

شناسایی گسل‌های مدفون در دشت نطنز با استفاده از داده‌های لرزه‌نگاری بازتابی دوبعدی و کاربرد نشانگرهای لرزه‌ای

لیلا ولی محمدی

دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران

l.valimohammadi@iiees.ac.ir

محمد مختاری

عضو هیئت علمی، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران

mokhtari@iiees.ac.ir

لیلا مهشادنیا

کارشناس پژوهشکده زلزله‌شناسی، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران

l.mahshadnia@iiees.ac.ir

کلید واژه‌ها: لرزه‌نگاری بازتابی، نشانگرهای لرزه‌ای، گسل مدفون، دشت نطنز

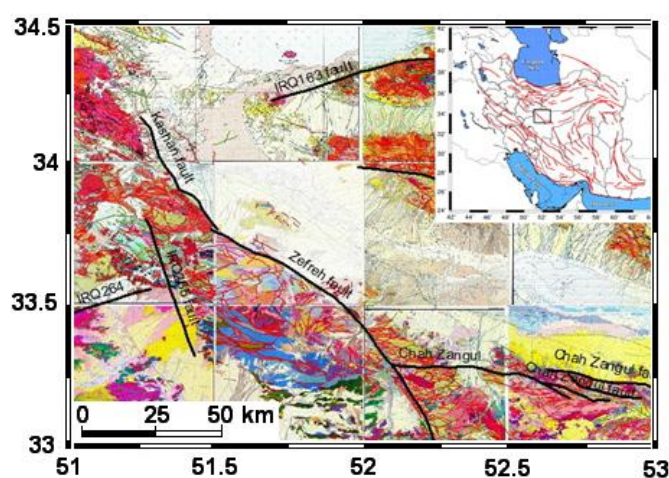
چکیده

در این مقاله سعی شده تا با استفاده از داده‌های لرزه‌نگاری بازتابی گسل‌های مدفون در دشت نطنز شناسایی شود. منطقه مورد مطالعه در جنوب غربی ایران مرکزی و در مجاورت زون ارومیه دختر واقع شده‌است. مطالعه بر روی نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه با توجه به پوشش آبرفتی ضخیم موجود در حوضه، فاقد گسل‌های شناخته شده‌ای می‌باشد. تفسیر داده‌های بازتابی در مطالعه‌ی حاضر نشان دهنده گسل‌های متعددی در منطقه می‌باشد. در قسمت شمال خاوری حوضه بیشتر گسل‌ها شناسایی شده دارای سازوکار معکوس با شیب به سمت جنوب باختر بوده تعدادی از گسل‌ها نیز که در قسمت جنوب باختری حوضه واقع شده‌اند، دارای سازوکار نرمال با شیب به سمت شمال خاور می‌باشند. با توجه به روند شمال یاختر- جنوب خاور گسل‌های شناسایی شده، این احتمال وجود دارد که خطواره موجود در حوضه که بصورت عمود بر این گسل‌ها قرار گرفته است، در تغییر روند گسل‌های شناسایی شده و جابجایی آن‌ها مآثر بوده باشد. بعنوان مثال گسل شناسایی شده F2 می‌تواند ادامه گسل IRQ168 باشد. که اثر عملکرد این خطواره تغییر روند پیدا کرده است. در تفسیر مقاطع لرزه‌ای از نشانگرهای لرزه‌ای نیز استفاده شده است که بدلیل کیفیت نامناسب داده‌ها نتیجه مطلوبی را نشان نداده است.

مقدمه

گستره مورد مطالعه در محدوده ۵۱-۵۳ درجه خاوری و ۳۳-۳۵ درجه شمالی و در ایالت لرزه زمینساختی ایران مرکزی- خاور ایران قرار گرفته‌است. از دیدگاه زمین‌ساختی در ایران مرکزی، گسلش بر ساختمان‌های چین خورده برتری دارد. فراوانی فرونشست‌های ساختمانی در ایران مرکزی نیز نتیجه دخالت گسل‌های فراوان در ساختمان آن می‌باشد. در مجموع ایران مرکزی سیستم فروافتاده‌ای را در مقابل چین خوردگی‌های حاشیه نشان می‌دهد (علائی ۱۳۸۱). به نظر اشتوکلین (۱۹۶۸) چین خوردگی اصلی ایران مرکزی با فاز کوهزایی آلپی در ارتباط است به طوری که پنج فاز اصلی چین خوردگی آلپ در تریاس - لیاس، اوایل کرتاسه، اواسط و اواخر دوران سنوزوئیک در این منطقه مشاهده شده است. روند عمومی چین خوردگی‌ها در ایران مرکزی یکنواخت نیست، در شمال روند خاوری - باختری در خاور به موازات بلوک لوت (شمالی - جنوبی) و در جنوب باختری به موازات منطقه سنندج - سیرجان (شمال باختر - جنوب خاور) است. بخش میانی ایران مرکزی را شکستگی‌های

متعدد با جهات مختلف بصورت مشبک در آورده و قطعات شکسته نسبت به هم حرکاتی داشته‌اند و در نتیجه بالا آمدگیها و فرورفتگیها، حوضه متفاوتی بوجود آمده است. از دیدگاه چینه شناختی ایران مرکزی در تمام مدت دوران پالئوزوئیک وضعی مشابه با سایر قسمت‌های ایران داشته است، بطوری که یک حالت پلاتفرمی در آن حکمفرما بوده و کویر بزرگ و فرورفتگی ایران مرکزی احتمالاً حوضه وسیع کم عمقی را تشکیل می‌داده است. پس از رسوبگذاری پرمین میانی یک دوره فرسایش طولانی بر ایران چیره گشته که حاصل آن نهشت رسوبات آواری و قرمز رنگ در زمان تریاس زیرین (سازند سرخ شیل) بوده و در دوران مزوزوئیک و همچنین در سنوزوئیک، ایران مرکزی از نظر زمین ساختی منطقه پرتحرکی بوده است، چنانکه علاوه بر چندین دگرشیبی کاملاً مشخص، فعالیت ماگمایی بصورت سنگهای آتشفشانی و توده های گرانیتی نفوذی نیز در آن دیده می‌شود. از دیدگاه لرزه زمینساختی، فلات ایران مرکزی دارای لرزه‌خیزی پراکنده و ناپیوسته است. هدف از این مطالعه شناسایی گسل‌های مدفون در دشت نطنز با استفاده از داده‌های لرزه‌نگاری بازتابی است. در موارد متعدد ثبت دستگاهی زمین‌لرزه‌های موجود در منطقه انطباقی با هیچ یک از گسل‌های فعال شناسایی شده نشان نمی‌دهند. دلیل آن می‌تواند این باشد که یا ایستگاه‌های متعددی در منطقه وجود نداشته و یا اینکه گسل مسبب زمین‌لرزه رخنمون سطحی نداشته و به صورت مدفون در زیر رسوبات قرار گرفته است. در صورت پوشش مناسب ایستگاه‌ها مطالعه بر روی گسل‌های مدفون منطقه امری ضروری محسوب می‌شود (www.ngdir.ir).



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

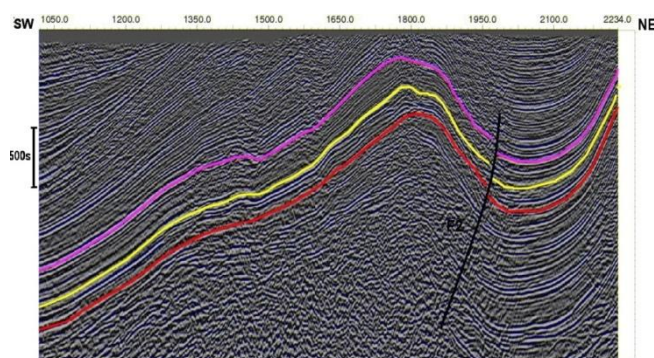
داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل داده‌های لرزه‌نگاری دو بعدی در گستره مورد مطالعه و همچنین نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ نطنز و کاشان و تصاویر رقومی ارتفاعی SRTM است. زمین‌لرزه‌ها نیز برای مقایسه با نتایج حاصل از تفسیر داده‌های لرزه‌نگاری بازتابی نیز از منابع مختلف اخذ شده‌است که شامل داده‌های مرکز بین المللی زلزله شناسی (ISC)، داده‌های شبکه‌ی ملی لرزه‌نگاری باند پهن ایران و داده‌های موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران است.

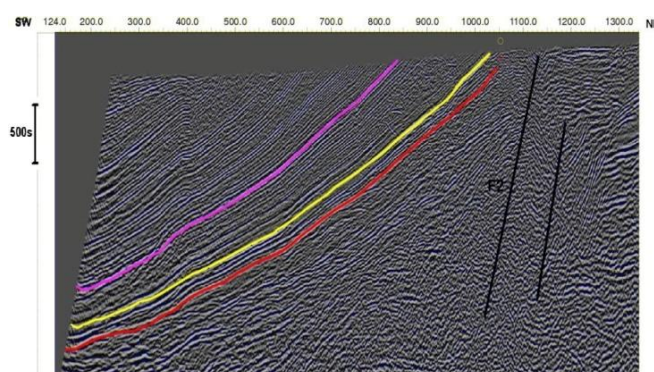
روش کار

مراحل انجام کار در این مطالعه به این صورت است که ابتدا تفسیر مقاطع لرزه ای با استفاده از نرم افزار SMT صورت گرفته است. برای تفسیر مقاطع لرزه ای در ابتدا چند افق تعریف می‌شود. افق‌های تعریف شده در مقاطع این مطالعه سه افق بوده است. در مرحله بعد، پس از مشخص شدن افق‌ها، بر اساس جابجایی مرز این افق‌ها، پهنه‌های گسلی در خطوط لرزه‌ای تعیین گردید. (شکل ۲) در تفسیر مقاطع لرزه ای از نشانگرهای لرزه ای نیز استفاده شده است که بدلیل کیفیت نامناسب داده‌ها نتیجه مطلوبی را نشان نداده است. در ادامه نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ نطنز، کاشان و نیز نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ آران مورد مطالعه قرار گرفت. بررسی این نقشه‌ها با توجه به آبرفتی بودن محل مورد مطالعه اطلاعات زیادی را نشان نداده است. در مرحله بعدی زمین لرزه‌های موجود در منطقه که از داده‌های مرکز بین المللی زلزله شناسی (ISC)،

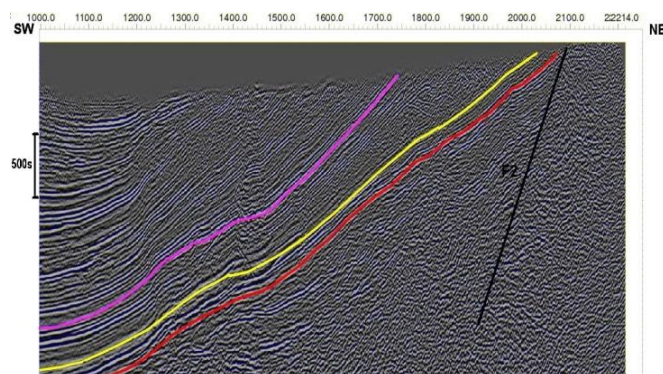
داده‌های شبکه‌ی ملی لرزه‌نگاری باند پهن ایران و داده‌های موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران بدست آمده، مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه موقعیت گسل‌های استخراج شده با این زمین لرزه‌ها لرزه‌خیزی گسل شناسایی شده را بصورت واضح مشخص نکرده است زیرا اکثر زمین‌لرزه‌های موجود در منطقه دارای بزرگای کم می‌باشند و هیچ سازوکار کانونی برای آنها تعیین نشده است. اما در این میان یک زمین لرزه با بزرگای $M=2.7$ در نزدیکی گسل F2 وجود دارد (شماره ۱) که هم از سایت پژوهشگاه و هم از سایت موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران گزارش شده است. همچنین دو زمین لرزه در دو سوی گسل F3 (شماره ۲ و ۳) و نیز دو زمین لرزه دیگر در نزدیکی گسل F4, F5 وجود دارد (شماره ۴ و ۵). این احتمال وجود دارد که این گسل‌ها مسبب زمین لرزه‌های مذکور باشند. بررسی توپوگرافی منطقه نشان دهنده وجود خطواره‌هایی با روند جنوب باختری-شمال خاوری در منطقه می‌باشد که این امکان وجود دارد که این خطواره‌ها موجب قطع شدگی گسل‌های با روند شمال باختر-جنوب خاور منطقه شده باشند. در این میان گسل F2 نسبت به گسل IRQ168 و نیز گسل F4 نسبت به گسل F5 جابجا شده است. زلزله‌های شماره ۴ و ۵ ممکن است در اثر این برخورد و جدایش ایجاد شده باشند. (شکل ۳)



الف)

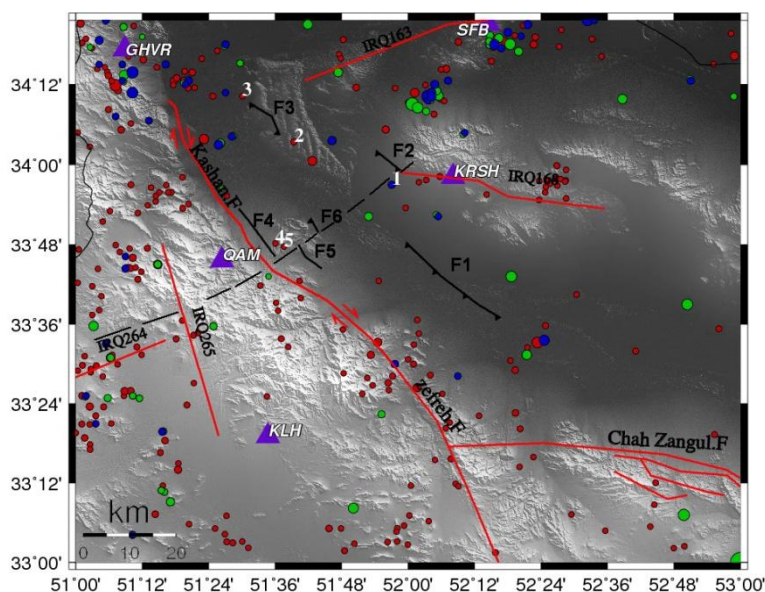


ب)



ج)

شکل ۳: مقاطع لرزه‌ای دو بعدی مربوط به دشت نطنز. این مقاطع دارای امتداد شمال خاور- جنوب باختر بوده و تفسیر حاصل از آن‌ها نشان دهنده گسل‌های متعددی در شمال شرق منطقه می‌باشد. گسل شناسایی شده F2 در مقاطع بالا با خطوط مشکی مشخص شده است. این احتمال وجود دارد که این گسل ادامه گسل IRQ168 باشد که بدلیل پوشش آبرفتی منطقه مشخص نشده است. سه افق مشخص شده در مقاطع بصورت انتخابی میباشد.



شکل ۳: نقشه موقعیت زمین لرزه‌های ثبت شده توسط ایستگاه‌های لرزه‌نگاری (مثلث‌های بنفش رنگ) در محدوده مورد مطالعه (بین سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۰۰). دایره‌های آبی زمین لرزه‌هایی ثبت شده توسط ایستگاه‌های IRSC و دایره‌های سبز مربوط به سایت ISC می‌باشد. خطوط مشکی گسل‌های شناسایی شده در منطقه توسط داده‌های لرزه‌نگاری بازتابی می‌باشد. زمین لرزه‌های شماره گذاری شده زمین لرزه‌هایی است که احتمال می‌رود با گسل‌های شناسایی شده در ارتباط باشد. خط چین مشخص شده خطواره ایست که احتمال می‌رود باعث جابجایی گسل F4 نسبت به گسل F5 و همچنین گسل F2 نسبت به گسل IRQ168 شده باشد

نتیجه‌گیری

تفسیر داده‌های بازتابی در مطالعه‌ی حاضر و تطابق آن با مدل‌های تجربی شبیه‌سازی شده، نشان دهنده گسل‌های متعددی در منطقه می‌باشد که بیشتر آن‌ها دارای سازوکار معکوس با شیب به سمت جنوب باختر بوده (F1, F2, F3, F6) و تعدادی نیز دارای سازوکار نرمال با شیب به سمت شمال خاور می‌باشد (F4, F5). گسل شناسایی شده F2 که در امتداد گسل IRQ168 واقع شده است، ممکن است ادامه این گسل بوده که دلیل قطع شدگی توسط خطواره جنوب باختری-شمال خاوری موجود در منطقه جابجا شده، همچنین این خطواره ممکن است مسبب جابجایی گسل F4 نسبت به گسل F5 نیز شده باشد و این دو گسل به صورت یک گسل واحد باشند. همان‌طور که پیشتر عنوان شد، مطالعه بر روی نقشه‌های زمین شناسی منطقه نتیجه خاصی دربر نداشته است. این نقشه‌ها با توجه به پوشش آبرفتی ضخیم، فاقد گسل‌های شناخته شده‌ای در گستره مورد نظر می‌باشند. در نتیجه می‌توان گفت که نتایج حاصل از داده‌های لرزه‌ای دقیق‌ترین اطلاعات بدست آمده از ساختارهای زمین شناسی موجود در آن می‌باشد. همچنین گسل‌های شناسایی شده در منطقه که برای اولین بار معرفی شده‌اند از نظر تعیین لرزه خیزی منطقه اهمیت فراوانی دارند. این گسل‌ها می‌توانند مسبب چند زمین لرزه در منطقه باشند.

فهرست مراجع

- خلعتبری، علائی، نقشه زمین شناسی نطنز، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور، تهران، ایران
 رادفرج، نقشه زمین شناسی کاشان، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور، تهران، ایران
 علائی طالقانی م (۱۳۸۱) ژئومورفولوژی ایران. نشر قومس. تهران، ایران
 نقشه زمین شناسی چهارگوش آران. مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور، تهران، ایران

Stocklin J (1968) Structural History and Tectonics of Iran; A Review, American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 52: 1229-1258

<http://www.ngdir.ir>

