فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای
سال یازدهم، شماره ۲، بهار ۱۴۰۰
صص: ۱۱۴-۹۱

سنجش تاب‌آوری کالبدی شهر قزوین در برابر زلزله با رویکرد ساختگاه طبیعی شهر

جواد پورشریفی

دانشجوی دکتری شهرسازی، گروه شهرسازی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

منوچهر طبیبیان[۱]

استاد، گروه شهرسازی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

استاد، گروه شهرسازی، دانشگاه تهران، تهران ، ایران

محمد مسعود

گروه شهرسازی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

گروه شهرسازی، دانشگاه هنر، اصفهان، ایران

شیرین طغیانی

استادیار، گروه شهرسازی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۸/٤/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۲/۲۰

چکیده

شهرها سیستم‌های به هم پیچیده و به هم وابسته‌ای هستند که نسبت به سوانح طبیعی همچون زلزله بسیار آسیب‌پذیرند. این مقاله علاوه بر متغیرهای لحاظ شده توسط سایر پژوهشگران در رابطه با کالبد شهرها ، با در نظر گرفتن شرایط ساختگاه طبیعی شهرها نگاه عمیق‌تری بر تاب-آوری در شهرها در برابر زلزله داشته، نوعی مدل تاب‌آوری ارائه نموده و آن را بر روی شهر قزوین که در منطقه به شدت لرزه‌خیز و پهنه با خطر نسبی بالا قرار دارد، مورد بحث قرار داده است. با استفاده از روش‌های تجزیه و تحلیل کمی و کیفی، داده‌های پژوهش پردازش و با تحلیل روابط بین متغیرها، وضعیت تاب‌آوری شهر قزوین تعیین گردید. نظر به اهمیت همزمان داده‌های توصیفی و مکانی شهر قزوین از نرم افزار G.I.S جهت تحلیل اطلاعات استفاده گردیده، همچنین در ارزیابی ضریب اهمیت متغیرهای اثرگذار از روش تحلیل سلسله مراتبی و نرم افزار Expert choice استفاده شده است. در نهایت اصول و معیارهای مستخرج شده از دیدگاه متخصصین شهری با وضعیت فعلی شهر مقایسه شده و از این طریق نقاط آسیب‌پذیر شهر قزوین با تفکیک متغیر مشکل‌ساز شناسایی گردیده است. خروجی مدل نشان می‌دهد وسعت آسیب‌پذیری در شهر قزوین به اندازه‌ای است که عملاً راهبرد اقدام در زمان اختلال و بازگشت به حالت اولیه بی‌تأثیر است و تمرکز باید بر خود سازماندهی و افزایش ظرفیت در زمان پیش از وقوع زلزله باشد.

کلمات کلیدی: زلزله، تاب‌آوری شهری، بستر طبیعی قزوین، مدل تاب‌آوری، شهر قزوین.

۱- (نویسنده مسئول) tabibian@ut.ac.ir

مقدمه

شهرها به دلیل پیچیدگی ساختار درونی و اثرپذیری از متغیرهای مختلف در زمره شکننده‌ترین سکونتگاه‌های زیستی به شمار می‌روند. این موضوع در کشورهای در حال توسعه همچون ایران وضعیت نامناسب‌تری را نشان می‌دهد. وقوع ساده‌ترین حوادث طبیعی همچون بارش برف زندگی روزمره در این شهرها را کاملاً مختل می‌کند، و بازگشت به حالت اولیه زمان زیادی را می‌طلبد. حال با توجه به واقعیت‌های موجود در این سکونتگاه‌ها، در صورت بروز حوادث مخرب‌تری همچون زلزله، شرایط این شهرها قطعاً شکننده‌تر و زمان بازگشت به وضعیت عادی بسیار طولانی‌تر و هزینه‌برتر خواهد بود. بنابراین کاهش خطر سوانح از اهمیت خاصی برخوردار است و ضرورت دارد جایگاهی مناسب در سیاست‌گذاری‌ها از سطح ملی گرفته تا محلی هر کشور باز کرده تا بتوان شرایط مطلوبی برای کاهش خطر موثر و کارا در سطوح مختلف ایجاد نماید (حاجی نژاد و همکاران، ۱۳۹٤: ۵).

مخاطرات طبیعی پتانسیل این امر را دارند که در نبود سیستم‌های تقلیل، به سوانحی هولناک بدل شوند. اگرچه برخی از ابزارهای پیش‌بینی‌کننده بکار گرفته شده‌اند، اما واقعیت این است که مخاطرات آتی را نمی‌توان بر اساس شواهد پیش‌بینی کرد و همچنین نمی‌توان به راحتی حالت، اندازه و مکان این مخاطرات را از پیش بیان کرد. بنابراین افزایش یا بهبود توان ظرفیتی یک سیستم برای ایستادگی و بازیابی در برابر مخاطرات بسیار مهم است (آفریدی، ۱۳۹۰: ٦).

درک واقعیت حاکم بر یک شهر و شناسایی مناطق آسیب‌پذیر با دقت بسیار بالا، آشنایی با نوع خطرات موجود در هر نقطه و پیشنهاد راهکار منحصر به فرد برای هر معضل شهری گام مهمی در حرکت به سوی تاب‌آوری شهری است. مهمترین چالش در بسیاری از تحقیقات در این زمینه، کلی‌نگری در ارائه راهکارها در سطح شهرها و عدم توجه به عوامل مختلف آسیب‌رسان در مناطق مختلف شهری است (رضایی، ۱۳۸۹: ۸۳).

مطابق طرح پهنه‌بندی خطر لرزه‌خیزی ارائه شده برای کشور ایران توسط مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، شهر قزوین در منطقه به شدت لرزه‌خیز و پهنه‌ی با خطر نسبی بالا قرار دارد (آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله، ۱۳۸٤: ٥٦). این موضوع به دلیل نزدیکی شهر قزوین به گسل فعال شمال قزوین با طول بیش از ٦۰ کیلومتر و توان لرزه‌زایی ۷/۲ ریشتر می‌باشد. زلزله‌های روی داده در این منطقه در طی دهه‌های گذشته دلیل محکمی برای اثبات این موضوع می‌باشد. از سویی دیگر شهر قزوین در دهه‌های اخیر به سوی اراضی واقع در شمال شهر و به سمت گسل فعال شمال قزوین توسعه و گسترش یافته است. به همین دلیل در این پژوهش زلزله که یکی از سوانح طبیعی مهم در این منطقه به شمار می‌رود و احتمال رویداد آن در آینده نیز خیلی زیاد است، برای شهر قزوین در نظر گرفته شده است. بر این اساس سوال اصلی در این پژوهش به این شرح است: چگونه می‌توان آسیب‌پذیری مناطق مختلف شهر قزوین را با توجه به شرایط ساختگاهی آن مورد سنجش قرار داد و بر اساس عوامل آسیب‌رسان راهبردهای مناسب اتخاذ نمود؟

بررسی تحقیقاتی که تا پیش از این در زمینه تاب‌آوری صورت پذیرفته، می‌تواند جنبه‌های پنهانی از موضوع را به ما نمایان سازد. ساخت مدل‌های عملیاتی و تحقیقاتی در مناطق مختلف دنیا با توجه به شرایط مختلف حاکم بر آنها دید وسیع‌تری را پیش روی محققین قرار می‌دهد. در ارتباط با موضوع پژوهش حاضر و معرفی سوابق مطالعات مربوط به تاب‌آوری شهری در ایران، می‌توان به تحقیقات محدودی که پیرامون این موضوع در سازمان‌های مربوطه و

جامعه دانشگاهی انجام شده است اشاره نمود. در جدول (۱) تعدادی از عناوین تحقیقات صورت گرفته در ایران و سایر کشورها در زمینه تاب‌آوری به صورت خلاصه گردآوری شده است.

این مطالعات پیرامون مفهوم تاب‌آوری انجام شده و به عناصر مطرح در آن و ابعاد تاب‌آوری و ارتباط آن با سایر مفاهیم اشاره می‌نماید و یا مباحث نظری و عملی می‌باشند که مطالعات و اقداماتی را در زمینه‌ی ایجاد شهرهای تاب‌آور مطرح نموده‌اند. در مجموع بررسی مطالعات، پژوهش‌ها و تجارب مرتبط با تاب‌آوری در سایر کشورها نشان می‌دهد که عمده‌ی آنها در زمینه‌ی ارزیابی و ایجاد تاب‌آوری به معیارهای عمومی جهت سنجش تاب‌آوری سیستم‌های مختلف اشاره نموده و برخی نیز با مطرح نمودن تاب‌آوری در ابعاد مختلف، معیارها و شاخص‌های مربوطه با هر بعد را ارائه نموده‌اند.

جدول ۱- تعدادی از پژوهش‌های انجام شده در مورد تاب‌آوری شهرها در برابر زلزله

محقق	سال	عنوان تحقیق
کیومرث حبیبی و همکاران	۱۳۸۷	تعیین عوامل ساختمانی موثر در آسیب‌پذیری بافت کهن‌شهری زنجان
قنواتی و شیخی	۱۳۸۹	نقش برنامه‌ریزی شهری در کاهش خطر زلزله در بافت‌های فرسوده در منطقه ۱۲ تهران
حسینی و همکاران	۱۳۸۹	تعیین مسیرهای انسداد در هنگام وقوع زلزله در شهر مشهد
آفریادی و همکاران	۱۳۹۰	ارزیابی کاربری زمین شهری با توجه به خطرات زلزله
جلالی و فلاح	۱۳۹۱	بازسازی تاب‌آور پس از زلزله ۱۳۸۲ بم
فردوسی و فیروزجاه	۱۳۹۳	بررسی میزان تاب‌آوری شبکه معابر شهری
حاجی نژاد و همکاران	۱۳۹٤	بررسی عوامل موثر بر آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در مناطق شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل تحلیل سلسله مراتبی
محمدپور و همکاران	۱۳۹۵	تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری در بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله
باستا و همکاران	۲۰۰۷	روش‌های ارزیابی خطرپذیری فضایی با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی
تیلیو و همکاران	۲۰۱۱	شهر تاب‌آور خطر لرزه‌ای، چند رویکرد فضایی به شهر
دی سوزا و فلانری	۲۰۱۳	طراحی، برنامه‌ریزی و مدیریت شهرهای تاب‌آور: یک ساختار مفهومی
اواسماریا استومپ	۲۰۱۳	مفهومی نو در شهر؟ تاب‌آوری در شهرهای تاب‌آور
شریفی و یاماگاتا	۲۰۱٤	اصول و معیارهای توسعه شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری جوامع شهری
گریشما و همکاران	۲۰۱۵	تاب‌آوری حوادث در شهرهای در معرض آسیب از طریق توسعه واحدهای همسایگی
باربارا پیزو	۲۰۱۵	طرح مسئله تاب‌آوری: تفاسیری در زمینه نظریه و عمل برنامه‌ریزی
اسپانس و همکاران	۲۰۱٦	ایجاد تاب‌آوری در شهرهای سراسر جهان
هاوکو و همکاران	۲۰۱۷	آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری به عنوان بخشی از مفهوم شهر تاب‌آور

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

براساس اطلاعات به دست آمده از مطالعه منابع و تحقیقات انجام شده، به غیر از مطالعات دانشگاهی مرتبط با موضوع تاب‌آوری، اقدامی به صورت عملی در جهت ارزیابی تاب‌آوری شهرهای ایران در هر یک از ابعاد تاب‌آوری و افزایش تاب‌آوری آنها توسط سازمان‌ها و نهادهای مربوطه انجام نشده است. مطالعات نام برده شده در جدول (۱) نیز عمدتاً به بحث تاب‌آوری شهر در برابر زلزله پرداخته و یا به صورت کلی تاب‌آوری نمونه‌ی مورد نظر را مورد بررسی قرار داده‌اند. در برخی نیز به تاب‌آوری اجتماعی ـ توانایی جامعه‌ی بشری برای مقاومت کردن و بهبود یافتن از شوک‌های اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی اشاره شده است. در این موارد تمرکز بر روی سنجش سطح تاب-آوری جوامع شهری بوده است و اغلب پس از تعیین مؤلفه‌های تأثیرگذار با استفاده از پرسشنامه سطح تاب‌آوری را در نمونه‌ی مورد نظر بررسی کرده‌اند ولی اقدامی در جهت حفظ وضعیت در صورت مطلوب بودن سطح تاب‌آوری و یا ارائه مدلی برای ارتقاء تاب‌آوری در صورت نامطلوب بودن وضعیت، در ایران انجام نگرفته و گزارش نشده است.

بر اساس آنچه از مطالعات پیشین به دست آمده است، متغیرهای بسیار زیادی در زمینه تاب‌آوری شهر در برابر زلزله مطرح هستند. همچنین بحث تاب‌آوری در ابعاد مختلف مطرح شده است، لیکن آنچه در بین همه این مطالعات مغفول مانده و یا به نظر می‌رسد به درستی مورد ارزیابی قرار نگرفته است، عبارت است از:

الف) در شرایط خاص ایران که در کمربند زلزله قرار دارد تا کنون مطالعات یا به صورت خیلی جزیی بوده و در حد واحد مسکونی مطالعات صورت پذیرفته یا در حد فراشهری. نکته‌ای که مغفول مانده، آن است که بستر شهر در زمان زلزله نقش مهمی دارد و این نقش با توجه به وسعت شهر در هر ناحیه شهری اثر متفاوتی دارد. لذا تبیین مدلی که بستر و اجزا شهر را به درستی با یکدیگر ببیند، امری است که تا کنون مورد توجه واقع نشده است.

ب) نگاه متفاوت به مقیاس کار (به عبارت دیگر تقسیم شهر به پهنه‌های مختلف بر اساس شرایط بستر آن) شرایط تحلیل را متفاوت می‌نماید. لذا نیاز به بازتعریف درستی از متغیرها با توجه به این نوع رویکرد به موضوع احساس می‌شود.

پ) برای درک درست فاصله شرایط آسیب‌پذیر کنونی تا شرایط تاب‌آور ایده‌آل، لازم است با بهره‌گیری از نظر متخصصین امر، بر اساس متغیرهای اصلی، سنجه‌ها به درستی تعریف گردد. فقدان حداقل‌های لازم جهت دستیابی به تاب‌آوری شهر در برابر زلزله یکی از مجهولات تحقیقات پیشین در ایران است.

از زمان مطرح شدن مفهوم تاب‌آوری و انجام تحقیقات مختلف در خصوص ویژگی‌ها و چگونگی دست‌یابی به شهرهای تاب‌آور حدود چند دهه می‌گذرد، و در این فاصله زمانی با رویکردهای متفاوت به ابعاد این موضوع نگاه شده است. از آنجا که محتوای رشته شهرسازی شامل فرم فضا و فعالیت می‌باشد، لذا بررسی تاب‌آوری شهرها از جنبه کالبدی اهمیت زیادی پیدا می‌کند. جنبه کالبدی شهر خود دارای مولفه‌هایی مهم و تأثیرگذار است. به همین جهت تدوین مدلی مناسب نیازمند بررسی عمیق و جامع از موضوع می‌باشد. بی‌تردید شناخت فضای مفهومی تاب-آوری اولین گام و لازمه انجام یک مطالعه تاب‌آوری می‌باشد و موجب درک بهتر از موضوع می‌شود.

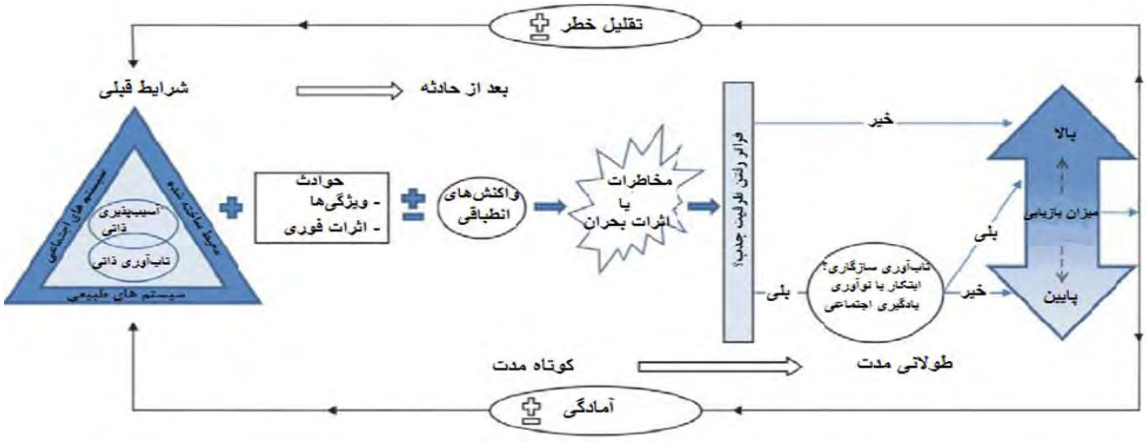
در پژوهش حاضر، ابتدا از طریق مطالعات اسنادی، شناخت اولیه جهت تدقیق موضوع به دست خواهد آمد. از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و اسناد و مدارک، نظریات و تجربیات مرتبط با موضوع، مورد مطالعه و بررسی قرار خواهد گرفت. در بحث مبانی نظری از مطالعات کتابخانه‌ای و روش توصیفی و در ادامه روش تحلیل محتوای متن و مقایسه‌ای استفاده می‌گردد. بنابراین کلیه اطلاعات مورد نیاز در ارتباط با رویکرد شهر تاب‌آور، تفکر تاب‌آوری و ابعاد آن و مؤلفه‌های تأثیرگذار بر تاب‌آوری شهری، از طریق مراجعه به کتاب‌ها، مقاله‌ها، پایان‌نامه‌ها و سایت‌های اینترنتی مرتبط گردآوری خواهد شد. اطلاعات جمع-آوری شده به صورت توصیفی مورد بررسی و سپس تحلیل قرار می‌گیرد.

بر پایه مدل پیشنهادی تاب‌آوری شهر قزوین در برابر زلزله، از ۳۱ متخصص شهری نظرسنجی و مصاحبه به عمل آمد. با استفاده از روش‌های تجزیه و تحلیل کمی و کیفی، داده‌های پژوهش پردازش و با تحلیل روابط بین متغیرها، وضعیت تاب‌آوری شهر قزوین تعیین گردید. در پژوهش حاضر به جهت تخصصی بودن فرآیند تحقیق و رویکرد اکتشافی در موضوع متخصصین حوزه شهرسازی، واحد تحلیل بوده و به صورت تصادفی انتخاب گردیده‌اند. نظر به اهمیت همزمان داده‌های توصیفی و مکانی شهر قزوین از نرم‌افزار G.I.S جهت تحلیل اطلاعات استفاده گردیده، همچنین در ارزیابی ضریب اهمیت متغیرهای اثرگذار از روش تحلیل سلسله مراتبی و نرم‌افزار این مدل به نام Expert choice استفاده شده است. در نهایت اصول و معیارهای استخراج شده از دیدگاه متخصصین شهری با وضعیت فعلی شهر مقایسه شده و از این طریق نقاط آسیب‌پذیر شهر قزوین با تفکیک متغیر مشکل‌ساز شناسایی گردیده است. تعیین اصول و معیارها با راهنمایی متخصصین شهری طی فرآیند پروژه در تعیین راهبردها در برخورد با معضلات هر منطقه کمک شایانی می‌نماید.

چارچوب نظری

یکی از جنبه‌های بسیار اساسی در مطالعات و تحقیقات مرتبط با تاب‌آوری و اجتماعات تاب‌آور در برابر مخاطرات طبیعی، دست پیدا کردن به شیوه مناسب از سنجش میزان تاب‌آوری است. از آنجایی که همه تحقیقات مربوط به مخاطره و سوانح طبیعی در جهت بهبود علمی و فناوری و به منظور کاهش خطر سوانح گام برمی‌دارند، به علت ماهیت چندوجهی تاب‌آوری ـ که شامل ابعاد اکولوژیکی، اقتصادی، نهادی و اجتماعی است ـ گذار از چارچوب‌های مفهومی به ارزیابی آن پیچیده و چالش برانگیز شده است. از آنجایی که مدل‌های تاب‌آوری به بررسی انعطاف‌پذیری جوامع برای کاهش آسیب‌پذیری در مقابل پیامدهای مخاطرات می‌پردازند، لازم است این مدل‌ها مورد مطالعه و تحلیل قرار گیرند. تاکنون، محققان مدل‌های متعددی پیشنهاد کرده‌اند که هر یک به جنبه‌هایی خاص از تاب‌آوری در برابر سوانح پرداخته‌اند. بیشتر مدل‌هایی که ارائه شده است، بر عوامل مشابهی (مانند اقتصادی، سرمایه‌ها، مهارت‌ها، اطلاعات، دانش، حمایت و شبکه‌های حمایتی، دسترسی به خدمات و ارزش‌های مشترک جامعه) که می‌توانند باعث کاهش آسیب‌پذیری و افزایش تاب‌آوری جامعه به دنبال تهدیدهایی مثل سوانح طبیعی شوند، توجه کرده‌اند. به عبارت دیگر، سرمایه اجتماعی را می‌توان مفهوم مشترک در همه این مدل‌ها دانست که به صورت مثبت با تاب‌آوری جامعه همراه است. از این رو، محدودیت بیشتر این مدل‌ها تمرکز روی یک یا چند بعد از تاب‌آوری با مداخله و مشارکت اندک اجتماعات محلی است و در سطحی وسیع‌تر به این مفهوم نمی‌پردازند. بنابراین، لازم است با توجه به ماهیت چند بعدی تاب‌آوری (اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی ـ محیطی که اجماع علمی هم در این زمینه وجود دارد، مدل‌هایی ارائه و پیشنهاد شوند که به این موارد توجه داشته باشند. از این رو از بین مدل‌های ارائه شده، مدل مکانی کاتر برای ارزیابی و سنجش تاب‌آوری در مقابل سوانح طبیعی مناسب می‌باشد، زیرا مدل مکانی کاتر به ابعاد چهارگانه یاد شده توجه کرده است. در شکل ۱ نمای شماتیک مدل مکانی تاب‌آوری بحران کاتر آورده شده است. این مدل به منظور ارائه رابطه بین تاب‌آوری و آسیب‌پذیری طراحی شده است که پایه تئوریک داشته، قابلیت کمی شدن دارد و می‌تواند به عنوان رفع مشکلات حقیقی در مکان‌های حقیقی به کار رود. همچنین چارچوب جدیدی از تاب‌آوری سوانح در مدل مکانی به منظور بهبود ارزیابی مقایسه‌ای تاب‌آوری سوانح در سطح محلی و جامعه ارائه می‌کند. به عنوان گام اول یک مجموعه پیشنهادی از متغیرهای اکولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی، نهادی و صلاحیت اجتماعی برای اجرا این مدل ارائه شده است. به طور خلاصه می‌توان گفت در مدل مکانی کاتر، تاب‌آوری به عنوان فرآیندی دینامیک و وابسته به شرایط پیشین، شدت سوانح، زمان بین مخاطرات و تاثیر عوامل برون‌گرا تعریف می‌شود.

در تحقیقات متعددی که در زمینه شهر و زلزله صورت پذیرفته، متغیرهای موثر زیر مورد اشاره قرار گرفته‌اند که می‌توان در جدول شماره ۲ مشاهده نمود.



شکل ۱: ارائه شماتیک مدل مکانی تاب‌آوری بحران کاتر (رضایی، ۱۳۸۹: ۸۳)

جدول ۲: متغیرهای موثر بر تاب‌آوری شهر در برابر زلزله

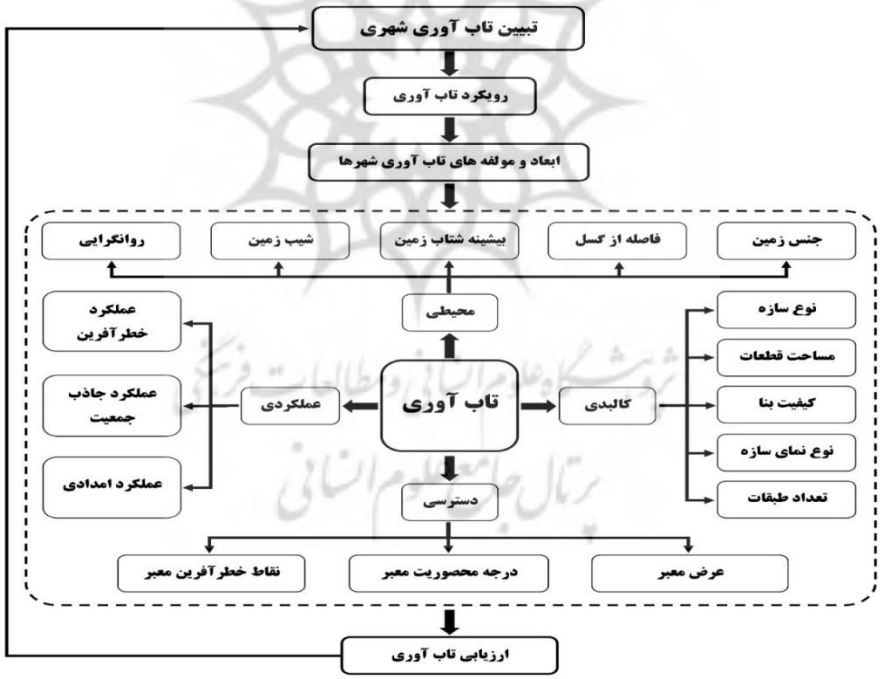
محقق	سال	عنوان تحقیق	متغیر
کیومرث حبیبی و همکاران	۱۳۸۷	تعیین عوامل ساختمانی موثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان	قدمت ساختمان، اسکلت ساختمان، کیفیت بنا، مساحت قطعه تفکیکی، ترکیب توده و فضا، تعداد طبقات، درجه محصوریت، عرض معابر، فاصله سکونتگاه‌ها از فضای بی‌کالبد، فاصله کم مراکز درمانی، دسترسی به مراکز آتش‌نشانی
قنواتی و شیخی	۱۳۸۹	نقش برنامه ریزی شهری در کاهش خطر زلزله در بافت‌های فرسوده در منطقه ۱۲تهران	تراکم جمعیت، شبکه ارتباطی، همجواری کاربری‌ها و تأسیسات و تجهیزات شهری
آفریدی و همکاران	۱۳۹۰	ارزیابی کاربری زمین شهری با توجه به خطرات زلزله	کاربری زمین
جلالی و فلاح	۱۳۹۱	بازسازی تاب‌آور پس از زلزله ۱۳۸۲ بم	فضاهای ایمن چندعملکردی، نفوذپذیری و دسترسی‌های مناسب همه شمول در بافت شهر
فردوسی و فیروزجاه	۱۳۹۳	بررسی میزان تاب‌آوری شبکه معابر شهری	محصوریت معبر، نوع و طول معبر، شیب معبر، تقاطع‌های معبر، کیفیت کف معبر
حاجی‌نژاد و همکاران	۱۳۹٤	بررسی عوامل موثر بر آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در مناطق شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل تحلیل سلسله مراتبی	تراکم جمعیت، تراکم ساختمان، کیفیت ابنیه، نوع مصالح
محمدپور و همکاران	۱۳۹۵	تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری در بافت‌های فرسودهٔ شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله	وسعت و پوشش جمعیتی نقاط
باستا و همکاران	۲۰۰۷	روش‌های ارزیابی خطرپذیری فضایی با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی	دسترسی به اطلاعات خطر، ارتباط سازمان‌های ذی‌نفع با مسئول، بانک اطلاعات جغرافیایی
تیلیو و همکاران	۲۰۱۱	شهر تاب‌آور خطر لرزه‌ای، چند رویکرد فضایی به شهر	ساختار طبیعی، جامعه ساکن و فعالیت‌های دولتی
دی‌سوزا و فلانری	۲۰۱۳	طراحی، برنامه‌ریزی و مدیریت شهرهای تاب‌آور: یک ساختار مفهومی	کالبدی، قانونی، فضای سایبری

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

به طورکلی بر اساس تجربیات بدست آمده از زلزله‌های گذشته و بررسی میزان و نحوه توزیع آسیب‌های ناشی از آنها برای ایمنی در مقابل مخاطرات ناشی از زلزله، دو عامل اساسی ایمنی سازه و ایمنی ساختگاه یا محل احداث سازه در نظر گرفته می‌شود. ایمنی ساختگاه در هنگام زلزله بستگی به مخاطرات ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی نظیر زمین لغزش، روانگرایی و تشدید حرکات زمین به علت اثر شرایط ساختگاهی دارد. شرایط ساختگاهی نقش مهمی در میزان تخریب سازه‌ها ایفا می‌کند. یکی از روش‌های بررسی و پیش‌بینی به منظور اجتناب یا مقابله با پدیده‌های فوق، تهیه نقشه‌های خاص پهنه‌بندی حاوی اطلاعاتی در مورد پتانسیل‌های بروز خطرات می‌باشد. از نقشه‌های ریز پهنه‌بندی فوق می‌توان در برنامه‌ریزی شهری، جایابی سازه‌های مهم و تأسیسات و شریان‌های حیاتی شهری، و یا اتخاذ تدابیر طراحی برای ساخت سازه‌ها و همچنین در برنامه‌ریزی مدیریت بحران در حین وقوع زلزله و یا در تعیین تاب‌آوری شهرها در قبل از وقوع زلزله استفاده کرد (پورشریفی، ۱۳۷٦: ۳۷).

شتاب حداکثر زمین (PGA) بیشترین شتابی است که بر روی شتابنگاشت مشاهده می‌گردد، این شتاب یکی از مقیاس‌های اندازه‌گیری شدت حرکت زمین است که در طراحی به کار برده می‌شود (پورشریفی، ۱۳۷٦: ۳۹).

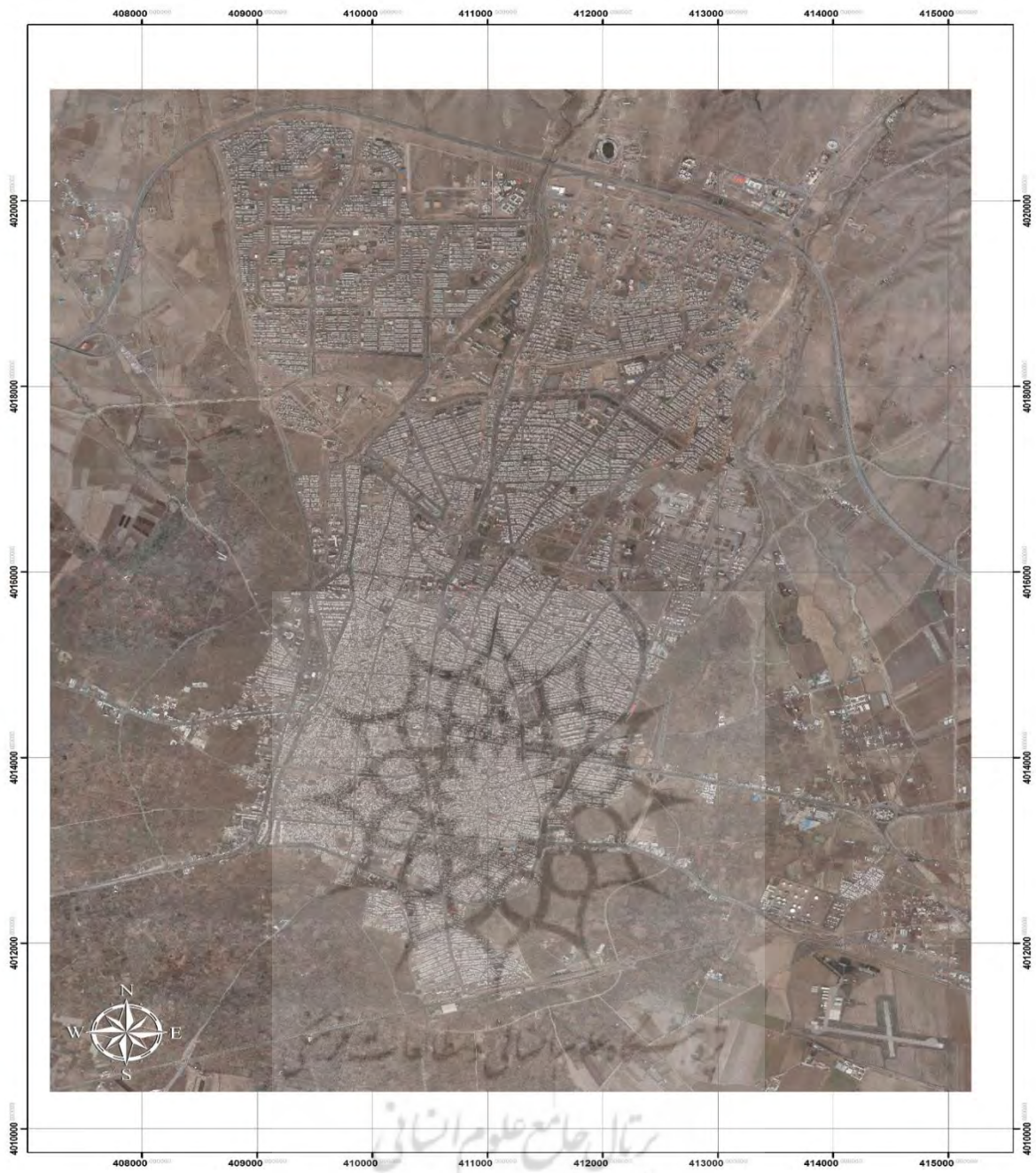
با توجه به گستردگی تعاریف و کاربردهای مفهوم تاب‌آوری در این مقاله سعی بر آن شده که مناسب‌ترین تعریف از بین تعاریف موجود شناسایی شود که این تعریف از تاب‌آوری تعریف آقای میلتی (۱۹۹۹) می‌باشد. همچنین با مطالعه چارچوب‌ها و مدل‌های معرفی شده در زمینه تاب‌آوری بهترین مدل یا چارچوب که نزدیک به مباحث تاب-آوری ساختاری ـ کالبدی باشد، برای انجام عملیات بعدی انتخاب گردد. از این رو از بین مدل‌های ارائه شده، مدل مکانی کاتر برای ارزیابی و سنجش تاب‌آوری در مقابل سوانح طبیعی به عنوان مناسب‌ترین مدل در این پژوهش برای ارائه مدل بومی‌سازی و مبنای کار برای تحلیل تاب‌آوری در مواجهه با زلزله استفاده شده است. از جمله محدودیت‌های این پژوهش عدم وجود چارچوبی تثبیت شده در زمینه متغیرها می‌باشد که امکان انتخاب متغیرها را با مشکل مواجه می‌سازد؛ بنابراین با مطالعه و بررسی تحقیقات داخلی و خارجی انجام شده، مناسب‌ترین آن‌ها که هم تأثیر بسزایی بر میزان تاب‌آوری ساختاری ـ کالبدی داشته باشند و هم سازگار با خصوصیات کالبدی و طبیعی شهر قزوین باشند و همچنین در مقیاس شهری باشند و بتوانند بهترین نتیجه را در زمینه تاب‌آوری ساختاری ـ کالبدی را مشخص نماید، استخراج شده است. با توجه به برآیند دیدگاه‌هایی که مورد بررسی قرار گرفت، چنین استنباط می‌گردد که تاب‌آوری شهر در برابر زلزله با تمرکز بر کالبد شامل ابعاد و شاخص‌هایی به شرح شکل ۲ می‌باشد.



شکل ۲: مدل مفهومی تاب‌آوری منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

مطالعه موردی شهر قزوین

قلمرو مکانی این پژوهش، کل مناطق شهر قزوین می‌باشد به همین خاطر در این بخش توضیحاتی مختصر در مورد شهر قزوین آورده شده است . این شهر از شمال به کمربندی اتوبان تهران ـ قزوین ـ رشت و از جنوب به خط راه آهن و از شرق و غرب به باغ‌های سنتی محدود است.



شکل ۳ : عکس هوایی شهر قزوین منبع : گزارش طرح توسعه و عمران شهر قزوین، ۱۳۸۵

حوزه شهری قزوین در دامنه‌های جنوبی رشته‌کوههای البرز و شمال دشت قزوین واقع‌شده است. بطورکلی بخش جنوبی حوزه استحفاظی قزوین بصورت دشت و بخش شمال آن بصورت کوهپایه و ناهموار و با شیب کم می باشد. در شکل ۳ عکس هوایی شهر قزوین که گویای موقعیت شهر قزوین و عوارض توپوگرافی آن می باشد آورده شده است (طرح توسعه و عمران شهر قزوین، ۱۳۸۵، ١٤).

با توجه به ساختار موجود شهر و برنامه توسعه آتی آن و رعایت عوامل مهمی چون آستانه جمعیتی، مساحت، شبکه‌های اصلی ساختار شهر (شامل محور مجهز شمالی- جنوبی و محور شرقی-غربی) شهر قزوین به ۳ منطقه و ۱۹ ناحیه تقسیم‌شده است (طرح توسعه و عمران شهر قزوین، ۱۳۸۵، ١٤).

از نظر زمین شناسی منطقه مورد مطالعه بخشی از دامنه جنوبی البرز میانی است. ساختهای زمین‌شناسی عمده منطقه و عملکرد نیروهای تکتونیکی متأثر از ساختهای زمین شناسی البرز می‌باشد. گسل‌های متعدد با توان لرزه‌زایی بالا در حوزه‌ای به شعاع ٦٥ کیلومتر از مرکز شهر قزوین وجود دارند. براساس مطالعات صورت گرفته وجود گسل‌های اصلی و تأثیرگذار در نزدیکی شهر به اثبات رسیده است . بطورکلی بررسی زلزله‌های گذشته منطقه قزوین نشان می‌دهد که گستره فوق و پیرامون آن از دیدگاه لرزه‌زمین‌ساختی به‌شدت فعال و لرزه‌خیز بوده و سرگذشت پرجنبشی را پشت سر گذاشته است. این بررسیها نشان می‌دهد که گسل شمال قزوین می‌تواند سبب بروز زمین‌لرزه‌های مخربی گردد که باید در برنامه‌ریزی‌های مربوط به ساخت‌وساز و توسعه شهر به آن توجه داشت (پورشریفی، ٧٢:١٣٧٦) .

سنجش میزان تاب‌آوری شهر قزوین در برابر زلزله با استفاده از مدل تاب‌آوری

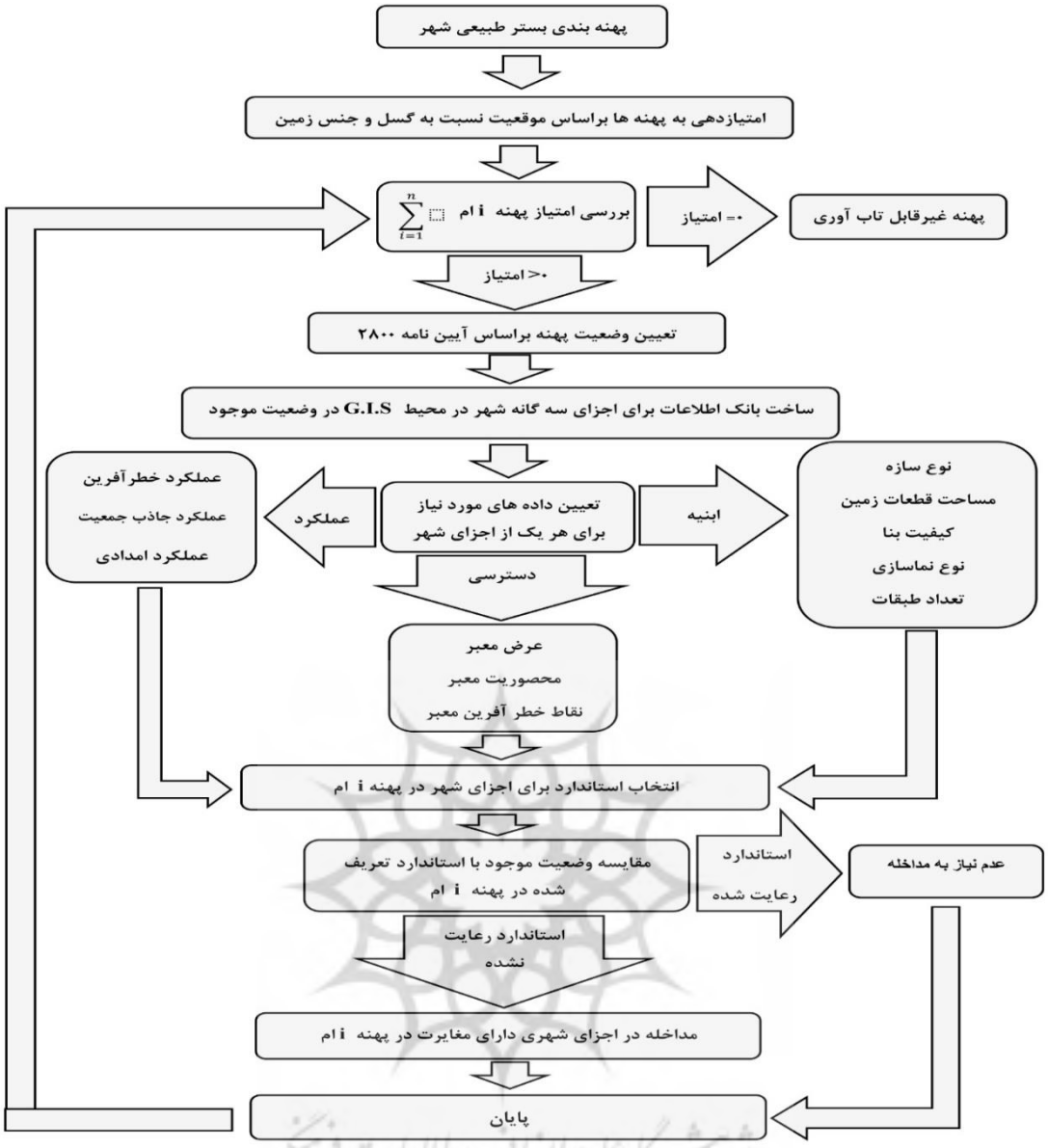
آنچه از مفهوم تاب‌آوری برمی‌آید عبارت است از «جذب اختلالات و بازگشت به حالت قبلی»، «خودسازماندهی» و «افزایش ظرفیت یادگیری و سازگاری». راهبردهای سه گانه فوق، راهنمایی جهت دست‌یابی به هدف تاب‌آوری هستند (رضایی، ١٣٨٩: ٦٤). جهت سنجش میزان تاب‌آوری شهر قزوین لازم است ابتدا تأثیر متغیرهای موثر بر شهر قزوین ارزیابی گردند و سپس درک درستی از شرایط کنونی شهر به دست آوریم.

بر اساس مطالعات پورشریفی در سال ١٣٧٦ با عنوان تحلیل شرایط ساختگاهی شهر قزوین دو متغیر «جنس زمین» و «فاصله از گسل» بر میزان خسارت وارد بر ابنیه موثر می‌باشد. وی تأثیر همزمان این دو متغیر ساختگاهی را به صورت نقشه‌ای تحت عنوان «پهنه‌بندی ماکزیمم شتاب زمین در محدوده شهر قزوین» خروجی گرفته است. بر اساس این مقاله ماکزیمم شتاب زمین تنها متغیر ساختگاهی برای شهر قزوین می‌باشد.

پس از بررسی متغیرهای مختلفی که در رابطه با زلزله و شهر تا کنون بیان شده است، به یک الگوی قابل تامل می‌توان دست یافت. چنانچه تاب‌آوری شهر در برابر زلزله هدف نهایی یک تحقیق باشد، باید با نگاه سیستماتیک به مسئله، شهر را به صورت یک سیستم دید، که هم اجزای درونی آن روابط مختلف چند سویه با یکدیگر دارند و هم کل سیستم با محیط اطرافش دارای کنش و واکنش است. از همین رو دو مبحث مهم در اینجا مطرح می‌شود:

الف – بستر طبیعی شهر: در اینجا موضوع ارتباط خارجی سیستم مورد نظر (شهر) با محیط خارج از آن است. همانگونه که در استاندارد ٢٨٠٠ آمده است بنا نهادن هر گونه تاسیسات در حریم گسل‌ها اکیداً ممنوع است (آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله، ١٣٨٤: ٥٦). این به آن مفهوم است که بستر طبیعی که شهر در آن استقرار دارد، نقش بسیار مهمی در زمینه تاب‌آوری بازی می‌کند. به عبارت دیگر چنانچه در ابتدای امر محیط خارجی قابل قبول نباشد، هرگونه بحث جهت تاب‌آور نمودن سیستم در برابر زلزله، امری بی‌معنی می‌باشد. البته در خصوص متغیرهای دخیل در این زمینه نیاز است با دقت بیشتر عمل گردد تا میزان تناسب شرایط محیطی جهت دست‌یابی به تاب‌آوری به خوبی تبیین گردد. در ادامه متغیرهای دخیل در این بخش از الگو به صورت شفاف تشریح شده است.

ب – اجزای شهر: در اینجا رابطه زیرسیستم‌های موجود در سیستم کلی شهر مورد نظر است. قطعاً هر زیرسیستم به علت داشتن ویژگی‌هایی که دارد، بر روی سایر زیرسیستم‌ها تأثیر می‌گذارد. به عنوان مثال، ویژگی ارتفاع ابنیه بر محصوریت و عملکرد شبکه معابر تاثیرگذار است. در این بخش می‌توان با تبیین الگویی مناسب با توجه به شرایط اجزا در هر منطقه از شهر راهکارهای متفاوتی ارائه نمود که به تاب‌آوری در برابر زلزله کمک نماید.



شکل ٤: الگوریتم مدل شهر تاب‌آور در برابر زلزله منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

از آنچه که بیان گردید ساختار کلی مدل را می‌توان به صورت شکل شماره ٤ نمایش داد. همانگونه که در الگوریتم نمایش داده شده ملاحظه می‌گردد، فرآیند بررسی از بستر طبیعی شهر شروع می‌شود. اگر امتیاز بستر طبیعی شهر صفر باشد، یعنی شهر در منطقه‌ای واقع شده است که از نظر آئین‌نامه‌های رسمی کشور احداث هر گونه ابنیه در آنها غیرمجاز است و لذا کل فرآیند متوقف می‌گردد. اما در صورتی که امتیاز شهر از بستر طبیعی بیشتر از صفر باشد، در این صورت ابتدا به بررسی اجزای مختلف شهر پرداخته و با توجه به امتیاز هر یک از اجزا به صورت راهکارهای مختلف تجویز می‌گردد.

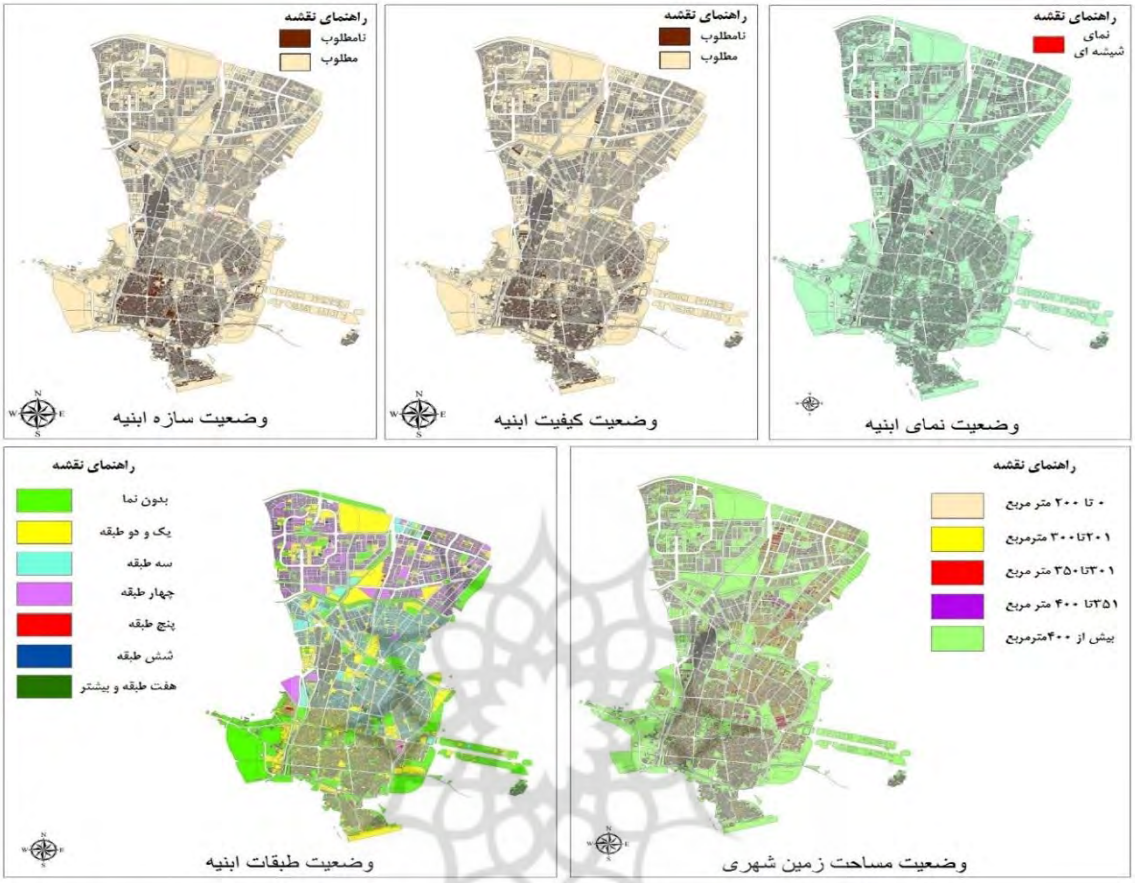
در این مقاله متغیرهای اجزای شهر در سه دسته بصورت زیر تفکیک گردیده‌اند:

الف – ابنیه: شامل متغیرهای نوع سازه، مساحت قطعات زمین، کیفیت بنا، نوع نماسازی و تعداد طبقات

ب – دسترسی: شامل متغیرهای عرض معبر، محصوریت معبر و نقاط خطرآفرین معبر

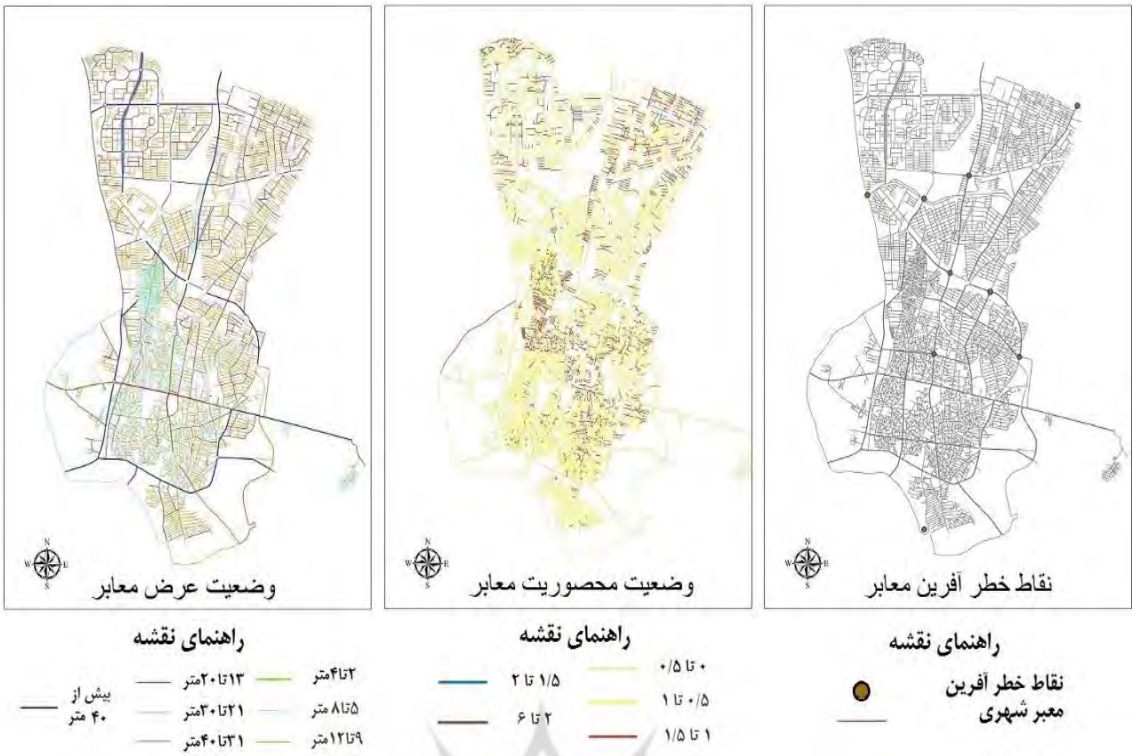
ج – عملکرد: شامل متغیرهای عملکرد خطر آفرین، عملکرد جاذب جمعیت و عملکرد امدادی

تحلیل سیستماتیک متغیرهای موثر، این توانمندی را برای الگوی پیشنهادی ایجاد می‌نماید که یکی از راهبردهای سه‌گانه فوق را جهت نیل به هدف تاب‌آوری، شناسایی نمود. طبق خروجی‌های گرفته شده از داده‌های اطلاعات جغرافیایی وضعیت شهر قزوین به صورت نقشه‌های (۱) الی (٤) می‌باشد.



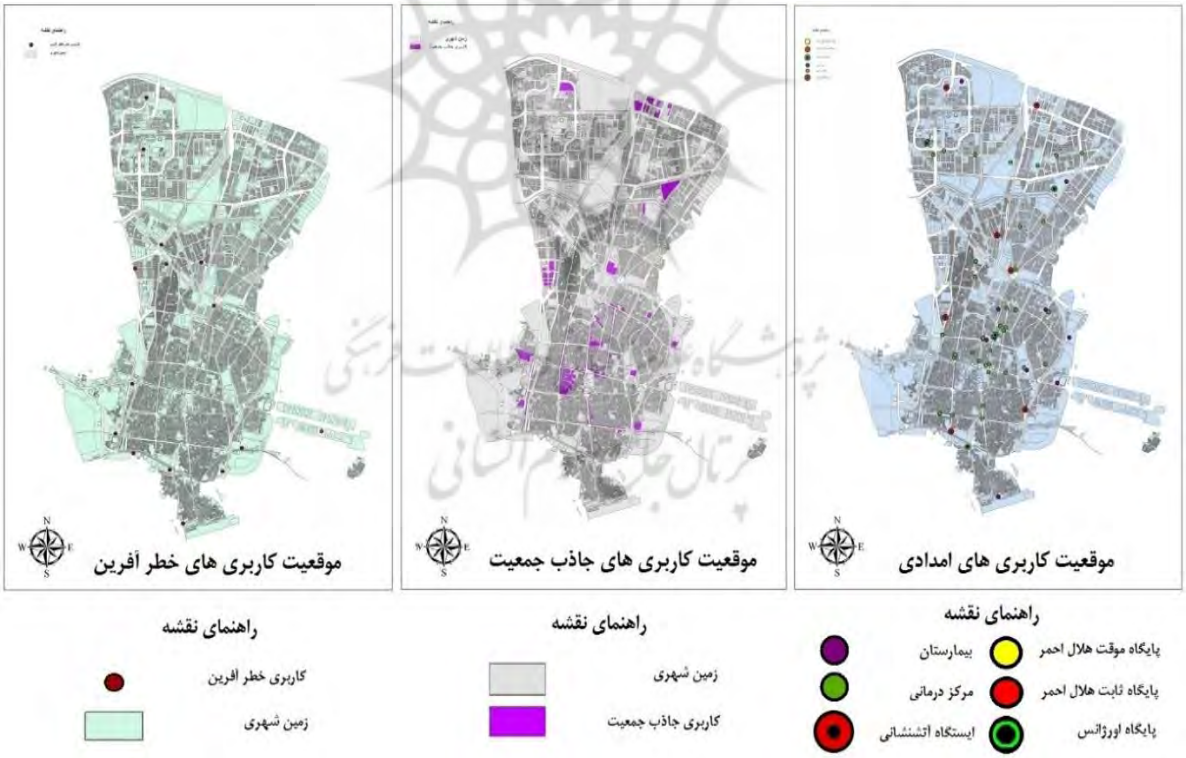
نقشه ۱: وضعیت ابنیه شهر قزوین در محیط GIS بر اساس پنج متغیر منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



نقشه ۲: وضعیت شبکه دسترسی شهر قزوین در محیط GIS بر اساس سه متغیر

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



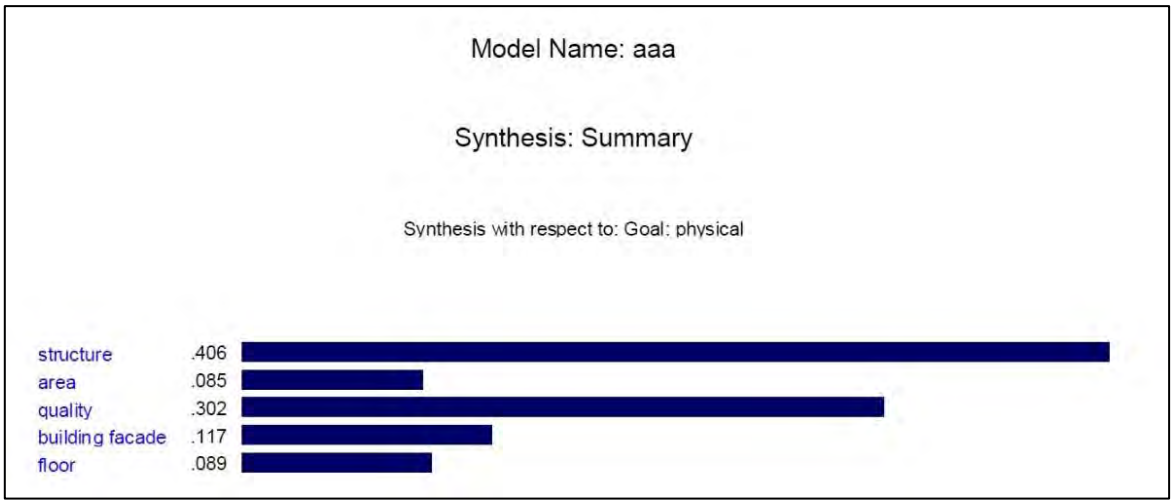
نقشه ۳: وضعیت عملکرد زمین‌های شهری قزوین در محیط GIS بر اساس سه متغیر

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

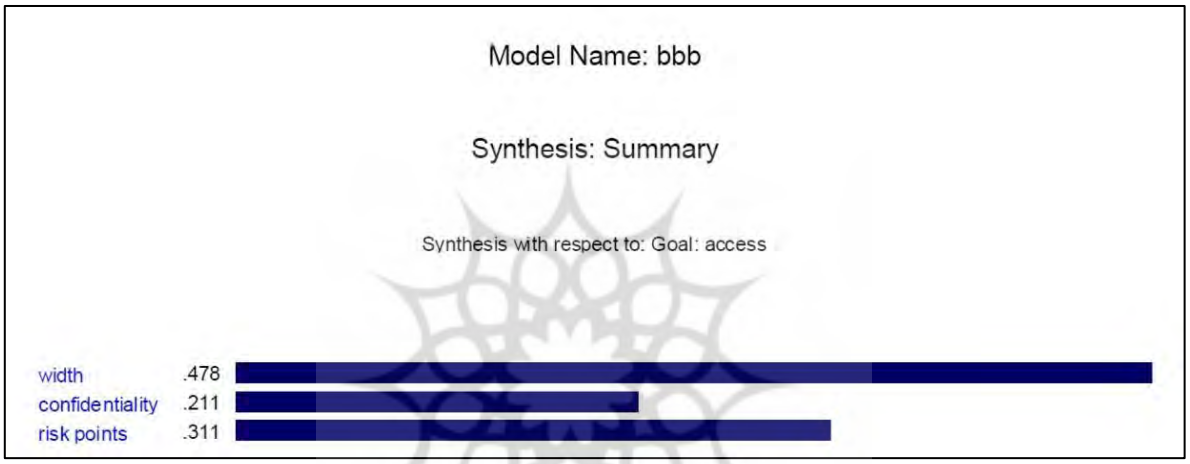
نقشه ٤: پهنه‌بندی بیشینه شتاب زمین در محدوده شهر قزوین

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

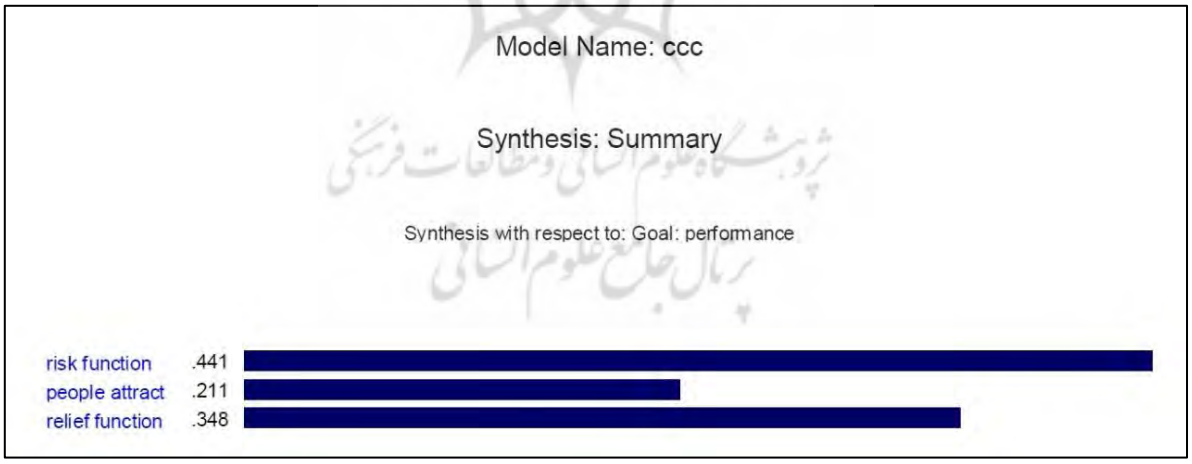
نکته قابل تامل در اینجا، آن است که تمامی این متغیرها به یک میزان بر شهر تاثیر نمی‌گذارند و لازم است توسط متخصصین شهری وزن‌دهی شوند. با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی ضریب اهمیت متغیرها به صورت نشان داده شده در نمودارهای زیر به دست آمده است.



نمودار ۱: وزن تخصیص یافته به هر متغیر در بُعد کالبدی شامل نوع سازه، مساحت قطعات زمین، کیفیت بنا، نوع نماسازی و تعداد طبقات



نمودار ۲: وزن تخصیص یافته به هر متغیر در بُعد دسترسی شامل عرض معبر، محصوریت معبر و نقاط خطرآفرین معبر



نمودار ۳: وزن تخصیص‌یافته به هر متغیر در بُعد عملکردی شامل عملکرد خطرآفرین، عملکرد جاذب جمعیت و عملکرد امدادی

برای درک فاصله وضعیت موجود شهر با شهر تاب‌آور، لازم است وضعیت مطلوب برای هر متغیر بر اساس شتاب ماکزیمم هر منطقه تعیین شود. از آنجا که در منابع مختلف با توجه به شرایط ساختگاهی این سنجه‌ها وجود ندارد، با مصاحبه و پرسش اکتشافی از متخصصین شهری جدول ٤ به دست آمده است.

در بند شماره ٤ پاسخ‌دهندگان علاوه بر نمای شیشه‌ای، نمای سنگ از نوع رومی را نیز خطرآفرین دانستند که متأسفانه به دلیل عدم وجود اطلاعات در مورد این نوع نماسازی در ابنیه شهری در پهنه‌ای به وسعت شهر قزوین، این مورد در تحلیل موارد آسیب‌رسان به شهر در هنگام زلزله در نظر گرفته نشد.

جدول ٤: وضعیت مطلوب برای هر متغیر

ردیف	موضوع	پهنه کمتر از g ٠.٤	پهنه بیشتر از g ٠.٤
١	مناسب‌ترین تعداد طبقه برای ابنیه شهری	٤ طبقه	٣ طبقه
٢	حداقل مساحت یک قطعه زمین شهری	٢٥٠ مترمربع	٣٠٠ متر مربع
٣	مناسب‌ترین نوع سازه ابنیه شهری	فلزی و بتنی	فلزی و بتنی
٤	بدترین نماسازی برای ابنیه شهری	شیشه	شیشه
٥	مناسب‌ترین کیفیت بنا	خوب	عالی
٦	حداقل عرض معبر لازم جهت خدمات اورژانس در بافت شهری	٦ متر	٧ متر
٧	حداکثر درجه محصوریت معبر شهری	١.٥	١
٨	حداقل فاصله از عملکردهای خطرآفرین در شهر	٢٥٠ متر	٤٠٠ متر
٩	حداقل فاصله از عملکردهای امدادرسان در شهر	٣٠٠ متر	٢٠٠ متر
١٠	حداقل فاصله از عملکردهای جاذب جمعیت در شهر	٢٠٠ متر	٤٠٠ متر
١١	نقاط خطرآفرین معبر (میزان مخاطره تقاطع غیرهمسطح در شبکه سواره‌رو شهری)	متوسط	زیاد

در بند شماره ٧ عملکردهای خطرآفرین پمپ‌های بنزین و گاز شهری در نظر گرفته شده است. متأسفانه به دلیل محدودیت‌های قانونی امکان دسترسی به اطلاعات جامع شبکه تأسیسات و انرژی شهر وجود نداشت.

در بند شماره ٨ عملکردهای امدادرسان در سطح شهر مورد نظر قرار گرفتند که عبارتند از: هلال احمر، درمانگاه، بیمارستان، ایستگاه آتش‌نشانی و اورژانس.

در بند شماره ٩ عملکردهایی که به عنوان جاذب جمعیت در نظر گرفته شدند، عبارتند از: بازارهای شهری و منطقه-ای، ادارات و سازمان‌های دارای مراجعه‌کننده، ترمینال‌ها و پایانه‌ها، بیمارستان‌های شهری که دارای حجم قابل توجه از مراجعه‌کنندگان در طول ساعات شبانه‌روز می‌باشند.

پاسخگویی به سوال اصلی پژوهش

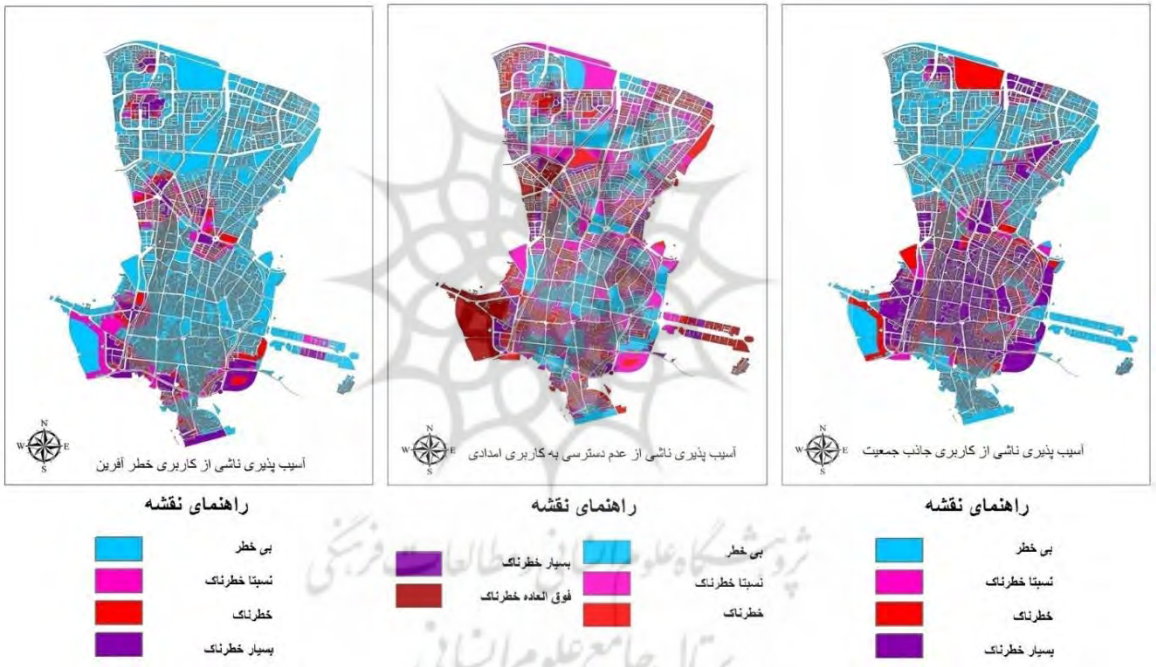
در پاسخ به سوال اصلی این پژوهش که «چگونه می‌توان آسیب‌پذیری مناطق مختلف شهر قزوین را با توجه به شرایط ساختگاهی آن مورد سنجش قرار داد و بر اساس عوامل آسیب‌رسان راهبردهای مناسب اتخاذ نمود؟»، میتوان به ذکر موارد ذیل پرداخت.

در این پژوهش با ارائه الگویی برای تحلیل تاب‌آوری شهر قزوین در مواجهه با زلزله به این سوال پاسخ داده شد. الگوریتم پیشنهادی این الگو، این مزیت را دارا می‌باشد که هر شهر را بسته به وسعت و موقعیت جغرافیایی خود و شرایط مختلفی که از نظر بستر طبیعی با آن روبرو می‌باشد مورد تحلیل قرار میدهد. به عبارت دیگر، الگوریتم کلی ارائه شده در این الگو برای سایر شهرها قابل استفاده است. همانگونه که در الگوریتم الگوی نمایش داده شده ملاحظه می‌گردد، فرآیند بررسی از بستر طبیعی شهر شروع می‌شود. امتیازدهی به پهنه‌ها براساس موقعیت نسبت به گسل و جنس زمین تعریف شده، در این مرحله اگر امتیاز بستر طبیعی شهر صفر باشد، یعنی شهر در منطقه‌ای واقع شده است که از نظر آئین نامه‌های رسمی کشور احداث هرگونه ابنیه در آنها غیر مجاز است و لذا کل فرآیند متوقف می‌گردد. اما در صورتی که امتیاز شهر از بستر طبیعی بیشتر از صفر باشد، ابتدا وضعیت پهنه مورد نظر براساس آیین نامه ٢٨٠٠ تعیین می‌شود. سپس بانک اطلاعات برای اجزای سه گانه شهر در محیط GIS در وضعیت موجود ساخته

می‌شود. در مرحله بعد داده‌های مورد نیاز برای هر یک از اجزای سه‌گانه شهر شامل ابنیه، عملکرد و دسترسی تعیین می‌شود. در این مرحله استانداردی برای اجزای سه‌گانه شهر انتخاب می‌شود و در ادامه وضعیت موجود با استاندارد تعریف شده مقایسه می‌گردد. در صورت رعایت استانداردهای تعریف شده، نیازی به مداخله نیست و شهر در مواجهه با زلزله تاب‌آور است. در صورت عدم رعایت استانداردهای تعریف شده، در اجزای شهری دارای مغایرت مداخله صورت می‌گیرد. در این مرحله ابتدا به بررسی اجزای مختلف شهر پرداخته و با توجه به امتیاز هر یک از اجزا، راهکارهای مختلف تجویز می‌گردد و با اعمال این راهکارها شهر به تاب‌آوری خواهد رسید.

نتیجه‌گیری و دستاورد علمی و پژوهشی

با در دست داشتن حداقل‌های لازم برای هر متغیر (جدول ۲) و ضریب اهمیت هر متغیر (نمودارهای ۱ الی ۳)، وضعیت حاکم بر شهر در بُعد عملکردی در سیستم اطلاعات جغرافیایی به تفکیک متغیرهای قابل مشاهده به صورت نقشه می‌باشد. در بعد عملکردی وضعیت آسیب‌پذیری شهر قزوین از نظر سه متغیر کاربری‌های خطرآفرین، جاذب جمعیت و امدادی به صورت زیر است:



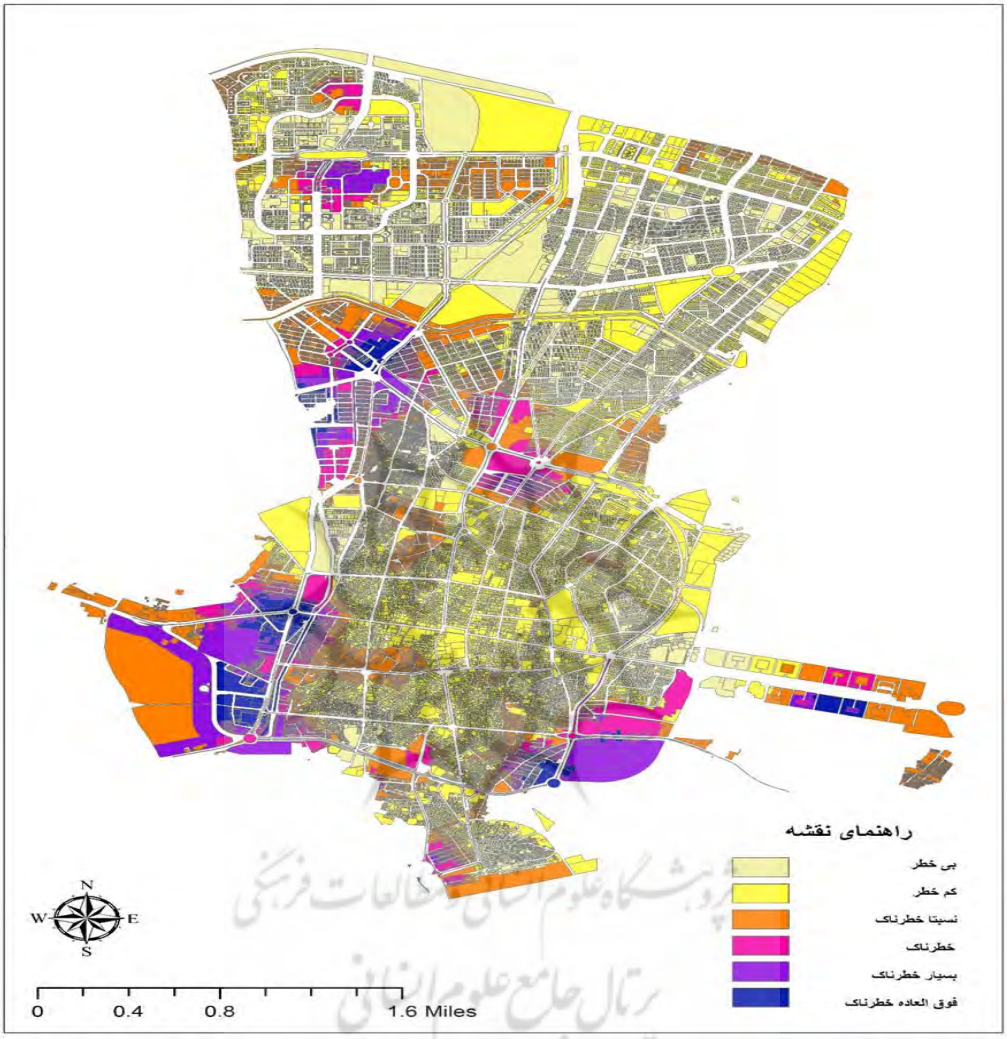
نقشه ۵: وضعیت عملکرد زمین‌های شهری قزوین در محیط GIS بر اساس سه متغیر

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

تأثیر سه متغیر اشاره شده برای هر یک از قطعه زمین‌های شهری بیان می‌دارد که جهت نیل به تاب‌آوری شهری برای هریک از سلول‌های شهر قزوین چه تهدیداتی موجود است و چه کمبودهایی جهت دفع خطرات وجود دارد. به این ترتیب آسیب‌پذیری نه تنها به سبب خطرات شناسایی شده بلکه کمبودهایی که زمان بازگشت به حالت عادی را به تأخیر می‌اندازند نیز قابل درک هستند.

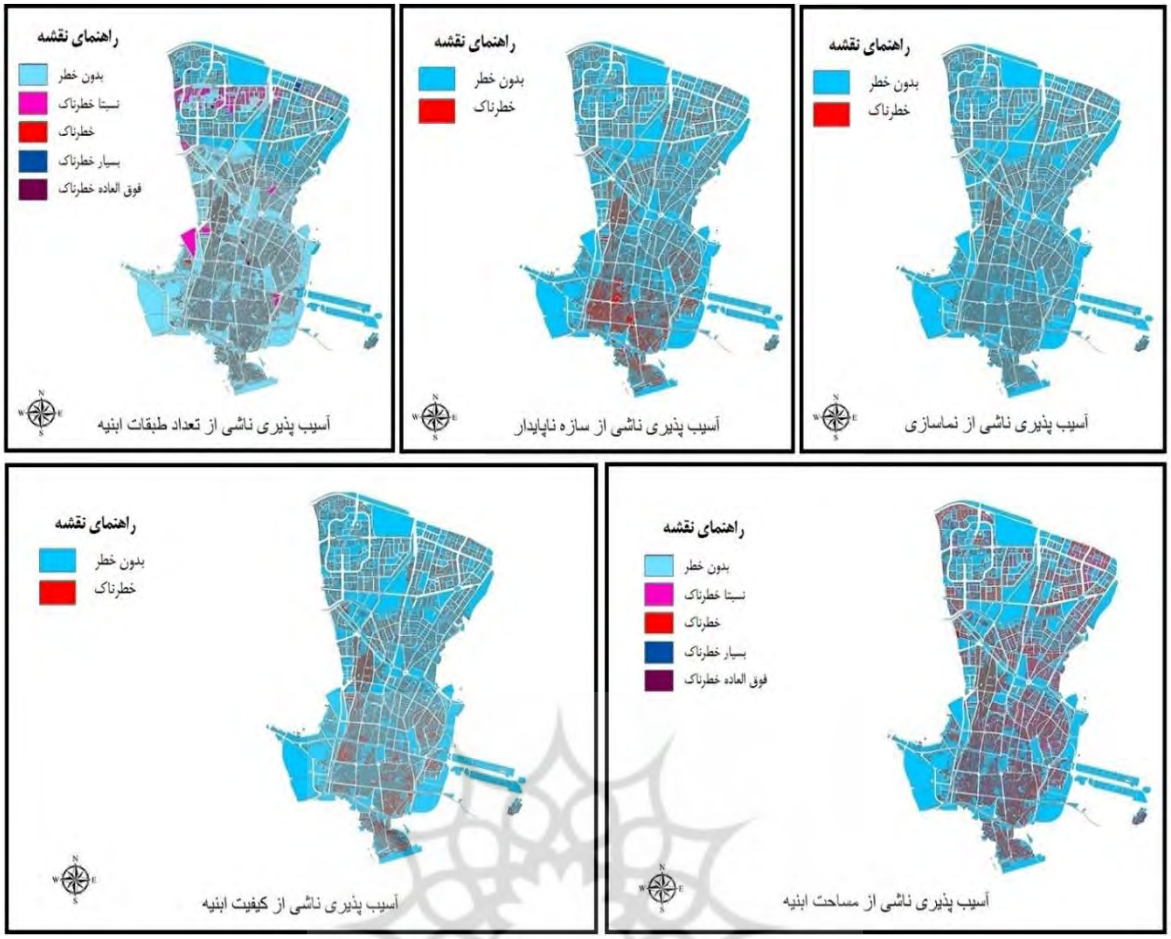
برآیند این سه نقشه که بیانگر وضعیت کلی عملکردهای شهری موجود شهر قزوین است نیز به صورت نقشه ٦ قابل ملاحظه است. بیشترین پهنه‌های دارای معضل بافت شهری پیرامونی شهر قزوین است. با توجه به همه متغیرهایی که در این بعد مورد توجه قرار گرفته‌اند، خروجی الگو بیانگر آن است که غرب و جنوب غربی شهر به صورت شدید و شمال غرب و جنوب شرقی شهر به صورت زیاد به علت استقرار کاربری‌هایی که خطر آفرین هستند و فقدان

کاربری‌های امدادی، نقاط بحرانی شهر در هنگام زلزله می‌باشند. نکته قابل توجه اینجاست که بافت مرکزی شهری این بار در مجموع وضعیت بهتری نسبت به سایر نقاط شهر دارا است (به علت قرارگیری کاربری‌های امدادی زیاد و نبود کاربری‌های خطرآفرین). البته توجه به نقشه‌های خروجی از این الگو آنچه قابل تأمل می‌باشد، آن است که بافت پیرامون بافت قدیمی شهر، این بار به لحاظ عملکردی در زمان زلزله دچار بحران می‌گردد و به نوعی بافت مسئله‌دار شهر از نظر ابنیه خود در محاصره یک بافت بحران زده قرار می‌گیرد.



نقشه ٦: برآیند وضعیت آسیب‌پذیری شهر ناشی از عدم توزیع مناسب عملکردهای شهری منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

در بعد کالبدی وضعیت آسیب‌پذیری موجود شهر به تفکیک هر متغیر در نقشه شماره ۷ قابل مشاهده است.

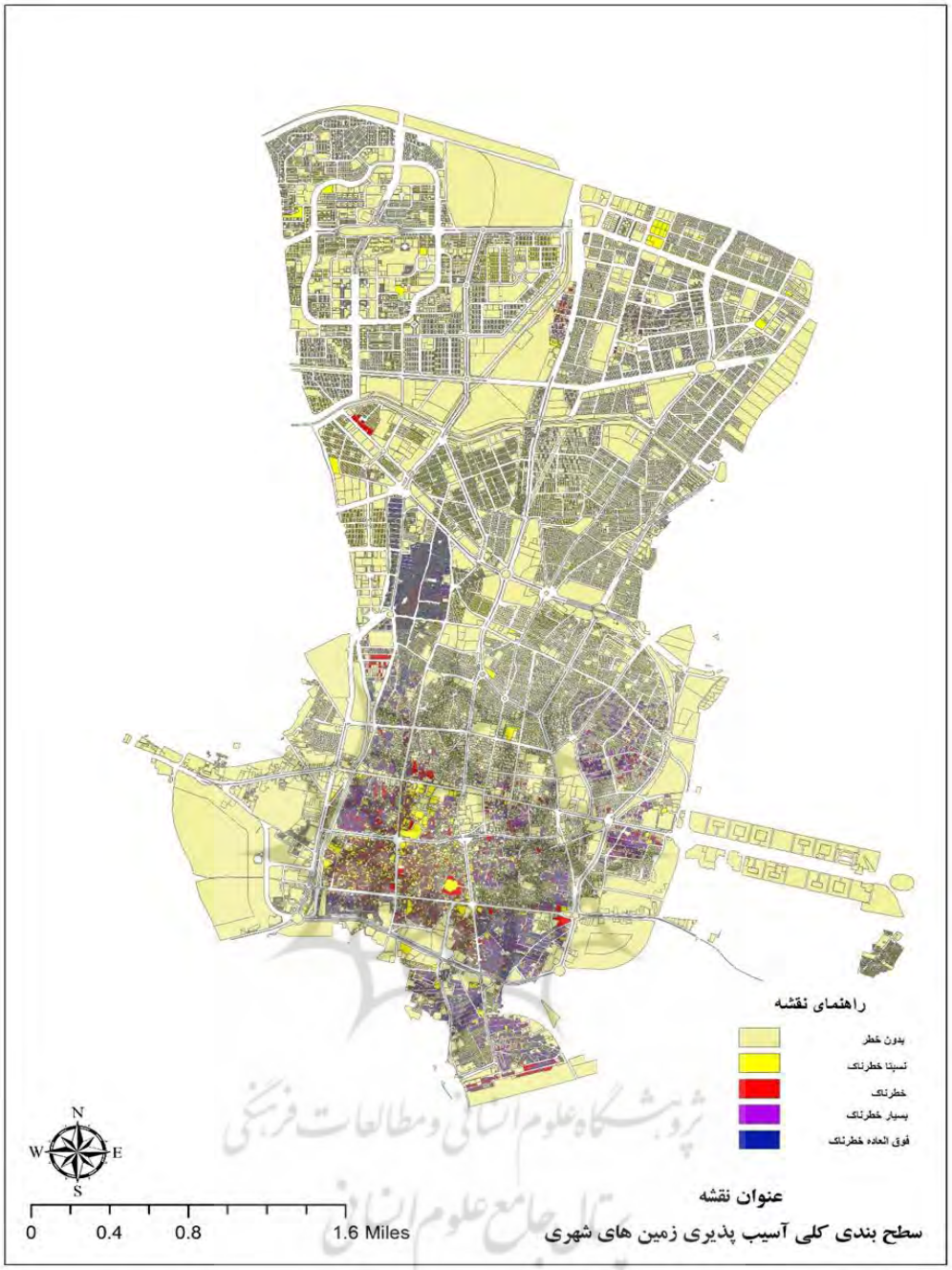


نقشه ۷: وضعیت ابنیه شهر قزوین در محیط GIS بر اساس پنج متغیر

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

همانگونه که در نقشه (۷) ملاحظه می‌شود، تأثیر متغیرها به تفکیک در سطح شهر قزوین آورده شده و تک تک قطعه زمین‌های شهری از نظر تهدیدی که برای آنها وجود دارد، قابل مشاهده هستند. برای دست‌یابی به تاب‌آوری رفع هر یک از این تهدیدات برای قطعه زمین‌های شهری الزامی است.

استخراج سنجه‌های دقیق به کمک متخصصین شهری که حداقل‌های لازم را برای هر متغیر مشخص می‌کنند، در واقع پل عبور از آسیب‌پذیری به سوی تاب‌آوری است. برآیند کلی این پنج متغیر وضعیت کلی کالبدی شهر را در زمان بروز زلزله بهتر نمایش می‌دهد و پهنه‌هایی که بیشتر درگیر هستند را نمایان می‌سازد. در نقشه شماره (۸) خروجی این برآیند آورده شده است.



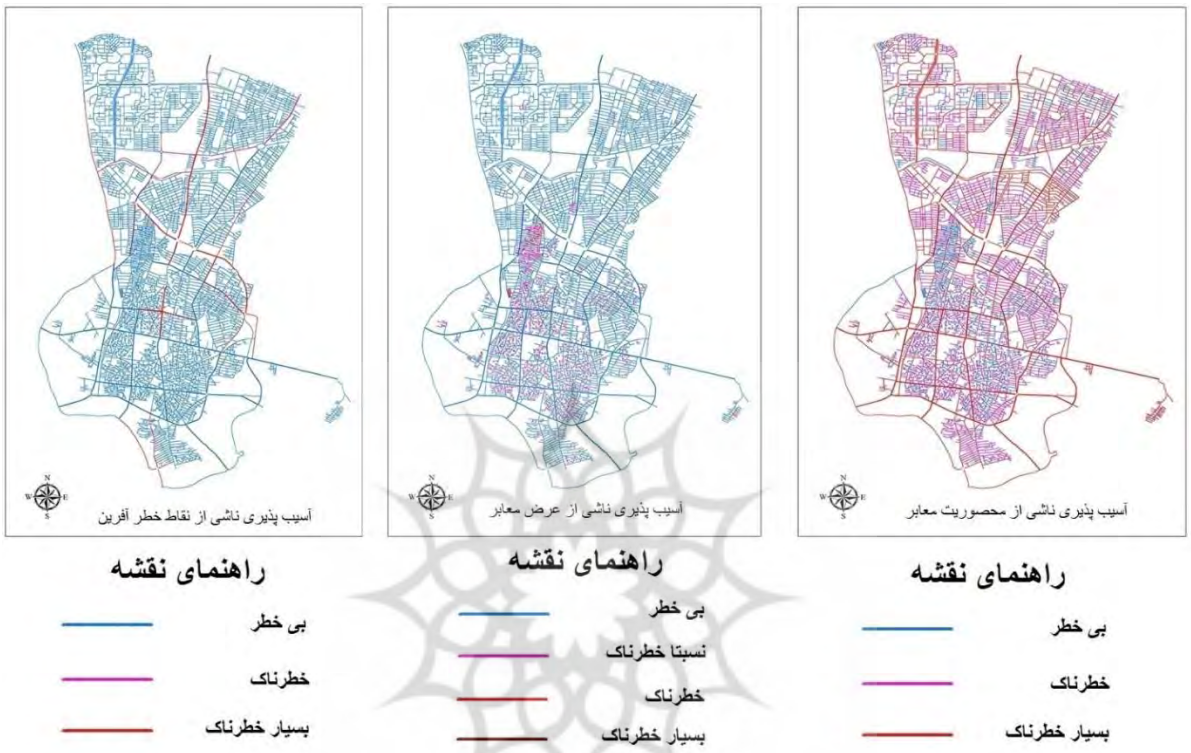
نقشه ۸: برآیند وضعیت آسیب‌پذیری شهر از بعد کالبدی شهری

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

برخلاف بعد عملکردی، که نیل به تاب‌آوری را در تمرکز بر بافت پیرامونی شهر قزوین پیشنهاد می‌داد، بعد کالبدی بزرگترین پهنه دارای معضل در شهر قزوین را بافت میانی و قدیمی شهر نمایش می‌دهد. پهنه وسیعی که تقریباً نیمی از شهر کنونی را شامل می‌شود. کلیت ابنیه شهر قزوین را در زمان بروز زلزله می‌توان به دو بخش تقسیم نمود. مرز این دو بخش بلواری به نام شهید بهشتی است که به صورت شرقی ـ غربی دو سمت شهر را به یکدیگر متصل می‌نماید. بخش شمالی که از بلوار کمربندی شهید بهشتی به سمت بالا را شامل می‌شود و بخش عمده‌ای از ابنیه واقع در این قسمت از نظر کالبدی قادر به ادامه عملکرد خود می‌باشند. بخش جنوبی شهر قزوین که از بلوار

کمربندی شهید بهشتی به سمت پایین را شامل می‌شود و بخش عمده‌ای از ابنیه واقع در این قسمت از نظر کالبدی آسیب دیده و قادر به ارائه خدمات نیستند.

در بعد شبکه دسترسی که نقش بسیار مهمی در امدادرسانی و بازگشت به حالت اولیه بازی می‌کند، به تفکیک متغیرها آسیب‌پذیری شبکه نمایان است. تقویت تاب‌آوری شهر قزوین در گروه رفع این معضلات برای هر یک از معابر شهر است. نقشه‌های خروجی هر معبر را با توجه به مشکلی که آن را احاطه نموده نمایش داده است.



نقشه ۹: وضعیت شبکه دسترسی شهر قزوین در محیط GIS بر اساس سه متغیر

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

برآیند سه متغیر دخیل در تاب‌آوری معابر شهر قزوین در نقشه شماره (۱۰) آورده شده است. همانگونه که کلیت وضعیت معابر شهر در هنگام زلزله نشان می‌دهد. معابر و شریان‌های اصلی شهر بیش از معابر فرعی آن آسیب‌پذیر هستند و این موضوع امکان امدادرسانی به مناطق میانی و بافت فرسوده شهر را غیر ممکن می‌سازد. شبکه دسترسی شهر وظیفه خطیری در زمان وقوع زلزله دارد، تحلیل شبکه دسترسی شهر قزوین نشان می‌دهد در زمان زلزله و بعد از آن، این شبکه در سطح محلی در بعضی از بخش‌ها می‌تواند قابلیت بهره‌برداری خود را حفظ نماید. به استثنای منطقه‌هادی‌آباد (حد فاصل میدان مادر و میدان سرداران در سمت غربی شهر قزوین) که کاملاً معابر آن مشکل دارد. اما برخلاف شبکه‌های دسترسی محلی، شریان‌های اصلی شهر در نقاط حساس در زمان بروز بحران و بعد از آنها قادر به ارائه خدمات نیستند و امدادرسانی با انسداد احتمالی شبکه روبرو خواهد شد.

حال اگر مجدد به مفهوم تاب‌آوری مراجعه کنیم که شامل: الف. جذب اختلالات و بازگشت به حالت قبلی، ب. خودسازماندهی، ج. افزایش ظرفیت یادگیری و سازگاری بوده است؛ خروجی مدل نشان می‌دهد وسعت آسیب‌پذیری در شهر قزوین به حدی است که عملاً راهبرد اقدام در زمان اختلال و بازگشت به حالت اولیه بی‌تاثیر

است و تمرکز باید بر خود سازماندهی و افزایش ظرفیت در زمان پیش از وقوع زلزله باشد. طبق خروجی نقشه‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی بیش از ۷۵ درصد از شهر قزوین از نظر سه بعد کالبدی، عملکردی و شبکه دسترسی آسیب‌پذیر خواهند بود. سیستم اطلاعات جغرافیایی این امکان را فراهم آورده که ظرفیت هر یک از اجزای شهر در وضعیت کنونی قابل مشاهده باشد، عواملی که ظرفیت پاسخگویی اجزای شهر را پایین می‌آورند قابل شناسایی باشند و ارزیابی مستمر از اجزای شهر قزوین تا رسیدن به حداقل‌های پیشنهادی به سهولت امکان پذیر باشد.

نقشه ۱۰: برآیند وضعیت آسیب‌پذیری شهر از بعد شبکه دسترسی شهری

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

در پایان با توجه به تحلیل اطلاعات و نتایج به دست آمده پیشنهاداتی در ارتباط با افزایش تاب‌آوری شهر قزوین به شرح ذیل ارایه می‌شود:

۱. باید از افزایش تراکم‌های جمعیتی و ساختمانی در بدنه معابر کم عرض شهر قزوین جلوگیری شود.

۲. انتقال کاربری‌های درمانی که بعضاً در کنار معابر فرعی قرار گرفته‌اند به کنار معابر اصلی در شهر قزوین.

۳. جلوگیری از افزایش محصوریت خیابان‌ها در کلیه مناطق به خصوص منطقه ۱ و ۲ شهر قزوین.

٤. بهتر کردن کیفیت ساختمان‌های مرمتی و نوسازی ساختمان‌های مخروبه در منطقه ۱ شهر قزوین.

۵. از هر فرصتی برای ایجاد فضاهای باز در مراکز محلات و بافت‌های متراکم منطقه ۱ و ۲ شهر قزوین استفاده شود.

٦. طرح تجمیع قطعات و بیشتر کردن مساحت ساختمان‌های ساخته شده برای کاهش تراکم ساختمانی در مناطق ۱ و ۲ شهر قزوین.

۷. بهسازی و مقاوم‌سازی سریع ساختمان‌های کاربری درمانی به ویژه بیمارستان‌ها در بافت قدیمی شهر قزوین.

۸. اولویت در همجواری فضاهای باز با کاربری‌های مسکونی، آموزشی، تجاری، فرهنگی و ورزشی، اداری و انتظامی، تأسیسات حیاتی، شبکه‌های حمل و نقل سریع در کلیه مناطق شهر.

۹. نظارت و هدایت بیشتر شهرداری قزوین بر ساخت و ساز مراکز امداد و نجات (بیمارستان، آتش‌نشانی، پایگاه مدیریت بحران) در مکان‌های مناسب شهر.

۱۰.مهمترین پیشنهاد در این زمینه، رعایت اصل پراکنش فضایی و توجه به خدمات پیش‌بینی شده در تقسیمات کالبدی مناطق مختلف شهر قزوین است.

۱۱.در پایان لازم است خاطر نشان شود با توجه به سرعت بالای تغییرات در شهر قزوین و سایر شهرهای بزرگ، جهت دست‌یابی به تاب‌آوری شهری در برابر زلزله، باید نگاه به شهر از حالت استاتیکی خارج شده و نگاهی جایگزین آن شود که هم پویایی در تحلیل را داشته باشد و هم به سادگی بتوان تحولات شهری را در آن ثبت نمود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

آفریدی، صنم و صالحی، اسماعیل و سید رزاقی، مهران (۱۳۹۰). ارزیابی کاربری زمین شهری با توجه به خطرات زلزله (نمونه موردی: ناحیه ٤، منطقه ۲۰ تهران)، مجله پژوهش‌های محیط زیست، سال دوم، شماره ۳، ۸٦-۷۷.

آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله- نشریه شماره ۲۳۵ (۱۳۸٤). تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

بربریان، مانوئل و قریشی، منوچهر و ارژنگ روش، بهرام (۱۳۷۱). پژوهش و بررسی نوزمینساخت، لرزه زمینساخت و خطر زمینلرزه- گسلش در گستره قزوین بزرگ و پیرامون - گزارش شماره ٦۱، تهران: سازمان زمین شناسی کشور.

پورشریفی، جواد (۱۳۷٦). ریز پهنه بندی لرزه ای شهر قزوین با استفاده از روش انتشار موج، پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، استاد راهنما ـ سید محسن حائری، دانشگاه تربیت مدرس.

پورشریفی، جواد (۱۳۹۸). تبیین الگوی افزایش تاب‌آوری شهرهای ایران در مواجهه با سوانح طبیعی (زلزله) (نمونه موردی: شهر قزوین)، پایان‌نامه دکتری تخصصی شهرسازی، اساتید راهنما ـ منوچهر طبیبیان و محمد مسعود، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد.

جلالی، تارا (۱۳۹۱). بازسازی تاب‌آور پس از زلزله ۱۳۸۲ بم از دیدگاه طراحی شهری، پایان نامه دکتری تخصصی شهرسازی، استاد راهنما ـ علیرضا فلاحی، دانشگاه شهید بهشتی.

حاجی نژاد، علی و بدلی، احد و آقایی، واحد (۱۳۹٤). بررسی عوامل موثر بر آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در مناطق شهری دارای سکونتگاه‌های غیر رسمی با استفاده از G.I.S (نمونه موردی: مناطق یک تا پنج تبریز)، مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال چهارم، شماره ٦، ٥٦-۳۳.

حبیبی، کیومرث و همکاران (۱۳۸۷). تعیین عوامل ساختمانی موثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از FUZZY LOGIC و G.I.S، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۳، ۳٦-۲۷.

رضایی، محمدرضا (۱۳۸۹). تبیین تاب‌آوری اجتماعات شهری به منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی (زلزله) (مطالعه موردی: کلان شهر تهران)، پایان نامه دکتری تخصصی شهرسازی، استاد راهنما ـ علی عسگری و اکبر پرهیزگار، دانشگاه تربیت مدرس.

فردوسی، سجاد و شکری فیروزجاه، پری (۱۳۹۳). بررسی میزان تاب‌آوری شبکه معابر شهری (مطالعه موردی: شهردامغان)، فصلنامه علمی ـ ترویجی پدافند غیرعامل، سال پنجم، شماره ۳، ٦۲-۵۵.

قنواتی، عزت‌الله و شیخی، مسعود (۱۳۸۹). نقش برنامه‌ریزی شهری در کاهش خطر زلزله در بافت‌های فرسوده (مطالعه موردی : منطقه ۱۲تهران)، فصلنامه جغرافیای طبیعی، شماره ۳ (پیاپی ۹)، ٤۲-۲۹.

لنگرنشین ، علی و ارغان ، عباس و کرکه آبادی ، زینب (۱۳۹۸). سنجش شاخص کالبدی- محیطی تاب آوری در بافت های شهری تهران (مطالعه موردی محلات تجریش، جنت آباد شمالی و فردوسی شهر تهران) در راستای ارائه مدلی بومی برای تاب آوری کلان شهرهای ایران ، فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای) ، دوره ۹، شماره ۲ ، ص ٦۹۳-٦٦۹

محمدپور، صابر و زالی، نادر و پوراحمد، احمد (۱۳۹۵). تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری در بافت فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله (مطالعه موردی: محله سیروس تهران)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ٤۸، شماره ۱، ۵۲-۳۳.

نوروزی، حسن و عزت پناه ، بختیار و ولیزاده ، رضا (۱۳۹۹). راهبردهای مدیریت ریسک شهری کلانشهر تبریز با رویکرد آسیب پذیری در زلزله ، فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای) ، دوره ۱۰، شماره ٤ ، ص ٤۵۰-٤۳۵

Claudia, B., Neuvel, J. M. M., Zlatanova, S., & Ale, B. (2007). Risk-maps informing land-use planning processes; A survey on the Netherlands and the United Kingdom recent developments, *Journal of Hazardous Materials*, 145: 241–249.

Desouza, K. C., Flanery, T. H. (2013). Designing, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework, *Cities*, 35: 89-99.

Greeshma, P. & Manoj Kumar, K. (2016). Disaster Resilience in Vulnerable cities through Neighbourhood Development: A case of Chennai, *Procedia Technology*, 24: 1827-34.

Jabareen, Y. (2013). Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk, *Cities*, 31: 220-229.

Havkoa, J., Titko , M. & Kováčováa, J. (2017).Vulnerability of the city infrastructure as a part of the resilient city concept, *Procedia Engineering*, 192: 307-312.

Lazzeretti, L., Capone, F. (2015). Innovations and Innovators in a resilient city: The case of chemical innovations after 1966 flood in Florence, *City, Culture and Society*, 6(3): 83-91.

León, J., March, A. (2014). Urban morphology as a tool for supporting tsunami rapid resilience: A case study of Talcahuano. Chile, *Habitat International*, 43:250-262.

Lu, P. & Stead, D. (2013). Understanding the notion of resilience in spatial planning: A case study of Rotterdam, *Cities*, 35: 200-212.

Pizzo , B. (2015) . Problematizing resilience: Implications for planning theory and practice, Cities, 43: 133-140.

Spaans, M. & Waterhout, B. (2016). Building up resilience in cities worldwide – Rotterdam as participant in the 100 Resilient Cities Programme, *Cities*, 61: 109-116.

Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2014). Major principles and criteria for development of an urban resilience assessment index. In *2014 International Conference and Utility Exhibition on Green Energy for Sustainable Development (ICUE)* (pp. 1-5). IEEE.

Tilio, L., Murgante, B., Di Trani, F., Vona, M., & Masi, A. (2011). Resilient city and seismic risk: A spatial multicriteria approach. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 410-422). Springer, Berlin, Heidelberg.

Gencer, E. (2017). How to Make Cities More Resilient: A Handbook for Local Government Leaders, UNISDR, Geneva.

Vale, L. J., & Campanella, T. J. (2005). *The resilient city: How modern cities recover from disaster*. Oxford University Press.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی