

آسیب پذیری و تاب آوری منطقه ۱۵ تهران در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

حامد رضا صبحی - دانشجوی دکتری مهندسی عمران - مهندسی و مدیریت ساخت، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

محمود رحیمی* - استادیار، گروه شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران
 مهدی روانشادنیایا - دانشیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

چکیده

امروزه تحلیل و افزایش تاب آوری نسبت به سوانح طبیعی به حوزه‌ای مهم و گسترده تبدیل شده است به طوری که در حال حاضر از حرکت همزمان و متقابل توسعه پایدار و مدیریت سوانح به سمت افزایش تاب آوری بحث می‌شود. بر این اساس، تحلیل و افزایش تاب آوری سیستم‌های انسانی و محیطی در برابر سوانح طبیعی در مسیر نیل به آرمان توسعه پایدار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است. این پژوهش غیر آزمایشی دارای همبستگی بر اساس هدف کاربردی به آسیب پذیری و تاب آوری منطقه ۱۵ تهران در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی پرداخته است. در این مقاله، بر اساس مبانی نظری و تجربی تاب آوری اجتماعی در برابر زلزله در ارتباط با انتخاب شاخص‌های مناسب جهت سنجش تاب آوری در مقیاس اجتماعات منطقه ۱۵ تهران، از ابعاد چهارگانه (اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی - محیطی) استفاده شده است. هرچه میزان بعد اجتماعی در بین شهروندان بالاتر باشد، بر میزان تاب آوری نیز افزوده می‌شود. بین تاب آوری و ابعاد چهارگانه آن رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. رابطه بین ابعاد چهارگانه اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی - محیطی کاملاً معنادار می‌باشد. در کل با توجه به نتایج حاصل از تحلیل مسیر می‌توان گفت که بعد اجتماعی بیشترین تاثیر را در میان ابعاد در تبیین میزان تاب آوری دارد.

واژگان کلیدی: تاب آوری، آسیب پذیری، زلزله، تهران، مدیریت بحران

Vulnerability and vulnerability of region 15 Tehran against earthquake using hierarchical analysis method

Abstract

Today, our analysis of natural disasters has become an important and broad range that is currently being discussed at the simultaneous and interdependence of sustainable development and disaster management. Accordingly, the analysis and development of human and environmental systems against natural disasters in the way of achieving sustainable development is of particular importance. This non - experimental study has correlation based on the practical goal of earthquake vulnerability in the region of 15 Tehran against earthquakes using hierarchical analysis method. in this paper, four dimensions of social, economic, institutional and physical - physical aspects have been used in this paper based on theoretical and empirical bases of social against earthquake. The higher the level of social dimension among citizens, the higher the swing rate is added. There is a positive and significant relationship between vulnerability and its four dimensions. The relationship between the four dimensions of social, economic, institutional and physical - environment is quite meaningful. in general, due to the results of path analysis, the social dimension has the greatest impact among the dimensions in explanation.

Key words: vulnerability, earthquake, Tehran, crisis management

مقدمه

بحران حادثه‌ای است که در اثر رخدادها و عملکردهای طبیعی و انسانی به طور ناگهانی بوجود می‌آید؛ مشقت، سختی و خسارت را به یک مجموعه یا جامعه انسانی تحمیل می‌کند و برطرف کردن آن نیاز به اقدامات و عملیات اضطراری و فوق‌العاده دارد آنچه در ادامه بحران نیاز است، مدیریت بحران است. مدیریت بحران فرایند برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات مقامات دولتی و دستگاه‌های اجرایی دولتی، شهرداری و عمومی است که با مشاهده، تجزیه و تحلیل بحران‌ها، بصورت یکپارچه، جامع و هماهنگ با استفاده از ابزارهای موجود تلاش می‌کند از بحران‌ها پیشگیری نمایند یا در صورت وقوع آنها در جهت کاهش آثار، ایجاد آمادگی لازم، مقابله، امداد رسانی سریع و بهبود اوضاع تا رسیدن به وضعیت عادی و بازسازی تلاش کند. اغلب فاجعه‌های شهری به سبب وقوع زلزله رخ می‌دهند. تعداد بسیاری از شهرهای دارای تراکم جمعیتی و ساختمانی زیاد روی کمربندهای زلزله قرار دارند و علت اصلی تلفات جانی و خسارات مالی ناشی از زلزله، سقوط اجزای ساختمان‌ها و تاسیسات زیربنایی می‌باشد [۱]. اگرچه مخاطرات در هر دو جهان توسعه یافته و در حال توسعه روی می‌دهد اما کشورهای پذیرتر هستند. شهرهای بسیاری تحت تاثیر مخاطرات انسانی و طبیعی قرار گرفته و هزاران نفر بر اثر زلزله جان خود را از دست داده‌اند. چنین مخاطراتی باعث شد تا انسان شهری به فکر عکس‌العمل مناسب به این مخاطرات باشد. شهرها مرکز تجمع انسانی، صنعتی و فعالیت‌های تجاری است بنابراین عملکرد شهر باید جامعه را توانمند کند. هر جا که مخاطره‌ای در شهری روی می‌دهد، باتوجه به شدت مخاطره عواقب گسترده‌ای از نظر تلفات انسانی و اقتصادی ایجاد می‌کند. آنچه که برای مقابله با این مخاطرات از جمله زلزله صورت می‌گیرد علاوه بر مدیریت بحران امروزه اصطلاح جدیدی تحت عنوان تاب‌آوری مطرح می‌شود. تاب‌آوری شهری عمدتاً تابعی از عملکرد شهروندان و حکومت‌های مدبر است. مشارکت جدی شهروندان در سطح توده‌ای می‌تواند منجر به تاب‌آوری شهری شود [۲]. اولین بار تاب‌آوری در زمینه اکولوژی بخصوص در مقاله تاثیر گذار سی. اس هولینگ تاب‌آوری و پایداری سیستم اکولوژیکی معرفی شده است [۳]. تب، محققان و سازمان‌های مختلفی عبارت تاب‌آوری را به

روش‌های مختلف در مبانی نظری مفهوم سازی کرده‌اند. استراتژی بین‌المللی سازمان ملل برای کاهش مخاطرات (UNISDR) تاب‌آوری را بعنوان توانایی یک سیستم یا جامعه برای دوام، جذب و وفق با مخاطره و حفظ خود از اثرات مخاطرات در سریعترین زمان و بشکل کارا تعریف کرده است. این چهار توانایی متصل بهم و همدیگر را تقویت می‌کنند. تعاریف بسیاری از تاب‌آوری توسط محققان با دیدگاه‌های مختلفی بیان شده است. بعنوان مثال پاتون و جانستون تاب‌آوری را از دیدگاه اجتماعی بررسی کرده‌اند. آنها پیشنهاد کردند که تاب‌آوری جامعه نسبت به مخاطرات نیازمند حفظ سلامت جسمی، تضمین اقتصاد مداوم، تجارت و فعالیت‌های اجرایی و همچنین تضمین اینکه اعضای جامعه منابع، ظرفیت و قابلیت‌های ضروری لازم برای استفاده از منابع فیزیکی و اقتصادی به منظور به حداقل رساندن مخاطرات را دارند [۴]. تاب‌آوری یک مفهوم حساس زمینه‌محور است، به همین دلیل تعریف آن به چهارچوب مفهومی، فرهنگی و کاربردی وابسته است. انواع مختلفی از تاب‌آوری شناسایی شده است: اکولوژیکی، زیست‌محیطی، سازمانی، زیرساختاری، اقتصادی، اجتماعی، عمومی، خانوادگی و شخصی، در طول ۲۰ سال گذشته، تاب‌آوری در زمینه جامعه‌شناسی مخاطرات، بحران‌ها و مدیریت مخاطرات، و برنامه‌ریزی مخاطرات با اهمیت در نظر گرفته شده است [۵]. امروزه کلمه تاب‌آوری کاربرد گسترده‌ای یافته است. تاب‌آوری یک مفهوم انسانی یا اجتماعی نیست. معرفی و کاربرد این مفهوم در علوم اجتماعی و انسانی مساله ساده‌ای نیست؛ زیرا که چندبعدی بودن مشخصه آن است و ابعاد مختلفی در آن درگیر هستند که تعریف این مفهوم را بسیار سخت می‌کند. نوریس و همکاران (۲۰۰۸) بحث کردند که زمانی که برای مردم و محیط آنها به کار گرفته شد، تاب‌آوری اساساً بخاطر چندبعدی بودن خودش یک استعاره بود. همانطور که مایونگا (۲۰۰۷) اشاره کرده است، مفهوم سازی تاب‌آوری به این طریق ممکن نیست زیرا که به فهم ما نمی‌افزاید. وفور تعاریف از تاب‌آوری مخاطرات و این حقیقت که این مفهوم توسط رشته‌های مختلفی به خدمت گرفته شده است بسیار سخت است که تعریف مشترکی از این مفهوم داشته باشیم. بنابراین مهم است که یک تعریف کاری داشته باشیم که پایه‌ای برای بحث باشد. آگیره (۲۰۰۶) تاب‌آوری را اینگونه مفهوم سازی کرده است: یک فرایند بی‌نهایت و چندبعدی که عوامل

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۱ تابستان ۱۳۹۷
No.51 Summer 2018

بسیاری را درگیر می‌کند.

ادبیات تحقیق

دی اوراتزیو و همکاران در سال ۲۰۱۴ در پژوهشی بیان داشتند که، ارزیابی خطر زلزله در مقیاس شهری، در حقیقت رفتارهای انسانی را در طی مراحل و مرحله اول تخلیه در نظر نمی‌گیرد. با این وجود، درک و شبیه سازی این جنبه‌ها در تعیین اینکه چگونه رفتارهای انسانی بر سطح ایمنی ساکنان تاثیر می‌گذارد، تعیین ترکیب نقشه‌های خطر و ارزیابی ویژگی‌های تاب آوری جامعه، ضروری است. [۶] لوچینی در سال ۲۰۱۴ به ارائه یک چارچوب مفهومی جامعه شناختی برای افزایش ظرفیت عملیاتی فاجعه و تاب آوری فرهنگی در زمان جابجایی و پیشگیری پرداختند. از طریق تجزیه و تحلیل مطالعه‌ای در دو زلزله اصلی ایتالیا، نشان داده شده است که رویکرد چند فرهنگی به فاجعه و تاب آوری فرهنگی وجود دارد. درک این مسائل می‌تواند با تکمیل یک مدل تحلیلی بر یک پیوستگی جامعه شناختی تسهیل شود. [۷]

شائو و همکاران در سال ۲۰۱۶ در پژوهشی بیان داشتند که، در میان ویژگی‌های تاب آوری شهری، یک توافق وجود دارد و آن قابلیت ایجاد سرمایه در مناطق محلی یکی از ویژگی‌های ضروری آن است. بر اساس این درک، شائو و همکاران نمونه‌ای از شهر کاسنوما، (یک شهر ساحلی کوچک در استان میاگی ژاپن است) که پس از زلزله و سونامی بزرگ ژاپن در سال ۲۰۱۱ (EJET) به شدت آسیب دیده است را بررسی کرده اند تا نشان دهند که چگونه پیگیری برای ساخت سرمایه‌های محلی در دستور کار برنامه ریزی بازسازی قرار گرفت. [۸] ساندرز و بکر در سال ۲۰۱۵ در تحقیقی بیان داشتند که، اصطلاح تاب آوری به طور فزاینده‌ای در بسیاری از زمینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. جامعه تاب آور باید یک جامعه پایدار باشد تا بتواند نیازهای قانونی و مهمتر از همه اطمینان از نیازهای نسل‌های آینده از لحاظ اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و زیست محیطی را تامین نماید. [۹]

ژو و همکاران در سال ۲۰۱۷ در پژوهشی برای حذف شاخص‌های آسیب پذیر اجتماعی نامناسب و بهینه سازی مدل پیشنهادی، روش کاهش خصلت مجموعه‌ای را استفاده کردند. در نهایت، یک روش پیشرفت فاجعه برای آسیب پذیری اجتماعی در برابر فاجعه زلزله، برای

غلبه بر شاخص تعیین وزن آسیب پذیری اجتماعی در روش ارزیابی آسیب پذیری مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که مناطق شمال شرقی و مرکزی استان سیچوان متعلق به گروه دارای آسیب پذیری اجتماعی بالا هستند؛ به طور خاص، گوان‌گیوان^۲ آسیب پذیر ترین منطقه است. [۱۰]

ارتوگای و همکاران در سال ۲۰۱۶ در پژوهشی بیان داشتند که، یکی از اصلی ترین اهداف مدیریت بحران، کاهش میزان تاثیرات بلایا با ایجاد برنامه‌های مدیریتی و راهبردهای مدیریت اضطراری است. در این زمینه، مدلسازی دسترسی به خدمات اضطراری مانند خدمات بهداشتی، آتش نشانی، خدمات امنیتی و یا پناهگاه‌ها در مورد زلزله می‌تواند یک ابزار ارزشمند برای مدیران فاجعه بویژه در ارزیابی آسیب پذیری مناطق شهری و نیز میزان و مناسب بودن سایت‌های خدمات اضطراری باشد. در این مطالعات خاص، بسته شدن جاده‌ها به شکست زمین و آسیب رساندن به پل‌ها و همچنین آسیب گذرگاه‌ها و سقوط ساختمان‌های مجاور لبه‌های جاده مرتبط است. روش توسعه یافته می‌تواند پشتیبانی پیشرفته و واقع گرایانه‌ای را در اختیار مدیران و تصمیم گیرندگان اورژانسی قرار دهد. [۱۱]

برناردینی و همکاران در سال ۲۰۱۴ به ارزیابی ریسک زلزله با رفتارهای انسانی در طی زلزله پرداختند. [۱۲] افتخار احمد در سال ۲۰۱۶ به گزارش پروژه آزمایشی که در سالهای ۲۰۱۲-۲۰۱۳ در بنگلادش اجرا شد پرداخت. این پروژه با مطالعه چارچوب شهری برای شناسایی چالش‌ها و فرصت‌های ایجاد تاب آوری در محله‌های فقیرنشین از فعالیت‌های مرتبط با آن آغاز شد. که شامل ارائه آموزش به متخصصان محلی در مفاهیم و کاربردهای تاب آوری شهری و ابزارهای ارزیابی ریسک و برنامه ریزی اقدامات بود. [۱۳]

مواد و روش

روش ارزیابی فرایند تحلیل سلسله مراتبی جزء روش‌های ارزیابی چند شاخصی است که در این پژوهش به کار رفته است. استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی با توجه به سادگی، انعطاف پذیری، به کارگیری معیارهای کیفی و کمی به طور همزمان و نیز قابلیت بررسی سازگاری در قضاوت‌ها نتایج مطلوب و بهینه ای را به همراه دارد. فرایند

2. Guangyuan

1. Kesenuma



جدول ۱. تحلیل سلسله مراتبی حاصل از نظرات کارشناسان، برای مشخص نمودن پارامترهای موثر در تعیین مسیرهای تخلیه

هدف (سطح اول)	مشخص نمودن پارامترهای موثر در تعیین مسیر بهینه ایمن برای تخلیه اضطراری
شاخص‌ها (سطح دوم)	ایمنی
پارامترها (سطح سوم)	آسیب پذیری ساختمان‌های مجاور شبکه
	تراکم جمعیت
	مستحدثات حمل و نقل از قبیل پل
	کاربری‌های خطرناک
گزینه‌ها (سطح چهارم)	۱- بسیار خطرناک؛ ۲- خطرناک؛ ۳- متوسط؛ ۴- کم خطر

تحلیل سلسله مراتبی با شناسایی و اولویت بندی عناصر تصمیم گیری شروع می‌شود. این عناصر شامل چهار سطح اهداف، شاخص‌ها، پارامترها و گزینه‌های احتمالی می‌شود که در اولویت بندی به کار گرفته می‌شوند. فرایند شناسایی عناصر و ارتباط بین آنها منجر به ساختاری می‌گردد که به آن ساختار سلسله مراتبی می‌گویند. تبدیل موضوع یا مسئله مورد بررسی به یک ساختار سلسله

پارامترهای موثر در تعیین ایمنی مسیرهای تخلیه در ۴ گروه قرار می‌گیرند. که در جدول ۱ نمای کلی نتایج حاصل از نظرات کارشناسان آورده شده است.

برای تعیین ضریب اهمیت پارامترها باید آن‌ها را دو به دو با یکدیگر مقایسه کرد. مبنای قضاوت در این امر مقایسه ای، یک جدول نه کمیتی است که در جدول ۲ نمایانده شده است. بر اساس این جدول و با توجه به

جدول ۲. جدول نه کمیتی مقایسه دودویی شاخص‌ها

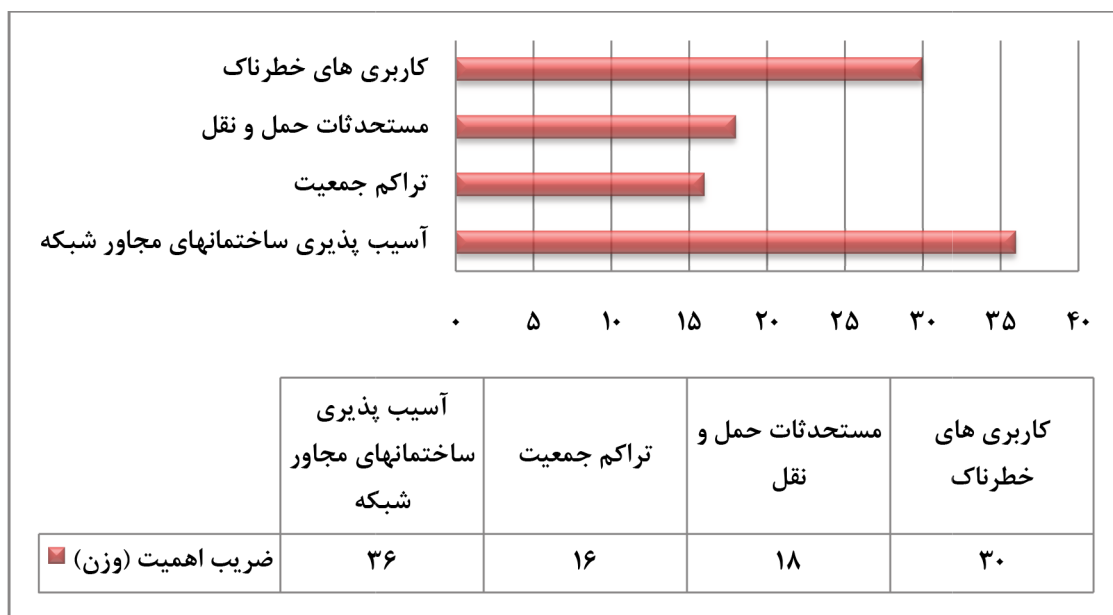
توضیح	تعریف	امتیاز (شدت ارجحیت)
در تحقق هدف دو معیار اهمیت مساوی دارند	اهمیت مساوی	۱
تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف اهمیت ۱ بیشتر از ۲ است	اهمیت اندکی بیشتر	۳
تجربه نشان می‌دهد که اهمیت ۱ بیشتر از ۲ است	اهمیت بیشتر	۵
تجربه نشان می‌دهد که اهمیت ۱ خیلی بیشتر از ۲ است	اهمیت خیلی بیشتر	۷
اهمیت خیلی بیشتر ۱ نسبت به ۲ به طور قطعی به اثبات رسیده است	اهمیت مطلق	۹
	ترجیحات بینابینی	۲، ۴، ۶ و ۸

هدف بررسی، شدت برتری پارامتر ۱ نسبت به پارامتر ۲ تعیین می‌شود. به این ترتیب برای n شاخص تعداد n^n مقایسه صورت خواهد گرفت. مقایسه دودویی در یک ماتریس تحت عنوان ماتریس دودویی پارامترها ثبت می‌گردد. عناصر این ماتریس همگی مثبت بوده و با توجه به اصل شرط معکوس در فرایند تحلیل سلسله مراتبی تهیه می‌شوند. در پژوهش حاضر برای تعیین شدت برتری پارامترهای ایمنی بر مبنای نظرات خبرگان و کارشناسان ۵۸۸۸ مقایسه صورت گرفت که نتایج آن در جدول ۳ نشان داده شده است. همانطور که مشهود است، آسیب

مراتبی مهمترین قسمت فرایند تحلیل سلسله مراتبی محسوب می‌گردد. برای تعیین پارامترهای ایمنی موثر در تعیین مسیرهای بهینه ایمن تخلیه اضطراری پرسشنامه‌ای بر مبنای روش تحلیل سلسله مراتبی تدوین شده و در اختیار کارشناسان امداد و نجات، مدیران بحران، برنامه ریزان شهری، مهندسان عمران، زلزله و سایر کارشناسان مرتبط با موضوع مورد بررسی قرار گرفت. از کارشناسان خواسته شد که پارامترهای موثر بر ایمنی مسیرهای تخلیه را بر مبنای درجه اهمیت هر یک از پارامترها مشخص نمایند. بر اساس نتایج بدست آمده از نظرات کارشناسان،

جدول ۳. ماتریس مقایسه دودویی پارامترهای شاخص ایمنی

شاخص	آسیب پذیری ساختمانهای مجاور شبکه	تراکم جمعیت	مستحدثات حمل و نقل	کاربری های خطرناک	نرمالیزه شده	ضریب اهمیت (وزن)
آسیب پذیری ساختمانهای مجاور شبکه	۱	۲/۵۱	۱/۸۶	۱/۴۱	۱/۵۸	۰/۳۶
تراکم جمعیت		۱	۰/۷۲	۰/۵۶	۰/۶۳	۰/۱۶
مستحدثات حمل و نقل			۱	۰/۷۵	۰/۸۸	۰/۱۸
کاربری های خطرناک				۱	۱/۱۲	۰/۳۰



فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۱ تابستان ۱۳۹۷
No.51 Summer 2018

شکل ۱. مقایسه اهمیت پارامترهای شاخص ایمنی از دیدگاه کارشناسان؛ ماخذ: یافته های تحقیق.

ضریبی به نام ضریب ناسازگاری^۳ (I.R.) است که از تقسیم شاخص ناسازگاری^۴ (I.I.) به شاخص تصادفی بودن^۵ (R.I.) حاصل می شود. چنانچه این ضریب کوچک تر یا مساوی ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت ها مورد قبول است و گرنه باید در قضاوت ها تجدید نظر شود. به عبارت دیگر ماتریس مقایسه دودویی معیارها باید مجدداً تشکیل شود.

$$I. I. = \frac{(max - n)}{(n - 1)}$$

3. Inconsistency Ratio
4. Inconsistency Index
5. Random Index

پذیری ساختمان های مجاور شبکه معابر بیشترین اهمیت و تاثیر گذاری را در تعیین مسیرهای بهینه ایمن برای تخلیه اضطراری دارند، لذا اقدامات لازم برای ایمن سازی و بهسازی این گونه ساختمان ها باید در اولویت امور مربوطه قرار گیرد.

از مزایای فرایند تحلیل سلسله مراتبی امکان بررسی سازگاری در قضاوت های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارها می باشد. وقتی اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر برآورد می شود احتمال ناهماهنگی در قضاوت ها وجود دارد. مکانیزمی که برای بررسی ناسازگاری در قضاوت ها در نظر گرفته شده است، محاسبه

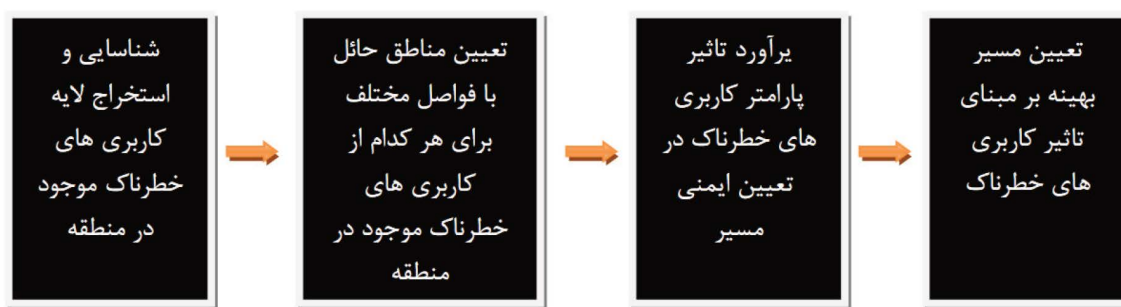
جدول ۴. جدول محاسبه شاخص تصادفی بودن؛ ماخذ: یافته های تحقیق.

۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	n
۱/۵۹	۱/۵۷	۱/۵۶	۱/۴۸	۱/۵۱	۱/۴۹	۱/۴۵	۱/۴۱	۱/۳۲	۱/۲۴	۱/۱۲	۰/۹	۰/۵۸	۰	R.I

شاخص تصادفی بودن با توجه به تعداد معیارها (n) از جدول ۴ قابل استخراج می باشد. در روش میانگین هندسی که یک روش تقریبی است، به جای محاسبه مقدار ویژه ماکزیمم (λ_{max}) از L به شرح زیر استفاده می شود:

$$L = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n \left[\frac{AW_i}{W_i}\right]$$

که در آن AW_i برداری است که از ضرب ماتریس مقایسه دودویی معیارها در بردار W_i (بردار وزن یا ضریب اهمیت معیارها) بدست می آید. در این پژوهش از نرم افزار Expert Choice برای تعیین سازگاری قضاوت ها استفاده شده است. بررسی سازگاری قضاوت ها در ماتریس های مقایسه دودویی پارامترهای ایمنی حاکی از آن است که سازگاری در قضاوت ها رعایت شده است؛ زیرا $C.R. = 0.00307 < 0.1$ می باشد.



شکل ۲. روش برآورد شاخص کاربری های خطرناک و مدل سازی آن

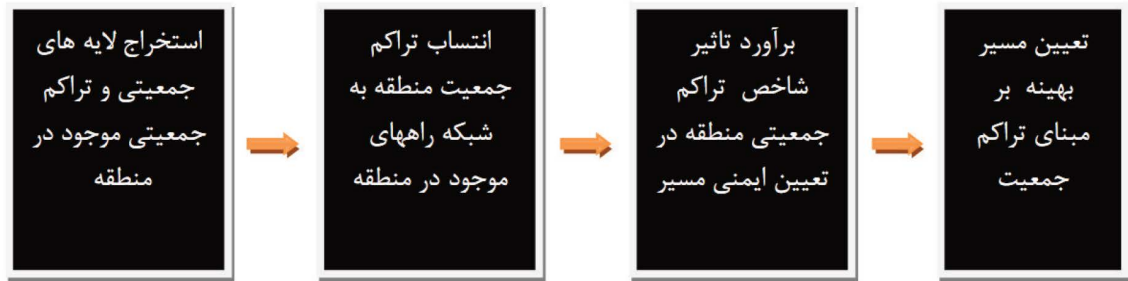


شکل ۳. روش برآورد شاخص مستحذات حمل و نقل و مدل سازی آن

مربوط به هر یک از شاخص ها مورد تحلیل قرار گرفته و ارزش تمامی مسیرها در ماتریس های مورد نظر استخراج می گردد. پس از ارزش گذاری تمامی مسیرها بر مبنای هر شاخص، ماتریس های حاصل شده در نرم افزاری بر مبنای الگوریتم کوتاه ترین مسیر نوشته شده است پیاده سازی شده است. سپس نرم افزار بهینه ترین مسیر ممکن را از تمامی تقاطع ها و مسیرهای دیگر شبکه تا مقصد را با تحلیل هایی که انجام می دهد، مشخص ساخته و نمایش می دهد.

مدل سازی پارامترهای شاخص ایمنی

مدل پیشنهادی برای ارزیابی و پیاده سازی شاخص ایمنی مسیرها در این تحقیق شامل بررسی وضعیت ساختمان های مجاور شبکه و ارزیابی میزان آسیب پذیری آن ها، تاثیر کاربری های خطرناک موجود در منطقه، بررسی وضعیت مستحذات حمل و نقل و تراکم جمعیت منطقه ۱۵ مورد مطالعه می باشد که در شکل های ۲ الی ۵ نحوه مدلسازی هر یک از این شاخص ها آورده شده است. در این مرحله نقشه های



شکل ۴. روش برآورد شاخص تراکم جمعیت و مدل سازی آن

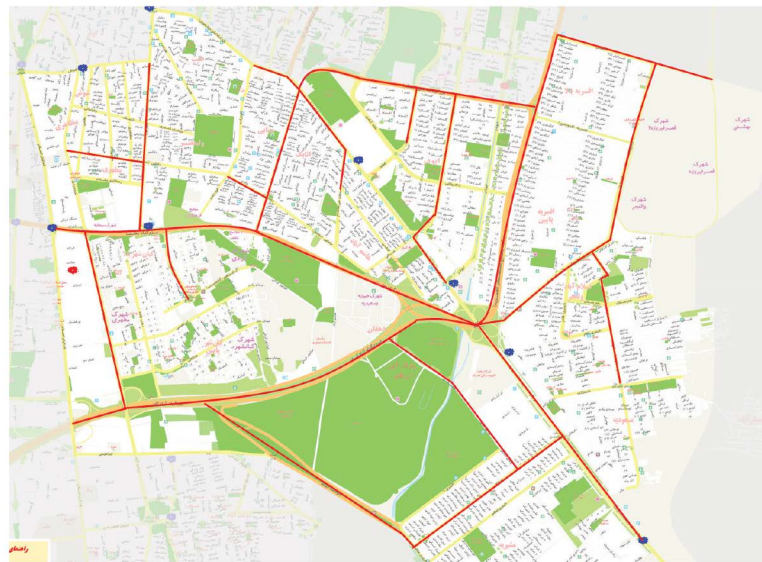


شکل ۵. روش برآورد پارامتر آسیب پذیری ساختمانهای مجاور شبکه معابر و مدل سازی آن

ایمنی می باشد. ایمنی شامل پارامترهای بسیاری می باشد که با توجه به میزان اهمیتشان به ترتیب شامل:

۱. آسیب پذیری ساختمانهای مجاور شبکه راهها و خسارات سنگین وارده به ساختمانها
۲. کاربری های خطرناک
۳. مستحذات حمل و نقل
۴. تراکم جمعیت موجود در بلوکهای ساختمانی مجاور شبکه راهها می باشد.

با تحلیل و ارزیابی پارامترهای موثر در ایمنی مسیرهای تخلیه اضطراری در منطقه ۱۵ تهران از طریق مدل تحلیل سلسله مراتبی مسیر بهینه تخلیه اضطراری به لحاظ ایمنی منطقه ۱۵ تهران به صورت شکل ۶ خواهد بود. محل اسکان اضطراری با توجه به فضای باز وسیع موجود در مجاورت منطقه انتخاب شده و مسیرهای ایمن بهینه از تقاطع های اصلی موجود در منطقه تا محل اسکان اضطراری مشخص شده است. شاخص های بسیاری در انتخاب مسیر دخیل می باشند، اما مهم ترین شاخص در انتخاب مسیرهای تخلیه اضطراری،



شکل ۶. مسیرهای تخلیه اضطراری بهینه.

یافته های تحقیق

این بخش از پژوهش دارای چهار فرضیه به شرح زیر است:

۱. بین مولفه های اجتماعی (سطح دانش و آگاهی ها، مهارت، نگرش و سرمایه اجتماعی) و افزایش تاب آوری اجتماعات منطقه ۱۵ تهران رابطه معنی داری وجود دارد.
۲. بین مولفه های اقتصادی (جایگاه شغلی، سطح درآمد و ...) و افزایش تاب آوری اجتماعات محلی منطقه ۱۵ تهران رابطه معنی داری وجود دارد.
۳. بین مولفه های نهادی (بستر، عملکرد و رابط بین نهادها و مردم و ...) و افزایش تاب آوری اجتماعات محلی منطقه ۱۵ تهران رابطه معنی داری وجود دارد.
۴. بین مولفه های کالبدی (کیفیت ساخت و ساز، نوع کاربری ها، شبکه معابر، جنس مصالح، کیفیت ابنیه و ...) و افزایش تاب آوری اجتماعات محلی منطقه ۱۵ تهران رابطه معنی داری وجود دارد.

با توجه به فرضیه های تحقیق و ماهیت آن ها، روش کمی - پیمایشی و از نوع رابطه ای (همبستگی) می باشد. در واقع، براساس طرح تحقیق توصیفی، در قالب تحقیق موردی منطقه ۱۵ تهران، چگونگی توزیع متغیرهای مستقل و وابسته بررسی می شود. اندازه گیری متغیرهای مستقل و وابسته و توصیف واحد تحلیل بر اساس آن ها (یعنی توصیف مشخصه های اجتماعی و فضایی محلات و تاب آوری آن ها) نیز بخش دیگری از طرح تحقیق توصیفی می باشد که جملگی زمینه ساز انجام تحقیق رابطه ای می باشند. تحقیق همبستگی برای پیش بینی و بررسی روابط متغیرها بکار می رود.

در این رساله بر اساس مبانی نظری و تجربی تاب آوری اجتماعی در برابر زلزله در ارتباط با انتخاب شاخص های مناسب جهت سنجش تاب آوری در مقیاس اجتماعات منطقه ۱۵ تهران، از ابعاد چهارگانه (اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی - محیطی) استفاده شده است. از اینرو مرحله مهم در ایجاد شاخص ها، شناسایی متغیرهایی است که متناسب، قوی و بیانگر آن عامل باشند، چون نقطه قوت و ضعف شاخص ها بر مبنای کیفیت متغیرهای انتخاب شده تعیین می شود. معیار مطمئن شدن از کیفیت متغیرها در ادبیات مرتبط با این شاخص ها، تنوع وسیعی دارد

که بر مبنای این یافته ها، باید شاخص و ویژگی های یک اجتماع محلی تاب آور در قالب ابعاد تاب آوری مشخص شود.

- ۱- اولین مولفه تاب آوری، بعد اجتماعی است، که از تفاوت ظرفیت اجتماعی، در بین جوامع به دست می آید. به عبارت دیگر ظرفیت گروه های اجتماعی و جوامع در بازیابی یافتن از یا پاسخ مثبت دادن به سوانح است.
- ۲- دومین مولفه، بعد اقتصادی است، در اقتصاد، تاب آوری به عنوان واکنش و سازگاری ذاتی افراد و جوامع در برابر مخاطرات بطوری که آنها را قادر به کاهش خسارات زیانهای بالقوه ناشی از مخاطرات سازد تعریف می شود.
- ۳- سومین مولفه، بعد نهادی است که حاوی ویژگیهای مرتبط با تقلیل خطر، برنامه ریزی و تجربه سوانح قبلی است. در اینجا تاب آوری بوسیله ظرفیت جوامع برای کاهش خطر، اشتغال افراد محلی در تقلیل خطر، برای ایجاد پیوندهای سازمانی و بهبود و حفاظت از سیستم های اجتماعی در یک جامعه تحت تاثیر قرار می گیرد.
- ۴- چهارمین مولفه، بعد کالبدی - محیطی (زیرساختی) است که اساسا ارزیابی واکنش جامعه و ظرفیت بازیابی بعد از سانحه نظیر پناهگاه، واحدهای مسکونی خالی یا اجاره ای، و تسهیلات سلامتی می شود. همچنین این شاخص ها ارزیابی کلی از مقدار اموال خصوصی که ممکن است در برابر خسارت دائمی و زیان های اقتصادی احتمالی، به شکل ویژه ای آسیب پذیر باشند در اختیار قرار می دهد. زیرساخت های آسیب پذیر، شامل خانه های کم دوام که مخصوصا به یک حادثه فاجعه بار حساس هستند. در همین ارتباط متغیرهای کالبدی مهم مانند مقدار شریان های اصلی در یک ناحیه که این نوع از زیرساخت نه تنها ابزاری را برای تخلیه های پیش از حادثه فراهم می کند بلکه به این دلیل که همانند مجرای برای تامین مواد حیاتی پس از سوانح عمل می کند در مقیاس گنجانده شده است. همچنین شامل سیستم های فیزیکی نظیر تعداد خطوط لوله، جاده ها و زیرساخت های حیاتی و بحرانی، شبکه حمل و نقل، کاربری زمین، نوع مسکن (ویلاپی - آپارتمانی)، جنس مصالح، مقاومت بنا، کیفیت و قدمت بنا، مالکیت، نوع ساخت و ساز، ارتفاع ساختمان ها، فضای باز ساختمان محل سکونت، فضای سبز، تراکم محیط ساخته شده، نوع مسکن، پتانسیل دسترسی و تخلیه، ویژگی های جغرافیایی، شدت و تکرار مخاطرات، شناسایی مکانهای امن، شناسایی گسلها، دور شدن از مناطق آسیب پذیر،

نزدیک بودن به نواحی مخاطره آمیز است. میزان تاب آوری در مقیاس خانوار، تابعی از معرف‌های ذیل تعریف شده است:
تابع میزان تاب آوری:

$$S = \sum_{i=1}^5 (s_i w_i)$$

$$E = \sum_{i=1}^3 (e_i w_i)$$

$$I = \sum_{i=1}^3 (i_i w_i);$$

$$PH = \sum_{i=1}^7 (ph_i w_i)$$

$$\sum_{i=0}^4 (W_i S) + (W_i E) + (W_i I) + (W_i PH)$$

خانوارهای ساکن در منطقه ۱۵ تهران جامعه آماری این تحقیق را تشکیل می‌دهند که با توجه به مسئله و هدف تحقیق؛ واحد تحلیل خانوار در محله، که واحد تحلیلی دو وجهی (اجتماعی و فضایی) می‌باشد، زمینه‌های لازم را برای دستیابی به هدف مذکور در قالب پژوهشی جغرافیایی از فراهم می‌سازد. منظور محقق از انجام آن سنجش و اندازه‌گیری تاب آوری موجود اجتماعات محلی شهر تهران بود که به همین منظور با استفاده از پرسشنامه در واحد تحلیل داده‌ها گردآوری شده و در محیط SPSS با بهره‌گیری از آزمون‌های آماری همبستگی از طریق تکنیک پیرسون آزمون شدند. به طوری که:

- نتایج به دست آمده از آزمون فرضیه اول مبنی بر وجود رابطه معنادار بین مولفه‌های بعد اجتماعی و تاب آوری اجتماعات محلی یا محلات نمونه از طریق آزمون ضریب همبستگی پیرسون، نشان داد که بین مولفه‌های بعد اجتماعی و میزان تاب آوری رابطه مثبت معناداری ($\text{sig} = 0$) با ضریب $0/89$ درصد وجود دارد، به بیان دیگر هر چه میزان بعد اجتماعی در بین شهروندان بالاتر باشد، بر میزان تاب آوری نیز افزوده می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که فرضیه فوق تأیید می‌شود.
- در آزمون فرضیه دوم مبنی بر وجود رابطه معنادار بین مولفه‌های بعد اقتصادی و تاب آوری اجتماعات محلیف نتایج حاصل از آزمون ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین دو متغیر میزان تاب آوری و مولفه‌های بعد اقتصادی رابطه مثبت

و معناداری ($\text{sig} = 0/000$) با ضریب اطمینان $0/77$ درصد وجود دارد و می‌توان گفت که این فرضیه تأیید می‌شود.

- در آزمون فرضیه سوم مبنی بر وجود رابطه معنادار بین مولفه‌های بعد نهادی و تاب آوری اجتماعات محلی، نتایج حاصل از آزمون ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین میزان تاب آوری و ابعاد نهادی رابطه ضعیف مثبت و معناداری ($\text{sig} = 0/001$) در سطح $0/196$ درصد وجود دارد و می‌توان گفت که فرضیه فوق تأیید می‌شود.

- در آزمون فرضیه چهارم مبنی بر وجود رابطه معنادار بین مولفه‌های بعد کالبدی و تاب آوری اجتماعات محلی، نتایج حاصل از آزمون ضریب همبستگی پیرسون نشان می‌دهد که بین دو متغیر بعد کالبدی- محیطی و میزان تاب آوری رابطه مثبت و معناداری ($\text{sig} = 0/000$) با سطح اطمینان $0/625$ درصد وجود دارد و می‌توان گفت که فرضیه فوق نیز تأیید می‌شود.

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

این مقاله اصولاً یک کار نظری پایه است که در جهت بررسی و مدیریت سوانح طبیعی، آسیب پذیری، سیاست‌های تقلیل خطر بحران و همچنین جهت در برنامه ریزی و سیاست گذاری‌های کلانشهر تهران و شهرهای مشابه در خصوص مدیریت سوانح طبیعی می‌تواند استفاده شود. همچنین می‌تواند گامی در جهت ارتقای دانش تاب آوری اجتماعات در برابر سوانح طبیعی باشد این تحقیق کاربردی است. میزان تاب آوری در ابعاد اجتماعی $62/70$ ، اقتصادی $45/47$ ، نهادی $47/52$ و بعد کالبدی- محیطی $53/20$ است. در بالاترین حد آن $63/96$ و $60/62$ درصد و پایین ترین حد آن $43/58$ و $40/73$ درصد است. بیشترین مقدار تاب آوری اقتصادی و کالبدی به ترتیب با $66/50$ و $70/17$ درصد و بیشترین میزان تاب آوری اجتماعی و نهادی به ترتیب با $73/53$ و $52/35$ است. کمترین میزان تاب آوری در ابعاد اقتصادی، نهادی و کالبدی به ترتیب با $27/92$ ، $43/30$ و $30/94$ درصد و از نظر بعد اجتماعی هم کمترین میزان تاب آوری $45/45$ درصد می‌باشد. تحلیل توصیفی داده‌های بعد اجتماعی تاب آوری نشان داد که میانگین میزان تاب آوری برای کل خانوارهای نمونه $62/7$



مجاور شبکه راه‌ها می‌باشد.

با افزایش حجم جمعیت ساکن در بلوک‌های مجاور شبکه معابر از میزان مطلوبیت آن مسیر برای بهینه شدن برای تخلیه اضطراری کاسته می‌گردد. به عبارت دیگر مسیرهایی که به نسبت دارای تراکم جمعیت بالاتری باشند از مطلوبیت کمتری در فرآیند بهینه سازی مسیره‌ها برخوردار خواهند بود. قرارگیری پل و تونل در مسیره‌های تخلیه اضطراری می‌تواند خطرناک و یا حتی بسیار خطرناک باشد. لذا از قرارگیری پل بر روی این مسیره‌ها باید به شدت اجتناب گردد و یا اینکه حداقل الزامات ایمن سازی و مقاوم سازی باید به طور شایسته و بایسته بر روی این پل‌ها اعمال گردد.

منابع و مأخذ

1. حسینی، مازیار (۱۳۸۵) مدیریت بحران، نشر شهر، تهران.
2. G. A. Parvin, A. Surjan, Atta-ur-Rahman, and R. Shaw, "2 - Urban Risk, City Government, and Resilience BT - Urban Disasters and Resilience in Asia," Butterworth-Heinemann, 2016, pp. 34-21.
3. C. S. Holling, "Resilience and stability of ecological systems," *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, pp. 23-1 1973.
4. R. D. Kusumastuti, Viverita, Z. A. Husodo, L. Suardi, and D. N. Danarsari, "Developing a resilience index towards natural disasters in Indonesia," *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, vol. 10, Part A, no. PA, pp. 340-327, Dec. 2014.
5. B. Lucini, Disaster Resilience from a Sociological Perspective, no. 251 2014.
6. Marco D'Orazio, Enrico Quagliarini, Gabriele Bernardini, Luca Spalazzi, EPES - Earthquake pedestrians' evacuation simulator:

است. تحلیل توصیفی داده‌های بعد اقتصادی تاب آوری نشان داد که میانگین میزان تاب آوری برای کل خانوارهای نمونه ۴۵/۴۷ است. تحلیل توصیفی داده‌های بعد نهادی تاب آوری نشان داد که میانگین میزان تاب آوری برای کل خانوارهای نمونه ۴۵/۵۲ است. تحلیل توصیفی داده‌های بعد کالبدی تاب آوری نشان داد که میانگین میزان تاب آوری برای کل خانوارهای نمونه ۵۳/۲۰ است. بین مولفه‌های بعد اجتماعی و میزان تاب آوری رابطه مثبت معناداری ($= \text{sig}/0.000$) با ضریب ۰/۸۹ درصد وجود دارد، به بیان دیگر هر چه میزان بعد اجتماعی در بین شهروندان بالاتر باشد، بر میزان تاب آوری نیز افزوده می‌شود. بین دو متغیر میزان تاب آوری و مولفه‌های بعد اقتصادی رابطه مثبت و معناداری ($= \text{sig}/0.000$) با ضریب اطمینان ۰/۷۷ درصد وجود دارد. بین میزان تاب آوری و ابعاد نهادی رابطه ضعیف مثبت و معناداری ($= \text{sig}/0.001$) در سطح ۰/۱۹۶ درصد وجود دارد. بین دو متغیر بعد کالبدی - محیطی و میزان تاب آوری رابطه مثبت و معناداری ($= \text{sig}/0.000$) با سطح اطمینان ۰/۶۲۵ درصد وجود دارد. بین تاب آوری و ابعاد چهارگانه آن رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. رابطه بین ابعاد چهارگانه اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی - محیطی کاملاً معنادار می‌باشد. در کل با توجه به نتایج حاصل از تحلیل مسیر می‌توان گفت که بعد اجتماعی بیشترین تاثیر را در میان ابعاد در تبیین میزان تاب آوری دارد. قبل از آنکه میزان استحکام ساختمان، وضعیت اقتصادی افراد، میزان تبلیغات و آمادگی نهادهای دولتی و غیره تاثیر داشته باشند، متغیرهایی مثل آگاهی از وقوع زلزله و واکنش منطقی در برابر آن، میزان مهارت افراد و میزان دانش و سرمایه اجتماعی آنان است که نقش اول را در میزان تاب آوری بازی می‌کند. ابعاد اجتماعی مهمترین نقش را داشته اند و باید توجه اصلی را بر روی این موارد در مواقع بحران متمرکز ساخت. شاخص‌های بسیاری در انتخاب مسیر دخیل می‌باشند، اما مهم ترین شاخص در انتخاب مسیره‌های تخلیه اضطراری، ایمنی می‌باشد. ایمنی شامل پارامترهای بسیاری می‌باشد که با توجه به میزان اهمیتشان به ترتیب شامل:

۱. آسیب پذیری ساختمانهای مجاور شبکه راه‌ها و خسارات سنگین وارده به ساختمان‌ها
۲. کاربری‌های خطرناک
۳. مستحذات حمل و نقل
۴. تراکم جمعیت موجود در بلوک‌های ساختمانی

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۵۱ تابستان ۱۳۹۷
No.51 Summer 2018

۲۲۲

[Zhang, Xiaohong Chen](#), Social vulnerability assessment of earthquake disaster based on the catastrophe progression method: A Sichuan Province ,case study, [International Journal of Disaster Risk Reduction](#), Available online 23 June 2017, [In Press, Accepted Manuscript](#) – [Note to users](#)

11. Kivanc Ertugay, Sotiris Argyroudis, H. Şebnem Düzgün, Accessibility modeling in earthquake case considering road closure probabilities: A case study of health and shelter service accessibility in Thessaloniki, Greece, *International Journal of Disaster Risk Reduction* (2016) 17 66-49
12. Gabriele Bernardini , Marco D’Orazio , Enrico Quagliarini , Luca Spalazzi, An agent-based model for earthquake pedestrians’ evacuation simulation in urban scenarios, *Transportation Research Procedia* 263 – 255 (2014) 2
13. Iftekhar Ahmed, Building Resilience of Urban Slums in Dhaka, Bangladesh, 11th International Conference of The International Institute for Infrastructure Resilience and Reconstruction (I3R2) : Complex Disasters and Disaster Risk Management, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 202 (2016) 218 213 –.
7. Barbara Lucini, Multicultural approaches to disaster and cultural resilience. How to consider them to improve disaster management and prevention: the Italian case of two earthquakes, 4th International Conference on Building Resilience, Building Resilience 10-8 ,2014 September 2014, Salford Quays, United kingdom, *Procedia Economics and Finance* 2014) 18 156 – 151 (
8. Yiwen Shaoa, Osamu Sodab , Jiang Xu, Capital Building for Urban Resilience: the Case of Reconstruction Planning of Kesennuma City, Miyagi Prefecture, Japan, *International Conference on Geographies of Health and Living in Cities: Making Cities Healthy for All, Healthy Cities 2016*, *Procedia Environmental Sciences* 2016) 36 129 – 122 (
9. W.S.A. Saunders , J.S. Becker, A discussion of resilience and sustainability: Land use planning recovery from the Canterbury earthquake sequence, New Zealand, *International Journal of Disaster Risk Reduction* (2015) 14 81-73
10. [Xuanhua Xu, Weiwei](#)



