

بررسی پدیده مهاجرت کلان زمین لرزه‌ها در البرز غربی

محمدباقر بحرینی^۱، نوربخش میرزایی^۲

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زلزله‌شناسی، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، mb.bahraini@ut.ac.ir
^۲آستاذ، گروه زلزله‌شناسی، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، nmirzaii@ut.ac.ir

چکیده

تشخیص مکان‌های مستعد رخداد کلان زمین لرزه‌ها یکی از هدف‌های اصلی علم زلزله‌شناسی است. بررسی پدیده مهاجرت زمین لرزه‌ها یکی از مهمترین رویکردها در بررسی‌های لرزه‌زمین‌ساختی است. در صورتی که با بررسی دقیق بتوانیم تعیین کنیم چگونه کلان زمین لرزه‌ها در طی زمان بین قطعات یا سامانه‌های گسلی تغییر مکان می‌یابند، می‌توانیم تا حد زیادی مکان‌های مستعد رخداد کلان زمین لرزه‌های آینده را حدس بزنیم. در این مقاله به بررسی مهاجرت کلان زمین لرزه‌ها در البرز غربی پرداخته شده است و در نهایت مشخص می‌شود که رخداد زمین لرزه ۲۰ ژوئن ۱۹۹۰ رودبار، ($M_w=7/4$)، را می‌توان نشانه‌ای از مهاجرت جنوب شرق به شمال غرب کلان زمین لرزه‌ها در این ناحیه به حساب آورد. **واژه‌های کلیدی:** کلان زمین لرزه، مهاجرت زمین لرزه، لرزه‌زمین‌ساخت، سامانه گسلی، قطعه گسلی، خطر زمین لرزه، البرز غربی

Investigation of Migration Phenomena for Major Earthquakes in Western Alborz

Mohammad Bagher, Bahraini, mb.bahraini@ut.ac.ir
Noorbakhsh, Mirzaei, nmirzaii@ut.ac.ir

Institute of Geophysics, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract

One of the main goals of earthquake science is to identify the susceptible places of the occurrence of Major Earthquakes. Investigation of migration phenomena for earthquakes is one of the most important approaches in seismotectonic studies. If we can accurately determine how the Major Earthquakes moves over time between the Fault segments or the fault systems, we can largely determine the locations of the future Major Earthquakes. This paper studies the migration of major Earthquakes in the Western Alborz. It is most possible that the June 20, 1990, Rudbar earthquake ($M_w 7.4$), is a sign for the south-east to north-west migration of the Major Earthquakes in the area.

Keywords: Major Earthquake, Earthquake Migration, Seismotectonics, Fault System, Fault Segment, Western Alborz, Seismic Hazard

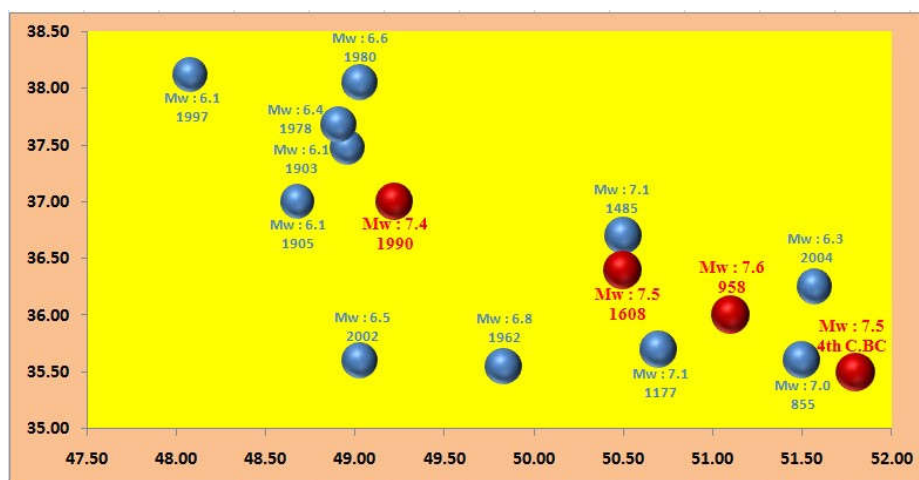
۱ مقدمه

فلات ایران در نتیجه فشار پیوسته ناشی از همگرایی صفحه عربستان و ایران، یکی از لرزه‌خیزترین نواحی جهان است. برخورد صفحه عربستان و ایران از زمان میوسن شروع شده و همگرایی با آهنگ تقریبی ۲۰ تا ۲۵ میلی‌متر بر سال در حال انجام است (ورنانت و همکاران، ۲۰۰۴). در حال حاضر، بخش زیادی از تنش فشاری توسط بلوک ایران مرکزی به رشته‌کوه البرز و خصوصاً بخش غربی آن انتقال می‌یابد. این انتقال تنش نه تنها باعث توپوگرافی کنونی البرز شده است، بلکه، موجبات فعالیت چشم‌گیر گسل‌های موجود در این کمربند راندگی - چین‌خورده را نیز فراهم آورده است. بر اساس نظر بربریان و واکر (۲۰۱۰)، مؤلفه ترافشاری در البرز دارای راستای شمال شرقی است که نشان‌دهنده وجود مؤلفه جنبش چپ‌گرد در البرز است.

در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان زمین لرزه‌ها را از نظر مکان وقوع به دو دسته تقسیم‌بندی کرد: (۱) زمین لرزه‌های مرز صفحات زمین‌ساختی؛ (۲) زمین لرزه‌های درون صفحات زمین‌ساختی.

بر اساس نظر (لی‌یو و همکاران، ۲۰۱۱)، اغلب زمین لرزه‌های بزرگ جهان بر روی گسل‌های واقع در مرز صفحات زمین‌ساختی رخ می‌دهند. جنبش نسبتاً پایدار این صفحات باعث بارگذاری گسل‌های مرزی با آهنگ به نسبت ثابت شده و در نتیجه به

صورت شبه دوره‌ای انرژی کرنشی با رویداد زمین‌لرزه‌ها آزاد می‌شود. زمین‌لرزه‌های درون قاره‌ای اغلب در مکان‌های غیر قابل انتظار رخ می‌دهند؛ در نتیجه، به دست آوردن الگوهای زمانی - مکانی برای زمین‌لرزه‌های درون قاره‌ای بسیار پیچیده‌تر از زمین‌لرزه‌های مرز صفحه‌ای است. در بخش میانی قاره‌ها وقوع یک زمین‌لرزه بزرگ بر روی یک گسل باعث افزایش آهنگ بارگذاری تنش بر روی گسل‌های همسایه و یا دور دست می‌شود. از طرفی، به دلیل اینکه در بخش میانی قاره‌ها بارگذاری زمین‌ساختی یا دگرشکلی‌ها با آهنگی بسیار کند و همراه با تغییرات چشم‌گیر در طول زمان در سامانه پیچیده‌ای از گسل‌ها توزیع می‌شود، گسل‌های منفرد ممکن است برای زمان بسیار طولانی آرام باقی مانده و برای دوره زمانی کوتاهی فعال شده و شاهد اوج فعالیت زمین‌لرزه‌ای باشند. در نتیجه، وقوع زمین‌لرزه‌های بزرگ در این مناطق به صورت تصادفی رخ داده و دارای مهاجرت بین گسل‌ها است. مفهوم مهاجرت زمین‌لرزه برای تغییرات مکانی پیشرونده زمین‌لرزه‌ها در راستایی معین، از یک قطعه گسلی به قطعه گسلی دیگر، با گذر زمان، استفاده می‌شود. مهاجرت زمین‌لرزه‌ها را، معمولاً، برای زمین‌لرزه‌های در محدوده بزرگی خاص در نظر می‌گیرند. در این مطالعه به پدیده مهاجرت زمین‌لرزه‌ها برای چهار کلان‌زمین‌لرزه در البرز غربی پرداخته شده است.

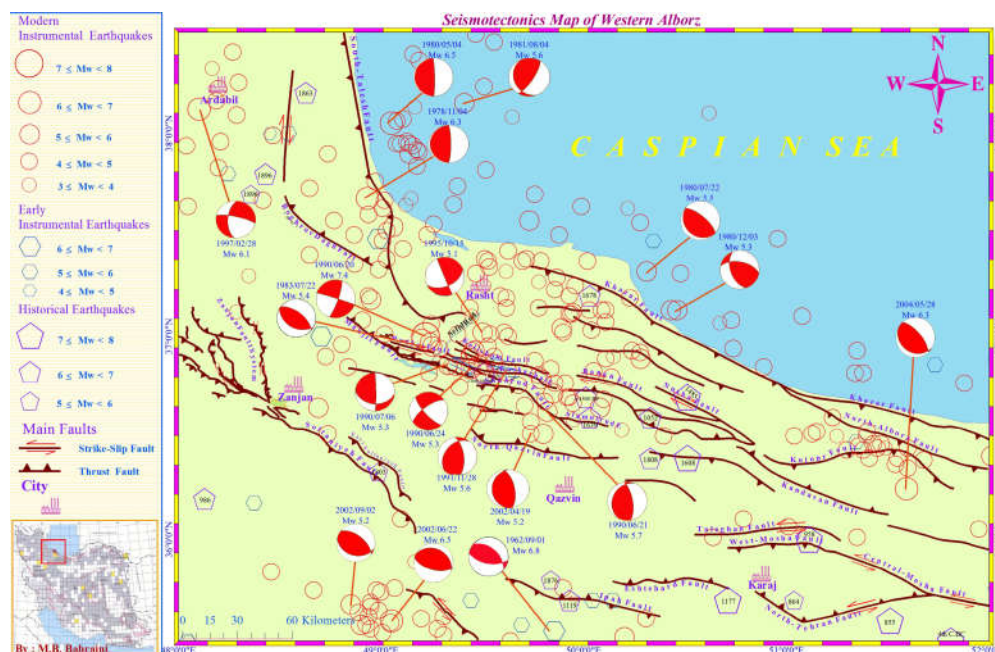


شکل ۱. نمودار نشان‌دهنده مهاجرت کلان‌زمین‌لرزه‌ها در البرز غربی. فهرست‌نامه زمین‌لرزه‌های البرز غربی از سده چهارم پیش از میلاد تا ۲۰۱۶ میلادی برای زمین‌لرزه‌های با $M_w > 4.0$ تهیه شده است. دایره‌های قرمز مشخص‌کننده چهار کلان‌زمین‌لرزه در البرز غربی است که موقعیت زمان و مکان آن‌ها نشان از مهاجرت زمین‌لرزه دارد. محورهای افقی و عمودی، به ترتیب، طول جغرافیایی و عرض جغرافیایی بر حسب درجه را نشان می‌دهند.

۲ روش تحقیق

جهت بررسی پدیده مهاجرت کلان‌زمین‌لرزه‌ها در البرز غربی، پس‌لرزه‌های زمین‌لرزه‌های با $M_w > 4.0$ موجود در فهرست‌نامه زمین‌لرزه‌های البرز غربی از سده چهارم پیش از میلاد تا سال ۲۰۱۷ را که برای این مطالعه تهیه شده است، توسط نرم‌افزار zmap حذف و سپس به تغییرات مکانی رویداد این زمین‌لرزه‌ها توجه ویژه شده است (شکل ۱). با تحلیل نقشه لرزه‌زمین‌ساختی البرز غربی (شکل ۲)، و نقشه تغییرات مکانی زمین‌لرزه‌های بزرگ رخ داده بر روی گسل‌های این منطقه به‌وضوح می‌توان بی‌نظمی‌های مکانی-زمانی را برای زمین‌لرزه‌های این منطقه مشاهده کرد. به عنوان مثال، عامل چندین زمین‌لرزه بزرگ تاریخی مانند زمین‌لرزه‌های سده چهارم پیش از میلاد ($M_w 7/5$)، زمین‌لرزه سال ۸۵۵ میلادی ($M_w 7/0$) و زمین‌لرزه ۹۵۸ میلادی ($M_w 7/6$)، گسل شمال تهران و گسل‌های پیرامون آن مانند گسل‌های مشا و طالقان، بوده است ولی در حال حاضر جز تعداد اندکی از زمین‌لرزه‌های دستگاهی متوسط به پایین که برای گسل‌های این منطقه گزارش شده‌است، لرزه‌خیزی چشم‌گیری برای این منطقه قابل مشاهده نیست. این مورد یکی از ویژگی‌های بارز گسل‌های واقع در مناطق درون قاره‌ای است که بعد از یک دوره کوتاه لرزه‌خیزی، برای مدت طولانی به حالت آرامش می‌روند. از طرفی، در این نواحی رویداد زمین‌لرزه بزرگ بر روی هر گسل باعث افزایش تنش بر روی گسل‌های واقع در سامانه‌های دورتر شده و به ناگاه در منطقه‌ای که از قبل لرزه‌خیزی خاصی گزارش نشده است، زمین‌لرزه‌های بزرگ رخ می‌دهد. شاید بتوان وقوع زمین‌لرزه ۲۰ ژوئن ۱۹۹۰ رودبار -

منجیل (Mw 7/3)، را ناشی از مهاجرت زمین‌لرزه‌ها در سامانه گسل‌های پیچیده البرز غربی در نظر گرفت. با نگاهی به نقشه-لرزه‌زمین‌ساختی البرز غربی و تغییرات زمانی-مکانی زمین‌لرزه‌ها، می‌توان مهاجرت کلان‌زمین‌لرزه‌ها از جنوب شرق به شمال غرب را مشاهده کرد. بر اساس نظر لی‌یو و همکاران (۲۰۱۱)، در مناطق درون‌قاره‌ای، مهاجرت زمین‌لرزه‌ها بین سامانه‌های گسلی جدا از هم به‌گونه‌ای رخ می‌دهد که هیچ زمین‌لرزه بزرگی بر روی قطعه گسلی که قبلاً توسط زمین‌لرزه دیگری گسیخته شده است، رخ نمی‌دهد.



شکل ۲. نقشه لرزه‌زمین‌ساختی البرز غربی. گسل‌های فعال و برخی از سازوکارهای کانونی زمین‌لرزه‌ها در این نقشه نشان داده شده است. رومرکز میدانی زمین‌لرزه‌های تاریخی به‌همراه سال رخداد زمین‌لرزه‌ها درون ۵ ضلعی‌ها مشخص شده است. بزرگی و تاریخ رخداد زمین‌لرزه‌هایی که برای آن‌ها سازوکار کانونی تهیه شده است، در کنار سازوکارهای کانونی مربوطه نوشته شده است.

۳ نتیجه‌گیری

به‌نظر می‌رسد، مجموعه گسل‌های البرز غربی دارای رفتاری مشابه با سامانه‌های گسلی پیچیده در مناطق درون قاره‌ای هستند. توجه به موقعیت مکانی کلان‌زمین‌لرزه‌ها در گذر زمان می‌توان مهاجرت زمین‌لرزه‌ای از جنوب شرق به شمال غرب را برای البرز غربی در نظر گرفت. شاید بتوان وقوع زمین‌لرزه ۲۰ ژوئن ۱۹۹۰ رودبار - منجیل (Mw 7/3)، را ناشی از مهاجرت کلان‌زمین‌لرزه‌ها در سامانه‌های گسلی پیچیده البرز غربی در نظر گرفت.

منابع

- Berberian, M. and Walker, R., 2010. The Rudbār Mw 7.3 earthquake of 1990 June 20; seismotectonics, coseismic and geomorphic displacements, and historic earthquakes of the western 'High-Alborz', Iran. *Geophysical Journal International*, 182 (3), 1577-1602.
- Liu, M., Stein, S. and Wang, H., 2011. 2000 years of migrating earthquakes in North China: How earthquakes in midcontinents differ from those at plate boundaries. *Lithosphere*, 3 (2), 128-132.
- Vernant, P., Nilforoushan, F., Hatzfeld, D., Abbassi, M.R., Vigny, C., Masson, F., Nankali, H., Martinod, J., Ashtiani, A., Bayer, R. and Tavakoli, F., 2004. Present-day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman. *Geophysical Journal International*, 157 (1), 381-398.