

بررسی نقش کاربری زمین در آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر در برابر زلزله

مورد مطالعه: بخش مرکزی شهر سبزوار

موسی کمانرودی کجوری^۱، استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیائی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

محمد سلیمانی، دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیائی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

محمد قاسمی، کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیائی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۴/۰۲

دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۰۶

چکیده

باتوجه به موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های زمین‌ساختی ایران، مراکز جمعیتی، همواره در معرض انواع مخاطرات طبیعی، به‌خصوص زلزله بوده و آسیب‌های جانی و مالی فراوانی را متحمل شده‌اند. نویسندگان این مقاله اعتقاد دارند که با استفاده از روش‌ها و سیاست‌های مناسب مدیریت شهری، به‌ویژه برنامه‌ریزی کاربری زمین، می‌توان میزان آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر زلزله را کاهش داد. در این مقاله، رابطه بین کاربری زمین و آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر زلزله در ۵ محله ناحیه ۳ شهرداری (بخش مرکزی) شهر سبزوار بررسی شده است. این پژوهش از جهت هدف، از نوع پژوهش‌های اکتشافی و کاربردی و از نظر روش، از نوع پژوهش‌های توصیفی-تحلیلی است. داده و اطلاعات مورد نیاز این پژوهش به روش مطالعات کتابخانه‌ای و پیمایشی جمع‌آوری شد و پایگاه اطلاعاتی لازم در محیط نرم‌افزاری Arc GIS تشکیل گردید. در این مقاله، میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده‌ی مورد مطالعه با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و مدل تحلیلی $f(K_1, K_2, \dots, K_n)$ برآورد شده است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، حدود ۲۳ درصد محدوده‌ی مطالعه دارای آسیب‌پذیری نسبتاً زیاد در برابر زلزله است. همچنین، محله یک دارای بیشترین آسیب‌پذیری نسبت به کل محلات است و از نظر بیشتر معیارهای مربوط به کاربری زمین دارای شرایط نامناسبی می‌باشد. بنابراین، بین برنامه‌ریزی کاربری زمین و آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر زلزله، رابطه وجود دارد و از طریق برنامه‌ریزی کاربری زمین می‌توان میزان آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر خطر زلزله را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: کاربری زمین، زلزله، بافت فرسوده، آسیب‌پذیری، شهر سبزوار.

مقدمه

با ایجاد نگرش‌های اجتماعی-ساختاری به مفهوم آسیب‌پذیری^۱ از دهه ۱۹۷۰ و آغاز رویکرد ترکیبی به آن از دهه ۱۹۹۰، تغییر مهمی در تعریف آن بوجود آمد. در طی این روند، مفهوم آسیب‌پذیری از تمرکز بر جبرگرایی محیطی به سمت فرایندهای اجتماعی-اقتصادی و مطالعه آن به‌عنوان خصیصه‌ای از سیستم‌های زوجی انسانی-محیطی سوق یافت. ساده‌ترین و پرکاربردترین تعریف این مفهوم، درجه زیان ناشی از یک پدیده بالقوه آسیب‌رسان است. این توصیف از آسیب‌پذیری، تعریفی محدود، فنی و عمدتاً فیزیکی از آن می‌باشد (رکن‌الدین افتخاری و همکاران، ۱۳۸۸). آسیب‌پذیری شهری به میزانی از تفاوت‌های ظرفیتی جوامع شهری برای مقابله با اثرات مخاطرات بر اساس موقعیت آن‌ها در جهان مادی (ساختار فضایی شهر) و ویژگی‌های اجتماعی آن جوامع (ساختار اجتماعی شهر) اطلاق می‌شود (احدنژاد روشنی، ۱۳۸۸). به‌عبارتی دیگر، آسیب‌پذیری یک تابع ریاضی است و به مقدار خسارت پیش‌بینی شده برای هر عنصر در معرض خطر، با شدت معین، گفته می‌شود. تحلیل آسیب‌پذیری، فرایند برآورد آسیب‌پذیری عناصر معینی است که در معرض خطر احتمالی ناشی از واقعه مصیبت‌بار قرار دارند (Fischer et al, ۱۹۹۶). امروزه آسیب‌پذیری، ناظر بر ویژگی‌ها و میزان تاب‌آوری^۲، خسارت‌پذیری و برگشت‌پذیری^۳ یا قابلیت اعتماد فرد و جامعه در برابر مخاطرات است. برگشت‌پذیری، میزان بازگشت به حالت اول پس از برخورد با یک واقعه تنش‌آور است و ظرفیت جذب و بهبود جامعه بعد از وقوع یک واقعه خطرناک را منعکس می‌کند. درحالی‌که، قابلیت اعتماد^۴، تکرار شکست تمهیدات حفاظتی مقابله با خطر را منعکس می‌سازد (اسمیت، ۱۳۸۲: ۳۹).

آسیب و آسیب‌پذیری به‌طور ذهنی و عینی در مقابل دو مفهوم ایمنی^۵ و امنیت^۶ قرار می‌گیرند. ایمنی در لغت (صفت نسبی) به ویژگی آن‌چه که استفاده از آن یا رعایت آن باعث مصونیت از خطر می‌شود، و مصونیت از خطر و ایمن‌بودن (حاصل مصدر) تعریف شده است. همچنین امنیت در لغت (اسم مصدر) به معنی در امان بودن از خطر و نداشتن ترس و معادل احساس آرامش می‌باشد (انوری، ۱۳۸۲، ج ۱: ۵۷۰ و ۶۹۲). از جهت کاربردی، تفکیک مفهوم ایمنی و امنیت به راحتی امکان‌پذیر نیست. به‌رغم این، می‌توان گفت که ایمنی معمولاً ناظر بر دوری و تاب‌آوری شرایط، و امنیت بیشتر معطوف به تحقق و احساس مصونیت در برابر مخاطرات است. اگرچه نمی‌توان ایمنی را مقوله‌ای صرفاً عینی و فیزیکی و امنیت را مقوله‌ای ذهنی تعبیر کرد، اما می‌توان امنیت را ادراک غالباً ذهنی تلقی نمود. از این‌رو می‌توان گفت که خود ایمنی می‌تواند یکی از عوامل اصلی ایجاد امنیت باشد. از سوی دیگر، اگرچه ایمنی و امنیت متضمن مصونیت از خطر هستند، اما این تضمین، مطلق نیست. در هر حال، ایمنی و امنیت از مهم‌ترین اهداف و دستاوردهای توسعه و شاخص‌های کیفیت زندگی محسوب می‌شوند. ایمنی و امنیت از جمله زمینه‌ها و الزامات اولیه تحقق بسیاری از اهداف دیگر توسعه نیز به‌شمار می‌آیند (کمانرودی و تولائی، ۱۳۹۶: ۱۲۴-۱۲۳).

عوامل افزایش آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات طبیعی، متعدد و متفاوتند؛ ایجاد شهرها در پهنه‌های خطر، افزایش شهرنشینی و تراکم جمعیت در پهنه‌های خطر، افزایش سکونتگاه‌های غیر رسمی، زوال شبکه‌های اجتماعی و اقتصادی، پردشدگی اجتماعی، فرسودگی بافت‌های مرکزی، توسعه زیرساخت‌های فیزیکی، مداخله‌ها و تغییرات محیط زیستی و حتی جهانی‌شدن، از جمله این عوامل هستند (UNDP, ۲۰۱۲: ۴-۵). این مخاطرات به این دلیل که اغلب غیر مترقبه بوده و موجب تأثیر و تحریک هم می‌شوند، بسیار پویا و نامطمئن هستند؛ آسیب‌پذیری شهرها در برابر این مخاطرات در کشورهایی که با

۱. Vulnerability
 ۲. Resiliency
 ۳. Resilience
 ۴. Reliability
 ۵. Safety
 ۶. Security

آن‌ها به ویژه زلزله مواجه بوده و دارای ریسک بالا هستند، به یک چالش مهم پیش روی مدیریت و برنامه‌ریزی شهری تبدیل شده است (Imani et al, ۲۰۱۴). پژوهش‌ها و نوشتارهای مربوط حاکی از آن هستند که به‌رغم مطالعات و تحقیقاتی که طی حدود هشت دهه گذشته در مورد بافت‌های تاریخی، قدیمی و فرسوده شهری انجام شده‌اند، آسیب‌پذیری این بافت‌ها در برابر زلزله از دهه ۱۹۹۰ مورد توجه قرار گرفته و در ایران نیز از اواسط دهه ۱۳۷۰ به این موضوع اهمیت داده شده، که در واقع غفلت از اهمیت این موضوع را در پی داشته است (منزوی و همکاران، ۱۳۸۹).

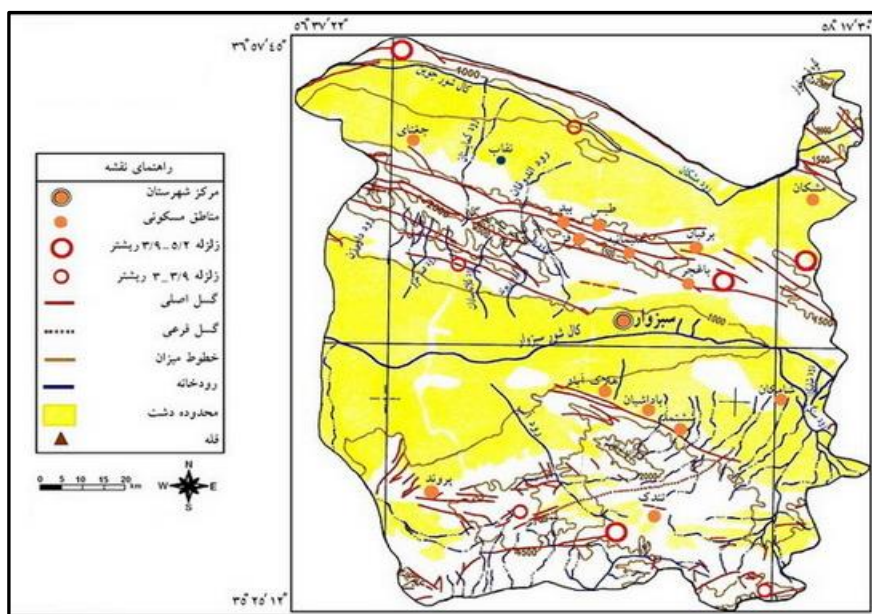
به همین دلیل، یک عرصه علمی و عملی جدید به نام مدیریت بحران به‌وجود آمده است (Ghasemi et al, ۲۰۱۴). این روند و پیشرفت‌های علمی روز جهان، دنیای صنعتی را آماده مقابله با بحران‌های شهری، قبل از وقوع بلایای طبیعی نموده است. شهرهای جهان توسعه‌یافته، ضمن مقاوم‌سازی سازه‌های، قدم‌های همه‌جانبه‌ای را برای مقابله بحران برداشته‌اند (زنگی‌آبادی و تبریزی، ۱۳۸۵). یکی از مراحل و وظایف مدیریت بحران، مدیریت ریسک است. مدیریت ریسک بحران، فرایند سیستماتیک استفاده از تصمیمات اداری، سازمان، مهارت‌های عملیاتی و توانایی‌ها برای پیاده‌سازی سیاست‌ها، راهبردها و ظرفیت‌های مقابله برای جامعه و اجتماعات به منظور کاهش اثرات مخاطرات طبیعی است (Bandyopadhyay, ۲۰۱۴). کاهش خطر و استفاده از کاربری زمین، هر دو، جهت‌گیری‌های آینده را در همین راستا به اشتراک می‌گذارند. آن‌ها به‌جای پاسخ‌دادن به مشکلات گذشته، نیازهای فردا را پیش‌بینی می‌کنند. هر دوی آن‌ها به‌جای این‌که واکنش‌های انفعالی داشته باشند، فعال هستند. هر دو به دنبال اقدامات فوری برای اهداف بلندمدت هستند. این دو می‌توانند ابزاری قدرتمند برای کاهش هزینه‌های بلایای طبیعی و افزایش پایداری جوامع باشند (Godschalk et al, ۱۹۹۸). این نوع برنامه‌ریزی، جوامع را قادر می‌سازد تا ضمن درک خطر، تصمیماتی را اتخاذ نمایند که ایمنی، انعطاف‌پذیری و پایداری آن‌ها را ارتقاء دهد (Glavovic, ۲۰۱۰).

ایران بر روی کمربند زلزله‌خیز آلپ-همیالیا واقع شده و یکی از بالاترین رتبه‌ها را در بین کشورها در آسیب‌پذیری در برابر زمین‌لرزه و رتبه نخست در تعداد زلزله‌های با شدت بالای ۵/۵ ریشتر دارد. بیش از ۲/۳ وسعت ایران در محورهای لرزه‌خیزی پرخطر قرار دارد و اکثر شهرهای پرجمعیت نیز در آن محورها واقع شده‌اند. تلفات زمین‌لرزه در صد سال گذشته در جهان حدود یک درصد و در ایران حدود شش درصد بوده است. حدود ۳۵ درصد مساحت ایران با خطر جدی زمین‌لرزه مواجه می‌باشد. ۱۶/۶ درصد شهرهای ایران روی خط گسل یا در امتداد آن واقع شده‌اند. حدود ۸۶ درصد شهرهای ایران در حریم یک تا سی کیلومتری گسل‌ها قرار گرفته‌اند و این به آن معنی است که این گروه از شهرها به‌علاوه گروه قبلی از نظر پهنه‌بندی خطر نسبی، در پهنه با شتاب بالا قرار دارند. حدود ۹/۱ درصد مراکز جمعیتی ایران در فاصله ۳۰ تا ۵۰ کیلومتری گسل‌ها واقع شده‌اند. همچنین، حدود ۶/۳ درصد سکونتگاه‌ها در ایران در فواصل بیش از ۵۰ کیلومتری گسل‌ها واقع شده‌اند (شایان و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۱).

علاوه بر شرایط مساعد شهرهای ایران برای زلزله، عدم وجود و یا ناکارآمد بودن برنامه‌ریزی شهری و وجود بافت‌های فرسوده، میزان آسیب‌های ناشی از مخاطرات، به‌ویژه زلزله را دوچندان کرده است. بررسی میزان آسیب‌ها و صدمات ناشی از زلزله در شهرها در بسیاری از موارد نشان می‌دهد که درصد بالایی از صدمات به‌طور مستقیم و یا غیر مستقیم به وضعیت نامطلوب برنامه‌ریزی و شناسایی و کاهش خطرات شهری مربوط می‌شده است. در واقع می‌توان گفت که علل عمده آسیب‌ها و تلفات ناشی از زلزله را علاوه بر بی‌توجهی و سهل‌انگاری در رعایت استانداردهای ایمنی سازه‌ها، در فقدان اصول، برنامه‌ها و طرح‌های شهرسازی مناسب نیز باید جستجو کرد. توزیع نامناسب عناصر کالبدی و کاربری‌های شهری، شبکه ارتباطی ناکارآمد، بافت شهری فشرده، تراکم‌های شهری بالا، وضعیت نامناسب استقرار تأسیسات زیربنایی و کمبود فضاهای باز شهری، نقش خاصی در افزایش میزان آسیب‌های وارده به شهرها در برابر زلزله دارند (عبداللهی، ۱۳۸۲: ۷۵).

بافت‌های ناکارآمد و ناپایدار نسبت به سایر بافت‌های شهری از آسیب‌پذیری بیشتری در برابر مخاطرات طبیعی برخوردارند. بافت فرسوده، یکی از انواع این بافت‌ها است. این نوع بافت‌ها اغلب بر اساس شاخص‌های کالبدی تعریف شده‌اند، اما به‌واقع آن بخش از فضای شهری هستند که از هم جهت ساختاری و هم کارکردی دچار اختلال و ناکارآمدی شده‌اند (کمانرودی کجوری، ۱۳۸۶). شورای عالی شهرسازی و معماری ایران در مصوبه شماره ۳۰۰/۳۱۰/۱۵۳۰۱ تاریخ ۱۳۸۵/۰۴/۲۴، سه معیار ناپایداری، نفوذناپذیری و ریزدانی را به عنوان معیارهای مینا در شناسایی و تعیین بافت‌های فرسوده شهری تعیین کرده است. در آن مصوبه، ناپایداری؛ معرف نبود سیستم سازه‌ای مناسب و غیر مقاوم بودن ابنیه، نفوذناپذیری؛ معرف عدم دسترسی‌های مناسب و کمی معابر با عرض کافی (بیشتر از ۶ متر) برای حرکت سواره، و ریزدانی؛ معرف فشردگی بافت و کثرت قطعات کوچک (با مساحت کمتر از ۲۰۰ متر مربع) معرفی شده‌اند. بر اساس آن مصوبه، این معیارها در شناسایی بافت‌های فرسوده از ارزش یکسانی برخوردارند، اما نحوه اعمال آن‌ها بر برخورداری حداقل ۵۰ درصد هر بلوک شهری در یکی و یا همه آن معیارها مبتنی می‌باشد (دبیرخانه شورای عالی شهرسازی و معماری ایران، ۱۳۸۵).

در ایران در مجموع حدود ۲۷ هزار هکتار بافت فرسوده در ۸۹۴ شهر کشور وجود دارد که این عرصه شامل ۵۱ درصد مساحت و دربرگیرنده حدود ۵۲ درصد جمعیت شهری کشور می‌شود (حاتمی‌نژاد و ابدالی، ۱۳۹۶: ۶۰). بافت‌های قدیم شهرها در ایران، علاوه بر این‌که در بیشتر مواقع از نظر سازه‌ای ایمن نیستند، از اصول و ضوابط شهرسازی جدید نیز بی‌بهره‌اند. چنین بافت‌هایی به دلیل تمرکز و تراکم بیش از اندازه ساختمانی، شبکه ارتباطی ناکارآمد، ساختمان‌های سست و بدون مقاومت، فقدان نقشه‌های شهرسازی مناسب و غیره از آسیب‌پذیری بالایی در برابر سوانح برخوردارند. بافت مرکزی شهر سبزوار با وسعتی معادل ۱۷۵/۸ هکتار مساحت و حدود ۲۶۵۰۰ نفر جمعیت (شهرداری سبزوار، ۱۳۹۸). از ۵ محله اندام‌وار (ارگانیک) و بدون برنامه‌ریزی، بناهای ناپایدار، معابر کم عرض و نفوذناپذیر، و قطعات ریزدانه (فرسوده) تشکیل شده است. این بخش در پهنه خطر گسل سبزوار واقع شده و با آسیب لرزه‌ای جدی رو به رو می‌باشد. بیش از ۵۰ درصد قطعات اراضی این بخش به کاربری مسکونی تعلق گرفته است. سرانه کاربری مسکونی در این بخش حدود ۳۴/۴۱ متر مربع می‌باشد.



شکل ۱: نقشه موقعیت گسل‌های اصلی و فرعی واقع در شهرستان سبزوار نسبت به شهر سبزوار

منبع: <http://www.sabzevarecotourism.blogfa.com>

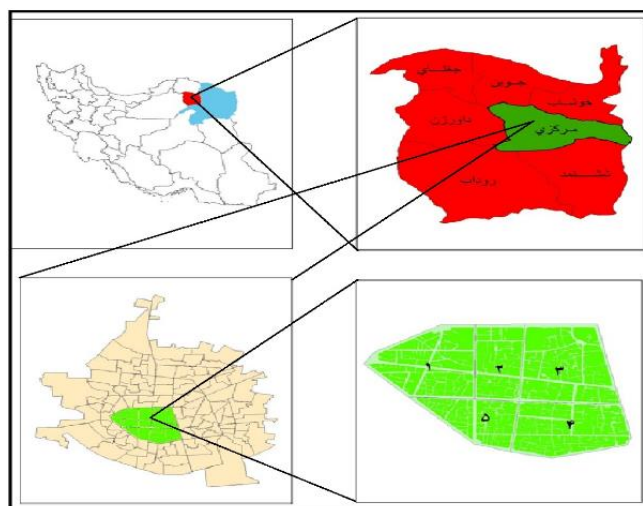
پیشینه‌های تاریخی حکایت از آن دارد که شهر سبزوار و منطقه پیرامون آن به دور از خطرات احتمالی زلزله‌های مخرب و ویرانگر نمی‌باشد. زلزله ویرانگری در سال ۴۳۱ ه.ش در سبزوار و در امتداد باغان-گرماب رخ داده و پس‌لرزه‌های آن به مدت یک ماه ادامه داشته و آن شهر و باروی آن را به ویرانه‌ای تبدیل کرده است. زلزله‌های دیگری در سال ۱۳۰۸ و در فاصله سال‌های ۱۳۴۰ تا ۱۳۵۱ با بزرگی ۶/۹ ریشتر در این شهر رخ داده است. همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، گسترش این شهر به سمت شمال، آن را به کانون زلزله نزدیک‌تر کرده است. بخش وسیعی از این شهر در فاصله ۱ تا ۲ کیلومتری و مابقی آن در فاصله ۳ تا ۵ کیلومتری گسل واقع شده است. حدود ۱۱ کیلومتر مربع از وسعت شهر سبزوار در پهنه خطر بسیار زیاد، ۳۷ کیلومتر در پهنه خطر زیاد، ۴۹ کیلومتر در پهنه خطر متوسط، ۶۰ کیلومتر در پهنه خطر کم و ۵۹ کیلومتر آن در پهنه خطر خیلی کم قرار دارد (امیراحمدی و آب‌باریکی، ۱۳۹۳).

تاکنون پژوهش‌های متعددی درخصوص نقش برنامه‌ریزی شهری در آسیب‌پذیری بافت‌های شهری بطور عام و بافت‌های ناکارآمد و مسئله‌دار (غیر رسمی و فرسوده) بطور خاص در برابر زلزله انجام شده است؛ امین‌زاده و عادل (۱۳۹۳) میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری قزوین در برابر زلزله را با رویکرد برگشت‌پذیری (شهرهای برگشت‌پذیر) و بر اساس معیارهای محیطی، اجتماعی، اقتصادی و کالبدی و با استفاده از روش تاکسونومی عددی انجام دادند. آن پژوهش با سطح‌بندی میزان آسیب‌پذیری نواحی آن شهر، اولویت‌بندی برنامه‌ها و تخصیص منابع در راستای کاهش آسیب‌پذیری نواحی با آسیب‌پذیری بالا را از مهمترین اقدامات پیش از بحران برشمردند. ابراهیم‌زاده و همکاران (۱۳۹۴) آسیب‌پذیری محله‌های شهر پیرانشهر در برابر زلزله را با استفاده شاخص‌ها و داده‌های کالبدی و مدل‌های چندمعیاره AHP، TOPSIS و VIKOR و GIS ارزیابی و رتبه‌بندی کردند. نتیجه نهایی آن پژوهش نشان داد که ۵۳.۳ درصد محله‌های این شهر در برابر زلزله آسیب‌پذیر هستند و برای کاهش آن باید برنامه‌ریزی متناسب در این محله‌ها انجام داد. قنبری و زلفی (۱۳۹۳) آسیب‌پذیری کالبدی نواحی شهری کاشمر در برابر زلزله را با استفاده از مدل VIKOR و AHP وزن‌دهی و اولویت‌بندی نمودند و همبستگی تراکم جمعیت و میزان آسیب‌پذیری را با استفاده از مدل اسپیرمن ارزیابی کردند. نتایج آن پژوهش نشان داد که همبستگی بالایی (۰/۵۸۶۶) بین این دو متغیر وجود دارد. نیری و همکاران (۱۳۹۷) میزان مؤلفه‌های تأثیرگذار در تاب‌آوری بافت فرسوده محله عبدالآباد منطقه ۱۹ شهرداری تهران را در مقابل زلزله با استفاده از مدل FHAP بررسی کردند. نتایج آن پژوهش نشان داد که روش فعلی مدیریت بافت‌های فرسوده کارایی لازم برای مواجهه با زمین لرزه را تدارک و عوامل مدیریتی در سطح محلات تأثیر بیشتری نسبت به سایر عوامل تأثیر پذیرفته از کاربری زمین شهری در هنگام زلزله دارند. حبیبی و همکاران (۱۳۹۵) آسیب‌پذیری منطقه ۱۰ شهر تبریز را در مقابل زلزله بر اساس شاخص‌های کالبدی و دوری و نزدیکی به گسل‌های اصلی با استفاده از مدل MIHWP و Arc GIS بررسی کردند. نتایج آن پژوهش نشان داد که قطعاتی که دارای خیابان‌های کم عرض، تعداد طبقات و درجه محصوریت بالا، مساحت کمتر، سطح اشغال، تراکم‌های ساختمانی و جمعیتی بالا، کیفیت ابنیه پایین، نوع سازه کم‌دوام، قدمت ابنیه قدیمی، فاصله زیاد تا فضای‌های باز و فاصله نزدیکی به گسل‌های اصلی بودند از آسیب‌پذیری بالایی برخوردارند.

این سوابق از جهت موضوع، شاخص و روش، شباهت زیادی با این پژوهش دارند. تفاوت این پژوهش با آن سوابق، علاوه بر محدوده مکانی، در رویکرد غالب مدیریتی آن به آسیب‌پذیری و تأسی از فرایند بازآفرینی پایدار است. این پژوهش بر آن است که با استفاده از شاخص‌های مؤثر بر میزان خطرپذیری شهر در برابر زلزله، میزان خطرپذیری محدوده مورد مطالعه را ارزیابی نماید.

داده‌ها و روش کار

محدوده جغرافیایی (مکانی) این پژوهش، بخشی از بافت فرسوده ناحیه سه شهرداری شهر سبزوار است. همان‌گونه که در شکل ۲ نشان داده شد، سبزوار یکی از شهرهای استان خراسان رضوی است که در غرب این استان و در طول ۵۷ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی و عرض ۳۶ درجه و ۸ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی واقع شده است (امیراحمدی و همکاران، ۱۳۹۱). بافت مرکزی این شهر با وسعتی معادل ۱۷۵/۸ هکتار، به خیابان‌های سیدجمال‌الدین اسدآبادی، کاشفی شمالی و جنوبی، طبرسی، بلوار امام خمینی و میدان شهید بهشتی و خیابان‌های فرعی اسرار شمالی و جنوبی، بلوار مدرس، عطاملک شمالی و جنوبی و خیابان بیهق منتهی می‌شود (مهندسیین مشاور پردازاز، ۱۳۸۹: ۱۷). این محدوده شامل ۵ محله لندام‌وار (ارگانیک) و بدون برنامه‌ریزی، بناهای ناپایدار، معابر کم عرض و نفوذناپذیر، و قطعات ریزدانه است. جمعیت این محدوده در سال ۱۳۹۸ حدود ۲۶۵۰۰ نفر اعلام شد (شهرداری سبزوار، ۱۳۹۸). بیش از ۵۰ درصد قطعات اراضی این محله‌ها به کاربری مسکونی تعلق گرفته است. سرانه کاربری مسکونی در بخش مرکزی این شهر ۳۴/۴۱ متر مربع می‌باشد. این محله‌ها در پهنه خطر گسل سبزوار واقع شده و در صورت بروز زلزله با آسیب‌های جدی رو به رو می‌شود.



شکل ۲: نقشه موقعیت سیاسی-اداری محدوده مطالعه

روش‌های ارزیابی ریسک لرزه‌ای باید امکان برآورد آسیب‌ها، توزیع اثرات و شناسایی اولیه ساختمان‌های آسیب‌پذیر برای برآورد خسارت مالی در مواقع بروز زلزله را فراهم نماید (Lestuzzi et al, ۲۰۱۶). در این پژوهش با بهره‌گیری از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به برآورد آسیب‌پذیری بافت فرسوده بخش مرکزی شهر سبزوار در برابر زلزله پرداخته شده است. اولین مرحله انجام فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، تعیین شاخص‌های مؤثر در آسیب‌پذیری می‌باشد. برای این منظور با توجه به داده‌های مورد نیاز، هشت شاخص از بین شاخص‌های مؤثر بر آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر زلزله انتخاب شدند. این شاخص‌ها شامل قدمت ساختمان‌ها، کیفیت ابنیه، نوع کاربری، ضریب اشغال قطعه زمین، تعداد طبقات، تعداد همسایگی، اندازه قطعات و دسترسی به فضای باز می‌باشند. به‌منظور تحلیل آسیب‌پذیری قطعات بخش مرکزی شهر سبزوار در برابر زلزله بر اساس این هشت شاخص از مدل $f(K^1, K^2, \dots, K^8)$ استفاده شده است. در این مدل، K_i ها، شاخص‌های مؤثر در آسیب‌پذیری یا آسیب‌پذیری تابعی از شاخص‌های K^1 تا K^8 می‌باشد.

بنابراین در تحلیل قطعات محدوده مورد مطالعه با استفاده از این مدل، قطعات تفکیکی با توجه به شرایط محدوده و متغیرهای مورد نظر، بین ۱ (آسیب‌پذیری کم) تا ۴ (آسیب‌پذیری زیاد) رتبه‌بندی شده‌اند. در گام اول، به بررسی ۹۵۴۷ قطعه

موجود در بخش مرکزی شهر سبزوار بر اساس هر کدام از شاخص‌ها پرداخته شده و آسیب‌پذیری هر قطعه مشخص گردید و نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری تهیه شده است. در گام دوم، با استفاده از مدل AHP و نرم‌افزار EXPERT CHOICE، وزن هر یک از شاخص‌ها، از طریق مقایسه دودویی آن‌ها با یکدیگر به دست آمد. در گام سوم، با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی آسیب‌پذیری بر اساس هر کدام از شاخص‌ها و نیز وزن هر شاخص، با ترکیب شاخص‌ها با یکدیگر، آسیب‌پذیری نهایی قطعات بخش مرکزی شهر سبزوار در برابر زلزله مشخص شده است. در جدول شماره ۱، وزن و شدت آسیب‌پذیری شاخص‌های هشت‌گانه در محدوده‌های مربوط به هر شاخص درج شده است.

جدول ۱: شاخص‌های بررسی و تحلیل آسیب‌پذیری بخش مرکزی شهر سبزوار در برابر زلزله

کد شاخص	شاخص	محدوده شاخص	وزن	شدت آسیب‌پذیری
K ^۱	نوع کاربری	بوستان، فضای سبز عمومی، باغات، اراضی متروکه، زمین بایر	۱	کم
		مسکونی، تجاری، فرهنگی، ورزشی، جهانگردی و پذیرایی، انبار، تعمیرگاهی و ترابری، پارکینگ، تجاری-مسکونی	۲	متوسط
		اداری، صنعتی و کارگاهی، پاساژ، بازار و ...	۳	نسبتاً زیاد
		آموزشی، مذهبی، درمانی، بهداشتی، تأسیسات و تجهیزات، شرکت نفت	۴	زیاد
K ^۲	ضریب اشغال قطعه زمین	کمتر از ۴۰ درصد	۱	کم
		۴۰ تا ۶۰ درصد	۲	متوسط
		۶۰ تا ۷۰ درصد	۳	نسبتاً زیاد
		بیش از ۷۰ درصد	۴	زیاد
K ^۳	تعداد همسایگی	بدون همسایه	۱	کم
		۱ همسایه	۲	متوسط
		۲ همسایه	۳	نسبتاً زیاد
		۳ همسایه و بیشتر	۴	زیاد
K ^۴	کیفیت ابنیه	قابل نگهداری	۱	کم
		مرمتی	۳	نسبتاً زیاد
		تخریبی	۴	زیاد
K ^۵	تعداد طبقات ساختمان	۱ طبقه	۱	کم
		۲ طبقه	۲	متوسط
		۳ طبقه	۳	نسبتاً زیاد
		۴ طبقه و بیشتر	۴	زیاد
K ^۶	اندازه قطعات	بیش از ۳۵۰ متر مربع	۱	کم
		۲۰۱ تا ۳۵۰ متر مربع	۲	متوسط
		۱۰۱ تا ۲۰۰ متر مربع	۳	نسبتاً زیاد
		کمتر از ۱۰۰ متر مربع	۴	زیاد
K ^۷	قدمت	کمتر از ۱۰ سال	۱	کم
		۱۱ تا ۲۰ سال	۲	متوسط
		۲۱ تا ۳۰ سال	۳	نسبتاً زیاد
		بیش از ۳۰ سال	۴	زیاد
K ^۸		کمتر از ۵۰ متر	۱	کم
		بین ۵۰ تا ۱۵۰ متر	۲	متوسط

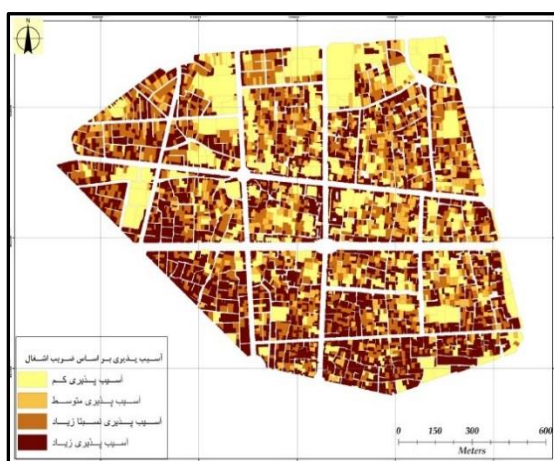
دسترسی	بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ متر	۳	نسبتاً زیاد
به فضاهای باز شهری	بیشتر از ۳۰۰ متر	۴	زیاد

شرح و تفسیر نتایج

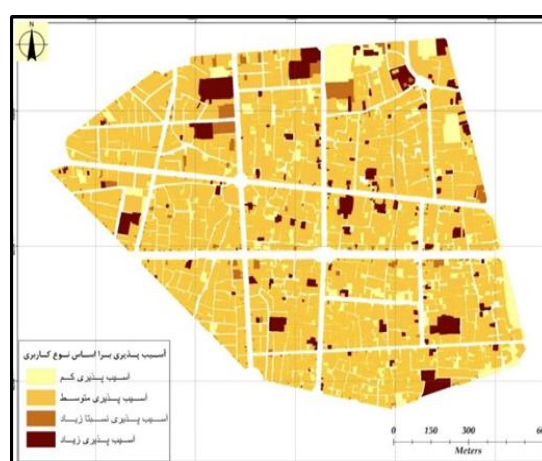
الف. نقش هریک از شاخص‌ها در آسیب‌پذیری بخش مرکزی شهر سبزوار

الف-۱. نقش شاخص نوع کاربری (کد K۱)

اجتناب از خطر، پیشگیری و انجام اقدامات کاهش آسیب‌پذیری از وقوع زلزله احتمالی، با توجه به بالابودن آسیب‌پذیری شهرهای ایران در برابر زلزله، از طریق توجه به معیارها و ضوابط برنامه‌ریزی کاربری زمین شهری امری ممکن و لازم است. ضوابط اجرایی تعیین‌کننده شکل کالبدی و کیفیت محیط شهری و در کنار آن راهبردهای مداخله در بافت شهری از جمله عوامل مؤثر در راهبردی کردن برنامه‌ریزی کاربری زمین و در واقع بازوان اجرایی آن محسوب می‌شوند (امینی و همکاران، ۱۳۸۹). همان‌گونه که در شکل شماره ۳ مشاهده می‌شود، محدوده این مطالعه از جهت متغیر کاربری زمین دارای شدت آسیب‌پذیری متوسط است. همچنین تنها ۸/۷۵ درصد کاربری‌های این محدوده دارای آسیب‌پذیری کم هستند که نشانگر محدودیت آن از کاربری‌های بوستان و فضای سبز عمومی، باغات، اراضی متروکه، زمین بایر می‌باشد.



شکل ۴: نقشه آسیب‌پذیری بخش مرکزی شهر سبزوار بر مبنای ضریب اشغال



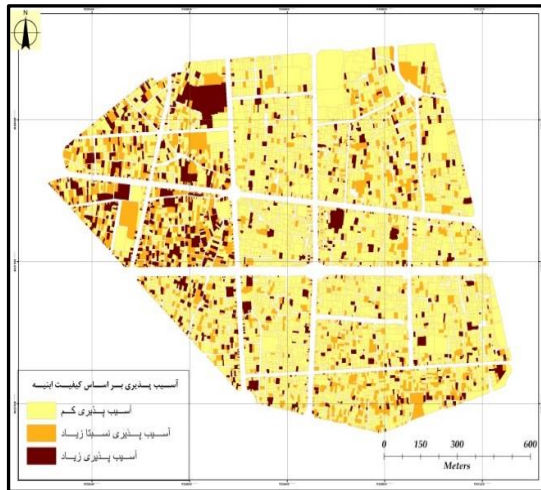
شکل ۳: نقشه آسیب‌پذیری بخش مرکزی شهر سبزوار بر مبنای نوع کاربری

الف-۲. نقش شاخص ضریب اشغال قطعات زمین (کد K۲)

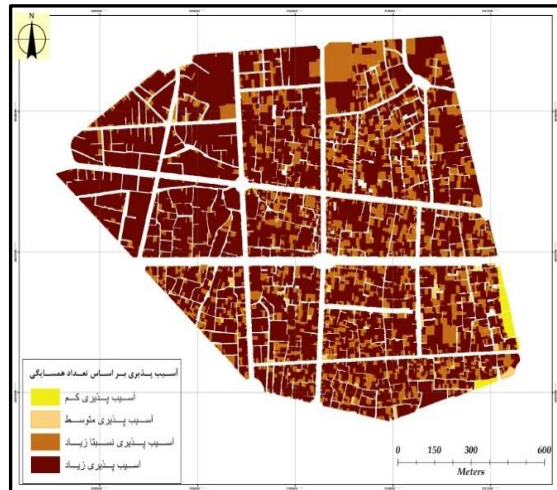
بیشترین نسبت (۷۸ درصد) قطعات اراضی بخش مرکزی شهر سبزوار به قطعات با ضریب اشغال بیش از ۷۰ درصد تعلق دارد. همان‌گونه که در شکل شماره ۴ مشاهده می‌شود، این ویژگی نشان می‌دهد که بافت مرکزی این شهر از جهت شاخص ضریب اشغال از شرایط نامناسبی برخوردار است. این شاخصه، میزان آسیب‌پذیری این محدوده را افزایش می‌دهد. این ویژگی در بخش‌های جنوبی این محدوده، شامل محله‌های چهار و پنج، بیشتر مشاهده می‌شود. محله‌های شمالی ۱ تا ۳ از این جهت وضعیت مناسب‌تری برخوردار هستند. این ویژگی ارتباط مستقیم با اندازه قطعات زمین دارد (شکل ۸).

الف-۳. نقش شاخص تعداد همسایگی (کد K۳)

ساختمان‌های با تعداد همسایگی بیشتر، از آسیب‌پذیری بالاتری در برابر وقوع زلزله برخوردارند. با توجه به بافت فشرده بخش مرکزی شهر سبزوار، تعداد همسایگی در این محدوده حدود ۳ و یا بیشتر است. حدود ۷۷ درصد بناهای واقع در این محدوده از جهت تعداد همسایگی در گروه بناهای با شدت آسیب‌پذیری بالا قرار می‌گیرند. همان‌گونه که در شکل شماره ۵ نشان داده شد، این نوع بناها بیشتر در محله ۱ وجود دارند.



شکل ۶: نقشه آسیب‌پذیری بخش مرکزی شهر سبزوار بر مبنای کیفیت ابنیه



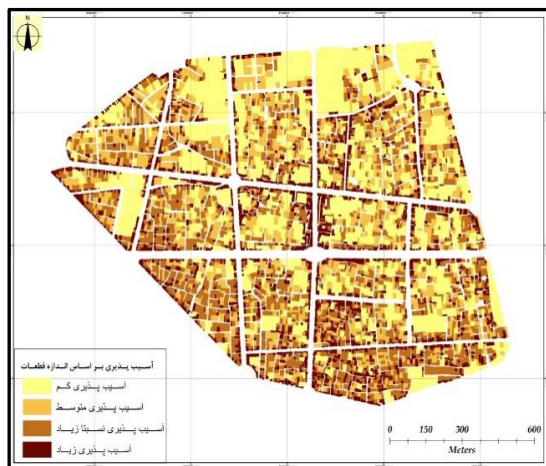
شکل ۵: نقشه آسیب‌پذیری بخش مرکزی شهر سبزوار بر مبنای تعداد همسایگی

الف-۴. نقش شاخص کیفیت ابنیه (کد K۴)

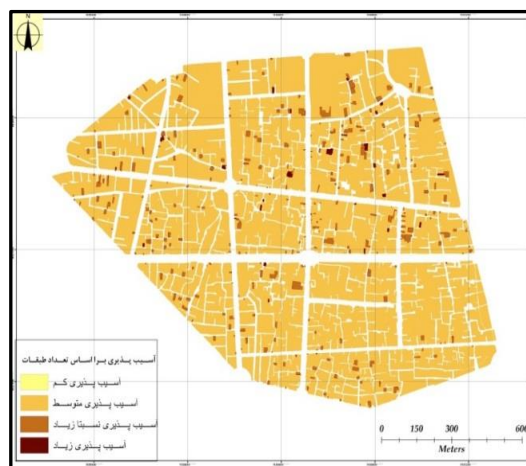
شاخص کیفیت ابنیه از نظر میزان تأثیر در آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده در برابر زلزله، در رتبه دوم قرار دارد. بر اساس این پژوهش، حدود ۲۸ درصد ابنیه واقع در این محدوده از شدت آسیب‌پذیری زیاد و نسبتاً زیاد برخوردارند. این نسبت، قابل توجه است و نشان می‌دهد که در صورت بروز زلزله‌های ضعیف و حتی پس‌لرزه‌ها نیز بخشی از این محدوده به‌آسانی تخریب خواهد شد. همان‌گونه که در شکل شماره ۶ مشاهده می‌شود، شدت آسیب‌پذیری این محدوده از این حیث، بیشتر شامل محله ۱ می‌باشد. این ویژگی با شاخص قدمت ابنیه ارتباط مستقیم دارد (شکل ۹).

الف-۵. نقش شاخص تعداد طبقات ساختمان (کد K۵)

افزایش ارتفاع و تعداد طبقات ساختمان‌ها باعث افزایش آسیب‌پذیری آن‌ها می‌شود. بطورکلی، تعداد طبقات علاوه بر آسیب‌پذیرکردن پایداری ساختمان، تخلیه و جست‌وجو و نجات و امدادسانی در مواقع وقوع زلزله را با مشکل مواجه می‌کند. همان‌گونه که در شکل شماره ۷ نشان داده شد، نسبت عمده‌ای از ساختمان‌های واقع در بخش مرکزی شهر سبزوار، یک یا دو طبقه هستند. این محدوده از این لحاظ از شدت آسیب‌پذیری کم و یا متوسط برخوردار است. این ویژگی برای این محدوده یک عامل یا نقطه قوت به حساب می‌آید.



شکل ۸: نقشه آسیب‌پذیری بخش مرکزی شهر سبزوار بر مبنای اندازه قطعات



شکل ۷: نقشه آسیب‌پذیری بخش مرکزی شهر سبزوار بر مبنای تعداد طبقات

الف-۶. نقش شاخص اندازه قطعات (کد K۶)

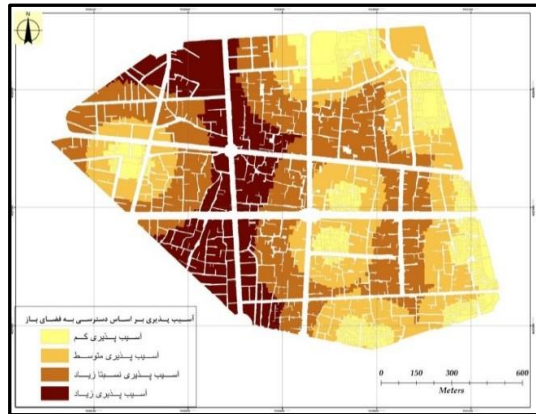
تفکیک اراضی به ابعاد کوچک، باعث خردشدن فضاهای باز می‌شود و عملاً از مفیدبودن فضای باز برای گریز و پناه‌گیری و غیره در مواقع زلزله کاسته می‌شود. بنابراین هرچه مساحت قطعات تفکیکی با توجه به نوع کاربری آن کوچک‌تر باشد، آسیب‌پذیری ناشی از وقوع زلزله نیز بیشتر می‌شود. این ویژگی در بافت‌های ریزدانه بیشتر است. همان‌گونه که در شکل شماره ۸ نشان داده شد، بیش از ۴۲ درصد قطعات واقع در بخش مرکزی شهر سبزوار از این حیث دارای آسیب‌پذیری زیاد و نسبتاً زیاد است. این ویژگی بیشتر شامل قطعات واقع در جداره (لبه) محورهای ارتباطی محله‌ها می‌شود.

الف-۷. نقش شاخص قدمت ابنیه (کد K۷)

عمر ساختمان‌ها از عوامل مؤثر در میزان آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر وقوع زلزله می‌باشد. بر اساس شکل شماره ۹، حدود ۶۷/۴۹ درصد بناهای واقع در بخش مرکزی شهر سبزوار دارای قدمت بین ۱۱ تا ۲۰ سال هستند، که از نظر آسیب‌پذیری در برابر زلزله در درجه متوسط قرار دارند. با این وجود، پایین‌بودن نسبت بناهای زیر ۱۰ سال (۲/۷۶ درصد) نشان می‌دهد که این محدوده از قدمت بناهای متوسط به بالایی برخوردار است، به نحوی که از این جهت حدود ۳۰ درصد ابنیه دارای شدت آسیب‌پذیری زیاد و نسبتاً زیاد برخوردارند. این بناها بیشتر در محله ۱ واقع شده‌اند.

الف-۸. نقش شاخص دسترسی به فضاهای باز (کد K۸)

هرچه فضاهای باز شهری بیشتر و برای گریز و پناه‌گیری، اسکان موقت و انتقال و تخلیه‌آوار ناشی از تخریب مناسب‌تر باشد، آسیب‌پذیری شهر در برابر وقوع زلزله کمتر است. برای بررسی این عامل در این پژوهش از شاخص فاصله و شعاع دسترسی به این فضاها استفاده شده است. هرچه کاربری‌ها به فضاهای باز نزدیک‌تر باشند با آسیب‌پذیری کمتر مواجه هستند و بر عکس. همان‌گونه که در شکل شماره ۱۰ نشان داده شد، حدود ۵۵ درصد بخش مرکزی شهر سبزوار از دسترسی به فضای باز در فاصله کمتر از ۱۵۰ متر بی‌بهره است و باعث شدت آسیب‌پذیری آن می‌شود. تنها ۱۶/۳۵ درصد این محدوده به فضای باز با شعاع کمتر از ۵۰ متر دسترسی دارند که البته با توجه به عرض کم و پیچ‌درپیچ بودن معابر، دسترسی به فضای باز با شعاع کمتر از ۵۰ متر، کمتر از ۱۶ درصد است.



شکل ۱۰: نقشه آسیب‌پذیری بخش مرکزی شهر سبزوار بر مبنای دسترسی به فضای باز



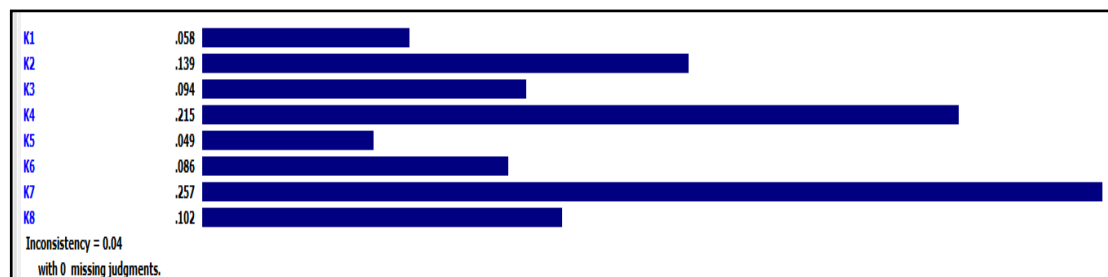
شکل ۹: نقشه آسیب‌پذیری بخش مرکزی شهر سبزوار بر مبنای قدمت ابنیه

ب. میزان آسیب‌پذیری بخش مرکز شهر سبزوار

در این قسمت به مقایسه دودویی شاخص‌ها با یکدیگر با استفاده از مدل AHP پرداخته شده است. شکل شماره ۱۱، نسبت دودویی شاخص‌ها به یکدیگر را نشان می‌دهد. در این شکل، اعداد قرمز رنگ نشان‌دهنده نسبت معکوس میان دو شاخص است. پس از مقایسه دودویی شاخص‌ها با یکدیگر، وزن نهایی هر شاخص توسط نرم‌افزار EXPERT CHOICE مشخص شده است. شکل شماره ۱۲، مقدار وزن نهایی هر کدام از شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
K1		3.0	2.0	5.0	3.0	2.0	5.0	2.0
K2			1.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0
K3				3.0	2.0	1.0	2.0	2.0
K4					3.0	3.0	2.0	2.0
K5						2.0	3.0	2.0
K6							3.0	1.0
K7								3.0
K8								

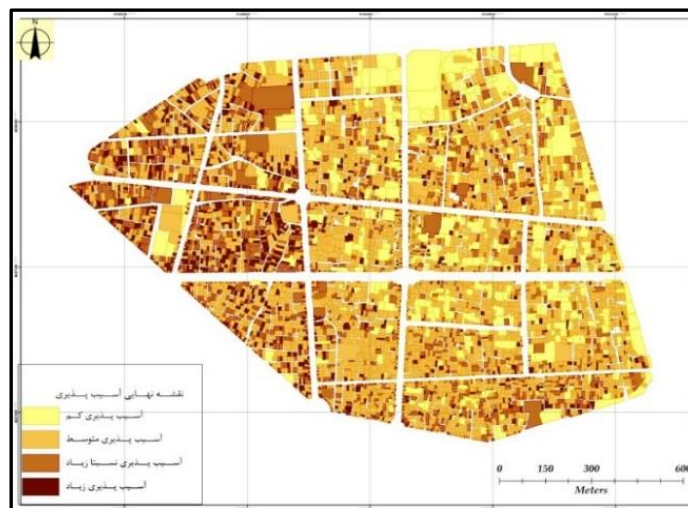
شکل ۱۱: مقایسه دودویی شاخص‌ها با یکدیگر به منظور بررسی آسیب‌پذیری قطعات بخش مرکزی شهر سبزوار



شکل ۱۲: وزن نهایی هر کدام از شاخص‌های هشت‌گانه به منظور بررسی آسیب‌پذیری قطعات بخش مرکزی شهر سبزوار

پس از انجام دو مرحله قبل، در این مرحله از همپوشانی نقشه‌های پهنه‌بندی آسیب‌پذیری بر اساس هر کدام از شاخص‌ها و وزن مشخص شده برای هر شاخص، میزان آسیب‌پذیری هر قطعه از قطعات بخش مرکزی شهر سبزوار در برابر زلزله مشخص شده است. پس از اجرای این مدل، معلوم شد که حداقل مقدار آسیب‌پذیری ۱.۲۵۷ و حداکثر آن ۳.۹۰۲ می‌باشد و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری در بخش مرکزی شهر سبزوار میان این دو عدد متغیر است. بر این اساس، آسیب‌پذیری این محدوده به چهار طبقه: ۱. آسیب‌پذیری کم، ۲. آسیب‌پذیری متوسط، ۳. آسیب‌پذیری نسبتاً زیاد، و ۴. آسیب‌پذیری زیاد تقسیم شده است.

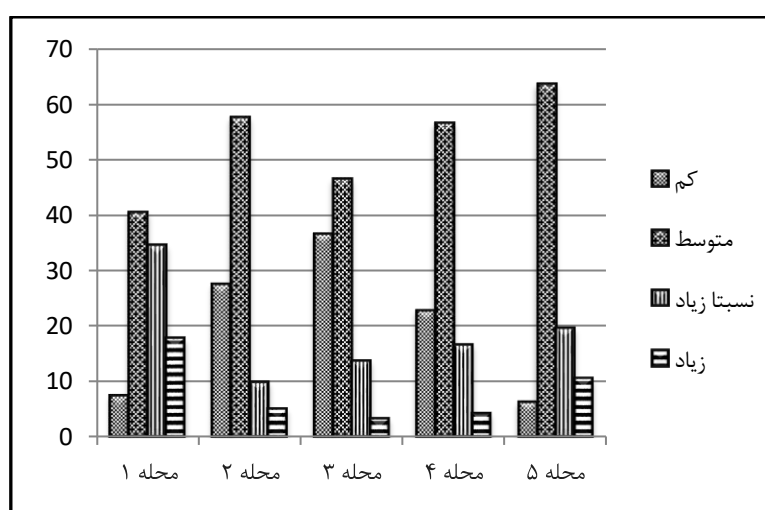
وضعیت آسیب‌پذیری بخش مرکزی شهر سبزوار در شکل شماره ۱۳ نشان داده شده است. همچنین، دامنه طبقه‌بندی شده آسیب‌پذیری، تعداد قطعات واقع شده در هر دسته به همراه مساحت هر دسته در جدول شماره ۲ درج شده است. بر اساس این جدول، ۳۳ درصد قطعات بافت بخش مرکزی شهر سبزوار جزء قطعات با آسیب‌پذیری زیاد و نسبتاً زیاد، ۶۶ درصد جزء قطعات با آسیب‌پذیری متوسط و فقط ۵ درصد جزء قطعات با آسیب‌پذیری کم قرار دارند.



شکل ۱۳: نقشه نهایی آسیب‌پذیری بخش مرکزی شهر سبزوار در برابر زلزله

جدول ۲: میزان آسیب‌پذیری بخش مرکزی شهر سبزوار در برابر خطر زلزله

طبقات آسیب‌پذیری	دامنه طبقات	تعداد قطعات	مساحت (متر مربع)	درصد به کل
کم	۱.۲۵۷ تا ۱.۹۱۸۲۵۰	۴۴۹	۲۹۳۵۸۱	۵
متوسط	۱.۹۱۸۲۵۱ تا ۲.۵۷۹۵۰۰	۵۹۳۰	۶۹۸۹۲۲	۶۲
نسبتاً زیاد	۲.۵۷۹۵۰۱ تا ۳.۲۴۰۷۵۰	۱۸۹۳	۲۶۲۹۷۷	۲۰
زیاد	۳.۲۴۰۷۵۱ تا ۳.۹۰۲۰۰۰	۱۲۷۵	۲۶۲۹۷۷	۱۳



شکل ۱۴: نمودار میزان آسیب‌پذیری محلات بخش مرکزی شهر سبزوار

بر اساس یافته‌های این پژوهش، ۳۳ درصد قطعات بافت بخش مرکزی شهر سبزوار جزء قطعات با آسیب‌پذیری زیاد و نسبتاً زیاد، ۶۲ درصد جزء قطعات با آسیب‌پذیری متوسط و فقط ۵ درصد جزء قطعات با آسیب‌پذیری کم هستند. قسمت‌هایی از بافت فرسوده بخش مرکزی شهر سبزوار که دارای حداکثر آسیب‌پذیری می‌باشد، از نظر بیشتر معیارهای مربوط به کاربری زمین، دارای شرایط نامناسب است، به طوری که نوع کاربری، ضریب اشغال قطعه زمین، اندازه قطعات، تعداد همسایگی، دسترسی به فضاهای باز عمومی و تعداد طبقات ساختمان در محله یک و بخش‌هایی از محله پنج دارای شرایط نامناسب می‌باشد. به عبارتی دیگر، شاخص‌های کاربری زمین، نقش مستقیم و مؤثری در میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده بخش مرکزی شهر سبزوار در برابر زلزله دارند.

زمینه‌های ناپایدار محیطی (به‌ویژه زمین‌شناختی)، ساختار کالبدی ارگانیک و مدیریت شهری متفرق موجب شدند که بافت بخش مرکزی شهر سبزوار در معرض آسیب‌پذیری بالا در برابر زلزله قرار بگیرد. از بین این عوامل، عامل محیطی و ساختار کالبدی، برآیند تحولات زمین‌ساختی و رشد شهرنشینی، گسترش افقی شهرها و زوال (اجتماعی و اقتصادی) بخش مرکزی این شهر هستند و ناگزیر به‌نظر می‌رسند. اما عامل مدیریت، نقش بیشتر در آسیب‌پذیری به جهت اتخاذ نوع مداخله (رویکرد، هدف، سیاست، طرح، برنامه) و راهبری روند توسعه و مواجهه با زوال این بافت و بازساخت آن دارد. مهمترین نارسایی مدیریت شهری در این خصوص، تکیه بر مداخله‌های تک‌بعدی (کالبدی) متمرکز و پروژه‌ای بجای بازآفرینی پایدار به‌عنوان یک نظام اجتماعی و مدیریتی یکپارچه موضوعی و مبتنی بر پویا و ظرفیت‌های محلی است. به دلیل پایداری این نارسایی ساختاری مدیریتی، به‌رغم این‌که برخی از بافت‌های ناکارآمد (نیروگاه و عیدگاه، گلستان، صالح‌آباد) این شهر به‌عنوان محلات هدف بازآفرینی تعریف شده‌اند، در ناهماهنگی‌های بین بخشی و سطوح محلی تا ملی به بازآفرینی منتهی نشده‌اند.

در فرایند بازآفرینی بخش مرکزی شهر سبزوار، با رعایت ضوابط و مقررات مربوط به شاخص‌های کاربری زمین که عمده‌تاً در برنامه‌ریزی‌های کاربری زمین لحاظ می‌شود، می‌توان شدت آسیب‌های این بافت را در برابر زلزله کاهش داد. برای نمونه، یکی از راه‌های ایمن‌سازی این بافت در برابر زلزله، بهسازی بافت‌های فرسوده و تخریب و بازسازی بناهایی است که از آسیب‌پذیری بالایی برخوردارند. در بخش مرکزی شهر سبزوار حدود ۱۲۵۸۸۹ متر مربع از مساحت قطعات باید در اولویت بهسازی قرار گیرند و ۱۴۴۴۹ متر مربع از مساحت قطعات این بخش که از شدت آسیب‌پذیری بسیار بالایی برخوردارند، نیازمند بازسازی هستند. این قطعات از روی هم‌اندازی لایه کیفیت بنا و لایه آسیب‌پذیری نهایی قطعات به دست آمده است، به طوری که بناهایی که دارای کیفیت بسیار پایین و بیشترین آسیب‌پذیری را دارند انتخاب شده‌اند. بررسی نقشه قطعات تخریبی و نقشه آسیب‌پذیری ناشی از دسترسی به فضای باز نشان می‌دهد که قسمت‌های غربی محله ۱ و ۵ از هر دو نظر آسیب‌پذیر است. لذا در این محدوده، احداث سه فضای سبز عمومی (بوستان) در قطعاتی که باید تخریب شوند لازم است تا دسترسی به فضای باز در مواقع زمین‌لرزه امکان‌پذیر شود.

منابع

- ابراهیم‌زاده، عیسی؛ دیمن کاشفی و احمد حسینی. ۱۳۹۴. ارزیابی آسیب‌پذیری محله‌های شهری در برابر زلزله (نمونه موردی: شهر پیرانشهر). *فصلنامه برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا)*، (۱) ۵: ۱-۲۶.
- اسمیت، کیت. ۱۳۸۲. *مخاطرات محیطی*. ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی‌نژاد. چاپ اول. انتشارات سمت. تهران.
- احدنژاد روشتی، محسن. ۱۳۸۸. *مدل‌سازی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله-نمونه موردی: شهر زنجان*. پایان‌نامه‌ی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری. دانشگاه تهران. تهران.
- امیراحمدی، ابوالقاسم و زکیه آب‌باریکی. ۱۳۹۳. ریزپهنه‌بندی خطر زلزله شهر سبزوار با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، ۳۵: ۱۵۲-۱۳۳.

- امیراحمدی، ابوالقاسم؛ ابوالفضل بهنیا فر و مجید ابراهیمی. ۱۳۹۱. ریزپهنه‌بندی خطر سیلاب در محدوده شهر سبزوار در راستای توسعه پایدار شهری. *فصلنامه آمایش محیط*، ۱۶: ۱۷-۳۲.
- امین‌زاده، بهرام و زینب عادل. ۱۳۹۳. سنجش میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در مواقع بروز بحران زلزله (مطالعه موردی: نواحی شهر قزوین). *نشریه هفت‌شهر*، ۸(۲۰): ۵-۱۶.
- امینی، الهام؛ فرح حبیب و غلامحسین مجتهدزاده. ۱۳۸۹. برنامه‌ریزی کاربری زمین و چگونگی تأثیر آن در کاهش آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله. *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۳: ۱۷۴-۱۶۱.
- انوری، حسن. ۱۳۸۲. *فرهنگ بزرگ سخن (جلد اول)*. چاپ دوم. انتشارات سخن. تهران.
- حاتمی‌نژاد، حسین و یعقوب ابدالی. ۱۳۹۶. سنجش آسیب‌پذیری سازه‌های بافت فرسوده شهری در برابر مخاطرات با رویکرد پدافند غیر عامل (مورد: بافت فرسوده مرکزی کلانشهر اهواز). *فصلنامه اطلاعات جغرافیایی (سیهر)*، ۴۰(۱): ۱۷۲-۱۵۹.
- حبیبی، کیومرث؛ محمد عزتی؛ کمال ترابی و عزت‌پناه بختیار. ۱۳۹۵. بررسی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از مدل MIHWP (مطالعه موردی منطقه ۱۰ تبریز). *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۰(۵۸): ۱۱۸-۱۰۱.
- دبیرخانه شورای عالی شهرسازی و معماری ایران. ۱۳۸۵. *بافت‌های فرسوده شهر تهران*. مصوبه شماره ۳۰/۳۱۰/۱۵۳۰۱-۳۰۰/۴/۲۴-۱۳۸۵/شورای عالی شهرسازی و معماری ایران.
- رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا؛ محمود قدیری؛ اکبر پرهیزگار و سیاوش شایان. ۱۳۸۸. تحلیلی بر دیدگاه‌های نظری آسیب‌پذیری جامعه نسبت به مخاطرات طبیعی. *فصلنامه مدرس علوم انسانی (برنامه‌ریزی و آمایش فضا)*، ۶۰: ۶۲-۲۹.
- زنگی‌آبادی، علی و نازنین تبریزی. ۱۳۸۵. زلزله تهران و ارزیابی فضایی آسیب‌پذیری مناطق شهری. *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی*، ۵۶: ۱۱۵-۱۳۰.
- شایان، سیاوش؛ غلامرضا زارع و یعقوب حق‌پناه. ۱۳۹۲. لرزه‌خیزی ایران و مقاوم‌سازی مدارس. *نشریه رشد آموزش جغرافیا*، ۳: ۲۵-۱۹.
- شهرداری سبزوار. ۱۳۹۸. *جمعیت بافت (بخش) مرکزی شهر سبزوار*. شهرداری سبزوار (شهرداری منطقه ۱).
- عبدالهی، مجید. ۱۳۸۲. *مدیریت بحران در نواحی شهری (زلزله و سیل)*. چاپ دوم. انتشارات شهرداری‌ها. تهران.
- قنبری، ابوالفضل و علی زلفی. ۱۳۹۳. ارزیابی آسیب‌پذیری شهری در برابر زلزله با تأکید بر مدیریت بحران شهری در شهر کاشمر. *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۱(۴): ۷۴-۵۹.
- کمانرودی کجوری، موسی و سیمین تولائی. ۱۳۹۶. *مخاطرات، بحران‌ها و آسیب‌های انسانی شهری-در: مخاطرات محیطی (مجموعه مقالات)*. چاپ اول. انتشارات دانشگاه خوارزمی: ۱۶۸-۱۱۷.
- کمانرودی کجوری، موسی. ۱۳۸۶. تعاریف فرسودگی و نظام مداخله. *فصلنامه اندیشه/ایران‌شهر*، ۹ و ۱۰: ۳۵-۲۹.
- مرکز آمار ایران. ۱۳۹۰. نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن (بلوک‌های آماری شهر سبزوار).
- منزوی، مهشید؛ محمد سلیمانی؛ سیمین تولایی و اسماعیل چاووشی. ۱۳۸۸. آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده بخش مرکزی شهر تهران در برابر زلزله (مورد: منطقه ۱۲). *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، ۷۳: ۱۸-۱.
- مهندسین مشاور پردازاز. ۱۳۸۸. *طرح توسعه و عمران (جامع) و حوزه نفوذ شهر سبزوار*. وزارت مسکن و شهرسازی. سازمان مسکن و شهرسازی استان خراسان رضوی.
- نیری، مهدی؛ اسماعیل شیعه؛ محمود رضایی و نویر سعیدی رضوانی. ۱۳۹۷. مدیریت تاب‌آوری محله در مواجهه با زلزله در بافت‌های فرسوده شهری به روش FAHP (نمونه موردی: محله عبدل آباد شهر تهران). *فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)*، ۸(۲): ۹۳-۲۷.
- Ghasemi, F.; E. Rahmani; Q. Naimi and M. Dalir. ۲۰۱۴. To Study the Effect of Crisis Management in Reducing the Damages Caused by Earthquake in Urban Decay: Case Study: Chahbahar Town. *Arabian Journal of Business and Management Review*, ۱۰: ۷۴-۵۹.
- Glavovic, B. C. ۲۰۱۰. The role of land-use planning in disaster risk reduction: An introduction to perspectives from Australasia. *Australasian Journal of Disaster and Trauma Studies*, (۱), ۱-۲۲.
- Godschalk, D.R.; E.J. Kaiser and P.R. Berke. ۱۹۹۸. *Integrating hazard mitigation and local land-use planning*. In Burby, R.J. (Ed.) *Cooperating with Nature: Confronting Natural Hazards with Land-Use Planning for Sustainable Communities*. Washington, D.C.: Joseph Henry Press: ۸۵-۱۱۸.
- Fischer, III; S. Henry; K. Charls and C.J. Geiger. ۱۹۹۶. Reducing Seismic Vulnerability in low to moderate risk areas. *Disaster Prevention and Management*, Vol ۵.

Imani, B.; R. Kanooni; M. Biniiaz and A. Alimohammadi .۲۰۱۶. Urban Decay Vulnerability Mitigation Strategies against Earthquake Case Study: Imamzadeh Hasan Neighborhood in Tehran. *Journal of Bagh-e NAZAR*, ۳۹: ۷۵-۹۰.

Lestuzzi, P.; S. Podesta; C. Luchini; A. Garofano; C. Kazantzidou-Firtinidou; P. Bozzano; A. Bischof; J. Haffter and D. Rouiller .۲۰۱۶. Seismic vulnerability assessment at urban scale for two typical Swiss cities using Risk-UE methodology. *Journal of Natural Hazards*, ۸۴(۱): ۲۴۹-۲۶۹.

Bandyopadhyay, Ch. ۲۰۱۴. *Training Module on Urban Risk Mitigation*. National Institute of Disaster Management. New Delhi-۱۱۰۰۰۲.

UNDP .۲۰۰۴. *Reducing disaster risk: A challenge for development*. A global report. New York Prevention and Recovery. www.undp.org.

<http://www.sabzevarecotourism.blogfa.com/category/۵/۵>

