نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۸، شماره ۵۰، زمستان ۱۳۹۳، صفحات ۸۸-۵۵

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۳/۲۲ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۰۳/۲۷

ترکیب مدل کرنل (KDE) و مدل AHP در ارزیابی خطر زلزله در بافت‌های حاشیه‌نشین و فرسوده شهری با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مطالعه موردی مناطق یک و پنج شهر تبریز

محمدرضا پورمحمدی[۱]
محمدرضا کرمی[۲]

چکیده

بررسی میزان آسیب‌پذیری یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش رو شهرهای بزرگ در ایران است. حساسیت این موضوع زمانی که شهر علاوه بر فرسودگی و وجود مناطق حاشیه‌نشین، در معرض بلایای طبیعی هم‌چون زلزله و سیل نیز باشد دو چندان می‌گردد. پهنه‌بندی خطر زلزله و مدل‌سازی آن با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته در ارتباط با میزان آسیب‌پذیری شهرها ضرورتی انکارناپذیر است. در شهر تبریز وجود تنوع بافت‌های شهری، نزدیکی به خطوط گسل و عدم توجه و بازنگری دقیق آن، آسیب‌پذیری این گونه بافت‌ها را در کنار بافت‌های حاشیه شین تشدید می‌کند. این مقاله به بررسی مناطق یک و پنج شهر تبریز با در نظر گرفتن ماهیت زلزله و بررسی آن در ارتباط با چهار عامل تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی، کیفیت ابنیه و نوع مصالح می‌پردازد. هم‌چنین رابطه بین میزان آسیب‌پذیری ناشی از زلزله به‌کمک تکنیک GIS با ترکیب دو مدل برآورد تراکم کرنل (KDE) و مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) جهت تعیین دقیق‌تر مناطق آسیب‌پذیر با تأکید بر کاربری مسکونی، بررسی و مدل‌سازی شده است.

واژگان کلیدی: ارزیابی خطر، زلزله، بافت‌های فرسوده شهری، GIS، برآورد تراکم کرنل (KDE). تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، مدل‌سازی، تحلیل مکانی.

---

۱ – استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تبریز. Email:Pourmohamadi@tabrizu.ac.ir.
۲ – دانشجوی دوره دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تبریز.

مقدمه

عموماً بافت‌های فرسوده به‌دلیل ریزدانگی بافت و استفاده از مصالح کم دوام و جایگزینی ساکنان اصلی با اقشار کم درآمد با کمترین میزان حس تعلق به مکان و نیز جابجایی نقش کارکردی واحد های مسکونی به کارگاه و انبار، فرار سرمایه و کاهش قیمت زمین، وجود شبکه ارگانیک، باریک و پرپیچ و خم، فرسودگی شبکه‌های تأسیسات و تجهیزات شهری و... مشکل‌زا بوده و چالش‌های بزرگی را پیش روی مدیران شهری قرار داده است (احمدی و شهابی، ۱۳۸۷: ۸۵). اسکان غیررسمی[۳] نیز از جمله پدیدهای اقتصادی، اجتماعی شهری در کشورهای جهان سوم است که رواج آن به صورتی فراگیر در مرکز شهرهای پرجمعیت قابل مشاهده می‌باشد. اسکان غیررسمی[۴] شکل بی‌ضابطه‌ای از تجمع مکانی گروه‌های کم‌درآمد، در نقاطی از شهر (درون یا مجاور آن) می‌باشد که به‌صورت کاملاً سازمان‌نیافته (خودرو و فاقد مجوز رسمی شهرسازی) ایجاد می‌گردد (داودپور، ۱۳۸۴: ۵۰–۳۵). یکی از اقدامات بنیادین و اولیه در رابطه با مناطق اسکان غیررسمی شناسایی و تعیین این‌گونه مناطق است. عموماً برای تعیین این مناطق معیارهای کالبدی، آن هم به صورت سنتی (برداشت‌های میدانی) به‌کار برده می‌شود. لیکن در دنیای پیشرفت و تکنولوژی به‌نظر می‌رسد به‌کارگیری تکنیک‌های جدید مانند GIS برای تعیین این پهنه‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد. از طرف دیگر یکی از مشکلات مهم در این رابطه تشخیص خوشه‌هاست. در اینجا کارهای کلاسیک انجام شده توسط اوپنشاو[۵] و سایر همکاران در سال ۱۹۸۷ قابل توجه است، لیکن رهیافت‌های شامل استفاده از تراکم یا برآورد کرنل به منظور تعریف یک سطح ممتد، مانند خطر بیماری و خطر نسبی از یک دیدگاه نو (مثلاً تحقیقات کلسال و دیگله[۶] در ۱۹۹۵) و

3- Informal Settlement (IS)

۲ـ عبارات مختلفی بری توصیف این اجتماعات به‌کار می‌رود که با توجه به مکانیسم اشغال مکان، وضعیت مالکیت، مکان استقرار، نوع مصالح، الگوی بافت، شرایط اجتماعی و اقتصادی حاکم، می‌توان نام‌های متفاوتی را به‌کار برد نظیر:

Slums, Squatter, Illegal, Spontaneous, subnormal Settelment, Mariginal areas, unauthorized areas.

5- Openshaw

6- Kelsall and Diggle

تحقیقات بایلی و گترل[۷] در ۱۹۹۵ برای یک مقدمه و پیش‌درآمد برای این روش محسوب می‌شوند (C.Gatrell, and Löytönen, 2003: 7). از روش KDE برای بررسی شیوع بیماری‌ها، خصوصاً بیماری‌های مسری (Rosli et.al, 2010: 8) تعیین و شناسایی نقاط حساس[۸] آلودگی محیطی همانند آلودگی خاک (Lin and et.al, 2011)، تعیین نقاط حساس تصادفات جاده‌ای (Gundogdu, 2009: 1531-1535)، نقشه‌کشی خطر بمب و مین‌های زمینی (نظامی)، تحلیل حوضه‌های شهری (Alegra et.al, 2011: 75-88)، استفاده شده است. براساس تحقیقات لین و همکاران نتایج حاصل از روش KDE جهت تعیین مناطق حساس برای مناطق خطرزا تقریباً مشابه با روش‌های کریجینگ (IK)[۹] و شبیه‌سازی احتمالی ترتیبی (SIS)[۱۰] می‌باشد (Lin et.al, 2011: 75). مدل تحلیل سلسله‌مراتبی یا AHP از جمله روش‌های تحلیل چندمعیاری، مدلی منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مدل به مراتب از مدل KDE شناخته شده‌تر است و در این رابطه در ایران مقالات و رسالات فراوانی در زمینه‌های کاربردی مختلف بالاخص مکانیابی نوشته شده است. آنچه که در این مقاله دارای بیش‌ترین اهمیت است، ترکیب این دو روش یعنی روش KDE و روش AHP با یکدیگر در جهت استخراج پهنه‌های اسکان غیررسمی بنابه اهداف مختلف (در این مقاله در اتباط با آسیب‌پذیری ناشی از زلزله) است که در این رابطه تاکنون پژوهشی صورت نگرفته است.

مبانی نظری

فاجعه[۱۱] حادثه‌ای است که طور ناگهانی و یا فزاینده روی می‌دهد، زندگی بشر را تهدید نموده و تلفات و خسارات بسیاری را به جامعه انسانی تحمیل می‌کند، به‌طوری که مقابله با آن نیازمند بسیج امکانات و انجام اقدامات اساسی و فوق‌العاده نسبت به حالت عادی است

7- Bailey and Gatrell
8- Hot Spot
9- indicator kriging
10- sequential indicator simulation
11- Disaster

مدیریت فاجعه[۱۲]، علمی کاربردی است که به‌وسیله مشاهده سیستماتیک بحران‌های پیشین و تجزیه و تحلیل آن‌ها، در جستجوی یافتن ابزاری است که به‌وسیله آن‌ها از یک سو بتوان از وقوع فجایع پیشگیری نمود و یا برای مقابله با آن‌ها آماده شد و از سوی دیگر در صورت وقوع آن‌ها نسبت به امدادرسانی سریع و بهبود اوضاع اقدام نمود (احمدیان، ۱۳۸۰). در این راستا خطر لرزه‌ای[۱۳]، احتمال وقوع زمین لرزه‌ای با بزرگی معین در یک منطقه در آینده می‌باشد.

بافت‌های فرسوده

در تعریف وزارت کشور بافت فرسوده شهری به عرصه‌هایی از محدوده قانونی شهرها اطلاق می‌شود که به‌دلیل فرسودگی کالبدی، عدم برخورداری مناسب از دسترسی سواره، تأسیسات، خدمات و زیرساخت‌های شهری آسیب‌پذیر بوده و ارزش مکانی، محیطی و اقتصادی نازلی برخوردارند. این بافت‌ها به دلیل فقر ساکنان و مالکان آن‌ها امکان نوسازی خودبخودی را نداشته و نیز سرمایه‌گذاران انگیزه‌ای جهت سرمایه‌گذاری در آن ندارند. در این رابطه دولت نیازمند حمایت‌های مردمی است (اکبری، ۱۳۷۸: ۸۳-۸۲).

تحلیل روش‌های ریسک فاجعه

در عالم تئوری بهترین حالت پاسخ به بلایای طبیعی، اجتناب و دوری جستن از تمامی خطرات است. در عمل این تئوری به دلیل توسعه فشرده و گسترده بر روی زمین امکان‌پذیر نیست. حتی بعد از فاجعه‌های سهمگین، جبر سیاسی و اقتصادی بازسازی را در مجاورت همان منطقه (آسیب‌دیده) و یا سایتی مشابه آن تشویق و حمایت می‌کند (Smith and Petley, 2008: 72). پیش‌بینی‌ها بر پایه تئوری‌های آماری و ثبت تاریخی وقایع گذشته می‌باشد. نتایج برحسب میانگین احتمالی وقوع بلایا بیان می‌گردد زیرا پیش‌بینی بلایا در درازمدت با عدم دقت زمانی همراه است. اصلاحات عملی در زمینه کاهش فاجعه در سه گروه اصلی طبقه‌بندی می‌گردند:

12- Disaster Management
13- Seismic Hazard

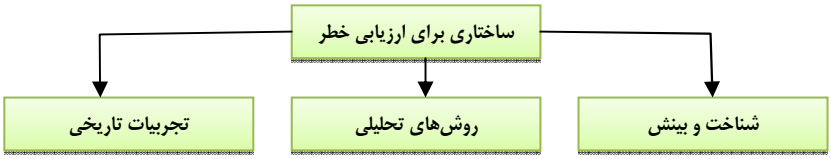
کاهش – اصلاح ترکیب خسارات: این طرح‌ها عمدتاً شامل شیوه‌های شراکت در خسارت می‌باشند ولی هم‌چنین می‌توانند زمینه‌های واکنش‌های مربوط به کاهش خسارت را در آینده ترغیب نمایند.

حفاظت ـ اصلاح حادثه: این واکنش‌ها با تاکید بر علوم و مهندسی عمران سعی بر کاهش مخاطرات به‌وسیله اعمال کنترل محدود تحت فرایندهای فیزیکی در کل محاسبات سازه‌ای (تعدیل حوادث خسارت بار به مردم) دارد. مقیاس دامنه دخالت از حفاظت در مقیاس کلان (مقابله و طراحی برای محافظت از کل جوامع) تا حفاظت در مقیاس خرد (تقویت ساختمان‌های منفرد در برابر فشار مخاطرات) را شامل می‌شود.

انطباق ـ اصلاح آسیب پذیری انسانی: این روش واکنش‌های غیرساختاری تغییرات را در رفتارهای انسانی نسبت به مخاطرات (تعدیل جمعیت نسبت به حوادث زیان‌بار) افزایش می‌دهد. در مقایسه با بهبود حوادث این گونه روش‌ها ریشه در علوم اجتماعی کاربردی دارند همانند برنامه‌های آماده‌سازی و بسیج عمومی، طرح‌های پیش‌بینی و هشدار و برنامه‌ریزی کاربری اراضی (ibid, 2008: 73).

به‌طور کلی مراحل مدیریت خطر عبارتند از:

۱- تعیین و مشخص نمودن خطر ۲- ارزیابی خطر ۳- برآورد مخاطرات و فاجعه‌های احتمالی ۴- سازماندهی منابع ۵- کاهش خطر و برنامه‌ریزی دفاعی ۶- فرایند نظارت بر برنامه و کنترل خطر در سطح مفهومی.



نمودار (۱) عناصر اساسی توسعه، درک و شناخت خطر (Dubhashi, et.al., 2005)

علل مطالعه آسیب‌پذیری و مقاوم‌سازی ساختمان‌ها را می‌توان در عواملی مانند تغییرات در تدوین آیین‌نامه‌های طراحی سازه و طراحی لرزه‌ای، تغییرات در شرایط مصالح و استفاده از مصالح نامرغوب، نبود مجریان ذیصلاح، ضعف علمی مهندسین نظر ساختمانی، ضعف اقتصادی و فرهنگی جامعه و... خلاصه نمود (میرزا گل‌تبار روشن و جانعلیزاده، ۱۳۸۴: ۱۵۴۰). از این منظر به‌منظور مقابله در شرایط وضع موجود راه‌کارهایی هم‌چون فهرست نمودن ساختمان‌های فرسوده، تقویت زیرساخت‌ها، رعایت آیین‌نامه ۲۸۰۰ در مورد ساخت و سازها و... ارائه شده است. هم‌چنین در رابطه با شرایط آتی، جمع‌آوری اطلاعات طبیعی و انسانی، نظارت دقیق بر اجرای ساخت و سازها، محدودیت ساخت و ساز در مجاور گسل و... ضروری می‌باشد (عنابستانی، ۱۳۸۴: ۱۰۷۵).

برنامه‌ریزی بافت و جهت توسعه شهری

آینده‌نگری و برنامه‌ریزی در جهت تحول از وضعیت موجود به یک وضعیت بهتر در کشورهای توسعه‌یافته موجب کاهش خسارات انسانی و هزینه‌های اجتماعی– اقتصادی در صورت وقوع فاجعه‌های طبیعی شده است. عدم وجود این دو ویژگی یعنی دور اندیشی و برنامه‌ریزی‌های ضروری، موجب از دست دادن جان هزاران انسان بی‌گناه در مقابل فاجعه‌هایی نظیر زلزله در کشورهای مانند ایران شده است (قنبری، قاضی عسکری نائینی، ۱۳۸۴: ۱۲۵۹). یکی از گام‌های اساسی که باید بیش از پیش برداشته شود و به آن توجه بیش‌تری مبذول گردد، تهیه نقشه پهنه‌بندی و ریزپهنه‌بندی زلزله در گستره سرزمین برای شناخت گسل‌های فعال و انطباق کلیه فعالیت‌های شهرسازی با نقشه پهنه‌بندی زلزله است. متأسفانه توسعه کشور در زمینه ساخت و سازها با میزان خطرپذیری زلزله‌ای کشور مطابقت و سازگاری ندارد، بسیار ضروری است که مدیریت ساخت و ساز اصلاح و ارتقا پیدا، لذا ارتقا و بهبود آن از ضروریات برنامه‌های کاهش خطرپذیری است. به طور کلی در دنیای متکی به‌دلیل و برهان، منابع برای کاستن خطر باید تا جایی تخصیص یابد که هزینه هر نوع کاهش خطر اضافی و منافع حاصل از آن منابع معادل می‌باشد. فنونی مانند تحلیل هزینه – فایده و تحلیل احتمال خطر– منافع ساخت و مقایسه، راهکارهای مختلفی را ارائه می‌دهد (اسمیت، ۱۹۹۵). در بررسی و پهنه‌بندی خطر، بافت شهر یکی از عوامل کلیدی آسیب‌پذیری محسوب وی شود. اینکه بافت شهری

باز یا بسته، خودجوش یا شطرنجی، خوشه‌ای یا خطی، پیوسته یا ناپیوسته، تک هسته‌ای یا چند هسته‌ای و یا هر نوع دیگر باشد هر یک وضعیت مقاومتی خاص داشته و پیامد آن در شدت و ضعف تلفات ناشی از زلزله منعکس می‌گردد. معمولاً بافت شهری باز نسبت به بافت بسته، بافت شطرنجی نسبت به بافت خودجوش، بافت پیوسته نسبت به بافت ناپیوسته، بافت کم تراکم نسبت به بافت متراکم، انعطاف‌پذیری بیش‌تری دارد (محمدزاده، ۱۳۸۴: ۱۴۰۴). در ارزیابی هر بافت شهری بر مبنای شاخص‌های فوق و شاخص‌هایی از قبیل اندازه و شکل قطعات، راه‌های دسترسی به آن‌ها که تحت تأثیر عوامل طبیعی و جغرافیای و هم‌چنین عوامل مصنوع مانند شبکه راه‌های اصلی و عوامل اجتماعی و اقتصادی متبلور می‌یابد باید توجه داشت که هر یک از آن‌ها دارای الگوهای مختلفی می‌باشد، که شناخت و دسته‌بندی الگوها برای هر یک از شاخص‌ها مذکور، برای ارزیابی بازتاب بافت شهری و اراضی مسکونی در هنگام سوانح طبیعی ضرورت دارد (قربانی و باقری، ۱۳۸۴: ۱۲۰۵).

سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌سازی خطر زلزله

حفظ سلامت انسان شامل پیشگیری از خطر و کاهش آن می‌شود. مخاطرات به دلائل طبیعی و انسانی که می‌تواند خطرات جدی را برای مردم خصوصاً زمانی که در نواحی متمرکز زندگی می‌کنند به‌وجود آورد. ارزیابی آسیب‌پذیری و کاهش مخاطرات، حداکثر اهمیت را در برنامه‌ریزی و مدیریت سکونتگاه‌ها دارند (Campagna, 2006: 15). در این راستا تکنولوژی مکانی نقش تعیین‌کننده‌ای را در کاهش بلایا بازی می‌کند. ارتباطات ماهواره‌ای در هشدار نسبت به بلایا، کاهش حمایت‌های عمومی می‌تواند کمک موثری باشد. ماهواره‌های پیمایش زمین، پایگاه داده‌ای زمین‌لرزه را به‌منظور برنامه‌های قبل از فاجعه، واکنش به بحران و توان‌بخشی به فعالیت‌ها و ارزیابی خسارات بعد از فاجعه، بازسازی و توانمندسازی تهیه می‌نماید (Akhondzadeh & Sadeghian, 1384: 1736). امروزه برای نظارت بر بلایای طبیعی هم‌چون زلزله از تکنولوژی‌های پیشرفته ماهواره‌ای و تفسیر تصاویر اخذ شده توسط آن‌ها استفاده می‌شود (Rachedi, et.al., 2005: 500) جدول شماره (۱).

جدول (۱) کاربرد تصاویر ماهواره‌ایی به منظور نظارت بر بلایای طبیعی شود (Rachedi, et.al., 2005)

باند طیفی	فاصله نمونه‌برداری زمینی (GSD)	پهنای نوار	زمینه‌های مورد مطالعه
طیف مرئی	متوسط	متوسط	زلزله
طیف مرئی و مادون قرمز نزدیک	بلند و متوسط	بزرگ و متوسط	آتش‌سوزی
طیف مرئی و مادون قرمز نزدیک	بلند و متوسط	پایین	سیلاب
طیف مرئی	بلند و متوسط	متوسط و پایین	نقشه‌کشی مخاطره
طیف مرئی	بلند و متوسط	متوسط و پایین	تأسیس کمپ

پهنای نوار ۳۰۰ کیلومتر = بزرگ، ۲۰۰ کیلومتر = متوسط، ۱۰۰ کیلومتر پایین (Swath width)
Ground Sampling Distance (GSD) ۳۰متر = پایین، ۲۵ متر= متوسط، ۲۰ متر= بلند
Spectral Band: باند مرئی (۰،۷۳– ۰،۵۱ میکرومتر) باند مادون قرمز نزدیک (NIR) (۰،۹– ۰،۷۵ میکرومتر)

اهمیت نشر GIS به‌دلیل دسترسی بخش عمده‌ای از کاربران به آن می‌باشد. در کاربردهای مدیریت بلایا، بسیاری از اولیای امور در برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و اجرا با این تکنیک سروکار دارند. GIS Desktop به‌صورت آنی و موثر نمی‌تواند طرح زیربنایی چند کاربر را برای پروژه‌های مشابه آماده نماید. این ظرفیت عمدتاً یکی از امتیازات اساسی قابل توجه نشر و توزیع GIS می‌باشد. بلایا و مخاطرات ممکن است در چارچوب وسیعی از فضا صورت گیرد بنابراین شبیه‌سازی بلایای طبیعی ممکن است نیازمند امکانات محاسباتی پیشرفته و بزرگ باشد (Abdalla and Tao, 2005: 1189-1190).

مدل‌سازی خطر

سادگی نشانه و عیار هر تئوری خوب است و پیچیدگی ظاهری غالباً فریبنده است. نقش وضوح و شفافیت به‌ویژه در مدل‌سازی شهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Batty, 1976: Xxii). انقلاب در علوم اجتماعی و حوزه‌های مرتبط مانند جغرافیا و علوم مربوط به ساخت در اواخر دهه ۱۹۵۰ با این عقیده که پیشرفت در توسعه دانش می‌تواند به بهترین وجهی توسط ایجاد تئوری موشکافانه به‌دست آید تا اینکه بر پایه حدس و گمان‌های بی‌پایه. رهیافت و دیدگاهی که از این منظر به‌دست آمد اصطلاحاً انقلاب کمّی[14] و رویکرد

14- Quantitative Revolution

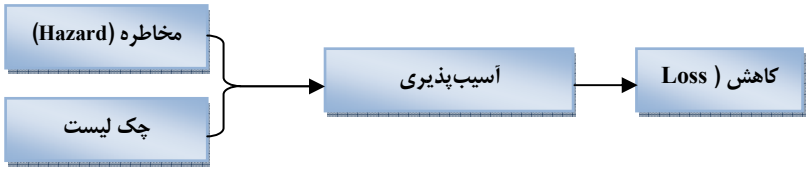
سیستم‌ها[۱۵] بود. انقلاب کمی به‌وضوح در توسعه جغرافیای مدرن جائی که تمرکز بر تشریح طبیعت فضای جغرافیایی درگیر استفاده همه‌جانبه از مفاهیم ریاضی و آمار است، به اثبات رسیده است. از طرف دیگر رویکرد سیستم‌ها نشان می‌دهد که انطباق بیش‌تری بر نظم و قواعدی بوده که محتوا کمتر جوابگوی تشریح‌های کمّی می‌باشد. در واکنش به ابهام مرزهای مشخص در علوم و ارتباطی که بسیاری از علوم از متدولوژی‌های پایه مشابهی استفاده می‌کنند، این رهیافت منشعب از ارتباط آشکار تئوری سیستم‌های عمومی[۱۶] و سیبرنتیک[۱۷] به‌عنوان علم کنترل و ارتباطات در حیوانات و ماشین بوده تا بسیاری از رویه‌های انسانی موجود توسعه‌های اولیه در مدل‌سازی شهری تقریباً منحصراً از آمریکای شمالی جائی که سنت‌ها در پاسخ به نیاز برای برنامه‌ریزی سیستماتیک و پیش‌بینی‌های بهتر آمیخته شدند، می‌باشد (libd, 1976: 4-6).

الف- نیاز به مدیریت خطر

مسئله آمادگی در برابر بلایای طبیعی یک معضل جدید نیست. در دنیا و به‌ویژه در کشورهای کمتر توسعه‌یافته دولت‌ها جداگانه و گروهی می‌دانند بایستی برای یک زلزله مهیب یا یک طوفان عظیم یا یک سیلاب وسیع آماده باشند. با این حال آن‌ها اغلب قدم‌های اولیه را برای آمادگی در برابر بلایا برنمی‌دارند. تنها بعد از بروز یک فاجعه اهمیت آمادگی را در برابر انواع وقایع سهمگین در می‌یابند (Grossi & Kunreuther, 2005: 3). مدل‌سازی فاجعه ریشه در یک حوزه یا نظم خاصی ندارد. علوم ارزیابی و مدیریت خطر از حوزه بیمه دارایی و علوم مخاطرات طبیعی نشأت می‌گیرند. در دهه ۱۸۰۰ بیمه‌های ساختمان (سکونتگاه) خطر این ساختمان‌ها را با نقشه‌کشی ساختمان‌هایی که تحت پوشش آن‌ها بود، مدیریت می‌کردند. در آن زمان به‌دلیل نبود نرم‌افزارهای سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) آن‌ها از میخ‌های کوچک بر روی نقشه‌هایی که روی دیوار آویزان می‌کردند به‌منظور مشخص کردن میزان آسیب‌پذیری استفاده می‌کردند (Grossi & Kunreuther, 2005: 23). به‌طور کلی

15- Systems Approach
16- General System Theory
17- Cybernetics

چهار جزو اصلی در یک مدل بلا وجود دارد: ۱- مخاطره (نوع مخاطره) ۲- لیست موجودی ۳- آسیب‌پذیری و ۴- کاهش (نمودار شماره ۲). در ابتدا مدل خطر پدیده‌های طبیعی را مورد بررسی قرار می‌دهد. برای مثال خطر زلزله به‌وسیله مکان‌یابی مرکز زلزله و حرکات مغناطیسی به همراه سایر پارامترهای دیگر توصیف می‌گردد.



نمودار (۲) ساختار مدل فاجعه (Grossi & Kunreuther, 2005).

مواد و روش‌ها

در این مقاله از تکنیک پیشرفته GIS، به منظور تحلیل ویژگی‌های کالبدی و فضایی مناطق یک و پنج شهر تبریز و نیز استفاده از مدل‌های کمی به منظور استخراج پهنه‌های با درجات متفاوت خطر از نظر زلزله داده‌های زیر مورد استفاده قرار گرفته است:

نقشه بلوک‌های سرشماری سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۵: این نقشه‌ها با فرمت shapfile به همراه بانک اطلاعاتی آن توسط سازمان آمار کشور تهیه شده است.

نقشه کاربری اراضی شهری مقیاس ۱/۲۰۰۰: این نقشه توسط مهندسان مشاور شهرسازی و معماری زیستا و به‌منظور تهیه طرح تفصیلی شهر تبریز تهیه شده است. فرمت اولیه این نقشه DWG (نرم‌افزار Autocad) بوده که جهت تحلیل‌های مکانی در GIS به فرمت shapfile تبدیل گردیدند.

نقشه موقعیت گسل‌های مجاور شهر تبریز که از نقشه زمین‌شناسی سازمان زمین‌شناسی کشور در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ موجود می‌باشد فراهم شده است.

نقشه‌های نوع مصالح، کیفیت ابنیه، تعداد طبقات و عمر بنا: این نقشه توسط مهندسان مشاور نقش و محیط و به‌منظور تهیه طرح تفصیلی شهر تبریز تهیه شده است. فرمت اولیه