برآورد خطر زمین‌لرزه و پهنه‌بندی لرزه‌ای در گستره تهران

علی شاهسوند[۱]، محمد امیری[۲]، حبیب رحیمی[۳]
[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک گرایش زلزله‌شناسی، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، Ali.Shahsavand@ut.ac.ir
[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک گرایش زلزله‌شناسی، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، mohammadamiri0023@ut.ac.ir
[۳]دانشیار، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، rahimih@ut.ac.ir

چکیده

در این مقاله هدف، پهنه‌بندی خطر لرزه‌ای در تهران و مناطق مجاور آن است. در این راستا پس از شناسایی گسل‌های موجود در منطقه، بررسی نرخ لرزه‌خیزی و زمین‌ساخت منطقه مورد نظر و در انتها تهیه‌ی نقشه‌ی لرزه‌زمین‌ساخت عمل چشمه‌بندی صورت گرفت که منجر به تعیین هفت چشمه ناحیه‌ای بالقوه لرزه‌ای برای گستره‌ی مورد مطالعه گردید. پس از تعیین کردن پارامترهای لرزه‌خیزی برای هر چشمه، تحلیل خطر به صورت احتمالاتی صورت گرفت و نقشه‌های پهنه‌بندی خطر لرزه‌ای برای دوره بازگشت‌های ۴۷۵ سال و ۲۴۷۵ سال به دست آمدند، سپس با جمع‌آوری اطلاعات مربوط به لرزه‌زمین‌ساخت منطقه و تعیین چشمه بندی‌ها، پارامترهای لرزه‌خیزی به وسیله نرم‌افزار ZMAP به دست آمد که موسوم به a-value و b-value هستند. در آخر با استفاده از این داده‌ها و خروجی نرم‌افزار OpenQuake، نقشه‌های مربوط به بیشینه شتاب جنبش زمین (PGA) و شتاب طیفی (SA) با استفاده از نرم‌افزار QGIS تهیه گردید.
واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی خطر لرزه‌ای، تهران، چشمه‌بندی، لرزه‌زمین‌ساخت، بیشینه شتاب جنبش زمین، شتاب طیفی

Earthquake hazard estimation and seismic zoning in Tehran area

Ali Shahsavand[1]; Mohammad Amiri[2]; Habib Rahimi[3]
[1]*M.Sc. student in Geophysics, majoring in Seismology, Institute of Geophysics, University of Tehran*
[2]*M.Sc. student in Geophysics, majoring in Seismology, Institute of Geophysics, University of Tehran*
[3]*Associate Professor of Seismology, Institute of Geophysics, University of Tehran*

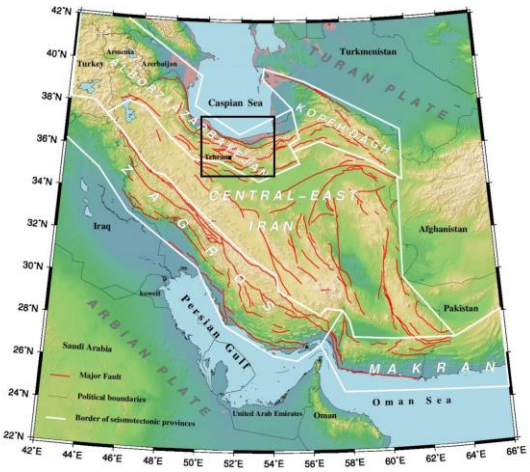
Abstract

The aim of this paper is to zoning of seismic hazard in Tehran and adjacent areas. In this regard, after identifying the faults in the region, investigating the seismicity rate and tectonics of the area and preparing Seismotectonics and seismicity maps, source zoning operation was performed to determine seven potential seismic regional sources for the study area. After determining the seismicity parameters for each source, risk analysis was performed by probabilistic method and seismic hazard zoning maps were prepared return periods of 475 years and 2475 years. Then, by collecting information about tectonic seismicity of the area and determining the sources, seismic parameters called a-value and b-value were obtained by ZMAP software. Then, using the outputs of OpenQuake software, maps related to peak ground acceleration (PGA) and spectral acceleration (SA) were prepared using QGIS software.
Keywords: seismic hazard, Tehran, source zoning, seismotectonics, peak ground acceleration (PGA), spectral acceleration (SA)

۱ مقدمه

مطالعه جنبش نیرومند زمین و خطرات لرزه‌ای مرتبط با آن نقش مهمی را برای توسعه پایدار جوامع در مناطق مستعد ایفا می‌کند. تحلیل خطر منجر به برآورد احتمالاتی درباره زیان‌های مالی و جانی ناشی از خطر زمین‌لرزه و آسیب‌پذیری سازه‌ها، تاسیسات و جوامع پراکنده در سرتاسر محل مورد مطالعه می‌شود. با در نظر گرفتن تمامی داده‌های لرزه‌خیزی، تکتونیک، زمین‌شناسی و ویژگی‌های میرایی امواج لرزه‌ای در منطقه مورد مطالعه، تحلیل خطر جهت تعیین برآوردهایی در خصوص جنبش نیرومند زمین در منطقه‌ی طراحی سازه‌ی مشخص، مورد استفاده قرار می‌گیرد. براساس ایالت‌های لرزه زمین‌ساختی که برای ایران در نظر گرفته شده است (میرزائی و همکاران، ۱۹۹۸)، منطقه‌ی مورد مطالعه واقع در

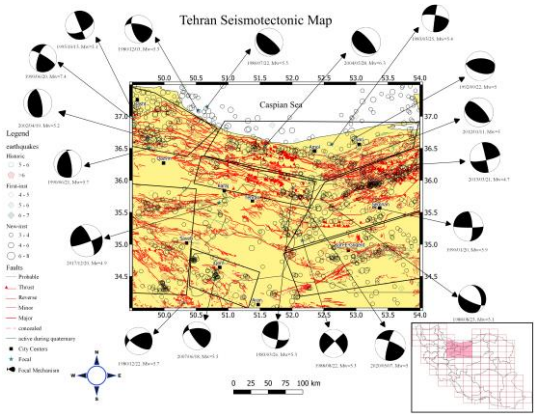
دو ایالت لرزه‌زمین‌ساختی البرز - آذربایجان و ایران مرکزی - شرق ایران می‌باشد. این محدوده شامل عرض جغرافیایی ۳۴ الی ۳۷/۵ درجه و طول طول جغرافیایی ۴۹/۵ الی ۵۴ درجه می‌باشد (شکل۱).



شکل۱. ایالت‌های لرزه‌زمین‌ساختی ایران (میرزائی و همکاران، ۱۹۹۸) و گستره موردمطالعه

۲ روش تحقیق

قدم اول در این مطالعه، شناخت ویژگی‌های زمین ساختی منطقه مورد مطالعه است. برای این کار ابتدا باید گسل‌های منطقه، مورد بررسی قرار گرفته و رسم شوند. این کار با استفاده از نقشه‌ی گسل‌های فعال ایران (حسامی و همکاران، ۲۰۰۳) و نقشه‌های سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام شده است. سپس باید داده زمین‌لرزه‌های رخداده در این منطقه جمع‌آوری شود که شامل زلزله‌های تاریخی، دستگاهی دوره اول و دستگاهی دوره جدید می‌باشد که برای این کار از منابعی همچون داده‌نامه‌ی موسوی (موسوی و همکاران، ۲۰۱۵) و همچنین وب تارنماهای مرتبط (USGS و IRSC) استفاده شده است. سپس سازوکارهای کانونی موجود برای زمین‌لرزه‌های موجود در داده‌نامه‌ی منطقه تهیه (تارنمای Global CMT Catalog Search) و به نقشه اضافه گردید. در آخر با استفاده از تمامی اطلاعات جمع‌آوری شده هفت چشمه ناحیه‌ای بالقوه برای این مطالعه تشخیص داده شده است (شکل۲).

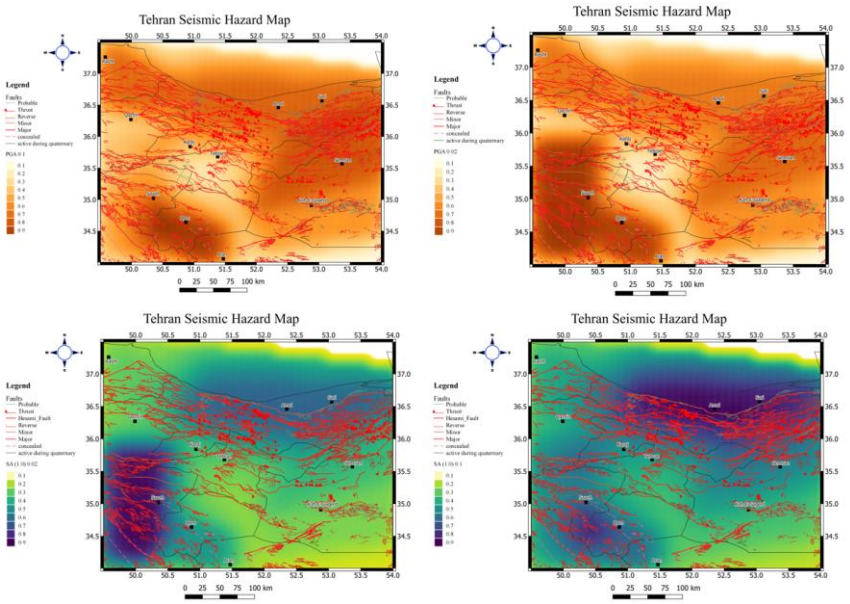


شکل۲. نقشه‌ی لرزه‌زمین‌ساخت و چشمه‌بندی منطقه

در مرحله بعد پارامترهای لرزه‌خیزی برای هر چشمه به صورت جداگانه و با استفاده از نرم‌افزار ZMAP محاسبه گردید. برای این کار لازم است تا هر برای چشمه داده‌نامه‌ای جداگانه تهیه و سپس فرآیند حذف خوشه‌بندی انجام شود، این بدین معناست که زلزله‌های اصلی از زلزله‌های وابسته (پیش‌لرزه و پس‌لرزه) جدا می‌شوند. در نهایت پارامترهای مورد

نیاز از این فرآیند حاصل می‌شوند.

در مرحله آخر، پارامترهای لرزه‌خیزی برای هر چشمه، پارامترهای گسل‌های اصلی موجود در هر چشمه، بیشینه و کمینه بزرگای زلزله رخ داده در هر چشمه و همچنین عمق زون لرزه‌زای مرتبط با هر چشمه به عنوان ورودی‌های مورد نیاز برای نرم‌افزار OpenQuake مورد استفاده قرار می‌گیرد. خروجی این نرم‌افزار خود به صورت یک داده‌نامه‌ی مجزاست که با استفاده از آن در نرم‌افزار QGIS می‌توان نقشه‌های تحلیل خطر برای بیشینه شتاب جنبش زمین و شتاب طیفی را برای دوره بازگشت‌های ۴۷۵ سال و ۲۴۷۵ سال و برای ساختمان‌های ۱۰ طبقه رسم کرد.



شکل ۳. پهنه‌بندی خطر لرزه‌ای برای دوره بازگشت‌های ۴۷۵ سال و ۲۴۷۵ سال

۳ نتیجه‌گیری

با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده، مطالعات و محاسبات انجام شده و مقایسه‌ی نقشه‌های تحلیل خطری که به دست آمده است، می‌توان دریافت که چشمه‌های ناحیه‌ای یک، دو و هفت نسبت به سایر چشمه‌ها شتاب بیش‌تری را در دوره بازگشت‌های مختلف متحمل می‌شوند. این روند افزایشی گویای طبیعت این مسئله است که با افزایش مدت زمان، شتاب احتمالی وارده به آن‌ها افزایش می‌یابد، به همین دلیل این مناطق در خطر بیش‌تری قرار دارند.

منابع

Mirzaei, N., Mengtan, G., & Yuntai, C. (1998). Seismic source regionalization for seismic zoning of Iran: major seismotectonic provinces. Journal of earthquake prediction research, 7, 465-495.

Earthquake catalogue retrieved from http://irsc.ut.ac.ir

Earthquake catalogue retrieved from http://earthquake.usgs.gov

Geology maps retrieved from https://www.gsi.ir/fa/map

Hessami, K., Jamali, F., & Tabassi, H. (2003). Major active faults of Iran (map), scale 1: 2, 5000, 000, Ministry of Science. Research and Technology, International Institute of Earthquake Engineering and Seismology.

Mousavi-Bafrouei, S. H., Mirzaei, N., & Shabani, E. (2015). A declustered earthquake catalog for the Iranian Plateau. Annals of Geophysics, 57(6).

Pagani, M., Monelli, D., Weatherill, G., Danciu, L., Crowley, H., Silva, V., ... & Simionato, M. (2014). OpenQuake engine: An open hazard (and risk) software for the global earthquake model. Seismological Research Letters, 85(3), 692-702.

R J Willemann, D A Storchak (2001). Data Collection at the International Seismological Centre, Seis. Res. Lett., 72,, 440-453, doi: https://doi.org/10.1785/gssrl.72.4.440

Wiemer, S., (2001), A software package to analyze seismicity: ZMAP: Seism. Res. Lett., 72, 373–382.