فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای
سال یازدهم، شماره ۲، بهار ۱۴۰۰
صص: ۸۹۰-۸

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[۱]
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 صور 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 می شوند. به طور متوسط هر ساله ۲۷ زلزله خسارت بار در جهان رخ می‌دهد که طی آنها ۱۹ هزار نفر تلف و ۳۶ هزار نفر بی خانمان می شوند. در این میان گستره جغرافیائی کشور ایران از جمله مناطق حادثه خیز است که بسیاری از بلایای طبیعی پوری زمین لرزه، سیل، طوفان، خشکسالی، فعالیت های آتش نشانی و بیابان زایی نمونه هایی از تاریخ هادئه حیل دور و نزدیک آن می‌باشد که همه ساله وقوع این حوادث موجب خسارت های 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 سرمایه های عظیم انسانی، فرهنگی و تاریخی شهر تبریز را به عنوان خطرناک ترین شهر از نظر خطر زمین لرزه معرفی می‌کند و بر این اساس گسل تبریز خطرناک ترین گسل کشور به حساب می آید. وجود چنین شرایطی وقوع یک فاجعه انسانی در تبریز را در سال های 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 چهل عامل مؤثر بر تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زمین لرزه 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.

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

[۱]. نویسنده مسئول: Email: karimhoseinzade2018@gmail.com

مقدمه

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 جغرافیائی کشور ایران از جمله مناطق حادثه خیز است که بسیاری از بلایای طبیعی چون زمین لرزه، سیل، طوفان، خشکسالی، فعالیت‌های آتش فشانی 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 زلزله های 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،۲:۱۳۷۸)

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(پوراحمد،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،۱۴۳:۱۳۸۹). 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،۳۳٤:۱۳۷۸) 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،۱:۱۳۸۵) 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 زمین لرزه 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،۲:۱۳۸۵) این گسل که از بخش های شمال خاوری، شمال و شمال باختری شهر تبریز عبور می نماید، به دلیل وقوع زمین لرزه های متعدد تاریخی و دوازده بار تخریب کامل شهر تبریز از گسل های 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 شهرک سازی بر روی حریم آن، از میان شهرک های جدید ساخته شده و در حال احداث در شمال تبریز عبور می نماید (زارع،٤٦:۱۳۸۰) وجود چنین شرایطی وقوع یک فاجعه انسانی در تبریز را در سال های آتی پیش بینی می کند چنانچه طرح ریز پهنه‌بندی خطر زلزله شهر تبریز که توسط شرکت تهران پادیر انجام شده در شرایط حداکثری ٤٢٦ هزار نفر تلفات انسانی را برای زلزله تبریز پیش بینی کرده است. (مهندسین مشاور تهران پادیر،۲:۱۳۸۹) با توجه به چنین پتانسیل لرزه خیزی و اهمیت شهر تبریز مهم ترین هدف این تحقیق شناسایی و ارزیابی سناریوهای مدیریت ریسک زلزله تبریز است.

این تحقیق از نظر نوع جز تحقیقات کاربردی- توسعه ای و از نظر روش جز تحقیقات توصیفی-تحلیلی می باشد. گردآوری اطلاعات در این تحقیق در دو قالب کتابخانه‌ای و میدانی صورت می گیرد. مطالعات کتابخانه‌ای که بر اساس ماهیت موضوع از انواع اسناد موجود شامل کتاب ها، مقالات و مجلات، پایان‌نامه‌ها و سایت‌ها و پایگاه‌های اطلاعاتی و آمارها و داده‌های سازمان‌های مرتبط استفاده می شود. 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 تائید روایی و پایایی توسط کارشناسان خبره تکمیل خواهد شد جهت جمع آوری اطلاعات توصیفی نیز با استفاده از برداشت های میدانی و مراجعه به نهاد های 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 تاب آوری کالبدی در سطوح ملی و بین المللی انجام داده شده است که در زیر به تعدادی از انان اشاره می‌شود. اولین مطالعات در زمینه زلزله به مقاله حقیقی استاد مهندسی ساختمان دانشکده فنی دانشگاه تهران برمی گردد که ایشان در سال ۱۳٤۸ در مقاله خود تحت عنوان امواج زلزله به تشریح زلزله ویژگی های آن بخصوص انتشار امواج آن پرداخته است (حقیقی،۱۳٤۸). 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.

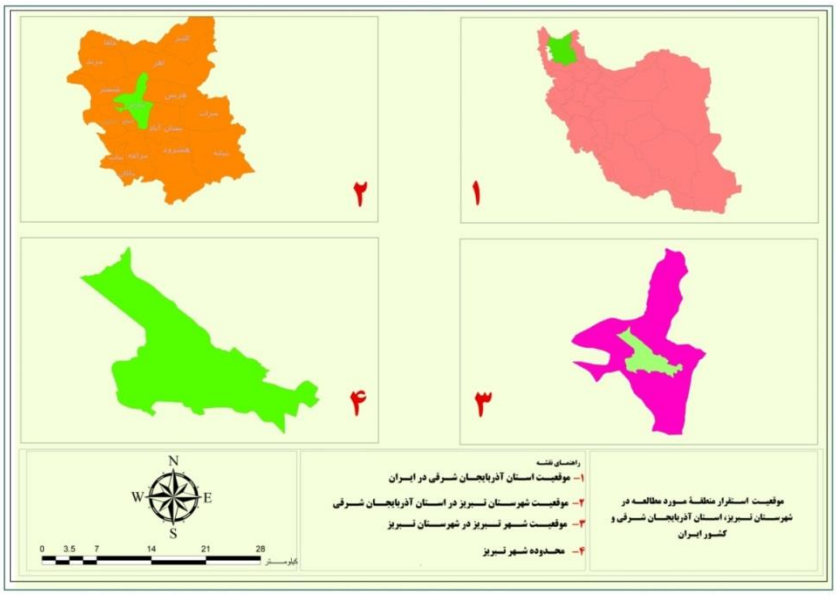
نمایندگی رسمی و مسئول اجرای طرح‌های همکاری‌های فنی دولت ژاپن، در ٢٤ فروردین ۱۳۷۸ گروه مطالعاتی خود را به تهران اعزام نمود تا مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های جاری کشور ژاپن، مطالعه طرح ریز پهنه‌بندی شهر تهران را آغاز کنند. این طرح که در ۹ فصل خلاصه شده با توجه به مسائل طبیعی و اجتماعی به بررسی سناریو های 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 ان نشان دهنده این است که در مرتبه اول کاربری های مسکونی و در مرتبه دوم کاربری‌های تجاری در معرض خطر قرار دارند و امن‌ترین کاربری نیز کاربری صنعتی می باشد. در تیر ماه سال ١٣٨٦ 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 ٤٢٦ هزار نفر کشته در صورت وقوع زلزله در این شهر را پیش‌بینی کرده است. (مهندسین مشاور تهران پادیر،۲:۱۳۸۹). 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 انها میزان تاب آوری خانوار ها نیز تغییر می یابد. روستایی (۱۳۹۰) در مقاله خود تحت عنوان پهنه بندی خطر گسل تبریز برای کاربری های مختلف شهری به پهنه بندی خطر زلزله در شهر تبریز پرداخته است. روش مطالعه در این مقاله بر مبنای عوامل لیتولوزیکی، شیب، ویژگی های ژئومورفولوزیکی، 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 خطرناک ترین مناطق از نظر خطر زلزله هستند. حسین زاده دلیر (۱۳۹۱) در مقاله خود به بررسی کاربری های 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 استقرارکاربریهای 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 محدوده های 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 می رشد. 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 تاب آوری در مقابل بلایا در سطح محلی و منطقه ای ارائه می دهد و یک مجموعه از متغیر ها 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 شده اند.تانگ ون (۲۰۰۹) در تحقیقی سیستم هوش مصنوعی برای ارزیابی خطر زلزله در شهر دیانگ در کشور چین را مبنی بر توسعهGIS 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 داده های مذکور قبل و بعد از طوفان کاترینا در نیواورلان آمریکا ارایه می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از داده‌های LIDARدر شرایط واکنش های اضطراری به طور قابل توجهی می تواند به کاهش زمان پاسخ برای اولین پاسخ دهندگان برای رسیدن به سایت های فاجعه شود. لامبرت و همکاران (۲۰۱۳)، در تحقیقی با عنوان مدیریت تخلیله شبکه ارتباطی در بحران زلزله به بررسی تقاطای شبکه حمل و نقل در ارتباط با سیستم اورژانس (امداد و تخلیه) پرداختند و در نهایت سه سناریوهای مختلف در این ارتباط پیشنهاد کرده اند. صوفی (۲۰۱٦) 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، فضاهای باز، شکل ساختمان ها 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 ظرفیت های نوآورانه و سازگار وجود دارد و طرح های بلند مدت باید به صورت انعطاف پذیری لحاظ گردند. تمامی تحقیقات فوق در حوزه روش های کمی و استفاده از توابع ریاضی و کامپیوتری و استفاه از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است در حالی که در این رساله رویکرد اصلی استفاده از روش های مختلف کمی و کیفی آینده پژوهی جهت ارزیابی سناریو های 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 آینده‌پژوهی و استفاده از ابزارهای آماری و نرم‌افزارهای آینده‌پژوهی 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 ۲٤٤۹۸ هکتار (مهندسین مشاور نقش محیط،۱۳۹۱) در موقعیت جغرافیایی ۲۳، ٤٦،۱۱،٤٦ طول شرقی و ۹، ۳۸،۱،۳۸ عرض شمالی با ارتفاع متوسط حدود ۱۳٤۰ 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 دریاچهٔ ارومیه قرار گرفته و بخشی از جلگه بزرگ کنار دریاچهٔ 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: ٦۷) 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. بعبارتی 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 (مرکزآمار 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 نرم‌افزارMICMAC ، ارتباط عوامل دخیل در تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله را مورد تحلیل قرار داده و نهایتا عوامل کلیدی استخراج می شوند.

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، ٤٠ متغیر در قالب ٤ 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...)	S۱
۲		حاشیه نشینی	S۲
۳		سطح آگاهی شهروندان	S۳
٤		توانایی انطباق با شرایط تنش	S٤
٥		مشارکت اجتماعی	S٥
٦		امنیت	S٦
۷		حس تعلق مکانی	S۷
۸	اقتصادی	میزان خسارت	E۱
۹		بیمه	E۲
۱۰		درآمد	E۳
۱۱		توانایی جبران خسارت	E٤
۱۲		تحریم های بین المللی	E٥
۱۳		تورم	E٦
۱٤		فقر	E۷
۱٥		تنوع اقتصادی	E۸
۱٦	نهادی	سطح آمادگی	I۱
۱۷		مدیریت واحد	I۲
۱۸		بودجه بحران	I۳
۱۹		مهارت نیروهای انسانی	I٤
۲۰		سرعت واکنش در شرایط بحران	I٥
۲۱		سطح ارتباط و همکاری بین نهاد ها	I٦
۲۲		سیاست های نوسازی و بهسازی شهری	I۷
۲۳		نظارت بر قوانین و مقررات ملی ساختمان	I۸

٢٤		تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر	۹I
٢٥		پدافند غیرعامل	۱۰I
٢٦		برگزاری مانورهای بحران	۱۱I
٢٧		انبارهای تامین مواد غذایی و آب آشامیدنی	۱۲I
٢٨		سازمان های مردم نهاد	۱۳I
٢٩	کالبدی	تراکم جمعیت	۱PH
٣٠		تراکم ساختمان	۲PH
٣١		دسترسی به فضاهای باز و سبز	۳PH
٣٢		کیفیت ابنیه(مقاومت ساختمان)	٤PH
٣٣		شبکه ارتباطی	٥PH
٣٤		مراکز اسکان	٦PH
٣٥		ایمنی مراکز خطرزا(پست های برق و گاز و...)	۷PH
٣٦		مراکز درمانی	۸PH
٣٧		اورژانس هوایی	۹PH
٣٨		فعالیت گسل	۱۰PH
٣٩		رانش زمین	۱۱PH
٤٠		سیلاب ناشی از شکستن سد ها	۱۲PH

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

تحلیل کلی محیط سیستم

بر اساس روش دلفی که در بالا اشاره شد، ٤٠ متغیر در ٤ 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 ٤٠*٤٠ میباشد. با قرار دادن این عوامل در یک ماتریس ٤٠ در ٤٠ تاثیر 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 تاثیرگذاری بیشتری دارند استخراج شوند. تعداد تکرار تعامل متغیرها برهم ٦ 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، ١٤١ رابطه عدد یک، ۸۷ رابطه عدد دو ۹۱ رابطه عدد سه بوده است. همچنین ماتریس بر اساس شاخص های آماری با ٦ 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 تاثیرگذاری و تاتیر پذیری متغیرها و همچنین به بررسی رتبه بندی و میزان جایجایی متغیرها پرداخته شده است.

ارزیابی پلان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متغیرها

شیوه توزیع و پراکنش متغیرها در صفحه پراکندگی، حاکی از میزان پایداری و یـا ناپایـداری سیسـتم اسـت. در حـوزه روش تحلیل اثرات متقاطع اساختاری، تحت نرم‌افزار MICMAC در مجموع دونوع پراکنش تعریف شده است که به نام سیستم های پایدار و سیستمهای ناپایدار معروف هستند. در سیستم های پایدار پراکنش متغیرها به صـورت Lانگلیسـی است، یعنی برخی متغیرها دارای تأثیرگذاری بالا و برخی دارای تأثیر پذیری بالا هستند. در سیستم های پایدار مجمـوع 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 کاملا مشخص و نقش آن نیز به وضوح قابل ارائه است. در مقابـل در سیسـتم های ناپایدار وضعیت پیچیده تر از سیستم های پایدار است و در این سیستم، متغیرهـا در حـول محـور قطـری صـفحه پراکنده هستند و متغیرها در اکثر مواقع حالت بینابینی از تأثیر گـذاری و تـأثیر پـذیری را نشـان میدهنـد کـه ارزیـابی و شناسایی عوامل کلیدی را بسیار مشکل می نماید (Godet, ۲۰۰۳: ۲۱) 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، تاثیرات مستقیم و تاثیرات 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 هسـتند کـه توضـیح داده می‌شود.

جدول ۲. تاثیرات مستقیم متغیرها

ردیف	معیار	میزان تاثیرگذاری	میزان تاثیرپذیری
۱	سرمایه های اجتماعی	۱۱	۲۱
۲	حاشیه نشینی	۲۶	۲۷

٣	سطح آگاهی	١٤	٦
٤	توانایی انطباق با تنش	٧	٤٢
٥	مشارکت اجتماعی	٨	٢١
٦	امنیت	١٧	٤٠
٧	حس تعلق مکانی	٢	١٣
٨	میزان خسارت	٢٨	٣٤
٩	بیمه	١١	١٥
١٠	درآمد	٢٢	١٣
١١	توانایی جبران خسارت	١٤	٣٣
١٢	تحریم های بین المللی	١٤	٠
١٣	تورم	١٥	٧
١٤	فقر	٢٦	٢٢
١٥	تنوع اقتصادی	١٠	١٠
١٦	سطح آمادگی	٩	٢٠
١٧	مدیریت واحد	١٢	٩
١٨	بودجه بحران	٢٠	١٢
١٩	مهارت نیروهای عملیاتی	١١	٥
٢٠	سرعت واکنش در بحران	٧	٣٩
٢١	سطح ارتباط بین نهادها	٨	١٣
٢٢	سیاست ها بهسازی	١٠	١١
٢٣	نظارت بر مقررات ملی ساختمان	٩	٥
٢٤	تهیه نقشه پهنه بندی خطر	٢١	٥
٢٥	پدافند غیرعامل	١٠	٧
٢٦	مانورهای بحران	١٤	٤
٢٧	انبارهای تامین مواد غذایی	٧	٨
٢٨	سازمان های مردم نهاد	٩	٩
٢٩	تراکم جمعیت	٢٧	٣
٣٠	تراکم ساختمانی	١٠	٦
٣١	دسترسی به فضای باز	٢٣	٨
٣٢	مقاومت ساختمان	٢٥	٢٧
٣٣	شبکه ارتباطی	١١	٢٢
٣٤	مراکز اسکان	٢٠	١٦
٣٥	مراکز خطر زا	١٢	١١
٣٦	مراکز درمانی	٤	٩
٣٧	اورژانس هوایی	٧	٦
٣٨	فعالیت گسل	٣٦	٣
٣٩	رانش زمین	١٥	٦
٤٠	سیلاب	١٢	٦
	جمع	٥٧٤	٥٧٤

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

متغیرهای تأثیرگذار

متغیرهایی که درصد تأثیرگذاری آنها نسبت به تأثیر پذیری آنها بسیار بالاتر هستند، متغیرهای تأثیرگذار نامیده می شوند؛ و این متغیرها در شمال غربی پلان تأثیرگذاری - تأثیر پذیری قرار می گیرند. این متغیرها بیشتر تاثیر گذار بوده و کم تر تاثیر پذیر می باشند؛ بنابراین سیستم بیشتر به این متغیرها بستگی دارد. متغیرهای تاثیرگذار بحرانی ترین مولفه ها می باشند، 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 می باشند. 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، درامد و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر متغیرهایی هستند که بسیار مهم و تأثیرگذار می باشند.

متغیرهای دووجهی

متغیرهای دوجهی دارای تأثیرگذاری بالا و تأثیر پذیری بالا هستند و هر عملی بر روی این متغیرها، برروی 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 دووجهی 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 دووجهی شناخته می شوند:

میزان خسارت، حاشیه نشینی، فقر و مقاومت ساختمان.

متغیرهای تنظیمی

متغیرهای تنظیمی در اطراف مرکز ثقل نمودار یا پلان تأثیرگذاری – تأثیرپذیری قرار دارند و گاه به عنوان اهرمی ثانویه (متغیرهای هدف ضعیف و متغیرهای ریسک ضعیف) عمل می کنند. این متغیرها می توانند به متغیرهای تأثیرگذار و یا متغیرهای (متغیرهای هدف و ریسک) ارتقاء یابند. متغیرهای زیر با توجه به موقعیت قرارگیری آنها در پلان تأثیرگذاری -تأثیرپذیری متغیرهای تنظیمی شناخته می شوند:

امنیت، توانایی جبران خسارت. شبکه ارتباطی.

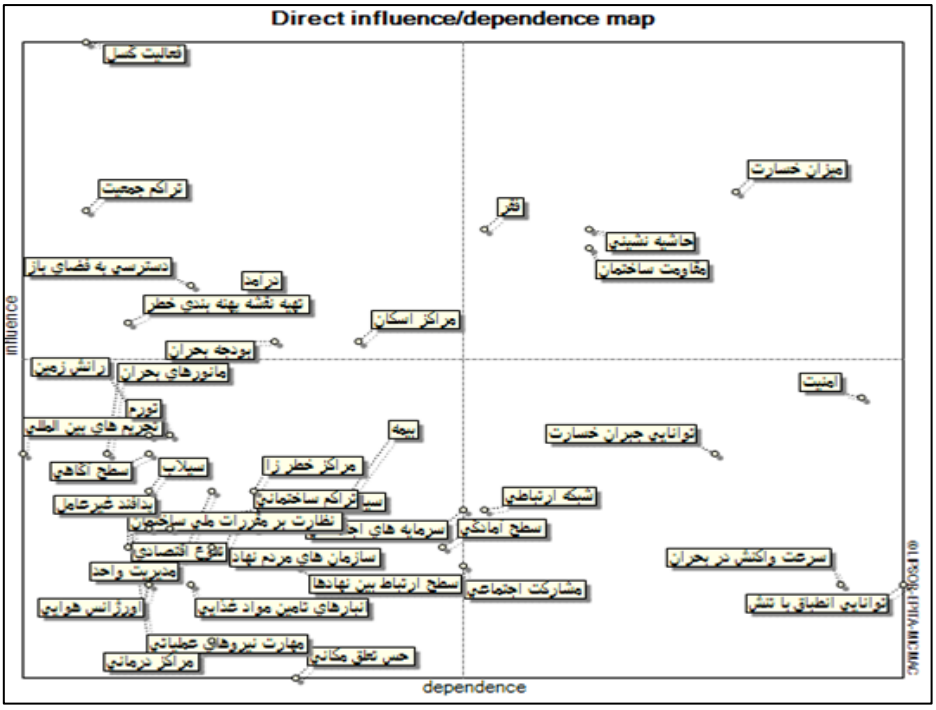
متغیرهای تأثیرپذیر

این متغیرها در قسمت جنوب شرقی پلان تأثیرگذاری – تأثیر پذیری قرار دارند و می توان 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- تأثیرپذیری، متغیرهای تأثیر پذیر شناخته می شوند:

سرمایه های اجتماعی، مشارکت، سرعت واکنش و توانایی انطباق با تنش.

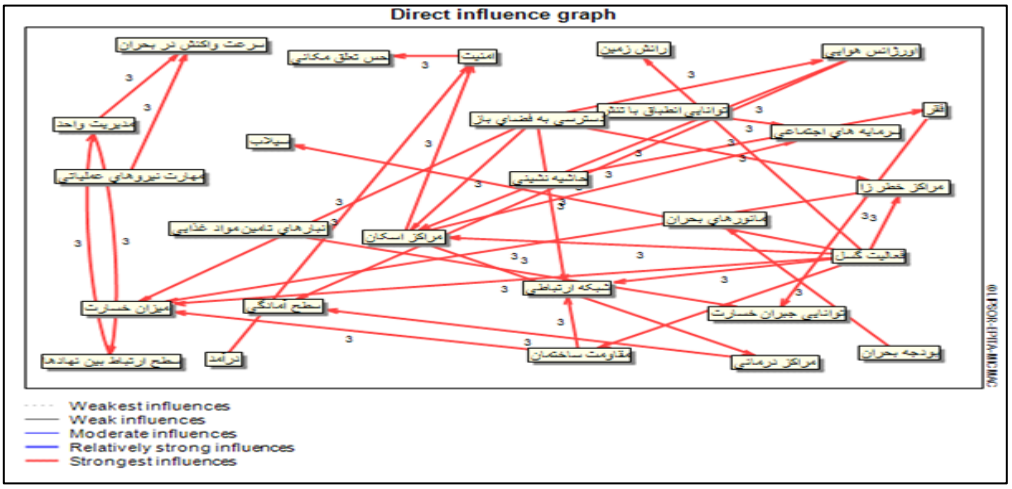
متغیرهای مستقل

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



تصویر ۱. پلان تاثیرگذاری مستقیم متغیرها

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



تصویر۲. 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 توان های ۲، ۳، ٤، 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 می توان این دسته از متغیرها را در سیستم شناسایی

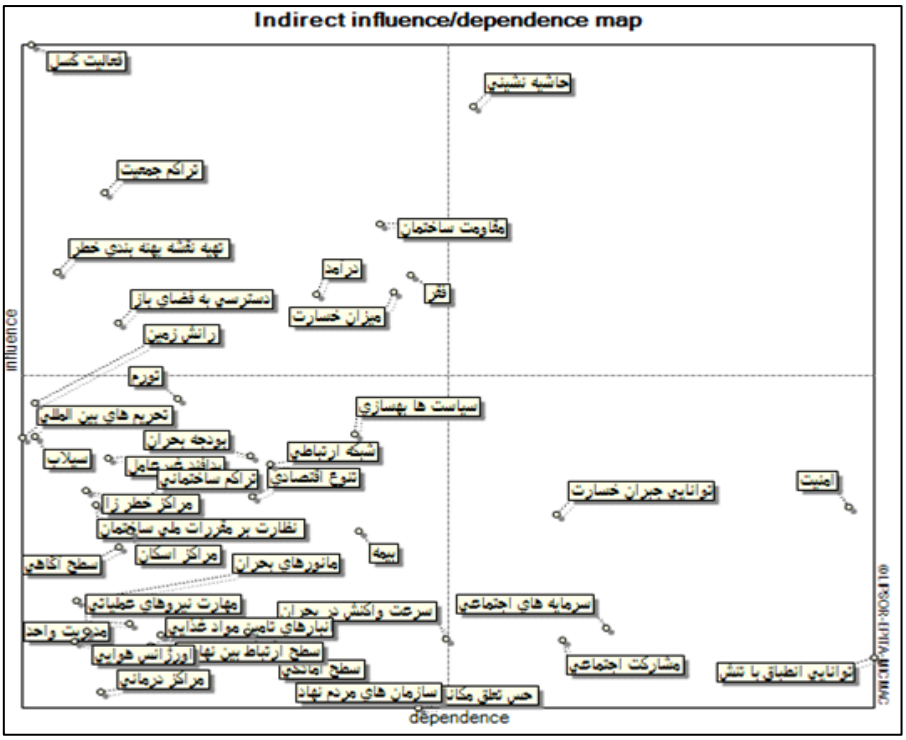
کرد :۱- متغیرهای تأثیرگذار ۲- متغیرهای دوجهی(متغیرهای ریسک و هدف) ۳-متغیرهای تنظیمی ٤-متغیرهای تـأثیر پذیر یا نتیجه سیستم ۵-متغیرهای مستقل آنچه که از مقایسه نتایج تحلیل اثرات مستقیم و غیرمستقیم بدست آمـده ایـن است که این ۵ دسته از متغیرها را در سیستم با کمترین تغییرات و جابجایی در ارزیـابی تـأثیرات غیـر مسـتقیم متغیرهـا تکرار شده‌اند که در جدول زیر میزان تأثیرات غیر مستقیم متغیرها و نمودار زیر پراکنـدگی انـواع متغیرهـا را نشـان داده است.

جدول ۳. میزان تاثیر غیر مستقیم متغیرها

ردیف	معیار	میزان تاثیرگذاری	میزان تاثیرپذیری
۱	سرمایه های اجتماعی	۱۱۲۲	۷۱۸۸
۲	حاشیه نشینی	۷۳۵۷	۵۵۵۱
۳	سطح آگاهی	۲۰۹۱	۱۱۸٦
٤	توانایی انطباق با تنش	۷٦۸	۱۰٤۹۱
۵	مشارکت اجتماعی	۹۷۸	٦٦۵۰
٦	امنیت	۲۵٦۸	۱۰۱۷۵
۷	حس تعلق مکانی	۱٦۵	٤۸۷٤
۸	میزان خسارت	۵۱۳۹	٤۵۷۲
۹	بیمه	۲۲۸۰	٤۱٤۲
۱۰	درآمد	۵۱۱۱	۳٦۲۰
۱۱	توانایی جبران خسارت	۲٤۷۹	٦۵۷٦
۱۲	تحریم های بین المللی	۳۳۹۷	۰
۱۳	تورم	۳۸٦۳	۱۹۱۳
۱٤	فقر	۵۳٤۲	٤۷۷۹
۱۵	تنوع اقتصادی	۲٦۹۳	۲۸۳۰
۱٦	سطح آمادگی	۹۲۵	۳۱۱۱
۱۷	مدیریت واحد	۱۱۷۵	۱۳۱۸
۱۸	بودجه بحران	۳۱۸۰	۲۸۰۷
۱۹	مهارت نیروهای عملیاتی	۱۰۸٤	۷۹۳
۲۰	سرعت واکنش در بحران	۹۹۱	۵۲۱۵
۲۱	سطح ارتباط بین نهادها	۱۰۳۹	۱۷۰۱
۲۲	سیاست ها بهسازی	۳٤۳۹	٤۰۹۱
۲۳	نظارت بر مقررات ملی ساختمان	۲۵۹۵	۹۰٦
۲٤	تهیه نقشه پهنه بندی خطر	۵۳۷٦	٤۲۸
۲۵	پدافند غیرعامل	۳۱۵۳	۱۰۵۵
۲٦	مانورهای بحران	۱٤٤۷	٦٦۵
۲۷	انبارهای تامین مواد غذایی	۹۰۷	۱۵۷٤
۲۸	سازمان های مردم نهاد	۱۰۷۷	۲۷۷۲
۲۹	تراکم جمعیت	٦۳۲٦	۱۰۱۲
۳۰	تراکم ساختمانی	۲٦٦۷	۱٤٦٦

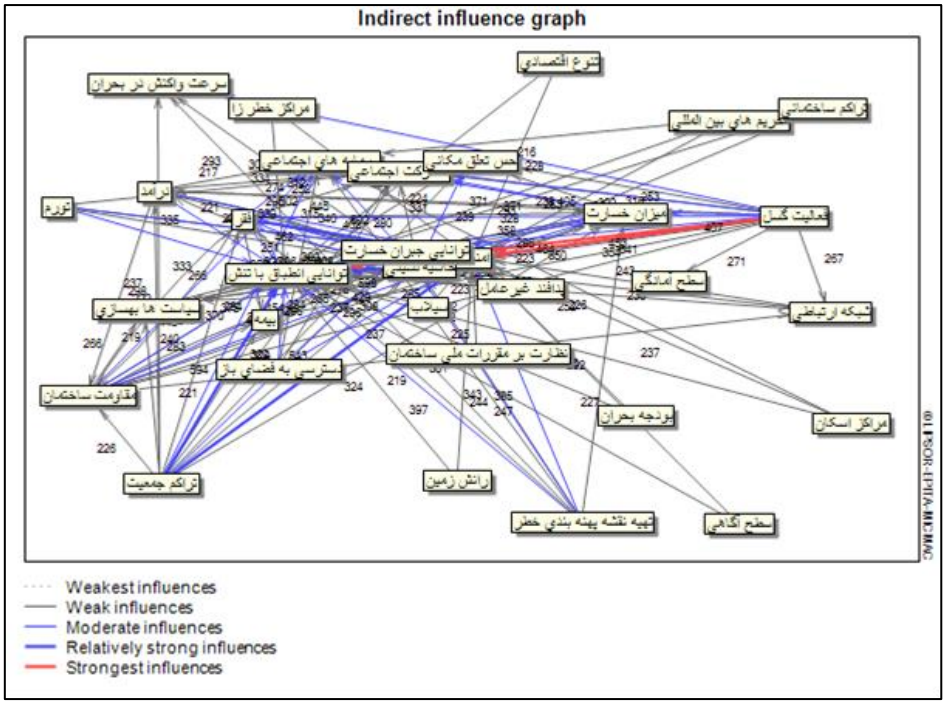
۳۱	دسترسی به فضای باز	٤٧٦٩	۱۱۷۸
۳۲	مقاومت ساختمان	٥٩٥٣	٤٤۰۰
۳۳	شبکه ارتباطی	۳۰۸۰	۳۰٥۱
۳٤	مراکز اسکان	۲۲۷۷	۱۳۲۷
۳٥	مراکز خطر زا	۲۷٦٥	۷۸۱
۳٦	مراکز درمانی	۳٥۷	۹٦۳
۳۷	اورژانس هوایی	۹٦۳	٦٤۱
۳۸	فعالیت گسل	۸۰۹٤	۱۰۸
۳۹	رانش زمین	۳۸۱۲	۱٥۳
٤۰	سیلاب	۳٤۱۲	۱٥۳
	جمع	٥۷٤	٥۷٤

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



تصویر۳. پلان تاثیرات غیرمستقیم متغیرها

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



تصویر٤. نمودار تحلیل روابط غیرمستقیم متغیرها

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

رتبه بندی تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها

با توجه به اعداد پرسشنامه که به صورت ماتریس تکمیل شده است. نرم‌افزار رابطه آنها را محاسبه کرده و در نهایت برای هر عامل یک امتیاز عددی در نظر می‌گیرد. سپس بر اساس این امتیاز عوامل را بر اساس تاثیر گذاری و تاثیر پذیری به صورت مستقیم و غیرمستقیم رتبه بندی می‌کند؛ که در این حالت عواملی که بیشترین امتیاز را کسب کنند میزان تاثیرگذاری و تاثیر پذیری آنها نیز بر این اساس تغییر می‌کند. درتصویر زیر عوامل را بر اساس تاثیر پذیر و تاثیرگذاری به صورت مستقیم و غیرمستقیم رتبه بندی کرده است.

جدول ٤. رتبه بندی متغیرها

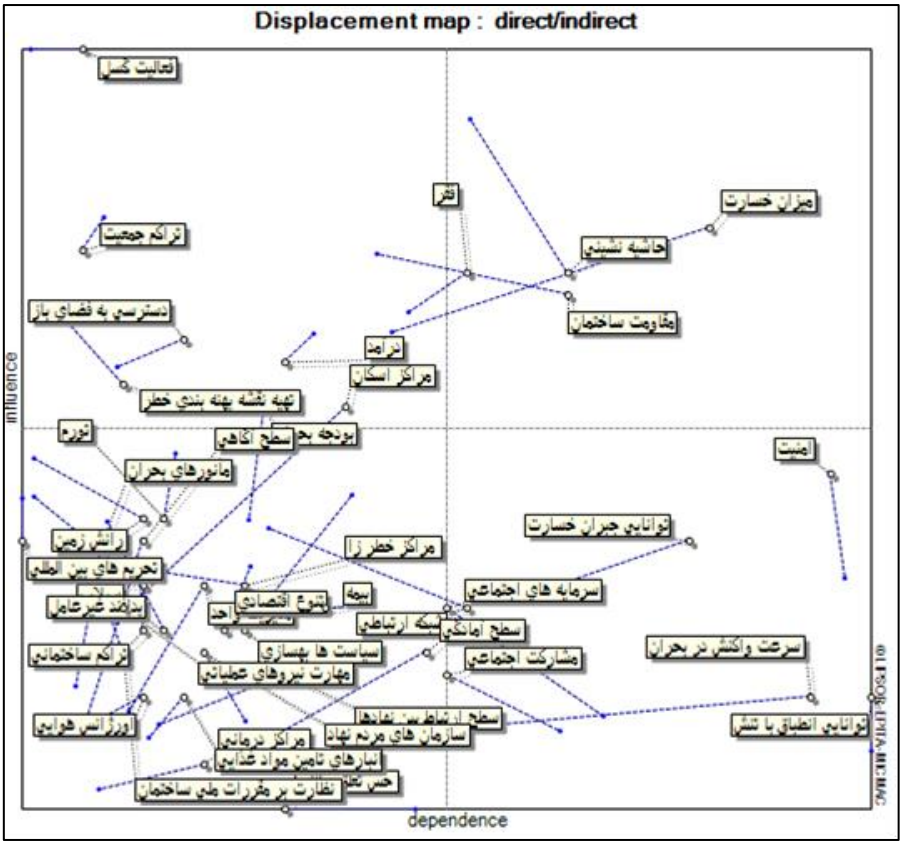
رتبه	متغیر	تاثیرمستقیم	متغیر	تاثیرپذیری مستقیم	متغیر	تاثیرغیر مستقیم	متغیر	تاثیرپذیری غیرمستقیم
۱	PH۱۰	٦۲۷	S٤	۷۳۱	PH۱۰	٦۹٦	S٤	۹۰۲
۲	E۱	٤۸۷	S٦	٦۹٦	S۲	٦۳۳	S٦	۸۷٥
۳	PH۱	٤۷۰	I٥	٦۷۹	PH۱	٥٤٤	S۱	٦۱۸
٤	S۲	٤٥۲	E۱	٥۹۲	PH٤	٥۱۲	S٥	٥۷۲
٥	E۷	٤٥۲	E٤	٥۷٤	I۹	٤٦۲	E٤	٥٦٥
٦	PH٤	٤۳٥	S۲	٤۷۰	E۷	٤٥۹	S۲	٤۷۷
۷	PH۳	٤۰۰	PH٤	٤۷۰	E۱	٤٤۲	I٥	٤٤۸
۸	E۳	۳۸۳	E۷	۳۸۳	E۳	٤۳۹	S۷	٤۱۹
۹	I۹	۳٦٥	PH٥	۳۸۳	PH۳	٤۱۰	E۷	٤۱۱
۱۰	I۳	۳٤۸	S۱	۳٦٥	E٦	۳۳۲	E۱	۳۹۳

۱۱	PH٦	۳٤۸	S٥	۳٦٥	PH۱۱	۳۲۸	PH٤	۳۷۸
۱۲	S٦	۲۹٦	I۱	۳٤۸	Iv	۲۹٥	E۲	۳٥٦
۱۳	E٦	۲٦۱	PH٦	۲۷۸	PH۱۲	۲۹۳	Iv	۳٥۲
۱٤	PH۱۱	۲٦۱	E۲	۲٦۱	E٥	۲۹۲	E۳	۳۱۱
۱٥	S۳	۲٤۳	Sv	۲۲٦	I۳	۲۷۳	I۱	۲٦۷
۱٦	E٤	۲٤۳	E۳	۲۲٦	I۱۰	۲۷۱	PH٥	۲٦۲
۱۷	E٥	۲٤۳	I٦	۲۲٦	PH٥	۲٦٥	E۸	۲٤۳
۱۸	I۱۱	۲٤۳	I۳	۲۰۹	PHv	۲۳۷	I۳	۲٤۱
۱۹	I۲	۲۰۹	Iv	۱۹۱	E۸	۲۳۱	I۱۳	۲۳۸
۲۰	PHv	۲۰۹	PHv	۱۹۱	PH۲	۲۲۹	E٦	۱٦٤
۲۱	PH۱۲	۲۰۹	E۸	۱۷٤	I۸	۲۲۳	I٦	۱٤٦
۲۲	S۱	۱۹۱	I۲	۱٥٦	S٦	۲۲۰	I۱۲	۱۳٥
۲۳	E۲	۱۹۱	I۱۳	۱٥٦	E٤	۲۱۳	PH۲	۱۲٦
۲٤	I٤	۱۹۱	PH۸	۱٥٦	E۲	۱۹٦	PH٦	۱۱٤
۲٥	PH٥	۱۹۱	I۱۲	۱۳۹	PH٦	۱۹٥	I۲	۱۱۳
۲٦	E۸	۱۷٤	PH۳	۱۳۹	S۳	۱۷۹	S۳	۱۰۲
۲۷	Iv	۱۷٤	E٦	۱۲۱	I۱۱	۱۲٤	PH۳	۱۰۱
۲۸	I۱۰	۱۷٤	I۱۰	۱۲۱	I۲	۱۰۱	I۱۰	۹۰
۲۹	PH۲	۱۷٤	S۳	۱۰٤	S۱	۹٦	PH۱	۸۷
۳۰	I۱	۱٥٦	PH۲	۱۰٤	I٤	۹۳	PH۸	۸۲
۳۱	I۸	۱٥٦	PH۹	۱۰٤	I۱۳	۹۲	I۸	۷۷
۳۲	I۱۳	۱٥٦	PH۱۱	۱۰٤	I٦	۸۹	I٤	٦۸
۳۳	S٥	۱۳۹	PH۱۲	۱۰٤	I٥	۸٥	PHv	٦۷
۳٤	I٦	۱۳۹	I٤	۸۷	S٥	۸٤	I۱۱	٥۷
۳٥	S٤	۱۲۱	I۸	۸۷	PH۹	۸۲	PH۹	٥٥
۳٦	I٥	۱۲۱	I۹	۸۷	I۱	۷۹	I۹	۳٦
۳۷	I۱۲	۱۲۱	I۱۱	٦۹	I۱۲	۷۸	PH۱۱	۱۳
۳۸	PH۹	۱۲۱	PH۱	٥۲	S٤	٦٦	PH۱۲	۱۳
۳۹	PH۸	٦۹	PH۱۰	٥۲	PH۸	۳۰	PH۱۰	۹
٤۰	Sv	۳٤	E٥	۰	Sv	۱٤	E٥	۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

میزان جابجایی عوامل در تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها

نمودار زیر میزان جابجایی عوامل را در تاثیرات مستقیم و غیرمستقیم بیانگر می‌باشد. چنانچه مشاهده می گـردد میـزان جابجایی ها بر تغییر موقعیت عوامل تأثیر آنچنانی نداشته است.



تصویر۵. میزان جابجایی متغیرها

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

موقعیت وضعیت عوامل مؤثر بر تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله

در نمودار میک مک در این فصل، ابتدا به بررسی وضعیت عوامل دخیل در تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زلزله و به تحلیل کلی سیستم پرداخته شد. طبق مباحث پیشین، ٤٠ عامل شناسایی شد و تأثیرات آنها برهم سنجیده شد؛ و نهایتا ۱۲ عامل به عنوان پیشرانهای کلیدی مؤثر برتاب‌آوری شهر تبریز استخراج شد که همه این ۱۲ عامل در هر دو روش مستقیم و غیر مستقیم تکرار شدند. عوامل کلیدی با توجه به ترتیب وزنشان به شرح جدول زیر می باشند.

جدول ۵.پیشران های کلیدی

رتبه	متغیر	تاثیر مستقیم	تاثیر غیر مستقیم	جمع
۱	فعالیت گسل	٦٢٧	٦٩٦	۱۳۲۳
۲	حاشیه نشینی	٤٥٢	٦٣٣	۱۰۸۵
۳	تراکم جمعیت	٤٧٠	٥٤٤	۱۰۱٤
٤	مقاومت ساختمان	٤٣٥	٥١٢	۹٤٧
٥	میزان خسارت	٤٨٧	٤٤٢	۹۲۹
٦	فقر	٤٥٢	٤٥٩	۹۱۱
۷	نقشه پهنه‌بندی خطر	٣٦٥	٤٦٢	۸۲۷

۸	درآمد	۳۸۳	٤۳۹	۸۲۲
۹	دسترسی به فضای باز	٤۰۰	٤۱۰	۸۱۰
۱۰	بودجه بحران	۳٤۸	۲۷۳	٦۲۱
۱۱	اسکان موقت	۳٤۸	۱۹۵	۵٤۳
۱۲	امنیت	۲۹٦	۲۲۰	۵۱٦

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

نتیجه گیری و دستاورد علمی پژوهشی

در این مقاله با استفاده از روش دلفی پس ازنظر 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 مک، عوامل پیشران مشخص شده است؛ بنابراین شهر تبریز برای وضعیت موجود و آینده مستلزم درنظر گرفتن این عوامل کلیدی در برنامه‌ریزی های 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 عبارت اند از:

بررسی و مطالعه و تهیه طرح های ریز پهنه بندی مخاطرات محیطی از جمله خطر زمین لرزه توسط نهاد های مدیریت شهری.

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

احداث فضاهای سبز در محدوده های پر خطر جهت کاهش خط زمین لغزش، استحکام خاک محدوده و تشکیل کمربند های سبز که مانع توسعه‌این مناطق میشود.

تخلیه مردم ساکن در نواحی با خطر بسیار بالا و تغئیر کاربری در محدوده های پر خطر.

طراحی شهر در محدوده های پر خطر با لحاظ کردن خطر زمین لرزش.

ایجاد پایگاه‌های اسکان و امداد و نجات در نزدیکی محدوده های پر خطر.

استفاده از سازه های پایدار و اصول مهندسی در طراحی سازه ها با توجه به شرایط لیتولوژیکی و پهنه بندی زمین لرزش در مناطق مختلف.

گرچه معمولاً صدمات جانی و مالی ناشی از زلزله در پارک ها کم است لیکن آسیب پذیری ناشی از تاسیساتی چون نیروگاه، پمپ بنزین، پمپ گاز و غیره می تواند تلفات آن را افزایش دهد، بنابراین حدالمقدور این تاسیسات بایستی در خارج از پارک‌ها احداث شوند وحریم دکل‌های گاز، برق و منبع آب بایستی کاملا حفظ گردند.

به دلیل احتمال ریزش بناها در سراشیبی‌ها به محل و جهت‌گیری ساخت آن‌ها (به لحاظ نوع گسل) توجه خاص مبذول شود.

اصولا 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 می گیرد و راه‌های منطقه علاوه بر انشعابات لازم بایستی از هرگونه اشکال بن بست خارج شده و در موارد خاص، قطعه انتهای کوچه به فضای باز و یا دور برگردان بزرگ اختصاص یابد. همچنین طول کوچه ها 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 می گردند و بدین ترتیب زمینه بروز مشکل را به هنگام زلزله براحتی 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، حسین‌زاده دلیر، کریم. (۱۳۹۷)، ارزیابی تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی کلان‌شهر تبریز در برابر مخاطرهٔ طبیعی زلزله. پژوهش های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری، ٦(۱), ۵۵-۷٤.

٤. حبیبی، کیومرث و همکاران، (۱۳۷۸)، تعیین عوامل سازه ای/ساختمانی مؤثر در بافت کهن شهری زنجان با استفاده از FUZZYLOGIC &GIS، نشریه هنر های زیبا، شماره ۳۳، صص ۲۷-۳٦

۵. حسین زاده دلیر، کریم، خدابخش چاخرلو(۱۳۹۳)، بررسی میزان کارایی شبکه های ارتباطی شهرها در مقابل زلزله (مطالعه موردی مناطق ۱ و ۵ طرح تفصیلی تبریز)، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۸(۵۰), ۱۵۳-۱۷٤.

٦. حسین‌زاده دلیر، کریم، ملکی، کیومرث، شفاعتی، آرزو محمدرئوف حیدری‌فر(۱۳۹۱)، پدافند غیر عامل و توسعهٔ پایدار شهری با تأکید بر کاربرهای تهدیدپذیر کلان-شهر تبریز از منظر جنگ، فصلنامهٔ جغرافیا و پایداری محیط، شمارهٔ ۵.

۷. حقیقی، همایون(۱۳٤۸)، امواج زلزله، نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران، دوره ۱۰٦، صص ۸٤-۱۰٦

۸. خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران، ایرنا

۹. خوب آیند، سعید(۱۳۷۹)، روش‌های تامین مسکن گروه های کم درآمد در ایران(نمونه موردی: تبریز)، رساله کارشناسی ارشد، ٦٧

۱۰. روستائی، شهرام، (۱۳۹۰)، پهنه‌بندی خطر گسل برای کاربری‌های مختلف اراضی شهری، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۱، صص ۲۷-٤۱

۱۱. زیاری، کرامت الله(۱۳۷۸)، اصول و روش‌های برنامه‌ریزی منطقه ای، چاپ یزد: انتشارات دانشگاه یزد، چاپ پنجم

۱۲. علیزاده، مهدی(۱۳۹۵) ارزیابی آسیب پذیری زیرساخت های شهری کوهدشت با رویکرد پدافند غیرعامل، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما امان پور، 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 ۱٤۳-١٦٤

١٤. کرمی، محمد رضا(۱۳۸۲)، مکان یابی هنرستان های فنی و حرفه ای با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیائی (نمونه موردی تبریز)، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز،۵۲

۱۵. محمود زاده(۱۳۸۵)، ارزیابی و پهنه‌بندی درجه تناسب توسعه فیزیکی شهر تبریز با استفاده از GIS، مجموعه مقالات همایش ژیوماتیک ۸۵، صص ۱-۹

١٦. مهدی زارع(۱۳۸۰)، خطر زمین لرزه و ساخت و ساز در حریم گسل شمال تبریز و حریم گسلش گسل‌های زمین لرزه‌ای ایران، پژوهشگاه موسسه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله ایران، سال چهارم شماره دوم و سوم، صص ٤٦-۵۷

۱۷. مهندسین مشاور تهران پادیر(۱۳۸۹)، طرح ریز پهنه بندی خطر زمین لرزه‌ای شهر تبریز، جلد پنجم شهرسازی، صص ۱-۹۸

۱۸. میثمی، علی(۱۳۵۳)، زلزله در ایران، نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران، دوره ۲۹، صص ۱۵۸-١٦٤

۱۹. نتایج تفضیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵

۲۰. ولی زاده کامران، خلیل(۱۳۸۰)، پهنه‌بندی خطر زلزله در شهرستان تبریز با استفاده از GIS&RS، نشریه فضای جغرافیائی، شماره ٤

21. Alecxander, 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.