

ایمن سازی بناهای آموزشی در برابر زمین لرزه

گردآوری و تالیف:

شاهین متین، شهرام داوودیان، غزاله مشهدی اسمعیلی

۱۳۹۰

سرشناسه :	متن، شاهین، ۱۳۶۰
عنوان و نام پدیدآور :	ایمن سازی بناهای آموزشی در برابر زلزله / ترجمه و تالیف شاهین متین، شهرام داورنیا، غزاله مشهدی اسمعیلی.
مشخصات نشر :	تهران: آریا پژوه: فراهوش، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری :	۱۴۴ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک :	۳۵۰۰۰ ریال: 978-964-8821-68-0
وضعیت فهرست نویسی :	فنی
موضوع :	ساختمان های ضد زلزله
موضوع :	ساختمان ها -- اثر زلزله
موضوع :	ساختمان های مدارس -- استانداردها
موضوع :	زلزله -- پیش بینی های ایمنی
شناسه افزوده :	داورنیا، شهرام
شناسه افزوده :	مشهدی اسمعیلی، غزاله
رده بندی ککریه :	۴۳۲۸/۶۵۸/م تلف: ۱۳۹۰
رده بندی دیویی :	۶۹۳/۸۵۲
شماره کتابشناسی ملی :	۰۸۴۶۰۳۲



<http://www.aryaketab.com>

نام کتاب: ایمن سازی بناهای آموزشی در برابر زمین لرزه
مؤلفین: شاهین متین، شهرام داورنیا، غزاله مشهدی اسمعیلی
ناشر: انتشارات آریا پژوه

ناشر همکار: انتشارات فراهوش (زوفا)

طراح جلد: غزاله مشهدی اسمعیلی

نوبت چاپ: اول

سال چاپ: ۱۳۹۰

تعداد صفحات: ۱۴۴

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۳۵۰۰ تومان

تکثیر تمام یا قسمتی از اثر بدون مجوز
کتابی نشر ممنوع است و متخلفان به
موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان،
مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی
قرار خواهند گرفت.

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۸۸۲۱-۶۸-۰

ISBN: 978-964-8821-68-0

فکس: ۸۸۹۷۲۲۳۲

تلفن: ۸۸۹۵۶۹۰۰

انتشارات آریا پژوه:

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۹	پیش گفتار
۱۱	مقدمه استاد
۱۲	هدف راهنما
۱۲	محدوده راهنما
۱۵	فصل اول: زمین لرزه ها
۱۵	زمین لرزه چیست؟
۱۵	چرا زمین لرزه ها اتفاق می افتند؟
۱۷	مکان های مستعد وقوع زمین لرزه
۱۷	اندازه گیری زمین لرزه ها
۱۷	بزرگی زمین لرزه
۱۷	شدت زمین لرزه
۱۹	لرزه خیزی ایران
۲۱	خطر لرزه ای ایران
۲۳	فصل دوم: اثرات زمین لرزه
۲۳	تاثیرات زمین لرزه بر سطح زمین
۲۶	تاثیرات زلزله بر ساختمان ها
۲۷	سازوکار شکست ساختمان
۲۷	سازوکار شکست ساختمان با مصالح بتابی
۳۰	سازوکار شکست ساختمان های دارای کلاف بندی بتن مسلح (RC)
۳۰	خسارات وارده به انواع ساختمان ها
۳۱	دلایل آسیب دیدن ساختمان
۳۲	اشکالات طرح های سازه ای
۳۳	کیفیت مصالح و نحوه اجرا
۳۵	فصل سوم: ملاحظات لرزه ای برای طراحی ساختمان
۳۵	منطقه بندی لرزه ای
۳۶	وضعیت خاک
۳۶	اهمیت ساختمان براساس کاربری
۳۷	اولویت بندی ساختمان ها برای ایمن سازی در برابر زلزله

۳۹	فصل چهارم: ملاحظات مکان‌یابی
۳۹	انتخاب ساختگاه
۳۹	پایداری شیب
۴۰	خطر سیل
۴۰	خطر گسلش
۴۱	خطر روان‌گرایی
۴۲	توپوگرافی زمین
۴۳	بهینه‌سازی ساختگاه
۴۵	فصل پنجم: شکل ساختمان و مقاومت در برابر زلزله
۴۵	شکل‌بندی ساختمان
۴۷	ارتفاع و تعداد طبقات
۴۹	توزیع اجزای باربر در پلان
۵۳	موقعیت و ابعاد بازشوهای در و پنجره
۵۷	فصل ششم: مصالح و کیفیت اجرا
۵۷	مواد و مصالح ساختمان
۵۸	کیفیت مصالح ساختمانی
۵۸	بتن
۶۱	مصالح آجرکاری
۶۵	کیفیت اجرا
۶۷	فصل هفتم: ساختمان‌های بنایی با بلوک و ملاتر ماسه-سیمان
۶۷	به‌سازی لرزه‌ای ساختمان
۶۹	پی
۷۱	دیوارها
۷۳	تقویت بازشوها
۷۴	تقویت دیوار
۸۷	فصل هشتم: بنایی با مصالح دارای مقاومت و استحکام پایین
۸۷	تعریف
۸۷	محدودیت‌ها
۸۷	معیارهای مقاوم‌سازی
۸۷	مصالح

۸۸	دیوارها
۸۸	پشت‌بندها
۸۹	بازشوهای در و پنجره
۹۱	اصول اجرایی
۹۵	دوخت‌ها
۹۵	کلاف‌ها
۹۷	میلگردگذاری قائم
۹۹	فصل نهم: شرح جزئیات اسکلت‌های بتن مسلح (RC)
۹۹	پی
۱۰۰	تیر
۱۰۳	ستون
۱۰۷	محل اتصال تیر ستون
۱۰۹	فصل دهم: اجرای کف و سقف
۱۰۹	کلیات
۱۱۰	دال بتن مسلح
۱۱۲	کف چوبی و سقف مسطح
۱۱۴	بام شیبدار
۱۱۷	فصل یازدهم: ارزیابی ایمنی ساختمان‌های ساخته شده با مصالح بتایی
۱۱۷	ارزیابی چشمی
۱۱۹	مقایسه با ملاحظات ایمنی در آیین‌نامه‌های ساختمانی
۱۲۰	مقیاس شدت MSK
۱۲۱	روش تحلیلی
۱۲۳	فصل دوازدهم: تقویت بناهای آموزشی ساخته شده با مصالح بتایی
۱۲۳	نگرش و رویکرد
۱۲۴	درس‌های گرفته شده از زمین‌لرزه‌های گذشته
۱۲۴	روش‌های رایج و متداول مقاوم‌سازی
۱۴۰	مشکلات مرتبط
۱۴۱	فهرست منابع انگلیسی
۱۴۲	فهرست منابع فارسی

علايم:

مقياس اصلاح شده مركالى	: MMI
مقياس شدت زلزله مدودو- اسپونر - كارنيك	: MSK
بتن مسلح	: RC
ارتفاع	: h
نيوتن	: N
مگا پاسكال	: Mpa
متر	: m
سانتيمتر	: cm
ميليمتر	: mm
سانتيمتر مربع	: cm^2
ميليمتر مربع	: mm^2
فوت	: ft
كيلومتر	: km
كيلومتر مربع	: km^2

پیش‌گفتار:

امروزه در بسیاری از نقاط دنیا، استفاده از مصالح و شیوه‌های ساخت‌وساز سنتی همچنان رواج داشته و برنامه‌ریزان عرصه ساخت‌وساز بجای سعی در حذف این شیوه‌ها، به دنبال پیوند آن‌ها با دستاوردهای علمی روز دنیا و یافتن راهکارهای انطباق آن‌ها با معیارهای قابل قبول ایمنی می‌باشند.

کتاب حاضر راهنمایی است برای طراحی و ساخت بناهای آموزشی ایمن در برابر زلزله با استفاده از مصالح و روش‌های ساخت‌وساز سنتی که در آن با ارائه ملاحظات ایمنی مرتبط، راه‌های دستیابی به حداکثر ایمنی در برابر بلایای طبیعی و به‌طور اخص زمین‌لرزه با استفاده از حداقل هزینه، کیفیت مصالح و نیروی انسانی متخصص، معرفی شده‌است.

در گردآوری و تألیف کتاب حاضر از اسناد و تالیفات منتشر شده توسط جمعیت ملی فن‌آوری زلزله-نیال^۱ (NSET-NEPAL) و سازمان مدیریت بحران فدرال آمریکا^۲ (FEMA) استفاده شده است. از آنجاکه این کتاب بر اساس تجربیات، مطالعات موردی انجام شده و استانداردهای تعریف شده در آمریکا، کشور ما و برخی کشورهای دارای وضعیت ژئوفیزیکی و شیوه‌های ساخت‌وساز سنتی شبیه کشور ما نظیر نیال و هند و با زبانی کاملاً ساده تدوین شده است، می‌تواند راه‌های ساخت بناهای ایمن و مقاوم در برابر زلزله را به‌نحوی ملموس و قابل درک حتی برای طراحان و سازندگان فاقد تحصیلات دانشگاهی بالا، ارائه دهد. اگرچه در حال حاضر راهکارهایی در زمینه طراحی و اجرای ساختمان‌های ایمن و مقاوم با بهره‌گیری از مصالح و شیوه‌های ساخت مدرن در کشور در دست اجرا قرار گرفته‌اند ولی اولاً استفاده از این نوع مصالح و شیوه‌های ساخت در بخش‌هایی از بناهای آموزشی که دارای اهمیت کمتری هستند نظیر انبارها، سرویس‌های بهداشتی و امثال این‌ها حتی در شهرهای بزرگ کشور نیز پرهزینه بوده، ثانیاً با توجه به نبود مهارت، تجربه و نظارت‌های کافی و هزینه‌بر بودن اجرای چنین برنامه‌هایی در شهرهای کوچک، بخش‌ها و روستاها، فراهم‌آوردن موجبات آموزش بناها و سازندگان محلی، راهکاری مناسب و اثربخش به‌نظر می‌رسد و این کتاب ابزاری است کارآمد جهت آشنا نمودن این افراد با شیوه‌های ساخت‌وساز سنتی اصولی و ایمن.

در پایان جا دارد از زحمات جناب آقای دکتر سید محمود فاطمی عقدا، جناب آقای دکتر وحید حسینی جناب و جناب آقای مهندس علی ساکت، که با همکاری و کمک‌های بی‌شائبه خود، راه دشوار گردآوری، ترجمه و تالیف این اثر را هموار نمودند، تشکر و قدردانی نماییم.

شاهین متین، شهرام داورنیا،

غزاله مشهدی اسمعیلی

دی‌ماه ۱۳۸۹

www.ketab.ir

مقدمه استاد:

ایران، کشوری حادثه‌خیز است. زمین‌لرزه، سیل، خشکسالی و رانش‌زمین همه ساله خسارات قابل توجه جانی و مالی را در کشور باعث می‌شوند.

ایران به لحاظ قرارگیری بر روی کمربند زلزله آلپ- هیمالیا، قرارگیری بین دو صفحه تکتونیک فعال (صفحه عربستان و توران) و تعدد گسل‌های اصلی و فرعی که در تمام نقاط کشور گسترش یافته‌اند، هر چند سال یک‌بار زلزله‌های بزرگ و مخربی را تجربه می‌نماید. شاید یکی از دلایل مهم خسارات ناشی از زلزله در کشور، توسعه بدون برنامه‌ریزی شهرها و مورد غفلت واقع شدن شیوه‌های ساخت‌وساز اصولی باشد.

مطالعات نشان می‌دهد، عدم رعایت اصول ایمنی در ساخت ساختمان‌های «با اهمیت زیاد» می‌تواند موجب افزایش چشمگیر خسارات ناشی از زلزله شود. مطابق آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، مدارس نیز جز ساختمان‌های «با اهمیت زیاد» محسوب می‌شوند.

بناهای آموزشی در نقاط مختلف کشور ما چه در شرایط عادی و چه در مواقع بروز سوانح، به غیر از بهره‌برداری آموزشی، کارایی‌های دیگری نیز دارند. این بناها در کنار کاربری آموزشی، به عنوان پایگاه‌هایی جهت گذراندن اوقات فراغت دانش‌آموزان، گردهمایی‌های عمومی، برگزاری انتخابات، اجرای طرح‌های گسترده درمانی و اردوگاه‌های اسکان موقت پس از وقوع سوانح نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابر این ایمن‌سازی چنین ساختمان‌هایی از اهمیت زیادی برخوردار است.

این راهنما، روش‌های ساخت‌وساز رایج در کشور را مدنظر داشته و بر آن است تا با استفاده از همان مصالح و کارگر بومی حاضر در هر منطقه، بناهای آموزشی ایمن‌تری ساخته شود. همچنین به مقاوم‌سازی و تقویت استحکام ساختمان‌های مدارس موجود به صورت روشی عملی که می‌تواند با حداقل نظارت، توسط سازندگان بومی مورد استفاده قرارگیرد می‌پردازد. این راهنما ابزاری ساده برای افراد فنی که در زمینه طراحی، ساخت‌وساز، اجرا و ایمن‌سازی بناهای آموزشی در برابر زمین‌لرزه فعالیت می‌کنند، محسوب می‌شود و امید است که بتواند علاوه بر افراد فعال در ساخت بناهای آموزشی، برای سایر افرادی که در زمینه ساخت و مقاوم‌سازی ساختمان‌ها با کاربری‌های دیگر نظیر مسکونی، اداری و تجاری اشتغال دارند نیز مفید واقع شود.

هدف راهنما

این راهنما، روش‌های طراحی ایمن ساختمان‌های آموزشی در برابر زلزله‌های ویرانگر را به صورتی ساده و مصور ارائه می‌دهد. علاوه بر این، در بخش‌های مختلف این راهنما، متناسب مطالب عنوان شده، استانداردها و آیین‌نامه‌های مرتبط کشور نیز ذکر شده است. شیوه نگارش این کتاب به گونه‌ای است که می‌تواند در سطح عمومی به عنوان راهنمایی برای ساخت ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله مورد استفاده قرار گیرد.

محدوده راهنما

در اصل این راهنما به شیوه‌های فنی ساخت و ساز ساختمان‌های آموزشی و خوابگاه‌های دانش‌آموزی ساخته شده از مصالح آجر، مصالح سنگی و ساختمان‌های با کلاف بتن مسلح می‌پردازد. این ساختمان‌ها، در بخش‌ها و روستاها عموماً غیرمهندسی بوده و با شیوه‌های سنتی ساخته شده‌اند. این راهنما تأکید زیادی بر جایگزینی این مصالح نامرغوب و یا با مرغوبیت کم با مصالح نسبتاً مرغوب دارد. همچنین دربرگیرنده روش‌های استفاده صحیح از مصالح عادی نسبتاً مرغوب و ملاحظات استفاده از بتن مسلح برای مواقعی که به طور خاص هیچ نظارت و کنترل مهندسی بر روی کار انجام نمی‌گیرد، می‌باشد.

در این راهنما، جزئیات آرماتوربندی ساختمان‌های آموزشی غیرمهندسی ساز دارای کلاف‌بندی که در مناطق دورافتاده ساخته شده‌اند، نیز ارائه شده است. معیارهای ایمنی ارائه شده در این راهنما، دارای خصوصیت سادگی در اجرا و ارزانی در هزینه بوده و می‌توان آن‌ها را با کمی تامل و بهینه‌سازی روش‌های موجود اجرا و ساخت، به راحتی مورد استفاده قرارداد. این راهنما همچنین روش‌هایی برای مقاوم‌سازی و به‌سازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود ارائه می‌دهد و شامل پیشنهادهایی برای افزایش استحکام لرزه‌ای ساختمان‌های یک تا سه طبقه با ارتفاع حداکثر ۹ متر می‌باشد. بر اساس تحقیقات و مطالعات منتشر شده توسط سازمان نوسازی توسعه و تجهیز مدارس، حالت بهینه طراحی مدارس در فضاهای آموزشی با ظرفیت پایین، ساختمان یک طبقه آموزشی می‌باشد و با بالا رفتن ظرفیت مدرسه و افزایش نیاز به فضاهای جانبی و یا محدودیت مساحت زمین به تناسب موقعیت، حالت بهینه، طراحی مدارس دو طبقه یا سه طبقه می‌باشد و بیشتر مدارس کشور نیز یک تا سه طبقه هستند. بنابر این،

ملاحظات ارائه شده در این راهنما که در برگرفته محدوده بناهای آموزشی تا سه طبقه است، می‌تواند تا حد زیادی پاسخگوی نیازهای موجود در مدارس کشور باشد.

تمهیدات و راهکارهای پیشنهادی در این راهنما باید تنها به‌عنوان توصیه‌های اجرایی جهت ساخت بناهای ایمن‌تر در نواحی که امکان کنترل و محاسبات دقیق مهندسی مقدور نیست، مدنظر قرار گیرند، و بدیهی است، استفاده از نظرات و مشاوره‌های مهندسين باتجربه جهت طراحی و ساخت چنین بناهایی در اولویت می‌باشد.

www.ketab.ir