بررسی داده‌های ژئومغناطیس به‌عنوان پیش‌نشانگر زمین‌لرزه 5 سپتامبر 2018 (MW = 6.6) و زمین‌لرزه 20 آگوست 2016 (MW = 6.0) ژاپن

حمیده طاهری نیا[1]، شاهرخ پوربیرانوند[2]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد زلزله‌شناسی، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، Hamideh.taherinia@stu.iiees.ac.ir

[2]استادیار گروه زلزله‌شناسی، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، beyranvand@iiees.ac.ir

چکیده

بی‌هنجاری‌های مغناطیسی (آنومالی‌ها) در هنگام وقوع زمین‌لرزه یا پیش از آن، از دیرباز به‌عنوان پیش‌نشانگر زمین‌لرزه مورد بحث و بررسی بوده است. در این تحقیق از روش منحنی‌های سرشتی، با رسم مکرر داده‌های مغناطیسی مربوط به هر شبانه‌روز (24 ساعت) بر روی هم، برای هر سه ایستگاه ژئومغناطیس ژاپن (MMB, KAK, KNY) و در هر سه مؤلفهٔ (Z, Y, X) یا (Z, D, H) در بازه‌ی زمانی یک‌سال بر روی داده‌های مغناطیسی، داده‌های مغناطیسی مورد پردازش قرار گرفت. به منظور ایجاد شدت و تمایز بیشتر در بی‌هنجاری‌های مشاهده شده پیش از زمین‌لرزه نسبت به داده‌های اصلی، سعی در حذف اثر تغییرات روزانه‌ی میدان مغناطیسی از روی رکوردهای ژئومغناطیس شد. بی‌هنجاری مشاهده شده پیش از زمین‌لرزه‌ها دارای شدت و تمایز بیشتری نسبت به داده‌های اصلی است، که می‌تواند به عنوان پیش‌نشانگر زمین‌لرزه مورد مطالعه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: میدان مغناطیسی، منحنی سرشتی، بی‌هنجاری مغناطیسی، زمین‌لرزه، ژاپن.

Geomagnetic Data as a Precursor of the September 5, 2018 Earthquake (Mw= 6.6) & the August 20, 2016 (Mw= 6.0) in Japan

Hamideh Taherinia[1], Shahrokh Pourbeyranvand[2]

[1]MSC. Student, Department of seismology, IIEES, Tehran, Iran.

[2]Assistant Professor, Department of seismology, IIEES, Tehran, Iran.

Abstract

Magnetic anomalies have been discussed long ago as an earthquake precursor. In this study, the characteristic curves are obtained by, frequent over plotting of magnetic data per 24-hour time frames on each other, for three geomagnetic stations in Japan (MMB, KAK, KNY). All three components (Z, Y, X) or (Z, D, H) was processed in a period of one year. In order to increase the intensity and distinction of the anomalies observed before the earthquake in comparison with the original data, we tried to eliminate the effect of daily variation of the magnetic field on the geomagnetic records by this method.

Keywords: Magnetic field, Characteristic curve, Magnetic anomaly, Earthquake, Japan.

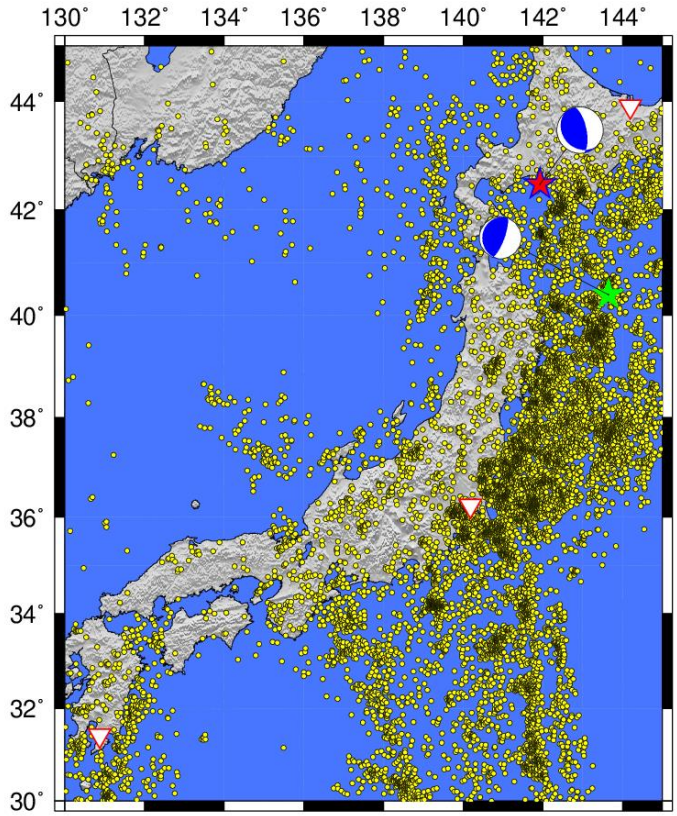
1 مقدمه

زمین‌لرزه یکی از مخرب‌ترین بلایای طبیعی است که تاثیر آن روی جوامع بشری، چه از نظر تلفات جانی و چه از نظر آسیب‌های اقتصادی، در طول تاریخ همواره قابل توجه بوده است. پیش‌بینی زمین‌لرزه برای مقابله با آن از طریق انجام اقدام‌های آماده‌سازی به منظور کاهش تلفات و خسارات ناشی از این رخداد بزرگ صورت می‌گیرد و هدف از آن، تعیین

مناطق با خطر زمین‌لرزه و کاهش تلفات مالی و جانی آن‌هاست. به هر پارامتری که قبل از وقوع زمین‌لرزه تغییراتی در آن پدید آید، به گونه‌ای که بتوان با بررسی دقیق این تغییرات زمین‌لرزه را پیش‌بینی کرد، پیش‌نشانگر گفته می‌شود. به پیش‌نشانگرهای ژئوفیزیکی، ژئومغناطیس و ژئوالکتریک و الکترومغناطیس نسبت به سایر پیش‌نشانگرها توجه بیشتری شده است. اولین بار تغییرات میدان مغناطیسی مربوط به تغییر تنش‌ها توسط استیسی (1963) و ناگاتا (1969) مشاهده شد. ناگاتا نیز تکتونومغناطیس را برای اولین بار معرفی کرد. تکتونومغناطیس شامل تغییرات میدان مغناطیسی وابسته به وقوع زمین‌لرزه است. اثر لرزه‌مغناطیسی توسط ریکی تاکی (1976) مورد بررسی قرار گرفت (ملونی و همکاران، 1998). اثر لرزه‌مغناطیسی از مقایسه داده‌های همزمان یک شبکه ژئومغناطیسی کاملا مشهود است (لیو و همکاران، 2006).

2 روش تحقیق

باتوجه به پژوهش‌های انجام گرفته در این زمینه در تحقیق حاضر نیز این پژوهش برای کشور ژاپن با استفاده از داده‌های ژئومغناطیسی سه ایستگاه با فاصله کمتر از 500 کیلومتر انجام گرفته است. این داده‌ها از سایت INTERMAGNET دریافت شده است. در شکل (1) نقشه مکان ایستگاه‌های مورد مطالعه، همچنین کانون دو زمین‌لرزه و لرزه‌خیزی منطقه از سال 1900 تا 2014 نشان داده شده است.

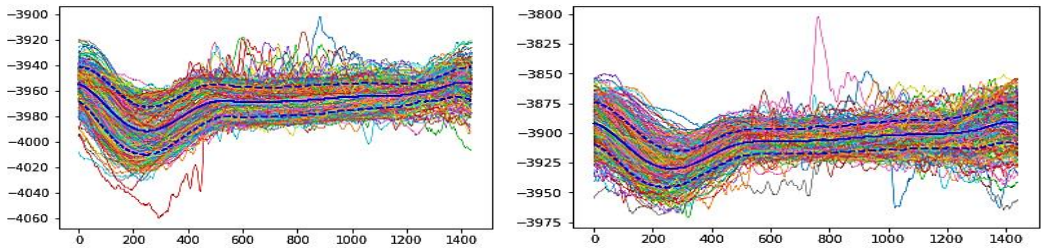


شکل 1. نقشه مکان ایستگاه‌های مورد مطالعه (مثلث سفید)، همچنین کانون دو زمین‌لرزه (ستاره قرمز موقعیت زمین‌لرزه اول و ستاره سبز موقعیت زمین‌لرزه دوم) و لرزه‌خیزی منطقه از سال 1900 تا 2014 (دوایر زرد).

دراین تحقیق روش منحنی‌های سرشتی برای حذف اثر عوامل تأثیرگذار بر میدان مغناطیسی زمین در محل ایستگاه‌های مغناطیس سنجی مورد استفاده قرار گرفته است به این‌صورت که پس از شناسایی سرشت ژئومغناطیسی ایستگاه مورد نظر، یا به‌عبارت دیگر روند تکراری تغییرات روزانه‌ای که در ایستگاه مشاهده می‌شود، اثر مربوط از داده‌ها برداشته می‌شود. سپس با بررسی بی‌هنجاری‌ها که پس از طی مراحل فوق و بر طرف کردن نوفه‌ی موجود در اثر تغییرات روزانه، صورت واضح‌تری به خود گرفته‌اند، این موارد با فعالیت‌های لرزه‌ای منطقه مطابقت داده می‌شوند. در ادامه با جداسازی نوفه از

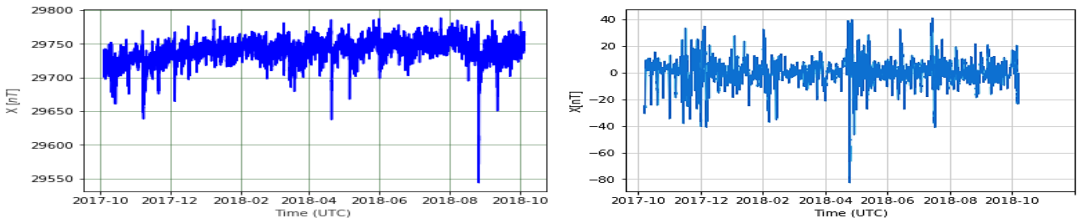
سیگنال مورد نظر و در نهایت بی‌هنجاری مشاهده شده تا حد امکان تقویت می‌گردد تا قابلیت استفاده بیشتر از داده‌های مورد بحث به عنوان پیش‌نشانگر زمین‌لرزه به‌وجود آید.

در میان مؤلفه‌های مغناطیسی مختلف مؤلفه‌ی X نسبت به مؤلفه‌های Y و Z مناسبت بیشتری برای انجام فرایند پیشنهادی دارد. البته مؤلفه‌های دیگر نیز بسته به شرایط زمین‌شناسی و ژئومغناطیسی حاکم بر محل ایستگاه می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. در مطالعه حاضر برای نشان دادن مثال‌هایی از کاربرد این روش، از داده‌های مغناطیسی و لرزه‌ای موجود در پایگاه اینترنتی داده‌های پیش‌نشانگری کشور ژاپن استفاده شده است. در ابتدا برای نمایش داده‌ها باید مقادیری را که به عنوان عدم ثبت داده مناسب ۹۹۹۹ ثبت شده‌اند، حذف کرد که در برنامه نوشته شده این مقادیر با مقادیر قبلی خود جایگزین شده اند. پس از انتخاب بازه زمانی مناسب با استفاده از داده‌های موجود از هر ایستگاه، شکل رسم شده از تکرار مقادیر مشاهده شده درطی ۲۴ ساعت در روزهای مختلف، سرشت ژئومغناطیسی ایستگاه مورد نظر را نشان می‌دهد که به این‌ترتیب منحنی سرشتی برای بازه زمانی یکسال در ایستگاه مورد نظر برای مؤلفه‌های مغناطیسی X ، Y و Z مورد بحث انجام شد. در شکل (2) منحنی سرشتی در یکی از ایستگاه‌ها برای مولفه Y میدان مغناطیسی دو زلزله نشان داده شده است.

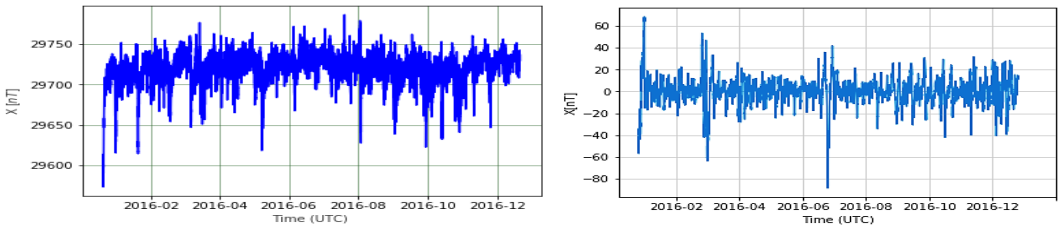


شکل 2. منحنی سرشتی (خط ممتد) در یکی از ایستگاه‌ها برای مولفه Y میدان مغناطیسی دو زلزله (شکل سمت چپ برای زمین‌لرزه 2018/09/05 و شکل سمت راست برای زمین‌لرزه 2016/08/20) رسم شده است. خطوط تیره انحراف معیار براساس محاسبات σ1 می باشند. محور افقی بیانگر زمان (دقیقه) و محور قائم بیانگر دامنه میدان مغناطیسی (نانوتسلا) می‌باشد.

پس از رسم مؤلفه‌های میدان مغناطیسی و حذف تغییرات روزانه از هر یک از مؤلفه‌ها می‌توان بی‌هنجاری‌های مربوط به زمین‌لرزه‌ها را مشاهده کرد که به این منظور جهت توجیه بهتر بی‌هنجاری‌های مشاهده شده و با در نظر گرفتن انحراف معیار برای هریک از مؤلفه‌ها، تعریف شده است که نتایج آن در شکل (3) برای زلزله اول و در شکل (4) برای زمین‌لرزه دوم نشان داده شده است.



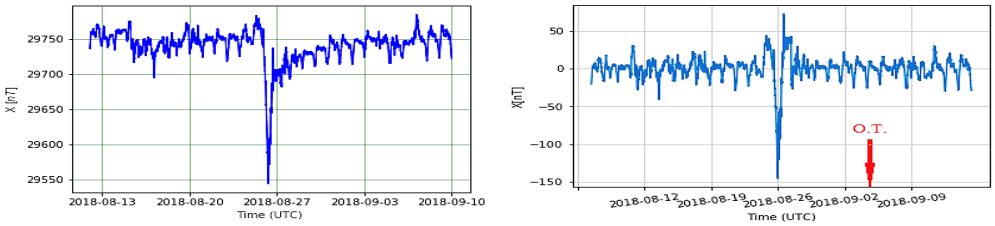
شکل 3. منحنی سرشتی مربوط به یک سال داده خام در یکی از ایستگاه‌ها (چپ) و پردازش داده‌ها در همان ایستگاه (راست) برای مؤلفه مغناطیسی (X)



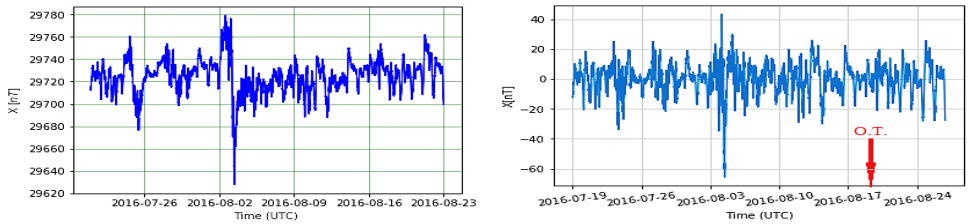
شکل 4. منحنی سرشتی مربوط به یک سال داده خام در یکی از ایستگاه‌ها (چپ) و پردازش داده‌ها در همان ایستگاه (راست) برای مؤلفه مغناطیسی (X)

با توجه به این‌که بین 5-15 روز بعد از بی‌هنجاری ژئومغناطیسی زمین‌لرزه رخ می‌دهد، در زمین‌لرزه اول تاریخ 2018/08/26 بی‌هنجاری مشاهده می‌شود که می‌توان آن را به‌عنوان پیش‌نشانگر زمین‌لرزه با بزرگی 6/6 در تاریخ 2018/09/05 و همچنین در زمین‌لرزه دوم، بی‌هنجاری تاریخ 2016/08/05 را می‌توان به عنوان پیش‌نشانگر زمین‌لرزه

با بزرگی 6/0 در تاریخ 2016/08/20 ژاپن در نظر گرفت. مولفه X برای تشخیص این بی‌هنجاری مناسب‌تر است و آنومالی بهتری را نشان می‌دهد، بنابراین جهت مشاهده تغییرات ایجاد شده به روش منحنی سرشتی و کاربرد این روش در مطالعات پیش‌نشانگری ژئومغناطیس، مولفه X میدان مغناطیسی برای داده‌های خام وپردازش یافته مقایسه شده است و بی‌هنجاری‌های مرتبط با زمین‌لرزه اول بر روی شکل (4) و زمین‌لرزه دوم شکل (5) مشخص شده است.



شکل 5. منحنی سرشتی مربوط به داده‌های خام (پردازش نشده) و پردازش داده‌ها همراه با زمان وقوع زلزله اول برای مؤلفه مغناطیسی (X)



شکل 6. منحنی سرشتی مربوط به داده‌های خام (پردازش نشده) و پردازش داده‌ها همراه با زمان وقوع زلزله دوم برای مؤلفه مغناطیسی (X)

با مقایسه این دو زمین‌لرزه که مربوط به نقاط جغرافیایی نزدیک به هم بوده و بزرگای تقریبا برابر (6/6 و 6/0) دارند، مشخص شد زلزله 2018/09/05 در عمق 35 کیلومتری رخ داده و زمین‌لرزه 2016/08/20 در عمق 10 کیلومتری رخ داده است. همان‌طور که در شکل (7) مشخص شده سازوکار کانونی زمین‌لرزه‌ها معکوس می‌باشد.

شکل 7. سازوکار کانونی زمین لرزهٔ 2018/09/05 (سمت چپ) و زمین لرزهٔ 2016/08/20 (سمت راست)

همان‌طور که در نمودارها مشخص شده، بین این دو زمین‌لرزه، زمین‌لرزه‌ای که در عمق بیشتر رخ داده CLVD بالاتری داشته و مولفه غیر تکتونیکی بیشتری دارد و از آنومالی مشخص‌تری برخوردار است.

3 نتیجه‌گیری

با استناد به نتایج به‌دست آمده و پردازش‌های انجام گرفته بر روی رکوردهای مغناطیسی سه ایستگاه ژئومغناطیسی در کشور ژاپن بی‌هنجاری‌های مربوط به تغییر در میدان مغناطیسی تشخیص داده شده‌اند. در نهایت با مقایسه این دو زمین‌لرزه مشخص شده، زمین‌لرزه‌ای که در عمق بیشتر رخ داده CLVD بالاتری داشته و آنومالی مشخص‌تری دارد.

منابع

Pourbeyranvand, Sh. & Dehghani, H. (2015). Noise reduction in the magnetic records, Pazguheshnameh, 18 (2), 11-26 (in Farsi).

Nagata, T., (1969). Tectonomagnetism. Z.A.G.A. Bull., 27: 12-43.

Parkinson, W. D. (1983). Introduction to geomagnetism. Edinburgh: Scottish Academic Press.

Liu J.Y, Chen C.H, Chen Y.I, Yen H.Y. (2006), Seismo-magnetic anomalies and M ≥ 5.0 earthquakes observed in Taiwan during 1998-2001, Physics and Chemistry of the Earth, 2006, vol. 31, pp 215-222

Meloni A., Mele G., Palangio P., (1995) Tectonomagnetic field observations in central Italy 1989-1995, Physics of Earth and Planetary Interiors, vol 105, pp 145-152.

Stacey F.D., Johnston M.J.S, (1963) Theory of the Piezomagnetic Effect in Titanomagnetite Bearing Rocks

http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search

http://www.intermagnet.org/data-donnee/download-eng.php#view