

## مدیریت بحران زلزله در آسیب پذیری شهر بابل

عرفان لاله زاری<sup>۱</sup>، پیمان لاله زاری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد عمران مدیریت ساخت دانشگاه امیرکبیر

<sup>۲</sup> کارشناسی ارشد عمران مدیریت ساخت دانشگاه امیرکبیر

### چکیده

سوانح و حوادث طبیعی سالانه سبب خسارتهای بسیار قابل توجه جانی و مالی در کشور می‌شود. یکی از ضروریترین اقدامات و مسایل، به کارگیری اصول مدیریت بحران به منظور کاهش مخاطرات، آمادگی، مقابله، بازسازی و بازتوانی است. بر اساس پژوهش‌های وزارت مسکن و شهرسازی در طرح کالبد ملی، ۵۰ درصد جمعیت شهرنشین کشور در پهنه‌هایی زندگی می‌کنند که دارای بیشترین خطر زلزله خیزی است. با توجه به موقعیت آسیب پذیر کشور ایران در خصوص رخدادهای طبیعی (بویژه زلزله) و همچنین آسیب پذیری شهری کشور در برابر این رخدادها، هدف این پژوهش شناسایی روش‌های کاهش آسیب پذیری ناشی از زلزله با استفاده از فنون جغرافیا و برنامه ریزی شهری با رویکرد مدیریت شهری می‌باشد. این پژوهش از نوع کاربردی و روش پژوهش معیاری - تحلیلی است. در این پژوهش از تحلیل سلسله مراتبی AHP برای ارزیابی آسیب پذیری شهر بابل بر اساس عوامل انسانی و طبیعی و نیز روش تحلیل SWOT به منظور ارائه راهبردها، سیاستها و اقدامات استفاده شده‌است. نتایج مدل تحلیل سلسله مراتبی حاکی از امتیاز بالا برای عوامل محیطی است؛ که در این میان فاصله از نقاط زمین لغزش و فاصله از خطوط گسل بیشترین اهمیت و امتیاز را به خود اختصاص دادند؛ و همچنین فاصله از مراکز خطر، قابلیت جابجایی در شرایط بحرانی نیز در بین عوامل انسان‌ساختی به عنوان مهمترین عوامل شناسایی شدند. در این پژوهش برای تعیین ارزش هر یک از معیارها از روش وزن دهی صفر و یک بهره گرفته شده‌است.

واژه‌های کلیدی: زلزله، AHP، عوامل انسانی، عوامل طبیعی، بابل.

## ۱- مقدمه

یکی از موضوع‌هایی که بیشتر شهرهای جهان با آن دست به گریبانند، سوانح طبیعی است. بحران<sup>۱</sup> رویداد یا واقعه‌ای ناگهانی است که با آسیب‌های جانی و مادی گسترده و یا زمینه بروز این گونه آسیب‌ها همراه بوده، نیازمند انجام اقدامات فوری است. این قبیل حوادث طبیعی که منجر به بروز وضعیت بحرانی در جامعه می‌شوند، حداقل به طور بالقوه و اغلب خطرناک، ویرانگر و کشنده هستند (Alexander, 2000:38). بر اساس برنامه راهبردی بین‌المللی کاهش بلایای سازمان ملل، کلیه مخاطرات دو منشأ دارند: (۱) مخاطرات طبیعی و (۲) مخاطرات ناشی از فناوری (Moe & Patharkul, 2006:396). سوانح طبیعی (بویژه زلزله) که اغلب خاموش و در عین حال بالقوه مستعد ایجاد آسیب هستند (شکیبا، ۱۳۸۷:۱۰۰). زلزله، یکی از مخربترین بلایای طبیعی است که ماهیتی غیر قابل پیشبینی داشته و همواره در طول زندگی بشر، جان و مال انسانها را تهدید کرده است. کشور ایران، جزء یکی از زلزله خیزترین مناطق جهان می‌باشد که سالانه، زلزله‌های متعددی را تجربه می‌کند. با توجه به گسترش شهرها و افزایش جمعیت ساکن در آنها و به منظور کاهش میزان تلفات جانی و مالی زلزله، لازم است میزان خطرپذیری مناطق مختلف شهری تعیین، و تهیمیدات پیشگیرانه‌ی مناسب در دستور کار قرار گیرد. به طور متوسط سالانه بیش از ۱۵۰۰۰۰ نفر تلفات انسانی و بیش از ۱۴۰ میلیارد دلار خسارت مالی بر کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه، به بار می‌آورد (پیام هلال احمر، ۱۳۸۵:۱۲). ۹۰ درصد مرگ و میرها عمدتاً ناشی از ریزش ساختمان‌هایی بوده که از اصول مهندسی و ایمنی کافی برخوردار نبوده‌اند (Lantada, 2008:2). در کنار عوامل طبیعی، عوامل انسانی نیز در تشدید تلفات (جانی و مالی) مؤثرند که یکی از مهمترین این مسائل از بعد کالبدی، آسیب‌پذیری مساکن است؛ مثلاً در زلزله بم (۱۳۸۲)، ۴۲۰۰۰ هزار نفر کشته و چندین برابر زخمی در اثر تخریب بالغ بر ۸۰ درصد ساختمان‌ها برجای مانده است (ماهنامه شمس، ۱۳۸۲:۴۹۵). این آسیب‌پذیری کالبدی در همه شهرهای ایران (به طور کم یا زیاد)، وجود دارد، تاجایی که آمارها نشان می‌دهند، ۹۰ درصد شهرهای کشور در برابر یک زلزله ۵/۵ ریشتری آسیب‌پذیر هستند (پورمحمدی و مصیب زاده، ۱۳۸۷:۱۱۸). همچنین وضعیت مالی ساکنان (به عنوان عامل تأثیرگذار بر مقاومت‌سازی مساکن)، تراکم ساختمانی (بافت فشرده و نامنظم)، کمیت و کیفیت معابر، طرح ساختمان (حسین زاده، ۱۳۷۰:۸۳). جمعیت بالای اقشار آسیب‌پذیر، بعد خانوار و نرخ خانوار در واحد مسکونی (در ارتباط با تراکم جمعیت) و... در کنار آسیب‌پذیری کالبدی در افزایش خسارتهای جانی مؤثر است. کشورهایی با نرخ رشد جمعیت شهری بالا و توسعه فیزیکی بالای شهرها بیشتر در معرض خطر قرار دارند (UNDP, 2005). در این میان، کشورهای در حال توسعه در وضعیت مناسبی قرار ندارند. آنگونه که مرکز مدیریت بحران بانک جهانی تخمین می‌زند بیش از ۹۵ درصد قربانیان بلایای طبیعی در جهان از کشورهای در حال توسعه بوده و تلفات ناشی از این گونه حوادث در این کشورها ۲۰ برابر بیشتر از کشورهای توسعه یافته است (Kreimer, 2003:2). از مهمترین وظایف مدیریت بحران، کاهش آثار سوء بحران، آمادگی و بهبود اوضاع پس از وقوع بحران است (Rattien, 1990:44). به گونه‌ای که مدیریت بحران، بر یک مبنای اصولی شامل، تحلیل خطرپذیری پیشگیری از فاجعه، آمادگی در برابر آن قبل از وقوع بحران کمک‌های اضطراری (حین وقوع بحران) و بازسازی (پس از وقوع بحران) صورت می‌گیرد (Rodriguez and et al:2009&Tsai and Chen:2009). رشد فزاینده جمعیت ایران، در دهه‌های اخیر و افزایش میل به مهاجرت از روستاها به شهرها در همین دوره باعث رشد سریع و لجام‌گسیخته شهرها شده است. در چنین شرایطی توسعه پایدار شهرهای کشور ناممکن می‌نماید (کیالی و عقیلی، ۱۳۸۸:۲). مخاطرات طبیعی توانایی آن را دارند که در نبود سیستم‌های تقلیل مخاطرات به سوانحی

<sup>۱</sup> Crisis

هولناک بدل شوند (ملکی و همکاران، ۱۹:۱۳۹۶). برنامه ریزی برای مقابله و پیشگیری از این مخاطرات و آثار زیان بار آنها در زمره اهداف بلندمدت هر جامعه ای به حساب می آید (مهدوی و هزاریان، ۲۸:۱۳۹۶). در این میان، گستره جغرافیایی کشور ایران از جمله مناطق حادثه خیز است که بسیاری از بلایای طبیعی چون لرزه، سیل، طوفان، خشکسالی، فعالیت های آتشفشانی و بیابان زایی نمونه هایی از تاریخ حادثه خیز دور و نزدیک آن می باشد که همه ساله وقوع این حوادث موجب خسارت های جانی و مالی فراوان می شود. در گزارش دفتر برنامه ریزی 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 رتبه ها را در زمینه آسیب پذیری 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 می دهد (حبیبی، ۲:۱۳۷۸). بر اساس پژوهش های وزارت مسکن و شهرسازی در طرح کالبد ملی، ۵۰ درصد جمعیت شهرنشین کشور در پهنه هایی زندگی می کنند که دارای بیشترین خطر زلزله خیزی است (فرجی، ۱۴۳:۱۳۸۹). با توجه به موقعیت آسیب پذیر کشور ایران در خصوص بلایای طبیعی (بویژه زلزله) و همچنین آسیب پذیری شهرهای کشور در برابر مخاطرات، اهداف این تحقیق بررسی عوامل مؤثر در آسیب پذیری شهر در مقابل خطر زلزله و شناسایی مکان های خطر پذیر و آسیب پذیری آنها در مقابل خطر زلزله با استفاده از فنون جغرافیا و برنامه ریزی شهری با رویکرد مدیریت شهری می باشد. در این رابطه شهر بابل واقع در استان مازندران مورد بررسی و مطالعات میدانی قرار گرفت.

با لحاظ اهداف یاد شده سؤال های زیر را می توان مطرح کرد:

- ۱- عوامل انسان ساختی و کالبدی چگونه (در چه شرایطی) می توانند در افزایش و یا کاهش میزان آسیب پذیری شهر در مقابل خطر زمین لرزه مؤثر باشند؟
- ۲- میزان آسیب پذیری شهر بابل در مقابل خطر زمین لرزه چگونه است؟ کدام قسمت از شهر بابل بیشتر در معرض خطر زمین لرزه قرار دارد؟

### سوابق مطالعاتی

در خصوص مباحث سوانح طبیعی و مدیریت بحران می توان به دو دسته از منابع داخلی و خارجی اشاره کرد. منابع داخلی به صورت کتاب، مقاله، همایش و گزارش عبارتند از:

- مدیریت بحران در نواحی شهری (سیل و زلزله)، نوشته مجید عبدالهی، انتشارات سازمان شهرداریهای کشور (۱۳۸۲) که به عنوان یکی از اصلیتین منابع فارسی است. در این کتاب برای کاهش آثار بلایای طبیعی به عنوان نتیجه گیری به ارائه مجموعه ای از نکات (۲۶ مورد) می پردازد.
- معماری و برنامه ریزی بازسازی، تالیف آيسان، یاسمین و یان دیویس، ترجمه دکتر علیرضا فلاحی، ناشر مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی (۱۳۸۲)، این کتاب در واقع در بردارنده یکی از دستورات عملی سازمان اسکان بشر است. در عین تشریح حوزه های ساماندهی و بازسازی، مراحل مدیریت بحران، باورها و دشواریها و اصول، به تعریف دقیقی از مفاهیم مدیریت بحران پرداخته است.
- همچنین کتابهای: برنامه ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله خیز، نمونه شهرهای منجیل، لوشان، رودبار، تالیف بحرینی، سیدحسین و دیگران (۱۳۷۵)، انتشارات بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، مدیریت بحران- اصول و راهنمای عملی دولتهای محلی،

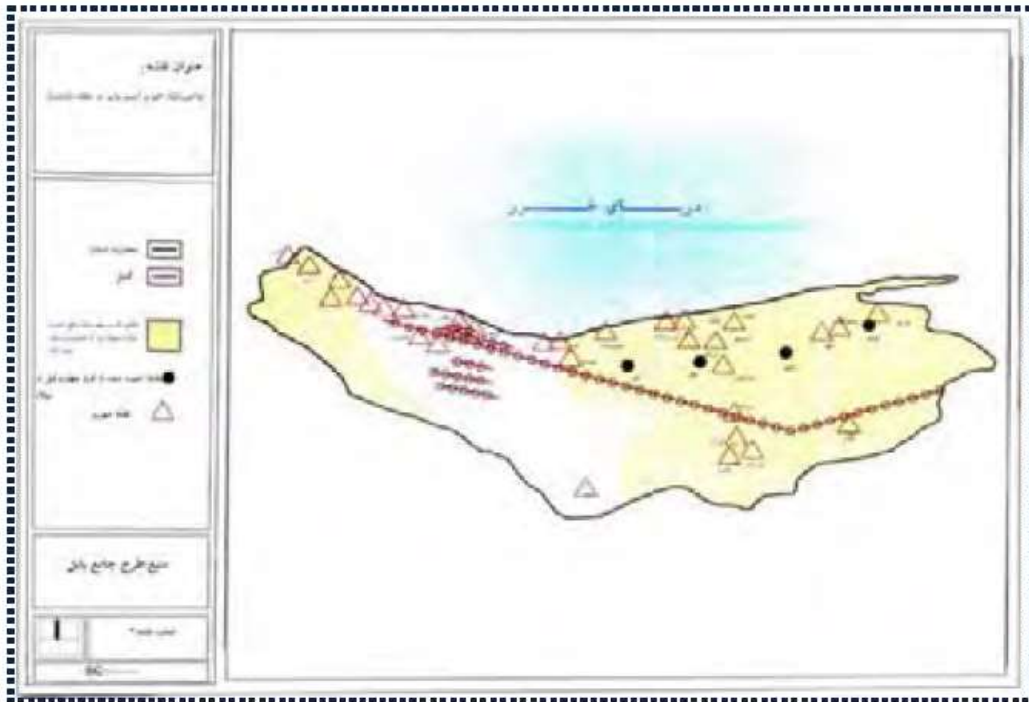
تالیف جerald هوتمر و توماس ای درابک (۱۹۹۱) ترجمه شرکت پردازش و برنامه‌ریزی (۱۳۸۳) مخاطرات طبیعی، نوشته کیت ایمیت (۱۹۹۶) ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی نژاد (۱۳۸۲)، انتشارات سمت و... اما در رابطه با مقالات میتوان به مقالات همایشها و مجلات اشاره کرد. اولین همایش مقابله با سوانح طبیعی در کشور در دانشگاه تهران (۴ و ۵ دی ۱۳۸۵) برگزار شد و مقالات در سه جلد منتشر شد. جلد اول به راهکارها، جلد دوم به سیستمهای اطلاعاتی و فناوری و جلد سوم به مسائل طبیعی و شهرسازی در رابطه با مدیریت بحران پرداخته است.

انواع گوناگونی از گزارش نیز ارائه شده‌اند که می‌توان به گزارش پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله از زلزله بم، گزارش هشت جلدی بسیج از توان فنی کشور در مقابله زلزله (پس از زلزله رودبار و منجیل) و... اشاره کرد. در خصوص محدوده مورد مطالعه می‌توان به پژوهش پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۸ با عنوان بررسی ابعاد پیشگیری از بحران زلزله (مطالعه موردی: شهر بابل) اشاره کرد. هدف این مقاله، بررسی و تحلیل ابعاد پیشگیری از بحران زلزله در چارچوب مناطق هدفدهگانه شهر بابل است. در این راستا، از روش معیاری-تحلیلی برای تحلیل ابعاد کالبدی و خصوصیات جمعیتی شهر بابل از نظر آسیب پذیری زلزله استفاده و به تحلیل تجهیزات امداد رسانی و آشنشانی پرداخته شده است و در کنار آن از روش مقایسه ای برای جم عبندی یافته ها و تعیین سلسله مراتب آسیب پذیری مناطق مختلف شهری استفاده شده است. همچنین فرجی و قرخلو (۱۳۸۸) در مقاله ای با عنوان زلزله و مدیریت بحران شهری (مطالعه موردی: شهر بابل) به شناسائی روش های کاهش آسی پذیری ناشی از زلزله با استفاده از فنون جغرافیا و برنامه ریزی شهری با رویکرد مدیریت شهری پرداختند. این پژوهش از نوع کاربردی و روش پژوهش معیاری-تحلیلی است. در این پژوهش از تحلیل سلسله مراتبی AHP برای پهنه بندی آسیب پذیری کالبدی و اجتماعی-اقتصادی شهر و نیز روش تحلیل SWOT به منظور ارائه راهبردها، سیاستها و اقدامات استفاده شده است. در این پژوهش برای تعیین ارزش هر یک از معیارها از روش وزن دهی صفر و یک بهره گرفته شده است.

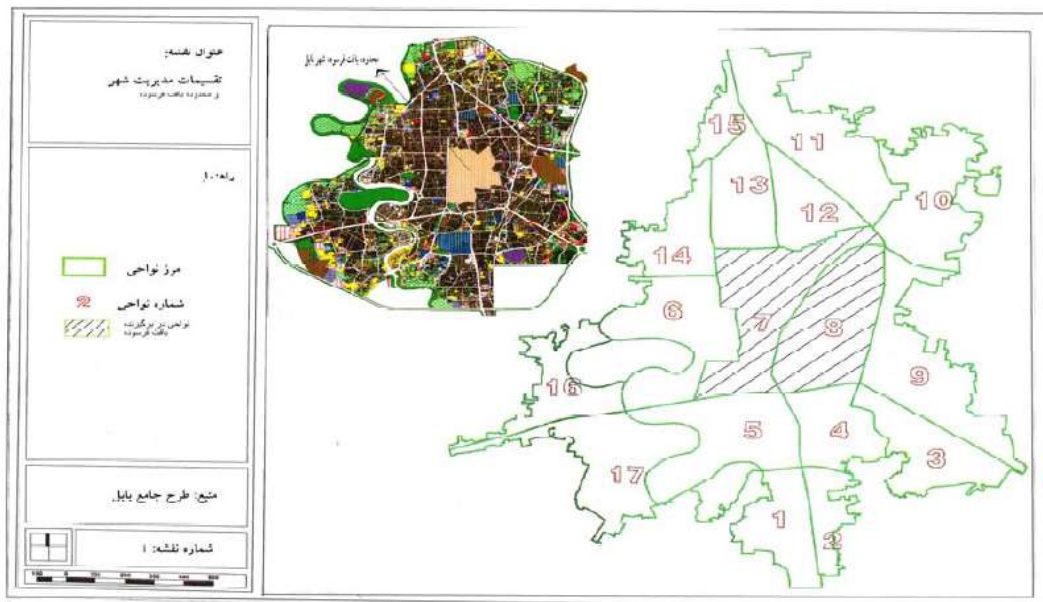
### معرفی محدوده مورد مطالعه

کشور ایران نیز به علت قرارگیری در مسیر کوه زایی آلپ-همیالیا تا به حال ۱۳۰ زلزله به بزرگی ۷/۵ ریشتر را تجربه کرده است (Ghafory-Ashtiany, 1999:4) و در طی سالهای ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰ این سرزمین جزء شش کشوری بوده که دچار تلفات انسانی ناشی از وقوع زمین لرزه بوده است (آيسان و دیویس، ۱۳۸۲:۹). با توجه به پژوهش های انجام گرفته در طرح کالبد ملی ایران توسط وزارت مسکن و شهرسازی، کشور ایران به پهنه هایی با خطر بسیار بالا، نسبتاً متوسط، نسبتاً پایین و پایین، تقسیم شده است که به لحاظ جمعیتی ۵۰ درصد جمعیت شهرنشینی کشور در پهنه هایی زندگی می کنند که دارای خطر نسبتاً بالا، بالا و بسیار بالا است (مهندسين مشاور کاواب، ۱۳۶۹:۵۲) و تنها در محدوده کوچکی از کشور (آبادان، خرمشهر، بندر امام خمینی، ماهشهر و هویزه) خطر نسبی زلزله پایین است (زیاری، ۱۳۸۵:۲۸۳). شهر بابل بین ۳۶ درجه و ۵ دقیقه و ۳۵ ثانیه عرض شمالی و ۵۲ درجه ۳۰ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد. مساحت شهر بابل حدود ۲۲۹۵ هکتار و در ۲۱۰ کیلومتری شمال شرقی تهران واقع شده است. این شهر واقع در شهرستان بابل در استان مازندران است که از شمال به شهرستان بابلسر و دریای خزر، از جنوب به رشته کوه های البرز، از غرب به شهرستان آمل و از شرق به شهرستان قائمشهر و ساری مرتبط است (مهندسين مشاور ر معماری و شهرسازی زیستا، ۱۳۷۹:۲۱). مطابق با سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵ جمعیت شهر بابل برابر با ۲۰۱۳۳۵ نفر در قالب ۵۵۲۶۹ خانوار است (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵). از بعد مطالعات لرزه خیزی نیز بهترین عامل مورد نظر در این شهر موقعیت گسل و حریم آنها است. در مورد شکستگی های جنوب

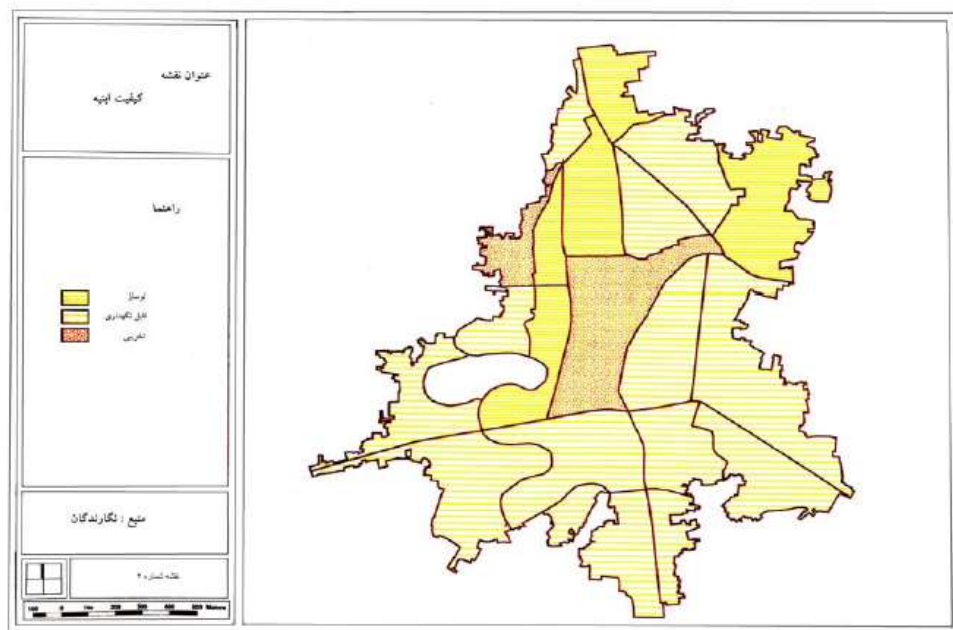
بابل (رورانند بابل)، می توان به سه گسل اشاره کرد: (۱) گسل شمال، (۲) گسل فیلبند- دیوا، (۳) گسل غربی - شرقی (ملکشاهی، ۱۳۷۹: ۲۸). این شهر دارای بافتی نامنظم (بویژه در قسمت های مرکزی) بوده، از بعد کالبدی تنها در بخش های توسعه یافته اخیر (۱۳۴۰) در پیرامون شهر، نوعی بافت منظم را شاهد هستیم (مهندسیین مشاور معماری و شهرسازی زیستا، ۱۳۷۹). موجودی مسکن این شهر از ۲۲۵۳۵ در سال ۱۳۶۵ به ۵۵۹۳۶ در سال ۱۳۸۵ افزایش یافته است (مرکز آمار ایران: ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵).



شکل ۱: نواحی زلزله خیز و آسیب پذیر در استان مازندران



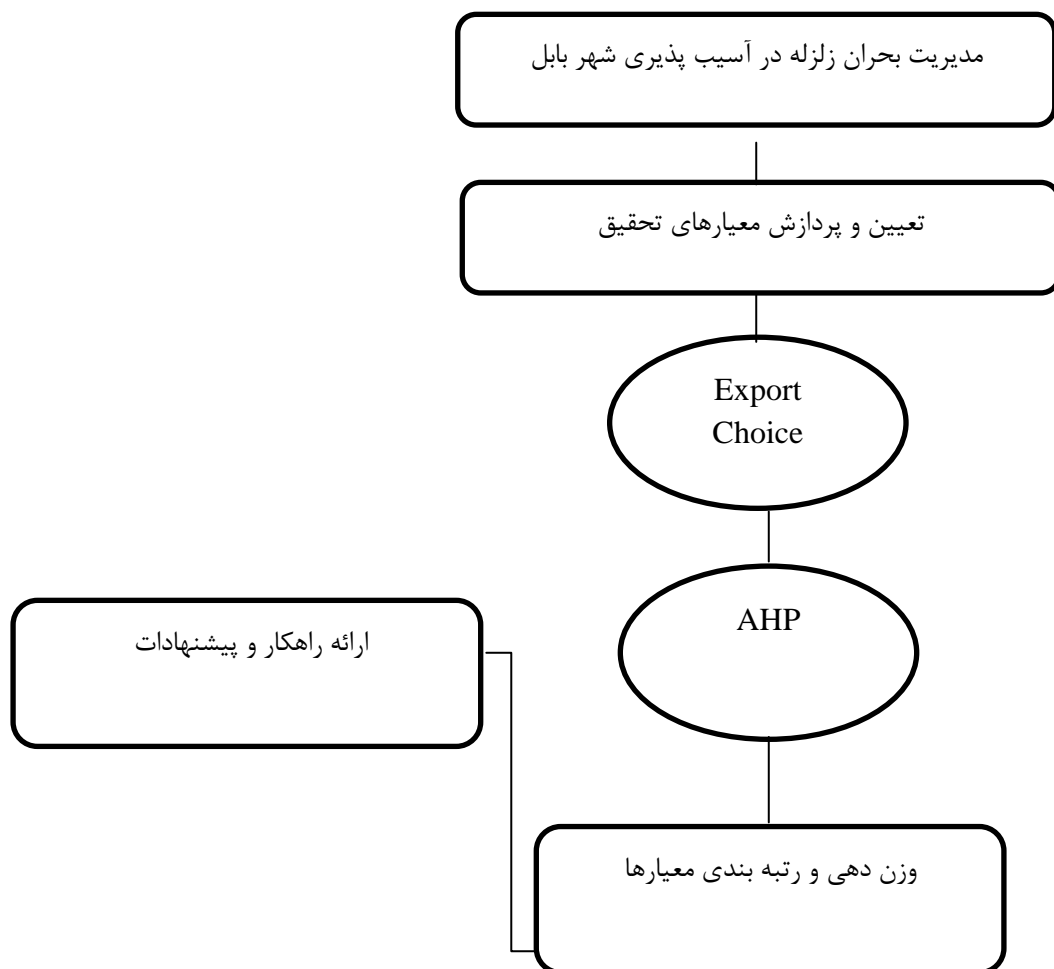
شکل ۲: تصمیمات مدیریتی شهر بابل (منبع: طرح جامع شهر بابل، ۱۳۷۹)



شکل ۳: کیفیت ابنیه شهر بابل

#### متدولوژی پژوهش

این تحقیق از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش توصیفی - تحلیلی است. مبانی علمی این پژوهش مبتنی بر مفاهیم مدیریت بحران شهری با تأکید بر دانش جغرافیا و برنامه ریزی شهری، پایه ریزی شده است. این پژوهش با استفاده از اطلاعات و پرسشنامه‌ی تهیه شده و همچنین سایر لایه های اطلاعاتی با توجه به معیارهای تحقیق که اشاره خواهد شد تهیه شدند. گردآوری داده های اولیه پژوهش بر اساس روش کتابخانه ای، فیش برداری و برداشت میدانی، صورت گرفته است. در مراحل بعدی پژوهش از روش مقایسه ای جهت ارائه جمع بندی استفاده شده است. در این پژوهش با استفاده از مدل AHP مناسب ترین مکان ها برای اهداف مورد نظر انتخاب شده و از روش وزندهی صفر و یک در این راستا بهره گرفته شده است. علاوه بر این از روش تحلیل SWOT، به منظور تعیین نقاط ضعف وقوت و نیز ارائه راهبردها، سیاست ها و اقدامات استفاده شده است.



شکل ۴: روند کلی تحقیق

بر مبنای روش AHP، ابتدا معیارها به صورت زوجی و بر اساس مقادیر عددی ارجحیتها که در جدول ۱ به آنها اشاره شده است با یکدیگر مقایسه میشوند. سپس ماتریسی با تعداد سطر و ستون معیارها تشکیل شده و در نهایت با استفاده از نرم افزار Expert Choice وزن نهایی معیارها و گزینه‌ها بدست می‌آید.

جدول (۱): درجه اهمیت ارجحیت‌ها

درجه اهمیت بر اساس مقایسات زوجی معیارها						
ترجیح یکسان	کمی بهتر (مهم تر)	بهتر (مهم تر)	خیلی بهتر (مهم تر)	کاملاً بهتر (مهم تر)	بینابین	
۱	۳	۵	۷	۹	۲-۸-۶-۴	

#### تجزیه و تحلیل معیارهای تحقیق

ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، اعم از مطالعه متون مرتبط با موضوع، بررسی تحقیقات پیشین و طرح‌های انجام شده و استفاده از نظرات متخصصان در این زمینه معیارهای مؤثر در آسیب پذیری شهر در برابر زمین لرزه شناسایی شد. با توجه به

دید جامع و سیستمی این پژوهش نسبت به مقوله زمین لرزه معیارهای محیطی و انسانی توأمان و در کنار هم بررسی شدند. در نهایت ۱۲ معیار انتخاب شدند که با بررسی و تحلیل‌های انجام شده هر معیار نیز به زیر معیارهایی تقسیم شدند. داده‌های مورد استفاده و نقشه‌های معیار

۱- لایه جمعیتی و نقاط روستایی؛ ۲- لایه جمعیتی و نقاط شهری؛ ۳- لایه و نقشه پروژه‌های عمرانی منطقه؛ ۴- نقشه شبکه‌های ارتباطی شهر و منطقه؛ ۵- نقشه خاک منطقه (تیپ‌های اصلی و فرعی)؛ ۶- نقشه مناطق حفاظت شده؛ ۷- نقشه رقومی ارتفاع در سطح شهر و شهرستان؛ ۸- نقشه و تعیین حوضه‌های اصلی و زیر حوضه‌ها؛ ۹- نقشه نقاط زمین لغزش منطقه؛ ۱۰- نقشه تیپ زمین؛ ۱۱- نقشه گسل‌های منطقه؛ ۱۲- نقشه فرسایش خاک منطقه؛ ۱۳- نقشه کاربری اراضی منطقه، ۱۴- نقاط و جهت شیب، ۱۵- واحدهای زمین‌شناسی، ۱۶- کاربری اراضی شهری، ۱۷- تراکم جمعیت، ۱۸- فاصله از مراکز خطر.

جدول (۲): معیارهای محیطی مورد استفاده در تحلیل و پهنه‌بندی خطر زلزله شهر بابل

معیارها	زیرمعیارها	آسیب پذیر بسیار بالا	آسیب پذیر بالا	آسیب پذیر متوسط	آسیب پذیر پایین	آسیب پذیر بسیار پایین
فاصله از خطوط گسل	۲۰۰۰ متر	*				
	۴۰۰۰ متر		*			
	۵۰۰۰ متر			*		
	۶۰۰۰ متر				*	
	۶۰۰۰ متر و بیشتر					*
واحدهای زمین‌شناسی (روستایی، ۳۱:۱۳۹۰)	آبرفت عهد حاضر	*				
	پادگانه‌های آبرفتی		*			
	مارن سبز و خاکستری			*		
	ماسه سنگ و مارن				*	
	کنگومرای نیمه سخت					*
شیب	۰-۳ درصد					*
	۳-۶ درصد					*
	۶-۹ درصد					*



			*		۹-۱۵ درصد	
				*	۱۵ درصد به بالا	
	*				شمالی	جهت شیب(به تناسب اسکان جمعیت در بابل)
				*	جنوبی	
			*		شرقی	
			*		غربی	
				*	۰-۵۰۰	ارتفاع(متر)
			*		۵۰۰-۱۰۰۰	
		*			۱۰۰۰-۱۵۰۰	
	*				۱۵۰۰-۳۰۰۰	
*					۳۰۰۰ متر و بیشتر	
				*	۰-۵۰۰	
			*		۵۰۰-۱۰۰۰	
		*			۱۰۰۰-۲۰۰۰	
	*				۲۰۰۰-۵۰۰۰	
*					۵۰۰۰ متر و بیشتر	

مأخذ: (قنبری و همکاران، ۱۳۹۴ و نگارندگان)

جدول (۳): معیارهای انسانی مورد استفاده در تحلیل و پهنه بندی خطر زلزله شهر بابل

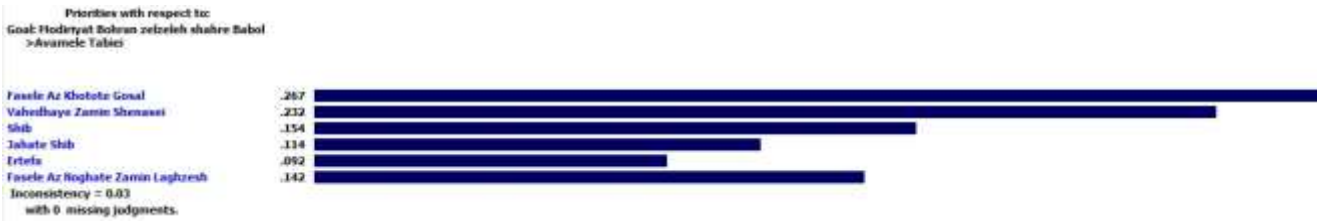
معیارها	زیرمعیارها	آسیب پذیری بسیار بالا	آسیب پذیری بسیار بالا	آسیب پذیری متوسط	آسیب پذیری پایین	آسیب پذیری بسیار پایین
تراکم جمعیتی (نفر در هکتار)	۱-۵۰					*
	۵۱-۱۵۰				*	
	۱۵۱-۲۵۰			*		
	۲۵۱-۳۵۰		*			
	۳۵۱-۴۵۰	*				
کاربری اراضی	کاربری های خطرزا	*				

			*		مسکونی	
			*		تجاری، خدماتی و غیره	
		*			بایر و فضای سبز	
				*	۱-۵۰۰	فاصله از مراکز خطر(متر)
			*		۵۰۱-۱۰۰۰	
			*		۱۰۰۱-۱۵۰۰	
		*			۱۵۰۱-۲۰۰۰	
		*			۲۰۰۰ متر به بالا	
		*		*	۰-۵	دسترسی به شبکه های ارتباطی(%)
			*		۵-۱۰	
			*		۱۰-۲۰	
		*			۲۰-۳۰	
		*			۳۰-۳۴	
		*			بسیار بالا	قابلیت جا به جایی در شرایط بحرانی
		*			بالا	
		*			متوسط	
			*		پایین	
			*		بسیار پایین	
				*	۰-۵	فاصله از نقاط شهری و روستایی (کیلومتر)
			*		۵-۱۵	
			*		۱۵-۴۰	
		*			۴۰-۱۰۰	
		*			۲۰۰ و بیشتر	

مأخذ: (قنبری و همکاران، ۱۳۹۴ و نگارندگان)

### فرایند مدل تحلیل سلسله مراتب

در فرایند مدل تحلیل سلسله مراتبی پس از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی بر اساس مقیاس ۹ کمیتی (توماس ساعتی) همه معیارها در ارتباط باهم و به صورت دودویی بررسی و مقایسه شدند. سپس با نرمالیزه کردن ردیف‌های ماتریس، ضرایب اهمیت و امتیاز هر معیار مشخص شد. لازم به ذکر است که این فرایند در محیط Expert Choice انجام گرفت. ضریب ناسازگاری (CR) در این بررسی ۰/۰۳ و ۰/۰۸ بوده که نشانگر سازگاری قابل قبول است.



شکل ۵: تعریف معیارها و زیرمعیارها به همراه وزن معیارهای عوامل محیطی در نرم افزار Choice Expert (مأخذ:نگارندگان)



شکل ۶: وزن معیارهای عوامل انسانی به همراه وزن کلیه معیارهای انسانی در نرم افزار Choice Expert (مأخذ:نگارندگان)



شکل ۷: مجموع وزن معیارهای عوامل انسانی و محیطی در نرم افزار Choice Expert (مأخذ:نگارندگان)



شکل ۸: مجموع وزن مناطق در نرم افزار Choice Expert (مأخذ:نگارندگان)

جدول (۴): نتایج مدل های تحلیل سلسله مراتبی

معیارهای اصلی	ضریب اهمیت	زیر معیارها	وزن حاصل از مدل تحلیل سلسله مراتبی
		فاصله از خطوط گسل	۰/۲۶۷
		واحدهای زمین شناسی	۰/۲۳۲

۰/۱۵۴	شیب	۰/۶۶۷	طبیعی
۰/۱۱۴	جهت شیب		
۰/۰۹۲	ارتفاع		
۰/۱۴۲	فاصله از نقاط زمین لغزش		
۰/۱۴۴	تراکم جمعیت	۰/۳۳۳	انسان ساخت
۰/۲۳۴	کاربری اراضی		
۰/۲۳۸	فاصله از مراکز خطر		
۰/۱۸۹	دسترسی به شبکه های ارتباطی		
۰/۱۲۴	قابلیت جابجایی در شرایط بحرانی		
۰/۰۷۰	فاصله از نقاط شهری و روستایی		

مأخذ: نگارندگان

با توجه به آنچه در مباحث قبلی اشاره شد شهر در بستر طبیعی بنا می شود و معیارهای محیطی نقش بسیار مؤثری در میزان آسیب پذیری شهر در برابر مخاطرات طبیعی علی الخصوص خطر زمین لرزه دارند. بر این اساس، نتایج مدل تحلیل سلسله مراتبی نیز حاکی از امتیاز بالا برای عوامل محیطی است؛ که در این میان واحدهای زمین شناسی و فاصله از خطوط گسل بیشترین اهمیت و امتیاز را به خود اختصاص دادند؛ و همچنین فاصله از مراکز خطر، کاربری اراضی نیز در بین عوامل انسان-ساختی به عنوان مهمترین عوامل شناسایی شدند.

جدول (۵): اولویت بندی مناطق شهر بابل (احمدپور و همکاران، ۱۳۸۸)

منطقه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
درجه	۳	۳	۴	۳	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۳	۳	۳	۳	۳
آسیب پذیری	۰	۰	۱۱	۴۱	۲	۰۵	۷	۷۰	۲	۴	۲۶	۰۵	۹۴	۹۴	۴۱	۹۴	۷
رتبه	۶	۱	۱۱	۳	۱۲	۱۰	۷	۵	۲	۴	۱۳	۱۰	۹	۸	۳	۸	۶

با توجه به هدف اصلی این پژوهش که ارزیابی و شناسایی شهر بابل از نظر میزان آسیب پذیری در مقابل خطر زمین لرزه است از مدل تحلیل سلسله مراتبی استفاده گردید. شهر بابل از لحاظ میزان خطر پذیری به ۵ پهنه: آسیب پذیری بسیار بالا، آسیب

پذیری بالا، آسیب پذیری متوسط، آسیب پذیری پایین و آسیب پذیری نسبتاً پایین، تقسیم شده است؛ نتایج حاصل از مدل تحلیل سلسله مراتبی نشان می دهد اکثر مناطق مرکزی به ویژه بافت قدیمی و مناطق جنوبی و غربی شهر، در پهنه خطر بسیار بالا قرار دارند. نکته قابل توجه در نتایج نهایی این مدل تأثیرپذیری بسیار بالای مناطق با ریسک بالا از عامل فاصله از گسل است؛ به طوری که با فاصله گرفتن از خط گسل شمال به تدریج از میزان خطرپذیری پهنه‌ها کاسته می شود. به طور کلی بنا به نتایج این مدل قسمت های میانی و بخشی از جنوب، جنوب شرقی و شمال شرقی در پهنه آسیب پذیری بالا قرار دارند. در انتهای جنوب غربی، شرق و غرب شهر میزان آسیب پذیری بالا است؛ تنها در نواحی محدودی از شهر و به صوت منفرد در قسمت‌های شمال غربی و غرب شهر از میزان آسیب پذیری کاسته شده و این قسمت‌ها در پهنه آسیب پذیری پایین و نسبتاً پایین قرار می گیرند.

جدول (۶): نقاط قوت، ضعف، فرصت ها و تهدیدهای تاثیرگذار بر آسیب پذیری شهر (SWOT) (احمدپور و همکاران، ۱۳۸۸)

شاخص	نقاط قوت S	نقاط ضعف W	فرصت ها O	تهدیدها T
کالبدی	تعداد ورودی های شهر متمرکز بودن بخش آسیب پذیر شهر در دو پهنه شبکه شهری گسترده در منطقه نزدیک بودن بیمارستان های شهر به بافت قدیم (آسیب پذیرترین بخش شهر) آسیب پذیری پایین توسعه های جدید	آسیب پذیری بالای بافت قدیم شهر دسترسی ضعیف به بافت مرکزی شهر بازدهی پایین تجهیزات آتش نشانی شهر در بافت قدیم موقعیت نامناسب سایت آتش نشانی خیابان ولیعصر متمرکز بودن بیمارستان ها و تاسیسات امداد رسانی شهر در یک بخش آسیب پذیری بالای مسیرهای ارتباطی بیمارستان های شهر مسیر مشترک شبکه گازرسانی و برق فشار قوی شهر توزیع نامناسب فضاهای باز در سطح شهر	اجرای پروژه فاضلاب در سطح شهر افزایش دسترسی به بافت قدیم در صورت اجرای معبر پیشنهادی در طرح جامع اجرای ۶ پست تقلیل فشار گاز در سطح شهر	قرار گرفتن شهر در پهنه آسیب پذیر
اجتماعی	خس همدردی و مشارکت در مواقع وقوع زلزله	تراکم جمعیت بالا در ناحیه شماره ۲ بابل آسیب پذیری اجتماعی بالای بخش های حاشیه ای شهر پایین بودن نسبت جنسی جمعیت شهر بالابودن سهم اقشار آسیب پذیر در سطح شهر عدم استقبال عمومی مردم از سایت های اسکان متمرکز	کمک رسانی از نقاط مختلف کشور	اسکان مهاجرین سطح پایین در محدوده بافت قدیم
مدیریت شهری	وجود شوراهای محلی (NGO) در سطح شهر به عنوان عوامل مناسب مدیریت محلی در حین بحران	فقدان رویکرد ثابت به مدیریت بحران در سطوح کلان مدیریتی عدم تهیه نقشه ریز پهنه بندی برای شهر بابل توسعه افقی پیشنهادی در طرح جامع	تهیه طرح تفصیلی ویژه بافت قدیم	تکیه بر نقشه های پهنه بندی طرح کالبدی ملی بدون مطالعه ای جامع در سطوح منطقه ای

## نتیجه گیری و ارائه پیشنهادها

نتایج بدست آمده حاکی از آن است که موقعیت شهر بابل در مجاورت با گسل شمال، فیل بند - دیوا و گسل غربی - شرقی؛ آن را در پهنه ای با خطر آسیب پذیری بسیار بالا از زلزله قرار داده است. در شرایط فعلی که پیشرفت های علمی این امکان را فراهم کرده که با انجام پژوهشهایی مانند نوشتار حاضر بتوان آگاهی بسیار مناسبی از این گونه مسائل حاصل کرد؛ می توان با برنامه ریزی و مدیریت از شدت خسارات احتمالی وقوع مخاطراتی که گرچه زمان وقوع آن مشخص نیست ولی روی دادن آن محتمل است، کاست و جان و مال شهروندان و شهری که دارای سرمایه های عظیم صنعتی، فرهنگی و تاریخی کشورمان است حفظ کرد.

یافته های تحقیق نشان می دهد که اکثر مناطق این شهر در پهنه زلزله خیز قرار دارند و به طور کلیه مناطق مرکزی، غربی و جنوبی این شهر کاملاً مستعد زلزله بوده و تنها بخش های شمالی این شهر به صورت منفرد مصون از زلزله است؛ اما با توجه به آن که عمق و دامنه یک زلزله محدود به یک حریم خاصی نیست، طبیعتاً رخداد زلزله در این شهر مناطق شمالی را نیز در بر خواهد گرفت.

با توجه به استقرار بیشتر جمعیت این شهر در محدوده های قدیمی و هسته های مرکزی و جنوب غربی و همچنین فشردگی و دانه ریز بودن ابنیه، بافت های فرسوده شهری، بازار و غیره التزام به قوانین شهرسازی به ویژه در ابعاد کالبدی و تاب آوری شهری اهمیت کاملاً اضطراری پیدا می کند. در نهایت به منظور برنامه ریزی و مدیریت فضاهای شهری تبریز در برابر مخاطره احتمالی زلزله و یا سایر موارد باید بنا به تشخیص مدیران و برنامه ریزان در دستور کار قرار گرفته و اجرایی گردند. به همین منظور موارد زیر پیشنهاد می شود:

۱- در وضع موجود باید با تدوین آیین نامه ساختمانی به ساماندهی ساخت و سازها و به ویژه نوسازی بافت های فرسوده شهر پرداخت و ایمنی آن ها را ارتقا بخشید؛ همچنین به ایمن سازی سازه ها و تأسیسات شهری واقع شده در مناطق پر خطر اقدام نمود.

۲- فرایند تدوین برنامه و اصول پیشنهادی طرح های شهری آتی شهر بابل می بایست در قالب دو برنامه کلان یعنی پیشگیری از بحران و کاهش اثرات بحران صورت گیرد. اقدامات و سیاست های پیشنهادی علاوه بر اینکه به طور عام جهت ها و کیفیت توسعه شهر را کنترل و هدایت می کند می بایست سیاست ها و اقدامات خاصی جهت پیشگیری از بحران و کاهش آسیب پذیری داشته باشد. بنابراین در تدوین طرحها و برنامه های آتی از جمله طرح جامع و یا تفصیلی باید توسعه مطلوب و پایدار شهر در دستور کار قرار داده شود و به صورت جامع و کامل مسئله مدیریت بحران نیز مورد توجه جدی واقع شود.

۳- تدوین و اجرای طرح های روانبخشی و ساماندهی عملکردی-کالبدی در محدوده مرکزی شهر که بیشترین خطرپذیری را داراست ضروری است.

۴- تمرکز زدایی از فعالیت های تجاری و خدماتی گسترده در کنار فعالیت های اداری و کاستن از تراکم ساختمانی و جمعیتی در پهنه مرکزی شهر و به خصوص در کناره معابر کم عرض به منظور کاهش تلفات و خسارت های احتمالی باید مورد توجه واقع شود.

۵- برای کاهش خسارت ها و ضرورت امداد رسانی به موقع و مناسب در هنگام وقوع مخاطرات احتمالی؛ لازم است مکان هایی همچون کمپ های اسکان موقت، مراکز مدیریت بحران، مراکز درمانی، امداد رسانی و غیره پیش بینی و مکان یابی گردند و در مکان های مناسب و دور از پهنه های خطر ساخته شوند؛

۴- ضرورت آموزش شهروندان به منظور آمادگی در مواقع مدیریت بحران ضروری است و مدیریت شهری با انجام آموزش های لازم می تواند گامی بزرگ و اساسی در زمینه مدیریت بحران بردارد.

## منابع

۱. احمدپور، احمد، لطفی، صدیقه، فرجی، امین و عظیمی، آزاده (۱۳۸۸). بررسی ابعاد پیشگیری از بحران زلزله (مزالعه موردی: شهر بابل). مطالعات و پژوهش های شهری و منطقه ای، سال اول، شماره اول، تابستان .
۲. آيسان، یاسمین و یان دیویس (۱۳۸۲). معماری و برنامه ریزی بازسازی، ترجمه دکتر علیرضا فلاحی، ناشر مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
۳. بحرینی، سیدحسین و دیگران (۱۳۷۵). برنامه ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله خیز، نمونه شهرهای منجیل، لوشان، رودبار، انتشارات بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، تهران.
۴. پورمحمدی، محمدرضا و علی مصیبزاده (۱۳۸۷). آسیب پذیری شهرهای ایران در برابر زلزله و نقش مشارکت محله ای در امداد رسانی آنها، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص: ۱۴۴-۱۱۷.
۵. حبیبی، کیومرث و همکاران (۱۳۷۸). تعیین عوامل سازه ای/ ساختمانی موثر در بتفت کهن شهری زنجان با استفاده از fuzzylogic & gis. نشریه هنرهای زیبا. شماره ۳۳. صص ۲۷-۳۶.
۶. حسین زاده، سیدرضا (۱۳۸۳). برنامه ریزی شهری همگام با مخاطرات طبیعی با تأکید بر ایران. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای. شماره سوم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۷. زیاری، کرامت ا. (۱۳۸۵). اصول و روش های برنامه ریزی منطقه ای، انتشارات دانشگاه یزد، چاپ چهارم.
۸. شکیب، علیرضا (۱۳۸۷). بحران، دانشنامه مدیریت شهری و روستایی، انتشارات سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور، تهران، صص ۱۰۲ - ۱۰۰ .
۹. عبدالهی، مجید (۱۳۸۳)، مدیریت بحران در نواحی شهری (سیل و زلزله)، انتشارات سازمان شهرداریهای کشور، تهران.
۱۰. فرجی، امین و قرخلو، مهدی (۱۳۸۹). زلزله و مدیریت بحران شهری (نمونه موردی شهر بابل). جغرافیا. دوره جدید. سال هشتم. شماره ۲۵. صص ۱۴۳ - ۱۶۴.
۱۱. کیالی، امیر و عقیلی، مهدیه (۱۳۸۸). طراحی شهری دانشگاه طراحی شهر بر مبنای توسعه پایدار (نمونه موردی: شهر مصدر در امارات متحده عربی)، اولین همایش معماری پایدار. کد COI مقاله. *NCSUSTAINARCH01\_044*.
۱۲. کیت، اسمیت (۱۳۸۲). مخاطرات طبیعی، ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی نژاد، انتشارات سمت
۱۳. ماهنامه شمس (۱۳۸۲). بیانیه شورای مرکزی سازمان نظام مهندسی کشور به مناسبت زلزله بم، تهران، سازمان نظام مهندسی ساختمان، سال اول، شماره سوم.
۱۴. مدیریت بحران-اصول و راهنمای عملی دولتهای محلی، تالیف جerald هوتمر و توماس ای درابک (۱۹۹۱) ترجمه شرکت پردازش و برنامه ریزی (۱۳۸۳)
۱۵. مرکز آمار ایران (۱۳۸۵). سرشماری عمومی نفوس و مسکن.



۱۶. ملکی، سعید، امانپور، سعید، صفایی پور، مسعود، پورموسوی، سیدنادر و مودت، الیاس (۱۳۹۶). ارزیابی طیف تیاب آوری کالبدی شهرها در برابر زلزلیه بیا اسیتفاده از میدل هیای برنامه ریزی (نمونه موردی شهر ایلام)، نشریه علمی - پژوهشی برنامه ریزی توسعه کالبدی، سال دوم، شماره (۱ سری جدید)، پیاپی ۵، بهار ۱۳۹۶.
۱۷. ملکشاهی، غلامرضا (۱۳۷۹). بابل، شهر بهار نارنج، نشر چشمه. تهران.
۱۸. مهدوی، داوود و هزاریان، الهام (۱۳۹۶). ارزیابی و تحلیل آسیب پذیری کالبدی سکونتگاههای روستایی در برابر زلزله مطالعه موردی: روستاهای شهرستان یزد، نشریه علمی - پژوهشی برنامه ریزی توسعه کالبدی، سال دوم، شماره ۴ (سری جدید)، پیاپی ۸، صص ۴۵-۲۷.
۱۹. مهندسین مشاور زیستا (۱۳۷۹). طرح جامع بابل، وزارت مسکن و شهرسازی.
۲۰. مهندسین مشاور کاواب (۱۳۶۹). طرح ریزی کالبدی ملی و منطقه ای، وزارت مسکن و شهرسازی، تهران.

21. Alexander, David (2002). "Principles of Emergency and Managements" Oxford University Press. Disaster Press , Voll.
22. Ghafory-Ashtonay, M (1999). "Rescue operation and Reconstruction in Iran", Disaster Prevention and Management, volume 8, Number 1, MCB university, ISSN0965-3562.
23. Kreimer, A; Arnold, A and Carlin, A. , 2003. Building Safer Cities, The Future of Disaster Risk, Disaster Risk Management Series, Vol. 3, The World Bank, PP:1-299.
24. Moe, Tun Lin and pathranakul, Pairote (2006). An Integrated Approach to Natural Disaster Prevention and Management, Vol 15. No. 3, Emerald Group Publishing Limited.
25. Rattien Stephen. (1990) the Role of media in Hazard Mitigation & Disaster Management,
26. UNDP . , 2004. Reducing Disaster Risk, A Challenge for Development. A Global Report,PP: 1-146.