Journal of Natural Environment Hazards
University of Sistan and Baluchestan
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

Journal of Natural Environmental Hazards, Vol.11, Issue 32, Summer 2022

Site selection of emergency drinking water supply tanks in post-earthquake conditions, a case study of Shiraz

Hadi Abdolazimi[1*], Hamidreza Shahinifar[2], Hamed Noroozi[3], Mohammadreza Emtehani[4]

1. *Corresponding Author*, Assistant Professor, Department of Remote Sensing and GIS, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran
2. M.Sc. in urban design, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran
3. Master of Science in Water Engineering and Irrigation and Drainage, Islamic Azad University, Shiraz Branch, Shiraz, Iran
4. Assistant Prof., Department of Urbanism, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 27 January 2021
Revised: 25 January 2022
Accepted: 08 February 2022

Keywords:
Site selection,
Emergency water tanks,
Hierarchical Analysis Process (AHP),
Geographic Information System (GIS).

ABSTRACT

Due to the earthquake damage caused by the earthquake, one of the most important issues which is considered by the authorities after the earthquake is the water supply of citizens of a city. Unfortunately, in many cities of Iran, the management of the crisis, especially concerning drinking water, is not noticed in the aftermath of the various events that the metropolitan is considering. due to the great importance of this issue, in this study, suitable spaces to locate water emergency reservoirs in shiraz, based on criteria urban public open spaces (park and green space, open space Stadium, city Squares), Population density (near Population block whit high Population density), roads network (access to roads high way, main road, minor road), high-risk centers against Earthquake (wearing texture areas in the slopes areas Close to the fault, Historical points of the earthquake) Based on the hierarchical analysis Process (AHP) and decision support system, GIS, (using of transformation functions of a polygon to point, vector to raster, Euclidean distance, reclassify and the functions of a scalar subset to be evaluated. The results of this study suggest the locations with the scores of 7,8,9, that located mainly in destroyed texture areas, regions with high population density and urban main roads of Shiraz as the alternatives for locating of the city's emergency water Resviors.

Cite this article: Abdolazimi, H., Shahinifar, H., Noroozi, H., Emtehani, M. (2022). Site selection of emergency drinking water supply tanks in post-earthquake conditions, a case study of Shiraz. Journal of Natural Environmental Hazards, 11(32), 129-148. DOI: 10.22111/jneh.2022.37402.1762

© Hadi Abdolazimi Publisher: University of Sistan and Baluchestan
DOI: 10.22111/jneh.2022.37402.1762

* Corresponding Author Email: abdolazimi@iaushiraz.ac.ir

مخاطرات محیط طبیعی
شاپا چاپی: ۲۶۷۶-۴۳۷۷ شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۳۸۵
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir
مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۱۱، شماره ۳۲، تابستان ۱۴۰۱

مکان‌یابی مخازن اضطراری تأمین آب شرب در شرایط پس از وقوع زلزله، مطالعه‌ی موردی: کلان‌شهر شیراز

هادی عبدالعظیمی[1*]، حمیدرضا شاهینی فر[2]، حامد نوروزی[3]، محمدرضا امتحانی[4]

۱. استادیار، گروه سنجش از دور و GIS، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران (نویسنده مسئول)
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران
۳. کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آب گرایش آبیاری و زهکشی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
۴. استادیار، گروه شهرسازی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۰۸

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۱۱/۰۵

تاریخ پذیرش : ۱۴۰۰/۱۱/۱۹

واژه‌های کلیدی:
مکان‌یابی،
مخازن اضطراری تأمین آب،
تحلیل سلسله‌مراتبی،
سیستم اطلاعات جغرافیایی.

چکیده

باتوجه به خسارت‌های ناشی از زلزله برای شبکه آب‌رسانی شهری، یکی از مهم‌ترین مسائلی که پس از وقوع زلزله موردتوجه سازمان‌های مسئول قرار می‌گیرد تأمین آب موردنیاز شهروندان یک شهر است. متأسفانه در بسیاری از شهرهای ایران به مدیریت بحران، به‌ویژه در رابطه با تأمین آب شرب پس از وقوع رخدادهای مختلف توجهی نشده که کلان‌شهر شیراز نیز از این حیث درخور توجه است. باتوجه به اهمیت بسیار زیاد این موضوع، سعی شده در این پژوهش فضاهای مناسب برای جانمایی مخازن اضطراری تأمین آب شرب در کلان‌شهر شیراز بر اساس معیارهای فضاهای باز عمومی (زیرمعیارهای نزدیکی به پارک‌ها و فضاهای سبز عمومی، نزدیکی به فضای سبز معابر و نزدیکی به ورزشگاه‌های روباز) تراکم جمعیتی (حداقل فاصله به بلوک‌های جمعیتی پرتراکم)، مراکز با اهمیت خدمات شهری (بیمارستان‌ها، مراکز درمانی و مراکز هلال‌احمر)، سطح دسترسی (دسترسی به شریان‌های درجه ۱، درجه ۲ و معابر محلی) و مراکز با خطر بالا در برابر زلزله (بافت‌های فرسوده، مناطق واقع در شیب، مناطق نزدیک به گسل و نقاط تاریخی رخداد زمین‌لرزه) براساس روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و سیستم پشتیبان تصمیم GIS (استفاده از توابع تبدیل پلی‌گون به نقطه، وکتور به رستر، فاصله اقلیدسی، طبقه‌بندی مجدد و همچنین توابع زیرمجموعه‌ی اسکالر)، مورد ارزیابی قرار گیرند. نتایج این پژوهش، موقعیت‌های مکانی با امتیازهای ۷، ۸ و ۹ را که بیشتر در بافت‌های فرسوده، مناطق با تراکم جمعیتی بالا و شریانی‌های درجه ۲ بین‌شهری کلان‌شهر شیراز قرار داشت، به‌عنوان گزینه‌های برتر جهت جانمایی مخازن اضطراری تأمین اضطراری آب شرب شهری پیشنهاد می‌نماید.

استناد: عبدالعظیمی, هادی, شاهینی فر, حمیدرضا, نوروزی, حامد, امتحانی, محمد رضا. (۱۴۰۱). مکان‌یابی مخازن اضطراری تأمین آب شرب در شرایط پس از وقوع زلزله، مطالعه‌ی موردی: کلان‌شهر شیراز. مخاطرات محیط طبیعی, ۱۱(۳۲), ۱۴۸-۱۲۹.
DOI: 10.22111/jneh.2022.37402.1762

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان © هادی عبدالعظیمی*، حمیدرضا شاهینی فر، حامد نوروزی، محمدرضا امتحانی.

*- هادی عبدالعظیمی (نویسنده مسئول) Email: abdolazimi@iaushiraz.ac.ir

مقدمه

حفظ عملکرد یک شهر در پیش و پس از بحران‌هایی چون زلزله، به عملکرد شریان‌های حیاتی وابسته است. زلزله ازجمله خطرات طبیعی است که می‌تواند به شریان‌های حیاتی فضاهای شهری همچون شبکه‌های آب، برق، مخابرات، حمل‌ونقل، نفت و گاز آسیب جدی وارد نماید. مدیریت این شریان‌های حیاتی توسط پروفسور دوک آمریکایی در دهه هفتاد و بعد از زلزله‌ی سان‌فراندو، موردتوجه قرار گرفت (تاکادا[1] و همکاران، ۲۰۰۱). یکی از شریان‌های حیاتی مهم، شبکه‌های آب‌رسانی شهری هستند که نقش حیاتی در زندگی شهروندان یک شهر دارند. در شرایط وقوع زلزله، احتمال اینکه به این شبکه‌ها آسیب‌های جدی وارد شود، وجود دارد. اینکه چگونه بتوان آب آشامیدنی موردنیاز آسیب‌دیدگان را در شرایط پس از وقوع زلزله تأمین نمود به نحوه‌ی مدیریت مدیران در فازهای پیشگیری، آمادگی و مقابله برمی‌گردد. بدیهی است راهکارهای مدیریتی مبتنی بر دانش تصمیم‌سازی مکانی می‌تواند در این رابطه مؤثر واقع گردد. ازاین‌رو، یافتن مکان‌های مناسب جهت ایجاد مخازن توزیع آب شرب برای صرفه‌جویی و بهینه‌سازی مصرف آب، دارای اهمیت می‌باشد (حاج ملک و همکاران، ۱۳۹۵).

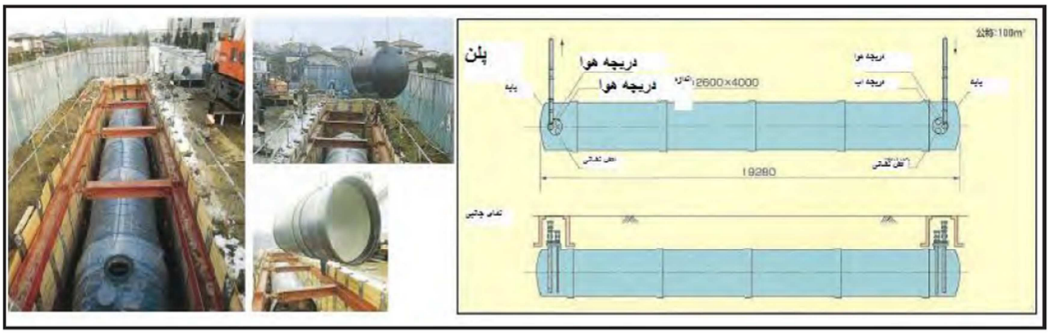
یکی از روش‌های تأمین آب در شرایط اضطراری، استفاده از مخازن ثابت و متحرک در نقاط مختلف شهر است (شکل ۱). اینکه این مخازن در چه مکان‌هایی از شهر قرار داده شوند موضوعی است که در کشور ایران کمتر موردتوجه قرار گرفته و یا اصلاً موردتوجه مدیران نبوده است. ساخت و نصب این مخازن هزینه هنگفتی در برداشته، بنابراین انتخاب مکان مناسب‌تر جهت نصب این مخازن بسیار حائز اهمیت می‌باشد. ایران از اواخر دهه ۹۰ میلادی در همکاری‌های علمی مشترک با دانشگاه‌های ژاپن وارد مقوله مهندسی شریان‌های حیاتی در زمان وقوع زلزله شد. در کشور ژاپن به‌ویژه بعد از رخداد زلزله‌ی شهر کوبه در سال ۱۹۹۵، استفاده از مخازن تأمین اضطراری آب، رونق بیشتری یافت و در این رابطه شرکت‌های ژاپنی به‌ویژه شرکت کوبوتا اقدام به ساخت این مخازن از جنس چدن داکتایل نمود. نصب شیرهای قطع اضطراری در مخازن و تقویت لرزه‌ای بیش از ۳۰ مخزن ذخیره آب اضطراری زیرزمینی از دیگر اقدامات کوبه برای جلوگیری از اختلال در خدمات آب‌رسانی این شهر بوده است (JWRC[2] و همکاران، ۲۰۱۸).

در تأمین اضطراری آب آشامیدنی بعد از وقوع زلزله، استفاده از ذخیره آب در مخازن کمکی در پارک‌ها، بسیار مؤثر و کارساز گزارش شده است. همچنین استفاده از شیرهای دارای فیلتر تصفیه توانسته است نقش مهمی در تأمین آب شرب در مخازن تأمین اضطراری آب داشته باشد (حسنی، ۱۳۹۰). حجم این مخازن بسته به جمعیت محله و برآورد آب اضطراری و میزان آب موردنیاز براساس زمان متغیر می‌باشد. محاسبات علمی و تجربه‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که حجم مخازن حدوداً از ۲۰ تا ۱۰۰ مترمکعب متغیر است. گاهی یک مخزن و گاهی چند مخزن کنار هم می‌توانند برای یک محله در یک فضای مناسب مستقر شوند. با آسیب‌دیدن تأسیسات زیربنایی نظیر شبکه‌های گاز، برق، آب و مخابرات، تلفات ناشی از زلزله نیز افزایش می‌یابد. مقاوم‌سازی لرزه‌ای و مکان‌های مناسب تأسیسات و همچنین برنامه‌ریزی جهت تأمین اضطراری آب می‌تواند از تشدید مخاطرات پس از وقوع زلزله بکاهد. ازاین‌رو، استقرار مخازن کوچک اضطراری آب در فضاهای باز نظیر پارک‌ها، ورزشگاه‌ها، حیاط مدارس و مساجد، امری ضروری است. مخازن

[1]- Takada

[2]- Japan Water Research Center (JWRC)

آب به‌ویژه مخازن زیرزمینی باید از استتار و حفاظت کافی برخوردار باشند تا بتوان آب موردنیاز را به‌ویژه برای شرایط اضطراری تأمین کرد. استفاده از چندین مخزن آب در نقاط مختلف بهتر از استفاده از یک مخزن بزرگ می‌باشد، چون با آسیب دیدن مخزن بزرگ، مشکل اصلی خیلی زود بروز می‌کند. درحالی‌که وقتی چندین مخزن در نقاط مختلف در دسترس باشد می‌توان مخازن سالم را جایگزین و خدمات تأمین آب را ادامه داد. استقرار مخازن آب در شهرهای کوچک می‌تواند داخل محوطه‌های اداری یا پشت‌بام ساختمان‌های مهم انجام شود به نحوی که از دسترسی دیگران محفوظ بماند. روزبهانی و همکاران (۱۳۹۲) فاکتورهای مؤثر در انتخاب جنس لوله را مشخص کرده و لوله‌ها را بر اساس مزایا و معایب مربوط، رتبه‌بندی نمودند. بنابراین می‌توان برای طراحی مخازن از پژوهش این محققین نیز الگو گرفت. در خصوص پروژه‌های تأمین اضطراری آب نیز به‌تازگی مطالعات گسترده‌ای در شهر تهران آغاز شده و مطالعات، توسط مهندسین مشاور مختلف برای مناطق مختلف آب و فاضلاب تهران صورت گرفته است. به‌عنوان مثال، پروژه مطالعات پایه برای مناطق ۱ و ۴ آبفای تهران و همچنین مطالعات تفصیلی آنها انجام شده است (JICA[1]، ۲۰۰۶). باتوجه به مدت زمان بازسازی خطوط لوله موجود در هر منطقه، تأمین اضطراری آب شرب به چند دوره زمانی تقسیم می‌شود. تأمین آب به مناطق آسیب‌دیده در دوره اول می‌تواند توسط بطری آب یا تعبیه مخازن ثابت صورت پذیرد. این مخازن حتی‌الامکان در فاصله یک کیلومتری از مخازن اصلی قرار می‌گیرند و در مکان‌هایی مانند پارک‌ها به‌صورت مدفون طراحی و ساخته می‌شوند. باید قبل از وقوع زلزله، دوره‌های آموزشی برای ساکنان محل انجام داد تا در مواقع لزوم بتوانند بدون حضور نیروهای شرکت آب و فاضلاب، کار تأمین آب محله را انجام دهند (شرکت مهندسین مشاور پارس‌آیند آب، ۱۳۹۲).



شکل۱: نمای مخزن چدن داکتایل

سازمان مدیریت بحران فدرال آمریکا حداقل آب آشامیدنی موردنیاز یک نفر را ۰/۵ گالن (۲ لیتر در روز) تعیین و با اضافه نمودن آب موردنیاز جهت پخت‌وپز، توصیه کرده است برای هر نفر حداقل ۱ گالن آب از طریق بطری آب یا ظروف پلاستیکی ذخیره شود (سازمان مدیریت بحران فدرال[2]، ۲۰۰۴). (CDC[3]، ۲۰۰۶) یک راهنما برای برنامه واکنش اضطراری برای سیستم آب آشامیدنی عمومی تدوین کرده‌اند. یکی از الزامات عملیاتی سیستم آب‌رسانی، تهیه

[1]- Japan International Cooperation Agency (JICA)
[2]- Federal Emergency Management Agency (FEMA)
[3]- Centers for Disease Control and Prevention (CDC)

آب خالص، سالم و قابل‌شرب و مورداعتماد برای مردم است. این راهنما کمک می‌کند تا برنامه‌ریزی دقیقی برای واکنش اضطراری در مواقع بحران، جهت رساندن آب آشامیدنی و منبع قابل‌اعتماد صورت پذیرد. فرآیند برنامه‌ریزی شامل جمع‌آوری اطلاعات کلی و اطلاعات سیستم آب‌رسانی و تهیه بانک اطلاعات کامل از وضعیت موجود است. جهت برآورد تأمین آب اضطراری، رابطه زیر پیشنهاد شده است:

تقاضای سیستم- تأمین اضطراری+ مقدار ذخیره آب = تأمین آب اضطراری

در زلزله بزرگ ژاپن که در سال ۲۰۱۱ رخ داد، طرح کلی مخزن آب توسط شرکت JFE ارائه شد. این سیستم نشان داد که این مخازن نه تنها می‌توانند برای تأمین آب آشامیدنی بلافاصله پس از وقوع فاجعه عمل کنند، بلکه جهت تأمین آب خانگی درحالی‌که سرویس آب قطع شده است مورداستفاده قرار بگیرند. شرکت مهندسی JFE در تلاش است تا انتشار گسترده‌تری از این مرکز را در جوامعی که توانایی مقاومت در برابر بلایا را دارند، تحقق بخشد (گزارش فنی شرکت مهندسی JFE[1]). بررسی منابع نشان می‌دهد که مخازن اضطراری با جنس‌های مختلف و با کاربردهای متفاوت در سطح جهان در شرایط اضطراری استفاده شده، اما کمتر به مقوله جانمایی و شناسایی معیارهای مؤثر در رابطه با انتخاب مکان مناسب آنها پرداخته شده است. متأسفانه در شهر شیراز نیز تاکنون در این رابطه فعالیتی صورت نگرفته که از این حیث این پژوهش می‌تواند برای مجموعه‌ی مدیریت بحران شهرداری شیراز، سازمان آب و اداره‌ی مدیریت بحران استانداری فارس، مورداستفاده و بهره‌برداری قرار گیرد و راهگشای پژوهش‌های آتی در کلان-شهر شیراز و سایر کلان‌شهرهای کشور باشد. در این راستا، این پژوهش در نظر دارد از عوامل مهم و مؤثر در جانمایی مخازن، استفاده و با بهره‌گیری از روش تحلیل سلسله‌مراتبی، ضریب وزنی معیارهای مؤثر را محاسبه نماید تا گزینه-های مختلف را مقایسه و تصمیم‌سازی منطقی و مبتنی بر دانش مکانی را در مورد انتخاب محل نصب مخازن اضطراری تأمین آب شرب، برای کلان‌شهر شیراز پیشنهاد نماید.

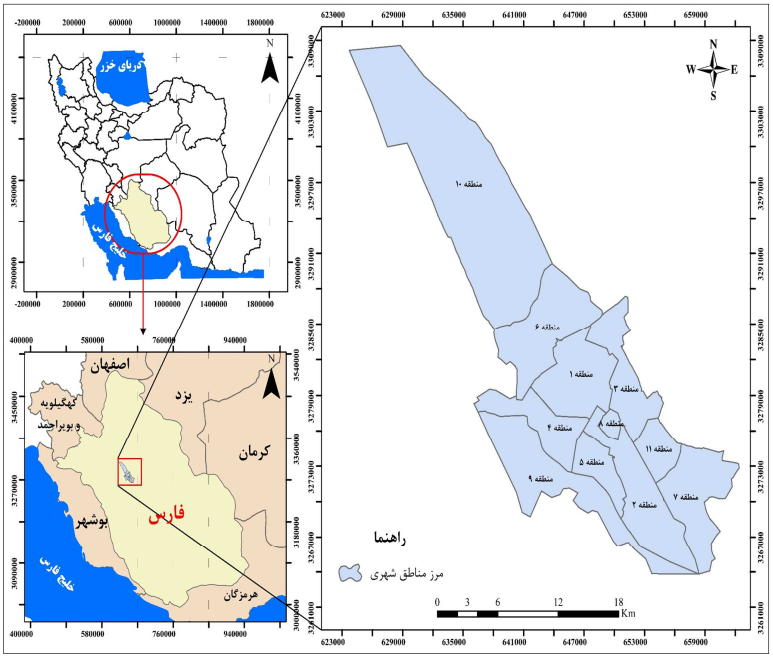
داده‌ها و روش‌ها

محدوده موردمطالعه

شهر شیراز، مرکز استان فارس (شکل ۵) بین طول شرقی ″۲۹ ′۵۲ °۵۲ تا ″۳۶ ′۵۲ °۵۲ و عرض شمالی ″۳۳ ′۲۹ °۲۹ تا ″۴۱ ′۲۹ °۲۹ قرار دارد که ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۸۸ متر در منتهی‌الیه شرقی شهر و حدود ۱۷۰۰ متر در غرب آن متغیر است. این شهر دارای یازده منطقه بوده که توسعه‌ی آن بیشتر به سمت منطقه‌ی ۱۰ و بخش‌های غربی و شمال‌غربی است. شهر شیراز دارای ۱۶ مخزن با حجم ۱۵۹۲۰۰ متر مکعب بوده که دو مخزن آن با گنجایش ۱۷۰۰ متر مکعب از مدار خارج شده، ۲ مخزن ۲۵۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ متر مکعبی در دست اجرا و ۴ مخزن با گنجایش ۲۷۵۰۰ متر مکعب آماده‌ی بهره‌برداری و ۸ مخزن آن با ۹۰۰۰۰ متر مکعب گنجایش در حال بهره‌برداری می‌باشد. باتوجه به جمعیت شهر شیراز در سال ۱۳۸۰ (۱۲۲۹۹۵۴ نفر) و حجم ۱۶ مخزن شهر، حجم مخزن موردنیاز برای جمعیت فعلی، ۱۷۳۸۰۰ متر مکعب است و حدود ۱۴۶۰۰ متر مکعب کمبود وجود دارد ($\frac{1}{3}$ آب موردنیاز برای آتش‌نشانی، ذخیره ۱۸ ساعته آب و سرانه حداکثر فصلی ۱۸۵ لیتر در روز). نوع مخازن کارشده در شهر شیراز از دو نوع مخزن بتنی و فلزی بوده که

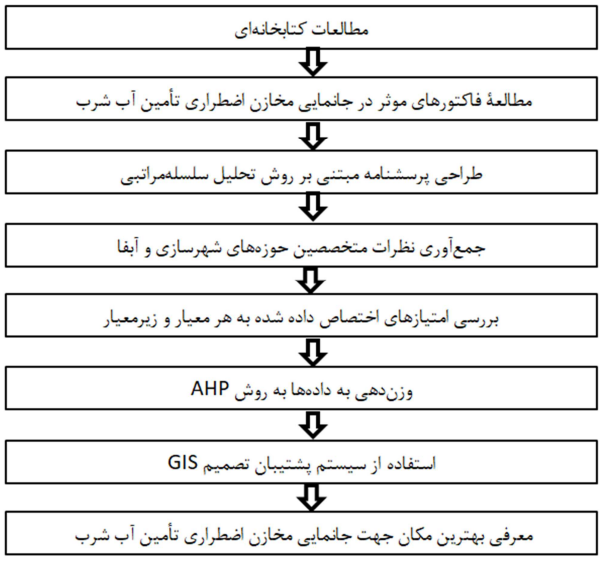
[1]- Japan, Fe (the chemical element symbol of iron) and Engineering

هدف، ذخیره‌سازی آب جهت آب‌رسانی در شرایط عادی بوده است. باتوجه وقوع بحران‌ها و مخاطرات محیطی همچون زلزله، کل سیستم آب‌رسانی دچار آسیب می‌شود و مشکلاتی نظیر خرابی مخازن توزیع آب، ازکارافتادن پمپ‌های انتقال، شکستگی خطوط انتقال را به‌همراه خواهد داشت.



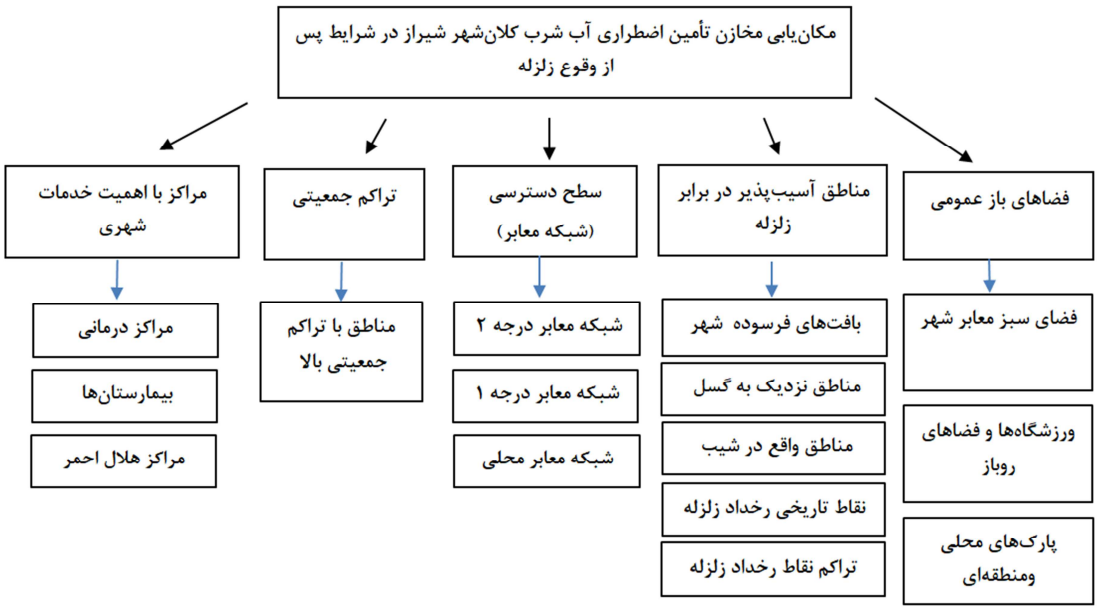
شکل۲: موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی موردمطالعه

روش بررسی در این پژوهش از نوع توصیفی – تحلیلی و پژوهش از نوع کاربردی است (شکل ۳). امروزه، تعدد معیارهای دخیل در امر تصمیم‌گیری باعث شده است که استفاده از فنون تحلیل چندمعیاری، اجتناب‌ناپذیر تلقی شود. در این پژوهش ازنظر متخصصین برنامه‌ریزی و مدیریت شهری در بخش اجرا و همچنین دانشگاه، مهندسان مشاور، کارشناسان آبفا، شهرداری و راه و شهرسازی جهت تکمیل پرسشنامه‌ها و همفکری بیشتر، بهره گرفته شد. با طراحی پرسشنامه به روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، از این متخصصین (۱۰ نفر) خواسته شد تا به هر کدام از معیارها و زیرمعیارها امتیاز داده و ارجحیت هر کدام از معیارها را مشخص نمایند. در انتخاب زیرمعیارها سعی بر آن بوده که تا حد ممکن از تداخل موضوعی در معیارهای دیگر اجتناب گردد و زیرمعیارهایی انتخاب شوند که گویای وضعیت معیار مرتبط با آن باشند.



شکل۳: روش استفاده‌شده در این پژوهش

ساختار تحلیل سلسله‌مراتبی مورداستفاده در این پژوهش در شکل ۴ ارائه شده است.



شکل۴: ساختار تحلیل سلسله‌مراتبی به منظور مکان‌یابی مخازن اضطراری تأمین آب شرب شهری

یافته‌های پژوهش

علت توجیهی انتخاب معیارها

آسیب‌پذیری در برابر زلزله

این معیار می‌تواند بیانگر بافت‌هایی از شهر باشد که زلزله‌خیزتر هستند. به منظور دست‌یابی به این محدوده‌ها، بافت-های فرسوده‌ی شهری دراولویت بالاتری نسبت به زیرمعیارهای دیگر قرار گرفت. بافت‌های فرسوده‌ی شهری به‌دلیل مسائل و مشکلاتی چون تراکم بالای جمعیت و تردد وسائل نقلیه، دشواری نفوذ به درون بافت به‌علت عرض کم شبکه معابر، فرسودگی شدید ساختمان‌ها و قدمت بالای آن‌ها، استفاده از مصالح غیراستاندارد و نامقاوم در ساخت ابنیه به‌شدت در مقابل زلزله آسیب‌پذیر می‌باشند (حیدری، ۱۳۹۷). یکی از جنبه‌های رایج آسیب زلزله، خطر حرکت دامنه‌ای یا گسیختگی دامنه‌ها در تمامی سطوح شیب‌دار در هنگام وقوع زلزله است (کاظمی‌نیا و میمندی پاریزی، ۱۳۹۶). همچنین از مدل رقومی ارتفاع جهت محاسبه‌ی پارامتر شیب و تهیه‌ی لایه‌ی مربوط، به‌عنوان یکی دیگر از زیرمعیارهای این بخش استفاده شد.

معیار تراکم جمعیت

یکی از مهم‌ترین مسائل پس از وقوع زلزله، مختل‌شدن شبکه آب‌رسانی شهری است. در این رابطه، به منظور ارزیابی شاخص تراکم جمعیت، لایه‌ی تراکم جمعیتی تولید گردید و محدوده‌های با تراکم جمعیتی بیشتر در اولویت بیشتری نسبت به سایر محدوده‌ها قرار گرفت. با افزایش جمعیت، نواحی شهری مستعد خسارت‌های بیشتری از زلزله خواهند بود و در نتیجه آسیب‌پذیری در برابر خطر زلزله افزایش می‌یابد.

نزدیکی به شبکه خیابان‌ها (سطح دسترسی)

دراتباط با سطح دسترسی، هرچه عرض معبر بیشتر باشد پتانسیل نسبتاً بهتری برای استقرار مخازن در نزدیکی این معابر وجود دارد تا در زمان زلزله با مشکلاتی همچون مختل‌شدن شبکه‌های ارتباطی و عدم امدادرسانی مواجه نشویم. در این رابطه، شریان‌های درجه ۲ (شبکه بین شهری)، دو برابر شریان‌های درجه ۱ (آزادراه و بزرگراه‌ها) اهمیت دارند و به‌همین منوال، سه برابر شبکه معابر محلی دارای ارزش می‌باشند (احدنژاد روشتی و همکاران، ۱۳۹۴).

نزدیکی به مراکز با اهمیت خدمات شهری

در مواقع بحران عموماً درمانگاه‌ها، بیمارستان‌ها و هلال‌احمر به‌دلیل ارائه‌ی خدمات شهروندی و رسیدگی به افراد آسیب‌دیده، دارای اهمیت زیادی می‌باشند، بنابراین این فضاها می‌توانند یکی از گزینه‌های مناسب در راستای تأمین آب آشامیدنی، مدنظر مدیران قرار گیرد. این تأسیسات باید یک برنامه تأمین آب اضطراری توسعه یافته داشته باشند

تا به آنها امکان دهد عملیات‌های خود را ادامه دهند یا شرایط احتمالی مناسب را فعال سازند. باتوجه به موارد مطرح-شده در راهنمای برنامه‌ریزی تأمین آب اضطراری انجمن امور آب ایالات‌متحده برای بیمارستان‌ها و مراکز درمانی می‌بایست مخازن اضطراری برای بیمارستان‌های با مقیاس عملکرد شهری تعبیه گردد (نگارش و همکاران، ۱۳۹۶). در سطح بعدی زیرمعیار مراکز یا پایگاه‌های هلال‌احمر باید موردتوجه قرار گیرد که به‌عنوان یک نیروی امدادرسان و ارائه‌دهنده‌ی کمک‌های اولیه در هنگام بروز حوادث و مواقع بحران بسیار مهم تلقی می‌گردد.

فضاهای باز عمومی (پارک‌ها، ورزشگاه‌ها و فضای سبز معابر)

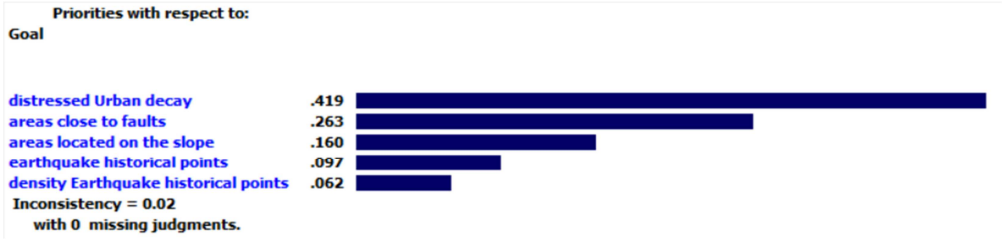
فضاهای باز شهری از زیرساخت‌های اساسی به شمار می‌روند که می‌توانند در فرآیند مدیریت بحران و اقدامات مداخلاتی مانند امداد و نجات پس از سانحه به‌عنوان فضاهای مؤثر و کارآمد عمل نمایند. از چنین فضاهایی در زمان بحران می‌توان به‌عنوان پایگاه‌های امدادرسانی، مکان‌های تخلیه در مرحله امداد و نجات و نیز اسکان موقت استفاده نمود. شایان ذکر است تمامی معیارها و زیرمعیارها برای گزینه‌های ۱ تا ۹ موردتوجه قرار گرفته است.

پس از محاسبه و برآورد درجات اهمیت معیارها و زیرمعیارها و همچنین نرخ ناسازگاری در نرم‌افزار اکسپرت چویس (شکل ۵ تا ۹)، از نرم‌افزار ArcGIS نسخه‌ی ۱۰,۸ به‌عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم به منظور محاسبات بعدی استفاده گردید. در این رابطه، از توابع کرنل[1] (بررسی تراکم نقاط زلزله‌خیز)، فاصله اقلیدسی (به‌عنوان مثال، محاسبه-ی فاصله از گسل به‌صورت رستری)، طبقه‌بندی مجدد (استانداردسازی تمامی نقشه‌ها) و همچنین توابع زیرمجموعه-ی اسکالر (ضرب و جمع لایه‌های رستری تولیدشده) بهره گرفته شد. در این پژوهش از معیار آسیب‌پذیری در برابر زلزله (زیرمعیارهای بافت‌های فرسوده شهری، فاصله از گسل (۱۰۰۰ متر)، تراکم رخدادهای زلزله، فاصله از نقاط زلزله‌خیز و شیب)، فضاهای باز عمومی (زیرمعیارهای نزدیکی به فضاهای سبز عمومی، نزدیکی به فضاهای باز و نزدیکی به ورزشگاه‌های روباز)، تراکم جمعیتی (حداقل فاصله به بلوک‌های جمعیتی پرتراکم)، مراکز با اهمیت خدمات شهری (نزدیکی به بیمارستان، نزدیکی به مراکز درمانی و نزدیکی به هلا احمر)، سطح دسترسی (دسترسی به شریان‌های درجه ۱، ۲، بین‌شهری و معابر محلی) به منظور مکان‌یابی استفاده گردید.



شکل ۵: وزن نهایی معیارهای مکان‌یابی مخازن تأمین اضطراری آب آشامیدنی

[1]- Kernel



شکل ۶: وزن نهایی زیرمعیارهای آسیب‌پذیری در برابر زلزله



شکل ۷: وزن نهایی زیرمعیارهای سطح دسترسی (شبکه معابر)



شکل ۸: وزن نهایی زیرمعیارهای مراکز با اهمیت خدمات شهری

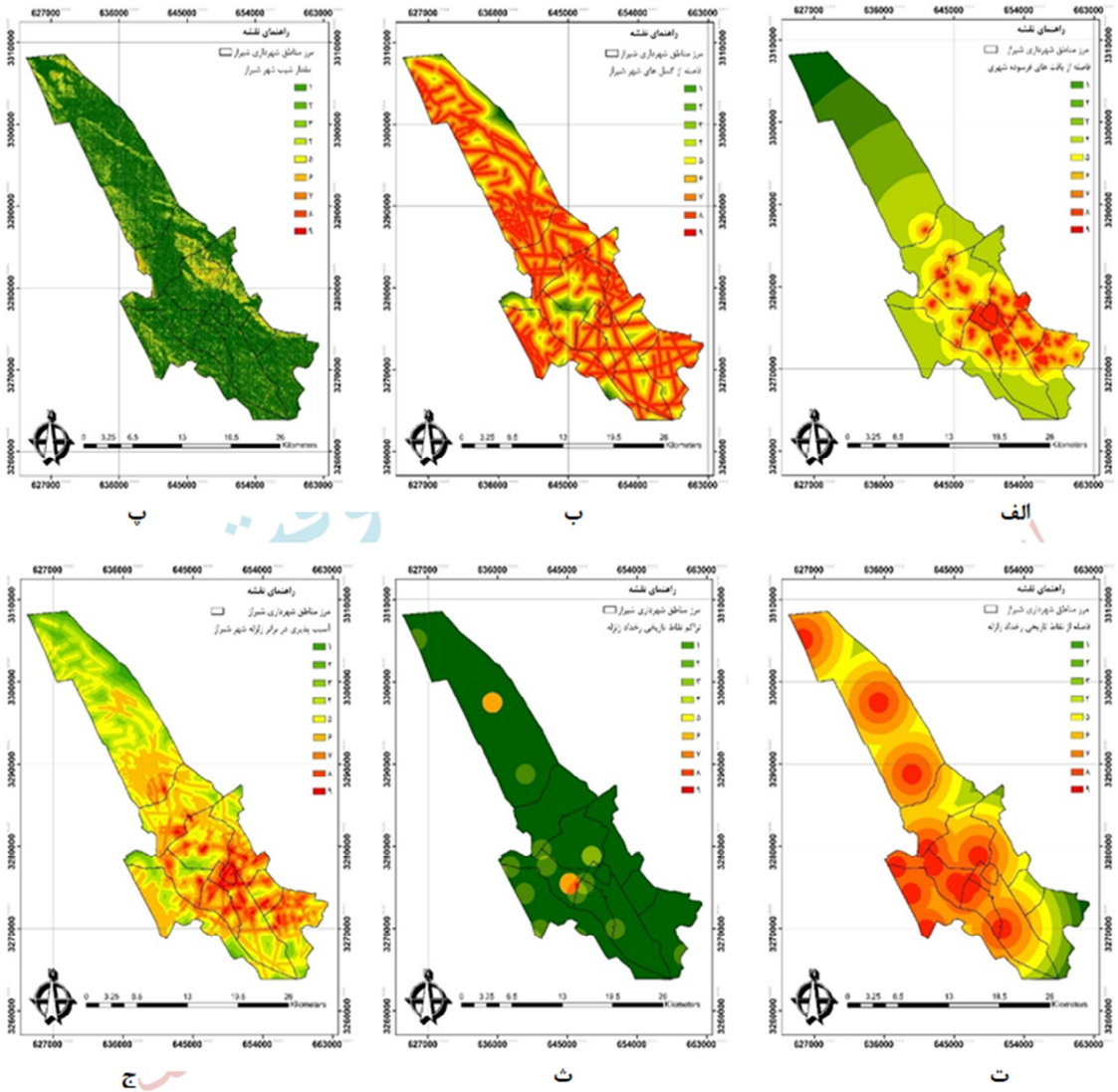


شکل ۹: وزن نهایی زیرمعیارهای فضاهای باز عمومی

به منظور محاسبه امتیاز نهایی هر گزینه، درجه اهمیت زیرمعیارهاری مربوط به هر لایه (معیار)، در لایه زیرمعیار مربوط ضرب شده و سپس زیرمعیارهای مربوط به هر معیار با یکدیگر جمع و لایه معیار (به‌عنوان مثال: دسترسی) محاسبه شد. پس از به‌دست‌آمدن ۵ لایه نهایی (فضاهای باز عمومی، مناطق آسیب‌پذیر در برابر زلزله، سطح دسترسی (شبکه معابر)، تراکم جمعیتی، سطح دسترسی و مراکز با اهمیت خدمات شهری)، مقادیر درجه اهمیت هر معیار در لایه مربوط ضرب گردید و لایه‌های معیارها که مقادیر نهایی آنها به‌صورت امتیازهای ۱ تا ۹ طبقه‌بندی مجدد شده بودند موردارزیابی و تحلیل مکانی قرار گرفت. گزینه‌هایی در نقشه‌های موجود به‌عنوان موقعیت‌های برتر انتخاب شد که مقادیر۷، ۸ و ۹ را به خود اختصاص دادند.

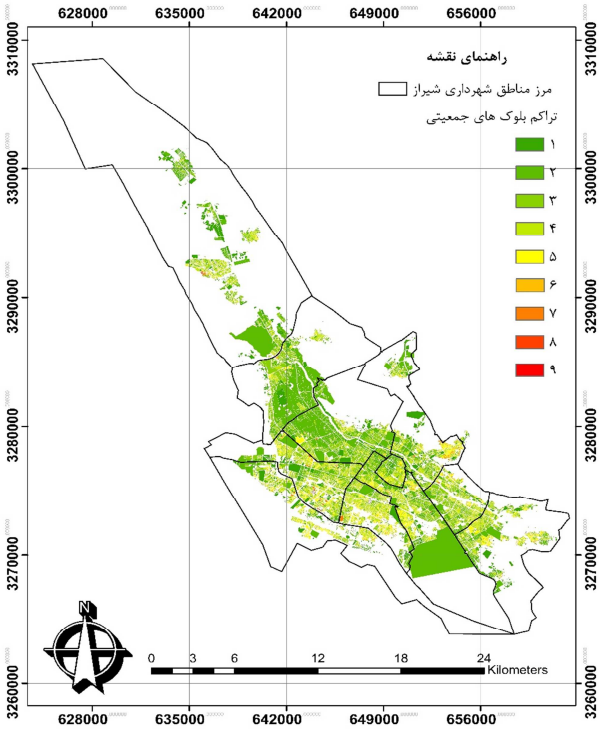
نتایج و بحث

مخاطرات طبیعی و ازجمله زلزله، عموماً موجب اختلال در زیرساخت‌های شهری و ازجمله مختل‌شدن شبکه‌ی تأمین آب شرب یک شهر می‌گردند. ازاین‌رو در این مواقع، تأمین آب شرب موردنیاز شهروندان به‌صورت مستقل بسیار مهم تلقی می‌گردد. در پژوهش انجام‌شده سعی شد موقعیت مکانی بهینه جهت نصب مخازن تأمین اضطراری آب شرب در کلان‌شهر شیراز پیشنهاد گردد. بدین منظور، لایه‌های اطلاعاتی مختلف و نقشه‌ی معیارها و زیرمعیارهای آنها تهیه و مورد تحلیل قرار گرفت که به تفصیل به نتایج آنها پرداخته شده است. یکی از معیارهای بسیار مهم، نزدیکی به مناطق با آسیب‌پذیری در برابر زلزله بود که در شکل ۱۰ (ج) نقشه‌ی این معیار ارائه شده است. نتایج شکل ۱۰ (ج) این نقشه بیانگر آنست که محدوده‌های مناسب برای نصب این مخازن، عموماً در بافت‌های فرسوده شهری است. باتوجه به عدم وجود زیرساخت‌های مناسب در این بافت‌ها و عدم مقاومت آنها در برابر زلزله، این زیرمعیار از اهمیت بالایی نسبت به دو زیرمعیار دیگر قرار گرفت. نقشه‌ی گسل‌ها با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ نشان داد عموماً گسل‌ها در محدوده‌های غربی و شمال‌غرب شهر واقع شده‌اند. در پژوهشی که بر روی اکثر پهنه‌های استان فارس صورت گرفته، نشان داده شده است شهر شیراز به سمت گسل‌های اطراف، توسعه فیزیکی پیدا نموده (شایان و زارع، ۱۳۹۳) که از این حیث به نظر می‌رسد در صورت وقوع زلزله و عـدم رعایـت نکـات ایمنی و عمرانی، خسارت‌های جانی و مالی زیادی بر جای خواهد گذاشت. همان‌طورکه در شکل ۱۰ (ب) محدوده توسعه فیزیکی شهر نسبت به گسل‌ها نشان داده شده است، بیشتر مناطق نزدیک گسل در بخش شـرقی منطقه‌ی یک و غربی منطقه‌ی ۱۰ شهر شیراز قرار دارند. تحلیل بصری شکل ۱۰ (ب) نشان می‌دهد که محل قرارگیری گسل‌ها عموماً در مجاورت بخش‌های غربی و جنوب غرب مرز محدوده شهر قرار دارد. این موضوع می‌تواند بلوک‌های جمعیتی مجاور این گسل‌ها و ساکنین آنها را مورد تهدید جدی قرار دهد. بنابراین مبتنی بر محل قرارگیری گسل‌ها، این نواحی مجاور می‌توانند در صورت رخداد احتمالی زلزله، به‌عنوان محل قرارگیری مخازن اضطراری تأمین آب پیشنهاد گردند. همچنین در این پژوهش از نقشه شیب شهر شیراز نیز به‌عنوان زیرمعیار استفاده شد. مطابق با نقشه شیب شهر شیراز (شکل ۱۰ پ) و باتوجه به ساختار ژئومورفولوژی منطقه که به‌وسیله رشته کوه‌ها محصور شده است، پتانسیل خطر حرکات دامنه‌ای می‌تواند وجود داشته باشد. باتوجه به شیب بسیار زیاد (بیشتر از ۳۰ درجه) در قسمت شمال شرق شهر (منطقه ابیوردی به سمت چوگیاه تا دروازه قرآن)، مناطق مسکونی با تراکم جمعیت زیادی تحت خطر حرکات دامنه‌ای می‌باشند. باتوجه به اشکال ۱۰ (ت) و ۱۰ (ث) بیشترین تعداد و تراکم نقاط تاریخی رخداد زلزله در مناطق غربی شهر شیراز (مناطق ۴ و ۹) بوده که مؤید آسیب‌پذیری بیشتر این مناطق در برابر زلزله‌های رخداده می‌باشد.



شکل۱۰: نقشه‌ی کلاس‌بندی‌شده زیرمعیارهای فاصله از بافت فرسوده (الف)، فاصله از گسل (ب)، مقدار شیب (پ)، فاصله از نقاط رخداد زلزله (ت)، تراکم نقاط رخداد (ث) و نقشه نهایی معیار آسیب‌پذیری در برابر زلزله (ج)

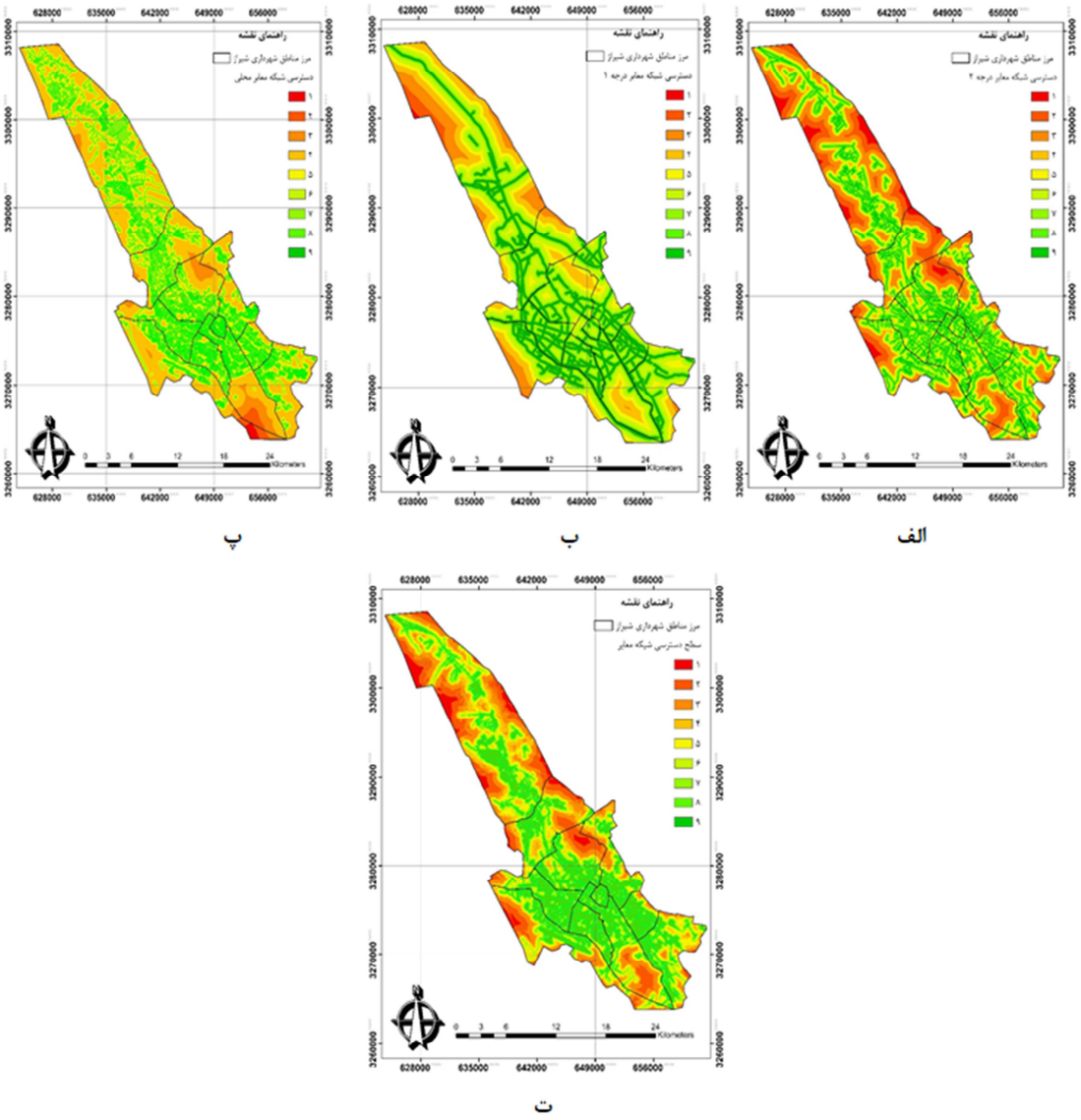
یکی دیگر از معیارهای بررسی‌شده، شناسایی مناطق با تراکم جمعیتی بیشتر بود که در اولویت بالاتری نسبت به مناطق دیگر باتوجه به هدف این پژوهش قرار می‌گیرد. در این پژوهش نقشه معیار تراکم جمعیتی با استفاده از داده-های جمعیتی بلوک‌های شهر شیراز تهیه شد. نتایج این نقشه (شکل ۱۱) نشان می‌دهد، به محدوده سعدی واقع در منطقه ۳، ابیوردی واقع در منطقه۱، گلستان در منطقه ۱۰، والفجر درمنطقه ۹، شهرک مهرگان و کوشکک در منطقه ۷، پانصد دستگاه ارتش واقع در منطقه ۵، امتیاز ۹ اختصاص یافته است.



شکل ۱۱: معیار تراکم بلوک‌های جمعیتی

دسترسی مناسب به معابر، علاوه بر خدمات‌رسانی مناسب به آسیب‌دیدگان در زمان زلزله، همچنین در کاهش میزان آسیب‌پذیری مؤثر است. تعدیل نگرش طراحان و برنامه‌ریزان شهری در زمینه طراحی مناسب معابر از لحاظ مدیریت بحران، بسیار مهم تلقی می‌گردد (پورمحمدی و مصیب‌زاده، ۱۳۸۷). بدیهی است عرض معابر به راحتی باید توان جابه‌جایی لازم در زمان بحران را داشته باشد. تعریض معابر کم‌عرض و اجرای عقب‌نشینی‌ها به‌ویژه در محلات قدیمی و محلات اسکان غیررسمی، توزیع متناسب تراکم های ساختمانی و جمعیتی در سطح شهر به‌خصوص در بدنه‌ی معابر، توجه بیشتر به درجه‌ی محصوریت ارتفاع ساختمان باتوجه به عرض معبر، اعمال فاصله‌ی مناسب بین ساختمان‌های بلندمرتبه و بدنه‌ی معابر از طریق ایجاد فضاهای سبز، برای کاهش احتمالی انسداد معابر می‌بایستی مدنظر قرار گیرند. شبکه معابر درجه ۱ و ۲ بین شهری، تقاطع‌ها و میادین و خیابان‌های جمع و پخش‌کننده به‌دلیل دارا بودن معابر با عرض نسبتاً مناسب، درجه محصوریت پایین و ویژگی‌های بدنه ساختمانی اطراف معابر، مناسب می‌باشند. همان‌طورکه در شکل ۱۲ نشان داده شده است، بخش عمده‌ی معابر از نوع شریانی درجه ۲ و محلی است.

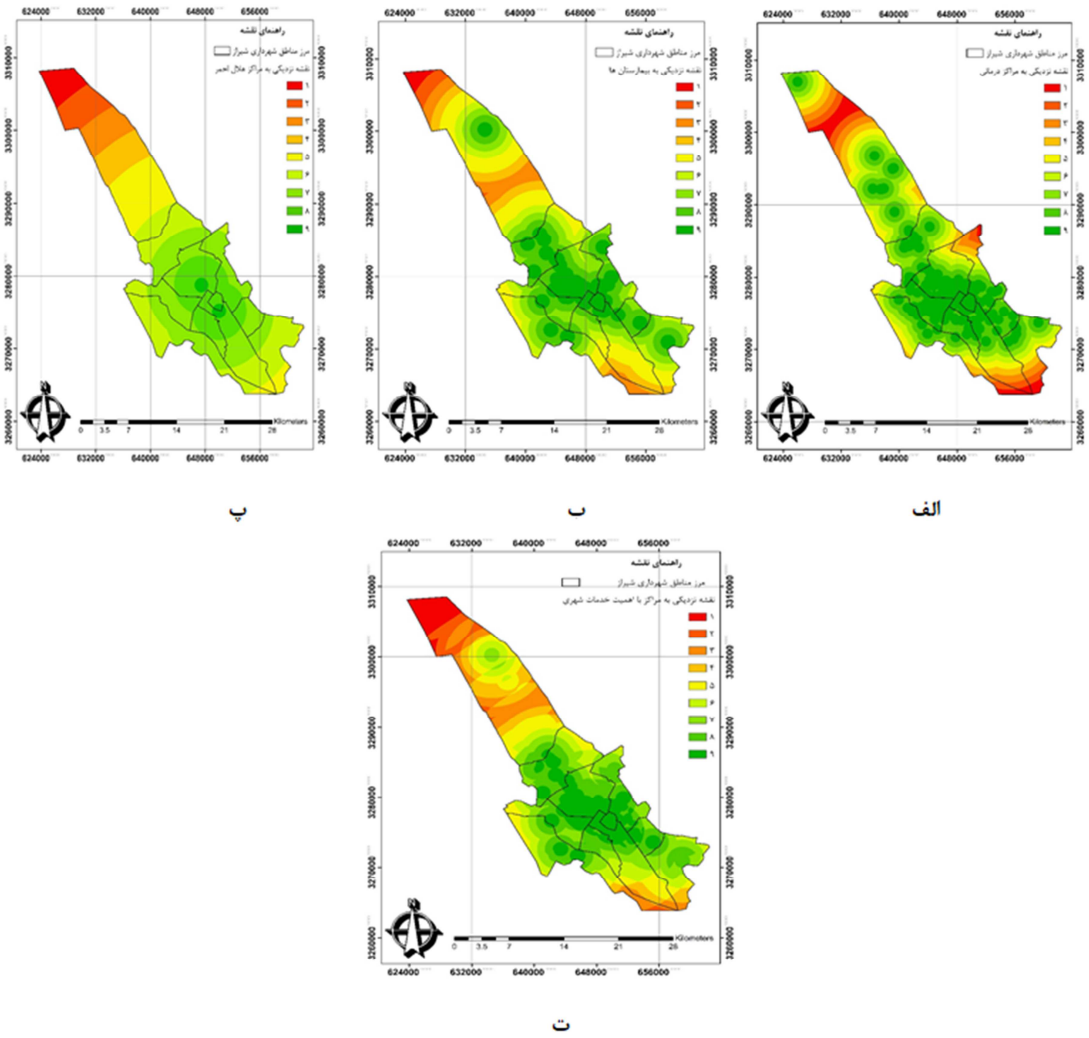
نقشه امتیازبندی‌شده شکل ۱۲ (ت) نشان می‌دهد که معابر بین‌شهری (شریانی درجه ۲) نسبت به کمربندی از اولویت بالاتری به‌دلیل عملکرد شبکه، راحتی جابه‌جایی و نزدیکی به بلوک‌های درون‌شهر برخوردار بوده و درجه یک، آزادراه، بزرگراه و معابر محلی، اولویت پایین‌تری به آنها اختصاص داده شده است. نزدیکی به شبکه معابر بین‌شهری (شریانی درجه ۲) می‌تواند منجر به بهبود خدمات مربوط به آب‌رسانی شهری در شرایط پس از وقوع زلزله گردد.



شکل ۱۲: نقشه‌ی کلاس‌بندی‌شده زیرمعیارهای فاصله از شبکه معابر درجه ۲ (الف)، فاصله از شبکه معابر درجه ۱ (ب)، فاصله از شبکه معابر محلی (پ) و نقشه نهایی معیار سطح دسترسی به شبکه معابر (ت)

توزیع نامناسب جمعیت در بخش‌های گوناگون شهر، مسأله امدادرسانی پس از زلزله را دچار مشکل می‌سازد (حسینی، ۱۳۸۵). وجود مراکز با اهمیت خدمات شهری و مراکز امداد و نجات (بیمارستان‌ها، مراکز درمانی و مراکز هلال‌احمر) در هر منطقه از شهر می‌تواند به خدمات‌رسانی مناسب و در نتیجه کاهش میزان آسیب‌پذیری منجر شود. افزایش خدمات اضطراری در محلات و مناطق شهری می‌تواند منجر به کاهش آسیب‌پذیری در کمترین زمان ممکن گردد و در نتیجه ارائه‌ی خدمات بهینه در مناطق شهری ارتقاء یابد (قنبری و زلفی، ۱۳۹۳). شکل ۱۳ محل قرارگیری مراکز درمانی، بیمارستان‌ها و هلال‌احمر را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که در حال حاضر ۴۰

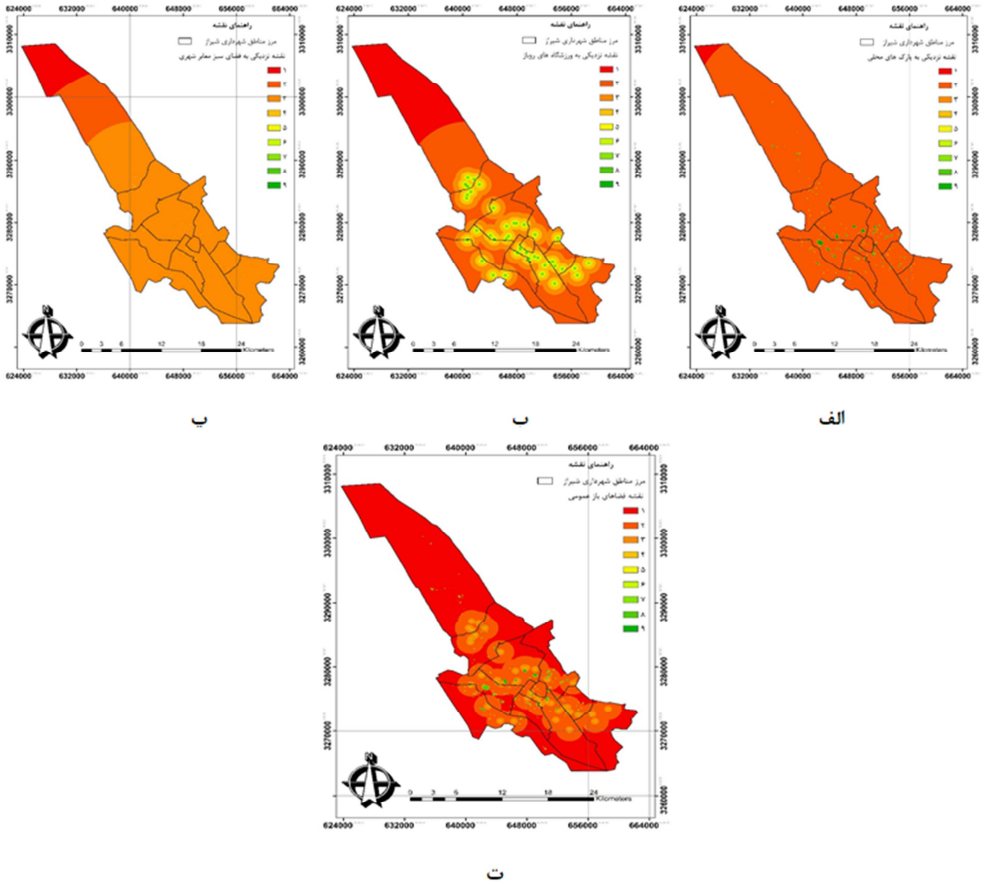
بیمارستان، ۲۱۷ مرکز درمانی و ۲ مرکز هلال‌احمر در شهر شیراز وجود دارد. همان‌طورکه در شکل ۱۳ نشان داده شده است با افزایش فاصله از این مراکز، امتیاز اختصاص یافته به عدد یک نزدیک‌تر می‌گردد، درنتیجه هرچه محل استقرار مخازن تأمین آب به این مراکز نزدیک‌تر باشد شرایط مطلوب‌تری فراهم خواهد شد. در شکل ۱۳ (ت)، نقشه نهایی حاصل از تلفیق این زیرمعیارها نشان داده شده است.



شکل ۱۳: نقشه‌ی کلاس‌بندی‌شده زیرمعیارهای فاصله از مراکز درمانی (الف)، فاصله از بیمارستان‌ها (ب)، فاصله از مراکز هلال احمر (پ) و نقشه نهایی معیار مراکز با اهمیت خدمات شهری (ت)

یکی از مهم‌ترین موضوع‌هایی که لازم است در رابطه با مدیریت بحران در طراحی و برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای موردتوجه قرار گیرد، وجود و توزیع مناسب زیرساخت‌های لازم برای مدیریت شامل راه‌های اضطراری، فضاهای باز امن، مراکز جستجو و نجات و نیز مراکز امداد و پزشکی می‌باشد. عدم عملکرد مناسب هر یک از این اجزاء می‌تواند واکنش اضطراری در برابر بحران را با مشکل مواجه نماید و منجر به افزایش تلفات و خسارت‌های بحران گردد. توسعه و گسترش فضاهای باز و فضاهای سبز شهری نظیر پارک‌ها از مؤثرترین عوامل برای گسترش فضاهای امن، هنگام

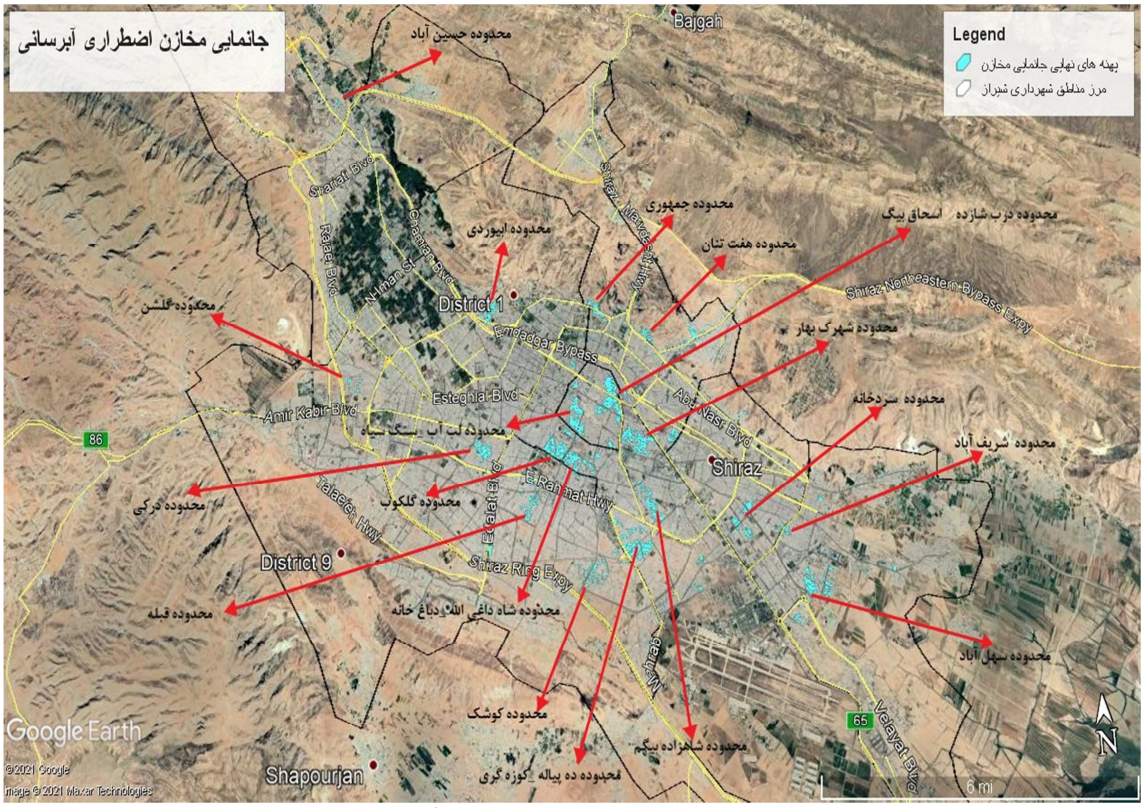
زلزله و کاهش آسیب‌پذیری می‌باشد. بر همین اساس است که کمیت و کیفیت فضاهای باز شهری و نحوه‌ی توزیع آنها در سطح شهر نقشی اساسی در کاهش آسیب‌پذیری شهر در برابر بلایای طبیعی دارد. نیازهای اضطراری فضاهای باز می‌تواند با فضاهایی چون پارک‌های بزرگ و پارک‌های متوسط و کوچک، بلوارهای پهن، زمین‌های بایر، پارکینگ-ها، ورزشگاه‌ها، فضاهای وسیع خصوصی و حریم‌های قابل‌استفاده و غیرقابل‌استفاده راه‌ها و مشابه آنها تعریف شود (توکلی و همکاران، ۱۳۸۹). در تأمین اضطراری آب بعد از وقوع زلزله، استفاده از ذخیره‌ی آب در مخازن کمکی واقع در پارک‌ها بسیار مؤثر و کارساز می‌باشد (نگارش و همکاران، ۱۳۹۶). تعداد ورزشگاه‌ها ۵۰، میادین شهری ۱۰۴ و پارک‌ها در شهر شیراز ۲۰۸ عدد می‌باشد. نقشه‌ی فاصله از این کاربری‌ها در شکل ۱۴ ارائه شده است. در این شکل، به فواصل دورتر امتیاز کمتر و به فواصل نزدیک امتیازهای بیشتری اختصاص یافت. نقشه نهایی حاصل از تلفیق این زیرمعیارها در شکل ۱۴ (ت) ارائه شده است.



شکل ۱۴: نقشه‌ی کلاس‌بندی‌شده زیرمعیارهای فاصله از پارک‌های محلی (الف)، فاصله از ورزشگاه‌های روباز (ب)، فاصله از فضای سبز معابر (پ) و نقشه نهایی معیار فضاهای باز عمومی (ت)

نتایج این پژوهش، موقعیت‌های مکانی با امتیاز ۹ (شکل۱۵) را که بیشتر در بافت‌های فرسوده و متراکم شهری قرار دارند (بخش اعظم منطقه ۸، منطقه ۲: قاآنی، گل‌کوب، دباغی، احمدی نو، کوزه‌گری، شیخ علی چوپان و ده پیاله،

کوی زهرا، پای کوتا، قلعه شاهزاده بیگم و شهرک ولیعصر، آب جوار؛ منطقه ۱: ابیوردی؛ منطقه ۵: کوشک میدان و سپاه جنوبی؛ منطقه ۳: محله سعدی؛ منطقه ۷: قصر ابو نصر، شریف‌آباد و سهل‌آباد به‌عنوان اولویت اول و موقعیت-های مکانی با امتیاز ۸ را (منطقه۲: حائری و بهار؛ منطقه ۱ :ذوالانوار؛ منطقه ۴: گلشن، درکی، عادل‌آباد؛ منطقه۳: بابا کوهی، هفت‌تنان؛ منطقه ۱۱: پودنک، ریاستی و پل غدیر؛ منطقه ۱۰: حسین آباد) را به‌عنوان اولویت دوم جهت جانمایی مخازن اضطراری آب‌رسانی شهری معرفی می‌نماید. درضمن اکثر مناطق با امتیازهای ۷ و ۸ و ۹ در کنار معابر و شریانی‌های درجه ۲ بین شهری قرار گرفتند که از آن جمله می‌توان به بلوارهای رحمت، زند، انقلاب، دولت، سیبویه، ارتش، سرباز، فضیلت و چمران اشاره نمود. در شکل ۱۵ نقشه‌ی نهایی منتج از همپوشانی لایه‌های مربوط به زیرمعیارها و معیارها نشان داده شده است که در آن محدوده‌های مناسب‌تر جهت نصب مخازن اضطراری تأمین آب شرب پس از وقوع زلزله نشان داده شده است.



شکل۱۵: نقشه نهایی مناطق مناسب جهت تعبیه مخازن اضطراری تأمین آب شرب در کلان‌شهر شیراز

نتیجه‌گیری

باتوجه به وقوع بحران‌های مختلف اخیر در کشور نظیر زلزله، نیاز مبرم می‌رود به مدیریت پس از بحران توجه ویژه‌ای مبذول داشت. در این رابطه تأمین نیازهای اولیه شهروندان یک شهر از موارد بسیار مهم تلقی می‌گردد. یکی از این نیازهای مهم، تأمین آب شرب شهری می‌باشد که در ایران کمتر به این موضوع توجه شده است. به‌عنوان مثال، در

زلزله بم براساس آنچه که در گزارش مقدماتی شناسایی زلزله در پنجم دیماه ۱۳۸۲ منتشر شده، ۲۴ ساعت آب-رسانی به منظور تأمین آب شرب شهری دچار اختلال گشته بود. مطابق با همین گزارش پس از ۳ روز، ۴۰ درصد از شبکه آب ترمیم گردید. باتوجه به‌اینکه در کلان‌شهر شیراز به موضوع تأمین آب شرب شهری پس از رخداد زلزله‌های احتمالی هیچ‌گونه توجهی تاکنون نشده است، بنابراین نتایج این پژوهش از این حیث می‌تواند به منظور برنامه‌ریزی-های بعدی، مورداستفاده دستگاه‌های اجرایی به‌ویژه ستاد مدیریت بحران استان قرار گیرد. دستاوردهای این پژوهش حاکی از آن بود که معیارهای آسیب‌پذیری در برابر زلزله، محدوده‌های با تراکم جمعیتی بالا و مراکز با اهمیت خدمات شهری از اهمیت بالایی در جهت جانمایی مخازن اضطراری تأمین آب شرب برخوردارند. همچنین بررسی درجات اهمیت زیرمعیارها نشان داد که زیرمعیارهای بافت فرسوده شهری، مراکز درمانی، بیمارستان‌ها، شبکه معابر بین‌شهری، پارک‌ها و فضای باز از ارزش بالاتری نسبت به سایر زیرمعیارها برخوردار بودند. نتایج این پژوهش، در رابطه با موقعیت قرارگیری گسل‌ها نسبت به مرز محدوده شهر، نشان داد که مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد در نیمه شـرقی شهر شیراز واقع شده‌اند. بررسی شیب کلان‌شهر شیراز دلالت بر آن داشت که شیب‌های بسیار زیاد در قسمت شمال شرق شهر (منطقه ابیوردی به سمت چوگیاه تا دروازه قرآن)، مشاهده می‌شود که در این بخش‌ها مناطق مسکونی با تراکم جمعیت بالا تحت خطر حرکات دامنه‌ای می‌باشند. شایان ذکر است که قسمت‌های بیشتر شهر اغلب در دشت شیراز توسعه یافته‌اند که تحت تأثیر خطر ناشی از گسیختگی دامنه قرار ندارند. نقشه تراکم منتج از بلوک‌های جمعیتی نشان داد، مناطق سعدی واقع در منطقه ۳، ابیوردی واقع در منطقه۱، گلستان در منطقه ۱۰، والفجر درمنطقه ۹، شهرک مهرگان و کوشکک در منطقه ۷، پانصد دستگاه ارتش واقع در منطقه ۵، نیاز به تأمین آب شرب در صورت وقوع بحران دارند. تحلیل بصری موقعیت قرارگیری مراکز با اهمیت بالای خدمات شهری (مراکز درمانی، بیمارستان‌ها و هلال احمر) دلالت بر آن داشت که توزیع مکانی آنها عادلانه نیست و مراکز درمانی و بیمارستان‌ها بیشتر در منطقه‌ی یک شهر قرار داشته که این موضوع در صورت وقوع بحران زلزله دسترسی سایر شهروندان را از خدمات این مراکز در زمینه تأمین آب مشکل‌ساز می‌نماید. بنابراین به‌دلیل تمرکز این مراکز در منطقه یک، استقرار مخازن پیشنهاد می‌گردد. یکی از موارد دیگر که در این پژوهش مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت، وضعیت شبکه معابر بود. دسترسی مناسب به معابر، علاوه بر خدمات‌رسانی مناسب به آسیب‌دیدگان در زمان زلزله، همچنین در کاهش میزان آسیب‌پذیری مؤثر است. نتایج، حاکی از آن بود که شریانی‌های درجه ۲ (بین شهری) از اهمیت بالاتری نسبت به سایر معابر برخوردار می‌باشند. بنابراین گسترش معابر کم‌عرض و اجرای عقب-نشینی‌ها به‌ویژه در محلات قدیمی و محلات اسکان غیررسمی، توزیع متناسب تراکم‌های ساختمانی و جمعیتی در سطح شهر به‌خصوص در بدنه‌ی معابر، توجه بیشتر به درجه‌ی محصوریت ارتفاع ساختمان باتوجه به عرض معبر، اعمال فاصله‌ی مناسب بین ساختمان‌های بلندمرتبه و بدنه‌ی معابر از طریق ایجاد فضاهای سبز، برای کاهش احتمالی انسداد معابر به منظور آب‌رسانی بهتر پیشنهاد می‌گردد. برای آب‌رسانی اضطراری در شهرها، استقرار مخازن اضطراری آب در فضاهای باز نظیر پارک‌ها، ورزشگاه‌ها، امری ضروری است. نتایج مربوط به فضاهای باز عمومی نشان داد که پارک‌ها باتوجه به عملکرد در مقیاس محله‌ای و دسترسی آسان به آنها از اولویت برتری نسبت به سایر فضاها قرار گرفتند. جمع‌بندی نتایج این پژوهش دلالت بر آن داشت که اکثر موقعیت‌های مکانی با امتیاز ۹ در بافت‌های فرسوده و متراکم جمعیتی شهر قرار داشتند که شامل بخش اعظم منطقه ۸؛ منطقه ۲: حائری، بهار، قاآنی، گل کوب،

دباغی، احمدی نو، کوزه‌گری، شیخ علی چوپان و ده پیاله، کوی زهرا، پای کوتا، قلعه شاهزاده بیگم و شهرک ولیعصر، آب جوار؛ منطقه ۱: ابیوردی و ذوالانوار؛ منطقه ۴: گلشن، درکی، عادل آباد؛ منطقه۵: کوشک میدان و سپاه جنوبی؛ منطقه ۳: بابا کوهی، هفت‌تنان و محله سعدی؛ منطقه ۱۱: پودنک، ریاستی و پل غدیر؛ منطقه ۷: قصر ابونصر، شریف‌آباد و سهل‌آباد و منطقه ۱۰: حسین‌آباد بودند.

تقدیر و تشکر

از سامان فاوای شهرداری شیراز به جهت در اختیار قراردادن لایه‌های اطلاعات مکانی، تشکر و قدردانی به عمل می-آید.

منابع

احدنژاد روشتی، محسن، روستایی، شهریور، کاملی‌فر، محمد جواد. (۱۳۹۴). ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زلزله با رویکرد مدیریت بحران (نمونه موردی: منطقه ۱ شهرتبریز). فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، ۹۵(۲۴)، ۵۰-۳۷. http://www.sepehr.org/article_۱۵۵۵۰_fa۲۳۰۵.html?lang=fa

پورمحمدی، محمدرضا و علی مصیب زاده .(۱۳۸۷). آسیب‌پذیری شهرهای ایران در امدادرسانی آنها و نقش مشارکت محله‌ای در برابر زلزله، جغرافیا و توسعه . ۱۲(۶)، ۱۴۴-۱۱۷.https://gdij.usb.ac.ir/article_1246.html

توکلی، علیرضا، مصطفی شمشیربند و حسین‌پور، سید علی. (۱۳۸۹). بررسی روند کاهش فضاهای باز شهری در فرآیند توسعه شهری با تأکید بر مدیریت بحران (نمونه موردی کلانشهر تهران)، آرمان‌شهر ۵ (۳)، ۱۵۴-۱۴۱. http://www.armanshahrjournal.com/article_۳۲۶۶۱.html

حاج ملک، شکوفه، فرقانی، محمّدعلی، صادقی، زین‌العابدین. (۱۳۹۵). پراکندگی فضایی - مکانی ایستگاه‌های توزیع آب آشامیدنی در شرایط اضطراری (مطالعه موردی: منطقه ۲ شهر کرمان). جغرافیای اجتماعی شهری ۱(۳)، ۲۱-۳۷. https://jusg.uk.ac.ir/article_1848.html

حسنی، نعمت. (۱۳۹۰). آسیب‌پذیری لرزه‌ای و راهکارهای مقابله با زلزله در سامانه‌های آب‌رسانی ایران. دانش پیشگیری و مدیریت بحران. ۱(۱)، ۶۳-۳۹.https://www.magiran.com/paper/۹۷۵۶۴۱

حسینی، محمود. (۱۳۸۵). مشکلات تهران در مقابله با زلزله از دیدگاه برنامه‌ریزی و طراحی شهری و راه‌کارهایی برای حل آنها. پژوهش-نامه زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله. ۴(۹)، ۴۳-۳۲.http://www.iiees.ac.ir/fa/wp-content/uploads/۰۲/۲۰۰۹/win_۸۵/۴_pdf.

حیدری، محمدجواد. (۱۳۹۷). ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های شهری از خطر زلزله (مطالعه‌ی موردی: بافت قدیم شهر زنجان). مهندسی جغرافیایی سرزمین، ۳(۲)، ۱۱۵-۱۰۱. http://www.jget.ir/article_۶۹۸۸۵_fa.html?lang=fa

روزبهانی، عباس، زهرایی، بنفشه و تابش، مسعود. (۱۳۹۲). تحلیل ریسک کمیت و کیفیت آب در سیستم‌های تأمین آب شهری با درنظرگرفتن عدم قطعیت‌ها، مجله آب و فاضلاب، ۴(۲۴)، ۱۴-۲. http://www.wwjournal.ir/article_۳۱۸۴_fa.html?lang=fa

شایان، سیاوش و زارع، غلامرضا. (۱۳۹۳). پهنه‌بندی زمین‌لرزه‌های رخداده در استان فارس طی سال‌های ۱۹۰۰ تا ۲۰۱۰ میلادی و مقایسه آن با دیگر یافته‌های پژوهشی. تحقیقات جغرافیایی، ۱(۲۹)، ۱۰۳-۸۹.http://georesearch.ir/article-1-418-fa.html

شرکت مهندسی مشاور پارس‌آیند آب. (۱۳۹۲). مطالعات پایه آب‌رسانی اضطراری منطقه چهار آبفای تهران.

قنبری، ابوالفضل و زلفی، علی. (۱۳۹۳). ارزیابی آسیب‌پذیری شهری در برابر زلزله با تاکید بر مدیریت بحران شهری در شهر کاشمر. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. ۱ (۴) :۷۴-۵۹. https://jsaeh.khu.ac.ir/article-۱-۲۴۶۰-fa.html

کاظمی‌نیا، عبدالرضا و میمندی پاریزی، صدیقه. (۱۳۹۶). پهنه‌بندی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهر کرمان در مقابل زلزله با استفاده از GIS، نشریه علمی ترویجی مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی. ۳(۸)، ۴۷-۳۱. http://gej.issge.ir/article-۱-۲۳۴-fa.html

نگارش، سعیده، نعمت حسنی و حسنعلی مسلمان یزدی. (۱۳۹۵). تعیین معیارهای مؤثر در جانمایی مخازن اضطراری آب‌رسانی و محاسبه ضریب وزنی اهمیت آنها به روش AHP . دانش پیشگیری و مدیریت بحران. ۶(۳)، ۲۷۲-۲۶۴. http://dpmk.ir/article-۱-۸۷-fa.html

CDC., 2019, Emergency Water Supply Planning Guide for Hospitals and Healthcare Facilities., Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services. https://www.cdc.gov/healthywater/emergency/pdf/emergency-water-supply-planning-guide-2019-508.pdf.

FEMA, (2004). Food and water in emergency, U.S. Department of Homeland. https://www.fema.gov/pdf/library/f&web.pdf.

JFE, (2014), Earthquake-Resistant Water Tank, JFE TECHINICAL REPORT, https://www.jfe-steel.co.jp/en/research/report/019/pdf/019-16.pdf

JICA, (2006) The study on water supply system resistant to earthquakes in Tehran municipality in the Islamic Republic of Iran, (2006), JICA. https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11841665_01.pdf

JWRC, (2018), Resilient water supply and sanitation services, the case of Japan. Washington, D.C. World Bank Group. https://thedocs.worldbank.org/en/doc/448651518134789157-0090022018/original/resilientwssjapancasestudywebdrmhubtokyo.pdf

RCAP, 2005, Emergency response planning guide for public drinking water systems, State of Connecticut, Department of Public Health, Drinking Water Division. https://www.rcac.org/wp-content/uploads/2014/12/ERP-drinking-water.pdf

Takada,S, Hassani,N., and Fukuda,K. (2001). A new proposal for simplified design of buried steel pipes crossing active faults. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 1243-1257, (8)30. https://doi.org/10.1002/eqe.62.

University of Sistan and Baluchestan
Journal of Natural Environment Hazards
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

References

References (in Persian)

Ahad Nejad Roshti, M., Roustaei, S., Kameli far, M. (2015). Assessment of urban road network vulnerability against earthquake by crisis management approach Case study: region1/Tabriz. Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 24(95), 37-50. doi: 10.22131/sepehr.2015.15550. http://www.sepehr.org/article_15550_2305.html?lang=en [In Persian]

Ghanbari, A, Zolfi A. (2015) Assessment of urban vulnerability to earthquakes with emphasis on urban crisis management (case study of Kashmar) Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards.4. 74-59. http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2460-en.html [In Persian]

Hajmalek, S., Forghni, M., Sadeghi, Z. (2016). Local- Spatial Distribution of Drinking Water Stations in Emergency Situations (Case Study: Region 2 of Kerman). Journal of Urban Social Geography, 3(1), 21-37. https://jusg.uk.ac.ir/article_1848.html?lang=en [In Persian]

Hassani N., (2011). Seismic Vulnerability and Earthquake Control Strategies Knowledge of Prevention in Iranian Water Supply Systems. Disaster Prevention and Management Knowledge, 1(1). 39-63. https://www.magiran.com/paper/975641 [In Persian]

Hasani N, Mosalman Yazdi H. (2016). Determining effective criteria in locating emergency water tanks and calculating their weighted importance factors by Analytical Hierarchy Process (AHP). Disaster Prev. Manag. Know. 6 (3) :264-272. http://dpmk.ir/article-1-87-fa.html [In Persian]

Heydari, M. (2018). The vulnerability assessment of urban fabric in earthquake against (a case study: old fabric of Zanjan city). Geographical Engineering of Territory, 2(3), 101-115. http://www.jget.ir/article_69885.html?lang=en [In Persian]

Hosseini, M. (2007). Tehran's problems in dealing with earthquakes from the perspective of urban planning and design and solutions to solve them. Journal of Seismology and Earthquake Engineering. 4 (9), 43 32. http://www.iiees.ac.ir/fa/wp-content/uploads/۰۲/۲۰۰۹/win_۸۵_۴.pdf [In Persian]

Kazeminiya A, Meimandi parizi S. (2017). Zoning of Vulnerability Kerman City Buildings Against Earthquake using GIS. GEJ. 8 (3) :31-47. http://gej.issge.ir/article-1-234-en.html [In Persian]

ParsAyand Ab Consulting Engineering Company. (2013). Basic studies of emergency water supply in zone 4 ABFA of Tehran. [In Persian]

Poormohamadei, M., mosayebzadeh, A. (2008). The Vulnerability of Iranian Cities Against Earthquake and the Role of Neighborhood Participation in Providing Assistance for Them. Geography and Development Iranian Journal, 6(12), 117-144. doi: 10.22111/gdij.2008.1246. https://gdij.usb.ac.ir/article_1246.html?lang=en [In Persian]

Roozbahani, A., Zahraei, B., Tabesh, M. (2013). Water Quantity and Quality Risk Assessment of Urban Water Supply Systems with Consideration of Uncertainties. Journal of Water and Wastewater; Ab va Fazila (in Persian), 24(4), 2-14. http://www.wwjournal.ir/article_45906.html?lang=en [In Persian]

Shayan S, Zare G. (2014). Zoning of Earthquakes Occurred in Fars Province during 1900 to 2010 and Comparison it by Former Researches Findings. GeoRes. 29 (1) :89-104. http://georesearch.ir/article-۴۱۸-۱-fa.html [In Persian]

Tavakoli, A, Shamshirband M, Hosseinpour A. (2011). Decreasing Trend of the Open Spaces in the Urban Development Process; Emphasis on Crisis Management, A Case Study of the Tehran Metropolis. Armanshahr Architecture & Urban Development, 3(5), 141-154. http://georesearch.ir/article-1-363-en.html [In Persian]

References (in English)

CDC., (2019). Emergency Water Supply Planning Guide for Hospitals and Healthcare Facilities. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services. Retrieved from CDC website: https://www.cdc.gov/healthywater/emergency/pdf/emergency-water-supply-planning-guide-2019-508.pdf.

FEMA, (2004). Food and water in emergency, U.S. Department of Homeland. Retrieved from FEMA website: https://www.fema.gov/pdf/library/f&web.pdf.

JFE, (2014). Earthquake-Resistant Water Tank, (Report No.19) JFE TECHINICAL REPORT. Retrieved from JFE website: https://www.jfe-steel.co.jp/en/research/report/019/pdf/019-16.pdf

JICA, (2006). The study on water supply system resistant to earthquakes in Tehran municipality in the Islamic Republic of Iran (Report No.) JICA. Retrieved from Japan International Cooperation Agency website: https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11841665_01.pdf

JWRC, (2018). Resilient water supply and sanitation services, the case of Japan. Washington D.C. World Bank Group. Retrieved from World Bank Group website:https://thedocs.worldbank.org/en/doc/448651518134789157-0090022018/original/resilientwssjapancasestudywebdrmhubtokyo.pdf

RCAP, (2005). Emergency response planning guide for public drinking water systems. State of Connecticut Department of Public Health, Drinking Water Division. Retrieved from Rural Community Assistance Partnership (RCAP) website: https://www.rcac.org/wp-content/uploads/2014/12/ERP-drinking-water.pdf

Takada,S, Hassani,N., and Fukuda,K. (2001). A new proposal for simplified design of buried steel pipes crossing active faults. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 1243-1257, (8)30. https://doi.org/10.1002/eqe.62.