مطالعه داده‌های ژئومغناطیسی مربوط به زلزله ژاپن(2019/06/18)

امین آقایی نائینی[1]، رامین موقری[2]، شاهرخ پوربیرانوند[3]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی ومهندسی زلزله، تهران، ایران.amin.aghai@stu.iiees.ac.ir
[2]دانشجوی دکتری، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایرانr.movaghari@iiees.ac.ir
[3]استادیار، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی ومهندسی زلزله، تهران، ایرانbeyranvand@iiees.ac.ir

چکیده

پیش‌نشانگرها تغییر و تحولاتی هستند که قبل از زمین‌لرزه‌ها رخ می‌دهند و با بررسی آن‌ها می‌توان به پیش بینی زمین‌لرزه پرداخت. از معروف‌ترین پیش‌نشانگرها، تغییرات در روند طبیعی امواج میدان مغناطیسی زمین است. در این مطالعه برای پردازش داده‌های ژئومغناطیسی از روش منحنی‌های سرشتی به منظور حذف اثرات روزانه‌ی میدان مغناطیسی از روی داده‌های خام استفاده شده است، بنابراین بی‌هنجاری‌های موجود در داده‌ها را با تمایز بیشتری نشان می‌دهد. با کمک این روش، داده‌های مربوط به زلزله 18 ژوئن 2019 ژاپن با بزرگای گشتاوری 6/4 در بازه زمانی شش ماه قبل و شش ماه پس از رخداد زمین‌لرزه مورد بررسی قرارگرفته و نتایج حاصله نشان می‌دهد این زلزله دارای پیش‌نشانگر ژئومغناطیسی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی:زمین‌لرزه، پیش‌نشانگر، میدان مغناطیسی زمین، منحنی‌های سرشتی، بی‌هنجاری مغناطیسی، زلزله ژاپن

Study of the magnetic records related to the earthquake June 18, 2019 Japan

Amin Aghaee[1], Ramin Movaghari[2], Shahrokh Pourbeyranvand[3]

[1]M.Sc. student, international institute of earthquake engineering and seismology, Tehran, Iran
[2]Ph.D. Candidate, international institute of earthquake engineering and seismology, Tehran, Iran
[3]Assistant professor, international institute of earthquake engineering and seismology, Tehran, Iran

Abstract

Changes that occur prior to an earthquake in a way that can be predicted by observing these changes are called precursors. changes in the earth's magnetic field, prior to an earthquake, are one of the most well-known precursors from long time ago. In this study, the *characteristic curve* method has been used to process geomagnetic data, this procedure is based on removing magnetic diurnal variations from raw records to see the anomalies more obviously. This approach is used for June 18, 2019 Japan earthquake with moment magnitude of 6.4 and the results show that geomagnetic precursory phenomena is observed before this earthquake.

Keywords: earthquake, precursor, magnetic field, geomagnetic data, characteristic curve, anomalies

1 مقدمه

یکی از اصلی‌ترین اهداف زلزله‌شناسی پیش‌بینی وقوع زمین‌لرزه‌هاست که جای مطالعه بسیار دارد بویژه این مسئله در کشورهای لرزه‌خیز جهان از جمله ایران و ژاپن، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. استفاده از پیش‌نشانگرها یکی از روش‌های مرسوم در پیش‌بینی زمین‌لرزه است. تاکنون بیش از 30 نوع پیش‌نشانگر توسط زلزله شناسان شناخته شده است که در این میان، پیش‌نشانگرهای ژئومغناطیسی به دلیل قدمت بیشتر، کم هزینه‌تر بودن و همچنین دسترسی راحت‌تر داده‌ها، مرسوم‌تر هستند. مشاهده شده است که اغلب زمین‌لرزه‌ها در بازه‌ای در حدود چندین ساعت تا دو هفته

قبل از وقوع آن، افت نسبتا شدیدی را در میدان مغناطیسی زمین، نسبت به روند طبیعی آن اعمال می‌کنند که

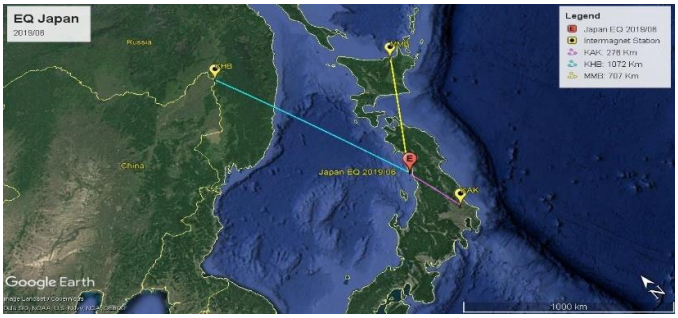
این بی‌هنجاری می‌تواند به عنوان بی‌هنجاری مغناطیسی برای پیش‌بینی زمین‌لرزه تلقی شود(پوربیرانوند و دهقانی، 1394). به عنوان مثال زمین‌لرزه آلوم راک با بزرگای 5.4 ریشتر در سال۲۰۰۷ در نزدیکی سانفرانسیسکو (بلیر و همکاران، 2010)، زمین‌لرزه 8 جولای 1986 در منطقه North Palm Springs با بزرگای محلی5.9 (جانستون و مولر، 1987) و یا زمین‌لرزه 28 سپتامبر 2004 در نزدیکی پارکفیلد با بزرگای6 (جانستون و همکاران، 2006)، تغییر نوسانات میدان مغناطیسی قابل توجهی قبل از زمین‌لرزه از خود نشان داده‌اند. همچنین علیرغم این بحث‌ها ابهاماتی در استفاده از این نوع پیش‌نشانگرها در نحوه جداسازی بی‌هنجاری‌های مربوط به زمین‌لرزه از سایر بی‌هنجاری‌ها وجود دارد(هایاکوا و همکاران،2007). این مطالعه قصد دارد که تاثیر وقوع زمین‌لرزه 2019/06/18 ژاپن با بزرگای گشتاوری 6/4 و عمق12 کیلومتر را بر میدان مغناطیسی نزدیک به محل رومرکز، بررسی کند.

2 روش تحقیق

در مطالعه پیش‌رو، برای بررسی رکوردهای مغناطیسی مربوط به زلزله مذکور از داده‌های 3 مرکز که از نزدیکترین ایستگاه‌های مغناطیس‌سنج به محل رومرکز زمین‌لرزه می‌باشند، استفاده شده‌است. لازم به ذکر است بر طبق رابطه دوبروولسکی (دوبروولسکی و همکاران، 1989) انتظار می‌رود پیش‌نشانگرها در فاصله‌ای نزدیک به 600 کیلومتر برای زمین لرزه‌ای با بزرگای 6/4 بهتر دیده شوند، همچنین ایستگاه‌هایی که نسبت به رومرکز زمین‌لرزه، در راستای نصف‌النهار زمین باشند برای مشاهده بی‌هنجاری‌های مغناطیسی مناسب‌تر به شمار می‌روند که در این زمین‌لرزه خوشبختانه یکی از این ایستگاه ها(KAK) در این محدوده است و ایستگاه دیگر (MMB) در راستای نصف‌النهار می‌باشد که اطلاعات آن در جدول و شکل1 آمده است.

جدول 1.ایستگاه مورد استفاده و بازه زمانی ثبت داده‌ها

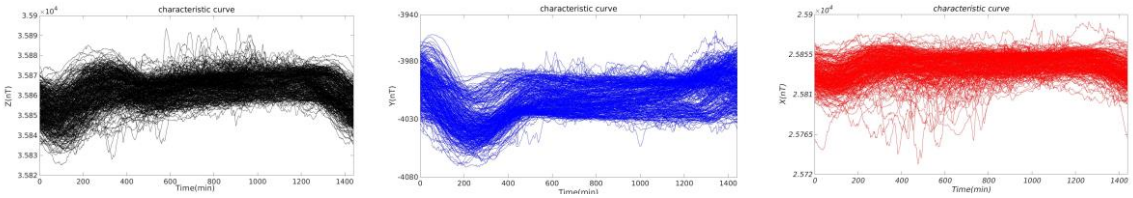
نام ایستگاه	موقعیت	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	فاصله از رومرکز(km)	دوره ثبت رکورد
KAK	ژاپن	36.23	140.18	276	2019/01/2019-01/12/30
KHB	روسیه	47.61	134.69	1072	2019/01/2019-01/12/30
MMB	ژاپن	43.91	144, 19	707	2019/01/2019-01/12/30



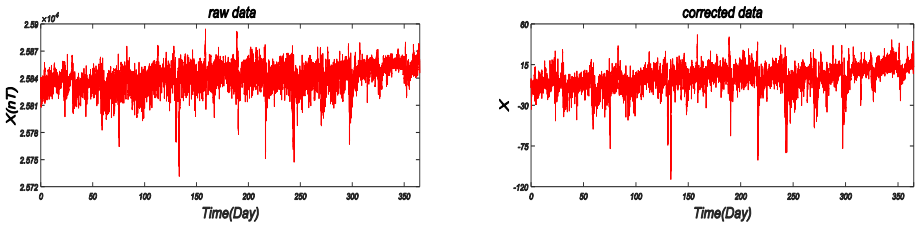
شکل 1. موقعیت رومرکز زمین‌لرزه نسبت به ایستگاه‌ها

داده‌های مورد نیاز در این پژوهش از سایت اینترمگنت (Intermagnet) که ایستگاه‌های مذکور در آن می‌باشند، جمع‌آوری شده است. این داده‌ها برای هرروز شامل 1440 مقدار در سه مولفه z y x است. برای دقت بهتر در پردازش داده‌ها بهتر است مقادیری که در آن لحظات، ایستگاه داده‌ای ثبت نکرده است حذف و بجای آن میانگین مقدارهای قبلی و بعدی جایگزین گردد. در ادامه برای ترسیم این داده‌ها و تحلیل آن‌ها از روش منحنی‌های سرشتی استفاده شده است. جهت اینکار ابتدا برای هر مولفه و هر ایستگاه بصورت جدا از هم، میدان مغناطیسی بصورت متوالی و در بازه زمانی شش ماه قبل و شش ماه پس از زمین‌لرزه رسم می‌شوند، سپس باردیگر مشابه همین‌کار، میدان مغناطیسی در بازه زمانی 24 ساعته برروی هم رسم می‌شوند(شکل2) سپس با میانگین‌گیری از این مجموعه و تفاضل آن از حالت قبل، نموداری

بدست می‌آید که انتظار می‌رود برای بررسی دقیقتر و مشاهده بی‌هنجاری‌ها مفیدتر باشد، چرا که این روش باعث می‌شود سرشت تغییرات روزانه میدان مغناطیسی از رکوردها حذف گردد و تغییری در ماهیت میدان، نسبت به حالت قبل ایجاد نمی‌کند(شکل 3).

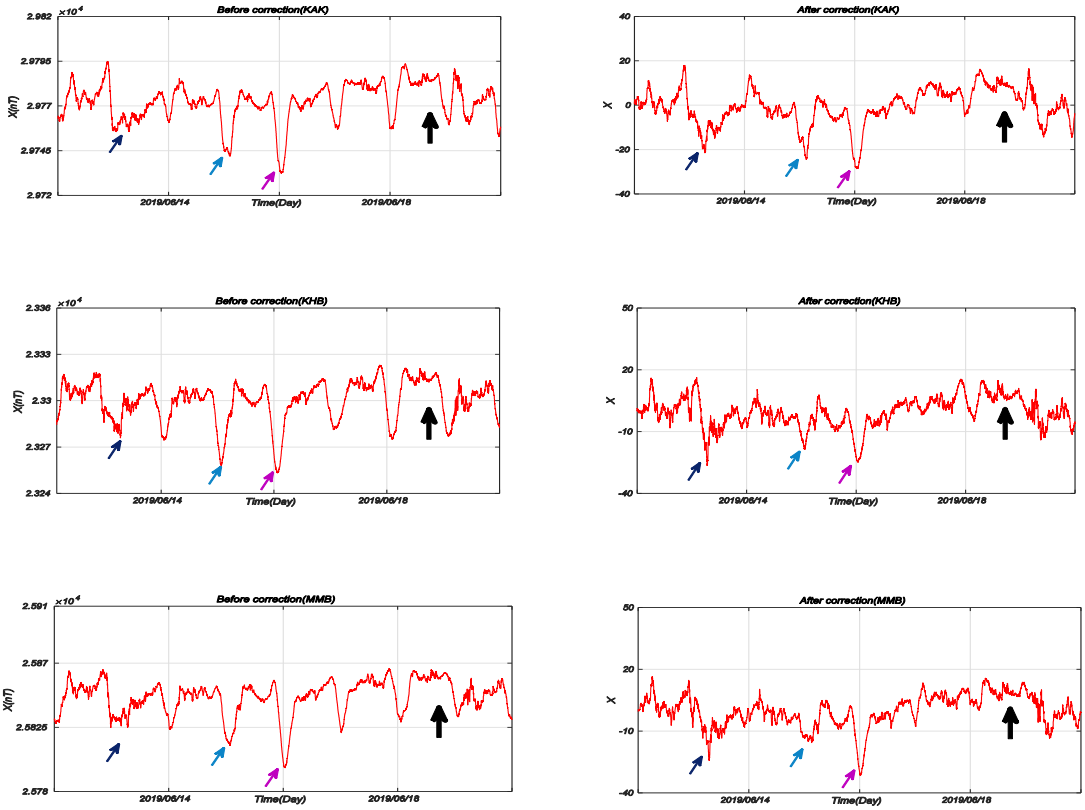


شکل 2.منحنی سرشتی مربوط به مولفه‌های X Y Z ایستگاه MMB



شکل3.نمودار قبل و پس از اعمال روش منحنی‌های سرشتی در بازه زمانی یک سال

در ادامه برای مشاهده بهتر بی‌هنجاری‌های مغناطیسی، بازه‌ای شامل 6 روز قبل از زمین‌لرزه و 2 روز پس از آن، در دو حالت قبل از اعمال روش منحنی‌های سرشتی و پس از آن، برای هر 3 ایستگاه مورد بررسی و در مولفه x نمایش داده شده است(شکل4).



شکل 4.میدان مغناطیسی در 3 ایستگاه KAK, KHB, MMB و به فاصله زمانی 6 روز قبل و 2 روز بعد از زمین‌لرزه برای مولفهX

در این نمودارها، تعداد3 بی‌هنجاری در تاریخ‌های 16، 15، 13 ماه ژوئن دیده می‌شوند که به ترتیب با فلش‌های مایل و با رنگ‌های بنفش، آبی و سرمه‌ای نشان داده شده‌اند. در این میان بی‌هنجاری دیده شده در تاریخ 13 ام ناشی از طوفان مغناطیسی می‌باشد(وبسایت spaceweatherlive). از طرفی همانطور که در بخش‌های قبل مطرح شد، نتایج دو ایستگاه KAK و MMB قابل اعتمادتر بوده و همانگونه که در نمودار مربوط به ایستگاه MMB دیده می‌شود، بی‌هنجاری مربوط به تاریخ 15ام بسیار ضعیف شده و می‌توان نتیجه گرفت که این بی‌هنجاری ممکن است ناشی از عوامل دیگر مانند موقعیت مکانی ایستگاه باشد. در نتیجه می‌توان تنها بی‌هنجاری مربوط به زمین‌لرزه مورد مطالعه را به تاریخ 16 ام نسبت داد.

همچنین لازم به ذکر است درمیان مولفه‌های میدان مغناطیسیX Y Z، مولفه‌های افقی همخوانی بهتری برای روش پیشنهادی نشان می‌دهند. البته این بدان معنا نیست که مولفه‌ی دیگر این ویژگی را نداشته باشد، بلکه بسته به موقعیت مکانی ایستگاه‌ها، شرایط زمین‌شناسی و ژئومغناطیسی حاکم بر محل ایستگاه، مولفه‌ها برای مشاهده بی‌هنجاری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

3 نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعه انجام شده، پس از رسم منحنی‌های سرشتی و برداشتن آنها از داده‌های خام، به منظور حذف اثر تغییرات روزانه‌ی میدان مغناطیسی از روی رکوردهای ژئومغناطیس، دیده می‌شود که بی‌هنجاری مشاهده شده‌ی پیش از این زمین‌لرزه، دارای شدت و تمایز بیشتری نسبت به داده‌های اصلی است. همانطور که در شکل4 نشان داده شده است، میدان مغناطیسی در هر3 ایستگاه کاهش نسبتا چشمگیری در تاریخ 2019/06/16 از خود نشان می‌دهد و از آنجا که هیچ طوفان مغناطیسی در این تاریخ در سایت‌های مربوط به ثبت این پدیده، مشاهده نشده است، می‌توان ادعا کرد این افت در اندازه میدان مغناطیسی، تنها ناشی از وقوع زمین‌لرزه مورد مطالعه بوده است و در نتیجه تاریخ 2019/06/16 که تقریبا 60 ساعت قبل از زمین‌لرزه است می تواند به عنوان پیش نشانگر تلقی شود.

منابع

پوربیرانوند، شاهرخ ودهقانی حمید، کاهش نوفه دررکوردهای مغناطیسی .پژوهشنامه زلزله شناسی ومهندسی زلزله، سال هجدهم، شماره دوم، 1394

Bleier T., Dunson C., Alvarez C., Freund F., Dahlgren R., "Correlation of Pre-earthquake ElectromagneticSignals with Laboratory and Field Rock Experiments", Nat. Hazards Earth Syst. Sci. (2010).

Dobrovolsky, I.P., Gershenzon, N.I. and Gokhbreg, M.B., 1989.Theory of electrokinetic effects occurringat the final stage in the preparation of a tectonic earthquake. Phys. Earth planet. Inter., 57: 144-156.

Hayakawa, M., Httori, K., and Ohta, K. (2007) Monitoring of ULF (Ultra-Low-Frequency) Geomagnetic variations associated with earthquakes. Sensors, 7, 1108-1122.

Johnston, M.J.S., Sasai, Y., Egbert, G.D., and Park, V. (2006). Seismomagnetic effects from thelong-awaited 28 September 2004 M6.0 Parkfield earthquake. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 96, 206-220.

Johnston, M.J.S. and Mueller, R.J. (1987). Seismomagnetic observation with the July 8, 1986, ML 5.9 North PalmSprings earthquake. *Science*, *237*, 1201-1203.

https://www.intermagnet.org/data-donnee/data-eng.php

http://www.spaceweatherlive.com/en/archive