

تحلیل توان‌ها و محدودیت‌های محیطی با تحلیلی بر لرزه خیزی و نحوه استقرار مراکز جمعیتی استان زنجان

سیدرضا آزاده^۱ - دانشجوی دکتر جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
ملیحه زارع - دانش آموخته کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه یزد، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۶/۱۱

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۲۴

چکیده

استان زنجان به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص متأثر از حوادثی چون زلزله، سیل، خشکسالی، تگرگ و سرمازدگی، لغزش و رانش زمین می‌باشد که از میان عوامل فوق، زلزله به دلیل شرایط ویژه و عدم امکان پیش بینی و شناخت دقیق آن و نیز خسارات جانی مترتب از آن از اهمیت زیادی برخوردار است. هدف اصلی از انجام این مطالعه تحلیل لرزه خیزی و نحوه استقرار مراکز عمده جمعیتی شامل نقاط شهری و دهستان‌ها در این استان می‌باشد. در این مطالعه در گام نخست به بررسی لرزه خیزی و پهنه بندی استان از لحاظ خطر زلزله پرداخته شده است و در مرحله بعد مراکز عمده جمعیتی مستقر در تقسیمات سیاسی استان مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت با بهره‌گیری از قابلیت‌های تحلیل نرم افزار Arc GIS و هم پوشانی لایه‌ها، تحلیل فضایی خطر زلزله در مراکز عمده جمعیتی انجام شده است. نتایج حاکی از آن است که ۴۵ درصد از مساحت استان در پهنه با خطر بالای زلزله، ۴۷ درصد در پهنه با خطر متوسط زلزله و تنها ۸ درصد از مساحت استان در پهنه با خطر پایین زلزله قرار دارند. تحلیل های فضایی نشان داد که ۱۲ شهر از مجموع ۱۶ شهر استان در پهنه با خطر بالای زلزله قرار دارند و از مجموع ۴۶ دهستان استان، ۲۵ دهستان در پهنه با خطر بالای زلزله مستقر هستند. بنابراین اتخاذ سیاست‌هایی همچون رعایت اصول مهندسی ساختمان در ساخت و سازهای جدید، جلوگیری از گسترش شهرهای مستقر در پهنه با خطر بالای زلزله، مکان‌یابی سکونتگاه‌های جدید در نواحی با خطر پایین زلزله، آموزش مردم در هنگام بلایای طبیعی همچون زلزله می‌تواند در کاهش اثرات مخرب زلزله موثر واقع شود.

واژگان کلیدی: مخاطرات طبیعی، زلزله، تحلیل فضایی، زنجان

مقدمه

بررسی‌های صورت گرفته در زمینه جمعیت جهان، حاکی از آن است که در طول قرن بیست و یکم جمعیت جهان به میزان چشم گیری افزایش یافته است (Sha and Tian, 2010: 601) به گونه‌ای که در اکتبر سال ۲۰۱۱ جمعیت جهان به میزان ۷ میلیارد نفر افزایش یافت (Li et al, 2012: 615). این در حالی است که بلایای طبیعی همواره در طول حیات کره زمین وجود داشته و خواهند داشت. وقوع بلایای طبیعی نظیر سیل، زلزله، طوفان و... در اغلب موارد تأثیرات مخربی بر سکونتگاه‌های انسانی باقی گذارده است و تلفات سنگینی بر ساکنان آن‌ها وارد ساخته است (قنوتی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۶). بر طبق برآورد سازمان ملل متحد، در طی ۲۰ سال گذشته حدود سه میلیون انسان بر اثر وقوع بلایای طبیعی از بین رفته و بیش از ۸۰۰ میلیون نفر به اشکال مختلف از آن تأثیر پذیرفته‌اند و بیش از ۳۳ میلیارد دلار خسارات مالی نیز به بار آمده است (پورطاهری و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۲)

رشد جمعیت و گسترش سکونتگاه‌ها روی نواحی پر مخاطره، اثر حوادث طبیعی را در جوامع صنعتی و بویژه در کشورهای درحال توسعه افزایش داده است (جامی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱) در میان حوادث طبیعی، زلزله یکی از جدیدترین چالش‌های اساسی جوامع است که همه ساله علیرغم آنکه خسارات عظیم اقتصادی را وارد می‌کند، باعث مرگ و میرهای بسیاری شده و مانع توسعه هماهنگ و مستمر جوامع می‌شود (Hongnan Li et al, 2009: 461). با گسترش شهرنشینی و شهرسازی و افزایش جمعیت، خطر زمین لرزه بیشتر از پیش شده و نتیجه فاجعه آمیز خواهد بود. در حال حاضر بسیاری از انسان‌ها در کره زمین در پهنه‌های لرزه خیزی زندگی می‌کنند (عبدی، ۱۳۸۶: ۲). به گونه‌ای که بر اساس بررسی‌های انجام شده ۲۰ درصد از جمعیت جهان در نواحی زلزله‌خیز زندگی می‌کنند (Amiri and Tabatabaei, 2008: 581).

گستره جغرافیایی ایران از نظر احتمال وقوع حوادث طبیعی، به ویژه زلزله و سیل یکی از آسیب پذیرترین بخش‌های کره زمین است و همه ساله وقوع این حوادث موجب خسارت‌های جانی و مالی فراوانی می‌شود (تقوایی و کیانی، ۱۳۸۷: ۳۸). زلزله شمال خراسان در سال ۱۳۰۸، زلزله سلماس در سال ۱۳۰۹، زلزله بوئین زهرا در سال ۱۳۴۲، زلزله طیس در سال ۱۳۵۷، زلزله شمال قائن در سال ۱۳۵۸، زلزله رودبار و منجیل در سال ۱۳۶۹ و زلزله بم در سال ۱۳۸۲ اشاره به این مطلب دارد که طی هشتاد سال اخیر بخش قابل توجهی از کشورمان متحمل خسارات سنگینی شده است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۸: ۲). بر پایه آمارهای رسمی در ۲۵ سال گذشته، ۶ درصد تلفات انسانی کشور ناشی از زلزله بوده است و به طور میانگین هر سال یک زلزله ۶ ریشتری و هر ده سال یک زلزله به بزرگی ۷ درجه در مقیاس ریشتر در کشور رخ می‌دهد (گیوه چی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۲).

خطر طبیعی، پدیده‌ای طبیعی است که در محدوده سکونت بشر اتفاق افتاده، زندگی او را مورد تهدید قرار می‌دهد و ممکن است باعث وقوع بلایایی گردد (زنگی آبادی و همکاران، ۱۳۸۷: ۶۵). به بیان روشن تر، هر اتفاق غیر مترقبه ناگهانی که موجبات تضعیف و از بین رفتن توانمندی‌های اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی مانند خسارات جانی و مالی، تخریب تأسیسات زیربنایی و کاهش زمینه‌های اشتغال در جامعه را فراهم آورد، به عنوان بلایای طبیعی شناخته می‌شود (رضایی و همکاران، ۱۳۹۱: ۳۷).

جغرافی دانان از زمان‌های گذشته، در ارتباط با مخاطرات طبیعی پژوهش‌های گسترده‌ای انجام داده‌اند. تحقیقات اولیه در ارتباط با ابعاد فیزیکی و مکانی مخاطرات طبیعی بوده و عمدتاً به توصیف توزیع مکانی این مخاطرات اختصاص داشت. اما انتشار اثر برجسته گیلبرت وایتز در سال ۱۹۴۵ در ارتباط سیل و توسعه انسانی به عنوان نقطه عطفی می‌باشد که به بررسی اثرات اجتماعی و حل مشکلات اجتماعی ناشی از بلایای طبیعی می‌پردازد (Montz & Tobin, 2011: 1). امروزه اثرات اجتماعی، روانی، اقتصادی و کالبدی خطرات طبیعی بر کسی پوشیده نیست لذا ایجاد ظرفیت برای

مقابله با مخاطرات طبیعی برای جوامعی که به طور فزاینده با بلایای طبیعی مواجه هستند، مهم و لازم است. بدین جهت در سیاست‌های مختلف تکرار شده است (Kuhlicke, 2011: 804).

زلزله به معنی لرزش شدید زمین است (لغت نامه دهخدا)، که به طور معمول تحت فشار وارده باعث گسیختگی زمین شده است. زلزله به عنوان یکی از مهم‌ترین نامالیقات طبیعی زمین، همواره در مدت زمان کوتاهی، خسارات غیر قابل جبرانی را به پیکره سکونتگاه‌های بشری وارد ساخته است. امروزه با وجود پیشرفت‌های تکنولوژیکی و افزایش دانش و توانایی انسان در کنترل بلایای طبیعی، شهرها هنوز هم با خطر زلزله مواجه هستند و از این منظر آسیب‌پذیرند (مهردوی نژاد و جوانرودی، ۱۳۹۱: ۱۴-۱۵). عوامل آسیب‌پذیری، بسیار گوناگون می‌باشند (طبیعی، کالبدی، اجتماعی، اقتصادی، بنیادی، قوانین و مقررات و...) و این عوامل همدیگر را به شکل یک سیستم جامع تحت تأثیر قرار می‌دهند (زنگی آبادی و همکاران، ۱۳۸۷: ۶۶). عوامل متعددی در این امر دخالت دارند، وجود زمینه‌های لرزه‌خیزی ناشی از موقعیت زمین‌شناسی، وجود گسل‌های فراوان در بطن و حاشیه شهرها و ... همگام با عوامل انسانی متعدد نظیر جمعیت شهری، افزایش مسکن کم دوام شهری، شهرسازی نامناسب با بحران زلزله، همگی قابلیت لرزه‌پذیری شهرها را افزایش داده است (پورمحمدی و مصیب زاده، ۱۳۸۷: ۱۱۸).

ریشه واژه بحران (Crisis) از کلمه یونانی (Krinein) به معنی نقطه عطف به ویژه در مورد بیماری است، همچنین به معنی بروز زمان خطر در مورد مسائل سیاسی - اقتصادی است (رضایی و همکاران، ۱۳۹۱: ۳۷). مدیریت بحران یکی از موضوعات مهمی است که در طول سال‌های اخیر با تأکید بیشتری مورد توجه کارورزان حوزه‌ی عمل و اندیشه قرار گرفته است. عملیات مدیریت بحران، سازمان را قادر می‌سازد تا پاره‌ای از بحران‌ها را از میان بردارد، برخی دیگر را به نحوی مؤثر اداره کند و ابزار لازم برای یادگیری کامل و سریع از بحران‌های واقع شده را در اختیار بگیرد (حسینی و دمنا بی اصل، ۱۳۹۱: ۷۸). می‌توان گفت مدیریت بحران شامل مجموعه فعالیت‌های اجرایی و تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و سیاسی وابسته به مراحل مختلف و تمامی سطوح بحران در جهت نجات، کاهش ضایعات و خسارات، جلوگیری از وقفه‌ی زندگی، تولید و خدمات و حفظ ارتباطات است (تقوایی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۴). مدیریت بحران دارای چهار رکن اصلی شامل کاهش خسارت‌ها، آمادگی، واکنش و بازسازی و عادی‌سازی است. مدیریت بحران در واقع عبارت است از ایجاد آمادگی و فراهم کردن تمهیدات و تدارکات لازم برای رویارویی با بحران و یا به حداقل رساندن آثار تخریبی آن (بهرام پور و بمانیان، ۱۳۹۱: ۵۲). نگاه‌ها و استراتژی‌های مدیریت بحران، در حال رشد و تکامل است. در ارتباط با مدیریت بحران در حال حاضر چهار رویکرد عمده زیر در سطح جهان تعریف شده است:

اول رویکرد فراگیر و جامع که مستلزم گسترش و اجرای استراتژی‌های برخورد با ریسک ناشی از بلایای طبیعی در زمینه‌های مختلف است. دوم رویکرد برخورد با تمامی خطرات که برای بهبود وضعیت سایت‌ها و ساختمان‌های موجود مورد استفاده قرار می‌گیرد. سوم رویکرد درون بخشی و چندبخشی که رویکردی جامع نیست و بخش‌های دست‌اندرکار مدیریت بحران برای شرایط بحران تجهیز می‌شوند. و چهارم رویکرد جامعه آماده که عملاً شامل بهینه کردن وضعیت سازمانی و ساختارهای شهری، تقویت ظرفیت اجتماعی به کمک آموزش و اطلاع‌رسانی به شهروندان و سازمان‌های درگیر در مدیریت بحران است (رفیعیان و مطهری، ۱۳۹۱: ۶).

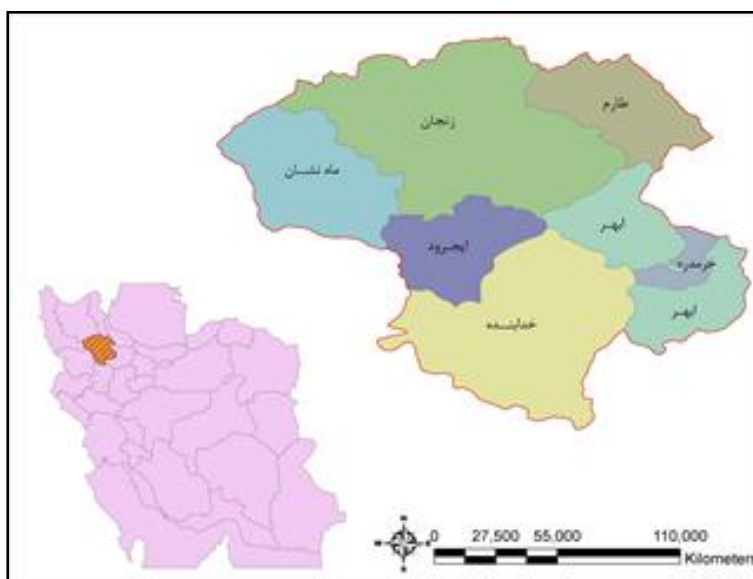
استان زنجان به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص خود متأثر از حوادثی چون زلزله، سیل، خشکسالی، تگرگ و سرمازدگی، لغزش و رانش زمین می‌باشد که از میان عوامل فوق، زلزله به دلیل شرایط ویژه و عدم امکان پیش‌بینی و شناخت دقیق آن و نیز خسارات جانی مترتب از آن از اهمیت زیادی برخوردار است هدف اصلی از انجام این پژوهش تحلیل فضایی لرزه‌خیزی مراکز عمده جمعیتی استان زنجان می‌باشد.

روش پژوهش

هدف اصلی از انجام این پژوهش تحلیل فضایی لرزه خیزی مراکز عمده جمعیتی استان زنجان می‌باشد. در این راستا به بهره‌گیری از طرح‌های فرادست و اسناد موجود ابتدا به تحلیل گسل‌های فعال استان زنجان و پهنه‌های لرزه خیز استان مذکور پرداخته می‌شود. در ادامه نحوه استقرار و پراکنش سکونتگاه‌های عمده جمعیتی (دهستان‌ها و شهرهای استان زنجان) مورد بررسی قرار می‌گیرد. در نهایت با بهره‌گیری از قابلیت‌های تحلیلی نرم‌افزار Arc GIS و هم‌پوشانی لایه‌ها، نحوه استقرار شهرها و دهستان‌های استان با توجه به پهنه‌های لرزه خیز استان تحلیل می‌شود.

محدوده مورد مطالعه

استان زنجان با وسعتی بیش از ۲۲ هزار کیلومتر مربع در منطقه شمال غرب کشور بین ۳۵ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه و ۳۷ درجه عرض جغرافیایی شمالی و ۴۷ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد. میانگین ارتفاع استان بیش از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا است. پست‌ترین نقطه داخل استان با ارتفاع ۳۰۰ متر در منطقه طارم و بلندترین قله آن با ارتفاع ۲۹۰۰ متر در کوه‌های تخت سلیمان از ارتفاعات شهرستان ماه‌نشان قرار دارد.



شکل ۱. تقسیمات سیاسی استان زنجان و موقعیت این استان در ایران

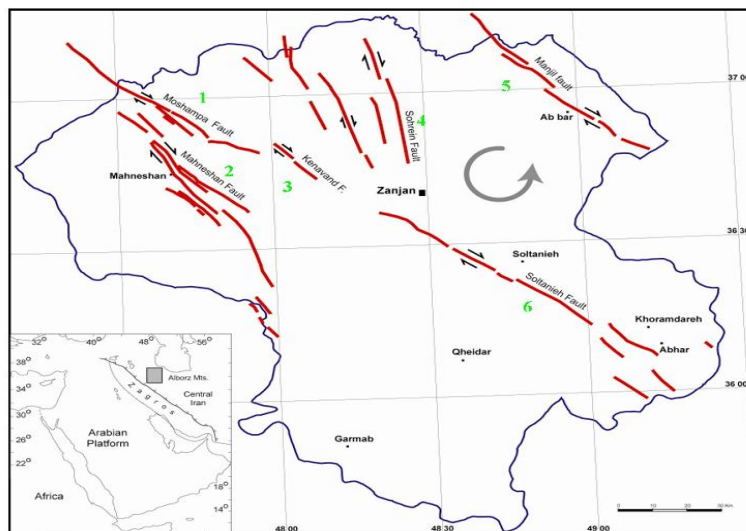
یافته‌ها و بحث

استان زنجان به لحاظ فعالیت شدید تکتونیکی که در طی دوران‌های زمین‌شناسی در آن رخ داده است دارای گسل‌های فراوانی است. مهم‌ترین گسل‌های استان که برخی از آن‌ها فعال هستند و سبب بروز زلزله می‌شوند در جدول (۱) و شکل (۲) ارائه شده است.

جدول ۱. لیست مهم‌ترین گسل‌های استان

نام گسل	جهت	تحلیل
اوج	با جهت شمال غربی - جنوب شرقی	به موازات گسل زاگرس قرار دارد.
تبریز	از دشت زنجان - ابهر شروع و با امتداد شمال غرب تا رشته کوه‌های شمال تبریز و تا شمال غرب آذربایجان و قفقاز ادامه دارد.	- این گسل با شکستگی توأم است. - از گسل‌های فعال ایران به شمار می‌رود. - نشانه‌هایی از فعالیت آن در ۸۰ سال اخیر، مشاهده نشده است.
حسن آباد	جهت شمال غرب به جنوب شرق	- در شمال گسل اوج و به موازات آن قرار دارد. - از اهمیت کمتری نسبت به گسل اوج برخوردار است. - کانون زلزله‌های بوئین زهرا در مرداد ماه ۱۳۴۱ بر روی این گسل بوده است.
سلطانیه	به موازات کوه‌های سلطانیه و در حاشیه‌های بخش شمالی آن قرار دارد.	- کوه‌های سلطانیه و تخت سلیمان دارای فعالیت زمین ساختی شدیدی هستند. - این گسل از دوره پلیوسن به بعد مجدداً فعال شده است. - زلزله‌ی شدید سلطانیه در سال ۱۱۸۰ خورشیدی و زلزله‌ی سال ۱۲۸۵ خورشیدی، گروس تخت سلیمان از جمله فعالیت‌های تکنونیک مهم در این قلمرو است.

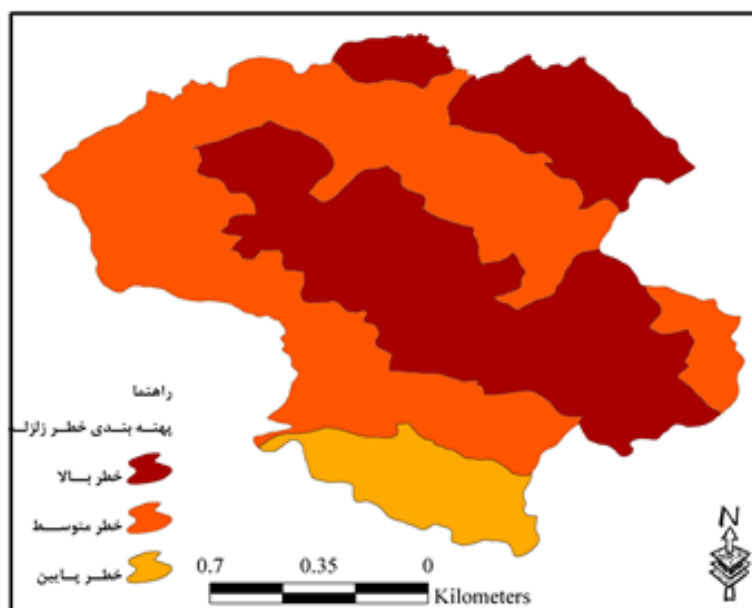
منبع: معاونت برنامه‌ریزی استان زنجان، ۱۳۸۹



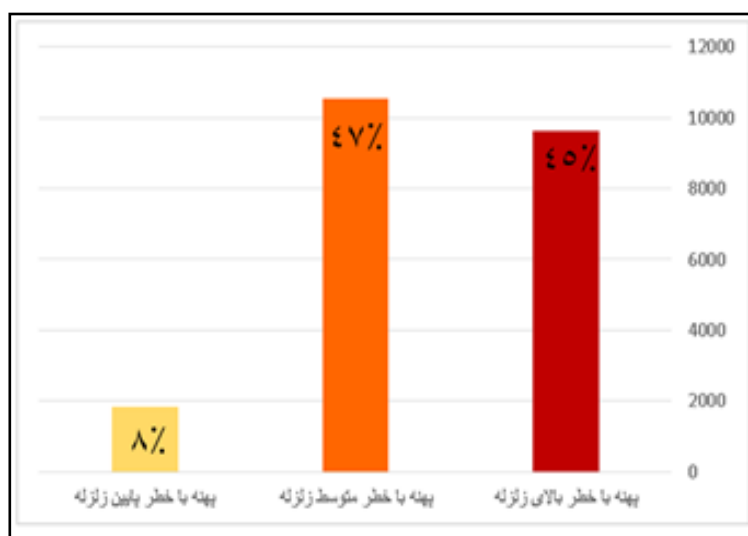
شکل ۲. نقشه گسل‌های فعال در استان زنجان

منبع: ثبوتی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۸۸

براساس مطالعات صورت گرفته در آمایش استان زنجان، این استان از نظر بروز زلزله دارای سه محدوده مجزا شامل پهنه‌های دارای خطر بالا، پهنه‌های با خطر متوسط و مناطقی که خطر وقوع زلزله در آن‌ها پایین است (شکل ۳). محاسبات انجام شده حاکی از آن است که از مجموع ۲۲ هزار کیلومتر مربع مساحت استان زنجان، پهنه‌های دارای خطر بالای زلزله ۴۵ درصد، پهنه‌های با خطر متوسط زلزله مساحتی بالغ بر ۴۷ درصد و تنها ۸ درصد از مساحت استان خطر وقوع زلزله پایین است (شکل ۳ و ۴).

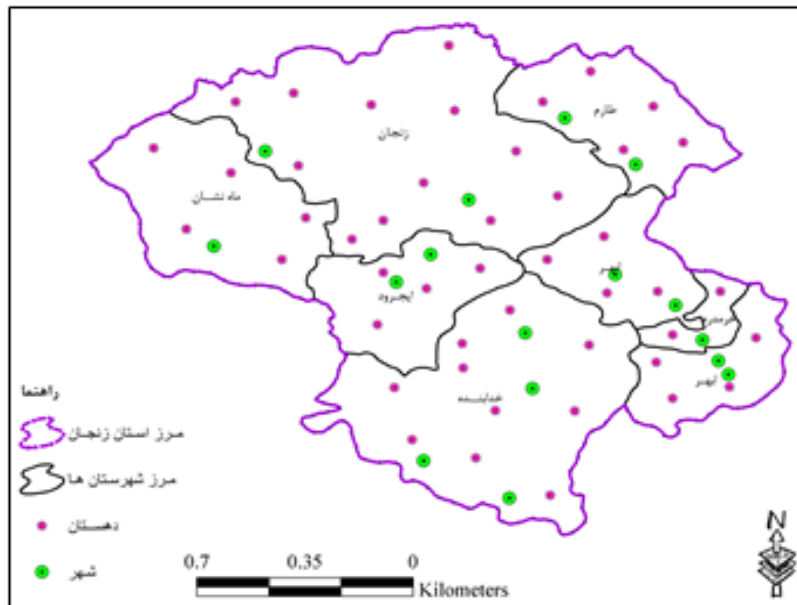


شکل ۳. پهنه بندی خطر وقوع زلزله در استان زنجان



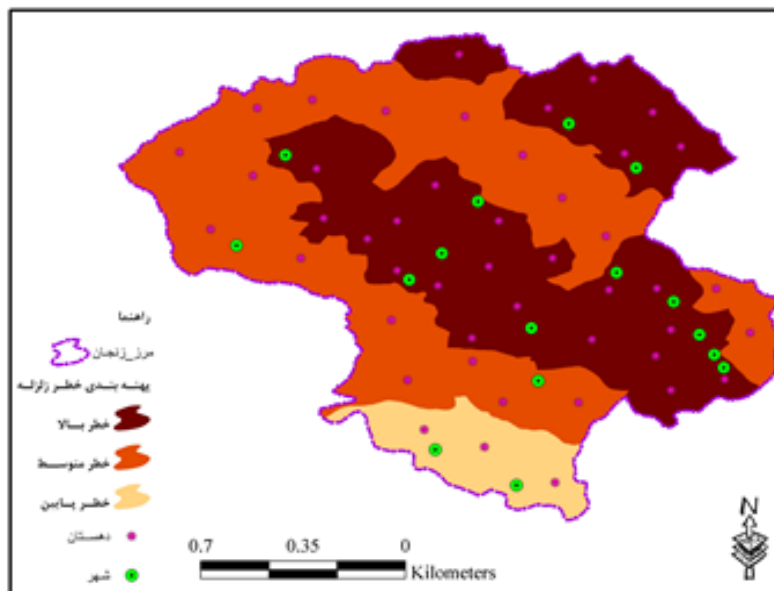
شکل ۴. مقایسه پهنه‌های خطر وقوع زلزله در استان زنجان

نحوه پراکنش نقاط شهری و دهستان‌های استان طبق سرشماری صورت گرفته در سال ۱۳۹۰ با جمعیتی بالغ بر ۱۰۱۵۷۳۴ نفر در ۷ شهرستان، ۱۶ بخش، ۱۶ شهر، ۴۶ دهستان و ۹۶۱ روستا با شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل ۵. نحوه استقرار و پراکنش نقاط شهری و دهستان‌های استان زنجان

با بهره‌گیری از قابلیت‌های تحلیلی نرم‌افزار Arc GIS و با هم پوشانی لایه‌ها به تحلیل فضایی خطر زلزله در مراکز عمده جمعیتی پرداخته شد که نتایج آن در شکل (۶) ارائه شده است. نتایج به‌طور کلی حاکی از آن است که از مجموع ۱۶ سکونتگاه شهری در استان زنجان، ۱۲ شهر در پهنه با خطر بالای زلزله، ۲ شهر در پهنه با خطر متوسط زلزله و ۲ شهر نیز در پهنه با خطر پایین زلزله قرار گرفته‌اند. همچنین از مجموع ۴۶ دهستان استان زنجان، ۲۵ دهستان در نواحی با خطر بالای زلزله، ۱۸ دهستان در نواحی با خطر متوسط زلزله و ۳ دهستان در نواحی با خطر پایین زلزله قرار دارند (جدول ۲ و ۳).



شکل ۶. تحلیل فضایی خطر زلزله در نقاط شهری و دهستان‌های استان زنجان

براساس جدول (۲) می‌توان گفت سهم چشمگیری از جمعیت شهرنشین در پهنه با خطر بالای زلزله ساکن هستند. به گونه‌ای که از مجموع ۶۲۶۷۶۰ نفر جمعیت شهرنشین استان ۹۳/۰۱ درصد در نواحی با خطر بالای زلزله قرار دارند. شهرهای ابهر، خرمدره،

هیدج، صائین قلعه، سلطانیه، سجاس، زنجان، زرین آباد، حلب، آب بر، چو رزق و ماهنشان شهرهایی هستند که در ناحیه مذکور قرار دارند. تعداد شهرهای مستقر در پهنه با خطر متوسط و پایین زلزله یکسان می‌باشد اما از لحاظ میزان جمعیت با یکدیگر تفاوت دارند. ۵/۴ درصد از جمعیت شهری استان زنجان در نواحی با خطر متوسط زلزله و ۱/۵ درصد از جمعیت شهری استان در نواحی با خطر پایین زلزله ساکن هستند. شهرهای دندی و قیدار در پهنه با خطر متوسط زلزله و شهرهای زرین رود و گرماب در پهنه با خطر پایین زلزله مستقر هستند.

جدول ۲. تحلیل فضایی خطر زلزله در سکونتگاه‌های شهری استان زنجان

پهنه بندی خطر زلزله	تعداد سکونتگاه‌های شهری	جمعیت سکونتگاه‌های شهری	نسبت جمعیت شهری به جمعیت شهری استان (%)
خطر بالای زلزله	۱۲	۵۸۲۹۹۶	۹۳/۰۱
خطر متوسط زلزله	۲	۳۴۲۱۳	۵/۴
خطر کم زلزله	۲	۹۵۵۱	۱/۵
جمع	۱۶	۶۲۶۷۶۰	۱۰۰

مطابق جدول (۳)، تحلیل فضایی خطر زلزله در دهستان‌ها نیز نشان می‌دهد که در دهستان‌های استان جمعیتی بالغ بر ۵۲ درصد در نواحی با خطر بالای زلزله، ۴۱ درصد در پهنه با خطر متوسط زلزله و ۷ درصد در پهنه با خطر پایین زلزله ساکن هستند. همچنین از مجموع ۴۶ دهستان، ۲۵ دهستان در پهنه با خطر بالای زلزله، ۱۸ دهستان در پهنه با خطر متوسط زلزله و ۳ دهستان در پهنه با خطر پایین زلزله قرار گرفته‌اند.

جدول ۳. تحلیل فضایی خطر زلزله در دهستان‌های استان زنجان

پهنه بندی خطر زلزله	تعداد دهستان‌ها	جمعیت دهستان‌ها	نسبت جمعیت دهستان‌ها به کل جمعیت دهستان‌ها (%)
خطر بالای زلزله	۲۵	۲۱۰۹۰۲	۵۲
خطر متوسط زلزله	۱۸	۱۶۸۰۹۱	۴۱
خطر کم زلزله	۳	۲۶۲۶۸	۷
جمع	۴۶	۴۰۵۲۶۱	۱۰۰

نتیجه گیری

ویژگی‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیک استان زنجان و وجود گسل‌های بنیادی در استان و مناطق مجاور باعث شده است که استان زنجان به عنوان یکی از مناطق لرزه‌خیز کشور از خطر لرزه‌ای بالایی برخوردار باشد. این استان طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۴ شاهد ۱۵ مورد زلزله بوده است که شدیدترین آن به بزرگی ۷/۳ ریشتر در سال ۱۳۶۹ رخ داده است. با توجه به نتایج به دست آمده در مجموع می‌توان گفت که در استان زنجان سهم چشمگیری از وسعت استان در معرض تهدید خطر وقوع زلزله می‌باشد. بررسی وسعت هر یک از سه پهنه یاد شده در سطح استان توسط معاونت برنامه‌ریزی و آمایش استان زنجان نیز در سال ۱۳۸۹ نشان می‌دهد که تنها در منتهی‌الیه جنوبی استان، خطر وقوع زلزله پایین می‌باشد (معاونت برنامه‌ریزی و آمایش استان زنجان، ۱۳۸۹). عبدی نیز در سال ۱۳۸۶ عنوان نمود که بررسی سوابق زمین لرزه‌های رخ داده در طول ۲۰ سال اخیر در سطح استان زنجان نشان دهنده قدرت نسبتاً بالای آن‌ها بوده و بر این اساس محاسبه توان لرزه زائی گسل‌های موجود در آن نیز این موضوع را تأیید کرده و توان لرزه زائی بالای ۷ را برای

گسل‌های مهم موجود نشان می‌دهد که در بین آن‌ها گسل زنجان بیشترین شتاب افقی زمین را دارا می‌باشد. همچنین محاسبه دوره‌های بازگشت زمین لرزه‌ها با بزرگی مختلف با شعاع تأثیر ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتری شهر زنجان نشان دهنده تناوب زمانی زیاد (۸۰ تا ۲۵۰ سال) برای زمین لرزه‌هایی با توان بیش از ۷ و تناوب ۱ تا ۳ سال برای زمین لرزه‌های با توان ۴ است که بر این اساس می‌توان گفت منطقه زنجان دارای خطر زلزله خیزی بالا با تناوب زمانی طولانی است که باید جزو استان‌های دارای خطر نسبی زیاد طبقه‌بندی شود (عبدی، ۱۳۸۶: ۷). همچنین گلابچی و طیبات در سال ۱۳۸۶ اذعان نمودند که کشور ایران به دلیل قرار گرفتن بر روی کمربند زلزله آلپ - هیمالیا یکی از پنج کشور لرزه خیز دنیا به شمار می‌آید. آمار و احتمالات مهندسی نشان می‌دهد به طور متوسط هر چهار سال یکبار در ایران یک زلزله شدید رخ می‌دهد که پیامد آن، تخریب ۹۷ درصد واحدهای روستایی و آسیب کلی ۷۹ درصد واحدهای شهری در منطقه وقوع زلزله خواهد بود (گلابچی و طیبات، ۱۳۸۶: ۳۳). در ضمن پورمحمدی و مصیب زاده نیز در سال ۱۳۸۷ عنوان نمودند که بررسی‌های موجود در زمینه گسل و موقعیت جغرافیایی شهرها در کشور حکایت از آن دارند که قرار داشتن ۱۶/۶ درصد از شهرهای ایران روی گسل یا دامنه آن؛ قرار گرفتن ۶۸ درصد در حریم ۳۰ کیلومتری گسل؛ استقرار ۹/۱ درصد در حریم ۳۰ تا ۵۰ کیلومتری و ۶/۳ درصد بالای ۵۰ کیلومتر قرار دارند (پورمحمدی و مصیب زاده، ۱۳۸۷: ۱۲۲).

براساس هم پوشانی لایه‌ها و تحلیل فضایی خطر زلزله در مراکز عمده جمعیتی مشخص شد که ۴۵ درصد از مساحت استان در پهنه با خطر بالای زلزله، ۴۷ درصد در پهنه با خطر متوسط زلزله و ۸ درصد در پهنه با خطر پایین زلزله قرار گرفته است. تحلیل‌های فضایی نیز نشان می‌دهد که از ۱۶ شهر استان، ۱۲ شهر در پهنه با خطر بالای زلزله، ۲ شهر در پهنه با خطر متوسط زلزله و ۲ شهر نیز در پهنه با خطر پایین زلزله قرار گرفته است. همچنین از مجموع ۴۶ دهستان، ۲۵ دهستان در پهنه با خطر بالای زلزله، ۱۸ دهستان در پهنه با خطر متوسط زلزله و ۳ دهستان در پهنه با خطر پایین زلزله قرار گرفته‌اند. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که، سهم چشمگیری از جمعیت شهرنشین در پهنه با خطر بالای زلزله ساکن هستند. به گونه‌ای که از مجموع ۶۲۶۷۶۰ نفر جمعیت شهرنشین استان ۹۳/۰۱ درصد در نواحی با خطر بالای زلزله قرار دارند. ۵/۴ درصد از جمعیت شهری استان زنجان (جمعیت دو شهر) در نواحی با خطر متوسط زلزله و ۱/۵ درصد از جمعیت شهری استان در نواحی با خطر پایین زلزله ساکن هستند. بهرامی نیز در سال ۱۳۸۷ اذعان داشت که بر اساس نقشه پهنه بندی خطر لرزه خیزی ایران میزان خطر لرزه خیزی در ۶۵/۷ درصد از مساحت کشور بالا، در ۲۲/۷ درصد متوسط، و در ۱/۶ درصد پایین است (بهرامی، ۱۳۸۷: ۱۶۴). تحلیل فضایی خطر زلزله در دهستان‌ها نیز نشان می‌دهد که در دهستان‌های استان جمعیتی بالغ بر ۵۲ درصد در نواحی با خطر بالای زلزله، ۴۱ درصد در پهنه با خطر متوسط زلزله ۷ درصد در پهنه با خطر پایین زلزله ساکن هستند. بنابراین می‌توان گفت، علاوه بر سکونتگاه‌ها و مراکز جمعیتی فعلی سکونتگاه‌هایی که در آینده نیز مکان‌یابی می‌شوند با خطر وقوع زلزله مواجه خواهند بود، لذا ضرورت دارد تا راهکارهایی به صورت کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت پیشنهاد شود.

راهکارهای کوتاه مدت پیشنهادی شامل برگزاری کلاس‌ها آموزشی برای مردم در شهرها و روستاها برای بالا بردن سطح آمادگی، آگاهی و همکاری برای دفاع از خود به هنگام وقوع زلزله، توانمند سازی اقتصادی مردم برای مقاوم سازی ساختمان‌های مسکونی در برابر زلزله، کنترل و نظارت بیشتر بر امر ساخت و سازهای مسکن و تعیین مکان‌های اسکان موقت است. برای راهکارهای میان مدت می‌توان مکان‌یابی مناسب استقرار مراکز امداد رسانی در سطح شهرها و روستا، ساماندهی و مقاوم سازی بافت‌های فرسوده و تاریخی شهرها، تعیین ساختار مناسب برای مدیریت بحران و تلاش برای هماهنگی سازمان‌های مرتبط با زلزله را مطرح کرد. همچنین برای راهکارهای بلند مدت کاهش جمعیت شهرهایی که در پهنه‌های با خطر بالای جمعیت قرار گرفته‌اند، مکان‌یابی سکونتگاه‌های جدید در پهنه‌های با خطر متوسط و پایین زلزله، پرهیز از ساخت شهرها در کنار گسل‌ها و رعایت حریم‌های استاندارد به هنگام ساخت سکونتگاه‌های شهری جدید و برنامه‌ریزی مدیریت بحران برای کل استان ضروری است.

منابع

۱. بهرامی، رحمت‌الله؛ ۱۳۸۷، **تحلیلی بر آسیب پذیری سکونتگاه‌های روستایی در برابر زلزله: مطالعه موردی استان کردستان**، مجله روستا و توسعه، سال ۱۱، شماره ۲، صص ۱۸۲ - ۱۶۳.
۲. بهرام پور، مهدی و بمانیان، محمدرضا؛ ۱۳۹۱، **تبیین الگوی جانمایی پایگاه‌ها مدیریت بحران با استفاده از GIS، نمونه موردی شهر تهران منطقه ۳**، دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره اول، صص ۵۱ - ۵۹.
۳. پورطاهری، مهدی؛ سجاسی قیداری، حمدالله و صادقلو، طاهره؛ ۱۳۹۰، **سنجش و ارزیابی مولفه‌های مبنایی مدیریت ریسک زلزله، مطالعه موردی: مناطق روستایی شهرستان قزوین**، پژوهش‌های روستایی، سال ۲، شماره ۱، صص ۱۱۵ - ۱۵۰.
۴. پورطاهری، مهدی؛ سجاسی قیداری، حمدالله و صادقلو، طاهره؛ ۱۳۹۰، **ارزیابی تطبیقی روش‌های رتبه بندی مخاطرات طبیعی در مناطق روستایی، مطالعه موردی: استان زنجان**، پژوهش‌های روستایی، سال ۲، شماره ۳، صص ۵۴ - ۳۱.
۵. پورمحمدی، محمدرضا و مصیب زاده، علی؛ ۱۳۸۷؛ **آسیب پذیری شهرهای ایران در برابر زلزله و نقش مشارکت محله‌ای در امداد رسانی آن‌ها**، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص ۱۴۴ - ۱۱۷.
۶. تقوایی، علی‌اکبر؛ معروفی، سکینه و رشتبری، معصوم؛ ۱۳۹۱، **مدیریت بحران در نشست‌های ساختمانی، نمونه موردی: شهر تهران**، دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره اول، صص ۲۳ - ۳۳.
۷. تقوایی، مسعود و کیانی، صدیقه؛ ۱۳۸۷، **فرآیند و مراحل مدیریت بحران شهری، دو ماهنامه بنا**، شماره ۳۶، صص ۵۴ - ۳۷.
۸. ثبوتی، فرهاد؛ حسامی، خالد؛ قدس، رضا؛ طبسی، هادی و عسگری، روح‌الله؛ ۱۳۸۷، **لرزه خیزی و گسلش فعال در زنجان و مناطق مجاور، انجمن ژئوپلتیک ایران**، صص ۱۸۹ - ۱۸۷.
۹. جامی، محسن؛ رادان کوهپایی، محمدیاسر؛ میرزینلی یزدی، سیدحسین و کاظمی، عیوض؛ ۱۳۹۱، **هندسه فرکتالی گسل‌ها و لرزه خیزی در جنوب شرق ایران (مکران)**، اولین همایش ملی توسعه سواحل مکران و اقتدار دریایی جمهوری اسلامی ایران، کد مقاله: ۳۰۶۶.
۱۰. حسینی، سید یعقوب و دمنای بی اصل، آنا؛ ۱۳۹۱، **بررسی میزان تأثیرات مدیریت راهبردی بر کیفیت عملیات مدیریت بحران، مطالعه موردی: صنایع حمل و نقل ریلی کشور**، دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره دوم، صص ۷۸ - ۸۶.
۱۱. رفیعیان، مجتبی و مطهری، زینب السادات؛ ۱۳۹۱، **طراحی مدلی برای مطالعه رویکرد مدیریت ریسک بحران اجتماع محور، مطالعه موردی: طرح دوام (داوطلبین واکنش اضطراری محلات)**، دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره اول، صص ۵ - ۱۲.
۱۲. رضایی، محمدرضا؛ حسینی، سید مصطفی و حکیمی، هادی؛ ۱۳۹۱، **برنامه‌ریزی راهبردی مدیریت بحران در بافت تاریخی شهر یزد با استفاده از مدل SWOT**، دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره اول، صص ۳۵ - ۴۴.
۱۳. زنگی آبادی، علی، صفایی، همایون، محمدی، جمال و قائدر رحمتی، صفر؛ ۱۳۸۷، **تحلیل شاخص‌های آسیب پذیری مسکن شهری در برابر خطر زلزله، نمونه موردی: مسکن شهر اصفهان**، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص ۷۹ - ۶۱.
۱۴. عبدی، پرویز؛ ۱۳۸۶، **بررسی فعالیت لرزه‌ای استان زنجان**، پنجمین کنفرانس بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، صص ۸ - ۱. تهران.
۱۵. قنواتی، عزت‌الله؛ قلمی، شبنم و عبدلی، اصغر؛ ۱۳۸۸، **توانمندسازی مدیریت بحران شهری در جهت کاهش بلاایای طبیعی (زلزله) نمونه موردی: شهر خرم‌آباد**، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۱، شماره ۴، صص ۲۴ - ۱۵.

۱۶. گلابچی، محمود و طیبات، مجتبی؛ ۱۳۸۶، **علل عدم پایداری ساختمان‌های مسکونی روستایی در برابر زلزله و ارائه الگوی ساخت براساس امکانات و توانایی‌های محلی**، هنرهای زیبا، شماره ۳۰، صص ۴۲ - ۳۱.
۱۷. مهدوی نژاد، محمدجواد و جوانرودی، کاوان؛ ۱۳۹۱، **بررسی آسیب پذیری ناشی از زلزله در شبکه‌های ارتباطی تهران بزرگ مطالعه موردی: خیابان ولی عصر شمالی تا چهارراه پارک وی**، دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره اول، صص ۱۳-۲۱.
۱۸. معاونت برنامه‌ریزی و آمایش استان زنجان، ۱۳۸۹، **طرح آمایش استان زنجان**، جلد ۹، ص ۲۷۹، زنجان.
19. Amiri. A, Tabatabaei. R., 2008, **Earthquake Risk Management Strategy Plan Using Nonparametric Estimation of Hazard Rate**, American Journal of Applied Sciences 5 (5), PP: 581-585.
20. Hongnan. Li, Tinghua. Yi, Ming. Gu, Linsheng Huo., 2009, **Evaluation of earthquake-induced structural damages by wavelet transform**, Progress in Natural Science 19 ,Available online at www.sciencedirect.com. pp: 461- 470.
21. Kuhlicke. C., 2011, **Perspectives on social capacity building for natural hazards: outlining an emerging field of research and practice in Europe**, environmental science & policy 14, pp 804 -814, available at www.sciencedirect.com;
22. Li. J, Liu. Q & Sang. Y., 2012, **Several Issues about Urbanization and Urban Safety**”, International Symposium on Safety Science and Engineering in China, (ISSSE-2012), Procedia Engineering 43, Available online at www.sciencedirect.com, pp: 615-621.
23. Montz, B. E, Tobin, G.A., 2011, **Natural hazards: An evolving tradition in applied geography**, Applied Geography 31, pp 1-4.
24. Sha. M, Tian. G., 2010, **An analysis of spatiotemporal changes of urban landscape pattern in Phoenix metropolitan region**, International Society for Environmental Information Sciences, Annual Conference (ISEIS), Procedia Environmental Sciences 2, Available online at www.sciencedirect.com, pp: 600-604.