The seismic vulnerability assessment of Housing of Tabriz (Case Study: District 10)

- Marziyeh Esmaeelpour [1]
- manijeh lalehpour [2]
- Samaneh Mamaghani [3]

[1] Assistant Professor,, University of Maragheh

[2] Associate Professor, University of Maragheh

[3] M.A., Graduated from University of Maragheh

Introduction

Natural hazards, with various types and extent, as recurring and destructive phenomena, have always existed throughout the life of the planet and have always been a serious threat to humans since the creation of mankind (Rajabi et al., 2018: 184). Among the natural hazards, earthquake is one of the most horrible ones in the history of mankind, which belongs in the category of immediate dangers. This natural phenomenon can be characterized by their high destructive potential and the brutal killing in a short time (Taghipour, 2016: 195).

There are many definitions of vulnerability in the literature. Vulnerability is defined as "a state combining physical, economic and environmental factors, which increases system sensibility to danger" by the United Nations/International Strategy for Disaster Reduction (Peng, 2012: 95). One of the most effective strategies to reduce social and economic losses resulted from earthquakes is to mitigate the vulnerability of society to seismic hazards based on an accurate and scientific risk assessment (Wei et al., 2017: 1289). It is not possible to accurately predict the earthquake, but the earthquake can be studied from the following two aspects, so the casualties caused by the earthquake decrease as much as possible. First, seismic vulnerability should be assessed before the earthquake, and the construction of disaster prevention and reduction system should be strengthened in the regions with relative high vulnerability of population. Second, according to the estimated casualties, the reasonable rescue measures would be deployed to carry out the effective rescue (Zhang et al., 2018: 2).

Data and Method

In the present study, the seismic vulnerability of district 10 of Tabriz due to its proximity to Tabriz fault has been assessed. District 10 is one of the northern areas of the city and its texture is mainly marginal, which increases the vulnerability to earthquake. Various factors affect the vulnerability of an urban area to earthquake including height and age of the buildings, the quality of materials, population density and distance to active faults (Khamespanah et al., 2016: 58). In the present study, 12 factor were applied to investigate the seismic vulnerability of district 10 of Tabriz metropolis: slope, distance to fault, to hazardous installations, to the hospitals and fire stations, population density, residential density, access to open urban public spaces, number of building floors, building quality, materials and urban grain.

In order to present the vulnerability map of district 10, thematic layers of the studied criteria were prepared and transformed into fuzzy. Decreasing and increasing linear functions were used to fuzzification the thematic layers. The five fuzzy operators i.e. and, or, product, sum and gamma can be used for combining thematic maps. The operator used in this study to integrate a fuzzy subject layer is the gamma operator. Also, the vulnerability coefficient of district 10 to the average

earthquake intensity was calculated. The range of numbers obtained from the vulnerability coefficient is between 0 and 1, indicating lack of damage and a building collapse, respectively. (Ahadnezhad Reveshti et al., 2010: 182).

Results and Discussion

In order to assess the seismic vulnerability, it is necessary to generate a seismic micro zonation map for the study area. To this end, 3 steps were performed as follows:

Thematic layers affecting seismic vulnerability were prepared in the GIS environment and their spatial distribution in the district 10 of Tabriz was evaluated.

In this step, thematic layers were transformed into fuzzy using fuzzy functions. Fuzzy thematic layers were combined using a fuzzy operator and a seismic vulnerability map was prepared for district 10 of Tabriz.

The results of seismic zoning of region 10 of Tabriz using fuzzy logic can be summarized as follows:

- About 4.5% of the study area is in a very high vulnerability and 12.6% of its area is in a high vulnerability class. Also, the total area of low and very low vulnerability zones is about 64.9%. Very low vulnerable areas correspond to the barren lands, green spaces and all open spaces of the district. In addition, in Eram neighborhoods in the north of the study area, residential and population density are much lower than others. Some of the southern neighborhoods of this region, such as Sheshgalan and Daveh Chi, are less vulnerable to earthquakes due to the lower population and residential density, proximity to the hospital, to green spaces and less distance to the fire station. .
- Neighborhoods such as Khalilabad and Ghorbani in the central parts of district 10, are among the most vulnerable ones to earthquakes. Factors such as high population and residential density, lack of access to urban open spaces are the most important reasons for the high vulnerability of these areas. The central neighborhoods of district 10 are the most vulnerable to earthquake hazard. Due to the high population density in these areas, a large earthquake can lead to severe damage and loss of life in these areas. The results of damage analysis in district 10 of Tabriz, considering a possible earthquake with a magnitude of 10, show that the northern and southern parts of region 10 are in class D0 against a possible earthquake and will be without damage. About 6.4% of urban spaces in the study area are in Class D3, which will suffer significant to severe damage. Finally, about 0.6% of urban spaces in the study area are in class D5. This class includes part of the central neighborhoods and indicates the very high vulnerability of these areas to an earthquake.

Conclusion

Findings show that vulnerability is higher in the central neighborhoods of district 10. Factors such as high residential and population density, old tissue, distance to hospitals and lack of access to public open spaces are the most important factors that cause very high seismic vulnerability in this part of the city. District 10 of Tabriz is located near the large north fault of Tabriz and in this regard, the whole area is vulnerable to earthquake. However, proximity to the fault alone cannot be a measure of the vulnerability of urban buildings and structures, but planning and physical factors in the city can aggravate or, conversely, reduce seismic vulnerability. The results of the seismic vulnerability coefficient of the study area to a possible earthquake with a magnitude of 10 show that the buildings located in the central neighborhoods of district 10 have the highest seismic vulnerability. Due to the high population and residential density in these areas, during an earthquake there will undoubtedly be very high and catastrophic casualties and financial losses.

Key Words: urban housing, seismic vulnerability, fuzzy logic, geographic information System, district 10 of Tabriz

Refrences:

- ابوئی اشکذری، علیرضا، (1391)، مدیریت بحران زلزله با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) ، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید GISپایان‌نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور و .(نمونه موردی: شهر یزد) چمران اهواز.
- احدنژاد روشتی، محسن، قرخلو، مهدی، زیاری، کرامت الله، (1389)، مدل‌سازی آسیب‌پذیری ساختمانی شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی نمونه موردی: شهر زنجان، جغرافیا و توسعه، پیاپی 19، صص 198-171.
- احمدی، حسن، (1376)، نقش شهرسازی در کاهش آسیب‌پذیری شهر. نشریه مسکن و انقلاب، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، تهران.
- اسدی، یاسمن، نیسانی سامانی، نجمه، کیاورز مقدم، مجید، عبداللهی، عطا، ارگانی، میثم، (1397)، مدلسازی مکانی آسیب‌پذیری لرزه‌ای ساختمان‌های شهری با تاکید بر تأثیر سفره آب زیرزمینی با استفاده از تئوری مجموعه-های راف، نشریه علمی-پژوهشی علوم وفنون نقشه برداری، دوره هشتم، شماره3، صص 229-217.
- اسفندیاری، فریبا، غفاری گیلانده، عطا، لطفی، خداداد، (1392)، مدل‌سازی ضریب آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تاپسیس در محیط GIS (مطالعه موردی شهر اردبیل) ، فصلنامه پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، شماره6، صص79-43.
- پورحسن‌زاده، محمد حسین، احمدی، قادر، (1397)، تحلیل آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر خطر زلزله با استفاده از مدل Topsis (مطالعه موردی: مساکن شهر ارومیه) ، نشریه علمی پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی، سال سوم، شماره4 ، صص26-11.
- اولین (تقی‌پور، علی اکبر، (1396)، ارزیابی آسیب‌پذیری شهری در برابر زلزله (نمونه موردی: شهر تبریز) ، کنفرانس بین المللی زلزله، مدیریت بحران، احیا و بازسازی، صص 9-1.
- حبیبی، کیومرث، عزتی، محمد، ترابی، کمال، عزت پناه، بختیار، (1393)، بررسی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از مدل MIHWP (مطالعه موردی منطقه 10 تبریز)، نشریه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه-ریزی، سال 20، شماره 118-58108، صص .
- حمیـدی، ملیحه، (1371)، ارزیابی الگوهای قطعه بندی اراضی و بافت شهری در آسـیب‌پذیری مسکن از سـوانح طبیعی، مجموعه مقاالت سـمینار سیاست‌های توسعه مسـکن در ایران، سومین کنفرانس سیاست های مسکن در ایران، صص 67-56.
- پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مخاطرات (1397)رجبی، معصومه، حجازی، میراسدالله، روستایی، شهرام، عالی، نگین، ، طبیعی و ژئومورفولوژیکی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان سقز (مطالعه موردی: سیل و زلزله)، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال هفتم، شماره 2، صص 195-183.
- روستایی، شهرام، (1389)، پهنه بندی خطر گسل تبریز برای کاربری‌های مختلف اراضی شهری، فصلنامه جغرافیا و توسعه شماره 21، صص41-27.
- زارعمند، زهرا، (1398)، مدل‌سازی و پهنه‌بندی خطر زلزله با استفاده از مدل تاپسیس فازی (مورد: شهر کرمانشاه).پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی
- سرور، هوشنگ، کاشانی اصل، امیر، (1395)، ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی شهر اهر در برابر بحران زلزله، فصلنامه آمایش محیط، شماره 34، صص 108-87.
- شریفی‌کیا، محمد، شایان، سیاوش، امیری، شهرام، (1390)، سنجش آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی ناحیه ولشت از مخاطرات زمینی، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره 15، شماره 1، صص 150-125.
- صادقی جدیدی، الهام، گلی، علی، هاتف، نادر، (1395)، ارزیابی آسیب‌پذیری مساکن روستایی در برابر زلزله با رویکرد مدیریت بحران در استان فارس، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی، سال 5، شماره 4، صص 118-107.

- صادقی، نوشین، بزی، خدارحم، خواجه شاهکوهی، علیرضا، رضایی، حامد، (1394)، تحلیل و برآورد آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: شهر گرگان)، مجله آمایش جغرافیا و فضا، فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه گلستان، سال هفتم، شماره مسلسل بیست و پنجم، صص 88-73.
- عزیزی، محمد مهدی، اکبری، رضا، (1387)، ملاحظات شهرسازی در سنجش آسیب‌پذیری شهرها از زلزله (مطالعه موردی منطقه فرحزاد تهران)، نشریه هنرهای زیبا، شماره34، صص36-25.
- فاضل‌نیا، غریب، حکیم دوست، سیدیاسر و یدالله بلیانی، (1394)، راهنمای جامع مدل‌های کاربردی GIS در برنامه‌ریزی‌های شهری، روستایی و محیطی، انتشارات آزادپیما، چاپ اول.
- فیروزی، افسانه، بابایی اقدم، فریدون، بدلی، احد، (1391)، شناسایی محلات آسیب‌پذیر در برابر زلزله در سکونتگاه‌های غیررسمی مطالعه موردی شهر پارس‌آباد مغان .دومین کنفرانس ملی مدیریت بحران.
- قائد رحمتی، صفر، باستانی‌فر، ایمان، سلطانی، لیلا، (1389)، بررسی تأثیرات تراکم بر آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در شهر اصفهان (با رویکرد فازی)، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال 22، شماره 1، صص122-107.
- کرمی، محمدرضا، امیریان، سهراب، (1397)، پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهری ناشی از زلزله با استفاده از مدل AHP-FUZZY (مطالعه موردی شهر تبریز) نشریه علمی و پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی، سال سوم، شماره6 (سری جدید) پیاپی10، صص 124-110.
- گلی مختاری، لیلا، شکاری بادی، علی، بشکنی، زهرا، (1396)، ارزیابی میزان آسیب‌پذیری محدوده شهری کاشان در برابر خطر زلزله با استفاده از مدل IHPW ، مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره هفتم، شماره 16، صص 126-105.
- محمدپور، صابر، زالی، نادر، پوراحمد، احمد، (1394)، تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیر در بافت‌های فرسوده شهری (مطالعه موردی: محله سیروس تهران ، مجله پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره 48، (با رویکرد مدیریت زلزله شماره 1، صص52-33.
- زمین لرزه (مطالعه محمدزاده، رحمت، (1385)، بررسی نقش فضاهای باز و شبکه‌ی ارتباطی در کاهش آسیب موردی: منطقه باغمیشه تبریز)، صفه، دوره 20، شماره 50، صص112-103.
- مقدم، حسن، (1384)، زلزله بم،2700 سال تاریخ در 7 ثانیه از دست رفت، نشریه شهرسازی و معماری هفت شهر، سال پنجم و ششم، دوره 1، شماره 18 و 19، صص 15-3.
- موحد، علی، فیروزی، محمد علی، ایصافی، ایوب، (1391)، بررسی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری در برابر زلزله با استفاده از مدل سلسله مراتبی معکوس در سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهر مسجد سلیمان)، پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال 3، شماره 11، صص136-115.
- وارثی، حمیدرضا، (1391)، بررسی مقاومت ساختمان‌های مسکونی شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: شهر همدان)، فصلنامه هفت حصار، شماره اول، سال اول، صص 60-45.
- Alcántara-Ayala, Irasema; Goudie, Andrew. S. (2010). Geomorphological Hazards and Disaster Prevention. Cambridge University Press.
- Carreno, M. L., Cardona, O. D., & Barbat, A. H. (2012). New methodology for urban seismic risk assessment from a holistic perspective. Bulletin of earthquake engineering, 10 (2): 547-565.
- Khamespanah, F., Delavar, M.R., Moradi, M., Sheikhian, H., (2016). A GIS-based multi-criteria evaluation framework for uncertainty reduction in earthquake disaster management using granular computing, Geodesy and Cartography, 42 (2): 58-68.
- Kheirizadeh Arouq, M., Esmaeilpour, M., Sarvar, H. (2020). Vulnerability assessment of cities to earthquake based on the catastrophe theory: a case study of Tabriz city, Iran. Environmental earth Sciences, https://doi.org/10.1007/s12665-020-09103.
- Hyndman, D., and Hyndman. D. (2009). Natural Hazards and Disasters, Second Edition. Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Ma, X., Ohno, R. (2012). Examination of Vulnerability of Various Residential Areas in China for Earthquake Disaster Mitigation, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 35: 369-377.

- Nath, S. K., Adhikari, M. D., Maiti, S. K., Devaraj, N., Srivastava, N., and Mohapatra, L. D. (2014). Earthquake scenario in West Bengal with emphasis on seismic hazard microzonation of the city of Kolkata, India, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 14: 2549-2575.
- Peng, Y. (2012). Regional earthquake vulnerability assessment using a combination of MCDM methods. Ann Oper Res, 234: 95–110. https://doi.org/10.1007/s10479-012-1253-8.
- Rezaie, F. and Panahi, M. (2015). GIS modeling of seismic vulnerability of residential fabrics considering geotechnical, structural, social and physical distance indicators in Tehran using multi-criteria decision-making techniques, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 15: 461–474, https://doi.org/10.5194/nhess-15-461-2015.
- Sanders, M. H., and Clark. P. D. (2010). Geomorphology: Processes, Taxonomy and Applications. Nova Science Publishers, Inc. 216 P.
- Wei, B., Nie, G., Su, G., Sun, L., Bai, X., Qi, W. (2017). Risk assessment of people trapped in earthquake based on km grid: a case study of the 2014 Ludian earthquake, China, Geomatics, Natural Hazards and Risk, 8 (2): 1289-1305.
- Zhang, Y., Lin, Q., Liu,Y., Wang, Y., (2018). The quick assessment model of causalities for Asia based on the vulnerability of earthquake, Natural Hazards and Earth System Sciences, https://doi.org/10.5194/nhess-2018-21.