



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کهر

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران  
دانشگاه تهران، تهران



## مدیریت حوادث و اتفاقات در شبکه توزیع آب شهری شاهرود با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS

زهرا رعیتی<sup>۱</sup>، ابراهیم باقری<sup>۲</sup>

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 آلودگیهای 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 شرکتهای 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 تحلیلهای 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 تقلی 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 شرکتهای 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 سالیانه نزدیک به یک میلیون حادثه در شبکه های توزیع آب شهری ایران به وقوع می پیوندد و بیش از ۲۰ درصد از کل درآمدهای شرکتهای آب و فاضلاب صرف ترمیم این حوادث می شود [۲]. به عنوان نمونه براساس گزارش تجمیع صورتهای 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.

<sup>۱</sup> کارشناس کنترل کیفیت شرکت آبفای شهری شاهرود

<sup>۲</sup> مدیر امور آبفای منطقه شاهرود



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کهر

## کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران دانشگاه تهران، تهران



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 پایلوتهایی در تعدادی از شهرهای کشور مطالعات آغاز گردید. همچنین طرح جامع سیستمهای 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 شرکتهای آب و فاضلاب قرار گرفت.

این تحقیق در نظر دارد تا اصول و مفاهیم پایه و کاربردی سیستمهای حوادث و اتفاقات در شرکتهای آب و فاضلاب شهری را بر پایه سیستمهای 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: حادثی که در سطح شهر اتفاق می افتد به دو طریق به واحد اتفاقات گزارش داده میشود:

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 اجرائی 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، خیابانها و تجهیزات شبکه توزیع، رقومی 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

The screenshot shows the ArcMap interface with a 'Table Of Contents' window. The table lists various layers and their attributes, including 'shahrood95', 'sharhe\_amalat', 'ekip\_tamirat', 'kharabi\_moshahedehode', and 'estate\_fant'. The table has multiple columns for different data fields and their values.

شکل ۱- بانک اطلاعات ثبت اتفاقات در GIS

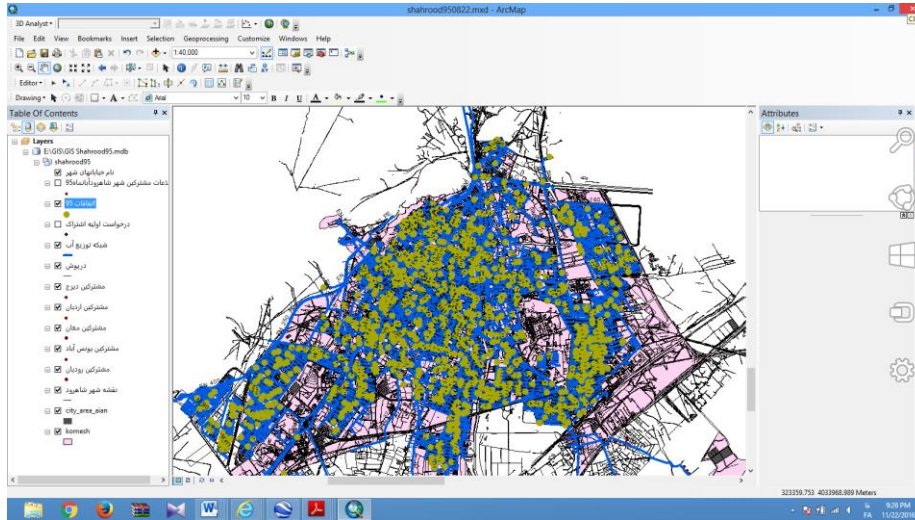
از آنجاییکه حوادث موجود در شبکه شامل اتفاقات شبکه، انشعابات و خطوط انتقال می باشد در فایل مذکور تمامی موارد حتی علل ایجاد حادثه که گاهی شامل نصب نامناسب، قطعات نامرغوب، بهره برداری غیراصولی و ... می باشد جمع بندی شده است. جهت بررسی و تحلیل نتایج اطلاعات مشترکین، شبکه توزیع، خطوط انتقال مورد نیاز می باشد 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.

The screenshot shows the ArcMap interface with a map view. The map displays a city area with overlaid network lines (pipes and structures). An 'Attributes' window is open, showing the details of a selected feature. The attributes include:

Field Name	Value
SHAPE	Point
eshtarak	489563
total_esht	11405583
esh	11488583
name	حسین
Family	مشترکین
name_famil	حسین حسینی
adres	شوک ننگر ۱۲
dia_pipe	3614863893
layer	90
dia_enst	PFE
data_nast_ab	13941225
dia_ensthead	152
depth	1
radius	7.5
radius_pip	6+1.5
sstf	PP=60
velocity	متر بر ثانیه
totalst	۶ متر بر ثانیه
konter	کنتور
pipe_ensthead	لوله
nm_pipe_ensthead	سربرگ
X_COORD	314547.312
Y_COORD	4029477.515
R8330	سربرگ
perimeter	محیط
masraf_93	مصرف آب
masraf94	مصرف آب
masraf_3maha	مصرف آب
average_masraf	مصرف آب

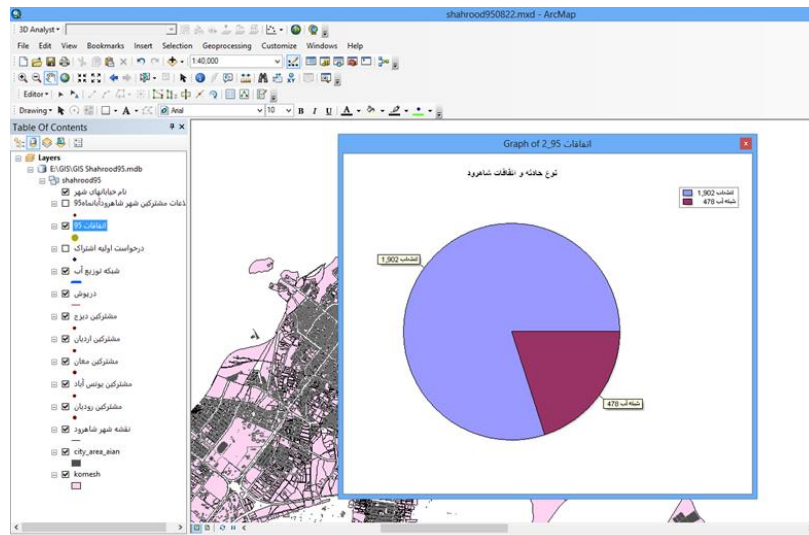
شکل ۲: اطلاعات مشترکین و شبکه توزیع

## کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران دانشگاه تهران، تهران

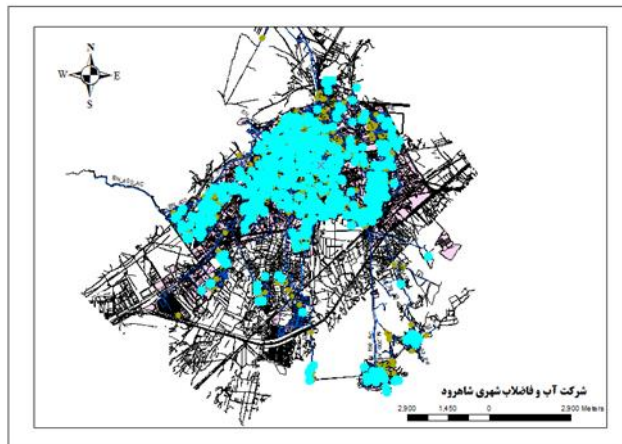


شکل ۳: تراکم حوادث و اتفاقات در ۸ ماهه اول سال

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

### ۳.۲. 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 فرمول ۱ نسبت حوادث انشعاب به ازای هر ۱۰۰ انشعاب ۳ حادثه می باشد. که این مقدار در مقایسه با معیارهای جهانی ۳<sup>۲</sup> برابر بیشتر می باشد.

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

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.

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

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، مخابرات، فاضلاب می باشد.

<sup>۲</sup> شاخص جهانی حوادث انشعاب به ازای هر ۱۰۰ انشعاب در سال یک حادثه می باشد





کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران  
دانشگاه تهران، تهران



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

۱. Choi . B and Choi . G, (۲۰۰۰) , "A Development of Deterrioation Estimation and Managment System on Water Lines Using GIS". <http://www. fig. net/figtree/ pub/ roceedings/korea/abstracts/pdf/session۹/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 مدل‌های 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
۶. Aronoff.S , (۱۹۸۹) , "Geographic Information System , A Managing Perspective", Ottawa,WDL Publications. <http://www.dallascityhall.com/dallas/eng/pdf/Auditor/DWUAudit.pdf>