

# گسل‌های تهران مدیریت بحران و ریسک زلزله در تهران

دکتر مهدی زارع

(استاد پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله و عضو وابسته فرهنگستان علوم)

زمان:

10 خردادماه 1395



## گسل‌های تهران

از نظر موقعیت، نمی‌توان کلانشهر تهران را از محل گسل‌های لرزه‌زا دور کرد. از گسله شمال تهران با طول تقریبی 100 کیلومتر، گسلی فعال است که متوسط دوره بازگشت زلزله‌های روی این گسل حدود سه هزار و 500 سال است. چنانچه نابودی تمدن قیطریه در هزار تا هزار و 200 سال قبل از میلاد (بر اساس حفاری‌های باستان‌شناختی دهه 40 در محدوده پارک قیطریه) به رخداد زمین لرزه مربوط باشد. به باور نگارنده چه‌بسا بتوان رخداد زلزله مزبور را در اثر فعال شدن گسل شمال تهران در سه هزار و 200 سال قبل دانست. گسله مشاء با طولی بیش از 180 کیلومتر از ناحیه شمال شرقی تهران و شمال کوه‌های توچال می‌گذرد و در غرب به گسل طالقان می‌پیوندد. پهنه گسل ایوانکی / گسل ری در جنوب، جنوب شرق شهر تهران واقع شده است. گسل پیشوا در کنار شهر پیشوا و ورامین قرار گرفته است. این شهر و کل محدوده ورامین و ری در زلزله سال 785 هـ ق - 1384 میلادی - در زمان خلافت واثق دوم عباسی و همزمان با حمله تیمور لنگ، در اثر فعال شدن گسل پیشوا، ویران شد. مطالعات دیرینه لرزه‌شناسی نشان می‌دهد که در هفت هزار سال گذشته حداقل دو بار گسل شمال تهران زمین لرزه‌هایی با بزرگای حدود 7 داشته است. در شعاع 100 کیلومتری مرکز تهران نیز در 2300 سال گذشته در حدود هر 200 سال یک زمین لرزه با بزرگای حدود 7 رخ داده است (با در نظر گرفتن اینکه گسل‌های فعال مختلفی غیر از گسل شمال تهران نیز در اطراف تهران وجود دارد).

در گستره یاد شده در هر دو بیست سال در گستره یکصد کیلومتری پیرامون تهران انتظار رخداد زمین لرزه‌ای با بزرگای حدود 7 وجود دارد. در این گستره حدود 185 سال است که زمین لرزه مهمی رخ نداده است (آخرین رخداد مهم مربوط به زلزله 1830 دماوند شمیرانات است).

محدوده جمعیتی کلان شهر تهران عملاً از هشتگرد در استان البرز در غرب آغاز شده و تا کرج و تهران ادامه می‌یابد و در نهایت در محدوده شهرهای پردیس و بومهن در استان تهران به پایان می‌رسد. این پهنه کلانشهری که شامل چندین شهر و شهرک در دو استان تهران و البرز است جمعیتی بالغ بر حدود 17

میلیون نفر را در خود جای داده است. متاسفانه گسل‌های فعال نیز مانند گل شمال تهران و گسل‌های کهریزک و ری و اشتهارد و گسل‌های قعال ولی کوچکتی مانند گسل ترشت و چیتگر و ... همگی در همین پهنه بزرگ شهری جای گرفته‌اند. با در نظر گرفتن آسیب پذیری بالا و معرضیت جمعیتی بالا (به نحوی که حدود 4 میلیون نفر در حریم یا نزدیک گسل‌های فعال در این محدوده زندگی می‌کنند) ریسک زلزله ناشی از جنبایی هریک از گسل‌های فعال در کل محدوده بسیار بالا خواهد بود.

بررسی‌های نگارنده نشان می‌دهد که جمعیت ساکن در محدوده گسل‌های فعال در پهنه شهری تهران در سال 1395 حدود 2.2 میلیون نفر در شمال تهران قابل برآورد است. این جمعیت در حدود 20 سال قبل حدود 1.5 میلیون نفر (از کل جمعیت حدود 6 و نیم میلیون نفر تهران) و حدود 70 سال قبل چیزی حدود 120 هزار نفر (از جمعیت حدود 500 هزار نفر) از جمعیت تهران را شامل می‌شده است.

نقشه گسل‌های پهنه تهران از سال‌های دهه 1350 شمسی توسط محققان سازمان زمین شناسی کشور از طریق برداشت‌های سطحی مطالعه و تهیه شده است. گزارش شماره 56 سازمان زمین شناسی کشور نتایج این بررسی‌ها را تا آن زمان به نمایش می‌گذارد. بررسی‌های نقشه‌های ژئوفیزیکی و مطالعه خطواره‌های مغناطیسی و روندهای لرزه‌خیزی نمایانگر وجود گسل‌های پنهان در گستره شهر تهران، منطقه بین تهران- کرج و در گستره کل استان تهران است. این گسل‌ها می‌تواند به عنوان گسل‌های لرزه زا موجب رخداد زلزله‌های مخرب نظیر زلزله 10 شهریور 1341 بوئین زهرا شود. این گسل‌های فعال در نقشه‌های مغناطیسی، سنجی، برداشت‌های ژئودزی و همچنین مطالعه داده‌های زلزله شناسی شبکه‌های لرزه نگاری محلی، در پیرامون و داخل گستره‌های ساخت و ساز شده کنونی وجود داشته و موجب لرزه‌زائی به صورت رخداد زلزله‌های کوچک نیز بوده‌اند. بخشی از این گسل‌ها در ادامه گسل‌های موجود شناخته شده و دارای رخنمون سطحی هستند که در زیر آبرفت‌های عهد حاضر پنهان شده‌اند. شناخت آنها به شناسائی دقیق توان لرزه زائی پهنه تهران کمک فراوان می‌کند.

## لرزه خیزی تهران

وقوع زمین لرزه‌ها مخرب تاریخی در محدوده تهران و ری، وقوع و ثبت رخداد خرد زمین لرزه‌ها در سال‌های اخیر و تعیین سن انجام شده در محل ترانشه‌های حفر شده روی گسل‌های فعال (که نمایانگر 7 زلزله با بزرگای بین 6.5 تا 7.5 روی گسل شمال تهران است که دو تای آنها در 7000 سال آخر رخ داده‌اند) و همچنین ویرانی تمدن قبطیه (بر پایه یافته‌های باستانشناسی زنده یاد دکتر عتالله نگهبان در دهه 40 شمسی) در بازه حدود 3200 سال قبل (که احتمالاً در رخداد زمین لرزه رخ داده است)، همگی نمایانگر فعال بودن پهنه تهران از دیدگاه زمین لرزه و احتمال بالای رخداد یک زمین لرزه مهم بعدی در آن است.

زمین لرزه‌های مخرب تاریخی در ناحیه شهر ری در زمان 4 سده پیش از میلاد مسیح و همچنین زلزله‌های تاریخی 743، 855، 958 شهری ری و از سوی دیگر رخداد زلزله‌های مهم 1177 و 1962 میلادی بوئین زهرا در جنوب دشت قزوین در غرب تهران که برآورد می‌شود همگی بزرگایی بیش از 7 داشته‌اند، نمایانگر رخداد زلزله‌های مخرب در ناحیه شهری یا در نزدیکی گستره شهر تهران است. این در حالی است که گسل شمال تهران با جابه جا کردن نهشته‌های کواترن در ناحیه شمالی تهران همراه بوده است و آخرین بررسی‌های دیرینه لرزه شناسی گویای لرزه زا بودن آن حتی در مدت زمان عهد حاضر - هولوسن - بوده است.

سال تاسیس  
۱۳۸۳

## پیش‌بینی زلزله: آیا ممکن است؟

پیش‌بینی نتیجه کار علمی است و هر پدیده طبیعی بر اساس روش علمی قابل پیش‌بینی است. بنابراین پیش‌بینی زلزله (معرفی زمان، مکان و اندازه رخداد مهم بعدی) نیز علی‌الاصول ممن است ولی اکنون پیش‌بینی زمان، و اندازه رخداد مهم بعدی به صورت قطعی یا با دقت بالا (عدم قطعیت کم) هنوز ممکن نشده است. یکی از قدیمی‌ترین فعالیت‌های انسان در تمدن‌های باستانی (مانند چین) پیش‌بینی زلزله بوده است. در چین باستان برای هر مساله طبیعی به دنبال راه حل بوده‌اند و برای زلزله نیز به پیش‌بینی زلزله و اطلاع از وقوع زلزله قبل از وقوع آن به عنوان راه حل نگاه می‌کردند. امروزه اما، پیش‌بینی زلزله با ماموریت خاصی به ویژه در 40 سال اخیر در دنیا دنبال می‌شود. در ایران نیز هماهنگ با این نگاه بین‌المللی به پیش‌بینی زلزله پرداخته می‌شود. از آنجا که داده‌های لرزه‌ای با حجم و کیفیت خوبی برای بسیاری از نواحی در دسترس است می‌توانیم پیش‌نشانگرهای لرزه‌ای را مطالعه کنیم، مانند: تغییر احتمالات رخداد زمین لرزه، نودهای لرزه‌ای در گره‌های لرزه خیز، الگوهای لرزه‌ای اخطار دهنده و بی‌هنگار، رخداد پیش لرزه‌ها، تغییر نرخ لرزه خیزی، تغییرات نسبت سرعت امواج لرزه‌ای، تغییرات ناهمسانگردی سرعت امواج لرزه‌ای، مهاجرت که لرزه‌ها، انتقال تنش‌های لرزه‌ای، ناهنجاری دنباله‌های موج برشی، طیف افت تنش زمین

لرزه‌های کوچک. همچنین از روشهای آماری پیشرفته در جهت مطالعه توزیع زلزله‌ها و نرخ لرزه‌خیزی مناطق ایران و از اطلاعات تنوع زیستی انجام شده در ایران استفاده می‌شود.

## مدیریت بحران

اول باید یاد آوری کرد که رویداد فرآیند مدیریت بحران عمدتاً یک فعالیت پیشگیرانه است. بدان معنی که به صورت پیش فعال باید با در نظر گرفتن توان لرزه‌زایی و خطر و ریسک قابل انتظار سه چهارم فعالیت‌ها و بودجه‌ها را باید صرف پیشگیری (آمادگی، مقاوم سازی، آموزش، وضع و اعمال قوانین، اصلاح و بهسازی زیر ساختهای مهم) نمود. البته هر گاه زمین لرزه رخ دهد «پاسخ علمی» (و نه واکنش احساسی و یا مقابله صرفاً اجرایی و عملیاتی فیزیکی با تبعات بحران) لازم است اجرا شود. پدیده‌های های گوناگونی از ایجاد هراس و نگرانی (مانند آنچه در در هنگام زمین لرزه 16 فروردین 1396 در فریمان و مشهد رخ داد)، تا ویرانی کامل زیرساختهای شهر (مانند چیزی که در 5 دیماه 82 در بم رخ داد، و البته فروریخت ساختمان پلاسکو نمادی موردی از ویرانی در پایتخت بود) قابل انتظار است. البته اگر زمین لرزه در پایتخت رخ دهد می‌تواند اساس حکمرانی و اراده امور را متلاشی کند (مانند چیزی که در 22 دیماه 1388 در پایتخت کشور هائیتی در پی یک زمین لرزه با بزرگای 7.1 در نزدیکی پایتخت - پرت او پرنس- رخ داد.

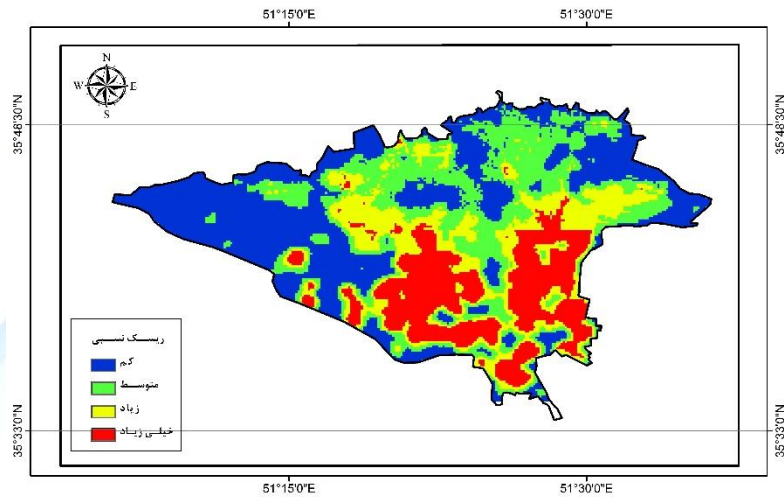
دولت‌ها در حدود 25 سال اخیر به ویژه پس از زمین لرزه 31 خرداد 69 منجیل، فعالیت‌های عمدتاً در جهت کنترل تبعات زمین لرزه‌ها و در جهت بازسازی بعد از رویداد انجام داده‌اند ولی هم این نوع فعالیت‌ها و هم فعالیت‌های پیشگیرانه همگی ناقص و البته محدود بوده‌اند. ایجد سامان مدیریت بحران کشور و سازمان پیشگیری و مدیریت بحران در شهر داری‌ها از جمله این تمهیدات است. برنامه‌های بهسازی و مقاومسازی عمدتاً بعد از زلزله‌های مهمی مانند زلزله 1382 بم مطرح و پیگیری شده و البته پس از مدتی به صورت کم فروغ و کم توان ادامه یافته‌اند. اخیراً در طی ماه گذشته تصویب نقشه پهنه‌های گسلی پایتخت در شورای عالی شهرسازی، گامی به پیش در جهت رعایت ضوابط ویژه ساخت و ساز در حریم گسل‌های فعال بود. این نقشه‌های تهیه شده مانند هر نقشه دیگری می‌تواند در آینده با مطالعات دقیقتر تکمیل و بهتر شود. ولی در شرایطی که به دلیل (پهنانه!) عدم وجود نقشه قانونی از گسل‌ها، عملاً هر نوع ساخت ساختمان با هر نوع ارتفاعی در همه جای پهنه شهری تهران و پیرامون ممکن بوده است، و کیفیت ساخت و ساز، نوع کاربری و محدودیت بلندمرتبه سازی نیز در هیچ فرآیند قانونی و سخت‌گیرانه‌ای کنترل نشده و عملاً شهرسازی و توسعه شهری در حریم پهنه گسل‌های فعال شهر تهران به صورت شتابان به ویژه در 50 سال اخیر دنبال شده است، این کار تلاشی است که با تأیید کارگروه تخصصی زلزله و زمین لغزش لایه‌های زمین شورای هماهنگی مدیریت بحران کشور، صورت گرفته و قابل ستایش است. می‌توان گفت که تلاش‌های پژوهشگران مراکز علمی کشور مانند پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی، سازمان زمین شناسی کشور و سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران، عملاً به سرمزلی اولیه رسیده است. اکنون با تصویب نقشه مذکور در شورای عالی معماری و شهرسازی امید می‌رود که این توسعه همچنان شتابان در شهر تهران با محدودیتی قانونی مواجه شود. از این پس می‌توان با بازنگری در طرح تفصیلی برای توسعه تهران، در مورد اصلاح کاربری‌های اراضی در محدوده شهری تهران و پیرامون با انجام بررسی‌های دقیق کارشناسی و تهیه نقشه‌های با کیفیت بالا، و تهیه و تلاش در جهت تصویب قانون‌های ویژه ضوابط ویژه ساخت و ساز در حریم گسل‌ها، گام‌های مثبت بعدی را سامان داد.

## مناطق قابل انتظار برای آسیب از زمین لرزه در تهران

تهران را می‌توان شهری با مخاطرات طبیعی بالقوه دانست. از طرفی طی سال‌های گذشته، جمعیت ساکن در این نواحی بالقوه مخاطره‌آمیز رو به افزایش بوده و در سال 1395، حدود 9 میلیون نفر در شب برآورد شده است. برای بررسی ریسک مخاطرات طبیعی چهارگانه موردنظر در این مطالعه، پس از برآورد خطر هر یک از مخاطرات زمین لرزه، زمین لغزش، سیل و فرونشست به‌طور جداگانه، این مخاطرات با یکدیگر تلفیق شده و میزان خطر کلی بالقوه مخاطرات چهارگانه محاسبه شد. سپس با ضرب میزان خطر کلی بالقوه این مخاطرات در لایه اطلاعاتی تراکم جمعیت، نقشه ریسک مقدماتی برای شهر تهران به‌دست آمد (شکل 1). باتوجه به این شکل مشخص است که بیشترین ریسک سوانح طبیعی چهارگانه زلزله، زمین لغزش، سیل و فرونشست در نیمه جنوبی تهران متمرکز است.

به‌هنگام رخداد سوانح، عمل و هماهنگی زیرساخت‌های اساسی یک جامعه در امدادسانی و کاهش پیامدهای سانحه بسیار حائز اهمیت است. یکی از مهم‌ترین این زیرساخت‌ها، بیمارستان‌ها هستند. نحوه توزیع بیمارستان‌ها در شهر، سهولت دسترسی به آن‌ها، تجهیزات اضطراری موجود در بیمارستان‌ها، استحکام ساختمان آن‌ها و ... از مهم‌ترین نکات در مطالعه ریسک سوانح طبیعی از نقطه‌نظر نظام سلامت می‌باشند. در یک برآورد اولیه، توزیع بیمارستان‌های موجود در شهر تهران نشان می‌دهد که اکثر بیمارستان‌های موجود در شهر تهران عمدتاً در یک راستای شمالی-جنوبی متمرکز بوده و در صورت رخداد شدید زلزله یا

یکی از مخاطرات مذکور، مردم ساکن در مناطق شرقی و غربی شهر تهران با مشکل امدادرسانی و دسترسی به بیمارستان‌های اصلی شهر تهران مواجه خواهند شد که این مساله ریسک سانحه را افزایش می‌دهد. بنابراین، مقاوم‌سازی و نوسازی بیمارستان‌های موجود در شهر و هم‌چنین توزیع جغرافیایی مراکز درمانی با تمرکز بر محور شرقی و غربی می‌تواند میزان تاب‌آوری فیزیکی شهر تهران را در برابر مخاطرات طبیعی افزایش دهد.



شکل 1: نقشه ریسک نسبی مخاطرات چهارگانه زلزله، سیل، زمین‌لغزش و فرونشست در شهر تهران

زمین لرزه

سال تاسیسی

۱۳۸۳