

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

راهنمای کنترل کیفیت و کاربرد بلوک‌های سیمانی

دکتر طارق مهدی

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

مهندس مریم خرمی‌آذر

مهندس لیلی ارشاد

فهیمة فیروزیار

مشاور:

فاطمه جعفرپور

گزارش تحقیقاتی

شماره نشر: گ- ۶۹۳

چاپ اول: ۱۳۹۲

عنوان و نام پدیدآور	راهنمای کنترل کیفیت و کاربرد بلوک‌های سیمانی/طارق مهدی... و دیگران؛ مشاور فاطمه جعفرپور.
مشخصات نشر	تهران: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	۱۷۶ص: مصور، جدول.
فروست	گزارش تحقیقاتی: شماره نشر گ-۶۹۳
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۵۳۹۲-۲۹-۶
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
یادداشت	طارق مهدی، مریم خرمی‌آذر، لیلی ارشاد، فهیمه فیروزیار.
یادداشت	کتابنامه
موضوع	بلوک‌های بتنی
موضوع	بلوک‌های بتنی -- ایران -- استانداردها
شناسه افزوده	مهدی، طارق. ۱۳۲۷-
شناسه افزوده	جعفرپور، فاطمه، ۱۳۲۴-
شناسه افزوده	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
رده‌بندی کتبه	TH۱۴۹۱/۲ ۱۳۹۲:
رده‌بندی دیوئی	۶۶۶/۸۹۴
شماره کتابشناسی ملی	۱۲۱۳۲۳۳۳:

مصوبه شماره ۹۲/۷۷۴ چاپ کتاب شورای علمی انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

راهنمای کنترل کیفیت و کاربرد بلوک‌های سیمانی

دکتر طارق مهدی، مهندس مریم خرمی‌آذر، مهندس لیلی ارشاد، فهیمه فیروزیار

مشاور: فاطمه جعفرپور

شماره نشر: گ - ۶۹۳ چاپ اول: ۱۳۹۲

ناشر: انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

تنظیم برای چاپ: نسرين مقدس

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

بها: ۳۰۰۰۰ 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 فضل‌انوری، روبروی فاز ۲ شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی،

خیابان حکمت صندوق پستی: ۱۶۹۶-۱۳۱۴۵

تلفن: ۸۸۲۵۵۹۴۲-۶ دورنگار: ۸۸۲۵۵۹۴۱

صفحه الکترونیکی: <http://www.bhrc.ac.ir>

president@bhrc.ac.ir

پیشگفتار

استفاده از بلوک‌های سیمانی در ساختمان‌های بنایی از سال ۱۸۶۰ آغاز شد و از سال ۱۹۰۰ در مقیاس گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفت. در ایران، ساختمان‌های بنایی با بلوک‌های سیمانی در روستاهای شمال کشور و حاشیه خلیج فارس کاربرد زیادی پیدا کرده است و نزدیک به پنج درصد از کل ساختمان‌های کشور را تشکیل می‌دهد. از طرفی بلوک‌های سیمانی به شکل وسیعی در ساختمان‌های اسکلتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در دیوارهای ساخته شده با بلوک‌های سیمانی، متأسفانه، به علت عدم رعایت اصول مهندسی، حتی در زلزله‌های متوسط و خفیف، آسیب‌های قابل توجهی ملاحظه شده است.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی از بدو شروع فعالیت، در راستای کاهش اثرات مخرب زلزله، پژوهش‌های متعددی برای جامعه مهندسی ارائه نموده است. با وجود ضوابط مناسبی که برای ساختمان‌های بلوک‌های سیمانی محصور در کلاف در چهارچوب مقررات فصل سوم استاندارد ۲۸۰۰ ایران ارائه شده است، به علت عدم وجود اطلاعات کافی از بقیه انواع دیوارها و عدم توجه به جزئیات اجرایی این دیوارها، مشکلات فراوانی در اجرا به وجود آمد.

برای جلوگیری از خسارات ناشی از زلزله در ساختمان‌های بنایی با بلوک سیمانی، تدوین رهنمودی برای کاربرد بلوک‌های سیمانی در ساختمان‌ها که شامل رعایت اصول کلی و جزئیات اجرایی ساخت این‌گونه دیوارهاست، ضروری می‌باشد که پژوهش کنونی یک گام جهت رفع این مشکلات است.

سید محمود فاطمی عقدا

رئیس مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

تشکر و قدردانی

پس از سپاس به درگاه خدای منان که این توفیق را به ما ارزانی داشت که این پروژه را با موفقیت تمام تکمیل نماییم، وظیفه خود می‌دانیم از معاونت محترم تحقیقات وقت مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی که از این طرح پشتیبانی نموده و تسهیلات لازم را در اختیار این جانب و همکاران قرار داده، تشکر و قدردانی نماییم.

مجری و همکاران پروژه

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

بخش اول: ضوابط ساخت بلوک

فصل اول: کلیات

۱-۱ گستره.....	۳
۲-۱ محدوده کاربرد.....	۳
۳-۱ انواع مختلف دیوارها.....	۳
۴-۱ استانداردها.....	۴
۵-۱ تعاریف.....	۴

فصل دوم: خصوصیات و مشخصات بلوک‌های سیمانی

۱-۲ تعریف.....	۷
۲-۲ انواع بلوک‌ها.....	۸
۳-۲ مزایا و معایب بلوک‌های سیمانی.....	۹
۴-۲ مصالح اولیه بلوک‌های سیمانی.....	۱۰
۵-۲ روش‌های تولید.....	۱۰
۱-۵-۲ بلوک سیمانی معمولی.....	۱۱
۲-۵-۲ بلوک‌های سبک.....	۱۱
۳-۵-۲ بلوک‌های سیمانی هوا دار.....	۱۲
۶-۲ شرایط عمل‌آوری.....	۱۳
۷-۲ کاربرد بلوک‌ها.....	۱۵
۱-۷-۲ بلوک‌های دیواری.....	۱۵
۲-۷-۲ بلوک‌های سقفی.....	۱۵
۳-۷-۲ بلوک‌های نمادار.....	۱۶
۴-۷-۲ بلوک‌های کفپوش.....	۱۶
۸-۲ شکل و ابعاد بلوک‌ها.....	۱۶
۹-۲ روش‌های انبار کردن بسته‌بندی و حمل.....	۱۷
۱-۹-۲ روش‌های بسته‌بندی.....	۱۷
۲-۹-۲ روش‌های انبار کردن.....	۱۷
۳-۹-۲ روش‌های حمل.....	۱۷

فصل سوم: روش‌های کنترل کیفیت بلوک‌های سیمانی

۱۹	۱-۳ مقدمه
۱۹	۲-۳ بلوک‌های سیمانی توخالی
۱۹	۱-۲-۳ مواد تشکیل‌دهنده
۱۹	۲-۲-۳ ابعاد
۲۰	۳-۲-۳ تاب فشاری
۲۰	۴-۲-۳ جذب آب
۲۰	۵-۲-۳ وزن مخصوص توده‌ای
۲۰	۶-۲-۳ ویژگی‌های ظاهری
۲۱	۷-۲-۳ نشانه‌گذاری
۲۱	۳-۳ بلوک‌های سیمانی سبک غیر یاربر
۲۱	۱-۳-۳ رده‌بندی
۲۲	۲-۳-۳ مواد تشکیل‌دهنده
۲۲	۳-۳-۳ شکل
۲۲	۴-۳-۳ ابعاد
۲۲	۵-۳-۳ وزن مخصوص ظاهری
۲۲	۶-۳-۳ جذب آب
۲۲	۷-۳-۳ میزان رطوبت
۲۳	۸-۳-۳ مقاومت فشاری
۲۳	۹-۳-۳ جمع‌شدگی خشک خطی
۲۳	۱۰-۳-۳ ویژگی ظاهری
۲۳	۱۱-۳-۳ نشانه‌گذاری
۲۳	۴-۳ بلوک‌های سیمانی هوا دار اتوکلاو شده (AAC)
۲۴	۱-۴-۳ ابعاد
۲۴	۲-۴-۳ جرم حجمی خشک
۲۴	۳-۴-۳ مقاومت فشاری
۲۴	۴-۴-۳ نشانه‌گذاری
۲۵	۵-۳ بلوک‌های سبک کفی
۲۵	۶-۳ بلوک‌های سیمانی سقفی

بخش دوم: ضوابط طراحی

فصل چهارم: مشخصات و ملزومات دیوارهای بلوک سیمانی

۱-۴	سیستم مدولار	۲۹
۲-۴	انقباض و انبساط دیوارهای بلوک سیمانی	۲۹
۲-۴	تغییرات حجمی دیوارهای بلوک سیمانی از اثر رطوبت	۳۰
۲-۲-۴	تغییرات حجمی دیوارهای بلوک سیمانی در اثر تغییرات درجه حرارت	۳۱
۳-۲-۴	حرکات ناشی از نحوه بارگذاری، لرزش شالوده ها و اتصالات خاص	۳۱
۳-۴	مقاومت در برابر حریق دیوار بلوک سیمانی	۳۱
۴-۴	پایایی دیوار بلوک سیمانی	۳۴
۱-۴-۴	حفاظت نمای بلوک چینی در شرایط ناپایدار جوی	۳۴
۲-۴-۴	حفظ پایایی بلوک سیمانی در داخل خاک	۳۴
۳-۴-۴	حفظ پایایی بلوک سیمانی در محیط‌های خاص	۳۵
۵-۴	مشخصات حرارتی دیوارهای خارجی مشتمل از بلوک‌های سیمانی	۳۵
۱-۵-۴	مقاومت حرارتی	۳۵
۲-۵-۴	اینرسی حرارتی و ذخیره‌سازی انرژی	۳۹
۳-۵-۴	عایق حرارتی در دیوار یک جداره بلوک‌های سیمانی معمولی	۴۳
۴-۵-۴	اینرسی حرارتی و ذخیره‌سازی انرژی در دیوار دو جداره بلوک‌های سیمانی معمولی	۴۳
۵-۵-۴	اثر ملات	۴۳
۶-۵-۴	مقایسه بین سیستم‌های دیوار باربر و قاب فولادی با مل‌نقاب بلوک سیمانی	۴۴
۶-۴	عایق صوتی دیوار بلوک‌های سیمانی	۴۴

فصل پنجم: مشخصات و اصول بنایی در بلوک چینی

۱-۵	مصالح مورد استفاده در بلوک چینی	۴۷
۱-۱-۵	ملات‌ها	۴۷
۲-۱-۵	میلگردها و اجزای تقویت	۴۸
۳-۱-۵	بست‌ها و تسمه‌ها	۵۰
۲-۵	ملات‌گذاری	۵۱
۳-۵	کارهای بنایی	۵۲
۱-۳-۵	بستر، پی و کرسی چینی	۵۳
۲-۳-۵	نحوه چیدن بلوک‌ها	۵۳
۳-۳-۵	دیوار چینی - پیوندها	۵۳

۵۴	۴-۳-۵ اتصال دو دیوار متقاطع
۵۷	۵-۳-۵ بندها
۵۸	۴-۵ درزها
۶۱	۵-۵ اجرای نعل درگاه
۶۱	۱-۵-۵ استفاده از میلگرد بستر در مسلح کردن نعل درگاه
۶۱	۲-۵-۵ استفاده از بلوک‌های سیمانی ناودانی مسلح به عنوان نعل درگاه
۶۲	۳-۵-۵ استفاده از قطعات بتنی پیش‌ساخته یا پروفیل‌های فولادی به عنوان نعل درگاه
۶۲	۶-۵ اجرای کف پنجره
۶۳	۷-۵ اجرای عایق کاری رطوبتی
۶۳	۱-۷-۵ عایق کاری رطوبتی دیوارها

بخش سوم: ضوابط اجرایی

فصل ششم: مشخصات و جزئیات اجرایی

۶۷	۱-۶ مقدمه
۶۷	۲-۶ دیوار باربر غیرمسلح ساده
۶۸	۳-۶ دیوار باربر غیرمسلح پر شده
۶۸	۴-۶ دیوار محصور در کلاف
۶۸	۵-۶ دیوار میانقاب سازه‌ای
۷۰	۶-۶ دیوار میانقاب غیرسازه‌ای
۷۰	۷-۶ دیوار مسلح
۷۱	۱-۷-۶ تسلیح یا محصور کردن
۷۳	۲-۷-۶ تسلیح یا شبکه‌های فولادی بین دیوارهای دو جداره
۷۶	۳-۷-۶ تسلیح با گذراندن میلگرد از سوراخ‌های بلوک‌های توخالی
۷۹	۸-۶ تیغه‌ها
۷۹	۱-۸-۶ جان‌پناه
۷۹	۲-۸-۶ دیوارهای حصار
۸۲	۹-۶ نازک کاری و نماسازی
۸۳	۱-۹-۶ نصب تجهیزات
۸۳	۲-۹-۶ تقویت بندها و بندکشی
۸۵	۳-۹-۶ نماسازی
۸۵	۴-۹-۶ اندودکاری

۵-۹-۶ نقاشی دیوارهای بلوک سیمانی..... ۸۶

منابع..... ۸۷

پیوست الف: بررسی عملکرد دیوارهای بلوک سیمانی در زلزله‌های گذشته

- الف-۱ مقدمه..... ۹۳
- الف-۲ خسارات وارده بر دیوارهای بلوک سیمانی در زلزله‌های ایران..... ۹۳
- الف-۲-۱ زلزله ۱۴ بهمن ۱۳۶۳ فتح آباد قیر..... ۹۳
- الف-۲-۲ زلزله ۳۱ خرداد ۱۳۶۹ منجیل..... ۹۴
- الف-۲-۳ زلزله ۵ دی ۱۳۸۲ بم..... ۹۶
- الف-۲-۴ زلزله ۶ آذر ۱۳۸۴ قشم..... ۹۸
- الف-۲-۵ زلزله ۱۳ آبان ۱۳۸۸ باختر بندرعباس..... ۱۰۲
- الف-۳ خسارات وارده بر دیوارهای بلوک سیمانی در زلزله ۱۹۷۷ آرژانتین..... ۱۰۳
- الف-۴ خسارات وارده بر دیوارهای بلوک سیمانی در زلزله ۱۹۸۸ ارمنستان..... ۱۰۴
- الف-۵ خسارات وارده بر دیوارهای بلوک سیمانی در زلزله‌های هندوستان..... ۱۰۶
- الف-۵-۱ زلزله ۱۹۹۱ Garhwal..... ۱۰۶
- الف-۵-۲ زلزله ۱۹۹۹ Chamoli..... ۱۰۸
- الف-۶ خسارات وارده بر دیوارهای بلوک سیمانی در زلزله ۱۹۹۹ کلمبیا..... ۱۰۹
- الف-۷ خسارات وارده بر دیوارهای بلوک سیمانی در زلزله ۲۰۰۱ السالوادور..... ۱۱۳
- الف-۸ خسارات وارده بر دیوارهای بلوک سیمانی در زلزله ۲۰۰۵ کشمیر..... ۱۱۶
- الف-۹ خسارات وارده بر دیوارهای بلوک سیمانی در زلزله ۲۰۰۶ هاوایی..... ۱۱۹
- الف-۱۰ خسارات وارده بر دیوارهای بلوک سیمانی در زلزله ۲۰۰۷ پرو..... ۱۲۲
- الف-۱۱ خسارات وارده بر دیوارهای بلوک سیمانی در زلزله ۲۰۱۰ هائیتی..... ۱۲۶
- الف-۱۲ خلاصه و نتیجه‌گیری..... ۱۲۸
- منابع پیوست الف..... ۱۳۰

پیوست ب: جزئیات اجرایی

- ب-۱ مقدمه..... ۱۳۵
- ب-۲ درز کنترل..... ۱۳۵
- ب-۳ دیوار..... ۱۳۸
- ب-۳-۱ دیوار محیطی ساختمان (Curtain Wall)..... ۱۳۸



- ب-۳-۲ میانقاب..... ۱۴۰
- ب-۳-۳ دیوار پی..... ۱۴۲
- ب-۴ ارتباطات اجزای مختلف ساختمان..... ۱۴۴
- ب-۴-۱ ارتباط سقف به دیوار..... ۱۴۴
- ب-۴-۲ ارتباط کف به دیوار..... ۱۴۶
- ب-۴-۳ ارتباط دیوار به دیوار..... ۱۴۹
- ب-۵ جزئیات تسلیح..... ۱۵۰
- ب-۵-۱ تعیین محل میلگرد تسلیح یا استفاده از قرار دهنده..... ۱۵۰
- ب-۵-۲ میلگرد انتظار در پی..... ۱۵۱
- ب-۵-۳ تغییر محل میلگرد..... ۱۵۲
- ب-۶ جزئیات خاص..... ۱۵۳
- ب-۶-۱ جان پناه..... ۱۵۳
- ب-۶-۲ ستون..... ۱۵۵
- ب-۶-۳ نما..... ۱۵۶
- ب-۶-۴ جرز..... ۱۵۶

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان شکل

۸	شکل ۱-۲ انواع بلوک‌های سیمانی متداول
۹	شکل ۲-۲ بلوک‌های سیمانی با شکل‌های ویژه
۱۱	شکل ۳-۲ تولید بلوک سیمانی با استفاده از ماشین بلوک‌زنی سیار
۱۲	شکل ۴-۲ انواع بلوک‌های سبک
۱۳	شکل ۵-۲ بلوک‌های سیمانی هوادار اتوکلاو شده
۱۳	شکل ۶-۲ بلوک‌های بتن سبک
۱۴	شکل ۷-۲ عمل‌آوری بلوک‌های سیمانی با آب
۱۵	شکل ۸-۲ نگهداری بلوک‌ها در محل‌های تمیز و سرپوشیده
۳۰	شکل ۱-۴ استفاده از مدول پایه در بلوک چینی
۴۴	شکل ۲-۴ کاهش مقدار مقاومت حرارتی بلوک‌های بنایی ۲ سوراخه به واسطه ملات
۴۹	شکل ۱-۵ میلگردهای بستر
۵۰	شکل ۲-۵ انواع بست‌های فلزی
۵۳	شکل ۳-۵ چیدن رج اول بدون ملات
۵۵	شکل ۴-۵ پیوند در گوشه دیوار
۵۶	شکل ۵-۵ پیوند در تقاطع دیوارها
۵۶	شکل ۶-۵ استفاده از سیم توری در اتصال دیوارهای غیر برابر با رعایت فاصله بیشتر از لبه خارجی
۵۷	شکل ۷-۵ اجرای جرز
۵۸	شکل ۸-۵ انواع بندکشی
۵۹	شکل ۹-۵ موقعیت درزهای کنترل
۶۰	شکل ۱۰-۵ انواع مختلف درزهای کنترل
۶۱	شکل ۱۱-۵ نمونه درز کنترل دیوار با تسمه
۶۲	شکل ۱۲-۵ استفاده از میلگرد بستر در مسلح کردن نعل درگاه
۶۲	شکل ۱۳-۵ اجرای نعل درگاه‌ها با استفاده از بلوک‌های سیمانی ناودانی
۶۴	شکل ۱۴-۵ موقعیت سوراخ‌های زهکش در دیوارها
۶۹	شکل ۱-۶ جزئیات اتصال دیوار میانقاب سازه‌ای به ستون
۷۲	شکل ۲-۶ تسلیح با محصور کردن در دیوار با بلوک‌های سیمانی توپر
۷۲	شکل ۳-۶ قرار دادن آرماتورهای افقی در قسمت فوقانی شیارهایی بلوک‌های مخصوص
۷۳	شکل ۴-۶ استفاده از میلگرد بستر برای تسلیح افقی دیوارها
۷۴	شکل ۵-۶ اتصال دو جدار به وسیله بست‌ها
۷۴	شکل ۶-۶ میلگردهای اصلی در دیوارهای دو جداره
۷۷	شکل ۷-۶ میلگردهای قائم اصلی در داخل فضاهای خالی قرار گرفته و این سوراخ‌ها با ملات پر می‌شود
۷۸	شکل ۸-۶ یک نمونه دیوار با بلوک سیمانی مسلح
۸۲	شکل ۹-۶ دیوار حصار
۸۴	شکل ۱۰-۶ ابزار زدن بندها

- شکل ۶-۱۱ اشکال مورد قبول برای بندکشی..... ۸۴
- شکل ۶-۱۲ اندودکاری سیمانی روی دیوار بلوک سیمانی..... ۸۶
- شکل الف-۱ نمونه‌ای از فروریزی دیوارهای محوطه و حیاط در بم..... ۹۷
- شکل الف-۲ فقدان چسبندگی بین دیوارهای بلوک سیمانی و نمای آجری در بم..... ۹۷
- شکل الف-۳ خرابی کامل ایستگاه آتش‌نشانی شهر بم..... ۹۸
- شکل الف-۴ ساختمان بیمارستان در حال احداث در شهر بم و انهدام دیوارهای غیر سازه‌ای در زمان زلزله..... ۹۸
- شکل الف-۵ ترمیم دیوارهای بیمارستان توسط شبکه میلگردهای فولادی و بتن‌پاشی..... ۹۸
- شکل الف-۶ ریزش دیوار در روستای توریان..... ۹۹
- شکل الف-۷ تخریب شدید ساختمان‌های نامقاوم (بلوک سیمان با سقف حصیر) در روستای تمبان..... ۹۹
- شکل الف-۸ تخریب دیوارهای بلوک سیمانی (روستای جیجیان)..... ۱۰۰
- شکل الف-۹ ریزش دیوارهای بنا شده از بلوک‌های سیمانی (روستای جیجیان)..... ۱۰۰
- شکل الف-۱۰ ریزش دیوارهای بنا شده از بلوک‌های سیمانی (روستای کاروان)..... ۱۰۰
- شکل الف-۱۱ ریزش دیوارهای ساخته شده از بلوک‌های سیمانی در روستای کوشه..... ۱۰۱
- شکل الف-۱۲ تخریب دیوارهای سنگی و سالم ماندن ساختمان‌های بلوک سیمانی (روستای گورزین)..... ۱۰۱
- شکل الف-۱۳ ایجاد ترک‌های جزئی در دیوارهای بلوک سیمانی (روستای گردان)..... ۱۰۱
- شکل الف-۱۴ کج‌شدگی و ریزش دیوارهای ساخته شده از بلوک‌های سیمانی (روستای رمکان)..... ۱۰۲
- شکل الف-۱۵ خانه‌های ساخته شده از بلوک سیمانی در روستای گورزین..... ۱۰۲
- شکل الف-۱۶ خسارات وارده به واحدهای مسکونی بر اساس رویداد زلزله بندر عباس..... ۱۰۳
- شکل الف-۱۷ گونه رایج ساختمان‌ها در منطقه San Juan..... ۱۰۴
- شکل الف-۱۸ نمایی از آسیب‌های به وجود آمده در اثر وقوع زلزله ۱۹۷۷ آرژانتین..... ۱۰۴
- شکل الف-۱۹ نمونه‌ای از خسارات وارده در زلزله ۱۹۸۸ ارمنستان..... ۱۰۶
- شکل الف-۲۰ آسیب وارده به دیوارها در تراز زیر سقف..... ۱۰۷
- شکل الف-۲۱ آسیب وارده به دیوار زیر شیروانی..... ۱۰۷
- شکل الف-۲۲ ساختمان دو طبقه بدون آسیب در زلزله..... ۱۰۸
- شکل الف-۲۳ گونه رایج ساختمان‌ها در کلمبیا..... ۱۱۰
- شکل الف-۲۴ کمبود میلگرد تقویتی و ضعف دوغاب‌ریزی..... ۱۱۰
- شکل الف-۲۵ عدم امتداد تیرهای کلاف بتن مسلح..... ۱۱۱
- شکل الف-۲۶ نمونه آسیب در زلزله، کمبود آرماتور تقویت..... ۱۱۱
- شکل الف-۲۷ دیوارهای بنایی غیر مسلح و فقدان پشت‌بند..... ۱۱۱
- شکل الف-۲۸ عدم پیوستگی عناصر باربر قائم..... ۱۱۲
- شکل الف-۲۹ عمل بسیار ضعیف ساختمان در اثر زلزله..... ۱۱۲
- شکل الف-۳۰ نمونه آسیب‌های وارده در زلزله، جابه‌جایی جانبی ساختمان فروریخته نسبت به پی..... ۱۱۳
- شکل الف-۳۱ ضعف کیفیت مصالح (ملاط و دوغاب) و کمبود میلگردهای تقویت قائم و افقی..... ۱۱۳
- شکل الف-۳۲ ریزش سقف در اثر فقدان تیر کلاف بتنی در محل اتصال دیوارها به سقف..... ۱۱۳
- شکل الف-۳۳ (الف) جزئیات اجرای کلاف‌های قائم (ب) دیوارهای بنایی مسلح..... ۱۱۴
- شکل الف-۳۴ خسارات وارده به ساختمان بنایی با بلوک‌های مسلح کلاف‌بندی شده..... ۱۱۵
- شکل الف-۳۵ دیوار مسلح بنایی در Santa Tecla..... ۱۱۵
- شکل الف-۳۶ آسیب وارده به شیشه‌ها و پوشش دیوارهای خارجی و بلوک‌های سیمانی..... ۱۱۶

- شکل الف-۳۷ آسیب وارده به دیوارهای خارجی در یک ساختمان کوتاه مرتبه در San Salvador... ۱۱۶
 شکل الف-۳۸ گسیختگی ساختمان بنایی سنگی در زلزله کشمیر..... ۱۱۷
 شکل الف-۳۹ ریزش یک ساختمان مسکونی ساخته شده با بلوک‌های سیمانی در مظفرآباد..... ۱۱۸
 شکل الف-۴۰ یک ساختمان مسکونی در Bandi..... ۱۱۸
 شکل الف-۴۱ فرو ریختن کامل ساختمان‌های بنایی با بلوک‌های سیمانی غیر مسلح..... ۱۱۸
 شکل الف-۴۲ خرابی‌های به وجود آمده در ساختمان‌های با دیوارهای باربر آجری..... ۱۱۹
 شکل الف-۴۳ گسیختگی یک ساختمان ۵ طبقه با قاب بتنی مسلح در Domel..... ۱۱۹
 شکل الف-۴۴ خسارت جزئی غیر سازه‌ای در شهر Waikoloa..... ۱۲۰
 شکل الف-۴۵ قاب‌های چوبی سبک که در زلزله آسیب ندید..... ۱۲۰
 شکل الف-۴۶ مثال‌هایی از ترک خوردگی و جابه‌جایی دیوارهای ساخته شده از بلوک‌های سیمانی .. ۱۲۱
 شکل الف-۴۷ نمونه‌ای از خسارات وارده به قاب‌های بتنی ۱۲۱
 شکل الف-۴۸ آسیب‌های وارده به جداکننده‌های ساخته شده از بلوک‌های سیمانی..... ۱۲۲
 شکل الف-۴۹ ساختمان فرو ریخته در بیمارستان شهر San Jose..... ۱۲۳
 شکل الف-۵۰ خسارات وارده به ساختمان بیمارستان شهر Pisco..... ۱۲۳
 شکل الف-۵۱ ساختمان نوساز اورژانس بیمارستان..... ۱۲۴
 شکل الف-۵۲ دیوار بلوک‌های سیمانی یکی از ساختمان‌های بیمارستان شهر Pisco..... ۱۲۴
 شکل الف-۵۳ عدم کفایت مصالح بنایی مورد استفاده ۱۲۵
 شکل الف-۵۴ خسارات وارده در قاب‌های بتنی ۱۲۵
 شکل الف-۵۵ نمونه‌ای از ساختمان‌های قاب بتنی مسلح با سقف‌های دال بتنی ۱۲۶
 شکل الف-۵۶ گسیختگی بخشی از یک ساختمان بتنی در اثر بدیده $P-\Delta$ ۱۲۷
 شکل الف-۵۷ ساختمان قاب بتنی مجتمع آموزشی که در خلال زلزله دچار آسیب شده است ۱۲۷
 شکل الف-۵۸ خسارات ناشی از نیروهای برشی داخل صفحه ۱۲۸
 شکل ب-۱ جزئیات اجرای دیوار با درز کنترل مناسب برای مقاربت چهار ساعته در مقابل حریق... ۱۳۵
 شکل ب-۲ جزئیات اجرای درز کنترل در دیوار و تیر (با قطع میلگردهای افقی در محل درز) ۱۳۶
 شکل ب-۳ روش‌های مختلف اجرای درز کنترل در جرزها..... ۱۳۷
 شکل ب-۴ جزئیات اجرای درز کنترل در دیوار محیطی..... ۱۳۷
 شکل ب-۵ ارتباط دیوار محیطی با قاب بتنی..... ۱۳۸
 شکل ب-۶ نمونه‌های مختلف از جزئیات ارتباط دیوار محیطی به ستون فولادی..... ۱۳۸
 شکل ب-۷ ارتباط دیوار محیطی به ستون توسط مهار..... ۱۳۹
 شکل ب-۸ نمونه‌های مختلف از جزئیات ارتباط دیوار محیطی به تیرهای فولادی..... ۱۳۹
 شکل ب-۹ نمونه‌ای از جزئیات ارتباط دیوارهای محیطی به تیرهای فولادی با استفاده از نبشی‌ها..... ۱۴۰
 شکل ب-۱۰ جزئیات اتصال ستون فولادی به میان‌قاب غیر سازه‌ای..... ۱۴۰
 شکل ب-۱۱ جزئیات اتصال ستون بتنی به میان‌قاب غیر سازه‌ای..... ۱۴۱
 شکل ب-۱۲ جزئیات اجرای یک دیوار زیرزمینی مسلح..... ۱۴۲
 شکل ب-۱۳ دال بتنی روی تراز و دیوار خارجی از بلوک‌های سیمانی..... ۱۴۳
 شکل ب-۱۴ دال بتنی روی تراز و دیوار داخلی از بلوک‌های سیمانی..... ۱۴۳
 شکل ب-۱۵ اتصال دیوار با سقف فولادی با استفاده از نبشی‌ها..... ۱۴۴
 شکل ب-۱۶ اتصال دیوار غیر سازه‌ای با سقف مرکب..... ۱۴۴
 شکل ب-۱۷ تکیه‌گاهی سقف فولادی به دیوار..... ۱۴۵
 شکل ب-۱۸ ارتباط دیوار خارجی با سقف مرکب روی تیرچه‌های فولادی ۱۴۶

- شکل ب- ۱۹ نحوه ارتباط کف متشکل از قطعات بتنی پیش ساخته به یکی دیگر و با دیوار..... ۱۴۶
- شکل ب- ۲۰ ارتباط کف بتنی به دیوار بلوک سیمانی دوغابریزی نشده..... ۱۴۷
- شکل ب- ۲۱ ارتباط کف بتنی به تیر و دیوار بلوک سیمانی دوغابریزی شده..... ۱۴۸
- شکل ب- ۲۲ ارتباط دیوار غیر سازه‌ای با دیوار سازه‌ای با استفاده از درز کنترل که مانع انتقال برش می‌شود..... ۱۴۹
- شکل ب- ۲۳ ارتباط دیوار غیر سازه‌ای با دیوار سازه‌ای توسط پیچ مهاری که موجب انتقال برش می‌شود..... ۱۴۹
- شکل ب- ۲۴ روش‌های مختلف برای تعیین محل میلگردها..... ۱۵۰
- شکل ب- ۲۵ خ شدن میلگرد انتظار پی درون بلوک‌های سیمانی..... ۱۵۱
- شکل ب- ۲۶ جزئیات اجرایی میلگردهای افقی تیرها..... ۱۵۲
- شکل ب- ۲۷ جزئیات اجرایی میلگردهای قائم..... ۱۵۳
- شکل ب- ۲۸ جزئیات اجرایی جان‌پناه با قرنیز پیش‌ساخته بتنی به عنوان کلاه..... ۱۵۳
- شکل ب- ۲۹ جزئیات اجرایی اتصال جان‌پناه با دال بتنی..... ۱۵۴
- شکل ب- ۳۰ روش‌های مختلف اجرای ستون‌ها..... ۱۵۵
- شکل ب- ۳۱ دیوار چند جداره متشکل از نما و دیوار بلوک‌های سیمانی پشت آن..... ۱۵۶
- شکل ب- ۳۲ جزئیات اتصال خرز به تیر..... ۱۵۶
- شکل ب- ۳۳ روش‌های مختلف اجرای خرزها..... ۱۵۷

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان جدول

جدول ۱-۳ ضوابط ضخامت جان‌ها و پوسته‌ها.....	۲۰
جدول ۱-۴ میزان مقاومت در برابر حریق دیوارهای باربر ساخته شده از بلوک‌های سیمانی.....	۳۲
جدول ۲-۴ میزان مقاومت در برابر حریق دیوارهای غیر باربر ساخته شده از بلوک‌های سیمانی.....	۳۳
جدول ۳-۴ مقادیر مقاومت حرارتی دیوارهای بلوک‌های سیمانی معمولی تک‌جداره.....	۳۷
جدول ۴-۴ نسبت سطح غیردوغابی به سطح دوغابی در دیوارهای نیمه‌دوغابی برحسب درصد.....	۳۸
جدول ۵-۴ مقادیر مقاومت حرارتی دیوارهای بلوک‌های سیمانی بلوک‌های اتوکلاو شده تک‌جداره.....	۳۹
جدول ۶-۴ ظرفیت حرارتی دیوارهای تک‌جداره توخالی غیر دوغابی.....	۴۱
جدول ۷-۴ ظرفیت حرارتی دیوارهای تک‌جداره دوغابی.....	۴۲
جدول ۸-۴ مقادیر تقریبی عایق صوتی برای انواع دیوارهای ساخته شده از بلوک‌های سیمانی معمولی.....	۴۵
جدول ۱-۵ نسبت‌های ملات ماسه- سیمان- آهک (باتارد) برای دیوارهای بلوک سیمانی.....	۴۸
جدول ۱-۶ دیوارهای حصار (بلوک‌های توخالی).....	۸۰
جدول ۲-۶ دیوارهای حصار (بلوک‌های توپر).....	۸۱

چکیده

زلزله‌های گذشته نشانگر این امر بوده‌اند که خسارات وارده به دیوارهای بلوک سیمانی می‌تواند خطرانی برای سازه و ساکنان آن ایجاد نماید. علی‌رغم تدوین ضوابط برای انواع ساختمان‌های بنایی در گذشته، عدم توجه به جزئیات اجرایی بلوک‌های سیمانی سبب بروز خسارات جبران‌ناپذیری از لحاظ جانی و مالی خواهد شد. در این پروژه تحقیقاتی بلوک‌های سیمانی به عنوان یک مصالح مناسب به دلیل ارزانی، کاربری ساده، ساخت آسان و مقاومت کافی در برابر زلزله برای ساخت ساختمان‌های مسکونی پیشنهاد شده‌اند. رهنمود پیشنهادی بر اساس روش تجربی استوار است و به هیچ‌گونه محاسبات مهندسی نیاز ندارد. به‌طور کلی هدف این پروژه ضابطه‌مند نمودن اجرای ساختمان‌های مسکونی بلوکی یک و دو طبقه و ایجاد ضوابط و مقررات متناسب با دانش‌های فنی موجود در کشور می‌باشد. در این پروژه اصول کلی، انواع دیوارهای بلوک سیمانی، خصوصیات و مشخصات بلوک‌های سیمانی، ضوابط و مقررات موجود، مشخصات و ملزومات دیوارهای بلوک سیمانی و جزئیات اجرایی این دیوارها تشریح می‌گردد.

مقدمه

در جریان زلزله‌های گذشته ساختمان‌های مسکونی ساخته شده با بلوک‌های سیمانی دچار خسارت‌های شدیدی شده‌اند. در این پروژه، بلوک‌های سیمانی به عنوان یک مصالح مناسب به دلیل ارزانی، کاربری ساده، ساخت آسان و مقاومت کافی در برابر زلزله برای ساخت ساختمان‌های مسکونی پیشنهاد شده‌اند. همچنین، انواع ضوابط و مقررات حاکم در مورد این نوع ساختمان‌ها به شکل ساده با توضیح جزئیات ارائه شده است. رهنمود پیشنهادی بر اساس روش تجربی استوار است و به هیچ گونه محاسبات مهندسی نیاز ندارد.

در فصل اول گستره، محدوده کاربرد، انواع دیوارها، استانداردهای مرتبط و تعاریف آمده است. در فصل دوم خصوصیات و مشخصات بلوک‌های سیمانی را ارائه می‌شود. فصل سوم مختص به روش‌های کنترل کیفیت بلوک‌های سیمانی بر اساس استانداردهای ملی و بین‌المللی است. در فصل چهارم مشخصات و ملزومات دیوارهای بلوک سیمانی از نظر مقاومت در مقابل حریق، مشخصات حرارتی، عبور صوت، انقباض و انبساط و پایداری دیوار بلوک سیمانی آمده است. فصل پنجم مختص به ضوابط، مشخصات و اصول بنایی در بلوک‌چینی است که شامل مصالح مورد استفاده و تکنیک‌های مرتبط به قسمت‌های مختلف ساختمان بلوک سیمانی می‌باشد. فصل ششم به بررسی مشخصات و جزئیات اجرایی انواع دیوارهای بلوک سیمانی اختصاص یافته است. در ضمیمه‌ها، عملکرد بلوک‌های سیمانی در زلزله‌های گذشته و جزئیات اجرایی ارائه شده است.