

کاربرد روش های عددی در شناسایی چشمه های لرزه ای: مطالعه موردی استان سیستان و بلوچستان

سیدسعیدالرضا اسلامی

استادیار، دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان

رضا درخشانی

استادیار، بخش زمین شناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۶

eslami@du.ac.ir

چکیده

شناسایی چشمه های لرزه ای به عنوان بخش اساسی مطالعات مربوط به تحلیل خطر لرزه ای می بایست حتی الامکان واقعی و دقیق انجام گیرد. در این تحقیق تلاش شده است بر اساس روش های عددی، رهیافتی جدید جهت شناسایی چشمه های لرزه ای پهنه ای معرفی شود به این ترتیب که ابتدا منطقه مورد مطالعه به بخشهای کوچکتر با ابعاد یکسان تقسیم می گردد و آنگاه متغیرهای معرف خطر زمینلرزه برای هر بخش بروش عددی جمع آوری می شود. سپس با اعمال تکنیکهای عددی، رده بندی بخشها بر اساس خطر زمینلرزه صورت می پذیرد چنانکه می توان به هر بخش مقداری عددی معرف خطر زمینلرزه بنام ضریب خطر لرزه ای نسبت داد. در مرحله نهایی می توان با انجام دو نوع تفسیر از نتایج حاصله، چشمه های لرزه ای پهنه ای را در منطقه مورد مطالعه معرفی نمود. بدیهی است بدلیل استفاده از تکنیکهای عددی در رهیافت پیشنهادی، نتایج حاصله از دقت و واقعیت گرایی بالایی برخوردار بوده و لذا از جهت کاربرد در تحلیل خطرپذیری زمینلرزه حائز اهمیت می باشند.

کلمات کلیدی: زمینلرزه، خطرپذیری، چشمه لرزه ای، روش عددی، مخاطرات طبیعی

مقدمه

و همکاران، ۱۳۸۶؛ لشکری پور و سالاری، ۱۳۸۶؛ شوقی و همکاران، ۱۳۸۷؛ آزادبخش و همکاران، ۱۳۸۸؛ رهنماد و همکاران، ۱۳۸۸؛ شفیعی بافتی و همکاران، ۱۳۸۸؛ فرهودی و شرفی، ۱۳۸۸؛ بوستان و همکاران، ۱۳۹۱)، اما توجه چندانی به انجام مطالعات زمین شناسی با رهیافت تحلیل خطر زمین لرزه صورت نگرفته و در واقع این بخش اساسی از مطالعات زمین ساخت فعال در کشور ما کمتر مورد توجه قرار گرفته است (سلیمانی، ۱۳۷۸) که با عنایت به عدم شناسایی چشمه های بالقوه لرزه ای در ایران نیاز مند تحقیقات بیشتر است. (Mirzaei et al., 1998)

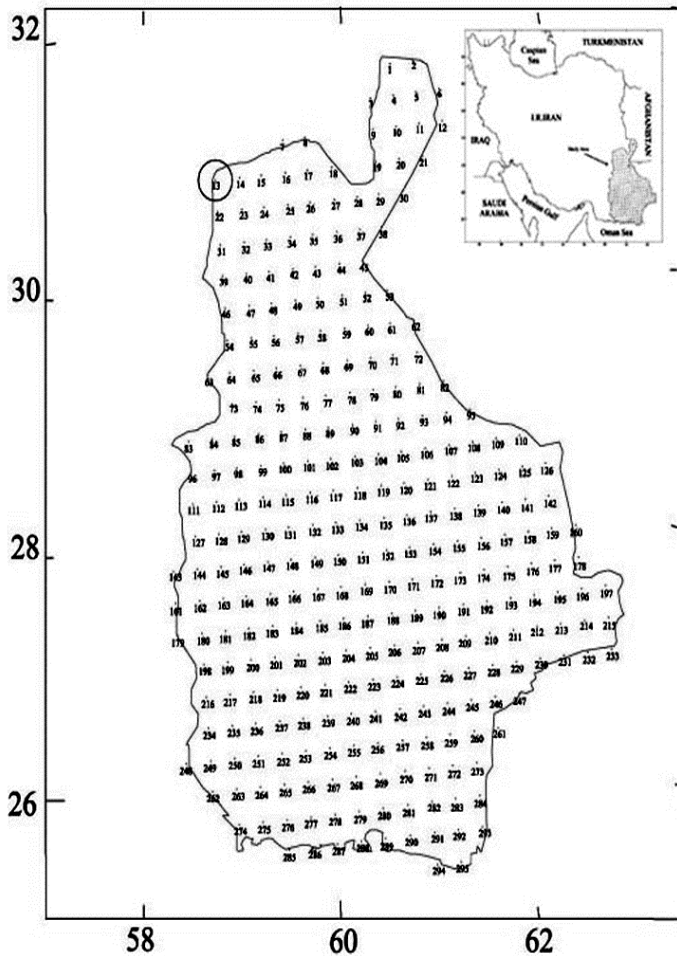
همین امر بطور کلی در کنار نبود یا کمبود نسبی داده های لرزه ای بطور خاص در برخی از مناطق کشور مانند استان سیستان و بلوچستان که از الگوی گسلس و لرزه خیزی گسترده ای برخوردار بوده و انطباق گسل ها و زمین لرزه ها بقدر کافی معنی دار بنظر نمی رسد (شکل ۱)، زمینه بروز ابهامات و اختلاف نظرهای بسیاری (اسلامی و توده کشت، ۱۳۹۰) را در مرحله مقدماتی و اساسی تحلیل خطر زمین لرزه یعنی مرحله شناسایی چشمه های لرزه ای و نیز پهنه بندی های لرزه زمین ساختی فراهم آورده است. (Derakhshani and Eslami, 2011)

در این تحقیق تلاش شده است تا بر اساس ایده مذکور و نیز با استفاده از روشهای عددی رهیافتی جدید جهت شناسایی چشمه های لرزه ای ارائه گردد بطوریکه در مناطق و مقیاس های مختلف کاربرد داشته باشد و اختلاف نظرها را در حد مطلوبی کاهش دهد. به همین منظور اطلاعات لرزه خیزی و نیز زمین ساختی (مرتبط با زمینلرزه) مربوط به استان سیستان و بلوچستان (شکل ۲) جمع آوری گردید تا آزمونی عملی از ایده پیشنهادی بعمل آید.

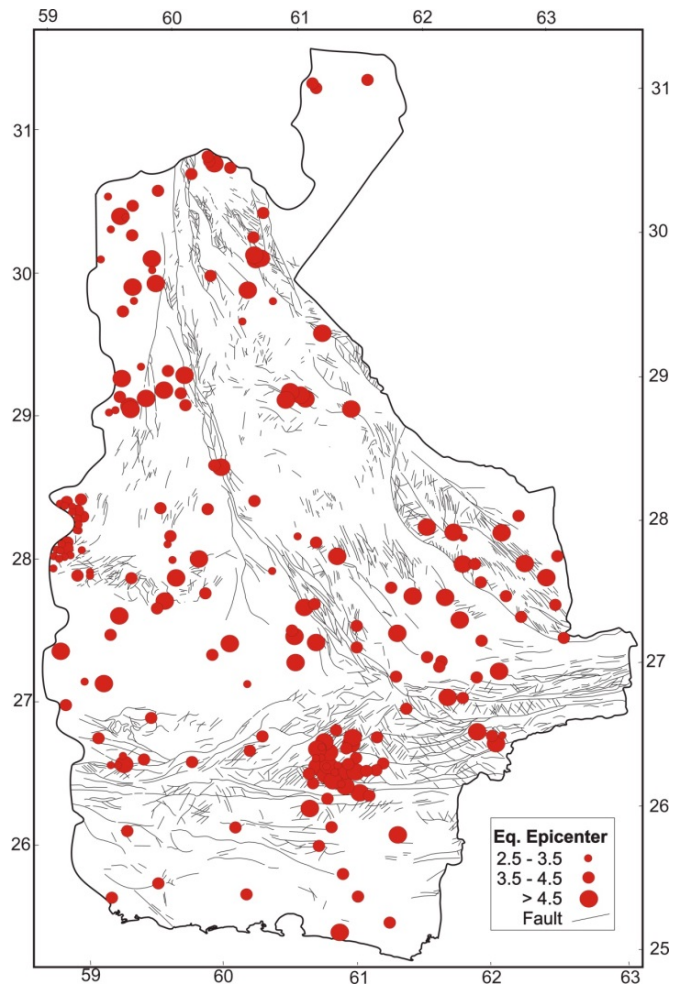
زمین لرزه بعنوان یکی از بلایای طبیعی خسارات عظیمی را به سازه های ساخت بشر وارد آورده و از این طریق جان بسیاری از انسانها را نیز گرفته است. این در حالی است که تحقیقات پیش بینی زمینلرزه در راستای کاهش خسارات وارده به مردم، پس از سال ها رکود در سال های اخیر فعالیت جدیدی آغاز کرده ولی علیرغم تلاش های فراوان محققان و هزینه های صرف شده در این زمینه، هنوز نتایج مطلوبی بدست نیامده است (مختاری و همکاران، ۱۳۸۷). بنابراین تحلیل خطرپذیری زمین لرزه به عنوان مبنای طراحی سازه های مهم مهندسی و نیز تحلیل خطرزمین لرزه بعنوان مبنای تحلیل خطرپذیری زمینلرزه و بالاخره شناسایی چشمه های لرزه زا به عنوان مبنای تحلیل خطر زمینلرزه (مک گایر، ۱۳۸۹) هر سه از اهمیت بالایی برخوردار می باشند و لذا ضروری است که تحقق این مبانی بطور واقعی و دقیق صورت پذیرد. در این میان انتخاب مرز چشمه های لرزه ای پهنه ای، از مواردی است که نیاز به گزینشی اندیشمندانه دارد (اسلامی، ۱۳۸۵) تا در حد امکان بدور از تاثیر سلیقه شخصی صورت پذیرد.

برای شناسایی چشمه های لرزه ای علاوه بر داده های لرزه ای نیاز به اطلاعات زمین شناسی مرتبط با زمین لرزه نیز می باشد و تلفیقی از این دو دسته اطلاعات منجر به ارائه چشمه های لرزه ای در منطقه می گردد (توکلی، ۱۳۷۲).

از طرفی تعیین چشمه های لرزه زا بر اساس شواهد زمین شناختی، بخش اساسی و اغلب مشکل تحلیل خطر زمین لرزه است (زارع، ۱۳۸۸). هرچند تحقیقات متعددی در خصوص لرزه زمین ساخت، ریخت زمین ساخت، برآورد خطر و آسیب های زمین لرزه در بخش های مختلف ایران صورت پذیرفته (به عنوان مثال ادیب و همکاران، ۱۳۸۵؛ علینقی خانی و همکاران، ۱۳۸۵؛ غفوری



شکل ۲. موقعیت ۲۹۵ ساختمان نقطه ای در منطقه مورد مطالعه. نمونه ای از ساخته دایره ای نیز در شمال غرب منطقه قابل مشاهده است.



شکل ۱. الگوی گسلیش و لرزه خیزی در منطقه مورد مطالعه

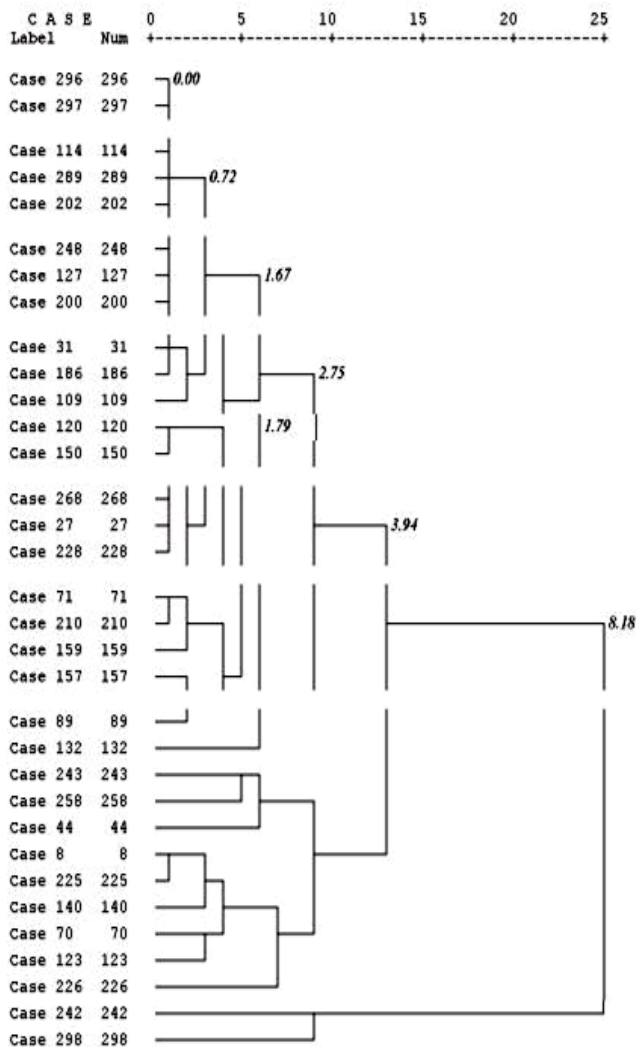
لازم بذکر است افزایش مقدار هریک از متغیرهای فوق در یک ساخته دایره ای نشان از افزایش خطر لرزه ای ساخته مربوطه دارد که با توجه به هدف تحقیق مطلوب می باشد.

مقادیر مربوط به متغیر الف از نقشه گسلهای فعال ایران (رمزی، ۱۳۷۴، حسامی و همکاران، ۱۳۸۲) جمع آوری گردید و مقادیر مربوط به متغیرهای ب و ج از اطلاعات لرزه خیزی در دسترس منطقه از سال ۱۹۰۰ (IIEES, 2013) بدست آمد. در پایان این مرحله ماتریس داده های خام به ابعاد ۳*۲۹۵ شکل می گیرد که ردیفهای این ماتریس را ساختههای دایره ای تعریف شده در بخش ۱ و ستون های آن را متغیرهای تعریف شده در بخش ۲ تشکیل می دهد. ۳- آماده سازی داده ها : ماتریس داده های خام در صورت ضرورت بایستی مورد آماده سازی جهت انجام گروه بندی قرار گیرد(اسلامی، ۱۳۸۰). تعریف ساختههای دایره ای فرضی : جهت کسب اطمینان از حصول نتایج متناسب با هدف مطالعه که همانا شناسایی پهنه های با خطر لرزه ای بالا می باشد دو گروه ساخته دایره ای فرضی تعریف می گردد:

روش تحقیق

مراحل متوالی رهیافت پیشنهادی عبارتند از:

- ۱- تعریف ساختههای پوشش دهنده منطقه مورد مطالعه : در ابتدا در منطقه مورد مطالعه تعدادی ساخته نقطه ای در نظر گرفته می شود بطوری که فواصل جانبی آنها از یکدیگر ۰/۲۵ درجه جغرافیایی باشد(شکل ۲). به این ترتیب ۲۹۵ دایره به مرکز ساخته های نقطه ای مذکور و شعاع ۲۰ کیلومتر، ساختههای دایره ای پوشش دهنده منطقه را تشکیل می دهند. توضیح اینکه فاصله جانبی ساختههای نقطه ای و شعاع ساختههای دایره ای با توجه به هدف تحقیق، مقیاس مطالعه و دقت داده های در دسترس تعیین می شود.
- ۲- تعریف متغیرها و جمع آوری داده ها: با توجه به ایده و هدف تحقیق سه متغیر در این تحقیق تعریف شدند و مقادیر هر یک برای ۲۹۵ ساخته دایره ای بشکل عددی جمع آوری گردید. متغیرهای انتخابی عبارتند از:
 - الف- چگالی گسل ب- تعداد زمینلرزه های رخ داده ج- بیشترین بزرگی زمین لرزه رخ داده



شکل ۳. نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه ای داده ها با استفاده از فرمول فاصله اقلیدسی و شیوه بندگی پیوند متوسط (برای اختصار در نمایش نمودار درختی، تنها بخش هایی از نمودار که مشخص کننده سطوح پیوند گروه ها می باشند نشان داده شده اند)

گروه الف- دو ساختمان دایره ای با شماره های ۲۹۶ و ۲۹۷ که دارای کمترین مقدار متغیرهای موجود در ماتریس داده های خام باشند. گروه ب- یک ساختمان دایره ای با شماره ۲۹۸ که دارای بیشترین مقدار متغیرهای موجود در ماتریس داده های خام باشد.

استاندارد کردن داده ها : برای حذف تاثیر نامطلوب نوسانات داده ها لازم است در این مرحله داده ها بر روش Z-score استاندارد شوند (اسلامی، ۱۳۸۰). به این ترتیب در انتهای این مرحله ماتریس داده های آماده شده به ابعاد ۳*۲۹۸ جهت انجام مرحله اصلی تجزیه داده ها بدست می آید.

۴- انجام گروه بندی : در این مرحله، تجزیه خوشه ای با انتخاب فرمول اقلیدسی و شیوه بندگی پیوند متوسط انجام گرفت (اسلامی، ۱۳۸۲) و نتیجه تجزیه خوشه ای بشکل نمودار درختی (شکل ۳) و کمیات مربوطه در (جدول ۱) نمایش داده شد (جانسون و ویچرن، ۱۳۷۸)

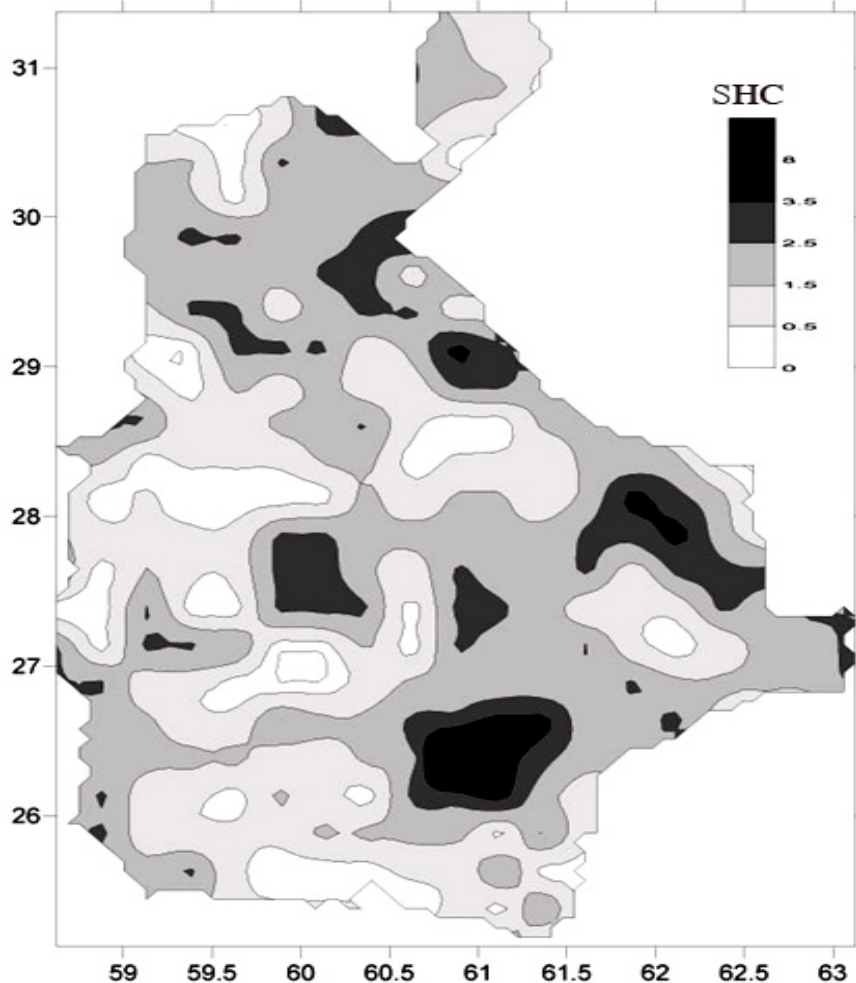
(Everit, 1993; Swan and Sandilands, 1996).

بحث و نتیجه گیری

جهت تفسیر صحیح از نمودار درختی بایستی دو نکته مورد توجه باشد یکی اینکه ساختگاههای فرضی با شماره های ۲۹۶-۲۹۷ و ۲۹۸ بترتیب در بالاترین و پایین ترین بخش نمودار درختی قرار گرفته اند و نکته دوم اینکه متغیرهای انتخابی و مسبب تفکیک ساختگاهها معرف خطر لرزه ای می باشند. با این مقدمه، (شکل ۳) نشان می دهد که ۲۹۵ ساختمان تعریف شده به لحاظ خطر لرزه ای در موقعیت بین دو گروه ساختمان قرار می گیرند و تشکیل پهنه هایی را می دهند که می توان این پهنه ها را بر اساس موضوع خطر لرزه ای در رده های مختلفی از بالا تا پایین نمودار (بترتیب با خطر لرزه ای پایین تا بالا) تفکیک نمود. پس از تفکیک پهنه ها و با توجه به (جدول ۱) می توان مقداری عددی برای هر پهنه در نظر گرفت که این مقدار عددی معرف درجه خطر لرزه ای آن پهنه نسبت به بقیه پهنه ها می باشد. بدیهی است مقدار عددی مذکور به اعضاء (یا ساختمانهای دایره ای) حاضر در هر پهنه نیز قابل انتساب است و بنام ضریب خطر لرزه ای خوانده می شود. با انتساب ضریب مربوط به هر ساختمان دایره ای به مرکز آن ساختمان (یعنی ساختمان نقطه ای تعریف شده در بخش ۱) و رسم منحنیهای میزان بر اساس مقادیر ضرایب مذکور، نقشه ای از منطقه مورد مطالعه بدست می آید که نقشه هم مقدار خطر لرزه ای نامیده می شود (شکل ۴).

جدول ۱. ضرایب مربوط به سطوح مختلف پیوند گروهها در نمودار درختی شکل ۲

مرحله	خوشه های ترکیب شده		ضریب	مرحله ایجاد خوشه		مرحله بعدی
	خوشه ۱	خوشه ۲		خوشه ۱	خوشه ۲	
۱	۲۹۶	۲۹۷	۰ / ۰۰۰	۰	۰	۲
۲۶۲	۱	۲	۰ / ۷۲۱	۲۴۸	۲۲۷	۲۸۷
۲۸۷	۱	۲۲	۱ / ۶۷۵	۲۶۲	۲۸۱	۲۸۸
۲۸۸	۱	۹	۱ / ۷۹۲	۲۸۷	۲۸۸	۲۹۵
۲۹۵	۱	۵	۲ / ۷۵۲	۲۸۸	۲۹۱	۲۹۶
۲۹۶	۱	۸	۳ / ۹۴۳	۲۹۵	۲۹۴	۲۹۷
۲۹۷	۱	۲۴۲	۸ / ۱۸۵	۲۹۶	۲۹۳	۰



شکل ۴. نقشه هم مقدار خطر نسبی زمینلرزه با استفاده از رهیافت عددی پیشنهادی در این نقشه الگوی منحنی های میزان با توجه به مقدار SHC، معرف چشمه های لرزه زا در منطقه مورد مطالعه می باشد.

منابع

- آزادخواه، ا.، پورکرمانی، م. و رادفر، ش. ۱۳۸۸، لرزه زمین ساخت منطقه ی معدنی سنگ آهن گل گهر سیرجان. فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۵، شماره ۳، صفحه: ۱۹۵ – ۲۰۵.
- ادیب، ا.، مالکی، م. و بابایی، ح.ع. ۱۳۸۵، ارزیابی خطر زمین لرزه در شهر چابهار در ارتباط با کاهش مخاطرات محیطی. دومین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه طبیعی.
- اسلامی، س. ۱۳۸۰، روش عددی پهنه بندی لرزه زمین ساختی، مجموعه خلاصه مقالات بیستمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور، تهران، ایران، صفحه ۲۰۲.
- اسلامی س. ۱۳۸۲، نقشه پهنه بندی دگرشکلی زمینلرزه: تبیین رویکردی جدید به پهنه بندیهای لرزه زمین ساختی، مجموعه مقالات هفتمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، اصفهان، ایران، صفحه ۲۱۰-۲۰۲.
- اسلامی، ع.ا. ۱۳۸۵، سیاره زمین و زمین لرزه، جلد دوم، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زمینلرزه، ۴۴۷ صفحه، تهران.
- اسلامی، س. و توده کشت، س. ۱۳۹۰، مروری انتقادی بر پهنه بندی های لرزه زمین ساختی و ارائه یک راهبرد جدید. ششمین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
- بوستان، ا. میرزایی ن. اسکندری قادی م. و شفیععی ع. ۱۳۹۱، پهنه بندی زمینلرزه ای گستره تهران و نواحی مجاور با استفاده از مجموعه های فازی. مجله فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۸، شماره ۲، صفحه ۴۴-۲۹.
- توکلی، ب. ۱۳۷۲، مبانی خطر زمینلرزه ای، مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران، ۴۴ صفحه.
- جانسون ر. آ. و ویچرن د. و. ۱۳۷۸، تحلیل چندمتغیری کاربردی، ترجمه: نیرومند ح.، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، ۷۴۰ صفحه.
- حسامی خ.، جمالی ف. و طیبسی ه. ۱۳۸۲، نقشه گسلهای فعال ایران، مقیاس: ۱/۲۵۰۰۰۰، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران.
- رضی، ح. ۱۳۷۴، نقشه مرکز زمینلرزه ها و خط واره های زمین ساختی ایران، مقیاس: ۱/۲۵۰۰۰۰، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

- رهنماری، ج.، اکبری جمالزاده، ر.، خسروی، ف. و درخشانی، ر. ۱۳۸۸، بررسی فعالیت گسل گوک بر اساس شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره. فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۵، شماره ۴، صفحه: ۲۹۲ - ۲۹۹.
- زارع م. ۱۳۸۸، مبانی تحلیل خطر زمینلرزه، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زمینلرزه، تهران، ایران، ۱۴۴ صفحه.
- سلیمانی، ش. ۱۳۷۸، رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیکی فعال و جوان با نگرشی بر مقدمات دیرینه لرزه شناسی، مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران، ۱۲۵ صفحه.
- شوقی، ج.، مریدی، ع.ا. و احمدی، ع. ۱۳۸۷، بررسی پدیده های ژئومورفیک منطقه ی نصرت آباد با استفاده از سنجش از دور و داده های صحرایی. فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۴، شماره ۳، صفحه: ۱۷۹ - ۱۸۷.
- شفیعی بافتی، ا.، جعفری، ح. و شاهپسندزاده، م. ۱۳۸۸، زمین ساخت جنب و برآورد خطر زمین لرزه در منطقه ی سبزواریان. فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۵، شماره ۳، صفحه: ۲۲۹ - ۲۳۸.
- فرهودی، ق. و شرفی، ه. ۱۳۸۸، بررسی مورفوتکتونیک باباکوهی واقع در شمال شیراز. فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۵، شماره ۲، صفحه: ۱۲۶ - ۱۳۴.
- علینقی خانی، م.، ادیب، ا. و پور کرمانی، م. ۱۳۸۵، بررسی چشمه های لرزه ای و فعالیت لرزه زمین ساختی منطقه کوه رنگ. فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۲، شماره ۳.
- غفوری، م.، لشکری پور، غ.، صادقی، ح. حافظی مقدس، ن. و حسینی، س.ع. ۱۳۸۶، نقش عوامل زمین شناسی بر میزان تخریب زمین لرزه ی اخیر شهر بم. فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۳، شماره ۴، صفحه: ۲۷۴ - ۲۸۳.
- لشکری پور، غ. و سالاری، ه. ۱۳۸۶، بررسی کمی اثرات زمین لرزه سال ۱۳۸۲ بم بر روی آبخوان دشت بم. فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۳، شماره ۱، صفحه: ۵۲ - ۵۹.
- مختاری، م.، شاه پسندزاده، م.، یمینی فرد، ف.، مهشادنی، ل.، شیرزایی، م.، مبین، پ.، اکبری، م. ۱۳۸۷، مقدمه ای بر مطالعات پیش بینی زمینلرزه، شرکت ناقوس اندیشه، تهران، ایران، ۱۵۲ صفحه.
- مک گایر، ر.ک. ۱۳۸۹، تحلیل خطر و ریسک زمینلرزه، ترجمه: زارع م. و میدیان م.، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زمینلرزه، تهران، ایران، ۲۳۷ صفحه.
- Derakhshani, R., Eslami, S.S., 2011, A new viewpoint for seismotectonic zoning, Am. J. Environ. Sci., 7: 212-218.
- Everit. B.S., 1993, Cluster Analysis, 3rd Edition, Newyork: John Wiley.
- IIIES, 2011, International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, Tehran, Iran.
- Mirzaei, N., Gao, M., and Chen, Y.T., 1998, Seismic source regionalization for seismic zoning of Iran: Major seismotectonic provinces, J. Eq. Pred. Res. 7, 465-495.
- Swan A.R.H., Sandilands M., 1996, Introduction to geological data analysis, Great Britain: Blackwell Science.