

صص ۸۵-۶۷

## تحلیل توزیع مکانی میزان تاب آوری شهر در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر سیل (مطالعه موردی: شهر قائم شهر)

### حمزه بهروزی

دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

### محمد رضا زند مقدم\*

دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

### سعید کامیابی

دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۱۲

### چکیده

با توسعه شهرنشینی، شهرها به مراکز توجه تبدیل شده‌اند و تقاضا برای منابع طبیعی و توجه به تأثیرات محیطی جهانی آن‌ها افزایش یافته است. فعالیت‌های شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری موجب افزایش فشار بر طبیعت و تضعیف تاب‌آوری آن شده است که اغلب پیامدهای مخربی برای شهرها و ساکنان آن در پی داشته است. لذا هدف از این پژوهش مدل‌سازی میزان تاب‌آوری شهر در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر سیل در شرایط بحرانی است. روش بکار رفته در این پژوهش، بهره‌گیری از نرم‌افزار GIS به منظور تعیین نقاط دارای تاب‌آوری بیشتر و استفاده از روش‌های الگوریتم ژنتیک (GA) و هوش ازدحامی ذرات (PSO) و برنامه‌نویسی آن‌ها در محیط MATLAB می‌باشد، با استفاده از آن مهم‌ترین مؤلفه‌های تاب‌آوری شهر و راهکارهای مؤثر در تقویت تاب‌آوری مشخص گردند. پژوهش حاضر طی ۲ مرحله صورت گرفته که در مرحله اول، ابتدا با استفاده از مدل AHP میزان تاب‌آوری نقاط شهری در برابر سیل تعیین گردید و پس از آن با ترکیب همه مؤلفه‌های ذکر شده نقشه نهایی مخاطره تهیه شد. در مرحله دوم جهت تعیین مهم‌ترین مؤلفه‌های تاب‌آوری شهر این بار ۳۲ شاخص از مؤلفه‌های تاب‌آوری بر اساس ۴ معیار (کالبدی-فضایی، اقتصادی، اجتماعی، نهادی) تدوین و با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک مورد بررسی قرار گرفت که در نهایت ۳ نقطه از شهر به ترتیب (استادیوم شهید وطنی، پارک ولیعصر، فضای سبز نساجی)، به عنوان مناطق دارای تاب‌آوری بیشتر انتخاب و اولویت‌بندی شدند. سپس به منظور تأیید و مقایسه یافته‌های پژوهش توسط الگوریتم ژنتیک (GA) از روش PSO بهره گرفته شد. در مرحله پایانی پیشنهاد می‌گردد که افزایش میزان تاب‌آوری شهر قائمشهر در مرحله اول نیازمند تقویت و اصلاح ساختارهای محیط طبیعی و سپس حفظ و نگهداشت محیط ایمن است.

واژگان کلیدی: تاب‌آوری، الگوریتم ژنتیک، سیل، PSO، MATLAB3.

## مقدمه

امروزه، تاب‌آوری در حوزه‌های گوناگون به‌ویژه در مدیریت سوانح بکار گرفته می‌شود. چهارچوب طرح هیوگو در ۲۲ ژانویه ۲۰۰۵ به تصویب استراتژی بین‌المللی کاهش بحران سازمان ملل متحد (UNISDR) رسید که خود حرکتی مثبت در این زمینه محسوب می‌شود. از زمان تصویب این لایحه قانونی، هدف اصلی برنامه‌ریزی برای مخاطره و کاهش خطر بحران، علاوه بر کاهش آسیب‌پذیری به نحوی بارز به سمت تمرکز روی ایجاد تاب‌آوری در جوامع گرایش پیدا کرده است (Manyena, S. B. (2006)). بلایای اتفاق افتاده در سالیان اخیر بیانگر این موضوع است که جوامع و افراد به‌صورت فزاینده‌ای آسیب‌پذیرتر شده و ریسک‌ها نیز افزایش یافته‌اند. با این حال، کاهش ریسک و آسیب‌پذیری اغلب تا بعد از وقوع سوانح نادیده انگاشته می‌شوند (Ainuddin, S. Routray, Jayant Kumar 2012) در شرایطی که ریسک و عدم قطعیت‌ها در حال رشد می‌باشند. تاب‌آوری به‌عنوان مفهوم مواجهه با اختلالات، غافلگیرهای و تغییرات معرفی می‌شود (Mitchell, T. Harris, K. 2012).

تاب‌آوری ظرفیتی برای مقاومت در برابر استرس و فاجعه است. روانشناسان همیشه سعی کرده‌اند که این قابلیت انسان را برای سازگاری و غلبه بر خطر و سختی‌ها افزایش دهند. (حسینی سیاه‌گلی و همکاران، ۱۳۹۷) تاب‌آوری معادل واژه Resiliency است. در فرهنگ لغت این کلمه، خاصیت کشسانی، بازگشت‌پذیری و ارتجاعی معنی شده است. (کاظمی، داوود، عندلیب، علیرضا، ۱۳۹۴) خاطرنشان کرد که ورود مبحث تاب‌آوری به مبحث شهری، مدیریت بحران و سازمان‌ها و حتی زندگی مردم به‌مثابه تولد فرهنگی جدید است (McManus, et al, 2004). عبارتهایی چون جوامع تاب‌آور و پایدار، معیشت‌های تاب‌آور، ایجاد جوامع تاب‌آور و سازمان‌های تاب‌آور به‌صورت معمول در مقالات علمی و برنامه‌های عملیاتی استفاده می‌شوند (Timmerman, P, 1981) هرچند توجه خاصی نسبت به تاب‌آوری در ایران و جهان وجود دارد، با این حال تاکنون تعداد محدودی از قوانین سیستماتیک فرموله شده در مورد تاب‌آوری سازمانی وجود دارد (فلاحی، علیرضا، جلالی، تارا، ۱۳۹۲) تاب‌آوری را «یک فرایند توانایی، یا پیامد سازگاری موفقیت‌آمیز علی‌رغم شرایط تهدید کننده» تعریف نموده‌اند که نقش مهمی در مقابله با تنیدگی‌ها و تهدیدهای زندگی و آثار نامطلوب آن دارد (Timmerman, P, 1981). تاب‌آوری سازگاری مثبت در واکنش به شرایط ناگوار است (McManus, et al, 2008). تاب‌آوری نقش مهمی در بازگشت به تعادل اولیه یا رسیدن به تعادل سطح بالاتر دارد و از این‌رو، سازگاری مثبت و موفق را در زندگی فراهم می‌کند. (Folk, C. 2006). تاب‌آوری صرف مقاومت منفعل در برابر آسیب‌ها یا شرایط تهدید کننده نیست، بلکه فرد تاب‌آور، مشارکت‌کننده فعال و سازنده محیطی پیرامونی خود است. تاب‌آوری قابلیت فرد در برقراری تعادل زیستی- روانی- روحی، در مقابل شرایط مخاطره‌آمیز است (Mayunga, Joseph S. 2007)

تاب‌آوری نوعی ترمیم خود که با پیامدهای مثبت هیجانی، عاطفی و شناختی همراه است (احمدزاده کرمانی ۱۳۹۹). سیر دستیابی به انعطاف‌پذیری از طریق کار و توجه به روی اثرات استرس و وقایع دردناک ایجاد می‌شود. ارتقاء تاب‌آوری منجر به رشد افراد در به دست آوردن تفکر و مهارت‌های خود مدیریتی بهتر و دانش بیشتر می‌شود. (رضایی، محمدرضا.

۱۳۹۲). لذا تعیین میزان تاب‌آوری و شناخت عوامل مؤثر در حفظ آرامش و بالا بردن آستانه تحمل مدیران و کارکنان، باعث موفقیت و بهبود عملکرد جوامع در زمان بحران خواهد بود. بلایای اتفاق افتاده در سال‌های اخیر بیان‌گر این موضوع است که جوامع و افراد به صورت فزاینده‌ای آسیب‌پذیر شده و ریسک‌ها نیز افزایش یافته‌اند. از این‌رو است که تبیین رابطه تاب‌آوری در برابر تهدیدات و کاهش اثرات آن از سوی سازمان با توجه به نتایجی که در بر خواهد داشت و همچنین تأکیدی که این تحلیل بر بعد تاب‌آوری دارد، از اهمیت بالایی برخوردار است (Anne Tiernan, 2015). تجربه حاکی از آن است که اگر ضوابط از قبل معین نشوند، در زمان آغاز برنامه ایجاد سکونتگاه موقت عوامل غیرقابل پیش‌بینی در برنامه دخالت کرده و به انواع مختلف بر کیفیت آن اثر می‌گذارد. مهم‌ترین عامل جهت آمادگی قبلی شناخت میزان آسیب‌پذیری در بحران، اولویت‌بندی و مشخص کردن راه‌حلی جهت پیش‌گیری و مهار خطرهایی که امکان بروز آن می‌رود، است. از این‌رو پژوهش حاضر به مسئله اساسی در مواجهه با مخاطرات طبیعی و مدیریت بحران می‌پردازد که ارائه مدلی جهت میزان ارزیابی تاب‌آوری در مواجهه با مخاطرات طبیعی صورت خواهد گرفت. این‌گونه توجهات سبب می‌شود تا:

- میزان آسیب‌پذیری ساکنان مناطق مختلف کاهش یابد؛

- هزینه‌های ناشی از وقوع مخاطرات کاهش یافته و بار اضافه مالی بر دولت وارد نیاید؛

- هزینه‌هایی که به‌منظور جلوگیری از وقوع مخاطرات انجام می‌گیرد در حقیقت یک سرمایه‌گذاری جهت استفاده در آینده است؛

- ایمنی و امنیت شهر افزایش می‌یابد.

### پیشینه پژوهش

پژوهش‌های زیادی در خصوص تاب‌آوری صورت گرفته است اما با توجه به هدف پژوهش حاضر که ارزیابی میزان تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی است. پژوهش‌هایی که به صورت مستقیم به این موضوع پرداخته‌اند مدنظر قرار گرفته است که می‌توان به برخی از آن‌ها اشاره کرد. مهدی مودودی و همکاران در سال ۱۳۹۹ با مقاله‌ای تحت عنوان "تبیین تاب‌آوری مناطق روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر سیلاب" هدف این پژوهش شناسایی عوامل مؤثر بر شکل‌گیری سیلاب و پهنه‌بندی خطر وقوع سیل حوضه آبریز قائن به همراه تبیین تاب‌آوری مناطق روستایی در مواجهه با سیلاب است. به‌طور کلی نتایج نشان می‌دهد که تاب‌آوری روستاهای مورد مطالعه در سطح متوسط می‌باشد. با این حال، تاب‌آوری روستاها با یکدیگر متفاوت است؛ لذا اتخاذ برنامه‌های بهبود شرایط اقتصادی از جمله متنوع‌سازی اقتصاد و همچنین برگزاری کلاس‌های توانمندسازی اجتماعی برای این دو روستا از اهمیت زیادی برخوردار است.

صالحی پور میلانی و همکاران سال ۱۴۰۱ در پژوهش به ارزیابی آسیب‌پذیری و تاب‌آوری شهر رزن در برابر زلزله پرداختند و نتایج نشان داد که آمادگی و تاب‌آوری محلات شهر در برابر زلزله در هیچ‌یک از محلات شهر در طبقه زیاد و

بسیار زیاد قرار نداشت. کارکرد ضعیف ساختارهای مدیریتی و نهادی و همچنین توان کم اقتصادی شهروندان برای بازگشت به شرایط مطلوب بعد از وقوع زلزله از عوامل کاهش تاب‌آوری شهر رزن در برابر زلزله بود.

باقر نژاد و عزیززی در سال ۱۳۹۹ با مقاله‌ای تحت عنوان "توزیع فضایی تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات کلان‌شهر تهران" چنین بیان کرده‌اند که: آسیب‌های بسیار جانی و مالی ناشی از سوانح طبیعی در کلان‌شهرها ضرورت ارزیابی و ارتقای تاب‌آوری پیش از وقوع حادثه را نشان می‌دهد. توزیع فضایی تاب‌آوری و ابعاد آن در سطح کلان‌شهر تهران نشان می‌دهد که محلات غربی و جنوبی شهر تهران و برخی از محلات در شمال شرقی وضعیت نامطلوبی از نظر تاب‌آوری دارند. در صورتی که میزان تاب‌آوری در محلات مرکزی و شرقی به نسبت بیشتر است. در میان ابعاد تاب‌آوری نیز بعد زیرساختی بیشترین تأثیر منفی را بر محلات با وضعیت نامطلوب تاب‌آوری داشته است.

احمدزاده و امین زاده در سال ۱۳۹۹ با مقاله‌ای تحت عنوان "ارزیابی ابعاد تاب‌آوری شهری با استفاده از روش میانگین مجموع فواصل از حد بهینه (مطالعه موردی: منطقه ۹ شهرداری مشهد)" چنین بیان کرده‌اند که: سوانح طبیعی همواره چالشی بزرگ در دستیابی به توسعه پایدار جوامع انسانی بوده است. نگاهی که تاکنون در مدیریت سوانح و مدیریت شهری وجود داشته، بیشتر نگاه مقابله‌ای و کاهش مخاطرات بوده است. حوزه ادبیات مخاطرات در یک تغییر پارادایم از (ارزیابی مخاطرات) به سمت (تحلیل آسیب‌پذیری) تغییر رویه داده است. ملکی و همکاران در سال ۱۳۹۹ با مقاله‌ای تحت عنوان "بررسی و سنجش میزان تاب‌آوری در ابعاد کالبدی و اجتماعی در برابر زلزله (مطالعه موردی شهر ایزده)" چنین بیان کرده‌اند که: مخاطره‌ای که شهرها را تهدید می‌نماید خطر وقوع زلزله است. شهر ایزده هم در معرض خطرات ناشی از وقوع زلزله است، کاهش آسیب و مدیریت بحران و درنهایت تاب آور نمودن شهر در برابر مخاطرات لازم و ضروری است؛ بنابراین می‌توان گفت بین نواحی شهر ایزده از لحاظ تاب‌آوری اجتماعی تفاوت وجود دارد. محمدرضا زند مقدم و همکاران (۱۳۹۸)، در مقاله‌ای با عنوان پهنه‌بندی و رویکرد فضایی بر مدیریت بحران با تأکید بر آسیب‌پذیری اجتماعی فیزیکی شهرها در برابر زلزله نمونه موردی استان ایلام با بررسی اینکه شهرها کانون‌هایی هستند که انسان‌ها را به همراه نیازها و احتیاجات مختلفشان در خود پذیرفته‌اند و عالی‌ترین نیازهای بشر در آن تبلور عینی یافته است. برآورد ریسک و ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای از یک شهر از موضوعات مهم و اساسی محسوب می‌شود؛ به عبارت دیگر، ریسک ترکیبی از خطر و آسیب‌پذیری است و از آنجا که آسیب‌پذیری ممکن است صورت‌های گوناگونی همچون آسیب‌پذیری جانی، عملکردی، اجتماعی، مالی و یا ترکیبی از این موارد را به خود بگیرد، تخمین برآورد ریسک نیاز به رهیافتی جامع‌نگر دارد؛ و لازم است تا در آن از روش، معیار و تخصص‌های گوناگونی استفاده گردد. در نتایج مقاله با در نظر گرفتن آسیب‌پذیری بالای منطقه بیان داشتند که میزان آسیب‌پذیری ناشی از زلزله علاوه بر اهمیت دوچندان آن در مدیریت بحران ضرورت بررسی آن در شاخص‌های مختلف از ضروریات برنامه‌ریزی شهری است.

دنيس پارکر در سال ۲۰۲۰ با مقاله‌ای تحت عنوان "تاب‌آوری در مقابل بحران فاجعه، علمی چالش برانگیز" چنین نوشته است که: مفهوم تاب‌آوری مورد توجه بسیاری قرار گرفته است و اکنون بر تفکر در مورد مدیریت ریسک از جمله

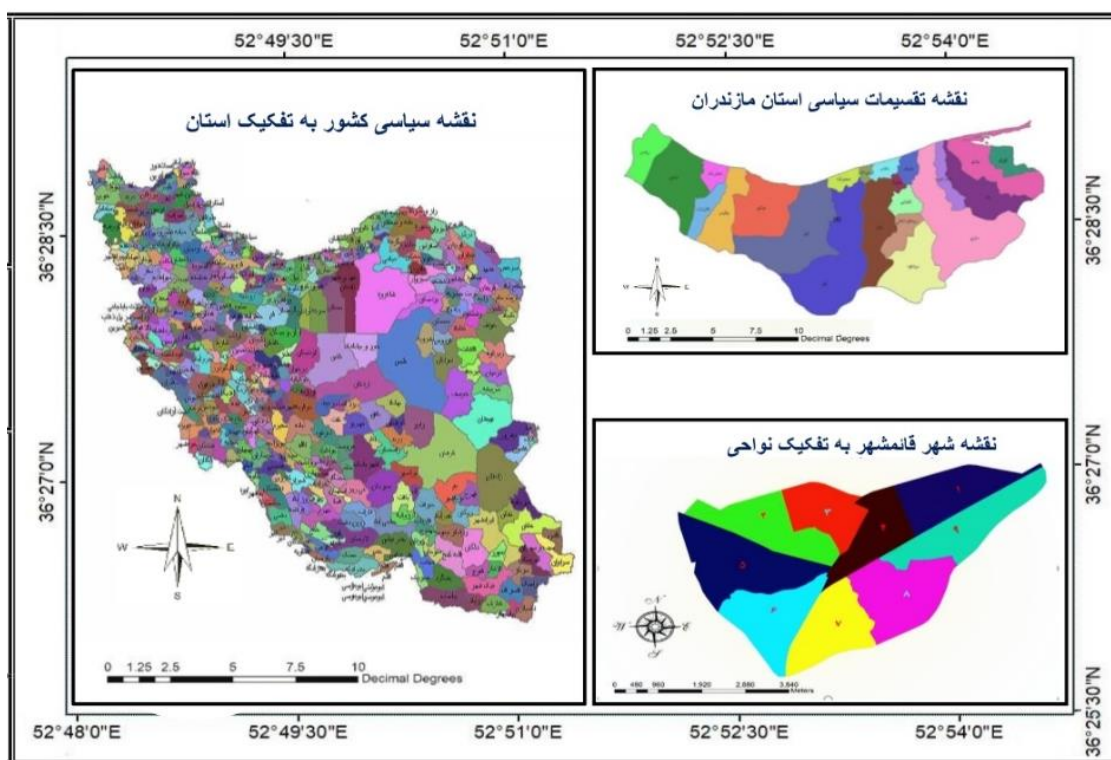
مدیریت خطرات زیست‌محیطی حاکم است. در این مقاله به بررسی روش متنوع تاب‌آوری و روش‌های مفهومی آن در حوزه مدیریت خطر و بروز فاجعه می‌پردازیم و سپس این سؤال مطرح می‌شود که آیا مقاومت در برابر تاب‌آوری است یا نه صرفاً یک نظریه از مفهوم کاهش است که قبلاً در زمینه مدیریت خطر و بروز فاجعه مورد استفاده قرار گرفته است. بحث به این نتیجه می‌رسد که تاب‌آوری مفهومی است که فراتر از کاهش برای پذیرش سازگاری، تغییر و تحول است. فیروز پورو همکاران در سال ۲۰۲۱ با مقاله‌ای تحت عنوان "مروری بر مفاهیم تاب‌آوری در برابر بلایای طبیعی و اقدامات بین‌المللی از سال ۲۰۱۲" چنین بیان کرده‌اند که: این مقاله به بررسی شیوه‌ها و روندهای پژوهش در زمینه تاب‌آوری در برابر بحران و مفاهیم کاهش خطر در برابر بلایای طبیعی از سال ۲۰۱۲ می‌پردازد. این روش از روش ارزیابی سریع برای کشف تحولات در این زمینه و شناسایی مضامین اصلی در پژوهش و عمل استفاده می‌کند. مقاله به صورت تخصصی‌تر، بررسی می‌کند که چگونه مفاهیم در زمینه کاهش خطرات در مدیریت ریسک و سلامت و الگوی حاکم بر بحران تشکیل شده است. یافته‌های پژوهش سه موضوع مهم در حال را مشخص می‌کند: اجتماعی کردن مسئولیت‌پذیری و تاب‌آوری. علاقه مستمر به مدیریت ریسک با تأکید بر مشارکت‌های خصوصی دولتی به عنوان مکانیسم‌های توانمند؛ و نتایج کاربردی از مفهوم تاب‌آوری انطباقی.

سامرز و همکاران در سال ۲۰۱۸ با مقاله‌ای تحت عنوان "اندازه‌گیری مقاومت جامعه در برابر خطرات طبیعی: شاخص غربالگری تاب‌آوری در برابر خطر طبیعی (NARSI) - توسعه و کاربرد در ایالات متحده" چنین بیان کرده‌اند که: بلایای طبیعی اغلب استرس قابل توجهی و طولانی مدت بر سیستم‌های مالی، اجتماعی و زیست‌محیطی تحمیل می‌کند. از توفان‌های اتلانتیک گرفته تا گردبادهای میان غربی تا آتش‌سوزی غربی، هیچ گوشه‌ای از ایالات متحده از تهدید یک واقعه ویرانگر و خطرناک طبیعی مصون نیست. در سرتاسر کشور، این تشخیص وجود دارد که فواید ایجاد محیط‌های تاب‌آور در برابر حوادث خطرناک طبیعی، به ارتقاء و تداوم بخشش و موفقیت جامعه در طول زمان کمک می‌کند. چالش جوامع در یافتن راه‌هایی برای برقراری تعادل در لزوم حفظ سیستم‌های اجتماعی و زیست‌شناختی است که آن‌ها در مواجهه با تهدیدهای مداوم در معرض خطرهای طبیعی، مصون بدارد. باکسن و همکاران در سال ۲۰۱۶ با مقاله‌ای تحت عنوان "اعتبارسنجی شاخص‌های تاب‌آوری و آسیب‌پذیری در زمینه سوانح طبیعی" چنین بیان کرده‌اند که: با توجه به تهدیدهای مداوم و جدی در برابر بلایای طبیعی در سراسر جهان، بسیاری از آن‌ها برای انجام تصمیمات آماده‌سازی، بهبودی و سازگاری، به تحقیقات تاب‌آوری و آسیب‌پذیری روی آورده‌اند. در پاسخ، پژوهشگران و دست‌اندرکاران انواع شاخص‌های بلایای طبیعی را بر اساس معیارهای قابل اندازه‌گیری، برای تعیین سطح تاب‌آوری و آسیب‌پذیری ارائه کرده‌اند. نتایج این پژوهش بیانگر این است که ایجاد سیاست‌های منطقه‌ای یا سرمایه‌گذاری در پروژه‌های تاب‌آوری و بهبود آسیب‌پذیری باید از شاخص‌های با اولویت بالاتر استفاده کنند.

## داده‌ها و روش‌ها

### محدوده منطقه مورد مطالعه

شهر قائم‌شهر بین ۳۶ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. بر پایه آخرین سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ شمسی این شهر دارای ۲۰۴۹۵۳ نفر جمعیت و تعداد ۶۸۴۰۷ خانوار است. مساحت این شهر ۴۵/۸ کیلومتر مربع می‌باشد. این شهر به دلیل موقعیت جغرافیایی خود که از یک سو قرارگیری در مسیر اصلی عبور به سمت مشهد مقدس و از سوی دیگر یکی از مهم‌ترین راه‌های ارتباطی شمال کشور به پایتخت می‌باشد. مستعد نقش تجاری و گردشگری در سطح منطقه و کشور می‌باشد. (قبادی، جانباز، ۱۳۹۱)



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱: نقشه محدوده مورد مطالعه

### روش پژوهش

این پژوهش به لحاظ هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی-تحلیلی است که با بهره‌گیری از مطالعات کتابخانه‌ای و نقشه‌های شهری تبیین گردید. شیوه گردآوری اطلاعات در این پژوهش به صورت اسنادی و میدانی (حضور در مناطق آسیب‌پذیر) است. سپس به منظور سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری شهر در برابر مخاطرات طبیعی ابتدا شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر میزان تاب‌آوری محدوده مورد مطالعه شناسایی شد و پس از آن با جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از سطح منطقه

نقشه‌های مورد نظر در (GIS) تولید و با استفاده از فرایند سلسله مراتبی (AHP)، مورد تحلیل قرار گرفت و در نهایت نقشه کلی استخراج شد. برای سنجش میزان تاب‌آوری شهر در ۴ بعد (کالبدی - فضایی، اقتصادی، اجتماعی، نهادی) از ۲۶ شاخص و ۴۲ زیر شاخص تأثیرگذار استفاده شده است؛ که در جدول (۱) نشان داده شده است.

انتخاب شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها در پژوهش پیش رو بر اساس ۴ معیار: قابل دسترس بودن داده‌ها، پیشینه پژوهش‌های انجام شده، توجه به ادبیات موجود در مورد تناسب آن با تاب‌آوری و تحلیل نقشه‌های شهری تأثیرگذار بر تاب‌آوری در برابر سیل استخراج شده است.

**جدول ۱: شاخص‌های تاب‌آوری شهر در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر سیل**

ساختار	شاخص	زیرشاخص	
کالبدی - فضایی	دسترسی	دسترسی به مراکز بهداشتی و درمانی و بیمارستان‌ها	
		دسترسی به پارک‌ها و فضاهای سبز	
		دسترسی به مراکز آموزشی	
		دسترسی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی	
		دسترسی به نیروی انتظامی	
		دسترسی به سایر دستگاه‌های امدادی و خدماتی	
		دسترسی به حمل‌ونقل عمومی	
		دسترسی به شبکه معابر	
	وجود فضای باز	پارک - زمین بایر - مرتع - باغ - زمین‌های زراعی	
	وجود تأسیسات خطرزا	شبکه برق	
		شبکه آب	
		شبکه گاز و سوخت	
	فرم و بافت شهر	عمر بنا	
		نوع مصالح	
		کیفیت بنا	
فاصله از گسل		(۳۰۰-۵۰۰-۸۰۰)	
فاصله از رودخانه		(۳۰۰-۵۰۰-۸۰۰)	
موقعیت توپوگرافی		۰ تا ۶ در صد مناسب‌ترین شیب	
کاربری زمین	مسکونی		
	تجاری		
	صنعتی		
	زراعی		
	تراکم ساختمانی	--	
اجتماعی	سرمایه اجتماعی	مشارکت عمومی	
		امنیت اجتماعی	
		حس تعلق محله‌ای	
		روابط همسایگی	
	آگاهی از مخاطرات طبیعی	--	
	جمعیت‌شناسی	میانگین سنی	

میانگین جنسی		
--	تراکم جمعیتی	
--	میزان تحصیلات	
--	یکپارچگی و مشارکت ساکنان	
--	آموزش برای مقابله با بحران	
--	ارزش زمین	
--	هزینه ساخت	اقتصادی
--	مالکیت اراضی	
مقدار دفاتر بیمه به ازای هر ۵۰۰۰ نفر	توانایی جبران خسارات	
وجود خیرین در منطقه		
مقدار بانک به ازای هر ۵۰۰۰ نفر		
--	میزان درآمد خانوار	
--	نرخ اشتغال و بیکاری	
هماهنگی میان ادارات و سازمان‌ها	روابط	نهادی
همکاری مردم و سازمان‌ها	امکانات	
منابع و امکانات سازمان‌های امدادگران منابع و امکانات شهرداری		
وضعیت آگاهی مردم از وجود نهادهای‌هایی در ارتباط با مدیریت بحران	بستر	
میزان رعایت قانون ساخت‌وساز		
آشنایی با طرح‌های اسکان اضطراری پس از وقوع مخاطرات	عملکردی	
آمادگی فنی و ابزاری در زمان وقوع مخاطرات		
آموزش‌های غیرحضور در جهت آمادگی در زمان مخاطرات		
عملکرد شهرداری جهت جلوگیری از تخلف ساختمانی		
عملکرد خدماتی سازمان‌های شهری		

مآخذ: نگارندگان

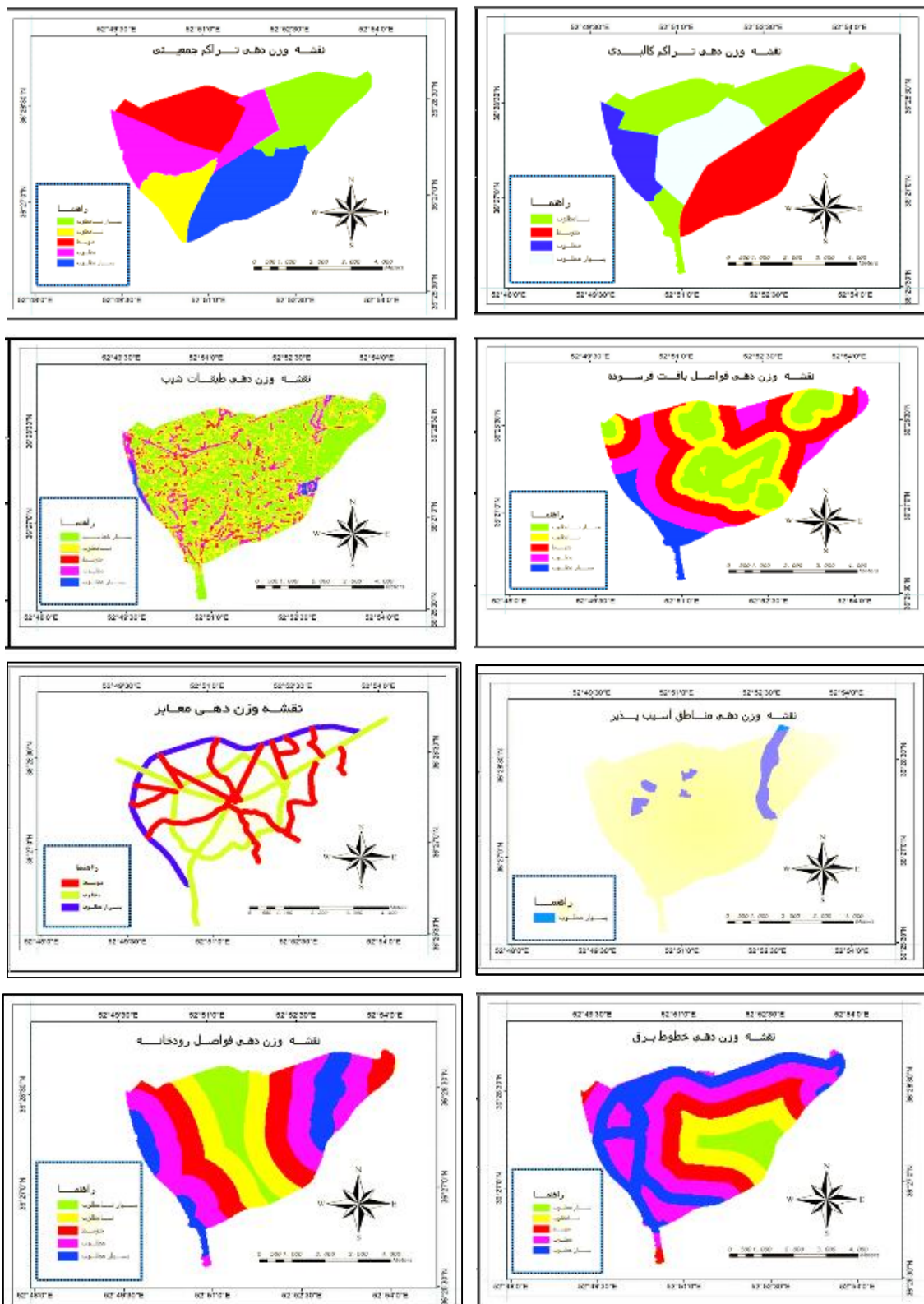
برای ارزیابی میزان تاب‌آوری شهر در برابر مخاطرات طبیعی در شهر قائم‌شهر با تأکید بر سیل پس از شناسایی معیارها و شاخص‌های مورد نظر نقشه‌های شهری جمع‌آوری شده که در محیط GIS با استفاده از مدل AHP وزن دهی شده بودند با استفاده از مدل الگوریتم ژنتیک (GA) در محیط برنامه‌نویسی MATLAB کد نویسی شد و ۴۰ نقطه از شهر که دارای تاب‌آوری بیشتری بودند یعنی تعداد بیشتری از شاخص‌ها را به خود اختصاص دادند احصاء شدند و درنهایت ۵ نقطه اولویت‌دار مطابق جدول (۶) تعیین گردید. از آنجا که الگوریتم ژنتیک از روش‌های بهینه‌یابی مبتنی بر جمعیت بوده و مسئله این پژوهش نیز از نوع گسسته می‌باشد به‌منظور مقایسه نتایج حاصل از الگوریتم ژنتیک از روش مشابه دیگر که آن نیز مبتنی بر جمعیت است استفاده گردید تا یافته‌های ژنتیک را مورد تأیید قرار دهد به همین منظور از روش هوش ازدحامی ذرات یا الگوریتم پرندگان (PSO) استفاده شده است؛ که نتایج آن طی جدول (۶) خروجی الگوریتم ژنتیک را تأیید می‌نماید.



## بحث و یافته‌ها

### تحلیل شاخص‌ها و تعیین اهمیت ابعاد تاب‌آوری شهر در برابر مخاطرات طبیعی

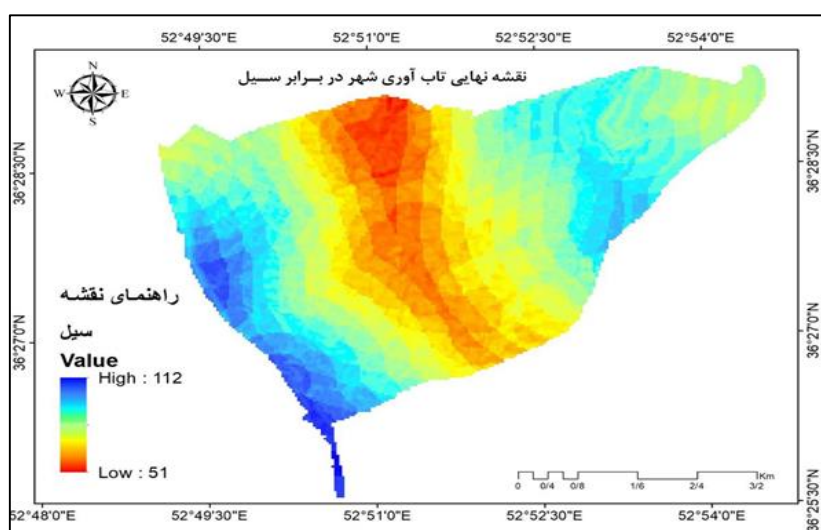
تاب‌آوری شهر قائم‌شهر از منظر چهار بعد بررسی شده است. این ابعاد هر کدام دارای شاخص‌ها و زیر شاخص‌هایی است. نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل داده‌های مورد نظر به تفکیک ابعاد چهارگانه ارائه شده است. ابتدا به منظور بررسی و شناسایی پهنه‌های پرخطر از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید، بدین ترتیب ابتدا تعیین معیارهای لازم و ضروری که در تصمیم‌گیری نقش داشته‌اند؛ که عبارت می‌باشند از نقشه‌های (تراکم کاربری، فواصل رودخانه، طبقات شیب، حریم کاربری‌های فضای سبز، ورزشی و پارک‌ها و ...، تراکم جمعیتی، شبکه معابر، بافت فرسوده، تراکم کالبدی و ...). صورت پذیرفت و نقشه‌های مورد نظر در محیط GIS تولید گردید. پس از تعیین معیارها می‌بایست مطابق شکل (۲) هر یک از آن‌ها وزن دهی گردند که وزن هر معیار نشان‌دهنده میزان اهمیت و ارزش آن نسبت به معیارهای دیگر است.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۲: وزن دهی معیار

در تولید نقشه خطرپذیری و تاب‌آوری در برابر سیل از نقشه‌های کاربردی مختص آن‌ها استفاده گردید و وزن دهی‌های لازم صورت گرفت و نقشه خروجی با طیف رنگی بسیار مطلوب که نشان‌دهنده بالاترین تاب‌آوری و بسیار نامطلوب که نشان‌دهنده بیشترین خطرپذیری (کمترین تاب‌آوری) می‌باشد تهیه گردید؛ که در شکل (۳) نشان داده شده است.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۳: نقشه نهایی تاب‌آوری شهر در برابر سیل با استفاده از AHP

### تحلیل شاخص‌های تاب‌آوری شهر در الگوریتم ژنتیک (AG)

جهت تحلیل ساختارهای میزان تاب‌آوری شهر ابتدا با استفاده از مطالب و رفرنس‌های معتبر و علمی چهار شاخص اصلی (کالبدی-فضایی، اقتصادی، اجتماعی، نهادی) شناسایی شد. از آنجا که هریک از این شاخص‌ها دارای زیر شاخص‌های متعدد می‌باشند و برخی از آنان قابلیت امتیازدهی کمی را دارا بوده و برخی از آن‌ها فاقد این قابلیت بودند. تبدیل عناصر کیفی به کمی بر اساس استانداردهای مربوطه صورت پذیرفت و در ادامه همه عناصر مطابق جدول (۲) از امتیاز ۱ تا ۵ (بسیار نامطلوب، نامطلوب، متوسط، مطلوب و بسیار مطلوب) نمره دهی گردیدند

جدول ۲: امتیازدهی شاخص‌های تاب‌آوری

امتیاز	شرح
۱	بسیار نامطلوب
۲	نامطلوب
۳	متوسط
۴	مطلوب
۵	بسیار مطلوب

مأخذ: نگارندگان.

در ادامه زیر شاخص‌ها که در مؤلفه‌های ذکر شده وجه اشتراک داشتند استخراج گردیدند و همان‌طور که در جدول (۲) ذکر شد پس از کمی‌سازی مورد امتیازدهی قرار گرفتند. پس از آن ۴۰ نقطه شهری تاب‌آور تر مطابق جدول (۳) که بر اساس یافته‌های انجام شده از نقشه‌های تولید شده از GIS استخراج گردید با شاخص‌های موجود مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**جدول ۳:** نقاط شهری دارای بیشترین شاخص تاب‌آوری در مخاطرات طبیعی بر اساس الگوریتم ژنتیک

مجموعه مکان	مجموعه مکان
منطقه امامزاده حمزه	فضای سبز کوچک سرا
پارک ولیعصر	محدوده پشت ترمینال
"فضای سبز شورای شهر	فضای سبز امیرکبیر
فضای سبز کوچه افتخاری	فضای سبز ظرافت
فضای سبز شهرداری	فضای سبز مجاور محله
فضای سبز کوچه کفشگرکلاه	پارک قائم محله
فضای سبز کوچه گز بوتان	فضای سبز دخانیات
فضای سبز کوچه کوی کشاورزی	پارک سید محله
ورزشگاه شهید وطنی	فضای سبز ۱۶ متری
خیابان تهران، درمانگاه شهید رجایی	فضای سبز ایستگاه راه‌آهن
بیمارستان رازی	پارک تالر
فضای سبز کوچه نیما	فضای سبز بهشتی محله
فضای سبز کوچه بنفشه	فضای سبز کوچه نساجی
پارک سیاه رود	فضای سبز آبنانسر
منطقه امامزاده حمزه	محدوده کمربند جنوبی
فضای سبز کوچه مهمانسرا	فضای سبز ارم
پادگان شهید باقر زاده	هلال‌احمر خیابان ساری
فضای سبز سایپا خزر	فضای سبز ترک محله
پارک شهیدان ابراهیمی	آتش‌نشانی خیابان بابل
"فضای سبز شرافت	بیمارستان ولیعصر

مأخذ: نگارندگان

به منظور دستیابی به پاسخ‌های منطقی در الگوریتم ژنتیک ابتدا npopهای مختلف (نقاط شهری) مورد بررسی قرار گرفت که آنالیز آن پژوهش را پس از چندین بار اجرای برنامه به این نتیجه رساند که اجرای برنامه با npop در بازه ۱۵ تا ۳۵ بهترین نتایج حاصل می‌گردد. بدین منظور جدول (۴) تدوین گردید تا نحوه چرخش کروم‌زوم‌ها را با npop یاد شده و تغییر در Crossover\_rate و Mutation\_rate مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن به شرح زیر نمایش داده شده است.

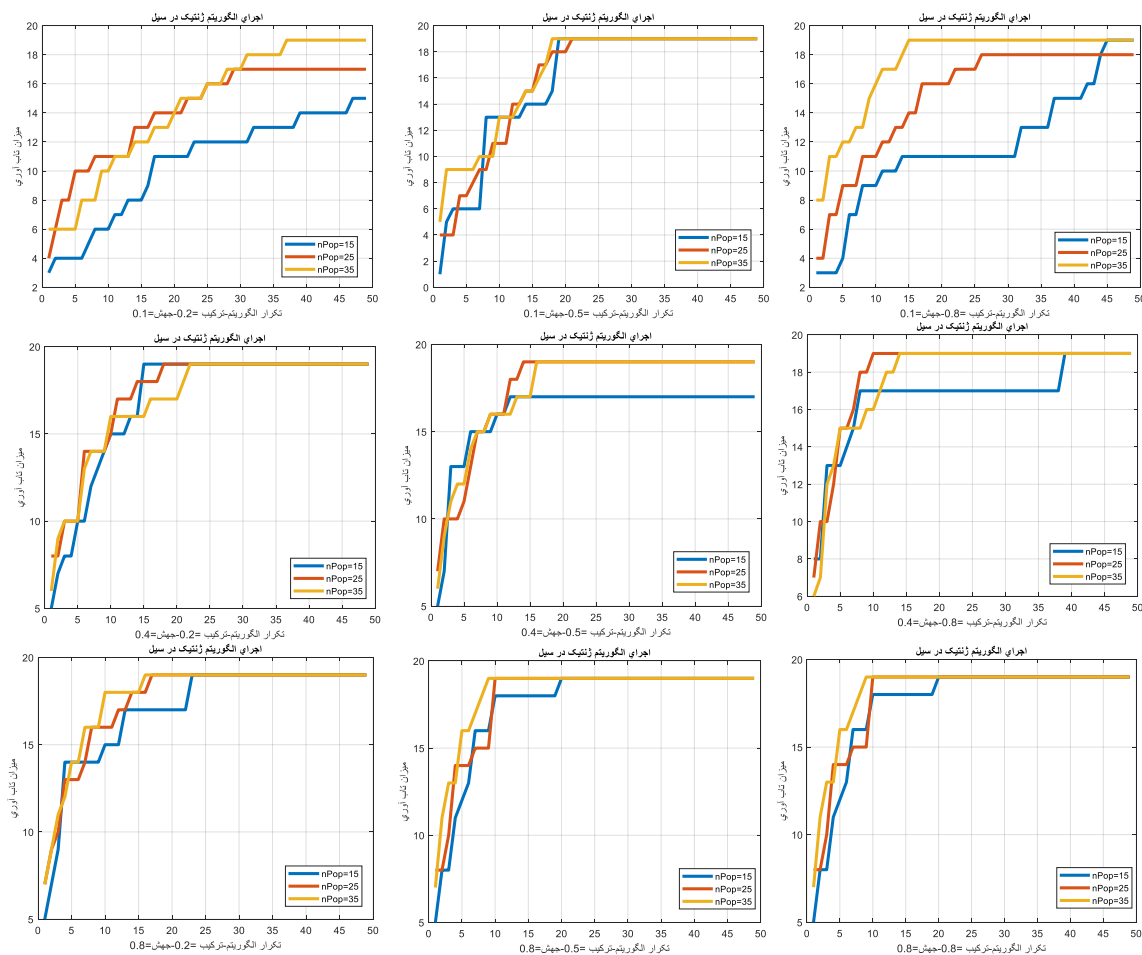
جدول ۴: نحوه چرخش کروم زوم‌ها در الگوریتم ژنتیک

	npop	Crossover_rate	Mutation_rate
Out1	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۲	۰,۱
Out2	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۵	۰,۱
Out3	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۸	۰,۱
Out4	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۲	۰,۴
Out5	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۵	۰,۴
Out6	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۸	۰,۴
Out7	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۲	۰,۸
Out8	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۵	۰,۸
Out9	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۸	۰,۸

مأخذ: نگارندگان

در ادامه روند اجرای الگوریتم ژنتیک از چرخش و جهش ایجاد شده در نقاط شهری یاد شده مطابق جدول (۴) ۹

نمودار تولید گردید که در شکل (۴) مشاهده می‌گردد.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۴: اجرای الگوریتم ژنتیک در مخاطرات طبیعی

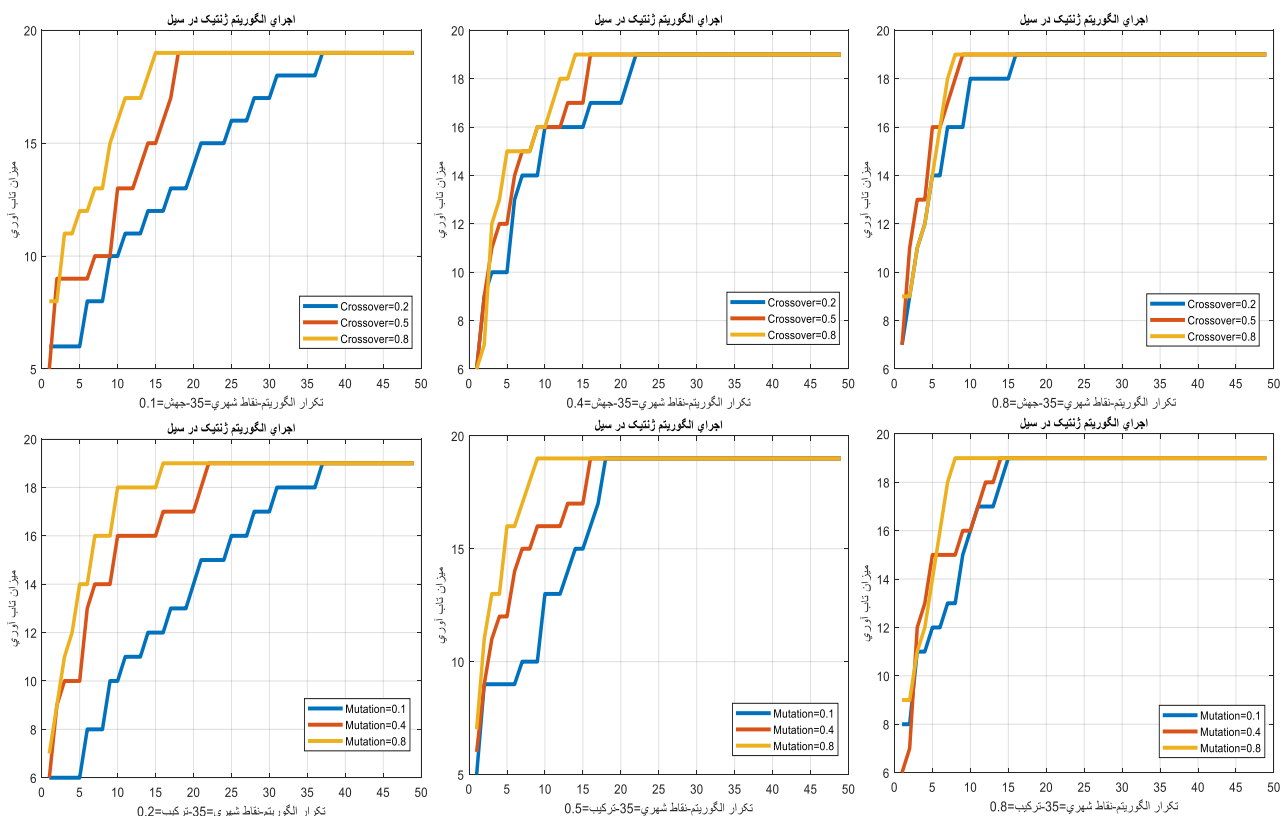
با توجه به نمودارهای تولید شده و تفسیر آن‌ها این نتیجه حاصل می‌گردد که npop35 در اکثر نمودارها بهتر از npop 15,25 بوده است. با توجه به این نتیجه npop35 را با Crossover\_rate و Mutation\_rate مختلف می‌سنجیم تا کدام Crossover\_rate و کدام Mutation\_rate عملکرد بهتری دارد. به همین منظور جدول (۵) ترسیم تا تغییرات حاصله بر روی نمودار مورد بررسی قرار گیرد.

جدول ۵: تغییرات حاصله چرخش کروم زوم‌ها

	npop	Crossover_rate	Mutation_rate
Out 10	۳۵	۰.۸-۰.۵-۰.۲	۰.۱
Out 11	۳۵	۰.۸-۰.۵-۰.۲	۰.۴
Out 12	۳۵	۰.۸-۰.۵-۰.۲	۰.۸
Out 13	۳۵	۰.۲	۰.۸-۰.۴-۰.۱
Out 14	۳۵	۰.۵	۰.۸-۰.۴-۰.۱
Out 15	۳۵	۰.۸	۰.۸-۰.۴-۰.۱

مأخذ: نگارندگان

پس از تغییرات حاصل از چرخش کروم زوم‌ها که در جدول (۵) مشاهده می‌گردد با چرخش و ترکیب‌های مختلف نقاط شهری ۶ نمودار مطابق شکل (۵) تولید شد.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۵: اجرای نهایی الگوریتم ژنتیک در مخاطرات طبیعی

همان طور که در شکل (۵) مشاهده می‌شود الگوریتم ژنتیک در  $Mutation=0.5$  و  $Crossover=0.8$  همگرایی بیشتری دارد و زودتر به جواب بهینه می‌رسد.

با تحلیل نقشه‌های حاصل از GIS در منطقه مورد مطالعه در خصوص مخاطرات طبیعی و همچنین نمودارهای به دست آمده در الگوریتم ۴۰ نقطه شهری که در نمودارهای فوق مشاهده شده بر اساس نقاط تاب آور مطابق جدول (۳) رتبه‌بندی شدند و به منظور تحلیل بهینه‌تر ۵ نقطه برتر طبق جدول (۶) نمایش داده شده است.

### استفاده از مدل PSO به منظور مقایسه نتایج به دست آمده در الگوریتم ژنتیک

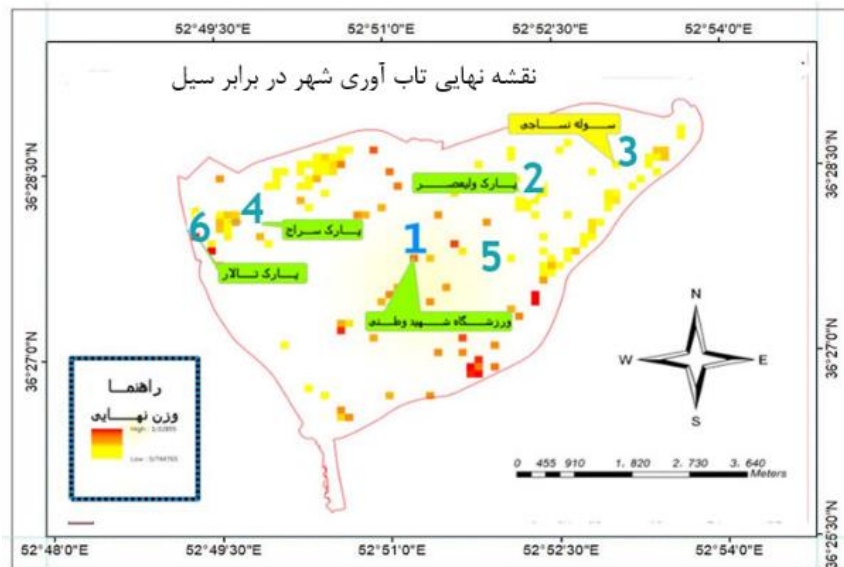
تجزیه و تحلیل یافته‌های نمودارهای خروجی PSO نمودارهای تولید شده در شکل‌های شماره (۴) و (۵) که الگوریتم ژنتیک آن را ترسیم نموده است را تأیید می‌نماید. به عبارت دیگر می‌توان گفت روند اجرای الگوریتم ژنتیک در شناسایی نقاط دارای بیشترین تاب‌آوری بر اساس مناطقی که از GIS استخراج گردید به شکل درست می‌باشد و نتایج تطبیقی آن در جدول (۶) نشان داده شده است.

**جدول ۶: مقایسه خروجی‌های حاصل از الگوریتم ژنتیک (GA) و هوش ازدحامی ذرات (PSO)**

GA (الگوریتم ژنتیک)	PSO (هوش ازدحامی ذرات)
مجموعه مکانی ردیف	ردیف مجموعه مکانی
۱- استادیوم شهید وطنی	۱- استادیوم شهید وطنی
۲- پارک ولیعصر	۲- پارک سراج
۳- فضای سبز نساجی	۳- پارک ولیعصر
۴- پارک سراج	۴- فضای سبز نساجی
۵- فضای سبز شهرداری	۵- فضای سبز کوچه افتخاری

مأخذ: نگارندگان

نقشه نهایی تاب‌آوری در برابر سیل شکل (۶) در منطقه مورد مطالعه بر اساس مدل‌های GIS ترسیم گردید و با جداول و نمودارهای تولید شده در الگوریتم ژنتیک بررسی شد.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۶: نقشه نهایی نقاط تطبیقی AHP و الگوریتم‌های AG و PSO در برابر مخاطرات طبیعی (سیل)

## نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر باهدف ارزیابی تاب‌آوری شهری در شهر قائم‌شهر صورت گرفته است، شهر قائم‌شهر به‌عنوان یکی از شهرهای استراتژیک استان مازندران است که به‌واسطه موقعیت خاص و شرایط محیطی از ریسک بالایی در برابر مخاطرات به‌خصوص سیل برخوردار است، بر این اساس می‌توان گفت بررسی‌های مربوط به تاب‌آوری یکی از ضروریات مدیریت شهری می‌باشد. برای بررسی تاب‌آوری در محدوده مورد مطالعه از شاخص‌های مختلف و مؤثر با استفاده از مدل‌های AHP و الگوریتم ژنتیک (GA) و هوش ازدحامی ذرات (PSO) استفاده شده است. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد که عوامل کالبدی - فضایی از جمله توپوگرافی و فرم و بافت شهر در دسترسی، کاربری زمین، وجود تأسیسات خطرزا، تراکم کالبدی و شبکه معابر منطقه تأثیر بیشتری نسبت به سایر عوامل دارند؛ بنابراین در زمینه تاب‌آوری شهر توجه به موضوعات و مؤلفه‌های کالبدی - فضایی بسیار مهم می‌باشند.

در ساختار اقتصادی مجموعه از عوامل و مؤلفه‌های اصلی بر همدیگر در زمینه میزان تاب‌آوری شهر تأثیرگذارند. از جمله عوامل تأثیرگذار در ساختار اقتصادی می‌توان به ارزش زمین، هزینه ساخت، توانایی جبران خسارت، مالکیت اراضی اشاره کرد از طرف دیگر عوامل دیگر مانند سرمایه اقتصادی، میزان درآمد خانوار، نرخ اشتغال و بیکاری عوامل تأثیرپذیر است؛ بنابراین می‌توان این چنین تحلیل کرد که عوامل اقتصادی در سطح شهر میزان تأثیرگذاری بالایی دارند.

ساختار اجتماعی یکی از مهم‌ترین ساختارهای مؤثر بر میزان تاب‌آوری شهر است. در این ساختار مجموعه از مؤلفه‌ها و عوامل نقش بازی می‌کنند از قبیل سرمایه اجتماعی، آگاهی از مخاطرات طبیعی، میانگین جنسی و سنی، تراکم جمعیتی، میزان تحصیلات و یکپارچگی مشارکت کارکنان. تحلیل عوامل ساختار اجتماعی مؤثر بر میزان تاب‌آوری شهر نشان می‌دهد که عوامل سرمایه اجتماعی، آگاهی از مخاطرات طبیعی بیشترین تأثیرگذاری را دارند و در مقابل عوامل



میانگین جنسی و سنی، تراکم جمعیتی بیشترین تأثیرپذیری دارند. هرچند عامل آموزش مقابله با بحران هم تأثیرگذار است و هم تأثیرپذیر.

امروزه برنامه‌ریزی نهادی و توجه به ساختارهای نهادی در زمینه تاب‌آوری شهر می‌تواند راه رسیدن به توسعه پایدار را هموار کند. دلیل اصلی این امر نیز می‌تواند به بحث برنامه‌ریزی در مرحله اجرا پیوند داد. تحلیل عوامل ساختار نهادی مؤثر بر میزان تاب-آوری شهر نشان می‌دهد که عوامل میزان رعایت ساخت و ساز، آمادگی فنی و ابزاری در زمان وقوع مخاطرات و منابع و امکانات شهرداری و سازمان‌های امداد رسانی از عوامل تأثیرگذار بر تاب‌آوری شهر می‌باشند و عوامل دیگری از جمله هماهنگی بین ادارات و نهادها، همکاری مردم و سازمان‌ها عوامل تأثیرپذیر هستند. در تحلیل این شاخص می‌توان گفت که هماهنگی و تقویت شاخص‌های زیرساختی ساختار نهادی مؤثر بر میزان تاب‌آوری شهر می‌باشند.

امروزه مخاطرات طبیعی خسارت‌های فراوانی را به کالبد شهر موجب شده است که همین امر مفهوم تاب‌آوری را برای کاهش آثار سوانح به حوزه‌های مهم در عرصه مدیریت بحران تبدیل کرده است در این میان تاب‌آوری از مهم‌ترین ابعاد در میزان تاب‌آوری جوامع است که از طریق آن می‌توان وضعیت جوامع را نیز از نظر ویژگی‌های فیزیکی و جغرافیایی تأثیرگذار در هنگام بروز مخاطرات ارزیابی کرد. بررسی‌های تاریخی نشان می‌دهد که نقاطی از منطقه مورد مطالعه توسط این مخاطره طبیعی دچار آسیب‌های جانی و مالی شده است؛ لازم به ذکر است نتایج حاصل از این پژوهش با پژوهش صالحی پور میلانی و همکاران سال ۱۴۰۱ و همچنین احمدزاده و امین زاده که در سال ۱۴۰۰ به ترتیب برای شهر رزن و منطقه ۹ شهرداری مشهد انجام داده‌اند دارای همخوانی معناداری است.

با توجه به مطالعات انجام گرفته و شاخص‌های مورد مطالعه مربوط به تاب‌آوری شهری در شهر قائم شهر پیشنهادی کاربردی به شرح زیر می‌توان ارائه کرد: ۱- رعایت عرض معابر و شبکه‌های دسترسی به‌خصوص در بافته‌های فرسوده؛ ۲- رعایت حریم مناسب برای کاربری‌های خطرآفرین؛ ۳- توزیع و پراکنش مناسب زیرساخت‌های حیاتی؛ ۴- رعایت ضوابط فنی ساختمان و به‌روزرسانی استانداردها؛ ۵- با توجه به مقوله آگاهی شهروندان از مدیریت بحران، از مدارس و رسانه‌های جمعی دنبال شود؛ ۶- دسترسی مردم به شریان‌های حیاتی و محیط باز، تراکم ساختمان‌ها و ازدحام جمعیت در نظر گرفته شود؛ ۷- تمهیداتی برای بناهای فرسوده و غیر رسمی اندیشه شود که این مورد بیشتر برای روستاهای الحاقی به شهر دلالت دارد.

## منابع

۱- احمدزاده کرمانی، امین زاده گوهریزی. ارزیابی ابعاد تاب‌آوری شهری با استفاده از روش میانگین مجموع فواصل از حد بهینه (مطالعه موردی: منطقه ۹ شهرداری مشهد). هویت شهر ۲۰۲۰ مارس ۲۰؛ ۱۴ (۱): ۳۳-۴۴.

- ۲- احمدزاده کرمانی، حمید و بهرام امین زاده گوهر ریزی، ۱۳۹۹، ارزیابی ابعاد تاب‌آوری شهری با استفاده از روش میانگین مجموع فواصل از حد بهینه (مطالعه موردی: منطقه ۹ شهرداری مشهد)، هویت شهر
- ۳- باقر نژاد، الناز، عزیزی، محمد مهدی، توزیع فضایی تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات کلان‌شهر تهران، فصل‌نامه مدیریت شهر، شماره ۴۲، سال چهاردهم، تابستان ۱۳۹۹
- ۴- حسینی سیاه‌گلی، مهناز؛ حیدری فر، محمد رثوف و سلیمانی راد، اسماعیل، سنجش مؤلفه‌های تاب‌آوری شهری نمونه موردی کلان‌شهر کرمانشاه، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، سال هفتم، شماره ۲۸، زمستان ۱۳۹۷.
- ۵- جانباز قبادی گرا. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. ۲۰۱۱ اوت ۲۳؛ ۲۲ (۲): ۲۳-۴۰.  
[https://gep.ui.ac.ir/article\\_18492.html?lang=fa](https://gep.ui.ac.ir/article_18492.html?lang=fa)
- ۶- رضایی، محمدرضا. (۱۳۹۲)، ارزیابی تاب‌آوری اقتصادی و نهادی جوامع شهری در برابر سوانح طبیعی (مطالعه موردی: زلزله محله‌های شهر تهران).
- ۷- زندمقدم، محمدرضا، سجاد بازدار، سعید کامیابی. ۱۳۹۸. پهنه‌بندی و رویکرد فضایی بر مدیریت بحران با تأکید بر آسیب‌پذیری اجتماعی فیزیکی شهرها در برابر زلزله (نمونه موردی استان ایلام). (جغرافیا برنامه‌ریزی منطقه‌ای ۴۰۹-۴۲۰.
- ۸- صالحی پور میلانی، زمانی، و صدوق. "ارزیابی آسیب‌پذیری و تاب‌آوری شهر رزن در برابر زلزله." *مدیریت مخاطرات محیطی* ۸، ۳ (۲۰۲۱): ۲۶۷-۲۸۲.
- ۹- فلاحی، علیرضا، جلالی، تارا. (۱۳۹۲)، بازسازی تاب‌آور از دیدگاه طراحی شهری پس از زلزله، نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، دوره ۱۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲.
- ۱۰- فیروز پور ک. دستاوردهای حقوق بین‌الملل در احقاق حق بر سلامت در کودکان معلول. *مجله تحقیقات حقوقی*. ۲۰۲۱ اوت ۲۳؛ ۲۰ (۴۶): ۳۲۵-۴۶.
- [https://jlr.sdil.ac.ir/article\\_132624.html?lang](https://jlr.sdil.ac.ir/article_132624.html?lang)
- ۱۱- کاظمی، داوود، عندلیب، علیرضا. (۱۳۹۴). تدوین مدل مفهومی جهت سنجش تاب‌آوری سازمانی شهر کنفرانس بین‌المللی پژوهش در مهندسی علوم و تکنولوژی استانبول - ترکیه.
- ۱۲- مودودی ارخودی، برومند، اکبری. تبیین تاب‌آوری مناطق روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر سیل. *خطرات محیطی طبیعی* ۲۰۲۰ مه ۲۱؛ ۹ (۲۳): ۱۵۱-۷۲.
- <https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=755061>
- ۱۳- ملکی، سعید؛ سعید امان پور؛ علی شجاعیان و سیده معصومه رضوی، ۱۳۹۹، بررسی و سنجش میزان تاب‌آوری در ابعاد کالبدی و اجتماعی در برابر زلزله، مطالعه موردی شهر ایذه، فصل‌نامه مطالعات ساختار و کارکرد شهری.

- 14- Anne Tiernan, Lex Drennan, Johanna Nalau, Esther Onyango, Lochlan Morrissey & Brendan Mackey, A Review Of Themes In Disaster Resilience Literature And International Practice Since 2012, *Journal Of Policy Design And Practice*, (2018).
- 15- Ainuddin, S. Routray, Jayant Kumar (2012): Community Resilience Framework For An Earthquake Prone Area In Baluchistan, *International Journal Of Disaster Risk Reduction*, 2, 25-36.
- 16- Denis J Parker, (2020): Disaster Resilience – A Challenged Science, *Journal Of Environmental Hazards*
- 17- Folk, C. (2006): Resilienc: The Emergence Of Perspective For Social-Ecological Systems Analyses, *Global Environmental Change*.
- 18- Laura A. Bakkensen Cate Fox-Lent Laura K. Read Igor Linkov, Validating Resilience And Vulnerability Indices In The Context Of Natural Disasters, © (2016): Society For Risk Analysis
- 19- Mayunga, Joseph S (2007): Understanding And Applying The Concept Of Community Disaster Resilience: A Capital-Base Approach, A Draft Working Paper Prepared For The Summer Academy For Social Vulnerability Are Resil-ience Building, Munich, Germany. 22 – 28

- 20- Mcmanus, Et Al, (2008): Organisational Resilience In New Zealand. University Of Canterbury.
- 21- Mcmanus, S. Dalziell, E. (2004): “Resilience, Vulnerability And Adaptive Capacity implications For System Performance”.
- 22- Manyena, S. B. (2006): The Concept Of Resilience Revisited”.
- 23- Mitchell, T. Harris, K. (2012): Resilience:A Risk Management Ap - Proach, Background Note, ODI. 1,15
- 24- Summers JK, Harwell LC, Smith LM, Buck KD. Measuring Community Resilience To Natural Hazards: The Natural Hazard Resilience Screening Index (Nahrsl) —Development And Application To The United States. *Geohealth*. (2018 Dec); 2 (12):372-94. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32159008/>
- 25- Timmerman, P, (1981): Vulnerability, Resilienc And The Collapse Of Society: A Review Of Model And Possible Climatic Application, Institute For Environmental Studies University Of Toronto Canada.