

فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۷، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۱، شماره پیاپی ۱۰۵

S. Ghaedrahmati
R. Ghaneei bafghi

صفر قائدرحمتی، عضو هیأت علمی دانشگاه یزد

روح اله قانعی بافقی، دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا، دانشگاه یزد

E-mail: safarrahmati@yazduni.ac.ir

شماره مقاله: ۸۶۳

شماره صفحه پیاپی ۱۸۲۴۰-۱۸۲۱۸

تحلیل تأثیر گسترش فضایی شهر تهران در افزایش آسیب پذیری ناشی از زلزله (دوره زمانی: گسترش فیزیکی ۲۰۰ سال اخیر)

چکیده

شهر تهران به عنوان بزرگترین کلانشهر ایران در منطقه‌ای با خطر لرزه‌ای بسیار زیاد قرار دارد. آنچه آسیب پذیری تهران را در برابر زلزله افزایش می‌دهد، گسترش فیزیکی شهر در ابعاد مختلف است. از آنجا که تحلیل این گسترش، راهگشای بسیاری از مسائل و مشکلات شهری است، تأثیر توسعه فضایی شهر تهران در افزایش آسیب پذیری زلزله در ۲۰۰ سال اخیر بررسی شده است. اهداف پژوهش شامل نشان دادن وضعیت گسترش فیزیکی شهر تهران در ۲۰۰ سال اخیر، تبیین رابطه افزایش جمعیت شهری و رشد کلان شهر تهران و بررسی وضعیت گسترش فیزیکی شهر تهران در ارتباط با آسیب پذیری ناشی از زلزله است. در پژوهش حاضر، وضعیت گسترش فیزیکی تهران از زمانی که روستایی بوده تا زمانی که به کلان شهر ملی تبدیل شده است، مورد بررسی و توصیف قرار گرفته است. همچنین، به منظور تبیین رابطه افزایش جمعیت شهری و رشد کلان شهر تهران داده‌های جمعیت و مساحت از سال ۱۱۶۵ تا ۱۳۸۷ جمع آوری و با استفاده از مدل هلدرن بررسی شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد با توجه به سوابق زلزله‌های تاریخی، پیشینه لرزه خیزی و گسل‌های متعدد، شهر تهران از شهرهای با خطر لرزه خیزی بالاست. گسترش فیزیکی شهر تهران در دوره مورد مطالعه، ۹۱ درصد ناشی از رشد جمعیت بوده و ۹ درصد رشد شهر مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است. رشد ناهماهنگ و غیر اصولی شهر تهران، بویژه در چند دهه اخیر، ساخت و ساز در حریم گسل‌ها و مناطق مستعد ناپایداری زمین شناختی نشان می‌دهند که در صورت وقوع زلزله‌ای شدید در تهران، تلفات و صدمات

جبران ناپذیری به این شهر و به کل کشور وارد خواهد شد. نهایتاً مهمترین عامل افزایش آسیب پذیری لرزه‌ای شهر تهران، گسترش افقی شهر، بدون در نظر گرفتن حریم امن گسل‌هاست.

واژه‌های کلیدی: زلزله، گسترش شهری، آسیب پذیری لرزه‌ای، اسپرال (رشد افقی و پراکنده شهری).

۱. مقدمه

ایران از مناطق لرزه خیز دنیاست که سالانه ۹۵۰ لرزه در آن اتفاق می‌افتد که فقط در قرن گذشته ۱۴۴ زلزله با بزرگی بیش از ۵ ریشتر ثبت شده است (۴۶۲: ۲۰۰۶، Khatam). تهران بزرگ، طبق تقسیمات پهنه بندی خطر نسبی زلزله در ایران، در منطقه با خطر بسیار زیاد است (آئین نامه ۲۸۰۰ و اخلاقی، ۱۳۸۴: ۳) و یکی از شهرهای زلزله خیز کشور محسوب می‌شود. به واسطه موقعیت جغرافیایی و زمین ساختی، وجود گسل‌های فعال متعدد، همچون گسل شمال تهران، مشا، ری، کهریزک، داوودیه، باغ فیض و دیگر گسل‌های پراکنده در اطراف آن و وقوع زلزله‌های مخرب تاریخی باعث شده تا با حساسیت بیشتری مسأله لرزه خیزی این کلان شهر دنبال گردد. همچنین، با توجه به جمعیت زیاد این کلانشهر و گسترش فیزیکی روزافزون؛ در صورت احتمال وقوع زلزله خسارات زیاد و غیر قابل جبرانی بر جا خواهد گذاشت و ریسک سرمایه انسانی و مالی زیادی را در بر خواهد داشت. تهران نه فقط به عنوان پایتخت ایران، بلکه یکی از چند قطب محدود توسعه و مهمترین آنها به شمار می‌آید، لذا سرنوشت و فرجام آن پس از هر حادثه طبیعی و غیرطبیعی بر سرنوشت کل کشور اثر گذار است (زبردست و محمدی، ۱۳۸۴: ۶).

در این پژوهش به بررسی توسعه فضایی تهران در دوره‌های مختلف و تأثیر این توسعه فضایی در ارتباط با آسیب پذیری ناشی از زلزله پرداخته می‌شود. در این راستا، برای تعیین نسبت رشد افقی شهر، رشد جمعیت به کاربرد از مدل هلدرن استفاده شده است.

۲. اهداف پژوهش

نشان دادن وضعیت گسترش فیزیکی شهر تهران در ۲۰۰ سال اخیر؛
تبیین رابطه افزایش جمعیت شهری و رشد کلان شهر تهران؛
بررسی وضعیت گسترش فیزیکی شهر تهران در ارتباط با آسیب پذیری ناشی از زلزله.

۳. فرضیه‌های پژوهش

رابطه‌ای بین افزایش جمعیت شهری و رشد کلان شهر تهران وجود دارد.
گسترش فیزیکی شهر تهران باعث بالارفتن آسیب پذیری لرزه ای شهر شده است.

۴. مواد و روش پژوهش

نوع پژوهش کاربردی است، روش پژوهش توصیفی-تحلیلی است و از روش‌های اسنادی (آمار و نقشه) برای جمع آوری داده‌ها استفاده شده است. با بهره گیری از مدل‌های توسعه شهری (مدل هلدرن و سامانه اطلاعات جغرافیایی)، وضعیت گسترش شهر تهران در ارتباط با آسیب پذیری لرزه‌ای بررسی و تحلیل شده است.

۵. پیشینه پژوهش و نتایج آنها

نخستین بررسی‌ها پیرامون زمین لرزه در گستره تهران از سال ۱۳۵۲ با مطالعه مقدماتی لرزه پهنه البرز آغاز شد (کره‌ای، ۱۳۸۳). پس از آن، بربریان و همکاران (۱۳۶۴) در جهت بررسی نو زمین ساخت، لرزه زمین ساخت و خطر زمین لرزه - گسلش در ناحیه تهران بزرگ گزارشی ارائه کرده اند. ابراهیمی و همکاران (۱۳۷۱) در مقاله‌ای خطراهایی که یک زلزله ابعاد مختلف اقتصادی، سیاسی و اجتماعی شهر تهران را تهدید می کند، برشمردند. غفوری آشتیانی (۱۹۹۲) در خصوص تهران، اولین مطالعات از دیدگاه آسیب پذیری شهری را در اوایل دهه ۹۰ میلادی انجام داده است. جعفری (۱۳۸۰) در قالب طرح تحقیقات ملی مطالعات ژئوتکنیک لرزه‌ای شمال تهران از دیدگاه تأثیرات ساختگاهی، اندازه گیری خرد لرزه‌ها در محدوده مطالعاتی شمال تهران را انجام داده است. غفوری آشتیانی (۱۳۸۰) در مطالعه‌ای با عنوان کاهش خطرپذیری شهر تهران، ضمن ارزیابی وضعیت کنونی کلان شهر تهران در

برابر زلزله، راه کارهای علمی و اجرایی برای جلوگیری از خطرها و به حداقل رساندن تأثیرات زلزله تهران ارائه کرده است. رجبی (۱۳۸۱) به بررسی روند شکل‌گیری و توسعه فضایی شهر تهران پرداخته است. حسینی و جعفری (۱۳۸۵) بررسی‌هایی را در خصوص خطرپذیری لرزه ای شهر تهران انجام داده‌اند. هادیلی و همکاران (۱۳۸۶)، در مقاله ای به بررسی رشد شتابان، تحول سازمان و ترکیب بافت شهری در مادر شهرهای ایران پرداخته است. داودپور و دیگران (۱۳۸۷)، در مقاله‌ای با عنوان بررسی تطبیقی عوامل مؤثر بر گسترش شهرهای بزرگ و میانی، با رویکردی مقایسه ای به بررسی گسترش ۱۰ شهر میانی و بزرگ ایران طی چند دهه گذشته پرداخته است، تا از این بازنگری بتوان عواملی را که سبب گسترش این شهرها بوده‌اند، دریافت و در نهایت، عوامل مشترک آنها و همچنین عوامل خاص هر شهر را شناسایی کرد.

در زمینه پژوهش‌های خارجی؛ بلک و ورنون^۱ (۱۹۹۹)، در مقاله ای با عنوان تئوری رشد شهر، کلیه عوامل داخلی و خارجی شهر را که باعث رشد شهرها می‌شوند، ارزیابی کرده‌اند. کهن^۲ (۲۰۰۴)، در پژوهشی با عنوان رشد شهری در کشورهای در حال توسعه طبیعت انتقال و تغییر شکل دائم رشد در این کشورها را بررسی کرده است. عباسی و فرید (۲۰۰۹)، در پژوهشی وضعیت گسلش و تاشو رسوب‌های کواترنری را در کوهپایه‌های تهران بررسی و ارزیابی کرده‌اند.

۶. گسترش فیزیکی تهران

درفرآیند توسعه تهران از روستایی کوچک تا کلانشهر ملی، مراحل زیر طی شده است:

مرحله نخستین روستای تهران: تهران روستایی بود بیرون از شهر باستانی ری، که در پای کوه دماوند در محل تقاطع دو شاهراه تجاری قرار داشت: مسیر شرقی- غربی جاده ابریشم در طول لبه جنوبی رشته کوه البرز و مسیر شمال- جنوبی که دریای خزر و خلیج فارس را به هم متصل می‌کرد (Madanipour, ۲۰۰۶: ۴۳۳). تهران یکی از روستاهای ناچیز و کم اهمیت شهر

۱ - Black, D and Henderson Vernon

۲ - Cohen

تحلیل تأثیر گسترش فضایی شهر تهران در افزایش آسیب پذیری ناشی از زلزله ... / ۱۷۳

بزرگ و کانون عظیم تمدن و فرهنگ قدیم ایران، ری به شمار می‌رفت که تقریباً در شش کیلومتری آن شهر قرار داشت (نجمی، ۱۳۷۰: ۱۲).

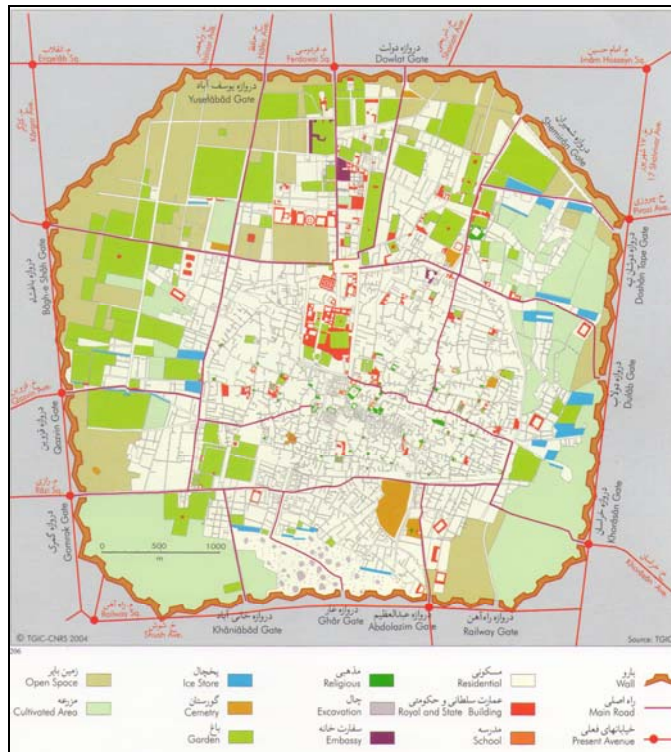
تهران عصر شاه طهماسب: تهران در نیمهٔ دوم قرن دهم هجری مورد توجه شاه طهماسب صفوی قرار گرفت. وی دستور داد که در تهران بناهای تازه و کاروانسراها و برج و باروهای مستحکم بنا کنند. در واقع، اولین بناهای رسمی تهران در دوران این پادشاه ساخته شد. به دستور شاه طهماسب ۱۱۴ برج مطابق سوره‌های قرآن کریم در این شهر ساخته شد و در زیر هر برج سوره‌ای از قرآن کریم قرار دادند (خلیلی عراقی، ۱۳۶۷: ۲). با ایجاد کندگی دروازه شهر، بر امنیت آن افزودند، برای ورود و خروج، چهار پل روی آن ساختند و در مقابل هر کدام دروازه‌ای بنا کردند. تهران در این دوره چهار دروازه داشت که عبارت بودند از: دروازه شاهزاده عبدالعظیم، دروازه شمیران، دروازه قزوین و دروازه دولاب (محمودیان و همکاران، ۱۳۸۴: ۴۱).

تهران، پایتخت آغا محمدخان: آغا محمدخان قاجار در نوروز سال ۱۲۰۰ (ه.ق) در تهران به سلطنت رسید و آن را دارالخلافه نامید. از این سال فصل جدید ترقی و پیشرفت تهران آغاز گردید (خلیلی عراقی، ۱۳۶۷: ۲). تهران این عصر به پنج بخش تقسیم می‌شد که چهار بخش آن مسکونی و بخش پنجم ارگ بود. هر یک از این بخش‌ها به وسیلهٔ دروازه‌ای به خارج از شهر متصل می‌شد که عبارتند از: دروازه قزوین، دولاب، عبدالعظیم، شمیران و ارگ. چهار محلهٔ مسکونی نیز عبارتند از: سنگلج، عودلاجان، بازار و چال میدان (رجبی، ۱۳۸۱: ۸۱). با آغاز پایتختی تهران از سوی آغامحمدخان، بر اساس ملاحظات سیاسی- نظامی، این شهر به مرکز مهم اداری- نظامی و سیاسی تبدیل گشت و تمرکز و مرکزیت تجاری و بازار مصرف در آن پدید آمد (زیاری، ۱۳۸۲: ۱۵۵).



شکل ۱: نقشه تهران در سال ۱۲۲۰، نقشه برزین، مأخذ: اطلس شهر تهران، ۱۳۸۵

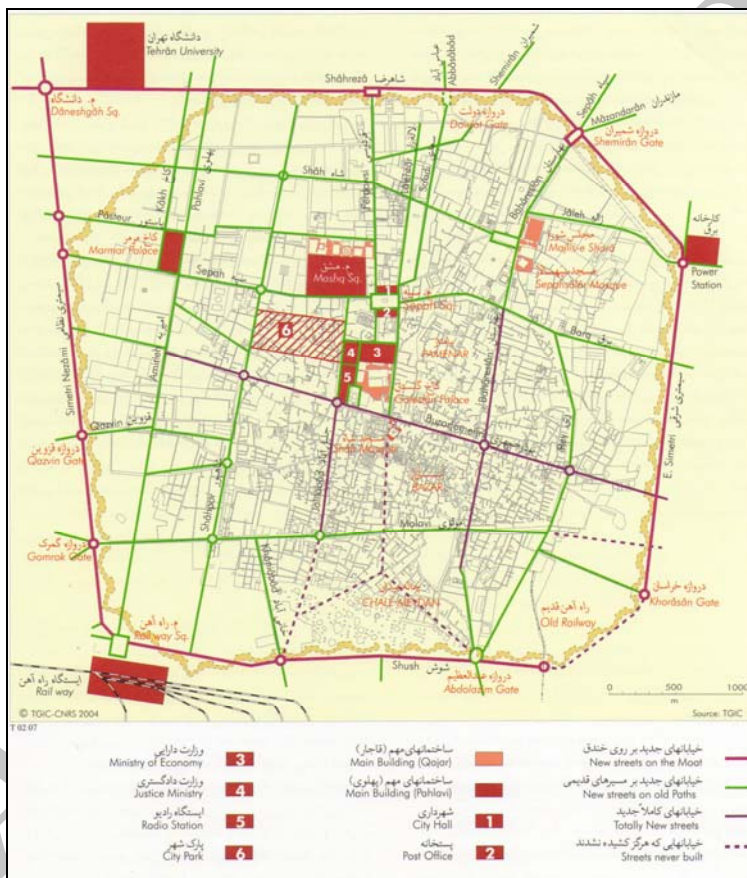
تهران عصر ناصری: تهران در عصر ناصری گسترده‌تر شد و شهرنشینی در آن فزونی گرفت. برج و باروی عصر شاه طهماسب تخریب شد و برج و باروی جدیدی ساخته شد و خندق‌هایی نیز در اطراف شهر حفر گردید و خندق‌های قدیم پر شد و جزئی از محلات تهران گردید. کانون اصلی مرکزیت، ناحیه بازار بود. توسعه تهران عصر ناصری پنج سال طول کشید (رجبی، ۱۳۸۱: ۸۲) و به تقلید از شهر پاریس هشت گوش گسترش یافت که باروی هشت ضلعی شهر، شکلی از دیوارهای دوره رنسانس و باروک شهر اروپایی را در ذهن تداعی می‌کند (حبیبی، ۱۳۷۸: ۱۳۳) و دوباره به دور آن خندق حفر گردید و این بار دوازده دروازه برای محلات دهگانه تهران ساخته شد. این دوره نقطه عطف جدایی‌گزینی محله تهران است (رجبی، ۱۳۸۱: ۸۲). در این مرحله به علت توسعه برونزا و میل به تمرکز سرمایه داری و کسب سود، صنایع نوپا در تهران پایه‌گذاری شد (زیاری، ۱۳۸۲: ۱۵۵).



شکل ۲: نقشه تهران در سال ۱۲۶۹، معروف به نقشه عبدالغفار. مأخذ: اطلس شهر تهران، ۱۳۸۵

تهران عصر رضا خانی: تثبیت سیاسی حکومت، پیدایش حکومت مرکزی، ایجاد امنیت و توسعه راه‌ها به دنبال سرکوب عشایر، به تدریج محدودیت فضایی شهرها را از بین برد و شهرها از نظم بسته و متراکم خود خارج شدند و مقدمات توسعه فضایی فراهم گردید (نظریان، ۱۳۸۸: ۱۳۳). دستورالعمل از این پس «دگرگون کردن شهر» است. شهر معنای تاریخی خود را از دست می‌دهد و مفهوم اروپایی آن به کار گرفته می‌شود (حبیبی، ۱۳۶۸: ۱۱). میراث رضا خان برای تهران از هم پاشیدگی بافت دیرینه تهران و تغییر هویت آن بوده است. دگرگونی با تصویب قانون بلدیة سال ۱۳۱۱ تهران وارد مرحله‌ای به نام مدرنیسم یا غربگرایی شد. توسعه شعاعی پیوسته و متحدالمرکز رضاخانی با ایجاد خیابان‌های جدید صورت می‌گیرد. شکل‌گیری محلات فقیرنشین و مرفه‌نشین در این دوران کامل می‌شود. بافت محلات قدیم شهری تهران تا عصر پهلوی دوم تابع مسیر قنوات و مسیل‌های تهران بود

و نقش مهم آن در طبقه بندی محله ای و تفکیک اجتماعی محلات، مورد بحث و توجه است (رجبی، ۱۳۸۱: ۸۵-۸۷). مدرنیزاسیون شکل سنتی شهر تهران را از بین برد. شبکه‌های شطرنجی متشکل از بولوارها و خیابان‌های جدید، جانشین طرح متراکم و نامنظم شهر قدیمی شد و دوازده دروازه شهر همگی تخریب شدند (زیاری، ۱۳۸۲: ۱۳۱).



شکل ۳: نقشه خیابان‌های جدید، ۱۳۱۶. مأخذ: اطلس شهر تهران، ۱۳۸۵

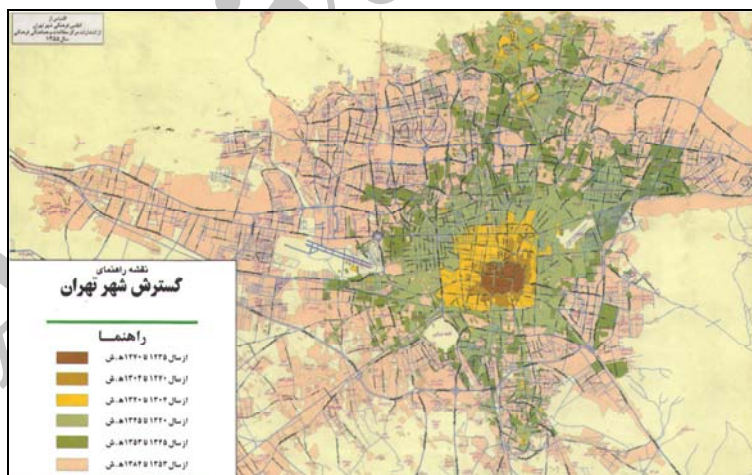
تهران جدید عصر پهلوی دوم: تهران در دو مقطع مختلف شکل گرفت: مقطع اول در سال‌های ۱۳۲۰ تا ۱۳۴۰ بود که حسامیان (۱۳۸۵) این مرحله را شهرنشینی بطیعی نامیده است و مقطع دوم از سال ۱۳۴۰ تا ۱۳۵۷ بود که به شهرنشینی شتابان معروف می‌شود.

در مقطع اول، به علت تأثیرات جنگ جهانی مردم در طلب امنیت و آرامش رو به سوی تهران می‌آوردند و مهاجرت عنان گسسته تهران از این زمان آغاز می‌شود؛ به طوری که رشد بی‌رویه و بی‌ضابطه تهران از این زمان آغاز می‌شود و به پدیده‌ای به نام «نشت شهری» و تکوین کلانشهر تهران و توسعه شعاعی آن منجر می‌شود. با کودتای سال ۱۳۳۲ نفت به محور اصلی تحولات جامعه مبدل گردید و از طرف دیگر، از رونق افتادن کشاورزی باعث افزایش مهاجرت به شهرها بویژه تهران شد. در این سال‌ها تهران بیشتر در جهات شمالی و جنوبی رشد کرد تا جهات شرقی و غربی، در نتیجه توسعه شهر در راستای محورهای ارتباطی صورت گرفت (رجبی، ۱۳۸۱: ۸۷-۸۸). مدرنیسم توسط دانش آموختگان مدارس اروپایی به عنوان الگوی نوین توسعه فضایی، در مجموعه‌های مسکونی تهرانپارس، نازی آباد، یوسف آباد، نارمک و منظریه استفاده شد. همزمان در این دوره با تولد اولین برنامه هفت ساله کشور (۱۳۲۷-۳۴) که بر توسعه برونزا تکیه داشت، پایتخت را به قطب اصلی فعالیت‌های دولت، مؤسسات خصوصی متمرکز بدل نمود. متعاقب این برنامه، لایحه قانونی اراضی در سال ۱۳۳۱، توسعه فضایی تهران را سرعت بخشید (زیاری، ۱۳۸۲: ۱۵۶).

در مقطع دوم، با ایجاد و استقرار صنایع جدید در نزدیک شهرها (آن هم شهرهای بزرگ) از یک طرف و از طرف دیگر، با انجام مانور اصلاحات ارضی، زمینه برای رشد سریع و همه‌جانبه شهرنشینی فراهم شد (مشهدی زاده دهقانی، ۱۳۸۵: ۵۳). توقف و رکود در اجرای قوانین نوسازی و بهسازی شهر در سال‌های ۱۳۲۰ تا ۱۳۴۰، تشدید رشد بی‌رویه تهران و عدم کنترل این رشد، نواحی مسکونی خارج از محدوده را ایجاد می‌نماید. محلات شهری کاملاً بر اساس سلسله مراتب اقتصادی طبقه بندی می‌شوند و دو قطب کاملاً مشخص از نظر بافت اکولوژیک به وجود می‌آیند. پدیده زاغه نشینی و حاشیه نشینی از میراث‌های این دوران است. همچنین، در این دوران رشد آپارتمان‌ها و ساختمان‌های بلند مرتبه در تهران آغاز می‌گردد، خصوصاً در مناطق متوسط نشین و مرفه نشین این رشد نمود بارزی دارد. این مقطع فعالیت‌های ساختمانی در تهران رشد مضاعفی داشته، خصوصاً رشد ساختمان سازی بین سال‌های ۱۳۵۰ تا ۱۳۵۷ بالاترین میزان را تا قبل از انقلاب اسلامی نشان می‌دهد. تهران در این زمان از شمال به دربند، از جنوب به شهر ری، از شرق به سرخ حصار و از غرب به مهرآباد و اراضی کن محدود می‌شود (رجبی، ۱۳۸۱: ۸۹-۹۱). شهرک سازی‌های اطراف

تهران، جهات گسترش فضایی آن را وسیعتر از طرح جامع به پیش برد (زیاری، ۱۳۸۲: ۱۵۸). آهنگ رشد مساحت شهر در سال ۱۳۴۵ که به طور متوسط سالی ۵ کیلومتر مربع بود، آن را به سالی ۲۸ کیلومتر مربع افزایش داد و گسترش شهرک‌ها در خارج از محدوده تا ۳۸۰ کیلومتر، آهنگ رشد را به ۷۰ کیلومتر مربع رساند (محمودیان و همکاران، ۱۳۸۴: ۶۴).

پیروزی انقلاب اسلامی، ۱۳۵۷ تا حال: در سال‌های اولیه پیروزی انقلاب اسلامی، عوامل مهمی همچون عدم نظارت بر ساختمان سازی بی رویه، عدم هماهنگی دواير دولتی و ابهام در قوانین در سال‌های اولیه پیروزی انقلاب (رجبی، ۱۳۸۱: ۹۱)، مراجع تصمیم‌گیری، مهاجرت‌های ناشی از جنگ هشت ساله و گسترش دانشگاه‌ها در توسعه بی رویه شهر تهران مؤثر بود (زیاری، ۱۳۸۲: ۱۵۸). یکی از علل مهم گسترش غیراصولی و خفه‌کننده شهری تهران، که از نظر طبیعی و محیط پیرامونش، رشد خود را کرده است، ایجاد انواع و اقسام شهرک سازی‌هاست که در ظاهر بیشتر از سر خیرخواهی و به نیت خانه دار شدن طبقه کارمند است. هم اکنون تهران دارای بیش از ۴۰۰ شهرک یا محلاتی است که از سوی سازمان‌ها و تعاونی‌های مسکن واگذار شده‌اند (محمودیان و همکاران، ۱۳۸۴: ۶۴).



شکل ۴: نقشه گسترش شهر تهران از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۴. مأخذ: محمودیان و همکاران، ۱۳۸۴،

جدول ۱: تاریخچه رشد مساحت و جمعیت تهران در دوره‌های مختلف تاریخی

جمعیت نفر	مساحت مسکونی		دوره تاریخی آن (ه. ش)	نوع آبادی
	هکتار	کیلومتر مربع		
۶۰۰۰	۱۸	۰.۱۸	۲۰۰	دهکده تهران (خلافت مأمون)
۹۰۰۰	۲۷	۰.۲۷	۶۰۰	قریه بزرگ تهران (خوارزمشاهیان)
۲۵۹۰۰	۷۷	۰.۷۷	۷۱۸	قصبه معتبر تهران
۳۵۵۰۰	۱۰۶	۱.۰۶	۷۸۳	شهر تهران (تیموریان)
۳۶۰۰۰	۴۴۰	۴.۴	۹۳۲	تهران بارودار (شاه طماسب)
۹۳۰۰۰	۴۴۰	۴.۴	۱۱۶۵	دارالخلافه تهران (آغا محمدخان)
۱۴۷۲۵۰	۱۹۰۰	۱۹	۱۲۴۶	دارالخلافه ناصری
۶۹۹۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰	۱۳۲۰	شهر بی حصار
۴۹۳۶۸۵۵	۵۰۰۰۰	۵۰۰	۱۳۵۷	شهر بدون مرز
۸۱۸۰۲۳۵	۶۱۸۰۰	۶۱۸	۱۳۸۷	کلان شهر ملی

مآخذ: محمودیان و همکاران، ۱۳۸۴: ۶۶-۶۷؛ خلیلی عراقی، ۱۳۶۷: ۳۷ و پردازش داده‌های مرکز آمار ایران

توضیحات: اطلاعات جدول فوق بر اساس مآخذ ذکر شده که تنها منبع معتبر در دسترس است، لحاظ شده است.

بنابر جدول ۱، مساحت شهر تهران نسبت به آخر دوره پهلوی ۱/۲ برابر و نسبت به آخر دوره قاجار ۳۲ برابر و نسبت به دوره صفوی ۱۴۰ برابر و نسبت به دوره تیموری ۵۸۳ برابر و نسبت به دوره خوارزمشاهیان ۲۲۸۸ برابر و نسبت به دوره ای که دهکده ای بود، ۳۴۳۳ برابر شده است، در حالی که میزان جمعیت تهران نسبت به آخر دوره پهلوی ۱/۷ برابر و نسبت به آخر دوره قاجار ۵۷ برابر و دوره صفوی ۲۳۳ برابر و نسبت به دوره ای که دهکده ای بود، ۱۴۰۰ برابر شده است. این ارقام نشان دهنده گسترش فیزیکی بسیار شتابان این شهر، حتی سریعتر از رشد جمعیتی آن است.

با استفاده از مدل رشد جمعیت و با احتساب جمعیت در سال مبدأ (۱۱۶۵) و مقصد (۱۳۸۷) میزان رشد سالانه جمعیت محاسبه شده است:

$$P_t = P_0(1+r)^t$$

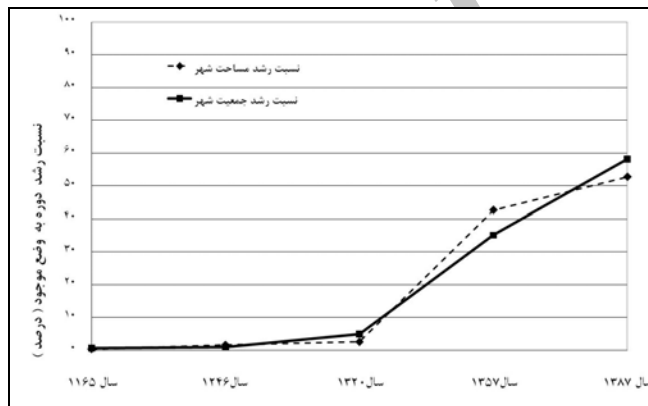
$$۱) r = \sqrt[t]{\frac{P_t}{P_0}} - 1 \times 100 \Rightarrow r = \sqrt[222]{\frac{8180235}{93000}} - 1 \times 100 = 2$$

$$۲) 8180235 = 93000(1+r)^{222} \Rightarrow \frac{8180235}{93000} = (1+r)^{222} \Rightarrow \log\left[\frac{8180235}{93000}\right] = 222 \log(1+r)$$

$$\Rightarrow \log 87.95 = 222 \log(1+r) \Rightarrow \frac{1.94}{222} = \log(1+r) \Rightarrow 0.0087 = \log(1+r) \Rightarrow 10^{0.0087} = 1+r$$

$$1.02 - 1 = r \Rightarrow r = 0.02$$

نتیجه تحلیل رشد نشان می‌دهد؛ جمعیت در شهر تهران با نرخ رشد سالانه ۲۰ در هزار طی ۲۲۲ سال اخیر افزایش یافته است. طی دوره مورد مطالعه میزان جمعیت ۸۸ برابر و میزان افزایش آن ۸۰۸۷۲۳۵ نفر است، این در حالی است که وسعت شهر ۱۴۰ برابر و در این فاصله ۶۱۳۶۰ هکتار به مساحت شهر افزوده شده است؛ یعنی سالانه به طور متوسط ۲۷۶/۴ هکتار از اراضی پیرامونی تحت گسترش فیزیکی شهر بلعیده می‌شود.



شکل ۵: نمودار نسبت رشد جمعیت و نسبت رشد شهر تهران بین سال‌های ۱۹۶۵ تا ۱۳۸۷

۷. تحلیل گسترش فیزیکی شهر با استفاده از مدل هلدرن^۳

یکی از مدل‌های قابل استفاده در تعیین رشد بی‌قواره شهری استفاده از روش هلدرن است. در این روش هلدرن (۱۹۹۱) مدلی برای تعیین نسبت رشد افقی شهر رشد جمعیت به کاربرد. نکته درخور تامل در این روش این است که می‌توان مشخص نمود چه مقدار از

۳ -Holdern Model

رشد شهر ناشی از رشد جمعیت و چه مقدار ناشی از رشد بی قواره شهری بوده است. مراحل معادلات این مدل به شرح زیر است (حکمت نیا و موسوی، ۱۳۸۵: ۱۳۱-۱۳۳):

$$a = \frac{A}{P} \quad (۱)$$

در رابطه (۱) سرانه ناخالص (a) برابر است با حاصل تقسیم مساحت زمین (A) به مقدار جمعیت (P). می توان این رابطه را به صورت زیر تغییر داد:

$$A = P \times a \quad (۲)$$

بر اساس مدل مذکور چنانچه طی دوره زمانی (Δt)، رشد جمعیت (ΔP) در نظر گرفته شود و سرانه زمین با (Δa) تغییر یابد، کل اراضی شهری با (ΔA) افزایش پیدا خواهد کرد، که با جایگزینی در رابطه (۲) داریم:

$$A + \Delta A = (P + \Delta P) \times (a + \Delta a) \quad (۳)$$

با جایگزینی رابطه ۲ و ۳ تقسیم آنها بر (A) می توان تغییرات مساحت محدوده ($\frac{\Delta A}{A}$) تبدیل به شهر شده را طی فاصله زمانی (Δt) به دست آورد.

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta a}{a} + \left(\frac{\Delta P}{P}\right) \times \left(\frac{\Delta a}{a}\right) \quad (۴)$$

در این حالت رابطه (۴) کاملاً کلی است و در فاصله یک سال به یک سال، در صد افزایش (P) و (a) کم است، بنابراین، می توان از دومین عبارت در این رابطه صرف نظر نمود. بدین ترتیب، به پیروی از مدل هلدن رابطه بیان می کند که درصد رشد وسعت یک شهر ($\frac{\Delta A}{A} \times 100$) با حاصل جمع درصد رشد جمعیت ($\frac{\Delta P}{P} \times 100$) درصد رشد سرانه ناخالص ($\frac{\Delta a}{a} \times 100$) برابر است. به عبارت دیگر، رابطه برابر است با:

$$\text{درصد کل رشد سرانه ناخالص} + \text{درصد کل رشد جمعیت شهر} = \text{درصد کل رشد وسعت شهر} \quad (۵)$$

براین اساس، سهم رشد جمعیت از مجموع زمین از طریق معادله زیر محاسبه می گردد:

$$\text{درصد کل رشد جمعیت} \\ \text{درصد کل رشد وسعت زمین} = \text{سهم رشد جمعیت} \quad (۶)$$

سهم سرانه کاربری زمین نیز از طریق معادله زیر قابل محاسبه است:

$$\text{درصد کل رشد سرانه کاربری زمین} = \frac{\text{درصد رشد کل وسعت زمین}}{\text{سهم سرانه کاربری زمین}} \quad (۷)$$

هلدرن براساس مدل رشد جمعیت، یک مدل عمومی رشد برای تکمیل مدل خود به شکل زیر ارائه می‌دهد:

$$P(t) = P_0(1 + g_p)^t \quad (۸)$$

در رابطه ۸، P_t جمعیت در زمان t ، P_0 جمعیت اولیه، g_p میزان رشد جمعیت طی فاصله زمانی است. برای حل می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$\text{Ln}(1 + g_p) = \left(\frac{1}{t}\right) \text{Ln}\left(\frac{P(t)}{P_0}\right) \quad (۹)$$

از آنجایی که $\text{Ln}(1 + X)$ برای مقادیر کمتر از X تقریباً برابر X است، معادله ۹ را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$g_p = \left(\frac{1}{t}\right) \text{Ln}\left(\frac{P_t}{P_0}\right) \quad (۱۰)$$

چنین شکل تعیین نرخ رشد را می‌توان برای وسعت زمین (A) و سرانه کاربری زمین (a) نیز نوشت:

$$g_A = \left(\frac{1}{t}\right) \text{Ln}\left(\frac{A_t}{A_0}\right) \quad (۱۱)$$

$$g_a = \left(\frac{1}{t}\right) \text{Ln}\left(\frac{a_t}{a_0}\right) \quad (۱۲)$$

بنابراین، براساس سه معادله نرخ رشد می‌توان معادله هلدرن را به شکل زیر بیان نمود:

$$g_p + g_a = g_A \quad (۱۳)$$

با جایگزینی فرمول (رابطه ۱۰ الی ۱۲) برای میزان رشد و نسبت مقادیر پایان دوره و آغاز دوره متغیرهای a, A, P طی فاصله زمانی در رابطه ۱۳ داریم:

$$\text{Ln}\left(\frac{P_1}{P_0}\right) + \text{Ln}\left(\frac{a_1}{a_0}\right) = \text{Ln}\left(\frac{A_1}{A_0}\right) \quad (۱۴)$$

به عبارت دیگر، نسبت لگاریتم طبیعی جمعیت پایان دوره به آغاز دوره با نسبت لگاریتم طبیعی وسعت شهر در پایان دوره به آغاز دوره برابر خواهد بود.

تحلیل تأثیر گسترش فضایی شهر تهران در افزایش آسیب پذیری ناشی از زلزله ... / ۱۸۳

در مورد شهر تهران از سال ۱۱۶۵ تا ۱۳۸۷ میزان جمعیت و وسعت شهر (هکتار) بنابر جدول ۱ تغییر نموده است.

رابطه ۱۴ در رابطه با شهر اصفهان به شرح زیر جایگزین می گردد:

$$\ln\left(\frac{8180235}{93000}\right) + \ln\left(\frac{0.0073}{0.0047}\right) = \ln\left(\frac{61800}{440}\right)$$

بنابراین، خواهیم داشت:

$$\ln(87.959) + \ln(1.553) = \ln(140.454)$$

$$4.476 + 0.44 = 4.944$$

سپس با استفاده از رابطه های ۶ و ۷ سهم های درصد توزیع رشد جمعیت و درصد توزیع رشد سرانه ناخالص زمین شهری با تقسیم هر طرف رابطه به دست می آید:

$$\frac{4.476}{4.944} + \frac{0.44}{4.944} = \frac{4.944}{4.944}$$

نتیجه خواهد بود:

$$0.91 + 0.9 = 1$$

رشد فیزیکی در شهر تهران از سال ۱۱۶۵ تا ۱۳۸۷، ۹۱ درصد ناشی از رشد جمعیت بوده است و ۹ درصد رشد شهر مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است که نتیجه آن افزایش تراکم ناخالص جمعیت و کاهش سرانه ناخالص زمین شهری بوده است.

۸. توسعه شهری و آسیب پذیری ناشی از زلزله

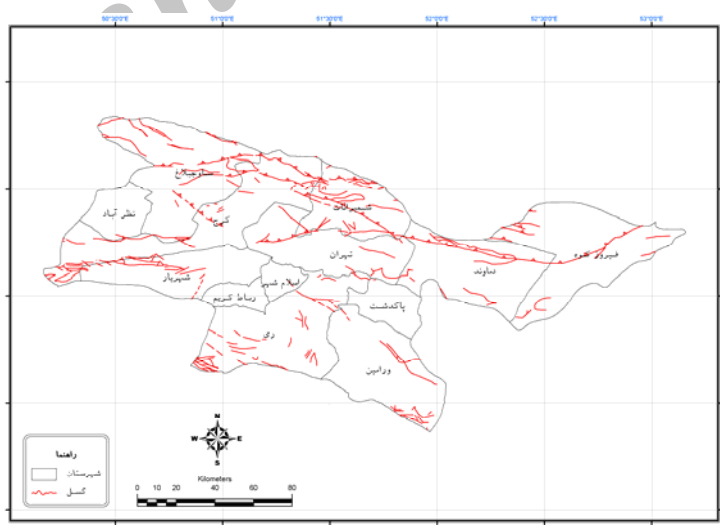
شناخت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه از لحاظ ویژگی های طبیعی و انسانی آن به عنوان اولین گام در تحلیل ها به شمار می آید. بر این اساس، ابتدا به بررسی وضعیت لرزه خیزی منطقه پرداخته می شود.

۸-۱- تحلیل وضعیت لرزه خیزی تهران

ناحیه البرز منطقه ای با گسل های فعال متراکم است که مهمترین آنها در لبه جنوبی البرز که فعال بودنشان ثبت شده اند، عبارتند از: گسل شمال تهران، گسل مشا، گسل شمال قزوین و گسل دامغان (Hessami jamali, ۲۰۰۶:۴). ناحیه تهران که در کوهپایه جنوبی کوه های البرز

مرکزی قرار گرفته است، شمالی ترین فرونشست ایران مرکزی به حساب می آید. به طور طبیعی، دشت تهران در بین کوه‌های البرز در شمال و کوه‌های سه پایه و بی بی شهربانو در شرق و جنوب شرقی تهران محصور است. کوه‌های البرز شمال تهران متشکل از یک سری چین‌ها و راندگی‌های خاوری-باختری است که از محور مرکزی البرز کوه بر روی هم و به سمت خارج رانده شده‌اند. دشت تهران، دشتی است با شیب از شمال به جنوب که به وسیله بلندی‌ها و فرونشست‌های خاوری-باختری به بخش‌های گوناگون تقسیم می‌شود. گسل‌های اصلی تهران عبارتند از:

گسل مشا - فشم، گسل شمال تهران، گسل نیاوران، گسل تلو پایین، گسل محمودیه، گسل شیان و کوثر، گسل شمال ری، گسل جنوب ری، گسل کهریزک، گسل گرمسار، گسل پیشوا، گسل پارچین. البته، گسل‌های فرعی زیادی در سطح شهر تهران موجود است، مانند نارمک، شادآباد، داوودیه، عباس آباد، باغ فیض و ... (پایگاه مهندسی زلزله و عمران). گسل شمال تهران نزدیکترین گسل لرزه‌زا به تهران است (کره‌ای کیانی، ۱۳۸۳: ۴۰). در تقسیم بندی گسل‌های اصلی و مؤثر بر گستره تهران که فعالیت هر یک از آنها تهدیدی جدی برای تهران به حساب می‌آید، تعداد ۱۵ گسل با درازای بیش از ۱۰ کیلومتر و ۸ گسل با درازای تقریبی ۲ تا ۱۰ کیلومتر و تعداد زیادی گسل‌های فرعی و کوتاه تر از ۲ کیلومتر شناسایی شده‌اند.



شکل ۶: نقشه گسل‌های استان تهران. مأخذ داده‌ها: پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور

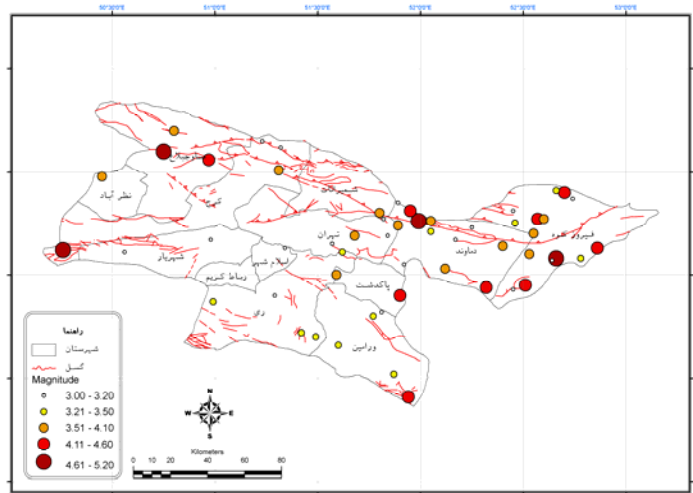
شهر تهران به عنوان مهمترین مرکز اجتماعی، سیاسی و اقتصادی کشور پتانسیل لرزه‌ای خیلی زیادی دارد. نگاهی به تاریخچه زمین لرزه‌های ایران نشان می‌دهد که تهران با نام قدیم ری، چندین بار در زمین لرزه‌های بزرگ و تاریخی (امینی، ۱۳۸۵: ۱۲)، مانند زلزله ۷/۱ ریشتری سال ۱۳۸۰ دماوند، ۷/۲ ریشتری سال ۱۷۱۱ میلادی در کرج، ۷/۷ ریشتری طالقان در سال ۹۵۸ میلادی، ۷/۱ ریشتری ری در سال ۸۵۵ میلادی و بسیاری دیگر زلزله‌های بالای ۷ ریشتر در تاریخ شهر تهران ثبت شده است. دوره بازگشت زلزله‌های تهران در حدود ۱۵۰ الی ۲۰۰ سال است (پایگاه مهندسی زلزله و عمران) داده‌های موجود نشان می‌دهد، از سال ۱۲۰۹ شمسی تاکنون زلزله مخربی این شهر را تحت تأثیر قرار نداده و به این دلیل، زلزله شناسان وقوع زلزله‌ای ویرانگر را در آینده برای تهران پیش بینی می‌کنند. بنابراین، با توجه به تاریخچه زمین لرزه‌های بزرگ، ۲۰ زمین لرزه با بزرگای بیش از ۶/۵ ریشتر در ۲۰۰۰ سال گذشته و نیز وجود گسل‌های بزرگ در این پهنه، احتمال رویداد زمین لرزه‌ای با بزرگای بزرگتر با مساوی ۷ ریشتر زیاد است (کره ای کیانی، ۱۳۸۳: ۳۷ و ۴). مطالعات انجام شده در رابطه با خطرهای ژئوتکنیک لرزه‌ای در تهران نشان می‌دهد که در صورت وقوع زمین لرزه در این شهر، امکان تشدید جنبش زمین ناشی از اثرهای ساختگاه وجود دارد و مخاطراتی از قبیل روانگرایی و زمین لغزش نیز بر اثر زمین لرزه‌های قوی دور از انتظار نیست (امینی، ۱۳۸۵: ۱۴). گسل‌هایی که در اطراف شهر تهران وجود دارند، دارای توان لرزه‌ای نهفته‌ای و لرزه‌زا هستند (ساعدی بناب، ۱۳۷۸: ۱۳۰).

جدول ۲: زلزله‌های تاریخی در ناحیه تهران

سال (میلادی)	شهرستان (بخش)	گسل	بزرگی
۳۰۰ ق.م	ری	پارچین، ری	۷.۶
۷۴۳	دروازه خزر	گرمسار	۷.۲
۸۵۵	ری	کهریزک	۷.۱
۹۵۸	طالقان	مشا	۷.۷
۱۱۱۷	دماوند	مشا	۶.۵
۱۸۱۵	دماوند	مشا	-
۱۸۳۰	دماوند	مشا	۷.۱

Source: Nateghi-A, ۲۰۰۱, ۹۷

مطالعات انجام شده به منظور شناخت وضعیت تشدید جنبش زمین نشان می‌دهند که وجود لایه آبرفتی در بسیاری از مناطق تهران، بویژه جنوب شهر می‌تواند باعث تشدید حرکت قوی در سطح زمین و در نتیجه افزایش صدمات ناشی از زلزله گردد.



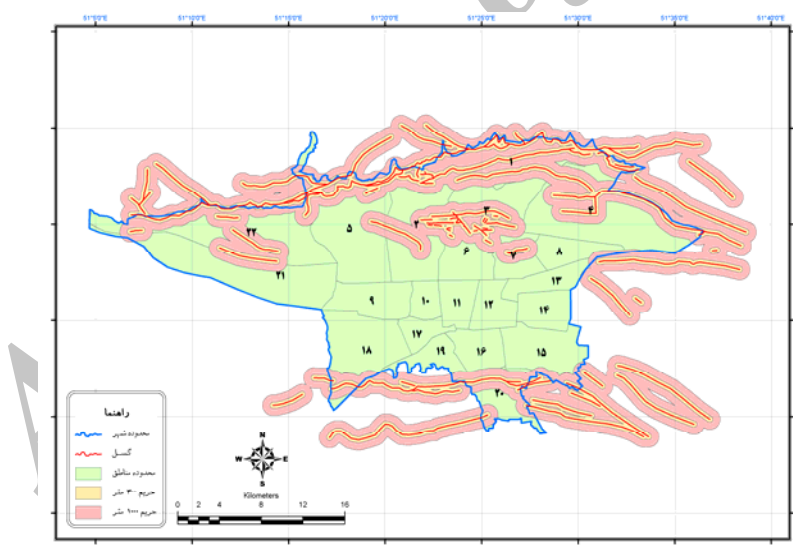
شکل ۷: نقشه زلزله‌های ثبت شده استان تهران از سال ۱۹۳۰ تا ۲۰۰۹ میلادی. مأخذ داده‌ها: پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، ترسیم: نگارندگان

۸-۲- تحلیل گسترش شهر و آسیب پذیری زلزله

آنچه امروزه تهران نامیده می‌شود، حاصل فرآیند تاریخی حداقل ۲۰۰ ساله است که مخصوصاً در ۱۰۰ سال اخیر رشدی غیر قابل مقایسه با سایر نقاط کشور را تجربه کرده، که به عدم تعادل و کارآمدی شهر انجامیده است. این کلانشهر با مشکلات عدیده‌ای روبه روست که علل این مشکلات، خود معلول یک علت اصلی‌تر؛ یعنی رشد روز افزون جمعیت آن هم بیش از حد ظرفیت این کلانشهر هستند (غفاری کول‌آبادی، ۱۳۸۵: ۲). موضوع گسترش شهر بدون توجه به خطرهای زلزله جنبه‌های گوناگون دارد. این امر اولاً باعث شده است بسیاری از ساختمان‌ها و تأسیسات فعلی شهر در محدوده گسل‌های بزرگ و کوچک قرار گیرند که در صورت رسیدگی گسیختگی آبرفت به سطح زمین، مشکلات بسیار جدی برای سازه‌ها و تأسیسات به وجود می‌آورد؛ ثانیاً چون توسعه شهر بدون توجه

به نقشه ریزپهنه بندی خطرهای زلزله صورت گرفته و با توجه به اینکه بیشینه شتاب در برخی بخش‌های شهر بیشتر بوده، دوره زمانی غالب خاک نیز در بخش‌های گوناگون متفاوت است، می‌توان احتمال داد که بافت ساختمان‌ها و تراکم آنها متناسب با سطح شتاب و دوره زمانی غالب خاک نباشد که این موضوع خود به خود باعث افزایش آسیب پذیری آنها می‌گردد (حسینی، ۱۳۸۵: ۳۴-۳۵).

رشد ناهماهنگ و غیر اصولی شهر تهران، بویژه در چند دهه اخیر، ساخت و ساز در حریم گسل‌ها و مناطق مستعد ناپایداری زمین شناختی، طراحی و اجرای ساختمان‌ها تأسیسات حیاتی نامناسب با شدت لرزه خیزی در تهران، نبود توانمندی‌های عملیاتی کافی برای مدیریت بحران در مرحله پاسخ و مقابله با تبعات وقوع زلزله، وجود بافت‌های آسیب پذیر و فرسوده متعدد و پراکنده در سطح شهر و بسیاری موارد دیگر نشان می‌دهند که در صورت وقوع زلزله‌ای شدید در تهران تلفات و صدمات جبران ناپذیری به این شهر و به کل کشور وارد خواهد گردید.



شکل ۸: حریم حداقل (۳۰۰ متر) و حریم حداکثر (۱۰۰۰ متر) گسل‌های شهر تهران. مأخذ:

پژوهشگران

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد در صورت وقوع زلزله در تهران از ۱۱۰۰۰۰۰ ساختمان حدود ۶۴۰۰۰۰ بنا کاملاً تخریب شده یا بشدت آسیب می‌بینند. در حالی که و ۱۴۵۰۰۰۰ نفر کشته و در حدود ۴۳۳۰۰۰۰ نفر هم مجروح می‌شوند (Nateghi-، ۲۰۰۱: ۱۰۰). روند رو به رشد و فزاینده شهرنشینی و جمعیت شهری به عنوان عاملی برای خسارت زیاد به هنگام بروز بلایای طبیعی است. گسترش شبکه‌های ارتباطی و زیرساخت‌های شهری از یک طرف و عدم رعایت ابتدایی ترین اصول ایمنی در ساخت و سازهای شهری و بدون برنامه بودن رشد و توسعه شهر از سوی دیگر زمینه ایجاد خسارات زمان وقع زلزله را فراهم می‌سازد (زنگی آبادی و تبریزی، ۱۳۸۵: ۱۲۸).

۹. نتیجه گیری

با توجه به سوابق زلزله‌های تاریخی، پیشینه لرزه خیزی و گسل‌های متعدد، شهر تهران از شهرهای با لرزه خیزی بالاست. در این پژوهش، به منظور تعیین گسترش فیزیکی شهر، وضعیت گسترش فیزیکی شهر از سال ۱۱۶۵ تا ۱۳۸۷ بررسی شده است. بر این اساس، وسعت شهر تهران به ترتیب نسبت به آخر دوره پهلوی، آخر دوره قاجار، دوره صفوی و دوره‌ای که دهکده‌ای بود، به ترتیب ۱/۲، ۳۲، ۱۴۰ و ۳۴۳۳ برابر و جمعیت آن ۱/۷، ۵۷، ۲۳۳ و ۱۴۰۰ برابر شده است. نتایج نشان می‌دهد؛ گسترش فیزیکی شهر تهران از سال ۱۱۶۵ تا ۱۳۸۷، ۹۱ درصد ناشی از رشد جمعیت بوده است و ۹ درصد رشد شهر مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است که نتیجه آن، افزایش تراکم ناخالص جمعیت و کاهش سرانه ناخالص زمین شهری بوده است و مهمترین عاملی که در این مقاله به عنوان عامل افزایش آسیب پذیری لرزه ای شهر تهران شناخته شده است، گسترش افقی شهر بدون در نظر گرفتن حریم امن گسل‌هاست. رشد ناهم‌بند و غیر اصولی شهر تهران، بویژه در چند دهه اخیر، ساخت و ساز در حریم گسل‌ها و مناطق مستعد ناپایداری زمین شناختی، نبود توانمندی‌های عملیاتی کافی برای مدیریت بحران، وجود بافت‌های آسیب پذیر و بسیاری موارد دیگر نشان

تحلیل تأثیر گسترش فضایی شهر تهران در افزایش آسیب پذیری ناشی از زلزله ... / ۱۸۹

می دهند که در صورت وقوع زلزله‌ای شدید در تهران، تلفات و صدمات جبران ناپذیری به این شهر و به کل کشور وارد خواهد گردید.

منابع:

- ۱- ابراهیمی، محسن. (۱۳۷۱). «محاسبه و تعدیل آسیب پذیری تهران و نحوه برخورد با عوارض آن»، اولین کنفرانس بین المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری، تهران.
- ۲- اخلاقی، حسین. (۱۳۸۴). «احتمال وقوع زلزله بر حسب بزرگا در تهران»، مرکز عمران ایران.
- ۳- امینی حسینی، کامبد و محمد کاظم جعفری. (۱۳۸۵). «بررسی وضعیت خطرپذیری لرزه ای شهر تهران»، پژوهشنامه زلزله شناسی و مهندسی زلزله، سال نهم، شماره اول، انتشارات پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
- ۴- بربریان، مانوئل و همکاران. (۱۳۶۴). «گزارش بررسی نو زمین ساخت، لرزه زمین ساخت و خطر زمین لرزه - گسلش در ناحیه تهران بزرگ»، گزارش شماره ۵۶، تهران.
- ۵- جعفری، محمد کاظم. (۱۳۸۰). «مطالعات ریز پهنه بندی لرزه ای شمال تهران از دیدگاه اثرات ساختگاه»، طرح ملی تحقیقات، انتشارات پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران.
- ۶- حبیبی، محسن. (۱۳۶۸). «دولت و توسعه تهران ۱۳۲۰-۱۳۰۴»، مجله محیط شناسی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۷- حبیبی، محسن. (۱۳۷۸). «از شار تا شهر». تهران: انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم.
- ۸- حسینی، سید بهشید. (۱۳۸۱). «ساماندهی ارکان مدیریت بحران در زلزله تهران»، مجموعه مقالات اولین سمینار ساخت و ساز در پایتخت، تهران: دانشگاه تهران.
- ۹- حسینی، محمود. (۱۳۸۵). «مشکلات تهران در مقابله با زلزله از دیدگاه برنامه ریزی و طراحی شهری و راهکارهایی برای حل آن»، پژوهشنامه زلزله شناسی و مهندسی زلزله، سال نهم، شماره چهارم، انتشارات پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
- ۱۰- حکمت نیا، حسن و میرنجف موسوی. (۱۳۸۵). کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه ریزی شهری و ناحیه ای، یزد: انتشارات علم نوین.
- ۱۱- خلیلی عراقی، منصور. (۱۳۶۷). شناخت عوامل مؤثر در گسترش بی رویه شهر تهران، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۲- داود پور، زهره و داریوش اردلان. (۱۳۸۷). «بررسی تطبیقی عوامل مؤثر بر گسترش شهرهای بزرگ و میانی (۱۰ شهر ایران - دوره معاصر)»؛ دو فصلنامه هویت شهر، ش ۳.
- ۱۳- رجبی، آرزیتا. (۱۳۸۱). «روند شکل گیری و توسعه فضایی شهر تهران»، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۳۴، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۴- زبردست، اسفندیار و عسل محمدی. (۱۳۸۴). «مکان یابی مراکز امداد رسانی (در شرایط وقوع زلزله) با استفاده از GIS و روش ارزیابی چند معیاری AHP»، نشریه هنرهای زیبا، ش ۲۱، انتشارات دانشگاه تهران.

- ۱۵- زنگی آبادی، علی و نازنین تبریزی. (۱۳۸۵). «زلزله تهران و ارزیابی فضایی آسیب پذیری مناطق شهری». پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۵۶، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۶- زیاری، کرامت اله. (۱۳۸۲). «تحولات اجتماعی- فرهنگی ناشی از انقلاب صنعتی در توسعه فضایی تهران»، مجله جغرافیا و توسعه، دوره ۱، انتشارات دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۱۷- زیاری، کرامت اله و علی یوسفی. (۱۳۸۲). «توسعه کالبدی تهران در فرایند مدرنیسم، پست مدرنیسم و جهانی شدن»، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۷، ش ۲، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۸- ساعدی بناب، جواد. (۱۳۷۸). «شناخت زلزله و پیش بینی زلزله تهران»، تهران: انتشارات دانش و فن.
- ۱۹- غفاری، امیرمحمد و فریدون کول آبادی. (۱۳۸۵). «تهران کلانشهر بدون آرمان»، مجموعه مقالات دومین سمینار ساخت و ساز در پایتخت، دانشگاه تهران.
- ۲۰- غفوری آشتیانی، محسن. (۱۳۸۰). «کاهش خطرپذیری لرزه ای شهر تهران»، مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران.
- ۲۱- کره ای، محمدتقی و کیانی، طیبه. (۱۳۸۳). «لرزه خیزی فلات ایران با نگرشی ویژه بر گستره تهران»، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور، تهران.
- ۲۲- محمودیان، علی اکبر و همکاران. (۱۳۸۴). «نگاهی به تهران از آغاز تا کنون»، تهران: انتشارات گیتاشناسی.
- ۲۳- مرکز آمار ایران، نتایج سرشماری دوره‌های مختلف (۱۳۸۵-۱۳۳۵).
- ۲۴- مشهدی زاده دهاقانی، ناصر. (۱۳۸۵). «تحلیلی از ویژگی‌های برنامه ریزی شهری در ایران»، تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، چاپ ششم.
- ۲۵- نجمی، ناصر. (۱۳۷۰). «طهران عهد ناصری»، تهران: انتشارات عطار، چاپ سوم.
- ۲۶- نظریان، علی اصغر. (۱۳۸۸). «پویایی نظام شهری ایران»، تهران: انتشارات میتکران.
- ۲۷- هادیلی، بهمن و جمال مهرزاد. (۱۳۸۶). «بررسی رشد شتابان، تحول سازمان و ترکیب بافت شهری در مادر شهرهای ایران (نمونه موردی مادر شهر تبریز)»، فصلنامه فضای جغرافیایی، سال هفتم، ش ۱۸.
- ۲۸- Abbasi, M.A ; Farbod, Y (۲۰۰۹). "Faulting and folding in quaternary deposits of Tehran's piedmont (Iran)", Journal of Asian Earth Sciences, No.۳۴, p.۵۲۲-۵۳۱.
- ۲۹- Black, D. and Henderson Vernon (۱۹۹۹). "A theory of urban growth", Journal of political economy, Vol.۱۰۷, No.۲, pp. ۲۵۲-۲۸۴.
- ۳۰- Cohen, B. (۲۰۰۴). "Urban growth in developing countries: a review of current trends and a caution regarding existing forecasts", World development, Vol.۳۲, No. ۱, p. ۲۳-۵۱.
- ۳۱- Ghafory-Ashtiany, M., Hosseini, M., Jafari, M. K., Eshghi, S., Qureishi, M., haditalab, J. (۱۹۹۲). "Tehran vulnerability analysis. Proc. of the ۱۰ WCEE.
- ۳۲- Hessami, k ; Jamali, F (۲۰۰۶). "Explanatory Notes to the Map of Major Active Faults of Iran", JSEE, Vol.۸, No.۱.

تحلیل تأثیر گسترش فضایی شهر تهران در افزایش آسیب پذیری ناشی از زلزله ... / ۱۹۱

۳۳- Khatam, Azam (۲۰۰۶). "The Destruction of Bam and its Reconstruction Following the Earthquake of December ۲۰۰۳", Cities, Vol.۲۳, No.۶, p. ۴۶۲- ۴۶۴.

۳۴- Madanipour, Ali (۲۰۰۶). "Urban planning and development in Tehran", Cities, Vol.۲۳, No.۶, p. ۴۳۳- ۴۳۸.

۳۵- Nateghi-A, Fariborz (۲۰۰۱). "Earthquake Scenario for the Mega-city of Tehran, Disaster Prevention and Management", Vol.۱۰, No.۲, MCB University Press, p. ۹۵-۱۰۰.

۳۶- [http:// www.iiees.ac.ir](http://www.iiees.ac.ir)

پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

۳۷- [http:// www.ngdir.ir](http://www.ngdir.ir)

پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور

۳۸- [http:// www.vojoudi.com/earthquake](http://www.vojoudi.com/earthquake)

پایگاه مهندسی زلزله و عمران

Archive of SID