

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

راهسازی ترمیمی، اجرا، کاربرد و ضوابط بتن کفی (بتن های هوادار اتوکلاون شده)

دکتر علیرضا باقری (عضو هیئت علمی، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی)
دکتر طیبه پرهیزکار (عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی)
مهندس علیرضا پورخورشیدی (عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی)
مهندس امیرمازیار رئیس قاسمی
دکتر جعفر سبحانی (عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی)

گزارش تحقیقاتی

شماره نشر: گ-۷۰۷

چاپ اول: ۱۳۹۳

عنوان و نام پدیدآور	: راهنمای تولید، اجرا، کاربرد و ضوابط بتن کفی (بتن‌های هوادار اتوکلاو نشده)/علیرضا باقری...[و دیگران]
مشخصات نشر	: تهران: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۷۲ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی: شماره نشر: گ-۷۰۷.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۱۳-۱۲۰-۲
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیا
یادداشت	: نویسندگان علیرضا باقری، طیبه پرهیزگار، علیرضا پورخورشیدی، امیرمازیار رئیس‌قاسمی، جعفر سبحانی.
یادداشت	: ص.ع. به انگلیسی: Guide for production, application and specification of foam concrete (non autoclaved aerated concrete)
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۵۹-۶۱
موضوع	: سازه‌های بتنی - - طرح و محاسبه
شناسه افزوده	: بتن سبک
شناسه افزوده	: باقری، علیرضا، ۱۳۳۹-
شناسه افزوده	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
مبندی کنگره	: ۳۸۶۸۱/۵/۲ ۱۳۹۲:
ردمبندی دیویی	: ۶۲۴/۱۸۳۴۱:
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۴۸۶۰۷۱:

شماره ۹۱، چاپ کتاب، شورای علمی انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

راهنمای تولید، اجرا، کاربرد و ضوابط بتن کفی (بتن‌های هوادار اتوکلاو نشده)

دکتر علیرضا باقری، دکتر طیبه پرهیزگار، مهندس علیرضا پورخورشیدی،

مهندس امیرمازیار رئیس‌قاسمی، دکتر جعفر سبحانی

شماره نشر: گ- ۷۰۷ چاپ اول: ۱۳۹۲

ناشر: انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

تنظیم برای چاپ: نسرين مقدس

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

بها: ۲۵۰۰۰ 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

توسعه استفاده از بتن‌های سبک با توجه به امتیازهای مختلف آنها نظیر سبک‌سازی و کاهش نیروی زلزله وارده به سازه‌ها و عملکرد بهتر از نظر عایق‌بندی حرارتی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی، مورد توجه مسئولین و دست‌اندرکاران صنعت ساختمان است.

بتن هوادار اتوکلاو نشده (بتن کفی) یکی از انواع بتن سبک است که از ادغام حباب‌های هوای تولید شده در خمیرسیمان یا ملات حاصل می‌گردد. کم بودن نسبی سرمایه‌گذاری اولیه و قابلیت اقبال تجهیزات تولید آن به مناطق دور افتاده باعث رشد قابل توجه در تعداد شرکت‌های فعال در زمینه تولید این نوع بتن‌ها شده است. عدم آشنایی با خواص و یا عدم رعایت کامل اصول ساخت و عایق‌بندی مربوط به تولید این محصول و همچنین عدم آگاهی از زمینه‌های مناسب کاربرد بتن، می‌تواند باعث اتلاف سرمایه‌های ملی و کاربرد نابجای این محصول گردد. با توجه به کمبود منابع اطلاعات فنی در این زمینه در کشور مجموعه حاضر با عنوان "راهنمای تولید، اجرا، زمینه‌های کاربرد و ضوابط بتن کفی (بتن هوادار اتوکلاو نشده)" تدوین گردید. در این راهنما علاوه بر معرفی بتن‌ها، هوادار اتوکلاو نشده و فرایند تولید آنها، خواص این نوع بتن‌ها و پارامترهای تأثیرگذار بر آنها تشریح شده است. همچنین بر اساس بررسی منابع و مراجع بین‌المللی و بررسی‌های آزمایشگاهی انجام شده در این مرکز، زمینه‌های مناسب برای کاربرد این نوع بتن‌ها معرفی شده است.

مرکز تحقیقات بتن، مرکز و شهرسازی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱	فصل اول: کلیات
۱-۱	۱-۱ مقدمه
۱	۲-۱ انواع بتن های سبک
۲	۱-۲-۱ طریقه بندی بتن سبک بر اساس زمینه کاربرد
۳	۲-۲-۱ طبقه بندی بتن سبک بر اساس نوع مواد به کار رفته و روش تولید
۵	۳-۱ بتن دار اتوکلاون شده و جایگاه آن در بین انواع بتن سبک
۶	۴-۱ معرفی اجزای بتن دار اتوکلاون شده
۷	فصل دوم: اجزا و خواص بتن های هوادار اتوکلاون شده
۷	۱-۲ اجزای بتن های هوادار اتوکلاون شده
۷	۱-۱-۲ سیمان
۷	۲-۱-۲ آب
۸	۳-۱-۲ ماسه
۸	۴-۱-۲ ماده کفزا
۹	۵-۱-۲ کنترل کیفیت عصاره کف
۱۰	۶-۱-۲ انواع مواد افزودنی شیمیایی
۱۰	۷-۱-۲ الیاف
۱۱	۲-۲ نحوه تولید بتن های هوادار اتوکلاون شده
۱۲	۳-۲ عمل آوری بتن کفی
۱۳	۴-۲ اثر نسبت های اجزای مخلوط های بتن هوادار روی خواص آن
۱۹	فصل سوم: خواص بتن کفی
۱۹	۱-۳ مقدمه
۱۹	۲-۳ خواص بتن کفی در حالت تازه
۲۱	۳-۳ خواص فیزیکی
۲۱	۱-۳-۳ جرم حجمی بتن کفی
۲۳	۲-۳-۳ جمع شدگی ناشی از خشک شدن
۲۵	۳-۳-۳ سیستم منافذ
۲۶	۴-۳-۳ انبساط حرارتی
۲۷	۴-۳ خواص مکانیکی
۲۷	۱-۴-۳ مقاومت فشاری
۲۹	۲-۴-۳ مقاومت خمشی و مقاومت کششی

۲۹	۳-۴-۳- مدول الاستیسیته.....
۲۹	۳-۵- خواص عملکردی.....
۲۹	۳-۵-۱- هدایت حرارتی.....
۳۱	۳-۵-۲- خواص آکوستیکی.....
۳۱	۳-۵-۳- مقاومت در برابر آتش.....
۳۱	۳-۶- دوام بتن کفی.....
۳۱	۳-۶-۱- نفوذپذیری و جذب آب.....
۳۲	۳-۶-۲- دوام در برابر ذوب و انجماد.....
۳۳	۳-۶-۳- دوام در نفوذ یون کلر.....
۳۳	۳-۶-۴- دوام در برابر خوردگی آرماتور.....

فصل چهارم: نتایج بررسی‌های آزمایشگاهی انجام شده روی بتن‌های کفی در بخش

۳۵	بتن مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی.....
۳۵	۴-۱- مقدمه.....
۳۵	۴-۲- بررسی خواص بتن‌های کفی با مواد کف‌زای تولید داخل (تولید کف به صورت مجزا ادغام کف ایجاد شده در خمیر سیمان (پستل).....
۳۵	۴-۳- بررسی‌های موردی انجام شده روی برخی نمونه‌های بتن کفی ارائه شده توسط تولیدکنندگان بتن کفی.....

فصل پنجم: زمینه‌های کاربرد بتن‌های هوافاد اتوکلاو نشده.....

۴۹	۵-۱- مقدمه.....
۴۹	۵-۲- پرکننده در کف طبقات ساختمان.....
۵۰	۵-۳- پرکننده پشت بام.....
۵۲	۵-۴- کاربردهای ژئوتکنیکی.....
۵۲	۵-۴-۱- پرکننده مهندسی.....
۵۳	۵-۴-۲- پرکننده حفره‌ها و فضاهای خالی.....
۵۵	۵-۵- پانل‌های پیش‌ساخته.....
۵۵	۵-۶- ساخت قطعات و پانل‌های درجا.....
۵۶	۵-۷- کاربردهای دیگر.....
۵۶	۵-۸- بررسی امکان استفاده از بتن هوافاد اتوکلاو نشده به عنوان بلوک سبک.....

۵۹	مراجع.....
----	------------

چکیده

بتن هوادار اتوکلاو نشده (بتن کفی) یکی از انواع بتن سبک است که از ادغام حباب‌های هوای تثبیت شده در خمیرسیمان یا ملات تشکیل می‌شود. با توجه به کم بودن نسبی سرمایه‌گذاری اولیه و قابلیت انتقال تجهیزات تولید آن به مناطق دور افتاده، بحث امکان استفاده از آن در صنعت ساختمان‌کشور مطرح است. عدم آشنایی با خواص و یا عدم رعایت کامل اصول فنی و علمی مربوط به تولید این محصول و همچنین عدم آگاهی از زمینه‌های مناسب کاربرد آن، می‌تواند باعث اتلاف سرمایه‌های ملی و کاربرد نابجای این محصول گردد. در این راهنما اطلاعات فنی مربوط به این نوع بتن ارائه و زمینه‌های مناسب برای استفاده از آن در صنعت ساختمان معرفی شده است.

بتن‌های هوادار اتوکلاو نشده با جرم حجمی‌های از حدود 400 kg/m^3 تا بیش از 1700 kg/m^3 قابل تولید می‌باشند. از خصوصیات بارز این نوع بتن‌ها جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن زیاد آنها است که در جرم‌های حجمی کمتر این کمتری مشاهده می‌شود. مقاومت فشاری این نوع بتن‌ها با افزایش جرم حجمی افزایش می‌یابد و محدوده کمتر از 5 MPa تا بیش از 20 MPa را شامل می‌گردد. برای بتن‌های هوادار نیز همانند بقیه انواع بتن سبک با کاهش جرم حجمی، عایق‌بندی حرارتی بهتری حاصل می‌گردد. در تولید این نوع بتن‌ها لازم است توجه کافی به پایداری کف (حباب‌های) ایجاد یا ادغام شده در خمیر سیمان یا ملات گردد تا از مشکلاتی نظیر کاهش حجم و سبک شدن پرهیز گردد.

زمینه‌های مناسب برای کاربرد بتن‌های هوادار اتوکلاو نشده بتن‌برکننده حفاری‌ها و فضاهای خالی، بتن‌ریزی پشت کوله پل‌ها، پرکننده کف طبقات و بتن‌شیب‌های عایق‌دار بام ساختمان‌ها می‌باشند. استفاده از بلوک‌های ساختمانی سبک بتن کفی در کشورها توسعه یافته رایج نمی‌باشد و در این کشورها استاندارد نیز در این خصوص تدوین نشده است. دلیل اصلی این امر جمع‌شدگی زیاد بتن‌های هوادار می‌باشد. جذابیت‌های اقتصادی باعث شده است که در کشور ما عموماً به تولید بتن هوادار معطوف به تولید بلوک‌های ساختمانی گردد. ساختار و ماهیت بتن‌های هوادار اتوکلاو نشده، ارضاء الزامات جمع‌شدگی را، حداقل در جرم‌های حجمی قابل رقابت با بتن‌های هوادار اتوکلاو شده، ناممکن یا بسیار دشوار می‌سازد.