

## کاربردهای نوین GIS در مهندسی آب و فاضلاب

محمد حسین زارع مهرجردی<sup>1</sup>

1- گروه اجرائیات آب، معاونت مهندسی و توسعه، شرکت آبفا استان اصفهان

:

آدرس رایانامه (mehrjerdy\_128@yahoo.com)

### خلاصه

امروزه، فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) یکی از پرکاربردترین دانش‌ها در مهندسی آب و فاضلاب است. GIS، بستری برای ذخیره، نگهداری، مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات جغرافیایی است. همچنین یک پایگاه داده مکانی برای شناسایی و دستیابی به اطلاعات مربوط به خطوط انتقال آب، کلکتورهای فاضلاب، تصفیه خانه‌ها، ایستگاه‌های پمپاژ، شبکه‌ها و خدمات‌دهی بهتر در این حوزه و بروز نمودن اطلاعات موجود و نیز در برنامه‌های کاربردی طراحی، اجرا و بهره برداری از این تأسیسات است. مباحث حقوقی و کاداستر-مدیریت بر تخصیص منابع انسانی-ایجاد سیستم‌های مدیریت اطلاعات-پشتیبانی مشترکین در نصب انشعاب، تغییرات کاربری، تعیین تعداد واحدها، تفکیک املاک، تغییر نام و بهینه‌سازی مسیرهای قرائت کنتور و کوتاه‌سازی زمان قرائت-بازاریابی، خرید، مکان یابی شرکت‌ها و... برای تأمین لوله، پمپ، تجهیزات و... تجزیه و تحلیل شبکه برای تنظیم آب ورودی و جلوگیری از قطعی آب-آمادگی در برابر حوادث و برنامه‌ریزی برای عکس‌العمل سریع-مدیریت تجهیزات و تأسیسات، تعمیر و نگهداری خطوط انتقال و شبکه‌ها برخی از کاربردهای نوین GIS در این حوزه است.

**کلمات کلیدی:** سیستم اطلاعات جغرافیایی، مهندسی آب و فاضلاب، کاربردهای نوین GIS، توسعه و مدیریت و خدمات‌دهی بهتر، طراحی و اجرا و بهره برداری

### 1. مقدمه

امروز عصر ترقی و پیشرفت است. چرخ‌های اقتصاد جهانی بر پایه پیشرفت‌های جدید و وسیع از علوم بنیان نهاده شده است. در این پیشرفت‌های عظیم بشری که در طی سالیان متمادی به وجود آمده است قطعاً عوامل زیادی دخیل بوده‌اند. در سایه این تکنولوژی نوین است که کارهای عظیم و پروژه‌های بزرگ جهانی شکل می‌گیرد و جهان امروز می‌رود تا درهای ترقی را با کلیدهایی دیجیتال بگشاید! آری به همین سادگی و شاید با زدن یک دکمه کوچک، جهانی بس عظیم پیش روی آدمی روشن می‌شود. علت پیشرفت امروز بشر استفاده بهینه از امکانات و منابع موجود است. بشر می‌اندیشد چگونه به آخرین و جدیدترین اطلاعات دست یابد که هم راحت تر بوده و هم از لحاظ وقت نیز مقرون به صرفه باشد. این روش نوین علاوه بر راحتی بشر، در حفظ منابع و امکانات نیز بسیار مفید است، چون مدیریت و برنامه‌ریزی‌ها ناظر بر تمامی جوانب کار است؛ و قطعاً آسیب زیست محیطی کمتری نیز بر این کره خاکی وارد می‌شود.

مدیران و برنامه‌ریزان لایق کسانی هستند که بر علم استفاده بهینه از منابع دست یافته و برنامه‌های آتی را بر اساس اطلاعات گذشته و حال طرح‌ریزی می‌کنند. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در این زمینه ابزاری مهم و بسیار کاربردی است که در عرصه‌های مختلف برنامه‌ریزی، توسعه، مدیریت منابع و مطالعات علمی و پژوهشی جهان راه یافته است و کاربردهای وسیعی را به جوامع علمی معرفی کرده است. [1]

هدف نهایی استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی، افزایش قدرت تصمیم‌گیری و استخراج شاخص‌های تصمیم است. مشکل عمده این است که سیستم‌های اطلاعاتی (مثل Access و Excel) فقط قادر به تحلیل داده‌های توصیفی بوده و موقعیت مکانی عوارض در آنها دیده نشده است. در اکثر کارهای مهندسی ماهیت عوارض بگونه ای است که علاوه بر داده‌های توصیفی عارضه، موقعیت قرار گیری عارضه نیز اهمیت دارد. این موضوع نیاز به ابزار پیشرفته تری تحت عنوان سیستم اطلاعات جغرافیایی دارد. [2]

<sup>1</sup> کارشناس ناظر اجرائیات آب

این سیستم، سیستمی کامپیوتر مینا است که برای ذخیره و به کارگیری اطلاعات جغرافیایی از آن استفاده می شود. این تکنولوژی در طی دو دهه گذشته سریعاً توسعه یافته است؛ به طوری که در حال حاضر به عنوان یک ابزار ضروری برای استفاده مؤثر از اطلاعات جغرافیایی پذیرفته شده است. امروزه بسیاری از دانشجویان و پژوهشگران رشته های مختلف وابسته به علوم زمینی و جغرافیایی به این سیستم دسترسی داشته و از آن به منظور بهبود بخشیدن به آنالیزها و تجزیه و تحلیل هایشان بهره می برند به گونه ای که داشتن درک بهتری از جی ای اس به منظور استفاده بهینه از آن، برای مدیران و تصمیم گیران و کاربران این سیستم ضروری است. [3]

این دانش، در زمینه های مختلفی از جمله برنامه ریزی شهری و منطقه ای، زمین شناسی و معادن، کشاورزی، منابع طبیعی، حوزه آب و فاضلاب و غیره کاربرد داشته و قادر است امر مدیریت و برنامه ریزی را بهبود بخشد. همچنین به کارگیری جی ای اس علاوه بر سود آوری می تواند باعث تسریع در روند انجام کارهای برنامه ریزیها در تشخیص موارد بحرانی و غیره گردد. از طرفی کاربران جی ای اس در تمام سطوح وجود دارند، به طوری که مدیران، طراحان، برنامه ریزان، کارشناسان و حتی شهروندان عادی قادرند از مزایای این سیستم سود ببرند. [4]

## 2. تاریخچه

اولین نمونه از یک جی ای اس ملی، جی ای اس کانادا است که از اواخر 1960 به این طرف به صورت پیوسته مورد استفاده قرار گرفته است. در دهه های 1970 و 1980 میلادی پیشرفت های قابل ملاحظه ای در فناوری جی ای اس به وجود آمد، به طوری که عبارت «سیستم اطلاعات جغرافیایی» در مورد مجموعه ابزارهایی برای تحلیل و نمایش نقشه ها و ادغام فنون و شیوه های آماری و نقشه ای و کاربرد فراگیرتر آن، بویژه برای تحلیل تأثیرات و خط مشی های دولتی به کار گرفته شد.

در حالی که سابقه فناوری جی ای اس در کشورهای غربی از جمله کانادا و آمریکا به بیش از 40 سال می رسد، این فناوری در اغلب کشورهای جهان سوم بسیار جوان است. در ایران، اولین مرکزی که به طور رسمی استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی را در کشور آغاز کرد سازمان نقشه برداری کشور بود که در سال 1369 براساس مصوبه مجلس شورای اسلامی، عهده دار طرح بکارگیری این سیستم شد. فعالیت های اجرایی پروژه ایجاد سیستم اطلاعات جغرافیایی در وزارت صنایع و معادن، از فروردین 1371 آغاز گردید و هم اکنون از این سیستم به طور گسترده در پیشبرد فعالیت ها استفاده می شود. از دیگر مؤسساتی که در این زمینه فعالیت می کنند می توان شهرداری تهران، وزارت مسکن و شهرسازی، وزارت جهاد کشاورزی، مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، و سازمان جنگل ها و مراتع را نام برد. در دانشگاه های کشور تاکنون از این سیستم، چنان که باید، به عنوان یک فناوری با قابلیت بسیار بالا برای طراحی پروژه ها و کاربرد آن در رشته های مختلف استفاده نشده است. [5]

## 3. مفهوم GIS

مخفف کلمه Geographic Information System بوده و به معنی سیستم اطلاعات جغرافیایی است. سیستم اطلاعات جغرافیایی، بستری برای ذخیره، نگهداری، مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات جغرافیایی است و برای کار همزمان با داده هایی که وابستگی مکانی (جغرافیایی) و توصیفی دارند، طراحی شده است. برای بهره گیری صحیح از قابلیت های آن، در درجه اول نیاز به درک صحیح از این سیستم و سپس ساختار اطلاعات در آن است. برای پیاده سازی یک سیستم جی ای اس، توجه به ماهیت و ساختار اطلاعات جغرافیایی متشکله آن که رکن اساسی آن را تشکیل داده و توانمندی ها و پتانسیل های آن را تعیین می کند، اجتناب ناپذیر است.

سیستم اطلاعات جغرافیایی، یک سیستم کامپیوتر مینا است که به عنوان یک مجموعه متشکل از سخت افزار، نرم افزار، اطلاعات جغرافیایی، نیروی انسانی و مدل های پردازش داده، به منظور تولید، ذخیره سازی، نمایش، بازیابی، پردازش، بهنگام رسانی و... اطلاعات جغرافیایی مربوط به عوارض و پدیده های مختلف، استفاده می شود. [4] یک سیستم اطلاعات جغرافیایی، اصولاً چند وظیفه (فعالیت) اصلی زیر را شامل می شود:

- ورود اطلاعات با ساختار رقومی
- دستکاری و ویرایش اطلاعات
- مدیریت اطلاعات با استفاده از سیستم مدیریت پایگاه داده (DBMS) . (Database Management System)
- پرسش و پاسخ و تجزیه و تحلیل اطلاعات

- نمایش اطلاعات [4]

#### 4. کاربردهای GIS در حوزه آب و فاضلاب

از سیستم جی ای اس می توان در صنایع مختلف بهره برد. یکی از صنایع مهم که در کشور فعال است، صنعت آب و فاضلاب است که روز به روز در زمینه های آب و مخصوصاً فاضلاب پیشرفت می کند. برای دستیابی به اطلاعات مربوط به شبکه ها و خدمات دهی بهتر در شرکت های آب و فاضلاب و به روز نمودن اطلاعات موجود می توان از سیستم جی ای اس استفاده کرد. معمولاً شرکت های آب و فاضلاب دارای ساختار اداری باشش حوزه به صورت. حوزه مدیرعامل، حوزه معاونت منابع انسانی و بهبود مدیریت، حوزه معاونت امور مشترکین و درآمد، حوزه معاونت مالی و پشتیبانی، حوزه معاونت بهره برداری، و نهایتاً حوزه معاونت مهندسی و توسعه هستند. برتیب به برخی از کاربردهای جی ای اس در حوزه آب و فاضلاب به تفکیک این ساختار اشاره کرده و در پایان به کاربرد جی ای اس در طراحی، اجرا و بهره برداری از شبکه های آب و فاضلاب می پردازیم. [1]

#### الف. کاربردهای جی ای اس در حوزه ها

##### 1. حوزه مدیرعامل

برخی از کاربردهای جی ای اس در این حوزه عبارتند از:

- بررسی تغییرات محیطی و سیاسی در شرکت آب و فاضلاب کشور در مقیاس جهانی
- ایجاد نمودن ضوابط استاندارد در اطلاعات و یکسان سازی فرمت اطلاعات که لازمه وجود یک سیستم اطلاعاتی است.
- ثبت امکانات و تجهیزات روز جهان و استفاده از آنها به منظور راهبری مناسب تأسیسات در شرکت های آب و فاضلاب در سراسر کشور
- موقعیت ادارات آبفا و چگونگی، میزان و سرعت ارائه خدمات به مردم و بخش های مرتبط با آن
- بررسی موضوع حریم و مدیریت زمین و آنالیز پهنه بندی و شناسایی مناطقی که حریم خطوط انتقال آب، کلکتور فاضلاب، تصفیه خانه های آب و فاضلاب، ایستگاه های پمپاژ و ... رعایت نگردیده و مباحث حقوقی و کاداستر

##### 2. حوزه معاونت منابع انسانی و بهبود مدیریت

برخی از کاربردهای جی ای اس در این حوزه عبارتند از:

- مدیریت بر عملکرد فعالیت نیروی انسانی
- مدیریت بر تخصیص منابع انسانی (بخصوص در شرایط بحرانی)
- بررسی پراکندگی نیروی انسانی (متخصصین و افراد باتجربه) در ادارات و مناطق شهرستانها و موقعیت استقرار آنها
- مدیریت و کنترل استانداردهای ایمنی
- موقعیت فرد مصدوم و سانحه دیده
- اخذ و ارائه گزارش سوانح
- ارائه و بررسی راهکارهای ممکن در جمع آوری سوانح، کنترل رفتارهای نایمن و مدیریت خدمات اضطراری پس از وقوع سانحه
- اشتغالزایی جهت ایجاد اطلاعات رقومی و توصیفی و به روز نمودن آنها [4]
- ذخیره سازی مشخصات و پراکندگی سنی پرسنل به تفکیک جنسیت، مدرک تحصیلی و ...
- ایجاد سیستم های مدیریت اطلاعات برای برنامه ریزی های کوتاه، متوسط و بلند مدت شرکت
- کاربرد در طرح های تحقیقاتی برای بهبود بهره وری سیستم

- ایجاد یک سیستم مکانیزه جهت ذخیره سازی اطلاعات
- کمک به آموزش پرسنل در خصوص روش های بهبود
- اخذ، مدیریت و کاربرد اطلاعات به صورت های فنی، گرافیکی و رقمی
- بستر سازی و کمک به برقراری سیستم ایزو
- محاسبه نسبت های کلی شرکت به صورت ماهیانه، سه ماهه و سالیانه مانند درصد توسعه شبکه به افزایش مشترکین آب و فاضلاب، نسبت ضایعات به مشترکین در مناطق مختلف، نسبت طول شبکه فعلی به طول شبکه مورد نیاز

### 3. حوزه معاونت امور مشترکین و در آمد

برخی از کاربردهای جی ای اس در این حوزه عبارتند از:

- پشتیبانی مشترکین برای زمان، مکان و چگونگی نصب انشعاب ساختمان، تغییرات کاربری ساختمان (جهت آمار گیری)، تعیین تعداد واحدها و تغییرات تعداد واحدها، تفکیک املاک، تغییر نام ها و بهینه سازی مسیرهای قرائت کنتور و کوتاه سازی زمان قرائت [1] یعنی می توان برای حوزه های تحت پوشش هر کنتور نویس، مسیری را تعیین کرد که مأمور قرائت کنتور، در کوتاهترین پیمایش، بتواند عملیات قرائت کنتورها را انجام دهد. [2]

### 4. حوزه معاونت مالی و پشتیبانی

برخی از کاربردهای جی ای اس در این حوزه عبارتند از:

- ارائه لیست ۱۵ روزه یا یک ماهه وصولی های آب بها
- ارائه لیست بدهی های معوقه آب بها جهت اخذ بدهی های مربوطه
- اعلام هزینه ها به تفکیک کد جی ای اس بخش های مختلف تأسیسات، جهت شناسایی مکان هایی که دارای هزینه های سنگین تعمیرات و اتفاقات و ... هستند.
- امکان تهیه لیست اقلام مورد نیاز مطابق برنامه های زمان بندی تعمیرات تأسیسات و اتفاقات، کارهای اجرایی، اصلاح و توسعه اینبه و انشعابات و غیره
- بررسی وضعیت هزینه توسعه
- برنامه ریزی بودجه توسعه
- بررسی وضعیت هزینه واحدهای نگهدارنده شبکه نظارت بر انبارها
- ارائه لیست تجهیزات موجود در انبارها [1]
- تهیه گراف حرکت اتومبیل ها در واحد حمل و نقل و تنظیم برنامه حرکت آنها
- کمک در امر بازاریابی، خرید، و مکان یابی شرکت ها، مؤسسات، نمایندگی ها و مراکز تأمین نیازها بخصوص در تأمین لوله، پمپ، تجهیزات ابزار دقیق و غیره [4]

### 5. حوزه معاونت بهره برداری

برخی از کاربردهای جی ای اس در این حوزه عبارتند از:

- تجزیه و تحلیل شبکه در جهت تنظیم آب ورودی و جلوگیری از قطعی آب
- تهیه نقشه بصورت مکانیزه از تأسیسات بعنوان قسمتی از سیستم مدیریت تعمیر و نگهداری و برنامه ریزی جهت اصلاح
- سیستم نگهداری اطلاعات بصورت رقمی و سهولت به روز کردن اطلاعات

- آمادگی در برابر حوادث و برنامه ریزی جهت انجام عکس العمل سریع در شرایط فوق العاده
- پیش بینی نیازهای آبی و برنامه ریزی در خصوص توسعه سیستم مدلسازی هیدولیکی بمنظور برنامه ریزی، طراحی، اصلاح و بهره برداری از آن سیستم و آموزش نیروهای بهره بردار. [1]
- موقعیت یابی و شناسایی نقاط حادثه خیز، پرفشار و کم فشار و... در خطوط انتقال و شبکه توزیع آب
- ارائه و نمایش اطلاعات توصیفی و مکانی هر نقطه دلخواه بصورت آماری، هیستوگرام، جدول، نقشه و تصاویر و...
- مدیریت تجهیزات و امکانات، تعمیر و نگهداری خطوط انتقال آب و شبکه های جمع آوری فاضلاب [4]
- تخصیص منابع آبی، برنامه ریزی و مدلسازی توزیع آب
- مدیریت شبکه های فاضلاب [6]

## 6. حوزه معاونت مهندسی و توسعه

برخی از کاربردهای جی ای اس در این حوزه عبارتند از:

- استفاده از اطلاعات و آمار فنی جهت طراحی اجزای مختلف طرح های آبرسانی و شبکه های فاضلاب
- استفاده از وضعیت موجود شبکه ها جهت طرح های اصلاح و بازسازی آنها
- تهیه بانک اطلاعاتی مربوط به نقاط کنترل موجود در هر شهر استان بصورت کامپیوتری به همراه شناسنامه موقعیت مکانی این نقاط بصورت توصیفی و گرافیکی
- برنامه ریزی توسعه شبکه (ورود اطلاعات خطوط اجرا نشده، در حال اجرا و یا...)
- گزارش از وضعیت پروژه های در حال اجرا و میزان پیشرفت آنها
- بررسی اثر توسعه شبکه در شبکه موجود قبل از توسعه آن (از نقطه نظر فشار شبکه، کلر شبکه و سایر پارامترهای مهم مدیریتی)
- گزارش از پیشرفت کارها در مورد رشد، لوله گذاری و... [1]
- معماری ساختمان ها
- استفاده بهینه از فضای فیزیکی و کاهش فضاهای بایگانی و ذخیره نقشه ها
- استفاده در مباحث زمین شناسی برای کشف و حفاری چاه های آب [4]
- تحلیل شبکه های آب و فاضلاب و خطوط انتقال آب
- طراحی بهینه شبکه های توزیع آب و تعیین مسیر بهینه خطوط انتقال آب [6]

## ب. کاربرد جی ای اس در طراحی، اجرا و بهره برداری از شبکه های آب و فاضلاب

### 1. کاربرد جی ای اس در طراحی شبکه های آب و فاضلاب

به دلیل هزینه زیاد اجرای پروژه های آب و فاضلاب شهری، می بایست تا حد امکان در هنگام طراحی؛ کاهش هزینه را، ضمن تأمین کیفیت در نظر داشت. به علت گستردگی شبکه ها از لحاظ مساحت تحت پوشش، امکان مقایسه گزینه های مختلف با یکدیگر و انتخاب بهترین گزینه، بدون بکارگیری سیستم آنالیز قوی، غیر عملی به نظر می رسد. آنچه امروزه در اکثر شرکت های مهندسی مشاور انجام می شود، تنها در نظر گرفتن چند پارامتر کلی (نظیر شیب و مسیر خیابان ها و تراکم) است؛ چرا که با زیاد شدن پارامترهای مقایسه ای و نیز گسترش تدریجی خطوط طراحی، دیگر بدون بکارگیری سیستم، طراحی بهینه غیر ممکن خواهد بود.

مواردی که در طراحی شبکه ها، می توان از جی ای اس بهره گرفت، مقایسه پارامترهای متعددی از قبیل: شیب زمین، جنس خاک، مسیرهای دسترسی (خیابان ها)، کاربری اراضی، قیمت زمین، میزان فاصله تا تأسیسات دیگر، همسایگی ها، کوتاهترین طول، کمترین عمق لوله ها، تأخیر در افزایش قطر شبکه، تأمین سرعت های خودشستشویی، کمترین زمان ماند فاضلاب در شبکه، برخورد احتمالی شبکه با گسل ها، محل های روانگرا و محل های

دارای پتانسیل گسیختگی زمین، میزان آسیب پذیری شبکه در اثر رخداد بلایای طبیعی (سیل، زلزله) و سهولت در کنترل شبکه در این شرایط، سهولت در اجرا و بهره برداری آسان از طرح و... است.

با در نظر گرفتن موارد فوق «برهم اندازی» لایه‌های مربوط به نقشه هر یک از این پارامترها، به همراه اطلاعات مربوط به آنها صورت می‌گیرد؛ که توابع آنالیز جی ای اس هم کمک شایانی به حل این مسئله پیچیده چند پارامتری می‌کند. ملاحظه می‌شود که با در نظر گرفتن این پارامترها، مدل طراحی به اندازه ای به واقعیت نزدیک می‌شود که می‌توان قبل از اجرا و بهره برداری، شناخت روشنی از وضعیت آینده شبکه بدست آورده و پیش بینی‌ها و ملاحظات مورد نیاز را در زمینه طراحی، رعایت نمود.

با بکارگیری جی ای اس در طراحی می‌توان الگوریتمی برای طراحی بهینه مسیرها (بخصوص مسیرهای خط انتقال) با لحاظ نمودن تمامی پارامترهای ذکر شده، تعریف کرد. در حالیکه تعیین مسیرها توسط دیگر طراحان به صورت چشمی و یا براساس تجربه صورت می‌گیرد. در مثال دیگر می‌توان کاربرد جی ای اس را در ترسیم حوزه تحت پوشش هر خط لوله (حوزه بندی شبکه فاضلاب) چنین عنوان کرد که در جی ای اس حوزه بندی براساس سه پارامتر «نزدیک ترین فاصله، توپوگرافی منطقه و امکان اتصال به شبکه» صورت می‌گیرد، حال آنکه در طراحی‌های متداول امروزی ترسیم حوزه‌ها براساس دید و ایده طراح انجام می‌شود. بدیهی است که طراح نمی‌تواند چند گزینه فوق الذکر را با توجه به گستردگی و وسعت محدوده‌های مطالعاتی، به طور همزمان در ذهن آنالیز نماید. بنابراین تغییرات قطرها، در نقاط غیر واقعی صورت می‌پذیرد که مشکلات آن پس از گذشت مدتی از بهره برداری، مشخص خواهد شد.

با استفاده از جی ای اس در طراحی، در صورت ایجاد تغییرات در جزئی از سیستم، مثلاً جابجایی یک منهول، یا تغییر جهت یا تغییر شیب یک خط می‌توان در همان لحظه اثر آنرا بر کل شبکه محاسبه و مشاهده نمود. حتی می‌توان اثر این تغییر را بر هزینه اجرایی پروژه (در صورت داشتن اطلاعات مربوط به متره و برآورد پروژه در بانک اطلاعاتی جی ای اس)، مشاهده نمود. مشکل دیگر طراحی‌های امروزی، عدم توانایی در مشخص کردن دقیق خطوط اصلی و فرعی است که این مشکل نیز در این سیستم، مرتفع خواهد شد.

بنابراین به هنگام بهره برداری می‌توان خطوط اصلی و فرعی را شناسایی کرده و تمهیدات لازم را جهت راهبری آنها در نظر گرفت. در ناحیه بندی شبکه طراحی شده، جهت بهره برداری آینده، می‌توان با در نظر گرفتن پارامترهایی همانند تراکم مشترکین در نقاط مختلف، تعداد حوادث شبکه در مناطق متفاوت، میزان عمر شبکه در ناحیه‌های گوناگون و... اقدام به ناحیه بندی نمود. بعبارت دیگر مشاور، می‌تواند با بهره گیری از جی ای اس و با توجه به شناختی که از طرح خود دارد، طرح را جهت بهره برداری هر چه بهتر با توجه به مراکز بهره برداری موجود کارفرما، ناحیه بندی کرده و در اختیار کارفرما قرار دهد.

لازم به ذکر است که تهیه یک سیستم جی ای اس برای یک پروژه، می‌بایست همراه با طراحی پروژه شروع شود. علت اینکه امروزه اکثر پروژه‌های جی ای اس در شرکت‌های آب و فاضلاب ناموفق بوده اند، این است که اطلاعات، زمانی وارد شده که تأسیسات در زیرزمین قرار گرفته اند. بنابراین، اطلاعات حاصله جامع و کافی نیستند. این هشدار است تا به هنگام طراحی شبکه آب و فاضلاب دیگر شهرها، به فکر سیستم اطلاعات جغرافیایی آنها باشیم.

در مجموع با بهره گیری از نرم افزارهای تحت مدیریت جی ای اس (که برای کاربرد در صنعت آب و فاضلاب تخصصی می‌شوند) می‌توان با مقایسه پارامترهای متفاوت طراحی، به بهینه ترین حالت ممکن در طراحی دست یافت. با مقایسه موردی بین طراحی شبکه فاضلاب یک شهر به شیوه متعارف کنونی و نیز طراحی همان شهر توسط جی ای اس، می‌توان به اختلاف واضح دو روش طراحی از لحاظ کیفیت، دقت، سرعت، کاهش هزینه و سهولت در اجرا پی برد. [2]

## 2. کاربرد جی ای اس در اجرای شبکه‌های آب و فاضلاب

امروزه شرکت‌های آب و فاضلاب در حالی به این سیستم روی آورده اند که چندین سال از عمر تأسیسات آنها می‌گذرد. از طرفی نقشه‌های اجرایی آنها بدلیل عدم به روز آوری و نیز به علت عدم انجام تغییرات و تصحیحات لازم، با وضعیت موجود مطابقت ندارد. علت این امر این است که به روز آوری این اطلاعات بدون بهره گیری از سیستم اطلاعاتی مدرن، مستلزم صرف وقت و هزینه زیاد است.

از مطالب فوق چنین استنباط می‌شود که این شرکت‌ها به هنگام طراحی و اجرا، می‌بایست به مقوله جی ای اس طرح‌های خود توجه کنند؛ چرا که سیستم جی ای اس زمانی موفق عمل خواهد کرد که همراه با طراحی و اجرای شبکه، پایه ریزی شود یعنی در زمانی که راحتی می‌توان به اطلاعات طرح دست یافت. چون پس از مدفون شدن شبکه در زیر زمین دیگر نمی‌توان براحتی به اطلاعات جامعی از آن، دست یافت.

مشاوران و پیمانکاران می‌بایست تغییرات احتمالی به وجود آمده به هنگام اجرا را، جهت تصحیح اطلاعات اولیه، توسط یک فایل جی ای اس به کارفرما تحویل دهند تا به هنگام بهره برداری، اطلاعات واقعی، مورد استفاده قرار گیرند. در مرحله اجرا، با کمک جی ای اس می‌توان محاسباتی دقیق، در مورد میزان «آسفالت شکافی» و «خاکبرداری» و... نیز انجام داد. [2]

### 3. کاربرد جی ای اس در بهره برداری از شبکه‌های آب و فاضلاب

با توجه به فزاینده‌ی اساسی یک پروژه (طراحی، اجرا و بهره برداری) هر اندازه که طراحی و اجرای پروژه دقیق صورت پذیرد، اگر بهره برداران نتوانند سیستم را درست کنترل کنند، پروژه راندمان مطلوبی را نخواهد داشت. مشکلی که امروزه در سیستم‌های بهره برداری به چشم می‌خورد، عدم دسترسی به ابزارهای مدیریتی قوی جهت بهره برداری درست از تأسیسات است.

در اکثر طرح‌ها برای طراحی، تولید و ساخت هزینه‌های لازم انجام می‌شود، اما متأسفانه هزینه صرف شده جهت بهره برداری از این طرح‌ها بسیار اندک است. در استفاده از طرح‌های مدیریتی جی ای اس در تولید ابزارهای بهره برداری می‌توان به تساوی نسبت هزینه به سود برابر یک و نیم نزدیک شد. هزینه‌های صرف شده جهت بهره برداری در نقطه شروع زیاد است اما در دراز مدت می‌توان به کسر فوق دست یافت. اگر از تکنولوژی روز دنیا برای بهره برداری از آنها استفاده نشود، با توجه به گسترده‌ی شبکه‌های آب و فاضلاب علاوه بر تحمیل هزینه بهره برداری و نگهداری بالا، مانع از توسعه و پیشرفت آینده هم می‌شوند.

با توجه به موضوع خصوصی سازی شرکت‌های بهره بردار که امروزه مطرح است و احتمال بروز تغییرات سالیانه این شرکت‌ها و نیز جایگزینی کوتاه مدت پرسنل بهره بردار، دیگر نمی‌توان به تجربیات و سابقه این پرسنل در امر شناسایی شبکه‌ها، امیدی داشت بخاطر اینکه رخداد این تغییر و تحولات زود به زود، امکان ذخیره و استفاده از تجربه پرسنل را از بین خواهد برد. بنابراین باید سیستمی طراحی کرد که هر بهره بردار بتواند اطلاعات مربوط به کارکرد خود را نیز به بانک اطلاعاتی بیفزاید؛ چون هر بهره بردار به منظور راهبری هر چه بهتر سیستم، می‌بایست در ابتدای کار سیستم را شناسایی کرده و اطلاعات مربوط به آن را در اختیار داشته باشد. این شناسایی از طریق یک نقشه و بانک اطلاعاتی مربوط به آن (که چیزی جز محیط جی ای اس نیست) صورت می‌گیرد. پس، لازم است قبل از بهره برداری از یک پروژه، سیستم جی ای اس آن کامل باشد.

با استفاده از جی ای اس امکان تهیه ابزارهای ساده و جامع به منظور بهره برداری بهینه و مناسب از شبکه‌ها میسر است. ابتدایی ترین کاری که می‌توان در بکارگیری این سیستم در نظر داشت، اتصال بانک اطلاعاتی مربوط به شبکه، به خطوط لوله است.

شبکه‌های آب و فاضلاب شهری با صرف هزینه‌های زیاد ایجاد شده و در زیر زمین واقع شده‌اند؛ به عبارتی می‌توان گفت تمام سرمایه شرکت‌های آب و فاضلاب در بستر زمین قرار گرفته است. به همین دلیل این شرکت‌ها بهره برداری مدرن را، مد نظر قرار داده‌اند. اما همانطور که عنوان شد تهیه سیستم‌های جی ای اس زمانی راندمان بهینه دارند که قبل از شروع بهره برداری، کامل شده باشند. پروژه جی ای اس باید از طراحی شروع، در اجرا تکمیل و تصحیح و در هنگام بهره برداری از آن استفاده شود. در این صورت، هدف متعالی جی ای اس محقق خواهد شد.

البته از جی ای اس برای شبکه‌های قدیمی نیز می‌توان بهره گرفت؛ به این صورت که اطلاعات مربوط به تعمیرات و مشاهداتی که به هنگام نگهداری و بهره برداری از شبکه برداشت می‌شود، به بانک اطلاعاتی افزوده شود. در نتیجه به مرور زمان بانک اطلاعاتی کاملی از آن شبکه خواهیم داشت. برای این منظور شرکت‌های مشاوره ای تنها می‌توانند شروع کار را بعهده گیرند، چون سیستم شبکه‌های آب و فاضلاب با گذشت زمان در حال تغییر و تحول است.

برای داشتن سیستم اطلاعاتی به روز، می‌بایست آمار و اطلاعات توسط پرسنل شرکت بهره بردار، جمع آوری و به سیستم افزوده شود. پیاده کردن مقطعی سیستم جی ای اس و عدم به روز سازی اطلاعات آن در بهره برداری از سیستم، کمکی نخواهد کرد. با توجه به اینکه تنها پرسنل شرکت هستند که در مورد مشکلات تأسیسات خود، آگاهی کافی دارند، پس کسی جز همین پرسنل نمی‌تواند جهت جمع آوری آمار و اطلاعات، مفید واقع شود. این فرآیند مستلزم آموزش (هر چند ابتدایی) است. در مورد شناساندن این سیستم، برای بهره برداری صحیح، بهره بردار می‌بایست از جزئیات مربوط به شبکه کاملاً مطلع باشد تا بتواند در راهبری این سیستم، درست تصمیم گیری کند.

آنچه در آرشو شرکت‌های آب و فاضلاب به چشم می‌خورد انبوهی از نقشه‌های اجرایی است که نمی‌توان جهت دریافت اطلاعات مورد نیاز بهره برداری، چندان به آنها امید داشت در حالی که در سیستم جی ای اس می‌توان «مانیتورینگ شبکه» را ایجاد کرد تا با شبیه سازی هیدرولیکی و حتی کیفی شبکه آنها با توجه به تغییرات فصلی و ساعتی، شبکه به صورت دیداری در آمده و بهره بردار بتواند وضعیت شبکه را تحت نظر داشته باشد و یا با استفاده از انداز گیری های واقعی، محاسبات شبیه سازی را کالیبره کرد.



امروزه دیگر از داده های محاسباتی برای بهره برداری استفاده نمی شود، بلکه با استفاده از مجموعه سنسورها (به صورت خودکار) و اندازه گیری واقعی پارامترهای شبکه، آن را مانیتورینگ و کنترل می کنند. همچنین برای کمک به بهره برداری به هنگام وقوع حادثه چه طبیعی (مانند وقوع سیل، زلزله و یا تخریب یک قسمت از سیستم) و چه مصنوعی، با استفاده از این ابزار، بهره بردار می تواند وضعیت آینده سیستم را مانیتورینگ کند. جی ای اس می تواند اعلام کند که کدام شیرها بسته شوند، تا کمترین جمعیت ممکن، دچار بی آبی شود و یا اینکه حتی سرویس اتفاقات از کدام مسیر حرکت نماید تا سریعتر به محل حادثه برسد و یا اینکه با ترکیب چند ویژگی به پرسش های متنوع بهره بردار پاسخ دهد، به عنوان مثال لوله هایی که دارای قطر 300 میلیمتر بوده و در خیابان 20 متری واقعند، و ده سال از عمر آنها می گذرد، در زمستان گذشته دچار مشکل شده اند و بروز مشکل ساعت هشت صبح بوده را مشخص نماید. [2]

## 5. نتیجه گیری

امروزه با پیشرفت علم و وجود رایانه امکان پردازش سریع و انجام محاسبات پیشرفته امکان پذیر شده است. صنعت آب و فاضلاب همانند تمامی شاخه های دیگر علم از این مهم مستثنی نیست.

با توجه به رشد جمعیت و وجود حجم عظیم اصلاحات و نیاز به دقت بالا در این صنعت، خصوصاً در طراحی، اجرا و بهره برداری از خطوط انتقال آب و شبکه های آب و فاضلاب روشها و سیستم های نوینی به وجود آمده است. یکی از این سیستم ها که به کمک حوزه آب و فاضلاب آمده، GIS یا سیستم اطلاعات جغرافیایی است.

بنابراین، با توجه به مسئولیت خطیر شرکت های آب و فاضلاب در تهیه و تأمین و توزیع آب شرب بهداشتی و جمع آوری، تصفیه و دفع فاضلاب و نیاز به پاسخگویی مطلوب به مردم در کلیه زمینه ها، ساماندهی و افزایش بهره وری از منابع موجود، بهینه سازی سرمایه گذاری ها و برنامه ریزی ها، تصمیم گیری دقیق مدیران، سرعت و دقت انجام کار و تعیین قابلیت های توسعه در مناطق و مکانهای مختلف استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی بسیار مؤثر و مفید خواهد بود.

در این مقاله بسیاری از کاربردهای نوین جی ای اس در حوزه آب و فاضلاب بیان گردید. همانطور که عنوان شد، هدف اولیه در شبکه های آب و فاضلاب، انتقال اطلاعات شبکه به یک سیستم اطلاعاتی مدرن، برای استفاده در مدیریت و بهره برداری از شبکه ها است و هدف متعالی آن تحلیل شبکه ها، و استخراج شاخص های تصمیم گیری برای بهره برداری علمی و صحیح از آنها است.

بهره برداری صحیح با توجه به وضعیت های مختلف شبکه، موجب کاهش آب بحساب نیامده در شبکه های آب و جلوگیری از نشت فاضلاب و آلودگی آبهای زیرزمینی از شبکه های فاضلاب، و رضایت مشتریان می شود.

در حال حاضر، اکثر شرکت ها در مرحله ورود اطلاعات به این سیستم هستند یا حتی در بعضی موارد به این فاز نیز نرسیده اند و در آینده امید آن است که پس از گذر از این مرحله، به پردازش و آنالیز داده های خود و نیز مدیریت و برنامه ریزی در جهت راهبری تأسیسات شان، با توجه به وضعیت و نیازهای واقعی کشور، برسند.

## 6. مراجع

1. <http://www.forums.mihandownload.com>
2. <http://www.iransaze.com>
3. <http://7rang.ir>
4. <http://www.forums.mihandownload.com>
5. <http://www.hamshahrionline.ir>
6. <http://www.tebyan.net>