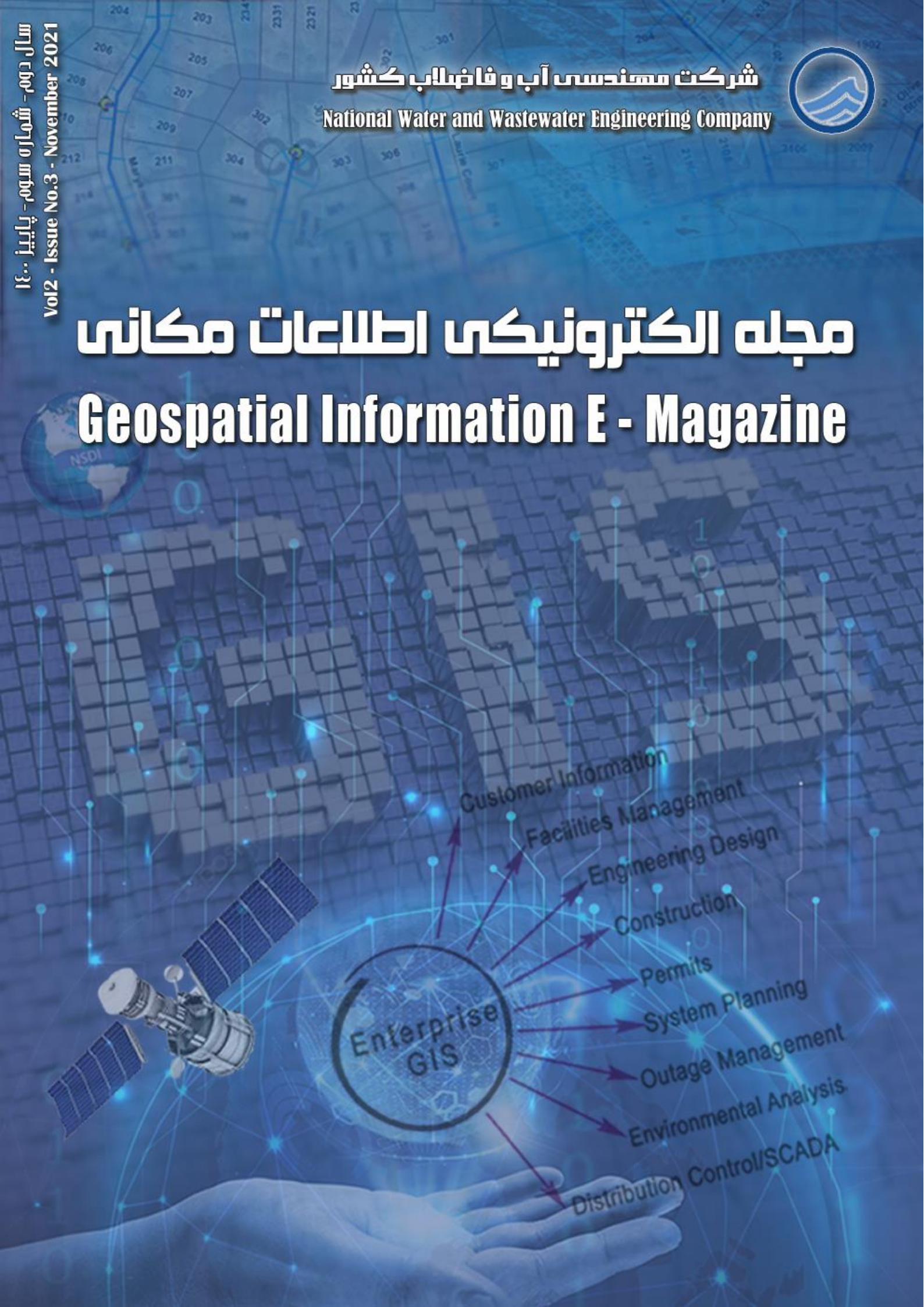
سال دوم- شماره سوم- نوامبر ۲۰۲۱
Vol2 - Issue No.3 - November 2021

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
National Water and Wastewater Engineering Company

مجله الکترونیکی اطلاعات مکانی
Geospatial Information E - Magazine



به نام هستی بخش یکتا

مجله الکترونیکی اطلاعات مکانی

صاحب امتیاز : شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

مدیر مسئول: مصطفی یار محمدی

سرپرست معاونت منابع انسانی و پشتیبانی
شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

دبیر اجرایی : شهریار بهارلویی

مدیرکل دفتر فن آوری اطلاعات و توسعه دولت الکترونیک
شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

دبیر علمی : علی محرابی

کارشناس مسئول GIS شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

داوران مقالات تجربی :
ابوذر عاشوری - شرکت آب و فاضلاب شیراز
سبیله اسدی - شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی
محسن عادلی - شرکت آب و فاضلاب استان گلستان

داوران مقالات علمی :
خانم حبیبی - شرکت آب و فاضلاب استان قزوین
محمدعلی آراسته - شرکت آب و فاضلاب استان یزد
عظیم صابری - شرکت آب و فاضلاب استان خوزستان

مسئول انتخاب گزارشات استانی :
مریم خورشیدی - شرکت آب و فاضلاب استان مازندران

ویراستاری، صفحه آرایی و طراحی جلد :
مژده مینائی - شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی

مجله اطلاعات مکانی با هدف انتشار دستاوردهای علمی و تجربی همکاران در شرکت های آب و فاضلاب ایجاد شده است. آنچه در منابع علمی تحلیل های آماری عنوان شده حاکی از آن است که ۸۰ درصد اطلاعاتی که پایه و اساس تصمیم گیری های سازمانی می باشد ماهیت مکانی دارد. لذا استقرار و توسعه استفاده از اطلاعات مکانمند و سیستم ها و تحلیل های مرتبط می تواند اکثر حوزه های شرکت های آب و فاضلاب را به سوی مدیریت بهینه سوق دهد. در این رابطه وجود یك مرجع جهت انتشار تجارب موفق و فن آوری های جدید در زمینه های پیاده سازی و استفاده از اطلاعات مکانی می تواند رسیدن به اهداف سازمانی را در این زمینه تسهیل بخشد.

تهران، بلوار کشاورز، کوچه شهید برادران عبدالله زاده
تلفن : ۸۹۶۰۱۵۰۱، ۸۹۶۰۰۰۰۰
دورنگار: ۸۸۹۹۳۳۹۷۲، ۸۸۹۷۶۵۶۲، ۸۸۹۵۳۳۲۹
پایگاه اینترنتی : www.nww.ir

مجله الکترونیکی اطلاعات مکانی
Geospatial Information E - Magazine

سال دوم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۰
مجله تخصصی اطلاعات مکانی صنعت آب و فاضلاب

فهرست مطالب

۱ پیشگفتار

مقاله ها:

۲ مدل ساختاری مناسب برای مدیریت GIS سازمانی (Enterprise GIS) در شرکتهای آب و فاضلاب
علی محرابی

۸ بررسی قابلیت های GIS (کاهش هدر رفت ظاهری آب) در شرکت آب و فاضلاب استان همدان
هادی جعفری، سید هادی حسینی بیدار

۱۸ پیاده سازی تابع انتقال Hyperbolic Tangent شبکه عصبی مصنوعی جهت مکان یابی نصب فشار شکن بر روی شبکه توزیع آب
محمد کمانگر

۲۸ بهینه سازی شبکه جمع آوری فاضلاب شهری و ارائه شبکه اصلاح شده به کمك مدل SewerGEMS و ArcGIS
پیمان فیروزی، سید آرمان هاشمی منفرد، غلامرضا عزیزیان

۳۹ نقش GIS درتحلیل اثر خطر زمین‌لرزه و شتاب لرزه‌ای بر تاسیسات سامانه‌های آبرسانی خانه فاضلاب
ذبیح اله رستمی، مهدی نظرپور

گزارشات استانی:

۵۰ شرکت های آب و فاضلاب استان تهران، گیلان، مازندران و مشهد

۵۱ شرکت های آب و فاضلاب استان آذربایجان غربی، گلستان، سیستان و بلوچستان

۵۲ شرکت های آب و فاضلاب استان خراسان جنوبی، شمالی، رضوی و قزوین

۵۳ شرکت های آب و فاضلاب استان قم، البرز، بوشهر و فارس

۵۴ شرکت های آب و فاضلاب استان کرمان، شیراز و یزد

WE ARE
GIS
گروه GIS صنعت آب و فاضلاب
Design By: Mojde Minaei
GIS day
NOVEMBER 17, 2021
جهان را با GIS معنا ببخشیم
INSPIRE
The World with GIS
روز جهانی GIS
۲۴ آبان ۱۴۰۰
شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

پیشگفتار

مهمترین هدف در جمع آوری و پالایش اطلاعات، تاثیر آن در تصمیم‌گیری صحیح توسط مدیران و بهبود عملکرد کارکنان است. با توجه به ذات مکانمند بودن اکثر اطلاعات و داده های صنعت و همچنین گسترش شبکه های آب و فاضلاب و تاسیسات مرتبط، کاربرد اطلاعات مکانی به طور خودکار در مدیریت تامین آب شهری و روستایی در حال افزایش است. برنامه های کاربردی GIS در تمام حوزه های شرکت اعم از دفاتر بهره برداری، طراحی و نظارت، ارتباط با مشتریان، مدیریت املاک و... قابل پیاده سازی است و ازین طریق عملکرد جزئیات سیستمهای آب و فاضلاب و دارایی های آب به راحتی قابل ردیابی می‌باشد و لذا اطلاعات شبکه های آبرسانی و مدیریت داده های صرفا آماری نمی‌تواند تاثیرگذاری نقشه ها و نمودارهای موضوعی GIS را داشته باشد.

بعد از یکپارچگی شرکتهای آب و فاضلاب ، بر حسب نیازی که احساس می‌شد، در چارت سازمانی شرکتهای یکپارچه استانی گروه GIS ذیل دفاتر فن آوری اطلاعات و معاونت منابع انسانی شرکتها ایجاد شد. وظیفه این گروه، طراحی،پیاده سازی و ایجاد زیرساخت GIS سازمانی، نظارت عالیه بر دستورالعملهای برداشت و به روز رسانی اطلاعات مکانی، برقراری روندهای گردش اطلاعات مکانی از تولید تا استفاده از آن و گسترش دانش استفاده از تحلیلهای مکانی در واحدهای مختلف شرکت می‌باشد. این موضوع وظیفه سایر معاونتها را در تولید اطلاعات و استفاده از تحلیلهای مکانی سلب نکرده و آنها در جمع آوری، صحه گذاری و کاربردی سازی این اطلاعات نقش مهمی را ایفا می‌کنند و لذا می‌بایست ظرفیت نیروی انسانی مورد نیاز را در این رابطه را نیز پیش بینی نمایند.

مصطفی یارمحمدی

سرپرست معاونت منابع انسانی و پشتیبانی

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

مدل ساختاری مناسب برای مدیریت GIS سازمانی (Enterprise GIS) در شرکتهای آب و فاضلاب

علی محرابی

دبیر شورای راهبری و مسئول GIS شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

۱- مقدمه

GIS هنگامی که در ابتدا در سازمانهای خاص در اواسط دهه ۱۹۷۰ تا اواسط دهه ۱۹۸۰ اجرا می شد، یک فناوری اختصاصی بود که که در واحد خاصی مدیریت و اجرا می‌شد و لذا اختصاصی محسوب می شد. امروزه، GIS به یک ابزار پذیرفته شده در فن آوری اطلاعات تبدیل شده است که توسط طیف گسترده ای از سازمان های دولتی ، شرکت های خصوصی، مؤسسات دانشگاهی ، گروه های غیرانتفاعی و طیف وسیعی از سازمان های غیر دولتی مورد استفاده قرار می گیرد. با وجود Enterprise GIS اهداف GIS نیز در سازمانها عوض شده و حول محورهای ذیل انجام می-گیرد:

- پشتیبانی از مدیر ارشد سازمان
- استفاده از اطلاعات مکانی در کاهش هزینه های سازمانی و افزایش درآمد
- بهبود در ارائه خدمات به مردم و افزایش رضایتمندی
- تدقیق ، ارزیابی و افزایش بهره وری از آمار و اطلاعات
- بهبود تخصیص منابع به کمک مکانیابی نیازهای واقعی
- بهبود در مدیریت بهره برداری و کنترل پروژه ها
- بهبود تصمیم گیری در شرایط بحرانی

۲- عوامل اصلی تاثیرگذار بر نوع مدل مدیریت GISدر سازمانها

GIS نقش های مختلفی را در سازمان ها ایفا می کند. در بسیاری از سازمانهای کشورهای در حال توسعه ، این فناوری پایه و اساس یکپارچه سازی تمام سیستمهای موجود است که چشم انداز و پایه جدیدی را برای فعالیتها فراهم می کند و تأثیرات سازمانی بزرگی را در بر می گیرد. ولی مدیریت حوزه عملیاتی GIS در سازمانها و کشورهای مختلف کاملا متفاوت پیاده سازی شده است. نقشی که GIS در سازمان ایفا می کند، کاملا به نوع نگاه مدیران سیستم به GIS مرتبط است. GIS می‌تواند تمام تصمیمات یک سازمان را تحت تاثیر قرار دهد و از طرفی فقط ابزاری برای تجارت و گاهی فقط یک نقشه باشد.

تعیین نقش و دامنه GIS در سازمان منجر به الگویی مناسب برای پیاده سازی و مدیریت آن می شود. اگرچه GIS می تواند نقش های متنوعی را در سازمان ها ایفا کند ، اما تا به حال به تعداد کمی از ویژگی های اجرای GIS توجه شده است. عوامل اصلی تاثیرگذار بر نوع مدل مدیریت GISدر سازمانها عبارتند از:

- پیچیدگی و وسعت سیستمها و بانکهای اطلاعاتی موجود در سازمان
- میزان یکپارچگی سیستمها و وظایف روزانه واحدها ی مختلف با ابزراها و تحلیلهای GIS

- میزان هدفگذاری و برنامه های راهبردی GIS
- ساختار کلی سازمانی

۳- مراحل بلوغ GIS در سازمانها:

در نوع نگرش، پیاده سازی و مدیریت GIS مفهومی سه مرحله‌ای شامل مرحله سازمانی ، مرحله اکتشاف و مرحله بهره برداری از GIS می‌تواند تعریف گردد. این مدل بر پایه این فرض استوار است که پیشرفت از مرحله به مرحله دیگر تجمعی است و مراحل به تدریج پیش می‌رود. گرچه نوع ساختارکلی سازمان نیز بر مدل فوق تاثیرگذار خواهد بود.

۳-۱- مرحله اکتشاف:

در این مرحله سازمان در حال بررسی مزایای GIS در فعالیت های خود و خدماتی است که ارائه می دهد. GIS در درجه اول برای رعایت مقررات و تولید نقشه ها گهگاه استفاده می شود. فراتر از آن ، توسعه GIS توسط علاقه مندان مشتاق یادگیری فن آوری و تطبیق آن با کارشان است. بعضی از اقدمات و تولیدات مکان-مبنا جهت رفع نیازهای جدید یا به عنوان واکنشی در برابر یک رویداد، در قالب پروژه ها اتفاق می افتد. استفاده از GIS در خارج از محدوده مهندسی بسیار کم است و بنابراین در سازمان، مهارت های استفاده از GIS کمیاب است. کار معمولا با هماهنگی یک کارشناس، کار می کند و اشتراک بسیار کمی از داده های مکانی رخ می دهد و متخصص (ان) GIS در بخش تولید نقشه کار می‌کنند. در برخی موارد ، GIS توسط پیمانکار خارجی (برون سپاری) تولید می‌گردد. تمرکز فعالیتهای مرتبط با GIS بر روی دیجیتالی کردن ، جمع آوری داده ها و نقشه های موضوعی است. GIS بیشتر به عنوان یک منبع داده برای نگهداری سوابق مورد استفاده قرار می گیرد. در موارد دیگر ، از GIS برای جایگزینی نقشه های دستی تولید کاغذ و انجام اندازه گیری های محدود (فاصله ، جهت ، نزدیکی و بافر) استفاده می شود. همین مقدار برای ارگانهایی مثل صنوف، بانکداری، فروشگاههای عرضه کالا و خدمات و... کافیست و می-تواند تا همین مقدار نیز نیازهای مبتنی بر اطلاعات مکانی این دسته از ارگانها را پوشش دهد.

۳-۲- مرحله بهره برداری:

در این سازمانها اهمیت GIS در بهبود عملکرد بخش ها و فرآیندها تشخیص داده شده است (فرآیندهای کاملاً مستقر که نیاز به GIS است). GIS به شدت در بعضی بخشهای سازمان مورد استفاده قرار می گیرد و به یک روال تبدیل شده است ولی سایر بخش ها از GIS استفاده خاصی نمی‌کنند و هماهنگی بسیار کمی در تولید تا استفاده از GIS وجود دارد. ممکن است یک هماهنگ کننده یا مدیر GIS وجود داشته باشد اما معمولاً توسط یک حوزه خاص کنترل می شود (به دلیل سلسله مراتب ، به عنوان مثال در زیر بخش فناوری اطلاعات قرار گیرد) ، این نقش محدود باعث خواهد شد که GIS در توسعه سازمانی نقشی ایفا نکند. با این حال، استفاده از GIS توسط مدیریت عملیاتی و ناظرین بسیار گسترده است. سیستم اطلاعات مکانی در این مرحله به عنوان "دفتر خدمات" عمل می کند که نیازها و خواسته های سایر بخش ها را برآورده می کند. گرچه همه فرایندهای کاربردی از لحاظ مکانی فعال نیستند ولی به آرامی برنامه ها برای استفاده از GIS اصلاح می شوند. ارگانهای دارای GIS در کشور در این گروه قرار می‌گیرند و اکثر شرکتهای آب و فاضلاب نیز در مرحله بهره برداری قرار دارند. گرچه این نوع کار و ساختار برای سازمانهای مادرتخصصی و سیاسی-کشوری و همچنین اداراتی چون منابع طبیعی، کشاورزی، محیط زیست، مدیریت صنایع و...

کافیست ولی ارگانهای حیاتی شهر و روستا و شرکتهای خدمات رسان مانند شهرداریها، شرکتهای آب و فاضلاب، برق، گاز و... به پیاده سازی Enterprise GIS نیاز دارند.

۳-۳- Enterprise GIS چیست؟

GIS سازمانی (Enterprise GIS) نوعی سیستم اطلاعاتی توزیع یافته است که در آن اجزاء سیستم مانند پایگاه داده، پردازش، ارائه دهنده و کاربر اطلاعات در یک مکان قرار ندارند. ایده اصلی یک GIS سازمانی این است که به صورت جمعی بجای انفرادی به نیازهای سازمان پاسخ دهد. به دلیل تعامل گسترده و گردش کار بین بخشهای مختلف، بسیاری از سازمانها در سالهای اخیر از سیستمهای مستقل به رویکردهای یکپارچه تری که منابع و برنامه ها را به اشتراک می گذارند روی آورده‌اند. برخی از مزایای بالقوه ای که GIS سازمانی می‌تواند داشته باشد شامل کاهش قابل ملاحظه افزونگی داده ها در کل سیستم، بهبود دقت و راستی آزمایی آمارها، و استفاده و به اشتراک گذاری کارآمدتر داده‌ها است. از آنجا که داده ها مهمترین سرمایه در هر برنامه GIS است، هر رویکردی که ضمن حفظ کیفیت داده، هزینه های جمع آوری اطلاعات صحیح را کاهش می‌دهد، مهم است. اجرای یک سیستم اطلاعات مکانی سازمانی همچنین می تواند هزینه های نگهداری و پشتیبانی کلی سیستمهای اطلاعاتی کل سازمان را کاهش دهد و از این طریق استفاده مؤثرتر از منابع تولیدی سازمان تأمین شود. داده ها می توانند در فرآیندهای تصمیم گیری در کل سازمان یکپارچه شده و مورد استفاده قرار گیرند.

۳-۴- مرحله GIS سازمانی:

در این مرحله، سازمان GIS را به عنوان یک دارایی استراتژیک (مأموریت مهم) به رسمیت شناخته است که مزیت رقابتی را فراهم می کند و برای موفقیت سازمان در انجام وظایف خود ضروری است همچنین سازمان می داند که سود یک سیستم سازمانی چند منظوره GIS برای کل سازمان سودمند است. تولید و استفاده از اطلاعات و تحلیلهای مکانمند در این مرحله با برنامه‌ریزی استراتژیک یکپارچه است و بطور گسترده در سراسر سازمان مورد استفاده قرار می گیرد. GIS اطلاعات پایه ایست که اطلاعات بخش ها را به هم متصل می کند و تحلیلهای تصمیم ساز را پایه گذاری می‌کند و اطلاعات مکانی توسط مدیریت ارشد برای تصمیم گیری و تدوین سیاست استفاده می شود. از نظر ساختاری یک دفتر مستقل GIS وجود دارد که می تواند داده های مکانی را برای کلیه بخش ها (پایگاه داده مرکزی و مدل داده) مدیریت کند و از خدمات مورد نیاز (راه حل ها ، برنامه ها ، تغییرات و آموزش) استفاده کند. برای استفاده از GIS ، فرآیندها بطور مداوم مهندسی می شوند و استفاده و اشتراک داده های مکانی محدود به درون سازمان نبوده و استفاده خارجی (عموم مردم برای خدمات الکترونیک مکان-مبنا و ارگانهای دیگر) از GIS وجود دارد. همچنین تغییرات سازمانی برای دستیابی به ارزش استراتژیک GIS گسترده شده است. همانطور که عنوان شد، این نوع نگرش و پیاده سازی GIS برای بهره گیری مردم و کارشناسان در ارگانهای مدیریت شریانهای حیاتی و شهرداریها لازم است. گرچه به صورت جزیره ای و در محدوده زمانی خاص GIS سازمانی در بعضی سازمانها پیاده سازی شده و همچنین مطالعات رین زمینه در طول سالیان در وزارت نیرو نیز صورت گرفته است ولی متاسفانه هنوز پیاده سازی نشده و هنوز نیاز به اطلاعات مکانی و ضرورت آن در کشور احساس نشده است.

۴- مقایسه مراحل استقرار و مدیریت GIS در سازمانها:

۴-۱- از نظر سیستم کلی:

سیستم	مرحله اکتشاف	مرحله بهره برداری	مرحله سازمانی
۱. توابع مورد استفاده ۲. ابزارهای مورد استفاده ۳. خدمات و سفارشی سازی	۱. مورد استفاده در برداشت، ترسیم و طراحی ۲. GIS دسکتاپ و اتوکد ۳. وجود ندارد - نقشه محور	۱. + تجزیه و تحلیل مکانی و آماری ۲. + GIS تحت وب ۳. حداقل	۱. + مدلسازی و پشتیبانی از تصمیم گیری ۲. + GIS در ابزارهای همراه ۳. گسترده و مداوم

۴-۲- از نظر وظایف:

وظایف	مرحله اکتشاف	مرحله بهره برداری	مرحله سازمانی
۱. بهبود در عملکرد واحدها و روندهای موجود (فروش، توسعه و بهره برداری) ۲. مدل گردش کار	۱. فقط در یک فرآیند مشخص، تنها فرایند رقومی سازی پیاده سازی شده (برداشت و کنترل کیفیت) ۲. ساده	۱. ۴۰٪ از فرآیندهای اصلی سازمان به کمک GIS بهبود یافته ۲. متوسط (روندها، نیمه ساختار یافته)	۱) ۶۰٪ از فرآیندهای اصلی سازمان به کمک GIS بهبود یافته ۲) پیچیده (مدل مفهومی پیاده سازی شده، توزیع یافته)

۴-۳- از نظر کاربران:

کاربران	مرحله اکتشاف	مرحله بهره برداری	مرحله سازمانی
۱.درصد و نوع کاربران داخلی و واحدهای استفاده کننده ۲. میزان استفاده از GIS در سطوح عملیاتی تصمیم سازی و مدیریتی	۱. کمتر از۲۰٪ کارکنان GIS + کارشناسان درواحد در بهره برداری یا فروش یا.. ۲. عملیات میدانی: متوسط تاکتیکی و تصمیم سازی : حداقل تصمیمات مدیریتی: هیچ	۱. ۲۰-۴۰٪ + کارشناسان، ناظرین و مدیران ادارات بهره برداری، فنی، فروش ، خدمات پس از فروش و.. ۲.عملیاتی: متوسط تاکتیکی: متوسط تصمیمات مدیریتی: حداقل	۱. ۴۱٪ یا بیشتر + مدیران ستادی و ارشد، واحدهای پشتیبانی، برنامه ریزی و دخیل در تعیین سود و زیان شرکت و افزایش بهره وری ۲. عملیاتی: زیاد تاکتیکی: زیاد تصمیمات مدیریتی: متوسط

۴-۴- از نظر نقشه راه و استفاده:

هدفمندی و استفاده:	مرحله اکتشاف	مرحله بهره برداری	مرحله سازمانی
۱) دید GIS ۲) برنامه استراتژیک GIS ۳) هدف استفاده ۴) الگوی استفاده ۵) آگاهی از GIS ۶) آموزش ۷) همکاری / هماهنگی بین بخش ها در نتیجه GIS و به اشتراک گذاری داده ها و تحلیلها و گزارشات	۱) برای مدیریت داده های مکانی ۲) وجود ندارد ۳) فهرست داشته ها ۴) تخصصی و توسط چند نفر ۵) کم ۶) فقط برای کارمندان تعیین شده ۷) نادر است	۱) برای بهبود بهره وری ۲) تحقیق در مورد برنامه های استراتژیک GIS ۳) + تجزیه و تحلیل ۴) روتین (تعبیه شده در فرآیند شرکت) ۵) متوسط ۶) بیشتر در حین اجرای ۷) متوسط	۱) برای تقویت تصمیم گیری ۲) سند رسمی وجود دارد ۳) + سیاست گذاری ۴) مبتکر و قابل تغییر، بسته به تغییر فرایندها و عملیات در شرکت و مدنظر هر کارشناس و مدیر ۵) زیاد (روزهای GIS در تقویم وجود دارد) ۶) مداوم ۷) بالا (هماهنگی)

۴-۵- از نظر ساختار:

ساختار:	مرحله اکتشاف	مرحله بهره برداری	مرحله سازمانی
۱) ساختار ۲) نقش ۳) مجموعه مهارت ۴) سبک مدیریت	۱) وجود ندارد یا در یک حوزه تخصصی است مثل بهره برداری یا ارتباط با مشتریان ۲) در ارتباط با حوزه کاری بالادستی ۳) مهارت GISبه صورت ثانویه انجام میشود و یا نقشه برداری و مهندسی استفاده از نقشه (کنترل کیفیت) ۴) سنتی (انجام پروژه های مرتبط با حوزه خود)	۱) تیمی در بخش اجرایی یا فاوا همراه با کارگروه ها ۲) ارائه خدمات کامل GIS ۳) + تخصص و فناوری ۴) خدمات گرا و انجام تحلیل و گزارش برای سایر واحدها	۱) بخش مستقل ۲) پشتیبانی و راهبری ۳) + تحلیلگر + توسعه گر ۴) سرویس محور

مراجع

- Roswell, P. (2018). Organizational Models for GIS Management. *The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge* (1st Quarter 2018 Edition), John P. Wilson (ed.). DOI:10.22224/gistbok/2018.1.13

- Rebecca Somers, (2010). Developing GIS Management Strategies for an Organization. Journal of Housing Research • Volume 9, Issue 1

- Omer Abdulaziz Alrwais, (2016). Towards a New GIS Maturity Model: An Organizational Usage Perspective. CGU Theses & Dissertations, Claremont Graduate University

- Campbell, Heather, and Ian Masser. 2005. GIS and Organizations. London: Taylor & Francis.

- Babinski, G. (2009). GIS as Enterprise Municipal System. Government Finance Review, February, 2009

- Holdstock, D. (2017). Strategic GIS Planning and Management in Local Government, CRC Press, ISBN: 978-1-4665-5650-8,2017.

بررسی قابلیت های GIS (کاهش هدر رفت ظاهری آب) در شرکت آب و فاضلاب استان همدان

هادی جعفری[1*]، سید هادی حسینی بیدار[2]

[1] مدیر دفتر GIS شرکت آب و فاضلاب استان همدان

پست الکترونیکی : jafari@hww.ir

[2]مدیر عامل و رئیس هیئت مدیره شرکت آب و فاضلاب استان همدان

چکیده

افزایش جمعیت، بالا بودن مصرف سرانه و هزینه های فراوان تهیه و توزیع آب آشامیدنی از یک طرف و محدودیت منابع آبی از طرف دیگر باعث شده است تا استفاده ی بهینه و مدیریت هوشمند بهره برداری و توزیع منابع موجود، به یک موضوع حیاتی و اساسی تبدیل شود. از طرفی دیگر استفاده از سیستم های اطلاعات مکانی (GIS) به عنوان یکی از پیشرفته ترین علوم و فن آوری های اخذ و مدیریت بهینه اطلاعات مکان مرجع، به منظور مدلسازی و مدیریت تاسیسات آبرسانی، شبکه های توزیع آب شهری و شبکه های جمع آوری فاضلاب و نحوه مصرف مشترکین با رویکرد کاهش هدر رفت و اقعی و ظاهری آب کاملا توجیه پذیر و کاربردی می باشد. به همین دلیل تهیه و بهره برداری از سیستم جامع GIS با ساختار کاملا منطبق بر وب بعنوان یک راهکار مطرح می باشد. از طرفی دیگر بخش های امور مشترکین بدلیل درآمدزایی و داشتن ارتباط مستقیم با مشترکین و ارباب رجوع، یکی از مهمترین بخش های شرکت های آب و فاضلاب می باشند. بدیهی است بالا بردن سرعت، کیفیت و دقت خدمات به مشترکین با کمترین هزینه و با رویکرد کاهش هدر رفت واقعی و ظاهری آب، همواره یکی از اهداف شرکت های آب و فاضلاب در سراسر کشور می باشد. در این مقاله قابلیت ها، امکانات و کاربردهای سیستم GIS در امور مشترکین شرکت آب و فاضلاب استان همدان بهمراه نتایج بدست آمده ارائه شده است. بنحوی که بتوان از قابلیت های سیستم GIS بعنوان یک زیر ساخت تبادل اطلاعات، ارائه خدمات مناسب و با کیفیت به مشترکین و با صرفه جویی اقتصادی به ویژه در شناسایی و کاهش هدر رفت ظاهری آب بهره برداری نمود.

کلمات کلیدی: کاربردهای GIS، آب بدون درآمد، هدر رفت ظاهری، GIS سازمانی، صنعت آب و فاضلاب

۱– مقدمه

نقش داده‌ها و اطلاعات در برنامه ریزی، مدیریت و تصمیم گیری بر کسی پوشیده نیست. امروزه سیستم های اطلاعات مکانی و ابزار مرتبط با آن در تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی گسترش زیادی یافته است. GIS در مسائل مهندسی آب، مهندسی فاضلاب مهندسی محیط زیست و ده ها موضوع دیگر نیز امکان ارزیابی و مدیریت بخش های مختلف زندگی را با تسلط بیشتر و صرف زمان و هزینه کمتر فراهم می نماید. با تلفیق GIS با ابزارها و برنامه‌های دیگر می‌توان نقشه‌هایی را برای بررسی های جامع و کامل اطلاعات ایجاد نمود. شرکت‌های آب و فاضلاب در هر شهر و روستا وظیفه حیاتی انتقال، تصفیه و توزیع آب مشترکین را از یک سو و جمع آوری، انتقال، تصفیه و بازگرداندن آب استفاده شده به طبیعت را از سوی دیگر بر عهده دارند و به دلیل گسترش فراگیر و تعداد زیاد مشترکین، نیازمند به کارگیری سیستم اطلاعاتی کارآمد و مناسبی هستند تا در حداقل زمان ممکن و با بیشترین کیفیت، دسترسی به اطلاعات سیستم شبکه را فراهم نماید. کاربرد سیستم های نوینی مانند GIS در شرکت‌های آب و فاضلاب می تواند

مسئولین این صنعت را در رسیدن به اهداف خود که همانا در اختیار گذاشتن آب بصورت مداوم، با کیفیت و با کمیت تعریف شده است یاری کند. از طرفی دیگر یکی از معضلات شرکت های آب و فاضلاب در کلیه کشورها، وجود هدررفت واقعی و ظاهری آب می باشد. بنابراین ارائه روش های هوشمند و کاربردی کاهش هدر رفت آب بشدت مورد توجه شرکت های آب و فاضلاب می باشد. به همین دلیل در این مقاله تجربیات شرکت آب و فاضلاب استان همدان در زمینه ارائه قابلیت های سیستم GIS در امور مشترکین و بخصوص شناسایی و کاهش هدر رفت ظاهری ارائه شده است که دارای نتایج قابل توجهی می باشد.

۲– مواد و روش ها

۲–۱– اهمیت استفاده از GIS در سازمان ها و کسب و کارها

امروزه سامانه های اطلاعاتی، می بایست نه تنها به عنوان ابزاری برای سرعت بخشیدن به کارهای روزمره سازمان ها، مورد استفاده قرار گیرند، بلکه به عنوان سیستم های پشتیبان تصمیم گیری برای کاهش هزینه ها و افزایش بهره وری و سود، مورد استفاده قرار داده شوند. این یعنی می توان نگرش به مدیریت داده ها را از نگاه هزینه سود (Cost Benefit) مورد بررسی قرار داده و با هر هزینه برای سامانه های اطلاعاتی و داده ها، به دنبال کسب سود از آن هزینه باشیم تا نه تنها اثربخشی لازم را برای ما از نگاه اقتصادی داشته باشد، بلکه آن سامانه اطلاعاتی در خدمت اهداف سازمانی، فعالیت نماید و هزینه های سازمان را کاهش دهد. امروزه بیش از ٪۸۰ داده های دنیا، ماهیت مکانی دارند. این بدان معناست که داده های مکانی و سیستم اطلاعات مکانی نقش ویژه ای در عملیات، برنامه ریزی، مدیریت و تصمیم گیری سازمان ها ایفا می کند و هر چه قدر دیرتر نسبت به استفاده از سامانه GIS در سازمان یا کسب و کارها اقدام گردد، هزینه های بیشتری را سازمان متحمل خواهد شد. بطور کلی استفاده از نقشه های GIS بدلیل ارائه همزمان اطلاعات مکانی و توصیفی، باعث بالا رفتن سرعت، دقت و کیفیت عملیات شناسایی و پیمایش شده و در نتیجه باعث کاهش هزینه ها و در صورت نیاز انجام الویت بندی کارها بخصوص انجام عملیات پیمایش می گردد.

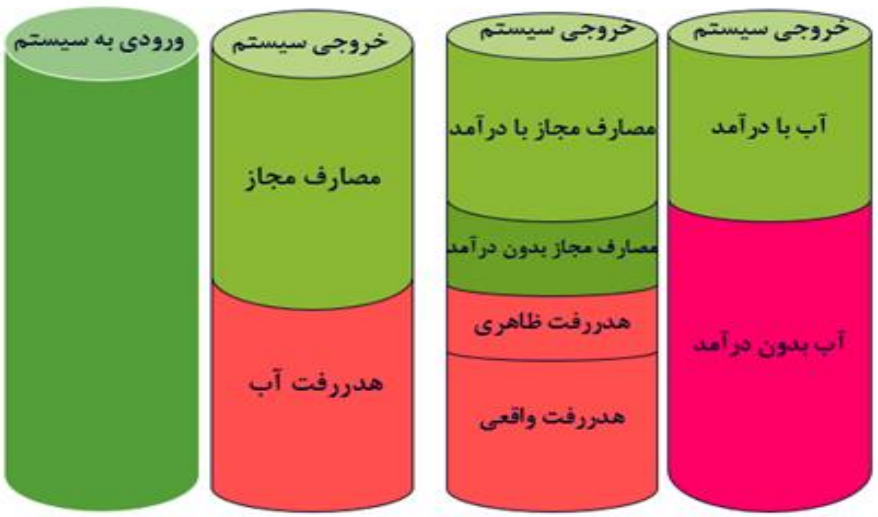
۲–۲– اقدامات انجام شده در شرکت آب و فاضلاب استان همدان در راستای پیاده سازی GIS سازمانی

- تهیه و استقرار نرم افزار GIS تحت وب
- جمع آوری و ثبت اطلاعات مشترکین بر اساس دستورالعمل ها و استاندارد های مربوطه در نرم افزار GIS
- تعریف کاربران و ارائه آموزش های لازم جهت بهره برداری از نرم افزار GIS

۳– ضرورت شناسایی و کاهش آب بدون درآمد با استفاده از GIS در شرکت های آب و فاضلاب

۳–۱– بالانس آب ورودی و خروجی به سیستم (IWA)

بالانس آب ورودی و خروجی به شبکه های توزیع آب بر اساس استاندارد انجمن بین المللی آب (IWA) آب طبق شکل ۱ می باشد.



شکل ۱ : جدول بالانس آب ورودی و خروجی به شبکه توزیع آب

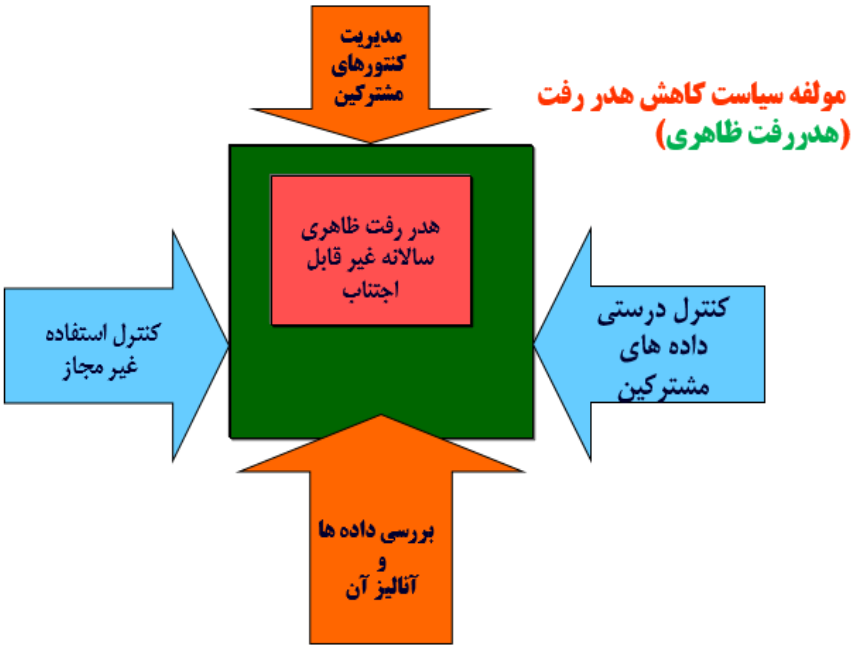
۳-۲- هدر رفت ظاهری

هدر رفت ظاهری در شبکه های توزیع آب شامل سه بخش اصلی به شرح زیر می باشد.

- **مصارف غیر مجاز**
  - سرقت آب
  - مصارف غیر قانونی
- **خطا های اندازه گیری**
  - بهره برداری
  - مدیریتی
  - پرسنلی
- **اشتباهات اندازه گیری (فرسودگی و خرابی کنتورها)**
  - دبی استارت
  - دبی متوسط و زیاد
  - کنتورهای خراب

۳-۳- سیاست های کاهش هدر رفت ظاهری

سیاست ها و روش های شناسایی و کاهش هدر رفت ظاهری شبکه های توزیع آب شامل چهار بخش اصلی مـی باشـد که مطابق با شکل ۲ عبارتند از شناسایی و تبدیل انشعابات غیر مجاز به انشعابات مجاز، شناسایی و تعویض کنتورهـای خراب و فرسوده، شناسایی و رفع خطاهای انسانی و همچنین شناسایی و رفع خطاهای نرم افزاری.



شکل ۲ : سیاست ها و روش های شناسایی و کاهش هدر رفت ظاهری در شبکه های توزیع آب

۴– نتایج و بحث

سیستم GIS در صورت داشتن نقشه پایه شهری و روستایی، پیمایش و ثبت شماره پرونده مشترکین در نقشه پایه و همچنین برقراری ارتباط آنلاین نرم افزار GIS با نرم افزار امور مشترکین (بر اساس شماره پرونده منحصر بفرد مشترکین) توانایی و قابلیت های متعدی در ارائه انواع و اقسام گزارشات و تحلیل های مکانی و توصیفی بر اساس یک لایه یا چند لایه بصورت کاملا کاربردی و تصمیم ساز را دارد. بدیهی است با توجه به حجم بالای اطلاعات، محدودیت منابع مالی، محدودیت منابع انسانی و محدود زمانی، عملا امکان بررسی کلیه مشترکین در سطح شهرها و روستا ها که بنوعی در افزایش هدر رفت ظاهری نقش دارند وجود ندارد. بنابراین جهت شناسایی و کاهش عوامل هدر رفت ظاهری استفاده از سیستم های اطلاعات مکانی اجتناب ناپذیر می باشد. از طرفی دیگر سیستم های اطلاعات مکانی موقعیت مکانی و آدرس مشترکین دارای کنتور خراب، کنتور فرسوده، غیر مجاز و سایر عوامل تاثیر گذار بر افزایش هدر رفت ظاهری را به راحتی در اختیار کاربر قرار داده و علاوه بر آن می توان با انتخاب یک جامعه آماری بر اساس اطلاعات مکانی بررسی های لازم را انجام داده و نتایج بدست آمده از جامعه آماری را به سایر مشترکین تعمیم داد. این فرایند نشانگر وجود مدیریت زمان، بالا بردن کیفیت فعالیت ها، انجام الویت بندی فعالیت ها و کاهش هزینه ها می باشد بنحوی که صرفا با کمک سیستم های اطلاعات مکانی امکان پذیر بوده و هیچ روش یا سیستم نرم افزاری دیگری این قابلیت را ندارد.

۴-۱- نتایج پیاده سازی GIS سازمانی در شرکت آب و فاضلاب استان همدان (با رویکرد کاهش هدر رفت ظاهری)

۴-۱-۱- الزامات کاهش هدر رفت ظاهری با استفاده از سیستم GIS به ترتیب عبارتند از :

- تهیه نقشه رقومی پارسلی کامل شهر و درج در نرم افزار GIS
- تهیه نقشه مشترکین در سیستم GIS (پیمایش و درج شماره پرونده مشترکین در نرم افزار GIS)
- ایجاد ارتباط نرم افزار GIS با نرم افزار مشترکین از طریق شماره پرونده منحصر بفرد مشترکین

۴-۱-۲- مهمترین نتایج پیاده سازی GIS سازمانی در شرکت آب و فاضلاب استان همدان در راستای کاهش هدر رفت ظاهری عبارتند از :

۱- شناسایی انشعابات غیر مجاز

۲- شناسایی مشترکین دارای کنتور خراب
۳- شناسایی مشترکین دارای کنتور فرسوده
۴- شناسایی مشترکین کم مصرف و بدون مصرف
۵- شناسایی املاک در حال ساخت و ساز
۶- شناسایی مساحت و تعداد فضای سبز (دارای انشعاب یا فاقد انشعاب) موجود در هر منطقه
۷- شناسایی مشترکین جمع آوری شده (دائم یا موقت)
۸- شناسایی مشترکین دارای مانع عدم قرائت کنتور با سه دوره متوالی یا بیشتر

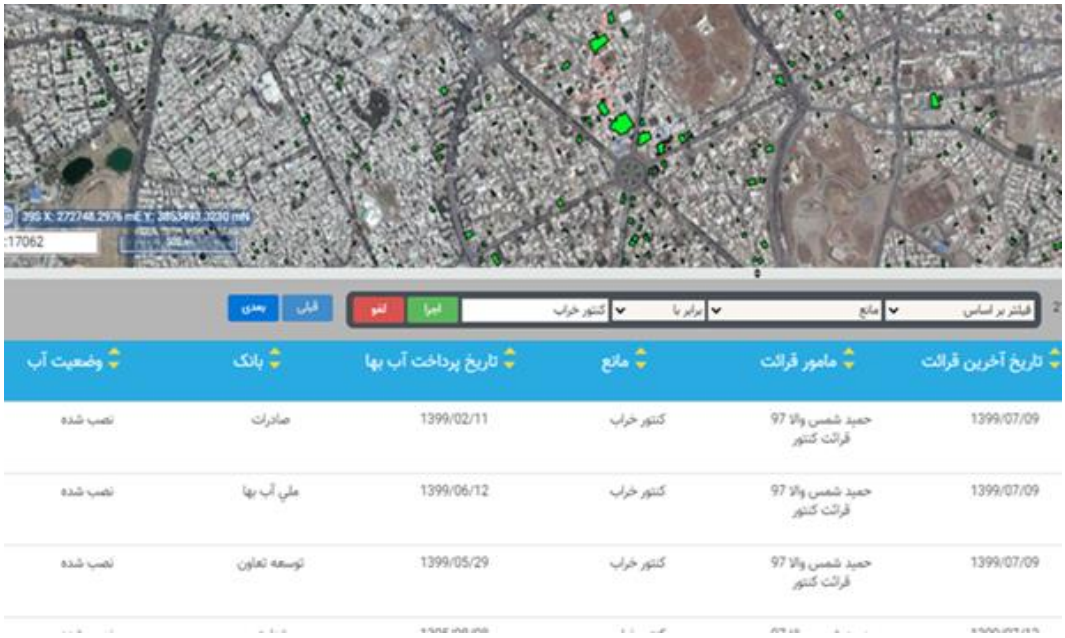
۴-۱-۲-۱- شناسایی انشعابات غیر مجاز

در صورت تهیه نقشه پایه شهری و درج شماره پرونده مشترکین در سیستم GIS، می توان با کمک گزارشات سیستم GIS املاک فاقد انشعاب آب و در نتیجه انشعابات غیر مجاز احتمالی را شناسایی نمود (شکل ۳- املاک سبز رنگ). بعنوان نمونه انشعابات غیر مجاز شناسایی شده طی سال ۱۳۹۸ به تعداد ۴۰۶ فقره می باشد. همچنین درآمد حاصل از تبدیل یک فقره انشعاب غیر مجاز به مجاز (بابت جریمه و فروش انشعاب) بصورت میانگین حدود ۵۰۰۰۰۰۰ ریال (معادل ۵ میلیون تومان) می باشد.

شکل ۳ : شناسایی انشعابات غیر مجاز با استفاده از GIS

۴-۱-۲-۲- شناسایی مشترکین دارای کنتور خراب

با کمک سیستم GIS می توان با در نظر گرفتن مدت زمان خرابی یا فرسودگی کنتور، انواع و اقسام گزارشات را تهیه و با توجه به پراکندگی آنها در سطح شهر نسبت به اجرای برنامه های تعویض کنتور الویت بندی و اقدام نمود. علاوه بر آن در صورت خرابی زیاد کنتورها در یک منطقه می توان نسبت به بررسی دلایل آن در منطقه اقدام نمود. بنحوی که اینگونه گزارشات مهم و کلیدی صرفا با کمک سیستم GIS، قابل بررسی می باشد. طبق شکل ۴ اطلاعات مکانی و اطلاعات توصیفی مشترکین دارای کنتور خراب نمایش داده شده است (املاک سبز رنگ).



شکل ۴ : گزارش مشترکین دارای کنتور خراب در سیستم GIS

۴-۱-۲-۳- شناسایی مشترکین دارای کنتور فرسوده با عمر بیش از ۸ سال

طبق شکل ۵ اطلاعات مکانی و اطلاعات توصیفی مشترکین دارای کنتور فرسوده نمایش داده شده است (املاک قرمز رنگ). اکثر کنتورهای فرسوده، کنتورهای به ظاهر سالمی هستند که مقدار واقعی مصرف مشترک را نمایش نداده و مقدار مصرف کمتری را نمایش می دهند و بنابراین در افزایش هدر رفت ظاهری تاثیر گذار هستند. به همین دلیل بمنظور کاهش هدر رفت ظاهری، بررسی و تعویض کنتورهای فرسوده دارای مصرف کم باید انجام گردد.

شکل ۵ : گزارش مشترکین دارای کنتور فرسوده در سیستم GIS

۴-۱-۲-۴- شناسایی مشترکین کم مصرف و بدون مصرف

با کمک سیستم GIS می توان انشعابات بدون مصرف و کم مصرف را در سطح شهر شناسایی و بررسی نمود. متاسفانه یکی از روش های استفاده از آب بصورت غیر مجاز استفاده از انشعابات پشت کنتوری می باشد. این روش بصورت غیر مجاز انجام شده و شناسایی اینگونه موارد در حالت معمولی مشکل می باشد. لذا بهترین روش شناسایی اینگونه انشعابات، تهیه نقشه املاک بدون مصرف یا کم مصرف با کمک سیستم GIS بوده و باید اینگونه انشعابات با توجه به تعداد نفرات و بصورت ویژه بررسی گردند. همچنین برخی مشترکین بدون مصرف یا کم مصرف دارای کنتور با شرایط فرسودگی شدید می باشند که باید بصورت ویژه بررسی و در صورت نیاز تعویض گردند. برخی از انشعابات بدون مصرف نیز مربوط به انشعابات جمع آوری شده می باشد. طبق شکل ۶ ، اطلاعات مکانی و اطلاعات توصیفی مشترکین کم مصرف و بدون مصرف نمایش داده شده است (املاک آبی رنگ).

شکل ۶ : شناسایی مشترکین کم مصرف و بدون مصرف در سیستم GIS

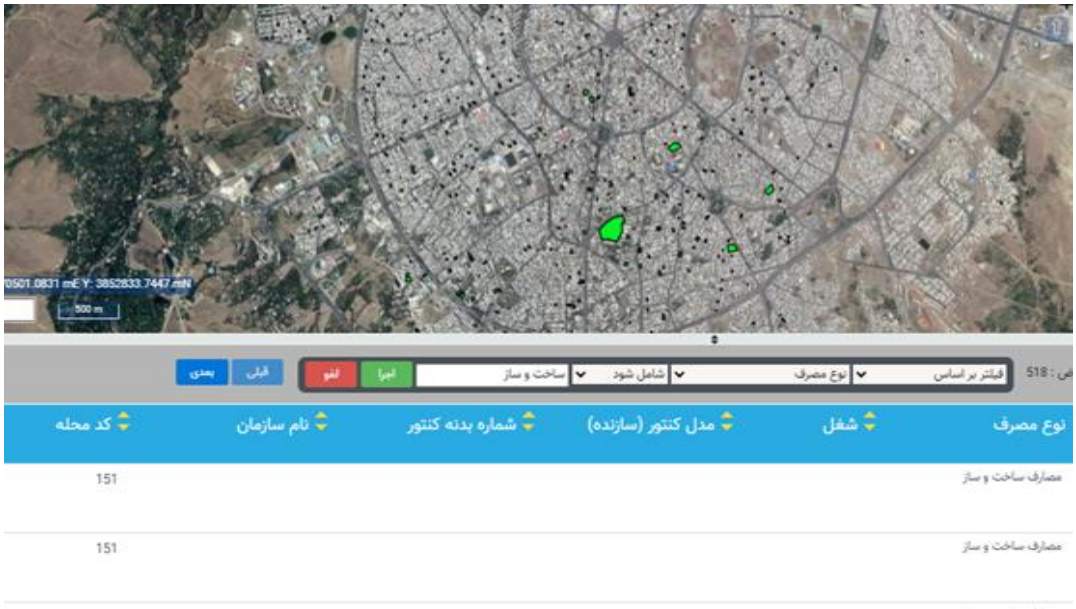
۴-۱-۲-۴-۱- شناسایی مشترکین کم مصرف خانگی با نوع کنتور آب مدل آبفر

طبق شکل ۷ اطلاعات مکانی و اطلاعات توصیفی مشترکین خانگی کم مصرف با کنتور آب مدل آبفر (بر اساس استاندارد های نوع مصرف) نمایش داده شده است (املاک سبز رنگ). با استفاده از GIS می توان گزارشات تلفیقی بر اساس اطلاعات مکانی و توصیفی بدست آورد. در این گزارش به این دلیل که بیشتر کنتورهای مدل آبفر فرسوده هستند نیازمند بررسی صحت میزان مصرف مشترک می باشد.

شکل ۷ : شناسایی مشترکین کم مصرف خانگی با کنتور مدل آبفر در سیستم GIS

۴-۱-۲-۵- شناسایی مشترکین بر اساس املاک در حال ساخت و ساز در نرم افزار GIS

طبق شکل ۸ اطلاعات مکانی و اطلاعات توصیفی املاک در حال ساخت و ساز در سطح شهر نمایش داده شده است (املاک سبز رنگ). بنابراین بررسی نحوه مصرف آب در این املاک دارای اهمیت بالای می باشد. زیرا در صورت استفاده غیر مجاز از آب شرب برای ساختمان سازی و بدلیل استفاده حجم بالا از آب، تاثیر قابل توجهی در افزایش هدر رفت ظاهری داشته و نیازمند بررسی و کنترل ویژه می باشند.



شکل ۸ : شناسایی املاک در حال ساخت و ساز در سیستم GIS

۴-۱-۲-۶- شناسایی تعداد و پراکندگی فضاهای سبز که از آب شرب جهت آبیاری استفاده می نمایند

طبق شکل ۹ اطلاعات مکانی و اطلاعات توصیفی انشعابات فضای سبز در سطح شهر نمایش داده شده است (املاک سبز رنگ). با کمک سیستم GIS می توان نقشه فضاهای سبز را شناسایی نموده و با کمک آن نحوه مصرف آب فضای سبز کنترل گردد. (احتمال دارد برخی از پیمانکاران فضای سبز شهرداری ها بصورت غیر مجاز از آب شرب جهت آبیاری فضای سبز استفاده نمایند که این موضوع بدلیل استفاده از حجم بالای آب شرب، تاثیر قابل توجهی در افزایش هدر رفت ظاهری دارد.)

شکل ۹ : شناسایی فضای های سبز سطح شهر در سیستم GIS

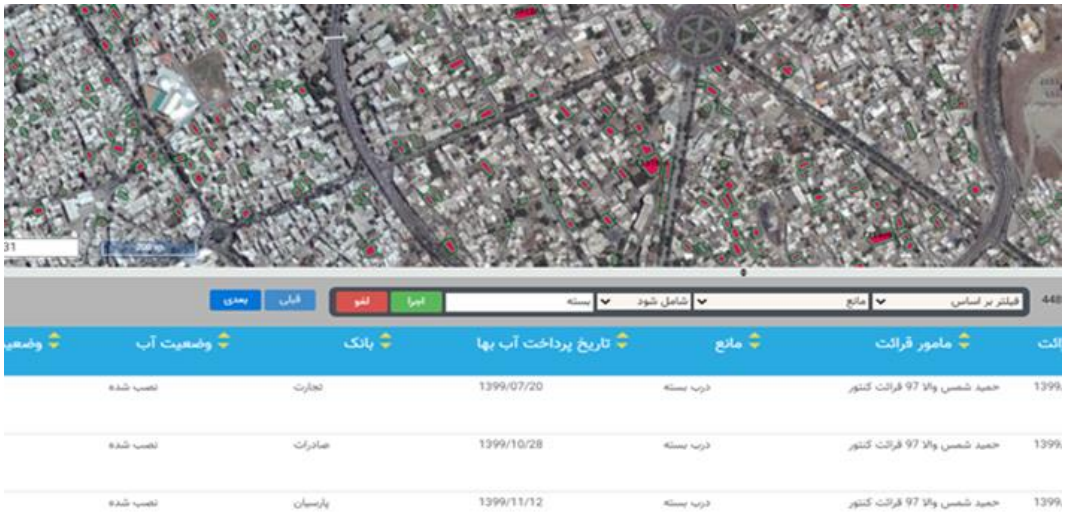
۴-۱-۲-۷- شناسایی مشترکین جمع آوری شده در نرم افزار GIS

طبق شکل ۱۰ اطلاعات مکانی و اطلاعات توصیفی مشترکین جمع آوری شده بصورت دائم یا موقت در سطح شهر نمایش داده شده است (املاک سبز رنگ). بنابراین باید اینگونه انشعابات از لحاظ نحوه مصرف آب کنترل گردد بنحوی که بصورت غیر مجاز از آب شرب استفاده نگردد.

شکل ۱۰ : شناسایی املاک مشترکین جمع آوری شده در سیستم GIS

۴-۱-۲-۸- شناسایی مشترکین با مانع درب بسته در نرم افزار GIS

طبق شکل ۱۱ اطلاعات مکانی و اطلاعات توصیفی مشترکین درب بسته در سطح شهر نمایش داده شده است (املاک قرمز رنگ). با استفاده از سیستم GIS می توان موقعیت مکانی مشترکین با سه دوره متوالی یا بیشتر درب بسته را شناسایی و با پیمایش محلی دلایل آن را بررسی نمود. بدیهی است در صورت عدم امکان قرائت مشترکین و صدور قبض در حالی که آب مصرف می کنند، مصرف آنها در حجم فروش آب لحاظ نشده و تاثیر مستقیم بر افزایش هدر رفت ظاهری دارد. بنابراین بررسی دلایل و رفع موانع قرائت در کاهش هدر رفت ظاهری نقش بالایی دارد.



شکل ۱۱ : شناسایی مشترکین درب بسته در سیستم GIS

۵- نتیجه گیری

در شاخص های ارزیابی آب بدون درآمد شاخص های مربوط به هدر رفت ظاهری جزو اولین گروه از شاخص ها بوده که یک دورنمای مدیریتی عمومی از کارایی و راندمان آب تحت مسئولیت را نشان می دهند که اصطلاحا آنها را شاخص های پایه (سطح یک) تعریف کرده و در راهبری سیستم تاثیر دارند، یکی از مهم ترین اجزای هدر رفت ظاهری انشعابات غیر مجاز و خطای اندازه گیری است که علاوه بر افزایش مقدار هدر رفت ظاهری بصورت مستقیم بر فروش با درآمد تاثیر می گذارد. از طرفی دیگر یکی از معضلات شرکت های آب و فاضلاب در کلیه کشورها، وجود هدر رفت ظاهری آب و چگونگی انتخاب بهرین روش شناسایی و جلوگیری از آن می باشد. بنابراین ارائه روش های

هوشمند و کاربردی کاهش هدر رفت آب بشدت مورد توجه شرکت های آب و فاضلاب می باشد. به همین دلیل در این مقاله تجربیات چندین ساله شرکت آب و فاضلاب استان همدان در زمینه ارائه قابلیت های سیستم GIS در امور مشترکین و بخصوص شناسایی و کاهش هدر رفت ظاهری ارائه شده است که دارای نتایج قابل توجهی می باشد.

۶– پیشنهادات

جهت بدست آوردن نتیجه موفقیت آمیز در افزایش بهره وری اقتصادی و همچنین شناسایی عوامل و کاهش هدر رفت ظاهری آب در شرکت های آب و فاضلاب با استفاده از GIS، پیشنهاد می گردد موارد زیر به ترتیب انجام گردد.

۱- تهیه نقشه پایه شهری از سازمان نقشه برداری یا شهرداری و تهیه نقشه پایه روستایی از سازمان بنیاد مسکن
۲- درصورتی که نقشه دریافتی GIS READY نباشد، ابتدا باید نقشه GIS READY گردد.
۳- تهیه نرم افزار GIS تحت وب
۴- درج نقشه پایه شهری یا روستایی با فرمت UTM در نرم افزار GIS
۵- استفاده از نقشه آفلاین گوگل بعنوان نقشه زیرین در نرم افزار GIS (بروز رسانی نقشه آفلاین گوگل بصورت سالانه انجام گردد)
۶- پیمایش املاک مشترکین و ثبت شماره پرونده منحصر بفرد مشترکین در پارسل های متناظر املاک مشترکین در نرم افزار GIS
۷- ایجاد ارتباط آنلاین (وب سرویس یا سایر روش ها) مابین نرم افزار GIS با نرم افزار امور مشترکین از طریق شماره پرونده منحصر بفرد مشترکین و انتقال اطلاعات نرم افزار امور مشترکین به نرم افزار GIS
۸- ارائه آموزش های لازم جهت بهره برداری و استفاده از نرم افزار GIS به کاربران و کارشناسان
۹- انجام تحلیل و گزارشگیری در سیستم GIS و ارائه نتایج تحلیل ها و گزارشات اطلاعات مکانی و توصیفی توسط کاربران و کارشناسان امور مشترکین و اتخاذ تصمیمات مناسب با توجه به نتایج بدست آمده از گزارشات
۱۰- بروز رسانی اطلاعات املاک و ثبت اطلاعات مشترکین جدید در نرم افزار GIS
۱۱- بدیهی در صورت وجود لایه های شبکه توزیع آب و جمع آوری فاضلاب در نرم افزار GIS و گزارشگیری همزمان از لایه های مشترکین با سایر لایه ها، تحلیل های متنوعی از وضع موجود سیستم مشترکین قابل دریافت بوده که در تصمیم سازی کارشناسان و مدیران در راستای افزایش بهره وری اقتصادی و کاهش هدر رفت ظاهری و هدر رفت واقعی نقش قابل توجهی دارد.

مراجع

۱- نکاتی در باب اقتصاد مهندسی در نقشه برداری، یوسفی، ر، ۱۳۹۸، انتشارات ماهواره
2-www.gisplus.ir
3-https://www.esri.com/about/newsroom/arcuser/best-practices-for-generating-gis-roi-momentum/

پیاده سازی تابع انتقال Hyperbolic Tangent شبکه عصبی مصنوعی

جهت مکان یابی نصب فشار شکن بر روی شبکه توزیع آب

محمد کمانگر[۱]

۱- کارشناس واحد جی آی اس معاونت منابع انسانی و تحقیقات آب و فاضلاب استان کردستان

چکیده

در شرکت های آب و فاضلاب حوادث ایجاد شده در شبکه توزیع آب ضمن اینکه سبب هدر رفتن مقادیر متنابهی از آب تصویه شده می گردد، باعث اتلاف سرمایه مادی و انسانی نیز می شود. بررسی اتلاف بیش از۳۰ درصد آب ورودی به شبکه های اتقال و توزیع در اثر عوامل مختلف سیسیتم بررسی حوادث را را به یکی از حساسترین واحدهای شرکت آب و فاضلاب شهری تبدیل کرده است. با توجه به رابطه مستقیم فشار و نشت، مدیریت کنترل فشار یکی از روش متداول در کاهش نشت از شبکه به شمار می رود. در این تحقیق سعی شده با تلفیق قابلیتهای سیستم اطلاعات جغرافیایی و شبکه عصبی مصنوعی با توابع انتقال Hyperbolic Tangent مکان های نصب شیرهای فشار شکن مدلسازی و مکان بهینه به مدیران پیشنهاد گردد. ابتدا با جمع آوری ، ورود و ذخیره سازی و مدیریت داده ها پایگاه داده ای جامع از عوامل نوسان فشار ایجاد گردید سپس با انتقال لایه ها به نرم افزار متلب و برآورد معیارهای ,MAE RMSE, R^2با تابع انتقال با Tanhو تعداد۴۰نرون در لایه پنهان ده مکان برای نصب فشار شکن مشخص و رتبه بندی گردیدند. با نصب فشار شکن رتبه یک در محله موسک مریوان سال۱۳۹۸ کاهش ۳۷درصد اتفاقات نسبت به سال ۱۳۹۷ ثبت شد.

کلمات کلیدی: مکان یابی، شبکه عصبی، فشارشکن،آب بدون درآمد، مریوان.

۱– مقدمه

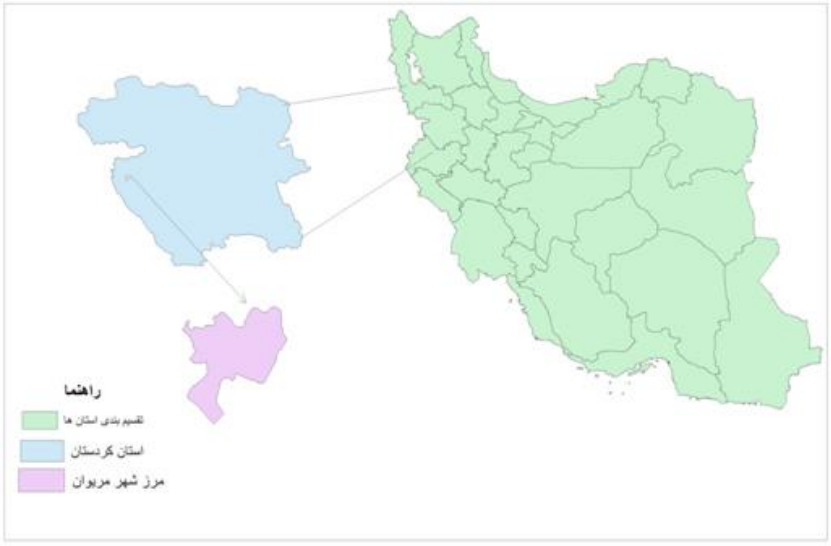
اتفاقات در شبکه توزیع آب باعث هدر رفت مقادیر متنابهی آب تصفیه شده و رفع حادثه باعث اتلاف سرمایه مادی و انسانی می گردد. نتایج مطالعات زیادی که در سطح جهان انجام شده است، نشان میدهد حجم قابل توجهی از آب ورودی به شبکه های توزیع بر اثر نشت هدرمی رود .اما با این حال نشت از شبکه های آبرسانی اجتناب ناپذیر است و نمیتوان آن را کاملا از بین برد[۳]. ارزش آب هدر رفته در سیستم آب شهری کشور استرالیا حدود۹۰میلیون دلار در صورتی که بودجه سالانه توسعه شبکه در این کشور ۱۴۵میلیون دلار گزارش شده است[۲]. در کشور بنگلادش حدود ۴۰درصد و در آمریکا حدود ۱۷درصد و در ایران متوسط ۳۰درصد کل اب تولیدی به صورت تلفات فیزیکی و غیر فیزیکی هدر می رود[۲]. در ایران مطالعات چندین ساله در پایلوت های آب به حساب نیامده حاکی از وجود ۵۰تا۶۰درصد تلفات آب به صورت فیزیکی است که نشت ناشی از وقوع حوادث بخش مهمی از آن را شامل می شود. این در حالی است که به طور میانگین ۳۰درصد کل آب تولیدی در شبکه های آب کشور به صورت تلفات فیزیکی و غیر فیزیکی هدر می رود[۲] .اما با مدیریت صحیح و اجرای راهکارهای مناسب می توان اتفاقات را گونه ای کنترل کرد که ضرر و زیان وارد به حداقل رسیده و در محدوده اقتصادی قابل قبول قرار گرفت. بیش از هفتاد درصد تصمیم گیری ها به داده های مکان مند وابستگی دارد و وجود یک سامانه اطلاعات مکانی که ثبت ، ذخیره کردن و قدرت تحلیل حادثه

را داشته باشد ضروری به نظر می رسد. چویی و چویی از کشور کره جنوبی با به کارگیری جی آی اس مدلی برای تخمین فرسودگی و مدیریت روند تعمیرات در خطوط لوله های آب شهری با هدف کاهش تعداد حوادث و افزایش سرعت رفع حوادث ارئه نمودند. کانروی و پولتن تحقیقی در ارتباط با ارائه روشهای بر مبنای جی آی اس برای تحلیل شکست های خطوط لوله در شبکه های توزیع آب انگلستان برای بازسازی لوله های آب انجام دادند. ژاکوبز و کارنی با جی آی اس تحلیل خطی و غیر خطی شکست لوله ها را بررسی کردند و نشان دادند با افزایش طول لوله تعداد شکست ها نیز افزایش می یابد. بنابراین شناسایی راههای بروز تلفات آب و ارائـــــه راهکارهـــــای مقابله با آن مشکلات زیادی را از پیش پای صنعت آب و فاضلاب کشور بر میدارد. در ایران موضوع مطالعه آب بدون در آمد از سال۱۳۷۳در بعضی از شهرهاشروع شده و دستورالعمل هایی در اختیار شرکت ها قرار گرفته است اما متاسفانه بدلیل عدم وجود زیرساخت ها، سیستم مدیریت جامع به سطح قابل قبولی دست نیافته است. برای کاهش میزان تلفات آب باید عوامل ایجاد تلفات در شبکه شناسایی شود و بعد از شناسایی راههای جلوگیری از ایجاد تلفات بررسی شود. مدیریت فشار می تواند به عنوان یکی از موثرترین و به صرفه ترین روش های کنترل حوادث در نظر گرفته شود[۳] روش های بهینه سازی ریاضی که شامل روش های متداول بهینه سازی خطی و غیر خطی است از سال های دور توسعه پیدا نموده اند. مطالعات مدل شبکه عصبی به عنوان یک تخمین گر در دهه‌های اخیر، بیانگر توانایی بالای این مدل در کشف رابطه بین داده‌ها و شناخت الگوها است[۵]. در سال‌های اخیر استفاده از شبکه‌های مختلف مصنوعی برای توصیف رفتار و پیش‌بینی آب و مطالعه‌ی پویایی آن‌ها، توسعه یافته است. به نظر می رسد با تلفیق اطلاعات مکانی و مدل های شبکه عصبی مصنوعی می توان مکان های مناسب برای نصب شیرهای فشار شکن در شبکه توزیع آب را پیدا نمود. در این تحقیق سعی شده است با ترکیب مدل شبکه عصبی مصنوعی و داده های مکان مند لوله های آب مکانهای مناسب نصب شیر فشار شکن اولویت بندی گردد.

۲– مواد و روش ها

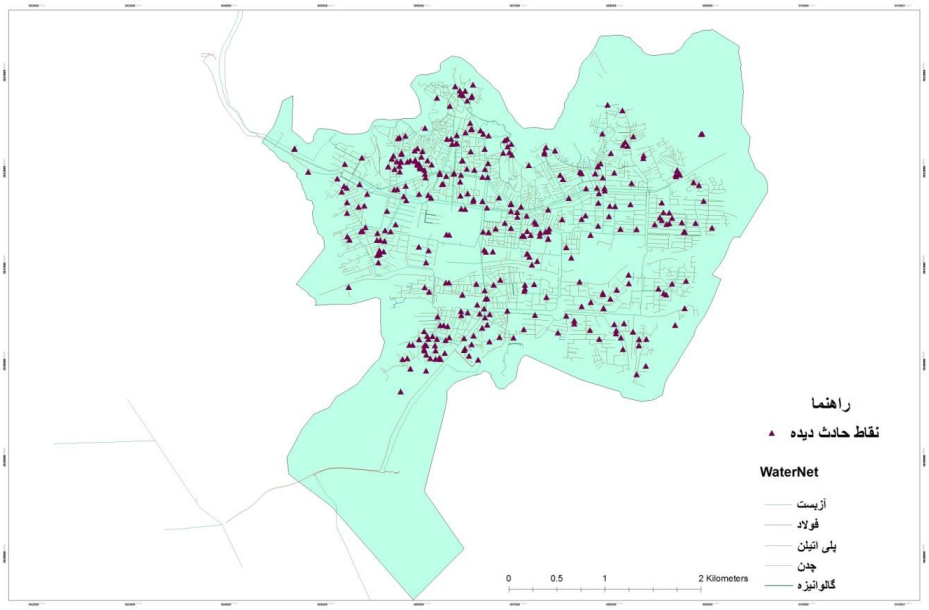
۲–۱– معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان مریوان با طول و عرض جغرافیایی بین ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۳۵درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی نصف‌النهار گرینویچ در باختر استان کردستان و در ارتفاع ۱۳۲۰ متری از سطح دریای آزاد قرار دارد .مَریوان مرکز شهرستان مریوان یکی از شهرستان‌های مهم استان کردستان ایران به شمار می‌رود که در ۱۲۵ کیلومتری غرب شهرستان سنندج، مرکز استان کردستان قرار دارد شهرستان مریوان با مساحت ۲۱۹۳/۴ کیلومترمربع، ۷/۷۷ ٪ از وسعت اســتان را بـه خـود اختصـاص داده کـه ۳ بخش، ۲ شهر و۶ دهستان دارد. میزان بارندگی بلند مدت سالانه حدود۷۵۰ میلیمتر، میزان دمای متوسط ۱۶/۸ درجه سانتیگراد می‌باشد. هدف اصلی این پژوهش بررسی حوادث شبکه و انشعابات آب و فاضلاب در سطح شهر اراک با استفاده از GIS می‌باشد. برای تحقق این هدف آمار این حوادث با استفاده از ابزار تحلیل مکانی در GIS تحلیل‌شده‌اند.



شکل ۱: موقعیت شهرستان مریوان در استان کردستان و ایران

شهر مریوان حدود۲۳۸ کیلومتر شبکه آب و۱۴۴ کیلومتر شبکه فاضلاب و تعداد۳۶۲۴۰ مشترک آب دارد. در شش ماه اخیر حدود۷۵۰مورد حادثه بر روی شبکه آب اتفاق افتاده و رفع حادثه شده است.



شکل ۲: پراکندگی نقاط حادثه دیده بر روی شبکه آب شهر مریوان (سال ۱۳۹۷)

۲-۲- مدل شبکه عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی، یکی از روش‌های محاسباتی است که به کمک فرآیند یادگیری[*]و با استفاده از پردازشگرهایی بنام نرون تلاش می‌کند با تنظیم وزن‌ها، مدلی را با استفاده از نمونه‌های ورودی- خروجی که در دسترس هستند به دست آورد. این مدل متعاقباً برای تخمین مقدار خروجی برای داده دیده نشده‌ی جدید به کار می‌رود. وزن نرون های لایه ی پنهان و لایه ی خروجی به گونه ای تغییر می کنند که میزان خطا مینیم باشد. این خطا به صورت زیر نشان داده می شود.

---

[۱] Learning

$$E = \frac{1}{2}(y - O)^2 \quad (۱)$$

شبکه ی عصبی استفاده شده در این مقاله بردار خروجی $Y = [y]$ می باشد. که در معادله ی (۱)، y خروجی نمونه ی در دسترس و O خروجی تولید شده توسط شبکه برای همان نمونه می باشد.

شبکه های استفاده شده در این مقاله دارای یک لایه ی پنهان می باشند. $X = [x_1, .., x_n]$ ، بردار ورودی است؛ که n تعداد مولفه های بردار ورودی است. K تعداد نمونه هایی است که در طول فرایند یادگیری از آنها استفاده می شود. برای هر بردار X ورودی داده شده، O بردار خروجی تولید شده توسط شبکه می باشد.

$$O_k = f(-net_k) \quad (۲)$$

f تابع انتقال می باشد و net_k برای نرون های لایه ی خروجی با نمونه ی k ام به صورت زیر است :

$$net_k = {W_k}^T . H_k = \sum_{l=1}^{L} W_{kl} H_{kl} \quad (۳)$$

L تعداد نرون های موجود در لایه ی پنهان می باشد، H_{kl} خروجی نرون lام لایه ی پنهان و W_{kl} وزن آن است. بردار $W_k = [W_{k1}, .., W_{kL}]$ می باشد. هر کدام از نرون های لایه ی پنهان در هر لحظه با توجه به ورودی ها و وزن های هر یک از آنها ، خروجی تولید می کنند. خروجی H_{kl} به صورت زیر است:

$$H_{kl} = f(-net_{kl}) \quad (۴)$$

که مقدار برای نرون های لایه ی پنهان به صورت زیر می باشد :

$$net_{kl} = {w_{kl}}^T . X_k = \sum_{i=1}^{I} w_{kli} x_{ki} \quad (۵)$$

x_i ورودی i ام از بردار ورودی X_k برای نرون l ام لایه ی پنهان و w_{kli} وزن این ورودی است. بردار وزن برای هر نرون لایه ی پنهان به صورت $w_{kl} = [w_{kl1}, .., w_{kln}]$ می باشد. در کل شبکه عصبی هر نمونه از ورودی ها را به یک خروجی نگاشت می کند.

$$O_k = f(-{W_k}^T . f({w_{kl}}^T . X_k)) \quad (۶)$$

پس از آموزش شبکه ی در نظر گرفته شده، لازم است مدل به دست آمده برای پیش بینی بر روی داده های تست آزمایش شوند. که به منظور ارزیابی کارایی مدل به دست آمده از MAE و RMSE استفاده می شود. MAE متوسط خطاهای مطلق است که توصیف کننده ی میانگین خطاها بدون در نظر گرفتن علامت آنها است و همه ی خطاها در این معیار به طور یکسان وزن دهی شده اند.

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|Q_i - \hat{Q}_i| \quad (۷)$$

Q_i مقدار موجود و $\hat{Q}_i$ مقدار پیش بینی شده متناظر با مقدار موجود است و RMSE ریشه ی متوسط مجذور خطاها، نیز توصیف کننده ی متوسط خطاها می باشد ولی چون قبل از میانگین گیری به خطا را به توان می رساند، خطا ها را وزن دهی می کند و خطاهای بزرگ وزن بیشتری می گیرند.

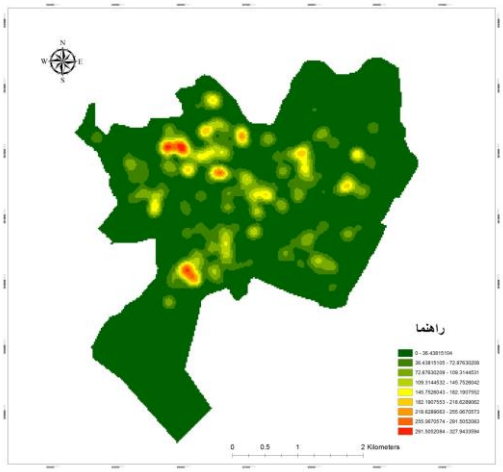
$$RMSE = MSE^{0.5} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Q_i - \hat{Q}_i)^2} \quad (۸)$$

MAE و RMSE مقادیری از صفر تا بی نهایت را دریافت می کنند و هرچه مقدار آنها کمتر باشد بهتر است. RMSE حداقل برابر با MAE است یا از آن بزرگ تر است. این دو مقدار برای هر کدام از شبکه پس از اعمال شبکه بر روی داده ی تست محاسبه شده اند. یکی دیگر از معیار ها R^2 می باشد. این معیار هر چه به یک نزدیک تر باشد مناسب تر است[۴]

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(Q_i - \hat{Q}_i)^2}{\sum Q_i^2 - \frac{\sum \hat{Q}_i^{\,2}}{n}} \qquad (۹)$$

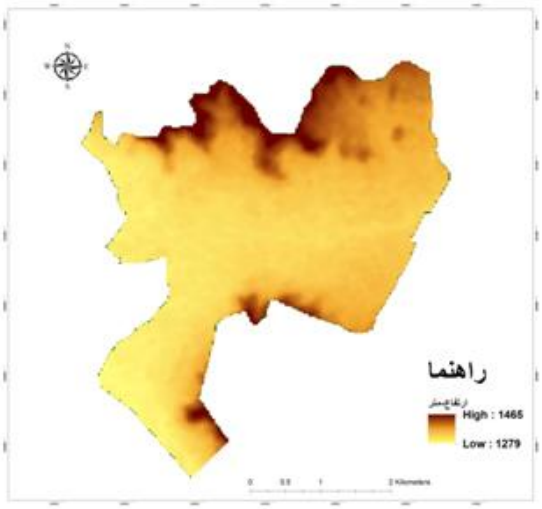
۳– یافته ها

ابتدا لایه تراکم حوادث شش ماه در جی آی اس با استفاده از تابع Kernel Density تولید گردید.

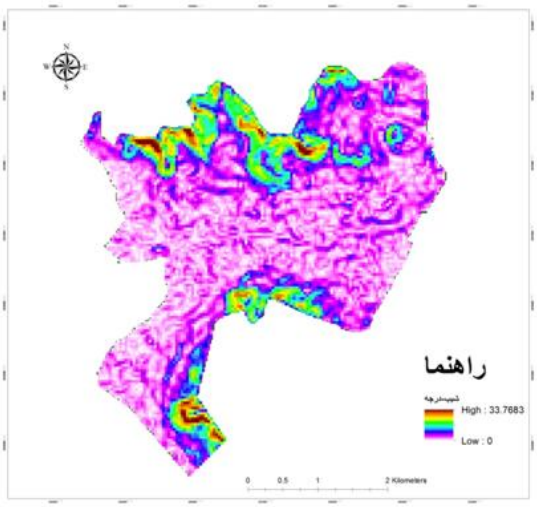


شکل ۳: نقشه تراکم حوادث شش ماهه شهر مریوان

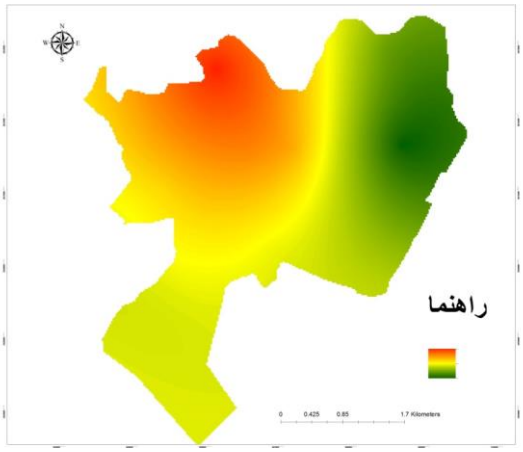
و به عنوان داده‌های آموزشی به مدل معرفی گردید. منظور از آموزش یک شبکه انتخابی بر مبنای اطلاعات موجود، تنظیم مقادیر وزن‌ها یا مقادیر ثابت اولیه به گونه ای است که خطای بین مقادیر خروجی محاسبه شده و مشاهده شده حداقل گردد. سپس نقشه های چهار متغیرهای اصلی به عنوان نمونه های آموزشی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی به‌اندازه سلولی ۲۰ در ۲۰ ایجاد گردید.



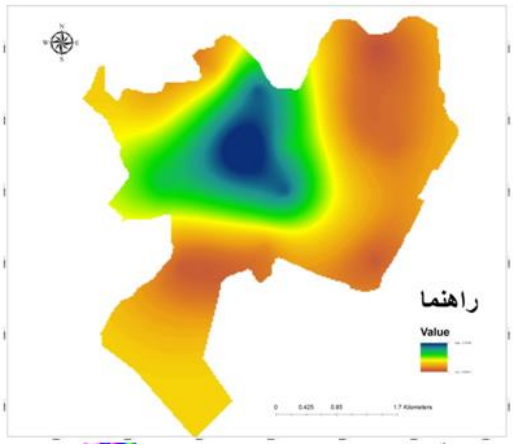
شکل ۴: مدل رقومی ارتفاع شهر مریوان



شکل ۵: نقشه شیب شهر مریوان

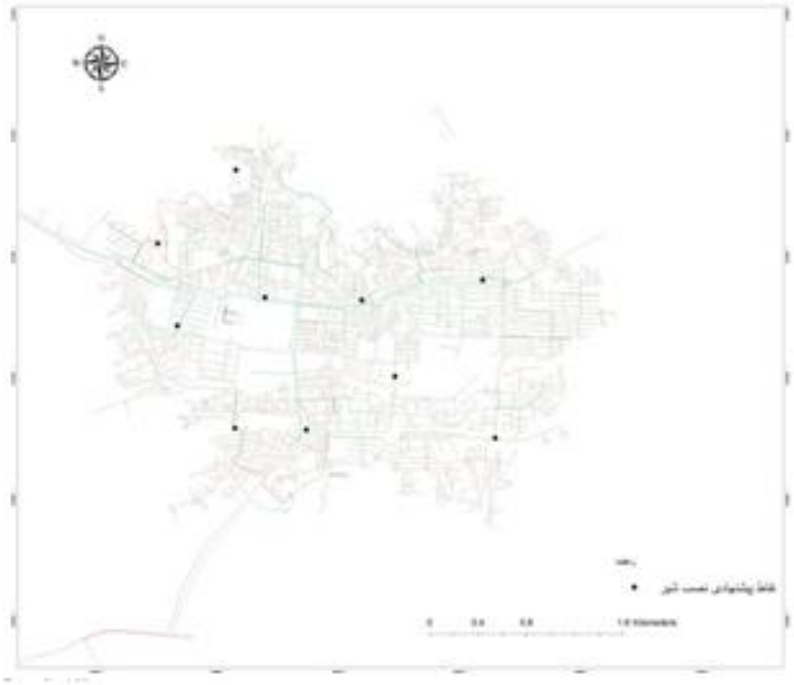


شکل ۶: نقشه تمرکز جمعیتی شهر مریوان



شکل ۷: پراکندگی فشار متوسط در شهر مریوان

هم‌بستگی لایه‌ها در نرم‌افزار ادریسی از طریق تجزیه به مؤلفه اصلی (PCA) موردبررسی قرار گرفت هیچ‌کدام از لایه‌ها دارای هم‌بستگی بالا ۰/۸ نبوده به همین دلیل تمامی آن‌ها وارد مدل‌سازی شدند. برای نصب شیر های فشار شکن ده نقطه با توجه به لایه تمرکز اتفاق پیشنهاد شد که پراکندگی نقاط در زیر آورده شده است.



شکل ۸: پراکندگی نقاط پیشنهادی برای نصب فشارشکن

بعد از تولید فایل های نقطه ای از نقشه های تولیدی به نرم افزار متلب جهت تحلیل انتقال داده شد. در زیر الگوریتم استفاده شده برای آموزش شبکه عصبی نشان داده شده است.

- گام اول : $\eta > 0$ و $E_{max} > 0$ انتخاب می شوند.
- گام دوم : وزن های w با مقادیر کوچک مقدار دهی می شوند، $k := 1$ و E با صفر مقدار دهی می شوند.
- گام سوم : آموزش شروع می شود. ورودی x^k موجود است، $x := x^k, y := y^k$ و خروجی O محاسبه می شود.

$$O = \frac{1}{1 + \exp(-W^T . o)}$$

o بردار خروجی لایه ی پنهان است که هر عنصر به صورت زیر محاسبه می شود

$$o_l = \frac{1}{1 + \exp(-w_l^T . x)}$$

- گام چهارم : وزن های واحد خروجی به روز می شوند

$$\delta = (y - O) f'(-W^T . o)$$

- گام پنجم : وزن های واحد های لایه پنهان به هنگام می شود.

$$w_1 = w_1 + \eta \delta w_1 f'(-w_1^T . x) x_, / = 1, \dots, L$$

- گام ششم : مقدار خطای تکرار فعلی محاسبه و به خطای موجود E اضافه می شود

$$E = E + \frac{1}{2} (Y - O)^2$$

- گام هفتم : اگر $k < K$ آنگاه $k := k+1$ و آموزش ادامه می یابد و به گام سوم می رود در غیر این صورت به گام هشت می رود.
- گام هشتم : اگر $E < E_{max}$ آموزش کامل است. در غیر این صورت $E := 0$ و $k := 1$ و چرخه ی آموزش جدیدی با رفتن به گام سوم آغاز می شود.

در گام پنجم الگوریتم بالا، $\Delta W = [\Delta W_1, .., \Delta W_L]$ است و داریم

$$\Delta W_l = -\eta \frac{\partial E}{\partial W_l} \qquad (۱۰)$$

برای معادله ی (۱۰) نیز می توان نوشت :

$$\Delta W_l = -\eta \frac{\partial E}{\partial (net)} \frac{\partial (net)}{\partial W_l}$$

با توجه به معادلات (۲) و (۳) و انجام مشتق های جزیی، داریم :

$$\frac{\partial E}{\partial (net)} = -(y - O) f'(net) \qquad (۱۱)$$

$$\frac{\partial (net)}{\partial W_l} = H_l \qquad (۱۲)$$

با تعریف عبارت سیگنال خطا خواهیم داشت :

$$\delta_O = -\frac{\partial E}{\partial (net)} = (y - O) f'(net) \qquad (۱۳)$$

با ستفاده از معادلات (۱۰) و (۱۲)، معادله ی (۱۳) را می توان به صورت زیر نوشت :

$$\Delta W_l = \eta \delta_O H_l$$

در گام ششم الگوریتم بالا، $\Delta w_l = [\Delta w_{l1}, .., \Delta w_{ln}]$ است و داریم :

$$\Delta w_{li} = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{li}} \qquad (۱۴)$$

برای معادله ی (۱۴) نیز می توان نوشت :

$$\Delta w_{li} = -\eta \frac{\partial E}{\partial (net_l)} \frac{\partial (net_l)}{\partial w_{li}}$$

با توجه به معادلات (۴) و (۵) وانجام مشتق های جزیی، داریم :

$$\frac{\partial E}{\partial (net_l)} = \frac{\partial E}{\partial H_l} \frac{\partial H_l}{\partial (net_l)} \quad (۱۵)$$

$$\frac{\partial E}{\partial H_l} = -(y - O) f'(net) \frac{\partial (net)}{\partial H_l} \quad (۱۶)$$

هم چنین داریم که :

$$\frac{\partial (net)}{\partial H_l} = W_l \quad (۱۷)$$

پس معادله ی (۱۵) با توجه به (۱۳) و (۱۴) به صورت زیر در می آید :

$$\frac{\partial E}{\partial H_l} = -\delta_O W_l \quad (۱۸)$$

هم چنین داریم که :

$$\frac{\partial H_l}{\partial (net_l)} = f'(net_l) \quad (۱۹)$$

پس معادله ی (۱۵) به صورت زیر در می آید :

$$\frac{\partial E}{\partial (net_l)} = -\delta_O W_l f'(net_l)$$

و داریم :

$$\frac{\partial (net_l)}{\partial w_{li}} = x_i \quad (۲۰)$$

با توجه به معادلات (۱۲) و (۱۶) برای معادله (۱۱) داریم :

$$\Delta w_{li} = \eta \delta_O W_l f'(net_l) x_i$$

در این تحقیق تابع Hyperbolic tangent پیاده سازی شد.. تابع hyperbolic tangent

$$f(net) = \frac{1 - e^{-net}}{1 + e^{-net}} \quad (۲۱)$$

که مشتق این تابع به صورت زیر می باشد:

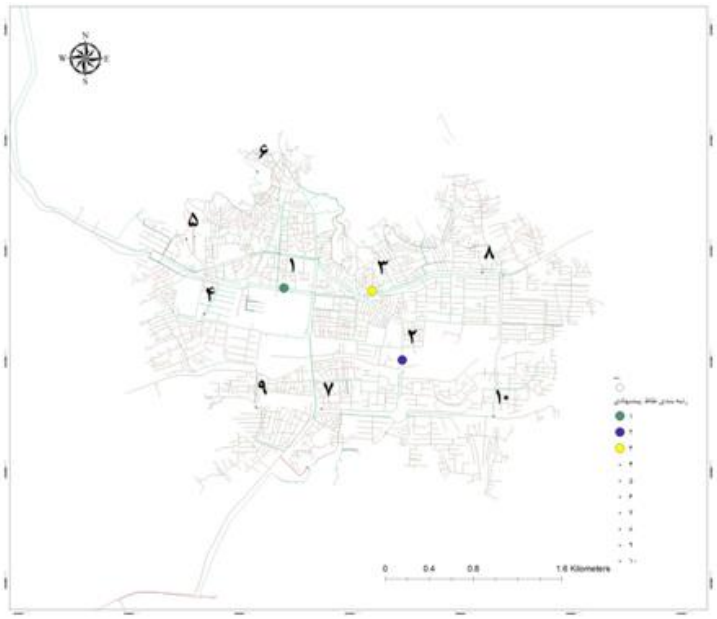
$$f'(net) = 1 - O^2 \quad (۲۲)$$

سپس از آموزش شبکه ی در نظر گرفته شده، معیارهای ارزیابی برای هر تابع انتقال با تعداد نرون های متفاوت بر روی داده های تست آزمایش شدند. پس از آن، میزان خطای هر مکان با نرون‌های مختلف، برای رتبه بندی، بررسی گردید و با استفاده از این الگوریتم برای داده های ده مکان و انتخاب تعداد۴۰نرون میزان خطاها بدست آمد.

جدول ۱: میزان خطاهای برآورد شده هر مکان حادثه

معیار خطا	X	Y	MAE	RMSE	R^2
مکان ۱	3930990	607446	۰/۱۱۵۷	۰/۱۱۸۶	۰/۹۷۷۱
مکان ۲	3931617	607173	۰/۰۱۲۲	۰/۰۱۳۷	۰/۹۹۹۱
مکان ۳	3931640	606374	۰/۰۱۰۱	۰/۰۱۰۷	۰/۹۹۷۵
مکان ۴	3932692	606135	۰/۰۳۷۰	۰/۰۳۸۶	۰/۹۸۷۱
مکان ۵	3932085	605491	۰/۰۰۸۸	۰/۰۱۰۹	۰/۹۹۹۶
مکان ۶	3931407	605651	۰/۰۳۰۳	۰/۰۳۲۰	۰/۹۹۳۶
مکان ۷	3930562	606125	۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۷۷	۰/۹۹۹۳
مکان ۸	3930549	606715	۰/۰۲۱۵	۰/۰۲۴۴	۰/۹۸۸۳
مکان ۹	3930482	608272	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۴۴	۰/۹۹۹۸
مکان ۱۰	3931782	608170	۰/۰۰۹۸	۰/۰۱۰۴	۰/۹۹۵۶

با توجه پراکندگی‌های نقاط مشاهده ای و میزان خطای هر نقطه پیشنهادی رتبه بندی گردید. همچنین در نرم افزار ادریسی مقادیر P-values در تمام حد آستانه‌ها موردبررسی قرار گرفت و مشخص گردید مدل حاصل به صورت معناداری بهتر از مدل تصادفی می‌باشند(p_value<۰/۰۰۷) و فرض بهتر بودن مدل تصادفی از مدل مورد بررسی رد شد.



شکل ۹: رتبه بندی نقاط پیشنهادی نصب فشار شکن

۴– نتیجه‌گیری

مدل های شبکه عصبی در سال های اخیر به طور فزاینده جهت پیش بینی رفتارهای متغیر های هیدرولوژی مورد استفاده قرار گرفته¬اند. در این تحقیق پس از انتخاب و ایجاد معیارهای موثر در نوسانات فشار با استفاده از تلفیق داده

های مکانی و شبکه های عصبی مصنوعی ابزاری برای مکان یابی شیرهای فشار شکن جهت کنترل حوادث پیاده سازی شد. نتایج مطالعه حاکی از آن است که استفاده از یک الگوریتم شبکه عصبی با تعداد نرون های ثابت نمی تواند معیار بررسی کارایی یک مدل باشد و با استفاده از یک الگوریتم اما نرون های متعدد می توان به نتایج متفاوتی دست یافت. همچنین، علیرغم بالا رفتن زمان پردازش عملیات، با افزایش تعدا نرون¬ها، خطای مدل پیش¬بینی کاهش خواهد یافت. در این تحقیق با تست تابع انتقال تانژانتی و نرون های متعدد، مدل دارای کم¬ترین خطا انتخاب گردید. . مدلسازی متغیر های آب های بستگی زیادی به کیفیت داده ها دارد. از طرفی، بازه¬ی زمانی انتخاب شده، می¬تواند نتایج را تحت تأثیر قرار دهد. بدلیل عدم وجود متغیر های مهم دیگر از جمله داده های منظم فشار، در بازه زمانی مورد مطالعه، امکان بالاتر بردن دقت مدل وجود نداشت. اما امکان ارتقاء دقت مدل، با بکار بردن متغیر های مهم تاثیر گذار ، محتمل است. قابلیتهای بالای سامانه اطلاعات جغرافیایی جهت جمع آوری، ذخیره،بزیابی و تجزیه و تحلیل همراه با سناریوسازی ده مکان پیشنهادی و برآورد خطای مدل با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی می تواند در مکان یابی بهینه کمک قابل توجهی جهت جلوگیری از حوادث شبکه آب داشته باشد.

مراجع

[۱] تابش. مسعود، هنری. حرمان،۱۳۸۱ ،**تحلیل حوادث شبکه های توزیع آب شهری**، آب و محیط زیست،۲۳-۱۷، ۱۳۸۱

[۲] تابش.مسعود، جعفری.هادی، دلاور.محمدرضا، ۱۳۸۸، **مدل مدیریت حوادث شبکه های توزیع آب با استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی**، آب و فاضلاب۲-۱۵

[۳] مهدوی، محمد مهدی، حسینی خسرو، بهزادیان کورش، **مقایسه الگوریتم ژنتیک تک هدفه و چند هدفه در مکان یابی بهینه شیرهای فشار شکن**، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، اردیبهشت۱۳۹۰

[4]Adamowski, J., & Chan, H. F., "**A wavelet neural network conjunction model for groundwater level forecasting**" *Journal of Hydrology, 407*(1–4), 28-40, 2011.

[5]Coppola, E., Szidarovszky, F., Poulton, M., & Charles, E. **"Artificial Neural Network Approach for Predicting Transient Water Levels in a Multilayered Groundwater System** Pumping, **and Climate Conditions**", *Journal of Hydrologic Engineering,* **under Variable State** *8*(6), 348-360, 2003

[6] Nayak, P., Satyaji Rao, Y. R., and Sudheer, K. P., **"Groundwater level forecasting in a shallow aquifer using artificial neural network approach"**, Water Resources Management, 2(1)77-99,2006.

بهینه‌سازی شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری و ارائه شبکه اصلاح شده به کمک مدل SewerGEMS و نرم افزار ArcGIS

(مطالعه موردی: دانشگاه سیستان و بلوچستان)

پیمان فیروزی[۱] *، سیدآرمان هاشمی منفرد[۲]، غلامرضا عزیزیان[۳]

[۱]کارشناس ارشد مهندسی و مدیریت منابع آب، کارشناس بهره برداری امور آب وفاضلاب تایباد.

peyman.firouzi1@gmail.com

[۲]دانشیار، دانشکده مهندسی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.

[۳]دانشیار، دانشکده مهندسی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان

چکیده

در این پژوهش شبکه جمع آوری فاضلاب دانشگاه سیستان و بلوچستان به منظور بهینه سازی مورد بررسی قرار گرفته و ارائه طرح بهینه برای ابعاد خطوط شبکه و جانمایی خطوط انتقال صورت گرفته است. روش کار بدین صورت است که ابتدا شبکه فاضلابی که ۴۰ سال پیش در منطقه مورد مطالعه اجرا شده، با مدلسازی توسط نرم‌افزارهای SewerGEMS و ArcGIS مورد ارزیابی قرار گرفت و طراحی هیدرولیکی بهینه برای این شبکه انجام شد و۳۹/۱۳ درصد کاهش در قطر لوله ها را در پی داشت. سپس با استفاده از تجزیه و تحلیل نتایج این طراحی و شناسایی نقاط ضعف سیستم، جانمایی بهینه برای اصلاح شبکه پیشنهاد گردید و برای دو طرح ارائه شده آنالیز اقتصادی صورت گرفت که ۲/۲ درصد کاهش هزینه در جانمایی بهینه نسبت به جانمایی اجرا شده مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: شبکه فاضلاب، مدل سازی، SewerGEMS، ArcGIS

۱- مقدمه

طرح های جمع آوری فاضلاب دستیابی به اهداف مهم زیست محیطی را ممکن می سازد و این امر با برنامه ریزی جامع و اصولی میسر می گردد، با توجه به هزینه بالای اجرای شبکه فاضلاب به ویژه برای شهرهای بزرگ هرگونه بهینه سازی در فرآیند طراحی مانند به کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) موجب کاهش هزینه ها و صرفه جویی سرمایه خواهد شد. سیستم اطلاعات جغرافیایی ابزار ذخیره، نگه داری، مدیریت و تجزیه تحلیل اطلاعات جغرافیایی می باشد و جهت کار کردن همزمان با داده‌هایی که وابستگی مکانی(جغرافیایی) و توصیفی دارند طراحی شده است[۱].

بهینه‌سازی در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب در دهه‌های اخیر با توجه به گستردگی و پرهزینه‌بودن عملیات احداث آن‌ها، رشد چشمگیری داشته است. بهینه‌سازی می‌تواند در فرآیند ساخت شبکه موجب کاهش حجم مصالح مصرفی وصرفه‌جویی قابل توجه شود.درایران بخش عمده ای از مناطق شهری هنوز تحت پوشش سیستم یکپارچه جمع‌آوری

فاضلاب قرار نگرفته است که باعث اثرات زیست محیطی مخرب از جمله نفوذ فاضلاب به لایه های زیرین زمین و آلوده کردن آب‌های زیرزمینی شده است. بهینه‌سازی شبکه جمع‌آوری فاضلاب شامل دو بخش انتخاب خطوط شبکه و انتخاب ابعاد بوده که ارائه طرح بهینه مستلزم طراحی همزمان این دو بخش می¬باشد. هدف از این پژوهش، بهینه سازی انتخاب بهترین مسیر و اقطار مناسبی است که در آن شرایط هیدرولیکی مطلوب تامین شده باشد و هزینه نیز کمینه گردد.

در این پژوهش از نرم افزار ArcGIS به منظور تهیه و تامین داده های مکانی و غیر مکانی (توصیفی) مورد نیاز برای طراحی شبکه فاضلاب استفاده شده است سپس با استفاده از SewerGEMS تحلیل شبکه فاضلاب انجام شده است. تغییر در هر یک از عناصر شبکه جمع آوری (لوله ها از نظر قطر و عمق نصب یا به عبارت دیگر شیب مجرا) باعث تغییر در سایر عناصر می گردد به طوری که کلیه تغییرات به گونه ای خواهد بود که شبکه از نظر فنی و اقتصادی در شرایط مطلوب قرار گیرد.

در این تحقیق مطالعه موردی بر روی نقشه UTM دانشگاه سیستان و بلوچستان صورت گرفته است. نقشه رقومی به صورت فایل اتوکدی از شهرداری تهیه گردید. نقشه مذکور فاقد کد ارتفاعی می باشد و کد ارتفاعی منهول¬ها از طریق دستگاه GPS اندازه گیری شد و در منهول های فاقد کد ارتفاعی از طریق درون یابی ارتفاع نقاط به دست آمد.

از ویژگی های جغرافیایی منطقه مورد مطالعه توپوگرافی تقریبا یکنواخت می باشد. برخی خصوصیات جوی، توپوگرافی و آماری منطقه به شرح ذیل است:

- نفوذ پذیری خاک منطقه ناچیز است.

- مساحت منطقه مورد نظر ۱۲۳ هکتار است.

- تراکم جمعیت در منطقه مورد مطالعه ۹۳ نفر در هکتار می باشد.

- متوسط بارندگی سالیانه در استان حدود ۷۰ میلیمتر و بسیار نامنظم است.

- جمعیت منطقه ۱۱۲۳۳ نفر است و با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه دانشگاه است نوسانات جمعیت ناچیز در نظر گرفته شده و از آن صرف نظر شده است.

۲– محاسبه سرانه فاضلاب منطقه مورد مطالعه

۲–۱– تعیین ضریب بهره برداری

ضریب بهره برداری عبارت است از درصد مشترکینی که در مقاطع مختلف بهره برداری، از شبکه استفاده می نمایند و به شبکه متصل می شوند.

با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه دانشگاه است ضریب بهره برداری از شبکه ۱۰۰ در نظر گرفته می‌شود.

۲-۲- ضریب اختلاط آب باران

ضـریب اخـتلاط فاضـلاب باران با فاضلاب خانـگی یا ضریب نوسانات آب که به مقدار سرانه فاضلاب خانگی افزوده می شود بسته به شدت رگبارهای بارندگی، سطح فرهنگ مردم و شکل ساختمانی شبکه بین ۱۰ تا ۳۰ درصد متغیر است[۱۱].

۲-۳- نسبت تبدیل آب مصرفی به فاضلاب

درصدی از آب مصرفی است که تبدیل به فاضلاب شده وواردلوله های آن می‌گردد، مقداری از آب شبکه لوله‌کشی به مصرف آبیاری فضاهای سبز و شستشوی خیابان‌ها رسیده و بخشی از آن نیز به صورت تبخیر در آب‌نماها ودر دستگاه-های خنک کننده مانند کولرها مصرف می‌گردد. این مقدار در ایران پیرامون ۱۲ تا ۱۷ درصد کل آب مصرفی تخمین زده می‌شود[۱۱].

بنابراین در این پژوهش این درصد را ۱۷ لحاظ می کنیم و ضریب تبدیل آب به فاضلاب را ۰/۸۳ در نظر می‌گیریم.

۲-۴- تعیین ضریب حداکثر جریان فاضلاب

دبی فاضلاب در لوله های شبکه جمع آوری تحت تاثیر نوسان هایی است که شدت آن به تعداد جمعیت منطقه، شرایط آب و هوایی، توپوگرافی و خصوصیات شهر بستگی دارد. در هر مورد این ضریب با توجه به اندازه گیری های محلی و یا آمار موجود در سایر شهرهای مشابه انتخاب می گردد. در صورت عدم وجود آمار قابل ملاحظه از میزان نوسان های فاضلاب، توصیه می شود برای جمعیت های تا یک میلیون نفر مقدار این ضریب از رابطه زیر محاسبه گردد [۱۱] :

$$K_{\max} = \frac{5}{P^{0.167}}$$

در این رابطه P جمعیت بر حسب هزار نفر می باشد. بنابراین:

$$k_{max} = \frac{5}{p^{0.167}} = \frac{5}{11.233^{0.167}} = 3.33$$

۲-۵- تعیین ضریب حداقل جریان فاضلاب

در صورت عدم وجود آمار قابل ملاحظه از میزان نوسان های فاضلاب توصیه می شود که مقدار ضریب حداقل جریان از رابطه ذیل محاسبه گردد[۱۱] :

$$K_{\min} = \frac{P^{0.167}}{5}$$

در این رابطه P جمعیت بر حسب هزار نفر می باشد. بنابراین:

$$k_{min} = \frac{p^{0.167}}{5} = \frac{11.233^{0.167}}{5} = 0.299$$

حداکثر مقدار فاضلاب از حاصلضرب مجموع مصارف خانگی، عمومی و تجاری در ضرایب تبدیل آب به فاضلاب، حداکثر جریان فاضلاب، اختلاط آب باران و ضریب بهره برداری از شبکه بدست می آید و این مقدار برابر است با:

حداکثرفاضلاب = ۴۲۷/۹۷ lit/day

حداقل مقدار فاضلاب از حاصلضرب مجموع مصارف خانگی، عمومی و تجاری در ضرایب تبدیل آب به فاضلاب، حداقل جریان فاضلاب، اختلاط آب باران و ضریب بهره برداری از شبکه بدست می آید و این مقدار برابر است با:

حداقل فاضلاب = ۳۸/۴۳ lit/day

۲–۶– تعیین مقدار نشتاب

مقدار نشتاب بستگی به سطح آب زیر زمینی، جنس لوله، نوع اتصالات، مشخصات خاک اطراف لوله، عمق فاضلاب‌رو از سطح آب زیرزمینی و کیفیت اجرا دارد و برحسب فاکتورهای ذکر شده مقدار نشت آب میتواند تا حد لوله زهکش (حداکثر محتمل) و صفر (حداقل محتمل) تغییر نماید.

در آیین نامه های اروپائی روش تقریبی برای تعیین مقدار نشت آب متداول است که بر مبنای آن درصد معینی از ماکسیمم فاضلاب خانگی را به عنوان نشت آب در نظر گرفته و به مجموع فاضلاب می افزایند. طبق این روش برای شهرهائی از ایران که سطح آب زیر زمینی پایین تر از لوله های فاضلاب قرار دارد، بسته به نوع لوله، مقدار و شدت بارندگی اعداد ۱۰ تا ۲۰ درصد ماکسیمم جریان فاضلاب خانگی مناسب است[۱۲].

مقدار نشت آب ۰/۱۵در نظر گرفته می‌شود.

مقدار نشتاب = ضریب نشت آب × حداکثر فاضلاب خانگی = ۶۴/۱۹ lit/day

بنابراین سرانه فاضلاب که مبنای طراحی قرار می‌گیرد برای هر نفر برابر است با:

حداکثر دبی = حداکثر خانگی + نشتاب = ۴۹۲/۱۶ lit/day

حداقل دبی = حداقل خانگی + نشتاب = ۱۰۲/۶۱ lit/day

۳– مراحل بهینه سازی و اصلاح شبکه

۳–۱– ورود اطلاعات به نرم افزار SewerGEMS

اطلاعات ورودی به نرم افزار SewerGEMS شامل نقشه منطقه مورد مطالعه: بر روی نقشه منطقه مورد مطالعه اجزای زیر تعیین گردید:

- مسیریابی لوله گذاری در معابر و خیابان ها(با توجه به طرح اجرا شده در ۴۰ سال پیش و در جهت شیب عمومی شهر تعیین گردید).

شیب عمومی منطقه با توجه به کد (رقوم) ارتفاعی تعیین شده از رقوم ارتفاعی بیشتر به رقوم ارتفاعی کمتر مشخص شده است. همچنین مسیر لوله گذاری در جهت شیب عمومی منطقه می باشد که با علامت پیکان مشخص گردیده است.

- لوله گذاری در معابر و خیابان ها
- آدم رو گذاری و تعیین شماره آدمروها (حداکثر فاصله بین دو آدمرو ۵۰ تا ۱۰۰ متر در نظر گرفته شده است).
- تعیین شماره لوله فاضلاب رو (هر لوله فاضلاب رو با یک شماره شناسایی شده است. شماره گذاری لوله ها سلیقه ای بوده و ترتیب خاصی برآن حاکم نمی باشد ولی از نظر وجود نظم در شماره گذاری بهتر است ترتیب خاصی در نظر گرفته شود تا در مواقع لزوم دسترسی به آن ها به راحتی صورت گیرد).
- تعیین رقوم ارتفاعی زمین در محل آدمرو. تعیین رقوم ارتفاعی در محل آدمروهایی که فاقد کد ارتفاعی می باشند از طریق درون‌یابی نزدیک ترین رقوم ارتفاعی نسبت به آن ها صورت گرفته است. هدف ازمشخص نمودن رقوم ارتفاعی زمین تعیین شیب خیابان ها و کوچه ها و نهایتا شیب عمومی منطقه می باشد.

۳-۲- خروج اطلاعات از نرم افزار SewerGEMS

پس از تهیه مدل مورد نظر برای شبکه در محیط SewerGEMS مدل ایجاد شده برای دادن اطلاعات مکانی و آماری به محیط ArcGIS منتقل شد. اطلاعات وارد شده به ArcGIS به شرح زیر است.

۳-۳- ورود اطلاعات به نرم افزار ArcGIS

تعیین مساحت تحت پوشش هر فاضلاب رو (مساحت سطوح فاضلاب گیر). مقادیر عددی مساحت سطوح فاضلاب گیر در لایه اطلاعاتی Area موجود می باشد.

- جمعیت و تراکم موجود در هر یک از سطوح با توجه به اطلاعات موجود. این مقادیر در لایه اطلاعاتی Population موجود هستند.

- سرانه و دبی در هر یک از سطوح فاضلاب گیر با توجه به مساحت و تراکم هر سطح محاسبه شد و مقادیر دبی در لایه اطلاعاتی Q ذخیره گردید.

۳-۴- خروج اطلاعات از SewerGEMS

محاسبات و اطلاعات بارگذاری شده در هر یک از تیسن ها† در ArcGIS به SewerGEMS منتقل شدند و در آنجا قیود و محدودیت های طراحی به SewerGEMS داده شد و ایستگاه های پمپاژ با توجه به اختلاف ارتفاع ایستگاه پمپاژ تا تصفیه خانه و میزان دبی ورودی به هر ایستگاه برای نرم افزار تعریف شدند و طراحی نهایی انجام شد.

† thiessen

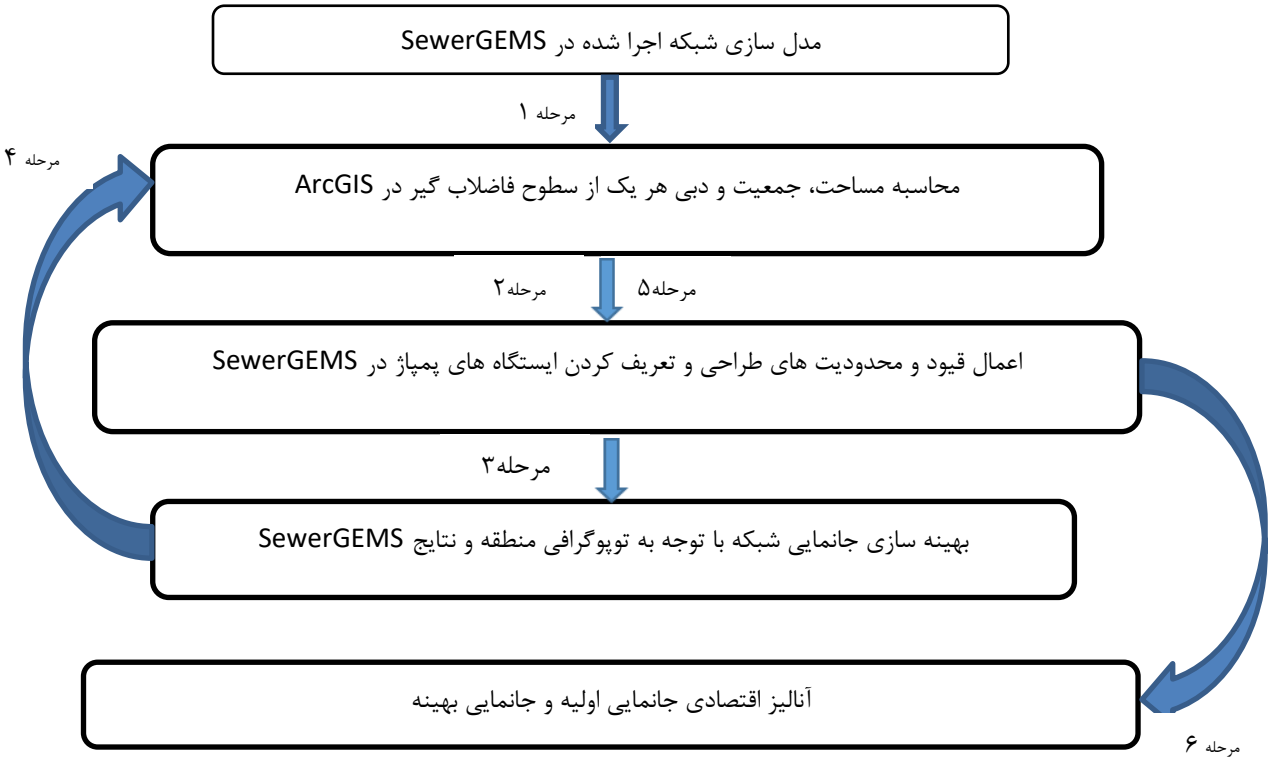
۳–۵– اصلاح جانمایی شبکه با توجه به خروجی SewerGEMS

با توجه به توپوگرافی منطقه مورد مطالعه و بررسی نتایج حاصل از نرم افزار SewerGEMS جانمایی بهینه برای شبکه ارائه گردید و طراحی شبکه با استفاده از SewerGEMS و ArcGIS برای جانمایی جدید انجام شد.

۳–۶– آنالیز اقتصادی جانمایی اولیه و جانمایی بهینه

برآورد اقتصادی برای طرح اولیه و طرح نهایی صورت گرفت و این دو طرح از لحاظ هزینه با هم مقایسه شدند کـه ۲/۲ درصد کاهش هزینه در جانمایی بهینه نسبت به جانمایی اجرا شده مشاهده گردید.

۴– فلوچارت مراحل بهینه سازی و اصلاح شبکه

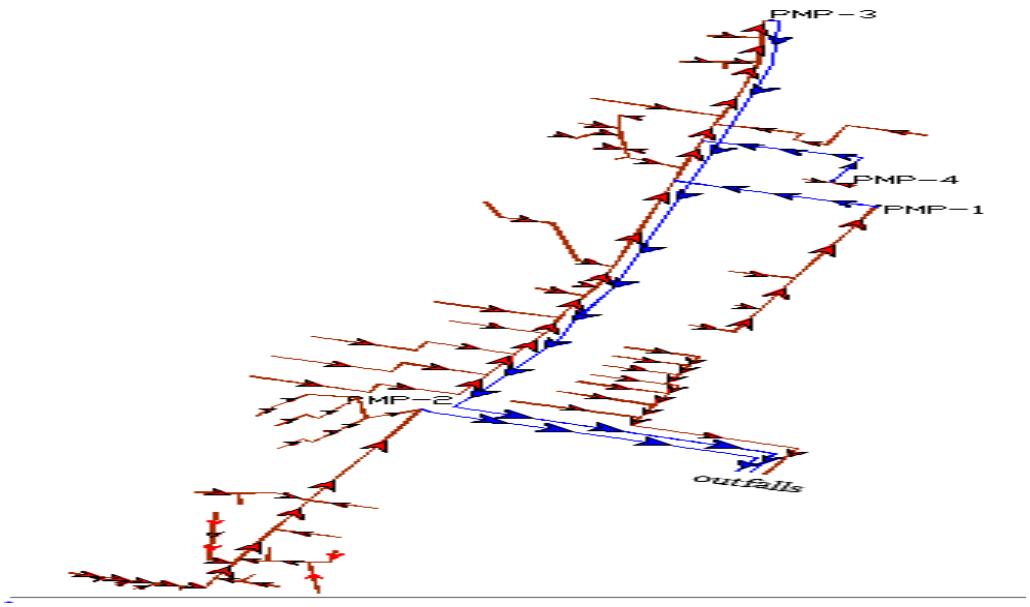


شکل۱. فلوچارت مراحل بهینه سازی و اصلاح شبکه

۵– نتایج و بحث

۵–۱– لوله گذاری در شبکه و جهت جریان

شکل ۲ جهت جریان و محل قرارگیری پمپها و خروجی ها در طرح اجرا شده ۴۰ سال پیش را نشان می‌دهد.



شکل۲. جهت جریان و محل قرارگیری پمپ‌ها و خروجی ها درطرح اجرا شده قدیمی

با توجه به شکل ۲، شبکه اجرا شده اولیه دارای دو مسیر اصلی مجزا است که یک مسیر از پمپ ۲ به تصفیه خانه منتقل می گردد و مسیر دیگر از پمپ ۳ به تصفیه خانه منتقل می شود. پمپ ۱ و پمپ ۴ نیز برای انتقال جریان به مسیر اصلی در نقاطی که جریان ثقلی مقدور نیست اجرا شده اند.

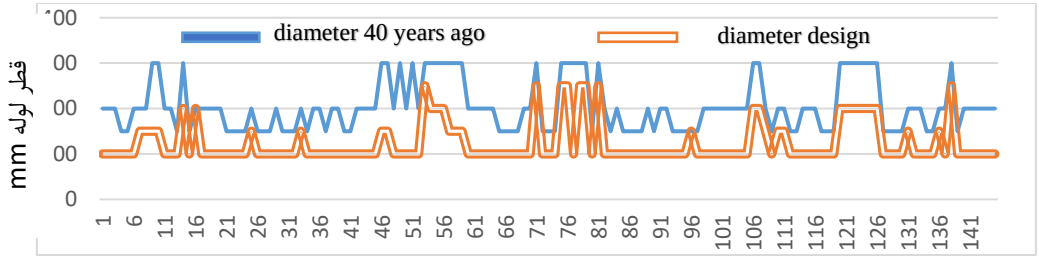
۵-۲- نتایج خروجی از نرم افزار SewerGEMS خطوط لوله ثقلی

جدول ۱.خروجی لوله های ثقلی SewerGEMS

Conduit	Length (m)	slope	Diameter 40 years ago	Diameter(mm) design	Velocity $(^m/_s)$	Flow $(^{m^3}/_h)$	Material
CO-1	48.4	0.01	200	100	0.55	20.15	Ductile Iron
CO-2	29	0.006	200	100	0.57	16.03	Ductile Iron
CO-3	29.8	0.006	200	100	0.6	15.6	Ductile Iron
CO-4	23	0.006	150	100	0.37	15.6	Ductile Iron

از ۱۴۵ لوله ثقلی در طرح اولیه، خروجی ۴ لوله اول در جدول ۱ آمده است با مقایسه قطرهای اجرا شده در ۴۰ سال پیش و قطرهای بدست آمده توسط نرم افزار شاهد ۳۹/۱۳ درصد کاهش قطر هستیم که این به دلیل تقسیم بندی

منطقه بر اساس تراکم های مختلف با استفاده از نرم افزارهـای SewerGEMS و ArcGIS اسـت کـه باعـث طراحـی بهینه شبکه فاضلاب شده است.



شماره لوله

نمودار۱. نمودار مقایسه قطر اجرا شده ۴۰ سال پیش و قطر طراحی

۵-۳- خروجی خطوط تحت فشار برای مدل اولیه

در جدول ۲ خروجی ۶ لوله اول برای خطوط تحت فشار در مدل اولیه که مجموعا ۲۵ لوله است آورده شده است.

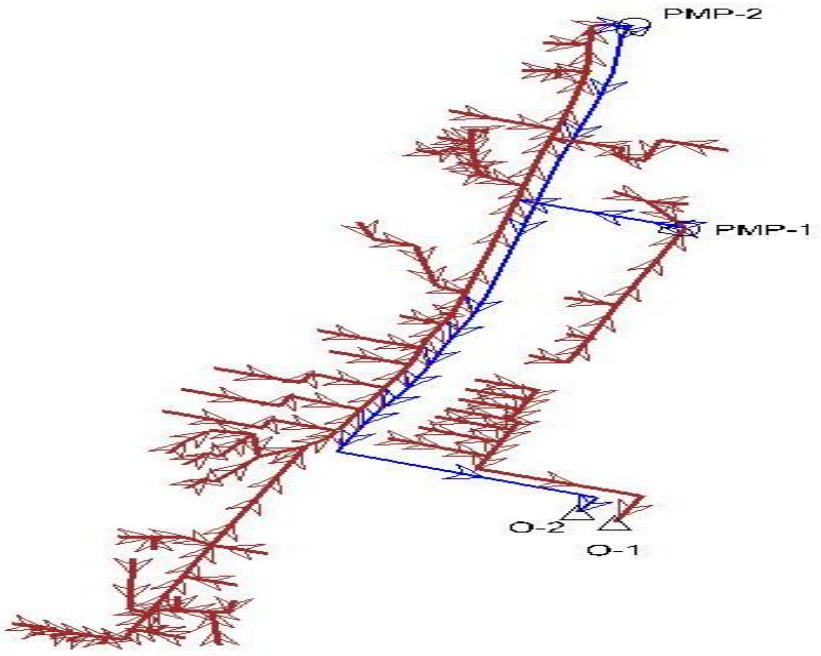
جدول ۲ .خروجی لوله های تحت فشارSewerGEMS

Pressure pipe	Length (m)	Diameter 40 years ago	Diameter(mm) design	Flow (m^3/h)	Velocity (m/s)	Material
P-1	439.7	300	160	64.25	1.22	PE
P-2	80.9	300	160	64.25	1.22	PE
P-3	62.9	300	160	64.25	1.22	PE
P-4	72	300	160	64.25	1.22	PE
P-5	97.7	300	160	64.25	1.22	PE
P-6	76.1	300	160	64.25	1.22	PE

با توجه به جدول ۲ برای لوله های تحت فشار در تمام مسیرها از لوله با قطر ۳۰۰ میلیمتر استفاده شده ولی با توجه به دبی و سرعت در این خطوط می‌توان از لوله‌های با قطر کمتر استفاده کرد که مقادیر این اقطار در جدول 2 آمده است.

۵-۴- ارائه طرح بهینه برای شبکه

با توجه به توپوگرافی منطقه مورد مطالعه و بررسی نتایج حاصل از نرم افزار SewerGEMS امکان ارائـه طـرح بهینـه برای شبکه وجود دارد که شبکه مدل شده جدید مطابق شکل ۳ است. در این مدل یک خط اصلی وجود دارد و تعـداد ایستگاه‌های پمپاژ کم شده و طول کل لوله ها نیز کاهش محسوس داشته است.



شکل ۳. مدل بهینه و محل قرارگیری پمپ ها و خروجی ها

با توجه به شکل ۳ در مدل جدید در نقاطی که امکان انتقال ثقلی جریان بوده پمپ حذف شده و دو مسیر اصلی با هم ترکیب شده و یک مسیر اصلی وجود دارد.

۵-۵- نتایج خروجی از نرم افزار SewerGEMS برای خطوط ثقلی در مدل بهینه

تعداد لوله‌های ثقلی در جانمایی بهینه ۱۴۸ عدد است که در جدول ۳ ، 5 لوله ابتدایی آمده است.

جدول ۳. خروجی لوله های ثقلی مدل بهینه

Conduit	Length(m)	Slope	Diameter (mm)	Velocity (m/s)	Flow (m^3/h)	Material
CO-1	48.4	0.01	100	0.62	20.15	Ductile Iron
CO-2	29	0.01	100	0.69	20.15	Ductile Iron
CO-3	29.8	0.01	100	0.72	20.15	Ductile Iron
CO-4	23	0.009	100	0.34	18.89	Ductile Iron
CO-5	32.4	0.006	100	0.33	15.6	Ductile Iron

۵–۶– نتایج خروجی از نرم افزار SewerGEMS برای خطوط لوله تحت فشار در مدل بهینه

جدول ۴ خروجی لوله‌های تحت فشار برای جانمایی بهینه است که در مجموع ۱۹ لوله است.

جدول ۴. خروجی لوله های تحت فشار مدل بهینه

Pressure pipe	Length (m)	Diameter (mm)	Flow (m^3⁄h)	Velocity (m⁄s)	Material
P-1	433.9	160	66.09	1.26	PE
P-2	78.7	160	66.09	1.26	PE
P-3	62.9	160	66.09	1.26	PE
P-4	72	160	66.09	1.26	PE
P-5	97.7	160	66.09	1.26	PE
P-6	76.1	160	66.09	1.26	PE
P-7	79.3	160	66.09	1.26	PE
P-8	66.5	160	66.09	1.26	PE
P-9	186.9	160	66.09	1.26	PE
P-10	446.5	160	66.09	1.26	PE
P-11	66.4	160	66.09	1.26	PE
P-12	153.4	125	11	0.34	PE
P-13	58.5	125	11	0.34	PE
P-14	4.1	125	11	0.34	PE
P-15	33.8	125	11	0.34	PE
P-16	100.9	160	66.09	1.26	PE
P-17	3.4	125	66.09	2.06	PE
P-18	4	160	66.09	1.26	PE
P-19	138.3	160	66.09	1.26	PE

۵–۷– نتیجه گیری و جمع بندی

استفاده از نرم افزار ArcGIS باعث سرعت و دقت در کسب اطلاعات مورد نیاز طراحی شده است. با استفاده از ArcGIS می توان از اطلاعات جغرافیایی و آماری دقیق به صورت جزء به جزء و طبقه بندی شده برای طراحی شبکه فاضلاب استفاده نمود که در این پژوهش اطلاعات ورودی در ArcGIS جزء به جزء و بر اساس میزان تراکم در هر

قسمت از منطقه مورد مطالعه وارد نرم افزار شد که این موجب طراحی دقیق تر و بهتر شبکه گشت و قطر لوله ها به میزان ۳۹/۱۳ درصد نسبت به طرح اولیه کاهش پیدا کرده است. استفاده از سامانه جغرافیایی در طراحی شبکه فاضلاب تاثیر بسزایی در تحلیل و طراحی دقیق شبکه داشت و احتمال بروز خطا و حجم محاسبات دستی به مقدار بسیار زیادی کاهش یافت. لینک شدن بهGIS باعث ورود اطلاعات مکانی دقیق تر به نرم افزار SewerGEMS برای طراحی شبکه فاضلاب شده است.

مراجع

[1].Mirmohammad Sadeghi S.M, learning software ArcGIS, publishing by furat, 2005.[Persian]

[2]. Parhizgar A, GIS application in the main sewerage network plan, Master's Thesis, Tarbiat Modarres University in Tehran, 2001.[persian]

[3]. Weng H.T., Liaw S.L., Establishing an Optimization Model for Sewer System Layout with Applied 26-35. Genetic Algorithm, Journal of Environmental Informatics, 2005, 5(1),

[4].Razi p, ArcGIS applications in wastewater collection network design, Fourth National Congress of Civil Engineering, Tehran, 2008. [Persian]

[5]. Moeini, R., Afshar, M. H., Layout and size optimization of sanitary sewer network using intelligent ants, advances in engineering software, 2012.[Persian]

[6]. . Emera, S.A.M.H, Intelligent Framework for the Combining between GIS, Data Mining & Decision Support System ,contemporary Engineering Sciences, 2012, 5(12), 531-562.

[7]. Haghighi, A , Bakhshipour, A.E , Optimization of Sewer Networks Using an Adaptive Genetic Algorithm, water resourse management, 2012, 26, 3441–3456.[Persian]

[8]. . Rohani, M., Afshar, M.H., A GA-GHCA Model for the Optimal Design of Pumped Sewer Networks, 2014.[Persian]

[9]. Katti, M., Krishna. B.M., Manoj K. B., Design of Sanitary Sewer Network using Sewer GEMS V8i Software, 2015, 2, 254-258.

Saeidi h, Evalution designed wastewater collection URMIA city used with SewerGEMS and ArcGIS [10]. and provide the optimal configuration, Master's Thesis, URMIA university, 2013. [persian]

[11]. Monzavi M.T, wastewater collection, first volume, publishing by Tehran university, 2014. [Persian]

[12]. Bozorg haddad A, Bolouri yazdeli Y, Sadat ashofteh P, water engineering and management system, publishing by noavar, 2012. [Persian]

نقش GIS درتحلیل اثر خطر زمین‌لرزه و شتاب لرزه‌ای بر تأسیسات سامانه‌های آبرسانی خانه فاضلاب (مطالعه موردی: شهرهای دهلران، آبدانان و مورموری)

ذبیح‌اله رستمی[۱]، مهدی نظرپور[۲]

۱.کارشناس ارشد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش ازدور، کارشناسGIS شرکت آبفای استان ایلام

zabrostami_sm2008@yahoo.com

۲.کارشناس ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، مدیر دفتر فن آوری اطلاعات و توسعه دولت الکترونیک شرکت آبفای استان ایلام

mnazarpour@gmail.com

چکیده

در این مقاله اثر خطر زمین‌لرزه بر خاستگاه تأسیسات آبی و شریان‌های حیاتی شهرستان‌های دهلران، آبدانان و مورموری بررسی و تحلیل گردید. تحلیل خطر زمین لرزه با استفاده از روش‌های آماری، زمین‌لرزه‌های دستگاهی یک صد سال اخیر و تحلیل‌های زمین‌ساختی بر روی گسل‌های کواترنری در محیط Arc GIS صورت گرفت. بررسی نقشه‌های هم شتاب لرزه‌ای در شهرستان‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که بیشینه خطر زمین‌لرزه در امتداد گسل‌های راندگی منطقه می‌باشد. نتایج بررسی نقشه‌های هم شتاب نیز نشان می‌دهد که مناطق شهری در شمال شهر دهلران در محدوده پر خطر زمین‌لرزه قرار دارند و تأسیسات آبی مانند ایستگاه پمپاژ آب پارک جنگلی که در بخش جنوبی منطقه قرار دارند وضعیت مناسبتری نسبت به مخازن آبی در شمال شهر دارند. با توجه به استقرار کامل شهرستان آبدانان بر روی گسل راندگی و محدوده پر خطر، احتمال آسیب دیدگی تأسیسات آبی این شهر طی رخداد زمین‌لرزه‌های آتی بالا می‌باشد که زلزله ۶/۲ ریشتر سال۱۳۹۳ شهر مورموری از توابع شهرستان آبدانان گویای صحت این پدیده است. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از روش‌های آماری و سنجش از دور در محیط Arc GIS کاربرد زیادی در تحلیل خطر زمین‌لرزه و کاهش هزینه‌های مطالعاتی در مناطق پر خطر زمین‌لرزه دارد.

کلمات کلیدی: خطر زمین لرزه، گسل راندگی، نقشه PGA، آبدانان، دهلران، مورموری

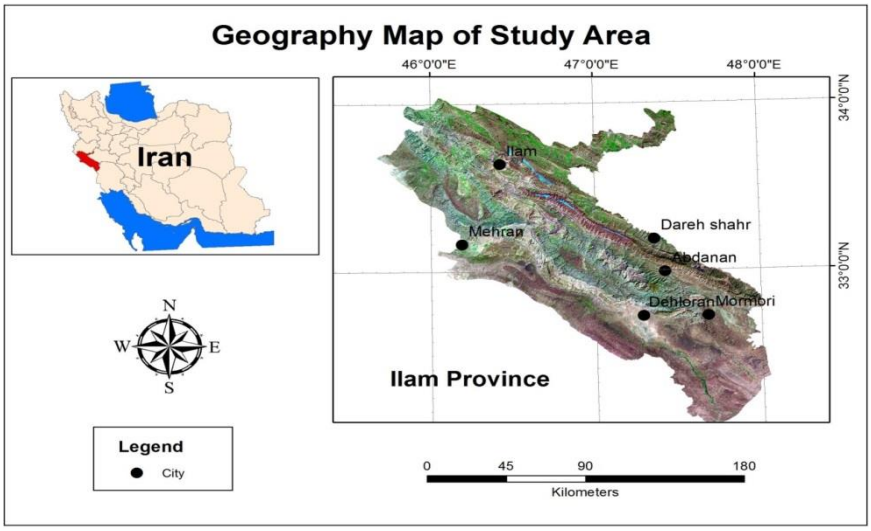
۱– مقدمه

با توجه به قرارگیری ایران بر روی کمربند زمین لرزه دنیا (آلپ ـ هیمالیا)، اثرات زلزله و رانش زمین سال‌هاست که مخاطراتی را در تأسیسات مختلف و زیرساختی در کل دنیا و بخصوص کشور ایران بوجود آورده آبرسانی و مخازن ذخیره آب و خطوط انتقال آب و شبکه آبرسانی در سطح شهرها و روستاها است[1,2,10] یکی از مهمترین شریان‌های حیاتی، شبکه‌های آبرسانی است که آسیب‌دیدگی آن در هنگام وقوع زلزله موجب مشکلات بسیاری خواهد شد.

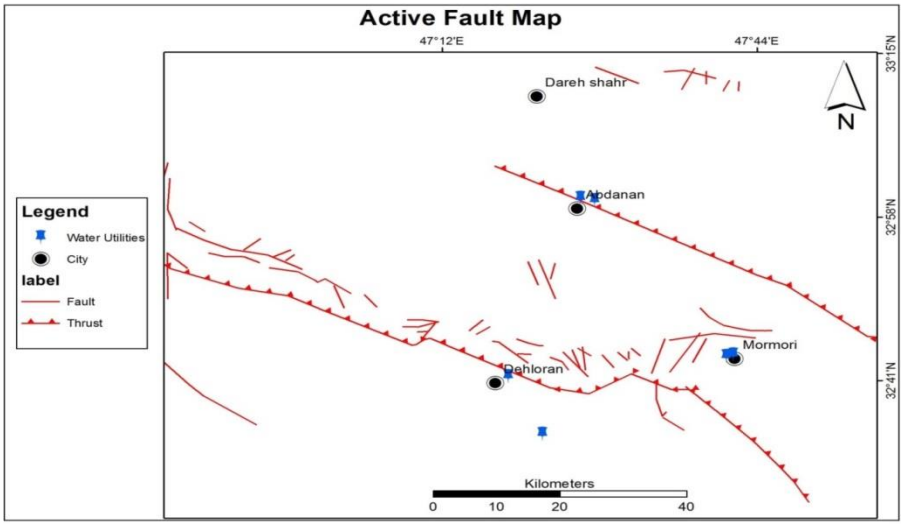
سامانه تأمین آب، یکی از شریان‌های حیاتی مهم در شهرها می‌باشد که آسیب‌پذیری آن در برابر زلزله‌های است [8,9]که بخش قابل توجهی مربوط به تأسیسات گذشته ثابت شده است[11] این شبکه‌ها به واسطه پراکندگی و قرارگیری در سطح گسترده و شرایط گوناگون زمین، در زلزله آسیب قابل توجه می‌بینند که علاوه بر زیان‌های مستقیم پیامدهایی مانند عدم توانایی در مهار آتش به علت قطع آب، مشکلات بهداشتی و مهاجرت را به وجود آورده و زندگی

مردم تا روزها و حتی ماه‌ها پس از زلزله دچار مشکل می‌شود[1,2,3]. شهرستان‌های دهلران، آبدانان و شهر مورموری(از توابع آبدانان) از جمله شهرهای مهم استان ایلام می‌باشند که ضمن قرارگیری بر روی مناطق پرخطر زمین لرزه کمرند چین ـ رانده زاگرس، دارای شبکه ها و شریان‌های آبی می‌باشند (شکل‌های ۱ و ۲). با توجه به این مسئله و وجود گسل‌های لرزه خیز و فعال کواترنری و رخداد زمین لرزه‌های سال‌های اخیر در این منطقه[4] هنوز مطالعه جدی بر روی تأثیر زمین لرزه‌ها بر روی شبکه‌های آبی صورت نگرفته است.

بررسی لرزه خیزی در ۱۰۰ کیلومتری گستره شهرهای دهلران، آبدانان و مورموری نشان می دهد که حدود ۹۰۷ رویداد لرزه‌ای در سده گذشته در منطقه رخ داده،که ۳۶ مورد از آنها دارای بزرگای ۵ ریشتر و بیشتر از ۵ است (شکل ۳). این آمار نشان دهنده لرزه‌خیزی نسبتا متوسط در منطقه جنوب غربی ایران می‌باشد. بزرگترین این زمین لرزه‌ها، زمین لرزه ۶/۲ ریشتری در مرداد ماه سال۱۳۹۳ بنا به گزارش موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران در شهر مورموری می‌باشد. موقعیت کانونی زمین لرزه‌های گذشته منطقه جنوب غربی ایران در شکل ۳ آورده شده است. هدف از این مطالعه با توجه به اهمیت تأسیسات آبی در این منطقه و همچنین زلزله خیز بودن ناحیه، تحلیل خطر زمین‌لرزه و تأثیر شتاب افقی(PGA)[‡] ناشی از آن بر روی شبکه آبی در شهرستان‌های دهلران، آبدانان و مورموری می‌باشد.

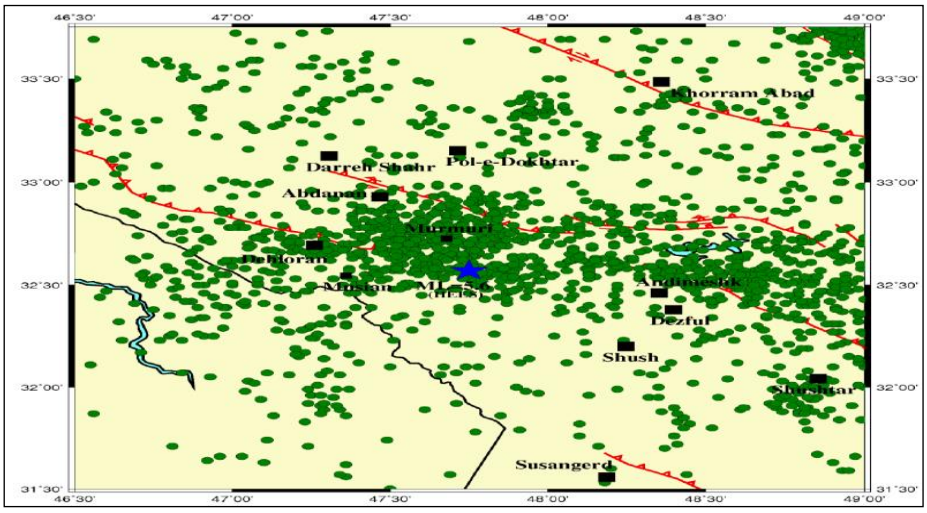


شکل ۱ : موقعیت جغرافیایی و زمین‌ساختی منطقه مورد مطالعه در کشور و استان ایلام



شکل ۲ : نقشه گسل‌های فعال منطقه و موقعیت تأسیسات آبی همراه با شهرهای مورد مطالعه

[‡]Peak Ground Acceleration



شکل ۳ : موقعیت کانون لرزه خیزی منطقه در سده اخیر[7]

۲– زمین‌شناسی ناحیه‌ای

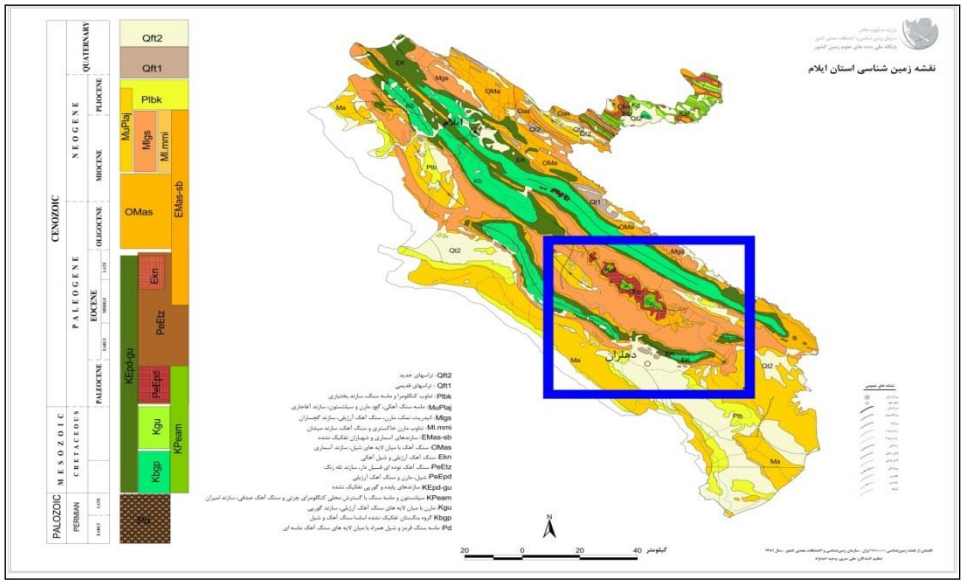
از نگاه جغرافیایی و بویژه زمین‌شناسی، استان ایلام، بخشی از ارتفاعات باختر ایران است که زاگرس نام دارد. منطقه مورد مطالعه که شامل شهرستان‌های دهلران، آبدانان و مومووری می‌باشد بر روی کمربند چین خورده زاگرس قرار دارد. رخنمون واحدهای چینه‌ای منطقه عمدتاً شامل آغاجاری، میشان، گچساران، آسماری، پابده و گورپی و متشکل از سنگ های آهکی، شیلی، مارنی و ماسه سنگی می‌باشد[5] (شکل ۴).

۲–۱– گسل‌های اصلی منطقه

گسل پیشانی کوهستان: این گسل در حقیقت کمربند چین ـ خورده ساده زاگرس را به طرف جنوب و جنوب باختر محدود کرده و از نظر ساختمانی، توپوگرافی لرزه زمین‌ساختی بسیار مهم بوده و می توان آن را به عنوان یک گسل اصلی راندگی که مدفون می‌باشد تصور نمود. شواهد زمین شناسی نظیر وضعیت بخش‌های فوقانی سازند آسماری ویژگی های چینه شناسی لرزه‌ای و چاه های حفاری شده بیانگر آن است که در طول گسل راندگی جبهه کوهستان یک جابجایی قائم وجود دارد که بیش از ۶ کیلومتر می باشد به طوری که در اثر حرکات قائم انجام شده در طول این گسل لبه جنوب باختری کمربند چین خورده در امتداد این گسل بالا آمده و بدین ترتیب چین‌های نامتقارن سطحی که در جبهه نیز قرار دارند حاصل گشته است. به طور مشخص گسل پیشانی کوهستان از چند قطعه راندگی پیچیده و مجزا تشکیل گردیده که دارای طولی بین ۱۵ تا ۱۱۵ کیلومتر بوده و طول کلی آنها بیش از ۱۳۵۰ کیلومتر در ایران است. بررسی مکانیسم زمین لرزه ها در طول گسل کوهستان اشاره دارد که گسلش تقریباً از نوع راندگی محض بوده و سطوح بدست آمده نیز به موازات روند ساختمان‌های زمین‌شناسی ناحیه و گسل جبهه کوهستان بوده‌اند.

زون گسلی بالارود: زون‌های گسلی کازرون، ایذه و بالارود همراه با گسل جبهه کوهستان، عوامل ساختمانی اصلی در کمربند چین خودره زاگرس را تشکیل می دهند[13] اهمیت و نقش کلیدی این مجموعه گسلی، صرف نظر از جهات ساختاری در تعیین مرز و محدوده محیط های رسوبی و نیز کنترل سیستم‌های رسوبگذاری و چینه شناسی منطقه است [6].

گسل دزفول: این گسل کواترنر با درازای بیش از ۲۰۰ کیلومتر و راستای شمال باختری ـ جنوب خاوری با شیب به سوی شمال‌خاوری، از نوع راندگی قاشقی است که در ژرفا به تدریج از شیب آن کاسته می‌شود. دره لهبری در نتیجه عملکرد این گسل به وجود آمده است.



شکل ۴ : چهارگوش محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه زمین‌شناسی استان ایلام مشخص گردیده است.

۳– روش کار

با استفاده از زمین‌لرزه‌های ۱۰۰ سال اخیر ثبت شده توسط ایستگاه‌های لرزه‌نگار [۷]فراوانی زمین لرزه‌ها در گستره مورد بررسی بدست آورده شده‌اند.

تهیه و تفسیر نقشه‌های سایزموتکتونیکی منطقه مورد مطالعه و نتایج تحقیق نشان می‌دهند مدل تغییر نمای گوسی و روش کریجینگ معمولی از بین مدل‌ها و روش‌های موجود در زمین آمار بیشترین دقت را برای تهیه نقشه خطر لرزه‌خیزی منطقه نشان می‌دهند و به همین دلیل مورد استفاده قرار گرفتند. جهت شناخت بهتر الگوی لرزه‌خیزی ناحیه، علاوه بر کاربری از داده‌های دستگاهی، بررسی زمین‌لرزه‌های تاریخی از دیدگاه تحلیل خطر لرزه‌ای و برآورد احتمال خطر بروز رخداد زمین لرزه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، چرا که اینگونه تحلیل‌ها الگویی از لرزه‌خیزی بلند مدت گستره مورد مطالعه را بدست می‌دهند.[۱۱]

با توجه به گسترش و توسعه روز افزون شهرها در پهنه‌های لرزه‌خیز، آسیب‌پذیری این شهرها در برابر زمین لرزه‌های بزرگ رو به فزونی است. تجربه نشان داده است که رویداد هر زلزله در کشورهای در حال توسعه نظیر ایران به علت جمعیت زیاد و عدم رعایت پایداری سازه‌ها باعث تلفات جانی زیاد و خسارات مالی و انهدام سازه‌ها می‌شود، بدین ترتیب مطالعات لرزه‌خیزی در مناطق نا آرام زمین و استفاده از نتایج آن در طراحی بناهای جدید مفید خواهد بود. گستره جنوبی استان ایلام مانند شهرهای مورموری و دهلران و آبدانان از نواحی لرزه‌خیز ایران است. رویداد زمین لرزه‌های متعدد تاریخی در سده بیستم اثرات مهمی بر تاریخچه تکوین و تحولات این پهنه از کشورمان داشته است. رویداد زمین لرزه‌های مهمی بر روی گسل های پیشانی کوهستان، بالارود و دزفول باعث شده تا این گستره به عنوان یکی از نواحی با خطر بالای وقوع زمین‌لرزه شناخته شود.

۳-۱- زمین آمار

زمین آمار شاخه‌ای از علم آمار است که هم تغییرات ساختاری و هم تغییرات مکانی را مورد توجه قرار می‌دهد. در آمار کلاسیک تحلیل فضایی داده‌ها انجام نمی‌شود و نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری نمونه هیچ‌گونه اطلاعاتی راجع به مقدار آن کمیت در نمونه‌های دیگر به فواصل مختلف به دست نمی‌دهد. این در حالی است که زمین‌آمار علاوه بر مقدار یک کمیت در یک نمونه، موقعیت فضایی نمونه را نیز مورد توجه قرار می‌دهد. با این تکنیک می توان با استفاده از داده های یک کمیت در مختصات معلوم، مقدار همان کمیت را در نقطه‌ای با مختصات معلوم دیگر تخمین زد[8].

۳-۲- تغییر نما

تخمین زمین آماری داده‌ها شامل دو مرحله می باشد. مرحله اول، شناخت و مدل‌سازی ساختار فضایی داده‌های مورد تخمین است، که بوسیله تغییرنما بررسی می‌شود. تغییرنما تابعی است که عدم تشابه داده‌های نقطه‌ای را نسبت به فاصله جدا کننده آنها نشان می‌دهد مقدار تغییرنما (γ) مطابق فرمول زیر محاسبه می‌شود (Demers,2005,O'Sullivan&Unwin.2003).

γ =0.5*[Z (s1)-Z (s2)]2

γ مقدار تغییرنما Z (S1) مقدار داده در مکان S1 و Z (S2) مقدار مکان داده در مکان S2 می‌باشند.

۳-۳- کریجینگ

مرحله دوم، تخمین زمین آماری داده‌ها به روش کریجینگ است که به مشخصات مدل تغییرنما برازش شده در مرحله اول وابسته می‌باشد[8]. تخمین زمین آماری فرایندی است که طی آن می‌توان مقدار یک کمیت در نقاطی با مختصات معلوم را با استفاده از مقدار همان کمیت در نقاط دیگری با مختصات معلوم بدست آورد. درون‌یابی دارای روش‌های زیادی می‌باشد که اکثر آنها جزء خانواده کریجینگ می‌باشند، مانند کریجینگ معمولی، ساده، جهانی، احتمالی، نمایشگر و کریجینگ جدا سازنده که در مقابل کوکریجینگ می‌باشد[14].

کریجینگ بر اساس دو مرحله پایه گذاری شده است. در مرحله اول با استفاده از تغییرنما، روابط ما بین داده‌ها بررسی می‌شود و در مرحله دوم بر اساس این روابط در مناطق فاقد داده، مقادیر ممکن را پیش‌بینی می‌کند. کریجینگ ارزش داده‌ها را بر اساس مقادیر اطراف آنها بر این اساس پیشگویی می‌کند که داده‌های مجاور شباهت بیشتری نسبت به داده‌های دور از هم دارند. چون تخمینگر کریجینگ یک تخمینگر نا اریب بوده و داده‌ها را بصورت غیر جهت دار قضاوت می‌کند و از طرفی در طبیعت داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند بنابراین کریجینگ بهترین پاسخ را زمانی در اختیار ما قرار می‌دهد که داده‌ها دارای توزیع نرمال باشند. از این رو ابتدا باید خصوصیات آماری داده‌ها را مورد بررسی قرار داد و در صورتی که توزیع داده‌ها نرمال نباشد با انجام روش‌های موجود، توزیع آنها را به توزیع نرمال تبدیل کرد[15,16].

در نهایت اعتبار و درستی نقشه پیشگویی کنترل می‌گردد. کنترل اعتبار در واقع تخمین هر نقطه نمونه برداری شده در یک ناحیه با استفاده از مقادیر نمونه همسایه (بدون در نظر گرفتن خود آن نمونه) با روش کریجینگ می‌باشد و سپس این مقادیر با مقادیر اصلی مقایسه می‌گردد و نهایتاً صحت مقادیر پیشگویی شده بررسی می‌شود. برای یک مدل پیش

بینی دقیق، داده‌ها باید روی یک خط همبستگی ۱:۱ قرار گیرند نقاط روی این خط پراکنش مقادیر مشاهده شده نمونه‌ها را نسبت به مقادیر پیش بینی شده نشان می‌دهد، هرچقدر نقاط بر روی خط قرار گیرند پیش‌گویی بر واقعیت منطبق‌تر خواهد بود. لذا از لحاظ آماری باید برای نمونه‌های پیشگویی خطای میانگین نزدیک به صفر باشد و خطای ریشه دوم میانگین و خطای استاندارد میانگین باید در حد امکان کوچک و خطای استاندارد ریشه دوم میانگین باید به یک نزدیک شود[11].

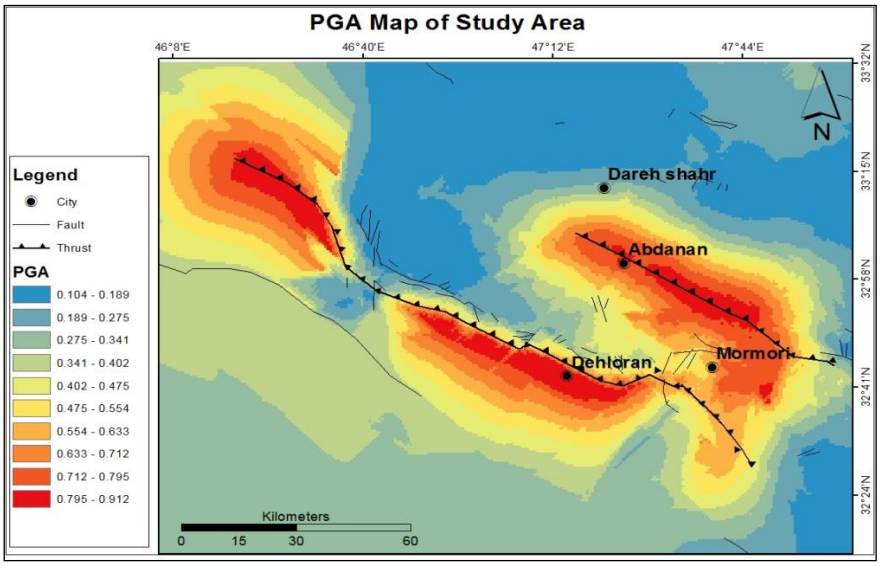
۳-۴- روش تهیه نقشه خطر لرزه خیزی بر پایه GIS

ایجاد یک سطح پیوسته برای نشان دادن مقادیر ویژه، توانایی کلیدی مورد نیاز در بسیاری از کاربردهای نرم افزار Arc GIS می‌باشد. بدین صورت که داده‌ها درنقاط مختلف جمع آوری می‌شوند و کار اصلی نرم افزار Arc GIS این می باشد که دقیق ترین سطح ممکن را از اطلاعات موجود، بوجود آورد. یعنی در مناطقی که داده ای موجود نمی باشد داده ها را پیشگویی کند. بر این اساس استفاده از ابزار تغییرنما برای تحلیل داده ها و تأثیر فاصله بر همبستگی داده ها و نمونه هایی از روشهای میان یابی برای پیشگویی و تخمین مورد بررسی قرار گرفته اند. برای تهیه نقشه خطر لرزه خیزی ابتدا چهار گوش محدوده مورد مطالعه یک دقیقه- یک دقیقه تقسیم و شبکه‌بندی شد و مختصات آن به سیستم مختصات جهانی UTM تبدیل گردید. سپس توان لرزه زایی گسل های فعال با طول بیشتر از ۲/۵ کیلومترکه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه های زمین شناسی و گزارش های پژوهشگاه بین المللی زمین لرزه بدست آمده بود، محاسبه گردید. برای این کار در برنامه Arc GIS، طول گسل ها محاسبه گردید. سپس با کمک این برنامه، فاصله هر گسل از هر نقطه شبکه‌بندی بدست آمد و بیشینه شتاب گرانشی زمین (PGA) با توجه به طول گسل و توان لرزه زایی آن برای رسم نقشه خطر، برای تمام نقاط شبکه بندی محاسبه گردید. در نهایت با استفاده از ابزار Geostatistical Analyst در نرم افزار ArcGIS و طی مراحل مختلف زیر نقشه خطر لرزه خیزی تهیه گردید:

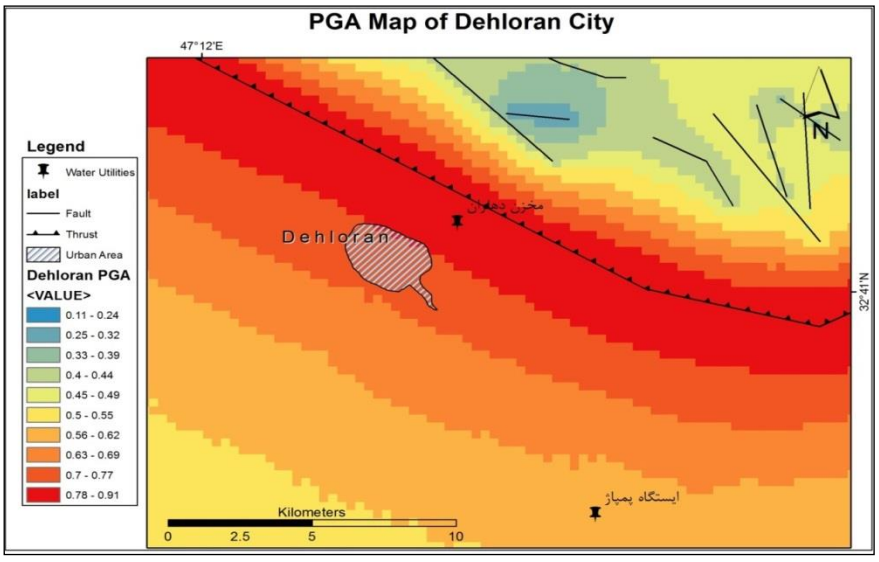
- بررسی توزیع داده ها و نرمال نمودن داده‌ها
- بررسی روند جهانی در داده‌ها و حذف روند در داده ها به منظور پیشگویی صحیح که ناشی از عامل اضافی تحمیل شده به داده های منطقه نباشد.
- اعمال مدل برازش مناسب تغییرنما برداده‌ها و انتخاب فواصل وجهت تاثیر داده‌های مکانی بر یگدیگر.
- اعمال مدل مناسب برازش تخمینگر میانیاب بر داده‌ها (در تحقیق حاضر مدل برازش مناسب کریجینگ معمولی تشخیص داده شد).

نقشه های خطر لرزه‌ای ابتدا برای کل منطقه شامل شهرستان‌های دهلران، آبدانان و مورموری ترسیم گردید (شکل۵). در مرحله بعد نقشه های هم شتاب لرزه‌ای (PGA) به تفکیک شهرستان‌ها تهیه گردید که در شکل‌های ۶ و ۷ نشان داده شده است. همانطور که در این نقشه‌ها مشاهده می‌شود بیشترین شتاب افقی زمین در امتداد گسل‌های راندگی§ رخ داده است.

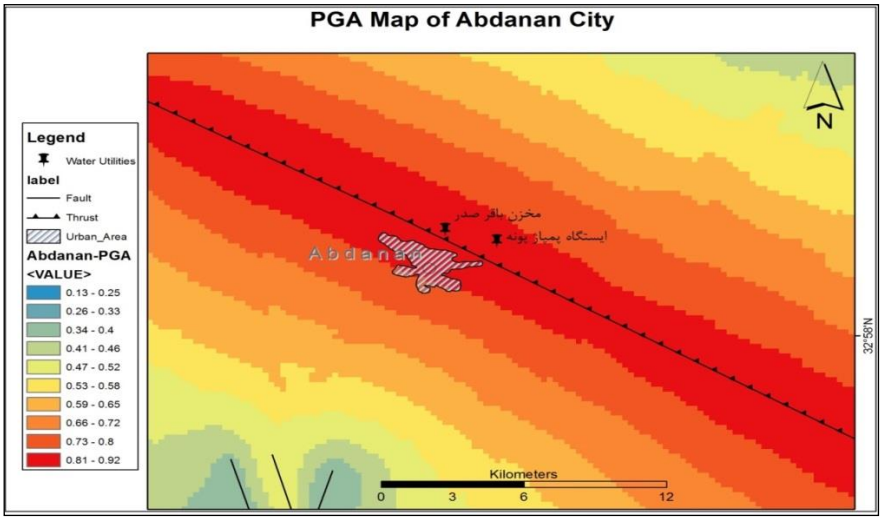
§Thrust fault



شکل ۵ : نقشه هم شتاب شهرستان‌های دهلران، آبدانان و مورموری



شکل۶ : نقشه هم شتاب شهرستان دهلران که بر روی آن منطقه شهری و تأسیسات آبی نیز نمایش داده شده است.



شکل ۷ : نقشه هم شتاب شهرستان آبدانان که بر روی آن، منطقه شهری آبدانان، مخزن آب و ایستگاه پمپاژ آب نیز نمایش داده شده است.

۳- بحث و نتیجه‌گیری

آسیب زلزله به لوله‌های مدفون می‌تواند ناشی از تغییر شکل‌های گذرا و تغییر شکل‌های ماندگار و یا هر دو عامل باشد. تغییر شکل‌های گذرا در نتیجه انتشار امواج لرزه‌ای شامل امواج سطحی، حجمی و یا اثرات لرزش‌های زمین می‌باشد، این تغییرشکل‌ها در ناحیه گسترده اثرگذار هستند و آسیب های زیادی به وجود می‌آورند و برحسب پارامترهای مختلف لرزه‌ای مانند بیشینه شتاب سطح زمین (PGA) و پارامترهای دیگر قابل بیان می‌باشند. یکی از تغییر شکل‌های ماندگار حاصل از گسلش می‌باشد[1,2,3]، که در ادامه به بررسی این تغییر شکل‌های حاصل از اثر گسلش‌های راندگی بر روی تأسیسات و ساختگاه‌های آبی شهرستان‌های دهلران، آبدانان و مورموری پرداخته می‌شود. منطقه زاگرس از لحاظ تعداد گسل‌های پی سنگی شناخته شده در آن و تعدد رومرکز زمین لرزه‌ها بر دیگر مناطق کشور پیشی می‌گیرد. بررسی زمین‌لرزه‌های تاریخی و مهم دستگاهی سده اخیر نشان می‌دهد که گستره مورد بررسی از دیدگاه لرزه‌زمین ساختی گستره‌ای بسیار پر تکاپو و به شدت لرزه‌خیز می‌باشد و به همین دلیل زمین لرزه‌های دستگاهی این منطقه به رغم خطا در تعیین رومرکز از نظر تعداد در کشور بیشترین می‌باشند. وجود پوششی از لایه‌های شکل پذیر و تناوب آن با لایه‌های مقاوم شکل ناپذیر باعث شده است که حداکثر زمین لرزه‌های بزرگ زاگرس با گسلش سطحی روی زمین همراه نبوده‌اند.

با توجه به فراوانی کانون‌های زمینلرزه (شکل۳) و همچنین شتاب بالای گسل‌ها (شکل‌های ۵و۶و۷) می‌توان عنوان نمود که لرزه‌خیزی منطقه دهلران، آبدانان ـ مورموری در سده بیستم به طور معمول با زلزله‌های شدید با بزرگای متوسط تا زیاد (۵ تا ۶/۲ ریشتر) همراه بوده است. این لرزه‌خیزی شدید را می‌توان به جنبایی احتمالی مرز بین کوه و دشت در راستای گسل پیشانی کوهستان و همچنین خمیدگی جبه کوهستان در راستای شرقی ـ غربی و شمال غربی ـ جنوب شرقی نسبت داد.

نقشه هم شتاب کل منطقه (شکل ۵) نشان می‌دهد که خطر زمین لرزه و فعالیت گسل‌های راندگی در شهرهای آبدانان و دهلران بیشتر از مورموری می‌باشد. در نتیجه تأسیسات آبی مورموری نسبت به تأسیسات شهرهای آبدانان و دهلران، از نظر خطر زمین لرزه وضعیت مناسبتری دارند. با توجه به نقشه هم شتاب‌شهرستان دهلران (شکل۶)، تأسیسات آبی در شهرستان‌های دهلران شامل مخزن ۱۰/۰۰۰مترمکعبی و ایستگاه پمپاژ آب پارک جنگلی وضعیت متفاوتی دارند بگونه‌ای که مخزن۱۰/۰۰۰مترمکعبی دهلران در مجاورت گسل راندگی و در نقشه هم شتاب لرزه‌ای در محدوده‌پرخطر قرار دارد. در مقابل، ایستگاه پمپاژ آب پارک جنگلی در وضعیت مناسبتری قرار دارد و در منطقه کم خطر قرار دارد. ایستگاه پمپاژ پونه و مخزن ۲۰۰۰ مترمکعبی باقرصدر دقیقاً در مجاورت گسل راندگی در شمال شهرستان آبدانان قرار دارند (شکل۷). وضعیت این دو تأسیسات دقیقاً منطبق بر محدوده پرخطر زمین لرزه قرار دارند. بطور کلی بخش شمال شهر آبدانان در منطقه پر خطر زمین لرزه قرار دارند ولی وضعیت جنوب شهر در وضعیت مناسبتری قرار دارند. همچنین بخش شمال شرقی شهر دهلران نیز در بخش پرخطر قرار دارند. با توجه به این نقشه‌ها و قرارگیری مناطق شهری می‌توان عنوان نمود که شریان‌های حیاتی آب که در مناطق پر خطر قرار دارند احتمال تخریب بیشتری دارند. در اثبات موارد مطرح شده در بالا می‌توان به گل آلود شدن آبهای شهری مورموری، فرونشست و تخلیه مخزن۱۰۰۰۰مترمکعبی دهلران و آسیب دیدن خطوط انتقال آب در دهلران و آبدانان و مورموری بعد از رخداد زمین لرزه مرداد ماه سال ۱۳۹۳ اشاره نمود(اشکال ۸ و ۹).

در پایان پیشنهاد می گردد که برنامه‌ریزی و مطالعات زیرساختی برای ساخت و ایجاد تاسیسات آب و فاضلاب با توجه و استناد به نقشه های تحلیل خطر منطقه و مدل ارائه شده به کمک فناوری GIS صورت پذیرد. فلذا نظر به

اینکه منطقه مورد مطالعه بر روی خط گسل فعال و ناآرام واقع شده، چنانچه قبل از احداث و نصب تاسیسات آب و فاضلاب در محل، از فناوری GIS و فناوری های‌مشابه با دقت بیشتر و کارشناسانه تری استفاده شود و همچنین لوله ها و سایر تجهیزات توزیع آب شرب و جمع آوری فاضلاب از مواد مقاوم و انعطاف پذیر در برابر لرزش ها انتخاب شوند، مطمئناً هزینه های ناشی از خسارات مخاطرات عوامل محیطی بالاخص زلزله به طور چشمگیری کاهش یافته و ارتقای شرکت را در پی خواهد داشت.

شکل ۸ : ترک خوردگی دیواره و سقف مخزن بتنی ۱۰۰۰۰ مترمکعبی شهرستان دهلران بر اثر زلزله

شکل ۹ : آسیب خطوط آبرسانی و گل آلود شدن آب چاه شهر مورموری بر اثر زلزله

مراجع

۱. نگارش، حسین ومحمود خسروی (۱۳۷۷) کلیات ژئومورفولوژی ایران، چاپ اول، انتشارات دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۳۷۷.

۲. حسنی، ن، ۱۳۸۴، بررسی میزان آسیب پذیری شبکه های آب و فاضلاب در مقابله با زلزله و راهکارهای ایمن‌سازی، وز ارت نیرو، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

۳. حسینی،م؛سربندی فراهانی،م.۱۳۹۱. برنامه ریزی برای تعمیرات سامانه های آبرسانی در شهرهای بزرگ پس از زلزله، پژوهشنامه زلزله شناسی و مهندسی زلزله، سال پانزدهم، شماره سوم، پاییز ۹۱

۴. موسوی، بفرئی، س. ح.، میرزایی، ن.، شعبانی، ا.، اسکندری قادی، م.، ۱۳۹۳، پهنه‌بندی خطر زمین لرزه در ایران و برآورد مقادیر بیشینه شتاب برای مراکز استان‌ها، مجله فیزیک زمین و فضا، دوره ۴، صفحه ۳۸ ـ ۱۵

۵. نوگل‌سادات م. ع. ا.، ۱۳۷۲، نقشه تکتونیک ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۶. سحابی ، ف.، ۱۳۸۸، پروژه پژوهشی "مطالعه زون گسلی بالارود در شمال فروبار دزفول"، پژوهشگاه بین المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

۷. وب سایت پژوهشگاه بین المللی زمین لرزه

۸. حسنی پاک. ع. ا. ۱۳۷۷، زمین آمار ، دانشگاه تهران،۳۱۴ص

9. Berberian, M., 1995. Master “blind” thrust faults hidden under the Zagros folds; active basement tectonics and surface morphotectonics. Tectonophysics 241, 193 – 224
10. Alavi, M., 2004, Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution: American Journal of Science, v. 304, p. 1–20, doi:10.2475/ajs.304.1.1
11. Ambraseys. N. N, Melville. C. P., 1982, the seismicity of Kuhistan, Iran. The Geographical Journal, 143
12. O'Rourke, T.D. and Jeon, S.S. (2005). Northridge earthquake effects on pipelines and residential buildings, BSS A, 95(1), 294-318
13. Sepehr, M.,J.W.Cosgrove, and M. P. Coward(2002),The major fault zones controlling the sedimentation, deformation and entrapment of hydrocarbon in the Zagros fold-thrust belt, Iran, Annual Meeting Expanded Abstracts - American Association of Petroleum Geologists , 2002 , 160-161
14. Esri,2001. www.esri.com. International User Conference proceedings. San Diego Hosts the 21st Esri International User Conference , July 2001
15. Demers. M. N., 2005, Fundamental of geographic information system. John Wiley& Song, INC
16. O'Sullivan. D, Unwin. D. J.2003. Geographic information system. John Wiley, Song, INC

گزارشات استانی

مریم خورشیدی

شرکت آب و فاضلاب استان تهران

در شرکت آب و فاضلاب استان تهران در سال ۱۳۹۳ مرکز اطلاعات GIS و ارتباط ۱۲۲ در قالب دفتر نظارت بر اطلاعات ایجاد گردید. در سال ۱۳۹۴ مدل مفهومی پایگاه داده مورد بازبینی قرار گرفت و به منظور استقرار پایگاه اطلاعات مکانی GIS و تهیه نرم افزار سامانه اطلاعات مکانی پیمانکار اخذ گردید . با یکپارچه سازی پایگاه های اطلاعاتی شرکتهای زیرمجموعه و همچنین نیاز به سامانه ای جهت ارائه گزارشات مدیریتی و در عین حال در دسترس و با سهولت کاربری بالا ، دفترنظارت براطلاعاتGIS اقدام به تهیه داشبورد مدیریتی اطلاعات مکانی GISنمود . سلسه اقدامات صورت گرفته مذکور سبب کسب رتبه نخست در ارزیابی های شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور در حوزه GIS گردیده است. در حال حاضر ،به منظور استقرار نهایی و توسعه سیستم اقداماتی از قبیل بروزرسانی کلیه دستورالعملها ، تدوین و تکمیل برنامه اجرایی بر اساس سند نقشه راه ابلاغی ، بررسی بانک اطلاعات به منظور تهیه ابزارهای ترسیمی و تحلیلی در این راستا در حال انجام می باشد

شرکت آب و فاضلاب استان گیلان

در شرکت آب و فاضلاب استان گیلان ازسال۱۳۹۰ با ارائه برنامه هایی ، سامانه اطلاعات مکانی GIS در سطح شهرستان رشت و سه منطقه پایه ریزی شد. با پیاده سازی Web GIS در سال ۱۳۹۸ استفاده کاربران از اطلاعات مکانی آب و فاضلاب تسهیل و ارتقا عملکرد شرکت را در برگرفت. از اهم فعالیت های شرکت می توان به تکمیل و راه اندازی پایگاه داده مکانی برای کل استان ، پیاده سازی کلیه دستورالعمل های ابلاغی شرکت مهندسی و تهیه فلوچارت روند اجرای GIS سازمانی ، اجرایی نمودن پروژه‌های تأسیسات و شبکه آب ، اجرای اقدامات اولیه در راستای تفاهم نامه GNAF ، برگزاری گارگاه آموزشی ۳ روزه برای آموزش سامانه ساماب، تکمیل وب سرویس های مشترکین و حوادث ، همکاری با سازمان برنامه ریزی برای اجرای پروژه رقومی سازی شهر رشت به عنوان شهر هوشمند، اصلاح و بارگذاری نقشه های پایه شهری و روستایی در پایگاه داده GIS ،جمع آوری نقشه های خطوط آبرسانی روستاهای تحت پوشش شهرستان رشت اشاره کرد.

شرکت آب و فاضلاب استان مازندران

در آب و فاضلاب استان مازندران نیز از سال ۱۳۹۶ جمع آوری اطلاعات مکانی و توصیفی شروع و سالانه با انتخاب پیمانکار کلیه اطلاعات در چند منطقه از استان در حال جمع آوری و ذخیره می باشد وهمچنین در قرارداد تمام پیمانکاران اجرایی تهیه و تحویل نقشه GIS مطابق با استاندارد شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور الزام شده است. جهت جانمایی مشترکین قرائت قاریان بعد از هر دوره در دیتا بیس جانمایی می گردد. در حال حاضر نرم افزار تحت وب با قابلیت های مورد نیاز ، بر سرو بارگذاری و تا ۲ ماه آینده نصب و راه اندازی می شود. کلیه املاک شرکت در دو قرارداد یک ساله در حال برداشت و ترسیم می باشد که تا پایان سال ۱۴۰۰ به اتمام خواهد رسید. GPSخودرویی ماشینهای اتفاقات جهت ارتباط با نرم افزار GIS در دستور کار قرار دارد که همزمان با راه اندازی سامانه عملیاتی می گردد.اطلاعات ثبت شده در سامانه ۱۲۲ به طور ماهانه بررسی و گزارش تراکم حوادث تهیه می شود. جهت مرئی سازی شیرالات حیاتی اقدامات قابل توجهی صورت گرفته است.

شرکت آب و فاضلاب مشهد

در شرکت آب و فاضلاب مشهد زیرساخت GIS-SDI به گونه ای برنامه ریزی و پیاده سازی گردیده است کهGISدر لابلای نرم افزارهای تخصصی به ایفای نقش می پردازد. در سیستم مشترکین هیچ انشعابی بدون جانمایی GIS فروخته

نمی شود و تمامی اشتراک ها جانمایی گردیده است. در بخش اجرایی هیچ شبکه ی آب و فاضلاب بدون ثبت GISازبیلت تحویل گیری نمی گردد. در سیستم مشترکین تمامی گزارشات نمای نقشه دارند و در محاسبه قبوض مکان مشترک به لحاظ منطقه درآمدی شهرداری محاسبه می گردد. در سیستم پاسخگویی تلفنی ۱۲۲ (ستآب) مکان مشترک در ابتدای درخواست مشخص می گردد و خدمات دهی بر اساس GIS صورت می پذیرد. از طریق سامانه پایش کیفی نیز کیفیت آب در پارامترهای مختلف در سطح شهر بر روی نقشه قابل نمایش است . پس از طرح یکپارچه سازی و اضافه شدن روستاهای شهرستان مشهد، محدوده های اضافه شده نیز در شرف پیوستن به روال معرفی شده می باشند.

شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان غربی

شرکت آب وفاضلاب آذربایجان غربی از سال ۱۳۸۹ با برداشت مختصاتی شیرالات و حوضچه هادر سطح استان اقدام به بروزرسانی و آماده سازی نقشه های شبکه آب نمود و در ادامه با انعقاد قراردادی اقدام به طراحی و پیاده سازی سامانه اطلاعات مکانی تحت وب با قابلیت های کاربردی و تحلیلی در بخش آب و فاضلاب با امکان ارتباط با سامانه های مشترکین، سپتا و ۱۲۲ نمود. همزمان با انعقاد قرارداد خرید نرم افزار، برداشت و ثبت موقعیت مکانی کنتورهای آب در اکثر شهرهای استان شروع و تاکنون نزدیک به ۵۰ درصد کنتورهای آب در GIS ثبت مکانی شده است. به منظور بروز رسانی نقشه های شبکه فاضلاب موقعیت مکانی و اطلاعات توصیفی منهول های فاضلاب در سطح استان برداشت و در راستای اجرای قانون جامع حد نگار به منظور اخذ سند مالکیت و تک برگی نمودن کلیه اسناد مالکیت موجود، نقشه UTM کلیه املاک و تاسیسات شرکت با سامانه شمیم برداشت و با پیشرفت ۸۰ درصدی در حال انجام می باشد.

شرکت آب و فاضلاب استان گلستان

در سال جاری نرم افزار تحت وب GIS خریداری شد که در حال حاضر داده های شرکت طبق استاندارد شرکت مهندسی در حال کانورت بر روی سامانه می باشند. طی مراجعه به اداره کل پست استان گلستان، پس از تحویل نقشه های پارسلی موجود(علی رغم قدیمی بودن) ، کدپستی شهرهای استان به صورت کامل و در قالب SHP. دریافت گردید. تمامی املاک شرکت که محدوده آن ها مشخص بوده توسط همکاران دفتر بر اساس استانداردهای اداره کل املاک و اسناد استان، برداشت شده است . در سال جاری تعداد ۴۰ روستا توسط همکاران دفتر، نقشه برداری گردیده و نقشه های خروجی به دفتر فنی و مطالعات آب جهت طراحی و اصلاح شبکه و خطوط انتقال آب ارائه شده است. GIS مشترکین شهر گرگان بر اساس ارائه نقشه به قاریان و ثبت و بازنشانی شماره های پرونده مشترکین بر روی آن ها پیاده سازی گردیده است. در مورد سایر شهرها با توجه به وضعیت نقشه های پایه، تصمیم گرفته شده است که از امکانات مکانی سامانه قرائت آنلاین مشترکین استفاده شده

شرکت آب و فاضلاب استان سیستان و بلوچستان

در سال ۱۴۰۰ در حوزه GIS شرکت آب و فاضلاب استان سیستان و بلوچستان اقداماتی نظیر ایجاد و پیگیری لایه تراکم حوادث در نرم افزار GIS ، ارسال خودکار اطلاعات از سامانه حوادث به سپتا ، پیگیری پیمانکاران اصلاح و توسعه شبکه توزیع آب جهت بارگذاری فایل GIS READY در سامانه ازبیلت الکترونیکی ، بررسی صورت وضعیت پیمانکاران حوزه آب در خصوص اعمال موارد مرتبط با ابلاغ استاندارد های GIS ، پیگیری و رفع موانع ارتباط سیستم جامع مشترکین با سیستمGIS ، فراهم نمودن زیرساخت های لازم جهت برداشت اطلاعات مشترکین موجود ، بررسی و

نظارت بر پروژه های مکان محور و آموزش برداشت ونظارت به پیمانکاران و مشاوران ، پیگیری خرید نرم افزار ردیابی مخصوص آب تانکری ، راهبری نرم افزار GISدر زمینه بررسی و نظارت بر قراردادهای حوزه فاضلاب و مشترکین و صورت وضعیت های مربوطه صورت گرفته است.

شرکت آب و فاضلاب استان خراسان جنوبی

از ابتدای سال۱۳۸۸شرکت آب و فاضلاب خراسان جنوبی، در راستای تهیه پایگاه داده GIS منابع و تاسیسات آب با هدف ارائه مطلوب‌تر خدمات، اقدام نمود. به همین منظور در شروع کار با استفاده از نقشه‌های ازبیلت موجود برای شهر بیرجند پایگاه داده GIS و همچنین مدل هیدرولیکی خطوط انتقال و شبکه توزیع آب تهیه گردید. در ادامه برای ۴ شهر دیگر پایگاه داده GIS تهیه و علاوه بر شبکه آب، لایه مشترکین نیز به پایگاه داده GIS اضافه گردید. در حال حاضر در تمام اسناد و قراردادهای سطح شرکت، استاندارد و دستورالعمل ابلاغی شرکت مهندسی تدوین شده و تایید صورت وضعیت قراردادهای شرکت‌های مشاور و پیمانکاران منوط به تحویل پایگاه داده GIS به واحد GIS و اخذ تاییدیه آن می‌باشد. به منظور انسجام‌بخشی هر چه بهتر روند ثبت اطلاعات در پایگاه داده GIS و دسترسی همکاران به صورت متمرکز به پایگاه داده GIS، ضمن تدوین فرآیندها و فرم‌های ایزو، سامانه WebGIS در سطح شرکت راه اندازی شده است.

شرکت آب و فاضلاب استان خراسان شمالی

در شرکت آب و فاضلاب خراسان شمالی خرید سامانه Web GIS از شرکت سافا یزد انجام شده است و همزمان جهت خرید سخت افزار مورد نیاز اقدام شده است که در مراحل نهایی خرید می‌باشد و به محض خرید تجهیزات، پیاده سازی نرم افزار انجام خواهد شد. به منظور جمع‌بندی اطلاعات و نقشه‌های ازبیلت موجود در بایگانی دو شرکت شهری و روستایی سابق و تهیه نقشه‌های GIS Ready با فرمت استاندارد، شرکت‌های مشاور فعال در زمینه GIS شناسایی شده و عقد قرارداد با یک شرکت بومی استان در مرحله تهیه پیش نویس بوده و در حال طی مراحل اداری می‌باشد. جمع‌آوری اطلاعات و فایل‌ها از منابع مختلف و بایگانی‌های پراکنده و مشاوران گذشته شرکت انجام شده و فایل‌ها بررسی اجمالی شده و آماده تحویل به مشاور شده است.

شرکت آب و فاضلاب استان خراسان رضوی

اهم اقدامات صورت گرفته در ۶ ماه اول سال ۱۴۰۰ در شرکت آب و فاضلاب خراسان رضوی ، جمع آوری اطلاعات موجود در سطح شرکت ، راه اندازی WEB GIS ، انتشار سازمانی اطلاعات بوده است .

شرکت آب و فاضلاب استان قزوین

شرکت آب و فاضلاب استان قزوین، جهت مدیریت اطلاعات مکانی و استقرار GIS سازمانی ، طی انعقاد قراردادی در سال ۱۳۹۶ سامانه تحت وب ساماب را پیاده سازی نمود. همچنین در همان سال نسبت به برداشت اطلاعات مکانی مشترکین و تاسیسات شهر آبیک، به عنوان شهر پایلوت، اقدام کرده است. همچنین، طی تعریف فرایندهایی درون سازمانی، پایگاه داده تهیه شده هم در بخش تاسیسات و هم در بخش مشترکین توسط رابطین GIS به روز رسانی می-گردند. با توجه به لزوم دریافت نقشه‌های چون ساخت پروژه های اجرایی، شرکت در این زمینه دستورالعملی تهیه و تمامی پیمانکاران قبل از تحویل موقت پروژه، ملزم به ارائه نقشه به واحد GIS شدند.. همچنین، با توجه به تاکید وزارت محترم نیرو در خصوص اخذ سند برای املاک و ابنیه ، این شرکت نسبت به عقد قرارداد برای برداشت و اخذ

سند برای کلیه املاک مطابق با استاندارد پایگاه داده و سامانه سامان اقدام نموده.شایان ذکر است از سال ۱۳۹۹ طی قراردادهای امداد و حوادث ، پیمانکاران ملزم به برداشت تاسیسات آب گردیده اند

شرکت آب و فاضلاب استان قم

سامانه اطلاعات مکانی شرکت آب و فاضلاب استان قم از باسابقه‌ترین سامانه‌های مکانی می‌باشد که بیش از دو دهه از شروع فعالیت آن می‌گذرد. درسال ۷۷ تمامی نقشه‌های موجوددرسازمان گردآوری شده و یک نقشه جامع ازکل شبکه تهیه گردید . در سال ۸۹ برداشت مختصات مکانی عوارض با استفاده ازGPSدو فرکانسه انجام و نقشه‌های قدیمی بر این اساس تصحیح شدند. در سال ۹۲ WebGIS شرکت راه‌اندازی گردید که امکان دسترسی کاربران به نقشه را در داخل و خارج از شرکت فراهم می‌کرد. در سال ۹۹ قراردادی با عنوان برداشت مختصات مکانی املاک منعقد ،که همه املاک برداشت و در سامانه پیاده شده است. در حال حاضر نقشه‌های پایه به صورت سرویس WMS از شهرداری دریافت می‌گردد .همچنین جهت استفاده سایر سامانه‌های شرکت از نقشه‌های GIS، سرویس‌های WMS و WFS ارائه شده است. در حال حاضر با توجه به استاندارد پایگاه داده شرکت مهندسی بیش از ۹۵ درصد اطلاعات مکانی عوارض در شرکت موجود است.

شرکت آب و فاضلاب استان البرز

شرکت آب و فاضلاب استان البرز در راستای طرح استقرار و پیاده سازی GIS در آذرماه سال ۹۹ از طریق جذب مشاور اقدام به عملیاتی نمودن طرح مذکور به صورت پایلوت در شهر جدید هشتگرد نموده و پروژه مذکور تاکنون ۵۵ درصد پیشرفت فیزیکی داشته است .در سال ۱۴۰۰ نیز دفتر GIS در حال جذب دو مشاور/ پیمانکار جهت اجرای طرح مذکور در محدوده چهار امور کرج- رجائی شهر و مهرشهر-کمالشهر بوده که مناقصات در حال برگزاری و در مرحله ارزیابی کیفی مشاورانی که اعلام امادگی و همکاری نموده اند می باشد.

شرکت آب و فاضلاب استان بوشهر

در شرکت آب وفاضلاب استان البرز با توجه به اجرای سند تدوینی ارسالی آبفا کشور و در راستای رسیدن به چشم انداز سند در ۶ ماهه اول سال ۱۴۰۰ اقدامات همچون ، خرید یک دستگاه GPS مولتی فرکانسه به همراه متعلقات و تجهیزات رایانه ای ، برداشت اطلاعات مکانی و توصیفی قسمتی از شهر بوشهر ، برگزاری دوره های آموزشی از جمله دوره نرم افزار ArcGIS و Auto Cad، ارتباط نرم افزار webGIS با نرم افزار مشترکین و بالعکس و ثبت نقاط فروش انشعابات جدید در WebGIS از ابتدای مهرماه ۱۴۰۰ صورت گرفته است.

شرکت آب و فاضلاب استان فارس

اهم اقدامات شرکت آب و فاضلاب استان فارس، در راستای جمع آوری، استاندارد سازی و یکپارچه سازی اطلاعات موجود، با ایجاد بستر نرم افزاری مناسب در قالب نرم افزار WebGIS وایجاد پایگاه داده ی یکپارچه منطبق بر استاندارد ابلاغی آب و فاضلاب کشورصورت پذیرفته است. لذا در حال حاضر با جمع آوری و GIS-Ready کردن نقشه های پایه ی ۸۱ شهر و ۵۰۰ روستا، ۶۰۰۰ کیلومتر شبکه و خطوط انتقال آب ، ۳۵۰ کیلومتر شبکه فاضلاب و تاسیساتی از قبیل منابع تامین و ذخیره سازی آب، با ایجاد بیش از ۴۰ پروژه نقشه در بستر وب، دسترسی عموم کاربران در سطح استان به اطلاعات مکانی، توصیفی و اسناد هریک از تاسیسات تسهیل گردیده است. همچنین جمع

آوری و ساماندهی اطلاعات مکانی بیش از ۳۰۰۰ مورد ازاملاک و تاسیسات شرکت در سطح استان براساس قانون جامع حدنگار با همکاری واحد حقوقی در حال انجام است.

شرکت آب و فاضلاب استان کرمان

اهم اقدامات شرکت آب و فاضلاب استان کرمان ، در ۶ ماه اول سال ۱۴۰۰ ، خرید نرم افزار WebGIS ، بارگذاری نقشه های شبکه توزیع موجود ، ارتباط نرم افزار مذکور با نرم افزار های امداد و حوادث ،مشترکین وسپتا ، برداشت درصدی از شبکه جمع آوری و انتقال فاضلاب شهرهای کرمان ، ماهان و بم ، ایجاد یک extension و اضافه کردن آن به نرم افزارArcGIS به منظور ارتباط با لایه های نرم افزار WebGIS بوده است.

شرکت آب و فاضلاب استان شیراز

طراحی و پیاده سازی پایگاه داده GIS و بارگذاری بر روی سرور GIS تحت شبکه اینترانت با فرمت SDE Geodatabase و تحت سیستم مدیریت پایگاه داده SQL Server و سپس طراحی و پیاده سازی سامانه اطلاعات مکانی تحت وب(Web GIS) . اخذ جدید ترین نقشه پایه ۱:۲۰۰۰ شهر شیراز و صدرا از شهرداری‌های مربوطه در قالب تفاهم نامه و آماده‌سازی و بارگذاری بر روی سرور GIS و تعیین موقعیت مکانی مشترکین آب و فاضلاب بر روی این نقشه ، برداشت و بروزرسانی نقشه شبکه‌های آب و فاضلاب و تاسیسات مرتبط کلیه مناطق شهری تحت پوشش ، ارائه سرویس نقشه‌ای به نرم افزارهای تخصصی سایر حوزه‌ها از قبیل حوادث و اتفاقات و مشترکین و همچنین تهیه Wall Map نمایش موقعیت ملک مشترک بر روی نقشه پایه شهر پس از تماس با مرکز ۱۲۲ از اهم اقدامات شرکت آب و فاضلاب استان شیراز در ۶ ماه اول سال ۱۴۰۰ بوده است.

شرکت آب و فاضلاب استان یزد

واحد سیستم اطلاعات جغرافیایی آبفای استان یزد از سال ۷۹ تشکیل شده است. یکپارچه سازی کلیه اطلاعات مکانی آبفای استان تحت یک پایگاه داده متمرکز، راه اندازی سامانه هایWEB GIS برای ثبت و پیگیری اطلاعات پیمانکاران،سامانه موبایل برای برداشت و ممیزی اطلاعات در محل، سامانه تعمیرونگهداری تاسیسات و تجهیزات آب و فاضلاب با استفاده از موبایل و تبلت، سیستم پیشنهاد دهنده شیرآلاتی که هنگام حادثه باید قطع گردند، سامانه اعلام مشترکین مستعد فروش انشعاب فاضلاب بر حسب موقعیت جغرافیایی، آنالیز محل هایی که امکان تاثیر آلودگی زیست محیطی بر آب آشامیدنی وجود دارد و حریم ها رعایت نشده است، از جمله خدمات جاری این واحد می باشد.