

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن



جمهوری اسلامی ایران
وزارت مسکن و شهرسازی

بررسی اثر C_3A سیمان پرتلند بر کاتیون‌های مختلف کلرید در ایجاد پیوند شیمیایی

فاطمه جعفرپور

(عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن)

فهیمة فیروزیار

مشاور: دکتر علی اکبر رمضان‌نیاپور

(استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

گزارش تحقیقاتی

شماره نشر: گ - ۵۶۸

چاپ اول: ۱۳۹۰

سرشناسه	جعفرپور، فاطمه، ۱۳۲۴ -
عنوان و نام پدیدآور	بررسی اثر C_3A سیمان پرتلند بر کاتیون‌های مختلف کلرید در ایجاد پیوند شیمیایی / فاطمه جعفرپور، فهیمه فیروزیار؛ مشاور: دکتر علی‌اکبر رمضانیاپور.
مشخصات نشر	تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	۱۰۴ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	گزارش تحقیقاتی: شماره نشر گ-۵۶۸
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۱۱۳-۰۳۷-۳
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
موضوع	سیمان پرتلند
موضوع	سیمان - - افزودنها
موضوع	بتن - - مخلوط کردن
موضوع	بتن - - خوردگی
شناسه افزوده	فیروزیار، فهیمه
شناسه افزوده	رمضانیاپور، علی‌اکبر، ۱۳۳۰ -
شناسه افزوده	مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
ردمبندی کنگره	۱۳۸۹ ب۴ ج۷ / TPA۸۳
ردمبندی دیوکی	۶۶۶/۹۳
شماره کتابشناسی ملی	۲۰۶۵۹۲۲
مصوبه شماره ۸۹/۶۲۴ جاب کتاب، شورای علمی انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن	

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

بررسی اثر C_3A سیمان پرتلند بر کاتیون‌های مختلف کلرید در ایجاد پیوند شیمیایی

فاطمه جعفرپور، فهیمه فیروزیار؛ مشاور: دکتر علی‌اکبر رمضانیاپور

شماره نشر: گ-۵۶۸، چاپ اول: ۱۳۹۰

ناشر: انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

تنظیم برای چاپ: نسرين مقدس

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

بها: ۱۵۰۰۰ ریال

لینوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

مسئولیت صحت دیدگاه‌های علمی بر عهده نگارندگان محترم می‌باشد.

کلیه حقوق چاپ و انتشار اثر به ناشر تعلق دارد.

نشانی: تهران بزرگراه شیخ فضل‌الدینوری، خیابان پاس فرهنگیان، خیابان لرشاد خیابان سوم صندوق پستی: ۱۶۹۶-۱۳۱۴۵

تلفن: ۸۸۲۵۵۹۴۲-۶ دورنگار: ۸۸۲۵۵۹۴۱

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

ISBN: 978-600-113-037-3

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۱۳-۰۳۷-۳

پیشگفتار

از مهمترین خصوصیات بتن مسلح علاوه بر عملکرد مکانیکی و سازه‌ای مناسب، پایداری آن در معرض شرایط محیطی خورنده است. یکی از جنبه‌های مهم دوام در بتن مسلح فراهم آمدن محیطی مناسب توسط بتن برای محافظت از فولاد در برابر خوردگی است.

شایع‌ترین سازوکارهای خرابی و خسارت در سازه‌های بتن مسلح خوردگی میلگرد در بتن است که بر اثر نفوذ کلرید در بتن پوشش میلگرد ایجاد می‌شود. شناخت ساختار شیمیایی بتن برای درک فرآیندهای آسیب‌دیدگی و جلوگیری از تخریب بتن ضروری است.

در صورت نفوذ کلرید به داخل بتن و یا به دلیل آلوده بودن مصالح بتن، یون‌های کلرید با فاز C_3A سیمان واکنش داده و غیرفعال می‌شوند. از دیدگاه خوردگی فقط کلریدهای آزاد اهمیت دارند.

هنگامی که پیش‌بینی عمر مفید سازه‌های آبی مطرح می‌شود، پیوند کلریدی یکی از عوامل بسیار مهمی است که باید در نظر گرفته شود. در این گزارش تأثیر میزان C_3A سیمان در پیوند دادن کلریدها و همچنین تأثیر منابع کلریدی در فرآیند خوردگی ملات و بتن مورد بررسی قرار گرفته است.

از آنجا که روش‌های اندازه‌گیری کلرید محلول در آب در یک سیستم سیمانی بخشی از کلریدی را که در سنگدانه‌ها وجود داشته و در واکنش خوردگی نقشی ندارند نیز اندازه‌گیری می‌کند، بنابراین انتخاب روش‌های اندازه‌گیری کلریدهای آزاد ملات و بتن اهمیت می‌یابد. بر این اساس، در این گزارش که تحت عنوان «بررسی اثر C_3A سیمان پرتلند بر کاتیون‌های مختلف کلرید در ایجاد پیوند شیمیایی» انتشار می‌یابد، پژوهشگران و دانش‌پژوهان می‌توانند با یقین بیشتری عمر مفید سازه‌های آبی را پیش‌بینی و زمینه‌های اجرایی افزایش آن را فراهم سازند.

سید محمود فاطمی عقدا

رئیس مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

فصل اول: کلیات..... ۱

۱-۱ مقدمه..... ۱

۲-۱ بررسی ساختار شیمیایی بتن..... ۱

۳-۱ هیدراتاسیون سیمان..... ۳

۴-۱ خوردگی کلریدی..... ۶

۵-۱ کلریدهای پیوندی و آزاد..... ۷

۶-۱ اثر نوع و مقدار سیمان در نفوذ کلرید..... ۸

۷-۱ اثر نوع کاتیون‌ها..... ۹

۸-۱ اثر منبع کلرید..... ۱۰

۹-۱ اثر شرایط عمل‌آوری..... ۱۲

۱۰-۱ سازوکارهای واکنش..... ۱۳

فصل دوم: بررسی اثر C_3A سیمان پرتلند در ایجاد پیوند کلریدی..... ۱۹

۱-۲ هدف و روش انجام تحقیق..... ۱۹

۲-۲ ساخت هیدرات سه کلسیم آلومینات (C_3A) در آزمایشگاه..... ۲۰

۳-۲ بررسی کیفیت C_3A ساخته شده در آزمایشگاه..... ۲۴

۴-۲ ساخت چهار نوع سیمان با C_3A خالص در آزمایشگاه..... ۴۲

۵-۲ ساخت چهار نوع سیمان با C_3A مختلف با شرایط کارخانه‌ای..... ۴۸

۶-۲ اندازه‌گیری کلرید عصاره‌گیری شده در سنگدانه و سامانه‌های سیمانی با استفاده از دستگاه

عصاره‌گیر سوکسله (Soxhlet)..... ۶۷



فصل سوم: تجزیه و تحلیل نتایج.....	۷۳
۱-۳ بررسی نتایج بدست آمده.....	۷۳
۲-۳ نتیجه گیری.....	۸۸
مراجع.....	۹۳

www.ketab.ir

چکیده

هنگامی که کلرید محلول در آب در یک سیستم سیمانی مانند ملات یا بتن وجود داشته باشد، می‌تواند سبب خوردگی فلزاتی نظیر فولاد گردد. یون‌های کلرید با فاز C_3A ترکیب می‌شوند و کلرور آلومینات تولید می‌شود. بنابراین سیمان‌هایی که دارای مقدار بیشتر C_3A می‌باشند قادرند مقداری از کلرید را پیوند دهند. وقتی که یون‌های کلرید با C_3A پیوند می‌یابند به حالت غیر محلول تبدیل شده و بنابراین غیر فعال می‌شوند، به عبارت دیگر کلریدهای پیوند یافته و غیر محلول در فرآیند خوردگی نقشی ندارند. همچنین نوع کاتیون‌های کلرید نیز در خوردگی آرماتور اثر دارند و شدت خوردگی به طور قابل توجهی تابع نوع کاتیون است. برخی سنگدانه‌ها حاوی مقدار قابل توجهی کلرید هستند که در سنگدانه محبوس بوده و در واکنش خوردگی شرکت نمی‌کنند. در روش آزمون استاندارد ملی ایران شماره ۸۹۴۷، بخشی از کلریدی که در این سنگدانه‌ها وجود داشته و در واکنش خوردگی نقشی ندارند نیز اندازه‌گیری می‌شود. با توجه به اینکه مقدار کلرید اندازه‌گیری شده به شدت به درجه نرمی سنگدانه‌ها هنگام تهیه آزمون بستگی دارد، بنابراین در این روش، کلریدهای اندازه‌گیری شده که عموماً در واکنش خوردگی شرکت نمی‌کنند نیز اندازه‌گیری می‌شود.

در این گزارش نتایج حاصل از انجام یک پروژه تحقیقاتی در زمینه "بررسی تأثیر میزان C_3A سیمان در ایجاد پیوند شیمیایی یون کلرید"، "بررسی تأثیر کاتیون‌های مختلف کلرید در ایجاد پیوند شیمیایی" و "بررسی روش اندازه‌گیری کلرید عصاره‌گیری شده در سیستم‌های سیمانی" ارائه شده است.