



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



مدیریت فشار با هدف کاهش حوادث و هدر رفت آب (تحقیق موردی شهر زابل)

حبیب اعلائی

شرکت آب و فاضلاب سیستان و بلوچستان
habibaalei@yahoo.com

خلاصه

یکی از مهمترین پارامترهای کاهش حوادث و هدر رفت شبکه آب کنترل و مدیریت فشار است. ایستگاههای پمپاژ بعنوان تامین کننده دبی و فشار شبکه آب اهمیت بسزایی در تحلیل و کنترل فشار دارد. نوع و تعداد پمپهای وارد مدار در زمان حداقل و حداکثر مصرف شبکه میتواند بر افزایش فشار در ساعات خاص و در نتیجه افزایش حوادث و هدر رفت تاثیر گذار باشد. در این تحقیق تحلیل شبکه آب شهر زابل با استفاده از نرم افزار واتر جمز ارائه شده و بر اساس داشته های تئوری و عملی، اقدامات اجرایی کنترل فشار صورت پذیرفت که نتیجه آن که یکنواختی فشار شبکه و کنترل فشار در زمان حداقل مصرف شبانه روز و در نتیجه کاهش حوادث و تلفات شبکه آب شده است.

هدر رفت، شبکه آب، فشار، ایستگاه پمپاژ

مقدمه

نوسان مصرف آب در شبانه روز از مهمترین عوامل و پارامترهای تحلیل شبکه است. در ساعات حداکثر مصرف آب با توجه به بالا رفتن سرعت در شبکه افت هد بیشتر و در نتیجه کاهش فشار شبکه اتفاق می افتد. از طرفی در ساعات حداقل مصرف آب موجب افزایش فشار شبکه و در نتیجه باعث شکستگی شبکه و بالا رفتن هدر رفت آب خواهد شد. این شرایط در ساعات نیمه شب تا صبح اتفاق می افتد که در صورت کنترل شرایط فشار شبکه توسط نیروی انسانی میتواند زمینه خطا و در نتیجه مشکلات ناشی از افزایش فشار را موجب شود. اعمال مدیریت در ایستگاههای پمپاژ در جهت کنترل فشار مهمترین راهکار کنترل فشار در شبکه است. از بهترین روشهای کنترل فشار شبکه تعریف سیستم کنترل دور پمپهای ایستگاه پمپاژ با فشار شبکه است. بنابراین ضروری است بر اساس دبی و هد مورد نیاز و تعداد پمپهای ایستگاه پمپاژ یک یا دو پمپ کنترل دور در ایستگاه پمپاژ طراحی و در مدار قرار گیرد. با کاهش و افزایش فشار در شبکه این پمپها بنابر نیاز میزان دبی و هد لازم را تامین می کند و در صورت رسیدن به دور نامی پمپ کنترل دور از مدار خارج و یک پمپ عادی وارد مدار می شود.



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



دانشگاه شهید بهشتی

انجمن آب و فاضلاب ایران

در ایستگاههای پمپاژ بدون استفاده از کنترل دور تعداد پمپها باید بصورتی تعبیه شود تا قابلیت رفع نیاز حداقل و حداکثر دبی شبکه را داشته باشد. با توجه به حداقل و حداکثر میزان مصرف آب برابر نشریه ۱۱۷ مقادیر نوسان مصرف در شبانه روز در ایستگاههای پمپاژ بدون کنترل دور در شهرهای بزرگ میتوان به این نتیجه رسید که در ایستگاههای پمپاژ بنا بر دبی مورد نیاز حداقل تعداد پمپ ۶ و در شهرهای کوچک ۸ پمپ و در شهرهای زیر ۲۰ هزار نفر و روستاها با توجه به نوسان شدید بیش از ۱۹ برابری حداقل و حداکثر مصرف جهت جلوگیری از صدمات ناشی از افزایش فشار و هدر رفت آب بهترین روش استفاده از مخازن هوایی است.

نوسانات مصرف آب

یکی از مهمترین عوامل تعیین کننده در شبکه‌های توزیع، حجم مخازن ذخیره، خطوط انتقال و ایستگاههای پمپاژ نوسانات مختلف مصرف آب می‌باشد. به عبارتی مجموع مصارف خانگی و سایر مصارف تحت تاثیر یک رشته تغییراتی از نظر مصرف قرار دارد که می‌بایست در طرحهای آبرسانی مورد توجه قرار گیرد.

مهمترین عللی که سبب ایجاد تغییرات مصرف سرانه آب در طول سال، ماه، روز و ساعت می‌گردد، به شرح زیر خلاصه شده است:

- شرایط اقلیمی منطقه از قبیل درجه حرارت، میزان بارندگی، رطوبت نسبی .
- محل و موقعیت شهر از نظر وجود اماکن تاریخی، مذهبی، تفریحی که باعث جذب مسافری فصلی در ایام بخصوص از سال می‌گردد.
- آداب و سنن مردم
- بزرگی و کوچکی و تعداد جمعیت شهر

نوسانات مصرف در دوره‌های مختلف زمانی دسته‌بندی می‌شود که از اهم آنها می‌توان به نوسانات سالیانه، فصلی، ماهانه، هفتگی، شبانه روز و ساعتی اشاره نمود. از بین نوسانات فوق نوسانات شبانه روز و ساعتی بیش از سایرین مورد توجه بوده و محاسبات تاسیسات آبرسانی بر اساس آن انجام می‌پذیرد.

نوسانات شبانه روز و ساعتی مصرف آب با دو معیار حداکثر و حداقل سنجیده می‌شود و می‌بایست بیشترین و کمترین مصرف، در دوره‌های زمانی فوق را بدست آورد.

با توجه به اطلاعات موجود، نوسانات مصرف در طول ۲۴ ساعت شبانه روز در این منطقه به ترتیب جدول ۱ می‌باشد:



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management



۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶

جدول ۱- مقادیر نوسان مصرف در شبانه روز

ضریب مصرف در ساعات مختلف برای انواع شهرها				زمان (ساعت)
شهرهای بزرگ	شهرهای ۱۰۰ هزار نفر	شهرهای ۲۰ تا ۵۰ هزار نفر	روستاها ۵۰۰۰ نفر < جمعیت	
۰/۵	۰/۴۵	۰/۳۵	۱	۱-۰
۰/۴۵	۰/۳۵	۰/۲۵	۰/۰۵	۲-۱
۰/۳۵	۰/۳	۰/۱	۰	۳-۲
۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۱	۰	۴-۳
۰/۴۵	۰/۳۵	۰/۲	۰	۵-۴
۰/۷۵	۰/۵۵	۰/۵	۲/۲	۶-۵
۱/۱	۰/۸۵	۰/۶۵	۱/۷	۷-۶
۱/۲۵	۱/۴	۰/۸	۱/۱۵	۸-۷
۱/۱	۱/۲	۰/۹۵	۰/۴	۹-۸
۱	۱/۱۵	۱/۲۵	۰/۴۵	۱۰-۹
۰/۹	۱/۱	۱/۴۵	۰/۵	۱۱-۱۰
۱/۱	۱/۴	۱/۹	۱/۶	۱۲-۱۱
۱/۴۵	۱/۶۵	۲/۰۵	۳	۱۳-۱۲
۱/۱	۱/۴	۱/۹	۱/۳	۱۴-۱۳
۱/۱۵	۱/۳	۱/۳	۰/۳	۱۵-۱۴
۱/۰۵	۱/۲	۰/۹۵	۰/۳۵	۱۶-۱۵
۱/۱	۱/۳۵	۰/۷	۰/۴	۱۷-۱۶
۱/۴	۱/۴۵	۱/۲	۰/۷	۱۸-۱۷
۱/۶۵	۱/۹	۱/۴۵	۳/۴	۱۹-۱۸
۱/۸	۱/۶	۱/۹	۲/۵	۲۰-۱۹
۱/۴۵	۱/۱	۱/۲	۲	۲۱-۲۰
۱/۱	۰/۷	۰/۹۵	۱/۵	۲۲-۲۱
۰/۸	۰/۶	۰/۵۵	۰/۳	۲۳-۲۲
۰/۶	۰/۵	۰/۳	۰/۱	۲۴-۲۳

مدیریت فشار با هدف کاهش حوادث و هدر رفت در شبکه آب زایل

در این بخش ضمن معرفی شبکه و ایستگاههای پمپاژ و مدل آن بوسیله نرم افزار و اترجیمز ضمن تحلیل شبکه با این نرم افزار نتایج تغییرات فشار بدلیل اصلاح در شبکه به نمایش گذاشته می شود.

وضعیت موجود ایستگاه پمپاژ:

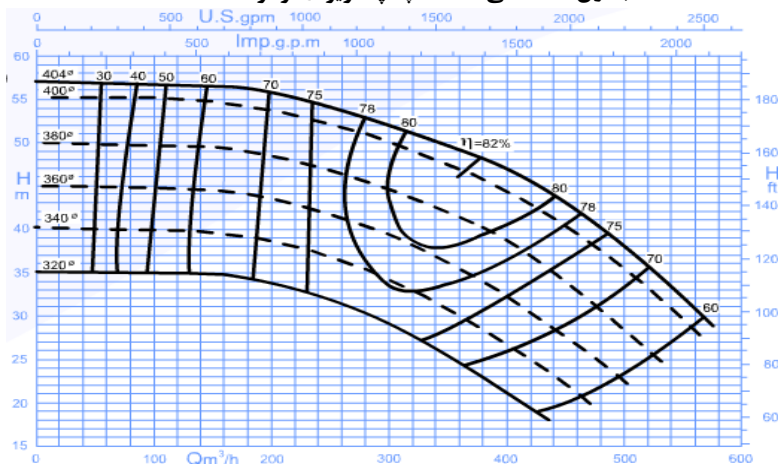
دو ایستگاه پمپاژ در دو زون جنوبی و شرقی که در مجموع با ۹ پمپ فعالیت می کنند، مدل شده است. تمامی این پمپها از نوع گریز از مرکز ETA 150-400 با قدرت ۹۰ کیلووات و ۱۴۵۰ دور می باشند. مشخصات این نوع پمپ در جدول ۲ و منحنی مشخصه آن در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۲- مشخصات پمپ گریز از مرکز ۴۰۰-۱۵۰

دور ۱۴۵۰ RPM 1450	آبدهی (مترمکعب بر ساعت) Capacity (m ³ /h)					قطر پروانه Imp. Dia. (mm)	فلنج پمپ Pump Flange (mm)		مشخصات موتور Motor Characteristics			قطر لوله Pipe Dia. (Inch)	
	100	200	300	400	500		مکش Inlet	رانش outlet	Power / kW	قوت / کیلووات HP	جریان / Amp	مکش Inlet	رانش outlet
							200	150	90	122	163		
ارتفاع (متر) Head (m)	56.5	55.5	51.5	46.5	37.5	404			90	122	163		
	49.5	48	44.3	38	28.5	380			75	102	141	**	**
	44.5	43.3	39	32	22	360			75	102	141		
	40	38.5	34	26.5	-	340			55	75	104		

* توان موتور بر اساس حداکثر آبدهی محاسبه شده و ممکن است در نقطه کار کمتر باشد.
 ** اندازه فلنج مکش پمپ الزاماً برابر اندازه لوله مکش نمی باشد. قطر لوله مکش طوری در نظر گرفته شود تا سرعت مایع در آن ۲ متر بر ثانیه تجاوز ننماید.
 *** قطر لوله رانش طوری انتخاب گردد تا سرعت مایع در آن تا حد ممکن پایین نگه داشته شود تا از افت انرژی جلوگیری بعمل آید. لیکن در این مورد نیز برقراری توازن اقتصادی بین قطر لوله رانش و انرژی پمپ لازم می باشد.
 - ارتفاع هندسی مکش پمپ باتوجه به نقطه کار پمپ، منحنی NPSH، فشار اتمسفر محل نصب، مشخصات فیزیکی سیال و افتهای لوله مکش قابل محاسبه است.

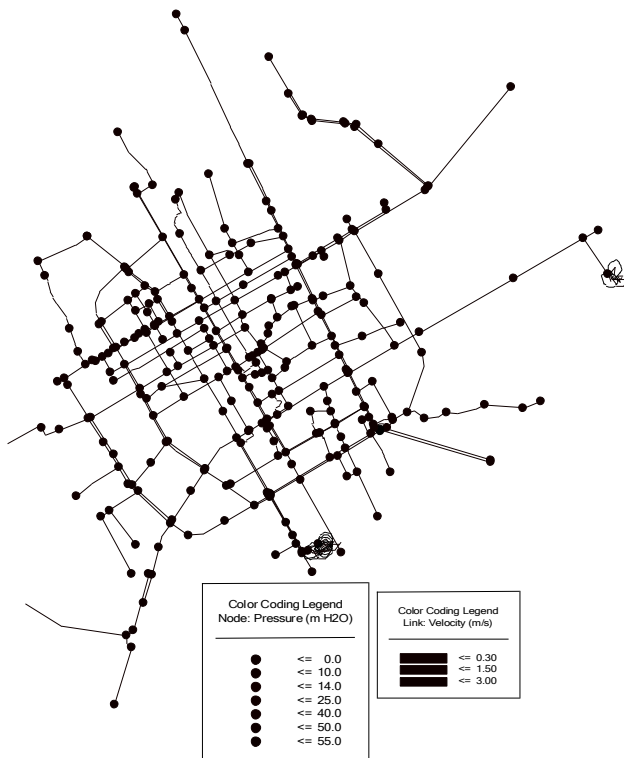
جدول ۳- منحنی مشخصه پمپ گریز از مرکز ۴۰۰-۱۵۰



با توجه به نوسانات ساعتی مصرف در این شهر، دبی خروجی پمپها متغیر خواهد بود و با ثابت بودن دور و توان پمپ، تنها تعداد پمپهای در مدار در ساعات مختلف روز تغییر می نماید.

وضعیت شبکه موجود در حداکثر مصرف شبانه روز:

با توجه به حداکثر افت در شبکه در زمان حداکثر مصرف مصرف شبانه روز یکی از مهمترین پارامترهای شبکه تحلیل این شرایط می باشد. در شکل ۱ شرایط فشار شبکه آب شهر زابل با اعمال حداکثر مصرف شبانه روز که با نرم افزار واترجمز مدل شده است بنمایش در آمده است. جدول شماره ۴ شرایط ایستگاههای پمپاژ در حداکثر مصرف شبانه روز را نشان می دهد.

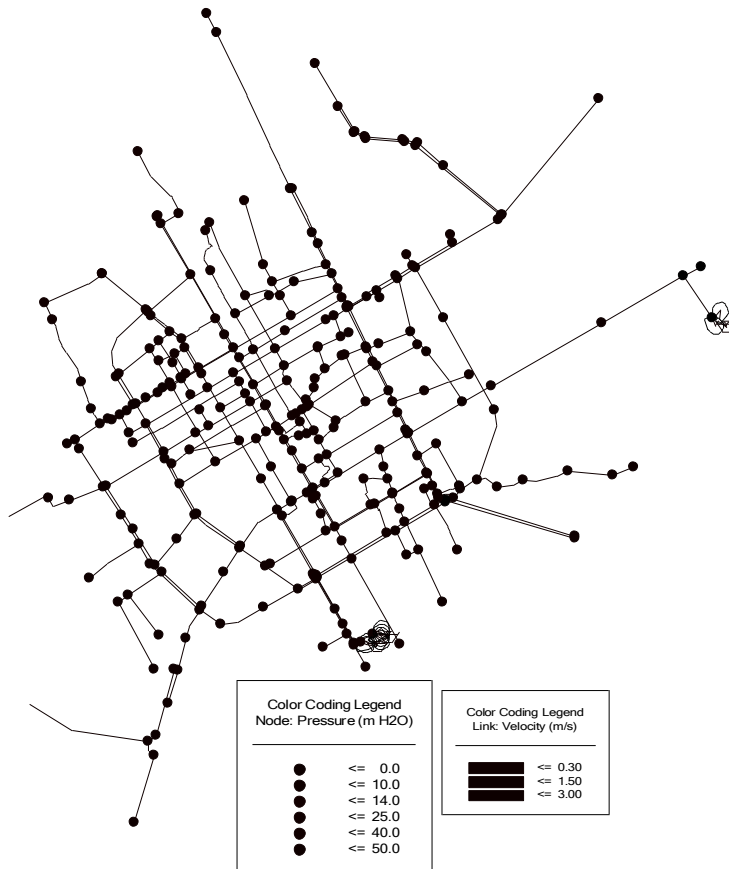


شکل ۱- وضعیت شبکه در زمان حداکثر مصرف شبانه روز (بیک مصرف)

جدول ۴- وضعیت ایستگاه پمپاژ در زمان حداکثر مصرف شبانه روز (بیک مصرف)

Label	Elevation (m)	Control Status	Intake Pump Grade (m)	Discharge Pump Grade (m)	Discharge (l/s)	Pump Head (m)
PMP-4	480	On	479.9	533.49	71.41	53.59
PMP-5	480	On	479.92	533.49	71.56	53.58
PMP-11	480	On	479.42	534.36	58.56	54.93
PMP-10	480	On	479.51	534.28	60.43	54.77
PMP-1	480	On	479.87	533.24	73.2	53.37
PMP-8	480	On	479.9	533.52	71.21	53.62
PMP-6	480	On	479.91	533.5	71.47	53.59
PMP-7	480	On	479.87	533.51	71.05	53.64
PMP-3	480	On	479.86	533.24	73.16	53.38

وضعیت شبکه موجود در حداقل مصرف شبانه روز:



شکل ۲- وضعیت شبکه موجود در حداقل مصرف شبانه روز

جدول ۵- وضعیت ایستگاه پمپاژ در زمان حداقل مصرف شبانه روز

Label	Elevation (m)	Control Status	Intake Pump Grade (m)	Discharge Pump Grade (m)	Discharge (l/s)	Pump Head (m)
PMP-4	480	Off		523.44	0	0
PMP-5	480	Off		523.44	0	0
PMP-11	480	On	479.25	533.32	67.33	54.07
PMP-10	480	Off		532.89	0	0
PMP-1	480	Off		519.9	0	0
PMP-8	480	On	479.74	523.75	119.29	44.01
PMP-6	480	Off		523.44	0	0
PMP-7	480	Off		523.44	0	0
PMP-3	480	Off		519.9	0	0



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶

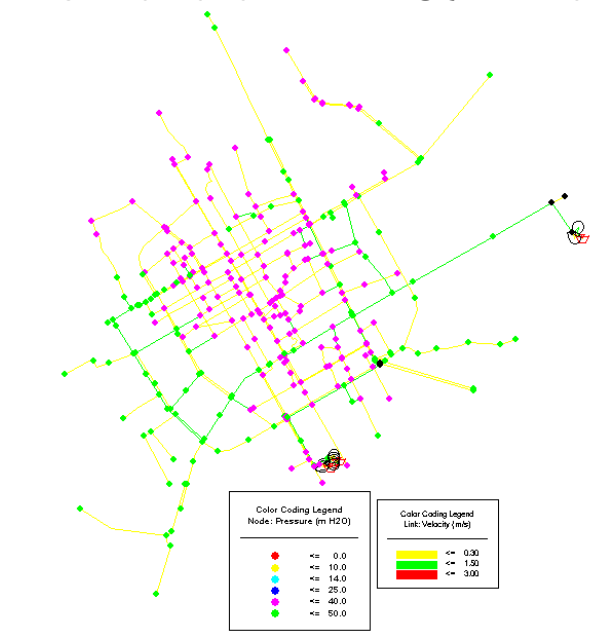


مدیریت فشار با هدف کاهش حوادث و هدر رفت آب

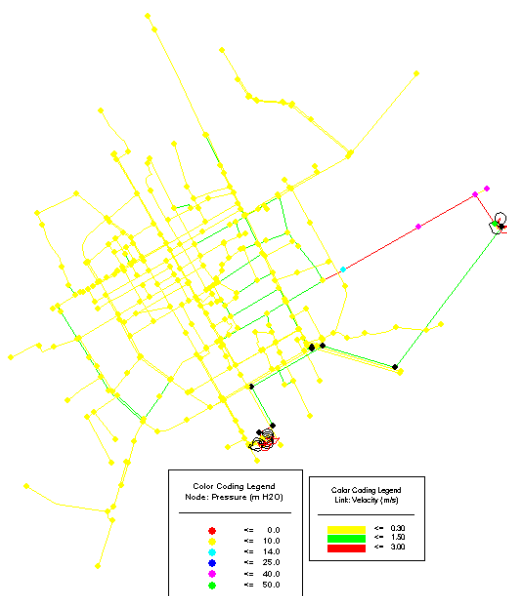
در حداقل مصرف شبانه روز با توجه به شرایط پمپاژ میتواند موجب افزایش فشار و ایجاد حوادث در شبکه و نشتی گردد. برابر نشریه ۱۱۷ (ضوابط طراحی سامانه های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی)، در شهرهای بزرگ (بیش از ۱۰۰ هزار جمعیت) برابر جدول ضرایب مصرف از ۰/۳ تا ۱/۶۵ متغیر می باشد. [3] در چنین شرایطی امکان کاهش 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 تامین گردد.

با توجه به تامین 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 طوریکه خروجی ایستگاه جنوبی به خط لوله ارتباطی بین دو ایستگاه پمپاژ متصل گردد و در انتهای خط لوله مذکور، ورودی ایستگاه پمپاژ شرقی وصل می گردد. با این کار دو زون هم فشار شده و پمپهای ایستگاههای زون شرقی و جنوبی بصورت سری وارد مدار می شود بنابراین برابر شکل (۴) فشار شبکه یکنواخت شده و از حد بحرانی و فشار بالا به حالت متعادل بر میگردد. این اصلاح شبکه در عمل میزان اتفاقات را بصورت چشمگیری کاهش داده است. در ایستگاههای پمپاژ جدید در حال ساخت پمپهای کنترل دور که بر اساس فشار خروجی دور پمپ کنترل می شود این مشکل را حل خواهد نمود.

شکل ۳- وضعیت توزیع فشار شبکه در حداقل مصرف قبل از اصلاح شبکه



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





۱۰. نتیجه گیری

کنترل فشار با بهره گیری از نتایج تحلیل شبکه شهر زابل در این تحقیق صورت پذیرفت. در ساعاتی از شبانه روز خصوصا در فصول سرد سال مصرف آب به حداقل رسیده و در نتیجه پمپاژ باید متناسب با این کاهش مصرف تنظیم گردد. در مواردی که در ایستگاههای پمپاژ از پمپهای کنترل دوری که با فشار خط تنظیم می شود، بهره گیری گردد فشار قابل کنترل و تنظیم بوده و مشکلی پیش نخواهد آمد و اما در مواردی که ایستگاه پمپاژ بدون بهره گیری از کنترل دور بهره برداری می گردد کنترل فشار در حداقل مصرف آب شبانه روز اهمیت مضاعف میابد. در این تحقیق ضمن بهره گیری از نرم افزار واتر جیمز، تاثیر اقدامات عملی در شبکه مدل شده و نتایج آن مورد تحلیل و ارایه شده است.

۱۱. قدردانی

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

۱۲. مراجع

۱. سید عبدالناصر موسویان، محمد باقر شریفی، حبیب رجیب مشهدی، کاربرد الگوریتم های فراابتکاری در بهینه سازی شبکه های توزیع آب شهری، هشتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران اردیبهشت ۱۳۸۸، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

2. Berge Djebedjian, Ashraf Yaseen, and Magdy Abou Rayan, Tenth International Water Technology Conference, IWTC 2006 10, Alexandria, Egypt

۳. نشریه ۱۱۷ شماره ۳، ضوابط طراحی سامانه های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی، وزارت نیرو، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا، ۱۳۹۲