

## خسارات زلزله احتمالی تهران



r

مطالعات جایکا ۲۲ منطقه شهر

در فروردین ماه سال ۱۳۷۸ بنا به درخواست

دولت ایران، آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن

"جایکا"، که نماینده رسمی و مسئول اجرای

طرح‌های همکاری‌های فنی دولت ژاپن است،

گروه مطالعاتی خود را به تهران اعزام کرد تا

تهران را در بر می‌گیرد و

مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های جاری کشور ژاپن، میزان خسارت زلزله احتمالی

مطالعاتی را پیرامون زلزله‌های احتمالی تهران در آن پیش‌بینی شده است

انجام دهد .

گزارش نهایی این مطالعات که با همکاری (مرکز مطالعات زلزله و زیست محیطی

تهران بزرگ) و (جایکا) صورت پذیرفت، پس از ۱۸ ماه، در آذرماه سال ۱۳۷۹

تحت عنوان (ریز پهنه‌بندی لرزه‌ای تهران بزرگ) انتشار یافت. این گزارش بازتاب

چندانی در رسانه‌های ایران پیدا نکرد و ماهنامه روند اقتصادی بخش‌هایی از آن را

چاپ کرد.

مطالعات جایکا که ۲۲ منطقه کلان شهر تهران را فرا می‌گرفت، بر دو هدف اصلی استوار بود: تهیه نقشه‌های برای تهیه طرح پیشگیری از بحران شهری و منطقه ای در گستره تهران بزرگ و ارائه توصیه هایی برای کاهش اثر بحران ناشی از زلزله . در این مطالعات بر پایه اسناد و گزارشهایی که پیشتر توسط محققان ایرانی و خارجی تهیه شده بود، ویژگی‌های گسل‌های فعال اصلی در تهران و اطراف آن مورد بررسی قرار گرفت. از میان بسیاری از گسل‌های فعال در منطقه، احتمال فعال شدن سه گسل، بیش از همه تشخیص داده شد: گسل مشا، گسل شمال تهران و گسل جنوب ری.

گسل مشا که حدود ۲۰۰ کیلومتر طول دارد از گسل‌های اساسی البرز مرکزی است که در شمال تهران قرار گرفته و از حاشیه رشته کوه در غرب به سوی شرق البرز گسترش می‌یابد. گسل شمال تهران در دامنه رشته کوه البرز با طول حدود ۹۰ کیلومتر قرار دارد و از کن تا لشگرک ادامه می‌یابد. این گسل در لشگرک به گسل مشا فشم می‌پیوندد. گسل‌های جنوب و شمال ری نیز از شاخص‌ترین گسل‌های در دشت‌های جنوبی تهران هستند و حدود ۲۰ کیلومتر طول دارند.

## چهار سناریوی زلزله

مطالعات جایکا بر پایه مطالعات و تحقیقات انجام شده بر روی گسل‌های عمده تهران و اسناد تاریخی زلزله‌هایی که از سال ۷۴۳ میلادی در تهران واقع شده، چهار سناریوی زلزله برای تهران در نظر گرفته شد.

سه سناریو مربوط به فعال شدن سه گسل اصلی شهر تهران است و یک سناریو نیز برای فعال شدن گسل‌های پنهان در زیر لایه‌های رسوبی شهر تهران. به این ترتیب، چهار مدلی که برای سناریو زلزله‌ها در نظر گرفته شد عبارتند از: مدل گسل ری، مدل گسل شمال تهران، مدل گسل مشا، و مدل شناور.

البته برای بدترین نوع زلزله و شدت این زلزله نیز براساس نظریات علمی محاسبه شده است.

براین اساس، در سناریوی زلزله مدل گسل ری، منطقه جنوبی شهر شدت زلزله ۹ و

منطقه شمالی آن، شدت زلزله بین ۷ تا ۸ را احساس خواهد کرد. در مدل گسل

شمال تهران، شدت زلزله در بخش شمالی شهر به ۹ و در بخش جنوبی آن به ۷ می

رسد. بخش بزرگی از شهر شدت زلزله ۸ را تجربه خواهد کرد. در مدل گسل مشا، در قسمت بزرگی از شهر، زلزله‌ای با شدت ۷ احساس خواهد شد. در مدل شناور نیز بخش اعظم شهر شدت زلزله ۸ و چندین قسمت نیز شدت زلزله ۹ را تجربه خواهند کرد.

### خسارت به ساختمان‌ها

در مطالعات جایکا ساختمان‌های مسکونی از ساختمان‌های تجاری و کارخانجات و بناهای عمومی مهم از قبیل مدارس، بیمارستان‌ها و ایستگاه‌های آتش نشانی، تفکیک شده اند و خسارات ناشی از چهار سناریوی زلزله برای این ساختمان‌ها به طور جداگانه محاسبه شده است. منظور از ساختمان (خسارت دیده) ساختمانی است که تنها به علت ارتعاش لرزه‌ای (و نه سوانح ثانویه‌ای همچون آتش سوزی، انفجار و ...) دچار خسارات سنگین شود و فرو بریزد و بدون تعمیرات اساسی قابل سکونت نباشد.

گروه مطالعاتی برای برآورد خسارات ساختمان‌های مسکونی، یک بانک اطلاعاتی براساس نتایج آمارگیری سال ۱۳۷۵ تهیه کرد و اطلاعات آن با آمار تعداد طبقات ساختمان‌ها که توسط اداره پست ارائه گردید، مطابقت داده شد.

ویژگی‌های ساختمان‌های مسکونی تهران، که شمار آن ۹۰۰ هزار واحد برآورد شد، از این قرار است: ۴۵ درصد ساختمان‌ها سازه آجری و فلزی دارند، ۴۰ درصد دارای سازه فلزی هستند، ۱۰ درصد از بتن مسلح و درصد اندکی نیز از ساختار خشتی برخوردارند. ۶۰ درصد ساختمان‌های مسکونی که سازه فلزی دارند، در ده سال گذشته ساخته شده‌اند.

در سازه‌های فلزی پایه‌ها و تیرها با استفاده از جوشکاری کارگاهی به یکدیگر اتصال داده شده‌اند که این منجر به کم شدن اعتبار (یا قابلیت اعتماد به) این اتصالات می‌شود. بنابراین انتظار نمی‌رود که سازه‌های فلزی به طور کامل در برابر زلزله مقاومت موثری نشان دهند.

بسیاری از پایه‌های فلزی اندازه مناسب (یا لازم) ندارند و اکثر پایه‌های بتن مسلح، فاقد میلگرد کافی هستند.

ساختمان‌های دارای سازه بتن مسلح دو دسته هستند. یک دسته، ساختمان‌هایی که هم در پایه‌ها و هم در دیوارها از بتن مسلح برخوردارند و دسته دیگر، ساختمان‌هایی که پایه‌های آنها از بتن مسلح اما دیوارها آجری هستند.

شمار اندکی از ساختمان‌ها دیوار برشی مناسب دارند. این امر، هم در مورد سازه‌های فلزی و هم در مورد سازه‌های آجری صادق است. دیوارهای موجود در سازه‌های

فولادی و آجری، با آجر نازک ساخته می‌شوند و واضح است که این نوع دیوار عملکرد دیوار برشی را ندارد.

### مقاومت ساختمان‌ها

به این ترتیب، ساختمان‌های تهران به طور کلی از نقطه نظر مقاومت در برابر زلزله، به ۹ گروه تقسیم می‌شوند:

ساختمان‌های آجری و فلزی یا سنگی و فلزی، ساختمان‌های دارای سازه فلزی نوع ۱ (ساخته شده بعد از سال ۱۳۷۱، با یک تا سه طبقه)، ساختمان‌های دارای سازه فلزی نوع ۲) ساخته شده قبل از سال ۱۳۷۰ یا دارای بیش از ۴ طبقه)، ساختمان‌های بتنی نوع صفر (سازه‌های بتن مسلح با بیش از ۶ طبقه)، ساختمان‌های بتنی نوع ۱) ساخته شده بعد از سال ۱۳۷۰ و دارای ۱ یا ۲ طبقه، ساختمان‌های بتنی نوع ۲) ساخته شده قبل از سال ۱۳۷۰ یا دارای بیش از ۳ طبقه)، ساختمان‌های دارای سازه تمام چوبی، ساختمان‌های با بلوک سیمانی (با هر نوع سقف) با آجر و چوب یا با سنگ و چوب، یا تمام آجری یا سنگ و آجری، ساختمان‌های خشتی و چوبی، و خشت و گلی.

ساختمان‌های دارای سازه فولادی و یا بتن مسلح نوع صفر که مقاومت بالایی در برابر زلزله دارند، عمدتاً در قسمت شمالی شهر پراکنده اند، اما ساختمان‌های

فولادی. آجری که مقاومت کمی در برابر زلزله دارند، بیشتر در بخش جنوبی شهر هستند.

خسارات زلزله احتمالی تهران - بخش دوم



مطالعات جایکا ۲۲ منطقه شهر

در بخش اول گزارش "خسارات زلزله احتمالی تهران"، وضعیت گسل های تهران، ساختمان ها و میزان مقاومت آنها بررسی شد و در این بخش

میزان تخریب زلزله احتمالی در سناریوهای

مختلف ارائه شده است.

تهران را در بر می گیرد و

میزان خسارت زلزله احتمالی

مدل گسل ری: در صورتی که زلزله تهران به

در آن پیش بینی شده است

خاطر فعال شدن گسل ری باشد، ۴۸۰ هزار

ساختمان در تهران فرو خواهد ریخت، یعنی ۵۵ درصد ساختمان های شهر. بیشترین

تعداد ساختمان های آسیب دیده در منطقه ۱۵ خواهد بود. نسبت ساختمان خسارت

دیده به ساختمان های سالم در مناطق ۱۱، ۱۲ و ۱۶ تا ۲۰ مقدار بسیار بالایی در

حدود ۸۰ درصد است. دلیل این نسبت بالای خسارت، وجود ساختمان های آسیب

پذیر فراوان و جنبش لرزه ای نیرومند (با شدت ۹) در این مناطق است. نسبت

خسارت در مناطق ۱ تا ۵ که در بخش شمالی شهر تهران قرار دارند به طور نسبی کم و تقریباً ۳۰ درصد است.

#### خسارات زلزله احتمالی تهران - بخش اول

**مدل گسل شمال تهران:** در زلزله ای که بر اثر فعالیت گسل شمال تهران رخ دهد،

۳۱۰ هزار ساختمان آسیب می بیند، یعنی ۳۶ درصد کل ساختمان های شهر. نسبت

ساختمان های خسارت دیده به ساختمان های سالم در مناطق ۱ تا ۵ که در بخش

شمالی شهر تهران قرار دارند در حدود ۵۰ درصد است. نسبت خسارت در بخش

جنوبی شهر کمتر از ۳۰ درصد است. تفاوت خسارت بین قسمت شمالی و جنوبی

شهر به اندازه مدل گسل ری نیست. درست است که در مدل گسل شمال تهران،

شدت زلزله در بخش شمالی شهر زیاد است اما ساختمان های این منطقه به اندازه

مناطق جنوبی آسیب پذیر نیست. در مدل گسل ری، شدت زلزله در بخش جنوبی

شهر زیاد است و ساختمان های آسیب پذیر نیز فراوان است. علت تفاوت نسبت

خسارت بخش های جنوبی و شمالی شهر در این دو مدل به همین خاطر است.

**مدل گسل مشا:** در این مدل، به جز منطقه ۱۲ که ۳۰ درصد ساختمان های آن فرو

خواهند ریخت، در دیگر مناطق نسبت ساختمان های تخریب شده به ساختمان های

سالم تقریباً ۱۰ درصد است. در منطقه ۱۲، تعداد ساختمان های خشتی و چوبی و

آجری بیش از دیگر مناطق است و همین امر دلیل نسبت بالای خسارت است.



**مدل شناور:** به منظور انجام محاسبات مدل شناور، یک جنبش ورودی یکنواخت در سنگ بستر سراسر گستره مورد مطالعه فرض شد. بنابراین، محاسبات انجام شده، مربوط به زلزله ویژه‌ای نیست و نتایج آن، حاکی از آسیب پذیری نسبی در کل گستره مورد مطالعه (برای این مدل) است. در این مدل، نسبت خسارت‌های ساختمانی در مناطق ۳ و ۱۲ تقریباً زیاد است و علت عمده آن نیز وجود لایه خاک نسبتاً سست در این مناطق است که سبب تقویت امواج زلزله می‌شود.

### تلفات انسانی

در مطالعات جایکا، منظور از تلفات انسانی سناریو زلزله‌های تهران، کشته شدگانی است که فقط در اثر فرو ریختن ساختمان جان خود را از دست داده‌اند و نه در اثر دیگر عواملی همچون آتش‌سوزی، لغزش زمین، سنگریزش، و... و همچنین نه بر اثر عوامل ثانوی همچون بیماری‌های رایج در اردوگاه‌ها و پناهگاه‌ها و...

در این مطالعات، تلفات انسانی برای هر نوع سازه ساختمانی در هر حوزه آماری برآورد شد و نتایج به دست آمده با داده‌های هر منطقه شهری تلفیق گردید. تعداد تلفات به تفکیک روز و شب و همچنین به تفکیک میزان فعالیت‌های اضطراری امداد رسانی محاسبه گردید. روشن است که وقوع زلزله در شب و بدون هیچ گونه امداد رسانی، شدیدترین تلفات را به بار می‌آورد.

**گسل ری:** در این سناریو شاهد گسترده‌ترین تلفات خواهیم بود: ۳۸۰ هزار نفر از ساکنان تهران، یعنی حدود ۶ درصد کل جمعیت شهر تهران جان خود را از دست خواهند داد. در منطقه ۱۵ به علت تعداد زیاد جمعیت ساکن در این منطقه، تلفات بسیار وسیع خواهد بود. نسبت تلفات به کل جمعیت در مناطق ۱۱ و ۱۲ به ۱۵ تا ۲۰ درصد خواهد رسید. زیرا در این مناطق شمار ساختمان‌های آسیب پذیر بسیاری زیاد است و شدت زلزله نیز به ۹ می‌رسد. نسبت تلفات در بخش شمالی شهر یعنی مناطق ۱ تا ۵ فقط در حدود ۲ درصد خواهد بود.

در مورد مدل گسل ری، برآورد می‌شود که تعداد تلفات انسانی در جنوب شهر به حداکثر برسد. در برخی حوزه‌های آماری تعداد کشته شدگان از هزار تن تجاوز خواهد کرد. در مدل گسل شمال تهران، هر چند تلفات انسانی در بخش شمالی بیشتر از دیگر نقاط است، اما در برخی حوزه‌های آماری، تعداد کشته شدگان به ۱۰۰ نفر یا بیشتر می‌رسد. این بخش از شهر شامل مناطق ۱۱ تا ۱۲ است که در آنها ساختمان‌های آسیب پذیری چون ساختمان‌های خشتی اکثریت دارند و فعالیت‌های اضطراری امداد رسانی در آنها بدون اثر است.

در مورد گسل ری، نسبت تلفات در چندین حوزه آماری در مناطق ۱۱ و ۱۲ فوق العاده بالا (۴۰ درصد یا بیشتر) خواهد بود. فعالیت‌های اضطراری امداد رسانی در این مناطق موثر نیستند. در مدل گسل شمال تهران، اگر فعالیت‌های امداد رسانی به

مقدار کافی انجام شود، نسبت تلفات در تمامی حوزه‌های آماری به سطح ۲۰ درصد یا کمتر کاهش خواهد یافت.

**گسل شمال تهران:** در سناریوی زلزله‌ای ناشی از فعال شدن گسل شمال تهران، در بدترین حالت حدود ۱۳۰ هزار نفر، یعنی ۲ درصد جمعیت تهران از بین می‌روند. البته نسبت تلفات در بخش شمالی شهر، در مناطق ۱ تا ۵، زیادتر از همه (حدود ۳ درصد) و در جنوب شهر، کمتر از همه (حدود ۱ درصد) خواهد بود.

**گسل مشا:** در سناریوی گسل مشا، نسبت تلفات به کل جمعیت شهر از ۳ درصد تجاوز نخواهد کرد. تلفات در منطقه ۱۲ وسیع و در حدود ۷/۱ درصد تخمین زده می‌شود. این وضعیت به خاطر آن است که اولاً ساختمان‌های بسیاری در این منطقه خشتی، چوبی و آجری هستند و بسیار آسیب پذیرند، و ثانياً امکان امدادسانی در این مناطق بسیار اندک است.

**گسل شناور:** مدل گسل شناور خصوصیات مشابه خصوصیات گسل مشا دارد.

## پل ها

به منظور تحلیل پایداری پل‌ها، شد، ۱۶۸ پل به لحاظ پایداری در برابر زلزله مورد تحلیل قرار گرفت. تعداد پل‌های آسیب دیده و نسبت آسیب آنها در مقایسه با خسارت ساختمان‌های مسکونی، ناچیز است.

در مطالعات جایکا تقریبا فقط پل‌های موقت، پل‌های فرو ریخته برآورد شده اند.  
پایه‌های این پل‌ها فولادی است.

البته همه پل‌های موقتی که پایه‌های فولادی دارند، فروریختنی محسوب نمی‌شوند.  
پل‌هایی که ناپایدار ارزیابی شده‌اند نیاز به مراقبت دارند. پل‌هایی که باید آنها را  
فروریخته فرض کرد، عبارتند از: پل حافظ - طالقانی، پل جمهوری - حافظ، پل  
کریمخان - قرنی، پل انقلاب - حافظ، پل سعدی - اکباتان (این پنج پل با پایه‌های  
فولادی و برای مقاصد موقت ساخته شده‌اند) و پل آزادگان - تندگویان (که اخیرا با  
پایه‌هایی از جنس بتن مسلح یا بتن پیش ساخته، احداث شده است).

**گسل ری:** در این سناریو هیچ پلی پایدار نیست و پل‌های حافظ - طالقانی،  
جمهوری - حافظ، کریمخان - قرنی، انقلاب - حافظ، سعدی - اکباتان، آزادگان -  
تندگویان فرو می‌ریزند.

**گسل شمال تهران:** در سناریوی زلزله گسل شمال تهران، به غیر از پل‌های ۱۷  
شهریور، فدائیان اسلام، آزدگان - تندگویان، و نواب - هلال احمر، بقیه پل‌ها ناپایدار  
هستند.

**گسل مشا:** در این مدل‌ها همه پل‌ها پایدار ارزیابی شده‌اند.

**مدل شناور:** در این مدل به غیر از پل آزادگان - تندگویان، بقیه پل ها ناپایدار هستند.

### **بناهای عمومی**

ادارات دولتی، مراکز نیروی انتظامی، مراکز راهنمایی و رانندگی، مراکز آتش نشانی، بیمارستان ها، مدارس ابتدایی، مدارس راهنمایی، دبیرستان ها و دانشگاه ها، به عنوان بناها یا تاسیسات عمومی در نظر گرفته شده اند.

نسبت خسارت در مناطق جنوبی ۱۶ و ۱۹ نسبتا بالا است. این پراکندگی خسارت، مشابه پراکندگی متناظر در ساختمان های مسکونی است. مطالعات جایکا نشان می دهد بناهای عمومی به همان شدت ساختمان های مسکونی دچار خسارت خواهند شد. به عبارت دیگر، به هنگام زلزله در تهران به دشواری می توان از بناهای عمومی برای مدیریت بحران سود جست.

### **شریانهای حیاتی**

در مطالعات جایکا چهار نوع شریان حیاتی مورد بررسی قرار گرفت: خطوط لوله آبرسانی، خطوط لوله گازرسانی، کابل های تامین نیروی برق و کابل های مخابراتی.

به طور کلی بازتاب شدت زلزله در مناطق جنوب شهر شدید است. با توجه به محدودیت های روش برآورد خسارت، اعداد و ارقام ارائه شده برای خسارت

محافظه کارانه است. واضح است که با این شرایطی که سیستم عملکرد دستی قطع اضطراری گاز اکنون دارد، اگر شیرهای گاز به سرعت عمل نکنند، نشت گاز در همه جا رخ خواهد داد که موجب انفجارها و آتش سوزی ها خواهد شد.

تقریباً تمام خطوط آبرسانی از سرویس خارج خواهند شد و برق و مخابرات در بخش جنوبی شهر در دسترس نخواهد بود. اگر مولدهای اضطراری برق به تعداد کافی موجود نباشد، قطع جریان برق می تواند به شدت بر عملکرد سایر شریانهای حیاتی تاثیر سوء بر جای بگذارد.

### تاسیسات خطرزا

احتمال وقوع آتش سوزی ناشی از تاسیساتی که در آنها مواد مایع یا گازی قابل اشتعال نگهداری می شود برآورد، گردید. این تاسیسات در چند گروه طبقه بندی شدند که عبارتند از: ایستگاه نگهداری بنزین، پمپ بنزینها، کارگاه های گاز پرکنی، توزیع کنندگان نفت سفید، توزیع کنندگان نفت کوره.

منبع:

[http://www.bbc.co.uk/persian/iran/story/۲۰۰۷/۰۷/۰۷۰۷۲۳\\_ka-tehran-earthquake۱.shtml](http://www.bbc.co.uk/persian/iran/story/۲۰۰۷/۰۷/۰۷۰۷۲۳_ka-tehran-earthquake۱.shtml)