

پنهانه‌بندی خطر زمین‌لرزه به روش احتمالاتی در منطقه ایلام

نادره عامریان^۱، رامین نیکروز^۲

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد ژئوفیزیک - زلزله‌شناسی، دانشگاه ارومیه، n.amerian70@yahoo.com

^۲ دانشیار، دانشگاه ارومیه، r.nikrouz@urmia.ac.ir

چکیده

مطالعات پنهانه‌بندی خطر زمین‌لرزه مناطق زلزله‌خیز، به منظور توسعه دستورالعمل‌های طراحی، برنامه‌ریزی اقتصادی در مورد تلفات یک زمین‌لرزه احتمالاتی، ریسک لرزه‌ای و مدیریت آن، ضروری است و معمولاً بر حسب پارامترهای جنبش زمین در زمین‌لرزه توصیف می‌گردد، در این مطالعه، گستره 32.3° تا 35.4° عرض شمالی و 44.8° تا 49° طول شرقی، به منظور پنهانه‌بندی خطر زمین‌لرزه به روش احتمالاتی مرسوم در منطقه ایلام انتخاب شده است. پس از گردآوری اطلاعات در محدوده مورد بررسی، ۷ چشممه بالقوه زمین به صورت پنهانه‌ای در گستره موربدبررسی تعیین و آستانه کامل بودن داده‌ها و پارامترهای لرزه‌خیزی در هر یک از چشممه‌های مذکور تعیین شده است. سپس با استفاده از سه رابطه کاوهندگی با وزن یکسان، پارامتر جنبش نیرومند زمین محاسبه شد. نقشه‌های پنهانه‌بندی خطر زمین‌لرزه برای PGA در هر دو دوره بازگشت ۵۰ و ۴۷۵ سال نشان می‌دهند که بخش‌های شرقی و جنوب مناطق استان، از شتاب بیشتری برخوردارند.

واژه‌های کلیدی: پنهانه‌بندی خطر زمین‌لرزه، ناحیه ایلام، چشممه بالقوه زمین‌لرزه، فرآیند پواسونی، پس‌لرزه، پیش‌لرزه.

Probabilistic seismic hazard zoning in Ilam area

Nadereh Amerian¹, Ramin Nikrouz²

¹ M.Sc of Geophysics-Seismology, Urmis University, n.amerian70@yahoo.com
² Associate Professor, Urmia University, r.nikrouz@urmia.ac.ir

Abstract

Study of seismic hazard zoning in earthquake prone regions is essential for development of structural design codes, economic planning on the loss of a probable earthquake, seismic risk estimation and management, it should be expressed in terms of earthquake ground-motion parameters. In this study, to perform seismic hazard zoning in Ilam area, an area bounded between 32.3° - 35.4° N and 44.8° - 49° E has been investigated. After removing dependent events from the earthquake catalog, an area source model containing 7 potential seismic sources has been detected and magnitude incompleteness of earthquake data and seismicity parameters were determined at each of the sources. Acceleration of the ground motion, calculated by three equations of prediction of the ground motion with the same weight. Hazard maps for PGA show that in both return periods of 50 and 475 years, the eastern and southeastern parts of the Ilam province are more accelerated than other parts of the province.

Keywords: Seismic hazard zoning, Ilam area, Potential seismic sources, Poisson Procedure, Foreshocks, Aftershocks

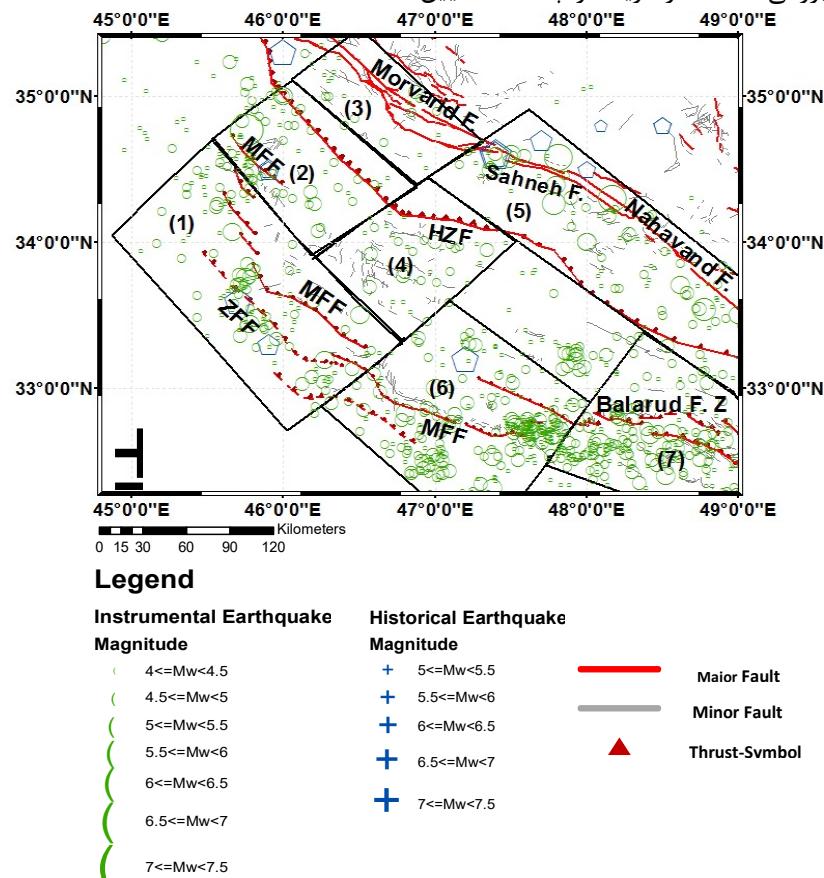
۱ مقدمه

در این مطالعه، پنهانه‌بندی خطر زمین‌لرزه در سنگ بستر منطقه ایلام به روش احتمالاتی انجام شده است. با وجود این که پیش-بینی دقیق زمین‌لرزه‌های بزرگ امکان‌پذیر نیست، اما می‌توان با یک تقریب قابل اعتماد از خطر لرزه‌ای، تلفات اقتصادی و اجتماعی حاصل از زمین‌لرزه‌های آینده را به حداقل رساند. هدف از برآورد خطر زمین‌لرزه در یک ساختگاه، ارزیابی منطقی پارامترهای جنبش زمین، از جمله بیشینه شتاب در ساختگاه مورد نظر بر اثر رویداد زمین‌لرزه در چشممه‌های بالقوه زمین‌لرزه در مدت زمان معین، که معمولاً عمر مفید سازه است، می‌باشد. در بین روش‌های مختلفی که امروزه برای انجام تحلیل خطر استفاده می‌شود، روش تحلیل خطر لرزه‌ای احتمالاتی، بیشترین استفاده را دارد. رهیافت احتمالاتی خطر لرزه‌ای، در سال

۱۹۶۸ توسط کرنل پیشنهاد شد و مک‌گایر در سال ۱۹۷۶ به منظور انجام تحلیل خطر لرزه‌ای به روش کرنل، برنامه کامپیوتوی EQRISK را بر اساس فرترن ارائه داد، که امروزه به روش کرنل_مک‌گایر معروف است. در سال‌های بعد، این روش توسط افراد مختلف از جمله بندر و پرکینس در سال ۱۹۸۷ بسط یافت. در این روش با استفاده از تئوری احتمال کل، اقدام به تعیین خطر لرزه‌ای یک محل خاص می‌گردد و یک انتگرال‌گیری از تمام زمین‌لرزه‌ها و تمام چشمه‌های بالقوه لرزه‌ای، با فاصله‌های مختلف از ساختگاه انجام می‌شود. در واقع علت اصلی توسل به تئوری احتمال در تخمین خطر لرزه‌ای در یک منطقه، تصادفی بودن محل، بزرگی و زمان وقوع زمین‌لرزه‌ها می‌باشد. استان ایلام یکی از استانهای غربی ایران بوده و به لحاظ لرزه‌زمین‌ساختی، شامل بخش‌های از ایالت لرزه‌زمین‌ساختی زاگرس می‌باشد (طبق تقسیم‌بندی انجام شده توسط میرزاپی و همکاران (۱۹۹۸)). از جمله مهم‌ترین گسل‌های منطقه مورد بررسی در این مطالعه می‌توان به گسل اصلی جوان زاگرس، گسل زاگرس مرتفع (HZF)، گسل پیشانی کوهستان زاگرس (MFF)، گسل پیش‌زرفای زاگرس (ZFF) و گسل بالارود اشاره کرد. شکل ۱، نقشه رومرک زمین‌لرزه و همچنین گسل‌های فعال در محدوده مورد بررسی را نمایش می‌دهد.

۲ روش تحقیق

به منظور برآورد بیشینه شتاب جنبش زمین در منطقه ایلام، گستره $35/40^{\circ}$ تا $32/30^{\circ}$ عرض شمالی و $44/8^{\circ}$ تا 49° طول شرقی، انتخاب شده است. فهرست‌نامه‌ای شامل زمین‌لرزه‌های تاریخی و دستگاهی جمع‌آوری و با استفاده از رابطه موسوی بفروئی و همکاران (۲۰۱۵)، بر حسب M_w یکنواخت شده است. در داخل یک زیرایالت لرزه‌زمین‌ساختی مشخص، بدلیل تغییرات محلی در جایگاه زمین‌ساختی، لرزه‌خیزی و بیشینه بزرگی زمین‌لرزه متغیر می‌باشد، بنابراین لازم است، چشمه‌های بالقوه زمین‌لرزه مدل‌سازی و بیشینه زمین‌لرزه و پارامترهای لرزه‌خیزی برای هریک از چشمه‌ها تعیین شود. پس از بررسی مجموعه اطلاعات قابل دسترس زمین‌شناسی و زلزله‌شناسی، ۷ چشمه‌های بالقوه لرزه‌زا مدل شد (شکل ۱) و بیشینه توان لرزه‌زایی در قالب بیشینه بزرگی M_{max} در هریک از چشمه‌ها تعیین شده است.

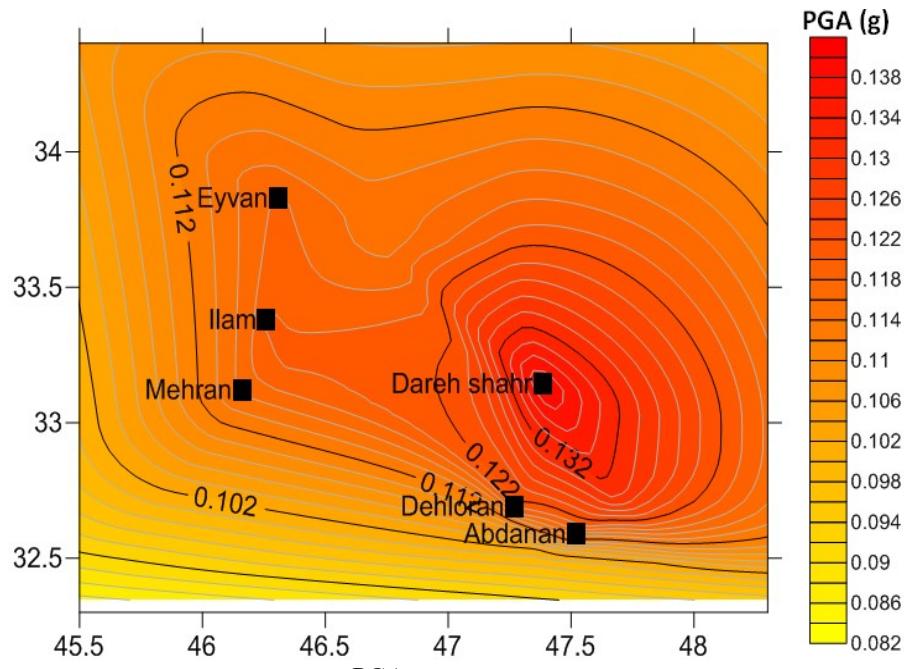


شکل ۱. نقشه لرزه‌زمین‌ساخت، گسل‌ها و چشمه‌های بالقوه زمین‌لرزه در منطقه مورد مطالعه.

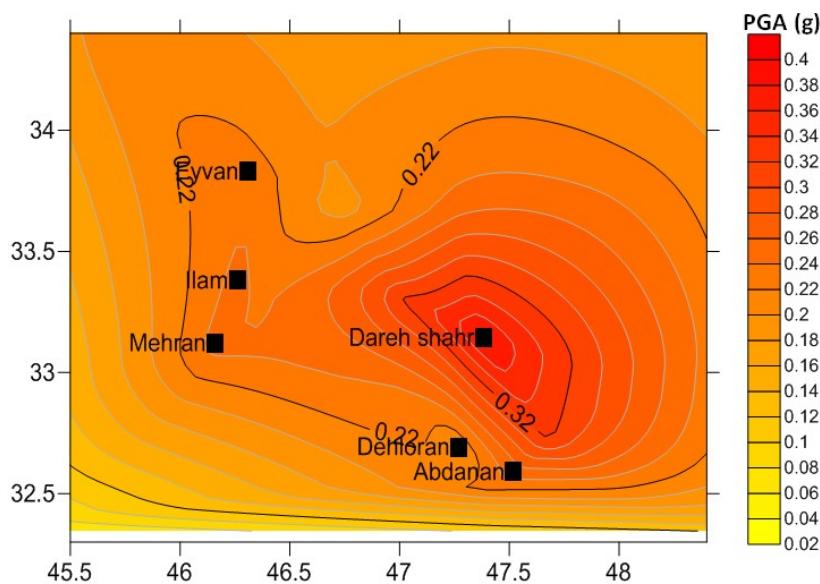
جهت تهیه کاتالوگ زمین‌لرزه‌ای شامل رویدادهای تصادفی و پواسونی، رویدادهای وابسته، با استفاده از نرم‌افزار Z-map و از طریق الگوریتمی که در آن، از پنجره زمانی و مکانی معرفی شده توسط گاردنر و نوپوف (۱۹۷۴)، استفاده شده است، شناسایی شده‌اند و به منظور برآورد پارامترهای لرزه‌خیزی و بزرگای کامل بودن M_C در هریک از چشمه‌های بالقوه زمین‌لرزه نیز، از نرم‌افزار Z-map استفاده شده است. مقادیر بیشینه بزرگی قابل وقوع، b -value و M_C در هریک از چشمه‌های بالقوه زمین‌لرزه نشان داده شده در شکل ۱، در جدول ۱، ارائه شده است. همچنین جهت انجام محاسبات احتمالاتی از نرم‌افزار SEISRISKIII استفاده شده است و پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه برای شبکه‌ای از نقاط در منطقه ایلام انجام شده که در این محاسبات برای همه نقاط شرایط ساختگاهی سنگی منظور شده است. به این ترتیب برای همه نقاط شبکه، با استفاده از روابط تضعیف اتکینسون و بور (۲۰۱۱)، چیو و یانگ (۲۰۰۸) و کمل و بزرگ‌نیا (۲۰۰۸) با وزن یکسان، پارامتر جنبش نیرومند زمین PGA، در دو دوره بازگشت ۵۰ و ۴۷۵ سال محاسبه شده است.

جدول ۱. مقادیر آمده از نرم‌افزار Z-map برای چشمه‌های مورد مطالعه.

چشم	b-value	M_C	M_{max}
۱	۰/۷۲	۴/۶	۷/۳
۲	۰/۵	۴/۶	۷/۳
۳	۱/۳	۴/۱	۵/۵
۴	۱/۱۴	۴/۶	۵/۵
۵	۰/۵۶	۴/۵	۷/۸
۶	۰/۸۶	۴/۳	۷/۳
۷	۰/۹۹	۴/۶	۶/۵



شکل ۲. نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه برای PGA در دوره بازگشت ۵۰ سال.



شکل ۳. نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه برای PGA در دوره بازگشت ۴۷۵ سال.

۳ نتیجه‌گیری

با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه در دوره‌های بازگشت ۵۰ و ۴۷۵ سال (شکل‌های ۲ و ۳) در هر دو دوره بازگشت مذکور، بخش‌های شرقی و جنوب شرقی استان ایلام از شتاب بیشتری نسبت به دیگر مناطق استان برخوردار هستند. در دوره بازگشت ۵۰ سال (۶۳٪ احتمال فرونی در ۵۰ سال)، حداقل و حداکثر شتاب‌های موردانتظار در منطقه ایلام به ترتیب برابر با 0.10g و 0.14g بوده و همچنین در دوره بازگشت ۴۷۵ سال، (۱۰٪ احتمال فرونی در ۵۰ سال)، حداقل و حداکثر شتاب‌های موردانتظار در این منطقه به ترتیب برابر با 0.18g و 0.28g می‌باشند.

منابع

- Atkinson, G. M., Boore, D. M., 2011, Modifications to existing ground-motion prediction equations in light of new data: *Bulletin of the Seismological Society of America*, **101**, 1121-1135.
- Bender, B. and Perkins, D.M., 1987, SEISRISK III: A Computer Program for Seismic Hazard Estimation: US Geological Survey Bulletin 1772.
- Campbell, K. W., Bozorgnia, Y., 2008, NGA ground motion model for the geometric mean horizontal component of PGA, PGV, PGD and 5% damped linear elastic response spectra for periods ranging from 0.01 to 10 s: *Earthquake Spectra*, **24**, 139-171.
- Chiou, B.-J., Youngs, R. R., 2008, An NGA model for the average horizontal component of peak ground motion and response spectra: *Earthquake Spectra*, **24**, 173-215.
- Cornell, C.A., 1968, Engineering seismic risk analysis; *Bulletin of the seismological society of America*, **58**, (5), 1583-1606.
- Gardner, J.K., and Knopoff, L., 1974, Is the sequence of earthquakes in Southern California, with aftershocks removed, Poissonian? : *Bulletin of the Seismological Society of America*, **64**, (5), 1363-1367.
- McGuire, R.K., 1976, FORTRAN computer program for seismic risk analysis (No. 76-67): US Geological Survey.
- Mirzaei, N., Gao, M., and Chen, Y.T., 1998, Seismic source regionalization for seismic zoning of Iran: major seismotectonic provinces: *Journal of Earthquake Prediction Research*, **7**, 465-495.
- Mousavi-Bafrouei, S.H., Mirzaei, N., and Shabani, E., 2014, A declustered earthquake catalog for the Iranian Plateau: *Annals of Geophysics*, **57**, (6).