



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران
دانشگاه تهران، تهران
۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

1065P-NWWCE

مدیریت هوشمند فشارسنجی شبکه‌های آب به منظور کاهش هدر رفت آب در شبکه‌های توزیع (مطالعه موردی شبکه آب شهر یاسوج)

مهندس زین العابدین ذبیحی^۱

۱- مدیر دفتر مدیریت مصرف و کاهش آب بدون درآمد آبفا، شرکت آب و فاضلاب شهری کهگیلویه و

بویراحمد

pmab_775@yahoo.com

خلاصه

وجود نشت در شبکه‌های توزیع آب شهری امری اجتناب‌ناپذیر است. هدر رفت بیش از ۲۵ درصد از آب ورودی به شبکه‌های توزیع موجب نگرانی جدی مسئولین شرکت‌های آب و فاضلاب شده است. امروزه کاهش نشت با استفاده از مدیریت پارامترهای هیدرولیکی نظیر فشار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از مشکلات اساسی فشار شبکه می‌توان به توزیع ناعادلانه آب بین مشترکین در مناطق مختلف، شکستگی لوله‌های آب و هدر رفت آن و سایر موارد اشاره نمود؛ که خود دلیلی بر دغدغه‌های مسئولین در امر آبرسانی می‌باشد. کنترل هوشمند فشار، روشی مناسب برای کنترل نشت و کاهش صدمات ناشی از فشارهای زیاد در شبکه به نظر می‌رسد. هدف اساسی این تحقیق تعیین میزان اثر کاهش فشار بر نشت در یک شبکه به‌ویژه بود. شبکه آب شهر یاسوج به‌عنوان پایلوت در نظر گرفته شد. پیاده کردن الگوی زمانی اعمال فشار توسط شیرهای فشارشکن با قابلیت کنترل زمانی در یک شبکه شهری عملی بوده و نقش مؤثری در کاهش تلفات خواهد داشت.

کلمات کلیدی: شبکه آب، فشارسنج، هدر رفت

۱. مقدمه

در طول تاریخ، شکوفایی تمدن‌های بشری با دسترسی به منابع آب رابطه مستقیم داشته است. آب با تأثیر دوگانه کمی و کیفی خود که عامل تعیین‌کننده‌ای در توسعه اقتصادی و اجتماعی از ابتدای تمدن تا کنون به شمار رفته، برخلاف منابع دیگر هیچ جایگزینی نداشته و از این رو، به‌عنوان بک کالای غیرقابل‌برگشت باید تلقی گردد.

محدودیت منابع و تقاضای آب شیرین باعث شده تا جوامع امروزی به فکر چاره‌ای در خصوص مدیریت منابع آب شوند. در همین راستا کنترل فشار شبکه آب از اهم موضوعات بشمار می‌آید که می‌تواند با زون بندی و اجرای صحیح مدیریت فشار در این نعمت خدادادی علاوه بر جلوگیری در هدر رفت آن به فکر استفاده صحیح و درست مصرف کردن آن شویم. از مشکلات اساسی فشار شبکه می‌توان به توزیع ناعادلانه آب بین مشترکین در مناطق مختلف، شکستگی لوله‌های آب و هدر رفت آن و سایر موارد اشاره نمود؛ که خود دلیلی بر دغدغه‌های مسئولین در امر آبرسانی می‌باشد.



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

داشتن اطلاعات دقیق از میزان فشار شبکه آبرسانی در طول لوله‌ها بخصوص در نقاط بحرانی، دسترسی به شرایط عملکرد بهینه الکتروپمپ‌های شبکه را برای ما ممکن می‌سازد. در چنین موقعیتی ضمن استفاده بهینه از پمپ‌های شبکه، بر طول عمر آن‌ها افزوده و از خسارات ناشی از افزایش یا کاهش بدون برنامه ریزی فشار در شبکه انتقال و توزیع جلوگیری بعمل می‌آید. از طرفی در صورت تجهیز شبکه به سیستم کنترل فشار، با توجه به کاهش فشار شبکه، در صورت شکستگی لوله و افت فشار، این مورد از طریق سیستم‌های آلارم صوتی و بصری به سرعت مشخص می‌گردد.

فشار نقاط مصرف در شبکه های آب رسانی یکی از مهم ترین پارامترهای هیدرولیکی است که می تواند در مدیریت بهینه شبکه های توزیع آب مورد استفاده قرار گیرد. از آن جایی که فشار، اثرات متفاوتی بر پارامترهای مختلف مدیریت شبکه همچون عملکرد هیدرولیکی، قابلیت اطمینان، پایداری شبکه و نشت دارد، لذا شناسایی روند تغییرات و تعیین میزان آن از اهمیت بسیاری در سطوح مختلف مدیریتی برخوردار است. بخش قابل توجهی از آب ورودی به شبکه های توزیع آب شهری به صورت نشت به هدر می رود. وجود نشت در شبکه های آب رسانی موجب اتلاف منابع و سرمایه صرف شده در تولید، انتقال، تصفیه و توزیع آب، ایجاد مشکلات کیفی به علت ورود آلودگی به شبکه توزیع آب از محل نشت و غیره می شود. با توجه به نقش حیاتی آب در زندگی و کمبود منابع آب قابل شرب و هم چنین هزینه های گزاف فراهم نمودن آب شرب سالم، باید سعی شود تا تلفات آب به حداقل رسانده شود (۲).

۲. روش کار و تجزیه و تحلیل اطلاعات

بطور کلی جهت تعیین نقاط نصب فشارسنج در یک سیستم توزیع آب عموماً بررسی های ذیل انجام می گردد (۳).

- مطالعه انواع شبکه ها و تعیین وضعیت شبکه موجود

- وضعیت توپوگرافی و مورفولوژی منطقه

- نحوه تقسیم بندی نواحی فشاری شبکه توزیع

چنانچه کلیه موارد فوق در تعیین نقاط نصب فشارسنج در سیستم مورد توجه و مطالعه قرار گیرد در تفسیر نتایج حاصل از قرائت فشارسنج ها با کمترین مشکل مواجه خواهیم بود. در غیر این صورت اولین نشانه های عدم بررسی کافی، تفسیر غلط نتایج بوده که بالطبع بر بهره برداری سیستم تأثیر گذار خواهد بود. از این رو لازم است تا ضمن توجه کافی به نکات فوق نقاطی طرح و مشخص گردد که در دوره بهره برداری از حداقل اشکالات برخوردار باشد.

✓ انواع فشار در شبکه های آب رسانی عبارتند از:

-فشار استاتیکی شبکه که با صفر فرض نمودن جریان در لوله‌ها و در نظر گرفتن بلند ترین سطح آب در مخزن به دست می‌آید. حداکثر فشار استاتیکی، نایستی از حداکثر فشار مجاز در شبکه، افزون تر گردد.

-فشار دینامیکی شبکه که در هر نقطه از شبکه، با کاستن افت فشارها از فشار کلی، به دست می‌آید. حداقل فشار دینامیکی بایستی از حداقل فشار مورد نیاز در شبکه بیشتر باشد(۳).

✓ وضعیت توپوگرافی

بررسی وضعیت توپوگرافی و مورفولوژی شهر به دلیل تأثیر آن بر روی پارامترهای هیدرولیکی جریان و نحوه تأمین فشار شبکه توزیع از مسائل مهم و قابل تامل در انتخاب محله‌ای نصب فشارسنج به شمار می‌آید. که با توجه به نقشه‌های توپوگرافی و بازدید محلی انجام می‌گردد.



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



✓ تهیه نقشه نقاط نصب فشارسنج

همان‌طور که اشاره شد پراکندگی فشارسنج‌های نصب شده بر روی سیستم توزیع آب باید بگونه ای باشد که بتوان با قرائت آن‌ها وضعیت فشار سیستم را در کلیه نقاط با دقت قابل قبول برآورد و تعیین نمود، از آنجا که این امر منوط به انتخاب صحیح نقاط فشارسنجی می باشد از این رو دقت در انتخاب نقاط نصب فشارسنج از اهمیت ویژه ای برخوردار است (۴).

در نهایت مواردی که در انتخاب تعداد و نقاط نصب فشارسنج موثر واقع گردیدند عبارتند از:

- وضعیت شبکه توزیع آب از نظر تأمین فشار سیستم

- تنوع سیستم های تأمین فشار در شبکه توزیع آب

- وضعیت توپوگرافی منطقه

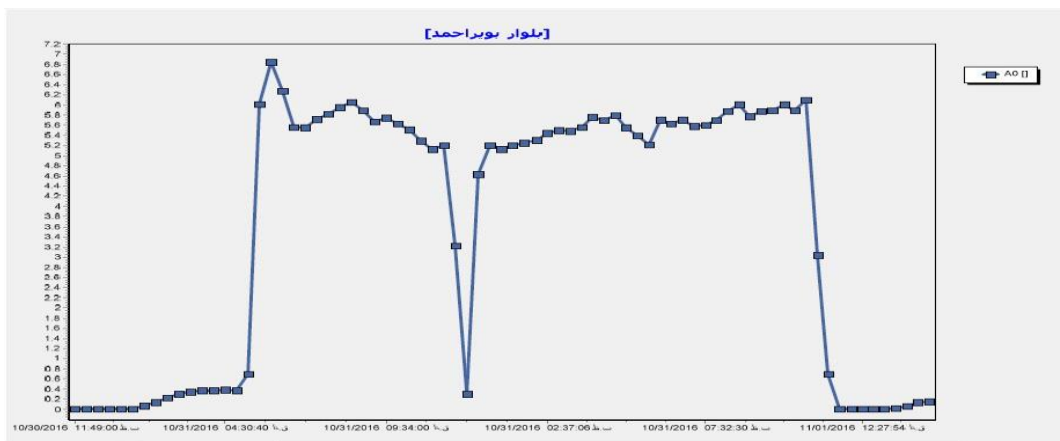
- تراکم لوله گذاری در شبکه توزیع آب

- تنوع اتصالات و ارتباطات لوله‌ها (نحوه لوپ بندی)

در همین راستا به منظور تعیین و انتخاب نقاط نصب فشارسنج در ابتدا سیستم آب رسانی و توزیع آب دقیقاً مورد بررسی قرار گرفت و پس از شناخت دقیق خصوصیات سیستم و همچنین انجام بررسی های لازم در خصوص وضعیت توپوگرافی منطقه مورد مطالعه، در ۱۰ نقطه نصب فشارسنج لاگ‌ردار به گونه ای انجام گردید که بتوان پس از نصب و قرائت از راه دور فشارسنج‌های مورد نظر، وضعیت فشاری سیستم توزیع را در کلیه مناطق بررسی و تعیین نمود و همچنین از نتایج حاصل از آن در ارتباط با کالیبراسیون مدل هیدرولیکی که هدف نهایی از انجام این فعالیت بشمار می آید، استفاده نمود.

۳. نتایج

در این بخش به تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نتایج بدست آمده از فشارسنج های لاگ‌ردار نصب شده در شبکه پرداخته شده است، شکل های ۱ تا ۱۰.



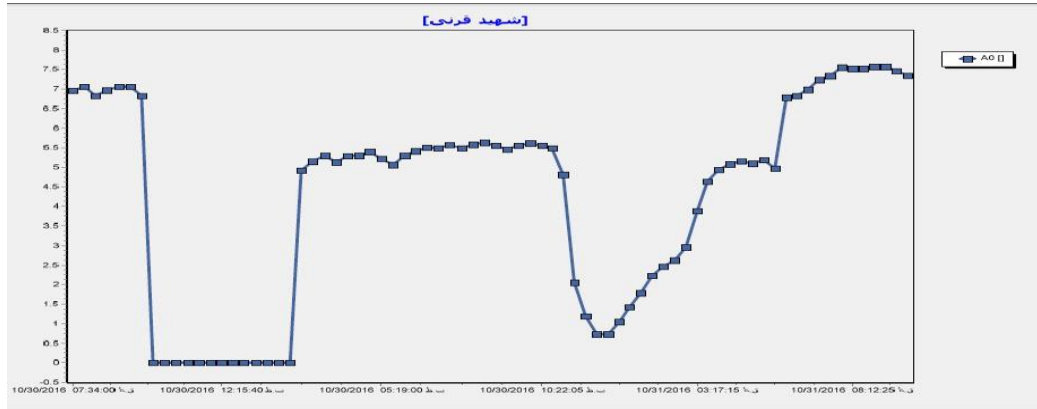
شکل ۱- منحنی فشار (بار- زمان) در بلوار بویراحمد

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

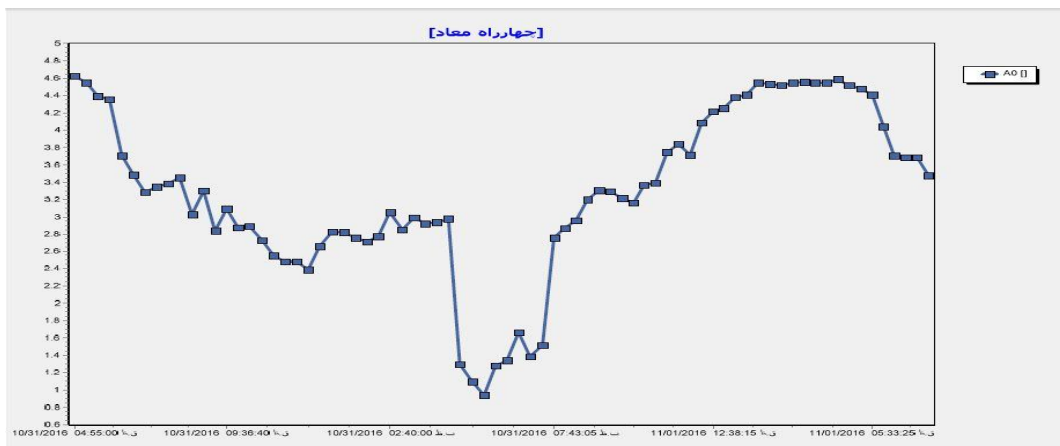
۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

نتایج به دست آمده از نمودار فوق در طی ۴۸ ساعت حاکی از آن است که فشار منطقه مذکور بین ۰ تا ۷ بار در زمانهای متفاوت متغیر بوده که علاوه بر فشار ۷ بار که خود فشاری بالایی می باشد و منجر به شکستگی لوله های آب می شود، نوسانات فشار نیز زیاد بوده که این نوسانات باعث اختلال در شبکه و ایجاد ضربه قوچ و در نهایت شکستگی در شبکه خواهد شد. همچنین نمودار مذکور نشان می دهد که مخزن بالادست در ساعت ۱۲ شب تا ۵ صبح جهت ذخیر آب بسته می شود که در ساعت ۵ صبح به یکباره مخزن باز و فشار از ۰ به ۷ بار می رسد که باعث بروز شکستگی و هدر رفت آب خواهد شد.



شکل ۲- منحنی فشار (بار- زمان) در بلوار شهید قری

نتایج به دست آمده از نمودار فوق در طی ۴۸ ساعت حاکی از آن است که فشار منطقه مذکور بین ۰ تا ۸ بار در زمانهای متفاوت متغیر بوده که علاوه بر فشار ۸ بار که خود فشاری بالایی می باشد و منجر به شکستگی لوله های آب می شود، نوسانات فشار نیز زیاد بوده که این نوسانات باعث اختلال در شبکه و ایجاد ضربه قوچ و در نهایت شکستگی در شبکه خواهد شد. همچنین نمودار مذکور نشان می دهد که مخزن بالادست در ساعت ۱۲ شب تا ۵ صبح جهت ذخیر آب بسته می شود که در ساعت ۵ صبح به یکباره مخزن باز و فشار از ۰ به ۸ بار می رسد که باعث بروز شکستگی و هدر رفت آب خواهد شد.



شکل ۳- منحنی فشار (بار- زمان) در چهار راه معاد

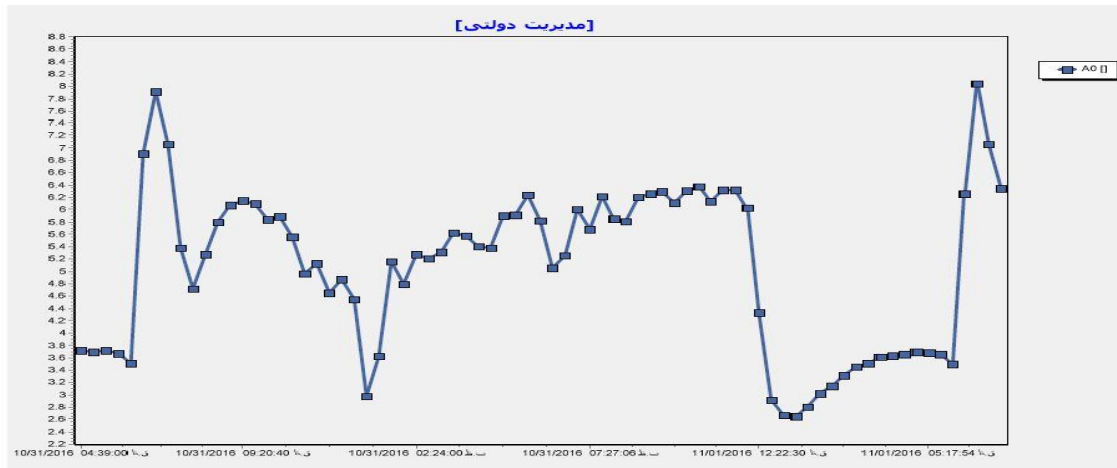


کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

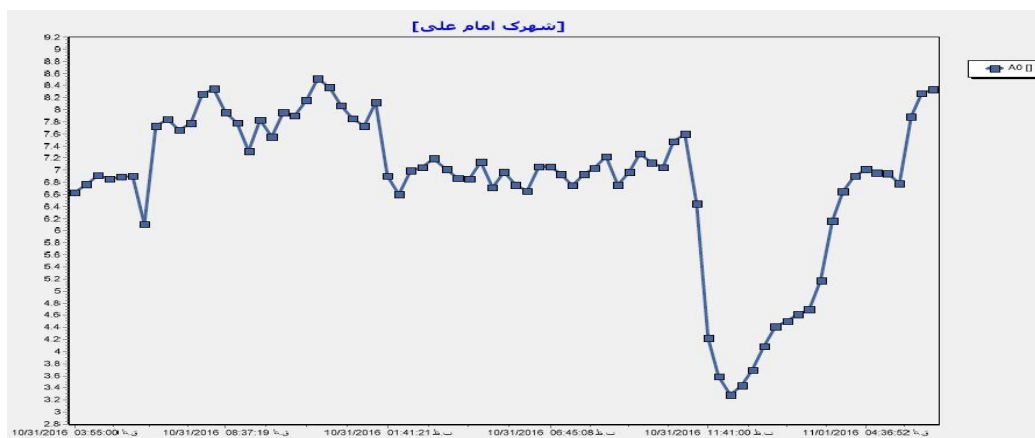
۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

نتایج به دست آمده از نمودار فوق در طی ۴۸ ساعت حاکی از آن است که فشار منطقه مذکور بین ۱ تا ۴/۵ بار در زمانهای متفاوت متغیر بوده که فشار مذکور مناسب با استاندارد طراحی می باشد.



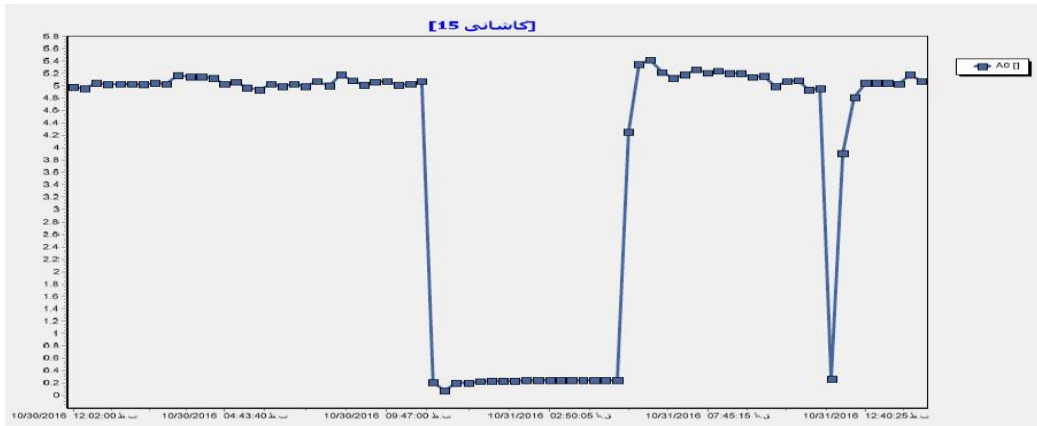
شکل ۴- منحنی فشار (بار- زمان) در محدوده راهنمایی جنب مدیریت دولتی

نتایج به دست آمده از نمودار فوق در طی ۴۸ ساعت حاکی از آن است که فشار منطقه مذکور بین ۲/۳ تا ۸/۴ بار در زمانهای متفاوت متغیر بوده که علاوه بر فشار ۸/۴ بار که خود فشاری بالایی می باشد و منجر به شکستگی لوله های آب می شود، نوسانات فشار نیز زیاد بوده که این نوسانات باعث اختلال در شبکه و ایجاد ضربه قوچ و در نهایت شکستگی در شبکه خواهد شد. همچنین نمودار مذکور نشان می دهد که مخزن بالادست در ساعت ۱۲ شب تا ۵ صبح جهت ذخیر آب بسته می شود که در ساعت ۵ صبح به یکباره مخزن باز و فشار از ۲/۳ به ۸/۴ بار می رسد که باعث بروز شکستگی و هدر رفت آب خواهد شد.



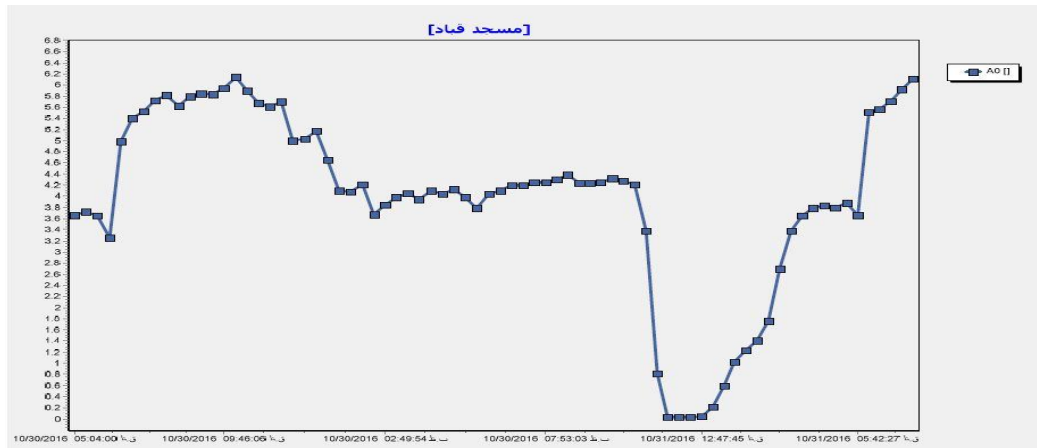
شکل ۵- منحنی فشار (بار- زمان) در شهرک امام علی (ع)

نتایج به دست آمده از نمودار فوق در طی ۴۸ ساعت حاکی از آن است که فشار منطقه مذکور بین ۲ تا ۸/۶ بار در زمانهای متفاوت متغیر بوده که علاوه بر فشار ۸/۶ بار که خود فشاری بالایی می باشد و منجر به شکستگی لوله های آب می شود، نوسانات فشار نیز زیاد بوده که این نوسانات باعث اختلال در شبکه و ایجاد ضربه قوچ و در نهایت شکستگی در شبکه خواهد شد.



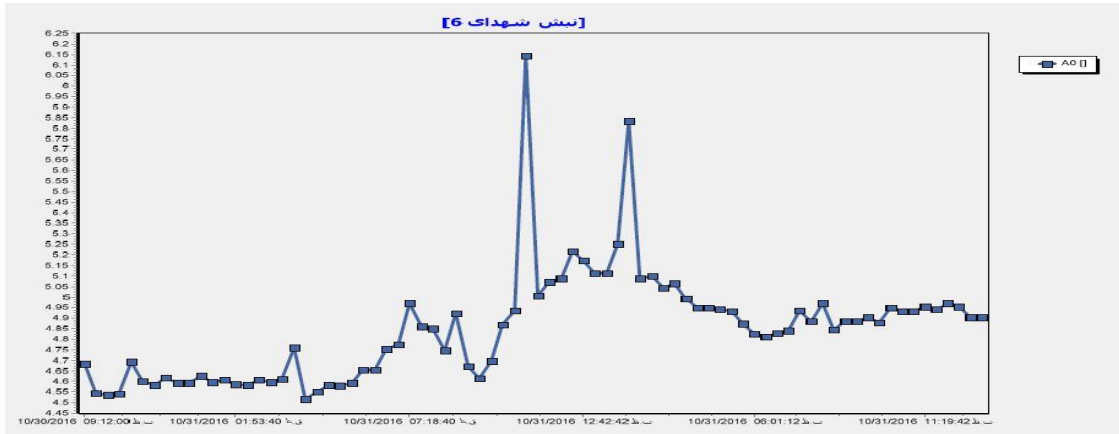
شکل ۶- منحنی فشار در محدوده سالم آباد روبروی کاشانی ۱۵

نتایج به دست آمده از نمودار فوق در طی ۴۸ ساعت حاکی از آن است که فشار منطقه مذکور بین ۰ تا ۵/۴ بار در زمانهای متفاوت متغیر بوده که علاوه بر فشار ۵/۴ بار که خود فشاری بالایی می باشد و منجر به شکستگی لوله های آب می شود، نوسانات فشار نیز زیاد بوده که این نوسانات باعث اختلال در شبکه و ایجاد ضربه قوچ و در نهایت شکستگی در شبکه خواهد شد. همچنین نمودار مذکور نشان می دهد که مخزن بالادست در ساعت ۱۲ شب تا ۵ صبح جهت ذخیره آب بسته می شود که در ساعت ۵ صبح به یکباره مخزن باز و فشار از ۰ به ۵/۴ بار می رسد که باعث بروز شکستگی و هدر رفت آب خواهد شد.



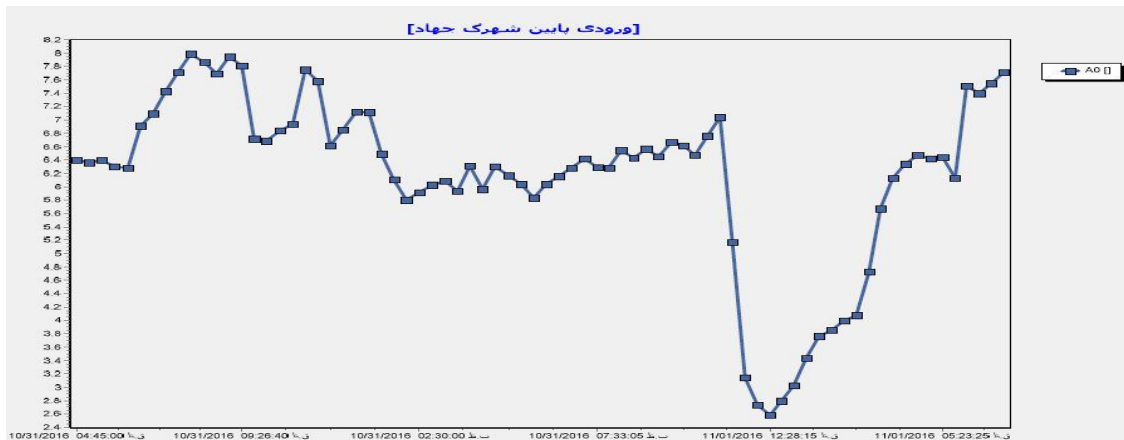
شکل ۷- منحنی فشار (بار- زمان) در محدوده دولت آباد جنب مسجد قیاد

نتایج به دست آمده از نمودار فوق در طی ۴۸ ساعت حاکی از آن است که فشار منطقه مذکور بین ۰ تا ۶/۴ بار در زمانهای متفاوت متغیر بوده که علاوه بر فشار ۶/۴ بار که خود فشاری بالایی می باشد و منجر به شکستگی لوله های آب می شود، نوسانات فشار نیز زیاد بوده که این نوسانات باعث اختلال در شبکه و ایجاد ضربه قوچ و در نهایت شکستگی در شبکه خواهد شد. همچنین نمودار مذکور نشان می دهد که مخزن بالادست در ساعت ۱۲ شب تا ۵ صبح جهت ذخیره آب بسته می شود که در ساعت ۵ صبح به یکباره مخزن باز و فشار از ۰ به ۶/۴ بار می رسد که باعث بروز شکستگی و هدر رفت آب خواهد شد.



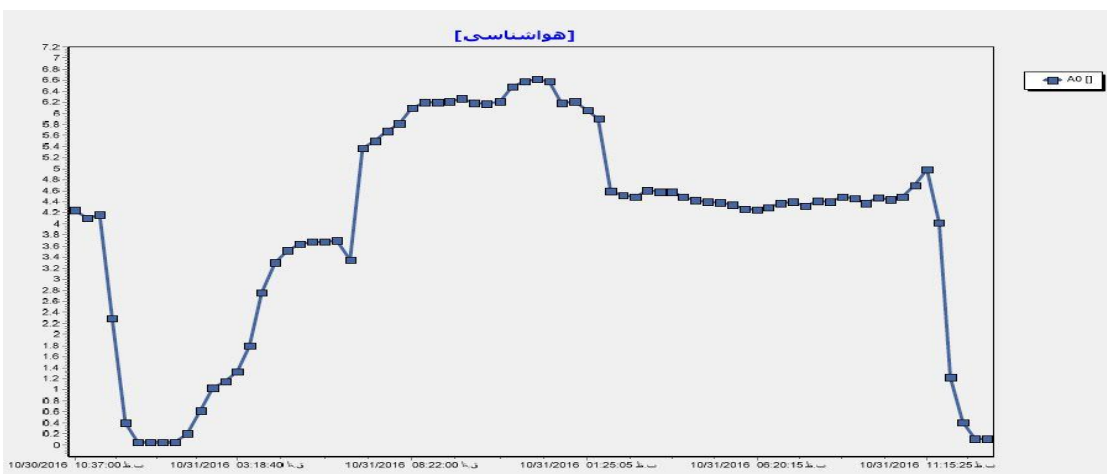
شکل ۸- منحنی فشار (بار- زمان) نیش خیابان شهدای ۶

نتایج به دست آمده از نمودار فوق در طی ۴۸ ساعت حاکی از آن است که فشار منطقه مذکور بین ۴/۵ تا ۶/۵ بار در زمانهای متفاوت متغیر بوده که علاوه بر فشار ۶/۵ بار که خود فشاری بالایی می باشد و منجر به شکستگی لوله های آب می شود، نوسانات فشار نیز زیاد بوده که این نوسانات باعث اختلال در شبکه و ایجاد ضربه قوچ و در نهایت شکستگی در شبکه خواهد شد.



شکل ۹- منحنی فشار (بار- زمان) ورودی پایین شهرک جهاد

نتایج به دست آمده از نمودار فوق در طی ۴۸ ساعت حاکی از آن است که فشار منطقه مذکور بین ۲/۶ تا ۸ بار در زمانهای متفاوت متغیر بوده که علاوه بر فشار ۸ بار که خود فشاری بالایی می باشد و منجر به شکستگی لوله های آب می شود، نوسانات فشار نیز زیاد بوده که این نوسانات باعث اختلال در شبکه و ایجاد ضربه قوچ و در نهایت شکستگی در شبکه خواهد شد



شکل ۱۰- منحنی فشار (بار- زمان) در منطقه هواشناسی

نتایج به دست آمده از نمودار فوق در طی ۴۸ ساعت حاکی از آن است که فشار منطقه مذکور بین ۰ تا ۶/۵ بار در زمانهای متفاوت متغیر بوده که علاوه بر فشار ۶/۵ بار که خود فشاری بالایی می باشد و منجر به شکستگی لوله های آب می شود، نوسانات فشار نیز زیاد بوده که این نوسانات باعث اختلال در شبکه و ایجاد ضربه قوچ و در نهایت شکستگی در شبکه خواهد شد.

۴. نتیجه گیری

از جمله نتایج مثبت بدست آمده از انجام این تحقیق، نشان دادن جنبه های مختلف بروز هدر رفت آب در شبکه توزیع آب شهر یاسوج بر اثر فشار بالا و همچنین نوسانات ۰ تا ۸ بار در شبکه توزیع می باشد که اولاً به علت قدمت شبکه و فرسودگی لوله ها این فشار باعث ترکیدگی و هدر رفت زیاد آب می شود، ثانیاً نوسانات باعث ایجاد ضربه قوچ و ایجاد ترکیدگی در لوله های آب و هدر رفت می شود، ثالثاً نوسانات زیاد فشار به علت باز و بسته نمودن به یکباره مخازن ذخیره آب، باعث ایجاد هوا در شبکه و عدم عبور آب در بعضی از لوله ها و قطعی اب در بعضی از نقاط شهر می شود که این امر باعث نارضایتی مشترکین گردیده است.

بنابراین با استفاده از نتایج حاصله، نسبت به بازدید شبکه های اصلی و فرعی موجود در کوچه ها و خیابان ها و تهیه نقشه های به هنگام و فشارسنجی از راه دور و انتقال نتایج فشارسنجی بر روی نقشه کد گذاری شده شبکه و رسم نقشه فشار و مشخص نمودن محدوده های فشاری متفاوت، نسبت به کالیبراسیون هیدرولیکی شبکه توزیع به صورت تعدیل فشار و نیز اصلاح و بازسازی شبکه توزیع آب اقدامات لازم صورت گرفت.



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



۵. پیشنهادات

با توجه به نتایج حاصل از تحقیق، مواردی به شرح زیر به منظور بسط و توسعه تحقیق حاضر و همچنین تهیه، استفاده و پیاده سازی چنین فن آوریهایی در بخش آب شهری یاسوج پیشنهاد می گردد:

- ✓ تهیه و تدوین استانداردهای بهره برداری مبتنی بر نحوه بهره برداری صحیح از شبکه های آب
- ✓ طراحی زون بندی و نصب شیرآلات فشار شکن در زون های مختلف
- ✓ عدم بستن کامل شیرآلات خروجی مخزن جهت ذخیره آب (پیشنهاد می گردد در صورت کمبود آب در طی روز، به جای بستن کامل شیر خروجی مخزن، این شیرآلات چند دور باز باشند تا آب در شبکه جریان داشته باشد)
- ✓ ارائه آموزشهای لازم در خصوص باز و بسته نمودن شیرآلات خروجی مخازن و شبکه
- ✓ تهیه و نصب کنترلرهای هوشمند بر روی فشار شکن های نصب شده
- ✓ تهیه و نصب شیرهای کنترل اتوماتیک خروجی مخازن به جای شیرهای کنترل دستی

۶. مراجع

۱. سلطانی اصل، م. فغفور مغربی، م. (۱۳۸۸). مقاله مدیریت هوشمند فشار به منظور کاهش نشت در شبکه های آبرسانی، (نشریه شماره ۳ آب و فاضلاب)، تهران، ایران.
۲. کارآموز، م. تابش، م. نظیف، س. مریدی، ع. (۱۳۸۳). مقاله پیش بینی فشار در شبکه های آبرسانی با استفاده از شبکه های عصبی، (نشریه آب و فاضلاب دوره ۱۶)، تهران، ایران.
۳. مهندسین مشاور صدرا انگار، اولین، (۱۳۹۱). " کارگاه آموزشی کاهش آب بحساب نیامده در پایلوت مشکین شهر " ایران.
۴. نسترن، ع. پریش، ی. (۱۳۹۴). پروژه شناسایی و کاهش آب به حساب نیامده در شبکه های آبرسانی شهری، تهران، ایران.