



ISSN 2345 - 4997

An Investigation of Evaluation of Earthquake Aftershocks Kaki - Bushehr

Mehrdad Ansaripour^{1*}, Mehdi Rezapour²¹ Department of Earth Physics, Institute of Geophysics, University of Tehran, Iran.² Department of Earth Physics, Institute of Geophysics, University of Tehran., Iran.

*Corresponding Author (ansaripor@ut.ac.ir)

Article History:
Revised: Apr 12, 2014Received: Apr 03, 2014
Accepted: Apr 13, 2014Reviewed: Apr 08, 2014
Published: Apr 14, 2014**ABSTRACT**

The M_n 6.1 Dashti earthquake occurred at 16:24:49 local time, 16:24:49 UTC, on 9 April 2010, in Bushehr province, southwest Iran. Dashti earthquake occurred near a distance of 80 km of Bushehr port. This earthquake has many aftershocks and its aftershocks still occur in the region. The study area is a part of the central Iran seismotectonic province. The tectonics of the region is dominated by a convergence between the Arabian and Eurasian plates. When earthquakes occur in an area, especially if they occur frequently indicates that a fault is active and ruptured. The aftershock locations show a trend of NW-SE, which is interpreted as the fault plane of the mainshock. The study of the spatial distribution of the aftershocks of this earthquake shows that the Pishani-Kohestan fault is the cause of the earthquake.

Keywords: Dashti, Bushehr, Aftershock, Kaki, Pishani-Kohestan Fault.

بررسی پس لرزه‌های زمین لرزه کاکي - بوشهر

مehرداد انصاری‌پور^۱، مهدی رضاپور^۲^۱ مؤسسه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، نگارنده رابط (ansaripor@ut.ac.ir)^۲ گروه فیزیک زمین، مؤسسه ژئوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران

تاریخ داوری: ۱۳۹۳/۱/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۱۴

تاریخچه انتشار مقاله

تاریخ انتشار: ۱۳۹۳/۱/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱/۲۴

تاریخ اصلاحات: ۱۳۹۳/۱/۲۳

چکیده

در ساعت ۱۶:۲۴:۴۹ روز سه‌شنبه، ۲۰ فروردین ۱۳۹۲ برابر با ۱۱:۵۲:۴۹ به وقت بین‌المللی روز نهم آوریل ۲۰۱۳ زمین‌لرزه‌ای با بزرگای $M_n = 6.1$ در شهر کاکي از توابع شهرستان دشتی و به فاصله ۸۰ کیلومتری از بندر بوشهر روی داد. زلزله ۶/۱ در جنوب رشته کوه‌های زاگرس، نشان دهنده فعال بودن همگرانی دو صفحه تکنونیک عربستان و اوراسیا است. زمین‌لرزه دشتی پس‌لرزه‌های زیادی داشته است و هنوز هم پس‌لرزه‌های آن در منطقه رخ می‌دهد. زلزله‌های رخ داده در یک ناحیه به خصوص اگر به صورت مکرر رخ دهند نشان دهنده فعال شدن و گسیختگی یک گسل هستند. مطالعه توزیع مکانی رومرکز پس‌لرزه‌های این زمین‌لرزه مؤید این است که گسل پیشانی کوهستان (MFF) عامل این زمین‌لرزه، می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کاکي، دشتی، پس‌لرزه، بوشهر، گسل پیشانی کوهستان.**۱. مقدمه**

شهرستان‌های دشتی، دیر و کنگان در استان بوشهر، رویداد داده است. زمین‌لرزه‌های تاریخی گزارش شده در این استان ۵ رویداد می‌باشد که قدیمی‌ترین آنها در سال ۳۰۰ میلادی به

در پی رویداد زمین‌لرزه‌ای در ساعت ۱۱:۵۲ سه‌شنبه مورخ ۲۰ فروردین ماه ۱۳۹۲ با بزرگای ۶/۱ در مقیاس محلی در گستره

۱۳۵۰ کیلومتر امتداد دارد. این مسیر گسلی در اواخر پرکامبرین و در اثر کوهزائی کاتانگائی شکل گرفته و از آن به بعد در شکل‌گیری حوضه زاگرس و در تغییرات ساختاری و رخساره‌ای طرفین خود پوسته این منطقه مؤثر و کنترل کننده بوده است. این گسل در لرزه‌خیزی ایران به ویژه در بخش شمال باختری آن اثر چشم‌گیری داشته است. گسل کازرون (KF) گسلی است پی‌سنگی با روند نزدیک به شمالی-جنوبی و با طول ۱۲۵ کیلومتر که از ۱۵ کیلومتری باختر شهرستان کازرون عبور می‌کند. این گسل گسترش گنبد های نمکی در زاگرس مرکزی را کنترل می‌کند. در طول گسل کازرون رخداد زمین‌لرزه‌های زیادی با سازوکار راست‌الغز راست گرد ثبت گردیده‌اند. گسل برازجان قطعه شمالی-جنوبی گسل بزرگ پیشانی زاگرس می‌باشد و آثار گسیختگی در سطح برای آن گزارش گردیده است. بررسی‌های پالئوسایزمولوژی بر روی این گسل (Bachmanov et al. 2004) گویای وجود مولفه فشارش برای این گسل است و برآوردی ۲ تا ۴ میلیون سال نیز برای لغزش راستگرد بر روی صفحه گسل برآورد گردیده است.

گسل پیشانی کوهستان (MFF) به عنوان مرز ساختاری مهم میان زاگرس چین‌خورده ساده با کوهپایه‌ها و دشت ساحلی خلیج فارس می‌باشد. این گسل از جمله گسل‌های مخفی می‌باشد که با شواهد ساختاری، توپوگرافی و ریخت‌زمین‌ساختی و گاه لرزه‌ای قابل ردیابی است (Berberian 1995). گسل پیشانی کوهستان با درازای بیش از ۱۳۵۰ کیلومتر در ایران از قطعات رانده متعددی با طول‌های ۱۵ تا ۱۱۵ کیلومتر تشکیل شده است. بر پایه مختصات مرکز بیرونی زمین‌لرزه ۱۶ بهمن ماه ۱۳۹۰، مکان این رخداد در فاصله میان گسل پیشانی زاگرس و خط ساحل خلیج فارس بوده است.

۳. بحث و نتایج

بر پایه برش‌های ساختاری میزان جابه‌جایی در شکل لغزش برای این گسل ۱ کیلومتر پیش‌بینی می‌گردد (Sherakati et

ثبت رسیده است. بزرگترین زمین‌لرزه تاریخی گزارش شده در این استان با بزرگای ۶ در مقیاس امواج سطحی زمین، در تاریخ ۱۳۸۳/۱۰/۱۶ میلادی رویداده است. از سال ۱۳۸۳ تا کنون تعداد بیش از ۲۲۴ زمین‌لرزه دستگاہی با بزرگای بیش از ۳ در این استان رویداده است. بزرگترین زمین‌لرزه دستگاہی در تاریخ ۱۹۲۵/۱۲/۱۸ میلادی و با بزرگای ۵/۶ در مقیاس امواج درونی زمین به ثبت رسیده است. در سده گذشته بیش از هزار رویداد لرزه‌ای در منطقه جنوب زاگرس رخ داده است که ۱۰۹ مورد از آنها دارای بزرگای ۵ و بیشتر بوده‌اند از جمله زمین‌لرزه کاکلی بوده است. موارد یاد شده، نشان دهنده لرزه‌خیزی بالا در منطقه زاگرس می‌باشد. همچنین این منطقه از نظر ژئوپلیتیک یکی از مهمترین مناطق در عرصه خاورمیانه می‌باشد چرا که بخش عظیمی از منابع نفت و گاز خاورمیانه از حوضه‌های نفتی این منطقه که در دو کشور ایران و عربستان قرار دارد استخراج می‌گردد و همچنین نیروگاه هسته‌ای بوشهر هم در این منطقه قرار دارد. لذا مطالعه لرزه‌خیزی ناحیه از اهمیت زیادی برخوردار است. از طرفی شناخت سازوکار زمین‌لرزه‌ها و نحوه آزادسازی انرژی انباشته شده نقش ویژه‌ای در تشریح لرزه‌خیزی هر منطقه دارد. لذا در این تحقیق جهت شناخت گسل مسبب زمین‌لرزه کاکلی، پس‌لرزه‌های آن مورد بررسی قرار گرفتند.

۲. منطقه مورد مطالعه

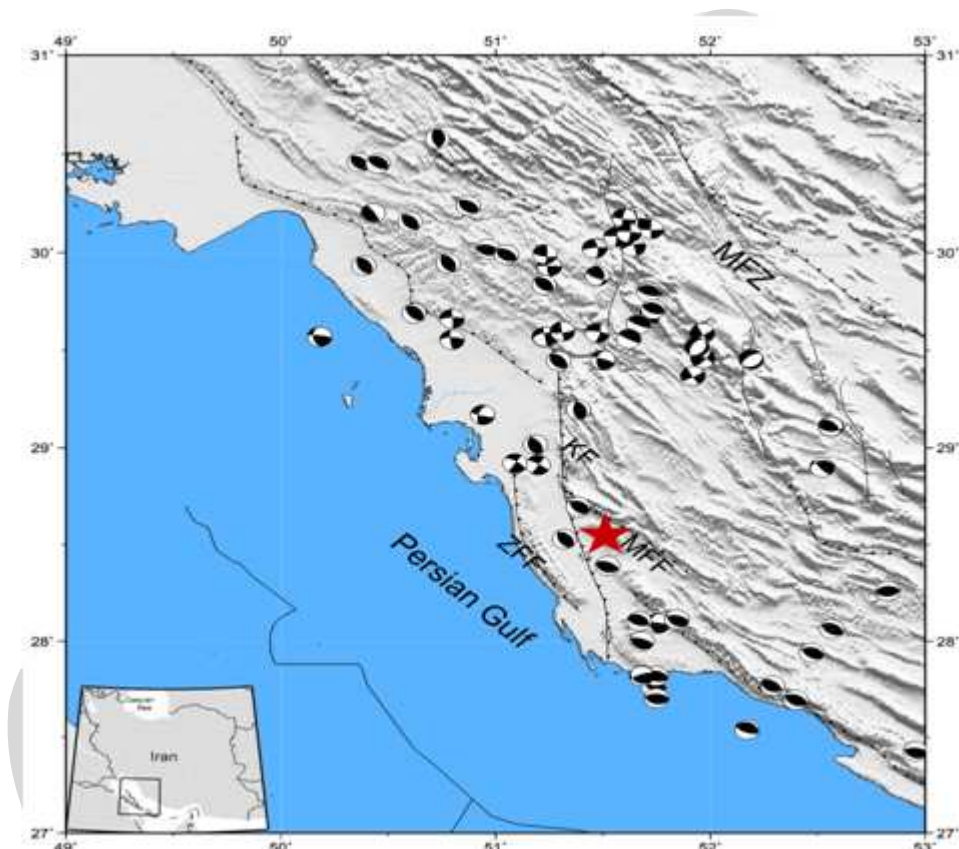
۲.۱. لرزه زمین‌ساخت و لرزه‌خیزی منطقه

منطقه مورد مطالعه از نظر جغرافیائی در محدوده غرب-جنوب غرب ایران و شرق عراق و شمال‌شرق عربستان قرار دارد. این ناحیه قسمتی از ایالت لرزه‌زمین‌ساخت زاگرس را تشکیل می‌دهد در این ناحیه روند عمومی ساختار تکتونیکی تقریباً شمال غربی-جنوب شرقی است و در آن رسوبات پالئوزوئیک، مزوزوئیک و ترشیر به طور هم شیب روی هم قرار گرفته‌اند. در اینجا بخاطر نقش گسل‌های فعال در لرزه‌خیزی به معرفی چند گسل فعال منطقه می‌پردازیم.

یکی از بارزترین گسل‌های فعال ناحیه گسل اصلی زاگرس (MZF) است که از شمال بندرعباس تا ناحیه مریوان به طول

است. با بررسی نقشه پراکندگی لرزه‌خیزی در منطقه متوجه می‌شویم که تراکم بیشتر لرزه‌خیزی بر روی نواری منطبق بر گستره زاگرس قابل پیگیری می‌باشد. این نوع رخداد زلزله‌ها شاخص لرزه‌خیزی رشته‌کوه‌های زاگرس است که با توجه به مشخصات پوسته زمین و وجود لایه‌های نامقاوم و آزاد شدن تدریجی انرژی در هنگام زمین‌لرزه‌ها، با وقوع زلزله‌های متعدد و پی‌در پی و با بزرگای متوسط در این ناحیه مشخص می‌شود.

(Oveisi et al., 2007, al., 2005). رویدادهای لرزه‌ای که از ابتدای قرن بیستم به صورت دستگاهی در منطقه ثبت شده و بزرگای بیش از ۴ ریشتر داشته‌اند تعداد بسیار زیادی رویداد می‌باشد که این تعداد رویداد زمین‌لرزه‌ای نشانه فعالیت بالای منطقه از لحاظ لرزه‌خیزی می‌باشد (شکل ۱). زلزله‌های رویداده در این منطقه با توجه به وضعیت زمین‌شناسی و تکنونیک منطقه بیشتر دارای ساختاری فشاری بوده و محدوده بزرگی آنها میان $M=5/3$ تا $M=7$ در نوسان بوده

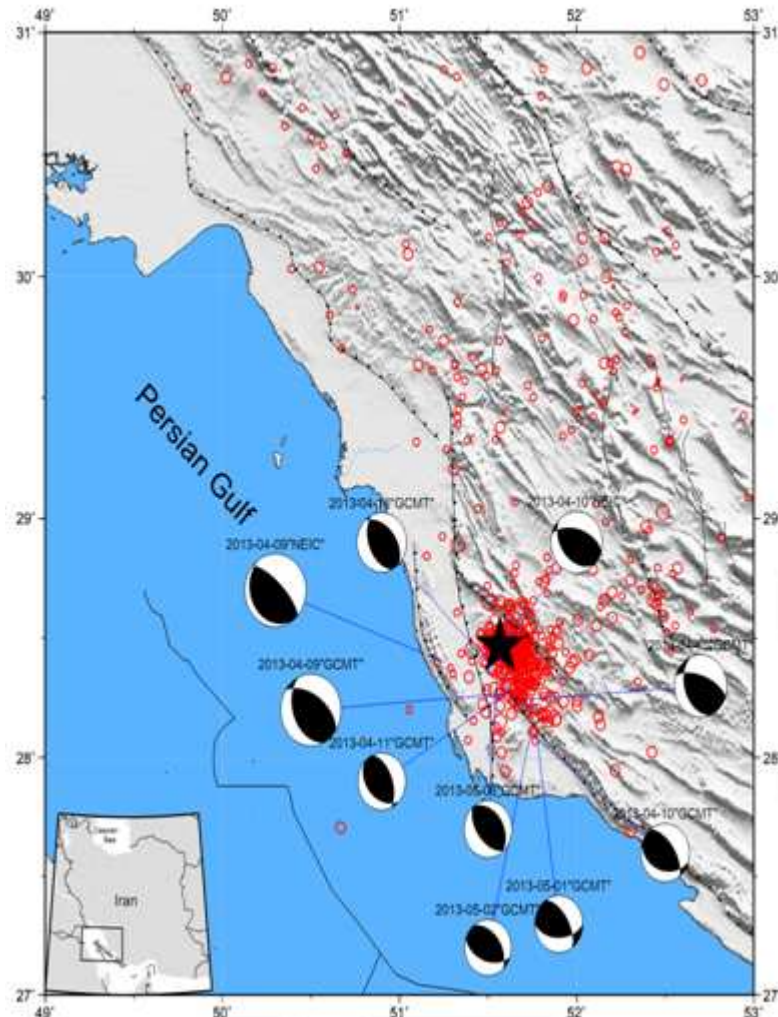


شکل ۱. توزیع زمینلرزه‌های رخ داده با بزرگی ۴ و بیشتر همراه سازوکار کانونی آنها تا قبل از وقوع زلزله جدید.

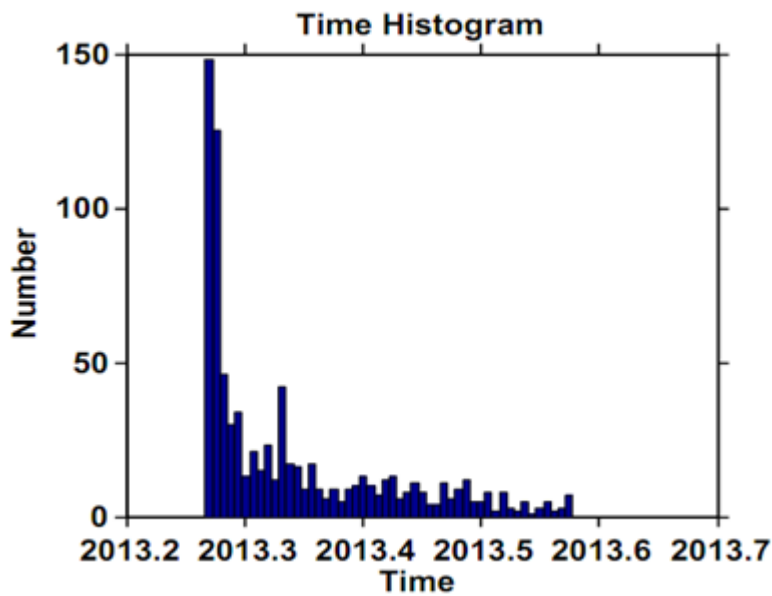
مورد لرزه زمین‌ساخت ناحیه افزایش می‌دهد. در این مطالعه مکان‌یابی مجدد پس‌لرزه‌های رخ داده در ناحیه، با استفاده از مدل سرعتی به دست آمده و اطلاعات ایستگاه‌های لرزه‌نگاری بعضی از کشورهای حاشیه خلیج فارس، انجام شد. شکل (۲) توزیع سطحی پس‌لرزه زمین‌لرزه کاکای را که مجدداً مکان‌یابی شده‌اند، نشان می‌دهد. نمودار فراوانی پس‌لرزه‌ها و رابطه اموری برازش شده به آن در شکل (۳) نشان داده است.

۳.۱. زمینلرزه کاکای و پس‌لرزه‌های آن

زمین‌لرزه‌ای با بزرگای $M_n=6.1$ (مرکز لرزه‌نگاری کشوری، مؤسسه ژئوفیزیک) در شهر کاکای از توابع شهرستان دشتی و به فاصله ۸۰ کیلومتری از بندر بوشهر روی داد زمین‌لرزه دشتی پس‌لرزه‌های زیادی داشته است. زلزله‌های رخ داده در یک ناحیه به خصوص اگر به صورت مکرر رخ دهند نشان دهنده فعال شدن و گسیختگی یک گسل هستند. مشخص شدن گسل مسبب زمین‌لرزه کاکای شناخت ما را در

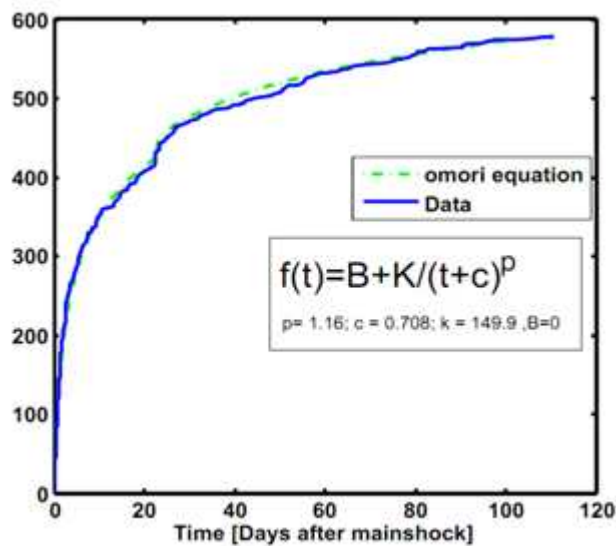


شکل ۲. توزیع پس‌لرزه‌های مکانیابی شده با استفاده از مدل سرعتی بدست آمده در این مطالعه.



لف

شکل ۳. الف) نمودار تعداد پس‌لرزه‌های رخداد در روز. ب) رابطه اموری اصلاح شده برزاش شده به داده پس‌لرزه‌ها



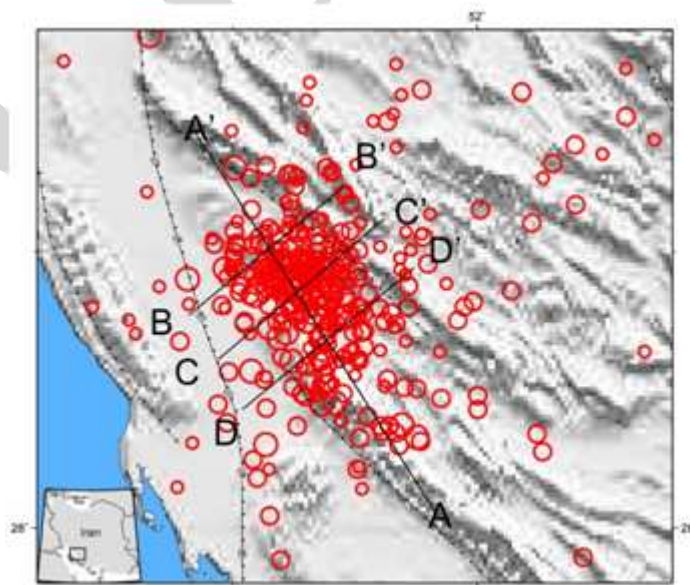
ب

ادامه شکل ۳. الف) نمودار تعداد پس‌لرزه‌های رخداد در روز. ب) رابطه اموری اصلاح شده برزاش شده به داده پس‌لرزه‌ها

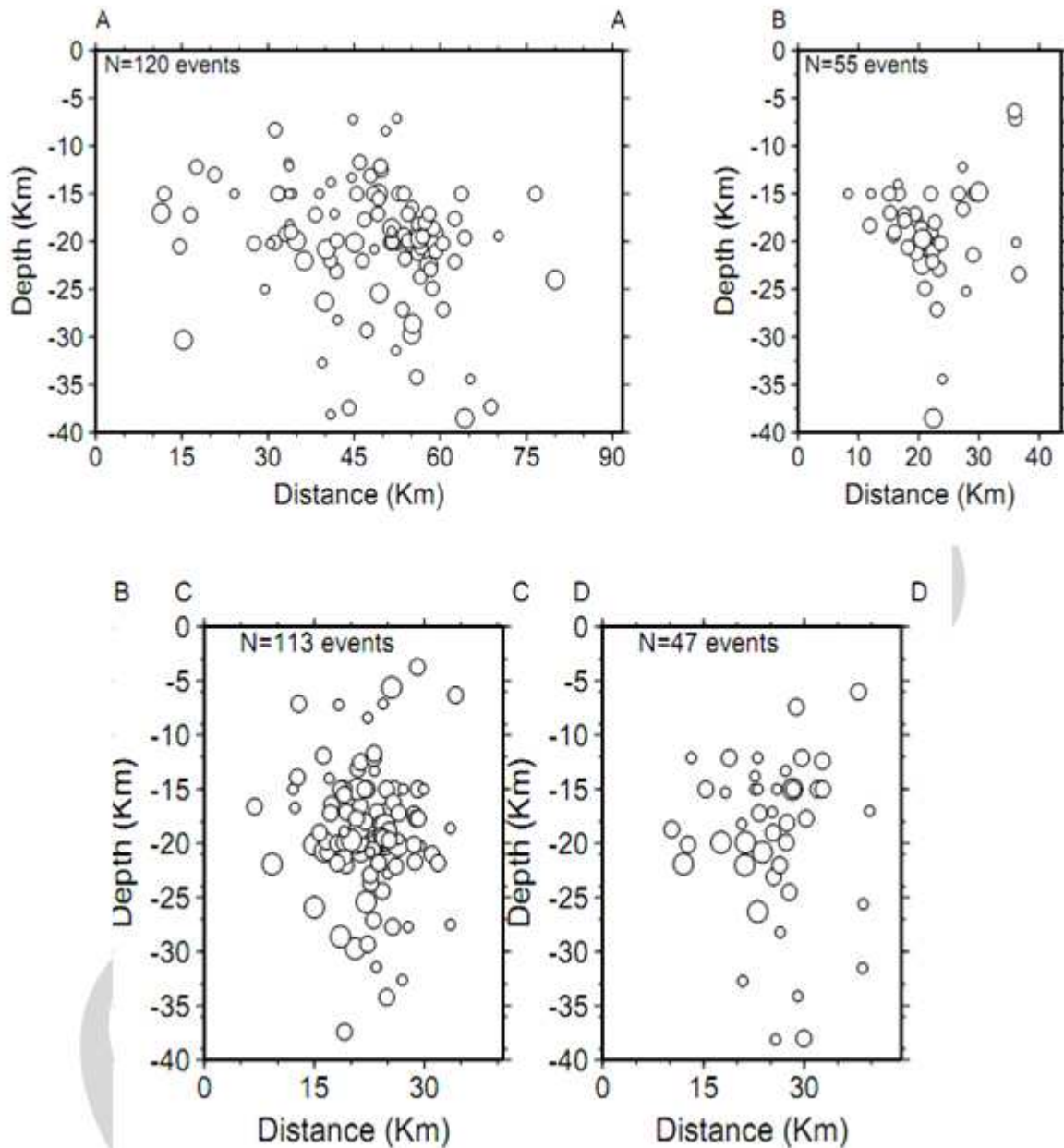
۴. نتیجه‌گیری

خوبی مکانیابی شده‌اند می‌باشد (شکل ۴). اشکال (۲ و ۴) نشان می‌دهد که توزیع پس‌لرزه‌های زمین‌لرزه کاکای بوشهر روند شمال‌غربی - جنوب‌شرقی دارد که با گسل پیشانی کوهستان بیشتر منطبق است. جهت مشخص شدن شیب گسل چند مقطع مشخص شده در شکل (۴) تعیین گردید (شکل ۵). این مقاطع نشان می‌دهند گسل مسبب زمین‌لرزه کاکای تقریباً شیب قائم داشته است. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از مقاطع عرضی می‌توان گسل مسبب زلزله کاکای بوشهر را گسل پیشانی کوهستان که گسلی پنهان می‌باشد، معرفی نمود.

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد تعیین گسل مسبب زمین‌لرزه و مکانیسم آن در شناخت لرزه‌خیزی یک ناحیه نقش ویژه‌ای دارد. مکانیسم زمین‌لرزه‌های بزرگ معمولاً بعد از مدت کوتاهی توسط گروه هاروارد تحت عنوان پروژه جهانی GCMT منتشر می‌شود اما آنها مشخصات گسل اصلی و کمکی را تعیین می‌کنند و مشخص نمی‌کنند که کدامیک از صفحات نودال صفحه اصلی گسل است. یکی از متداولترین روش تشخیص گسل اصلی (صفحه گسل مسبب زمین‌لرزه) استفاده از توزیع سطحی و عمقی پس‌لرزه‌هایی که با دقت



شکل ۴. توزیع سطحی پس‌لرزه‌های زمین‌لرزه کاکای. خطوط AA'، BB'، CC' و DD' پروفیل‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۵. مقاطع عرضی بر روی پس لرزه‌ها.

Oveisi, B., Lavé, J. and van der Beek, P. (2007) Rates and processes of active folding evidenced by pleistocene terraces at the central Zagros front (Iran), in Thrust Belts and Foreland Basins, *Frontiers in Earth Sciences Series*, edited, Springer-Verlag, New York, 265-285.

Sherkati, S., Molinaro, M., Frizon de Lamotte, D. and Letouzey, J. (2005) Detachment folding in the central and eastern Zagros fold belt (Iran). *Journal of structural Geology*, 27, 1680- 1696.

منابع

Berberian, M. (1995) Master blind thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics, *Tectonophysics*, 241, 193-224.

Bachmanov, D.M., Trifonov, V.G., Hessami, Kh.T., Kozhurin, A.I., Ivanova, T.P., Rogozhin, E.A., Hademi, M.C. and Jamali, F.H. (2004) Active Faults in the Zagros and Central Iran. *Tectonophysics*, 380, 221-241.