Lorestan University

Applied Researches in Water Engineering
Vol. 2, No. 2, Autumn & Winter 2024, p. 225-237

ARWE

Original Research

Increasing Water Distribution Network Efficiency and Asset Management Using Satellite Positioning Systems

Noureddin Nouryazdan[1], Khashayar Namdarian[2], Pari Maleki[*3]

1. Management Department, Institute of Research and Education in Management, Tehran, Iran.
2. Energy Conversion Department, Technical Faculty, Borujerd Branch, Islamic Azad University, Iran.
3. Hydraulic Structures Department, Faculty of Water Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.

Received: 10 February 2025/ **Revised:** 02 March 2025/ **Accepted:** 13 March 2025

https://doi.org/10.22034/arwe.2025.2057666.1041

Abstract

The lack of available drinking water resources and their high costs, it is very important to use different methods for its preservation and survival. The absence of a mechanized, accurate and accessible system for managing incidents in water and wastewater companies imposes high losses on these companies annually that Considering the problem of water crisis and water stress, it will increase real losses. The purpose of this study is to use the information of water distribution network equipment according to location systems in a way that will improve the assets management of Lorestan Water and Wastewater Company in the future. of infrastructure. Therefore, a method was presented to collect information related to accidents and to process the accidents using the facilities for recording, integrating, and analyzing reference location data in GIS software systems and statistical analyses. To achieve the objectives, by selecting a study sample of one of the cities of Lorestan province, information related to accidents was collected over a three-year period and the GIS model of accidents was evaluated. The results of the root cause analysis show that a high percentage of accidents are caused by exhaustion of water distribution networks and poor quality of consumables. Applying this method in water distribution networks will have satisfactory results in terms of reducing accidents and costs and improving the current situation.

Keywords: Asset management, GIS, Leakage Management, Losses, Root cause analysis (RCA).

***Corresponding Author Email:** Parimaleki.6771@gmail.com

Lorestan University

دوفصلنامهٔ پژوهش‌های کاربردی مهندسی آب

دورهٔ دوم، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳ (صفحات ۲۲۵-۲۳۷)

ARWE

مقالهٔ پژوهشی

افزایش بهره‌وری شبکه توزیع آب و مدیریت دارایی‌ها با استفاده از سامانه‌های موقعیت مکانی ماهواره‌ای

نورالدین نوریزدان[۱]، خشایار نامداریان[۲]، پری ملکی[*۳]

۱. گروه مدیریت، موسسه تحقیقات و آموزش مدیریت تهران، ایران.

۲. گروه تبدیل انرژی، دانشکده فنی، دانشگاه علوم و تحقیقات بروجرد، ایران.

۳. گروه سازه های آبی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران.

دریافت: ۲۲ بهمن ماه ۱۴۰۳/ **اصلاحات:** ۱۲ اسفند ماه ۱۴۰۳/ **پذیرش:** ۲۳ اسفند ماه ۱۴۰۳

https://doi.org/10.22034/arwe.2025.2057666.1041

چکیده

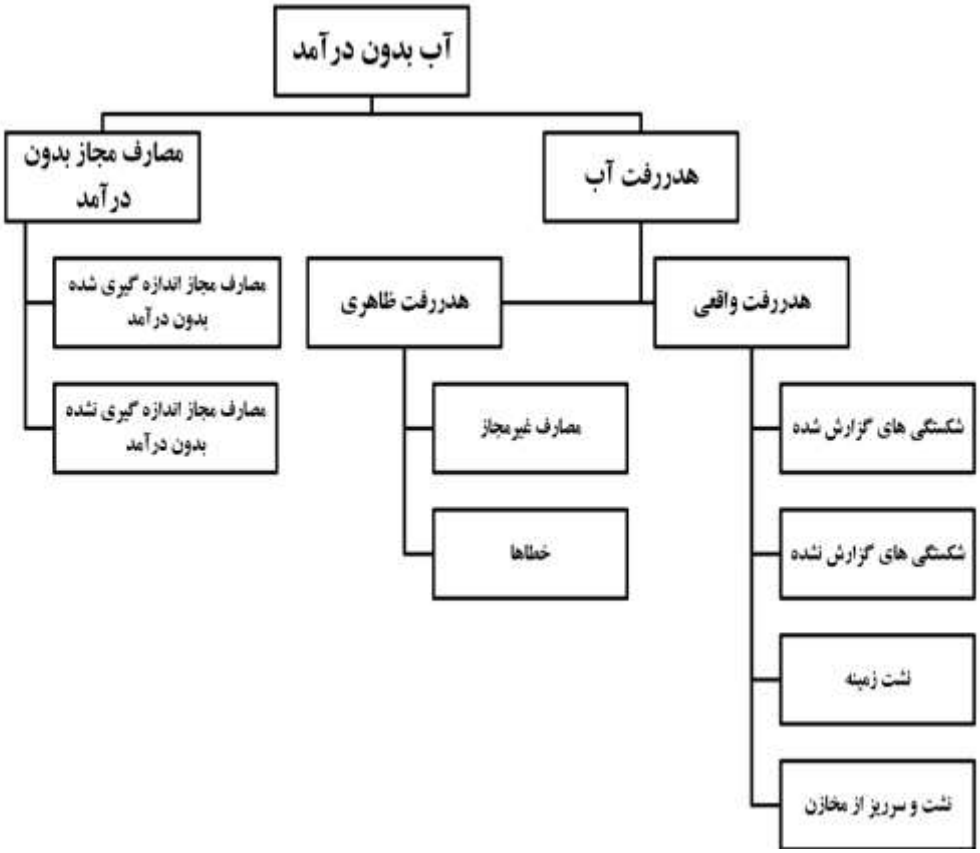
کمبود منابع آب شرب قابل دسترس و هزینه های بالای آن، به منظور مدیریت کارآمد و جلوگیری از هدر رفت آن بکارگیری روشهای مختلف در جهت حفظ و بقای آن اهمیت بالایی دارد. یکی از بهترین تصمیم های مدیریتی کاهش تعداد حوادث و اتفاقات شبکه های توزیع آب شهری می باشد. عدم وجود یک سیستم مکانیزه، دقیق و قابل دسترس در مدیریت سیستم حوادث شرکت های آب و فاضلاب سالانه خسارتهای بالایی را به شرکتهای آب و فاضلاب تحمیل می کند که با توجه به مشکل بحران آب و تنش آبی موجب افزایش هدررفت واقعی و آب بدون درآمد خواهد شد. هدف از این مطالعه استفاده از اطلاعات تجهیزات شبکه های توزیع آب مطابق سیستمهای موقعیت مکانی است به گونه ای که موجب بهبود مدیریت دارایی های زیر ساختی شرکت آب و فاضلاب لرستان در آینده گردد. لذا روشی به منظور جمع آوری اطلاعات مربوط به حوادث ارائه و با استفاده از امکانات ثبت، تلفیق و تحلیل داده های مکان مرجع در سیستم های نرم افزار GIS و تحلیلهای آماری نسبت به پردازش حوادث اقدام شد. جهت دستیابی به اهداف با انتخاب نمونه مطالعاتی یکی از شهرهای استان لرستان اطلاعات مربوط به حوادث در یک دوره سه ساله جمع آوری و مدل GIS حوادث ارزیابی شد. نتایج ریشه یابی حوادث نشان می دهد درصد بالای حوادث ناشی از فرسودگی و کیفیت نامطلوب لوازم مصرفی می باشد. به کار بردن این روش در شبکه های توزیع آب نتایج رضایت بخشی در خصوص کاهش حوادث و هزینه ها و بهبود وضعیت موجود خواهد داشت.

کلمات کلیدی: تحلیل ریشه‌ای (RCA)، سامانه GIS، مدیریت دارایی‌ها، مدیریت نشت، هدررفت.

***Corresponding Author Email:** Parimaleki.6771@gmail.com

مقدمه

شرکت های آب و فاضلاب به ویژه در کشورهای در حال توسعه با ناکارآمدی قابل توجهی از نظر تلفات آب و درآمد به فعالیت خود ادامه می دهند. منابع آب باید به طور مؤثر برای پاسخگویی به تقاضای جمعیت در حال رشد، با توجه به دسترسی محدود و رو به کاهش آب مورد استفاده قرار گیرد (Connor et al., 2017). مدیریت مصرف آب شامل مدیریت سرانه آب مصرفی، تلفات آب و عوامل تأثیر گذار بر آنها در شبکه های توزیع آب می باشد که بسیار مورد توجه است. در تقسیم بندی کلی تلفات آب شامل تلفات ظاهری و واقعی است شکل (۱).



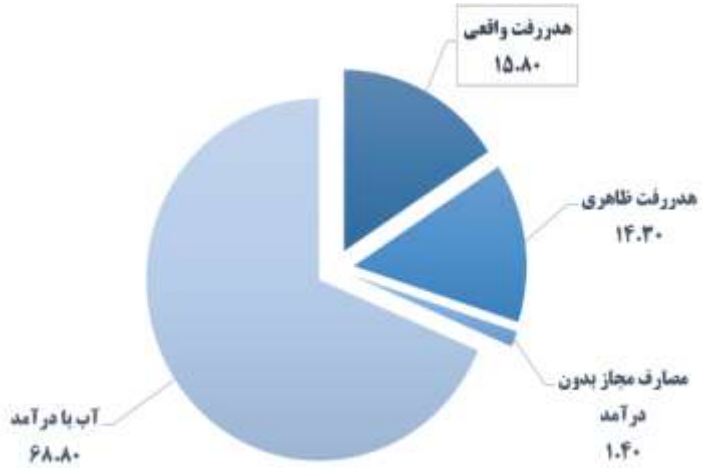
شکل ۱. تقسیم بندی آب بدون درآمد

Fig. 1. Non-Revenue Water Division

همانطور که در شکل (۱) ارائه شده است هدر رفت آب شامل تمام شکستگی های گزارش شده (مرئی) و گزارش نشده (نامرئی) و تلفات ناشی از نشت می باشد. نشت از مخازن ذخیره، شبکه توزیع و انشعابات مشترکین، شیرآلات و تلمبه ها همگی جز هدر رفت واقعی آب می باشند. بالا بودن تعداد حوادث و اتفاقات در شبکه های توزیع آب منجر به افزایش هدررفت واقعی آب و افزایش هزینه های ناشی از تعمیرات آنها می شود (Connor et al., 2017). هدررفت آب در شبکه توزیع آب علاوه بر تلفات آب شرب، موجب اتلاف انرژی و افزایش هزینه های مربوط به تصفیه، انتقال و توزیع آب کاهش کیفیت (به دلیل احتمال ورود آلودگی به شبکه) و همچنین افت فشار گردد. مطالعات زیادی درخصوص مدیریت حوادث انجام شده است. فشار بالای شبکه، تردد ماشین آلات (بارهای متحرک)، کیفیت مصالح مصرفی، فرسودگی و عمر بالای اتصالات و لوله ها، طراحی نامناسب شبکه، ضربه قوچ، اجرای نامناسب و رانش زمین از مهمترین عوامل مؤثر در هدررفت واقعی آب هستند(Fallahi et al., 2022).

مطالعات انجام شده در پایلوت های مطالعاتی آب بدون درآمد حاکی از وجود ۵۰ تا ۶۰ درصد تلفات آب به صورت فیزیکی است که نشت های گزارش شده (وقوع حوادث) بخش مهمی از آن را شامل می شود (Raiti and Bagheri, 2017) . متأسفانه درکشور ایران به

طور متوسط حدود ۳۰ درصد از کل آب تولیدی به صورت تلفات فیزیکی هدر می رود که حدود ۱۵ درصد از آن تلفات واقعی، ۱۴ درصد تلفات ظاهری و ۱.۵ درصد از آن را مصارف مجاز بدون درآمد است شکل (۲).



شکل ۲. وضعیت آب در ایران
Fig. 2. Water situation in Iran

مقدار کلی آب بدون درآمد در دنیا معادل ۱۲۶ میلیارد مترمکعب در سال می باشد که معادل ۳۴۶ میلیارد لیتردر روز بوده و با احتساب سرانه ۷۷ میلیارد لیتر در روز این میزان معادل ۳۹ میلیارد دلار در سال خواهد بود لذا با کاهش تنها ۳۰ درصد این تلفات آب تصفیه شده ۸۰۰ میلیون نفر فراهم خواهد شد که بسیار قابل ملاحظه خواهد بود (Liemberger and Wyatt, 2018) . بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده در سطح جهانی، نتایج نشان می‌دهد که بخش قابل‌توجهی از آب ورودی به خطوط انتقال و شبکه توزیع آب از طریق نشت هدر می‌رود. با این حال، پدیده نشت در تمامی خطوط لوله‌های آبی جهان، حتی در خطوط انتقالی که به تازگی راه‌اندازی شده‌اند، اتفاق می‌افتد و امکان حذف کامل آن وجود ندارد. اما با مدیریت مناسب و بکاربردن راهکارهای عملیاتی، می‌توان میزان نشت را در محدوده‌ای اقتصادی و قابل‌کنترل نگه داشت و مدیریت نمود. به همین دلیل، چگونگی مدیریت مؤثر نشت همواره یکی از دغدغه‌های اصلی مدیران صنعت آب بوده و مطالعات گسترده‌ای در این زمینه انجام شده و همچنان ادامه دارد.

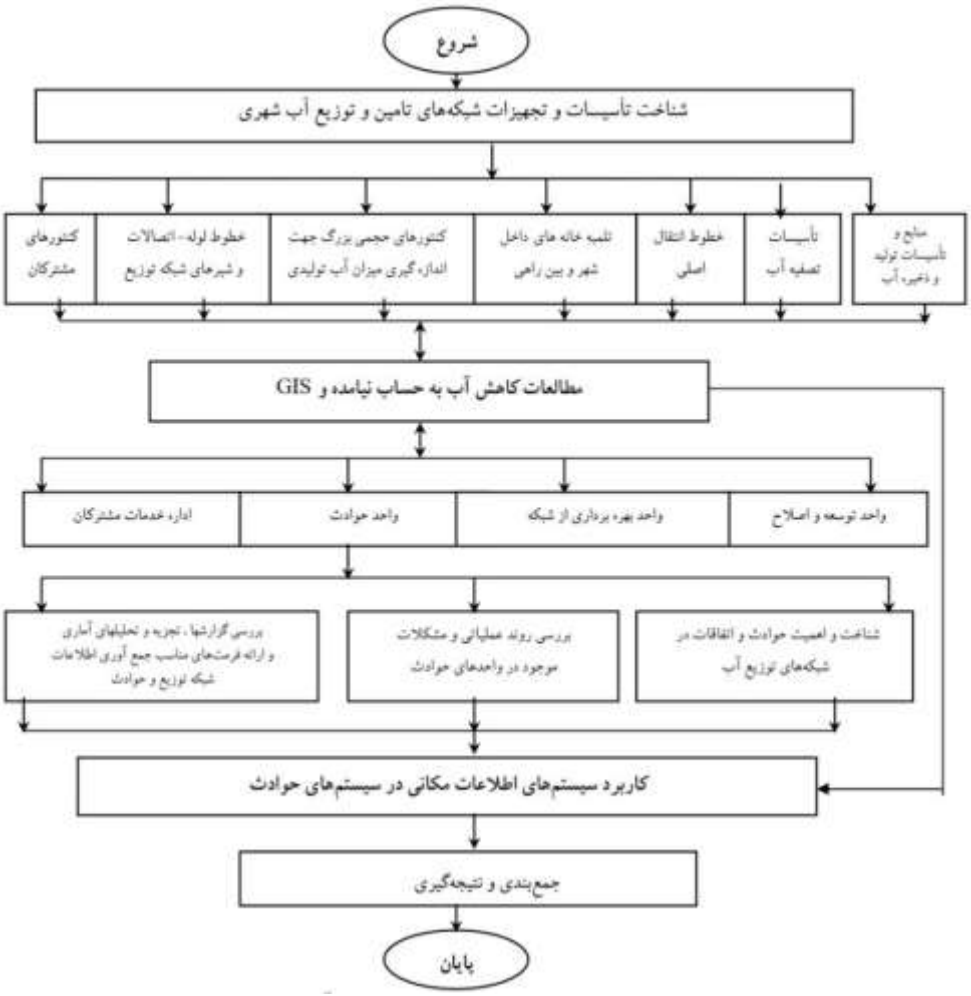
در تحقیقی موتیکانگا و همکاران (Mutikanga et al, 2013) روشهای احتمالی کاهش هدررفت آب را به کمک تصمیم گیری چند معیاره بررسی نمودند. نتایج آنها نشان داد روش هایی که مبتنی بر قابلیت عرضه آب، سلامت عمومی و اقدامات حفاظت از آب هستند بهترین گزینه کاهش تلفات بشمار می روند. به منظور کاهش حوادث و در نتیجه کاهش تلفات و هزینه های تعمیرات و رفع حوادث لازم است بررسی کاملی از حوادث و اتفاقات شبکه، عوامل مؤثر در شکل گیری حوادث صورت گیرد تا به کمک آن و اعمال شیوه های مناسب مدیریتی تعداد حوادث و نرخ شکست لوله ها در سیستم های شبکه توزیع با دقت خوبی پیش بینی گردد و در جهت رفع آن اقدامات لازم بعمل آید. مطالعات انجام شده بیانگر تعداد بالای حوادث سالانه و مقدار زیاد هدررفت آب و همچنین هزینه فرصت از دست رفته مرتبط با هدر رفت واقعی نسبت به پیش بینی فرصت های در دسترس و موجود می باشد.

لذا هر گونه اقدام در جهت اصلاح سیستم منجر به بهره وری در این زمینه خواهد شد. علاوه بر آن وجود نیروهای انسانی برون سپار که بدون برخورد کارشناسی با امر حوادث از نظر جمع آوری اطلاعات لازم، ریشه یابی علل حوادث (RCA) ، مکانیزه نمودن روند رفع حوادث و ... صرفا به انجام رفع حادثه می پردازند مزید علت بوده که نتوان در عارضه یابی ها و یافتن راهکار بهینه اقدام نمود. عدم وجود اطلاعات دقیق و صحیح از شبکه توزیع آب، غیر سیستماتیک و دستی بودن گردش کار در رسیدگی به حوادث و پایین بودن سرعت رسیدگی به حوادث باعث بروز مشکلات زیادی برای شرکتهای آب و فاضلاب و مشترکان شده است. بهبود کارایی سیستم های توزیع و تأمین آب از طریق به کار گرفتن علوم و فناوری های مدرن همچون سیستم اطلاعات مکانی امکان پذیر می باشد. ثبت و ذخیره اطلاعات مربوط به شبکه توزیع، ویرایش و نمایش اطلاعات و همچنین تحلیل آب به حساب نیامده، عوامل مهمی برای مدیریت بهینه و طرح های توسعه هستند. لذا توسعه سیستمی که بتواند اطلاعات مربوط به شبکه آب و واحد های مرتبط با آن از جمله واحد حوادث را ذخیره، تجزیه و تحلیل و مدیریت

نماید، لازم و ضروری به نظر می رسد. لذا استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور مدیریت سیستم های آب و فاضلاب ضروری می باشد.(Tabesh at al, 2009) با رشد تکنولوژی و ارتقای سیستم های ماهواره ای داده های دریافتی و بکارگیری این داده ها در تحلیل حوادث و پیش بینی راهکارها در راستای ارتقا خدمات به ذینفعان همواره مدنظر بوده که در این خصوص به اقدامات انجام شده در شرکت آب و فاضلاب لرستان در مسیر تحقق اهداف مدیریت دارایی های زیر ساختی می پردازد. هدف از این پژوهش این است که اصول و مفاهیم پایه و کاربردی سیستم های حوادث و اتفاقات در شرکت های آب و فاضلاب شهری را براساس سیستم های اطلاعات مکانی بررسی نماید. ثبت و برداشت تمامی اطلاعات تأسیسات شبکه توزیع آب در راستای رسیدگی به حوادث و کاهش هدررفت فیزیکی آب از طریق تجزیه و تحلیل و بررسی اطلاعات ثبت شده در سامانه به منظور تهیه گزارش های مدیریتی و انجام تمهیدات لازم در این زمینه، صرفه جویی اقتصادی و کاهش هزینه های ترمیم رفع حوادث از اهداف این مقاله می باشد. نظر به اینکه سیستم های جاری در واحد های امداد و حوادث ماهیت کارگری دارند و در حال حاضر تلاش مناسبی برای جمع آوری اطلاعات جامع حوادث و تحلیل آنها انجام نمی شود استفاده از روش ارائه شده در این تحقیق در سطح شرکتهای آب و فاضلاب بسیار راهگشا خواهد بود.

مواد و روش‌ها

روند عملیاتی و مطالعاتی مدلسازی سیستم های حوادث و اتفاقات شبکه های توزیع آب شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با توجه به ارتباط بین واحدهای شرکت از جمله واحد امداد حوادث، مطالعات آب به حساب نیامده و GIS و نظر سنجی از کارشناسان ذیربط مطابق فلوچارت شکل (۳) می باشد(Tabesh at al., 2009) .



شکل ۳. روند عملیاتی و مطالعاتی مدلسازی مدیریت حوادث با استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی(GIS)

Fig. 3. Operational and study process of modeling events management using geographic information systems (GIS)

حوادث سطح شهر به دو روش به واحد امداد حوادث اطلاع داده می شود: ۱) از طریق سامانه تلفن (CRM)۱۲۲ و ۲) از طریق مراجعه حضوری مشترکین یا گزارش های همکاران و مدیران. ثبت این گزارشات توسط اپراتور های سامانه ۱۲۲ صورت می پذیرد. پس از اعلام حوادث با توجه به ماهیت آن به اکیپ های عملیاتی براساس اولویت ارجاع و انجام می شوند و نظارت بر انجام آنها متوجه ناظرین مربوطه است. سپس ارائه آمار کارهای انجام شده بصورت روزانه از طریق سامانه (CRM)۱۲۲ و گزارشات کلی لوله و اتصالات و اقلام مصرفی و نوع حادثه اعم از انشعاب، شبکه و خطوط انتقال به واحد GIS ارائه خواهد شد.

تهیه مدل

با انتخاب شبکه توزیع آب شهر دورود به عنوان پایلوت نقشه شبکه شامل تمامی اطلاعات مکانی، خیابانها تجهیزات شبکه و ... رقومی شده و پس از ساخت توپولوژی وارد نرم افزار ARC GIS شدند. اطلاعات حوادث پس از جمع آوری در فرم های مربوطه توسط گروه های امداد و ورود آنها به سامانه GIS با استفاده از دستورات موجود در نرم افزار GIS به منظور تکمیل نقشه شبکه توزیع و زیرسیستم حوادث وارد می شوند.

نصب انشعابات آب و GIS و سامانه نگهداشت اطلاعات مشترکین

به منظور دستیابی به اهداف تیمی متشکل از همکاران شرکت در هر شهرستان در سطح استان به صورت روزانه به کمک دستگاه GPS سه فرکانسه اقدام به برداشت تمامی نصب انشعابات به صورت روزانه نموده و در محل اتصال کمربند و محل نصب کنتور مشترکین اقدام به برداشت مختصات مکانی، جنس لوله، سایز، عمق حفاری و ... را ثبت می نمایند و با تکمیل فرم مربوطه و تحویل آن به واحد GIS اقدام به تکمیل و بروزرسانی نقشه شبکه توزیع آب می نماید شکل (۴). شایان ذکر است که در تمامی امورات در سطح استان عملیات نصب انشعابات آب به صورت قرارداد تفاهم نامه ای با پیمانکار انجام می پذیرد و اجرای کار نصب انشعاب توسط استادکاران آموزش دیده و ماهر ایشان صورت می گیرد، همچنین عملیات بازرسی تأیید یا رد اجرای عملیات به عهده واحد فنی و امور شرکت آب و فاضلاب می باشد.

شکل ۴. برداشت نصب انشعابات آب به صورت روزانه و توسط دستگاه GPS سه فرکانسه به منظور انتقال به سامانه

Fig. 4. Daily measurement of water branch installations using a three-frequency GPS device for transfer to the system

علاوه بر آن در راستای هدفمند نمودن نظام مدیریت دارایی های زیر ساختی و نظارت بر عملیات نصب انشعابات آب و فاضلاب و به منظور مکانیزه نمودن تمامی عملیات این حوزه سامانه نگهداشت اطلاعات مشترکین (سنام) در شرکت آب و فاضلاب لرستان در یکسال

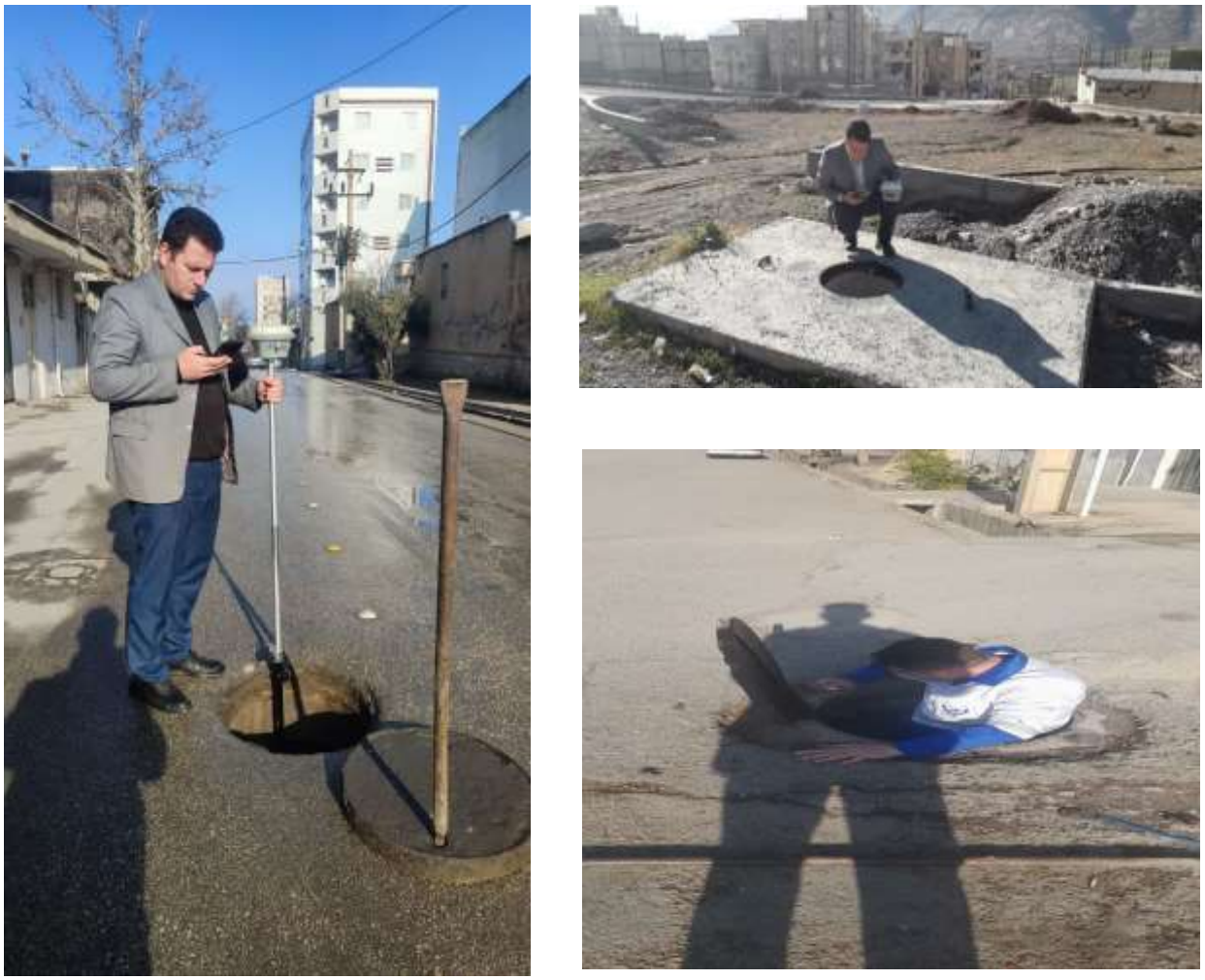
اخیر راه اندازی شده است که تمامی مراحل از ابتدای درخواست مشترک جهت خرید انشعاب و تشکیل پرونده سیستماتیک درخواست ایشان، ارجاع کار به واحد نصب، ارجاع به پیمانکار نصب توسط ناظر نصب و بازگشت کار انجام شده به ناظر به جهت تأیید و نظارت بر آن در این سامانه انجام می پذیرد. شکل (۵) نمایی از این سامانه را نشان می دهد. امکان ثبت تمامی اطلاعات مشترکین، مختصات مکانی، گزارش گیری تعداد دستور کارهای ایجاد شده و همچنین نصب انشعابات انجام شده در هر بازه زمانی به همراه مستندات مربوطه از جمله عکس کارهای انجام شده از قابلیت های این نرم افزار می باشد. نصب این سامانه گامی مثبت و مؤثر برای بهبود وضعیت مدیریت دارایی های زیر ساختی این حوزه از شرکت آب و فاضلاب لرستان می باشد که توسط همکاران مشغول در این حوزه و پشتیبان آن روزانه در حال ارتقا می باشد.

شکل ۵. نمایی از سامانه سنام در شرکت آب و فاضلاب لرستان

Fig. 5. View of the SANAM system in Lorestan Water and Wastewater Company

برداشت مشخصات دارایی های زیر ساختی و ثبت در سامانه GIS

تمامی دارایی های مشهودی همچون حوضچه های شیرآلات ساخته شده و منهول ها به طور روزانه توسط این تیم برداشت و ثبت سامانه GIS می شوند. سایر عملیات اجرایی همانند مرئی سازی های حوضچه شیرآلات و همچنین همسطح سازی نیز تماماً توسط تیم های اجرایی واحد GIS برداشت و ثبت سامانه می شوند. حسن این روش این است که با بهره وری از نیروی انسانی که از دارایی های شرکتهای آب و فاضلاب محسوب می شوند و همچنین استفاده از پتانسیل همکاران اقدام به تکمیل نقشه نموده و علاوه بر آن هیچ گونه هزینه ای در این راستا به نیروهای برون سپار و مشاور پرداخت نخواهد شد. شکل (۶) نمایی از برداشت اطلاعات توسط همکاران شرکت آب و فاضلاب لرستان را نشان می دهد.



شکل ۶. برداشت دارایی های شرکت (حوضچه ها و منهول ها) توسط دستگاه GPS سه فرکانسه به منظور انتقال به سامانه

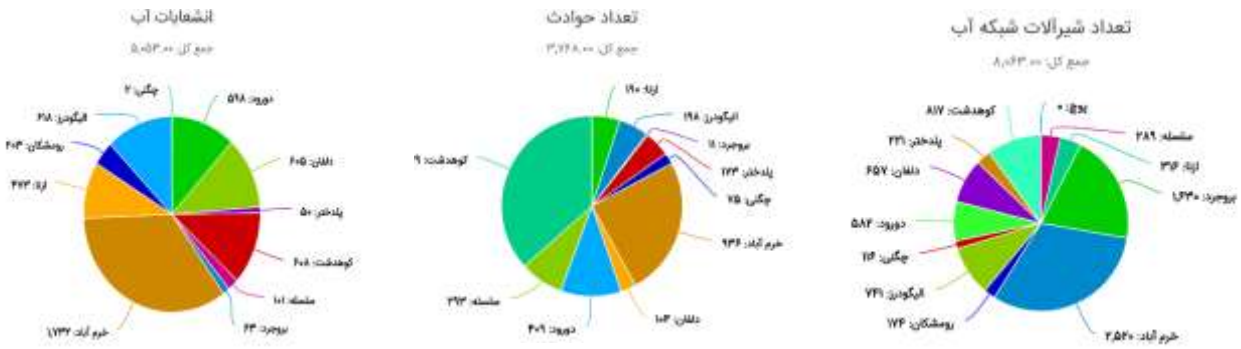
Fig. 6. Assets Withdrawal of company (ponds and manholes) using a three-frequency GPS device for transfer to the system

برداشت مشخصات حوادث شبکه توزیع، خطوط انتقال جهت ثبت در سامانه GIS

تمامی اطلاعات مربوط به حوادث اعم از شبکه توزیع و خطوط انتقال به همراه اطلاعات کیفی آنها از جمله علل حادثه، قطر لوله، عمق حفاری، جنس لوله ها و ... بصورت روزانه جمع بندی و وارد سامانه می گردد. در شکل (۷) تراکم حوادث و اتفاقات سال ۱۴۰۲ را در زیر سیستم حوادث GIS نشان می دهد. همچنین در شکل (۸) آمار روزانه دارایی ها و حوادث ثبت شده در سطح استان ارائه شده است.

شکل۷. برداشت اطلاعات حوادث شبکه و خطوط انتقال و شیرآلات شبکه جهت ثبت در سامانه GIS

Fig. 7. Extracting information about network incidents, transmission lines, and network valves for recording in the GIS system

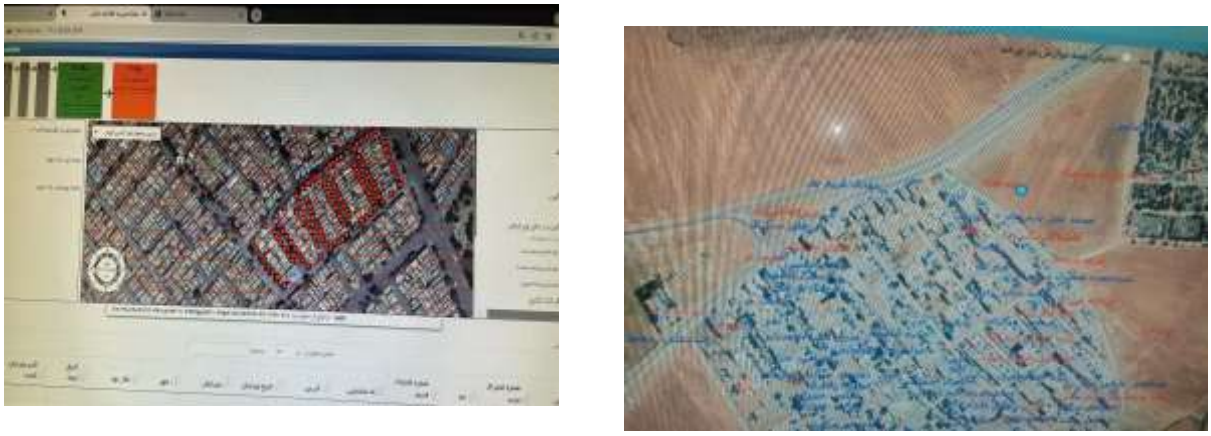


شکل۸ .امکان گزارش گیری برداشت اطلاعات مربوط به برداشت شیرآلات، انشعابات و حوادث شبکه

Fig. 8. Possibility of reporting information related to the removal of valves, branches and network events

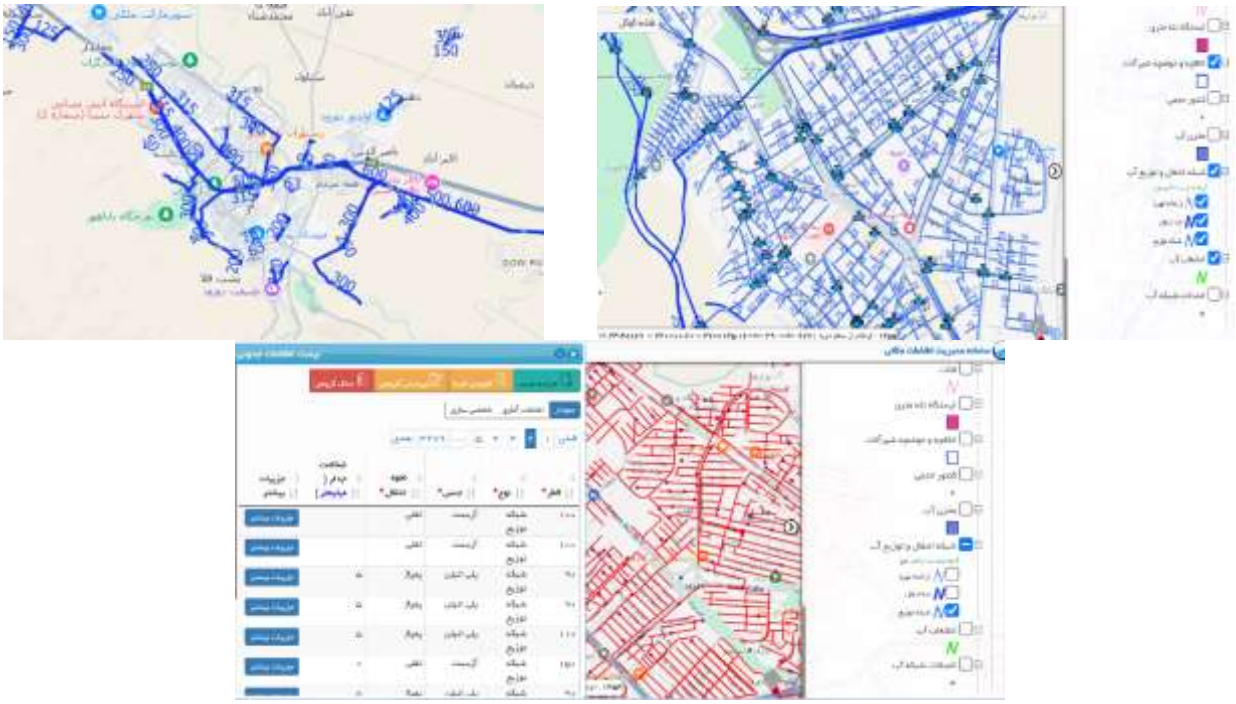
ثبت اطلاعات مشترکین درسامانه GIS

از جمله قابلیت های کاربردی سامانه GIS توانایی ثبت تمامی اطلاعات مشترکین شامل آدرس، سایز لوله انشعاب و .... می باشد. آمار این حوزه نیز توسط رابطین GIS برداشت و ثبت سامانه می گردد در شکل (۹) نمایی از ثبت اطلاعات قابل رؤیت می باشد.



شکل۹. ثبت اطلاعات مشترکین در سامانه GIS
Fig. 9. Recording customer information in the GIS system

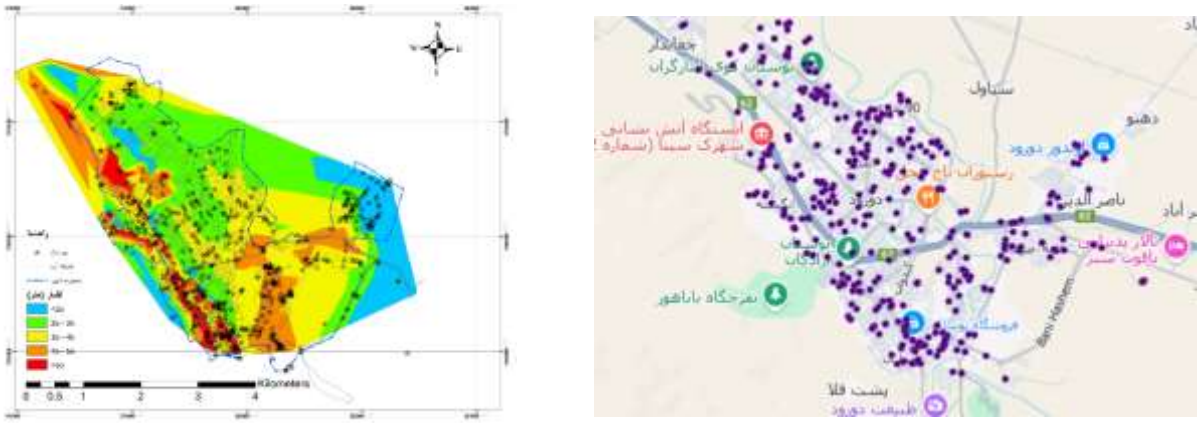
از جمله اطلاعات قابل دریافت ازین زیرسیستم می توان به شناسایی تعداد و محل شیر های شبکه، نمایش محل و وقوع هر حادثه روی نقشه، اطلاعات مکانی و توصیفی حادثه ها،گزارش گیری ها براساس فشار موجود در گره های شبکه و .... اشاره نمود شکل(۱۰).



شکل۱۰. پیاده سازی نقشه شبکه توزیع آب شهر دورود در بستر سامانه موقعیت مکانی جغرافیایی
Fig. 10. Implementation of the water distribution network map of the city of Dorud in the context of a geographic location system

تراکم حوادث در سامانه GIS

تراکم حوادث در شکل (11) در سال ۱۴۰۲ نشان داده شده است. مدل حوادث با در نظر گرفتن توپولوژیک عوارض مکانی و روابط هیدرولیکی در شبکه توزیع، محل شیرهای لازم جهت قطع جریان آب و مشخص شدن مشترکینی که بی آب می شوند (به هنگام رفع حوادث) راهگشا خواهد بود و لذا اطلاع رسانی همگانی به موقع در هنگام قطع آب این مشترکین انجام شده تا نارضایتی مشترکین به حداقل برسد. همچنین می توان به کمک تحلیل شبکه، مواردی که ناشی از اجرای نادرست شبکه است و یا اتصال پهنه های شبکه توزیع و .... را شناسایی نمود.



شکل۱۱. تراکم حوادث شبکه توزیع آب شهر دورود
Fig. 11. Density of events in the water distribution network of Durood city

با استفاده از این مدل مناطق مستعد اصلاح و بازسازی قابل تشخیص خواهد بود که به کمک آن می توان دلیل تراکم حوادث در هر زون را شناسایی نمود.

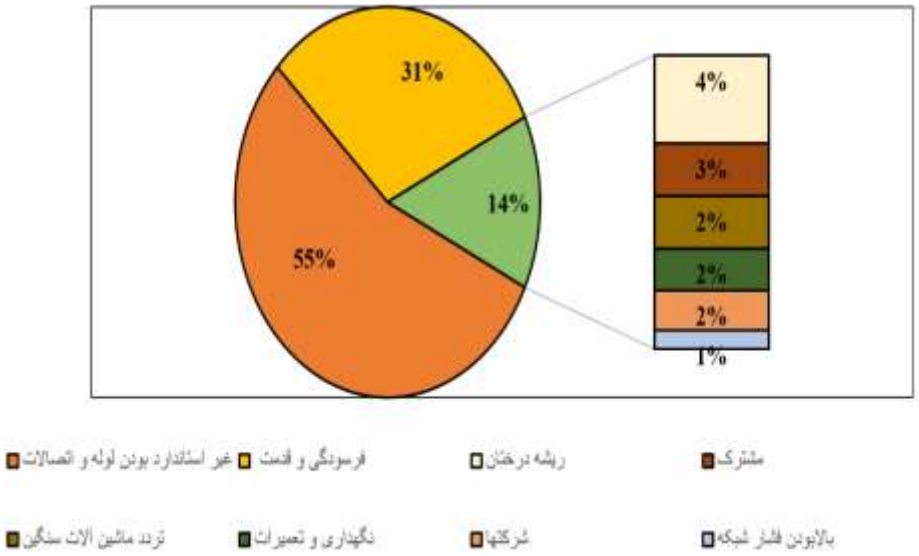
شاخص های اتفاقات

به منظور تجزیه و تحلیل حوادث، شاخص هایی که بیانگر تمام جوانب مسأله باشند انتخاب و توسط مدل تهیه شده و در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول۱. شاخص های حوادث دوره یکساله ۱۴۰۲ در منطقه
Table 1. Indicators of accidents in the region for the one-year period of 1402.

شاخص	مقدار
تعداد کل حوادث	1936
تعداد حوادث انشعابات	1686
حوادث خط انتقال	26
تعداد حوادث شبکه	224
تعداد کل انشعابات	45078
طول کل شبکه	235.23
تعداد حوادث انشعاب به حوادث شبکه	7.53
حوادث شبکه به کل حوادث	0.12
حوادث انشعاب به کل حوادث	0.87
حوادث خط به کل حوادث	0.01
حوادث شبکه به طول شبکه	0.95

به عنوان مثال تعداد حوادث شبکه معادل ۲۲۴ مورد و طول شبکه برابر ۲۳۵.۲۳ کیلومتر می باشد، شاخص تعداد حوادث به طول شبکه برابر۰/۹۵ محاسبه شده است. به منظور تعیین علل ریشه ای حوادث شهر دورود و به کمک اطلاعات سامانه GIS آمار سه ساله حوادث مورد آنالیز قرار گرفته و نتایج نشان می دهد عمده ترین علل بروز حوادث این شهر شامل کیفیت نامناسب لوازم مصرفی با ۵۵ درصد، فرسودگی و قدمت شبکه در حدود ۳۱ درصد و ۱۴ درصد شامل ریشه درختان، تردد ماشین آلات و بارهای جانبی وبالابودن فشار، صدماتی که توسط سایر ارگان ها به شبکه وارد می گردد و .... را می توان ذکر کرد که همگی از علل بروز هدررفت واقعی می باشند، شکل (۱۲).



شکل۱۲. علل وقوع حوادث میانگین سال ۱۴۰۰ لغایت ۱۴۰۳ منطقه مورد مطالعه
Fig. 12. Causes of the events from 1400 to 1403 years in the study area

تلفات آب به عنوان یک مشکل جهانی، یکی از چالش‌های اساسی در مدیریت منابع آب است که از کشورهای توسعه‌یافته با زیرساخت‌های پیشرفته تا کشورهای در حال توسعه با منابع محدود، گسترده شده است. این پدیده در تمامی شبکه‌های آب و فاضلاب رخ می‌دهد، اما حجم آن بسته به توانایی شرکت‌های مدیریتی در کنترل و بهینه‌سازی شبکه‌ها متفاوت است. در بسیاری از موارد، تلفات آب نه تنها نشان‌دهنده ضعف در مدیریت شبکه است، بلکه به عنوان یک تهدید جدی برای پایداری منابع آب و توسعه اقتصادی مطرح می‌شود. تغییرات آب‌وهوایی، افزایش جمعیت، خشکسالی‌های مکرر و کمبود منابع آب به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، فشار مضاعفی بر سیستم‌های تأمین آب وارد کرده‌اند. این عوامل، تأمین آب را به یک عامل محدودکننده برای توسعه اقتصادی و پایداری محیط‌زیستی تبدیل کرده‌اند. با این حال، شگفت‌انگیز است که بسیاری از کشورها هنوز ارزیابی دقیق و قابل اطمینانی از میزان تلفات آب و تأمین آن ندارند. این عدم شفافیت، برنامه‌ریزی و مدیریت مؤثر منابع آب را با مشکل مواجه کرده است. شبکه‌های توزیع آب شهری، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، اغلب مدفون و فراموش شده هستند و تنها زمانی مورد توجه قرار می‌گیرند که نشتها و شکستگی‌ها به سطح زمین رسیده و باعث هدررفت مقادیر قابل توجهی از آب و درآمد شوند. شرکت‌های آب و فاضلاب معمولاً با کمبود شدید منابع مالی و بار مسئولیت‌های عملیاتی مواجه هستند که اولویت‌های بالاتری نسبت به کاهش تلفات آب دارند. این موضوع باعث می‌شود که اقدامات لازم برای کاهش نشت و بهبود مدیریت شبکه به تعویق افتاده یا نادیده گرفته شود.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان می دهد اقدامات انجام شده در شرکت آب و فاضلاب لرستان همچون برداشت مختصات مکانی حوادث به همراه مشخصات توصیفی محل حادثه از جمله جنس، قطر، عمق و ... و همچنین برداشت اطلاعات شبکه توزیع با ثبت نصب انشعابات انجام شده روزانه به همراه اطلاعات توصیفی از جمله برداشت در محل کمربند و محل نصب کنتور مشترکین، برداشت منهول ها و حوضچه های شیرآلات و .... استفاده از سامانه های نگهداشت اطلاعات مشترکین (سنام) و همچنین سامانه موقعیت مکانی ماهواره ای گام مثبتی در این شرکت به منظور بهبود وضعیت مدیریت دارایی های زیر ساختی و اصلاح و صحت سنجی دارایی های شرکت می باشد که علاوه بر آن با ثبت این اطلاعات نقشه های شبکه توزیع آب بدون صرف هزینه و تنها با تکیه بر پتانسیل درون سازمانی که خود از دارایی های شرکت هستند صحت سنجی و تکمیل می گردد. همچنین براساس نتایج حاصله سیستم موقعیت مکانی جغرافیایی می تواند یک مدل جامع برای سیستم واحد حوادث در شرکت های آب و فاضلاب باشد که از اهداف آن موارد ذیل را می توان بیان نمود:

پیش‌بینی خرابی‌ها، افزایش سرعت تعمیرات و کاهش زمان رفع حادثه و در نتیجه کاهش هدررفت، ریشه یابی علل خرابی (تجزیه و تحلیل حوادث)، تعیین دوره‌های بازرسی، تعیین زمانبندی بهینه تعمیرات، نقشه‌برداری دقیق از شبکه توزیع، نظارت بر تغییرات کاربری اراضی و ....

با عنایت به قابلیت های سامانه GIS و کاربرد آن در تمام حوزه های شرکت و به منظور بهبود وضعیت مدیریت حوادث و مدیریت دارایی زیر ساختی در شروع کار به نحو مطلوبی اثر بخش بوده ولی کافی نمی باشد و برنامه های زیر در دستور کار قرار خواهد گرفت:

۱- لینک نرم افزار ۱۲۲ (سامانه حوادث) با GIS و ثبت و بررسی حوادث و اتفاقات شبکه به تفکیک کد عارضه

۲- بررسی زونهای فشاری و شناسایی مشترکینی که در اثر یک حادثه بی آب می شوند.

۳- آمادگی برای عکس العمل سریع در هنگام بروز انواع حوادث هنگام حوادث غیر مترقبه (پدافند غیرعامل)

۴- ثبت هزینه های خسارتها

۵-ردیابی کنتورهای خراب

قدردانی

بدین وسیله از تمامی همکاران محترم در حوزه GIS شرکت آب و فاضلاب لرستان، همکاران محترم سامانه (CRM)۱۲۲ و همکاران محترم حوزه مشترکین و پشتیانی سامانه سنام و تمامی همکارانی که در تهیه این مجموعه همکاری نموده اند تشکر و قدردانی بعمل می آید.

منابع

El-Hassanin, A. S., Samak, M. R., Ahmed, S. M., Afifi, M. M., & Abd El-Satar, A. M. (2022). Bioaccumulation of heavy metals during composting and vermicomposting processes of sewage sludge. *Egyptian Journal of Chemistry*, *65*(132), 1155-1162.

Fallahi, H., Jalili Ghazizadeh, M., Aminnejad, B., & Yazdi, J. (2022). Detection of two simultaneous leakages in water distribution network using hybrid feedforward artificial neural networks. *Amirkabir Journal of Civil Engineering*, *54*(5), 1965-1982.

Liemberger, R., & Wyatt, A. (2019). Quantifying the global non-revenue water problem. *Water Supply*, *19*(3), 831-837.

Tabesh, M., Jafari, H., & Delavar, M. (2009). A water distribution network accident management model using GIS. *Journal of Water and Wastewater; Ab va Fazilab (in persian)*, *20*(2), 2-15.

Mutikanga, H. E., Sharma, S. K., & Vairavamoorthy, K. (2013). Methods and tools for managing losses in water distribution systems. *Journal of Water Resources Planning and Management*, *139*(2), 166-174.