

# Application of Geographic Information System ( GIS ) In Urban Networks Management

*Ghadirian, P., (Ms.), Isfahan Water & Wastewater Company*

## **Abstract**

Population increase as well as increasing urban growth and expansion, have led to the further extension and complication of the urban utilities networks. Also, the increasing number of users and the variety of urban utility services to be offered, the management and maintenance of the networks is being turned into a difficult and complicated work. With regard to such complication, utilization of comprehensive management information systems to direct development and operation of urban utility systems, has attracted considerable attention. Utilization of these systems have many benefits including productivity increase, resistibility increase against probable accidents, reduction in costs, improvement in application of management methods or techniques, etc.

The aim of this study is to explain GIS abilities in planning, design, management and maintenance of urban water and wastewater networks and related users affairs. To this aim, after explaining about the GIS definition, some of difficulties and problems, exist in the maintaining of Isfahan water and wastewater networks, were described. Also, the stages of a pilot project which are done with real data in a part of the city of Isfahan, were described. Finally some of existing and future applications of this system, in relation to different parts of water and wastewater companies was presented.

# کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت شبکه‌های شهری

پیام قدیریان\*

چکیده

افزایش جمعیت و رشد و گسترش روزافزون شهرها سبب توسعه و پیچیدگی هر چه بیشتر شبکه‌های تأسیسات شهری گردیده است. همچنین با ازدیاد تعداد مشترکین و تنوع خدمات شهری قابل ارائه، مدیریت و بهره‌برداری از این شبکه‌ها به عملی پیچیده و دشوار تبدیل می‌شود. با توجه به این پیچیدگی، استفاده از سیستم‌های جامع مدیریت اطلاعات جهت هدایت توسعه و راهبری شبکه‌های تأسیسات شهری بسیار مورد توجه قرار گرفته است. به کارگیری این سیستم‌ها دارای منافع بسیاری از جمله افزایش بهره‌وری، افزایش قدرت مقابله با حوادث غیر قابل پیش‌بینی، کاهش هزینه‌ها و بهبود روش‌های اعمال مدیریت و ... می‌باشد.

هدف از انجام این تحقیق، بیان چگونگی به کارگیری توانائی‌های سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در زمینه‌های مختلف برنامه‌ریزی، طراحی، مدیریت و بهره‌برداری از شبکه‌های آب و فاضلاب و امور مشترکین مرتبط با آنها می‌باشد. بدین منظور پس از بیان تعریف مختصری از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، برخی مشکلات و نارسایی‌های موجود در بهره‌برداری از شبکه‌های آب و فاضلاب شهر اصفهان ذکر می‌گردد. سپس مراحل انجام یک پروژه آزمایشی (Pilot)، که در بخشی از شهر اصفهان و با استفاده از داده‌های واقعی انجام گردیده، بیان خواهد شد و در انتها نیز برخی از کاربردهای موجود و آتی سیستم پیشنهادی در ارتباط با واحدهای مختلف شرکت‌های آب و فاضلاب ارائه خواهد گردید.

مقدمه

افزایش سریع جمعیت در سطح جهان و تشکیل جوامع انسانی گسترده سبب گردیده تا نیاز روزافزون به آینده‌نگری و برنامه‌ریزی در همه ابعاد زندگی به صورت کامل نمایان گردد و آنچه مسلم است یکی از ارکان مهم تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها، دسترسی به اطلاعات دقیق و به هنگام می‌باشد. پیشرفت‌های روزافزون فناوری در زمینه جمع‌آوری اطلاعات و ارتباطات باعث به وجود آمدن حجم زیادی از آمار، ارقام و اطلاعات شده است ولی این اطلاعات، آمار و ارقام وقتی با ارزش می‌باشد که به نحو صحیح، در قالب مناسب و در زمان معینی ارائه گردد. لذا اهمیت و لزوم تشکیل بانک‌های اطلاعاتی به منظور بازیابی و دستیابی سریع به اطلاعات فوق احساس

می‌شود. تحولات وسیع در علم اطلاع‌رسانی مدیون پیشرفت‌های سریع در کاربرد کامپیوتر و قابلیت‌های عملی آن می‌باشد. از ویژگی‌های سیستم‌های اطلاعات کامپیوتری، ذخیره‌سازی و بازیابی حجم وسیعی از داده و اطلاعات است که به طور معمول در پایگاه‌های اطلاعاتی ساختار یافته و به صورت مستقل یا در شبکه‌های کامپیوتری مورد ارزیابی و استفاده قرار می‌گیرد [۱]. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS<sup>۱</sup> جهت ذخیره، بازیابی و تحلیل اطلاعات وابسته به مکان پدیده‌ها به وجود آمده‌اند. این سیستم‌ها قابلیت دریافت اطلاعات و داده‌ها را از قالب‌های گوناگون دارا می‌باشند و پس از انجام پردازش و

\* - کارشناس ارشد شهرسازی، شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان

تحلیل‌های مورد نیاز نتایج را به صورت داده‌های پردازش شده، نقشه‌ها، نمودارها... ارائه می‌نمایند.

صنعت آب و فاضلاب در کاربردهای مهندسی خود نیاز به اطلاعات و داده‌هایی دارد که اکثراً با مرجع مکان، بایگانی و بازیابی می‌شوند. شبکه آب‌رسانی، شبکه هدایت فاضلاب و امور مشترکین عمده‌ترین موضوعات دستور کار شرکت‌های آب و فاضلاب می‌باشند که همگی به مکان جغرافیایی اجزای شبکه و منازل مشترکین وابسته هستند. از این رو استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی برای پاسخ‌گویی به نیازهای صنعت آب و فاضلاب امری اجتناب‌ناپذیر است [۲].

### سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)

سیستم اطلاعات جغرافیایی، اجتماعی سازمان یافته از سخت‌افزار، نرم‌افزار، اطلاعات و کارشناسان، با هدف گردآوری، ذخیره‌سازی، به هنگام کردن، پردازش، آنالیز و نمایش انواع مختلف اطلاعات جغرافیایی می‌باشد. به عبارت ساده‌تر یک سیستم کامپیوتری است که قادر می‌باشد داده‌های فضایی<sup>۱</sup> و داده‌های توصیفی<sup>۲</sup> مربوط به مکان‌های موجود بر سطح زمین را نگهداری کرده و آنالیز نماید [۵]. همچنین در تعریف این سیستم‌ها می‌توان گفت، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی سیستم‌هایی هستند که با تلفیق اطلاعات تصویری و اطلاعات توصیفی جمع‌آوری شده در محیط کامپیوتر، امکان پردازش‌های پرتوانی چون امکان دست‌یابی به اطلاعات توصیفی از طریق اطلاعات تصویری و بالعکس، امکان مطالعه تأثیر تغییرات اطلاعات توصیفی در اطلاعات تصویری و بالعکس را فراهم می‌کنند. این نوع سیستم‌ها می‌کوشند تا با استفاده از فناوری کامپیوتری و قابلیت‌هایی که این فناوری در دسترس می‌گذارد محیطی پیوسته و یکپارچه از اطلاعات تصویری و اطلاعات توصیفی مرتبط با آن را ایجاد نمایند و نمادی طبیعی، ساده‌تر و عینی از پردازش‌هایی که در محیط‌های خشک و پیچیده پایگاه‌های اطلاعاتی سنتی صورت می‌گرفت، ارائه کنند [۶].

### هدف پژوهش

قریب به دو دهه از به کارگیری سیستم‌های طراحی و

نقشه‌کشی به کمک کامپیوتر CAD<sup>۳</sup> در جهت بالا بردن توانایی‌های نقشه‌کشی و تهیه و نگهداری نقشه‌های مناسب می‌گذرد. همچنین نرم‌افزارهای بانک اطلاعات مدیریت در شرکت‌های خدمات تأسیسات شهری از مدت‌ها پیش به کار گرفته شده‌اند. این سیستم‌ها به دلیل عدم توانایی در مدیریت واحد و کارآمد اطلاعات و ناتوانی در برقراری ارتباط مناسب بین اطلاعات گرافیکی و اطلاعات توصیفی، توفیق چندانی در امور مهندسی تأسیسات شهری نداشته‌اند. اما ظهور سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، که مدیریت اطلاعات سازماندهی شده، نقشه‌کشی اتوماتیک و مدل‌سازی فضایی را جهت مدیریت اطلاعاتی که ماهیت جغرافیایی دارند در یک نرم‌افزار جمع می‌کنند، سبب مطرح شدن این سیستم‌ها به عنوان ابزاری کارآمد در بخش‌های برنامه‌ریزی و بهره‌برداری شرکت‌های مهندسی تأسیسات شهری شده است [۴].

هدف از انجام این تحقیق، بیان چگونگی به کارگیری توانایی‌های سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در زمینه‌های مختلف برنامه‌ریزی، مدیریت و بهره‌برداری از شبکه‌های آب و فاضلاب و امور مشترکین مرتبط با آنها می‌باشد.

### مراحل انجام پژوهش [۳]

بررسی وضع موجود و مطالعات اولیه

طراحی و اجرای نخستین شبکه‌های آب و فاضلاب در شهر اصفهان به حدود سی سال قبل باز می‌گردد. در این مدت توسعه شهر و افزایش تعداد مشترکین سبب وسعت و پیچیدگی بسیار زیاد این شبکه‌ها گردیده است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که در طی این سال‌ها لوله‌ها، شیرآلات و سایر تأسیسات مربوطه دچار پوسیدگی گردیده‌اند. همچنین بر اثر گاز H<sub>2</sub>S موجود در شبکه‌های فاضلاب، پدیده خوردگی سبب تخریب قسمت فوقانی لوله‌ها شده است. بنابراین نیاز به بازنگری، مرمت و تعویض قسمت‌های قدیمی شبکه احساس می‌شود. از طرف دیگر به علت وجود مشکلات اجرایی، در برخی مناطق، لوله‌گذاری دقیقاً منطبق بر پروفیل طراحی شده

- 1- Spatial Data
- 2- Attribute Data
- 3- Computer Aided Design

اجرا نگردیده و ممکن است در موقعیت، قطر، جنس، عمق و یا جهت شیب لوله تغییراتی به وجود آمده باشد که این تغییرات بر روی پروفیل‌ها منعکس شده باشد. همچنین به دلیل تعریض معابر یا احداث خیابان‌های جدید، موقعیت شبکه موجود با پلان‌های طراحی شده مطابقت نمی‌کند. موارد فوق سبب می‌گردد تا مکان شیرآلات و سایر تأسیسات زیرزمینی اغلب تنها در ذهن کارگران واحد حوادث یا تعمیرات شبکه قرار داشته باشد و با باز نشسته شدن یا تغییر شغل آنان، اطلاعات نیز از بین برود. به این ترتیب ضرورت بازنگری پروفیل‌ها، که اکنون به صورت دستی طراحی و بایگانی می‌شوند و حجم بسیار زیادی را نیز به خود اختصاص داده‌اند، بیش از پیش آشکار گردیده است.

مسائل دیگری همچون ناکافی بودن قطر لوله‌ها در شبکه موجود به دلیل توسعه برخی مناطق، کنتورهای خراب و معیوب و مسئله آب به حساب نیامده، کنتور نویسی، تغییرات مداوم در اعیانی و بعضاً در عرصه واحدهای تجاری، مسکونی، ... و لزوم دسترسی سریع به پرونده مشترکین و ... همگی از مشکلات صنعت آب و فاضلاب، به ویژه در شهر اصفهان می‌باشند.

مطالعات اولیه جهت امکان‌پذیری پیاده‌سازی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان به ابتدای سال ۱۳۷۵ باز می‌گردد. پس از بررسی‌های انجام شده، منابع داده‌های مورد نیاز جهت نرم‌افزار GIS مشخص گردید:

داده‌های گرافیکی (نقشه پایه)  
- نقشه‌های قدیمی ۱:۵۰۰ موجود در بایگانی امور فنی و مهندسی

- عملیات نقشه‌برداری زمینی و تراز یابی معابر  
- عملیات مساحی جهت واحدهای مسکونی، تجاری و ...  
- پروفیل‌های آب و فاضلاب موجود در بایگانی  
- اطلاعات موجود در ذهن پرسنل فنی  
- دیجیتایز نقشه‌های به هنگام شده  
- ترسیم، ویرایش و نوشتار مستقیم در نرم‌افزار AutoCad

داده‌های غیر گرافیکی (بانک‌های اطلاعاتی)  
- فایل‌های اطلاعات کامپیوتر مرکزی شرکت

- کامپیوتر و بایگانی پرونده مشترکین در اداره منطقه ۲  
آب و فاضلاب اصفهان  
- اطلاعات مساحی  
- اطلاعات موجود در پروفیل‌های آب و فاضلاب  
- تصحیح و ویرایش مستقیم اطلاعات مالی، آب بها و مصرف آب و ... در کامپیوتر

### مراحل انجام یک پروژه نمونه

مراحل انجام یک پروژه نمونه جهت بررسی میزان کارایی و قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی در شبکه‌های آب و فاضلاب شهر اصفهان به طور خلاصه به شرح زیر می‌باشد:

الف - تهیه، تکمیل و دیجیتایز نقشه‌های مورد نیاز در مقیاس ۱:۵۰۰ و چسباندن آن‌ها جهت تشکیل بلوک در مساحتی بالغ بر ۲۰۰ هکتار از منطقه شهری اصفهان

ب - پیاده کردن واحدهای ساختمانی بر روی نقشه‌ها و نوشتن یک شماره یگانه (به طور مثال شماره ردیف مشترکین) بر روی آن‌ها

پ - ترسیم شبکه‌های آب و فاضلاب بر روی نقشه‌های پایه و نمایش موقعیت شیرها، تقاطع لوله‌ها، آدم‌روها و ...

ت - تعیین کد ارتفاعی نقاط در معابر با توجه به کد ارتفاعی شبکه فاضلاب

ث - تشکیل بانک اطلاعاتی مربوطه به واحدهای ساختمانی و برقراری ارتباط بین نقشه مربوط و بانک اطلاعاتی از طریق شماره یگانه روی واحدها (شماره ردیف). این بانک اطلاعاتی از ۲۶۴۰ رکورد و ۲۲ فیلد اطلاعات به شرح زیر تشکیل شده است:

شماره ردیف، شماره اشتراک، نام و نام خانوادگی مشترکین، آدرس، متراژ عرصه و اعیانی، تعداد واحد مسکونی (تجاری)، تاریخ نصب انشعابات آب و فاضلاب، نوع کاربری، میزان مصرف آب (در یک دوره مشخص)، قطر انشعاب آب، قطر سیفون فاضلاب، بدهی بابت قبوض آب، بدهی بابت امور مشترکین.

ج - تشکیل بانک اطلاعاتی مربوط به لوله‌های آب و

1- Overlapping

برقراری ارتباط بین لوله مربوطه و بانک اطلاعاتی از طریق کد یگانه متناظر آن. این بانک اطلاعاتی از ۹۴ رکورد و ۵ فیلد اطلاعات به شرح زیر تشکیل شده است:

شماره یگانه، قطر لوله، عمق لوله، نوع لوله، طول لوله، سال نصب لوله.

چ - تشکیل بانک اطلاعاتی مربوط به لوله‌های فاضلاب و برقراری ارتباط بین لوله و بانک اطلاعاتی از طریق کد یگانه متناظر آن. این بانک اطلاعاتی از ۷۶۷ رکورد و ۸ فیلد اطلاعات بشرح زیر تشکیل شده است:

شماره یگانه، تراز لوله، تراز زمین، عمق لوله، قطر لوله،

شماره پروفیل مربوطه در بایگانی.

ح - برقراری ارتباط یک به یک بین بانک‌های اطلاعاتی

و اجزای نقشه پایه با استفاده از نرم‌افزار ARCCAD

خ - انجام تحلیل‌ها و بررسی‌های مورد نیاز با استفاده از

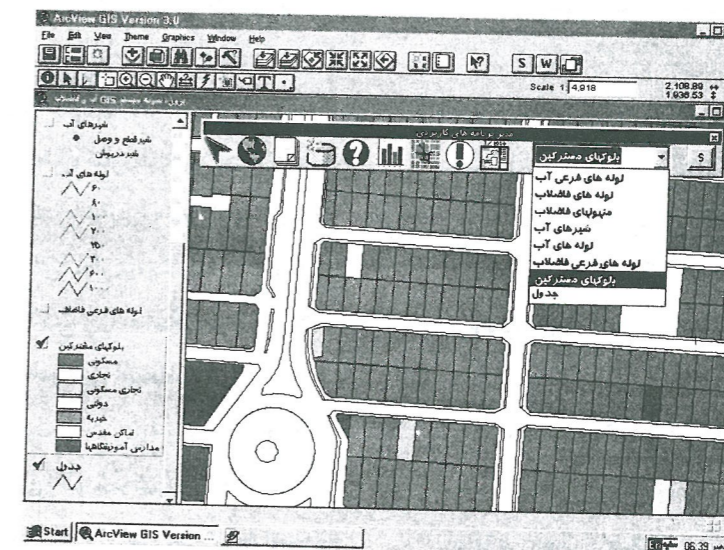
قابلیت‌های نرم‌افزار ArcView GIS 3.0

تصویر ۱ شمایی کلی از نرم‌افزار تهیه شده به همراه

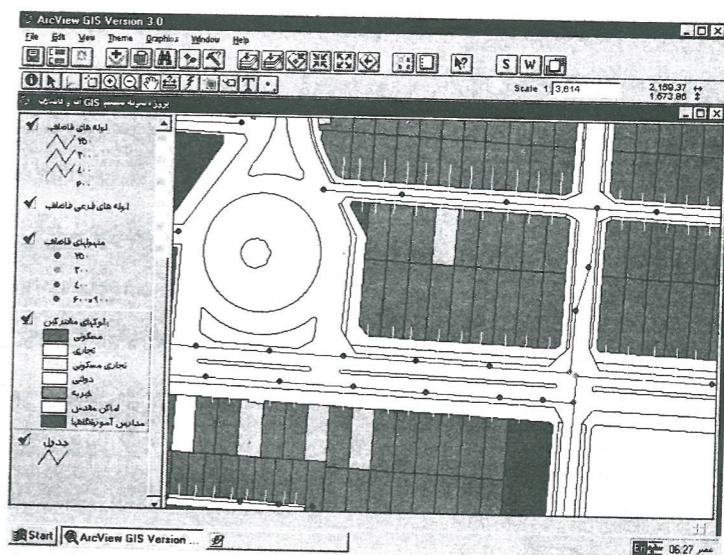
لایه‌های اطلاعات موجود در آن را نمایش می‌دهد و تصویر ۲

نمایانگر موقعیت بخشی از تأسیسات شبکه فاضلاب در منطقه

پروژه نمونه است.



تصویر ۱ - شمایی کلی از نرم‌افزار تهیه شده و لایه‌های اطلاعات



تصویر ۲ - موقعیت بخشی از تأسیسات شبکه فاضلاب در منطقه

### تحلیل اطلاعات

آماده شدن برنامه نهایی در محیط نرم‌افزار

ARCVIEWGIS، امکان انجام بررسی‌ها و تحلیل‌های گوناگون

و تهیه خروجی‌های مختلف را فراهم می‌آورد. برخی از این

بررسی‌ها که با استفاده از امکانات نرم‌افزار GIS انجام می‌شوند،

جنبه تحلیلی داشته و برخی دیگر تنها از جنبه نمایش و

اطلاع‌رسانی کاربرد دارد. همچنین بسیاری از بررسی‌ها جنبه

مکانی دارد و با توجه به موقعیت عوارض بر روی نقشه معنا و

مفهوم می‌یابد. تصاویر و نمودارهای ضمیمه برخی از این‌گونه

تحلیل‌ها را به نمایش می‌گذارد.

از جمله قابلیت‌های بسیار جالب نرم‌افزار تهیه شده توانایی

تعیین موقعیت مکانی عوارض بر روی نقشه با استفاده از

اطلاعات جداول است. امکان تعیین موقعیت مشترکین بدهکار

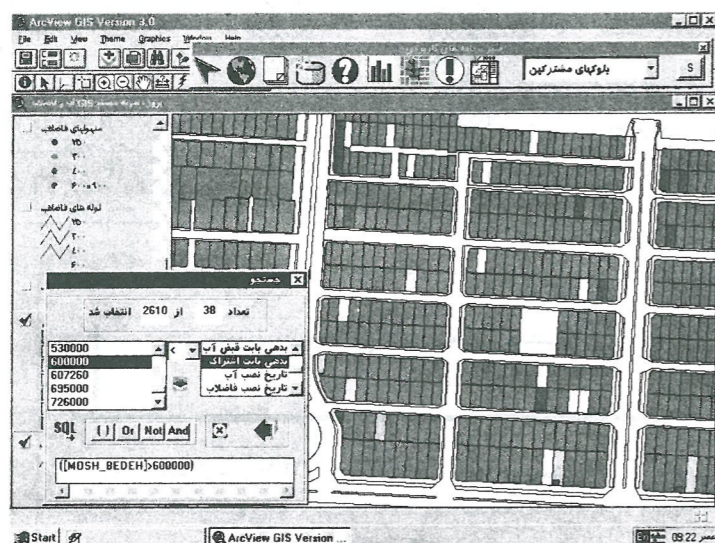
به شرکت با تعیین موقعیت لوله‌ها با انشعابات نصب شده قبل از

یک تاریخ معین و ... از جمله توانایی‌های این نرم‌افزار هستند.

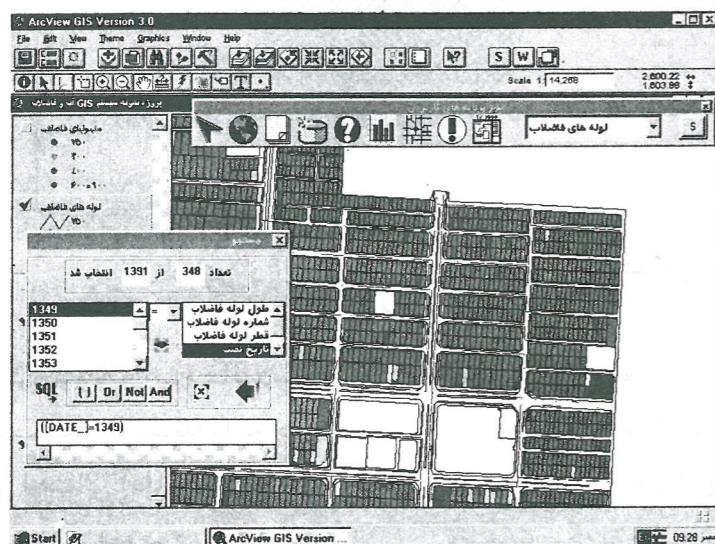
تصاویر ۳ و ۴ نمایانگر قابلیت‌های فوق می‌باشند و نمودارهای ۵

تا ۸ نیز مقایسه‌ای بین تاریخ نصب انشعابات آب و فاضلاب

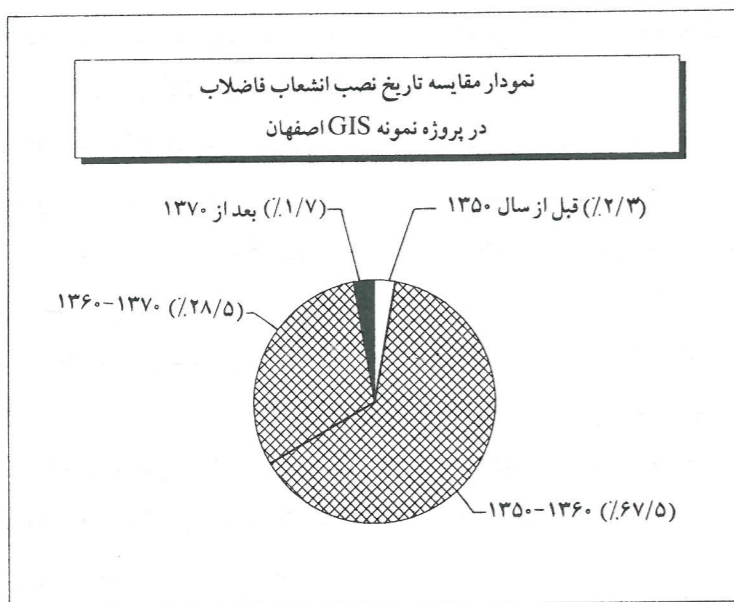
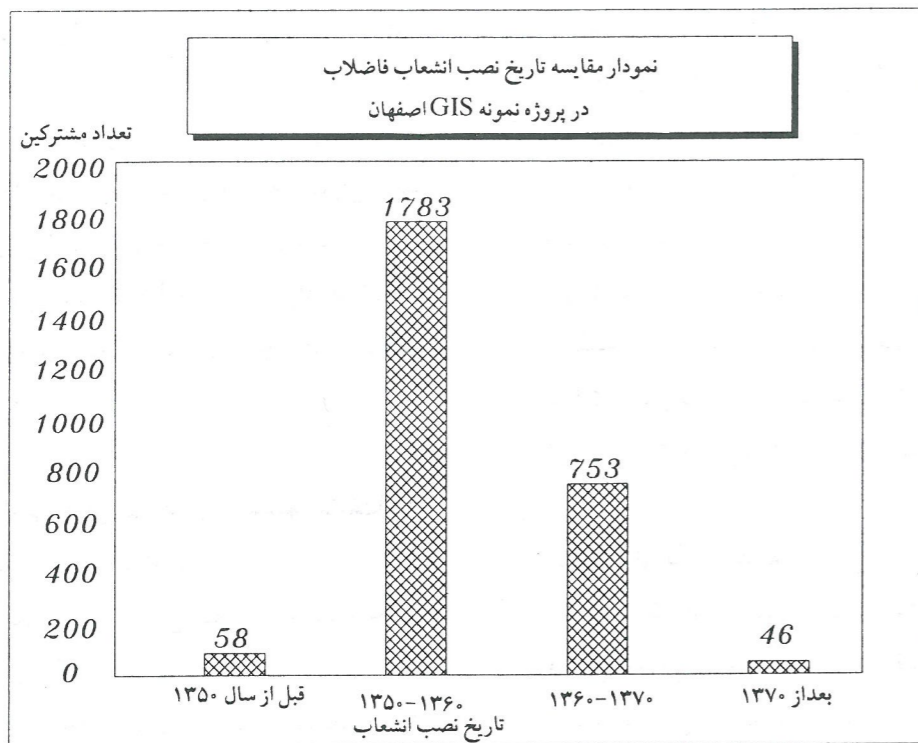
مشترکین را بر حسب تعداد و درصد به نمایش می‌گذارد.



تصویر ۳ - امکان تعیین موقعیت مکانی مشترکین بدهکار



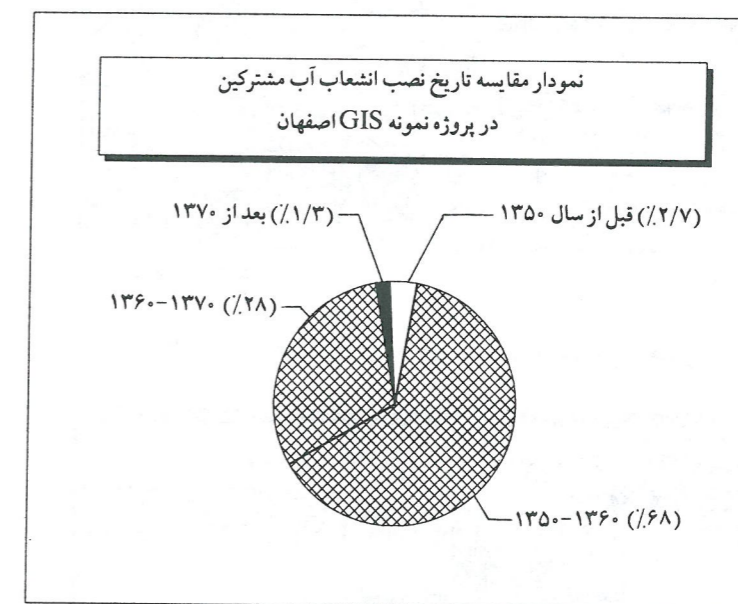
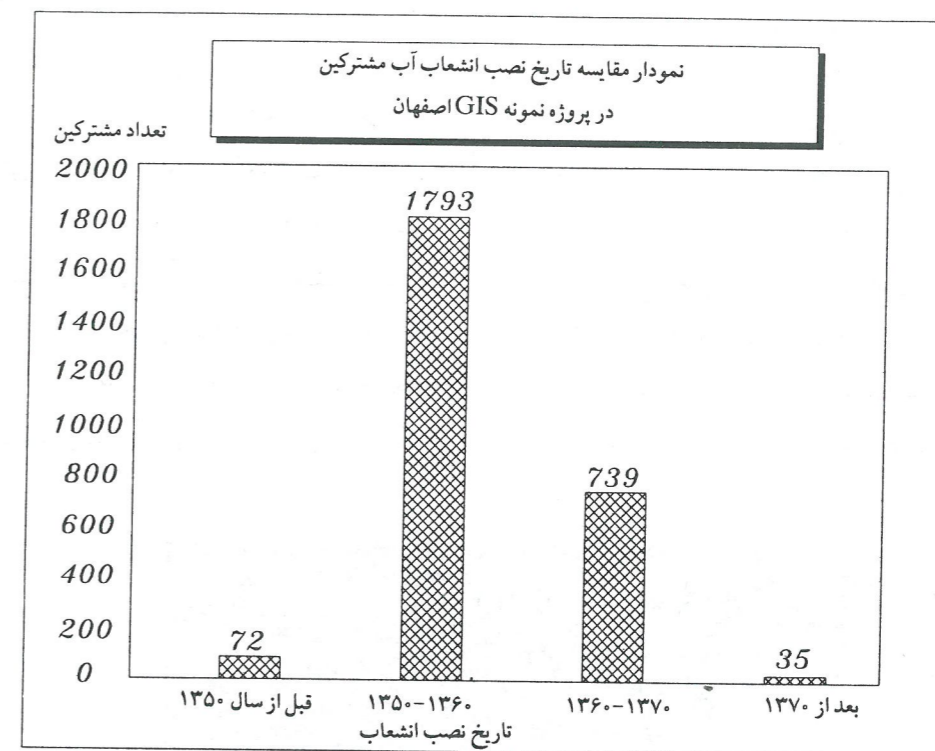
تصویر ۴ - امکان تعیین موقعیت لوله‌ها در منطقه



نمودارهای ۷ و ۸ - مقایسه تاریخ نصب انشعاب فاضلاب مشترکین

می‌گذارد می‌توان به امکان تحلیل شبکه اشاره نمود. با استفاده از این ابزار می‌توان به راحتی ارتباط بین شبکه‌های اصلی و فرعی به همراه اتصال شبکه‌ها به منازل مسکونی و ... را مطالعه نمود. به طور مثال در صورت بروز حادثه در شبکه، علاوه بر تعیین موقعیت شیرآلاتی که باید مسدود گردند، می‌توان مشخص

مختلف انجام می‌گردد و همچنین عمق کم تأسیسات نصب شده، داشتن اطلاعات از عمق لوله‌ها به همراه موقعیت مکانی آنها، نقش بسیار مؤثری را در جلوگیری از حوادث ناشی از حفاری ایفا می‌نماید.  
از جمله دیگر امکاناتی که نرم‌افزار فوق در اختیار



نمودارهای ۵ و ۶ - مقایسه تاریخ نصب انشعاب آب مشترکین

راحتی می‌توان موقعیت مشترکین فوق‌الذکر را تعیین نمود. از جمله اطلاعات دیگری که توسط این نرم‌افزار قابل ارائه می‌باشد می‌توان به توانایی تعیین موقعیت لوله‌ها و سایر تأسیسات شبکه بر حسب عمق نصب آنها است. با توجه به حفاری‌های مداوم در سطح شهرها که توسط سازمان‌های

چنانچه مشخص است اکثر انشعابات آب و فاضلاب در سال‌های ۱۳۵۰ تا ۱۳۶۰ نصب گردیده‌اند. لذا با توجه به استهلاک شیرآلات و خرابی احتمالی آنها، نیاز به بازدید دوره‌ای و تعویض کنتورهای خراب و معیوب ضروری به نظر می‌رسد. جهت سهولت در این کار از طریق نرم‌افزار تهیه شده به

نمود که کدامیک از مشترکین دچار کم آبی یا بی آبی خواهند گردید.

امکان تحلیل شبکه در لوله‌های فاضلاب نیز موجود است و به وسیله آن می‌توان در صورت بروز حادثه، منازل را که تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند، به راحتی و به سرعت مشخص نمود. همچنین در صورت وجود آلودگی یا مواد اضافی در شبکه، می‌توان منطقه‌ای را که آلودگی از آنجا آغاز گردیده است را شناسایی کرد.

### برخی نتایج و کاربردهای نمونه از سیستم پیشنهادی

دقت و سرعت در دسترسی به اطلاعات

دقت و سرعت در دسترسی به اطلاعات از جمله اساسی‌ترین و مفیدترین کاربردهای استفاده از GIS در امور آب و فاضلاب می‌باشد. با توجه به حجم بسیار گسترده بایگانی امور فنی و مهندسی که پلان‌ها و پروفیل‌های آب و فاضلاب در آن نگهداری می‌شوند، دسترسی به اطلاعات موجود، به ویژه هنگامی که پلان یا پروفیل مربوطه اشتباهاً بایگانی شده باشد، بسیار مشکل می‌باشد. در حالی که اکنون اکثر اطلاعات مورد نیاز کاربران در مورد منطقه پروژه نمونه در حافظه کامپیوترها موجود بوده و دسترسی به آنها به صورت بسیار ساده‌ای امکان‌پذیر است. اطلاعاتی همچون قطر، عمق، تراز کف لوله، جنس و همچنین موقعیت عبور لوله نسبت به جداول خیابان از جمله این اطلاعات می‌باشند.

بایگانی امور مشترکین در ادارات مناطق نیز از جمله دیگر مراکزی است که از سرعت و دقت در دسترسی به اطلاعات بهره‌مند می‌گردند. در منطقه پروژه نمونه تنها با داشتن یکی از اطلاعات مربوط به مشترک مانند نام، شماره اشتراک، شماره ردیف و ... و یا حتی تنها با نشان دادن موقعیت آن بر روی نقشه، در چند ثانیه می‌توان به کلیه اطلاعات موجود در پرونده مشترک دسترسی پیدا نمود.

### سهولت به هنگام‌سازی اطلاعات

سهولت به هنگام‌سازی و اعمال تغییرات در اطلاعات، شامل اطلاعات گرافیکی و توصیفی، از جمله دیگر کاربردهای

استفاده از سیستم پیشنهادی می‌باشد. تغییرات در نوع کاربری، عرصه، اعیانی، قطر انشعاب آب، قطر سیفون فاضلاب و ... مشترکین در منطقه پروژه نمونه، به راحتی و بدون نیاز به پرونده مشترک در بانک اطلاعات کامپیوتری اصلاح می‌گردد. همچنین تغییرات در عمق، قطر، جنس یا موقعیت لوله‌ها و شیرآلات شبکه به سرعت و به سهولت در بانک اطلاعات و یا در نقشه مربوطه اعمال می‌شود. اعمال این تغییرات علاوه بر شرکت آب و فاضلاب، برای سایر سازمان‌هایی که با تأسیسات شهری در ارتباط می‌باشند نیز بسیار مهم است.

### افزایش توانایی مقابله با حوادث غیر قابل پیش‌بینی

از دیگر کاربردهای موجود سیستم پیشنهادی، می‌توان به افزایش توانایی مقابله با حوادث غیر قابل پیش‌بینی اشاره نمود. با استفاده از این سیستم، فرایند شناسایی مشکل (حادثه) به سرعت و به راحتی انجام می‌گیرد، در نتیجه می‌توان عکس‌العملی سریع و متناسب با نوع حادثه جهت مقابله با آن در نظر گرفت. از طرف دیگر با داشتن اطلاعات کافی، بازسازی مورد حادثه به سرعت امکان‌پذیر است و می‌توان جهت موقعیت اضطراری بعدی آمادگی لازم را کسب نمود. همچنین اطلاعات مربوط به جنس، عمق، تاریخ نصب لوله و ... به مسئولین مربوطه این امکان را می‌دهد تا با توجه به تعداد حوادث در مناطق گوناگون، یک طرح جامع برای پیش‌بینی حوادث طراحی نمایند. بدین ترتیب می‌توان قبل از وقوع حوادث احتمالی، نوع و کیفیت آن را پیش‌بینی نموده و اقدامات لازم را برای مقابله با آن در نظر گرفت.

### سهولت مطالعات توسعه شبکه و طراحی بهینه

عمده‌ترین اطلاعاتی که هر طراح شبکه جهت برنامه‌ریزی و طراحی شبکه‌های آب و فاضلاب نیاز دارد عبارتند از: انواع تراکم مسکونی، تجاری و ... ارتفاع نقاط مختلف منطقه، منابع یا کلکتورهای موجود در منطقه و در نهایت جنس، قطر، عمق و سایر اطلاعات مربوط به شبکه موجود. بدین ترتیب سیستم پیشنهادی با در دسترس قرار دادن کلیه اطلاعات مورد نیاز مربوط به مشترکین و شبکه‌ها، می‌تواند

به کمک مدل‌سازی، طراح شبکه را در دست‌یابی به سیستم بهینه هدایت نماید. همچنین می‌توان با استخراج اطلاعات از سیستم GIS و استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی طراحی شبکه‌های آب یا فاضلاب (Sewer, Loop, Wesnet و ...)، فرایند پرهزینه و طولانی جمع‌آوری اطلاعات را به حداقل رسانید. از طرف دیگر در صورت وجود تقاضا برای توسعه شبکه‌های موجود، با داشتن اطلاعات مربوط به قطر و کد ارتفاعی لوله‌های موجود در انتهای شبکه‌ها، به راحتی می‌توان میزان مصرف نهایی را تخمین زده و کفایت لوله‌های موجود توسعه شبکه را تعیین نمود.

### سهولت دریافت حقوق معوقه از مشترکین

فرایند تعیین مشترکین بدهکار از طریق سیستم کامپیوتری موجود در شرکت آب و فاضلاب، فرایندی بسیار مشکل و طولانی می‌باشد. این فرایند که مانده‌گیری نامیده می‌شود، معمولاً هر ۳ یا ۶ ماه یکبار انجام می‌گیرد و در آن کلیه اطلاعات مالی مربوط به هر مشترک (شامل بدهکاری‌ها و بستانکاری‌ها) جمع می‌گردد تا میزان بدهی نهایی مشترک تعیین گردد. با توجه به تعداد زیاد مشترکین و نوع فرایندی که در کامپیوتر مرکزی شرکت انجام می‌شود، عملیات مانده‌گیری به یکی از طولانی‌ترین و پیچیده‌ترین عملیات در کامپیوتر تبدیل شده است. همچنین پس از انجام این فرایند، خروجی نهایی به صورت شماره ردیف یا شماره اشتراک مشترکین بدهکار خواهد بود، زیرا پرونده مربوط به نام و آدرس مشترکین عموماً ناقص بوده و یا تغییرات لازم در آنها اعمال نگردیده است. سپس شماره ردیف یا اشتراک مذکور به اداره آب و فاضلاب مربوطه ارسال می‌گردد تا از طریق کروکی‌های کنتور نویسی و کارت‌های اشتراک مشترکین، نام و آدرس مشترک تعیین گردد و پس از فراهم نمودن قبوض اخطار، به منزل آنها ارسال گردد. پی‌گیری جهت پرداخت حقوق معوق و احیاناً قطع انشعاب آب مشترکینی که به اخطار توجه نمی‌نمایند نیز خود مستلزم فرایند طولانی دیگری است. لذا با توجه به توضیحات فوق، دریافت حقوق معوقه مربوط به انشعاب یا آب بهای پرداخت نشده مشترکین، در حال حاضر عملی بسیار پیچیده و وقت‌گیر

می‌باشد. در حالی که با توجه به امکانات سیستم پیشنهادی، به راحتی و تنها در چند ثانیه می‌توان مکان مشترکین بدهکار را بر روی نقشه تعیین نمود و با ارسال اخطار، که به صورت خودکار قابل تهیه است، نسبت به دریافت حقوق معوقه اقدام نموده و یا در مورد قطع انشعاب مشترکین بدهکار دستور لازم را صادر نمود.

### سهولت بهره‌برداری از شبکه

با توجه به قدمت نسبی شبکه‌های آب و فاضلاب در شهر اصفهان، نگهداری و بهره‌برداری از شبکه‌ها، نیازمند داشتن اطلاعات کافی از مشخصات آنها می‌باشد. سیستم پیشنهادی با ارائه کلیه اطلاعات مورد نیاز، می‌تواند نقش مؤثری را در سهولت بهره‌برداری از شبکه‌ها ایفا نماید. تعیین موقعیت لوله‌های قدیمی و معیوب یکی از مهم‌ترین کاربردهای این سیستم است. با استفاده از قابلیت مکان‌یابی سیستم‌های GIS، تنها در چند ثانیه می‌توان مکان لوله‌هایی که قبل از تاریخ معینی نصب گردیده‌اند را مشخص کرده و با انجام بازدیدهای دوره‌ای، از خرابی احتمالی آنها اطلاع حاصل نمود. همچنین بازدید دوره‌ای از منازلی که تاریخ نصب کنتورهای آب آنها از تاریخ معینی (مثلاً ۱۰ سال)، بیشتر می‌باشد و تعیین کنتورهای معیوب نیز نقش بسیار مؤثری را در کاهش پرت شبکه خواهد داشت. در نهایت با داشتن اطلاعات مربوط به مشترکین و میزان مصرف آب ایشان در یک دوره ۲ ماهه، تعیین مکان مشترکین پر مصرف، به ویژه در زمانی که شبکه با کمبود آب مواجه می‌باشد، به سهولت انجام می‌شود.

### سهولت اطلاع‌رسانی

سهولت اطلاع‌رسانی نیز یکی دیگر از کاربردهای موجود سیستم پیشنهادی می‌باشد. با استفاده از این سیستم، ارائه اطلاعات مربوط به شبکه‌های آب و فاضلاب به سایر ارگان‌ها جهت حفاری بسیار ساده خواهد بود و تنها در چند ثانیه می‌توان کلیه اطلاعات مربوط به عمق، جنس، قطر و ... را از بانک‌های اطلاعاتی استخراج نمود. همچنین با نمایش موقعیت دقیق شبکه‌ها نسبت به جداول خیابان و پیاده‌روها و ...، احتمال

هرگونه برخورد و صدمات احتمالی در حین حفاری به شدت کاهش می‌یابد.

اطلاع‌رسانی به مشترکین در صورت بروز حادثه در شبکه‌ها نیز در کاهش مشکلات ناشی از حادثه بسیار مؤثر خواهد بود. با استفاده از قابلیت تحلیل شبکه در سیستم پیشنهادی، به راحتی می‌توان منازل را که بر اثر بروز حادثه یا تعمیرات در یک قسمت از شبکه آب، دچار بی‌آبی یا کم‌آبی می‌شوند مشخص نموده و از طریق صدا و سیما یا از طریق مراجعه مستقیم، هشدارهای لازم را ابلاغ نمود. همچنین در صورت بروز حادثه در شبکه فاضلاب، می‌توان منازل را که تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند مشخص نموده و برای جلوگیری از

صدمات ناشی از بالازدن فاضلاب در لوله‌ها، هشدارهای لازم را به ساکنین متذکر شد.

### نگاهی به آینده

برخی دیگر از کاربردهای متنوع سیستم پیشنهادی شامل ترسیم خودکار پروفیل‌ها، امور تله‌متری و کنترل خودکار فشار آب در شبکه، شبیه‌سازی سه بعدی، توانایی قرائت کنتورها از راه دور، کنترل خودکار کیفیت آب در شبکه، استفاده از سیستم ماهواره‌ای GPS در شبکه و نهایتاً بررسی آب به حساب نیامده در شبکه می‌باشند. این کاربردها با افزودن امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری به سیستم موجود به راحتی در دسترس خواهد بود.

### منابع و مراجع

- ۱- قدیمی، ح.ا.، (۱۳۷۵-۱۳۷۳). "جزوات دروس مبانی کامپیوتر و تکنیک برنامه‌ریزی منطقه‌ای"، دوره کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- ۲- قدیریان، پ.، (۱۳۷۶). "سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت مدیریت شبکه‌های شهری"، کنفرانس مدیریت آب و فاضلاب در کشورهای آسیایی، تهران.
- ۳- قدیریان، پ.، (۱۳۷۶). "کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در برنامه‌ریزی شبکه‌های تأسیسات شهری"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- ۴- جزوات و بروشورهای راهنمای شرکت کامپیوتری نگاره، تهران.
- 5- Kibben, Mc. James, W., and Armstrong, L. (1997). "Integrated Information Management for Water & Wastewater Utilities", U.S.A.
- 6- Kibben, Mc. James, W. and Armstrong, L. (1995). "Water and Wastewater Systems Applications", URISA'95, Sand Antonio, TEXAS.