ISSN: 2538-4384; Geographical Researches. 2020;35(4):293-306. DOI: 10.29252/geores.35.4.293

Geographical Researches Journal

Physical Vulnerability Assessment of the Hashtgerd New Town against a Probable Earthquake

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Fallahi A.[1] *PhD,*
Hassani A.*[1] *MSc.*

How to cite this article
Fallahi A, Hassani A. Physical Vulnerability Assessment of the Hashtgerd New Town against a Probable Earthquake. Geographical Researches. 2020;35(4):293-306.

[1]Department Disaster and Reconstruction, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Correspondence
Address: No. 15, Ghaem Alley 3, East Kourosh Street, North Janatabad, Tehran, Iran. Postal Code: 1477816493.
Phone: +98 (21) 44816439
Fax: -
Atoosa_h70@yahoo.com

Article History
Received: June 26, 2020
Accepted: August 15, 2020
ePublished: December 12, 2020

ABSTRACT

Aims Occurrence of natural disasters, especially earthquakes, in urban environments has destructive effects and humans are also increasingly suffering from the harmful effects of these disasters. Therefore, proper recognizing and planning before the accident can reduce the devastating effects of these events, casualties and financial losses left by them. The aim of this study was to identify the vulnerability of the physical tissue of Hashtgerd new city against a probable earthquake.

Methodology The present research is applied and descriptive-analytical study. At first, eight indicators, such as, accessibility to open spaces, building density, population density, land use, closeness to fault zone, access to vital services, accessibility to street network and passage's width were selected by using the opinion of experts and Likert scale, and finally the critical areas of the city were revealed through quantitative content analysis of indicators and weighting each of them by AHP method in Expert Choice software program, and analyzing the vulnerability of Hashtgerd new town in GIS software.

Findings Only about 18% of the city, which includes phases 1, 2, 3, and part of phase 4, were in a crisis situation. 54.91% of its area had low and very low vulnerability and 26.73% had moderate vulnerability.

Conclusion The vulnerability of the new city of Hashtgerd can be reduced by increasing the density of green spaces in the city and their proper distribution, controlling population and building density in the direction of the entrance axis and their balanced distribution in the city, increasing the number of vital centers, respecting the privacy of faults, especially in phases 2, 4 and 5 and assigning these points to spaces Urban greenery, proper planning for using the wastelands and the lack of proximity to incompatible uses.

Keywords Earthquake; Urban Vulnerability; Hashtgerd New town; Physical Fabric

CITATION LINKS

[Ahadnejad Reveshty M, et al; 2011] The assessment of urban social vulnerability ...; [Ahmadi H; 1997] The role of urban planning ...; [Alimardan S, et al; 2015] Morphotectonic markers and active faulting ...; [Aslani F; 2018] Understanding, analyzing and reducing the vulnerability ...; [Bahraini SH, Masayeli S; 1996] Land use planning in ...; [Bazi K; 2016] Reflection on the issues and problems of new cities ...; [Bhattarai K, Conway D; 2010] Urban vulnerabilities in the Kathmandu valley, Nepal ...; [Borden K, et al; 2007] Vulnerability of U.S. cities ...; [Burton CG; 2012] The development of metrics for ...; [Cutter SL, et al; 2008] Community and regional resilience: perspectives ...; [Dadbood A, Zangiabadi A; 2019] Prioritization of effective factors on vulnerable ...; [Darban Astane AR, et al; 2018] The strategies for vulnerability mitigation of residential ...; [Fallahi A, et al; 2018] Evaluation effect of muharram mourning ...; [Farhadkhah H, et al; 2018] An evaluation of assumed quality ...; [Ghanavati E, et al; 2010] Assessment site selection new towns in ...; [Hajinejad A, et al; 2016] The survey effective factors in vulnerability ...; [Heydari MJ; 2018] The vulnerability assessment of urban ...; [Isalou Sh, et al; 2017] Assessment of physical vulnerability of the ...; [Khazaei Z; 2012] Examination intsrumentality effective ao the drow ...; [Kial A, Aghili M; 2009] Analyzing and locating Mashhad fire stations ...; [Zhang ZH; 2019] A discussion on institutional improvement ...; [Ma X, Ohno R; 2018] earthquake resistant residential ...; [Merlin P; 2000] New towns and European ...; [Mobaraki O, Kashani Asl A; 2014] The role of urban planning in crisis ...; [Mohammadbeigi A, et al; 2015] Validity and reliability of the instruments ...; [Mohammadi A, et al; 2017] Evaluating the components of instutional ...; [Negaresh H; 2005] Earthquakes, cities and ...; [New Towns Development; 2017] National document for development of new ...; [Parand Municipal; 2020] Construction of the first crisis management ...; [Paykadeh Consulting Engineers; 2010] Review of the comprehensive plan ...; [Privitera R, La Rosa D; 2018] Reducing seismic vulnerability and energy ...; [Rumbach A; 2014] Do new towns increase disaster risk ...; [Shamai A, Shahsavari A; 2017] Assessment the quality of life in new towns ...; [Talebzadeh MH; 2010] Unsustainable physical development ...; [Yaran A, Mohammadi Khoshbin H; 2012] The analysis of self-Sufficiency in new cities ...; [Zebar-Dast E, Jahan-Shahlou L; 2007] A survey about Hashtgerd new ...; [Ziari K, et al; 2014] Assessment of spatial structure and ...; [Ziari K, et al; 2015] Analysis of measure quality of life ...;

Copyright© 2020, the Authors | Publishing Rights, ASPI. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی شهر جدید هشتگرد در برابر زلزله احتمالی

علیرضا فلاحی PhD
گروه سوانح و بازسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
آتوسا حسنی* MSc
گروه سوانح و بازسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

اهداف: رخداد بلایای طبیعی به‌ویژه زلزله در محیط‌های شهری، اثرات مخربی را به همراه دارد و انسان‌ها نیز به‌طور فزاینده‌ای از آثار زیان‌بار این بلایا رنج می‌برند. از این‌رو شناخت و برنامه‌ریزی مناسب پیش از رخداد سانحه، می‌تواند از آثار مخرب این وقایع، تلفات جانی و خسارات مالی برجای‌مانده از آنها را بکاهد. این پژوهش با هدف شناسایی آسیب‌پذیری بافت کالبدی شهر جدید هشتگرد در برابر زلزله احتمالی انجام شد.

روش‌شناسی: پژوهش حاضر از نوع کاربردی و توصیفی- تحلیلی است. نخست با به کارگیری نظر خبرگان از طریق طیف لیکرت، ۸ شاخص دسترسی به فضای سبز، تراکم ساختمانی، تراکم جمعیتی، کاربری اراضی، فاصله از گسل، فاصله از مراکز امدادی، دسترسی به معابر و شریان‌ها و عرض معابر انتخاب شدند و در پایان از طریق تحلیل محتوای کمی و وزن‌دهی به هر یک از شاخص‌ها با روش AHP در نرم‌افزار Expert Choice و بررسی آسیب‌پذیری شهر جدید هشتگرد نسبت به تک‌تک شاخص‌ها با نرم‌افزار GIS، پهنه بحرانی شهر آشکار شد.

یافته‌ها: تنها نزدیک به ۱۸% مساحت شهر که فازهای ۱، ۲، ۳ و بخشی از فاز ۴ را شامل می‌شود، در وضعیت بحرانی قرار داشت. ۵۴/۹۱٪ مساحت آن آسیب‌پذیری کم و بسیار کم و ۲۶/۷۳٪ آسیب‌پذیری متوسط داشتند.

نتیجه‌گیری: با افزایش تراکم فضاهای سبز شهر و توزیع مناسب آنها، مهار تراکم جمعیتی و ساختمانی در راستای محور ورودی و پخشایش ترازمند آنها در شهر، افزایش شمار مراکز امدادی، رعایت حریم گسل‌ها به ویژه در فازهای ۲، ۴ و ۵ و واگذارکردن این نقاط به فضاهای سبز شهری، برنامه‌ریزی مناسب برای کاربری زمین‌های بایر و عدم هم‌جواری کاربری‌های ناسازگار می‌توان از میزان آسیب‌پذیری شهر جدید هشتگرد کاست.

کلیدواژه‌ها: زلزله، آسیب‌پذیری شهری، هشتگرد جدید، کالبد شهر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۲۵
*نویسنده مسئول: atoosa_h70@yahoo.com

مقدمه

آسیب‌پذیری به معنای مستعدبودن در زمینه آسیب‌دیدن در برابر خطرات ناشی از سوانح در یک مکان خاص و ایجاد اختلال اجتماعی است. این مقوله در شهرها در سه سطح اجتماعی، کالبدی و ساختاری بررسی می‌شود [Borden *et al.*, 2007] که نشان‌دهنده وسعت و میزان آسیب‌ها بر اثر پیش‌آمدن سوانح طبیعی به جوامع، ساختمان‌ها و مناطق جغرافیایی است. ارزیابی آسیب‌پذیری شهر در واقع یک نوع پیش‌بینی خسارات متحمل‌شده در برابر زلزله احتمالی است [AhadnejadReveshty *et al.*, 2011]. کاهش آسیب‌پذیری شهری در برابر زلزله زمانی به وقوع می‌پیوندد که ایمنی در تمام سطوح برنامه‌ریزی مخصوصاً برنامه‌ریزی کالبدی مدنظر قرار گیرد [Hajinejad *et al.*, 2016]. برخی از عوامل تأثیرگذار بر روی آسیب‌پذیری شهرها در برابر این سانحه در شکل ۱ مشخص شده است.

رشد روزافزون جمعیت ایران در طی دهه‌های اخیر و افزایش مهاجرت از روستاها به شهرها در همین دوره، باعث رشد شتابان و لجام‌گسیخته شهرها شده است. در چنین شرایطی توسعه‌پایدار شهرها امکان‌پذیر نیست [Kial & Aghili, 2009] به عنوان راه‌حلی برای این معضلات، در چارچوب سیاست‌های توسعه شهری، تأسیس شهرهای جدید با هدف پخشایش تراکم جمعیت و فعالیت‌ها از شهرهای بزرگ و اسکان جمعیت مازاد آنها، پیشنهاد شده است [Merlin, 2000]. در این میان، معضلاتی برنامه عمران و توسعه فیزیکی شهرهای جدید را با مشکل روبرو می‌کند، دگردیسی تکتونیکی هنگام بروز زلزله را می‌توان از این‌دست موانع و تنگناها دانست [Talebzadeh, 2010].

شهر جدید هشتگرد به عنوان نمونه مطالعاتی در این پژوهش در سال ۱۳۶۹ به‌منظور جذب جمعیت کلان‌شهرهای تهران و کرج در دامنه‌های جنوبی البرز، در ۴۰ کیلومتری شهر کرج بر روی نهشته‌های آبرفتی بنا شد [Paykade Consulting Engineers, 2010]. فاصله تقریبی آن با شهرهای تهران و کرج در شرق و قزوین در غرب به ترتیب حدود ۶۰، ۳۰ و ۷۵ کیلومتر است [Yaran & MohammadiKhoshbin, 2012]. شهر جدید هشتگرد به عنوان یکی از شهرهای جدید استان البرز با وجود راستای گسل فعال شمال تهران که از بخش میانی آن می‌گذرد [Paykade Consulting Engineers, 2010] و گسله‌ای احتمالی نزدیک به شمال شهر [Alimardan *et al.*, 2015] جزو مناطق با خطر لرزه‌ای بالا محسوب می‌شود. افزون بر آنچه گفته شد، شیب تند شهر، خاک مستعد لغزش، ساخت‌وساز پراکنده و گسستگی کالبدی، محورهای دسترسی شکل نگرفته و منقطع از سمت دیگر، شهر را با خطرات جدی روبرو می‌کنند [Paykade Consulting Engineers, 2010]. مشکلات یادشده نشان از نبود بررسی‌های مناسب پیش از احداث شهر و شتاب‌زدگی در گزینش مکان آن دارند که آسیب‌پذیری کالبدی شهر را در برابر زلزله احتمالی بالا می‌برند.

در این راستا به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری فضاهای شهر هشتگرد جدید در برابر زلزله و لزوم اتخاذ تصمیم‌های مناسب و به‌کارگیری به‌موقع آنها، ارزیابی پهنه‌های آسیب‌پذیر این شهر ضروری به نظر می‌رسد. بالابودن احتمال آسیب‌پذیری در برابر زلزله، به‌دلیل موقعیت جغرافیایی، نوع برنامه‌ریزی و طراحی شهر و همچنین عدم وجود برنامه مدون و از پیش تعریف‌شده برای کاهش این آسیب‌پذیری، ارایه راهکارهای مناسب و جلوگیری از اعمال هزینه‌های اضافی را پراهمیت می‌نماید.

بر این اساس، هدف در مقاله حاضر شناسایی آسیب‌پذیری کالبدی شهر جدید هشتگرد در برابر زلزله احتمالی است تا بتوان با پرکردن

خلأ مطالعاتی در این زمینه و شناخت چالش‌های موجود، پیش از به پایان رساندن عملیات اجرایی شهر، از میزان آسیب‌پذیری آن هاست. بنابراین، در پژوهش حاضر به این پرسش پاسخ داده می‌شود:

وضعیت آسیب‌پذیری شهر جدید هشتگرد در برابر زلزله با توجه به شاخص‌های برگزیده آسیب‌پذیری کالبدی چگونه است؟

Aslani, 2018	فاصله از گسل، عرض معابر، دسترسی به معابر، کاربری اراضی، دسترسی به فضاهای سبز، وضعیت تأسیسات و تجهیزات، جنس زمین، محصوریت معابر، تراکم جمعیتی و ساختمانی، عمر ابنیه، دسترسی به مراکز امدادی، اثر توپوگرافی و لغزش
Mobaraki & Kashaniasl, 2014	دسترسی به معابر، جنس زمین، تراکم جمعیتی، عمر ابنیه، فاصله از گسل، سازه ساختمان، مصالح ساختمان، تعداد طبقات، شیب زمین
Negaresh, 2005	عمر ابنیه، فاصله از گسل، سازه ساختمان، مصالح ساختمان، نظارت بر ساخت و ساز ، آگاهی و همکاری افراد جامعه
Zangiabadi *et al.*, 2013	دسترسی به معابر، کاربری اراضی، محصوریت معابر، تراکم جمعیتی و ساختمانی، عمر ابنیه، کیفیت ابنیه
Rumbach, 2014	دسترسی به معابر، دسترسی به فضاهای سبز
Mohammadi *et al.*, 2017	کیفیت ابنیه، فقر، وضعیت زیرساخت‌های شهری

شکل ۱) شاخص‌های آسیب‌پذیری بافت شهری مستخرج از مبانی نظری

بررسی‌ها نشان می‌دهند آسیب‌پذیری شهری از جنبه‌های گوناگون واکاوی شده است. به‌طور مثال، *دادبود و زنگی‌آبادی* [Dadbood & Zangiabadi, 2019] عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری بافت کالبدی شهر گرگان را با استفاده از مدل AHP، ANP و VIKOR مورد ارزیابی قرار داده‌اند. *حیدری* [Heydari, 2018] پژوهشی با نام ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های شهری از خطر زلزله (مطالعه موردی: بافت قدیم شهر زنجان) انجام داده است. در این بررسی آسیب‌پذیری شهر به کمک شاخص‌های تراکم جمعیت، قدمت بنا، نظام تفکیک قطعات، تراکم ساختمانی، مصالح ساختمانی، کیفیت بنا و تعداد طبقات مشخص شده است. *عیسی‌لو* و همکاران [Isalou *et al.*, 2017] آسیب‌پذیری منطقه ۱ تهران را با به‌کارگیری شاخص‌های پنج‌گانه تراکم جمعیتی، خطرپذیری کاربری اراضی، کیفیت ابنیه، عمر ابنیه و دسترسی به مراکز امداد و نجات بررسی کرده‌اند. *بحرینی* و همکاران [Bahraini *et al.*, 1996] برای برنامه‌ریزی کاربری شهرهای منجیل، رودبار و لوشان پس از زلزله رخداده، از شاخص‌های دسترسی به فضاهای سبز، تراکم جمعیتی، کاربری زمین، وضعیت شریان‌ها و معابر، فاصله از گسل، شیب زمین، عمر بنا و جنس مصالح استفاده کرده‌اند. *ما و اوهنو* [Ma & Ohno, 2018] در پژوهشی با عنوان به سمت همسایگی مسکونی مقاوم در برابر زلزله در چین: بررسی آسیب‌پذیری در فضاهای بیرونی؛ آسیب‌پذیری بافت شهر تیانجین (Tianjin) را با کمک شاخص‌های ارتفاع ساختمان، شمار مناسب ورودی محله، پهنای معابر، وضعیت سازه‌ها، وضعیت زیرساخت‌ها و تأسیسات، عمر ابنیه و محصوریت معابر مشخص کرده‌اند.

با توجه به پژوهش‌های اشاره‌شده، همچنین تعدد تحقیقات در زمینه کاهش آسیب‌پذیری شهری به‌ویژه آسیب‌پذیری کالبدی در می‌یابیم مطالعات فراوانی در این راستا انجام شده است. اما بررسی‌ها نشان می‌دهند پژوهش‌های یادشده در زمینه بافت‌های تاریخی، شهرهای موجود، سکونتگاه‌های خودانگیخته و مناطق آسیب‌پذیر صورت گرفته است. در این میان تکه پازل گمشده، کالبد شهرهای جدیدی است که در صدد برپایی‌اند. این تحقیق برای اولین بار در مورد آسیب‌پذیری شهرهای جدید انجام شده‌است که توانایی بسط و گسترش بیشتر در زمینه برنامه‌ریزی شهری در برابر سوانح را دارد. ساخت شهرهای جدید این فرصت را به همراه دارند تا با عدم تکرار مشکلات شهرهای موجود، به آسیب‌پذیری کمتر نزدیک شوند، اما تکرار اشتباهات، تعجیل در ساخت‌وساز و بی‌برنامه‌بودن، رسیدن به این هدف را کند می‌کند. این در حالی است که کشورهای دیگر به خصوص کره جنوبی در صدد هوشمندسازی شهرهای جدید خود در برابر سوانح هستند. در همین راستا، این پژوهش کوشش دارد با مشخص‌کردن آسیب‌پذیری‌ها و ارایه راهکارهای مناسب از خسارات احتمالی بکاهد. نتایج این تحقیق می‌تواند به عنوان راهنمایی مورد استفاده برنامه‌ریزان و مدیران شهری و مبنایی جهت دستورالعمل-های اجرایی در حوزه ساخت شهرهای جدید مورد توجه مراجع ذی-صلاح قرار گیرد. همچنین در پژوهش حاضر تنها به پهنه‌بندی مناطق بحرانی اکتفا نشده است بلکه اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر بر آسیب‌پذیری شهرهای جدید نیز مورد توجه بوده است. بنابراین

پژوهش حاضر از یک سو، به‌دنبال شناسایی مهم‌ترین شاخص‌های اثرگذار بر آسیب‌پذیری شهری و از سوی دیگر، به‌دنبال ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی بافت شهر هشتگرد با بهره‌گیری از شاخص‌های برگزیده بود.

روش‌شناسی

این پژوهش از نوع کاربردی و روش آن، توصیفی- تحلیلی است. به‌منظور ایجاد چارچوبی برای کاهش آسیب‌پذیری کالبدی شهر در برابر زلزله، ابتدا متون تخصصی و تجربیات جهانی مورد مطالعه قرار گرفت و بر این اساس شاخص‌های اصلی کاهش آسیب‌پذیری شهری استنباط شد. شناسایی شاخص‌های پراهمیت آسیب‌پذیری شهری از راه امتیازدهی صاحب‌نظران صورت گرفت. سپس در ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی بافت شهر هشتگرد، از تحلیل محتوای کمی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای وزن‌دهی به شاخص‌ها و تعیین میزان اثرگذاری هر یک در تشخیص پهنه بحرانی شهر استفاده شد. همچنین نرم‌افزار GIS نسخه ۱۰/۴/۱ رای بررسی آسیب‌پذیری شهر نسبت به شاخص‌های منتخب مورد استفاده قرار گرفت.

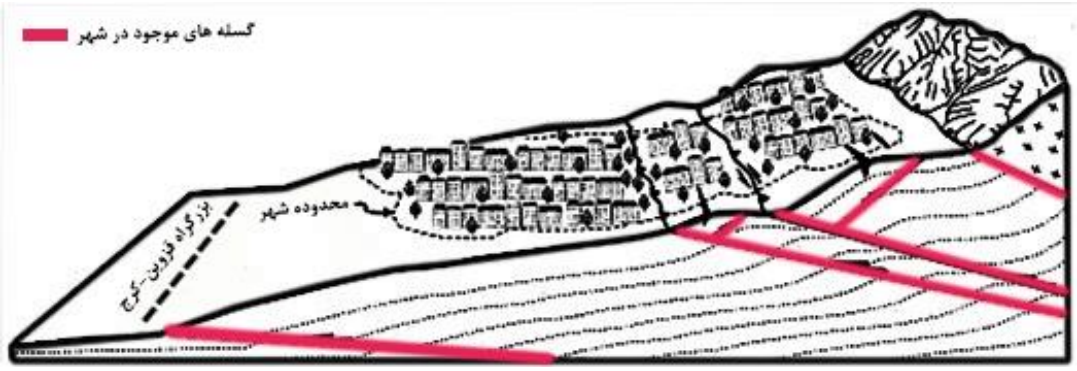
اعتبار پرسش‌نامه پژوهش نیز از دو دیدگاه روایی و پایایی بررسی شد. در واقع روایی و پایایی نشان می‌دهند روشی که در پژوهش مورد استفاده قرار گرفته و داده‌های جمع‌آوری‌شده تا چه اندازه درست هستند.

روایی پژوهش به توانایی پژوهشگر در جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها برمی‌گردد و اینکه یافته‌های پژوهش تا چه اندازه از درستی برخوردارند [Burton, 2012]. در این پژوهش برای به‌دست‌آوردن شاخص‌ها، پرسش‌نامه‌ای با درجه‌بندی لیکرت از ۱ تا ۵ (بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد) و به صورت بسته طراحی شد. برای اطمینان از استانداردبودن، پرسش‌نامه یادشده به وسیله تعدادی از متخصصین مورد بررسی قرار گرفته و تأیید شد؛ اما آنچه پایایی پرسش‌نامه پژوهش را نشان می‌دهد، قابلیت تعمیم‌پذیری یافته‌های پژوهش در موارد همسان است. پیش از آنکه یک پرسش‌نامه به کار گرفته شود، می‌بایست پایایی آن مشخص شود [Cutter *et al.*, 2008]. شایان یادآوری است که قابلیت اعتماد پرسش‌نامه، به‌طور عینی قابل اندازه‌گیری است [Fallahi *et al.*, 2018]. برای بررسی پرسش‌نامه از این دیدگاه از روش پایایی آزمون- بازآزمون استفاده شد. در این روش به منظور سنجش پایایی، سئوالات آزمون در دو نوبت به یک گروه واحد، تحت شرایط همانند داده می‌شود و نمرات حاصل با هم مقایسه می‌شوند [Mohammadbeigi *et al.*, 2015].

منطقه مورد مطالعه

بر پایه آخرین تقسیمات کشوری، شهر جدید هشتگرد به عنوان یک نقطه شهری از شهرستان ساوجبلاغ در استان البرز محسوب می‌شود. این شهر در دامنه‌های جنوبی رشته‌کوه البرز و در غرب استان تهران و در میانه مسیر کرج به قزوین واقع شده است. در اسناد سرشماری در سال ۱۳۸۵ گزارش شده که این محدوده دارای ۴۳۵۷ خانوار شامل ۱۵۷۳۶ نفر جمعیت ساکن بوده است [Paykade Consulting Engineers, 2010]. آمارها نشان می‌دهند تا امروز کمتر از نیمی از جمعیت مورد انتظار در شهر اسکان یافته‌اند [Zebar-Dast & Jahan-Shahlou, 2007].

شیب شهر، با افزایش ارتفاع سطوح زیادتر شده و با حرکت از شمال به جنوب همراه با کم‌شدن ارتفاع، کاهش می‌یابد (شکل ۲). گسل راندگی شمال تهران که از مهم‌ترین گسل‌های پویا در این منطقه است از بخش‌های میانی شهر گذر می‌کند و این منطقه را در پهنه خطر بالا و برابر ۳۰% شتاب ثقل زمین قرار می‌دهد [Paykade Consulting Engineers, 2010]. همچنین وجود گسله‌ای احتمالی نزدیک به شمال شهر بر این خطر می‌افزاید [Alimardan *et al.*, 2015].



شکل ۲) طرح شماتیک سه بعدی از گستره شهر جدید هشتگرد، موقعیت گسله‌ها و شیب آن [Alimardan et al., 2015]

با بررسی وضع موجود شهر جدید هشتگرد مشخص می‌شود شهر در حال حاضر بافتی پراکنده، ازهم‌گسیخته و غیرمنسجم دارد. این ازهم‌گسیختگی به‌دلیل به‌وجودآمدن ساخت‌وسازهای پراکنده، مجموعه‌های سکونتی ناپیوسته با حد فاصل فضاهای سبز و فضاهای باز شهری، وضعیت توپوگرافی و پرعارضه‌بودن بستر طبیعی آن است. این عدم انسجام کالبدی شهر هشتگرد موجب‌شده است تا سازمان فضایی موجود نیز نامنسجم و ازهم‌گسیخته باشد.

معابر شهر نیز دارای مشکلاتی همچون عدم تطابق با تقاضای ترافیک، گسستگی در شبکه و عدم وجود پیوند مناسب بین شبکه‌های احداثی، عدم کارایی شبکه‌های شریانی در نظام ارتباطات

فعلی، عدم انطباق شبکه‌های احداثی با توپوگرافی منطقه و شیب زیاد برخی معابر، عدم تناسب شبکه احداث شده از دید سلسله‌مراتب و عدم خوانایی و امنیت هستند [Paykade Consulting Engineers, 2010]. (شکل ۳).

شکل ۳) انفصال کالبدی و بافت شهری گسسته در شهر جدید هشتگرد

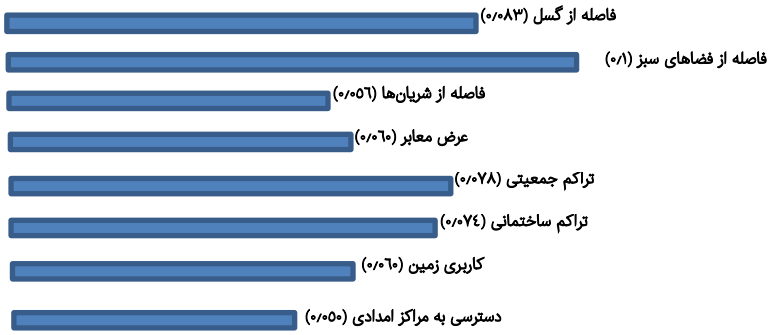
یافته‌ها

با توجه به گستردگی پیشینه پژوهش در زمینه ارزیابی آسیب‌پذیری بافت شهری و وجود شاخص‌ها و چارچوب‌های نظری گوناگون، می‌توان شاخص‌های تراکم جمعیتی و ساختمانی، قدمت ابنیه، کیفیت مصالح، خطرپذیری کاربری اراضی، دسترسی به مراکز امداد و نجات، دسترسی به فضاهای سبز، وضعیت شریان‌ها و معابر، فاصله از گسل، شیب زمین، وضعیت سازه‌ها و وضعیت زیرساخت‌ها و تأسیسات را به‌دلیل تکرر آنها در مطالعات انجام‌شده از مهم‌ترین و کارآمدترین شاخص‌های آسیب‌پذیری شهری دانست.

برای گزینش شاخص‌های مهم از میان شاخص‌های فوق، با توجه به نیازهای پژوهش و با تمرکز بر رویکرد کالبدی، از رتبه‌بندی اهمیت از طریق نمره‌دهی طیف لیکرت بین ۱ تا ۵ توسط ۱۰ نفر از صاحب‌نظران رشته‌های مرتبط از جمله بازسازی پس از سانحه، طراحی شهری و برنامه‌ریزی منطقه‌ای در دانشگاه شهید بهشتی کمک گرفته شد، در نهایت ۸ شاخص با بیشترین امتیاز مشخص شدند (جدول ۱).

جدول ۱) رتبه‌بندی شاخص‌های آسیب‌پذیری شهری منتخب به وسیله نمره‌دهی صاحب‌نظران

شاخص‌ها	میانگین رتبه شاخص	انگاره‌های وزن‌دهی
فاصله از گسل	۴/۶	هرچه فاصله از گسل بیشتر آسیب‌پذیری کمتر [Darban Astane *et al.*, 2018]
دسترسی به فضاهای سبز	۴/۶	هرچه دسترسی به فضاهای سبز بیشتر آسیب‌پذیری کمتر [Hajinejad *et al.*, 2016]
دسترسی به معابر	۴/۵	هرچه دسترسی به معابر بیشتر آسیب‌پذیری کمتر [Mobaraki & Kashani Asl , 2014]
عرض معابر	۴/۲	هرچه عرض معابر بیشتر آسیب‌پذیری کمتر [Ahmadi, 1997]
تراکم جمعیتی	۴/۱	هرچه تراکم جمعیتی بیشتر آسیب‌پذیری بیشتر [Ahmadi, 1997]
تراکم ساختمانی	۴/۲	هرچه تراکم ساختمانی بیشتر آسیب‌پذیری بیشتر [Hajinejad *et al.*, 2016]
کاربری زمین	۴/۲	هرچه تراکم کاربری‌های خطرزا بیشتر آسیب‌پذیری بیشتر [Darban Astane *et al.*, 2018]
دسترسی به مراکز امدادی	۴/۱	هرچه دسترسی به مراکز امدادی بیشتر آسیب‌پذیری کمتر [Aslani, 2018]



نمودار ۱) نمودار وزن‌دهی شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری شهری با روش AHP در نرم‌افزار Expert Choice

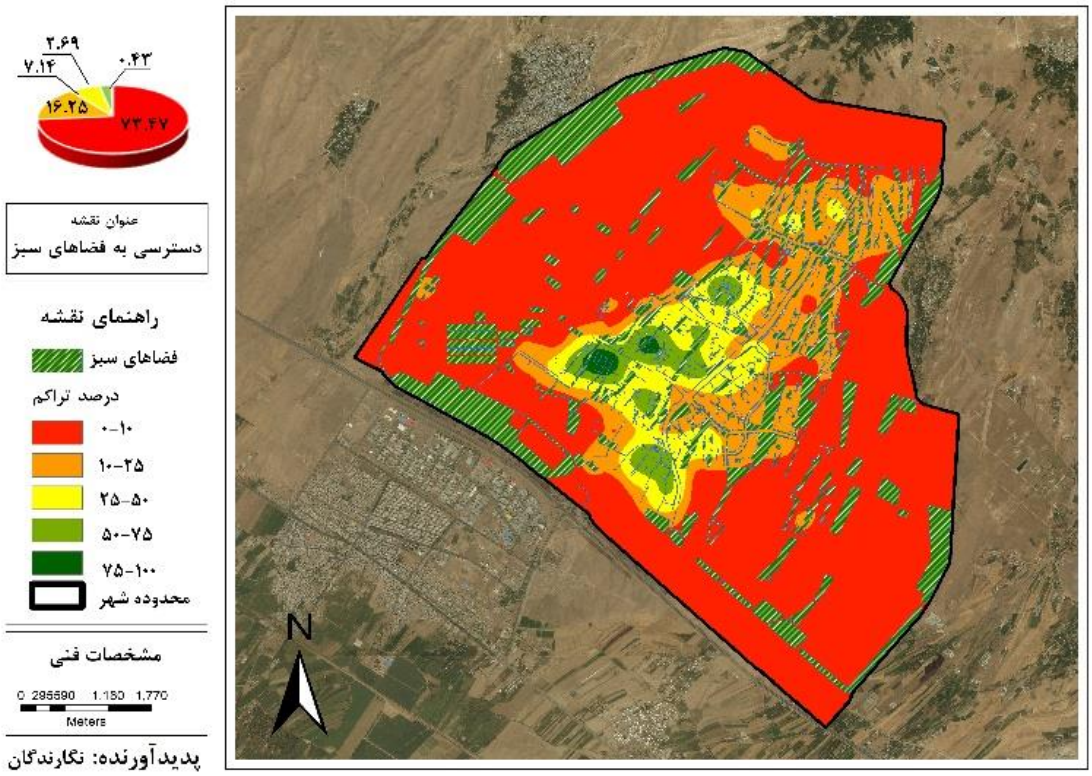
در ادامه، برای مشخص‌شدن وزن هر شاخص و میزان تأثیر آن در تهیه نقشه بحرانی شهر، به مقایسه دوبه‌دویی آنها با استفاده از روش AHP در نرم‌افزار Expert Choice پرداخته شد. مبنای این مقایسه نمره صاحب‌نظران و تکرر شاخص مورد نظر در مطالعات انجام شده بود (نمودار ۱).

برای تهیه لایه‌های آسیب‌پذیری کالبدی شهر، هر کدام از

شاخص‌های برگزیده (فاصله از گسل، دسترسی به فضاهای سبز، تراکم جمعیتی و ساختمانی، کاربری زمین و معابر)، در ۵ درجه آسیب‌پذیری (بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد) طبقه‌بندی شدند.

دسترسی به فضاهای سبز: شهر جدید هشتگرد افزون بر پارک‌های محلی و حاشیه‌ای دارای باغ‌ها و مزارع زیادی است. همچنین وجود روستای فشند در شمال شهر به فضاهای باز مورد نیاز آن می‌افزاید [Paykade Consulting Engineers, 2010]. علاوه بر این با توجه به ساخت‌وساز پراکنده در شهر، زمین‌های خالی بسیاری، قابلیت تبدیل‌شدن به فضای سبز را دارند. اما این فضا مجهز به تمهیداتی به منظور رفع نیازهای اولیه در زمان بعد از زلزله اعم از مخازن آب، سوخت‌رسانی و غیره نیستند.

برای رسیدن به آسیب‌پذیری شهر براساس شاخص دسترسی به فضاهای سبز، از این فضاها تراکم گرفته شد تا انعطاف‌پذیری بافت شهر مشخص شود. از آنجا که فضاهای سبز و باز شهری اهمیت بسیاری در کاهش آسیب‌پذیری آن در برابر زلزله دارند، تراکم کافی این کاربری‌ها، نتایج مثبتی را پس از وقوع زلزله به همراه خواهند داشت. با توجه به نقشه به‌دست آمده در شکل ۴، مشخص می‌شود که درصد بالایی (۷۳/۴۷%) از مساحت شهر، از تراکم کافی فضای سبز برخوردار نیستند. در حال حاضر مساحت فضای سبز موجود در شهر جدید هشتگرد ۸۸۲۲۳ کیلومتر مربع است [Paykade Consulting Engineers, 2010] و طبق آنچه گفته شد جمعیتی معادل با ۱۵۷۳۶ نفر در این شهر سکونت دارند. با توجه به نیاز هر فرد به حدود ۲متر مربع فضای باز بعد از سوانح [Zhang, 2019]، ساکنان شهر جدید هشتگرد پس از زلزله، به فضایی در حدود ۳۱۴۷۲ متر مربع نیاز خواهند داشت. بنابراین مشخص می‌شود مساحت فضاهای سبز شهر، مناسب جمعیت آن است، اما این فضاها پخشایش مناسبی ندارند.



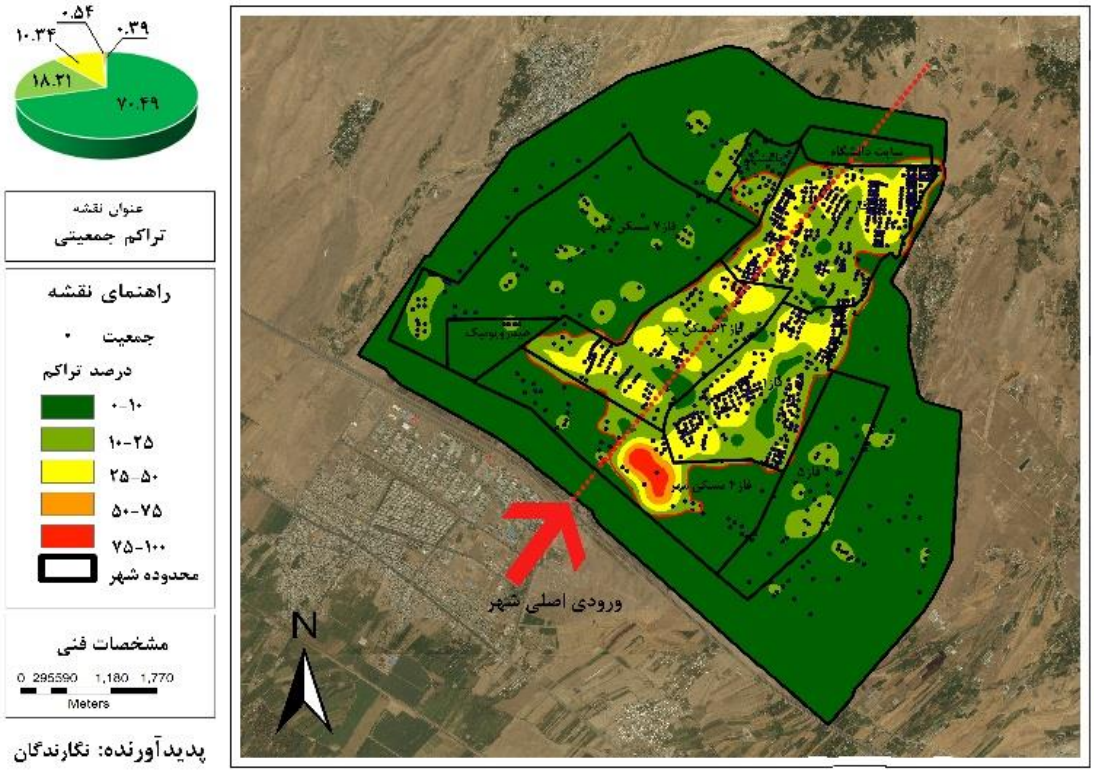
شکل ۴) نقشه دسترسی به فضای سبز در شهر جدید هشتگرد در نرم‌افزار GIS

تراکم جمعیتی و ساختمانی: جمعیت‌پذیری شهر جدید هشتگرد روندی آهسته دارد. بسیاری از ساختمان‌های شهر هنوز خالی از سکنه هستند یا شهروندان به‌دلیل امکانات کم، آنها را ترک کرده‌اند [Yaran & MohammadiKhoshbin, 2012]. اما با این حال در راستای محور ورودی اصلی شهر که دارای امکانات بیشتری نسبت به سایر نقاط است، جمعیت بیشتری ساکن هستند. نقشه‌های تراکم جمعیتی شکل ۵ و تراکم ساختمانی شکل ۶ این مطلب را تأیید می‌کنند. برای تهیه این نقشه‌ها از جمعیت شهر و ساختمان‌های آن تراکم گرفته شد. با توجه به نقشه‌های به‌دست‌آمده مشخص شد شهر جدید هشتگرد از نظر تراکم جمعیتی و ساختمانی در وضعیت مناسبی قرار دارد و مناطقی که احتمال آسیب‌پذیری آنها زیاد و بسیار زیاد است کمتر از ۱% شهر را تشکیل می‌دهند. ولی باید توجه داشت شهر رو به توسعه است.

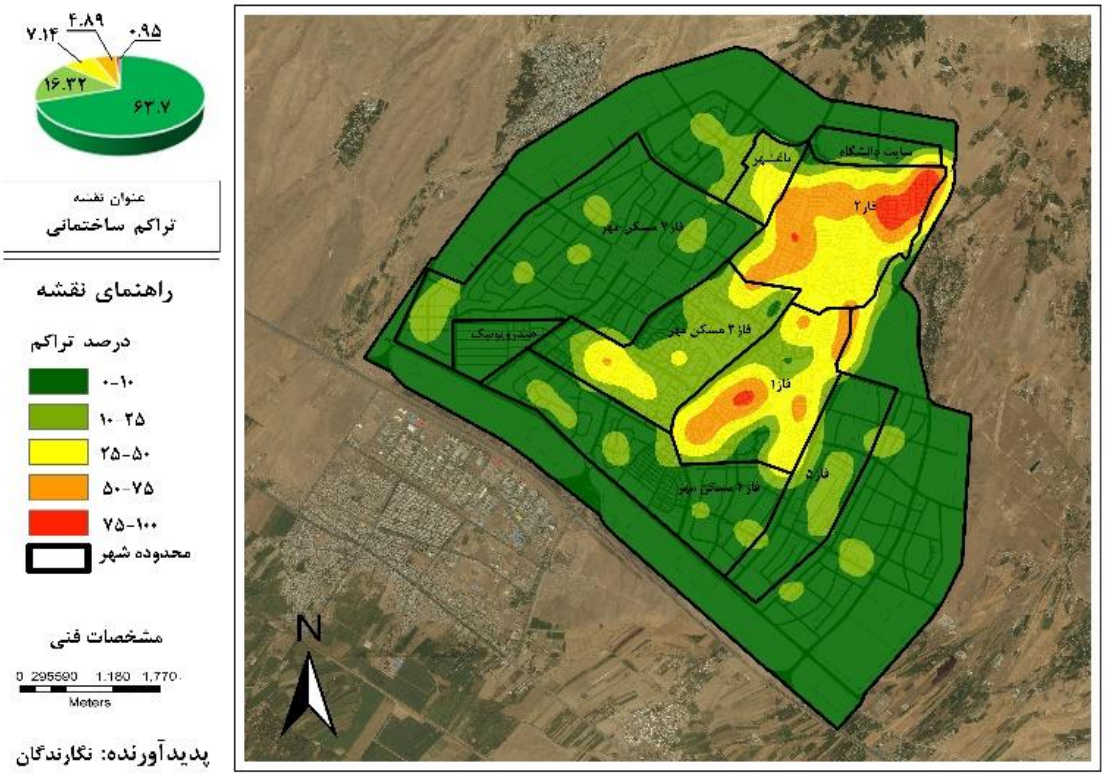
کاربری زمین: کاربری‌های صنعتی و تأسیسات شهری با اکثر کاربری‌های موجود در شهر ناسازگارند [Bahraini *et al.*, 1996]، به همین دلیل برای تهیه نقشه آسیب‌پذیری شهر نسبت به شاخص

کاربری زمین، از آنها تراکم گرفته شده است تا میزان تجمع این کاربری‌ها در هر بخش سنجیده شود (شکل ۷).

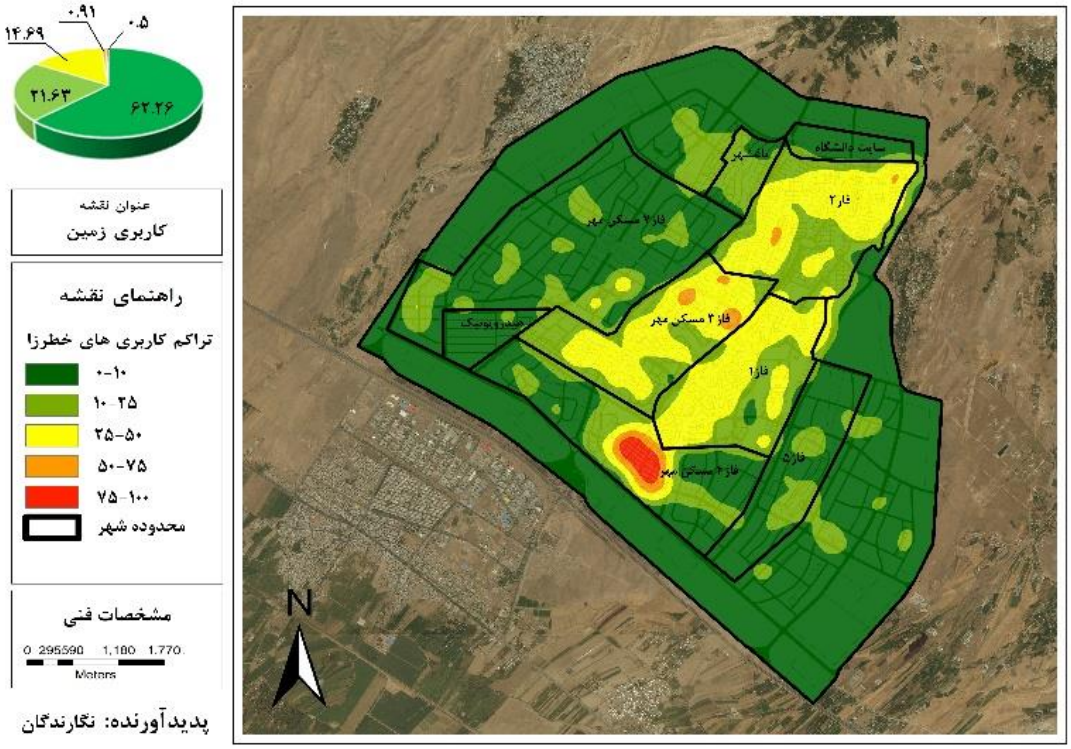
با توجه به نقشه به‌دست‌آمده مشخص شد بیشترین کاربری‌های ناسازگار در فاز ۴ (مسکن مهر) شهر جدید هشتگرد تجمع دارند.



شکل ۵) نقشه تراکم جمعیتی شهر جدید هشتگرد در نرم‌افزار GIS

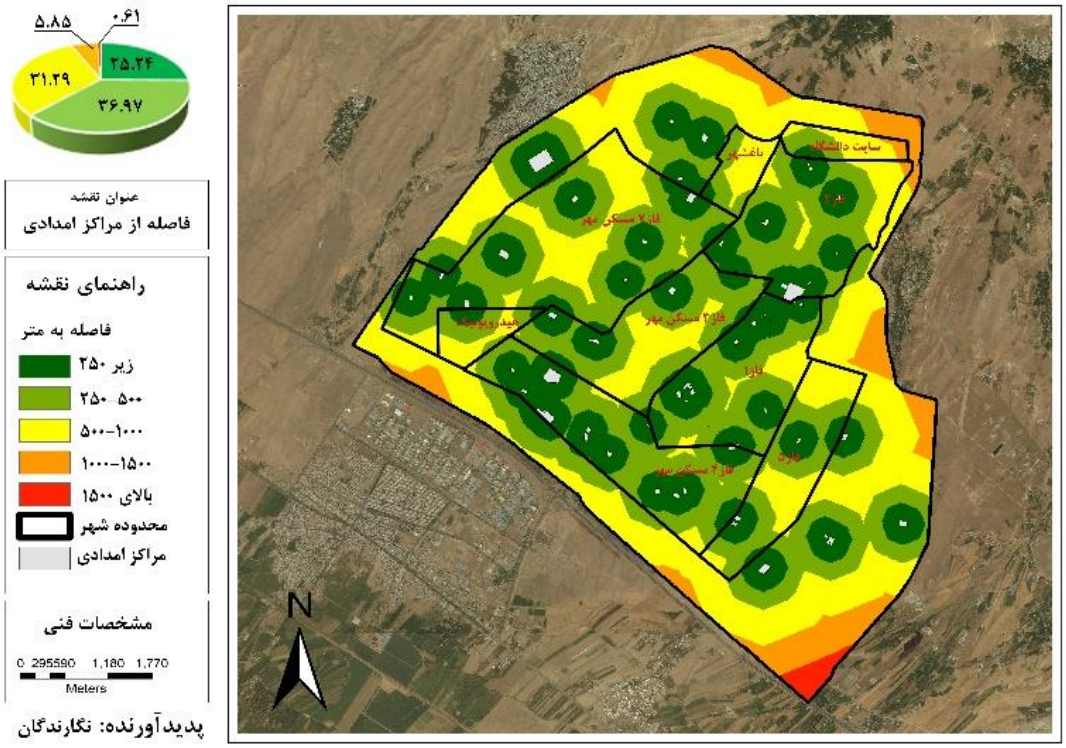


شکل ۶) نقشه تراکم ساختمانی شهر جدید هشتگرد در نرم‌افزار GIS



شکل ۷) نقشه تراکم کاربری‌های خطرزا در شهر هشتگرد جدید در نرم‌افزار GIS

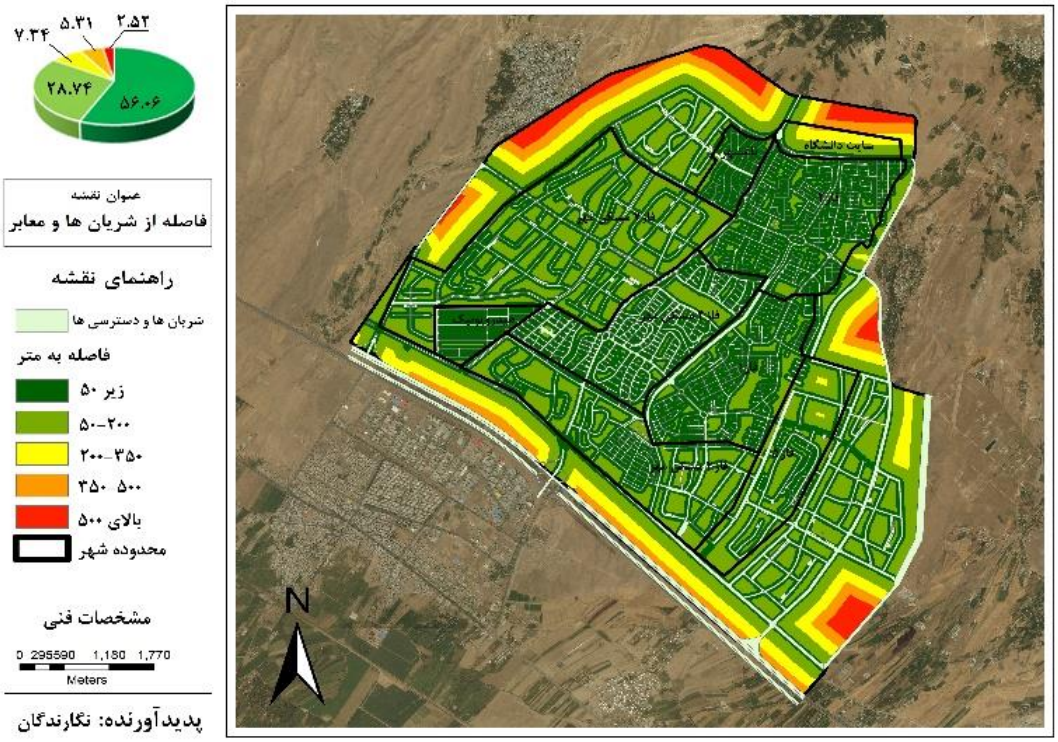
فاصله از مراکز امدادی: هر چه فاصله از مراکز امدادی کمتر باشد آسیب‌پذیری کمتر است و هر چه این فاصله بیشتر شود، احتمال آسیب‌پذیری بالا می‌رود. پس برای ساخت این نقشه فاصله تمام نقاط شهر از مراکز امدادی محاسبه شد (شکل ۸). با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان دید که آسیب‌پذیری شهر نسبت به شاخص فاصله از مراکز امدادی در وضعیت متوسط تا خوب قرار دارد، اما نبود بیمارستان و نهادهای مدیریت بحران در این شهر درخور توجه است.



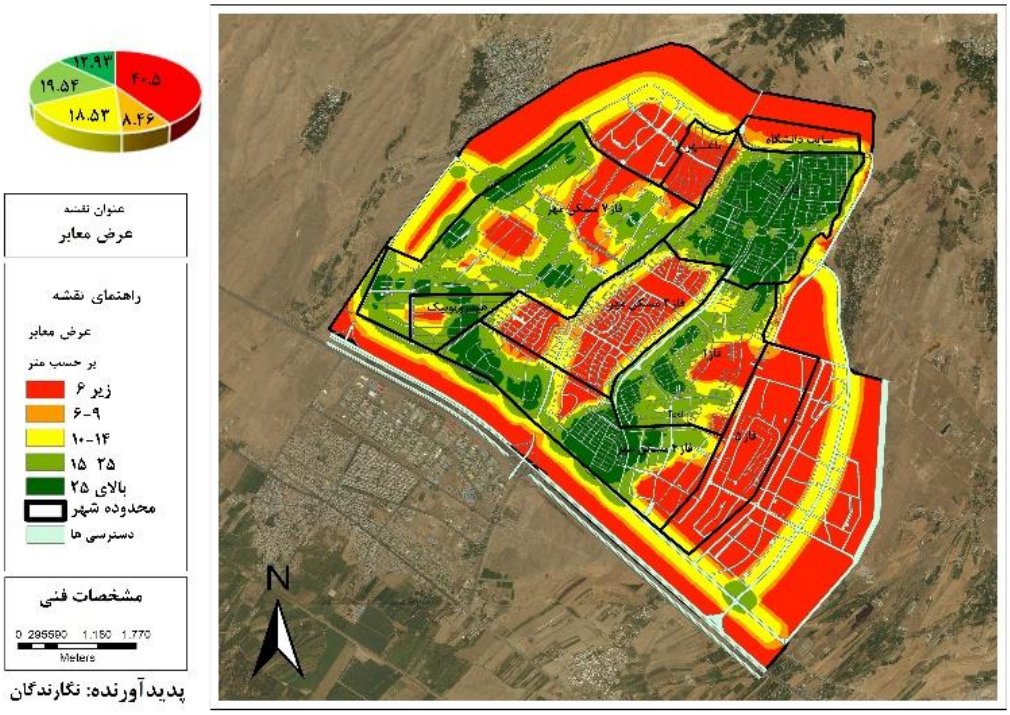
شکل ۸) نقشه فاصله از مراکز امدادی شهر هشتگرد جدید در نرم‌افزار GIS

لازم به ذکر است ساخت بیمارستان آغاز شده، اما در حال حاضر شهر با فقدان این کاربری مهم روبه‌رو است.

وضعیت معابر و شریان‌ها: عرض معابر و فاصله از شریان‌ها بر آسیب‌پذیری شهر تأثیر می‌گذارند. هر چه فاصله از شریان‌ها بیشتر باشد، احتمال آسیب‌پذیری بیشتر است، زیرا امکان گریز از موقعیت‌های خطرناک و دسترسی به مناطق امن، همچنین تخلیه مجروحان و کشته‌شدگان با مشکل روبه‌رو می‌شود. برای به‌دست‌آوردن این آسیب‌پذیری، فاصله تمام نقاط شهر از معابر بررسی شد (شکل ۹). عرض معابر، ظرفیت آنها را برای تردد و امدادرسانی نشان می‌دهد، هرچه عرض معابر بیشتر باشد، آسیب‌پذیری آنها کمتر می‌شود. برای به‌دست‌آوردن این آسیب‌پذیری، عرض معابر شهر بررسی شد (شکل ۱۰).



شکل ۹) نقشه فاصله از شریان‌ها و معابر شهر جدید هشتگرد در نرم‌افزار GIS

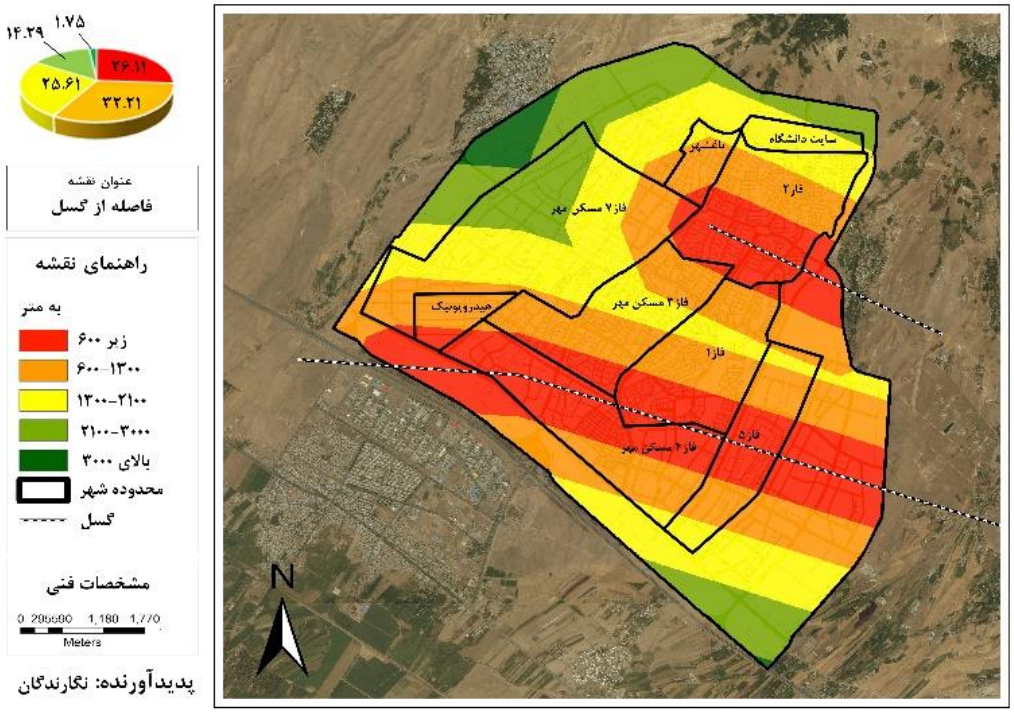


شکل ۱۰) نقشه عرض معابر شهر جدید هشتگرد در نرم‌افزار GIS

این بررسی‌ها نشان دادند شهر جدید هشتگرد از نظر عرض معابر در وضعیت نامناسبی قرار دارد (به ویژه فازهای ۵ و ۷)، در حالی که گستردگی شریان‌ها و معابر آن مناسب است.

فاصله از گسل: شهر جدید هشتگرد دارای دو گسل است؛ یکی از آنها از مرکز شهر که دارای بیشترین تراکم جمعیتی است و دیگری از شمال شرق شهر (در مجاورت فاز ۲) که دارای بیشترین تراکم ساختمانی است می‌گذرد (شکل‌های ۵، ۶ و ۱۱). برای تهیه نقشه این آسیب‌پذیری، فاصله تمام نقاط شهر نسبت به گسل‌ها محاسبه شد (شکل ۱۱).

بررسی‌ها نشان دادند شهر جدید هشتگرد از نظر شاخص فاصله از گسل در وضعیت بحرانی قرار دارد، بیش از نیمی از مساحت شهر (فازهای ۱، ۲، ۴ و ۵) در مجاورت گسل‌ها هستند و در این مناطق، بیشترین ساختمان‌سازی صورت گرفته است، در نتیجه حریم گسل رعایت نشده است.



شکل ۱۱) نقشه فاصله از گسل در شهر جدید هشتگرد در نرم‌افزار GIS

شکل ۱۲) نقشه پهنه بحرانی شهر جدید هشتگرد در نرم‌افزار GIS

پهنه بحرانی: با روی هم انداختن لایه‌های آسیب‌پذیری شهر نسبت به شاخص‌های دسترسی به فضاهای سبز، تراکم جمعیتی، تراکم ساختمانی، کاربری زمین، دسترسی به شریان‌ها و معابر، فاصله از گسل و عرض معابر به ترتیب با ضریب اهمیت ۰/۱، ۰/۷۶، ۰/۷۴، ۰/۶۰، ۰/۵۶، ۰/۸۳ و ۰/۶۰ نقشه پهنه بحرانی به‌دست آمد (شکل ۱۲). طبق جدول ۲، آسیب‌پذیری ۸۱/۴% مساحت شهر در وضعیت متوسط تا بسیار خوب قرار دارد، ضعف‌های موجود و تهدیدهای پیش‌رو نیز با برنامه‌ریزی مناسب تا حد امکان قابل حل هستند. جدیدبودن شهر را می‌توان به عنوان فرصتی برای اصلاح مشکلات و برنامه‌ریزی بهتر برای کاهش هرچه بیشتر آسیب‌پذیری در برابر زلزله در نظر گرفت؛ اما فازهای ۱، ۲، ۳ و بخشی از فاز ۴ شهر در وضعیت بحرانی قرار دارند و در هنگام وقوع زلزله احتمالی متحمل خسارات جانی و مالی فراوانی خواهند شد.

جدول ۲) پهنه بحرانی شهر جدید هشتگرد، سال ۱۳۹۸

ردیف	وضعیت آسیب‌پذیری	مساحت (کیلومتر مربع)*	درصد مساحت
۱	بسیار کم	۱۰/۸۹۲۸۷۵	۲۵/۴۲
۲	کم	۱۲/۶۳۷۷۳	۲۹/۴۹
۳	متوسط	۱۱/۴۵۴۳۵۴	۲۶/۷۳
۴	زیاد	۵/۱۹۲۴۵	۱۲/۱۱
۵	خیلی زیاد	۲/۶۶۴۲۵۵	۶/۲۱

*مساحت کل= ۴۲/۸۴۴۴۳۶ کیلومتر مربع

بحث

علاوه بر مشکلات موجود در کالبد شهر از جمله شیب زیاد، بافت منفصل و معابر شکل نگرفته، بررسی‌ها نشان می‌دهند با وجود مساحت کافی فضای سبز شهری، پخشایش آن نامناسب بوده است، این مسئله در فازهای ۷ و ۵ به وضوح قابل رویت است. این موضوع سبب می‌شود هنگام وقوع سوانحی مانند زلزله، یافتن محل‌هایی برای تخلیه مردم و تعبیه اسکان موقت برای آنها با مشکل روبرو شود.

وضعیت نامناسب فضای سبز شهری، در شهرهای جدید دیگر هم قابل توجه است. به‌طور مثال افزایش نیاز مردم شهر جدید اندیشه به فضای سبز شهری و فضای سبز اطراف شهر، پارک‌ها و فضای سبز اطراف را تحت فشار جمعیتی قرار داده است. این فشار خود باعث تخریب و فرسودگی فضای سبز می‌شود [Ghanavati *et al.*, 2010]. در نتیجه می‌توان پی برد سرانه موجود فضای سبز شهر جدید اندیشه مناسب جمعیت آن نیست [Farhadkhah *et al.*, 2016].

همچنین جمعیت و ساختمان‌ها در راستای محور ورودی شهر دارای تراکم بالایی هستند و این موضوع موجب بالارفتن آسیب‌پذیری فازهای ۱ و ۲ شده است.

مشکل جذب جمعیت بیش از ظرفیت شهر، در شهر جدید اندیشه نیز قابل توجه است. ارزان‌بودن زمین در این شهر به نسبت شهرهای اطراف باعث شده تا جمعیت زیادی برای تهیه زمین و مسکن به این شهر هجوم بیاورند. این مسئله با اینکه در راستای اهداف کلی طرح جامع شهر جدید اندیشه است، اما سکونت ۷۵۵۹۶ نفر در سال ۱۳۸۵ در آن، کمی بیش از پیش‌بینی‌های به‌عمل‌آمده به نظر می‌رسد [Ghanavati *et al.*, 2010].

همچنین ساخت‌وساز با سرعت بالا در شهرهای جدید، بدون در نظرگرفتن خطرزابودن تراکم ساختمانی بالا بر نگرانی‌ها می‌افزاید. جدول ۳ ساخت‌وساز در چند شهر جدید را بیان می‌کند:

جدول ۳) فعالیت‌های انجام‌شده در زمینه ساخت‌وساز واحدهای مسکونی شهرهای جدید به تفکیک سازندگان [Khazaie, 2012]

فعالیت‌های انجام‌شده	هشتگرد	اندیشه	پردیس	پرند
تعاونی				
در دست اجرا	۱۷۰۵۸	۴۱۹۱	۶۹۴۸	۳۱۱۷
تکمیل‌شده	۸۱۵۰	۱۳۳۸۱	۹۷۸۸	۸۶۹
انبوه‌سازی				
در دست اجرا	۱۸۱۳۹	۱۰۱۰	۱۱۶۶۹	۱۶۴۱۶
تکمیل‌شده	۲۵۸۲	۲۸۴۰	۶۱۵	۸۰۵۴
انفرادی				
در دست اجرا	۷۹۴	۹۳۰	۱۸۴	۱۴۰
تکمیل‌شده	۶۴۰	۱۷۰۴	۹۵	۶۰۰
جمع کل	۴۷۳۶۳	۲۴۰۵۶	۲۹۲۹۹	۲۹۱۹۶

به علاوه حضور کاربری‌های ناسازگار (به‌ویژه در فاز ۴)، عدم وجود بیمارستان در شهر و نیاز به افزایش مراکز امدادی برای سرعت‌بخشیدن به عملیات امداد و نجات و خدمات‌رسانی به آسیب‌دیدگان (به ویژه در فاز ۲ و ۵)، از مشکلات این شهر است:

عدم توجه به مکانیابی مناسب کاربری‌های ناسازگار در شهر جدید اندیشه نیز نگرانی‌هایی را برای ساکنین این شهر ایجاد کرده است. نزدیکی اراضی شهر با نیروگاه برق منتظم قائم، عبور کابل‌های فشار قوی از اراضی شهر و عدم رعایت حریم مناسب از این دکل‌ها (۴۰۰متر) می‌تواند تأثیرات منفی زیادی روی ساکنین بگذارد [Ghanavati *et al.*, 2010].

مطالعات نشان می‌دهد کمبود مراکز امدادی از دلایل اصلی نارضایتی ساکنین شهرهای جدید به شمار می‌رود. در ادامه به وضعیت مراکز امدادی چند شهر جدید اشاره خواهد شد (جدول ۴). عبور دو گسل از مناطق پرجمعیت و برنامه‌ریزی، مکان‌یابی و ساخت‌وساز بدون‌توجه به موقعیت گسل‌ها، وجود معابر کم‌عرض و پایین‌بودن ظرفیت آنها جهت تردد و امدادرسانی (به ویژه در فازهای ۳، ۵ و ۷) بر مشکلات یادشده می‌افزاید.

علی‌رغم وجود سیاستی با عنوان توجه به ایمنی محیط و مدیریت بحران در برابر سوانح طبیعی و مصنوعی که شامل توجه ویژه به خطرپذیری و بحران‌های محتمل طبیعی و مصنوعی در مکان‌یابی نسل نوی شهرهای جدید و شهرک‌ها است [New Towns Development, 2017]، مکان‌یابی شهرهای جدید با مشکلات اساسی روبرو است.

جدول ٤) وضعیت مراکز امدادی برخی از شهرهای جدید

ردیف	شهر	مشکلات مراکز امدادی
۱	**پرند**	شروع ساخت اولین سوله مدیریت بحران در تاریخ ۹ مرداد ۱۳۹۹ در حالی که شروع ساخت شهر سال ۱۳۸۳ بوده است [Parand Municipal, 2020].
۲	**رامشار**	شهر جدید رامشار در سال ۱۳۸۵ تنها دارای یک مرکز اورژانس و یک مرکز بهداشتی درمانی برای ٤۰۰۰ سکنه بوده، در حالی که شهر در سال ۱۳۷۰ توسط شرکت عمران شهر شروع به ساختن شده است [Bazi, 2016].
۳	**اندیشه**	سرانه مراکز بهداشتی و درمانی این شهر ۰/۵۲ است در حالی که سرانه استاندارد باید ۱/۵-۱ باشد. در نتیجه در وضعیت نامناسبی قرار دارد. این شهر با کمبود امکانات بهداشتی درمانی همچون عدم وجود بیمارستان در شهر روبه‌روست. [Farhadkhah *et al.*, 2016].
۴	**بینالود**	دسترسی به مراکز امدادی و مراکز بهداشت و درمان در شهر جدید بینالود بسیار ضعیف بوده و ساکنان این شهر نارضایتی فراوانی در این زمینه دارند [Ziari & Ahmadi, 2015].
۵	**پردیس**	در حال حاضر یک درمانگاه در فاز دو و یک ساختمان اورژانس در شهر فعالیت دارد. تعداد محدودی پزشک عمومی و دندانپزشک به‌طور خصوصی در فاز یک مطب دارند. کمبود پزشک متخصص و خدمات امداد و اورژانس در سطح شهر پردیس احساس می‌شود [Ziari *et al.*, 2014].

جدول ۲) ارائه راهکار مناسب برای کاهش آسیب‌پذیری بافت شهر جدید هشتگرد

ردیف	شاخص	راهکار
۱	**دسترسی به فضاهای سبز**	جلوگیری از تبدیل باغ‌ها و فضاهای سبز شهر به زمین‌های مسکونی (به‌ویژه حاشیه شمال غربی شهر و فازهای ۳، ٤ و ۷ که مختص مسکن مهر و انبوه‌سازی است) به دلیل کاهش سرانه فضای سبز مورد نیاز پس از زلزله توصیه می‌شود. مجهز کردن فضاهای سبز شهری به تمهیدات مورد نیاز بعد از زلزله مانند مخازن آب و انبار در تمامی پارک‌ها و فضاهای سبز سرتاسر شهر توصیه می‌شود تا این فضاها آماده پاسخگویی به آسیب‌دیدگان پس از زلزله باشند. ایجاد فضاهای سبز در فازهای ۱، ٤، ۵ و ۷ به دلیل ایجاد پخشایش مناسب فضای سبز در شهر توصیه می‌شود. احداث فضای سبز در اطراف گسل های شهر که از فاز ۱، ۲، ٤ و ۵ عبور می‌کنند برای ایجاد حریم گسل و کاهش ساخت و ساز توصیه می‌شود.
۲	**تراکم جمعیتی و ساختمانی**	جلوگیری از بلندمرتبه‌سازی در شهر به ویژه فازهای ۳، ٤ و ۷ که مختص مسکن مهر در شهر هستند برای کاهش تمرکز جمعیت در این قسمت‌ها توصیه می‌شود. ایجاد پیوستگی در کل شهر و اصلاح منظر نامناسب ایجادشده به دلیل ساخت‌وساز به شکل پراکنده توصیه می‌شود. ممنوع‌کردن ساخت ساختمان‌ها و بالابردن تراکم جمعیت در شیب زیاد (به‌ویژه در مناطق شمالی شهر که شیب بیشتری دارند) برای کاهش خطر تخریب آنها به هنگام زلزله توصیه می‌شود. برنامه‌ریزی پراکندگی نسبی جمعیت در سطح شهر با جلوگیری افزایش جمعیت در مرکز شهر (فازهای ۱، ۲ و ۳) و هدایت آن به فازهای کم جمعیت‌تر (مانند ۷ و ۵) با ایجاد پخشایش مناسب امکانات در سراسر شهر توصیه می‌شود. جلوگیری از مهاجرت بیش از حد برای کنترل جمعیت با توجه به ارزانی قیمت زمین و مسکن در شهرهای جدید توصیه می‌شود.
۳	**کاربری زمین**	جلوگیری از ساخت کاربری‌های ناسازگار در آینده برای نمونه عدم همجواری مدرسه با منبع آب، صنایع شیمیایی و مراکز صنعتی با مناطق مسکونی در بافت شهری به ویژه فاز چهار که تجمع کاربری‌های ناسازگار در آن دیده می‌شود توصیه می‌شود. ایجاد کاربری‌های چند عملکردی (قبل زلزله با عنوان خود کاربری و بعد از آن جهت امداد و اسکان) با توجه به نبود کاربری‌های امدادی مناسب و کافی در سطح شهر توصیه می‌شود.
۴	**مراکز امدادی**	ساخت بیمارستان و مراکز مدیریت بحران در تمام شهر به دلیل فقدان این مراکز امدادی در شهر توصیه می‌شود. قابلیت افزایش ابعاد ساختمان این مراکز برای افزایش ظرفیت آن هنگام بحران به دلیل رو به رشدبودن جمعیت شهر و بالارفتن توان پاسخگویی این مراکز در شرایط بحران توصیه می‌شود.
۵	**معابر**	طراحی مجدد معابر ساخته نشده به دلیل کم‌عرض‌بودن برخی از معابر به ویژه در فازهای ۵ و ۷ برای سهولت در امداد و نجات توصیه می‌شود. در نظر گرفتن مسیرهای انحرافی جایگزین برای مسیرهای نامناسب به ویژه در فاز ۳ که بافت آن تقریبا تکمیل‌شده و طراحی مجدد امکان‌پذیر نیست.
۶	**وجود گسل**	دوری از ساخت‌وساز اطراف گسل‌ها و تبدیل این نواحی به فضای سبز در فازهای ۱، ۲، ٤ و ۵ که گسل از آنها عبور کرده است توصیه می‌شود.

به‌طور مثال مطالعات زمین‌شناسی شهر جدید اندیشه بیانگر این است که شهر در نزدیکی گسل ورامین- کهریزک احداث شده است و احتمال وقوع زلزله در این مکان وجود دارد [Ghanavati *et al.*, 2010]. معابر و شریان‌ها در شهرهای جدید دیگر مانند پرند و

اندیشه نیز از وضعیت مناسبی برخوردار نیستند. بررسی‌ها نشان می‌دهد پایین‌ترین حد رضایت ساکنان شهر جدید پرند از سازمان دسترسی و حمل‌ونقل (مسیرهای حمل‌ونقل اصلی و دسترسی به کاربری‌های مهم) است. این مساله علی‌رغم مزیت‌های بالقوه این شهر برای شهروندان خود، معضلاتی را برای آنها به وجود می‌آورد. در این راستا بهبود دسترسی‌ها در سطح شهر و افزایش کیفیت دسترسی فرامحلی راهکارهای مناسبی در این زمینه به نظر می‌رسند [Shamai & Shahsavari, 2017]. این نارضایتی در شهر جدید اندیشه نیز دیده می‌شود [Farhadkhah *et al.*, 2016].در نهایت با روی هم انداختن لایه‌های آسیب‌پذیری مشخص شد ۵۴/۹۱% از مساحت شهر آسیب‌پذیری کم و بسیار کم دارند. این مناطق بخش‌های زیادی از فاز ۴، ۵، ۷ و باغشهر را شامل می‌شوند. همچنین ۲۶/۷۳% مساحت شهر آسیب‌پذیری متوسط و ۱۸/۳۲% آن آسیب‌پذیری بالا دارند. فازهای ۱، ۲، ۳ و قسمت کمی از فاز ۴ در طیف مناطق آسیب‌پذیر جای می‌گیرند.

نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های مقاله *عیسی‌لو* و همکاران منطبق است. چنانچه براساس نتایج پژوهش آنها شمال منطقه ۱ تهران به دلیل معابر با عرض کم، تراکم جمعیتی بالا، تأثیر حضور گسلی شناور و گسل شمال تهران، حضور کاربری‌های خطرزا مانند پمپ بنزین در بافت مسکونی و دسترسی محدود برخی قسمت‌ها به مراکز امداد و نجات یکی از نقاط ناامن و آسیب‌پذیر منطقه در برابر زلزله است [Isalou *et al.*, 2017]. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش *بهاتارایی* و همکاران در خصوص ارزیابی آسیب‌پذیری بافت شهری همسو است. براساس یافته‌های آنها ساختمان‌سازی متراکم، عدم دسترسی به بسیاری از خانه‌ها توسط وسایل نقلیه امدادی (عرض کم معابر) و توزیع نامناسب ساختمان‌ها نسبت به شبکه حمل‌ونقل شهری از عوامل اصلی آسیب‌پذیری نپال هستند [Bhattarai & Conway, 2010]. افزون بر این، نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش *پریویترا* و *لاروسا* مطابقت دارد. آنها آسیب‌پذیری لرزه‌ای و ناکارآمدی بافت شهر کاتانیا در کشور ایتالیا را با پیشنهاد گسترش فضاهای سبز در سطح محله منحل کرده و آن را به محلی قابل سکونت، سالم و امن‌تر تبدیل کرده‌اند [Privitera & La Rosa, 2018].

نگارندگان بر مبنای پژوهش انجام‌شده و مشکلات موجود در شهر، راهکارهایی را جهت کاهش آسیب‌پذیری آن در برابر زلزله احتمالی، گردآوری کرده‌اند که به برخی از آنها در جدول ۵ اشاره شده است:

نتیجه‌گیری

میزان تلاش‌هایی که یک شهر پیش از وقوع زلزله انجام می‌دهد، تعیین‌کننده وضعیت آن شهر بعد از وقوع این سانحه است؛ بنابراین میزان خسارات و تلفات بستگی به آمادگی جامعه در برابر سوانح دارد. از عوامل تعیین‌کننده آسیب‌پذیری شهرها در برابر سوانح می‌توان به وضعیت معابر، تراکم ساختمانی و جمعیتی، وجود گسل‌ها و میزان فضاهای سبز شهری اشاره کرد. گزینش و اولویت‌بندی این عوامل اهمیت بسیار بالایی دارد، زیرا بر حسب آن می‌توان در هنگام بروز سوانح، عملکرد مناسب‌تری داشت. با کمک گرفتن از شاخص‌های مذکور مشخص شده است فازهای ۱، ۲، ۳ و قسمتی از ۴ که در راستای محور ورودی شهر جدید هشتگرد قرار دارند به دلیل تمرکز جمعیت و ساختمان، عبور دو گسل، توزیع نامناسب فضای سبز، حضور کاربری‌های ناسازگار و خطرزا، عرض کم برخی از معابر بیشترین آسیب‌پذیری را دارند. در مقابل فازهای ۵، ۷ و باغشهر با تراکم جمعیتی و ساختمانی کمتر، عدم حضور کاربری‌های ناسازگار، وجود مراکز امدادی متعدد، معابر گسترده و دوری از گسل‌ها (به استثنای فاز ۵) دارای آسیب‌پذیری با درجه کم هستند.

تشکر و قدردانی: از همراهی و همکاری اساتید دانشگاه شهید بهشتی در مصاحبه این مطالعه کمال سپاس و تشکر را داریم.

تأییدیه اخلاقی: موردی از سوی نویسدگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی از سوی نویسدگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: علیرضا فلاحی (نویسنده اول)، تحلیلگر آماری/پژوهشگر اصلی (۵۰٪)؛ آتوسا حسنی (نویسنده دوم)، نگارنده بحث/روش‌شناس (۵۰٪).

منابع مالی: این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آتوسا حسنی در رشته بازسازی پس از سانحه با عنوان «برنامه‌ریزی کاهش آسیب‌پذیری شهر جدید هشتگرد در برابر زلزله» در دانشگاه شهید بهشتی، که با راهنمایی دکتر علیرضا فلاحی انجام شده است. هزینه‌های پژوهش منتج به این مقاله بر عهده نویسنده دوم بوده است.

منابع

Ahadnejad Reveshty M, Zolfi A, Norozi M, Jalili K (2011). The assessment of urban social vulnerability to earthquakes case study: Khoramdareh city. Geographical Journal of Chashmandaz-e-Zagros. 3(7):81-98. [Persian]

Ahmadi H (1997). The role of urban planning in reducing the vulnerability of the city. Housing and Rural Environment Journal. (229):61-70. [Persian]

Alimardan S, Solaymani Azad Sh, Ghorashi M, Ghorashi MR, Oveisi B, Hatami A (2015). Morphotectonic markers and active faulting research in Hashtgerd New town, west of Karaj. Geoscience Journal. 24:227-234. [Persian]

Aslani F (2018). Understanding, analyzing and reducing the vulnerability to earthquakes (case study of east Golestan neighborhood unit: Tehran district 22). Disaster Prevention and Management Knowledge (DPMIK). 8(3):241-254, [Persian]

Bahraini SH, Masayeli S (1996). Land use planning in earthquake zones (Mangil, Roudbar & Lowshan). 1th ed. Saeedi A, editor. Tehran: Disaster Research Institute Publications. [Persian]

Bazi K (2016). Reflection on the issues and problems of new cities with emphasis on the new city of Ramshar (Zabul). Green Architecture Journal. (3):19-30. [Persian]

Bhattarai K, Conway D (2010). Urban vulnerabilities in

Ma X, Ohno R (2018). earthquake resistant residential neighborhood in China: Examination of vulnerability in outdoor spaces. Asian Journal of Environment-Behaviour Studies. 3(7):59-69.
Merlin P (2000). New towns and European spatial development.
Mobaraki O, Kashani Asl A (2014). The role of urban planning in crisis management with an emphasis on earthquakes case study of Ahar city). International Journal of Basic Science & Applied Research. 3:256-263.
Mohammadbeigi A, Mohammadsalehi N, Aligol M (2015). Validity and reliability of the instruments and types of measurements in health applied researches. Journal of Rafsanjan University of Medical Science. 13(12):1153-1170. [Persian]
Mohammadi A, Ashouri K, Robati M (2017). Evaluating the components of instutional and social resilience in urban spontaneous settlements, case study: Naisar separated urban district in Sanandaj. Motaleate Shahri Journal of Urban Studies. 6(22):75-88. [Persian]
Negaresh H (2005). Earthquakes, cities and faults. Geographical Research Quarterly Journal. 37(1):34-51. [Persian]
New Towns Development (2017). National document for development of new towns. Tehran: Ministry of Roads and Urban Development Publiction. [Persian]
Parand Municipal [Internet]. Construction of the first crisis management shed in 60 days [Cited 2020, 5 August; Published year, 2020, 21 July]. Parnd: Parand Municipal Publications
Paykadeh Consulting Engineers (2010). Review of the comprehensive plan of Hashtgerd new town. Report on current status studies. [Persian]
Privitera R, La Rosa D (2018). Reducing seismic vulnerability and energy demand of cities through green infrastructure. Sustainability Journal. 10(8):1-21.
Rumbach A (2014). Do new towns increase disaster risk? Evidence from Kolkata, India. Habitat International. 43:117-124.
Shamai A, Shahsavari A (2017). Assessment the quality of life in new towns, case study: New town of Parand. Geographical Journal of Territory. 14(54):1-16. [Persian]
Talebzadeh MH (2010). Unsustainable physical development of cities and their vulnerability to natural disasters. Housing and Rural Environment. 28(128):98-111. [Persian]
Yaran A, Mohammadi Khoshbin H (2012). The analysis of self-Sufficiency in new cities comparing Iran's experience, Hashtgerd new city, and South Korea. Iranian Architectural and Urban Journal. 4:99-112. [Persian]
Zebar-Dast E, Jahan-Shahlou L (2007). A survey about Hashtgerd new city operation in surplus population attraction.
Geography and Development Iranian Journal. 5(10):5-22. [Persian]
Ziari K, Asadi S, Rabbani T, Molaei Qelich M (2014). Assessment of spatial structure and providing urban development strategies for new town of Pardis. Human Geography Research Quarterly. 45(4):1-28. [Persian]
Ziari K, Pilevar A, Ahmadi M (2015). Analysis of measure quality of life in new towns, case study: New city of Binalud. Geographical Planning of Space Quarterly Journal. 5(16):19-36. [Persian]
the Kathmandu valley, Nepal: Visualization of human/hazard interactions. Journal of Geographic Information System. 2(2):63-84.
Borden K, Schmidtlein M, Emrich C, Piegorsch W, Cutter S (2007). Vulnerability of U.S. cities to environmental hazards. Journal of Homeland Security and Emergency Management. 4(2):1-21.
Burton CG (2012). The development of metrics for community resilience to natural disasters [dissertation]. Columbia: University of South Carolina.
Cutter SL, Barnes L, Berry M, Burton Ch, Evans E, Tate E, et al (2008). Community and regional resilience: perspectives from hazards, disasters and emergency management. Columbia: University of South Carolina Publictions.
Dadbood A, Zangiabadi A (2019). Prioritization of effective factors on vulnerable areas of physical texture of Gorgan city, Iran. Geographical Researches. 34(3):369-376. [Persian]
Darban Astane AR, Sheykhzadeh M, Bazgeer S (2018). The strategies for vulnerability mitigation of residential context against the earthquake a case Study for 6th region of Tehran city. Geographical Urban Planning Research Journal. 6(2):265-288. [Persian]
Fallahi A, Montazeriun M, Aslani F (2018). Evaluation effect of muharram mourning ceremony on social resilience against disasters. Scientific journal of rescue and relief. 10(2):74-89. [Persian]
Farhadkhah H, Hataminejad H, Arvin M, Moradpoor N (2018). An evaluation of assumed quality of life in the new city of Andisheh. Quaterly of Environmental Based Territorial Planning. 10(39):105-130. [Persian]
Ghanavati E, Barzegar S, Ganbabanejhad M (2010). Assessment site selection new towns in Iran case study: Andishe new town. Geographical Journal of Chashmandaz-e-Zagros. 2(5):147-163. [Persian]
Hajinejad A, Badali A, Aghaei V (2016). The survey effective factors in vulnerability due earthquake in informal district of city zones with application of GIS, case study: 1 and 5 zones of Tabriz. Journal of Natural Environment Hazards. 4(6):33-56. [Persian]
Heydari MJ (2018). The vulnerability assessment of urban fabric in earthquake against, case study: Old fabric of Zanjan city). Journal of Geographical Engineering of Territory. 2(3):101-115. [Persian]
Isalou Sh, Latifi GR, Goodarzy V (2017). Assessment of physical vulnerability of the texture in district 1 of Tehran city against possible earthquakes using "IHWP" method and "GIS" system. Scientific Research Quarterly of Geographical Data (Sepehr). 25(100):73-87. [Persian]
Khazaei Z (2012). Examination intsrumentality effective ao the drow population to new towns case study: Hashtgerd new town. Geographical Research of Territory. 32(8):113-124. [Persian]
Kial A, Aghili M (2009). Analyzing and locating Mashhad fire stations using AHP and GIS. National Conference on Spatial Information System (GIS). 2008, 22-23 Novamber: Theran. pp. 1-10. [Persian]
Zhang ZH (2019). A discussion on institutional improvement for ecological civilization and landscape governance in China. Landscape Architecture Frontiers. 7(3):100-105.