



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

تأثیر اخرایش دمای عمل آوری بر فعالیت پورولان‌های طبیعی

مجریان:

فهیمة فیروزیار

فاطمه جعفرپور

کد نشر: گ - ۷۴۰

چاپ اول: ۱۳۹۵

سرشناسه	فیروزیار، فهیمه، ۱۳۴۷.
عنوان و نام پدیدآور	تأثیر افزایش دمای عمل آوری بر فعالیت پوزولان های طبیعی / مجریان: فهیمه فیروزیار، فاطمه جعفرپور
مشخصات نشر	تهران: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	و. ۵۳ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، شماره نشر: گ- ۷۴۰.
شابک	۷-۱۵۴-۱۱۳-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	فیا
موضوع	پوزولان ها
موضوع	Pozzuolanas
موضوع	دما
موضوع	Temperature
شناسه افزوده	جعفرپور، فاطمه، ۱۳۲۴ -
شناسه افزوده	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
شناسه افزوده	Road, Housing and Urban Development Research Center
رده بندی سنگره	۱۳۹۵ ت ۲۹۴/ TA۸۸۱
رده بندی دیویی	۶۶۶.۹۵
شماره کتابشناسی سی	۶۶۶.۹۵



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نام کتاب: تأثیر افزایش دمای عمل آوری بر فعالیت پوزولان های طبیعی

مجریان: فهیمه فیروزیار، فاطمه جعفرپور

بخش پژوهشی: مصالح و فرآورده های راه و ساختمان

شماره نشر: گ- ۷۴۰

ناشر: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۵

تیراژ: ۲۰۰ نسخه

قطع: وزیری

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

قیمت: ۴۰۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-113-154-7

شابک: ۷-۱۵۴-۱۱۳-۶۰۰-۹۷۸

مسئولیت صحت دیدگاه های علمی بر عهده نگارندگان محترم می باشد.

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

نشانی ناشر: تهران، بزرگراه شیخ فضل ... نوری، روبروی فاز ۲ شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی

مروی، خیابان حکمت صندوق پستی: ۱۶۹۶-۱۳۱۴۵ تلفن: ۸۸۲۵۵۹۴۲-۶ دورنگار: ۸۸۳۸۴۱۳۲

فروش الکترونیکی: [http:// pub.bhrc.ac.ir](http://pub.bhrc.ac.ir)

pub@bhrc.ac.ir

سخن مرکز

امروزه کاربرد مواد پوزولانی طبیعی یا مصنوعی در جهت کاربرد و جایگزینی آن به جای بخشی از سیمان مصرفی در بتن، نقش عمده‌ای در افزایش دوام سازه‌های بتنی دارد. پوزولان‌های طبیعی به دلیل خواص مفیدی چون کاهش هزینه، کاهش حرارت هیدراتاسیون، نفوذپذیری کم، کنترل انبساط ناشی از فعالیت قلیایی‌های سنگدانه، افزایش مقاومت در برابر مواد شیمیایی، کاهش انقباض خشک بتن و اصلاح خواص بتن تازه، به‌طور گسترده‌ای به عنوان مواد جایگزین سیمان پرتلند در اغلب کاربردها مورد استفاده قرار می‌گیرند. از نتایج مطلوب استفاده از مواد پوزولانی کاهش آلودگی زیست‌محیطی، کاهش میزان دی‌اکسیدکربن حاصل از فرآیند تولید سیمان، کاهش هزینه‌های ساخت و ساز (ارزان‌تر بودن هزینه پوزولان در مقایسه با سیمان) و بهبود کیفیت بتن (خواص مطلوب پوزولان در جایگزینی بخشی از سیمان مورد مصرف در تولید بتن) است.

در این راستا با توجه به فراوانی و در دسترس بودن پوزولان‌های طبیعی در کشور لازم است کیفیت پوزولان‌های کشور مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد و پوزولان‌های با کیفیت متوسط و پایین شناسایی شده و شیوه‌های مختلفی در زمینه بهبود کیفیت پوزولان‌های نامطلوب وجود دارد که روش مناسب با توجه به ساختار شیمیایی و کانی‌شناختی آن انتخاب می‌شود. به عبارت دیگر فن‌آوری‌های مختلفی برای فعال‌سازی پوزولان‌های طبیعی به منظور غلبه بر این معایب مورد توجه قرار گرفته است. یکی از روش‌های تسریع در فعالیت پوزولانی پوزولان‌ها را با طبیعی استفاده از افزایش دمای عمل‌آوری است. در گزارش حاضر تأثیر افزایش دمای عمل‌آوری به منظور تسریع در فعالیت پوزولانی دو نوع پوزولان طبیعی (با فعالیت پروانه‌ای مطلوب و ضعیف) مورد بررسی قرار گرفته و نتایج مطلوبی حاصل شده است. نتایج حاصل از پروژه می‌تواند گام بزرگی در توسعه و کاربرد انواع پوزولان طبیعی در صنعت ساختمان باشد.

محمد شکرچی‌زاده

رئیس مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

۱	فصل اول: کلیات
۱-۱-۱	مقدمه
۲-۱	روش‌های بهبود فعالیت پوزولانی
۳-۱	روش‌های ارزیابی پوزولان‌های فعال‌شده
۴-۱	تحقیقات انجام شده در کشورهای صنعتی
۴-۱-۱	کلیات
۴-۱-۲	بررسی‌های آزمایشگاهی
۴-۱-۲-۱	آماده‌سازی
۴-۱-۲-۲	آزمون‌ها و ترمیناسیون
۴-۱-۲-۳	خشک کردن نمونه
۴-۱-۲-۴	اندازه‌گیری آهک آزاد
۴-۱-۲-۵	بررسی میزان فعالیت پوزولانی
۴-۱-۲-۶	روند کسب مقاومت
۴-۱-۲-۸	ارزیابی تحقیقات انجام شده
۴-۱-۲-۹	نتیجه‌گیری
۱۳	فصل دوم: بررسی مواد اولیه برای اجرای پروژه
۱-۲	خواص پوزولان‌ها
۱-۱-۲	ارزیابی پوزولان‌ها
۲-۱-۲	روش‌های شیمیایی
۳-۱-۲	اندازه‌گیری کانی‌های بلوری
۴-۱-۲	روش‌های فیزیکی و مکانیکی
۵-۱-۲	اندازه‌گیری فعالیت پوزولانی به روش‌های تجزیه حرارتی
۶-۱-۲	بررسی کیفیت چهار نوع پوزولان مناطق مختلف ایران
۱-۶-۱-۲	آزمون‌های شیمیایی
۲-۶-۱-۲	آزمون تعیین باقی‌مانده نامحلول براساس استاندارد EN 196-2
۳-۶-۱-۲	آزمون تعیین ظرفیت پیوند آهک با پوزولان براساس استاندارد EN 196-5

۲۲	۱-۶-۴- تعیین کانی‌های بلوری پوزولان‌ها
۲۲	۲-۶-۵- آزمون‌های فیزیکی و شاخص فعالیت پوزولانی
۲۳	۱-۶-۶- تعیین فعالیت پوزولانی با استفاده از روش‌های تجزیه حرارتی
۲۴	۲-۶-۷- تعیین کیفیت آهک مورد استفاده در ساخت مخلوط پوزولان - آهک
۲۵	۲-۸-۱- تفسیر نتایج
۲۸	۲-۹-۱- نتیجه‌گیری کلی
۲۸	۲-۲- انتخاب دو نمونه پوزولان با روند فعالیت پوزولانی مختلف برای اجرای پروژه
۲۹	فصل سوم: تاثیر افزایش دمای عمل‌آوری بر روی فعالیت پوزولانی
۲۹	۳- هدف و روش انجام تحقیق
۲۹	۳-۱- هدف تحقیق
۲۹	۳-۲- روش انجام تحقیق
۳۰	۳-۳- انتخاب دو نمونه پوزولان با فعالیت پوزولانی مختلف برای اجرای پروژه
۳۰	۴- بررسی‌های آزمایشگاهی
۳۰	۳-۴-۱- ساخت آزمون‌های پوزولان - آهک
۳۱	۳-۴-۲- اندازه‌گیری مقاومت فشاری آزمون‌های عمل‌آوری شده در چهار رژیم حرارتی در مقاطع زمانی مختلف
۳۲	۳-۴-۳- ارزیابی نتایج مقاومت فشاری مخلوط‌های پوزولان تراس و پارس پومیس با آهک
۳۳	۳-۴-۳- اندازه‌گیری فعالیت پوزولانی آزمون‌ها با دمای عمل‌آوری و مقاطع زمانی مختلف
۴۳	۳-۴-۳-۱- ارزیابی نتایج آنالیز حرارتی مخلوط‌های پوزولان تراس و پارس پومیس با آهک
۴۴	۵- تفسیر نتایج
۴۸	۶-۳- نتیجه‌گیری کلی
۵۰	مراجع

پیشگفتار مؤلف

از آنجایی که، توسعه پایدار در بهبود بخشیدن شرایط زیست و کار انسان ها و برآوردن نیازهای آنان در مقیاس محلی، منطقه ای و جهانی، بی آنکه ضرری به زندگی نسل های آینده وارد و راه بهبود بر آنان بسته شود نقش به سزایی دارد، دستیابی به راه حل های بنیادی در زمینه استفاده بجا و پرهیز از مصرف بیش از اندازه و اتلاف منابع و توجه به نسل های آینده، باید مدنظر قرار گیرد و به عنوان یک وظیفه همگانی تلقی شود.

در این راستا، با استفاده از پوزولان های طبیعی و مصنوعی و جایگزینی آن به جای بخشی از سیمان مصرفی در بتن، شیوه ای در زمینه روند توسعه پایدار فراهم شده است. در کشور ما به دلیل وجود آتشفشان های مختلف، مقادیر زیادی منابع پوزولان های طبیعی یافت می شود. استفاده از این نوع مواد، علاوه بر دارا بودن ارزش اقتصادی و کاهش آلودگی محیط زیست محیطی، مشکلات مربوط به محدودیت تولید نیز برآورده می شود.

به طور طبیعی پوزولان های زیادی را می توان به دلیل وجود آتشفشان های مختلف در کشور، یافت. استفاده از این نوع مواد هم ارزش اقتصادی دارد و هم منجر به کاهش آلودگی محیط زیست می شود و همچنین مشکلات مربوط به محدودیت تولید را نیز برآورده می کند.

اگر چه در ایران ذخایر پوزولان های طبیعی به وفور یافت می شود اما بسیاری از پوزولان های با فعالیت پوزولانی نامطلوب، به دلیل فعالیت کم، قابلیت جایگزینی در تولید سیمان های آمیخته را ندارند. از این رو رسیدن به روش های مناسب مؤثر به منظور فعال سازی پوزولان های طبیعی گام مهمی در جهت رسیدن به اهداف توسعه پایدار خواهد بود. در این پروژه روش تاثیر دمای عمل آوری بر روی فعالیت پوزولانی پوزولان های طبیعی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از پروژه می تواند گام بزرگی در توسعه و کاربرد این روش و صنعتی شدن آن در آینده نزدیک و بالطبع همسو با توسعه پایدار باشد.



چکیده

پوزولان‌ها مواد سیلیسی یا سیلیسی آلومیناتی هستند که به تنهایی چسبندگی ندارند، اما به شکل ذرات ریز و در مجاورت رطوبت در دمای محیط با واکنش شیمیایی با هیدروکسید کلسیم ترکیباتی را به وجود می‌آورند که خاصیت سیمانی و چسبندگی دارد. ارزیابی و تعیین کیفیت پوزولان‌ها به روش‌های مختلف انجام می‌شود. این روش‌ها براساس شناخت ساختار شیمیایی، بلورشناسی، کانی‌شناختی، عملکرد مناسب در ایجاد مقاومت مکانیکی و خواص فیزیکی و تعیین رفتار حرارتی در زمینه میزان فعالیت پوزولان‌ها است. شایان ذکر است که انجام هر یک از روش‌ها برای ارزیابی پوزولان‌ها ضروری است.

پوزولان‌های طبیعی با فعالیت پوزولانی مناسب به واسطه نقش موثرشان در بهبود خواص فیزیکی و عملکرد دام بتن و ملات، به عنوان مواد جایگزین سیمان مورد استفاده قرار می‌گیرند. از آنجایی که سیایی به پوزولان‌های باکیفیت در همه مناطق کشور دشوار است، بنابراین به کارگیری روش‌های مناسب برای بهبود فعالیت پوزولانی این مواد حائز اهمیت است. تحقیقات گسترده‌ای در زمینه افزایش فعالیت بالقوه پوزولان‌های طبیعی در ابعاد مختلف انجام شده است. در این راستا یکی از روش‌های مناسب بهبود کیفیت پوزولان، افزایش دمای عمل آوری خمیر سیمان و بتن دارای پوزولان است که طی پروژه‌ای در مرکز تحقیقات راه، سبک و شهرسازی انجام شده است. در این پروژه ابتدا چهار نوع پوزولان مربوط به نقاط مختلف در انتخاب شد و کیفیت آن‌ها در زمینه‌های مختلف از طریق بررسی‌های آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفت و با توجه به نتایج به دست آمده دو نوع پوزولان با فعالیت پوزولانی مناسب و کند برای اجرای پروژه در نظر گرفته شد. اعمال چهار رژیم حرارتی مختلف بر روی نمونه‌های ساخته شده با مخلوط دو نوع پوزولان و آهک در پنج مقطع زمانی مورد بررسی قرار گرفت و عملکرد آن در زمینه افزایش فعالیت پوزولانی و مقاومت فشاری ارزیابی شد. نتایج به دست آمده به تفصیل در گزارش نهایی پروژه ارائه شده است.