فصلنامه علمی-پژوهشی
نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی
سال سیزدهم، شماره دوم، بهار ۱۴۰۰

تبیین عوامل مؤثر بر تاب آوری تکاملی شهری در برابر زلزله (موردپژوهش: شهر زنجان)

بهناز عبادالله زاده ملکی

دانشجوی دکتری شهرسازی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

زهرا سادات سعیده زرآبادی[۱]

دانشیار گروه شهرسازی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

سعید پیری

استادیار گروه معماری، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

محمدرضا فرزاد بهتاش

استادیار گروه شهرسازی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۱ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۱۱/۲۸

چکیده

مروری بر تجارب بلایای طبیعی از جمله زلزله نشان می‌دهد که زلزله به‌خودی‌خود باعث تخریب نمی‌شود بلکه این انسان‌ها هستند که میزان آسیب وارده توسط زلزله را مشخص می‌کنند. با توجه به عدم کارایی رویکردهای مبتنی بر آسیب‌پذیری در زمان پس از زلزله، دیدگاه‌های جدید بر رویکرد تاب‌آوری تکاملی تأکید دارند؛ اما مسئله اساسی تعدد و تنوع شاخص‌ها با روابط پیچیده و شبکه‌ای و در نتیجه دشوار بودن فرایند ارزیابی آن است که لزوم استفاده از مدل‌های متناسب را ضروری می‌سازد. پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی است و به تحلیل روابط علی و معلولی بین شاخص های تاب آوری تکاملی شهری در برابر زلزله در شهر زنجان، با توجه به موقعیت این شهر نسبت به گسل های اطراف آن پرداخته است تا عوامل کلیدی و تأثیرگذار در تاب آوری این شهر مشخص گردد. بدین منظور، پس از بررسی متون و استخراج شاخص ها ابتدا با استفاده از روش دلفی دو مرحله‌ای از طریق نمونه‌گیری‌های هدفمند و متوالی، ۲۷ پرسشنامه در قالب ماتریس ۴۰*۴۰ توسط مدیران و کارشناسان شهرداری زنجان تکمیل گردید و در ادامه با استفاده از تحلیل تفسیری ساختاری پارامتری با استفاده از نرم‌افزار میک مک، روابط علی و معلولی و عوامل کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری شهری شناسایی شد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که شاخص‌های مرتبط با عوامل نهادی و شبکه ارتباطی به‌عنوان شاخص‌های تأثیرگذار و کلیدی در تاب آوری شهر زنجان عمل می‌کنند و می‌توان با ارتقای وضعیت این دسته از شاخص‌ها به علت تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها بر سایر شاخص‌ها در شبکه روابط علی- معلولی میزان نهایی تاب‌آوری را بهبود بخشید.

واژگان کلیدی: تاب‌آوری تکاملی، تحلیل تفسیری-ساختاری پارامتری، شهر زنجان، زلزله

۱- (نویسنده مسئول) Zarabadi.s@gmail.com

مقدمه

بلایای طبیعی همواره به عنوان پدیده‌ای تکرارشونده در طول حیات بشر وجود داشته و علیرغم پیشرفت‌های دانش بشری در بسیاری از زمینه‌ها کماکان به عنوان پدیده‌ای مهارنشدنی تلقی می‌شوند (Behzadfar et al, 2017: 81). در میان این بلایا، زلزله با توجه به ماهیت آن و ویژگی‌هایی نظیر غیرقابل پیش‌بینی بودن و آنی بودن (Sharifzadegan and Fatahi, 2008: 112) از جایگاه مهمی برخوردار است. بررسی زلزله‌های به وقوع پیوسته در کشورهای مختلف و میزان آسیب‌ها و تلفات این مهم را نشان می‌دهد که زلزله به‌خودی‌خود باعث تخریب نمی‌شود بلکه این انسان‌ها و محیط های انسان‌ساخت هستند که میزان آسیب وارده توسط زلزله را مشخص می‌کنند زیرا مکان‌های مختلف در برابر این پدیده آسیب‌پذیری متفاوتی دارند (Sharifnia,2012: 8). از سوی دیگر گسترش شهرها، اگرچه سبب ایجاد تسهیلات زیادی می شود ولی در عین حال، عامل تشدید کننده بحران نیز می باشد که با توجه به اهمیت جوامع انسانی، در صورت عدم مدیریت و برنامه ریزی صحیح، می تواند تبدیل به تهدید گشته و سبب ایجاد اختلال در عملکردهای شهری شود. رویکردهای سنتی برای مدیریت بحران‌های ناشی از زلزله بر کاهش آسیب‌پذیری کالبدی شهرها استوارند؛ حال آنکه پژوهش‌های متأخر نشان می‌دهد که این رویکرد نمی‌تواند پاسخگوی برنامه‌ریزی برای سیستم پیچیده شهر به‌خصوص در مرحله‌ی پس از وقوع بحران باشد؛ بر همین اساس، امروزه در سطح جهانی، تغییرات چشم گیری در نگرش به مخاطرات دیده می شود بطوریکه دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب پذیری به افزایش تاب آوری در برابر سوانح، تغییر پیدا کرده است (Ziyari et al,2018:2) و شناخت این واقعیت که نمی توان از همه این تهدیدها اجتناب کرد، منجر به گسترش مفهوم تاب آوری شهری شده است (Moarrab et al,2018:2). زیرا تحقق مفهوم تاب آوری و ایجاد و تقویت پایداری در شهرها بسیار کارآمد تر از راه حل های حاصل از تحولات فناوری و بهره گیری از مصالح مدرن است و با درکی بهتر از مفهوم تاب آوری، می توان فضایی بهینه و کارآمدتر را به شهروندان امروز در جهت کاهش ریسک خطرات و بهبود کیفیت زندگی، فراهم نمود. در واقع تاب آوری به دلیل پویا بودن شهرها و آسیب پذیری آنها در برابر مخاطرات، نوعی آینده نگری محسوب شده و به گسترش گزینش های سیاسی برای رویارویی با عدم قطعیت و تغییر، کمک می کند که در صورت افزایش تاب آوری در برابر سوانح، می تواند به ایجاد ظرفیت سازگاری و پایداری، منجر شود.

روش سنتی تفکر تاب آوری، به طور ضمنی یک وضعیت پایدار جهانی را متصور است که تلاش می شود تا هرچه سریعتر به وضعیت قبلی پس از اغتشاش برگردیم. اما رویکرد تکاملی کل ایده تعادل را به چالش می کشد و طرفداری از آن دارد که ممکن است ماهیت خود سیستم ها با گذشت زمان یا با یک اختلال بیرونی تغییر کند که در این زمینه، ظرفیت خود سازماندهی سیستم ها باید مورد بررسی قرار گیرد(Folke et al, 2010:4). در واقع، گام کلیدی در رویکرد تکاملی، تغییر نگاه به سازگار شدن با اختلالات از نگرش بازیابی به نگرش انطباق و خودسازماندهی است. چالش در این شرایط جدید تقویت ظرفیت سیستم ها برای حمایت از توسعه اجتماعی و اقتصادی است و این به معنای تلاش برای حفظ حالت های مطلوب و ظرفیت سیستم در مواجهه با تغییرات مداوم

و تدریجی است. مرور پژوهش های انجام شده نیز نشان می دهد که سیاست های مدیریت بحران و کاهش آسیب پذیری شهرها باید با ماهیت آنها به عنوان یک سیستم پیچیده و منسجم، متناسب باشد تا نتیجه مطلوب حاصل شود. با توجه به مطالب فوق، اهمیت موضوع تاب آوری شهری در شهرها با پتانسیل آسیب پذیری بالا در برابر زلزله می‌تواند بیش از سایر مناطق مورد توجه قرار گیرد. در این راستا، بررسی ها در شهر زنجان نشان می دهد که سراسر استان در زمره مناطق با پهنه های شتاب بالا و احتمال وقوع زمین لرزه های متوسط به بالا قرار دارد. بستر طبیعی بافت کنونی شهر زنجان در معرض گسل های اصلی و حتی فرعی شناخته شده قرار دارند. جمعیت بالای شهر و به-تبع آن استفاده‌کنندگان زیاد از فضاهای شهری، تراکم بالای جمعیتی، معابر باریک و پر ازدحام در مجاورت فضاهای اصلی شهر، فرسودگی کالبدی بناهای پیرامونی فضاهای شهری و بافت‌های اطراف آن و غیره باعث شده است تا لزوم بررسی پدیده زلزله با رویکردهای نوین ضرورت یابد. لذا هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی عوامل مؤثر بر تاب آوری تکاملی شهر زنجان در برابر زلزله و کشف روابط علی-معلولی بین معیارها و شاخص های آن می باشد.

این پژوهش ازنظر هدف کاربردی است و با توجه به بررسی شهر زنجان به‌عنوان موردمطالعه، در دسته پژوهش‌های موردپژوهی قرار می‌گیرد. مدل تحلیلی مورداستفاده در این پژوهش، تحلیل تفسیری- ساختاری پارامتری می‌باشد و بر این اساس پژوهش بر پایه مدل‌های کمی استوار است. در این پژوهش از روش دلفی دومرحله‌ای جهت جمع‌آوری داده‌های اولیه مبتنی بر نظر گروه‌های خبرگان استفاده شده است. نمونه‌گیری به صورت هدف‌مند و متوالی صورت گرفته است. بدین ترتیب که فرایند نمونه‌گیری آنقدر ادامه می‌یابد تا نظرات گروه خبرگان همگرا و همگن شود و حجم نمونه با این فرایند ۲۷ نفر تعیین گردید که رقم قابل قبولی است؛ چرا که در پژوهش‌های مختلف بین ۱۴-۲۰ نفر خبره به‌عنوان کارشناس انتخاب می‌شوند. ویژگی‌های عمومی و مشخصات کلی این گروه خبرگان در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های عمومی گروه خبرگان

تحصیلات	فراوانی	فراوانی نسبی	جنسیت	فراوانی	درصد فراوانی نسبی	سابقه کار	فراوانی	درصد فراوانی نسبی
کارشناسی	۹	۳۳	مرد	۱۲	۴۵	کمتر از پنج سال	۶	۲۲
کارشناسی ارشد	۱۴	۵۲	زن	۱۵	۵۵	۵-۱۰ سال	۸	۳۰
دکترا	۴	۱۵				۱۰-۱۵ سال	۹	۳۳
جمع	۲۷	۱۰۰	جمع	۲۷	۱۰۰	بالاتر از ۱۵ سال	۴	۱۵
						جمع	۲۷	۱۰۰

Source: Authors

با توجه به اینکه پرسش‌نامه استانداری درباره سنجش تاب‌آوری تکاملی وجود ندارد به‌منظور آن‌که پرسش‌نامه طراحی شده دارای روایی مناسب باشد؛ تنها از شاخص‌های پرتکرار در ادبیات نظری استفاده شده است. این تکرار شاخص‌ها در پژوهش‌ها و مقالات مختلف حاکی از یک اجماع نظر ضمنی درباره آن‌ها است. پس از تعیین معیارها و شاخص‌های تعیین‌کننده تاب‌آوری تکاملی شهری در مرحله اول دلفی این شاخص‌ها در اختیار گروه خبرگان قرار گرفت تا روایی آن‌ها با توجه به شرایط بومی شهر زنجان نیز تأیید گردد که بر این اساس تعدادی از شاخص‌ها حذف و تعدادی نیز اضافه گردید. بدین ترتیب می‌توان گفت که مرحله اول دلفی به تأیید شاخص‌های برآمده از

مبانی نظری و ادبیات پژوهش و تعیین اولیه رابطه بین متغیرها به‌صورت ناپارامتری (وجود رابطه = ۱، عدم وجود رابطه= ۰) می‌پردازد و در مرحله دوم دلفی، تشکیل ماتریس شدت روابط مستقیم (عدم وجود رابطه= ۰، رابطه ضعیف= ۱، رابطه متوسط= ۲، رابطه قوی= ۳) در دستور کار قرار می‌گیرد. در ادامه فرایند تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از دلفی دو مرحله‌ای، داده‌ها در نرم‌افزار میک مک تشریح می‌شود.

در زمینه تاب‌آوری پژوهش‌ها متعدد داخلی و خارجی انجام شده است. با توجه به اینکه هدف این پژوهش تحلیل روابط پیچیده بین شاخص‌های متعدد اثرگذار بر تاب‌آوری تکاملی و تعیین عناصر کلیدی است؛ پیشینه این پژوهش با رویکرد استخراج معیارها و شاخص‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مرور پژوهش‌ها حاکی از بررسی ابعاد مختلف تاب‌آوری در جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی- محیطی است که هر یک از این ابعاد دارای معیارها و شاخص‌های گوناگون می‌باشند.

اگنلر[1] و همکاران (۲۰۱۸)، در مطالعه‌ای، تاب‌آوری در برابر خطرات محیطی را از نظر مفاهیم مورد بررسی قرار دادند و در تحلیل‌های خود به این نتیجه رسیدند که سیستم پس از آشفتگی، توانایی بازگشت به حالت اولیه را ندارد و این نشانگر تغییر به حالت تعادل دیگری است. سترک، ون دلیمپوت و پیترز[2] (۲۰۱۷)، در مقاله‌ای مفهوم تاب‌آوری را در سیستم‌های اجتماعی- زیست‌محیطی مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که تاب‌آوری ماهیت چندبعدی سیستم‌های اجتماعی – اکولوژیکی و وابستگی متقابل و برهم‌کنش بین عوامل را تأیید می‌کند. انگلر و آلن[3] (۲۰۱۶) تأکید خود را درزمینه تاب‌آوری بر روی عوامل حکمروایی شهری و عوامل نهادی قرار داده‌اند و بر کارایی و اثربخشی مدیریت شهری قرار داده‌اند و در تکمیل آن الکساندر[4] (۲۰۱۳) بر مشارکت شهروندان و تمرکززدایی از تصمیم‌گیری تأکید دارند. فرزاد بهتاش و همکاران (۲۰۱۳)، تاب آوری را معیاری برای سنجش توانایی سیستم برای جذب تغییرات و سازماندهی مجدد معرفی کردند و ۷ بعد کاهش خطرات، زیرساختی، ساختاری- کالبدی، اقتصادی، محیط زیستی، اجتماعی- فرهنگی و مدیریتی را برای ارزیابی تاب آوری شهری معرفی نموده‌اند.

با توجه به ادبیات نظری و سایر پژوهش‌های متأخر می‌توان مهم‌ترین معیارها و شاخص‌های تاب‌آوری تکاملی را به‌صورت جدول ۲ صورت‌بندی نمود.

جدول۲. معیارها و شاخص های مورد استفاده در تحقیق

مؤلفه	معیار	شاخص
میزان بازخورد (آمادگی اجزای مختلف سیستم در شرایط بحرانی)	شیب، فاصله از عوامل طبیعی خطرآفرین	مناسب بودن شیب (F1)، فاصله از مسیل (F2)، فاصله از گسل (F3)
	یکپارچگی مدیریت	میزان مشارکت نهادهای مرتبط (F4)
	دوری از کاربری‌های خطرآفرین	میزان فاصله از کاربری‌های صنعتی و کارگاهی (F5)، میزان فاصله از پمپ‌بنزین (F6)
	کاربری‌های امدادی	دسترسی به آتش‌نشانی (F7)، دسترسی به ایستگاه پلیس (F8)، دسترسی به کاربری درمانی (F9)

[1] -Agneler
[2] - Sterk, van de Leemput & Peeters
[3]- Angeler & Allen
[4]- Alexander

	تراکم ساختمانی، تراکم جمعیتی	سطح اشغال بافت مجاور فضای شهری (F10)، تراکم ساختمانی (F11)، تراکم جمعیتی (F12)	
	وجود راه‌های اصلی و شریانی، امکان برقراری ارتباط با مناطق مجاور	سطح عملکرد شبکه (F13)	
	وضعیت آگاهی نهادها و شهروندان در ارتباط با مدیریت بحران	میزان عناصر کالبدی ایجادکننده حس تعلق در شهروندان (F14)، میزان مشارکت افراد در شکل‌دهی به فضای شهری (F15)، میزان آگاهی نهادی استفاده‌کنندگان از فضاهای شهری (F16)، میزان آموزش شهروندان توسط نهادهای مرتبط (F17)، میزان نظارت نهادی بر ساخت و بناها (F18)	
افزونگی (وجود اعضای جایگزین)	توزیع مناسب فضای سبز	فاصله از فضاهای باز و سبز (F19)	
	دسترسی به راه‌های اصلی	میزان دسترسی به شریان‌های اصلی (F20)، سطح عملکرد شبکه (F21)	
	تنوع اجتماعی و زیرساختی	میزان تنوع زیرساخت‌ها (F21)، میزان تنوع مراکز کاری و اشتغال (F22)، میزان تنوع استفاده‌کنندگان از فضا (F23)	
استحکام و ثبات (مقاومت سیستم در برابر شوک‌ها	استحکام زیرساخت‌ها	میزان استحکام زیرساخت‌ها (F24)	
	مساحت بافت فرسوده	سطح فرسودگی فضای شهری (F25)	
	استحکام بناها	وضعیت عمر ساختمان (F26)	
	مکان‌یابی صحیح توده‌های ساختمانی و محورهای حمل‌ونقل	وضعیت توده و فضا (F27)	
تنوع (گنجاندن اجزای مختلف در سیستم)	تنوع پهنه‌های عملکردی	میزان تنوع کاربری‌ها (F28)	
	فضاهای چندمنظوره	میزان وجود فضاهای چندمنظوره (F29)	
	اختلاط کاربری‌ها	میزان اختلاط کاربری‌ها (F30)	
	فضای سبز و باز شهری	میزان تنوع فضاهای سبز و باز (F31)	
ارتباط و همکاری (تعامل و روابط وسیع در سیستم)	بافت شهری پیوسته	میزان پیوستگی فضا و بافت اصلی شهر (F32)	
	نفوذپذیری پهنه شهری	میزان نفوذپذیری (F33)	
	ارتباطات سازمانی	میزان ارتباطات سازمانی (F34)، میزان ارتباط نهادهای ملی و محلی (F35)	
	تبادل اطلاعات	میزان تبادل اطلاعات نهادی (F36)، میزان ارتباط استفاده‌کنندگان از فضا و نهادهای مربوطه (F37)	
	ارتباطات فضایی	میزان سهولت ارتباطات فضایی (F38)، هماهنگی کالبد و بستر طبیعی (F39)، میزان هماهنگی برنامه‌ها و ویژگی‌های بومی (F40)	

Source: Authors based on: Angeler et al, 2018; Sharifi and Yamagata, 2016; Davoudi et al, 2013; Suarez et al, 2016; Nop and Thornton, 2019; Sundstrom et al, 2018; Sterk et al, 2012; Xiaoling and Huan (2018); Kabir et al, 2018;

رویکرد نظری و مفهومی تحقیق

تاب‌آوری یک مفهوم چندبعدی است که اغلب در طیف گسترده‌ای از رشته‌ها، شیوه‌ها و بخش‌ها استفاده می‌شود و به یک مفهوم مرزی در علوم مختلف، تبدیل شده است (Angeler et al 2018: 545). نظری اجمالی بر توسعه نظری تاب‌آوری نشان می‌دهد؛ این مفهوم که زمانی به معنی مستقیم و واحد بکار می‌رفت؛ اکنون به مفهومی پیچیده و چندمنظوره تبدیل شده است و دارای روابطی پیچیده و متفاوت است؛ بنابراین مفهوم تاب‌آوری هم‌اکنون با تنوع بیشتر در علوم مختلف و امور مرتبط با تعاملات بین انسان و طبیعت، نظیر آسیب‌پذیری و کاهش سوانح بکار می‌رود و یک توافق وسیع و مشخص روی تعریف آن وجود ندارد (Bundschuh et al, 2017: 2575). به‌طور مثال اویانگ و دوناس[1] (۲۰۱۲) تاب‌آوری را توانایی سیستم در مقاومت در برابر انواع بلایای احتمالی، جذب صدمات اولیه در برابر بلایای طبیعی و بازیابی در وضعیت عملکرد عادی توصیف می‌کنند(Ouyang & Duenas, 2012: 5). بدین ترتیب می‌توان گفت که تأکید اصلی این پژوهشگران بر سه مفهوم «مقاومت»، «جذب» و «بازیابی» است. در تعریفی دیگر آفوات[2] (۲۰۱۵) با تأکید بر سه عنصر «مقاومت»، «پاسخگویی» و «آینده‌نگری»، تاب‌آوری را توانایی

[1] - Ouyang & Duenas
[2] - Ofwat

پیش‌بینی و مقابله با اختلال، به‌منظور حفظ خدمات‌رسانی به مردم و حفاظت از محیط‌زیست در حال حاضر و آینده می‌داند (Ofwat, 2015: 19).

در سال‌های اخیر و با توسعه مفهوم تاب‌آوری به‌عنوان یک مفهوم ترکیبی اکولوژیکی- اجتماعی تعاریف تا حدودی گسترده‌تر شده‌اند. به‌طور نمونه کورتینویس و جنلتی[1] (۲۰۱۹)، میزان یکپارچگی و پایداری سیستم را با تغییرات اکولوژیکی، زیرساختی (در محیط‌های ساخته‌شده) و اجتماعی-اقتصادی را اجزای لازم برای ارزیابی تاب‌آوری می‌داند (Cortinovis and Geneletti, 2019: 3) و ساندستروم و همکاران با تأکید بر مفهوم «سازمان‌دهی مجدد» آن را به‌عنوان یک حالت تعادل جدید تعریف می‌کنند (Sundstrom et al, 2015: 58). بر این اساس می‌توان گفت که به منظور برنامه‌ریزی در برابر مخاطرات طبیعی، دو تغییر در رویکردها و دیدگاه‌ها قابل شناسایی است؛ اول، تغییر دیدگاه‌ها از رویکرد آسیب‌پذیری به رویکرد تاب‌آوری و دوم، تغییر رویکردها در درون پارادایم تاب‌آوری از رویکردهای مهندسی به رویکردهای اکولوژیکی و تکاملی.

رویکرد مهندسی، تاب‌آوری یک سیستم را به‌عنوان مقاومت فیزیکی و ظرفیت آن برای بازگشت سریع به حالت تعادل در صورت عبور از آستانه‌ها، مفهوم‌سازی می‌کند(Lin et al,2018:6). رویکرد اکولوژیکی به تاب‌آوری اذعان می‌کند که شوک‌ها همیشه قابل پیش‌بینی نیستند. این رویکرد از افزایش تحمل سیستم حمایت می‌کند و بر این اساس است که سیستم ممکن است نیاز به تغییر حالت (های) تعادل جدید داشته باشد تا بتواند عملکرد قبل از فاجعه خود را حفظ کند(Bundschuh et al,2017: 11).

در سال ۲۰۰۶، فولکه[2] مفهوم تاب آوری اجتماعی- اکولوژیکی (تکاملی) را در مقابل دو نگرش قبلی مطرح کرد. با ظهور این مفهوم، روند مطالعات از درک تاب آوری در سیستم های طبیعی به فعل و انفعال میان سیستم های اکولوژیکی و اجتماعی، تکامل یافت و انسان و سیستم های بیوفیزیکی، به جای سیستم های مستقل از یکدیگر، به عنوان سیستم های مکمل و مرتبط در نظر گرفته شدند (Abid,2016:4). به این ترتیب، تاب آوری اجتماعی- اکولوژیکی به عنوان وجه اصلی سیستم های پیچیده که دارای درجه خاصی از خود سازماندهی و یادگیری هستند، پذیرفته شد. سیستم های پیچیده در حال تغییر مداوم هستند و هیچ حالت تعادلی وجود ندارد که سیستم ها بتوانند به آن برگردند. یا به دنبال یک اختلال پیش بروید. به این معنا، تاب آوری توانایی سیستمهای پیچیده اجتماعی- اکولوژیکی برای تغییر، سازگاری و تحول مهم در پاسخ به فشارهاست (Folke et al,2010:2). در حقیقت، این رویکرد، با کمک به درک وابستگی متقابل بین خصوصیات سیستم (مهندسی) ، بعد فرآیند گرا (اجتماعی) و توانایی احیای سیستم (اکولوژیک) ، یک دیدگاه کلی از تاب آوری را ارائه می دهد (Abid,2016:6). در واقع، در رویکرد تکاملی، سه مؤلفه یکپارچگی سیستم، ظرفیت خودسازمان‌دهی و یادگیری به سیستم کمک می‌کنند که نه‌تنها از اختلالات عقب‌نشینی نکند، بلکه در وضعیت مطلوب‌تری قرار گیرد. جدول۳ ویژگی های این سه رویکرد تاب آوری را نشان می دهد:

[3] - Cortinovis & Geneletti
[1] -Folke

جدول ۳. ویژگی های رویکردهای تاب‌آوری

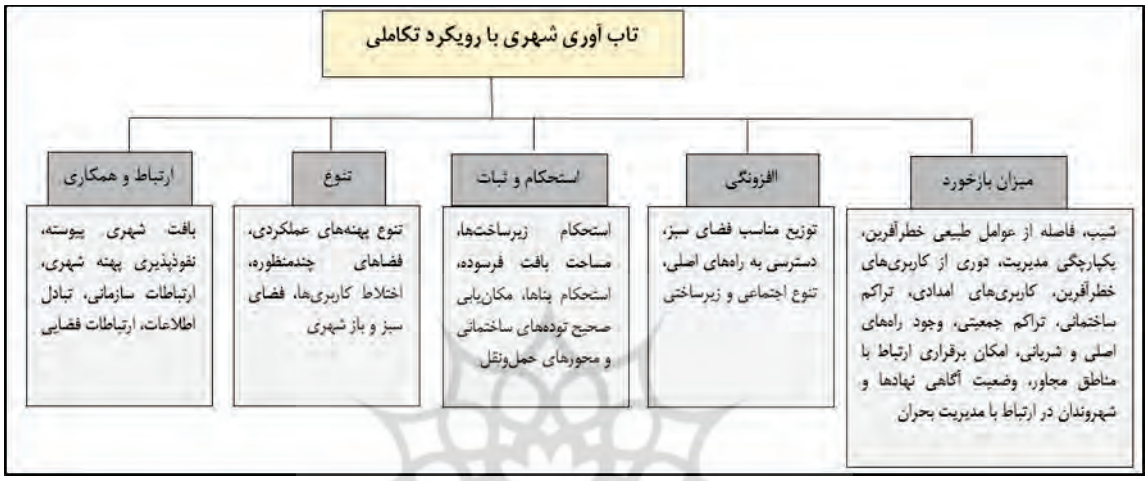
مفاهیم	تاب آوری مهندسی	تاب آوری اکولوژیکی	تاب آوری تکاملی	ماخذ
تعریف	تاب آوری را سرعت بازگشت به نقطه تعادل، پس از هر گونه اختلال می داند "bounce back"	روند انتقال سیستم به یک تعادل جدید و توانایی آن برای پرش به جلو است. "bounce forth"	توانایی سیستمهای پیچیده اجتماعی- اکولوژیکی برای تغییر، سازگاری و انطباق در پاسخ به فشارها و تنش ها	(Angeler,2018:3)
فرض	ثبات و قابل پیش بینی	تغییر و غیر قابل پیش بینی	تغییر و غیر قابل پیش بینی، اتصال ساختاری	(Sharifi& Yamagata,2016:5-7)
هدف	بهره وری، حفظ کارآیی عملکرد	مقاومت، حفظ عملکرد موجود	تعامل، حفظ و توسعه، سازماندهی مجدد، مدیریت الگوهای چرخه ای و فرآیندهای غیرخطی	(Sharifi& Yamagata,2016:5-7),(Davoudi et al,2013:3-7)
سیستم های مرجع	سیستم های مهندسی	سیستم های اجتماعی سیستم های طبیعی	سیستم های اکولوژی- اجتماعی سیستمهای نهادی- اجتماعی سیستمهای اقتصادی - اجتماعی	(Suárez et al,2016: 4)
تمرکز بر	بازیابی، پایداری	پایداری، استحکام	ظرفیت تطبیقی،قابلیت تغییر، یادگیری، نوآوری	(Folke et al,2010:2-50
رفتار بر اساس	تعادل مفرد	تعادل های متعدد ، چشم انداز ثابت	چشم انداز در حال تکامل ، بازخورد یکپارچه ، پویایی مقیاس	(Davoudi et al,2013:3-6)
اساس سنجش	سرعت بازگشت به حالت پایدار	میزان آشفتگی که قابل جذب است	ظرفیت کل سیستم برای تکامل	(Suárez et al,2016: 2-4)
در جستجوی	ویژگی های رفتار سیستم را در نزدیکی نقطه تعادل شناخته شده	حالتهای پایدار جایگزین شناسایی محرکهای کلیدی و متغیرهای پاسخ	ارتباط سیستم های پیچیده اجتماعی و اکولوژیکی شناسایی محرک ها و متغیرهای کلیدی و توجه به آستانه های سیستم	(Sharifi& Yamagata,2016:5-7),(Davoudi et al,2013:3-7)

Source: Authors

مفهوم تاب آوری شهری توسط ل.ویل[1] و ت.کامپانلا[2] مطرح شد و تاب آوری شهری را به معنای ظرفیت یک شهر برای مقابله با فشارهای درونی و بیرونی و حفظ یا ترمیم کارکردهای اصلی شهر در حوزه هایی مانند تولیدات اقتصادی، حمل و نقل، مسکن، انتقال انرژی و تعاملات اجتماعی تعریف می کنند (Resilient City, 2015:3). تعریف مذکور علاوه بر بیان چند بعدی بودن تاب آوری شهری، بر مفاهیم و عناصری مانند ظرفیت مقابله، حفظ و ترمیم کارکردهای اصلی شهر تاکید می نماید. (Sharifi & Yamagata,2016:9). تاب آوری نه تنها بر راه حل های کالبدی نظیر زیرساخت ها و ساختمان ها، بلکه با نگاهی وسیع تر بر قابلیت سازی در سیستم های اجتماعی، اقتصادی و سازمانی شهر تأکید فراوان دارد (Mohammadpourlima et al,2020:4). و به صورت ظرفیت یک سیستم شهری در جذب اختلالات، سازمان‌دهی مجدد، حفظ همان عملکرد، ساختار، هویت و بازخوردهای قبلی تعریف می‌شود (Folke, 2006:8). ماهیت شهر به عنوان سیستمی زنده و در حال تغییر به سختی می تواند خود را با بازگشت به وضعیت گذشته هماهنگ سازد که درعین حال پایدار بماند و شکننده نباشد. بنابراین، این واقعیت که شهرها سیستم‌های اجتماعی- اکولوژیکی بوده و دارای تعامل پویا در طول زمان و مکان هستند، دلالت بر این دارد که رویکرد تکاملی به تاب‌آوری می‌تواند مبنای نظری مناسب‌تری را برای مفهوم‌سازی تاب‌آوری شهری فراهم کند (Sharifi and Yamagata, 2016: 263).

[1] - L.vale
[2] - T.campanella

مرور پژوهش های صورت گرفته در این زمینه نشان می دهد که تغییرات مفهومی و رویکردی در مبحث تاب‌آوری و طرح مضامین پیچیده نظیر تاب‌آوری تکاملی، معیارها و شاخص‌های موردبررسی در پژوهش‌ها نیز دچار تغییر و تحول شده است. به‌گونه‌ای معیارهای متعدد و متنوعی از جمله میزان بازخورد، افزونگی، مدولاریتی، استحکام و... در سنجش این مفهوم مؤثر می‌باشند. با توجه به مطالب مذکور می‌توان مدل مفهومی پژوهش را به‌صورت شکل ۱ تنظیم نمود.



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش، **Source: Authors**

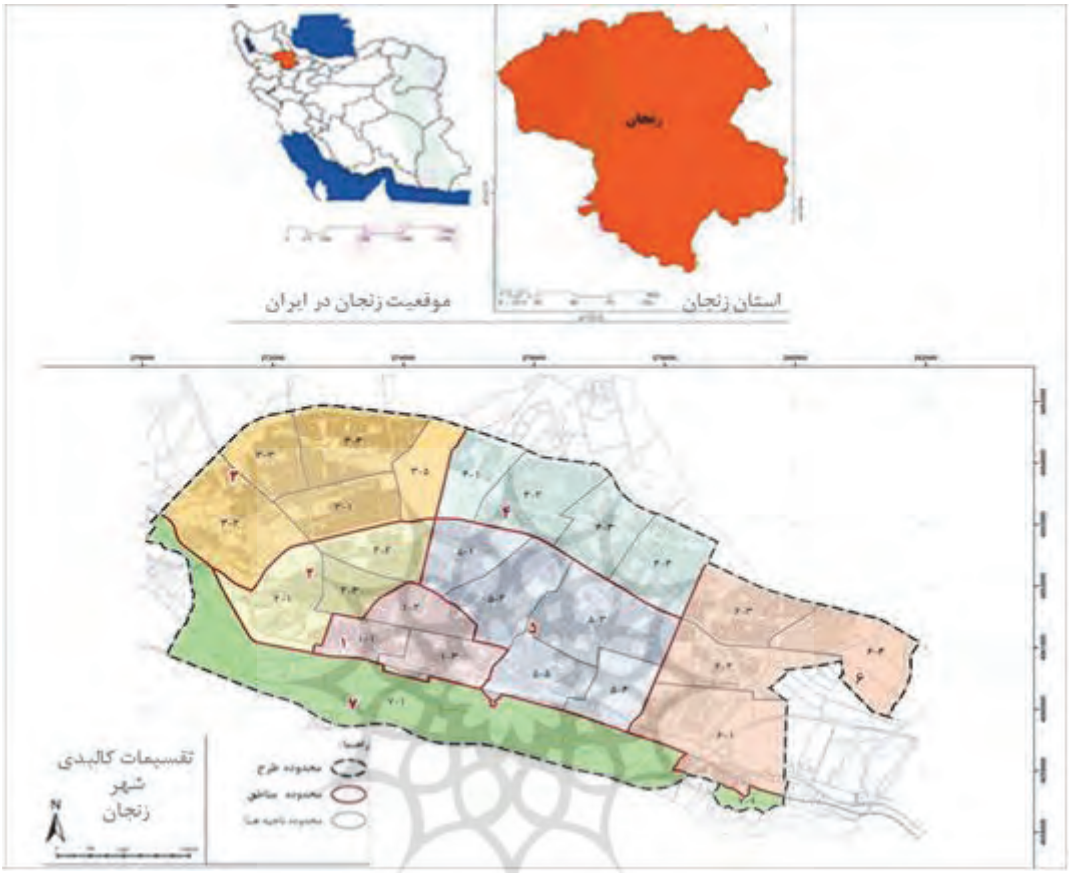
محدوده مورد مطالعه

شهر زنجان با ۱۰۵۷٤٦۱نفر جمعیت در سال ۱۳۹۵، به‌عنوان بزرگ‌ترین نقطه شهری استان، یکی از شهرهای میانی کشور محسوب می‌شود که از شمال به شهرستان طارم و خلخال و میانه و از مشرق به ابهر و طارم و از جنوب به قیدار و زرین آباد و از غرب به شهرستان‌های ماه‌نشان و چاراویماق محدود است و از سطح دریا ۱٦٦۳ متر ارتفاع دارد.

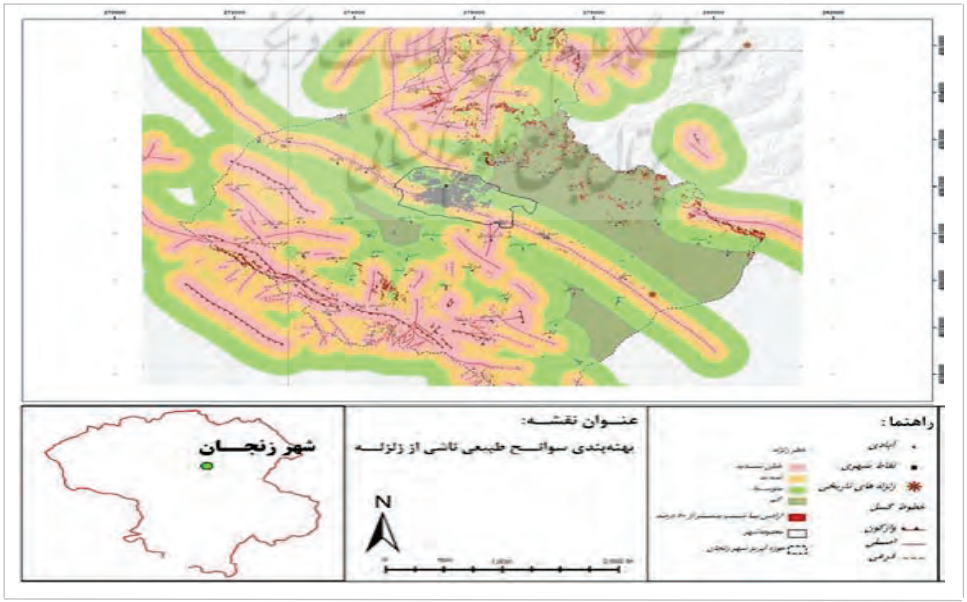
محدوده شهر زنجان در وضع موجود دارای مساحتی برابر ٦۱٦٤ هکتار می باشد. کاربری اراضی وضع موجود محدوده شهر را بر حسب فعالیتی که در اراضی شهر صورت می پذیرد (اعم از فعالیت، سکونت، فعالیت خدمات رفاه عمومی، فعالیت خدماتی و سایر فعالیت ها) می توان به چهار دسته کاربری مسکونی، خدمات رفاه عمومی، خدمات و سایر کاربری ها تقسیم نمود. بر اساس این دسته بندی کلان، در حدود ۲۲ درصد از مساحت محدوده شهر به کاربری مسکونی، ۵ درصد به خدمات رفاه عمومی، ۳۲ درصد به خدمات (با احتساب شبکه معابر) و ٤۱ درصد به سایر کاربری ها اختصاص دارد (M. M. Naghshe Mohit, 2013:42).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که سراسر استان زنجان در زمره مناطق با پهنه‌های شتاب بالا و احتمال وقوع زمین‌لرزه‌های متوسط به بالا قرار دارد (شکل ۳)، بستر طبیعی بافت کنونی شهر زنجان در محاصره دو گسل خطرناک تبریز و سلطانیه قرار دارد و بخش عمده‌ای از ساخت‌وسازهای شهری در دهه‌های اخیر بدون توجه به آیین‌نامه‌های استحکام‌بخش و پایدارسازی بنا همچون آیین‌نامه ۲۸۰۰ احداث شده است. چنانچه در گزارش مطالعات آسیب

پذیری زلزله آمده است، در صورت بروز زلزله در زنجان تلفات انسانی زیادی بر جای می گذارد که این تلفات صرفا به علت زلزله می باشد و تلفات ناشی از حوادث ثانویه در آن لحاظ نشده است.



شکل۲. محدوده مورد مطالعه، **Source: http://zaminvar.ir/product/zanjan-location**



شکل۳. موقعیت شهر زنجان نسبت به گسل‌ها و پهنه‌بندی خطر زلزله، ، **Source: M. M. Naghshe Mohit, 2013**

مطالعه وضعیت کیفی ساختمان های موجود شهر نیز نشان می دهد که در حدود نیمی از ساختمانهای موجود (٤٧ درصد)، دارای کیفیت قابل نگهداری می باشند و پس از آن بناهای مرمتی با سهم ۳۰ درصد قرار دارند. همچنین بررسی کیفیت ساختمانها درسطح مناطق حاکی از آن است که در مناطق یک تا پنج، کیفیت قابل نگهداری، بالاترین سهم ازکیفیت بنا را داراست. این امر در مور منطقه شش که عمده مساحت آن دارای طرح آماده سازی و در حال شکل گیری است ،متفاوت بوده و ۵۵/۲ درصد از ساختمانهای مسکونی این منطقه در گروه یا کیفیت در دست ساخت و نوساز قرار می گیرند(M. M. Naghshe Mohit, 2013:63).

کمبود فضای سبز و باز جهت اسکان و معابر باریک که به احتمال زیاد در هنگام وقوع زلزله مسدود خواهد شد، کمبود شدید واحدهای خدماتی عمومی، تأسیسات و تجهیزات شهری چون آتش‌نشانی و سایت‌های امداد و نجات در محلات پرجمعیت و دارای جمعیت ساکن غیررسمی و همچنین فضاهای شهری با درجه استفاده بالا از معضلات این شهر خواهد بود. بر این اساس شهر زنجان به‌عنوان نمونه، مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

یافته‌های تحقیق

در این بخش که به بحث درباره یافته‌های پژوهش اختصاص دارد؛ فرایند تحلیل تفسیری ساختاری پارامتری در باب تاب‌آوری تکاملی فضاهای شهری زنجان تشریح می‌گردد. با توجه به بالا بودن تعداد شاخص‌ها و به‌کارگیری ماتریس ٤٠*٤٠ در برخی از جداول، خلاصه‌ای از خروجی‌های مدل ارائه شده است.

مرحله اول: تشکیل ماتریس تأثیرات مستقیم[1] : با توجه به مراحل ارائه‌شده در بخش روش‌شناسی، پس از اجرای نظرسنجی از گروه خبرگان در قالب دلفی دومرحله‌ای، بر اساس آماره «نما[2] » شدت نهایی روابط و تأثیرات بین شاخص‌های مختلف مشخص گردید که در جدول ٤ قابل‌مشاهده است.

جدول ٤. ماتریس تأثیرات مستقیم به‌صورت خلاصه‌شده

شرح	F34	F36	F35	F4	F18	...	F12	F24	F25	F26	F27
F34		۳	۳	۳	۳	...	۰	۰	۰	۰	۰
F36	۳		۳	۳	۳	...	۰	۰	۰	۰	۰
F35	۰	۰		۳	۳	...	۰	۰	۰	۰	۰
F4	۰	۰	۳		۳	...	۰	۰	۰	۰	۰
F18	۰	۰	۰	۰		...	۰	۰	۰	۰	۰
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
F12	۰	۰	۰	۰	۰	...		۰	۰	۰	۰
F24	۰	۰	۰	۰	۰	...	۰		۳	۰	۰
F25	۰	۰	۰	۰	۰	...	۰	۳		۰	۰
F26	۰	۰	۰	۰	۰	...	۳	۳	۳		۰
F27	۰	۰	۰	۰	۰	...	۳	۰	۰	۰	

Source: Authors

مرحله دوم: تحلیل اولیه ماتریس روابط مستقیم: با توجه به داده‌های ورودی به نرم‌افزار میک مک اندازه ماتریس ورودی ٤٠*٤٠ می‌باشد. تعداد تکرار محاسبه اثرات متقاطع در ماتریس موردنظر برابر ۲ است که نشانگر پایایی

[1] - matrix of direct influences (MDI)
[2] - Mode

بالای داده‌های ورودی به نرم‌افزار است. لازم به ذکر است که تکرار ۲ مرتبه‌ای پیشنهاد پایه نرم‌افزار میک مک برای رسیدن به پایایی بیشتر ماتریس ورودی بوده است. همچنین بر اساس جدول زیر، درجه پرشدگی که نشان از اعداد غیر صفر در ماتریس می‌باشد برابر با ۱۲/ ۱۲ درصد می‌باشد. در این ماتریس ۱٤۰٦ رابطه برابر با صفر، ۱۵ رابطه برابر با یک، ۷۷ رابطه برابر با دو و ۱۰۲ رابطه برابر با سه است. تحلیل اولیه ماتریس روابط مستقیم در جدول ۵ منعکس شده است.

جدول ۵. تحلیل اولیه ماتریس روابط مستقیم

ویژگی	ارزش	ویژگی	ارزش
اندازه ماتریس	٤۰	تعداد دو	٦۹
دفعات تکرار	۲	تعداد سه	۳۹
تعداد صفر	۱٤۰٦	مجموع	۱۹٤
تعداد یک	۸٦	درجه پرشدگی	۱۲/۱۲۵٪

Source: Authors

مرحله سوم: درجه تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متغیرها در ماتریس روابط مستقیم: هر یک از شاخص‌ها و متغیرها با توجه به تعداد روابط مستقیم و شدت روابطشان با سایر شاخص‌ها دارای درجات مختلف تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هستند. بررسی وضعیت درجه تأثیرگذاری شاخص‌ها در ماتریس روابط مستقیم نشان می‌دهد که شاخص میزان سهولت ارتباطات فضایی (F38) دارای بالاترین درجه تأثیرگذاری با مقدار عددی ۳۰ بوده است و پس از آن شاخص‌های میزان دسترسی به شریان‌های اصلی(F20) ، سطح عملکرد شبکه (F13) و میزان نفوذپذیری (F33) تأثیرگذارترین متغیرها در بین شاخص‌های چهل‌گانه بوده‌اند. در سمت مقابل شاخص‌های میزان فاصله از کاربری‌های صنعتی و کارگاهی(F5) ، میزان فاصله از پمپ‌بنزین(F6) ، دسترسی به آتش‌نشانی (F7) ، دسترسی به ایستگاه پلیس(F8) ، دسترسی به مراکز درمانی (F9) و تراکم جمعیتی (F12)دارای تأثیری بر سایر متغیرها نبوده‌اند.

جدول ٦. درجه تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متغیرها در ماتریس روابط مستقیم

علامت اختصاری	درجه تأثیرگذاری	درجه تأثیرپذیری	علامت اختصاری	درجه تأثیرگذاری	درجه تأثیرپذیری
F1	۱۰	٤	F21	٦	۱۲
F2	۲	٤	F22	۸	۱٤
F3	۲	٤	F23	۱۲	۹
F4	۱٤	۹	F24	۳	٦
F5	۰	۱۳	F25	۳	٦
F6	۰	۱۲	F26	۱۷	۱۱
F7	۰	۱۰	F27	۱۲	۱۲
F8	۰	۱۳	F28	۱٤	۹
F9	۰	۱۳	F29	۸	۱۲
F10	۱۳	۱۱	F30	۹	۱٤
F11	۱۳	۱۳	F31	۸	۱۳
F12	۰	۱۲	F32	۲٤	۱۵
F13	۲۵	۱۰	F33	۲۵	۱۰
F14	٦	۱۹	F34	۲۰	۳
F15	۲۰	۱۸	F35	۱٤	۹
F16	۱٦	۱۸	F36	۲۰	۳
F17	۱۵	۱۸	F37	۱٤	۱۷
F18	۱۸	۱۹	F38	۳۰	۱۲
F19	۱۱	۲۵	F39	۱٤	۱۵
F20	۲٦	۱۳	F40	۲۳	۱۵

Source: Authors

مرحله چهارم: نقشه تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری مستقیم متغیرها: با توجه به روابط مستقیم بین متغیرها که شبکه‌ای درهم‌تنیده از روابط رفت و برگشتی است نرم‌افزار میک مک شاخص‌ها را در دستگاه مختصات دکارتی به چهار دسته تقسیم می‌کند که این دسته‌بندی به شرح زیر می‌باشد.

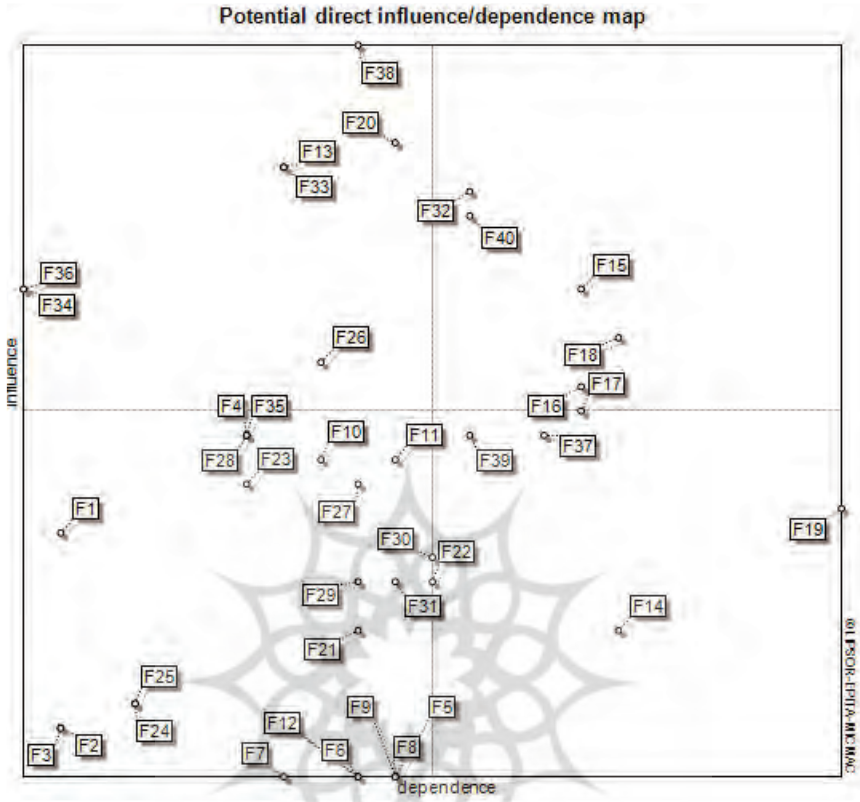
دسته اول: شاخص‌هایی که در ناحیه یک محور مختصاتی قرار گرفته‌اند؛ این دسته از شاخص‌ها دارای تأثیرگذاری بالا و همچنین وابستگی بالا می‌باشند و می‌توان گفت «متغیرهای پیوندی» هستند که ارتباط بین متغیرهای تأثیرگذار و متغیرهای تأثیرپذیر را برقرار می‌کنند. در این دسته شاخص‌های میزان مشارکت افراد در شکل‌دهی به فضای شهری (F15)، میزان آگاهی نهادی استفاده‌کنندگان از فضاهای شهری (F16)، میزان آموزش شهروندان توسط نهادهای مرتبط (F17)، میزان نظارت نهادی بر ساخت و بناها (F18)، میزان پیوستگی فضا و بافت اصلی شهر (F32) و میزان هماهنگی برنامه‌ها و ویژگی‌های بومی (F40) قرار می‌گیرند.

دسته دوم: متغیرهایی که در ناحیه دوم محور مختصاتی قرار گرفته‌اند که دارای تأثیرگذاری بالا و تأثیرپذیری پایین می‌باشند. این دسته از شاخص‌ها را می‌توان «شاخص‌های اثرگذار» یا «شاخص‌های محرک» خواند که شامل شاخص‌های سطح عملکرد شبکه (F13)، میزان دسترسی به شریان‌های اصلی (F20)، وضعیت عمر ساختمان (F26)، میزان نفوذپذیری (F33)، میزان ارتباطات سازمانی (F34)، میزان تبادل اطلاعات نهادی (F36)، میزان سهولت ارتباطات فضایی (F38) می‌شوند.

دسته سوم: متغیرهایی که در ناحیه سوم محور مختصاتی قرار گرفته‌اند. این دسته از شاخص‌ها دارای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری ضعیفی هستند و ارتباط محدودی با سایر متغیرها و شاخص‌ها دارند که می‌توان این دسته از شاخص‌ها را «متغیرهای مستقل» نامید. تأثیرگذاری بر روی این شاخص‌ها به علت ارتباطات محدود با سایر متغیرهای درون سیستم بسیار مشکل است و جهت اصلاح و بهبود آن‌ها باید به مواردی خارج از سیستم اندیشید و یا سطح خود شاخص و ارتباطات محدود آن را بهبود بخشید. شاخص‌های واجد این ویژگی‌ها عبارت‌اند از مناسب بودن شیب (F1)، فاصله از مسیل (F2)، فاصله از گسل (F3)، میزان مشارکت نهادهای مرتبط (F4)، میزان فاصله از کاربری‌های صنعتی و کارگاهی (F5)، میزان فاصله از پمپ‌بنزین (F6)، دسترسی به آتش‌نشانی (F7)، دسترسی به ایستگاه پلیس (F8)، دسترسی به مراکز درمانی (F9)، سطح اشغال (F10)، تراکم ساختمانی (F11)، تراکم جمعیتی (F12)، میزان تنوع زیرساخت‌ها (F21)، میزان تنوع استفاده‌کنندگان از فضا (F23)، میزان استحکام زیرساخت‌ها (F24)، سطح فرسودگی بافت (F25)، وضعیت توده و فضا (F27)، میزان تنوع کاربری‌ها (F28)، میزان وجود فضاهای چندمنظوره (F29)، تنوع فضاهای سبز و باز (F31) و میزان ارتباط نهادهای ملی و محلی (F35).

دسته چهارم: این دسته شامل متغیرهایی می‌شود که در ناحیه چهارم مختصاتی قرار گرفته‌اند که دارای وابستگی بالا و تأثیرپذیری پایین هستند. این دسته از متغیرها را می‌توان «متغیرهای وابسته» نامید. این دسته از شاخص‌ها شامل میزان عناصر کالبدی ایجادکننده حس تعلق در شهروندان (F14)، فاصله از فضای باز و سبز (F19)، میزان تنوع

مراکز کاری و اشتغال (F22)، میزان اختلاط کاربری‌ها (F30)، میزان ارتباط استفاده‌کنندگان از فضا و نهادهای مربوطه (F37) و هماهنگی کالبد و بستر طبیعی (F39) می‌شود.



شکل ٤. تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری مستقیم متغیرها ، **Source: Authors**

مرحله پنجم: درجه تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متغیرها در ماتریس روابط غیرمستقیم[1]: با توجه به روابط علی-معلولی درهم‌تنیده، علاوه بر روابط مستقیم بین متغیرها، نرم‌افزار میک مک قادر به تحلیل روابط غیرمستقیم بین شاخص‌ها نیز می‌باشد. به‌طور مثال اگر متغیر X بر متغیر Y تأثیر بگذارد و متغیر Y نیز بر متغیر Z تأثیرگذار باشد؛ می‌توان گفت که متغیر X به‌طور غیرمستقیم بر متغیر Z نیز تأثیر دارد و هرگونه تغییر در متغیر X به‌طور مستقیم متغیر Y و به‌طور غیرمستقیم متغیر Z را تحت تأثیر قرار خواهد داد.

بررسی میزان تأثیرگذاری غیرمستقیم شاخص‌ها نشان می‌دهد که شاخص‌های میزان ارتباطات سازمانی (F34) و میزان تبادل اطلاعات نهادی (F36) بیشترین تأثیرگذاری غیرمستقیم را در شبکه داشته‌اند و پس از آن‌ها میزان مشارکت افراد (F15)، میزان نظارت نهادی بر ساخت و بناها (F18)، میزان آگاهی نهادی استفاده‌کنندگان از فضاهای شهری (F4)، میزان مشارکت نهادهای مرتبط (F4)، میزان ارتباط نهادهای ملی و محلی (F35) در رده‌های بعدی قرار دارند. در سمت مقابل شاخص‌های میزان عناصر کالبدی ایجادکننده حس تعلق در شهروندان (F14)، فاصله از فضای باز و سبز (F19)، میزان هماهنگی برنامه‌ها و ویژگی‌های بومی (F40) و هماهنگی کالبد و بستر طبیعی (F39) تأثیرپذیرترین شاخص‌ها بوده‌اند.

[1] - Matrix of Indirect Influences (MII)

جدول ۷. درجه تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متغیرها در ماتریس روابط غیرمستقیم

علامت اختصاری	درجه تأثیرگذاری	درجه تأثیرپذیری	علامت اختصاری	درجه تأثیرگذاری	درجه تأثیرپذیری
F1	۲۲۵۵	۱۰۴۸	F21	۷۲۹	۱۳۳۸
F2	۵۶۴	۱۰۴۸	F22	۵۵۱	۱۹۶۸
F3	۵۶۴	۱۰۴۸	F23	۹۹۴	۱۷۰۱
F4	۳۵۱۶	۱۸۹	F24	۲۷	۶۹۶
F5	۰	۱۶۸۵	F25	۲۷	۶۹۶
F6	۰	۱۵۵۱	F26	۱۱۵۰	۲۵۸۳
F7	۰	۱۳۲۵	F27	۱۲۴۸	۲۷۴۵
F8	۰	۱۷۰۳	F28	۱۱۰۰	۱۷۰۱
F9	۰	۱۶۸۵	F29	۵۵۱	۱۷۱۶
F10	۱۲۷۲	۲۴۳۳	F30	۶۰۳	۱۹۶۸
F11	۱۲۷۴	۲۷۶۴	F31	۵۵۱	۱۸۵۴
F12	۰	۲۱۸۱	F32	۳۱۰۱	۱۷۹۸
F13	۲۷۱۸	۱۲۶۹	F33	۳۰۱۰	۱۳۰۴
F14	۷۲۹	۴۴۱۰	F34	۵۱۷۸	۲۷
F15	۴۲۳۷	۲۴۲۳	F35	۳۵۱۶	۱۸۹
F16	۳۶۱۸	۲۳۷۰	F36	۵۱۷۸	۲۷
F17	۳۲۷۲	۲۳۶۷	F37	۳۱۷۸	۲۲۰۴
F18	۳۷۵۷	۱۹۰۱	F38	۳۳۴۹	۱۷۲۴
F19	۱۳۴۸	۳۷۸۵	F39	۲۲۰۶	۳۳۹۵
F20	۳۳۴۵	۱۴۹۳	F40	۲۹۹۱	۳۳۹۵

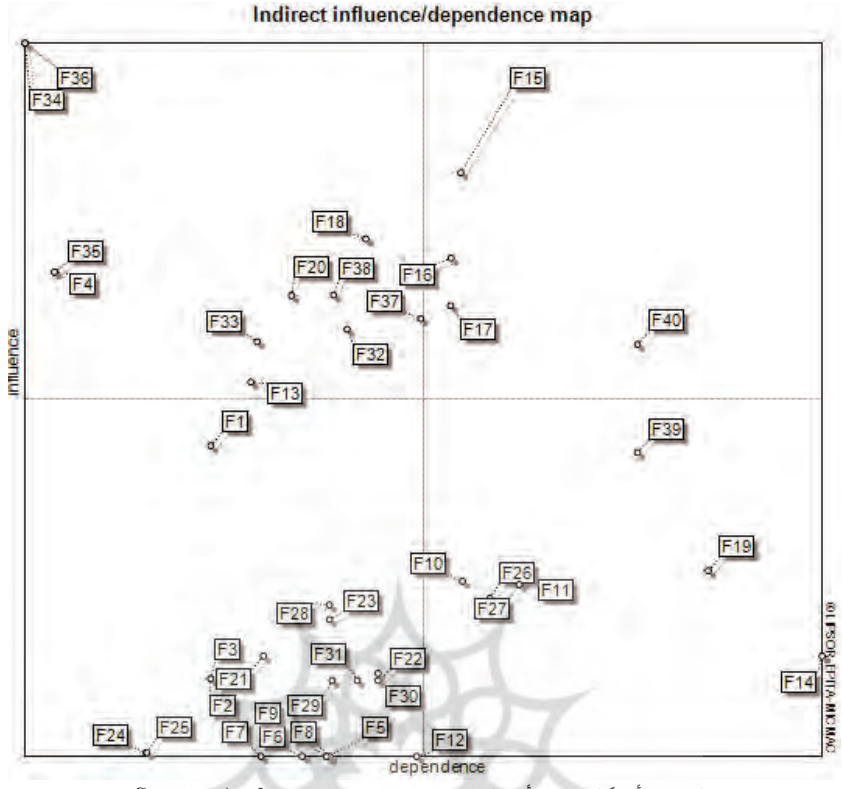
Source: Authors

مرحله ششم: نقشه و گراف تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری غیرمستقیم متغیرها: با توجه به توضیحاتی که در مرحله پنجم ارائه شد؛ در این بخش نیز چهار دسته شاخص پیوندی، تأثیرگذار، مستقل و وابسته قابل شناسایی است اما محاسبات در این مرحله برخلاف مرحله پنجم بر اساس تأثیرات غیرمستقیم است. نتایج این دسته‌بندی در جدول ۸ قابل‌مشاهده است.

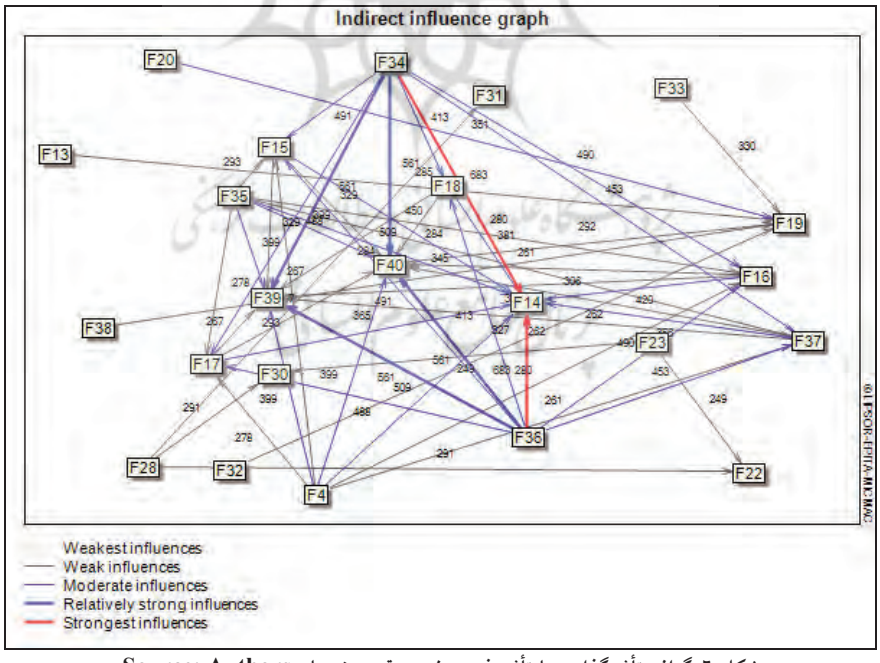
جدول ۸. دسته‌بندی شاخص‌ها بر اساس تأثیرات و روابط غیرمستقیم

نوع شاخص	شاخص‌ها
پیوندی	میزان مشارکت افراد (F15)، میزان آگاهی نهادی استفاده‌کنندگان از فضاهای شهری (F16)، میزان آموزش شهروندان توسط نهادهای مرتبط (F17) و میزان هماهنگی برنامه‌ها و ویژگی‌های بومی (F40)
تأثیرگذار	میزان مشارکت نهادهای مرتبط (F4)، سطح عملکرد شبکه (F13)، میزان نظارت نهادی بر ساخت فضاهای شهری و بناها (F18)، میزان دسترسی به شریان‌های اصلی (F20)، میزان پیوستگی فضا و بافت اصلی شهر (F32)، میزان نفوذپذیری (F33)، میزان ارتباطات سازمانی (F34)، میزان ارتباط نهادهای ملی و محلی (F35)، میزان تبادل اطلاعات نهادی (F36)، میزان ارتباط استفاده‌کنندگان از فضا و نهادهای مربوطه (F37) و میزان سهولت ارتباطات فضایی (F38)
مستقل	مناسب بودن شیب (F1)، فاصله از مسیل (F2)، فاصله از گسل (F3)، میزان فاصله از کاربری‌های صنعتی و کارگاهی (F4)، میزان فاصله از پمپ‌بنزین (F5)، دسترسی به آتش‌نشانی (F6)، دسترسی به ایستگاه پلیس (F7)، دسترسی به مراکز درمانی (F8)، میزان تنوع زیرساخت‌ها (F9)، میزان تنوع مراکز کاری و اشتغال (F21)، میزان تنوع استفاده‌کنندگان از فضا (F22)، میزان استحکام زیرساخت‌ها (F23)، سطح فرسودگی بافت (F24)، میزان تنوع کاربری‌ها (F25)، میزان وجود فضاهای چندمنظوره (F26)، میزان اختلاط کاربری‌ها (F27) و تنوع فضاهای سبز و باز (F28)
وابسته	سطح اشغال (F10)، تراکم ساختمانی (F11)، تراکم جمعیتی (F12)، میزان عناصر کالبدی ایجادکننده حس تعلق در شهروندان (F14)، فاصله از فضای باز و سبز (F19)، وضعیت عمر ساختمان (F26)، وضعیت توده و فضا (F27) و هماهنگی کالبد و بستر طبیعی (F39)

Source: Authors



شکل ۵. تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری غیرمستقیم متغیرها، **Source: Authors**



شکل ٦. گراف تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری غیرمستقیم متغیرها، **Source: Authors**

نتیجه‌گیری و دستاوردهای علمی و پژوهشی

شهرها به عنوان سیستم های اجتماعی- اکولوژیکی، با چالش های رو به رشدی روبرو هستند که با طیف گسترده ای از عوامل استرس زا مانند تغییرات آب و هوایی، رشد جمعیت، شهرنشینی، بلایای طبیعی و انسانی و کاهش منابع در

ارتباط هستند. بر همین اساس، امروزه در شهرها با فضاهایی مواجه هستیم که عدم اطمینان بیشتری در مورد چگونگی پاسخگویی آن ها به افزایش اجتناب ناپذیر بحران ها به ویزه بحران زلزله وجود دارد. در چنین شرایطی ظرفیت شهرها برای مقابله با حوادث و آشفتگی ها به چالش کشیده می شود. روش سنتی تفکر تاب آوری، به طور ضمنی یک وضعیت پایدار جهانی را متصور است (تاب آوری مهندسی). این طرز تفکر را می توان تا حدودی به گرایش انسان به دنبال نظم در هر چیز، از جمله طبیعت نسبت داد. با این حال، شواهد موجود در تحقیقات زیست محیطی در چند دهه گذشته نشان می دهد که طبیعت در تعادل ثابت نیست، بلکه در تغییرات پی در پی است. این کشف اخیر منجر به تحول اساسی در تفکر تاب آوری شده است. امروزه دیدگاه جدید نشان می دهد که تاب آوری و ظرفیت خود سازماندهی سیستم ها ممکن است در طول زمان تغییر کند. در چنین شرایطی، چالش اصلی، تقویت ظرفیت شهرها برای حفظ حالت مطلوب است. بر اساس مطالب بررسی شده در بخش مبانی نظری می‌توان گفت با توجه به عدم کارایی رویکرد آسیب‌پذیری پس از وقوع زلزله، لازم است تا در نظام برنامه‌ریزی شهری و مدیریت بحران رویکرد تاب‌آوری جایگزین شود تا علاوه بر ملاحظات کالبدی، ملاحظات اجتماعی، نهادی و اکولوژیکی نیز مدنظر قرار گیرد. زیرا تحقق مفهوم تاب آوری و ایجاد و تقویت پایداری در شهرها بسیار کارآمد تر از راه حل های حاصل از تحولات فناوری و بهره گیری از مصالح مدرن است و با درکی بهتر از مفهوم تاب آوری، می توان فضایی بهینه و کارآمدتر را به شهروندان امروز در جهت کاهش ریسک خطرات و بهبود کیفیت زندگی، فراهم نمود. همچنین پیشرفت‌هایی که در مطالعات تاب‌آوری حاصل شده است نشان می دهد که با توجه به اینکه شهرها سیستم‌های اجتماعی- اکولوژیکی بوده و دارای تعامل پویا در طول زمان و مکان هستند، رویکرد تکاملی به تاب‌آوری می‌تواند مبنای نظری مناسب‌تری را برای مفهوم‌سازی تاب‌آوری شهری فراهم کند. زیرا چارچوب تاب آوری تکاملی، نه تنها بر پایداری سیستم بلکه بر ظرفیت یادگیری، انطباق و انعطاف پذیری متمرکز است و امکان مقابله با عدم قطعیت و سازگاری را فراهم می کند که در نهایت سبب افزایش ظرفیت خودسازماندهی و تاب آوری شهرها در برابر طیف گسترده ای از آشفتگی ها می گردد.

پرداختن به موضوع تاب آوری در مناطق و شهرها با پتانسیل آسیب پذیری بالا در برابر بحران زلزله از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. بر همین اساس، موقعیت جغرافیایی شهر زنجان و مستعد بودن آن از نظر آسیب پذیری در برابر زلزله یکی از چالش های مهم مدیران بحران شهر زنجان است. در این راستا این پژوهش با هدف تحلیل روابط علی و معلولی بین شاخص‌های تاب‌آوری تکاملی شهری در برابر زلزله در شهر زنجان و تعیین عوامل کلیدی و تأثیرگذار آن صورت گرفت. با توجه به تعدد و تنوع معیارها و شاخص‌های ارزیابی و سنجش تاب‌آوری با رویکرد تکاملی که دارای روابط پیچیده و شبکه‌ای با یکدیگر هستند که فرآیند ارزیابی را دشوار می سازد مدلسازی تفسیری–ساختاری برای بررسی ارتباط این متغیرها به کار گرفته شد که از این نظر این پژوهش با پژوهش‌های عباسی گوجانی و همکاران (۱۳۹۸) و حاتمی نژاد و همکاران (۱۳۹۶) که از روش تحلیل تفسیری ساختاری ناپارامتری استفاده نموده‌اند و همچنین پژوهش احمدیان و خداکرمی (۱۳۹۷) به علت استفاده از فرایند تحلیل شبکه

همخوانی دارد و در تقابل با پژوهش ابدالی و همکاران، (۱۳۹۸) که دیدی سلسله مراتبی به تاب‌آوری داشته است؛ قرار می‌گیرد.

نتایج تحلیل تفسیری- ساختاری پارامتری در قالب مدل میک مک نشان می دهد که شاخص‌های مورد بررسی در فرایند تاب‌آوری تکاملی شهر زنجان را می‌توان به چهار دسته متغیر تأثیرگذار، پیوندی، مستقل و وابسته تقسیم‌بندی نمود:

شاخص‌های میزان مشارکت نهادهای مرتبط، سطح عملکرد شبکه، میزان نظارت نهادی بر ساخت فضاهای شهری و بناها، میزان دسترسی به شریان‌های اصلی، میزان پیوستگی فضا و بافت اصلی شهر، میزان نفوذپذیری، میزان ارتباطات سازمانی، میزان ارتباط نهادهای ملی و محلی، میزان تبادل اطلاعات نهادی، میزان ارتباط استفاده‌کنندگان از فضا و نهادهای مربوطه و میزان سهولت ارتباطات فضایی که بر اساس ماتریس روابط غیرمستقیم به‌عنوان "شاخص‌های تأثیرگذار" شناخته می‌شوند؛ در حقیقت شاخص‌های کلیدی و اساسی تاب‌آوری با رویکرد تکاملی در شهر زنجان هستند.

بررسی ماهیت شاخص‌های تأثیرگذار نشان می‌دهد که بیشتر این شاخص‌ها در دسته شاخص‌های نهادی و یا شاخص‌های مرتبط با شبکه ارتباطی قرار می‌گیرند که در این رابطه، شاخص میزان سهولت ارتباطات فضایی دارای بالاترین درجه تأثیرگذاری است و پس از آن شاخص های میزان دسترسی به شریان های اصلی، سطح عملکرد شبکه و میزان نفوذپذیری تأثرگذارترین عامل ها هستند. با توجه به روابط شبکه‌ای مستقیم و غیرمستقیم لازم نیست که در برنامه‌ریزی به‌منظور ارتقای تاب‌آوری شهر زنجان در برابر زلزله، وضعیت تمامی شاخص‌ها (هر ٤٠ شاخص) بهبود یابد بلکه می‌توان تنها با بهبود وضعیت شاخص‌های تأثیرگذار، وضعیت کل شبکه را ارتقا داد.

شاخص‌های میزان مشارکت افراد در شکل‌دهی به فضای شهری، میزان آگاهی نهادی استفاده‌کنندگان از فضاهای شهری، میزان آموزش شهروندان توسط نهادهای مرتبط، میزان نظارت نهادی بر ساخت و بناها، میزان پیوستگی فضا و بافت اصلی شهر و میزان هماهنگی برنامه‌ها و ویژگی‌های بومی شاخص های پیوندی هستند که بررسی ماهیت آن ها نشان می دهد که اغلب این شاخص ها در دسته شاخص های نهادی قرار می گیرد و شاخص های مستقل و وابسته نیز شاخص های خدماتی، زیرساختی و ارتباطی را شامل می شود.

شاخص های مناسب بودن شیب، فاصله از مسیل، فاصله از گسل از جمله شاخص های مستقل هستند که می توانند سایر شاخص ها را تحت تاثیر قرار دهند. به عبارت دیگر، با کنترل این شاخص ها می توان به میزان قابل توجهی میزان آسیب پذیری در برابر زلزله را کاهش داد. از سوی دیگر، شاخص هایی مانند تراکم ساختمانی، وضعیت عمر ساختمان ها از جمله شاخص هایی هستند که تحت تاثیر سایر شاخص ها می توانند آسیب پذیری در برابر زلزله را تشدید کنند.

تحلیل روابط غیر مستقیم شاخص ها نیز نشان می دهد که دو شاخص میزان ارتباطات سازمانی و میزان تبادل اطلاعات نهادی، بیشترین تأثیرگذاری غیرمستقیم را در شبکه دارند که ماهیت آن ها ارتباطی است و شاخص های

فاصله از فضای سبز، میزان هماهنگی برنامه ها، حس تعلق شهروندان و بستر کالبدی، تأثیرپذیرترین شاخص ها هستند. بررسی ها و مطالعات نشان می دهند جهت اولویت‌بندی شاخص‌ها در هنگام برنامه‌ریزی لازم است تا بیشترین زمان و سرمایه‌ها صرف ارتقای شاخص‌های تأثیرگذار و پیوندی شده و در مرحله بعد شاخص‌های مستقل و وابسته مدنظر قرار گیرند.

با توجه به ماتریس‌ها و گراف‌های ارائه‌شده توسط نرم‌افزار میک مک و روابط دودویی بین شاخص‌ها می‌توان گفت که شاخص‌های نهادی نقشی زیربنایی و بنیادی را در شبکه روابط ایفا می‌کنند و شاخص‌های مرتبط با طرح‌های شهری و ارتباطات نقشی پیوندی و میانی دارند و درنهایت شاخص‌های مربوط به کاربری زمین و ویژگی‌های فیزیکی- کالبدی شاخص‌هایی وابسته هستند که در سطح قرار دارند.

نتایج حاصل از بررسی روابط علی و معلولی و عوامل کلیدی مؤثر بر تاب آوری تکاملی شهر زنجان نشان می دهد که شاخص‌های مرتبط با عوامل نهادی و شبکه ارتباطی به‌عنوان شاخص‌های تأثیرگذار و کلیدی در تاب آوری شهر زنجان عمل می‌کنند و می‌توان با ارتقای وضعیت این دسته از شاخص‌ها به علت تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها بر سایر شاخص‌ها در شبکه روابط علی- معلولی میزان نهایی تاب‌آوری در برابر زلزله در شهر زنجان را بهبود بخشید. بر این اساس می‌توان گفت که در حقیقت رویکرد مبتنی بر آسیب‌پذیری بافت شهری در برابر زلزله فاقد تحلیل عمیق شبکه روابط است و تنها به ویژگی‌های فیزیکی بافت می‌پردازد و از عوامل و موضوعات بنیادی مؤثر ر این زمینه، غافل است.

Refrences

Abbasi Gojani, D., Khademolhoseiny, A., Modiri, M., Saberi, H., & Gandomkar, A (2019). Analysis of the drivers explain the resilience of the city in the metropolis of Mashhad. *Journal of urban social geography*, 6 (1), 109-122, (in Persian).

Abdali, Y., Pourahmad, A., Amini, M., Khandan, I. (2019). Investigating and comparing the resilience of pre-created and planned communities to reduce the impacts of natural disasters (earthquake) (Case study: Nourabad County and Maskan-e Mehr of Nourabad City). *Geographical data*, 28(110), 147-161, (in Persian).

Abid, M. (2016). Resilient places: Planing for Urban Resilience. European planning. Vol 24. 407-419.

Ahmadian, R., and Khodakarami, F. (1397). Planning for optimal urban resilience against environmental hazards (flood assessment in Qeydar city). International Conference on Interdisciplinary Studies in Management and Engineering, Tehran, University of Tehran, Modaber Management Research Institute, (in persian).

Ainscough, J., de Vries Lentsch, A., Metzger, M., Rounsevell, M., Schroter, M., Delbaere, B., & Staes, J. (2019). Navigating pluralism: Understanding perceptions of the ecosystem servicesconcept. Ecosystem Services, 36, 1-13.

Alexander, D. E. (2013). Resilience and disaster risk reduction: an etymological journey. Natural hazards and earth system sciences, 13 (11), 2707-2716.

Angeler, D. G., & Allen, C. R. (2016). Quantifying resilience. Journal of Applied Ecology. 53(3), 617-624.

Angeler, D. G., Allen, C. R., Garmestani, A., Pope, K. L., Twidwell, D., & Bundschuh, M. (2018). Resilience in Environmental Risk and Impact Assessment: Concepts and Measurement. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 101(5), 543-548.

Behzadfar, M., Omidvar, B., Galibaf, M.B., & Ghasemi, R. (2017). Compilation of urban resilience index against earthquake. Science journal of rescue and relief, 9 (3), 80-86 (in Persian).

Biggs, R., Schluter, M., & Schoon, M. (2015). Principles for Building Resilience. London: Cambridge University Press.

Bundschuh, M., Schulz, R., Schafer, B., Allen, CR., & Angeler, D.G. (2017). Resilience in ecotoxicology towards a multiple equilibrium context. Environ Toxicol Chem, 36, 2574–2580.

Bush, J., & Doyon, A. (2019). Building urban resilience with nature-based solutions: How can urban planning contribute? Cities, 95, 1-8.

Cortinovis, C., & Geneletti, D. (2019). A framework to explore the effects of urban planning decisions on regulating ecosystem services in cities. Ecosystem Services, 38, 1-13.

Davoudi, S.; Brooks, E.; & Mehmood, A. (2013). Evolutionary resilience and strategies for climate adaptation. Journal Planning Practice *& Research*, 28, 307–322.

Donohue, I., Petchey, O.L, Montoya, J.M., Jackson, A.L., McNally, & L.Viana, M. (2013). On the dimensionality of ecological stability. *Ecology Letters*, 16, 421–429.

Fallahi, A., & Jalali, T. (2003). Resilient Reconstruction from the Urban Design Point of View, After 2003 Bam Earthquake, *Hona-ha-ye-ziba memari- va- shahrsazi*, 18 (3), 5-16, (in Persian).

Fani, Z., & Masoumi, L. (2016). Study and assessment lifestyle resiliency strategies (Case study: Northern Shokofeh neighborhood, District 19 of Tehran), *Geography and Environmental Studies Journal*, 6 (19), 61-84, (in Persian).

Folke, C., Carpenter, B., Walker, M., Scheffer, T., & Chapin, J. (2010). Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* 15(4), 1-9.

Hatami Nejad,H., Farhadi khah, H., Arvin, M.,& Rahim Pour, N. (2017). Investigation the dimensions influencing urban resilience using Interpretive Structural Modeling (ISM) (Case study: Ahwaz city). Disaster prevention and management knowledge, 7 (1), 35-45, (in Persian).

Kabir, M. H., Sato, M., Habbiba, U., & Yousuf, T. B. (2018). Assessment of Urban Disaster Resilience in Dhaka North City Corporation (DNCC). *Bangladesh. Procedia Engineering*, 212, 1107-1114.

Lin, S., Wu, R., Yang, F., Wang, J., Wu, W. (2018). Spatial trade-offs and synergies among ecosystem services within a global biodiversity hotspot. Ecol. Indic., 84, 371–381.

Maguire, B., Cartwright, S. (2008). Assessing a community's capacity to manage change: A resilience approach to social assessment. Australian Government, *Bureau of rural science*, 1-33.

Moarrab, Y., Salehi, E., Amiri, M.J,. Narouee, B,.(2018). Evaluation of Social and Cultural Resilience of Urban Land Use :Case Study: Region 1 Tehran, Journal of Geography and Urban Space Development Vol.5, No.1, 113-130 (in Persian).

Mohandesine Moshavere Naghshe Mohit. (2013). Zanjan city development plan, Zanjan.

Mohammadpouralima, N., Bandarabad, A.R., Majedi, H,.(2020). Physical and social resilience of residential areas of historical context :case study of District 12 of Tehran, Journal of New Attitudes in Human Geography, 97-116, 12(2) (in Persian).

Nop, S., Thornton, A. (2019). Urban resilience building in modern development: a case of Phnom Penh City, Cambodia, *Ecology and Society*, 24 (2), 1-11.

Norris, F.H., Stevens, S.P., Pfefferbaum, B., Wyche K.F. & Pfefferbaum, R.L. (2008). Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness. *American Journal of Community Psychology*, 41,127-150.

OFWAT (2015). *Reliable services for customers consultation on Ofwat's role on resilience*. https://www.ofwat.gov.uk/.

Ouyang, M., & Duenas-Osorio, L. (2012). Time-dependent resilience assessment and improvement of urban infrastructure systems. Chaos, 22(3), 1-12.

Rafieeian, M., Rezaei, M.R., Asgari, A., & Parhizkar, A., Shayan, S. (2012). Conceptual explanation of resilience and creation of its indicator in the community based disaster management, *spatial planning (modern human science)*, 15 (4), 19-41 (in Persian).

Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2014). Major principles and criteria for development of an urban resilience assessment index. *In 2014 International Conference and Utility Exhibition on Green Energy for Sustainable Development (ICUE)*, 1-5.

Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2016).Urban Resilience Assessment: Multiple Dimensions, Criteria, and Indicators. From book *Urban Resilience: A Transformative Approach*, 259-267.

Sharifnia, F (2012). *Investigating the relationship between urban land use and earthquake resilience and providing solutions in the field of urban planning Case study: District 10 of Tehran*. ((Unpublished master dissertation). University of Tehran, Department of Urban Planning, Urban and Regional Planning, (in Persian).

Sharifzadegan, M.H., & Fatahi, H. (2008). Application of seismic rick assessment models in urban planning and design, *soffeh*, 17 (46), 109-124, (in Persian).

Sterk, M., van de Leemput, I. A., & Peeters, E. T. H. M. (2017).How to conceptualize and operationalize resilience in socio-ecological systems?, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 28, 108-113.

Suarez, M., Baggethun,E., Benayas, J., & Tilbury, D. (2016). Towards an Urban Resilience Index: A Case Study in 50 Spanish Cities. *Sustainability*, 8, 1-19.

Sundstrom, S.M., Angeler, D.G., Barichievy, C., Eason, T., Garmestani, A., Gunderson, L., Knutson, M., Nash, K.L., Spanbauer, T., Stow, C., & Allen, C.R. (2018). The distribution and role of functional abundance in Wu,Jianguo. Ecological Resilience as a Foundation for Urban Design and Sustainability, *sustainability*, 99(11): 2421–2432.

Truchy, A., Angeler, D.G., Sponseller, R.A., Johnson, R.K. & McKie, B.G. (2015) Linking biodiversity, ecosystem functioning and services, and ecological resilience: towards an integrative framework for improved management. *Advances in Ecological Research*, 53, 55–96.

Xiaoling, Z., Huan, L. (2018). Urban resilience and urban sustainability: What we know and what do not know? *Cities*, 72 (part A), 141-148.

Ziyari, Y., Ebadolazadeh Maleki, B., Behzadpour, E. (2018). Evaluation of physical resilience against earthquake hazards with the approach of achieving sustainable management Case study: District 1 of Tehran, Journal of New Attitudes in Human Geography, 10(2), 97-112, (in Persian)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Quarterly of New Attitudes in Human Geography (Spring) 2021, Vol. 13. No 2

Explaining the Factors Affecting Evolutionary Urban Resilience to Earthquake, Case Study: Zanjan

B.Ebadolazadehmaleki
Ph.D. Student of Urban Planning, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Z.S.S.Zarabadi*
Associate Professor, Department of Urban Planning, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
S.Piri
Assistant Professor, Department of Architecture, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
M.R.F.Behtash
Assistant Professor, Department of Urban Planning, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

A review of the experiences of natural disasters, including earthquakes, shows that earthquakes do not cause destruction on their own, but it is human who determines the extent of damage caused by earthquakes. Given the ineffectiveness of vulnerability-based approaches after earthquake, new perspectives emphasize on the evolutionary resilience approach; but the main problem is the multiplicity and diversity of indicators with complex and networked relationships and the difficulty of the evaluation process, which necessitates the use of appropriate models. The present study is applied in terms of purpose and analyzes the causal relationships between urban evolutionary resilience indicators against earthquakes in Zanjan, according to the position of this city in relation to the surrounding faults to key and effective factors in resilience. The city should be identified. For this purpose, after reviewing the texts and extracting the indicators. First by using two-stage Delphi method through purposeful and consecutive sampling, 27 questionnaires in the form of 40 * 40 matrix are completed by managers and experts of Zanjan Municipality, then by the use of parametric interpretive structural model using Mic Mac software causal relationships and key factors influencing urban resilience were identified. Results show that indicators related to institutional factors and communication network act as effective and key indicators in the network and increasing the status of these indicators due to their direct and indirect effects on other indicators in the network of causal relationships the ultimate rate of resilience can be improved.

Keywords: evolutionary resilience, parametric interpretive structural model, Zanjan city, Earthquake

* (Corresponding author) zarabadi.s@gmail.com