نقش شهروند هوشمند در مدیریت تخلفات ساختمانی، با استفاده از سیستم جغرافیایی داوطلبانه (منطقه مطالعاتی: شهر الرفاعی، کشور عراق)

مهدی نجاریان (دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات مکانی (GIS)، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران)
Mahdi76najjarian@gmail.com
حسین اعتمادفرد(استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، نویسنده مسئول)
etemadfard@um.ac.ir
احمد رشید ابیه الشویلی (دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات مکانی (GIS)، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران)

چکیده

همواره نقش مردم در مدیریت شهری مهم بوده و تاثیرات چشمگیر و عمیقی در روند مدیریت شهری داشته است. از طرفی با توسعه تکنولوژی، ابزارهای جدیدی جهت مشارکت مردم در مسائل ارزشمندتر و پایدارتر ایجاد شده است. در این زمینه یکی از راهکارهای عملی و کاربردی استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه می‌باشد. در این پژوهش از فن‌آوری Web2.0 استفاده شده است و با توسعه وب جغرافیایی سیستمی برای مردم فراهم نموده است که به تولید کنندگان غیرمتمرکز محتوا از طریق اینترنت تبدیل شوند. با این کار مردم به عنوان بازیگران هوشمند، در راستای مدیریت هوشمند تخلفات ساختمانی، به جمع‌آوری اطلاعات کمک خواهند کرد. سپس با طراحی یک بخش WebGIS، اطلاعات جمع‌آوری شده مورد پردازش و تحلیل قرار می‌گیرد. بخش جمع‌آوری اطلاعات در دو نسخه برای داوطلبان و ناظران شهرداری طراحی شده است که توسط ٤ شهروند داوطلب و ٢ کارمند شهرداری در شهر الرفاعی کشور عراق، جهت ارزیابی عملکرد سیستم انجام شد و ٢٥٧ داده در مدت یک هفته، جمع‌آوری گردید. از این مقدار بیشترین میزان ٧٢/٣٧ درصد مربوط به گزارشات با تخلف تجاوز به حریم خیابان و پیاده‌روها بوده و کمترین میزان گزارش تخلف با ١/١٧ درصد مربوط به ایجاد مغازه در پیاده‌رو یا میادین عمومی بوده است. نتایج نشان‌دهنده اثربخشی سیستم در کارهای میدانی است و می‌تواند در بحث جمع‌آوری اطلاعات و رسیدگی بهتر به تخلفات کمک‌کننده باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که با برگزاری سمینارها به معرفی بیشتر آن پرداخته شود همینطور با استفاده از محصولات (ESRI) موجود در شهرداری در فرآیند تجزیه و تحلیل داده‌های این نرم‌افزار، ارائه آن برای سیستم عامل‌های متنوع و انتشار در فروشگاه‌های محبوب نرم‌افزارها می‌توان به معرفی وسیع‌تر آن پرداخت.

واژگان کلیدی: VGI، شهر هوشمند، شهروند هوشمند، اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه، مدیریت شهری.

Smart citizen role in the management of construction violations, using the volunteered geographic system (Study Area: Al-Rifai City, Iraq)

Abstract

People's role in urban management has always been crucial, exerting significant and profound impacts on the urban management process. On the one hand, with the advancement of technology, new tools have been developed to facilitate public participation in more valuable and sustainable issues. In this regard, one practical and applicable solution is the volunteered use of Geographic Information Systems (GIS). This research employs Web 2.0 technology and, through the development of web-based geographic systems, provides a platform for individuals to become decentralized content producers through the Internet. By doing so, people, acting as intelligent players, will contribute to the smart management of urban building violations and assist in data collection. Subsequently, through the design of a WebGIS section, the collected information undergoes processing and analysis. The information collection section has been designed in two versions for volunteers and municipal observers. The system's performance was evaluated by four volunteer citizens and two municipal employees in Al-Rifai, Iraq. During one week, a total of 257 data points were collected. The highest percentage, 72.37%, pertained to reports of violations involving encroachments on the street and sidewalk spaces, while the lowest percentage 1.17% related to establishing shops in pedestrian walkways or public squares. The results indicate the effectiveness of the system in field operations and its potential to aid in data collection and better response to violations. Therefore, promoting the system through seminars and utilizing existing products (ESRI) within the municipality is recommended for data analysis. This could include presenting it for various operating systems and distributing it through popular software stores, contributing to a broader introduction.

Keywords: VGI, Smart City, Smart Citizen, Volunteered Geographic Information, Urban Management.

۱- مقدمه

در یک شهر هوشمند، آن چیزی که در اولویت قرار دارد شهروند است و ایجاد تکنولوژی‌های شهری بایستی براساس نیازهای شهروندان باشد. اکثر طرح‌های توسعه شهری که بدون در نظر گرفتن نیاز واقعی شهروندان ایجاد می‌شود، اثرپذیری کمتری بر حل مشکلات شهری دارد. به طور کلی در شهرهای هوشمند از شهروندان، جهت توسعه بهتر و مدیریت بهتر شهری استفاده می‌شود. یک شهروند هوشمند، با استفاده از پلتفرم‌ها و سامانه‌هایی که در اختیارش قرار دارد، می‌تواند در جمع‌آوری اطلاعات مهم جهت توسعه و مدیریت شهر کمک کننده و موثر باشد. افزایش جمعیت، مهاجرت غیراصولی به شهرها برای کار و درآمد بیشتر و به دنبال آن رشد شهرنشینی، چالش‌های جدیدی را در بحث مدیریت شهری به وجود آورده است (فضلی و امینی, ۲۰۲۰). یکی از مخاطرات مهاجرت بی‌رویه و غیرمتعادل، گسترش غیراصولی و ناموزون ساختمان‌ها است.

یک طرح جامع شهری شامل مواردی ازجمله تعیین کاربری اراضی و تقسیم شهر به حوزه‌های مختلفی همچون مسکونی، صنعتی، بازرگانی و غیره، برنامه‌ریزی نوسازی و بهسازی، حفظ منابع و مناظر طبیعی و سایر موارد است. عدم اجرای قوانین متناسب با برنامه توسعه شهری، آثار منفی فراوانی را به دنبال خواهد داشت و سیمای شهر را به سرعت دچار تغییر می‌کند. در واقع ترکیبی از پارامترهای اجتماعی، اقتصادی، حقوقی و اداری، در کشورهای مختلف منجر به توسعه و ایجاد تعداد قابل توجهی از ساختمان‌های غیرمجاز می‌گردد. در برخی کشورها اغلب چنین ساختمان‌های غیررسمی شباهت زیادی به زاغه‌های متراکم حاشیه شهرهای بزرگ ندارند. بلکه ساختمان‌هایی هستند که ازنظر ساخت‌وساز شرایط خوبی دارند (آدلینگتون و تونچوسکا[1]، ۲۰۱۰). چنین ساختمان‌هایی عمدتاً به دلیل افزایش جمعیت در مراکز مهم شهری، پیشرفت درزمینه راه و حمل‌ونقل و درنتیجه آن کاهش زمان رفت‌وآمد و تقاضای ملک در فضاهای شهری با شرایط محیطی بهتر، قیمت ملک در این مناطق افزایش می‌یابد. از همین رو ساخت‌وسازهای غیرمجاز به سمت زمین‌های کشاورزی حاشیه شهرهای بزرگ متمایل می‌شود. در نتیجه‌ی افزایش چنین ساختمان‌هایی مشکلات بسیار زیادی در زمینه‌های مختلف به وجود می‌آورد که از جمله می‌توان به کاهش درآمد مالیات برای دولت، ایجاد بازارهای غیررسمی ملک، تاثیرات منفی اجتماعی بر مالکان و حتی تاثیرات مخرب در محیط‌زیست اشاره نمود(آدلینگتون و تونچوسکا، ۲۰۱۰). باوجود آنکه چندین دهه از تهیه‌ی طرح‌های مختلف که در ساخت‌وساز شهری در کشورهای مختلف مورد استفاده است می‌گذرد اما نتوانسته است نیازهای واقعی شهر را پاسخ دهد. در واقع با وجود شباهت در الگوهای به کار رفته در برنامه‌ریزی شهری، به دلیل تفاوت در ساختارهای سیاسی، اقتصادی و اجتماعی در هر کشور، مجموعه ابزارهای مورد نیاز در کشورهای مختلف جهت رفع نیازهای اصلی شهر متفاوت است (میرزاپور، ۲۰۱۷). به عبارتی، شناسایی ساختار کلی نظام برنامه‌ریزی فضایی هر کشور شرایط اولیه برای تبیین جایگاه مطالعات شهری است (گله و همکاران، ۲۰۱۵). علاوه بر این قوانین و مقررات مرتبط با وضعیت نظام برنامه ریزی، بستر اجرایی این الگوها محسوب شده و آشنایی با آن‌ها از شرایط لازم برای شناسایی الگوهای ساخت‌وساز به شمار می‌آید. یکی از روش‌های قدیمی برای کنترل ساختمان‌سازی و توسعه شهر استفاده از تیم‌های گشت‌زنی و اگرچه ظاهراً به نظر می‌رسد توسعه کادرهای فنی شهرداری‌ها و تعیین افرادی برای پست سازمانی کنترل ساختمان و تجهیز آنان به وسایط نقلیه به منظور تحرک و امکان گشت‌زنی و تقویت آنان به وسایط رادیویی می‌تواند در امر کنترل ساخت‌وسازهای فاقد پروانه یا ساختمان‌هایی که در جریان احداث، مخالف مفاد پروانه ساخته می‌شود، مؤثر واقع شود و این فرآیند کاملاً ضروری است (فضلی و امینی, ۲۰۲۰) (کمانرودی و حسینی، ۲۰۱۰). اما با این حال اگر مهندسین ناظر وظایف خود را به درستی انجام ندهند، تجهیز کردن مهندسین نیز می‌تواند امری بی‌فایده باشد. علاوه بر آن دشواری در شناسایی سریع و عمل به موقع در

1 Adlington & Tonchovska

متوقف کردن آن‌ها در ابتدای کار، می‌تواند از دیگر دلایل ناکارآمد بودن این روش‌ها باشد(کجوری و همکاران، ۲۰۱۸).

همانطور که گفته شد، تنها تجهیز کردن کادر فنی به دلایلی از جمله نیاز به تعداد زیادی ناظر، تجربه ناظر در صحت سنجی کار و عدم حضور ناظر به صورت مستمر و روزانه، چندان تاثیرگذار نخواهد بود. در واقع فرایند جمع‌آوری اطلاعات، کاری پیچیده و زمان‌بر خواهد بود و موجب صرف هزینه‌های سنگینی خواهد شد. یکی از مهم‌ترین مشکلات در شهرهای کشور عراق، تخلفات ساختمانی است که از انواع این تخلفات می‌توان به مغایرت بهره‌برداری ساختمان با کاربری اراضی، ساختمان بدون پروانه، تصرف اماکن دولتی، تجاوز به حریم خیابان، ایجاد مغازه در میادین یا پیاده‌روها و مغایرت با برنامه‌ریزی‌های فضای سبز اشاره نمود. همچنین با توجه به توسعه روزافزون شهرنشینی، به ساختمان‌های در حال ساخت روز به روز افزوده می‌شود که در پی آن تعداد ساختمان‌های غیرقانونی نیز بیشتر و جدی‌تر خواهد شد. به همین علت، شناسایی این تخلفات نیازمند روشی است که در فرایند جمع‌آوری داده‌ها سریع‌تر عمل کند و همینطور تا حد ممکن موجب صرفه‌جویی در زمان و هزینه شود. این نکته را نیز باید در نظر داشت که روش مورد نظر بایستی قابل اعتماد باشد. حفظ قوانین ازنظر تعهد به قانون استفاده از اراضی با توجه به نقشه‌های توسعه، حفظ نمای کلی شهرستان‌ها، کنترل شهری و تضمین حقوق دیگران و حفظ تعادل فعالیت در شهرها، جلوگیری از زمین‌خواری، عدالت اجتماعی و جلوگیری از تخلف، نیروی محرکه‌ای برای شهروندان در بحث مقابله با ساخت‌وسازهای غیرمجاز است (بکر[1]، ۲۰۱۵). از همین رو سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه (VGI[2]) راه حل مناسبی را جهت جمع‌آوری سریع و دقیق ارائه می‌دهد. با استفاده از این روش شهروندان به طور فزاینده‌ای به منبع مهمی از اطلاعات جغرافیایی تبدیل شده و می‌توانند در جمع‌آوری اطلاعات به سازمان‌های مختلف کمک کنند. با این روش نه تنها در نیروی کار و زمان و هزینه‌های ناشی از آن صرفه‌جویی خواهد شد، بلکه می‌توان به اطلاعات مورد اعتمادی دست یافت. هدف این تحقیق، بهره‌برداری مؤثرتر از فناوری‌های مدرن موجود، جهت ارائه روشی با هدف بهره‌گیری از نیروی انسانی داوطلبانه، کاهش هزینه و افزایش سرعت تشخیص زود هنگام تخلفات ساختمانی است. در روش ارائه‌شده شناسایی تخلفات ساختمانی از طریق ترکیبی از اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه و سازمانی صورت می‌گیرد. این موضوع با ایجاد یک برنامه موبایل که قابلیت اجرا روی دستگاه‌های تلفن همراه دارای سیستم عامل اندروید و یک برنامه تحت وب، به منظور نمایش داده‌ها، صورت می‌گیرد. برنامه تلفن همراه با استفاده از اندروید استودیو و زبان برنامه‌نویسی جاوا و با طراحی رابط کاربری کاربرپسند و الزامات ساده گزارش تخلف قابل استفاده توسط همه، بدون داشتن دانش قبلی و یا حتی نیاز برای سطح علمی خاص طراحی شده است. برنامه تحت وب نیز قابلیت اجرا در جستجوگرهای مختلف و در دسترس

1 Bekr
2 Volunteered Geographic Information

همگان را دارد. از طریق این برنامه، شهروندان و کارمندان شهرداری با مشاهده و گرفتن عکس، موارد تخلف در ساختمان را به سرور ارسال می‌کنند. بدین صورت گزارشی لحظه‌ای از نوع تخلف، زمان و مکان تخلف در اختیار ما قرار خواهد گرفته و یک بانک اطلاعاتی سریع و جامع در مورد تخلفات ساختمان ایجاد می‌گردد. در ادامه یک وب سایت نیز طراحی شده که به پایگاه داده طراحی شده متصل بوده و تخلفات را در نقشه تحت وب نمایش خواهد داد. پایگاه داده طراحی شده براساس یکی از تکنیک‌های جدید گوگل است و فایربیس آنلاین[1] نام دارد و تعامل فوری برای جمع‌آوری و نمایش داده‌های مکانی در زمان آنی فراهم می‌نماید.

در وب مکانی، از اینترنت برای ارائه اطلاعات مکانی و نقشه‌ها استفاده می‌شود (هاکلای[2] و همکاران، ۲۰۰۸). همینطور به عنوان بستری برای جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و به اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی عمل می‌کند. همچنین استفاده و تولید اطلاعات مکانی از طریق وب مکانی از توسعه گیرنده‌های GPS شخصی مقرون به صرفه با افزایش دقت موقعیت، ارتباطات پهنای باند و دستگاه‌های تلفن همراه با قابلیت مکانی بهره می‌برد. اینگونه قابلیت در تولید اطلاعات مکانی مبتنی بر وب و مردم، اغلب توسط مفهومی با اصطلاح اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه مورد استفاده قرار گرفته است (گودچایلد، ۲۰۰۸). در واقع اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه عبارت است از استفاده از ابزارها برای ایجاد، جمع‌آوری و انتشار داده‌های مکانی که به طور داوطلبانه توسط افراد غیرحرفه‌ای ارائه می‌شود. در این پژوهش مردم را شهروندان هوشمند در نظر می‌گیرد و به این وسیله می‌توان به اطلاعات مورد نیاز دست پیدا کرد که جمع‌آوری آن‌ها به روش‌های دیگر، می‌تواند زمان و هزینه‌ی زیادی را صرف نماید. با به کارگیری نیروی عظیم و رایگان مردمی، علاوه بر کاهش هزینه‌ها، جامعیت داده‌ها نیز افزایش می‌یابد. از طرفی دیگر، مردم، استفاده کنندگان اصلی راه هستند و تمامی اقدامات و تصمیمات مسئولان تأثیر مستقیمی بر رفاه آنها دارد. بنابراین مشارکت پویای مردم در این امر، منجر به اخذ تصمیمات کاربردی‌تر از سوی مسئولان خواهد شد (قدسی نژاد و همکاران، ۱۳۹۱). یکی از پروژه‌های اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی پلتفرم OSM[3] می‌باشد. این پلتفرم یک پروژه‌ی مشارکتی برای ایجاد نقشه جهانی قابل ویرایش و آزاد است و یک نمونه بارز از اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه شناخته شده است. کاربران می‌توانند داده‌ها و اطلاعات را، با روش بررسی حضوری، دستگاه‌های GPS و سایر منابع دردسترس، جمع‌آوری و ترسیم نمایند. (الوود[4]، ۲۰۰۸) مدل داوطلبانه باعث می‌شود تا با کار کردن به عنوان یک جامعه آنلاین، دانش محلی افراد، جمع‌آوری و به اشتراک گذاشته شود برای اولین بار در مقاله‌ای توسط گودچایلد، اصطلاح اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه به کار گرفته شد(گودچایلد[5]، ۲۰۰۷). در این ایده از اینترنت برای ایجاد بستر اشتراک‌گذاری، تجسم

1 Realtime Firebase
2 Haklay
3 Open Street Map
4 Elwood
5 Goodchild

و تجزیه تحلیل اطلاعات استفاده شد(نیومن[1] و همکاران، ۲۰۱۱). با گذشت بیش از یک دهه OSM به نمونه اصلی اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی در اینترنت تبدیل شده است. OSM یک الگوریتم عظیم از داده‌ها، سیستم نرم‌افزار، برنامه‌ها، ابزارها و فروشگاه‌های اطلاعات مبتنی بر وب مانند ویکی تبدیل شده است (ناوراتیل و فرانک[2]، ۲۰۱۵). امروزه کاربران می‌توانند با اتکا به نقشه‌های مکانی و نقشه‌های سنتی یا رسمی (معتبر) به جستجوی اطلاعات مبتنی بر مکان بپردازند. نظرهای متفاوتی درباره‌ی اطلاعات داوطلبانه وجود دارند از جمله (هاو[3]، ۲۰۰۶) آن را یک مدل تجاری می دانست و همچنین در پژوهشی دیگر در سال ۲۰۰۸، اطلاعات داوطلبانه را یک مدل حل مسئله توزیع شده بیان کرد (برابام[4]، ۲۰۰۸). از لحاظ فنی در دسترس بودن داده‌های مکانی، تنوع داده‌های مبتنی بر مکان، عکس‌های دارای برچسب مکانی و سایر اطلاعات مکانی مرتبط سبب بهبود اطلاعات مکانی شده است (گودچایلد، ۲۰۰۷). جنبه‌های اصلی فن‌آوری WEB2.0، GNSS[5]، و تلفن های هوشمند به درک بهتر مفهوم اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی کمک می‌کنند. رابطه بین کاربر و وب و همینطور نقش کاربر در ایجاد محتوای آنلاین، یکطرفه است (هاند[6]، ۲۰۱۰). Geospatial Web2 ابزارهای آنلاین و داده‌های فعال شده از نظر مکانی را پشتیبانی می‌کند (گاناپاتی[7]، ۲۰۱۰). این سیستم منجر به یک فرایند دو طرفه می‌شود که در آن شهروندان به مقامات کمک می‌کنند و متعاقبا به خود کمک می‌کنند. GNSS اولین سیستم در تاریخ بشر است که اندازه‌گیری آنی مکان در زمین را امکان پذیر می‌کند (زندبرگن و باربئو[8]، ۲۰۱۱). تلفن‌های همراه مهم‌ترین وسیله برای سنجش موقعیت مکانی است که با سیستم اطلاعات داوطلبانه مرتبط است. تعداد کاربران تلفن‌های هوشمند از ۱/۰۶ میلیارد در سال ۲۰۱۲ به بیش از ۲,۵ میلیارد در سال ۲۰۱۵ رسیده است (ژانگ[9] و همکاران، ۲۰۱۱). تلفن‌های هوشمند توانایی جمع آوری داده‌ها به طور ضمنی (از طریق برنامه‌های ردیابی) یا به طور صریح را دارند(زندبرگن و باربئو، ۲۰۱۱). همچنین این تلفن‌ها به عنوان ابزار سیستم اطلاعات داوطلبانه عمل می‌کنند و مجموعه‌ای از عوارض مکانی مانند ویژگی‌های نقطه (گره)، خط و چند ضلعی را پشتیبانی می‌کنند. و توانایی به اشتراک‌گذاری داده ها در لحظه را دارند (بروولی[10] و همکاران، ۲۰۱۶). گودچیلد بیان کرد که شبکه‌ای از حسگرهای انسانی وجود دارد که هر یک ترکیب کننده و مفسر هوشمند اطلاعات محلی است (گودچایلد، ۲۰۰۷). از طرفی ماهیت مشارکت عمومی در جمع‌آوری داده‌های

1 Newman
2 Navratil & Frank
3 Howe
4 Brabham
5 Global Navigation Satellite System
6 Hand
7 Ganapati
8 Zandbergen PA, Barbeau
9 Zhang
10 Brovelli

مکانی مورد توجه بسیاری از محققان قرارگرفته است (ملاتی[1]، ۲۰۲۰). کیفیت داده‌های سیستم اطلاعات داوطلبانه به قابلیت اطمینان اطلاعاتی که می‌توان از داوطلبان به دست آورد بستگی دارد (کولمن[2] و همکاران، ۲۰۰۹). روش‌های تأیید به برخی معیارها ازجمله اعتبار تولیدکننده بستگی دارد؛ به این معنی که اطلاعات داوطلبانه‌ای که شخصی ارائه می‌کند توسط سایر کاربران ارزیابی می‌شود (برابام، ۲۰۰۸). روش دیگر پیشنهاد شده توسط بیشر و منتلاس در سال ۲۰۰۸ به تجربه و تخصص تهیه‌کننده بستگی دارد (گاناپاتی، ۲۰۱۰). بعلاوه، هاکلای و همکاران در سال ۲۰۱۰ نشان دادند که امکان از بین بردن خطاها در جمع‌آوری اطلاعات مشارکتی با استفاده از تعداد معقولی داوطلب در هر منطقه وجود دارد (هاکلای و همکاران، ۲۰۱۰). یکی از کاربردهای مهم، اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی توانایی ایجاد مجموعه داده‌های مکانی جدید است (هاکلای و همکاران، ۲۰۱۰). یکی دیگر از کاربردهای اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی حفظ مجموعه داده‌های رسمی است. در این حالت، مجموعه داده‌های رسمی در دسترس اما قدیمی هستند (بگین[3] و همکاران،۲۰۱۳). در سال ۲۰۱۳ بخش GIS شهر نیویورک تصمیم گرفت داده های رسمی خود را از طریق بستر وب سایت Socrata به روی مردم باز کند. این شهر با موفقیت ۱۱۰۰ مجموعه داده رسمی را تا سال ۲۰۱۸ منتشر کرده است(بارث[4]، ۲۰۱۳). استفاده بعدی از اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی برای اهداف مدیریت ریسک است. در این شرایط، استفاده از داده‌های مشارکتی برای حمایت از پیشرفت‌های برنامه‌های مدیریت بحران دولت ضروری است (بارث،۲۰۱۳). از طرفی اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه، برای اهداف دانش تخصصی مورد استفاده قرارگرفته است. در اینجا می‌توان از داده‌های داوطلبان برای ارتقاء دانش علمی در رشته‌های خاص استفاده کرد (والنزوئلا[5] و همکاران، ۲۰۱۶). سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده وب سایتی ایجاد کرده است به نام "آیا شما آن را احساس می‌کنید؟" (DYFI)[6] که مردم محلی، با هدف گزارش در مورد فعالیت زلزله با ثبت تخمین خود از قدرت لرزه‌ای که آنها احساس کرده‌اند به همراه مکان آن‌ها، از آن استفاده می‌کنند. که طبق آمار، داوطلبان با موفقیت از طریق یک فرم رابط تحت وب طراحی شده به طور خاص، حدود سیصد و شصت هزار واقعه زلزله را به DYFI ارسال کردند. این داده‌ها توسط USGS[7] جهت یادگیری و درک بیشتر در مورد فعالیت زلزله و آگاهی از تلاش‌های برنامه‌ریزی واکنش اضطراری و بودجه موردنیاز برای مدل‌سازی نجات از بلایا استفاده می‌شود (هاکلای و همکاران، ۲۰۱٤). درنهایت، از اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی ممکن است در کارهای خدمات عمومی استفاده شود (هررا[8] و همکاران، ۲۰۱۵). لوکر و کاتر در سال ۲۰۱۳ دو برنامه کاربردی مبتنی بر GIS تحت وب را

1 Melati
2 Coleman
3 Bégin
4 Barth
5 Valenzuela
6 Do You Feel It
7 United State Geological Survey
8 Herrera

برای ثبت گزارش جرایم در تورنتو ارائه دادند (لوکر کاتر[1]،۲۰۱۳). همینطور در پژوهشی دیگر، یک سیستم مبتنی بر وب را با استفاده از نرم‌افزار منبع باز به عنوان ابزاری برای جمع‌آوری اطلاعات مکانی و پشتیبانی از تصمیم‌گیری در مورد مکان‌های جرم توسعه داده و پیاده‌سازی کردند. آن‌ها از چهار تکنیک مکانی شامل هات اسپات ، کوروپلث[2]، شبکه و بیضی مکانی و از تراکم هسته استفاده کردند (ژو[3] و همکاران، ۲۰۱٤). جلوخانی نیارکی و همکاران یک سیستم مبتنی بر اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی به عنوان وسیله‌ای برای مدیریت جرم در منطقه ۲۲ تهران ارائه دادند (جلوخانی نیارکی و همکاران، ۲۰۱۹). از طرفی هنرور و همکارانش، یک سیستم پیشنهاددهنده RS را به عنوان ابزار پشتیبانی اطلاعات از مقدار زیادی داده بر اساس تنظیمات تعیین شده تعریف نمودند (هنرپرور و همکاران، ۲۰۱۹). صادقی نیارکی و همکاران در سال ۲۰۲۰ یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری زیست محیطی مبتنی بر اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه برای مدیریت پسماند و تصمیم‌گیری پیشنهاد دادند (صادقی نیارکی و همکاران، ۲۰۲۰). با موفقیت در نقاط مختلف جهان، در کشورهای توسعه یافته و درحال توسعه، برای طیف وسیعی از اهداف مرتبط با فعالیت‌های دولتی و شهروندی استفاده می‌شود.
به طور کلی جمع‌آوری و ساماندهی اطلاعاتی از قبیل تخلفات ساختمانی و شهری به صورت بازدید حضوری، فرایندی زمان‌بر، پرهزینه و پیچیده می‌باشد. علاوه بر آن بازدیدهای حضوری در زمان‌های خاصی از روز صورت می‌گیرد و به صورت پیوسته نمی‌توان بر خیابان‌های شهر نظارت نمود لذا ممکن است تخلفاتی مانند سد معابر نادیده گرفته شود. لذا وجود یک پلتفرم مبتنی بر اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی در زمینه‌ی گزارش تخلفات شهری می‌تواند باعث سازماندهی بهتر این اطلاعات و در نتیجه آن مدیریت بهتر شهر گردد.
نوآوری استفاده شده در این پژوهش از دوجنبه‌ی کاربرد و پیاده‌سازی قابل بررسی است. در واقع در این پژوهش به جهت توسعه شهر هوشمند، به ایجاد یک پلتفرم مبتنی بر اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی با کاربری گزارش تخلفات شهری پرداخته شده است که در پژوهش‌های پیشین در این زمینه مطالعاتی انجام نشده است. علاوه بر آن در پیاده‌سازی این پلتفرم از پایگاه داده ابری NoSQL استفاده شده است. پایگاه داده NoSQL بدون ساختار ثابت بوده و به صورت انعطاف‌پذیر داده‌ها را ذخیره می‌کند و سرعت عمل بهتری نسبت به پایگاه داده‌های دیگر دارد. همچنین، NoSQL معمولاً برای داده‌های غیررابطه‌ای و بزرگتر استفاده می‌شود.

۲- روش‌شناسی

در این پژوهش به جمع‌آوری داده‌های مربوط به تخلفات ساختمانی به صورت میدانی و با استفاده از اپلیکیشن طراحی شده، پرداخته شده است. در این پژوهش به طراحی یک اپلیکیشن به جهت جمع‌آوری اطلاعات پرداخته شده است و سپس این اپلیکیشن به عنوان ابزار جمع‌آوری اطلاعات در اختیار ٦ داوطلب که ۲ نفر از

1 Lockyer-Cotter
2 choropleth
3 Zhou

آن‌ها از کارمندان شهرداری الرفاعی و ٤ نفر از شهروندان داوطلب، به مدت یک هفته قرار گرفته است تا در این مدت گزارشات تخلفات ساختمانی سطح شهر، توسط آن‌ها ارسال گردد. اپلیکیشن طراحی شده مختص کارمندان شامل هشت متغیر می‌باشد که براساس نوع تخلف دسته بندی شده و قابل گزارش است. اپلیکیشن طراحی شده مختص شهروندان شامل پنج متغیر بوده و امکان جمع‌آوری پنج نوع تخلف ساختمانی را میسر کرده است. این تخلفات در جدول (۱) نمایش داده شده است.

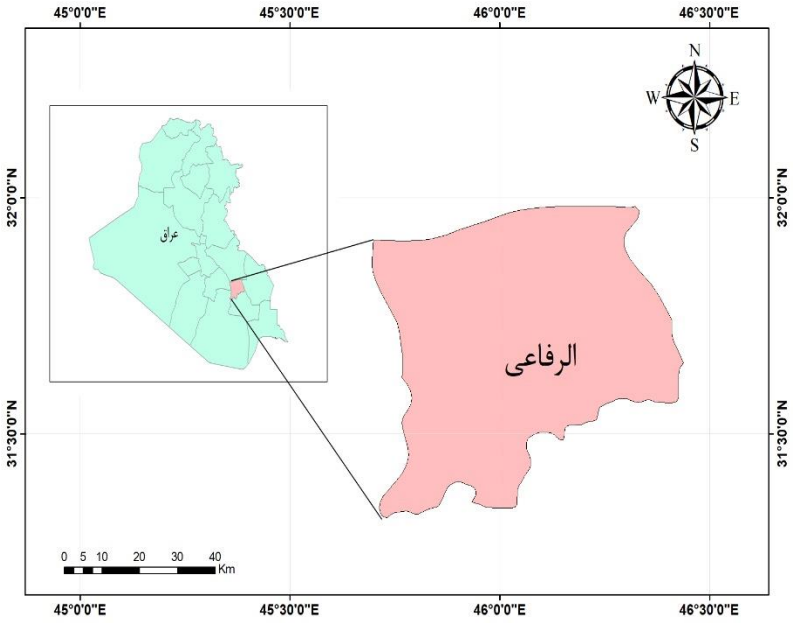
جدول ۱- نوع تخلف براساس هر دسته از نیروهای انسانی

نوع تخلف	
کارمندان	داوطلبان
مغایرت ساختمان با کاربری اراضی	مغایرت با برنامه‌ریزی‌های فضای سبز شهری
ساختمان بدون پروانه یا خلاف شرایط	ساخت فروشگاه در زمین‌های دولتی
مغایرت بهره‌برداری با نوع کاربری ساختمان	تصرف اماکن دولتی
تصرف اماکن دولتی	تجاوز به حریم خیابان و پیاده‌رو
تجاوز به حریم خیابان و پیاده‌رو	سایر موارد
ایجاد مغازه در پیاده‌رو یا میادین عمومی	
تاسیس کارگاه‌های مختلف بر خلاف کاربری زمین	
مغایرت با برنامه ریزی‌های فضای سبز شهری	

در بخش دوم این پژوهش طراحی سامانه جهت مدیریت و سازماندهی اطلاعات جمع‌آوری شده را خواهیم داشت. این بخش شامل نمایش داده‌ها در وب سایت می‌باشد. نمایش داده‌ها در وبسایت به گونه‌ای طراحی شده که علاوه بر موقعیت بر روی نقشه، مشخصات هر یک از تخلفات گزارش داده شده نیز در جدولی نمایش داده شود. همچنین می‌توان از برنامه‌هایی همچون QGIS برای تحلیل و نمایش داده‌ها استفاده نمود. در مرحله سوم که زیرمجموعه‌ای از مرحله‌ی دوم می‌باشد، داده‌های جمع‌آوری شده توسط گروه‌های مذکور به پایگاه داده فایربیس طراحی شده انتقال می‌یابد.

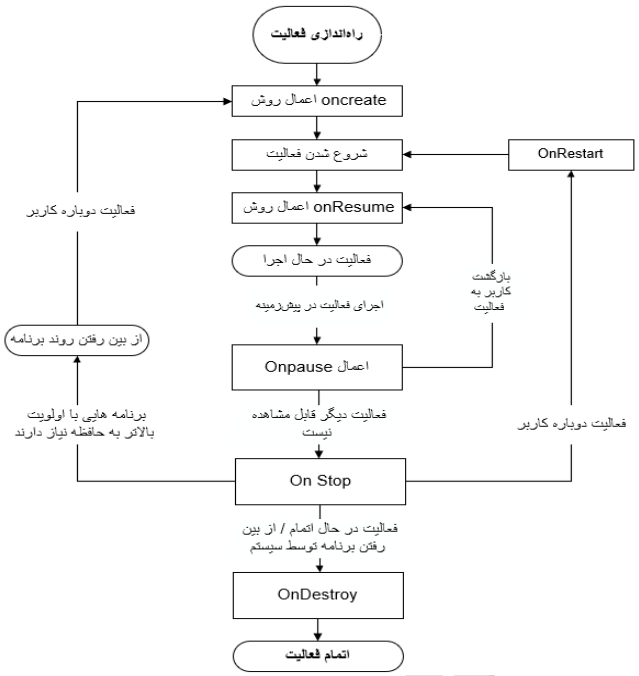
در این تحقیق به صورت خاص شهر الرفاعی در استان ذی‌قار در کشور عراق مورد پیاده‌سازی قرار گرفته است. شهر الرفاعی در سال ۱۸۸۰ میلادی تأسیس شده و در گذشته منطقه کوچکی بود که در حاشیه رودخانه (الغراف) تشکیل گردید. پس از تشکیل اولین دولت ملی عراق در سال ۱۹۲۸ میلادی، این شهر ارتقا داده شد و ظرفیت آن افزایش یافت، و در سال ۱۹۳۵ نام آن از منطقه کارادی به نام جدید "منطقه الرفاعی" تغییر یافت. همچنین شهر الرفاعی با توجه به موقعیت جغرافیایی و مجاورت با پنج استان عراق، با مسافت‌هایی که تقریباً نزدیک به یکدیگر هستند (عماره، کوت، دیوانیه، سماوه و ناصریه،)، از اهمیت بالایی برخوردار است. این شهر،

با ۲۶/۹ کیلومترمربع مساحت و حدود ۳۰۰ هزارنفر جمعیت، بزرگترین شهر ذی‌قار است و همچنین دارای منابع عظیم نفت می‌باشد که از نظر اقتصادی می‌تواند آینده این شهر را دستخوش تغییرات فراوانی نماید.



شکل ۱- موقعیت محدوده مطالعاتی

اولین قدم در این پروژه ایجاد یک اپلیکیشن کاربردی برای گوشی‌های هوشمند است. این برنامه برای تسهیل روند ضبط و گزارش داده‌های تخلفات ساختمانی و کمک به کاربر در شناسایی این موارد است. این سیستم می‌تواند توسط هر کسی استفاده شود. از آنجا که برای تلفن‌های هوشمند طراحی شده است می‌توان آن را به عنوان یک بستر پویا و قابل تنظیم برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات در نظر گرفت. با کمک این برنامه، کاربر می‌تواند داده‌های مرتبط با انواع تخلفات ساختمانی نمایش داده شده در اپلیکیشن را ذخیره نماید. در این پروژه جاوا به عنوان زبان اصلی برنامه‌نویسی انتخاب شد. اندروید استودیو نرم‌افزاری است که برنامه‌های اندروید در آن توسعه داده می‌شود. در طراحی اپلیکیشن دو حالت در نظر گرفته شده است. یک حالت برای کاربر و یک حالت برای کارشناسان شهرداری می‌باشد. تفاوت این دو حالت در نوع تخلفاتی است که امکان گزارش آن فراهم شده است. همانطور که اشاره شد حالت داوطلب شامل ۵ نوع تخلف و حالت کارمند شامل ۸ نوع تخلف است. در شکل۲، روند پیاده‌سازی اپلیکیشن به نمایش گذاشته شده است.

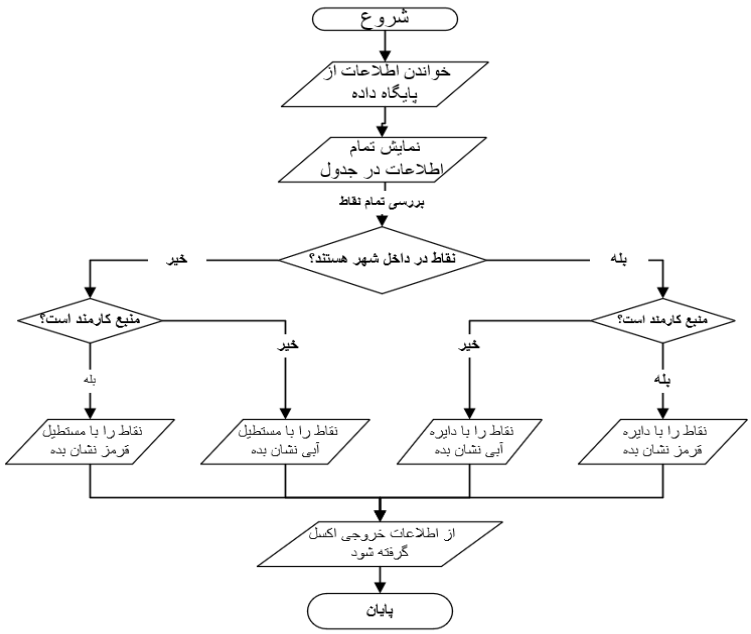


شکل ۲- مراحل پیاده سازی نرم‌افزار

در اپلیکیشن، فعالیت اصلی هنگامی که برنامه برای اولین بار راه اندازی می‌شود، به کاربر ارائه می‌شود. این فعالیت اصلی خدمات موقعیت‌یابی مکانی و سرویس شناسایی فعالیت را شروع می‌کند. هر فعالیت می‌تواند فعالیت دیگری را شروع کند تا اقدامات مختلفی انجام پذیرد. هر بار که یک فعالیت جدید شروع می‌شود، فعالیت قبلی متوقف می‌گردد، اما سیستم فعالیت را در یک stack حفظ می‌کند. هنگامی که یک فعالیت جدید شروع می‌شود، آن را به stack قبلی رانده و تمرکز کاربر را به خود جلب می‌کند. وقتی تعامل کاربر با فعالیت فعلی تمام شد و دکمه برگشت را فشار داد، از stack خارج شده و از فعالیت از بین می‌رود و فعالیت قبلی از سر گرفته می‌شود. فعالیت‌ها باید در فایل مانیفست اعلام شوند تا در سیستم قابل دسترسی باشند. این فایل مانیفست اطلاعات اساسی در مورد برنامه را به سیستم اندروید ارائه می‌دهد (مورفی، ۲۰۰۸). در واقع این بخش به صورتی توسعه داده شده است که کاربر پس از ورود به آن نیاز به فعال کردن موقعیت مکانی تلفن همراه خود دارد. سپس صفحه‌ای طراحی شده است که نوع تحلفات را به کاربر نمایش می‌دهد و کاربر باید نوع تخلف را انتخاب نموده و سپس توضیحات خود را نیز در بخش مربوطه یادداشت نماید. سپس از تخلف مورد نظر عکس گرفته و آن را در نرم‌افزار آپلود می‌نماید. سپس با تایید کاربر این اطلاعات بر روی سامانه ارسال می‌شود.

در بخش بعد طراحی بخش مدیریت سامانه انجام شده است. برنامه وب، پلتفرم گزارش تخلفات، رابطی است که کارشناسان برای دسترسی به داده‌های تخلفات از آن استفاده می‌کنند. پس از ورود کارشناسان در پایگاه داده

Firebase می‌توانند لیستی از تمام تخلفات گزارش شده را مشاهده کنند. برای دستیابی به هدف اصلی پروژه، وب سایتی با استفاده از برنامه ویژوال استودیو و ASP.NET[1] و زبان برنامه‌نویسی جاوا اسکریپت بر بهره‌مندی از HTML و CSS[2] پیاده‌سازی شده است. ارتباطی بین وب سایت و پایگاه داده Firebase ایجاد شده در مرحله طراحی اپلیکشین برقرار شده است. فلوچارت مراحل انجام کار سایت به صورت شکل ۳ می‌باشد.



شکل ۳- مراحل کار وب سایت

سایت در قالب دو پنجره مجزا تعریف شده است. بخش بالایی سایت شامل یک پنجره حاوی نقشه می‌باشد که داده‌ها بر روی آن نمایش داده می‌شوند. این داده‌ها به صورت مارکرهایی بر روی نقشه نمایش داده می‌شوند. آن‌ها با دو نوع مختلف تعریف شده‌اند. این دو نوع، داده‌ها را بر اساس موقعیت نقطه در داخل یا خارج محدوده شهر نمایش می‌دهد. هر یک از انواع مارکرها با دو رنگ نمایش داده شده‌اند که بر اساس شخص تهیه کننده داده به دو دسته کارمند و داوطلب تقسیم شده و به ترتیب با رنگ‌های قرمز و آبی نمایش داده می‌شوند. یکی دیگر از قابلیت‌های این سایت، نمایش اطلاعات مرتبط با هر یک از مارکرهای تخلف به صورت پنجره اطلاعات می‌باشد. این پنجره شامل اطلاعاتی همچون عکس تخلف، موقعیت مکانی، تاریخ و ساعت و نوع تخلف و اطلاعات توصیفی داوطلب می‌باشد. همچنین عکس‌های پنجره اطلاعاتی را می‌توان با کیفیت اصلی در یک پنجره جدید باز و مشاهده نمود. این سایت داده‌های جمع‌آوری شده ساخت و ساز تخلفات ارسالی توسط

1 Active server pages
2 Cascoding style sheets

داوطلبان یا کارکنان را نمایش می‌دهد. با استفاده از به کارگیری یک نقشه پایه، مکان واقعی موارد گزارش شده به صورت دو نوع مارکر نشان داده می‌شود. قسمت دوم صفحه وب سایت شامل یک جدول است که تمام جزئیات و تصاویر موارد تخلف در ساختمان و موارد تخلف گزارش شده را نشان می‌دهد. در این جدول قابلیت نمایش کل جدول فراهم شده تا از اینکه نقشه هنگام حرکت بین رکوردهای جدول بر روی صفحه نمایش نشان داده شود اطمینان حاصل گردد. همچنین ابزار بزرگنمایی تصویر تخلف هنگام قرار دادن نشانگر ماوس بر روی آن برای دیدن بهتر جزئیات تصویر اضافه شده است. امکان نمایش تصاویر با کیفیت اصلی نیز در صورت کلیک راست بر ردیف‌های جدول فراهم شده است. یکی دیگر از قابلیت‌های کاربردی بخش جدول، امکان خروجی گرفتن از داده‌ها به صورت فایل اکسل می‌باشد.

شکل ٤- نمایش اطلاعات مرتبط با هر یک از نشانه‌ها

همچنین برای تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از نرم‌افزار QGIS کمک گرفته شده است. از این نرم‌افزار برای فیلتر داده‌ها بر اساس موقعیت مکانی یا نوع تخلف یا ویژگی‌های مختلف استفاده شده است. یکی از قابلیت‌های مهم نرم‌افزار QGIS نمایش داده‌ها به صورت نقشه‌های مختلف است. نمادشناسی یک لایه، ظاهر نمایشی آن بر روی نقشه است. نقطه قوت اساسی GIS نسبت به سایر روش‌های نمایش داده‌ها با جنبه‌های مکانی این است که با GIS یک نمایش پویا از داده‌ها را در اختیار ما قرار می‌دهد. همینطور از نقشه‌های حرارتی[1] جهت نمایش بصری داده‌ها استفاده شده است، که یکی از بهترین ابزارهای تجسم برای داده‌های نقطه‌ای متراکم است.

Dataplotlyیکی دیگر از افزونه‌های پرکاربرد نرم‌افزار QGIS است که برای نمایش داده‌ها به صورت پلات‌های متنوع استفاده می‌گردد. با استفاده از این افزونه می‌توان داده‌ها را به صورت هیستوگرام، طرح‌های پراکنده، منحنی میزان، بردار میله‌ای یا سایر موارد نشان داد.

1 Heatmap

در بخش سوم از طراحی ها، طراحی بخش پایگاه داده فایبریس[1] انجام شده است. پایگاه داده فایرربیس یک پایگاه داده ابری NoSQL است. به این معنی که مبتنی بر زبان پرسی ساختاریافته[2] نیست. داده‌ها به صورت آنی همگام‌سازی می‌شوند و همچنین در صورت آفلاین بودن برنامه، در دسترس می‌مانند. زیرا این پایگاه داده، اطلاعات را بر روی حافظه داخلی ذخیره می‌کنند و سپس، پس از برقراری مجدد اتصال، دستگاه کاربر هر تغییری را که از دست داده است دریافت کرده و آن را با وضعیت فعلی سرور هماهنگ می‌کند. داده‌ها در قالب JSON ذخیره می‌شوند، که با ساختار درختی مشخص می‌گردد (کامپونوو و فراندسچو[3]، ۲۰۱٤). این پایگاه داده یک پایگاه داده به صورت در لحظه و آنلاین است، بنابراین به جای درخواست‌های کلاسیک HTTP از همگام‌سازی داده استفاده می‌کند. این بدان معناست که در هر بار تغییر داده، دستگاه‌های متصل به روزرسانی را در عرض میلی‌ثانیه دریافت می‌کنند. همچنین این پایگاه داده قادر به مدیریت صدهزار اتصال همزمان است که اتصال همزمان می‌تواند شامل یک دستگاه تلفن همراه، مرورگر یا برنامه سرور متصل به پایگاه داده باشد. این نکته حائز اهمیت است که این عدد بیانگر حداکثر تعداد کاربران نیست، بلکه مقدار کاربران متصل همزمان را بیان می‌کند.

این پایگاه داده قابلیت ذخیره سازی به صورت درختی را دارد. حداکثر عمق درخت ۳۲ گره فرزندی، با کلیدهای کمتر از ۷٦۸ بایت بدون خط جدید، بدون هیچ کاراکتر خاصی .(، $، #، [،]،) است. حداکثر اندازه یک رشته ۱۰ مگابایت با رمزگذاری UTF-8 است. UTF-8 برای نشان دادن هر کاراکتر از ۱ تا ٤ بایت استفاده می‌کند، بنابراین هر رشته می‌تواند ۱۰/۵ میلیون کاراکتر باشد (موروني و موروني[4]، ۲۰۱۷). یک پاسخ خواندنی واحد، یعنی مقدار داده بارگیری شده از پایگاه داده در یک مکان واحد، باید کمتر از ۲۵٦مگابایت باشد. در صورت نیاز به پاسخ بزرگتر، فایربیس گزینه‌های دیگری را نیز ارائه می‌دهد؛ اما مورد نیاز اپلیکیشن این پژوهش نیست. اندازه یک درخواست نوشتاری باید کمتر از ۲۵٦ مگابایت از API REST و ۱٦مگابایت از SDK باشد (خاواس[5] و همکاران). در این موارد نیز اپلیکیشن این پژوهش کاملاً با این مشخصه‌ها مطابقت دارد. مقدار حافظه‌ای که می‌تواند در کل پایگاه داده اشغال کند، در صورت استفاده رایگان یا غیررایگان متفاوت است. نسخه رایگان استفاده شده برای این پژوهش، یک گیگابایت حافظه را امکان‌پذیر می‌کند.

۳- یافته‌ها

بخش جمع‌آوری اطلاعات در دو نسخه برای داوطلبان و ناظران شهرداری طراحی شده است که توسط ٤ شهروند داوطلب و ۲ کارمند شهرداری جهت ارزیابی عملکرد سیستم انجام شد و ۲۵۷ داده با استفاده از برنامه

1 Realtime Firebase
2 Structured Query Language
3 Camponovo & Freundschuh
4 Moroni & moroni
5 Khawas

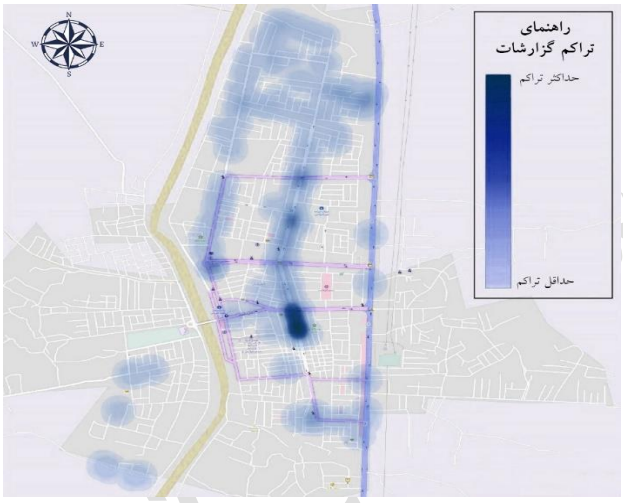
طراحی شده، جمع‌آوری شد. نتایج نشان‌دهنده‌ی اثربخشی سیستم در کارهای میدانی است و می‌تواند در بحث جمع‌آوری اطلاعات و رسیدگی بهتر به تخلفات کمک‌کننده باشد. نرم‌افزار طراحی شده در این تحقیق یک راه حل کم هزینه و دارای کاربرد آسان برای تولید داده‌های مکانی است که در حال حاضر در دسترس داوطلبان و کارمندان شهرداری الرفاعی-عراق قرار گرفته و مورد استفاده قرار می‌گیرد. از مزایای دیگر این نرم‌افزار می‌توان به دریافت شبانه روزی گزارشات از سوی داوطلبان اشاره نمود که تا قبل از آن تخلفات تنها در ساعات اداری توسط مامورین شهرداری گزارش می‌شد. از نقاط ضعف این نوع گزارشات نیز می‌توان به این موضوع اشاره نمود که برخی از تخلفات بایستی به صورت تخصصی بررسی گردد و لذا تنها توسط مامورین شهرداری گزارش می‌شود و امکان دخالت شهروندان در اینگونه تخلفات وجود ندارد. از جمله این تخلفات می‌توان به ساختمان بدون پروانه و یا مغایرت با کاربری اراضی اشاره نمود. نتیجه داده‌های جمع‌آوری شده از دو گروه شهروندان و کارمندان توسط این اپلیکیشن، در جدول ۱، براساس نوع تخلف و تعداد نمایش داده شده است.

جدول ۲- انواع و تعداد گزارشات تخلف

ردیف	نوع تخلف	تعداد تخلف داوطلبان	تعداد تخلف کارمندان	درصد از کل گزارشات
۱	مغایرت با برنامه‌ریزی‌های فضای سبز	۱	۲٤	۹/۷۳
۲	ساختمان بدون پروانه یا خلاف شرایط	۰	۸	۳/۱۱
۳	مغایرت ساختمان با کاربری اراضی	۰	۱۷	٦/٦۱
٤	تجاوز به حریم خیابان و پیاده‌رو	۱۲٦	٦۰	۷۲/۳۷
٥	تاسیس کارگاه‌های مختلف برخلاف کاربری زمین	۰	۳	۱/۱۷
٦	تصرف اماکن دولتی	۰	۱٥	٥/۸٤
۷	ایجاد مغازه در پیاده‌رو یا میادین عمومی	۰	۳	۱/۱۷
۸	مغایرت بهره‌برداری با نوع کاربری ساختمان	۰	۰	۰/۰۰
۹	سایر موارد	۰	۰	۰/۰۰
	جمع کل	۱۲۷	۱۳۰	٪۱۰۰

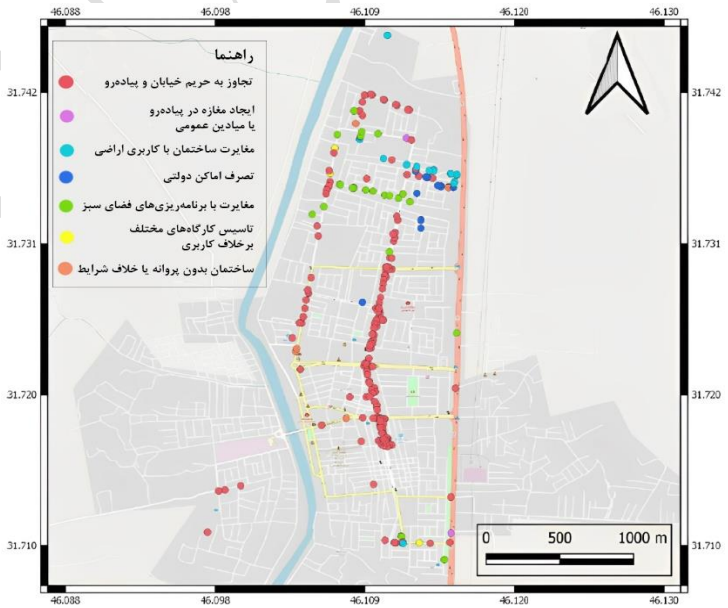
با توجه به جدول (۲)، بیشترین میزان نوع تخلف، مربوط به تجاوز به حریم خیابان و پیاده‌رو می‌باشد که میزان ۷۲/۳۷ درصد را به خود اختصاص داده است و بیشترین تخلف گزارش شده از سوی شهروندان می‌باشد. همچنین تخلف مغایرت بهره‌برداری با نوع کاربری ساختمان بدون گزارش بوده است و پس از آن تخلف با عنوان ایجاد مغازه در پیاده‌رو و میادین عمومی و همینطور تاسیس کارگاه‌های مختلف برخلاف کاربری زمین با کمترین گزارشات، میزان ۱/۱۷ درصد از گزارشات را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین به وسیله نقشه

تراکم که در شکل ۵ نمایش داده شده است، مناطق با بیشترین گزارش تخلف شناسایی شده است. پرتراکم‌ترین نواحی گزارش تخلف مربوط یک بازار غیررسمی و محبوب در خیابان‌های شهر است که در آن فروشندگان برای نمایش کالاهای خود هم از خیابان و هم از پیاده رو استفاده می‌کنند. در نتیجه، نمونه گرفته شده واقعیت تخلفات در شهر را به درستی منعکس می‌کند، که نشان دهنده تمایل واقعی به حل چنین مواردی است.



شکل ۵- نقشه تراکم براساس تعداد گزارشات هر منطقه

همچنین در شکل می‌توان نقشه پراکندگی تخلفات براساس نوع آن‌ها را مشاهده نمود.



شکل ٦- نقشه پراکندگی تخلفات بر اساس نوع آن‌ها

٤- بحث و پیشنهادات

جهت هوشمندسازی یک شهر، به شهروندان هوشمند نیاز است. یک شهروند هوشمند، با استفاده از پلتفرم‌هایی که در اختیارش قرار می‌گیرد، می‌تواند در جمع‌آوری اطلاعات مهم جهت توسعه و مدیریت شهر کمک کننده و موثر باشد.

با بررسی پژوهش‌های پیشین می‌توان به اهمیت هوشمندسازی یک جامعه، در جهت مدیریت بهتر آن جامعه پی برد. برای مثال در پژوهشی مشابه که توسط (فاتحیان و همکاران، ۲۰۱۸) انجام شده است، به ایجاد یک پلتفرم مبتنی بر اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی جهت گزارشات مردمی در مورد آلودگی زیست محیطی پرداخته است. در این پژوهش پلتفرمی طراحی شده است که با استفاده از آن اعضای عمومی جامعه توانستند نقاط دارای آلودگی سواحل را در قالب‌های مختلف مکانی، توصیفی، متنی و تصویری به وسیله‌ی تلفن‌های هوشمند و با استفاده از ابزارهای محیط GIS گزارش کنند. از نظر شباهت این پژوهش با مطالعات پیشین می‌توان به این مورد اشاره نمود که در آن‌ها از داده‌های OSM استفاده شده است و گزارشات به صورت Realtime دریافت می‌شوند. مدیران و بازرسان مربوط می‌توانند از این سیستم به عنوان ابزاری مکانی برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌های بدست آمده از افراد جامعه استفاده نمایند و از آن در تصمیم‌گیری‌ها در جهت توسعه و مدیریت شهری استفاده نمایند. از تفاوت‌های این پژوهش با پژوهش‌های پیشین که در واقع نوآوری این پژوهش نیز محسوب می‌گردد، می‌توان به تاکید و تمرکز یک پلتفرم مبتنی بر GIS در زمینه گزارشات تخلفات ساختمانی اشاره نمود که از این نوع ساماندهی شهری، در پژوهش‌های گذشته، استفاده نشده بود. از طرفی دیگر علاوه بر دسترسی آسان و سریع‌تر به اطلاعات، این سامانه می‌تواند یک دیدگاه کلان از وضعیت مدیریت شهری در زمینه ساخت‌وساز را برای مسئولین و تصمیم‌گیران شهری ارائه دهد. علاوه بر موارد فوق و در قیاس با نمونه های مشابه، در طراحی این پلتفرم از یک پایگاه داده NoSQL استفاده شده است که در پژوهش‌های مرتبط با این زمینه استفاده نشده است و می‌تواند نوآوری دیگر این پژوهش محسوب گردد.

طبق یافته‌های این پژوهش، کلیت تخلفات انجام شده مربوط به تجاوز به حریم خیابان و پیاده‌روها می‌باشد. همچنین با نمونه داده‌های بدست آمده، مشخص شد که منطقه‌ای که بیشترین تخلف را دارد در بازارچه مرکزی شهر است. از طرفی، اگرچه داده‌های تولید شده توسط شهروندان مزایایی را برای مدیریت ساخت‌وساز است اما ممکن است این داده‌ها تا حدودی سطح کیفی نامناسبی هم داشته باشند. به عنوان مثال مواردی از جمله افزونگی اطلاعات، اعتبار مشارکت‌کنندگان، خطاهای توپولوژیکی را می‌توان از مشکلات این سامانه دانست. همینطور با توسعه این سامانه می‌توان از آن در زمینه‌های دیگر شهری از جمله رسیدگی به وسائل عمومی خسارت‌دیده در سطح شهر و مکان‌یابی بهتر آن‌ها استفاده نمود.به صورت کلی اجرای این نوع فرایندهای داوطلبانه و آنلاین می‌تواند به صورت شبانه روزی انجام گردد و موجب شود که مدیریت شهر با سهولت انجام

شود. همینطور با اجرای بلندمدت این طرح، شهروندان آموزش بیشتری در این زمینه دیده و می‌توان به مرور تخلفات کمتری را در سطح شهر مشاهده نمود.

۵- نتیجه‌گیری

با ظهور و توسعه فناوری‌های اطلاعات مکانی مبتنی بر وب و استفاده آسان‌تر از آن‌ها برای شهروندان، طیف گسترده‌ای از سیستم‌های اطلاعاتی داوطلبانه ایجاد شده است. این پژوهش به ما نشان می‌دهد که نقش شهروندان در موضوعاتی تخصصی همانند گزارش تخلفات ساختمانی می‌تواند بسیار خوب عمل کرده و به سیستم مدیریت شهری در راستای بهبود شرایط کمک نماید. لذا توجه به این که این نوع سیستم توانسته در این نوع موضوعات تکنیکی و سطح بالای مدیریت شهری به خوبی عمل نماید،-نابراین از این نوع سیستم و نقش شهروندان در موضوعات بسیار دیگری همچون مسائل زیست محیطی نیز می‌توان استفاده نمود و به نتایج مطلوبی در راستای مدیریت شهری دست یافت. چنین رویکردهایی در بحث مشارکت شهروندان در جمع‌آوری اطلاعات منجر به توسعه و ارتقا شهر هوشمند می‌شود. به دنبال افزایش دانش فعلی مردم در مورد اهمیت ثبت تخلفات زمینی و ارزیابی انگیزه آنها برای شرکت در برنامه جمع‌آوری اطلاعات از شبکه‌های اجتماعی برای معرفی اپلیکیشن و ارسال بروشور جهت مشارکت استفاده شده است.

به منظور توسعه سیستم در آینده، تعدادی ایده و پیشنهاد همانند برگزاری سمینارها برای معرفی سیستم، استفاده از محصولات (ESRI) موجود در شهرداری در فرآیند تجزیه و تحلیل داده‌ها، انتخاب اشتراک پایگاه داده (Firebase) متناسب با نیاز واقعی، انتشار نرم‌افزار در فروشگاه‌های محبوب برنامه به صورت محلی، ارائه برنامه برای سیستم عامل های دیگر مانند IOS ارائه شده است. همچنین با هدف بهبود این اپلیکیشن می‌توان در پژوهش‌های آتی، تعداد افراد داوطلب را افزایش داده تا حجم داده‌های بیشتری جهت تحلیل در اختیار باشد. از طرفی می‌توان در این اپلیکیشن خدمات دیگری را نیز جای داد و طبقه‌بندی داده‌ها نسبت به موقعیت مکانی تفاوت داشته باشد.

مراجع

امینی و فضلی.(۲۰۲۰). واکاوی نقش نظام‌مهندسی شهرسازی در کنترل توسعه کالبدی شهرها (نمونه موردی: سازمان نظام‌مهندسی ساختمان، استان تهران). مطالعات مدیریت شهری, ۱۲(۴۲), ۵۳-۶۹.

قدســـی نژاد, م., صـــادقی نیارکی, ا., آل شـــیخ, ع. ا. و بهره دار, ا. (۱۳۹۱). بکارگیری اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه (VGI) در راستای توسعه SDI در حوزه حمل و نقل Paper presented at the .دوازدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.

گله, ر., شـاد, روزبه, و قائمی, م. (۲۰۱۵). پیش بینی رشـد فیزیکی به منظور درک چشم اندازهای شهری در سـیسـتم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به کمک FCA مطالعه موردی شـهر مشـهد. کنفرانس بین المللی عمران، معماری و زیرساختهای شهری,

موسی, کمانرودی کجوری فرشته, حسینی. رانت زمین و مسکن و وقوع تخلفات ساختمانی در شهر سنندج.

میروهابی، سـیمین سادات، و عباسپور، رحیم علی. (۱۳۹۶). ارائه الگو ساختار بخش معنایی جهت تولید مدل های سه بعدی شهری براساس اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه. همایش ملی ژئوماتیک.

Adlington, G., & Tonchovska, R. (2010). Good governance of tenure. FAO and World Bank support and future agendas. Proceedings of the 4th Regional Conference for Cadastre and Spatial Data Infrastructure, Bled, Slovenia.

Barth, A. (2013). New York City and OpenStreetMap collaborating through open data. Mapbox. https://www. mapbox. com/blog/nyc-andopenstreetmap-cooperating-through-open-data.

Bégin, D., Devillers, R., & Roche, S. (2013). Assessing volunteered geographic information (VGI) quality based on contributors' mapping behaviours. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci, 2013, 149-154.

Bekr, G. A. (2015). Causes of delay in public construction projects in Iraq. Jordan Journal of Civil Engineering, 9(2).

Brabham, D. C. (2008). Crowdsourcing as a model for problem solving: An introduction and cases. Convergence, 14(1), 75-90.

Brovelli, M. A., Minghini, M., & Zamboni, G. (2016). Public participation in GIS via mobile applications. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 114, 306-315.

Camponovo, M. E., & Freundschuh, S. M. (2014). Assessing uncertainty in VGI for emergency response. Cartography and Geographic Information Science, 41(5), 440-455.

Coleman D, Georgiadou Y, Labonte J. (2009), Volunteered geographic information: The nature and motivation of produsers. International journal of spatial data infrastructures research; 4(4): 58-332.

Elwood, S. (2008). Volunteered geographic information: future research directions motivated by critical, participatory, and feminist GIS. GeoJournal, 72(3), 173-183.

Fatehian, S., Jelokhani-Niaraki, M., Kakroodi, A. A., Dero, Q. Y., & Samany, N. N. (2018). A volunteered geographic information system for managing environmental pollution of coastal zones: A case study in Nowshahr, Iran. *Ocean & Coastal Management*, *163*, 54-65.

Ganapati, S. (2010). Using geographic information systems to increase citizen engagement: IBM Center for the Business of Government Washington, DC.

Haklay, M. (2010). How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets. Environment and planning B: Planning and design, 37(4), 682-703.

Haklay, M., Antoniou, V., Basiouka, S., Soden, R., & Mooney, P. (2014). Crowdsourced geographic information use in government: World Bank Publications.

Haklay, M., Basiouka, S., Antoniou, V., & Ather, A. (2010). How many volunteers does it take to map an area well? The validity of Linus' law to volunteered geographic information. The cartographic journal, 47(4), 315-322.

Haklay, M., Singleton, A., & Parker, C. (2008). Web mapping 2.0: The neogeography of the GeoWeb. Geography compass, 2(6), 2011-2039.

Hand, E. (2010). People power: networks of human minds are taking citizen science to a new level. Nature, 466(7307), 685-688.

Herrera, F., Sosa, R., & Delgado, T. (2015). GeoBI and big VGI for crime analysis and report. Paper presented at the 2015 3rd International Conference on Future Internet of Things and Cloud.

Honarparvar, S., Forouzandeh Jonaghani, R., Alesheikh, A. A., & Atazadeh, B. (2019). Improvement of a location-aware recommender system using volunteered geographic information. Geocarto International, 34(13), 1496-1513.

J, H. (2006). The rise of crowdsourcing. Wired magazine 14(6), 4.

Khawas, C., & Shah, P. (2018). Application of firebase in android app development-a study. International Journal of Computer Applications, 179(46), 49-53.

Lockyer-Cotter, J. (2013). Web GIS tools for crime mapping in Toronto. University of Waterloo,

MF., G. (2007). Mapping the Sovereign State: Technology, Authority, and Systemic Change. GeoJournal, 69(4), 10.

Melati DN. (2020), The Role of Volunteered Geographic Information (VGI) System InDisaster Risk Reduction: Concept and ImplementaTION. Jurnal Alami: Jurnal TeknologiReduksi Risiko Bencana; 4 (1): 63-70.

Moroney, L., & Moroney, L. (2017). The firebase realtime database. The Definitive guide to firebase: build Android apps on Google's mobile platform, 51-71.

Murphy, M. L. (2008). The busy coder's guide to Android development: United States: CommonsWare, 2008.

Navratil, G., & Frank, A. U. (2013). VGI for land administration–a quality perspective. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2, W1.

Sadeghi-Niaraki, A., Jelokhani-Niaraki, M., & Choi, S.-M. (2020). A volunteered geographic information-based environmental decision support system for waste management and decision making. Sustainability, 12(15), 6012.

Valenzuela JT, Carredo RS, Coca CZ, Patiño CL, Sinogaya JR, (2016), editors. Weband mobile-based data collection using VGI for building feature mapping/attribution in the flood-prone zones of Western Visayas, Philippines. GSDI 15World Conference Proceedings.

Zandbergen, P. A., & Barbeau, S. J. (2011). Positional accuracy of assisted GPS data from high-sensitivity GPS-enabled mobile phones. The Journal of Navigation, 64(3), 381-399.

Zhang L, Dalyot S, Eggert D, Sester M. (2011), Multi-stage approach to travel-mode segmentation and classification of gps traces. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences:[Geospatial Data Infrastructure: From Data Acquisition And Updating To Smarter Services] 4-38. Nr W 25: 38 (W25): 87-93.

Zhou G, Lin J, Ma X. A (2014), web-based GIS for crime mapping and decision support. Forensic GIS: Springer; p. 43-221.