طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم اطلاعات مکانی مردم‌گستر برای شبکه آب شهری

حمید باقری[1] محمدرضا ملک[2]
علی اسماعیلی[3] مهدیه قدسی‌نژاد[4]

تاریخ دریافت مقاله: ۹٤/۳/٦ تاریخ پذیرش مقاله: ۹٤/٦/۲۳

****

چکیده

در دهه‌های اخیر محدودیت منابع آب شهری و فرسودگی خطوط انتقال، عمرکوتاه عناصر شبکه‌ی آب، افزایش شکستگی لوله‌ها و تلفات بالای شبکه‌ها سبب افزایش هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی در بهره‌وری از زیرساخت‌های شبکه‌ی توزیع شده است. کمبود اطلاعات، قدمت داده‌های مربوط به شبکه و عدم وجود سیستم اطلاع‌رسانی مکانی حوادث، یکی از بزرگترین مشکلات فراروی مدیریت شبکه‌های انتقال آب می‌باشد. گرچه تهیه‌ی اینگونه داده‌ها توسط سازمان‌های دولتی نظارت شده و تحت استانداردهای خاصی هستند، اما کماکان مشکل کمبود، نقص و دیرکرد تهیه داده مشهود است. یکی از راهکارهای ارائه شده برای حل این مشکل، استفاده از مشارکت شهروندان در تهیه‌ی داده‌های مکانی می‌باشد. استفاده از محیط‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر و اطلاعات افراد بومی می‌تواند روش سریع‌تر و کم‌هزینه‌تری برای به روزرسانی نقشه‌ها باشد. در چارچوب مقاله‌ی حاضر از محیط اطلاعات مکانی مردم‌گستر برای تسریع فرآیند خدمات‌رسانی در شبکه‌های آب شهری به هنگام به وجود آمدن مشکلاتی از قبیل نشت لوله‌های آب، ترکیدن لوله‌ها، حفاری‌های غیرقانونی و غیره استفاده شده است.پس از مدلسازی و طراحی سیستم پیشنهادی، پیاده‌سازی آن در محیط Visual Studio2012 و در چارچوب ASP.NET و با زبان C# انجام شد. برای ذخیره اطلاعات مکانی و غیرمکانی به ترتیب از پایگاه داده SQL Server2012 و GeoDataBase استفاده شد. برای ورود نقشه‌ها بر روی سیستم از نرم‌افزار ArcGIS Server10.2 بهره گرفته شد. در پایان طبق نظرسنجی انجام شده از مردم حدود ۸۰ درصد از افراد شرکت‌کننده، از سیستم طراحی شده رضایت داشتند. همچنین براساس نظرسنجی که از ٤ نفر از کارشناسان سازمان آب صورت پذیرفت، ۳ نفر آنها از طراحی چنین سیستمی رضایت داشتند.

واژه‌های کلیدی: مشکلات شبکه آب، داده‌های مکانی مردم‌گستر، GIS، MVC.

****

۱ – دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد مهندسی سیستم‌های اطلاعات مکانی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان Hamidbagheri87@gmail.com
۲– دانشیار گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی Mrmalek@kntu.ac.ir
۳– استادیار گروه مهندسی سیستم‌های اطلاعات مکانی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان aliesmaeily@hotmail.com
٤– دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های اطلاعات مکانی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان ghodsinejad.mahdieh@gmail.com

۱- مقدمه

یکی از حساس‌ترین و پرهزینه‌ترین واحدهای شرکت‌های آب شهری، سیستم حوادث است. یک شبکه‌ی خطوط لوله امروزه، ممکن است از هزاران لوله، تعداد زیادی ایستگاه تقویت فشار و سایر تجهیزات نظیر شیرها و رگولاتورها تشکیل شده باشد. بالا بودن تعداد حوادث در شبکه‌های توزیع آب شهری باعث ازدیاد تلفات فیزیکی و هزینه‌ی ترمیم حوادث می‌گردد.

مرکز تحقیقات بین‌المللی توسعه[1] در خلاصه‌ی گزارش وضعیت آب جهان اعلام کرده است که مهمترین مشکل در زمینه‌ی بحران آب، مدیریت نامناسب منابع آب است. در ادامه‌ی این گزارش ذکر شده است که سازمان‌ها و اجتماعات محلی مهمترین عامل در مدیریت اثربخش منابع آب می‌باشند ***(Karl,1995)***. نمونه‌ای از مشارکت موفق در زمینه‌ی مدیریت منابع آب، مربوط به تجربه‌ی کشور زیمبابوه می‌باشد. برنامه مدیریت مبتنی بر اجتماعات محلی[2] در این کشور که در سال ۱۹۹۹ اجرا شد نه تنها موفقیت قابل ملاحظه‌ای در استفاده‌ی صحیح از منابع آب داشت بلکه مشارکت افراد محلی باعث لحاظ شدن رویه‌های توسعه‌ی پایدار و جنبه‌های زیست محیطی نیز شد ***(Principles, Dublin, 1992)***.

طبق آمار ارائه شده توسط شبکه‌ی اطلاع‌رسانی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، سالانه نزدیک به یک میلیون حادثه در شبکه‌های توزیع آب شهری به وقوع می‌پیوندد و بیش از ۲۰ درصد از کل درآمد شرکت‌های آب و فاضلاب صرف ترمیم این حوادث می‌شود. به عنوان نمونه در سال ۱۳۷۷ حدود ۲۰۰ میلیارد ریال برای رفع حوادث و اتفاقات در کشور هزینه شده است ***(Beygi, 1378:37)***.

از آنجایی که قسمت عمده‌ای از تصمیمات اخذ شده توسط مدیران و برنامه‌ریزان در پروژه‌های مختلف به نوعی به مکان و موقعیت خاصی مربوط می‌باشند و در واقع ماهیتی مکان مرجع دارند، لذا وجود اطلاعات مکانی دقیق، مطمئن، بهنگام و نیز مدیریت بهینه‌ی آن از موضوعات بسیاراساسی موفقیت این تصمیمات و اجرای آنان می‌باشد.

1- International Development Research Centre
2- Community Based Management Program

ظهوراینترنت باعث ایجاد ارتباطات و شبکه‌های اجتماعی مجازی شده، که تولید اطلاعات و به اشتراک گذاشتن آنها با یکدیگر و با عموم را امکانپذیر کرده است ***(Cooper, 2010:73)***. درابتدای پیدایش اینترنت، اطلاعات موجود در روی آن فقط توسط افراد کارشناس تهیه می‌شد و دراختیار کاربران قرار می‌گرفت. در این فاز ازاینترنت که«وب» نام دارد، کاربران به صورت مصرف کنندگان صرف هستند که تأثیر چندانی بر رویدادهای تولید شده ندارند ***(Cooper, 2010:34)***. باگسترش فناوری و درگاه‌های ورودی اطلاعات، این امکان به وجود آمد تا افراد با تخصص کم نیز بتوانند تولیدکننده اطلاعات بر روی وب باشند ***(Cooper, 2010: 34-38)***.

این امر باعث شد تا حجم عظیمی از داده‌های مکانی توسط مردم ایجاد شود و فرصتی را ایجاد کرد تا افراد عادی بدون نیاز به آموزش و با توجه به دانش محلی خود، اقدام به تهیه‌ی نقشه و تولید اطلاعات مکانی کنند. ***(Castelein, 2010: 10 & Haklay, 2008: 2011)***

این داده‌های تولید شده توسط عموم، مفهومی را ایجاد کرد که آن را داده‌های مردم‌گستر می‌نامند ***(Baeza,2009:1)***. این پیشرفت‌ها باعث ایجاد نگرشی گردید که گودچایلد[3] آن را سیستم اطلاعات مکانی مردم‌گستر[4] نامید. داده‌های مکانی مردم گستر[5] منبعی بزرگ و ارزشمند از داده‌های مکانی، برای تکمیل داده‌های استاندارد بوده که به کاربران اجازه می‌دهد تا دنیا را براساس درک و چشم‌انداز خود تصویر کنند ***(Purves,2008)***.

با توجه به مشارکت تعداد زیادی از کاربران برای تولید داده‌های مکانی مردم‌گستر، این داده‌ها به صورت دائم در حال افزایش و تغییر هستند که این ویژگی، داده‌های مردم‌گستر را از داده‌های مکانی استاندارد که پس از انتشار، در بازه‌های زمانی خاص به روز می‌شوند متمایز می‌کند ***(Elwood, 2008: 133)***.

در حالی که نقشه‌سازی مرسوم، معمولاً به وسیله‌ی سازمان‌های رسمی انجام می‌شود، داده‌های مکانی مردم‌گستر نقشه را با استفاده از افراد داوطلب و مردم تهیه می‌کنند. در حقیقت تفاوت کلیدی این است که گروه بزرگی از کاربران

3- Goodchild
4- Volunteered Geographic Information System
5- Volunteered Geographic Information- VGI

با آموزش رسمی کم در ساخت نقشه به تولید نقشه می‌پردازند و به جای اینکه به سرویس‌های حرفه‌ای متکی باشند، به طور داوطلبانه و بدون موارد مالی، نتایجی کم‌هزینه را از پایگاه داده‌های آزاد در دسترس قرار می‌دهند. داده‌های مکانی مرسوم، معمولاً در دسترس نبوده و گرانقیمت می‌باشند. با این حال، این روند با ایجاد VGI در حال تغییر است. VGI با عنوان محتوای تولید شده توسط کاربر، داده‌های مکانی جمع‌آوری شده و منتشرشده به صورت داوطلبانه توسط اشخاص می‌باشد ***(Tao, 2010)***. تاکنون مقدار زیادی از داده‌های مکانی به علت افزایش تعداد مشارکت‌کنندگان و داوطلبان جمع‌آوری شده است. ازهمه مهمتر این است که این داده‌ها رایگان بوده و برای همه قابل دسترس می‌باشد. از جمله استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی مردم‌گستر در بحران، به کار بردن آن به هنگام وقوع آتش‌سوزی‌هایی بود که بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹ در شهر سانتا باربارا[1] در ایالت کالیفرنیا[2] اتفاق افتاد. در این دوره محیط‌های گزارش‌دهنده‌ی رسمی آتش‌سوزی به وسیله‌ی گزارشات شهروندان به روز می‌شدند ***(Goodchild, 2010:231)***.

اطلاعات مردم‌گستر جمع‌آوری شده در زلزله‌ی ژانویه ۲۰۱۰ در Haiti، نمونه‌ای از کاربرد سیستم‌های مردم‌گستر به عنوان منبع ارزشمند اطلاعات مکانی در هنگام روبه‌رو شدن با بحران است ***(Heinzelman:2010)***.

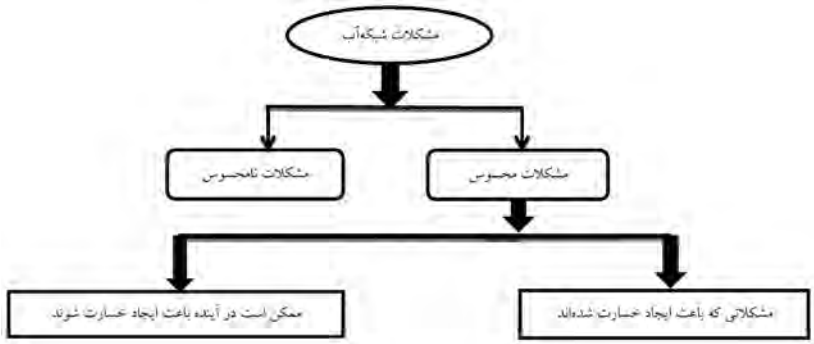
با توجه به کاهش شدید در قیمت تجهیزات همراه و گوشی‌های هوشمند که دارای ابزار GPS هستند، اطلاعات مکانی مردم‌گستر رقیب جدی با شرکت‌های تجاری از قبیل Google Map و Tele Atlas می‌باشد ***(Tao,2010)***. این داده‌های مکانی که اکثراً به وسیله‌ی داوطلبان جمع‌آوری شده‌اند به صورت رایگان برای کاربران اینترنتی در دسترس هستند و می‌توانند برای پروژه‌ها و برنامه‌های GISشان به کار برده شوند ***(Zielstya,2010)***.

هدف تحقیق، طراحی یک سیستم مکانی مردم‌گستر برای سازمان آب است که مردم امکان وارد کردن اطلاعات را داشته باشند. همچنین در صورت به وجود آمدن عوامل و نشانه‌های خسارت از جمله نشت لوله‌های آب، ترکیدگی لوله‌ها، جمع شدن آب در یک منطقه و همچنین مواردی که پتانسیل ایجاد خرابی را دارند مثل استفاده از تجهیزات غیراستاندارد در شبکه‌ها، کشیدن غیرقانونی خطوط لوله‌ها و حفاری‌های غیرقانونی و مشکوک که منجر به خرابی در شبکه‌ی آب می‌شود، هر فردی به محض روبه‌رو شدن با هرکدام از این نشانه‌ها، بتواند به عنوان یک سنجده‌ی هوشمند عمل کند و با ورود به سیستم و مشخص کردن مکان وقوع حادثه بر روی نقشه و همچنین مشخص کردن نوع حادثه، به مسئولین گزارش دهد. در تحقیق حاضر، انتظار می‌رود که مردم مسائلی از قبیل خرابی، تخریب، پتانسیل خرابی، موارد غیرقانونی و مانند اینها را برای شبکه‌های شهری اطلاع‌رسانی کنند. در این پژوهش ابتدا مقدمه‌ای در باب ضرورت موضوع مورد مطالعه، مروری بر تحقیقات صورت گرفته‌ی مربوط به مشکلات شبکه آب، کارهای انجام شده در زمینه‌ی VGI و اهدافی که در این تحقیق دنبال می‌شود بیان شده است. در بخش دوم، وضعیت موجود شبکه‌های آب شهری و مشکلات مربوط به آن شرح داده شده است. در بخش سوم مؤلفه‌ها و المان‌های مربوط به مدل‌سازی و طراحی سیستم پیشنهادی معرفی شده‌اند. در بخش چهارم نرم‌افزارها و زبان‌های برنامه‌نویسی استفاده شده و پیاده‌سازی و ارزیابی سیستم مورد نظر بیان شده‌اند و در نهایت در بخش پنجم به نتیجه‌گیری و ارائه‌ی پیشنهادات پرداخته شده است.

۲- وضعیت موجود شبکه‌های آب شهری

محدودیت حجم منابع آب شیرین و افزایش تقاضا برای این کالای کمیاب و ارزشمند از یک سو و پراکندگی زمانی و مکانی ناهمگون میان منابع و نیاز آبی از سوی دیگر، موضوع آب و مدیریت بر آن را ازحیطه‌های مهندسی گذرانده است و جایگاه ویژه‌ای را در گستره‌های اقتصادی، مدیریتی، فرهنگی و گاه حتی سیاسی وامنیتی برای آن رقم‌زده است. تأمین و رساندن آب مورد نیاز مشترکان

1- Santa Barbara
2- California



نگاره ۱: انواع مشکلات شبکه‌ی آب

خانگی، مصارف عمومی، تجاری و صنعتی با کمیت، کیفیت و فشار مناسب براساس استانداردهای بین‌المللی موجود از محل تولید به مصرف در طول دوره‌ی طرح و عمر مفید سیستم از اهم وظایف این زیرساخت است .

تلفات آب از اصلی‌ترین مشکلات سیستم‌های توزیع آب شهری است. نخستین گام در طرح‌های کاهش تلفات فیزیکی در شبکه‌های توزیع آب شهری، تجزیه و تحلیل دقیق آن در شبکه می‌باشد. بازسازی، تعمیر، نگهداری شبکه و مدیریت فشار از راهکارهای اصلی در این زمینه محسوب می‌شوند. برخی از انواع مهم تلفات فیزیکی توسط فونتانا[1] و همکارانش ***(Fontana,2012)*** بیان شده‌اند که عبارت‌انداز: تلفات زمینه، تلفات بر اثر حوادث و شکستگی لوله‌ها، تلفات در مخازن و آبگیرها و تلفات ناشی از نشت در شیرآلات و اتصالات.

در اکثر مشکلات محیطی و فعالیت‌های نظارتی به خصوص در مدیریت حوادث و اتفاقات در شبکه‌های توزیع آب، نیاز به اطلاعات مکانی و توصیفی دقیق و به روز عوارض شبکه، در انجام تحلیل‌های مرتبط با حادثه لازم است و اخذ تصمیم مناسب در محل حادثه جهت رفع حادثه ضروری می‌باشد. مدیریت حوادث در شبکه‌ی توزیع از جمله اهداف بسیار اساسی در سازمان آب بوده که در آن نیاز به انجام تحلیل‌های جامع برروی حوادث در شبکه‌ی توزیع، دسترسی به اطلاعات کامل، دقیق، بهنگام وساختار یافته از تجهیزات شبکه‌های توزیع آب به خوبی محسوس است. یکی از عواملی که باعث صدمه دیدن سیستم‌های انتقال آب و تصفیه‌خانه‌های آب می‌شود عدم ارائه طرح انعطاف‌پذیری برای لوله‌ها است. از دیدگاه دیگر خوردگی، نشت، جوشکاری نامناسب و برخورد لوله‌ها با یکدیگر از عواملی می‌باشد که باعث آسیب دیدن لوله‌های آبرسانی می‌شود***(IWA Task Force, 1980)*** .

خسارت در شبکه‌های آب به دو دسته تلفات فیزیکی و غیرفیزیکی تقسیم می‌شود. از مهمترین عوامل ایجاد تلفات فیزیکی در شبکه‌های آب، می‌توان به حرکت زمین، پوسیدگی لوله‌ها، فشار زیاد در شبکه، حفاری معابر، تغییرات شدید دمای هوا و خرابی تجهیزات و تأسیسات در شبکه اشاره کرد ***(Zolriasatain & Borghei, 1385)***. تلفات غیرفیزیکی زیان‌هایی را شامل می‌شود که در اثر عدم دریافت آب بهاء متوجه شرکت آب و فاضلاب می‌شود. این تلفات در سیستم‌های آب شهری می‌تواند از طریق عدم سنجش صحیح کنتورهای موجود مشترکین، انشعابات غیرمجاز یا اشکالاتی در سیستم امور مشترکین، مانع دریافت آب بهای واقعی شده و موجبات کاهش درآمد سازمان مربوطه را فراهم می‌کند ***(همان)***.

۳- طراحی و مدلسازی

در این مرحله از تحقیق، نخست مشکلات مربوط به این شبکه طبقه‌بندی شده است. در نگاره ۱، انواع مشکلات را به صورت نمودار به نمایش آورده‌ایم.

منظور از مشکلات محسوس مشکلاتی هستند که توسط افراد عادی و بدون نیاز به ابزار خاصی قابل تشخیص می‌باشند. این مشکلات در شبکه‌های شهری به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته‌ی اول به مشکلاتی گویند که باعث ایجاد خسارت شده‌اند و باید جهت رفع آنها به مسئولین امر اطلاع داده شود(جدول۱).

1- Fontana

جدول۱: مشکلات دسته اول برای شبکه‌ی آب

۱	نشت لوله‌های آب
۲	ترکیدگی لوله‌های آب
۳	تغییر رنگ و بوی آب
٤	کاهش فشار آب در منازل
٥	قطعی آب در منازل
٦	خرابی کنتورهای آب مشترکین

دسته‌ی دوم مشکلاتی هستند که ممکن است در آینده باعث ایجاد خسارت شوند و باید جهت جلوگیری از مشکلات آتی، قبل از بروز حادثه به مسئولین امر اطلاع داده شود. مشکلات این دسته برای شبکه‌ی آب در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول۲: مشکلات دسته دوم برای شبکه‌ی آب

۱	حفاری غیرقانونی و مشکوک
۲	کشیدن غیرقانونی لوله‌ها و توسعه لوله‌کشی داخلی
۳	استفاده از تجهیزات غیر استاندارد در شبکه‌ها
٤	انشعاب‌های غیر مجاز از قبیل جابه‌جایی کنتور

منظور از مشکلات نامحسوس مشکلاتی هستند که دلیل ایجاد آنها معلوم نیست و ممکن است از نشانه‌های خطر باشند. از جمله نشانه‌های خطر که در شبکه‌های شهری رخ می‌دهد عبارت‌انداز: جمع شدن آب بر روی زمین که ممکن است لوله‌ی آب در زیر زمین ترکیده باشد و بوی گاز در هر جایی، که ممکن است لوله‌ای نشت کرده باشد.

۳-۱- قیود در طراحی سیستم

در طراحی سیستم پیشنهادی سعی شده است کاربر بتواند به راحتی مشکلات را از هم تمیز داده و همه‌ی مشکلات و نشانه‌های خطر که ممکن است در یک شبکه‌ی آب ایجاد شود، پوشش داده شوند. به این ترتیب با بالا رفتن سرعت کار، انگیزه‌ی کاربران برای اعمال مشکلات از طریق سیستم بیشتر می‌شود. همچنین در طراحی، برای ایجاد نظم در سیستم، باید طبقه‌بندی‌های ذکر شده در بخش قبل اعمال شوند. به این ترتیب که مشکلات محسوس و نامحسوس به صورت مجزا ارائه گردند. همچنین مشکلاتی که ایجاد خسارت کرده‌اند و مشکلاتی که ممکن است باعث خسارت شوند نیز به گونه‌ای از یکدیگر جدا شوند که کاربر سرعت بهتری برای اعمال مشکل داشته باشد. پس از انتخاب مشکل مورد نظر و ارسال آن توسط کاربر، این مشکل در پایگاه داده ذخیره می‌شود و به صورت اعلام خطر به مسئولین مربوطه اعلام می‌گردد. به همین ترتیب تمام مشکلاتی که در پایگاه داده ذخیره می‌شود برای مراحل بعد که کاربران قصد دریافت اطلاعات مربوط به مناطق را دارند استفاده می‌شوند. مردم مشارکت‌کنندگان اصلی در این سیستم می‌باشند. اطلاعاتی که از طریق مردم جمع‌آوری می‌شود به دو نوع تقسیم می‌گردند. یکی مربوط به نشانه‌های خطر شبکه‌های آب موجود در منطقه و دیگری نوع مشکلی می‌باشد که حادث شده است. دسته‌ی اول نشانه‌هایی از خطر هستند که در صورت عدم رسیدگی به آنها ممکن است باعث ایجاد حادثه‌های جدی شوند، مانند جمع شدن آب روی زمین. دسته دوم مشکلاتی هستند که باعث ایجاد حادثه شده‌اند مانند ترکیدگی لوله‌ی آب.

۳-۲- المان‌ها و مؤلفه‌های توصیف‌گر مشکلات

در سیستم مورد نظر به هنگام اعمال مشکلات توسط کاربران، هر کدام از مشکلات دارای المان‌هایی می‌باشند. این المان‌ها در جدول ۳ نشان داده شده‌اند.

جدول۳. المان‌های ارسالی برای مشکل توسط کاربران

۱	مکان
۲	زمان
۳	عکس از منطقه
٤	توضیحات

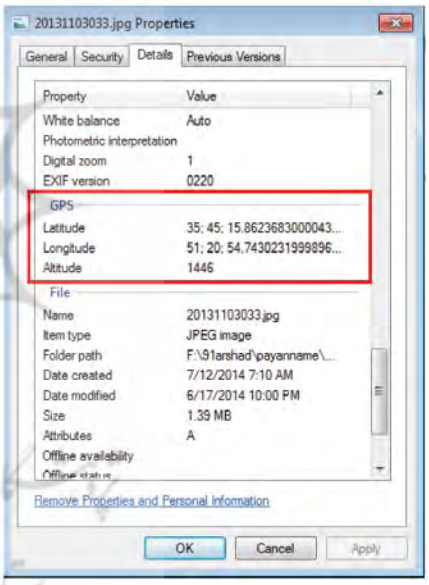
در اینجا منظور از مکان، موقعیت منطقه‌ای است که حادثه رخ داده است. نحوه‌ی دریافت این المان به دو صورت می‌باشد:

الف) کاربر بر روی نقشه‌ی شبکه آب موجود در سیستم، موقعیت منطقه‌ی مورد نظر را با کلیک کردن مشخص نماید (نگاره ۷).

ب) کاربر از منطقه‌ی موردنظر عکس می‌گیرد و پس از

بارگذاری بر روی سیستم، برای سازمان مربوطه ارسال می‌کند. در این شرایط، موقعیت منطقه از اطلاعات توصیفی عکس استخراج و به همراه عکس ارسال می‌شود.

دلیل انتخاب المان زمان این است که مسئولین با مشاهده‌ی آن به عملکرد خود در ارائه‌ی خدمت‌رسانی به مردم، سرعت ببخشند و منظور از آن، زمان وقوع حادثه است که شامل تاریخ روز حادثه و ساعت وقوع آن می‌باشد. به هنگام ورود المان زمان، کاربر می‌تواند در سیستم، تاریخ و ساعت وقوع حادثه را به صورت دستی وارد کند و یا با ارسال عکس مربوطه اطلاعات زمانی به طور خودکار استخراج گردد. اطلاعات موقعیتی مربوط به یک عکس در نگاره ۲ نمایش داده شده است.



نگاره ۲: اطلاعات موقعیتی مربوط به یک عکس

یکی از المان‌های دیگر که توسط کاربر اعمال می‌شود، المان توضیحات می‌باشد. برای تمام مشکلات و نشانه‌های خطر طبقه‌بندی شده، این المان وجود دارد. در صورتی که کاربر قصد دارد توضیح بیشتری در مورد حادثه ارائه دهد با استفاده از این المان، امکان‌پذیر خواهد بود.همچنین در این المان کاربر می‌تواند علت وقوع حادثه را بیان کند.

۳-۳- طراحی سیستم پیشنهادی

در بخش‌های قبل با المان‌های مربوط به مشکلات آشنا شدیم. برای دست یافتن به هدف تحقیق که تکمیل اطلاعات شبکه‌ی آب شهری می‌باشد، سیستمی استاندارد و تعامل‌پذیر براساس مفاهیم VGI و مشارکت مردم و تلفیق آنها با مفاهیم وب به منظور ایجاد یک سیستم طراحی می‌شود. توسط این سیستم کاربران می‌توانند از قابلیت‌های ارائه شده به منظور تحلیل داده‌های مکانی استفاده کرده و یا اقدام به ثبت داده‌های جدید کنند. در این تحقیق از یک معماری MVC[1] برای طراحی و پیاده‌سازی سیستم موردنظر استفاده شده است. MVC بخش‌های منطقی برنامه که شامل اطلاعات، سطح دسترسی‌ها و چک کردن صحت داده‌ها می‌باشد را از لایه نمایش جدا می‌کند. مدل، کنترل کننده و نمایش اجزای این معماری هستند.

بار اصلی معماری MVC بر عهده‌ی بخش مدل است. این بخش برای ذخیره‌سازی و بازیابی داده‌های مورد نیاز لایه کنترل کننده از جمله داده‌های مکانی، اطلاعات مربوط به کاربران سامانه، اطلاعات توصیفی و متادیتا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق از SQL Server2012 برای نگهداری داده‌ها در بخش مدل استفاده شد.

لایه‌ی کنترل کننده وظیفه‌ی پردازش و اعتبارسنجی داده‌هایی که توسط کاربران وارد می‌شود را بر عهده دارد. درخواست‌های کاربر پس از پردازش، به قسمت‌های مربوطه هدایت می‌شود. این لایه، واسطه‌ی ارتباط بین لایه‌ی نمایش و مدل است، بدین صورت که درخواست‌های کاربر از طریق این لایه به مدل ارسال می‌شود. لایه نمایش بخشی از سامانه است که دسترسی به سرویس‌ها و ارتباط با آنها را آسان می‌کند. این لایه وظیفه‌ی برقراری ارتباط با کاربران،گرفتن داده از آنها و نمایش داده‌های آماده به آنهارا بر عهده دارد. این کار از طریق برقراری ارتباط با دو بخش دیگر یعنی لایه‌های مدل و کنترل کننده انجام می‌گیرد. نگاره۳ معماری MVC بکار گرفته شده در این تحقیق را نشان می‌دهد.

به منظور شناخت قواعد کاری شامل سیاست‌ها، تعاریف اولیه و همچنین ضوابط حاکم بر عملکرد سیستم، این قواعدباید به شکل مستند آورده شوند. منظور از کاربران

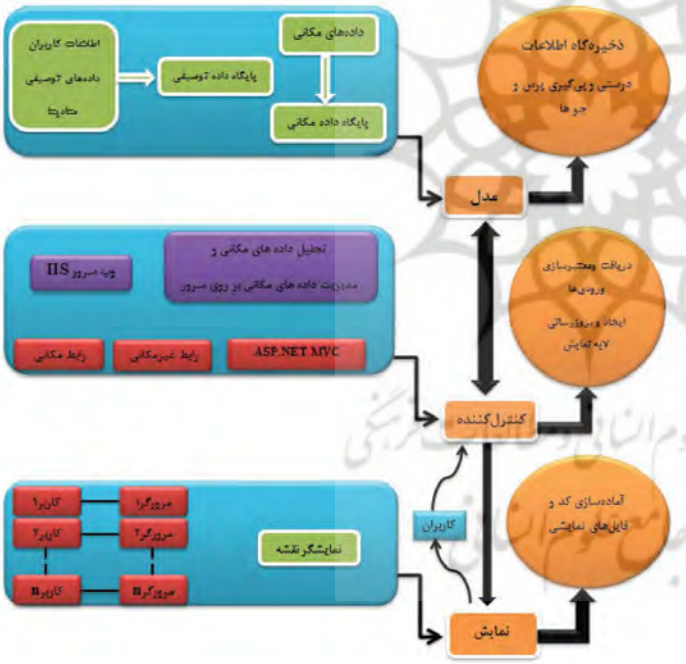
1- Model – View – Control

خاص، کاربرانی هستند که در سیستم ثبت‌نام کرده‌اند و منظور از کاربران عام (مهمان)، کاربرانی هستند که قصد ثبت‌نام ندارند و به صورت عادی وارد سیستم شده‌اند. در ادامه قواعد کاری سیستم آورده شده است.

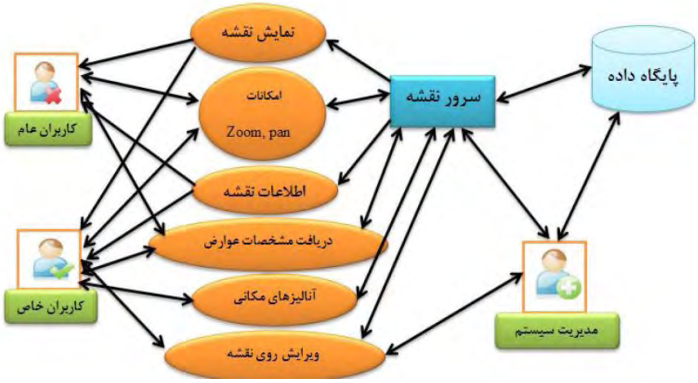
تمامی کاربران باید امکان نمایش، جابجایی و دریافت مشخصات عوارض را داشته باشند. این امکانات انگیزه‌ی کاربران را برای ورود به سیستم بیشتر می‌کند و باعث ارتقاء سیستم می‌شود. تنها کاربران خاص اجازه‌ی ویرایش اطلاعات و آنالیزهای مکانی سیستم را دارند. ورود داده-های جدید به سیستم بسیار مهم می‌باشد. به همین دلیل کسانی که این اطلاعات را وارد می‌کنند باید افراد مشخصی باشند که اطلاعات آنها در سیستم ثبت شده باشد، یعنی ثبت‌نام کرده باشند. نسخه‌های جدید و قدیم اطلاعات باید ذخیره‌سازی شوند تا اطلاعات قابل بررسی و ارزیابی باشند. ذخیره اطلاعات کاربران که مشکلات هر منطقه را در سیستم اعمال کرده‌اند برای کسانی که قصد شناخت مناطق را دارند بسیار مهم است. باید بر روی کار کاربران خاص توسط گروه مدیریت، نظارتی وجود داشته باشد. این نظارت باعث حذف اطلاعات نادرست و اعمال اطلاعات درست کاربران در سیستم و بالا رفتن رضایت مردم از سیستم می‌شود. نگاره ٤ مدلی از قواعد مذکور را نشان می‌دهد.

٤- پیاده‌سازی و ارزیابی

در این مقاله داده‌های مورد استفاده‌ی ما نقشه شهری و نقشه



نگاره ۳: معماری سامانه پیشنهادی



نگاره ٤: مدلی از قواعد موجود در سیستم

نگاره ۵: نمای کلی از نقشه شهری و شبکه آب کرمان

شبکه‌ی آب شهر کرمان می‌باشد که به ترتیب با مراجعه به شهرداری و سازمان آب این شهر بدست آمد. همچنین اطلاعات مربوط به مشکلات سال۱۳۹۱ شبکه‌ی آب از سازمان مربوطه برای تحلیل مکانی سیستم اخذ شده است. شهر کرمان مرکز استان کرمان درجنوب شرق ایران واقع است و وسعت آن حدود ۱٤۰۰۰هکتار می‌باشد. این شهر از لحاظ عرض جغرافیایی در ″٢٤ ′١٠ °٣٠ تا ″٢٤ ′٢٥ °٣٠ شمالی و از لحاظ طول جغرافیایی در ″٣٦ ′١٢ °٥٧ تا ″٣٦ ′١٠ °٥٧ شرقی و در زون ٤٠ سیستم تصویر UTM قرار دارد. سیستم تأمین و توزیع آب شهری کرمان از مؤلفه‌های متعددی شامل منابع آب، تصفیه آب، پمپاژ، ذخیره‌سازی، توزیع، جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه آن تشکیل شده است. در نگاره۵ نمایی از نقشه‌ی شبکه آب شهرکرمان موجود در سیستم مشاهده می‌شود.

با توجه به معماری ذکر شده در بخش قبل، سیستم مبتنی بر فناوری‌های وب۲ و اطلاعات مکانی مردم‌گستر با استفاده ازسکوی Net. و به زبانC# توسعه داده شد.چارچوب. NET دارای یک سیستم برای ایجاد اتوماتیک صفحات وب و تأمین امنیت آنها می‌باشد. این سیستمNET. ASP نامیده می‌شود. پس در این تحقیق با استفاده از زبانC# وچارچوب NET. ASP برنامه‌های مبتنی بر وب ایجاد می‌شوند. همچنین محیط برنامه‌نویسی مایکروسافت یعنی Microsoft Visual Studio که با زبان ASP.NET بیشترین هماهنگی را دارد به عنوان محیط برنامه‌نویسی انتخاب شد و پایگاه داده‌ی رابطه‌ای Microsoft SQL Server برای مدیریت و نگهداری داده‌هایی از جمله اطلاعات کاربران، اطلاعات توصیفی وارد شده در فرم‌ها و محتوای تولید شده توسط کاربر استفاده شده است.اما ذخیره‌ی داده‌ها در پایگاه داده به تنهایی جوابگوی نیازهای سیستم نیست، زیرا باید دسترسی به داده‌ها و همچنین امکان افزودن داده‌ی جدید از طریق برنامه امکان‌پذیر باشد. بنابراین باید واسطی بین این دو نرم‌افزار وجود داشته باشد که بتواند این ارتباط را برقرار کند که در این تحقیق از واسط ADO .NET استفاده شد. همچنین به منظور ذخیره‌سازی عوارض مکانی و انجام پرس و جوی مکانی داده‌ها از پایگاه داده GeoDataBase موجود در نرم افزار ArcGIS استفاده شده است. همچنین واسط ArcSDE برای ارتباط بین این پایگاه و SQL Server مورد استفاده قرار گرفت. ArcSDE قابلیت استفاده‌ی همزمان چند کاربر از داده‌ها و ویرایش آنها و نداشتن محدودیت در حجم ذخیره‌سازی داده‌ها را دارا می‌باشد. برای وارد کردن نقشه به سیستم، از نرم‌افزار ArcGIS Server کمک گرفته شد. همچنین برای نمایش نقشه‌ها از ArcGIS Server بر روی وب از زبانSilverlight استفاده شد. برای تعامل بهتر و بهبود رابط نمایش نقشه،ArcGIS APIهای زبانSilverlight مورد استفاده قرار گرفت.

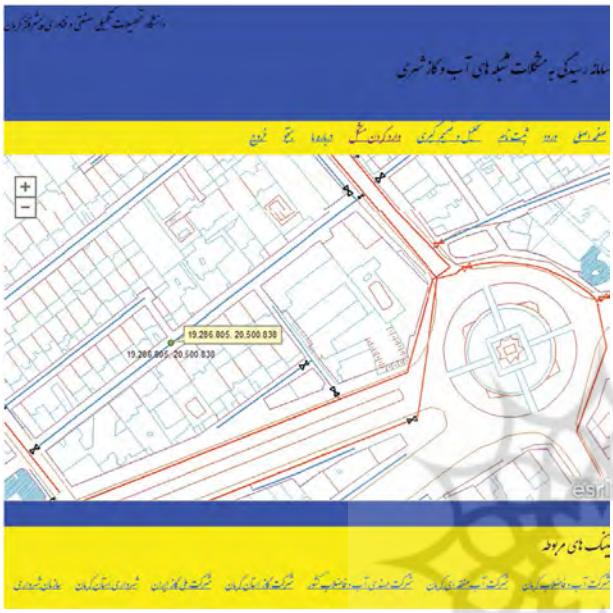
نگاره ٦: ساختار کلی سیستم پیشنهادی

نگاره ٦ساختار کلی سیستم پیشنهادی را نشان می‌دهد که در آن پردازش‌ها و تعاملات بین اجزا مشخص شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، واسطه‌های مختلف ایجاد شده امکان اتصال اجزا را به یکدیگر امکانپذیر می‌سازند.

وارد کردن مشکل در سیستم از روش کلیک کردن بر روی نقشه در نگاره ۷ نشان داده شده است که در بخش۳-۲ شرح داده شد.

علاوه بر محل بارگذاری برای عکس، در فرم مربوطه مواردی از قبیل انتخاب مشکل، تعیین مکان و زمان وقوع حادثه و توضیحاتی از مشکل مورد نظر نیز قرار داده شده است. فرم اطلاعاتی موجود در نگاره ۸ مشاهده می‌شود.

از خدماتی که در این تحقیق به کاربران ارائه می‌شود امکان مشاهده نقشه و امکان جستجو در نقشه برای همه کاربرانی است که وارد سیستم می‌شوند. یکی دیگر از مهمترین خدمات این سیستم ارائه‌ی گزارش‌های مربوط به هر منطقه می‌باشد. کاربران خاص در صورتی که تصمیم دارند از اطلاعات مشکلات مربوط به مناطق مختلف شهر آگاه شوند و محلی را برای زندگی انتخاب کنند که از گذشته تاکنون دارای کمترین مشکل و خسارت باشد، با ورود به قسمت تحلیل و تصمیم‌گیری در سیستم از این امکان بهره‌مند می‌شوند.



نگاره ۷: عملیات کلیک بر روی نقشه

نگاره ۸: فرم اطلاعاتی مربوط به مشکلات

٤-١- ارزیابی

سیستم پیاده‌سازی شده توسط۱۰ نفر از مردم مورد ارزیابی قرار گرفت. هدف از نظرسنجی این بود که توانایی یک محیط VGI در رابطه با داده‌های شبکه‌های آب بررسی شود. پس از توضیحات مختصر راجع به هدف پروژه، از آنها سؤالاتی در مورد استفاده ازیک سیستم معمول اطلاع‌رسانی به سازمان آب مانند تلفن و مراجعه‌ی حضوری و استفاده از سیستم پیاده‌سازی شده، پرسیده شد. در این نظرسنجی طبق شکل۹ نظر افراد به سه دسته خوب، متوسط و عالی دسته‌بندی شد. در نهایت با توجه به در نظرگرفتن دو دسته خوب و عالی در یک گروه، ۹۰ درصد افراد رضایت خود را از سیستم پیشنهادی اعلام کرده‌اند و اظهار داشتند که وجود چنین سیستمی باعث صرفه‌جویی در وقت و هزینه آنها می‌شود و رضایت از سازمان‌های مذکور را افزایش می‌دهد.

نتایج این نظرسنجی در جدول٤ آورده شده است.

همچنین سیستم پیاده‌سازی شده توسط٤ نفر از کارشناسان سازمان آب مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از ارائه‌ی جزئیات سیستم ونحوه‌ی استفاده از آن به کارشناسان

نگاره ۹: نتایج نظرسنجی از مردم

الف) در استفاده از یک سیستم عادی اطلاع‌رسانی، ب) در استفاده از سیستم پیاده‌سازی شده

جدول٤ : نتایج نظرسنجی از مردم

ردیف	جنس	سن	استفاده از تلفن و مراجعه حضوری	استفاده از سیستم پیاده سازی شده
۱	مرد	۲۸	خوب	خوب
۲	مرد	۲۱	عالی	متوسط
۳	مرد	٤۲	خوب	عالی
٤	مرد	۲۷	خوب	خوب
٥	زن	۱۸	متوسط	عالی
٦	مرد	۱۸	خوب	عالی
۷	زن	۲۷	متوسط	خوب
۸	زن	۳۰	خوب	عالی
۹	زن	۲۲	متوسط	خوب
۱۰	زن	۲۰	خوب	خوب

جدول٥: نتایج نظرسنجی از کارشناسان آب

ردیف	جنس	سن	استفاده از تلفن و مراجعه حضوری	استفاده از سیستم پیاده سازی شده
۱	زن	۳۲	خوب	عالی
۲	مرد	۳۰	متوسط	خوب
۳	مرد	٤۲	خوب	عالی
٤	مرد	٤۸	خوب	متوسط

مذکور، از آنها سؤالاتی در مورد عملکرد این سیستم در مقایسه با سیستم‌های معمول اطلاع‌رسانی پرسیده شد. به عقیده‌ی۳ نفر از آنها وجود چنین سیستمی باعث پیشرفت سازمان‌های آب و افزایش سرعت عملکرد مسئولین در خدمت‌رسانی به شهروندان و جمع‌آوری و مدیریت بهتر داده‌های این شبکه‌ها می‌شود. نتایج این نظرسنجی در جدول۵ آمده است.

۵- نتیجه‌گیری

هدف اصلی این تحقیق طراحی یک سیستم اطلاعاتی مکانی مردم‌گستر برای اطلاع‌رسانی مشکلات شبکه‌ی آب شهری به مسئولین و جمع‌آوری، بهنگام‌سازی و نگهداری داده‌های این شبکه‌ها می‌باشد. با وجود آنکه در سال‌های اخیر اقدامات زیادی در راستای کاهش خسارات ناشی از حوادث و سوانح انجام شده و همچنین تحقیقات گوناگونی در جهت شناسایی و کاهش عوامل خطر صورت گرفته است، اما همچنان حوزه‌ی آب با مشکل رو به رو است. عدم امکان تبادل اطلاعات و داده‌های جمع‌آوری شده‌ی مرتبط با حوادث شبکه‌های مذکوردر میان سازمان‌های مسئول، یکی از موانع رسیدن به نتایج مطلوب می‌باشد.

در تحقیق حاضر به منظور افزایش کارایی سیستم از فناوری‌های وب ۲ و همچنین از مدلسازی MVC به دلیل مزایایی که داشت برای مدلسازی فرایند جمع‌آوری، نگه‌داری و نمایش داده‌ها استفاده شد. درنهایت سیستمی با هدف اطلاع‌رسانی مشکلات و نشانه‌های خطر شبکه‌ی آب پیاده‌سازی شده است.

در مرحله طراحی سیستم، از طریق مذاکرات و تعامل با متخصصین و کارشناسان سازمان مربوطه جهت پیشنهاد یک سیستم ارتقاء یافته، مشکلات و نشانه‌های خطر شبکه‌ی آب شناسایی شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. همچنین داشتن یک سیستم کاربرپسند، ساده و کارا برای جمع‌آوری و به اشتراک‌گذاری اطلاعات و اطلاع‌رسانی مشکلات در کمترین زمان ممکن و با صرف کمترین هزینه جهت افزایش کارایی و در نهایت داشتن سیستمی که قادر به بهنگام‌سازی منظم پایگاه داده موجود بدون نیاز به کار زیاد باشد، از جمله نیازمندی‌های کاربران بود.

یکی از اهداف اولیه‌ی مسئولان سازمان آب، ایجاد سیستمی سازمان یافته است. لذا در این تحقیق به توسعه‌ی یک سیستم اطلاع‌رسانی پرداخته شد. این سیستم بر مبنای اطلاعات مکانی مردم‌گستر با به کارگیری فناوری وب۲ و برچسب‌گذاری مکانی امکان مشارکت فعالانه بدون محدودیت مکانی و زمانی برای تمامی افراد جامعه را فراهم می‌آورد. از مزایای این سیستم می‌توان به اطلاع‌رسانی انواع مشکلات شبکه‌ها با صرف هزینه و زمان کمتر اشاره کرد. علاوه بر این، دخالت مردم در این مسئله، میزان رضایت‌مندی آن‌ها را افزایش داد. در این تحقیق سیستمی پیاده‌سازی شد که در آن امکان مشاهده‌ی نقشه و کار با امکانات آن برای همه‌ی کاربران فراهم است. همچنین این سیستم قابلیت جستجو بر روی نقشه را برای کاربران فراهم کرده است. امکان تحلیل مناطق شهر از دیگر امکانات سیستم است که به کاربران کمک می‌کند با آگاهی از اطلاعات مناطق، محل زندگی خود را انتخاب کنند.

به طور کلی طبق نظرسنجی انجام شده با استفاده از ویژگی‌های VGI افراد شرکت کننده اظهار داشتند که در وقت و هزینه‌ی آنها صرفه‌جویی شده است. همچنین با این گونه سیستم‌ها رضایت‌مندی از سازمان‌ها افزایش می‌یابد.

یکی از مسائلی که به عنوان گام بعدی می‌تواند مطرح باشد بحث برقراری توپولوژی در سطح شبکه است. در حال حاضر اگر منطقه جدیدی به شهر اضافه شود کاربران خاص می‌توانند اطلاعات مشکلات مربوط به آن مناطق را به سیستم اضافه کنند. اما اگر بخواهیم بر روی این اطلاعات آنالیز شبکه انجام دهیم می‌بایست مدیریت سیستم برروی اطلاعات دوباره توپولوژی را برقرار کند و سپس اطلاعات جدید را بر روی وب بارگذاری کند. لذا به منظور تسریع در این عمل اگر بتوان توپولوژی را با استفاده از الگوریتم‌های مربوطه دوباره به صورت موضعی بر روی عوارض پیاده‌سازی کرد

آنگاه می‌توان آنالیزهای شبکه را نیز بدون نیاز به بازبینی و بارگذاری مجدد انجام داد. لذا یکی از اهداف آینده‌ی این طرح می‌تواند برقراری توپولوژی موضعی در شبکه باشد.

منابع و مآخذ

1- Baeza-Yates, R. “User Generated Content: How Good Is It? Proceedings of the 3rd workshop on Information Credibility on the Web”, Madrid, Spain, pp. 1-2, 2009.

2- Beygi, F. “pathology of urban water distribution networks”, M. Water and Environment, 37, 25-17. 1378

3- Castelein, W.T., et al. “A Characterization of Volunteered Geographic Information”, Proceedings of the 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science, Guimaraes, Portugal, pp. 10. 2010.

4- Cooper, A.K., S. Coetzee, and D.G. Kourie, “Perceptions of Virtual Globes, Volunteered Geographical Information and Spatial Data Infrastructures”, Geomatica, Vol. 64, pp. 73-88, 2010.

5- Cooper, A., S. Coetzee, and D. Kourie, “Volunteered Geographical Information – the Challenges”, PoPositionIT, pp. 34-38, 2012.

6- Elwood, S., “Volunteered geographic information: key questions, concepts and methods to guide emerging research and practice”, GeoJournal. 72(3): p. 133-135, 2008

7- Fontana, N., Giugni, M., and Portolano, D., “Losses Reduction and Energy Production in Water-Distribution Networks”, Journal of Water Resources Planning and Management, vol. 138, pp. 237-244, 2012.

8- Goodchild, M.F. and J.A. Glennon, “Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier”, International Journal of Digital Earth. 3(3): p. 231-241, 2010

9- Haklay, M., A. Singleton, and C. Parker, “Web mapping 2.0: The neogeography of the GeoWeb”, Geography Compass, 2008. 2(6): p. 2011-2039.

10- Heinzelman, J. and C. Waters, “`Crowdsourcing crisis information in disaster-affected Haiti”, 2010.

11- IWA Task Force, “Managing leakage by managing pressure”, Water21, October 2003.10-May, Report 26, UK, 1980.

12- Karl, Marilee. “Women and empowerment: Participation and decision making”, Vol. 10. London: Zed Books, 1995.

13- Principles, Dublin. “The Dublin statement on water and sustainabe development”, International conference on water and the environment. 1992.

14- Purves, Ross S., and Alistair J. Edwardes. “Exploiting Volunteered Geographic Information to describe Place”, Proceedings of the GIS Research UK 16thAnnual Conference. 2008.

15- Tao, Jia. “Exploring massive volunteered geographic information for geographic knowledge discovery”, (2010).

16- Zielstra, Dennis, and Alexander Zipf. “A comparative study of proprietary geodata and volunteered geographic information for Germany”, 13th AGILE international conference on geographic information science. Vol. 2010. 2010.

17-Zolriasatain, n. And Borghei, S. M. “Dynamical simulation the drinking water distribution system in the process of reducing and controlling the physical cities Unaccounted water, Case study: simulation periods of developed in thePars Abad Moghancity water network”, Seventh International Congress on Civil Engineering, Tarbiat Modares University, Department of Civil Engineering, Tehran. 1385.