تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۲
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۱/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۳۰

DOI: 10.48303/bese.2022.548668.1061

نوع مقاله: پژوهشی

توسعه مدلی برای ارزیابی عملکرد سیستم در تاب‌آوری بافت‌های دارای ارزش تاریخی- تجاری (بازارهای سنتی) در برابر زلزله؛ مطالعه موردی: بازار تاریخی تبریز

رضوان مؤدّب
دانشجوی دکتری مهندسی عمران- مهندسی زلزله،
پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران

کامبد امینی حسینی (نویسنده مسئول)
دانشیار و رئیس پژوهشکده مدیریت خطرپذیری و بحران،
پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران،
kamini@iiees.ac.ir

چکیده

وقوع زلزله در بافت‌های تاریخی با ارزش تجاری نظیر بازارهای سنتی، می‌تواند تبعات گسترده فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی به دنبال داشته باشد. با این حال، مطالعات جامع اندکی در خصوص آسیب‌پذیری و مدیریت بحران بازارهای تاریخی در برابر زلزله انجام شده است. در این مقاله با هدف ارزیابی تاب‌آوری بافت‌های تاریخی دارای ارزش تجاری در برابر زلزله، مدل جدیدی بر مبنای ترکیب ابعاد، شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مرتبط با تاب‌آوری ارائه شده است. بدین‌منظور بعد فرهنگی- تاریخی در کنار ابعاد فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و سازمانی مورد مطالعه قرار گرفت و شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مؤثر در این پنج بعد تعیین و میزان اهمیت آنها بر اساس تحلیل سلسله‌مراتبی محاسبه شد. در این راستا کمّی‌سازی پارامترهایی که ماهیت کیفی دارند، بر اساس منطق فازی انجام گرفته و در مدل وارد شده است. مدل ارائه شده قادر است عملکرد سیستم را در پنج بعد که شامل ۱۷ شاخص و ۵۰ زیرشاخص است به تفکیک مکانی برای بخش‌های مختلف بازارها به‌طور نسبی محاسبه نماید. همچنین با استفاده از این مدل می‌توان مداخلات لازم را به‌منظور ارتقای تاب‌آوری بخش‌های مختلف بازارها تعیین نمود. مدل معرفی شده سپس به‌صورت موردی به‌منظور تعیین عملکرد سیستم در تاب‌آوری لرزه‌ای بازار تاریخی تبریز در شاخص‌ها و ابعاد پیشنهاد شده مورد استفاده قرار گرفته و نتایج بر اساس تفکیک مکانی ارائه گردید.

واژگان کلیدی: تاب‌آوری، عملکرد سیستم، زلزله، بازارهای سنتی، بافت تاریخی- تجاری.

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر، رویکرد سنتی مدیریت مخاطرات از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری و کاهش ریسک، به افزایش تاب‌آوری تغییر یافته است. این رویکرد جدید ظرفیت بهتری را برای مواجهه با مخاطرات دارای عدم قطعیت نظیر زلزله فراهم می‌نماید. طبق تعریف، تاب‌آوری عبارت است از توانایی سیستم برای تحمل و ایستادگی در برابر خطرات به وجود آمده، طوری که بتواند در برابر آنها ایستادگی نماید و در صورت آسیب سریعاً به حالت اولیه برگردد (Adger, 2000).

در این بین بافت‌هایی نظیر بازارهای سنتی که از نظر فرهنگی و اقتصادی ارزش فراوانی دارند، از جمله مناطقی هستند که در برابر زلزله بسیار آسیب‌پذیر می‌باشند. رخداد سوانح طبیعی در این بافت‌ها علاوه بر ایجاد آسیب‌های غیرقابل جبران جانی، باعث از بین رفتن میراث تاریخی و فرهنگی و اختلال در کسب‌وکار بخشی از مردم می‌گردد. بازارها دارای تفاوت‌های متعدّدی از جهات مختلف با بافت‌های معمولی شهری می‌باشند. برای مثال از لحاظ اقتصادی بازارها معمولاً قطب داد و ستد و تجارت در شهرهای سنتی می‌باشند. از نظر فیزیکی، اغلب مستحدثات موجود در این بافت‌ها به دلیل قدمت زیاد در برابر سوانحی نظیر زلزله آسیب‌پذیر هستند. از لحاظ اجتماعی تنوع ارتباطات، حرکت‌های اجتماعی و سیاسی، ازدحام بیش از حد جمعیت در ساعاتی از شبانه‌روز و ایّامی از سال آنها را منحصر به فرد می‌نمایند. ارزشمند بودن این بافت‌ها از لحاظ فرهنگی و

تاریخی برای مردم محلی و همچنین اهمیت آنها در صنعت گردشگری منطقه نیز از جمله دیگر مواردی هستند که می‌تواند تفاوت اساسی بازارها را با دیگر بافت‌های شهری نشان دهد. بدین‌ترتیب استفاده از مدل‌های متداول ارزیابی ریسک و تاب‌آوری، برای سنجش تاب‌آوری بازارهای سنتی نتایج دقیقی را به دنبال نخواهد داشت.

مدلی که در این مقاله جهت برآورد عملکرد سیستم در بافت‌های شهری دارای ارزش تاریخی- تجاری در برابر زلزله ارائه شده است، با تطبیق پارامترهای آن با شرایط هر منطقه، قابلیت استفاده در بازارهای ارزشمند تاریخی مختلف را دارد. نتایج حاصل از این مدل‌سازی دید روشن و جامعی نسبت به وضعیت موجود در عملکرد سیستم در تاب‌آوری زلزله در بازارهای تاریخی را ارائه می‌کند و با استفاده از آن می‌توان اثر مداخلات مختلف را در افزایش یا کاهش تاب‌آوری برآورد نمود، همچنین ابزاری را در اختیار مدیران، تصمیم‌گیران و مسئولان ذی‌ربط قرار می‌دهد تا با توجه به محدودیت امکانات و اعتبارات، موثّرترین فعالیت‌ها و اقدامات ضروری برای افزایش تاب‌آوری بافت در برابر زلزله تعیین شود. مدل مورد نظر پس از انتخاب شاخص‌ها و پارامترهای مؤثر در تاب‌آوری بازارهای سنتی در برابر زلزله، با استفاده از روش‌های کمّی و کیفی برای محاسبه و پیش‌بینی عملکرد سیستم پس از وقوع زلزله در این بافت‌ها می‌پردازد. وضعیت موجود در بازار تاریخی تبریز در پنج بعد بررسی شده و در بخش‌های مختلف ارائه شده است. در نهایت با ترکیب وزنی پنج بعد تاب‌آوری، عملکرد کلی سیستم بازار تاریخی تبریز به تفکیک فضایی بررسی شده است.

۲- پیشینه تحقیقات

برای تعیین وضعیت تاب‌آوری جوامع شهری، مدل‌های مختلفی تاکنون ارائه شده است. از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل CDRI[1] که توسط شاو (Shaw & Team, 2009)، مدل BRIC[2] که توسط کاتر و همکاران (Cutter, Burton, & Emrich, 2010)، مدل (PEOPLES) که توسط رنشلر و همکاران (Renschler, et al., 2010) و مدل DRI[3] که توسط خزایی و همکاران (Khazai, et al., 2015) معرفی شده‌اند، اشاره نمود. شاخص‌های مؤثر در تاب‌آوری جوامع در برابر مخاطرات در شهر تهران را استاد تقی‌زاده و اردلان (Ostadtaghizadeh et al., 2016) نیز در شش بعد نهادی، اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی، فیزیکی و زیست‌محیطی بررسی کرده‌اند. بدین‌ترتیب، محورهای اصلی و مشترک دسته‌بندی موضوعات مرتبط با تاب‌آوری جوامع در برابر مخاطرات عبارتند از چهار بعد فیزیکی، اقتصادی، اجتماعی و سازمانی که پیش‌تر نیز توسط تیرنی و برونیو (Tierney & Bruneau, 2007) معرفی شده بودند.

لازم به ذکر است که در مدل‌های معرفی شده فوق، سنجش میزان تاب‌آوری در بافت‌ها و جوامع متداول شهری مورد توجه بوده است. این در حالی است که تبعات زلزله‌هایی مانند زلزله بم (ایران، ۱۳۸۲)، سوماترا (اندونزی، ۱۳۸۵)، توهوکو (ژاپن، ۱۳۸۹) و بسیاری موارد دیگر نشان داده که رخداد مخاطرات طبیعی می‌تواند باعث تخریب بافت‌های ارزشمند شهری، بناهای تاریخی، موزه‌ها و اشیای تاریخی نیز بشود که ضرورت ارتقای تاب‌آوری و پیشگیری و مدیریت بحران در محدوده بافت‌های فرهنگی و تاریخی شهرها را بیش از پیش آشکار کرده‌اند. بر این اساس در دهه اخیر موضوع کاهش اثرات سوانح طبیعی در بافت‌های تاریخی توجه ویژه بسیاری از کشورها و نیز مراجع رسمی ذی‌ربط نظیر UNESCO[4]، ICCROM[5]، ICORP[6] و ICOMOS[7] را به خود جلب کرده است و تحقیقات مختلفی در این مورد انجام شده یا در دست انجام است.

به‌منظور شناخت ریسک و تاب‌آوری بازارهای تاریخی، تاکنون مطالعات معدودی انجام شده است. از جمله این تحقیقات می‌توان به بررسی آسیب‌پذیری بازار تهران در برابر خطر زلزله و آتش‌سوزی توسط امینی حسینی (Amini Hosseini, 2013) اشاره کرد. در این مطالعه به شرایط نامناسب دسترسی‌ها و نداشتن توانایی برای واکنش اضطراری اشاره شده است. همچنین رضوی به نقش فضاهای باز در تهیه

برنامه‌های کاهش خطرپذیری لرزه‌ای در بافت بازار تاریخی قزوین پرداخته است (Razavi, 2012). یوجل و ارون (Yücel & Arun, 2010) نیز برنامه تخلیه اضطراری و افزایش ایمنی در برابر آتش‌سوزی در بازار بزرگ و تاریخی شهر استانبول را بررسی کرده‌اند. عالی‌قدر و همکاران (Alighadr et al., 2012) وضعیت تخلیه اضطراری در زمان وقوع حادثه در تیمچه مظفریه بازار تاریخی تبریز را مورد بررسی قرار داده‌اند. در اکثر این مطالعات به چگونگی بهبود فرآیند مدیریت واکنش اضطراری در بازارهای تاریخی (به‌خصوص با تأکید بر چگونگی بهبود دسترسی‌ها و برنامه‌ریزی برای تخلیه) پرداخته شده، ولی به‌طور جامع موضوع کاهش خطرپذیری لرزه‌ای مطالعه نشده است. اسدزاده تره‌باری و امینی حسینی (Asadzadeh Tarebari & Amini Hosseini, 2020) خطرپذیری بافت تاریخی بازار اردبیل را در سه شاخص خطر، آسیب‌پذیری و ظرفیت‌های مقابله مورد ارزیابی قرار داده‌اند و نقاط با آسیب‌پذیری بیشتر را شناسایی کرده و بر اساس آن اولویت‌بندی و راهکارهایی را برای کاهش اثرات زلزله پیشنهاد داده‌اند.

۳- روش تحقیق و چارچوب نظری

۳-۱- شاخص‌های مؤثر در تاب‌آوری بافت‌های تاریخی- تجاری در برابر زلزله

در این مقاله شاخص‌های مرتبط با ابعاد مختلف تاب‌آوری بر اساس وجوه اشتراک مطالعات ذکر شده در بخش قبل، در چهار بعد فیزیکی، اقتصادی، اجتماعی و سازمانی دسته‌بندی شدند (Moaddab & Amini Hosseini, 2020). البته با توجه به اینکه در مطالعات قبلی ابعاد فرهنگی و تاریخی که در بازارهای سنتی از اهمیت زیادی برخوردارند، مورد توجه نبوده است، لذا شاخص‌های مرتبط با این بعد نیز به چارچوب مذکور اضافه گردید. این شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها به صورت جدول (۱) است.

جدول (۱): ابعاد، شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مرتبط با ارزیابی تاب‌آوری بازارهای سنتی و وزن اهمیت هر یک (Moaddab et al. 2023).

ابعاد (وزن)	شاخص‌ها (وزن)	زیر شاخص‌ها (وزن)	روش جمع‌آوری اطلاعات و محاسبه
فیزیکی، ۰/۴	آسیب‌پذیری ساختمان‌ها، ۰/۶۳	کیفیت بناهای تاریخی در هر زون (۰/۱۲)، درصد اقدامات بهسازی و مقاوم‌سازی در ساختمان‌های هر زون (۰/۳۸)، کاربری بناها و ساختمان‌های تاریخی و غیر تاریخی (۰/۵)	مصاحبه از مسئولان، چک‌لیست برداشت میدانی
	آسیب‌پذیری زیرساخت‌های فیزیکی، ۰/۲۴	آسیب‌پذیری شبکه راه‌ها (داخل بازار و مجاور آن) (۰/۵۲)، آسیب‌پذیری شریان‌های حیاتی (آب، برق، گاز و ارتباطات) (۰/۳۵)، وابستگی زیرساخت‌ها به یکدیگر (۰/۱۳)	نقشه و چک‌لیست میدانی شریان‌های حیاتی و مصاحبه از مسئولان
	وضعیت خطر، ۰/۱۳	شدت زلزله (۰/۶۲)، خطر تشدید جنبش زمین و مخاطرات زمین‌شناختی (۰/۱۲)، خطر آتش‌سوزی و نشت مواد خطرناک (۰/۲۶)	مطالعات پهنه‌بندی خطر مشاهده میدانی
اقتصادی، ۰/۲۲۷	ارزش اقتصادی کسب‌وکار، ۰/۷۱	وضعیت مالکیت واحدهای تجاری (شخصی، اجاره، سرقفلی، اوقافی و...)، (۰/۱۳)، ارزش اقتصادی ملک و اجناس داخل مغازه‌ها، (۰/۵۳)، سهم درآمدزایی به‌واسطه توریسم به کل درآمد، (۰/۰۹)، سطح درآمد سرانه در مقایسه با میانگین شهر، (۰/۲۵)	مشاهدات میدانی، نقشه‌های مالکیت و مصاحبه از مسئولان، پرسشنامه کسبه و هیئت امنا
	مکانیسم‌های جبران خسارات، ۰/۱۵	بیمه سوانح و سایر حوادث، (۰/۲۱)، وجود مکانیسم‌های دولتی جبران خسارت (وام، کمک‌های بلاعوض، صندوق حمایتی و... بعد از زلزله)، (۰/۱۹) سرمایه‌های شخصی یا خانوادگی، (۰/۶)	مصاحبه از مسئولان و پرسشنامه کسبه
	خسارات ناشی از توقف فعالیت، ۰/۱۴	تعداد افراد شاغل در بازار، (۰/۲۸)، تأثیر آسیب‌دیدگی بازار در فعالیت‌های اقتصادی بیرون بازار (درصد عمده‌فروش به خرده‌فروش)، (۰/۷۲)	

ادامه جدول (۱).

ابعاد (وزن)	شاخص‌ها (وزن)	زیر شاخص‌ها (وزن)	روش جمع‌آوری اطلاعات و محاسبه
سازمانی، ۰/۰۸	برنامه‌ریزی، ۰/۳۱	وجود برنامه‌های مناسب برای کاهش ریسک و مدیریت بحران، (۰/۶۶)، تنوع اجرای برنامه‌ها، (۰/۱)، پایداری اجرای برنامه‌ها، (۰/۲۴)	
	تنوع و کفایت ظرفیت‌ها، ۰/۱۱	زیرساخت‌های مورد نیاز برای واکنش اضطراری (آتش‌نشانی، پایگاه امدادی، مرکز درمانی، و...) در داخل یا مجاورت بافت بازار، (۰/۵۳)، منابع مورد نیاز برای مقابله (منبع آب و برق اضطراری، سامانه اطفای حریق، و...، (۰/۲۸)، دسترسی‌ها و فضاهای تخلیه ایمن (مسجد، مدرسه، سرا و حیاط)، (۰/۱۹)	مشاهدات میدانی، نقشه‌های موجود، مصاحبه از مسئولان
	استحکام و تنوع ساختارها، ۰/۳۷	هشدار و واکنش سریع، (۰/۲۴)، فرماندهی و پشتیبانی مدیریت بحران، (۰/۵۳)، ارتباطات بین کسبه، ساکنین و متولیان مدیریت بحران (ترجیحاً مبتنی بر فناوری اطلاعات)، (۰/۲۳)	مصاحبه از مسئولان، پرسشنامه کسبه
	رویکرد مدیریتی و توانمندی‌ها، ۰/۲۱	قابلیت هماهنگی مدیران شهری، مسئولان میراث فرهنگی و مردم برای اجرای مؤثر برنامه‌ها، (۰/۲۱)، قابلیت توسعه اقدامات و برنامه‌های اجتماع‌محور، (۰/۲۱)، قابلیت انجام اقدامات خودانگیخته (Autonomy)، (۰/۵۸)	مصاحبه از مسئولان، پرسشنامه کسبه
اجتماعی، ۰/۳۲۶	سطح آمادگی، ۰/۳۸	میزان تحصیلات (کسبه و ساکنین)، (۰/۰۷)، آموزش‌های کسب شده در ارتباط با کاهش ریسک و مدیریت بحران، (۰/۳۴)، باور و حساسیت کسبه و ساکنین نسبت به خطر زلزله و تمایل برای پرداخت وجه برای کاهش ریسک زلزله، (۰/۲۸)، تجارب قبلی و آمادگی کسبه، ساکنین و بازدیدکنندگان در برابر زلزله، (۰/۳۱)	پرسشنامه کسبه
	استحکام ساختار جمعیتی، ۰/۳۱	تراکم جمعیت (بازدید کننده، کسبه و ساکنین) در ساعات مختلف، (۰/۲۹)، توزیع جمعیت ضعیف در برابر زلزله (کسبه و ساکنین)، (۰/۱۱)، انطباق‌پذیری و پویایی گروه‌های مختلف برای بازیابی پس از زلزله، (۰/۶)	برداشت میدانی، پرسشنامه کسبه
	تنش‌ها در بافت‌های داخل و خارج بازار، ۰/۱۷	شاخص امنیت (درصد سرقت، جرم، جنایت و...)، (۰/۳۲)، ناهنجاری‌های اجتماعی (اعتیاد، نزاع، و...)، (۰/۶۸)	پرسشنامه کسبه و مصاحبه از مسئولان و هیئت امنا
	کنش‌ها و تنوع ارتباطات اجتماعی (کسبه و ساکنین)، ۰/۱۴	همبستگی اجتماعی و مشارکت در فعالیت‌های گروهی (عضویت در سازمان‌های مردم‌نهاد، خیریه، مذهبی، فرهنگی و شبکه‌های اجتماعی)، (۰/۵۸)، احساس تعلق و رضایت‌مندی، (۰/۲۲)، تنوع و ارتباط قومیت‌ها با هم، (۰/۲)	پرسشنامه کسبه
فرهنگی – تاریخی، ۰/۰۶۱	ارزش‌های فرهنگی، ۰/۴۷	میزان ارزش تاریخی- فرهنگی بنا یا بافت (میراث ملی- جهانی)، (۰/۵۵)، جاذبه‌های توریستی و تعداد بازدید کننده، (۰/۱۶)، ارتباط و تعامل فرهنگی مردم با بازار (در مقایسه با سایر میراث فرهنگی شهر)، (۰/۲۹)	مصاحبه از مسئولان، مشاهدات
	قابلیت بازیابی، ۰/۲۳	بازیابی رونق فرهنگی – اقتصادی، (۰/۶۴)، توانمندی برای احیای بافت‌های آسیب‌دیده فرهنگی- تاریخی، (۰/۳۶)	مصاحبه از مسئولان
	عزم ملی برای حفاظت، ۰/۳	وجود برنامه‌های اجرایی برای حفظ بافت تاریخی از سوی مسئولان ذی‌ربط، (۰/۵۱)، وضعیت دانش تخصصی برای حفظ میراث و تدوین برنامه‌های مرتبط، (۰/۳۷)، وجود همکاری‌های منطقه‌ای و بین‌المللی برای حفاظت از بازار در برابر مخاطرات، (۰/۱۲)	مصاحبه از مسئولان

۳-۲- شاخص‌های ویژه بافت‌های فرهنگی- تاریخی

وجود مراکز مذهبی، مدرسه‌ها و بخش‌های تجاری، بازارهای سنتی را به مکان‌هایی تبدیل کرده است که در آنها تجارت، مناسک مذهبی، امور فرهنگی و فعالیت‌های اجتماعی به‌طور متمایزی باهم در تعامل می‌باشند (Pourjafar, et al., 2013) (Zangi Abadi et al., 2012). پس از وقوع مخاطرات طبیعی، ممکن است بناهای تاریخی و ارزش‌های غیرمادی بازارها (از قبیل اصالت، هویت، عملکرد و پویایی) تا حد زیادی آسیب ببینند

(Vahabzadeh, 2015) (Razeghi & Derakhshani, 2017). لذا به‌منظور ارتقای تاب‌آوری بازارهای سنتی در برابر زلزله علاوه بر ابعادی که پیش‌تر به آنها اشاره شد، لازم است به این ویژگی‌ها و کارکردهای منحصر به فرد بازارهای سنتی نیز توجه شود.

۳-۳- تعیین میزان مشارکت شاخص‌های منتخب در ارزیابی تاب‌آوری بازارهای سنتی

در این تحقیق از روش مصاحبه از کارشناسان برای تعیین شاخص‌های مؤثر در تاب‌آوری استفاده شده است. بدین‌منظور پس از تدوین لیست نهایی شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)[۸] برای وزن‌دهی آنها بر اساس نظرات خبرگان استفاده گردید. جامعه متخصصین انتخاب شده شامل ۵۵ نفر از اساتید و دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشگاه‌ها در حوزه مدیریت خطرپذیری و مهندسی زلزله و مدیران شهری، مدیریت بحران و مسئولان میراث فرهنگی بودند. در این مطالعه برای محاسبه‌ی وزن نسبی در ماتریس‌های ناسازگار، از روش بردار ویژه استفاده شده است. نرخ ناسازگاری[۹] برای تمامی ماتریس‌های مقایسه زوجی محاسبه شد و در صورت نیاز جهت اصلاح پاسخ‌ها، سؤالات مربوطه مجدداً در اختیار مشارکت‌کنندگان در نظرسنجی قرار گرفت. نتایج مربوط به وزن نسبی هرکدام از ابعاد، شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها در جدول (۱) نشان داده شده است.

۴-۳- استانداردسازی و کمّی‌سازی پارامترها و معیارهای اختصاص امتیاز

۱-۴-۳- کمّی‌سازی پارامترهای کیفی به روش منطق فازی

لازمه برآورد تاب‌آوری، کمّی‌سازی شاخص‌ها و پارامترهای مؤثر در آن است. برای این منظور سعی شده است که تا حد امکان از پارامترهای کمّی که می‌تواند نماینده یک زیر شاخص باشد استفاده شود و پارامترها به صورت عددی و دقیق محاسبه شوند. ولی با این حال تعداد قابل توجهی از زیرشاخص‌ها ماهیت کیفی دارند و لذا لازم است معیارها و مقادیر کمّی معادل برای هر مورد کیفی در نظر گرفته شود. پاسخ‌های کیفی می‌تواند دارای عدم قطعیت زیادی باشد، زیرا درک و تعریف طراح پرسشنامه و هر یک از افراد پاسخ‌دهنده از درجات کیفی می‌تواند متفاوت باشد؛ بنابراین برای کمتر کردن عدم قطعیت ناشی از این پارامترها از منطق فازی استفاده شده است. واژه فازی به معنای غیردقیق، ناواضح و مبهم است. مدل‌ها یا مجموعه‌های فازی، روشی ریاضی برای نشان دادن و بیان اطلاعات مبهم و غیر دقیق هستند. تئوری این مجموعه‌ها توسط لطفی‌زاده (Lotfizadeh, 1996) ابداع گردیده است. برای تعیین تابع عضویت هریک از پارامترهای کیفی هر پرسشنامه به دسته‌بندی پاسخ‌ها برای هر پارامتر پرداخته و در نهایت نمودار میله‌ای برای هر یک رسم شد، در هر یک از این نمودارها مشخص می‌شود که جواب‌های چه تعداد از پاسخ‌دهندگان در چه بازه‌ای می‌باشد و سپس با توجه به نوع گستردگی نمودار میله‌ای فرم تابع عضویت انتخاب شده است. مقدار کمّی معادل هر پاسخ کیفی نیز از محاسبه مختصات محور افقی مرکز سطح هر تابع عضویت به‌دست آمده است. در ادامه برای نمونه در جدول (۲) تابع عضویت و کرانه‌های بالا و پایین (u و l) برای زیر شاخص «میزان احساس تعلق و رضایت‌مندی» و همچنین مختصات مرکز سطح ($\bar{x}$) برای پنج درجه بسیارکم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد نشان داده شده است.

۲-۴-۳- مدل ارزیابی کیفیت سیستم در تاب‌آوری بافت‌های تاریخی-تجاری در برابر زلزله

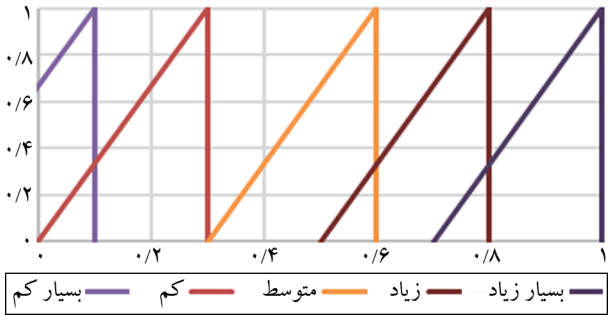
برای ارزیابی عملکرد سیستم در شاخص‌ها و ابعاد مؤثر در تاب‌آوری بازارهای تاریخی در برابر زلزله، از روش ترکیب وزنی پارامترها و معیارها طبق رابطه کلی زیر استفاده می‌شود.

$$P_j = \sum_{i=1}^{n} W_{ij} \times \text{indicator value}(k_j) \qquad (۱)$$

که در این رابطه P_j معرف عملکرد سیستم در شاخص یا بعد مورد ارزیابی، n تعداد شاخص‌ها یا زیر شاخص‌ها و W بیانگر وزن هر شاخص یا زیرشاخص است که پیش‌تر در جدول (۱) ارائه شده‌اند.

جدول (۲): تابع عضویت فازی زیرشاخص میزان احساس تعلق و رضایت‌مندی، کرانه‌های بالا و پایین برای درجات مختلف کیفی.

نوع تابع عضویت	مثلثی			
مقادیر عدد فازی و ارزش‌ها (۰-۱)	l	m	u	$\bar{x}$
بسیار کم	-۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۰۴۴
کم	۰	۰/۳	۰/۳	۰/۲
متوسط	۰/۳	۰/۶	۰/۶	۰/۵
زیاد	۰/۵	۰/۸	۰/۸	۰/۷
بسیار زیاد	۰/۷	۱	۱	۰/۹



مقادیر امتیازات پس از اختصاص معیارها برای هر زیرشاخص به ۱۰ نرمال شده است، به این معنی که پاسخ‌ها در رابطه بین ۰ تا ۱۰ متغیر بوده و مقدار ۱۰ به‌منزله بالاترین عملکرد سیستم خواهد بود. برای ارزیابی تاب‌آوری زلزله در هر یک از بخش‌های بازارهای تاریخی از ترکیب پنج بعد اصلی فیزیکی، اقتصادی، اجتماعی، سازمانی (نهادی) و فرهنگی- تاریخی استفاده شده است؛ بنابراین عملکرد کلی سیستم (PT) در برابر زلزله به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$PT = 0.3\times PHS + 0.23\times ECM + 0.32\times SCL + 0.09\times STU + 0.06\times CH \quad (۲)$$

PHS، ECM، SCL، STU و CH به ترتیب عملکرد سیستم در پنج بعد فیزیکی، اقتصادی، اجتماعی، سازمانی و فرهنگی- تاریخی می‌باشند که در ادامه به تفکیک توضیح داده شده‌اند و ۰/۳، ۰/۲۳، ۰/۳۲، ۰/۰۹ و ۰/۰۶ به ترتیب وزن‌های اهمیت پنج بعد می‌باشند که در جدول (۱) ارائه شده‌اند. ارزیابی عملکرد سیستم در برابر زلزله از طریق ترکیب وزنی شاخص‌های مؤثر در هریک از ابعاد اصلی تاب‌آوری زلزله صورت پذیرفته است. لذا این روش می‌تواند به لحاظ مفهومی به‌عنوان یک روش جامع در نظر گرفته شده و نتایج آن تا حد قابل قبولی معرف وضعیت واقعی عملکرد سیستم در برابر زلزله در بازارهای تاریخی باشد.

۳-۴-۳- استانداردسازی پارامترهای کمّی در مدل

در بخش پیش کمّی‌سازی و معیارهای اختصاص امتیاز برای پارامترها و زیرشاخص‌های کیفی ارائه شد. برخی دیگر از پارامترها ماهیت کمّی دارند و می‌توانند به‌صورت عددی و دقیق محاسبه شوند. با این حال لازم است این پارامترها نیز استانداردسازی شوند تا بتواند در مدل مورد استفاده قرار بگیرند. در ادامه به برخی از این پارامترهای کمی و روش استانداردسازی در مدل ارزیابی عملکرد سیستم در تاب‌آوری لرزه‌ای پرداخته شده است.

- زیرشاخص مخاطرات ثانویه (آتش‌سوزی و نشت مواد سمی و خطرناک، FL):

$$L = \frac{FLa_{max} - FLa}{FLa_{max} - FLa_{min}} \times 10 \times a \times b \times c \quad (۳)$$

a، b و c: به ترتیب ضرایب کاهشی اثر مواد سمی، شبکه گاز و شبکه برق می‌باشند. Fla: بار آتش ناشی اجناس و نگهداری سوخت بر واحد مساحت عرصه (مگاژول بر متر مربع) می‌باشد.

- زیرشاخص تراکم جمعیت بخش (بازدیدکننده و کسبه و ساکنین) در ساعات مختلف، (Dep):

$$Depa = \frac{average(Pop_1 + Pop_2)}{Sc}$$
$$Dep = \frac{Depa_{max} - Depa}{Depa_{max} - Depa_{min}} \times 10 \quad (۴)$$

Pop_1: تعداد افراد کل در ساعات پرتردد (۱۲:۳۰ ظهر)، Pop_2: تعداد افراد کل در ساعات کم تردد (۱۰:۳۰ صبح)، Sc: مساحت راهروها و فضاهای عمومی، $Depa_{max}$ و $Depa_{min}$: ماکزیمم و مینیمم تراکم جمعیت در بین کلیه بخش‌ها

- زیرشاخص منابع موردنیاز برای مقابله (منبع آب و برق اضطراری، سامانه اطفای حریق و...) (Ers)

$$Ers = 10\times average\times \left[ems.\frac{feu - feu_{min}}{feu_{max} - feu_{min}}.fed.fec.max(fh.fha).fes\right] \quad (۵)$$

ems، fed، fec، fh، fha و fes: به‌ترتیب وجود منبع آب و برق اضطراری، میزان استقبال کسبه از هزینه‌های نگهداری کپسول آتش‌نشانی در داخل واحدها، همخوانی نوع کپسول آتش‌نشانی به اجناس دپو شده، وجود شیر آتش‌نشانی در بخش و بخش‌های مجاور و وجود سایر سامانه‌های اطفای حریق و یا حس‌گرها هستند. feu، feu_{max} و feu_{min}: به ترتیب نسبت تعداد کپسول‌های آتش‌نشانی عمومی به تعداد واحدها و ماکزیمم و مینیمم این نسبت در بین کلیه بخش‌ها می‌باشد.

- زیرشاخص دسترسی‌ها و فضاهای تخلیه ایمن (فضای باز، مسجد، مدرسه و...) (Aev)

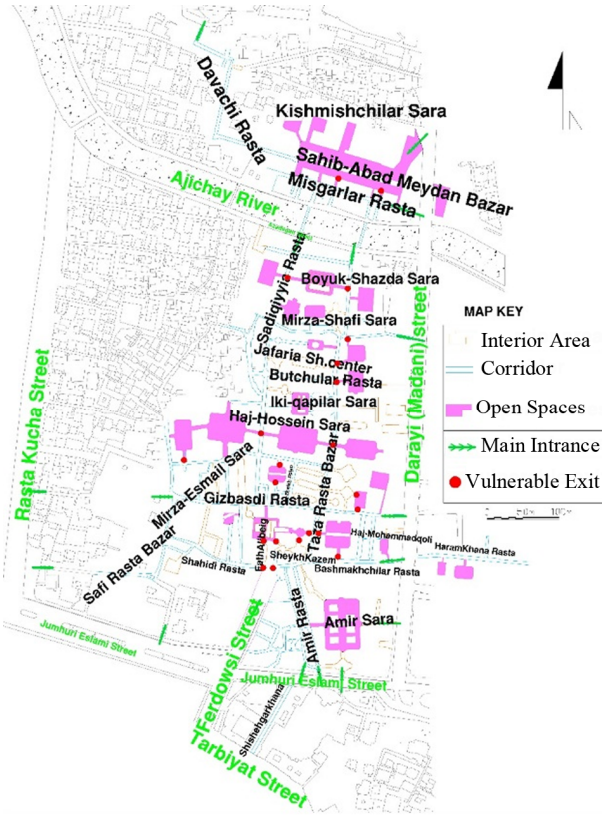
$$Aev = Acc + 10 \times \frac{dod_{max} - dod}{dod_{max} - dod_{min}} + 10 \times Qee \qquad (۶)$$

Acc: میزان دسترسی‌ها، Vac، rmp، blk و Qee به ترتیب امکان دسترسی تجهیزات و ماشین‌آلات امدادی و آتش‌نشانی به محل، وجود رمپ مناسب در صورت وجود اختلاف سطح، عدم وجود موانع و سد معبر برای حرکت نیروهای امدادی و کیفیت خروجی‌ها و عدم وجود پتانسیل مسدود شدن پس از حادثه می‌باشند. dod، dod_{max} و dod_{min}: فاصله از نزدیک‌ترین فضای باز (سرا، حیاط، حیاط مدارس و مساجد و خیابان) و ماکزیمم و مینیمم این فاصله در بین کلیه بخش‌ها است (متر).

۴- مطالعه موردی، اجرای مدل در بازار تاریخی تبریز

۴-۱- معرفی محدوده مورد مطالعه

بازار تبریز پس از بازار بزرگ زنجان یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین بازارهای سرپوشیده جهان به شمار می‌رود که در مرکز شهر تبریز در کشور ایران واقع شده است. بازار تبریز در مرداد سال ۱۳۸۹ خورشیدی در فهرست میراث جهانی یونسکو به ثبت رسیده است. این بازار حدود سه سده پیش یعنی پس از وقوع زمین‌لرزه تاریخی تبریز در سال ۱۱۹۳ قمری (۱۷۸۰ میلادی) بازسازی شده است (Adelzadeh, 2016). خیابان جمهوری از جنوب، خیابان دارایی (شهید مدنی) از شرق، راسته کوچه از غرب و خیابان شمس تبریزی از شمال این بلوک را احاطه کرده است. شبکه راه‌ها و معماری خاص بازار تبریز برای ورود و عبور و مرور وسایل نقلیه موتوری مناسب نیست. بازار تبریز از نظر ترافیک جمعیت و نظام اجتماعی محلی برای تبادل نظرات و مرکزی برای فعالیت‌های اجتماعی و سیاسی در تاریخ ایران به شمار می‌رود. این نقش در حال حاضر نیز از طرف بازار تبریز حفظ شده است. در این مطالعه بازار تبریز در ۱۲۵ بخش مختلف بررسی شده است. موقعیت و عملکرد هرکدام از بخش‌ها در شکل‌های (۱) و (۲) نشان داده شده است.



شکل (۱): تفکیک فضاهای بازار بزرگ تبریز بر اساس عملکرد (Ministry of Cultural Heritage, 2009).

شکل (۲): بازار تاریخی تبریز (Ministry of Cultural Heritage, 2009).

۴-۲- یافته‌ها و بحث

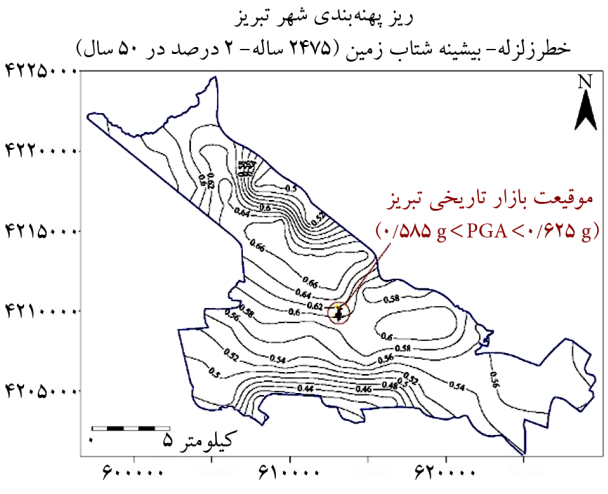
در این مطالعه برداشت‌ها و محاسبات برای تمامی زیرشاخص‌ها و شاخص‌های معرفی شده در جدول (۱) بر اساس روش محاسبه ذکر شده در همان جدول انجام شده و در نهایت برای پنج بعد با استفاده از رابطه ترکیب شاخص‌ها (رابطه ۱) عملکرد سیستم در پنج بعد و در نهایت عملکرد کلی سیستم در برابر زلزله (رابطه ۲) به دست آمده و ارائه شده است. با این حال امکان ارائه نتایج برای همه زیرشاخص‌ها در مجال این مقاله نمی‌گنجد، در نتیجه تنها به برخی از این محاسبات و نتایج اشاره شده است.

۴-۲-۱- بعد فیزیکی

به‌منظور شناخت وضعیت تاب‌آوری در بازارهای سنتی، لازم است ساختارهای کالبدی و مستحدثات (شامل راه‌ها، ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها، شبکه‌ها و...)، مورد بررسی قرار گیرند. همچنین سیستم‌هایی که پس از رخداد مخاطرات طبیعی می‌بایست سالم باقی بمانند و در شرایط سخت زمان بحران نیز به عملکرد خود ادامه دهند، باید شناسایی و ارزیابی گردند.

خطر زمین لرزه: زمین‌لرزه سناریویی که برای این مطالعه در نظر گرفته شده است زمین‌لرزه با دوره بازگشت ۲۴۷۵ سال می‌باشد. نقشه‌های هم‌شتاب برای بیشینه شتاب زمین برای زلزله ۲۴۷۵ ساله (احتمال وقوع ۲ درصد در ۵۰ سال) در شهر تبریز و موقعیت بازار تبریز در شهر در شکل (۳) نشان داده شده است. بیشینه شتاب در شهر تبریز بین ۰/۴۴ g و ۰/۶۶ g متغیر است که به دلیل وسعت قابل توجه محدوده مورد مطالعه، برای بازار تبریز بین ۰/۵۸۵ g و ۰/۶۲۵ g می‌باشد که شتاب بالایی را به خود اختصاص می‌دهد (Ministry of Roads and Urban Development, 2009).

نوع خاک و شرایط زمین‌شناختی: تراز آب زیرزمینی با توجه به گمانه‌های حفر شده در این منطقه با توجه به وسعت بلوک برای بخش‌های بازار در محدوده بین ۶/۵ تا ۹ متر از سطح زمین متغیر است. دانه‌بندی خاک منطقه عمدتاً ماسه‌ای است که در سطح زمین از نوع S2 و در عمق ۱۰ متری از سطح زمین به S3 تغییر پیدا



شکل (۳): پهنه‌بندی خطر زلزله بر اساس بیشینه شتاب زمین بر اساس شتاب ثقل برای شهر تبریز (Ministry of Roads and Urban Development, 2009).

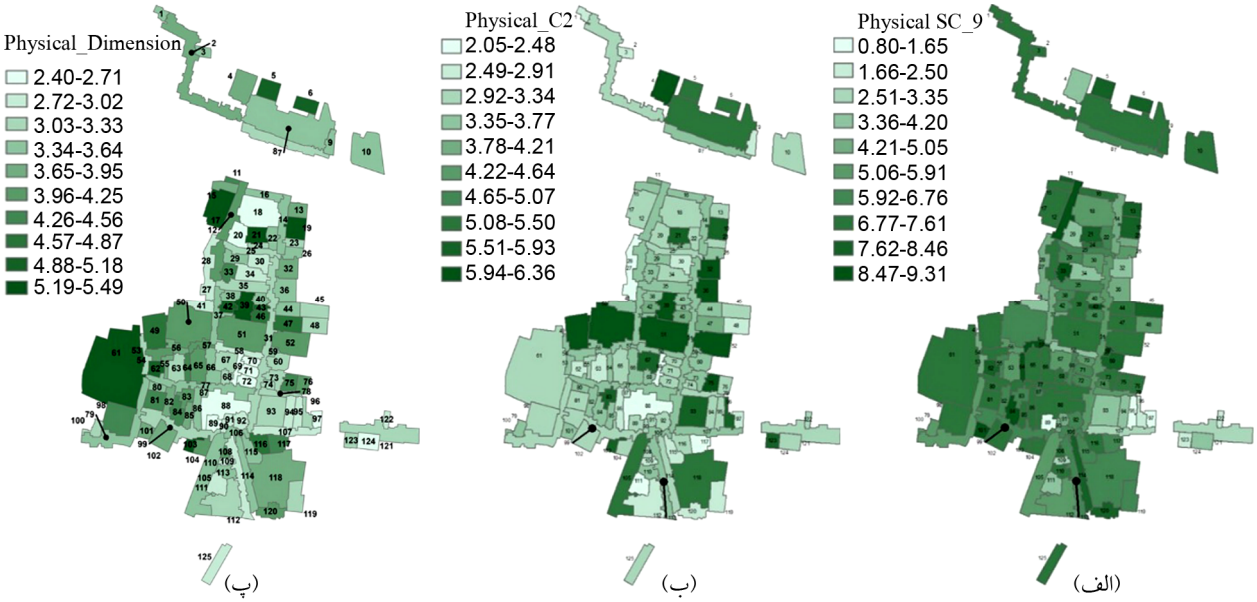
می‌کند. مطابق با مطالعات زمین‌شناختی، پتانسیل روانگرایی نسبتاً کم تخمین زده می‌شود. شیب زمین در این منطقه نیز کم است و در نتیجه پتانسیل زمین‌لغزش در محدوده بسیار کم قرار می‌گیرد (Ministry of Roads and Urban Development, 2009). با توجه به بررسی‌های انجام شده یک قنات قدیمی در راستای یکی از راسته‌های اصلی بازار تبریز در راستای شرق به غرب وجود دارد که خطر فرونشست ناگهانی زمین در این راسته‌ها (راسته بازار پنبه‌فروشان و راسته بازار قیزبستی) را افزایش می‌دهد.

با این حال بازار تبریز در زیرشاخص خطر تشدید جنبش زمین و مخاطرات زمین‌شناختی از وضعیت نسبتاً مناسبی برخوردار است.

آتش‌سوزی و نشت مواد سمی و خطرناک: از دیگر خطرات احتمالی در محدوده مورد مطالعه (به دلیل وجود انبارهای اجناس قابل اشتعال و مواد نفتی)، آتش‌سوزی است که ممکن است به دلیل آسیب‌پذیری شبکه برق ایجاد شود. همچنین کسب از وسایل گرمایشی نفتی، برقی و کپسول گاز برای گرم نمودن محل کار خود استفاده می‌کنند (شکل ۴-ب و ۴-پ). لذا نگهداری دبه‌های نفت و کپسول‌های گاز در داخل واحدها در طی فصول سرد امری معمول می‌باشد که ریسک گسترش آتش‌سوزی را افزایش می‌دهد. در طی سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۸۸

(پ) (ب) (الف)

شکل (۴): (الف) سراها و فضاهای تخلیه ایمن بالقوه در بین بافت تاریخی بازار تبریز، (ب) ذخیره‌سازی نفت (راسته قندفروشان) و (پ) انباشت مواد قابل اشتعال (راسته دلاله زن بزرگ).



(پ) (ب) (الف)

شکل (۵): (الف) عملکرد سیستم در زیر شاخص خطر آتش‌سوزی و نشت مواد خطرناک (FL)، (ب) عملکرد سیستم در شاخص آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها (Vu_{inf}) و (پ) عملکرد سیستم در بعد فیزیکی (PHS).

چندین مورد آتش‌سوزی گسترده در این بازار رخ داد و چند قسمت بازار دچار حریق شده و از بین رفتند. در این مطالعه با برداشت اطلاعات میدانی، میزان دپوی اجناس و سوخت در داخل واحدها و انبارها تخمین زده شده و مطابق با رابطه (۳) میزان عملکرد در زیرشاخص مخاطرات ثانویه (آتش‌سوزی و نشت مواد سمی و خطرناک) (FL) محاسبه شده است (شکل ۵-الف). انبار مواد قابل اشتعال، مواد اولیه مانند چرم، چسب، حلال و کپسول‌های گاز از عواملی است که FL را پایین می‌آورد. از اساسی‌ترین راهکارها برای کاهش خطر آتش‌سوزی و نشت مواد خطرناک نظارت و محدودسازی دپوی مواد و کالاها و انتقال آنها به خارج از بافت بازار به‌خصوص در کاربری‌های کارگاهی با مواد اولیه خطرناک می‌باشد.

- آسیب‌پذیری ساختمان‌ها

نوع سازه: سازه‌های تاریخی در محدوده بازار تبریز عمدتاً از نوع دیوار آجری با ملات ماسه و آهک هستند. نوع سقف

واحدهای تجاری نیز اغلب الوارهای چوبی و آجر و نوع سقف راهروهای مسقف، راسته بازارها، تیمچه‌ها و دیگر راهروها طاق آجری می‌باشد که در برخی قسمت‌ها مانند تیمچه‌ها و چهارسوق‌ها ابعاد گنبدها بسیار بزرگ‌تر از بخش‌های دیگر است. پی و شناژ زیر دیوار در بسیاری از قسمت‌های بازار وجود ندارد. از دیگر مشکلات سازه‌ای عمده در بازار می‌توان به وجود رطوبت گسترده، ترک‌های مشهود در سقف و دیوارها، آسیب عمدی و غیرعمدی در پایه‌ها و اجزای الحاقی اشاره کرد. پوشش ورق موجدار در اکثر قریب به اتفاق موارد، آسیب‌پذیر و بدون اتصالات مناسب و با خطر سقوط بالا تشخیص داده شده است. شکل‌های (۶-ب) تا (۶-ث) نشان‌دهنده نمونه‌هایی از این مشکلات می‌باشد.

تغییر کاربری واحدهای تجاری در سال‌های متمادی به انباری و دپوی اجناس با وزن زیاد در طبقات بالا و تغییر کاربری واحدهای تجاری به کارگاهی (ماشین‌آلات با اجزای متحرک) باعث افزایش آسیب به سازه خواهد بود. لیست راهکارهایی که منجر به بهبود عملکرد سیستم در شاخص آسیب‌پذیری ساختمان‌ها می‌شود طولانی می‌باشد. تغییر کاربری، اجرای روش‌های مناسب مقاوم‌سازی اجزای سازه‌ای برای سقف، پی و دیوار و اتصالات در برابر زلزله، بهسازی اجزای غیر سازه‌ای و اتصال مناسب آنها به دیوار مانند کرکره واحدها، سقف‌های کاذب، شیشه‌ها، قاب پنجره‌ها، روکش موجدار سقف، سایر تجهیزات و ویترین و قفسه در مغازه‌ها، اجرای کانال‌های زهکش و رطوبت‌زدا در کف، از جملهٔ این عملیات می‌باشد. البته باید توجه شود که اجرای این روش‌ها باعث آسیب به بافت تاریخی بناها نشود.

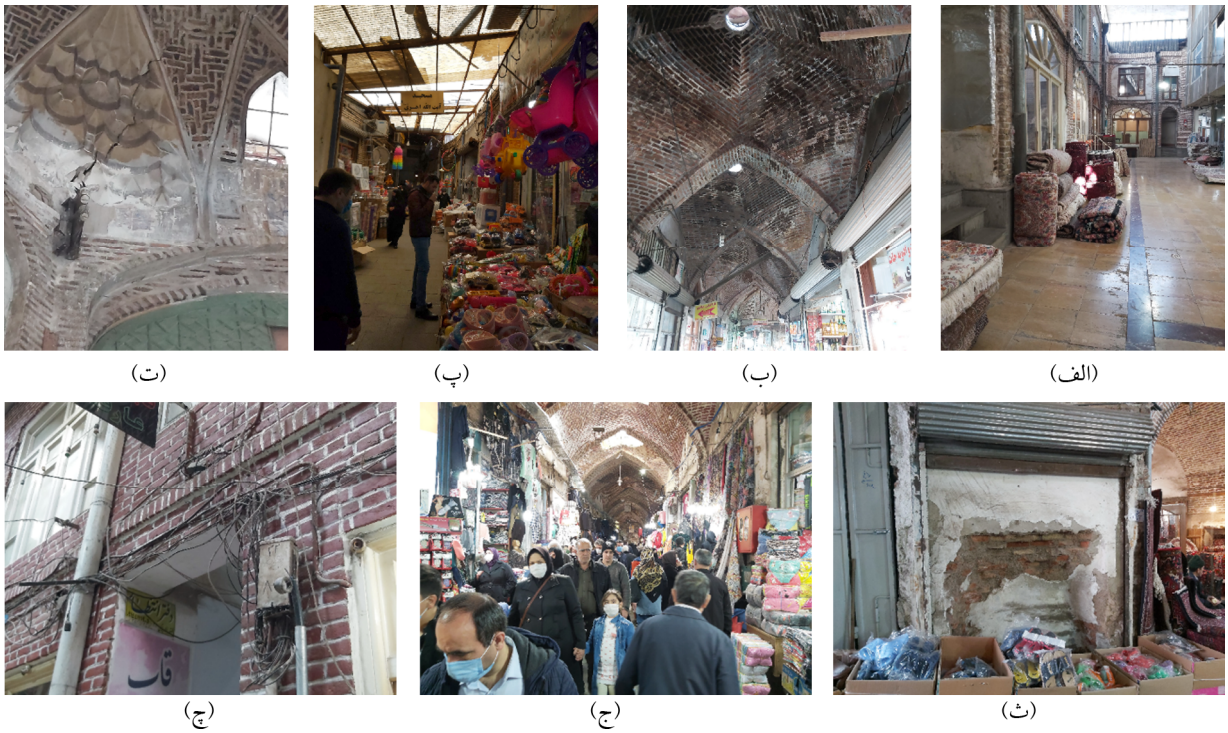
- زیرساخت‌های فیزیکی (شبکه معابر و شریان‌های حیاتی)

شبکه معابر: قسمت‌های مختلف بازار (سراها و تیمچه‌ها) با راهروهایی به نام راسته‌های اصلی و فرعی و دالان‌ها به هم متصل شده‌اند که این معابر مسقّف و عمدتاً دارای عرض کم (۳-۴ متر) می‌باشند. با توجه به آسیب‌پذیری سقف و دیوارها انتظار می‌رود پس از وقوع زلزله سناریو، آوار ناشی از المان‌های سازه‌ای و غیر سازه‌ای شبکه معابر را دچار انسداد نماید.

همچنین چیده شدن اجناس در جلوی حجره‌ها و در طرفین معابر این مشکل را دو چندان می‌کند. به‌طوری‌که خطر سقوط اجناس و مسدود شدن معبر حتّی در هنگام وقوع زلزله خفیف‌تر از زلزله سناریو نیز یکی دیگر از مشکلات قابل انتظار در بازار است. در شکل (۶-ج) نمونه‌ای از عرض معبر کم نشان داده شده است.

شریان‌های حیاتی (آب، برق، گاز، تلفن): شبکه توزیع برق در محدوده مورد مطالعه زمینی می‌باشد که دارای تاب‌آوری بالاتری در برابر زلزله نسبت به خطوط هوایی می‌باشد. همچنین در طی برنامه نوسازی شبکه برق (در حال اجرا) کابل‌ها، فیوزها، اتصالات و جعبه‌های تقسیم در برخی از بخش‌های بازار نوسازی شده و در تعدادی با سرعت قابل قبولی در حال انجام می‌باشد. با این حال شبکه برق در بسیاری از قسمت‌های بازار با مشکلاتی مانند انشعابات گوناگون، بار فراتر از ظرفیت (به‌خصوص در بخش‌های صنعتی)، اتصالات سست و نا ایمن، دستکاری توسط افراد غیرمسئول و فرسودگی کابل‌ها و فیوزها مواجه است. تا جایی که آسیب‌پذیری شبکه برق یکی از موارد مشکوک در ایجاد حریق در چند مورد آتش‌سوزی‌های وسیع در بازار در طی سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۹۸ به شمار می‌رود. با ترکیب زیرشاخص‌ها، عملکرد سیستم در شاخص آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها (Vu_{inf}) نیز محاسبه شده و در شکل (۵-ب) نشان داده شده است. در شکل (۶-چ) نمونه‌ای از وضعیت و مشکلات شریان‌های حیاتی (مخصوصاً شبکه برق) نشان داده شده است.

نوسازی شبکه برق، افزایش ظرفیت تغذیه‌کننده (فیدر) بر اساس مصرف به‌خصوص در بخش‌ها با کاربری کارگاهی و صنعتی، نوسازی فیوزها و کابل‌ها، نصب داکت مناسب و کاهش دسترسی به کابل‌ها و فیوزها از جمله جزئیات اقداماتی است که کیفیت شبکه برق را افزایش می‌دهد. با ترکیب شاخص‌ها می‌توان عملکرد سیستم در بعد فیزیکی (PHS) را به شکل (۵-پ) نشان داد.



(الف) (ب) (پ) (ت)

(ث) (ج) (چ)

شکل (۶): (الف) فرش‌های نفیس و گران‌بها (سرای میر اسماعیل)، (ب) رطوبت گسترده در بسیاری از بخش‌های بازار تاریخی، (پ) اجرای پوشش سقف نامناسب، (ت) ترک‌های مشهود در سقف، (ث) نمونه‌ای از آسیب عمدی به پایه‌ها، (ج) عرض معبر کم و ازدحام جمعیت (راسته‌بازار جدید) و (چ) اتصالات سست و نا ایمن در شبکه توزیع برق و خطوط تلفن.

۴-۲-۲- بعد اقتصادی

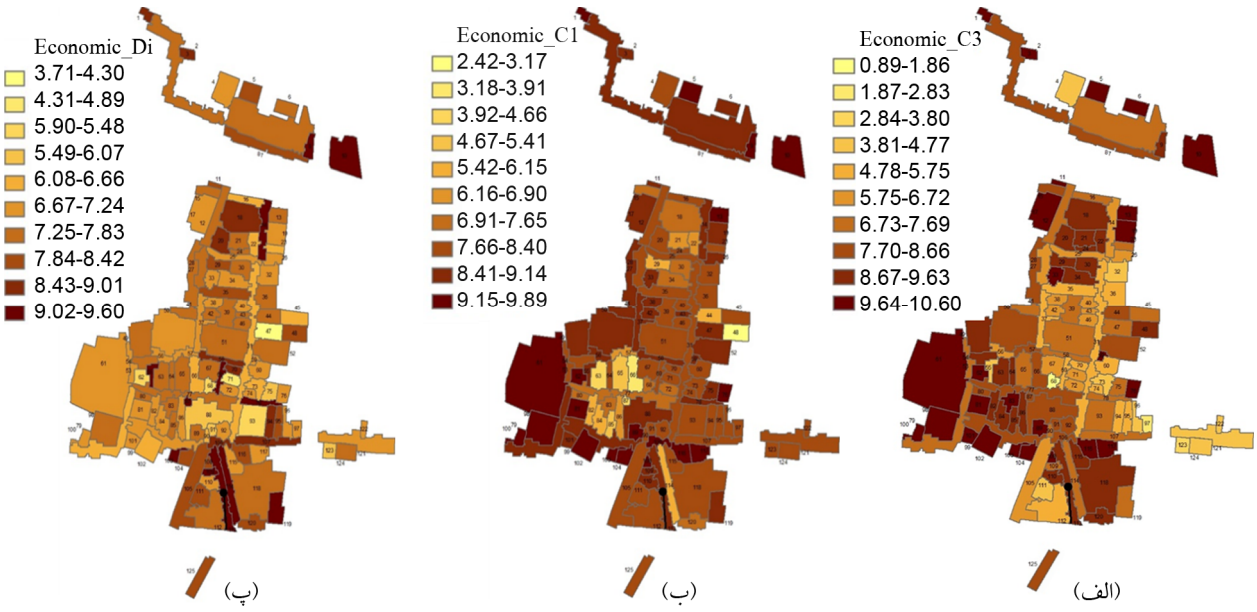
خرید و فروش کالاهای گران‌بها مانند فرش نفیس و طلا و جواهرات در کنار خرید و فروش قماش و منسوجات در داخل بافت تاریخی بازار تبریز از فعالیت‌های با فراوانی بالا محسوب می‌شود (شکل ۶-الف). از بین رفتن سازه‌های تاریخی و در پی آن کالاهایی نفیس مانند فرش دستباف، از خسارات اقتصادی آنی و عمده‌ای می‌باشد که پس از وقوع زلزله سناریو و آسیب شدید به سازه‌ها، مورد انتظار است. طبق محاسبات و برداشت‌های میدانی انجام شده، از بین رفتن سازه‌ها و کالاهای درون بازار تاریخی تبریز خسارتی حدود صد و پنج هزار میلیارد ریال (بر اساس قیمت‌گذاری سال ۱۴۰۰) به دنبال خواهد داشت. با توجه به توزیع غیریکنواخت کالاهای گران‌قیمت و نفیس، بر اساس این رده‌بندی تیمچه مظفریه (بخش شماره ۶۵) با مبلغ ۷۲۶۰ میلیارد ریال، پاساژ المهدی یا سرای خان (بخش شماره ۴۸) با مبلغ ۷۰۴۰ میلیارد ریال و سرای میراسماعیل (بخش شماره ۶۳) با مبلغ ۵۹۹۰ میلیارد ریال در صدر هستند که هر سه مورد از بخش‌هایی است که مختص خرید و فروش فرش‌های نفیس و اعلای دستباف می‌باشند. این مبلغ برای راسته بازار امیر (بخش شماره ۱۱۴) که محل خرید و فروش طلا و جواهرات است برابر با ۱۲۴۰ میلیارد ریال تخمین زده می‌شود.

بازار تبریز همچنین در جذب سرمایه از طریق صنعت توریسم به‌خصوص از شهرها و استان‌های شمال غرب کشور اهمیت زیادی دارد. این رقم برای شاخه توریسم برابر با ۴۳/۸ درصد از کل درآمد سالانه با گردش مالی حداقل ۳۷۹۰۰ میلیارد ریال تخمین زده می‌شود. از طرف دیگر به خطر افتادن اشتغال حدود ۱۰۲۳۰ نفر به‌صورت مستقیم، توقف بخش‌های تولیدی و تأثیر در فعالیت‌های تجاری بیرون بازار و اختلال در پخش و توزیع کالا (در مواردی که بازار وارد و پخش‌کننده مرکزی اجناس می‌باشند) از دیگر خسارات اقتصادی بلند مدت می‌باشد که به خسارت‌های اقتصادی آنی اضافه می‌گردد. نتایج برای شاخص خسارات ناشی از توقف فعالیت (Sact) به شکل (۷- الف) خواهد بود. شغل‌هایی مانند صاحب مغازه، فروشنده، حمل‌ونقل و خدمات از جمله

فعالیت‌های موجود در بازار می‌باشند. این تعداد بدون احتساب مالکین طرف قرارداد اجاره و یا سرقفلی برآورد شده است. مجموع درآمد سالانه برای شاخه صاحبان مغازه (صاحب پروانه کسب) سالانه رقمی حدود ۲۶۰۰۰ میلیارد ریال در مجموع کل بازار تبریز می‌باشد. این رقم که تنها برای یک شاخه اصلی شغلی می‌باشد، اگر با رقم سرمایه کل ۱۰۵ هزار میلیارد ریال مقایسه شود (حدود یک‌چهارم) نشان از توجیه بالای اقتصادی و نقش فعال این مرکز در جذب و بازگشت سرمایه را نشان خواهد داد. با ترکیب زیرشاخص‌ها عملکرد سیستم در شاخص ارزش اقتصادی کسب‌وکار (EC) به شکل (۷-ب) به دست خواهد آمد. در نهایت با ترکیب شاخص‌ها در بعد اقتصادی، عملکرد سیستم در بعد اقتصادی (ECM) به شکل (۷-پ) خواهد بود. تشویق کسبه به نگهداری و انبار کالاها در بیرون بافت تاریخی به‌صورت امن، افزایش کیفیت و ایمنی سیستم نگهداری از کالاها در برابر زلزله، تشویق به پخش سرمایه در شاخه‌های متنوع به‌جای سرمایه‌گذاری در یک شاخه و ایجاد منبع درآمد دوم، اجرای طرح‌های تشویقی برای افزایش تمایل کسبه به اخذ بیمه حوادث (و سایر) و تمدید منظم آن و موارد مشابه دیگر، از جمله راهکارهای پیشنهادی برای افزایش تاب‌آوری در بعد اقتصادی می‌باشد.

۴-۲-۳- بعد سازمانی

تدوین و اجرای برنامه‌های جامع جهت مقابله با حوادث، کاهش ریسک و آسیب‌پذیری می‌تواند باعث ارتقای تاب‌آوری نیز بشود. با مصاحبه از مسئولین سازمان مدیریت بحران و میراث فرهنگی منطقه مشخص شد که چارچوب جامعی در بازار تبریز برای این امر وجود ندارد. محور اصلی فعالیت سازمان مدیریت بحران منطقه تنها بر مرحله واکنش اضطراری پس از وقوع حادثه استوار است. تهیه چارچوب جامع افزایش تاب‌آوری در بافت بازار اولین اقدام اساسی در افزایش عملکرد سیستم در این زمینه است. این چارچوب باید بر سه مرحله پیشگیری و آمادگی (پیش از وقوع)، واکنش اضطراری (بلافاصله پس از وقوع) و بازتوانی و بازسازی (پس از بحران) توجه کافی داشته باشد. در حال حاضر چهار ارگان «میراث فرهنگی و گردشگری»، «مدیریت بحران»، «شهرداری» و «آتش‌نشانی و خدمات ایمنی» در مدیریت بافت بازار دخیل هستند. لذا تصمیم بر فرماندهی واحد و جامع مدیریت بحران و یکپارچه‌سازی ظرفیت‌ها و امکانات در سه مرحله بحران، اقدامی لازم جهت حداقل نمودن اقدامات موازی و کاهش تداخل اهداف در چهار ارگان مذکور می‌باشد.

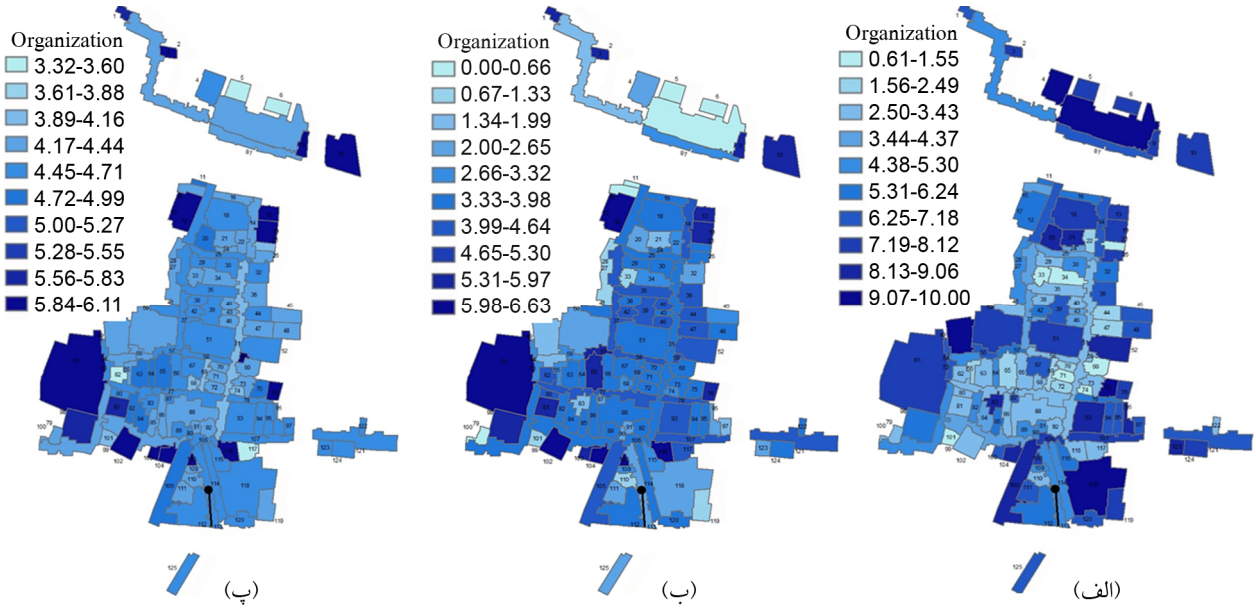


شکل (۷): (الف) عملکرد سیستم در شاخص خسارات ناشی از توقف فعالیت (Sact)، (ب) عملکرد سیستم در شاخص ارزش اقتصادی کسب‌وکار (EC) و (پ) عملکرد سیستم در بعد اقتصادی (ECM).

تقویت پل‌های ارتباطی بین کسبه و مسئولین و اجرای دوره‌های آموزشی برای مدیران در زمینه آمادگی در برابر زلزله، از جمله اقداماتی است که برای افزایش عملکرد سیستم در شاخص استحکام و تنوع ساختارها مطرح می‌باشد. نصب سیستم‌های هشدار سریع زلزله برای تخلیه به‌موقع و تعیین سطح بحران در لحظات اولیه وقوع حادثه برای هشدار به‌موقع به مدیران و فرماندهان امر و پاسخ سریع در سطوح مختلف از دیگر اقدامات در این زمینه می‌باشد.

از سوی دیگر کم بودن عرض معابر، ازدحام جمعیت و پتانسیل مسدود شدن معابر و خروجی‌ها و دشواری دسترسی نیروهای امدادرسانی برای پاسخ به هنگام، از دلایل دیگر افزایش تلفات جانی است. افرادی که در هنگام زلزله در فضاهای مرکزی بافت هستند، عملاً راهی به‌جز پناه‌گیری و تخلیه اضطراری در سراها ندارند. سراهای دارای فضای باز می‌توانند به‌عنوان ظرفیتی برای این امر در نظر گرفته شوند (شکل ۴-الف). این فضاها در شکل (۱) با رنگ صورتی نشان داده شده است. با این حال خروجی‌ها و اتصال بین راسته بازارها (فضاهای پرجمعیت‌تر) و سراها اغلب آسیب‌پذیر بوده و دارای پتانسیل بالای تخریب هنگام زمین‌لرزه هستند. خروجی‌های آسیب‌پذیر در شکل (۱) با نقاط قرمزرنگ علامت زده شده‌اند. علاوه بر این عدم وجود تابلوهای راهنمای خروج اضطراری باعث سردرگمی بیشتر بازدیدکنندگان و کسبه در این راهروهای پر پیچ‌وخم خواهد شد. برای نمونه با استفاده از رابطه (۶) عملکرد سیستم برای زیرشاخص دسترسی‌ها و فضاهای تخلیه ایمن (Aev) به شکل (۸-الف) به دست آمده است.

متوسط فاصله تا محل از نزدیک‌ترین ایستگاه آتش‌نشانی، بیمارستان و پایگاه پلیس در بازار تبریز به ترتیب ۸۵۰، ۱۵۰۰ و ۴۰۰ متر می‌باشد. دسترسی‌های اصلی بازار در شکل (۱) با رنگ سبز نشان داده شده است. دشواری نفوذ و حرکت نیروهای امدادی به‌خصوص در بخش‌های مرکزی بازار و تعداد تخت بیمارستانی ناکافی جهت انتقال مصدومان بر اثر زلزله می‌تواند سبب افزایش تلفات انسانی در ساعت‌های طلایی پس از وقوع زمین‌لرزه شود. تعداد کم و قدیمی بودن کپسول‌های آتش‌نشانی عمومی در برخی بخش‌ها، عدم تمایل کسبه برای پرداخت وجه و نگهداری وسایل اطفای حریق در واحدها و توزیع نامناسب شیرهای هیدرانت از جمله مشکلات موجود در زیرشاخص منابع مورد نیاز (Ers) است. با استفاده از رابطه (۵) عملکرد سیستم در زیرشاخص منابع مورد نیاز برای مقابله (Ers) به شکل (۸-ب) محاسبه می‌شود.



شکل (۸): (الف) عملکرد سیستم در زیرشاخص دسترسی‌ها و فضاهای تخلیه ایمن (Aev)، (ب) عملکرد سیستم در زیرشاخص منابع مورد نیاز برای مقابله (Ers) و (پ) عملکرد سیستم در بعد سازمانی (STU).

افزایش عرض خالص معبر و ترمیم و مقاوم‌سازی خروجی‌های آسیب‌پذیر شناسایی شده در شکل (۱) (نقاط قرمزرنگ)، نصب تابلوهای راهنما و هدایت جمعیت می‌تواند در استفاده از فضای سراها در بین بافت بازار برای تخلیه اضطراری کمک کند. با محاسبه و ترکیب شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها مطابق با رابطه (۱) و جدول (۱) در نهایت می‌توان عملکرد سیستم در بعد سازمانی (STU) را به شکل (۸-پ) ارائه داد.

۴-۲-۴- بعد اجتماعی

تخمین میزان تراکم جمعیت در ساعت‌های مختلف روز با توجه به توزیع مکانی آن، اهمیت زیادی در برآورد نیاز به امدادرسانی و نحوه توزیع خدمات پس از زلزله دارد. ازدحام جمعیت در محدوده بازار به‌خصوص در راسته‌های اصلی مانند راسته بازار جدید، شهیدی، صفی و قیزبستی یکی از خصوصیات بازار تبریز است که در زمان رخداد زلزله مسئله‌ساز خواهد بود (شکل ۶-ج).

در محدوده بازار تبریز عمده ساختمان‌ها از نوع تمام آجر و آجر و چوب (۱۰۴ بخش از ۱۲۵ بخش) می‌باشد. در برخی نقاط سازه‌های نوع آجر و فولادی (۷ بخش از ۱۲۵) و سازه‌های فولادی نوع ۲ (بر اساس دسته‌بندی آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن (جایکا) (۱۴ بخش از ۱۲۵) نیز دیده می‌شود. با استفاده از منحنی‌های شکنندگی در مطالعات جایکا، مشاهده می‌شود که در زلزله سناریو نسبت آسیب برای سازه‌های موجود در بافت بازار تبریز به ترتیب ۱۰۰، ۹۴ و ۸۰ درصد تخمین زده می‌شود (JICA, 2004). لذا انتظار خرابی شدید را خواهیم داشت. برای تخمین سازه‌ها با انواع آسیب ناچیز، متوسط و شدید از روش منصوری و همکاران (Mansouri et al., 2010) استفاده شده است که مطابق با جدول (۳) می‌باشد. همچنین برای تخمین تعداد تلفات انسانی، تعداد مجروحان نیاز به بستری و مجروحان سرپایی و یا سالم مطابق با روش کوبرن و همکاران (Coburn, Spence, & Pomonis, 1992) برای دو سناریوی ساعت ۱۰:۳۰ صبح (ساعت بازگشایی روزانه بازار) با تعداد افراد کل حاضر ۳۶۰۱ نفر و ۱۲:۳۰ ظهر (شلوغ‌ترین زمان روزانه بازار) با تعداد افراد کل حاضر برابر با ۱۰۳۵۸ نفر، به مطابق با جدول (۴) محاسبه شده است. در ادامه نتایج برای شاخص استحکام ساختار جمعیتی (Pst) با ترکیب زیرشاخص‌ها به‌صورت شکل (۹-الف) خواهد بود.

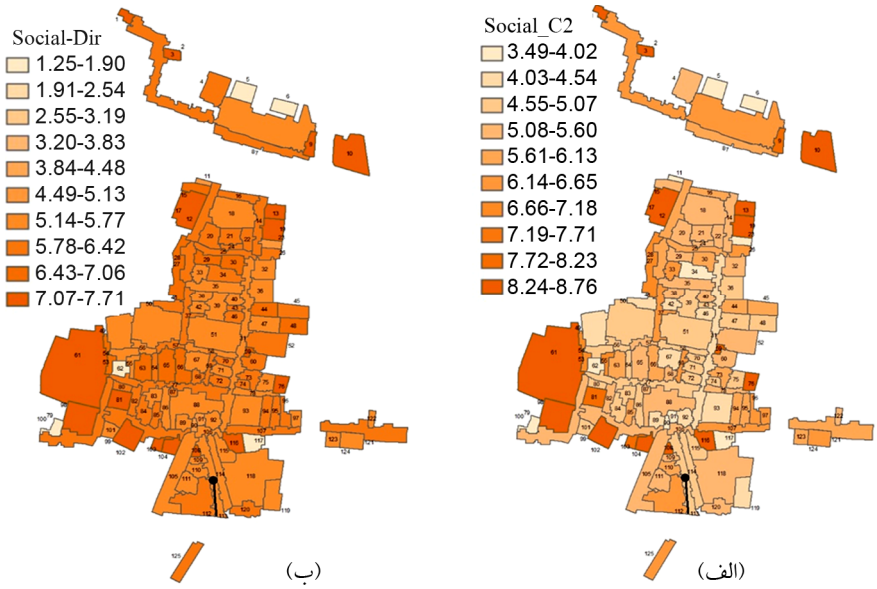
جدول (۳): تفکیک سازه‌ها بر اساس سطح آسیب پس از زمین‌لرزه سناریو، روش منصوری و همکاران.

تعداد کل ساختمان‌ها	۱۲۵
تعداد ساختمان‌های بدون آسیب جدی	۰
تعداد ساختمان‌های آسیب‌دیده	۳۳
تعداد ساختمان‌های فروریخته	۹۲

جدول (۴): تخمین تعداد مصدومین و تلفات بر اساس روش کوبرن در بازار تبریز پس از زمین‌لرزه سناریو.

	۱۰:۳۰ صبح	**۱۲:۳۰ ظهر**
تعداد کشته‌شده‌ها (نفر)	۸۱۲	۳۳۳۵
تعداد افراد مجروح (نفر)	۴۲۹	۱۲۳۴
تعداد افراد بدون آسیب جدی (نفر)	۲۳۶۰	۶۷۸۹
مجموع افراد حاضر	۳۶۰۱	۱۰۳۵۸

از دیگر ویژگی‌های اجتماعی بافت تاریخی بازار تبریز بالا بودن امنیت و کم بودن ناهنجاری‌های اجتماعی مانند اعتیاد و درگیری می‌باشد. بافت سنتی و منسجم اجتماعی، شناخت کافی افراد از یکدیگر، سرپوشیده بودن مکان، وجود درب‌ها و نگهبانان جداگانه برای هر قسمت (تیمچه‌ها و سراها) و گشت مأموران انتظامی از عواملی هستند که میزان جرم و جنایت، سرقت و دیگر ناهنجاری‌های اجتماعی مانند درگیری و اعتیاد را در این مکان در طول سال‌های متمادی به میزان رضایت بخشی پایین نگه داشته است. وجود فعالیت‌های مذهبی در طی سده‌های متمادی، وجود خیریه‌های قدیمی و فعّال که هستهٔ اصلی فعالیت آنها در بین بازاریان است و شبکه اجتماعی قوی و حمایتی بین بازاریان و احساس رضایت‌مندی بالا از دیگر جنبه‌های اجتماعی مثبت این بافت تاریخی می‌باشد. این ویژگی‌ها به‌خصوص در بین بخش‌هایی که دارای صنف‌های یکدست می‌باشند (اغلب تیمچه‌ها)،



شکل (۹): (الف) عملکرد سیستم در شاخص استحکام ساختار جمعیتی (P_{st}) و (ب) عملکرد سیستم در بعد اجتماعی (S_{CL}).

نسبت به بخش‌هایی که دارای صنف‌ها و خدمات متنوع‌تر هستند (راسته بازارهای اصلی)، بیشتر و پررنگ‌تر دیده می‌شود. با ترکیب شاخص‌ها، عملکرد سیستم در بعد اجتماعی (SCL) برای بازار تاریخی تبریز به‌صورت شکل (۹-ب) خواهد بود.

در نتیجه‌ی برداشت‌های میدانی برای پارامترهای شاخص سطح آمادگی در سطح بازار تبریز، سه نتیجه کلی را می‌توان برای این پارامترها ارائه کرد: ۱- تفاوت و پراکندگی محسوسی در بین بخش‌های مختلف بازار در پارامترهای این شاخص مشاهده نشد. ۲- تاکنون عملیات و برنامه‌ای سازمان‌دهی شده جهت اجرای مانور زلزله، آموزش نحوه صحیح واکنش، نحوه صحیح پناه گیری و تخلیه اضطراری، محافظت از اجناس و دارایی‌ها، در هیچ‌کدام از بخش‌های بازار تبریز اجرا نشده است. ۳- اطلاعات افراد در مورد حساسیت در مورد وقوع زمین‌لرزه و علت اصلی وقوع آن در حد خوب برآورد می‌شود، ولی در اغلب پرسشنامه‌ها، خطاها و انحراف‌های قابل توجهی در انتخاب واکنش صحیح‌تر در هنگام وقوع زلزله و ثانیه‌های اولیه پس از آن مشاهده می‌شود. اجرای طرح‌های آموزش همگانی با استفاده از پلتفرم‌های مختلف (حضوری، مجازی، شبکه‌های اجتماعی، پخش تراکت، نصب تابلو)، اجرای مانورهای زلزله، آموزش به هیئت امنا و نمایندگان کسبه و ایجاد گروه‌های داوطلب از بین افرادی که معتمد کسبه هستند، اساسی‌ترین اقدامات در بالا بردن عملکرد سیستم در بعد اجتماعی می‌باشد.

۴-۲-۵- بعد فرهنگی- تاریخی

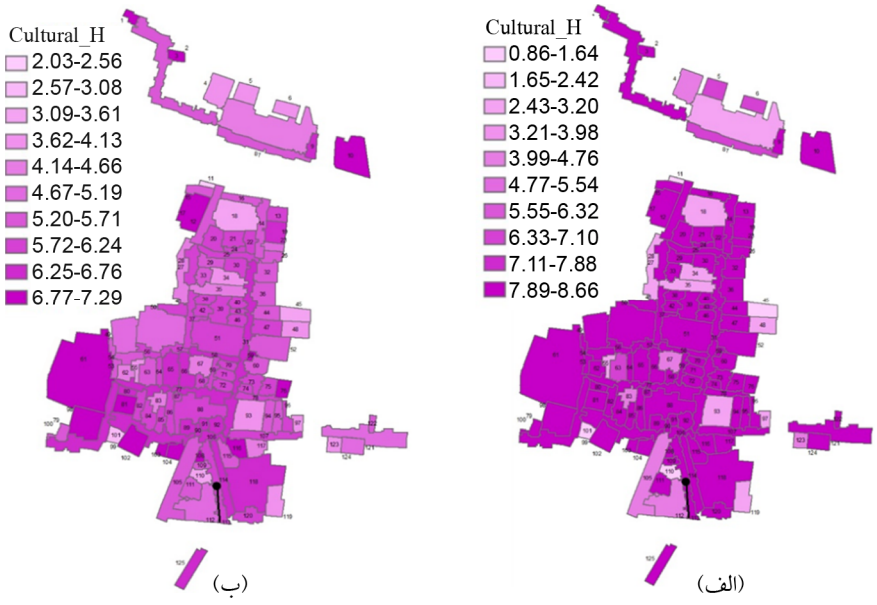
معماری زیبا، اصالت بناهای داخل بافت، جاذبه‌های بصری، جذب بالای گردشگر داخلی و خارجی، حفظ مشاغل رو به انقراض و برگزاری مراسم مذهبی در روزهای تاسوعا و عاشورای حسینی (که قدمت آن به ۵۰۰ سال قبل می‌رسد) از جمله خصوصیات بافت بازار تاریخی تبریز می‌باشد که نشان از بالا بودن ارزش تاریخی و فرهنگی این بافت دارد. علاوه بر آن ارائه کالاها و خدمات منحصر به فرد و عجین با فرهنگ و آداب و رسوم منطقه، تعامل اهالی بازار با اقشار مختلف جامعه و تأثیر آن در روند اقتصادی و سیاسی منطقه و رونق بخشیدن به تولیدات، صنایع‌دستی و هنری شهرهای اطراف از دیگر خصوصیات بافت بازار تاریخی تبریز می‌باشد. وجود مساجد، مدارس مذهبی و حوزه‌های علمیّه با پیشینه دیرین و معتبر یکی دیگر از ویژگی‌های فرهنگی و تاریخی این بافت در شهر تبریز می‌باشد. مساجدی مانند مسجد جامع (جامع کبیری) از عهد سلجوقی، مسجد امام‌جمعه، مسجد مقبره و بقعه صاحب‌الامر از عهد صفویه، مسجد حاج صفر علی، مسجد مجتهد (۶۳ ستون) و

مدرسه اکبریه از عهد قاجاریه از جمله میراث فرهنگی در این بافت می‌باشد (شکل ۱۰). وجود رستوران‌های قدیمی و معروف نیز فرصتی را برای ارائه و نمایش آداب و فرهنگ غذایی مردم آذربایجان به بازدیدکنندگان و میهمانان فراهم آورده است. وجود پایگاه میراث جهانی (خانه بازار) در جوار بافت و نظارت نزدیک این نهاد بر فعالیت‌های بازار و نظارت در اجرای طرح‌های بازسازی و مقاوم‌سازی از سال ۲۰۱۰ تاکنون از دیگر خصوصیاتی است که در جهت ارتقای تاب‌آوری بافت نقش بسزایی را ایفا می‌کند.

در ارزیابی زیرشاخص میزان ارزش تاریخی- فرهنگی بنا یا بافت (cvb)، بر ویژگی‌هایی نظیر اصالت بنا توجه شده است؛ زیرا با وجود حفاظت کلی بافت تاریخی، برخی نوسازی‌ها در طی دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ (دهه‌های پنجاه و شصت شمسی) در داخل بافت انجام شده است که متأسفانه به سازگاری آنها با بافت تاریخی از لحاظ بصری و مصالح به‌کار رفته در اجزای سازه‌ای و غیر سازه‌ای، نما و تجهیزات توجه نشده است. این اماکن از طریق برداشت‌های میدانی نقطه‌یابی شده و در ارزیابی‌ها دخیل شده است. شکل (۱۱-الف) نشان‌دهنده کیفیت سیستم در زیرشاخص ارزش تاریخی- فرهنگی بنا یافت (cvb) می‌باشد. بخش‌ها با نقاط کمرنگ‌تر نشان‌دهنده بخش‌هایی می‌باشد که در آنها بازسازی‌ها بدون در نظر گرفتن اصول مرمّت و بازسازی بناهای تاریخی انجام شده است. با ترکیب شاخص‌ها بر اساس رابطه (۱) عملکرد سیستم در بعد فرهنگی- تاریخی (CH) به‌صورت شکل (۱۱-ب) خواهد بود.

(الف) (ب) (پ)

شکل (۱۰): (الف) مسجد جامع تبریز، (ب) مراسم تاسوعای حسینی (تیمچه مظفریه) و (پ) معماری زیبا و جاذبه‌های بصری (سرای میرزا جلیل).



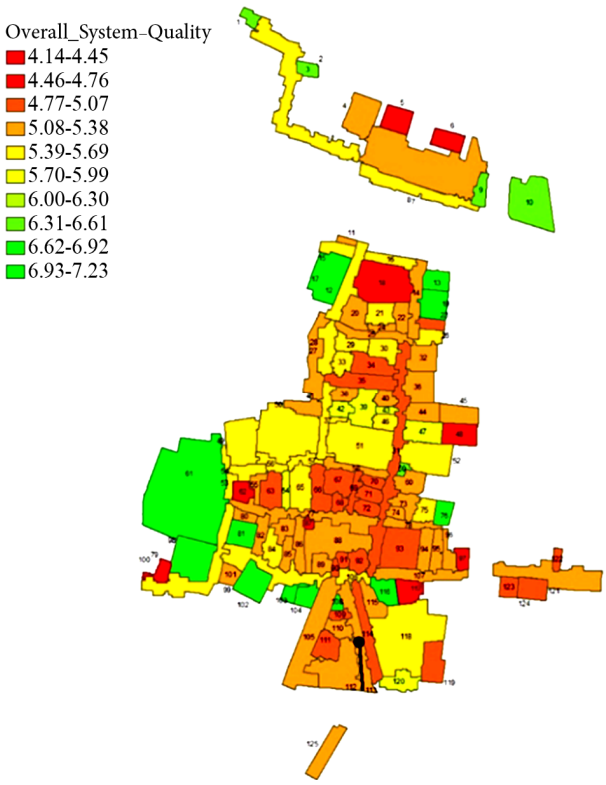
(الف) (ب)

شکل (۱۱): (الف) کیفیت سیستم در زیرشاخص ارزش فرهنگی- تاریخی بنا یا بافت (cvb) و (ب) کیفیت سیستم در بعد فرهنگی- تاریخی (CH).

نکته مثبت این است که با نظارت پایگاه میراث جهانی در حال حاضر تمامی مرمّت‌های بناهای بافت تاریخی بازار تبریز بر طبق پروتکل‌های میراث جهانی یونسکو انجام می‌پذیرد. از جمله اقداماتی که منجر به ارتقای کیفیت سیستم در بعد تاریخی- فرهنگی می‌شود می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: بازسازی و اصلاح بافت تاریخی مطابق با استانداردهای جهانی، اجرای طرح‌های پژوهشی و ارتقای دانش تخصصی در زمینه حفظ میراث تاریخی، تدوین برنامه‌های جامع محافظت از میراث در برابر مخاطرات، تقویت تیم‌های تخصّصی برای ایجاد ارتباط و تعامل مؤثر با نهادهای بین‌المللی، جامعه جهانی و کشورهای همسایه، استفاده از ظرفیت‌های شبکه‌های اجتماعی برای شناسایی گسترده‌تر و اشتراک اطلاعات و جاذبه‌های بازار برای جذب بیشتر گردشگران داخلی و خارجی و بهبود راه‌های دسترسی برای بخش‌های شمالی و غربی بازار.

۴-۲-۶- عملکرد کلی بازار تاریخی تبریز در تاب‌آوری در برابر زلزله

با در دست داشتن عملکرد در هر بعد، می‌توان با ترکیب نتایج و وزن‌ها با استفاده از رابطه (۲) عملکرد کلی سیستم بازار تبریز در برابر زلزله به شکل (۱۲) محاسبه نمود. امتیاز کلی نشان می‌دهد عملکرد سیستم در بازار تاریخی تبریز در برابر زلزله دارای امتیاز قابل قبولی نبوده و نیازمند برنامه‌های ارتقای تاب‌آوری در بافت خواهد بود. البته تعداد معدودی از مساجد و مدارس مذهبی مجموعاً ۱۱ بخش در بین ۱۲۵ بخش بازار با امتیاز ۶/۶ تا ۷ بهترین وضعیت را به خود اختصاص می‌دهند که در مجموع از حداکثر امتیاز (هدف) فاصله قابل توجهی دارند. پس از آن، بخش‌های با رنگ نارنجی پررنگ که اغلب بخش‌های مرکزی بازار را شامل می‌شوند در رده‌های بعدی با امتیاز ۴/۷ تا ۵/۰۷ قرار می‌گیرند. از نمونه‌های این بخش‌ها می‌توان به سرای شازده بزرگ، پاساژ المهدی (سرای خان)، تیمچه رضوی، راسته‌بازار جدید، راسته بازار کلاهدوزان، مجموعه حاج شیخ‌ها، سرای میرزا مهدی، راسته‌بازار امیر، تیمچه‌های شیخ کاظم، دالان و سرای میرزا محمد، دالان قند فروشان، پاساژ جعفریه و میدان صاحب‌آباد اشاره نمود. با این حال پراکندگی زیادی در بین امتیاز بخش‌ها مشاهده نمی‌شود زیرا طیف کل امتیازها از ۴/۱۴ تا ۷/۲۳ (بین صفر تا ۱۰) در حال تغییر می‌باشد. لذا در نگاه کلی به نظر می‌رسد اولویت‌بندی عملیات و روش‌های ارتقای تاب‌آوری برای بخش‌های مختلف تفاوت چندانی با یکدیگر نداشته باشد، اما با بررسی نتایج بخش‌های پیشین و ارزیابی عمیق‌تر، با تفکیک نتایج در ابعاد و شاخص‌ها می‌توان مداخلات لازم را برای اصلاح بافت‌های مختلف به انجام رساند. برای مثال با مقایسه دو راسته بازار امیر و پشت بازار امیر (بلوک‌های ۱۱۴ و ۱۱۳) مشاهده می‌شود که با وجود مشابهت کلی در کیفیت و شکل کلی بنا، امتیازها به ترتیب ۴/۹ و ۵/۲ از ۱۰ محاسبه شده است. بخش عمده این تفاوت از اختلاف در نوع اجناس ناشی می‌شود. لذا اولویت راهکارهای اقتصادی برای راسته بازار امیر پررنگ‌تر از راسته بازار پشت امیر خواهد بود. این راهکارها به تفکیک جزئیات با بررسی نتایج تفکیکی ارائه شده در بخش‌های قبل برای کلیه موقعیت‌ها قابل پردازش خواهد بود.



شکل (۱۲): عملکرد کلی سیستم بازار تبریز در تاب‌آوری در برابر زلزله (PT).

۵- نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

با توجه به بررسی‌های انجام گرفته در این پژوهش مشخص شد که بازارهای سنتی و تاریخی (از جمله بازار تاریخی تبریز) در برابر زلزله به دلایل مختلف دارای عملکرد مناسبی نیستند و لازم است پیش از رخداد زلزله‌ای ویرانگر، برای ارتقای تاب‌آوری در این بافت اقدامات لازم اندیشیده و اجرایی شود. وجود پارامترهای مختلف مؤثر در عملکرد سیستم در تاب‌آوری در برابر زلزله بازارهای تاریخی باعث می‌شود تا تصمیم‌گیری برای ارتقای تاب‌آوری برای مدیران مشکل باشد. استفاده از نتایج خروجی مدل‌های برآورد تاب‌آوری و عملکرد سیستم که اثر پارامترهای مختلف را در نظر می‌گیرند باعث سهولت در برنامه‌ریزی و اقدامات مناسب جهت ارتقای تاب‌آوری می‌شوند. در این پژوهش سعی شد تا با انتخاب پارامترها و روش‌های مناسب جهت ترکیب آنها، مدلی ارائه شود تا عملکرد سیستم در برابر زلزله در بازارهای تاریخی را برآورد کند. این مدل‌سازی در بازار تاریخی شهر تبریز که دارای لرزه‌خیزی بالایی می‌باشد به‌صورت پایلوت اجرا شد و نتایج نشان داد که خسارت و تلفات در صورت رخداد زلزله سناریو، منجر به فاجعه انسانی گسترده‌ای را در این محدوده می‌شود که جبران آن به‌سختی میسّر خواهد بود. اغلب برنامه‌های ارتقای ایمنی و مقابله در برابر زلزله نیز تنها به یک شاخص برای مثال واکنش اضطراری پس از وقوع زلزله می‌پردازند، درحالی‌که در بافت‌هایی مانند بازارهای سنتی ابعاد دیگر بافت نیز نقش و ظرفیت‌های بسیاری در کاهش یا افزایش عملکرد خواهند داشت؛ بنابراین شناخت این ظرفیت‌ها، ارزیابی وضعیت موجود در تمامی ابعاد، تعیین میزان اثربخشی هرکدام از ظرفیت‌ها در عملکرد کلی سیستم در برابر زلزله و یکپارچه‌سازی اقدامات و امکانات با وجود مدیریت چندگانه در این نوع بافت از جمله اهداف اصلی و مزایای مدل ارائه شده می‌باشد. می‌توان امید داشت با استفاده از مدل توسعه داده شده در این مطالعه، تاب‌آوری بازارهای تاریخی در برابر زلزله با دقت بهتری شناخته شود و امکان انجام مداخلات لازم بر اساس نقاط ضعف در هر بخش میسر گردد تا با حداقل هزینه، بیشترین اثربخشی حاصل گردد. در واقع اولویت‌بندی اقدامات بر اساس زمان و مکان اجرای برنامه‌های مختلف یکی از اهداف اصلی توسعه این مدل بوده است. تفکیک مکانی در این مدل طوری اجرا شده است تا به مدیران و تصمیم‌گیرندگان امکان اولویت‌بندی مکانی و توزیع امکانات را در تمامی مراحل و سطوح بدهد. این مدل علاوه بر ارائه راهکارها و برنامه‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت، دید مناسبی به مسئولین امر جهت سیاست‌گذاری‌ها، وضع قوانین و یا اجرای طرح‌های تشویقی برای افزایش تاب‌آوری در آینده را در این نوع بافت‌ها می‌دهد.

قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکترای نویسنده اول با موضوع تاب‌آوری بافت‌های تاریخی- تجاری در برابر زلزله با راهنمایی نویسنده دوم و همچنین طرح پژوهشی با همین موضوع می‌باشد. با تشکر از «پژوهشگاه بین‌المللی مهندسی زلزله و زلزله‌شناسی» که امکان پژوهش در این زمینه را فراهم نموده است.

مراجع

Adelzadeh, A. (2016). Social dimensions of bazaar in historical cities of Iran: The Tabriz bazaar. *The International Journal of Engineering Andof Engineering and Science (IJES), 5*(5), 36-44.

Adger, W.N. (2000). Social and ecological resilience: are they related? *24*(3), 347-364.

Alighadr, S., Fallahi, A., Kiyono, J., Fitrasha, N.R., & Miyajima, M. (2012). Emergency evacuation during a disaster, study case: "Timche Muzaffariyye–Tabriz Bazaar" Iran. *15th World Conference on Earthquake Engineering*. Lisbon.

Amini Hosseini, K. (2013). Golestan palace, Tehran bazaar and their surrounding old urban fabrics in Tehran. *Proceedings of UNESCO Chair Programme on Cultural Heritage and Risk Management, International Training Course on Disater Risk Management of Cultural Heritage.*

Asadzadeh Tarebari, S., & Amini Hosseini, K. (2020). Earthquake risk–management model for historic commercial urban fabrics. *Natural Hazards Review,*

308455.588

Moaddab, R., Amini Hosseini, K., & Seyedrezaei, M. (2023). A holistic approach for evaluating the system performance and earthquake resilience in historic-commercial urban fabrics. *Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards, 116*(1), 1261-1289. doi:10.1007/s11069-022-05720-1

Ostadtaghizadeh, A., Ardalan, A., Paton, D., Khankeh, H., & Jabbari, H. (2016). Community disaster resilience: a qualitative study on Iranian concepts and indicators. *Natural Hazards, 83*(3), 1843-1861.

Pourjafar, M., Nazhad Ebrahim, A., & Ansari, M. (2013). Effective factors in structural development of Iranian historical bazaars case study: Tabriz Bazaar. *J. Basic Appl. Sci. Res., 3*(2), 272-282.

Razavi, H.S. (2012). The critical role of open space in hazard mitigation (earthquake) in traditional commercial spaces: A case study-Qazvin old bazaar. *WIT Transactions on Information and Communication Technologies, 44*, 437-448.

Razeghi, A., & Derakhshani, N. (2017). Physical and functional resilience of Tehran historical Bazaar. *Journal of Conservation and Architechture in Iran (in Persian), 7*(13), 135-151.

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

Shaw, R., & Team, I. (2009). Climate disaster resilience: focus on coastal urban cities in Asia. *Asian Journal of Environment and Disaster Management, 1*(1), 101-116.

Tierney, K., & Bruneau, M. (2007). Conceptualizing and measuring resilience: A key to disaster loss reduction. *TR news*(250).

Vahabzadeh, M. (2015). An analysis on Importance of urban management based on indicators of historical fabrics case study: Tabriz historical fabric. *International Conference on Modern Research in Civil Engineering Architecture, Urban Developement, 1.*

Yücel, G., & Arun, G. (2010). Istanbul grand bazaar evacuation system vulnerability assessment. *Advanced Materials Research Trans Tech Publications Ltd, 133, 21*(2), 05020002.

Coburn, A.W., Spence, R., & Pomonis, A. (1992). Factors determining human casualty levels in earthquakes: mortality prediction in building collapse. *Proceedings of the 10th World Conference on Earthquake Engineering*. Balkema Rotterdam.

Cutter, S.L., Burton, C.G., & Emrich, C.T. (2010). Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. *Journal of Homeland Security and Emergency Management, 7*(1). doi:10.2202/1547-7355.1732

JICA. (2004). *The Comprehensive Master Plan Study on Urban Seismic Disaster Prevention and Management for the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran*. Tehran: Japan International Cooperation Agency, Tehran disaster Mitigation and Management Center, GE, JR, 04-039.

Khazai, B., Bendimerad, F., Cardona, O.D., Carreño, M.L., Barbat, A.H., & Buton, C.G. (2015). *A Guide to Measuring Urban Risk Resilience: Principles, Tools and Practice of Urban Indicators*. The Philippines: Earthquakes and Megacities Initiative (EMI).

Lotfizadeh, A. (1996). *Fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy systems: selected papers by Lotfi A Zadeh* (Vol. 21). World Scientific.

Mansouri, B., Ghafory-Ashtiany, M., Amini Hosseini, K., Nourjou, R., & Mousavi, M. (2010). Building seismic loss model for Tehran. *Earthquake Spectra, 26*(1), 153-168.

Ministry of Cultural Heritage, T.a. (2009). *EXECUTIVE SUMMARY: TABRIZ HISTORICAL BAZAAR COMPLEX. UNESCO World Heritage Convention Nomination of Properties for Inclusion on The World Heritage List*. Tehran: Ministry of Cultural Heritage, Tourism and Handicrafts.

Ministry of Roads and Urban Development. (2009). *Seismic microzonation studies of Tabriz city*. East Azerbaijan Roads and urban development organization, Tehran Padir Consulting engineers.

Moaddab, R., & Amini Hosseini, K. (2020). An investigation on effective dimensions and indicators in measuring resilience of historic-commercial urban fabrics against earthquake with a special view to traditional Bazaars. *Journal of Environment Hazard Management, 7*(3). doi:265-280.10.22059/JHSCI.2020.

611-616.

Zangi Abadi, A., Alizadeh, J., & Ranjbarnia, B. (2012). Strategic planning for organizing of Iranian traditional Bazaars (Case study: Tabriz traditional Bazaar). *Jounnal of Research on Iranian Islamic City (in Persian), 2*(7), 13-26.

واژه‌نامه

۱- CDRI: Climate Disaster Resilience Index

۲- BRIC: Baseline Resilience Index Conditions

۳- DRI: Disaster Resilience Index

۴- UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

۵- ICCRM: International Centre for the Conservation and Restoration of Monuments

۶- ICRP: International Cooperative Research Project

۷- ICMS: International Council on Monuments and Sites

۸- AHP: Analytic Hierarchy Process

۹- IR: Inconsistency Ratio

علائم

عملکرد سیستم در شاخص یا بعد	Pj
تعداد افراد کل در ساعات پرتردد	Pop_1
تعداد افراد کل در ساعات کم تردد	Pop_2
استحکام ساختار جمعیتی	P_{st}
عملکرد کلی سیستم	PT
خسارات ناشی از توقف فعالیت	Sact
مساحت راهروها	Sc
عملکرد سیستم در بعد اجتماعی	SCL
عملکرد سیستم در بعد سازمانی	STU
کرانه بالا تابع عضویت فازی	u
آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها	Vu_{inf}
وزن هر شاخص یا زیرشاخص	W
مختصات مرکز سطح	$\bar{x}$
دسترسی‌ها و فضاهای تخلیه ایمن	Aev
عملکرد سیستم در بعد فرهنگی- تاریخی	CH
ارزش تاریخی- فرهنگی بنا یافت	cvb
تراکم جمعیت بخش (بازدیدکننده و کسبه و ساکنین) در ساعات مختلف	Dep
ماکزیمم تراکم جمعیت در بین کلیه بخش‌ها	$Depa_{max}$
مینیمم تراکم جمعیت در بین کلیه بخش‌ها	$Depa_{min}$
ارزش اقتصادی کسب‌وکار	EC
عملکرد سیستم در بعد اقتصادی	ECM
منابع موردنیاز برای مقابله (منبع آب و برق اضطراری، سامانه اطفای حریق و...)	Ers
آتش‌سوزی و نشت مواد سمی و خطرناک	FL
بار آتش ناشی اجناس و نگهداری سوخت بر واحد مساحت عرصه	Fla
کرانه پایین تابع عضویت فازی	l
عملکرد سیستم در بعد فیزیکی	PHS

A New Model for Assessing System Performance and Resilience of Traditional Bazaars against Earthquake; Case Study: Tabriz Historical Bazaar

Rezvan Moaddab[1] and Kambod Amini-Hosseini[2*]

1. Ph.D. Candidate, International Institute of Earthquake Engineering and Seismology (IIEES), Tehran, Iran
2. Associate Professor, Risk Management Research Center, International Institute of Earthquake Engineering and Seismology (IIEES), Tehran, Iran,
*Corresponding Author, email: kamini@iiees.ac.ir

Traditional bazaars, as cultural and economic centers of historical cities, are among the most vulnerable urban fabrics in Iran. Therefore, natural hazards may destroy historical and cultural assets in these areas, disrupt the business of many people and cause significant casualties and economic loss. Considering that such bazaars have many differences with other urban fabrics, thus, applying conventional risk and resilience assessment methods for measuring the resilience of traditional bazaars may not provide appropriate results, and new models should be developed for resilience assessment in such urban fabrics. Accordingly, in this paper, a new model to estimate the system performance of these urban fabrics that have historic and commercial value against earthquakes is introduced. The proposed model provides a comprehensive approach based on the system performance to be used in earthquake resilience assessment of traditional bazaars. For this purpose, some indicators related to different dimensions of earthquake resilience were classified into physical, economic, social and organizational dimensions, based on the relevant scholarly articles. In addition, a new aspect entitled the cultural-historical dimension (which is very important in assessment of the resilience of traditional bazaars) was introduced, and indicators related to this dimension were also added to the framework. Then, a questionnaire-based survey was conducted to assess the weights of parameters and their relevant indicators. Finally, the new model was developed based on integration of different parameters and indicators considered their weights and values.

In order to test the applicability of the proposed method, Tabriz Traditional Bazaar (as a World Heritage) was selected as case study and the overall system performance of this bazaar against earthquakes has been calculated. For this purpose, the values of different dimensions and indicators were integrated based on their weights. By calculating the average of the total performance at each section, the total performance of Tabriz bazaar was estimated to be 54%. This shows that currently the bazaar does not have good condition and in case of an earthquake, different physical damage, socio-economic loss and cultural consequences are expected and recovery needs a long time. By using this model, the effectiveness of different interventions in the bazaar for improving resilience can be also estimated. This will help decision makers to implement the most efficient approaches to reduce the potential impacts of earthquake in this bazaar and select the areas for intervention based on cost - benefit analysis. The proposed model can be utilized in similar old urban fabrics in other cities, after calibrating the parameters and their weights based on local conditions.

Keywords: System Performance, Resilience, Earthquake, Traditional Bazaar, Historical-Commercial Fabrics, Fuzzy Logic.