مکان‌یابی مجدد پس‌لرزه‌های زمین‌لرزه 16 فروردین 1396 سفید سنگ با روش اختلاف زمانی‌دوگانه

زهرا خرمی[1]، علی مرادی[2]

1-دانشجوی کارشناسی ارشدژئوفیزیک گرایش زلزله شناسی، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، zahrakhorrami@ut.ac.ir
2-استادیار، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، asmoradi@ut.ac.ir

در تاریخ 16 فروردین ماه 1396 زمین‌لرزه سفیدسنگ با بزرگای گشتاوری 6.0 در حدود 30 کیلومتری سفید سنگ و 80 کیلومتری مشهد در استان خراسان رضوی به وقوع پیوست. در این تحقیق برای دستیابی به کمترین خطای ممکن در مکان‌یابی از روش اختلاف زمانی‌دوگانه برای کاهش خطاهای مرتبط به مدل پوسته استفاده می‌شود. برای مکان‌یابی مجدد از برنامه HypoDD با استفاده از الگوریتم اختلاف‌زمانی‌دوگانه استفاده شده است. در این روش برای بهبود تعیین مکان رویدادها با استفاده از روش نسبی تفاضل دوگانه زمان رسیدها، خطای ناشی از مدل پوسته کاهش داده شده است. روش ذکر شده در بهبود توزیع عمقی زمین‌لرزه‌های این منطقه، تأثیر قابل ملاحظه‌ای داشته است. با توجه به توزیع پس‌لرزه‌ها گسل مسبب روندی شمال‌غربی- جنوب شرقی (به موازات روند گسل کشف رود و در انتهای آن) دارد.

واژه‌های کلیدی: گسل کشف‌رود، زمین لرزه سفیدسنگ، **تعیین محل نسبی**

The relocation of April 5th 2017 Sefid Sang Earthquake aftershocks sequence using double-difference techniques.

1-zahrakhorrami
2-ali moradi

Master Student, Institute of Geophysics- University of Tehran, zahrakhorrami@ut.ac.ir
Assistant Professor, Institute of Geophysics- University of Tehran, Tehran, Iran
asmoradi@ut.ac.ir

Abstract

On April 5, 2017, SefidSang earthquake with moment magnitude of 6.0 occurred in Khorasan Razavi province in Iran. Its epicenter was about 30 km of the city of SangSedid and 80 km of the city of Mashad. In this research, to obtain the least possible error in locating the earthquake double-difference method (using HypoDD software) is used to reduce the errors associated with the crust model. The HypoDD program has been used for relocating of the earthquake. In this method, the error caused by the crust model is reduced to improve the location of events using the double-difference approach. The mentioned method has a significant impact on improving the depth distribution of earthquakes in this area. Due to the distribution of Aftershocks, the causetive fault has a northwest-southeast trend (parallel to the Kashafrud fault and at the end of the fault).
Keywords: Kashafrud fault, Sefid Sang earthquake, relative location

1 مقدمه

دقت مکان یابی زمین لرزه تحت تاثیر چندین فاکتور است که از ان جمله می توان به پوشش و تعداد ایستگاه لرزه نگاری در منطقه، دقت در قرائت فاز اولیه، تشخیص صحیح فاز مربوطه و آگاهی از ساختار سرعتی پوسته اشاره کرد (گامبرگ و همکاران، ۱۹۹۰). روش های تعیین مکان نسبی زمین لرزه‌ها که در چند دهه گذشته، به کار گرفته شده‌اند، در مقایسه با روش‌های مطلق و تک حادثه‌ای، به علت کاهش تاثیر خطاهای ناشی از مدل پوسته‌ای با دقت بسیار بیشتری زمین

لرزه‌ها را مکان‌یابی می کند (والدهاوزر و السوورث، 2000) یکی از روش های مکان یابی نسبی که امروزه کاربرد بسیار زیادی دارد روش اختلاف زمانی دو گانه[1] که توسط (والدهاوزر و السوورث، 2000) به منظور مکان‌یابی مجدد زمین لرزه ارائه شده است.

این روش در غالب برنامه HypoDD برای مکانیابی مجدد زمین لرزه ها با الگوریتم اختلاف زمانی دوگانه (والدهاوزر و السوورث، 2000) استفاده می‌شود. با استفاده از این الگوریتم می‌توان تا حدودی دقت مکان نسبی را با استفاده از حذف اثرات ساختار مدل سرعتی پوسته اصلاح کرد (یانگ و همکاران، 2005).

2 روش تحقیق

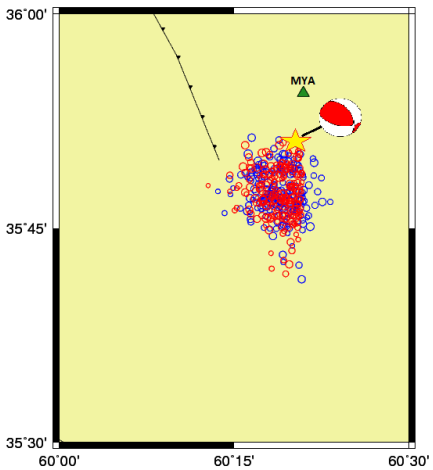
روش اختلاف زمانی دوگانه اجازه استفاده از ترکیبی از فازهای خوانده شده به روش مکان‌یابی مطلق توسط اپراتور در کاتالوگ زمین‌لرزه‌ها، (داده های کاتالوگ) و همچنین خروجی همبستگی متقابل شکل موج ها برای بهینه کردن فازها را به ما می‌دهد. لازم به ذکر است در این تحقیق تنها از دادهای کاتالوگ استفاده گردید.

مکان‌یابی مجدد زمین‌لرزه‌ها توسط HypoDD، شامل سه مرحله است.

مرحله اول، تشکیل جفت زمین‌لرزه‌ها و سپس با جفت زمین‌لرزه‌های همسایه پیوند برقرار می‌شود. جفت زمین‌لرزه‌ها، دو زمین‌لرزه‌ای هستند که در یک ایستگاه مشترک و ناحیه از پیش تعیین شده، ثبت شده اند. مرحله دوم، تشکیل خوشه هایی از زمین‌لرزه‌ها است که اگر داده‌های کافی در دسترس باشند، باعث بهبود تصویر مشخصه‌های لرزه‌ای منطقه می‌شود.

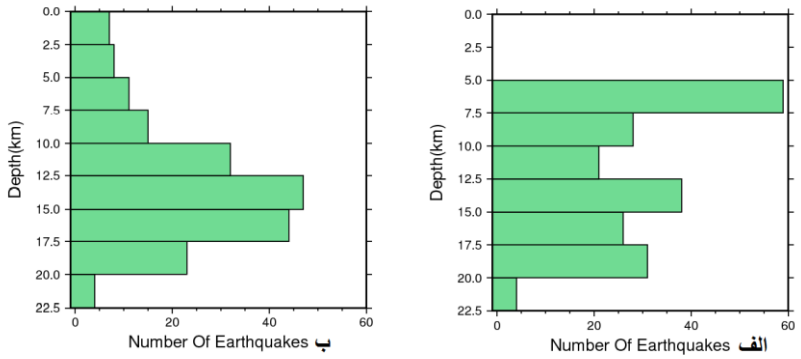
مرحله سوم، مکان‌یابی مجدد زمین‌لرزه‌ها با استفاده از داده‌های اختلاف زمانی دوگانه است. اختلاف زمان سیرها برای جفت زمین‌لرزه‌ها در ایستگاه‌های مشترک اساسی‌ترین داده مورد نیاز در روش اختلاف زمانی دوگانه است این داده را می‌توان از کاتالوگ زمین‌لرزه‌ها که توسط مراکز لرزه‌نگاری ارائه می‌شود، استخراج نمود. (پوپینت و همکاران، 1984).

در این تحقیق از مدل سرعتی مرکز لرزه‌نگاری کشوری که دارای 5 لایه است، استفاده شد. به منظور مکان‌یابی مجدد زمین‌لرزه‌های منطقه مورد مطالعه، از زمان وقوع زلزله به مدت یکسال، 2136 رویداد ثبت شده توسط ایستگاه‌های شبکه لرزه‌نگاری وابسته به موسسهٔ ژئوفیزیک دانشگاه تهران استخراج گردید که از این میان با توجه به شرایط انتخابی توسط برنامه HypoDD، 201 رویداد زمین‌لرزه با گپ آزیموتی برابر و کمتر از 180 درجه تعیین محل مجدد شده‌اند که در شکل 1 رو مرکز کانون اولیه این 201 رویداد زمین‌لرزه و خروجی مکان‌یابی مجدد زمین‌لرزه‌ها با استفاده از داده کاتالوگ به روش اختلاف زمانی دوگانه نشان داده شده است و در شکل 2 توزیع عمقی رویدادها قبل و بعد از عملیات تعیین محل مجدد نمایش داده شده‌است.



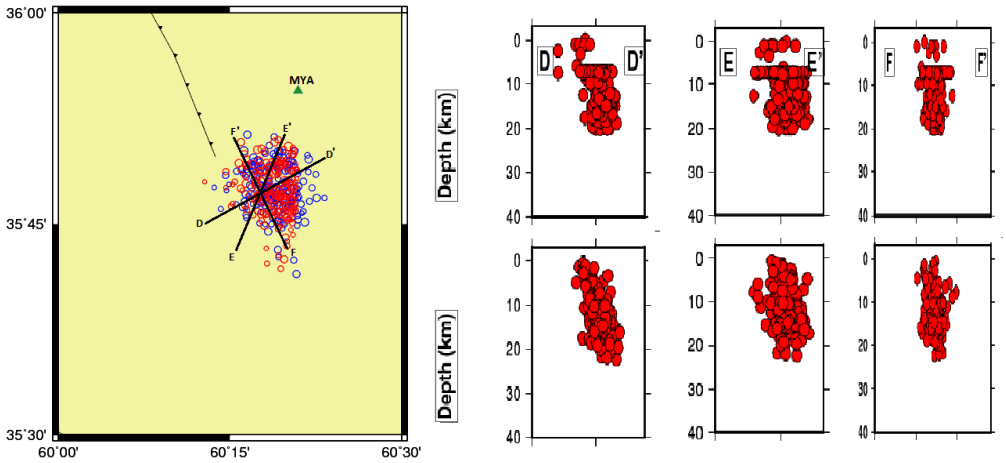
شکل 1-کانون اولیه اعلام شده توسط مرکز لرزه‌نگاری ایران (دایره های آبی) با گپ آزیموتی برابر و کمتر از 180 درجه
مکان‌یابی مجدد زمین‌لرزه‌ها با استفاده از داده کاتالوگ (دایره‌های قرمز) با گپ آزیموتی برابر و کمتر از 180 درجه

[1] double diffrance



شکل 2- نمودار توزیع عمقی زمین‌لرزه‌ها با گپ آزیموتی برابر و کمتر از 180 درجه. قبل و بعد از مکان‌یابی مجدد. الف) نمودار توزیع عمقی زمین لرزه‌ها که توسط مرکز لرزه‌نگاری کشوری اعلام شده است. ب) نمودار توزیع عمقی زمین لرزه‌ها پس از مکان‌یابی مجددزمین لرزه ها

در شکل 3 مقاطع مختلفی (عمود و موازی با گسل‌های منطقه) زده شده است. است که در مقطع 'DD در زمین لرزه‌هایی که تعیین محل مجدد شده‌اند شیبی به سمت شمال شرقی دیده می‌شود.



شکل 3- مقاطع عمقی در پهنه رومرکزی پس‌لرزه‌ها با گپ آزیموتی برابر و کمتر از 180 درجه در راستاهای مختلف

3 نتیجه‌گیری

میزان rms زمانی مربوط به زمین لرزه‌های انتخابی با گپ آزیموتی مساوی و کمتر از 180 درجه، از 0.5 میلی ثانیه به 0.25 میلی ثانیه بعد از تعیین محل مجدد کاهش یافته است. توزیع سطحی رویدادها بعد از تعیین محل مجدد نشان از گسترش بیشتر در راستای شرقی غربی و توزیع عمقی نیز پس از تعیین محل مجدد نشان دهنده توزیع منطقی تر رویدادها است. در مقطع 'DD شیب به سمت شمال شرقی دیده در داده های تعیین محل مجدد شده دیده می‌شود که در داده اولیه مشاهده نمی‌شد. برای بهبود بیشتر مکان تعیین شدهبرای رویدادها پیشنهاد می‌شود با استفاده از تکنیک همبستگی متقابل زمان رسید فازها را نیز برای رویدادها بهبود داد.

منابع اصلی

Castellanos, F. and Van der Baan M, 2013, Microseismic event locations using the double-difference algorithm, CSEG Recorder, 38(3), 26-37.

Deichmann, N., and M. Garcia-Fernandez, 1992, Rupture geometry from high precision relativehypocenter locations of microearthquake clusters, Geophys. J. Int. 110, 501-517.

Geiger, L., 1910, Herbsetimmung bei Erdbeben aus den Ankunfzeiten, K. Gessell. Will. Goett, 4, 33 349.

Gomberg J.S.K.M Shedlock , and S.W.Roecker., 1990. The effect of S-wave arrival times on the accuracy of hypocenter estimation, Bull Seim. Soc. Am 80, 1605-1628

Lin, G. and Shearer, P., 2005, Tests of relative earthquake location techniques using synthetic data, Journal of Geophysical Research, 110 (B04304), doi: 10.1029/2004JB003380

Ottemoller. L and Thomas, CW. Highland boundary fault zone: Tectonic implications of the aberfoyle

Poupinet, G., Ellsworth, W. L., & Frechet, J. (1984). Monitoring velocity variations in the crust using earthquake doublets: An application to the Calaveras Fault, California, Journal of Geophysical Research:

Solid Earth, 89(B7), 5719–5731, doi: 10.1029/JB089iB07p05719earthquake sequence of 2003. Tectonophysics, 430(1):83{95, 2007.

Shearer, P., E. Hauksson, and G. Lin .,2005. Southern California hypocenter relocation with waveform cross correlation: Part 2, Results using source-specific station terms and cluster analysis, Bull. Seismol.

Soc. Am. 95, 904–915, doi 10.1785/0120040168

Waldhauser, F. and Ellsworth, W. L., 2000, A double-difference earthquake location algorithm: method and application to the northern Hayward fault, California. Bull. Seismol. Soc. Amer., 90, 1353-1368

Waldhauser, F. (2001). hypoDD: A computer program to compute double-difference hypocenter locations, U.S. Geol. Surv. Open File Rep., 01-113, 25 pp

Waldhauser, F., & Ellsworth, W. L. (2002). Fault structure and mechanics of the Hayward fault, california, from double-difference earthquake locations. Journal of Geophysical Research: Solid Earth,

Yang, Z. X., Waldhauser, F., Chen, Y. T. and Richards, P. G., 2005, Doubledifference relocation of earthquakes in central-western China, 1992-1999, J. Seismol., 9, 241-264