پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دورهٔ ۷، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۸
ص ۳۹۱-۳۷۵

تحلیل فضایی شاخص‌های تبیین‌کنندهٔ تاب‌آوری در زیرساخت شریانی حمل‌ونقل (مطالعهٔ موردی: کلان‌شهر اهواز)*

مصطفی محمدی ده‌چشمه**- استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز
هادی علیزاده- دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز
داود عباسی گوجانی- کارشناس سازمان پدافند غیرعامل کشور

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۱/۲۳ تأیید مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۰۸

چکیده

تاب‌آوری رویکردی راهبردی برای ارتقای ظرفیت مانایی مؤلفه‌های توسعهٔ شهری در برابر حوادث و بلایای انسانی و طبیعی است. آگاهی و اتخاذ سیاست‌های راهبردی برای بسترسازی تفکر مانایی و تحمل‌پذیری این مؤلفه‌ها، به خصوص در بخش زیرساخت‌های شریانی مانند شریان‌های حمل‌ونقل شهری، امری ضروری و مهم در شهرها و به خصوص کلان‌شهرها، به جهت تراکم جمعیت و تراکم مصرف آنها می‌باشد. براین‌اساس، پژوهش کاربردی- توسعه‌ای و توصیفی-تحلیلی حاضر، به تحلیل تاب‌آوری زیرساخت شریانی حمل‌ونقل در کلان‌شهر اهواز پرداخته است. بدین‌منظور پنج شاخص تبیین‌کننده، یعنی الگوی طراحی شبکهٔ شریانی، قرارگیری در بافت شبکه، درجهٔ محصوریت شبکه، سنخ‌شناسی شبکه و تراکم مصرف شبکه با استفاده از روش دلفی و شیوهٔ نمونه‌گیری هدفمند شناسایی شد و مبنای تحلیل و ارزیابی میزان تاب‌آوری شریان‌های حمل‌ونقل شهری در کلان‌شهر اهواز قرار گرفت. جهت وزن‌گذاری شاخص‌های تبیین‌کننده، از دیدگاه‌های پانزده کارشناس مرتبط با موضوع مورد بحث استفاده شد. ابزارهای تحلیلی پژوهش، مدل شباهت به گزینهٔ ایده‌آل فازی (FTOPSIS) و تحلیل فضایی (Spacial Analysis) در قالب نرم‌افزار Arc GIS 10-3 است که متناسب با اهداف پژوهش برای تحلیل وزن‌ها و نمایش و تحلیل فضایی تاب‌آوری شریان‌های حمل‌ونقل شهری در گسترهٔ فضایی کلان‌شهر اهواز استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد پیشران تبیین‌کنندهٔ درجهٔ محصوریت شبکه بیشترین حساسیت را برای تبیین تاب‌آوری در حمل‌ونقل شهری در کلان‌شهر اهواز دارد. از سوی دیگر، تحلیل فضایی پیشران‌های تبیین‌کنندهٔ سه نقطهٔ بحرانی با لکه‌های داغ را در بخش‌های مرکزی، شمالی و غربی کلان‌شهر اهواز برای سنجش تاب‌آوری حمل‌ونقل شهری نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تاب‌آوری، حمل‌ونقل، زیرساخت شریانی، کلان‌شهر اهواز.

---

* این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با عنوان «تحلیل تاب‌آوری زیرساخت‌های شریانی از منظر دفاع غیرعامل در کلان‌شهر اهواز» است که با همکاری سازمان پدافند غیر عامل کشور و مرکز مطالعات و تحقیقات کاربردی پدافند غیرعامل دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شده است.

** نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۳۲۱۵۸۵۱۱ Email: m.mohammadi@scu.ac.ir

مقدمه

شهرها پیچیده‌ترین گستره‌های فضایی محسوب می‌شوند که با وجود شتاب در نوآوری و تلاش برای توسعه و تعالی، با آسیب‌ها و چالش‌های زیربنایی و روبنایی متعددی مواجه هستند. قرارگرفتن شاخص آمایش امنیت و ایمنی در طرح آمایش سرزمین، به‌عنوان الگوی هدایت خردمندانهٔ فضا، نشان‌دهندهٔ اهمیت این حوزه در فرایند پویایی و رونق گستره‌های مکانی از جمله شهرهاست. این امنیت و ایمنی فضایی، در مقابل آسیب‌ها و بلایایی مطرح می‌شود که می‌توانند در فرایند توسعه‌پذیری شهری از راه‌های مختلفی شهرها را با تهدید و بحران مواجه کنند (Berke and Campanella, 2006: 193). آسیب‌های یادشده در دو بخش انسانی و طبیعی می‌تواند قابلیت زندگی[1] در شهرها را دچار بحران، و شرایط زیست را در این مکان‌ها مختل کند. از سوی دیگر بلایای سال‌های اخیر در شهرها و پیچیده‌شدن ابعاد و جنبه‌های آن نشان‌دهندهٔ افزایش آسیب‌پذیری‌ها و خطرات ناشی از این تهدیدات در شهرهاست (فرزاد بهتاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۴)؛ بنابراین داشتن نگرش‌های نو و مواجه‌شونده در برابر تهدیدات و ارائهٔ تمهیدات راهبردی امری ضروری است. آنچه امروزه به‌عنوان مفهومی دربرگیرنده و برنامه‌ریزی‌شده برای مواجههٔ شهرها و ساختارهای شهری در برابر تهدیدات انسانی و طبیعی مطرح می‌شود، مقولهٔ تاب‌آوری[2] است (Gonzales and Ajami, 2017: 129). در نخستین برداشت از مفهوم تاب‌آوری می‌توان آن را فرایندی برای مواجهه با اختلالات، غافل‌گیری‌ها و تغییرات دانست (مبارکی و همکاران، ۱۳۹۶: ۹۱). به عقیدهٔ پژوهشگران، امروزه برای مواجهه با تهدیدات و آسیب‌های ناشی از آن در شهرها دو نوع راهبرد وجود دارد: راهبردهای پیش‌بینی‌کننده و راهبردهای مبتنی بر تاب‌آوری (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۰؛ فرزاد بهتاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۵).

درواقع، راهبردهای مبتنی بر تاب‌آوری به‌دنبال خلق ساختارهایی است تا ظرفیت مانایی و بازیابی آن ساختارها را تضمین کند؛ زیرا تاب‌آوری رویکردی است که در آن ظرفیت تحمل‌پذیری و پایداری شرایط در برابر حوادث، تهدیدات و چالش‌ها ارزیابی می‌شود. این شرایط می‌تواند در قالب مؤلفه‌های متعددی مانند ابعاد اجتماعی، اقتصادی، زیرساختی، کالبدی، فرهنگی و زیست‌محیطی در وجههٔ کلان آن تصور شود (فرزاد بهتاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۵). هرچند رویکرد تاب‌آوری ابتدا در حوزهٔ اکولوژیکی ظهور یافت، ورود آن در عرصهٔ بحران‌شناسی و آسیب‌شناسی در حوزهٔ مطالعات شهری می‌تواند مقولهٔ نوینی باشد که برنامه‌ریزی را از کاهش مخاطرات به ارتقای ظرفیت تحمل و پایداری وضعیت گرایش دهد (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۱). آیین‌نامه‌ها و برنامه‌های ملی و بین‌المللی متعددی در زمینهٔ تشریح اهمیت و ابعاد درگیرشوندهٔ توسعه در قالب تاب‌آوری آن‌ها ارائه شده است که نشان از اهمیت موضوع دارد (Callaghan and Colton, 2008: 9)

مطالعهٔ پیشینهٔ موضوعی پژوهش در پژوهش‌های سلمانی‌مقدم (۱۳۹۳)، ضرغامی و همکاران (۱۳۹۵)، پرتوی و همکاران (۱۳۹۵)، حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۶)، امیری و همکاران (۱۳۹۶)، مرو و همکاران (۲۰۱۶)، گراشما و کومار (۲۰۱۶)، پاتل و گلاسون (۲۰۱۷)، اسپانس و واترهوت (۲۰۱۷)، آجیبید (۲۰۱۷) و زانگ و لی (۲۰۱۸) نشان می‌دهد تاب‌آوری شهری بنیانی نو در راستای تحقق‌بخشی به برنامه‌ریزی راهبردی در حوزهٔ ارزیابی، تحلیل، کنترل و مدیریت بحران‌ها و چالش‌های ناشی از بلایای انسانی و طبیعی است که راهبردهای برنامه‌ریزی‌شدهٔ پیش‌گیرانه را با هدف ظرفیت مانایی زیرساخت‌ها و منابع توسعه

1. Livability
2. Resilience

در شهرها در نظر دارد. این رویکرد با بهره‌گیری از مؤلفه‌ها و شاخص‌های تبیین‌کننده سعی در ارتقای شرایط کنونی منابع و امکانات توسعه در عرصه‌های توسعهٔ فضایی شهرها برای مواجهه با آسیب‌ها و تهدیدات دارد. در مطالعات یادشده، تمرکز اصلی بر کارکرد تاب‌آوری در دو بعد تهدیدات انسانی و طبیعی است. براین‌اساس شاخص‌هایی ارائه شده‌اند که در ابعاد اقتصادی، اجتماعی، کالبدی، زیرساختی، زیست‌محیطی و نهادی بر بازیابی و ظرفیت مقاومت سیستم‌های کلان مثل شهر و سیستم‌های خرد مانند هریک از اجزای کارکردی شهر (انرژی، مسکن، ارتباطات) تأکید دارند. یکی از مهم‌ترین سنجه‌ها برای ارزیابی تاب‌آوری سیستم‌های ساختاری در مطالعات پیشین، ظرفیت و زمان بازگشت به شرایط اولیه پس از تهدیدات و میزان مقاومت در برابر تهدیدات طبیعی و انسانی با حفظ ثبات در شرایط فعلی است؛ نتایجی که گویای کارکرد جامع تاب‌آوری از منظر شاخص‌های متعدد برای دستیابی به‌نوعی پایداری در عملکرد سیستم‌های کلان و خرد است. با توجه به پژوهش‌های یادشده، این رویکرد نوعی راهبرد پایدار است که به مانایی و پایداری در کارکرد، ساختار و طراحی سیستم‌های کلان و خرد منجر می‌شود و به‌دلیل این اهمیت، ارزیابی آن در حوزه‌های مختلف از جمله زیرساخت‌های شریانی صورت می‌گیرد.

ضرورت‌شناسی موضوع پژوهش از دو جنبه اهمیت دارد. جنبهٔ اول به مفهوم و ماهیت تاب‌آوری به‌دلیل اهمیت آن در تحلیل ظرفیت تحمل و پایایی زیرساخت‌های شریانی در حوزهٔ حمل‌ونقل شهری به‌عنوان شریان‌های ارتباطی کلان‌شهر اهواز مربوط است. جنبهٔ دوم مطالعهٔ آن در این کلان‌شهر یکی از پرچالش‌ترین بسترها در زمینهٔ نیازمندی به تاب‌آوری در حوادث و بحران‌هاست؛ رویکردی که فرایند برنامه‌ریزی را از کاهش آسیب‌پذیری، به مقاومت و پایایی جریان‌های زیرساختی سوق می‌دهد که این مقوله می‌تواند یکی از راهکارهای عملکردی دفاع غیرعامل و حتی مدیریت بحران در برابر حوادث و بلایا باشد. اهمیت‌شناسی مسئله افزون بر نواقص، کمبودها و ضعف‌های ساختاری متعدد منابع و امکانات توسعه در این کلان‌شهر راهبردی و مهم کشور در مواجهه با بحران‌های طبیعی، به‌ویژه شرایط نامساعد آب‌وهوایی و پدیدهٔ ریزگردها، همچنین تهدیدات احتمالی انسانی با توجه به قرارگیری در نقطهٔ مرزی می‌تواند در فرسودگی زیرساخت‌های حمل‌ونقل نشان داده شود. همچنین ناتمام‌ماندن سهم بزرگی از پروژه‌های حمل‌ونقل شهری در بخش‌های مختلف شهر، نبود توازن در امکانات زیرساختی و روساختی حمل‌ونقل در مناطق درون‌شهری این کلان‌شهر، ناپایداری سازه‌های آن به‌دلیل فرسودگی و ساخت سنتی و نبود توازن در ساخت‌وسازهای اطراف این شریان‌ها به‌دلیل رعایت اصول دفاعی و نفوذپذیری بخشی از معضلات عمدهٔ حمل‌ونقل شهری در کلانشهر اهواز است. با توجه به ضرورت یادشده، در مطالعهٔ حاضر ضمن تدوین و ارائهٔ شاخص‌های سنجش تاب‌آوری در زیرساخت‌های شریانی حمل‌ونقل در کلان‌شهر اهواز، به پهنه‌یابی تاب‌آوری در گسترهٔ فضایی این کلان‌شهر با محوریت حمل‌ونقل شهری پرداخته شد؛ بنابراین دو پرسش اصلی پژوهش حاضر این است که شاخص‌های تبیین‌کنندهٔ تاب‌آوری در بخش زیرساخت شریانی حمل‌ونقل در شهر اهواز کدامند و اولویت این شاخص‌ها در تحلیل فضایی تاب‌آوری حمل‌ونقل و نقاط بحرانی تاب‌آوری حمل‌ونقل شهری در کلان‌شهر اهواز چگونه است.

مبانی نظری پژوهش

واژهٔ تاب‌آوری از واژهٔ لاتین Resilio به معنای «به‌طور ناگهانی عقب‌نشینی‌کردن»[1] گرفته شده است. البته دربارهٔ ریشهٔ

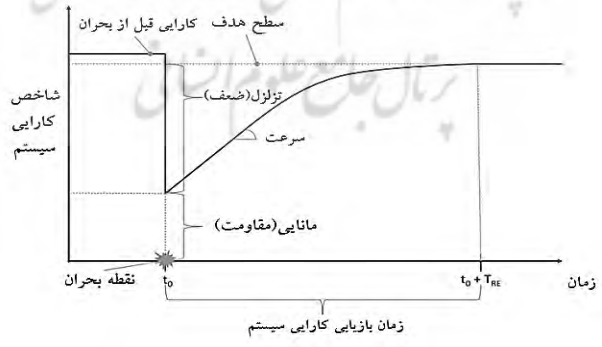
1. To jump back

این کلمه هنوز اختلاف‌نظر وجود دارد. در این زمینه برخی پژوهشگران معتقدند تاب‌آوری مفهومی اکولوژیکی یا بوم‌شناسانه دارد. برخی دیگر اعتقاد دارند تاب‌آوری تنها مفهومی فیزیکی است. در زمینهٔ بوم‌شناسی یا اکولوژیک، مفهوم تاب‌آوری به‌دنبال انتشار اثر اصلی هالوئینگ[1]، اکولوژیست معروف کانادایی با عنوان «تاب‌آوری و پایداری سیستم‌های زیست‌محیطی»[2] در سال ۱۹۷۳ رواج یافت (رمضان‌زاده لسبوئی و همکاران، ۱۳۹۳: ۳۱). از دیدگاه او مفهوم تاب‌آوری، اصطلاحی اجتماعی–اکولوژیکی است که میزان تحمل‌پذیری روابط و متغیرهای درونی سیستم را در برابر تهدیدات و میزان مانایی آن در برابر جذب تغییرات و شوک‌های بیرونی سنجش می‌کند. برای جذب و واکنش مانا در برابر تهدیدات، مطابق با این تعریف هالوئینگ و تعاریف دیگر، تاب‌آوری ویژگی‌ها و کارکردهای انتظام‌بخش خاصی دارد که یکی از مهم‌ترین کارکردها در این زمینه، به‌ویژه در تاب‌آوری سیستم‌های اجتماعی، شرایط بازیابی بعد از حادثه است.

یکی از مهم‌ترین کارکردهای تاب‌آوری یک سیستم یا جامعه، توان بازیابی آن پس از شرایط بحرانی است. بازیابی نقطه‌عطفی در فرایند کارکردی و کارایی سیستم‌های تاب‌آور است که سرعت عمل و بازگشت به شرایط اولیه را ارزیابی می‌کند. در این فرایند سرعت عمل و زمان سپری‌شده در مانایی و ضعف سیستم‌ها برای ارزیابی توان بازگشت یا بازیابی آن‌ها نقشی اساسی دارد (Cimellaro, 2016: 94).

شکل ۱. سنخ‌شناسی بازیابی در سیستم‌های تاب‌آور

منبع: Yamagata and Maruyama, 2016



شکل ۲. مدل بازیابی در چارچوب کارکردی تاب‌آوری یک سیستم

منبع: Cimellaro, 2016

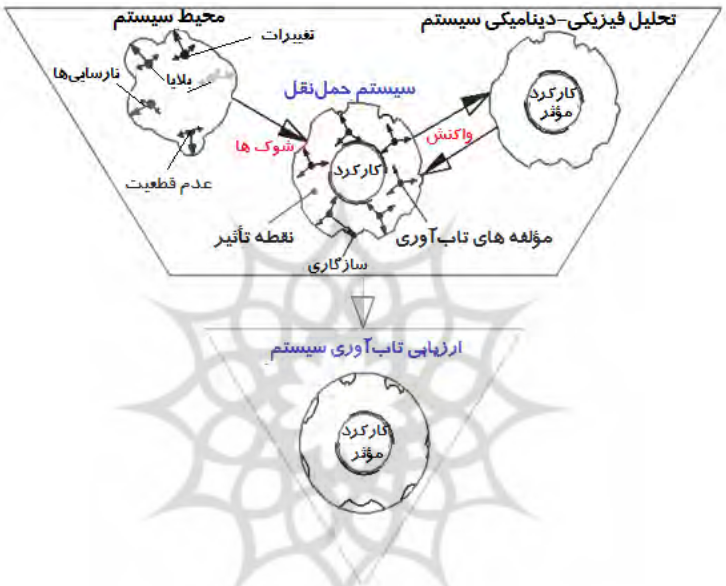
1. Holling
2. Holling, C.S., 1973, Resilience and Stability of Ecological Systems, Annual Review of Ecology and Systematics, Vol. 4. PP. 1–23.

در این میان و با توجه به اهمیت تاب‌آوری، زیرساخت‌های هر نظام یا سیستم- چه در سطح کلان آن به‌عنوان یک کشور و چه در سطح خرد آن به‌عنوان شهر یا روستا- که نقشی حیاتی در ادامهٔ جریان حیات و پویایی در آن نظام یا سیستم بر عهده دارند، نیازمند تاب‌آوری بیش‌ازپیش و برنامه‌ریزی برای تحقق آن در ساختار و کارکرد خود هستند. زیرساخت‌های یک سیستم را می‌توان مانند شریان‌های حیاتی آن سیستم دانست که حساسیت فراوانی برای حفاظت و پشتیبانی دارند و نیازمند برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های راهبردی برای تأمین ایمنی فضایی آن‌ها در شهرها هستند. براین‌اساس و با توجه به مطالعات می‌توان زیرساخت‌ها و شریان حیاتی شهر را به دو دستهٔ عمدهٔ شریان‌های حیاتی مبتنی بر انرژی (برق، آب، گاز) و شریان‌های حیاتی مبتنی بر ارتباطات (حمل‌ونقل و مخابرات) تقسیم‌بندی کرد (Collier and Venables, 2016: 322)؛ بنابراین با توجه به نقش و عملکرد این زیرساخت‌ها در حیات سیستم، تحقق تاب‌آوری در وضعیت و کارکرد آن‌ها در برابر تهدیدات و نارسایی‌ها مهم است؛ از این‌رو برای ارزیابی و سنجش تحقق تاب‌آوری در حوزهٔ زیرساخت‌های شریانی در شهرها، مؤلفه‌ها و شاخص‌های گوناگونی در پژوهش‌های متعدد ارائه و ارزیابی شده است که گزیده‌ای از آن‌ها در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱. مؤلفه‌ها و شاخص‌های تبیین‌کنندهٔ تاب‌آوری زیرساختی

ارائه‌دهنده	مؤلفه	شاخصهٔ تبیین‌کننده
اویانگ و همکاران، ۲۰۱۲	ظرفیت مقاومت زیرساختی، ظرفیت جذب زیرساختی، ظرفیت بازتوانی زیرساختی	میزان مقاومت ساختاری زیرساخت‌های شریانی (برق، آب، گاز و مخابرات) در برابر حوادث، میزان جذب و تحمل تغییرات در زیرساخت‌های شریانی، مدت‌زمان سپری‌شده برای بازگشت به حالت اولیه، میزان توانایی و زمان برای بهبود شرایط
شریفی و یاماگاتا، ۲۰۱۵	جذب‌پذیری، انعطاف‌مندی، تنوع، ظرفیت خارجی سیستم	میزان توانمندی برای سپری‌کردن حالات بحرانی، میزان ارتباط و هم‌بستگی ساختاری شبکه‌ای، میزان جذب تغییرات و شوک خارجی، تنوع طراحی و عددی، سرعت زمان بازیابی
گرنای و همکاران، ۲۰۱۶	شبکهٔ زیرساختی، ساختار فیزیکی، هم‌بستگی کارکردی	سطح طراحی و الگوی طراحی، قدمت و کیفیت ساختاری، اتصال و عملکرد متقابل زیرساختی
نگ و همکاران، ۲۰۱۸	تراکم مصرف، طراحی ساختاری، کیفیت ساختاری	میزان پوشش جمعیت، سطح اشغال فضایی شبکه، کیفیت طراحی شبکهٔ زیرساختی، قدمت کارکردی شبکهٔ زیرساختی
هوآنگ و لینگ، ۲۰۱۸	ظرفیت جذب، ظرفیت سازگاری، ظرفیت بازیابی	توزیع فضایی زیرساخت‌ها، توانایی تحمل آسیب‌ها و شوک‌ها، مدیریت و کنترل و پایش شبکهٔ زیرساختی، زمان بازگشت به شرایط اولیه، زمان ارتقای شرایط بهتر از حالت اولیه
رمضان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳	دسترسی‌پذیری، کیفیت ساختاری	دسترسی به زیرساخت‌های برق، گاز و آب، دسترسی به خدمات ارتباطی و مخابراتی، دسترسی با شریان‌های حمل‌ونقل، کیفیت جذب و تطبیق‌پذیری ساختاری
شکری فیروزجاه، ۱۳۹۶	کیفیت ساختاری، تراکم مصرف، دسترسی‌پذیری	دسترسی به زیرساخت‌های شریانی، کیفیت طراحی و استحکام زیرساخت‌های شریانی، قدمت و عمر شبکهٔ زیرساختی، سطح و سرانهٔ مصرف شبکهٔ زیرساختی
نامجویان و همکاران، ۱۳۹۶	ظرفیت تحمل سیستم، ظرفیت واکنش و بازیابی سیستم، کیفیت ساختاری سیستم	توان تحمل‌پذیری در برابر شوک‌های داخلی خارجی زیرساخت‌ها، ظرفیت جذب شوک‌های خارجی، اختصاص تنوع و برنامه‌های پشتیبانی زیرساختی، کیفیت طراحی شبکهٔ زیرساختی

در کنار شاخص‌ها و سنجه‌های یادشده، سطح عملکرد یا کارایی زیرساخت‌های حیاتی و شریانی در مبحث تاب‌آوری یکی از مهم‌ترین سنجه‌هاست که اهمیت بسیاری دارد. سطح عملکرد را می‌توان با معیارهای مختلف اندازه‌گیری کرد؛ مانند مقدار جریان یا خدمات تحویل داده‌شده، در دسترس‌بودن امکانات اضطراری، تعداد افرادی که خدمت می‌کنند و سطح اقتصادی فعالیت که با ابعاد مختلف تاب‌آوری ارتباط دارد (Bruneau et al., 2006: 739). در این میان، کارکرد سیستم‌های حمل‌ونقل شهری یکی از زیرساخت‌های شریانی شهرهاست که نقشی اساسی در تاب‌آوری سیستم کلانی به نام شهر دارد. این سیستم‌ها باید از سنجه‌هایی مانند پایداری زیرساختی، میزان تراکم مصرف، توزیع برابر در سطح شهر و میزان خدمات‌رسانی، کارکردی تاب‌آور و پایدار برخوردار باشند.



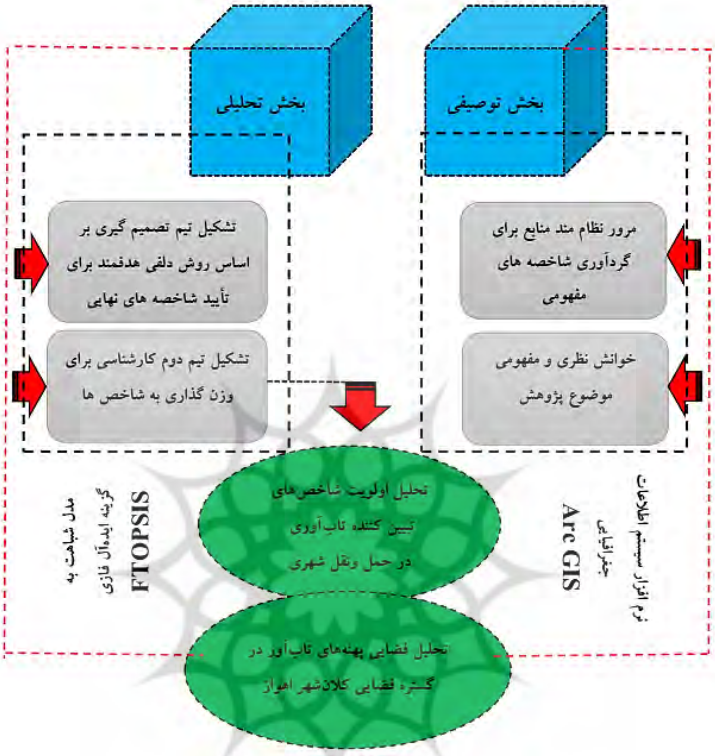
شکل ۳. مدل تاب‌آوری در زیرساخت شریانی حمل‌ونقل
منبع: Tamvakis and Xenidis, 2012

روش‌شناسی پژوهش

مطالعهٔ حاضر کاربردی و توصیفی-تحلیلی است که برای گردآوری داده‌های توصیفی آن (در اینجا مطالعات نظری)، از روش اسنادی، در قالب مطالعات کتابخانه‌ای و منابع مرجع دربارهٔ موضوع مورد مطالعه استفاده شد. همچنین به‌منظور گردآوری داده‌های تحلیلی (در اینجا شاخص‌های تاب‌آوری، لایه‌های اطلاعاتی و فرایند وزن‌گذاری به آن‌ها) روش پیمایشی با ابزار مصاحبه و پرسشنامه کاربرد داشت. گردآوری و تدوین داده‌های تحلیلی پژوهش در دو مرحله صورت گرفت. ابتدا با توجه به نبود شاخص‌ها و استانداردهای مورد مطالعه برای تاب‌آوری زیرساخت شریانی حمل‌ونقل، به‌روش دلفی و با نمونه‌گیری هدفمند و به‌صورت اجماع یا تأیید نهایی، از دیدگاه پانزده کارشناس[۱] مرتبط با موضوع استفاده شد و تهیه و تدوین شاخص‌ها و استانداردهای تبیین‌کنندهٔ تاب‌آوری زیرساخت شریانی حمل‌ونقل در کلان‌شهر اهواز صورت

۱. کارشناسان پژوهش بیست نفر از استادان دانشگاه و مسئولان اجرایی در رشته‌های برنامه‌ریزی شهری، مهندسی شهرسازی، مهندسی عمران و مهندسی حمل‌ونقل بودند که تنها پانزده نفر از آن‌ها پاسخ‌گوی پرسش‌ها شدند.

گرفت.[۱] مرحلهٔ دوم، گردآوری و تشکیل بانک اطلاعاتی به‌صورت لایه‌های زمین مرجع برای استفاده و تحلیل فضایی آن‌ها بود. منبع اصلی لایه‌های اطلاعاتی، نقشهٔ ۱:۱۵۰۰۰ کاربری اراضی کلان‌شهر اهواز در سال ۱۳۹۶ است. برای تحلیل و نمایش فضایی پهنه‌های تاب‌آور مکانی برای زیرساخت شریانی حمل‌ونقل در گسترهٔ فضایی کلان‌شهر اهواز، از بستهٔ تحلیل فضایی نرم‌افزار Arc GIS و مدل شباهت به گزینهٔ ایده‌آل فازی (FTOPSIS) استفاده شد.



شکل ۴. فرایند اجرای پژوهش

یافته‌های پژوهش

برای تشریح تاب‌آوری در زیرساخت شریانی حمل‌ونقل شهری در کلان‌شهر اهواز، با توجه به نبود شاخص‌های تبیین‌کننده و استانداردهای مشخص در این زمینه، ابتدا از دیدگاه کارشناسان و تیم تصمیم‌گیری پژوهش استفاده شد تا تعیین و تأیید شاخص‌ها و استانداردهای تبیین‌کنندهٔ تاب‌آوری در حوزهٔ زیرساخت شریانی حمل‌ونقل صورت گرفت. حاصل این فرایند به روش دلفی و در قالب شیوهٔ تکرار و اجماع در جدول ۲ آمده است. به‌منظور تعیین میزان اتفاق‌نظر (اجماع) کارشناسی در روش دلفی، از ضریب هماهنگی کندال[۲] استفاده شد و فرایند در سه صورت گرفت. همچنین نتایج دو مرحلهٔ پایانی با توجه به ضرایب (درصد) معناداری آن‌ها در جدول ۲ آمده است. در این مراحل، شاخص‌ها و استانداردهایی مبنا قرار گرفت که بیش از ۷۰ درصد تأیید یا اجماع را از سوی کارشناسان گرفته بود. براساس نتایج این

۱. برای انتخاب تعداد نمونهٔ کارشناسی در روش دلفی نگاه کنید به: پورشهابی و همکاران، ۱۳۹۶؛ احمدی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Windle, 2004

2. Kendall's Coefficient of Concordance

مرحله، شاخص‌های تبیین‌کنندهٔ تاب‌آوری در زیرساخت شریانی حمل‌ونقل در پنج شاخص مبنا تفسیر و شناخته می‌شوند. این شاخص‌ها عبارت‌اند از: قرارگیری در بافت با ۸۶ درصد تأیید یا اجماع نهایی، الگوی طراحی شبکه با ۱۰۰ درصد تأیید نهایی، درجهٔ محصوریت شبکه با ۹۳ درصد تأیید نهایی، سنخ‌شناسی شبکه با ۸۰ درصد تأیید نهایی و تراکم مصرف شبکه با ۱۰۰ درصد تأیید نهایی.

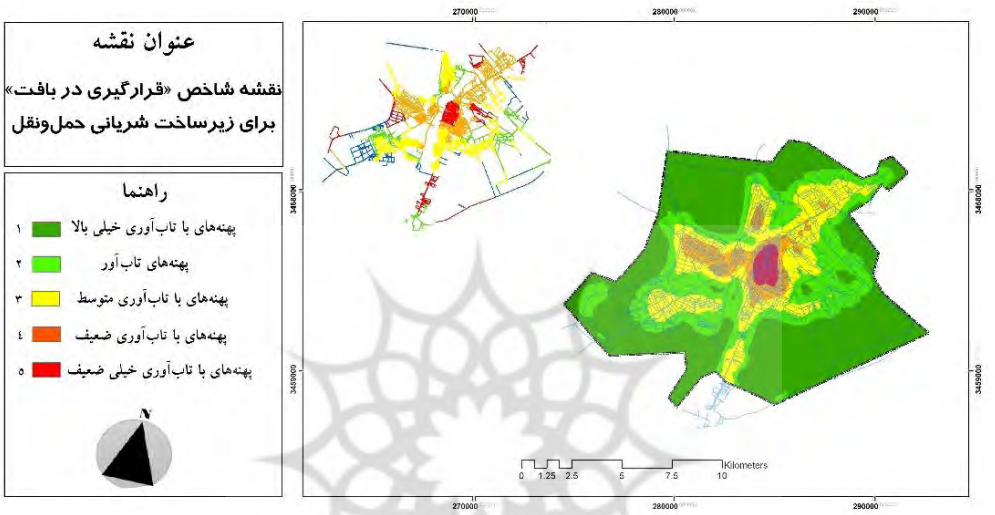
جدول ۲. مؤلفه‌ها و استانداردهای شناسایی‌شده برای تحلیل فضایی تاب‌آوری زیرساخت شریانی حمل‌ونقل به روش دلفی

پیشران	معیار اندازه‌گیری استانداردها	ارزش	درصد اجماع کارشناسی اولیه	درصد اجماع کارشناسی نهایی
قرارگیری در بافت ۸۶ درصد	بافت کاملاً نوساز (قدمت تا ۵ سال)	۵	۹۱	۱۰۰
	بافت نوساز (۵ تا ۱۰ سال)	۴	۸۸	۹۷
	بافت نیمه‌فرسوده (۱۰ تا ۲۰ سال)	۳	۷۳	۹۱
	بافت فرسوده (۲۰ تا ۳۰ سال)	۲	۷۲	۹۰
	بافت کاملاً فرسوده (بیش از ۳۰ سال)	۱	۸۴	۹۶
الگوی طراحی شبکه ۱۰۰ درصد	طراحی پهن و گشاده با گرهٔ قوی	۵	۹۲	۱۰۰
	طراحی شطرنجی با فاصلهٔ گره	۴	۸۴	۹۵
	طراحی نیمه‌شطرنجی	۳	۷۶	۹۰
	طراحی شعاعی	۲	۹۳	۱۰۰
	طراحی ارگانیک یا بدون طرح هندسی منظم	۱	۹۴	۱۰۰
میزان تراکم مصرف ۹۳ درصد	جمعیت تحت پوشش تا ۱۰ هزار نفر	۵	۸۷	۹۶
	جمعیت تحت پوشش از ۱۰ تا ۲۵ هزار	۴	۸۲	۹۵
	جمعیت تحت پوشش از ۲۵ تا ۵۰ هزار	۳	۷۹	۹۴
	جمعیت تحت پوشش از ۵۰ تا ۷۵ هزار	۲	۷۸	۹۰
	جمعیت تحت پوشش از ۷۵ تا ۱۰۰ هزار و بیشتر	۱	۹۳	۱۰۰
تایپولوژی سنخ‌شناسی ۸۰ درصد	راه‌های شریانی اصلی (بزرگراه)	۵	۹۳	۱۰۰
	راه‌های شریانی درجهٔ ۱	۴	۹۱	۱۰۰
	راه‌های شریانی درجهٔ دو (خیابان‌های منطقه‌ای)	۳	۸۹	۱۰۰
	راه‌های فرعی (خیابان‌های محله‌ای)	۲	۸۶	۹۴
	راه‌های بن‌بست، پل‌ها و تقاطع‌ها	۱	۹۲	۱۰۰
درجهٔ محصوریت ۱۰۰ درصد	ارتفاع کالبدی یک طبقه با عرض معبر بیش از ۸ متر	۵	۹۴	۱۰۰
	ارتفاع کالبدی دو طبقه و عرض معبر تا ۸ متر	۴	۹۱	۱۰۰
	ارتفاع کالبدی دو طبقه با عرض معبر ۶ متر	۳	۹۳	۱۰۰
	ارتفاع کالبدی بیشتر از دو طبقه با عرض معبر ۶ متر	۲	۸۹	۹۷
	ارتفاع کالبدی بیشتر از دو طبقه با عرض معبر کمتر از ۶ متر	۱	۹۱	۱۰۰

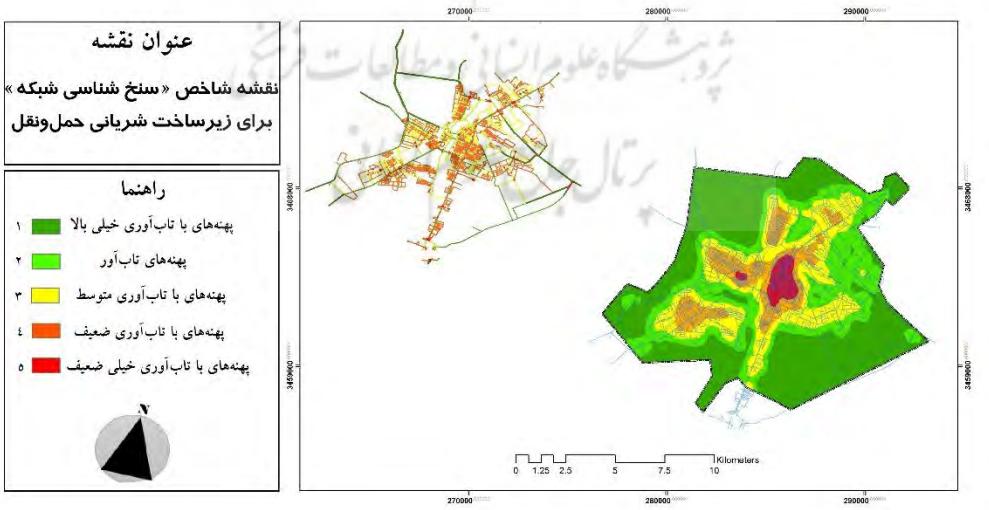
منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷

درواقع، شاخص‌های شناسایی‌شده به روش دلفی نشان‌دهندهٔ عوامل و فاکتورهای کلیدی در تاب‌آوری زیرساخت شریانی حمل‌ونقل در کلان‌شهر اهواز است. بدین‌صورت که شاخص قرارگیری در بافت بر کیفیت و عمر شبکه دلالت دارد و در شناخت آسیب‌ها و میزان تاب‌آوری شبکه از نظر زیرساختی مؤثر است. شاخص الگوی طراحی شبکه بر استانداردبودن شبکه از نظر طراحی و میزان مقاومت و پایداری طراحی آن در برابر تهدیدها و آسیب‌ها صحه می‌گذارد.

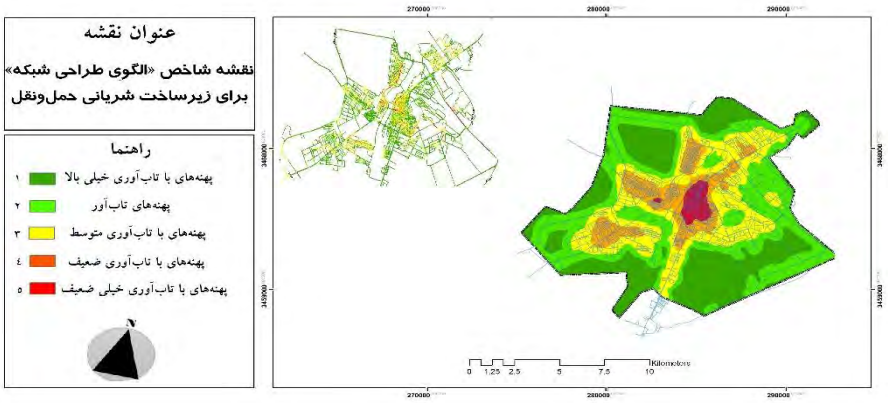
شاخص تراکم مصرف شبکه بر میزان فشار مصرف بر شبکه با توجه به بعد جمعیتی، به شناسایی نقاطی با آسیب‌پذیری زیاد هنگام مواجهه با تهدید اشاره دارد. هرچه این تراکم بیشتر باشد، از تاب‌آوری شبکه کاسته می‌شود. شاخص سنخ‌شناسی شبکه بر شناخت اهمیت و ارزش سلسله‌مراتبی شبکه از نظر تاب‌آوری آن‌ها اشاره دارد. درنهایت، شاخص درجهٔ محصورت شبکه که به نسبت ارتفاع کالبدی بناها با عرض معابر یا شریان‌ها اشاره دارد، بحثی مهم در تاب‌آوری شریان‌های حمل‌ونقل در شهر است. در ادامه، با توجه به شاخص‌ها و استانداردهای عملیاتی، تحلیل فضایی این شاخص‌ها برای زیرساخت شریانی حمل‌ونقل در کلان‌شهر اهواز صورت گرفت.



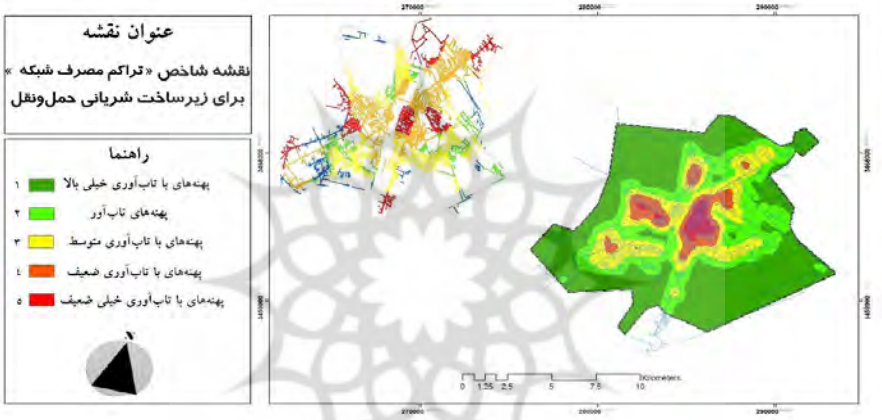
شکل ۵. پهنه‌های تاب‌آوری زیرساخت شریانی حمل‌ونقل براساس شاخص قرارگیری در بافت شبکه
منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷



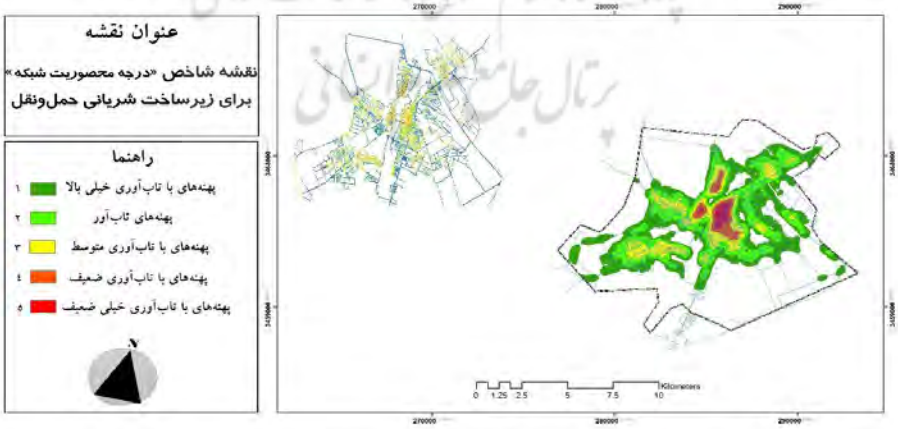
شکل ۶. پهنه‌های تاب‌آوری زیرساخت شریانی حمل‌ونقل براساس شاخص سنخ‌شناسی شبکه
منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷



شکل ۷. پهنه‌های تاب‌آوری زیرساخت شریانی حمل‌ونقل براساس شاخص الگوی طراحی شبکه
منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷



شکل ۸. پهنه‌های تاب‌آوری زیرساخت شریانی حمل‌ونقل براساس شاخص تراکم مصرف شبکه
منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷

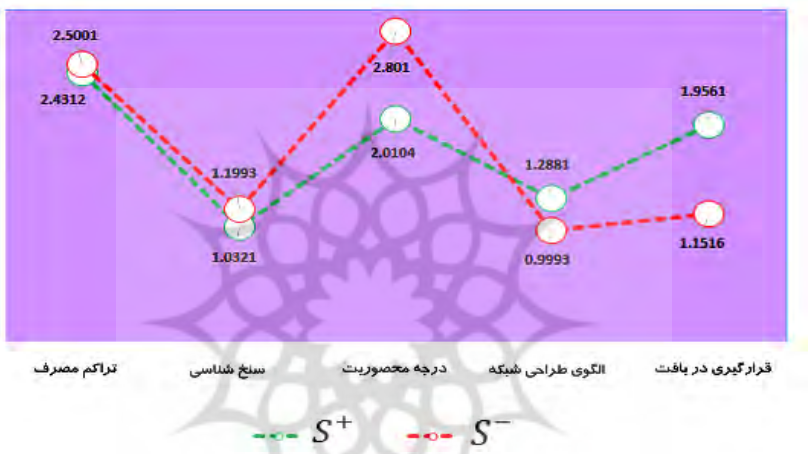


شکل ۹. نقشهٔ پهنه‌های تاب‌آوری زیرساخت شریانی حمل‌ونقل براساس شاخص درجهٔ محصوریت شبکه
منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷

پس از تشریح و تحلیل فضایی شاخص‌های تبیین‌کنندهٔ تاب‌آوری زیرساخت شریانی حمل‌ونقل، ارزش‌گذاری نهایی این شاخص‌ها از دیدگاه کارشناسان پژوهش صورت گرفت که با استفاده از مدل شبیه به گزینهٔ ایده‌آل فازی (FTOPSIS) تحلیل شد. در این فرایند، با استفاده از روابط زیر، ابتدا برنامه‌نویسی شاخص فاصله از ایده‌آل مثبت (S^+) و شاخص فاصله از ایده‌آل منفی (S^-) در نرم‌افزار EXCEL 2013 انجام شد. شکل ۱۱ نشان‌دهندهٔ فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی فازی برای شاخص‌های تبیین‌کنندهٔ تاب‌آوری است.

$$S_j \quad \sum_{j=1}^{n} d \quad (v_{ij}, v_j)$$

$$S_j \quad \sum_{j=1}^{n} d \quad (v_{ij}, v_j)$$



شکل ۱۰. نمودار فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی فازی برای شاخص‌های تبیین‌کنندهٔ تاب‌آوری
منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷

پس از محاسبهٔ شاخص‌های فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی، شاخص شباهت به گزینهٔ ایده‌آل نهایی (CC_i) محاسبه شد که با استفاده از رابطهٔ زیر برنامه‌نویسی شده است. نتیجهٔ نهایی این مرحله و وزن شاخص‌ها در جدول ۳ آمده است.

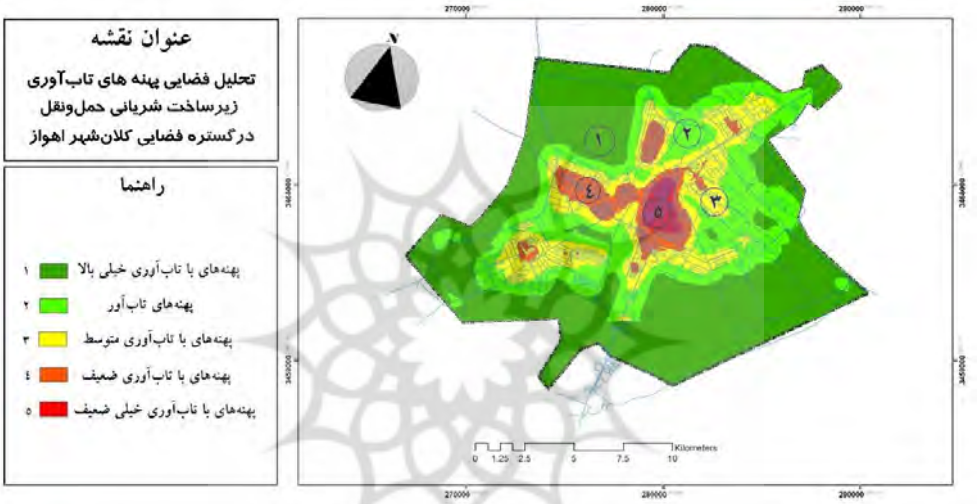
$$CC_i \quad \frac{S_j}{S_j \quad S_j}$$

جدول ۳. وزن‌گذاری و رتبهٔ نهایی شاخص‌های تبیین‌کنندهٔ تاب‌آوری در حمل‌ونقل شهر اهواز

Indexes	S^+	S^-	CC_i	Rank
تراکم مصرف شبکه	۲/۴۳۱۲	۲/۵۰۰۱	۰/۵۰۶۹	۳
سنخ‌شناسی شبکه	۱/۰۳۲۱	۱/۱۹۹۳	۰/۵۳۷۴	۲
درجهٔ محصوریت شبکه	۲/۰۱۰۴	۲/۸۰۱	۰/۵۸۲۴	۱
الگوی طراحی شبکه	۱/۲۸۸۱	۰/۹۹۹۳	۰/۴۳۶۸	۴
قرارگیری در بافت شبکه	۱/۹۵۶۱	۱/۱۵۱۶	۰/۳۷۰۵	۵

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷

با توجه به وزن‌های به‌دست‌آمده براساس شاخص شباهت نهایی، عامل اصلی عدم تاب‌آوری در زیرساخت شریانی حمل‌ونقل را باید در شاخص تبیین‌کنندهٔ درجهٔ محصوریت شبکه جست‌وجو کرد که بیشترین وزن را در تبیین تاب‌آوری به‌دست آورده است. سنخ‌شناسی یا نوع و درجهٔ کارکردی شریان‌های حمل‌ونقل در کنار تراکم مصرف شبکه، به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی اهمیت قرار دارند که ضرورت توجه به این شاخص‌ها را در بازیابی ساختاری و کارکردی حمل‌ونقل شهری در زمینهٔ تاب‌آوری آن در کلان‌شهر اهواز نشان می‌دهد. در ادامه و برای تهیهٔ نقشهٔ نهایی پهنه‌های تاب‌آوری زیرساخت شریانی حمل‌ونقل در کلان‌شهر اهواز، با توجه به وزن‌های به‌دست‌آمده، این ارزش‌ها در قالب لایه‌های اطلاعاتی طبقه‌بندی‌شده مربوط به شاخص‌های پنج‌گانه اعمال، و در بستهٔ تحلیل فضایی نرم‌افزار Arc GIS 10.3 تحلیل و تولید شدند که در شکل ۱۲ حاصل این فرایند آمده است.



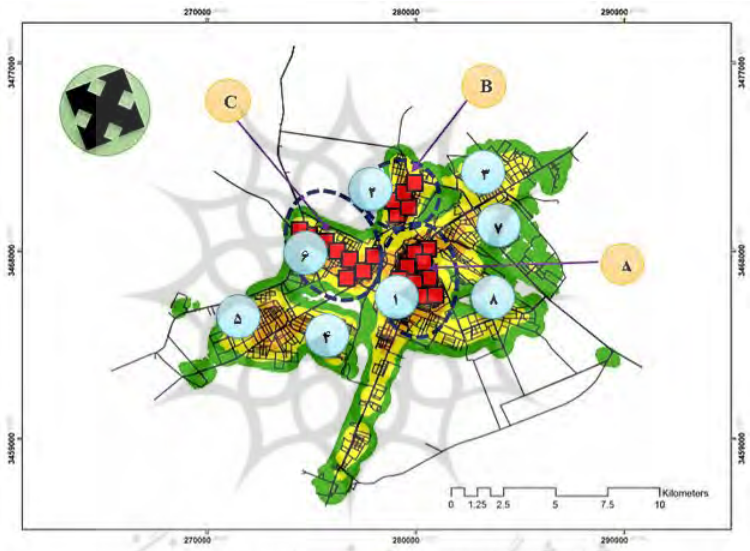
شکل ۱۱. تحلیل فضایی پهنه‌های تاب‌آوری برای زیرساخت شریانی حمل‌ونقل
منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷

نتایج تحلیل فضایی پهنه‌های تاب‌آوری برای زیرساخت شریانی حمل‌ونقل در کلان‌شهر اهواز نشان می‌دهد بخش‌های مرکزی گسترهٔ فضایی شهر (واقع در منطقهٔ ۱) و بخش‌های غربی آن، که به‌صورت خطی مماس با شمال منطقهٔ ۶ شهر دیده می‌شوند، در کنار بخش‌هایی از شمال شهر که منطبق با منطقهٔ ۲ شهر اهواز هستند، تاب‌آوری ضعیفی برای زیرساخت شریانی حمل‌ونقل دارند. براین‌اساس، هرچه از بخش‌های چهارگانه به مرکز شهر حرکت کنیم، شهر تاب‌آوری خود را در بخش حمل‌ونقل از دست می‌دهد و وضعیت غیرپایداری به‌وجود می‌آید. دلیل اصلی این مسئله را باید در ساختارهای سنتی شهر در بیشتر منابع و زیرساخت‌های توسعه از جمله حمل‌ونقل در بخش‌های منتهی به مرکز شهر یافت که در تراکم مصرف، ساختار سنتی بافت، الگوی طراحی ارگانیک و غیراستاندارد شبکه که بر سنخ‌شناسی یا نوع شریان تأثیر می‌گذارد، دیده می‌شود.

نتیجه‌گیری

تاب‌آوری رویکردی راهبردی در عرصهٔ دفاع غیرعامل است که حفظ شرایط پایدار برای سیستم‌ها و ساختارهای عملکرد مبنا،

هدف اصلی آن محسوب می‌شود. این رویکرد امروزه در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته به‌منظور حفاظت از منابع و زیرساخت‌های توسعه در برابر بحران‌های طبیعی و انسانی مدنظر قرار گرفته است. در این فرایند، زیرساخت‌ها و منابع توسعه باید در چرخهٔ سازگاری قرار بگیرد و مؤلفه‌های تبیین‌کنندهٔ تاب‌آوری در ضعف‌ها و قوت‌های آن‌ها و برای سناریوسازی آیندهٔ آن‌ها تحلیل شوند. در این مطالعه، تلاش شد تا شاخص‌هایی برای سنجش تاب‌آوری در زیرساخت شریانی حمل‌ونقل در کلانشهر اهواز ارائه شود. براین‌اساس از شاخص‌های زیر استفاده شد: قرارگیری در بافت برای تخمین عمر و ساختار کارکردی شبکهٔ حمل‌ونقل، سنخ‌شناسی شبکه به‌منظور اهمیت آن در سلسله‌مراتب کارکردی شبکه از نگاه تاب‌آوری، شاخص تراکم مصرف شبکه برای ارزیابی و اهمیت‌شناسی مصرف و میزان فشار آن بر شبکه و شاخص درجهٔ محصوریت شبکه که نسبت میان ارتفاع بناها با عرض معابر را درنظر می‌گیرد. تحلیل فضایی این شاخص‌ها در قالب پهنه‌های تاب‌آوری در گسترهٔ فضایی کلان‌شهر اهواز، نشان‌دهندهٔ سه نقطهٔ بحرانی برای این زیرساخت شریانی در بحث تاب‌آوری آن است.



شکل ۱۲. نقاط بحرانی تاب‌آوری زیرساخت شریانی حمل‌ونقل شهری در کلان‌شهر اهواز
منبع: نگارندگان، ۱۳۹۷

نقطهٔ بحرانی A که بخش مرکزی شهر (در منطقهٔ ۱ شهرداری) را نشان می‌دهد، یکی از نقاط بحرانی در زمینهٔ عدم تاب‌آوری است. دلیل اصلی وجود لکه‌های داغ در این نقطه، نامناسب‌بودن وضعیت شاخص‌های تبیین‌کنندهٔ تراکم مصرف شبکه، سنخ‌شناسی شبکه و شرایط قرارگیری در بافت شبکه است. ساختار سنتی و ارگانیک شبکه به‌دلیل قرارگیری در بافت فرسودهٔ مرکزی شهر که در منطقهٔ ۱ کلان‌شهر اهواز واقع شده است، قرارگیری در مرکز تجاری و اداری شهر که تراکم مصرف روزانه را بیش از جاهای دیگر شهر قرار می‌دهد و عمدهٔ شریان‌های این منطقه از شهر به‌صورت خیابان‌های نامنظم و کوچه‌های بن‌بست با عرض باریک، سبب شده است این منطقه از شهر یکی از نقاط بحرانی و ناتاب‌آور کلان‌شهر اهواز در بخش زیرساخت شریانی حمل‌ونقل قلمداد شود.

نقطهٔ بحرانی B، نقطهٔ دوم بحرانی مورد نظر در گسترهٔ فضایی شهر است. لکه‌های داغ مشاهده‌شده در این نقطه، که به‌طور مشخص منطقهٔ کیان‌پارس در منطقهٔ ۲ شهر اهواز را نشان می‌دهند، به‌دلیل وضعیت نامناسب شاخص‌های تبیین‌کنندهٔ تراکم مصرف شبکه و درجهٔ محصوریت شبکه، نقطهٔ بحرانی و ناتاب‌آور برای حمل‌ونقل به‌شمار می‌آیند. ارتفاع زیاد ساختمان‌ها به‌همراه عرض کم معابر و تراکم بالای مصرف در این منطقهٔ بالانشین، که به‌طور ویژه برای تفریح و دادوستد از آن بهره‌برداری می‌شود، این منطقه را در کنار بخش مرکزی شهر در گروه نقاط پرتراکم شهر قرار داده و سبب ناتاب‌آوری آن در بحث حمل‌ونقل شهری شده است. نقطهٔ بحرانی C، آخرین نقطهٔ بحرانی تاب‌آوری برای حمل‌ونقل شهری در کلان‌شهر اهواز است. دلیل وجود لکه‌های داغ این منطقه که در منطقهٔ ۶ کلان‌شهر اهواز قرار دارد، نبود وضعیت استاندارد از نظر تراکم مصرف شبکه، درجهٔ محصوریت و قرارگیری در بافت است. وضعیت نامناسب این شاخص‌ها، ارزش پایین این نقطه از کلان‌شهر را برای تاب‌آوری حمل‌ونقل نشان می‌دهد.

در پژوهش حاضر، با شناسایی شاخص‌های تبیین‌کنندهٔ تاب‌آوری در حمل‌ونقل شهری در گسترهٔ فضایی کلان‌شهر اهواز، به تحلیل فضایی آن‌ها و شناسایی نقاط بحرانی پرداخته شد. این مطالعه می‌تواند مطلعی برای پژوهش‌های آینده در زمینهٔ گسترش این شاخص‌ها و ارزیابی تاب‌آوری در زیرساخت‌های شریانی، از جمله بخش زیرساخت‌های شریانی انرژی در شهر باشد. در پایان براساس نقاط بحرانی شناسایی‌شده پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

الف) پیشنهادهای پژوهش برای نقطهٔ بحرانی (A) که در منطقهٔ ۱ کلان‌شهر اهواز قرار دارد:

توجه به توانمندسازی و بازآفرینی بافت فرسودهٔ مرکزی شهری اهواز؛

- عطف به تعریض و استانداردسازی معابر اصلی و گذرگاه‌های عمومی در منطقهٔ ۱ شهر اهواز؛
- توجه به اصل پراکندگی و چندهسته‌ای‌گرایی در بخش‌های تجاری و اداری شهر و واگذاری نقش اداری و تجاری به سایر مناطق شهر.

ب) پیشنهادهای پژوهش برای نقطهٔ بحرانی (B) که در منطقهٔ ۲ کلان‌شهر اهواز قرار دارد:

توجه به رعایت اصول طراحی ساختمان‌ها و ارتفاع آن نسبت به عرض معابر با توجه به لزوم طراحی عریض خیابان‌ها در مناطق با ارتفاع بالای کالبدی؛

توجه به اصل پراکندگی در نقش‌پذیری مناطق مختلف کلان‌شهر اهواز از نظر کاهش فشار مصرف و تراکم در زیرساخت‌های توسعه، به‌ویژه حمل‌ونقل.

ج) پیشنهادهای پژوهش برای نقطهٔ بحرانی (C) که در منطقهٔ ۶ کلان‌شهر اهواز قرار دارد:

توجه به طراحی استاندارد شبکهٔ حمل‌ونقل از بعد زیرساختی آن؛

بازتوزیع و آمایش کارکردهای تجاری، اداری و جمعیتی در راستای تاب‌آوری زیرساختی، به‌ویژه در بخش حمل‌ونقل در کلان‌شهر اهواز؛

توانمندسازی و بازآفرینی بافت‌های ناکارآمد و اصلاح و نوسازی زیرساخت‌های فرسودهٔ حمل‌ونقل.

منابع

احمدی، فضل‌اله، نصیریانی، خدیجه و پروانه اباذری، ۱۳۸۷، «تکنیک دلفی، ابزاری در روش تحقیق»، مجلهٔ ایرانی آموزش در علوم‌پزشکی، شمارهٔ ۸، صص ۱۷۵-۱۸۵.

امیری، محمدجواد، سپهرزاد، بهناز، معرب، یاسر و اسماعیل صالحی، ۱۳۹۶، «ارزیابی تاب‌آوری ساختاری- طبیعی کاربری اراضی شهرها (نمونهٔ موردی: منطقهٔ ۱ تهران)»، فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی، سال سی‌ودوم، شمارهٔ ۱، صص ۱۳۷-۱۴۸.

پرتوی، پروین، بهزادفر، مصطفی و زهرا شیرانی، ۱۳۹۵، «طراحی شهری و تاب‌آوری اجتماعی؛ بررسی موردی: محلهٔ جلفای اصفهان»، نشریهٔ نامهٔ معماری و شهرسازی، شمارهٔ ۱۷، صص ۹۹-۱۱۶.

پورشهابی، وحید، پورکیانی، مسعود، زاینده‌رودی، محسن و ایوب شیخی، ۱۳۹۶، «ارائهٔ مدل بومی برای ارتقای سطح توسعه‌یافتگی استان سیستان و بلوچستان با رویکرد توسعهٔ پایدار»، پژوهش‌های مدیریت عمومی، شمارهٔ ۳۸، صص ۱۱۷-۱۴۳.

حاتمی‌نژاد، حسین، فرهادی‌خواه، حسین، آروین، محمود و نگار رحیم‌پور، ۱۳۹۶، «بررسی ابعاد مؤثر بر تاب‌آوری شهری با استفاده از مدل ساختاری تفسیری (نمونهٔ موردی: شهر اهواز)»، فصلنامهٔ دانش پیشگیری و مدیریت بحران، شمارهٔ ۱، صص ۳۵-۴۵.

رمضان‌زاده لسبویی، مهدی، عسگری، علی و سید علی بدری، ۱۳۹۳، «زیرساخت‌ها و تاب‌آوری در برابر بلایای طبیعی با تأکید بر سیلاب، منطقهٔ مورد مطالعه: مناطق نمونهٔ گردشگری چشمهٔ کیله تنکابن و سردآبرود کلاردشت»، نشریهٔ تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، شمارهٔ ۱، صص ۳۵-۵۲.

سلمانی‌مقدم، محمد، امیراحمدی، ابوالقاسم و فرزانه کاویان، ۱۳۹۳، «کاربرد برنامه‌ریزی کاربری اراضی در افزایش تاب‌آوری شهری در برابر زمین‌لرزه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS (مطالعهٔ موردی: شهر سبزوار)»، فصلنامهٔ مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، شمارهٔ ۱۷، صص ۱۷-۳۴.

صالحی، اسماعیل، آقابابایی، محمدتقی، سرمدی، هاجر و محمدرضا فرزاد بهتاش، ۱۳۹۰، «بررسی میزان تاب‌آوری محیطی با استفاده از مدل شبکهٔ علیت»، فصلنامهٔ محیط‌شناسی، شمارهٔ ۵۹، صص ۹۹-۱۱۲.

ضرغامی، سعید، تیموری، اصغر، محمدیان مصمم، حسن و علی شماعی، ۱۳۹۵، «سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری محله‌های شهری در برابر زلزله، موردپژوهی: بخش مرکزی شهر زنجان»، فصلنامهٔ پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، شمارهٔ ۱۷، صص ۷۷-۹۲.

فرزاد بهتاش، محمدرضا، کی‌نژاد، محمدعلی، پیربابایی، محمدتقی و علی اصغری، ۱۳۹۲، «ارزیابی و تحلیل مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز»، نشریهٔ هنرهای زیبا، دورهٔ هجدهم، شمارهٔ ۳، صص ۳۳-۴۲.

مبارکی، امید، لاله‌پور، منیژه و زهرا افضلی گروه، ۱۳۹۶، «ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری شهر کرمان»، فصلنامهٔ جغرافیا و توسعه، شمارهٔ ۴۷، صص ۸۹-۱۰۴.

نامجویان، فرخ، رضویان، محمدتقی و رحیم سرور، ۱۳۹۶، «تاب‌آوری شهری چارچوبی الزام‌آور برای مدیریت آیندهٔ شهرها»، مجلهٔ جغرافیایی سرزمین، شمارهٔ ۵۵، صص ۸۱-۹۵.

Ajibade, I., 2017, *Can a Future City Enhance Urban Resilience and Sustainability? a Political Ecology Analysis of Eko Atlantic City, Nigeria,* International Journal of Disaster Risk Reduction, No. 26, PP. 85-92

Berke, Ph., and Campanella, T., 2006, *Planning for Postdisaster Resiliency*, The Annal of the American Academy of Political and Social Science, No. 604, PP. 192-207.

Bruneau, M., Chang, S. E., and Eguchi, R. T, 2006, *A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities*, Earthquake Spectra, No. 19, PP. 737–752.

Callaghan, G., and Colton, J., 2008. *Building Sustainable and Resilient Communities: A Balancing of Community Capital*, Environment, Development and Sustainability, No. 10, PP. 931–942.

Cimellaro, G., 2016, *Urban Resilience for Emergency Response and Recovery: Fundamental Concepts and Applications*, Springer Publication.

Collier, P., and Venables, A., 2016, *Urban Infrastructure for Development*, Oxford Review of Economic Policy, No. 32, PP. 391–409.

Dhar, T., and Khirfan, L., 2017, *A Multi-Scale and Multi-Dimensional Framework for Enhancing the Resilience of Urban Form to Climate Change*, Urban Climate, No. 19, PP. 72-91.

Gernay, T., Selamet, S., Tondini, N., and Elhamikhorasani, N., 2016, *Urban Infrastructure Resilience to Fire Disaster: An Overview*, Procedia Engineering, No. 61, PP. 1801-1805.

Gonzales, P., and Ajami, N., 2017, *An Integrative Regional Resilience Framework for the Changing Urban Water Paradigm*, Sustainable Cities and Society, No. 30, PP. 128-138.

Greeshma, P., and Kumar, K., 2016, *Disaster Resilience in Vulnerable Cities Through Neighbourhood Development: A Case of Chennai*, Procedia Technology, No. 24, PP. 1827-1834.

Huang, W., and Ling, M., 2018, *System Resilience Assessment Method of Urban Lifeline System for GIS*, Computers, Environment and Urban Systems, No. 71, PP. 67-80.

Meerow, S., Newell, J., and Stults, M., 2016, *Defining Urban Resilience: A Review*, Landscape and Urban Planning, No. 147, PP. 38-49.

Ng, S., Xu, F., Yang, Y., Lu, M., and Li, J., 2018, *Necessities and Challenges to Strengthen the Regional Infrastructure Resilience Within City Clusters*, Procedia Engineering, No. 212, PP.198–205.

Ouyang, M., Osorio, L., and Min, X., 2012, *A Three-Stage Resilience Analysis Framework for Urban Infrastructure Systems*, Structural Safety, No. 36 and 37, PP. 23-31.

Patel, R., and Gleason, K., 2017, *The Association Between Social Cohesion and Community Resilience in two Urban Slums of Port Au Prince, Haiti*, International Journal of Disaster Risk Reduction, No. 27, PP. 161-167.

Sharifi, A., and Yamagata, Y., 2016, *Resilient Urban Form: A Conceptual Framework*, Springer Publication.

Spaans, M., and Waterhout, B., 2017, *Building Up Resilience in Cities Worldwide – Rotterdam as Participant in the 100 Resilient Cities Programme*, Cities, No. 61, PP. 109-116.

Tamvakis, P., and Xenidis, Y., 2012, *Resilience in Transportation Systems*, Procedia - Social and Behavioral Sciences, No. 48, PP. 3441-3450.

Windle, P., 2004, *Delphi Technique: Assessing Component Needs*, Journal of Perianesth Nurs, No. 19, PP. 46-47.

Ahmadi, F., Nasiriani, Kh., and Abazari, P., 2009, *Delphi Technique, A Tool in Methodology*, Iranian Journal of Education in Medical Science, Vol. 8, No.1, PP. 175-185. *(In Persian)*

Amiri, M. J., Sepehrzad, B., Moarab, Y., and Salehi, I., 2017, *Assessment of Natural-Structural Resilience of Urban Land Use (Case Study: Tehran District 1)*, Journal of Geographical Research, No. 1, PP. 137-138. *(In Persian)*

Partovi, P., Behzadfar, M., and Shirvani, Z., 2016, *Urban Design and Social Resilience, Case Study: Jolfa District in Isfahan*, Journal of Architecture and Urbanism Letter, No. 17, PP. 99-116. *(In Persian)*

Pourshahabi, V., Pourkiani, M., Zayandehroodi, M., and Sheykhi, A., 2017, *Provide a Native Model for Promoting the Development Level of Sistan and Baluchestan Province with a Sustainable Development Approach*, Public Management Research, No. 38, PP. 117-143. *(In Persian)*

Hataminejad, H., Farhadikhah, H., Arvin, M., and Rahimpour, N., 2017, *Investigating the Effective Dimensions on Urban Resilience Using Interpretative Structural Model (Case Study: Ahvaz City)*, Quarterly Journal of Knowledge Prevention and Crisis Management, No. 1, PP. 35-45. *(In Persian)*

Ramezanzadeh Lasbouei, M., Asgari, A., and Badri, S. A., 2014, *Infrastructure and Resilience Against to Natural Disasters with an Emphasis on Flood, Studied Region: Cheshmeh Kileh Tonekabon and Sardarabad Kelardasht*, Spatial Analysis of Environmental Hazards Journal, No. 1, PP. 35-52. *(In Persian)*

Salmani Moghaddam, M., Amir Ahmadi, A., and Kavian, F., 2014, *Application of Land Use Planning for Increasing Urban Resilience Against Earthquakes Using GIS (Case Study: Sabzevar City)*, Quarterly Journal of Geographical Studies in Arid Zones, No. 17, PP. 17-34. *(In Persian)*

Salehi, I., Aghabaabi, M. T., Sarmadi, H., Farzad Behtash, M. R., 2011, *Investigation of Environmental Resilience Using the Causality Network Model*, Journal of Environmental Studies, No. 59, PP. 99-112. *(In Persian)*

Zarghami, S., Teimouri, A., Mohammadian Sosemem, H., and Shamaie, A, 2016, *Assessment and Evaluation of Resilience of Urban Neighborhoods Against Earthquake Cace Study: Central Part of Zanjan City*, Quarterly Journal of Urban Planning and Research, No. 17, PP. 77-92. *(In Persian)*

Farzad Behtash, M. R., Kaynezhad, M. A., Pirbabaei, M. T., and Asghari, A., 2013, *Assessment and Analysis of the Resiliency Components of the Metropolis of Tabriz*, Journal of Fine Arts, No. 18, PP. 33-42. *(In Persian)*

Mobaraki, O., Lalepour, M., and Afzali Gorouh, Z., 2017, *Assessment and Analysis of the Dimensions and Components of Resilience in Kerman City*, Geography and Development Quarterly, No. 47, PP. 89-104. *(In Persian)*

Namjouyan, F., Razavian, M. T., and Sarvar, R., 2017, *Urban Resilience, A Binding Framework for Managing Cities' Future*, Geographical Territory Magazine, 55, PP. 81-95. *(In Persian)*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی