فصلنامه علمی-پژوهشی
نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی
سال دهم، شماره سوم، تابستان ۱۳۹۷

بررسی الگوی فضایی آسیب‌پذیری شهرها از زلزله و پیشنهاد الگوی بهینه (نمونه موردی: شهر کرمانشاه)

سهراب امیریان[۱]

استادیار گروه جغرافیای دانشگاه پیام نور

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۲۰

چکیده

حوادث طبیعی بیش از پیش سکونتگاه‌های انسانی به‌ویژه شهرهای بزرگ را با خطر بحران روبرو ساخته است. از یک سو، رشد شتابان شهرنشینی سبب بارگذاری و تراکم بیش از اندازه جمعیت، دارایی‌ها، تأسیسات زیربنایی، منابع تولیدی و خدماتی در شهرها شده و از سوی دیگر، عدم رعایت ظرفیت‌ها و استانداردها در ساخت‌وسازها و در برنامه‌ریزی و طراحی شهری باعث آسیب‌پذیر-شدن شهرها شده است. از این رو، این پژوهش به مطالعه الگوی فضایی آسیب‌پذیری شهرها در زمان زلزله و ارائه الگوی بهینه در شهر کرمانشاه پرداخته است. روش پژوهش ترکیبی از روش‌های توصیفی و تحلیلی و نوع آن کاربردی است. اطلاعات مورد نیاز این پژوهش از طریق نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن، طرح‌های جامع و تفصیلی شهر کرمانشاه و همچنین استفاده از اسناد، مجله‌ها و کتاب‌های مرتبط با موضوع به‌دست آمده است. جهت تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای AutoCAD، ArcGIS، Super Decisions و از مدل ANP که مدلی مناسب جهت پهنه‌بندی آسیب‌پذیری در مناطق شهری می‌باشد، استفاده شده است. نتایج این پژوهش معلوم کرد که مناطق مختلف شهر کرمانشاه به‌ویژه بخش‌های شمالی و جنوبی آن از لحاظ آسیب‌پذیری وضعیت مناسبی ندارند. بنابراین، نتایج این مطالعه می‌تواند به مدیریت بحران به‌ویژه جهت خدمات امداد و نجات و برنامه‌ریزان و طراحان شهری برای درک و اولویت‌بندی مسائل شهری و به‌ویژه ساماندهی بافت‌های فرسوده شهر و یافتن راه-حل‌هایی برای رفع مشکلات کمک نماید.

واژگان کلیدی: الگوی فضایی آسیب‌پذیری، زلزله، مدل‌سازی، کرمانشاه

۱- (نویسنده مسئول) s_amirian@pnu.ac.ir

مقدمه

مهم‌ترین دستاورد برنامه‌ریزی شهری در عرصه‌های برنامه‌ریزی اقتصادی و اجتماعی و کالبدی شهر پیش از بروز حوادث طبیعی، اقدام‌هایی است که بتواند تأثیرپذیری شهرها و سکونتگاه‌های متمرکز جمعیتی را از این حوادث کاهش دهد (Weber, 1899:215) شهرهای بزرگ به دلیل تراکم بالای ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها و جمعیت در معرض خطرهای ویژه طبیعی ازجمله زمین‌لرزه قرار دارند (Montoya, 2005) و به دلیل جمعیت زیاد آمادگی مقابله با شرایط اضطراری را ندارند و در این شرایط، مرگ‌ومیر و آسیب‌های جسمی و روحی بالا اجتناب ناپذیر خواهد بود (Olsen, 2003) (Branscomb, 2006;. در قرن بیستم کره زمین ۱۱۰۰ زلزله مخرب با ۱۵۰۰۰۰۰ نفر تلفات داشته است (Lantada,2008: 2). این در حالی است که وجود زمینه‌های لرزه‌خیزی ناشی از وضعیت زمین‌شناختی، وجود گسل‌های فراوان در بطن و حاشیه شهرها همراه با عوامل انسانی چندگانه مانند جمعیت شهری متراکم، افزایش مسکن کم‌مقاوم شهری، شهرسازی ناکارآمد در برابر زلزله، همگی قابلیت لرزه‌پذیری شهرها را افزایش داده - است؛ تا جایی که ۹۰درصد شهرهای کشور ما در برابر یک زلزله ۵/۵ ریشتری آسیب‌پذیر هستند (عکاشه، ۱۳۸۳: ۴۹۵). مهم‌ترین عاملی که زلزله را به بحران تبدیل می‌کند، آسیب‌پذیری کالبدی شهرها است (Gharakhlou, 2009: 25). بنابراین برای پیشگیری از بحران و یا کاهش اثرات آن هنگام وقوع زلزله، باید برای بدترین وضعیت‌ها برنامه‌ریزی کرد و سپس روش‌هایی را برای (Bertrand & Hawarence, 1986: 15) مدیریت اثربخش آن در زمان وقوع زلزله جستجو نمود (Mc, Conkey, 1987: 8).

آنچه زلزله را به حادثه و فاجعه تبدیل می‌کند، عدم آگاهی و نداشتن توانایی مواجهه و برخورد با آن است. این مسئله عموماً با دخالت‌های نسنجیده انسانی در محیط طبیعی ازجمله ساخت‌وسازهای بی‌رویه در حریم گسل و فقدان و یا بی‌توجهی به ضوابط و استانداردهای ساخت‌وساز تشدید می‌شود (حاتمی‌نژاد و همکاران، ۱:۱۳۸۸). امروزه آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله، به‌عنوان مسئله‌ای جهانی پیش روی متخصصان است. در دهه‌های اخیر در کشورهای دارای ساختار طبیعی مخاطره‌آمیز ازجمله ایران، این مسئله به صورتی حادتر نمود یافته است (حبیب،۱۳۷۱). بدون تردید شکل و ساختاری شهری از عوامل مؤثر در میزان آسیب‌پذیری شهرها، به‌ویژه خسارت-های ناشی از زلزله است. بنابراین، می‌توان با استفاده از برنامه‌ریزی و طراحی شهری و توجه به مدیریت بحران در کاهش آسیب‌پذیری شهرها گامی مؤثر برداشت (حبیبی، ۱۳۸۷: ۳۶-۲۷). موضوع ایمنی شهرها در برابر مخاطره‌های طبیعی یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی شهری است و پژوهش در مورد آسیب‌پذیری بافت کالبدی و مساکن شهری و شناخت میزان آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر مخاطره‌های طبیعی بسیار ضروری است (زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۷: ۶۱). بنابراین، زمانی کاهش آسیب‌پذیری شهرها محقق خواهد شد که در تمام سطوح برنامه‌ریزی شهری، ایمنی شهر در برابر حوادث طبیعی به‌ویژه زلزله به‌عنوان یک هدف مدنظر قرار گیرد. استقرار نامناسب عناصر کالبدی و کاربری‌های زمین شهری، شبکه ارتباطی ناکارآمد، توزیع نامناسب تأسیسات زیربنایی و فضاهای باز شهری، قدمت زیاد و کیفیت پایین بناها در بافت‌های شهری و مواردی از این دست باعث افزایش آسیب به شهرها در زلزله می-شوند. بنابراین به دلیل زلزله‌خیز بودن استان‌های غربی کشور و به‌ویژه استان کرمانشاه و با توجه به این‌که کرمانشاه بزرگ‌ترین شهر غرب کشور است، مدیریت بحران زلزله در این استان و شهر امری ضروری است. بنابراین با توجه

به قرارگیری شهر کرمانشاه در منطقه جغرافیایی با ریسک بالای زمین‌لرزه، شناخت محدوده‌های آسیب‌پذیر و مقاوم و برنامه‌ریزی صحیح و مناسب برای پیش‌گیری و یا کاهش خطر احتمالی در این شهر ضروری است. ازاین‌رو، نتایج این مطالعه می‌تواند به‌عنوان ابزار پشتیبانی جهت کاهش آسیب‌پذیری مناطق شهری کرمانشاه، مورد استفاده سیاست‌گزاران و مسئولان شهری قرارگیرد.

مواد و روش‌ها

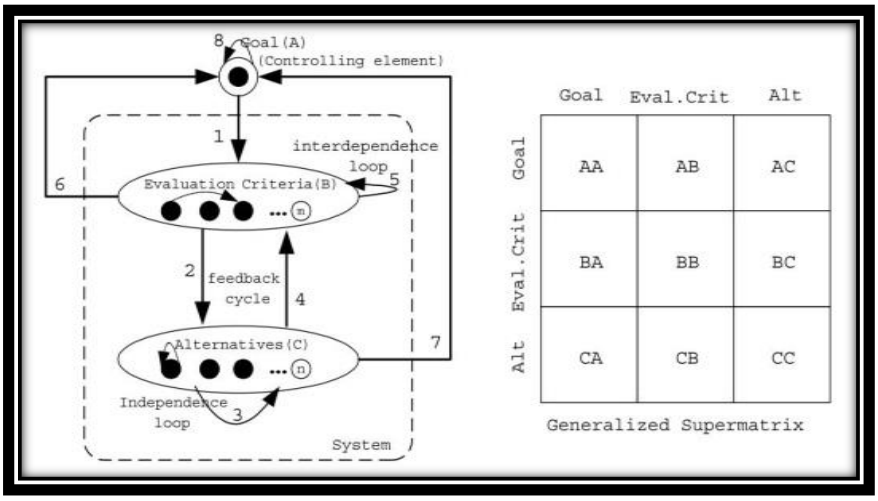
این تحقیق با توجه به هدف مطالعه از نوع کاربردی و مبتنی بر روش توصیفی- تحلیلی است. داده‌های مورد استفاده این تحقیق، دودسته داده‌های مکانی (فضایی) و داده‌های غیرمکانی (توصیفی) هستند. داده‌های مکانی (فضایی)، داده‌هایی هستند که مختصات زمینی عوارض را دربرمی‌گیرند و موقعیت مکانی پدیده‌ها را نشان می‌دهند (احدنژاد و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۷). داده‌های مکانی مورد استفاده در این پژوهش واحدهای تفکیکی استخراج‌شده از نقشه‌های شهر کرمانشاه است.

داده‌های غیرمکانی (توصیفی)، این داده‌ها عبارت‌اند از اطلاعاتی که در پایگاه داده‌ها ثبت می‌شوند و عوارض زمین را توصیف می‌کنند؛ مانند موقعیت عوارض مکانی، توپولوژی و هندسه، طول راه‌ها و شکل و مساحت عوارض (جهانی و مسگری،۲۳:۱۳۸۰). داده‌های این پژوهش شامل فاصله از گسل، فاصله از راه، تراکم جمعیت، بافت شهری، کاربری اداری و انتظامی، بهداشتی، تأسیسات، حمل‌ونقل و انبار، کاربری صنعتی، آموزشی و زمین‌های بایر می‌باشد.

در این پژوهش نتایج داده‌های به‌دست‌آمده با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای AutoCAD، ArcGIS، Super Decisions و مدل مدل ANP جهت ارزیابی الگوی فضایی خدمات و تأسیسات شهری و شناسایی الگوی فضایی آسیب‌پذیری در سطح شهر کرمانشاه استفاده شده است. در بخش زیر به تشریح مدل به‌کاررفته در این پژوهش می‌پردازیم.

تکنیک تحقیق (مدل ANP)

روش ANP در سال ۱۹۷۵ به‌وسیله آقای الساعتی معرفی شد که در ادامه نظریه AHP می‌باشد. در واقع مؤلفه‌های موجود در ساختار سلسله‌مراتبی از قوانین متفاوتی تشکیل شده‌اند که معمولاً مؤلفه‌های سطح پایین روی مؤلفه‌های سطح بالا اثر می‌گذارد (Chia-Wei et al., 2009; Hakyeon Lee et al., 2012; Xingyu et al., 2013). در این شرایط سیستم دارای ساختاری شبکه‌ای می‌گردد که مدل ANP از این ساختار شبکه‌ای نشأت گرفته است (رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۶: ۵۷). شکل ۱ رابطه ساختاری مدل ANP را نشان می‌دهد.



شکل ۱: رابطه ساختاری مدل تحلیل شبکه (M.A.B. Promentilla et al, 2007)

این سیستم را می‌توان به دو بخش تقسیم کرد: بخش اول شامل رابطه شبکه‌ای بین هدف و زیرمعیارهای اصلی است که در واقع روابط داخلی سیستم را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد؛ بخش دوم، شامل ساختار سلسله‌مراتبی شبکه‌ای است که روابط شبکه‌ای بین مؤلفه‌های زیرمعیار و خوشه‌ها را تشکیل می‌دهد. مدل ANP نه‌تنها روابط بین معیارها، بلکه وزن نسبی هرکدام از معیارها را نیز محاسبه می‌کند. نتیجه این محاسبه‌ها یک ماتریس بزرگ است که بعد از محاسبه‌های رابطه ماتریس بزرگ و نظرسنجی‌های تکمیلی، این امکان وجود دارد که وابستگی بین هرکدام از معیارها و انتخاب‌ها و وزن اولویت‌ها استنتاج شود. هر چه وزن محاسبه شده بیشتر باشد، اولویت بیشتری به آن داده می‌شود؛ در نتیجه امکان دارد که بهترین گزینه را انتخاب کرد (Saaty, 2003).

مبانی نظری

مدیریت فرایند برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی، کنترل، نظارت، انگیزش، ارتباطات، هدایت و تصمیم‌گیری در جهت نیل به اهداف است (معینی‌صفری، ۱۳۷۰: ۱۸۱). مدیریت بحران، به معنی توانایی درک موقعیت و حساسیت اوضاع و احوال است و بنابراین، با توجه به وضعیت باید در بهترین شرایط ممکن باشد (Winner & Kahn, 1962: 7). مدیریت بحران فرآیندی است برای پیش‌گیری از بحران و یا به حداقل رساندن اثرات آن. این فرآیند باید بدترین وضعیت‌ها را پیش‌بینی و سپس با برنامه‌ریزی، روش‌هایی را برای اداره و حل آن بیابد (Bertrand & Hawarence, 1986: 15). در زمینه مدیریت بحران دو دیدگاه وجود دارد؛ دیدگاه سنتی که تنها به امداد و نجات پس از حادثه توجه دارد و دیدگاه مدرن که با بهره‌گیری از تمام نظریه‌های علمی و پیشرفت‌های فنی، غافلگیری و نبود آمادگی را رد کرده و پیش از بحران به مقابله با آن می‌رود (سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌ها، ۱۳۸۵:۱۴-۱۳). به‌عنوان‌مثال، مکان‌یابی خدمات عمومی شهر نمونه‌ای از سیاست‌های دولت در استفاده از منابع و افزایش کارایی آن‌ها در هنگام وقوع بحران است (Zolinik, 2010: 689). در این تعریف مدرن از مدیریت بحران، آسیب‌پذیری تابعی از نظام مدیریت بحران شهری، برنامه‌ریزی کاربری‌های حیاتی و آگاهی شهروندان است و مخاطره‌های طبیعی رخدادهایی سریع و مخرب نیستند، و بر سازمان‌دهی جامعه و فعالیت‌های انسانی که باعث فاجعه شده و شهر را آسیب‌پذیر می‌نماید، تأکید می‌کند (Bolin, 1982). به‌طورکلی، رشد و پیشرفت شهری امکانات بخش سلامت را افزایش داده، اما

سبب بهبود امکانات ایمنی در برابر بلایا نشده است. هدف برنامه‌ریزی شهری از پیش‌گیری از بلایا، تشخیص فرآیند عناصر مخاطره‌آمیز و تقویت ایمنی از راه بهبود و اصلاح شهر و شهرسازی است (Nakabayashi, 1994: 225-226) .

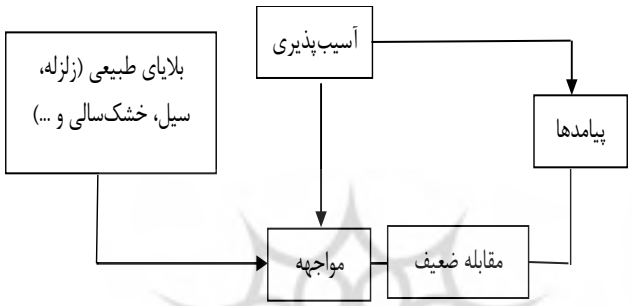
بنابراین سه عنصر اصلی که به شناخت آسیب‌پذیری در حوزه شهری کمک می‌کند عبارت است از:

۱- وجود یک یا چند عامل تنش‌زا که شهروندان با آن مواجه می‌شوند، مانند زلزله، سیل و غیره.

۲- هنگامی‌که مدیران شهری برای مواجهه با بلایای طبیعی مانند زلزله پاسخی آماده ندارند.

۳- آثار و پیامدهای منفی بلایای طبیعی (خشک‌سالی، سیل، زلزله و غیره) بر شهروندان (رضایی، ۱۳۹۰: ۱۹).

بر اساس معیارهای بالا می‌توان نتیجه‌گیری کرد که آسیب‌پذیرترین اقشار در بین شهروندان، افرادی هستند که در مناطق شهری آسیب‌پذیرتر به سر می‌برند.



شکل شماره ۲: چارچوب نظری آسیب‌پذیری؛ مأخذ: (همان: ۱۹).

در میان بلایا و خطرهای طبیعی، زلزله بزرگ‌ترین منبع بالقوه خسارت‌ها و صدمات به انسان و سکونتگاه‌ها و تأسیسات انسانی است (بهادری و همکاران،۱۳۸۷: ۶۱). برآورد می‌شود که حدود ۹۵ درصد از کل قربانیان بلایای طبیعی در دنیا از ساکنان کشورهای درحال‌توسعه باشد و تلفات ناشی ازاین‌گونه حوادث در این کشورها ۲۰ برابر بیشتر از حوادث مشابه در کشورهای توسعه‌یافته است (Kreimer et al., 2003). زلزله از حوادث شایع در سراسر دنیا است و در سال ۲۰۰۱ به‌عنوان مرگبارترین حادثه جهان شناخته شده است. در این میان ایران جزء ۱۰ کشور بلاخیز دنیا است و در آن زلزله مسبب بیشترین تلفات انسانی است. کمربند زلزله ۹۰ درصد خاک کشور ایران را دربرگرفته است (آوازه و جعفری، ۲:۱۳۸۵). بر اساس گزارش سازمان ملل در سال ۲۰۰۳ میلادی، کشور ایران در بین کشورهای جهان از لحاظ تعداد زلزله‌های با شدت بالای ۵/۵ ریشتر رتبه نخست و یکی از بالاترین رتبه‌ها را در زمینه آسیب‌پذیری و تعداد کشته‌ها دارد (UNDP, 2004:12). با وجود این که پیش‌گیری از وقوع زلزله ممکن نیست، ولی کاهش آسیب‌های ناشی از آن امکان‌پذیر است. در اینجا آنچه بیش از همه اهمیت دارد، نجات جان انسان‌ها است. در این شرایط آگاهی از خطر، احساس مسئولیت و اقدام به‌موقع برای رفع آن بسیار مهم است. آگاهی از یک بحران، بحران را کاهش نمی‌دهد و برای کاهش آسیب‌ها باید اقدام‌های اساسی صورت گیرد. این اقدام‌ها باید جهت نجات جان انسان‌ها و اموال و دارایی‌های آنها انجام شود(Shadi talab, 1991) .

می‌توان گفت مدیریت بحران دارای چهار رکن اصلی ۱- کاهش خسارت ۲- آمادگی ۳- واکنش و ۴- بازسازی و عادی‌سازی است. نظام جامع مدیریت بحران، مخاطره‌های بالقوه و منابع موجود را ارزیابی کرده و با برنامه‌ریزی بین منابع موجود و مخاطره‌ها موازنه برقرار می‌کند تا بتوان بحران را کنترل نمود (تقوایی و همکاران، ۱۳۸۷: ۳۴). بر این اساس، برای کاهش آسیب‌پذیری جانی و مالی، باید به استقرار مناسب عناصر کالبدی و کاربری‌های زمین شهری،

شبکه ارتباطی کارآمد شهری، تأسیسات زیربنایی شهر و توزیع مناسب فضاهای باز شهری، قدمت و کیفیت بناها در بافت‌های شهری و مواردی از این قبیل، توجهی روزافزون شود و بافت‌های نامناسب و فرسوده و غیراستاندارد را اصلاح و مقاوم‌سازی کرد. موارد زیر در گزارش بعد از زلزله ۱۹۸۹ لوما پاریتا تأکید شده است:

- داشتن اهداف و سیاست‌های مقاوم‌سازی و اجرای آن؛
- تجزیه‌وتحلیل آسیب‌پذیری در برابر زلزله و ارزیابی زیرساخت‌های اصلی؛
- تهیه برنامه ایمنی لرزه‌ای برای زیرساخت‌های اصلی؛ و
- ایجاد نهادهای محلی برای کمک به اجرای برنامه‌ها (World Bank, 2008: 2-3).

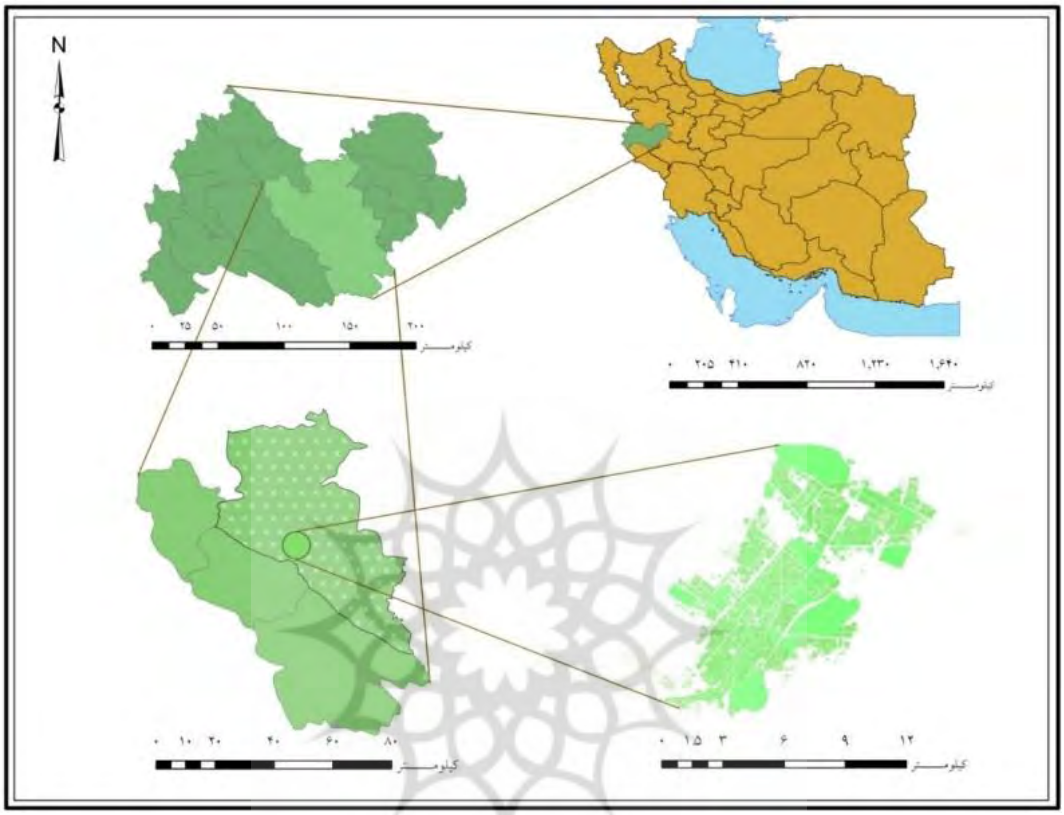
در کشورهای پیشرفته در معرض زلزله مانند ژاپن و آمریکا سابقه تحقیق درباره آسیب‌پذیری به سالیان دراز برمی‌گردد؛ اما در کشور ما به چند دهه قبل محدود می‌شود. از جمله پژوهش‌های خارجی در زمینه آسیب‌پذیری از زلزله می‌توان به این موارد اشاره کرد: راجا و شاجاهان (۲۰۱۱)، به تجزیه‌وتحلیل آسیب‌پذیری از زلزله برای مناطق شهری شهر چیتاگونگ پرداختند. در سال ۲۰۱۰ ساریس و همکاران، آسیب‌پذیری از زلزله را برای مراکز شهری با خطر بالا در جزیره کرت یونان ارزیابی کردند. همچنین لانتادا و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی با استفاده از رویکرد Risk-ue و به‌کارگیری مدل‌های موجود در زمینه تخمین خسارت، مدل آسیب‌پذیری شهر بارسلون را بررسی نموده و به ارزیابی خسارت‌های انسانی و اقتصادی در این شهر پرداختند. راشد در سال ۲۰۰۵، برای تعیین میزان آسیب‌پذیری از زلزله، شاخص‌هایی مانند حداقل عملکرد پل‌ها، خدمات فوریت پزشکی، بیمارستان‌ها، بزرگراه‌ها و غیره را انتخاب و با روش AHP و نرم‌افزار GIS مدل‌سازی نمود.

در ایران نیز تحقیقات متعددی در این زمینه انجام گرفته است که به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌شود: در سال ۱۹۹۳ توکلی‌ها، پژوهشی برای تعیین آسیب‌پذیری فیزیکی مساکن انجام دادند که نتیجه آن به برآورد منحنی‌های شکست برای سه نوع ساختمان بر اساس زلزله رودبار و منجیل انجامید. همچنین، علی موحد و همکاران در سال ۱۳۹۱، در پژوهش خود با بهره‌گیری از مدل سلسله مراتبی معکوس، برآورد مناسبی از آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری با استفاده از داده‌های مکانی و توصیفی اجزا و عناصر اصلی ساختمان (کیفیت ابنیه، قدمت ابنیه، نوع مصالح، کاربری اراضی از نظر خطرپذیری، تراکم جمعیتی، تراکم ساختمانی) انجام دادند و تأثیر هرکدام از شاخص‌ها و کلاس‌بندی‌ها را در میزان آسیب‌پذیری بررسی کردند. فرجی و همکاران (۱۳۸۹) در مقاله خود با عنوان زلزله و مدیریت بحران شهری (مطالعه موردی: شهر بابل) و با روش معیاری- تحلیلی از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی برای پهنه‌بندی آسیب‌پذیری کالبدی و اجتماعی- اقتصادی شهر و از روش سوات در ارائه راهبردها، سیاست‌ها و اقدام‌ها استفاده کردند. همچنین منزوی و همکاران (۱۳۸۹)، احدنژاد روشتی (۱۳۸۸، ۱۳۸۹، ۱۳۹۱)، ابراهیم‌زاده و همکاران (۱۳۹۱)، فرج‌زاده و همکاران (۱۳۹۰)، حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۸)، زنگی‌آبادی و همکاران (۱۳۸۷)، قائد رحمتی (۱۳۸۷) و محمدپور (۱۳۹۰) در این زمینه به مطالعه پرداخته‌اند.

محدوده جغرافیایی مطالعه

شهرکرمانشاه در نیمه شرقی استان کرمانشاه، بین ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. ارتفاع متوسط این شهر از سطح دریا ۱۳۲۰ متر است. شهر کرمانشاه

از شمال به ارتفاعات طاق بستان و پراو و از جنوب به ارتفاعات کوه سفید محدود است. بر اساس آخرین اطلاعات این شهر دارای جمعیتی حدود ۹۰۶۷۵۴ نفر می‌باشد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). مساحت این شهر بر اساس آخرین ارزیابی ۹۵۶۸/۶ هکتار است که سطح کاربری‌های خالص شهری آن معادل ۶۰۴۴/۹ هکتار است (شمس و همکار، ۱۰۱:۱۳۸۹).



نقشه ۱- نقشه موقعیت شهر کرمانشاه در کشور، استان و شهرستان

منبع: مرکز آمار ایران، سالنامه آماری کرمانشاه ۱۳۹۵

تجزیه‌وتحلیل

بسیاری از عوامل در پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهرها از زلزله تأثیرگذار هستند. به‌منظور سنجش درجهٔ آسیب‌پذیری شهر کرمانشاه در زمان زلزله یازده متغیر انتخاب شده و داده‌های مورد نیاز تهیه شد و پایگاه اطلاعاتی لازم در سیستم اطلاعات جغرافیایی تشکیل گردید. سپس به‌منظور سنجش درجهٔ آسیب‌پذیری شهر کرمانشاه این عوامل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل تحلیل شبکه باهم ترکیب شدند و درنهایت پهنه‌های آسیب‌پذیر در برابر زلزله در شهر کرمانشاه تعیین گردید. لایه‌های زیر به‌منظور پهنه‌بندی مناطق شهری در شهر کرمانشاه انتخاب شده است.

فاصله از گسل: فاصله از گسل و میزان آسیب‌پذیری بافت کالبدی سکونتگاه‌ها رابطه مستقیم دارند. هرچه مناطق شهری از خطوط گسل فاصله بیشتری داشته باشند، کمتر خسارت دیده و از میزان آسیب‌پذیری جانی و مالی در آن‌ها کاسته می‌شود. در جدول ۱ فاصله مناسب از خطوط گسل در ۵ کلاس طبقه‌بندی شده و به هر یک به ترتیب اولویت وزن‌هایی بین ۱ تا ۹ داده شده است.

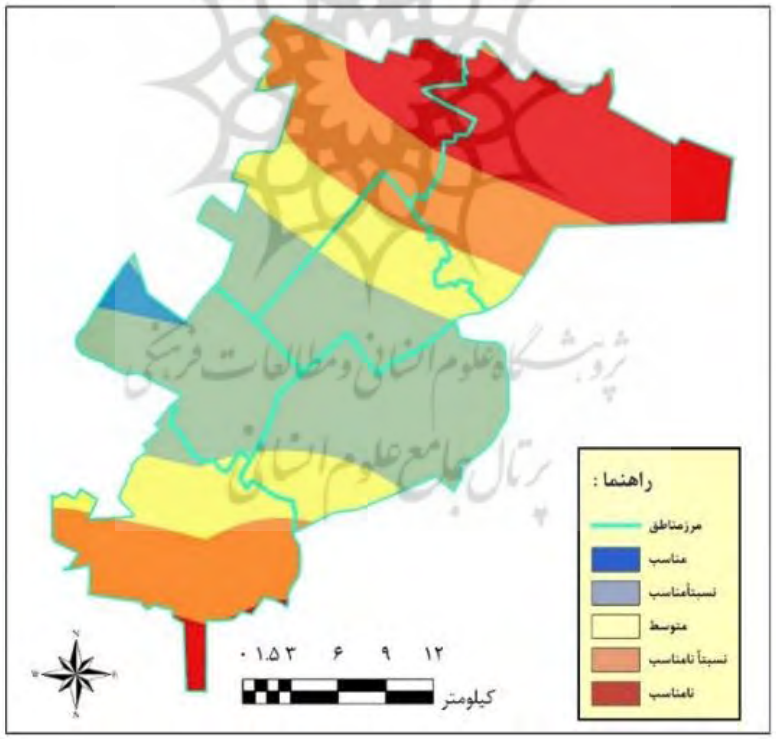
جدول ۱: طبقه‌بندی، وزن‌دهی و وضعیت فاصله از گسل

معیار	محدوده شاخص (متر)	وزن	وضعیت
فاصله از گسل	کمتر از ۱۲۰۰	۹	نامناسب
	۱۲۰۰–۳۰۰۰	۷	نسبتاً نامناسب
	۳۰۰۰–۴۵۰۰	۵	متوسط
	۴۵۰۰–۷۵۰۰	۳	نسبتاً مناسب
	بیش از ۷۵۰۰	۱	مناسب

دسترسی به شبکه ارتباطی: یکی از عوامل مؤثر بر کاهش آسیب‌پذیری و خدمات‌رسانی به‌موقع، دسترسی به خطوط ارتباطی است. هرچه میزان دسترسی به خطوط ارتباطی بیشتر باشد، خدمات‌رسانی در زمان بحران کارایی بیشتری دارد. در جدول ۲ فاصله مناسب از شبکه ارتباطی در ۵ کلاس طبقه‌بندی شده و به هر یک به ترتیب اولویت وزن‌هایی بین ۱ تا ۹ داده شده است.

جدول ۲: طبقه‌بندی، وزن‌دهی و وضعیت فاصله از راه

معیار	محدوده شاخص (متر)	وزن	وضعیت
فاصله از راه	کمتر از ۱۰۰	۹	مناسب
	۱۰۰–۲۵۰	۷	نسبتاً مناسب
	۲۵۰–۵۰۰	۵	متوسط
	۵۰۰–۷۵۰	۳	نسبتاً نامناسب
	بیش از ۷۵۰	۱	نامناسب



نقشه ۲: وضعیت آسیب‌پذیری مناطق شهر کرمانشاه با توجه به فاصله از گسل

نقشه ۳: وضعیت آسیب‌پذیری مناطق شهر کرمانشاه با توجه به فاصله از راه‌های اصلی

تراکم جمعیت: مهم‌ترین عاملی که باید در زمان بحران به آن توجه شود، سلامت و جان افراد است. لذا بر اساس معیار جمعیت، هر جا که تعداد و تراکم جمعیت بیشتر باشد تلفات انسانی بیشتر خواهد شد. بنابراین در مناطق پرتراکم شهر، احتمال خسارت جانی بیش‌تر است. در جدول ۳ تراکم جمعیتی شهر کرمانشاه در ۵ کلاس طبقه‌بندی شده و به هر یک به ترتیب اولویت وزن‌هایی بین ۱ تا ۹ داده شده است.

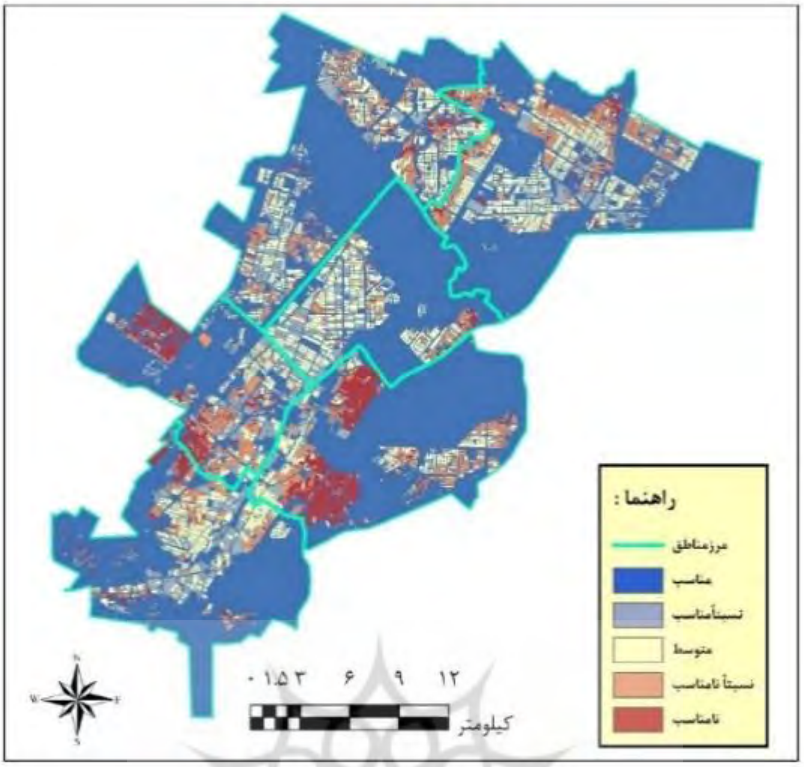
جدول ۳: طبقه‌بندی، وزن‌دهی و وضعیت تراکم جمعت

معیار	شاخص (نفر در هکتار)	وزن	وضعیت
تراکم جمعیت	کمتر از ۵۰	۹	مناسب
	۵۰-۱۵۰	۷	نسبتاً مناسب
	۱۵۰-۳۰۰	۵	متوسط
	۳۰۰-۵۰۰	۳	نسبتاً نامناسب
	بیش از ۵۰۰	۱	نامناسب

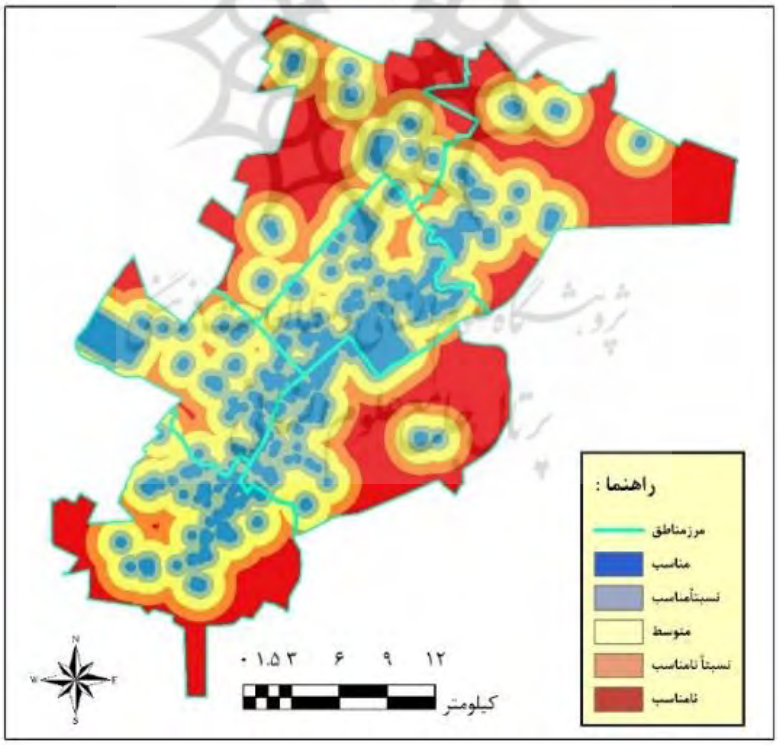
مراکز اداری و انتظامی: مراکز اداری و انتظامی می‌توانند به‌عنوان مراکز امدادرسانی بعد از وقوع زلزله به‌حساب آیند، به‌ویژه مراکز انتظامی می‌توانند مسئول حفظ امنیت و ارائه خدمات در جهت مهار بحران در مناطق زلزله‌زده باشند. در جدول زیر فاصله مناسب از مراکز اداری و انتظامی در شهر کرمانشاه در ۵ کلاس طبقه‌بندی شده و به هر یک به ترتیب اولویت وزن‌هایی بین ۱ تا ۹ داده شده است.

جدول ۴: طبقه‌بندی، وزن‌دهی و وضعیت فاصله از مراکز اداری و انتظامی

معیار	محدوده شاخص (متر)	وزن	وضعیت
اداری- انتظامی	کمتر از ۱۰۰	۹	مناسب
	250-100	7	نسبتاً مناسب
	250-500	5	متوسط
	500-750	3	نسبتاً نامناسب
	بیش از ۷۵۰	۱	نامناسب



نقشه ۴: وضعیت آسیب‌پذیری مناطق شهر کرمانشاه با توجه به تراکم جمعیت



نقشه ۵: وضعیت مناطق شهر کرمانشاه با توجه به فاصله از مراکز اداری و انتظامی

بافت شهری: بافت کالبدی شهرها مهم‌ترین عامل آسیب‌پذیری شهری در زمان بحران است. برای تحلیل آسیب‌پذیری فیزیکی ناشی از عمر و نوع سازهٔ ساختمان‌ها، از سال‌های انتشار آیین‌نامه ساختمانی استفاده می‌شود و با ترکیب آن با نوع سازه نحوه تحلیل آن مشخص می‌شود. بنابراین، این متغیر در چهار دسته طبقه‌بندی می‌شود.

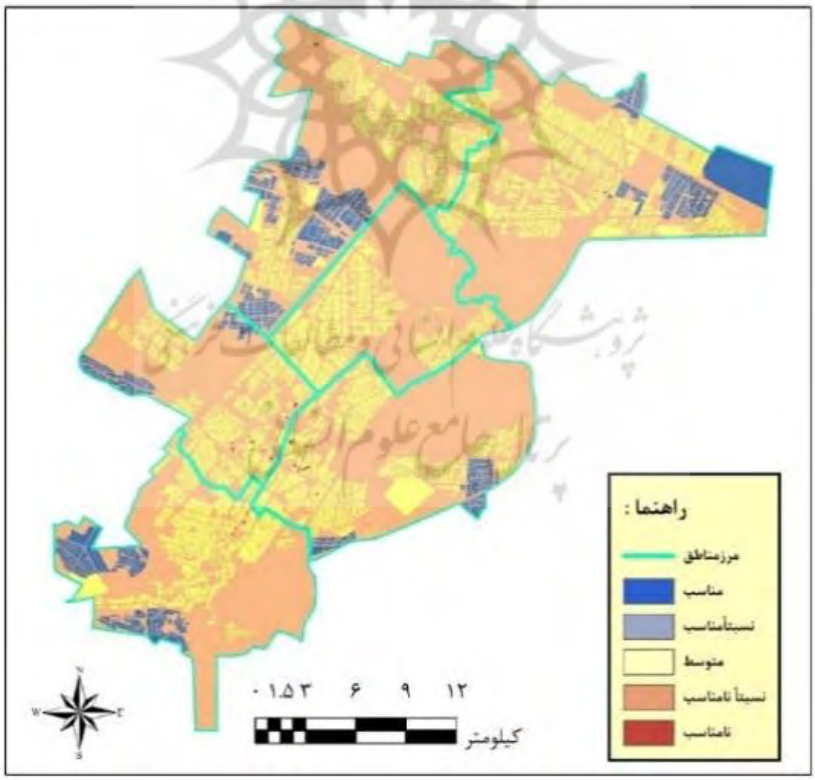
جدول ۵: طبقه‌بندی، وزن‌دهی و وضعیت بافت‌های شهری

معیار	شاخص (مترمربع)	وزن	وضعیت
بافت شهری	بافت فرسوده	۱	نامناسب
	سایراراضی	۳	نسبتاً مناسب
	اراضی مسکونی	۵	متوسط
	شهرک نوساز	۹	مناسب

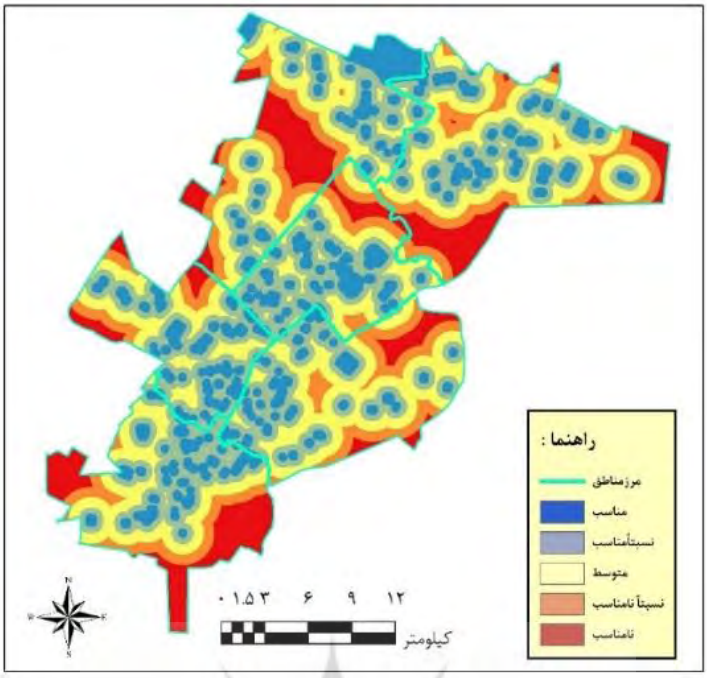
مراکز آموزشی: بعد از وقوع زلزله معمولاً مراکز آموزشی با توجه به فضای بازی که دارند می‌توانند به‌عنوان مراکز امدادرسانی عمل کنند و مسئول ارائه خدمات در جهت مهار بحران باشند. در جدول زیر فاصله مناسب از مراکز آموزشی در شهر کرمانشاه در ۵ کلاس طبقه‌بندی شده و به هر یک به ترتیب اولویت وزن‌هایی بین ۱ تا ۹ داده شده است.

جدول ۶: طبقه‌بندی، وزن‌دهی و وضعیت فاصله از مراکز آموزشی

معیار	محدوده شاخص (متر)	وزن	وضعیت
آموزشی	کمتر از ۷۵	۹	مناسب
	۷۵-۱۵۰	۷	نسبتاً مناسب
	۱۵۰-۳۰۰	۵	متوسط
	۳۰۰-۵۰۰	۳	نسبتاً نامناسب
	بیش از ۵۰۰	۱	نامناسب



نقشه ۶ (راست): وضعیت آسیب‌پذیری مناطق شهر کرمانشاه با توجه به بافت شهری



نقشه ۷ (چپ): وضعیت مناطق شهر کرمانشاه با توجه به فاصله از مراکز آموزشی

فضاهای باز: فضاهای باز نقش مهمی در کاهش میدان عمل و نتایج اکثر حوادث طبیعی دارد. از عمده‌ترین عملکردهای آن در هنگام بروز زلزله جداسازی مناطق دارای پتانسیل خطر از همدیگر و متمرکز کردن فعالیت نیروهای مخرب و جلوگیری از توسعه زنجیره‌ای وقایع است. همچنین در مواقع اضطراری می‌توان از فضای باز برای استقرار و پناه‌گرفتن استفاده کرد. لذا، فضاهای باز شامل اراضی بایر، باغ‌ها، زمین‌های کشاورزی، پارک‌ها و فضاهای سبز وضعیت مناسبی برای استقرار و پناه‌گرفتن دارند.

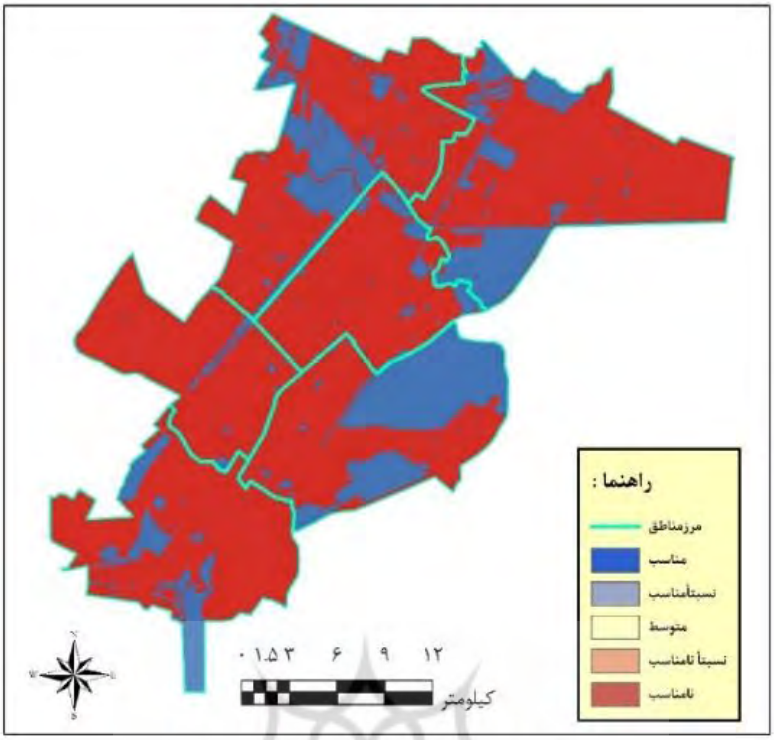
جدول ۷: طبقه‌بندی، وزن‌دهی و وضعیت فضاهای باز

معیار	محدوده شاخص (متر)	وزن	وضعیت
فضای باز	فضای باز	۹	مناسب
	با کاربری	۱	نامناسب

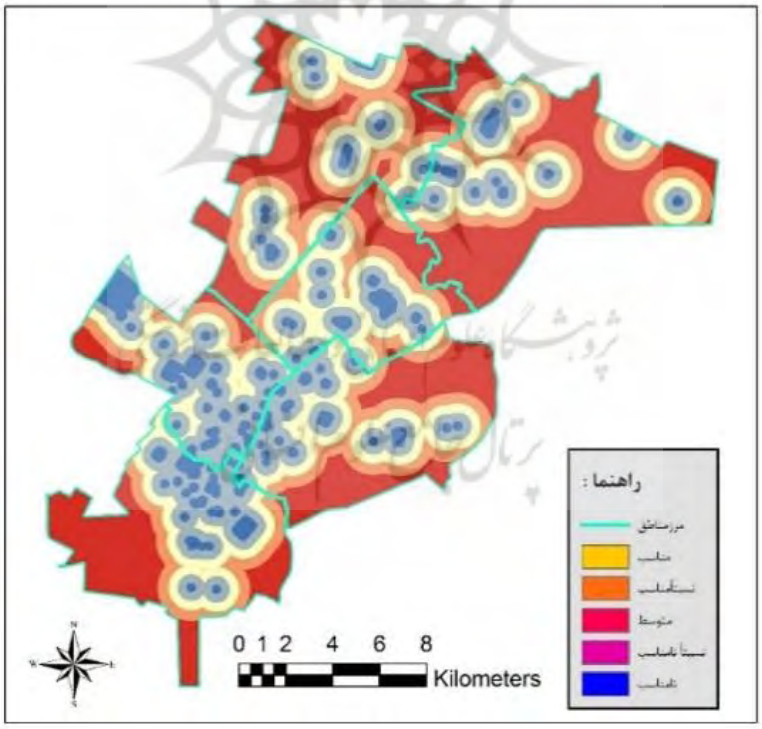
مراکز بهداشتی و درمانی: کاربری بهداشتی و درمانی شامل بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها، خانه‌های بهداشت و کلیه مراکز پزشکی و غیره جزء مهم‌ترین کاربری‌های شهر در زمان بحران زلزله است. هرچه کاربری‌های شهری به این مراکز نزدیک‌تر باشند، میزان آسیب‌پذیری آنها کمتر و هر چه دورتر باشند، بیشتر آسیب‌پذیر خواهند بود. بدین منظور در جدول زیر فاصله مناسب از مراکز بهداشتی–درمانی در شهر کرمانشاه در ۵ دسته طبقه‌بندی شده و به هر یک به ترتیب اولویت وزن‌هایی بین ۱ تا ۹ داده شده است.

جدول ۸: طبقه‌بندی، وزن‌دهی و وضعیت فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی

معیار	محدوده شاخص (متر)	وزن	وضعیت
بهداشتی– درمانی	کمتر از ۱۰۰	۹	مناسب
	۱۰۰–۲۵۰	۷	نسبتاً مناسب
	۲۵۰–۵۰۰	۵	متوسط
	۵۰۰–۷۵۰	۳	نسبتاً نامناسب
	بیش از ۷۵۰	۱	نامناسب



نقشه ۸: زمین‌های باز و بدون ساختمان در محدوده شهر کرمانشاه



نقشه ۹: وضعیت مناطق شهر کرمانشاه با توجه به فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی

مراکز حمل‌ونقل و انبار: علاوه بر شبکه‌های ارتباطی که تأثیر زیادی در کاهش خسارت‌های جانی و مالی در زمان بحران دارند، مراکز حمل‌ونقل و انبار نیز در زمان بحران پس از زلزله در زمینه خدمت‌رسانی نقش مکمل دارند.

بنابراین، در جدول زیر فاصله مناسب از مراکز حمل‌ونقل و انبارهای شهری در شهر کرمانشاه در ۵ کلاس طبقه‌بندی شده و به هر یک به ترتیب اولویت وزن‌هایی بین ۱ تا ۹ داده شده است.

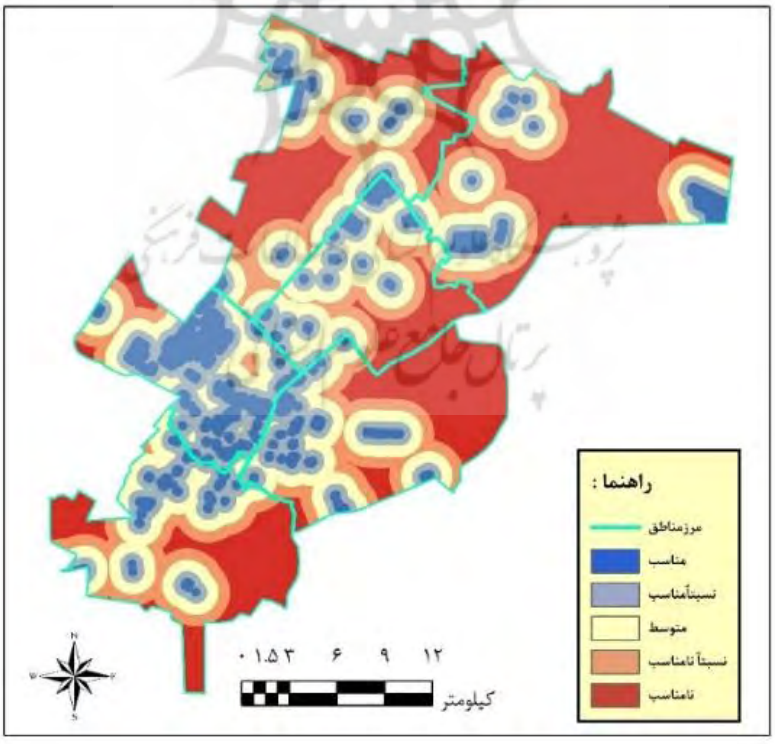
جدول ۹: طبقه‌بندی، وزن‌دهی و وضعیت فاصله از مراکز حمل‌ونقل و انبار

معیار	محدوده شاخص (متر)	وزن	وضعیت
حمل و نقل و انبار	کمتر از ۱۰۰	۹	مناسب
	۱۰۰-۲۵۰	۷	نسبتاً مناسب
	۲۵۰-۵۰۰	۵	متوسط
	۵۰۰-۷۵۰	۳	نسبتاً نامناسب
	بیش از ۷۵۰	۱	نامناسب

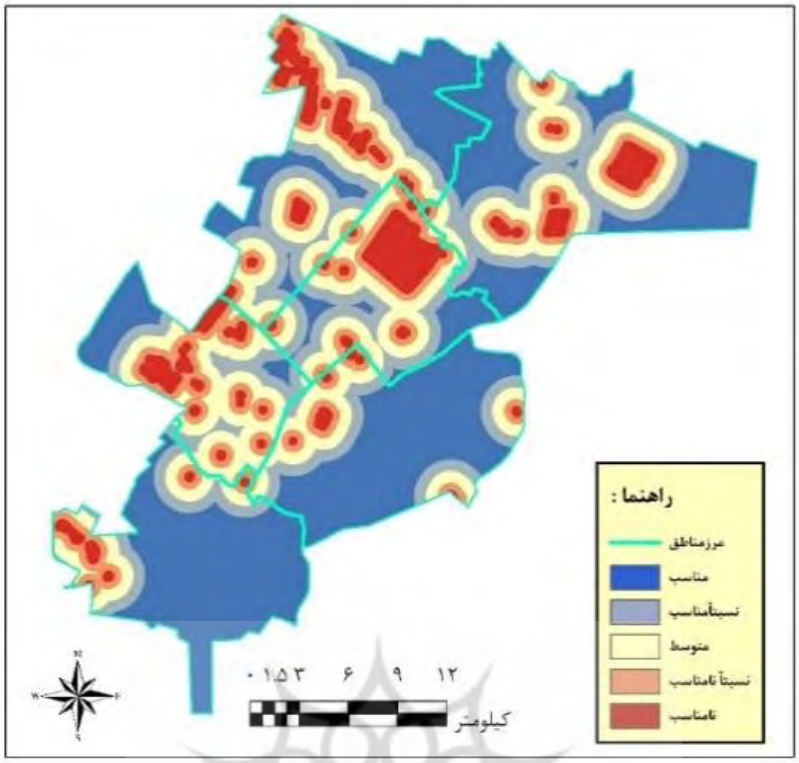
مراکز صنعتی و کارگاهی: مراکز صنعتی و کارگاهی می‌توانند در زمان وقوع زلزله سبب تشدید آسیب‌پذیری در مناطق شهری شوند. لذا، هرچه فاصله از این کاربری‌ها بیشتر باشد آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد. در جدول زیر فاصله مناسب از مراکز صنعتی و کارگاهی در شهر کرمانشاه در ۵ کلاس طبقه‌بندی شده و هر یک از آنها به ترتیب اولویت وزن‌هایی بین ۱ تا ۹ دریافت کرده‌اند.

جدول ۱۰: طبقه‌بندی، وزن‌دهی و وضعیت فاصله از مراکز صنعتی و کارگاهی

معیار	محدوده شاخص (متر)	وزن	وضعیت
صنعتی	کمتر از ۱۰۰	۱	نامناسب
	۱۰۰-۲۵۰	۳	نسبتاً نامناسب
	۲۵۰-۵۰۰	۵	متوسط
	۵۰۰-۷۵۰	۷	نسبتاً مناسب
	بیش از ۷۵۰	۹	مناسب



نقشه ۱۰: وضعیت مناطق شهر کرمانشاه با توجه به فاصله از مراکز حمل‌ونقل و انبار



نقشه ۱۱: وضعیت مناطق شهر کرمانشاه با توجه به فاصله از مراکز صنعتی و کارگاهی

تأسیسات و تجهیزات شهری: کاربری تأسیسات و تجهیزات شهری در زمان بحران اهمیت خاصی دارد؛ زیرا بعد از وقوع زلزله و بحران از آنها به‌عنوان مراکز خدماتی استفاده می‌شود. از این رو در جدول زیر فاصله مناسب از این کاربری در شهر کرمانشاه در ۵ کلاس طبقه‌بندی شده و به هر یک به ترتیب اولویت وزن‌هایی بین ۱ تا ۹ داده شده است.

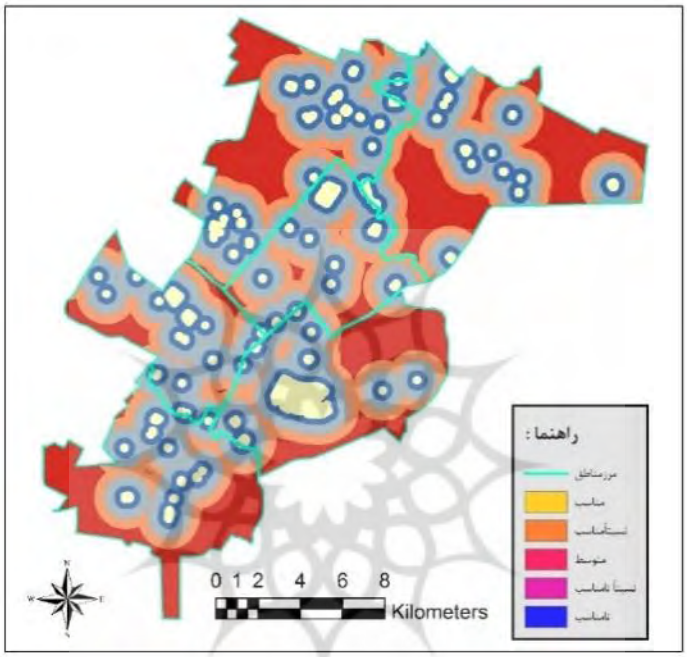
جدول ۱۱: طبقه‌بندی، وزن‌دهی و وضعیت فاصله از تأسیسات و تجهیزات شهری

معیار	محدوده شاخص (متر)	وزن	وضعیت
تأسیسات و تجهیزات	کمتر از ۱۰۰	۵	متوسط
	۱۰۰-۲۵۰	۹	مناسب
	۲۵۰-۵۰۰	۷	نسبتاً مناسب
	۵۰۰-۷۵۰	۳	نسبتاً نامناسب
	بیش از ۷۵۰	۱	نامناسب

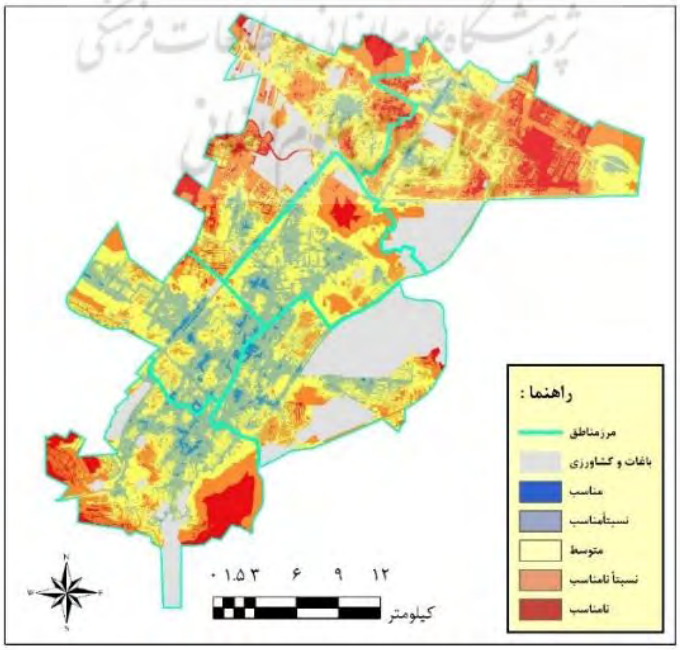
در نهایت بعد از شناسایی کاربری‌های مؤثر در کاهش و افزایش خسارت‌ها در زمان زلزله و تبدیل آن‌ها به مقیاس-های قابل مقایسه و استاندارد، به‌منظور ترکیب این لایه‌ها و پهنه‌بندی آسیب‌رسانی زلزله در مناطق شهری کرمانشاه از تابع Weighted overlay در سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. همچنین به‌منظور تعیین وزن معیارهای مورد بررسی و اولویت‌بندی ازنظر کارشناسان مربوطه در قالب مدل ANP بهره گرفته شد که در جدول شماره ۱۲ آمده است. پس از آن، لایه‌ها روی هم گذاشته شد و درنهایت پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مناطق شهری شهر کرمانشاه استخراج گردید.

جدول ۱۲: وزن نهایی معیارهای آسیب‌پذیری مناطق شهری در زمان زلزله

	فاصله از گسل	فاصله از راه	تراکم جمعیت	بافت شهری	اداری و انتظامی	بهداشتی	تأسیسات	حمل‌ونقل و انبار	صنعتی	آموزشی	باير
ایدئال	۱	۰/۷۷۴	۰/۸۴۴	۰/۷۵۷	۰/۴۵۵	۰/۶۷۸	۰/۴۳۶	۰/۶۶۰	۰/۵۴۷	۰/۲۲۸	۰/۵۹۴
نرمال	۰/۱۴۳	۰/۱۱۱	۰/۱۲۱	۰/۱۰۸	۰/۰۶۵	۰/۰۹۸	۰/۰۶۳	۰/۰۹۵	۰/۰۷۸	۰/۰۳۳	۰/۰۸۵
خام	۰/۱۴۳	۰/۱۱۱	۰/۱۲۱	۰/۱۰۸	۰/۰۶۵	۰/۰۹۸	۰/۰۶۳	۰/۰۹۵	۰/۰۷۸	۰/۰۳۳	۰/۰۸۵



نقشه ۱۲: وضعیت مناطق شهر کرمانشاه با توجه به فاصله از تأسیسات و تجهیزات شهری



نقشه ۱۳: وضعیت آسیب‌پذیری شهر کرمانشاه با استفاده مدل ANP

جدول ۱۳: وضعیت آسیب‌پذیری شهر کرمانشاه از زلزله با استفاده از مدل ANP

وضعیت	مساحت به هکتار	درصد
نامناسب	۶۵706/	11/69
نسبتاً نامناسب	/20۶169	۶28/0
متوسط	2175/56	35/99
نسبتاً مناسب	1358/29	22/47
مناسب	108/20	1/79
جمع	6044/90	100

بحث

چگونگی توزیع فضایی اجزاء و عناصرشهری، ساختار، سیما و عملکردهای اصلی شهر را تشکیل می‌دهد. به طور مسلم، ساختارهای گوناگون شهری به‌گونه‌ای متفاوت در برابر زلزله مقاومت می‌کنند. به‌طورکلی، بافت‌های پیوسته و منظم در اراضی هموار که راه‌های آن از درجه محصوریت متوسط یا کم برخوردارند و به‌ویژه نسبت سطح ساخته‌شده به فضای باز آن‌ها کم یا متوسط است و دارای بلوک‌هایی با یک یا دو ردیف منظم ساختمان هستند، آسیب‌پذیری کمتر و در مدیریت بحران کارایی بیشتری دارند. با توجه به قرارگیری شهر کرمانشاه روی کمربند زلزله‌خیز، باید ساخت‌وسازها و نوع طراحی در این شهر به‌گونه‌ای باشد که خطر و آسیب ناشی از زلزله را به حداقل برساند. شهر کرمانشاه به‌صورت غیراصولی و بدون مطالعهٔ وضعیت لرزه‌خیزی و شناسایی گسل‌های موجود منطقه، گسترش (افقی و عمودی) پیدا کرده است. در شمال و جنوب این شهر دو گسل رورانده وجود دارد و شهر هم بدون توجه به گسل‌های موجود در این مناطق گسترش یافته است. با توجه به گسترش مناطق شهری جدید در قسمت شمالی، در صورت وقوع زلزله خسارت‌های جانی و مالی جبران‌ناپذیری به این منطقه و کل شهر وارد می‌شود. در این شهر، از یک‌سو نحوه توزیع و دسترسی به کاربری‌های حیاتی مانند مراکز بهداشتی درمانی، فضای باز، مراکز اداری و انتظامی، تأسیسات و تجهیزات شهری که به مهار بحران زلزله و کاهش خسارت‌های ناشی از آن کمک می‌کنند بسیار نامناسب است؛ از سوی دیگر، کاربری صنعتی و کارگاهی که در زمان زلزله موجب افزایش آسیب‌پذیری در مناطق شهری می‌شود در بیش‌تر مناطق توزیع شده است.

درنهایت، همان‌گونه که جدول ۱۳ نشان می‌دهد از نظر مساحت کمتر از ۲ درصد شهر وضعیت مناسبی دارد. حدود ۲۲/۵ درصد شهر وضعیت نسبتاً مناسب، حدود ۳۶ درصد وضعیت متوسط، حدود ۲۸ درصد شرایط نسبتاً نامناسب و حدود ۱۱/۷ درصد وسعت این شهر هم وضعیت نامناسب دارد. به طور کلی کفه ترازو به سود وضعیت نامناسب سنگینی می‌کند؛ به عبارتی دیگر، می‌توان این شهر را بسیار آسیب‌پذیر از زلزله معرفی کرد. بنابراین، بیشتر مناطق شهری کرمانشاه در زمان زلزله به میزان زیاد آسیب‌پذیر هستند.

نتیجه‌گیری

مهم‌ترین دستاورد برنامه‌ریزی شهری پیش از بروز حوادث طبیعی، اقدام‌هایی است که بتواند تأثیرپذیری ساختار و فرم شهر، کاربری اراضی و جمعیت شهری از زلزله را کاهش دهد. اجزاء و عناصر شهری و به‌ویژه تأسیسات و زیرساخت‌ها، شبکه ارتباطی شهر و غیره نقش مهمی در میزان آسیب‌پذیری شهر از بلایای طبیعی و از جمله زلزله دارند. بر این اساس در این پژوهش ۱۱ شاخص مهم و مؤثر در پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مناطق شهری مطالعه شد.

شهر کرمانشاه در محدوده بین واحدهای زاگرس رورانده که بزرگ‌ترین گسل شناخته‌شده ایران با طول بیشتر از ۱۵۰۰ کیلومتر و راستای شمال غربی- جنوب شرقی و جهت شیب شمال شرقی است قرار گرفته است. بنابراین، رعایت اصول ظرفیت‌سازی فضایی و کالبدی با توجه ویژه به میزان آسیب‌پذیری نسبی از بلایای طبیعی در چارچوب محدودیت‌ها و پتانسیل‌های حاکم برای ارتقاء کیفیت و ایمنی زندگی شهروندان در قسمت‌های مختلف شهر به‌ویژه در بخش شمالی و جنوبی و همچنین بخش مرکزی شهر که غالباً دارای بافت‌های فرسوده و آسیب‌پذیر می‌باشد، ضروری است. بررسی انجام شده و سنجش وضعیت شهر در هرکدام از شاخص‌ها نشان می‌دهد که میزان آسیب‌پذیری کالبدی در بخش‌های مختلف شهر متفاوت است. بافت فرسوده و قدیمی در مناطق مرکزی به دلیل قدمت بالای مساکن، مصالح کم‌مقاومت، کوچک بودن قطعات و هم‌جواری نامناسب کاربری‌ها آسیب‌پذیرتر از دیگر مناطق شهر است. همچنین گسترش مناطق شمالی و جنوبی شهر کرمانشاه روی دو گسل رورانده بر میزان آسیب-پذیری می‌افزاید.

پیشنهادها

ارزیابی ویژگی‌های لرزه‌خیزی شهر (شامل گسل‌ها، جهت گسل‌ها، شدت لرزه‌خیزی گسل‌ها و غیره) و تعیین نواحی پرخطر؛

تعیین محدودهٔ ایمن گسترش آتی شهر و جلوگیری از گسترش شهر در مناطق گسلی شمالی و جنوبی؛

برآورد و پیش‌بینی صدمات وارده به بافت‌های شهری در اثر زمین‌لرزه و مطالعهٔ توزیع بهینه جمعیت، تراکم ساختمانی و تأسیسات شهری؛

تهیه طرح‌های توسعه شهری با توجه به آسیب‌پذیری از زلزله جهت کاهش خسارت‌ها و تلفات؛

ایجاد سلسله مراتبی از فضاهای باز در سطح شهر (از واحد همسایگی تا کل شهر)؛

رعایت حریم‌ها و هم‌جواری‌های کاربری‌های خطرآفرین؛

انتقال کاربری‌هایی که خطر آتش‌سوزی یا پخش آلودگی‌های شیمیایی دارند، به خارج از بافت مسکونی شهر؛

مطالعهٔ وضعیت آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهر و تلاش جهت بهسازی و باززنده‌سازی آن‌ها.

ارتقای شاخص ایمنی مساکن حاشیه‌نشین همراه با ابزارهای حمایتی؛

توجه به دسترسی سریع و آسان به مراکز امداد و نجات؛

ایجاد نظام ارزیابی فرایند مدیریت کاهش خطرات ناشی از بلایای طبیعی، به منظور اصلاح عملکرد و کارآمدی آن؛

آموزش مسئولان، مدیران ارشد و میانی، مدیران ستادی و کارشناسان.

این مقاله از طرح پژوهشی در قالب اعتبار ویژه (پژوهانه) در دانشگاه پیام نور با عنوان ارزیابی و کاهش آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در مواقع بحرانی با استفاده از مدل‌های مکانمند و تحلیل شبکه (مطالعه موردی: کلان‌شهر کرمانشاه) استخراج شده است.

منابع

Ahadnejad, Mohsen, Abolfazl Meshkini and Batul Noori (2007), Evaluation of vulnerability of marginal and informal settlements against earthquake using GIS (case study: Islamabad, Zanjan, informal settlement), Urban GIS International Conference, Amol.

Ahadnejad, Mohsen; Mehdi Gharkhloo, Karamatullah Ziari (2010), Modeling the vulnerability of cities against earthquakes using the process of analyzing hierarchy process in GIS environment (case study of Zanjan city), geography and development, NO.19, Zahedan.

Ahadnejad, Mohsen and Shahnaz Jalilpour (2012), Evaluation of internal factors affecting the vulnerability of urban buildings against earthquakes using GIS (case study: Khoi old city texture), Environmental Planning Quarterly, No. 20.

Akasha, Bigram (2004), Rudbar the day before yesterday, Bam Yesterday, Tomorrow ..., Abstract of The articles of the Conference on the Local Sustainable Development Prospects, Tehran Municipality.

Alexander, David, 2002, Principles of Emergency and management, oxford university press.

Avazeh, Azar and Nasrin Jafari (2006), Studying the Capabilities and Constraints of Educational Hospitals of, University of Medical Sciences of Zanjan in Crisis Management (Planning, Structural and Non-Occupational), National Conference on Management Improvement Strategies Crisis in unexpected accidents.

Bolin, R. (1982). Long term family recovery from disaster, Monograph Boulder Institute for Behavior Science.

Che-Wei, Chang. Cheng-Ru, Wu. Huang-Chu, Chen. (2009), Analytic network process decision-making to assess slicing machine in terms of precision and control wafer quality. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 25 (2009), Pages 641– 650.

Eiri, Abdul Jalal (1998) Planning to reduce earthquake effects at urban levels (Case study: Tehran 20th District), Master's thesis, Shahid Beheshti University.

Fallahi, Alireza (2004), Concept of Participation in the Development of Neighborhood Biomedical Spaces, Applied Scientific and Practical Conference on the Development of Urban Sustainable Urban Development Prospects, No. 8, Tehran, Tehran Municipality.

Farajzadeh Asl, Manouchehr, Mohsen Ahdinejad, Jamal Amini (2011), Evaluation of Urban Urban Vulnerability to Earthquake (Case Study: District 9 of Tehran Municipality), Urban and Regional Studies and Research, Third Year, No. 9.

Gay, William (2007). Fire Station Location: Analysis and Technology. Washington, D. C, (1987) International City Management Association: Jul.19p, MIS Report, Vol.19, No.7

Garcia-Melon, Javier Ferris-Onate, Jeronimo Aznar-Bellver, Pablo Aragones-Beltern and Rocio Poveda Bautista (2008), Farmland appraisal based on the analytic network Process, Journal of Global Optimization, Vol.42, PP, 143-155.

Gharakhlou, M., (2009), Crisis risk in urban slum, CAG, ETAVA, Canada, 25-31.

Graeme, F (2005).Geographic Information System for Geoscientist, Modeling with GIS, New York, Carter Publisher.

Gibson, Gary (1997). An Introduction to Seismology, Disaster Prevention and Management, Volume 6, Number 5, MCB University Press, Emerald Group Limited.

Habib, Farah (1992) The Role of City Form to Minimize the Risks of Earthquake, Proceedings of the First International Conference on Natural Disasters in Urban Areas, Tehran, Office of Study and Planning of Tehran.

Hataminejad Hossein, Fathi, Hamid, Eshg abadi Farshid (2009), Evaluation of seismic vulnerability in the sampled city: District 10 of Tehran Municipality, Human Geography Research (Geographical Research): Summer, Volume 41, No. 68. Pages 1-20.

Hawarence, S., Bertrand, L. (1986), The human factor in high fire risk urban residential areas: A pilot study in New Orleans. Department of commerce, national fire prevention and control administration.

Houser, G., & Egenning, P. C. (1993). Risk analysis, First Edition Earthquake Engineering Research Institute. Oakland, USA.

Iranian Statistics Center, Kermanshah Statistical Yearbook, 2016.

Jalilpour, Shahnaz (2010), Evaluation of Urban Vulnerability of the Towns against Earthquake Using GIS. Case Study: Old Texture of Khoi City, Master's Degree in Geography and Urban Planning, Zanjan University.

JICA (Japan International Cooperation Agency) and the TDMMO (Tehran Disaster Mitigation and Management Organization), 2004, the comprehensive master plan study on urban seismic disaster prevention and management for the Greater Tehran Area in Iran. Main Final Report. Pacific Consultant International, Tokyo.

Kreimer, Alcira; Margaret, Arnold; and Anne Carlin (2003), Building Safer Cities: The Future of Disaster Risk. The World Bank Disaster Management Facility. Washington, D.C.

Lantada. L.G. Pujades. And A.H. Barbat. (2008), Urban Seismic Risk Evaluation through GIS Techniques. Application to Barcelona City, Spain. World Conference on Earthquake Engineering. October 12-17, Beijing, China.

Lewis M. Branscomb (2006) "Sustainable Cities: Safety and Security" Technology in Society, Vol. 28, issue 1-2, Jan.-Apr. pp 225-234.

Mahdian, Farid (2002), Vulnerability of Tehran buildings against earthquake and how to reduce vulnerability, Proceedings of The First Construction Seminar in the Capital, Tehran University.

Martinelli A, Cifani G.2008. Building Vulnerability Assessment and Damage Scenarios in Celano (Italy) Using a Quick Survey Data-based Methodology, Soil Dynamics and Earthquake Engineering 28:875-889.

Mc Conkey, D. (1987), Planning for uncertainty, Business Horizons Journal 30: 40-45.

Montoya, L.; Choguill, C.; Masser, Ian. (2005), Management of natural hazard risk in Cartago, Costa Rica. Published in, Habitat International, Vol. 29, No. 3, p.493-509. ISSN 1873-5428.

Mohammadi Ahmadiani, Jamal; Zahra Sahraeian; Faramarz Khosravi (2010), The Role of Factors Affecting Physical Vulnerability in Jahrom City Against Earthquake, Applied Geosciences Researches, No. 17, 121-143.

Mohammadi Lord, Abdolmahmood (2009), ANP Network Analysis Processes and AHP Hierarchy Analysis, Alborz Faradanesh Publications, Tehran.

Movahhed, Ali, Mohammad Ali Firoozi and Ayoob Isafi (2012), Investigating the vulnerability of urban buildings against earthquakes using the inverse hierarchical model in Geographic Information System, Urban Research & Planning Magazine, Third Year, No. 11, 115-136.

Nakabayashi, Itsuki (1994), "Urban Planning Based on Disaster Risk Assessment," In Disaster Management in Metropolitan Areas for the 21st Century, Proceeding of the IDNDR Aichi/Nagoya International Conference, 1-4 November, Nagoya, Japan, PP. 225-239.

Olsen GR1, Carstensen N, Hoyen K. (2003), Humanitarian crises: what determines the level of emergency assistance? Media coverage, donor interests and the aid business, Disasters. 2003 Jun; 27(2):109-26.

Organization of Municipalities and Villages of the Country (2006), Introduction to Crisis Management, Humanities and Social Sciences Research Institute, Center for Urban and Rural Studies and Services, Tehran.

Rafieian, Mojtaba, Issa Ebrahimzade, Seyed Ahmad Hosseini, Dimen Kashefi Doost (2017), Spatial Assessment and Analysis of the Physical Status of Housing in Piranshahr Urban Sites, Journal of Geography and Regional Development, Fifteenth, No. One, Spring and Summer, 2017, Issue 2, Pages 51-76.

Sabzab Arvand Consultant Engineers (2008), First Phase Studies of Khuzestan City's Comprehensive Immunization, Immunization of Masjed-e Soleiman City to Natural Disasters, Provincial Government of Khuzestan, Ahvaz.

Saaty, R.W., 2003. Decision Making in Complex Environment: The Analytic Hierarchy Process (AHP) for Decision Making and the Analytic Network Process (ANP) for Decision Making with Dependence and Feedback. www.Superdecisions.com

Shadi talab, Zhaleh(1991), "Social Dynamics Of Disaster Mitigation" Published in Proceeding of the first international conference Seismology and Earthquake Engineering., January 1, 1991.

Shams, Majid and Omid Malek Hosseini (2010), The survey on the necessity of constructing a new city around the city of Kermanshah, Human Resource Quarterly, Second Year, No. 3, Summer.

Shiea, Ismail, Kiuomars Habibi and Kamal Torabi (2010), Investigating the Vulnerability of the City Communications Network Against the Earthquake Using the IHWP and GIS Method. Case Study of Tehran Municipality, No. 6, No. 7, pp. 48-35.

Tavakoli, B., & Tavakoli, S. (1993). Estimating the Vulnerability and Loss functions of Residential Buildings, Journal of the International Society for the Presentational Mitigation of Natural Hazard 7(2)

United Nations Development Programme (2004) Reducing Disaster Risk, A Challenge for Development.

World Bank (2008), Good Practice Notes: Re-Establishment of Transport Systems after an Earthquake And Establishment of Lifeline Systems.

Xingyu, Liang. et al., 2013. Using the analytic network process (ANP) to determine method of waste energy recovery from engine. Energy Conversion and Management 66 (2013), Pages 304–311.

Zangi Abadi, Ali, Jamal Mohammadi, Homayoun Safaei, Safar Ghaed Rahmati (2008), Analysis of vulnerability indicators of urban housing against earthquakes (case study: Isfahan city), Geography and Development, No. 12, 79-61.

Zebardast, Esfandiar and Assal Mohammadi (2005), Location of earthquake relief centers using GIS and AHP Multidimensional Evaluation Method, Beautiful Arts Journal, No. 21, pp. 5-16.

Zolinik EJ (2010) Context in human geography: A multi-level approach to study human–environment interactions. Professional Geographer 61: 336–349.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی