

Implementation of GIS and its application in management and decision-making in water and waste water companies

A. Ashourei^{1*}, A. Ahadi²

1,2- MSc in GIS & PhD Student in Science and water Engineering, Shiraz Water & Waste Water Company, Iran.

*(Corresponding Author Email: a.ashourei@gmail.com)

Received: 18-4-2015

Accepted: 15-2-2016

پیاده‌سازی سامانه اطلاعات مکانی و کاربرد آن در مدیریت و تصمیم‌سازی شرکت‌های آب و فاضلاب شهری

ابوذر عاشوری^{۱*}، علیرضا احدی^۲

۱ و ۲- به ترتیب کارشناسی ارشد GIS و دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آب، شرکت آب و فاضلاب شیراز.

* (نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: a.ashourei@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۲۹

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۲۶

Abstract

Water resource Constraints on the one side, the industrial and urban infrastructures which cannot cope with the growing demand, and the need for adequate planning on the other hand, emphasizes the importance of using a comprehensive and systematic approach in the field of water resources management and infrastructure development more obvious and significant day by day. Also, exposure to large amounts of data and spatial data in such infrastructures, raises the use of new technologies for collecting, storing, processing, accessing, modeling, and finally the decision making process in the shortest time, with the highest accuracy and lowest costs. In this paper, as well as the investigation of GIS implementation in Shiraz Water and Wastewater Company, the spatial data in this company and all the information contained in the descriptive database that can be converted into spatial information to help enrich GIS database, were studied. Also, online communication between these databases and the GIS database was established through a Web service (Using SQL Server2008 database management system and Arc SDE interface). Finally, for decision and resource optimization management, the company's updated Spatial and description data through an Internet Map Server were provided to users in different fields.

Keywords: Web Service, GIS, Shiraz water & Waste Water Company, online communities, database.

چکیده

محدودیت منابع آب موجود از یک سو و رشد روز افزون تقاضا در مقایسه با توسعه زیرساخت‌های شهری در این بخش و نیاز به برنامه‌ریزی‌های لازم از سوی دیگر، لزوم استفاده از یک تفکر سیستمی و جامع در زمینه مدیریت منابع و توسعه زیرساخت‌های آبرسانی را روز به روز آشکارتر و با اهمیت‌تر می‌سازد. همچنین مواجه شدن با حجم عظیمی از داده‌ها و اطلاعات مکانی در اینگونه زیرساخت‌ها، استفاده از فناوری‌های نوین جهت جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، پردازش، دسترسی، مدل‌سازی و در نهایت فرآیند تصمیم‌سازی در کوتاه‌ترین زمان، بالاترین دقت و کمترین هزینه را مطرح می‌سازد. در این مقاله ضمن بررسی نحوه پیاده‌سازی GIS در شرکت آب و فاضلاب شیراز، داده‌های مکانی موجود در این شرکت و کلیه اطلاعات موجود در پایگاه‌های داده توصیفی، که قابلیت تبدیل شدن به اطلاعات مکانی را دارد و یا به غنی نمودن پایگاه داده GIS کمک می‌نمایند بررسی شده است. همچنین ارتباط برخط^۱ بین این پایگاه‌های داده با پایگاه داده GIS از طریق یک وب سرویس با استفاده از سیستم مدیریت پایگاه داده SQL Server2008 و رابط ArcSDE برقرار گردیده است. در نهایت کلیه اطلاعات مکانی و توصیفی بهنگام سازمان از طریق سرویس‌های نقشه‌ای تحت وب، به منظور استفاده در تصمیم‌گیری و مدیریت بهینه منابع، در اختیار کاربران حوزه‌های مختلف قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: وب سرویس، GIS، شرکت آب و فاضلاب شیراز، ارتباط برخط، پایگاه داده.

شرکت‌های دولتی و خصوصی قرار دهند (شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، ۱۳۷۹)

یکی از مشکلات شرکت‌های آب و فاضلاب بهنگام نبودن اطلاعات و نقشه‌های شبکه توزیع، اطلاعات مشترکین و پراکنده بودن اطلاعات توصیفی مربوط به تأسیسات، شبکه توزیع و مشترکین در پایگاه داده‌های مختلف می‌باشد. علاوه بر این، نقشه‌ها معمولاً حاوی اطلاعات زیادی در مورد تأسیسات موجود در شبکه آب و فاضلاب نمی‌باشند و گاه اطلاعات آن‌ها به صورت ناقص ثبت شده و کمتر قابل استفاده می‌باشد (عاشوری، ۱۳۸۸). بخصوص در مواردی که طراحی و اجرای تأسیسات شبکه توزیع مربوط به گذشته نسبتاً دور می‌باشد، به علت عدم مستندسازی مناسب نقشه‌ها و گزارشات این تأسیسات، کمتر می‌توان به اطلاعات این منابع داده‌ای، استناد نمود و نیاز به بروزسانی اطلاعات این تأسیسات در اغلب موارد ضروری می‌باشد.

با توجه به اینکه سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) دارای قابلیت‌های اخذ، ذخیره‌سازی، بازیابی، پردازش، نمایش و در نهایت به اشتراک‌گذاری انواع داده‌های مکانی و توصیفی را دارد (ESRI، ۲۰۱۴)، در شرکت آب و فاضلاب شیراز پیاده‌سازی و مورد استفاده قرار گرفته است. از دیگر سو با توجه به لزوم ارتباط بین پایگاه‌های داده موجود در این شرکت از قبیل مشترکین، PM و کنترل کیفیت (آزمایشگاه)، به منظور استفاده از اطلاعات بهنگام آن‌ها، ارتباط بین پایگاه داده GIS با پایگاه‌های داده مذکور با استفاده از یک ویندوز سرویس بصورت برخط برقرار گردید. سپس این اطلاعات مکانی و توصیفی بهنگام در اختیار کاربران مختلف قرار گرفت. در ادامه ضمن بررسی نحوه پیاده‌سازی GIS و همچنین ساختارهای پایگاه‌های داده موجود در این شرکت، تعدادی از کاربردهای GIS در این شرکت بررسی خواهد شد.

موقعیت مکانی کلیه عوارض و تأسیسات جدول فوق با استفاده از GPS دو فرکانسه و با دقت مسطحاتی و ارتفاعی مطلوب برداشت شده است. همچنین اطلاعات توصیفی عوارض با مراجعه به مستندات از قبیل چک لیست‌های اطلاعات توصیفی گردآوری شده مربوط به هر عارضه به صورت میدانی، بررسی نقشه‌های ازبیلت و در نهایت بررسی پرونده‌های فیزیکی مشترکین و مستندات مربوط به عملیات اکیپ‌های اتفاقاتی تکمیل گردید. پس از اعمال عملیات آماده‌سازی داده‌های مکانی و توصیفی، این اطلاعات در پایگاه داده GIS این شرکت بارگذاری گردید.

طراحی، اجرا و بهره‌برداری از شبکه‌های توزیع آب شهری، وقت و هزینه‌های بسیار سنگینی را طلب می‌کند؛ لذا محققین همواره به دنبال ایجاد روش‌های نوین به منظور دسترسی سریع و مطمئن به حجم عظیمی از اطلاعات متنوع می‌باشند (دلور و همکاران، ۱۳۸۳). همچنین برای مدیریت پویا و بهینه شبکه‌های توزیع آب، وجود یک پایگاه داده بهنگام که بتواند قوانین، خواسته‌ها و نیازهای شرکت‌ها را پیاده‌سازی و مرتفع نماید ضروری است. با عنایت به لزوم استفاده از اطلاعات مکانی و توصیفی بهنگام و با توجه به گستردگی واحدهای درگیر در امر تولید، بهنگام‌رسانی و استفاده از اطلاعات مکانی در شرکت‌های آب و فاضلاب، ضروری است که داده‌های تهیه شده در این شرکت‌ها، در قالب یک سیستم منسجم و یکپارچه در اختیار کاربران حوزه‌های مختلف قرار گیرد (متکان و همکاران، ۱۳۸۹).

در دهه اخیر شرکت‌های زیادی در زمینه استفاده از GIS در صنعت آب و فاضلاب فعالیت کرده‌اند. بعضی از این شرکت‌ها در زمینه تهیه سیستم مدیریت اطلاعات جهت تهیه نقشه اتوماتیک، مدل‌سازی هیدرولیکی و تجزیه و تحلیل‌های خاص جمعیتی و محیطی و نگهداری و مدیریت تجهیزات فعالیت داشته‌اند. برای مثال شرکت منابع آب ماساچوست (۱۹۸۹) برای حمایت از پروژه‌ها و طراحی‌های مورد نیاز خود تصمیم به توسعه یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) گرفتند و تاکنون این سیستم را به صورت مرکز اصلی داده‌ای و تصمیم‌گیری خود تکمیل و مورد استفاده قرار داده‌اند. امروزه اکثر کشورهای پیشرفته از جمله کشورهای غربی، استرالیا و ژاپن اقدام به ایجاد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی ملی و فراگیر نموده‌اند تا بتوانند اطلاعات و داده‌های با ارزشی را در اختیار ادارات و

وضعیت داده‌های مکانی و توصیفی شرکت آب و فاضلاب شیراز

۱- داده‌های مکانی

عرصه عمل شرکت‌های آب و فاضلاب، تأمین، انتقال، پمپاژ، تصفیه، ذخیره، توزیع، دفع بهداشتی فاضلاب و امور مشترکین شهرها و روستاها می‌باشد (منزوی، ۱۳۹۳). شرکت آب و فاضلاب شیراز دارای ۶۲۰۰۰۰ اشتراک آب و نزدیک به ۳۰۰۰۰۰ اشتراک فاضلاب می‌باشد. تعداد عوارض شبکه‌های آب و فاضلاب و تأسیسات مرتبط تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب شیراز در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- تعداد عوارض شبکه آب و فاضلاب شهر شیراز (شرکت آب و فاضلاب شیراز، ۱۳۹۳)

ردیف	نام عارضه	واحد	تعداد عوارض موجود در سطح شهر	تعداد عوارض موجود در پایگاه داده GIS	درصد پوشش
۱	انواع شیرآلات شبکه	فقره	۳۳۰۰۰	۳۳۰۰۰	۱۰۰
۲	شبکه انتقال و توزیع آب	کیلومتر	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۱۰۰
۳	مخزن	عدد	۳۱	۳۱	۱۰۰
۴	ایستگاه پمپاژ	عدد	۳۰	۳۰	۱۰۰
۵	چاه آب	حلقه	۱۴۰	۱۴۰	۱۰۰
۶	تصفیه خانه فاضلاب	باب	۱	۱	۱۰۰
۷	ایستگاه کلرزنی	عدد	۴۰	۴۰	۱۰۰
۸	شبکه فاضلاب	کیلومتر	۱۴۰۰	۱۴۰۰	۱۰۰
۹	منهول	فقره	۲۶۰۰۰	۲۶۰۰۰	۱۰۰

۱-۲ پایگاه داده مشترکین

پایگاه داده مشترکین به منظور ذخیره سازی و مدیریت کلیه اطلاعات مربوط به مشترکین آب و فاضلاب شهر شیراز از قبیل اطلاعات بخش های فروش سرمایه ای و جاری شامل شماره و نوع قرارداد، تاریخ فروش و نصب انشعاب، اطلاعات شناسایی مشترک، آدرس، کاربری تعرفه، میزان مصرف و ... مورد استفاده قرار می گیرد. این دسته اطلاعات از نظر حجم و میزان تغییرات از اهمیت بالایی برخوردار بوده و فراوانی تغییرات در این پایگاه داده بالا می باشد. به منظور مدیریت پایگاه داده مشترکین از سیستم مدیریت پایگاه داده SQL Server 2008 استفاده می شود. کلید ارتباطی بین پایگاه داده مکانی GIS و پایگاه داده مشترکین، کدپستی مکان دار منتسب شده به قطعات ملکی می باشد.

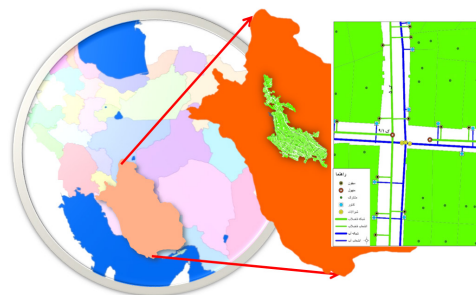
۲-۲ پایگاه داده کنترل کیفیت (آزمایشگاه)

پایگاه داده کنترل کیفیت (آزمایشگاه)، وظیفه نگهداری و پردازش داده های کنترل کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب توزیع شده در شبکه را به عهده دارد. این اطلاعات شامل داده های مربوط به نمونه های شیمیایی، میکروبیولوژی، باکتریولوژی و کلرسنجی می باشد. به منظور نگهداری داده های نمونه برداری و نتایج آنالیزهای انجام شده، از سیستم مدیریت پایگاه داده SQL Server 2008 استفاده می شود.

۳-۲ پایگاه داده تعمیرات پیشگیرانه (PM^۲)

به طور کلی وظیفه بخش تعمیرات و نگهداری و اقدامات پیشگیرانه، رفع حوادث و نیز نگهداری از شبکه و تأسیسات آب و فاضلاب

نقشه پایه مورد استفاده در این شرکت، نقشه ۱:۲۰۰۰ شهر شیراز می باشد که توسط سازمان نقشه برداری کشور تهیه شده است. همچنین به منظور ایجاد لایه کدپستی مکاندار، کلیه کدهای پستی مربوط به هر واحد واقع شده در همان قطعه ملکی، به صورت یک لایه نقطه ای درون پارسل در محیط GIS تولید گردیده است. نقشه منطقه مورد مطالعه و قسمتی از شبکه آب و فاضلاب مربوطه در شکل (۱) آورده شده است.



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه (محدوده مناطق تحت پوشش شرکت آبفای شیراز)

۲- پایگاه های داده توصیفی

کلیه اطلاعات مربوط به مشترکین، نواحی و نقاط نمونه برداری و سوابق نگهداری و تعمیرات شرکت آب و فاضلاب شیراز در پایگاه های داده مجزا نگهداری و توسط نرم افزارهای مرتبط با این حوزه ها تحلیل و گزارش گیری می شوند. به همین دلیل در اینجا وضعیت پایگاه های داده توصیفی مورد استفاده در این شرکت که قابلیت مکانی شدن دارند، بصورت اجمالی مورد بررسی قرار می گیرد.

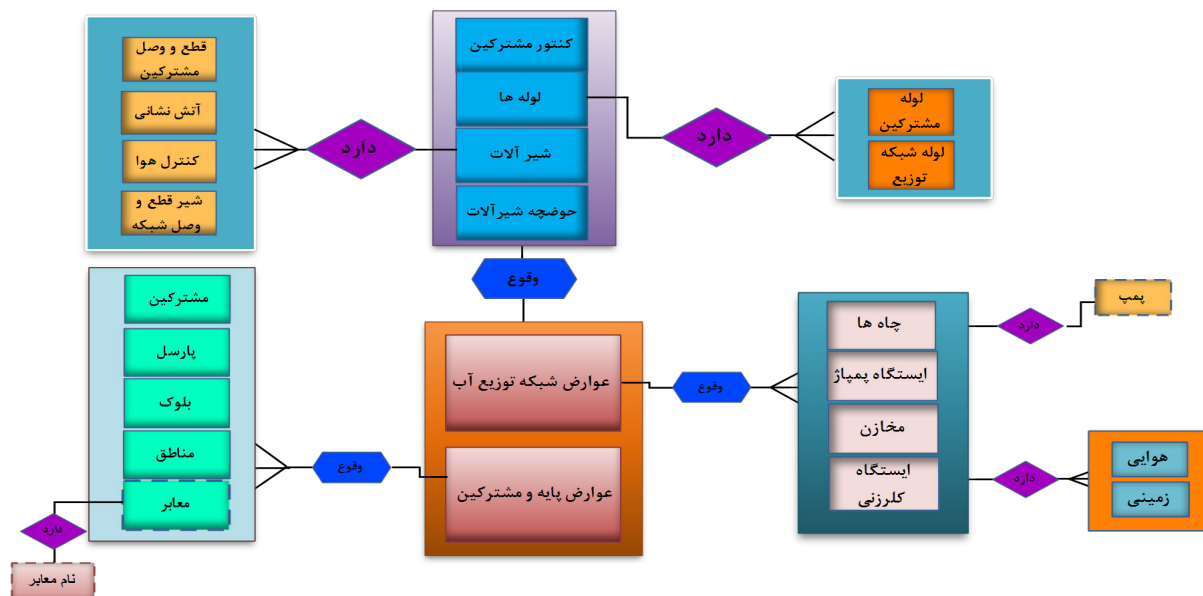
می‌باشد. پایگاه داده تعمیرات و نگهداری و اقدامات پیشگیرانه (PM) وظیفه اصلی نگهداری داده‌های راندمان و کارایی تأسیسات و تجهیزات موثر بر کیفیت انجام فعالیت‌های سرویس، نگهداری و اقدامات پیشگیرانه و برنامه‌ریزی شده و اجرای تعمیرات اضطراری در حوادث و اتفاقات شبکه و تأسیسات را به عهده دارد. اطلاعات و سوابق مربوط به حوادث رخ داده بر روی تأسیسات و شبکه آب و فاضلاب در سیستم مدیریت پایگاه داده Microsoft

SQL Server ۲۰۰۸ ذخیره و نگهداری می‌شود. همچنین اطلاعات توصیفی تأسیساتی از قبیل چاه‌ها، ایستگاه‌های پمپاژ، مخازن، ایستگاه‌های کلرزی، تأسیسات تله‌متری و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در این پایگاه داده ذخیره می‌شود. کلیه تأسیسات فوق دارای شناسنامه‌ای از اطلاعات توصیفی می‌باشند که می‌توان از طریق کد اطلاعات و تجهیزات عوارض، به شناسنامه این عوارض در پایگاه داده PM دسترسی پیدا کرد.

و تحت سیستم مدیریت پایگاه داده SQL Server 2008 پیاده‌سازی شده است. داده‌های مکانی و توصیفی مربوط به کلیه عوارض و تأسیسات شبکه آب و فاضلاب و تأسیسات مرتبط نیز در پایگاه داده فوق بر روی سرور یا سرویس دهنده شبکه داخلی آب و فاضلاب شیراز بارگذاری گردیده است. این سرور امکان در اختیار گذاشتن دینامیک اطلاعات GIS به کاربران را با حفظ شرایط و سطوح دسترسی مختلف فراهم می‌نماید. شمای کلی المان‌های پایگاه داده GIS و مدل داده‌ای شرکت آب و فاضلاب شیراز در شکل (۲) نشان داده شده است.

طراحی مدل مفهومی، منطقی و پایگاه داده نرم‌افزار WebGIS

بر اساس اطلاعات فاز شناخت و نیازسنجی و همچنین مدل مفهومی و منطقی و دستورالعمل‌های طرح جامع سیستم اطلاعات جغرافیایی آب و فاضلاب شهری شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، دستورالعمل‌های همسان نقشه‌برداری و دستورالعمل آماده‌سازی داده‌های مکانی مقیاس ۱:۲۰۰۰ برای تشکیل پایگاه داده رقومی (TDB)، پایگاه داده GIS آب و فاضلاب شیراز طراحی و پیاده‌سازی گردید. این پایگاه داده با فرمت SDE Geodatabase



شکل ۲- شمای کلی المان‌های پایگاه داده GIS و مدل داده‌ای شرکت آب و فاضلاب شیراز

هر زمان و مکان را به همراه داشت. لذا به منظور دسترسی کاربران مختلف تحت شبکه داخلی آب و فاضلاب شیراز، از نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات مکانی تحت وب (WebGIS) استفاده گردیده است. نرم‌افزار ArcGIS Server نرم‌افزار اصلی

استفاده از نرم‌افزار GIS Desktop مشکلات زیادی از قبیل لزوم نصب نرم‌افزار بر روی سیستم‌های تک تک کاربران، حجم زیاد حافظه موقت و دائم اشغال شده توسط این نرم‌افزار، تخصص بالا و آموزش‌های متعدد جهت استفاده، عدم پاسخگویی در

پایگاه‌های داده مختلف از قبیل IBM، DB2، Informix، Oracle، SQL Server و PostgreSQL را فراهم می‌آورد (ESRI، ۲۰۱۴).

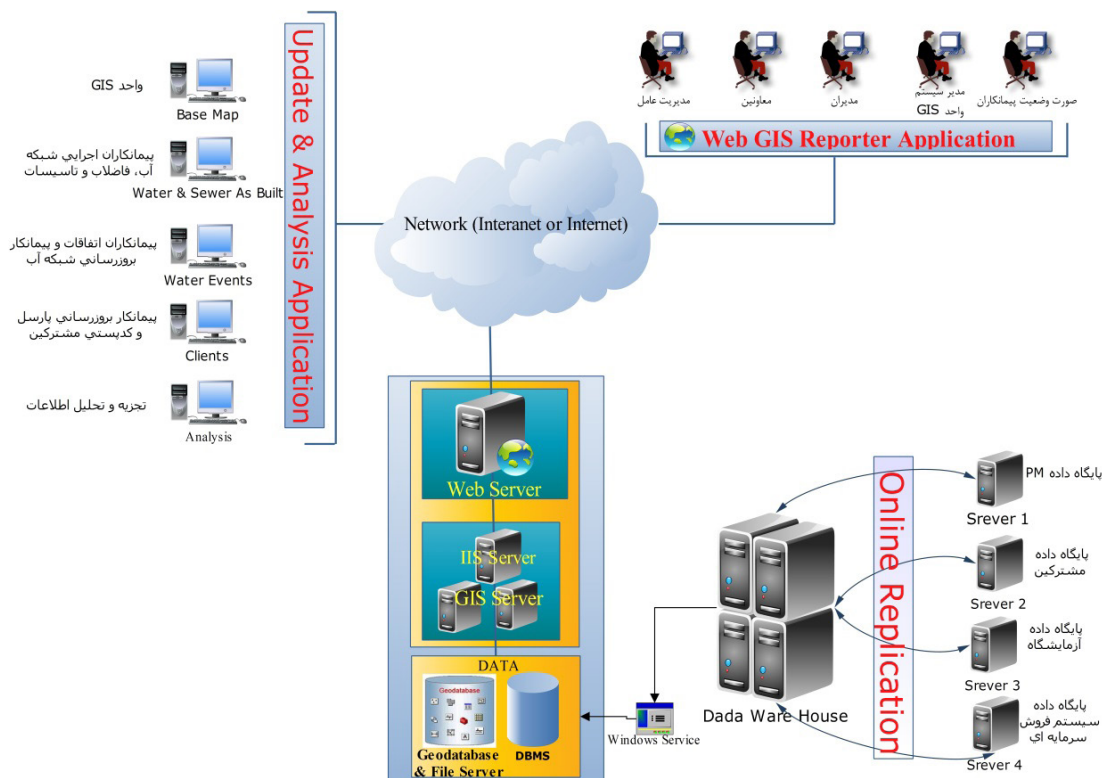
با ایجاد سرویس نقشه تحت وب^۵، رابط مناسبی جهت انتقال درخواست‌های کاربران به پایگاه اطلاعات مکانی و انتقال نتایج پردازش‌های نرم‌افزارهای پایه به کاربران فراهم می‌گردد (علی‌محمدی، ۱۳۸۸). به منظور جستجو و استفاده کاربران از اطلاعات مکانی و توصیفی شبکه‌های آب و فاضلاب از طریق اینترنت، سرور GIS امکان دسترسی در سطوح مختلف و تعریف شده را برای کاربران حوزه‌های مختلف با استفاده از نرم‌افزارهای مرورگر اینترنت، فراهم می‌نماید.

شرکت ESRI در حوزه WebGIS می‌باشد. این نرم‌افزار برای ایجاد و مدیریت وب سرویس‌های GIS، برنامه‌های کاربردی تحت وب و ارائه داده‌های GIS در بستر وب مورد استفاده قرار می‌گیرد (Collins و Law، ۲۰۱۵). اغلب نرم‌افزارهای GIS Server به طور معمول براساس معماری سرویس‌گرا (SOA)^۳ و یا در یک محیط محاسبات ابری^۴ استفاده می‌شود (نقدی و آل شیخ، ۱۳۹۲). افزونه‌های نرم‌افزار ArcGIS، سرور امکان ارائه برخی از قابلیت‌های ArcGIS Desktop را در قالب وب سرویس فراهم می‌کنند. همچنین ArcGIS Server برای مدیریت ژئودیتابیس‌های چندکاربره نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. نسخه Enterprise این نرم‌افزار امکان دسترسی به

متدولوژی پیاده‌سازی ارتباط‌های برخط پایگاه‌های داده و نرم‌افزار WebGIS

ایجاد و بکارگیری موثر GIS در شرکت‌های آب و فاضلاب جهت اعمال مدیریت بهینه منابع و امکانات این شرکت‌ها، نیازمند شناخت صحیح و دقیق مراحل مختلف پیاده‌سازی GIS می‌باشد. نوع GIS پیاده‌سازی شده در شرکت آب و فاضلاب شیراز از نوع

GIS سازمانی^۶ می‌باشد. چنین سیستمی برای نزدیک کردن نیازهای داده‌ای کاربران بخش‌های مختلف یک سازمان طراحی می‌گردد. پیاده‌سازی سازمانی GIS بر مبنای نیازهای داده‌ای کلیه حوزه‌هایی که با اطلاعات مکانی درگیر هستند در قالب پایگاه داده یکپارچه که موتور اولیه GIS سازمانی می‌باشد، طراحی و پیاده‌سازی می‌گردد. توپولوژی نحوه پیاده‌سازی و ارتباطات بین پایگاه‌های داده GIS در شرکت آب و فاضلاب شیراز در شکل (۳) نشان داده شده است.

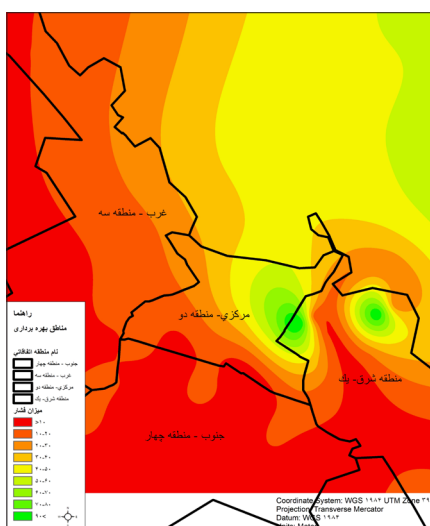


شکل ۳- توپولوژی نحوه پیاده‌سازی و ارتباطات بین پایگاه‌های داده GIS

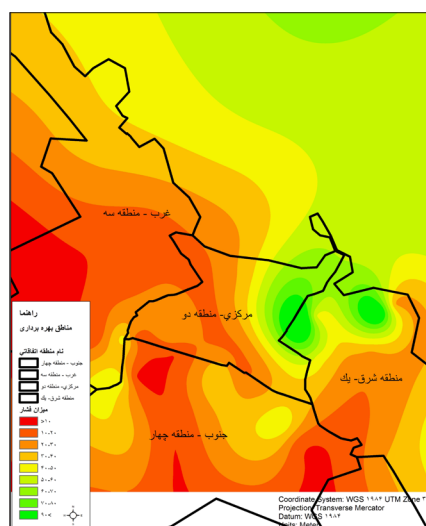
همان طور که در توپولوژی فوق ملاحظه می‌گردد، ارتباط بین پایگاه داده GIS و سایر پایگاه‌های داده نمایش داده شده، از طریق یک ویندوز سرویس که بر روی سرور GIS نصب شده، برقرار می‌گردد. این سرویس از طریق یک پنل مدیریتی به مدیر سیستم یا کاربر این امکان را می‌دهد که تنظیمات نحوه دسترسی به سرورهای مورد نظر در شبکه اینترنت را وارد و سپس این سرویس، ساختار جداول پایگاه داده مبدأ و مقصد را به کاربر نمایش داده و کاربر فیلدهای مورد نیاز جهت بروزرسانی از جدول مبدأ را با فیلدهای جدول مقصد متناظر می‌نماید. در نهایت این سرویس در زمان‌های قابل تنظیم توسط کاربر، اطلاعات موجود در فیلدهای جدول مقصد را که بر روی سرورهای مشترکین، آزمایشگاه و PM می‌باشد به فیلدهای موجود بر روی جدول سرور مبدأ که همان سرور GIS می‌باشد، منتقل می‌نماید. این سرویس در برخی موارد از قابلیت همسان‌سازی^۷ SQL Server استفاده می‌نماید. سپس اطلاعات بهنگام شده از طریق IIS و نرم‌افزار WebGIS که به عنوان یک نرم‌افزار گزارش‌ساز مکان‌محور می‌باشد در اختیار کاربران حوزه‌های مختلف قرار می‌گیرد. کلیه تغییرات موجود بر روی داده‌های مکانی پایگاه داده GIS از طریق نرم‌افزار پایه اعمال می‌گردد. ارتباط برخط بین پایگاه داده GIS و سایر پایگاه‌های داده موجود در این شرکت، موجب مکانی شدن اطلاعات توصیفی موجود در پایگاه داده مشترکین، آزمایشگاه و PM گردید. با توجه به اینکه فیلد مشترک بین جدول مشترکین پایگاه داده GIS و جداول پایگاه داده مشترکین، کدپستی

می‌باشد و کدهای پستی موجود در پایگاه داده GIS مکان‌دار می‌باشد، اطلاعات توصیفی مشترکین به قطعات ملکی لینک می‌گردند. در تحلیل‌هایی از قبیل وجود و یا عدم وجود شبکه آب و فاضلاب در مقابل ملک مشترک، فاصله ملک مشترک تا شبکه، قطر و جنس شبکه روبروی ملک و ... می‌توان از این داده استفاده نمود؛ مشکلی که تا قبل از مکانی شدن اطلاعات مشترکین قابل پاسخگویی نبوده است. در نتیجه با اعمال تغییرات در اطلاعات فیلدهای مشترکین و یا ایجاد رکورد جدید در صورت فروش انشعاب آب و یا فاضلاب در نرم‌افزار جامع مشترکین، رکوردهای جدید و اطلاعات ویرایش شده به صورت خودکار در پایگاه داده GIS اعمال می‌گردد.

فیلدهای اطلاعات توصیفی مربوط به تأسیساتی از قبیل چاه، مخزن، ایستگاه پمپاژ و ... که در نرم‌افزار PM نگهداری می‌شود از طریق فیلد کد PM، که به عنوان کد خارجی بین دو جدول در نظر گرفته شده است، توسط این سرویس از پایگاه داده PM فراخوانی شده و در فیلدهای جدول مربوط به هر عارضه در پایگاه داده GIS وارد می‌گردد. در نتیجه با اعمال تغییرات در اطلاعات فیلدهای این عوارض در نرم‌افزار PM اطلاعات به صورت خودکار در پایگاه داده GIS نیز اعمال می‌شود. همچنین اطلاعات مربوط به نواحی نمونه‌برداری و نقاط نمونه‌برداری نیز با همین مکانیسم در پایگاه داده GIS بهنگام می‌گردد. با استفاده از داده‌های ارسالی از طرف نرم‌افزار PM و آزمایشگاه، نقشه‌هایی از قبیل مناطق هم‌فشار، هم‌کلر، هم‌سختی و ... قابل ترسیم می‌باشد. به عنوان مثال شکل‌های (۴) و (۵) به ترتیب نمونه نقشه هم‌فشار شبکه آبرسانی شهر شیراز مربوط به ساعت ۵ و ساعت ۱۸ مورخ ۱۳۹۳/۰۵/۰۴ را نشان می‌دهند.



شکل ۵- نقشه نقاط هم‌فشار شبکه آبرسانی شهر شیراز - ساعت ۱۸ عصر



شکل ۴- نقشه نقاط هم‌فشار شبکه آبرسانی شهر شیراز - ساعت ۵ صبح

روز رسانی داده‌ها از طریق وب، اخذ انواع گزارش‌های مکانی و توصیفی از مشترکین و تأسیسات آب و فاضلاب در کمترین زمان ممکن. این سیستم قابلیت توسعه بر اساس نیازهای آتی کاربران بخش‌های مختلف شرکت‌های آب و فاضلاب را دارا می‌باشد. در انتها نمونه‌هایی از مهمترین مزایا و کاربردهای پیاده‌سازی GIS در شرکت آب و فاضلاب شیراز ذکر می‌گردد:

- با توجه به وجود ارتباط بین پایگاه داده GIS و مشترکین، امکان ارزیابی و آنالیز درآمد طرح‌های اجرای فاضلاب قبل از اجرا میسر می‌باشد تا اولویت‌بندی مناسبی توسط مدیران ارشد این شرکت، صورت پذیرد.

- با توجه به اینکه نقشه‌ها و اطلاعات بهنگام شبکه آب و فاضلاب کل شهر شیراز در GIS موجود می‌باشد، پس از درخواست متقاضیان انشعاب و نام‌نویسی در سایت اینترنتی شرکت، در مرحله نقشه‌خوانی با مراجعه به GIS این امکان وجود دارد که در اولین فرصت به مشترک اعلام گردد که آیا امکان نصب انشعاب آب و یا فاضلاب وجود دارد یا خیر؟ که این مورد از اتلاف وقت و هزینه مشترک جلوگیری می‌کند.

- قبل از عملیات اجرایی نصب انشعاب آب و فاضلاب، اطلاعات و نقشه ملک از قبل در اختیار اکیپ نصب انشعاب قرار می‌گیرد که مواردی از قبیل جنس، قطر و فاصله تا شبکه آب و فاضلاب مقابل ملک، طول انشعاب و ... بر روی آن قابل اندازه‌گیری می‌باشد.

- در زمان وقوع حادثه بر روی شبکه آب، پس از تماس مشترک، موقعیت ملک وی بر روی نقشه قابل مشاهده بوده و این امکان وجود دارد که به مشترکین واقع در یک محدوده خاص اطلاع رسانی گردد و یا این امکان وجود دارد تا در این مواقع بتوان از طریق تلفن ثابت یا همراه به مشترکین واقع در محدوده ترکیدگی یک خط، اطلاع رسانی کرد، تا از تماس‌های بهمنی و یا تراکم تماس به واحد ۱۲۲ و عدم پاسخگویی واحد مذکور جلوگیری نمود.

- به منظور تسریع در خدمات رسانی به شهروندان در زمان وقوع حادثه، موقعیت شبکه و انشعابات دچار حادثه به اکیپ اتفاقاتی ارسال و اکیپ اتفاقاتی در اولین فرصت نسبت به اعزام به محل و رفع حادثه اقدام می‌نماید.

- به منظور ارائه خدمات با کیفیت تهیه نقشه‌های هم‌فشار جهت ارائه به حوزه بهره‌برداری برای تشخیص نقاط دارای افت فشار آب و کمک به متعادل نمودن فشار در مناطق مختلف شهر و مدیریت بهینه شبکه آب.

- تهیه نقشه‌های پویای کیفیت آب از قبیل هم‌کلر، هم‌سختی و ... به منظور پایش کیفیت آب با ایجاد دید بصری از کیفیت آب شرب کل شهر توسط متولیان کیفیت آب با استفاده از یک نقشه دیواری^۱ دیجیتال، دینامیک و آنلاین.

- پس از تهیه نقشه طراحی شبکه آب و فاضلاب و همزمان با مبادله قرارداد اجرایی، این نقشه‌ها بر روی GIS قرار گرفته و

در اغلب تحقیقات انجام گرفته در داخل و خارج از کشور شکل کلی کار، ایجاد یک اتصال بین نرم‌افزارهای هیدرولیکی و GIS، همچنین انجام بعضی آنالیزهای مربوط به فشار و در نهایت در بعضی موارد، طراحی پایگاه داده بوده است و هیچ‌کدام از این تحقیقات به پیاده‌سازی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در شبکه‌های توزیع آب شهری، که زیربنا و پایه اصلی اغلب این آنالیزها و سایر تحلیل‌ها و گزارشات کاربردی با رویکرد تصمیم‌گیری در مدیریت این شبکه‌ها در آینده می‌باشد، نپرداخته‌اند.

در این تحقیق با توجه به اینکه پایگاه داده GIS هسته اصلی اطلاعات مکانی شرکت آب و فاضلاب شیراز می‌باشد، ضروری است که اطلاعات بهنگام شبکه و تأسیسات آب و فاضلاب را ذخیره، پردازش و با توجه به نیاز کاربران مختلف، در اختیار آن‌ها قرار دهد. با توجه به توپولوژی نحوه ارتباطات بین پایگاه‌های داده آب و فاضلاب شیراز، وظیفه بروزرسانی اطلاعات مکانی به عهده واحد GIS است که با توجه به سیاست‌های هر شرکت، نحوه بروزرسانی اطلاعات متفاوت می‌باشد. در همین راستا واحد GIS شرکت آب و فاضلاب شیراز با تهیه و ابلاغ استانداردها و دستورالعمل‌های تهیه و بروزرسانی اطلاعات مکانی از طرق مختلف، با متولیان تغییرات اطلاعات مکانی شرکت در ارتباط بوده تا کلیه تغییرات مکانی و توصیفی شبکه در پایگاه داده GIS اعمال گردد. کلیه تغییرات از طریق کانال‌های مختلف همانند تهیه ازبیلت طرح‌های توسعه شبکه آب و فاضلاب و تأسیسات مرتبط توسط پیمانکاران، به این واحد ارسال و پس از کنترل، در پایگاه داده بارگذاری می‌گردد. از دیگر سو، از طریق سرویس بروزرسان، کلیه اطلاعات سایر پایگاه‌های داده ذکر شده، در بازه‌های زمانی ۲۴ ساعته بر روی سرور GIS منتقل می‌گردد تا اصل به‌هنگام بودن و یکپارچگی پایگاه داده حفظ گردد. در نتیجه اطلاعات بهنگام پایگاه داده مشترکین، آزمایشگاه و PM از طریق نرم افزار WebGIS در اختیار کاربران قرار می‌گیرد.

به منظور حفظ امنیت داده‌ها با ایجاد سطوح دسترسی مختلف از دسترسی کاربران به اطلاعات و داده‌های غیر مرتبط با حوزه کاری خود جلوگیری می‌گردد. همچنین با ایجاد سرور نقشه تحت شبکه^۲، رابط مناسبی جهت انتقال درخواست‌های کاربران به پایگاه اطلاعات مکانی و انتقال نتایج پردازش‌های نرم‌افزارهای پایه به کاربران فراهم می‌گردد. قابلیت‌های این سیستم شامل این موارد می‌باشد: امکان چاپ نقشه از محدوده‌های مورد نظر، امکان دسترسی به نقشه‌ها و داده‌ها بدون محدودیت مکان و زمان، عدم نیاز به نصب نرم‌افزارهای GIS برای نمایش داده‌ها، سرعت و امنیت بالا، افزایش سرعت و کیفیت تصمیم‌سازی بر اساس داده‌های واقعی و به‌هنگام (پشتیبان تصمیم‌سازی)، یکپارچه‌سازی داده‌های شرکت‌های آب و فاضلاب و ایجاد پایگاه داده متمرکز، امکان به

حوزه معاونت مشترکین شرکت نسبت به فروش و در نهایت نصب انشعاب در محدوده‌های طراحی شده اقدام می‌نماید. توسعه‌های آتی سیستم شامل امکان کنترل مکانی پروژه‌های اجرایی، ارتباط بین نرم‌افزار GIS با نرم‌افزارهای Water Cad و Water Gems به منظور مدل‌سازی و بهینه نمودن فشار در شبکه توزیع و انتقال آب.

- استقرار سیستم SCADA جهت خودکار نمودن، اندازه‌گیری‌های دبی، فشار و سایر مولفه‌های جریان آب و در نهایت کنترل شیرآلات شبکه آب و توزیع بهینه آن. همچنین در ادامه مواردی که باعث رضایت‌مندی مشترکین و تکریم ارباب رجوع به عنوان مهمترین اولویت شرکت‌های آب و فاضلاب می‌باشد، در قالب جدول (۲) ارائه می‌گردد:

جدول ۲- مقایسه تأثیر رضایت‌مندی مشترکین و تکریم ارباب رجوع

مزايا	بعد از پياده‌سازي سيستم	قبل از پياده‌سازي سيستم
صرفه‌جویی در وقت و هزینه مشترکین	عدم نیاز به حضور فیزیکی مشترکین و اقدام از طریق پورتال این شرکت	مراجعه حضوری مشترکین جهت خرید انشعاب و تعیین شبکه
دسترسی به اطلاعات بهنگام مکانی و توصیفی کلیه مشترکین با یک جستجوی مکانی ساده و تسریع در عملیات واگذاری انشعاب و کاهش هزینه‌های کارشناسی ملک و بازدید میدانی	امکان جستجوی ملک مشترک بر روی نقشه با استفاده از فیلدهای کدپستی و یا کد نوسازی و اعلام خدمات قابل ارائه به شهروندان پس از مراجعه شهروندان به مناطق مختلف آب و فاضلاب	عدم دسترسی به نقشه شبکه و تأسیسات در سطح معابر و نیاز به بازدید میدانی جهت اعلام خدمات قابل ارائه به شهروندان
کمک به برنامه‌ریزی توسط مشترک و عدم مراجعه حضوری مشترکین به مناطق شرکت آبفا و جلوگیری از اتلاف وقت و هزینه مشترکین	اطلاع‌رسانی درخصوص اینکه آیا ملک یک مشترک در محدوده طرح‌های توسعه آبی شرکت آب و فاضلاب قرار دارد یا خیر؟ و اینکه چه زمانی خدمات فوق قابل دریافت توسط مشترک می‌باشد.	عدم امکان اطلاع‌رسانی سریع به مشترکین با توجه به مشخص نبودن موقعیت مکانی مشترک

پی‌نوشت

- 1- online
- 2- Preventive Maintenance
- 3- Service-oriented architecture
- 4- cloud computing
- 5- Internet Map Server
- 6- Enterprise GIS
- 7- Replication
- 8- Internet Map Server
- 9- Wall Map

منابع

دلور، م.ر.، تابش، م. و جعفری، ه. ۱۳۸۳. کاربرد GIS در مدیریت سیستم‌های حوادث و اتفاقات شبکه‌های توزیع آب شهری. اولین کنگره ملی مهندسی عمران. تهران. ایران. شرکت آب و فاضلاب شیراز. ۱۳۹۳. گزارش سالانه مجمع عمومی صاحبان سهام، دفتر بودجه و بررسی‌های اقتصادی. ۱۱۰ ص. عاشوری، ا. ۱۳۸۸. پیاده‌سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی در شبکه توزیع آب شهری. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه شهید بهشتی، گروه سنجش از دور و GIS.

علی‌محمدی، ع. ۱۳۸۸. مبانی علوم و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی. سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی و دانشگاه‌ها (سمت).
متکان، ع.ا.، شکیبا، ع.، حسینی‌اصل، ا. و عاشوری، ا. ۱۳۸۹. کاربرد GIS در شبکه توزیع آب شهری و مدیریت اطلاعات مشترکین. همایش ژئوماتیک. تهران. ایران.
منزوی، م. ت. ۱۳۹۳. آبرسانی شهری، انتشارات دانشگاه تهران. چاپ هجدهم، ۳۸۰ ص.
نقدی، م. و آل‌شیخ، ع.ا. ۱۳۹۲. پیاده‌سازی و ارزیابی یک سامانه مکانی تحت وب براساس فناوری رایانش ابری. نشریه علمی پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، ۳(۱): ۶۱-۷۴.
وزارت نیرو، معاونت آب و فاضلاب شهری. ۱۳۷۹. طرح ملی تحقیق، توسعه و بهسازی آب کشور، طرح جامع سیستم اطلاعات جغرافیایی آب و فاضلاب شهری، موسسه تحقیقات و توسعه احسان.

Yeung A.K.W., Hall G.B. 2007. Spatial Database System, Design, Implementation and Project management. Springer. Netherlands, (P. 19-175)
ESRI. 2014. Implementing ArcGIS for Water Utilities. ESRI Press. United States of America.
Law M. and Collins A. 2015. Getting to Know ArcGIS. Fourth edition ESRI Press. United States of America.