نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال سوم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵

صفحات: ۱۱۴- ۱۰۳

ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی شهری در برابر مخاطره زلزله

موردمطالعه: شهر زنجان

مهدی محمدی سرین دیزج[1]، دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری ، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

محسن احدنژاد روشتی، دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی ، دانشگاه زنجان.

دریافت مقاله : ۱۳۹۴/۰۷/۱۵ پذیرش نهایی:۱۳۹۴/۱۲/۱۶

چکیده

امروزه در دنیای فارغ از ساختارهای مرزی، سیستم های پیچیده و غیرخطی سکونتگاهی شهرها با مخاطرات متعددی روبرو هستند و قابلیت پیش‌بینی پایینی دارند که در این میان، زلزله بارزترین آن‌هاست. در منطقه شمال غرب ایران، شهر زنجان در محاصره سه گسل خطرناک زنجان در شمال، سلطانیه در جنوب و گسل بیاتلر در غرب قرار دارد. این مقاله با شناسایی شاخص‌ها و عوامل مؤثر، میزان تاب‌آوری کالبدی نواحی شهری زنجان را در برابر زلزله مورد ارزیابی قرار می‌دهد. داده‌های به‌کاررفته، براساس معیارهای مؤثر در ارزیابی تاب‌آوری شامل: کیفیت بنا، مصالح بنا (نوع سازه)، نمای بنا، عمر بنا، دانه‌بندی ساختمان، سطح تراکم ساختمان و سازگاری کاربری، با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره تودیم، تحلیل گردیده‌اند. نتایج حاصل از مطالعه نشان می‌دهد که با توجه به معیارهای ارزیابی تاب‌آوری کالبدی در ۲۵ ناحیه شهری زنجان، غالباً قسمت‌های شمالی، شرقی و شمال شرقی از تاب‌آوری بالایی برخوردار هستند. یعنی نواحی منطبق بر بافت جدید و نسبتاً جدید شهری با ۲۵۱۰۳ نفر جمعیت به‌عنوان ارزیابی کاملاً تاب آور و نواحی منطبق بر بافت قدیم، فرسوده و غیررسمی در جهات جنوب، جنوب غرب و شمال غرب مانند اسلام‌آباد، ترانس و بی‌سیم، فاطمیه، مسجد یری و دباغلار جمعاً با ۱۰۷۲۶۷ نفر جمعیت با تاب‌آوری بسیار ضعیف شناخته شدند. این در حالی است که مطابق آمارنامه جمعیتی ۱۳۹۲، این نواحی جزو پرجمعیت‌ترین قسمت‌های شهر به شمار می‌روند. با توجه به بحث فوق و خطوط گسل زلزله که از دو طرف شهر زنجان عبور می‌کند بایستی اقدامات استحکامی و امنیتی در سطح بسیار بالایی هم در مسیر شریان‌های زیرساختی و هم عناصر کالبدی به اجرا درآید و به‌ویژه در توسعه درون‌زای شهری بایستی مقاوم‌سازی براساس مقررات ساختمانی استاندارد ۲۸۰۰ و ساختار جغرافیایی منطقه انجام پذیرد.

کلیدواژه‌ها: تاب‌آوری کالبدی، زنجان، مدل تودیم، زلزله

مقاله مستخرج از رساله دکتری مهدی محمدی سرین دیزج (نویسنده مسئول) با عنوان ارزیابی تاب آوری نواحی شهری با رویکرد کاهش خطرپذیری در برابر مخاطره زلزله هست.

۱- نویسنده مسئول Email: Mohammadisr۱۱۰@gmail.com

مقدمه

کره زمین یک جزء بسیار کوچک از کائنات پهناور است و ازآنجایی‌که به‌عنوان خانه ما انسان‌ها هست آگاهی از این سیاره برای ادامه زندگی ما امری حیاتی است. همه‌ساله مخاطرات طبیعی خسارت‌های گسترده‌ای را به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه باعث می‌شوند و شواهد موجود نیز حاکی از افزایش مداوم همه انواع بحران‌های طبیعی ازنظر شدت و فراوانی هستند به‌طوری‌که تعداد افراد متأثر، از هفتصد میلیون نفر در دهۀ ۱۹۷۰ به دو میلیارد نفر در دهۀ ۱۹۹۰ و نیز میزان خسارات اقتصادی به‌طور چشمگیر افزایش پیداکرده است(Thomalla, ۲۰۰۶) , (Tipple, ۲۰۰۵). داده‌های جهانی نشان‌دهنده این واقعیت است که طی دو دهه اخیر، سوانح طبیعی با تکرار زیادی نسبت به گذشته به وقوع پیوسته است و اثرات مخرب زیادی به همراه داشته است.

در این میان کشور ایران به‌واسطه موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های محیطی و انسانی خود ازجمله کشورهای در معرض خطر مخاطرات طبیعی هست. در گزارش دفتر برنامه‌ریزی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۲ م، ایران در میان کشورهای جهان، رتبه نخست را ازنظر تعداد زلزله‌های با شدت ۵/۵ ریشتر در سال و یکی از بالاترین رتبه‌ها را درزمینه خطرپذیری ناشی از وقوع زلزله و تعداد تلفات این مخاطره به خود اختصاص داده است. این در صورتی است که به‌طور متوسط سالانه نزدیک به ۱۳۰ میلیون نفر در جهان، در معرض خطرات ناشی از وقوع زمین‌لرزه قرار دارند. دراین‌بین، ایران با ۴۷ هزار و ۲۶۷ نفر کشته بالاترین رتبه را دارد. (شریف زادگان و فتحی؛ ۱۳۹۰: ۱۱۰-۱۰۹). اما در مقیاس جهانی، در مواجهه با چنین وضعیتی در سراسر دنیا، اتحادیه بین‌المللی راهبرد کاهش خطر سوانح (UNISDR) برنامه‌ای را با عنوان «تقویت تاب‌آوری ملت‌ها و جوامع در مقابل سوانح» در چارچوب طرح هیوگو، 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, ۲۰۰۷).

در این رابطه 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 سنداى (۲۰۳۰-۲۰۱۵) باهدف کاهش خطرپذیری سوانح در سومین کنفرانس جهانی سازمان ملل متحد در شهر سنداى ژاپن در مورخه ۱۸ مارس ۲۰۱۵ به تصویب رسید (سعیدی و همکاران؛ ۱۳۹۴: ۶).

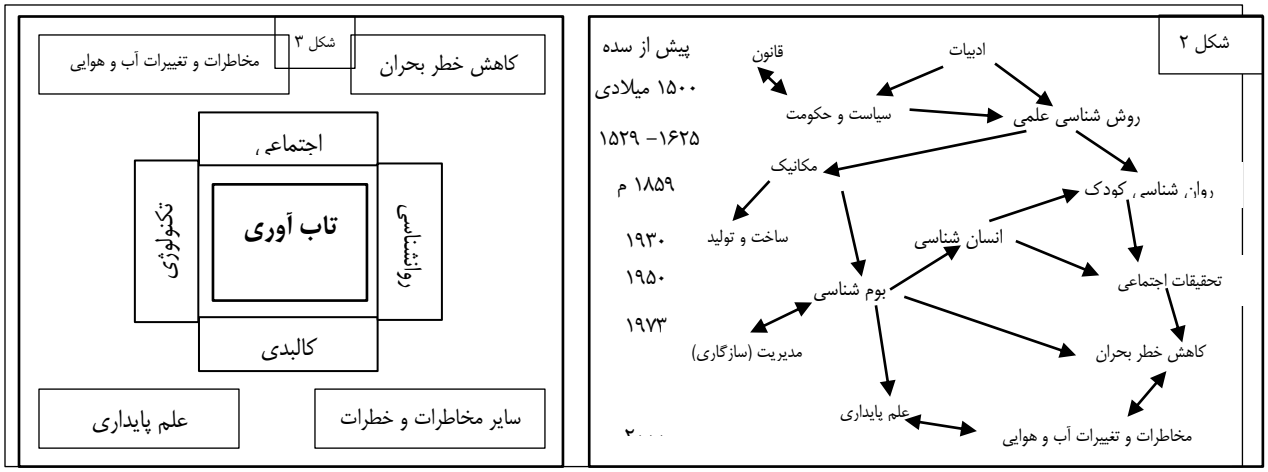
با این عزم جهانی، اقدامات همه‌جانبه درزمینه مدیریت کاهش خطرپذیری سوانح باهدف تاب آورسازی سکونتگاه‌های شهری صورت گرفته است. در طی دهه‌های یادشده خطرپذیری شهرهای ایران، خصوصاً در محور شمال غرب، در برابر حوادث و سوانح غیرمترقبه افزایش داشته است. در این محور از کشور ایران، شهر زنجان در محاصره سه گسل خطرناک 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 (احد نژاد ۱۳۸۸، ۲۸). بخش عمده‌ای از ساختارهای کالبدی شهری زنجان در دهه‌های اخیر بدون توجه به آیین‌نامه‌های استحکام و پایداری بنا، همچون آیین‌نامه ۲۸۰۰ انجام‌شده است. از سویی دیگر کمبود داده‌های موردنیاز ازجمله داده‌های هندسی و غیر هندسی از تأسیسات زیرساختی و ابنیه موجود در این شهر ازجمله معضلاتی هست که بدان توجه نشده است. بر این اساس، این

پژوهش به بررسی رابطه تاب‌آوری شهر زنجان با وضعیت خطرپذیری در برابر زلزله می‌پردازد و شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی و زیرساختی را مورد شناسایی قرار داده و میزان تاب‌آوری کالبدی و زیرساختی را در شهر موردمطالعه ارزیابی خواهد کرد.

یافته‌های مطالعات علمی و تجربی در حوزه مخاطرات طبیعی و در رأس آن زلزله، در چند دهه اخیر نشان می‌دهد که بهترین راه مقابله با این مخاطرات، ارتقای تاب‌آوری سکونتگاهی در ابعاد مختلف هست. در رویکرد کاهش خطرپذیری سکونتگاه ها، سیستمی تاب آور است که بتواند مخاطرات موقت یا دائم را جذب کرده و خود را با شرایطِ به‌سرعت در حالِ تغییر، انطباق دهد بدون اینکه کارکرد خود را از دست بدهد.

با توجه به آمار سال ۱۳۸۵ 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، از مجموع ۱۰۱۶ شهر، بیش از یک‌سوم آن‌ها در پهنه‌های دارای خطر نسبی زیاد و بسیار زیاد قرار دارند. با توجه به اینکه هیچ‌گونه مطالعه و ارزیابی درزمینه تاب‌آوری کالبدی و زیرساختی برابر مخاطرات طبیعی در شهر زنجان انجام نگرفته است اهمیت و لزوم انجام یک ارزیابی اصولی بسیار ضروری می‌نماید.

اولین کاربرد جدی استفاده از کلمه تاب‌آوری، در فنون مهندسی بود که در سال ۱۸۵۸ توسط مهندس اسکاتلندی ویلیام رنکین (۷۲-۱۸۲۰) برای توصیف قدرت و نرمی محورهای فولادی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین 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 به تئوری سیستم‌ها به‌منظور تحلیل پایایی مجموعه‌های بوم‌شناسی به سال ۱۹۷۳ برمی‌گردد. در اواخر دهه ۱۹۹۰، تاب‌آوری به همت اقتصاددانان مانند (۱۹۹۸ ,Batabyal) و جغرافی‌دانان مانند (۲۰۰۲ ,Adger) از بوم‌شناسی طبیعی به بوم‌شناسی انسانی تغییر مسیر داد (۲۰۱۳ ,Alexander). می‌توان گفت اولین بار تاب‌آوری به‌صورت عملی توسط تیمرمن به حوزه مخاطرات وارد شد و تعریف مناسبی که از تاب‌آوری در کاهش خطر بکار می‌رود این‌گونه است: "توانایی سیستم، جامعه و یا اجتماع در معرض خطر به‌منظور استقامت، تحمل ضربات، سازگاری و بازسازی تأثیرات ریسک با روشی به‌موقع و مؤثر که شامل حفظ و ترمیم ساختارها و وظایف پایه حیاتی هست"(رضایی، ۱۳۸۹). که در اینجا معانی بسیاری قابل مشاهده است: ورجهیدن، سازگاری، غلبه و حفظ استحکام. **شکل ۲ طرحی از تحول اصطلاح "تاب‌آوری" است که برای وضوح تنها مهم‌ترین ارتباطات در این طرح گنجانده‌شده است. شکل ۳ موقعیت مطالعات تاب‌آوری را در علوم مدرن خلاصه کرده است**(Alexander, ۲۰۱۳).



تاب‌آوری به‌عنوان یک مفهوم نویدبخش است زیرا محقق را تشویق می‌کند که بین سازگاری (پویا) و مقاومت (استاتیک) پل بزند(Alexander, ۲۰۱۳).

در پیشینه تحقیق مطالعات خوبی در دانشگاه‌ها و مراکز علمی و فنی کشورهای پیشرفته دنیا انجام‌گرفته است اما در داخل ایران تحقیقات نسبتا محدودی درزمینه تاب‌آوری کالبدی و زیرساختی در سطح شهرهای کشور صورت گرفته است که از میان آن مطالعات به چند مورد اشاره می کنیم.

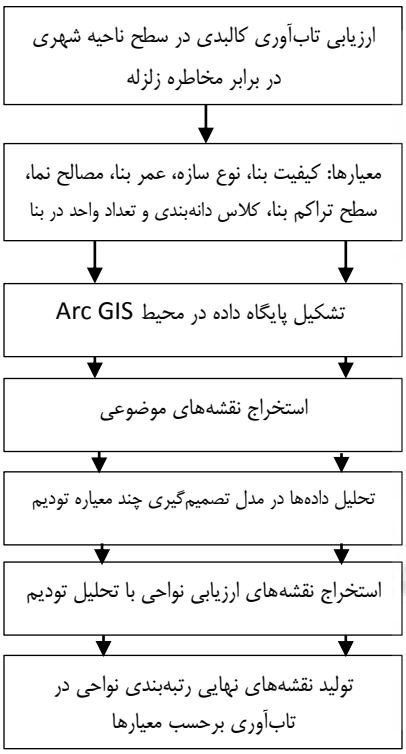
رضایی و حسینی در سال ۱۳۹۴ در مقاله ای با عنوان ارزیابی میزان تاب آوری کالبدی اجتماع های شهری در برابر زلزله با استفاده از پرسشنامه و روش های مجموع ساده وزین(SAW) و الکتره، وضعیت محله‌های منتخب شهر تهران را ازنظر تاب‌آوری کالبدی ارزیابی کردند که نتایج نشان داد محله های قیطریه و قلعه مرغی به ترتیب، ازنظر تاب‌آوری کالبدی در بهترین و بدترین وضعیت قرار دارند. سلمانی مقدم و کاویان در سال ۱۳۹۳ در مقاله خود نقش برنامه‌ریزی کاربری اراضی در بهبود تاب‌آوری جوامع شهری در برابر زمین‌لرزه را در شهر سبزوار بررسی کردند نتایج نشان داد که در بین نواحی سیزده‌گانه شهر سبزوار، ناحیه ۳ از تاب‌آوری کمتری در مقابل زمین‌لرزه برخوردار است. فرزادبهتاش و همکاران در سال ۱۳۹۱ در مقاله ای با عنوان تبیین ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری شهرهای اسلامی با نگرش سیستمی با بررسی ارتباط میان تاب‌آوری، آسیب‌پذیری و ظرفیت انطباق و سازگاری با توجه به چارچوب‌ها و الگوهای مطالعه شده، مؤلفه‌های پیشنهادی برای تاب‌آوری شهرهای اسلامی را ارائه دادند. رضایی در سال ۱۳۸۹ در رساله دکتری خود با موضوع تبیین تاب‌آوری اجتماعات شهری به منظور کاهش اثرات سانحه زلزله به این نتیجه دست یافت که بین تاب‌آوری موجود در محلات نمونه شهر تهران 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. گادزچاک (Godschalk., ۲۰۰۳) در مقاله ای با عنوان کاهش مخاطرات شهری در راستای ایجاد شهرهای تاب آور با سیاست کاهش خطر پذیری و با یک ابتکار عمل؛ گسترش سیستم‌های انعطاف پذیر شهری، آموزش‌وپرورش و آموزش و پژوهش، و افزایش همکاری میان گروه‌های حرفه‌ای درگیر در ساختمانهای شهری را در اولویت قرار دادند. فیلیپ برک و همکاران (۲۰۰۸ Berke, Philip) در مقاله خودشان در راستای ایجاد شهرهای تاب آور، الگوی تاب‌آوری در ابعاد انسانی ° اکولوژیکی را در برابر بحران‌های طبیعی در کشور تایلند ارائه دادند. گوین اسمیت و همکاران (Gavin Smith, ۲۰۱۲) در مقاله ای با عنوان برنامه‌ریزی برای تاب‌آوری با رویکرد برنامه کاهش خطر و اتخاذ قانون مقابله با حوادث، رویه‌ای در مطالعات مرتبط با تاب‌آوری شهری ارائه می دهد که برنامه ریزان جهت ارتقاء مؤلفه‌های تاب‌آوری موجود، به‌صورت قانون در شهر رفتار نمایند. اسکات مایلز (۲۰۱۴ Scott B. Miles) در مقاله ای مدل‌سازی تاب‌آوری زیرساخت‌های مرکزی جوامع شهری در برابر بحران زلزله با ابزار پشتیبانی تصمیم‌گیری و زیرمجموعه‌ای از الگوریتم‌های مبتنی بر مدل شبیه‌سازی Resil US به بازنمایی تاب‌آوری جامعه پرداخته و نهایتاً مدل تجربی تاب‌آوری جامعه برابر زلزله را به شکل سناریو ارائه داده است.

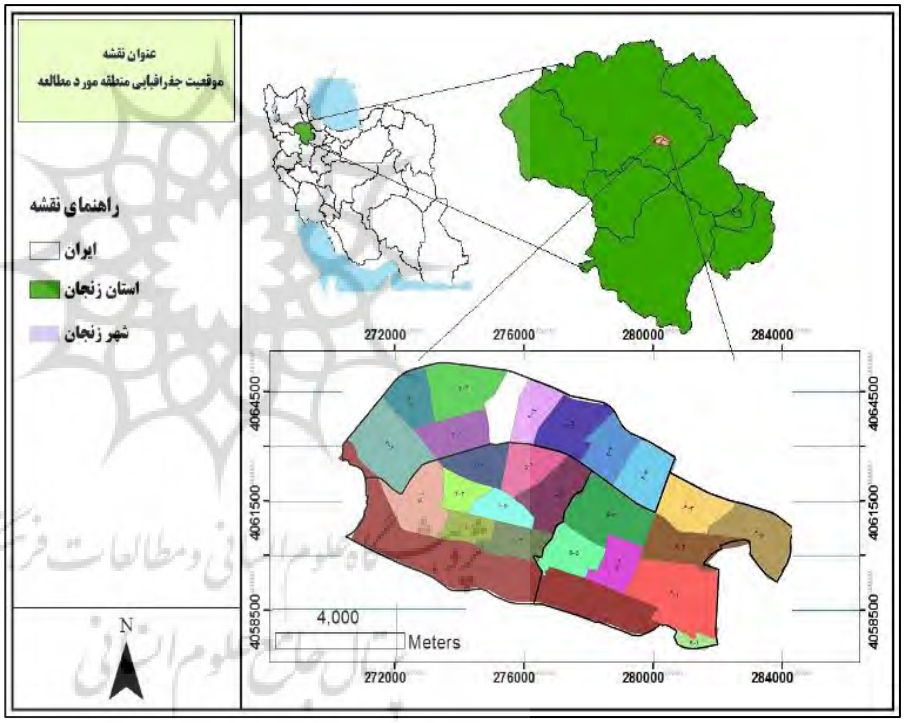
بر مبنای مساله طرح شده در این مقاله، این سؤال مطرح می شود که میزان تاب‌آوری کالبدی نواحی شهر زنجان در برابر مخاطره زلزله چقدر است؟ برای یافتن پاسخی تحلیلی به سوال مورد نظر، این مقاله اهداف زیر را در نظر دارد: تعیین میزان تاب‌آوری کالبدی نواحی شهر زنجان و شناسایی نابرابری‌های موجود در سطح نواحی شهری زنجان ازنظر ابعاد زیرساختی و کالبدی.

داده‌ها و روش کار

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 (سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان زنجان، ۱۳۹۲). این شهر در حال حاضر دارای ۳ منطقه و ۲۵ ناحیه شهری هست (مهندسین مشاور شارمند، ۱۳۸۸). طبق جدول شماره ۱ از این تعداد ناحیه، ناحیه ۵-۳ که یک پادگان نظامی بوده و ناحیه ۱-۷ که 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. نقشه شماره ۱ و جدول شماره ۱ به‌طور کامل موقعیت و جمعیت نواحی را در شهر زنجان نشان می‌دهند.

فلوچارت روند پژوهش





شکل شماره (۱) نقشه موقعیت مناطق و نواحی شهری زنجان

جدول شماره ۱: خصوصیات جمعیتی مناطق و نواحی شهر زنجان (نتایج طرح تفصیلی و آمارنامه ۱۳۹۲)

شاخص		منطقه ۱								منطقه ۲							منطقه ۳						
شهر زنجان	مناطق	۱-۴	۱-۳	۱-۲	۱-۵	۱-۶	۱-۷	۱-۸	۱-۹	۲-۱	۲-۲	۲-۳	۲-۴	۲-۵	۲-۶	۲-۷	۳-۱	۳-۲	۳-۳	۳-۴	۳-۵	۳-۶	۳-۷
	نواحی	۴-۴	۴-۳	۴-۲	۴-۱	۳-۵	۳-۴	۳-۳	۳-۲	۵-۳	۵-۴	۵-۵	۶-۱	۶-۲	۶-۳	۶-۴	۷-۱	۱-۱	۱-۲	۱-۳	۲-۱	۲-۲	۲-۳	۵-۱	۵-۲	۷-۱
جمعیت (نفر) ۱۳۹۲	۲۹۸۸۸۴	۳۵۲۲۶	۲۳۴۰۸	۱۵۸۲۳	۲۸۱۲۲	پادگان نظامی	۱۲۸۰۳	۳۰۷۶۵	۱۸۰۲۱	۲۲۹۳۱	۲۳۱۹۳	۲۳۴	۱۳۶۰۹	۳۵۳۲	۴۵۸۱	۱۰۵۷۵	۱۴۷۸	۰	۱۰۴۲۴	۱۲۵۹۰	۱۰۱۶۸	۲۰۶۴۹	۱۸۹۸۷	۲۳۱۷۲	۱۷۳۷۴	۴۱۲۱۹	۰
مساحت (متر مربع)	۱۳۷۲۹۷۶۶	۷۲۹۳۱۹	۴۱۹۰۰۵	۵۵۰۳۵۷	۸۱۳۸۴۶	پادگان نظامی	۳۶۳۹۸۱	۱۰۵۶۳۳۶	۶۰۷۹۸۶	۶۱۷۰۲۶	۱۰۸۴۷۴۱	۲۰۵۶۱	۵۴۰۶۴۹	۲۸۴۳۳۰	۶۵۸۹۶۹	۵۴۳۵۹۲	۸۸۹۳۱	مرز دقیق نیست	۳۹۲۴۶۴	۶۵۷۰۳۵	۴۷۲۲۶۳	۵۹۶۲۲۹	۷۰۶۳۰۴	۷۱۹۲۱۴	۶۵۹۷۲۶	۱۱۴۶۹۰۲	مرز دقیق نیست

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، بخش‌ها و افق زمانی موردنظر و هدف ارزیابی دارد. طیف و دامنه نیازهای ارزیابی و تعداد چالش‌های خاص، مانع از تشریح دقیق و جز به جز تاب‌آوری کالبدی و زیرساخت می‌شود. درصورتی‌که هیچ‌گونه چارچوب عملیاتی کاملی وجود نداشته باشد که همه ابعاد تاب‌آوری زیرساخت را پوشش دهد، مالکان دارایی، مقامات محلی، قانون‌گذاران و متصدیان بیمه با مسائل به‌صورت روزانه مواجه می‌شوند. از دیدگاه عملیاتی، زیرساخت‌های تاب‌آوری بایستی به‌خوبی طراحی و مدیریت شوند. به‌عبارت‌دیگر، تاب‌آوری کالبدی و زیرساختی حاصل موارد زیر است:

- طراحی خوب برای اطمینان از این‌که تاب‌آوری، اطمینان‌پذیری و افزونگی لازم را دارد
- سازمان‌دهی خوب برای ارائه توانایی، قابلیت جهت پاسخ و بازیابی از رویدادهای اخلالگر

در مطالعات انجام‌شده جهت شناسایی معیارهای تاب‌آوری زیرساختی بسیاری از شاخص‌های موجود و مقادیر آن‌ها مشخص نشده‌اند. پرواضح است که رهنمودهای بهترین عملیات به‌عنوان ابزاری کارآمد جهت بهبود و ترفیع تاب‌آوری و ارائه سطحی از اطمینان محسوب می‌شوند. منابع مربوط به تاب‌آوری، فراوان، پیچیده و مبهم بوده و چندین بار با رویکردهای مختلف که معمولاً رایج نیستند تست‌شده‌اند(Mainguy et..al, ۲۰۱۳). در این رابطه، چندین چارچوب مهم و جامع اخیراً منتشر شده‌اند که موجب افزایش چالش‌های مربوط به تحلیل این نوشته‌ها و منابع شده‌اند.

در این راستا، داده‌های به‌کاررفته در این مقاله، به دو صورت توصیفی و فضایی هستند که به شکل جداول، نمودار و نقشه ترسیم شده‌اند. کل داده‌های توصیفی، از دستگاه‌های اجرایی مرتبط یعنی اداره کل راه و شهرسازی استان زنجان و شهرداری زنجان اخذ گردیده‌اند و داده‌های فضایی حاصل تحلیل مدل تصمیم گیری چند معیاره تودیم و نرم‌افزار Arc GIS می‌باشند.

ازآنجایی‌که کنترل متغیرهای مستقلی (مانند زلزله) که انسان و محیط را تحت تأثیر قرار می‌دهد بسیار مشکل و غالباً حتی غیرممکن هست، روش تحقیق پژوهش حاضر، با توجه به ماهیت و اهداف موضوعِ ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله، روش کمی- تطبیقی و تحلیلی است. بنابراین با توجه به اهداف تحقیق ابتدا از طریق جمع‌آوری داده‌های مکانی و غیرمکانی از طریق ساماندهی اطلاعات و تلفیق داده‌های توصیفی با فضایی و تحلیل آن‌ها پرداخته‌شده است و درنهایت، ارزیابی با در نظر گرفتن معیارهای مورد کاربرد جهت تحلیل تاب‌آوری کالبدی و زیرساختی شهر زنجان در برابر زلزله بصورت نقشه صورت گرفته است. در این پژوهش، سطح تحلیل و ارزیابی؛ ناحیه است و معیارهای ارزیابی عبارتند از: کیفیت بنا، نوع سازه بنا، عمر بنا، نمای بنا، تراکم ساختمانی، دانه‌بندی و سازگاری کاربری. با این توضیح که در مرحله تجزیه‌وتحلیل ابعاد زیرساختی و کالبدی از روش‌های تصمیم‌گیری و پشتیبانی چند معیاری (مدل تودیم) و برای پردازش مواد تولیدشده از روش مذکور، از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی ARC GIS، استفاده شده است. این پژوهش ازنظر هدف، کاربردی و ازنظر روش؛ کمی- تطبیقی و تحلیلی است.

تکنیک تودیم یکی از تکنیک‌های معرفی‌شده‌ای است که به‌منظور حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره کاربرد دارد (Gomes et al., ۲۰۱۳). در اینجا به معرفی این مدل می‌پردازیم. اولین بار توسط(Gomes and Lima, ۱۹۹۲a) ارائه گردید .این تکنیک بر اساس 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 and Tversky,۱۹۹۷) این تکنیک با استفاده از مقایسات زوجی میان معیارهای تصمیم‌گیری، ناسازگاری‌های تصادفی رخداده از این مقایسات را حذف می‌کند (Gomes and Rangel, ۲۰۰۹).

ماتریس تصمیم جدول (۴) را در نظر بگیرید:

	C۱	C۲	⋯	Cm
Wc	W۱	W۲	⋯	Wm
A۱	P۱۱	P۱۲	⋯	P۱m
A۲	P۲۱	P۲۲	⋯	P۲m
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
An	Pn۱	Pn۲	⋯	Pnm

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 i ام با توجه به معیار c ام (C = ۱, ⋯, m) است. همچنین wc وزن اهمیت معیار c ام است. گام‌های اجرای تکنیک تودیم به ترتیب به شرح زیر است:

گام ۱) اگر pic و pjc به ترتیب امتیاز اختصاص‌یافته به گزینه‌های i و j با توجه به معیار c ام باشند، آنگاه ابتدا تفاضل نسبی (pic ° pjc) 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 بر گزینهAj ((ð (Aj,Ai)) 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 $A_i\,(\xi_i)$ 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 ۷ معیار مؤثر در ابعاد کالبدی و زیرساختی(جدول شماره۲) جهت ارزیابی تاب‌آوری در ۲۴ ناحیه شهر زنجان یک ماتریس ۲۴*۷ تولید 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 بر اساس روند کاهشی مقادیر ξ_i است، به عبارت ساده‌تر، بیشترین مقدار به‌دست‌آمده برای ξ_i متعلق به بهترین گزینه موجود است.

جدول شماره۲: معیارها و زیرمعیارهای پژوهش

مفهوم	معیار	زیر معیار
تاب‌آوری	ساختاری- کالبدی	کیفیت بنا، نوع سازه بنا، عمر بنا، نمای بنا، تراکم ساختمانی، دانه‌بندی و سازگاری کاربری

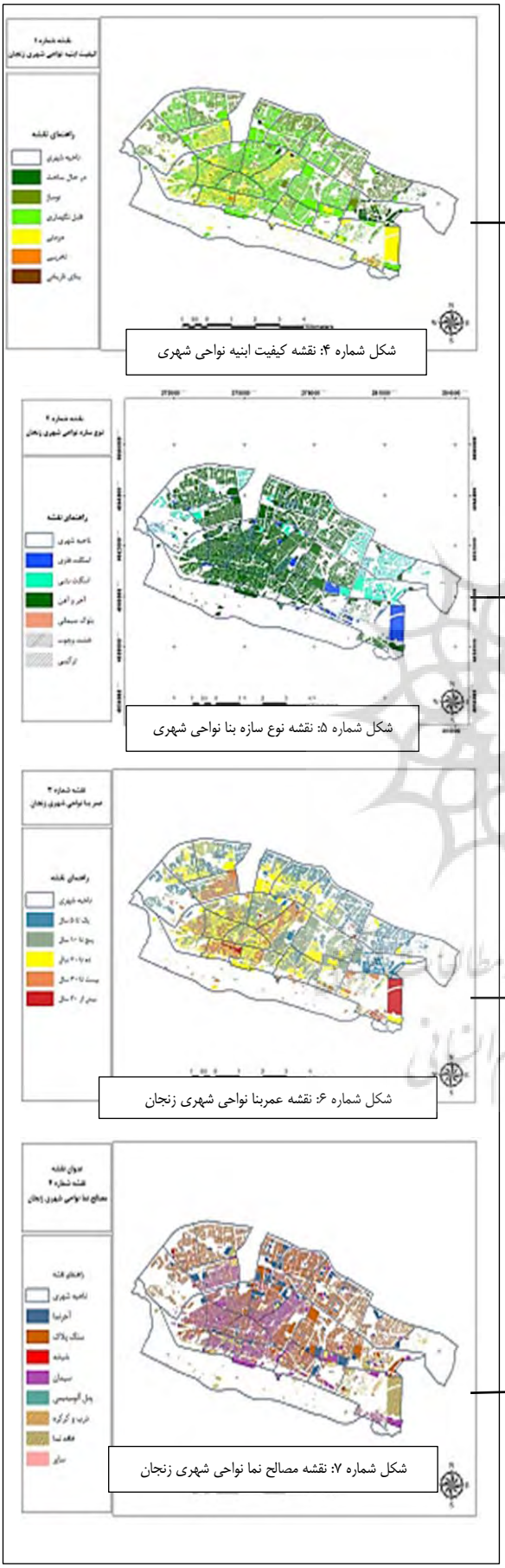
شرح و تفسیر نتایج

مطابق جدول شماره۲ معیارهای مؤثر در ارزیابی تاب‌آوری، در مدل تصمیم گیری چند معیاره تودیم محاسبه و تحلیل گردیده که نتایج نهایی حاصل از پردازش این معیارها در جدول شماره ۳ آورده شده است. همچنین نقشه های حاصل از این پردازش در ادامه بحث می آیند. نقشه‌های موضوعی هرکدام از معیارها (نقشه‌های سمت چپ صفحات بعد) به تفکیک

تهیه گردیده و بعدازآن، نقشه‌های ارزیابی تاب‌آوری نواحی(نقشه‌های سمت راست) برمبنای مدل تصمیم‌گیری چند معیاره تودیم تولید شده و نهایتاً نقشه‌های رتبه‌بندی نواحی شهری استخراج گردیدند. تفسیر و نتایج بعد از نقشه می باشد.

جدول ۴: نتایج نهایی حاصل از پردازش معیارها در مدل تودیم

سازگاری کاربری	دانه بندی ساختمان	سطح تراکم ساختمان	نمای بنا	عمر بنا	نوع سازه بنا	کیفیت بنا	ناحیه
۰.۳۶	۰.۱۹	۰.۴۹	۰.۱۹	۰.۴۵	۰.۲۸	۰.۴۹	۱۱
۰.۲۶	۰.۰۷	۰.۱۹	۰.۰۸	۰.۳۳	۰.۱۲	۰.۲۵	۱۲
۰.۱۹	۰.۰۹	۰.۴۴	۰.۱۷	۰.۳۹	۰.۲۳	۰.۳۶	۱۳
۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۴۰	۰.۲۱	۰.۲۷	۰.۳۶	۰.۲۷	۲۱
۰.۲۹	۰.۲۵	۰.۲۷	۰.۳۱	۰.۳۷	۰.۳۷	۰.۴۰	۲۲
۰.۴۹	۰.۲۲	۰.۱۷	۰.۳۰	۰.۲۶	۰.۰۳	۰.۲۹	۲۳
۰.۳۴	۰.۱۴	۰.۱۸	۰.۰۰	۰.۰۸	۰.۰۹	۰.۰۰	۳۱
۰.۲۸	۰.۴۰	۰.۳۳	۰.۴۹	۰.۷۳	۰.۵۷	۰.۶۱	۳۲
۰.۶۲	۰.۵۶	۰.۷۰	۰.۳۳	۰.۶۵	۰.۸۹	۰.۶۹	۳۳
۰.۲۱	۰.۳۷	۰.۲۷	۰.۲۶	۰.۴۶	۰.۷۰	۰.۴۳	۳۴
۰.۸۰	۰.۷۲	۰.۶۵	۰.۷۵	۰.۸۰	۰.۹۵	۰.۸۰	۴۱
۰.۵۰	۰.۴۲	۰.۳۷	۰.۵۴	۰.۶۳	۰.۷۷	۰.۶۶	۴۲
۰.۶۳	۰.۴۲	۰.۵۶	۰.۵۰	۰.۶۸	۰.۸۷	۰.۷۱	۴۳
۰.۴۱	۰.۲۲	۰.۳۰	۰.۲۱	۰.۶۵	۰.۷۱	۰.۶۰	۴۴
۰.۴۰	۰.۲۲	۰.۳۱	۰.۲۶	۰.۵۰	۰.۴۰	۰.۵۲	۵۱
۰.۱۴	۰.۰۱	۰.۰۰	۰.۰۱	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۱	۵۲
۰.۲۷	۰.۰۹	۰.۱۵	۰.۱۹	۰.۶۱	۰.۶۶	۰.۵۱	۵۳
۰.۷۸	۱.۰۰	۰.۹۹	۰.۹۵	۱.۰۰	۱.۰۰	۰.۹۸	۵۴
۰.۴۰	۰.۲۷	۰.۵۹	۰.۴۴	۰.۶۵	۰.۶۹	۰.۶۸	۵۵
۰.۵۲	۰.۲۹	۰.۸۹	۰.۷۱	۰.۶۹	۰.۷۹	۰.۴۸	۶۱
۰.۷۹	۰.۵۹	۰.۶۷	۰.۷۶	۰.۹۰	۰.۹۱	۰.۷۸	۶۲
۰.۵۷	۰.۲۴	۰.۳۴	۰.۶۹	۰.۷۹	۰.۶۵	۰.۶۳	۶۳
۱.۰۰	۰.۹۱	۰.۹۹	۱.۰۰	۰.۹۸	۱.۰۰	۰.۸۸	۶۴
۰.۸۷	۰.۹۷	۱.۰۰	۰.۹۵	۱.۰۰	۰.۸۹	۱.۰۰	۷۱

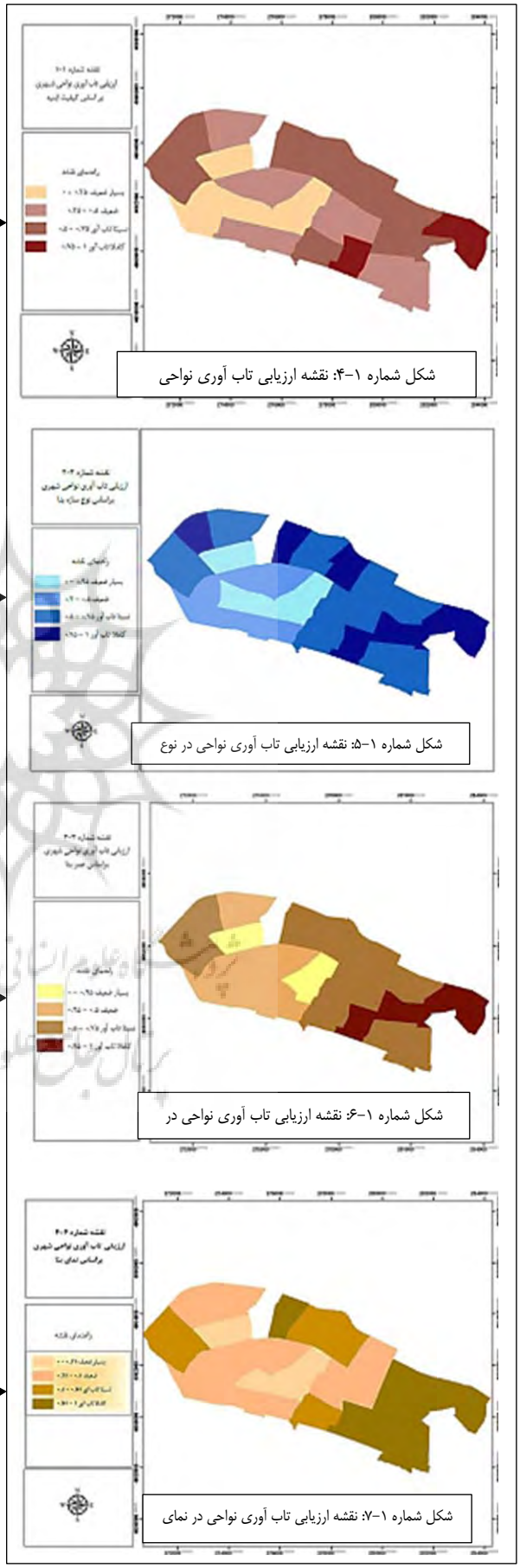


شکل شماره ۴: نقشه کیفیت ابنیه نواحی شهری

شکل شماره ۵: نقشه نوع سازه بنا نواحی شهری

شکل شماره ۶: نقشه عمربنا نواحی شهری زنجان

شکل شماره ۷: نقشه مصالح نما نواحی شهری زنجان

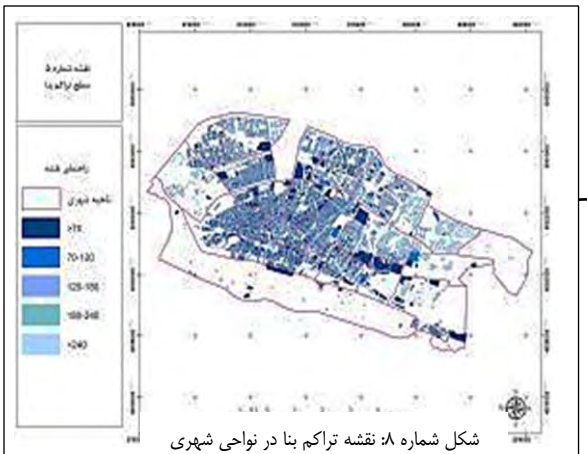


شکل شماره ۱-۴: نقشه ارزیابی تاب آوری نواحی

شکل شماره ۱-۵: نقشه ارزیابی تاب آوری نواحی در نوع

شکل شماره ۱-۶: نقشه ارزیابی تاب آوری نواحی در

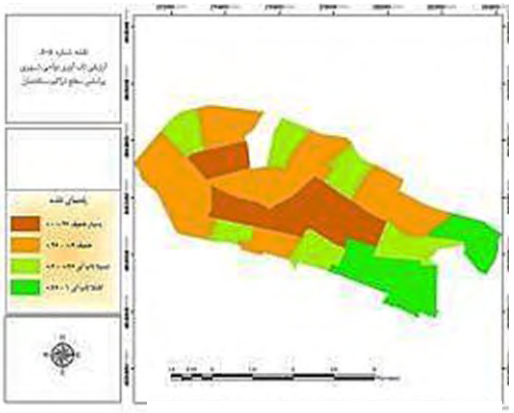
شکل شماره ۱-۷: نقشه ارزیابی تاب آوری نواحی در نمای



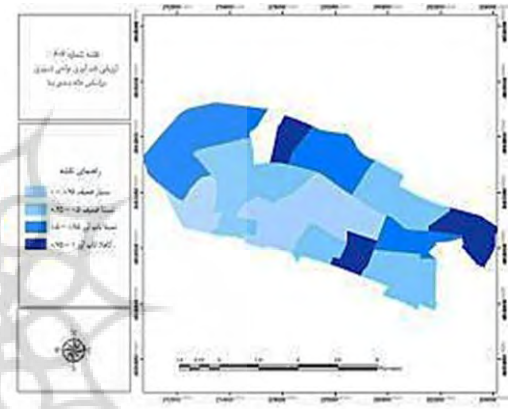
شکل شماره ۸: نقشه تراکم بنا در نواحی شهری

شکل شماره ۹: نقشه دانه بندی بنا نواحی شهری

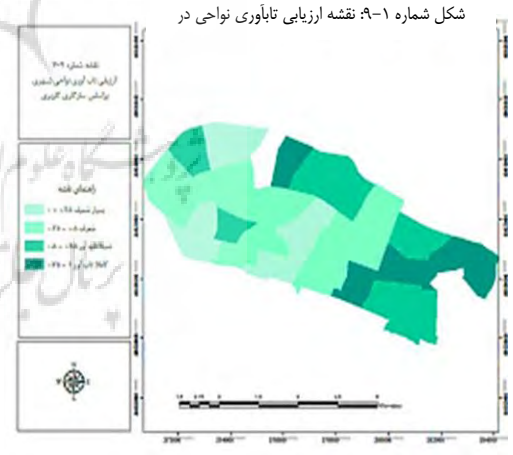
شکل ، شماره ۱۰: نقشه سازگاری کاربری نواحی ،



شکل شماره ۱–۸: نقشه ارزیابی تاب آوری نواحی در



شکل شماره ۱–۹: نقشه ارزیابی تابآوری نواحی در



شکل شماره ۱–۱۰: نقشه ارزیابی تاب آوری نواحی در سازگاری

شواهد حاصل از بررسی نقشه کیفیت ابنیه (شکل شماره ۴) بیانگر آن است که در مناطق ۳ گانه و نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان، به‌جز در نواحی واقع در شمال، شرق و شمال شرق یعنی (کوی نصر، گاوازنگ، زیباشهر، شهرک امیرکبیر و پایین کوه، گلستان اندیشه، گلشهر کاظمیه، پونک، سایت کارگاهی، وحیدیه و پارک ملت)، بقیه غالباً باکیفیت بنای قابل نگهداری و تا حدودی به سمت مرمتی در جریان است. این در حالی است که در نقشه ارزیابی تاب‌آوری نواحی براساس کیفیت بنا (شکل شماره ۱-۴)، ناحیه ۴-۵ واقع در منطقه دو (وحیدیه و پارک ملت با ۱۳۹۰۰ نفر جمعیت) با بالاترین تاب آوری و ناحیه ۱-۳ واقع در منطقه یک (اسلام‌آباد با ۳۵۲۵۰ نفر جمعیت) با ضعیف ترین تاب‌آوری در میان نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان به چشم می‌خورند. شکل شماره ۱-۴ ارزیابی کل نواحی شهری در تاب‌آوری براساس کیفیت بنا را به‌طور کامل نشان می‌دهد.

بررسی نقشه نوع سازه بنا (شکل شماره ۵) نشان می دهد که در مناطق ۳ گانه و نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان، به‌جز در نواحی واقع در شمال، شرق و شمال شرق یعنی (زیباشهر، شهرک امیرکبیر و پایین کوه، گلستان اندیشه، گلشهر کاظمیه، پونک، سایت کارگاهی، وحیدیه و پارک ملت) غالب بناها با سازه آجر و آهن می‌باشند. این در حالی است که در نقشه ارزیابی تاب‌آوری نواحی براساس نوع سازه بنا (شکل شماره ۱-۵)، ناحیه ۴-۵ (وحیدیه و پارک ملت با ۱۳۹۰۰ نفر جمعیت) با بالاترین تاب‌آوری و ناحیه ۲-۵ (محله بی‌سیم و ترانس با ۴۱۲۲۰ نفر جمعیت) با ضعیف‌ترین تاب‌آوری در میان نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان به چشم می‌خورند. شکل شماره ۱-۵ ارزیابی کل نواحی شهری در تاب‌آوری براساس نوع سازه بنا را به‌طور کامل نشان می‌دهد.

بررسی نقشه سال‌های عمر بنا (شکل شماره ۶) حاکی از آن است که در مناطق ۳ گانه و نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان، به‌جز در نواحی واقع در شمال، شرق و شمال شرق یعنی (زیباشهر، شهرک امیرکبیر و پایین کوه، گلستان اندیشه، گلشهر کاظمیه، پونک، سایت کارگاهی، وحیدیه و پارک ملت) غالب بناها با طول عمر ۲۰-۱۰ سال می‌باشند. این در حالی است که در نقشه ارزیابی تاب‌آوری نواحی براساس طول عمر بنا (شکل شماره ۱-۶)، ناحیه ۴-۵ (وحیدیه و پارک ملت با ۱۳۹۰۰ نفر جمعیت) با بالاترین تاب‌آوری و ناحیه ۲-۵ (محله بی‌سیم و ترانس با ۴۱۲۲۰ نفر جمعیت) با ضعیف‌ترین تاب‌آوری در میان نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان به چشم می‌خورند. شکل شماره ۱- ۶ ارزیابی کل نواحی شهری در تاب‌آوری براساس طول عمر بنا را به‌طور کامل نشان می‌دهد.

شواهد حاصل از بررسی نقشه مصالح نمای بنا (شکل شماره ۷) بیانگر آن است که مصالح نمای غالب بناها در مناطق ۳ گانه و نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان، به‌جز در نواحی واقع در شرق و شمال شرق یعنی (گلشهر کاظمیه، پونک، سایت کارگاهی، وحیدیه و پارک ملت) غالباً به‌صورت سیمان، سنگ و آجر می‌باشند. این در حالی است که در نقشه ارزیابی تاب‌آوری نواحی براساس مصالح نمای بنا (شکل شماره ۱-۷)، ناحیه ۴-۶ (محله گلشهر کاظمیه) با ۱۲۰۰۰ نفر جمعیت و ناحیه ۱-۳ (محله اسلام‌آباد) با ۳۵۲۲۵ نفر جمعیت به ترتیب بالاترین و ضعیف‌ترین تاب‌آوری در میان نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان را دارا هستند. شکل شماره ۱-۷ ارزیابی کل نواحی شهری در تاب‌آوری براساس مصالح نمای بنا را به‌طور کامل نشان می‌دهد.

نقشه سطح تراکم بنا (شکل شماره ۸) بیانگر آن است که در مناطق ۳ گانه و نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان، سطح تراکم بنا به‌جز در نواحی (شهرک الهیه، گلشهر کاظمیه، پونک، سایت کارگاهی، وحیدیه و پارک ملت) در بقیه نواحی غالباً به‌صورت تراکم زیاد می‌باشند. این در حالی است که در نقشه ارزیابی تاب‌آوری نواحی براساس سطح تراکم بنا (شکل شماره ۱-۸)، نواحی ۴- ۶ و ۴-۵ (گلشهر کاظمیه، وحیدیه و پارک ملت) با جمعیت ۲۶۷۵۰ نفر و کمترین تراکم، بالاترین تاب‌آوری و ناحیه ۲-۵ (بی‌سیم و ترانس) با جمعیت ۴۱۲۲۰ نفر و بیشترین تراکم ضعیف‌ترین تاب‌آوری در میان نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان به خود اختصاص داده‌اند. شکل شماره ۱-۸ ارزیابی کل نواحی شهری در تاب‌آوری براساس کلاس دانه‌بندی بنا را به‌طور کامل نشان می‌دهد.

شواهد حاصل از بررسی نقشه کلاس دانه‌بندی بنا (شکل شماره ۹) نشان می دهد که در مناطق ۳ گانه و نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان، دانه‌بندی بناها به‌جز در ۹ ناحیه واقع در شمال، شرق و شمال شرق یعنی (شهرک الهیه، کوی نصر، گاوازنگ، زیباشهر، شهرک امیرکبیر و پایین کوه، گلستان اندیشه، گلشهر کاظمیه، پونک، سایت کارگاهی، وحیدیه و پارک ملت) در بقیه نواحی به‌صورت ریزدانه و حداکثر تا ۲۰۰ مترمربع می‌باشند. این در حالی است که در نقشه ارزیابی تاب‌آوری نواحی براساس دانه‌بندی بنا (شکل شماره ۱-۹)، نواحی ۴- ۶ و ۴-۵ (گلشهر کاظمیه، وحیدیه و پارک ملت) جمعاً با ۲۶۷۵۰ نفر جمعیت به‌عنوان درشت‌ترین دانه‌بندی و بالاترین تاب‌آوری و نواحی ۲-۵ و ۱-۲ (ترانس، بی‌سیم و کوی فاطمیه) جمعاً با ۵۳۸۰۰ نفر جمعیت به‌عنوان ریزترین دانه‌بندی و ضعیف‌ترین تاب‌آوری در میان نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان را دارا شده‌اند. شکل شماره ۱-۹ ارزیابی کل نواحی شهری در تاب‌آوری براساس کلاس دانه‌بندی بنا را به‌طور کامل نشان می‌دهد.

بررسی نقشه سازگاری کاربری اراضی (شکل شماره ۱۰) حاکی از آن است که در مناطق ۷ گانه و نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان، میزان سازگاری به‌جز در نواحی (آزادگان، گلشهر کاظمیه، پونک، سایت کارگاهی، وحیدیه و پارک ملت) در بقیه نواحی غالباً به‌صورت نسبتا ناسازگار و ناسازگار می‌باشند. این در حالی است که در نقشه ارزیابی تاب‌آوری نواحی براساس میزان سازگاری کاربری اراضی (شکل شماره ۱-۱۰)، نواحی ۳-۶، ۴-۶، ۴-۵ و ۱-۴ (گلشهر کاظمیه، پونک، نصر و آزادگان، وحیدیه و پارک ملت) با ۲۵۰۹۰ نفر جمعیت بیشترین سازگاری، و نواحی ۴-۳، ۱-۳، ۳-۱ و ۲-۵ (الهیه، فاطمیه، بی سیم، مسجدیری و دباغلار) با ۱۱۴۷۳۵ نفر جمعیت، کمترین سازگاری را در میان نواحی ۲۵ گانه شهر زنجان به خود اختصاص داده‌اند. شکل شماره ۱-۱۰ ارزیابی کل نواحی شهری در تاب‌آوری براساس سازگاری تاب آوری را به‌طور کامل نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه جامع نشان می‌دهد که با توجه به معیارهای ارزیابی تاب‌آوری کالبدی در ۲۵ ناحیه شهری زنجان، طبق نقشه غالباً نواحی منطبق بر قسمت‌های شمالی، شرقی و شمال شرقی که محلات زیباشهر، شهرک امیرکبیر و پایین کوه، گلستان اندیشه، گلشهر کاظمیه، پونک، سایت کارگاهی، وحیدیه و پارک ملت از تاب‌آوری بالایی برخوردار هستند. به‌طور دقیق طبق معیارهای ارزیابی: کیفیت ابنیه، عمر بنا، نوع سازه بنا، دانه‌بندی بنا، مصالح نمای بنا، سطح تراکم

بنا و سازگاری کاربری؛ نواحی ۴-۵، ۳-۶ و ۴-۶ (گلشهر کاظمیه، آزادگان، وحیدیه، انصاریه و پارک ملت) جمعاً با ۲۵۱۰۳ نفر جمعیت به‌عنوان ناحیه کاملاً تاب آور و نواحی ۱-۳ و ۲-۵ (اسلام‌آباد، ترانس و بی‌سیم، فاطمیه، یدی بوروغ، مسجد یری و دباغلار) جمعاً با ۱۰۷۲۶۷ نفر جمعیت با تاب‌آوری بسیار ضعیف شناخته شدند. از نتایج بعمل آمده می توان استنباط کرد که نواحی منطبق بر شمال و شرق به دلیل قدمت کم و بافت مسکونی جدید که نظام محلی و شبکه دسترسی منظم نیز دارند اکثرا با درجه تاب آور، ارزیابی گردیده ولی نواحی مرکزی و جنوبی شهر که محلات قدیمی و تاریخی را پوشش می دهند بدلیل داشتن بافت قدیم، فرسوده و بعضا مساله دار با درجه تاب آوری ضعیف و بسیار ضعیف ارزیابی شده اند. این در حالی است که مطابق آخرین آمارنامه جمعیتی سال ۱۳۹۲ این نواحی جزو پرجمعیت‌ترین قسمت‌های شهر زنجان به شمار می‌رود و درواقع علی‌رغم تدابیر هشداردهنده درزمینه کمیت و کیفیت ساخت‌وساز در این نواحی شهری، همچنان جای کار برای ارتقای تاب‌آوری کالبدی به‌طور شدید وجود دارد. با توجه به بحث فوق و خطوط گسل زلزله که از دو طرف شهر زنجان عبور می‌کند بایستی اقدامات استحکامی و امنیتی در سطح بسیار بالایی هم در مسیر شریان‌های زیرساختی و هم عناصر کالبدی به اجرا درآید و از طرف دیگر در داخل محلات قدیمی و تاریخی شهر در بحث توسعه درونزای شهری بایستی مقاوم‌سازی براساس مقررات ساختمانی استاندارد ۲۸۰۰ و ساختار جغرافیایی منطقه انجام پذیرد.

منابع

احد نژاد روشتی، محسن. ۱۳۸۸. *مدل‌سازی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله(نمونه موردی شهر زنجان)*. رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

پژوهشکده سوانح طبیعی ایران. ۱۳۹۴. *چارچوب سندای برای کاهش خطرپذیری سوانح ۲۰۳۰-۲۰۱۵*. ترجمه سعیدی، بهنام؛ الهام فخری و حسن آزاده. انتشارات کتاب پدیده.

جلیل پور، شهناز. ۱۳۸۹. *ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی شهرها در برابر زلزله با استفاده از* GIS *(نمونه موردی: بافت قدیم شهر خوی)*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان.

رضایی، محمدرضا. ۱۳۸۹. *تبیین تاب‌آوری اجتماعات شهری به منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی (زلزله) مطالعه موردی: کلانشهر تهران*. رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان زنجان. ۱۳۹۲. آمارنامه جمعیتی استان زنجان.

شریف زادگان، محمدحسین و حمید، فتحی. ۱۳۸۷. طراحی و کاربرد مدل‌های فضایی ارزیابی و آسیب تحلیل‌پذیری لرزه‌ای در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری. *دو فصلنامه صفه*، شماره **۴۶**: ۱۰۹-۱۲۴.

کمپین تاب آورسازی شهرها. ۱۳۹۲. *چگونه می‌توان شهرها را تاب آورتر نمود (دستنامه ای برای مدیران دولت‌های محلی)*، مدیریت ساماندهی و مهندسی بحران شهرداری مشهد.

فرزاد بهتاش، محمدرضا؛ محمدتقی پیربابایی، محمدعلی کی نژاد و محمدتقی آقابابایی. ۱۳۹۱. تبیین ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری شهرهای اسلامی، *فصلنامه شهر ایرانی اسلامی*. دوره ۳، شماره **۹**: ۱۱۴

فریادی، شهرزاد؛ پرستو پریور و اسماعیل صالحی. ۱۳۹۲. بسط راهبردهای پایداری اکولوژیک برای افزایش اکولوژیک تاب‌آوری محیط زیست شهری(مطالعه موردی: مناطق ۱و۳ تهران). *فصلنامه محیط شناسی*، شماره **۳۹**، ۶۵: ۱۲۳.

مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی. ۱۳۹۳. *آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)* ویرایش ۴.

معاونت برنامه‌ریزی و راهبردی استانداری استان زنجان. ۱۳۹۰. *سرشماری عمومی نفوس و مسکن استان زنجان*

مهندسین مشاور شارمند. ۱۳۸۸. *نتایج طرح تفصیلی شهر زنجان.*

Berke, Ph.; D`Godschalk and Edward, K. ۲۰۰۶. Urban landuse planning. ۵th Edition. Chicago: University of Illinois Press.

Berke, P.; Smith, G., and Lyles, W. ۲۰۱۲. Planning for Resiliency: Evaluation of State Hazard Mitigation Plans under the Disaster Mitigation Act. Nat. Hazards Rev., ۱۰.۱۰۶۱/(ASCE)NH.۱۵۲۷-۶۹۹۶.۰۰۰۰۰۶۳, ۱۳۹-۱۴۹.

Davis, I.; Izadkhah, Y. ۲۰۰۶. Building Resilient Urban Communities, Article from OHI,. **۳۱**: ۱۱-۲۱.

D, E, Alexander. ۲۰۱۳. Resilience and disaster risk reduction: an etymological journey, Natural Hazards and Earth System Sciences. doi:**۱۰.۵۱۹۴**/nhess-۱۳-۲۷۰۷

F Thomalla,; Downing, V. Han, G. and Rockström, J. ۲۰۰۶. Reducing hazard vulnerability: towards a common approach between disaster risk reduction and climate adaptation, Disasters **۳۰**: ۳۹-۴۸

Godschalk, D. ۲۰۰۳. Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities. Natural HazardReview pp۱۳۶-۱۴۳

Gomes F, et al. (۲۰۱۳) nde۱ deletion improves mitochondrial DNA maintenance in Saccharomyces cerevisiae coenzyme Q mutants. Biochem J ۴۴۹(۳):۵۹۵-۶۰۳

Kahneman, D.; and Tversky, A. ۱۹۷۹. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. Econometrica, **۴۷**: ۲۶۳-۲۹۱

Mainguy G,; Houssin L, Georges V. ۲۰۱۳. Resilient infrastructure indicators- A review, Project Title: Reconciling Adaptation, Mitigation and Sustainable Development for Cities, RAMSES PROJECT No. ۳۰۸۴۹۷

Manyena, S.; B., O Brien, G. O Keefe, P., Rose, J. ۲۰۱۱. Disaster resilience: a bounce back or bounce forward ability?. Local Environment, **۱۶**: ۴۱۷-۴۲۴

Mayunga J. S. ۲۰۰۷. 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. ۲۲ - ۲۸.

Tipple, G. ۲۰۰۵. Housing and Urban Vulnerability in Rapidly-Developing Cities, Journal of Contingencies and Crisis Management, **۱۳**: ۶۶° ۷۵,

Philip Berke, John Cooper, David Salvesen and Danielle Spurlock. ۲۰۱۰. Disaster Plans: Challenges and Choices to Build the Resiliency of Vulnerable Populations, International Journal of Mass Emergencies and Disasters, **۲۸**: ۳۶۸° ۳۹۴.

Timmerman, P. ۱۹۸۱. Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society: A Review of Models and Possible Climatic Applications, Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Canada.

Tompkins, E. L. and W. N. Adger. ۲۰۰۴. Does adaptive management of natural resources enhance resilience to climate change? Ecology and Society ۹: ۱۰. [online] URL: http://www.ecologyandsociety.org/vol ۹/iss ۲/art ۱۰ .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی