

بررسی تغییرات نرخ لرزه خیزی در پهنه های مختلف لرزه زمین ساختی ایران

سید ناصر هاشمی^۱، پرستو جمشیدی^۲

^۱استادیار زمین شناسی ساختاری و لرزه زمین ساخت، دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان، hashemi@du.ac.ir

^۲دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان، pjamshidi1989@gmail.com

چکیده

در این تحقیق، تغییرات نرخ لرزه خیزی در پهنه های مختلف لرزه زمین ساختی ایران مورد بررسی قرار گرفته است. به این منظور، داده های لرزه خیزی گستره ایران در بازه زمانی ۲۰۰۶-۲۰۱۷ مورد استفاده قرار گرفته و پس از جداسازی برای ۵ پهنه لرزه زمین ساختی ایران (البرز - آذربایجان، کپه داغ، شرق - مرکز ایران، زاگرس و مکران)، به کمک نرم افزار Zmap، تغییرات پارامتر z-value نسبت به زمان، در هر پهنه بررسی شده و نمودار این تغییرات تهیه شده است. بررسی و مقایسه این نمودارها حکایت از آن دارد که در بین این پهنه های لرزه زمین ساختی، بیشترین تغییرات نرخ لرزه خیزی به پهنه زاگرس و کمترین تغییرات به پهنه های کپه داغ و مکران اختصاص دارد. همچنین، در بازه زمانی نزدیک به حال حاضر، پهنه البرز - آذربایجان نرخ لرزه خیزی کمتری نسبت به لرزه خیزی پس زمینه را تجربه می کند.

واژه های کلیدی: نرخ لرزه خیزی، لرزه زمین ساخت، لرزه خیزی پس زمینه، تحلیل زمانی، ایران، نرم افزار Zmap

An investigation of the seismicity rate variations in different seismotectonic zones of Iran

Seyed Naser Hashemi¹, Parastoo Jamshidi²

¹Assist. Prof., School of Earth Sciences, Damghan University, Damghan, Iran, hashemi@du.ac.ir

²M.Sc. Student, School of Earth Sciences, Damghan University, pjamshidi1989@gmail.com

Abstract

In this research, the changes in seismicity rate for different seismotectonic zones of Iran have been investigated. For this purpose, seismicity data of the Iranian plateau during the period of 2006-2017 were used. After extracting data for the five seismotectonic zones of Iran (Alborz-Azarbaijan, Kopeh Dagh, East-Central Iran, Zagros and Makran), Zmap software has been employed for analyzing temporal changes of z-value in above-mentioned five zones and then, the charts representing these changes were provided. Results obtained indicate that among these zones, the highest degree of changes in seismicity rates can be seen in the Zagros zone and in contrast, the least degree of changes is observed in the Kopeh Dagh and Makran zones. Furthermore, in time intervals near to the present, the Alborz-Azarbaijan zone experiences less seismicity rate than the background seismic activity.

Keywords: Seismicity rate, Seismotectonics, Background seismicity, Temporal analysis, Iran, Zmap software

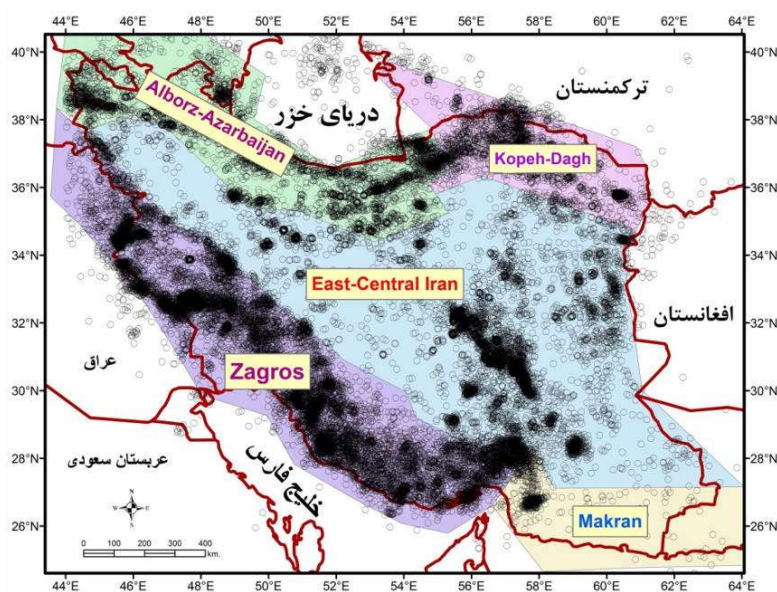
۱ مقدمه

شدت و الگوی فعالیت لرزه ای در بخش های مختلف گستره ایران یکسان نیست. پهنه های مختلف لرزه زمین ساختی رفتار لرزه خیزی متفاوتی از خود نشان می دهند. در این تحقیق، به بررسی و مقایسه تغییرات نرخ لرزه خیزی در پهنه های مختلف لرزه زمین ساختی ایران پرداخته شده است. محققان مختلفی به پهنه بندی لرزه زمین ساختی ایران بر اساس معیارهای

متفاوتی پرداخته اند. در این تحقیق پهنه بندی میزایی و همکاران (۱۹۹۸) به عنوان مبنا انتخاب شده است که در آن، گستره ایران به ۵ پهنه لرزه زمین ساختی البرز-آذربایجان، کپه داغ، شرق-مرکز ایران، زاگرس و مکران، تقسیم شده است. منظور از نرخ لرزه خیزی در این تحقیق، فراوانی رخداد زلزله ها نسبت به زمان است. این نرخ لرزه خیزی با زمان تغییر می کند و تغییرات آن با زمان در پهنه های مختلف لرزه زمین ساختی متفاوت است. نحوه این تغییرات می تواند به ویژگی های لرزه زمین ساختی مناطق مورد مطالعه مرتبط باشد (Marsan and Wyss, 2011). پارامتر لرزه خیزی z-value به خوبی تغییرات نرخ لرزه خیزی را نسبت به لرزه خیزی پس زمینه نشان می دهد (Habermann, 1981). آن گونه که برخی محققان اظهار نظر نموده اند، تغییرات نرخ لرزه خیزی می تواند به عنوان یک پیش نشانگر مهم در پیش بینی زلزله، شناخت الگوی لرزه-خیزی و مطالعات زمین ساختی ناحیه مورد مطالعه، به کار رود. در دهه های اخیر بررسی لرزه خیزی پس زمینه و تغییرات نرخ لرزه خیزی موضوع بسیاری از تحقیقات بوده است (Marsan and Nalbant, 2005; Catalli et al., 2008; Kroll et al., 2017). در این تحقیق، با استفاده از نرم افزار Zmap (Wiemer, 2001)، تغییرات زمانی کمیت z-value در هر یک از پهنه های لرزه زمین ساختی ایران بررسی شده و سپس به تحلیل این تغییرات و مقایسه آنها پرداخته شده است.

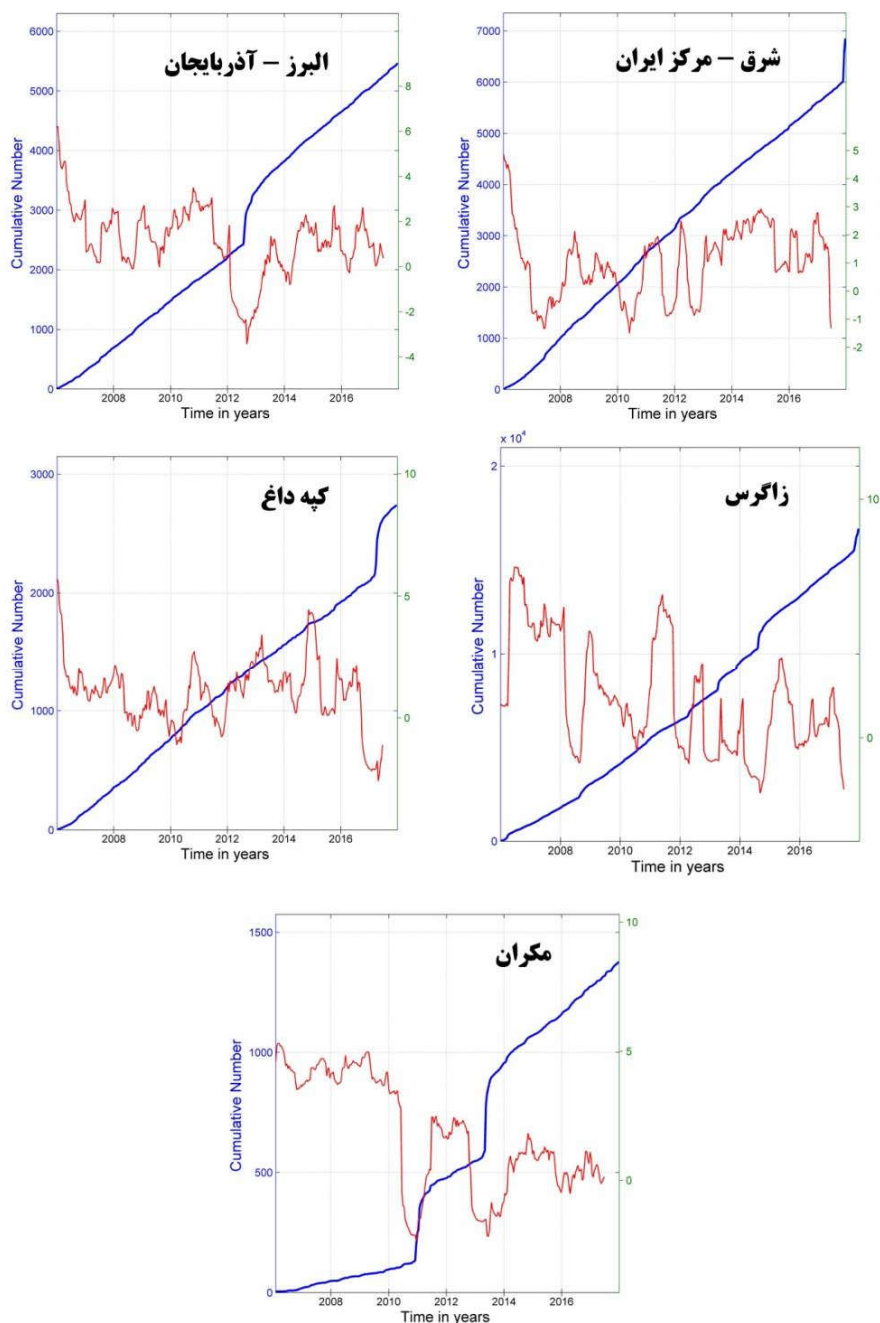
۲ روش تحقیق

به منظور انجام این تحقیق، داده های لرزه ای گستره ایران در بازه زمانی آغاز ۲۰۰۶ تا پایان ۲۰۱۷ (۱۲ سال) از پایگاه داده ای مرکز لرزه نگاری ایران (وابسته به مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران) دریافت شده است. در شکل ۱ نقشه لرزه خیزی گستره ایران به همراه موقعیت تقریبی پهنه های لرزه زمین ساختی مورد مطالعه در این تحقیق، نشان داده شده است.



شکل ۱. نقشه لرزه خیزی گستره ایران و موقعیت تقریبی پهنه های لرزه زمین ساختی مورد مطالعه در این تحقیق.

داده های لرزه ای پس از جداسازی برای هر یک از پهنه ها، در محیط نرم افزار Zmap پردازش و تحلیل شده است. به این منظور، نمودار تغییرات کمیت z-value نسبت به زمان، برای ۵ پهنه مورد مطالعه تهیه شد که به همراه نمودار فراوانی تجمعی زلزله های رخ داده در پهنه ها، در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲. نمودارهای تغییرات زمانی z -value نسبت به زمان، تهیه شده برای پهنه های مختلف لرزه زمین ساختی ایران

نمودارهای ارائه شده در شکل ۲ به خوبی الگوی تغییرات زمانی نرخ لرزه خیزی را در ۵ پهنه مورد مطالعه نمایش می دهند. نگاهی کلی به این نمودارها و مقایسه آنها، گویای این واقعیت است که تفاوت قابل ملاحظه ای در الگوی تغییرات نرخ لرزه خیزی در پهنه های مختلف ایران دیده می شود که نشان از آن دارد که رفتار لرزه خیزی این پهنه ها با هم تفاوت جدی دارد. در بین پهنه های مورد مطالعه، مشاهده می شود، پهنه زاگرس بیشترین تغییرات در نرخ لرزه خیزی را داشته و برعکس، پهنه های مکران و کپه داغ کمترین تغییرات را نشان می دهند. به علاوه، بین الگوی تغییرات در پهنه هایی که بخش های جنوبی گستره ایران را پوشش می دهند (زاگرس و مکران)، و پهنه هایی که بخش های شمالی را در بر می گیرند (البرز- آذربایجان،

کپه داغ، و تا حدودی شرق - مرکز ایران)، تفاوت فاحشی دیده می شود. بر این اساس، می توان چنین نتیجه گرفت که الگوی تغییرات زمانی نرخ لرزه خیزی، معیاری مناسب در تشخیص تفاوت رفتار لرزه خیزی نواحی مختلف محسوب می شود و در صورت مهیا بودن داده های کافی و دقیق می توان از این معیار در پهنه بندی لرزه زمین ساختی نواحی فعال لرزه خیز استفاده نمود.

با توجه به اینکه مقادیر منفی z-value به معنای آن است که نرخ لرزه خیزی بیشتر از لرزه خیزی میانگین دراز مدت ناحیه مورد مطالعه و برعکس مقادیر مثبت این پارامتر به معنای کمتر بودن این لرزه خیزی نسبت به مقدار متوسط دراز مدت ناحیه است، مشاهده می شود که در بین پهنه های مورد مطالعه، پهنه البرز-آذربایجان در بازه های زمانی انتهایی دوره مورد مطالعه، مقدار z-value مثبت را نشان می دهد که می تواند این گونه تفسیر شود که در بازه زمانی نزدیک به حال حاضر، نرخ لرزه خیزی در این پهنه کمتر از میانگین دراز مدت لرزه خیزی این ناحیه است.

۳ نتیجه گیری

در این مطالعه، تغییرات نرخ لرزه خیزی با زمان در ۵ پهنه لرزه زمین ساختی ایران مطالعه شده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که در بین پهنه های مورد مطالعه، پهنه زاگرس بیشترین تغییرات مقدار پارامتر z-value را با زمان نشان می دهد، در حالیکه در پهنه های مکران و کپه داغ این تغییرات به مقدار کمتری دیده می شود. همچنین، تفاوت فاحشی بین الگوی تغییرات در پهنه هایی که بخش های جنوبی گستره ایران را پوشش می دهند (زاگرس و مکران)، و پهنه هایی که بخش های شمالی را در بر می گیرند (البرز- آذربایجان، کپه داغ، و تا حدودی شرق - مرکز ایران)، دیده می شود. از سوی دیگر، در بین پهنه های مورد مطالعه مشاهده می شود که پهنه البرز - آذربایجان در دوره زمانی کوتاه مدت منتهی به حال حاضر، نرخ لرزه خیزی کمتری نسبت به نرخ لرزه خیزی میانگین بلند مدت ناحیه، از خود نشان می دهد. نتیجه کلی این تحقیق را می توان چنین خلاصه نمود که پهنه های لرزه زمین ساخت ایران الگوی متفاوتی از تغییرات نرخ لرزه خیزی را از خود نشان می دهند که با توجه به تفاوت ماهیت زمین ساختی متفاوت این پهنه ها، این تفاوت ها منطقی به نظر می رسد.

منابع

- Catalli, F., Cocco, M., Console, R., Chiaraluce, L., 2008, Modeling seismicity rate changes during the 1997 Umbria-Marche sequence (central Italy) through a rate-and-state dependent model, *J. geophys. Res.*, **113**, doi:10.1029/2007JB005356.
- Habermann, R. E., 1981, Precursory seismicity patterns: Stalking the mature seismic gap, in *Earthquake prediction: An international review* (eds.) D. W. Simpson and P. G. Richards, pp. 29-42.
- Habermann, R. E., 1983, Teleseismic detection in the Aleutian island arc, *J. Geophys. Res.*, **88**, 5056-5064.
- Kroll, K.A., Richards-Dinger, K.B., Dieterich, J.H., Cochran, E.S., 2017, Delayed Seismicity Rate Changes Controlled by Static Stress Transfer, *J. geophys. Res.*, **122**, doi:10.1002/2017JB014227
- Marsan, D., Nalbant, S., S., 2005, Methods for measuring seismicity rate changes: A review and a study of how the m-w 7.3 Landers earthquake affected the aftershock sequence of the m-w 6.1 Joshua tree earthquake, *Pure and Applied Geophysics*, **162**, 1151-1185.
- Marsan, D., Wyss, M., 2011, Seismicity rate changes, Community Online Resource for Statistical Seismicity Analysis, doi:10.5078/corssa-25837590. Available at <http://www.corssa.org>.
- Mirzaei, N., Gao, M., Chen, Y.T., 1998, Seismic source regionalization for seismic zoning of Iran: Major seismotectonic provinces, *J. Earthquake. Pred. Res.*, **7**, 465-495.
- Wiemer, S., 2001, A software package to analyze seismicity: ZMAP, *Seismological Res. Lett.*, **72**, 373-382.