

سنجش میزان تاب‌آوری و چگونگی توزیع آن در محلات شهر تهران^۱

محمدحسین شریف‌زادگان^۲

استاد دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی

راضیه‌رمضانی^۳

دریافت: ۱ خرداد ۱۳۹۶
پذیرش: ۲۰ آبان ۱۳۹۸
(صفحه ۹۱-۱۱۰)

کلیدواژگان: تاب‌آوری شهری، DROP، تحلیل عاملی، F'ANP، تهران.

چکیده

در کشورهای بیشتر توسعه‌یافته تغییرات چشمگیری در نگرش به مخاطرات دیده می‌شود؛ به طوری که دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر یافته است. بر این اساس، در برنامه‌ریزی‌های کاهش مخاطرات باید به دنبال ایجاد و تقویت ویژگی‌های جوامع تاب‌آور باشند. در این میان، به مفهوم عام، شهر تهران به دلیل شرایط خاص طبیعی و جغرافیایی آن مستعد شوک‌های متعددی از جمله زلزله، سیل، و... است که ضرورت توجه به مفهوم تاب‌آوری شهری را می‌رساند.

در این مقاله هدف سنجش تاب‌آوری شهر تهران به منزله اولین گام در فرایند تاب‌آور کردن شهر با به‌کارگیری مدل و شاخص‌های تعیین‌کننده تاب‌آوری و بیان روشی برای بررسی آن است. برای نیل به این هدف با استفاده از داده‌های آماری سال ۱۳۹۰ محلات شهر تهران و به‌کارگیری روش شاخص‌های تاب‌آوری خط مبنا برای جوامع و تمرکز بر مجموعه‌ای از شاخص‌ها بر اساس مدل اصلاح‌شده تاب‌آوری مکانی بلایا (DROP)، عرضه‌شده از سوی کاتر و همکاران

در سال ۲۰۰۸، مدل مفهومی مطالعه ساخته و برای محاسبه شاخص تلفیقی تاب‌آوری مدل تحلیلی F'ANP، که ترکیبی از تحلیل عاملی و مدل شبکه‌ای ANP است، استفاده شده است. پس از تدقیق مدل مفهومی از طریق انجام تحلیل عاملی تأییدی، به تفکیک ابعاد تاب‌آوری، ۲۳ شاخص تبیین‌کننده تاب‌آوری شهری در شهر تهران، پس از تحلیل عاملی اکتشافی، به شش عامل اجتماعی-اقتصادی، دسترسی به خدمات عمومی، زیرساخت-جامعه‌ای، فضای باز (زیرساختی)، فعالیتی-اقتصادی، زیرساختی منجر گردیدند که این عوامل و شاخص‌های آن‌ها برای انجام فرایند مدل تحلیلی F'ANP به منظور استخراج ضریب اهمیت نسبی به کار گرفته شدند. این ضریب اهمیت با روش تلفیق حساسی ترکیب و نهایتاً شاخص تلفیقی تاب‌آوری محلات شهر تهران به دست آمد و در سطح محلات شهر تهران ترسیم گردید. نتایج تاب‌آوری بیشتر محلات نیمه شمالی تهران را در مقایسه با نیمه جنوبی نشان می‌دهند.

مقدمه

از سال‌های انتهایی قرن بیستم و اکنون در اوایل قرن بیست و یکم بیش از نیمی از جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کنند.

۱. این مقاله برگرفته از رساله دکتری نگارنده دوم است با عنوان دستیابی به چارچوب انگاشتی تاب‌آوری شهری و ارتباط آن با فقر مورد نگارنده اول در تاریخ شهریورماه ۱۳۹۶ در دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی دفاع شده است.

۲. نویسنده مسئول
m_sharifzadegan@sbu.ac.ir

۳. دانش‌آموخته دکتری برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشگاه شهید بهشتی
ra_ramezani@sbu.ac.ir

پرسش‌های تحقیق

۱. شاخص‌های اصلی برای سنجش تاب‌آوری شهری در سطح محلات چیست؟

۲. وضعیت و الگوی پراکنش تاب‌آوری در سطح محلات شهر تهران چگونه است؟

مناطق شهری قوه محرکه رشد ملی هستند و در نظام‌ها و ظرفیت‌های حکومتی خود نقشی پویا دارند؛ اما در طول تاریخ، همواره حوادث و رخداد‌های طبیعی، زندگی شهری را با مشکل روبه‌رو کرده و سبب اختلال در پویایی این سیستم‌ها شده‌اند. تغییر شدید آب‌وهوا، زلزله، و موارد اضطراری ناشی از خطرپذیری ساخته انسان به طور فزاینده‌ای بر مردم فشار می‌آورند و رونق شهرها را دستخوش تهدید می‌کنند.

این روندها بیانگر عدم تاب‌آوری کافی جوامع ما در مقابل بلایای طبیعی هستند. در مواجهه با چنین وضعیتی، انگاشت تاب‌آوری توجهات زیادی را، به‌ویژه بعد از اتخاذ برنامه‌ای با عنوان «تقویت تاب‌آوری ملت‌ها و جوامع در مقابل سوانح در چارچوب طرح هیوگو» (که در کنفرانس جهانی هیوگو^۴ در کوبه ژاپن در مورد کاهش بحران در سال ۲۰۰۵ طرح شد)، برای سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ به خود جلب کرده است. پس از به‌کارگیری چارچوب هیوگو، هدف اصلی برنامه‌ریزی‌های مخاطرات بر تقویت تاب‌آوری به جای تنها کاهش آسیب‌پذیری قرار گرفته است.^۵

کلان‌شهر تهران نیز همسو با سایر کلان‌شهرهای کشورهای در حال توسعه با مشکلات متعددی روبه‌روست. در این میان، به مفهوم عام، شهر تهران، به دلیل شرایط خاص طبیعی و جغرافیایی آن، مستعد شوک‌های متعددی از جمله زلزله و سیل است که وجود بافت‌های فرسوده، فقدان دسترسی‌های مناسب، شیب نسبتاً زیاد، و... اهمیت توجه به مفهوم تاب‌آوری شهری را بیش از پیش ضروری ساخته است تا با آگاهی از میزان و چگونگی پراکندگی تاب‌آوری در سطح محلات شهر پیش‌نیاز اتخاذ تصمیمات درخور فراهم گردد.

با توجه به مسائل اشاره‌شده، این پرسش‌ها قابل بررسی است: شاخص‌های اصلی برای سنجش تاب‌آوری شهری در سطح محلات چیست؟ وضعیت و الگوی پراکنش تاب‌آوری در سطح محلات شهر تهران چگونه است؟

در این خصوص، در مطالعه حاضر تلاش شده است تا با تأکید بر مدل مفهومی مدل اصلاح‌شده تاب‌آوری مکانی بلایای (DROP) کاتر و به‌کارگیری مدل تحلیلی FANP و همچنین ابزار تحلیل عاملی تأییدی، شاخص‌های اثرگذار بر تاب‌آوری شهر تهران شناسایی و تدوین شوند و همچنین چگونگی توزیع تاب‌آوری در سطح محلات شهر تهران تعیین گردد.

۴. چارچوب اجرایی هیوگو 2005-2015: تاب‌آوری ملت‌ها و جوامع در برابر حوادث (HFA)
5. J.S. Mayunga,
"Understanding and Applying the Concept of Community Disaster Resilience", p. 1.

۱. سابقه موضوع و مبانی اندیشه‌ای

اصطلاح تاب‌آوری را نخستین بار هولینگ در سال ۱۹۷۳ با عنوان مفهومی اکولوژیکی مطرح کرد؛ سپس ادگر^۶ در نظام‌های اجتماعی، کارپنتر^۷ و فولک^۸ در نظام‌های زوجی انسانی- محیطی آن را به کار گرفتند، ایده تاب‌آوری نه تنها به صورت اکوسیستم‌ها به تنهایی و جوامع به تنهایی بلکه در نظام‌های اجتماعی- اکولوژیک^{۱۰} توسط برکیس^{۱۱} استفاده گردید. این ایده همچنین در زمینه بلایای کوتاه‌مدت نیز از سوی تاینری (۱۹۹۷)، برنو (۲۰۰۳) و رز (۲۰۰۴) و در پدیده‌های بلندمدت مانند تغییرات اقلیمی از سوی تیمرمن (۱۹۸۱) و دوررز (۱۹۹۲) به کار گرفته شد.^{۱۲} محققان دیگری نیز بسته به انتظام مورد نظرشان در خصوص تاب‌آوری در مفاهیم زیرساخت مهندسی^{۱۳}، علوم روان‌شناسی^{۱۴}، دانش رفتاری^{۱۵}، و کاهش ریسک بلایا^{۱۶} تعاریفی مطرح کرده‌اند.

بنابراین تاب‌آوری یک دستور کار مشترک و میان‌کسانی مطرح است که نگران تهدیدهای فردی و جمعی مالی، سیاسی، سوانح، درگیری‌ها^{۱۷}، و تهدیدهای اقلیمی برای توسعه هستند.^{۱۸} در تعاریف متنوع، طبیعت چندانتظامی و پیچیده موضوع منعکس می‌شوند و مشخص می‌گردد که هیچ اجماعی در مورد تعریف واحدی از انگاشت تاب‌آوری وجود ندارد. با وجود این، اشتراکاتی میان متون نظری مرتبط هست. بیشتر نویسندگان از واژه‌های «ظرفیت» یا «توانایی» در هنگام تعریف انگاشت تاب‌آوری استفاده می‌کنند. این ایده هنگام استفاده در مورد افراد، گروه‌های مردم، جوامع و اجتماع نشان می‌دهد که تاب‌آوری به طور مستقیم با ظرفیت و توانایی افراد، جوامع، و گروه‌ها برای مقابله با اثرات منفی مخاطرات مرتبط است.^{۱۹} همچنین استفاده گسترده از واژه بازیابی^{۲۰} در تعاریف حایز اهمیت است. بیشتر نویسندگان انگاشت تاب‌آوری را با واژه «سرعت» یا اینکه چگونه افراد، گروه افراد، یک اجتماع یا جامعه می‌تواند از اثرات بلایا بازیابی صورت دهد، تعریف می‌کنند.^{۲۱} نتایج دیگری

نیز از رویکرد تعریفی قابل‌استنتاج هستند. اول اینکه برخی از نویسندگان نگرشی اکولوژیکی در مورد تاب‌آوری اختیار می‌کنند و تاب‌آوری را بر اساس رویکردی سیستمی تعریف می‌کنند و در آن تأکیدی ویژه بر تعاملات درون و میان سیستم‌ها (چه سیستم‌های طبیعی و چه سیستم‌های اجتماعی)، که تاب‌آوری جامعه را هم درونی و هم بیرونی شامل می‌شود، دارند.^{۲۲}

به‌علاوه، تاب‌آوری به مثابه یک فرایند بلندمدت بازیابی بعد از یک حادثه دیده شده است. به بیان دیگر تاب‌آوری به لحاظ زمانی، که طول می‌کشد تا از حادثه بازیابی شود یا به حالت نرمال برگردد، اندازه‌گیری می‌گردد.^{۲۳}

نویسندگان عموماً ایده سازگاری^{۲۴} را در تعاریفشان وارد می‌کنند و به تاب‌آوری بیشتر به منزله یک ساختار فرایندگرا نگاه کنند. برخی، به منظور تسهیل به‌کارگیری پایدارتر منابع جامعه، انگاشت تاب‌آوری را به انگاشت پایداری متصل می‌کنند. همچنین تاب‌آوری اغلب متضاد آسیب‌پذیری^{۲۵} دیده شده است. به این ترتیب زیاد بودن زمان آسیب‌پذیری یک جامعه منجر به کم شدن تاب‌آوری آن جامعه می‌شود و برعکس. و در مقابل برخی در مدل‌های خود معتقدند که هم‌پوشانی‌ای میان این دو مفهوم هست و بنابراین منحصر به فرد نیستند و متقابلاً فراگیری نیز ندارند.^{۲۶}

درمجموع تاب‌آوری یک ویژگی نوظهور^{۲۷} است که ابعاد مختلفی را در بر دارد:

- ۱) میزان تغییری که یک سیستم می‌تواند متحمل شود ولی همچنان ساختار و عملکرد خود را حفظ کند،
- ۲) درجه‌ای که در آن سیستم قادر به خودتنظیمی است،
- ۳) توانایی ساخت و افزایش ظرفیت یادگیری، تطابق، و دگرگونی (در جایی که لازم است).^{۲۸}

بنابراین مهم‌ترین خصوصیات یک سیستم تاب‌آور که دارای ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی، نهادی، اکولوژیکی، زیرساختی، و تکنیکی و قابلیت‌های جامعه است^{۲۹}، در واژگانی

۶. نک:

C. Holling, et al, *Foundations of Ecological Resilience*.

۷. نک:

W.N. Adger, "Social Vulnerability to Climate Change and Extremes in Coastal Vietnam".

۸. نک:

S. Carpenter, et al, "From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What?".

۹. نک:

C. Folke, "Resilience: The Emergence of a Perspective for Social-ecological Systems Analyses".
10. SES: social-ecological systems

۱۱. نک:

F. Berkes, et al, *Navigating Social-ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change*.

12. H. Zhou, et al, "Resilience to Natural Hazards: a Geographic Perspective", p. 22; Davoudi, et al, "Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? 'Reframing' Resilience: Challenges for Planning Theory and Practice Interacting Traps".

۱۳. نک:

K. Tierney & M. Bruneau, *Conceptualizing and Measuring Resilience: A Key to Disaster Loss Reduction*.

از قبیل تنوع^{۳۰}، کاردانی^{۳۱}، مشارکت^{۳۲}، مقیاس^{۳۳}، حکمروایی^{۳۴}، پیوستگی اجتماعی^{۳۵}، افزونگی^{۳۶}، ستبری^{۳۷}، برابری^{۳۸}، یادگیری^{۳۹}، سرعت^{۴۰}، و عدم قطعیت^{۴۱} قابل تعریف است^{۴۲}.

در مورد تاب‌آوری شهری کاتر و همکاران پژوهشی با به‌کارگیری خط مبنای شاخص تاب‌آوری جوامع BRIC در سال ۲۰۱۰ در نواحی آلاباما، فلوریدا، جورجیا، کنتاکی، میسی سی‌پی، کارولینای شمالی، کارولینای جنوبی، و تنس با عنوان «شاخص‌های تاب‌آوری سوانح برای نمونه‌کاوی شرایط خط مبنای»، صورت گرفته است.^{۳۳} پژوهشی دیگر مجدداً توسط کاتر و همکاران انجام پذیرفته که در مورد تعیین نمره تاب‌آوری سه ناحیه متروپولی گالفپورت-بیلوکسی، چارلستون و ممفیس بوده است.^{۳۴}

در مطالعه دیگری، پروژه نمایش تاب‌آوری جامعه ساحلی نیوجرسی در سال ۲۰۱۰ صورت گرفت. در این پروژه دو ابزار نوآورانه شامل پروتکل ارزیابی آسیب‌پذیری جامعه ساحلی (CCVAP) و استفاده از پرسش‌نامه تاب‌آوری، که هردو در اداره ملی اقیانوسی و جوی^{۳۵} توسعه داده شده‌اند، استفاده گردیده است.^{۳۶} وروسی و همکاران در سال ۲۰۱۲ به بررسی شاخص‌های چندانتظامی برای ارزیابی تاب‌آوری نواحی شهری در مقابل زلزله می‌پردازند.^{۳۷} در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۲ با عنوان «توسعه اندازه‌های سنجش تاب‌آوری محلی در مقابل حوادث طبیعی»، برتون برای توسعه یک شاخص ترکیبی تاب‌آوری حوادث برای ساحل خلیج میسی‌سی‌پی، در خصوص فرایند بهبود از طوفان کارتینا، مجموعه‌ای از شاخص‌های مرتبط را به کار برده است.^{۳۸} نورمندین و همکارانش در سال ۲۰۰۹ در مطالعه خود برای یافتن شاخص‌ها، شاخص‌هایی که برای آسیب‌پذیری و تاب‌آوری شهری استفاده می‌شوند را بررسی کرده‌اند.^{۳۹} همچنین در مطالعه ام‌تو و همکارش در سال ۲۰۱۳ با عنوان «چارچوبی یکپارچه برای ارزیابی تاب‌آوری جامعه در مدیریت حوادث» متغیرهای محیط زیست، اجتماع، حکومت،

زیرساخت‌ها، و اقتصاد استفاده شده است.^{۴۰} «تیین مفهوم تاب‌آوری و شاخص‌سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع محور (CBDM)^{۴۱}» از جمله پژوهش‌های داخلی در ارتباط با تاب‌آوری است که رفیعیان و همکاران در سال ۱۳۹۰ بر اساس چارچوب مفهومی و مبانی نظری تاب‌آوری در برابر سوانح طبیعی اجتماع محور، شاخص‌های مطلوب برای سنجش تاب‌آوری در قالب ابعاد چهارگانه اجتماعی، اقتصادی، نهادی، و کالبدی-محیطی انجام داده‌اند.^{۴۲}

۲. روش‌شناسی تحقیق: مدل تحلیلی-تلفیقی F'ANP

پژوهش حاضر از نظرگاه هدف از نوع کاربردی و از نظرگاه ماهیت و روش از نوع توصیفی است. جامعه هدف محلات شهر تهران و اطلاعات خام برای تحلیل مطالعه مورد پژوهش برگرفته از داده‌های آماری سال ۱۳۹۰ مرکز آمار است.

در این خصوص، مدل F'ANP در سال ۲۰۱۳ از سوی زبردست برای ساخت شاخص مرکب تعیین میزان آسیب‌پذیری اجتماعی در مقابل زلزله به منظور به حداقل رساندن کاستی‌های روش‌های مرسوم ساخت شاخص مرکب با عنوان مدل تحلیلی پژوهش عرضه شد.^{۴۳}

در مدل F'ANP تلاش شده است تا با به‌کارگیری مزیت‌های ذاتی روش تحلیل عاملی، ابتدا موضوع مورد بررسی به ابعاد تشکیل‌دهنده آن تجزیه و سپس با استفاده از روش ANP، این ابعاد (خوشه‌ها) و عناصر آنها، و ارتباط و وابستگی‌های بین عناصر و خوشه‌ها به شکل شبکه‌ای مشخص شوند تا بتوان اهمیت نسبی عناصر تشکیل‌دهنده موضوع مورد بررسی را محاسبه کرد.

با این تفاوت که مدل F'ANP محدودیت‌های روش‌های ارزیابی چندمعیاری از قبیل فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، که همان قضاوت‌های ذهنی

۱۴. نک:

E.-K.O. Lee, et al, "Coping With Hurricane Katrina: Psychological Distress and Resilience Among African American Evacuees".

۱۵. نک:

F.H. Norris, et al, "Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness".

۱۶. نک:

S.L. Cutter, et al, "Community and Regional Resilience: Perspectives from Hazards, Disasters, and Emergency Management".

17. conflict and climate threats

18. T. Mitchell & K. Harris, "Resilience: A Risk Management Approach", p. 1.

19. C.G. Burton, *THE DEVELOPMENT OF METRICS FOR COMMUNITY RESILIENCE TO NATURAL DISASTERS*, p. 7.

20. recovery

21. J.S. Mayunga, *ibid*, p. 3.

22. S.B. Manyena, "The Concept of Resilience Revisited", p. 445.

۲۳. نک:

R.J. Klein, et al, "Resilience to Natural Hazards: How Useful Is This Concept?".

24. adaptation



25. vulnerability
 26. S.L. Cutter, et al, "A Place-based Model for Understanding Community Resilience to Natural Disasters", pp. 602-603.
 27. emergent property
 28. C. Béné, et al, "Review Article: Resilience, Poverty and Development", p. 600.
 29. A. Jha, et al, *Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice*, p. 11; Tierney & Bruneau, *ibid*, p. 17; Cutter, et al, "A Place-based Model for Understanding Community Resilience to Natural Disasters".
 ۳۰. diversity: به لحاظ دسترسی به دارایی‌ها، صداها، مؤثر در تصمیم سازی و مؤثر در قابل دسترسی بودن فرصت‌های اقتصادی
 ۳۱. resourcefulness: توانایی تشخیص و اولویت دهی مشکلات و ابداع راه حل‌ها از طریق تشخیص و بسیج منابع
 ۳۲. مشارکت جامعه و به کارگیری بخشی از دانش محلی
 ۳۳. مقیاس محلی به جهانی
 ۳۴. حکمروایی و نهادهای مؤثر که می‌تواند همبستگی اجتماعی را افزایش دهد
 ۳۵. social cohesion: کاهش هزینه‌های معاملاتی را از طریق توافق میان اعضای جامعه
 ۳۶. redundancy: میزانی که یک سیستم، عناصر سیستم یا دیگر واحدها قابلیت جانشینی دارند.

مدل مفهومی منتخب در این مطالعه، مدل DROP^{۵۷} با برخی اصلاحات و ابعاد چهارگانه اجتماعی، اقتصادی، زیرساختی، و نهادی برای بررسی و سنجش میزان تاب‌آوری شهر تهران پیشنهاد گردید. این در شرایطی است که در مدل اصلی DROP شش بعد اجتماعی، اقتصادی، نهادی، زیرساختی، جامعه‌ای، و اکولوژیکی در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه اگر اطلاعاتی هم برای ابعاد نهادی و اکولوژیکی در سطح محله در تهران موجود باشد، در دسترس نیستند، بنابراین، در بررسی تاب‌آوری در سطح محلات شهر تهران از شاخص‌های نشانگر ابعاد چهارگانه اجتماعی، اقتصادی، زیرساختی، و جامعه‌ای تاب‌آوری استفاده خواهد شد. استفاده از ابعادی کمتر از شش بعد پیشنهادی DROP در بررسی تاب‌آوری جوامع بدعت دارد. کاتر، مبدع مدل DROP، در بررسی تاب‌آوری در جوامع ایالت‌های جنوب شرقی آمریکا، به دلیل وجود ناسازگاری در داده‌ها، بعد اکولوژیکی را کنار گذاشته و از شاخص‌های نشانگر پنج بعد اجتماعی، اقتصادی، نهادی، زیرساختی، و جامعه‌ای برای سنجش میزان تاب‌آوری جوامع ایالت‌های مذکور استفاده کرده است^{۵۸}. مدل‌های اندازه‌گیری تاب‌آوری در سطح محلی^{۵۹} در «جدول ۱» آمده‌اند.

پس از بررسی و تحلیل مدل‌ها و چارچوب‌های مفهومی مطرح در زمینه سنجش تاب‌آوری و پس از بررسی قابلیت دسترسی به اطلاعات این شاخص‌ها در سطح محله، تعداد ۲۶ شاخص برای اهداف این مطالعه مشخص شدند که در «جدول ۲» برای تأثیر این شاخص‌ها بر تاب‌آوری و نیز نحوه محاسبه آن‌ها ارائه شده‌اند.

در مرحله بعد برای بررسی کیفیت داده‌ها، ضروری است نحوه توزیع داده‌های هریک از شاخص‌ها و میزان انطباق آن‌ها از توزیع نرمال بررسی شود. ضریب چولگی^{۶۱} و ضریب کشیدگی^{۶۲} دو شاخصی هستند که برای این نوع بررسی‌ها به کار برده می‌شوند.

برای تعیین میزان اهمیت عناصر تصمیم است، به حداقل می‌رساند. بدین ترتیب که با تلفیق تحلیل عاملی و فرایند تحلیل شبکه‌ای، به جای به کارگیری مقیاس ۹ کمیته ساعتی، درصد تغییراتی را که هریک از عوامل استخراج شده در تحلیل عاملی انجام شده توضیح می‌دهند، به منزله معیاری برای محاسبه ضریب اهمیت آن‌ها در مقایسه‌های دودویی استفاده می‌شود. همچنین برای ارتباط بین عوامل و شاخص‌ها، بار عاملی متغیرها (ضرایب همبستگی متغیرها با عوامل) و برای ارتباط بین شاخص‌ها، قدرمطلق ضرایب همبستگی بین متغیرهای هر عامل به منزله نشانگر میزان اهمیت آن‌ها در ماتریس مقایسه دو دویی معیارها در نظر گرفته می‌شوند.

بنابراین فرایند مدل F'ANP را می‌توان در دو مرحله خلاصه کرد^{۵۵}:

- مرحله اول: تحلیل عاملی (FA) که شامل سه مرحله انتخاب شاخص‌های تبیین‌کننده پدیده مورد بررسی (با مرور متون نظری و تجربی مرتبط و تدوین چارچوب نظری تحقیق)، انجام تحلیل عاملی و استخراج ابعاد نشانگر پدیده، و در نهایت شناسایی شاخص‌های هریک از ابعاد استخراج شده است.

- مرحله دوم: فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) که این مرحله شامل چهار گام اصلی ساخت مدل شبکه‌ای موضوع بر اساس نتایج تحلیل عاملی، تعیین وابستگی درونی و بیرونی عناصر تصمیم، تشکیل سوپرماتریس و محاسبه ماتریس‌های آن، و در نهایت به حد رساندن سوپرماتریس و محاسبه ضریب اهمیت نسبی شاخص‌هاست.^{۵۶}

۳. نتایج و تحلیل

۳.۱. تعیین و استخراج ابعاد نشانگر تاب‌آوری
 با توجه به نتایج حاصل از بررسی تجارب جهانی، اهداف پژوهش و مدل‌های مطرح در زمینه سنجش تاب‌آوری در سطح محلی (در «جدول ۱» خلاصه ویژگی‌های این مدل‌ها آمده است)،

جدول ۱. جمع‌بندی ویژگی‌های مدل‌ها و چارچوب‌های مفهومی تاب‌آوری، تدوین: نگارندگان. —

برای شاخص‌هایی که دارای ضرایب چولگی و کشیدگی بیش از اندازه بودند، باید تبدیل^{۶۳} صورت پذیرد. شاخص‌های

متد	توسعه‌دهنده/ واپسته به	تمرکز	اجزا	کوچک‌ترین واحد تحلیل	روش‌شناسی	مشارکتی	منبع داده	برگرفته از
شاخص ظرفیت تاب‌آوری (RCI)	شبکه ساخت نواحی تاب‌آوری BBR	واحد آماری که نمونه نواحی را در ۱۲ شاخص با وزن یکسان در ایالات متحده خلاصه می‌کند	اقتصاد ناحیه‌ای، ویژگی‌های اجتماعی-جمعیتی، و اتصال جامعه	اجتماعات در ایالات متحده	شاخص‌های عددی، برخی از شاخص‌های ترکیبی موجود استفاده می‌کنند	خیر	تنها داده‌های ثانویه	Building Resilient Regions, Resilience Capacity Index.
شاخص‌های تاب‌آوری خط مبنا برای جوامع (BRIC)	مؤسسه تحقیقی آسیب‌پذیری در دانشگاه کارولینای جنوبی، ایالات متحده	مجموعه‌ای از شاخص‌ها بر اساس مدل تاب‌آوری مکانی بلایا DROP	اکولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی، نهادی، زیرساختی و صلاحیت جامعه	اجتماعات	شاخص‌های عددی و شاخص‌های بله/خیر، استفاده از شاخص ترکیبی موجود	خیر	تنها داده‌های ثانویه	Cutter, et al, Baseline Indicators for Disaster-Resilient Communities.
ResilUS	دانشکده محیط زیست هاگسلی، دانشگاه واشنگتن غربی	مدل شبیه‌سازی نمونه اولیه از تاب‌آوری جامعه در ایالات متحده U.S	مدول‌های بازیابی، مدول تخمین خسارت (تمرکز بر شاخص‌های مرتبط با رفاه خانوار و کسب و کار، مانند بهداشت، اشتغال، بهره‌وری، و تقاضای تولید)	اجتماعات در ایالات متحده	غیرمشخص	روش‌های احتمالاتی	تنها داده‌های ثانویه	Miles, & Chang, "ResilUS-Modeling Community Capital Loss and Recovery".
ارزیابی اثر بازیابی و سیستم پایش سونامی (TRIAMS)	اندونزی، سریلانکا، مالدیو، و تایلند، IFRC, WHO, و UNDP	نگرش رایج به پایش تلاش‌های بازیابی و اثر ارزیابی در چهار کشور که تحت تأثیر سونامی در آسیا در سال ۲۰۰۴ قرار گرفته‌اند.	نیازهای حیاتی، خدمات اجتماعی پایه، زیرساخت‌ها، و معیشت‌ها	اندونزی، سریلانکا، مالدیو، تایلند	۲۸ شاخص برون‌داد (Output) کمی، ۲۰ شاخص نتیجه (Outcome) و ۳ شاخص اثر در بازیابی	شامل ابزارهای کیفی به علاوه شاخص‌ها	داده‌های ثانویه و اولیه، داده‌های کیفی برای مثلث‌سازی	WHO, "Tsunami Recovery Impact Assessment and Monitoring System".
چارچوب تاب‌آوری ارزیابی‌های DRLA/UEH	دانشگاه تولین و دانشگاه دولتی هایتی (UEH)	مدلی برای سنجش ارتباط میان شوک، کمک‌های بشردوستانه و تاب‌آوری	ثروت، قرض و کردیت، رفتارهای مقابله‌ای، سرمایه انسانی، حمایت و امنیت، شبکه اجتماعی، و وضعیت روان‌شناسی-اجتماعی	خانوارها	شاخص‌های ترکیبی کمی و ابزارهای کیفی	بله (پیمایش‌ها)	داده‌های اولیه (پیمایش‌ها و گروه‌های تمرکز)	Luu, Haiti Humanitarian Assistance Evaluation, From a Resilience Perspective.
شاخص بازیابی بلایا اندونزی (DRI)	دولت اندونزی	مدلی برای سنجش بازیابی بعد از فوران آتشفشان و سیل‌ها در اندونزی	۲۲ شاخص بازیابی شامل زیرساخت‌ها، مسکن، معیشت، و ساختار اجتماعی	اجتماعات در اندونزی	پیمایش خانوار و داده‌های طولی	مشخص نیست	داده‌های اولیه (پیمایش‌های خانوار)	UNDP, Launching of the World's First Disaster Recovery Index.
FAO Resilience Tool	FAO	دلایل ریشه‌ای آسیب‌پذیری خانوار	درآمد و دسترسی به خدمات پایه، شبکه‌های ایمنی اجتماعی، دارایی‌ها، ظرفیت تطبیقی خانوارها، و ثبات تمامی این فاکتورها در طول زمان	اجتماعات	شاخص‌های کیفی که در شکل «نمره تاب‌آوری» کلی ترکیب شده‌اند	خیر	تنها داده‌های ثانویه	FAO/ EU, "Measuring Resilience: A Concept Note on the Resilience Tool".
تغییر معیشت در طول زمان (LCOT)	دانشگاه تافتز (Tufts) و دانشگاه مکله (Mekelle) در اتیوپی	توانایی برگشت از یک بحران بزرگ امنیت غذایی ناحیه‌ای در اتیوپی شمالی	سه گونه تحلیل: (۱) رفاه خانوار در طول زمان، (۲) پویایی‌های امنیت غذایی (۳) دام‌های فقر	خانوارها	شاخص‌های کمی، چارچوب‌های دام‌های فقر کارتر و برت	بله (پرسش‌نامه خود-گزارش‌دهی (Self-Reports))	داده‌های اولیه و ثانویه (چهار دور پیمایش خانوار در دو سال)	Maxwell, et al, "Resilience, Food Security Dynamics, and Poverty Traps in Northern Ethiopia: Analysis of a Biannual Panel Dataset, 2011-2013".

نسبت مساحت کاربری تجهیزات شهری به کل مساحت، و پس از اعمال فرایند تبدیل، ضرایب چولگی و کشیدگی برای نسبت مساحت کاربری پارک و فضای سبز به کل مساحت، این شاخص‌ها مجدداً محاسبه شدند.

به دلیل اینکه در فرایند تبدیل تعداد قابل توجهی از مشاهدات^{۶۴} خود را از دست می‌دادند، از دور محاسبات کنار گذاشته شدند.

پس از بررسی کیفیت داده‌ها، ابتدا طراحی ساختاری سلسله‌مراتبی پیشنهادی برای بررسی تاب‌آوری در شهر تهران

→ ادامه جدول ۱.
← جمع‌بندی ویژگی‌های ...

متد	توسعه‌دهنده/ وابسته به	تمرکز	اجزا	کوچک‌ترین واحد تحلیل	روش‌شناسی	مشارکتی	منبع داده	برگرفته از
چارچوب تاب‌آوری (PEOPLES)	مرکز چندانتظامی پژوهش مهندسی زلزله	چارچوب سنجش جامع که بر اساس چارچوب تاب‌آوری ساخته می‌شود MEERC R4	جمعیت و جمعیت‌شناسی، محیطی/اکوسیستم، خدمات، زیرساخت، سبک زندگی، اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی	اجتماعات	ترکیبی از داده‌های کمی، استفاده از شاخص‌های ترکیبی	غیرمشخص	تنها داده‌های ثانویه	Renschler, et al, A Framework for Defining and Measuring Resilience at the Community Scale: the PEOPLES Resilience Framework.
تحلیل تاب‌آوری مبتنی بر جامعه Community-Based Resilience Analysis (CoBRA)	مرکز توسعه UNDP Drylands	چارچوب سنجش ویژه تاب‌آوری زمینهای و جهانی	آستانه حفاظت معیشت و بقا، فیزیکی، انسانی، مالی، طبیعی، و اجتماعی	خانوارها (برای کلان شاخص meta-) (indicator)، و اجتماعات	شاخص‌های عددی و بله/خیر، داده‌های کیفی	بله (مصاحبه‌ها، مباحثات گروه‌های تمرکز)	مجموعه داده‌های اولیه و ترکیب با داده‌های ثانویه	UNDP & Drylands Development Centre, Community Based Resilience Analysis (CoBRA): Conceptual Framework and Methodology.
خصوصیات حداقل NRCC	کنسرسیوم کاهش ریسک نیپال (NRCC)	چارچوب شاخص پیشنهادشده در سطح برون‌داد (OUTPUT)	نهادی، اطلاعات، ارزیابی‌ها، تیم‌ها، برنامه‌ها، منابع مالی، زیرساخت، و سیستم‌های هشدار	اجتماعات نیپال	اغلب شاخص‌های عددی و بله/خیر	خیر	مجموعه داده‌های اولیه مورد نیاز در بیشتر نمونه‌ها	Flagship4, Nepal's 9 Minimum Characteristics of a Disaster Resilient Community.
چارچوب قلمروی تاب‌آوری-USAID	USAID	ماتریس نتایج با مجموعه‌ای از شاخص‌ها برای سه هدف خرد و هدف کلان	دسترسی به درآمد و غذا، دارایی‌ها، ظرفیت‌های تطبیقی، سرمایه اجتماعی و شبکه‌های امن، حکمروایی، و تغذیه و سلامت	اجتماعات	شاخص‌های عددی	بله (پیمایش) درک شخصی (Self-Perception Survey)	داده‌ها (پیمایش‌های اولیه و ثانویه)	USAID, The Resilience Agenda: Measuring Resilience in USAID.
مشاوره کارشناسی در اندازه‌گیری تاب‌آوری برای امنیت غذایی	FAO/ WFP	چارچوب پیشنهادشده برای سنجش تاب‌آوری امنیت غذایی	چهار مجموعه از شاخص‌ها برای رفاه مینا و شرایط پایه‌ای، اختلال‌ها، پاسخ، و رفاه (end-line welfare)	غیرمشخص	شاخص‌های عددی	خیر	داده‌های ثانویه	Frankenberger, et al, Community Resilience: Conceptual Framework and Measurement Feed the Future Learning Agenda.
شاخص‌های مدیریت ریسک بلایا-ODI	ODI	شاخص‌ها و اهداف برای مدیریت ریسک بلایا در اهداف توسعه بعد از ۲۰۱۵ با تأکیدی بر اثرات اقتصادی	شاخص‌های اثرات، نتایج، برون‌داد و درون‌داد برای سطوح بین‌المللی، ملی، و پایین‌تر از سطح ملی و محلی	افراد، خانوار و اجتماع	مجموعه‌های عددی شاخص‌های فردی که در سطوح مختلف در یک ماتریس تنظیم شده‌اند	خیر	تنها داده‌های ثانویه	Lovell, et al, Disaster Risk Management in Post-2015 Development Goals.
سید شاخص‌های تاب‌آوری اقتصادی	مدرسه دانش اقتصاد و سیاست لندن	لنز اقتصادی برای تکمیل اهداف مستقیم‌تر بشردوستانه و اهداف کاهش فقر	مجموعه از ۱۰ شاخص اقتصادی در مورد درون‌داد، برون‌داد، و نتیجه و سطح اثر	اجتماعات	شاخص‌های عددی	خیر	تنها داده‌های ثانویه	Ibid.
نگرش هزینه تاب‌آوری	مؤسسه مطالعات توسعه (IDS)	سنجش هزینه‌های تاب‌آوری (شامل اجتماعی، روان‌شناسی، اکولوژیکی، و غیره)	سرمایه‌گذاری پیشینی (Ex-ante)، هزینه تخریب پسینی (Ex-post)	خانوارها و اجتماعات	غیرمشخص	غیرمشخص	غیرمشخص	Béné, "Towards a Quantifiable Measure of Resilience".

۳۷. robustness : توانایی یک سیستم و عناصر آن در مقاومت در برابر نیروها بدون تخریب قابل توجه یا از بین رفتن عملکرد

→ ادامه جدول ۱.
جمع‌بندی ویژگی‌های مدل‌ها و ...

بررسی خواهد شد. به بیان دیگر، برای پاسخ به این سوال مهم که آیا ساختار پیشنهادی مدل مفهومی انتخابی، با توجه به ماهیت داده‌های جمع‌آوری شده، برای بررسی تاب‌آوری در شهر تهران همخوانی دارد یا نه؟ باید شاخص‌های تشکیل‌دهنده هریک از ابعاد شناسایی شده در مدل مفهومی، با استفاده از روش تحلیل عاملی به عامل/عوامل قابل تبیین تبدیل شوند. سپس این عامل/عوامل استخراج شده از به‌کارگیری تحلیل عاملی با تعداد عامل/عوامل در نظر گرفته شده در مدل مفهومی مقایسه شود. در صورت انطباق این دو می‌توان مدل مفهومی پیشنهادی را ملاک محاسبات قرار داد. در غیر این صورت، مدل مفهومی مطالعه باید اصلاح شود تا با واقعیات مطالعه موردی هماهنگ شود. در این خصوص در همه ابعاد مختلف تاب‌آوری (شاخص‌های نشانگر بعد اجتماعی، بعد زیرساختی، بعد جامعه‌ای، و بعد اقتصادی)، تحلیل عاملی تأییدی صورت گرفت و نتایج نشان دادند که به‌کارگیری تحلیل عاملی تأییدی برای بررسی همه ابعاد مطرح شده در مدل مفهومی اولیه پیشنهادی مطالعه مطلوب نیست.

متد	توسعه‌دهنده/وابسته به	تمرکز	اجزا	کوچک‌ترین واحد تحلیل	روش‌شناسی	مشارکتی	منبع داده	برگرفته از
چارچوب تاب‌آوری MCEER R4	مرکز چندانتظامی پژوهش مهندسی زلزله	چارچوب اندازه‌گیری با تمرکز بر زیرساخت	ستری (تومندی)، افزونگی، کاردانی، سرعت	اجتماعات	غیرمشخص	غیرمشخص	غیرمشخص	Tierney & Bruneau, <i>Conceptualizing and Measuring Resilience: A Key to Disaster Loss Reduction</i>
شبکه ظرفیت‌های تطبیقی	نوریس، ۲۰۰۸	نظریه تاب‌آوری اجتماعی	اقتصادی، اجتماعی، اطلاعات و ارتباطات، و شایستگی‌های جامعه	اجتماعات	غیرمشخص	غیرمشخص	غیرمشخص	Norris, et al, "Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness".
مدل توبین	توبین، ۱۹۹۷	دستیابی به پایداری و تاب‌آوری جامعه در برابر مخاطرات تکنولوژیکی و طبیعی متداول	به‌کارگیری سه مدل نظری، مدل کاهش، مدل بازیابی و مدل ساختاری-شناختی	اجتماعات	غیرمشخص	غیرمشخص	غیرمشخص	Tobin, "Sustainability and Community Resilience: the Holy Grail of Hazards Planning?"
یک چارچوب یکپارچه برای تاب‌آوری جوامع	ام تئو، ۲۰۱۳	شامل زمینه‌های موضوعی و زیرطبقه‌های زمینه‌های اصلی و شاخص‌های تاب‌آوری	تاب‌آوری زیست‌محیطی، اجتماعی، حکومتی، زیرساختی، و اقتصادی	اجتماعات	یک سیستم وزن‌دهی و اولویت‌دهی مناسب می‌تواند برای مشخص کردن اهمیت نسبی آن‌ها با در نظر گرفتن مکان و ویژگی‌های مربوط به حادثه متغیرهایی اولویت دارد که مرتبط و مناسب (relevant)، قوی (robust)، و بیانگر باشند	غیرمشخص	غیرمشخص	Teo, et al, "An Integrated Framework for Assessing Community Resilience in Disaster Management".
چارچوب 3P-T	بنه و همکاران، ۲۰۱۲	ساخت یک ماتریس ارزیابی دوبعدی برای شناسایی میزان کمک برنامه‌های حمایت اجتماعی به افزایش تاب‌آوری ذی‌نفعان و روش این کمک	اقدامات حمایتی، پیشگیرانه، و ترویجی و روش‌های سه‌بعدی مقابله، تطبیق، و یا دگرگونی	خانوار و اجتماعات	غیرمشخص	بله	غیرمشخص	Béné, et al, "Resilience: New Utopia or New Tyranny? Reflection about the Potentials and Limits of the Concept of Resilience in Relation to Vulnerability Reduction Programmes"

۳.۲. مراحل تحلیل

۳.۲.۱. مرحله اول: انجام تحلیل عاملی اکتشافی

با توجه به موارد فوق، تحلیل عاملی اکتشافی برای بررسی تاب‌آوری در شهر تهران انتخاب و اعمال می‌شود. قبل از

انجام تحلیل عاملی اکتشافی ضروری است همبستگی بین شاخص‌های نشانگر تاب‌آوری بررسی شوند. مدل مفهومی مطالعه با به‌کارگیری تحلیل عاملی اکتشافی در «ت ۱» ارائه شده است.

ردیف	بعد	شاخص	جهت تأثیر	نحوه محاسبه شاخص
۱	اجتماعی	درصد جمعیت غیرسالمند ۱	مثبت	جمعیت زیر ۶۵ سال سن تقسیم بر کل جمعیت ضربدر ۱۰۰
۲		نسبت جمعیت با تحصیلات عالی به جمعیت بی‌سواد	مثبت	جمعیت با سطح تحصیلات عالی تقسیم بر جمعیت بی‌سواد
۳		درصد جمعیت دارای تلفن	مثبت	بر حسب داده‌های سنجش عدالت
۴		درصد جمعیت بدون معلولیت	مثبت	جمعیت بدون معلولیت تقسیم بر کل جمعیت ضربدر ۱۰۰
۵		درصد باسوادی	مثبت	جمعیت با سواد بالای ۶ سال تقسیم بر کل جمعیت بالای ۶ سال ضربدر ۱۰۰
۶		نسبت مردان به زنان	مثبت	جمعیت مردان تقسیم بر جمعیت زنان
۷		تعداد خانوارها	مثبت	برگرفته از داده‌های سرشماری
۸		نسبت مساحت کاربری پارک و فضای سبز به کل مساحت	مثبت	مساحت کاربری پارک و فضای سبز تقسیم بر کل مساحت محله
۹		دسترسی به مهد کودک	مثبت	در صد مساحتی از محله که در درون بافر ۳۵۰ متری از مهد کودکها قرار دارند
۱۰		مساحت کاربری بهداشتی به جمعیت	مثبت	مساحت کاربری بهداشتی تقسیم بر کل جمعیت محله
۱۱	اقتصادی	درصد مالکین مسکن خود	مثبت	مالکین واحدهای مسکونی تقسیم بر کل واحدهای مسکونی ضربدر ۱۰۰
۱۲		نسبت شاغلین زن به کل شاغلین	مثبت	تعداد شاغلین زن تقسیم بر کل شاغلین
۱۳		درصد شاغلین (نسبت به جمعیت)	مثبت	تعداد شاغلین تقسیم بر کل جمعیت بالای ۱۰ سال سن ضربدر ۱۰۰
۱۴		نسبت مساحت تجاری-خدماتی به کل مساحت	مثبت	مجموع مساحت کاربری‌های تجاری و خدماتی تقسیم بر کل مساحت محله
۱۵		نسبت مساحت تجاری به کل جمعیت	مثبت	مساحت کاربری تجاری تقسیم بر کل مساحت محله
۱۶		درصد شاغلین غیر کارگر ساده	مثبت	کل شاغلین محله منهای تعداد شاغلین کارگر ساده تقسیم بر کل شاغلین محله ضربدر ۱۰۰
۱۷	جامع‌داری	نسبت مساحت کاربری تفریحی و ورزشی به جمعیت	مثبت	مساحت کاربری تفریحی و ورزشی تقسیم بر کل جمعیت محله
۱۸		نسبت مساحت کاربری فرهنگی و مذهبی به جمعیت	مثبت	مساحت کاربری فرهنگی و مذهبی تقسیم بر کل مساحت محله
۱۹		نسبت مساحت کاربری آموزشی به کل مساحت	مثبت	مساحت کاربری آموزشی تقسیم بر کل مساحت محله
۲۰		نسبت مساحت کاربری تجهیزات شهری به کل مساحت	مثبت	مساحت کاربری تجهیزات شهری تقسیم بر کل مساحت محله
۲۱	زیرساختی	دسترسی به مراکز بهداشتی	مثبت	در صد مساحتی از محله که در درون بافر ۶۵۰ متری از مراکز بهداشتی قرار دارند
۲۲		دسترسی به بیمارستان‌ها	مثبت	درصد مساحتی از محله که در درون بافر ۱۰۰۰ متری از بیمارستان‌ها قرار دارند
۲۳		دسترسی به ایستگاه‌های آتش نشانی	مثبت	درصد مساحتی از محله که در درون بافر ۱۰۰۰ متری از ایستگاه‌های آتش نشانی قرار دارند
۲۴		دسترسی به ایستگاه‌های پلیس	مثبت	درصد مساحتی از محله که در درون بافر ۱۰۰۰ متری از ایستگاه‌های پلیس قرار دارند
۲۵		متوسط تعداد اتاق در واحد مسکونی	مثبت	تعداد اتاق تقسیم بر تعداد واحد مسکونی
۲۶		واحدهای مسکونی دارای ۵ اتاق و بیشتر	مثبت	واحدهای مسکونی دارای ۵ اتاق به‌علاوه واحدهای مسکونی دارای ۶ اتاق و بیشتر

۳۸. در نظر گرفتن موضوعات عدالت

و برابری

۳۹. یادگیری مؤثر و پیوسته

۴۰. پاسخ سریع به محرک‌ها و ظرفیت ترمیم عملکرد در زمان، شامل خسارات و با جلوگیری از آشفتگی

۴۱. uncertainty: غیرخطی بودن یا اتفاقی بودن حوادث و عدم تلاش برای نگه داشتن ثبات و در مقابل شکل دادن به تغییر.

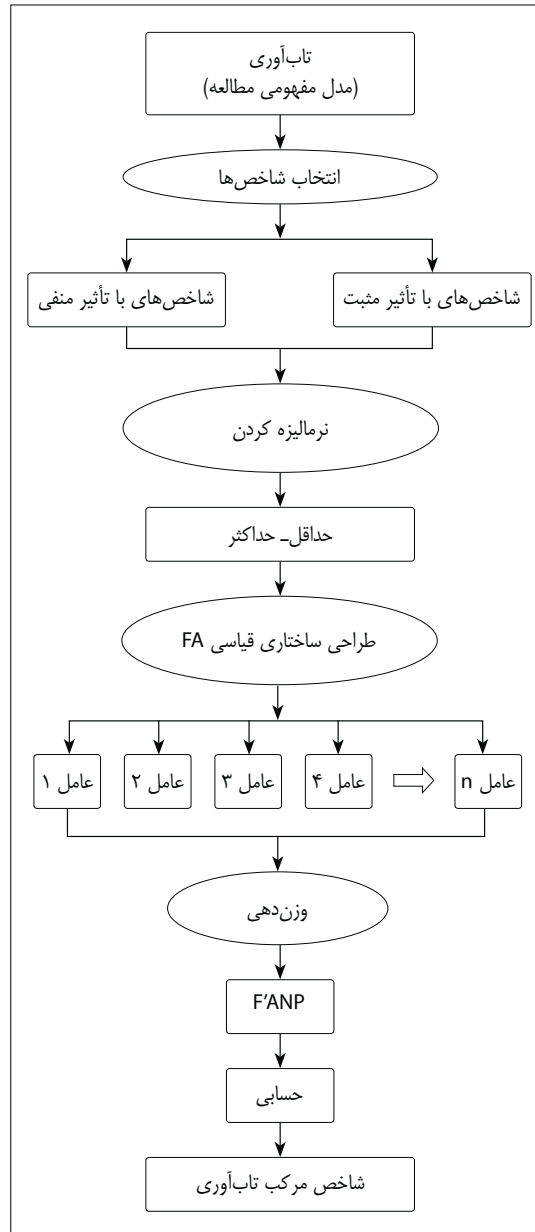
۴۲. محمدحسین شریف‌زادگان و همکاران. حکمروایی خوب، نهادهای برای توسعه، آموزه‌هایی از سطح ملی تا شهری و تجربه‌ای از ایران؛

Béné, et al, ibid, p. 611;

A.V. Bahadur, et al, *The Resilience Renaissance? Unpacking of Resilience for Tackling Climate Change and Disasters*, p. 14-18; Mitchell & Harris, ibid, p. 2; Folke, ibid; M. Bruneau, et al, "A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities"; p. 737; D.R. Godschalk, "Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities"; p. 139; J. Twigg,

←

جدول ۲. جدول شاخص‌های تاب‌آوری، جهت تأثیر و نحوه محاسبه آن‌ها، تدوین: نگارندگان.



روش تحلیل عاملی با استفاده از ۲۳ شاخص نهایی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد (جدول ۳). شرایط لازم برای اعمال تحلیل عاملی اکتشافی، نخست با استفاده از آزمون کرویت بارتلت^{۶۵} و معیار کایسر-مهیر-اولکین^{۶۶} از تناسب کلی نمونه‌ها کنترل شد. آزمون کرویت بارتلت ($X^2=5568/37$) و KMO برابر با ۰/۶۹۱ مناسب بودن تحلیل عاملی انجام‌شده را نشان می‌دهند. هنگامی که تحلیل عاملی با استفاده از روش دوران واریماکس^{۶۸} و اعمال این معیار انجام شد، ساختار روشنی از عامل‌ها با ۶ عامل به دست آمد که جمعاً ۶۱/۱٪ کل تغییرات داده‌ها را توضیح می‌دهند (جدول ۴).

با توجه به ارتباط هر یک از عوامل استخراج‌شده با شاخص‌های نشانگر تاب‌آوری و هماهنگی با مدل مفهومی اولیه و نیز ادبیات جهانی در این زمینه، عوامل استخراج‌شده به شرح زیر نام‌گذاری شدند (جدول ۵):

- ۱) عامل اول: اجتماعی-اقتصادی
- ۲) عامل دوم: دسترسی به خدمات عمومی
- ۳) عامل سوم: زیرساختی-جامعه‌ای
- ۴) عامل چهارم: فضای باز (زیرساختی)
- ۵) عامل پنجم: فعالیتی-اقتصادی
- ۶) عامل ششم: زیرساختی

با توجه به مراحل ساخت شاخص مرکب تاب‌آوری (ت ۱) وزن‌دهی شاخص‌ها با روش F/ANP انجام و با استفاده از روش تلفیق حسابی ابعاد نشانگر تاب‌آوری محاسبه و ترسیم خواهند شد.

۳. ۲. ۲. مرحله دوم: فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP

در این مرحله و در چارچوب مدل F/ANP عوامل استخراج‌شده از تحلیل عاملی و شاخص‌های آن‌ها با استفاده از مدل ANP تحلیل می‌شوند تا ضریب اهمیت نسبی آن‌ها محاسبه شود.

→
"Characteristics of a Disaster-resilient Community", p. 4; G. Sapirstein, "Social Resilience: the Forgotten Dimension of Disaster Risk Reduction", p. 58-59; G.A. Tobin, "Sustainability and Community Resilience: the Holy Grail of Hazards Planning?"; Cutter, et al., "Disaster Resilience: A National Imperative", p. 178. نک: ۴۳

Cutter, et al, "Disaster Resilience Indicators for Benchmarking Baseline Conditions". نک: ۴۴
Ibid.
45. National Oceanic and Atmospheric Administration

ت ۱. مدل مفهومی مطالعه تاب‌آوری، بر اساس یافته‌های پژوهش.

جدول ۳ (راست).
شاخص‌های باقی‌مانده برای بررسی
تاب‌آوری در شهر تهران (عناوین
منتخب صرفاً برای سهولت در
به‌کارگیری در نرم‌افزار spss هستند)،
تدوین: نگارندگان.

جدول ۴ (چپ).
عوامل استخراج‌شده برای تاب‌آوری و درصد تغییرات آن‌ها،
براساس نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل عاملی، تدوین: نگارندگان.

Total Variance Explained									
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
	1	4.378	19.036	19.036	4.378	19.036	19.036	3.990	17.347
2	3.012	13.095	32.131	3.012	13.095	32.131	2.607	11.335	28.683
3	2.447	10.639	42.770	2.447	10.639	42.770	2.309	10.041	38.724
4	1.647	7.163	49.993	1.647	7.163	49.933	2.239	9.735	48.459
5	1.302	5.660	55.593	1.302	5.660	55.593	1.621	7.047	55.506
6	1.268	5.515	61.108	1.268	5.515	61.108	1.288	5.602	61.108
7	1.034	4.494	65.602						
8	0.984	4.280	69.882						
9	0.878	3.816	73.698						
10	0.843	3.667	77.365						
11	0.765	3.328	80.692						
12	0.671	2.916	83.609						
13	0.614	2.668	86.276						
14	0.523	2.274	88.551						
15	0.478	2.080	90.631						
16	0.443	1.928	92.558						
17	0.397	1.728	94.286						
18	0.373	1.623	95.910						
19	0.309	1.342	97.251						
20	0.281	1.223	98.475						
21	0.151	0.659	99.133						
22	0.116	0.503	99.636						
23	0.084	0.364	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

ردیف	شاخص	متغیر در SPSS
۱	نسبت جمعیت با تحصیلات عالی به جمعیت بی‌سواد	HiEdTolliterate
۲	نسبت شاغلین زن به کل شاغلین	FemEmpToTotEmp
۳	درصد شاغلین غیرکارگر ساده	NonSimpLaEmpld
۴	متوسط تعداد اتاق در واحد مسکونی	NRmsPHU
۵	نسبت مردان به زنان	MenTWomenRatio
۶	درصد جمعیت بدون معلولیت	TrDisabledHH
۷	واحدهای مسکونی دارای ۵ اتاق و بیشتر	TrPerFiveRmsAMore
۸	دسترسی به بیمارستان‌ها	Hospital
۹	درصد جمعیت غیرسالمند	NonElderPop1
۱۰	دسترسی به مراکز بهداشتی	HealthCenters1
۱۱	نسبت مساحت کاربری تفریحی و ورزشی به جمعیت	TrSporRecLUToPop
۱۲	نسبت مساحت تجاری به کل جمعیت	TrBusineLUToPop
۱۳	نسبت مساحت کاربری فرهنگی و مذهبی به جمعیت	CulturalLUToPop
۱۴	تعداد خانوارها	TrNoHHs
۱۵	مساحت کاربری بهداشتی به جمعیت	TrHealtLUToPop
۱۶	نسبت مساحت کاربری پارک و فضای سبز به کل مساحت	TrOpenSpLUtoTotAr
۱۷	نسبت مساحت کاربری آموزشی به کل مساحت	TrEduLUTTotLU
۱۸	نسبت مساحت کاربری تجهیزات شهری به کل مساحت	TrPerInfraLUtoTLU
۱۹	دسترسی به ایستگاه‌های پلیس	PolisStations
۲۰	درصد باسوادی	TrPcliterate
۲۱	دسترسی به مهد کودک	AccKinder
۲۲	دسترسی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی	FireStation
۲۳	درصد شاغلین (نسبت به جمعیت)	PerEmpToPop

ردیف	شاخص	اختصار شاخص در SPSS	بار عاملی	عنوان عامل
۱	نسبت جمعیت با تحصیلات عالی به جمعیت بی‌سواد	HiEdTolliterate	۰،۸۹۴	اجتماعی- اقتصادی
۲	نسبت شاغلین زن به کل شاغلین	FemEmpToTotEmp	۰،۸۳۰	
۳	درصد شاغلین غیر کارگر ساده	NonSimpLaEmpld	۰،۷۶۷	
۴	متوسط تعداد اتاق در واحد مسکونی	NRmsPHU	۰،۷۵۹	
۵	نسبت مردان به زنان	MenTWomenRatio	-۰،۶۹۱	
۶	درصد جمعیت بدون معلولیت	TrDisabledHH	-۰،۶۳۱	
۷	واحدهای مسکونی دارای ۵ اتاق و بیشتر	TrPerFiveRmsAMore	-۰،۷۸۹	دسترسی به خدمات عمومی
۸	نسبت مساحت کاربری تفریحی و ورزشی به جمعیت	TrSporRecLUToPop	۰،۵۶۶	
۹	دسترسی به بیمارستان‌ها	Hospital	۰،۷۶۶	
۱۰	دسترسی به مراکز بهداشتی	HealthCenters1	۰،۶۱۷	
۱۱	دسترسی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی	FireStation	۰،۳۹۹	
۱۲	نسبت مساحت تجاری به کل جمعیت	TrBusineLUToPop	۰،۷۲۸	زیرساختی- جامعه‌ای
۱۳	مساحت کاربری بهداشتی به جمعیت	TrHealtLUToPop	۰،۵۴۷	
۱۴	نسبت مساحت کاربری فرهنگی و مذهبی به جمعیت	CulturalLUToPop	۰،۶۴۴	
۱۵	تعداد خانوارها	TrNoHHs	-۰،۵۱۵	
۱۶	نسبت مساحت کاربری پارک و فضای سبز به کل مساحت	TrOpenSpLUToTotAr	۰،۹۱۲	فضای باز (زیرساختی)
۱۷	نسبت مساحت کاربری آموزشی به کل مساحت	TrEduLUTotLU	۰،۸۹۳	
۱۸	درصد جمعیت غیرسالمنند	NonElderPop1	-۰،۶۹۷	فعالیتی- اقتصادی
۱۹	درصد شاغلین (نسبت به جمعیت)	PerEmpToPop	۰،۷۶۹	
۲۰	دسترسی به مهد کودک	AccKinder	-۰،۳۲۵	زیرساختی
۲۱	نسبت مساحت کاربری تجهیزات شهری به کل مساحت	TrPerInfraLUtoTLU	۰،۴۱۹	
۲۲	درصد باسوادی	TrPcLiterate	-۰،۴۸۶	
۲۳	دسترسی به ایستگاه‌های پلیس	PolisStations	۰،۷۴۵	

۴۶. نک: I.L. Wood, et al, *New Jersey Coastal Community Resilience Demonstration Project Report*.

۴۷. نک: E. Verrucci, et al, "Multi-disciplinary Indicators for Evaluating the Seismic Resilience of Urban Areas". 48. measure

۴۹. نک: Burton, *THE DEVELOPMENT OF METRICS FOR COMMUNITY RESILIENCE TO NATURAL DISASTERS*.

۵۰. نک: J. Normandin, et al, "City Strength in Times of Turbulence: Strategic Resilience Indicators".

۵۱. نک: M. Teo, et al, "An Integrated Framework for Assessing Community Resilience in Disaster Management". 52. community base disaster management

۵۲. نک: مجتبی رفیعیان و همکاران، «تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص‌سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع محور (CBDM)».

جدول ۵. عوامل استخراج شده، بارعاملی و نامگذاری آنها برای تحلیل تاب‌آوری، بر اساس یافته‌های تحقیق.

$$W = \begin{matrix} \text{هدف} & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & 0 & 0 \\ 0 & W_{32} & W_{33} \end{pmatrix} \\ \text{معیارهای اصلی} & \\ \text{زیر معیارها} & \end{matrix}$$

پس از محاسبه عناصر تشکیل دهنده سوپرماتریس اولیه (شامل بردار W_{21} که نشان‌دهنده رابطه بین اهداف مطالعه و ابعاد تاب‌آوری است، بردار W_{32} که ارتباط بین عوامل و شاخص‌های آن‌ها را نشان می‌دهد و W_{33} که نشان‌دهنده وابستگی دورانی شاخص‌های تشکیل‌دهنده هریک از عوامل

بدین منظور ابتدا لازم است مدل شبکه‌ای تاب‌آوری شهری تنظیم شود و ارتباطات درونی و بیرونی میان اهداف، ابعاد تاب‌آوری، و شاخص‌های آن مشخص شوند (ت ۳). در گام بعدی با در نظر داشتن مدل شبکه‌ای ساخته‌شده، سوپرماتریس اولیه تشکیل و ماتریس‌های انفرادی آن ساخته خواهند شد. سوپرماتریس اولیه برای مدل شبکه‌ای پیشنهادی در ۳ سطح (متناظر با ۳ خوشه مدل شبکه‌ای) به شرح زیر است:

۵۴. نک: E. Zebardast, "Constructing a Social Vulnerability Index to Earthquake Hazards Using a Hybrid Factor Analysis and Analytic Network Process (F'ANP) Model".

۵۵. نک: Ibid.

۵۶. نک: اسفندیار زبردست، «کاربرد مدل F'ANP در شهرسازی».

57. Disaster Resilience of Place-based

۵۸. نک: Cutter, et al, "Disaster Resilience Indicators for Benchmarking Baseline Conditions".

59. Community-Level Measurements

۶۰. برای مطالعه بیشتر نک: رضیه

رمضانی، دستیابی به چارچوب انگاشتنی تاب‌آوری شهری و ارتباط آن با فقر مورد پژوهی شهر تهران.

61. skewness

62. kurtosis

63. transformation

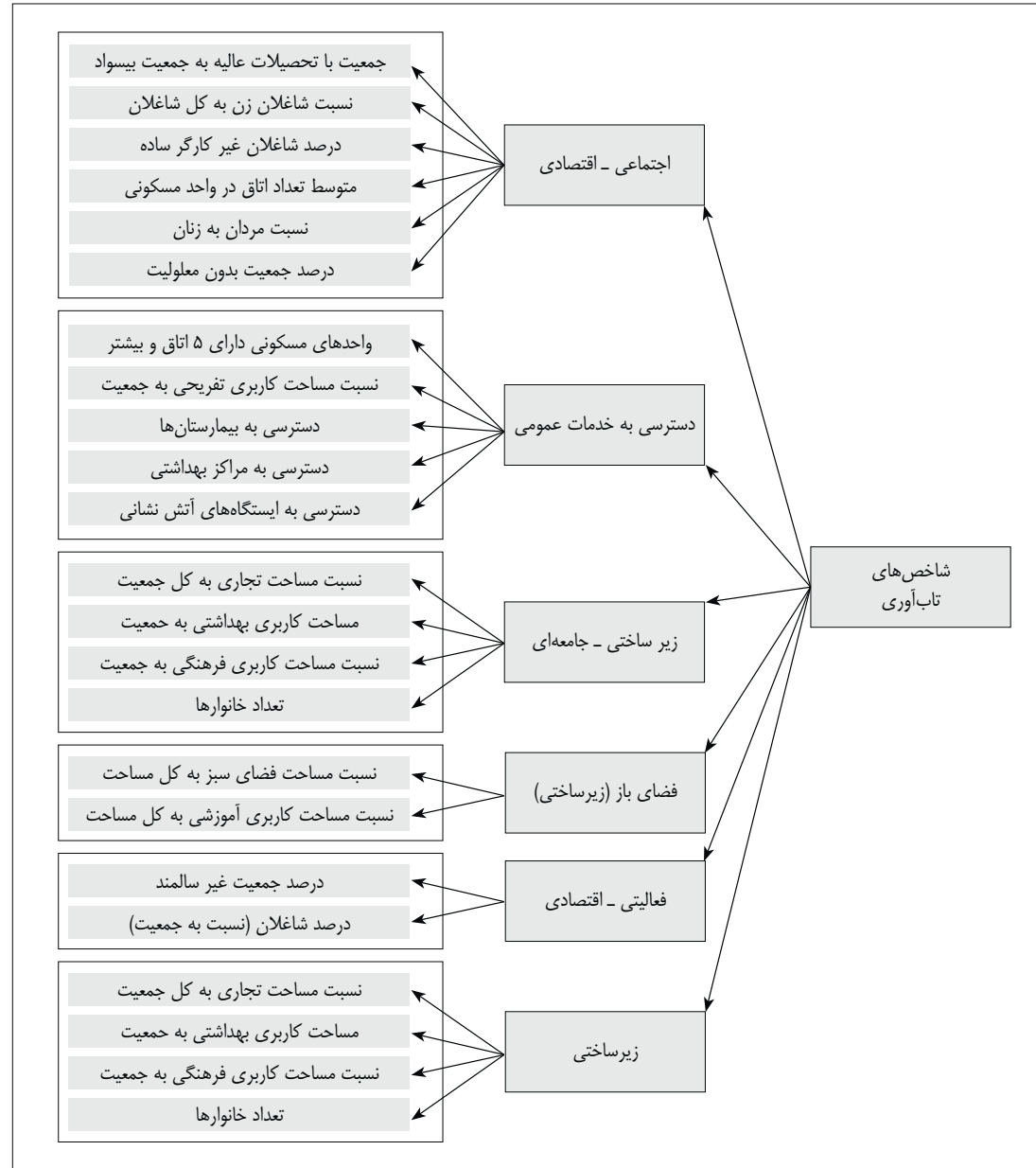
64. cases

65. Bartlett's Sphere Test

66. Kaiser-Meyer-Olkin

(KMO)

۲. فرایند F'ANP برای محاسبه ضرایب اهمیت شاخص‌های تاب‌آوری، طرح و ترسیم: نگارندگان.



است)، آن‌ها در سوپرمتریس اولیه جانشین می‌شوند تا سوپرمتریس موضوع بدست آید. سوپرمتریس به‌دست‌آمده موزون است (جمع عناصر ستون آن برابر با ۱ است)، پس آن را به حد می‌رسانیم تا ضریب اهمیت نسبی شاخص‌ها به دست آید. ضریب اهمیت شاخص‌ها از ستون هدف در سوپرمتریس حد قابل‌استحصال است. این بردار را نرمالیزه می‌کنیم تا اهمیت نسبی شاخص‌ها به دست آید (جدول ۶).

ردیف	شاخص	ضریب اهمیت
۱	TrDisabledHH	۰/۰۳۸
۲	MenTWomenRatio	۰/۰۴۴۲
۳	NRmsPHU	۰/۰۴۵۵
۴	NonSimplaEmpld	۰/۰۵۳۱
۵	HiEdTolliterate	۰/۰۵۳
۶	FemEmpToTotEmp	۰/۰۵۰۱
۷	TrPerFiveRmsAMore	۰/۰۳۸۱
۸	TrSporReclUToPop	۰/۰۳۷۵
۹	AccTHCent	۰/۰۴۱۱
۱۰	AccTHosp	۰/۰۳۹۴
۱۱	AccTFireSt	۰/۰۲۹۵
۱۲	TrBusineLUToPop	۰/۰۴۵۱
۱۳	TrHealtLUToPop	۰/۰۳۵۷
۱۴	CulturalLUToPop	۰/۰۴۴۷
۱۵	TrNoHHs	۰/۰۳۸۹
۱۶	TrEduLUTTotLU	۰/۰۷۹۷
۱۷	TrOpenSplLUtoTotAr	۰/۰۷۹۷
۱۸	NonElder_1	۰/۰۵۷۷
۱۹	PerEmpToPop	۰/۰۵۷۷
۲۰	AccKinder	۰/۰۲۱۵
۲۱	TrPerInfraLUtoTLU	۰/۰۲۱۹
۲۲	PcLiterate	۰/۰۲۲۷
۲۳	AccPolSta	۰/۰۲۵۵

۶۷ نک:

- S. Sharma, *Applied Multivariate Techniques*.
68. Varimax Rotation
69. Pareto
70. compensability

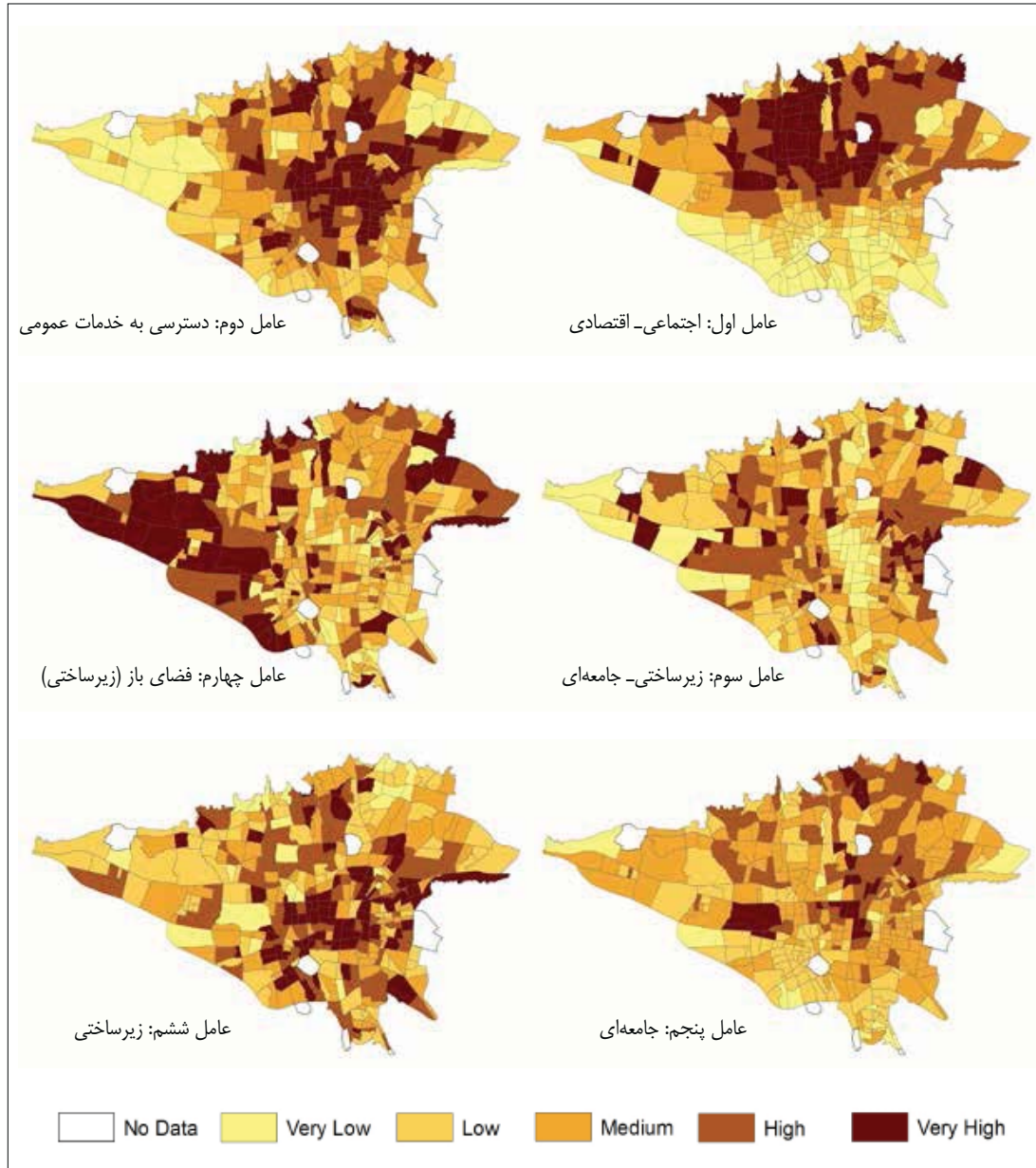
جدول ۶ ضریب اهمیت شاخص‌های تاب‌آوری بر اساس روش F'ANP (عناوین منتخب صرفاً برای سهولت در به‌کارگیری در نرم‌افزار spss هستند).

۳.۳. استخراج شاخص تلفیقی با استفاده از ضریب اهمیت منتج از مدل F'ANP (تلفیق تحلیل عاملی و فرایند تحلیل شبکه‌ای) و روش تلفیق حسابی

در این مرحله هریک از شاخص‌های تبیین‌کننده موضوع مورد بررسی پس از «تعیین و اعمال وزن/ اهمیت نسبی» برای هریک از این شاخص‌ها با هم تلفیق می‌شوند تا شاخص مرکب مورد نظر به دست آید. معمولاً شاخص‌های استاندارد شده با استفاده از یکی از دو روش خطی (حسابی) و هندسی تلفیق می‌شوند. اخیراً از روش رتبه‌بندی پارتو^{۶۸} نیز برای تلفیق شاخص‌ها و رسیدن به شاخص مرکب استفاده شده است. در روش تلفیق خطی برای رسیدن به شاخص مرکب، پس از ضرب اهمیت شاخص‌ها در مقادیر استاندارد شده آن‌ها، نتایج با هم جمع می‌شوند و شاخص مرکب به دست می‌آید:

$$CI_i = \sum_{j=1}^n w_j I_{ij}^n$$

که در این رابطه CI_i شاخص مرکب برای محله i ، w_j وزن شاخص j ، و I_{ij}^n شاخص نرمالیزه شده i در محله i است. موند و ناردو معتقدند که روش تلفیق حسابی نتیجه مطلوب‌تری نسبت به روش تلفیق هندسی به دست می‌دهد. بدین ترتیب که در روش تلفیق خطی شاخصی که اهمیت بیشتری دارد، متناسباً سهم بیشتری در ساخت شاخص مرکب حاصله خواهد داشت، در صورتی که در روش تلفیق هندسی اهمیت کمتر اعمال شده به شاخص‌های کم‌اهمیت‌تر منجر به بهبود نسبی بیشتر شاخص مرکب ذی‌ربط می‌شود. مزیت دیگر روش تلفیق حسابی این است که این روش تلفیق به داده‌های پرت حساس نیست. از معایب روش تلفیق حسابی می‌توان به قابلیت جبرانی^{۶۹} آن اشاره کرد. قابلیت جبرانی به مواردی گفته می‌شود که در آن یک شاخص با مقدار عددی بزرگ‌تر شاخص



ت ۳. ترسیم عوامل تاب‌آوری در محلات شهر تهران، بر اساس یافته‌های تحقیق.

دیگری را، که مقدار عددی کوچک‌تری دارد، پوشش می‌دهد. در روش تلفیق هندسی «قابلیت جبرانی» چندان تأثیری ندارد، ولی این روش نسبت به داده‌های پرت حساس است.^{۷۱}

همان‌طور که در «ت ۱» نشان داده شده است، برای محاسبه شاخص تلفیقی یا همان شاخص مرکب، ابعاد به‌دست‌آمده از هریک از موضوعات این مطالعه با روش تلفیقی حسابی تلفیق خواهند شد تا امتیاز شاخص‌های تلفیقی موضوع مشخص شود.

۳. ۴. ترسیم میزان تاب‌آوری محلات شهر تهران در هریک از عوامل

با اعمال ضرایب اهمیت شاخص‌ها، امتیازات هریک از ابعاد تاب‌آوری با روش تلفیق حسابی محاسبه شدند. نقشه‌های زیر نتایج به‌دست‌آمده از این محاسبات را، که در محیط GIS ترسیم شده‌اند، نشان می‌دهند.

۳. ۵. شاخص تلفیقی برای تاب‌آوری

شاخص مرکب تاب‌آوری بر اساس ضریب اهمیت منتج از مدل

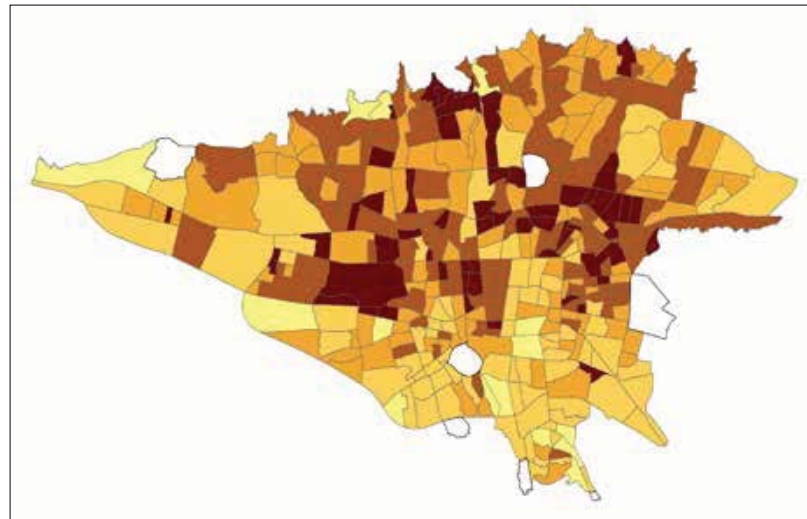
71. E. Tate, "Uncertainty Analysis for a Social Vulnerability Index", p. 513.

ت ۴. شاخص مرکب تاب‌آوری بر اساس ضریب اهمیت منتج از مدل F'ANP (تلفیق تحلیل عاملی و فرایند تحلیل شبکه‌ای) و روش تلفیق حسابی، بر اساس یافته‌های تحقیق.

F'ANP (تلفیق تحلیل عاملی و فرایند تحلیل شبکه‌ای) و روش تلفیق حسابی و توزیع آن در شهر تهران و به تفکیک محلات در طبقات با تاب‌آوری خیلی کم، کم، متوسط، زیاد، و خیلی زیاد ترسیم شده است.

۴. نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر اهمیت مطالعه انگاشت تاب‌آوری تا جایی پیش رفته است که می‌توان گفت ایمن‌تر کردن شهرها به یکی از اصلی‌ترین چالش‌ها برای متخصصین و برنامه‌ریزان شهری تبدیل گردیده است. شهرها و مناطق شهری نماینده سیستم‌های مترکم و پیچیده‌ای از خدمات به‌هم‌پیوسته هستند. به این ترتیب، این مناطق با تعداد مسائل فزاینده‌ای که مسبب خطرپذیری بلایا هستند، روبه‌رو هستند. در این باره می‌توان به مثابه بخشی از یک آرمان، راهبردها و سیاست‌هایی را برای پرداختن به هریک از این مسائل ایجاد کرد تا شهرها را هر اندازه که باشند و هر هویتی که داشته باشند بیشتر تاب‌آور و قابل‌زندگی کند. لازمه تاب‌آور ساختن هر شهر، در وهله اول در اختیار داشتن داده‌ها و روش مناسب برای شناسایی سطح تاب‌آوری و چگونگی پراکندگی آن در سطح شهر است تا با آگاهی از وضعیت تاب‌آوری، سیاست‌گذاری‌ها و اقدامات لازم به منظور افزایش سطح تاب‌آوری اتخاذ گردد. به همین منظور در مطالعه حاضر، با مرور متون ادبی جهانی و تجارب مشابه، شاخص‌های مطالعه مشخص گردیدند. با ساخت مدل مفهومی نهایی مطالعه و به‌کارگیری مدل تحلیلی تلفیقی F'ANP ضرایب اهمیت شاخص‌های تاب‌آوری به دست آمدند که در نهایت، با به‌کارگیری روش تلفیق حسابی، شاخص مرکب تاب‌آوری استخراج گردید. با در اختیار داشتن شاخص مرکب مذکور، تاب‌آوری در طبقات پنج‌گانه خیلی زیاد تا خیلی کم طبقه‌بندی شدند و پراکندگی آن‌ها به تفکیک محلات در سطح شهر تهران ترسیم گردیدند.



شهر در طبقات بالاتری قرار گرفته است. نتایجی از این قبیل که با استناد سطح و توزیع تاب‌آوری در سطح شهر قابل استخراج هستند، در مطالعات آتی مربوطه و تصمیماتی مبنی بر افزایش تاب‌آوری به کار گرفته خواهند شد.

همان‌گونه که توزیع شاخص مرکب تاب‌آوری در سطح محلات شهر تهران نشان می‌دهد، در دیدی کلی، تاب‌آوری در محلات نیمه شمالی شهر تهران در مقایسه با نیمه جنوبی بیشتر است. همچنین شاخص مرکب تاب‌آوری در محدوده مرکزی

منابع و ماخذ

دکتری، گروه شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۶.
 شریف‌زادگان، محمدحسین و حمید فتحی و بهزاد ملک‌پور اصل. حکمروایی خوب، نهادسازی برای توسعه، آموزه‌هایی از سطح ملی تا شهری و تجربه‌ای از ایران، تهران: مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۴.
 زبردست، اسفندیار. «کاربرد مدل F'ANP در شهرسازی»، در نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، دوره ۱۹ ش ۲ (تابستان ۱۳۹۳)، ص ۲۳-۳۸.

رفعیان، مجتبی و محمدرضا رضایی و علی عسگری و اکبر پرهیزکار و سیاوش شایان. «تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص‌سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع محور (CBDM)»، در برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ش ۷۲ (زمستان ۱۳۹۰)، ص ۱۹-۴۱.

رضائی، رضیه. دستیابی به چارچوب انگاشتی تاب‌آوری شهری و ارتباط آن با فقر مورد پژوهی شهر تهران، دانشکده معماری و شهرسازی، رساله

Adger, W.N. "Social Vulnerability to Climate Change and Extremes in Coastal Vietnam", IN *World Development*, 27(2) (1999), pp. 249-269.

Bahadur, A.V. & M. Ibrahim & T. Tanner. *The Resilience Renaissance? Unpacking of Resilience for Tackling Climate Change and Disasters*, Brighton, 2010.

Béné, C. & A. Newsham & M. Davies & M. Ulrichs & R. Godfrey-Wood. "Review Article: Resilience, Poverty and Development", in *Journal of International Development*, 26(5) (2014), pp. 598-623.

Béné, C. & R.G. Wood & A. Newsham & M. Davies. "Resilience: New Utopia or New Tyranny? Reflection about the Potentials and Limits of the Concept of Resilience in Relation to Vulnerability Reduction Programmes", in *IDS Working Papers*, 2012(405), pp. 1-61.

Béné, C. "Towards a Quantifiable Measure of Resilience", in *IDS Working Papers*, 2013(434), pp. 1-27.

Berkes, F. & J. Colding & C. Folke. *Navigating Social-ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change*, Cambridge University Press, 2008.

Bruneau, M. & S.E. Chang & R.T. Eguchi & G.C. Lee & T.D. O'Rourke & A.M. Reinhorn &... D. von Winterfeldt. "A

Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities", in *Earthquake Spectra*, 19(4) (2003), pp. 733-752.

-Building Resilient Regions. *Resilience Capacity Index*, University of California at Berkeley, 2011, access at: <http://brr.berkeley.edu/rci>.

Burton, C.G. *THE DEVELOPMENT OF METRICS FOR COMMUNITY RESILIENCE TO NATURAL DISASTERS*, University of South Carolina, 2012.

Carpenter, S. & B. Walker & J.M. Anderies & N. Abel. "From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What?", in *Ecosystems*, 4(8) (2001), pp. 765-781.

Cutter, S.L. & C.G. Burton & C.T. Emrich. "Disaster Resilience Indicators for Benchmarking Baseline Conditions", in *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 7(1) (2010), Article 51.

Cutter, S.L. & C.T. Emrich & C.G. Burton. *Baseline Indicators for Disaster-Resilient Communities*, Paper presented at the CARRI Workshop, Broomfield, July 2009, Available at: www.resilientus.org/library/Susan_Cutter_1248296816.pdf.

Cutter, S.L. & J.A. Ahearn & B. Amadei & P. Crawford & E.A. Eide & G.E. Galloway &... M. Schoch-Spana. "Disaster

- Resilience: A National Imperative", in *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 55(2) (2013), pp. 25-29.
- Cutter, S.L. & L. Barnes & M. Berry & C. Burton & E. Evans & E. Tate & J. Webb. "Community and Regional Resilience: Perspectives from Hazards, Disasters, and Emergency Management", in *CARRI Research Report 1*, Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Lab, 2008.
- Cutter, S.L. & L. Barnes & M. Berry & C. Burton & E. Evans & E. Tate & J. Webb. "A Place-based Model for Understanding Community Resilience to Natural Disasters", in *Global Environmental Change*, 18(4) (2008), pp. 598-606.
- Davoudi, S. & K. Shaw & L.J. Haider & A.E. Quinlan & G.D. Peterson & C. Wilkinson &... "Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? Reframing Resilience: Challenges for Planning Theory and Practice Interacting Traps: Resilience Assessment of a Pasture Management System in Northern Afghanistan Urban Resilience: What Does it Mean in Planning Practice? Resilience as a Useful Concept for Climate Change Adaptation? The Politics of Resilience for Planning: A Cautionary Note", Edited by Simin Davoudi & Libby Porter, in *Planning Theory & Practice*, 13(2) (2012), pp. 299-333.
- FAO/ EU. "Measuring Resilience: A Concept Note on the Resilience Tool", 2010, Retrieved from <http://www.fao.org/3/al920e/al920e00.pdf>
- Flagship4. *Nepal's 9 Minimum Characteristics of a Disaster Resilient Community*, Nepal Risk Reduction Consortium. Retrieved from http://flagship4.nrrc.org.np/sites/default/files/documents/NRRC%20%20Flagship%204%20Handbook_26%20Aug%2013.pdf
- Folke, C. "Resilience: The Emergence of a Perspective for Social-ecological Systems Analyses", in *Global Environmental Change*, 16(3) (2006), pp. 253-267.
- Frankenberger, T. & M. Mueller & T. Spangler & S. Alexander. *Community Resilience: Conceptual Framework and Measurement Feed the Future Learning Agenda*, Rockville, MD: Westat, 2013.
- Godschalk, D.R. "Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities", in *Natural Hazards Review*, 4(3) (2003), pp. 136-143.
- Holling, C. & L.H. Gunderson & C.R. Allen. *Foundations of Ecological Resilience*, Island Press, 2009.
- Jha, A.K. & T.W. Miner & Z. Stanton-Geddes. *Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice*, World Bank Publications, 2013.
- Klein, R.J. & R.J. Nicholls & F. Thomalla. "Resilience to Natural Hazards: How Useful Is This Concept?", in *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, 5(1) (2003), pp. 35-45.
- Lee, E.-K.O. & C. Shen & T.V. Tran. "Coping With Hurricane Katrina: Psychological Distress and Resilience Among African American Evacuees", in *Journal of Black Psychology*, 35(1) (2009), pp. 5-23. doi:10.1177/0095798408323354
- Lovell, E. & E. Comba & T. Mitchell & L. Jones. *Disaster Risk Management in Post-2015 Development Goals*, 2013, Available at: www.odi.org.
- Luu, K. *Haiti Humanitarian Assistance Evaluation, From a Resilience Perspective*, Disaster Resilience Leadership Academy, 2011, Retrieved from Tulane University.
- Manyena, S.B. "The Concept of Resilience Revisited", in *Disasters*, 30(4) (2006), pp. 434-450.
- Maxwell, D. & B. Vaitla & G. Tesfay & N. Abadi. "Resilience, Food Security Dynamics, and Poverty Traps in Northern Ethiopia: Analysis of a Biannual Panel Dataset, 2011-2013", in *Feinstein International Center*, Tufts University: Somerville, MA. <http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Ethiopia%20Resilience-Food-Security-Dynamics.pdf>, accessed February, 16, 2016.
- Mayunga, J.S. "Understanding and Applying the Concept of Community Disaster Resilience: a Capital-based Approach", Summer Academy for Social Vulnerability and Resilience Building, 1, 16, (2007).
- Miles, S. & S. Chang. "ResilUS--Modeling Community Capital Loss and Recovery", in Paper presented at the 14th Annual World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, 2008.
- Mitchell, T. & K. Harris. "Resilience: A Risk Management Approach", in *ODI Background Note*, London: Overseas Development Institute, 2012.
- Normandin, J. & M.-C. Therrien & G.A. Tanguay. "City

Strength in Times of Turbulence: Strategic Resilience Indicators”, in Paper presented at the Proc. of the Joint Conference on City Futures, Madrid, 2009.

Norris, F.H. & S.P. Stevens & B. Pfefferbaum & K.F. Wyche & R.L. Pfefferbaum. “Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness”, in *American Journal of Community Psychology*, 41(1-2) (2008), pp. 127-150.

Renschler, C.S. & A. Frazier & L. Arendt & G.-P. Cimellaro & A.M. Reinhorn & M. Bruneau. *A Framework for Defining and Measuring Resilience at the Community Scale: the PEOPLES Resilience Framework*, MCEER, Buffalo, 2010.

Sapirstein, G. “Social Resilience: the Forgotten Dimension of Disaster Risk Reduction”, in *Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies*, 1(1) (2006), pp. 54-63.

-Sharma, S. *Applied Multivariate Techniques*, John Wiley & Sons, Inc., 1995.

Tate, E. “Uncertainty Analysis for a Social Vulnerability Index”, in *Annals of the Association of American Geographers*, 103(3) (2013), pp. 526-543.

Teo, M. & A. Goonetilleke & A.M. Ziyath. “An Integrated Framework for Assessing Community Resilience in Disaster Management”, in Paper presented at the Proceedings of the 9th Annual International Conference of the International Institute for Infrastructure Renewal and Reconstruction (8-10 July 2013), 2015.

Tierney, K. & M. Bruneau. *Conceptualizing and Measuring Resilience: A Key to Disaster Loss Reduction*, TR news (250), 2007.

Tobin, G.A. “Sustainability and Community Resilience: the Holy Grail of Hazards Planning?”, *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, 1(1) (1999), pp. 13-25.

Twigg, J. “Characteristics of a Disaster-resilient Community”,

in *A Guidance Note (version 2)*, 2009, access at: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1346086/1/1346086.pdf>

UNDP & Drylands Development Centre. *Community Based Resilience Analysis (CoBRA): Conceptual Framework and Methodology*, 2013, Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/305615592_Characteristics_of_a_disaster-resilient_community_a_guidance_note_version_2

UNDP. *Launching of the World's First Disaster Recovery Index*, 2013, Retrieved from <http://www.id.undp.org/content/indonesia/en/home/presscenter/pressreleases/2013/11/27/launching-of-the-world-s-first-disaster-recovery-index/>

USAID. *The Resilience Agenda: Measuring Resilience in USAID*, 2013, Retrieved from <https://docplayer.net/100481783-The-resilience-agenda-measuring-resilience-in-usaid.html>

Verrucci, E. & T. Rossetto & J. Twigg & B. Adams. “Multi-disciplinary Indicators for Evaluating the Seismic Resilience of Urban Areas”, in Paper presented at the Proceedings of 15th world conference earthquake engineering, Lisbon, 2012.

WHO. “Tsunami Recovery Impact Assessment and Monitoring System”, in Paper presented at the Tsunami Recovery Impact Assessment and Monitoring System (TRIAMS) Workshop, 2006.

Wood, I.L. & J. Tirrito & M. Leckner. *New Jersey Coastal Community Resilience Demonstration Project Report*, NJS10-787-, 2010.

Zebardast, E. “Constructing a Social Vulnerability Index to Earthquake Hazards Using a Hybrid Factor Analysis and Analytic Network Process (F'ANP) Model”, in *Natural Hazards*, 65(3) (2013), pp. 1331-1359.

Zhou, H. & J. Wan & H. Jia. “Resilience to Natural Hazards: a Geographic Perspective”, in *Natural Hazards*, 53(1) (2010), pp. 21-41.

