



ارزیابی واکنش زایی قلیایی بالقوه سنگدانه‌های تعدادی از معادن استان

تهران

www.ketab.ir

مجریان:

علی دوستی، سهراب ویسه

شماره نشر: گ-۹۵۶

چاپ اول: ۱۴۰۰

سرشناسه	: دوستی، علی، ۱۳۶۳ -
عنوان و نام پدیدآور	: ارزیابی واکنش‌زایی قلیایی بالقوه سنگدانه‌های تعدادی از معادن استان تهران/ مجریان علی دوستی، سهراب ویسه ؛
مشخصات نشر	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۱۱۳ ص: مصور، جدول، نمودار
فروست	: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، شماره نشر: گ-۹۵۶.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۱۳-۳۴۵-۹
وضعیت فهرستویی	: فیا
موضوع	: چکیده ی کتاب به زبان انگلیسی در انتهای کتاب آورده شده است.
موضوع	: کتابنامه
موضوع	: واکنش‌های قلیایی سنگدانه‌ای
موضوع	: Alkali-aggregate reactions :
موضوع	: سازه‌های بتنی -- فرسودگی
موضوع	: Concrete structures -- Deterioration* :
موضوع	: روسازی با بتن -- ایران
موضوع	: Pavements, Concrete-- Iran :
موضوع	: زمین‌شناسی -- ایران -- تهران (استان)
موضوع	: Geology -- Iran -- Tehran (Province):
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	: TA/۴۴۱ :
رده بندی دیویی	: ۶۲۰/۱۹۱ :
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۵۵۲۲۷۵ :
وضعیت رکورد	: فیا



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نام کتاب: ارزیابی واکنش‌زایی قلیایی بالقوه سنگدانه‌های تعدادی از معادن استان تهران
مجریان: علی دوستی، سهراب ویسه
شماره نشر: گ-۹۵۶

ناشر: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

نوبت چاپ: اول

تیراژ: ۱۰۰ جلد

قطع: وزیری

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

قیمت: ۲۸۰۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-113-345-9

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۱۳-۳۴۵-۹

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

از آنجا که حداقل سه چهارم حجم بتن را سنگدانه ها اشغال می کنند، تعجب آور نمی باشد که کیفیت آنها از اهمیت قابل ملاحظه ای برخوردار باشد. سنگدانه ها نه فقط می توانند مقاومت بتن ساخته شده با آنها را محدود نمایند بلکه خواص آنها به میزان چشم گیری بر دوام و رفتار سازه ای بتن نیز تاثیر می گذارد. سنگدانه مصرفی در بتن چنانچه متشکل از کانی های سیلیسی آمورف باشد قادر خواهد بود تا در مجاورت رطوبت در طول عمر سازه با قلیائی های سیمان واکنش داده و تشکیل ژل منبسط شونده دهد و در نهایت منجر به ترک خوردگی سازه بتنی گردد. لذا جهت پیشگیری از این چنین رویدادهایی، مطالعه پتانسیل واکنش زایی قلیایی سیلیسی سنگدانه ها می تواند ما را در انتخاب نوع سنگدانه قبل از استفاده و یا پیشگیری از رخداد واکنش قلیایی سیلیسی و انبساط حاصل از آن بعد از مصرف یاری رساند. در این پروژه پتانسیل واکنش زایی قلیایی سیلیسی برخی از معادن استان تهران مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفته است و در انتها راهکارهایی جهت پیشگیری از انبساط و ترک خوردگی ارائه شده است. امید است تا با استفاده از نتایج این مطالعه و راهکارهای ارائه شده درخصوص جلوگیری از رویداد این واکنش در سازه های بتنی در معرض رطوبت گام بزرگی برداشته شود.

محمد شکرچی زاده

رئیس مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: واکنش زایی قلیایی سنگدانه.....	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۱-۲- سابقه تاریخی	۲
۱-۲-۱- واکنش زایی قلیایی سیلیسی	۲
۱-۲-۲- واکنش زایی قلیایی کربناتی	۵
۱-۳- انواع واکنش قلیایی سنگدانه ها	۶
۱-۳-۱- واکنش قلیایی کربناتی	۶
۱-۳-۲- واکنش قلیایی سیلیسی	۶
۱-۳-۳- مکانیزم واکنش قلیایی سیلیسی	۸
۱-۳-۴- کانی ها و سنگ های واکنش زایی	۱۳
۱-۴- علایم خرابی ناشی از واکنش زایی قلیایی سیلیسی	۱۸
۱-۴-۱- سازوکارهای ترک خوردگی	۱۸
۱-۵- عوامل تشدید کننده واکنش زایی قلیایی سیلیسی	۲۳
۱-۶- شواهد میکروسکوپی واکنش زایی قلیایی سیلیسی	۲۵
۱-۷- اقدامات برای جلوگیری از واکنش زایی قلیایی - سیلیسی	۲۷
۱-۷-۱- کلیات	۲۷
۱-۷-۲- محدود کردن رطوبت	۲۸
۱-۷-۳- انتخاب سنگدانه	۳۰
۱-۷-۴- به حداقل رساندن قلیایی ها	۳۲
۱-۷-۵- انتخاب سیمان	۳۳
۱-۷-۶- مواد ریزدانه به غیر از سیمان پرتلند	۳۳
۱-۷-۷- سیمان های هیدرولیکی آمیخته	۳۸
۱-۷-۸- میزان قلیایی بتن	۳۸
۱-۷-۹- افزودنی های شیمیایی	۳۹
۱-۷-۱۰- سایر روش ها	۴۰
فصل دوم: آزمون های تعیین پتانسیل واکنش زایی قلیایی سیلیسی	۴۱
۱-۲- مقدمه	۴۱

۴۳	۲-۲- آزمون‌های سنگ‌شناسی سنگدانه برای شناسایی سنگدانه‌های واکنش‌زا.....
۴۴	۳-۲- واکنش‌زایی قلیایی سیلیسی بالقوه سنگدانه (روش شیمیایی) ASTM C289.....
۴۵	۴-۲- واکنش‌زایی قلیایی بالقوه سنگ‌های کربناتی برای سنگدانه بتن (روش استوانه سنگ) ASTM C586.....
۴۵	۵-۲- آزمون واکنش‌زایی قلیایی بالقوه مخلوط‌های سیمان- سنگدانه (روش منشور ملات) ASTM C227.....
۴۶	۶-۲- آزمون قابلیت واکنش سنگدانه‌ها با قلیایی‌ها به روش ملات منشوری تسریع شده بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۸۷۵۳ (ASTM C1260).....
۵۲	۷-۲- 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).....
۵۳	۸-۲- آزمون درازمدت بر اساس استاندارد CSA-A23.2-14A.....
۵۵	فصل سوم: زمین شناسی استان تهران.....
۵۵	۱-۳- کلیات.....
۵۸	۲-۳- بررسی زمین‌شناسی و تحلیل ساختاری منطقه لواسانات (شمال شرق تهران).....
۶۰	۳-۳- بررسی کیفیت سنگدانه‌های بتن، مطالعه موردی در منطقه کن (استان تهران).....
۶۲	۴-۳- زمین‌شناسی شهرستان شهریار.....
۶۶	۵-۳- زمین‌شناسی عمومی شهرستان رودهن.....
۶۶	۶-۳- چینه‌نگاری نهشته‌های دونین در برش سیدآباد، شرق دهاوند (البرز مرکزی).....
۶۷	۱-۶-۳- رخنساره‌ها و محیط رسوبی.....
۷۷	فصل چهارم: آزمون‌های انجام شده در مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی به همراه نتایج و تفسیر آن‌ها.....
۷۷	۱-۴- مقدمه.....
۷۷	۲-۴- سنگدانه‌های مورد استفاده.....
۷۹	۱-۲-۴- بررسی‌های سنگ‌شناسی.....
۸۰	۳-۴- سیمان مورد استفاده در آزمون‌ها.....
۸۲	۴-۴- آزمون ملات منشوری تسریع شده.....
۸۲	۱-۴-۴- نمونه‌گیری و آماده نمودن آزمون‌ها.....
۸۳	۲-۴-۴- نسبت اجزای تشکیل دهنده ملات.....
۸۵	۳-۴-۴- ساخت آزمون‌های ملات.....
۸۷	۴-۴-۴- نتایج آزمون.....



۹۳	۴-۴-۵- تحلیل نتایج ملات منشوری تسریع شده با سنگدانه ریز.....
۹۷	۴-۴-۶- تحلیل نتایج ملات منشوری تسریع شده با سنگدانه درشت.....
۹۸	۴-۵-۵- آزمون دراز مدت منشورهای بتنی.....
۹۹	۴-۵-۱- وسایل مورد نیاز
۱۰۰	۴-۵-۲- مصالح
۱۰۲	۴-۵-۳- مشخصات مخلوط بتن.....
۱۰۴	۴-۵-۴- آماده سازی منشورهای بتنی.....
۱۰۵	۴-۵-۵- اندازه گیری تغییر طول.....
۱۰۵	۴-۵-۶- نتایج آزمون.....
۱۰۶	۴-۵-۷- تحلیل نتایج آزمون منشورهای بتنی.....
۱۰۹	۴-۵-۸- تحلیل نتایج ملات منشوری دراز مدت با سنگدانه ریز و درشت.....
۱۰۹	۴-۶- نتیجه گیری.....
۱۱۲	منابع.....



پیشگفتار مجری

دوام بتن می‌تواند تحت تأثیر سنگدانه‌هایی قرار گیرد که در ترکیب بتن استفاده می‌شوند. در سال‌های اخیر تعداد فزاینده‌ای از واکنش‌های شیمیایی مخرب بین سنگدانه‌ها و خمیر سیمان هیدراته شده اطراف آنها مشاهده شده است. سنگدانه برای مصرف در بتنی که در معرض رطوبت، شرایط مکرر جوی مرطوب یا در تماس با زمین مرطوب قرار خواهد گرفت، نباید حاوی موادی باشد که با قلیایی‌های سیمان، واکنش زیان‌آور ایجاد نماید و باعث انبساط شدید ملات یا بتن گردد. اگر چنین موادی در مقادیر زیان‌آور وجود داشته باشند، مصرف سنگدانه تنها به شرطی مجاز است که نشان داده شود با استفاده از سیمان حاوی قلیایی‌های کم یا با افزودن یک ماده خاص، از انبساط مضر حاصل از واکنش قلیایی سنگدانه جلوگیری می‌شود. در واقع بهترین روش برای ارزیابی مضر بودن یک سنگدانه در ایجاد واکنش قلیایی سیلیسی، مطالعه تاریخچه عملکرد آن در هنگام بهره‌برداری است. در این روش، بتن مورد ارزیابی باید حداقل ۱۵ سال تحت بهره‌برداری باشد. همچنین باید مقایسه‌هایی بین طرح اختلاط، اجزا و محیط اطراف بتن موجود و بتن پیشنهاد شده انجام شود. این روش نشان می‌دهد که آیا تمهیدات خاصی لازم است و یا این که آزمایش بتن یا سنگدانه مورد نیاز می‌باشد یا این که بدون اشکال می‌توان از سنگدانه‌ها استفاده نمود. در نبود چنین شرایطی، طرح یک آزمایش جامع به منظور کشف پتانسیل واکنش‌زایی قلیایی سیلیسی قبل از استفاده از سنگدانه مشکوک در بتن الزامی است. در حال حاضر استانداردها و آزمون‌های مختلفی جهت ارزیابی پتانسیل واکنش‌زایی قلیایی سیلیسی ارائه شده است که از این میان سه آزمون پتروگرافی سنگدانه، آزمون منشور ملات تسریع شده مطابق استاندارد ASTM C1260 و آزمون منشور دراز مدت بتنی مطابق استاندارد ASTM C1293 از اعتبار بیشتری برخوردار است. همچنین به جهت پیشگیری از رخداد واکنش قلیایی سیلیسی یا کنترل انبساط‌های ناشی از آن راهکارهای مختلفی همچون عدم استفاده از سنگدانه واکنش‌زا، استفاده از سیمان کم‌قلیا، استفاده از مواد پوزولانی، استفاده از نمک‌های



لیتیم دار (که نیازمند تحقیق بیشتر می باشد) و در نهایت پیشگیری از رویارویی سازه بتنی با محیط مرطوب در طول عمر مفید آن ارائه شده است که می بایست جهت استفاده از هر یک از این راهکارها از حصول نتیجه مثبت اطمینان حاصل گردد.

از آنجایی که حداقل ۷۵ درصد از حجم بتن را سنگدانه‌ها تشکیل می‌دهند، کیفیت آنها به لحاظ فیزیکی و شیمیایی از اهمیت زیادی برخوردار است. سنگدانه‌ها، نه تنها می‌توانند مقاومت بتن ساخته شده را تحت تأثیر قرار دهند بلکه خواص آنها به میزان زیادی بر دوام و رفتار سازه ای بتن تأثیرگذار است. در حقیقت، سنگدانه‌ها، کاملاً خشی نیستند و خواص فیزیکی، حرارتی و شیمیایی آنها بر عملکرد بتن، مؤثر است. یکی از مشکلات مهم سنگدانه های برخی از نقاط کشور، احتمال واکنش زایی قلیایی سیلیسی بین سیلیس سنگدانه‌ها و قلیایی های موجود سیمان در طول زمان و نهایتاً ایجاد ترک در بتن است. به دلیل استفاده این مصالح در ساخت و سازهای مختلف به ویژه سازه‌های هیدرولیکی و اهمیت زیاد عدم بروز واکنش قلیایی سیلیسی بین سنگدانه و سیمان، ارزیابی دقیق مصالح از اهمیت قابل توجهی برخوردار است.

در پروژه حاضر نظر به اهمیت پتانسیل واکنش زایی سنگدانه ها، به مطالعه و ارزیابی پتانسیل سنگدانه های برخی از معادن سطح استان تهران پرداخته شده است. در این مطالعه جهت ارزیابی پتانسیل واکنش زایی مصالح از آزمون های پتروگرافی سنگدانه مطابق استاندارد ASTM C285، استاندارد منشور ملات کشمیر شده مطابق استاندارد ASTM C1260 و در نهایت آزمون دراز مدت منشور بتنی مطابق استاندارد ASTM C1293 استفاده شده است. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه مشاهده گردید که پتانسیل واکنش زایی در برخی از معادن سطح استان بخصوص در ناحیه جنوب شرقی استان وجود دارد و می بایست جهت استفاده از این سنگدانه ها در سازه های بتنی در تماس با رطوبت از اقدامات پیشگیرانه همچون استفاده از سیمان های کم قلیا یا پوزولان با مقدار مشخص و بهینه استفاده نمود.