بسم الله الرحمن الرحیم

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران

دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای نسبی ساختمان‌های متداول شهر تهران

جلد اول:

«ساختمان‌های اسکلت فولادی»

(تا ۴ طبقه)

شماره نشر: ض-۹۱۶-۰۱

چاپ اول: اسفند ماه ۱۳۹۹

عنوان و نام پدیدآور	: دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای نسبی ساختمان‌های متداول شهر تهران/نویسنده مهندسین مشاور سرزمین؛ تهیه‌کننده مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران
مشخصات نشر	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ج.: مصور، جدول
فروست	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی؛ شماره نشر ض-۹۱۶-۰۱، ض-۹۱۶-۰۲، ض-۹۱۶-۰۳
شابک	: دوره: 978-600-113-293-3 ؛ ۱۵۰۰۰۰ ریال.ج.۱: 978-600-113-292-6 ؛ ۶۰۰۰۰ ریال.ج.۲: 978-600-113-294-0 ؛ ۱۰۰۰۰۰ ریال.ج.۳: 978-600-113-295-7
وضعیت فهرستنویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه
مندرجات	: ج.۱. ساختمان‌های اسکلت فولادی (تا ٤ طبقه) - ج.۲. ساختمان‌های اسکلت بتنی مسلح (۳ و ٤ طبقه) - ج.۳. ساختمان‌های بنائی غیر مسلح و نیم اسکلت (تا ۳ طبقه)
موضوع	: ساختمان‌ها -- ایران -- تهران (استان) -- اثر زلزله -- آیین‌نامه‌ها
موضوع	Buildings -- Earthquake effects -- Iran -- Tehran (Province) -- By - laws :
موضوع	: زلزله -- ایران -- تهران (استان) -- پیش‌بینی‌های ایمنی
موضوع	Earthquakes -- Iran -- Tehran (Province) -- Safety measures :
موضوع	: ساختمان‌سازی -- ایران -- تهران (استان) -- صنعت و تجارت -- آیین‌نامه‌ها
موضوع	Construction industry -- Iran -- Tehran (Province) -- By - laws:
شناسه افزوده	: شرکت مهندسین مشاور سرزمین
شناسه افزوده	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
شناسه افزوده	Road, Housing and Urban Development Research Center :
شناسه افزوده	: سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران
رده بندی کنگره	: TA۶۵۸/۱٤
رده بندی دیویی	: ۶۹۳/۸۵۲۰۹۵۵۱۲۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۵۰۷۳۳۶
وضعیت رکورد	: فیپا

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نام کتاب: دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای نسبی ساختمان‌های متداول شهر تهران
جلد اول: «ساختمان‌های اسکلت فولادی»(تا ٤ طبقه)

نویسنده: مهندسین مشاور سرزمین

تهیه کننده: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران

شماره نشر: ض- ۹۱٦- ۰۱

ناشر: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نوبت چاپ: اول

تیراژ: ۱۰۰۰جلد

قطع: وزیری

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

قیمت: ۱۵۰۰۰۰ ریال

شابک: ٦-۲۹۲-۱۱۳-٦۰۰-۹۷۸

شابک دوره: ۳-۲۹۳-۱۱۳-٦۰۰-۹۷۸

ISBN: 978-600-113-292-6

ISBN VOIS: 978-600-113-293-3

مسئولیت صحت دیدگاه‌های علمی بر عهده نگارندگان محترم می‌باشد.

کلیهٔ حقوق چاپ و انتشار اثر برای مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی محفوظ است.

نشانی ناشر: تهران، بزرگراه شیخ فضل ا... نوری، روبروی فاز ۲ شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت صندوق پستی: ۱۶۹۶-۱۳۱٤۵ تلفن: ٦-۸۸۲۵۵۹٤۲ دورنگار: ۸۸۳۸٤۱۳۲

پست الکترونیکی: pub@bhrc.ac.ir فروش الکترونیکی: http:// pub.bhrc.ac.ir

تهیه و تدوین متن (مهندسین مشاور سرزمین)

مهندس تیمور هنربخش	
دکتر علیرضا آذربخت	دکتر محمدسعید سبحان
مهندس حسین علی‌نوری	مهندس بابک امین‌زاده گوهرریزی
مهندس کورش‌علی رضائی	مهندس امیربهادر حبیبی
مهندس آیدا بجانلی	مهندس مهدی کیاشمشکی

کمیته بررسی و تصویب (به ترتیب حروف الفبا)

دکتر علی اکبر آقاکوچک	دانشگاه تربیت مدرس تهران
دکتر محمدتقی احمدی	دانشگاه تربیت مدرس تهران
دکتر مازیار حسینی	استاد دانشگاه و رئیس وقت سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران
دکتر عبدالرضا سروقد مقدم	پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله
دکتر مسعود سلطانی محمدی	دانشگاه تربیت مدرس تهران
دکتر حمزه شکیب	دانشگاه تربیت مدرس تهران
دکتر سیدسهیل مجیدزمانی	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

کمیته سیاستگذاری و راهبری

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران
دکتر محمد شکرچی زاده	دکتر رضا کرمی محمدی
دکتر محمدتقی احمدی	دکتر سید مجتبی حسینی گله کلائی
دکتر سعید بختیاری	دکتر حیدر کلهری
دکتر عاطفه جهان‌محمدی	مهندس مجید امجدی

راهبری و انجام مطالعات آزمایشگاهی

دانشگاه تهران

دکتر محمدصادق معرفت	سرپرست آزمایشگاه و مدیر پروژه
دکتر محمد خانمحمدی	مجری پروژه
مهندس حمید زارع	کارشناس آزمایشگاه

دانشگاه صنعتی شریف

دکتر شروین ملکی	رئیس مرکز تحقیقات مهندسی زلزله
دکتر علی بخشی	مدیر آزمایشگاه
مهندس ثریا اقبالی	کارشناس مرکز

اجرای نمونه های آزمایشگاهی

شرکت پارس پدید غرب به مدیریت آقای مهندس رحیم امامی و علی قدرتی

مستندسازی مطالعات

شرکت تدبیر نوآوران خرد، به مدیریت سرکار خانم مهندس سپیده توئمی منصوری

پیشگفتار:

کلانشهر تهران همانند اکثر کلانشهرها و مراکز جمعیتی کشور، دارای بافت‌های فرسوده و ناکارآمد قابل توجه است که مساحت آن بیش از سه هزار هکتار می‌باشد. به تبع آن در این بافت، بالغ بر ۲۰۰ هزار پلاک آسیب‌پذیر در برابر زلزله به ویژه در حوزه ساختمان‌های مسکونی وجود دارد که حدود ۱۵ درصد جمعیت شهر را با بیش از یک میلیون نفر در خود جای داده‌اند. از سوی دیگر، قرارگیری در پهنه‌ای با شرایط زمین‌ساختی و تکتونیکی خاص و مجاورت با گسل‌های فعال که به شدت مستعد وقوع زمین‌لرزه‌های با بزرگای بالا می‌باشد، شهر تهران را همواره با چالش عدم تأمین کامل ایمنی و به تبع آن تهدید جان و مال شهروندان مواجه نموده است. بی‌تردید، رفع این چالش، مستلزم برنامه‌ریزی و تهیه طرح‌های عملیاتی کارآمد، اجرایی و اثربخش، با تأکید برهدف اصلی «حفظ جان شهروندان» در صورت وقوع زلزله احتمالی می‌باشد.

بهبود عملکرد لرزه‌ای و ارتقاء ایمنی ساختمان‌های موجود در برابر زلزله از جمله مواردی است که پس از وقوع زلزله‌های در دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته است. با گسترش روش‌های مقاوم‌سازی و بهسازی لرزه‌ای و توسعه دانش موجود در این زمینه، دستورالعمل‌های مرتبط از جمله نشریه ۳۶۰ نظام فنی اجرایی کشور تدوین شده و در اختیار جامعه مهندسی قرار گرفته است. در این اسناد، هدف بهسازی لرزه‌ای یک ساختمان موجود با توجه به سطوح خطر لرزه‌ای و عملکرد مورد انتظار ساختمان تعریف و بهبود عملکرد لرزه‌ای آن از طریق تمهیداتی نظیر افزایش مقاومت، سختی و شکل‌پذیری سازه حاصل می‌شود. در این روش‌ها، کسب اطلاعات سازه برای مدل‌سازی و تحلیل‌های مربوطه مستلزم انجام سونداژها و آزمایش‌های نسبتاً زیادی است که هم هزینه‌بر بوده و هم موجب اختلال طولانی مدت در بهره‌برداری از ساختمان می‌شود. این در حالیست که در بسیاری از ساختمان‌های موجودی که در این دستورالعمل مدنظر بوده، ضعف ساختمان مربوط به عدم وجود سیستم باربر لرزه‌ای با مشخصات مناسب است. همچنین، کاربری و اقتصاد بهره‌برداران از این ساختمان‌ها به نحوی است که نمی‌توان سطوح ایمنی مطلوب را در مدت زمان اندک و یا هزینه‌ای مقرون به صرفه تأمین کرد. در این شرایط، اتخاذ روش‌های بهسازی موضعی یا نسبی می‌تواند برای پیشگیری از خسارات بسیار بزرگ مالی و جانی راهگشا باشد. هرچند این موضوع قطعاً با کاهش انتظارات و تقلیل سطوح ایمنی مورد نظر همراه خواهد بود. بدین ترتیب با انتخاب شیوه‌های اجرایی ساده که قابلیت توسعه در فرم‌ها و پلان‌های مختلف سازه‌ای را داشته باشد، می‌توان از پیچیدگی فرآیندهای ارزیابی و بهسازی ساختمان و وابستگی آن به نیروهای تخصصی

ویژه کاست و ایمنی این ساختمان‌ها را که اکثراً با کیفیت مطلوبی بنا نشده‌اند، به نحو موثری ارتقا داد.

این موضوع در سال ۱۳۸٦ مورد توجه سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران قرار گرفت و شرکت «مهندسین مشاور سرزمین» به عنوان مجری طرح، مسئولیت تدوین متن و تهیه ضوابط پیشنهاد شده در این مجموعه را برعهده گرفت. در این فرآیند، تلاش شد تا تعدادی از ساختمان‌های واقع در محدوده جنوب خیابان انقلاب اسلامی به عنوان نمونه‌هایی از ساختمان‌های موجود در شهر تهران، مورد بررسی دقیق قرار گیرند. در همین راستا، مطالعات میدانی بر روی تعدادی از ساختمان‌های حداکثر ٤ طبقه واقع در این محدوده صورت گرفت و پس از آن، آسیب‌ها و نقاط ضعف مشاهده شده در ساختمان‌های مورد اشاره، دسته‌بندی شدند. با توجه به نتایج حاصل از این دسته‌بندی، شیوه‌های اجرایی مختلفی پیشنهاد شد تا مورد بررسی و واکاوی دقیق قرار گیرد. این شیوه‌ها در نهایت به صورت روش‌های تجویزی بهسازی نسبی ساختمان‌های واقع در هر یک از دسته‌های ذکر شده جمع‌بندی و ارائه گردید.

مجموعه حاضر، با استناد به نتایج حاصل از مطالعات مورد اشاره و آزمایش‌های تخصصی انجام‌شده در دو دانشگاه معتبر کشور (دانشگاه‌های تهران و صنعتی شریف) تدوین شده و یک مجموعه سه جلدی شامل پیشنهادهای اجرایی برای بهسازی لرزه‌ای نسبی ساختمان‌های بتنی، فولادی و بنائی حداکثر تا ٤ طبقه را تحت عنوان «دستور العمل بهسازی لرزه‌ای نسبی ساختمان‌ها» در بر می‌گیرد.

اگرچه این جزئیات با تکیه بر مطالعات صورت گرفته در منطقه خاصی از شهر تهران تهیه شده‌اند، لیکن امکان استفاده از آنها برای بسیاری از مناطق شهر تهران و با اصلاحاتی، برای کل کشور وجود دارد. پس از بررسی و بازبینی متون اولیه توسط اعضای کمیته تائید و تصویب، مجلدات حاضر به تائید «مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی» نیز رسیده و برای انتشار به منظور بهره برداری در راستای ارتقاء ایمنی از طریق بهسازی نسبی ساختمان‌ها و کاهش میزان آسیب پذیری آنها در برابر زلزله مناسب دانسته شده است. لازم به تأکید است این جزئیات صرفاً برای کاربرد در این دستورالعمل‌ها و بعنوان بهسازی لرزه‌ای نسبی (با هدف بهبود نسبی رفتار لرزه‌ای) ساختمان‌های تعریف شده در نظر گرفته شده و کاربرد آنها در ساخت بناهای نوساز یا برای بهسازی لرزه‌ای جامع سازه‌ها با اهداف متعارف بهسازی، نظیر آنچه در نشریه ۳٦۰ مد نظر است، مورد تائید نمی‌باشد.

بدیهی است در اجرای این دستورالعمل‌ها، ضروری است از توان مهندسین صاحب صلاحیت استفاده شود. اگرچه جزئیات بهسازی در این مجلدات، برای پلان‌ها و فرم‌های مشخص ارائه

شده‌اند، تغییر در ابعاد ساختمان در حد محدود مجاز دانسته می‌شود. به این ترتیب، برای بهسازی یک ساختمان لازم است مهندسان ذی‌صلاح با انجام بازدید، بازرسی و سوندازهای محدود، شرایط ساختمان را با یکی از نمونه‌های موجود در این دستورالعمل‌ها تطبیق داده و طرح اجرایی را تهیه و اجرا نمایند. همچنین، بهره‌گیری از این دستورالعمل‌ها نباید به نحوی باشد که با اعمال اصلاحات یا تغییرات در عناصر سازه‌ای و غیرسازه‌ای، ایمنی ساختمان مختل شود.

با توجه به سطح نازل مخارج پیش بینی شده برای اجرای این دستورالعمل، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران و مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، مالکان آن دسته از ساختمان‌های شهر تهران را که در محدوده کاربرد این دستورالعمل‌ها قرار می‌گیرند، به استفاده از آنها توصیه می‌نمایند. اگرچه این دو سازمان، در قبال هرگونه برداشت نادرست از مطالب این دستورالعمل مسئولیتی نخواهند داشت.

در خاتمه یادآور می‌شود که تهیه، تدوین و تصویب دستورالعمل حاضر می‌تواند گام بسیار موثری در شروع فرآیند بهسازی لرزه‌ای نسبی ساختمان‌های آسیب‌پذیر واقع در بافت‌های فرسوده و ناکارآمد باشد که تأثیر قابل توجهی در کاهش خسارات مالی به ویژه تلفات جانی شهروندان خواهد داشت. پرواضح است که با توجه به ویژگی‌های خاص فرآیند بهسازی که ماهیتی متفاوت با رویکرد نوسازی دارد، لزوم توجه بیش از پیش مدیریت شهری و شهرداری‌ها به این امر ضروری می‌باشد. به بیان دیگر، مسئولین شهری باید با نگاهی متفاوت از فرآیند نوسازی به این موضوع مهم نیز توجه نمایند و از تمامی ابزارها و امکانات در اختیار خود جهت ترویج طرح و تشویق شهروندان برای مشارکت حداکثری بهره ببرند. همچنین ضرورت نگاه حمایتی مادی و معنوی کلیه نهادهای بالادستی ذی‌ربط به عنوان راهکار کوتاه مدت و زودبازده در حفظ جان شهروندان، آشکار و مورد تأکید می‌باشد. لازم به ذکراست امکان سنجی استفاده از این دستورالعمل‌ها در بهسازی لرزه‌ای ساختمانهای عمومی و دولتی موجبات کاربرد عمومی‌تر آن را فراهم خواهد آورد که این موضوع، در گام‌های مطالعاتی بعدی دنبال خواهد شد.

محمد شکرچی‌زاده
رئیس مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

رضا کرمی محمدی
رئیس سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران