

کاهش خطرپذیری شهر از بلایای طبیعی (زلزله) از طریق برنامه‌ریزی کاربری زمین

مطالعه‌ی موردی: ناحیه‌ی ۵ منطقه‌ی ۳ تهران

محمد رضا بمانیان* - استاد، گروه معماری، دانشگاه تربیت مدرس؛ پست الکترونیک: bemanian@modares.ac.ir

مجتبی رفیعیان - دانشیار، گروه برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس

محمد مهدی خالصی - دانشجوی دکترا، گروه شهرسازی اسلامی، دانشگاه هنر اصفهان

رضا بمانیان - دانشجوی دکترا، گروه عمران - زلزله، پژوهشگاه شاخص پژوه، دانشگاه اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۳۰ | تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۲

چکیده

برنامه‌ریزی کاربری زمین به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارها و در عین حال اهداف برنامه‌ریزی شهری جایگاهی حیاتی در تحقق مخاطره‌نگری در فرآیند توسعه‌ی شهری داشته و مطالعه و تجربه برای بهبود روش‌ها و فرآیندهای تحقق آن، مسئله‌ی مهم و اولویت‌مندی برای کاهش خطرپذیری جوامع شهری است. پژوهش حاضر با این رویکرد و استفاده از روش توصیفی - تحلیلی و با هدف بازشناسی معیارها و روش‌های ارزیابی و کاهش خطرپذیری شهرها در برابر زلزله از طریق راهکارهای مطرح در حیطه‌ی برنامه‌ریزی کاربری زمین، با مطالعه‌ی موردی ناحیه‌ی ۵ منطقه‌ی ۳ شهر تهران، که کارشناسان احتمال وقوع زلزله‌ای شدید را در آن بسیار بالا می‌دانند، به بررسی و تحلیل این امر پرداخته و با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی عوامل مؤثر شناخته شده در خطرپذیری از زلزله در قالب رابطه‌ی خطرپذیری (آسیب‌پذیری × مخاطره × در معرض قرار داشتن)، انواع نقشه‌های خطرپذیری را تولید نموده و براساس انطباق کاربری‌های موجود بر آن‌ها به ارائه‌ی الزامات و گزینه‌های تغییر و هدایت برنامه‌ریزی کاربری زمین برای کاهش خطرپذیری از زلزله می‌پردازد. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده‌ی کارایی استفاده از روش‌های ارزیابی خطرپذیری به‌ویژه روش‌های کمی و مقایسه‌ای در ارائه‌ی چارچوبی عملی و منطقی برای سنجش میزان خطرپذیری و براساس آن هدایت دقیق‌تر و با کیفیت‌تر تصمیمات برنامه‌ریزی کاربری زمین و نشان دادن اولویت‌ها و کمبودهای تشدید کننده در خطرپذیری شهرها از رویدادهای طبیعی به‌ویژه زلزله است.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی کاربری زمین، کاهش خطرپذیری، زلزله

Natural hazards (earthquakes) risk mitigation of cities through land-use planning

Case study: Tehran, district 3, zone 5

Mohammad reza Bemanian¹, Mojtaba Rafieyan², Mohammad Mahdi Khalesi³, Reza Bemanian⁴

Abstract

Land-use planning and management as one the main tools of urban planning plays a vital role for fulfillment of risk assessment in urban development process. Literatures and experiences are two important sources for improving the procedures of land use planning as a high priority mater and tool used in risk mitigation approaches for urban societies. This study aims to recognize criteria and methods of earthquake risk assessment and risk reduction in urban areas through land-use planning for District 3, Zone 5, in Tehran as a case study which has high probability of the occurrence of the earthquake. This study used a descriptive-analytical method. Analytic Hierarchy Process (AHP) was used based on the earthquake risk criteria within a linear relation (as: risk=hazard×vulnerability×exposure) to develop risk and prioritization maps and defining suitable strategies, policies and action plans for land-use planning and zoning. The results show that quantitative and comparative analyses in combination with Analytic Hierarchy Process and risk linear relation is an effective and useful method to assign the acceptable risks and direct decisions in land-use planning. It identifies priorities and deficiencies which intensifies vulnerabilities in the urban areas to natural hazards such as earthquake.

Keywords: Land-use planning, risk assessment, risk mitigation, Earthquake.

1 Associate Professor, Department of Architecture, School of Art, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran; Email: bemanian@modares.ac.ir

2 Associate Professor, Urban and Regional Planning, School of Art, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

3 Ph.D Student, Urban Planning, Department of Urban Planning, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran

4 Ph.D Student, Department of Civil/Earthquake, Shakhsh Pazhooh, University of Isfahan, Isfahan, Iran

گسترش شهرنشینی در دوران معاصر و پیدایش کلان شهرها به عنوان مکان‌های تجمع انبوه مردم و انباشت متراکم سرمایه‌ها و دارایی‌ها از طرفی و در معرض مخاطرات بالقوه‌ی طبیعی و مصنوعی بودن اکثر آن‌ها از طرف دیگر، توجهات بسیاری را در سال‌های اخیر، در میان برنامه‌ریزان، دولت‌ها و ملت‌ها به موضوع خطرپذیری و مدیریت آن جلب نموده است. این امر به‌ویژه پس از نتایج فاجعه بار رویدادهای طبیعی در شهرهای بزرگ جهان (از جمله زلزله‌ی کوبه در ۱۹۹۵ در هیوگوکی ژاپن) شدت و اولویتی بسیار بیشتری پیدا کرد و سازمان‌های بین‌المللی و دولت‌های مرکزی به اتخاذ راهکارهای عملی و اجرایی در زمینه‌ها و سطوح مختلف اقدام نمودند. در این میان توجه و اهمیت دادن به برنامه‌ریزی شهری و در نظر گرفتن ملاحظات خطرپذیری و مخاطره‌نگری در فرآیند آن از تأکیدات عمده و اصلی این رویکردها است (راهبرد بین‌المللی کاهش بلایا و فجایع). برنامه‌ریزی و مدیریت چگونگی کاربرد بهینه‌ی زمین به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارها و در عین حال اهداف برنامه‌ریزی شهری جایگاهی حیاتی در تحقق مخاطره‌نگری در فرآیند توسعه‌ی شهری داشته و مطالعه و تجربه برای بهبود روش‌ها و فرآیندهای تحقق آن، مسئله‌ی مهم و اولویت‌مندی برای جوامع شهری است؛ زیرا برنامه‌ریزی کاربری زمین که با مخاطره‌نگری، آینده‌نگری، نظام یافته و تصمیم-مبنا و بر اساس اقدام پیش‌گیرانه انجام گیرد بر تغییر آسیب‌پذیری‌های شهرها متمرکز شده و از این راه به کاهش تأثیر و پیش‌گیری از فجایع مدد می‌رساند.

موقعیت جغرافیایی کشور ایران علیرغم آنکه موجب بهره‌مندی آن از منابع و ثروت‌های طبیعی و زیرزمینی شده، سبب قرار گرفتن آن در معرض یکی از مخرب‌ترین و در عین حال غیرقابل پیش‌بینی‌ترین پدیده‌های طبیعی یعنی زلزله نیز هست. مخاطرات بالقوه‌ی این امر برای کلان‌شهر تهران با توجه به تراکم سکونت (حدود ۱۵ درصد از جمعیت کشور) و سرمایه و تولید (با سهمی در حدود ۴۰ درصد از تولید ناخالص ملی کشور) در آن دارای ابعاد بسیار گسترده‌تری بوده و لزوم لحاظ نمودن این رویکردها در فرآیند توسعه برای کاهش خطرپذیری آن را نشان می‌دهد. این پژوهش با انتخاب نمونه‌ی موردی ناحیه‌ی ۵ از منطقه‌ی ۳ شهر تهران ضمن بررسی راهکارها و رویکردهای بهینه و مطرح در برنامه‌ریزی کاربری زمین برای کاهش خطرپذیری شهرها (برنامه‌ریزی کاربری زمین مخاطره‌نگر) و با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی معیارها و زیرمعیارهای خطرپذیری در برابر زلزله در قالب رابطه‌ی خطرپذیری (به صورت: خطرپذیری = آسیب‌پذیری^۲ × مخاطره^۳ × در معرض قرار داشتن^۴) به ارزیابی خطرپذیری محدوده‌ی مورد مطالعه در برابر زلزله و براساس آن تولید نقشه‌های خطرپذیری و اولویت‌بندی و ارائه‌ی راهکارهای کاهش خطرپذیری در قالب راهبردها، سیاست‌ها و اقدامات برنامه‌ریزی کاربری زمین می‌پردازد.

اهمیت و ضرورت پژوهش

رشد جمعیت، تمرکز و انباشت سرمایه‌ها، گسترش شهرنشینی و در

معرض بلایای طبیعی قرار گرفتن جوامع آسیب‌پذیر در ترکیب و تأثیر مشترک با کاربری زمین ناکارآمد و ناپایدار و ضمانت اجرایی ناکافی برنامه‌های توسعه، طراحی و استانداردهای ساخت و ساز، شرایط را برای رقم خوردن چنین فجایعی به وجود می‌آورند. در نتیجه اگر شرایط اصلی جلوگیری از خطرپذیری شهری مورد ملاحظه و توجه قرار گیرند، خطرپذیری منجر به بلایا و فجایع می‌تواند مورد اجتناب قرار گیرد [۱]. در سال ۲۰۰۴ بیش از چهار هزار نماینده از دولت‌ها، سازمان‌های غیردولتی، مؤسسه‌های علمی و آموزشی و بخش خصوصی در کوبه‌ی ژاپن، در دومین کنفرانس جهانی کاهش فجایع^۵ گرد هم آمدند و نتیجه‌گیری مباحث و مذاکرات خود را در قالب برنامه‌ی "چهارچوب هیوگو برای عمل ۲۰۰۵ - ۲۰۱۵: ایجاد توانایی بازیابی ملت‌ها و جوامع در مقابل بلایا"^۶ فراهم آوردند. این چهارچوب برای اقدام که توسط ۱۶۸ دولت (از جمله ایران) تصویب شد، نتیجه‌ای روشن را معین می‌کند: کاهش پایدار در تلفات بلایا در زمینه‌ی تلفات جانی و نیز دارایی‌های اجتماعی و اقتصادی و زیست‌محیطی. علاوه بر آن این الگوی بین‌المللی، یک سری جزئیات از اولویت‌هایی را که می‌بایست تا سال ۲۰۱۵ به دست آید ترسیم می‌کند. برای کمک به دست‌یابی به اهداف توسعه‌ی هزاره^۷ و نتایج مورد انتظار، این چهارچوب، پنج اولویت مشخص را برای اقدام به شرح ذیل تعیین نموده است:

۱. در اولویت قرار دادن کاهش خطر بلایا؛
 ۲. بهبود دادن اطلاعات مخاطرات و سیستم‌های اعلام خطر پیشاپیش^۸؛
 ۳. ایجاد فرهنگ ایمنی و برگشت‌پذیری^۹؛
 ۴. کاهش خطرپذیری در بخش‌های کلیدی؛
 ۵. تقویت آمادگی برای واکنش.
- از این میان، اجرا و اعمال اولویت چهارم نیازمند تشویق به استفاده‌ی پایدار و مدیریت اکوسیستم‌ها، کاربری زمین و منابع طبیعی و دخیل نمودن راهبردهای کاهش خطر و تغییر آب و هوا است. این امر نیازمند دخیل نمودن ملاحظات خطر بلایا (مخاطره‌نگری) در برنامه‌ریزی کاربری زمین و مقررات ساختمانی و متفق نمودن ارزیابی خطرپذیری بلایا در طرح‌های توسعه است. بر این اساس و با توجه به اولویت‌های ذکر شده در چارچوب برای اقدام، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که برنامه‌ریزی کاربری زمین در کاهش خطرپذیری شهرها نقشی کلیدی برعهده دارد.

اهداف، سؤالات و پیش‌فرض‌های پژوهش

این پژوهش به دنبال آن است که براساس مطالعات و بررسی‌های انجام شده اولاً مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر بر میزان خطرپذیری شهر در برابر زلزله را شناسایی کرده، ثانیاً با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی^{۱۰} و رابطه‌ی خطرپذیری، میزان خطرپذیری محدوده‌ی مورد مطالعه را مورد سنجش و ارزیابی قرار داده و براساس آن راهبردها و اقدامات مناسب در چارچوب برنامه‌ریزی کاربری زمین به منظور کاهش خطرپذیری در برابر زلزله را ارائه نماید. با توجه به اهداف و رویکردهای این مطالعه، پیش‌فرض‌های ذیل که از مرور بر متون نظری و پژوهش‌های مرتبط استخراج شده‌اند، مطرح می‌شوند:

- برنامه‌ریزی کاربری زمین مخاطره‌نگر می‌تواند نقش مؤثر و کلیدی در کاهش خطرپذیری نواحی شهری از زلزله داشته باشد.
- شاخص‌های متعددی بر میزان خطرپذیری شهر از زلزله مؤثرند که وزن و تأثیرهای مختلفی دارند.
- با استفاده از رابطه‌ی خطرپذیری و روش تحلیل سلسله‌مراتبی می‌توان میزان خطرپذیری نواحی شهری در برابر زلزله را به‌طور کارآمد و مشخصی ارزیابی و اولویت‌بندی نمود.

پیشینه‌ی پژوهش

در زمینه‌ی پیشینه‌ی مطالعات انجام‌شده مرتبط با بررسی نقش و جایگاه برنامه‌ریزی کاربری اراضی در کاهش مخاطرات طبیعی و ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در ایران، می‌توان به مطالعات انجام‌شده در پژوهشکده‌ی سوانج، پژوهشکده‌ی زلزله، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، مطالعات آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن (جایکا^{۱۱}) و مرکز مطالعات زیست‌محیطی و زلزله‌ی تهران بزرگ^{۱۲} در مورد شهر تهران و نیز به کنفرانس بین‌المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری اشاره نمود. سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور هم در این زمینه تحقیقات و متون راهنمایی را منتشر نموده است. سازمان مدیریت بحران کشور نیز با همکاری نهادهایی مانند مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مجمع ملی کاهش خطرپذیری بلایا و ... در سال‌های اخیر با استفاده از منابع و تجارب بین‌المللی به تألیف، ترجمه و انتشار مستندات در رابطه با این موضوع همت گمارده است. علاوه بر این موارد، مطالعات و پژوهش‌هایی نیز در قالب پایان‌نامه و رساله‌های دانشجویی در این زمینه به انجام رسیده است که هر کدام به بخشی از دامنه‌ی گسترده‌ی این موضوع پرداخته و آن را مورد تحلیل قرار داده‌اند. در عرصه‌ی بین‌المللی و مطالعات انجام‌شده در دیگر کشورها نیز می‌توان به برنامه‌های سازمان ملل و مؤسسات بین‌المللی و منطقه‌ای برای هماهنگی و ارائه‌ی همکاری و کمک به‌ویژه به کشورهای در حال توسعه در مطالعه، شناسایی، ثبت، ارزیابی و کاهش مخاطرات طبیعی و مصنوعی و انجام پژوهش‌های بین‌المللی اشاره نمود. به‌علاوه برنامه‌های ملی تدوین‌شده و پژوهش‌های انجام‌گرفته در چارچوب برنامه‌ی کاری هیوگو و نیز مطالعات و پژوهش‌های آکادمیک صورت‌گرفته در کشورهای ژاپن، چین، کشورهای اروپایی، آمریکا و استرالیا از دیگر موارد در پیشینه‌ی مطالعات مرتبط با موضوع این پژوهش است که به کلیات رویکردها و نتایج بعضی از این مطالعات و پژوهش‌ها در قسمت مبانی نظری به‌صورت مبسوط‌تر پرداخته خواهد شد.

روش تحقیق

با توجه به جنبه‌های توصیفی و تحلیلی این پژوهش، در گردآوری و

بررسی منابع کتابخانه‌ای و الکترونیکی و نیز داده‌های آماری، نقشه‌ها و عکس‌ها و ... از روش‌های مختلف کتابخانه‌ای و استنتاجی و نیز بررسی‌های میدانی و محیطی مکمل استفاده شده است. در تحلیل اطلاعات و تولید نتایج و نقشه‌ها از ابزارها، روش‌ها و مدل‌های علمی و کاربردی مانند سیستم اطلاعات جغرافیایی^{۱۳}، روش‌های تحلیل چند معیاره^{۱۴}، روش‌های همپوشانی و وزن‌دهی در قالب استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و ... استفاده گردیده است. لازم به ذکر است یکی از منابع اصلی در استخراج انواع داده‌ها و آسیب‌پذیری‌ها در این پژوهش مطالعه‌ی تفصیلی با عنوان ریز پهنه‌بندی لرزه‌ای تهران، انجام‌گرفته توسط جایکا و مرکز مطالعات زیست‌محیطی و زلزله‌ی تهران در نوامبر ۲۰۰۰، به‌عنوان یکی از مستندترین منابع و مراجع اطلاعاتی موجود در زمینه‌ی مطالعه و بررسی و مدل‌سازی ویژگی‌های مختلف طبیعی - کالبدی برای شهر تهران بوده و نتایج و برآوردهای به‌دست آمده از آن به‌عنوان داده و ورودی در روش ارزیابی به‌کاررفته در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. آمارها و داده‌های دیگر و جدیدتر نیز از مطالعات طرح تفصیلی منطقه‌ی ۳ و نیز برداشت‌های موردی و بررسی نقشه‌های موجود و تصاویر ماهواره‌ای استخراج شده است. البته با توجه به در دست نبودن پایگاه اصلی داده‌های (GIS) و اطلاعات تفصیلی این مطالعات، از خروجی‌های اعمال‌شده‌ی داده‌ها در واحدهای مطالعاتی آن (یعنی حوزه‌های آماری مرکز آمار ایران) به‌عنوان مقیاس اطلاعات مربوطه استفاده شده و در موارد دیگر بلوک‌های آماری و نیز بخش‌های موجود در پایگاه اطلاعاتی به‌دست آمده از مشاور و شهرداری منطقه‌ی ۳ و ناحیه‌ی ۵ آن مورد استفاده قرار گرفته است.

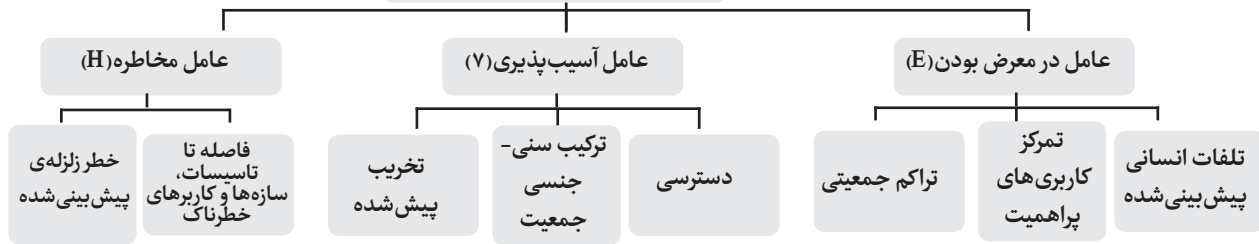
معرفی متغیرها و شاخص‌های تحقیق

در این پژوهش جهت ارزیابی خطرپذیری از مخاطره‌ی زلزله از رابطه‌ی خطرپذیری (آسیب‌پذیری × مخاطره × در معرض قرار داشتن) و در قالب روش تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شده و برای تعیین اهمیت تأثیر هر یک از معیارها و زیرمعیارها مطالعه‌ای مقایسه‌ای و تطبیقی میان وضعیت محدوده و کل شهر در هر یک از شاخص‌های خطرپذیری انجام گرفته و براساس درصد تأثیر (هم از لحاظ سطح و هم از لحاظ اهمیت در خطرپذیری) وزن آن‌ها برآورد و مدل خطرپذیری براساس آن تعریف گردیده است. این مدل به‌عنوان ابزار و سنجه‌ای برای ارزیابی خطرپذیری محدوده، مورد استفاده قرار گرفته و براساس نتایج ارزیابی‌های انجام‌شده راهبردها و اقدامات مناسب منطقه‌بندی در چارچوب برنامه‌ریزی کاربری زمین به‌منظور کاهش خطرپذیری در برابر زلزله ارائه شده است. نمودار ۱ سلسله‌مراتب معیارها و زیرمعیارهای انتخاب‌شده و جدول ۱ توضیحات مربوط به ویژگی‌ها و نحوه‌ی امتیازدهی آن‌ها را نشان می‌دهد که بر این اساس رابطه‌ی ذیل برای تعیین خطرپذیری کلی در هر واحد مطالعاتی محدوده به‌دست می‌آید:

$$\rightarrow \text{آسیب‌پذیری (V)} \times \text{مخاطره (H)} \times \text{در معرض قرار داشتن (E)} = \text{خطرپذیری (R)}$$

$$R = (c1 \times (c11h1 + c12h2)) \times (c2 \times (c21v1 + c22v2 + c23v3)) \times (c3 \times (c31e1 + c32e2 + c33e3))$$

ارزیابی خطرپذیری محدوده از زلزله



نمودار ۱: سلسله مراتب معیارها و زیرمعیارهای انتخاب شده برای ارزیابی خطرپذیری [نگارندگان]

جدول ۱: توضیحات معیارها و زیر معیارهای مدل ارزیابی خطرپذیری و ویژگی‌ها و نحوه امتیاز دهی به آن‌ها [نگارندگان]

| معیار | زیرمعیار | روش و مقیاس سنجش و نحوه‌ی ارزش گذاری |
|---|---|--|
| عامل مخاطره (H) با ضریب تأثیر: ۰.۱ | خطر زلزله‌ی پیش بینی شده (h1) با ضریب تأثیر: ۰.۱۱ | مقادیر میانگین بیشینه‌ی شتاب زمین در ۴ زلزله سناریوی مختلف از ۲۰۰ تا ۴۲۵ گال و تغییرات میانگین بزرگای زمین لرزه در ۴ زلزله سناریوی مختلف از ۷/۲۵ تا ۸/۷۵ در مقیاس اصلاحی مرکالی استانداردسازی شده و مجموع آن‌ها در سه دسته گروه بندی گردید. |
| | فاصله تا تاسیسات، سازه‌ها و کاربری‌های خطرناک (h2) با ضریب تأثیر: ۰.۱۲ | با محاسبه‌ی محدوده‌های با شعاع‌های مختلف در اطراف تاسیسات، کاربری‌ها و سازه‌های بالقوه‌ی خطرناک و ایجادکننده‌ی تأثیرات سبب شده و ثانویه یک شاخص ترکیبی برای آن ساخته شد. این شاخص از ترکیب (جمع) درصد سطح هر واحد سنجش در محدوده‌های خطر کمتر (تا ۱۰۰ متر)، خطر متوسط (از ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر) و خطر بیشتر (بیش از ۲۰۰ متر) با ارزش‌های ۱ و ۲ و ۳ و گروه بندی حاصل ترکیب آن‌ها در ۳ گروه (کمتر از ۱۰۰، از ۱۰۰ تا ۱۶۰ و بیش از ۱۶۰) انجام گردید. |
| عامل آسیب پذیری (V) با ضریب تأثیر: ۰.۲ | تخریب پیش بینی شده (v1) با ضریب تأثیر: ۰.۲۱ | این شاخص به صورت میانگین تخریب واحدهای مسکونی (استخراج شده از مطالعات جایکا) در سطح تهران بین مناطق ۳۱ تا ۵۶ درصد و در سطح حوزه‌های آماری محدوده از ۵/۴۲ تا ۵/۶۷ محاسبه گردید (به علت در دسترس نبودن اطلاعات برای حوزه‌های آماری در سطح تهران). بر این اساس گروه بندی خطرپذیری در این زیرمعیار در ۳ دسته‌ی تفاوت معناداری شامل خطر کمتر، متوسط و بیشتر انجام و مقایسه شد. |
| | دسترسی (v2) با ضریب تأثیر: ۰.۲۲ | زیرمعیار دسترسی (v2) در برگرفته‌ی فاصله تا مراکز امدادی - درمانی و نیز فاصله تا فضاهای باز و خیابان‌های اصلی براساس متر است. با توجه به داده‌های موجود در مطالعات جایکا این مراکز امدادی و درمانی شامل ایستگاه‌های آتش نشانی، مراکز نیروی انتظامی، مراکز راهنمایی و رانندگی و بیمارستان‌ها در نظر گرفته شد. فواصل خطرپذیری دسترسی به این مراکز به ترتیب کمتر از ۵۰۰، بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ و بیش از ۱۰۰۰ متر، معادل خطر کمتر، متوسط و بیشتر در نظر گرفته شد. دسترسی به فضاهای باز نیز شامل فاصله تا معابر و خیابان‌های اصلی و نیز پارک‌ها و فضاهای باز عمومی محاسبه گردید که در سه گروه کمتر از ۷۵، ۷۵ تا ۱۵۰ و بیش از ۱۵۰ متر معادل خطر کمتر، متوسط و بیشتر در نظر گرفته شد. این موارد در قالب شاخص ترکیبی و استانداردسازی شده محاسبه گردید که مقادیر آن از ۱/۹۸ تا ۲/۳۲ متغیر بوده و در قالب سه گروه با خطر کمتر، متوسط و بیشتر دسته بندی گردید. |
| | ترکیب سنی - جنسی جمعیت (v3) با ضریب تأثیر: ۰.۲۳ | زیرمعیار آسیب پذیری ترکیب سنی - جنسی جمعیت (v3) براساس درصد جمعیت افراد بالای ۶۵ سال و زیر ۱۵ سال و درصد زنان در بلوک‌های آماری و به صورت یک شاخص ترکیبی از ترکیب و استانداردسازی اطلاعات فوق محاسبه و در سه گروه تفاوت معناداری دسته بندی و مقایسه گردید که بر این اساس شاخص آسیب پذیری ترکیب سنی - جنسی جمعیت کمتر از ۳۴ درصد معرف خطر کمتر، از ۳۴ تا ۷۴ درصد معرف خطر متوسط و بیش از ۷۴ درصد نشان دهنده‌ی خطر بیشتر است. |
| عامل در معرض بودن (E) با ضریب تأثیر: ۰.۳ | تلفات انسانی پیش بینی شده (e1) با ضریب تأثیر: ۰.۳۱ | تلفات انسانی پیش بینی شده (e1) به صورت درصد تلفات انسانی پیش بینی شده به نسبت جمعیت حوزه در مطالعات جایکا براساس تخریب ساختمانی و تابع آسیب کوبورن است. برای برآورد و ارزیابی این زیرمعیار میانگین درصد تلفات در سه مدل زلزله‌ی سناریوی شمال تهران بدون و با کمک رسانی و زلزله‌ی سناریوی ری بدون کمک رسانی (که اطلاعات آن‌ها در مقیاس حوزه‌های آماری در نقشه‌های موجود منعکس شده بود) محاسبه گردید که از ۰ تا ۲۶،۵ متغیر بوده و در سه گروه تفاوت معناداری شامل خطر کمتر، متوسط و بیشتر (به ترتیب تا ۴، ۹ تا ۹۰ و بالاتر از ۹۰ درصد) دسته بندی شدند. |
| | تراکم جمعیتی (e2) با ضریب تأثیر: ۰.۳۲ | تراکم جمعیتی (e2) با مقیاس بلوک‌های آماری و واحد نفر در هکتار که نماینده‌ی احتمال بالقوه‌ی تحت تأثیر قرار گرفتن شهروندان در هر واحد ارزیابی است و بر پایه‌ی برآوردهای انجام شده توسط مطالعات جایکا و مطالعات مشاور طرح تفصیلی منطقه‌ی ۳ (براساس داده‌های بلوک‌های آماری سال ۱۳۷۵) محاسبه و در ۳ گروه تفاوت معناداری به صورت کمتر از ۱۰۰، ۱۰۰ تا ۳۰۰ و بیش از ۳۰۰ نفر در هکتار معادل خطر کمتر، متوسط و بیشتر دسته بندی و مقایسه گردید. |
| | تمرکز کاربری‌های با اهمیت (e3) با ضریب تأثیر: ۰.۳۳ | بر این اساس کاربری‌های با اهمیت نسبی بیشتر شامل تمام مراکز امدادی و درمانی (مراکز آتش نشانی، بیمارستان و درمانگاه، نیروی انتظامی و پلیس راهنمایی و رانندگی، ساختمان‌ها، ادارات و تأسیسات حکومتی و دولتی)، مراکز آموزشی و نیز کاربری‌های خطرناک است. این شاخص در تهران در سطح مناطق و در محدوده در سطح حوزه‌های آماری سنجیده می‌گردد که بر این اساس تعداد آن‌ها در سطح مناطق از ۱۱ تا ۳۸۳ و در سطح محدوده از ۱۰ تا ۱۰۰ مورد بوده است که در هر مورد در سه سطح تمرکز کم و متوسط و زیاد دسته بندی و درصد سطوح متناظر با هر کدام محاسبه گردید. |

۸
شماره دوم
پاییز و زمستان
۱۳۹۱
دوفصلنامه
علمی و پژوهشی
بهرین

کاهش خطرپذیری شهر از بلای طبیعی (زلزله) از طریق برنامه ریزی کاربری زمین

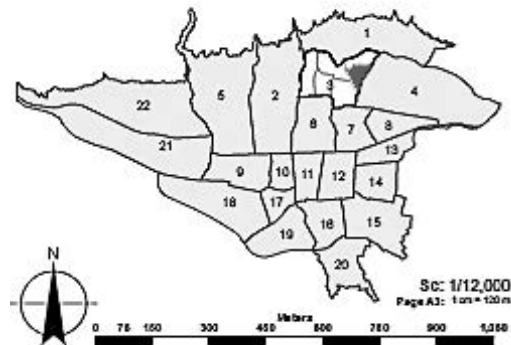
محدوده و قلمرو پژوهش

محدوده‌ی مورد مطالعه در این پژوهش ناحیه‌ی ۵ منطقه‌ی ۳ شهرداری تهران است. محدوده‌ی این ناحیه شامل قسمت‌هایی از محله‌های احتشامیه، قلهک، دروس و چالهرز بوده و در پهنه‌ی شمال شرقی شهر تهران واقع شده است. این منطقه از شمال با منطقه‌ی ۱، از شرق با منطقه‌ی ۴، از جنوب با مناطق ۶ و ۷ و از غرب با منطقه‌ی ۲ هم‌مرز و هم‌جوار است. منطقه‌ی ۳ شهرداری دارای ۶ ناحیه و ۱۱ محله است که به ترتیب مبنای عملکرد واحدهای ارائه‌ی خدمات شهری و ممیزی املاک هستند. بر پایه‌ی اطلاعات طرح تفصیلی منطقه‌ی ۳ مساحت آن بالغ بر ۲۹۴۵/۳ هکتار و در سال ۱۳۷۵ جمعیتی برابر با ۳۰۱۲۳۷ نفر (۷۴۸۰۶۵ خانوار) داشته که حدود ۲۴ درصد آن (۷۱۱۳۹ نفر) در ناحیه‌ی مورد مطالعه (۵) سکونت داشته‌اند. بنابر برآورد این طرح، جمعیت منطقه در سال ۱۳۸۱ برابر ۲۶۹۲۰۰ نفر بوده است. با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از فضای سبز منطقه را بوستان‌های بزرگ و فرامنطقه‌ای تشکیل می‌دهند از این‌رو، سهم نسبی اراضی فضای سبز در نواحی منطقه با یکدیگر بسیار متفاوت بوده و بین حداقل ۱/۹ درصد در ناحیه‌ی ۵ و حداکثر ۲۷/۲ درصد در ناحیه‌ی ۴ است.

چارچوب نظری و مبانی پژوهش

واژگان و مفاهیم

در متون بین‌المللی مخاطره (حادثه، رویداد) به‌عنوان هر نوع پدیده، ماده یا موقعیتی که توانایی بالقوه‌ی نابود کردن یا وارد نمودن خسارت به زیرساخت‌ها و خدمات، افراد و اموال و محیطشان را دارا باشد تعریف شده است. بر این اساس فاجعه^{۱۵} (بلا، سانحه) را می‌توان نابودی و ویرانی شدید در عملکردهای جامعه تعریف نمود که موجب خسارات همه‌جانبه‌ی بشری، مادی و محیطی خارج از توانایی رویارویی جامعه‌ی تأثیر پذیرفته (با استفاده از منابع خود) می‌شود. در واقع فجایع هنگامی روی می‌دهند که اثرات منفی رویدادها به‌خوبی مدیریت نشده باشند. آسیب‌پذیری (ناپایداری) را نیز می‌توان مفهومی دانست که عوامل یا محدودیت‌های اقتصادی، اجتماعی، کالبدی یا جغرافیایی را که توانایی یک جامعه در رویارویی با مخاطرات را کاهش می‌دهند، توضیح می‌دهد [۳]. با توجه به زمینه‌ها و علل مختلف مؤثر در آسیب‌پذیری، می‌توان جنبه‌های آن



تصویر ۱: موقعیت ناحیه‌ی ۵ منطقه‌ی ۳ شهر تهران [نگارندگان براساس ۲]

را شامل کالبدی، عملکردی، اقتصادی- اجتماعی و سیاسی در نظر گرفت [۴]. در منابع منتشر شده از سوی برنامه‌ی توسعه‌ی سازمان ملل، خطرپذیری (ریسک) به‌عنوان احتمال و امکان روی دادن پیامدهای منفی (فاجعه)، هنگامی که مخاطرات با نواحی، مردم، دارایی‌ها و محیط آسیب‌پذیر برخورد می‌کنند، تعریف شده و بر این اساس ارزیابی یا تحلیل خطرپذیری^{۱۶} را می‌توان روش بررسی برای تعیین ماهیت و دامنه‌ی خطرپذیری به‌وسیله‌ی تحلیل مخاطرات بالقوه و سنجش شرایط موجود آسیب‌پذیری که می‌تواند تهدید یا زیان بالقوه‌ای را به مردم، دارایی‌ها، معیشت و محیط زیستی که بر آن تکیه دارند، تحمیل کند، در نظر گرفت. فرآیند هدایت یک ارزیابی خطرپذیری بر پایه‌ی یک بازنگری هم‌بروزی‌های فنی و مخاطرات مانند موقعیت، شدت، فراوانی و احتمال آن‌ها و هم تحلیل ابعاد کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی آسیب‌پذیری و در معرض بودن است، در حالی که به توانایی‌های رویارویی، متناسب با سناریوهای خطرپذیری توجه ویژه می‌نماید. در برنامه‌ی بین‌المللی چهارچوب برای اقدام، در تبیین رویکردهای مخاطره‌نگری در برنامه‌ریزی کاربری زمین، آن را به‌عنوان شاخه‌ای از برنامه‌ریزی کالبدی و اجتماعی - اقتصادی توصیف نموده است که ابزار و وسیله‌ها را تعیین کرده و با در نظر گرفتن اثرات مرتبط با بخش‌های مختلف جمعیت یا منافع یک جامعه، با تصمیمات منتج از آن، ارزش‌ها یا محدودیت‌های حالات مختلف که کدام قطعه‌ی زمین مورد استفاده قرار گیرد را ارزیابی می‌کند. بر این اساس برنامه‌ریزی کاربری زمین فرآیندی سامان‌مند است که تعیین و برآورد مخاطرات و آسیب‌پذیری‌های سکونت بشری را فراهم و ممکن می‌سازد. از طریق فرآیند برنامه‌ریزی، برنامه‌ای برای اقدامات می‌تواند مهیا گردد تا تغییرات دلخواه را در بافت و ساختار شهری بنیان نهد. در پهنه‌های بسیار فعال و متغیر شهری، که شهری شدن با گام آهنگ تند، همراه با پیشرفت‌های اقتصادی، با هم روی می‌دهد، برنامه‌ریزی کاربری زمین در پی آن است تا تغییرات سریع کاربری زمین و توسعه‌ی شهری را با فراهم آوردن اهداف و راهبردهای بلندمدت، کنترل کند و یا حداقل نظم و سامانی بخشد تا امکان دهد تغییرات غیرقابل اجتناب با رویه‌ای امن‌تر و پایدارتر روی دهند. بر این اساس مراحل و موارد متعددی جهت کاهش خطر بلایا از طریق برنامه‌ریزی کاربری زمین و توسعه‌ی بهبود یافته‌ی سکونتگاه‌های بشری می‌تواند اتخاذ گردد که اهم موارد آن مشتمل است بر اجبار مقررات و ساز و کارهای کاربری زمین جهت اطمینان حاصل نمودن از اینکه محدوده‌های منطقه‌بندی پایه‌گذاری شده‌اند و براساس مقررات توسعه‌ای ویژه‌ای می‌باشند و استانداردهای عملکردی متناسب با کاربری زمین و اهداف هر منطقه هستند. این قوانین و استانداردها باید شاخص‌هایی مانند تراکم کاربری زمین، تراکم جمعیت، بار مالکیت، ارتفاع و توده‌ی ساختمان‌ها، ضمایم ساختمانی و ... و تولید ترافیک و دیگر تأثیرات زیست‌محیطی را شامل شوند. به‌علاوه پایه‌گذاری شبکه‌ای به‌هم پیوسته از فضاهای باز مانند بوستان‌های عمومی، کمربندها و راه‌های سبز به‌عنوان شاخص شهری مهم در ساختار فضایی شهرها و نواحی شهری و به‌عنوان یک استراتژی در جلوگیری از گسترش بی‌رویه‌ی شهری از دیگر موارد در این رویکردها

است. بر این اساس کارگزاران و افراد دخیل در این امر شامل کارگزاران برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای، کارگزاران مسکن، کارگزاران امور زیر بنایی و عمومی، دولت‌های محلی، به‌ویژه مسئولان شهرها و شهرداری‌ها، نمایندگی‌های سازمان‌های حرفه‌ای تجاری و معاملات ملکی، سازمان‌های جامعه مبنای رهبران اجتماعی مشتمل بر اعضای جوامع تحت تأثیر قرار گرفته مانند جمعیت‌های فقیر، ادارات وابسته و دیارتمان‌های بخشی با تخصص‌های ویژه بخشی، مشتمل بر تخصص‌های مرتبط با خطرات آب و هوایی (اقلیمی) هستند [۵]. در کشورهای توسعه یافته و پیشرو در برنامه ریزی شهری، به منظور رفع یا کاهش تأثیرات بلندمدت و تبعات ناشی از مخاطرات طبیعی شناخته شده، بر زندگی و دارایی‌های جوامع انسانی طرح‌های پیش‌گیری از مخاطرات طبیعی،^{۱۷} تهیه می‌شود. اهداف مترتب بر این طرح‌ها می‌تواند بهبود شرایط موجود و یا حفاظت از توسعه‌های آینده را مدنظر قرار دهد. شیوه‌ها و اقدامات کاهش تأثیرات ناشی از مخاطره‌ها در طرح‌های مذکور، شامل اقدامات سازه‌ای^{۱۸} (همچون حفاظت از ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها در برابر تأثیرات مخرب ناشی از آب و باد) و یا اقدامات غیرسازه‌ای^{۱۹} (همچون وضع یا ارتقای قوانین و اتخاذ سیاست‌های معطوف به کاربری زمین) است. توسعه و تدوین طرحی مناسب برای پیش‌گیری از مخاطرات، بر سه فرآیند عمده‌ی ذیل استوار است:

۱. تجزیه و تحلیل میزان آسیب‌پذیری ناشی از مخاطرات؛
۲. توسعه و تدوین راهبرد پیش‌گیری از بلایا؛
۳. یکپارچگی و درآمیختن طرح مورد نظر با طرح‌های جامع و سایر طرح‌های تهیه شده [۶].

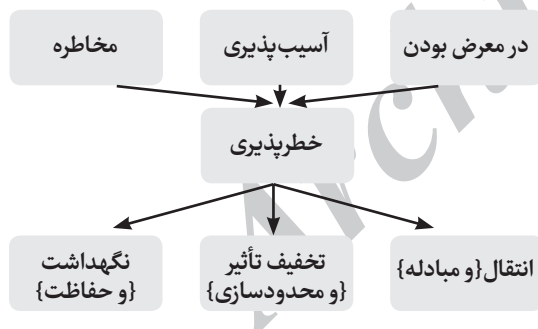
مروری بر دیدگاه‌ها و پژوهش‌های مرتبط

کاربرد مدل‌ها در برنامه ریزی تلاشی است به منظور ایجاد روشی نظام‌یافته برای یاری رساندن به تصمیم‌گیرنده در انتخاب یک سری اعمال از طریق بررسی مسئله‌ی تدوین اهداف و راه حل‌ها و مقایسه‌ی آن‌ها براساس پی‌آمدهایشان با استفاده از چارچوبی مناسب و تا حد ممکن تحلیلی که بر بینش و نظر متخصص در حل مسئله تأثیر خواهد گذاشت. در یک نگاه کلی مدل‌ها را می‌توان به چهار دسته توصیفی، شبیه‌سازی، برنامه‌ریزی و ارزیابی تقسیم نمود. بر این اساس مدل‌های ارزیابی، ابزاری را فراهم می‌کنند تا به کمک آن‌ها انتخاب میان وضعیت‌های مختلف صورت گرفته و حالت‌های بهینه و متناسب مشخص گردد. یکی از پرکاربردترین و معروف‌ترین این مدل‌ها، مدل‌های تحلیل چند معیاره است [۷]. در این زمینه ویلتاکس (۲۰۰۵) با تمرکز بر مباحث نظری سه نوع اصلی سامانه‌های رایانه مبنای (سامانه‌های تخصصی، سامانه‌های پشتیبان تصمیم،^{۲۰} سامانه‌های یکپارچه^{۲۱}) به کاربرد سامانه‌های تخصصی^{۲۲} در برنامه ریزی شهری به‌طور عام و در ارزیابی و انتخاب مکان به‌طور خاص اشاره می‌کند و می‌کوشد تا سودمندی هر سامانه را برای برنامه ریز شهری ارزیابی کند و بر این اساس سامانه‌ی پشتیبان تصمیم دانش - مینا^{۲۳} را به‌عنوان سامانه‌ای هوشمند، جامع و مرکب معرفی می‌کند [۸]. در پژوهش دیگری باستا و دیگران (۲۰۰۷) یک مطالعه‌ی تطبیقی از روش‌های ارزیابی خطرپذیری فضایی

با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و تولید نقشه‌های خطرپذیری^{۲۴} و برنامه‌ریزی کاربری اراضی براساس آن، میان دو کشور هلند و انگلستان انجام دادند که طی این پژوهش به تعریف و بررسی قوانین بازنگری شده‌ی اتحادیه‌ی اروپا در مورد سایت‌های مرتبط با مواد خطرناک^{۲۵} و تأثیر آن بر برنامه‌ریزی کاربری اراضی در نواحی متأثر شده می‌پردازند [۹]. تی‌سای و دیگران (۲۰۱۰) نیز در پژوهشی با عنوان "یک سازوکار مدیریت فاجعه‌ی زلزله براساس اطلاعات ارزیابی خطرپذیری برای صنعت توریسم - مطالعه‌ی موردی از جزیره‌ی تالیوان" با اشاره به نامعلومی‌ها و تأثیرات بالقوه‌ی مخرب پدیده‌های طبیعی به‌ویژه زلزله با دوره‌ی بازگشتی بیش از یکصد سال برای یک زلزله‌ی عمده (در تالیوان) و نیز عدم تشابه آن به سایر پدیده‌ها از نظر اعلان پیشاپیش، ناممکن بودن روش‌های تجربی و سرانگشتی برای ارزیابی دقیق ضرر و زیان متوسط برای فعالیت‌های عمده‌ی اقتصادی (مانند صنعت توریسم، بیمه و ...) را مورد تأکید قرار داده و می‌کوشند ساز و کاری کاربردی و عملی برای ارزیابی و مدیریت خطرپذیری فاجعه‌ی زلزله برای صنعت جهانگردی با تمرکز بر بیمه و پیش‌گیری، فراهم نمایند [۱۰]. در مدل به‌کار رفته در این پژوهش چهار عامل: مخاطره، در معرض بودن، مکان و آسیب‌پذیری در نظر گرفته شده و فرمول ذیل برای ارزیابی خطرپذیری استفاده شده است.

سطح (خسارت) $V \times$ (نسبت رخ دادن بلایا) $H =$ (خطرپذیری بلایا) R
 (در معرض بلایا بودن افراد یا دارایی‌ها) $E \times$ و آسیب

و بر این اساس در مواجهه با این اجزای راهبردهای مدیریت خطرپذیری نیز شامل سه گروه کلی نگهداشت و حفاظت؛^{۲۶} انتقال و مبادله؛^{۲۷} تخفیف تأثیر و محدودسازی^{۲۸} در نظر گرفته شده است (نمودار ۲).



نمودار ۲: رهیافت ساخت و مدیریت خطرپذیری بلایا [۱۰]

پژوهش دیگری با عنوان "زنجیره‌های خسارت و از کار افتادن در محیط کلان‌شهری: ملاحظاتی چند بر زلزله‌ی کوبه در ۱۹۹۵" توسط منونی (۲۰۰۱) انجام گرفته که تأکید آن بر ملاحظه و در نظر گرفتن تأثیرات همراه، متعامل و ثانویه‌ی مستقیم و غیر مستقیم هر مخاطره‌ی فعال‌کننده‌ی^{۲۹} دیگر مخاطرات در نواحی شهری است. با نگاهی به تجارب و آموزه‌ها از زلزله‌ی کوبه، این پژوهش پیشنهاد می‌نماید ایده‌ی زنجیره‌های خسارت‌ها و از کار افتادن‌ها با تحلیل ساده‌ی خسارت‌های چند مخاطره‌ای که هم اکنون مورد استفاده است، جایگزین گردد [۱۱]. اشמיד تومه و دیگران (۲۰۰۶) در پژوهشی با عنوان "نقشه‌های خطرپذیری اقتصادی سیلاب‌ها و زمین‌لرزه‌ها

برای مناطق اروپایی" با هدف بیان معنا و اهمیت توزیع فضایی مخاطرات (از جمله سیلاب و زلزله) در قالب خطرپذیری اقتصادی از طریق ترکیب داده‌های مربوط به امکان بالقوه‌ی مخاطرات با داده‌های آسیب‌پذیری در مناطق مختلف اتحادیه‌ی اروپا و در چارچوب برنامه‌ی شبکه‌ی نظارت برنامه‌ریزی فضایی اروپایی^{۳۰} به بررسی و تعیین و ارائه‌ی ویژگی‌های مخاطرات و تأثیر بالقوه‌ی آن‌ها بر توسعه‌ی فضایی بیشتر و بعدی، و به صورت نقشه‌های تحلیلی خطرپذیری پرداخته و تأکید می‌کنند چنین نقشه‌هایی برای برنامه‌ریزی کالبدی- فضایی، سرمایه‌گذاری اقتصادی و تصمیمات منطقه‌ای در محدوده‌ی اتحادیه‌ی اروپا مورد توجه و علاقه خواهد بود. در این پژوهش با توجه به محدودیت‌های موجود و در دسترس نبودن داده‌ها برای همه‌ی این موارد، آسیب‌پذیری اقتصادی با در نظر گرفتن دو عامل سرانه‌ی تولید ناخالص داخلی^{۳۱} هر منطقه و تراکم جمعیت آن، به دلیل جامعیت و پوشش دادن بسیاری دیگر از عوامل مانند زیرساخت‌ها و ساختمان‌ها و تسهیلات منقول و در معرض بودن بالقوه‌ی جمعیت، توانایی بالقوه برای عکس‌العمل (ظرفیت اقتصادی برای رویارویی) و... در نظر گرفته شده و به طور مساوی وزن داده شده و در نهایت نقشه‌های تحلیلی خطرپذیری اقتصادی از ترکیب هر کدام از معیارها با آسیب‌پذیری، تولید شده که پر مخاطره‌ترین مناطق روی آن مشخص گردیده‌اند [۱۲].

برنامه‌ریزی کاربری زمین و ارزیابی خطرپذیری: فرآیند مخاطره‌نگری

همان‌گونه که گفته شد برنامه‌ریزی کاربری زمین فرآیندی پیوسته و تأثیرپذیر از عوامل و نیروهای متعددی است که می‌کوشد آگاهانه تغییرات را به اهداف مطلوب و مورد نظر هدایت و متوجه نماید و در این بین همیشه رقابت و تنازعی میان ارزش‌های مختلف مؤثر وجود داشته و از مدیریت هوشمندانه‌ی این نیروها، انگیزه‌ها و ارزش‌هاست که برآیندی مورد قبول و بهینه برای جامعه حاصل خواهد شد. در برنامه‌ریزی کاربری زمین مخاطره‌نگر که در واقع چیزی جدا و متفاوت از برنامه‌ریزی پایدار و سامان‌مند برای کاربری زمین نیست و به طور خاص در مرحله‌ی پیش‌گیری (و عمدتاً به جهت اجتناب از در معرض قرار گرفتن) و نیز بازایی و بهبود (و عمدتاً به جهت متناسب‌سازی و اصلاح برنامه‌ی کاربری زمین) نمود و تأثیر می‌یابد، با تأکید بر روش‌های ارزیابی مخاطرات و اولویت‌بندی فضایی- راهبردی، تلاش برای متفق‌سازی گرایش‌ها، اثرات، تغییرات و توسعه‌های جاری و آتی با ملاحظه‌ی مخاطرات و الزامات

مدیریت و کاهش خطرپذیری از آن‌ها است. با چنین رویکردی روش‌های مختلف ارزیابی در بطن فرآیند برنامه‌ریزی کاربری زمین مخاطره‌نگر اهمیت و موقعیت یافته و نقش خود را ایفا می‌نماید. براین اساس و با در نظر گرفتن مفهوم مخاطره‌نگری در رویکردهای نوین برنامه‌ریزی کاربری زمین ارتباط و تعامل عناصر دخیل در فرآیند برنامه‌ریزی کاربری زمین مخاطره‌نگر را می‌توان در قالب نمودار ۳ مشخص و ساده نمود.

ارزیابی خطرپذیری در محدوده‌ی مورد مطالعه و بحث و تحلیل نتایج

همان‌گونه که در معرفی روش و معیارهای پژوهش اشاره گردید سه نوع عامل اصلی در ارزیابی خطرپذیری محدوده در نظر گرفته شده که شامل عامل مخاطره، عامل آسیب‌پذیری و عامل در معرض بودن است. در این مدل خطرپذیری بر اساس رابطه‌ی خطی بین این عوامل به صورت: $V = H \times R$ مخاطره (H) × در معرض قرار داشتن (E) = خطرپذیری (R)، تعیین می‌شود که وزن و تأثیر هر کدام از این معیارها و زیرمعیارهایشان از مقایسه‌ی تطبیقی هر کدام در ناحیه‌ی مورد مطالعه با وضعیت کلی آن‌ها در شهر تهران محاسبه گردید. توزیع فضایی این معیارها و زیرمعیارها در تصویر ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج این مطالعه، وزن معیارها و زیرمعیارها محاسبه گردیده که در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به رابطه‌ی به دست آمده برای مدل، هر معیار با ترکیب زیرمعیارهای آن مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفته و در نهایت از ترکیب و حاصل ضرب یا تشدید این عوامل میزان خطرپذیری کلی از زلزله در محدوده مشخص گردید؛ نتایج این ارزیابی‌ها در جدول‌های ۲ و ۳ آمده است.

جدول ۲: وزن‌های کسب‌شده‌ی معیارها و زیرمعیارها در مدل ارزیابی خطرپذیری [نگارندگان]

| معیارها (وزن) | زیرمعیارها (وزن) |
|--------------------------|--|
| عامل مخاطره (۰/۳۲) | شدت زلزله پیش‌بینی شده (۰/۹۸)، فاصله تا تأسیسات، سازه‌ها و کاربری‌های خطرناک (۰/۰۲) |
| عامل آسیب‌پذیری (۰/۳۹) | تخریب پیش‌بینی شده (۰/۶۰)، دسترسی (۰/۳۴)، ترکیب سنی- جنسی جمعیت (۰/۰۶) |
| عامل در معرض بودن (۰/۲۹) | تلفات انسانی پیش‌بینی شده (۰/۲۶)، تراکم جمعیتی (۰/۴۲)، تمرکز کاربری‌های با اهمیت تر (۰/۳۲) |



نمودار ۳: تعامل عناصر دخیل در فرآیند برنامه‌ریزی کاربری زمین مخاطره‌نگر [نگارندگان بر اساس ۴]

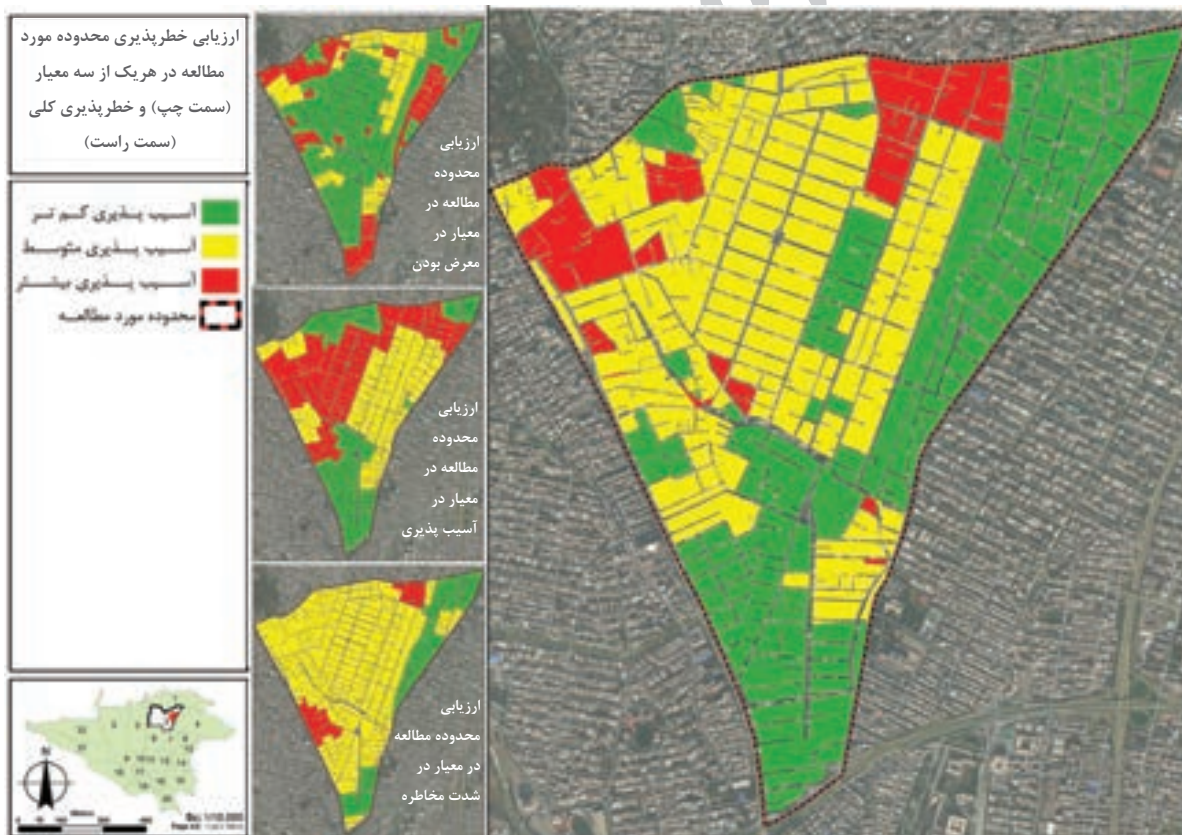
جدول ۳: درصد سطوح خطرپذیری محدوده‌ی مورد مطالعه در هر یک از معیارها و نیز خطرپذیری کلی [نگارندگان]

| معیارها | خطرپذیری کمتر | خطرپذیری متوسط | خطرپذیری بیشتر |
|-----------------------|---------------|----------------|----------------|
| عامل مخاطره (H) | ۱۴ | ۸۱ | ۵ |
| عامل آسیب‌پذیری (V) | ۲۴ | ۳۵ | ۴۱ |
| عامل در معرض بودن (E) | ۵۵ | ۲۲ | ۳۳ |
| خطرپذیری کلی (R) | ۳۸ | ۴۷ | ۱۵ |

ارائه‌ی برنامه‌ی کاربری زمین برای کاهش خطرپذیری محدوده در برابر زلزله

با توجه به مسایل عنوان شده در نتایج ارزیابی‌ها، مهم‌ترین اصول و رهیافت‌های کاهش خطرپذیری در محدوده در قالب موارد ذیل مطرح می‌گردد:

۱. تعدیل و کاهش روند شتابان افزایش تراکم سکونت در محدوده و حفظ و گسترش فضاهای ساخته نشده و باز به‌ویژه برای مدیریت بحران.
 ۲. جایگزینی اولویت‌مند و تدریجی کاربری‌ها و تأسیسات خطرناک حتی‌الامکان و ایمن‌سازی فنی و حایل نمودن و رعایت حرایم آن‌ها در صورت غیرقابل انتقال و حذف بودن.
 ۳. جلوگیری از افزایش تراکم سکونت و فعالیت‌های پر ازدحام و پرجمعیت و مهم در اولویت نخست و کاهش و انتقال آن در اولویت بعدی از قسمت‌های دارای مخاطرات و آسیب‌پذیری بیشتر به کمتر.
 ۴. در نظر گرفتن و حفظ گزینه‌های جایگزین و شبکه‌های پشتیبان دسترسی و امدادسانی قابل اطمینان برای قسمت‌های با خطر در معرض قرار داشتن بیشتر.
- با توجه به اصول و رهیافت‌های دیده شده در برنامه‌ریزی کاربری زمین در محدوده و به‌صورت کلی و بدون توجه به ملاحظات الزامات و عواقب محتمل عملی و اجرایی، می‌توان سه نوع برخورد حداکثری را در هر یک از زمینه‌های خطرپذیری جهت کاهش آن‌ها در نظر گرفت که هر یک از آن‌ها ارزیابی گردیده و در نهایت با توجه به مسایل و محدودیت‌های هر کدام و جنبه‌های قابل استفاده‌ی آن‌ها



تصویر ۲: ارزیابی خطرپذیری محدوده‌ی مورد مطالعه در هر یک از ۳ معیار (سمت چپ) و خطرپذیری کلی (سمت راست) [نگارندگان]

رویکرد ترکیبی و بهینه معرفی شده و ضوابط کلی آن تدوین گردید. لازم به ذکر است با توجه به رویکرد برنامه‌ریزی در هدف‌گذاری در چهارچوب طرح تفصیلی و ارائه‌ی اصلاحات و پیشنهادات تکمیلی به پیشنهادات آن، این گزینه‌ها بر پایه‌ی پهنه‌ها، زیرپهنه‌ها، ریزپهنه‌ها و نیز پروژه‌های پیشنهادی در طرح تفصیلی ارائه و ارزیابی گردید. بر این اساس در ابتدا توضیحات مربوط به هر کدام از شناسه‌های پهنه‌بندی در جدول ۴ ارائه می‌گردد.

گزینه‌ی نهایی و منتخب برای هدایت کاربری زمین در محدوده با توجه به برآورده نمودن حداکثری موارد ذیل تعیین گردید (تصویر ۳).

- تعدیل و توزیع فضایی گستره‌های سبز و باز برای پوشش بهتر و کلیت محدوده به‌ویژه در زمینه‌ی مدیریت بحران و اسکان‌های اضطراری.
- پیشنهاد کاربری‌های مرتبط با مدیریت بحران در پهنه‌های با آسیب‌پذیری بالاتر و در عین حال مخاطرات کمتر جهت حفظ کارایی و اطمینان از عملکرد آن‌ها پس از بروز رویدادها علاوه بر ایجاد پوشش فضایی و دسترسی بهتر آن‌ها.
- ایجاد هماهنگی و سازگاری هر چه بیشتر میان فعالیت‌ها و کاربری‌ها با لحاظ نمودن مقیاس و سطح خطرپذیری فضایی آن‌ها.

- بهبود شبکه‌های اصلی دسترسی منطبق بر سیاست‌های کلی طرح تفصیلی مبنی بر بهبود عملکرد و ارتباط آن‌ها به جای تعریض و افزایش سطوح آن‌ها با توجه به کافی بودن سرانه‌های شبکه و نفوذپذیری اکثر قسمت‌ها.
- تعریف محور پشتیبان در مدیریت بحران: این رویکرد با توجه به پیشنهادات طرح‌های فرادست به‌ویژه مطالعات جایکا مبنی بر در نظر گرفتن شبکه‌های پشتیبان در داخل مناطق و نواحی به‌طوری‌که پس از بحران و تخریب کلی بافت‌ها قابل استفاده بوده و حداقل دو سوم آن‌ها بدون مسدود شدن به سرویس‌دهی ادامه دهد، در نظر گرفته شده است. در بدنه و حریم این محور به‌طور خاص ضوابط ساخت و ساز و تراکم تعیین می‌گردد.
- در این گزینه ضوابط عمومی از نظر کاربری‌های مجاز و ممنوع و مشروط منطبق بر ضوابط طرح تفصیلی خواهد بود و اولویت‌بندی پروژه‌های بازسازی و بهسازی با در نظر گرفتن محدوده‌های دارای بیشترین مخاطره و آسیب‌پذیری که در ارزیابی‌ها مشخص گردید مطرح است. سایر ضوابط و اولویت‌های پیشنهادی مرتبط با طرح برگزیده شامل موارد ذیل است:
- ممنوعیت و محدودیت برای استقرار کاربری‌های دارای پتانسیل بالای خطر در مناطق با خطر زلزله‌ی بالاتر مانند

جدول ۴: شناسه‌های پهنه‌بندی و توضیحات آن‌ها [نگارندگان براساس ۲]

| ردیف | شناسه | توضیحات |
|------|--------|--|
| ۱ | R121-1 | این زیر پهنه شامل تمام گستره‌هایی است که کارکرد غالب آن‌ها مسکونی بوده و دارای تراکم ساختمانی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ درصد و حداکثر ۳ طبقه هستند. |
| ۲ | R121-2 | این زیر پهنه نیز مانند زیر پهنه‌ی R۱۲۱-۱ است اما با توجه به قرار گرفتن در محدوده‌های دارای خطر متوسط، تمامی ساخت و سازها در آن مشمول زیر پوشش قرار دادن بیمه‌ی اجباری ساختمان و تأمین ضوابط آیین‌نامه‌ی تکمیلی مقاوم‌سازی در برابر زلزله خواهد بود. |
| ۳ | M112-2 | این زیر پهنه شامل تمامی محورهایی است که کارکرد آن‌ها به‌صورت مختلط مسکونی با تجاری اداری و خدماتی، در مقیاس منطقه‌ای بوده و کاربری‌های مربوط به فعالیت‌های بازرگانی یا خدماتی (شامل مراکز فروش کالا و خدمات و دفاتر و شرکت‌های مربوط به آن‌ها خدمات عمده و رده‌ی کارکردی کلان) در آن‌ها غلبه دارد. |
| ۴ | M111 | این زیر پهنه نیز مانند زیر پهنه‌ی M۱۱۲-۲ مربوط به محورهایی است با کارکرد مختلط مسکونی با تجاری، اداری و خدماتی اما در مقیاس شهری. |
| ۵ | M22-1 | این زیر پهنه شامل تمام مناطقی است که کارکرد غالب آن‌ها به‌صورت مختلط مسکونی، تفرج، فرهنگی و گردشگری است. محورهای اصلی که دارای این ویژگی‌های هستند در این زیر پهنه جای می‌گیرند. |
| ۶ | M22-2 | این زیر پهنه شامل تمامی بسترهایی است که کارکرد آن‌ها مسکونی، تفرج، فرهنگی و گردشگری است. مسیل‌ها در این زیر پهنه جای می‌گیرند. |
| ۷ | M22-2 | این زیر پهنه شامل تمامی محورهایی است که به‌عنوان شبکه‌ی پیاده در منطقه پیشنهاد شده‌اند که البته در بعضی از آن‌ها شبکه دارای خط سواره نیز هست. |
| ۸ | S221-1 | این ریز پهنه شامل گستره‌های خدماتی - اداری با غلبه‌ی فضاهای سبز و باز است اما فعالیت‌های غالب در آن‌ها فرهنگی، تفرجی و گردشگری است. |
| ۹ | G11 | این پهنه شامل تمامی بوستان‌های شهری و تجهیز شده و با مساحت بیش از ۱۰ هکتار است. |

- پمپ بنزین و مخازن و اعمال مقررات و آیین نامه‌های تکمیلی برای آن‌ها و ممنوعیت افزایش تراکم در مجاورت و حرایم تأسیسات خطرناک و غیرقابل انتقال.
- تعیین استاندارد سازه‌ای حداقل برای تمام سازه‌ها و ساخت و سازه‌های جدید و بازسازی‌ها و نوسازی‌ها برای تحمل زلزله‌ای حداقل با ۶ ریشتر و شتاب ۲۵۰ گال با توجه به اینکه در هیچ یک از سناریوهای زلزله‌ی مطالعات جایکا بزرگای پیش‌بینی شده در محدوده کمتر از ۷ الی ۸ واحد در مقیاس اصلاحی مرکالی نبوده است.
 - کاهش تراکم به صورت پله‌ای و طبق مقررات طرح تفصیلی و استفاده از مواد و سازه‌های سبک (مانند زده به جای دیوار) در ساخت و سازه‌های مشرف به بدنه‌ی محورهای اصلی و حیاتی پشتیبان به‌ویژه در دسترسی‌های مرتبط با محدوده‌های آسیب‌پذیرتر و قرارگیری ساختمان‌ها به‌صورتی که قسمت‌های ساخته شده مشرف به این محورها قرار گیرند.
 - تعیین سه نوع تراکم پایه (تا ۱۰۰، ۱۰۰ تا ۱۵۰ و ۱۵۰ تا ۲۰۰) برای هر کدام از قسمت‌های دارای درجات کمتر، متوسط و بیشتر خطرپذیری و اعمال ضوابط و آیین‌نامه‌های تکمیلی برای مقاوم‌سازی و بیمه‌های ساختمانی اجباری در صورت دادن اضافه تراکم تا سطوح مجاز.
 - بهبود و اصلاحات هندسی شبکه طبق پیشنهادات و ضوابط طرح تفصیلی و با اولویت مناطق دارای خطرپذیری بیشتر.
 - تخصیص تسهیلات لازم برای مقاوم‌سازی ساختمان‌های موجود با اولویت ساختمان‌های مسکونی در قسمت‌های دارای خطرپذیری بالاتر.
 - جلوگیری از ساخت و ساز در اراضی ساخته نشده و ذخیره برای استفاده در مدیریت بحران با تبدیل آن‌ها به کاربری‌های فضای باز مانند بازارها و زمین‌های ورزشی و بوستان.
 - تجهیز مراکز امداد و نجات موجود و پیشنهادی با هماهنگی نهادها و ستادهای مدیریت بحران.

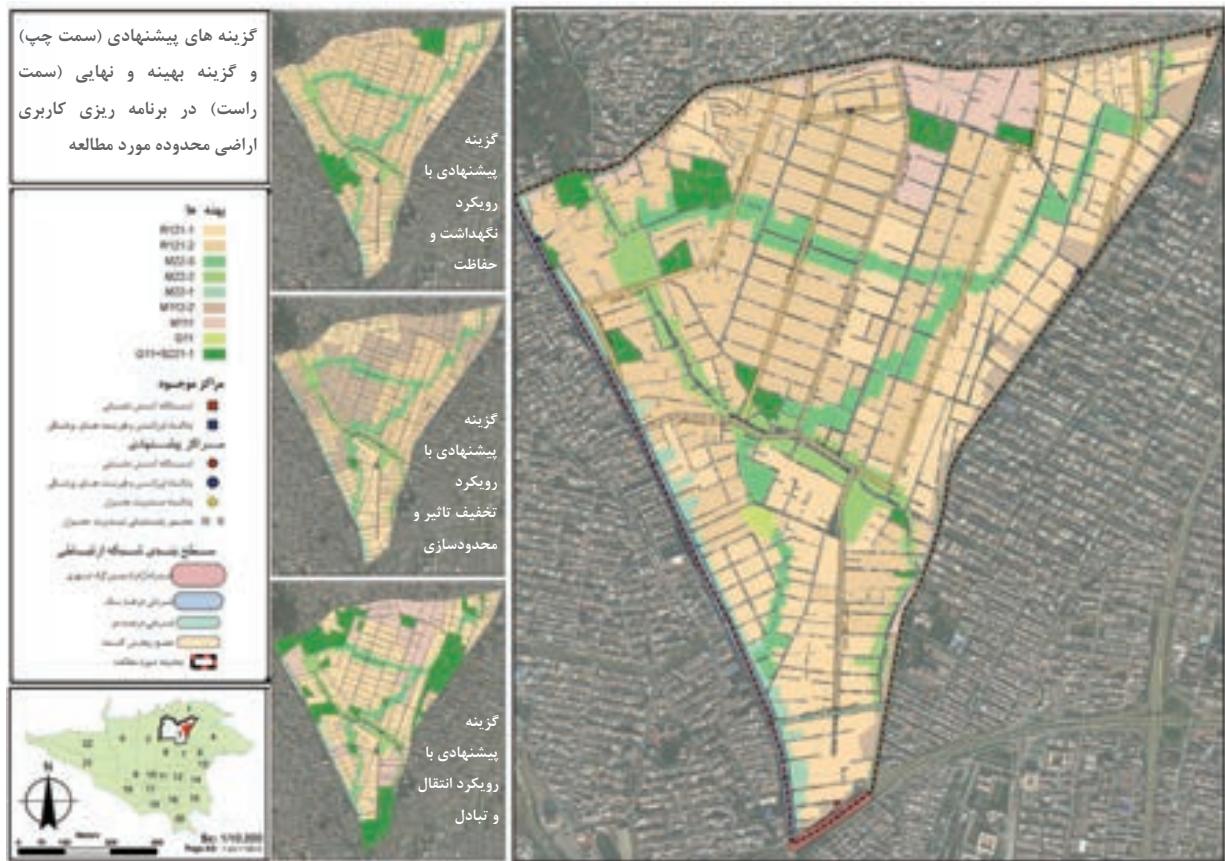
نتیجه‌گیری

- با توجه به ارزیابی‌های انجام شده و نتایج به‌دست آمده از فرآیند برنامه‌ریزی انجام گرفته می‌توان به مرور پیش‌فرض‌های مطرح شده در ابتدای این پژوهش و نتیجه‌گیری از آن‌ها پرداخت:
- برنامه‌ریزی کاربری زمین براساس ارزیابی خطرپذیری می‌تواند با تعیین نمودن اولویت‌ها و دسته‌بندی مسایل مرتبط با خطرپذیری، راهکارهای مناسب را برای کاهش خطرپذیری در چهارچوب تغییرات و الگوهای پیشنهادی مناسب ارائه نماید.
 - دسته‌بندی و ارزیابی خطرپذیری در قالب رابطه‌ی (مخاطره \times آسیب‌پذیری \times در معرض بودن) می‌تواند عوامل و شاخص‌های تشدید کننده و افزایش‌دهنده

- خطرپذیری را بهتر شناسایی و ارزیابی نموده و با هدف‌گذاری کمی و قابل درک، راهبردها و اقدامات متناسب را استخراج نماید.
- استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی و ارزیابی چند معیاره و چند سطحی امکان تحلیل‌های میان‌معیاری را افزایش داده و ابزاری مناسب و کارآمد برای تحلیل و ارزیابی برنامه‌ریزی براین اساس را به‌دست می‌دهد.
 - با توجه به تجارب و آموخته‌های این پژوهش می‌توان زمینه‌ها و مسایل ذیل را به‌عنوان زمینه‌ای برای تحقیقات و پژوهش‌های بیشتر پیشنهاد نمود:
 - ابزارها و مدل‌های بهینه و کارآمد در ارزیابی خطرپذیری شهرها به‌ویژه برای لحاظ نمودن مخاطرات و رویدادهای طبیعی از جمله زلزله و معیارها و زیرمعیارهای دخیل در ارزیابی خطرپذیری و نحوه‌ی ارزش‌دهی، ترکیب و تجزیه و تحلیل کمی و کیفی آن‌ها در ارتباط با مسایل کاربری زمین.
 - جایگاه ابزارها و نهادهای قانونی مرتبط با کاربری زمین در کاهش خطرپذیری و نیز نقش و جایگاه ارزیابی خطرپذیری در طرح‌های توسعه در کشور.
 - میزان کارایی، مفید بودن و صرفه‌ی اقتصادی - اجتماعی راهکارها و ملاحظات کاهش خطرپذیری در برنامه‌ریزی کاربری زمین از لحاظ تحلیل‌های هزینه و فایده و ...

پی‌نوشت

1. Risk
2. Vulnerability
3. Hazard
4. Exposure
5. World Conference on Disaster Reduction (WCDR)
6. Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters (HFA)
7. Millennium Development Goals
8. Early warning
9. Resiliency
10. Analytic Hierarchy Process (AHP)
11. Japan International Cooperation Agency (JICA)
12. Centre for Earthquake and Environment Studies of Tehran (CEST)
13. Geographic Information System (GIS)
14. Multi Criteria Analysis Model (MCAM)
15. Disaster
16. Risk assessment /analysis
17. Natural hazard mitigation plans
18. Structural measures
19. Nonstructural measures
20. Decision Support Systems
21. Integrated Systems
22. Expert systems
23. Knowledge Based Decision Support System (KBDSS).
24. Risk maps
25. Seveso II
26. Retention
27. Transfer
28. Mitigation
29. Triggering hazard
30. European Spatial Planning Observation Network (ESPON).
31. GDP (Gross Domestic Product)



تصویر ۳: گزینه‌های پیشنهادی و گزینه‌ی نهایی در برنامه‌ریزی کاربری اراضی محدوده‌ی مورد مطالعه [نگارندگان نقشه‌ی پایه‌ی پهنه‌های پیشنهادی از طرح تفصیلی منطقه‌ی ۳ استخراج شده است]

منابع و مأخذ

7. Collin Lee (1988). Models in Urban Planning [Book] / trans. Abbaszadehan Mostafa. - Tehran: Jahad Daneshgahi Publication.,

8. Witlox Frank (2005). Expert systems in land-use planning: An overview [Journal] // Expert Systems with Applications. - Gent, Belgium : Elsevier Ltd, Vol. 29.

9. Basta Claudia & et al. (2007). Risk-maps informing land-use planning processes; A survey on the Netherlands and the United Kingdom recent developments, Journal of Hazardous Materials. - Delft, The Netherlands : Elsevier B.V. All rights reserved, Vol. 145. pp. 241-249.

10. Tsai Chung-Hung and Chen Cheng-Wu (2010). An earthquake disaster management mechanism based on risk assessment information for the tourism industry - a case study from the island of Taiwan [Journal] // Tourism Management. - Taiwan, ROC : Elsevier Ltd., Vol. 31. - pp. 470-481.

11. Menoni Scira (2001). Chains of damages and failures in a metropolitan environment: some observations on the Kobe earthquake in 1995 [Journal] // Journal of Hazardous Materials. - Milano, Italy : Elsevier Science B.V., Vol. 86.

12. Schmid-Thome Philipp & et al. (2006). Economic risk maps of floods and earthquakes for European regions [Journal] // Quaternary International. - Dortmund, Germany; Espoo, Finland : [s.n.], Vol. 150. - pp. 103-112.

1. Wisner Ben and Walker Peter (2005). Beyond Kobe; A Proactive Look at the World Conference on Disaster Reduction. 18-22 January 2005, Kobe, Japan [Report] / Feinstein International Famine Center. A report for the Swiss Department of Humanitarian Aid.

۲. مهندسین مشاور شاران (۱۳۸۵). تهیه‌ی الگوی توسعه، طرح تفصیلی و همکاری با شهرداری منطقه‌ی ۳ (گزارش). تهران: مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، نهاد مدیریت و برنامه‌ریزی طرح‌های توسعه‌ی شهری تهران.

3. Abarquez Imelda and Zubair Murshed (2004). COMMUNITY-BASED DISASTER RISK MANAGEMENT, Field Practitioners' Handbook. - Pathumthani : Asian Disaster Preparedness Center (ADPC); Asian Disaster Preparedness Center. www.adpc.net.

4. Stanganelli Marialuce (2008). A new pattern of risk management: The Hyogo Framework for Action and Italian practise [Journal] // Socio-Economic Planning Sciences. Napoli, Italy : Elsevier Ltd., Vol. 42.

5. International Strategy for Disaster Reduction secretariat Words Into Action: A Guide for Implementing the Hyogo Framework. (2007). [Report] / Hyogo Framework for Action 2005-2015. - [s.l.] : UN Pub. visit: www.unisdr.org/wcdr.

6. American Planning Association HAZARD MITIGATION PLANS (2007). [Book Section] // PLANNING AND URBAN DESIGN STANDARDS, PLANS AND PLAN MAKING / trans. Etemad Giti [et al.]. - Tehran : Ma'ani publications, Vol. 1.