

1133P-NWWCE

تحلیل و مدل سازی شبکه های توزیع آب در راستای طرح های اصلاح و توسعه شبکه به منظور کاهش هدر رفت واقعی و ارائه مدل هیدرولیکی

احمد سلامت^۱، مهدی اعلمی^۲، اسلام ستارزاده^۳، نبی اله غلامی بیدخانی^۴*

۱- کارشناس ارشد عمران - آب، مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب منطقه یک شهر تهران

۲- کارشناس ارشد عمران - آب، معاون مهندسی و توسعه شرکت آب و فاضلاب منطقه یک شهر تهران

۳- کارشناس ارشد عمران - آب، مدیر دفتر فنی و خدمات مهندسی شرکت آب و فاضلاب منطقه یک شهر تهران

۴- دانشجوی دکتری مهندسی عمران- نقشه برداری، کارشناس دفتر فنی شرکت آب و فاضلاب منطقه یک شهر تهران

n.gholami83@gmail.com

خلاصه

در این مقاله سعی شده است در ابتدا به اهمیت جمع آوری اطلاعات و به روزرسانی شبکه های توزیع آب پرداخته شود، چراکه با داشتن اطلاعات دقیق می توان برنامه صحیحی را جهت مدیریت سیستم ارائه نمود. سپس به نحوه متمرکز کردن اطلاعات در نرم افزار اتوکد اشاره شده و در نهایت اقدام به مدل سازی شبکه توزیع آب پایلوت (شهرک شهید قائم) در نرم افزار Water Gems شده است. در این مقاله به نقش مدل سازی و تحلیل شبکه در تصمیم گیری جهت بهبود، اصلاح و بهینه سازی شبکه های توزیع پرداخته شده است. چراکه با اصلاح صحیح شبکه های توزیع علاوه بر کسب رضایت مشتری میزان تلفات ناشی از هدر رفت واقعی نیز کاهش خواهد یافت. بطوریکه مدیریت فشار در شبکه های آبرسانی باعث کاهش میزان حوادث و نشت در سیستم خواهد شد و همین مسئله باعث کاهش تلفات و هدر رفت واقعی می گردد. همچنین پیشنهاد می گردد به منظور کالیبراسیون مدل هیدرولیکی از دستگاه های ثبت فشار و جریان و ارتفاع سنج استفاده شود و در مواقعی که پمپاژ مستقیم به شبکه داریم به منظور جلوگیری از افزایش حوادث شبانه از مبدل های فرکانس (کنترل کننده دور موتور) و نرم کننده های پمپ (Soft starter) استفاده گردد.

کلمات کلیدی: مدل سازی، شبکه های توزیع آب شهری، اصلاح و توسعه و هدر رفت واقعی

۱. مقدمه

تحلیل هیدرولیکی شبکه های توزیع آب، به منظور تعیین بار آبی در نقاط مختلف و بده لوله ها صورت می پذیرد. با توجه به تغییرات مصرف در شبکه تحت تأثیر نوسان های لحظه ای، روزانه، هفتگی، ماهانه و فصلی، تغییرات پیوسته ای در بار آبی و بدهی لوله ها ایجاد می شود [۱]. تحلیل هیدرولیکی، شامل یافتن تمام پارامترهای مجهول مربوط به خط لوله و گره های شبکه با استفاده از اطلاعات اولیه مربوط به گره ها و لوله ها می شود [۲]. از تحلیل هیدرولیکی شبکه های توزیع آب برای بررسی عملکرد هیدرولیکی شبکه هایی جدید، بازبینی روش طراحی و بهینه سازی شبکه های موجود استفاده می شود [۳]. مدیریت و تعیین فشار شبکه با استفاده از تحلیل هیدرولیکی به عنوان کاراترین و ساده ترین روش در میان روش های کاهش نشت بشمار می رود [۴]. شرکت های آب و فاضلاب همواره با دو چالش کاهش منابع (آبی و مالی) و نیز افزایش تقاضا روبرو می باشند از طرف دیگر بخش قابل توجهی از منابع آبی و درآمدی آنها تحت عنوان آب بدون درآمد از دست آنها خارج می گردد و مقدار تقاضا نیز مدیریت نمی شود، بنا براین ضروری است جهت ساماندهی به این وضعیت اقدامی عاجل صورت پذیرد.

در این راستا تشکیل نظام نامه کمیته آب بدون درآمد، GIS و مدیریت مصرف یکی از راهکارهای مؤثر در این زمینه می باشد. همانطوریکه می دانیم، در گذشته آبرسانی شهر ها توسط ارگانهای همچون اداره بهداری، جهاد سازندگی و شهرداری ها انجام می یافته، لذا به دلیل عدم وجود نیروی متخصص در این زمینه و نبود مطالعات جامع و کافی طرح های اجرا شده عموماً با مشکلات اساسی روبرو شده لذا مقرر گردید با تشکیل شرکت های آب و فاضلاب بطور اختصاصی به این مقوله پرداخته شود، بدینگونه شرکت های آب و فاضلاب وارث شبکه های سنتی و گاهاً غیر اصولی گردید.

لذا با توجه به این امر خطیر، مقرر گردید شرکت های آب و فاضلاب نسبت به ارتقای سطح بهداشت و بهبود کیفیت زندگی شهروندان از طریق تامین و توزیع عادلانه و مستمر آب شرب مناطق تحت پوشش خود اقدام نمایند.

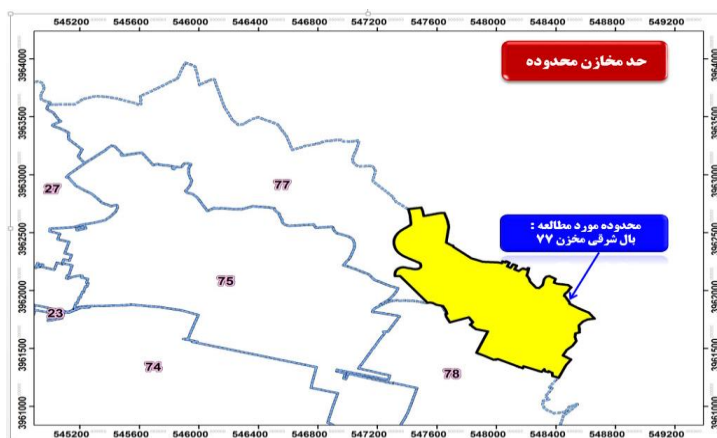
از آنجائیکه کشور ما همانند بعضی از کشورهای دیگر با کمبود آب و خشکسالی در چالش است، در این راستا با توجه به جدید بودن این علم، پیلوت هایی در سطح کشور تشکیل گردید تا نتایج آن در سطح کشور تعمیم داده شود. یکی از مهمترین دست آوردهای مطالعات این پیلوتها، این بود که سطح اطلاعات در خصوص شبکه های توزیع بصورت سنتی و غیر مکانیزه بوده و یا اینکه اکثر شهر ها با فقدان نقشه های پایه شهر سازی بصورت کامپیوتری روبرو می باشند و یا اینکه در بعضی از شهر ها این اطلاعات بصورت local وجود دارد.

لذا تهیه نقشه های پایه شهر سازی با مختصات جهانی UTM از اولویت ها می باشد تا بتوان اطلاعات تاسیسات آبرسانی را مکانیزه و بر روی نقشه های پایه شهر سازی پیاده نمود. پس از تهیه این نقشه ها می بایست اقدام به مدل سازی و تحلیل هیدرولیکی شبکه های آبرسانی نمود، تا امکان مشاهده پارامترهای هیدرولیکی موجود باشد تا با بررسی نتایج آن بتوان برنامه مدون و راهکار اصولی جهت اصلاح و توسعه شبکه های آبرسانی ارائه نمود. در غیر اینصورت معمولاً راهکارهای ارائه شده بصورت مسکن (زود گذر) عمل نموده و باعث تحمیل هزینه های گزاف به سیستم خواهد شد.

۲. مواد و روش ها

توسعه سریع شهری در شهر تهران و افزایش روز افزون جمعیت این شهر نیازمند برنامه ریزی مناسب در توسعه بهنگام خدمات و تأسیسات زیربنایی شهر می باشد با توجه به مشکلات موجود توزیع آب شرب یکی از شهرکتهای تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب منطقه ۱ شهر تهران، مشکلات فعلی شبکه موجود و راهکارهای اصلاح شبکه موجود، در محدوده مذکور مورد بررسی قرار گرفت [۵].

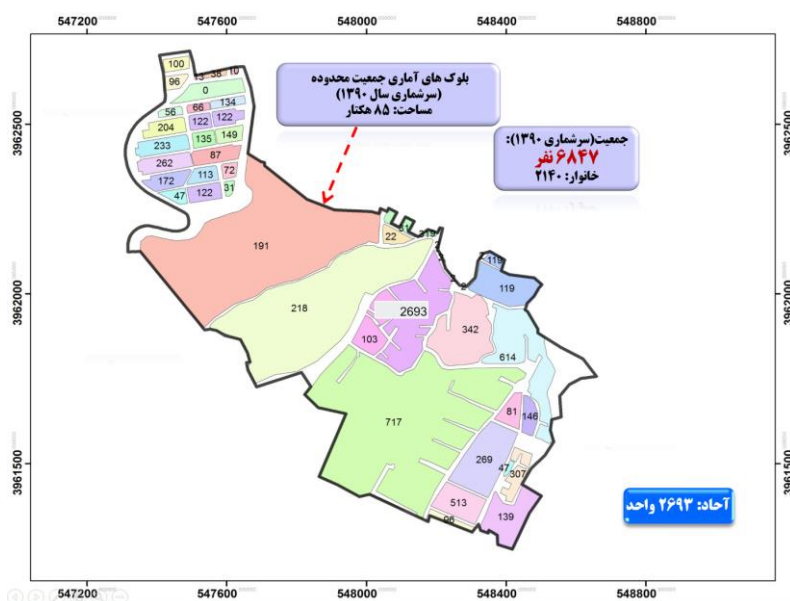
بر اساس مرزهای پیشنهادی طرح تفصیلی شهر تهران، محدوده تحت پوشش بخش شرقی شبکه توزیع مخزن باد شده در محدوده شمال شرقی منطقه ۱ شهرداری شهر تهران واقع شده است. در شکل شماره (۱) موقعیت کل محدوده تحت پوشش شبکه توزیع تحت پوشش مخزن و محدوده بخش شرقی آن نشان داده شده است. کل مساحت محدوده شبکه توزیع تحت پوشش مخزن، ۲۵۳ هکتار بوده که حدود ۱۰۲ هکتار آن مربوط به بخش شرقی می باشد. با توجه به افت فشار بالای شبکه و قطعی کامل آب در محدوده مخزن (محدوده ای که تحت پوشش بخش شرقی شبکه مخزن قرار دارد) طی مراد ماه سال ۱۳۹۵ بررسی علل افت فشار شبکه و راهکارهای حل مشکل قطعی آب در این محدوده، مورد توجه ویژه شرکت آب و فاضلاب منطقه ۱ شهر تهران قرار گرفت که در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا ابتدا مشخصات کلی محدوده ارائه شده و در ادامه علل افت فشار شبکه و راهکارهای پیشنهادی در خصوص اصلاح شبکه تشریح می گردد.



شکل ۱ - موقعیت محدوده تحت پوشش شبکه توزیع مخزن و بخش شرقی آن به همراه مخازن مجاور

۲-۱- وضعیت موجود بافت شهری و جمعیت بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰

بر اساس آخرین نتایج سرشماری صورت گرفته از طرف مرکز آمار ایران، کل محدوده تحت پوشش مخزن، ۳۰۵۵۸ نفر جمعیت داشته که از این میزان جمعیتی معادل ۶۸۴۷ نفر در بخش شرقی محدوده تحت پوشش شبکه توزیع تحت پوشش مخزن، سکنا داشته است. موقعیت بلوک‌های آماری و جمعیت موجود واقع در بلوک‌های آماری در بخش شرقی محدوده به ترتیب در شکل شماره (۲) و جدول شماره (۱) ارائه شده است.



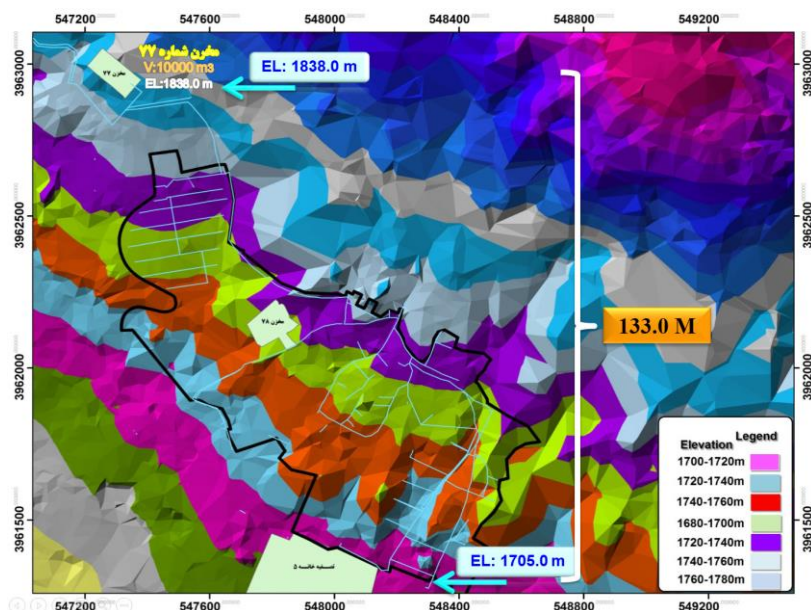
شکل ۲ - موقعیت بلوک‌های آماری مرکز آمار ایران واقع در منطقه مطالعاتی (محدوده بخش شرقی تحت پوشش شبکه توزیع مخزن)

جدول ۱ - نتایج سرشماری سال ۱۳۹۰ محدوده مطالعاتی (محدوده بخش شرقی تحت پوشش شبکه توزیع مخزن) (ماخذ اطلاعات: مرکز آمار ایران)

سال آماری ۱۳۹۰						
ردیف	شهرداری منطقه	محدوده	مساحت بلوک‌های آماری (هکتار)	مساحت محله (هکتار)	جمعیت کل (محدوده نفر)	تراکم طرح (نفر در هکتار)
۱-۱	۱ منطقه شهرداری	محدوده تحت پوشش یال شرقی مخزن	۸۵	۱۰۲	۶۸۴۷	۶۷

۲-۲- بررسی وضعیت توپوگرافی محدوده مطالعاتی

به منظور شناسایی وضعیت رقوم ارتفاعی محدوده، اقدام به اخذ نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ برداشت شده از کل محدوده منطقه ۱ آبفای شهر تهران شده و بر این اساس TIN منطقه مطالعاتی ترسیم و در شکل شماره (۳) نشان داده شده است. همانطور که شکل مذکور نشان می‌دهد بالاترین تراز ارتفاعی محدوده ۱۸۳۸ متر می‌باشد. این محدوده از شمال تا جنوب، از بالاترین نقطه تراز ارتفاعی تا پائین‌ترین نقطه، ۱۳۳ متر اختلاف تراز دارد.



شکل ۳ - نقشه TIN محدوده مطالعاتی (محدوده بخش شرقی تحت پوشش شبکه توزیع مخزن)

۲-۳- وضعیت موجود مشترکین تحت پوشش محدوده مورد مطالعه

به منظور بررسی مشخصات مشترکین تحت پوشش در بخش شرقی شبکه مخزن، بانک اطلاعاتی مشترکین طی سالهای ۱۳۹۲ لغایت ۱۳۹۴ مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بررسی‌های بعمل آمده بر روی بانک اطلاعاتی مشترکین شرکت آب و فاضلاب منطقه ۱ شهر تهران در محدوده مذکور نشان می‌دهد که تعداد کل انشعابات مجاز واقع در محدوده شبکه تحت پوشش مخزن تا پایان دوره مورد مطالعه (اسفندماه سال ۱۳۹۴) برابر با ۶۱۱ فقره انشعاب می‌باشد (شکل شماره ۴). جدول شماره (۲) میزان مصارف مشترکین محدوده را به تفکیک کاربری نشان می‌دهد. نتایج ارائه شده در جدول شماره (۲) نشان‌دهنده این مطلب است که عمده مصارف مشترکین تحت پوشش این مخزن دارای کاربری خانگی با حدود ۸۵ درصد کل بوده و در مرحله بعدی کاربری‌های عمومی-اداری و تجاری-صنعتی قرار دارند که هر یک حدود ۷ درصد مصارف مشترکین را به خود اختصاص داده‌اند. در شکل شماره (۵) مجموع مصارف مشترکین دارای کاربری‌های یکسان در بخش شرقی محدوده تحت پوشش شبکه مخزن در منطقه ۱ آب و فاضلاب، در سال ۱۳۹۴ با یکدیگر مقایسه شده‌اند.



شکل ۴ - موقعیت مشترکین تحت پوشش بخش شرقی شبکه مخزن

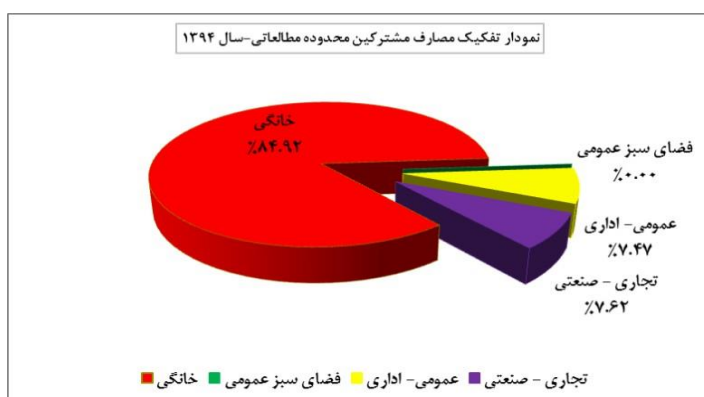
کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

جدول ۲ - مصارف و آحاد مشترکین تحت پوشش بخش شرقی شبکه توزیع مخزن به تفکیک کاربری - سال های ۱۳۹۴ - ۱۳۹۲

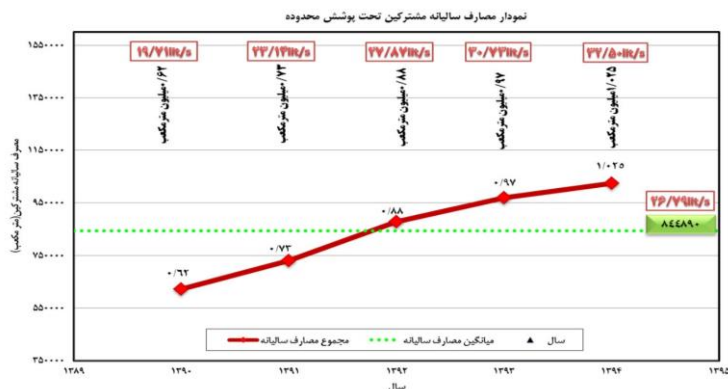
سال	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴
پارامتر			
مجموع مصارف سالیانه (مترمکعب)	۸۷۸۸۴۲	۹۶۹۱۶۳	۱۰۲۵۰۴۹
مصارف خانگی (مترمکعب)	۷۲۲۷۷۰	۸۱۶۹۷۷	۸۷۰۴۵۷
مصارف فضای سبز عمومی (مترمکعب)	*	*	*
مصارف عمومی - اداری (مترمکعب)	۷۹۸۹۴	۷۴۷۱۶	۷۶۵۲۲
مجموع تجاری - صنعتی (مترمکعب)	۷۶۱۷۸	۷۷۴۷۰	۷۸۰۷۰



شکل ۵ - نمودار مصارف مشترکین بخش شرقی تحت پوشش شبکه توزیع مخزن به تفکیک کاربری - سال ۱۳۹۴

۲-۴ - روند مصارف مشترکین طی سه سال اخیر

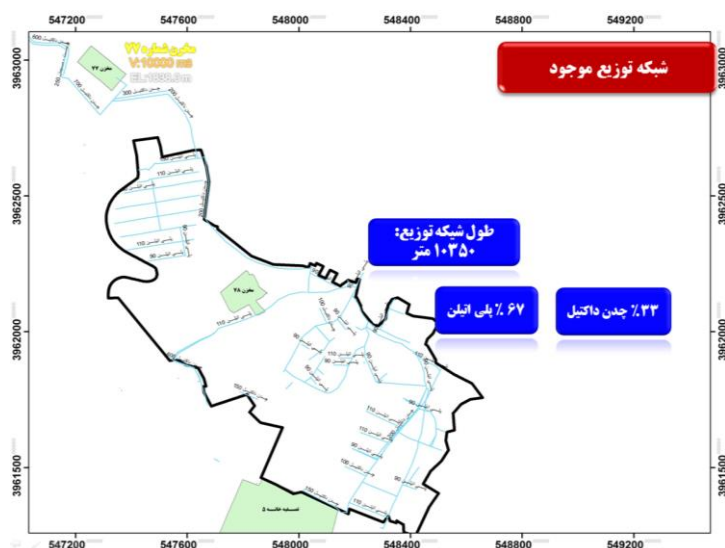
به منظور بررسی مصارف مشترکین بخش شرقی تحت پوشش محدوده، ابتدا کلیه قبوض صادر شده طی سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ مورد مطالعه قرار گرفته و سپس مجموع و درصد مصارف سالیانه مشترکین دارای کاربری یکسان محاسبه شده است. شکل شماره (۶) روند تغییرات مصارف سالیانه مشترکین تحت پوشش بخش شرقی شبکه توزیع مخزن را طی پنج سال اخیر نشان می دهد. همان طور که در نمودار مذکور مشاهده می شود محدوده تحت پوشش مخزن، طی پنج سال اخیر ۶۵ درصد افزایش مصرف را داشته است.



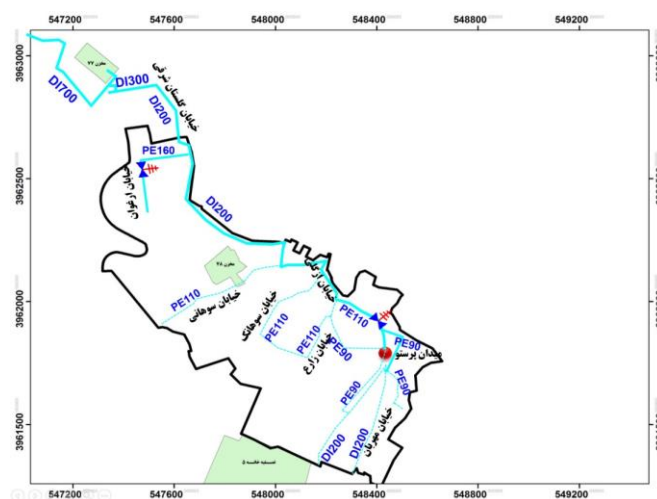
شکل ۶ - نمودار مصارف سالیانه مشترکین تحت پوشش بخش شرقی شبکه توزیع مخزن طی سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴

۲-۵- وضعیت موجود تاسیسات آبرسانی

در وضعیت موجود توزیع آب در محدوده بخش شرقی شبکه تحت پوشش مخزن، حدود ۱۰ کیلومتر خطوط توزیع، موجود می باشد. این خطوط، از جنس چدن داکتیل، مس و پلی اتیلن می باشند. در شکل شماره (۷) موقعیت خطوط شبکه توزیع موجود ارائه گردیده است. شکل شماره (۸) نیز خطوط اصلی تغذیه کننده شبکه در این محدوده را نشان می دهد.



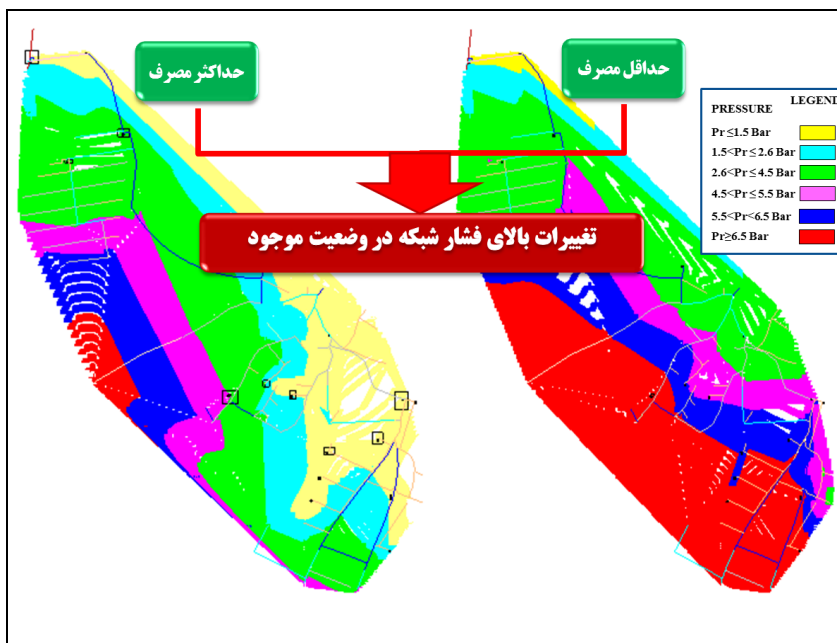
شکل ۷- نمای کلی شبکه توزیع آب موجود محدوده تحت پوشش بخش شرقی شبکه مخزن



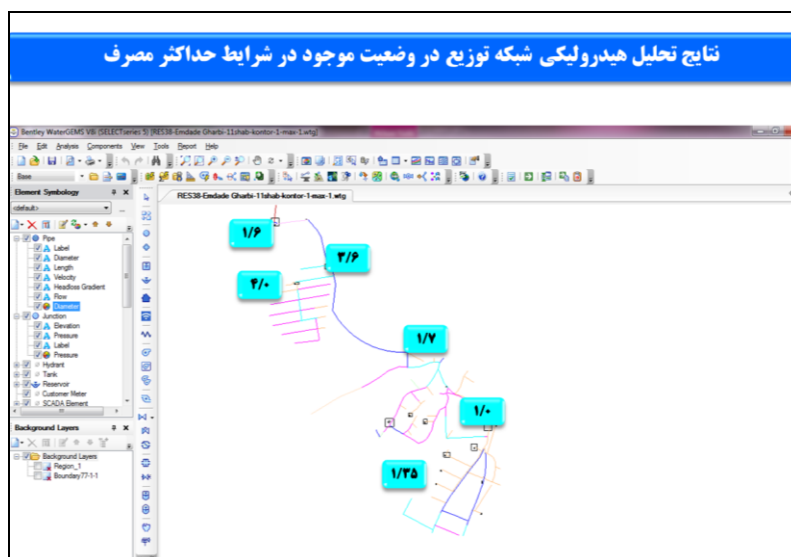
شکل ۸- نمای کلی خطوط اصلی تغذیه کننده شبکه توزیع آب موجود محدوده تحت پوشش بخش شرقی شبکه مخزن

۳- پیاده سازی و نتایج مدل سازی هیدرولیکی وضعیت موجود شبکه

پس از بررسی وضعیت موجود شبکه و اطلاعات آماری آن، مدل سازی هیدرولیکی توسط نرم افزار Water Gems صورت پذیرفت و بر اساس نتایج مدل سازی هیدرولیکی وضعیت موجود، نقشه های منحنی خطوط هم فشار و همچنین فشار شبکه در خطوط اصلی در شرایط حداکثر و حداقل مصرف ترسیم شده که به ترتیب در شکل های شماره (۹) الی (۱۰) ارائه شده است.



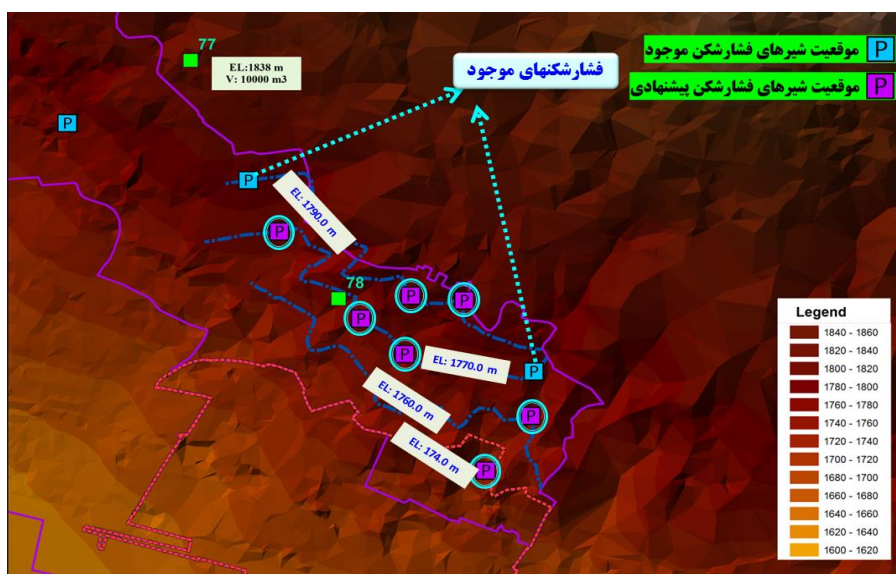
شکل ۹ - منحنی نقاط هم فشار شبکه توزیع تحت پوشش بخش شرقی شبکه مخزن شهر تهران در وضعیت موجود



شکل ۱۰ - فشار شبکه در خطوط اصلی شبکه توزیع بخش شرقی شبکه مخزن در وضعیت موجود در شرایط حداکثر مصرف

بر اساس مدل سازی هیدرولیکی صورت گرفته، مشکلات شبکه موجود به شرح ذیل می باشد:

میزان فشار حدود ۴۷ درصد گره های شبکه در شرایط حداکثر مصرف ساعتی در روز حداکثر مصرف از ۲۰ متر آب پائین تر می رود. در کلیه خط لوله های اصلی آبرسانی به محدوده تا ورودی فشار شکن، سرعت بالای ۲ متر بر ثانیه مشاهده می شود. میزان فشار حدود ۴۳ درصد گره های شبکه در شرایط حداقل مصرف ساعتی در روز حداقل مصرف از ۵۵ متر آب بالاتر می رود. با توجه به جمیع بررسی های صورت گرفته و نتایج مدل سازی هیدرولیکی شبکه موجود، راهکارهای اصلاح شبکه موجود مورد بررسی قرار گرفته است، دیدگاه های اصلی طراحی شامل موارد ذیل می باشد. طراحی شبکه بر اساس تراکم ملاک طراحی (مقایسه تراکم حداکثر جمعیت پذیری طرح تفصیلی و تراکم طرح مصوب فاضلاب شهر تهران و انتخاب بیشترین مقدار تراکم)، تقویت و افزایش ظرفیت خطوط اصلی دارای ظرفیت پائین و نامتناسب با تراکم منطقه (خطوط اصلی تغذیه کننده شبکه) و زون بندی فشاری شبکه بر اساس تغییرات توپوگرافی محدوده (نقشه زون بندی شبکه در شکل شماره (۱۱) ارائه شده است).



شکل ۱۱ - نقشه زون بندی فشاری محدوده شبکه توزیع بخش شرقی شبکه مخزن

با عنایت به نتایج حاصل از مطالعات پایه شامل مطالعات جمعیت شناسی و مطالعات تعیین نیاز آبی و همچنین نتایج مدل سازی هیدرولیکی وضعیت موجود شبکه، طرح پیشنهادی شبکه توزیع آب تحت پوشش بخش شرقی شبکه مخزن شامل تقویت خطوط اصلی تغذیه کننده شبکه در منتهی الیه به شبکه توزیع شهرک می باشد. قطر مورد نیاز لوله در ابتدای خط ۳۰۰ بوده که در ادامه به صورت تلسکوپی تا قطر ۲۰۰ کم شده و به خط اصلی توزیع آب در محدوده شهرک لاله متصل می شود. در جدول شماره (۳) مشخصات خطوط ارائه گردیده است. با توجه به اینکه در بخش ابتدایی خطوط اصلی تغذیه کننده شبکه در وضعیت موجود در محدوده حد فاصل طول مجموع ۹۶۵ متر، خط ۲۰۰ داکتیلی در منطقه وجود دارد که خط اصلی تغذیه کننده شبکه می باشد، لذا در این مطالعات به منظور بررسی پتانسیل های موجود استفاده از خط مذکور و اجرای خط ۲۰۰ داکتیل جدید به موازات آن جهت ایجاد ظرفیت ۳۰۰ داکتیل مورد نیاز نیز بررسی گردیده است که در ادامه طی جدول شماره (۳) مقایسه فنی گزینه ها مطرح ارائه می گردد.

جدول ۳ - مشخصات کلی خطوط اصلاح شبکه در بخش شرقی محدوده شبکه تحت پوشش مخزن

ردیف	شرح		متر(متر)
۱	جنس لوله و فشار کاری آن		چدن داکتیل - ۱۰ بار
			اصلاح شبکه
۲	چدن- داکتیل	۱-۲	قطر ۱۰۰ میلی متر
			قطر ۲۰۰ میلی متر
			قطر ۲۵۰ میلی متر
			قطر ۳۰۰ میلی متر
طول مجموع			۱۸۲۸ متر
۳	تعداد شیرهای فشارشکن	اقطار ۱۰۰-۱۵۰-۲۵۰	
		۶عدد	

همانطور که در جدول شماره (۳) ارائه گردیده است اجرای خط داکتیل به ظرفیت ۳۰۰ به لحاظ فنی دارای مزیت‌های بیشتری می‌باشد. این مزیت‌ها به ترتیب اهمیت شامل ۱- افزایش ظرفیت آبدگزی خط ۲- تامین فشار استاندارد (حداقل فشار توصیه شده در استاندارد معادل ۲/۶ بار می باشد) در کلیه نقاط شبکه ۳- ایجاد انعطاف پذیری بیشتر در بهره‌برداری و ایجاد خط رزرو به منظور تحویل آب به پرمصرف ترین مشترک محدوده (پرمصرف ترین مشترک محدوده انشعاب آب و فاضلاب روستایی با مصرف ۳ لیتر در ثانیه می‌باشد) ۴- لحاظ ملاحظات مربوط به افزایش تراکم منطقه به حدود بالاتر از مقادیر توصیه شده در طرح تفصیلی شهر تهران ۵- کاهش حوادث خط ۶- کاهش تلفات ناشی از نشت زمینه می‌باشد.

همچنین قابل ذکر است بر اساس محاسبات هیدرولیکی صورت گرفته در گزینه اول حداکثر ظرفیت تحویل آب به شبکه ۱۰۲ لیتر می‌باشد، در صورتیکه در گزینه دوم این ظرفیت ۶۳ لیتر در ثانیه بوده و در حدود ۳۸ درصد کمتر است که با احتساب ضرایب مربوط به پیک مصرف روزانه و ساعتی در گزینه اول، قابلیت تحویل آب بیشتر به مشترک به میزان ۲۱ لیتر در ثانیه وجود دارد. این میزان با توجه به قیمت فروش آب بطور متوسط ۶۰۰۰ ریال به ازای هر متر مکعب، درآمدی معادل ۴۰۰۰ میلیون ریال در طی یک سال برای شرکت آب و فاضلاب دارد که این موضوع افزایش میزان سرمایه گذاری اولیه در گزینه اول را توجیه می‌کند. (اجرای گزینه اول و برتر به لحاظ فنی حدود ۲۷ درصد بالاتر نسبت به گزینه دوم می‌باشد). نظر به اینکه در محدوده مورد مطالعه، انشعاب آب و فاضلاب روستایی درخواست افزایش ظرفیت قراردادی را دارد. (موقعیت مشترکین واقع در این محدوده در شکل شماره (۱۵) نشان داده شده است) و نیاز این مشترک بر اساس مطالعات جداگانه صورت گرفته ۱۴ لیتر در ثانیه برآورد گردیده توصیه می‌شود در سیستم، پتانسیل‌های مورد نیاز جهت افزایش ظرفیت انشعاب این مشترک پیش بینی گردد و در این راستا اجرای گزینه اول در دستور کار قرار گیرد.

۴- کالیبراسیون مدل هیدرولیکی بر اساس نتایج فشار سنجی و جریان سنجی

به منظور تدقیق مدل هیدرولیکی تهیه شده با واقعیت، ضروری است با انجام عملیات فشار سنجی و جریان سنجی و نصب ارتفاع سنج بر روی مخازن و یا نصب کنتور بر روی خروجی مخازن و یا ایستگاه‌های پمپاژ نسبت به تدقیق مدل هیدرولیکی اقدام نمود. با نصب ارتفاع سنج بر روی مخازن می‌توان به الگوی مصرف شهر مورد نظر دست یافت. پیشنهاد می‌گردد به منظور کالیبراسیون هرچه بهتر اقدام به خرید دستگاه‌های ثبت فشار و جریان (Data logger) نمود و به مدت یک سال در محل‌های تعیین شده نصب گردد. در صورت نبود تجهیزات فوق مدل می‌بایست حداقل توسط کنتور التراسونیک پرتابل و دستگاه‌های فشار سنج معمولی استفاده گردد. از جمله محل‌هایی که بایستی اندازه گیری فشار و جریان شود می‌توان به خروجی ایستگاه‌های پمپاژ اشاره نمود. همچنین در مواردی که مشکوک به نحوه ارتباط شبکه باشیم و یا در محل فشار شکن‌ها، یا در نواحی مجزا و تغییر زون‌ها می‌توان از دستگاه‌های فوق‌الذکر بهره گرفت.

۵-اولویت بندی اجرایی برای اصلاح و توسعه شبکه

پس از بررسی های انجام گرفته در مدل هیدرولیکی و بانک اطلاعاتی تهیه شده برای تاسیسات می بایست اقدام به طرح اصلاح شبکه جهت بهینه سازی سیستم شبکه توزیع آب اقدام نمود. در بعضی مواقع، علاوه بر تعویض قطر و یا استفاده از لوله های موازی در شبکه، ضروری است از خطوط جدید برای آبرسانی در معابر جدید استفاده گردد. در صورتیکه شبکه ای دارای اختلاف ارتفاع بیش از ۴۰ متر باشد، ضروری است نسبت به زون بندی و تعیین نواحی مجزا اقدام نمود (این موضوع در ابتدا می بایست در نرم افزار مدلسازی کنترل گردد).

به منظور زون بندی، با توجه به شرایط محلی می توان از مخازن تعدیل فشار و یا شیرهای فشار شکن بهره گرفت و نتایج آن را در مدل کنترل نمود. در صورت نبود اختلاف ارتفاع در سطح شهر، و نبود ارتفاعات در حوالی به جهت تامین فشار و ساخت مخازن زمینی مرتفع، در حالتی که تامین فشار بصورت پمپاژ مستقیم به شبکه می باشد. پیشنهاد می گردد از تجهیزاتی همانند نرم کننده های پمپ و کنترل کننده های دور پمپ استفاده گردد.

۶-نتیجه گیری و پیشنهادات

با اصلاح صحیح شبکه های توزیع علاوه بر کسب رضایت مشتری میزان تلفات ناشی از هدر رفت واقعی نیز کاهش خواهد یافت. بطوریکه مدیریت فشار در شبکه های آبرسانی باعث کاهش میزان حوادث و نشت در سیستم خواهد شد و همین مسئله باعث کاهش تلفات و هدر رفت واقعی می گردد. پیشنهاد می گردد به منظور کالیبراسیون مدل هیدرولیکی از دستگاه های ثبت فشار و جریان و ارتفاع سنج استفاده شود و در مواقعی که پمپاژ مستقیم به شبکه داریم به منظور جلوگیری از افزایش حوادث شبانه از مبدل های فرکانس (کنترل کننده دور موتور) و نرم کننده های پمپ (Soft starter) استفاده گردد.

۷-مراجع

- ۱- بابازاده، ح، بهشتی، ر. ۱۳۸۹. طراحی شبکه های تامین آب. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.
- 2- Mala-Jetmarova, H., Schwarz, S.; Barton A. 2011. Development of hydraulic models for a complex and large scale water distribution system in regional Australia. 19th International Congress on Modelling and Simulation, Perth, Australia, 12-16 December 2011
- ۳- حیدری، م، رضویان، س، همدانی س.م. ۱۳۹۳. تحلیل هیدرولیکی شبکه های توزیع آب بر اساس شکل ماتریسی روش شیب و مقایسه ی آن با سایر روش های مرسوم. مجله مهندسی منابع آب، سال هفتم.
- ۴- وزارت نیرو. ۱۳۸۶. دستورالعمل شناخت و نحوه مطالعه عوامل مؤثر در آب بحساب نیامده و راهکارهای کاهش آن. نشریه شماره ۳۰۸ الف. وزارت نیرو. ۲۰۱۳-۲۰
- ۵- شرکت آب و فاضلاب منطقه یک شهر تهران.