



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

ارزیابی واکنش‌زایی قلیایی بالقوه سنگدانه‌ها در تعدادی از معادن سنگدانه‌ای شمال غرب کشور

مجریان:

علی دوستی، سهراب ویسه

شماره نشر: گ - ۸۶۶

چاپ اول: ۱۳۹۸

سرشناسه	دوستی، علی، ۱۳۶۳
عنوان و نام پدیدآور	ارزیابی واکنش‌زایی قلیایی بالقوه سنگدانه‌ها در تعدادی از معادن سنگدانه‌های شمال غرب کشور / مجریان: علی دوستی، سهراب ویسه
مشخصات نشر	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۱۸۵ ص.
فروست	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، شماره نشر: گ- ۸۶۶
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۱۱۳-۲۴۴-۵
وضعیت فهرست‌نویسی	فیبیا
یادداشت	-
موضوع	واکنش‌های قلیایی سنگدانه‌ای
موضوع	Alkali-aggregate reactions
موضوع	سازه‌های بتنی -- قرسودگی
موضوع	Concrete structures -- Deterioration*
موضوع	روسازی با بتن
موضوع	Pavements, Concrete
شناسه افزوده	ویسه، سهراب، ۱۳۳۹
شناسه افزوده	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
شناسه افزوده	Road, Housing and Urban Development Research Center
رده بندی کنگره	۶۷۴.۱
رده بندی دیویی	۶۲۰.۱
شماره کتابشناسی ملی	۶۷۸۹۰۹



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نام کتاب: ارزیابی واکنش‌زایی قلیایی بالقوه سنگدانه‌ها در تعدادی از معادن سنگدانه‌های شمال غرب کشور

مجریان: علی دوستی، سهراب ویسه

شماره نشر: گ- ۸۶۶

ناشر: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نوبت چاپ: اول

تیراژ: ۱۰۰ جلد

قطع: وزیری

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

قیمت: ۳۰۰۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-113-244-5

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۱۳-۲۴۴-۵

مسئولیت صحت دیدگاه‌های علمی بر عهده نگارندگان محترم می‌باشد.
کلیه حقوق چاپ و انتشار اثر برای مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی محفوظ است.

نشانی ناشر: تهران، بزرگراه شهید فضل ...۱، نوری، روبروی فاز ۲ شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت صندوق پستی: ۱۶۹۶-۱۳۱۴۵ تلفن: ۸۸۲۵۵۹۴۲-۶ دورنگار: ۸۸۳۸۴۱۳۲
پست الکترونیکی: pub@bhrc.ac.ir فروش الکترونیکی: http://pub.bhrc.ac.ir

بتن در قرن اخیر به عنوان یکی از مهمترین و اساسی ترین مصالح و تولیدات بشر در صنعت ساخت همواره مورد توجه قرار داشته است. این محصول که ترکیبی از مصالح سنگی و سیمان به شمار می آید بطور قطع پر مصرف ترین محصول ساختمانی به شمار می آید. مصالح سنگی ریز و درشت به کار رفته در بتن به عنوان بخش اعظم تشکیل دهنده بتن نقش موثری در کیفیت و دوام این محصول خواهند داشت. بطور قطع چنانچه این مصالح سنگی که خود از دل طبیعت بدست می آیند از کیفیت لازم و مطلوب برخوردار نباشند موجب تضعیف مشخصات مکانیکی و دوام بتن خواهند شد. در این میان یکی از مواردی که وابسته به مشخصات مصالح سنگی است و سلامت بتن را در زمان بهره برداری تحت تاثیر خود قرار می دهد بحث پتانسیل واکنش زایی این مصالح با قلیایی های موجود در بتن، که اغلب توسط خمیر سیمان فراهم می گردد، است. خاطر نشان می گردد که رخداد این واکنش مخرب با گذشت زمان منجر به ترک خوردگی و تخریب بتن خواهد شد.

در این پروژه که در راستای برنامه های تدوین شده برای مطالعات آتی مرکز می باشد در ادامه بررسی های قبلی درخصوص پتانسیل واکنش زایی قلیایی سیلیسی سنگدانه های مناطق مختلف کشور، در گزارش موجود، به بررسی واکنش زایی مصالح سنگی شمال غرب کشور پرداخته شده است. امید است تا نتایج حاصل از این پروژه در کنار مطالعات قبلی انجام شده در استان تهران بتواند موجب افزایش و ارتقاء دانش مهندسی و نحوه برخورد و پیشگیری با این پدیده گردد.

محمد شکرچی زاده

رئیس مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: واکنش‌زایی قلیایی سنگدانه
۱	۱-۱ مقدمه
۲	۱-۲ سابقه تاریخی
۲	۱-۲-۱ واکنش‌زایی قلیایی - سیلیسی
۵	۱-۲-۲ واکنش‌زایی قلیایی - کربناتی
۶	۱-۳ انواع واکنش قلیایی سنگدانه‌ها
۶	۱-۳-۱ واکنش قلیایی - پرست
۶	۱-۳-۲ واکنش قلیایی - سیلیسی
۸	۱-۳-۳ مکانیزم واکنش قلیایی سیلیسی
۱۲	۱-۳-۴ کانی‌ها و سنگ‌های واکنش‌زا
۱۸	۱-۴ علایم خرابی ناشی از واکنش‌زایی قلیایی - سیلیسی
۱۸	۱-۴-۱ سازوکارهای ترک‌خوردگی
۲۲	۱-۵ عوامل تشدید کننده واکنش‌زایی قلیایی سیلیسی
۲۵	۱-۶ شواهد میکروسکوپی واکنش‌زایی قلیایی سیلیسی
۲۷	۱-۷ اقدامات برای جلوگیری از واکنش‌زایی قلیایی - سیلیسی
۲۷	۱-۷-۱ کلیات
۲۸	۱-۷-۲ محدود کردن رطوبت
۳۰	۱-۷-۳ انتخاب سنگدانه
۳۲	۱-۷-۴ به حداقل رساندن قلیایی‌ها
۳۳	۱-۷-۵ انتخاب سیمان
۳۳	۱-۷-۶ مواد ریزدانه به غیر از سیمان پرتلند
۳۸	۱-۷-۷ سیمان‌های هیدرولیکی آمیخته
۳۸	۱-۷-۸ میزان قلیایی بتن
۳۸	۱-۷-۹ افزودنی‌های شیمیایی
۳۹	۱-۷-۱۰ سایر روش‌ها
۴۱	فصل دوم: آزمون‌های تعیین پتانسیل واکنش‌زایی قلیایی سیلیسی



- ۴۱-۲-۱- مقدمه
- ۴۳-۲-۲- آزمون‌های سنگ‌شناسی سنگدانه برای شناسایی سنگدانه‌های واکنش‌زا
- ۴۴-۳-۲- واکنش‌زایی قلیایی - سیلیسی بالقوه سنگدانه (روش شیمیایی) ASTM - C289
- ۴۴-۲-۴- واکنش‌زایی قلیایی بالقوه سنگ‌های کربناتی برای سنگدانه بتن (روش استوانه سنگ) ASTM - C586
- ۴۵-۲-۵- آزمون واکنش‌زایی قلیایی بالقوه مخلوط‌های سیمان- سنگدانه (روش منشور ملات) ASTM - C227
- ۴۶-۲-۶- آزمون قابلیت واکنش سنگدانه‌ها با قلیایی‌ها به روش ملات منشوری تسریع شده بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۵۳ (ASTM C1260)
- ۴۷-۲-۷- آزمون قابلیت انبساط پذیری به روش بررسی تغییر طول منشورهای بتنی، ناشی از واکنش سنگدانه‌ها با قلیایی‌ها بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۴۹ (ASTM C1293) [۱۳]
- ۵۱-۲-۸- آزمون انبساط پذیری بالقوه سنگدانه، روش کار برای تغییر طول ناشی از واکنش قلیایی سنگدانه در منشورهای بتنی بر اساس استاندارد CSA-A23.2-14A
- ۵۲- فصل سوم: مروری بر مطالعه انجام شده در خصوص واکنش‌زایی قلیایی سنگدانه‌های شمال غرب کشور
- ۵۳-۱-۳- مقدمه
- ۵۳-۲-۳- بررسی سنگدانه‌های منطقه اردبیل، خلخال، کیوی و مشکین شهر
- ۶۰-۳-۳- بررسی رفتار خمشی تیرهای بتنی مسلح تحت اثر واکنش قلیایی سنگدانه‌ها
- ۶۳- فصل چهارم: زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی منطقه آذربایجان شرقی
- ۶۳-۴-۱- موقعیت آذربایجان در زمین‌شناسی ایران [۳۶]
- ۶۴-۴-۲- وضعیت زمین‌شناسی استان اردبیل
- ۶۴-۴-۲-۱- جایگاه و ویژگی‌های زمین‌شناسی
- ۶۵-۴-۳- وضعیت زمین‌شناسی استان آذربایجان شرقی [۳۶]
- ۷۰-۴-۳-۱- بررسی سنگ‌شناسی آذربایجان شرقی [۳۶]
- ۷۴-۴-۴- زمین‌شناسی عمومی آذربایجان غربی
- ۷۷-۴-۵- وضعیت زمین‌شناسی سیلان
- ۷۹- فصل پنجم: آزمون‌های انجام شده در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
- ۷۹-۱-۵- مقدمه
- ۸۰-۲-۵- استان اردبیل
- ۸۶-۳-۵- مصالح سنگی استان آذربایجان شرقی
- ۹۳-۴-۵- مصالح سنگی استان آذربایجان غربی
- ۱۰۰-۵-۵- سیمان مورد استفاده در آزمون‌ها

- ۱۰۱ ۶-۵- آزمو ن ملات منشوری تسریع شده
- ۱۰۱ ۱-۶-۵- نمونه گیری و آماده نمودن آزمون‌ها
- ۱۰۴ ۲-۶-۵- ساخت آزمون‌های ملات
- ۱۰۷ ۳-۶-۵- نتایج آزمون
- ۱۰۷ ۱-۳-۶-۵- سنگدانه ریز استان اردبیل
- ۱۰۹ ۲-۳-۶-۵- تحلیل نتایج سنگدانه ریز استان اردبیل
- ۱۱۰ ۳-۳-۶-۵- سنگدانه درشت استان اردبیل
- ۱۱۲ ۴-۳-۶-۵- تحلیل نتایج ملات منشوری تسریع شده با سنگدانه درشت
- ۱۱۳ ۵-۳-۶-۵- سنگدانه ریز استان آذربایجان شرقی
- ۱۱۷ ۶-۳-۶-۵- تحلیل نتایج سنگدانه ریز استان آذربایجان شرقی
- ۱۱۸ ۷-۳-۶-۵- سنگدانه درشت استان آذربایجان شرقی
- ۱۲۳ ۸-۳-۶-۵- تحلیل نتایج سنگدانه درشت استان آذربایجان شرقی
- ۱۲۳ ۹-۳-۶-۵- سنگدانه ریز استان آذربایجان غربی
- ۱۲۸ ۱۰-۳-۶-۵- تحلیل نتایج سنگدانه ریز استان آذربایجان غربی
- ۱۲۸ ۱۱-۳-۶-۵- سنگدانه درشت استان آذربایجان غربی
- ۱۳۳ ۱۲-۳-۶-۵- تحلیل نتایج سنگدانه درشت استان آذربایجان شرقی
- ۱۳۳ ۷-۵- آزمون منشورهای بتنی
- ۱۳۴ ۱-۷-۵- وسایل مورد نیاز
- ۱۳۶ ۲-۷-۵- مصالح
- ۱۳۸ ۳-۷-۵- مشخصات مخلوط بتن
- ۱۳۹ ۴-۷-۵- آماده سازی منشورهای بتنی
- ۱۴۰ ۵-۷-۵- اندازه‌گیری تغییر طول
- ۱۴۱ ۶-۷-۵- نتایج آزمون
- ۱۴۱ ۱-۶-۷-۵- سنگدانه ریز استان اردبیل
- ۱۴۲ ۲-۶-۷-۵- تحلیل نتایج سنگدانه ریز استان اردبیل
- ۱۴۳ ۳-۶-۷-۵- سنگدانه درشت استان اردبیل
- ۱۴۴ ۴-۶-۷-۵- تحلیل نتایج بلند مدت منشور بتنی با سنگدانه درشت
- ۱۴۵ ۵-۶-۷-۵- سنگدانه ریز استان آذربایجان شرقی
- ۱۴۶ ۶-۶-۷-۵- تحلیل نتایج سنگدانه ریز استان آذربایجان شرقی



- ۱۴۶ ۷-۷-۷-۵- سنگدانه درشت استان آذربایجان شرقی
- ۱۴۸ ۷-۷-۸-۵- تحلیل نتایج سنگدانه درشت استان آذربایجان شرقی
- ۱۴۸ ۷-۷-۹-۵- سنگدانه ریز استان آذربایجان غربی
- ۱۵۰ ۷-۷-۱۰-۵- تحلیل نتایج سنگدانه ریز استان آذربایجان غربی
- ۱۵۱ ۷-۷-۱۱-۵- سنگدانه درشت استان آذربایجان غربی
- ۱۵۳ ۷-۷-۱۲-۵- تحلیل نتایج سنگدانه درشت استان آذربایجان شرقی
- ۱۵۳ ۵-۸- آزمون سنگ شناسی
- ۱۵۳ ۵-۸-۱- نتایج آزمون سنگ شناسی سنگدانه های استان اردبیل
- ۱۶۰ ۵-۸-۲- آزمون سنگ شناسی سنگدانه های استان آذربایجان شرقی
- ۱۶۷ ۵-۸-۳- نتایج آزمون سنگ شناسی سنگدانه های استان آذربایجان شرقی
- ۱۷۷ فصل ششم: نتیجه گیری
- ۱۸۲ منابع