مقاله پژوهشی

هیدروژئومورفولوژی، شماره‌ی ۳۲، سال نهم، پاییز ۱۴۰۱، صص ۱۵۲-۱۲۹
Hydrogeomorphology, Vol. 9, No. 32, Fall 2022, pp (129-152)
CC BY-NC

تحلیل مکانی تاب‌آوری کالبدی کلان‌شهر شیراز در مقابله با مخاطره‌ی سیل

طاهره نصر [*۱]، هادی عبدالعظیمی [۲]

۱- دانشیار شهرسازی، گروه معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
۲- استادیار، گروه سنجش از دور و GIS، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۰

چکیده

درک سطوح تاب‌آوری شهری و برنامه‌ریزی برای کاهش اثرات مخاطرات مختلف، نقشی کلیدی در مدیریت بحران‌های شهری دارد. بر همین اساس، هدف از انجام این پژوهش، شناسایی محدوده‌های با تاب‌آوری مختلف در مناطق یازده‌گانه کلان‌شهر شیراز به‌منظور مقابله با بحران سیل است. پژوهش حاضر با روش Fuzzy-AHP و مبتنی بر معیارهای سطح امدادرسانی (زیرمعیارهای تراکم مراکز آتشنشانی، اورژانس، مراکز درمانی، بیمارستان، نیروی انتظامی و هلال احمر)، وضعیت محل سکونت (زیرمعیارهای تراکم محل‌های اسکان موقت، تراکم جمعیتی و فضاهای اشغال‌شده)، وضعیت دسترسی (زیرمعیارهای تراکم نوع شریانی و عرض معابر)، بافت فرسوده و وضعیت قرارگیری تجهیزات، به شناسایی محدوده‌های با سطوح تاب‌آوری مختلف (ضعیف، متوسط، خوب و خیلی خوب) می‌پردازد. بررسی سطح امدادرسانی نشان داد که ضعف امدادرسانی در محدوده‌های دور از مرکز شهر وجود دارد. بنابراین افزایش خدمات اضطراری در محلات و مناطق دور از مرکز شهر شیراز در این مکان‌ها پیشنهاد می‌شود. به لحاظ معیارها و زیرمعیارهای بررسی شده در این پژوهش، تاب‌آوری ضعیف‌تر عموماً در شرق و شمال غرب شهر دیده شد. نتایج این پژوهش می‌تواند در فاز پیش‌گیری و آمادگی مدیریت بحران، مد نظر مدیران اجرایی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: تاب‌آوری شهری، مخاطره‌ی سیل، GIS، کلان‌شهر شیراز.

* نویسنده‌ی مسئول

E-mail:nasr@iaushiraz.com

۱- مقدمه

وقوع متعدد مخاطرات در ایران به یک مشکل بزرگ تبدیل شده است. بسیاری از شهرهای ایران در دهه‌های اخیر با چالش‌های زیادی در زمان وقوع مخاطرات و از جمله خطر سیل روبه‌رو بوده‌اند. از این‌رو، درک سطوح تاب‌آوری شهری و برنامه‌ریزی برای کاهش اثرات این مخاطرات، نقش کلیدی در مدیریت بحران‌های شهری دارد (مرادپور و همکاران، ۲۰۲۲). شهر تاب‌آور، شهری است که در آن بلایا به کمترین میزان رسیده است؛ زیرا که مردم آن در خانه‌ها و محل هایی با خدمات منظم و زیرساخت‌هایی که از قوانین ساختمانی معقول پیروی می‌کنند زندگی می‌کنند؛ بدون آنکه در آن به خاطر کمبود اراضی مناسب، خانه‌سازی‌های بی قاعده بر دشت‌های سیل‌خیز و زمین‌های شیب‌دار و یا در انبوهی از تراکم بدون توجه به گشودگی فضایی، صورت گرفته باشد (نصر، ۲۰۸:۱۳۹۸). از آنجا که الگوهای کاربری اراضی، بستری برای این اجزای فیزیکی و اجتماعی هستند، لذا تناسب این الگوها با مخاطرات در طراحی آنها نقش مهمی در حفظ تاب‌آوری این اجزا و در نتیجه تاب‌آوری کل شهر خواهد داشت. از سویی دیگر از عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه پایدار شهری را می‌توان تأمین امنیت، آرامش و رفاه شهروندان در امور مختلف اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و زیست‌محیطی در تمامی سطوح برنامه ریزی در توسعه پایدار شهری دانست. باید اذعان داشت که توسعه پایدار به بررسی و انتخاب پایدارترین‌ها برای آینده اشاره می‌کند.

جهت دستیابی به توسعه‌ای پایدار و منطقی در حال و آینده، باید در مرحله اول عوامل اصلی تأثیرگذار بر توسعه پایدار شهری شناسایی شود. در این راستا از مسائل مهم در شهرسازی پایدار و نیز بحث تاب‌آوری شهرها، توجه به زیرساخت‌های شهری است که دارای اهمیت بسیار است. اما موضوع تاب‌آوری شهرها هنوز در ساختار نظام برنامه‌ریزی کشور کمتر مورد توجه قرار گرفته است و متأسفانه بر اساس استانداردها شهرهای کشور و به ویژه کلان‌شهرها، تاب‌آوری لازم در برابر مخاطرات طبیعی در زمان بحران را ندارند (نصر، ۲۰۸:۱۳۹۸). شهر شیراز شهری است که بارها مورد هجوم سیل قرار گرفته و هر بار نیز خسارات جبران‌ناپذیری از نظر بعد کالبدی و اجتماعی بر این کلان‌شهر وارد شده است. بنابراین بایستی با بکارگیری اصول و ضوابط شهرسازی و نیز توجه به سازمان شهری از قبیل فرم و بافت و ساخت شهر، کاربری اراضی شهری، شبکه‌های ارتباطی و زیرساخت‌های شهری تا حد زیادی تاب‌آوری شهر را در زمان بحران افزایش داد و موجب کاهش خطرات ناشی از آن شد. به گونه‌ای که یک شهر تاب‌آور، شهری آماده در برابر حوادث است که به سرعت به شرایط جدید، پاسخ داده و با کمترین آسیب به شرایط قبل از حادثه برمی‌گردد و به روند حیات خود ادامه می‌دهد (شماعی و میرزازاده، ۱۳۹۸: ۲۴۵).

وجود مراکز با اهمیت خدمات شهری و مراکز امداد و نجات در هر منطقه از شهر می‌تواند به خدمات‌رسانی مناسب و در نتیجه کاهش میزان آسیب‌پذیری منجر شود. افزایش خدمات اضطراری در محلات و مناطق شهری منجر به کاهش آسیب‌پذیری در کمترین زمان ممکن می‌شود و به موجب آن، ارائه‌ی خدمات بهینه در مناطق شهری ارتقاء می‌یابد (قنبری و زلفی، ۱۳۹۳: ۵۹). بافت‌های فرسوده‌ی شهری به جهت کیفیت پایین مصالح ساختمانی و عدم مقاومت در برابر سیلاب‌ها از خطر و آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به سایر اراضی شهری برخوردارند، لذا فی‌ذاته تاب‌آوری ضعیفی دارند مگر آنکه تمهیدات خاصی برای این‌گونه مناطق در نظر گرفته شده باشد. به‌دلیل عدم وجود مدیریت صحیح فاضلاب شهری، در این مناطق، دفع نامناسب رواناب‌های سطحی و شیب نامناسب نزدیک به صفر، خطر سیل را افزایش می‌دهد (امیراحمدی و همکاران، ۱۳۹۰: ۹۱). این محدوده‌ها بیشتر در بافت قدیمی شهر وجود دارند که هسته‌ی اولیه شهر محسوب می‌شوند. اگرچه از تراکم مسکونی کمی برخوردار می‌باشند و رشد عمودی چندانی ندارند اما تراکم جمعیت در آن‌ها معمولاً بیشتر از مناطق نوساز شهر است. دسترسی مناسب به معابر، علاوه بر خدمات‌رسانی مناسب به آسیب‌دیدگان در زمان وقوع سیل، همچنین در کاهش میزان آسیب‌پذیری و ارتقاء تاب‌آوری تاثیرگذار است. تعدیل نگرش طراحان و برنامه‌ریزان شهری در زمینه طراحی مناسب معابر، از لحاظ مدیریت بحران بسیار مهم تلقی می‌شود (پورمحمدی و مصیب‌زاده، ۱۳۸۷: ۱۴۴). یکی از مؤلفه‌هایی که می‌تواند نقش بسیار مهمی در ارتقاء سطح تاب‌آوری فاز بازسازی و بازتوانی بحران‌ها داشته باشد، وضعیت قرارگیری تجهیزات و ماشین‌آلات مورد استفاده در بحران است. بنابراین تاب‌آوری شهرها در مواقع بحران به پارامترهتی مختلفی بستگی دارد.

تاب‌آوری می‌تواند از دیدگاه‌های مختلفی بررسی شود نظیر تاب‌آوری اجتماعی[1]، تاب‌آوری فضایی یا کالبدی. تاب‌آوری اجتماعی ایستادگی جامعه در برابر مخاطرات طبیعی و توان جامعه در انطباق با شرایط مخاطره‌آمیز طبیعی است. همچنین شاخص‌های تاب‌آوری اجتماعی را می‌توان ظرفیت‌های افراد، سازمان‌ها و جوامع برای تحمل‌کردن، تطبیق و تعدیل در برابر تهدیدات اجتماعی در زمان بحران دانست (گارسچاگن[2]، ۲۰۱۱: ۲۵).

تاب‌آوری فضایی، مکانی[3] کالبدی یا فیزیکی، به‌منظور برنامه‌ریزی دقیق و جامع، از ضروریات مدیریت شهری است. تـحلیل فضایی تاب‌آوری به پراکندگی میزان تاب‌آوری در فضاهای مختلف شهری می‌پردازد (شماعی و میرزازاده، ۱۳۹۸: ۲۴۵). بنابراین تاب‌آوری شهری از منظر کالبدی علاوه بر تأکیـد بر فعالیت و فضا، به مسائل محیط زیست طبیعی و نیز محیط انسان‌ساخت شهری هم مـی‌پردازد. با توجه به اینکه شدت وقایع سیلابی تحت تأثیر دو عامل خصوصیات فیزیوگرافی منطقه و اقلیم قرار دارد لذا در مدیریت سیلاب‌های شهری و

1-Community or social resilience
2- Garschagen
3- Spatial resilience

پیشگیری از بروز بحران علاوه بر شناسایی مناطق مستعد سیلاب، اولویت‌بخشی تخصیص تمهیدات مدیریتی و اجـرایی در این مناطق ضروری است (قضاوی و همکاران، ۱۳۹۸: ۸۳). در رابطه با شـناسایی مناطق سیل‌خیز در کشور کارهای زیادی صورت گرفته که به نوبه‌ی خود از ارزش بسیار زیادی نیز برخوردار می‌باشند (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۶۳؛ رضایی‌مقدم و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۹؛ مدادی و همکاران؛ عبدالعظیمی و همکاران، ۱۳۹۹: ۳۹).

پتس از شناسایی مـحدوده‌های مستعد سیل نیاز است به موضوع تاب‌آوری آن نیز پرداخـته شود. تعـداد پژوهش‌هایی که در رابطه با تاب‌آوری شهرها در مقابله با سیل صورت پذیرفته است از سال ۲۰۱۶ به بعد به طور معنی‌داری افزایش یافته است (گائو[1] و همگاران، ۲۰۲۲: ۲). رینهارد پل[2] (۲۰۲۰) تاب‌آوری ساختارهای هیدرولیکی در نواحی مستعد سیل را در مناطق شهری مورد بررسی قرار دادند. این پژوهشگران بر کمی‌سازی تاب‌آوری در پژوهش‌های آتی تاکید نمودند. ژانگ[3] و همکاران (۲۰۲۲) تاب‌آوری شهر جینگدیژن[4] را در برابر سیل مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این پژوهشگران نشان داد، تفاوت‌های مکانی زیادی در وضعیت تاب‌آوری در سه محدوده‌ی مستعد سیل وجود دارد. اقبالی و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی تاب‌آوری در برابر سیل در شهر مرزی محمودآباد پرداختند. یافته‌های این پژوهشگران نشان داد متغیر تاب‌آوری زیرساختی-کالبدی با ضریب ۰/۵۷ در اولویت اول، متغیر تاب‌آوری اقتصادی با ضریب ۰/۱۶۹ در اولویت دوم و متغیرهای تاب‌آوری اجتماعی و تاب‌آوری نهادی به ترتیب با ضرایب ۰/۰۸۳ و ۰/۰۸۱ در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند. این پژوهشگران به تاثیر مثبت و معناداری تاب‌آوری شهری در جلوگیری از خسارات جانی و مالی ناشی از سیلاب در محدوده‌ی مورد مطالعه نیز تأکید داشتند. ارخودی و همکاران (۱۳۹۹) به تبیین تاب‌آوری حوضه‌ی آبریز شهرستان قائن در برابر سیل پرداختند. نتایج این پژوهشگران نشان داد تاب‌آوری روستاهای مورد مطالعه در این حوضه‌ی آبریز در سطح متوسط است.

در کلان‌شهر شیراز نیز مطالعاتی مبنی بر بررسی تاب‌آوری در برابر سیل از جنبه‌های مختلف صورت پذیرفته که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود. اسدافروز و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی تاب‌آوری محیطی در برابر مخاطرات سیلاب فروردین ۱۳۹۸ با رویکرد منظر، تئوری سیستم‌ها و مدل DPSIR پرداخته‌اند. این پژوهشگران براین باورند با رویکرد کل‌نگر و سیستمی منظر، شهر شیراز در برابر این سیل تاب‌آور بوده است. پژوهشگران این پژوهش به این نکته اشاره داشته‌اند که سیل ۹۸ خسارات جانی و مالی زیادی در پی داشته اما به تحولات فرهنگی و رفتارهای اجتماعی سیل در روز رخداد و همبستگی و حس تعلق بیشتر مردم شیراز انجامید. علاوه

1- Gao
2- Reinhard Pohl
3- Zhang
4- Jingdezhen

بر آن نتایج این پژوهشگران بیانگر آن می‌باشد که فعالیت‌های اجتماعی در کنار دیگر سازمان‌ها و نهادها، به بازگشت سریع‌تر سیستم‌های اجتماعی و کالبدی آسیب‌دیده به حالت اول و شرایط پیش از وقوع سیل منجر شده است. لذا این پژوهشگران در پژوهش خود بیشتر به بعد فرهنگی و اجتماعی تاب‌آوری پرداخته‌اند. همچنین مطالعه‌ای دیگر توسط زارع و طالع بیدختی (۲۰۱۸) در رابطه با نقش سیاستگذاری‌های سازمانی و خط مشی آن‌ها در ارتباط با تاب‌آوری در برابر سیل در کلان‌شهر شیراز صورت گرفته که در آن به نقش توسعه‌ی شهری و تغییرات ایجاد شده در عرض رودخانه‌ی خشک به عنوان شاخص‌های تاب‌آوری اشاره گردیده است. در این پژوهش به ساختارهای هیدرولوژیکی و تاب‌آوری سازمانی از این منظر پرداخته شده است. نوری و همکاران (۲۰۲۰) نیز در مطالعه‌ای که بر روی تاب‌آوری شهر شیراز در برابر سیل انجام دادند به توجه به ساختارهای اجتماعی و ابعاد توانمندسازی شهروندان و آماده‌سازی آن‌ها برای بحران تأکید داشته‌اند.

بررسی منابع خارجی و داخلی نشان می‌دهد تاب‌آوری شهرها در برابر مخاطرات و از جمله سیل موضوع جدیدی است که باید به صورت جدی‌تر به‌ویژه در شهرهای کشور نیز به آن پرداخته شود. همچنین بررسی فعالیت‌های انجام‌شده در کلان‌شهر شیراز نشان می‌دهد که تحلیل مکانی تاب‌آوری به لحاظ کالبدی از منظر پارامترهای مد نظر این پژوهش، تا بحال در کلان‌شهر شیراز صورت نپذیرفته که از این حیث، پژوهش حاضر جنبه‌ی نوآوری دارد. نتایج این پژوهش می‌تواند در فاز پیشگیری و آمادگی مدیریت بحران، مد نظر مدیران اجرایی و سازمان‌های مسئول قرار گیرد. با توجه به موارد مطرح شده، این پژوهش به تحلیل مکانی سطح تاب‌آوری کالبدی کلان‌شهر شیراز در برابر سیل خواهد پرداخت.

۲- مواد و روش

محدوده مورد مطالعه

پژوهش حاضر از نوع پژوهش کاربردی بوده و روش تحقیق از نوع توصیفی- تحلیلی است. شهر شیراز، مرکز استان فارس (شکل ۱) بین طول شرقی ۲۹′ ۵۲° تا ۳۶′ ۵۲° و عرض شمالی ۳۳′ ۲۹° تا ۴۱′ ۲۹° قرار دارد که ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۸۸ متر در منتهی‌الیه شرقی شهر و حدود ۱۷۰۰ متر در غرب آن متغیر است. این شهر دارای یازده منطقه بوده که توسعه‌ی آن عمدتاً به سمت منطقه‌ی ۱۰ و بخش‌های غربی و شمال‌غربی است.

با توجه به بیان مؤلفه‌های مؤثر در تاب‌آوری شهر از منظر اجتماعی و فضایی، توجه به تنوع فضایی و مکانی شریان‌های اصلی و نیز عملکردهای اصلی شهر، تنوع فضای سبز شهری، تنوع فضای باز شهری، تنوع پهنه‌های

عملکردی شهر، ریزدانگی و نفوذپذیری پهنه شهر، شبکه ارتباطی شهری از نظر پیوستگی و نیز عمق شریان‌ها، تعداد راه‌های اصلی و تعداد خدمات شهری پشتیبان، استحکام راه‌های سواره و پیاده و زیرساخت‌های شهری، مقاومت و استحکام ابنیه در برابر بحران سیل ضروری می‌باشد. بنابراین در این پژوهش ضمن استفاده از معیار سطح امدادرسانی (زیرمعیارهای تراکم مراکز آتشنشانی، اورژانس، مراکز درمانی، بیمارستان، نیروی انتظامی و هلال احمر)، وضعیت محل سکونت (زیرمعیارهای تراکم محل‌های اسکان موقت، تراکم جمعیتی و فضاهای اشغال شده)، وضعیت دسترسی (زیرمعیارهای تراکم نوع شریانی و عرض معابر)، بافت فرسوده و وضعیت قرارگیری تجهیزات از روش Fuzzy-AHP در نرم‌افزار ArcMAP8.1 نیز به عنوان سیستم پشتیبان تصمیم در راستای توجه به میزان تاب‌آوری شهر شیراز و شناسایی محدوده‌های با تاب‌آوری مختلف بهره گرفته شد.

جهت شناسایی محدوده‌های با سطوح تاب‌آوری مختلف (ضعیف، متوسط، خوب و خیلی خوب) در مخاطره‌ی سیل، محدوده‌های در معرض خطر خیلی زیاد سیل، زیاد، متوسط و کم که در مقاله‌ی پژوهشی عبدالعظیمی و همکاران (۱۳۹۹: ۳۹) به آن‌ها اشاره شده است، از نقشه‌ی تاب‌آوری تولیدشده در این پژوهش، استخراج و مورد تحلیل قرار گرفت. به منظور تهیه‌ی لایه‌های رستری از تابع کرنل و فاصله‌ی اقلیدسی استفاده شد. مبتنی‌بر نظر کارشناسان بخش اجرا، متخصصین دانشگاهی و همچنین بهره‌گیری از روش رتبه‌بندی[1]، به تمامی معیارها و زیرمعیارها، وزن یکسان و معادل هم تخصیص یافت (شکل ۲). برخی از پژوهشگران از روش رتبه‌بندی با تخصیص اوزان یکسان در مطالعات خود به دلیل سادگی این روش، استفاده کرده‌اند (بیرمن[2]، ۱۹۹۷؛ کارسجنس و لیجتنبرگ[3]، ۲۰۰۷؛ بایود[4] و همکاران، ۲۰۰۸).

پس از تعیین درجه اهمیت معیارها و زیرمعیارها (شکل ۲)، فازی‌سازی بر روی لایه‌ی این معیارها و زیرمعیارها صورت گرفت. بدین شکل که به پیسکل‌های لایه‌های رستری مقادیر بین صفر و یک اختصاص داده شد که یک و یا نزدیک به یک معرف تاب‌آوری بیشتر و مقادیر صفر و نزدیک به صفر معرف سطوح تاب‌آوری ضعیف‌تر است. بنابراین، مقدار عضویت فازی بزرگ‌تر نشان‌دهنده‌ی هدف پروژه یا پژوهش (به عنوان مثال در این مطالعه محدوده‌های با تاب‌آوری بیشتر) است. درک انواع عضویت، هنگام تخصیص درجه عضویت فازی مهم است (احمد[5] و همکاران، ۲۰۰۰)، انواع عضویت به شرح زیر است:

1- Ranking Method
2- Biermann
3- Carsjens and Ligtenberg
4- Baud
5- Ahmad

• خطی[1] - عضویت فازی بالا[2] به مقادیر بزرگ یا کوچک اختصاص داده می شود و عضویت فازی با یک نرخ ثابت کاهش می‌یابد.

• کوچک[3]- درجه عضویت فازی بالا به مقادیر عددی کوچک‌تر اختصاص داده می‌شود.

• بزرگ[4]- درجه عضویت فازی بالا به مقادیر عددی بزرگ‌تر اختصاص داده می‌شود.

• کوچک: مبتنی‌بر میانگین و انحراف معیار[5]- درجه عضویت فازی بالا به مقادیر کوچک‌تر از میانگین اختصاص داده می شود.

• بزرگ: مبتنی‌بر میانگین و انحراف معیار- درجه عضویت فازی بالا به مقادیر بزرگ‌تر از میانگین اختصاص داده می‌شود.

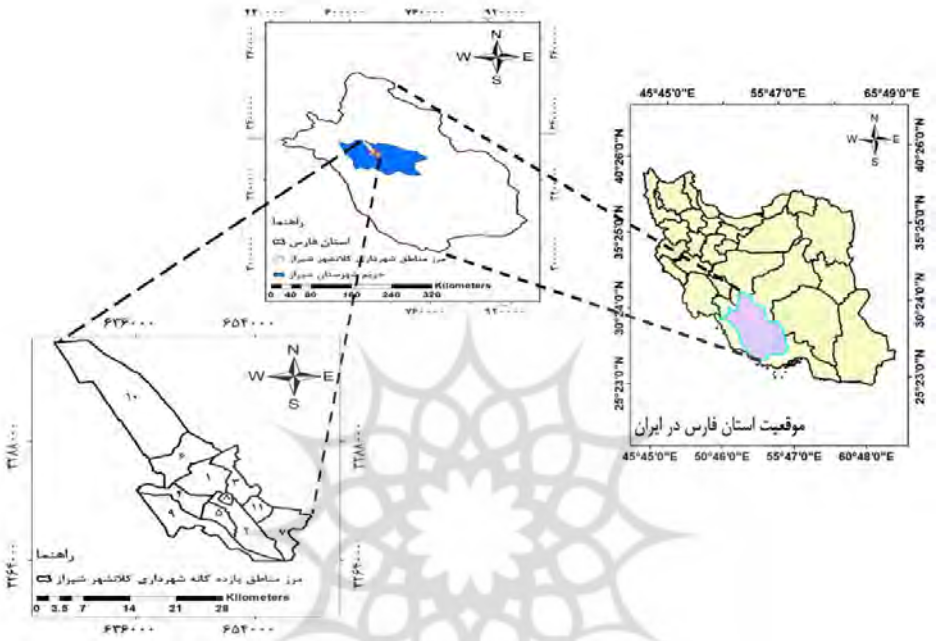
• مبتنی‌بر نزدیکی به میانه: درجه عضویت فازی بالا به مقادیر نزدیک‌تر به میانه اختصاص داده می‌شود.

در تحقیق حاضر، تابع فازی بزرگ-مبتنی‌بر میانگین و انحراف معیار، برای لایه‌هایی نظیر سطح امدادرسانی و زیرمعیارهای آن (به عنوان مثال هر چه تعداد ایستگاه‌های آتشنشانی در یک محدوده و یا منطقه بیشتر باشد، پیکسل‌های آن لایه در آن محدوده، درجه عضویت فازی بزرگ‌تری را به خود اختصاص می‌دهند) استفاده شده است. برای معیارهایی مثل بافت فرسوده نیز که هرچه تراکم آن‌ها کمتر باشد تاب‌آوری بالاتر است از تابع فازی کوچک- مبتنی‌بر میانگین و انحراف معیار استفاده شد. تابع تبدیل کوچک و بزرگ-مبتنی‌بر میانگین و انحراف معیار مشابه توابع کوچک و بزرگ می‌باشد، با این تفاوت که تعریف تابع بر اساس میانگین و انحراف معیار صورت گرفته است (سو[6] و همکاران، ۲۰۱۲؛ فرهادی و همکاران، ۲۰۲۲). روابط ریاضیاتی توابع استفاده شده در این پژوهش به شرح روابط ۱ و ۲ است:

$$\text{If } x>a\times m \quad u(X)=1-(b\ s)/(x-(a\ m)+(b\ s)) \qquad (۱)$$

$$\text{If } x>a\times m \quad u(X)=0 \qquad (۲)$$

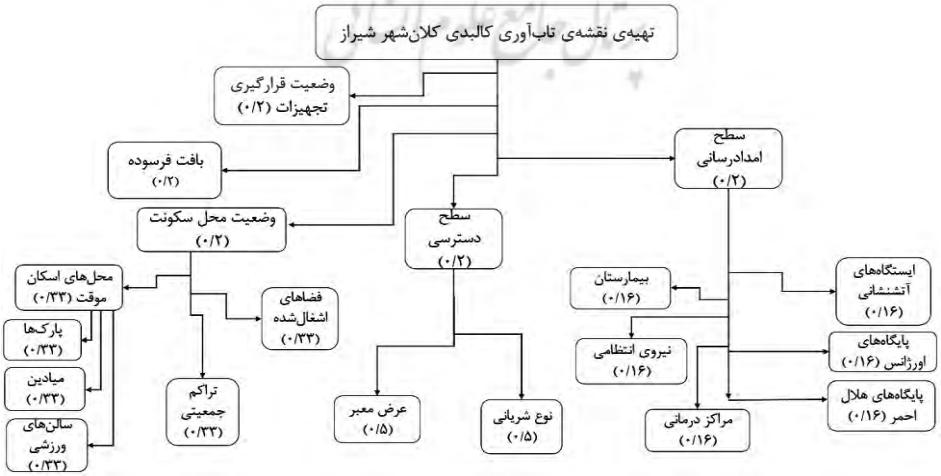
1- Liner
2- Small
3- Large
4- MS Small
5- Standard Deviation
6- Su



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی کلان‌شهر شیراز در استان فارس و ایران

Fig (1): Geographic location of Shiraz Metropolitan in Fars province and Iran

جایی که m، s، a و b به ترتیب میانگین، انحراف معیار، ضریب میانگین و ضریب انحراف معیار را نشان می‌دهند. در پایان نیز از توابع اسکالر به منظور ضرب و جمع لایه‌ها و همچنین اعمال وزن بهره گرفته شد. در شکل ۳ روند انجام این پژوهش نشان داده شده است.



شکل (۲): معیارها، زیرمعیارها و اوزان استفاده‌شده در تولید نقشه‌ی تاب‌آوری

Fig (2): Criteria, sub-criteria and weights used in mapping of resilience

مطالعات کتابخانه‌ای

شناسایی پارامترهای موثر در تحلیل تاب‌آوری کالبدی

بررسی نظرات متخصصین حوزه‌ی شهری در رابطه با ارجحیت معیارها و تعیین وزن آن‌ها

فازی‌سازی لایه‌ی معیارها و زیرمعیارها و تعیین درجه عضویت هر گزینه در لایه‌های مورد بررسی

اعمال درجه اهمیت هر معیار و زیرمعیار در لایه‌ی مربوط و همپوشانی آن‌ها

تهیه‌ی لایه‌ی تاب‌آوری

همپوشانی لایه‌ی تاب‌آوری و لایه‌ی محدوده‌های در معرض خطر سیل

ارزیابی وضعیت تاب‌آوری در مقابله با سیل

شکل (۳): روند انجام پژوهش
Fig (3): Research Flowchart

۳- نتایج و بحث

نتایج فعالیت پژوهشی عبدالعظیمی و همکاران (۱۳۹۹) مؤید آن است که ۲۷۵۴ هکتار از شهر شیراز در معرض خطر خیلی زیاد سیل، ۶۰۷۶ هکتار در معرض خطر زیاد، ۱۷۳۹۰ در معرض خطر متوسط، ۱۳۴۱۸ هکتار در معرض خطر کم و ۶۶۵۸ هکتار در معرض خطر بسیار کم قرار دارد. در ادامه به نتایج حاصل از ارزیابی وضعیت تاب‌آوری کالبدی کلان‌شهر شیراز در برابر سیل پرداخته شده است.

تحلیل مکانی معیارها و زیرمعیارهای مورد بررسی

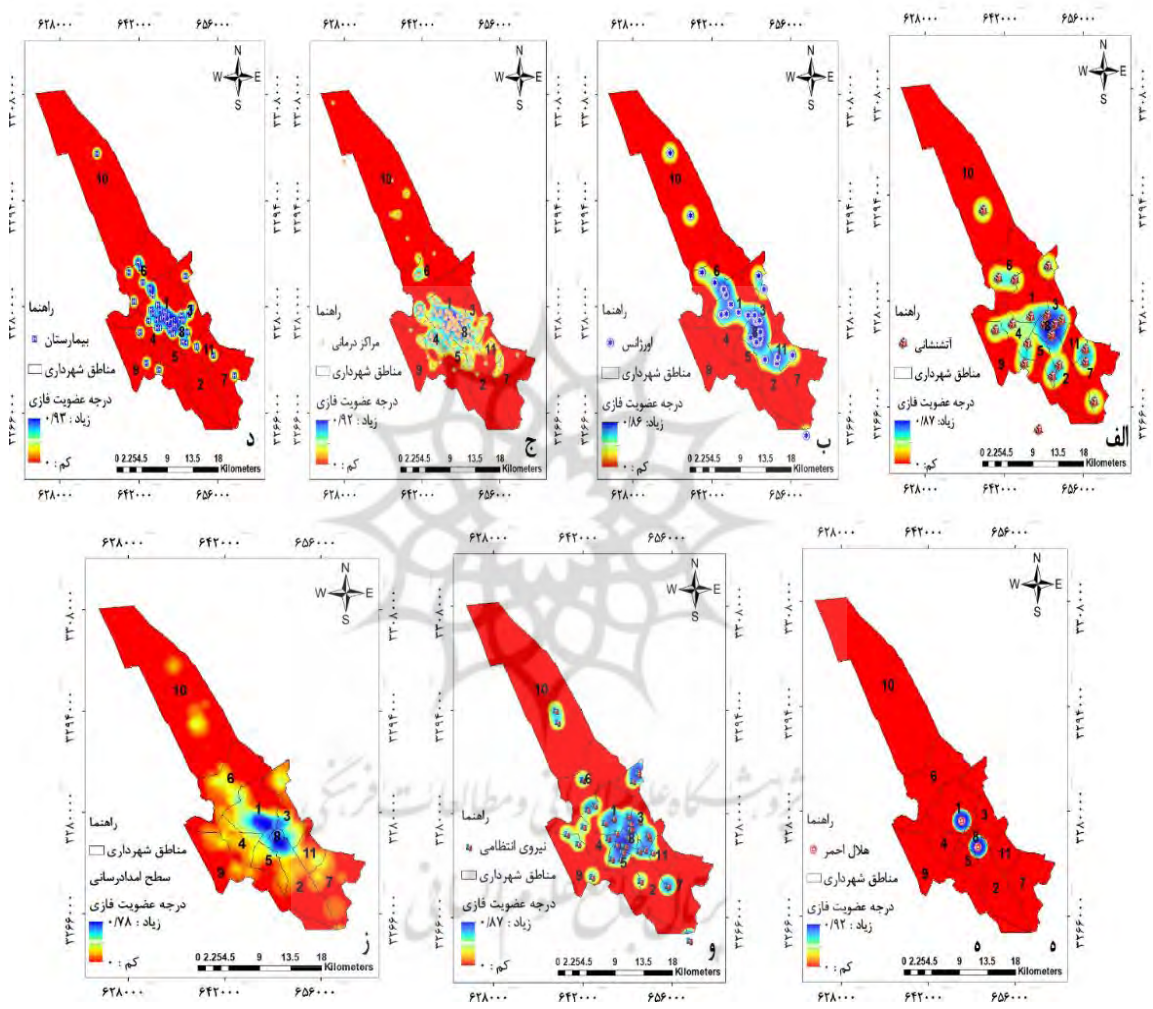
سطح امدادرسانی

شکل (۴)، محل قرارگیری ایستگاه‌های آتشنشانی (الف)، پایتگاه‌های اورژانس (ب)، مراکز درمانی (ج)، بیمارستان‌ها (د)، نیروی انتظامی (ه) و مراکز هلال‌احمر (و) را نشان می‌دهد. در حال حاضر، ۲۲ ایستگاه آتشنشانی، ۲۹ پایگاه اورژانس، ۵۹ بیمارستان، ۲۱۲ مرکز درمانی، ۴۲ مرکز نیروی انتظامی و ۲ مرکز هلال‌احمر در کلان‌شهر شیراز وجود دارد. تحلیل بصری شکل ۴ نشان می‌دهد، عمده‌ی تمرکز مراکز امداد و نجات در بخش میانی کلان‌شهر شیراز است.

ارزیابی مقادیر درجه عضویت نقشه‌ی سطح امدادرسانی (شکل ۴ ز) منتج از زیرمعیارهای تراکم ایستگاه‌های آتشنشانی (الف)، تراکم پایگاه‌های اورژانس (ب)، تراکم مراکز درمانی (ج)، تراکم بیمارستان‌ها (د)، تراکم نیروی انتظامی (ه) و تراکم مراکز هلال‌احمر (و) نشان می‌دهد بخش جنوبی مناطق ۱ و ۸ به لحاظ سطح امدادرسانی از سطح بالایی (۰/۷۸، لکه‌های آبی) برخوردار می‌باشد. همچنین وجود لکه‌های قرمز روی نقشه (شکل ۴ ز) دلالت بر ضعف امدادرسانی و درنتیجه سطح تاب‌آوری ضعیف در محدوده‌های دور از مرکز شهر دارد. خالدی و همکاران (۱۳۹۹) در بررسی تاب‌آوری کالبدی مناطق شهر ارومیه در برابر سیل به این نتیجه رسیدند منطقه‌ی ۴ این شهر به لحاظ برخورداری از امکانات زیرساختی بهتر (دسترسی به مراکز درمانی، آتشنشانی، بیمارستانی و...) مطلوب‌ترین منطقه به لحاظ تاب‌آوری کالبدی در برابر سیل بوده است. بخش‌های شمالی این شهر به علت قرارگرفتن در فاصله‌ی بیشتر نسبت به مراکز با اهمیت خدمات شهری، دارای عملکرد خیلی ضعیف در حوزه‌ی تاب‌آوری بودند. نظیر کلان‌شهر شیراز، مرکز شهر ارومیه نیز به علت دسترسی بهتر به مؤلفه‌های تاثیرگذار تاب‌آوری، دارای عملکرد مطلوب و خیلی خوبی می‌باشند. بنابراین یکی از مؤلفه‌هایی که نقش بسزایی در ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در شهرها دارد سطح امدادرسانی است که در برخی از مناطق کلان‌شهر شیراز ضعف زیادی در این زمینه مشاهده می‌شود. افزایش خدمات اضطراری در محلات و مناطق شهر شیراز می‌تواند به کاهش آسیب‌پذیری در کم‌ترین زمان ممکن منجر شود و در نتیجه موجب ارائه‌ی خدمات بهینه در مناطق این کلان‌شهر و ارتقاء تاب‌آوری گردد (عبدالعظیمی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۲۹).

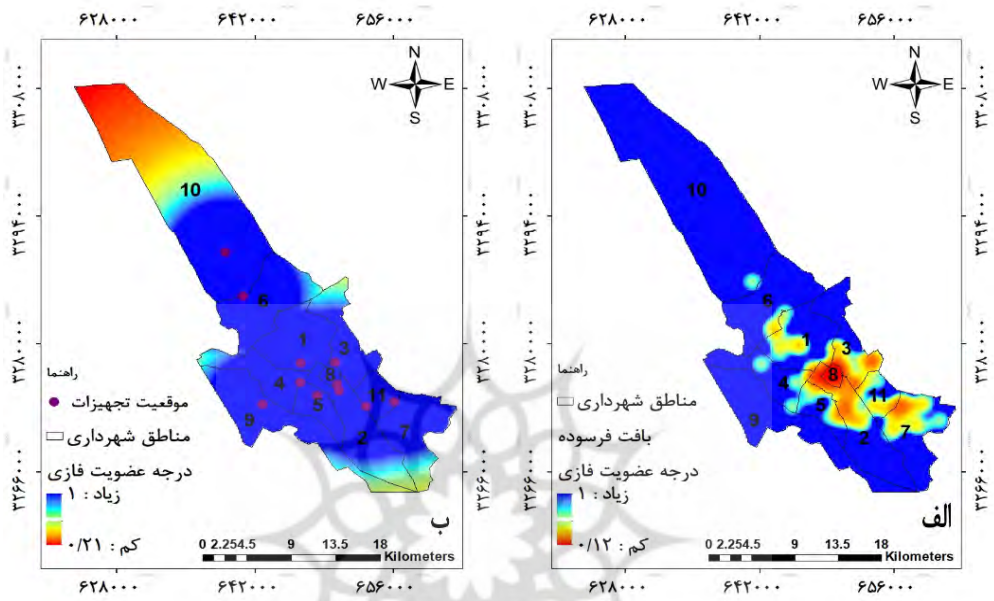
بافت فرسوده

شکل ۵ الف، تراکم بافت فرسوده در کلان‌شهر شیراز را نشان می‌دهد. همانطور که در این نقشه (شکل ۵ الف) مشاهده می‌شود عمده‌ی تراکم بافت قدیم در بخش‌های میانی و قسمت‌های جنوب شرقی قرار دارد، بنابراین این محدوده‌ها از تاب‌آوری ضعیفی برخوردار بوده که به صورت لکه‌های قرمز بر روی نقشه (شکل ۵) نشان داده شده‌اند. زیاری و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیق خود پیرامون تبیین راهبردهای افزایش تاب‌آوری کالبدی در برابر سیلاب در شهر تنکابن به این موضوع اشاره داشته‌اند که فرم ابنیه، پایداری ساختمان‌ها، شبکه معابر، ساختار و فرم بافت نقش مهمی در کاهش یا افزایش تاب‌آوری دارند. در این رابطه می‌توان اذعان داشت که شهرداری شیراز بایستی نسبت به بافت‌های شهری به ویژه بافت‌های قدیمی و همچنین بافت‌های تاریخی این شهر نگاهی خاص داشته و در راستای ارتقاء تاب‌آوری آن کوشا باشد. در این رابطه می‌تواند تمهیداتی را در راستای استفاده از سیستم‌های سازه‌ای مناسب جهت به حداقل رساندن تاثیر سیلاب به ساختمان‌ها اتخاذ نماید (زیاری و همکاران، ۱۳۹۹).



شکل ۴: نقشه‌ی زیرمعیارهای ایستگاه آتش‌نشانی (الف)، پایگاه اورژانس (ب)، مراکز درمانی (ج)، بیمارستان (د)، هلال‌احمر (ه) و نیروی انتظامی (و)، استفاده‌شده در تولید لایه‌ی معیار سطح امدادرسانی (ز)

Fig (4): The maps of sub-criteria; fire stations (a), emergency centers (b), medical centers (c), hospitals (d), Red Crescent (e), and police stations (f) used in emergency relief level



شکل (۵): نقشه‌ی معیار بافت فرسوده (الف) و وضعیت قرارگیری تجهیزات (ب)

Fig (5): Criterion map of worn fabric (a) and Equipment placement status map (b)

بافت‌های فرسوده شهری به جهت کیفیت پایین مصالح ساختمانی و عدم مقاومت در برابر سیلاب‌ها از تاب‌آوری پائین‌تری نسبت به دیگر اراضی شهری قرار دارند. بیشترین خسارات مربوط به مناطقی است که از بافت فرسوده، مصالح غیراستاندارد و نامقاوم برخوردارند، این مناطق بیشتر در بافت قدیمی کلان‌شهر شیراز مشاهده می‌شوند که مقر اولیه شهر محسوب می‌گردند. این مناطق گرچه از تراکم مسکونی کمی برخوردارند و رشد عمودی چندانی ندارند اما تراکم جمعیت در آنها بیشتر از مناطق نوساز شهر است. همچنین بدلیل عدم وجود فاضلاب شهری مناسب، دفع نامناسب رواناب‌های سطحی و شیب نامناسب نزدیک به صفر نیز خطر سیلاب در این مناطق از امتیاز بالایی برخوردارند. بافت‌های آسیب‌پذیر کلان‌شهر شیراز عبارتند از: محله‌ی سعدی، هفت‌تنان (واقع در منطقه‌ی ۳)، تیموری، بخش‌هایی از محلات درب شازده (واقع در منطقه‌ی ۸)، محله‌ی ابیوردی و باباکوهی (واقع در منطقه‌ی ۱)، محله‌ی ریاستی (واقع در منطقه‌ی ۱۱)، پودنک مولوی، سهل‌آباد، حسین‌آباد و محله‌ی قصر شهریار (واقع در منطقه‌ی ۷)؛ (عبدالعظیمی و همکاران، ۱۳۹۹: ۳۹)

وضعیت قرارگیری تجهیزات

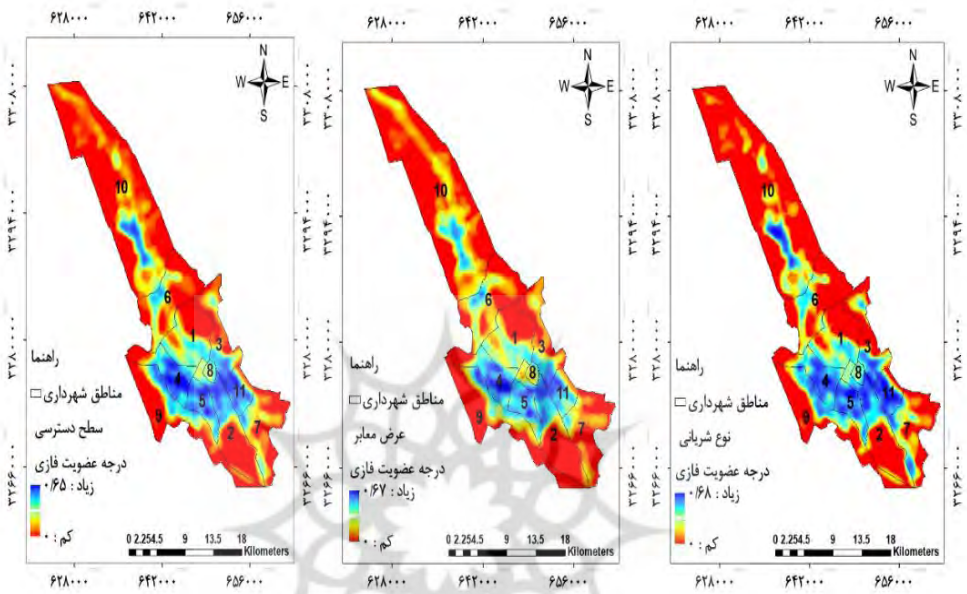
با توجه به اخذ اطلاعات از شهرداری شیراز، عموماً ادوات و تجهیزات بحران در شهرداری مناطق قرار دارند که در فاز مقابله از این تجهیزات استفاده می‌شود. در شکل ۵ (ب)، وضعیت قرارگیری تجهیزات، مبتنی بر موقعیت

مکانی شهرداری‌های مناطق بر روی نقشه نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود (شکل ۵ ب)، درجات عضویت پائین‌تر (۰/۲۱) به مناطق واقع در شمال‌غرب و بخش‌های جنوبی تعلق یافته که این محدوده‌ها به دلیل دور بودن از شهرداری منطقه که تجهیزات عموماً در این مناطق قرار دارد، از سطح تاب‌آوری پائینی در مواقع بحران برخوردار می‌باشند. لذا پیشنهاد می‌شود مدیران شهری مکان‌های جدیدی را جهت استقرار تجهیزات و ماشین‌آلات، خارج از منطقه‌ی شهرداری نیز در دستور کار قرار دهند.

سطح دسترسی

عرض معابر باید به راحتی توان جابجایی لازم در زمان بحران را داشته باشند. از این‌رو، شبکه معابر درجه ۱ و ۲ بین شهری، تقاطع‌ها و میادین و خیابان‌های جمع و پخش‌کننده به دلیل دارا بودن معابر با عرض نسبتا مناسب، درجه محصوریت پایین و ویژگی‌های بدنه ساختمانی اطراف معابر، مناسب می‌باشند. در این پژوهش، مبتنی بر لایه‌های اطلاعاتی بزرگراه‌ها، خیابان‌های درون‌شهری و کوچه‌ها که از سازمان فاوای شهرداری شیراز دریافت شد، نقشه‌ی نوع شریانی (شکل ۶ الف) و عرض معابر (شکل ۶ ب) تهیه شد. همپوشانی این لایه‌های اطلاعاتی نشان داد سطح دسترسی عموماً در بخش‌های غربی، جنوب شرق و جنوب غرب کلانشهر شیراز از تاب‌آوری بالاتری برخوردارند. لی[1] و همکاران (۲۰۲۲)، تاب‌آوری شبکه‌ی معابر شهری را در جنوب چین در برابر سیل مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها تأیید کرد تاب‌آوری شبکه معابر در محدوده‌ی مورد مطالعه از سطح نسبتاً پائینی برخوردار بوده و این موضوع زندگی نرمال شهروندان را دچار اختلال نموده است. لذا این پژوهشگران در رابطه با ارتقاء تاب‌آوری در برابر سیل، مشارکت حداکثری شهروندان و استفاده از ظرفیت‌های مهندسی با دیدگاه چند جانبه نه صرافاً مهندسی سنتی تک‌بعدی را پیشنهاد دادند.

1- Li

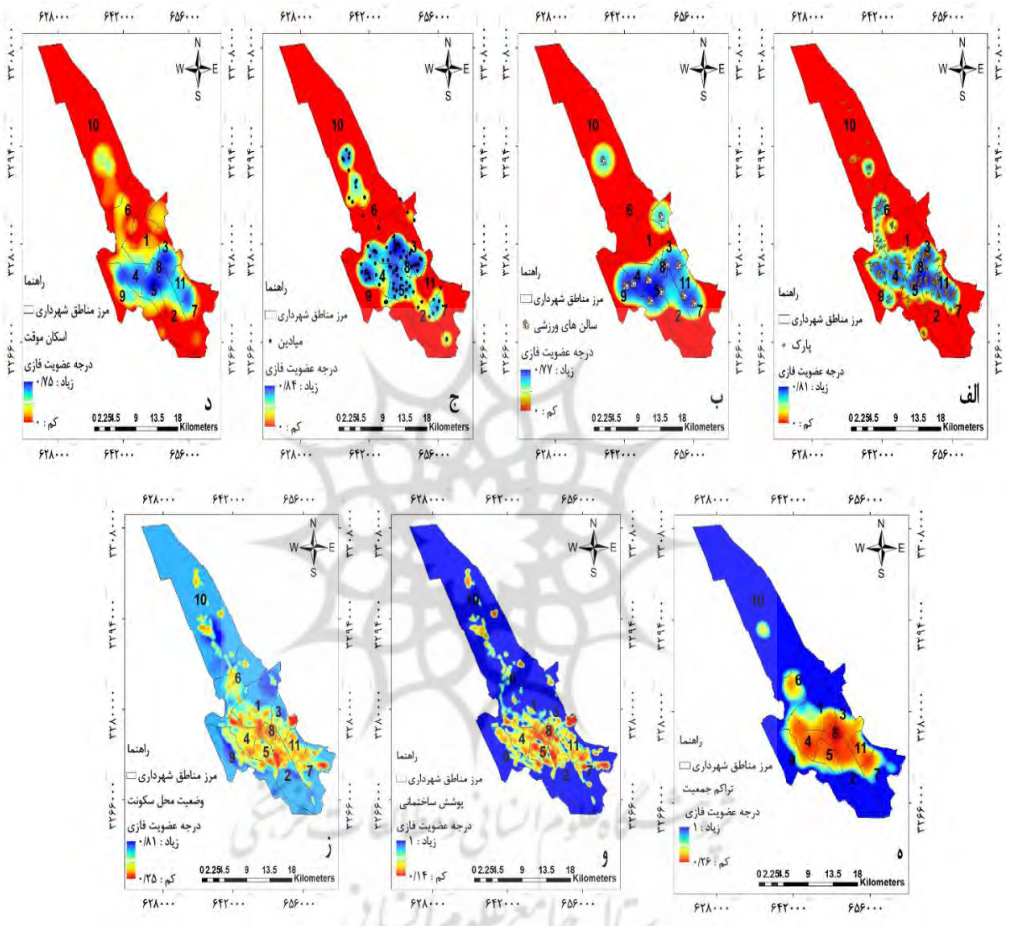


شکل ۶: نقشه‌ی زیرمعیار نوع شریانی (الف)، زیرمعیار عرض معابر (ب) و معیار سطح دسترسی (ج)

Fig (6): Sub-criterion map of Arterial type (a), Sub-criterion of passage width (b), and criterion of access level (c)

وضعیت محل سکونت

به منظور ارزیابی این معیار (شکل ۷ ز)، از زیرمعیار تراکم محل‌های اسکان موقت (پارک‌ها، شکل ۷ الف؛ میادین، شکل ۷ ب؛ و سالن‌های ورزشی، شکل ۷ ج)، تراکم جمعیتی و تراکم فضاهای اشغال‌شده استفاده شد. تعداد زیاد پارک‌ها، سالن‌های ورزشی و میادین و همچنین پراکنش مکانی مناسب آنها می‌تواند در افزایش تاب‌آوری بسیار مؤثر واقع شود، بنابراین در این شرایط، وضعیت ساکنین محدوده‌های پیرامون محل‌های اسکان موقت، زودتر به حالت قبل از وقوع بحران برمی‌شود، بنابراین مدت‌زمان فاز بازسازی و بازتوانی کوتاه‌تر خواهد شد. در حال حاضر در کلان‌شهر شیراز، ۲۰۸ پارک، ۱۱ سالن ورزشی و ۹۲ میدان وجود دارد، که تراکم هر سه‌ی آنها در بخش‌های میانی، جنوب شرق و جنوب غرب شهر بیشتر است (به ترتیب شکل ۷ الف، ب و ج). شماعی و همکاران (۱۳۹۸)، در تحلیل فضایی تاب‌آوری شهری در محله‌های بخش مرکزی شهر تبریز، در پیشنهادات خود به مواردی نظیر ارزیابی توزیع، پراکنش کاربری‌های عمومی و مکان‌یابی آن‌ها تاکید داشتند که از این حیث کلان‌شهر شیراز نیز درخور توجه است.



شکل (۷): نقشه‌ی زیرمعیار پارک‌ها (الف)، سالن‌های ورزشی (ب)، میادین (ج)، اسکان موقت (د)، تراکم جمعیتی (ه) و تراکم پوشش‌های ساختمانی (و)، استفاده شده در تولید لایه‌ی وضعیت محل سکونت (ز)

Fig (7): Sub-criterion of parks (a), Sport centers (b), Squares (c), Temporary residence (d), Population density (e), Density of building coverages (f); Used in the layer of state residence (g)

همپوشانی این لایه‌های اطلاعاتی که نتیجه‌ی آن در شکل ۷ (د) (نقشه‌ی اسکان موقت) نشان داده شده نیز گویای شرایط بهتر اسکان موقت (درجه عضویت ۱، لکه‌های آبی) در بخش‌های میانی به سمت جنوب، شرق و غرب است، بنابراین در شرایط بحران، این محدوده‌ها از تاب‌آوری خیلی خوبی به لحاظ اسکان موقت برخوردار خواهند بود. یکی از مؤلفه‌های دیگری که در این پژوهش مد نظر قرار گرفت زیرمعیار تراکم جمعیتی بود که با استفاده از داده‌های بلوک‌های جمعیتی اخذشده از سازمان فاوای شهرداری شیراز تهیه شد. نتایج این زیرمعیار نیز در شکل ۷ (ه) نشان داده شده است. مقدار پائین درجه‌ی عضویت زیرمعیار تراکم جمعیتی (۰/۲۶) در

بخش‌های میانی، جنوب شرق و جنوب غرب نیز مؤید تاب‌آوری ضعیف این محدوده‌ها از منظر شاخص تراکم جمعیتی است. زیرمعیار دیگری که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت تراکم فضاهای اشغال شده بود که شکل ۷ (و)، گویای وضعیت تاب‌آوری نامناسب در بخش مرکزی و جنوب شرق کلان‌شهر شیراز به لحاظ این زیرمعیار است. نقشه‌ی وضعیت محل سکونت (شکل ۷ ز) که حاصل همپوشانی مؤلفه‌های در نظرگرفته‌شده‌ی این بخش از پژوهش می‌باشد نشان می‌دهد بخش‌های میانی، جنوب شرق و جنوب غرب کلان‌شهر شیراز عموماً از درجات عضویت پایین و در نتیجه از تاب‌آوری کمتری برخوردارند. مشابه با نتایج این پژوهش، وانگ[1] و همکاران (۲۰۲۱) نیز به نقش توزیع تراکم ساختمانی و جمعیتی در شهر اسپونگ[2] چین و تاثیر آن‌ها بر اقلیم شهری و ظرفیت زهکشی این شهر اشاره نمودند. این پژوهشگران همچنین به نقش برنامه‌ریزی شهری و طراحی اصولی در ارتقاء تاب‌آوری شهرها تاکید بسیار زیادی دارند که از این حیث کلان‌شهر شیراز نیز بسیار درخور توجه است. کلان‌شهر شیراز نیز همانند شهر اسپونگ متاثر از فعالیت‌های انسانی متراکم می‌باشد که در کاهش تاب‌آوری این شهر در برابر سیلاب به ویژه در سال‌های اخیر بسیار تاثیرگذار بوده است. علاوه بر این، توسعه‌ی پیوسته‌ی شهری موجب افزایش سطوح غیرقابل نفوذ و ساختمان‌ها در این شهر شده که این عامل، محیط هیدرولوژیکی اصلی شهر را دستخوش تغییر نموده است.

تحلیل مکانی تاب‌آوری کالبدی مبتنی بر محدوده‌های در معرض خطر سیل

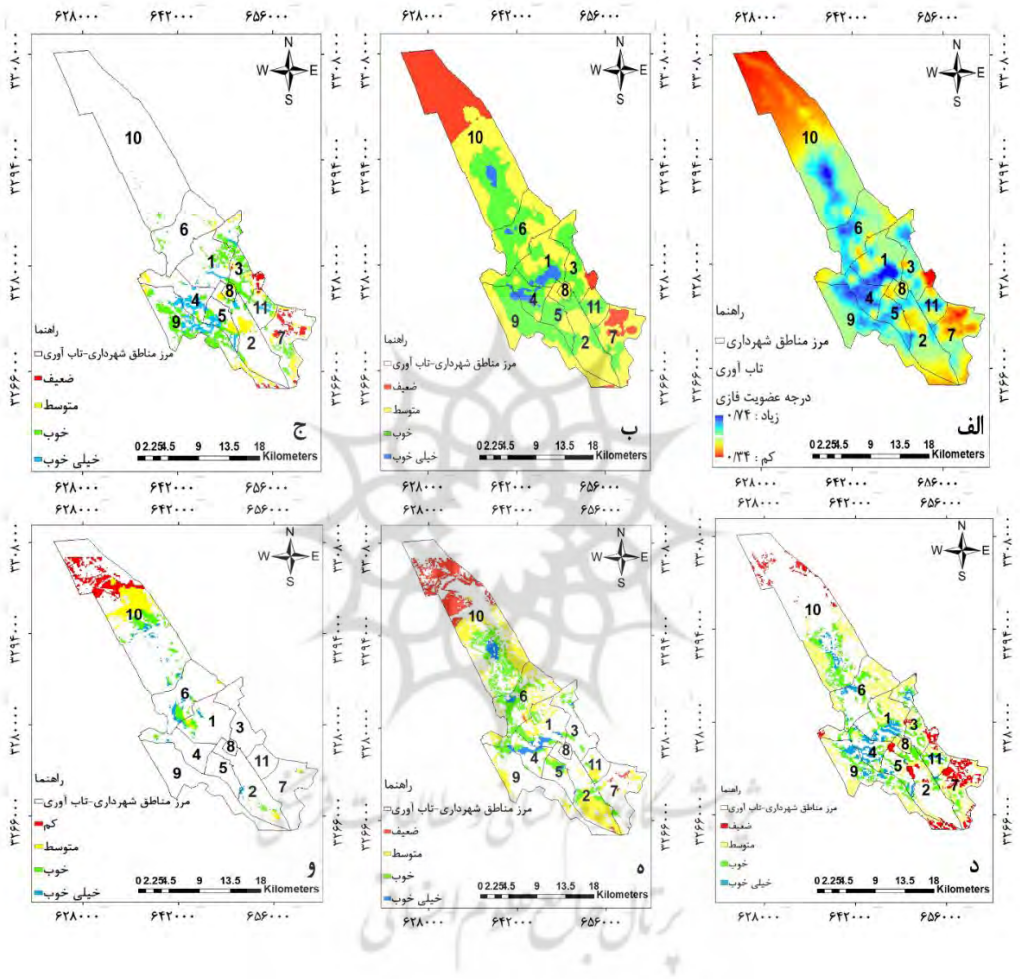
پس از تولید، فازی‌سازی و همپوشانی معیارهای سطح امدادرسانی، بافت فرسوده، وضعیت قرارگیری تجهیزات، سطح دسترسی و وضعیت محل سکونت؛ نقشه‌ی تاب‌آوری کالبدی کلان‌شهر شیراز (شکل ۸ الف و ب) تهیه شد. همان‌طور که در شکل ۸ (ب) مشاهده می‌شود عمده‌ی کلان‌شهر شیراز به لحاظ معیارها و زیرمعیارهای بررسی شده، در سطح تاب‌آوری کالبدی متوسط قرار دارد (۴۴/۹۷ درصد، لکه‌های زرد). تاب‌آوری ضعیف نیز عموماً در شرق و شمال غرب شهر دیده می‌شود (۱۶/۹۸ درصد، لکه‌های قرمز). تنها ۳/۴۶ درصد کلان‌شهر شیراز از تاب‌آوری خیلی خوبی برخوردار است (لکه‌های آبی) و ۳۴/۵۹ درصد نیز در سطح خوب قرار گرفته است (لکه‌های سبز). به منظور ارزیابی وضعیت تاب‌آوری در مناطق در معرض خطر سیل، پلی‌گون محدوده‌های در معرض خطر خیلی زیاد سیل، زیاد، متوسط و کم با لایه‌ی تاب‌آوری همپوشانی داده شد و سطوح مختلف تاب‌آوری (ضعیف، ۸ ج؛ متوسط، ۸ د؛ خوب، ۸ ه؛ و خیلی خوب، ۸ و) در این محدوده‌ها مورد شناسایی قرار گرفت. همانطور که در شکل ۸ (ج) مشاهده می‌شود محدوده‌های واقع در بخش‌های جنوب شرق منطقه‌ی ۳ شهرداری و همچنین بخش‌های شمالی، شمال غربی و شمال شرقی منطقه‌ی ۷، از سطح تاب‌آوری ضعیفی برخوردارند. در محدوده‌های مستعد خطر زیاد سیل (شکل ۸ د) نیز در منطقه‌ی ۷، قسمت‌های شمالی، شمال

1- Wang
2- Spong

غرب، شمال شرق و همچنین بخش کوچکی در جنوب این منطقه دارای حداقل میزان تاب‌آوری در مقابله با سیل می‌باشند. همچنین در این نقشه (شکل ۸ د)، محدوده‌های واقع در جنوب شرق منطقه‌ی ۳، شمال و شمال غرب منطقه‌ی ۲ و همچنین بخش‌های شمالی و شمال غرب منطقه‌ی ۱۰ از میزان تاب‌آوری ضعیفی برخوردارند.

در شکل ۸ (ه)، پهنه‌های مستعد خطر متوسط سیل مشاهده می‌شوند. در این نقشه (شکل ۸ ه)، تاب‌آوری ضعیف در بخش‌های شمالی، شمال شرق و بویژه شمال غرب منطقه‌ی ۱۰ دیده می‌شود. قسمت‌های کمی نیز در منطقه‌ی ۲ و ۷ به صورت لکه‌های قرمز به چشم می‌خورد. در شکل ۸ (و) نیز محدوده‌های مستعد خطر کم سیل نشان داده شده است که در این نقشه (شکل ۸ و) بخش‌های شمالی و شمال غرب کلان‌شهر شیراز از تاب‌آوری ضعیفی برخوردارند. در جدول (۱)، مقادیر درصد هر سطح تاب‌آوری مبتنی بر نوع خطر سیل آمده است. نتایج نشان می‌دهد در محدوده‌های در معرض خطر خیلی زیاد سیل، تنها ۲/۸۳ درصد از پهنه‌ها از سطح تاب‌آوری خیلی خوبی برخوردارند و تقریباً نیمی از این پهنه‌ها نیز به لحاظ تاب‌آوری از شرایط خوب (۴۴/۵۱) و متوسطی (۴۶/۲۶) برخوردارند. در محدوده‌های در معرض خطر زیاد، متوسط و کم نیز بخش عمده‌ی سطح تاب‌آوری از میزان متوسطی برخوردار می‌باشد لذا می‌بایست تدابیری در بخش اجراء و در سطوح مدیریتی شهرستان به منظور ارتقاء سطح تاب‌آوری در مقابله با سیل به‌ویژه در محدوده‌های در معرض خطر خیلی زیاد، زیاد و متوسط، مد نظر مدیران قرار گیرد. در مقایسه با نتایج سایر کارهای صورت‌پذیرفته در دنیا در رابطه با ارتقاء تاب‌آوری شهرها در برابر سیل و تشابه نتایجشان (فرناندو[1]، ۲۰۱۶؛ گائو و همکاران، ۲۰۲۲؛ ژانگ[2] و همکاران، ۲۰۲۲) با پژوهش حاضر، مواردی نظیر طراحی بام‌های سبز[3]، احداث مخازن جمع‌آوری آب باران[4] در مقیاس محله، اتخاذ راهکارهای افزایش سطوح قابل نفوذ شهری، طراحی سیستم‌های مدیریت رواناب سطحی ناشی از بارندگی و همچنین ارتقاء سیستم‌های زهکشی، مد نظر پژوهشگران این پژوهش برای کلان‌شهر شیراز نیز می‌باشد.

1- Fernando
2- Zhang
3- Green Roofs
4- Rainwater tanks



شکل (۸): نقشه‌ی فازی‌سازی‌شده‌ی تاب‌آوری (الف)، تاب‌آوری کلان‌شهر شیراز (ب)، سطح تاب‌آوری در محدوده‌های در معرض خطر خیلی زیاد سیل (ج)، زیاد (د)، متوسط (ه) و کم (و)

Fig (8): fuzzified resilience map(a), resilience of Shiraz metropolitan (b), resilience level in the area exposure to very high-risk flood (c), high, medium (d) and low (e)

جدول (۱): سطوح مختلف تاب‌آوری کالبدی کلان‌شهر شیراز در محدوده‌های در معرض خطر سیل

Table (1): Different levels of physical resilience of Shiraz metropolis in flood risk areas

محدوده‌های در معرض خطر	سطح تاب‌آوری				مجموع (درصد)
	ضعیف	متوسط	خوب	خیلی خوب	
خیلی زیاد	۶/۴۰	۴۶/۲۶	۴۴/۵۱	۲/۸۳	۱۰۰
زیاد	۷/۳۲	۴۸/۵۱	۴۰/۲۲	۳/۹۵	۱۰۰
متوسط	۱۷/۶۹	۴۲/۹۹	۳۴/۷۰	۴/۶۲	۱۰۰

کم	۳۷/۷۳	۴۸/۸۶	۱۳/۲۰	۰/۲۱	۱۰۰

۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

این پژوهش با هدف شناسایی محدوده‌های با میزان تاب‌آوری مختلف در مناطق یازده‌گانه شهر شیراز در زمان مواجهه با خطر سیل، به منظور اتخاذ سیاست‌ها و برنامه‌های مناسب برای کاهش آسیب‌پذیری و افزایش تاب‌آوری انجام شد. نتایج این پژوهش حاکی از این است که در پهنه‌های در معرض خطر خیلی‌زیاد سیل، محدوده‌های واقع در بخش‌های جنوب شرق منطقه‌ی ۳ شهرداری و همچنین بخش‌های شمالی، شمال غربی و شمال شرقی منطقه‌ی ۷، از سطح تاب‌آوری ضعیفی برخوردارند.

در محدوده‌های مستعد خطر زیاد سیل نیز در منطقه‌ی ۷، قسمت‌های شمالی، شمال غرب، شمال شرق و همچنین بخش کوچکی در جنوب این منطقه دارای حداقل میزان تاب‌آوری در مقابله با سیل می‌باشند. همچنین محدوده‌های واقع در جنوب شرق منطقه‌ی ۳، شمال و شمال غرب منطقه‌ی ۲ و همچنین بخش‌های شمالی و شمال غرب منطقه‌ی ۱۰ از میزان تاب‌آوری ضعیفی برخوردار بودند. نتایج این پژوهش نشان داد در محدوده‌های در معرض خطر خیلی زیاد سیل، ۲/۸۳ درصد از پهنه‌ها از سطح تاب‌آوری خیلی خوب، ۴۴/۵۱ درصد در سطح خوب و ۴۶/۲۶ درصد در سطح متوسط قرار داشتند. لذا می‌بایست تدابیری در بخش اجراء به منظور ارتقاء سطح تاب‌آوری در مقابله با سیل به‌ویژه در محدوده‌های در معرض خطر خیلی زیاد، زیاد و متوسط، مد نظر مدیران اجرایی و سازمان‌های مسئول قرار گیرد. به طور کلی مواردی برای تاب‌آوری شهرها در مقابل خطرات به عنوان اصل باید مد نظر قرار گیرند که مهمترین این موارد را می‌توان شامل نظم و هماهنگی، اختصاص بودجه، توجه به نگهداری به روز داده‌ها در مورد خطر و آسیب‌پذیری و نیز تهیه ارزیاب‌های خطرپذیری و استفاده از آن به عنوان پایه‌ای برای برنامه‌های شهرسازی و تصمیم‌گیری، سرمایه‌گذاری و حفظ زیرساخت‌های حیاتی برای کاهش خطرپذیری، ارزیابی ایمنی اماکن دارای کاربری‌های مختلف به ویژه درمانی و آموزشی، کاربرد و اجرای مقررات ساختمانی و اصول برنامه‌ریزی کاربری اراضی مطابق با خطرپذیری احتمالی، شناسایی اراضی ایمن برای شهروندان کم‌درآمد و ارتقاء شهرک‌های غیرقانونی و غیررسمی، فرهنگ‌سازی برای توجه مردم به مسأله شهرهای تاب‌آور در موقع بحران، شناسایی کانون‌های بالقوه بروز حوادث در شهرها دانست. همچنین از مسائل مهم در تاب‌آوری شهرها توجه به زیرساخت‌های شهری است که دارای اهمیت بسیار است. اما موضوع تاب‌آوری شهرها هنوز در ساختار نظام برنامه‌ریزی کشور کمتر مورد توجه قرار گرفته است و متأسفانه بر اساس استانداردها شهرهای کشور و به ویژه کلان‌شهرها، تاب‌آوری لازم در برابر بسیاری بحران‌ها از جمله سیل (موضوع پژوهش حاضر) را ندارند. شاید بتوان عمده مشکلات ایجاد شده در شهرهای کشور در زمان بحران به ویژه در زمان سیل را در

ضعف‌های اساسی طرح‌های بالادستی توسعه‌ی شهر و نادیده‌گرفتن بحث‌هایی از قبیل هیدرولوژی و مهار سیلاب-ها در مطالعات جامع دانست. مکان‌یابی در بحث‌های شهرسازی و ساخت و ساز شهری، مطلبی بسیار حائز اهمیت است که در توسعه‌های شهری به دست فراموشی سپرده شده است. همین مسأله را می‌توان در آسیب-شناسی برای چرایی کاهش تاب‌آوری ساختمان در ساخت و سازها در زمان سیل مد نظر قرار داد. از سویی دیگر توجه به پیکر شهر و نیز کیفیت ساخت از موارد مهمی است که مهندسان حوزه ساختمان بایستی مد نظر داشته باشند. ساختمان نیز به عنوان یکی از عناصر تشکیل‌دهنده شکل شهر می‌باشد که در تاب‌آوری شهر نقشی مؤثر دارد. می‌توان مؤلفه‌هایی از قبیل کیفیت ساخت، کیفیت مصالح ساختمانی، قدمت ساختمان، تعداد طبقات و مساحت و تراکم ساختمان، تناسب فضای پُر و خالی در شهرسازی را در تاب‌آوری کالبد شهر حائز اهمیت دانست. همچنین آشنایی مردم و شهروندان با کیفیت مطلوب ساخت و ساز می‌تواند در ارائه کیفیت ساخت مطلوب و نیز ایمن تأثیر بسزایی داشته باشد. ضمن توجه به موارد فوق، پیشنهادات اجرایی منتج از این پژوهش برای متولیان مدیریت بحران کلان‌شهر شیراز به شرح ذیل است:

۱- احداث ایستگاه آتشنشانی در مناطق ۱۰، ۱۱، بخش جنوبی منطقه‌ی ۹، بخش شرقی منطقه‌ی ۷، بخش‌های شرقی و غربی منطقه‌ی ۱ پیشنهاد می‌شود.

۲- تمرکز پایگاه‌های خدمات اورژانس شهری در مناطق ۸، ۱۱، ۳، ۶، ۱ و بخش شمالی منطقه‌ی ۲ می‌باشد. سایر مناطق از این خدمات محرومند. لذا احداث آن‌ها پیشنهاد می‌شود.

۳- عمده‌ی تمرکز مراکز درمانی در مرکز شهر می‌باشد (مناطق ۸، ۱، ۴ و ۵). سایر مناطق محرومند. لذا احداث آن‌ها در این مناطق محروم پیشنهاد می‌شود.

۴- عمده‌ی تمرکز بیمارستان‌ها در مناطق ۱، ۳ ،۶ و ۸ است. سایر مناطق محرومند. لذا احداث آن‌ها پیشنهاد می‌شود.

۵- عمده‌ی تمرکز پایگاه‌های نیروی انتظامی در مناطق ۱، ۳، ۵ و ۸ است. سایر مناطق از این خدمات محرومند. لذا احداث آن‌ها پیشنهاد می‌شود.

۶- احداث انبارهایی جهت نگهداری ماشین‌آلات و تجهیزات بحران علاوه بر انبارهای موجود در مراکز مناطق شهرداری، پیشنهاد می‌شود.

۷- به مناطق ۸ و ۱ به لحاظ عرض معبر کم توجه ویژه شود تا در مواقع بحران به لحاظ سطح دسترسی مشکلات کمتری به‌وجود آید.

۸- اسکان موقت به لحاظ تعداد پارک‌ها، میادین و سالن‌های ورزشی، در مناطق ۸، ۱۱، ۵، ۴، بخش شمالی منطقه‌ی ۲ و بخش جنوبی منطقه‌ی ۳ مطلوب است. سایر مناطق محرومند. لذا احداث سالن‌های ورزشی بیشتر پیشنهاد می‌شود.

۹- متولیان امر بایستی نسبت به بافت‌های شهری به ویژه بافت‌های قدیمی و همچنین بافت‌های تاریخی این شهر نگاهی خاص داشته و در راستای ارتقاء تاب‌آوری آن‌ها کوشا باشند. در این رابطه استفاده از سیستم‌های سازه‌ای مناسب جهت به حداقل رساندن تاثیر سیلاب به ساختمان‌ها پیشنهاد می‌شود.

۱۰- توسعه‌ی سطوح ساختمانی منجر به توسعه‌ی بی‌حد و مرز سطوح غیرقابل نفوذ در کلان‌شهر شیراز شده که منجر به تشدید رواناب‌ها و سیلاب‌های شهری می‌شود. لذا رعایت قوانین و اصول ساخت و ساز شهری به مجریان این امر جهت جلوگیری از تشدید رواناب پیشنهاد می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۵-منابع

Abdolazimi, H., Shahinifar, H.R., Noroozi, H., and Emtehani, M.R. (2022). Site selection of emergency drinking water supply tanks in earthquake-post conditions, a case study of Shiraz. Vol.11, Issue 3.129-148. [In Persian]. https://dx.doi.org/10.22111/jneh.2022.37402.1762.

Abdolazimi, H., Roshun, H., S.A, Shamsniya, and Shahinifar, H.R. (2021). Identification of Potential Areas to Flood Inundation in Shiraz City Using TOPSIS-GIS. Hydrogeomorphology, Volume 7, Issue 25, Number 25, 139-159 .[In Persian]. https://dx.doi.org/10.22034/hyd.2021.43413.1565.

Ahamed, T.N., Rao, K.G., Murthy, J. (2000): GIS-based fuzzy membership model for crop-land suitability analysis. Agricultural systems 63, 75-95. https://doi.org/10.1016/S0308521X(99)00036-0.

Amirahmadi A., Keramati S., and Ahmadi, T. (2012). Micro zoning of Flood Hazard in Neyshabur to Urban Development. Volume 2, Number 7, 91-110. 20.1001.1.22285229.1390.2.7.6.4. [In Persian] https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=303393.

Arkhodi, M., Boroumand, R., and Akbari, E. (2020). Explaining the resilience of rural areas against natural hazards with emphasis on theflood. Journal of Natural Environmental Hazards, Volume 9, Issue 23, 151-172. [In Persian] https://dx.doi.org/10.22111/jneh.2019.30067.1525.

Asadafrooz, A., Motedayen, H., Masnavi, M.R., and Mansoori, S.A. (2020). Shiraz Environmental Resilience of the March 2019 Flood Hazards; through Landscape Approach, Systems Theory, and DPSIR Model. *Environmental Hazard Management*. Volume 7, Issue 1, 55-75 .[In Persian]

https://dx.doi.org/10.22059/jhsci.2020.301219.556.

Eghbali, M., Motevali, S. Janbaz Ghobadi, G.R., Gholami, S. (2021). resilienee The of Border Cities Against Floods Case Study: Border City of Mahmudabad. Vol. 9, No.3. [In Persian]. http://dor.net/dor/20.1001.1.23454512.1400.9.3.1.7.

Esmaili, R., Ghorayshvandi, M., and Jokar Sarhangi, E. (2019). The Identification and Ranking of Flood-Prone Areas in the Alluvial Fans, North of Izeh, Khuzestan Province. Hydromorphology, Volume 5, Issue 17, serial number 17, 163-183. [In Persian]. https://hyd.tabrizu.ac.ir/article_8609.html?lang=en#:~:text=20.1001.1.23833254.1397.5.17.9.9

Ghanbari, A., Zolfi, A. (2015). Assessment of urban vulnerability to earthquakes with emphasis on urban crisis management (a case study of Kashmar). Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards, 1(4), pp 59-74, [In Persian]. http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2460-en.html.

Khaledi Sh., Ghahroodi Tali M., Farahmand Gh. (2019). Measuring and Evaluating the Resilience of Urban Areas against Urban Flooding (Case Study: Urmia City). SUSTAINABLE

DEVELOPMENT OF GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT, 1, 1-15. [In Persian]. https://dx.doi.org/10.52547/sdge.2.3.169.

Madadi, A., Piroozi, E., and Aghayari, L. (2019). Flood Hazard Zonation by Combining SCS-CN and WLC Methods (Case study: Khiyave Chay Meshkinshahr Basin). Hydrogeomorphology, Volume 5, Issue 17, Serial Number 17, 85-102. [In Persian]. https://dorl.net/dor/20.1001.1.23833254.1397.5.17.5.5.

Nasr, T. (2019). The Significance of Future Studies in Urban Sustainable Development Scenarios (Case Study: Shiraz City). International Journal of Urban and Rural Management, 18(55), 189-208. HTTP://IJURM.IMO.ORG.IR/BROWSE.PHP?A_ID=2584&SID=1&SLC_LANG=FA [In Persian]. HTTP://IJURM.IMO.ORG.IR/BROWSE.PHP?A_ID=2584&SID=1&SLC_LANG=FA.

Noori, M., Rezaei, M.R., and Asgari, E. (2020). Structural-Interpretive Modeling Factors Affecting the Physical and Social Resilience of Shiraz to Natural Disasters of Flood. Urban Social Geography, 7(2), 149-172. [In Persian]. DOI: 10.22103/JUSG.2020.2024.

Pourmohammadi, M.R., Mosayebzadeh A. (2009). The Vulnerability of Iranian Cities against Earthquake and the Role of Neighborhood Participation in Providing Assistance for Them. GEOGRAPHY AND DEVELOPMENT. Volume 6, Number 12Y 117-144. [In Persian]. https://gdij.usb.ac.ir/article_1246.html.

Rezaei Moghaddam, MH., Hejazi, A., Valizadeh Kamran, K., and Rahimpour, T. (2020). Flood Analysis of Subbasins Using WASPAS Model (Case Study: Aland Chai Basin, Northwest of Iran). *Hydrogeomorphology*, Volume 7, Issue 24, December 2020, 83-106. [In Persian] . https://dx.doi.org/10.22034/hyd.2020.39815.1534

Shamai, A., Mirzazadeh, H. (2019). Spatial analysis of Tabriz region's resilience against the earthquake. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 8(20), pp 245-266, [In Persian]. DOI:10.22111/JNEH.2019.25449.1415.

Zayyari, K., Ebrahimipoor, M., Pourjafar, M.R., and Salehi, E. 2020. Explaining

Strategies for Increasing Physical Resilience against Flood Case Study: Cheshmeh Kile River, Tonekabon River. *Journal Sustainable City*, 3: 89-105. [In Persian].

https://dx.doi.org/10.22034/jsc.2019.186626.1014.

Baud, I., Sridharan, N., and Peffeffer, K. (2008). Mapping urban poverty for local governance in an Indian mega-city: The case of Delhi. Urban Studies, 45(7), 1385-1412. https://doi.org/10.1177%2F0042098008090679.

Bierman, S.M. (1997). The strategic identification of suitable land for low-income residential development. *South African Geographical Journal*, 79(3), 188-194.

Carsjens, G.J., and Ligtenberg, A. (2007). A GIS-based support tool for sustainable spatial planning in metropolitan areas. *Landscape and Urban Planning*, 80(1-2), 72-83. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.06.004.

Farhadi, H., Esmaeily, A., Najafzadeh, M., (2022). Flood monitoring by integration of Remote Sensing technique and Multi-Criteria Decision Making method. Computers & Geosciences 160, 105045. https://doi.org/10.1016/j.cageo.2022.105045.

Gao, M., Wang, Z., and Yan, H. (2022). Review of Urban Flood Resilience: Insights from Scientometric and Systematic Analysis. International Journal of Environmental Research and Public Health, *Res. Public Health*, 1-19, 8837. https://doi.org/10.3390/ ijerph19148837.

Garschagen, M. (2011). Resilience and organizational institutionalism from a cross-cultural perspective: an exploration based on urban climate change adaptation in Vietnam, *Natural Hazards*, 67(1), pp 25-46.
DOI: 10.1007/s11069-011-9753-4.

Li, D.; Zhu, X.; Huang, G.; Feng, H.; Zhu, S.; Li, X. (2022). A hybrid method for evaluating the resilience of urban road traffic network under flood disaster: An example of Nanjing, China. Environ. Sci. Pollut. Res, 29, 46306–46324.

Fernando, M.P. (2016). Flood resilience: A new paradigm for urban design / Resiliencia a inundaciones: nuevo paradigma para el diseño urbano. http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.2.8.

Moradpour, N. Pourahmad, A. Hataminejad, and H. Sharifi, A. (2022). An overview of the state of urban resilience in Iran. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*.
http://dx.doi.org/10.1108/IJDRBE-01-2022-0001.

Reinhard, P. (2020). Quantifying resilience in hydraulic engineering: Floods, flood records, and resilience in urban areas. WIREs Water, 7. https://doi.org/10.1002/wat2.1431.

Su, C.-M., Chang, K.-Y., Cheng, C.-Y., (2012). Fuzzy decision on optimal collision avoidance measures for ships in vessel traffic service. *Journal of Marine Science and Technology* 20, 5. https://jmstt.ntou.edu.tw/journal/vol20/iss1/5.

Zarea, N., and Talebbeydokhti, N. (2018). Policies and governance impact maps of floods on metropolitan Shiraz (the first step toward resilience modeling of the city). *International Journal of Disaster Risk Reduction* 28 298–317. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.03.003.

Zhang, J. Wang, H., Huang, J., Sun, D., and Liu, G. (2022). Evaluation of Urban Flood Resilience Enhancement Strategies—A Case Study in Jingdezhen City under 20-Year Return Period Precipitation Scenario. *International Journal of Geo-Information*. 11, 285. https://doi.org/10.3390/ijgi11050285.

Wanga, Y., Liua, Z., Wanga, G, and Xueb, W. (2021). Cellular based-automata framework for evaluating mitigation strategies of sponge city. *Science of the Total Environment*, 796, 1. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148991.