



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

1227P-NWWCE

شبیه‌سازی و تحلیل شبکه آب با استفاده از نرم افزار WaterGEMS

با هدف یکنواختی فشار در شبکه و کاهش هدر رفت آب

حبیب اعلائی

مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب زابل

habibaalaei@yahoo.com

خلاصه

در تحلیل شبکه آب حداکثر و حداقل مصرف روزانه مهم‌ترین شرایط تحلیل بشمار می‌آیند. در حداکثر مصرف روزانه میزان افت فشار شبکه و همچنین حداکثر سرعت در لوله‌ها و ایجاد افت در لوله‌ها که موجب عدم یکنواختی فشار در شبکه می‌شود می‌تواند مورد توجه واقع گردد. در حداقل مصرف روزانه با توجه به احتمال افزایش فشار شبکه و ایجاد اتفاقات و نشتی در شبکه می‌تواند یکی از عوامل مهم افزایش تلفات آب و هدر رفت آب در شبکه گردد. در این تحقیق ضمن بررسی و تحلیل شرایط در حداکثر و حداقل مصرف روزانه با استفاده از نرم افزار WaterGEMS بر روی شبکه اصلی آب شهر زابل راهکار عملی جهت یکنواختی فشار در شبکه و کاهش تلفات و هدر رفت آب با امکانات موجود ارائه می‌گردد. با تحلیل شبکه و تعیین نقاط ضعف شبکه در حداکثر و حداقل مصرف روشهای اصلاحی با نتایج تحلیلی و عملی ارائه می‌گردد.

کلمات کلیدی: مدل‌سازی، تحلیل شبکه آب، فشار شبکه آب، مصرف روزانه

۱. مقدمه

یکی از مهم‌ترین پارامترهای شبکه آب تأمین و یکنواختی فشار در شبکه خصوصاً در زمان حداقل مصرف روزانه است. برای تحلیل شبکه آب شهرستان زابل در نظر گرفته شده است. طول شبکه ۳۰۰ کیلومتر که حدود ۱۰۰ کیلومتر شبکه اصلی محسوب شده و در تحلیل شبکه خطوط لوله اصلی مد نظر قرار گرفته است. برای تحلیل شبکه از نرم افزار waterGems استفاده شده است. شبیه‌سازی شبکه و قابلیت‌های نرم افزار امکان تحلیل در موارد مختلف شبکه را مهیا می‌کند. البته روشهای مختلف بهینه سازی شبکه با استفاده از حل عددی وجود دارد [1] (الگوریتم‌های هیبرید، مورچه، ژنتیک) [2] اما در این روش‌ها تحلیل شبکه با اعمال شرایط مختلف و تغییر المان‌ها همچون نرم افزار نخواهد بود. بنابراین در جهت تحلیل فشار شبکه و ارائه راهکار عملی برای یکنواختی فشار و کاهش تلفات از نرم افزار تحلیل شبکه استفاده شده است.

۲. مراحل مدل‌سازی

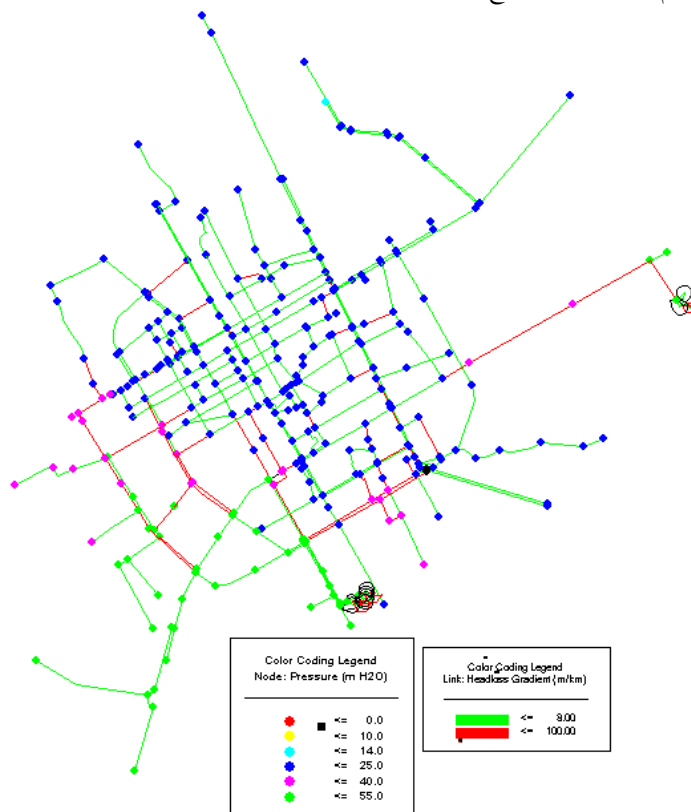
مراحل انجام به شرح ذیل صورت پذیرفته است:

- ۱- تهیه نقشه اتوکد شهر شامل خیابان‌ها و کوچه‌ها و...
- ۲- تبدیل نقشه به صورت یک به یک قسمی که هر واحد از نقشه با یک متر در واقعیت تطبیق داشته باشد
- ۳- تهیه اطلاعات مربوط به لوله‌های موجود در هر معبر شامل:

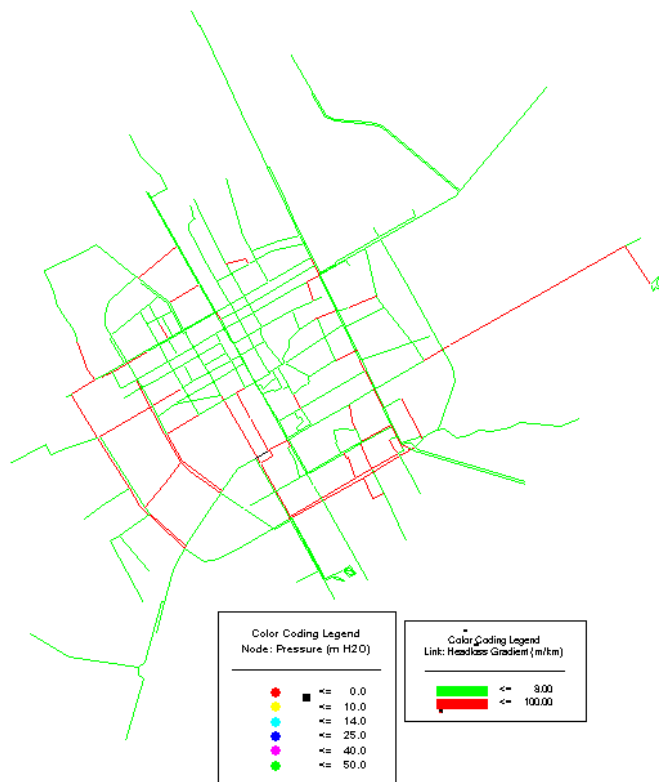
- تعیین قطر لوله
 - جنس لوله
 - قدمت لوله
 - محل اتصال لوله‌ها در شبکه
- ۴- ورود لوله‌ها به نرم افزار اتوکلد و لایه‌بندی بر اساس جنس و قطر لوله
- ۵- ایمپورت لوله‌ها از اتوکلد به نرم افزار واتر جیمز بر اساس قطر و جنس و شبیه‌سازی لوله‌ها در نرم افزار واتر جیمز
- ۶- شبیه‌سازی و ورود و اعمال اطلاعات مربوط به دبی سرانه مصرف بر روی نودها [3] و اطلاعات مخازن و ایستگاه‌های پمپاژ در نرم افزار واتر جیمز
- ۷- اجرای برنامه و گرفتن اطلاعات
- ۸- انطباق داده‌های خروجی با واقعیت موجود و کالیبره کردن طرح

۳. تحلیل حداکثر دبی شبکه

در زمان حداکثر مصرف مشترکین با حداکثر دبی در شبکه و با بالا رفتن سرعت در لوله‌ها میزان افت در شبکه افزایش یافته و این افت فشار ضمن هدر رفت انرژی در شبکه موجب عدم یکنواختی فشار شبکه و در نتیجه عامل عدم خدمات‌رسانی مناسب به مشترکین خواهد شد، بطوریکه در نقاطی از شبکه فشار بالا موجب افزایش حوادث شبکه و نشتی و تلفات آب و در نقاطی دیگر شبکه کاهش فشار موجب عدم بهره‌مندی از فشار لازم برای مشترک می‌گردد. در شکل (۱) توزیع نامناسب فشار در حداکثر مصرف مشاهده می‌شود به طوری که بیش از ۳ بار اختلاف فشار در نقاط مختلف مشاهده می‌شود. در شکل (۲) افت لوله بیش از ۸ متر در کیلومتر به رنگ قرمز مشخص شده که جهت بهبود شرایط شبکه باید اصلاح گردد. متراژ این خطوط قابل اصلاح ۲۰ درصد کل شبکه است. با اصلاح شبکه نهایتاً ضمن کاهش افت زمینه یکنواختی فشار شبکه مهیا خواهد شد. این موارد رد اصلاح شبکه زایل که در دست اقدام است مورد توجه واقع شده است.



شکل ۱- وضعیت شبکه و توزیع فشار در حداکثر فشار شبکه



شکل ۲- وضعیت افت فشار در شبکه

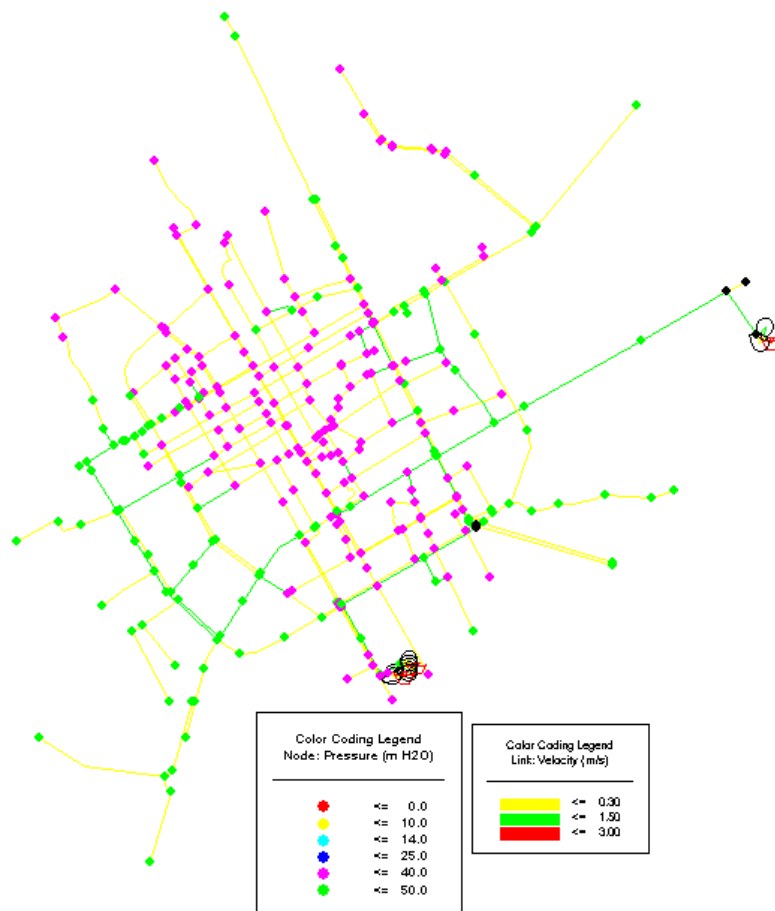
۴. تحلیل حداقل دبی شبکه

در حداقل مصرف روزانه با توجه به شرایط پمپاژ می‌تواند موجب افزایش فشار و ایجاد حوادث در شبکه و نشتی گردد. برابر نشریه ۱۱۷ (ضوابط طراحی سامانه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی)، در شهرهای بزرگ (بیش از ۱۰۰ هزار جمعیت) برابر جدول ضرایب مصرف از ۰/۳ تا ۱/۶۵ متغیر می‌باشد. [3] در چنین شرایطی امکان کاهش و افزایش تا یک ششم ظرفیت در ایستگاه‌های پمپاژ باید وجود داشته باشد که می‌تواند بخشی از این کاهش با سیستم کنترل دور که بر اساس فشار خروجی ایستگاه پمپاژ قابل تنظیم است تأمین گردد. با توجه به تأمین فشار شهر زابل از دو زون جنوبی و شرقی با ایستگاه پمپاژهای مستقل و عدم نصب سیستم کنترل دور بر روی پمپ‌های نصب شده در ایستگاه‌های پمپاژ مذکور بنابراین در حداقل نیاز شبکه حداقل یک پمپ از هر ایستگاه پمپاژ باید در مدار قرار گیرد و در صورت خاموش شدن هر کدام از پمپ‌های مذکور موجب کاهش فشار و قطع در مناطقی از شبکه خواهد شد. با توجه به شکل (۳) در حداقل مصرف و وارد مدار بودن دو پمپ منجر به افزایش زیاد فشار در شبکه خواهد شد. بنابراین بهره گرفتن از یک خط ارتباطی بین دو ایستگاه شرقی و جنوبی که در سنوات گذشته نقش انتقال آب از ایستگاه شرقی به جنوبی را داشته و از مدار خارج شده بود مورد توجه قرار گرفت. به طوری که خروجی ایستگاه جنوبی به خط لوله ارتباطی بین دو ایستگاه پمپاژ متصل گردد و در انتهای خط لوله مذکور، ورودی ایستگاه پمپاژ شرقی وصل می‌گردد. با این کار دو زون هم فشار شده و پمپ‌های ایستگاه‌های زون شرقی و جنوبی به صورت سری وارد مدار می‌شود بنابراین برابر شکل (۴) فشار شبکه یکنواخت شده و از حد بحرانی و فشار بالا به حالت متعادل برمی‌گردد. این اصلاح شبکه در عمل میزان اتفاقات را به صورت چشمگیری کاهش داده است. در ایستگاه‌های پمپاژ جدید در حال ساخت پمپ‌های کنترل دور که بر اساس فشار خروجی دور پمپ کنترل می‌شود این مشکل را حل خواهد نمود.

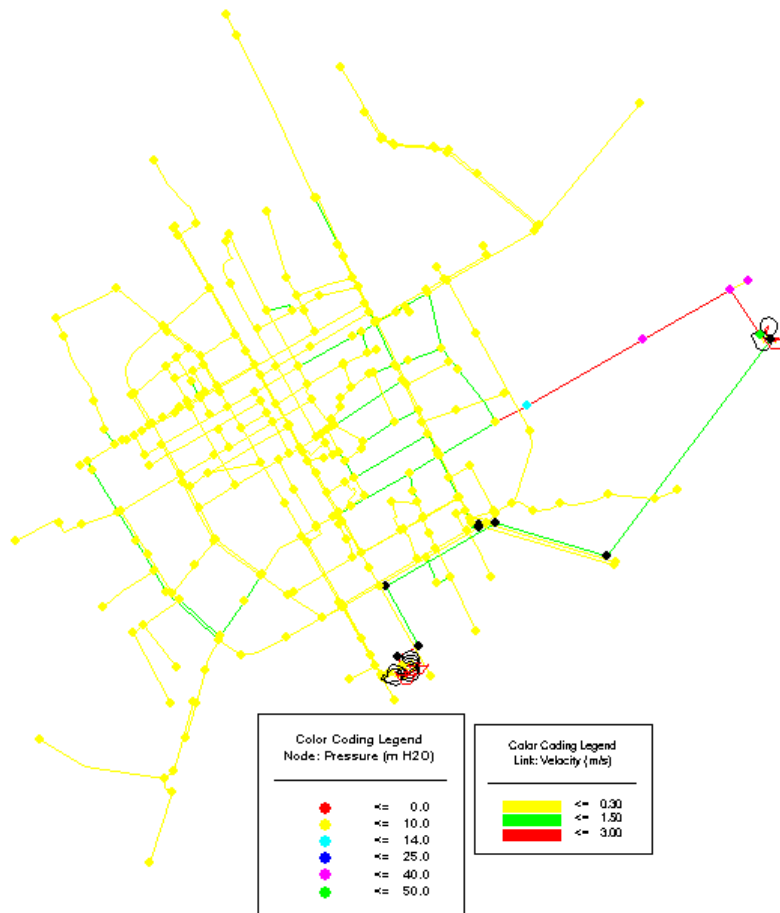


شرکت مهندسی آب و فاضلاب کوزر

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



شکل ۳- وضعیت توزیع فشار شبکه در حداقل مصرف



شکل ۴- وضعیت توزیع فشار در حداقل مصرف پس از اصلاح شبکه

۵. نتیجه گیری

با تحلیل شبکه شهر زابل با استفاده از نرم افزار WaterGEMS و تطبیق آن با واقعیت و کالیبره کردن شبکه، نقاط ضعف شبکه در حداکثر و حداقل دبی مورد بررسی قرار گرفت. در حداکثر دبی عدم توزیع فشار مناسب در شبکه که ناشی از افت هد بدلیل افزایش سرعت در لوله است مورد بررسی قرار گرفت. در شکل (۱) عدم توزیع نامناسب فشار و اختلاف فشار در نقاط مختلف تا ۳ بار قابل مشاهده است. این عدم توزیع مناسب فشار منجر به ایجاد فشار بالا در مناطقی از شبکه و نهایتاً موجب حوادث در شبکه و نشستی خواهد شد در حالی که در نقاط دیگر شبکه تأمین فشار لازم با مشکل روبرو است. در تحلیل شبکه با توجه به شکل (۲) حدود ۲۰ درصد شبکه افت هد بیش از ۸ متر در کیلومتر دارد که نیاز به اصلاح شبکه در این مناطق وجود دارد. در حداقل دبی شبکه بدلیل مصرف پایین فشار شبکه افزایش یافته و موجب حوادث شبکه و نشستی و تلفات آب می گردد. با توجه به وجود دو زون و دو ایستگاه پمپاژ در شرق و جنوب شهر زابل و لزوم وارد مدار بودن حداقل یک پمپ از هر ایستگاه پمپاژ جهت عدم قطع آب در زونهای تعریف شده می باشد. با توجه به فشار بالای شبکه با توجه به شکل (۳) در حداقل مصرف بنابراین با استفاده از یک خط انتقال بین دو ایستگاه پمپاژ جنوبی و شرقی که خروجی ایستگاه جنوبی با استفاده از خط انتقال به دو ایستگاه آب ورودی ایستگاه پمپاژ غربی را تأمین می کند بنابراین دو ایستگاه به صورت سری عمل کرده و موجب یکنواختی فشار در شبکه برابر شکل (۴) می گردد.



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



۶. قدردانی

از کلیه همکارانم در شرکت آب و فاضلاب زابل که در اجرایی شدن ایده‌های ذکر شده در این تحقیق که منجر به بهبود شرایط شد، کمال تشکر را دارم.

۷. مراجع

۱. سید عبدالناصر موسویان، محمد باقر شریفی، حبیب رجیبی مشهدی، کاربرد الگوریتم‌های فراابتکاری در بهینه‌سازی شبکه‌های توزیع آب شهری، هشتمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران اردیبهشت ۱۳۸۸، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
2. Berge Djebedjian, Ashraf Yaseen, and Magdy Abou Rayan, Tenth International Water Technology Conference, IWTC2006 10, Alexandria, Egypt
۳. نشریه ۱۱۷ شماره ۳، ضوابط طراحی سامانه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی، وزارت نیرو، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا، ۱۳۹۲