پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۴
ص. ۶۲۳-۶۰۹

سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری در برابر زلزله (مطالعهٔ موردی: محله‌های شهر تهران)

محمدرضا رضایی *- استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه یزد
مجتبی رفیعیان- دانشیار گروه شهرسازی، دانشگاه تربیت‌مدرس
سیدمصطفی حسینی- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد

پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۵/۰۸ تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۰۸/۱۸

چکیده

امروزه خسارت‌های فراوان مخاطره‌های طبیعی و انسانی به محیط و کالبد شهرها موجب شده است که مفهوم تاب‌آوری برای کاهش آثار سوانح، به حوزه‌ای مهم در عرصهٔ مدیریت بحران تبدیل شود. این پژوهش کاربردی است و با استفاده از روش توصیفی- تحلیلی، با هدف شناسایی شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی محله‌های شهری، سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی در محله‌های منتخب شهر تهران و ارائهٔ چارچوبی برای سنجش میزان تاب‌آوری کالبدی در شهرها انجام شده است. جامعهٔ آماری این پژوهش، تمام خانوارهای ساکن در محله‌های شهر تهران است. حجم نمونه در تحقیق، با استفاده از فرمول کوکران، معادل ۳۶۹ خانوار برآورد شد. برای انجام پژوهش، ابتدا با استفاده از منابع کتابخانه‌ای، شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری شناسایی و تعریف عملیاتی شدند و سپس با استفاده از روش میدانی و پرسشنامه، جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز تحقیق صورت گرفت. در مرحلهٔ بعد، با استفاده از روش مجموع سادهٔ وزین (SAW)، ماتریس اولیهٔ تصمیم‌گیری تهیه شد و سپس براساس روش الکتره، وضعیت محله‌های مورد مطالعه از نظر تاب‌آوری کالبدی محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد محلهٔ قیطریه و قلعه‌مرغی به‌ترتیب، از نظر تاب‌آوری کالبدی در بهترین و بدترین وضعیت و محله‌های ستارخان و نارمک در رتبه‌های دوم و سوم از نظر تاب‌آوری کالبدی قرار دارند. همچنین به‌دلیل داشتن قابلیت اجرایی، می‌توان از چارچوب این پژوهش برای سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری در سایر محله‌ها و نواحی شهری استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها: تاب‌آوری، جوامع شهری، روش الکتره، کلان‌شهر تهران.

* نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۲۶۱۷۷۹۵۲
Email: rezaei58@gmail.com

مقدمه

امروزه عموم مردم به شیوه‌هایی متفاوت با دیگر دوره‌های تاریخ، سوانح را تجربه می‌کنند (اُماند، ۲۰۰۵)؛ به‌طوری‌که در هر بخش خبری، تصاویری از آخرین سوانح، صرف‌نظر از محل وقوع آن‌ها دیده می‌شود. از این‌رو، این پرسش ایجاد می‌شود که اگر امکان پیش‌بینی و پیشگیری از سوانح، برای در امان نگاه داشتن مردم از پیامدهای آن‌ها وجود ندارد، برای به‌حداقل‌رساندن خسارت‌ها و آشفتگی‌های ناشی از بحران‌ها چه می‌توان کرد. این موضوع هنگامی اهمیت بیشتری می‌یابد که بدانیم بحران‌ها در سال‌های اخیر، خسارتی معادل ۶۰۰ میلیارد دلار را به کشورها وارد کرده‌اند که بر بیش از سه میلیارد نفر تأثیر گذاشته‌اند و از این تعداد، بیش از ۷۵۰،۰۰۰ نفر جان خود را از دست داده‌اند (بیرکمن، ۲۰۰۶). در مواجهه با چنین وضعیتی، اتحادیهٔ بین‌المللی راهبرد (استراتژی) کاهش خطر سوانح[1] برنامه‌ای را با عنوان «تقویت تاب‌آوری ملت‌ها و جوامع درمقابل سوانح» در چارچوب طرح هیوگو (که در کنفرانس جهانی هیوگو در کوبهٔ ژاپن درمورد کاهش بحران در سال ۲۰۰۵ مطرح شد)، برای سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ درپیش گرفته است. این برنامه، علاوه‌بر کاهش آسیب‌پذیری جوامع در هنگام وقوع بحران‌ها، به‌سمت افزایش و بهبود تاب‌آوری جوامع گرایش دارد (مایونگا، ۲۰۰۷: ۱).

در سال‌های اخیر، نهادها و آژانس‌های فعال در زمینهٔ کاهش سوانح، بیشتر فعالیت‌های خود را بر دستیابی به جامعهٔ تاب‌آور دربرابر سوانح متمرکز ساخته‌اند که در این میان، به‌دلیل خسارت‌های وسیع و بی‌هنجاری‌های گستردهٔ اجتماعی، زمین‌لرزه‌ها نسبت به سایر حوادث، اولویت بالاتری برای تقویت تاب‌آوری جوامع دربرابر سوانح طبیعی دارند. در سال‌های گذشته، جهان شاهد بعضی از مخاطره‌های پیش‌بینی‌نشدهٔ طبیعی مانند سونامی آسیا، گردباد کاترینا و زمین‌لرزهٔ سیچوان چین بود. اگرچه بعضی از ابزارهای پیش‌بینی‌کننده در کاهش آثار بحران‌ها مؤثر است، واقعیت این است که نمی‌توان براساس شواهد، مخاطره‌های آتی را پیش‌بینی کرد؛ بنابراین، ضروری است برای جلوگیری از افزایش آسیب‌پذیری‌ها، میزان تاب‌آوری جامعهٔ محلی را بشناسیم و بدانیم که توان ظرفیتی جامعه برای ایستادگی و بازیابی دربرابر مخاطره‌ها در هنگام وقوع بحران تا چه حدی است.

ایران نیز به‌دلیل ویژگی‌های اقلیمی، زمین‌شناختی و به‌ویژه قرارگیری روی کمربند زلزله‌خیز آلپ– هیمالیا، از جمله آسیب‌پذیرترین کشورهای دنیا محسوب می‌شود؛ به‌طوری‌که شاخص ریسک بحران برنامهٔ توسعهٔ سازمان ملل (۲۰۰۴) نشان می‌دهد بعد از ارمنستان، ایران بالاترین آسیب‌پذیری زلزله را در بین کشورهای جهان دارد، و ۳۱ مورد از ۴۰ نوع بلایای طبیعی در ایران رخ داده است (رضایی، قائد رحمتی و حسینی، ۱۳۹۳: ۸۶).

در این میان، کلان‌شهر تهران به‌دلیل قرارگیری در پهنهٔ خطر لرزه‌ای بالا و بسیار بالا و رعایت‌نکردن اصول ایمنی مانند ساخت‌وساز در حریم گسل‌ها و مناطق مستعد ناپایداری‌های زمین‌شناختی، طراحی و اجرای ساختمان‌ها و تأسیسات حیاتی نامناسب با شدت لرزه‌خیزی احتمالی، نبود برنامه و توانمندی‌های عملیاتی لازم برای مدیریت سوانح در مرحلهٔ پاسخ و مقابله با تبعات وقوع سانحه و وجود بافت‌های آسیب‌پذیر و فرسودهٔ متعدد، در شرایط نامناسبی قرار دارد. به همین‌سبب، بررسی وضعیت شهر تهران از نظر ویژگی‌های فیزیکی و جغرافیایی تأثیرگذار در هنگام بروز سوانح ضروری به‌نظر می‌رسد؛ بنابراین، این پژوهش با شناسایی شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری، به سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی در محله‌های منتخب تهران می‌پردازد و چارچوبی برای سنجش میزان تاب‌آوری کالبدی در شهرها ارائه می‌دهد تا به پرسش‌هایی در زمینهٔ عوامل و پارامترهای تأثیرگذار بر میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری و میزان تاب‌آوری کالبدی در سطح محله‌های شهر تهران پاسخ دهد.

مبانی نظری

تاب‌آوری

واژهٔ تاب‌آوری، از ریشهٔ لاتین Resilio به‌معنای بازگشت به شرایط پیشین[2] گرفته شده است (کلین و سومالا، ۲۰۰۳) و

1. International Decade for Natural Disaster Reduction
2. To jump back

اغلب به مفهوم بازگشت به گذشته به‌کار می‌رود. این مفهوم در دهۀ ۱۹۷۰، توسط هولینگ با انتشار مقاله‌ای با عنوان تاب‌آوری و مقاومت سیستم‌های اکولوژیکی (۱۹۷۳) مطرح شد. وی تاب‌آوری در یک اکوسیستم را معیاری از توانایی اکوسیستم برای جذب تغییرات با حفظ مقاومت قبلی بیان کرد (رضایی، ۱۳۹۲: ۲۸). امروزه این واژه با گسترش دامنۀ کاربردی خود در علوم مختلف و امور مربوط به تعامل انسان و طبیعت مانند آسیب‌پذیری و کاهش سوانح (سازمان کاهش خطر بحران‌های سازمان ملل، ۲۰۰۲)، دارای تعاریف متعددی است که جدول ۱ بعضی از آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱. بعضی از تعاریف تاب‌آوری

محقق	تعاریف
هولینگ، ۱۹۷۳	معیاری از توانایی سیستم برای جذب تغییرات، درحالی‌که هنوز مقاومت قبلی را دارد. تاب‌آوری، ظرفیت کاهش خطر یا توانایی یک سیستم برای جذب نابسامانی‌ها یا میزان تخریب و زیانی است که یک سیستم پیش از تغییر ساختارها بر اثر تغییر متغیرها، قادر به جذب آن است.
پیم، ۱۹۸۴	تاب‌آوری، بازگشت یک سیستم به حالت اولیه، پس از نابسامانی است.
تیممرمن، ۱۹۸۱	تاب‌آوری، ظرفیت یک سیستم یا بخشی از آن برای جذب و بازیابی پس از وقوع حادثه‌ای مخاطره‌انگیز است.
میلتی، ۱۹۹۹	تاب‌آوری، یعنی اینکه جامعه قادر به تحمل سوانح طبیعی شدید باشد، بدون آنکه دچار خسارت‌های عمده، آسیب، توقف در تولید یا کاهش کیفیت زندگی شود و از بیرون جامعه کمک زیادی دریافت نکند.
باکل و دیگران، ۲۰۰۰	تاب‌آوری یعنی کیفیت زندگی مردم، جوامع، آژانس‌ها و زیرساخت‌ها که موجب کاهش آسیب‌پذیری می‌شود؛ نه‌تنها آسیب‌پذیری وجود نداشته نباشد، بلکه ظرفیت جلوگیری و کاهش خسارت‌ها را داشته باشد و سپس درصورت بروز آسیب‌ها، شرایط ایده‌آل را در جامعه تا حد ممکن نگه دارد و سپس تأثیرها را بازیابی کند.
سازمان کاهش خطر بحران‌های سازمان ملل، ۲۰۰۲	تاب‌آوری یعنی ظرفیت یک سیستم، اجتماع یا جامعه برای مقاومت بیشتر دربرابر تغییر، به‌گونه‌ای‌که جامعه بتواند سطح قابل‌پذیرشی را در آفرینش و ساختارها به‌دست آورد. این مسئله با توجه به میزان توانایی سیستم اجتماعی در سازماندهی خود و توانایی برای افزایش ظرفیت اطلاعات و سازگاری تعیین می‌شود که مفهوم اخیر شامل ظرفیت بازیابی از شرایط بحران است.
پندال و دیگران، ۲۰۰۷	فرد، جامعه، اکوسیستم یا شهری که درمقابل خطر و فشار تاب‌آوری دارد، به‌سرعت به شرایط متعادل بازمی‌گردد یا به‌آسانی شرایط خود را به‌گونه‌ای جدید تغییر می‌دهد.

منبع: رضایی، ۱۳۸۹: ۲۷

با وجود گذشت بیش از سه دهه از تجارب ارزشمند پژوهش جمعی در مورد تاب‌آوری، هنوز این واژه در حوزه‌های مختلف علمی دارای معانی متفاوت و متضاد است. بسیاری از تناقض‌های موجود بر سر معنای تاب‌آوری، از تمایل‌های شناختی، دیدگاه‌های موجود در سیستم‌های اکولوژیکی- اجتماعی و روش‌ها و تفاوت‌های مفهومی- بنیادی ناشی می‌شود. نتیجۀ این معانی متفاوت، ایجاد یک فرهنگ مبهم معنایی و رویکردهایی برای درک تاب‌آوری نسبت به شوک‌های خارجی یا مخاطره‌های طبیعی است. با وجود این، ایسر[1] معتقد است افزایش ابهام و انعطاف‌پذیری تاب‌آوری، بسیار باارزش است؛ زیرا این مفهوم، درعمل ارتباط‌های نزدیک‌تری را بین رشته‌ها و علوم مختلف به‌وجود می‌آورد. 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 ۳. میزان توانایی سیستم در ایجاد و افزایش ظرفیت یادگیری و تقویت سازگاری با شرایط. از این‌رو، کارپنتر سیستمی را تاب‌آور می‌داند که دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- ظرفیت جذب فشارها یا نیروهای مخرب[2] 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.

1. Acer
2. Destructive

ابعاد تاب‌آوری

تاکنون هیچ مجموعهٔ ویژه‌ای از شاخص‌ها یا چارچوب‌های سازمان‌یافته برای کمی‌سازی تاب‌آوری سوانح به‌وجود نیامده است. با وجود این، در جامعهٔ علمی، اجماعی وجود دارد مبنی‌بر اینکه تاب‌آوری، مفهومی چندجانبه و دارای ابعاد اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی است. جدول ۲، ابعاد و شاخص‌های تاب‌آوری سوانح را نشان می‌دهد (نوریس و دیگران، ۲۰۰۸؛ گاندرسون، ۲۰۰۹؛ کاتر و دیگران، ۲۰۰۸، برونئو و دیگران، ۲۰۰۳).

جدول ۲. ابعاد و شاخص‌های تاب‌آوری دربرابر سوانح طبیعی

ابعاد	تعریف	شاخص‌ها
اجتماعی	از تفاوت ظرفیت اجتماعی جوامع، در نشان‌دادن واکنش مثبت، انطباق با تغییرها و حفظ رفتار سازگارانه و بازیابی از سوانح به‌دست می‌آید که می‌توان آن را از طریق بهبود ارتباطات، آگاهی از خطر، آمادگی، توسعه و اجرای طرح‌های مدیریت سوانح و بیمه برای کمک به فرایند بازیابی ارتقا داد.	آگاهی، دانش، مهارت، نگرش، شبکه‌های اجتماعی، ارزش‌های جامعه، سازمان‌های مبتنی‌بر صداقت، درک محلی از خطر، خدمات مشاوره‌ای، سلامتی و رفاه، سن، دسترسی، زبان، نیازهای ویژه، دلبستگی به مکان، مشغولیت سیاسی، مذهب، درگیری اجتماعی، تمایل به حفظ معیارهای فرهنگی قبل و بعد از سانحه.
اقتصادی	واکنش و سازگاری افراد و جوامع به‌طوری‌که آن‌ها را قادر به کاهش خسارت‌های بالقوهٔ سانحه سازد که بیشتر قابلیت حیات اقتصادی جوامع را نشان می‌دهد.	شدت (میزان) خسارت‌ها، ظرفیت یا توانایی جبران خسارت‌ها و توانایی برگشت به شرایط شغلی و درآمدی مناسب در قالب درآمد، منابع درآمد، سرمایه، دسترسی به خدمات مالی، پس‌اندازها و سرمایه‌های خانوار، بیمه، احیای فعالیت‌های اقتصادی بعد از یک سانحه، اشتغال، وابستگی اشتغال به یک بخش ویژه.
نهادی	حاوی ویژگی‌های مربوط به تقلیل خطر، برنامه‌ریزی و تجربهٔ سوانح قبلی است. در اینجا تاب‌آوری، از ظرفیت جوامع برای کاهش خطر، اشتغال افراد محلی در تقلیل خطر برای ایجاد پیوندهای سازمانی و بهبود و حفاظت از سیستم‌های اجتماعی در یک جامعه تأثیر می‌پذیرد.	بستر، زیرساخت، روابط و عملکرد نهادها، ویژگی‌های فیزیکی نهادها نظیر تعداد نهادهای محلی، دسترسی به اطلاعات، نیروهای آموزش‌دیده و داوطلب، قوانین و مقررات، تعامل نهادهای محلی با مردم و نهادها، رضایت از عملکرد نهادها، مسئولیت‌پذیری، مراکز تصمیم‌گیری، نحوهٔ مدیریت یا واکنش به سوانح مانند ساختار سازمانی، ظرفیت، رهبری، آموزش و تجربه.
کالبدی	ارزیابی واکنش جامعه و ظرفیت بازیابی بعد از سانحه نظیر پناهگاه‌ها، واحدهای مسکونی، تسهیلات سلامتی و زیرساختی مانند خطوط لوله، جاده‌ها و وابستگی آن‌ها به زیرساخت‌های دیگر را به‌همراه دارد.	تعداد شریان‌های اصلی، خطوط لوله، جاده‌ها و زیرساخت‌های حیاتی، شبکهٔ حمل‌ونقل، کاربری زمین، ظرفیت پناهگاه، نوع مسکن، جنس مصالح، مقاومت بنا، کیفیت و قدمت بنا، مالکیت، نوع ساخت‌وساز، ارتفاع ساختمان‌ها، فضای باز ساختمان محل سکونت، فضای سبز، تراکم محیطی، دسترسی، ویژگی‌های جغرافیایی (ویژگی‌های ژئوتکنیک و شیب)، شدت و تکرار مخاطره‌ها، گسل‌ها.

منبع: رفیعیان و دیگران، ۱۳۹۰: ۳۱

در این مقاله، با توجه به ابعاد چهارگانهٔ فوق برای سنجش تاب‌آوری، از بعد کالبدی در مقیاس محله‌های شهری کلان‌شهر تهران استفاده شده است.

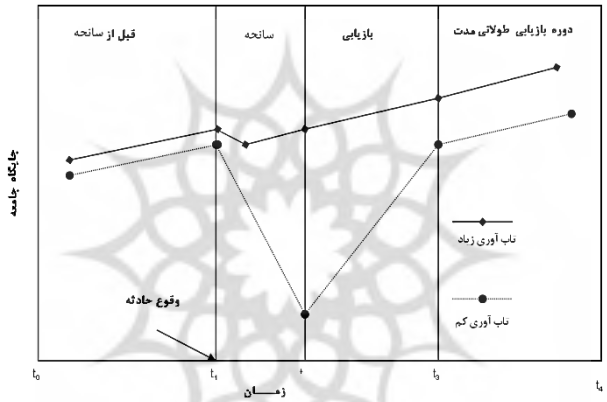
جوامع تاب‌آور

اجتماع تاب‌آور، جامعه‌ای است که علاوه‌بر توانایی تحمل شوک‌ها و ضربه‌های یک خطر به‌گونه‌ای‌که آن خطرها تبدیل به سانحه نشوند، توانایی یا ظرفیت برگشت به حالت عادی، در حین و پس از سانحه و همچنین امکان و فرصت تغییر و سازگاری پس از سوانح را دارد (دیویس و ایزدخواه، ۲۰۰۶: ۱۲). با توجه به مفهوم تاب‌آوری- که باید با تمامی مراحل مدیریت سوانح ارتباط یابد- لازم است جامعهٔ تاب‌آور دارای ویژگی‌هایی باشد که تمامی مراحل قبل، حین و پس از سانحه را پوشش دهد. براین‌اساس، با توجه به پژوهش‌های گادزچالک (۲۰۰۳) و محققانی دیگر مانند کامفورت (۱۹۹۹) و تیرنی (۲۰۰۲)، ویژگی‌های جوامع تاب‌آور را به شرح زیر می‌توان بیان کرد:

- فراوانی: با تعداد زیادی از اجزا با عملکرد مشابه، به‌طوری‌که وقتی یک جزء مختل می‌شود، کل سیستم دچار اختلال نمی‌شود.

- تنوع: با تعداد زیادی از اجزا با عملکرد متفاوت، برای اینکه سیستم را دربرابر تهدیدهای مختلف حفظ کنند.
- کارآمدی: با انرژی مثبت تولیدشده به نسبت انرژی تحویل‌شده از طریق یک سیستم دینامیک.
- استقلال داخلی: با قابلیت کارکرد مستقل از کنترل خارجی.
- استحکام: با قدرت مقابله دربرابر حمله‌ها یا نیروهای خارجی دیگر.
- وابسته به هم: با اجزای سیستمی مرتبط، به‌طوری‌که یکدیگر را حمایت می‌کنند.
- قابلیت سازگاری: ظرفیت آموختن از تجربه‌ها و انعطاف‌پذیری دربرابر تغییرها.
- همیاری یا همکاری: فرصت و انگیزه‌های زیاد برای جلب مشارکت ذی‌نفعان.

همچنین مایانگ (۲۰۰۷) مفهوم تاب‌آوری جامعه دربرابر سوانح را «ظرفیت یا توانایی جامعه برای پیش‌بینی، آمادگی، پاسخ و بازیابی سریع از آثار سوانح» تعریف می‌کند؛ یعنی علاوه‌بر سرعت بازیابی جامعه از آثار سانحه، توانایی آموزش، مواجهه و سازگاری با مخاطره‌ها را ویژگی‌های یک جامعهٔ تاب‌آور می‌داند؛ بنابراین، جامعهٔ تاب‌آور باید به‌گونه‌ای سازماندهی شود که آثار سانحه در آن پایین و فرایند بازیابی سریع باشد. شکل ۱ وضعیت دو جامعه با تاب‌آوری بالا و پایین را پس از بحران نشان می‌دهد.



شکل ۱. مسیر دو جامعه با تاب‌آوری کم و زیاد در مواجهه با بحران
منبع: ژانگ، ۲۰۰۶

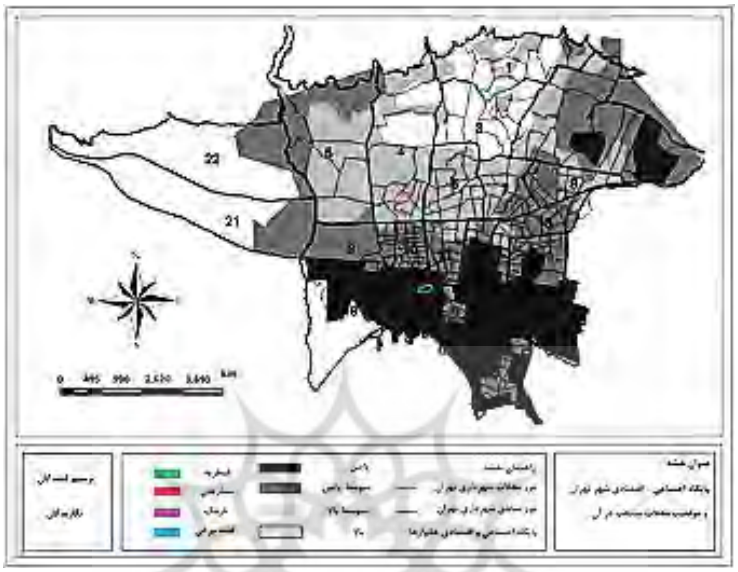
همان‌طورکه شکل فوق نشان می‌دهد، جامعه‌ای با تاب‌آوری بالا، اغلب آثار سانحه را تا حد کمتری تجربه می‌کند؛ درحالی‌که جامعه‌ای با تاب‌آوری کم، آثار بارزتری از سانحه را تجربه می‌کند و بیشتر آسیب می‌بیند؛ بنابراین، جامعه‌ای با تاب‌آوری کمتر، به زمان بیشتری برای بازگشت به ساختار عادی نیاز دارد.

روش پژوهش

مقالهٔ حاضر به لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ روش توصیفی- تحلیلی است. در این پژوهش، با توجه به مسئله و هدف، واحد تحلیل خانوار در محله انتخاب شد. حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران معادل ۳۶۹ خانوار، از ۲،۲۶۶،۹۸۴ خانوار ساکن در تمامی محله‌های شهر تهران (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵) برآورد شد. در مرحلهٔ بعد، با طبقه‌بندی محله‌های شهر تهران برحسب پایگاه اجتماعی- اقتصادی به چهار طبقه (بالا، متوسط بالا، متوسط پایین، پایین)، از هر طبقه یک محله با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شد. سپس با توجه به سهم هر طبقه از محله‌ها از کل خانوارهای شهر، خانوارهای نمونه به‌روش سیستماتیک به نسبت از محله‌های نمونه انتخاب شدند. جدول ۳ تعداد نمونه را به‌تفکیک محله و شکل ۲ موقعیت محله‌های مورد مطالعه در شهر تهران را نشان می‌دهد.

جدول ۳. حجم خانوارهای نمونه برحسب محلهٔ سکونت

منطقه	ناحیه	محله	تعداد پرسشنامه‌های توزیع‌شده
۱	۷	۱۱ (قیطریه)	۳۲
۲	۲	۱۰ (ستارخان)	۸۶
۸	۲	۱۱ (نارمک)	۱۲۴
۱۷	۳	۸ (قلعه مرغی)	۱۲۷
		جمع کل	**۳۶۹**



شکل ۲. نقشهٔ موقعیت محله‌های مورد مطالعه در شهر تهران

در این پژوهش، ابتدا با توجه به کمبود اطلاعات دربارهٔ موضوع در کشور، براساس مطالعه‌های کتابخانه‌ای (مقاله‌ها، کتاب‌ها و گزارش‌ها) حجم وسیعی از اطلاعات در زمینهٔ تاب‌آوری جمع‌آوری شد. سپس با بررسی ابعاد و چارچوب‌های تاب‌آوری، شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی تعیین و تعریف عملیاتی شدند. در مرحلهٔ بعد با استفاده از روش میدانی و ابزار پرسشنامه[۱]– که روایی آن از طریق پیش‌آزمون تأیید شده بود– اطلاعات مورد نیاز از خانوارهای محله‌های نمونه جمع‌آوری شد. سپس با ورود داده‌های حاصل از پرسشنامه، به محیط نرم‌افزاری SPSS، پایایی ابزار تحقیق با استفاده از آزمون کرونباخ ۰/۸۳۵ برآورد شد که گویای هماهنگی و پایداری درونی بالای ابزار تحقیق است. در مرحلهٔ بعد با استفاده از مجموع سادهٔ وزین (SAW) ماتریس اولیهٔ داده‌ها تهیه شد. سپس با استفاده از روش الکتره میزان تاب‌آوری کالبدی محله‌های مورد مطالعه سنجیده شد.

معرفی و تعریف عملیاتی شاخص‌ها

از آنجاکه اندازه‌گیری تاب‌آوری در شرایط مطلق دشوار است، باید برای تعیین میزان تاب‌آوری اجتماع‌های شهری از یک رویکرد تطبیقی استفاده کرد. در همین زمینه، انتخاب شاخص‌ها در مطالعه‌های مربوط به تاب‌آوری باید با توجه به دو ملاک ۱. توجیه برمبنای ادبیات موجود درمورد تناسب آن با تاب‌آوری و ۲. در دسترس بودن داده‌های کیفی از منابع صورت گیرد. شاخص‌ها به‌عنوان مجموعه‌ای از شرایط اولیه عمل می‌کنند که کارایی برنامه‌ها، سیاست‌ها و مداخله‌های ویژه برای بهبود تاب‌آوری سانحه را اندازه می‌گیرند. در این مقاله، براساس ابعاد چهارگانهٔ تاب‌آوری، امکان‌پذیری، عملیاتی‌سازی و همچنین دسترسی به داده‌ها و اقتضای جامعهٔ مورد مطالعه در هر منطقه، شاخص‌هایی برای سنجش میزان تاب‌آوری کالبدی انتخاب شده است. جدول ۴ ضمن نشان‌دادن شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی، به تعاریف عملیاتی آن‌ها می‌پردازد.

۱. در این پژوهش از سه پرسشنامه استفاده شده است: ۱. پرسشنامهٔ خانوار برای جمع‌آوری اطلاعات خانوار، ۲. پرسشنامهٔ میدانی: برای تکمیل اطلاعات محله‌ها و ۳. پرسشنامهٔ خبرگان: برای تعیین اهمیت نسبی مؤلفه‌های مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی با استفاده از تکنیک AHP توسط کارشناسان و صاحب‌نظران داخلی و خارجی در زمینهٔ تاب‌آوری.

جدول ۴. تعریف عملیاتی شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی

شاخص	تعریف عملیاتی
مقاومت ساختمان	وضعیت تاب‌آوری ساختمان‌های محلهٔ سکونت خانوارها برحسب نسبت ساختمان‌های کم‌دوام محلهٔ سکونت (۵ تا ۲۰ درصد برابر با رتبهٔ ۵، ۲۰ تا ۴۰ درصد برابر با رتبهٔ ۴، ۴۰ تا ۶۰ درصد برابر با رتبهٔ ۳، ۶۰ تا ۸۰ درصد برابر با رتبهٔ ۲ و ۸۰ تا ۹۵ درصد برابر با رتبهٔ ۱)، به‌صورت رتبه‌ای و از ۵ (بیشترین تاب‌آوری) تا ۱ (کمترین تاب‌آوری) محاسبه شد.
کاربری‌های ناسازگار	وضعیت محلهٔ سکونت خانوارها که از طریق عوامل زیر بررسی شد: وضعیت محله از نظر تراکم کاربری‌های فرسوده برحسب نسبت ساختمان‌های کم‌دوام محله طبق روش فوق، قابلیت ازدحام‌آوری در کاربری‌های پرجمعیت نظیر مدارس برحسب پتانسیل شکل‌گیری ازدحام از طریق ویژگی‌های بافت کالبدی محله از رتبهٔ ۱ (کمترین امکان ایجاد ازدحام) تا ۵ (بیشترین امکان) و تعداد تأسیسات خطرآفرین نظیر پمپ بنزین برحسب تعداد جایگاه‌های توزیع و نگهداری انواع سوخت موجود در محله است.
دسترسی	دسترسی به مراکز امداد شامل آتش‌نشانی، نیروی انتظامی، بیمارستان، مراکز آموزشی، پارک‌ها و فضاهای باز عمومی
تراکم	تراکم جمعیت محل سکونت هر خانوار (برحسب نفر در هکتار) به‌عنوان اندازهٔ این متغیر برای خانوارهای هر محله در نظر گرفته شد.
فضاهای باز	این شاخص، براساس ترکیب شاخص‌های «فضای باز ساختمان محل سکونت» از طریق «قابلیت پناه‌گیری» خانوار برمبنای پرسشنامهٔ خانوار در قالب طیف لیکرت و فضای باز محله برحسب حاصل‌جمع رتبهٔ معرف‌های ۱. فاصله تا فضاهای تخلیهٔ منطقه‌ای، بدین‌صورت که قرارگرفتن کامل محله در شعاع ۲۰۰۰ متری فضاهای تخلیهٔ منطقه‌ای برابر با رتبهٔ ۳، قرارگرفتن حدود نیمی از محله در شعاع ۲۰۰۰ متری فضاهای تخلیهٔ منطقه‌ای برابر با رتبهٔ ۲ و قرارنداشتن برابر با رتبهٔ ۱ است؛ ۲. فاصله تا فضاهای باز محله‌ای از ۱ (کمترین تاب‌آوری) تا ۵ (بیشترین تاب‌آوری) از طریق پرسشنامهٔ برداشت میدانی و با توجه به فاصلهٔ ساختمان محل سکونت خانوار تا فضای باز محله‌ای محاسبه شد: فاصلهٔ کمتر از ۵۰ متر تا فضای باز برابر با رتبهٔ ۵، ۵۰ تا ۱۰۰ متر برابر با رتبهٔ ۴، ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر برابر با رتبهٔ ۳، ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر برابر با رتبهٔ ۲ و بالای ۳۰۰ متر برابر با رتبهٔ ۱ اندازه‌گیری شده است.
خصوصیات زمین- بستر	برحسب دو معرف شیب و ژئوتکنیک و به‌روش «مجموع سادهٔ وزین»: شیب در مقیاس رتبه‌ای، به‌ترتیب کمتر از ۵ درصد، ۵ تا ۷ درصد، ۷ تا ۱۰ درصد، ۱۰ تا ۱۵ درصد، بالای ۱۵ درصد، رتبه‌های ۵ تا ۱ داده شد. ژئوتکنیک برای هر خانوار برابر است با حاصل‌جمع سادهٔ نمره‌های رتبه‌ای معرف‌های روانگرایی (براساس گزارش نهایی مطالعات خطر زلزلهٔ تهران، ۱۳۸۴: ۱۰۹)، به‌ترتیب رتبه‌های ۵ تا ۱ برای بدون خطر روانگرایی، خطر روانگرایی بسیار پایین، پایین، متوسط، بالا) و اثر ساختگاهی محله (براساس گزارش مطالعه‌های خطر زلزلهٔ تهران، ۱۳۸۴: ۱۵۵)، به‌ترتیب رتبه‌های ۴ تا ۱ برای بیشینهٔ شتاب سطحی کمتر از ۰/۴ گال، ۰/۴ تا ۰/۵ گال، ۰/۵ تا ۰/۶ گال، بیش از ۰/۶ گال).

منبع: نگارندگان

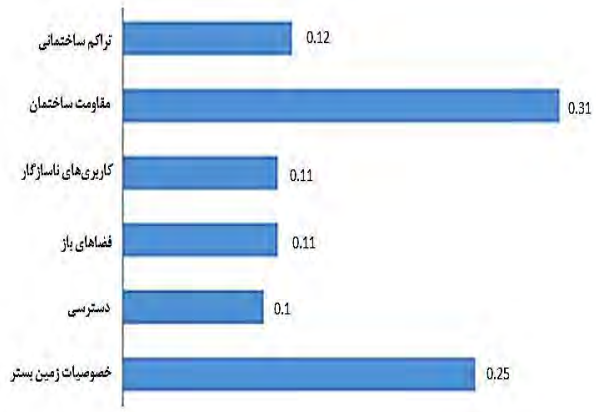
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بحث و یافته‌ها

تشکیل ماتریس اولیهٔ داده‌ها

این ماتریس از n شاخص و m مکان تشکیل شده است. در این ماتریس، $C_j \rightarrow j = ۱,۲,...,n$ معرف شاخص‌ها و $A_i \rightarrow i = ۱,۲,...,m$ معرف گزینه‌ها یا مکان‌هاست. همچنین $X_{ij} \rightarrow i = ۱,۲,...,m; j = ۱,۲,...,n$ نشان‌دهندهٔ ارزش گزینهٔ i ام نسبت به شاخص j ام است. در این پژوهش، با توجه به یکسان‌نبودن اهمیت تمامی شاخص‌های این بعد از تاب‌آوری، ابتدا کارشناسان و خبرگان داخلی و خارجی صاحب‌نظر در زمینهٔ تاب‌آوری، با استفاده از پرسشنامهٔ اولویت‌سنجی توماس آل ساعتی، هریک از شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی را به‌صورت زوجی مقایسه کردند. سپس به دلیل متفاوت‌بودن مقایسه‌ها، از روش کوپلند[1] برای ادغام نظرهای کارشناسان و متخصصان استفاده شد. در نهایت، با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، وزن و اهمیت نسبی هریک از شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی تعیین شد. شکل ۳ نتایج نهایی فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی را نشان می‌دهد.

1. Copeland



شکل ۳. وزن نهایی شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی

براساس نتایج پژوهش، شاخص تراکم ساختمانی دارای وزن ۰/۱۲، شاخص مقاومت ساختمانی دارای وزن ۰/۳۱، شاخص‌های کاربری‌های ناسازگار و فضاهای باز دارای وزن ۰/۱۱، شاخص دسترسی دارای وزن ۰/۱ و شاخص ویژگی‌های زمین‌بستر دارای وزن ۰/۲۵ است. در این میان، شاخص مقاومت ساختمانی و دسترسی، به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین اهمیت، نسبت به سایر شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی هستند.

پس از تعیین اهمیت نسبی شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، مقادیر مربوط به مؤلفه‌های شش‌گانه برای خانوارهای هر محله، با استفاده از رابطهٔ $PH=\sum_{i=1}^{6}(ph_i w_i)$ (که در آن، PH میزان تاب‌آوری کالبدی، w_i وزن نسبی پارامترهای پرسشنامهٔ خبرگان و تکنیک AHP، ph_i پارامترهای تاب‌آوری کالبدی است)، میزان تاب‌آوری کالبدی محله‌های مورد مطالعه سنجیده شد. جدول ۵ ماتریس اولیهٔ داده‌های تصمیم‌گیری را در محله‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد.

جدول ۵. ماتریس اولیهٔ داده‌های حاصل از پرسشنامه

محل سکونت	مقاومت	تراکم	کاربری‌های ناسازگار	فضای باز	دسترسی	زمین‌بستر
قیطریه	۶۵/۴۳	۷۶/۲۶	۷۲/۴۳	۷۱/۸۲	۷۵/۵۴	۶۹/۲۷
ستارخان	۶۱/۶۷	۶۳/۷۲	۶۵/۴۶	۶۷/۲۱	۶۹/۴۶	۶۲/۷۳
نارمک	۵۱/۸۲	۲۶/۴۷	۵۴/۶۱	۴۲/۳۹	۴۶/۲۶	۵۲/۶۱
قلعه مرغی	۱۶/۴۲	۱۲/۳۸	۳۲/۵۶	۶۵/۴۹	۲۱/۷۴	۴۵/۶۲

منبع: نگارندگان

شاخص‌ها و متغیرهای بعد کالبدی

یکی از ابعاد تأثیرگذار در سنجش سطح تاب‌آوری، بعد کالبدی است که از طریق آن می‌توان وضعیت جامعه را از نظر ویژگی‌های فیزیکی و جغرافیایی تأثیرگذار در مواقع بروز سانحه ارزیابی کرد. به‌همین‌منظور، برای سنجش این بعد، متغیرهایی مانند مقاومت ساختمان محل سکونت خانوارها، تراکم جمعیت، دسترسی به خدمات و مراکز امدادرسانی، کاربری‌های ناسازگار، وضعیت فضاهای باز و زمین‌بستر در محله‌های نمونه بررسی شدند.

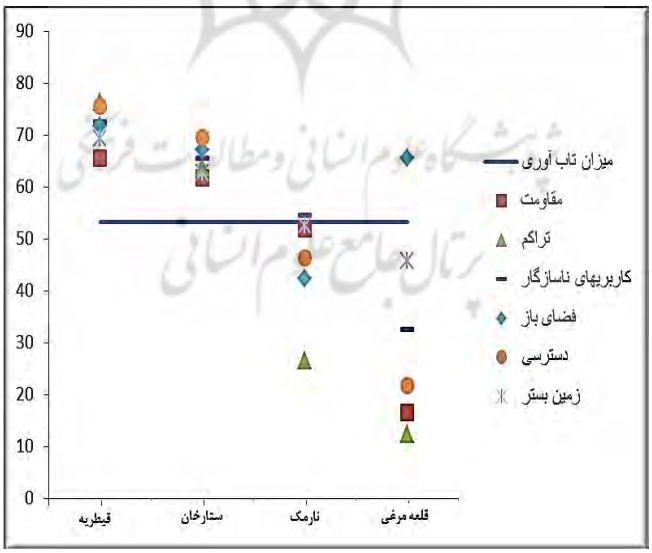
از شاخص‌های مهم بعد کالبدی، مقاومت ساختمان خانوارها و محل سکونت آنان است که به‌نوعی می‌توان آن را به‌عنوان مهم‌ترین شاخص در این بعد درنظر گرفت. به‌همین‌سبب، با توجه به بررسی‌ها می‌توان گفت از این لحاظ، خانوارهای محله‌های قیطریه و ستارخان، به‌ترتیب با ۶۵/۴۳ و ۶۱/۶۷ درصد و خانوارهای محلهٔ قلعه‌مرغی با ۱۶/۴۲ درصد، کمترین میزان تاب‌آوری را دارند. همچنین در مقایسه با میزان شاخص تاب‌آوری کالبدی (۵۳/۲۰) نیز می‌توان گفت که محله‌های نارمک و قلعه‌مرغی، پایین‌تر از این مقدار قرار دارند (جدول ۵). از دیگر مؤلفه‌های مهم و تأثیرگذار در این بخش، تراکم جمعیت در هکتار است که

به‌نوعی مشخص‌کنندهٔ وضعیت اجتماعی و اقتصادی محل سکونت خانوارها نیز است؛ بنابراین، با توجه به این شاخص، وضعیت محله‌های چهارگانه ارزیابی شد که محله‌های قیطریه و ستارخان، به‌ترتیب با ۷۶/۲۶ و ۶۳/۷۲ درصد، بیشترین تاب‌آوری و محله‌های قلعه‌مرغی و نارمک با ۱۲/۳۸ و ۲۶/۴۷ درصد کمترین تاب‌آوری را دارند.

وضعیت محلهٔ سکونت خانوارها با توجه به وجود کاربری‌های ناسازگار مانند تعداد تأسیسات خطرآفرین نظیر پمپ بنزین برحسب تعداد جایگاه‌های توزیع و نگهداری انواع سوخت موجود در محله، وضعیت محله از نظر تراکم کاربری‌های فرسوده در اطراف محل سکونت محله‌ها مشخص شد که از این لحاظ، محله‌های قیطریه و ستارخان، به‌ترتیب با ۷۲/۴۳ و ۶۵/۴۶ درصد، بیشترین مقدار و محله‌های قلعه‌مرغی و نارمک به‌ترتیب با ۳۲/۵۶ و ۵۴/۶۱ درصد کمترین تاب‌آوری را دارند. از شاخص‌های مهم دیگر در بعد کالبدی، موقعیت و وضعیت فضاهای باز در اطراف محل سکونت خانوارها در محله‌های نمونه است که براساس ترکیب شاخص‌های فضای باز ساختمان محل سکونت خانوار و فضای باز محله و همچنین فاصله تا فضاهای تخلیهٔ منطقه‌ای ارزیابی شده است که از این لحاظ می‌توان گفت بیشتر محله‌های نمونه در وضعیت مناسبی قرار دارند (جدول ۵).

یکی دیگر از شاخص‌های مهم بعد کالبدی، دسترسی به مراکز امداد شامل آتش‌نشانی، نیروی انتظامی، بیمارستان‌ها و مراکز آموزشی است که بیشترین میزان آن مربوط به محله‌های قیطریه و ستارخان، به‌ترتیب با ۷۵/۵۴ و ۶۹/۴۶ و کمترین میزان آن مربوط به محله‌های نارمک و قلعه‌مرغی به‌ترتیب با ۴۶/۲۶ و ۲۱/۷۴ درصد است (جدول ۵). با توجه به اینکه مهم‌ترین علت وقوع سانحه، عوامل جغرافیایی و زمین‌ساختی است، محله‌های نمونه در این زمینه هم بررسی شدند که از این لحاظ، همهٔ محله‌ها تقریباً در یک سطح قرار دارند و به‌نوعی می‌توان گفت که محله‌های منطقهٔ قیطریه و ستارخان با ۶۹/۲۷ و ۶۲/۷۳ درصد بیشترین مقدار و محله‌های مناطق نارمک و قلعه‌مرغی به‌ترتیب با ۵۲/۶۱ و ۴۵/۶۲، کمترین میزان تاب‌آوری را دارند.

درنهایت می‌توان گفت در میزان تاب‌آوری از نظر بعد کالبدی، به‌ترتیب از محله‌های قیطریه و ستارخان به نارمک و قلعه‌مرغی، روندی نزولی مشاهده می‌شود. تحلیل توصیفی داده‌های بعد کالبدی تاب‌آوری نشان داد که میانگین «میزان تاب‌آوری» برای کل خانوارهای نمونه ۵۳/۲۰ است که این مقدار برای خانوارهای محله‌های قیطریه و ستارخان بیشتر از میانگین کل و به‌ترتیب ۷۰/۱۷ و ۶۳/۹۹ و برای خانوارهای محله‌های نارمک و قلعه‌مرغی، پایین‌تر از میانگین کل و به‌ترتیب ۵۳/۲۰ و ۳۰/۹۴ است (شکل ۴).



شکل ۴. پراکندگی میزان تاب‌آوری کالبدی با توجه به میانگین، به‌تفکیک محله‌ها

رتبه‌بندی شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی از طریق روش الکتره

روش ELECTRE[1] در اواخر دههٔ ۱۹۸۰ مطرح شد. در این روش، به‌جای رتبه‌بندی گزینه‌ها، از مفهوم جدیدی به نام «غیررتبه‌ای» استفاده می‌شود؛ بدین‌صورت‌که مثلاً رابطهٔ $A_K \rightarrow A_1$ بیانگر آن است که اگرچه گزینه‌های K و 1، هیچ

1. Elimination et choice in translating to reality

ارجحیتی از نظر ریاضی به یکدیگر ندارند، آنالیست DM ریسک بهتربودن AK را بر A1 می‌پذیرد. در این روش، همهٔ گزینه‌ها با استفاده از مقایسه‌های غیررتبه‌ای، ارزیابی و گزینه‌های غیرمؤثر حذف می‌شوند و براین‌اساس، رتبه‌بندی گزینه‌ها انجام می‌شود.

در این روش، مقایسه‌های زوجی بر درجهٔ توافق از اوزان (Wj) و درجهٔ اختلاف از مقادیر ارزیابی‌های موزون (Vij) استوارند و هم‌زمان برای ارزیابی گزینه‌ها آزموده می‌شوند. در روش الکتره، همهٔ این مراحل برمبنای یک مجموعهٔ هماهنگ و یک مجموعهٔ ناهماهنگ پایه‌ریزی می‌شوند که این روش بدین‌لحاظ به آنالیز هماهنگی نیز معروف است. به‌منظور به‌کارگیری روش الکتره برای رتبه‌بندی و انتخاب بهترین محله از میان محله‌های موجود براساس شاخص‌های تاب‌آوری، باید مراحل زیر را به‌ترتیب طی کرد:

بی‌مقیاس‌سازی ماتریس داده‌ها

در این مرحله، مقادیر ماتریس اولیهٔ تصمیم‌گیری مسئله با استفاده از روش نورم بی‌مقیاس می‌شود.

جدول ۶. ماتریس بی‌مقیاس‌شدهٔ داده‌های اولیه

محل سکونت	مقاومت	تراکم	کاربری‌های ناسازگار	فضای باز	دسترسی	زمین‌بستر
قیطریه	۰/۶۱۸۹۳۵	۰/۷۳۴۹۹۵	۰/۶۱۹۱۵	۰/۵۷۵۳۱۹	۰/۶۶۳۰۷۹	۰/۵۹۰۴۷۷
ستارخان	۰/۵۹۰۳۶۹	۰/۶۱۸۹۴۳	۰/۵۵۸۹۵۵	۰/۵۳۵۳۶۷	۰/۶۰۲۰۰۶	۰/۵۳۹۱۳۱
نارمک	۰/۴۹۵۱۴۸	۰/۲۵۱۴۴۶	۰/۴۷۲۹۶۲	۰/۳۳۵۶۰۳	۰/۴۰۱۳۳۷	۰/۴۵۳۵۵۵
قلعه‌مرغی	۰/۱۵۲۳۵۳	۰/۱۱۶۰۵۲	۰/۲۸۳۷۷۷	۰/۵۱۹۳۸۵	۰/۱۹۱۹۴۴	۰/۳۹۳۶۵۲

منبع: نگارندگان

تشکیل ماتریس بی‌مقیاس‌شدهٔ موزون

در این مرحله، با استفاده از وزن شاخص‌ها (شکل ۲) و رابطهٔ زیر ماتریس بی‌مقیاس‌شدهٔ موزون به‌دست می‌آید: $V = N \times W_{n\times n}$ در این رابطه، V عبارت است از ماتریس بی‌مقیاس‌شدهٔ موزون و $W_{n\times n}$ وزن شاخص‌های مورد مطالعه است.

جدول ۷. ماتریس بی‌مقیاس‌شدهٔ موزون داده‌ها

محل سکونت	مقاومت	تراکم	کاربری‌های ناسازگار	فضای باز	دسترسی	زمین‌بستر
قیطریه	۰/۱۹۱۸۷	۰/۰۸۸۱۹۹	۰/۰۶۸۱۰۷	۰/۰۶۳۲۸۵	۰/۰۶۶۳۰۸	۰/۱۴۷۶۱۹
ستارخان	۰/۱۸۳۰۱۴	۰/۰۷۴۲۷۳	۰/۰۶۱۴۸۵	۰/۰۵۸۸۹	۰/۰۶۰۲۰۱	۰/۱۳۴۷۸۳
نارمک	۰/۱۵۳۴۹۶	۰/۰۳۰۱۷۳	۰/۰۵۲۰۲۶	۰/۰۳۶۹۱۶	۰/۰۴۰۱۳۴	۰/۱۱۳۳۸۹
قلعه مرغی	۰/۰۴۷۲۳	۰/۰۱۳۹۲۶	۰/۰۳۱۲۱۵	۰/۰۵۷۱۳۲	۰/۰۱۹۱۹۴	۰/۰۹۸۴۱۳

منبع: نگارندگان

مشخص‌کردن مجموعهٔ هماهنگی و ناهماهنگی

در این مرحله، برای هر زوج از گزینه‌های $k,l=1,2,..,m;l\neq k$ ، مجموعهٔ شاخص‌های موجود $J=j\int,j=1,2,..,n$ به دو زیرمجموعهٔ متمایز هماهنگ (S_{kl}) و ناهماهنگ (D_{kl}) تقسیم می‌شود.

مجموعهٔ هماهنگ (S_{kl}) از گزینه‌های A_K و A_l مشتمل بر همهٔ شاخص‌هایی است که A_K بر A_l به‌ازای آن‌ها ترجیح داده می‌شود؛ یعنی خواهیم داشت: $(S_{kl})\{j\int x_{kj}\geq x_{lj}\}$. در این پژوهش، x_{ij} دارای مطلوبیت افزایشی است.

و برعکس، زیرمجموعهٔ مکمل به نام مجموعهٔ ناهماهنگ (D_{k1}) مجموعه‌ای از شاخص‌هاست که به‌ازای آن‌ها داشته باشیم: $(D_{k1})\{j \int x_{kj}\langle x_{1j}\} = j - (S_{k1})$، جدول ۸ نشان‌دهندهٔ مجموعهٔ شاخص‌های هماهنگ و ناهماهنگ است.

جدول ۸. مجموعهٔ شاخص‌های هماهنگ و ناهماهنگ

مجموعهٔ هماهنگ	مجموعهٔ ناهماهنگ
$S_{12} = \{1,2,3,4,5,6\}$	$D_{21} = \{1,2,3,4,5,6\}$
$S_{13} = \{1,2,3,4,5,6\}$	$D_{31} = \{1,2,3,4,5,6\}$
$S_{14} = \{1,2,3,4,5,6\}$	$D_{32} = \{1,2,3,4,5,6\}$
$S_{23} = \{1,2,3,4,5,6\}$	$D_{34} = \{4\}$
$S_{24} = \{1,2,3,4,5,6\}$	$D_{41} = \{1,2,3,4,5,6\}$
$S_{34} = \{1,2,3,5,6\}$	$D_{42} = \{1,2,3,4,5,6\}$
$S_{43} = \{4\}$	$D_{43} = \{1,2,3,5,6\}$

محاسبهٔ ماتریس هماهنگی

ارزش ممکن از مجموعهٔ هماهنگی (S_{k1}) به‌وسیلهٔ اوزان موجود از شاخص‌های هماهنگ در آن مجموعه اندازه‌گیری می‌شود؛ یعنی معیار هماهنگی برابر با مجموع اوزان (W_j) از شاخص‌هایی است که مجموعهٔ (S_{k1}) را تشکیل می‌دهند؛ بدین‌صورت، معیار (I_{k1}) هماهنگی بین A_K و A_1 از این قرار است: $I_{K1} = \sum_{j \in s_{k1}} W_j ; \sum_{j=1}^{n} W_j = 1$

معیار هماهنگی (I_{k1}) منعکس‌کنندهٔ اهمیت نسبی A_K در رابطه با A_1 است؛ به‌طوری‌که $0 \le I_{k1} \le 1$ خواهد بود. ارزش بیشتر از (I_{k1}) به این مفهوم است که ارجحیت A_K بر A_1 بیشتر هماهنگ است.

$$I_{K1} = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ - & - & 1 & 1 \\ - & - & - & 0/89 \\ - & - & 0/11 & - \end{bmatrix}$$

محاسبهٔ ماتریس ناهماهنگی

معیار ناهماهنگی (نظیر مجموعهٔ D_{k1}) برعکس معیار I_{k1} نشان‌دهندهٔ شدت بدتربودن ارزیابی در رابطه با A_1 است. این معیار که (NI_{k1}) نامیده می‌شود، با استفاده از عناصر V (امتیازهای موزون‌شده) به‌ازای مجموعهٔ ناهماهنگ D_{k1} محاسبه می‌شود. بر اساس رابطهٔ زیر:

$$NI_{k1} = \frac{\max_{j \in D_{k1}} \left| V_{kj} - V_{1j} \right|}{\max_{j \in j} \left| V_{kj} - V_{1j} \right|}$$

این معیار، نسبت مطلوبیت‌نداشتن مجموعهٔ ناهماهنگ K و 1 به کل ناهماهنگی در شاخص‌ها را اندازه‌گیری می‌کند. باید توجه داشت که مقدار NI مجموعه‌های ناهماهنگ براساس ماتریس بی‌مقیاس‌شدهٔ موزون به‌دست می‌آید.

$$NI_{k1} = \begin{bmatrix} - & - & - & - \\ 1 & - & - & - \\ 1 & 1 & - & 0/190277 \\ 1 & 1 & 1 & - \end{bmatrix}$$

محاسبهٔ ماتریس هماهنگ مؤثر

ارزش‌های I_{k1} از ماتریس هماهنگی باید نسبت به یک ارزش آستانه سنجیده شود تا درمورد شانس ارجحیت A_K بر A_1 بهتر قضاوت شود. این شانس درصورتی‌که I_{k1} از یک حداقل آستانه ($\bar{I}$) تجاوز نکند، بیشتر هم خواهد بود؛ بدین‌معنا که باید $I_{k1} \geq \bar{I}$ باشد. یک معیار عمومی برای محاسبهٔ آستانه عبارت است از میانگین مقادیر ماتریس I؛ یعنی ($\bar{I}$): $\bar{I} = \sum_{k=1}^{m}\sum_{1=1}^{m} I_{K,1} / m(m-1)$. حال اگر $H_{k1} = 0 \rightarrow I_{k1} \langle \bar{I}$ $H_{k1} = 1 \rightarrow I_{k1} \geq \bar{I}$، آن‌گاه هر عنصر واحد در ماتریس H (ماتریس هماهنگ مؤثر) نشان‌دهندهٔ ارجحیت یک گزینه بر گزینهٔ دیگر است.

$\bar{I} = \frac{\sum I_{K1}}{N_{I_{K1}}} = \frac{۶}{۷} = ۰/۸۵۷$، در این رابطه $\sum I_{K1}$ جمع مقادیر ماتریس هماهنگ و $N_{I_{K1}}$ تعداد مقادیر ماتریس هماهنگ است؛ بنابراین، براساس رابطهٔ فوق، مقادیر بزرگ‌تر از حد آستانه (۰/۸۷۵) در ماتریس هماهنگ مؤثر، عدد یک می‌گیرند و مقادیر کوچک‌تر از (۰/۸۷۵) عدد صفر؛ بنابراین، ماتریس هماهنگ مؤثر (H) به‌صورت زیر است:

$$H = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ - & - & 1 & 1 \\ - & - & - & 1 \\ - & - & 0 & - \end{bmatrix}$$

محاسبهٔ ماتریس ناهماهنگ مؤثر

عناصر NI_{k1} از ماتریس ناهماهنگ نیز مانند مرحلهٔ قبلی باید نسبت به یک ارزش آستانه سنجیده شوند. این ارزش آستانه را می‌توان براساس روش زیر محاسبه کرد:

$$\bar{NI} = \sum_{k=1}^{m}\sum_{1=1}^{m} NI_{K,1} / m(m-1)$$

سپس یک ماتریس بولین G (معروف به ماتریس ناهماهنگ مؤثر) تشکیل می‌دهیم؛ به‌طوری‌که:

$$g_{k1} = 1 \rightarrow NI_{k1} \leq \bar{NI}$$
$$g_{k1} = 0 \rightarrow NI_{k1} \succ \bar{NI}$$

عناصر واحد در ماتریس G نیز نشان‌دهندهٔ روابط مسلط در بین گزینه‌ها هستند.

$\bar{NI} = \frac{\sum NI}{N_{NI}} = \frac{۶/۱۹۰۲۷۷}{۷} = ۰/۸۸۴۳۲۵$، در این رابطه نیز N_{NI} تعداد مقادیر ماتریس ناهماهنگ و $\sum NI$ جمع مقادیر ماتریس ناهماهنگ است. مقادیر ماتریس G به شرح زیر است. در این مرحله، تمامی مقادیر بالاتر از $\bar{NI}$ صفر خواهند شد و مقادیر پایین‌تر از $\bar{NI}$ عدد یک خواهند گرفت.

$$G = \begin{bmatrix} - & - & - & - \\ 0 & - & - & - \\ 0 & 0 & - & 1 \\ 0 & 0 & 0 & - \end{bmatrix}$$

مشخص‌کردن ماتریس کلی و مؤثر

عناصر مشترک (f_{k1}) به گونهٔ زیر، از دو ماتریس H و G، ماتریس F را برای تصمیم‌گیری تشکیل می‌دهند. عناصر ماتریس F، ترجیح سطر بر ستون است.

$$f_{k1} = h_{k1} \times g_{k1}$$

$$\Rightarrow A1 \succ A2 \succ A3 \succ A4 f_{k1} = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A4 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} A_1 & A_2 & A_3 & A4 \end{array} \\ \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & - & 1 & 1 \\ 0 & 0 & - & 1 \\ 0 & 0 & 0 & - \end{bmatrix} \end{array}$$

نتایج مدل الکتره نشان می‌دهد که میزان تاب‌آوری کالبدی در محله‌های هدف، از نظر توزیع فضایی متفاوت است؛ به‌گونه‌ای‌که مطابق ماتریس کلی و مؤثر مدل الکتره می‌توان گفت محله‌های قیطریه (A1)، ستارخان (A2)، نارمک (A3)، و قلعه‌مرغی (A4)، به‌ترتیب در بهترین و بدترین شرایط از نظر شاخص‌های کالبدی هستند.

نتیجه‌گیری

تاب‌آوری کالبدی، یکی از ابعاد تأثیرگذار در میزان تاب‌آوری جوامع است که از طریق آن می‌توان وضعیت جوامع را از نظر ویژگی‌های فیزیکی و جغرافیایی تأثیرگذار در هنگام بروز سانحه ارزیابی کرد. در این پژوهش، به‌منظور سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی در محله‌های منتخب شهر تهران، ابتدا شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر میزان تاب‌آوری جوامع شناسایی شدند. سپس با جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از سطح محله‌های مورد مطالعه، شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی توسط کارشناسان و متخصصان با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، مقایسهٔ زوجی و اولویت‌سنجی شدند. در مرحلهٔ بعد با استفاده از روش مجموع سادهٔ وزین، ماتریس تصمیم‌گیری تهیه شد. درنهایت، با استفاده از روش الکتره، محله‌های مورد مطالعه از نظر میزان شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی رتبه‌بندی شدند. نتایج نشان داد که این محله‌ها از نظر تاب‌آوری کالبدی، در سطوح متفاوتی قرار دارند؛ به‌طوری‌که از این نظر، محله‌های قیطریه، ستارخان، نارمک و قلعه‌مرغی، به‌ترتیب، در طیفی از بهترین تا بدترین شرایط قرار می‌گیرند. همچنین می‌توان از چارچوب ارائه‌شده در این پژوهش، به‌دلیل داشتن قابلیت اجرایی برای سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی در سایر محله‌ها و نواحی شهری استفاده کرد. برای افزایش تاب‌آوری در محله‌های مورد مطالعه، موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

- مدیریت و سازماندهی لازم برای آمادگی و مقابله، همراه با اقدام مؤثر به‌منظور کاهش خطرهای ناشی از سوانح طبیعی و ایجاد فرماندهی واحد بحران؛
- گسترش و تقویت مطالعه‌های علمی و تحقیقاتی برای شناخت و کاهش خطرهای ناشی از سوانح طبیعی و حوادث غیرمترقبه با اولویت خطر زلزله؛
- اعمال قوانین درجهت مقاوم‌سازی ساختمان‌های فرسوده و افزایش ضریب ایمنی در ساخت‌وسازهای جدید؛
- تهیهٔ نقشه و طرح‌های تخلیهٔ محله‌ها، نواحی و مناطق شهری، همراه با محل‌های اسکان موقت شهروندان هنگام بروز سانحه؛
- مطالعه و بررسی میزان آسیب‌پذیری محله‌ها در هنگام وقوع بحران، به‌ویژه زلزله و تهیهٔ نقشه‌های آسیب‌پذیری محله‌ها؛
- افزایش مشارکت مردم و آماده‌سازی آن‌ها برای مواجهه با مواقع بحرانی.

منابع

۱. رضایی، محمدرضا، ۱۳۸۹، **تبیین تاب‌آوری اجتماعات شهری به‌منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی (زلزله) (مطالعهٔ موردی: کلانشهر تهران)**، رسالهٔ دکتری دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی دکتر مجتبی رفیعیان و دکتر علی عسگری.

۲. رضایی، محمدرضا، ۱۳۹۲، **ارزیابی تاب‌آوری اقتصادی و نهادی جوامع شهری در برابر سوانح طبیعی (مطالعهٔ موردی: زلزله محله‌های شهر تهران)**، فصلنامهٔ مدیریت بحران، شمارهٔ ۳، بهار و تابستان ۱۳۹۲، ۲۷-۳۸.

۳. رفیعیان، مجتبی؛ محمدرضا رضایی؛ علی عسگری؛ اکبر پرهیزگار و سیاوش شایان، ۱۳۹۰، **تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص‌سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع‌محور (CBDM)، برنامه‌ریزی و آمایش فضا**، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۰، ۱۹-۴۱.

4. Birkmann, J., 2006, **Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies,** United Nations University Press, Tokyo.
5. Bruneau, et al, 2003, **A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities,** Earthquake Spectra, Vol. 4, No. 19, PP. 733˚ 752.
6. Buckle, P., Graham, M. and Syd, S., 2000, **New Approaches to Assessing Vulnerability and Resilience,** Australian Journal of Emergency Management, PP. 8˚ 14.
7. Comfort, L., et al, 1999, **Reframing Disaster Policy: The Global Evolution of Vulnerable Communities,** Environmental Hazards, No. 1, PP. 39˚ 44.
8. Cutter, S. L., et al, 2008, **A Place-Based Model for Understanding Community Resilience to Natural Disasters,** Global Environmental Change, PP. 1-9. Doi: 10.1016/j. gloenvcha. 2008.07.013.
9. Davis, I. and Izadkhah, Y., 2006, **Building Resilient Urban Communities,** Article from OHI, Vol. 31, No. 1, PP. 11-21.
10. Godschalk, D., 2007, **Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities,** Natural Hazards Review, Vol. 4, No. 3, PP. 136˚ 143.
11. Gunderson, L., 2009, **Comparing Ecological and Human Community Resilience,** CARRI Research Report 5. Oak Ridge: Community and Regional Resilience Institute.
12. Holling, C. S., 1973, **Resilience and Stability of Ecological Systems,** Annual Review of Ecology and Systematics, Vol. 1, No. 4, PP. 1˚ 23.
13. Klein, R. J. N. and Thomalla, F., 2003, **Resilience to Natural Hazards: How Useful is this Concept,** Environmental Hazards, Vol. 5, No. 1˚ 2, PP. 35˚ 45.
14. 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.
15. Norris S. P., et al, 2008, **Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities and Strategy for Disaster Readiness,** American Journal of Community Psychology, Vol. 11, No. 41, PP. 127˚ 150.
16. Omand, D., 2005, **Developing National Resilience,** RUSI Journal, Vol. 50, No. 4, PP. 14-18.
17. Pendall, R., Foster, K. A. and Cowell, M., 2007, **Resilience and Regions: Building Understanding of the Metaphor, A Working Paper for Building Resilience Network,** Institute of urban regional development, University of California.
18. Pimm, S. L., 1984, **The Complexity and Stability of Ecosystems**, Nature 307, PP. 321˚ 326.
19. Rezaei, M., 2010, **Explain the resilience of urban communities to reduce the effects of natural disasters (earthquakes), Case Study: Tehran**, Ph.D. dissertation, Supervisor: M. Rafieian and A. Asgari, Tarbiat Modarres University, Tehran.
20. Rezaei, M., 2013, **Evaluate the economic and institutional resilience of urban communities against natural disasters, case study: neighborhood quake in Tehran**, Crisis Management Journal, Vol.2, No. 3, PP. 27- 38.
21. Rafieian, M. et al., 2011, **The concept of resilience and indicators of the community-based disaster management (CBDM)**, Spatial Planning, Vol.15, No. 4, pp. 19- 41.

22. Rezaei, M.R; Safar Gaed Rahmati, S; Hosseini, S. M., 2014, **Site Selection for Rescue Center Using Analytic Network Process and GIS Fuzzy in Yazd City**, Human Geography Reseearch Quarterly, Vol. 46, No.1, PP.85-101.
23. Tierney, K. and Bruneau, M., 2007, **Conceptualizing and Measuring Resilience: A Key to Disaster Loss Reduction,** TR News, PP. 14˚ 17.
24. 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.
25. UN/ISDR, 2002, **Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives, Preliminary Version Prepared as an Interagency Effort Co-ordinated by the ISDR Secretariat,** Geneva, Switzerland.
26. UNDP, 2004, **A Global Report Reducing Disaster Risk A Challenge For Development,** Bureau for Crisis Prevention and Recovery, It **s**nline at: www.undp.org/bcpr.
27. http://www.Amar.org.ir
28. Zhang, Y., 2006, **Modeling Single Family Housing Recovery After Hurricane Andrew in Miami-Dade County, Florida,** PhD dissertation, College Station, Texas A&M University, TX.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی