

## ارزیابی پیشران‌های حیاتی مؤثر بر تاب‌آوری در برابر زمین لرزه در کلان‌شهرهای

### ایران (نمونه موردی: کلان‌شهر تبریز)

شیفته بدرآذر

دانشجوی دکترای گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد مرند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران

کریم حسین زاده دلیر<sup>۱</sup>

استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد مرند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران

علی آذر

استادیار و عضو هیئت علمی گروه معماری و شهرسازی، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۵

#### چکیده

یکی از معضلاتی که همواره و در قرون متمادی زندگی جوامع انسانی را تهدید کرده است، وقوع بلایا و سوانحی است که در صورت ناآگاهی و نداشتن آمادگی، صدمات جبران‌ناپذیری را به ابعاد مختل زندگی انسان‌ها اعم از حوزه‌های سکونتی، اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، روان‌شناختی و ... وارد می‌کند در این میان زلزله یکی از مهم‌ترین بلایای طبیعی است زلزله‌ها اساساً به عنوان پدیده‌های غیرقابل کنترل در نظر گرفته می‌شوند. به طور متوسط هر ساله ۲۷ زلزله خسارت بار در جهان رخ می‌دهد که طی آنها ۱۹ هزار نفر تلف و ۳۶ هزار نفر بی‌خانمان می‌شوند. در این میان گستره جغرافیایی کشور ایران از جمله مناطق حادثه خیز است که بسیاری از بلایای طبیعی پوری زمین لرزه، سیل، طوفان، خشکسالی، فعالیت‌های آتش‌نشانی و بیابان‌زایی نمونه‌هایی از تاریخ هادئه حیل دور و نزدیک آن می‌باشد که همه ساله وقوع این حوادث موجب خسارت‌های جانی و مالی فراوان می‌شود در این میان شهر تبریز یکی از شهرهای بزرگ و مهم ایران است که در جایگاه پهنه با خطر بسیار بالا قرار دارد مجاورت با گسل تبریز و دارا بودن جمعیتی بالغ بر ۱۵۵۸۶۹۳ نفر وجود سرمایه‌های عظیم انسانی، فرهنگی و تاریخی شهر تبریز را به عنوان خطرناک‌ترین شهر از نظر خطر زمین لرزه معرفی می‌کند و بر این اساس گسل تبریز خطرناک‌ترین گسل کشور به حساب می‌آید. وجود چنین شرایطی وقوع یک فاجعه انسانی در تبریز را در سال‌های آتی پیش‌بینی می‌کند چنانچه طرح ریز پهنه‌بندی خطر زلزله شهر تبریز که توسط شرکت تهران پادیر انجام شده در شرایط حداکثری ۴۲۶ هزار نفر تلفات انسانی را برای زلزله تبریز پیش‌بینی کرده است در این راستا مهم‌ترین هدف این مقاله ارزیابی پیشران‌های حیاتی مؤثر بر تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زمین لرزه احتمالی است، روش تحقیق بر مبنای روش‌ها و مدل‌های رایج در آینده‌پژوهی است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد از بین چهار عامل مؤثر بر تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زمین لرزه دوازده عامل که عبارت‌اند از فعالیت گسل، حاشیه‌نشینی، تراکم جمعیت، مقاومت ساختمان، میزان خسارت، فقر، نقشه پهنه‌بندی خطر، درآمد، دسترسی به فضای باز، بودجه بحران، اسکان موقت و امنیت جزو عوامل کلیدی و مهم جهت تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زمین لرزه تعیین شده‌اند.

کلمات کلیدی: تاب‌آوری، زمین لرزه، شهر تبریز، آینده‌پژوهی.

یکی از معضلاتی که همواره و در قرون متمادی زندگی جوامع انسانی را تهدید کرده است، وقوع بلایا و سوانحی است که در صور ناآگاهی و نداشتن آمادگی، صدمات جبران‌ناپذیری را به ابعاد مختل زندگی انسان‌ها اعم از حوزه‌های سکونتی، اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، روان‌شناختی و ... وارد می‌کند (علیزاده، ۱۳۹۵: ۲۹) در این میان زلزله یکی از مهم‌ترین بلایای طبیعی است. زلزله‌ها اساساً به عنوان پدیده‌های غیرقابل کنترل در نظر گرفته می‌شوند. (FOURNIER DALE, 1982; 147) به طور متوسط هر ساله ۲۷ زلزله خسارت‌بار در جهان رخ می‌دهد که طی آن‌ها ۱۹ هزار نفر تلف و ۲۶ هزار نفر بی‌خانمان می‌شوند. (ALEXANDER, 1999; 66) کشورهایی با نرخ رشد جمعیت شهری بالا و توسعه فیزیکی بالای شهرها بیشتر در معرض خطر قرار دارند (UNDP, 2004) در این میان کشورهای در حال توسعه در وضعیت مناسبی قرار ندارند چنانچه مرکز مدیریت بحران بانک جهانی تخمین می‌زند که بیش از ۹۵ درصد قربانیان بلایای طبیعی در جهان از کشورهای در حال توسعه باشد و تلفات ناشی از این گونه حوادث در این کشورها ۲۰ برابر بیشتر از کشورهای توسعه یافته باشد. (Kreimer, 2003; 2) در این میان گستره جغرافیایی کشور ایران از جمله مناطق حادثه‌خیز است که بسیاری از بلایای طبیعی چون زمین‌لرزه، سیل، طوفان، خشکسالی، فعالیت‌های آتش‌فشانی و بیابان‌زایی نمونه‌هایی از تاریخ حادثه‌خیز دور و نزدیک آن است که همه ساله وقوع این حوادث موجب خسارت‌های جانی و مالی فراوان می‌شود. در گزارش دفتر برنامه‌ریزی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۳؛ کشور ایران در میان سایر کشورهای جهان، رتبه نخست را در تعداد زلزله‌های با شدت بالای ۵.۵ ریشتر در سال و یکی از بالاترین رتبه‌ها را در زمینه آسیب‌پذیری ناشی از وقوع زلزله و تعداد افراد کشته شده این سانحه را به خود اختصاص داده است. همچنین بر طبق این گزارش، در کشور ایران، زلزله وجه غالب را در سوانح مختلف طبیعی تشکیل می‌دهد (حبیبی، ۱۳۷۸: ۲)

امروزه عمدتاً شهرها و جوامع سکونتگاهی در مکان‌هایی ایجاد یا بنا شده‌اند که به لحاظ مخاطرات طبیعی در معرض وقوع انواع سوانح طبیعی یا به دلیل پیشرفت‌های فناوری در معارض انواع سوانح انسان‌ساخت هستند؛ نگاهی که تاکنون در مدیریت سوانح و مدیری شهری وجود داشته است (پورا احمد، ۱۳۹۷: ۱۱۲) بر اساس پژوهش‌های وزارت مسکن و شهرسازی در طرح کالبد ملی، ۵۰ درصد جمعیت شهرنشین کشور در پهنه‌های زندگی می‌کنند که دارای بیشترین خطر زلزله‌خیزی است. (فرجی، ۱۳۸۹: ۱۴۳). به عبارتی نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله در ایران گویای آن است که بخش اعظم مناطق مسکونی کشور در محدوده خطر نسبتاً بالا و قریب به تمام سرزمین در محدوده خطر نسبتاً متوسط رو به بالا قرار دارد و تنها در محدوده کوچکی از کشور (آبادان، خرمشهر، بندر امام خمینی، ماهشهر و هویزه)، خطر نسبی زلزله پایین است. (زیاری، ۱۳۷۸: ۳۳۴) در این میان شهر تبریز یکی از شهرهای بزرگ و مهم ایران است که در جایگاه پهنه با خطر بسیار بالا قرار دارد (محمود زاده، ۱۳۸۵: ۱) مجاورت با گسل تبریز و دارا بودن جمعیتی بالغ بر ۱،۵۵۸،۶۹۳ نفر (نتایج سرشماری نفوس و مسکن، ۱۳۹۵) وجود سرمایه‌های عظیم صنعتی، فرهنگی و تاریخی شهر تبریز را به عنوان خطرناک‌ترین شهر از نظر خطر زمین‌لرزه معرفی می‌کند و بر این اساس گسل تبریز خطرناک‌ترین گسل کشور به حساب می‌آید. (خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران) گسل شمال تبریز منشأ زلزله‌های ویرانگر بی‌شماری در طول تاریخ بوده و بار دیگر با فعالیت مجدد خود می‌تواند شهر را به ویرانه تبدیل

کند (محمود زاده، ۱۳۸۵: ۲) این گسل که از بخش‌های شمال خاوری، شمال و شمال باختری شهر تبریز عبور می‌نماید، به دلیل وقوع زمین لرزه‌های متعدد تاریخی و دوازده بار تخریب کامل شهر تبریز از گسل‌های شناخته شده زمین لرزه‌ای ایران است. این گسل که زمانی با محدوده شهری تبریز فاصله داشت، هم اکنون بر اثر گسترش ساخت و ساز و شهرک‌سازی بر روی حریم آن، از میان شهرک‌های جدید ساخته شده و در حال احداث در شمال تبریز عبور می‌نماید (زارع، ۱۳۸۰: ۶). وجود چنین شرایطی وقوع یک فاجعه انسانی در تبریز را در سال‌های آتی پیش‌بینی می‌کند چنانچه طرح ریز پهنه‌بندی خطر زلزله شهر تبریز که توسط شرکت تهران پادیر انجام شده در شرایط حداکثری ۴۲۶ هزار نفر تلفات انسانی را برای زلزله تبریز پیش‌بینی کرده است. (مهندسین مشاور تهران پادیر، ۱۳۸۹: ۲) با توجه به چنین پتانسیل لرزه‌خیزی و اهمیت شهر تبریز مهم‌ترین هدف این تحقیق شناسایی و ارزیابی سناریوهای مدیریت ریسک زلزله تبریز است.

این تحقیق از نظر نوع جز تحقیقات کاربردی - توسعه‌ای و از نظر روش جز تحقیقات توصیفی - تحلیلی می‌باشد. گردآوری اطلاعات در این تحقیق در دو قالب کتابخانه‌ای و میدانی صورت می‌گیرد. مطالعات کتابخانه‌ای که بر اساس ماهیت موضوع از انواع اسناد موجود شامل کتاب‌ها، مقالات و مجلات، پایان‌نامه‌ها و سایت‌ها و پایگاه‌های اطلاعاتی و آمارها و داده‌های سازمان‌های مرتبط استفاده می‌شود. همچنین برای تکمیل داده‌های مورد نیاز از قبیل داده‌های مکانی و توصیفی از طریق مطالعات میدانی در قالب پرسشنامه، مشاهده و تهیه عکس، اسلاید و استفاده از نقشه‌های شهری با مقیاس ۲۰۰۰/۱ اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری می‌شود. یکی از مهم‌ترین ابزارهای مورد استفاده در این تحقیق پرسشنامه است که پس از طراحی و آزمون و تأیید روایی و پایایی توسط کارشناسان خبره تکمیل خواهد شد جهت جمع‌آوری اطلاعات توصیفی نیز با استفاده از برداشت‌های میدانی و مراجعه به نهاد‌های مرتبط با مدیریت شهری اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری شده است. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات بر اساس نوع اطلاعات از روش‌ها و نرم‌افزارهای مختلف استفاده می‌شود. یکی از مهم‌ترین روش‌های تحلیل اطلاعات استفاده از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی و استفاده از انواع نرم‌افزارهای آینده‌پژوهی من جمله نرم‌افزار MIC MAC است. روش اصلی مورد استفاده در این تحقیق انواع روش‌های متداول آینده‌پژوهی است. فرآیند کار از دو مرحله کلی تشکیل شده است. در مرحله اول با استفاده از تکنیک دلفی و ابزار پرسشنامه عوامل و شاخص‌های مؤثر در تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زمین لرزه شناسایی شد. در مرحله دوم نیز با استفاده از روش تحلیل ساختاری و با استفاده از نرم‌افزار Micmac عوامل مؤثر مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته و در نهایت عوامل کلیدی شناسایی شد.

### پیشینه نظری پژوهش

تحقیقات متعددی با کلید واژه زمین لرزه و تاب‌آوری کالبدی در سطوح ملی و بین‌المللی انجام داده شده است که در زیر به تعدادی از آنان اشاره می‌شود. اولین مطالعات در زمینه زلزله به مقاله حقیقی استاد مهندسی ساختمان دانشکده فنی دانشگاه تهران برمی‌گردد که ایشان در سال ۱۳۴۸ در مقاله خود تحت عنوان امواج زلزله به تشریح زلزله ویژگی‌های آن بخصوص انتشار امواج آن پرداخته است (حقیقی، ۱۳۴۸). پنج سال بعد میثمی دانشیار دانشسرای عالی مقاله خود با عنوان زلزله در ایران را در نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران به چاپ رساند که طی آن زلزله‌های

اخیر ایران را به همراه علل، عوامل ویژگی های آن بررسی کرد. (میثمی، ۱۳۵۳) این دو مطالعه بیشتر در مبحث مهندسی زلزله بودند ولی از آن‌ها می‌توان به عنوان یکی اولین مطالعات در مورد زلزله در ایران یاد کرد.

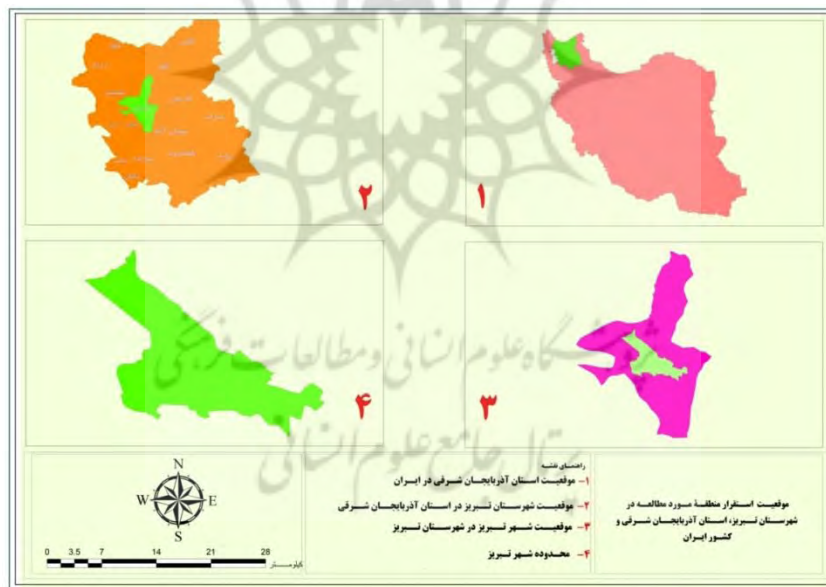
نماینده رسمی و مسئول اجرای طرح‌های همکاری‌های فنی دولت ژاپن، در ۲۴ فروردین ۱۳۷۸ گروه مطالعاتی خود را به تهران اعزام نمود تا مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های جاری کشور ژاپن، مطالعه طرح ریز پهنه‌بندی شهر تهران را آغاز کنند. این طرح که در ۹ فصل خلاصه شده با توجه به مسائل طبیعی و اجتماعی به بررسی سناریوهای زلزله در شهر تهران پرداخت که نتایج آن نشان داد که مدل گسل ری پر استعدادترین زلزله سناریو برای ایجاد بیشترین خسارت در شهر تهران است (آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن، ۱۳۷۹).

ولی زاده کامران (۱۳۸۰) در مقاله خود تحت عنوان پهنه بندی خطر زلزله در شهرستان تبریز با استفاده از سنجش دور و GIS به بررسی و پهنه‌بندی خطر زلزله در شهر تبریز پرداخته است. او در این مقاله بر اساس دو عامل فاصله از گسل و کانون زلزله به تحلیل وضعیت لرزه‌خیزی این شهر پرداخته است که نتایج آن نشان دهنده این است که در مرتبه اول کاربری‌های مسکونی و در مرتبه دوم کاربری‌های تجاری در معرض خطر قرار دارند و امن‌ترین کاربری نیز کاربری صنعتی می‌باشد. در تیر ماه سال ۱۳۸۶ طی قراردادی ما بین سازمان مسکن و شهرسازی استان آذربایجان شرقی و مهندسین مشاور تهران پادیر طرح ریز پهنه‌بندی خطر زمین لرزه‌ای شهر تبریز به این مشاور واگذار گردید. این طرح بر اساس ۱۲ معیار کالبدی و اجتماعی به پهنه بندی خطر زلزله در شهر تبریز پرداخته است که نتایج حاکی از خطر بسیار بالا در مناطق حاشیه نشین و مرکزی شهر و کاهش خطر در قسمت‌های غرب و جنوب غربی شهر است. لازم به ذکر است این طرح در شرایط حداکثری ۴۲۶ هزار نفر کشته در صورت وقوع زلزله در این شهر را پیش‌بینی کرده است. (مهندسین مشاور تهران پادیر، ۱۳۸۹: ۲). رضایی (۱۳۸۹) در رساله دکتری خود به تبیین تاب‌آوری اجتماعات شهری به منظور کاهش اثرات سوانح زلزله در کلان شهر تهران پرداخته است. نتیجه مطالعه حاضر نشان داد که بین تاب‌آوری موجود در محلات نمونه و سطح تاب‌آوری آنها در ابعاد اقتصادی، اجتماعی، نهادی و کالبدی-محیطی رابطه معناداری وجود دارد و با تغییر هر یک از آنها میزان تاب‌آوری خانوارها نیز تغییر می‌یابد. روستایی (۱۳۹۰) در مقاله خود تحت عنوان پهنه‌بندی خطر گسل تبریز برای کاربری‌های مختلف شهری به پهنه بندی خطر زلزله در شهر تبریز پرداخته است. روش مطالعه در این مقاله بر مبنای عوامل لیتولوژیکی، شیب، ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی، گسل و تراکم جمعیت بوده است. نتایج مطالعات ایشان حاکی از افزایش خطر زلزله به موازات نزدیکی به گسل تبریز است و مناطق شمالی و پرتراکم مسکونی جز خطرناک‌ترین مناطق از نظر خطر زلزله هستند. حسین زاده دلیر (۱۳۹۱) در مقاله خود به بررسی کاربری‌های تهدیدپذیر کلان شهر تبریز از منظر پدافند غیرعامل پرداخته است. در این مقاله بررسی و تحلیل‌های لازم با استفاده از نرم‌افزار GIS در مورد چگونگی پراکنش و نحوه استقرار کاربری‌های استراتژیک در سطح کلان‌شهر تبریز به عنوان یک شهر تاریخی-فرهنگی و قطب اقتصادی-ارتباطی شمال غرب کشور انجام گرفته است و در نهایت مناطق و محدوده‌های مرکزی شهر و حواشی جنوب غربی و شمال غربی شهر با توجه به تجمیع کاربری‌های خطرزا و تهدیدپذیر نامناسب و بحرانی تشخیص داده شدند.

حسین زاده دلیر (۱۳۹۳) در مقاله ای با عنوان بررسی میزان کارایی شبکه ارتباطی شهرها در مقابل زلزله به بررسی میزان آسیب پذیری شبکه معابر منطقه ۱ و ۵ تبریز در مقابل خطر زلزله پرداخته است. روش بکار رفته در این مقاله مشتمل بر ۱۲ شاخص و استفاده از GIS است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد با حرکت از سمت شرق به غرب مناطق یاد شده بر آسیب پذیری مناطق افزوده شده و این آسیب پذیری در مرکز مناطق به اوج خود می‌رشد. کاتر (۲۰۰۸) در تحقیقی با عنوان مدل مکان محور برای درک تاب‌آوری جوامع محلی در برابر بلایای طبیعی چارچوب جدیدی از جایگاه تاب‌آوری به منظور ارتقا روش ارزیابی تاب‌آوری در مقابل بلایا در سطح محلی و منطقه ای ارائه می‌دهد و یک مجموعه از متغیرها در این مطالعه به عنوان اولین گام در تحقق هدف مد نظر گرفته اند. این پژوهش به عنوان یکی از مطالعات پایه ای در بین پژوهشگران مرتبط با تاب‌آوری جوامع در برابر بلایا مطرح است. در سال ۲۰۰۸ صمدزادگان به همراه زرین پنجه، با استفاده از نقشه برداری دیجیتالی قبل از زلزله و عکس ماهواره ای با کیفیت بالا پس از زلزله بر طراحی و توسعه روشی برای ارزیابی میزان آسیب پذیری شبکه ارتباطی متمرکز شده‌اند. تانگ ون (۲۰۰۹) در تحقیقی سیستم هوش مصنوعی برای ارزیابی خطر زلزله در شهر دیانگ در کشور چین را مبنی بر توسعه GIS و شبکه مصنوعی مورد استفاده قرار دادند. کووان و رانزبرگر (۲۰۱۰)، در تحقیقی با استفاده از داده‌های LIDAR به بررسی تشخیص انسداد شبکه حمل و نقل و کوتاه شدن زمان مورد نیاز برای رسیدن به سایت فاجعه پرداختند. این تحقیق روشی را برای استفاده از داده‌های مذکور قبل و بعد از طوفان کاترینا در نیواورلان آمریکا ارائه می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از داده‌های LIDAR در شرایط واکنش‌های اضطراری به طور قابل توجهی می‌تواند به کاهش زمان پاسخ برای اولین پاسخ دهندگان برای رسیدن به سایت‌های فاجعه شود. لامبرت و همکاران (۲۰۱۳)، در تحقیقی با عنوان مدیریت تخلیه شبکه ارتباطی در بحران زلزله به بررسی تقاضای شبکه حمل و نقل در ارتباط با سیستم اورژانس (امداد و تخلیه) پرداختند و در نهایت سه سناریوهای مختلف در این ارتباط پیشنهاد کرده‌اند. صوفی (۲۰۱۶) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان دستیابی به تاب‌آوری شهری از طریق طراحی شهری و مبانی برنامه‌ریزی، منطقه شرق لندن را مورد بررسی قرار داده است. وی عناصر موفولوژیکی منطقه مورد مطالعه شامل معابر، فضاها، باز، شکل ساختمان‌ها و الگوی تراکم را مدنظر قرار داده و بدین نتیجه دست یافته است که نیاز به تغییر در فرایند برنامه‌ریزی و طراحی شهری از طریق توسعه ظرفیت‌های نوآورانه و سازگار وجود دارد و طرح‌های بلند مدت باید به صورت انعطاف پذیری لحاظ گردند. تمامی تحقیقات فوق در حوزه روش‌های کمی و استفاده از توابع ریاضی و کامپیوتری و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است در حالی که در این رساله رویکرد اصلی استفاده از روش‌های مختلف کمی و کیفی آینده پژوهی جهت ارزیابی سناریوهای احتمالی در خصوص مدیریت بحران خطر زمین لرزه برای شهر تبریز است بنابراین وجه تمایز این تحقیق با سایر تحقیقات در استفاده از دیدگاه و رویکرد آینده پژوهی و استفاده از ابزارهای آماری و نرم‌افزارهای آینده پژوهی من جمله نرم‌افزار میک مک و سناریویزارد است.

**منطقه مورد مطالعه**

محدوده مورد مطالعه این پژوهش کل محدوده شهر تبریز می باشد. شهر تبریز در شمال غربی ایران واقع شده و مرکز استان آذربایجان شرقی است. شهر تبریز به عنوان بزرگ ترین کلان شهر شمال غرب ایران با وسعتی حدود ۲۴۴۹۸ هکتار (مهندسین مشاور نقش محیط، ۱۳۹۱) در موقعیت جغرافیایی ۲۳، ۴۶، ۱۱، ۴۶ طول شرقی و ۳۸، ۱، ۳۸، ۹ عرض شمالی با ارتفاع متوسط حدود ۱۳۴۰ متر در جلگه ای به نام جلگه تبریز واقع شده است. فلات آذربایجان که شهر تبریز در آن واقع است، حلقه اتصال مابین فلات ایران با فلات ارمنستان از سوی شمال و فلات آناتولی از سوی غرب است. جلگه تبریز در مرکز این فلات در ضلع شرقی کرانه های دریاچه ارومیه قرار گرفته و بخشی از جلگه بزرگ کنار دریاچه ارومیه محسوب میشود. بستر طبیعی شهر در میان دو رشته ارتفاعاتی واقع گردیده است. در راستای سمت شرقی شهر، ارتفاعات شمالی با انحراف حدود ۳۰ درجه نسبت به راستای شرقی غربی و ارتفاعات جنوبی نیز با همان راستا به همدیگر نزدیک می شوند. (خوب آیند، ۱۳۷۹: ۶۷) موقع جغرافیایی، استقرار شهر در محل مقاطع دره ها و شیب های ملایم به همراه عوامل اقتصادی و انسانی و بویژه مرزهای سیاسی و فرهنگی، طرق ارتباطی داخلی و راههای ترانزیتی تبریز به کشور های همجوار شوروی سابق، ترکیه و عراق باعث ایجاد یک موقعیت ممتاز و استراتژیک برای شهر تبریز شده است. عبارتی عوامل فوق برای شهر موقعیتی چهار راهی ایجاد کرده است (کرمی، ۱۳۸۲: ۵۲) جمعیت این شهر در سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ ۱۵۹۳۳۷۳ نفر برآورد شده است (مرکز آمار ایران)



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

## یافته‌های پژوهش

در این بخش بر اساس روش تحقیق مقاله، اقدام به برآورد و بررسی عوامل تاثیرگذار بر تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله شده است. همچنین با دیدی سیستماتیک و ساختاری سعی شده است تمامی عوامل دخیل در تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله را مورد تحلیل و بررسی قرار داده و با استفاده از روابط ایجاد شده بین این عوامل، عوامل کلیدی و پیشران که مهم‌ترین عوامل می-باشند، استخراج نماید، لذا جهت نائل شدن به این امر، ابتدا با استفاده از روش دلفی و

تحلیل عوامل مستخرج در نرم‌افزار MICMAC، ارتباط عوامل دخیل در تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله را مورد تحلیل قرار داده و نهایتاً عوامل کلیدی استخراج می‌شوند.

### نظرسنجی از کارشناسان توسط روش دلفی

در این روش از متخصصان و کارشناسان حوزه مورد مطالعه درخواست می‌شود که نظریات و قضاوت‌های خود را درباره موضوع ارائه دهند. در این راستا، در پژوهش حاضر جهت شناسایی متغیرهای اولیه مؤثر بر تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله، از روش دلفی، استفاده شده است که ابتدا به جست و جوی انتخاب متخصصان و کارشناسان و مجریان دخیل در حوزه مورد مطالعه پرداخته شده و بعد از انتخاب آن‌ها، فرایند انجام پرسشگری و استخراج نظرات آن‌ها در رابطه با تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله انجام گرفته است؛ و در نهایت بعد از پایش متغیرها، ۴۰ متغیر در قالب ۴ عامل (اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی) به عنوان متغیرهای اولیه مؤثر بر تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله انتخاب شده‌اند.

### جدول ۱. شاخص‌های تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله

ردیف	معیار	زیرمعیار	نماد
۱	اجتماعی	سرمایه اجتماعی (اتحاد، اعتماد، همکاری و...)	۱S
۲		حاشیه نشینی	۲S
۳		سطح آگاهی شهروندان	۳S
۴		توانایی انطباق با شرایط تنش	۴S
۵		مشارکت اجتماعی	۵S
۶		امنیت	۶S
۷		حس تعلق مکانی	۷S
۸	اقتصادی	میزان خسارت	۱E
۹		بیمه	۲E
۱۰		درآمد	۳E
۱۱		توانایی جبران خسارت	۴E
۱۲		تحریم‌های بین‌المللی	۵E
۱۳		تورم	۶E
۱۴		فقر	۷E
۱۵		تنوع اقتصادی	۸E
۱۶	نهادی	سطح آمادگی	۱I
۱۷		مدیریت واحد	۲I
۱۸		بودجه بحران	۳I
۱۹		مهارت نیروهای انسانی	۴I
۲۰		سرعت واکنش در شرایط بحران	۵I
۲۱		سطح ارتباط و همکاری بین نهادها	۶I
۲۲		سیاست‌های نوسازی و بهسازی شهری	۷I
۲۳		نظارت بر قوانین و مقررات ملی ساختمان	۸I

۹I	تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر	۲۴
۱۰I	پدافند غیرعامل	۲۵
۱۱I	برگزاری مانورهای بحران	۲۶
۱۲I	انبارهای تامین مواد غذایی و آب آشامیدنی	۲۷
۱۳I	سازمان های مردم نهاد	۲۸
۱PH	تراکم جمعیت	کالبدی ۲۹
۲PH	تراکم ساختمان	۳۰
۳PH	دسترسی به فضاهای باز و سبز	۳۱
۴PH	کیفیت ابنیه(مقاومت ساختمان)	۳۲
۵PH	شبکه ارتباطی	۳۳
۶PH	مراکز اسکان	۳۴
۷PH	ایمنی مراکز خطرزا(پست های برق و گاز و...)	۳۵
۸PH	مراکز درمانی	۳۶
۹PH	اورژانس هوایی	۳۷
۱۰PH	فعالیت گسل	۳۸
۱۱PH	رانش زمین	۳۹
۱۲PH	سیلاب ناشی از شکستن سد ها	۴۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

### تحلیل کلی محیط سیستم

بر اساس روش دلفی که در بالا اشاره شد، ۴۰ متغیر در ۴ بعد به عنوان عوامل مؤثر بر وضعیت تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله شناسایی شده است و سپس با استفاده از روش تحلیل اثرات متقابل یا ساختاری توسط نرم‌افزار MICMAC جهت استخراج عوامل اصلی تأثیرگذار بر وضعیت آینده محیط مورد مطالعه مورد تحلیل قرار گرفتند. بر اساس تعداد متغیرها ابعاد ماتریس ۴۰\*۴۰ می‌باشد. با قرار دادن این عوامل در یک ماتریس ۴۰ در ۴۰ تأثیر هر کدام از این عوامل بر یکدیگر توسط وزن دهی به عوامل (از صفر تا ۳) مشخص شد. تمامی عوامل دخیل در برنامه‌ریزی، همچون سیستمی با عناصر در همتنیده و به صورت یک ساختار، در نظر گرفته می‌شود و ارتباطات این عوامل با هم مورد سنجش قرار می‌گیرد تا عوامل برتر که تأثیرگذاری بیشتری دارند استخراج شوند. تعداد تکرار تعامل متغیرها برهم ۶ بار در نظر گرفته شده است و درجه پرشدگی ماتریس ۳۰ درصد است. از مجموع ۳۱۹ رابطه قابل ارزیابی در این ماتریس، ۱۲۸۱ رابطه عدد صفر، ۱۴۱ رابطه عدد یک، ۸۷ رابطه عدد دو و ۹۱ رابطه عدد سه بوده است. همچنین ماتریس بر اساس شاخص های آماری با ۶ بار چرخش داده ای از مطلوبیت و بهینه شدگی ۱۰۰ درصد برخوردار بوده که حاکی از روایی بالای پرسشنامه و پاسخ های آن است. در ادامه جهت تحلیل کلی محیط سیستم و در نهایت جهت شناسایی پیشرانها، عوامل کلیدی مؤثر به بررسی پلان تأثیرگذاری و تأثیر پذیری متغیرها و همچنین به بررسی رتبه بندی و میزان جایجایی متغیرها پرداخته شده است.

### ارزیابی پلان تأثیرگذاری و تأثیر پذیری متغیرها



شیوه توزیع و پراکنش متغیرها در صفحه پراکندگی، حاکی از میزان پایداری و یا ناپایداری سیستم است. در حوزه روش تحلیل اثرات مقاطع ساختاری، تحت نرم‌افزار MICMAC در مجموع دو نوع پراکنش تعریف شده است که به نام سیستم های پایدار و سیستم‌های ناپایدار معروف هستند. در سیستم های پایدار پراکنش متغیرها به صورت لانگلیسی است، یعنی برخی متغیرها دارای تأثیرگذاری بالا و برخی دارای تأثیر پذیری بالا هستند. در سیستم های پایدار مجموع سه دسته متغیر قابل مشاهده است:

الف: متغیرهای بسیار تأثیرگذار بر سیستم (عوامل کلیدی)

ب: متغیرهای مستقل

ج: متغیرهای خروجی سیستم (متغیرهای نتیجه)

در این سیستم جایگاه هر یک از عوامل کاملاً مشخص و نقش آن نیز به وضوح قابل ارائه است. در مقابل در سیستم های ناپایدار وضعیت پیچیده تر از سیستم های پایدار است و در این سیستم، متغیرها در حول محور قطری صفحه پراکنده هستند و متغیرها در اکثر مواقع حالت بینابینی از تأثیر گذاری و تأثیر پذیری را نشان میدهند که ارزیابی و شناسایی عوامل کلیدی را بسیار مشکل می نماید (۲۱: ۲۰۰۳، Godet). در سیستم ناپایدار نیز متغیرهای زیر قابل مشاهده است:

الف: متغیرهای تأثیرگذار

ب: متغیرهای دووجهی (ریسک و متغیرهای هدف)

ج: متغیرهای تنظیمی

د: متغیرهای تأثیر پذیر یا نتیجه سیستم

ه- متغیرهای مستقل

آنچه از وضعیت صفحه پراکندگی متغیرهای مؤثر بر وضعیت آینده تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله می‌توان فهمید، وضعیت ناپایداری سیستم است. متغیرها دارای دو نوع تأثیر هستند، تأثیرات مستقیم و تأثیرات غیر مستقیم که در زیر به تفصیل توضیح داده می‌شود.

### ارزیابی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مستقیم متغیرها

جهت تحلیل تأثیرات مستقیم متغیرها، هر کدام از روابط متغیرها توسط نرم‌افزار MICMAC سنجیده می‌شود. با توجه به جدول زیر، میزان و درجه تأثیرات مستقیم متغیرها بر همدیگر بدست آمده است و همچنین به دلیل اینکه شیوه توزیع و پراکنش متغیرهای مؤثر در صفحه پراکندگی، حاکی از ناپایداری سیستم می‌باشد، پس بنابراین، ۵ دسته متغیر (تأثیرگذار، متغیرهای دووجهی، متغیرهای تنظیمی، متغیرهای تأثیر پذیر، متغیرهای مستقل) قابل شناسایی هستند که توضیح داده می‌شود.

### جدول ۲. تأثیرات مستقیم متغیرها

میزان تأثیر پذیری	میزان تأثیرگذاری	معیار	ردیف
۲۱	۱۱	سرمایه های اجتماعی	۱
۲۷	۲۶	حاشیه نشینی	۲

۳	سطح آگاهی	۱۴	۶
۴	توانایی انطباق با تنش	۷	۴۲
۵	مشارکت اجتماعی	۸	۲۱
۶	امنیت	۱۷	۴۰
۷	حس تعلق مکانی	۲	۱۳
۸	میزان خسارت	۲۸	۳۴
۹	بیمه	۱۱	۱۵
۱۰	درآمد	۲۲	۱۳
۱۱	توانایی جبران خسارت	۱۴	۳۳
۱۲	تحریم های بین المللی	۱۴	۰
۱۳	تورم	۱۵	۷
۱۴	فقر	۲۶	۲۲
۱۵	تنوع اقتصادی	۱۰	۱۰
۱۶	سطح آمادگی	۹	۲۰
۱۷	مدیریت واحد	۱۲	۹
۱۸	بودجه بحران	۲۰	۱۲
۱۹	مهارت نیروهای عملیاتی	۱۱	۵
۲۰	سرعت واکنش در بحران	۷	۳۹
۲۱	سطح ارتباط بین نهادها	۸	۱۳
۲۲	سیاست ها بهسازی	۱۰	۱۱
۲۳	نظارت بر مقررات ملی ساختمان	۹	۵
۲۴	تهیه نقشه پهنه بندی خطر	۲۱	۵
۲۵	پدافند غیرعامل	۱۰	۷
۲۶	مانورهای بحران	۱۴	۴
۲۷	انبارهای تامین مواد غذایی	۷	۸
۲۸	سازمان های مردم نهاد	۹	۹
۲۹	تراکم جمعیت	۲۷	۳
۳۰	تراکم ساختمانی	۱۰	۶
۳۱	دسترسی به فضای باز	۲۳	۸
۳۲	مقاومت ساختمان	۲۵	۲۷
۳۳	شبکه ارتباطی	۱۱	۲۲
۳۴	مراکز اسکان	۲۰	۱۶
۳۵	مراکز خطر زا	۱۲	۱۱
۳۶	مراکز درمانی	۴	۹
۳۷	اورژانس هوایی	۷	۶
۳۸	فعالیت گسل	۳۶	۳
۳۹	رائش زمین	۱۵	۶
۴۰	سیلاب	۱۲	۶
	جمع	۵۷۴	۵۷۴

### متغیرهای تأثیرگذار

متغیرهایی که درصد تأثیرگذاری آنها نسبت به تأثیر پذیری آنها بسیار بالاتر هستند، متغیرهای تأثیرگذار نامیده می‌شوند؛ و این متغیرها در شمال غربی پلان تأثیرگذاری - تأثیر پذیری قرار می‌گیرند. این متغیرها بیشتر تأثیرگذار بوده و کم‌تر تأثیر پذیر می‌باشند؛ بنابراین سیستم بیشتر به این متغیرها بستگی دارد. متغیرهای تأثیرگذار بحرانی‌ترین مولفه‌ها می‌باشند، زیرا که تغییرات سیستم وابسته به آنها است و میزان کنترل بر این متغیرها بسیار مهم می‌باشد. از طرف دیگر، این متغیرها، به عنوان متغیرهای ورودی سیستم می‌باشند. متغیرهای زیر با توجه به موقعیت قرارگیری آنها در پلان تأثیرگذاری تأثیر پذیری متغیرهای تأثیرگذار شناخته می‌شوند. فعالیت گسل، تراکم جمعیتی، مراکز اسکان، دسترسی به فضاهای باز و سبز، درآمد و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر متغیرهایی هستند که بسیار مهم و تأثیرگذار می‌باشند.

### متغیرهای دوجهی

متغیرهای دوجهی دارای تأثیرگذاری بالا و تأثیر پذیری بالا هستند و هر عملی بر روی این متغیرها، بر روی سایر متغیرها نیز واکنش و تغییری را ایجاد خواهد کرد. موقعیت قرارگیری این متغیرها در پلان تأثیرگذاری - تأثیر پذیری در ناحیه شمال شرقی قرار دارند. متغیرهای دوجهی ظرفیت بسیار بالایی جهت تبدیل شدن به متغیرهای کلیدی سیستم را دارا هستند. متغیرهای زیر با توجه به موقعیت قرارگیری آنها در پلان تأثیرگذاری - تأثیر پذیری جزء متغیرهای دوجهی شناخته می‌شوند:

میزان خسارت، حاشیه نشینی، فقر و مقاومت ساختمان.

### متغیرهای تنظیمی

متغیرهای تنظیمی در اطراف مرکز ثقل نمودار یا پلان تأثیرگذاری - تأثیر پذیری قرار دارند و گاه به عنوان اهرمی ثانویه (متغیرهای هدف ضعیف و متغیرهای ریسک ضعیف) عمل می‌کنند. این متغیرها می‌توانند به متغیرهای تأثیرگذار و یا متغیرهای (متغیرهای هدف و ریسک) ارتقاء یابند. متغیرهای زیر با توجه به موقعیت قرارگیری آنها در پلان تأثیرگذاری - تأثیر پذیری متغیرهای تنظیمی شناخته می‌شوند:

امنیت، توانایی جبران خسارت. شبکه ارتباطی.

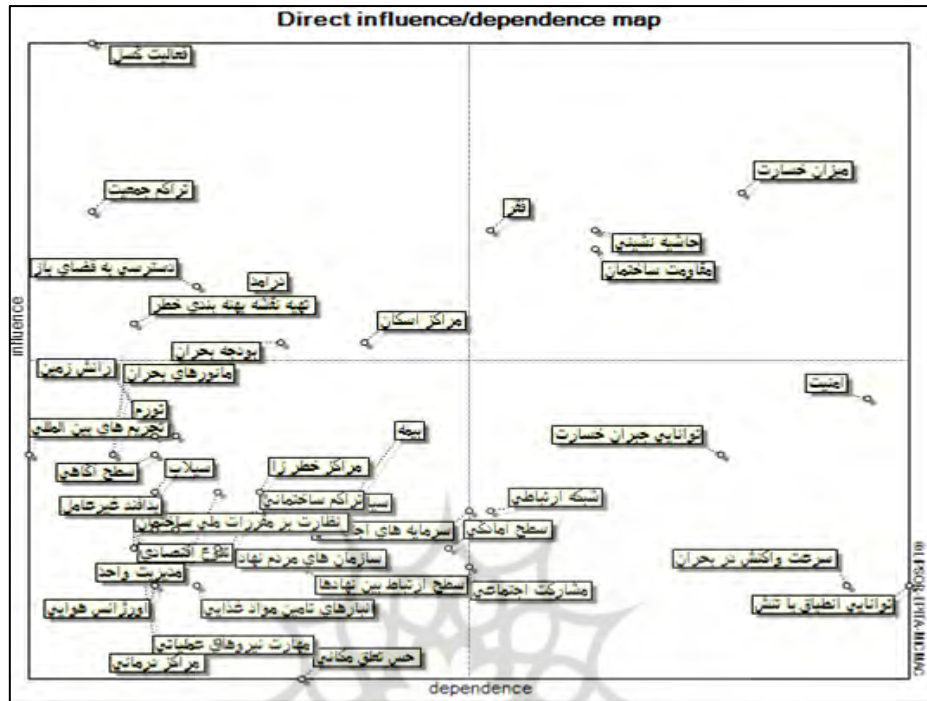
### متغیرهای تأثیر پذیر

این متغیرها در قسمت جنوب شرقی پلان تأثیرگذاری - تأثیر پذیری قرار دارند و می‌توان آنها را متغیرهای نتیجه نیز نامید. این متغیرها از تأثیر پذیری بسیار بالا از سیستم و تأثیرگذاری بسیار پایین در سیستم برخوردار هستند. متغیرهای زیر با توجه به موقعیت قرارگیری آنها در پلان تأثیرگذاری - تأثیر پذیری، متغیرهای تأثیر پذیر شناخته می‌شوند:

سرمایه‌های اجتماعی، مشارکت، سرعت واکنش و توانایی انطباق با تنش.

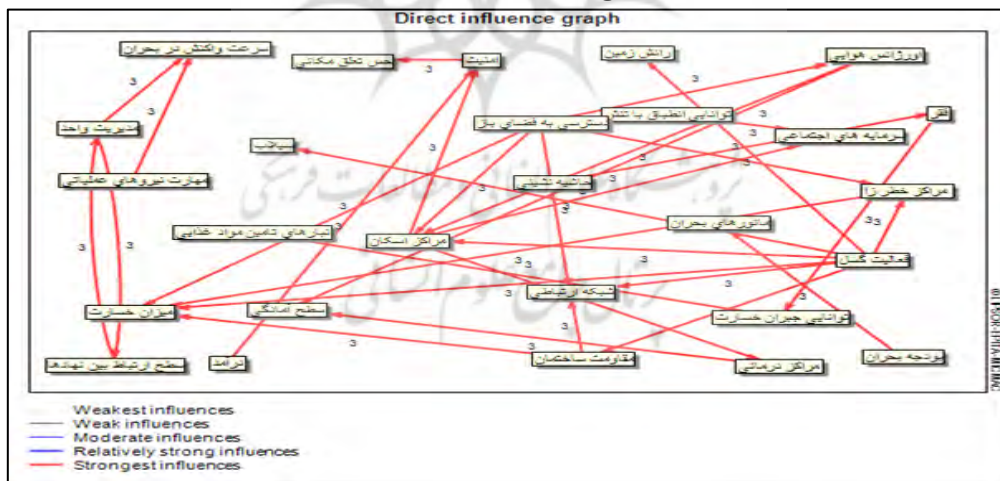
### متغیرهای مستقل

متغیرهای مستقل، شمال متغیرهایی است که دارای تأثیرگذاری پائین و همچنین میزان تأثیرپذیری پایین باشد. این متغیرها در قسمت جنوب غربی پلان تأثیرگذاری - تأثیرپذیری قرار دارند سایر متغیرهای تحقیق با توجه به موقعیت قرارگیری آن‌ها در پلان تأثیرگذاری - تأثیرپذیری متغیرهای مستقل خوانده می‌شوند.



تصویر ۱. پلان تأثیرگذاری مستقیم متغیرها

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



تصویر ۲. نمودار روابط مستقیم متغیرها

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

### ارزیابی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری غیرمستقیم متغیرها

در این روش هر کدام از روابط متغیرها توسط نرم‌افزار به توان‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ... رسانده و بر این اساس اثرات غیر مستقیم متغیرها سنجیده می‌شود. در تحلیل صفحه پراکندگی تأثیرات غیر مستقیم متغیرهای مؤثر بر تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله، همانند صفحه پراکندگی تأثیرات مستقیم متغیرها می‌توان این دسته از متغیرها را در سیستم شناسایی

کرد: ۱- متغیرهای تأثیرگذار ۲- متغیرهای دوجهی (متغیرهای ریسک و هدف) ۳- متغیرهای تنظیمی ۴- متغیرهای تأثیر پذیر یا نتیجه سیستم ۵- متغیرهای مستقل آنچه که از مقایسه نتایج تحلیل اثرات مستقیم و غیرمستقیم بدست آمده این است که این ۵ دسته از متغیرها را در سیستم با کمترین تغییرات و جابجایی در ارزیابی تأثیرات غیر مستقیم متغیرها تکرار شده‌اند که در جدول زیر میزان تأثیرات غیر مستقیم متغیرها و نمودار زیر پراکندگی انواع متغیرها را نشان داده است.

جدول ۳. میزان تأثیر غیر مستقیم متغیرها

ردیف	معیار	میزان تأثیرگذاری	میزان تأثیر پذیری
۱	سرمایه های اجتماعی	۱۱۲۲	۷۱۸۸
۲	حاشیه نشینی	۷۳۵۷	۵۵۵۱
۳	سطح آگاهی	۲۰۹۱	۱۱۸۶
۴	توانایی انطباق با تنش	۷۶۸	۱۰۴۹۱
۵	مشارکت اجتماعی	۹۷۸	۶۶۵۰
۶	امنیت	۲۵۶۸	۱۰۱۷۵
۷	حس تعلق مکانی	۱۶۵	۴۸۷۴
۸	میزان خسارت	۵۱۳۹	۴۵۷۲
۹	بیمه	۲۲۸۰	۴۱۴۲
۱۰	درآمد	۵۱۱۱	۳۶۲۰
۱۱	توانایی جبران خسارت	۲۴۷۹	۶۵۷۶
۱۲	تحریم های بین المللی	۳۳۹۷	۰
۱۳	تورم	۳۸۶۳	۱۹۱۳
۱۴	فقر	۵۳۴۲	۴۷۷۹
۱۵	تنوع اقتصادی	۲۶۹۳	۲۸۳۰
۱۶	سطح آمادگی	۹۲۵	۳۱۱۱
۱۷	مدیریت واحد	۱۱۷۵	۱۳۱۸
۱۸	بودجه بحران	۳۱۸۰	۲۸۰۷
۱۹	مهارت نیروهای عملیاتی	۱۰۸۴	۷۹۳
۲۰	سرعت واکنش در بحران	۹۹۱	۵۲۱۵
۲۱	سطح ارتباط بین نهادها	۱۰۳۹	۱۷۰۱
۲۲	سیاست ها بهسازی	۳۴۳۹	۴۰۹۱
۲۳	نظارت بر مقررات ملی ساختمان	۲۵۹۵	۹۰۶
۲۴	تهیه نقشه پهنه بندی خطر	۵۳۷۶	۴۲۸
۲۵	پدافند غیرعامل	۳۱۵۳	۱۰۵۵
۲۶	مانورهای بحران	۱۴۴۷	۶۶۵
۲۷	انبارهای تامین مواد غذایی	۹۰۷	۱۵۷۴
۲۸	سازمان های مردم نهاد	۱۰۷۷	۲۷۷۲
۲۹	تراکم جمعیت	۶۳۲۶	۱۰۱۲
۳۰	تراکم ساختمانی	۲۶۶۷	۱۴۶۶





۱۱	PH۶	۳۴۸	S۵	۳۶۵	PH۱۱	۳۲۸	PH۴	۳۷۸
۱۲	S۶	۲۹۶	I۱	۳۴۸	I۷	۲۹۵	E۲	۳۵۶
۱۳	E۶	۲۶۱	PH۶	۲۷۸	PH۱۲	۲۹۳	I۷	۳۵۲
۱۴	PH۱۱	۲۶۱	E۲	۲۶۱	E۵	۲۹۲	E۳	۳۱۱
۱۵	S۳	۲۴۳	S۷	۲۲۶	I۳	۲۷۳	I۱	۲۶۷
۱۶	E۴	۲۴۳	E۳	۲۲۶	I۱۰	۲۷۱	PH۵	۲۶۲
۱۷	E۵	۲۴۳	I۶	۲۲۶	PH۵	۲۶۵	E۸	۲۴۳
۱۸	I۱۱	۲۴۳	I۳	۲۰۹	PH۷	۲۳۷	I۳	۲۴۱
۱۹	I۲	۲۰۹	I۷	۱۹۱	E۸	۲۳۱	I۱۳	۲۳۸
۲۰	PH۷	۲۰۹	PH۷	۱۹۱	PH۲	۲۲۹	E۶	۱۶۴
۲۱	PH۱۲	۲۰۹	E۸	۱۷۴	I۸	۲۲۳	I۶	۱۴۶
۲۲	S۱	۱۹۱	I۲	۱۵۶	S۶	۲۲۰	I۱۲	۱۳۵
۲۳	E۲	۱۹۱	I۱۳	۱۵۶	E۴	۲۱۳	PH۲	۱۲۶
۲۴	I۴	۱۹۱	PH۸	۱۵۶	E۲	۱۹۶	PH۶	۱۱۴
۲۵	PH۵	۱۹۱	I۱۲	۱۳۹	PH۶	۱۹۵	I۲	۱۱۳
۲۶	E۸	۱۷۴	PH۳	۱۳۹	S۳	۱۷۹	S۳	۱۰۲
۲۷	I۷	۱۷۴	E۶	۱۲۱	I۱۱	۱۲۴	PH۳	۱۰۱
۲۸	I۱۰	۱۷۴	I۱۰	۱۲۱	I۲	۱۰۱	I۱۰	۹۰
۲۹	PH۲	۱۷۴	S۳	۱۰۴	S۱	۹۶	PH۱	۸۷
۳۰	I۱	۱۵۶	PH۲	۱۰۴	I۴	۹۳	PH۸	۸۲
۳۱	I۸	۱۵۶	PH۹	۱۰۴	I۱۳	۹۲	I۸	۷۷
۳۲	I۱۳	۱۵۶	PH۱۱	۱۰۴	I۶	۸۹	I۴	۶۸
۳۳	S۵	۱۳۹	PH۱۲	۱۰۴	I۵	۸۵	PH۷	۶۷
۳۴	I۶	۱۳۹	I۴	۸۷	S۵	۸۴	I۱۱	۵۷
۳۵	S۴	۱۲۱	I۸	۸۷	PH۹	۸۲	PH۹	۵۵
۳۶	I۵	۱۲۱	I۹	۸۷	I۱	۷۹	I۹	۳۶
۳۷	I۱۲	۱۲۱	I۱۱	۶۹	I۱۲	۷۸	PH۱۱	۱۳
۳۸	PH۹	۱۲۱	PH۱	۵۲	S۴	۶۶	PH۱۲	۱۳
۳۹	PH۸	۶۹	PH۱۰	۵۲	PH۸	۳۰	PH۱۰	۹
۴۰	S۷	۳۴	E۵	۰	S۷	۱۴	E۵	۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

#### میزان جابجایی عوامل در تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها

نمودار زیر میزان جابجایی عوامل را در تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم بیانگر می‌باشد. چنانچه مشاهده می‌گردد میزان جابجایی‌ها بر تغییر موقعیت عوامل تأثیر آنچنانی نداشته است.





۸	درآمد	۳۸۳	۴۳۹	۸۲۲
۹	دسترسی به فضای باز	۴۰۰	۴۱۰	۸۱۰
۱۰	بودجه بحران	۳۴۸	۲۷۳	۶۲۱
۱۱	اسکان موقت	۳۴۸	۱۹۵	۵۴۳
۱۲	امنیت	۲۹۶	۲۲۰	۵۱۶

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

### نتیجه‌گیری و دستاورد علمی پژوهشی

در این مقاله با استفاده از روش دلفی پس از نظر سنجی از کارشناسان مرتبط در امر مدیریت بحران، عوامل و متغیرهای دخیل در تاب‌آوری استخراج شده و پس از وزندهی بر اساس نظر کارشناسان، در نرم‌افزار ساختاری میک، عوامل پیشران مشخص شده است؛ بنابراین شهر تبریز برای وضعیت موجود و آینده مستلزم در نظر گرفتن این عوامل کلیدی در برنامه‌ریزی‌های مدیریت بحران می‌باشد. جهت تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زمین لرزه، تمامی عوامل دخیل، همچون سیستمی با عناصر در همتنیده و به صورت یک ساختار، در نظر گرفته می‌شود و ارتباطات این عوامل با هم مورد سنجش قرار گرفته و عوامل برتر که تأثیرگذاری بیشتری دارند استخراج می‌شود.

بنابراین از بین چندین عامل دوازده عامل که عبارت‌اند از فعالیت گسل، حاشیه نشینی، تراکم جمعیت، مقاومت ساختمان، میزان خسارت، فقر، نقشه پهنه‌بندی خطر، درآمد، دسترسی به فضای باز، بودجه بحران، اسکان موقت و امنیت جزو عوامل کلیدی و مهم جهت تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زمین لرزه تعیین شده‌اند.

پیشنهادات پژوهش عبارت‌اند از:

بررسی و مطالعه و تهیه طرح‌های ریز پهنه‌بندی مخاطرات محیطی از جمله خطر زمین لرزه توسط نهاد‌های مدیریت شهری.

برنامه‌ریزی کاربری اراضی با توجه به پهنه‌بندی مخاطرات محیطی علی‌الخصوص خطر زمین لرزه صورت گیرد چنانچه کاربری‌های انسان محور و سرمایه محور از جمله مسکونی و تجاری و صنعتی در محدوده‌های کم خطر ایجاد شوند.

احداث فضاهای سبز در محدوده‌های پر خطر جهت کاهش خط زمین لغزش، استحکام خاک محدوده و تشکیل کمربند‌های سبز که مانع توسعه این مناطق می‌شود.

تخلیه مردم ساکن در نواحی با خطر بسیار بالا و تغییر کاربری در محدوده‌های پر خطر.

طراحی شهر در محدوده‌های پر خطر با لحاظ کردن خطر زمین لرزش.

ایجاد پایگاه‌های اسکان و امداد و نجات در نزدیکی محدوده‌های پر خطر.

استفاده از سازه‌های پایدار و اصول مهندسی در طراحی سازه‌ها با توجه به شرایط لیتولوژیکی و پهنه‌بندی زمین لرزش در مناطق مختلف.

گرچه معمولاً صدمات جانی و مالی ناشی از زلزله در پارک‌ها کم است لیکن آسیب‌پذیری ناشی از تاسیساتی چون نیروگاه، پمپ بنزین، پمپ گاز و غیره می‌تواند تلفات آن را افزایش دهد، بنابراین حدالمقدور این تاسیسات بایستی در خارج از پارک‌ها احداث شوند و حریم دکل‌های گاز، برق و منبع آب بایستی کاملاً حفظ گردند. به دلیل احتمال ریزش بناها در سراسیابی‌ها به محل و جهت‌گیری ساخت آن‌ها (به لحاظ نوع گسل) توجه خاص مبذول شود.

اصولاً در نواحی زلزله زده بهتر است حداقل دو سیستم دسترسی مستقل طراحی شود. سیستم جاده ای ساده نسبت به شبکه ارتباطی پیچیده در اولویت قرار می‌گیرد و راه‌های منطقه علاوه بر انشعابات لازم بایستی از هرگونه اشکال بن بست خارج شده و در موارد خاص، قطعه انتهایی کوچه به فضای باز و یا دور برگردان بزرگ اختصاص یابد. همچنین طول کوچه‌ها کم (حداکثر ۱۰۰ متر) و عرض آن‌ها با در نظر گرفتن احتمال ریزش نخاله‌های ساختمانی، تیرها و درختان افتاده به اندازه کافی پهن و منظم طراحی گردند.

در طراحی شبکه راه نبایستی به احداث پل، تونل، رو زیرگذر و غیره بدون انشعاب جایگزین اجازه داده شود. نکته دیگری که در طراحی شبکه ارتباطی بایستی مدنظر قرار گیرد حفظ فاصله از مسیر گسل منطقه می‌باشد. در اغلب شهرها به دلایل اقتصادی مسیرهای ارتباطی منطقه در روی خط گسل و یا با فاصله ناچیز از آن (بدون رعایت حریم لازم به عنوان فضای باز) طراحی می‌گردند و بدین ترتیب زمینه بروز مشکل را به هنگام زلزله برآحتی فراهم می‌نمایند که اتوبان پاسداران شهر تبریز نمونه‌ای از این مسیرهای ارتباطی می‌باشد که دقیقاً از روی گسل تبریز عبور کرده است.

## منابع

۱. آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن (۱۳۷۸)، طرح ریز پهنه‌بندی لرزه‌ای تهران بزرگ، گزارش نهایی
۲. پوراحمد احمد، زیاری کرامت اله، صادقی، علیرضا (۱۳۹۷)، تحلیل فضایی مولفه های تاب آوری کالبدی بافت های فرسوده شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۱۰ شهرداری تهران)، فصلنامه برنامه ریزی فضایی، دوره ۸، شماره ۱ (پیاپی ۲۸)
۳. پورمحمدی، محمد رضا، یوسفی شهیر، هانیه، حسین زاده دلیر، کریم. (۱۳۹۷)، ارزیابی تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی کلان‌شهر تبریز در برابر مخاطره طبیعی زلزله. پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری، ۶(۱)، ۵۵-۷۴.
۴. حبیبی، کیومرث و همکاران، (۱۳۷۸)، تعیین عوامل سازه‌ای/ساختمانی مؤثر در بافت کهن شهری زنجان با استفاده از FUZZYLOGIC & GIS، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۳، صص ۲۷-۳۶
۵. حسین زاده دلیر، کریم، خدابخش چاخرلو (۱۳۹۳)، بررسی میزان کارایی شبکه‌های ارتباطی شهرها در مقابل زلزله (مطالعه موردی مناطق ۱ و ۵ طرح تفصیلی تبریز)، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۸(۵۰)، ۱۵۳-۱۷۴.
۶. حسین زاده دلیر، کریم، ملکی، کیومرث، شفاعتی، آرزو محمدرفوف حیدری‌فر (۱۳۹۱)، پدافند غیر عامل و توسعه پایدار شهری با تأکید بر کاربری‌های تهدیدپذیر کلان-شهر تبریز از منظر جنگ، فصلنامه جغرافیا و پایداری محیط، شماره ۵.
۷. حقیقی، همایون (۱۳۴۸)، امواج زلزله، نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران، دوره ۱۰۶، صص ۸۴-۱۰۶

۸. خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران، ایرنا
۹. خوب آیند، سعید(۱۳۷۹)، روش‌های تامین مسکن گروه‌های کم‌درآمد در ایران(نمونه موردی: تبریز)، رساله کارشناسی ارشد، ۶۷
۱۰. روستائی، شهرام، (۱۳۹۰)، پهنه‌بندی خطر گسل برای کاربری‌های مختلف اراضی شهری، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۱، صص ۲۷-۴۱
۱۱. زیاری، کرامت‌الله(۱۳۷۸)، اصول و روش‌های برنامه‌ریزی منطقه‌ای، چاپ یزد: انتشارات دانشگاه یزد، چاپ پنجم
۱۲. عزیززاده، مهدی(۱۳۹۵) ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری کوهدشت با رویکرد پدافند غیرعامل، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما امان‌پور، سعید، دانشگاه شهید چمران اهواز، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری.
۱۳. فرجی، امین و همکاران(۱۳۸۹)، زلزله و مدیریت بحران شهری (نمونه موردی شهر بابل) جغرافیا، دوره جدید، سال هشتم، شماره ۲۵، صص ۱۴۳-۱۶۴
۱۴. کرمی، محمد رضا(۱۳۸۲)، مکان‌یابی هنرستان‌های فنی و حرفه‌ای با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی تبریز)، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، ۵۲
۱۵. محمودزاده(۱۳۸۵)، ارزیابی و پهنه‌بندی درجه تناسب توسعه فیزیکی شهر تبریز با استفاده از GIS، مجموعه مقالات همایش ژئوماتیک ۸۵، صص ۱-۹
۱۶. مهدی زارع(۱۳۸۰)، خطر زمین‌لرزه و ساخت و ساز در حریم گسل شمال تبریز و حریم گسل‌های زمین‌لرزه‌ای ایران، پژوهشگاه موسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله ایران، سال چهارم شماره دوم و سوم، صص ۴۶-۵۷
۱۷. مهندسین مشاور تهران پادیر(۱۳۸۹)، طرح ریز پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه‌ای شهر تبریز، جلد پنجم شهرسازی، صص ۱-۹۸
۱۸. میثمی، علی(۱۳۵۳)، زلزله در ایران، نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران، دوره ۲۹، صص ۱۵۸-۱۶۴
۱۹. نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵
۲۰. ولی‌زاده کامران، خلیل(۱۳۸۰)، پهنه‌بندی خطر زلزله در شهرستان تبریز با استفاده از GIS&RS، نشریه فضای جغرافیایی، شماره ۴

21. Alexander, D, 1999: earthquakes and volcanism, applied geography, 66-82
22. FOURNIER DALE,E(1982):An approach to earthquake risk,management,engineering structures,volume4,issue 3,147-152
23. James H. Lambert, Ayse I. Parlak (2013); Understanding and managing disaster evacuation on a transportation network, Accident Analysis & Prevention, Vol. 50, January, PP: 645-658.
24. Kreimer, A; Arnold,A and Carlin,A (2003), Building safer cities, The future of disaster risk, Disaster risk management series, Vol. 3, The Worldbank.1-299
25. Mei-Po Kwan, Daniel M. Ransberger (2010); LiDAR assisted emergency response: Detection of transport network obstructions caused by major disasters. Computers, Environment and Urban Systems, Volume 34, Issue 3, May 2010, PP: 179-188.
26. Minami, Masaaki et al (2003); Street Network Planning For Disaster Prevention Against Street Blockade,Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.4, PP: 1750-1756.
27. Samadzadegan. F. & Zarrinpanjeh. N. (2008); Earthquake Destruction Assessment Of Urban Roads Network Using Satellite Imagery And Fuzzy Inference Systems, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B8.Beijing, PP: 409-414.
28. Tang, A., and Wen, A (2009) an intelligent simulation system for earthquake disaster assessment, Computers & Geosciences 35, 871- 879.
29. UNDP (2004). Redacting disaster risk, a challenge for development. A global report, 1-146
30. Undro, (1976), Guidelines for Disaster Prevention Vol 1, pre- Disaster Physical Planning of Human Settlements.