مقاله کامل علمی پژوهشی

مجله آمایش جغرافیایی فضا
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان
سال یازدهم/ شماره مسلسل چهلم و یکم/ پاییز ۱۴۰۰ / صفحات: ۶۸-۴۳

تبیین الگوی سنجش تاب‌آوری کالبدی شهرهای رودخانه محور در برابر اثرات سیل نمونهٔ مورد مطالعه: شهر تنکابن

مرضیه ابراهیمی‌پور[۱]، کرامت‌اله زیاری[۲]*، داریوش اردلان[۳]

[۱]دکترای شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد واحد قزوین، قزوین، ایران
[۲]استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
[۳]استادیار، گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، واحد قزوین- مرکز شال، دانشگاه آزاد اسلامی، شال، ایران
تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۸/۱

چکیده

سیل یکی از مخرب‌ترین مخاطرات طبیعی است. بشر امروزی به طور کامل نتوانسته است این پدیدهٔ طبیعی را مهار کند؛ به‌همین دلیل به دنبال راه حلی است تا بتواند خطرهای ناشی از سیل را کاهش و تحمل‌پذیری خود را در برابر آن افزایش دهد. هدف ازاین پژوهش، تبیین الگوی سنجش تاب‌آوری کالبدی دربرابر سیل به‌منظور بهبودی سریع از شوک‌ها، فشارهای متعدد و بهبود عملکرد آن درطی زمان است. این پژوهش به‌لحاظ هدف کاربردی و به‌لحاظ روش انجام کار، توصیفی–تحلیلی است. جامعه‌آماری تحقیق، کارشناسان امورشهری می‌باشند. به‌منظور شناسایی متغیرها و شاخص‌های ضروری، پس‌از استخراج آنها از مبانی‌نظری، با روش تحلیل روایی محتوایی، اثرگذارترین آنها شناسایی شده‌اند. بررسی پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد، آنها در ارائه یک الگوی منسجم جهت بررسی خطر سیل در پهنه‌های مختلف شهر و تبیین شاخص‌ها و متغیرهای مؤثر برای ارزیابی هر پهنه ضعیف بوده‌اند، لذا به‌منظور پهنه‌بندی خطر سیل در بافت اطراف رودخانه چشمه‌کیله، از نرم‌افزار شبیه‌سازی جریان‌رودخانه (HEC_GEORAS) استفاده گردید، که بر این اساس سه پهنه خطر سیل تعیین گردید. ساختار الگوی پیشنهادی و الگوریتم‌های ارزیابی آن، بر مبنای یک مدل‌سازی آماری در محیط نرم‌افزار جی‌آی‌اس می‌باشد، که به‌صورت دقیق بافت‌شهری پیرامون رودخانه را براساس شدت‌خطر، پهنه‌بندی کرده و نقاط آسیب‌پذیر را به‌صورت دقیق مشخص می‌نماید. الگوی‌پیشنهادی، روش‌های رایج‌کنونی در محدودشدن پهنه‌های اطراف رودخانه به دودسته‌ی درون و بیرون حریم‌رودخانه کنار گذاشته و با توجه به‌میزان شدت خطر هر عارضه‌شهری اعم از معابر یا ابنیه مستقر در آن را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. نتایج تحقیق نشان داد حریم موجود با پهنه‌بندی ناشی از مدل‌سازی تناسب ندارد. ازطرف‌دیگر، بررسی تاریخی سیلاب‌های گذشته، بیانگر تشابه محدوده‌های آسیب‌دیده با خروجی نرم‌افزار است. در تمامی پهنه‌ها بیشترین آسیب‌پذیری به علت عدم‌وجود شبکهٔ هدایت آب‌های‌سطحی، ساخت‌وساز غیراستاندارد ابنیه و محدودیت‌های شبکهٔ معابر است که برشدت بحران درزمان بروز حادثه می‌افزایند. وجود قطعه زمین‌های درشت‌دانه درتمامی پهنه‌ها نیز نقطهٔ قوت مشترک تمام آنهاست که فرصتی برای اصلاح بافت در آینده را فراهم می‌آورد.

واژه‌های کلیدی: تاب‌آوری کالبدی، پهنه‌بندی بافت شهری، سیلاب، رودخانه چشمه کیله

*نویسنده مسئول: zayyari@ut.ac.ir

مقدمه

سوانح طبیعی در دنیا همواره چالشی بزرگ در راه توسعهٔ پایدار بوده‌اند. تاب‌آوری یک مفهوم کلیدی به‌منظور عملی نمودن پایداری می‌باشد و بیان می‌کند که چگونه یک سیستم در برابر اختلالات و شوک‌های وارده ایستادگی می‌کند و به تعادل می‌رسد و یا خود را با شرایط جدید سازگار می‌سازد.

امروزه شهرها در سراسر جهان به دلایل متعددی ازجمله نوع مکان‌یابی، توسعهٔ فیزیکی نامناسب، عدم رعایت استانداردهای ساخت‌وساز و غیره، در معرض خطرات و آسیب‌های ناشی از حوادث طبیعی قرار دارند. هر رخداد طبیعی غیرمترقبه و در مواردی ناگهانی، که سبب تضعیف و نابودی توانمندی‌های اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی (مانند خسارات جانی و مالی، تخریب تأسیسات زیر بنائی، منابع اقتصادی و زمینه‌های اشتغال جامعه) گردد، به‌عنوان حوادث طبیعی تعریف می‌شود که از مصادیق بارز آن می‌توان زلزله، سیل، خشکسالی، پیشروی آب دریا ، آتشفشان، لغزش لایه‌های زمین، رانش، طوفان و آفات طبیعی را نام برد. مخاطرات طبیعی پتانسیل این امر را دارند که در نبود سیستمهای تقلیل، به سوانحی هولناک بدل شوند. اگرچه برخی از ابزارهای پیش‌بینی کننده به کار گرفته شده‌اند، اما واقعیت این است که مخاطرات آتی را نمی‌توان بر اساس شواهد پیش‌بینی کرد و همچنین نمی‌توان به‌راحتی حالت، اندازه و مکان این مخاطرات را از پیش بیان کرد. بنابراین افزایش یا بهبود توان ظرفیتی یک سیستم برای ایستادگی و بازیابی در برابر مخاطرات بسیار مهم است.

کشور ایران از جمله مناطق با پتانسیل بالا ازنظر حادثه‌خیزی و مواجه‌شدن با بحران است، بااین‌وجود امروزه به آن اندازه که به اقدامات بعد از بحران توجه می‌شود به اقدامات قبل از بحران توجهی نمی‌شود و همین موضوع باعث افزایش میزان خسارت‌های مالی و جانی شده که در دهه‌های گذشته در مناطق مختلف کشور به وقوع پیوسته است.

سیل بزرگ‌ترین و مهم‌ترین بحران اقلیمی است، که همه‌ساله جان هزاران نفر را می‌گیرد و خسارات فراوان به جامعهٔ انسانی و محیط‌زیست وارد می‌سازد. این پدیده از گذشته‌های بسیار دور همواره انسان را به هراس انداخته است. با تمام تلاشی که برای مهار این پدیده صورت گرفته، میزان خسارت ناشی از آن همچنان در حال افزایش است. وقوع سیلاب‌های عظیم بیانگر این واقعیت است که از جاری شدن سیل به‌طور قطعی نمی‌توان جلوگیری کرد، بلکه با اقدامات مدیریتی مفید می‌توان از ورود تلفات و خسارات ناشی از آن جلوگیری به عمل آورد. به‌عبارت‌دیگر، سیل را باید پذیرفت و اصطلاحاً" باید با آن کنار آمد. طغیان آب و سرازیر شدن سیل به اماکن مسکونی، ازجمله حوادث طبیعی شایع در ایران پس از زلزله است که حیات بشر را به مخاطره می‌اندازد. با توجه به این نکته که کشور ایران یکی از نواحی عمده سیل‌خیز جهان محسوب می‌شود، و هرسال ، سیلابی مخرب منطقه‌ای از این کشور را بحران‌زده می‌کند، بررسی و توجه به شناخت این پدیده از اهمیت خاص برخوردار است. به گزارش پایگاه اطلاع‌رسانی سازمان مدیریت بحران کشور، در سیلاب‌های اسفندماه ۱۳۹۷ و فروردین ۱۳۹۸ در ایران، ۲۵ استان از ۳۱ استان کشور به‌طور هم‌زمان یا در فاصله زمانی کوتاه دچار سیل شده و ۲۳۵ شهر و ۴۳۰۴ روستا تحت تأثیر خسارات سیل قرارگرفته‌اند. ازنظر خسارات جانی، ۷۸ نفر کشته و حدود هزار نفر زخمی و بیش از ۱۰ میلیون نفر تحت تأثیر مستقیم و غیرمستقیم این سیل قرارگرفته‌اند؛ همچنین حدود ۴۰۰ هزار نفر تخلیه، ۴۰ هزار واحد مسکونی شهری و روستایی نیاز به بازسازی کامل و ۴۱ هزار واحد مسکونی شهری و روستایی نیازمند تعمیر شدند. برآورد اولیه نشان می‌دهد عمده‌ترین دلایل تخریب سیلاب‌های اخیر، کاهش آب‌گذری رودخانه‌ها به‌واسطهٔ تجمع رسوبات و عدم لایروبی، شدت و حجم زیاد بارش، ساخت‌وساز در حریم رودخانه‌ها و کشاورزی در حریم رودخانه بوده است (سازمان مدیریت بحران، بازیابی شده در تاریخ فروردین ۱۳۹۸). یکی از شهرهایی که در زمینه سیلاب دچار مشکل است، شهر تنکابن در استان مازندران است. در این شهر، طی یک دههٔ گذشته

بیش از سه سیلاب بزرگ در محدودهٔ رودخانه چشمه‌کیله رخ‌داده که خسارت‌های مالی شدیدی در ابعاد مختلف به‌جای گذاشته است. آخرین مورد مربوط به سیلاب زمستان ۱۳۹۷ و بهار ۱۳۹۸ است که برآورد میزان خسارت‌های مالی توسط اداره آب منطقه‌ای بیش از ۱۷۰ میلیارد تومان بوده است (اداره آب منطقه تنکابن، گزارش برآورد خسارات سیلاب در شهر تنکابن، ۱۳۹۸). این مسئله نشان می‌دهد عدم توجه به آسیب‌پذیری شهر نسبت به سیلاب‌های گذشته، سبب تکرار هزینه‌ها و خسارت‌ها در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت شده و شهر را از حالت تاب‌آوری خارج کرده است. با تائید این فرضیه که نمی‌توان سکونتگاههای شهری را از حاشیه رودخانه جابه‌جا کرد، بلکه باید شرایطی را به وجود آورد که این سکونتگاههای در معرض خطر را تاب‌آور کرد.

لذا هدف اصلی در این پژوهش، تبیین الگویی جهت سنجش تاب‌آوری کالبدی در شهر تنکابن در مقابل سیل است. اگرچه هر شهر ویژگی منحصربه‌فرد خود را دارد، اما چنین الگویی می‌تواند راهنمایی برای سایر شهرهای رودخانه محور نیز باشد. بنابراین نوآوری پژوهش حاضر تلفیق استفاده از داده‌های هیدرولیکی، نرم‌افزارهای مدلسازی ریاضی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، جهت تدوین الگویی است که وضعیت شهر را به صورت کلی و هم در تک تک عناصر سازندهٔ آن در زمان بروز سیلاب تحلیل نماید و نشان دهد برای رسیدن به تاب‌آوری در برابر سیلاب هر قسمت از بافت شهری باید در چه شاخص‌هایی تقویت شود.

مبانی نظری

حفظ جان شهروندان در هنگام بروز حوادث غیرمترقبه، یک چالش اساسی در همهٔ کشورها ی دنیاست (تقیلو، مفرح بناب، مجنونی توتاخانه و آفتاب، ۱۳۹۸). در سطح جهانی تغییرات چشمگیری در نگرش به مخاطرات دیده می‌شود. به‌طوری‌که دیدگاه غالب تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر پیداکرده است. براساس این نگرش برنامه‌های کاهش مخاطرات باید به دنبال ایجاد و تقویت ویژگی‌های جوامع تاب‌آوری باشند و در زنجیره مدیریت سوانح به مفهوم تاب‌آوری نیز توجه کنند (Cuttrer, Burton, & Emrich,2008 : ۶۰۰). تاب‌آوری شهری یکی از رویکردهای مهمی است که ضامن بقای سکونتگاههای انسانی می‌شود (نظم‌فر و پاشازاده، ۱۳۹۷ : ۱۰۳).

امروزه عمدتاً شهرها و جوامع سکونتگاهی در مکان‌هایی ایجاد یا بناشده‌اند که به لحاظ مخاطرات طبیعی در معرض وقوع انواع سوانح طبیعی و یا به دلیل پیشرفت تکنولوژی در معرض انواع سوانح انسان‌ساخت هستند. نگاهی که تاکنون در مدیریت سوانح و مدیریت شهری وجود داشته، نگاه مقابله‌ای و کاهش مخاطره بوده است. در این میان، مفهوم تاب‌آوری، مفهوم جدیدی است که بیشتر در مواجهه با ناشناخته‌ها و عدم قطعیت به‌کاربرده می‌شود (فرزاد بهتاش و همکاران،۱۳۹۰ : ۳۵).

تاب‌آوری به‌عنوان یک رویکرد نو در مواجهه با آشوب‌های محیطی، جایگزین مناسبی برای رویکردهای صلب و مهندسی تلقی می‌شود که می‌تواند در پروژه‌ها و طرح‌های گوناگون منظر در سراسر جهان مورد بهره‌برداری قرار گیرد (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۸: ۷۵). تاب‌آوری اقدامی مجرد و مقطعی پس از وقوع بحران نیست بلکه ویژگی ذاتی هر سیستم شهری است که بایستی واجد آن باشد. گاه این خصیصه‌ها در راستای توسعهٔ پایدار اجتماع است و گاه نیازمند طرح و برنامه‌ای جداگانه برای رسیدن به آن است .تاب‌آوری، یک ویژگی چندمحوری است و ابعاد مختلف یک سیستم شهری و یا یک اجتماع شهری بایستی در برابر بحران‌های طبیعی تاب‌آور باشند. تاب‌آوری ویژگی‌ای است که توصیف می‌کند که یک سیستم چقدر اختلال را بدون از دست دادن ساختار و عملکرد اصلی، می‌تواند جذب کند (قدیری و همکاران، ۱۳۹۰: ۴۰). بر این اساس یک سیستم تاب آور اختلالات را بدون تنظیم مجدد با ساختار و عملکرد جدید، تجربه می‌کند. این دیدگاه طرفدار وجود یک حالت پایدار ازنظر ثبات، کارایی و یا

به‌عنوان توانایی جذب فشار یا تغییر با حداقل اختلال است (Schuetze and Cheleeri, 2013:102).

از نظر گروهی دیگر، این مفهوم به معنای وجود چندین نقطه تعادل است و تاب‌آوری گذر میان این نقاط است (Allen, Birge, Bartelt-Hunt, Bevans & Burnett et al., 2016: 212). در واقع ورود واژۀ تاب‌آوری به مباحث مدیریت بحران و سوانح را می‌توان به‌عنوان تولد فرهنگی جدید در مدیریت بحران و سوانح در نظر گرفت. در اجلاس جهانی سال ۲۰۰۵ که تمرکز آن بر کاهش خطرات سوانح بود، تأکید گردید که موضوع تاب‌آوری می‌تواند در هر دو زمینه علمی و نظری کاهش خطرات سوانح جایگاه بیشتری را به خود اختصاص دهد.

در واقع شهر تاب‌آور، شبکه‌ای پایدار از سیستم‌های کالبدی و جوامع انسانی است. سیستم‌های کالبدی، مؤلفه‌های ساخته‌شده و طبیعی شهرند که شامل جاده‌ها، ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها، ارتباطات و تأسیسات تأمین انرژی و همچنین مسیرهای آب، خاک، توپوگرافی، جغرافیا و سامانه‌های طبیعی می‌شوند. درمجموع، سیستم‌های کالبدی به‌مثابه بدن شهر است، (استخوان‌ها، سرخرگ‌ها و ماهیچه‌هایش). در حین حوادث، سیستم‌های کالبدی باید باقی بمانند و در فشارهای شدید نیز به عملکرد خود ادامه دهند. شهر بدون سیستم‌های کالبدی تاب‌آوری در برابر حوادث بسیار آسیب‌پذیر خواهد بود.

تجارب پژوهشی و مدیریتی کشورهای مختلف نشان می‌دهد که اولین گام در جهت کاهش آثار زیان‌بار سیل، شناخت مناطق سیل‌گیر و پهنه‌بندی این مناطق ازلحاظ میزان خطر سیل‌گیری است تا بتوان بر اساس نتایج به‌دست‌آمده با مدیریت یکپارچه و برنامه‌ریزی شهری جامع مانع از آثار زیان‌بار سیلاب‌های شهری تا حد ممکن شد (احمدزاده و همکاران،۱۳۹۴: ۱۵). به‌عنوان‌مثال، کشور هلند با خطرات ناشی از سیلاب‌های ساحلی ،رودخانه‌ای و باران‌های سیل‌آسا مواجه است (Hegger, Green, Driessen, Bakker, Dieperink, et al., 2013: 4129).

در کشور هلند استراتژی آمادگی با اقداماتی مانند ساخت و نگهداری آب‌بند(دایک‌ها) ازنظر تاریخی غالب است. (Kaufmann, Doorn-Hoekveld, Gilissen and van Rijswick, 2016: 430). پیشگیری از خطر سیل از طریق برنامه‌ریزی فضایی پیشگیرانه در کشوری پرجمعیت مشکل است و در آن یافتن فضایی برای راه‌حل‌های طبیعی دشوار است؛ بنابراین کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد (Hegger, Driessen, Dieperink, Wiering, Raadgever, et al., 2014: 4200)؛ همچنین قوانین رسمی دربارۀ ساخت‌وساز در مناطق سیل‌گیر که توسط آب‌بندها محافظت نمی‌شود، وجود ندارد(Hegger et al., 2014 Kaufmann et al., 2016: 4221). استراتژی آمادگی در برابر سیل را می‌توان به‌عنوان قانونی در حال توسعه و نهادینه‌شده مشاهده کرد. وضع قوانین دفاع در برابر سیل نشان‌دهندۀ این ایده است که مدیریت سیلاب باید به دنبال بهره‌برداری و استفاده از زمین باشد، زیرا در سال‌های اخیر توجه بیشتری به اثرات استفاده از زمین برای مدیریت سیلاب شده است. کشور سوئد نیز در معرض خطرهای ناشی از سیلاب‌های رودخانه‌ای، دریایی و سواحل قرار دارد. بااین‌حال خطرات در این کشور متفاوت است. با توجه به تنوع و غیرقابل‌پیش‌بینی بودن خطرات سیل، دفاع و آمادگی موقت از ساختارهای دفاعی دائمی بیشتر کاربرد داشته است.

استراتژی‌های پیشگیری و کاهش خطرات سیل، در این کشور درحال‌توسعه ظهور است. این استراتژی‌ها به‌صورت صریح در قوانین گنجانده‌شده‌اند اما تاکنون به اقدام عمومی صورت نگرفته است (Ek, Goytia, Pettersson and Spegel, 2016: 201). در سوئد سیاست‌های ملی متداول و مجزایی در ارتباط باسیل وجود ندارد. علاوه بر این مدیریت ریسک سیلاب بسیار غیرمتمرکز است. درحالی‌که سطح ملی وظیفه تصمیم‌گیری در مورد چارچوب قانونی مدیریت سیل را بر عهده دارد، در سطح محلی شهرداری مسئولیت اصلی ایجاد، تأمین مالی و اجرای راه‌های مختلف مدیریت ریسک سیل را عهده‌دار است (Ek et al., 2016: 202).

دیدگاه صاحب نظران: از آنجا که منشأ سیلاب‌های شهری در کشورهای مختلف متفاوت است، لذا صاحب‌نظران در پژوهش‌های متعددی که در رابطه با تاب‌آوری در برابر سیلاب انجام‌شده است، عوامل مختلفی را مطرح نموده‌اند که می‌تواند در دستیابی به تاب‌آوری کالبدی در مقابل سیل اثرگذار باشند. در جدول ۱ برآیند متغیرهای مورد اشاره توسط آن‌ها در زمینه تاب‌آوری از جنبه کالبدی جمع‌بندی و آورده شده است.

جدول ۱: متغیرهای مطرح در زمینه تاب‌آوری کالبدی در برابر سیلاب

ردیف	صاحب‌نظر	سال	متغیر
۱	لقایی	۱۳۸۸	کیفیت ابنیه- شبکه معابر –حریم- وضعیت بستر رودخانه
۲	صفاری و همکاران	۱۳۹۰	حریم رودخانه،ساختار،جهت و عرض شبکه ارتباطی،کاربری زمین،تراکم ساختمان‌ها
۳	افشاری و همکاران	۱۳۹۱	کاربری اراضی- شبکه ارتباطی- نوع بافت شهری
۴	رمضان‌زاده‌لسبوئی و همکاران	۱۳۹۳	شبکه ارتباطی- کاربری اراضی
۵	قنبرزاده و همکاران	۱۳۹۴	طبقات‌ارتفاعی،شیب،کاربری اراضی،کاربری زمین،تراکم،فاصله از آبراهه، جهت شیب
۶	محمود زاده	۱۳۹۴	موقعیت مسیل، طبقات، شیب، تراکم مسکونی، فضای باز و سازه ابنیه
۷	اوریم و همکاران	۲۰۱۳	کاربری اراضی
۸	برتیلسون و همکاران	۲۰۱۸	زیر ساخت شهری- شیب زمین
۹	عبدالکریم و الکادی	۲۰۱۸	برنامه‌ریزی اراضی- تراکم ساختمانی- شبکه دسترسی
۱۰	رنالد و همکاران	۲۰۱۸	سازه ابنیه- اندازه قطعات(ریزدانگی)

همچنین در رابطه با شهر تاب‌آور در برابر سیلاب شاخص‌های متنوع مطرح گردیده، که در جدول زیر برخی از آن‌ها قابل‌ملاحظه است:

جدول ۲: شاخص‌های مطرح در تاب‌آوری کالبدی در برابر سیلاب در منابع مختلف

منابع	شاخص	تعاریف
Klijn et al. 2004, Aerts et al. 2008, De Graaf et al. 2009, Mens et al., 2011	پایداری	این توانایی از طریق بالابردن آستانه سیل‌هایی که باعث ایجاد آسیب می‌شوند تحت تأثیر قرار نخواهد گرفت.
Klijn et al. 2004, Folke 2006, LiaO 2012, Mens et al. 2011	انعطاف‌پذیری	توانایی یک سیستم تحت تأثیر سیل از طریق باقی ماندن ، پاسخ به سیل و بازیابی و بهبود (بدون تغییر به یک سیستم دیگر)
Folke et al. 2005, 2010, Millennium Ecosystem Assessment 2006, Pahl-Wostl et al., 2007, Mostert et al., 2008, Raadgever et al. 2008, Gupta et al., 2010	سازگاری	توانایی یک سیستم برای سازگاری با محرک‌های خارجی تأثیرگذار که مردم و دارایی‌هایشان را در معرض خطر سیل قرار می‌دهد(مانند تغییرات آب و هوایی، تنوع آب و هوایی، تغییر در افراط‌وتفریط و تغییرات جمعیتی و همچنین تغییر در الگوی شهرنشینی) برای مقابله با آسیب‌های احتمالی، استفاده از فرصت‌ها و ایجاد تغییرات در مقیاس کوچک در مقابله با عواقب سیل.
Moberg and Simonsen, 2011:7	آمادگی	توانایی کسب تجربه از شرایط بحرانی و استفاده بهینه از این تجارب در آینده است
Mayonga, 2007:6	جامعیت	یکپارچه کردن عوامل کاهنده خطر با اجرای آمادگی اضطراری، واکنش و برنامه‌های بازسازی
Cutter et al., 2010: 9	قانونمندی	رعایت ضوابط تدوین‌شده برای اجزای تشکیل‌دهندهٔ سیستم
Zhou, 2014: 577	کارایی	برخورداری از توانمندی و یا قابلیت‌ها

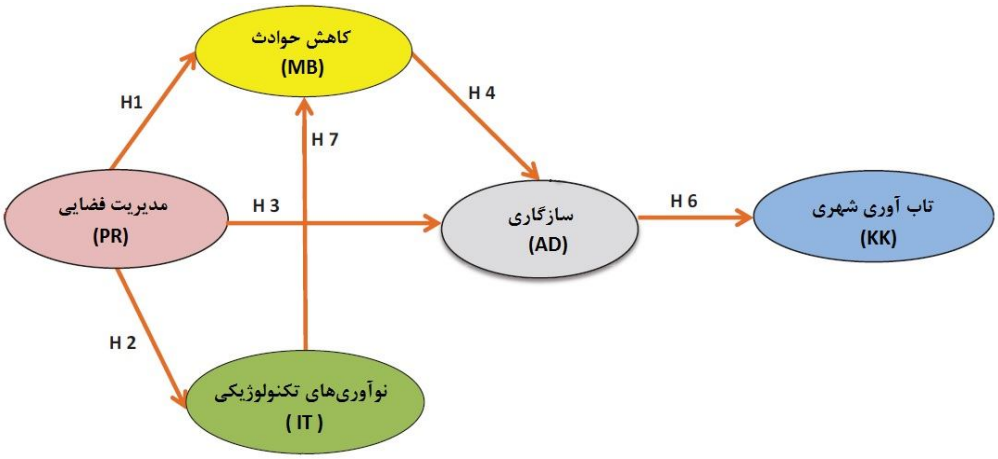
ابراهیمی‌پور و زیاری (۱۳۹۸) در مقاله‌ای تحت عنوان "تبیین راهبردهای افزایش تاب‌آوری کالبدی در برابر سیلاب" به دسته‌بندی متغیرهای اثرگذار بر تاب‌آوری کالبدی بافت شهری در برابر سیلاب پرداختند و از منابع مختلف آن‌ها را استخراج نمودند، سپس با استفاده از روش CVR[1] متغیرهایی که با

۱. نسبت روایی محتوایی لاوشه (content validity ratio)

توجه به شرایط ایران توجه به آن‌ها ضروری است را مشخص نمودند. آن‌ها هفت متغیر فرم و ساختار بافت، حریم رودخانه، تراکم ساختمانی، فرم و شکل بستر(توپوگرافی)، نوع کاربری‌های موجود در بافت، فرم و ساختار ابنیه و ساختار شریان‌های ارتباطی را به‌عنوان متغیرهای معرفی کردند که در تاب‌آوری بافت شهری پیرامون رودخانه چشمه کیله شهر تنکابن اثرگذار هستند.

پیشینهٔ تحقیق

رنالد، هریجانتو، سوگاندا و دجاکاپرمانا (۲۰۱۸) در مقاله‌ای تحت عنوان "به‌سوی الگو به منظور انطباق پایداری و تاب‌آوری شهر برای شهرهای مستعد خطر سیل: مطالعهٔ موردی منطقهٔ جاکارتا"، به تبیین یک مدل سازگاری تاب‌آوری شهر با حادثه طبیعی سیل برای تحقق پایداری شهر جاکارتا می‌پردازد. بر اساس نتایج تحلیل موقعیت، از مدل معادلات ساختاری (SEM) استفاده شد. چهار عامل مؤثر بر الگوی انطباقی تاب‌آوری در شهر جاکارتا عبارتنداز :نوآوری‌های تکنولوژیکی، کاهش حوادث، سازگاری محیط با حوادث و مدیریت فضایی. نتایج پژوهش نشان داد، برای شکل دادن به یک شهر تاب‌آور، راه‌های تاب‌آوری موردنیاز است. همانگونه که در نمودار۱ نمایش داده شده است، راههای مؤثر تاب‌آوری که در شهر جاکارتا اجرا می‌شود، اجرای مدیریت فضایی منظم، افزایش ظرفیت سازگاری جامعه و سیستم‌های شهری پویا و برنامه‌ریزی‌شده برای تحقق بخشیدن به پایداری و تاب‌آوری شهری است.



نمودار ۱ : الگوی سازگار نمودن شهرهای در معرض سیلاب (منبع: Renald et al., 2018: 337)

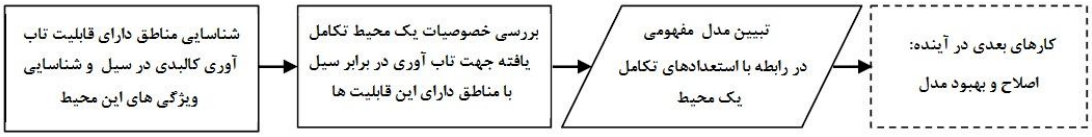
تحلیل الگوهای ارائه شده مشابه نشان می‌دهد که، فرآیندی برای سنجش وضعیت موجود بافت کالبدی یک شهر وجود ندارد و تنها به ارائه راهکاری کلی در هر زمینه بسنده می کند. لذا بر اساس این الگو مشخص نیست در هر قسمت از بافت شهر جهت دقیقا جهت اقداماتی از بُعد کالبدی لازم است.

آدنیی، پررا و گینیگه (۲۰۱۸) الگویی تحت عنوان "تکامل قابلیت‌های یک محیط ساخته‌شده در دستیابی به تاب‌آوری در برابر سیل" مطرح کرده‌اند. آن‌ها در این الگو، تاب‌آوری یک سیستم را به‌صورت یک موجود در حال بلوغ و تکامل تشبیه کرده‌اند. تکامل یک سیستم، فرآیندی است که این‌گونه تعریف می‌شود: این فرآیند تا چه‌اندازه به‌صورت دقیق تعریف‌شده، مدیریت‌شده، اندازه‌گیری شده، کنترل‌شده و قابل‌اجرا است. این الگو پنج سطح تکامل را برای دستیابی به تاب‌آوری مطرح می‌کند، که گام‌به‌گام پیش می‌رود و از سطح ۱ تا سطح ۵ می‌باشد، خصوصیات سطوح مختلف تکامل یک محیط به شرح زیر است:

سطح ۱) اولیه: در این سطح گاهی اوقات هرج‌ومرج در آن وجود دارد.

سطح ۲) تکرارپذیر: در این سطح مدیریت پروژه برای ردیابی برنامه‌ریزی‌ها و عملکردها وجود دارد.
سطح ۳) تعریف شده: در این سطح فعالیت‌ها استاندارد شده و مستند شده می‌باشند.
سطح ۴) مدیریت شده: کیفیت فرآیند و محصول اندازه‌گیری و مستند می‌شود و به‌خوبی درک و کنترل می‌شوند.
سطح ۵) بهینه‌سازی شده: فرایندها به‌طور مداوم با استفاده از بازخورد کمی و مهارت های نوآورانه بهبود می‌یابند.

تحلیل الگوهای ارائه شده مشابه نشان می دهد که، آنها به شاخص‌ها و متغیرهایی که باید در زمینه تاب آوری کالبدی در برابر سیلاب مورد توجه قرار گیرند، اشاره‌ای نمی کنند و فقط سطحی که یک محیط بر حسب ویژگی هایش در برابر سیلاب دارد را تشریح می‌کنند. آنها ارائه یک الگو دقیق را در گرو گام هایی می‌دانند که در نمودار زیر آمده است.



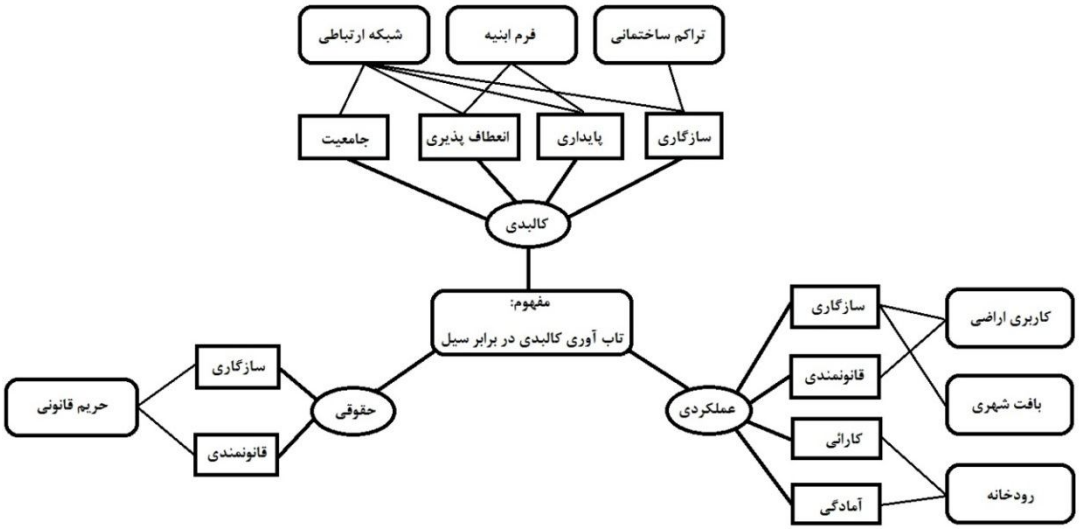
نمودار ۲: روش توسعهٔ الگوی تاب‌آوری در برابر سیلاب (منبع: Adeniyi et al, 2018:780)

از نظر صفاری، ساسان‌پور و موسی‌وند (۱۳۹۰) در پژوهشی تحت عنوان "ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر خطر سیل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی" با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی و آماری و با تأکید برنگرش سیستمی به تحلیل منطقهٔ سه شهر تهران پرداخته‌اند. معیارهای موردبررسی جهت ارزیابی آسیب‌پذیری شامل حریم مسیل‌های رودخانه، ساختار ،جهت و عرض شبکه ارتباطی ،کاربری زمین،تراکم ساختمان‌ها و توان کلی دفع سیلاب منطقه است و با بهره‌گیری از داده‌های بارش از ایستگاههای مستقر در منطقه موردنظر و منطقهٔ مجاور به تحلیل روند تغییرات نزولات جوی پرداخته و حداکثر آبدهی هر حوضه از طریق روش استدلالی و به کمک منحنی‌های شدت، مدت، فراوانی ایستگاههای مهرآباد و سعدآباد برای دوره‌های ۲۵ و ۵۰ ساله محاسبه گردید و درنهایت نتایج پژوهش نشان داد که منطقهٔ ۳ مستعد خطرات ناشی از سیل است و رعایت نکردن حریم مسیل، کم بودن مقاومت ساختمان‌ها، ضریب رواناب بالا در مناطق مسکونی، تراکم و تعداد طبقات بالا و کم‌عرض بودن شبکهٔ ارتباطی بیشترین اهمیت را در آسیب‌پذیری منطقه دارد و بیش از ۱۲درصد از منطقهٔ مورد مطالعه کاملاً آسیب‌پذیر است. این پژوهش با وجود تبیین یک سری معیار جهت سنجش میزان آسیب‌پذیری محدودهٔ مورد مطالعه هرگز به تدوین الگو نائل نشده است و تنها با خروجی گرفتن از نرم‌افزار جی.آی.اس به تحلیل محدودهٔ مورد نظر پرداخته است.

میرزاعلی، نظری و اونق (۱۳۹۷) در پژوهشی تحت عنوان، سنجش ابعاد کالبدی تاب‌آوری جوامع روستایی در مواجهه با سیل در حوضهٔ آبخیز گرگان‌رود به بررسی تغییر نگرش از کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در استان گلستان و در حوزهٔ رودخانه می‌پردازد. نتایج بررسی‌ها در زمینهٔ مخاطرات طبیعی این استان نشان می‌دهد که ۲۱۵ روستای آن، در معرض خطر دائم سیل قرار دارند، اگرچه طی سال‌های اخیر در این استان غالباً تدابیری با رویکرد کاهش آسیب‌پذیری و با تأکید بر ابعاد کالبدی روستاها اتخاذ شده ولی از منظر سنجش تاب‌آوری در مواجهه با مخاطرات سیل، از بُعد کالبدی نیز اقدام مؤثری صورت نگرفته است. لذا هدف از این تحقیق تعیین و سنجش رابطه بین عوامل و مؤلفه‌های کالبدی و میزان تاب‌آوری جوامع روستایی در مواجهه با مخاطرات سیل در حوضه آبخیز گرگان رود است.

این پژوهش از نوع مطالعات کاربردی بوده و به روش توصیفی - تحلیلی انجام‌گرفته است .جامعهٔ آماری شامل ۱۰۶ روستا با تعداد ۲۲۹۴۲خانوار است که با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای و تصادفی در کنار بهره‌مندی از فرمول کوکران، تعداد ۳۱ روستا با ۳۱۸ خانوار به‌عنوان حجم نمونه تعیین شد .یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد هرچقدر فاصلهٔ بافت و کالبد روستا از رودخانه بیشتر باشد، میزان تاب‌آوری روستائیان نیز افزایش می‌یابد .این امر در خصوص تاب‌آوری اجزای کالبدی روستا ازجمله فاصله واحدهای مسکونی، مزارع و باغات و نیز سایر مستغلات تا رودخانه نیز صادق است؛ همچنین، معابر روستایی با بهبود کیفیت پوشش معابر، به همراه افزایش طول کانیوو و جدول‌کشی، می‌توان شاهد کاهش آسیب‌پذیری و متعاقباً موجب بهبود تاب‌آوری کالبدی روستاها بود. گفتنی است، با افزایش عمر مساکن از میزان تاب‌آوری خانوار روستایی کاسته می‌شود. به‌طوری‌که، احداث خانه‌های نوساز و توجه به طرح‌های بهسازی مسکن و اقدامات مقاوم‌سازی بنا می‌تواند تاب‌آوری آن‌ها را در برابر مخاطرات سیل بهبود بخشد. در این پژوهش نیز الگویی برای سنجش تاب آوری کالبدی شهر در برابر سیلاب تدوین نشده است و محققان با در نظر گرفتن یک سری معیار به ارزیابی شهر پرداخته‌اند. در مجموع در منابع فارسی موضوع تدوین الگو آن هم از بُعد کالبدی در زمینه تاب‌آوری کالبدی در برابر سیل مغفول مانده است.

بر اساس آنچه از مطالعهٔ مبانی نظری، دیدگاههای صاحب‌نظران مختلف و پیشینهٔ تحقیق به‌دست‌آمده، بامطالعه متغیرهای مطرح برای بافت اطراف رودخانه چشمه کیله و شاخص‌هایی که در زمینه تاب‌آوری در برابر سیلاب مطرح هستند، یک مدل مفهومی به‌صورت نمودار زیر می‌توان در نظر گرفت که در آن به ترتیب مفهوم، بُعد، مؤلفه‌ها، شاخص‌ها و سنجه‌ها قابل‌مشاهده هستند.



نمودار ۳: مدل مفهومی تحقیق بعد از ارزیابی متغیرها (CVR) توسط کارشناسان حوزه شهری

روش تحقیق

در تعیین پهنه‌های سیل‌گیر برای یک رودخانه سه روش عمده وجود دارد. روش اول بر مبنای فرسایش و رسوب ناشی از وقع سیلاب می‌باشد. این روش مبتنی بر شناسایی داغاب سیلاب با جستجوی آثار میدانی و نظرخواهی از ریش‌سفیدان و افراد باتجربهٔ محلی به‌منظور ردیابی مسیر اصلی جریان است. روش دوم بر مبنای روش هیدرولوژی است. اصلی‌ترین مشخصهٔ مورد نیاز به‌منظور شبیه‌سازی رودخانه‌ها مقادیر حدی جریان است. علاوه براین به منظور بهره‌برداری از منابع آب رودخانه‌ها به‌صورت مطمئن ناگزیر به در اختیار داشتن اطلاعات آبدهی و تجزیه‌وتحلیل آن بوده، لذا

در این بخش نتایج تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات آبدهی برداشت‌شده از ایستگاه هیدرومتری ارائه می‌گردد. در این روش بر مبنای دوره‌های زمانی مختلف (دوره‌های بازگشت)، پهنه‌بندی‌های مختلفی ارائه می‌شود.

روش سوم بر اساس داده‌های هیدرولیکی است که در این مقاله از این روش بهره گرفته شده است. در این روش، اجرای مدل ریاضی به‌منظور شبیه‌سازی رودخانه در شرایط موجود (با دبی‌های سیلاب ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله) در راستای تعیین مشخصات هیدرولیکی به‌ویژه سرعت جریان و قدرت فرسایش سیلاب‌ها در مجاورت سازه‌ها و مستحدثات موجود (با فرض کاهش ضریب زبری و حاد شدن شرایط هیدرولیکی جریان در ماههای خاص) است. اطلاعات مورد نیاز از ادارهٔ آب منطقه‌ای تنکابن که مرجع قانونی برای ثبت این داده‌هاست، جمع‌آوری شده است. در این روش به کمک مدل‌های ریاضی، جریان سیلاب شبیه‌سازی‌شده و پس از برداشت پروفیل‌های عرضی و طولی مدل، پهنه‌های مختلف سیل حاشیه رودخانه برای دوره بازگشت‌های مشخص تعیین می‌گردد. این روش در مقایسه با سایر روش‌ها دقت بالایی دارد و نتایج محاسبات به‌خصوص پس از واسنجی مدل قابل‌اعتماد می‌باشد. نتایج پس از تعیین رقوم تراز آب برای دوره بازگشت‌های معین بر روی مقاطع عرضی مختلف رودخانه منتقل می‌گردد. درنهایت با توجه به شیب طولی رودخانه در هر بازه و با درون‌یابی رقوم دو مقطع پهنه سیل‌گیر برای دبی با دوره بازگشت موردنظر تعیین و نقاط و خطوط به یکدیگر متصل می‌گردند. تفاوت عمده بین این روش‌ها در نحوهٔ تعیین پروفیل سطح آب است.

مطالعهٔ ادبیات موجود نشان می‌دهد که اولین فعالیت‌ها در زمینهٔ برقراری پیوند بین مدل‌های هیدرولوژیکی و GIS را باورز (۱۹۹۴) انجام داد که برآیند آن نرم‌افزاری بانام ARC HEC2 بود و هیدرولوژیست‌ها را در تحلیل‌های مربوط به پهنه‌بندی سیلاب یاری می‌کند. این برنامهٔ اطلاعات مربوط به عوارض زمین را از نقشه‌های کاربری زمین استخراج و به‌عنوان ورودی مورد استفاده قرار می‌دهد (Wohl, 2000: 84). در این پژوهش از نرم‌افزار Hecgeo ras به‌منظور پهنه‌بندی بافت اطراف رودخانهٔ چشمه‌کیله استفاده شده است. اطلاعات اولیه مورد نیاز جهت شبیه‌سازی پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل HEC-RAS عبارتند از: اطلاعات هیدرولیکی(ضرایب زبری آبراهه اصلی منطقهٔ مورد مطالعه، وضعیت مسیر رودخانه از جمله پلان رودخانه، مقاطع عرضی رودخانه)، اطلاعات توپوگرافی (پروفیل طولی و عرضی رودخانه و اراضی حاشیه)، اطلاعات جریان سیل(هیدروگراف ورودی سیل، دبی با دوره بازگشت‌های مختلف و منحنی دبی- اشل).

پهنه‌بندی بافت اطراف رودخانه چشمه‌کیله از نظر خطر سیلاب و وجود این پهنه‌ها در راستای کنترل و بهبود وضعیت شهر در زمان قبل از وقوع سیلاب و در زمان سیلاب بسیار مؤثر و کمک‌کننده است. از آنجا که شهر ماهیتی پویا دارد و اطلاعات بانک جی.آی.اس شهرداری‌ها منطبق با آخرین تغییر و تحولات یک شهر نیست، لذا جهت افزایش دقت در تحلیل نتایج، پس از مشخص شدن پهنه‌هایی که در اطراف رودخانه چشمه‌کلیه با سیلاب درگیر هستند، تمامی زمین‌های شهر بر اساس شاخص‌های موردنظر در سال ۱۳۹۷ توسط پژوهشگران حاضر برداشت میدانی گردیدند و اطلاعات توصیفی برداشت شده از این بازدید میدانی در نرم‌افزار جی‌آی‌اس به داده‌های مکانی متصل گردیدند. بعد از مرحلهٔ پهنه‌بندی زمین‌های اطراف رودخانه چشمه‌کیله در دوره‌های بازگشت ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ ساله و دریافت نقشهٔ خروجی در محیط جی‌آی‌اس که نمایانگر نحوهٔ تداخل بافت شهری با پهنه‌های مختلف سیل‌گیر است به روش مصاحبه شخصی با کارشناسان اداره آب منطقه‌ای تنکابن، بر اساس نقشه‌های به‌دست‌آمده، پهنه‌ها در سه دستهٔ حریم رودخانه، پهنه پرخطر و خطر متوسط دسته‌بندی گردیدند، اما قبل از تعیین پهنه‌بندی، با توجه به گسترگی کاربرد مفهوم تاب‌آوری و تعدد شاخص‌ها و متغیرهای به‌دست‌آمده درزمینه تاب‌آوری، در این پژوهش جهت بررسی دقیق و کسب نتایج

روشن و صریح، بعد از تعیین روایی متغیرها و شاخص‌ها توسط کارشناسان شهری به وسیله نسبت روایی محتوایی(CVR)، به تبیین الگوی سنجش تاب‌آوری کالبدی در برابر سیل در شهر تنکابن (رودخانهٔ چشمه‌کیله) پرداخته شد.

CVR: برای ارزیابی روایی محتوایی از نظر متخصصان در مورد میزان هماهنگی محتوای ابزار اندازه‌گیری و هدف پژوهش استفاده می‌شود. در این پژوهش جامعهٔ آماری، ۵۰ نفر از کارشناس امور شهری (اداره آب منطقه تنکابن، شهرداری تنکابن، فرمانداری و اساتید دانشگاهی) بوده اندک از این تعداد ۳۰ نفر به‌صورت نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب گردیده و نظرسنجی به‌عمل‌آمده است.

برای تعیین CVR از متخصصان درخواست می‌شود تا هر آیتم را بر اساس طیف سه‌قسمتی "ضروری است"،" مفید است ولی ضرورتی ندارد"،" ضرورتی ندارد "بررسی نماید. سپس پاسخ‌ها مطابق فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$CVR = \frac{n_E - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

رابطه ۱: فرمول CVR مأخذ: حاجی‌زاده و اصغری،۱۳۹۴: ۳۹۹

N_E= تعداد متخصصانی است که به گزینه" ضروری "است پاسخ داده اندو N تعداد کل متخصصان است. اگر مقدار محاسبه‌شده از مقادیر موجود در جدول ۵ بزرگ‌تر باشد اعتبار محتوایی آن آیتم پذیرفته می‌شود.

در انتها از برآیند اطلاعات به‌دست‌آمده از هر پهنه بر اساس شاخص‌ها و متغیرهای دخیل در هر پهنه، الگوی نهایی جهت سنجش میزان تاب‌آوری بافت شهری در هر پهنه پیشنهاد گردیده است.

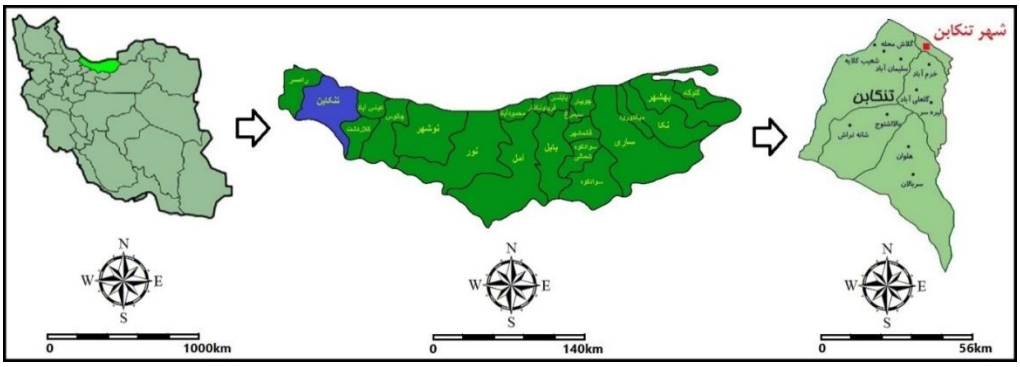
جدول۳: تصمیم‌گیری در مورد CVR

تعداد افراد متخصص	حداقل مقدار روایی
۲۵	۰/۳۷
۳۰	۰/۳۳
۴۰	۰/۲۹

مأخذ: حاجی‌زاده و اصغری، ۱۳۹۴: ۳۹۹

محدوده و قلمرو پژوهش

شهر تنکابن و رودخانه چشمه‌کیله: شهرستان تنکابن بر اساس آخرین تقسیمات کشوری در سال۱۳۹۱، ۲۱۴۰ کیلومترمربع مساحت داشته و بر اساس آمار ۱۳۸۹، ۲۰۲۳۷۵ نفر جمعیت دارد که بر این اساس ؛ شهر تنکابن بالغبر ۸۴۷۴۷ هزار نفر جمعیت(۱۳۹۵) در غرب استان مازندران واقع‌شده است و ۲۰ متر پایین‌تر سطح دریای آزاد قرار دارد .این شهر توریستی با جاذبه‌های وصف‌ناپذیر گردشگری از شمال به دریای خزر، از شرق به نشتارود، از جنوب به سلسله جبال البرز و از غرب به شهرستان رامسر منتهی می‌شود (سالنامه آماری مازندران). شهر تنکابن در فاصله ۲۴۶ کیلومتری از مرکز استان مازندران (ساری) و ۲۵۸ کیلومتری از شهر تهران قرار دارد. نزدیک‌ترین شهر به آن خرم‌آباد با ۴ کیلومتر فاصله است و غربی‌ترین شهر استان (رامسر) نیز در فاصله ۲۵ کیلومتری آن قرار گرفته است. به لحاظ جغرافیایی رودخانه چشمه‌کیله و دریای خزر مهم‌ترین عوامل در شکل‌گیری، رشد و گسترش شهر تنکابن به‌حساب می‌آیند.

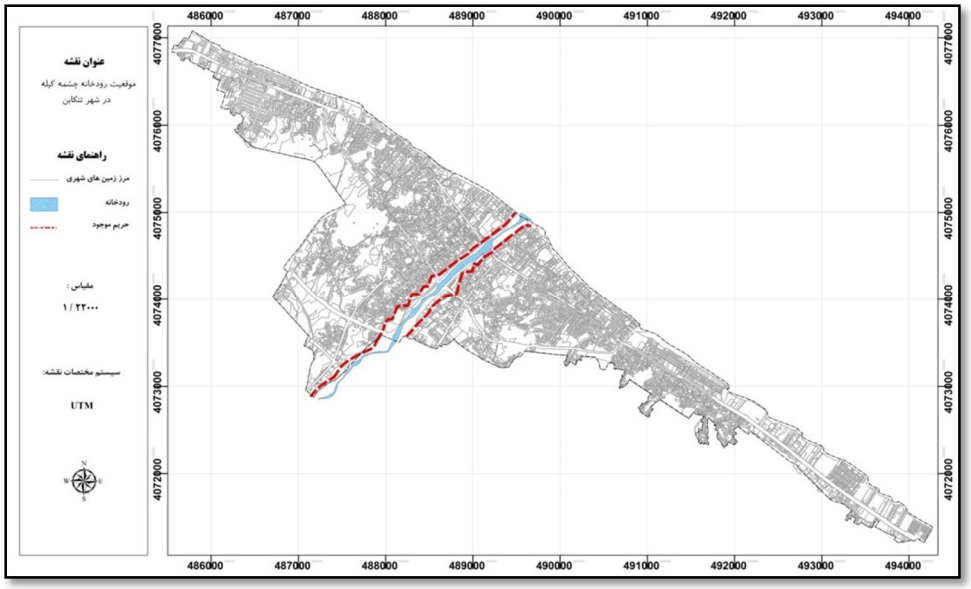


نقشه ۱: موقعیت شهر تنکابن در کشور ایران

این شهر به شکل طولی در بستر جغرافیایی ناحیه شکل‌گرفته است. شیب عمومی اراضی شهری و گستره پیرامون آن از سمت جنوب و جنوب غربی به سمت شمال و شمال شرقی است و بااین‌حال انشعابات مختلف رودخانه چشمه‌کیله و نیز پشته‌های ماسه‌ای نوار ساحلی موجب نایکنواختی شیب عمومی اراضی و در مواردی شیب‌های معکوس می‌گردد.

نقاط ضعف و قوت محدوده مورد مطالعه: با توجه به آن‌که هستهٔ اصلی شهر در شمالی‌ترین قسمت جغرافیایی شهر قرار دارد و شامل پل رودخانه چشمه کیله و بافت اطراف آن است، لذا بافت شهری در این منطقه دارای بیشترین ابنیهٔ فاقد سازه (ریزدانه) می‌باشد و هرچه از مرکز شهر به جهات دیگر می‌رود بافت نوساز و ابنیه‌ی شهر دارای سازه است که در سال‌های اخیر ساخته‌شده‌اند. ازلحاظ عمر ابنیه شهر، تمرکز بافت فرسودهٔ شهر در مجاورت دریا و لبهٔ رودخانه چشمه‌کیله تا هستهٔ مرکزی شهر می‌باشد. قدیمی‌ترین ابنیه شهر پیرامون میدان اصلی شهر(میدان‌امام‌خمینی (ره)) قرارگرفته‌اند، اگرچه در سایر محلات شهر طیفی از ساختمان‌های قدیمی تا نوساز وجود دارد اما هرچه از ساحل و مرکز شهر تنکابن فاصله گرفته می‌شود، عمر ابنیه کاهش یافته و ساختمان‌های جدیدالاحداث بیشتری به چشم می‌خورد. با توجه به تعداد طبقات به نظر می‌رسد، اکثریت زمین‌های شهری دارای ساختمان‌های دو طبقه یا کمتر هستند ولی این زمین‌ها در اطراف شریان‌های درجه یک و دو شهری که دارای کاربری تجاری نیز هستند، دارای بیشترین تعداد طبقات بوده، که میزان آسیب‌پذیری بافت در زمان بحران سیل را افزایش می‌دهد. بافت مسکونی پیرامون رودخانه چشمه‌کیله در سمت جنوب شهر دارای ابنیه نوساز بیشتری بوده که اکثر آن‌ها به‌صورت ساختمان‌های دو طبقه بر روی پیلوت هستند و آسیب‌پذیری بافت در برابر سیلاب را کاهش داده‌اند؛ همچنین بیشترین تراکم ساختمانی در بین محلات شهری را هسته مرکزی شهر به خود اختصاص داده که تراکم ساختمانی آن حدود ۸۰ درصد است و سمت شمال شهر واقع شده است.

با تمرکز بر شهر تنکابن مشخص می‌شود که رودخانه چشمه‌کیله همانگونه که در نقشهٔ زیر قابل ملاحظه است تقریباً از مرکز این شهر عبور نموده و بافت این شهر را به دو بخش شرقی و غربی تقسیم می‌نماید. با توجه به تداخل زمین‌های اطراف این رودخانه با بافت کالبدی شهر، تنها مرجع رسمی برای تعیین حریم این رودخانه، محدوده‌ای است که توسط وزارت نیرو تعیین گردیده است.



نقشه ۲: موقعیت رودخانه چشمه‌کیله در شهر تنکابن و حریم مصوب آن مأخذ: اداره آب منطقه تنکابن، ۱۳۹۸

بحث و یافته‌ها

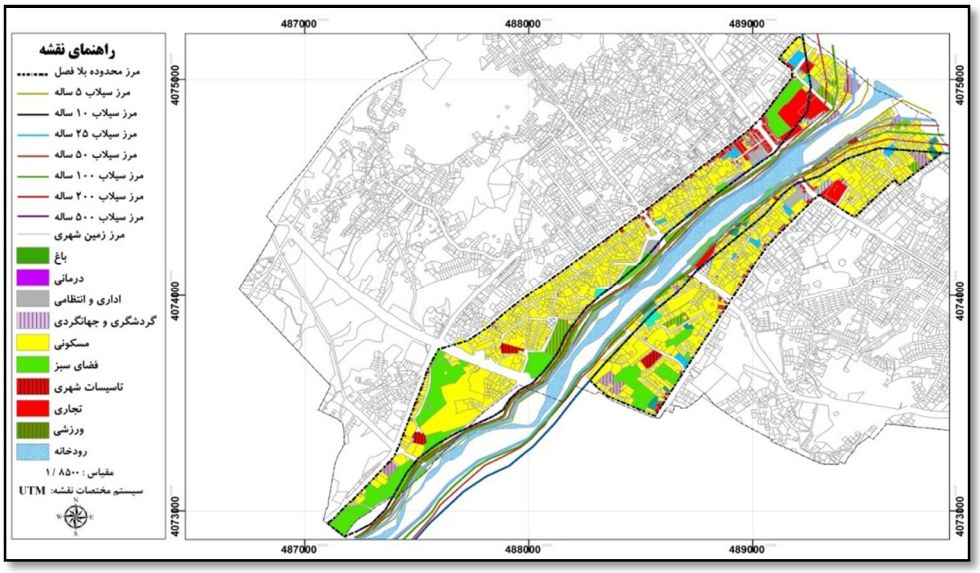
همان‌گونه که پیشتر در بخش‌های مبانی نظری و روش تحقیق اشاره شد، جهت تدوین درست و علمی الگوی سنجش تاب‌آوری کالبدی در برابر سیل، که به‌صورت دقیق بر متغیرها و شاخص‌های ضروری معطوف باشند، لازم است تا با کمک روش تحلیل نسبت روایی محتوایی(مطابق جدول زیر) ضرورت وجودی موارد شناسایی‌شده در مدل مفهومی اولیه توسط کارشناسان تائید گردد.

جدول۴: تعیین روایی محتوایی(CVR) متغیرها و شاخص‌های مطرح در منابع مختلف

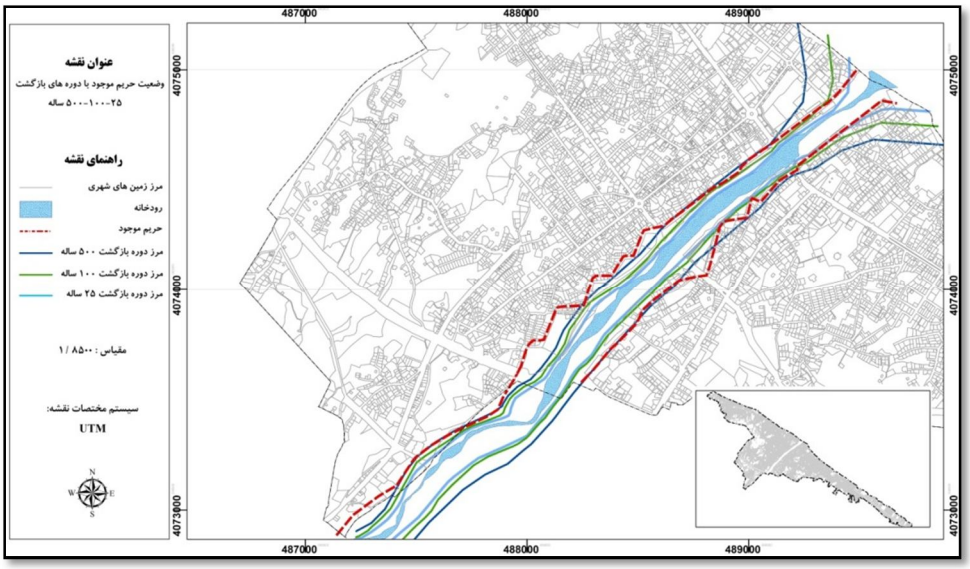
شاخص	CVR	متغیر	CVR
سازگاری	Cvr=۰/۶۶	فرم و ساختار بافت	Cvr=۰/۶۶
پایداری	Cvr=۰/۵۳	حریم رودخانه	Cvr=۰/۵۳
جامعیت	Cvr=۰/۴۶	تراکم ساختمانی	Cvr=۰/۷۳
قانونمندی	Cvr=۰/۴	فرم و شکل بستر(توپوگرافی)	Cvr=۰/۴۶
کارایی	Cvr=۰/۵۳	نوع کاربری‌های موجود در بافت	Cvr=۰/۴
آمادگی	Cvr=۰/۷۳	فرم و ساختار ابنیه	Cvr=۰/۵۳
*انعطاف‌پذیری	Cvr=۰/۰۶	ساختار شریان‌های ارتباطی	Cvr=۰/۷۳
		*نوع مصالح ساختمانی	Cvr=۰/۰۶
		*درصد شیب زمین	Cvr=۰/۱۳
		*زیرساخت شهری	Cvr=۰

همچنین مدل‌سازی رودخانه در نرم‌افزار HEC_GEORAS نشان می‌دهد پهنهٔ عبور جریان سیلاب در دوره‌های بازگشت متفاوت با بافت مصنوع اطراف رودخانه تداخل دارد، که این موضوع سبب آسیب‌پذیری شهر و ایجاد خسارت مالی و جانی می‌گردد. به‌منظور پهنه‌بندی بافت ازنظر خطر سیل از نقشه‌های رقومی مختلف استفاده شد، گستره سیلاب در اراضی حاشیه رودخانه برای سیلاب با دوره بازگشت‌های ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ سال محاسبه گردید. مشاهده شد که تلفیق سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با مدل HEC-RAS در تحلیل مناطق سیل‌گیر باعث تسهیل محاسبات و کاهش عملیات میدانی است و کاربرد آن در حوضهٔ آبریز بسیار مفید است. همان‌گونه که در نقشه‌های تولید شده ۳، قابل‌ملاحظه است، زمین‌های پیرامون رودخانه چشمه‌کیله در فواصل متفاوتی به رنگ‌های مختلف بر اساس دورهٔ بازگشت سیل پهنه‌بندی شده‌اند که نشان‌دهندهٔ این است که بافت شهر با این پهنه‌ها تداخل دارد.

بر اساس اطلاعات گرفته شده از اداره آب منطقه‌ای تنکابن مدل‌سازی برای دوره‌های بازگشت ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ ساله انجام شد. با استفاده از نظرات کارشناسان اداره آب منطقه‌ای تنکابن، ازآنجاکه هرگونه ضابطه و محدودیت باید به نحوی اعمال شود که از یک‌سو، میزان آسیب‌پذیری را کاهش دهد و از سوی دیگر بخش زیادی از اراضی موجود در شهر را بلااستفاده و به‌عبارت‌دیگر پرت ننماید، پیشنهاد گردید، زمین‌هایی که تا دورهٔ بازگشت ۲۵ سال قرار دارند، به‌عنوان حریم رودخانه شناخت شوند، که هرگونه ساخت‌وساز در آن‌ها ممنوع است. حد فاصلهٔ دورهٔ بازگشت ۲۵ تا ۱۰۰ به‌عنوان پهنه با خطر بالا شناخته شود، که احداث سازه در آن‌ها با رعایت ضوابط سخت گیرانه همراه است. زمین‌هایی که در حدفاصل دوره بازگشت ۱۰۰ تا ۵۰۰ سال قرار دارند نیز به‌عنوان پهنه‌های با خطر متوسط شناخته شوند که ساخت‌وساز در آن‌ها تابع ضوابط خاصی می‌باشد. . بر این اساس اگر حریم موجود را با مرز سیلاب‌ها دوره‌های بازگشت ۲۵-۱۰۰ و ۵۰۰ ساله مقایسه نماییم، مطابق نقشه ذیل تفاوت‌هایی قابل‌مشاهده است



نقشه ۳: حوزهٔ مداخله و بلافصل در پهنه‌های اثرپذیر از سیل در شهر تنکابن



نقشه ۴: وضعیت حریم رودخانه در وضع موجود و حریم‌های پیشنهادی برای سیلاب با دوره بازگشت ۲۵-۱۰۰-۵۰۰سال

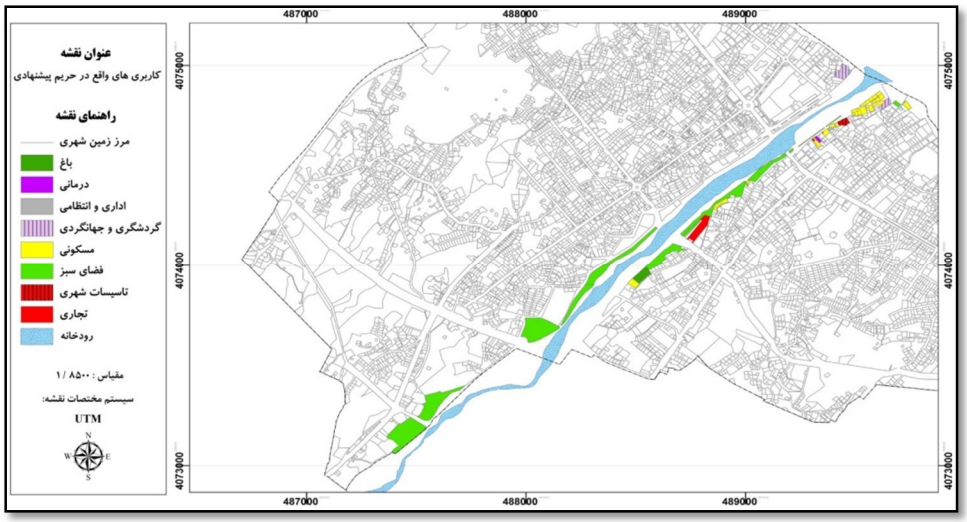
در نتیجه داده‌های به‌دست‌آمده از تحلیل وضعیت بافت اطراف رودخانه چشمه‌کیله را می‌توان مطابق جدول ذیل در سه ستون دسته بندی نمود (ا.اصغری، مصاحبه شخصی، ۸ خرداد ۱۳۹۷).

در پهنه با دورهٔ بازگشت تا ۲۵ سال (حریم رودخانه)، حدود ۹۱٪ از ابنیه به علت نداشتن پیلوت در معرض آسیب بالا در برابر سیلاب هستند. بدین ترتیب تنها ۹٪ از بافت شاخص انعطاف‌پذیری را رعایت نموده است، همچنین به لحاظ وضعیت سازه در این پهنه حدود ۸۸٪ ابنیه فاقد سازه جهت توزیع نیروی جانبی می‌باشند. به‌عبارت‌دیگر ۱۲٪ از ابنیه بافت شاخص پایداری در فرم ابنیه را دارند. در پهنه مورد نظر ۴۸٪ از ابنیه نیز یک طبقه می‌باشند که کاربری موجود در آن‌ها مستقیم در معرض سیلاب بوده و آسیب‌پذیری بافت شهری را بالا می‌برد. درواقع حدود نیمی از بافت در شاخص سازگاری وضعیت

نامطلوب دارد. در کنار تمامی موارد مورداشاره، لازم است این نکته اضافه شود که بیش از یک‌پنجم بافت در این پهنه ریزدانه است. لذا تنها حدود ۸۰٪ از بافت در این متغیر به لحاظ شاخص سازگاری در وضعیت مطلوب است. از سوی دیگر مطابق نقشه‌های ارائه شده رودخانه چشمه کیله از نزدیکی مرکز شهر تنکابن عبور می‌کند و جنوب به شمال شهر را به هم وصل می‌کند که به این جهت با بافت شهری سازگاری ندارد.

جدول ۵: وضعیت کالبدی بافت برای سه پهنه حریم رودخانه، پهنه پرخطر و خطر متوسط

	وضعیت	دوره بازگشت ۰ تا ۲۵ سال (حریم رودخانه)		دوره بازگشت ۲۵-۱۰۰ (پرخطر)		دوره بازگشت ۱۰۰-۵۰۰ (خطر متوسط)	
		تعداد کل	تعداد هر مورد	تعداد کل	تعداد هر مورد	تعداد کل	تعداد هر مورد
وضعیت پیلوت ساختمان	پیلوت	۵۸	۵	۱۵۳	۱۲	۳۲۱	۳۷
	بدون پیلوت		۵۳		۱۴۱		۲۸۴
وضعیت سازه ساختمان‌های موجود در هر پهنه	با سازه	۵۸	۷	۱۵۳	۲۰	۳۲۱	۷۳
	بی سازه		۵۱		۱۳۳		۲۴۸
تعداد طبقات ساختمان‌های موجود در هر پهنه	زمین خالی	۵۸	۱۹	۱۵۳	۳۶	۳۲۱	۴۵
	۱طبقه		۲۸		۸۰		۱۶۴
	۲ طبقه		۶		۲۳		۶۵
	۳ طبقه		۲		۵		۱۴
	۴ طبقه		۲		۶		۱۶
	۵ طبقه		۱		۱		۷
	۶ طبقه		۰		۰		۶
	۷ طبقه		۰		۰		۲
	۸ طبقه		۰		۱		۰
	۹ طبقه		۰		۱		۰
	۱۰ طبقه		۰		۰		۲
وضعیت ریزدانگی و درشت‌دانگی قطعات	زیر ۲۰۰ مترمربع	۵۸	۱۲	۱۵۳	۳۷	۳۲۱	۶۳
	۲۰۰-۵۰۰ مترمربع		۲۰		۵۴		۱۳۶
	بالای ۵۰۰ مترمربع		۲۶		۶۲		۱۲۲



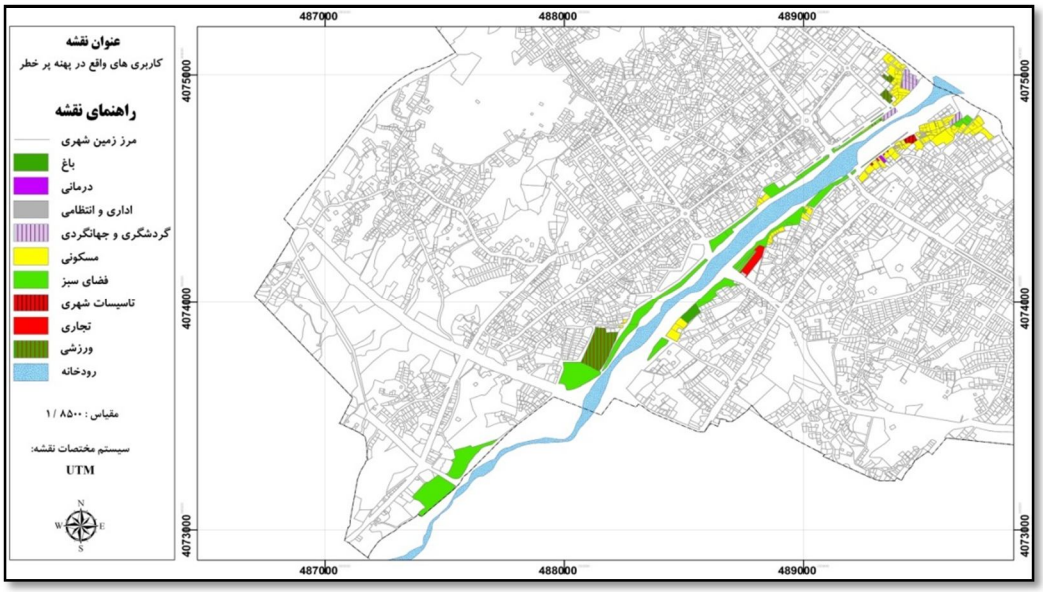
نقشه ۵: کاربری‌های واقع در حریم پیشنهادی (پهنه سیلابی با دوره بازگشت ۰-۲۵ سال)

بر اساس برداشت کالبدی و نقشه‌های تولیدشده در نرم‌افزار G.I.S، در این پهنه بیش از نیمی از معابر به مسیر جایگزین دسترسی ندارند و بیش از ۵۲٪ از معابر بن‌بست هستند که این دو انعطاف‌پذیری شریان‌ها را به نصف کاهش داده است. تمامی معابر این محدوده از بافت ساختار ارگانیک دارد و این مسئله تداخل جریان‌های سطحی و آشفتگی رواناب‌ها را افزایش می‌دهد و آب گرفتی معابر را افزایش می‌دهد و سازگاری فرم و شکل معابر شهری با تاب‌آوری کالبدی را به حداقل ممکن رسانده است.

از سه پل موجود بر روی این رودخانه تاکنون دو پل جانبازان و چشمه کیله به لحاظ پایداری دچار مشکل پایداری در زمان سیلاب شده‌اند که این موضوع شاخص پایداری سازه‌های متقاطع بر روی رودخانه را به ۳۳٪ کاهش می‌دهد. ۱۰۰٪ معابر فاقد شبکه عبور آب‌های سطحی می‌باشند و شاخص جامعیت در این مورد صفر درصد است. با توجه به نقشه سیلاب برای دوره بازگشت ۲۵ ساله، احداث هرگونه ساختمان مسکونی، صنعتی، درمانی، اداری و انتظامی، تأسیسات شهری و تجاری ممنوع است و کاربری گردشگری و جهانگردی فقط با سازه‌های موقت اجازه فعالیت دارد، لذا باید زمین‌های کاربری‌های ممنوعه آزادسازی شوند. در متغیر کاربری اراضی در شاخص سازگاری پنجاه‌درصد از کاربری‌های مستقر در این پهنه مغایر با شرایط پهنه سیلابی مورد نظر است. در شاخص قانونمندی با توجه به استقرار کاربری درمانی و اداری و انتظامی در این پهنه، شرایط موجود برخلاف این شاخص است.

در متغیر وضعیت بستر رودخانه، این عامل در مدل‌سازی پهنه‌های درگیر با سیلاب تأثیر خود را نشان داده است که بر اساس خروجی‌های گرفته‌شده در محل اتصال رودخانه به دریا پهنه سیلابی در بافت شهری گسترش‌یافته است و کارایی در این مناطق از بافت کاهش‌یافته است. بر اساس نقشه‌های وضعیت موجود از جداره‌های رودخانه(نقشه ۵-۱-)، کمتر از ۵٪ از جداره دو طرف رودخانه مناسب‌سازی شده است و رعایت شاخص آمادگی در این متغیر کمتر از ۵ درصد است. در متغیر حریم رودخانه، بیش از۶۷ درصد زمین‌های شهری این پهنه ضابطه ممنوعیت ساخت‌وساز را رعایت نکرده‌اند و شاخص قانونمندی کمتر از ۳۳٪ موارد رعایت شده است.

در پهنه سیلابی با دورهٔ بازگشت ۲۵ تا ۱۰۰ سال، بیش از ۹۲٪ از ابنیه فاقد پیلوت هستند که آسیب‌پذیری را در برابر سیلاب افزایش می‌دهد، بنابراین تنها ۸٪ از بافت شاخص انعطاف‌پذیری را رعایت نموده است. از سوی دیگر، به لحاظ وضعیت سازه در این پهنه حدود ۸۷٪ ابنیه سازه ندارد و این موضوع سبب می‌شود ساختمان‌ها قادر به تحمل نیروهای جانبی نباشند. درنتیجه، ۱۳٪ از ابنیه بافت شاخص پایداری در فرم ابنیه را دارا می‌باشند. در پهنه موردنظر بیش از ۵۲ ٪ از ابنیه یک طبقه هستند. پس در متغیر تراکم ساختمانی حدود نیمی از بافت در شاخص سازگاری وضعیت نامطلوب دارد؛ همچنین، که نزدیک به یک‌چهارم بافت در این پهنهٔ ریزدانه است که سبب افزایش آسیب‌پذیری می‌شود، لذا حدود ۲۵٪ از بافت در این متغیر به لحاظ شاخص سازگاری از خود آسیب‌پذیری نشان داده‌اند. از سوی دیگر، همان‌گونه که پیشتر اشاره گردید رودخانه چشمه‌کیله از نزدیکی مرکز شهر تنکابن عبور می‌کند و جنوب به شمال شهر را به هم وصل می‌کند و شهر را به دو قسمت شرقی و غربی تقسیم می‌نماید که به این جهت با بافت شهری ازنظر شاخص سازگاری وضعیت مطلوبی در تاب‌آوری کالبدی در برابر سیل ندارد.



نقشه ۶: کاربری‌های موجود در پهنهٔ پرخطر (پهنهٔ سیلابی با دورهٔ بازگشت ۲۵-۱۰۰ سال)

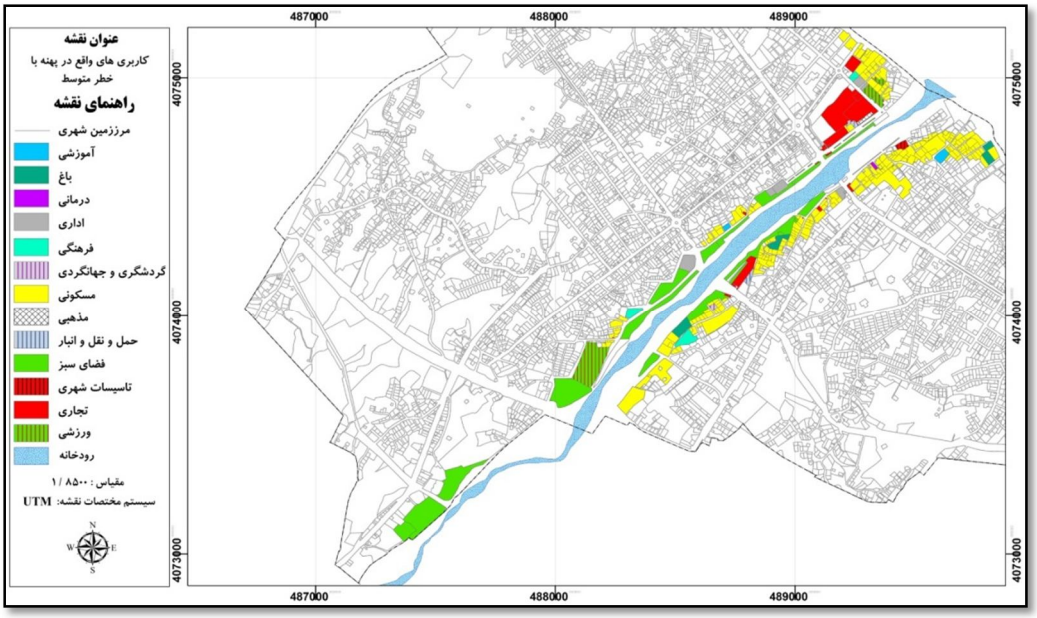
بر اساس برداشت کالبدی و نقشه‌های تولیدشده در نرم‌افزار G.I.S در این پهنه بیش از نیمی از معابر به مسیر جایگزین دسترسی ندارند و بیش از ۵۷ ٪ از معابر بن‌بست هستند که این دو انعطاف‌پذیری شریان‌ها را به نصف کاهش داده است. در این پهنه نیز تمامی معابر بافت ساختار ارگانیک دارند و این مسئله آشفتگی رواناب‌ها را افزایش می‌دهد و آب گرفتگی معابر را افزایش می‌دهد و سازگاری فرم و شکل معابر شهری با تاب‌آوری کالبدی را به حداقل ممکن رسانده است.

سه پل موجود بر روی این رودخانه همچنان در این پهنه درگیر سیلاب هستند و با توجه به این‌که تاکنون دو پل جانبازان و چشمه کیله به لحاظ پایداری دچار مشکل پایداری در زمان سیلاب شده‌اند در شاخص پایداری سازه‌های متقاطع بر روی رودخانه وضعیت در حدود ۳۳٪ است. ۱۰۰٪ معابر فاقد شبکهٔ عبور آب‌های سطحی هستند و شاخص جامعیت در این مورد صفر درصد است.

همچنین با توجه به نقشهٔ پهنهٔ سیلابی با دورهٔ بازگشت ۲۵ تا ۱۰۰ سال، احداث کاربری مسکونی، صنعتی، تجاری و تأسیسات شهری و گردشگری و جهانگردی در تراز همکف ممنوع می‌باشد و کاربری‌هایی همچون درمانی، اداری و انتظامی و آموزشی کلاً ممنوع است، لذا برای کاربری‌های مشروط باید اصلاح کالبدی صورت پذیرد و کاربری‌های ممنوعه باید جابه جا شوند.

در متغیر کاربری اراضی در شاخص سازگاری ۵۵٪ درصد از کاربری‌های مستقر در این پهنه در وضعیت فعلی با توجه به نحوهٔ فرم ابنیه در شرایط مغایر با این پهنه سیلابی هستند و کاربری‌های موجود در معرض آسیب‌پذیری هستند. در این پهنه نیز، شاخص قانونمندی با توجه به استقرار کاربری درمانی و اداری و انتظامی رعایت نشده است. همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، در متغیر وضعیت بستر رودخانه، عامل مذکور در مدل‌سازی پهنه‌های درگیر با سیلاب تأثیرگذار است که بر اساس خروجی‌های گرفته‌شده در محل اتصال رودخانه به دریا پهنه سیلابی در بافت شهری گسترش‌یافته است و کارایی در این مناطق از بافت کاهش‌یافته است. براساس نقشه‌های وضعیت موجود از جداره‌های رودخانه (نقشه ۵-۱-)، کمتر از ۵٪ از جدارهٔ دو طرف رودخانه مناسب‌سازی شده است و رعایت شاخص آمادگی در این متغیر کمتر از ۵ درصد است و بافت اطراف را آسیب‌پذیرتر می‌نماید. در متغیر حریم رودخانه، بیش از ۹۲ درصد زمین‌های شهری

این پهنه با توجه به ضابطهٔ ساخت‌وساز و باز بودن طبقه همکف، محدودیت‌های ساخت‌وساز را رعایت نکرده‌اند و شاخص قانونمندی کمتر از ۸٪ موارد رعایت شده است.



نقشه ۷: کاربری‌های موجود در پهنه خطر متوسط (پهنه سیلابی با دورهٔ بازگشت ۱۰۰-۵۰۰ سال)

تحلیل کمی نمونه مورد مطالعه: در پهنه با دورهٔ بازگشت ۱۰۰ تا ۵۰۰ سال، بیش از ۸۸٪ از ابنیه در طبقه همکف پیلوت ندارد، این به آن معناست که تنها ۱۲٪ از بافت شاخص انعطاف‌پذیری را رعایت نموده است و بقیه ابنیه فاقد فضای باز برای عبور رواناب هستند. ازنظر سازه در ابنیه، در این پهنه بیش از ۷۷٪ ابنیه فاقد سازه جهت توزیع نیروی جانبی هستند؛ بنابراین فقط حدود ۲۳٪ از ابنیه بافت شاخص پایداری در فرم ابنیه را دارند. در پهنهٔ مذکور بیش از نیمی از ابنیه یک طبقه هستند که اموال و دارایی‌های موجود در آن‌ها مستقیم در معرض خطر بوده و میزان خسارت را بالا می‌برد، درنتیجه در متغیر تراکم ساختمانی حدود ۵۰٪ از بافت در شاخص سازگاری وضعیت نامطلوب دارد.. از جهت ریزدانگی بافت، در این پهنه حدود یک‌پنجم از زمین‌های شهری ریزدانه هستند، لذا حدود ۲۰٪ از بافت در این متغیر به لحاظ شاخص سازگاری از خود آسیب‌پذیری نشان داده‌اند. به لحاظ متغیر فرو بافت به دلیل رودخانه چشمه کیله از نزدیکی مرکز شهر تنکابن و تقسیم این شهر را به دو قسمت شرقی و غربی ازنظر شاخص سازگاری وضعیت مطلوبی در تاب‌آوری کالبدی در برابر سیل ندارد. بر اساس برداشت کالبدی و نقشه‌های تولیدشده در نرم‌افزار G.I.S در این پهنه بیش از نیمی از معابر به مسیر جایگزین دسترسی ندارند و بیش از ۶۳ ٪ از معابر بن‌بست هستند که این دو انعطاف‌پذیری شریان‌ها را به نصف کاهش داده است. در این پهنه تمامی معابر بافت درگیر با سیلاب ساختار ارگانیک دارند و با ایجاد آشفتگی در جریان رواناب عبوری، آب‌گرفتگی معابر را افزایش می‌دهد و سازگاری فرم و شکل معابر شهری با تاب‌آوری کالبدی را به حداقل ممکن می‌رساند.

هر سه پل موجود بر روی این رودخانه همچنان در این پهنه درگیر سیلاب هستند و با توجه به این‌که تاکنون دو پل جانبازان و چشمه کیله به لحاظ پایداری دچار مشکل پایداری در زمان سیلاب شده‌اند در شاخص پایداری سازه‌های متقاطع بر روی رودخانه وضعیت در حدود ۳۳٪ است. ۱۰۰٪ معابر فاقد شبکه

عبور آب‌های سطحی می‌باشند و شاخص جامعیت در این مورد صفر درصد است.

در نقشهٔ ۶ همان‌گونه که مشاهده می‌شود، کاربری‌های اضطراری یا با آسیب‌پذیری بالا همچون درمانی، اداری و انتظامی و آموزشی همچنان ممنوع است. سایر کاربری‌ها به‌صورت مشروط با رعایت ضوابط کاهش آسیب‌پذیری مجاز به ادامه فعالیت هستند. در متغیر کاربری اراضی در شاخص سازگاری ۲٫۵٪ درصد از کاربری‌های مستقر در این پهنه در وضعیت فعلی با توجه به نحوهٔ فرم ابنیه در شرایط مغایر با این پهنهٔ سیلابی هستند و کاربری‌های موجود در معرض آسیب‌پذیری هستند. در این پهنه نیز، شاخص قانونمندی با توجه به استقرار کاربری آموزشی، درمانی و اداری و انتظامی رعایت نشده است. همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، در متغیر وضعیت بستر رودخانه، عامل مذکور در مدل‌سازی پهنه‌های درگیر با سیلاب تأثیرگذار است که بر اساس خروجی‌های گرفته‌شده در محل اتصال رودخانه به دریا پهنه سیلابی در بافت شهری گسترش‌یافته است و کارایی در این مناطق از بافت کاهش‌یافته است. بر اساس نقشه‌های وضعیت موجود از جداره‌های رودخانه، کمتر از ۵٪ از جداره دو طرف رودخانه مناسب‌سازی شده است و رعایت شاخص آمادگی در این متغیر کمتر از ۵ درصد است و بافت اطراف را آسیب‌پذیرتر می‌نماید. در متغیر حریم رودخانه، بیش از ۸۸ درصد زمین‌های شهری این پهنه با توجه به ضابطهٔ ساخت‌وساز و باز بودن طبقهٔ همکف، محدودیت‌های ساخت‌وساز را رعایت نکرده‌اند و شاخص قانونمندی کمتر از ۱۲٪ موارد رعایت شده است.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

یافته‌های تحلیل نشان داد که بر اساس مقایسه داده‌ها در محیط جی‌آی‌اس، حریم موجود با پهنه‌بندی ناشی از مدل‌سازی تناسب نداشته و هیچ سازگاری در این مورد وجود ندارد. بافت موجود در متغیرهای مختلف در هر سه پهنه متناسب با شدت خطر مناسب‌سازی نشده است و میزان آسیب‌پذیری در هر سه پهنه بسیار بالاست. این موضوع با شواهد تاریخی حداقل در مورد سیلاب‌ها با دورهٔ بازگشت کم صحت دارد و بررسی پهنهٔ آسیب‌دیده از سیل در سنوات گذشته نشان می‌دهد که بافت شهری در معرض سیل فراتر از حریم قانونی این رودخانه بوده است. در تمامی پهنه‌ها بیشترین آسیب‌پذیری به‌علت عدم وجود شبکهٔ هدایت آب‌های سطحی، ساخت و ساز غیر استاندارد ابنیه و محدودیت‌های شبکهٔ معابر است که بر شدت بحران در زمان بروز حادثه می‌افزایند. وجود قطعه زمین‌های درشت‌دانه در تمامی پهنه‌ها نیز نقطهٔ قوت مشترک تمام آنهاست که فرصتی برای اصلاح بافت در آینده را فراهم می‌آورد.

حال با توجه به مبتنی بودن این الگو بر داده‌های رسمی، براساس گزارش ایستگاه آب‌سنجی، می‌توان با استفاده از نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب، نواحی تحت تأثیر را تخمین زد و جمعیتی که نیاز به عملیات کمک‌رسانی یا تخلیه مناطق سیل‌زده دارند را برآورد نمود و امکانات متناسب با جمعیت درخطر را فراهم کرد. نقشه‌های پهنه‌بندی سیل به همراه سامانهٔ هشدار سیل، می‌تواند کارایی مناسب‌تری داشته باشد، به‌عنوان مثال می‌توان با انحراف سیلاب از سیل گیری مناطق حساس جلوگیری کرد یا با استفاده از کیسه‌های شنی، مناطق حساسی که بر اساس سامانهٔ هشدار سیلاب و نقشه‌های پهنه‌بندی سیل، جزو مناطق سیل گیر خواهند بود، حفاظت شوند.

با توجه به نقشهٔ نهایی به‌دست‌آمده از پهنه‌بندی سیلاب و در راستای توسعهٔ پایدار باید از ساخت‌وساز در محدودهٔ با خطر بسیار زیاد و زیاد ممانعت به عمل آید، زیرا در این نقاط وقوع خسارات به سازه‌های ساختمانی ناشی از سیل بسیار زیاد بوده و موجب فرسایش شدید فونداسیون ساختمان‌ها و فروریختن سازه‌های ساختمانی می‌شود و درنهایت اقدامات بهبوددهنده در جهت کنترل، غیرمحتمل و بی‌اثر است.

بر اساس مدل‌سازی به‌وسیله نرم‌افزار Hec_georas وسعت پهنه‌ای که توسط سیلاب تحت تأثیر قرار می‌گیرد بر اساس دوره بازگشت و مسیر رودخانه متفاوت است. بر اساس دوره بازگشت ۵۰۰ سال

حاشیه جنوبی رودخانه حدوداً تا دو بلوک تحت تأثیر سیلاب است. درحالی‌که در ضلع شمالی رودخانه به‌طور متوسط یک بلوک درگیر می‌باشد. البته در محل اتصال رودخانه به دریا سطح تحت تأثیر افزایش چشم‌گیر می‌یابد و از روند عادی که در طول مسیر رودخانه مشاهده شد پیروی نمی‌کند. با استفاده از نقشه‌های پهنه‌بندی سیل، کلیه مراکز امدادرسانی مانند آتش‌نشانی، امداد پزشکی، هلال‌احمر و ستاد حوادث غیرمترقبه را می‌بایست در پهنه با خطر کم سیلاب احداث نمود. در این صورت، هنگام رخداد سیلاب، مراکز امدادی و مدیریت بحران، خارج از محدوده خطر خواهد بود و مدیریت بحران امکان‌پذیر خواهد شد. در پهنه سیل گیر با خطر متوسط، احتمال خسارات قابل‌توجه به ساختمان‌های مسکونی یک طبقه بیشتر است، اما با تغییرات قابل‌توجه در ساختار سازه‌ها و سایر کنترل‌های برنامه‌ریزی‌شده می‌تواند کاهش یابد همچنین در پهنه‌های سیل گیر با خطر کم نیز احتمال ایجاد خسارات ناشی از سیلاب به ساختمان‌ها، اصلاح ساختار سازه را ضروری می‌سازد زیرا این امر هزینه‌های نوسازی بعد از سیل را به‌طور قابل‌ملاحظه ای کاهش می‌دهد. رویکرد در طراحی شبکه معابر باید به نحوی باشد که در صورت بروز سیلاب با آب‌گرفتگی زمین‌های مجاور رودخانه، کوچه‌ها و بن‌بست‌ها مسدود نگردند. همچنین خیابان‌ها باید به نحوی جانمایی شوند که در صورت آب‌گرفتگی ارتباط شبکهٔ معابر شهری قطع نشود.

پیشنهادها

کاربری‌های مجاز و غیرمجاز در پهنه‌های پیشنهادی: پهنهٔ پرخطر، بخشی از پهنهٔ سیل‌گیر با دورهٔ بازگشت ۲۵ تا ۱۰۰ سال است و از اراضی با خطر بالای سیلاب محسوب می‌شود. کاربری‌های آن خیلی محدود است. ایجاد مانع در مقابل سیلاب در این پهنه ممنوع می‌باشد. کاربری‌های زیر از پهنهٔ پرخطر، مشروط بر این‌که همراه با سکونت یا توقف روزانه شهروندان نباشد مجاز خواهد بود:

- استفاده‌های کشاورزی مانند کشت غلات، سبزیجات، علوفه و هرگونه کشاورزی که در مقابل جریان ایجاد مانع ننماید و خسارت به آن‌ها ازنظر اقتصادی بالا نباشد.
- استفادهٔ صنعتی و تجاری غیر سازه‌ای مانند پارکینگ موقت و سکوی تخلیه بار، مشروط به این‌که در مقابل جریان ایجاد مانع ننماید.
- استفاده‌های تفرجگاهی خصوصی و عمومی مانند زمین‌های گلف، تنیس، گردشگاه، فوتبال و اسکیت، ماهیگیری، شکار و غیره.
- معادن شن و ماسه با رعایت ضوابط مربوطه به برداشت شن و ماسه از رودخانه.
- سازه‌های متقاطع رودخانه مانند سدهای انحرافی و اسکله.
- استفاده‌های عمومی مانند خیابان، جاده و پل.

کاربری‌های زیر در پهنهٔ پرخطر منع شده‌اند:

- احداث هرگونه ساختمان مسکونی، صنعتی، تجاری و غیره.
- انبار نمودن هرگونه مواد سوختی و شیمیایی آلاینده محیط‌زیست
- احداث هرگونه چاه آب آشامیدنی، و
- تخلیه و انبار نمودن هرگونه زباله.

ساخت‌وساز در پهنهٔ پرخطر (با دورهٔ بازگشت صدساله) با رعایت محدودیت‌ها و مشخصات زیر آزاد است:

- کاربری مسکونی: کف طبقه مسکونی ۱ متر بالاتر از تراز سیلاب باشد. زیرزمین و همکف غیرمسکونی می‌تواند در تراز سیلاب قرار داده شود، مشروط بر این‌که ضد آب ساخته شود.
- ساختمان‌های تجاری، شرایط احداث ساختمان‌های تجاری مثل بناهای فرعی ساختمان‌های مسکونی است.
- ساختمان‌های صنعتی و کشاورزی: تا تراز سیلاب ضد آب می‌شوند یا حفاظت می‌گردند.
- انبارها و کارخانه‌های فرآیند انواع مواد اولیه و صنعتی: بالای تراز سیلاب ساخته می‌شوند.

- خیابان‌ها و پل‌ها: تا تراز سیلاب ضد آب ساخته می‌شوند. خیابان‌های فرعی ممکن است زیرتراز سیلاب ساخته شوند و ضد آب نشوند.
- سامانهٔ فاضلاب و چاه آب: تا ترازش سیلاب ضد آب ساخته می‌شوند.
- محل دفع زباله: احداث آن در حاشیهٔ سیلاب ممنوع است.

پهنهٔ خطر متوسط پهنهٔ مابین مرز سیل‌گیر با دوره‌های بازگشت صد و پانصد سال است. کلیه کاربری‌ها به‌غیراز کاربری‌هایی که اکیداً توصیه گردیده‌اند تا در پهنه با خطر کم در نظر گرفته شود، در پهنه خطر متوسط سیل مجاز می‌باشند.

اراضی با خطر کم سیل: به اراضی خارج از پهنه سیل‌گیر با دورهٔ بازگشت پانصد سال گفته می‌شود. کاربری‌های زیر، اکیداً توصیه می‌شود که در این پهنه واقع گردند؛ بدیهی است استفاده از سایر کاربری‌های نیز در این پهنه مجاز هستند:

- تأسیساتی حیاتی: مثل تصفیه‌خانه‌های آب و نیروگاه برق،
- ساختمان‌های امدادی و انتظامی: مانند آتش‌نشانی، بیمارستان‌ها، ستاد مدیریت بحران و غیره
- ساختمان‌های خاص مثل مهدکودک‌ها و خانه
- ساختمان‌های تحقیقاتی و صنعتی که ارزش حیاتی داشته باشند و یا میل‌گیری آن‌ها خطرات بهداشتی و زیست‌محیطی جبران‌ناپذیر را موجب گردند.

جدول۶: دسته‌بندی کاربری‌ها و متغیرها برای دستیابی به تاب‌آوری در برابر سیل

ردیف	پهنه	کاربری	متغیر	دوره بازگشت مبنای طراحی	ارگان‌های ذی مدخل
۱	حریم رودخانه	پارک و فضای سبز تفریحی و توریستی باغات و کشاورزی صنعتی	سازه‌های موقت	۲۵ ساله	شهرداری و شرکت آب منطقه‌ای
۲	پرخطر	پارک و فضای سبز تفریحی و توریستی باغات و کشاورزی صنعتی تأسیسات شهری حمل‌ونقل	سازه‌های موقت شبکه آب‌های سطحی خطوط انتقال آب خطوط انتقال انرژی شبکه‌های دسترسی	۲۵ تا ۱۰۰ ساله	شهرداری
۳	خطر متوسط	ترجیحاً کاربری‌هایی که در زمان بروز حادثه موردنیاز هستند، مکان‌یابی نشوند	سازه‌های موقت و دائم (مقاوم در برابر نیروی وارده از طرف سیل) شبکهٔ آب‌های سطحی (دارای ظرفیت کافی جهت عبور دبی سیلاب)	۱۰۰ تا ۵۰۰ساله	شهرداری

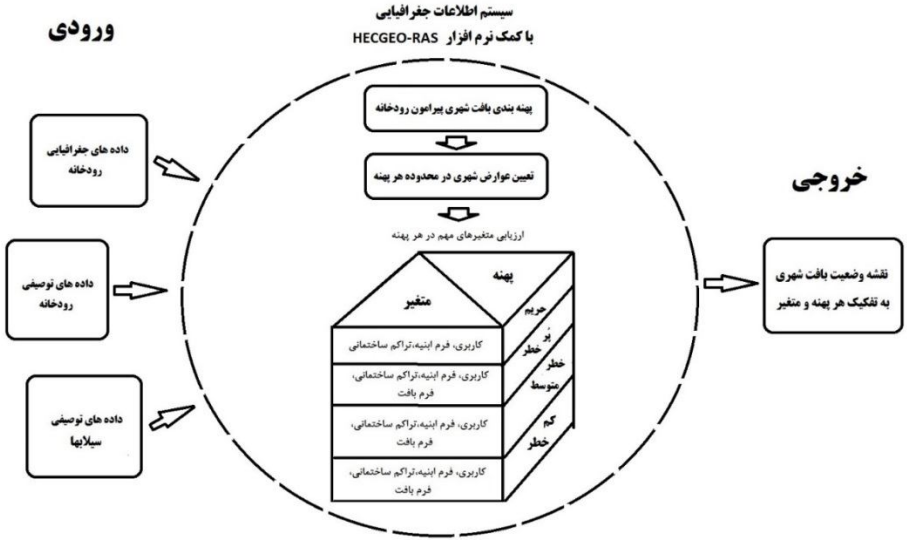
یافته‌های تحلیل نشان داد که بر اساس مقایسه داده‌ها در محیط جی‌آی‌اس، حریم موجود با پهنه‌بندی ناشی از مدل‌سازی تناسب نداشته و هیچ سازگاری در این مورد وجود ندارد. بافت موجود در متغیرهای مختلف در هر سه پهنه متناسب با شدت خطر مناسب‌سازی نشده است و میزان آسیب‌پذیری در هر سه پهنه بسیار بالاست.

معیارهای برازندگی مدل پیشنهادی و تحقق پذیری نتایج: الگوهای پیشین اغلب تاب‌آوری در برابر سیلاب را به صورت کلی و بدون پرداختن به جزئیات، مطرح کرده‌اند. برخی دیگر از الگوهای ارائه شده تاکنون، با تمرکز بر ارائه راهکارهای کلی در ابعاد مختلف، سعی دارند تا مسیر حرکت به سمت تاب‌آوری شهری را نمایش دهند. در هیچ یک از تحقیقات

گذشته ارائه الگو با تمرکز بر بُعد کالبدی و تبیین تمامی متغیرها و شاخص ها و سنجه‌های مورد نیاز، نبوده است. در الگوهای پیشین هرگز خروجی الگوها با واقعیت‌های ثبت شده، مقایسه نگردیده‌اند، اما همانگونه که اشاره شد فرآیند الگوی پیشنهادی که مبتنی بر مدلسازی ریاضی است، حداقل در سیلاب‌ها با دورهٔ بازگشت کوتاه‌مدت همخوانی دارد؛ لازم است تا در آینده میزان انطباق خروجی الگوی پیشنهادی با سیلاب با دورهٔ بازگشت بلندمدت بررسی گردد.

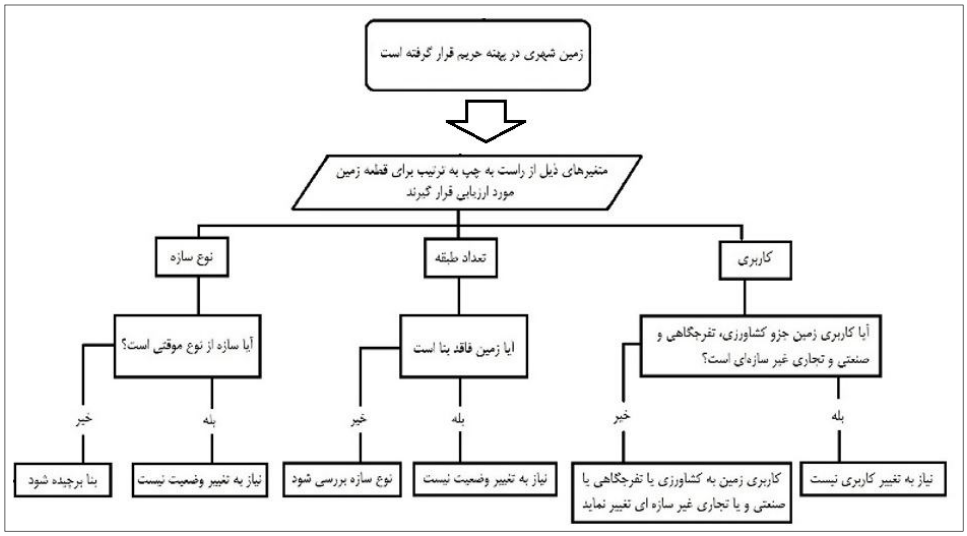
برتری الگوی پیشنهادی در موارد زیر است. نخست الگو با توجه به ویژگی‌های هر رودخانه شهری (اطلاعات مربوط به بستر و سیلاب) و همچنین بافت شهری اطراف رودخانه و متغیرهای تأثیرگذار در تاب آوری شهری، به شناسایی پهنه‌های مختلف درگیر با سیلاب می‌پردازد. سپس بر اساس تحلیل در محیط جی آی اس تمامی اجزای کالبدی بافت شهری را مورد تحلیل قرار می‌دهد تا مواردی که در شاخص‌های مختلف ضعف دارند را شناسایی نماید. بدین ترتیب الگوی پیشنهادی حاضر، به دور از تحلیل کلی و مبهم، سیستم شهر را هم در حالت کلی و هم در تک تک اجزا کالبدی شهر، مورد تحلیل قرار داده و نشان می‌دهد جهت کاهش آسیب‌پذیری بافت شهری در چه اجزا و شاخص‌هایی باید اقدام لازم صورت پذیرد. در نمودار شماره ۴ ساختار کلی این الگو نمایش داده شده است.

مبتنی بودن الگو بر اطلاعات دقیق کالبدی و هیدرولیکی بستر و بافت اطراف رودخانه، دقت بالا در خروجی نرم افزار های مدلسازی ریاضی (HECGEO_RAS) و نمایش دقیق وضعیت آسیب‌پذیری عناصر شهری در پهنه های مختلف (حریم، پرخطر، خطر متوسط و کم‌خطر) از معیارهای برازندگی این مدل نسبت به نمونه‌های شما به آن است.

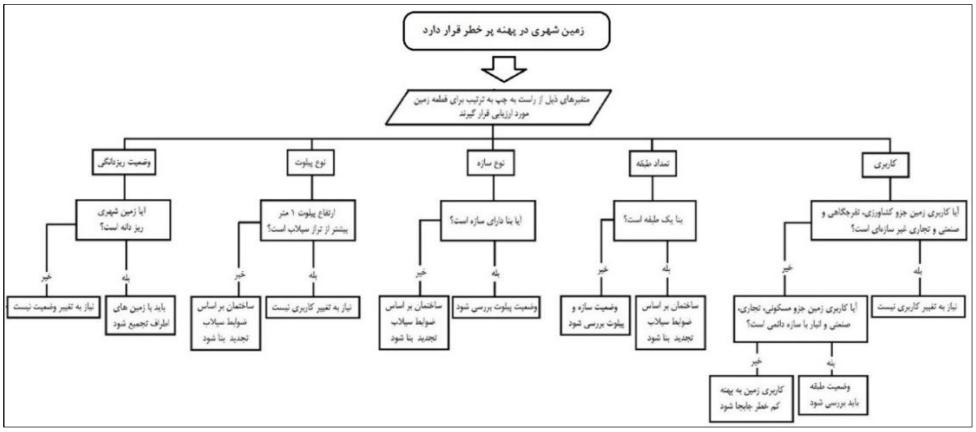


نمودار۴: الگوی پیشنهادی (الگوی تحلیل سیستمی سیلاب در شهر رودخانه محور)

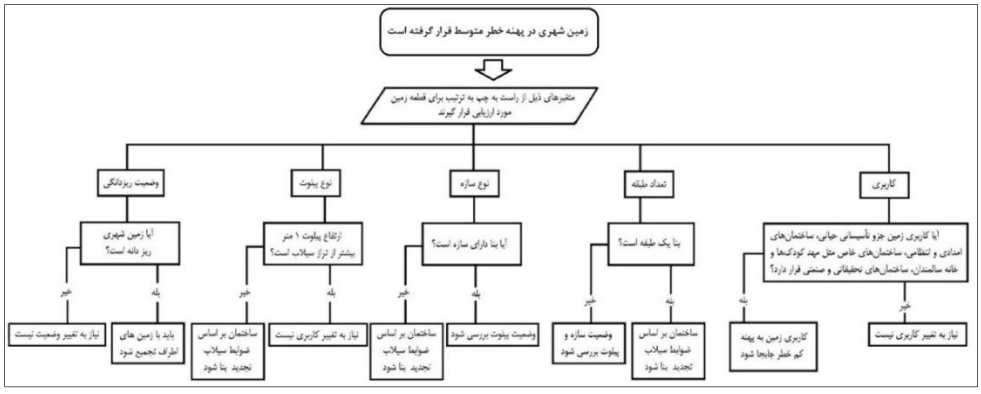
در الگوی پیشنهادی یک ساختار کلی جهت ارزیابی تاب‌آوری کالبدی در برابر سیلاب ارائه شده بود. البته جهت تشریح بهتر این الگو، نحوهٔ ارزیابی متغیرها در سه پهنهٔ مستعد ایجاد آسیب یعنی پهنه‌های حریم، پرخطر و خطر متوسط به‌صورت الگوریتم‌های جداگانه پیشنهادشده است.



نمودار۵: الگوریتم نحوه ارزیابی زمین‌های شهری در پهنه حریم رودخانه

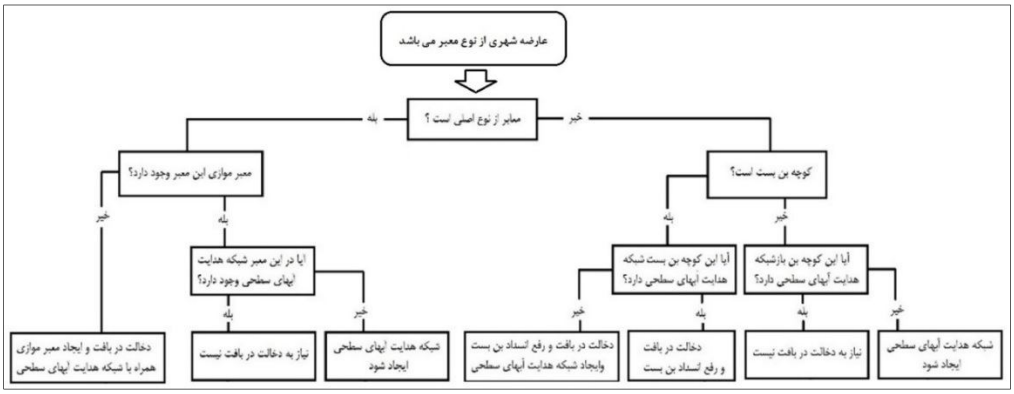


نمودار۶: الگوریتم نحوهٔ ارزیابی زمین‌های شهری در پهنهٔ پرخطر



نمودار ۷: الگوریتم نحوهٔ ارزیابی زمین‌های شهری در پهنهٔ خطر متوسط

نکتهٔ قابل‌تأمل این است که معابر شهری به علت آن‌که هم‌زمان می‌توانند در هر سه پهنه قرار بگیرند، لذا برای ارزیابی این متغیر الگوریتمی جداگانه پیشنهاد شده است.



نمودار۸: الگوریتم نحوهٔ ارزیابی معابر شهری

ساختار الگوی ارائه شده و الگوریتم‌های ارزیابی آن، بر مبنای یک مدل‌سازی آماری در محیط نرم‌افزار جی‌آی‌اس است که به‌صورت دقیق بافت شهری پیرامون رودخانه را بر اساس شدت خطر، پهنه‌بندی کرده و متناسب با امکان استقرار متغیرها در هر پهنه، نقاط آسیب‌پذیر را به‌صورت دقیق مشخص می‌نماید. این الگو، روش رایج کنونی در محدود شدن پهنه‌های اطراف رودخانه به دودسته‌ی درون و بیرون حریم رودخانه کنار گذاشته، و با توجه به میزان شدت خطر، هر عارضه شهری اعم از معابر یا ابنیه مستقر در آن را مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

اگرچه الگوی پیشنهادی با توجه به شرایط شهر تنکابن ارائه‌شده است، لیکن با توجه به آن‌که در این زمینه تحقیقات و مدل‌های اندکی ارائه‌شده لذا الگوی فوق و الگوریتم‌های ارزیابی آن می‌تواند راهنمایی برای سایر شهرها باشد که تحت تأثیر رودخانه‌های شهری در معرض همیشگی سیلاب قرار دارند.

منابع

۱. ابراهیمی‌پور، مرضیه. و زیاری، کرامت اله. (۱۳۹۹). تبیین راهبردهای افزایش تاب‌آوری کالبدی در برابر سیلاب مطالعهٔ موردی: رودخانهٔ چشمه‌کیله شهر تنکابن، تهران، نشریه شهر پایدار، ۳ (۱)، بازیابی شده در تاریخ ۱۳۹۹/۴/۴ از http://www.jscity.ir/article_95525.html

۲. احمدزاده، حسن.، سعیدآبادی، رشید.، و نوری، الهه. (۱۳۹۴). بررسی و پهنه‌بندی مناطق مستعد به وقوع سیل با تاکید بر سیلاب‌های شهری مطالعهٔ موردی: شهرماکو، مجلهٔ هیدرومورفولوژی، ۱ (۲): ۱-۲۴.

۳. اداره آب شهرستان تنکابن (۱۳۹۷-۱۳۹۸). اطلاعات و آمار سالیانه سیل و دوره بازگشت سیلاب، تنکابن.

۴. افشاری، محمدرضا. و پورکی، هاله. (۱۳۹۱). برآورد رواناب سطحی شهر رشت (مطالعهٔ موردی خیابان شهید قلیپور تا فلکه یخسازی، فصلنامهٔ فضای جغرافیایی، ۱۲(۳۷) :۱۲۱-۱۴۰.

۵. بهرامی، فرشاد.، آل هاشمی، آیدا.، متدین، حشمت‌اله. (۱۳۹۸). رودخانه‌های شهری و تفکر تا تاب‌آوری در برابر آشوب سیل؛ برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانهٔ کن. مجلهٔ منظر، ۴۷: ۶-۷۳.

۶. تقیلو، علی اکبر، مفرح بناب، مجتبی.، مجنونی توتاخانه، علی. و آفتاب، احمد. (۱۳۹۸). تحلیل وضعیت تاب‌آوری شاخص‌های کالبدی مساکن شهر تبریز در برابر حوادث غیرمترقبه، مجله آمایش جغرافیایی فضا، دانشگاه گلستان، ۹ (۳۳): ۳۱-۴۸.

۷. حاجی زاده، ابراهیم. و اصغری، محمد. (۱۳۹۴). روش ها و تحلیل‌های آماری با نگاه به روش تحقیق در علوم زیستی و بهداشتی، تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی.

۸. رمضان‌زاده لسبوئی، مهدی. و بدری، علی. (۱۳۹۳). تبیین ساختارها اجتماعی - اقتصادی تاب‌آوری جوامع محلی در برابر بلایای طبیعی با تأکید بر سیلاب مطالعهٔ موردی :حوضه‌های گردشگری چشمه کیله تنکابن و سردآبرود کلاردشت، فصلنامه انجمن جغرافیای ایران، ۱۲ (۴۰): ۱۰۹-۱۳۱.

۹. سازمان مدیریت بحران (۲۰۱۹). اخبار. بازیابی شده در تاریخ ۳ اردیبهشت ۱۳۹۸ از ndmo.ir/portal/homa/news

۱۰. صفاری، امیر.، ساسان‌پور، فرزانه.، موسی‌وند، جعفر. (۱۳۹۰). ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر خطر سیل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی مطالعه موردی :منطقهٔ ۳تهران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۷ (۲۰): ۱۵۰-۱۲۹.

۱۱. فرزاد بهتاش، محمدرضا.، کی‌نژاد. محمدعلی. پیربابایی، ممحمدتقی. و عسگری، علی (۱۳۹۰). ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز، نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، پاییز۱۳۹۲، ۱۸ (۳): ۴۲-۳۳.

۱۲. قدیری، محمود.، رکن‌الدین، عبدالرضا.، شایان، سیاوش. و پرهیزکار، اکبر. (۱۳۹۱). تبیین تمرکز اجتماعی-فضایی آسیب‌پذیری شهر تهران در برابر زلزله، مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۱۶ (۳): ۳۱-۵۴.

۱۳. قنبرزاده، هادی.، بهنیافر، ابوالفضل.، ثروتی، محمدرضا.، موسوی، مهدی. و نورمحمدی، علی محمد. (۱۳۹۴). نقش متغیرهای ژئومورفیکی رودخانه‌ای در مخاطرات سیلاب شهرهای کوهستانی (مطالعهٔ موردی: شهر طرقبه،استان خراسان رضوی)؛ فصلنامه آمایش محیط، زمستان۱۳۹۴، دوره ۸، شماره۳۱، صص. ۹۸-۷۷.

۱۴. لقایی، حسنعلی، میرزائی، فریبا. و کرباسی، عبدالرضا. (۱۳۸۸). طراحی تفرج‌گاهی نواحی رود کناری در محیط کلان شهرها، تهران: انتشارات مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران.

۱۵. محمودزاده، حسن.، امامی‌کیا، وحید. و رسولی، علی اکبر. (۱۳۹۴). ریز پهنه‌بندی خطر سیلاب در محدوده شهر تبریز با استفاده از روش AHP، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۳۰ (۱) : ۱۸۰-۱۶۷.

۱۶. میرزاعلی، محمد.، نظری، عبدالحمید. و اونق، مجید. (۱۳۹۷). سنجش ابعاد کالبدی تاب‌آوری جوامع روستایی در مواجهه با سیل مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز گرگانرود، نشریه برنامه ریزی توسعه کالبدی، ۷ (۱۱): ۱۱۱-۱۳۳.

۱۷. نظم‌فر، حسین. و پاشازاده، اصغر. (۱۳۹۷). ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی نمونهٔ مورد مطالعه: شهر اردبیل، مجله آمایش جغرافیایی فضا، دانشگاه گلستان، ۸ (۲۷) : ۱۰۱-۱۱۶.

18. Abdulkareem, M. and Elkadi, H. (2018). From engineering to evolutionary, an overarching approach in identifying the resilience of urban design to flood", International Journal of Disaster Risk Reduction, 791: 2-30.
19. Adeniyi, O., Perera, S. and Ginige, K. (2018). Built environment flood resilience capability maturity model, Procedia Engineering 212 (2018) 776–783, Available online at www.sciencedirect.com
20. Allen, C.R., Birge, H.E., Bartelt-Hunt, S., Bevans, R.A., Burnett, J.L., Cosens, B.A. and Uden, D.R. (2016). Avoiding decline: Fostering resilience and sustainability in midsize cities. Sustainability (Switzerland), 8(9). doi: 10.3390/su8090844
21. Bertilsson, L., Wiklund, K., de Moura Tebaldi, I., Rezende, O.M., Veról, A.P. and Miguez, M.G. (2018). Urban flood resilience – a multi-criteria index to integrate flood resilience into urban planning, Journal of Hydrology. 573 (76): 970-982.
22. Cutter, S.L., Barnes, L., Berry, M., Burton, Ch., Evans, E., Tate, E. and Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters, Global Environmental change, 1 (3): 598-606.
23. Cutter, S., Burton, Ch. and Emrich, Ch., (2010). Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. Journal of Homeland Security and Emergency Management, 7 (1):1-22.
24. Cutter, S.L., Barnes, L., Berry, M., Burton, Ch., Evans, E., Tate, E., and Webb, J. (2008-a). Community and regional resilience: perspectives from hazards, disasters and emergency management, CARRI Research Report.1, Hazards and Vulnerability Research Institute, Department of Geography, University of South Carolina, Columbia, 1-33. Retrieved 2020, Jun. 24, from https://s31207.pcdn.co/wp-content/uploads/2019/09/Perspectives-from-Hazards-Disasters-and-Emergency-Management_9-25-08.pdf
25. Ek, K., Goytia, S. Pettersson, M. and Spegel, E. (2016). *Analysing and*

evaluating flood risk governance in Sweden - Adaptation to Climate Change?, STAR-FLOOD Consortium, Utrecht, The Netherlands. [online] URL: http://www.starflood.eu/documents /2016/03/wp3-sw-final-webversion.pdf

26. Folke, C. (2006). Resilience: the emergence of a perspective for social–ecological systems analyses, Global environmental change, 16 (3): 253-267.
27. Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Terry. Ch. and Rockstrom. J. (2010). Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. Ecology and Society, 15 (4): 1-9.
28. Hegger, D.L.T., Driessen, P.P.J. Dieperink, C., Wiering, M., Raadgever, G.T. & Van Rijswick, H.F.M.W. (2014). Assessing stability and dynamics in flood risk governance: an empirically illustrated research approach. *Water Resources Management* 28:4127-4142.
29. Hegger, D.L.T., C. Green, P.P.J. Driessen, M.H.N. Bakker, C. Dieperink, A.Crabbé, K. Deketelaere, B. Delvaux, C. Suykens, J. C. Beyers, M. Fournier, C. Larrue, C. Manson, W. Van Doorn-Hoekveld, H. F. M. W. Van Rijswick, Z. W. Kundzewicz, & Goytia Casermeiro, S. (2013). *Flood risk management in Europe: similarities and differences between the STAR-FLOOD consortium countries*. STAR-FLOOD Consortium, Utrecht, The Netherlands.
30. Kaufmann, M.,W. van Doorn-Hoekveld, H.K. Gilissen, & van Rijswick, M. (2016). *Analysing and evaluating flood risk governance in the Netherlands. Drowning in safety?*. STAR-FLOOD Consortium, Utrecht, The Netherlands.
31. Liao, K. H. (2014). From flood control to flood adaptation: a case study onthe lower green river valley and the city of Kent in King County, Washington. Natural Hazards, 71 (1): 723-750.
32. Mayunga, J. S. (2007). Understanding and applying the concept of community disaster resilience: a capital-based approach, A draft working paper prepared for the summer academy for social vulnerability and resilience building, Munich, Germany,1-26. Retrieved 2020, Jun. 24, from https://www.ucursos.cl/usuario/3b514b53bcb4025aaf9a6781047e4a66/mi_blog/r/11._Joseph_S._Mayunga.pdf
33. Mitchell, T. & Harris, K. (2012). Resilience: a risk management approach, background note, 1-7. Retrieved 2020, Jun. 24, from https://www.sistemaprotezionecivile.it/allegati/1470_Resilience-_A_risk_manag_approach.pdf
34. Moberg, F. & Simonsen, H. S. (2011). What is Resilience? An introduction to social-ecological research. Stockholm: Stockholm Resilience Centre, 1-20. Retrieved 2020, Jun. 24, from www.stockholmresilience.su.se
35. Nilsson, M.(2004). Research and advice on strategic environmental assessment, Stockholm Environmental Institute , 23 (1) : 91-123
36. Renald, A., Tjiptoherijanto, P., Suganda, E. & Djakapermana, R. D. (2015). Toward resilient and sustainable city adaptation model for flood disaster prone city: case study of Jakarta Capital Region, CITIES, 227 (43): 334-340.
37. Zhou, H., Wang, J., Wan, J. & Jia, H. (2014). Resilience to natural hazards: a geographic perspective. Nat. Hazards, 31 (1): 21-41.
38. Wohl, E. E. (2000). Inland Flood Hazard, Human, Riparian and Aquatic Communities, Cambridge University Press, Retrieved 2020, Jun. 24, from https://books.google.com

مقاله حاضر دارای حامی یا تامین کننده اعتبار پژوهشی نمی باشد