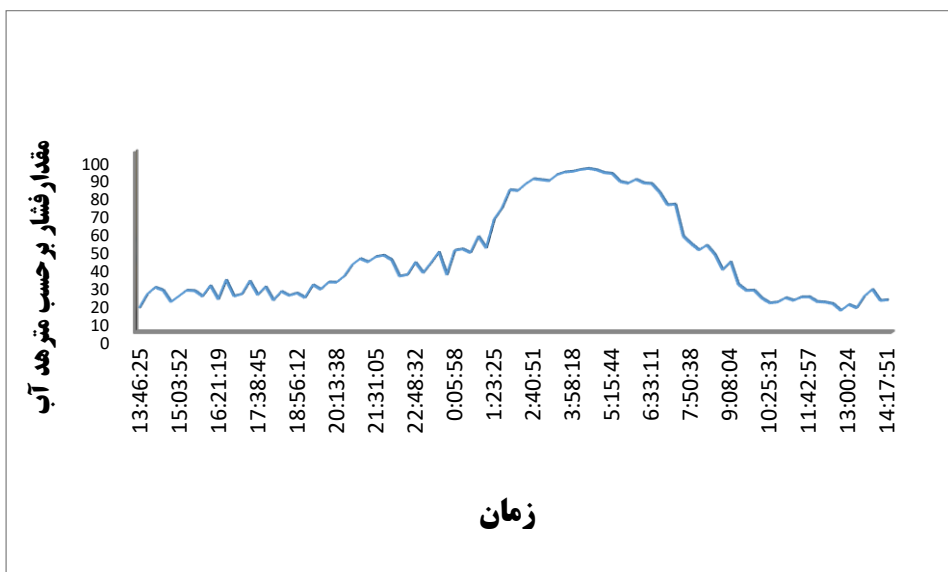
- وضعیت شبکه توزیع آب از نظر تامین فشار سیستم
- تنوع سیستم‌های تامین فشار در شبکه توزیع آب
- وضعیت توپوگرافی منطقه
- تراکم لوله‌گذاری در شبکه توزیع آب
- تنوع اتصالات و ارتباطات لوله‌ها

نقاط کلیدی برای انجام عملیات فشارسنجی در نظر گرفته شده است عبارتند از:

- نقاط ورودی به ناحیه
- نقاط فشار حداکثر
- خروجی پمپاژ
- نقاط دارای نوسان فشار
- نقاط بحرانی
- نقاط فشار متوسط (نقطه متوسط فشار، نقطه‌ای است که میانگن شرایط متوسط یک ناحیه از نظر فشار باشد) (AZP)
- نصب فشارسنج بایستی بر روی خطوط اصلی انجام شود ولی چون این امر در عمل امکان‌پذیر نمی‌باشد، سعی شده است از مشترکینی استفاده گردد که به خطوط اصلی شبکه متصل بوده، تجاری کم مصرف و یا مسکونی تک خانوار باشند. [۲]
- با توجه به بررسی‌های انجام شده برای فشارسنجی شبکه شهر بانه ۲۵ نقطه در نظر گرفته شده که با در نظر گرفتن شرایط فنی ذکر شده محدوده نقاط بر روی نقشه مشخص شده و مختصات آن در اختیار نیروهای فنی برای نصب فشارسنج به مدت یک هفته قرار گرفت. [۳].

### ۲-۳- رسم نمودار فشار

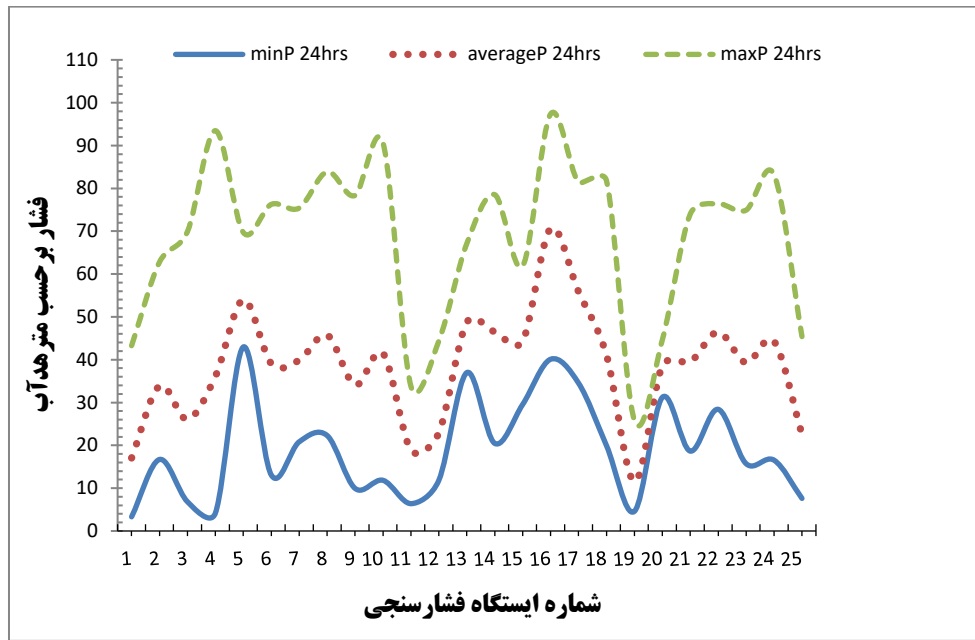
دیتالاگرهای فشارسنج توسط افراد فنی تخلیه شده و نمودار فشار- زمان برای هر نقطه رسم شده است (شکل شماره ۱) در صورتی که فشارهای غیر متعارف در هریک از نقاط وجود داشته باشد، که این امر به دلیل محل نامناسب نصب فشارسنج می‌باشد. فشارسنج در محدوده موردنظر در یکی دیگر از انشعابات مجدد نصب می‌گردد [۳].



شکل شماره ۱: نمودار تغییر ساعتی فشار در یک شبانه روز

### ۲-۴- ترسیم خطوط هم فشار

با استفاده از داده‌های فشارسنجی نمودار تغییرات فشار برای هر یک از وضعیت‌های فشاری حداقل، حداکثر و متوسط شبکه رسم شده است. این نتایج می‌تواند برای بحث‌های مدیریتی مورد استفاده قرار بگیرد و مناطق بحرانی از لحاظ حداقل و حداکثر فشار را مشخص می‌نماید [۳].



شکل شماره ۲: نمودار تغییرات فشار حداقل، حداکثر و متوسط در کلیه ایستگاه‌های فشارسنجی در شهر بانه

### ۳- مدل‌سازی شبکه آب شرب شهر بانه

برای مدل‌سازی شبکه ابتدا فایل cad شبکه در نرم‌افزار WaterGems V8i وارد و اطلاعات مربوط به گره‌ها (دبی، رقوم ارتفاعی) و لوله‌ها (طول و قطر) به آن داده شده و سپس شبکه تحلیل شده است. نتایج شبیه‌سازی با فشارسنجی همخوانی داشته باشد تا شبیه‌سازی شبکه به واقعیت نزدیک باشد [۴].

### ۳-۱- نتایج تحلیل در شبکه موجود

شبکه در زمان‌های حداکثر، حداقل و متوسط مصرف تحلیل شده است و با استفاده از رسم خطوط هم فشار و وضعیت شبکه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت [۴].

### ۳-۲- اصلاح شبکه

در شبکه‌های توزیع آب یا در مطالعات طرح‌های توسعه تاسیسات و شبکه توزیع آب شهرها و روستاها که اختلاف ارتفاع زیاد در سطح شهر یا روستا وجود دارد، انجام منطبقه‌بندی فشار شبکه ضروری است. منطبقه‌بندی فشار در سطح شبکه عبارت است از کلیه اقداماتی که باعث محدود نگه داشتن فشار در حد استاندارد و یا مدیریت فشار می‌باشد. جهت اجرای طرح



# اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1<sup>st</sup> National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



منطقه بندی فشار، لازم است با توجه به نقشه های مناسب با ترازهای ارتفاعی از وضعیت شهرسازی و شبکه توزیع، حجم، تراز ارتفاعی و حداکثر تراز آب مخزن و نیز رعایت محدودیت فنی فشار آب، خطوط جداکننده فشار در حالت استاتیک ترسیم و پس از آن شناسایی کامل موقعیت لوله های موجود در مرزهای این خطوط نسبت به قطع یا عدم ارتباط خطوط بین دو منطقه هم جوار اقدام شود. از آنجایی که ساخت مخازن متعدد در ترازهای مختلف جهت ذخیره و تامین فشار هر یک از منطقه ها مشکلات عدیده ای را در تهیه و استملاک زمین، آبرسانی به مخازن متعدد، سرمایه گذاری اولیه و نیز بهره برداری و نگهداری برای شرکت های آب و فاضلاب به وجود می آورد، لذا به عنوان یک راه حل اساسی می توان با استفاده از نصب شیرهای فشار شکن بر روی خطوط لوله اصلی که از مرز دو منطقه فشاری عبور می کند و نقش کلیدی در تغذیه شبکه توزیع منطقه فشاری پایین تر از خود دارد، شبکه توزیع آب دو منطقه فشاری مجاور را به یکدیگر مرتبط کرد.

با انجام زون بندی جدید مجدداً شبکه در زمان های حداکثر، حداقل و متوسط مصرف تحلیل شده است. نتایج این تحلیل در مقایسه با تحلیل شبکه موجود در جداول ۱، ۲ و ۳ آمده است [۴].

جدول ۱: در زمان حداقل مصرف شبکه

شبکه اصلاحی	شبکه موجود
فشار ۶۰ متر به بالا	
٪۳۶	٪۶۸

جدول ۲: در زمان حداکثر مصرف شبکه

شبکه اصلاحی	شبکه موجود
فشار زیر ۲۵ متر	
٪۲۰	٪۳۵

جدول ۳: در زمان مصرف متوسط شبکه

شبکه اصلاحی			شبکه موجود		
۶۰ متر به بالا	۶۰-۲۵	۲۵-۰	۶۰ متر به بالا	۶۰-۲۵	۲۵-۰
٪۱۶	٪۷۷	٪۷	٪۵۷	٪۳۱	٪۱۲



# اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب



1<sup>st</sup> National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶

## ۴- نتیجه گیری

- ۱- در شبکه موجود ۸۲ درصد از شبکه مشکل حداکثر فشار (بالای ۶۰ متر) را در زمان حداقل مصرف (مصرف شبانه) داشته‌اند با زون بندی شبکه و نصب شیرهای فشار شکن در محل های مناسب این مشکل به ۳۶ درصد کاهش می یابد.
- ۲- در شبکه موجود ۳۵ درصد از شبکه کمبود فشار (زیر ۲۵ متر) داشته‌اند که با تغییر ساختار و اسکلت بندی شبکه این مشکل به ۲۰ درصد می رسد.
- ۳- با انجام اصطلاحات جدید در شبکه ۷۷ درصد از شبکه در رنج مناسب فشار (۲۵-۶۰ متر) در زمان متوسط مصرف قرار گرفته است.

## ۵- مراجع

۱. معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی. (۱۳۹۲). "ضوابط طراحی سامانه های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی، (نشریه شماره ۳-۱۱۷ بازنگری اول)"، انتشارات سازمان برنامه و بودجه. تهران، ایران
۲. معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی. (۱۳۹۱)، "راهنمای شناخت و بررسی عوامل موثر در آب به حساب نیامده و راهکارهای کاهش آن (نشریه شماره ۵۵۶)"، انتشارات سازمان برنامه و بودجه. تهران، ایران
۳. شرکت آب و فاضلاب شهری استان کردستان، (۱۳۹۶) "گزارش فشارسنجی شبکه آب شرب شهر بانه"، پروژه مطالعات نشت یابی و کنترل تلفات فیزیکی شبکه آب شرب شهر بانه، (انجام شده توسط مهندسین مشاور سپینا طرح).
۴. شرکت آب و فاضلاب شهری استان کردستان، (۱۳۹۶) "گزارش تحلیل هیدرولیکی شبکه آب شرب شهر بانه"، پروژه مطالعات نشت یابی و کنترل تلفات فیزیکی شبکه آب شرب شهر بانه، (انجام شده توسط مهندسین مشاور سپینا طرح).