نشریه علمی – پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی
سال دوم، شماره ۴ (سری جدید)، پیاپی ۸، زمستان ۱۳۹۶ (۲۶-۱۱)

Journal of Physical Development Planning
Vol. 2, No. 4, (New Series), Winter 2017 (11-26)

ارزیابی تاب‌آوری کالبدی شهر در برابر زلزله‌های احتمالی؛ نمونه موردی: منطقه یک شهرداری تهران

علی عشقی چهاربرج[۱]، *حسین نظم فر[۲]، عطا غفاری[۳]

۱. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲. دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری،دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳. دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری،دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

(دریافت: ۱۳۹۶/۶/۱۵ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۳۰)

Assessing the physical resilience of a city against possible earthquakes (Case Study: region one of Tehran)

***Ali Eshgi[1], Hossein Nazmfar[2], Ata Gafari[3]**

1. Ph.D. Student of Geography and Urban Planning University of Mohaghegh Ardabil, Ardabil, Iran
2. Associate Professor of Geography and Urban Planning, University of Mohaghegh Ardabil, Ardabil, Iran
3. Associate Professor of Geography and Urban Planning, University of Mohaghegh Ardabil, Ardabil, Iran

(**Received:** 6/Sep/2017 **Accepted:** 19/Feb/2018)

چکیده:

در دهه‌های اخیر خسارت‌های فراوان ناشی از زلزله به محیط و کالبد شهرها موجب شده است تا مفهوم تاب‌آوری برای کاهش آثار زیانبار زلزله بیشتر مورد توجه قرار گیرد. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تاب‌آوری کالبدی منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله‌های احتمالی صورت گرفته است. روش این پژوهش توصیفی- تحلیلی از نوع کاربردی است. جهت تحلیل داده‌ها؛ ابتدا در محیطGIS اقدام به مدل‌سازی براساس نتایج حاصل از فرایند تحلیل شبکه‌ی(ANP) شد با تلفیق لایه‌های مؤثر در تاب‌آوری محدوده موردمطالعه، نقشه تاب‌آوری کلی منطقه استخراج شد. در مرحله بعد با فازی‌سازی نقشه تاب‌آوری کلی، سناریوهای زلزله در شدت‌های مختلف طراحی و بر روی نقشه تاب‌آوری کلی منطقه اعمال شد. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد که در زلزله‌ای با شدت ۶ ریشتر، ۱۱/۱۳ درصد از سازه‌های منطقه یک در دامنه تاب‌آوری کم و خیلی‌کم قرار می‌گیرند که به جزء محلات کامرانیه و دزاشیب بقیه قسمت‌های منطقه با آسیب‌پذیری جدی مواجه نمی‌شود. در زلزله‌ای با شدت ۷ ریشتر، ۳۹ درصد سازه‌های در دامنه تاب‌آوری کم و خیلی‌کم قرار می‌گیرند که بیشتر این سازه‌ها در محلات دربند، کامرانیه، کاشانک، دزاشیب و سوهانک می‌باشند. در زلزله‌ای با شدت ۸ ریشتر، ۵۲/۲۹ درصد سازه‌ها با خطر جدی مواجه می‌شوند در این شدت از زلزله تقریباً تمامی بافت‌های روستایی از جمله ده دربند، ده امامزاده قاسم، ده درآباد، ده جماران، ده دزاشیب، ده سوهانک، ده چیذر، ده ازگل، ده اوین و ده تجریش در دامنه تاب‌آوری خیلی کم قرار می‌گیرد. در زلزله‌ای با شدت ۹ ریشتر، دو دامنه تاب‌آوری کم و خیلی‌کم ۶۷/۴۵ درصد سازه منطقه را به خود اختصاص می‌دهند که بیشترین این سازه‌ها در نواحی ۱، ۳، ۴، ۵ و ۸ منطقه قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: تاب‌آوری، شهر، زلزله، FuzzyANP، منطقه یک شهرداری تهران.

Abstract:

The vast environmental damages of earthquakes have recently attracted more attentions to the concept of resilience to minimize the pernicious effects of such disaster. The present study evaluates the physical resilience in municipality region one of Tehran against the possible earthquakes. Using a descriptive-analytic method and GIS modeling, data were analyzed based on results obtained by network analysis process. The general resilience map of the region was drawn. Then a fuzzy technique was applied to the map to create different scenarios of earthquake magnitudes. The results indicated that in a probable earthquake of 6 Richter's magnitude scale, 11.13 percent of constructions would locate at the low and very low resilience range. In such a scenario except two, other neighborhoods of the region would not be facing a serious vulnerability. With a probable 7 Richter's scenario, the previous percentage would increase to 39. In a probable 8 Richter's scenario, 52.29 percent of constructions would be faced with serious danger by which almost all rural textures fall in the very low range of resilience scale. Finally, in a probable 9 Richter's scenario, 67.45 percent of constructions would fall at low and very low range of resilience scale. Most of them locate at areas of 1, 3, 4, 5 and 8 of the region.

Keywords: resilience, city, earthquake, Fuzzy ANP, region one of Tehran.

* E-mail: hnazmfar2017@gmail.com

www.SID.ir

مقدمه

در سرتاسر جهان، کشورها به‌طور فزاینده‌ای در حال شهری شدن هستند (Dutta, 2012:2). مطابق با گزارش سازمان ملل، بیش از ۵۴ درصد جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کنند (United Nation Habitat Program, 2014) با پیش‌بینی صورت گرفته از سوی سازمان ملل احتمال می‌رود تا سال ۲۰۵۰ حدود ۸۰ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی کنند (jha et al, 2012: vii). این مسئله به این معنا است که مناطق شهری به مکان اصلی بسیاری از مخاطرات احتمالی بدل خواهند شد (León and March, 2014:251). افزایش سریع جمعیت، کمبود منابع و مدیریت نادرست آن سبب شده است که مخاطرات طبیعی بیش از بیش به‌عنوان یک عامل مهم تهدید کنند جوامع انسانی به شمار آید (COP, 21 :2015). گزارش سالیانه صلیب سرخ جهانی در سال ۲۰۱۰ میلادی نشان می‌دهد که بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها با ریسک بالایی از مخاطرات زندگی می‌کنند (IFRC, 2010: 11). در این میان، زلزله به‌عنوان یکی از فاجعه‌بارترین و مخرب‌ترین انواع مخاطرات طبیعی؛ بویژه در کشورهای درحال‌توسعه از دیرباز مطرح بوده است (Dong& Shan, 2013: 85)که با خرابی ساختمان‌ها و زیرساخت‌های شهری، خسارت‌های بسیاری را به اموال و دارایی‌ها در نواحی شهری و اطراف آن وارد می‌کند (Min et al, 2010). 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 سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ در پیش گرفت این برنامه، علاوه بر کاهش آسیب‌پذیری جوامع در هنگام وقوع بحران‌ها، به سمت افزایش و بهبود تاب‌آوری جوامع گرایش پیدا کرد (Mayunga,2007:3). در سال‌های اخیر، نهادها و آژانس‌های فعال در زمینه کاهش سوانح، بیشتر فعالیت‌های خود را بر دستیابی به جامعه تاب‌آور در برابر سوانح متمرکز ساخته‌اند که در این میان، به دلیل خسارت‌های وسیع و بی‌هنجاری‌های گسترده اجتماعی، زمین‌لرزه‌ها نسبت به سایر حوادث، اولویت بالاتری برای تقویت تاب‌آوری جوامع در برابر سوانح طبیعی دارند. در سال‌های گذشته، جهان شاهد بعضی از مخاطره‌های پیش‌بینی نشده طبیعی مانند سونامی آسیا، گردباد کاترینا و زمین‌لرزه سیچوان چین بود. اگرچه بعضی از ابزارهای پیش‌بینی کننده در کاهش آثار بحران‌ها مؤثر است، واقعیت این است که نمی‌توان بر اساس شواهد، مخاطره‌های آتی را پیش‌بینی کرد؛ بنابراین، ضروری است برای جلوگیری از افزایش آسیب‌پذیری‌ها، میزان تاب‌آوری جامعه محلی را بشناسیم و بدانیم که توان ظرفیتی جامعه برای ایستادگی و بازیابی در برابر مخاطره‌ها در هنگام وقوع بحران تا چه حدی است (رضایی و همکاران، ۱۳۹۴: ۶۱۰).

در زمینه ارزیابی تاب‌آوری شهر در برابر زلزله پژوهش‌های مختلفی صورت گرفته است که به برخی از جدیدترین آن‌ها اشاره می‌گردد؛ فرزادبهتاش و همکاران(۱۳۹۲) پژوهشی با عنوان «ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز» انجام دادند. مؤلفه‌های مورد استفاده در پژوهش شامل کاهش مخاطرات، زیرساختی، ساختاری-کالبدی، اقتصادی، محیط‌زیستی، اجتماعی- فرهنگی و مدیریتی بوده است. نتایج نشان داد میانگین تاب‌آوری شهر تبریز برابر ۲۳/۲ است. درمجموع خبرگان معتقدند که تبریز از لحاظ تاب‌آوری در وضعیت کاملاً مطلوبی نیست. بااین‌حال بعد اجتماعی-فرهنگی بالاترین رتبه را در تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز دارد. سلمانی مقدم و همکاران(۱۳۹۳) پژوهشی با عنوان «بررسی نقش برنامه‌ریزی کاربری اراضی در بهبود تاب‌آوری لرزه‌ای جوامع شهری» انجام دادند. نتایج نشان داد در بین نواحی سیزده‌گانه شهر سبزوار ناحیه ۳ با ۳۲/۲۳ درصد از بناهای خشتی و چوبی شهر، ۵۶/۵۷ درصد معابر با عرض کمتر از ۶ متر و ۳۵/۵۱ درصد از بناهای بالای چهل سال و دسترسی تنها ۱۲/۷۲ درصد از مساحت ناحیه به حریم کمتر از ۵۰ متری فضای باز از تاب‌آوری کمتری در مقابل زمین‌لرزه برخوردار است. داداش‌پور و عادلی (۱۳۹۴) پژوهشی با عنوان «سنجش ظرفیت‌های تاب-آوری در مجموعه‌ی شهری قزوین» انجام دادند. نتایج یافته‌ها حاکی از آن است که در بین ابعاد مختلف تاب‌آوری، مجموعه‌ی شهری قزوین به لحاظ ابعاد نهادی (با۴۸ درصد فاصله از حد بهینه) و سپس ابعاد کالبدی – فضایی (با ۴۵ درصد فاصله از حد بهینه) وضعیت نامناسب‌تری دارد. رضایی و همکاران(۱۳۹۵) پژوهشی با عنوان «تبیین و تحلیل مفهوم «تاب‌آوری» و شاخص‌ها و چارچوب‌های آن در سوانح طبیعی» انجام دادند. این مطالعه با عنایت به ابعاد متفاوت تعاریف تاب-آوری در حوزه سوانح طبیعی، تعریف کارپنتر و همکاران (۲۰۰۱) که در بسیاری از مطالعات آن را به‌عنوان یک تعریف جامع قبول کرده‌اند، را به‌عنوان تعریف مناسب‌تر و کاربردی‌تر می‌پذیرد. محمدی سرین دیزج و احدنژاد(۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی شهری در برابر

Archive of SID

www.SID.ir

مخاطره زلزله به‌صورت موردی شـهر زنجـان» را موردمطالعـه قرار دادند. نتایج حاصل از مطالعه نشـان داد کـه بـا توجـه بـه معیارهای ارزیابی تاب‌آوری کالبدی در ۲۵ ناحیه شهری زنجان، غالباً قسمت‌های شمالی، شـرقی و شـمال شـرقی از تـاب‌آوری بالایی برخوردار هستند. شکری فیروزجاه (۱۳۹۶) در پژوهشـی با عنوان «تحلیل فضایی میزان تاب‌آوری مناطق شهر بابـل در برابر مخاطرات محیطـی» بـا اسـتفاده از روش پرسشـنامه‌ی و تحلیل آن با آزمون‌های آمـاری SPSS بـه ایـن نتـایج دسـت یافت که در بین ابعاد مختلف تاب‌آوری شهری مناطق ۱۲ گانه شهر بابل، ابعاد کالبدی (با میانگین ۳/۵۴) و سپس اجتمـاعی (با میانگین ۳/۱۴) وضعیت مناسب‌تری دارنـد ولـی بـه‌طـورکلی حدود ۵۰ درصد مناطق مورد بررسی در شهر بابـل دارای عـدم تاب‌آوری و تاب‌آوری پایین می‌باشند و تنها ۲۵ درصد از مناطق از لحاظ شاخص‌ها کـاملاً تـاب‌آور هسـتند. ملکـی و همکـاران (۱۳۹۶) پژوهشی با عنوان «ارزیـابی طیـف تـاب‌آوری کالبـدی شهرها در برابر زلزله با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی، نمونـه موردی شهر ایلام» بـا اسـتفاده از مـدل COPRAS و GIS انجام دادند، نتایج تحقیق نشان داد میانگین تـاب‌آوری منـاطق شهر ایلام برابر با ۶۵ درصد است همچنین با توجـه بـه نتـایج مدل‌های آمار فضایی در شـهر ایـلام ۵۴/۱۷ درصـد از نـواحی شهر با حفظ وضع موجود در مقابل خطرات و ناآرامی‌ها تاب‌آور است.

قودچالک[1](۲۰۰۳) پژوهشی با عنـوان «کـاهش مخـاطرات شهری: ایجاد تاب‌آوری شـهری» انجـام داد. در ایـن پـژوهش تاب‌آوری شهری ابتکـاری معرفـی شـده کـه شـامل گسـترش سیستم شـهری پـژوهش محـور، آمـوزش‌وپـرورش و افـزایش همکاری در میان گروه‌های حرفه‌ای درگیر در ساخت شهری و کاهش مخاطرات است. کاتر[2]و همکـاران(۲۰۱۰) پژوهشـی بـا عنوان«شاخص تاب‌آوری فاجعه بـرای محـک شـرایط قبـل از مداخله» انجام دادند. نتایج تحقیق در کشورهای جنوب شـرقی ایالات‌متحده نشان داد که تغییـرات مکـانی در انعطـاف‌پـذیری فاجعه وجود دارد و خصوصـاً در تقسـیمات شـهری و روسـتایی مشهود می‌باشند؛ مناطق متروپلتین سطح بالاتری از تـاب‌آوری نسبت به بخش‌های روستایی دارد. الکساندر[3](۲۰۱۱) پژوهشـی با عنوان «تاب‌آوری در برابر زلزلـه» انجـام داد. ایـن پـژوهش به‌صورت مروری انجام شده و درنهایت برخی پیشنهادات عملی برای برنامه‌ریزان و مدیران داده اسـت. پیشـنهادات ارائـه شـده شامل ایجاد یک سیاست پس از زلزله و استراتژی قبل از وقوع زلزله بعـدی، ایجـاد یـک فرهنـگ تـاب‌آوری در برابـر زلزلـه، اطمینان از وجود برنامه‌های پایدار، ایجاد شـبکه، برنامـه‌ریـزی انعطاف‌پذیر، کاهش خطرات سازه‌ای و غیرسازه‌ای و ...می‌باشد. برکـه و اسـمیت[4] و همکـاران(۲۰۱۲) در پژوهشـی بـا عنـوان «برنامه‌ریزی برای تاب‌آوری با رویکرد برنامه‌ریزی کاهش خطر و اتخاذ قانون مقابله با حوادث» رویه‌ای در مطالعات مـرتبط بـا تاب‌آوری شهری ارائه می‌دهد که برنامـه‌ریـزان جهـت ارتقـای مؤلفه‌های تاب‌آوری موجود، به‌صـورت قـانونی در شـهر رفتـار نمایند. مـرو[5] و همکـاران(۲۰۱۶) پـژوهش مـروری بـا عنـوان «تعریف تاب‌آوری شهری» انجام دادند. این پژوهش با بررسـی ادبیات پژوهشی تاب‌آوری شهری به ایـن نتیجـه دسـت یافتـه است که واژه تاب‌آوری شهری به‌خـوبی تعریـف نشـده و یـک تعریف از تاب‌آوری شـهری پیشـنهاد داده‌انـد. درنهایـت شـش سؤال اساسی در ارتباط با تاب‌آوری شهری مطرح کرده‌انـد کـه عبارت‌اند از تاب‌آوری برای چه کسی، چـه چیـزی، چـه موقـع، کجا و چرا؟ بسطامی نیا و همکاران(۲۰۱۶) پژوهشی بـا عنـوان «ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله» انجـام دادنـد. نتـایج تحقیـق در شـهر دهدشـت نشـان داد کـه بـالاترین رتبـه در تاب‌آوری اجتماعی مربوط به زیرشاخص سـرمایه اجتمـاعی، در تاب‌آوری اقتصادی مربوط به زیرشـاخص بهبـود ظرفیـت و در تاب‌آوری نهادی مربوط بـه زیرشـاخص دسترسـی سـازمانی و دسترسی در تاب‌آوری تکنولوژیکی می‌باشـد. بـه عـلاوه طبـق رتبه‌بندی کارشناسان تاب‌آوری پس از زلزله در مقایسه بـا بعـد زلزله اهمیت کمتری دارد.

شهر تهران به‌عنـوان بـزرگ‌تـرین کلانشـهر ایـران طبـق تقسیمات پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله در منطقه‌ای با خطر لرزه-ای بسیار زیاد قرار دارد(قائدرحمتی و قانعی بافقی، ۱۳۹۱: ۱۶۹؛ آئین‌نامه ۲۸۰۰، ۱۳۸۴). در بین مناطق ۲۲ گانه تهران، منطقـه یک شـهرداری تهـران، منطقـه مسـتعدی بـرای وقـوع زلزلـه می‌باشد. نزدیکی به گسل‌های مانند گسل مشاء، گسـل شـمال تهران و همچنین تأثیر گسل‌هایی در داخل و پیرامـون منطقـه همچون گسل نیاوران، گسل محمودیه و گسـل دارآباد(بنامیـه) بروز خطر زمین‌لرزه را در این منطقه تشدید می‌کند. عـلاوه بـر این مسئله، عوامل متعدد ازجمله؛ رعایت نکردن اصـول ایمنـی ماننـد سـاخت‌وسـاز در حـریم گسـل‌هـا و منـاطق مسـتعد

1. Godschalk (2003)
2. Cutter et al. (2010)
3. Alexander (2011)
4. Berke & Smith (2012)
5. Meerow et al. (2016)

Archive of SID

www.SID.ir

ناپایداری‌های زمین‌شناختی، فرسوده بودن بافت‌های محله به دلیل استفاده از مصالح کم‌دوام، وجود بافت‌های آسیب‌پذیری با تراکم بالای جمعیتی، وجود معابر تنگ و باریک و نبود برنامه و توانمندی های عملیاتی لازم برای مدیریت سوانح در مرحله پاسخ و مقابله با تبعات وقوع سانحه و... باعث کاهش تاب‌آوری منطقه در برابر آسیب‌های ناشی از زلزله شد که لزوم ارزیابی تاب‌آوری منطقه در برابر خطر زلزله و برنامه‌ریزی جهت کاستن از خطرات ناشی از زلزله در این محدوده را ضروری جلوه می‌دهد. براین اساس هدف پژوهش حاضر ارزیابی تاب‌آوری کالبدی منطقه یک شهرداری تهران در برابر زلزله‌های احتمالی است. برای دستیابی به این هدف، پژوهش حاضر در پی پاسخگویی به سؤال زیر می‌باشد:

- میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه یک شهرداری تهران در برابر شدت‌های مختلف زلزله چقدر است؟

واژه تاب‌آوری اغلب به مفهوم «بازگشت به گذشته» به کار می‌رود که از ریشهٔ لاتین Resilio به معنا «پرش به گذشته» گرفته‌شده است(Klein, 2003: 39). اولین کاربرد جدی استفاده از کلمه تاب‌آوری، در فنون مهندسی بود که در سال ۱۸۵۸ توسط مهندس اسکاتلندی به نام 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 (Alexander,2013: 2710). این مفهوم در سال ۱۹۷۳توسط هالینگ (که از وی به‌عنوان پدر تاب‌آوری یاد می‌شود) به‌عنوان یک اصطلاح توصیفی در اکولوژی معرفی گردید (Kärrholm et al,2014:121). تایمرمن (۱۹۸۱) اولین فردی بود که مفهوم تاب‌آوری را در حوزه بلایا و مخاطرات مطرح کرد وی تاب‌آوری را این‌گونه تعریف می‌کند «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 (Mayunga, 2007:3). این مفهوم پس از پذیرش چهارچوب کاری هیوگو برای دوره سالهای ۲۰۱۵ - ۲۰۰۵ به‌طور وسیعی به کارگرفته‌شده است (Usamah et al, 2014: 179). در ارتباط با درک مفهوم تاب‌آوری محققان مختلف تعاریف متفاوتی ارائه کردند که برخی از این تعاریف در جدول(۱) آورده شده است:

جدول۱. تعاریف تاب‌آوری

تعارف تاب‌آوری	سال	محقق
تاب‌آوری ظرفیت یک سیستم یا بخشی از آن برای جذب و بازیابی پس از وقوع حادثه‌ای مخاطره انگیز است	۱۹۸۱	Timmerman,
تاب‌آوری به این معناست که جامعه قادر به تحمل سوانح طبیعی شدید است بدون آنکه دچار خسارات عمده، آسیب‌ها، توقف در تولید و یا کاهش کیفیت زندگی شود و بدون دریافت کمک زیاد از بیرون جامعه.	۱۹۹۹	Mileti
کیفیت مردم، جوامع، آژانس‌ها، و زیرساخت‌ها که موجب کاهش آسیب‌پذیر می‌شود. نه‌تنها فقدان آسیب‌پذیری بلکه ظرفیت جلوگیری و کاهش خسارات و سپس، در وهله بعدی، در صورت بروز آسیب‌ها، نگهداری شرایط ایده- آل در جامعه تا حد ممکن، و سپس در وهله سوم بازیابی از تأثیرات	۲۰۰۰	Buckle et al
توانایی یک عامل اجتماعی برای مقابله یا انطباق با تنش‌های مخاطره‌آمیز	۲۰۰۳	Pelling
واکنش و سازگاری ذاتی افراد و جوامع در برابر مخاطرات به‌طوری‌که آن‌ها را قادر به کاهش خسارات زیان‌های بالقوه ناشی از مخاطرات سازد.	۲۰۰۴	Rose
ظرفیت یا توانایی جامعه برای پیش‌بینی، آمادگی، پاسخ، و بازیابی سریع از اثرات سوانح است.	۲۰۰۷	Mayunga

منبع: رضایی، ۱۳۸۹: ۲۷

باوجوداینکه در دهه‌های اخیر شاهد افزایش تعداد مطالعات و کارهای علمی در ارتباط با مفهوم تاب‌آوری به‌عنوان رویکردی جدید در مدیریت بحران و بلایا هستیم. با این‌حال ازآنجاکه تاب‌آوری مفهومی کلی و نوپاست بخش اعظم مطالعات موجود به توصیف و شرح این مفهوم و تعیین ابعاد و مشخصه‌های مختلف آن پرداخته‌اند. به‌طوری‌که تحقیقات نسبتاً اندکی در زمینه ایجاد ابزارهایی برای اندازه‌گیری و ارزیابی تاب‌آوری شهری ارائه شده است (Sharifi and Yamagata, 2014: 1492). با توجه به اهمیت ارزیابی میزان تاب‌آوری شهری در کاهش خطرات ناشی از زلزله، چارچوب‌های نظری مختلفی مطرح می‌باشد که در زیر به برخی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌گردد:

چارچوب توبین: این اولین دیدگاه در زمینه ارزیابی تاب‌آوری

Archive of SID

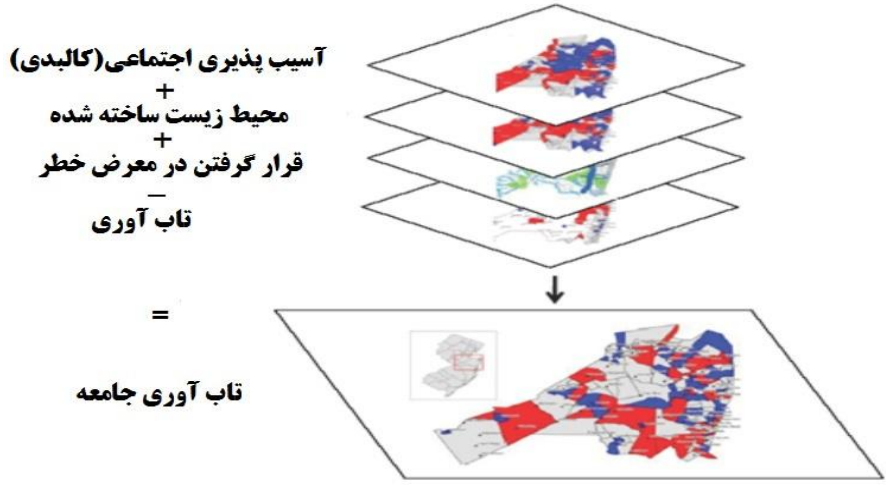
www.SID.ir

است. توبین برای تحلیل تاب‌آوری و نشان دادن نحو پایداری جوامع واقع در مناطق پر مخاطره از سه مدل سازگاری الگوی تقلیل خطر، الگوی بازیابی و الگوی ساختاری- جمعیتی استفاده می‌کند.

۱- چارچوب معیشت پایدار: چارچوب معیشت پایدار رویکردی است که توسط راهبرد بین‌المللی برای کاهش فقر بعد از بحران‌هایی مثل سوانح طبیعی اتخاذ و بعنوان چارچوبی یکپارچه برای فهم منابع متعدد فقر و راه‌حل‌هایی برای آن، شکل گرفته است.

۲- چارچوب سرمایه محور: توسط مایانگا در سال ۲۰۰۷ مطرح شد طرفداران این دیدگاه معتقدند که سرمایه شامل عناصری است که برای توسعه اقتصادی جامعه لازم است و هر چه فرصت‌های اقتصادی جامعه بیشتر باشد، توانایی بالقوه جامعه برای کاهش اثرات سوانح بیشتر می‌شود، که در نهایت با این شرایط جامعه تاب‌آوری بیشتری را به دست می‌آورد.

۳- چارچوب مکانی- فضایی: کارتر مدل مکان محور را برای سنجش تاب‌آوری مخاطرات ارائه کرد. در این دیدگاه تاب‌آوری مقیاسی است که انعطاف‌پذیری فضای جغرافیایی را در برابر مخاطرات بالقوه بیان می‌کند و مکان‌های مختلف با توجه به موقعیت قرارگیری خود دارای تاب‌آوری متفاوتی در برابر بلایا می‌باشند که مدل مکان محور بودن برای درک تاب‌آوری در میان جغرافیدانان بسیار حائز اهمیت است. در این مدل آسیب‌پذیری و تاب‌آوری ذاتی مکان موردمطالعه قرار می‌گیرد و وجوه مشترک تأثیرگذار در آسیب‌پذیری و تاب‌آوری را مطرح می‌نماید (رمضان زاده، ۱۳۹۲). براساس این نگرش، برنامه‌های کاهش مخاطرات باید به دنبال ایجاد و تقویت ویژگی‌های جوامع تاب‌آور باشند و در زنجیره مدیریت سوانح به مفهوم تاب‌آوری نیز توجه کنند (Cutter et al, 2008: 3). درواقع تاب‌آوری به دلیل پویا بودن واکنش جامعه در برابر مخاطرات، نوعی آینده‌نگری است و به گسترش گزینش‌های سیاستی برای رویارویی با عدم قطعیت و تغییر هم کمک می‌کند. در این صورت، افزایش تاب‌آوری در برابر سوانح می‌تواند با ایجاد افزایش ظرفیت سازگاری و معیشت پایدار جامعه منجر شود (Godschalk, 2003: 5; Tompkins & Adger, 2004: 10; Berkes, 2007: 282; Manyena, 2006: 436). به نظر کارتر چهار مجموعه کلیدی از معیارها شامل آسیب‌پذیری اجتماعی، زیرساخت‌ها و محیط ساخته شده، سیستم‌های طبیعی و در معرض خطر و تقلیل خطر مخاطرات و برنامه‌ریزی وجود دارند که برای ساخت یک چارچوب تاب‌آوری در جامعه لازم می‌باشند. هرکدام از این ۴ جزء می‌توانند در GISبعنوان لایه‌های متفاوت اطلاعاتی ارائه شوند و بعنوان لایه متفاوت اطلاعاتی با استفاده از مخاطرات مدل مکانی آسیب‌پذیری مدل اندازه‌گیری خط پایه تاب‌آوری جامعه به‌عنوان شاخصی از آسیب‌پذیری قبل از حادثه برای ارزیابی تاب‌آوری قبلی در مقابل حوادث مخاطره‌آمیز طبیعی پیشنهاد و ارزیابی شود، که از طریق روش‌های تحلیلیGIS، می‌توان این لایه‌ها را برای به تصویر کشیدن الگوی مرکب کل محله یا شهرک ترکیب نمود(رضایی، ۱۳۸۹: ۷۲- ۷۳).



شکل ۱. مدل اندازه‌گیری تاب‌آوری مکانی

مأخذ: Cutter et al,2007

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به اینکه هدف پژوهش ارزیابی و سنجش تاب‌آوری کالبدی منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله است چارچوب منتخب جهت انجام پژوهش چارچوب مکانی کارتر می‌باشد.

داده‌ها و روش کار

روش پژوهش حاضر توصیفی – تحلیلی از نوع کاربردی است. داده‌های و نقشه‌های پایه GIS مورد استفاده در پژوهش، از اطلاعات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران و شهرداری منطقه یک تهران (۱۳۹۵) بر گفته شده است. در این پژوهش به‌منظور سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه یک شهر تهران، ابتدا شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر میزان تاب‌آوری محدوده موردمطالعه شناسایی شد سپس با جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز از سطح منطقه، شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی توسط کارشناسان و متخصصان خبره در قالب ۵۰ پرسشنامه وزن‌دهی و با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ی(ANP)، مورد تحلیل قرار گرفت. جهت تحلیل داده‌ها اقدام به مدل‌سازی شد، برای مدل‌سازی با استفاده از (ANP) در محیطGIS؛ ابتدا تمامی زیر معیارهای هر معیار اصلی وزن‌دهی و در محیطGIS لایه‌ای تهیه گردید. با تلفیق لایه‌های مؤثر در تاب‌آوری منطقه، نقشه تاب‌آوری کلی منطقه استخراج شد. برای اینکه سنجشی واقعیت‌تر از وضعیت تاب‌آوری منطقه ارائه شود سازه‌های شهری که با استفاده از نظرات کارشناسان خبره به کمک تحلیل شبکه‌ی(ANP) در محیط GIS مدل‌سازی شده بود، جهت اعمال سناریوهای زلزله در شدت‌های مختلف فازی سازی شد. بعد از اینکه داده‌ها از طریق فازی‌سازی به مقیاس مشترک تبدیل و استانداردسازی شدند در مرحله بعدی برای ارزیابی دقیق تاب‌آوری با استفاده از رابطه شماره (۱) به طراحی سناریوهای زلزله در شدت‌های مختلف پرداخته شد تا با توجه به تحلیل‌های حاصله، ارزیابی دقیقی از میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه یک شهرداری تهران ارائه شود.

$$\mu_D = 2.5\left[1 + \tanh\left(\frac{I+6.25\overline{V}_I-13.1}{2.3}\right)\right]$$

رابطه (۱)

Milutinovic and Trendafiloski, 2003:36]

Iشده اصلاح مرکالی واحد اساس بر زلزله شدت نشانگر

نشانگر شدت زلزله براساس واحد اصلاح شده مرکالی

μ_D نشانگر متوسط درجات آسیب،

$\overline{V}i$مقدار آسیب پذیری حاصله از اعمال روش تحلیل سلسله مراتبی و چند معیاره

بعد از آنکه شاخص متوسط درجه آسیب را برای هرکدام از ساختمان‌های شهری در شدت‌های مختلف زلزله محاسبه شد، میزان آسیب وارده در ۵ گروه عمده مورد طبقه‌بندی قرار می‌گیرد، در پژوهش حاضر طبقه‌بندی درجه آسیب‌پذیری و تاب‌آوری به‌صورت جدول زیر می‌باشد.

جدول ۲. طبقه‌بندی درجه آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر زلزله

درجه آسیب	محدوده (دامنه)	میزان آسیب‌پذیری	میزان تاب‌آوری
D1	۰ – ۰٫۲	آسیب‌پذیری خیلی‌کم	تاب‌آوری خیلی زیاد
D2	۰٫۲ – ۰٫۴	آسیب‌پذیری کم	تاب‌آوری زیاد
D3	۰٫۴ –۰٫۶	آسیب‌پذیری متوسط	تاب‌آوری متوسط
D4	۰٫۶ –۰٫۸	آسیب‌پذیری زیاد	تاب‌آوری کم
D5	۰٫۸ – ۱	نابودی کامل	تاب‌آوری خیلی کم

منبع: عشقی، ۱۳۹۰: ۱۱۳

رشد جمعیت و تراکم بالای مسکونی در شهر تهران سبب شده تا تبلور کالبدی–فضایی آن در بخشی از جنبه‌های بدون تبعیت از اصول و استانداردهای شهرسازی ایجاد شود. ازاین‌رو مطالعه آسیب‌پذیری مناطق شهر تهران در جهت کاهش اثرات سوء وقوع زلزله بخصوص از بعد کالبدی امری الزامی است و می‌بایست از مناطق اولویت‌دار آغاز گردد. یکی از مهم‌ترین این مناطق، منطقه یک تهران است که به دلیل موقعیت جغرافیایی پایکوهی و وجود گسل‌های فراوان احتمال وقوع زلزله‌ای سهمگین دور از ذهن نیست و در صورت وقوع چنین حادثه‌ای خسارات مالی، جانی اقتصادی آن به حدی خواهد بود که تبعات آن تا مقیاس ملی نیز وارد خواهد شد. شناسایی پهنه‌های آسیب‌پذیر و برنامه‌ریزی به‌منظور مقاوم‌سازی و تجهیز این محل‌ها از اولویت‌هایی است که در وهله اول می‌بایست به آن پرداخته شود(عیسی‌لو و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۵). منطقه یک شهرداری تهران، در بلندای تهران و با وسعتی حدود ۶۴ کیلومترمربع در قسمت شمالی شهر تهران قرارگرفته است. مرز شمالی آن بر مرز شمال تهران(خطوط ارتفاعی ۱۸۰۰ متری) منطبق است. این منطقه از غرب توسط رود– دره درکه با منطقه ۲، از جنوب توسط بزرگراه‌های چمران، مدرس، صدر با منطقه ۳ و از جنوب شرقی توسط بزرگراه ازگل با منطقه ۴ شهرداری تهران هم‌مرز است(الگوی توسعه منطقه ۱، ۱۳۸۴: ۲). شهرداری منطقه یک دارای ده ناحیه و ۲۶ محله شهری می‌باشد، مساحت منطقه بدون احتساب حریم ۶۴ کیلومترمربع

Archive of SID

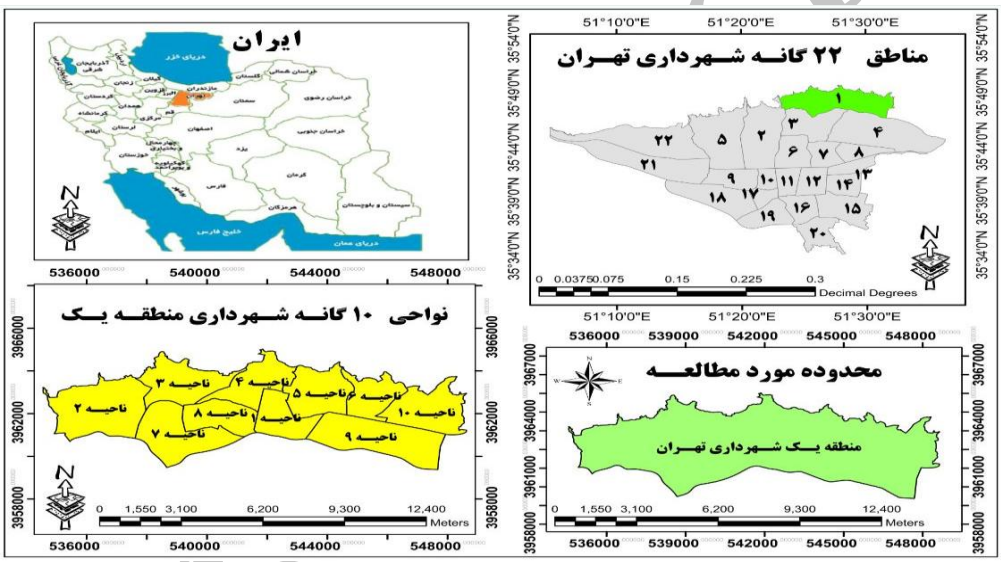
www.SID.ir

و با احتساب حریم منطقه حدود۲۱۰کیلومترمربع است و جمعیت آن حدود ۴۴۵هزار نفر می‌باشد (سایت شهرداری تهران، ۱۳۹۵؛ http://region1.tehran.ir). (شکل۲).

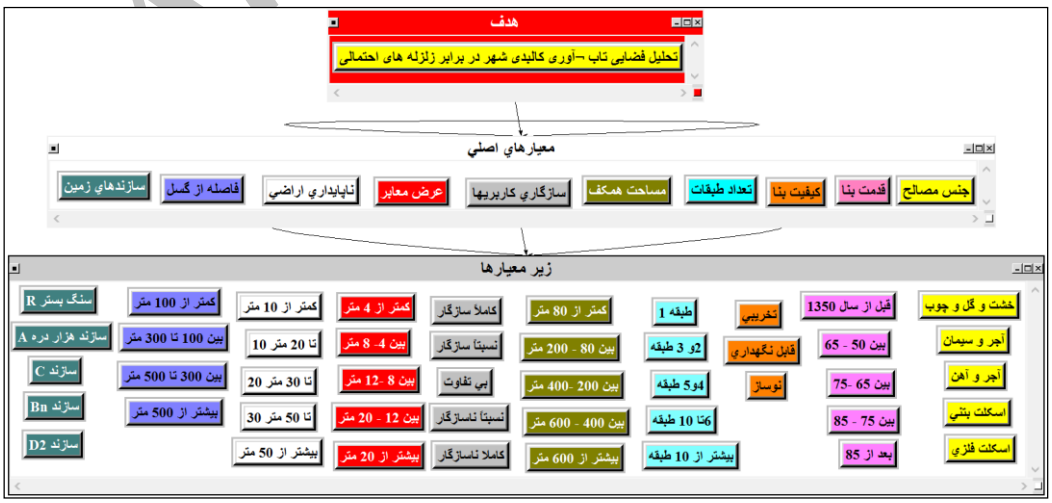
تعیین وزن مؤلفه‌ها با Super Decisions

در این پژوهش برای ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه یک شهرداری تهران در برابر زلزله از ده شاخص(مصالح ساختمانی، قدمت بنا، کیفیت بنا، تعداد طبقات ساختمانی، مساحت همکف ساختمان ها، سازگاری کاربری ها، عرض معابر، فاصله از اراضی ناپایدار به لحاظ شهرسازی، جنس سازندهای زمین‌شناسی و فاصله از گسل) استفاده گردید. با توجه به اینکه برخی از معیارها از اهمیت زیادی نسبت به دیگر معیارها برخوردارند و نقش تعیین کننده‌ای در تاب‌آوری کالبدی شهر داشتند، پرسشنامه‌ای جهت تعیین اهمیت نسبی هر یک از شاخص‌ها تنظیم گردید و بین ۵۰ نفر از کارشناسان خبره توزیع و تکمیل گردید. برای تحلیل وزن معیارها و زیرمعیارها در مدل ANP که توسط کارشناسان خبره وزن دهی شده بودند از نرم‌افزار Super Decisions استفاده شد. شکل شماره(۳) نمودار خوشه‌ای معیارها اصلی و زیر معیارها مؤثر در تاب‌آوری منطقه یک شهرداری تهران که در محیط نرم‌افزار Super Decisions ترسیم شده، را نشان می‌دهد.

در ماتریس شکل ۳ اهمیت نسبی هر یک از معیارها با توجه با وزنهای داده شده توسط کارشناسان خبر، نسبت به میزان تاب‌آوری معیارهای موردپژوهش در برابر زلزله در محیط Super Decisions مشخص گردید. جدول شماره(۳) وزن هر یک از معیارهای موردپژوهش را نشان می‌دهد.



شکل۲. محدوده موردمطالعه



شکل۳. نمودار خوشه‌ای معیارها اصلی و زیر معیارها مؤثر در تاب‌آوری در محیطSuper Decisions

www.SID.ir

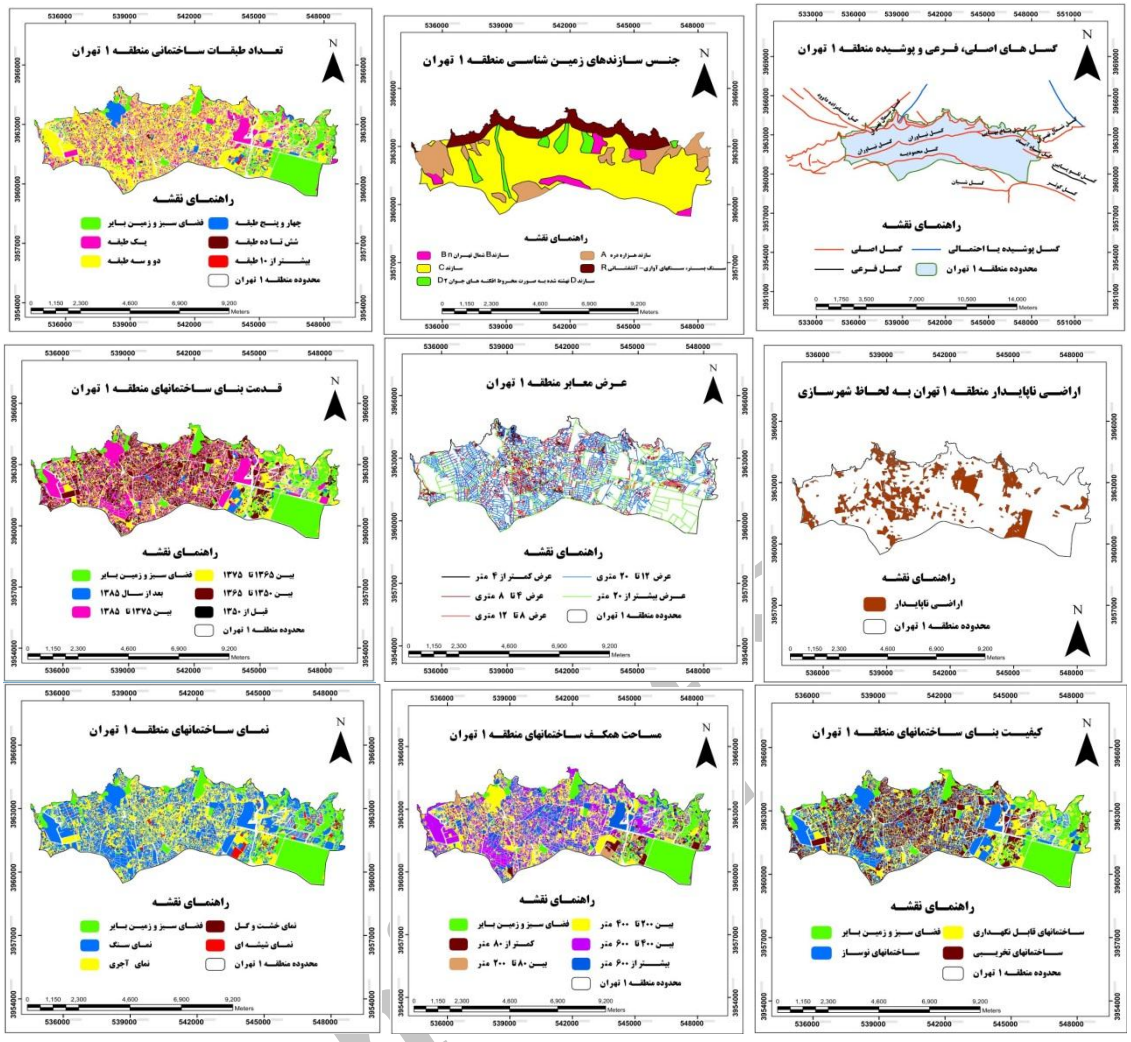
جدول۳. محاسبه وزن معیارهای مؤثر با استفاده از نرم‌افزار Super Decisions

عوامل و معیارهای اصلی	زیر معیارها	وزن تاب‌آوری		عوامل و معیارهای اصلی	زیر معیارها	وزن تاب‌آوری
فاصله از اراضی ناپایدار به لحاظ شهرسازی	فاصله کمتر از ۵ متر	۰/۰۴۲۱۹		نوع مصالح	خشت و گل	۰/۰۳۶۶۲
	۵ تا ۱۰ متری	۰/۰۶۷۴۴			آجر و سیمان	۰/۰۷۵۱۹
	۱۰ تا ۲۰ متری	۰/۱۴۹۶۶			آجر و آهن	۰/۱۴۲۱۸
	۲۰ تا ۴۰ متری	۰/۲۴۰۱۷			بتنی	۰/۲۸۵۸۸
	بیشتر از ۴۰ متر	۰/۵۰۰۵۴			اسکلت فلزی	۰/۴۵۷۱۴
فاصله از گسل	کمتر از ۱۰۰ متر	۰/۰۴۶۷۷		قدمت بنا	قبل از سال ۱۳۵۰	۰/۰۴۰۰۸
	۱۰۰ تا ۳۰۰ متر	۰/۱۳۲۰۵			بین ۵۰ تا ۶۵	۰/۰۸۱۰۸
	۳۰۰ تا ۵۰۰ متر	۰/۲۷۳۳۴			بین ۶۵ تا ۷۵	۰/۱۲۹۶۲
	بیشتر از ۵۰۰	۰/۵۴۷۸۴			بین ۷۵ تا ۸۵	۰/۲۸۷۶۳
مساحت همکف ساختمان	کمتر از ۸۰ متر	۰/۰۳۹۶۷			بعد از سال ۱۳۸۵	۰/۴۶۱۵۹
	بین ۸۰ تا۲۰۰ متری	۰/۰۸۰۲۲		سازند زمین‌شناسی	سنگ بسترR	۰/۴۷۰۶۳
	بین ۲۰۰ تا ۴۰۰متری	۰/۱۳۶۸۳			سازند هزار دره A	۰/۲۶۷۱۴
	بین ۴۰۰ تا ۶۰۰	۰/۲۴۱۹۲			سازند C	۰/۱۴۲۵۰
	بیش از ۶۰۰ متر	۰/۵۰۱۳۶			سازند Bn	۰/۰۷۵۱۴
کیفیت بنا	تخریبی	۰/۰۷۰۱۵			سازند D2	۰/۰۴۳۶۷
	قابل نگهداری	۰/۲۲۲۷۳		تعداد طبقات	۱ طبقه	۰/۵۰۳۶۷
	نوساز	۰/۷۰۷۱۲			۲ و ۳طبقه	۰/۲۴۲۶۳
دسترسی معابر	کمتر از ۴ متر	۰/۰۴۰۱۲			۴ و ۵ طبقه	۰/۱۳۷۹۵
	۸- ۴ متر	۰/۰۶۳۳۱			۶ تا ۱۰ طبقه	۰/۰۴۲۶۶
	۱۲- ۸ متر	۰/۱۵۸۴۸			بیشتر از ۱۰	۰/۰۷۳۱۰
	۲۰-۱۲ متر	۰/۲۳۵۹۱		سازگاری کاربری‌ها	کاملاً سازگار	۰/۵۰۵۶۰
	بیشتر از ۲۰ متر	۰/۵۰۲۱۸			نسبتاً سازگار	۰/۲۳۶۳۱
					بی تفاوت	۰/۱۳۹۵۸
					نسبتاً ناسازگار	۰/۰۷۳۹۳
					کاملاً ناسازگار	۰/۰۴۴۵۹

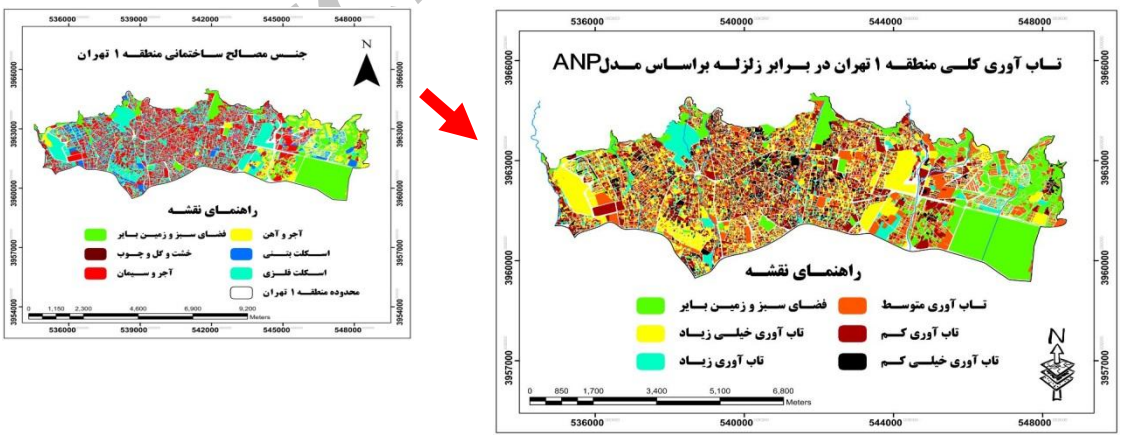
شرح و تفسیر نتایج

در پژوهش حاضر جهت ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه یک شهرداری تهران در برابر شدت‌های مختلف زلزله از ده شاخص اصلی و ۴۷ زیرمعیار استفاده شده است. بعد از اینکه وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارها در تحلیل شبکه‌ی(ANP) مشخص شد(جدول۳)، بر روی لایه اصلی خود در محیط GIS اعمال شدند سپس لایه‌های اصلی موردپژوهش با استفاده از اوازن زیرمعیارها که حاصل تحلیل (ANP) بود تهیه گردید شکل(۴). در مرحله بعدی با اعمال وزنهای حاصل از ANP و تلفیق لایه‌های معیارهای اصلی نقشه تاب‌آوری کلی منطقه یک شهرداری تهران استخراج گردد (شکل۵).

www.SID.ir



شکل ٤. لایه‌های مؤثر در تاب‌آوری براساس نتایج مدل (ANP)



شکل ۵. نقشه تاب‌آوری کلی منطقه

نتایج نقشه تاب‌آوری کلی منطقه حاصل از تلفیق لایه‌ها مؤثر براساس نتایج تحلیل شبکه‌ی(ANP) نشان می‌دهد که در دامنه تاب‌آوری خیلی زیاد، زیاد و متوسط ۵۹/۶۷ درصد از سازه‌های منطقه یک تهران قرار دارند، در دامنه‌های بعدی میزان تاب‌آوری، دو دامنه تاب‌آوری کم و خیلی کم ۴۰/۳۳ درصد از سازه‌های منطقه را به خود اختصاص داده‌اند که

www.SID.ir

بیشترین این سازه‌ها در ناحیه یک محله سامیان، ناحیه دو محله زعفرانیه، ناحیه سه محله نخجوان، ناحیه چهار محله کاشانک، ناحیه هشت محله دزاشیب و ناحیه ده مرکز محله یعنی ده سوهانک قرار دارند(شکل ۵ و جدول۴).

جدول ٤. توزیع آماری تاب‌آوری سازه‌های منطقه یک تهران با استفاده از تلفیق لایه‌ها براساس نتایج تحلیل شبکه‌ی(ANP)

تاب‌آوری کلی منطقه	تاب‌آوری خیلی زیاد		تاب‌آوری زیاد		تاب‌آوری متوسط		تاب‌آوری کم		تاب‌آوری خیلی کم		کل منطقه یک	
	تعداد سازه	درصد	تعداد سازه	درصد	تعداد سازه	درصد	تعداد سازه	درصد	تعداد سازه	درصد	تعداد سازه	درصد
	۸۲۶۸	۲۱/۶۹	۴۳۵۰	۱۱/۴۱	۱۰۱۲۶	۲۶/۵۷	۱۱۱۱۹	۲۹/۱۸	۴۲۴۱	۱۱/۳۱	۳۸۱۰۴	۱۰۰

مبنای طراحی سناریوهای زلزله

گسل‌های خطرناک و زلزله‌خیز در تهران و اطراف آن عبارت‌اند از: گسل مشاء (طول: ۲۰۰ کیلومتر)، گسل شمال تهران (طول: ۹۰ کیلومتر) و گسل جنوب ری (طول: ۲۰ کیلومتر) می باشد. نزدیک‌ترین گسل زلزله‌خیز تهران به منطقه ۱ شهرداری تهران گسل شمال تهران می‌باشد که در بخش شمالی شهر تهران قرار دارد طول این گسل ۹۰ کیلومتر امتداد دارد بخش باختری آن دور از شهر تهران است اما بخش خاوری آن در محدوده منطقه یک تهران قرار گرفته است که به عنوان کانون زلزله انتخاب گردیده است. برای محاسبه بزرگی زلزله از روابط زیر استفاده شده است:

رابط (۲) M=log L/2+504 (Mohajer Ashjai,1987)

محاسبه بزرگی زلزله (M) برحسب ریشتر، (L) طول گسل برحسب Km است

رابطه کمبل (۳) a= 1320exp(.58M)/(R+25)^1.25 (Campbell,1981)

در روابط بالا(a) شتاب حداکثر زمین برحسب سانتی‌متر بر مجذور ثانیه، (R) فاصله محل مورد نظر از گسل یا کانون زلزله برحسب کیلومتر، (M) بزرگی زمین‌لرزه برحسب ریشتر. نتایج محاسبه نشان می‌دهد که شدت زلزله‌های احتمالی (با محاسبه شدت لرزه‌خیزی گسل‌های اصلی تهران همچون گسل مشاء، شمال تهران و جنوب ری) برای محدوده شهر تهران به‌طور متوسط برابر با ۸ ریشتر می‌باشد (ساسان‌پور و موسی‌وند، ۱۳۸۹: ۴۱) که منطقه ۱ شهر تهران نیز بخشی از این پهنه شهری است. براین اساس در پژوهش حاضر سناریوهای زلزله برای منطقه یک شهرداری تهران در سه رنج ۶، ۷، و ۸ ریشتر برمبنای شدت لرزه‌خیزی گسل‌ها تهران طراحی شد، علاوه برای این سناریوها، با توجه یافته‌های جدید (سمائی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۴۱) مبنی بر لرزه‌خیزی گسل نیاوران با شدت ۹ درجه در مقیاس مرکالی، که در داخل منطقه یک شهر تهران می‌باشد، بدترین سناریو یعنی زلزله‌ای با شدت ۹ ریشتر نیز برای منطقه طراحی شد. «از آنجایی که وقوع زلزله‌هایی با بزرگی کمتر از ۵ در مقیاس ریشتر برای ساختمان‌ها خطری در بر ندارد و حتی ساختمان‌های سست روستایی هم از این نظر کمتر دچار آسیب می‌شوند(سادین، ۱۳۹۶: ۹۳)». در این پژوهش ۶ ریشتر مبنای طراحی سناریو قرارگرفته است. آخرین سناریو طراحی‌شده ۹ ریشتر می‌باشد که نهایت شدت لرزه‌خیزی گسل‌های منطقه موردمطالعه می‌باشد.

طراحی سناریوهای زلزله برای ارزیابی میزان تاب‌آوری در برابر شدت‌های مختلف زلزله

برای ارزیابی دقیق‌تر میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه لازم است تا با استفاده از روش‌های موجود ازجمله روش تخمین شاخص متوسط درجه آسیب(μ_D) به طراحی سناریوهای زلزله با شدت‌های مختلف پرداخت تا از این طریق میزان تاب‌آوری کالبدی هر یک از سازه‌های شهری در برابر شدت‌های مختلف زلزله مورد ارزیابی قرار گیرد. به‌منظور ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه یک شهرداری تهران در برابر شدت‌های مختلف زلزله از رابطه زیر استفاده شده است.

رابطه (۱)

$$\mu_D = 2.5\left[1+\tanh\left(\frac{I+6.25\overline{V}_I-13.1}{2.3}\right)\right]$$

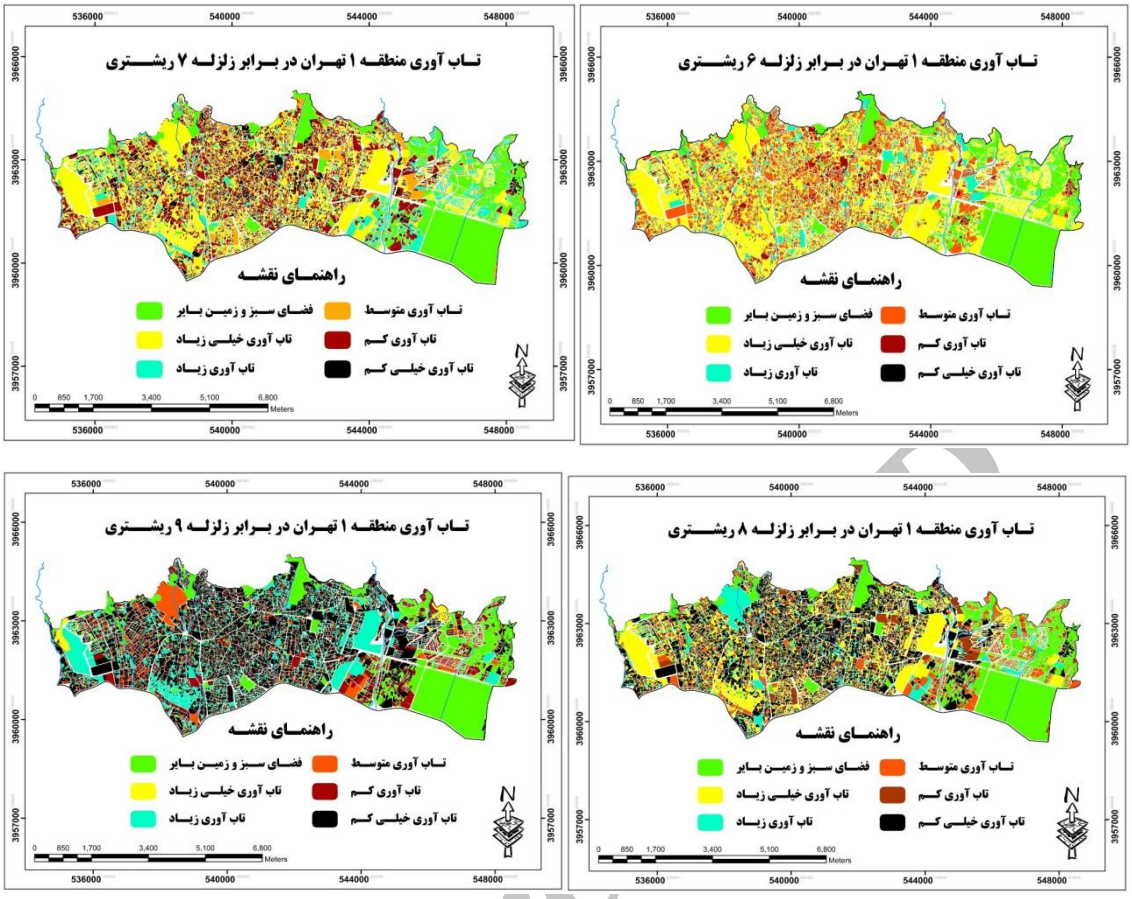
[Milutinovic and Trendafiloski, 2003:36]

برای سنجش میزان تاب‌آوری سازه‌های منطقه یک شهرداری تهران در برابر شدت‌های مختلف زلزله، به طراحی سناریوهای زلزله با شدت‌های ۶، ۷، ۸ و ۹ ریشتر پرداخته شده است(شکل ۶).

اعمال سناریوهای زلزله در شدت‌های مختلف بر روی نقشه تاب‌آوری کلی منطقه ۱ شهرداری تهران حاکی از نتایج جدول شمار(۵) می‌باشد

Archive of SID

www.SID.ir



شکل٦. نقشه تاب‌آوری سازه‌های منطقه۱شهرداری تهران در زلزله‌ی با شدت‌های ۶، ۷، ۸ و ۹ ریشتر

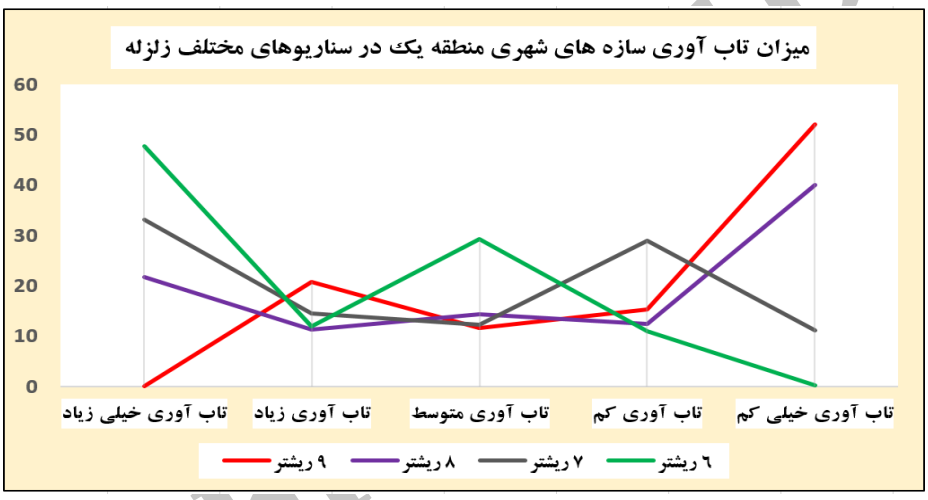
جدول ۵. توزیع آماری تاب‌آوری سازه‌های منطقه یک تهران در زلزله‌ی با شدت‌های ۶، ۷، ۸ و ۹ ریشتر

میزان تاب‌آوری	زلزله ۶ ریشتری		زلزله ۷ ریشتری		زلزله ۸ ریشتری		زلزله ۹ ریشتری	
	تعداد سازه	درصد	تعداد سازه	درصد	تعداد سازه	درصد	تعداد سازه	درصد
تاب‌آوری خیلی زیاد	۱۸۱۶۱	۴۷/۶۶	۱۲۶۰۱	۳۳/۰۷	۸۲۶۸	۲۱/۶۹	۳۸	۰/۰۹
تاب‌آوری زیاد	۴۵۶۶	۱۱/۹۸	۵۵۶۰	۱۴/۵۹	۴۳۳۳	۱۱/۳۷	۷۹۲۵	۲۰/۷۹
تاب‌آوری متوسط	۱۱۱۳۵	۲۹/۲۲	۴۶۶۳	۱۲/۲۳	۵۴۶۱	۱۴/۳۳	۴۴۳۶	۱۱/۶۴
تاب‌آوری کم	۴۱۶۵	۱۰/۹۳	۱۱۰۳۹	۲۸/۹۷	۴۷۶۲	۱۲/۴۹	۵۸۵۹	۱۵/۳۷
تاب‌آوری خیلی کم	۷۷	۰/۲۰	۴۲۴۱	۱۱/۱۳	۱۵۲۸۰	۴۰/۱۰	۱۹۸۴۶	۵۲/۰۸
جمع	۳۸۱۰۴	۱۰۰	۳۸۱۰۴	۱۰۰	۳۸۱۰۴	۱۰۰	۳۸۱۰۴	۱۰۰

نتایج حاصل از جدول(۴) نشان می‌دهد که با اعمال سناریو ۶ ریشتر، ۴۷/۶۶ درصد سازه‌های شهری با تاب‌آوری خیلی زیاد روبررو هستند، در دامنه بعدی، تاب‌آوری زیاد با ۱۱/۹۸ درصد و تاب‌آوری متوسط با ۲۹/۲۲ درصد از سازه‌های شهری را شامل شده‌اند، سازه‌هایی که در دامنه تاب‌آوری کم و خیلی‌کم قرار دارند به ترتیب ۱۰/۹۳ و ۰/۲۰ درصد می‌باشند که بیشتر در قسمت جنوبی ناحیه چهار در محله کامرانیه و در قسمت شمالی ناحیه هشت در محله دزاشیب قرار دارند. با توجه به اینکه در زلزله ۶ ریشتری حدود ۱۱ درصد از سازه‌های منطقه یک در دامنه تاب‌آوری کم و خیلی کم قرار می‌گیرند به جزء محلات کامرانیه و دزاشیب بقیه قسمت‌های منطقه با آسیب‌پذیری جدی روبه‌رو نمی‌شوند. در زلزله‌ای با شدت ۷ ریشتر، به ترتیب در دامنه تاب‌آوری خیلی زیاد، زیاد و متوسط ۳۳/۰۷، ۱۴/۵۹ و ۱۲/۲۳ درصد سازه‌های شهری قرار دارند، دامنه تاب‌آوری کم

www.SID.ir

و خیلی کم به ترتیب ۲۷/۹۷ و ۱۱/۱۳ درصد سازه شهر را در برمی‌گیرند که بیشتر در قسمت شمال ناحیه سه در محله دربند، جنوب ناحیه چهار محله کامرانیه، مرکز ناحیه ۵ قسمت شمالی محله کاشانک و شمال ناحیه هشت محله دزاشیب قرار دارند. در زلزله‌ای با شدت ۸ ریشتر سازه‌هایی که در دامنه تاب‌آوری خیلی زیاد، زیاد و متوسط به ترتیب ۲۱/۶۹، ۱۱/۳۷ و ۱۴/۳۳ درصد می‌باشند، در دو دامنه تاب‌آوری کم و خیلی کم ۵۲/۲۹ درصد سازه با خطر جدی مواجه می‌شوند که بیشتر از نصف سازه‌های منطقه یک شهرداری تهران را شامل می‌شود. در این شدت از زلزله تقریباً تمامی بافت‌های روستایی از جمله ده دربند، ده امامزاده قاسم، ده درآباد، ده جماران، ده دزاشیب، ده سوهانک، ده چیذر، ده ازگل، ده اوین و ده تجریش در دامنه تاب‌آوری خیلی کم قرار می‌گیرد. در زلزله‌ای با شدت ۹ ریشتر، سازه‌هایی که در دامنه تاب‌آوری خیلی زیاد، زیاد و متوسط قرار دارند ۳۲/۵۲ درصد سازه‌های منطقه یک می‌باشند در مقابل دو دامنه تاب‌آوری کم و خیلی کم ۶۷/۴۵ درصد سازه منطقه را به خود اختصاص می‌دهند که بیشترین این سازه‌ها در نواحی ۱، ۳، ۴، ۵ و ۸ منطقه قرار دارند. در صورت وقوع زلزله‌ای با شدت ۹ ریشتر تقریباً دوسوم سازه‌های منطقه با تاب‌آوری کم و آسیب‌پذیری جدی مواجه می‌شوند. شکل(۷) میزان تاب‌آوری سازه‌های شهری منطقه یک شهرداری تهران را در سناریوهای مختلف زلزله به‌صورت نمودار نشان می‌دهد.



شکل۷. میزان تاب‌آوری سازه‌های منطقه۱ تهران در زلزله‌ی با شدت‌های ۶، ۷، ۸ و ۹ریشتر

بحث و نتیجه‌گیری

کشور ایران با قرارگیری در کمربند لرزه‌خیز آلپ - هیمالیا در معرض خطر زمین‌لرزه‌های بزرگ و شدید می‌باشد. در این میان شهر تهران و به‌ویژه منطقه یک شهر تهران به‌واسطه موقعیت جغرافیایی و زمین ساختی، گسل‌های فعال متعدد، استفاده از مصالح کم‌دوام، عرض معابر کم و رشد غیراصولی شهر در حریم گسل‌ها و اراضی ناپایدار از تاب‌آوری کمی در برابر بحران زلزله برخوردار است، لذا برنامه‌ریزی برای مقابله با این مخاطر امری حیاتی محسوب می‌شود. با توجه با اینکه تحلیل و افزایش تاب‌آوری سازه‌های شهری در برابر سوانح طبیعی در مسیر نیل به آرمان توسعه پایدار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، پژوهش حاضر درصدد است تا میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه یک شهر تهران را در برابر شدت‌های مختلف زلزله سنجش و ارزیابی نماید و به اولین گام برنامه‌ریزی برای مقابله با بحران زلزله یعنی شناسایی میزان تاب‌آوری جامع شهری دست یابد. برای رسیدن به این هدف، ۱۰ شاخص اصلی به همراه ۴۷ زیر معیار مؤثر در تاب‌آوری منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله در قالب مدل‌های برنامه‌ریزی و تلفیقی چون ANP وزن‌دهی شدند. لایه‌های انتخابی در محیط GIS ترکیب و نهایتاً نقشه تاب‌آوری کلی منطقه پیش از زلزله تهیه گردید. نتایج نقشه تاب‌آوری کلی منطقه حاصل از تلفیق لایه‌ها مؤثر براساس نتایج تحلیل شبکه‌ی(ANP) نشان می‌دهد که دامنه تاب‌آوری خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم به ترتیب ۲۱/۶۹، ۱۱/۴۱، ۲۶/۵۷، ۲۹/۱۸ و ۱۱/۳۱ درصد از سازه‌های منطقه قرار دارند. نتایج حاصل از نقشه تاب‌آوری کلی منطقه صرفاً سنجش میزان تاب‌آوری براساس نظرات کارشناسان خبره می‌باشد که با استفاده از مدل (ANP) مورد تحلیل قرار گرفته است. برای اینکه سنجشی واقعیت تر از وضعیت تاب‌آوری منطقه ارائه شود معیارهای مؤثر در تاب‌آوری محدوده مورد مطالعه که با استفاده از نظرات کارشناسان خبره

Archive of SID

www.SID.ir

به کمک تحلیل شبکه‌ی(ANP) در محیط GIS مدل‌سازی شده بود جهت اعمال سناریوهای زلزله در شدت‌های مختلف فازی‌سازی شد. در نهایت سناریوهای زلزله در شدت‌ها مختلف بر روی آن اعمال گردید. نتایج حاصل از اعمال سناریوی ۶ ریشتری نشان می‌دهد که بیشترین سازه‌هایی که در منطقه یک شهرداری تهران از تاب‌آوری کمی برخوردارند به ترتیب نواحی ۴، ۸، ۲، ۳، ۹، ۵، ۱۰، ۷، ۱ و ۶ می‌باشند. بیشترین این سازه‌ها در قسمت جنوبی ناحیه چهار در محله کامرانیه و در قسمت شمالی ناحیه هشت در محله دزاشیب قرار دارند. طراحی سناریوی ۷ ریشتری نشان می‌دهد که بیشتر سازه‌ها با تاب‌آوری کم به ترتیب در نواحی ۳، ۴، ۸، ۲، ۵، ۷، ۱، ۶، ۹ و ۱۰ منطقه یک شهرداری تهران قرار گرفته‌اند، بیشترین این سازه‌ها در قسمت شمال ناحیه سه در محله دربند، جنوب ناحیه چهار محله کامرانیه، مرکز ناحیه ۵ قسمت شمالی محله کاشانک و شمال ناحیه هشت محله دزاشیب قرار دارند. اعمال سناریوی ۸ ریشتر حاکی از آن دارد که بیشترین سازه‌ها با تاب‌آوری کم به ترتیب در نواحی ۴، ۸، ۲، ۳، ۵، ۶، ۷، ۱، ۹ و۱۰ منطقه یک شهرداری تهران می‌باشند. بیشترین این سازه‌ها در بافت‌های روستایی از جمله ده دربند، ده امامزاده قاسم، ده درآباد، ده جماران، ده دزاشیب، ده سوهانک، ده چیذر، ده ازگل، ده اوین و ده تجریش قرار گرفته‌اند. در زلزله‌ای با شدت ۹ ریشتر ۶۷ درصد سازهای شهری منطقه یک تهران با تاب‌آوری خیلی کم و آسیب‌پذیری جدی روبه‌رو خواهند شد که بیشترین این سازه‌ها به ترتیب در نواحی ۱، ۳، ۴، ۵، ۸، ۲، ۹، ۷، ۶ و ۱۰ منطقه قرار دارند. با توجه به قابلیت اجرایی نتایج این پژوهش در تاب‌آور نمودن منطقه، سازمان‌های متولی به‌صورت آگاهانه و با استفاده از روش‌های اصولی برنامه‌ریزی می‌توانند با تاب‌آور نمودن منطقه تا حد زیادی از خسارت‌های جانی و مالی در برابر آسیب ها ناشی از زلزله بکاهند. در راستای یافته‌های پژوهش، اجرای پیشنهادها زیر می‌تواند در افزایش تاب‌آوری منطقه یک شهردار تهران مؤثر واقع شوند:

- اعمال قوانین در جهت مقاوم‌سازی ساختمان‌های فرسوده و افزایش ضریب ایمنی در ساخت‌وسازهای جدید به‌ویژه در بافت‌های فرسوده ولنجک، کاشانک، قیطریه و سوهانک؛
- عملیاتی کردن طرح تجمیع قطعات ساختمانی به‌منظور افزایش مساحت ساختمان‌ها و کاهش تراکم ساختمانی؛
- مطالعه و بررسی میزان تاب‌آوری سازه‌های شهری در هنگام وقوع زلزله و تهیه نقشه‌های آسیب‌پذیری در راستای شناسایی و برنامه‌ریزی جهت کاهش خسارات ناشی از زلزله.
- استفاده از دانش، نوآوری و آموزش برای ایجاد فرهنگ امنیت و تاب‌آوری در محدوده‌ی مجموعه‌ی شهری.
- تعریض معابر دربافت‌های روستایی ده دربند، ده امامزاده قاسم، ده درآباد، ده جماران، ده دزاشیب، ده سوهانک، ده چیذر، ده ازگل، ده اوین و ده تجریش به‌منظور حل مشکل دسترسی در مواقع بروز بحران.

منابع

آئین‌نامه ۲۸۰۰ (۱۳۸۴). "طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله- آئین کار". *موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.*

داداش‌پور، هاشم؛ عادلی، زینب (۱۳۹۴). "سنجش ظرفیت‌های تاب‌آوری در مجموعه‌ی شهری قزوین". *دو فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران*، شماره هشتم، صص۸۴-۷۳.

رضایی، محمدرضا (۱۳۸۹). "تبیین تاب‌آوری اجتماعات شهری به‌منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی(زلزله)؛ مطالعه موردی: کلانشهر تهران". رساله دکتری، اساتید راهنما دکتر مجتبی رفیعیان و دکتر علی عسگری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه مدرس.

رضایی، محمدرضا؛ رفیعیان، مجتبی؛ حسینی، سید مصطفی (۱۳۹۴). "سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری در برابر زلزله (مطالعهٔ موردی: محله-های شهر تهران)". *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، دوره۴۷، شماره ۴، صص۶۰۹-۶۲۳.

رضایی، محمدرضا؛ سرائی، محمدحسین؛ بسطامی نیا، امیر (۱۳۹۵). "تبیین و تحلیل مفهوم «تاب‌آوری» و شاخص‌ها و چارچوب‌های آن در سوانح طبیعی". *فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران*، دوره ششم، شماره اول، صص۴۶-۳۲.

رمضان زاده لسبویی، مهدی (۱۳۹۲). "ساختار اجتماعی- اقتصادی تاب‌آوری ساکنان نواحی روستایی در برابر بلایای طبیعی با تأکید بر سیلاب". پایان‌نامه، استاد راهنما دکتر سید علی بدری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

سادین، حسین؛ میرزاعلی، محمد؛ کوثری‌صفا، معصومه (۱۳۹۶).

Archive of SID

www.SID.ir

"تحلیل خطر و خسارات زمین‌لرزه‌ی مناطق روستایی با استفاده از روش‌های AHP و GIS، مطالعه موردی: دهستان ابرشیوه ی دماوند". *دو فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران*، شماره ۱۱، صص ۱۰۴- ۹۳.

ساسان پور، فرزانه؛ موسی‌وند، جعفر (۱۳۸۹). "تأثیر عوامل انسان‌ساخت در تشدید پیامدهای مخاطرات طبیعی در محیط‌های کلان‌شهری با کاربرد منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی". *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، جلد ۳، شماره ۱۶، صص ۵۰- ۲۹.

سایت شهرداری تهران (۱۳۹۵).

http://region1.tehran.ir

سلمانی مقدم، محمد؛ امیر احمدی، ابوالقاسم؛ کاویان، فرزانه (۱۳۹۳). "بررسی نقش برنامه‌ریزی کاربری اراضی در بهبود تاب‌آوری لرزه‌ای جوامع شهری (نمونه‌ی موردی شهر سبزوار)". *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، سال ۵، شماره۱۷، صص۱۷-۳۴.

سمائی، مقداد؛ برزگری، امیر؛ قویمی‌پناه، محمدرضا؛ جعفری، فرهاد؛ شامی، ابوالفضل (۱۳۹۶). "شبیه‌سازی سناریوهای محتمل رخداد زمین‌لرزه در تهران". *علوم زمین*، سال ۲۶، شماره ۱۰۳، صص ۱۵۶- ۱۴۱.

شکری فیروزجاه، پری (۱۳۹۶). «تحلیل فضایی میزان تاب‌آوری مناطق شهر بابل در برابر مخاطرات محیطی»، نشریه علمی پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی، سال ۲، شماره ۲، صص ۴۴- ۲۷.

عشقی چهاربرج، علی (۱۳۹۰). "ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهر با مدل Fuzzy AHP به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS (نمونه موردی منطقه ۳ شهرداری تهران)". پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی دکتر علی شماعی و سید موسی پورموسوی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی تهران.

عیسی‌لو، شهاب‌الدین؛ لطیفی، غلامرضا؛ گودرزی، وحید (۱۳۹۵). "ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی بافت منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله احتمالی با استفاده از روش IHWP و سیستم GIS". *اطلاعات جغرافیایی (سپهر)*، دوره ۲۵، شماره ۱۰۰، صص ۸۷- ۷۳.

فرزادبهتاش، محمدرضا؛ کی‌نژاد، محمدعلی؛ پیربابایی، محمدتقی؛ عسگری، علی (۱۳۹۲). "ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز". *نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی*، دوره ۱۸، شماره ۳، صص۴۲-۳۳.

قائدرحمتی، صفدر؛ قانعی بافقی، روح اله (۱۳۹۱). "تحلیل تأثیر گسترش فضایی شهر تهران در افزایش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله (دوره زمانی: گسترش فیزیکی ۲۰۰ سال اخیر)". *تحقیقات جغرافیایی*، سال ۲۷، شماره ۲، صص۱۸۲۴۰-۱۸۲۱۸.

محمدی سرین دیزج، مهدی؛ احدنژاد روشتی، محسن (۱۳۹۵). "ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی شهری در برابر مخاطره زلزله موردمطالعه: شهر زنجان". *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، سال سوم، شماره ۱، صص ۱۰۳ - ۱۱۴.

ملکی، سعید؛ امانپور، سعید؛ صفایی‌پور، مسعود؛ پورموسوی، سیددانا؛ مودت، الیاس (۱۳۹۶). "ارزیابی طیف تاب‌آوری کالبدی شهرها در برابر زلزله با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی، نمونه موردی شهر ایلام". *نشریه علمی پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی*، سال ۲، شماره ۱، صص ۲۰- ۹.

مهندسین مشاور بافت شهر (۱۳۸۴). "تهیه الگوی توسعه و طرح تفصیلی منطقه و همکاری با شهرداری منطقه ۱ (الگوی توسعه منطقه ۱)". مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهری تهران.

Alexander, D.E. (2013). "Resilience and Disaster Risk Reduction: An Etymological Journey". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, nhess- 13, 2707–2716.

Alexander. D. (2011). "Resilience Against Earthquakes: Some Practical Suggestions for Planners and Managers", Vol. 13, No. 2, PP109-115.

Bastaminia, A., Rezaie, MR., Tazesh, Y., Dastoorpoor, M. (2016). "Evaluation of Urban Resilience to Earthquake A Case Study: Dehdasht City". *International Journal of Ecology & Development*, Volume 31, Issue Number4

Berke, P., Smith, G., and Lyles, W. (2012), "Planning for Resiliency: Evaluation of State Hazard Mitigation Plans under the Disaster Mitigation Act". *Nat. Hazards Rev*. pp: 139-149.

Berkes, F. (2007). "Understanding

Archive of SID

www.SID.ir

Uncertainty and Reducing Vulnerability: Lessons from Esilience Thinking". *Natural Hazards* 41: 283-295.

Buckle.P, Graham. M and Syd S. (2000). "New Approaches to Assessing Vulnerability and Resilience", *Australian Journal of Emergency Management* 2000 (2000), pp. 8–14.

Campbell,K.W. (1981). "Near Source Attention of Peak HorizontalAcceleration", Bulletin, *Seismological Society of America*, 1981.

Cutter, S.L. (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.

Cutter, S.L. et al. (2007). "The US Hurricane Coasts: Increasingly Vulnerable?", *Environment* 47 (7) (2007), pp. 8–20.

Cutter, Susan L., Burton, Christopher G., and Emrich, Christopher T, (2010). "Disaster Resilience Indicators for Benchmarking Baseline Conditions*". Journal of Homeland Security and Emergency Management:* Vol. 7: Iss. 1, Article 51.

Dong, Laigen, Jie Shan. (2013). "A Comprehensive Review of Earthquake Induced Building Damage Detection with Remote Sensing Techniques", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 84 (2013), PP 85–99,www.elsevier.com/locate/isprsjprs.

Dutta, V. (2012). "War on the Dream, How Land use Dynamics and Peri-urban Growth Characteristics of a Sprawling City Devour the Master Plan and Urban Suitability". *A Fuzzy Multi-criteria Decision Making Approach, proceeded In 13th Global Development Conference* "Urbanisation and Development: Delving Deeper into the Nexus",Budapest,hungary.

Godschalk, D. (2003). "Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities". *Natural Hazards Review*, 4, 136–143.

International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC). (2010). World Disaster Report (WDR). available on: http://www.ifrc.org/en/publications-and-reports/world-disasters-report/wdr2010.

Jha, K., Miner, W. Geddes, S. (2012). "Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice". *The world Bank* , pp. 155.

Kärrholm, M., Nylund, K., Fuente, P. (2014), "Spatial Resilience and Urban Planning: Addressing the Interdependence of Urban Retail Areas", Cities, Volume 36, 121–130.

Klein, R.J. N and Thomalla, F. (2003). "Resilience to Natural Hazards: How Useful is this Concept"?, Environmental Hazards 5 (1–2), pp. 35–45.

León, J., March, A. (2014). "Urban Morphology as a Tool for Supporting Tsunami Rapid Resilience: A Case Study of Talcahuano", Chile, *Habitat International*, Volume 43, July 2014, Pages 250–262.

Manyena, S.B. (2006). "The Concept of Resilience Revisited", *Disasters* 30 (4) (2006), pp. 433–450.

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*, 22- 28 July 2007, Munich, 2007.

Meerow, Sara, Joshua P. Newell, Melissa Stults. (2016). "Defining Urban Resilience: A Review", *Landscape and Urban Planning* 147 (2016), PP 38–49

Mileti, D.S. (1999). "Disasters by Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States", *Natural hazards and Disasters, Joseph Henry Press*, Washington, DC (1999).

Milutinoric Zoran. V, Trenda filoski Goran. S. (2003). "An Advanced Approach to Earthguake Risk-Scenarios With Applications to Diffevent European Tows". *RISK- UE- Evk4-CT*-2000- 00014.

Min Xu, C., Hao Zhang, J., Kaneyuki N.,

Archive of SID

www.SID.ir

Qisheng He, J., Chaoyi Chang, Y., and Mengxu, Gao, X. (2010). "Change Detection of an Earthquake Induced Barrier Lake Based onRemote Sensing Image Classification". *International Journal of Remote Sensing*.31(13), pp3521-3534.

Mohajer Ashjai, A., & Nowroozi, A.A. (1978). "Observed and Probable Intensity Zoning of Iran Tectonophysics", Vol.49, pp.249-260. 1978.

Pelling, M. (2003). "The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience". *Earthscan*, London (2003).

Rose, A. (2004). "Defining and Measuring Economic Resilience to Disasters". *Disaster Prevention and Management*, 13, pp.307–314.

Sharifi, A., Yamagata Y. (2014). "Resilient Urban Planning": *Major Principles and Criteria,*

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.

Tompkins EL, Adger WN. (2004). "Does Adaptive Management of Natural Resources Enhance Resilience to Climate Change?". *Ecology and Society* 9, 2, pp.10. [online] URL: http://www. Ecologyandsociety. org/vol9/iss2/art10.

United Nation Habitat Program. (2014). "A New STRATEGY OF SUSTainable Neighborhood Planning: Five Principles". *Urban Planning Discussion Note* Available on:www.http://unhabitat.org/a-new-strategy-of-sustainable neighborhood-planning-five-principles/

United Nations Climate Change Conference (COP21). (2015). "Climate Change and Natural Disasters Displace Millions". *Affect Migration Flows*. December 10, Paris. available on: http://www.migrationpolicy.org/article

Usamah, M., Handmer, J., Mitchell, D., Ahmed, I. (2014). "Can the Vulnerable be Resilient? Co-Existence of Vulnerability and Disaster Resilience: INFORMAL Settlements in the Philippines". *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 10, Part A, Pages 178–189.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir