Original Article

Smart Emergency Services Using Geographical Information System and Internet of Things

Reyhaneh Saeedi[1], Hossein Aghamohammadi[2]*, Ali Asghar Al-Sheikh[3], Alireza Vafaienejad[4]

Affiliation

1. *PhD Student in Remote Sensing and Geographic Information System, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran*
2. *Assistant Professor, Department of Remote Sensing and Geographic Information System, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran*
3. *Full Professor, Department of Geodesy and Geomatics Engineering, Khajeh Nasiruddin Tusi University of Technology, Tehran, Iran*
4. *Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*

ABSTRACT

Introduction: Intelligent emergency response systems utilize modern technologies such as the Internet of Things (IoT) to enhance the performance of emergency response units. These systems are designed to improve service quality, reduce costs, and increase monitoring of the emergency response process. Key objectives include optimizing emergency response routes through communication with objects and collecting spatial data. Utilizing IoT-based routing models enables optimizing emergency response routes and enhancing the overall user experience. In essence, these systems leverage data collected by IoT to enhance the emergency response process. Intelligent emergency response systems play a crucial role in improving the efficiency of emergency response units and elevating service levels in emergencies. These systems are readily available and enhance productivity and efficiency in emergencies.

Materials and Methods: A spatial data infrastructure has been developed to integrate the system and enhance emergency response efforts, providing critical capabilities for improving emergency medical services. This infrastructure includes a portal that accurately displays the optimal route from the incident location to the medical center on a map, assisting the medical team in quickly and efficiently reaching the injured individual. Additionally, this portal enables the transfer of sensor information, such as vital signs of the injured person, to the physician's mobile phone in the ambulance via Bluetooth. This allows the information to be shared simultaneously for further assessment, enabling quick and accurate assistance in emergencies. This system increases efficiency and speed in responding to emergencies, providing rapid and optimal access to medical services. In summary, this spatial data infrastructure has significantly improved the performance of emergency medical response and facilitated the delivery of enhanced and optimized services in emergencies.

Results and Discussion: Medical centers prioritize healthcare and treatment. They employ an online hierarchical weighting model to ascertain these priorities and enhance the efficiency of resource allocation processes. This model helps optimize resource allocation based on real-time health information of the injured individuals. In a trial case, an injured person was successfully treated in District 5 of Tehran. The efficient use of IoT and spatial data infrastructure enabled this medical center to enhance and optimize its healthcare services. These findings underscore the significance of integrating spatial information, medical data, and IoT technology to advance healthcare services and elevate the quality of treatment.

Conclusion: Traditional emergency response systems operate primarily based on outdated mechanisms and lack modern technologies, including IoT and spatial data integration. Consequently, these systems may encounter challenges such as delays in dispatching emergency personnel to the incident location and a lack of accurate and rapid patient information. Incorporating modern technologies like artificial intelligence, IoT, and geographic information systems can address the challenges faced by traditional emergency response systems. These technologies enable faster and more efficient crisis responses and assist organizations, such as crisis management agencies, in making better resource allocation decisions during emergencies, thereby improving overall performance. By utilizing data collected through these technologies, emergency organizations can significantly enhance their response to emergencies, reducing time, financial, and human costs. Overall, this new approach to emergency response systems enables better adaptability in facing various crises and improves emergency response efficiency.

Keywords: Intelligent emergency response, Internet of Things, Sensor, Geographic Information System

Citation: *Saeedi, R., Aghamohammadi, H., Al-Sheikh, A., Vafaienejad, A., Smart Emergency Services Using Geographical Information System and Internet of Things, Iran J Remote Sens GIS. 16(2):159-178.*

* Corresponding Author: aghamohammadi@srbiau.ac.ir
DOI: https://doi.org/10.48308/gisj.2024.229150.1128

Received: 2022.10.30
Accepted: 2023.12.30

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقاله پژوهشی

امدادرسانی هوشمند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و اینترنت اشیاء

ریحانه سعیدی[۱]، حسین آقامحمدی[۲*]، علی‌اصغر آل‌شیخ[۳]، علی‌رضا وفایی‌نژاد[۴]

چکیده

مقدمه: سیستم‌های پاسخ اضطراری هوشمند از فنّاوری‌های مدرن مانند اینترنت اشیاء (IoT) استفاده می‌کنند تا بهبود عملکرد واحدهای واکنش اضطراری را فراهم کنند. این سیستم‌ها به‌منظور بهبود کیفیت خدمات، کاهش هزینه‌ها و افزایش نظارت بر فرایند واکنش اضطراری طراحی شده‌اند. از جمله اهداف اصلی این سیستم‌ها می‌توان به بهینه‌سازی مسیر واکنش اضطراری از طریق ارتباط با اشیا و جمع‌آوری داده‌های مکانی اشاره کرد. این سیستم‌ها با استفاده از مدل‌های مسیریابی مبتنی بر اینترنت اشیاء، قادر به بهینه‌سازی مسیر واکنش اضطراری هستند و باعث بهبود تجربهٔ کاربران می‌شوند. به‌عبارت‌دیگر، این سیستم‌ها از اطلاعات جمع‌آوری‌شده توسط اینترنت اشیاء برای بهبود فرایند اضطراری استفاده می‌کنند. سیستم‌های پاسخ اضطراری هوشمند نقش مهمی در بهبود کارایی واحدهای واکنش اضطراری و ارتقای سطح خدمات در مواقع اضطراری دارند. این سیستم‌ها به‌صورت کامل در دسترس‌اند و باعث افزایش بهره‌وری و کارایی در مواقع اضطراری می‌شوند.

مواد و روش‌ها: یک زیرساخت داده‌های مکانی برای یکپارچه‌سازی سیستم و افزایش تلاش‌های واکنش اضطراری ایجاد شده است که امکانات بسیار مهمی برای بهبود خدمات پزشکی فوری فراهم می‌کند. این زیرساخت شامل یک پورتال است که مسیر بهینه از محل حادثه تا مرکز پزشکی را به‌دقت بر روی نقشه نمایش می‌دهد تا به تیم پزشکی کمک کند با سرعت و کارایی بیشتر به فرد مجروح برسند. علاوه‌براین، این پورتال امکان انتقال اطلاعات حسگر مانند علائم حیاتی فرد مصدوم را به تلفن همراه پزشک در آمبولانس از طریق بلوتوث فراهم می‌کند که این اطلاعات به‌طور هم‌زمان برای ارزیابی بیشتر به اشتراک گذاشته می‌شوند تا در صورت اضطرار، به‌سرعت و با دقت مناسب به فرد مجروح کمک کنند. این سامانه باعث افزایش کارایی و سرعت در واکنش به حوادث اضطراری می‌شود و امکان دسترسی سریع و بهینه به خدمات پزشکی را فراهم می‌کند. به‌طور خلاصه، این زیرساخت داده‌های مکانی بهبود چشمگیری در عملکرد واکنش به حوادث اضطراری درمانی داشته و امکان ارائهٔ خدمات بهبودیافته و بهینه‌تر در حوادث اضطراری را فراهم کرده است.

نتایج و بحث: مراکز پزشکی اهمیت موضوع بهداشت و درمان را اولویت خود می‌دانند. برای تعیین این اولویت‌ها و بهبود فرایند تخصیص منابع، از یک مدل وزن‌دهی سلسله‌مراتبی آنلاین استفاده می‌کنند. این مدل به بهینه‌سازی تخصیص منابع براساس اطلاعات بهداشتی بی‌درنگ مصدومان کمک می‌کند. در یک مورد آزمایشی که برای این مدل انجام شد، یک مصدوم با موفقیت در منطقهٔ ۵ تهران تحت درمان قرار گرفت. استفادهٔ کارآمد از اینترنت اشیاء و زیرساخت داده‌های مکانی، این مرکز پزشکی را قادر به بهبود و بهینه‌سازی خدمات درمانی خود کرد. این نتایج نشان‌دهندهٔ اهمیت اطلاعات مکانی در کنار داده‌های پزشکی و فنّاوری اینترنت اشیاء در بهبود خدمات پزشکی و افزایش کیفیت درمان است.

نتیجه‌گیری: سیستم‌های واکنش اضطراری سنتی بیشتر براساس مکانیسم‌های سنتی و فاقد فنّاوری مدرن مانند اینترنت اشیاء و یکپارچه‌سازی داده‌های مکانی عمل می‌کنند. به همین دلیل، این سیستم‌ها ممکن است با مشکلاتی همچون تأخیر در ارسال کارکنان اورژانس به محل حادثه و کمبود اطلاعات دقیق و سریع از بیمار مواجه شوند. اگر فنّاوری‌های مدرن مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به این سیستم‌ها اضافه شوند، می‌توانند مشکلاتی را که در سیستم‌های سنتی واکنش اضطراری وجود دارد، حل کنند. این فنّاوری‌ها امکان پاسخ سریع‌تر و کارآمدتر به بحران‌ها را فراهم می‌کنند و به سازمان‌های ذی‌ربط از جمله سازمان مدیریت بحران کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری برای تخصیص منابع در شرایط اضطراری بگیرند و عملکرد کلی خود را بهبود بخشند. با استفاده از داده‌های جمع‌آوری‌شده توسط این فنّاوری‌ها، سازمان‌های اضطراری می‌توانند بهبودی محسوسی در پاسخ به شرایط اضطراری ایجاد کنند و هزینه‌های زمانی، مالی و انسانی را کاهش دهند. به‌طور کلی، این رویکرد جدید به سیستم‌های واکنش اضطراری امکان‌پذیری بهتری در مواجهه با بحران‌های مختلف و بهبود کارایی واکنش به اضطرار را فراهم می‌آورد.

واژه‌های کلیدی: امدادرسانی هوشمند، اینترنت اشیاء، حسگر، سیستم اطلاعات جغرافیایی

سمت

۱. *دانشجوی دکتری، سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران*

۲. *استادیار، گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران*

۳. *استاد تمام، گروه مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران*

۴. *دکتری، رشته مهندسی عمران، نقشه‌برداری، استادیار، گروه عمران، مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران*

استناد: *سعیدی، ر.، آقامحمدی، ح.، آل‌شیخ، ع.، وفایی‌نژاد، ع.، امدادرسانی هوشمند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و اینترنت اشیاء، نشریه سنجش از دور و GIS ایران. سال ۱۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۳: ۱۷۸-۱۵۹.*

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: aghamohammadi@srbiau.ac.ir

شناسه دیجیتال مقالات: https://doi.org/10.48308/gisj.2024.229150.1128

دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۰۸ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۰۹

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

۱- مقدمه

امدادرسانی هوشمند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی[1] و اینترنت اشیاء[2]، حوزه‌ای جدید و نوآورانه است. در چند دهۀ گذشته، با پیشرفت سریع فنّاوری‌ها و راهکارهای فنّاورانه، امدادرسانی هوشمند کاربردی مهم از اینترنت اشیاء در حوزۀ سلامت و ایمنی است که می تواند در بهبود پاسخگویی و اثربخشی سیستم های امدادرسانی کمک کند. به‌منظور ارائۀ خدمات سریع‌تر و عملکرد بهتر، سیستم‌های امدادرسانی همواره در همۀ کشورها مورد توجه قرار گرفته است. با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و اینترنت اشیاء، می توان بهبود چشمگیری در عملکرد سیستم های امدادرسانی داشت و زمان پاسخگویی به فوریت های مختلف را بهبود بخشید.

این مقاله به بررسی امکانات و قابلیت‌های سیستم های اطلاعات جغرافیایی و اینترنت اشیاء در امدادرسانی می پردازد. از جمله موضوعاتی که در این مقاله بررسی می شود استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی در تعیین موقعیت دقیق فرد نیازمند کمک، جمع‌آوری و انتقال اطلاعات مکانی و سلامت بیمار، تعیین مسیر بهینه، تعیین مرکز امدادی بهینه، پیش‌بینی و مدیریت بحران و واکنش سریع‌تر به آن‌ها و همچنین بهبود کیفیت خدمات امدادرسانی در نواحی سخت‌الوصول است.

مدیریت بحران با استفاده از مشاهدات سیستماتیک بحران‌ها و تجزیه‌وتحلیل آن‌ها، به‌دنبال یافتن ابزارهایی است که بتواند به پیشگیری از بحران کمک کند یا در صورت وقوع آن‌ها، اثرات آن را کاهش دهد و اقدامات مناسبی در زمینۀ امدادرسانی و بهبود وضعیت انجام دهد (Saeedi et al., 2022). این اهداف نیاز به یک عملیات نجات برنامه‌ریزی‌شده و مؤثر پس از وقوع بحران دارد. ازاین‌رو انواع مختلفی از اطلاعات در مورد تأثیر فاجعه به‌منظور برنامه‌ریزی یک عملیات امدادرسانی مؤثر، فوری و ضروری است (Sinha et al., 2019). سیستم اطلاعات جغرافیایی یکی از ابزارهای پرکاربرد در امر مدیریت بحران است. جانمایی محل‌های ایمن، ایستگاه‌های امدادرسانی و به دست آوردن بهترین مسیر برای رسیدن به مصدومان، نمونه‌هایی از کاربرد این فنّاوری است (Azizkhani et al., 2017). برای اشتراک‌گذاری داده‌ها می‌توان از زیرساخت دادۀ مکانی[3] استفاده کرد. زیرساخت داده‌های مکانی، مجموعه‌ای از سیاست‌ها، استانداردها، شبکه‌های دسترسی، داده‌های مکانی، سازمان‌ها و نیروهای انسانی است که امور مختلف تولید، جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، دسترسی و استفادۀ بهینه از داده‌های مکانی را تسهیل و هماهنگ می‌کنند (Mansourian et al., 2005). علاوه‌بر داده‌های مکانی به داده‌های دیگری که مرتبط با مصدومان است، از جمله وضعیت سلامت مصدوم نیز نیاز است. در واقع در عملیات امداد، قابلیت انبوه‌سپاری منابع داده در بسترهای مخابراتی و فنّاوری اطلاعات مکانی کمک فراوانی به امر مدیریت بحران و امدادرسانی خواهد کرد (Vahidnia et al ., 2020). امدادرسانی هوشمند باید از حسگر[4]ها و فنّاوری ارتباطات برای دریافت اطلاعات لازم دربارۀ آن استفاده کند. امدادرسانی هنگام وقوع بحران بسیار مهم است، زیرا بحران، سرمایه‌های مالی و جانی افراد جامعه را به خطر می‌اندازد. یکی از جنبه‌های مهم امدادرسانی هوشمند، ارتباط بین سیستم‌هاست. در سیستم پیچیده‌ای که اجزا به‌شدت به دیگری وابسته است، یک شکست در یک جزء می‌تواند بر اجزای دیگر تأثیرگذار باشد. با توجه به زیرساخت‌های حیاتی که شهروندان شهر به‌شدت به خدمات آن وابسته‌اند، داشتن اطلاعات لحظه‌ای دربارۀ وضعیت سیستم ضروری و ارزشمند است (Medvedev et al ., 2015). یکی از فرض‌های اصلی در اینترنت اشیاء این است که حسگرهای هوشمند به‌طور مستقیم بدون دخالت انسان با یکدیگر تعامل دارند که این خود نوع جدیدی از خدمات را به ارمغان می‌آورد (Al-Fuqaha et al., 2015).

1. Geographical Information System
2. Internet of Things
3. Spatial Data Infrastructure
4. Sensor

به همین دلیل در یک سیستم مدیریت بحران استفاده از حسگرهای مبتنی بر اینترنت اشیاء در بستر سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان یکی از روش‌های پویا و فنّاوری ایمن می‌تواند به بهبود سیستم‌های مدیریت شهری کمک کند (Anagnostopoulos et al ., 2017). اگرچه مفهوم اینترنت اشیاء تثبیت‌شده است، اما نکتهٔ مهم در استفاده از آن، به‌کارگیری فرمت‌ها و استانداردهای مختلف توسط متولیان آن است. این مسئله سبب عدم یکپارچگی و تعامل‌پذیری بین حسگرهای مختلف و سامانه‌های استفاده‌کننده از آن‌ها می‌شود. به همین دلیل استفاده از این فنّاوری برای تصمیم‌گیری‌های مناسب مشکل می‌شود. امروزه بهره‌مندی تلفن‌های هوشمند از قابلیت‌های مبتنی بر موقعیت‌های مکانی، حسگرها، برنامه‌ها و فنّاوری‌های محاسبات مکانی، کاربران را قادر به تعامل دائم با سامانه‌ها و منابع اطلاعاتی متنوع کرده است (Saroj & Pal ., 2020). اینترنت اشیاء سامانه‌های مدیریت بحران را تقویت و بهینه‌سازی می‌کند (Ogorek & Zaskorski ., 2018). همچنین امکان پردازش سریع داده‌ها را فراهم می‌کند (Sasirekha et al ., 2020). از دیگر مزایای فنّاوری اینترنت اشیاء ایجاد و پیاده‌سازی سیستم یکپارچه به‌منظور مدیریت هوشمند بحران، کاهش هزینه‌های اقتصادی و استفاده از آن به‌عنوان سیستم هشداردهندهٔ لحظه‌ای در مدیریت بحران است(Gutierrez et al ., 2015).

پس از جست‌وجو در زمینهٔ پیشینهٔ پژوهش‌های امدادرسانی هوشمند در ذیل به پژوهش‌هایی که تاحدودی مرتبط با موضوع بودند، اشاره می‌شود.

لوین و همکاران در سال ۲۰۱۹ در مقاله‌ای تحت عنوان «IoT و تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ برای ارائهٔ راه‌حل‌های مکانی در مدیریت بلایا» به بحث دربارهٔ بهره‌برداری از یک داشبورد مکانی مدیریت شهری، که داده‌های مکانی جمع‌آوری‌شده از ماهواره‌ها، حسگرهای اینترنت اشیا، و داده‌های بزرگ را به اشتراک می‌گذارد، پرداخته‌اند. با استفاده از این داشبورد فرایند برنامه‌ریزی در مدیریت بحران را بهبود بخشیده‌اند (Lwin et al ., 2019).

این مقاله توضیحی دربارهٔ نحوهٔ مدیریت بحران هوشمند، استفاده از داده‌های حسگر پزشکی، استفاده از الگورتیم‌های مسیریابی، اولویت‌بندی مراکز درمانی با استفاده از الگوریتم مناسب و نمایش داده‌های مکانی بر روی نقشه با استفاده از سرویس‌ها را بیان نکرده است.

کلورادو و همکاران در سال ۲۰۲۰ در مقاله‌ای تحت عنوان «استفاده از سیستم واکنش اضطراری با استفاده از اینترنت اشیاء» به ایجاد سیستمی که بتواند زمان پاسخ در صورت بروز بحران را با توجه به افزایش ترافیک شهری کاهش دهد، اشاره می‌کند (Colorado et al ., 2020). در این مقاله فقط به بحث اتصال اینترنت اشیاء و داده‌های دوربین‌های نظارتی و سیستم چراغ راهنما برای تعیین مسیر بهینه و مکانیابی خودروهای اورژانس پرداخته شده است. در این پژوهش از داده‌های حسگرهای پزشکی، یکپارچه‌سازی داده‌های جمع‌آوری‌شده تحت زیرساخت دادهٔ مکانی، تعیین مراکز درمانی بهینه با الگوریتم مناسب برای انتقال بیمار و نمایش مسیر بهینه بر روی نقشه با استفاده از سرویس‌های نقشهٔ وب و عارضهٔ وب به‌منظور مدیریت بحران هوشمند استفاده نشده است.

صفری بازرگانی و همکاران در سال ۲۰۲۱ در مقاله‌ای تحت عنوان «بررسی یکپارچه‌سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی و اینترنت اشیاء» به ارائهٔ یک معماری به‌منظور یکپارچه‌سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی و اینترنت اشیاء پرداخته‌اند. این مقاله به‌طور خاص نقش هر دو فنّاوری را به‌طور جداگانه و مشترک در حوزه‌های مختلف بررسی کرده است. نتایج نشان داد که قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی در برخورد با داده‌ها و ویژگی‌های مکانی در کنار ارائهٔ ابزارهای تجسم و تحلیل، توسعهٔ یک سیستم یکپارچه با بهره‌مندی از جمع‌آوری بی‌درنگ داده‌ها و پایش بی‌درنگ ارائه‌شده توسط اینترنت اشیاء را ممکن می‌سازد (Bazargani et al ., 2020). بررسی و تحلیل یکپارچه‌سازی داده‌های حاصل از اینترنت اشیاء و داده‌های جغرافیایی بسیار ارزشمند است، اما

به‌کارگیری این روش در پزشکی هوشمند فقط به‌عنوان یک کاربرد مطرح شده و جزئیات استفاده از این دو فنّاوری همراه با سرویس‌های مکانی در زمان نیاز به پزشکی هوشمند و در حین بحران مطرح نشده است.

لو و همکاران در سال ۲۰۲۱ در مقاله‌ای تحت عنوان «کاربرد هوش مصنوعی و اینترنت اشیاء در پزشکی بالینی» به بررسی نظام‌مند کاربرد هوش مصنوعی و اینترنت اشیاء در پزشکی بالینی و بررسی روندها و تحولات آتی در این زمینه پرداخته‌اند. در این پژوهش با استفاده از این فنّاوری‌ها به جمع‌آوری داده های علائم حیاتی بیماران، همراه با سوابق پزشکی الکترونیکی و سایر اطلاعات، برای ایجاد یک مدل هشدار اولیهٔ هوشمند به‌منظور پیش‌آگهی‌ای برای مراکز درمانی پرداخته‌اند. برای حصول به این نتیجه از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی برای پیش‌بینی و تجسم استفاده کرده‌اند (Lu et al ., 2020). این پژوهش صرفاً از داده‌های حسگرهای پزشکی و داده‌های جغرافیایی برای یک سیستم هشدار پزشکی استفاده کرده است و برای مواجهه با بحران و مدیریت آن، انتقال مصدوم در حین بحران، مرکز درمانی بهینه و یکپارچه‌سازی داده‌ها تحت زیرساخت دادهٔ مکانی تحلیل، برداشت و خروجی‌ای ندارد.

لی ژو و همکاران در سال ۲۰۲۱ در مقاله‌ای تحت عنوان «طراحی اینترنت اشیاء و مدیریت ریسک بلایا مبتنی بر تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ» یک چارچوب مدیریت بلایا به کمک اینترنت اشیاء به‌منظور ارتباط در زمان بحران و بهبود تصمیم گیری قابل اعتماد و به‌موقع از طریق مشاهده، ارزیابی و پیش بینی بلاهای طبیعی پیشنهاد کرده است. این مقاله از تحلیل داده های بزرگ برای مدیریت بلایا استفاده می‌کند و نوعی زیرساخت شبکهٔ ارتباطی داده‌های مکانی را برقرار می‌کند. نتایج آزمایشی نشان می‌دهد که تحلیل داده‌های بزرگ به طور مؤثر تاحدی ناهمگونی زیرساخت شبکهٔ ارتباطی ضعیف را به‌منظور تصمیم‌گیری بهتر در مدیریت بلایا جبران می‌کند (Zhou et al., 2021). در این مقاله بحثی دربارهٔ استفاده از حسگرهای پزشکی، الگوریتم وزن‌دهی به معیارهای انتخاب مراکز درمانی، استفاده از مسیریابی بهینه و نمایش نقشه توسط سرویس‌های مکانی مطرح نشده است.

اودیک و همکاران در سال ۲۰۲۲ در مقاله‌ای با عنوان «خدمات سلامت هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء و سیستم اطلاعات جغرافیایی» به مروری کلی از اجرای خدمات سلامت هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء و سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته‌اند. این خدمات عبارت‌اند از: یافتن نزدیک‌ترین مراکز مراقبت‌های بهداشتی، پایش کیفیت هوا، بهبود خدمات پزشکی، خدمات حمل‌ونقل هوشمند برای بیماران، و سیستم SOS تلفن همراه (Avdić et al., 2022). در این مقاله فقط به معیار نزدیکی مراکز بهداشتی اشاره شده است و در نتیجه معیارهای دیگر براساس وزن‌دهی مشخص نشده‌اند. در این پژوهش پورتال یکپارچه‌ای از داده‌ها تحت زیرساخت دادهٔ مکانی به‌منظور اشتراک‌گذاری داده‌ها و نمایش مسیر بهینه بر روی نقشه وجود ندارد.

صالح و همکاران در سال ۲۰۲۲ در مقاله‌ای با عنوان «نظرسنجی جامع دربارهٔ اینترنت اشیاء با بازار صنعتی» به برجسته کردن استفاده از فنّاوری اینترنت اشیاء در Industry 4.0 پرداخته و به‌طور کلی بر ارزش اینترنت اشیاء در حوزهٔ صنعتی و مزایا و معایب آن تمرکز دارند. در نهایت، نقش اینترنت اشیاء در پزشکی از راه دور و مراقبت‌های بهداشتی و مزایای فنّاوری اینترنت اشیاء برای کووید-۱۹ نیز ارائه شده است (Salih et al., 2022). در این مقاله به لزوم استفاده از اینترنت اشیاء برای بررسی یک بیماری همه‌گیر و به‌کارگیری داده‌های اینترنت اشیاء و سیستم اطلاعات جغرافیایی بر روی تلفن همراه توسط بیماران اشاره شده است. در مورد لزوم نحوهٔ یکپارچه‌سازی داده‌های جمع‌آوری‌شده و همچنین نحوهٔ کمک‌رسانی در کمترین زمان از طریق مسیر بهینه و مرکز درمانی بهینه مطلبی بیان نشده است.

در پژوهش پیش رو وضعیت لحظه‌ای سلامت بیمار از طریق حسگر جمع‌آوری می‌شود و از طریق بلوتوث به تلفن همراه پزشک مستقر در آمبولانس انتقال می‌یابد. مصدوم پس از شناسایی مراکز درمانی بهینه به مرکز درمانی‌ای که تأییدیهٔ پذیرش بیمار را براساس داده‌های سلامت، فاصلهٔ مکانی و تجهیزات مرکز درمانی ابلاغ کرده، انتقال می‌یابد. مسیر بهینه برای انتقال مصدوم در سامانهٔ زیرساخت دادهٔ مکانی ایجادشده بر روی نقشه نمایش داده می‌شود و رانندهٔ آمبولانس با اتصال به پورتال از طریق تلفن همراه می‌تواند مسیر را دنبال کند. اگر دو مرکز هم‌زمان با ویژگی یکسانی اعلام آمادگی کنند، مرکز با مسیر بهینهٔ کوتاه‌تر انتخاب می‌شود. ازآنجاکه شهرهای مادر در ایران به‌سمت هوشمندسازی پیش می‌روند و همچنین با توجه به اهمیتی که اینترنت اشیاء و سیستم اطلاعات جغرافیایی و زیرساخت دادهٔ مکانی در پزشکی هوشمند و مدیریت بحران دارند، در این پژوهش سعی شده است که کاربرد این فنّاوری‌ها در منطقه‌ای از پایتخت کشور ایران بررسی شود.

۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف ایجاد یک پورتال تحت وب توسط برنامه‌نویسان با استفاده از فنّاوری متن‌باز انجام شده است. این پورتال قابلیت هایی از جمله بازبینی، بررسی، ویرایش و توسعه را برای کاربران فراهم می‌کند. پژوهش پیش رو به ارائهٔ یک سیستم امدادرسانی هوشمند در حین بحران پرداخته است.

اینترنت اشیاء در پزشکی هوشمند نقش مهمی ایفا می کند. با استفاده از فنّاوری اینترنت اشیاء، امکان اتصال و ارتباط بین دستگاه‌ها و ابزارهای پزشکی وجود دارد. این ارتباط می‌تواند به اشتراک‌گذاری داده‌ها، جمع آوری و تحلیل اطلاعات بالقوهٔ مربوط به بیمار بپردازد و به‌این‌ترتیب می‌تواند بهبود سلامت بیمار را تسریع کند.

استفاده از زیرساخت دادهٔ مکانی و اینترنت اشیاء در پزشکی هوشمند و مدیریت بحران می‌تواند به‌طور چشمگیری به بهبود عملکرد و کارایی سیستم های بهداشتی و درمانی و صرفه‌جویی در هزینه و زمان کمک کند. با استفاده از این فنّاوری‌ها، می‌توان به‌طور سریع اطلاعات اولیه دربارهٔ صدمات، تعداد بیماران و مناطق درگیر را دریافت کرد و واکنش نشان داد. همچنین، این فنّاوری‌ها می‌توانند در اشتراک‌گذاری داده‌های جمع‌آوری‌شده و یکپارچه‌سازی سامانه با استفاده از زیرساخت دادهٔ مکانی منجر شوند.

با استفاده از اینترنت اشیاء، اطلاعات پزشکی بیمار می‌تواند به‌صورت خودکار و پیوسته ثبت شود و به پزشکان و مراقبان منتقل شود. این اطلاعات شامل نشانگرهای حیاتی همچون ضربان قلب، فشار خون، سطح قند خون، سطح اکسیژن خون، دما، میزان اکسیژن مغز و ضربان تنفس باشد که در این پژوهش تمامی این اطلاعات بررسی شده است. در نتیجه، پزشکان می توانند بیماران را در زمان واقعی، مد نظر قرار دهند و در صورت نیاز اقدامات مناسبی انجام دهند. علاوه‌براین، از اینترنت اشیاء می‌توان به‌عنوان ابزار ارتباطی بین بیمار و پزشک متخصص استفاده کرد. این نوع پزشکی هوشمند می‌تواند در بهبود کیفیت مراقبت های بهداشتی و درمانی، تسهیل ارتباط بین بیمار و پزشک و کمک به پیشگیری از بیماری‌های مزمن و پیچیده تأثیرگذار باشد.

زیرساخت دادهٔ مکانی مربوط به ایجاد و مدیریت داده‌های مکانی است. داده‌های مکانی شامل اطلاعاتی دربارهٔ موقعیت جغرافیایی اشیاء و رویدادهاست. این اطلاعات می‌توانند شامل خطوط، نقاط، سطوح و حجم‌ها باشند و از طریق سامانه‌های جغرافیایی ارگان‌های مختلف جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و تحلیل شوند. در پزشکی هوشمند، زیرساخت دادهٔ مکانی استفاده می شود تا اطلاعات مکانی دربارهٔ بیماران، منابع درمانی، تجهیزات پزشکی و همچنین رویدادهای مرتبط با سلامتی جمع آوری و مدیریت شوند. این اطلاعات می‌توانند شامل مواردی مانند محل بیمارستان‌ها، مراکز بهداشتی، داروخانه‌ها، پزشکان و بیماران باشند. از

زیرساخت دادهٔ مکانی در پزشکی هوشمند می‌توان به‌عنوان ابزاری برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و بهبود فرایندهای مربوط به پزشکی استفاده کرد. با استفاده از این زیرساخت، می‌توان به‌طور دقیق‌تر برنامه‌ریزی درمان را انجام داد، به منابع درمانی در منطقه‌های مورد نیاز دسترسی یافت و عملکرد سیستم را بهبود بخشید. با استفاده از این زیرساخت، سامانه‌های هوشمند می‌توانند به‌صورت خودکار اطلاعات مکانی را جمع‌آوری و تحلیل کرده، تصمیمات مناسبی را براساس آن‌ها اتخاذ کنند.

طراحی معماری این پژوهش براساس اینترنت اشیاء به‌منظور بهبود بخشیدن به روند مدیریت امدادرسانی هوشمند در زمان وقوع بحران است. معماری پیشنهادی شامل حسگرهای پزشکی برای بهره‌مندی از پزشکی هوشمند، برنامهٔ موبایل برای رانندگان آمبولانس و مسئولان مراکز امدادی و مصدومان و یک پورتال تحت وب برای اشتراک‌گذاری داده‌های جمع‌آوری شده و ارتباط با مسئولان است.

پژوهش حاضر سه هدف اساسی را در نظر دارد. اولین هدف بررسی داده‌های سلامت مصدوم با استفاده از حسگرهای پزشکی است تا بتوان به‌صورت دقیق سطح آسیب جسمی یا نیاز به درمان فوری را تشخیص داد. داده‌های حاصل از این مرحله کمک می‌کنند تا مرکز درمانی مناسب برای رسیدگی به مصدوم انتخاب شود. دومین هدف در نظر گرفتن موقعیت مکانی و انتخاب مرکز درمانی مناسب است. براساس معیارهای پذیرش و رسیدگی به مصدوم، مرکز درمانی بهینه با استفاده از الگوریتم مناسب انتخاب می‌شوند. این امر کمک می‌کند تا درمان مصدوم به‌صورت سریع و بهینه انجام شود. سومین هدف تعیین مسیریابی بهینه با استفاده از الگوریتم مربوطه برای اعزام آمبولانس به مرکز درمانی مناسب و نمایش آن بر روی نقشه در پورتال است.

در این پورتال از داده‌های حسگر پزشکی، داده‌های مکانی از سیستم اطلاعات جغرافیایی ارگان‌های ذی‌ربط و داده‌های مراکز درمانی استفاده شده است که همگی به‌صورت یکپارچه تحت زیرساخت دادهٔ مکانی به اشتراک گذاشته شده‌اند.

در سناریوی طراحی‌شدهٔ شخصی به‌وسیلهٔ تلفن از محل مصدومیت فرد گزارش می‌دهد. اطلاعات آن شخص از جمله اطلاعات مکانی و وضعیت مصدومیت به سیستم ارسال می‌شود. سیستم مدیریت بحران هوشمند اطلاعات سلامت بیمار و موقعیت مکانی آن فرد را تحلیل می کند و براساس آن، بیمارستان مناسبی را انتخاب می کند. در انتخاب بیمارستان، عواملی مانند فاصلهٔ بیمارستان از محل مصدوم، تعداد و نوع بستری‌های خالی در بیمارستان، ظرفیت دریافت بیماران اضافه و دیگر عوامل مرتبط در نظر گرفته می شود. برای تعیین بهینه ترین مسیر، سیستم از اطلاعات مکانی و ترافیک در زمان فعلی استفاده می کند. با توجه به این اطلاعات، سیستم مسیریابی بهینه را تعیین می کند تا فرد مصدوم به‌سرعت به بیمارستان مناسب منتقل شود. با توجه به بازه‌های زمانی مختلف در روزهای مختلف، شرایط ترافیک و توزیع بیمارستان ها ممکن است متفاوت باشد، بنابراین مسیر انتخاب شده نیز ممکن است متغیر باشد. سیستم مدیریت بحران هوشمند براساس اطلاعات زمانی و مکانی به روزرسانی می شود تا مسیری مناسب در هر زمان و شرایط مشخص شود. به‌این‌ترتیب، با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی، اینترنت اشیاء و سیستم مدیریت بحران هوشمند، فرد مصدوم به سرعت به بیمارستان مناسب منتقل می شود و مسیر منتخب براساس شرایط فعلی و بهینه بودن ترافیک تعیین می‌شود.

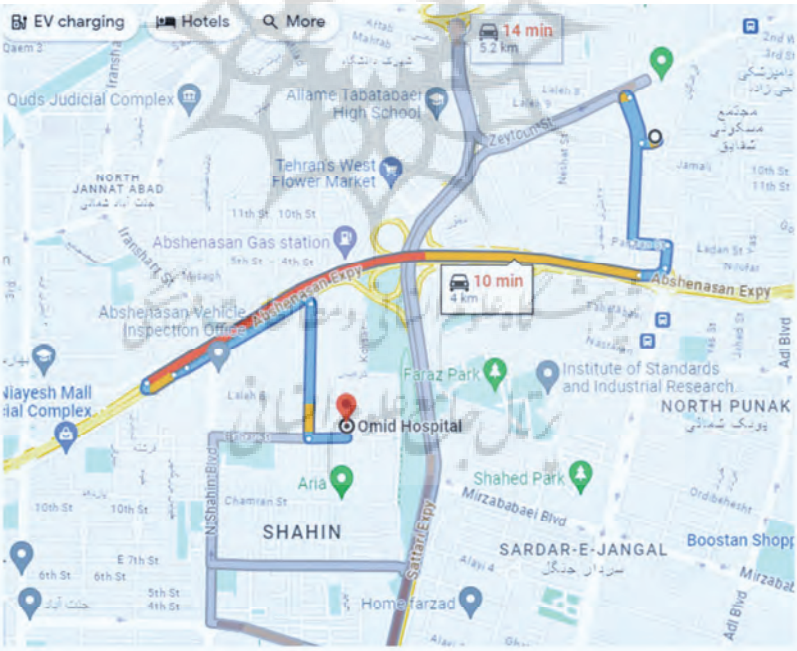
این سناریوی شبیه‌سازی‌شده برای تست سامانهٔ پیش رو در مورد یک مصدوم در منطقهٔ ۵ در غرب تهران در تاریخ ۱۴۰۰/۰۴/۲۴ به شرح زیر است:

در ساعت ۱۲:۰۰ ظهر روز ۱۴۰۰/۰۴/۲۴، یک حادثهٔ رانندگی در منطقهٔ ۵ در غرب تهران با یک مصدوم اتفاق افتاد. فردی که شاهد حادثه بود با تلفن همراه خود به سامانه متصل شد و حادثه را گزارش داد.

تیم اورژانس با استفاده از پورتال، مسیر بهینه برای دسترسی سریع به محل حادثه را تعیین کرد. این مسیر بهینه شامل خیابان‌ها و جاده‌های اصلی بود که حرکت تیم را به‌سرعت امکان‌پذیر کرد. تیم اورژانس در کمتر از ۸ دقیقه به محل حادثه رسید. در این زمان، تمامی تجهیزات پزشکی لازم برای ارائهٔ اولین کمک به مصدوم از جمله نگهدارنده های تنفسی، تجهیزات لوکساسیون و تجهیزات جراحی نیز همراه تیم وجود داشت. تیم اورژانس قبل از حرکت با ارسال لحظه‌ای وضعیت سلامت بیمار برای مراکز درمانی اطراف، تأییدیهٔ پذیرش را از بیمارستان امید در همان منطقه دریافت کرد. پس از ارائهٔ اولین کمک، تیم اورژانس فرد مصدوم را در مدت ۵ دقیقه به بیمارستان انتقال داد.

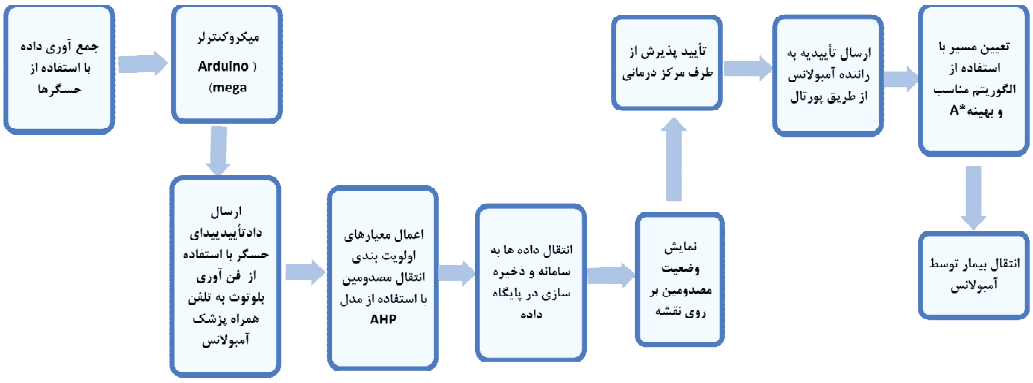
در شکل ۱ موقعیت مصدوم و بیمارستان همراه زمان انتقال در حالت عادی نمایش داده شده است.

در شکل ۲، اجزای مهم چهارچوب اینترنت اشیاء و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای امدادرسانی هوشمند در شهرهای هوشمند نمایش داده می‌شود. اجزای این چهارچوب شامل حسگرها، برای جمع‌آوری و سنجش داده‌ها از محیط؛ شبکه‌های ارتباطی و شبکهٔ حسگر بی‌سیم[1]، به‌منظور ارتباط بین حسگرها و همچنین ارتباط با شبکهٔ اینترنت مانند شبکهٔ تلفن همراه؛ سرورها و پایگاه‌های داده، برای ذخیره و پردازش داده‌های جمع‌آوری‌شده؛ سیستم اطلاعات جغرافیایی، برای ذخیره و مدیریت و تحلیل داده‌های مکانی؛ نمایش اطلاعات جمع‌آوری‌شده به‌صورت نقشه با استفاده از سرویس نقشهٔ وب (WMS)[2] و سرویس عارضهٔ وب (WFS)[3]؛ زیرساخت دادهٔ مکانی به‌منظور یکپارچه‌سازی سامانه؛ الگوریتم A* و مدل وزن‌دهی سلسله‌مراتبی آنلاین است.



شکل ۱. موقعیت مصدوم و بیمارستان همراه با زمان انتقال در حالت عادی

1. Wireless Sensor Networks
2. Web Map Service
3. Web Feauture Service



شکل ۲. چهارچوب اینترنت اشیاء و سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد نظر برای امدادرسانی هوشمند

این سیستم مبتنی بر الگوریتم اولویت‌بندی آنلاین به‌منظور بهبود امدادرسانی به مصدومان ایجاد شده است. نحوهٔ ارتباط این اجزا با یکدیگر به این صورت است که در هر لحظه، وضعیت سلامت مصدوم به‌طور آنلاین برای اولویت‌بندی انتقال بر روی معیارهای مراکز درمانی اعمال می‌شود. از طریق تلفن همراه، اطلاعات مصدوم شامل وضعیت سلامت و موقعیت مکانی او بر روی نقشه به مراکز درمانی ارسال می‌شود. معیارهای اولویت بندی در انتقال مصدوم شامل شدت و وضعیت سلامت مصدومان، فاصلهٔ میان مصدوم و مرکز درمانی، و استعداد و توانمندی هر مرکز درمانی برای مراقبت و درمان هستند. درصورتی‌که یک مرکز درمانی خاص با توجه به داده‌های لحظه‌ای سلامت بیمار توانایی امدادرسانی به مصدوم را داشته باشد، از طریق پورتال، تأییدیهٔ پذیرش به رانندهٔ آمبولانس ارسال می‌کند. سپس اطلاعات مکانی حاصل از این داده‌ها توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی به تصویر کشیده شده، با استفاده از نرم‌افزارها و الگوریتم‌ها، تحت سرویس تحلیل وب (WPS)[1] تحلیل می‌شوند. در نهایت، نتایج تحلیل و اطلاعات ارائه‌شده بر بستر زیرساخت دادهٔ مکانی به اشتراک گذاشته و از طریق سیستم اطلاعات جغرافیایی به مراکز امدادرسانی هوشمند ارسال می شود تا در فرایند امدادرسانی استفاده شود. نمایش وضعیت مکانی مصدومان بر روی نقشه به مراکز درمانی کمک می کند تا به بهترین شکل ممکن برای ارائهٔ خدمات به مصدومان آماده شوند. در مرحلهٔ بعد، با استفاده از الگوریتم مناسب، مسیر بهینه برای انتقال مصدوم به بیمارستان تعیین و مصدوم منتقل می‌شود.

در این سامانه، پایگاه دادهٔ PostgreSQL با افزونهٔ POSTGIS برای ذخیره و جست و جوی اطلاعات مکانی استفاده می‌شود. این پایگاه داده به‌صورت دسته‌بندی‌شده، اطلاعات مکانی را جمع‌آوری و ذخیره می‌کند. در مقابل، سرویس عارضهٔ وب امکان دسترسی به اطلاعات مکانی را در فرمت برداری و با استفاده از زبان نشانه‌گذاری جغرافیایی فراهم می‌کند.

سرویس عارضهٔ وب نشان دهندهٔ تغییر در نحوهٔ ایجاد، اصلاح و مبادلهٔ اطلاعات جغرافیایی در اینترنت است. به‌جای اشتراک‌گذاری اطلاعات جغرافیایی در سطح فایل با استفاده از پروتکل انتقال، سرویس عارضهٔ وب دسترسی دقیقی به اطلاعات جغرافیایی در سطح عارضه ارائه می‌دهد (https://www.ogc.org/October 2023).

به‌منظور تحلیل داده‌های به‌اشتراک‌گذاشته‌شده در زیرساخت دادهٔ مکانی از سرویس تحلیل وب استفاده شده است. سرویس تحلیل وب قوانینی را برای استاندارد کردن نحوهٔ ورودی‌ها و خروجی‌ها (درخواست‌ها و

1. Web Processing Service

پاسخ‌ها) برای خدمات پردازش جغرافیایی ارائه می‌دهد. این استاندارد همچنین تعریف می کند که چگونه یک کاربر می‌تواند اجرای یک فرایند را درخواست کند و خروجی‌های فرایند چگونه مدیریت می‌شود (https://www.ogc.org/October 2023).

کتابخانهٔ Openlayers برای قرار دادن نقشهٔ پویا در صفحهٔ وب به کار می‌رود (Nair et al ., 2016). استاندارد رابط سرویس نقشهٔ وب یک رابط ساده را برای درخواست تصاویر نقشهٔ ثبت شدهٔ جغرافیایی از یک یا چند پایگاه دادهٔ جغرافیایی توزیع‌شده فراهم می‌کند و درخواست لایه(های) جغرافیایی و ناحیهٔ مورد نظر را برای پردازش تعریف می‌کند. پاسخ می‌تواند در یک برنامهٔ مرورگر نمایش داده شود (https://www.ogc.org/October 2023).

زمانی که حسگرها با یکدیگر در ارتباط‌اند شبکهٔ حسگر بی‌سیم ایجاد می‌شود (Anagnostopoulos et al ., 2017) انواع متفاوتی از شبکه‌های ارتباطی اینترنت اشیاء وجود دارد. برای کاهش مصرف برق و ارسال داده‌های زیاد، باید دامنه را کاهش داد. یکی از گزینه‌های اتصال بلوتوث است. بلوتوث یک اتصال بی‌سیم با مصرف انرژی کم و دارای حداکثر پهنای باند است.

این شبکه‌ها سیگنال‌ها را از محیط دریافت و اطلاعات را پردازش می‌کنند. از این اطلاعات به‌منظور ارائهٔ خدمات بهتر به کاربران استفاده می‌شود (Karimi et al ., 2017). این شبکه‌ها به‌دلیل قدرت بالا و هزینهٔ کم در موارد بسیاری کاربرد دارند. شبکه‌های حسگر بی‌سیم، به یک عنصر حیاتی در روند توسعهٔ حسگر برای سیستم‌های امدادرسانی هوشمند تبدیل شده است(Longhi et al ., 2012). در ادامه به بیان توصیف مختصری از حسگرهای به‌کاررفته در این پژوهش پرداخته شده است.

حسگرهای قلبی می‌توانند نرخ ضربان قلب، ضربان نامعمول یا ضعیف، فیبریلاسیون بطنی و مانند آن را اندازه‌گیری کنند. حسگرهای فشارخون، فشار خون همراه با نبض را اندازه‌گیری می‌کنند، که برای تشخیص فشارخون بالا (فشار خون بالاتر از حد معمول) و فشارخون پایین (فشار خون پایین از حد معمول) بسیار ضروری است. حسگرهای اکسیژن‌سنج می‌توانند میزان اکسیژن خون (اشباع اکسیژن) را در خون اندازه‌گیری کنند، که می‌تواند برای تشخیص کمبود اکسیژن در بدن مفید باشد. حسگرهای دماسنج می توانند دما را در بدن اندازه‌گیری کنند، که برای تشخیص تب و اختلالات حرارتی مفید است. حسگرهای قندسنج می‌توانند سطح قند خون را اندازه‌گیری کنند، که در مدیریت دیابت و کنترل سطح قند خون مفید است. حسگرهای الکتروانسفالوگرافی[1] میزان فعالیت الکتریکی مغز را اندازه‌گیری می‌کنند، که می‌تواند در تشخیص صرع، بی‌هوشی و اختلالات عصبی مفید باشد. این حسگرها اغلب در قالب الکترودهایی که به سر نصب می‌شود، عمل می‌کنند. حسگرهای ریه‌سنج میزان نرخ تنفس و نحوهٔ تنفس را اندازه‌گیری می‌کنند و می‌توانند در تشخیص مشکلات تنفسی مفید باشند.

حسگر MAX30102 که در شکل ۳ نمایش داده شده است می‌تواند اکسیژن خون و ضربان قلب و دیگر اطلاعات را اندازه‌گیری کند. این حسگر قابلیت اندازه‌گیری نسبت تراکم نقاط در جریان خون، شدت نوردریافتی و شدت نور ارسالی را نیز داراست. همچنین، حسگر MAX30102 دارای ترموکوپل داخلی است که می توان از آن برای اندازه‌گیری دمای بدن استفاده کرد. با استفاده از کتابخانه‌های آماده برای آردوینو و STM32، می‌توان اطلاعات دریافتی از حسگر را خواند و آن ها را با استفاده از الگوریتم های مربوطه تحلیل کرد. محاسبهٔ میانگین ضربان قلب نیز با تحلیل نمودارهای زمانی سیگنال‌های دریافتی انجام می‌شود. با توجه به استفاده‌های پزشکی، استفاده از این حسگر باید بااحتیاط و صلاحدید متخصصان پزشکی انجام شود و هیچ‌گونه تشخیص نهایی و درمانی براساس این اندازه‌گیری‌ها انجام نشود.

I2C یک رابط سریال مستقیم است که برای انتقال داده‌ها بین دستگاه‌های الکترونیکی استفاده می‌شود.

1. Electroencephalography

این رابط از دو سیم سریال استفاده می‌کند. به‌دلیل مدیریت آسان و استفاده از تعداد کمی سیم، I2C برای اتصال ماژول‌ها و حسگرها به سیستم‌های سخت‌افزاری مختلف استفاده می‌شود. با استفاده از رابط I2C، ارتباط بین آردوینو و حسگرها یا تجهیزات جانبی دیگر که از این رابط پشتیبانی می‌کنند، بسیار آسان می‌شود. آردوینو از طریق کتابخانه‌ها و دستورالعمل‌های مربوطه می‌تواند به‌راحتی به I2C متصل شود و داده‌ها را از آنها دریافت یا به آنها ارسال کند. با استفاده از I2C و آردوینو، می توان داده‌های پزشکی را از حسگر مربوطه خواند و بررسی و پردازش کرد. سپس می توان نتایج را نمایش داد و این اطلاعات را به سیستم‌های دیگر منتقل کرد. I2C رابطی برای انتقال اطلاعات بین میکروکنترلرها و تجهیزات جانبی دیگر است که بیشتر زمانی استفاده می‌شود که فاصلهٔ بین فرستنده و گیرنده کوتاه است.

برای استخراج داده از حسگر MAX30102 باید کتابخانهٔ مربوطه را نصب کرد. کدهای مربوط به داده‌های حسگرهای پزشکی به‌صورت نمودار در پنجرهٔ سریال قابل نمایش است. برای نمونه به دو مورد از کدهای دریافتی اشاره شده است. در زیر یک نمونه خروجی به شکل فایل JSON از داده‌های به‌دست‌آمده از حسگر MAX30102 نمایش داده شده است.

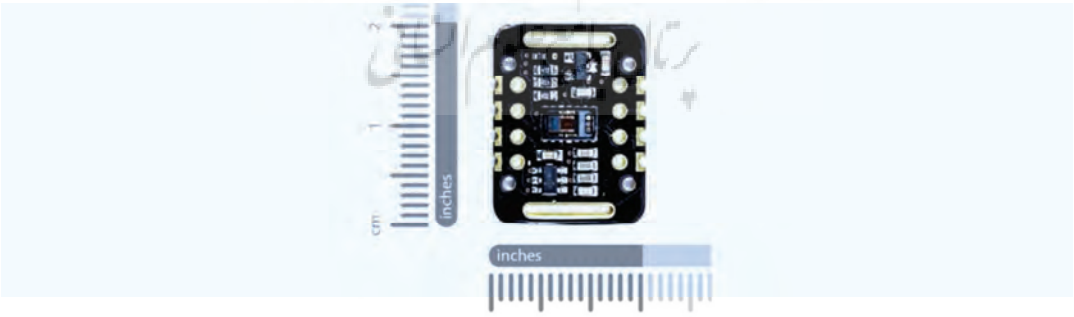
```
{ “timestamp”: “202007150001”, “hr”: “125”, “spo”: “96” }
```

hr: ضربان قلب

spo: اکسیژن خون

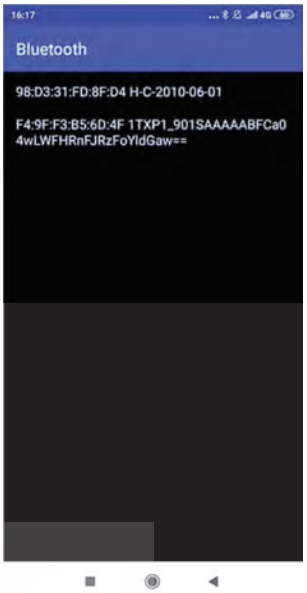
با استفاده از یک بلوتوث کم‌انرژی[1]، اطلاعات پزشکی مربوط به مصدوم به تلفن همراه پزشک آمبولانس ارسال می‌شود و این امکان را به پزشک آمبولانس می دهد تا از راه دور و در هر زمانی اطلاعات دقیقی دربارهٔ بیمار داشته باشد و در صورت لزوم، تصمیماتی مشخص دربارهٔ درمان بیمار اتخاذ کند. در این پروژه از ماژول nRF24L01 استفاده شده است. از این ماژول رادیویی می‌توان به‌عنوان ماژول بلوتوث کم‌انرژی برای ارسال داده‌ها از آردوینو به سایر دستگاه‌های دارای بلوتوث مانند تلفن همراه، کامپیوتر و ... استفاده کرد.

در شکل ۴ با استفاده از برنامه‌نویسی اندروید برنامه‌ای طراحی شده که باید بر روی گوشی همراه نصب شود. این برنامه طوری طراحی شده است که ابتدا ماژول را جست‌وجو می‌کند و به آن وصل می‌شود. سپس با فشردن کلیدهای on و off مقادیر ۱ و ۰ را به ماژول بلوتوث می‌فرستد. سپس از فهرست دستگاه‌های موجود، ماژول انتخاب می‌شود. اگر ماژول در دسترس نباشد، پیغام خطایی نمایش داده می‌شود و درصورتی‌که اتصال موفقیت‌آمیز باشد، نحوهٔ چشمک زدن LED موجود بر روی ماژول تغییر می‌کند.



شکل ۳. حسگر MAX30102 (https://mrelectrobot.com)

1. Bluetooth Low Energy



شکل ۴. برنامهٔ اتصال به بلوتوث

اینترنت اشیاء مشخصه‌هایی مانند همبستگی و اتصال، سنسورها و داده‌ها، قابلیت کنترل، اتصالات بی‌سیم، و امنیت را در نظر می‌گیرد. این مشخصات برای شناخت که چه چیزی به اینترنت اشیاء تعلق دارد و نیز برای تفکر دربارهٔ امکانات و قابلیت‌هایی که اینترنت اشیاء می‌تواند فراهم کند، مهم است.

پزشک اورژانس در بسیاری از مناطق و سیستم‌های بهداشتی در سراسر جهان در تیم آمبولانس حضور دارد. در مناطقی که دارای سیستم بهداشتی پیشرفته‌تری هستند، تیم آمبولانس از یک پزشک اورژانس و پرستار باتجربه تشکیل شده است. این فرد مسئول ارائهٔ خدمات پزشکی پیش از رسیدن بیمار به بیمارستان است. او می‌تواند بررسی پزشکی و درمان برای حمل بیمار انجام دهد و در موارد اضطراری و اورژانسی تصمیمات پزشکی از قبیل احیای قلبی ریوی و تعیین شوک الکتریکی را انجام دهد. در برخی نقاط جهان، دسترسی به پزشک اورژانس در آمبولانس محدودتر است و این وظایف به پرستاران اورژانس و تکنسین‌های اورژانس انتقال یافته است. داده‌ها پس از دریافت توسط پزشک مستقر در آمبولانس به شکل سرویس به‌صورت لحظه‌ای از طریق پورتال برای مراکز درمانی ارسال می‌شود. این داده‌ها شامل اطلاعات مکانی مانند موقعیت جغرافیایی آمبولانس، زمان ورود به مرکز درمانی، شمارهٔ همراه پزشک و سایر اطلاعات مرتبط با بیماران و سرویس حمل‌ونقل هستند. با به اشتراک گذاشتن این داده‌ها به‌صورت زیرساخت دادهٔ مکانی، مراکز درمانی قادر به برنامه ریزی مناسب برای پذیرش بیماران و تأمین منابع مورد نیاز هستند.

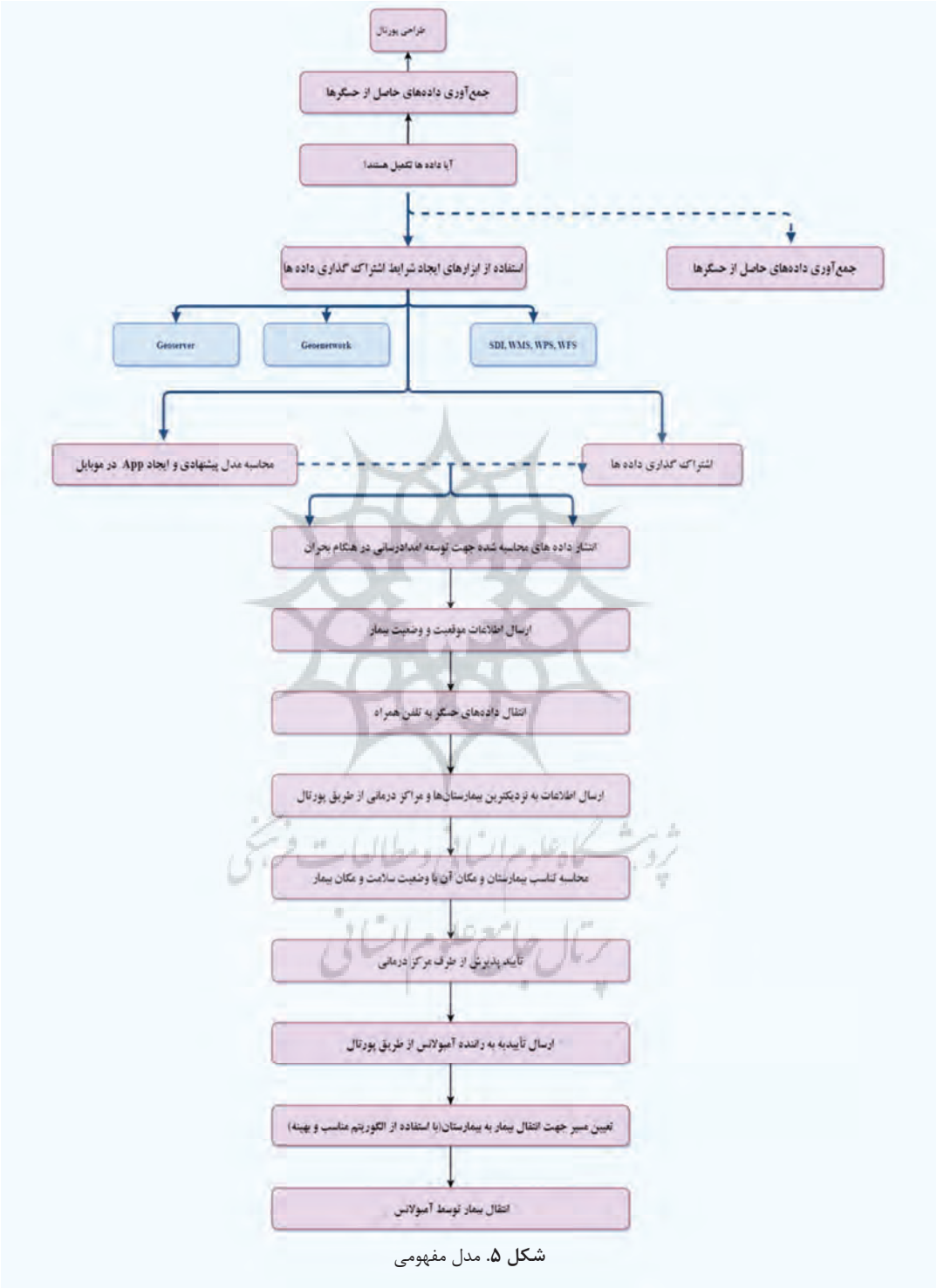
در شکل ۵ مدل مفهومی طرح پیشنهادی پورتال مدنظر نمایش داده شده است.

در شکل ۶ تصویری از پورتال طراحی‌شده نمایش داده شده است.

پس از به دست آوردن داده‌های حسگرها، معیارها همراه حریم‌های مدنظر براساس بررسی‌های میدانی و مصاحبه با ارگان‌های مربوطه به دست آمد و بر داده‌ها اعمال شد. این امر برای سهولت در اولویت‌بندی مراکز درمانی به‌منظور انتقال مصدوم اهمیت دارد. از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)[1] به‌صورت آنلاین برای وزن‌دهی به معیارها استفاده شده که وزن‌های نهایی این معیارها در جدول ۱ نشان داده شده است. با استفاده از این روش، اولویت‌بندی مراکز درمانی برای انتقال مصدومان صورت پذیرفت.

مدل وزن‌دهی سلسله‌مراتبی آنلاین در مواردی استفاده می‌شود که داده‌های سلسله‌مراتبی بسیار حجیم یا پیچیده هستند و وزن های مربوط به هر داده در لحظه مشخص می‌شود. در این پژوهش از الگوریتم باتمن- فورد مدل وزن‌دهی سلسله‌مراتبی آنلاین استفاده شد. در این الگوریتم وزن‌های سلسله‌مراتبی براساس روشی به نام «روش ترکیب جمع» به روز می شود. با استفاده از الگوریتم باتمن- فورد، به راحتی وزن‌ها در هر لحظه به‌روز و داده‌های جدید به سلسله‌مراتب اضافه شد. حریم‌های موجود در جدول، نتیجهٔ میانگین‌گیری از مقادیر پیشنهادشده از جانب

1. Analytical Hierarchy Process



شکل ۵. مدل مفهومی

شکل ۶. پورتال طراحی‌شده

جدول ۱. معیارهای مورد استفاده همراه با مقادیر حریم و وزن‌ها

معیار	حریم	وزن
شیب زمین (۲-۸٪)	۱۰۰۰ متر	۰/۰۲
مراکز درمانی کوچک و درمانگاه	۷۰۰ متر	۰/۰۳
بیمارستان	۱۵۰۰ متر	۰/۰۵
کاربری‌های سازگار و ناسازگار	۱۵۰۰ متر	۰/۰۱
مراکز دبستان	۷۰۰-۵۰۰ متر	۰/۰۱
مراکز آتش‌نشانی	۱۰۰۰ متر	۰/۰۴
بزرگراه	۲۰۰ متر	۰/۰۳
خط انتقال نیرو	۲۰۰ متر	۰/۰۵
پارک و زمین‌های باز و فضای خالی	۵۰۰ متر	۰/۰۵
کلانتری	۴۰۰ متر	۰/۰۴
ساختمان‌های بلند	۳۶ متر	۰/۱
انبار نفت و گاز	۲۰۰ متر	۰/۰۳
خطوط مترو	۱۰۰ مترو	۰/۰۱
بافت فرسوده	۱۲۰۰ متر	۰/۰۲
فرودگاه	۷۰۰ متر	۰/۱

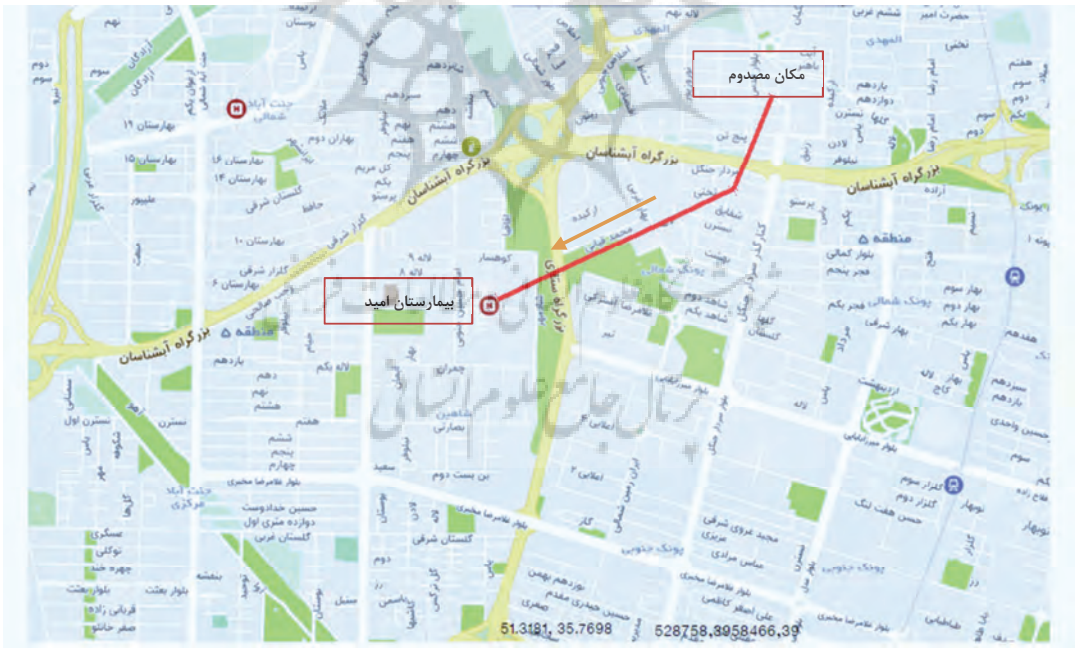
کارشناسان مربوطه است. بعد از به دست آوردن ضریب معیارها (با شرط اینکه مجموع وزن‌ها برابر با یک باشد) با استفاده از مدل وزن‌دهی سلسله‌مراتبی آنلاین، وضعیت مراکز درمانی در بازه‌های زمانی رصد و با استفاده از روش‌های ریاضی، تحلیل‌های مقایسه‌ای انجام شد و در نهایت مراکز برای ارسال پیام انتخاب شدند. این روش وزن‌دهی، با استفاده از معیارها و ضرایب معیارها، توانایی بررسی و انتخاب گزینه‌ها را فراهم می‌کند و به‌این‌ترتیب می‌تواند راهنمای مفیدی در تصمیم‌گیری‌های پیچیده باشد. در این روش معیارهای کیفی و کمّی به‌طور هم‌زمان در نظر گرفته شده، قابلیت سازگاری در قضاوت‌ها وجود دارد، از پیچیدگیِ مفهومیِ تصمیم‌گیری به‌دلیل بررسی تنها دو مؤلفه (مقایسهٔ دودویی) در یک زمان کاسته می‌شود و دقت بالا برای مدل‌سازی پدیده‌های واقعی و وزن‌دهی به آن‌ها وجود دارد و می‌توان مقایسهٔ زوجی بین معیارها را انجام داد. با توجه به اینکه این روش امکان تدوین مسئله را به‌صورت سلسله‌مراتبی فراهم می‌کند، به‌عنوان یکی از جامع‌ترین سامانه‌های طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه شناخته شده است (Sharifi et al., 2014).

به‌طور کلی، قابلیت مسیریابی در محیط‌های موجود مانند نشان، گوگل مپ و مانند آن به‌واسطهٔ دسترسی به داده‌های آنی و لحظه‌ای می‌تواند مسیرهای طولانی‌تر و بهینه‌تر را پیشنهاد دهد. این امکان وجود دارد که این سیستم‌ها براساس شرایط راه و شرایط ترافیک در هر موقعیت، مسیرهایی که کمترین ترافیک را دارند و زمان کمتری برای رسیدن به مقصد نیاز دارند، پیدا کنند. اگرچه این سیستم‌ها توانایی دسترسی به داده‌های لحظه‌ای دارند، اما باید توجه داشت که برخی از این داده‌ها نمی‌توانند در همهٔ مواقع دقیق و جامع باشند. ممکن است در برخی مواقع، ترافیک بیشتر یا حوادث جانبی باعث شوند که مسیری که براساس داده‌های لحظه‌ای پیشنهاد شده است، در عمل بهینه نباشد. برای آزمایش این محیط‌ها، چندین بار مسیر با استفاده از این سیستم‌ها به‌صورت عملی تست شد. ترافیک و شرایط جاده ممکن است در هر بار تست متفاوت باشد و برای به دست آوردن نتایج دقیق‌تر، باید تعداد زیادی آزمایش صورت گیرد. شایان ذکر است که اولویت در این پژوهش انتخاب مرکز درمانی بهینه است و برای رسیدن به این هدف هر کدام از مسیریاب‌ها که مسیر بهینه‌تری را پیشنهاد دهند، استفاده می‌شود.

الگوریتم A* یک الگوریتم جست‌وجوی بهینه‌سازی است که با استفاده از ترکیبی از تابع هزینه و تابع هیوریستیک[1] بهینه یابی را انجام می دهد. این الگوریتم با شروع از موقعیت فعلی بیمار و ادامه دادن به‌ترتیب گام‌های کوتاه‌تر، مسیری را پیدا می‌کند که هزینهٔ انتقال بیمار را کمینه کند. الگوریتم A* برای مسائلی مناسب است که برای حل آن ها نیاز به جست‌وجو در یک گراف وجود دارد. این الگوریتم به دلیل استفاده از ترکیبی از جست‌وجوی بهترین اولویت و کمترین هزینه در یافتن مسیر بهینه به‌عنوان الگوریتم جست‌وجوی هوشمند شناخته می‌شود. این الگوریتم از کمترین هزینهٔ ممکن برای دستیابی به هدف استفاده می کند و با استفاده از تابع هزینه‌گذاری مناسب، به یافتن مسیرهای بهینه با هزینهٔ کمتر منجر می‌شود. الگوریتم A* دارای قابلیت هدایت کردن به‌صورت هوشمند است که با استفاده از تابع هیوریستیک، می‌تواند تصمیم‌های هوشمندانه‌تری برای پیمایش فضای جست‌وجو بگیرد و مسیرها را بهتر پوشش دهد. این الگوریتم قابلیت اعتبارسنجی دارد و همیشه در صورت وجود جواب بهینه، به آن می‌رسد.

این الگوریتم در کتابخانهٔ pgRouting از طریق پلاگین مسیریابی pg موجود در PostGis به‌عنوان بخشی از مکانیسم پاسخ برای اتصال نزدیک‌ترین مرکز کمک‌های پزشکی به محل بحران مشخص شد. A* الگوریتم بسیار هوشمندی است و همین ویژگی، موجب تمایز آن از دیگر الگوریتم‌های مرسوم می‌شود، زیرا در هر گام، هوشمندانه‌ترین انتخاب را انجام می‌دهد (Edelkamp et al., 2014).

شکل ۶ نقشهٔ مسیر بهینه در منطقهٔ ۷ در غرب تهران از مکان حادثه به بیمارستان امید را نمایش داده است.



شکل ۷. نقشهٔ مسیر بهینه از محل حادثه تا بیمارستان امید

1. Heuristic

۳- نتایج و بحث

در این سامانه یک مدل با هدف اشتراک‌گذاری اطلاعات بین پزشکان و رانندگان آمبولانس به‌صورت لحظه‌ای همراه با مسیریابی بهینه با استفاده از تلفیقی از فنّاوری اینترنت اشیاء و سیستم اطلاعات جغرافیایی تحت زیرساخت دادهٔ مکانی معرفی شده است. در این پژوهش یک پورتال برای سازماندهی فرایند امدادرسانی و برنامهٔ موبایل برای رانندگان آمبولانس ارائه شده است. وضعیت سلامت بیمار از طریق حسگرهای در دسترس پزشکان مستقر در آمبولانس به‌طور لحظه‌ای دریافت می‌شود. داده‌های سلامت بیمار به‌وسیلهٔ تلفن همراه به مراکز درمانی اطراف ارسال می‌شود. مرکز درمانی بهینه براساس معیارهای مشخص و با استفاده از مدل وزن‌دهی سلسله‌مراتبی آنلاین تعیین می‌شود. سامانه به‌نحوی طراحی شده است که در صورت دریافت پیام عدم پذیرش توسط مرکز درمانی اول، به‌صورت اولویت‌بندی‌شده به سراغ مرکز درمانی بهینهٔ بعدی می‌رود. درصورتی‌که دو مرکز درمانی با شرایط یکسان اعلام آمادگی برای پذیرش مصدوم را ابلاغ کنند، آن مرکزی که مسیر بهینهٔ اعزام مصدوم به آن در زمان کمتری طی می‌شود، انتخاب می‌شودکه موجب صرفه‌جویی در زمان می‌شود، زیرا نیازی به مراجعهٔ حضوری به آن مرکز درمانی و سپس بررسی شرایط برای پذیرش مصدوم وجود ندارد. سپس مسیر بهینه با استفاده از داده‌های مکانی موجود در زیرساخت دادهٔ مکانی برای اعزام مسئولان اورژانس به مرکز درمانی مورد نظر در پورتال ایجاد و از طریق سرویس نقشهٔ وب و سرویس عارضهٔ وب بر روی نقشه نمایش داده می‌شود و رانندهٔ آمبولانس با اتصال به پورتال از طریق تلفن همراه می‌تواند مسیر را دنبال کند.

هدف از این پژوهش تسریع در امر مدیریت بحران و تسهیل در تصمیم‌گیری‌های مسئولان با استفاده از طراحی و پیاده‌سازی سامانهٔ زیرساخت دادهٔ مکانی تحت وب است. یکی از نوآوری‌های مهم این پژوهش استفاده از فنّاوری اینترنت اشیاء برای جمع‌آوری داده‌های سلامت بیمار توسط حسگرهاست که می‌توانند در تشخیص و پیش‌بینی بیماری‌ها مفید باشند. این داده‌ها پس از جمع‌آوری از طریق بلوتوث موبایل برای پزشک مستقر در آمبولانس ارسال می‌شود و وضعیت سلامت بیمار را پزشک بررسی و مدیریت می‌کنند. سپس داده‌ها به‌صورت سرویس از طریق پورتال و با استفاده از دستورات SQL به پایگاه داده ارسال می‌شود. نوآوری دیگر شناسایی مرکز درمانی بهینه از طریق وزن‌دهی آنلاین به معیارهای مورد نظر با استفاده مدل وزن‌دهی سلسله‌مراتبی آنلاین است که امکان وزن‌دهی لحظه‌ای را فراهم می‌کند. در این روش اطلاعات به‌صورت آنلاین به‌روزرسانی می‌شوند و کمک می‌کند تا به‌راحتی مراکز درمانی مقایسه و در زمان و هزینه صرفه‌جویی شود. به‌طور کلی، استفاده از روش وزن‌دهی آنلاین در شناسایی مرکز درمانی بهینه، اطلاعات دقیق و به روز، سهولت و سرعت در دسترسی، بهبود کیفیت خدمات و افزایش شفافیت در مورد مراکز درمانی را در پی دارد. نوآوری دیگر تعیین مسیر بهینه با استفاده از الگوریتم A* به‌منظور انتقال مصدوم به مرکز درمانی در کمترین زمان است. از مزایای این سیستم می‌توان به کاهش Co2 و آلودگی هوا به‌دلیل کاهش طول مسیر طی‌شده و بی‌نیازی از کنترل همهٔ مراکز درمانی اشاره کرد. با این فرایند به میزان زیادی در زمان صرفه‌جویی می‌شود. نوآوری دیگر استفاده از زیرساخت دادهٔ مکانی است که به دلیل کاهش زمان پاسخگویی، بهینه سازی مسیرها و مصرف سوخت و افزایش برنامه‌ریزی صحیح هزینه‌های مربوط به عملیات امدادرسانی را به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد. تحلیل داده‌های مکانی به‌صورت دقیق و جامع از رویدادهای بحرانی و عوارض آن‌ها در یک منطقهٔ خاص، دسترسی دقیق و سریع به محل و موقعیت فرد، پیش بینی رویدادهای آتی، ایجاد ارتباط و هماهنگی بین سازمان ها و نیروهای مختلف نظامی، امداد و نجات، مهندسی و ... با به‌اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی به‌صورت آنلاین، مدیریت منابع از زیرساخت داده‌های مکانی باعث دسترسی سریع به

داده‌های مکانی می‌شود. از جمله نوآوری‌های دیگر این پژوهش استفاده از سرویس مکانی وب است. سرویس نقشهٔ وب، که یک سرویس آنلاین است و امکان مشاهده و تهیهٔ نقشه‌ها را فراهم می‌کند و مسیریابی داخلی و بین‌المللی را انجام می‌دهد. سرویس عارضهٔ وب، یک سرویس آنلاین است که به کاربران امکان مشاهدهٔ برداری داده‌های مکانی را به‌صورت اطلاعات هندسی دقیق می‌دهد. سرویس تحلیل وب ابزاری هوشمند است که با استفاده از آن به‌طور خودکار اطلاعات شامل اطلاعات مکان‌ها، زمان‌ها و نحوهٔ وقوع حادثه، تعداد و وضعیت افراد مصدوم و هرگونه اطلاعات دیگری تحلیل می‌شوند. به‌این‌ترتیب، با استفاده از سرویس تحلیل وب در امدادرسانی هوشمند، امکان افزایش سرعت و کارایی در ارائهٔ خدمات امدادرسانی و همچنین بهبود برنامه‌ریزی و مدیریت حوادث و بحران‌ها وجود دارد. طی بررسی کارهای مشابه انجام‌شده در سایر پژوهش‌های علمی از اینترنت اشیاء، مسیریابی بهینه با استفاده از الگوریتم مناسب، زیرساخت دادهٔ مکانی، سرویس نقشهٔ وب و سرویس عارضهٔ وب و سرویس تحلیل وب برای مدیریت بحران به‌طور هم‌زمان و یکپارچه استفاده نشده است و این مورد نشان‌دهندهٔ کارایی مفید این سیستم در مقایسه با سیستم‌های مشابه در مدیریت بحران هوشمند است.

در مورد سامانهٔ پیش رو به منظور تست با یک مصدوم در منطقهٔ ۵ در غرب تهران در تاریخ ۱۴۰۰/۰۴/۲۴ سناریویی شبیه‌سازی شد. مصدوم براساس این سناریو در مدت ۵ دقیقه از مکان حادثه به بیمارستان امید در این منطقه که شرایط پذیرش بیمار را داشت، از طریق مسیر بهینه انتقال داده شد. این سامانه قابلیت ارتقا و استفاده در تمامی مناطق کشور را دارد.

پژوهش مذکور در سناریوی طراحی‌شده برای مدیریت بحران هوشمند، به‌منظور ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت بحران در صحت‌گذاری و انتقال مصدومان به بیمارستان همراه با زیرساخت داده مکانی و اینترنت اشیاء می‌تواند به مسئولان و سیاستمداران کمک کند تا تصمیم‌های بهتری در مدیریت بحران‌ها بگیرند. با دسترسی به داده‌های مکانی و اطلاعات اشیاء متصل، می توانند درک بهتری از وضعیت فعلی بحران داشته باشند و ترکیبی از راهکارهایی که قبلاً تعیین کرده‌اند، به‌صورت بهینه برای کمک به مصدوم اجرا کنند. سناریوهایی که در آن‌ها چندین مصدوم در محیط های مختلف وجود دارند، می توانند به مسئولان کمک کنند تا بهترین راهکارها و تدابیر را برای مدیریت بحران‌های گسترده‌تر و پیچیده‌تر بیابند. در کل، استفاده از سناریوهای متنوع و داده‌های مکانی و اینترنت اشیاء فقط یک قسمت از فرایند تصمیم‌گیری برای مدیریت بحران هاست. تعامل، همکاری و تجمیع دانش از افراد و سازمان‌های مرتبط نیز برای تصمیم‌گیری کافی و آگاهانه بسیار حیاتی است.

در جدول ۲ مقایسه و ارزیابی روش اجرایی سنتی در مراکز درمانی و روش مطرح شده در طرح پیش رو در انتقال مصدوم از محل وقوع بحران براساس سناریوی مطرح شده با استفاده از روش اندازه‌گیری مستقیم و روش میدانی برای هر دو روش امدادرسانی صورت پذیرفت. طی مقایسه انجام شده، با استفاده از روش امدادرسانی هوشمند در طرح پیش رو نسبت به روش سنتی در زمان که بعنوان مهمترین آیتم در مدیریت بحران و امدادرسانی محسوب می‌گردد صرفه جویی شده است.

در جدول ۳ روش مورد استفاده در پژوهش پیش رو و روش سنتی در تعیین مرکز درمانی بهینه مقایسه شده است.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش معماری جدیدی مبتنی بر اینترنت اشیاء برای امدادرسانی هوشمند طراحی شده است. هدف اصلی، ارائهٔ خدمات به مصدومان در هنگام وقوع بحران است، به‌نحوی که به کاهش هزینه‌های مالی و جانی و همچنین صرفه‌جویی در زمان منجر می‌شود. این سامانه از شبکهٔ حسگر بی‌سیم و فنّاوری‌های ارتباطی مختلف

جدول ۲. مقایسه و ارزیابی روش اجرایی سنتی و روش مطرح‌شده در طرح پیش رو در انتقال بیمار از محل بحران به بیمارستان امید

روش	انتقال اطلاعات سلامت بیمار برای پزشک مرکز درمانی	مدت‌زمان ارسال وضعیت بیمار	مدت‌زمان اعزام آمبولانس به محل	مسیریابی	مدت‌زمان انتقال بیمار از محل به بیمارستان
اجرایی سنتی	بررسی توسط پزشک در آمبولانس حسگرهای	۵-۱۵ دقیقه	۱۱ دقیقه	اپلیکیشن‌های مسیریابی در موبایل	۹ دقیقه
طرح پیش رو	جمع‌آوری داده‌های سلامت بیمار به‌صورت لحظه‌ای	به‌صورت لحظه‌ای	۸ دقیقه	تعیین مسیر بهینه با استفاده از الگوریتم *A و استفاده از داده‌های دوطلبانه	۵ دقیقه

جدول ۳. مقایسهٔ روش مورد استفاده در پژوهش پیش رو و روش سنتی در تعیین مرکز درمانی

روش	تعیین مرکز درمانی بهینه	مدت‌زمان
اجرایی فعلی	کنترل کردن تمام مراکز درمانی اطراف از طریق تماس تلفنی و سپس مراجعهٔ حضوری	زمان زیادی برای مراجعهٔ حضوری به تمامی مراکز و تشخیص مرکز درمانی بهینه صرف می‌شود
طرح پیش رو	تشخیص مرکز درمانی بهینه به‌صورت غیرحضوری و براساس معیارهای مورد نظر و روش وزن‌دهی سلسله‌مراتبی آنلاین	به‌صورت لحظه‌ای

برای نظارت لحظه‌ای بر وضعیت سلامت مصدومان استفاده کرده است که تحت هر شرایطی کاربردی است. جمع‌آوری داده‌های پزشکی از طریق حسگر برداشت اطلاعات ضربان قلب، فشار خون، سطح قند خون، سطح اکسیژن خون، دما، میزان اکسیژن مغز و ضربان تنفس صورت می‌پذیرد. این داده‌ها از طریق بلوتوث به تلفن همراه پزشک مستقر در آمبولانس انتقال می‌یابد و در سرور مرکزی ذخیره می‌شود. معیارهای متعددی همراه با ضرایب حاصل از الگوریتم وزن‌دهی سلسله‌مراتبی آنلاین در نظر گرفته می‌شود. بعد از اعمال معیارهای مورد نظر و بررسی ویژگی‌های مراکز درمانی، مرکز درمانی بهینه انتخاب می‌شود. داده‌های سلامت بیمار برای مسئولان مراکز درمانی تعیین‌شده و پیام تأییدیهٔ پذیرش از طرف مرکز درمانی برای رانندهٔ اورژانس ارسال می‌شود. سپس با استفاده از الگوریتم *A بهترین مسیر برای انتقال مصدومان به مرکز درمانی تعیین می‌شود. این سیستم اطلاعات لحظه‌ای دقیق را جمع‌آوری و به‌عنوان ورودی برای سیستم مدیریت بحران هوشمند استفاده می‌کند. در سناریوی مذکور مرکز مشابه با مرکز درمانی بهینه برای مقایسه وجود نداشت. ازآنجاکه از داده‌های جغرافیایی پویا و مدل‌های مسیریابی استفاده شده، هزینه‌های عملیاتی سیستم مدیریت بحران هوشمند نسبت به روش سنتی کاهش می‌یابد و استفادهٔ مؤثر از نیروی انسانی و زیرساخت‌ها از طریق این چارچوب پیشنهادی حاصل می‌شود. با در دست داشتن داده‌های لحظه‌ای سلامت، در صورت افزایش تعداد مصدومان می‌توان انتقال آن‌ها را به مراکز درمانی براساس شرایط جسمی اولویت‌بندی کرد. سیستم یکپارچهٔ مدیریت بحران هوشمند ارائه‌شده، کمک شایان توجهی به امدادرسانی آسیب‌دیدگان با کاهش هزینه و زمان خواهد داشت. امید است که این مقاله به دانشمندان، پژوهشگران و متخصصان حوزهٔ سیستم‌های هوشمند امدادرسانی و همچنین علاقه‌مندان به فنّاوری‌ها و ابزارهای نوین کمک کند تا توانمندی‌های بیشتری را در بهبود سیستم‌های امدادرسانی به ارمغان بیاورند و با ایجاد ارتباط بهتر و هماهنگی بین ارائه‌دهندگان خدمات مختلف در سیستم امدادرسانی، باعث بهبود عملکرد و پاسخگویی سریع‌تر به موقعیت‌های فوری شوند.

۵- منابع

Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M. Aledhari and M. Ayyash. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications, in IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17(4), pp 2347-2376. Retrieved from: DOI: 10.1109/COMST.2015.2444095

Anagnostopoulos, T., Zaslavsky, A., Kolomvatsos, K., Medvedev, A., Amirian, P., Morley, J., & Hadjieftymiades, S. (2017). Challenges and opportunities of waste management in IoT-enabled smart cities: a survey. IEEE Transactions on Sustainable Computing, 2(3), 275-289. Retrieved from:DOI: 10.1109/TSUSC.2017.2691049

Avdić, A., Marovac, U., Janković, D. (2022). Smart Health Services Based on IoT and GIS. In: Camacho, D., Rosaci, D., Sarné, G.M.L., Versaci, M. (eds) Intelligent Distributed Computing XIV. IDC 2021. Studies in Computational Intelligence, vol 1026. Springer, Cham. Retrieved from: DOI:https://doi.org/10.1007/978-3-030-96627-0_2

Azizkhani M, Malek MR, Naseri F, Shankayi M. Volunteered geographic information in crisis management.Geospatial Engineering Journal. 2017;8(2):63-72. Available from: http://gej.issge.ir/article-1-144-en.html

Edelkamp, Stefan; Jabbar, Shahid; Lluch-Lafuente, Alberto (2005). "Cost-Algebraic Heuristic Search" (PDF). Proceedings of the Twentieth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI): 1362–1367. Available from:https://cdn.aaai.org/AAAI/2005/AAAI05-216.pdf

Colorado, L. A. M., Ibanez, J. F., & Martinez-Santos, J. C. (2020, November). Leveraging emergency response system using the internet of things. A Preliminary approach. In 2020 17th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (CCE) (pp. 1-6). IEEE. Retrieved from: DOI:10.1109/CCE50788.2020.9299175

Cui, B., Wen, X., & Zhang, D. (2019, July). The application of intelligent emergency response system for urban underground space disasters based on 3D GIS, BIM and internet of things. In Proceedings of the 2019 International Conference on Artificial Intelligence and Computer Science (pp. 745-749). Retrieved from:DOI:https://doi.org/10.1145/3349341.3349503

Gutierrez, J. M., Jensen, M., Henius, M., & Riaz, T. (2015). Smart waste collection system based on location intelligence. Procedia Computer Science, 61, 120-127. Retrieved from:DOI:https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.170

Karimi, M., Sadeghi Niaraki, A., & Hosseininaveh Ahmadabadian, A. (2017). Overview of Role of Ubiquitous GIS in Urban Underground Infrastructure Management. Geospatial Engineering Journal, 8(1), 59-69. Available from: https://sid.ir/paper/374452/fa

Longhi, S., Marzioni, D., Alidori, E., Di Buo, G., Prist, M., Grisostomi, M., & Pirro, M. (2012, May). Solid waste management architecture using wireless sensor network technology. In New Technologies, Mobility and Security (NTMS), 2012 5th International Conference on (pp. 1-5). IEEE. Retrieved from: DOI: 10.1109/NTMS.2012.6208764

Lu, Zx., Qian, P., Bi, D. et al. Application of AI and IoT in Clinical Medicine: Summary and Challenges. CURR MED SCI 41, 1134–1150 (2021). Retrieved from: DOI:https://doi.org/10.1007/s11596-021-2486-z

Lwin, K. K., Sekimoto, Y., Takeuchi, W., & Zettsu, K. (2019, December). City geospatial dashboard: IoT and big data analytics for geospatial solutions provider in disaster management. In 2019 International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM) (pp. 1-4). IEEE. Retrieved from: DOI: 10.1109/ICT-DM47966.2019.9032921

Mansourian, A., Rajabifard, A., & Zoej, M. J. V. (2005, October). SDI conceptual modeling for disaster management. In ISPRS workshop

on service and application of spatial data infrastructure, Hangzhou, China. Avaible from: https://www.researchgate.net/publication/209804633_SDI_conceptual_modelling_for_disaster_management

Medvedev, A., Fedchenkov, P., Zaslavsky, A., Anagnostopoulos, T., & Khoruzhnikov, S. (2015, August). Waste management as an IoT-enabled service in smart cities. In Conference on smart spaces (pp. 104-115). Springer, Cham. Retrieved from:DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-23126-6_10

Nair, L., Shetty, S., & Shetty, S. (2016). Interactive visual analytics on Big Data: Tableau vs D3. js. Journal of e-Learning and Knowledge Society, 12(4). Retrieved from: DOI: https://doi.org/10.20368/1971-8829/1128

Ogorek, M., Zaskorski, P. (2018). Implementation of the Internet of Things (IoT) in the integration of crisis management processes. Scientific Journals of Poznan University of Technology series of Organization and Management, 76, 199-215. Retrieved from: DOI: 10.21008/j.0239-9415.2018.076.15

Saeedi, R., Agha Mohammadi, H., Al Sheikh, A., & Vafainejad, A. (2022,April). Development of a method based on MobileGIS and VGI to improve relief to the victims in times of crisis. Scientific Journal of Mapping Sciences and Techniques, 36-25 (3)11. Avaible from: http://jgst.issgeac.ir/article-1047-1-fa.html

Safari Bazargani, J., Sadeghi-Niaraki, A., & Choi, S. M. (2021). A survey of gis and iot integration: Applications and architecture. Applied Sciences, 11(21), 10365. Retrieved from: DOI: https://doi.org/10.3390/app112110365

Saroj, A., & Pal, S. (2020). Use of social media in crisis management: A survey. International Journal of Disaster Risk Reduction, 48, 101584. Retrieved from: DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101584

Sasirekha, S.P., Priya, A., Anita, T., Sherubha, P. (2020). Data Processing and Management in IoT and Wireless Sensor Network, Journal of Physics: Conference Series, 1712 012002. Retrieved from: DOI:https://doi.org/10.1088/1742-6596/1712/1/012002

Salih, K. O. M., Rashid, T. A., Radovanovic, D., & Bacanin, N. (2022). A comprehensive survey on the Internet of Things with the industrial marketplace. Sensors, 22(3), 730. Retrieved from: DOI: https://doi.org/10.3390/s22030730

Sharifi, M., Akram, A., Rafie, Sh, & Sabzeparvar, M. (2014). Prioritizing the cultivation of strategic crops in Alborz province using the fuzzy Delphi method and the Analytical Hierarchy Process (AHP). Avaible from: https://sid.ir/paper/201372/en

Sinha A, Kumar P, Rana NP, Islam R, Dwivedi YK. Impact of internet of things (IoT) in disaster management: a task-technology fit perspective. Annals of Operations Research. 2019 Dec;283(1):759- 94. Retrieved from: DOI: https://doi.org/10.1007/s10479-017-2658-1

Vahidnia MH, Hosseinali F, Shafiei M. Crowdsource mapping of target buildings in hazard: The utilization of smartphone technologies and geographic services. Applied Geomatics. 2020 Mar;12(1):3-14. Retrieved from: DOI: https://doi.org/10.1007/s12518-019-00280-9

Zhou, L., Huang, H., Muthu, B. A., & Sivaparthipan, C. B. (2021). Design of Internet of Things and big data analytics-based disaster risk management. Soft Computing, 25, 12415-12427. Retrieved from: DOI: https://doi.org/10.1007/s00500-021-05953-5