

# ProjehCenter

w w w . P r o j e h C e n t e r . i r

Instagram | @projehcenter

Telegram | @projehcenter\_ir



گلزار

عنوان :

روشهای موجود برای بررسی شبکه حمل و نقل بعد از بروز زلزله

## فهرست مطالب

صفحه	موضوع
۱	مقدمه:
۲	فصل اول: بیان مسئله و اهداف
۲	۱- مقدمه
۸	۱-۲- اهداف و دست آوردهای پژوهش
۹	فصل دوم : سناریوی زلزله
۹	۱-۲- سناریوی زلزله
۱۰	۲- کارهای انجام شده در دنیا در زمینه طراحی بر مبنای سناریوی زلزله
۱۱	۱-۲-۲- پارامترهای موثر در تعریف سناریو
۱۴	۲-۲-۲- مقیاس اندازه گیری زلزله
۱۵	۳-۲-۲- آنالیز زلزله
۱۵	۴-۲-۲- پهنه بندی لرزه ای
۱۶	۵-۲-۲- روش پهنه بندی حرکات زمین تحت اثر زلزله
۱۶	۱-۵-۲-۲- لزره خیزی
۱۷	۲-۵-۲-۲- کاهش شدت حرکات زمین در اثر دورشدن از مرکز زلزله
۱۷	۳-۵-۲-۲- اثرات وضعیت محل بر روی حرکات زمین لرزه
۱۸	۴-۲-۲- بررسی اثرات وضعیت محل برای پهنه بندی با دقیق کم
۱۸	۷-۲-۲- بررسی اثرات وضعیت محل برای پهنه بندی با دقیق متوسط
۲۰	۸-۲-۲- بررسی اثرات وضعیت محل برای پهنه بندی با دقیق زیاد
۲۰	۹-۲-۲- کارهای انجام شده در دنای در زمینه پهنه بندی لرزه ای
۲۲	فصل سوم : تقاضای ترافیک بعد از زلزله
۲۲	تقاضا
۲۴	۱- سفرهای خدماتی
۲۷	۲- سفرهای امدادی

۲۹	..... ۳-۳-برآورد مجروحین
۳۰	..... ۳-۳-۱- ناحیه بندی و بانک اطلاعاتی ساختمانها
۳۱	..... ۳-۳-۲- طبق بندی ساختمانها
۳۳	..... ۳-۳-۳- برآورد آسیب‌های واردہ به ساختمانها
۳۴	..... ۳-۳-۳-۲- برآورد تلفات برای شهر تهران
۳۵	..... فصل چهارم: بررسی رفتارهای انسانی
۳۶	..... ۴- رفتار رانندگان در هنگام وقوع زلزله
۳۷	..... ۴-۱- عوامل موثر در وضعیت و رفتار رانندگان
۴۰	..... ۴-۲- مشکلات احتمالی ناشی از رفتار رانندگان و عوامل تشدید کننده آن
۴۰	..... ۴-۲-۱- اشغال سطح خیابانها
۴۱	..... ۴-۲-۲- تخلیه وسایل نقلیه و مشکلات آن
۴۱	..... ۴-۲-۳- عدم کارکرد احتمالی چراغها
۴۲	..... ۴-۲-۴- بروز تصادفات احتمالی
۴۲	..... ۴-۲-۵- وسایل نقلیه رها شده
۴۲	..... ۴-۲-۶- هراس ناشی از زلزله و عواقب آن
۴۳	..... ۴-۳-۱- راههای مواجهه با این مشکلات
۴۳	..... ۴-۳-۱-۱- آموزش و اطلاع رسانی
۴۴	..... ۴-۳-۱-۲- تخلیه و بازگشایی مسیر
۴۵	..... رفتار رانندگان در استفاده از شبکه بعد از زلزله
۴۷	..... رفتار نیروهای امنیتی و امدادی
۵۴	..... ۴- رفتار نیروهای مدیریت امدادی و انتظامی
۵۷	..... فصل پنجم : برآورد عرضه
۵۷	..... ۵-۱- برآورد شبکه حمل و نقل بعد از زلزله
۵۸	..... ۵-۱-۱- اجزاء شبکه
۵۸	..... ۵-۱-۱-۱- راهها
۶۱	..... ۵-۱-۱-۲- تقاطعات
۶۳	..... ۵-۱-۱-۳- پلهای
۶۴	..... ۵-۱-۴- پارامترهای ارزیابی شبکه

۶۶	۳-۱-۵- خرای های مستقیم شبکه حمل و نقل بعد از زلزله
۶۷	۱-۳-۱- خرایی بدنۀ راه
۶۸	فصل ششم : توزیع
۶۹	۱- شبیه سازی
۷۱	۱-۱-۶- روش‌های ضریب رشد
۷۱	۲-۱-۶- ضریب رشد یکنواخت
۷۱	۳-۱-۶- روش میانگین ضریب رشد
۷۳	۴-۱-۶- مدل فراتر
۷۴	۵-۱-۶- مدل دیترویت
۷۴	۶-۱-۶- ضرایب رشد با محدودیت دوگانه (روش فورنیس)
۷۶	۷-۱-۶- مزایای و معایب ضریب رشد
۷۶	۸-۱-۶- مدل جاذبه
۷۸	فصل هفتم : ارائه مدل
۷۸	۱-۷- سناریوی زلزله
۸۱	۲-۷- برآورد تقاضا
۸۳	۳-۷- برآورد عرضه
۸۳	۴-۳-۷- برآورد مراکز امداد رسانی
۸۴	۵-۲-۳- برآورد شبکه حمل و نقل
۸۷	فصل هشتم: پیشنهادات برای کارها آینده
۸۸	منابع و مراجع

## مقدمه:

بروز زلزله های شدید بخصوص در شهرهای بزرگ می تواند آسیبهای انسانی گسترده ای را به مرار آورد. شبکه حمل و نقل برای نجات جان و مجروحین زلزله را ارائه سریع و خدمات درمانی به آنان ، نقش اساسی در دارد. لذا از شبکه حمل و نقل بعنوان شریان حیاتی نامرد می شود. برای کاهش آسیبهای انسانی احتمالی زلزله در هر شهر یا منطقه ای نیازمند به ارزیابی عملکرد شبکه حمل و نقل در پاسخگویی به تقاضا، برای سفرها و امدادی بعد از زلزله می باشیم تا بتوایم ضمن کسب آمادگی لازم برای مقابله با بحران، اولویت بندی اجزاء شبکه را از نظر بازسازی تعیین نماییم. در این سمینار به ارزیابی عملکرد شبکه حمل و نقل برای انجام سفره های امدادی بعد از بروز زلزله با توجه به عرضه و تقاضا پرداخته شده است روش ارائه شده دارای پنج مرحله است. ابتدا سناریو های مختلف زلزله تعیین می گردد. سپس میزان آسیبهای احتمالی شبکه حمل و نقل و وضعیت مراکز امدادی (عرضه) و تعداد مجروحین (تقاضا) شبیه سازی می گردد. برای اینکار از نمونه سازی مونت کارلو و LHS و توابع خرابی اجزاء آسیب دیده شبکه بدست می آید در مرحله بعدی توزیع و تخصیص سفرها انجام می شود و سرانجام معیارهای ارزیابی شبکه، مانند زمان سفر برای هر سناریو برآورده می گردد. در این سمینار شبکه های مختلفی مورد تحلیل قرار گرفته است. به کمک این روش می توان ضمن ارزیابی شبکه حمل و نقل بعد از زلزله، به برآورده از وضعیت بحران بعد از زلزله دست یافت. همچنین مسیرها را اولیت بندی نموده و برای توسعه یا ایجاد دست یافت. همچنین مسیرها را اولیت بندی نموده و برای توسعه یا ایجاد راههای جدید تصمیم گیری کرد.

مراکز امدادی موجود را از نظر انجام تقویت اولیت بندی کرده و یا مراکز امدادی جدید را امکان یابی کرد، برای اولیت بندی کرده و یا مراکز امدادی جدید را مکان یابی کرد. برای مدیریت بحران و کنترل ترافیک پیش‌بینیها لازم انجام داده و تاثیر آنها را در عملکرد اجزاء شبکه حمل و نقل محاسبه کرد. این روش جدای از زلزله می‌تواند در مورد دیگری که شبکه حمل و نقل اعم از شهری یا منطقه‌ای در معرض آسیب و کاهش ظرفیتهای احتمالی قرای می‌گیرد. مانند بارش باران یا برف سنگین و بروز تصادفات یا بمبارانهای هوایی مورد استفاده قرار گیرد.

## فصل اول: بیان مسئله و اهداف

### ۱-۱ مقدمه

زلزله‌های اخیری که در شهرهای بزرگ دنیا، در کشورهای چون ترکیه (۱۹۹۲)، تایوان، ژاپن (۱۹۹۵)، آمریکا (۱۹۹۴)، مزیک (۱۹۹۰)، ارمنستان (۱۹۸۶) روی داده است، یادآور وضعیت خطرناکی است که در صورت وقوع زلزله در شهرهای بسیار بزرگ می‌تواند رخداد. امروزه با وسعت گرفتن شهرها و افزایش تراکم شهری بخصوص در شهرهای واقع در کشورهای در حال توسعه، این خطر بیشتر خود را نشان می‌دهد. زیرا بسیاری از این شهرها از شبکه مناسب حمل و نقل شهری برخوردار نیستند و یا در مناطق با زلزله خیزی بالا قرار گرفته‌اند. بعلاوه اکثریت ساختمانهای مسکونی و خدماتی بر مبنای آئین نامه‌ها ساختمانی مقاوم در برابر زلزله ساخته نشده‌اند. بروز زلزله‌ای با شدت بالا در این ابر شهرهای تواند حجم بالای تلفات انسانی و در عین حال آسیب گسترده امدادی و از بین رفتن شبکه حمل و نقل شهری را در پی داشته باشد. مدیریت بحران، بخصوص در

ساعت و روزهای اولیه حادثه، برای کاهش ضایعات انسانی، دارای اهمیت بالایی است. این مسئله در زلزله ارمنستان (۱۹۸۶) بگو نه ای و در زلزله کوبه ژاپن (۱۹۹۵) به صورتی دیگر کاملاً دیده شد. برای برنامه ریزی و آمادگی در برابر این وضعیت داشتن برآورده از شدت تخریب و آسیبها، میزان نیازها و نحوه پاسخگویی مهم می باشد و در این راستا نقش شبکه های حیاتی بویژه حمل و نقل دارای اهمیت زیادی خواهد بود. در خلال قرن بیستم بیش از ۱۰۰۰ زلزله منجر به تلفات انسانی در دنیا ثبت شده است. در حدود ۱/۵ تا ۲ میلیون نفر در این زلزله ها جان خود را از دست داده اند.

**Pomonis et al.** (۱۹۹۳) حدود یک سوم از این تلفات در چین بوده است که بزرگترین زلزله ثبت شده در تاریخ در آن رخ داده است. زلزله تانگشitan چین در سال ۱۹۷۶ در حدود ۲۵۰/۰۰۰ تا ۷۵۰/۰۰۰ کشته بر جای گذاشت. این زلزله در نیمه های شب و در شهری که یک میلیون نفر از مردم آن در خانه ها غیر مقاوم خود خوابیده بودند، ۹۰٪ خانه ها مسکونی و ۷۵٪ ساختمانهای صنعتی تخریب شدند. در زلزله کانزو چنین در سال ۱۹۲۰ بیش از ۱۸۰/۰۰۰ نفر کشته شدند و اکثر آنان در اثر شکست شیب و لغزش زمین در زیرخاک مدفون گشتند. آسیبها غیر مستقیم زلزله هم تلفات بالایی به بار می آورد. نمونه آن آتش سوزی ناشی از زلزله بزرگ کانتو ژاپن در سال ۱۹۲۳ می باشد که باعث تخریب شهرهای توکیو و یوکوهاما گردید. در این زلزله ۱۶۰/۰۰۰ نفر کشته شدند. بروز آتش سوزی وسیع بعلت وقوع زلزله در حوالی ظهر بود. در آن زمان در حدود یک میلیون اجاق ذغالی در خانه های چوبی برای تهیه غذا روشن بودند و این وضعیت باعث آتش سوزی وسیع گردید. وضعیت ساختمانها با هم در تلفات انسانی نقش زیادی دارد. در زلزله سال ۱۹۹۲ ارزینکان ترکیه ۵۴۷ نفر زنده ماندند، بسیاری از آنها به علت اینکه در هنگام وقوع

زلزله در مسجد محل خود نماز می خواندند از آسیب مصون ماندند، ساختمان این مسجد تازه ساز و مقاوم در برابر زلزله بود. برعکس در زلزله سال ۱۹۹۳ در ایالت ماهاراشترا هند، زلزله ای با همان بزرگی باعث کشته شدن ۸۰۰۰ نفر مردمی شد که در خانه های غیر ایمن خود در خلال روز خوابیده بودند. زلزله جدای از تلفات انسانی خود آثار تخریبی زیادی دارد. زلزله های اخیر در شهرهای بزرگ دنیا واقع در کشورهای توسعه یافته خسارتهای فراوان اقتصادی وارد کرده است. زلزله سال ۱۹۹۴ نورث ریچ آمریکا ۲۰ میلیارد دلار و زلزله سال ۱۹۹۵ کوبن ژاپن ۱۰۰ میلیارد دلار خسارت ایجاد نمود. کشور ما یکی از خطرناکترین موقعیتها را در برابر زلزله دارا می باشد. عدم امکان پیش‌بینی وقوع آن، ضعف ساختانها و تأسیسات شهری در برابر زلزله و عدم آمادگی لازم برای مدیریت بحرانی تاکنون باعث شده است که تلفات بالای انسانی را در زلزله های اخیر داشته باشیم. زلزله اردبیل و مشکین شهر در شمال ایران با بزرگی ۵۵ در سال ۱۳۷۶ اتفاق افتاد و مرگ ۸۰۰ نفر و ویرانی ۸۵۰ خانه مسکونی را در برداشت. زلزله بیرونی با بزرگی ۳ و ۷ در شرق ایران در هان سال باعث ۱۵۶۸ نفر کشته و ویرانی کامل ۶۵۰ و ۱۳ خانه گشت. در سال ۱۳۶۹ زلزله یکی از معروف‌ترین زلزله ها در سالهای گذشته است که در اثر آن منطقه آی به وسعت ۶۰۰/۰۰۰ کیلومتر مربع به لرزه در آمد و ۳۰/۰۰۰ کیلومتر مربع را در محوره در سفید رود شامل سه شهر لوشان، منجیل و روبار را به کلی تخریب کرد و به منطقه روستائی وسیعی شامل ۱۶۰۰ روستا آسیب عمده وارد نمود. بیش از ۲۱۴۰۰ واحد مسکونی ۲۰۰ مرکز بهداشتی، دو بیمارستان ۱/۲۹۷ مدرسه و تعداد زیادی واحدهای تجاری، ۶۸ کارخانه صنعتی و همچنین اراضی تاسیسات کشاورزی، شبکه های ارتباطی و شبکه های نفت، گاز، آب، برق و تلفن دچار آسیبهای کلی گردید.

میزان تلفات و آسیبهای انسانی در چند سال اخیر ایران را در جمله کشورهای آسیب پذیر دنیا از نظر زلزله قرار داده است. در حالی که در زلزله های نامبرده کانونهای زلزله و گستره تاثیر آن بیشتر مناطق با تراکم مسکونی پایین را در بر می گرفته است. بروز همین زلزله ها در مناطق مسکونی شهرها پر جمعیت کشور ما آثار بسیار وسیعی را در برخواهد داشت. شهر تهران به عنوان پایتخت کشور، مركز تصمیم گیری مدیریت نیروهای امداد و نجات در زلزله های گذشته بوده است. اما خود این شهر در صورتی که یک زلزله ۹ نسبتاً شدیدی در آن رخ دهد. با مسائل بسیاری مواجه خواهد شد. برمبنای مطالعات پنهان بندی زلزله ای شهر تهران که با پشتبانی آژانس همکاریهای بین المللی ژاپن **JICA** انجام شده است برای تهران دوره بازگشت زلزله ۱۵۰ سال را پیش بینی کرده اند. در حالیکه از آخرین زلزله تهران ۱۷۰ سال می گذرد. در این شهر و اطراف آن سه گروه گسل وجود دارد که هر کدام می تواند زمینه بروز یک زلزله بزرگ باشد. شهر تهران گستره وسیعی را در بر می گیرد. متوسط تراکم جمعیت آن ۱۱۰ نفر در هکتار می باشد در حالی که در بعضی مناطق شهری این تراکم در حدود ۳۵۰ نفر در هکتار می رسد. جمعیت شهر بر مبنای آمار ۱۳۷۵ برابر ۱۶۵/۷۴۲/۶ نفر است که این آمار در طول روز کاری بالاتر نیز می رود. نزدیک به ۴۶٪ از ساختمانهای قدیمی بوده و باقیمانده ساختمانها نیز لزوماً از وضعیت سازه ای خوبی برخوردار نیستند. و در بعضی مناطق این نسبت به ۷۵٪ می رسد. این در حالی است که در بعضی از مناطق تهران مانند منطقه ۱۷ که جمعیتی در حدود ۲۹۰/۰۰۰ را شامل می گردد، تنها دو بیمارستان و یک ایستگاه آتش نشانی قرار دارد. کوچه های ۳ و ۶ متری، درصد بالایی از کل مسیرهای شهری این منطقه را در بر می گیرد. فضاهای باز و قابل دسترسی در این منطقه

محدود می باشد. قدمت زیاد ساختمانها و کیفیت ساختمانی پایین و تراکم بالای جمعیت بیانگر فاجعه ای خواهد بود که در صورت بروز زلزله در این گونه مناطق خواهیم داشت.

بررسی های انجام شده توسط **JICA** نشان می دهد که بروز زلزله ای به بزرگی ۷ و ۶ ریشتر توسط گسل ری می تواند ۳۸۰/۰۰۰ کشته بر جای بگذارد و در مناطقی مانند ۱۲ و ۱۱ شهر تهران، آمار کشته شدگان نزدیک به ۱۵ تا ۲۰ درصد کل جمعیت ساکن این منطقه خواهد بود. بررسی های دیگر نیز که در مورد شهر تهران انجام شده است، آمار مشابهی از زلزله احتمالی شهر تهران ارائه می دهند. بر طبق یکی از این بررسیها در شهر تهران وقوع زلزله با بزرگی بیش از ۷ ریشتر محتمل است و در سطوح شهر می تواند حداقل شتاب **g** برابر با  $4/0$  را ایجاد کند. در این صورت نسبت خرابی در حدود  $60\%$  خواهد بود و ساختمانهای مسکونی و سیستم شریانهای حیاتی بیش از ۴ هفته از کار خواهد بود و در حدود  $1/6$  میلیون نفر آسیب دیده و  $400/000$  نفر نیز خواهند مرد. در تهران ۱۴۵ بیمارستان وجود دارد و از ۲۷ ایستگاه آتش نشانی در سال ۱۳۷۰، ۴ عدد از آنها غیر مقاوم، ۱۸ تای آنها نیمه مقاوم و ۵ تای آنها مقاوم بوده اند. احتمال خرابی بعضی از پلهای بتونی روگذر وجود دارد (**Eshgi ۱۹۹۱**) در صورت بروز زلزله احتمال قطع برق کل شهر تهران بسیار بالا می باشد. خرابی در ایستگاههای برق قدیمی تر می تواند تمامی عملکرد شبکه را تحت تاثیر قرار دهد (**Eshgi ۱۹۹۱**) و بازسازی آن تا یک سال ممکن است طول بکشد. تهران پایتخت و مرکز تصمیم گیری کشور بوده و نزدیک به  $71\%$  نیروی کاری کشور شامل ادارات دولتی، وزارت خانه ها و دیگر سازمانهای در آن واقع شده اند که به دیگر بخش های دیگر کشور سرویس می دهند. آسیب به این سیستم می تواند آثار منفی اجتماعی در برداشته و حتی بر ساختار حکومتی تاثیر بگذارد. مانند