



مجله الکترونیکی اطلاعات مکانی Geospatial Information E - Magazine

Customer Information
Facilities Management
Engineering Design
Construction
Permits
System Planning
Outage Management
Environmental Analysis
Distribution Control/SCADA

به نام هستی بخش یکتا

مجله الکترونیکی اطلاعات مکانی Geospatial Information E - Magazine

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

گرافیک: صفحه آرایی و طراحی جلد: مژده مینانی
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 یک 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: ۸۹۶۰۰۰۰۰، ۸۹۶۰۱۵۰۱

دورنگار: ۸۸۹۵۳۳۲۹، ۸۸۹۷۶۵۶۲، ۸۸۹۹۳۳۹۷۲

پایگاه اینترنتی: www.nww.ir

مجله الکترونیکی اطلاعات مکانی Geospatial Information E - Magazine

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

فهرست مطالب

پیشگفتار

۱

مقاله ها:

سیستم جامع GIS تحت وب

۲

هادی جعفری، مهدی بهرامی، سید هادی حسینی بیدار

کاربرد موبایل جی آی اس در صنعت آب و فاضلاب
شرکت آب و فاضلاب هرمزگان
بهراد کهور زاده، محمد زارعی، ساغر مجنون جهرمی

۱۱

تحلیل مکانی حوادث و اتفاقات شبکه و انشعابات آب
و فاضلاب با استفاده از GIS (مطالعه موردی: شهر اراک)
یوسف عرفانی نسب، سید مهدی حسینی پور، مژده مینانی،
محمد حسین عسگری مهرآبادی

۲۰

مناسب ترین روش زمین آماری در محیط GIS
جهت درونیابی فشار
فخرالدین آزاد شهرکی

۳۱

تلفیق سامانه اطلاعات مکانی GIS و فرآیند تصمیم گیری
Topsis در انتخاب سایت های بهینه سازی تصفیه فاضلاب
شهرستان رامسر
مریم خورشیدی

۳۸

جایگاه زیرساختی سیستم اطلاعات مکانی در برنامه
بهره وری آب تهران
کاوه جمالی، محمد حسن لیایی

۵۱

پیشگفتار



بیش از هشتاد درصد اطلاعاتی که در انجام تصمیم گیری و تحلیل در راهبری و نگهداری تاسیسات آب و فاضلاب به کار می‌رود، ماهیت مکانی دارند. این موضوع جایگاه و نقش بی‌بدیل یک سامانه خبره و کارآمد مبتنی بر اطلاعات مکانی یا همان GIS را در راهبری تاسیسات آشکار می‌سازد. آنچه GIS را از یک نقشه‌ی زیبا متمایز می‌کند، کاربردی بودن و اثرگذاری آن در فرایند راهبری است. از این روست که در شرکت های آب و فاضلاب به تدریج نگاه به GIS از نگاه سنتی مبتنی بر نقشه برداری رایانه ای، به یک رویکرد عملیاتی در حال تغییر است و برنامه‌های آتی این حوزه مهم، به سمت بهبود

بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و تسهیل در ارائه خدمات عمومی سوق داده می‌شود تا شرکت‌های آب و فاضلاب را در مواجهه با چالش‌های پیش‌رو به ویژه در خشکسالی و تنش آبی توانمند ساخته و یاری رساند. استقرار و پیاده سازی GIS سازمانی و گذر از مراحل تولید و جمع آوری اطلاعات آن، در نخستین گام نیازمند فرهنگسازی و بهره‌گیری از اطلاعات مکانی در فعالیتهای جاری بهره‌برداری است و برای نیل به آن لازم است برداشت و به روز رسانی پایگاه‌های داده مکانی و تکمیل مدل شبکه های آب و فاضلاب در حوزه بهره‌برداری شرکتها با شتاب افزون‌تری انجام شده و در کنار آن، فعالیتهای گوناگون این حوزه نیز با اطلاعات مکانمند بهینه و تقویت شود.

سید حمیدرضا کشفی

معاون راهبری و نظارت بر بهره برداری

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

سیستم جامع GIS تحت وب

هادی جعفری^۱، مهدی بهرامی^۲، سید هادی حسینی بیدار^۳

^۱مدیر دفتر GIS شرکت آب و فاضلاب استان همدان

Email: jafari@hww.ir

^۲کارشناس GIS شرکت آب و فاضلاب استان همدان

^۳مدیرعامل و رئیس هیئت مدیره شرکت آب و فاضلاب استان همدان

چکیده

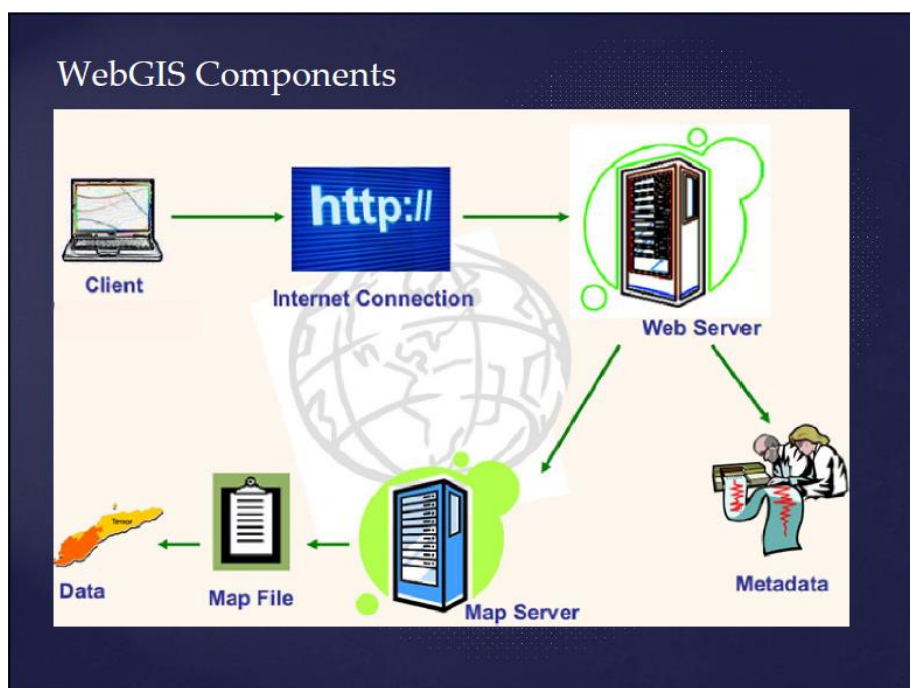
افزایش جمعیت، بالا بودن مصرف سرانه و هزینه‌های فراوان تهیه و توزیع آب آشامیدنی از یک طرف و محدودیت منابع آبی از طرف دیگر باعث شده است تا استفاده‌ی بهینه و مدیریت هوشمند بهره‌برداری از منابع موجود، به یک موضوع حیاتی و اساسی تبدیل شود. از طرفی دیگر استفاده از سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) به عنوان یکی از پیشرفته‌ترین علوم و فن‌آوری‌های اخذ و مدیریت بهینه اطلاعات مکان مرجع، به منظور مدل‌سازی و مدیریت تاسیسات آبرسانی، شبکه‌های توزیع آب شهری و شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب کاملاً توجیه‌پذیر و کاربردی می‌باشد. به همین دلیل تهیه و بهره‌برداری از سیستم جامع GIS با ساختار کاملاً منطبق بر وب و با هسته بومی بدون استفاده از محصولات شرکت ESRI بعنوان یک راهکار مطرح می‌باشد. در این مقاله به قابلیت‌ها، امکانات و کاربردهای مورد نیاز نرم‌افزار GIS تحت وب اشاره شده است. بنحوی که بتوان از قابلیت‌های این نرم‌افزار بعنوان یک زیرساخت تبادل اطلاعات و بازوی تصمیم‌سازی مدیران ارشد بهره‌برداری نمود.

واژه‌های کلیدی: GIS، سیستم اطلاعات مکانی، تحت وب

۱- مقدمه

نقش داده‌ها و اطلاعات در برنامه‌ریزی، مدیریت و تصمیم‌گیری بر کسی پوشیده نیست. امروزه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS و ابزار مرتبط با آن در تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی گسترش زیادی یافته است. در مسائل مهندسی آب، مهندسی فاضلاب، مهندسی محیط زیست و ده‌ها موضوع دیگر نیز GIS امکان ارزیابی و مدیریت بخش‌های مختلف زندگی را با تسلط بیشتر و صرف زمان و هزینه کمتر فراهم می‌نماید. با تلفیق GIS با ابزار و برنامه‌های دیگر می‌توان نقشه‌هایی را برای بررسی‌های جامع و کامل اطلاعات ایجاد نمود. شرکت‌های آب و فاضلاب در هر شهر و روستا وظیفه حیاتی انتقال، تصفیه و توزیع آب مشترکین از یک سو و جمع‌آوری، 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 نمایند. کاربرد سیستم‌های نوینی مانند GIS در شرکت‌های آب و فاضلاب می‌تواند مسئولین این صنعت را در رسیدن به اهداف خود که همانا در اختیار گذاشتن

آب بصورت مداوم، با کیفیت و با کمیت تعریف شده یاری کند. از طرفی وب GIS یک سیستم اطلاعات جغرافیایی است که از تکنولوژی های وب غالباً برای ارتباط بین اجزاء متفاوت سیستم استفاده می کند (عکس ۱). در واقع وب GIS از ترکیب فناوری وب و سیستم اطلاعات جغرافیایی بدست آمده است که یک تکنولوژی به رسمیت شناخته شده می باشد و عمدتاً ترکیبی از ابزار کار با داده به منظور ذخیره، بازیابی و تحلیل داده مکانی است. همچنین با توجه به گسترش و ایجاد بسترهای سخت افزاری و نرم افزاری طی سال های گذشته، استفاده از تکنولوژی GIS Web در کلیه کشورها و با کاربردهای مختلف خدمات شهری، صنعتی، گردشگری و به میزان قابل توجهی توسعه یافته است. در کشور ایران و بخصوص در صنعت آب و فاضلاب نیز استفاده از Web GIS در سال های گذشته شروع و در حال گسترش می باشد.



عکس ۱: اجزاء Web GIS

۲- دلایل بهره برداری از GIS تحت وب

دلایل بهره برداری از سیستم GIS تحت وب به شرح زیر می باشد.

- ۱- معرفی و ارائه سیستم GIS تحت وب برای کلیه کاربران بعنوان مناسبترین زیر ساخت و ابزار تولید و تبادل اطلاعات
- ۲- عدم نیاز به نصب و پشتیبانی نرم افزار بر روی کامپیوتر کاربران (در روش WEB GIS بجای اینکه بر روی هر رایانه سازمان، نرم افزارهای GIS را نصب نماییم، اقدام به نصب یک نرم افزار GIS بر روی سرور می نماییم)
- ۳- ایجاد نمودن امکان استفاده و بهره برداری از نرم افزار GIS بصورت کاملاً فارسی و قابل درک برای کلیه کاربران. (امکان فارسی سازی کامل نرم افزارهای GIS موجود مانند ARC GIS وجود ندارد)

- ۴- آسان نمودن استفاده از نرم افزار GIS برای کلیه کاربران با هر نوع سطح معلومات (USER FRIENDLY نمودن نرم افزار) - (امکان استفاده از نرم افزار های GIS موجود مانند ARC GIS برای همه کاربران فراهم نمی باشد).
- ۵- استفاده از نرم افزار GIS OPEN SOURCE با قابلیت توسعه و خصوصی سازی بر اساس نیازها. (امکان توسعه نرم افزار های GIS بدون LISENCE مانند ARC GIS وجود ندارد. و لذا برخی از نیازها قابل انجام نمی باشد)
- ۶- ایجاد امکان استفاده از نرم افزار GIS در هر زمان و در هر مکان
- ۷- بالا بردن امنیت اطلاعات و نرم افزار (نرم افزار های GIS موجود مانند ARC GIS دارای امنیت مورد نیاز نمی باشند)
- ۸- ایجاد امکان ارتباط سیستم GIS با سایر نرم افزارهای سازمان ها
- ۹- حمایت از تولید نرم افزارهای داخلی، در دسترس بودن کامل مرجع و منبع تولید کننده، عدم محدودیت در تعداد کاربران و عدم وابستگی به هیچ گونه سخت افزار خاص، وجود امکان توسعه نرم افزار در صورت نیاز و دارای قابلیت توسعه در SDI سراسری
- ۱۰- ایجاد امکان مشاهده، نظارت و کنترل پیشرفت پروژه ها بصورت آنلاین برای کاربران ارشد شرکت شامل مدیر عامل، معاونین و مدیران با استفاده از نرم افزار GIS تحت وب
- ۱۱- ایجاد امکان تعریف سطح دسترسی به لایه ها و اطلاعات GIS برای کاربران مختلف با توجه به نیاز کاربران در استفاده از اطلاعات که باعث بالا رفتن سطح امنیت اطلاعات و جلوگیری از مشاهده لایه ها و اطلاعات غیر ضرور برای کاربران دارد.

۳- مشخصات فنی نرم افزار GIS تحت وب

جهت برنامه نویسی نرم افزار GIS تحت وب از زبان برنامه نویسی Java (در خصوص نقشه)، زبان برنامه نویسی Payton (در خصوص هسته مرکزی نرم افزار) و در خصوص رابط کاربری از Angular می توان استفاده نمود. پایگاه داده اصلی می تواند Postgre SQL با قابلیت امکان اتصال به پایگاه داده مکانی MS SQL Server و امکان اتصال به کلیه پایگاه های داده توصیفی استاندارد باشد. همچنین امکان ارتباط با سایر نرم افزار ها از طریق API، وب سرویس و اتصال به پایگاه داده امکان پذیر می باشد. مهمترین قابلیت فنی نرم افزار GIS تحت وب عدم استفاده از محصولات ESRI می باشد.

۴- قابلیت های نرم افزار GIS تحت وب

قابلیت های یک نرم افزار GIS تحت وب می تواند به شرح زیر می باشد.

۴-۱- دارای سرعت مناسب بهره برداری از اطلاعات مکانی و توصیفی

یکی از موارد بسیار مهم در نرم افزار های GIS تحت وب، سرعت بهره برداری از اطلاعات مکانی و توصیفی می باشد. یکی از تفاوت های عمده و اساسی نرم افزار های GIS با سایر نرم افزار ها، بالا بودن حجم اطلاعات (بخصوص اطلاعات مکانی) می باشد. لذا سرعت بهره برداری و استفاده از اطلاعات مکانی و توصیفی در نرم افزارهای اطلاعات مکانی (GIS) دارای اهمیت بسیار بالایی می باشد.

بطور کلی سرعت یک نرم افزار بستگی به چهار عامل زیر دارد.

- ۱- قابلیت فنی کامپیوتر کاربر
- ۲- قابلیت فنی سرور
- ۳- قابلیت فنی امکانات ارتباطی سرور با کامپیوتر ها
- ۴- قابلیت فنی نرم افزار و نحوه برنامه نویسی و استفاده از بانک های اطلاعاتی

خوشبختانه با بررسی های کارشناسی می توان قابلیت های فنی هر یک از موارد چهارگانه فوق الذکر را بررسی و تاثیر آن بر روی سرعت نهایی نرم افزار را بررسی نمود. اهمیت این موضوع هنگامی مشخص می گردد که سازمانی تصمیم به تهیه نرم افزار GIS تحت وب می گیرید (تهیه نرم افزاری که بر اساس نیازها برای اولین بار مقرر شده است تولید و برنامه نویسی گردد). متأسفانه در ابتدا و در هنگام تولید نرم افزار امکان بررسی فنی از لحاظ بررسی کیفیت سرعت نرم افزار امکان پذیر نبوده و صرفاً زمانی این موضوع قابل بررسی است که نرم افزار در سازمان پیاده سازی شده و اطلاعات مکانی و توصیفی بارگذاری و سپس چندین کاربر بصورت هم زمان از نرم افزار استفاده نمایند. لذا صرفاً در این حالت است که می توان کیفیت فنی نرم افزار را از لحاظ سرعت بررسی نمود. بدیهی است در صورت پائین بودن سرعت نرم افزار GIS (با توجه به گستردگی استفاده از نرم افزار و بالا بودن تعداد کاربران در سطح سازمان)، کاربران عملاً از نرم افزار استفاده ننموده و نهایتاً پروژه با شکست روبرو می گردد. بدیهی است در خصوص نرم افزار هایی که قبلاً توسط شرکت ها یا سازمان تولید شده اند، می توان کیفیت سرعت بهره برداری از نرم افزار را از شرکت های بهره بردار استعلام نمود.

۴-۲- قابلیت های ساختاری یک سامانه مدیریت و یکپارچه سازی داده های مکانی تحت وب

از قابلیت های ساختاری یک سامانه مدیریت و یکپارچه سازی داده های مکانی تحت وب می توان به موارد زیر اشاره نمود

- سازگاری کامل با استاندارد های جهانی (OGC (Open Geospatial Consortium
- کاملاً تحت وب و عدم نیاز به نصب نرم افزار خاص
- توسعه یافته در محیطی امن و قدرتمند
- احراز هویت و تعریف سطوح دسترسی در قالب نقش، گروه و کاربر
- نگهداری تغییرات ایجاد شده در لایه های اطلاعاتی (Version Control)
- انجام کارتوگرافی پیشرفته
- پشتیبانی از نقشه های آفلاین و آنلاین
- آنالیز و جست و جوی اطلاعات چند لایه ای
- ارائه سرویس های CSW, WCS, WFS, WMS و امکان اتصال به سایر نرم افزار ها با معماری استاندارد
- پشتیبانی از پایگاه داده DB2, Oracle, mariadb, Mysql, Postgresql, Microsoft SQL Server
- امکان پیوست نمودن انواع فایل ها از قبیل تصویر، ویدئو، سند متنی و غیره
- معماری ماژولار و امکان توسعه بر اساس معماری استاندارد
- دارای قابلیت چاپ پیشرفته

۴-۳- قابلیت ها و ویژگی های مورد نیاز و کاربردی یک نرم افزار GIS تحت وب

قابلیت های کاربردی یک نرم افزار GIS تحت وب به شرح زیر پیشنهاد می گردد.

۴-۳-۱- آپلود (فراخوانی) لایه های اطلاعاتی با فرمت های Shape File، DXF، KML و GeoTIFF به نرم افزار

یکی از قابلیت های مورد نیاز وجود امکان فراخوانی لایه های اطلاعاتی مکانی و توصیفی با فرمت Shape File، KML، DXF و GeoTIFF می باشد.

۴-۳-۲- ایجاد لایه های خام (جدید) در نرم افزار

نرم افزار باید دارای توانایی ایجاد لایه جدید باشد. بنحوی که کاربر بر اساس نیاز و در صورت داشتن سطح دسترسی بتواند لایه های جدیدی تعریف و نسبت به ورود اطلاعات مکانی و توصیفی اقدام نماید. (عکس ۲)



عکس ۲ : قابلیت آپلود لایه (فراخوانی) و ایجاد لایه خام (جدید) در نرم افزار

۴-۳-۳- ایجاد امکان Join و Relate مابین جداول

قابلیت امکان ایجاد Join و Relate مابین جداول بانک های اطلاعاتی توسط مدیر یا کاربر سامانه بنحوی که این فرایند بر اساس فیلدهای مشترک جداول امکان پذیر باشد.

۴-۳-۴- قابلیت الصاق و نمایش فایل و تصاویر به عوارض مکانی

در صورت نیاز بتوان فایل یا تصویر مرتبط با هر عارضه مکانی را به عارضه مکانی الصاق نموده و آنرا نمایش داد.

۴-۳-۵- قابلیت دسته بندی لایه ها بر اساس نوع کاربری

یکی از قابلیت های مورد نیاز نرم افزار دسته بندی لایه های مکانی بر اساس نیاز هر کاربر می باشد. بدین معنی که هر کاربر بتواند لایه های اطلاعات مکانی را بنحو دلخواه تعریف نماید.

۶-۳-۴ قابلیت ورود و ویرایش اطلاعات مکانی و توصیفی

نرم افزار قابلیت ورود و ویرایش اطلاعات مکانی با فرمت نقطه ای، خطی و پلی گونی را داشته باشد. همچنین کاربر براحتی بتواند جداول اطلاعات توصیفی را تعریف و اصلاح کند و در جداول اطلاعات توصیفی ورود اطلاعات توصیفی عوارض مکانی مرتبط را انجام دهد.

۷-۳-۴ قابلیت گزارش سازی پیشرفته (Report Generator)

نرم افزار دارای قابلیت گزارش سازی بر اساس نیاز کاربر بوده و هر نوع گزارشی از طریق نرم افزار بر روی اطلاعات مکانی و توصیفی قابل دریافت باشد. همچنین شرایط ذخیره و ویرایش گزارش ساخته شده وجود داشته و کاربر بتواند در مواقع مورد نیاز از آن استفاده نماید.

۸-۳-۴ قابلیت ایجاد ارتباط و تبادل اطلاعات با سایر نرم افزار ها

یکی از قابلیت های مهم و مورد نیاز نرم افزار وجود امکان ایجاد ارتباط و تبادل اطلاعات با سایر نرم افزار های سازمان با استفاده از روش WEB Service یا سایر روش ها می باشد.

۹-۳-۴ قابلیت سفارشی سازی نرم افزار بر اساس نیاز کاربر

با توجه به نیاز کاربران، نرم افزار امکان سفارشی سازی و ایجاد امکانات قابل نیاز کاربران را داشته باشد.

۱۰-۳-۴ قابلیت تضمین امنیت اطلاعات

امنیت اطلاعات در نرم افزار بالا بوده و با طراحی مناسب از بسترهای امن تبادل اطلاعات استفاده نماید. همچنین دارای مجوزهای امنیتی نرم افزار از مراجع ذیصلاح باشد. علاوه بر آن دارای قابلیت تعریف سطح دسترسی به لایه ها و اطلاعات برای کاربران نرم افزار توسط ادمین وجود داشته باشد.

۱۱-۳-۴ قابلیت پشتیبانی از نرم افزار

امکان پشتیبانی از نرم افزار براحتی وجود داشته و امکان رفع مشکلات احتمالی و توسعه نرم افزار همواره امکان پذیر باشد.

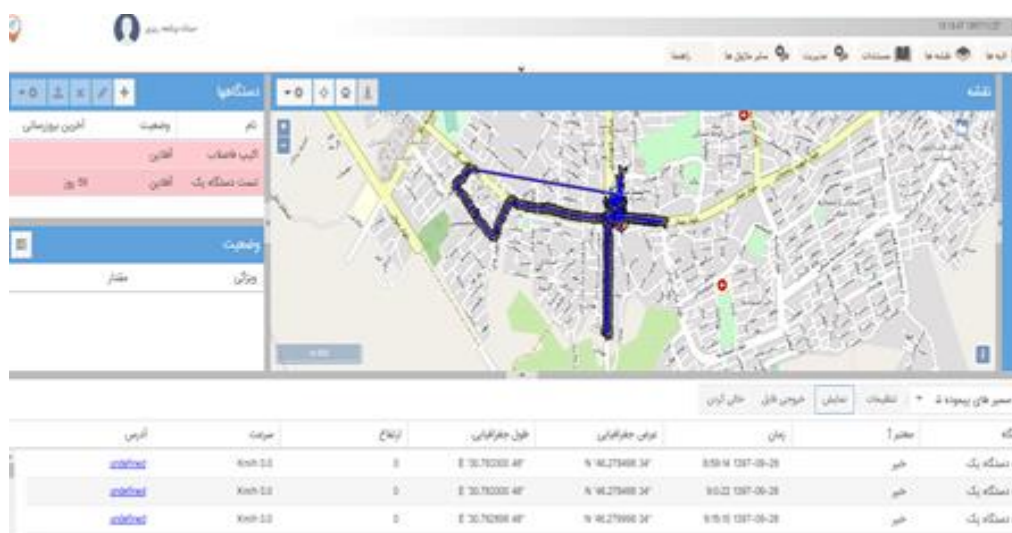
۱۲-۳-۴ قابلیت نظارت و کنترل فعالیت کلیه کاربران

امکان انجام نظارت و کنترل بر فعالیت های کلیه کاربران نرم افزار توسط مدیران ارشد سیستم و بصورت آنلاین از قابلیت های ضروری نرم افزار GIS تحت وب می باشد. این ویژگی امکان بررسی نحوه ورود اطلاعات در نرم افزار، نحوه گزارش گیری، نحوه گرفتن پرینت و همچنین گرفتن خروجی از اطلاعات را بصورت آنلاین و با ذکر تاریخ و ساعت انجام هر گونه عملیاتی توسط کاربر را برای مدیران سیستم فراهم می نماید.

۴-۳-۱۴- قابلیت بهره برداری از سیستم AVL خودرویی

[illegible]

عکس ۳ : اجزاء سیستم AVL خودرویی



عکس ۴ : نمونه ای از اجرای سیستم AVL خودرویی

۴-۳-۱۵- قابلیت کنترل و رسیدگی به حوادث و اتفاقات

این قابلیت بعنوان یک قابلیت برجسته نرم افزار GIS تحت وب می تواند مطرح باشد(عکس ۵). با استفاده از این قابلیت گروه های امداد حوادث و اتفاقات (در شرکت های خدمات رسان) با استفاده از تبلت و با کمک نقشه شهر (نقشه منطقه حادثه دیده) و ارتباطات (استفاده از یک شبکه اختصاصی از شرکت اپرانسل یا همراه اول)، باید بتوانند براحتی محل حادثه را مشاهده نموده و در محل حادثه حضور یابند. علاوه بر آن اطلاعات مرتبط با حادثه مانند عکس حادثه قبل از رفع آن ، عکس رفع حادثه، کلیه اطلاعات توصیفی رفع حادثه و گزارش نحوه رفع حادثه بصورت آنلاین و با کمک تبلت در نرم افزار GIS باید ثبت گردد.



عکس ۵ : مازول رسیدگی به حوادث و اتفاقات

۴-۳-۱۶- قابلیت پیمایش، جمع آوری و ثبت آنلاین اطلاعات

نرم افزار باید قابلیت پیمایش محلی و ثبت اطلاعات بصورت آنلاین در لایه های اطلاعات مکانی و جداول توصیفی با استفاده از یک دستگاه تبلت، نقشه شهری و ارتباطات (استفاده از یک شبکه اختصاصی از شرکت ایرانسل یا همراه اول) را داشته باشد. بعنوان مثال در صورت نیاز به پیمایش املاک یک شهر یا یک منطقه از شهر می توان از این قابلیت استفاده نمود. این قابلیت باید امکان فعال شدن اطلاعات در تبلت در صورتی است که پیمایش کننده در محل و منطقه حضور داشته باشد را دارا باشد. این ویژگی باید حضور پیمایش کننده در محل و ثبت اطلاعات را تضمین نماید.

۴-۳-۱۷- قابلیت اجرا و فراخوانی سایر نرم افزار ها در نرم افزار GIS

از قابلیت های نرم افزار می تواند وجود امکان فراخوانی سایر نرم افزار های مرتبط با عوارض مکانی در نرم افزار GIS باشد. بعنوان نمونه می توان نرم افزار مرتبط با خدمات الکترونیک برای هر سازمان را در نرم افزار GIS اجرا نمود. این قابلیت بعنوان یک شاخص مهم برای تبدیل نرم افزار های GIS بعنوان یک زیر ساخت نرم افزاری برای ارتباط و تبادل اطلاعات محسوب می گردد. لازم به ذکر است این قابلیت با ارتباط نرم افزار GIS از طریق WEB SERVICE با سایر نرم افزار ها متفاوت می باشد.

۵- نتیجه گیری

وب GIS یک سیستم اطلاعات جغرافیایی است که از تکنولوژی های وب غالباً برای ارتباط بین اجزاء متفاوت سیستم استفاده می کند. در واقع وب GIS از ترکیب فناوری وب و سیستم اطلاعات جغرافیایی بدست آمده است که یک تکنولوژی به رسمیت شناخته شده می باشد و عمدتاً ترکیبی از ابزار کار با داده به منظور ذخیره، بازیابی و تحلیل داده های مکانی و توصیفی است. از طرفی دیگر استفاده از نرم افزار های قفل شکسته خارجی مانند ARC GIS، دارای محدودیت های زیادی بوده بنحوی که امکان توسعه، پشتیبانی، امنیت اطلاعات، ارتباط با سایر نرم افزار های سازمان، سفارشی سازی بر اساس نیاز کاربر، عدم امکان ایجاد و بهره برداری از ماژول های موبایل GIS، عدم وجود امکان کنترل و نظارت بر کلیه فعالیت های کاربران در نرم افزار، کاربر پسند نمودن نرم افزار و سایر موارد در این نوع از نرم افزار ها وجود ندارد. بدیهی است نرم افزار های GIS تحت وب بومی هیچ یک از محدودیت های نرم افزار های خارجی را نداشته و در صورت طراحی و پیاده سازی مناسب می توانند بعنوان یک نرم افزار پایه ای و کاربردی مورد بهره برداری قرار گیرند.

مراجع

[۱] مجرایی، ع، (۱۳۹۴)، "پیاده سازی سامانه های یکپارچه وب GIS، موبایل GIS و ردیابی خودروها با هسته کاملاً بومی در آبفای شهری استان یزد"، سومین کنفرانس ملی کاربرد سامانه سیستم اطلاعات مکانی در صنعت آب و برق.

[2]-Alesheikh, A, Helali, H, Behroz, H.A, Web GIS: Technologies and its applications, K.N. Toosi university of technology, 2002

[3] <https://www.unescap.org/sites/default/files/5.%20Introduction%20to%20webGIS.pdf>

کاربرد موبایل جی آی اس در صنعت آب و فاضلاب

گزارش شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان

بهزاد کهورزاده^۱، محمد زارعی^۲، ساغر مجنون جهرمی^۳

^۱ مشاور مدیر عامل در حوزه فن آوری اطلاعات شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان

^۲ رئیس گروه سیستم اطلاعات جغرافیایی شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان

^۳ مدیر دفتر ارتباط با مشتریان شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان

۱- مقدمه

فن آوری اطلاعات در جهان امروز نقش کلیدی و غیر قابل انکاری را ایفاء می کند، شبکه های اجتماعی و نرم افزارهای موبایلی جایگاه بسیار مهمی را در اکثر کسب و کارها به عهده دارند. یک قابلیت مهم در این اپلیکیشن ها قابلیت استفاده از سرویسهای مکانی یا موبایل GIS می باشد. پاسخگویی سریع و مناسب این اپلیکیشن ها به نیاز مختلف سبب شده است این نرم افزارها به سرعت جایگاه شایان توجهی را در صنایع و کسب و کارها و حتی زندگی افراد کسب نماید. تاکسی های اینترنتی با استفاده از نقشه های تعاملی بر خط، تعیین موقعیت و مسیریابی شاخص ترین مثال از کاربرد موبایل GIS در زندگی امروز است. صنعت آب و فاضلاب با توجه به ارائه خدمات در پهنه گسترده جغرافیایی، زیرزمینی بودن شبکه ارائه خدمات (لوله های آب و فاضلاب) و ضرورت دسترسی به نقشه بالقوه بستر مناسبی برای بکارگیری سامانه های اطلاعات مکانی و بلاخص Mobile GIS دارد. در این گزارش نرم افزارهای Mobile GIS بکار رفته در آبفا هرمزگان تشریح و مزایا و معایب آن بررسی می شود.

۲- بیان مسئله

شرکت آب و فاضلاب هرمزگان طی سالهای گذشته تلاشهای فراوانی در خصوص جمع آوری اطلاعات مکانی، تولید و بروز رسانی نقشه ها انجام داده است. اطلاعات مکانی مربوط به تاسیسات، شبکه های توزیع و انتقال آب و جمع آوری فاضلاب برای شرکت های آب و فاضلاب بسیار ذیقیمت هستند و همواره نقش مهمی را در برنامه ریزی، اجرای طرح های توسعه ای، رفع حوادث و مشکلات آبی ایفا می کنند. علاوه بر این بسیاری از فرایندهای شرکت آب و فاضلاب مانند واگذاری و نصب انشعاب مستقیماً با نقشه های آب و فاضلاب مرتبط هستند. استفاده از فن آوری Mobile GIS با ایجاد دسترسی سریع و آسان به نقشه و دادن دید مناسب به کارشناسان و تکنسین ها موجب می گردد بسیاری از فرایندها به شکل بهتر و سریعتر صورت پذیرد. علاوه بر این فن آوری با در اختیار نهادن یک کارتابل الکترونیک که در کلیه مراحل انجام کار همراه با کارشناسان، تکنسین ها و اکیپ های عملیاتی می باشد، علاوه بر نظم بخشی به انجام کار امکان کنترل، گزارش گیری و نظارت بهتر را برای مدیران امکان پذیر می باشد. در این گزارش چهار نرم افزار Mobile GIS با عناوین -نرم افزار برداشت اطلاعات- نرم افزار جامع مکانمند- نرم افزار Mobile GIS سریع- نرم افزار ارتباطات مردمی و مدیریت اکیپ های عملیاتی- تشریح و بر اساس نظر سنجی از کاربران مزایا و معایب آنها بیان

شده است. امید است این گزارش بتواند در انتقال و اشتراک گذاری تجربیات و ارتقاء فرهنگ استفاده از سامانه های مکانمند در بین شرکت های آب و فاضلاب مفید باشد.

۳- تشریح نرم افزار های مکان محور Mobile GIS در شرکت آب و فاضلاب هرمزگان

۳-۱- نرم افزار شماره ۱: نرم افزار برداشت اطلاعات

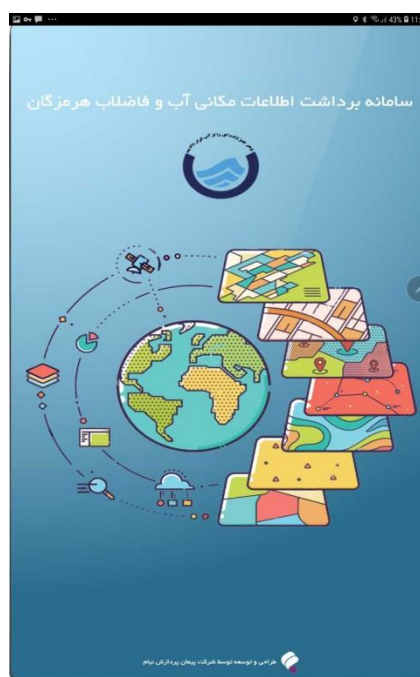
این نرم افزار در سال ۱۳۹۵ به سفارش شرکت آب و فاضلاب هرمزگان توسط یکی از شرکت های معتبر و دارای سابقه در زمینه نرم افزارهای مهندسی و فنی تهیه و در اختیار کارکنان شرکت آب و فاضلاب در بخش مشترکین قرار گرفته است. کاربرد این نرم افزار برداشت و ممیزی املاک مشترکین، کنترل و نظارت بر اعمال صحیح تعرفه های تجاری، شناسایی و برخورد با متخلفین و مشترکین غیر مجاز، شناسایی و علامت گذاری مصارف نامناسب و نامتعارف آب می باشد و با کمک این نرم افزار علاوه بر اینکه می توان نقشه ممیزی مشترکین را تهیه کرد، با شناسایی مشترکین غیر مجاز، اصلاح نوع تعرفه و بهبود شاخص های مدیریت مصرف به کسب درآمد و کاهش ضرر و زیان در بخش فروش آب مبادرت نمود. از این نرم افزار در تهیه و بروز رسانی نقشه ممیزی شهرهای بندرعباس، تخت، قلعه قاضی و پارسیان استفاده شده است.

۳-۱-۱- مزایای شاخص نرم افزار:

- ۱- کاهش هزینه های سنگین تهیه نقشه های پایه از طریق فتوگرامتری و نقشه برداری و استفاده از تصاویر ماهواره ای و نقشه های به عنوان جایگزین کارا و مناسب با هزینه به مراتب کمتر در نقشه های ممیزی مشترکین
- ۲- استفاده از نقشه های بروز و بر خط و حذف هزینه بروز رسانی نقشه های پایه در نقشه های ممیزی مشترکین
- ۳- حذف هزینه GIS Ready و برقراری ارتباط بین اطلاعات توصیفی و مکانی
- ۴- افزایش دقت، کاهش هزینه و بهبود بهره وری تهیه نقشه های ممیزی اماکن مشترکین
- ۵- امکان کنترل صحت عملکرد پیمایشگران در هر لحظه بصورت بر خط

۳-۱-۲- معایب نرم افزار:

- ۱- تحمیل هزینه خرید تبلت به تعداد اکیپ های پیمایشگر
- ۲- زمانبر بودن آموزش و کسب مهارت توسط پیمایشگران
- ۳- بروز اختلال در سیستم در صورت مناسب نبودن پوشش تلفن همراه



شکل ۱: راست: صفحه ورودی نرم افزار برداشت اطلاعات مکانی ، چپ: صفحه برداشت و ویرایش اطلاعات مشترکین

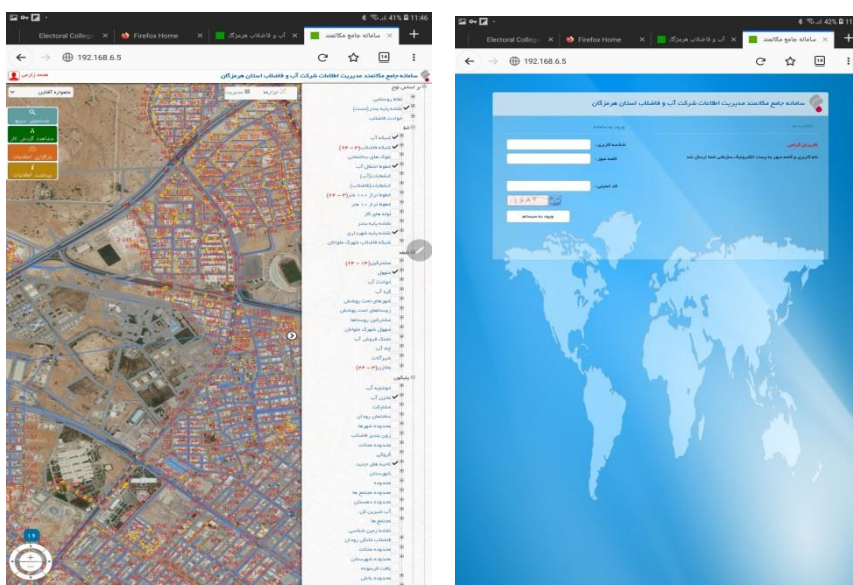
شکل ۲: راست: جستجوی مشترکین با نرم افزار برداشت اطلاعات، چپ: جمع آوری اطلاعات توصیفی

۳-۲- نرم افزار شماره ۲: نرم افزار Mobile GIS جامع مکانمند

این نرم افزار که ابتدا در سال ۱۳۹۷ نسخه تحت web آن تهیه شد پس از طی مراحل تست و آزمایش و بهره برداری موفقیت آمیز به نسخه موبایل ارتقاء یافت ، لذا این نرم افزار ضمن داشتن قابلیت های عمومی یک نرم افزار Web application مانند دسترسی سریع به اطلاعات توصیفی و مکانی به عنوان کارتابل الکترونیک همراه امکان ویرایش اطلاعات مکانی و ارسال در چرخه کاری کاربر می دهد.

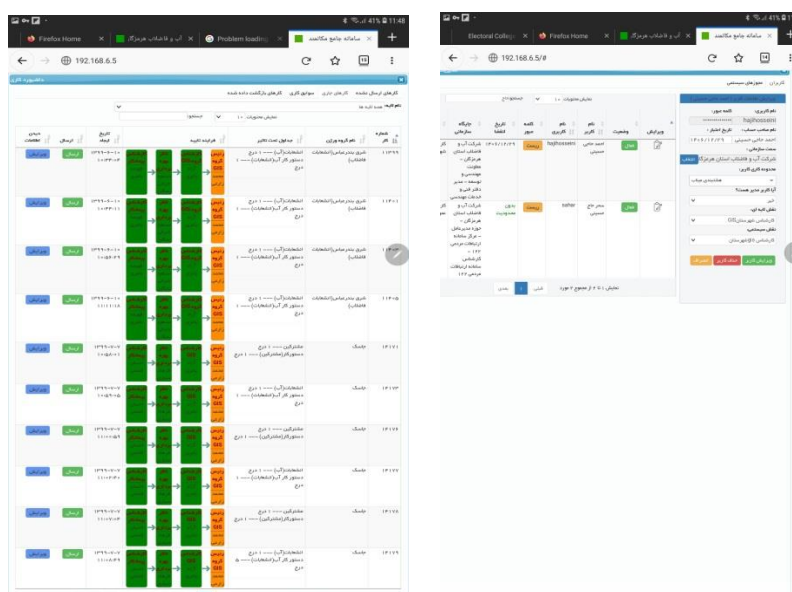
۳-۲-۱- مزایای این نرم افزار به شرح ذیل است :

- ۱- مکان تخصیص دسترسی امن ویرایش و مشاهده نقشه ها و اطلاعات توصیفی بر اساس محدوده فعالیت یا محدوده تحت سرپرستی به کلیه عوامل اجرایی از قبیل پیمانکار ، ناظر ، مشاور و مدیر پروژه
- ۲- استفاده از سیستم چند نسخه ای (به گونه ای که امکان ویرایش همزمان بر روی یک لایه اطلاعاتی توسط کاربران در نقاط مختلف استان وجود دارد.)
- ۳- اتصال به سیستم مدیریت پیمان شرکت آب و فاضلاب و حصول اطمینان از بارگذاری صحیح و به موقع نقشه های ازبیلت که امکان پرداخت وجه صورت وضعیت به پیمانکار را قبل از تهیه و بارگذاری نقشه های ازبیلت نمی دهد.
- ۴- امکان تهیه نقشه خروجی به کاربر در محل پروژه



شکل ۳: راست: صفحه ورودی نرم افزار جامع مکانمند، چپ: مشاهده و ویرایش لایه های اطلاعاتی در بستر Mobile

GIS



شکل ۴: راست: تعیین سطح دسترسی کاربران بر اساس ناحیه ، چپ: کنترل نقشه های ازبیلت در کارتابل الکترونیک در

بستر Mobile GIS

۳-۳- نرم افزار شماره ۳: نرم افزار موبایل سریع

این نرم افزار در سال ۱۳۹۷ به منظور دسترسی سریع کاربران به Mobile GIS بر روی سیستم عامل اندروید تهیه و در اختیار کاربران قرار گرفت از جمله قابلیت‌های این نرم افزار در دسترس قراردادن نقشه ها با حداقل اطلاعات توصیفی و کارکرد مناسب با حداقل پوشش اینترنت می باشد.

۳-۳-۱- مزایای این نرم افزار به شرح ذیل می باشد:

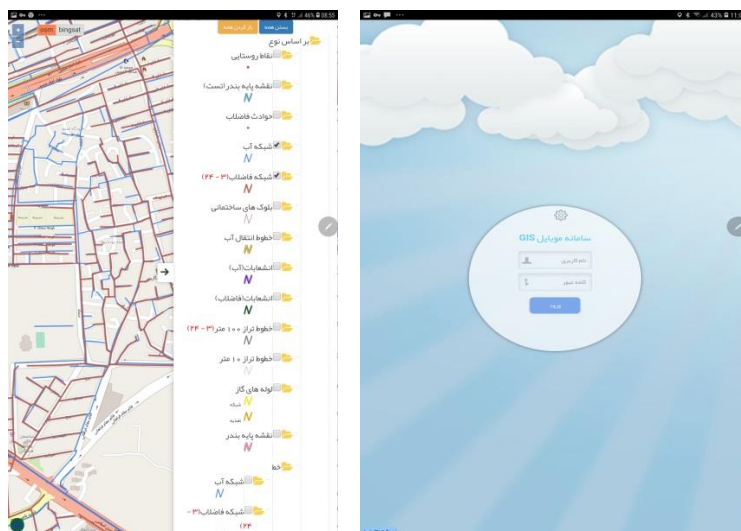
۱_ سرعت زیاد در مشاهده و توجیه نقشه

۲_ مشاهده کلیه لایه های اطلاعاتی نقشه تاسیسات ، شبکه و مشترکین و ارتباط با بانک اطلاعات مشترکین

۳_ دستور العمل سریع و آسان جهت یادگیری کارکنان با تخصص و دانش حداقلی

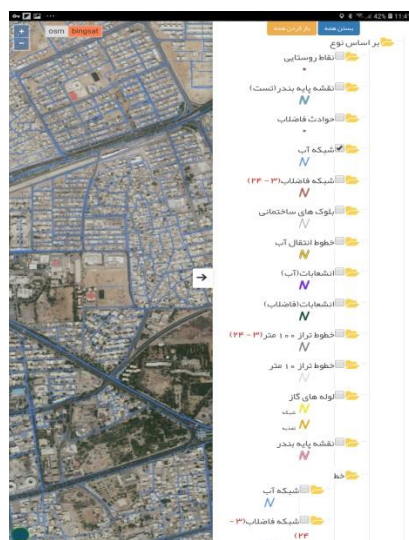
۳-۳-۲- معایب نرم افزار:

این نرم افزار کلیه منو ها و قابلیت های نرم افزار جامع را ندارد.



شکل ۵: راست: صفحه ورودی نرم افزار Mobile GIS سریع، چپ: مشاهده لایه های اطلاعاتی بر روی نقشه بر خط

OSM



شکل ۶: مشاهده لایه های اطلاعاتی بر روی نقشه بر خط Google Map

۴-۳- نرم افزار شماره ۴: نرم افزار ارتباطات مردمی و مدیریت اکیپ های عملیاتی

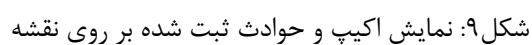
این نرم افزار در سال ۱۳۹۷ جهت استفاده اکیپ های عملیاتی و نظارت رفع حوادث آب و فاضلاب تهیه و عملیاتی شده است. تلاش زیادی جهت بومی سازی و آموزش این نرم افزار به اکیپ های عملیاتی که دارای حداقل سواد و دانش لازم جهت استفاده از نرم افزار داشتند صورت گرفت که خوشبختانه با سعی و تلاش فراوان واحد های GIS، پاسخگوی تلفنی ۱۲۲ و بهره برداری این امر محقق گردید، از جمله قابلیت های این نرم افزار اتصال آن به سیستم پاسخگویی تلفنی و کارکرد همزمان web GIS و mobile GIS جهت ارتباط سریع و آسان اپراتور پاسخگوی تلفنی، ناظر و اکیپ های رفع عملیات می باشد به نحوی که هر شخص دارای یک کارتابل الکترونیک بوده، پاسخگوی تلفنی از طریق web GIS و اکیپ های عملیاتی و ناظرین از طریق mobile GIS و دستگاه تبلت به این کارتابل دسترسی داشته که این امر علاوه بر ایجاد نظم در فرایند رفع حوادث احتمال و بروز تداخل کاری و دوباره کاری های که در سیستم های سنتی متداول است را به صفر می رساند، علاوه بر این از آنجائیکه مکان اکیپ های عملیاتی در هر لحظه مشخص است، پاسخگویی به مشترکین و نظارت بر کار های عملیاتی با سهولت انجام میگردد.

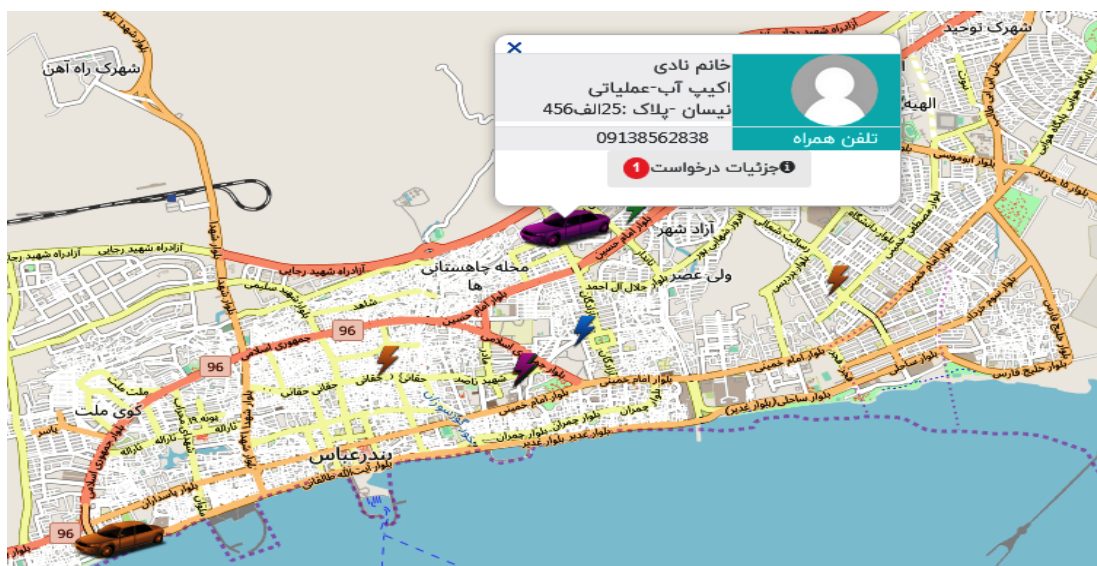
۴-۳-۱- مزایای شاخص این نرم افزار:

- ۱- دسترسی اکیپهای عملیاتی به نقشه قبل از مراجعه به محل که بدلیل مشخص شدن قطر و جنس لوله نیاز به آمدوشد بی مورد جهت انتقال لوله و تجهیزات را مرتفع می سازد.
- ۲- پیدا نمودن مکان حادثه و ملک مشترک کی که حادثه را گزارش داده است با توجه به دسترسی به نقشه کلی و اتصال آن به بانک اطلاعات تلفن مشترکین بسیار سریع تر شده است.
- ۳- گزارش رفع حادثه، لوازم مصرفی به سهولت و سرعت تهیه شده و وقت اکیپ های عملیاتی بابت این مسئله هدر نمی رود.
- ۴- وجود سرویس های مکانی مانند تعیین موقعیت، مسیر یابی، توجیه نقشه کارایی اکیپ های عملیاتی که توسط نرم افزار ارائه می شود، کارایی اکیپ های عملیاتی بالا می رود.
- ۵- از آنجا ئیکه بجای ارسال آدرس توصیفی مشترک، مکان دقیق مشترک بر اساس شماره تلفن، شماره اشتراک و یا ابزار address locator تعیین می شود، لذا وقت اکیپ ها برای پیدا نمودن ملک مشترک و محل حادثه هدر نمی رود. اثر مستقیم این مزیت کاهش زمان رفع حادثه و اثر ثانویه آن کاهش هدر رفت آب می باشد.
- ۶- ثبت دقیق و بدون وجود خطای انسانی اطلاعات حوادث و زمان وقوع آنها، همچنین ثبت دقیق پارامترهای فشار، دبی ورودی آب به شبکه، سطح آب مخازن، قطعی های ایجاد شده در شبکه به دلیل کم آبی اطلاعات ذی قیمتی را در اختیار مشاورین و آنالیزور های شبکه قرار می دهد. این اطلاعات دقیق موجب می گردد طرح های علاج بخشی و پیشنهادات اصلاح و توسعه خطوط بر مبنای اطلاعات و شواهد دقیق تهیه گردد.

۴-۳-۲- معایب نرم افزار:

- ۱- آموزش استفاده از این نرم افزار به اکیپ های عملیاتی زمان بر است.
- ۲- تهیه تبلت برای اکیپ های عملیاتی هزینه بالایی دارد.





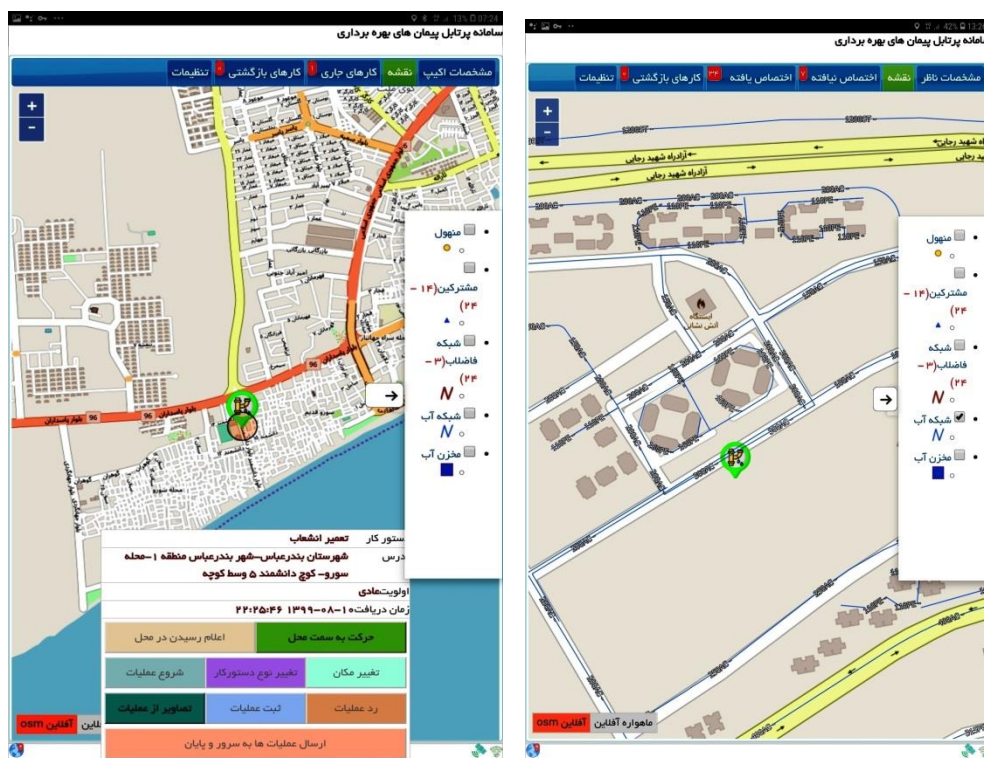
شکل ۱۰: دسترسی به اطلاعات اکيپ و دستورکارهای ارجاع شده بر روی نقشه



شکل ۱۱: دسترسی به اطلاعات حادثه و اکيپ اختصاص داده شده بر روی نقشه



شکل ۱۲: مسیریابی و تخمین زمان رسیدن به محل بر روی نقشه



شکل ۱۳: راست: دسترسی به اطلاعات مکانی حادثه و تاسیسات بر روی نقشه در تبلت، چپ: تکمیل کاربرگ حوادث به صورت در لحظه (OnLine) در تبلت

تحلیل مکانی حوادث و اتفاقات شبکه و انشعابات آب و فاضلاب با استفاده از GIS

مطالعه موردی: شهر اراک

یوسف عرفانی نسب^۱، سید مهدی حسینی پور^۲، مژده مینائی^{۳*}، محمدحسین عسگری مهرآبادی^۲

۱- مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی

۲- قائممقام شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی

۳- کارشناس GIS شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی

۱- مقدمه

سالانه هزاران مورد حادثه در بر روی خطوط شبکه و انشعابات مشترکین آب و فاضلاب استان اتفاق می‌افتد. ثبت این حوادث تنها با استفاده از آدرس متنی در سامانه حوادث و اتفاقات باعث عدم اطلاع دقیق از پراکندگی مکان حوادث روی نقشه و درنهایت عدم اطلاع از علت حوادث در مناطق حادثه‌خیز می‌شود. از این رو با داشتن موقعیت مکانی دقیق هر حادثه، بررسی و تحلیل حوادث امکان‌پذیر خواهد شد. در این تجربه با در اختیار داشتن موقعیت مکانی حوادث و با استفاده از تحلیل مکانی Kernel Density، حوادث و پراکندگی آن‌ها در سطح شهر اراک مورد بررسی قرار گرفتند. نتیجه تحلیل فوق نشان می‌دهد در مناطق دارای شبکه‌های با سن بالا و فرسوده، مناطق پرجمعیت و یا در حال ساخت بیشترین آسیب‌ها به شبکه وارد شده و دارای آمار بالای حوادث و اتفاقات در شبکه و انشعابات آب و فاضلاب می‌باشند. در پایان بر مبنای نتایج به دست آمده از این پژوهش پیشنهادهایی برای بهبود شبکه و پیشگیری از حوادث موجود ارائه شده‌اند.

۲- بیان مسئله

وقوع حادثه در تجهیزات آب‌رسانی و انتقال فاضلاب امری طبیعی و اجتناب‌ناپذیر است؛ اما آماده نبودن برای مواجهه با این حوادث موجب ایجاد شرایط نامناسب برای زیرساخت‌های شبکه و انشعابات می‌شود. عواملی از جمله جنس لوله‌ها، تأسیسات الحاقی، فرسودگی شبکه و طراحی نامناسب از جمله مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده داخلی خطوط شبکه است. همچنین عوامل خارجی نظیر تراکم جمعیت، فعالیت‌های ساختمانی، حوادث طبیعی همچون زلزله و از این قبیل در وارد کردن آسیب به تجهیزات شبکه نقش مهمی ایفا می‌کنند. تحلیل عوامل تهدیدکننده شبکه که منجر به وقوع حوادث می‌شوند و همچنین پیش‌بینی حوادث در شبکه برای کاهش آسیب‌ها امری ضروری و مهم است. (محمدی، ۱۳۹۷)

در سال‌های اخیر استفاده از سامانه‌های اطلاعات مکانی (GIS) به کمک زیرساخت‌های شهری آمده و امکان پایش و تحلیل حوادث در شبکه‌های آب و فاضلاب را برای مدیران و طراحان شبکه فراهم کرده است. تحلیل‌های مکانی در مدیریت زیرساخت‌های مهم شبکه و پیشگیری از وقوع بحران کاربرد مؤثری دارد و وقوع حوادث در شبکه‌های آب و فاضلاب تا حد زیادی از طریق به کارگیری GIS قابل کنترل است.

شهر اراک که مرکز استان مرکزی است از شهرهای مهم و صنعتی کشور است و بروز اتفاقات در شبکه‌های آب و فاضلاب تأثیرات محیط زیستی جبران‌ناپذیری به‌خصوص در حوادث شبکه فاضلاب بر پیکره‌ی شهری به همراه خواهد داشت.

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 تحلیل شده‌اند.

۳- روش‌شناسی پژوهش

داده‌های این پژوهش شامل داده‌های ثبت‌شده در سامانه حوادث و اتفاقات شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی مربوط به ۶ ماهه نخست سال ۱۳۹۹ در سطح شهر اراک است. این داده‌ها اطلاعات مربوط به حوادث شبکه آب، انشعابات مشترکین آب، شبکه فاضلاب و انشعابات مشترکین فاضلاب را شامل می‌شود.

در ابتدا داده‌های دریافت شده طبقه‌بندی شده و فایل‌های مربوط به هر دسته از حوادث تشکیل شدند. سپس داده‌ها از لحاظ علت بروز حوادث دسته‌بندی شده و تعداد مربوط به هر علت محاسبه و نمودار مربوط به آن ترسیم گردید. در مرحله‌ی بعد داده‌ها از نظر وجود مختصات مکانی (X,Y) مورد بررسی قرار گرفته و داده‌های دارای مختصات صحیح از میان سایر داده‌ها برای استفاده در محیط GIS استخراج شدند. سپس داده‌های استخراج شده وارد نرم‌افزار ArcGIS شده و مکان هر حادثه روی نقشه مشخص گردید. در مرحله بعد با استفاده از تحلیل Kernel Density به بررسی تراکم و نحوه پراکندگی حوادث در سطح شهر پرداخته شد که در ادامه به توضیح هر مرحله پرداخته شده است.

۳-۱- بررسی داده‌ها

ابتدا داده‌های مربوط به حوادث هر بخش از شبکه آب، شبکه فاضلاب، انشعابات مشترکین آب و انشعابات مشترکین فاضلاب ثبت‌شده در سامانه حوادث و اتفاقات مورد بررسی قرار گرفت و داده‌های دارای مختصات صحیح از میان سایر داده‌ها استخراج گردید. سپس حوادث هر بخش از لحاظ علت بروز آن‌ها دسته‌بندی شده و تعداد هر حادثه برای هر دسته محاسبه گردید. به‌عنوان نمونه جدول دسته‌بندی حوادث انشعاب مشترکین آب برحسب علت بروز حادثه نشان داده شده است (جدول ۱).

جدول ۱: دسته‌بندی حوادث انشعاب مشترکین آب

تعداد	علت بروز
۱۹	سرقت
۴۱۹۶	فرسودگی و قدمت
۱۲۳	تردد ماشین‌آلات سنگین
۷۷	گرفتگی و رسوبات داخلی
۵۲	فعالیت ساختمانی، دست‌کاری و نگهداری نامناسب مشترک
۸	طراحی و اجرای غیراصولی
۱	عوامل جوی و محیطی
۱	ریشه درختان
۱	تعمیرات غیراصولی
۴۴۷۸	مجموع

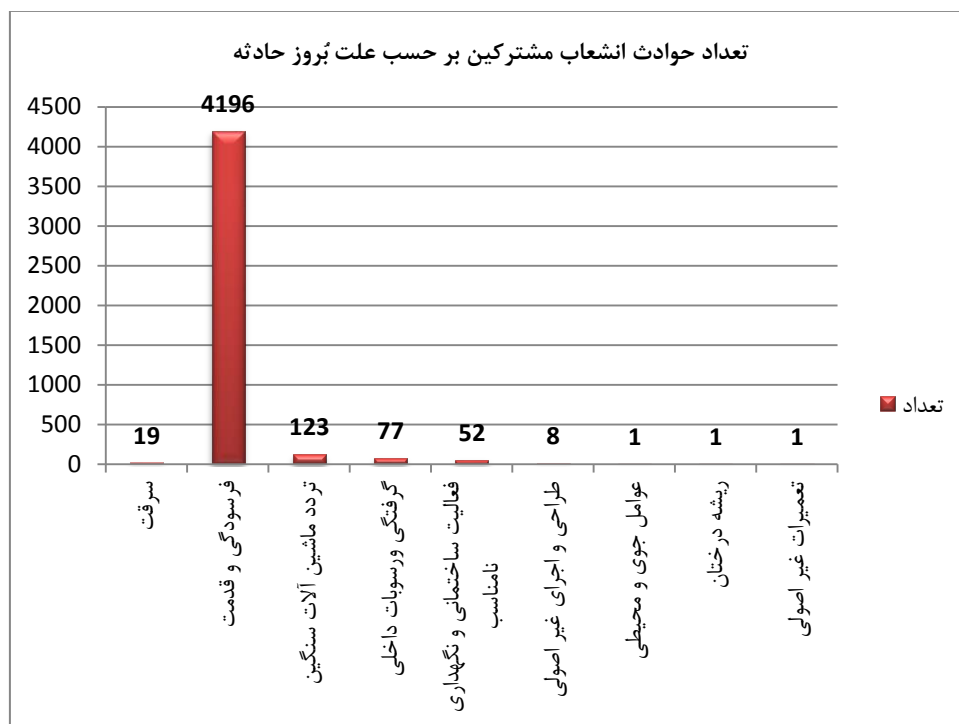
نتیجه بررسی‌ها حاکی از آن بود که تعداد حوادثی که به علت فرسودگی و قدمت شبکه رخ داده از سایر علت‌ها بیشتر بوده و سایر علت‌ها نسبت به فرسودگی شامل تعداد کمتر حوادث می‌شود. در ادامه جداول دسته‌بندی حوادث انشعاب مشترکین آب و شبکه آب برحسب علت بروز حادثه نشان داده شده است (جدول ۲).

جدول ۲: دسته‌بندی حوادث شبکه آب

تعداد	علت بروز
۳۷۷	فرسودگی و قدمت
۵۰	تردد ماشین‌آلات سنگین
۷	فعالیت ساختمانی، دست‌کاری و نگهداری نامناسب مشترک
۱	تعمیرات غیراصولی
۱	عوامل جوی و محیطی
۲	طراحی و اجرای غیراصولی
۴۳۸	مجموع

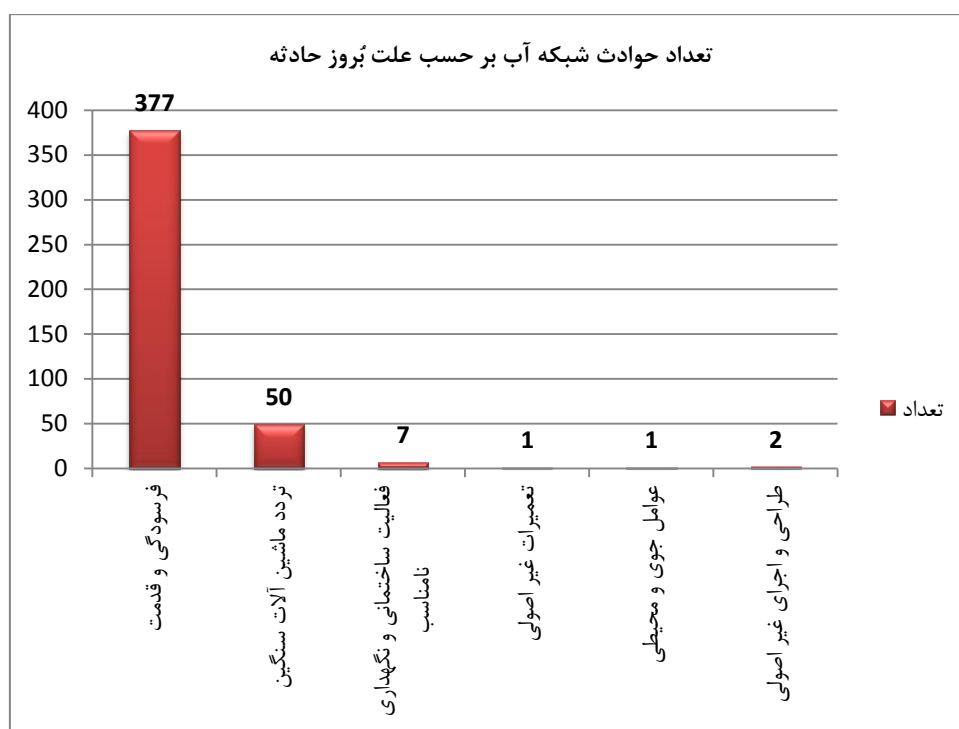
همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، تعداد حوادث با علت فرسودگی و قدمت به‌طور قابل‌توجهی از سایر علت‌ها بیشتر است.

برای بررسی بیشتر با استفاده از اطلاعات جداول فوق، نمودار مربوط به وضعیت تعداد حوادث انشعاب مشترکین برحسب دسته‌بندی علت حادثه ایجاد شد.



شکل ۱: نمودار تعداد حوادث انشعاب مشترکین آب بر حسب علت حادثه

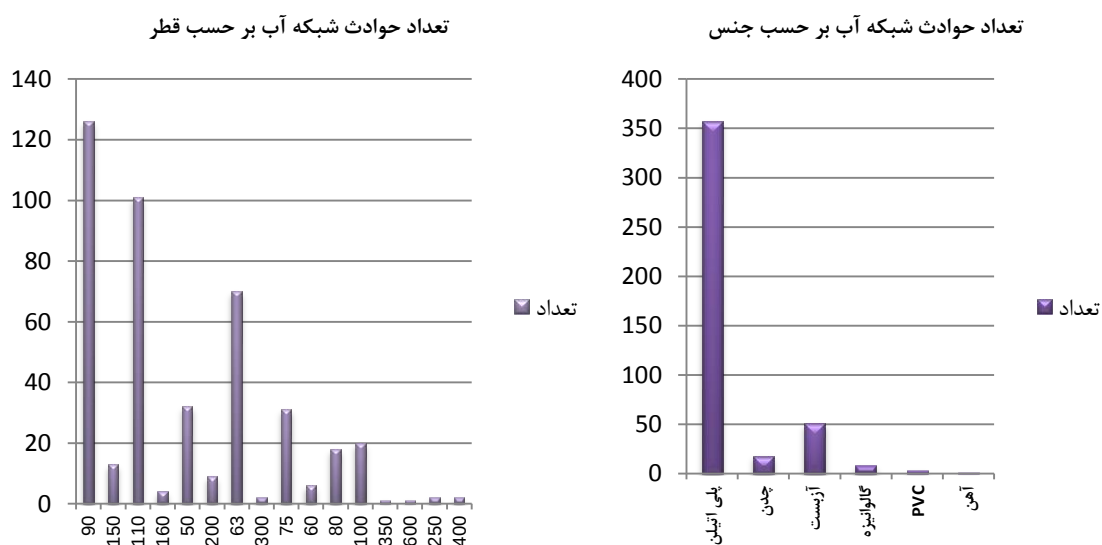
شکل ۱ نشان‌دهنده اختلاف چشمگیر تعداد حوادث رخ داده به علت فرسودگی و قدمت با سایر علل حوادث رخ داده در بخش انشعاب مشترکین آب است. در ادامه نمودار مربوط به وضعیت تعداد حوادث به که آب برحسب دسته‌بندی علت حادثه نشان داده شده است (شکل ۲).



شکل ۲: نمودار تعداد حوادث شبکه آب بر حسب علت حادثه

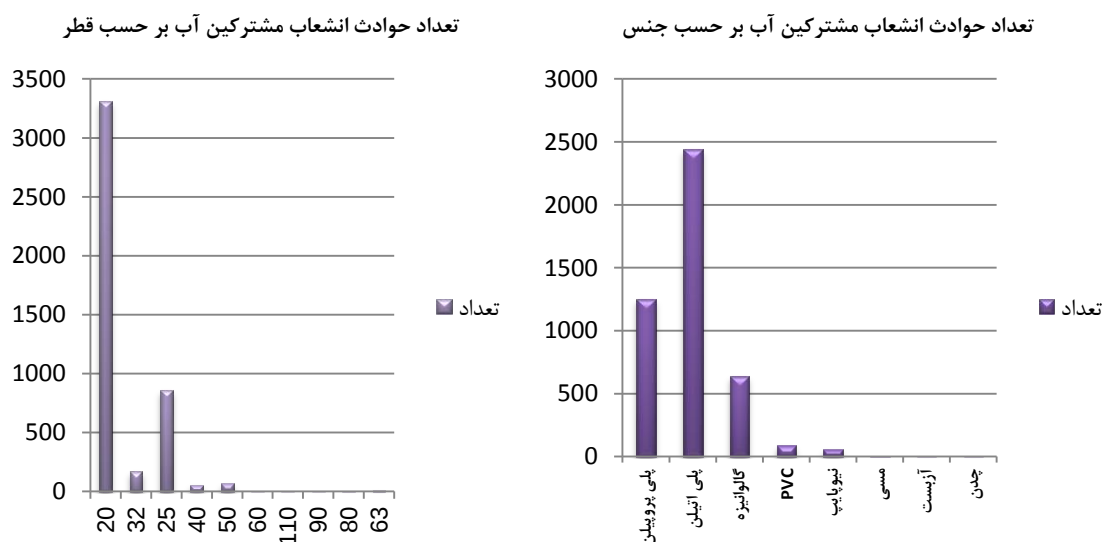
همان گونه که نمودار فوق نیز نشان می دهد، تعداد حوادث با علت فرسودگی و قدمت از سایر حوادث بیشتر بوده و مابقی حوادث در رنج کمتری نسبت به فرسودگی رخ داده اند.

علاوه بر علت بروز حادثه، جنس و قطر خطوط حادثه دیده نیز مورد بررسی قرار گرفت. با بررسی این موارد جنس و قطر خطوط پرحادثه در هر بخش مشخص گردیده است. به عنوان مثال نتایج بررسی در بخش شبکه آب حاکی از آن بود که شبکه های با جنس پلی اتیلن و قطر ۹۰ نسبت به سایر خطوط دارای حوادث بیشتری می باشد.



شکل ۳: نمودار تعداد حوادث شبکه آب بر حسب جنس و قطر

همچنین بررسی جنس و قطر انشعاب مشترکین آب نشان‌دهنده آن است که انشعابات با جنس پلی‌اتیلن و قطر ۲۰ دارای بیشترین تعداد حوادث می‌باشند. نمودار زیر نشان‌دهنده تعداد حوادث جنس و قطرهای ذکر شده در مورد انشعاب مشترکین آب نسبت به سایر موارد است.



شکل ۴: نمودار تعداد حوادث انشعاب مشترکین بر حسب جنس و قطر

۳-۲- تابع تراکم کرنل Kernel Density

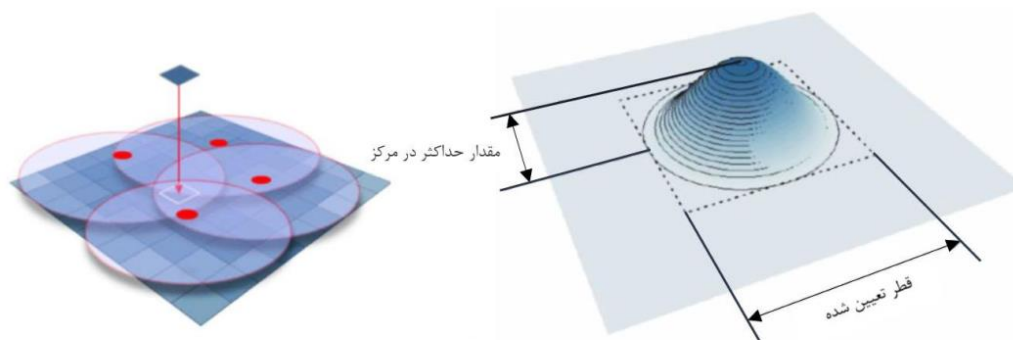
تابع تراکم کرنل یکی از توابع تحلیل مکانی مهم در محیط سیستم اطلاعات مکانی GIS است. این تابع قادر است تراکم یک عارضه نقطه‌ای مانند موقعیت حادثه و یا خطی مانند خطوط شبکه و انشعاب را با توجه به مساحت منطقه و نوع متغیر در یک پهنه جغرافیایی به صورت مکانی به تصویر بکشد؛ بنابراین این تابع یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای به تصویر کشیدن داده‌های خطی و مخصوصاً داده‌های نقطه‌ای به صورت پیوسته است.

روش برآورد تراکم کرنل از جهات مختلفی نسبت به روش‌های شناسایی نقاط حادثه‌خیز برتری دارد. مهم‌ترین برتری این روش نسبت به سایر روش‌ها توزیع حادثه است. توزیع ریسک از طریق پخش کردن حادثه در یک شعاع معین اطراف محل وقوع (با توجه به وجود ارتباط مکانی) تعریف می‌گردد. محاسبه تراکم به دو روش شامل روش ساده و روش هسته‌ای (کرنل) امکان‌پذیر است که در هر دو روش یک محدوده‌ی جستجو جهت محاسبه تراکم مورد بررسی قرار می‌گیرد. روش ساده در کل مساحت محدوده‌ی جستجو چگالی را به صورت یکنواخت در نظر می‌گیرد. در روش هسته‌ای چگالی تابعی از فاصله فرض شده و بر اساس آن محاسبات مورد نیاز در ناحیه‌ی جستجو انجام می‌گیرد. از این روش هسته‌ای توانایی بالاتری برای نمایش توزیع داده‌ها در سطح دارد. (حسن‌پور، ۱۳۹۶)

مدل تراکم هسته‌ای یک ناحیه متقارن در اطراف هر نقطه تشکیل داده و به ازای هر موقعیت درون ناحیه مورد نظر ارزیابی را بر اساس فاصله آن تا نقطه مبدأ و تابع توزیع احتمال مربوطه ارائه می‌دهد. به عبارت دیگر این روش معادل با قرار دادن یک سهمی گون در محل هر حادثه و محاسبه ارزش مربوط به هر نقطه با جمع کردن مقادیر جزئی ناشی از هر سهمی گون در آن نقطه است (شکل ۵).

بدین ترتیب بر اساس یک رابطه مشخص در سطح یک ناحیه اطراف محل حادثه با شعاع دلخواه، شاخص مربوط به هر حادثه مشخص می‌گردد. درنهایت با محاسبه مقادیر نقاط یک سطح پیوسته از برآورد تراکم هسته‌ای به دست می‌آید.

لازم به ذکر است که دو پارامتر مؤثر بر خروجی روش تراکم هسته‌ای عبارت‌اند از شعاع جستجو و اندازه سلول که در این بین شعاع جستجو دارای تأثیری مستقیم بر روی اندازه نقاط حادثه‌خیز داشته، بطوریکه هر چه شعاع بزرگ‌تر در نظر گرفته شود، نقاط حادثه‌خیز بزرگ‌تری به دست می‌آیند.



شکل ۵: نحوه‌ی محاسبه‌ی تراکم هسته‌ای

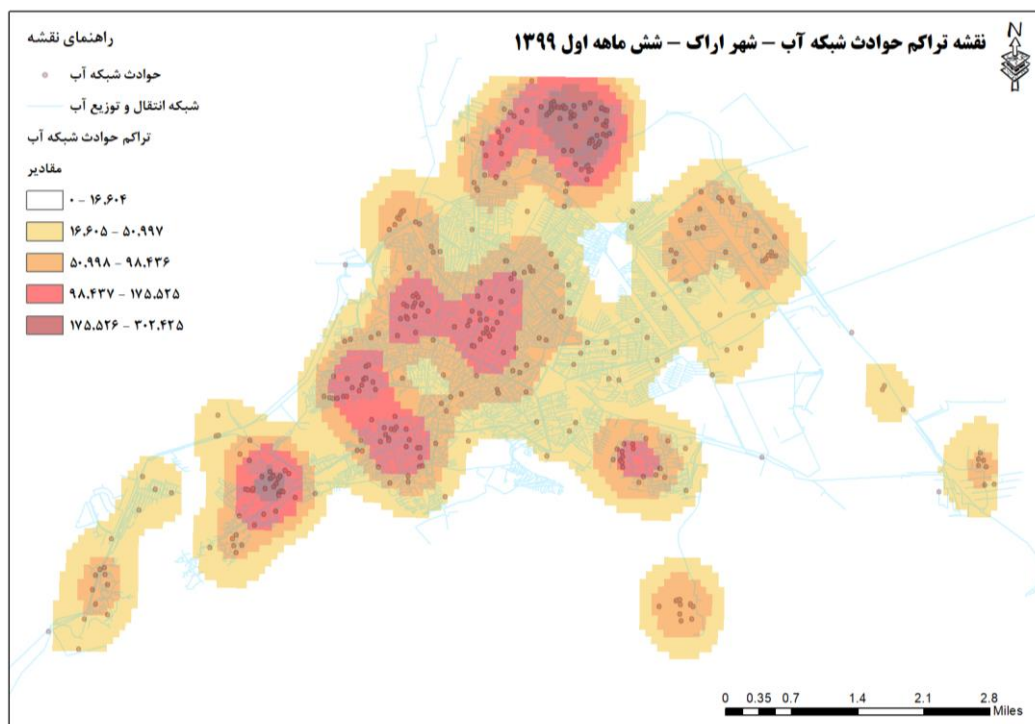
این تابع برای تعیین شدت تراکم نقطه‌ای حوادث از فرمول زیر استفاده می‌کند که در آن SD فاصله استاندارد، D_m فاصله میانه، n تعداد نقاط و فیلد جامعه آماری است.

$$\text{شعاع جستجو} = 0.9 * \min \left(SD, \sqrt{\frac{1}{\ln(2) * D_m}} \right) * n^{-0.2}$$

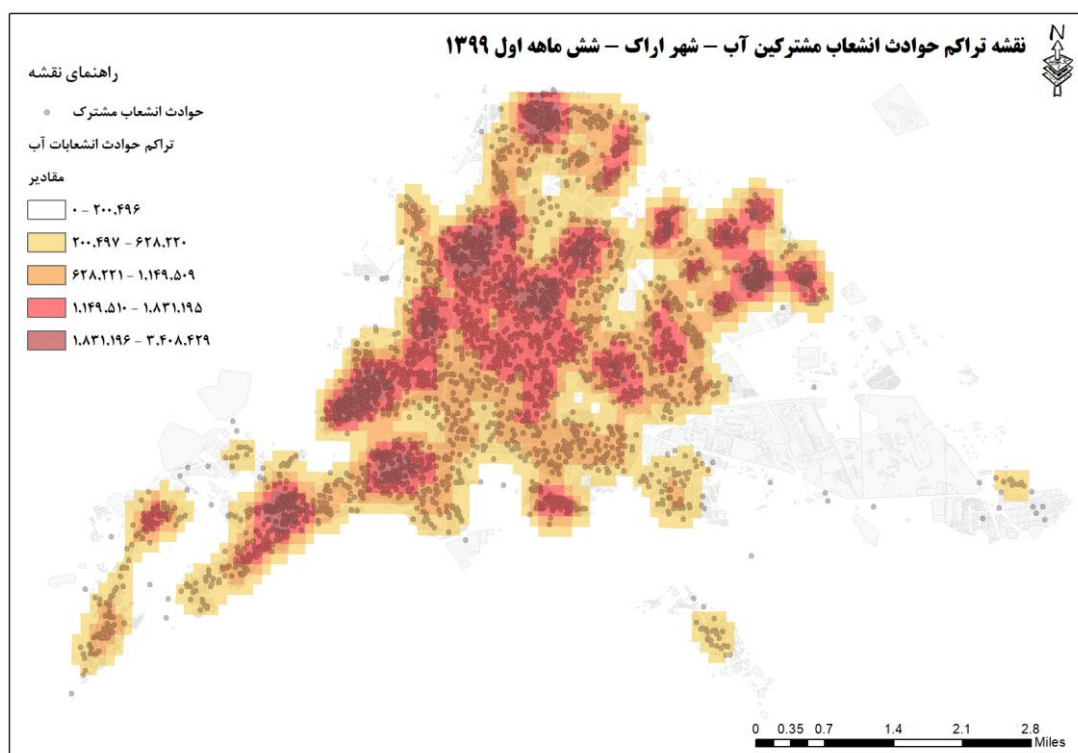
معادله ۱: فرمول محاسبه شعاع جستجو در تابع تراکم کرنل

۳-۳-۳-۳ اجرای تابع تراکم روی نقاط حوادث

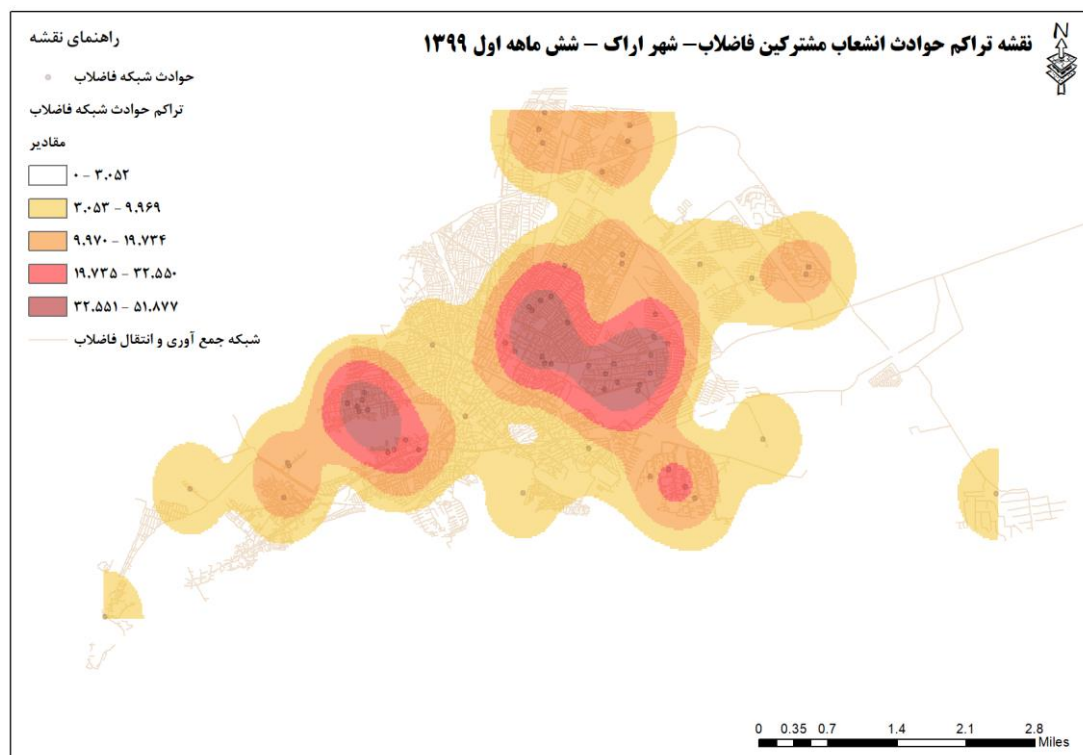
همان‌طور که بیان گردید روش برآورد تراکم کرنل از جهات مختلفی نسبت به دیگر روش‌ها برتری دارد. در این مرحله نقاط حوادث دارای مختصات صحیح مربوط به شش‌ماهه اول سال ۱۳۹۹ در شهر اراک که در مرحله بررسی داده‌ها بیان شد وارد نرم‌افزار ArcMap گردید. سپس با استفاده از ابزار Kernel Density واقع در جعبه‌ابزار Spatial Analyst نقشه تراکم حوادث مربوط به بخش‌های شبکه آب، انشعابات مشترکین آب، شبکه فاضلاب و انشعابات مشترکین فاضلاب ترسیم گردید که در ادامه نتایج خروجی این تحلیل روی هر بخش نشان داده شده است (شکل ۶ تا شکل ۹).



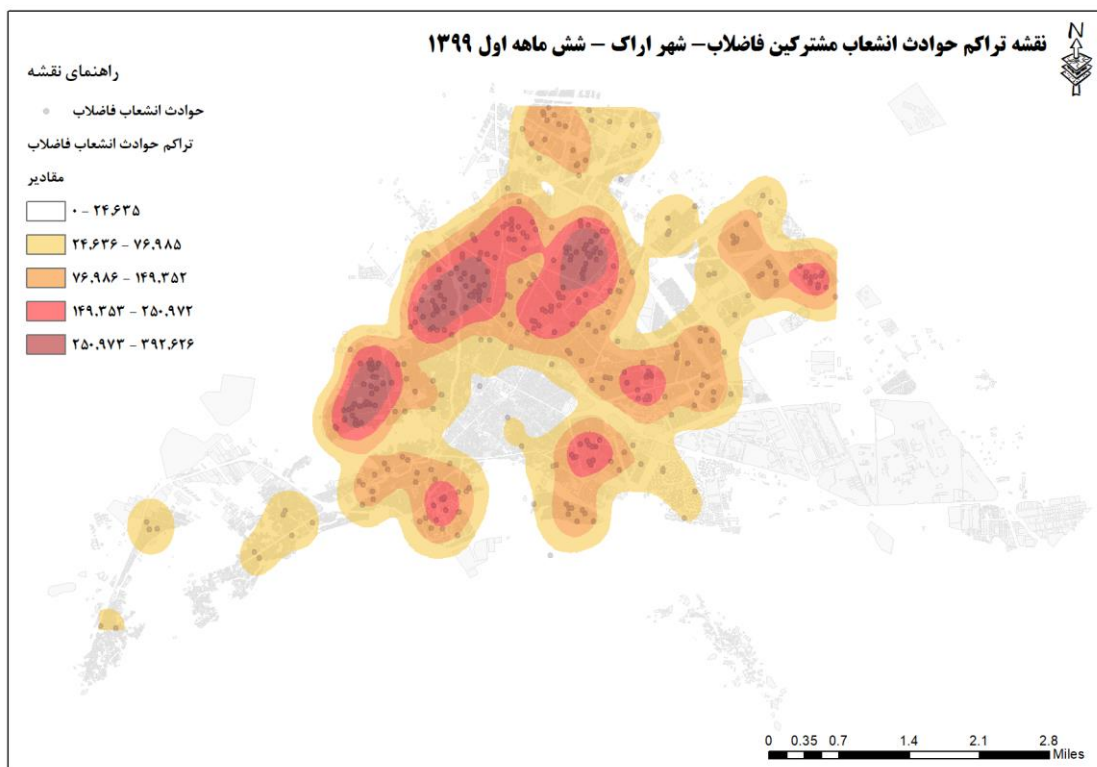
شکل ۶: نقشه تراکم حوادث شبکه آب شهر اراک - شش ماهه اول ۹۹



شکل ۷: نقشه تراکم حوادث انشعاب مشترکین آب شهر اراک - شش ماهه اول ۹۹



شکل ۸: نقشه تراکم حوادث شبکه فاضلاب شهر اراک - شش ماهه دوم ۹۹



شکل ۹: نقشه تراکم حوادث انشعاب مشترکین فاضلاب شهر اراک - شش ماهه دوم ۹۹

۳-۴- شدت تراکم حوادث

همان‌طور که در شکل‌های شماره ۴ تا ۷ نشان داده شده است، تراکم حوادث در سطح شهر در هر بخش در ۵ کلاس دسته‌بندی شده که به ترتیب از مناطق با تراکم حوادث کمتر بارنگ سفید تا مناطق با تراکم حوادث بالاتر بارنگ قرمز تیره مشخص شده‌اند.

با ارائه نتایج مطالعات فوق به واحدهای بهره‌برداری و مشترکین می‌توان به علل وقوع حوادث در برخی مناطق شهری با تعداد و تراکم بالا پی برد. ازجمله علل احتمالی می‌توان به فرسودگی خطوط شبکه در این مناطق و یا فعالیت‌های ساختمانی بالا اشاره کرد. همچنین با توجه به پراکندگی جمعیت در سطح شهر می‌توان به این نتیجه رسید که در مناطق با تراکم جمعیت زیاد، احتمال وقوع حوادث بالاتر رفته و به طبع آن تراکم حوادث در این مناطق بالاتر است و به عبارت دیگر به دنبال افزایش جمعیت، تعداد حوادث نیز بیشتر شده‌اند.

۴- نتیجه‌گیری

با استفاده از تجربیات این تحقیق می‌توان به این نکته دست‌یافت که ثبت حوادث رخ داده در شبکه و انشعابات تنها با استفاده از آدرس متنی در سامانه حوادث و اتفاقات باعث عدم اطلاع دقیق از پراکندگی مکان حوادث روی نقشه و در نهایت عدم اطلاع از علت حوادث در مناطق حادثه‌خیز می‌شود.

با بررسی داده‌های موجود از حوادث و اتفاقات رخ داده در شبکه و انشعابات آب و فاضلاب در شش ماهه اول سال ۱۳۹۹، مشخص شد تعداد حوادث رخ داده در شبکه و انشعابات به علت فرسودگی و قدمت از سایر علل وقوع حوادث بیشتر است.

با بررسی جنس و قطر خطوط شبکه و انشعابات آب و فاضلاب، می‌توان به حادثه‌خیزترین جنس و قطر خطوط دست‌یافت.

تابع تراکم کرنل قادر است تراکم حوادث را با توجه به مساحت منطقه و نوع متغیر در یک پهنه جغرافیایی به صورت مکانی به تصویر بکشد و یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای به تصویر کشیدن داده‌های نقطه‌ای (مانند حوادث) به صورت پیوسته است.

با داشتن موقعیت مکانی حوادث و بررسی تراکم و پراکندگی آن‌ها در سطح شهر و در اختیار قرار دادن خروجی تحلیل به شکل نقشه‌های تراکم حوادث اتفاقات به واحدهای بهره‌برداری و مشترکین می‌توان علل وقوع حوادث در هر منطقه را شناسایی و اقدامات لازم نسبت به عدم وقوع آن انجام گیرد. همچنین با آنالیز حوادث قبلی می‌توان از وقوع حوادث مشابه در یک منطقه و یا مناطق دیگر جلوگیری نمود.

با توجه به احتمال وقوع حوادث در محلات دارای بافت قدیمی و فرسوده، پیشنهاد می‌شود با جمع‌آوری اطلاعات مربوط به سن شبکه و شناسایی این مناطق در سطح شهر، به این مورد بیشتر توجه شود.

۵- منابع و مآخذ

۱. حسن پور، مریم و همکاران (۱۳۹۶): «شناسایی نقاط حادثه‌خیز تصادفات عابر پیاده به کمک تابه چگالی کرنل در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر مشهد)»، فصلنامه جاده، دوره: ۴۶، شماره: ۹۰،
<https://civilica.com/doc/752784>
۲. محمدی، علیرضا و همکاران (۱۳۹۷): «تحلیل فضایی اتفاقات شبکه فاضلاب شهری با استفاده از GIS (مطالعه موردی: شهر اردبیل)»، نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال ۹، شماره پیاپی ۳۴،
http://jupm.miau.ac.ir/article_3132.html

مناسب ترین روش زمین آماری در محیط GIS جهت درونیابی فشار

فخرالدین آزاد شهرکی^{۱*}

۱- رئیس گروه نگهداری و تعمیرات آبفای استان قزوین

چکیده

در این مقاله، به کارگیری روش دورنیابی مناسب می تواند منجر به تولید نقشه های دقیق تر و صحیح تر گردد. این تحقیق به تعیین مناسب ترین روش دورنیابی از بین انواع کریجینگ، وزن دهی معکوس فاصله (IDW) و انواع کوکریجینگ جهت پهنه بندی و ترسیم منحنی های هم فشار در مجتمع رزجرد می پردازد. برای این منظور به تعداد ۶۰ نقطه از مناطق مختلف مجتمع رزجرد فشار سنجی انجام گردید. کارایی روش وزن دهی معکوس فاصله (IDW) در پهنه بندی فشار ضعیف تر از کریجینگ بود و با افزایش توان روش معکوس مقدار ME کاهش و مقدار RMSE افزایش یافت. نقشه های تهیه شده حاصل از روش کریجینگ ساده همخوانی مناسبی با آمار بدست آمده از فشار سنج های لاگردار نصب شده در محدوده مجتمع را نشان داد. در مجموع روش کریجینگ ساده به دلیل دقت بیشتر، محاسبات کمتر و نیاز به داده کمتر در بین روشهای مقایسه شده جهت پهنه بندی فشار توصیه می شود.

کلمات کلیدی: کریجینگ ساده، کریجینگ معمولی، کوکریجینگ، وزن دهی معکوس فاصله، سیستم اطلاعات جغرافیایی

۱- مقدمه

وجود تغییرات مکانی امری طبیعی می باشد، ولی شناخت این تغییرات جهت برنامه ریزی دقیق و مدیریت امری لازم و مفید است. از آنجا که آمار کلاسیک قادر به در نظر گرفتن توزیع مکانی مولفه های فشار نیست. از علم زمین آمار به عنوان تکنیکی برای این هدف استفاده می گردد. علم زمین آمار از آماره ها در علوم مربوط به زمین مانند زمین شناسی و جغرافیا استفاده می کند به بیانی دیگر علم آمار فضایی می باشد. روشهای زمین آمار توابع ریاضی و آماری را در درون یابی به کار می گیرند و بر پایه ویژگی های آماری داده ها می باشند. این تکنیک نقاط مجهول را بر اساس خود همبستگی بین نقاط اندازه گیری شده و فاصله بین آنها پیش بینی می کند. در واقع درون یابی زمین آماری، یک درون یابی غیر دقیق یا احتمالی است که در آن نقاط پیش بینی شده با اندازه های واقعی تفاوت دارد برای مقایسه دقت روش های دورنیابی کریجینگ، کوکریجینگ و وزن دهی معکوس فاصله از شاخص های ME و RSME استفاده شد. همچنین برای ارزیابی نتایج معیارهای زیر محاسبه شدند که در آنها ME میانگین خطا، RMSE ریشه میانگین مربعات خطا، $X(P)$ مقادیر برآورد شده هر مولفه، $X(m)$ مقادیر اندازه گیری شده هر مولفه، n تعداد نمونه ها می باشد.

$$ME = \sum_{j=1}^n \frac{X(p)_j - X(m)_j}{n} \quad \text{فرمول (۱)}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X(p)_j - X(m)_j)^2}{n}} \quad \text{فرمول (۲)}$$

۲-تحلیلهای اولیه در درونیابی

در تحلیلهای درون یابی نمونه گیری و توزیع داده های فضایی اولین گام است. نمونه گیری صحیح با توجه به شرایط محیطی انتخاب می شود. ارزیابی توزیع داده ها پس از نمونه گیری در انتخاب روش درونیابی کمک فراوانی می نماید. این بررسی ها شامل موقعیت پراکنش و شکل توزیع نمونه هاست که از طریق آماره های توصیفی امکانپذیر می گردد. بررسی های اولیه را می توان با استفاده از ابزار Geostatistical انجام داد. به این تحلیلهای اولیه ، تحلیلهای ESDA گفته می شود.

باید توجه کرد که هیستوگرام همیشه فراوانی را نشان می دهد. به عبارت دیگر فراوانی توزیع را برای مجموع داده های مورد نظر را رسم می کند. و وضعیت آماری را محاسبه و ارائه می دهد آماره های آن در سه بخش تقسیم می شوند که شامل:

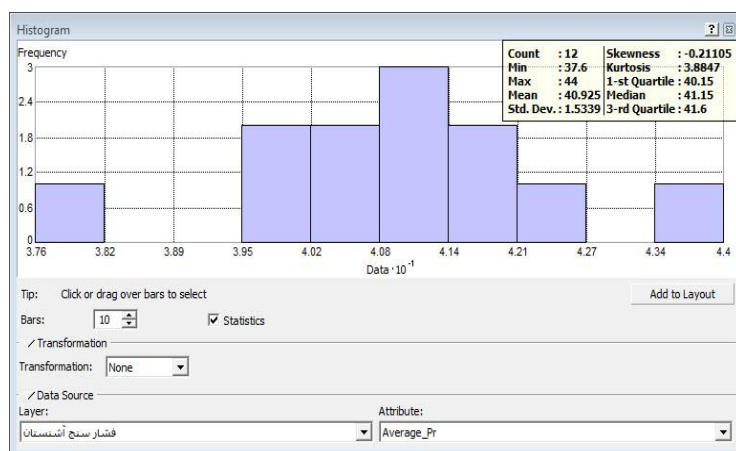
۱-آماره های مربوط به اندازه و مقدار که شامل میانگین، میانه و چارکها می باشد.

۲- اندازه پخش شدن که واریانس و انحراف معیار را شامل می شود.

۳-اندازه شکل که به چولگی و کشیدگی را شامل می شود.

چولگی: نشان دهنده تقارن توزیع هست و برای یک توزیع متقارن بابر صفر هست وقتی چولگی از صفر خارج می شود به معنی نداشتن توزیع نرمال صد در صد می باشد.

Kurtosis: (اوج منحنی) نشان دهنده وجود داده های پرت در توزیع نرمال می باشد.



شکل (۱): هیستوگرام مربوط به داده های فشار سنجی روستای آشنستان (نمودار خروجی نرم افزار GIS می باشد)

تعداد حوادث و میزان نشت از شبکه‌های توزیع آب ارتباط مستقیمی با مقدار فشار آب در شبکه دارد. به همین دلیل اندازه‌گیری و کنترل فشار هیدرولیکی موجود در شبکه‌های توزیع آب شهری می‌تواند فاکتور موثری در سنجش وضعیت شبکه توزیع و کاهش حوادث آن باشد. طبق استاندارد ایران در شرایط نرمال، حداقل و حداکثر مقدار فشار در شبکه‌های توزیع آب برابر ۲۰ تا ۵۰ متر (۲ تا ۵ اتمسفر) تعریف شده است. معمولاً با توجه به بروز برخی نقایص و یا نقاط ضعف در طراحی، اجرا و یا بهره‌برداری شبکه‌های توزیع آب، مقدار فشار از محدوده مقادیر توصیه شده استاندارد

تجاوز می‌نماید. بنابراین برای بهره‌برداری بهینه از شبکه توزیع آب، پایش (مانیتورینگ) مداوم مقادیر فشار در شبکه ضروری می‌باشد. با توجه به وجود ارتباط مستقیم میان فشار و برخی پارامترهای مهم از قبیل مصرف و یا نشت در شبکه، با انجام عملیات فشارسنجی و کنترل مداوم فشار می‌توان امکان بررسی این فاکتورها را فراهم نمود. جهت تعیین فشار در شبکه می‌توان از اندازه‌گیری و همچنین مدل‌های تحلیل هیدرولیکی استفاده کرد (که این دو مکمل یکدیگر نیز می‌باشند). از داده‌های فشارسنجی در برخی نقاط خاص جهت کالیبراسیون مدل و انجام تحلیل هیدرولیکی استفاده شده و از این طریق می‌توان به مقادیر فشار در تمام نقاط شبکه پی برد. پس از معلوم نمودن مقادیر فشار در نقاط مختلف شبکه توزیع در صورتی که مقادیر فشار اندازه‌گیری شده از حداقل یا حداکثر فشار مجاز استاندارد تجاوز نماید، باید با انجام مدیریت فشار نسبت به تعدیل فشار اقدام نمود. نتایج مدیریت فشار را می‌توان به شرح زیر برشمرد:

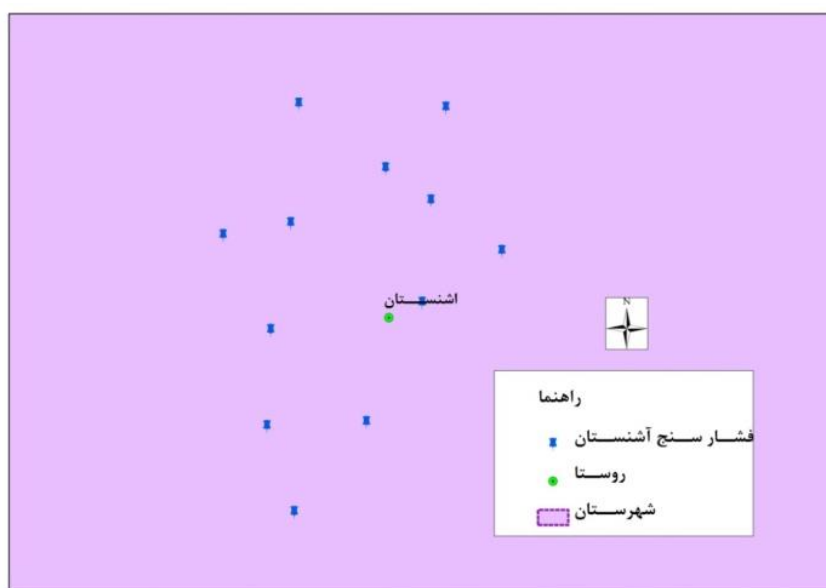
کاهش نشت و در نتیجه حفظ منابع آب و کاهش هزینه‌های مربوط به سرمایه‌گذاری مجدد

کاهش مصارف کنترل نشده مرتبط با فشار (مانند آبیاری فضای سبز)

کاهش تناوب ترکیدگی‌ها (حوادث) و خرابی و خسارت ناشی از آن

ایجاد سرویسی با ثبات برای مشترکین

جهت انجام عملیات فشارسنجی از فشارسنج ثبات MultiLog LX در تمامی روستاهای مجتمع استفاده شد. که در ادامه نحوه تهیه نقشه پهنه بندی فشار در یکی از روستاهای مجتمع به نام روستای آشنستان توضیح داده می‌شود.



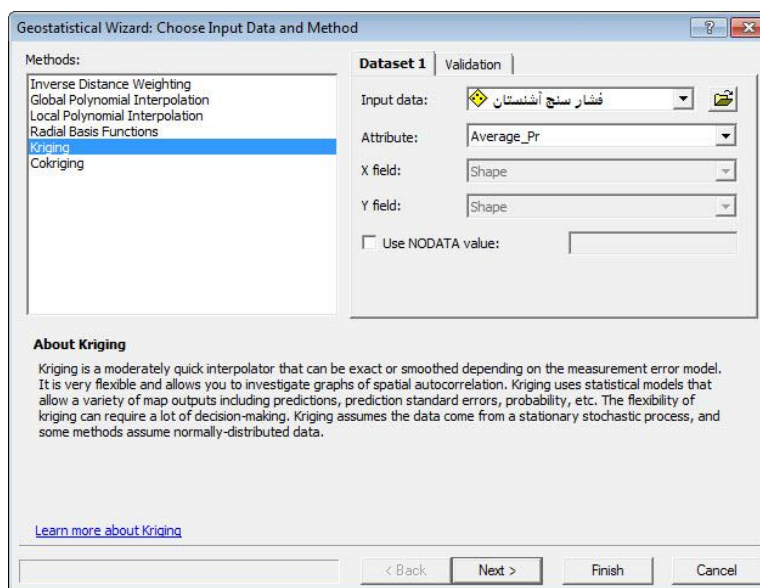
شکل (۴) موقعیت نصب فشار سنج‌ها در روستای آشنستان

۵-تهیه نقشه پهنه بندی فشار

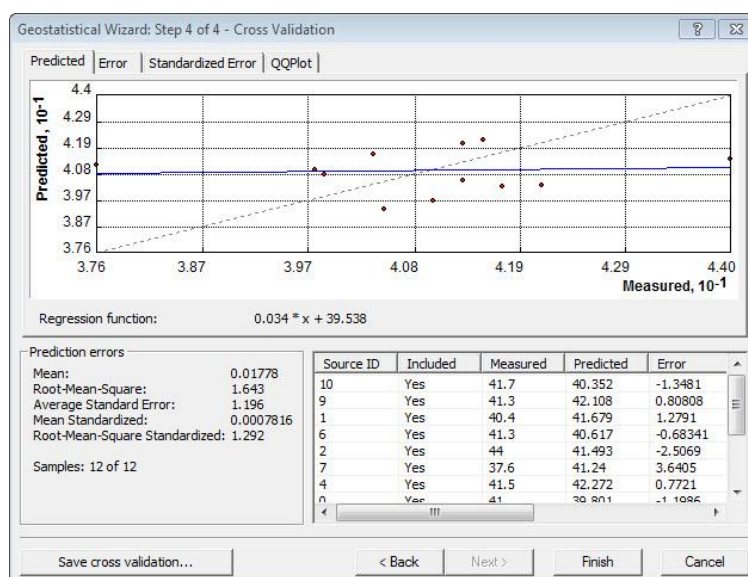
در این مرحله از تحقیق انواع روشهای درونیایی از قبیل روش معکوس فاصله، کریجینگ معمولی و کریجینگ ساده با یکدیگر مقایسه گردید که در نهایت با توجه به مقادیر میانگین خطا (ME)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) روش کریجینگ ساده از بین سایر روشها جهت انجام درونیایی انتخاب گردید.

جدول (۱): مقایسه انواع روش های دورنیایی

روش دورنیایی	میانگین خطا	ریشه میانگین مربعات خطا
معکوس فاصله (IDW)	۰/۲	۱/۹
کریجینگ معمولی (ORDINARY KIRIGING)	۰/۰۸	۱/۷
کریجینگ ساده (SIMPLE KIRIGING)	۰/۰۱۷	۱/۶۴



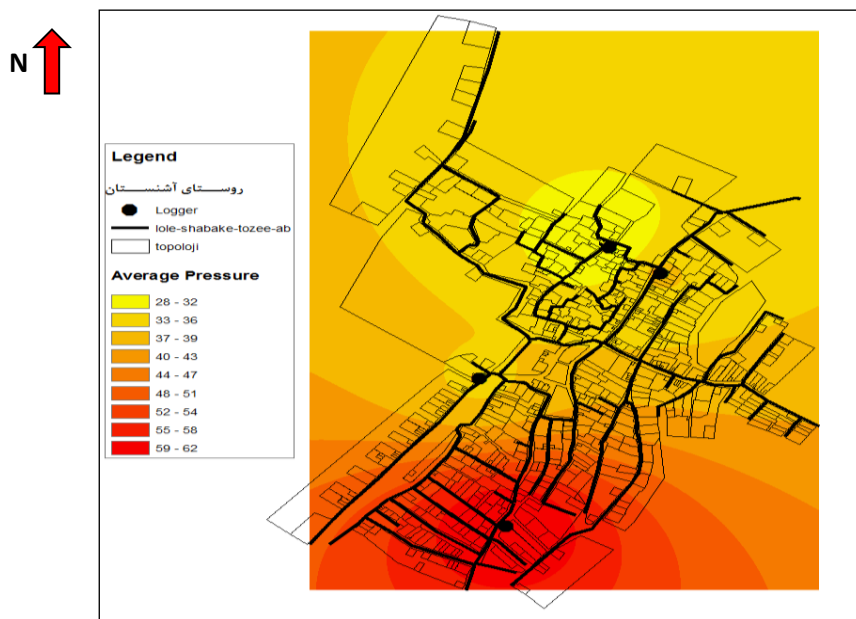
شکل (۵): انتخاب روش دورنیایی



شکل (۶): اطلاعات خروجی با روش کریجینگ ساده جهت پیش بینی فشار

سرانجام نقشه پهنه بندی فشار (شکل ۷) نشان داد که در روستای آشنستان بیشترین فشار شبکه در لوله هایقسمت جنوبی روستا (در حدود ۶۰ متر آب) و کمترین فشار در لوله های قسمت شمالی روستا (در حدود ۲۸ متر آب) می باشد. و شایان اشاره است فشار متوسط در روستای آشنستان در حدود ۴۰ متر آب می باشد.

شایان ذکر است پهنه بندی نمایش داده شده بر اساس درونیایی صورت گرفته به توسط نرم افزار بر روی خطوط لوله شبکه توزیع صورت گرفته است. توضیح: فشار در خطوط لوله بصورت مقطعی اندازه گیری شده و سپس به کل شبکه توزیع برازش داده شده است.



شکل (۷): پهنه بندی فشار در روستای آشنستان

۶- نتیجه گیری

نظر به روشهای مختلف درونیایی جهت تهیه نقشه های پهنه بندی فشار بهتر است قبل از انتخاب روش با استفاده از ابزار موجود در محیط GIS و با کمک روشهای زمین آماری نسبت به انتخاب روش مناسب اقدام گردد.

در بین روشهای موجود روش کریجینگ ساده دقت بالاتری نسبت به روشهای معکوس فاصله و کریجینگ معمولی از خود نشان داد.

نظر به وجود فشار بالا در قسمتهای جنوبی محدوده مورد مطالعه مدیریت فشار و در نهایت استفاده از فشار شکن الزامی به نظر می رسد.

۷-مراجع

[۱] فتحی هفشجانی، الهام، "مقایسه چند روش درونیابی مکانی و انتخاب مناسب ترین روش برای پهنه بندی نیترات و فسفات در آب زیرزمینی شهرکرد"، بهار ۹۳، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال چهارم، شماره پانزدهم، ۱۱ ص.

[۲] نجاتی جهرمی، زهره، "بررسی روشهای زمین آماری توزیع نیترات در آبخوان آبرفتی دشت عقیلی (شمال شهرستان شوشتر) در محیط GIS"، بهار ۱۳۸۸، مجموعه مقالات شانزدهمین همایش ژئوماتیک تهران، سازمان نقشه برداری کشور

[3] ESRI Inc. ARCGIS. Version 9.3. www.esri.com 2015

تلفیق سامانه اطلاعات مکانی GIS و فرآیند تصمیم گیری Topsis در انتخاب سایت های بهینه تصفیه

خانه فاضلاب شهرستان رامسر

مریم خورشیدی *

کارشناس GIS شرکت آب و فاضلاب استان مازندران

چکیده

امروزه یکی از مسائل مطروحه علاوه بر کمبود و تقاضای آب در شهرها، مسئله دفع فاضلاب و تصفیه آن می باشد. باید به این نکته توجه داشت که فاضلاب باعث بروز مشکلات بهداشتی و آلودگی منابع آبی در کشور می گردد و اگر فرآیند تصفیه آن با موفقیت انجام نگردد، منبع آلودگی عظیمی خواهد بود که سرانجام به پذیرنده های سطحی و زیرزمینی کشور تحمیل خواهد شد. پیدا کردن مکان مناسب قبل از شروع هر فعالیتی اهمیت فراوانی دارد به طوریکه طیف وسیعی از مطالعات را به خود اختصاص داده است. در مطالعه ی حاضر احداث تصفیه خانه فاضلاب در شهرستان رامسر واقع در استان مازندران، مورد بررسی قرار گرفته است. در سال ۱۳۹۰ مراحل تحقیق و مطالعات احداث تصفیه خانه آغاز شد و پس از انجام مطالعات مکان یابی، زمینی به مساحت ۵ هکتار در منطقه باغ ملی رامسر برای این پروژه در نظر گرفته شد اما پس از مدت زمانی به دلایل نامشخصی پروژه متوقف شد که بیان این مساله اهمیت تحقیق حاضر را نمایان می سازد. مکان احداث تصفیه خانه فاضلاب معمولاً با در نظر گرفتن عوامل مختلفی که اثر گذار است صورت می گیرد به همین منظور از معیار های مرتبط با این امر و همچنین در نظر گرفتن محدودیت های شهرستان برای تعیین مکان مناسب استفاده گردید. پس از تهیه لایه های اطلاعاتی مورد نیاز با استفاده از مجموعه نرم افزار الحاقی قدرتمند، وزن دهی به آنها با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی انجام شد، سپس لایه ها بر اساس تکنیک تاپسیس با یکدیگر تلفیق و در چهار کلاس، طبقه بندی شدند. اصل اساسی تاپسیس بر این امر استوار است که گزینه انتخابی کمترین فاصله را از ایده آل مثبت و بیشترین فاصله را از ایده آل منفی داشته باشد. در نهایت حدود ۴۷ کیلومتر مربع از مساحت شهرستان رامسر برای این امر مناسب تشخیص داده شد.

کلمات کلیدی: رامسر، فاضلاب، تصفیه خانه، Topsis، GIS

۱. مقدمه

حرکت شتاب آلود جهان به سوی قرن بیست و یکم، شیوه های سنتی توسعه اقتصادی و اتکا به درآمدهای محدود ناشی از سرمایه های فسیلی را مطرود دانسته و ضرورت ایجاد حرکت های نوین و دست یابی به مکانیسم های کارآمد در بهره گیری افزونتر از فن آوری و فعالیت های جدید از جمله سامانه اطلاعات مکانی ایجاب می نماید که در راستای بهبود شرایط زندگی بشری گام های استواری برداشته شود. زمانی که از فاضلاب و تصفیه آن سخن به میان می آید اولین موضوعی که به ذهن می رسد بحث محیط زیست و حفظ آن از آلوده شدن است چرا که فاضلاب همواره به عنوان یک پارامتر آلاینده اصلی در محیط زیست انسانی و طبیعی مطرح می باشد. امروزه با افزایش جمعیت جهان همراه با توسعه

^۱ تماس با نویسنده مقاله :

khorshidi@abfar-mazandaran.ir

فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی در جهت افزایش تامین مواد غذایی از یک طرف و خشکسالی‌های پی در پی در سال‌های اخیر از سوی دیگر موجب شده است که منابع آب‌های شیرین سطحی در اکثر کشورهای واقع در مناطق گرمسیری به اوج بهره برداری خود برسد. این فعالیت‌ها علاوه بر تأثیر بر کمیت منابع آب باعث ایجاد آلودگی در آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌گردد. در کشور ما نیز مانند سایر نقاط دنیا با افزایش جمعیت شهرها و در نتیجه بالا رفتن میزان مصرف آب سبب تولید روزافزون فاضلاب گردیده است که خود موجب بروز اشکالات و نارسایی‌هایی در جوامع شهری و حتی روستایی کشورمان شده و روز به روز هم در حال ازدیاد است. با توجه به اینکه هر متر مکعب فاضلاب حدود ۴۰ متر مکعب آب را به شدت آلوده می‌نماید، لذا این میزان فاضلاب در صورتی که جمع‌آوری و تصفیه نگردد منبع آلودگی عظیمی خواهد بود که نهایتاً به پذیرنده‌های سطحی و زیرزمینی کشور تحمیل خواهد شد. آمار نوشته شده از سوی مراکز درمانی کشورمان نشان می‌دهد بیماری‌هایی نظیر هپاتیت‌های عفونی، اسهال‌ها، انگل‌های روده‌ای و سایر انواع بیماری‌هایی که به دلیل وجود آلودگی محیط است، ناشی از دفع نادرست فاضلاب می‌باشد (مهدی فلاح و منوچهر فرج زاده، ۱۳۹۳). از این رو به عنوان بخشی از استراتژی‌ها برای حفظ سلامتی و محیط زیست و اقتصادی ترین استفاده از منابع موجود باید با ایجاد تاسیسات لازم برای جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی محیط را به سمت بهبود رو به تزاعی، در زمینه‌های مختلف تغییر داد. به منظور تصفیه انواع فاضلاب امکانات و فرآیندهای متفاوتی لازم است، یکی از ملزومات بازیافت اصولی تعیین مکان مناسب تصفیه خانه فاضلاب می‌باشد. برای مکان‌یابی فاضلاب شهر رامسر در این مطالعه از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و تلفیق آن با سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده می‌شود. آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره در ارتباط با مشکلاتی که تصمیم‌گیرنده با مقدار زیادی از اطلاعات پیچیده روبه‌رو شده کاربرد دارد. اساس این روش تقسیم مشکلات تصمیم‌گیری به بخش‌های قابل فهم کوچک‌تر، آنالیز هر بخش به طور جداگانه و سپس تلفیق همه بخش‌ها در یک حالت منطقی می‌باشد (مهدی فلاح و همکاران، ۱۳۹۲).

۲. پیشینه و ادبیات تحقیق

اکمکوینگلا و همکاران^۱ جا نمایی محل دفن پس ماند های جامد شهری به روش تصمیم‌گیری چند معیاری فازی توسط GIS را انجام داده‌اند. جا نمایی لند فیل مواد زائد شهری با روش تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط GIS در مطالعات معین دینی و همکاران^۲ مشاهده شده است. در سال ۲۰۱۴ مهدی فلاح و همکاران^۳ اهمیت مکان‌یابی تصفیه خانه فاضلاب در جزیره ی قشم را تشریح کرده و با استفاده از فرآیند شبکه عصبی مصنوعی و GIS مکان‌های مناسب جهت احداث تصفیه خانه فاضلاب در جزیره ی قشم را معرفی نمودند در این پژوهش ابتدا لایه‌ها و معیارهای اطلاعاتی از منابع مختلف تهیه شدند، سپس بر اساس نظرات کارشناسان و با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی وزن دهی به طبقات هر معیار انجام شد. برای آموزش شبکه از الگوریتم پس انتشار خطا و تابع فعالسازی سیگموئیدی استفاده گردید که در نهایت مناطق مستعد جهت احداث تصفیه خانه فاضلاب در جزیره ی قشم شناسایی شدند. همچنین در پژوهش دیگری به سال ۲۰۱۵ مهدی فلاح و همکاران^۴ فرآیند شبکه عصبی مصنوعی را با مثلث فولر

^۱ all Ekmekcoigla et^۲

^۲ Meoinaddini et all

^۳ Mahdi Fallah et all

^۴ Mahdi Fallah et all

که یکی از روش های تصمیم گیری برای انتخاب گزینه برتر می باشد تلفیق نموده و در محیط GIS مکان یابی تصفیه خانه فاضلاب شهرستان ساری را انجام داده اند.

۳. اهمیت و ضرورت تحقیق

به گزارش خبرگزاری فارس از رامسر، در سال ۱۳۹۰ مراحل تحقیق و مطالعات احداث تصفیه خانه شهر رامسر آغاز شد و پس از انجام تمام مطالعات زیست محیطی و مکان یابی، زمینی به مساحت ۵ هکتار در منطقه باغ ملی رامسر برای این پروژه در نظر گرفته شد اما پس از مدت زمانی به دلایل نامشخصی پروژه متوقف شد. در سال ۱۳۹۳ این پروژه به دلایل نامعلومی در مکان جدید در غرب مازندران بین دو روستای طالش محله فتوک و دریپشته انتخاب شد. حسب بند ۴۳ مصوبه شماره ۱۴۴۴۷۹/۴۵۸۸۰ مورخ ۹۰/۷/۲۰ شورای عالی حفاظت محیط زیست، فاصله تصفیه خانه بزرگ فاضلاب شهری از روستا به فاصله یک هزار و ۵۰۰ متر و از شهر به فاصله ۲ هزار متر و از مراکز شهرستان به فاصله ۲ هزار متر باید باشد در صورتی که محل انتخابی برای ایجاد پروژه حداقل دو روستای پرجمعیت شهرستان است که بسیار نزدیک هم قرار دارند. با توجه به موارد ذکر شده لزوم اجرای یک طرح مناسب و مقرون به صرفه و نیز مکان یابی درست ایستگاه های تصفیه خانه فاضلاب را در رامسر حائز اهمیت کرده است. علاوه بر آن به دلایلی از جمله: محدودیت های توپو گرافی منطقه ای و محدودیت های سرزمینی اعم از کمبود زمین، بالا بودن سطح آب های زیرزمینی، افزایش جمعیت خصوصا ازدیاد جمعیت شناور در بخش هایی از سال به دلیل توریستی بودن شهرستان رامسر و لزوم استفاده از پساب تصفیه شده، اهمیت این موضوع را دو چندان کرده است.

۳-۱. محدوده مورد مطالعه

رامسر از شهرستان های استان مازندران در شمال ایران است. شهرستان رامسر با زیبایی وصف ناپذیر در انتهای غربی استان مازندران در دامنه جنگلی و زیبای البرز و سواحل رؤیایی دریای خزر آرمیده و با برخورداری از کوتاهترین فاصله بین کوه و دریا با لقب عروس شهرهای ایران به عنوان قطب مهم گردشگری در کشور و حتی جهان مطرح است. شهر رامسر آخرین شهر غرب مازندران است که مردمان بومی آن به زبان گیلکی صحبت می کنند. رامسر از سمت شرق به شیرواز غرب به شهر چابکسر دهستان اوشیان گیلان، از جنوب به کوه های البرز و از سمت شمال به دریای خزر محدود است. آب و هوای رامسر در تابستان گرم و مرطوب و در زمستان معتدل است. نزدیکی جنگل و دریا در این شهر زیبایی ویژه ای به این شهر داده است و این امر موجب جذب گردشگران در فصل تابستان و روزهای تعطیل می شود. رامسر دارای فرودگاه است. مناطق ییلاقی رامسر مانند جواهرده به معنای ده بالا بسیار زیبا و خوش آب و هوا است. بنابر سرشماری مرکز آمار ایران، جمعیت شهرستان رامسر در سال ۱۳۹۰ برابر با ۶۸۰۳۲۳ نفر بوده است.

۳-۲. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

مساحت شهرستان رامسر دارای ۷۲۹/۸ کیلومتر مربع وسعت می باشد که ۳/۰۷ درصد کل مساحت استان مازندران را به خود اختصاص داده است. شهرستان دارای ۲ شهر، یک بخش، ۴ دهستان، ۱۴۳ آبادی دارای سکنه و ۶۳ آبادی خالی از سکنه می باشد. این شهرستان بین ۳۶ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. شهر رامسر در ۳۶ درجه و ۵۲

دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی، و شهر کتالم و سادات محله در ۳۶ درجه و ۵۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۴۴ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. شهرستان رامسر از جنوب با استان قزوین، از شمال با دریای خزر، از مشرق با شهرستان تنکابن و از مغرب با استان گیلان هم مرز می باشد. شکل شماره ۱ موقعیت شهرستان رامسر را در کشور و استان مازندران نشان می دهد.



شکل ۱- تصویر موقعیت شهرستان رامسر در کشور و استان مازندران

۴. روش مطالعه

در این مطالعه از تلفیق سامانه اطلاعات مکانی و سامانه تصمیم گیری چند معیاره مکانی استفاده شده است. از فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی برای ارزش گذاری معیارهای مؤثر در انتخاب مکان مناسب استفاده شد. سپس با تلفیق این معیارها، با تکنیک Topsis، به لایه های اطلاعاتی در محیط GIS، به بررسی مکان مناسب جهت احداث پرداخته شده است. معیارها و عواملی که در این تحقیق در نظر گرفته شده اند بر اساس مطالعات پژوهشگران مختلف و سوال از متخصصین امور آب و فاضلاب شهرستان رامسر است که شامل نقشه ها و لایه های اطلاعاتی ۱- زمین شناسی ۲- شیب ۳- اختلاف ارتفاع نسبت به شهر ۴- پوشش گیاهی ۵- کاربری اراضی ۶- شبکه حمل و نقل ۷- فاصله از شهر رامسر و ۸- لایه محدودیتها که شامل الف- حریم رودخانه ب- مناطق حفاظت شده زیست محیطی ج- نقاط جمعیتی د- حریم خطوط انتقال نیرو می باشد

۴-۱. ایجاد لایه های اطلاعاتی

لایه های اطلاعاتی بر اساس عوامل و شرایطی که در ادامه بیان می شود تهیه گردید:

۴-۱-۱. طبقه بندی لایه اطلاعاتی شیب

توابع شیب در GIS بر اساس ارتفاع نقاط در مدل رقومی زمین و فاصله آن‌ها از هم برای هر یک از سلول‌ها محاسبه می‌شود. در این مطالعه مدل رقومی ارتفاع، با استفاده از با توابع و فیلترهای موجود در نرم‌افزار GIS ARC با خطوط تراز نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شد و سپس رفع خطا گردید، پس از آن با استفاده از تابع slope نقشه شیب منطقه استخراج شد در مباحث مکانیابی پارامتر شیب از دیدگاه زیست محیطی و اقتصادی حائز اهمیت است. درجه شیب پایین برای احداث تصفیه خانه از جریان یافتن فاضلاب ناشی به صورت سطحی و زیرزمینی به سمت منابع آب و مناطق دیگر جلوگیری خواهد کرد. طبقه بندی پارامتر شیب در جدول یک مشاهده می‌شود.

جدول ۱- طبقه بندی شیب

توصیف	میزان شیب به درصد	کلاس
خیلی مناسب	۰ تا ۳	۱
مناسب	۳ تا ۵	۲
نسبتاً مناسب	۵ تا ۱۵	۳
نامناسب	> ۱۵	۴

۴-۱-۲. طبقه بندی لایه اطلاعاتی بر حسب اختلاف ارتفاع نسبت به شهر

در هنگام احداث تصفیه خانه فاضلاب مسیرهایی برای ایجاد کلکتور اصلی فاضلاب پیش بینی می‌شود. از ویژگی‌های مهم این مسیر کوتاه بودن و تسهیل ورود فاضلاب به تصفیه خانه به صورت ثقیلی می‌باشد. در غیر این صورت باید برای پمپاژ فاضلاب به تصفیه خانه هزینه‌های در نظر گرفته شود. طبقه بندی اختلاف ارتفاع نسبت به شهر مطابق با جدول ۲ انجام شد.

جدول ۲- طبقه بندی اختلاف ارتفاع نسبت به شهر رامسر

توصیف	اختلاف ارتفاع	کلاس
خیلی مناسب	۰ تا ۵۰-	۱
مناسب	۰ تا ۱۵ متر	۲
نسبتاً مناسب	۱۵ تا ۵۰ متر	۳
نامناسب	> ۵۰ متر	۴

۴-۱-۳. لایه شبکه حمل و نقل

نقشه شبکه حمل و نقل در احداث تصفیه خانه از چند جنبه مختلف دارای اهمیت می باشد: نزدیکی تصفیه خانه به راهها موجب می شود تا هزینه های حمل و نقل تجهیزات، رفت و آمد پرسنل و پشتیبانی از نیروگاه کاهش یابد. با استفاده از نقشه، تمام خطوط حمل و نقل در نرم افزار Arc GIS رقومی گردید اما به لحاظ اینکه ممکن است نقشه راههای موجود به هنگام نباشند با استفاده از تصاویر سنجنده Landsat به صورت تفسیر چشمی به هنگام گردید. جاده ها دارای حریم می باشند که در لایه محدودیت ها در نظر گرفته شد. جدول ۳ نحوه حریم گذاری راهها را نشان می دهد.

جدول ۳- نحوه حریم گذاری راهها

توصیف	اختلاف ارتفاع	کلاس
خیلی مناسب	۳۰۰ تا ۱۰۰۰ متر	۱
مناسب	۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	۲
نسبتاً مناسب	۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر	۳
نامناسب	۳۰۰۰ متر >	۴

۴-۱-۴. لایه کاربری اراضی

استفاده از اراضی به منظور رفع نیازهای گوناگون انسانی می باشد که شامل اراضی کشاورزی، صنعتی، مسکونی و غیره است. لایه کاربری اراضی برای منطقه مورد مطالعه از نقشه های ۱/۲۵۰۰۰ سازمان جغرافیایی بدست آمد، سپس با استفاده از لایه تهیه شده کاربری اراضی اداره منابع طبیعی استان مازندران و همچنین با استفاده از تصاویر ماهواره ای به روز شد. یکی از کاربردهای سنجش از دور شناسایی و تفکیک پدیده های زمینی و قرار دادن آنها در گروه ها و یا طبقات مشخص می باشد. طبقه بندی تصاویر ماهواره ای را می توان به عنوان مهم ترین بخش تفسیر اطلاعات ماهواره ای به شمار آورد. با توجه به اینکه احداث تصفیه خانه فاضلاب در کاربری های متفاوت هزینه های متفاوتی ایجاد می کند و در تمام کاربری ها امکان احداث وجود ندارد بنابراین هدف از طبقه بندی در این تحقیق تهیه نقشه کاربری زمین می باشد. نقشه کاربری زمین بیانگر چگونگی استفاده از یک قطعه زمین می باشد (همانند زمین های کشاورزی، مسکونی و نواحی جنگلی). هنگام طبقه بندی هر یک از پیکسل های تصویر با نشانه های طبیعی و یا نمونه های جمع آوری شده در مراحل قبل مقایسه شده و هر گروه از پیکسل ها به یکی از طبقات نمونه گیری شده نسبت داده می شوند. نمونه های آموزشی به کمک نقشه های کاربری مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ و مشاهدات میدانی بدست آمدند. پس از حاصل شدن نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه بر اساس مقیاس های مختلفی ارزش دهی شد که در جدول شماره ۴ آمده است.

جدول ۴- نحوه طبقه بندی کاربری های مختلف

توصیف	نوع کاربری	کلاس
خیلی مناسب	اراضی بایر و شور ، اراضی بیابانی	۱
مناسب	اراضی دیم و مرتع با پوشش کم تراکم	۲
نسبتاً مناسب	مزارع ، باغ ، مناطق مسکونی پراکنده	۳
نامناسب	شهر ، روستا ، شهرک مسکونی و صنعتی	۴

۴-۱-۵. طبقه بندی لایه اطلاعاتی فاصله از مناطق شهر رامسر

تصفیه خانه فاضلاب به علت ایجاد شرایط نامساعد و بوی نامطبوع باید در فاصله دور از مناطق مسکونی قرار گیرد. لیکن به لحاظ اقتصادی دور بودن بیش از حد مکان منتخب باعث افزایش هزینه حمل و نقل تصفیه خانه فاضلاب می گردد. با در نظر گرفتن این دیدگاه ها طبقه بندی فاصله از مناطق شهری رامسر مطابق با جدول ۵ انجام شد. این طبقه بندی با در نظر گرفتن حریم ۱۰۰۰ متری برای مناطق شهررامسر انجام شده است یعنی در ابتدا فاصله مناسب برای دوری از شهر در نظر گرفته شده است و منطقه به ۴ کلاس تقسیم شده است.

جدول شماره ۵- اهمیت فواصل از شهر برای مکان یابی تصفیه خانه

توصیف	فاصله از شهر	کلاس
خیلی مناسب	۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰ متر	۱
مناسب	۶۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ متر	۲
نسبتاً مناسب	۱۰۰۰۰ متر >	۳
نامناسب	۰ تا ۳۰۰۰ متر	۴

۴-۱-۶. طبقه بندی لایه اطلاعاتی پوشش گیاهی

پارامتر پوشش گیاهی به منظور حفظ ارزش اراضی و ممانعت از تخریب مناطق جنگلی و مراتع به کار برده می شود و اساس طبقه بندی این پارامتر انتخاب مکان مورد نظر برای تصفیه خانه با کمترین تأثیر نامطلوب بر پوشش گیاهی می باشد. طبقه بندی پوشش گیاهی در جدول ۶ مشاهده می شود.

جدول ۶- طبقه بندی پوشش گیاهی

توصیف	پوشش گیاهی	کلاس
خیلی مناسب	اراضی بیابانی ، فاقد پوشش گیاهی	۱
مناسب	مراعات خیلی کم تراکم ، کوهپایه	۲
نسبتاً مناسب	مراعات ، بیشه زار ، کم تراکم	۳
نامناسب	باغات و اراضی آبی	۴

۴-۱-۷. طبقه بندی لایه اطلاعاتی زمین شناسی

نفوذپذیری سنگ ها با توجه به قرارگیری آن ها در هر کدام از سه دسته سنگ های رسوبی، آذرین و دگرگونی متفاوت است. این منطقه از لحاظ سنگ شناسی بیشتر در رده سنگ های رسوبی قرار گرفته است. اگر پیوستگی بین اجزاء تشکیل دهنده وجود نداشته باشد برای احداث تصفیه خانه فاضلاب مناسب نیست. سنگ های آهکی نیز از نمونه سنگ های این منطقه می باشند. این سنگ ها به علت خاصیت انحلال پذیری و حفرات ایجاد شده در طی آن برای احداث تصفیه خانه فاضلاب سنگ نامناسبی است. سنگ های شیلی و مارنی نیز بخشی از محدوده مورد مطالعه را تشکیل داده اند. این نوع سنگ ها ذراتی در اندازه رس و سیلت را شامل می شوند. اندازه ریز ذرات و نفوذپذیری پایین ویژگی هایی است که امتیاز آن ها در مکانیابی را بالا می برد. جدول ۷ اهمیت مناطق از دیدگاه زمین شناسی را نشان می دهد.

جدول ۷- نشان دهنده اهمیت طبقات زمین شناسی جهت احداث تصفیه خانه

توصیف	واحد سنگ شناسی	کلاس
خیلی مناسب	مارن ، شیل حاوی فسیل آمونیت و گاستروپدهای کوچک با بین لایه های آهک ، ماسه ، کنگلومرا و ولکانیک	۱
مناسب	آهک رسی آرژلیتی با میان لایه شیل حاوی آمونیت ، اکینوپد و اربیتولینای فراوان	۲
نسبتاً مناسب	آهک هوازده زرد - قهوه ای ، دولومیت ، کنگلومرای قرمز	۳
نامناسب	تراس آبرفتی قدیم و جدید ، رسوبات رودخانه ای قدیمی	۴

۴-۱-۸. لایه محدودیت ها

محدودیت ها، موانعی هستند که یا به وسیله انسان یا به وسیله طبیعت تحمیل می شوند. تعیین محدودیت ها عموماً بر اساس منابع و تمهیدات موجود می باشد و قضاوت های حرفه ای را شامل می شود. برای تهیه لایه محدودیت های

منطقه مورد مطالعه، ابتدا تمام لایه‌هایی که امکان ایجاد محدودیت را داشتند به صورت بولین درآمدند، سپس با اعمال عملگر O R بین تمام لایه‌ها، لایه محدودیت‌ها حاصل شد. محدودیت‌های در نظر گرفته شده این تحقیق از نوع غیرقابل جبران می‌باشند که در نهایت بایستی از نقشه‌ی خروجی کم شوند. جدول شماره ۸ مشخص کننده محدودیت‌های در نظر گرفته شده برای این تحقیق می‌باشد.

جدول ۸- عوامل و محدودیت در نظر گرفته شده جهت احداث تصفیه خانه

عامل	معیار برای تهیه نقشه محدودیت
جاده	حریم ۲۰۰ متر از هر دو طرف
رودخانه	حریم ۲۰۰ متری
مناطق حفاظت شده	حریم ۵۰۰ متری
گسل	حریم ۳۰۰۰ متری
محدوده نقاط جمعیتی	حریم ۱۰۰۰ متری
حریم خطوط انتقال نیرو	۲۰۰ متر

۴-۲. وزن دهی به معیارها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

هدف اصلی از وزن دهی بیان اهمیت هر معیار نسبت به معیار دیگر است (منوچهر فرج زاده، ۱۳۹۱). وزن معیارها در این تحقیق با توجه به میانگین نظرات کارشناسان و متخصصین هر سه دیدگاه بدست آمد بدین صورت که چندین کارشناس که هر کدام در رشته‌ای مرتبط با دیدگاه‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی-فرهنگی متخصص بودند پرسشنامه‌ای قرار داده شد و بعد از دادن توضیحات لازم از آن‌ها خواسته شد به مقایسه دو به دو معیارها، عددی بین ۱ تا ۹ را که نشان‌دهنده ارجحیت معیارها نسبت به هم می‌باشد تخصیص دهند. سپس میانگین نظرات آن‌ها وارد نرم‌افزار شده و وزن نهایی هر معیار به دست آمد. ملاحظه می‌شود که برای عمل احداث تصفیه خانه در رامسر با توجه به شرایط آن، بیش‌ترین وزن و درجه اهمیت در هر سه دیدگاه تصمیم‌گیری متعلق به معیار شیب می‌باشد. در مجموع سه معیار مهم در تصمیم‌گیری شیب، اختلاف ارتفاع نسبت به شهر رامسر و فاصله از شهر می‌باشند. پس از محاسبه وزن نهایی هر لایه، نرخ ناسازگاری برابر با پنج صدم به دست آمد که عدد قابل قبولی تلقی می‌شود. وزن‌ها معمولاً استاندارد می‌شوند این عمل به صورتی انجام می‌شود که مجموع آن‌ها برابر با یک می‌شود. جدول شماره ۹ میانگین نظرات کارشناسان و جدول ۱۰ نشان‌دهنده وزن نهایی معیارها می‌باشد.

۴-۳. محاسبه نرخ ناسازگاری

یکی از ویژگی‌های روش تحلیل سلسله مراتبی تعیین مقدار عددی سازگار با جواب‌ها است. این روش دارای مکانیزمی است که جامعیت یا سازگاری مقایسات را مشخص می‌نماید و در نهایت نشان می‌دهد که تا چه اندازه می‌توان به اولویت به دست آمده اعتماد نمود. برای مثال فرض کنید اولویت A به B برابر ۲ باشد و اولویت B به C برابر ۳ در این صورت باید اولویت A به C برابر ۶ باشد (۲×۳) اگر پاسخ‌ها سازگار باشند، میزان انحراف از مقدار ۶، باعث کاسته شدن از سازگاری است به طوری که اگر این انحراف از حدی معین تجاوز نماید می‌بایست در مقادیر مقایسه‌ای ابتدایی تجدید نظر کرد. این موضوع در تحلیل سلسله مراتبی توسط نرخ ناسازگاری مشخص می‌گردد.

برای محاسبه‌ی سازگاری جواب‌ها یا همان نرخ ناسازگاری از دو معیار شاخص سازگاری C.I و شاخص تصادفی R.I استفاده می‌شود.

$$C. I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

C. I : شاخص سازگاری

λ : مقدار ویژه در ماتریس مقایسه A

n : تعداد عوامل در ماتریس مقایسه

$$CR = \frac{C. I}{R. I} \begin{cases} \leq 0.1 & \text{سازگار} \\ > 0.1 & \text{ناسازگار} \end{cases}$$

R.I : شاخص تصادفی

C. R : نرخ سازگاری

پس از محاسبه، نرخ ناسازگاری برابر با ۰/۰۵ به دست آمد که بر اساس تجربیات بدست آمده از منابع مختلف مقدار نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ مقدار قابل قبولی می‌باشد، در غیر این صورت باید در محاسبات و ارزیابی‌ها تجدید نظر کرد. در نهایت وزن نهایی هر لایه محاسبه شد که در جدول ۹ به نمایش در آمده است.

جدول ۹- وزن نهایی هر معیار در مکان یابی تصفیه خانه در رامسر

فاصله از شهر	زمین شناسی	کاربری اراضی	پوشش گیاهی	شبکه حمل و نقل	اختلاف ارتفاع	شیب
۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۲۳	۰/۳۲

۰/۰۵ - نرخ ناسازگاری

۴-۴. تلفیق لایه‌ها

روش Topsis

روش تاپسیس در سال ۱۹۸۱ توسط هوانگ و یون ارائه شد. اصل اساسی تاپسیس بر این است که گزینه انتخابی کمترین فاصله را از ایده آل مثبت و بیشترین فاصله را از ایده آل منفی داشته باشد. گزینه‌های گوناگون J با $A_j, j=1, \dots, n$ نشان داده می‌شود. برای گزینه‌های مختلف A_j وزن w_j با j نشان داده می‌شود. برای مثال w_j مقدار w_j امین معیار برای گزینه A_j می‌باشد. n، تعداد معیارها می‌باشد. روش تاپسیس با مراحل زیر قابل اجرا می‌باشد (Chen, Ty., & Tsao 2008).

مرحله اول : محاسبه ی ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم نرمال شده با رابطه ۱ تعریف می شود:

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^j f_{ij}^2}} \quad j=1,2,3,\dots,j \quad i=1,2,3,\dots,n$$

مرحله ی دوم : محاسبه ی ماتریس تصمیم وزن دار: مقدار نرمال شده ی وزن دار v_{ji} از رابطه ی ۲ بدست می آید:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

$$v_{ji} = w_i * r_{ij}$$

مرحله ی سوم : تعیین ایده آل و ایده آل منفی:

$$A^* = \{v_1^*, \dots, v_i^*\} = \{(\max_j v_{ji}) | i \in I, (\min_j v_{ji}) | i \in I'\}$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_i^-\} = \{(\min_j v_{ji}) | i \in I, (\max_j v_{ji}) | i \in I'\}$$

مرحله ی چهارم : محاسبه ی فاصله ها : با استفاده از فرمول فاصله ی اقلیدسی فاصله ی هر گزینه را از ایده آل بدست می آوریم.

$$D_j^* = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^*)^2} \quad j=1,2,3,\dots,j$$

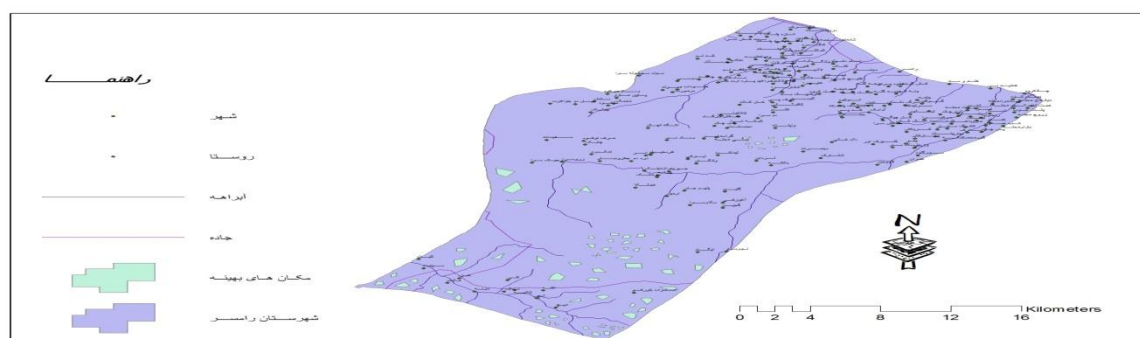
به طریق مشابه فاصله از ایده آل منفی را بدست می آوریم

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2} \quad j=1,2,3,\dots,j$$

مرحله ی پنجم : محاسبه ی نزدیکی نسبی به ایده آل : نزدیکی نسبی گزینه ی A_j به صورت رابطه ۴ تعریف می شود.

$$CC_j^* = \frac{D_j^-}{D_j^* + D_j^-} \quad j=1,2,3,\dots,j$$

مرحله ی ششم : رتبه بندی کردن گزینه ها: برای اینکه نتیجه بدست آمده از این روش با نتایج روش های دیگر قابل مقایسه باشد بایستی استانداردسازی صورت گیرد (اصغر پور، ۱۳۸۱: ۳۲۴). که پس از عمل استانداردسازی نقشه خروجی نهایی حاصل خواهد شد. پس از بدست آمدن نقشه نهایی، برای حذف نقشه محدودیت ها بین دو نقشه عملگر ضرب اعمال می شود.



شکل ۲- تصویر شناسایی مکان های بهینه جهت احداث تصفیه خانه در رامسر

۵. جمع بندی و نتیجه گیری

بررسی ها نشان می دهد که گزینه های مشخص شده به عنوان گزینه برتر به وزن دهی معیارها و قواعد تصمیم مورد استفاده در روند تصمیم گیری بستگی دارد؛ بنابراین ویژگی های مسئله تصمیم گیری، ویژگی های تصمیم گیران یا تصمیم گیر و روش های ترکیب و ایجاد سناریو می بایست در انتخاب گزینه برتر مد نظر قرار گیرد. با توجه به نتایج ویژگی های اصلی تصمیم گیری چند معیاره مکانی در شناسایی مناطق مستعد احداث تصفیه خانه را می توان به این صورت خلاصه کرد: الف) تحلیل چند معیار متعارض و ناسازگار را با هم آسان کرد. ب) به تصمیم گیر این امکان داده شد تا مسئله ای که در آن تعدادی گزینه مطرح است حل کرده و مجموع گزینه ها را تا یک اندازه معنی دار کاهش دهد. ج) این روش داده های مکانی و غیر مکانی و اولویت های تصمیم گیران را با هم ترکیب کرد. با مطالعه انجام شده می توان نتیجه گیری کرد که در شهرستان رامسر مناطق مناسبی برای احداث تصفیه خانه فاضلاب وجود دارد و همچنین مناطق معرفی شده به عنوان مکان های بهینه، نمی توانند کاملاً جامع باشند بنابراین فقط برای مطالعات تفصیلی و جامع تر معرفی می شوند. در شهر رامسر با توجه به حفاظت از محیط زیست پیشنهاد احداث تصفیه خانه که گام اول آن مکان یابی می باشد می تواند راه را برای توسعه پایدار این شهر هموار سازد. در این مطالعه با استفاده از روش تاپسیس به مکان یابی تصفیه خانه فاضلاب پرداخته شده که در نهایت حدود ۴۷ کیلومتر مربع از مساحت این شهرستان در طبقه خیلی مناسب جهت احداث تصفیه خانه فاضلاب قرار گرفت.

ماخذ

- ۱- فلاح مهدی، فرج زاده منوچهر، وقار فرد حسن، نیک خصلت علی، مکان یابی تصفیه خانه فاضلاب با تکنیک Topsis و GIS (مطالعه موردی: جزیره قشم)، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، دوره ۱۰، شماره ۱ (پیاپی ۳۷)، بهار ۱۳۹۲، صفحه ۱۰۹-۱۲۶
- ۲- فلاح مهدی، فرج زاده منوچهر، ۱۳۹۳، مکان یابی تصفیه خانه فاضلاب با استفاده از مثلث فولر و مدل فازی در محیط سامانه اطلاعات مکانی (مطالعه موردی: جزیره قشم) بیست و یکمین همایش ملی ژئوماتیک، سازمان نقشه برداری کشور، وابسته به معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور.
- ۳- فرج زاده، منوچهر، ۱۳۹۰، کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در برنامه ریزی توریسم، تهران، انتشارات سمت.
- 4- Fallah Mahdi, Farajzadeh M, Eslami E, Soltanifar A, 2015, Conflation Fuller triangle and artificial neural network in site selection wastewater treatment plant in the city Sari with the help of Geographic information system, 3.th International Congress on Civil Engineering , Architecture and Urban Development 29-31 December, Shahid Beheshti University , Tehran , Iran.
- 5- Fallah, Mahdi and Vagharfard, Hassan and Farajzadeh, Manouchehr and Nick kheslat, Ali, 2014, International journal of Advanced biological and biomedical research Assessment of Spatial multi-criteria decision-making with process of the neural networks Method to Site Selection of the Wastewater Treatment Plant (Case study: Qeshm Island).
- 6- Sener S. and Sener E. and Nas B. and Karaguzel R. ,2010, Combining AHP with GIS for landfill site selection: A case study in the Lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey), Journal of Waste Management, No 30, pp 2037-2046.

- 7- Moeinaddini, M. and Khorasani, N. and Danehkar, A. and Darvishsefat, A. and zienalyan, M., (2010), “Siting MSW landfill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study: Karaj)” ,Waste Management journal. No.30, pp, 912 – 920
- 8- Ratnapriya, E. A. S. K. and De Silva, R.P., 2009, Location Optimization of Wastewater Treatment Plants using GIS: A Case Study in Upper Mahaweli Catchment Sri Lanka case, Applied Geoinformatics for Society and Environment, Stuttgart University of Applied Sciences.
- 9- Chen, Ty., & Tsao, CY. (2008). the interval-valued fuzzy TOPSIS method and experimental analysis, Fuzzy Sets and Systems 159, 1410 –1428
- 10- <http://www.farsnews.com>

جایگاه زیرساختی سیستم اطلاعات مکانی در برنامه بهره‌وری آب تهران

کاوه جمالی^۱، محمدحسن لیایی^۲

^۱ کارشناس ارشد عمران-محیط‌زیست، مدیرعامل مهندسين مشاور راهدان سماء

چکیده

برنامه بهره‌وری آب تهران به عنوان نقشه راه مدیریت مصرف آب و مدیریت تلفات آب، در شرایط بحرانی منابع آب، یکی از مهم‌ترین برنامه‌های کلان شرکت آب و فاضلاب استان تهران می‌باشد؛ یکی از پنج راهبرد اصلی این برنامه که تفاوت مهم آن با روند متداول مدیریت آب بدون درآمد نیز می‌باشد، "تقویت زیرساخت و شفاف سازی داده‌ها" است؛ استقرار سامانه اطلاعات مکانی (GIS) یکی از اصلی‌ترین رشته اقدامات زیربنایی این راهبرد می‌باشد؛ در دسترس بودن داده‌های پایه فنی، بهره‌برداری و مشترکین جهت مدیریت بهینه آب بدون درآمد و همچنین بهبود مستمر کیفیت داده‌های مکانی، موجب ارتباط دوسویه بین نیازهای برنامه و الزامات یک سامانه اطلاعات مکانی پویا گردیده است. این مقاله مروری بر اهداف و چارچوب‌های برنامه بهره‌وری آب و نقش زیربنایی سامانه اطلاعات مکانی آبفا تهران در آن خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: برنامه بهره‌وری آب، نقشه راه مدیریت مصرف آب و مدیریت تلفات آب، تقویت زیرساخت و شفاف سازی داده‌ها، استقرار سامانه اطلاعات مکانی GIS

۱- مقدمه

برنامه بهره‌وری آب تهران با نگاه ارتقاء شاخص‌های عملکردی مرتبط با آب بدون درآمد شامل مجموعه بزرگی از اقدامات مدون بوده و بسیاری از روش‌های اجرایی گذشته را مورد بازنگری جدی و بنیادی قرار داده است. تعریف ساختاری نوین در حوزه بهره‌برداری براساس مستندات علمی معتبر بین‌المللی، از ویژگی‌های این برنامه است که در صورت اجرای دقیق کلیه ارکان برنامه، مدیریت راهبردی تلفات آب در تهران را به قبل و بعد از خود تقسیم نموده و تجربه‌ای قابل توجه در عرصه بین‌المللی خواهد بود.

۲- مروری بر کلیات و ساختار برنامه بهره‌وری آب تهران

برنامه بهره‌وری آب تهران در قالب ۵ راهبرد اصلی (تصویر ۱) و هر راهبرد شامل چند گروه اقدام عملیاتی جهت حرکت برنامه ریزی شده به سمت بهبود شاخص‌های آب بدون درآمد و افزایش بهره‌وری آب در سطح استان تهران تدوین شده است.



تصویر ۱: محورهای راهبردی برنامه بهره‌وری آب تهران

گروه‌های اقدام براساس ساختارهای استاندارد جهانی نظیر مدل BABE طراحی شده و هر "اقدام عملیاتی" توسط سندی به نام "سند اقدام" به همراه مجموعه‌ای از اسناد پشتیبانی فنی تبیین شده است. در ذیل به ساختار مفهومی برنامه بهره‌وری آب تهران و عناوین مهمترین اقدامات جاری و پیش روی برنامه اشاره می‌گردد (اقدامات مرتبط با سامانه اطلاعات مکانی با رنگ متفاوت نمایش داده شده است)

الف) راهبرد تقویت زیرساخت اطلاعاتی و شفاف‌سازی داده‌ها

الف-۱: گروه اقدام بهبود ساختار مستندسازی و ثبت داده‌ها: **تطبیق بانک داده‌های مکانی آبفا استان تهران با مدل مفهومی داده‌های مکانی برنامه و تکمیل داده‌های مکانی برنامه**

الف-۲: گروه اقدام تقویت سامانه‌ی سنجش جریان و فشار: **انجام چهار فاز مجزاسازی و طراحی و نصب تجهیزات سنجش دبی و فشار**

الف-۳: **مدیریت تجهیزات اندازه‌گیری جریان**: ممیزی تولید و مستندسازی روش اندازه‌گیری - برنامه‌ریزی و طراحی مفهومی نظام جامع مدیریت کنتورها و فلومترها

الف-۴: **بهره‌برداری منطبق با بهره‌وری آب**: تدوین فلودیاگرام‌های توزیع آب - تهیه مدل هیدرولیکی وضع موجود

ب) راهبرد مدیریت تلفات واقعی

ب-۱: گروه اقدام افزایش سرعت و کیفیت تعمیرات: **ثبت داده‌های حوادث در GIS و تحلیل داده‌ها** - یکپارچه‌سازی فرآیند گزارش و رفع نشت با سامانه حوادث - **ثبت داده‌های مکانی نقاط وقوع نشت در سامانه اطلاعات مکانی**

ب-۲: **مدیریت فعال نشت**: آنالیز مینیوم شبانه - تدوین سند اجرایی نشت‌یابی - تعیین اولویت نشت‌یابی براساس نتایج آنالیز MNF

ب-۳: **مدیریت فشار**: شناسایی نقاط کلیدی فشار و فشارسنجی - حذف نوسان فشار و مدیریت فشار در شبکه

ب-۴: **مدیریت دارایی**: اصلاح جنس و اجزاء انشعابات مشترکین - پیگیری اصلاح قطر انشعابات

پ) راهبرد مدیریت تلفات ظاهری

پ-۱: بهبود ثبت و پردازش داده‌های مصرف: داده‌کاوی قرائت و تحلیل بانک داده مشترکین

ت) راهبرد مدیریت تقاضا و مصارف مجاز بدون درآمد

ت-۱: بهبود شناسایی مصارف مجاز بدون درآمد: سنجش مصارف داخلی ساختمان‌های سازمان - شناسایی و تجهیز مصارف فرآیندی

ث) راهبرد سازماندهی برنامه و ظرفیت‌سازی

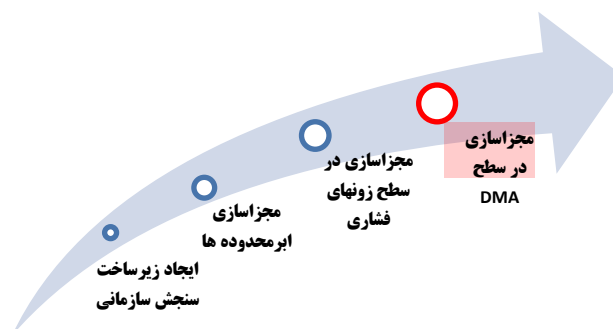
ث-۱: برنامه‌ریزی و راهبری: تدوین برنامه اجرایی و سند ارزیابی - پیاده‌سازی پورتال برنامه

❖ زنجیره اقدامات مجزاسازی

زیرنظر قراردادن حجم جریان ورودی و خروجی به محدوده ای از شبکه که ایزوله گردیده و سپس تحلیل و تداوم رصد داده‌های جریان به عنوان پایه تحلیل‌ها، از مهمترین اقدامات زیربنایی برنامه جهت رصد و بهبود شاخص‌های آب بدون درآمد می باشد؛ این، مقدمه دسترسی به داده‌های مطمئن و دقت اندیس‌های آب بدون درآمد، به عنوان اصل مرکزی برنامه بهره‌وری آب است. زنجیره اقدامات مجزاسازی، پیش‌نیاز مراحل ذیل است:

- استخراج شاخص‌های عملکردی آب بدون درآمد نظیر شاخص نشت زیرساخت (ILI) از طریق آنالیز جریان کمینه شبانه
- مدیریت کارآمدتر حوادث
- امکان نشت یابی فعال
- طراحی اقدامات اصلاحی لازم برای شبکه و تعیین اولویت اقدام و اولویت محدوده مربوطه صرفاً براساس نتایج تحلیل‌های فنی از شاخص‌های آب بدون درآمد؛ اقدامات اصلاحی نظیر: مدیریت فشار، اصلاح و بازسازی شبکه (مدیریت دارایی)، مدیریت فعال نشت و ...

مجزاسازی در برنامه بهره‌وری آب تهران ساختاری بالا به پائین و یا بزرگ به کوچک دارد که در تصویر ۲ قابل مشاهده است.



تصویر ۲- سطوح مجزاسازی در برنامه‌ی بهره‌وری آب تهران

مجزاسازی در چهار سطح برنامه‌ریزی شده است: سطح اول (محدوده امور بهره‌برداری شرکت‌ها)، سطح دوم (ابرپهنه که در حالت ایده‌آل محدوده تحت پوشش آبرسانی یک مخزن می باشد)، سطح سوم (پهنه‌های فشاری) و سطح چهارم (DMA ها). برای نمونه در سطح ابر پهنه‌ها، شهر تهران به ۸۹ محدوده تقسیم شده است.

۳- لایه نقاط فشارسنجی : فرآیند تعیین کلیه نقاط کلیدی فشار در مفاهیم آب بدون درآمد اعم از نقاط بحرانی (C.P)، نقاط متوسط فشاری (AZP)، نقاط بیشینه و کمینه فشاری، نقاط ورودی و خروجی فشارشکن ها و بارگذاری آنها در GIS در کلیه شرکت های زیرمجموعه آبفا استان تهران در حال انجام می باشد . فشار نقطه AZP، یکی از پارامترهای اصلی در مفهوم و روابط مدل FAVAD است و عملاً به عنوان بخش مهم محاسبه شاخص نشت زیرساخت (ILI) به حساب می آید . یکی از راه های تعیین نقطه مذکور، میانگین تراز ارتفاعی نقطه مکانی مشترکین (لایه دسته برنامه بهره وری در GIS) است که از روش مدل ارتفاعی رقومی (DEM) قابل محاسبه است

[illegible]

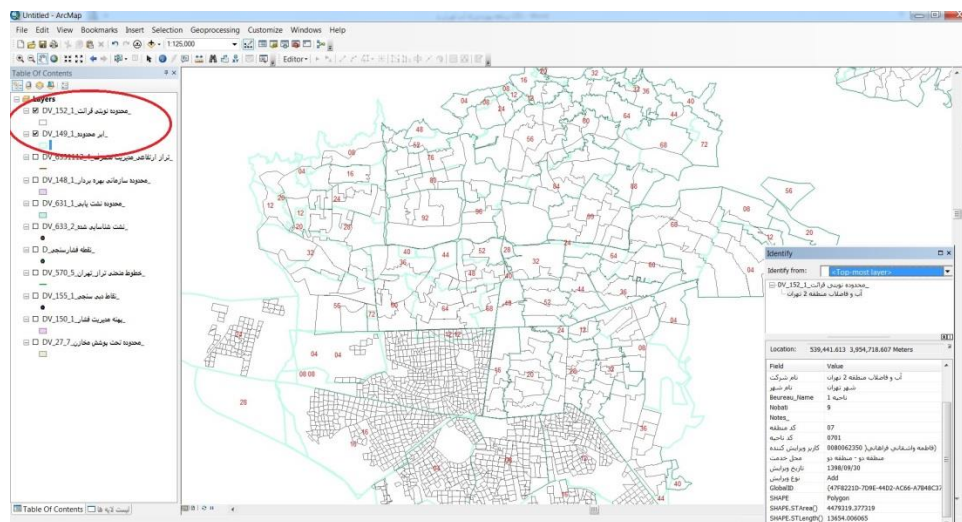
۵- لایه محدوده نشت یابی

[illegible]

تصویر ۵- لایه نقاط دبی سنجی - فیلدها و دیتای تکمیل شده در GIS آبفا تهران

۷- لایه نوبتی های قرائت مشترکین را کلیه شرکت های زیرمجموعه آبفا استان تهران موظف شده اند در سامانه GIS براساس مرز ابرپهنه ها و پهنه های فشاری اصلاح نمایند، تا امکان تدقیق در هدررفت محاسبه شده براساس بالانس آب در محدوده های مربوطه فراهم آید. در تصویر ۶ چگونگی تطبیق مرز ابرپهنه ها و نوبتی های قرائت در محیط Arcmap (پلاگین GIS آبفا تهران) نمایش داده شده است.

۸- بروزرسانی دیتای لایه مشترکین: به منظور تصحیح جانمایی کلیه مشترکین در محدوده های مجزای مشخص جهت تدقیق اقدامات مربوط به بالانس آب محدوده ها



تصویر ۶: فرآیند تطبیق مرز نوبتی های قرائت مشترکین و مرز ابرپهنه های بهره وری

۴- چالش های مدیریت آب بدون درآمد و ضرورت طرح مساله ای به نام "برنامه بهره وری آب"

قدمت موضوع مطالعات کاهش آب بدون درآمد در کشور به بیش از دو دهه می رسد؛ در طول این سال ها، پروژه های با عنوان پایلوت آب بدون درآمد همواره در جریان بوده و با گذشت زمان، هم در قابلیت های فنی، هم در روش ها و تکنیک های اجرایی و هم در اقدامات (نظیر روش اخذ داده ها) بهبود یافته اند؛ دقیقاً در شرایطی که این پایلوت ها به عنوان مهمترین برنامه شرکت های آب و فاضلاب جهت مدیریت هدررفت تثبیت شده بود، نام "برنامه بهره وری آب" با رویکردی متفاوت و نگاه نقادانه به گذشته مطرح گردید؛ در ذیل به برخی از مشکلات وضعیت متداول و دلایل طرح و تدوین این برنامه اشاره می گردد:

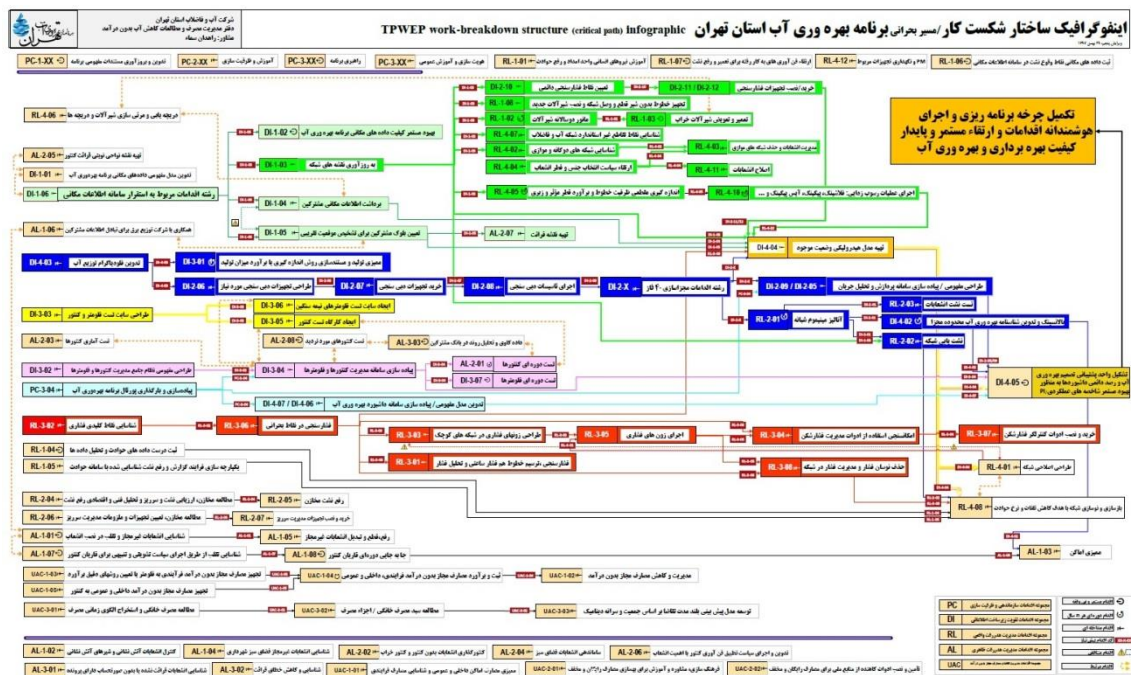
۴-۱- پاشنه آشیل وضعیت متداول مدیریت آب بدون درآمد

مشکلات اصلی روند متداول مدیریت آب بدون درآمد ازجمله پایلوت های آب بدون درآمد با خروجی جدول بالانس برای محدوده های مطالعاتی به شرح ذیل است:

- عدم امکان توجه به المان های متعدد و گسترده ی موثر بر آب بدون درآمد
- خلاصه شدن نگاه موجود در طراحی اقدامات صرفاً جهت برداشت میدانی در محدوده کوچکی از شبکه و نه کل شبکه
- امکان انجام بخشی از مجموعه وسیع اقدامات در محدوده مربوطه درطول مدت قرارداد

- اولین رویکرد اصلاحی برنامه بهره‌وری آب، تغییر در راهبرد کلان مدیریت آب بدون درآمد از طراحی پروژه‌های موردی (اقدامات یکتا) به تمرکز بر یک برنامه جامع و کل‌نگر (کل به جزء) است که ویژگی‌های ذیل را داراست:
- قرار گرفتن اقدامات بصورت سلسله‌وار، با نظر داشت تقدم و تاخر، در پیوندی ناگسستنی با یکدیگر در مسیرهای بحرانی و یا زنجیره‌های اقدام (تصویر ۷ - برای نمونه رشته اقدامات استقرار سامانه اطلاعات مکانی در تصویر مشخص می‌باشد).
- ایجاد تغییر در رویه‌های جاری شرکت‌های آب و فاضلاب و بنا کردن رویکردهای ساختاری حوزه‌های فنی-توسعه، بهره‌برداری و مشترکین براساس برنامه بهره‌وری آب (مدیریت آب بدون درآمد) از جمله در نوع نگاه به سیستم اطلاعات مکانی و نقش محوری آن در این راهبردی
- تعیین و تثبیت نقش معاونت‌های مختلف و چگونگی تعامل فی‌مابین براساس مجموعه اقدامات تعریفی

برای راهبری طرح های آب بدون درآمد به مجموعه ای از زیرساخت ها نیاز است که سیستم اطلاعات مکانی (GIS) دقیق مبتنی بر وضع موجود، یکی از مهمترین آنهاست. آماده شدن این زیرساخت ها قاعدتا زمان بر بوده و طول مدت قراردادهای پایلوت آب بدون درآمد عموماً آن را پوشش نمی دهد



تصویر ۷: اطلاع نگاشت ساختار شکست کار و مسیرهای بحرانی برنامه بهره وری آب تهران

۴-۴- وضعیت منابع مالی و منابع آبی کشور

تغییر وضعیت منابع مالی کشور از دسترسی به وام های بانک جهانی، صندوق های توسعه منطقه ای و حتی منابع مالی ملی بخشی که دغدغه هزینه های اجرای هرنوع پروژه آب بدون درآمد را به حداقل می رساند به وضع فعلی؛ ضمن این که خطر کاهش منابع آبی و بحران و تنش آبی نیز بیش از پیش لزوم برنامه جامع و راهبردی برای تعیین اولویت ها و مدیریت بهینه منابع مالی و آبی را مشخص می سازد.

۵- جمع بندی و نتیجه گیری

برنامه ی بهروری آب تهران، قطعاً بزرگترین پروژه در بهره گیری فرآیندی از سامانه اطلاعات مکانی آبفا تهران به عنوان یکی از زیرساخت ها بوده و از اولین برنامه های پیاده شده در آبفا تهران برای به کار گرفتن حوزه های مختلف اعم از حوزه مشترکین، بهره برداری شبکه و پست های امداد و حوزه فنی جهت تدقیق اطلاعات تخصصی در سامانه اطلاعات مکانی جهت محاسبه و بهبود مداوم شاخص های آب بدون درآمد نظیر ILI (شاخص نشت زیرساخت) می باشد؛ برنامه ای که به جای اقدامات جزئی و موضعی نظیر پروژه های آب بدون درآمد (روال متدوال)، به دنبال بنای ساختارهای شرکت بر مبنای مدیریت آب بدون درآمد بود و عملاً در حوزه استفاده اساسی و زیربنایی از سیستم اطلاعات مکانی آب و فاضلاب تهران نیز به چنین هدفی دست پیدا کرد؛ درواقع GIS نه صرفاً به عنوان یک مزیت و قابلیت فنی همراه، بلکه به مثابه یکی از ملزومات اساسی و غیر قابل حذف مجموعه آب و فاضلاب محسوب شده و روزآمد نمودن داده های مکانی در لایه های مختلف متعلق به حوزه های فنی، بهره برداری و مشترکین، به واسطه برنامه بهره وری آب، جزو لاینفک برنامه های متداول شرکت های زیرمجموعه آب و فاضلاب تهران گردیده است. ضمن این که رشته اقدامات استقرار سامانه اطلاعات مکانی، خود به عنوان یکی از مهمترین اقدامات، در قلب زنجیره فعالیت های به هم پیوسته در تصویر جامع و کلان برنامه بهره وری آب به حساب می آید. جدول ۱ مقایسه ای کوتاه در نگاه کلان مدیریت آب بدون درآمد قبل و بعد از اجرای برنامه را ارائه نموده است. بی شک برنامه بهره وری آب بواسطه نگاه کلان و اولویت بندی اقدامات، در شرایط اقتصادی کنونی و خصوصاً برای استان های کم آب و در خطر بحران آب کشور که آب در آنها جنبه حیاتی دارد، می تواند بهترین برنامه ممکن جهت مدیریت آب بدون درآمد باشد. ضمن این که این برنامه، قابلیت تبدیل شدن به برنامه راهبردی ابلاغی در حوزه مدیریت آب بدون درآمد کشور را نیز داراست.

جدول ۱- مقایسه نگاه کلان در مدیریت آب بدون درآمد قبل و بعد از اجرای برنامه

راهبرد جاری و حاکم بر برنامه	رویکرد قبل از اجرای برنامه
تأکید بر استقرار محدوده های مجزا و بهره برداری دائمی - تمرکز بر حصول چند هدف محدود در هر گام	اجرای پایلوت های موردی مدیریت تلفات با فعالیتهای متنوع - محدود شدن نتایج به گزارشات - توقف مجزاسازی پس از پایان مطالعات
حرکت از کل به جزء در قالب مراحل شکل ۳	حرکت از جزء به کل، (از DMA به مجزاسازی کل شبکه)
نشت یابی بر اساس شاخص های آب بدون درآمد (NRW) محدوده ها اصلاح و بازسازی شبکه بر اساس شاخص های NRW محدوده ها	نشت یابی دوره ای تقریباً هر سه سال یکبار اصلاح و بازسازی شبکه براساس قدمت و فرسودگی
بنا شدن ساختار برنامه براساس تدقیق مداوم داده های سیستم اطلاعات مکانی	عدم استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و یا استفاده محدود در محدوده یک پایلوت

۶- مراجع

۱. سند پشتیبانی فنی مدل مفهومی داده های مکانی برنامه بهره وری آب تهران ، برنامه بهره‌وری آب تهران، ۱۳۹۶
۲. سند راهبردی برنامه بهره‌وری آب تهران، برنامه بهره‌وری آب تهران، ۱۳۹۶
۳. سند شکست کار برنامه بهره‌وری آب تهران، برنامه بهره‌وری آب تهران، ۱۳۹۵
۴. مقاله مروری بر برنامه بهره‌وری آب تهران، عبدالحمید توکلی بینا، صادق یونسلو، کاوه جمالی، همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب، ۱۳۹۶