Archive of SID

نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال ششم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸.
صفحات 147 تا 164

نقش مدل ترکیبی تصمیم گیری WASPAS در شناسایی پهنه های لرزه خیز پژوهش موردی: مراکز جمعیتی شهرستان بهمئی در استان کهگیلیویه و بویراحمد

حسین حسینی خواه، دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، ایران.
اصغر ضرابی[1]، استاد گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، ایران.
دریافت مقاله : ۱۳۹۸/۰۳/۱۰ پذیرش نهایی:۱۳۹۸/۰۶/۲۸

چکیده

امروزه استفاده از مدل ها و تکنیک های دقیق و جدید می توانند نقش بسیار مهمی در کمک به حل مسایل شهری داشته باشند. از این رو تکنیک تولید وزنی یک تکنیک بسیار دقیق و ماتریس تصمیم گیری آن بر پایه داده های عینی است و برای تصمیم گیری در زمینه مسائل بسیار حساس کاربرد دارد. هدف از پژوهش حاضر، شناسایی و پهنه بندی نقاط شهری و بخش های شهرستان بهمئی در استان کهگیلیویه و بویراحمد نسبت به وقوع بحران زلزله می باشد. برای گردآوری داده ها از سازمان زمین شناسی آمریکا، سازمان نقشه برداری کشور، تصاویر ماهواره ای و غیره، و همچنین برای بررسی و تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار ARC GIS و مدل WASPAS و Dematel استفاده شده است. نتایج حاصل از پژوهش نشان می دهد، ۲۵۲ کیلومتر مربع معادل ۲۰ درصد از شهرستان بهمئی در پهنه بدون خطر، ۳۸۶ کیلومتر مربع در پهنه کم خطر، ۲۸۹ کیلومتر مربع از شهرستان در پهنه متوسط نسبت به خطر وقوع زلزله و ۱۴۹ کیلومتر مربع از شهرستان معادل ۱۲ درصد از شهرستان در پهنه با خطر بسیار بالا نسبت به خطر وقوع زلزله قرار دارد. همچنین شهر لیکک مرکز شهرستان بهمئی در پهنه های با خطر بسیار کم نسبت به خطر وقوع زلزله قرار دارد. همچنین نتایج پژوهش نشان داد که ۱۶۰ کیلومتر مربع از بخش مرکزی شهرستان، معادل ۱۸ درصد از بخش مرکزی در پهنه کم خطر و ۲۱۲ کیلومتر مربع معادل ۱۸ درصد در پهنه با خطر زیاد و ۱۵ درصد از بخش مرکزی شهرستان در پهنه با خطر خیلی زیاد قرار دارد. همچنین نتایج پژوهش نشان داد که از مساحت ۵۰۶ کیلومتر مربع بخش گرمسیری شهرستان، ۱۵۶/۰۶ کیلومتر مربع معادل ۳۰/۸۴ درصد در پهنه بدون خطر، ۴۴ درصد در پهنه با خطر کم و ۶ درصد از بخش گرمسیری شهرستان در پهنه با خطر خیلی زیاد قرار دارد. بیشترین مساحت بخش مرکزی شهرستان در پهنه با خطر متوسط و بیشترین مساحت بخش گرمسیری شهرستان در پهنه با خطر کم قرار دارد. همچنین تحلیل فضایی آسیب پذیری سکونتگاههای روستایی نشان داد که، ۶ درصد از روستاها و آبادی ها در پهنه خطر خیلی زیاد، ۸ درصد در پهنه با خطر زیاد، ۴۷ درصد در پهنه با خطر کم و ۴۲ روستا در پهنه بدون خطر زلزله قرار دارد.

واژه های کلیدی: مدل WASPAS، زلزله، آسیب پذیری، شهر لیکک، شهرستان بهمئی.

مقدمه

[1]. نویسنده مسئول: Email: zarabi@geo.ui.ac.ir@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

سانحه، رویداد یا واقعه ناگهانی است که آسیب های انسانی یا مالی گسترده ای به همراه دارد یا زمینه ی ایجاد این آسیب ها را فراهم میکند. حوادث را بر اساس نوع به سه دسته تقسیم می کنند: حوادث طبیعی، حوادث تکنولوژیک یا انسان ساز و حوادث ناشی از جنگ(سازمان شهرداریها و دهیاریها، ۱۳۸۶ :۳۲۴). حوادث طبیعی به خودی خود بحران تلقی نمی شوند بلکه شرایطی که در پی وقوع آنها ایجاد می شود، بحران نامیده می شود(تقوایی، ۱۳۸۵ : ۹). دراین میان زلزله مخرب ترین مخاطره طبیعی در میان دیگر مخاطرات بوده است، به طوری که آسیب‌پذیری ناشی از زلزله یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی شهرهای بزرگ در ایران است(حاجی نژاد و همکاران، ۱۳۹۴). در این میان، زلزله به علت گستردگی قلمرو، کثرت وقوع و همچنین وسعت و شدت خساراتی که وارد می سازد یکی از شناخته شده ترین بلایای طبیعی جهان است(ملکی، ۵۸۳۱ :۵۵۱). شواهد نشان می دهد که تهدید زلزله در نواحی شهری در سطح جهانی در حال گسترش است و این تهدید با روند افزایشی، از مسائل شهری کشورهای در حال توسعه است(Tucker, 1994 : 10). آمار و اطلاعات، حاکی از این واقعیت است که در سده اخیر، صد زلزله ی مرگبار در ۳۵ کشور جهان رخ داده و بیش از هشتاد درصد مرگ و میرهای حاصل از این زمین لرزه ها در شش کشور اتفاق افتاده است. ایران نیز با ۱۲۲ هزار نفر تلفات، در زمره این کشورها تقسیم بندی می شود. بر این اساس به طور متوسط هر ده سال یک بار زلزله ای با بزرگی هفت ریشتر در ایران به وقوع می پیوندد(فال سلیمان، ۱۳۹۱ : ۱). به طوری که مناطق شهری و روستایی به دلیل تمرکز و گسترش روز افزون و بی رویه جمعیت و مجاورت اکثر مراکز تجاری و صنعتی، این ویژگی را دارند که متحمل خسارات سنگینی شوند(صحفی، ۱۳۹۰ :۲). وضعیت بد استقرار عناصر کالبدی و کاربریهای نامناسب شهری، شبکهٔ ارتباطی ناکارآمد شهر، بافت شهری فشرده و فرسوده، تراکم شهری بالا، وضعیت بد استقرار تأسیسات زیربنایی شهر و کمبود و توزیع نامناسب فضاهای باز شهری و روستایی، نقش اساسی در میزان آسیب های وارده به مراکز جمعیتی را دار می باشد(زنگی آبادی و همکاران، ۱۳۹۰ : ۲). در واقع آسیب پذیری شهری در مقابل حوادث طبیعی مانند زمین لرزه تابعی از رفتارهای انسانی می باشد که نشانگر درجهٔ تأثیرپذیری یا قابلیت ایستادگی واحدهای اقتصادی، اجتماعی و دارایی های فیزیکی شهری در مقابل خطر طبیعی می باشد(Rashed et al, 2003 : 500). آسیب پذیری عبارت است از؛ احتمالی که شخص یا گروه در معرض اثرات ناسازگار یک مخاطره قرار گرفته اند که در واقع، آن تعاملی بین مخاطرات مکانی با اشکال اجتماعی جوامع می باشد(cutter, 2000 : 30). گرچه زلزله به عنوان یکی از پیچیده ترین پدیدههای طبیعی مطرح بوده و در سالهای اخیر با فزونی دانش در زمینهٔ شناسایی زمین لرزه و علل بروز آن مورد بحث قرار گرفته است. بدین دلیل باید با اقدامات سنجیده و اندیشیدن تمهیدات مناسب و آسیب پذیری سکونتگاهها را کاهش داده و راههای مقابله با زلزله را در میان اقشار جامعه فرا گیرکرد. لذا شیوهٔ کاهش ضایعات ناشی از آن همواره بخشی از فعالیتهای تحقیقاتی بشر را تشکیل داده است. در این میان تصمیم‌گیری یکی از مهمترین و اساسی‌ترین وظایف مدیریت است و تحقق اهداف سازمانی به کیفیت آن بستگی دارد. به طوری که از طریق تصمیم گیری و بررسی پارامترهای مانند شناسایی پهنه های در معرض خطر طبیعی زلزله می توان تا حد قابل توجهی از خسارات و میزان آسیب پذیری جانی و مالی شهروندان جلوگیری کرد. به طوری که از نگاه صاحب نظران حوزه تصمیم‌گیری، تصمیم‌گیری جوهر اصلی مدیریت بحران است(Hing Kai, 2014 3 :). لذا تصمیم گیری مسأله ای است که بشر از زمان خلقت تاکنون با آن مواجه بوده است. با گذشت زمان همراه با پیشرفت علوم و تکنولوژی نیازهای بشر هم تغییرات شگرفی کرد. هر فرد در شبانه روز با مسائل گوناگونی مواجه است که باید در مورد آنها بهترین تصمیم را اتخاذ کند. این مسایل امکان دارد در زندگی روزمره و موارد شخصی مطرح شود

www.SID.ir

Archive of SID

و یا در تصمیم گیریهای کلان مانند تنظیم بودجه سالانه کشور و یا برنامه ریزی در سطح منطقه (شهر و روستا) باشد. یکی از عوامل و شاخص های که می تواند در انتخاب روش تصمیم گیری مورد بررسی قرار گیرد، توجه و استفاده از مدلهای مختلف تصمیم گیری است(پورطاهری و همکاران، ۱۳۹۴ : ۴). به طوری که با توجه به عملکرد بسیاری از این مدلها می توان تصمیم گیری مطلوبی قبل از بروز هرگونه مشکل یا فاجعه گرفت. مسائل تصمیم گیری چند معیاره در تمام زمینه های مدیریتی و برنامه ریزی به کار گرفته شده اند که می توان به مواردی مانند مدیریت و برنامه ریزی استراتژیک، برنامه ریزی روستایی، برنامه ریزی شهری، مکانیابی، مدیریت و برنامه ریزی منابع طبیعی، برنامه ریزی صنعتی، مدیریت نیروی انسانی(ارزیابی کار و انتخاب افراد)، کنترل پروژه، برنامه ریزی کشاورزی و منابع طبیعی، برنامه ریزی حمل و نقل، برنامه ریزی تولید و طراحی های مهندسی مخابرات اشاره کرد(عطایی، ۱۳۹۳ : ۸). مدلهای تصمیم گیری چند شاخصه، نوع دیگری از مدلهای برنامه ریزی مسئله محور هستند که با توجه به شاخصها و معیارهای پیشروی بهترین گزینه را انتخاب می کنند. این مدلها که کاربرد بسیار وسیعی در مسائل رتبه بندی دارند به مدلهای رتبه بندی هم معرف هستند(اکبری و همکاران، ۱۳۸۷ : ۲۵). در این زمینه یکی از عواملی که می تواند دقت یک مدل را بالا ببرد استفاده از مدلهای ترکیبی و ادغام آنها می باشد(Zsvsdskas, 2012 : 3). همچنین میزان دقت مدلهای ترکیبی نیز توسط محققان مورد تحلیل قرار گرفته است. نتایج بررسیهای محققان تأیید کرده است که میزان دقت مدلهای ترکیبی در مقایسه با میزان دقت این مدلها، بعد از ترکیب شدن خیلی بالاتر است. یکی از این مدلهای ترکیبی مدل ارزیابی تولید وزنی تجمعیWASPAS می باشد. این مدل میتواند در مسائل پیچیده تصمیم گیری کارایی بالایی داشته باشد و همچنین نتایج حاصل از این مدل از دقت بالایی برخوردار باشد(اسماعیل زاده و همکاران، ۱۳۹۵ : ۳). میزان دقت نتایج مدلهای تصمیم گیری چند شاخصه WSM(مدل جمع وزنی) و مدل WPS(مدل تولید وزنی) نسبتاً به خوبی شناخته شده است. تکنیک WASPAS، تکنیک بسیار دقیق و حساسی می باشد که مبتنی بر روشهای عینی (غیرذهنی) و همچنین ماتریس تصمیم گیری آن بر پایه جدیدترین دادههای عینی و پایه ای است. این عوامل سبب شده که این تکنیک از سایر تکنیکهای تصمیم گیری دقیق تر باشد(پورطاهری و همکاران، ۱۳۹۴: ۳). مدل WASPAS که مخفف(Weighted Sessment –Aggregated Sum Product As) می باشد یکی از جدیدترین مدل های ترکیبی است که در سال ۲۰۱۱ معرفی شده است. این مدل از ترکیب روش WSM (مدل جمع وزنی) و روش WPS (مدل تولید وزنی) بدست آمده است که می تواند در مسائل پیچیده تصمیم گیری کارایی بالایی داشته باشد و همچنین نتایج حاصل از این مدل از دقت بالایی برخوردار است. این مدل دارای پنج مرحله، نرمال سازی ورودی، تشکیل ماتریس داده های نرمال وزین(جمعی)، تشکیل ماتریس داده های نرمال وزین(ضربی)، محاسبات نهایی و رتبه بندی گزینه ها. لذا یکی از روش های تصمم گیری ترکیبی که نتایج آن می تواند در پهنه بندی لرزه خیزی مناطق شهری و روستایی از دقت بالایی برخوردار باشد مدل WASPAS می باشد، که ترکیبی از WSM (مدل جمع وزنی) و مدل WPS (مدل تولید وزنی) می باشد. تجارب نشان داده حوادث نسبتاً کوچک میتواند منبع بحران های بسیار عظیم اقتصادی- اجتماعی باشد(Ganapathy, 2011 : 1). در این میان با توجه قرار گیری کشور ایران بر روی کمربند زلزله ی آلپ- هیمالیا و قرار گیری جزئی از فلات ایران بین دو صفحه ی عربستان(در جنوب) و اوراسیا (در شمال) و به تبع آن وجود گسلهای فعال و وجود نقاط لرزه خیز و از همه مهمتر ثبت زلزله های با شدت بالا و غیره در شهرستان بهمئی، در پژوهش حاضر سعی

www.SID.ir

Archive of SID

خواهد شد با استفاده از مدلWASPA، پهنه های درمعرض وقوع زلزله در شهرستان بهمئی را شناسایی و مورد بررسی قرار داد.

در سالهای اخیر، تحقیقات و پژوهشهای در زمینه خطر وقوع زلزله انجام گرفته است، اما در زمینه پهنه بندی خطر وقوع زلزله با استفاده از روش WASPAS مطالعه ای انجام نگرفته است. در زیر به تعدادی از این پژوهش های صورت گرفته شده اشاره می شود. بگساس و همکاران(۲۰۱۴)، درپژوهشی به انتخاب محدودههای مناسب برای توسعه بندر کالیفرنیا با استفاده از تکنیک تصمیم گیریWASPAS پرداخته است. و به این نتیجه رسیده است که این مدل میتواند نقش بسیار مهمی در موضوعات توسعه ای و انتخاب مکان بهینه برای توسعه آتی منطقه داشته باشد. ایلافنای و همکاران(۲۰۱۷)، در پژوهشی با عنوان عملکرد کشش ساختمانهای نزدیک به منبع زمین لرزه، به این نتیجه رسیده اند که زلزله اثر قابل توجهی بر روی نیروهای محوری و عوامل فشار شکل پذیری ستون ساختمان به وجود آورده است که به طور قابل توجهی بسیاری از ساختمان را به طور جانبی تحت تأثیر قرار داده است. فال سلیمان و همکاران(۱۳۹۱)، در پژوهشی به بررسی سکونتگاه های روستایی شهرستانهای قاینات و زیرکوه در برابر زلزله پرداخته اند. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که در اولویتِ نخست: روستاهای حد فاصل شهرهای زهان و اسفدن(یعنی افین) و غربی‌ترین روستای شهر قائن (یعنی شهرک هاشمیه) قرار می‌گیرد؛ در اولویت دوم: روستاهای واقع در بین شهرهای اسفدن، حاجی‌آباد (به ویژه جنوب آن) و زهان- که این محدوده، تشکیل اضلاع یک مثلث را می‌دهد - قرار دارد. حاجتی و همکاران(۱۳۹۱)، در پژوهشی با عنوان، شناسایی مناطق مستعد خطر مرتبط با پس‌لرزه‌های زمین‌لرزههای بزرگ در زمین‌لرزه سیلاخور لرستان به این نتیجه رسیده اند که، در گسل گیرنده از نوع گسل مسبب زمین‌لرزه، تطابق بهتری بین مراکز سطحی بیش‌تر پس‌لرزه‌ها و نواحی افزایش تنش وجود دارد. بنابراین می‌توان نواحی افزایش تنش محاسبه شده بر روی این نوع گسل گیرنده را به عنوان نواحی مستعد خطر معرفی کرد. از این رو وقوع احتمالی حوادث لرزه‌ای در این مناطق دور از انتظار نیست. بنابراین با توجه به این نتایج، می‌توان اظهار داشت که مدل تغییر تنش کولمب روش مناسبی برای شناسایی نواحی افزایش تنش و در نهایت محل وقوع احتمالی پس‌لرزه‌ها می‌باشد. وفایی و همکاران(۱۳۹۴)، در پژوهشی به پهنه بندی مناطق برای استفاده از انرژی های نوین خورشیدی پرداخته است. و به این نتیجه رسیده است که شهر یزد مطلوب ترین وضعیت و تبریز بدترین وضعیت را دارد. پورطاهری و همکاران(۱۳۹۴)، در پژوهشی با تبیین مزیتهای استفاده از مدل ترکیبی تصمیم گیری WASPAS درمکانیابی روستاهای هدف گردشگری لرستان، به این نتیجه رسیده است که روستاهای درب گنبد، بیشه و ولیعصر به ترتیب قابلیت بیشتری برای توسعه و سرمایه گذاری فعالیت های گردشگری دارند. و روستاهای شول آباد، حشمت آباد و ونایی به نسبت قابلیت توسعه کمتری دارند، به گونه ای که خروجی حاصل از مدل به خوبی با واقعیت های موجود منطبق است. در این راستا هدف اصلی پژوهش حاضر، شناسایی و پهنه بندی محدودههای در معرض خطر وقوع زلزله در شهرستان بهمئی می باشد. و اهداف فرعی پژوهش مشتمل بر موارد زیر می باشد.

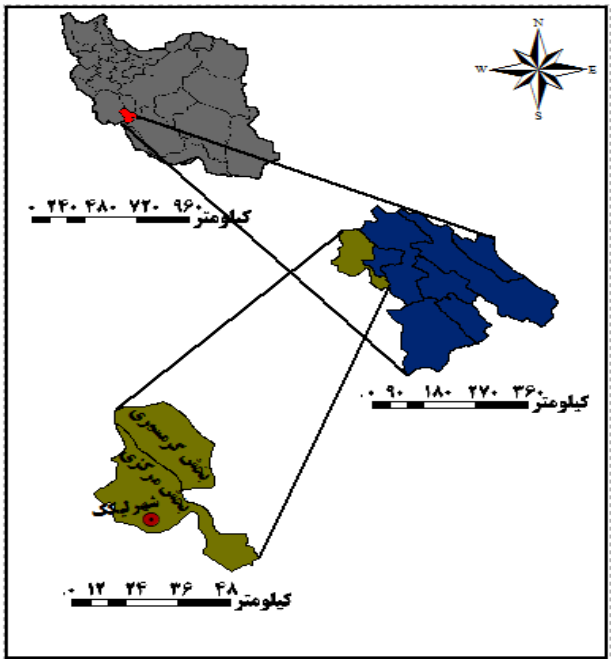
- بررسی و ارزیابی شهر لیکک در برابر خطر زلزله
- شناسایی و پهنه بندی بخش ها و مراکز جمعیتی شهرستان بهمئی نسبت به خطر وقوع زلزله
- ارایه راهبردها و استراتژی های برای کاهش خسارات و آسیب پذیری جانی و مالی شهروندان

www.SID.ir

Archive of SID

داده ها و روش کار

شهرستان بهمئی یکی از شهرستانهای استان کهگیلویه و بویراحمد می باشد. این شهرستان از شرق به شهرستانهای لنده و کهگیلویه، از شمال به شهرستان کهگیلویه و استان خوزستان و از غرب و جنوب با استان خوزستان همسایه می باشد. جمعیت این شهرستان ۳۷۰۴۸ هزار نفر جمعیت و مرکز این شهرستان، شهر لیکک می باشد که ۱۷۰۰۷ نفر جمعیت دارد(استانداری کهگیلویه و بویراحمد، ۱۳۹۶). این شهرستان فقط دارای شهر بهمئی و دو بخش از جمله بخش گرمسیری دارای ۱۰۷۴۱ هزار نفر جمعیت و بخش مرکزی با ۲۶۳۰۷ هزار نفر جمعیت است. همچنین دارای ۴ دهستان از جمله دهستانهای گرمسیری شمالی، سرآسیاب یوسفی، گرمسیری جنوبی و دهستان کفش کنان می باشند(سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۹۴).



شکل۱: موقعیت فضایی شهرستان بهمئی

با توجه به ماهیت موضوع و اهداف پژوهش، روش تحقیق مبتنی بر روش توصیفی – تحلیلی و کاربردی است. جمع آوری داده ها در دو بخش وزن دهی و لایه های اطلاعاتی، به شیوه اسنادی و با استفاده از تصاویر ماهواره ای، سازمان نقشه برداری، سازمان USGS و ... تهیه شده است. جامعه آماری پژوهش، کل محدوده شهرستان بهمئی بر اساس تقسمات کشوری می باشد. شاخص های مورد استفاده در پژوهش، ۱۰ شاخص مهم و اساسی از جمله گسل های فعال، نقاط لرزه خیز، سکونتگاه های شهری و روستایی، نقاط ارتفاعی، شیب و ... می باشد. برای گردآوری داده ها از سازمان زمین شناسی آمریکا، سازمان نقشه برداری کشور، تصاویر ماهواری و غیره، و همچنین برای بررسی و تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار ARC GIS و مدل WASPAS و Dematel استفاده شده است. بنابراین در ابتدا وزن اولیه شاخص های ۱۰ گانه پژوهش، محاسبه و جهت تمام شاخص های پژوهش مثبت در نظر گرفته شده، به طوری کسب امتیازات بیشتر در تمام شاخص های پژوهش با کسب رتبه بالا همراه بوده است(جدول۲). پس از محاسبه وزن معیارها، برای استانداردکردن ماتریس وضع موجود با توجه به نوع معیارها (معیارهایی با جهت مثبت و منفی) از روش بی مقیاس سازی نورم استفاده

www.SID.ir

Archive of SID

شده که نتایج آن در جدول(۳) نشان داده شده است. با توجه به مقادیر استاندارد شده شاخصها، واریانس مقادیر معیارهای نرمالیزه شده اولیه از طریق توابع برای تمام شاخص ها محاسبه و مورد پردازش قرار گرفته شد(جدول۴). همچنین مقادیر لاندا و کیو در مدل WASPAS برای تمام زیر معیارها محاسبه و رتبه و ضریب نهایی هر زیرمعیار به طور جداگانه در طبقات مختلف محاسبه و مورد پردازش قرار گرفت(جدول۷). درنهایت تهیه نقشه ارزش گذاری لایه های اطلاعاتی بر اساس تصمیم گیری چند شاخصهWSM(مدل جمع وزنی) و مدلWPS(مدل تولید وزنی) محاسبه و در نهایت تولید شدند.

شرح و تفسیر نتایج

بررسی اوزان ابتدایی شاخص های از جمله، نقاط لرزه خیز، مراکز جمعیتی، راههای ارتباطی، کاربری اراضی، زمین شناسی، میزان فرسایش، نقاط ارتفاعی، درصد شیب، جهت شیب و گسل فعال، نشان می دهد که لایه های اطلاعاتی پژوهش از مدل متقاطع دورانی صفر مطلق(غیرقابل تأثیر) تا وزن های متقاطع چرخشی(تأثیرگذار) در حال نوسان بوده اند که تشکیل درجه پرشدگی ماتریس تا ۰/۹۹ درصد نشان از قابلیت انعطاف پذیری و تاب آوری پیشرانها بوده است. لذا در وضعیت ثابت، تشکیل ماتریس وضع موجود که برگرفته از پیشران های تأثیرگذار در شناسایی پهنه های لرزه خیز بوده اند می توان وزن نهایی نهایی شاخص ها را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دارد.

جدول۱. ماتریس وضع موجود

شاخص	X۱	X۲	X۳	X۴	X۵	X۶	X۷	X۸	X۹	X۱۰
X۱	۰	۳/۶۶	۳/۲۶۳۳	۳/۲۷	۳/۵۸۳۳	۳/۲۱۶۷	۲/۹۵	۲/۶۱۶۷	۲/۲۸۳۳	۲/۹۶
X۲	۰/۸۹	۰	۰/۵۹۳۳	۲/۹۲	۳/۲۴۶۷	/۲/۹	۳/۲۱۶۷	۳/۲۳	۲/۵۶۰۷	۲/۸۸۱۷
X۳	۳/۴۶۶۷	۳/۴۷۶۷	۰	۰/۶۹۳۳	۰/۴۶۳۳	۱/۱۲۳۳	۲/۷۶۳۳	۲/۰۶	۲/۴۰۶۷	۳/۳۹۳۳
X۴	۰/۳۳۶۷	۰/۶۱۳۳	۰/۶۳۶۷	۰	۰/۶۳	۰/۴۵۶۷	۰/۳۱۶۷	۰/۹۴۳۳	۲/۲۷	۲/۹۳
X۵	۲/۹۳	۰/۵۲۳۳	۰/۸۷۳۳	۳/۴۵۳۳	۰	۰/۲۸۳۳	۱/۵۳۳۳	۰/۵۴	۰/۴۰۶۶	۲/۶
X۶	۱/۱۹۶۷	۰/۵۹۶۷	۰/۴۲۶۷	۰/۷۴۶۷	۰/۶۶۶۷	۰	۳/۹۳۳۳	۰/۳۴۶۷	۰/۹۱	۲/۵۷۳۳
X۷	۰/۳۶۶۷	۱/۷۹۶۷	۰/۴۷۳۳	۰/۳۷۳۳	۰/۴۸۶۷	۵/۴۷۶۷	۰	۰/۵۸۳۳	۰/۵۸	۲/۲۸
X۸	۰/۳۰۳۳	۰/۶۹۳۳	۵/۷۳۳۳	۱/۰۲۶۷	۰/۹	۱/۱۴	۰/۲۶۶۷	۰	۰/۶	۲/۸۶۶۷
X۹	۱/۰۳	۰/۸۲۳۳	۰/۴۸	۰/۶۲۳۳	۰/۹۳۳۳	۰/۳۷	۰/۷۳۳۳	۳/۲	۰	۱/۶
X۱۰	۰/۹۹۶۷	۱/۲۸۳۳	۰/۴۰۳۳	۰/۶۲	۰/۷۱۳۳	۰/۳	۰/۵	۰/۸	۰/۴	۰

همانطور که در جدول شماره ۲ مشاهده می شود تمام لایه های جغرافیایی پژوهش جهت گیری مثبت(-)No / (+) جهت شناسایی پهنه های لرزه خیز داشته اند، به طوری که تمام متغیرهای شناسایی شده، تأثیرگذاری زیادی بر شدت و میزان خطر زلزله خیزی خواهند داشت.

جدول۲. وزن شاخص های مورد بررسی

شاخص	X۱	X۲	X۳	X۴	X۵	X۶	X۷	X۸	X۹	X۱۰
نوع جهت	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
وزن ها	۰/۰۹۱۸۱	۰/۰۹۳۸۵	۰/۱۴۵۱۸	۰/۱۰۰۱۶	۰/۰۹۹۰۹	۰/۱۲۹۴۲	۰/۱۵۸۸۹	۰/۰۶۶۸۲	۰/۰۸۲۹۳	۰/۰۳۱۸۵

www.SID.ir

Archive of SID

در جداول ۳ و ۴، وزن های بدست آمده مبتنی بر مدل پژوهش در مراحل جداگانه استاندارد و نرمالیزه شده اند. لذا همانطور که مشاهده می شود تمام اعداد پژوهش از وزن عددی کمتر از ۱ برخوردار بوده اند که نشان از وضعیت مطلوب متغیرهای پژوهش بوده اند.

جدول۳. مقادیر استاندارد شده شاخص ها

شاخص	X۱	X۲	X۳	X۴	X۵	X۶	X۷	X۸	X۹	X۱۰
X۱	۰	۰/۶۴۱۸	۰/۴۲۷	۰/۵۵۹۶	۰/۵۷۶۴	۰/۴۱۴۲	۰/۲۶۰۱	۰/۴۲۱	۰/۴۶۰۷	۰/۳۷۶۶
X۲	۰/۱۳۲۶	۰	۰/۴۷۰۲	۰/۴۹۹۷	۰/۵۲۲۳	۰/۳۷۳۴	۰/۲۸۳۶	۰/۵۱۹۷	۰/۵۱۶۷	۰/۳۶۶۶
X۳	۰/۵۱۶۶	۰/۶۰۹۶	۰	۰/۱۱۸۶	۰/۵۵۷۱	۰/۴۰۲۱	۰/۲۴۳۶	۰/۳۳۱۵	۰/۴۸۵۶	۰/۴۳۱۷
X۴	۰/۴۹۷۲	۰/۱۰۷۵	۰/۰۸۳۳	۰	۰/۱۰۱۳	۰/۰۵۸۸	۰/۰۲۷۹	۰/۳۱۲۷	۰/۴۵۸	۰/۳۷۲۷
X۵	۰/۴۳۶۶	۰/۰۹۱۸	۰/۱۱۴۳	۰/۵۹۰۹	۰	۰/۰۳۶۵	۰/۱۳۵۲	۰/۰۸۶۹	۰/۰۸۱۴	۰/۳۳۰۸
X۶	۰/۴۷۶۴	۰/۱۰۴۶	۰/۰۵۵۸	۰/۱۲۷۸	۰/۱۰۷۲	۰	۰/۸۷۵۷	۰/۲۱۶۷	۰/۱۸۳۶	۰/۳۲۷۴
X۷	۰/۰۵۴۶	۰/۳۱۵	۰/۰۶۱۹	۰/۰۶۳۹	۰/۰۷۸۳	۰/۷۰۵۱	۰	۰/۰۹۳۹	۰/۱۱۷	۰/۲۹۰۱
X۸	۰/۰۴۵۲	۰/۱۲۱۶	۰/۷۵۰۲	۰/۱۷۵۷	۰/۱۴۴۸	۰/۱۴۶۸	۰/۰۲۳۵	۰	۰/۱۲۱۱	۰/۲۳۷۵
X۹	۰/۱۵۳۵	۰/۱۴۴۴	۰/۰۶۲۸	۰/۱۰۶۷	۰/۱۵۰۱	۰/۰۴۷۶	۰./۰۶۴۶	۰/۵۱۴۹	۰	۰/۲۰۳۵
X۱۰	۰/۱۴۸۵	۰/۲۲۵	۰/۰۵۲۸	۰/۱۰۶۱	۰/۱۱۴۷	۰/۰۳۸۶	۰/۰۴۴۱	۰/۱۲۸۷	۰/۰۸۰۷	۰

جدول۴. واریانس مقادیر معیارهای نرمالیزه شده اولیه

شاخص	X۱	X۲	X۳	X۴	X۵	X۶	X۷	X۸	X۹	X۱۰
X۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۴
X۲	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۳
X۳	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۵
X۴	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۳
X۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۳
X۶	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳
X۷	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۲
X۸	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X۹	۰/۰۰۰۱	۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
X۱۰	۰/۰۰۰۱	۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰

محاسبه واریانس های Q2(Q1) و Q2(Q2)، برای ۱۰شاخص پژوهش نشان دهنده این مهم است که شاخص های گسل فعال با مقدار واریانس(۰/۰۰۰۰۵۷)، زمین شناسی با مقدار واریانس(۰/۰۰۰۰۴۴) و شاخص نقاط لرزه خیز با مقدار واریانس(۰/۰۰۰۰۳۹)، بیشترین مقادیر واریانس را در بین دیگر شاخص ها به خود اختصاص داده اند. مقادیر محاسبه شده برای شاخص های مورد نظر در جدول زیر ارایه شده است.

جدول۵. مقادیر محاسبه شده واریانس ها

ماتریس واریانس	شاخص	Q2Q1	Q2Q2
X1	گسل فعال	۰/۰۰۰۰۲۶	۰/۰۰۰۰۵۷
X2	زمین شناسی	۰/۰۰۰۰۲۰	۰/۰۰۰۰۴۴
X3	نقاط لرزه خیز	۰/۰۰۰۰۱۸	۰/۰۰۰۰۳۹
X4	سکونتگاههای شهری و روستایی	۰/۰۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۰۵
X5	راههای ارتباطی	۰/۰۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۰۷

www.SID.ir

Archive of SID

X6	نقاط ارتفاعی	۰/۰۰۰۰۴۵	۰/۰۰۰۰۱۴
X7	کاربری اراضی	۰/۰۰۰۰۱۶	۰/۰۰۰۰۰۷
X8	شیب	۰/۰۰۰۰۲۳	۰/۰۰۰۰۰۵
X9	جهت شیب	۰/۰۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۴
X10	فرسایش	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۲

آمارها و وزن نرمال شده هر یک از شاخصهای پژوهش در جدول شماره ۶ ارایه شده است که بر اساس آن شاخص گسل فعال(با ضریب۰/۴۲۷۱)، شاخص زمین شناسی (با ضریب۰/۳۷۹۵) و شاخص نقاط لرزه خیز (با وزن ۰/۳۶۲۸)، بیشترین اوزان را به خود اختصاص داده اند.

جدول۶. مقادیر محاسبه شده Q و λ و رتبه بندی نهایی شاخص ها

شاخص	X۱	X۲	X۳	X۴	X۵	X۶	X۷	X۸	X۹	X۱۰
λ	۰/۶۸۸۸	۰/۶۸۹۲	۰/۶۸۰۸	۰/۵۰۸۸	۰/۴۷۹۹	۰/۲۳۴۸	۰/۳۰۷۷	۰/۱۹۲۷	۰/۶۸۶۸	۰/۸۲۸۳
Q1	۰/۴۲۷۱	۰/۳۷۹۵	۰/۳۶۲۸	۰/۱۵۰۲	۰/۱۶۷۶	۰/۲۴۶۰	۰/۱۷۶۶	۰/۱۵۲۲	۰/۱۲۰۸	۰/۰۹۰۹
رتبه	۱	۲	۳	۸	۶	۴	۵	۷	۹	۱۰

مقادیر اندازه گیری شده (جدول۷)، در زیر معیارها که در واحدهای اندازه گیری شده و دامنه های متفاوت به ثبت رسیده است، در دامنه ۰ تا ۱ جابه جا شده اند. لذا بر اساس همسانی انجام شده در کل زیر متغیرها، رتبه نهایی تمام زیر معیارها در طبقات مختلف محاسبه شده است. به فرض در شاخص خطوط گسل، سکونتگاههای جمعیتی با فواصل کمتر از ۶ هزار متر با خطوط گسل، در شاخص نقاط لرزه خیز، فواصل کمتر از ۲ هزار متر و در شاخص راههای ارتباطی، فواصل بیشتر از ۴ هزار متر، در مقابل شدت لرزه خیزی آسیب پذیرتر هستند. همچنین در لایه فرسایش، طبقه فرشایش VII، در لایه توپوگرافیک، نقاط ارتفاعی بیشتر از ۲ هزار متر و همچنین در لایه زمین شناسی، ساختار مسیل ها، در مقابل خطر زلزله بسیار آسیب پذیرتر هستند.

جدول۷. مقادیر محاسبه شده Q و λ و رتبه بندی نهایی شاخص ها

سکونتگاههای شهری و روستایی						**گسل**				
زیر معیار	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰ >	۶۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۸۰۰۰	۲۴۰۰۰	۲۴۰۰۰
Q2Q2	/۰۰۰۲ ۰	/۰۰۰۲ ۰	/۰۰۰۱ ۰	/۰۰۰۱ ۰	۰/۰۰۰	/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
λ	۰/۶۳۹	۰/۶۷۲	۰/۷	۰/۸۱۶	۰/۸۵۴	۰/۶۳۴	۰/۶۸۳	۰/۷۴۲	۰/۷۹۶	۰/۸۱۳
Q1	۰/۵۹۲	۰/۵۳۸	۰/۴۶۹	۰/۲۹۸	۰/۲۲۴	۰/۶۰۷	۰/۵۰۹	۰/۴۱۴	۰/۳۳۵	۰/۲۲۹
رتبه	۳	۵	۷	۴	۸	۱	۲	۳	۴	۵
راههای ارتباطی						**کاربری اراضی**				
زیر معیار	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰< ۰	X۱	X۲	X۳	X۴	X۵
Q2Q2	/۰۰۰۲ ۰	/۰۰۰۲ ۰	/۰۰۰۱ ۰	/۰۰۰۱ ۰	۰/۰۰۰	/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
λ	۰/۶۵۱	۰/۶۸۷	۰/۶۷۱	۰/۷۹۱	۰/۸۶۴	۰/۶۹۹	۰/۷۱۷	۰/۷۲۸	۰/۷۳۸	۷۲۹
Q1	۰/۵۵۸	۰/۵۰۷	۰/۵۳۸	۰/۳۲۴	۰/۱۹۲	۰/۴۸۱	۰/۴۵۹	۰/۴۴۱	۰/۴۳۵	۰/۴۱۶
رتبه	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵
نقاط لرزه خیز						**شیب**				

www.SID.ir

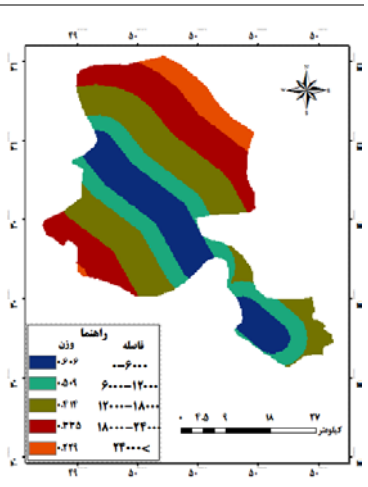
Archive of SID

زیر معیار	۲۰۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۵۰۰۰	>۲۰	۲۰	۱۱	۶	۳
Q2Q2	/۰۰۰۲۰	/۰۰۰۲۰	/۰۰۰۱۰	/۰۰۰۱۰	/۰۰۰۱۰	/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰
λ	۰/۶۳۱	۰/۶۸۱	۰/۷۲۵	۰/۷۹۹	۰/۸۳۴	۰/۶۵۵	۰/۶۷۴	۰/۶۸۲	۰/۸۰۲	۰/۸۳۵
Q1	۰/۶۱۳	۰/۵۲۰	۰/۴۲۴	۰/۳۲۷	۰/۲۵۷	۰/۵۵۳	۰/۵۳۴	۰/۵۰۷	۰/۳۱۱	۰/۲۳۱
رتبه	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵
نقاط ارتفاعی						**فرسایش**				
زیر معیار	۲۲۰۳ >	۲۲۰۳	۱۷۵۰	۱۳۵۱	۹۲۷	VII	VI	V		
Q2Q2	/۰۰۰۵۰	/۰۰۰۰۰	/۰۰۰۰۰	/۰۰۰۰۰	/۰۰۰۰۰	/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱		
λ	۰/۴۹	۰/۷۵	۰/۸۳۵	۰/۸	۰/۸۶۲	۰/۶۴۴	۰/۵۹۳	۰/۷۷۴		
Q1	۰/۹۰۹	۰/۲۳	۰/۱۵۷	۰/۰۸۹	۰/۰۶۸	۰/۴۹۶	۰/۴۹۰	۰/۳۷۱		
رتبه	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳		
زمین شناسی						**جهت شیب**				
زیر معیار	X۱	X۲	X۳	X۴	X۵	شمال	غرب-شمال غرب	شرق-شمال شرق	جنوب -جنوب شرق	هموار-جنوب غرب
Q2Q2	/۰۰۰۲۰	/۰۰۰۲۰	/۰۰۰۱۰	/۰۰۰۱۰	/۰۰۰۱۰	/۰۰۰۲۰	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱
λ	۰/۶۳۵	۰/۶۸۳	۰/۷۳	۰/۷۹۹	۰/۸۱۹	۰/۶۵۳	۰/۶۸۱	۰/۷۴۴	۰/۷۴۹	۰/۷۶۸
Q1	۰/۶۰۴	۰/۵۱۶	۰/۴۲۲	۰/۳۳	۰/۲۸۷	۰/۵۳۵	۰/۵۰۱	۰/۴۱۸	۰/۳۸۷	۰/۳۶
رتبه	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵

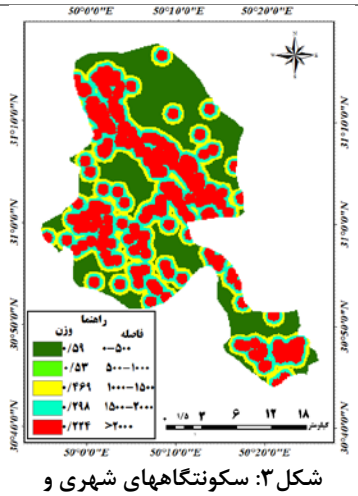
تغییرات مقادیر اندازه گیری شده بر اساس مدل پژوهش، بر روی لایه های مختلف پژوهشی بررسی شد. لذا تمام لایه های پژوهش در طبقات مختلف بر حسب فاصله و درصد، ارتفاع و ... بر حسب شدت خطرپذیری استخراج و نقشه های نهایی تولید گردید. در طبقات مربوط به جهت شیب نواحی شمال، غرب و شمال غرب به دلیل دریافت بارش بیشتر و رطوبت بیشتر تأثیر بیشتری در بحران زلزله داراست. لایه های زمین شناسی متشکل از کنگلومرا به دلیل رقابت بیشتر و نفوذ کمتر مقامت بیشتری در برابر زلزله دارند، به همین دلیل نواحی غربی شهرستان در نقشه زمین شناسی مقاومت بیشتری در برابر زلزله دارد. در لایه فاصله از گسل، نواحی مرکزی، در لایه فاصله از راههای ارتباطی، نواحی شرقی و غربی، در لایه نقاط لرزه خیز، نواحی شرقی و غربی دارای شدت خطرپذیری بیشتری در برابر زلزله هستند. همچنین در نقشه فرسایش، نواحی غربی و در نقشه نقاط ارتفاعی، نواحی شمال شرقی مقاومت بسیار کمتری در برابر بحران طبیعی زلزله دارا هستند.

www.SID.ir

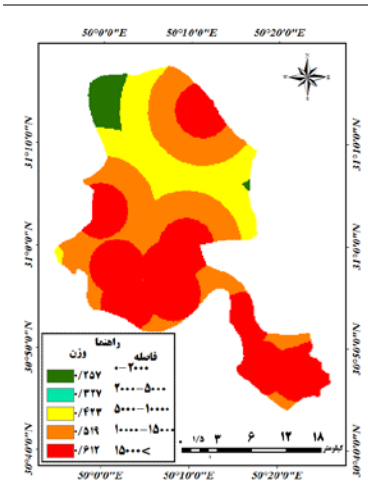
Archive of SID



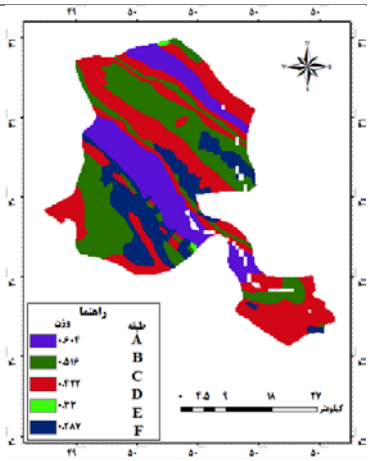
شکل۲: نقشه فاصله از گسل



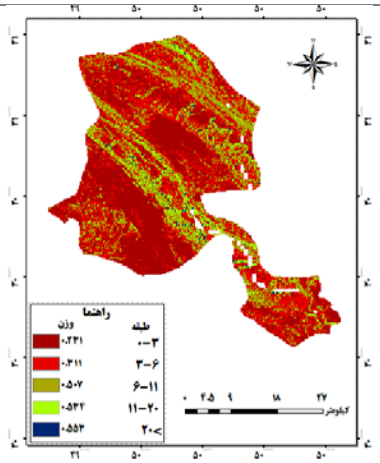
شکل۳: سکونتگاههای شهری و روستایی



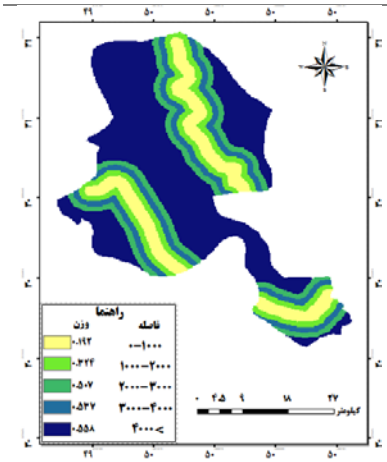
شکل۴: نقشه فاصله از نقاط لرزه خیز



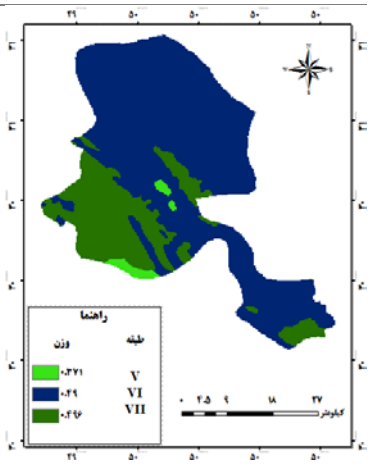
شکل۵: نقشه لیتولوژی



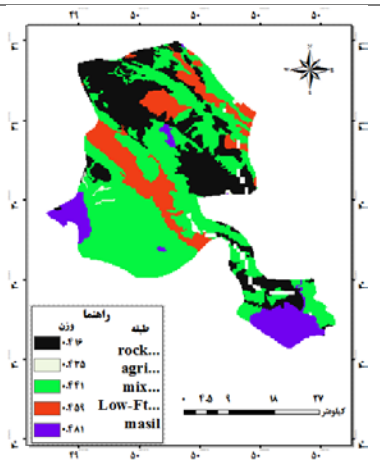
شکل۶: نقشه درصد شیب



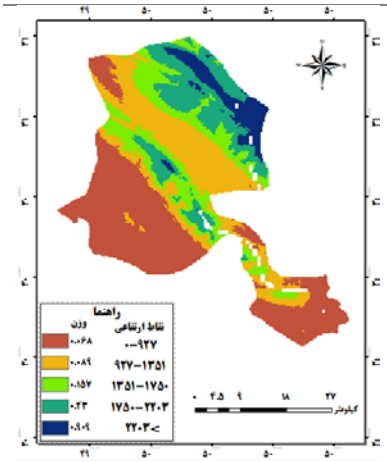
شکل۷: نقشه فاصله از راههای ارتباطی



شکل۸: نقشه فرسایش



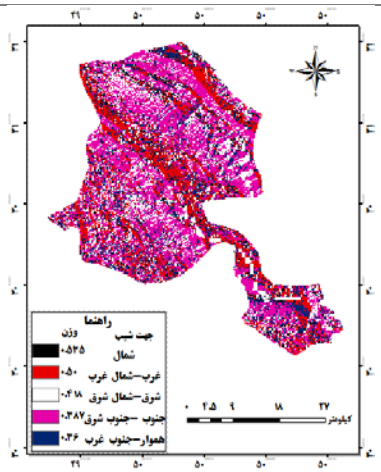
شکل۹: نقشه کاربری اراضی



شکل۱۰: نقشه نقاط ارتفاعی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱۰: نقشه جهت شیب

اگرچه عوامل متعددی در شکل گیری نقاط بحرانی زلزله نقش دارند، اما ویژگی های فضایی و هندسی خطوط گسل در تشدید آسیب پذیری سکونتگاههای جمعیتی تأثیر به سزایی دارد. بررسی های نهایی نشان می دهد که پهنه های با آسیب پذیری بالا، همجوار با خطوط گسل هستند و به موازات فاصله گرفتن از خطوط گسل از شدت خطر زلزله هم کاسته می شود. بررسی و تجزیه و تحلیل نقشه نهایی نشان می دهد که نواحی مرکزی و بخشی از نواحی شمال شرقی دارای بیشترین پتانسیل خطر در برابر بحران زلزله هستند. عمده ترین دلیل آن هم عبور خطوط گسل از این مناطق می باشد. نتایج حاصل از پژوهش نشان می دهد که از ۱۲۴۵ کیلومتر مربع شهرستان بهمئی، ۲۵۲/۰۲۸ کیلومتر مربع معادل ۲۰ درصد از شهرستان در پهنه بدون خطر قرار دارد. ۱۴۹ کیلومتر مربع معادل ۱۲ درصد در پهنه بسیار پرخطر و ۱۶۷ کیلومتر مربع معادل ۱۳ درصد در محدوده پرخطر زلزله قرار دارد. همچنین از مساحت ۱۲۴۵ کیلومتر مربع شهرستان بهمئی، ۳۸۶ کیلومتر مربع معادل ۳۱ درصد در پهنه کم خطر زلزله قرار دارد.

جدول۸. ارزیابی شدت خطر در پهنه شهرستان

شهرستان	بدون خطر	کم خطر	متوسط خطر	زیاد	خیلی زیاد	جمع
مساحت	۲۵۲/۰۲۸	۳۸۶/۵۷	۲۸۹/۶۱	۱۶۷/۳۷	۱۴۹/۵۴	۱۲۴۵/۱۱۸
درصد	۲۰/۲۴	۳۱/۰۴	۲۳/۲۵	۱۳/۴۴	۱۲/۰۱	۱۰۰

جدول۹. ارزیابی شدت خطر در نقاط شهری شهرستان

شهر	شدت آسیب پذیری	تعداد جمعیت	درصد جمعیت نسبت به جمعیت کل
نقاط شهری	بسیارکم	۱۷۰۰۷	۴۵/۹

جدول۱۰. ارزیابی شدت خطر زلزله در پهنه بخش های شهرستان

بخش	وضعیت	بدون خطر	کم خطر	متوسط خطر	زیاد	خیلی زیاد	جمع
مرکزی	مساحت	۹۵/۸۵	۱۶۰/۳۱	۲۲۹/۴۱	۱۳۷	۱۱۷/۲۵	۷۴۰
	درصد	۱۲/۹۵	۱۸/۵۱	۳۱	۱۸/۵۱	۱۵/۸۴	۱۰۰
گرمسیری	مساحت	۱۵۶/۰۶	۲۲۶/۱۴	۶۰/۱۰	۳۱/۳۳	۳۲/۲۷	۵۰۶
	درصد	۳۰/۸۴	۴۴/۷۰	۱۱/۸۷	۶/۱۹	۶/۳۷	۱۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱۱. ارزیابی شدت خطر زلزله در سکونتگاههای روستایی و آبادی ها شهرستان

وضعیت	بدون خطر	کم خطر	متوسط خطر	زیاد	خیلی زیاد
تعداد	۴۲	۱۱۲	۴۸	۲۰	۱۵
درصد	۱۷/۷۲	۴۷/۲۵	۲۰/۲۵	۸/۴۳	۶/۳۲

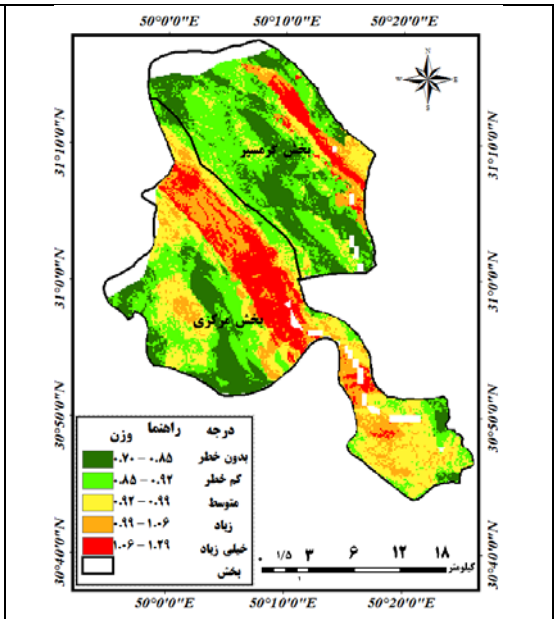
همچنین نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که شهر لیکک در پهنه بسیار کم خطر زلزله قرار دارد و محدودههای اطراف این شهر در پهنه های کم خطر زلزله قرار دارند. عمده ترین دلیل قرارگیری شهر لیکک در پهنه کم خطرپذیری، فاصله زیاد آن نسبت به خطوط گسل اصلی شهرستان بهمئی می باشد.

نتایج حاصل از پژوهش نشان می دهد که از مساحت ۷۴۰ کیلومتر مربع بخش مرکزی شهرستان بهمئی، ۹۵/۸۵کیلومتر مربع معادل ۱۳ درصد در پهنه بدون خطر و ۱۶۰ کیلومتر مربع معادل ۱۸درصد در پهنه کم خطر، ۲۲۹ کیلومتر مربع معادل ۳۱ درصد در پهنه متوسط خطر، ۱۳۷ کیلومترمربع معادل ۱۸درصد در پهنه پرخطر و همچنین ۱۱۷ کیلومتر مربع معادل ۱۶درصد در پهنه بسیار پرخطر قرار دارد. در بخش گرمسیری شهرستان بهمئی از مساحت ۵۰۶ کیلومتر مربع، ۱۵۶ کیلومتر مربع معادل ۳۰درصد در پهنه بدون خطر، ۲۲۶ کیلومتر مربع معادل ۴۴ درصد در پهنه کم خطر، ۶۰کیلومتر مربع معادل ۱۱ درصد در پهنه متوسط خطر، ۳۱ کیلومتر مربع معادل ۶ درصد در پهنه با خطر بالا و ۳۲ کیلومتر مربع معادل ۶ درصد در پهنه با خطر بالای وقوع زلزله قرار داد. همچنین تحلیل فضایی آسیب پذیری سکونتگاههای روستایی و آبادیها نشان داد که، ۱۵ درصد از روستاها و آبادی ها معادل ۶/۳۲ درصد در پهنه خطر خیلی زیاد، ۲۰ روستا معادل ۸/۴۳ درصد در پهنه با خطر زیاد، ۴۸ روستا و آبادی معادل ۲۰/۲۵ درصد، در پهنه با خطر متوسط، ۱۱۲ روستا معادل ۴۷/۲۵درصد، در پهنه با خطر کم و ۴۲ روستا در پهنه بدون خطر زلزله قرار دارد.

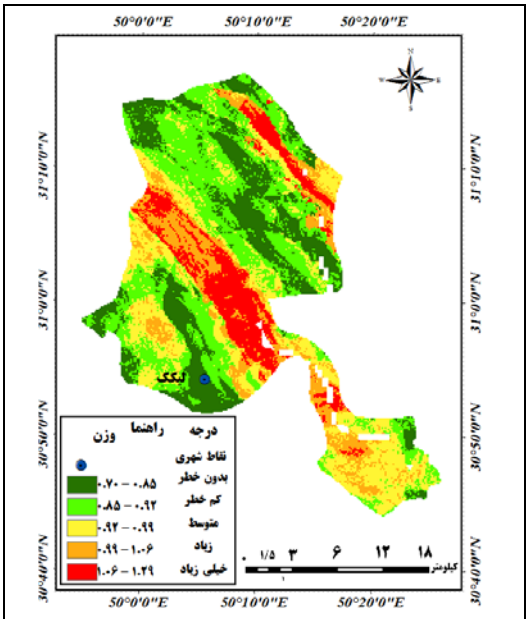
بخش	وضعیت	بدون خطر	کم خطر	متوسط خطر	زیاد	خیلی زیاد	جمع
مرکزی	**مساحت**	۹۵/۸۵	۱۶۰/۳۱	۲۲۹/۴۱	۱۳۷	۱۱۷/۲۵	۷۴۰
	درصد	۱۲/۹۵	۱۸/۵۱	۳۱	۱۸/۵۱	۱۵/۸۴	۱۰۰
گرمسیری	**مساحت**	۱۵۶/۰۶	۲۲۶/۱۴	۶۰/۱۰	۳۱/۳۳	۳۲/۲۷	۵۰۶
	درصد	۳۰/۸۴	۴۴/۷۰	۱۱/۸۷	۶/۱۹	۶/۳۷	۱۰۰

www.SID.ir

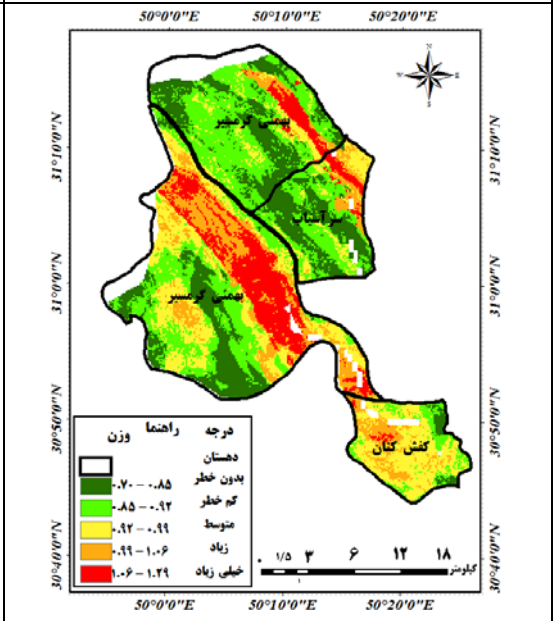
Archive of SID



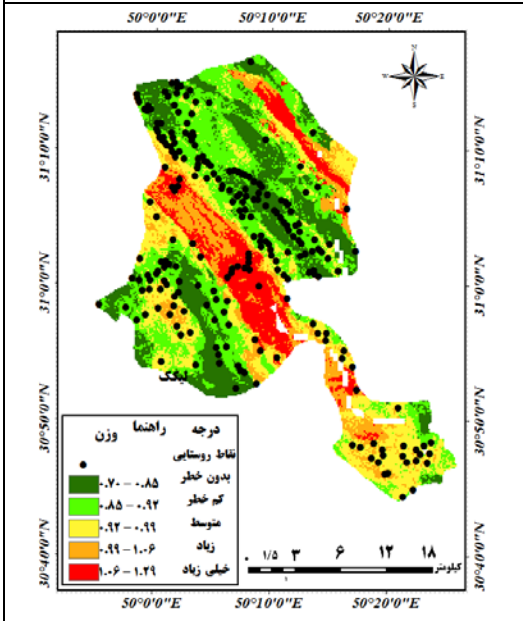
شکل۱۳: پهنه بندی شدت خطر زلزله در بخش شهرستان



شکل۱۴: پهنه بندی شدت خطر زلزله در نقاط شهری



شکل۱۵: پهنه بندی شدت خطر زلزله در دهستان های شهرستان



شکل۱۶: پهنه بندی شدت خطر زلزله در روستاهای شهرستان

- **برنامه ریزی استراتژیک برای کاهش آسیب های جانی و مالی با استفاده از مدل** Dematel

با استفاده از مدل دیماتل، عوامل استراتژیک و تأثیرگذار داخلی و خارجی بر مدیریت بحران زلزله در شهر لیکک و شهرستان بهمئی شناسایی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سرانجام در مرحله آخر به شناسایی مجموع عوامل داخلی و خارجی تأثیر گذار پرداخته شده و راهبرد های مناسب جهت مدیریت بحران زلزله درپایان ارایه شده است. نتایج حاصل از پژوهش نشان می دهد در ارزیابی نقاط قوت، به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص های تأثیرگذار، فاصله از گسل های فعال و نبود سابقه زلزله های مخرب در محل با وزن ۰/۰۵۱ و درصد بالای مالکین نسبت به مستأجرین و در نتیجه تمایل بیشتر به امر نوسازی محیط با وزن ۰/۰۲۰ می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱۲. وزن نهایی شاخص های نقاط قوت

ردیف	نقاط قوت	$(\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i)^{def}$	وزن نهایی
۱	تراکم پایین کاربریها و ساختمانها در اکثر سکونتگاههای شهری و روستایی	۳/۳۰	۰/۰۳۳
۲	نبود کاربری های خطرساز در حین وقوع بحران	۳/۲۱	۰/۰۳۲
۳	قرار گیری شهر لیکک در پهنه با شدت خطر کم	۴/۳۲	۰/۰۴۳
۴	درصد بالای مالکین نسبت به مستأجرین و در نتیجه تمایل بیشتر به امر نوسازی محیط	۲/۰۶	۰/۰۲۰
۵	فاصله ازگسل ها و نبود سابقه زلزله های مخرب در محل	۵/۱۲	۰/۰۵۱
۶	بالا بودن درصد ساختمان های یک طبقه و مساحت زیاد آن در محدوده	۴/۰۵	۰/۰۴۰
۷	جمع	۰/۰۳۶۵	

بیشترین و کمترین شاخص های تأثیرگذار در ماتریس ارزیابی نقاط ضعف، عدم تهیه نقشه پهنه بندی آسیب پذیر و فقدان مطالعات مدیریت بحران در بافت های فرسوده با وزن ۰/۰۴۰ و عدم آشنایی مردم و مسئولان با علایم زلزله با وزن ۰/۰۲۶ می باشد.

جدول۱۳. وزن نهایی شاخص های نقاط ضعف

ردیف	نقاط ضعف	$(\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i)^{def}$	وزن نهایی
۱	پایین بودن سرانه راهها و شریان های حیاتی و همچنین عدم دسترسی بسیاری از سکونتگاههای روستایی برای دسترسی سریع به مصدومین و انتقال به مراکز درمانی	۴/۱۰	۰/۰۴۰
۲	عدم تهیه نقشه پهنه بندی آسیب پذیر و فقدان مطالعات مدیریت بحران در بافت های فرسوده	۵/۸۵	۰/۰۵۸
۳	درجه محصوریت بالای شبکه معابر و عدم کارایی آنها	۳/۳	۰/۰۳۳
۴	عدم آشنایی مردم و مسئولان با علایم زلزله	۲/۶۱	۰/۰۲۶
۵	بالا بودن مساحت زیادی از شهرستان در پهنه با خطر بالا	۴/۵۳	۰/۰۴۵
۶	جمع	۰/۰۴۰۴	

در ماتریس ارزیابی نقاط فرصت، شاخص مقاوم سازی ساختمانهای واقع در حریم گسلها با وزن ۰/۰۴۲ و بالا بودن روحیه مشارکت و همدردی مردم در مواقع بحران با وزن۰/۰۱۱، به ترتیب بیشتترین و کمترین سطوح وزنی را به خود اختصاص داده اند.

جدول۱۴. وزن نهایی شاخص های نقاط فرصت

ردیف	نقاط فرصت	$(\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i)^{def}$	وزن نهایی
۱	احتمال پایین وقوع زلزله در برخی از نقاط شهرستان	۳/۳	۰/۰۳۳
۲	امکان تشکیل کارگروه شهری، تهیه دستورالعمل طراحی و تهیه نقشه جامع راه استان در زمینه بحران	۱/۷۵	۰/۰۱۷
۳	مقاوم سازی ساختمانهای واقع در حریم گسل ها	۴/۲۰	۰/۰۴۲
۴	بالا بودن روحیه مشارکت و همدردی مردم در مواقع بحران	۱/۱۱	۰/۰۱۱
۵	افزایش دسترسی به مراکز جمعیتی به ویژه پهنه های خطر زا	۳/۱۵	۰/۰۳۱
		۰/۰۲۶۸	

www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی و ارزیابی شاخص های تأثیر گذار نقاط تهدید، شاخص فقدان سیاست کلی و برنامه های میان مدت و کوتاه مدت در عرصه مدیریت با وزن ۰/۴۵۰ و بحران و کوچ افراد بومی و اسکان مهاجرین و افراد سطح پایین درآمدی در محدوده با وزن ۰/۰۱۲، به ترتیب بیشترین و کم ترین وزن را در بین دیگر شاخص ها به خود اختصاص داده است.

جدول۱۵. وزن نهایی شاخص های نقاط تهدید

ردیف	نقاط تهدید	$(\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i)^d$	وزن نهایی
۱	سردرگمی مسئولان اجرایی برای مدیریت بهینه آوار	۳/۵	۰/۰۳۵
۲	عدم قانون اجباری بیمه سوانح طبیعی در کشور	۱/۱۵	۰/۰۱۵
۳	فقدان سیاست کلی و برنامه های میان مدت و کوتاه مدت در عرصه مدیریت بحران	۴/۵۰	۰/۰۴۵
۴	عدم تخصیص بودجه لازم برای مدیریت در مواقع بحران و عدم همکاری مناسب بین سازمان های متولی بحران در سطح شهر	۴	۰/۰۴
۵	افزایش تخلفات و جرایم در زمان وقوع بحران	۲/۶	۰/۰۲۶
۶	کوچ افراد بومی و اسکان مهاجرین و افراد سطح پایین درآمدی در محدوده	۱/۲۰	۰/۰۱۲
۷	جمع	۰/۰۸۸۸	

اوزان نهایی بدست آمده توسط پیشرانهای نهایی(نقاط ضعف، قوت، فرصت و تهدید) به صورت جداگانه و منفرد با یک دیگر، نشان از برتری ماتریس تهدید دارد.

جدول۱۰: ضریب وزنی و درصد اثر گذاری عوامل درونی و بیرونی

نوع عامل	عوامل درونی		عوامل بیرونی	
	(S)	(W)	(O)	(T)
(وزن نهایی)	۰/۰۳۶۵	۰/۰۴۰۴	۰/۰۲۶۸	۰/۰۸۸۸

نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر، شناسایی و پهنه بندی محدوده های در معرض خطر وقوع زلزله در شهرستان بهمئی می باشد. نتایج حاصل از پژوهش نشان می دهد، ۲۵۲ کیلومتر مربع معادل ۲۰ درصد از شهرستان بهمئی در پهنه بدون خطر و ۳۸۶ کیلومتر مربع معادل ۳۱ درصد در پهنه کم خطر زلزله قرار دارد. ۱۴۹ کیلومتر مربع معادل ۱۲ درصد در پهنه بسیار پرخطر و ۱۶۷ کیلومتر مربع معادل ۱۳ درصد در محدوده پرخطر زلزله قرار دارد. همچنین نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که شهر لیکک مرکز شهرستان بهمئی نسبت به خطر وقوع زلزله در پهنه کم خطر زلزله قرار دارد. همچنین نتایج حاصل از پژوهش نشان می دهد که از مساحت ۷۴۰ کیلومتر مربع بخش مرکزی شهرستان بهمئی، ۱۱۷ کیلومتر مربع معادل ۱۵ در پهنه بسیار پرخطر قرار دارد. و به طور کلی ۳۳ درصد از محدوده بخش مرکزی شهرستان بهمئی در پهنه خطر زلزله قرار دارد. در بخش گرمسیری شهرستان بهمئی از مساحت ۵۰۶ کیلومتر مربع، ۳۲ کیلومتر مربع در پهنه با خطر بالای وقوع زلزله قرار داد. همچنین نتایج پژوهش نشان داد که، ۱۵ روستا و آبادی(۶ درصد) در پهنه خطر خیلی زیاد، ۲۰ روستا (۸/۴۳ درصد) در پهنه با خطر زیاد و ۱۱۲روستا در پهنه کم خطر زلزله قرار دارد. در پایان پیشنهاداتی به شرح زیر ارایه می شود.

www.SID.ir

Archive of SID

- با توجه به غیر قابل پیش بینی بودن رخداد زلزله، به سازمانهای مسئول توصیه میشود که به نتایج پژوهش حاضر توجه کنند و از استقرار و ایجاد سکونتگاههای شهری و روستایی در پهنه های با خطر بالا ممانعت کنند.
- اصلاح ساختار و تراکم جمعیتی و ساختمانی در نواحی با پهنه آسیب پذیری بالا برای کاهش آسیب رسانی، کاهش تراکم جمعیت در مناطق با خطر بالای زلزله، حذف همسایگی های جمعیتی در جوار عوامل آسیب رسانی و استفاده از طرح های تشویق برای مهاجرت از مناطق آسیبپ پذیر
- جلوگیری از هر گونه ساخت و ساز و سکونت افراد در حریم گسل های شهرستان برای کاهش خطرات جانی و مالی
- توجه به ایمن سازی و مقاوم سازی بافت های فرسوده شهری و روستایی شهرستان به ویژه بافت های فرسوده که در پهنه خطر پذیری بالا قرار دارند.
- اصلاح شبکه های ارتباطی و همچنین طراحی مسیرهای جدید برای دسترسی مستقیم به تمام سکونتگاههای شهری و روستایی و همچنین دسترسی به مراکز امداد رسان.
- استفاده از پژوهشگران و متخصصان خبره برای انجام پژوهش های مورد نیاز و استفاده از نقطه نظرات آنها
- انجام برنامه های بلند مدت برای مشخص کردن نقشه راه شهرستان برای اقدامات قبل، حین و بعد از بحران زلزله.

منابع

استانداری کهگیلویه و بویراحمد. ۱۳۹۶. *واحد آمار*.

اسماعیل زاده، حسن؛ اعظم کفاشی، سمیرا حیدری. ۱۳۹۴. تحلیل عدالت فضایی برخورداری از خدمات حمل و نقل و ارتباطات در جغرافیای استان های مرزی(مطالعه موردی: شهرستان های استان خراسان شمالی). *نشریه جغرافیایی سرزمین*، **۴**: ۶۰-۴۵.

اکبری، نعمت الله؛ کیوان زاهدی. ۱۳۸۷. *کاربرد روش های تصمیم گیری چند شاخصه*، چاپ اول. انتشارات سازمان دهیاری ها و شهرداری ها، تهران.

پور طاهری، مهدی؛ احدالله فتاحی، رضا نعمتی، آدینه وند اسماعیل. ۱۳۹۴. تبیین مزیتهای استفاده از مدل ترکیبی تصمیم گیری WASPAS درمکانیابی روستاهای هدف گردشگری. مجله *برنامه ریزی و آمایش فضا*، **۲**: ۱۴۰ - ۱۱۵.

تقوایی، مسعود؛ رامین غفاری. ۱۳۸۵. اولویت بندی بحران در سکونتگاههای روستایی با روشAHP (مطالعه موردی: دهستان بازفت). *مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان علوم انسانی*، **۱**: ۴۳-۳۴.

حاجتی، فرشته؛ مریم آق تابای. ۱۳۹۱. شناسایی مناطق مستعد خطر مرتبط با پس‌لرزه های زمین‌لرزه های بزرگ(مطالعه موردی: زمین‌لرزه سیلاخور، لرستان). *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، **۴**: ۱۱۴-۱۲۸.

حاجی نژاد، احد؛ بدلی، احد، واحد آقایی. ۱۳۹۴. بررسی عوامل مؤثر برآسیب‌پذیری ناشی از زلزله در مناطق شهری دارای سکونت‌گاه‌های غیررسمی با استفاده از GIS (مطالعهٔ موردی مناطق ۱ و ۵ شهر تبریز). مجله مخاطرات محیط طبیعی، **۶**: ۵۶-۳۳.

زنگی آبادی، علی؛ حمید رضا وارثی، حسین درخشان. ۱۳۹۰. تحلیل و ارزیابی عوامل آسیب پذیری شهر در برابر زلزله (نمونه موردی منطقه ۴ تهران). *نشریه امداد و نجات*، **۳**: ۱۵-۹.

سازمان برنامه بودجه. ۱۳۹۴. *سازمان برنامه و بودجه استان کهگیلویه و بویراحمد*. واحد آمار و اطلاعات.

سازمان شهرداریهای و دهیاریها. ۱۳۸۶. *دانشنامه جامع مدیریت شهری و روستایی کشور*.

صحفی، ندیمه؛ اردشیر سیاح افضلی. ۱۳۸۹. تبیین روش شناسی استفاده از مدل مدیریت ریسک در مدیریت بحران در مناطق شهری(مطالعه موردی : منطقه ۱۳ شهرداری تهران). *فصلنامه مطالعات مدیریت شهری*، **۲**: ۶۹-۴۳.

www.SID.ir

Archive of SID

عطائی، محمد. ۱۳۹۳. *تصمیم گیری چند معیاره*، چاپ دوم. انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، تهران.

فال‌سلیمان، محمود؛ محمد حجی پور، کمال جمشیدی. ۱۳۹۱. آسیب پذیری عناصر کالبدی سکونتگاه های روستایی در مناطق زلزله خیز. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، **۶**: ۹۹-۷۵.

ملکی، امجد. ۱۳۸۶. پهنه‌بندی خطر زمین لرزه و اولویت بندی بهسازی مساکن در استان کردستان. *مجله پژوهشهای جغرافیایی*، **۵۹**: ۱۱۵-۱۲۴.

همایونی، حمیدرضا. ۱۳۸۵. بررسی مورفولوژیکی- اجتماعی بافت قدیم شهرهای ایران در مواجهه با زلزله در مدیریت بحران. *مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت بحران زلزله*، دانشگاه یزد، ۳۱۲-۳۰۱.

Bagocius, M.; E. Zavadskas, and Z. Turskis. 2014. Multi-criteria Selection of a Deep-water Port in Klaipeda. *Procedia Engineering*, **57**: 144-148.

Cutter, Sl. 2000. Societal responses to environmental hazards. *International social science Journal*, **48**, 525-536.

Ganapathy, G.P. 2011. First Level of Seismic Micro-zonation map of Chennai city. *Center for disaster mitigation and Management*.

Hing, K.; X. Wang, and A. Raffoni. 2014. An integrated approach for green design: Life-cycle. Fuzzy AHP and environmental management accounting, The British Accounting Review, **46**: 344–360.

Laila, E.; and A. Emad. 2017. Inelastic performance of RC buildings subjected to near-source multi-component earthquakes. *Alexandria Engineering Journal*, **56:** 1-188.

Rashed, K.; and j. Weeks. 2013. Assessing vulnerability to earthquake hazards through spatial International. *Journal of Geographic Information Science multicriteria analysis of urban areas*, **17**: 547-576.

Brian, E.; j. Tucker and J. Wyss. 1994. Some remark concerning worldwide urban earthquake hazard and earthquake hazard mitigation. *Inssues in urban earthquake risk*, **27**: 1-10.

Vafaeipour, M.; S. Hashemkhani, and V, Morshed .2015. Assessment of Regions Priority for Implementation of Solar Projects in Iran: New Application of a Hybrid Multi-criteria Decision Making Approach. Energy Conversion and Management, **86**, 653–663.

Zavadskas, K.; Z. Turskis, and J. Antucheviene .2012. Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment. *Electronics and Electrical Engineering Electronica IR Electrotechnica.* **6**:122-132.

www.SID.ir

Archive of SID

پیوست

جدول شماره ۱۵. شدت آسیب پذیری سکونتگاههای روستایی و آبادی های شهرستان بهمئی در برابر بحران زلزله را نشان می دهد.

جدول۱۳. تحلیل فضایی خطر زلزله در مراکز جمعیتی شهرستان بهمئی

شدت خطر	روستاها و آبادی ها
بدون خطر	چهتون- نره بلند- رودزیرین- مرومرده- پیرمورد- کل کوره- سیدصالح- مازه رستمی- دم دره گپی- دره گپی- باجره- تنگ کوزی- دوراب قدیم- هجرت دوراب- پاراه اردشیرجدی- پاراه هیرمی- دوراب سفلی جدید- دوراب علیاجدید- شاه زیادپس باغ- مورون پس باغ- دم تنگ کپ- پس باغ شمشیر- هفت چشمه دالون- بنه سرحدی- سراسیاب یوسفی- خارستان- قلاسور۲آب سیلاب- تل گودبند- برم الوان- سرخونی- گدارتختی- کارند- پشت گچ- سرلیکک- لیکک- کوندیده-کل جمشید- قبرقیصر- وره محمدجافری- بهره روزه- بهره
خطر کم	گردنگه سرطاوه- دم تنگ پیرمورد- پهنوک- تنگ کوشک- ماخره- وامیرشکال فضل عل- بنه کلومیرحسن- توبردی- وربند- کره توتوبردی- برم سیاه رودتلخ- گدوک بنه پیر- خنگ ناربنه پیر- بنه کلوبنه پیر- کل مازادبنه پیر- خیارکال- کارون- چل چلک- کافه رودتلخ- قاش کمری بنه پیر- چشمه گورچی کر- کلاون رودتلخ- بنه کلومرتضی- ریملکی بنه پیر- خوردکی- گرمولا- سرنگاب بنه پیر- خلی- نرمون- شومشال- مله بادی- شاه نشین- گچ گرد- تیمج- تنگگوله انجیر- دره خرزهره- قلاتک- چهارقاش چری- تنگگور- دم تنگ دره نا- تنگمعدول- مونگیره- یزبی پیه چهارقاش- دره بید- پاراه اردشیرقدی- گردکوچک- ریزک منگزور - تل رضاقلی ممبی-حاجی آباد- صحراسنجی منگزور- قلعه ممبی- سندان پاراه- کمپیر- علی عسکری- تاگنره- هیولی- دره لمدره- چاه روغنی- دره زری- بردچو- چشمه امیری- جهانی آباد- من گزور- دوراک-پاتپات- شاه ولی- دالون- سرگرده مورد- سرچشمه ده مورد- تنگ نایاب- سرچشمه ده موردقد- گورترک- بردمن- دورق- ده موردعلیا- بنه سردار- طلاگه علیا- ده بناریوسفی- لپ لپو- طلاگه سفلی- چال پیر- دواب سراسیاب یوس- سرطوفکت- قلاتکت- سرگرگ- پیه- مامازینب- چم شرو- گچپلی- خلیلی- کن اسپید- بادامدان- چاه نفت ۱باباحم- نی کن- دوپرنظری- گواراسیاب بابا- آغاپشت گچ- پشت پرماغر- تلخاب دشت اهو- شهرک گچ بلند- چاه نفت ۰۳دشت اهو- دوراهی گچ بلند- گچ بلند- بیشه خشکو- سیدصفی- تنگ آبدال- قلات- واف گازگدارنارگ- امامزاده عسکر-شون بچه- بنه کلو- بردزرد
خطر متوسط	رکی- بنه بی کس- بوربادی- گاومیرو- پی خرابه دره نا- مله بن منگزور- گنبدبردی سفلی- تنگ گوله خران- برکنده- ده موردسفلی- بیدزرد- کنج کنج- کچلون- بنه اخوند- گرماشا- کت- تی تپ ده چل- تیرداری- دره خرزهله ده چا- نارسون- اسلام آباد- باباحمد- زورازما- آبگازرون- چاه نفت- چلی- دوقلعه نادر- تل قوچان- دلی یک- بره مال- پشت طاوه علیا- تنگ راستگون- تنگ زردقیام- آبهان- چال کنارقیام- چاه کاردقیام- پاگچ کل جمشید- سکده- خوشاب شیرین- گازبلوطبنگ- چارکرتور-کفش کنان-گدارنارگون-سرکنده- چم سیاه- زیرکمر-گازبلوط حصا-دوخاوس عباسیه-دوپربرزیان
شدت زیاد	دزدمدعی- چاه زالو -لیرسیاه دره نا - موربید - گنبدبردی علیا- لیشکان دره نارنج- گودبند - چاه نفت ۲۲باباحم-شه ولی- چاه نفت -جولهی-پشت طاوه سفلی-داربلند-آبکوه-ملک دان-وارسمی-بلوطحصار-چم چیت کل سرخدان-سرکمرباغ- باغ ملک-دوتو
شدت زیاد	چتیاب- هماگون دره نا- کوهک دره نا- تنگنایاب- سایت ماغر- کلاجیک دون ماغر- تلخاب ماغر- میرعبداله ماغر- تیل ماغر-حوش ماغر- تی منی ماغر- طرف چندارماغر- محمدتقی ماغر- تنگ سولک- آب بهاره

www.SID.ir