فصلنامه علمی-پژوهشی
نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی
سال نهم، شماره چهارم، پاییز ۱۳۹۶

ارزیابی میزان تاب‌آوری نواحی شهری باتأکید بر دسترسی به عناصر کالبدی حیاتی و مؤثر در برابر مخاطره زلزله، با استفاده از مدل تصمیم گیری چند معیاره Todim (مطالعه موردی: شهر زنجان) [1]

مهدی محمدی سرین دیزج [2]

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

محسن احدنژاد روشتی

دانشیار جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

نفیسه مرصوصی

دانشیار جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

علی عسگری

استاد دانشکده هنرهای لیبرال و مطالعات حرفه‌ای، دانشگاه یورک، تورنتو، کانادا

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱/۲۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۵/۰۸

چکیده

شهرها، به‌عنوان پیچیده‌ترین ساخته‌ی دست بشر هستند که امروزه با رشد بی‌رویه جمعیت مواجه بوده و گسترش آن‌ها روی بسترهای پرمخاطره شدت گرفته است. یافته‌های علمی و تجربی نشان می‌دهد که بهترین راه مقابله با مخاطره، ارتقای تاب‌آوری سکونتگاهی در ابعاد مختلف می‌باشد. این مقاله، میزان تاب‌آوری شهری را با تأکید بر دسترسی به عناصر کالبدی حیاتی و مؤثر در شهر زنجان مورد ارزیابی قرار داده است. داده‌های به‌کاررفته، براساس معیارهای مؤثر در ارزیابی تاب‌آوری شامل: دسترسی به مرکز بهداشت، بیمارستان، پلیس و کلانتری، ایستگاه آتش‌نشانی، شبکه معابر، پارک و فضای سبز با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره تودیم، تحلیل گردیده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که در ۲۵ ناحیه شهری زنجان، طبق نقشه‌های موجود می‌توان گفت که نوعی تناوب و حتی تعارض در تاب‌آوری یا عدم تاب‌آوری نواحی وجود دارد زیرا که در هیچ‌کدام از نواحی، ثبات در تاب‌آوری وجود ندارد و هیچ ناحیه‌ای در ارزیابی همه معیارها، تاب آور نشان نمی‌دهد. به‌طور دقیق مطابق یافته‌های مقاله؛ در نقشه‌های دسترسی به بیمارستان، مرکز بهداشت، پلیس و ایستگاه آتش‌نشانی؛ به‌طور مشترک محله‌های صفا و کوچه مشکی، الهیه؛ فرهنگ، سعدی وسط، حسینیه و آشاغی چارراه، اسلام‌آباد، ترانس و بی‌سیم با میزان تاب‌آوری بالا و محله‌های نصر، گلشهر، وحیدیه و پونک با تاب‌آوری بسیار ضعیف ارزیابی گردیدند و در نقشه‌های دسترسی به شبکه معابر، پارک و فضای سبز، به‌طور مشترک محله‌های آزادگان، گلشهر، وحیدیه، پونک، شهرآرا، کارمندان و علوم پایه با میزان تاب‌آوری بالا و محله‌های فاطمیه، حسینیه و آشاغی چارراه، الهیه، اسلام‌آباد، ترانس و بی‌سیم با تاب‌آوری بسیار ضعیف مورد ارزیابی قرار گرفتند.

واژگان کلیدی: ارزیابی، تاب‌آوری، مدل تودیم، دسترسی، زلزله

---

[1]- مقاله مستخرج از رساله دکتری با عنوان ارزیابی تاب آوری نواحی شهری با رویکرد کاهش خطرپذیری در برابر مخاطره زلزله هست.

۲- مهدی محمدی سرین دیزج (نویسنده مسئول)Mohammadisr110@gmail.com

مقدمه

نوع زندگی بشر غالباً زائیده تفکرات اوست و انسان درطول دوره حیات شناخته‌شده خود، همواره توسط نیروهای خطرآفرین طبیعت که شاید زلزله مخرب‌ترین آن‌ها باشد به‌گونه‌ای شدید و بی‌رحمانه مورد تهدید بوده است. اگر شهرها درک روشنی از خطر مخاطراتی که با آن‌ها روبرو هستند نداشته باشند، برنامه‌ریزی کاهش خطرپذیری (ریسک) بلایا به‌احتمال‌زیاد بی‌فایده خواهدبود. غفلت از کاهش خطرپذیری بلایا می‌تواند به وخامت جدی در ساختارهای کالبدی، اقتصادی، اکوسیستم و از دست رفتن اعتماد مردم و سرمایه‌گذاران منجر شود (Accounting Management and Engineering crisis Mashhad Municipality, 2003). غالب مخاطرات شهری به‌خودی‌خود نتایج نامطلوبی در پی ندارند؛ آنچه از آن‌ها یک فاجعه می‌سازد، پیشگیری نکردن از تأثیرات و آمادگی نداشتن برای مقابله با عواقب آن است. زلزله بارزترین مخاطره طبیعی با خسارات و هزینه‌های بسیارِ جانی و مالی است. در ایران هرسال حدود ۲۵۰ زلزله با بزرگای ۴ تا ۴/۹، ۲۵ زلزله با بزرگای ۵ تا ۵/۹، ۲ زلزله با بزرگای ۶ تا ۶/۹، و ۰/۲ زلزله با بزرگای ۷ تا ۷.۹ (هر ده سال حدود دو) رخ می‌دهد. حدود ۲ میلیون انسان از ابتدای سده بیستم تاکنون (حدود ۱۱۰ سال اخیر) در زمین‌لرزه‌های مختلف در دنیا کشته‌شده‌اند که حدود ۱۲۰ هزار نفر از این تعداد مربوط به آمار تلفات زلزله‌ها از ابتدای سده بیستم در ایران است (Zare, 2013) این برآیند از وضعیت بالقوه خطرپذیر ایران، به‌ویژه در نقاط سکونت‌گاهی خطرناک و زلزله‌خیز را باید پذیرفت. ایران کشوری بر روی کمربند زلزله‌خیز آلپ و هیمالیاست (Negarsh, 2003) و با توجه به ویژگی‌های پوسته زمین فلات ایران به‌ویژه در سه منطقه شرق و جنوب شرق، شمال غرب و منطقه البرز مرکزی و در دو سوی منتهی به تهران، قزوین، گیلان و مازندران به‌طور میانگین هر ۱/۵ سال احتمال وقوع زلزله‌ای به بزرگی ۶ تا ۷ ریشتر و هر ۵ سال یک‌بار زلزله‌ای به بزرگی ۷ تا ۷/۵ ریشتر در این مناطق وجود دارد. (Sadrmomtaz, 2007). در این محور، شهر زنجان ازیک‌طرف در حلقه اتصال این موقعیت سه‌جانبه قرارگرفته و از طرف دیگر درست در محاصره سه گسل خطرناک زنجان در شمال، سلطانیه در جنوب و گسل بیاتلر در غرب واقع‌شده است (Ahadnejad, 2009)، (نقشه شماره ۱). به استناد آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) تهیه‌شده توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی وزارت راه و شهرسازی کشور، شهر زنجان، در پهنه با درجه خطر بالا قرار می‌گیرد. براین اساس، این پژوهش به ارزیابی تاب‌آوری شهر زنجان با تأکید بر دسترسی به عناصر کالبدی مؤثر (مرکز بهداشت، بیمارستان، کلانتری و پلیس، ایستگاه آتش‌نشانی، پارک و فضای سبز، جایگاه پمپ‌بنزین، خطوط فشارقوی و شبکه معابر) در سطح نواحی با رویکرد کاهش خطرپذیری در برابر زلزله می‌پردازد.

تاب‌آوری برای این‌که به کار گرفته شود، بایستی دارای چارچوب مشخصی باشد: ماهیت و هدف روش‌های ایجادشده برای ارزیابی و اندازه‌گیری تاب‌آوری بستگی به تعاریف اتخاذشده، نوع زیرساخت انتخاب‌شده، به‌خصوص این‌که آیا زیرساخت نرم در نظر گرفته می‌شود یا نه، بخش‌ها و افق زمانی موردنظر و هدف ارزیابی دارد. دراین پژوهش، سطح تحلیل و ارزیابی؛ ناحیه است و معیارهای ارزیابی عبارتنداز: دسترسی به مرکز بهداشت، بیمارستان، کلانتری و پلیس، ایستگاه آتش‌نشانی، پارک و فضای سبز و شبکه معابر. با این توضیح که در مرحله آزمون فرضیه از روش تحلیل معیارها درزمینهٔ تاب‌آوری استفاده‌شده و در مرحله تجزیه‌وتحلیل ابعاد زیرساختی و

کالبدی از روش‌های تصمیم‌گیری و پشتیبانی چند معیاری (مدل Todim) و برای پردازش مواد تولیدشده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی ARC GIS استفاده شده است. این پژوهش ازنظر هدف، کاربردی و ازنظر روش؛ کمی- تطبیقی و تحلیلی است.

با این بیان مساله، اهداف زیر در این مقاله مد نظر هست:

۱) شناسایی وضعیت دسترسی به هریک از مراکز حیاتی و مؤثر در هنگام وقوع زلزله (معبر، فضاهای سبز، بیمارستان، مرکز بهداشت و ایستگاه آتش‌نشانی).

۲) تعیین میزان تاب‌آوری نواحی شهری

۳) شناسایی وضعیت تاب‌آوری در برابر زلزله با کمک مدل و معیارهای مورداستفاده در راستای برنامه‌ریزی صحیح و از پیش اندیشیده برای کاهش خطرات احتمالی.

بر مبنای اهداف فوق این سؤال مطرح می‌شود:

میزان تاب‌آوری با تأکید بر دسترسی به عناصر کالبدی حیاتی و مؤثر در شهر زنجان در برابر زلزله چقدر است؟

در مورد پیشینه تحقیق مطالعات خوبی در دانشگاه‌ها و مراکز علمی و فنی کشورهای پیشرفته انجام‌یافته اما در داخل ایران تحقیقات محدودی درزمینهٔ تاب‌آوری در سطح شهرهای کشور صورت گرفته است که از میان آن‌ها می‌توان به این‌ها اشاره کرد: رضایی و حسینی(۲۰۱۵) مقاله‌ای با عنوان سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری در برابر زلزله با استفاده از پرسشنامه و روش مجموع ساده وزین(SAW)، براساس روش الکتره، وضعیت محله‌های شهر تهران را ازنظر تاب‌آوری کالبدی محاسبه کردند. نتایج نشان داد محلهٔ قیطریه و قلعه مرغی به ترتیب، ازنظر تاب‌آوری کالبدی در بهترین و بدترین وضعیت قرار دارند. نصرآبادی در پایان‌نامه کارشناسی ارشد(۲۰۱۵) به بررسی چالش‌های ارتقا میزان تاب‌آوری شهری در مناطق ۳ و ۹ شهرداری مشهد پرداخته است. وی با استفاده از پرسشنامه و تحلیل داده‌ها در محیط SPSS با آزمون ناپارامتریک خی دو و آزمون‌های همبستگی من ویتنی و فریدمن نشان داد که تفاوت معناداری میان مناطق وجود دارد و با توجه به ارزیابی شاخص‌های تاب‌آوری، منطقه سه در شرایط مطلوب‌تری نسبت به منطقه نه قرار دارد. سلمانی مقدم و کاویان (۲۰۱۴) در مقاله‌ای، نقش برنامه‌ریزی کاربری اراضی در بهبود تاب‌آوری جوامع شهری در برابر زمین‌لرزه در شهر سبزوار را بررسی کرده و با روش تحلیلی – کمی و با استفاده از نرم‌افزارArc GIS نشان دادند در بین نواحی سیزده‌گانه شهر سبزوار ناحیه 3با 32.23درصد از بناهای خشتی و چوبی شهر، 56.57درصد معابر با عرض کمتر از 6متر، از تاب‌آوری کمتری در مقابل زمین‌لرزه برخوردار است. فردوسی وشکری فیروزجاه(۲۰۱۴) در مقاله‌ای با عنوان بررسی میزان تاب‌آوری شبکه معابر شهری دامغان با روش توصیفی- تحلیلی پرداختند و در پایان براساس مجموع امتیازات و هم‌چنین وزن معیارها، معابر دسته‌بندی گردیده که با توجه به آن می‌توان اولویت‌بندی هریک از معابر را جهت ساماندهی بیان نمود. اسکندری و همکاران (۲۰۱۳)در پژوهشی با عنوان مدل ارزیابی تاب‌آوری مراکز درمانی شهر رفسنجان در برابر زلزله با روش تحلیلی– کمی با استفاده از نرم‌افزار منبع باز QLARM پس از تدوین سناریوی وقوع زلزله درنهایت با مقایسه نتایج، نسبت به ارزیابی تاب‌آوری اقدام کردند.این مطالعه در قالب پایان‌نامه منتج به ابداع مدلی کاربردی برای ارزیابی تاب‌آوری شهر در برابر خسارات جانی ناشی از زلزله گردید. فرزادبهتاش و همکاران

(۲۰۱۲)در تحقیقی با عنوان تبیین ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری شهرهای اسلامی با استفاده از الگوی ارزیابی ظرفیت با رویکرد مبتنی بر نگرش سیستمی به بررسی ارتباط میان تاب‌آوری، آسیب‌پذیری و ظرفیت انطباق و سازگاری با توجه به چارچوب‌ها و الگوهای مطالعه شده پرداخته، ابعاد و مؤلفه‌های پیشنهادی برای تاب‌آوری شهرهای اسلامی را ارائه دادند. صالحی و همکاران (۲۰۱۱) در مقاله‌ای با عنوان بررسی میزان تاب‌آوری محیطی با استفاده از مدل شبکه علیت، به ارائه تعاریف آسیب‌پذیری و تاب‌آوری و تبیین ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری با توجه به چهارچوب‌ها و مدل‌های مطالعه شده ، ابعاد و مؤلفه‌های پیشنهادی برای تاب‌آوری محیطی پرداخته و درنهایت نیز مدل تاب‌آوری محیطی پیشنهادی بر اساس مدل شبکه علیت را ارائه داده‌اند.رضایی (۲۰۱۰) در رساله دکتری با موضوع تبیین تاب‌آوری اجتماعات شهری به‌منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی (زلزله) در کلان‌شهر تهران با استفاده از پرسشنامه، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش‌های آماری مبتنی بر مقایسه میانگین‌ها، آزمون‌های همبستگی و فن پیرسون، رگرسیون چندگانه، تحلیل مسیر- نتیجه نشان داد که بین تاب‌آوری موجود در محلات نمونه و سطح تاب‌آوری آن‌ها در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی- محیطی رابطه معناداری وجود دارد و با تغییر هریک از آن‌ها، میزان تاب‌آوری خانوارها نیز تغییر می‌یابد.

مرکز مطالعات امنیت شهری ((CSS زوریخ (۲۰۱۵) در پژوهشی جامع، به ارزیابی تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی پرداخته و شاخص‌های تاب‌آوری زیرساخت در مراحل قبل، بعد و حالت پیشرفته خطرپذیری در برابر سوانح طبیعی را معرفی نموده است که در مراحل قبل از وقوع: احتمال شکست، کیفیت زیرساخت، قابلیت زیرساخت پیش از رویداد، پایداری زیرساخت، وابستگی متقابل، کیفیت پاسخ در حین اختلال، کیفیت ارتباط و اطلاعات به اشتراک‌گذاری شده و امنیت زیرساخت به‌عنوان شاخص‌های ارزیابی مطرح‌شده‌اند که با استفاده از نظرات کارشناسان بوده و با وزن گذاری و اولویت‌بندی شاخص‌ها انجام شده است (Center for Security Studies (CSS), ETH Zurich, 2015).

اسکات بی مایلز (۲۰۱۴) در مقاله‌ای تحت عنوان مدل‌سازی تاب‌آوری زیرساخت‌های مرکزی جوامع شهری در برابر بحران زلزله، با طرح فرضیه نقادانه و تجزیه‌وتحلیل با ابزار پشتیبانی تصمیم‌گیری، زیرمجموعه‌ای از الگوریتم‌های مبتنی بر مدل شبیه‌سازی ResilUS برای بازنمایی کمی تاب‌آوری جامعه را ارائه داده و پیشرفت بازسازی را با استفاده از مدل مونت‌کارلو شبیه‌سازی‌نموده است و نهایتاً مدل تجربی تاب‌آوری جامعه برابر زلزله به شکل سناریو ارائه‌شده است (Scott B. Miles,2014).

کنی و فیپس (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با عنوان بهبود جوامع، تاب‌آوری اجتماعی و پایداری شهری در کریستچرچ نیوزیلند، به تمدید سطوح مختلف پشتیبانی برای خانواده‌ها، سازمان‌ها و جوامع پاسخگو پرداخته و تأثیر استراتژی‌های پشتیبانی فرهنگی بر روی انعطاف‌پذیری اجتماعی را بررسی کردند (Kenney and Phibbs, 2014, 754 – 762).

یان گوو (۲۰۱۲) در مقاله‌ای با عنوان تاب‌آوری شهری در بازسازی پس از فاجعه: به‌سوی یک توسعه انعطاف‌پذیر در سیچوان چین، به بررسی بازسازی زلزله بزرگ سیچوان توسط دولت از منظر هدایت تاب‌آوری شهری پرداخته است. ایشان معتقدند که بازسازی یک فرصت برای توسعه ارضی است و عمدتاً منجر به بهبود بسیار سریع اقتصادی

می‌شود. این مقاله به دنبال یکپارچه‌سازی انعطاف‌پذیری شهری به‌عنوان یک جنبه کلیدی در بازسازی سیچوان و به‌عنوان یک ضرورت برای توسعه شهر پر فاجعه به سمت انسجام، پایداری بیشتر و آینده جدایی‌ناپذیر شهری است (Yan Guo,2012, 45-55).

گادز چاک (۲۰۰۳) در مقاله‌ای با عنوان کاهش مخاطرات شهری در راستای ایجاد شهرهای تاب آور، سیاست کاهش خطرات جاری، را به‌عنوان یک ابتکار عمده تاب‌آوری مطرح ساخته و افزایش همکاری میان گروه‌های حرفه‌ای درگیر در امور ساختمانی شهر را جهت کاهش خطر ملزم دانسته است (Godschalk,2003,136-143).

مبانی نظری

ریشه‌های واژه تاب‌آوری از کلمات resilio،resilire به معنی "جهیدن" که از نظریه انعطاف می‌باشد، گرفته‌شده است(Manyena et al., 2011) . در حقیقت ریشهٔ واژه نامشخص است و حاکی از این است که احتمالاً جزئی از لاتین معیار در زمان باستان باشد. اولین کاربرد جدی استفاده از کلمه تاب‌آوری، در فنون مهندسی بود که در سال ۱۸۵۸ توسط مهندس اسکاتلندی ویلیام رنکین از آن برای توصیف قدرت و نرمی محورهای فولادی استفاده کرد. کلمه تاب‌آوری به معنای مقاومت در برابر تأثیرات زلزله با مشاهدات آمریکایی‌ها هنگام بازسازی شهر شیمودا در جنوب غربی توکیو پس از دو فاجعه اصلی زلزله در سال ۱۸۵۴ بکار برده شد. به‌روزرسانی مفهوم تاب‌آوری؛ توسط هولینگ[1] (۱۹۷۳) به‌طور خاص به تئوری سیستم‌ها به‌منظور تحلیل پایایی مجموعه‌های بوم‌شناسی برمی‌گردد (Alexander, 2013: 2710). ایسر[2] معتقداست افزایش ابهام در تاب‌آوری، بسیار باارزش است؛ زیرا این مفهوم، در عمل ارتباط‌های نزدیک‌تری را بین رشته‌ها و علوم مختلف به وجود می‌آورد. اتحادیه بین‌المللی راهبرد کاهش خطر سوانح، برنامه‌ای را با عنوان «تقویت تاب‌آوری ملت‌ها و جوامع در مقابل سوانح» درچارچوب طرح هیوگو (که در کنفرانس جهانی هیوگو در کوبهٔ ژاپن در مورد کاهش بحران ارسال ۲۰۰۵ مطرح شد (، برای سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ در پیش گرفت این برنامه، علاوه بر کاهش آسیب‌پذیری جوامع در هنگام وقوع بحران‌ها، به سمت افزایش و بهبود تاب‌آوری جوامع گرایش پیدا کرد (Mayunga, 2007: 1).

چارچوب کاری هیوگو (HFA) برای انگیزه بخشی بیشتر به فعالیت در سطح جهانی در پی چارچوب کاری دهه بین‌المللی کاهش سوانح طبیعی (۲۰۰۰–۱۹۹۰) و راهبرد یوکوهاما مصوب ۱۹۹۴ و راهبرد بین‌المللی کاهش سوانح (UNISDR) به سال ۱۹۹۹، شکل گرفت. بعد از پایان دوره کاری چارچوب هیوگو (۲۰۱۵–۲۰۰۵) در جهت افزایش و بهبود تاب‌آوری ملل و جوامع در مقابل بلایا، چارچوب سندای (۲۰۳۰–۲۰۱۵) باهدف کاهش خطرپذیری سوانح در سومین کنفرانس جهانی سازمان ملل متحد در شهر سندای ژاپن در مورخه ۱۸ مارس ۲۰۱۵ به تصویب رسید (Saeedi et al., 2015: 6). به‌طورکلی در این مقاله، با توجه به تعاریف تاب‌آوری و اهداف تحقیق، تعریف کارپنتر و دیگران (۲۰۰۱) که در بسیاری از پژوهش‌ها آن را به‌عنوان تعریفی جامع قبول کرده‌اند پذیرفته می‌شود. مطابق نظر کارپنتر، تاب‌آوری عبارت است از: ۱. میزان تخریب و زیانی که یک سیستم قادر است جذب کند، بدون آنکه از حالت تعادل خارج شود، ۲. میزان توانایی یک سیستم برای سازمان‌دهی و تجدید خود در شرایط مختلف و

1- Crawford Stanley Holling
2- Acer

۳. میزان توانایی سیستم در ایجاد و افزایش ظرفیت یادگیری و تقویت سازگاری با شرایط. ازاین‌رو، کارپنتر سیستمی را تاب آور می‌داند که دارای ویژگی‌های زیر باشد:

ظرفیت جذب فشارها یا نیروهای مخرب[1] با پایداری و سازگاری؛

ظرفیت اداره، حفظ ساختارها و عملکردهای اساسی و ویژه، در هنگام سوانح؛

ظرفیت بازیابی «برگشت به گذشته»پس از یک سانحه (Rezaee, 2010: 40).

می‌توان گفت اولین بار تاب‌آوری به‌صورت عملی توسط تیمرمن[2] به حوزه مخاطرات وارد شد. وی از نخستین کسانی است که در مورد تاب‌آوری جامعه[3]در مقابل تغییرات آب و هوایی بحث می‌کند. او تاب‌آوری را به آسیب‌پذیری مرتبط می‌داند و آن را به‌عنوان وسیله اندازه‌گیری مقاومت یک بخش و یا تمام یک سیستم، برای جذب و بازیابی پس از رخ دادن حادثه‌ای مخاطره انگیز می‌داند.

در رابطه با تاب‌آوری نواحی شهری با توجه به دسترسی‌ها و شبکه ارتباطی در مقابله با زلزله، اولین موضوع به سلسله‌مراتب آن‌ها ارتباط پیدا می‌کند که از بالاترین سطح در مقیاس منطقه و شهر تا دسترسی به واحدهای مسکونی، قابل‌ملاحظه است. بنابراین وجود دسترسی‌های متنوع و متعدد باکیفیت مناسب به نقاط مختلف شهر از اهمیت بسزایی برخوردار است (Vali Beyglu, 2014: 8). مفهوم کلی دسترسی به‌سادگی قابل‌فهم است، قابلیت دسترسی در شهرسازی به فاصله و زمان مربوط می‌شود. عامل فاصله به‌صورت هزینه سفر، مصرف سوخت و یا انرژی بدنی و مانند آن بازتاب می‌یابد. هر چه فاصله بیشتر باشد، زمان رسیدن به مقصد بیشتر است و درنتیجه هزینه‌ها نیز بیشتر می‌شوند. افزایش هردو عامل یعنی فاصله و زمان به معنی دسترسی نامناسب و کاهش آن دو عامل به معنی دسترسی مناسب است. ازاین‌رو افزایش قابلیت دسترسی و کاهش فاصله و زمان یکی دیگر از اصول اساسی شهرسازی محسوب می‌شود (Saeednia, 2003: 60). با این تحلیل، چند عامل می‌تواند خسارت ناشی از زلزله را کاهش دهد مثل تعداد، پراکندگی و بزرگی پارک‌ها و فضاهای باز، وجود مراکز امداد و نجات مناسب نظیر بیمارستان، آتش‌نشانی، شبکه‌های ارتباطی، همکاری مناسب بین مردم و آموزش‌های لازم قبل از زلزله (Zangi Abadi et al., 2009: 15). محقق در طی مطالعات گسترده خود در ارزیابی تاب‌آوری نواحی شهری، غالباً از معیارهای کاربری زمین، تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی، کیفیت ابنیه، عرض راه‌ها، ارتفاع ساختمان‌ها، سلسله‌مراتب معابر و دوری و نزدیکی به مراکز درمانی که در کاهش و یا افزایش تاب‌آوری تأثیر چشمگیری دارند استفاده نموده است.

دسترسی به شکل‌های گوناگون تقسیم‌بندی می‌شود که از میان انواع آن، شبکه معابر شهری از عوامل حیاتی هستند که می‌توانند به میزان قابل‌ملاحظه‌ای در تاب‌آوری برابر زلزله ایفای نقش کنند. تا جایی که می‌توان اذعان نمود که موفقیت و یا عدم موفقیت عملیات امداد و مدیریت بحران به میزان کارایی این شبکه بستگی دارد. بنابراین دسترسی

1- Destructive
2- Timmerman
3- resilience of society

به شبکه ارتباطی شهر نقش حساسی در تاب‌آوری شهر در برابر زلزله دارد این نقش از جنبه‌های زیر قابل‌بررسی است:

-تأمین فضای باز و مناسب جهت گریز از عوامل خطرزا و دسترسی به نقاط امن؛

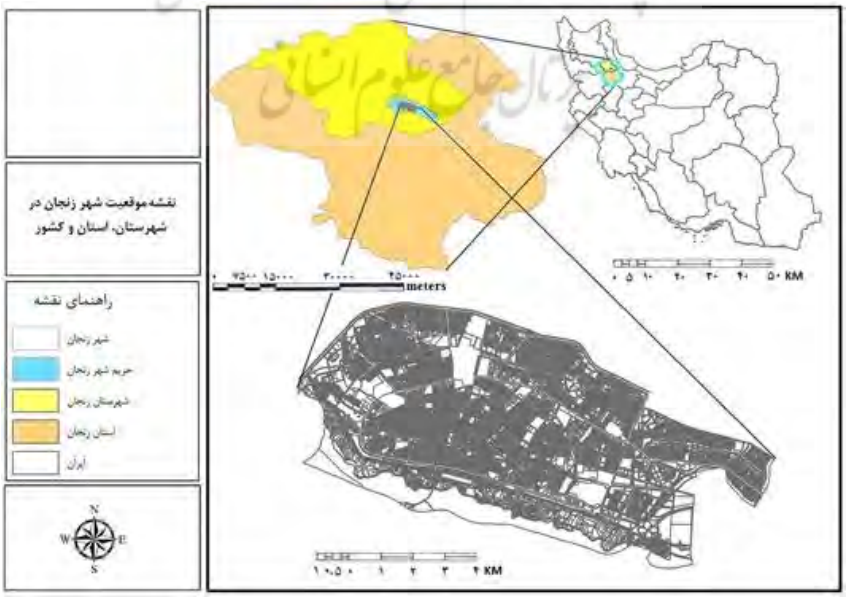
-تسهیل عملیات امداد و نجات پس از زمین‌لرزه؛

-تسریع عملیات آواربرداری، پاک‌سازی و بازسازی (Vali Beyglu, 2014: 31).

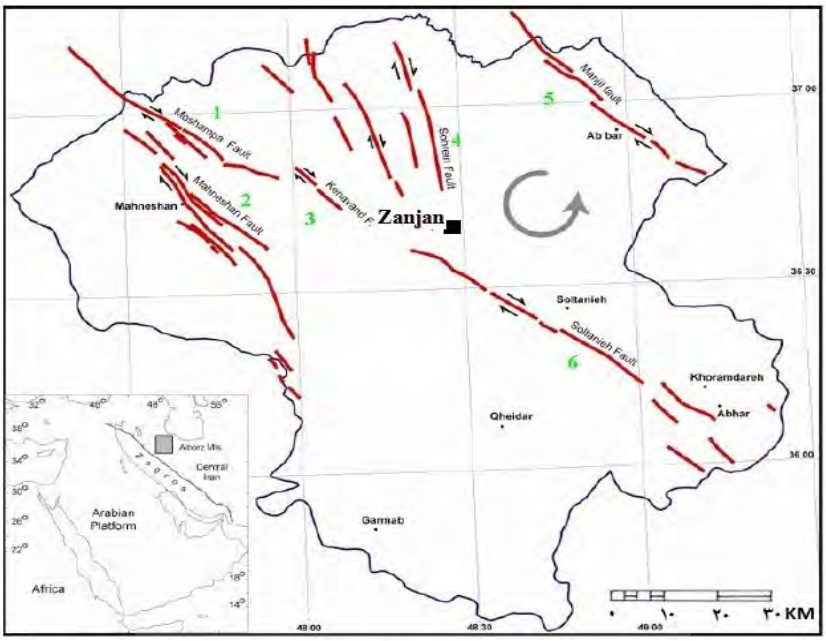
محدوده و قلمرو پژوهش

شهر زنجان، مطابق آمارنامه جمعیتی سال ۱۳۹۲ با ۳۹۸۸۸۴ نفر جمعیت به‌عنوان اولین و بزرگ‌ترین نقطه شهری استان و یکی از شهرهای میانه اندام کشور محسوب می‌شود. این شهر در حال حاضر دارای ۳ منطقه و ۲۵ ناحیه شهری هست. از این تعداد نواحی، ناحیه ۵-۳ که کلاً یک پادگان نظامی می‌باشد و ناحیه ۱-۷ که کلاً جنوب شهر زنجان (پایین‌تر از خیابان خیام و ایستگاه راه‌آهن) را شامل می‌شود به دلیل فقدان سکونتگاهی در این پژوهش جزو محدوده مطالعاتی نبوده‌اند. البته در طرح تفصیلی پیشنهادی سال ۱۳۸۸ شهر زنجان به ۷ منطقه و ۲۵ ناحیه تقسیم‌شده که به دلیل توجیه‌پذیر نبودن تعداد مناطق ازنظر اقتصادی و سازمانی به اجرا درنیامده است اما تقسیم‌بندی نواحی مطابق همان طرح، در برنامه‌ریزی و طرح‌های شهری بکار برده می‌شوند (جدول شماره ۱).

ازنظر موقعیت، شهر زنجان در محاصره سه گسل خطرناک زنجان در شمال، سلطانیه در جنوب و گسل بیاتلر در غرب قرار دارد و براساس نقشه پهنه‌بندی زلزله کشور، تهیه‌شده توسط پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله و همچنین به استناد آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) تهیه‌شده توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی وزارت راه و شهرسازی کشور، در پهنه با درجه خطر نسبی زیاد قرار می‌گیرد (Ahadnejad, 2009: 28) (جدول ۱). وجود گسل‌های فعال در ناحیه زنجان مبیّن آن است که علی‌رغم عدم مشاهده زمین‌لرزه‌های فراوان در سده‌های اخیر، این منطقه توان لرزه‌خیزی نسبتاً زیادی دارد. شکل شماره ۲، نقشه گسل‌های فعال استان زنجان را نشان می‌دهند.



شکل شماره (۱) نقشه موقعیت شهر زنجان Source: Authors(2016)



شکل شماره ۲: نقشه گسل‌های فعال در استان زنجان (Source: Sobouti et al., 2008)

جدول ۱: زلزله‌های بالای ۴ ریشتر در استان زنجان و مجاور آن – از سال ۱۳۹۰

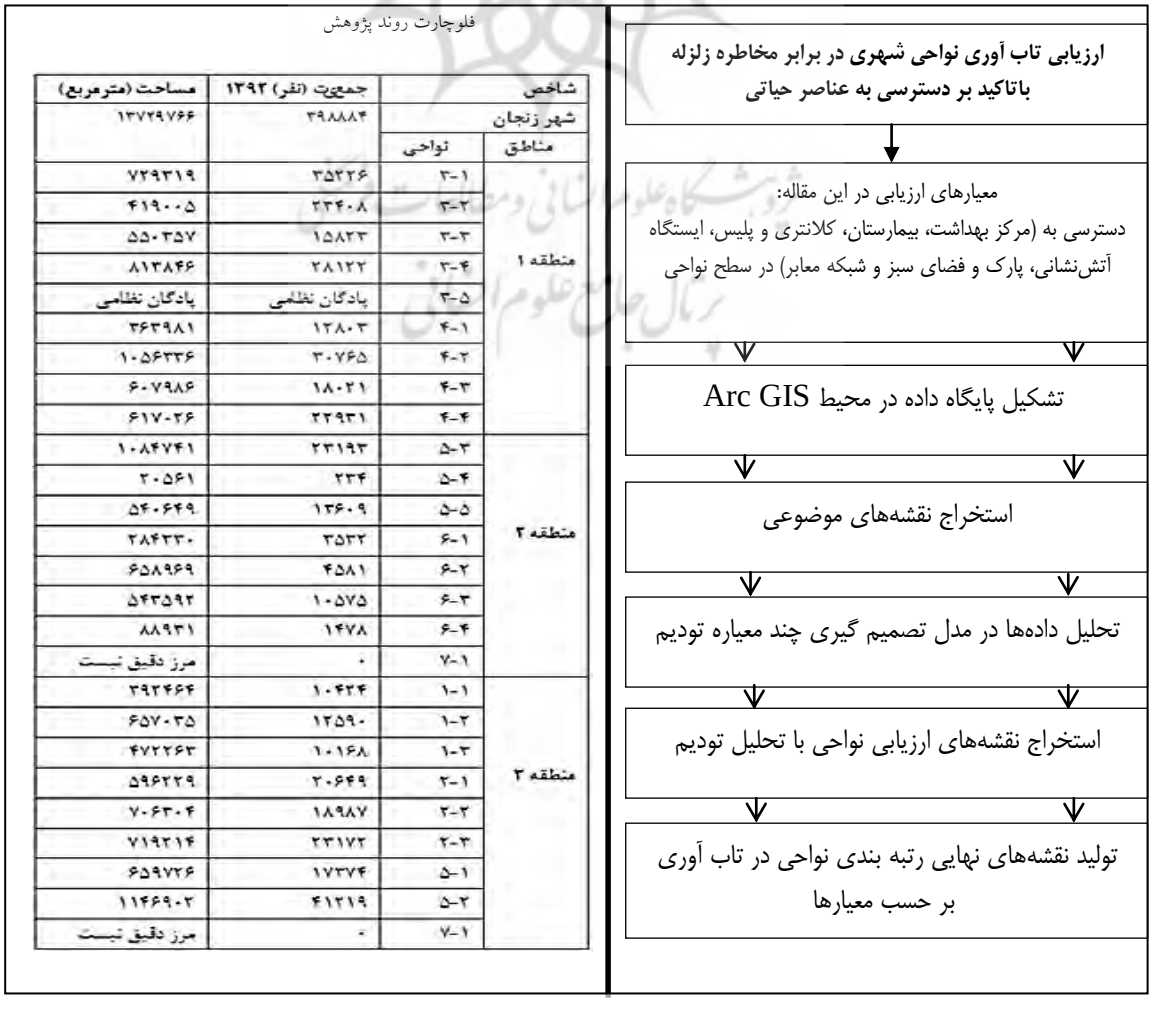
سال	محدوده جغرافیایی	بزرگی
۱۳۹۰/۱۲/۲۸	شهرهای زنجان و طارم	۴.۶ ریشتر
۲۱ مرداد ۹۱	زلزله شمالغرب ایران (اهر- ورزقان)- زنجان هم کاملاً لرزید	۶.۲ ریشتر
17اسفندماه ۹۴	۴۰ کیلومتری شهر زنجان و بعد از شهر نیک‌پی در (آقکند)	۴.۲ ریشتر
۲۳ مهر ۱۳۹۵	سلطانیه- زنجان	۴.۲ ریشتر

Source: Authors(2016)

جدول ۲: خصوصیات جمعیتی شهر زنجان

فلوچارت روند پژوهش

شاخص		جمعیت (نفر) ۱۳۹۲	مساحت (مترمربع)
شهر زنجان		۳۹۸۸۸۴	۱۳۷۲۹۷۶۶
مناطق	نواحی		
منطقه ۱	۳-۱	۳۵۲۲۶	۷۲۹۳۱۹
	۳-۲	۲۳۴۰۸	۴۱۹۰۰۵
	۳-۳	۱۵۸۲۳	۵۵۰۳۵۷
	۳-۴	۲۸۱۲۲	۸۱۳۸۴۶
	۳-۵	پادگان نظامی	پادگان نظامی
	۴-۱	۱۲۸۰۳	۳۶۳۹۸۱
	۴-۲	۳۰۷۶۵	۱۰۵۶۳۳۶
	۴-۳	۱۸۰۲۱	۶۰۷۹۸۶
	۴-۴	۲۲۹۳۱	۶۱۷۰۲۶
منطقه ۲	۵-۳	۲۳۱۹۳	۱۰۸۴۷۴۱
	۵-۴	۲۳۴	۲۰۵۶۱
	۵-۵	۱۳۶۰۹	۵۴۰۶۴۹
	۶-۱	۳۵۳۲	۲۸۴۳۳۰
	۶-۲	۴۵۸۱	۶۵۸۹۶۹
	۶-۳	۱۰۵۷۵	۵۴۳۵۹۲
	۶-۴	۱۴۷۸	۸۸۹۳۱
	۷-۱	۰	مرز دقیق نیست
منطقه ۳	۱-۱	۱۰۴۲۴	۳۹۲۴۶۴
	۱-۲	۱۲۵۹۰	۶۵۷۰۳۵
	۱-۳	۱۰۱۶۸	۴۷۲۲۶۳
	۲-۱	۲۰۶۴۹	۵۹۶۲۲۹
	۲-۳	۱۸۹۸۷	۷۰۶۳۰۴
	۲-۳	۲۳۱۷۲	۷۱۹۲۱۴
	۵-۱	۱۷۳۷۴	۶۵۹۷۲۶
	۵-۲	۴۱۲۱۹	۱۱۴۶۹۰۲
	۷-۱	۰	مرز دقیق نیست



Source: The results of the detailed plan of the Zanjan city and statistics, 2013

مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (مدل تودیم)

تکنیک تودیم یکی از فن‌های معرفی‌شده‌ای است که به‌منظور حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره کاربرد دارد (Gomes et al., 2013). در اینجا به معرفی این تکنیک می‌پردازیم. اولین بار توسط (Gomes & Lima 1992a)ارائه گردید. این تکنیک براساس تئوری پیش‌بینی غیرخطی است و اختلافات میان مقادیر هر دو گزینه را که با توجه به هر معیار به‌دست‌آمده‌اند، نسبت به یک معیار مرجع ارائه می‌کند (Kahneman & Tversky,۱۹۹۷) این تکنیک با استفاده از مقایسات زوجی میان معیارهای تصمیم‌گیری، ناسازگاری‌های تصادفی رخ‌داده از این مقایسات را حذف می‌کند (Gomes & Rangel, 2009).

ماتریس تصمیم جدول (۳) را در نظر بگیرید:

	C1	C2	…	Cm
Wc	W1	W2	…	Wm
A1	P11	P12	…	P1m
A2	P21	P22	…	P2m
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
An	Pn1	Pn2	…	Pnm

(Source: Gomes & Rangel, 2009)

در ماتریس فوق m معیار (Cm و... و C۱) و n گزینه (An و ... و A۱) در دسترس هستند، به‌نحوی‌که Pic امتیاز اختصاص‌یافته به گزینه iام با توجه به معیار cام (C = 1, …, m) است. همچنین wc وزن اهمیت معیار cام است.

گام‌های اجرای تکنیک تودیم به ترتیب به شرح زیراست:

گام ۱) اگر pic و pjc به ترتیب امتیاز اختصاص‌یافته به گزینه‌های i و j با توجه به معیار cام باشند، آنگاه ابتدا تفاضل نسبی (pjc − pic) را به دست می‌آوریم. سپس مطابق رابطه (۱) مقدار Φ_c(Aj,Ai) مربوطه را محاسبه می‌کنیم.

$$\Phi_c(A_i,A_j)=\begin{cases}\sqrt{w_c\times(p_{ic}-p_{jc})}, & (p_{ic}-p_{jc})>0\\ 0, & (p_{ic}-p_{jc})=0\\ \frac{-1}{\theta}\sqrt{\frac{-(p_{ic}-p_{jc})}{w_c}}, & (p_{ic}-p_{jc})<0\end{cases}$$

گام ۲) اندازه تسلط گزینه Ai برگزینه Aj ((Aj,Aið)) را مطابق رابطه (۲) به دست می‌آوریم:

$$\delta(A_i,A_j)=\sum_{c=1}^{m}\Phi_c(A_i,A_j),\forall(i,j),i\neq j$$

گام ۳) مقدار شاخص جهانی نرمالایز شده گزینه A_i (ξ_i) زمانی که با سایر گزینه‌ها مقایسه می‌شود را مطابق رابطه (۳) به دست می‌آوریم:

$$\xi_i=\frac{\sum_{j=1}^{n}\delta(A_i,A_j)-\min\sum_{j=1}^{n}\delta(A_i,A_j)}{\max\sum_{j=1}^{n}\delta(A_i,A_j)-\min\sum_{j=1}^{n}\delta(A_i,A_j)}$$

در این تحقیق با توجه به ۸ معیار مؤثر در ابعاد کالبدی جهت ارزیابی تاب‌آوری در ۲۴ ناحیه شهری شهر زنجان یک ماتریس ۲۴*۸ تولید خواهد شد. بعد از انجام این محاسبات با توجه به فرمول‌های ذکرشده در مراحل ۱ و ۲ ارزش عملکردی هر گزینه را به دست می‌آوریم و درنهایت با توجه به فرمول مرحله ۳ به دست آوردن حداقل و حداکثر هر معیار به رتبه‌بندی نواحی با توجه به مقادیر ۰ و ۱ اقدام می‌شود. رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها براساس روند کاهشی مقادیر ξ_i است، به عبارت ساده‌تر، بیشترین مقدار به‌دست‌آمده برای ξ_i متعلق به بهترین گزینه موجوداست.

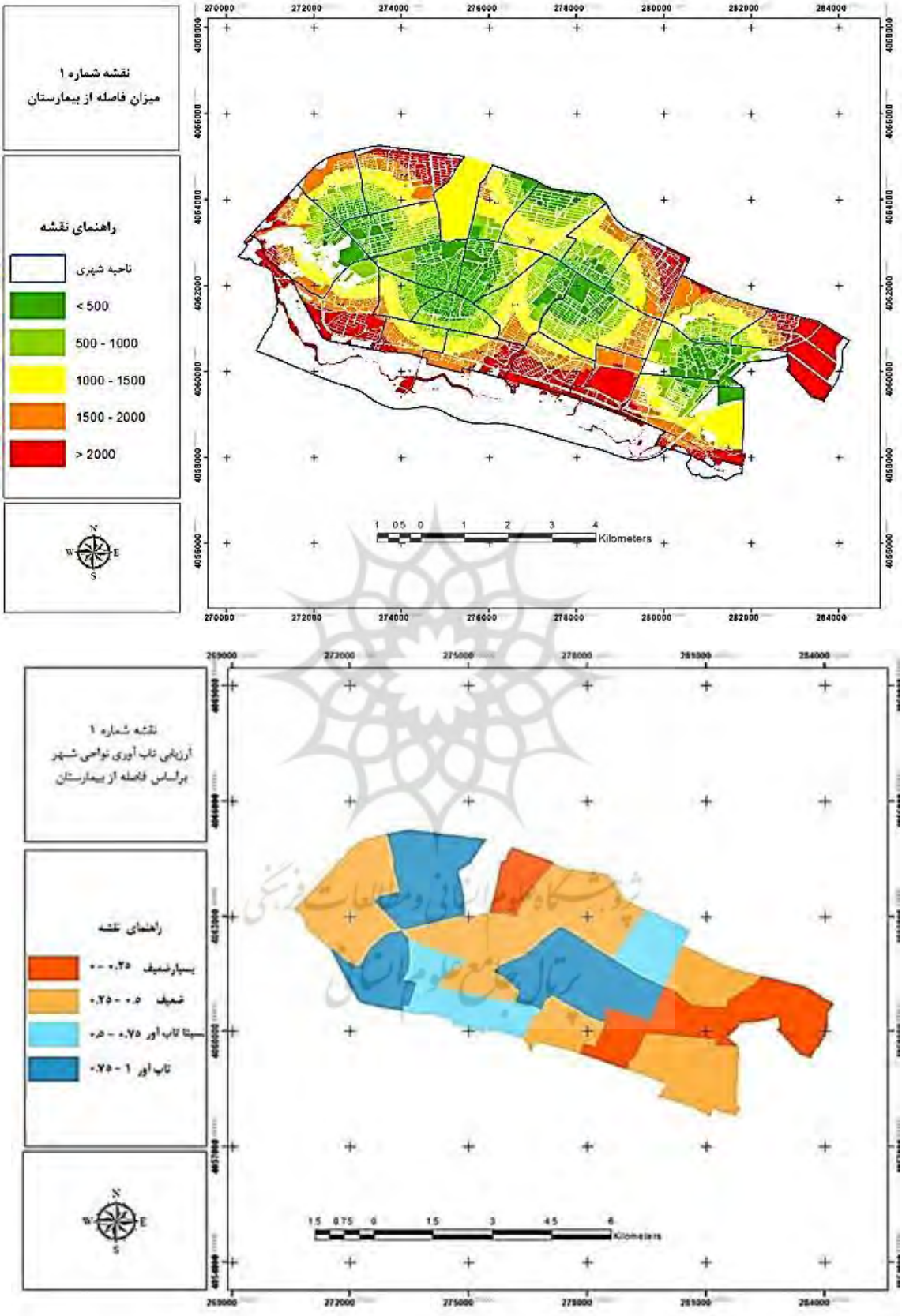
در ابتدا معیارها و زیرمعیارها برای کل نواحی شهر زنجان وارد Arc GIS گردید سپس نقشه‌های موضوعی هرکدام از معیارها (نقشه‌های اولِ صفحات بعد) به تفکیک بر مبنای آمارهای فوق تهیه گردیده و بعدازآن، نقشه‌های ارزیابی تاب‌آوری نواحی برمبنای مدل تصمیم‌گیری چند معیاره تودیم تولیدشده (نقشه‌های دوم صفحات بعد) و نهایتاً نقشه‌های رتبه‌بندی نواحی شهری به ترتیب، استخراج گردیدند.

معیارهای مؤثر در ارزیابی تاب‌آوری شهری با تأکید بر دسترسی به عناصر کالبدی مؤثر که در این مقاله مورداستفاده قرارگرفته‌اند عبارت‌اند از: دسترسی به بیمارستان، مرکز بهداشت، کلانتری و پلیس، ایستگاه آتش‌نشانی، پارک و فضای سبز و شبکه معابر که بعد از پردازش آن‌ها در ماتریس مدل تودیم (جدول ۳) نقشه‌های حاصل از این تحلیل را در ادامه و بعد از جدول می‌آوریم.

جدول ۳: نتایج نهایی حاصل از پردازش معیارها در مدل تودیم

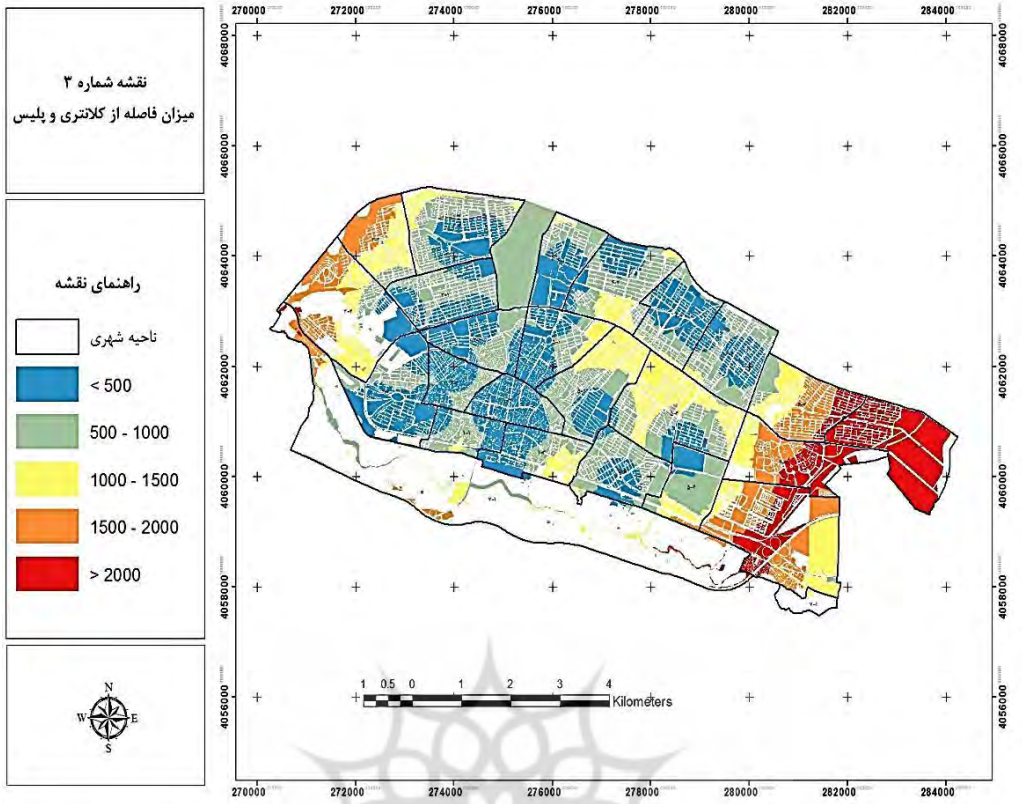
نواحی	دسترسی به پلیس	دسترسی به آتش‌نشانی	دسترسی به بیمارستان	دسترسی به مرکز بهداشت	دسترسی به فضای سبز	دسترسی به شبکه معابر
11	0.48	0.36	0.33	0.69	0.61	0.40
12	0.55	0.26	0.43	0.48	0.52	0.34
13	0.44	0.40	0.29	0.63	0.62	0.36
21	0.30	0.11	0.03	0.41	0.29	0.18
22	0.41	0.51	0.50	0.52	0.40	0.37
23	0.35	0.05	0.21	0.44	0.41	0.34
31	0.01	0.24	0.13	0.07	0.00	0.04
32	0.44	0.59	0.48	0.34	0.63	0.56
33	0.51	0.55	0.58	0.55	0.71	0.55
34	0.23	0.00	0.00	0.09	0.20	0.33
41	0.81	0.78	0.78	0.76	0.87	0.76
42	0.47	0.50	0.53	0.52	0.65	0.49
43	0.65	0.55	0.59	0.63	0.73	0.57
44	0.45	0.39	0.27	0.33	0.43	0.35
51	0.51	0.51	0.57	0.67	0.60	0.44
52	0.00	0.12	0.08	0.00	0.17	0.00
53	0.28	0.45	0.14	0.30	0.54	0.22
54	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	0.97
55	0.62	0.64	0.53	0.60	0.73	0.54
61	0.62	0.63	0.59	0.72	0.65	0.61
62	0.76	0.85	0.89	0.84	0.82	0.81
63	0.45	0.67	0.45	0.58	0.47	0.53
64	0.96	1.00	0.98	1.00	0.90	0.95
71	0.96	0.99	1.00	0.97	0.94	1.00

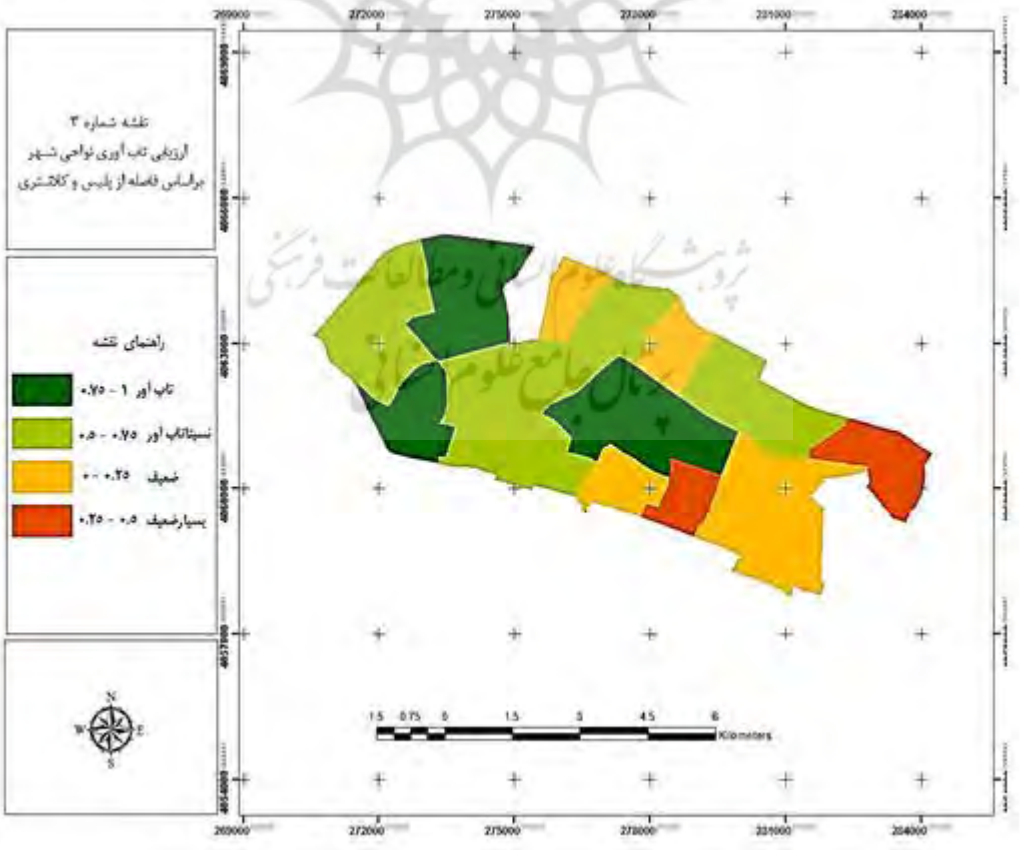
Source: Authors(2016)



شکل شماره ۳: نقشه دسترسی به بیمارستان درسطح نواحی

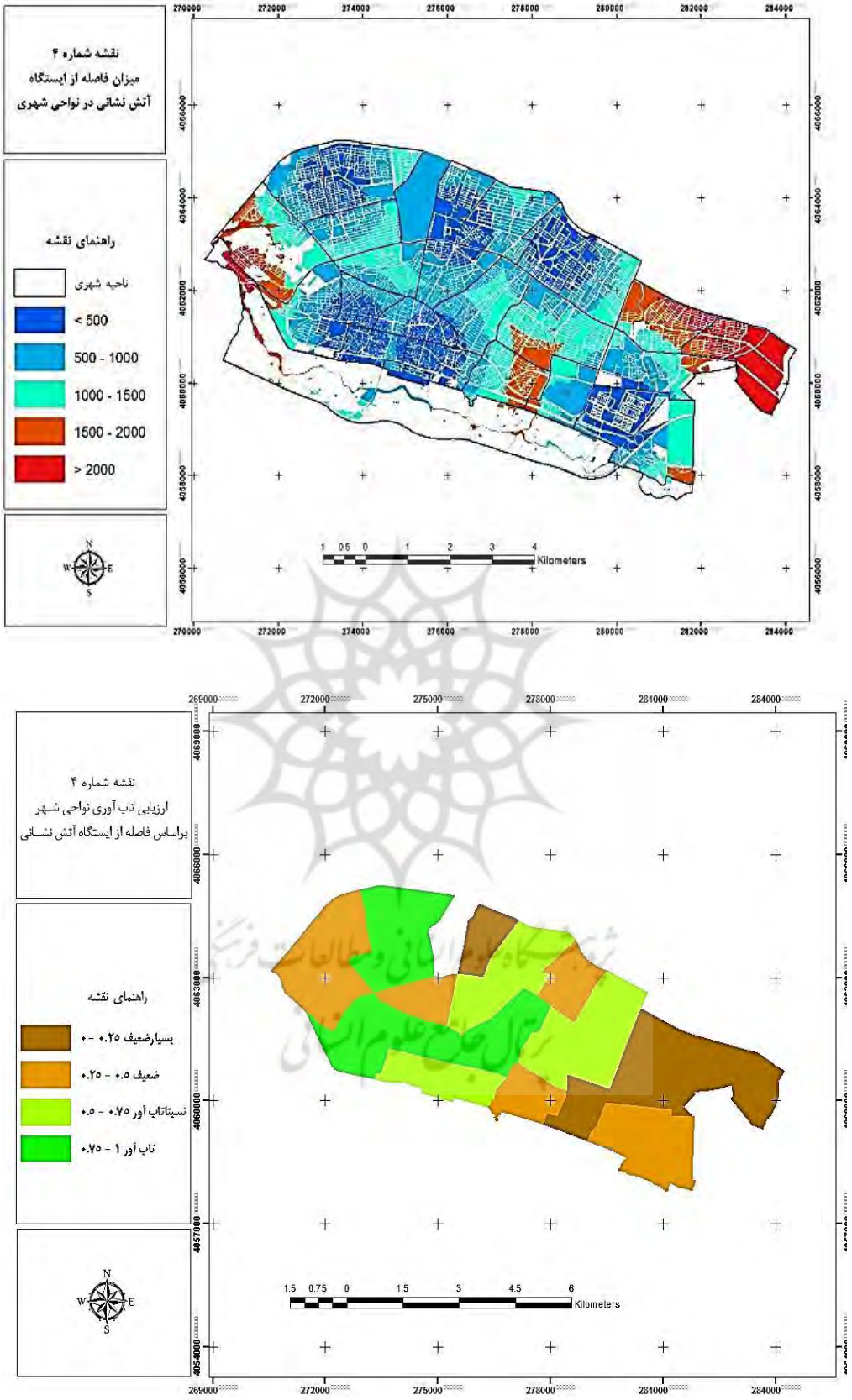
Source: authors





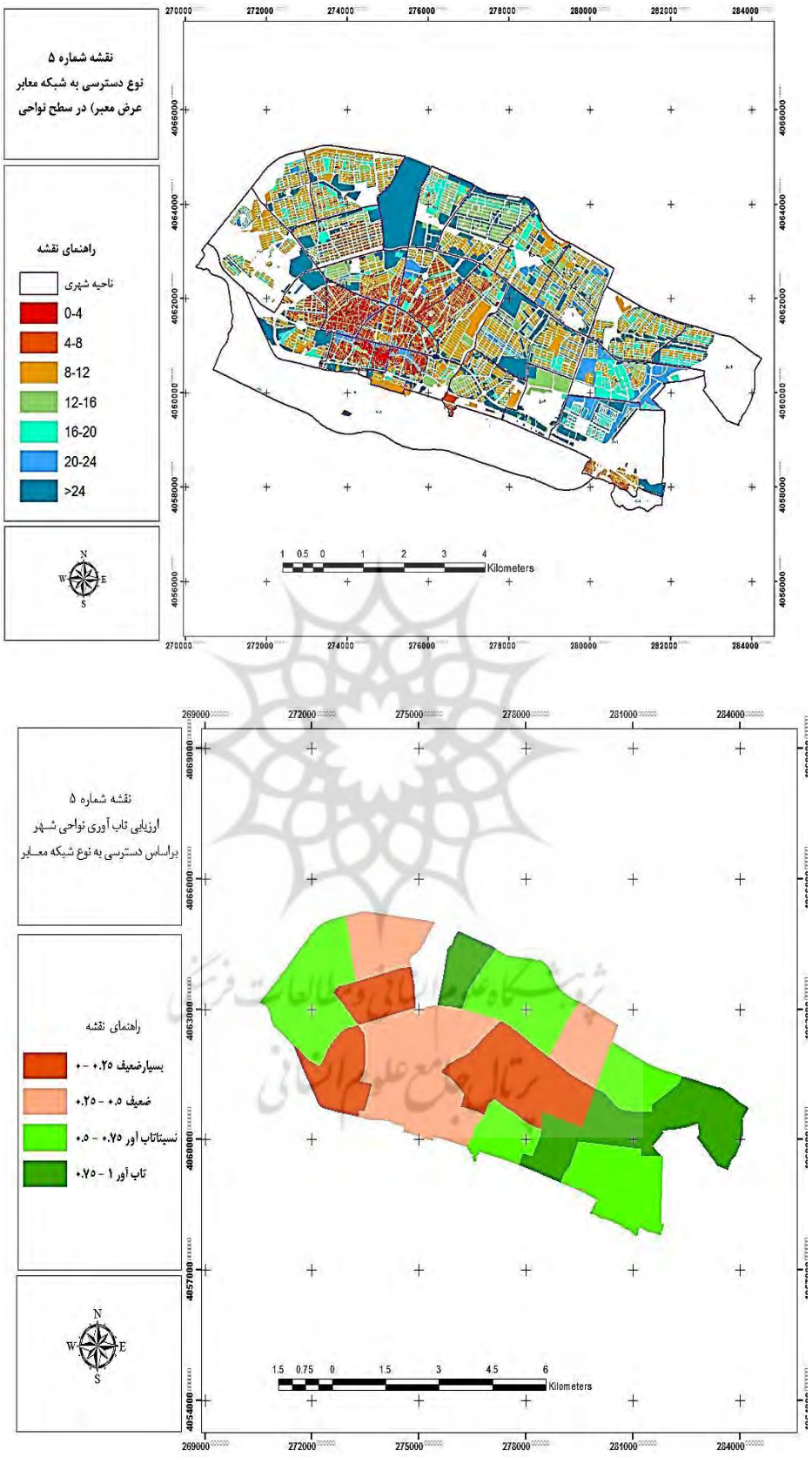
شکل شماره ۴: نقشه دسترسی به پلیس درسطح نواحی

Source: authors



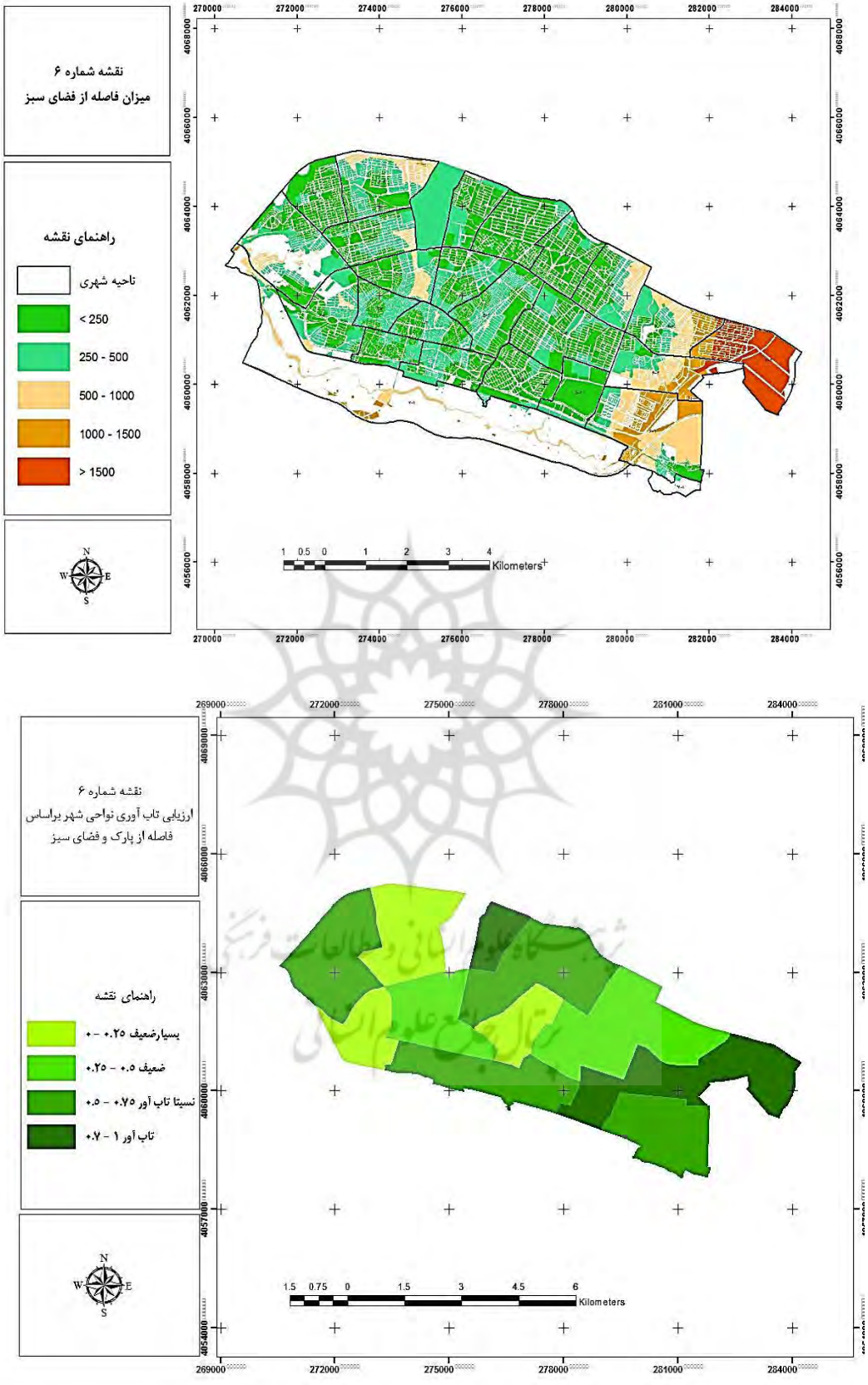
شکل شماره ۵: نقشه دسترسی به آتش نشانی درسطح نواحی

Source: authors



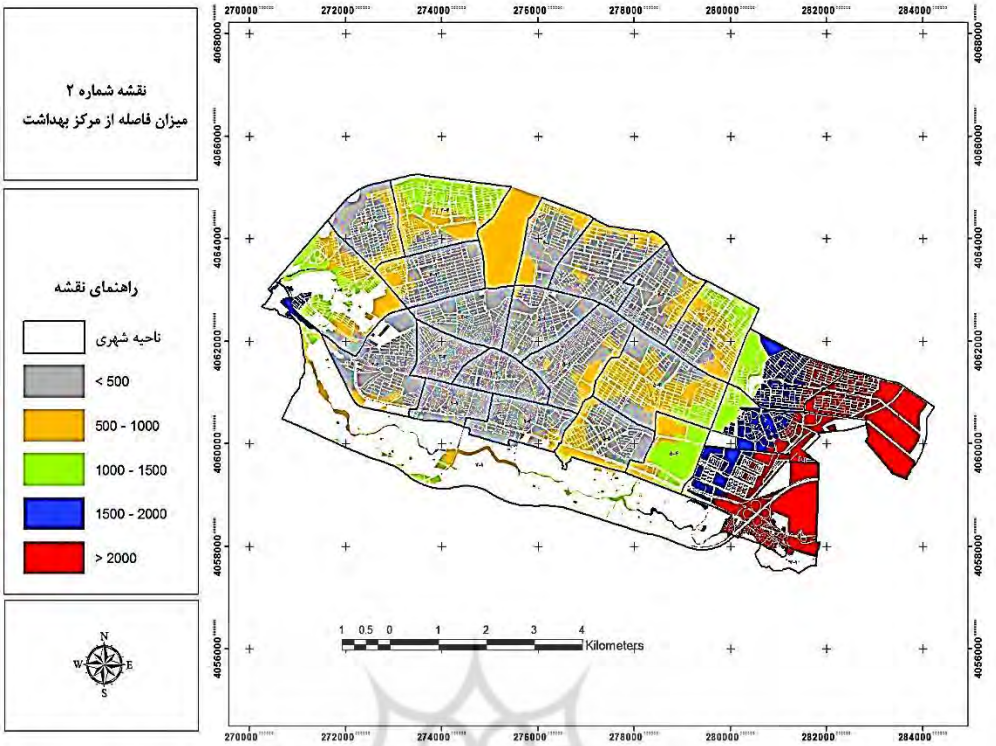
شکل شماره ۶: نقشه دسترسی به شبکه معابر درسطح نواحی

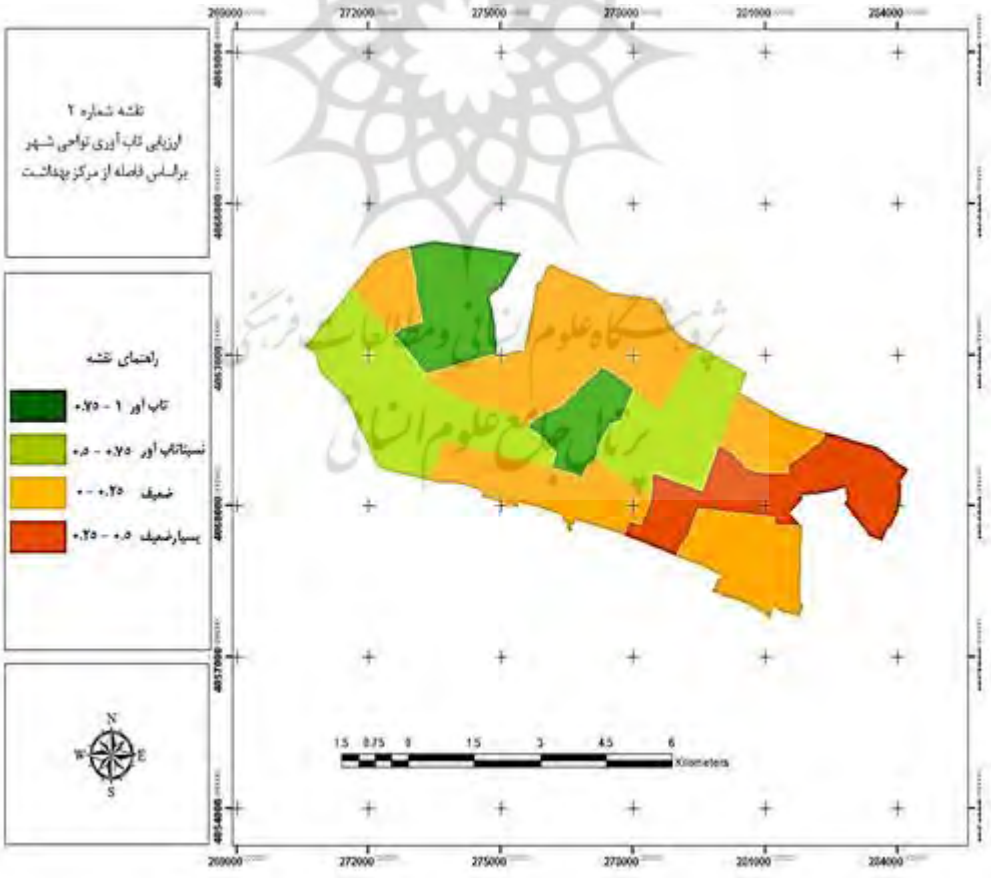
Source: authors



شکل شماره ۷: نقشه دسترسی به فضا سبز درسطح نواحی

Source: authors





شکل شماره ۸: نقشه دسترسی به مرکزبهداشت درسطح ناحیه

Source: authors

یافته‌ها

شواهد حاصل از بررسی نقشه دسترسی به بیمارستان (شکل شماره ۳) بیانگر آن است که در مناطق ۳ گانه و نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان، غالباً نواحی مرکزی واقع در شهر در جهت غربی- شرقی یعنی (کوی فرهنگ، سعدی شمالی، کوچه مشکی، بهارستان، پونک و گاوازنگ)، ازنظر دسترسی به بیمارستان در وضعیت مطلوب هستند یعنی در فاصله کمتر از ۵۰۰ متر از محل بیمارستان قرار دارند. این در حالی است که در نقشه ارزیابی تاب‌آوری نواحی براساس فاصله از بیمارستان (شکل شماره ۱-۳)، نواحی منطبق بر محلات کوی فرهنگ، اسلام‌آباد، آشاغی چارراه، بهارستان، ترانس و کوچه مشکی، که ۱۴۸۴۰۸ نفر جمعیت پوشش می‌دهد با تاب‌آوری بالا و محلات نصر، فجر و فازهای ۵ به بعد گلشهر، با ۱۹۱۰۰ نفر جمعیت با تاب‌آوری بسیار ضعیف در میان نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان قرار دارند.

بررسی و تحلیل نقشه دسترسی به مرکز پلیس و کلانتری (شکل شماره ۴) حاکی از آن است که در نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان، اغلب نواحی واقع در شمال، جنوب و مرکز شهر بافاصله کمتر از ۵۰۰ متر و یا ۱۰۰۰-۵۰۰ قرار دارند. این در حالی است که در نقشه ارزیابی تاب‌آوری نواحی براساس فاصله از مراکز پلیس و کلانتری (شکل شماره ۱-۴)، نواحی منطبق بر (کوی فرهنگ، اسلام‌آباد، آشاغی چارراه، ترانس وبی‌سیم، کوی منظریه و بهارستان با ۱۴۸۴۰۹ نفر جمعیت) با تاب‌آوری بالا و محلات گلشهر کاظمیه با ۱۷۱۸ نفر جمعیت با تاب‌آوری بسیار ضعیف تحلیل می‌شوند.

شواهد حاصل از بررسی نقشه دسترسی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی (شکل شماره ۵) بیانگر آن است که میزان فاصله از ایستگاه آتش‌نشانی و سطح دسترسی، اغلب در نواحی واقع در شمال و جنوب شهر یعنی (شهرک کارمندان، آزادگان، الهیه، سعدی جنوبی و بازار) مطلوب می‌باشد یعنی اکثراً در فاصله کمتر از ۵۰۰ متر و یا بین ۱۰۰۰-۵۰۰ متر از ایستگاه آتش‌نشانی قرار دارند. این در حالی است که در نقشه ارزیابی تاب‌آوری نواحی براساس فاصله از ایستگاه آتش‌نشانی و دسترسی به آن، (شکل شماره ۱-۵)، نواحی منطبق بر محله‌های آشاغی چارراه، یدی بوروغ، سعدی وسط، ترانس و بی‌سیم) با ۱۶۰۹۷۸ نفر جمعیت و همچنین محلات فجر و نصر، پارک ملت، پونک و فازهای ۱۰-۵ گلشهر با ۱۹۰۹۶ نفر جمعیت به ترتیب با تاب‌آوری بالا و بسیار ضعیف قرار دارند.

طبق نقشه دسترسی به شبکه معابر یا عرض معبر (شکل شماره ۶) تحلیل‌ها بیانگر آن است که در نواحی ۲۵ گانه، اغلب نواحی واقع در بافت قدیم و مرکزی شهر (حسینیه، یدی بوروغ، آشاغی چارراه، بازار، اسلام‌آباد، ترانس و بی‌سیم) با عرض معابر ۴-۰ و ۸-۴ متر و در وضعیت نامطلوب قرار دارند. این در حالی است که در شکل شماره ۱-۶ و نقشه ارزیابی تاب‌آوری نواحی براساس عرض معبر (دسترسی به شبکه معابر)، نواحی ۱-۴، ۲-۶، ۳-۶ و ۴-۵ (گلشهر کاظمیه، پونک، پارک ملت و آزادگان) با جمعیت ۲۸۱۹۵ نفر و تاب‌آوری بالا و نواحی ۱-۲، ۲-۲ و ۲-۵ (حسینیه، آشاغی چارراه و کوی فاطمیه، اسلام‌آباد، بی‌سیم و ترانس) با جمعیت ۸۰۸۴۶ نفر و تاب‌آوری بسیار ضعیف می‌باشند.

بررسی و تحلیل نقشه فاصله از پارک و فضای سبز (شکل شماره ۷) بیانگر آن است که در سطح نواحی شهر زنجان، غالباً در نواحی شمال و شمال غرب حداکثر فاصله تا فضای سبز و پارک بین ۵۰۰-۲۵۰ متر می‌باشد. این در حالی است که در نقشه ارزیابی تاب‌آوری نواحی براساس فاصله از پارک و فضای سبز (شکل شماره ۱-۷)، نواحی منطبق

بر (کوی فرهنگ، شهرآرا، گلشهر کاظمیه، پونک، وحیدیه، اعتمادیه و پارک ملت) جمعاً با ۳۱۲۲۷ نفر جمعیت با میزان تاب‌آوری بالا و نواحی ۱-۳، ۴-۳، ۲-۵ و ۱-۲ (الهیه، اسلام‌آباد، ترانس، بی‌سیم و کوی فاطمیه) جمعاً با ۱۲۵۲۱۶ نفر جمعیت میزان تاب‌آوری بسیار ضعیف واقع‌شده‌اند.

بررسی و تحلیل نقشه دسترسی به مرکز بهداشت (شکل شماره ۸) نشان می‌دهد که در مناطق ۳ گانه و نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان، به‌جز در نواحی واقع در شرق شهر، یعنی (گلشهر کاظمیه، پونک، سایت کارگاهی و مهدیه) بقیه نقاط غالباً در فاصله کمتر از ۵۰۰ متر و یا بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر از مراکز بهداشت در سطح نواحی، قرار دارند. این در حالی است که در نقشه ارزیابی تاب‌آوری نواحی براساس فاصله از مراکز بهداشتی (شکل شماره ۱-۸)، محلات (ترانس و بی‌سیم، کوی الهیه و اسلام‌آباد با ۱۰۴۵۶۷ نفر جمعیت) با تاب‌آوری بالا و نواحی ۲-۶، ۴-۶ و ۴-۵ (محله‌های وحیدیه، پارک ملت و فازهای ۱۰-۵ گلشهر با ۶۲۹۳ نفر جمعیت) با تاب‌آوری بسیار ضعیف تحلیل می‌شوند.

نتیجه‌گیری و دستاوردهای پژوهش

برآیند حاصل از تحلیل‌های دقیق و جامع در این مطالعه نشان می‌دهد که با توجه به معیارهای ارزیابی تاب‌آوری در دسترسی به کاربری‌های حیاتی و مؤثر کالبدی در ۲۵ ناحیه شهری زنجان، طبق نقشه‌های موجود می‌توان گفت که نوعی تناوب و حتی تعارض در تاب‌آوری یا عدم تاب‌آوری نواحی وجود دارد به این دلیل که در هیچ‌کدام از نواحی، ثبات در تاب‌آوری وجود ندارد یعنی هیچ ناحیه‌ای در ارزیابی همه معیارها، تاب آور نشان نمی‌دهد. بدین گونه اغلب نواحی واقع در بافت قدیم (۱-۱، آشاغی چارراه؛ بازار و حسینیه، ۲-۱ زینبیه و سعدی وسط، ۳-۱ مسجدیری و دباغلار، ۳-۲ گونیه و یدی بوروغ) و یا غیررسمی (۱-۲ فاطمیه و درمانگاه، ۱-۳ اسلام‌آبادو ۲-۵ ترانس و بی‌سیم) شهر که پرجمعیت نیز هستند طبق مطالعات قبلی نگارنده، در ارزیابی استحکام کالبدی بسیار ضعیف نشان می‌دهند ولی در ارزیابی فاصله و نزدیکی به کاربری‌های مؤثر (پلیس، آتش‌نشانی، مرکز بهداشت و بیمارستان) تاب‌آوری بالایی را به نمایش می‌گذارند. به‌طور دقیق مطابق یافته‌های موجود در این مقاله نتیجه می‌گیریم:

الف: طبق نقشه‌های فاصله از بیمارستان، مرکز بهداشت، پلیس و ایستگاه آتش‌نشانی؛ به‌طور مشترک محله‌های صفا و کوچه مشکی، الهیه؛ فرهنگ، سعدی وسط، حسینیه و آشاغی چارراه، اسلام‌آباد، ترانس و بی‌سیم با میزان تاب‌آوری بالا و محله‌های نصر، آزادگان، پارک ملت، گلشهر، وحیدیه و پونک با تاب‌آوری بسیار ضعیف ارزیابی گردیدند.

ب: درحالی‌که طبق نقشه‌های دسترسی به شبکه معابر، پارک و فضای سبز، به‌طور مشترک محله‌های آزادگان، نصر، پارک ملت، گلشهر، وحیدیه، پونک، شهرآرا، کارمندان و علوم پایه با میزان تاب‌آوری بالا و محله‌های فاطمیه، حسینیه و آشاغی چارراه، الهیه، اسلام‌آباد، ترانس و بی‌سیم با تاب‌آوری بسیار ضعیف مورد ارزیابی قرار گرفتند.

نگارنده معتقد است علیرغم وقوع زلزله‌های مخرب در چند دهه اخیر و آسیب‌پذیری بالای ساختمان و مسکن در برابر زلزله در نواحی حسینیه و آشاغی چارراه، اسلام‌آباد، ترانس و بی‌سیم، ازیک‌طرف با توجه به حجم زیاد

جمعیت در نواحی فوق و از طرف دیگر تاب‌آوری بالای همین نواحی در معیارهای ارزیابی‌شده در بند الف (بالا)، بایستی به ارتقا تاب‌آوری در سایر ابعاد به‌ویژه ازنظر استحکام بنا توجه خاصی نشان داد.

دستاوردهای این پژوهش حاکی از آن است که با توجه به اهمیت موضوع مقاله، در ساختمانهای «با اهمیت بسیار ضروری» که قابل استفاده بودن آنها قبل و پس از وقوع زلزله اهمیت حیاتی دارد مانند بیمارستانها و درمانگاهها، مراکز آتش نشانی، تأسیسات آبرسانی، نیروگاه‌ها و تأسیسات برق رسانی، مخابرات، رادیو و تلویزیون، مراکز نظامی- انتظامی و کمک رسانی هنوز در برخی از ساخت و سازهای کالبدی مؤثر نظارت کافی وجود نداشته و حتی پدیده‌ی فروش حق امضا به چشم می‌خورد که این مساله رسیدن به ضریب ایمنی رضایت‌بخش و تحقق اهداف نهفته در اصول نظام مهندسی را در زمان حال غیر ممکن می‌نماید. همچنین با توجه شدت تخریب زلزله بر روی ساختمان‌های سنگین‌تر (از نظر حجم و مصالح)، همچنان مصالحی تولید و استعمال می‌شوند که عملاً طبق اصول نظام مهندسی و تاب آوری کالبدی بناها باید از رده خارج شوند. بنابراین موضوع سبک‌سازی مصالحِ ساخت هنوز جایگاه واقعی خود را پیدا نکرده است.

طبق مطالعات به دست آمده از تجارب کشورهای زلزله خیز در این رابطه یکی از بهترین رهیافتها، بکار گیری خاکسترِ پوسته برنج در تولید بتن، افزایش دوام بتن و مقاومت آن در برابر حملات مواد مخربِ شیمیایی است که جایگزینی آن در حدود سی تا چهل درصد، بجای سیمان مصرفی در تولید بتن و در نتیجه افزایش میزان سیمان تولیدی و کاهش قیمت آن است. از دیگر روشهای ارتقای تاب آوری کالبدی استفاده از RHA[1] در تولید بتن‌های عایق می‌باشد که باعث سبکی و کاهش وزن مخصوص بتن شده و خواص عایق بودن آن را افزایش می‌دهد.

از جمله مقررات اجرای ساختمان در ارتباط با بحث تاب آوری کالبدی ساختمان‌ها و دسترسی در برابر مخاطره زلزله، آیین نامه استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد که عموماً برای ساختمان‌های بتن آرمه، فولادی، چوبی و ساختمان‌های با مصالح بنّایی کاربرد دارد. با توجه به این که بخش قابل توجهی از ساختمانهای واقع در محلات حسینیه، یدی بوروغ و آشاغی چارراه، اسلام‌آباد، ترانس و بی‌سیم مقاومت لازم را در برابر زلزله‌های شدید ندارند جهت ایمن سازی این نوع ساختمانها، در برابر زلزله مطابق آیین نامه مذکور دو راه حل کلی وجود دارد: الف) تخریب و بازسازی اصولی، مطابق ضوابط آیین نامه و ب) مقاوم سازی بدون تخریب این نوع ساختمان‌ها که نهایتاً هیچ یک از روشهای دوگانه فوق مسئله ایمن سازی در برابر زلزله را تا به حال حل نکرده است. به همین خاطر برای کاهش خطرپذیری و افزایش تاب آوری نواحی شهری بویژه در بافت‌های قدیمی و فرسوده، **طرحی به نام اتاق امن** اتخاذ می‌گردد. این طرح غالباً در ساختمان‌هایی کاربرد دارد که در محله‌های قدیمی و فرسوده و کمتر از ۳ طبقه، از نظر دسترسی و هزینه براحتی قابل برداشت و تجدید نیستند و عموماً دارای سیستم دیوار باربر بدون کلاف‌های قائم و افقی هستند که تخریب آنها در زمان وقوع زمین لرزه‌های ویرانگر، قطعی است.

در این روش بخشی از ساختمان که امکان حضور ساکنان در هنگام وقوع زلزله در آن فراهم است توسط ساخت و نصب یک سازه مقاوم، ایمن سازی می‌شود. نقش این سازه آن است که در هنگام بروز زلزله و در زمانی که

---

[1]- خاکستر پوسته برنج

ساختمان شروع به تخریب می‌کند از ریزش آوار به داخل محدوده امن جلوگیری می‌نماید و در واقع یک منطقه حفاظتی جهت مراقبت از جان ساکنان ایجاد می‌کند. منطقی است که یک یا دو اتاق که اعضاء خانواده حضور بیشتری در شبانه روز در آنها دارند به این امر اختصاص داده شود. البته در هنگام وقوع زلزله، فرصت حیاتی (چند ثانیه) جهت انتقال ساکنین از نقاط دیگر ساختمان به داخل اتاق امن وجود دارد.

در طرح حاضر هیچگونه تغییری در ساختمان اصلی ایجاد نمی‌شود و فقط در داخل بخشی از آن یک قاب فلزی باربر قرار می‌گیرد. نحوه عملکرد این قاب به این صورت است که پس از وقوع زلزله و تخریب ساختمان، آوار بر سر افراد فرو نمی‌ریزد و بر روی این سازه جای می‌گیرد. این سازه در برابر پس لرزه‌ها هم مقاوم است.

با توجه به تجربیات به دست آمده در پژوهش حاضر پیشنهادهای زیر برای انجام مطالعات آینده ارائه می‌شود:

- تهیه مدل تاب آوری در برابر مخاطره زلزله برای تمام شهرها که در طی آن، سطوح تاب آوری انواع گونه‌های ساختمانی تهیه شده و به عنوان مبنا قرار گیرد.
- ایجاد بانک‌های اطلاعاتی جامع از تمام جزئیات و عناصر شهری بر پایه سیستم اطلاعات جغرافیایی از سوی نهادهای متولی که برای اهداف گوناگون مدیریت شهری و از جمله ارزیابی تاب آوری در برابر زلزله مورد استفاده قرار بگیرد.
- انجام مطالعات پایه تکتونیکی و ژئوتکتونیکی برای پهنه بندی دقیق مناطق براساس شدت‌های مختلف لرزه‌ای و بهنگام سازی نقشه‌های موجود از جمله نقشه پهنه بندی خطر لرزه‌ای کشور
- ممانعت از ساخت بناهای مرتفع در نواحی نزدیک به گسل و خطرپذیر
- تهیه و بروز رسانی اطلاعات مکانی شهرها در بازه‌های زمانی مختلف
- انجام مطالعات مربوط به پهنه بندی تاب آوری مساکن شهری برای امور مدیریت بحران

References

Ahadnejad Reveshti, Mohsen, (2009). modeling the vulnerability of cities against earthquake, the Case of Zanjan. doctoral thesis Geography and Urban Planning, doctor Mehdi Gharakhlou, Tehran University, Faculty of Geography. [In Persian].

Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich, Commissioned by the Federal Office for Civil Protection (FOCP). (2015). Measuring Critical Infrastructure Resilience: Possible Indicators -RISK AND RESILIENCE REPORT 9. www.css.ethz.ch

Consulting Engineers of Sharmand, (2009).the results of a detailed plan for the Zanjan city. [In Persian].

D. E. Alexander(2013). Resilience and disaster risk reduction: an etymological journey. Natural Hazards and Earth System Sciences.doi:10.5194/nhess-13-2707

Ferdowsi, Sajjad and Shokri Fyrvzjah Pari, (2014).to assess the resilience of urban road network (case study: Damghan), Passive Defense Quarterly, Issue 3 (19). [In Persian].

Farzad Behtash, Mohammad Reza et al., (2012). the dimensions and components of resilience Islamic cities, Journal of Islamic Iran (9). [In Persian].

Godschalk.D (2003). Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities Natural Hazard, Review, pp136-143

Gomes F, et al. (2013). nde1 deletion improves mitochondrial DNA maintenance in Saccharomyces cerevisiae coenzyme Q mutants. Biochem J 449(3):595-603

Guo, Yan. (2012). Urban Resilience in Post-Disaster Reconstruction: Towards a Resilient Development in Sichuan, China. Int. J. Disaster Risk Sci. 3 (1): 45–55 doi:10.1007

Institute of Iranian natural disasters, edited and translated: Saidi, B.et al (2015). Sendai framework for disaster risk reduction from 2015 to 2030, Padide book publishers. [In Persian].

Jalilpour, SH,. (2010). the Urban Earthquake Vulnerability Assessment using GIS (Case study: the old district of Khoy city), Geography and Urban Planning master's thesis, doctor Mohsen Ahadnejad, Zanjan University, Department of Geography. [In Persian].

Kahneman, D. and Tversky, A (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk, Econometrica, 47(2), pp. 263-291, March

Kenney, Ch & Suzanne Phibbs (2014). Shakes, rattles and roll outs: The untold story of Māori engagement with community recovery, social resilience and urban sustainability in Christchurch, New Zealand, 4th International Conference on Building Resilience, 8-10 September 2014, Salford Quays, United kingdom

MainguyGaëll, Ludivine Houssin and Georges Valentis, (2013). Resilient infrastructure indicators- A review, Project Title: Reconciling Adaptation, Mitigation and Sustainable Development for Cities, RAMSES PROJECT No. 308497

Management and Planning Organization of Zanjan province (2013).demographic statistics. [In Persian].

Manyena, S. B., O'Brien, G., O'Keefe, P., Rose, J. 2011. "Disaster resilience: a bounce back or bounce forward ability?". Local Environment, 16(5): 417-424

Mashhad Municipality crisis management and engineering organization, campaigns of urban Resilience, (2013). How to be a Resilient cities (handbook for local government administrators). [In Persian].

Mayunga J. S(2007). Understanding and Applying the Concept of Community Disaster Resilience: A Capital-based Approach: A draft Working Paper Prepared for the Summer Academy for Social Vulnerability and Resilience Building, PP. 22 - 28.

Miles, Scot. (2014).Modeling and visualizing infrastructure-centric community disaster resilience.Proceedings of the 10thNational Conference on Earthquake Engineering, Earthquake Engineering Research Institute, Anchorage, AK.

Negharesh, Hosein., (2003). applied geomorphology in locating cities and its consequences, Journal of Geography and Development, springs summer. [In Persian].

Research Center of Housing and Urban Development, (2014). Earthquake Resistant Design of Buildings Regulations (2800) 4 th Edition. [In Persian].

Rezaei, Mohammad Reza., (2010). explaining the resilience of urban communities to reduce the effects of natural disasters (earthquake) in Tehran metropolis, thesis Geography and Urban Planning, doctor Mojtaba Rafieian, Tarbiat Modarres University, Department of Geography. [In Persian].

Sadr Momtaz, Naser., (2007).the design pattern for disaster management in Iran. PhD Thesis in Health Services Management, doctor Jamaluddin physician, Tehran, Islamic Azad University, Science and Research. [In Persian].

Saeidnia, Ahmad., (۲۰۰۳).designing spaces and urban furniture, publications, organizations, municipalities, Volume XII. [In Persian].

Salmani Moghaddam, Mohammad and Kavian Farzane., (2014). examines the role of land use planning in improving the resilience city against earthquakes using geographic information system GIS Case Study: Sabzevar City, Journal of Geographical Studies in Arid Zones, No. 17 out of 17 34. [In Persian].

Sobouti, Farhad., Hesami, Kh., & Quds, R., (2008). seismicity and active faults and adjacent areas in Zanjan, Iran Geophysical Conference Proceedings. [In Persian].

Strategic Planning and the Governor of the Zanjan province., (2011). population and housing census in the Iran-Zanjan. [In Persian].

Timmerman, P., (1981). Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society: A Review of Models and Possible Climatic Applications, Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Canada.

Vali Beyglu, AH, (2015). to assess the vulnerability of urban street network in earthquake with an emphasis on physical indices(Case Study: Region 3 Zanjan)master's thesis, doctor Mohsen A. R, Islamic Azad University of Qazvin. [In Persian].

Zangi Abadi,Ali et al., (2009).Vulnerability Statistical Analysis against the Earthquake in 11 and 12 areas of Tehran, Social Sciences Teacher Journal, 13(3) 127-34[In Persian].

Zare, Mehdi, (2013).The risk of earthquakes in Iranian plateau, www.mehrnews.com/news, News id: 2171958

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی