



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



1037P-NWWCE

مدیریت حوادث و اتفاقات در شبکه توزیع آب شهری شاهرود

با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS

زهرا رعیتی^{۱*}، ابراهیم باقری^۲

۱- کارشناس کنترل کیفیت، شرکت آبفای استان سمنان، شاهرود

۲- مدیر امور آبفای منطقه شاهرود

*chen.raeyati@gmail.com

خلاصه

بروز حوادث و اتفاقات شبکه های آبرسانی یکی از موارد شایع و همیشگی می باشد که منجر به نشت آب می گردد. آب هدررفته در این فرآیند دارای ارزش اقتصادی قابل توجهی بوده است. حوادث شبکه های آبرسانی شهری یکی از عوامل مهم تلفات آب، قطع آب مشترکین، ایجاد نارضایتی در آنها و آلودگی های ثانویه می باشد. لذا بررسی حوادث در شبکه توزیع آب به منظور مدیریت و کاهش حوادث ضروری است. این موضوع به ویژه در حال حاضر با توجه به مشکلات بحران کمبود آب و درصد بالای تلفات آب در شبکه های توزیع آب شهری در کشور، از ضروریات تحقیقات کاربردی در شرکت های آب و فاضلاب است. هدف این مطالعه بررسی حوادث در شبکه های توزیع آب شهری بر اساس سیستم های اطلاعات جغرافیایی است. سیستماتیک نمودن ذخیره و استفاده از اطلاعات تجهیزات شبکه توزیع و عملیات ترمیم حوادث، بالا بردن سرعت تعمیر حوادث و پایین آوردن تلفات فیزیکی آب، امکان کاهش تعداد حوادث، صرفه جویی اقتصادی، پایین آوردن هزینه های ترمیم و رفع حوادث از جمله مزایای این سیستم است. در این تحقیق با جمع آوری اطلاعات مربوط به حوادث در شبکه های آبرسانی و با استفاده از امکانات ثبت، تلفیق و تحلیل داده های مکان مرجع در سیستم های نرم افزاری GIS و تحلیل های آماری مختلف، نسبت به پردازش اطلاعات حوادث اقدام شد. با جانمایی ماهانه اتفاقات در مکان واقعی در GIS امکان تحلیل اتفاقات و تصمیم برای اصلاح شبکه و انشعابات میسر شد.

کلمات کلیدی: اتفاقات، شبکه آبرسانی، GIS، انشعابات.

۱. مقدمه

شاهرود با جمعیتی بالغ بر ۱۶۰ هزار نفر (شاهرود و مناطق تحت پوشش آبرسانی شامل رودیان، دیزج، مغان و ...) دارای ۶۵۸۱۳ مشترک می باشد که آب شرب خود را از ۲۲ حلقه چاه و ۱ رشته قنات تامین می نماید. این شهر در حاشیه شمالی دشت کویر و در دامنه های جنوبی رشته کوه البرز با موقعیت جغرافیایی ۲۵ دقیقه و ۳۶ درجه عرضی و ۵۸ دقیقه و ۵۴ درجه طولی با ارتفاعی معادل ۱۳۸۰ متر از سطح دریا واقع شده است. به دلیل موقعیت توپوگرافی دارای ۱۷۲ متر اختلاف ارتفاع در محدوده آبرسانی خود است. شبکه شهر به دلیل موقعیت توپوگرافی و نحوه قرارگیری مخازن به ۴ زون فشاری تقسیم گردیده است و آبرسانی به صورت ثقلی در شبکه انجام می شود.

بالا بودن تعداد حوادث و اتفاقات در شبکه های توزیع آب شهری، باعث بالا رفتن تلفات فیزیکی آب و هزینه ترمیم حوادث می گردد [۱]. این موضوع به نحوی بر منابع مالی شرکت های آبفا تأثیر می گذارد که به جای سودآوری، آنها را با زیان مواجه می کند. طبق آمار ارائه شده توسط شبکه اطلاع رسانی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، به طور سالانه نزدیک به یک میلیون حادثه در شبکه های توزیع آب شهری ایران به وقوع می پیوندد و بیش از ۲۰ درصد از کل درآمدهای شرکت های آب و فاضلاب صرف ترمیم این حوادث می شود [۲]. به عنوان نمونه براساس گزارش تجمیع صورت های مالی سال ۱۳۷۸ شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، مبلغ ۴۰۶۲۷۳۲۶۰۰۰ ریال (قیمت دفتری) هزینه رفع حوادث و اتفاقات در کل کشور شده است، حال اگر هزینه آب هدر رفته به هزینه فوق اضافه شود مبلغ بسیار بالایی بدست می آید.



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



در ایران موضوع مطالعه آب بحساب نیامده و GIS در شبکه های توزیع آب توسط شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور از سال ۱۳۷۳ پیگیری گردید. در این راستا با انتخاب پایلوت هایی در تعدادی از شهرهای کشور مطالعات آغاز گردید. همچنین طرح جامع سیستم های اطلاعات مکانی آب و فاضلاب شهری [۲]، دستورالعمل کاهش و کنترل آب بحساب نیامده [۳] و دستورالعمل حوادث و اتفاقات شبکه آبرسانی [۴] در سال های ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ تهیه و در اختیار شرکت های آب و فاضلاب قرار گرفت.

این تحقیق در نظر دارد تا اصول و مفاهیم پایه و کاربردی سیستم های حوادث و اتفاقات در شرکت های آب و فاضلاب شهری را بر پایه سیستم های اطلاعات مکانی بررسی نماید. سیستماتیک نمودن ذخیره و استفاده از بالا بردن سرعت، GIS اطلاعات تجهیزات شبکه توزیع و عملیات رسیدگی به حوادث و اتفاقات با استفاده از رسیدگی به حوادث و اتفاقات و پایین آوردن تلفات فیزیکی آب، تجزیه و تحلیل و بررسی اطلاعات بدست آمده در راستای تهیه گزارشات مدیریتی و انجام تمهیدات لازم در خصوص GIS از حوادث و اتفاقات با استفاده از کاهش تعداد حوادث و اتفاقات، صرفه جویی اقتصادی و پائین آوردن هزینه های ترمیم و رفع حوادث و اتفاقات از اهداف این تحقیق می باشند.

۲. مراحل رسیدگی به اتفاقات و ثبت نتایج

اعلام حادثه: حوادثی که در سطح شهر اتفاق می افتد به دو طریق به واحد اتفاقات گزارش داده می شود: الف - تلفن ۱۲۲ ب - از طریق مراجعه حضوری مشترک و یا همکاران و مدیران. پس از اطلاع رسانی به واحد اتفاقات برای هر حادثه با توجه به ماهیت کار، اکیپ های اجرایی در نظر گرفته شده که بر اساس اولویت زمان انجام، به اکیپ های مورد نظر ارجاع داده می شود. نظارت بر کارها در حین اجرا توسط مسئول شبکه انجام می گیرد. ثبت کارهای انجام شده در سیستم ۱۲۲ توسط اپراتور انجام می گیرد. ارائه آمار بصورت ماهیانه و هفتگی و یا تاریخ های دلخواه از طریق سامانه ۱۲۲ و ارائه گزارشات کلی لوله و اتصالات و اقلام مصرفی و نوع و تعداد حوادث انجام شده، خواهد بود که به واحد GIS ارائه خواهد شد.

۳. مراحل تحقیق

۳.۱. انتخاب منطقه پایلوت و پیاده سازی سیستم:

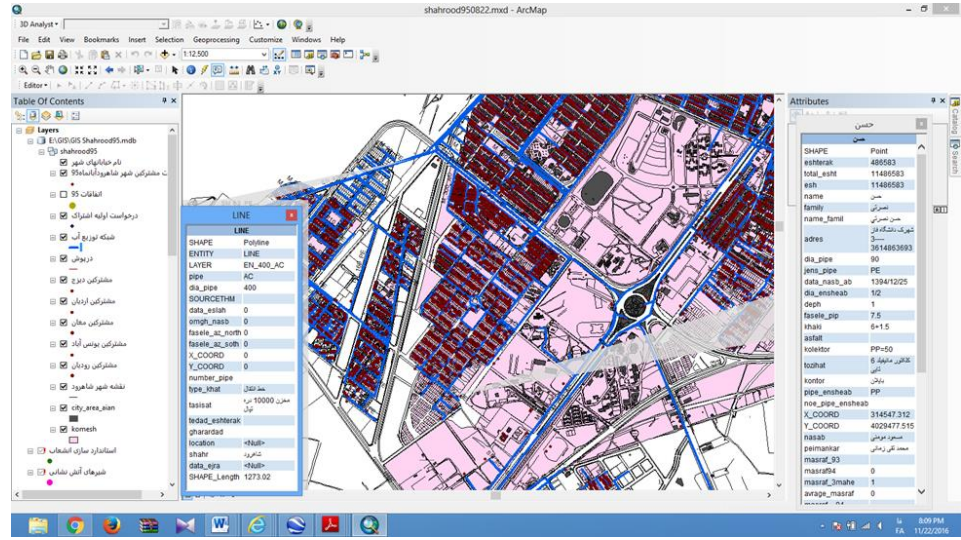
با انتخاب شبکه توزیع آب شهر شاهرود، نقشه منطقه شامل اطلاعات مکانی املاک، خیابان ها و تجهیزات شبکه توزیع، رقمی شده و پس از ساخت توپولوژی به نرم افزار ARCGIS انتقال داده شد. پیاده سازی سیستم GIS شامل وارد نمودن داده های جمع آوری شده در چهارچوب تعیین دقیق عوارض مکانی و ارتباط بین آنها و در آرایه های پیاده سازی سیستم تهیه شده در مرحله مدلسازی به ساختار اطلاعاتی مورد نظر GIS می باشد [۶]. این تحقیق به روش توصیفی - مقطعی بر روی ۲۳۸۰ حادثه در مدت ۸ ماه، از فروردین ۱۳۹۵ تا آبان ۱۳۹۵ با تکمیل پرسشنامه بر روی کلیه حوادث اتفاق افتاده در شبکه آب شهر شاهرود صورت گرفته است. در این پرسشنامه ها کلیه پارامترها و متغیرهای مربوط به حادثه اعم از نوع حادثه، زمان حادثه، جنس، قطر و عمق کارگذاری لوله ها و موقعیت حادثه و سایر اطلاعات دیگر در طول شبانه روز ثبت گردیده اند. بانک اطلاعاتی اتفاقات با توجه به شکل ۱ ثبت و در GIS پیاده گردید.

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

شماره	مواد	شماره	شماره	شماره	شماره	شماره
۱	مواد	۱	۱	۱	۱	۱
۲	مواد	۲	۲	۲	۲	۲
۳	مواد	۳	۳	۳	۳	۳
۴	مواد	۴	۴	۴	۴	۴
۵	مواد	۵	۵	۵	۵	۵
۶	مواد	۶	۶	۶	۶	۶
۷	مواد	۷	۷	۷	۷	۷
۸	مواد	۸	۸	۸	۸	۸
۹	مواد	۹	۹	۹	۹	۹
۱۰	مواد	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۱	مواد	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱
۱۲	مواد	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
۱۳	مواد	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳
۱۴	مواد	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴
۱۵	مواد	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
۱۶	مواد	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
۱۷	مواد	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷
۱۸	مواد	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸
۱۹	مواد	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹
۲۰	مواد	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰

شکل ۱- بانک اطلاعات ثبت اتفاقات در GIS

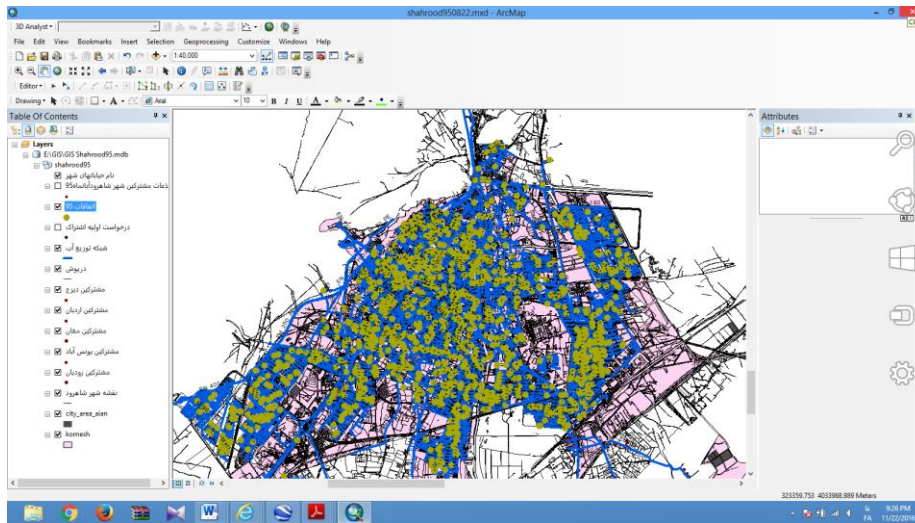
از آنجایی که حوادث موجود در شبکه شامل اتفاقات شبکه، انشعابات و خطوط انتقال می باشد در فایل مذکور تمامی موارد حتی علل ایجاد حادثه که گاهی شامل نصب نامناسب، قطعات نامرغوب، بهره برداری غیراصولی و ... می باشد جمع بندی شده است. جهت بررسی و تحلیل نتایج اطلاعات مشترکین، شبکه توزیع، خطوط انتقال مورد نیاز می باشد که جمع آوری و ثبت گردید. به صورت فایل Geodatabase وارد GIS شد. شکل ۲ نمایی از اطلاعات ثبت تراکم مشترکین و شبکه توزیع را نشان می دهد. اطلاعات مشترکین شامل اشتراک، آدرس، کد، لوله انشعاب و ... و اطلاعات شبکه شامل لوله ها، اقطار و ... خواهد بود. تراکم حوادث و اتفاقات در ۸ ماهه اول سال ۹۵ در شکل ۳ نشان داده شده است. شکل ۴ گراف تعداد اتفاقات بر روی شبکه و انشعابات را نشان می دهد. حوادث انشعاب شامل شیر انشعاب، کنتور، لوله انشعاب، محفظه و ... می باشد.



Attribute	Value
SHAPE	Point
esharak	489583
total_asth	11480583
esh	11488583
name	حسن
family	اسرائیلی
name_famil	حسن اسمری
adree	شهرک شهکار فاز ۳
dia_pipa	9514863883
dia_pipa	90
dia_pipa	PE
data_pipa_ab	13941205
dia_ensheab	1/2
depth	1
bsiseh_pip	7.5
inhan	6*1.5
astfall	
tolestor	PP=50
tooshat	کاپور دایره 6
tooshat	تاتی
tooshat	مکان
pipe_ensheab	PP
new_pipe_ensheab	
X_COORD	314547.312
Y_COORD	402947.515
nsb30	سوسومو
pehmanjar	مجدد آبی روشن
masraf_30	
masraf34	0
masraf_3mahe	1
average_masraf	0
...	...

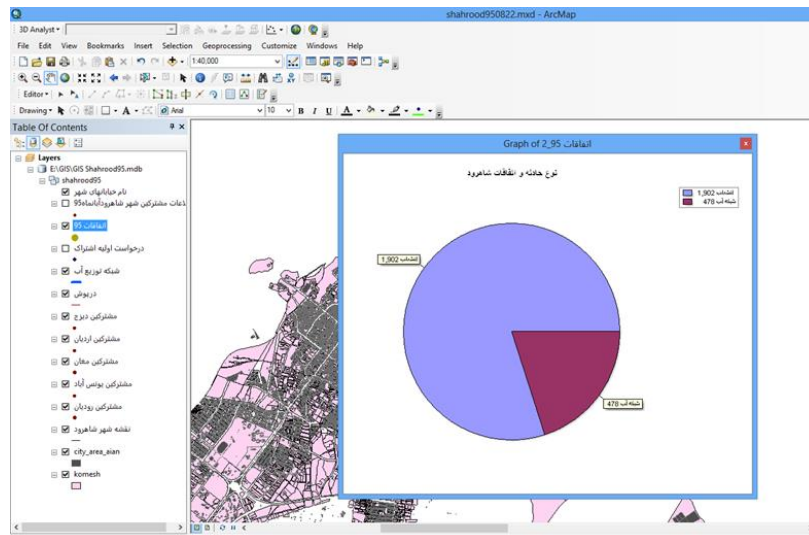
Attribute	Value
SHAPE	Polyline
ENTITY	LINE
LAYER	EN_400_JAC
PIPE	AC
dia_pipa	400
SOURCEIDM	
data_estan	0
emph_inshab	0
bsiseh_ac_north	0
bsiseh_ac_south	0
X_COORD	0
Y_COORD	0
number_pipe	
pipe_inhat	خط انتقال
bsiseh	مکان 10000 متر
bsiseh	کود
bsiseh_esharak	
gharardad	Han
isobion	Han
shahr	شاهروید
data_pipa	Han
SHAPE_length	1273.92

شکل ۲- اطلاعات مشترکین و شبکه توزیع

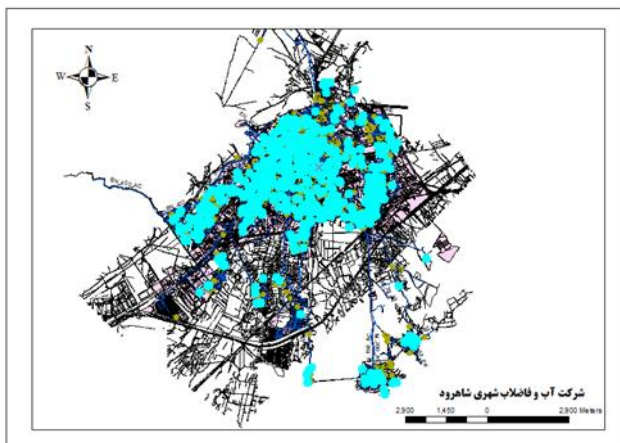


شکل ۳- تراکم حوادث و اتفاقات در ۸ ماهه اول سال

نگاه کلی به نقشه تراکم حوادث و اتفاقات نشان می دهد مناطق مستعد برای انجام کار اصلاحی چه مناطقی و در کدام زون قرار دارد. این مناطق می تواند تحت تاثیر چند دلیل عمده تراکم اتفاق بالایی داشته باشند. تراکم اتفاقات عمدتاً در انشعابات و شبکه توزیع می باشد. یکی عدم کیفیت شبکه و نامرغوب بودن آن و دیگری فشار شبکه در محل اتفاق و نامرغوب بودن لوله های انشعاب (شکل ۵ تراکم اتفاقات بر روی انشعابات) می باشد.



شکل ۴- گراف تعداد اتفاقات بر روی شبکه و انشعابات



شکل ۵- تراکم اتفاقات بر روی انشعابات

۲,۳. تراکم اتفاقات بر روی انشعابات

پس از جمع آوری اطلاعات حوادث و اتفاقات و ورود آن‌ها به GIS (شکل ۵) نتایج آماری مورد نیاز بدست می آید. طبق رابطه ۱ نسبت حوادث انشعاب به ازای هر ۱۰۰ انشعاب ۳ حادثه می باشد. که این مقدار در مقایسه با معیارهای جهانی^۱ ۳ برابر بیشتر می باشد.

$$\text{نسبت حوادث انشعاب} = \frac{\text{تعداد حوادث انشعاب}}{\text{تعداد کل انشعابات}} \quad (1)$$

در این شرایط تراکم اتفاقات نشان از عدم کیفیت لوله و اتصالات انشعاب را می دهد. این در حالی است که فشار شبکه در رنج استاندارد می باشد.

۳,۳. تراکم اتفاقات بر روی شبکه توزیع

با توجه به وجود ۶۲۴ کیلومتر طول شبکه و ۴۷۸ اتفاق بر روی شبکه، متوسط شاخص حوادث شبکه طبق فرمول ۲ مقداری برابر با ۰,۷۶ حادثه به ازای هر کیلومتر طول شبکه می باشد.

$$\text{نسبت حوادث شبکه} = \frac{\text{تعداد حوادث شبکه}}{\text{طول کل شبکه توزیع}} \quad (2)$$

طبق بررسی های صورت گرفته عمده حوادث و اتفاقات بر روی شبکه مربوط به :

الف: فرسودگی و اجرای نامناسب کار

ب: کیفیت پایین جنس لوله و متعلقات مصرفی

ج: عدم بهره برداری صحیح از شبکه

د: حفاری های صورت گرفته توسط سایر ارگان های خدماتی شهری از قبیل شهرداری، مخبرات، فاضلاب می باشد.

^۱. شاخص جهانی حوادث انشعاب به ازای هر ۱۰۰ انشعاب در سال یک حادثه می باشد.



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



۴. نتیجه گیری

با توجه به آنچه گفته شد مسائل مربوط به اتفاقات، قسمت قابل توجهی از منابع مالی شرکت آب و فاضلاب کشور را به لحاظ اقتصادی، فنی و نیروی انسانی تحت تاثیر قرار می دهد. با استفاده از سیستم GIS طراحی شده در این تحقیق به مدیریت و کنترل سیستم حوادث و اتفاقات پرداخته تا با در اختیار گرفتن اطلاعات دقیق و به موقع توسط گروههای امداد در اسرع وقت نسبت به رفع حادثه اقدام گردد. آمار و ارقام در محدوده مورد بررسی نشان می دهد که تعداد اتفاقات انشعابات تقریباً ۳ برابر اتفاقات مربوط به شبکه های توزیع و انتقال است. اختصاص بودجه برای اصلاح انشعابات مشترکین و همچنین برنامه ریزی جهت خرید کالای با کیفیت ضروری به نظر می رسد.

۵. مراجع

1. Choi . B and Choi . G, (2000) , "A Development of Deterriooation Estimation and Managment System on Water Lines Using GIS". <http://www.fig.net/figtree/pub/roceedings/korea/abstracts/pdf/session9/choi-choiabs.pdf>.
۲. بیگی.ف، (۱۳۷۸)، آسیب شناسی شبکه های توزیع آب شهری، نشریه آب و محیط زیست، (۳۷): ۲۵-۱۷.
۳. طرح جامع سیستم اطلاعات مکانی آب و فاضلاب شهری، (۱۳۷۸)، طرح ملی تحقیق، توسعه و بهسازی آب کشور، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
۴. راهنمای عملیاتی کاهش و کنترل آب به حساب نیامده، (۱۳۷۸)، طرح ملی تحقیق، توسعه و بهسازی آب کشور، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
۵. بستانیان.م.ب، (۱۳۸۰)، کاربرد GIS و مدل های تحلیل هیدرولیکی در مطالعات آب بحساب نیامده شبکه های توزیع آب شهری، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش مهندسی آب، دانشکده فنی، دانشگاه تهران.
6. Aronoff.S , (1989) , "Geographic Information System , A Managing Perspective", Ottawa,WDL Publications. <http://www.dallascityhall.com/dallas/eng/pdf/Auditor/DWUAudit.pdf>