

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



جمهوری اسلامی ایران
تاریخ راه و شهرسازی

طراحی، نصب و راه اندازی سامانه پاسخ سریع زمین لرزه
شهر تهران
(طرح اقدامی با ۲۰ ایستگاه شتابنگاری)

دکتر سید محمود فاطمی عقدا

(عضو هیئت علمی دانشکده معماری و شهرسازی)

دکتر فریدون سینائیان

(عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی)

حسین میرزائی علویچ

(عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی)

اسماعیل فرزادگان

(عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی)

گزارش تحقیقاتی

شماره نشر: ک - ۶۳۵

چاپ اول: ۱۳۹۱

عنوان و نام پدیدآور	طراحی، نصب و راه‌اندازی سامانه پاسخ سریع زمین‌لرزه شهر تهران (طرح مقدماتی با ۲۰ ایستگاه شتابنگاری) سیدمحمود فاطمی عقدا - [و دیگران]
مشخصات نشر	تهران: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	۷۲ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، گزارش تحقیقاتی؛ شماره نشر: گ-۶۳۵
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۵۳۹۲-۳۴-۰
وضعیت	فیا
فهرست‌نویسی	
یادداشت	سیدمحمود فاطمی عقدا، فریدون سینائیان، حسین میرزائی علویچه، اسماعیل فرزنانگان.
یادداشت	کتابنامه
موضوع	شتاب‌نگارها -- ایران -- تهران
موضوع	زلزله -- ایران -- تهران -- پیش‌بینی‌های ایمنی
شابک افزوده	فاطمی عقدا، ۱۳۹۹-
شماره افزوده	ایران، وزارت راه و شهرسازی
شناسه افزوده	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۱: ۹۵۳۷/۲/۴۹۸۶۴
رده‌بندی دیویی	۵۵۱/۲۲-۹۵۵۱۲۲
شماره ثبت کتابخانه ملی	۲۹۲۸۴۸۹
صوبه شماره	۹۱/۷ چاپ کتاب، شورای علمی انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

طراحی، نصب و راه‌اندازی سامانه پاسخ سریع زمین‌لرزه شهر تهران
(طرح مقدماتی با ۲۰ ایستگاه شتاب‌نگاری)

دکتر سیدمحمود فاطمی عقدا، دکتر فریدون سینائیان، حسین میرزائی علویچه، اسماعیل فرزنانگان

شماره نشر: گ- ۶۳۵ چاپ اول: ۱۳۹۱

ناشر: انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

تنظیم برای چاپ: نسرین مقدس

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

بها: ۱۵۰۰۰ ریال

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مسئولیت صحت دیدگاه‌های علمی بر عهده نگارندگان محترم می‌باشد.

کلیه حقوق چاپ و انتشار اثر به ناشر تعلق دارد.

نشانی: تهران، بزرگراه شیخ فضل‌الدین روبروی فاز ۲ شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی،

خیابان حکمت صنوبر پستی: ۱۳۱۴۵-۱۶۹۶

تلفن: ۸۸۲۵۵۹۴۲-۶ دوپنگار: ۸۸۲۵۵۹۴۱

پست الکترونیکی: president@bhrc.ac.ir صفحه الکترونیکی: http://www.bhrc.ac.ir

پیشگفتار

مدیریت مخاضرات طبیعی، به خصوص زمین لرزه امری مشکل می باشد. اگرچه امروزه بشر با پیشرفت های تکنولوژیکی، به خصوص در زمینه مقابله با پدیده زمین لرزه، به نتایج مطلوبی رسیده که نمود عینی آنها را در آئین نامه های ساخت و ساز مشاهده می کنیم، ولیکن هنوز زمین لرزه در مرزهای پیشرفت مهندسی و ساخت و ساز پدیده های طبیعی محسوب می شود. انسان همیشه در اندیشه مطالعه و شناخت این پدیده در تلاش بوده است تا بتواند راه کارهای مناسب برای کاهش خسارات جانی و مالی ناشی از آن پیدا کند. اگر چه هنوز نیز بشر نتوانسته این مسئله را به خوبی حل کند چرا که بینش زمین لرزه ژانویه ۱۹۹۵ کوبه، یک روز زمان صرف شد تا ابعاد گسترده فاجعه آشکار شود و ایران نیز بارها با این معضل روبرو شده ایم. در این میان، با توجه به وجود گسل های مهم و سوابق لرزه خیزی شهر تهران، احتمال رویداد یک زمین لرزه بزرگ وجود دارد. در این راستا نیاز است تمهیدات لازم جهت مدیریت بحران به کار گرفته شود. یکی از ابزارهای مدیریت بحران داشتن اطلاعات دقیق از رویداد است. در این شهر بزرگ در موقع رویداد زمین لرزه مخرب بدون اتکا به داده های سریع و دقیق از مکان زمین لرزه و سایر پارامترهای اساسی آن امکان پذیر نمی باشد. امروزه دانشمندان علوم زمین لرزه صراحتاً بر این نکته تاکید دارند که سیستم های هشدار و پاسخ سریع زمین لرزه می توانند در کاهش خسارات جانی و مالی زمین لرزه بسیار سودمند باشند. در این راستا مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، با توجه به امکانات تابنگاری، یک سامانه پاسخ سریع زمین لرزه را در مرحله آزمایشی با ۲۰ ایستگاه تابنگار طراحی و نصب کرده است. امید است بتوانیم قدم های موثری جهت کاهش خسارات جانی و مالی خسارات جانی برداریم.

سید محمود فاطمی عقدا

رئیس مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۳۰	زمین لرزه اول تیر ۱۳۸۱ چنگوره آوج
۳۱	زمین لرزه ۱۸ اسفند ۱۳۸۱ شیان (شمال شرق شهر تهران)
۳۱	زمین لرزه ۸ خرداد ۱۳۸۲ فیروزآباد کجور
۳۲	زمین لرزه ۲۸ خرداد ۱۳۸۶ کهک (استان قم)
۳۲	زمین لرزه ۲۵ مهر ۱۳۸۸ شهر ری
۳۵	فصل پنجم: طراحی و اجرای سامانه پاسخ سریع شهر تهران
۳۵	۱-۲ مقدمه
۳۵	۲-۵ سامانه پاسخ سریع زمین لرزه
۳۷	۳-۲ محورها و کاربری
۳۷	۴-۵ دستگاه‌های شتابنگار مورد استفاده در طرح
۳۹	۵-۵ مراحل ایجاد سامانه‌های شتابنگاری پاسخ سریع
۴۰	۱-۵-۵ هماهنگی سامانه‌های مورد نظر
۴۰	۲-۵-۵ انتخاب محل ایستگاه
۴۱	۶-۵ ایجاد اتاق کنترل مرکزی
۴۵	فصل ششم: روش‌های ارتباطی
۴۵	۱-۶ خطوط ارتباطی
۴۶	۲-۶ تجهیزات سخت‌افزاری
۴۹	فصل هفتم: تولید نقشه لرزش با استفاده از نرم‌افزار peeMap
۴۹	۱-۷ نقشه‌های لرزش
۵۰	۱-۱-۷ انواع نقشه‌های لرزش
۵۰	۲-۷ نرم‌افزار peeMap
۵۱	۳-۷ تولید نقشه لرزش
۵۲	۴-۷ آزمایش صحت عملکرد peeMap
۵۴	فصل هشتم: نتیجه‌گیری
۵۷	پیوست ۱
۵۷	پیوست ۲
۵۹	مراجع

واقعیت زمین‌شناسی و لرزه‌زمین‌ساختی ایران، در طول تاریخ باعث رویداد زمین‌لرزه‌های ویرانگر در این زمین شده است. در این میان با نگاهی تاریخی و از دیدگاه لرزه‌خیزی به محدوده جغرافیایی شهر تهران نشان‌دهنده، فعالیت لرزه‌خیزی بالای آن است. با توجه به سوابق لرزه‌خیزی و گسل‌های مهم در این شهر، احتمال رویداد یک زمین‌لرزه در این شهر بزرگ وجود دارد. در این راستا نیاز است تمهیدات لازم جهت مدیریت در شرایط بحران، به کار گرفته شود. یکی از این تمهیدات مدیریت بحران، داشتن اطلاعات دقیق از رویداد زمین‌لرزه است. در این شهر بزرگ در وقوع رویداد زمین‌لرزه‌ای مخرب، مدیریت بحران بدون اتکا به داده‌های سریع و دقیق از مکان زمین‌لرزه و سایر پارامترهای اساسی آن امکان‌پذیر نیست. در این راستا، شبکه شتابنگاری زلزله لرزه‌شناسی تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، طراحی و اجرای یک سامانه پاسخ سریع زمین‌لرزه را اجرا کرده است که اطلاعات اساسی را در فاصله زمانی اندکی از رویداد زمین‌لرزه در اختیار مسئولان ذیربط قرار دهد. تاکنون بیست ایستگاه شتابنگاری پاسخ سریع در دانشگاه‌های صنعتی شریف، شهید عباسپور، تهران، الزهرا، شهید رجایی، تربیت مدرس، شهید بهشتی، علم و صنعت، خواجه‌نصیر، علوم و تحقیقات، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، پارک علم و فناوری، سازمان زمین‌شناسی، شهرداری ناحیه ۲ منطقه ۵، شهرداری منطقه ۲۲، بیمارستان امام‌بخش فرهنگسرای خاوران، فرهنگسرای بهمن، فرمانداری شهر ری و بخش‌داری چهاردانگه از مسیر راه‌اندازی شده است. اطلاعات این ایستگاه‌ها به صورت برخط، از طریق خطوط مخابراتی زمین‌شناسی ام‌پی ال اس (MPLS) به سرور مرکزی در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی انتقال می‌یابد و بر اساس اطلاعات دریافت شده، نقشه‌های هم‌لرزه تولید می‌شود که در فاصله زمانی ۱ دقیقه به‌هنگام می‌شود.

مدیریت مخاطرات طبیعی به خصوص زمین‌لرزه امری دشوار است. اگرچه امروزه بشر با به کارگیری فن‌آوری‌های نوین و پیشرفته بهره می‌گیرد ولی هنوز زمین‌لرزه در زمره مخرب‌ترین و مهلک‌ترین پدیده‌های طبیعی محسوب می‌شود. امروزه متخصصان و دست‌اندرکاران صراحتاً بر این نکته تأکید دارند که سیستم‌های هشدار و پاسخ سریع زمین‌لرزه می‌توانند در کاهش خسارت‌های جانی و مالی ناشی از رویداد زمین‌لرزه‌ها بسیار سودمند باشند.

انسان برای شناخت بهتر این پدیده و مقابله با خسارت‌های جانی و مالی ناشی از آن همواره در تلاش بوده است و شاید لرزه‌نگار ابتدایی چینی‌ها که در سال ۲۰۰ سال قدمت دارد از جمله اولین تلاش‌های بشر در راه رسیدن به این نیاز باشد. با وجود پیشرفت‌های شگرف حاصل در این راه، بشر هنوز از این بابت بسیار آسیب‌پذیر است. در زمین‌لرزه ژانویه ۱۹۹۵ کوبه یک روز زمان صرف شد تا ابعاد گسترده فاجعه آشکار شود. همین حاصل شد بارها در زمین‌لرزه‌های ایران نیز تجربه شده است.

زمین‌لرزه ۲۱ سپتامبر ۱۹۹۹ چی چی تایوان، اولین تجربه عملکرد مثبت یک سامانه پاسخ سریع زمین‌لرزه بود. این سامانه توانست در زمان بسیار کم پس از رویداد زمین‌لرزه،

اطلاعات دقیقی را گزارش کند و امداد رسانی بهینه را ممکن ساخت. مدیریت موثر بحران در این زمین‌لرزه، جان تعداد زیادی از مردم را نجات داد. این سامانه متشکل از صدها دستگاه شتابنگار و لرزه‌نگار است که در سرتاسر جزیره تایوان نصب شده و به یک سیستم کنترل مرکزی متصل هستند. مشابه این سامانه نیز برای برخی شهرها در کشورهای ترکیه، آمریکا، مکزیک، یونان و... راه‌اندازی شده و یا در دست مطالعه است. سازوکار سامانه‌های هشدار سریع زمین‌لرزه بر اساس اختلاف سرعت امواج زمین‌لرزه و امواج رادیویی و نیز اختلاف زمان رسید امواج اولیه (P) و امواج ثانویه (S) استوار بوده و با توجه به این اختلاف‌ها، سامانه‌های هشدار سریع عمل می‌کنند. با توجه به سازوکار عمل این سامانه‌ها، برای شهرهایی که چسبندگی زمین‌لرزه در نزدیکی آن‌ها باشد، سامانه پاسخ سریع مناسب است و با توجه به کمترین فاصله زمانی، سامانه‌های هشدار سریع کارآیی مناسب ندارند.

در این کار پژوهشی، سامانه آزمایشی پاسخ سریع زلزله با بیست ایستگاه شتابنگاری در مناطق مختلف کلان‌شهر تهران احداث و راه‌اندازی شده است. نحوه ارتباط این دستگاه‌ها از طریق خطوط ارتباطی ام پی ال اس^۱ است و در طرح نهایی از تعداد ایستگاه‌ها به بیش از ۱۵۰ ایستگاه افزایش یابد و همچنین برای افزایش ایمنی عملکرد سیستم در هنگام رویداد زمین‌لرزه‌های احتمالی مخرب ارتباطات ماهواره‌ای یا بیسیم جایگزین ارتباطات زمینی شده و یا به موازات هم به کار گرفته شوند.