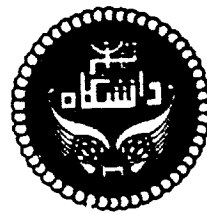
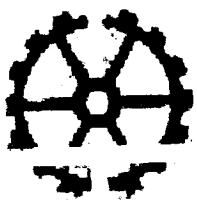


٤٢٣٤٤



دانشگاه تهران

تأثیر ضخامت پوشش بتن بر روی مقاومت بتنهای معمولی و

توانمند در برابر نفوذ یون کلر

۱۳۸۱ / ۷ / ۳۰

کتابخانه تخصصی
موسسه تخصصی
مطالعات آمار علمی ایران

توسط

علی زارع امامی

۱۳۸۱ / ۷ / ۳۰

استادان راهنما

دکتر مهدی قالیبافیان

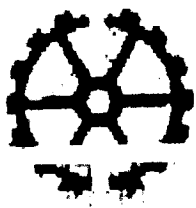
دکتر محمد شکرچی زاده



دانشکده فنی

۴۲۵۶۴

زمستان سال ۱۳۸۰



دانشگاه تهران

تأثیر ضخامت پوشش بتن بر روی مقاومت بتنهای معمولی و
توانمند در برابر نفوذ یون کلر

توسط : علی زارع امامی

استادان راهنما : دکتر مهدی قالیبافیان

دکتر محمد شکرچی زاده

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در
مهندسی عمران - سازه های هیدرولیکی

دانشکده فنی

زمستان سال ۱۳۸۰

صفحه تصویب پایان نامه کارشناسی ارشد

موضوع:

توسط:

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

گرایش:

رشته:

در مقابل هیئت داوران دفاع بعمل آمد و مورد تصویب قرار

از این پایان نامه در تاریخ

گرفت.

محل امضاء

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده:

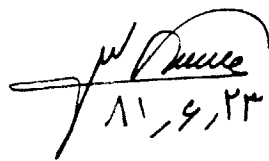
مدیر گروه آموزشی:

استاد راهنما:

استاد مشاور:

داور مدعو:

داور داخلی:


۱۱/۶/۲۳

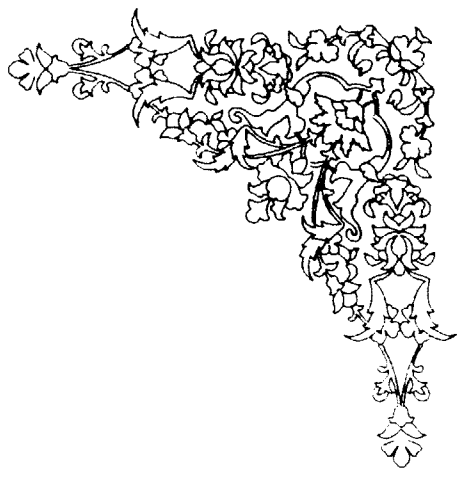
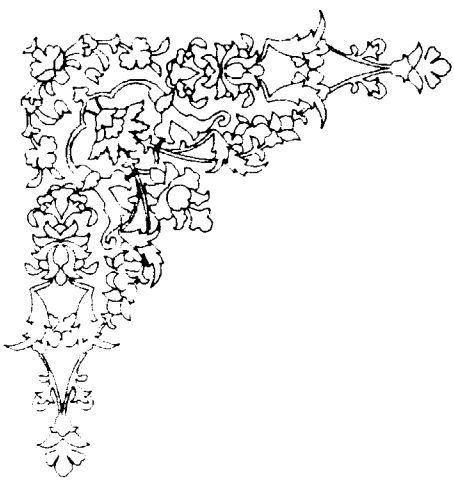
مدیر گروه آموزشی

محمد شکرینی زاده

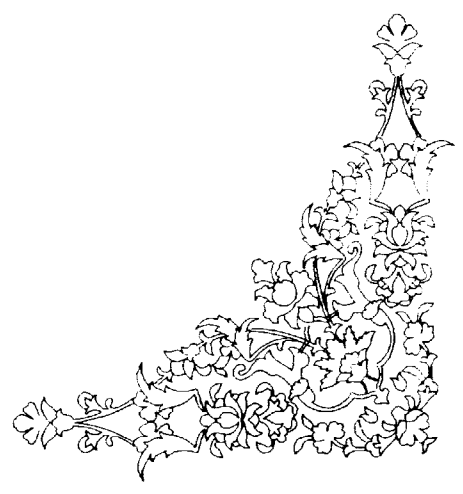
گروه آموزشی







تقدیم بہ
پدرگرامی و مادر مہربانم



تشکر و قدردانی

اکنون که به یاری خداوند نگارش این پایان نامه به آخر رسیده است، وظیفه خود می دانم که از زحمات همه افرادی که مرا راهنمایی و یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم. در ابتدا از استادان محترم، آقای دکتر قالیبافیان و آقای دکتر شکرچی زاده که کار با ایشان برای من افتخاری بزرگ بود، کمال تشکر و قدردانی دارم. بی شک راهنمایی های این سروران بسیار راهگشا و آموزنده بود و تجربه ای ارزشمند برای اینجانب بود.

از مدیریت محترم اسکله مجتمع فولاد هرمزگان (وزارت صنایع و معادن) بدلیل همکاری در انجام آزمایشات تشکر و قدردانی می کنم. از مدیر عامل محترم شرکت سازه های فرد سهند، آقای مهندس آرین نیا و کلیه مهندسان و کارکنان آن شرکت محترم که در تمام مراحل انجام آزمایشها صادقانه همکاری داشتند، کمال سپاسگزاری دارم. بخصوص آقای دکتر تدین که از راهنمایی های ایشان بسیار استفاده نمودم و همچنین آقای مهندس شریفی نیا که همکاری و پیگیری ایشان در پیشبرد کارهای آزمایشگاهی بسیار موثر بود.

از آقای دکتر رمضانپور و آقای دکتر تدین که قبول زحمت نمودند و در جلسه دفاعیه این پایان نامه حضور داشتند نیز تشکر و قدردانی دارم. همچنین از آقای مهندس سجادی که در ارائه این پایان نامه کمک بسیار نمودند، تشکر می کنم.

چکیده

در حال حاضر اثر یون کلر در خوردگی سازه های بتنی مسلح یک مشکل جهانی می باشد. کلریدهای محلول اثر مهم و مشخصی در از بین بردن لایه محافظ روی فولاد دارند و از این رو باعث کم شدن پایایی فولاد می شوند. در بتنهایی که در معرض مستقیم آب دریا قرار دارند، نمکهای مهاجم می توانند وارد آن شوند. از طریق رطوبت هوا و یا اسپری آب دریا نیز این عمل امکان پذیر است. آب یا اسپری آب دریا همچنین دارای اکسیژن و دی اکسیدکربن حل شده هستند که با اثر آنها روی سطح بتن و با توجه به خواص و مشخصات آنها باعث خوردگی می شوند. اگر بتن ترک داشته باشد و یا نفوذپذیری آن زیاد باشد، وارد شدن ذرات مختلف به داخل بتن آسانتر انجام می شود. بنابراین از راههای کاهش انتشار یون کلر به داخل بتن، کاهش نفوذپذیری آن می باشد. اضافه کردن میکروسیلیس به طرح اختلاط بتن نفوذپذیری را کاهش می دهد. بنابراین بتن دارای میکروسیلیس از بتن با مقاومت معمولی در برابر نفوذ یون کلر مقاومت بیشتری از خود نشان می دهد.

در این تحقیق با انجام یکسری آزمایشات تاثیر درصدهای مختلف میکروسیلیس و همچنین وجود پوششهای خاص (اپوکسی) روی بتن در شرایط محیطی خلیج فارس مورد بررسی قرار گرفت. نمونه های ساخته شده در شرایط مختلف نگهداری شدند: غوطه ور در دریا، ناحیه جزر و مد، ساحل دریا (خشکی) و زیر خاک.

شش	فهرست چکیده
	فصل اول : بتن در محیط دریا- خلیج فارس مهاجمترین محیط
۲	۱-۱-مقدمه
۳	۲-۱-یک نمونه سازه آسیب دیده در جنوب کشور
۶	۳-۱-تقسیم بندی شرایط محیط
۶	۴-۱-اثرهای هوای گرم
۷	۵-۱-شرایط جوی و محیطی خلیج فارس
۷	۱-۵-۱-عناصر مخرب
۸	۲-۵-۱-دما و رطوبت نسبی هوا
۱۱	۳-۵-۱-جهت و سرعت بادهای مختلف
۱۲	۴-۵-۱-سرعت تبخیر
۱۳	۶-۱-وضعیت آب دریا
۱۳	۱-۶-۱-دمای آب دریا
۱۴	۲-۶-۱-املاح آب دریا
۱۵	۷-۱-نتیجه گیری
۱۶	مراجع فصل اول
	فصل دوم : ریزش و اختار بتن - اثر عوامل مختلف بر جابجایی یون کلر در محیط دریا
۱۸	۱-۲-مقدمه
۱۹	۲-۲-ساختار شیمیایی بتن
۲۰	۱-۲-۲-انواع سیمان پرتلند
۲۲	۲-۲-۲-آبگیری سیمان
۲۳	الف-آبگیری سیلیکاتها
۲۴	ب-آبگیری آلومیناتها
۲۵	۳-۲-ساختار فیزیکی بتن
۲۶	۱-۳-۲-منافذ و تخلخل
۲۹	۴-۲-مکانیزم انتقال در بتن
۲۹	۱-۴-۲-جذب، انتقال محلول ناشی از مکش منافذ موئین
۲۹	۲-۴-۲-نفوذ، انتقال محلول تحت اثر گرادیان یا تغییر فشار

۳۰	۲-۴-۳-انتشار، انتقال، یونی تحت اثر گرادیان یا تغییر غلظت
۳۲	۲-۵-اندرکنش بین منافذ و آب
۳۲	۲-۶-کربناتاسیون
۳۳	۲-۷-خوردگی آرماتورها
۳۵	۲-۸-عوامل موثر در انتقال و نفوذ یون کلر و خوردگی بتن
۳۵	۲-۸-۱-محیط قرارگیری
۳۵	الف-مکانیزم انتقال در هوای مرطوب
۳۵	ب-مکانیزم انتقال در محیط خیس
۳۶	ج-مکانیزم انتقال در محیط غوطه ور
۳۶	۲-۸-۲-شرایط محیط
۳۷	الف-اثر دما در افزایش نفوذ یون کلر
۳۸	ب-اثر دما در سرعت هیدراتاسیون و ساختار بتن
۴۲	ج-رطوبت نسبی
۴۳	۲-۸-۳-تخلخل بتن
۴۴	۲-۸-۴-درجه هیدراتاسیون
۴۵	۲-۸-۵-نسبت آب به سیمان
۴۶	۲-۸-۶-خواص سیمان
۴۷	۲-۸-۷-سنگدانه ها
۴۸	۲-۸-۸-مدت زمان عمل آوری
۴۹	۲-۸-۹-کیفیت آب عمل آوری بتن
۵۱	۲-۸-۱۰-تراکم بتن
۵۲	۲-۸-۱۱-شستشوی مصالح
۵۲	۲-۹-۹-راههای پیشگیری از خوردگی
۵۲	۲-۹-۱-دور کردن بتن از منبع خارجی یون کلر
۵۲	الف-آببند نمودن
۵۳	ب-اشباع پلیمری
۵۳	ج-لایه بتن پلیمری
۵۳	د-پوشش با بتن معمولی
۵۴	ه-پوشش با بتن با اسلامپ کم
۵۴	و-پوشش بتن لانتکسی
۵۴	۲-۹-۲-محافظت فولاد در برابر نفوذ یون کلر
۵۴	الف-استفاده از فولاد ضد زنگ

۵۴	ب-استفاده از پوشش روی فولاد
۵۵	۲-۹-۳-کنترل خوردگی
۵۵	الف-بازدارنده های شیمیایی
۵۵	ب-حفاظت کاتدی
۵۵	۲-۹-۴-استفاده از میکروسیلیس در طرح اختلاط بتن
۵۶	۲-۱۰-نتیجه گیری
۵۷	مراجع فصل دوم
فصل سوم : خواص بتن های حاوی میکروسیلیس- اثرات مثبت بر روی پایایی بتن	
۶۰	۳-۱-مقدمه
۶۰	۳-۲-تقسیم بندی پوزولانها
۶۱	۳-۳-میکروسیلیس
۶۲	۳-۴-تلاش برای تامین و کاربرد میکروسیلیس در ایران
۶۲	۳-۵-عملکرد بتن های پوزولانی در مقابل آسیب دیدگی
۶۲	۳-۵-۱-تبدیل منافذ
۶۲	۳-۵-۲-جذب کلر
۶۳	۳-۵-۳-تغییر ناحیه انتقال
۶۳	۳-۵-۴-سرعت یونها
۶۳	۳-۶-پایایی بتن حاوی میکروسیلیس
۶۴	۳-۶-۱-کاهش pH آب منافذ بتن
۶۵	۳-۶-۲-کربناتاسیون
۶۶	۳-۶-۳-کلریدها
۶۷	۳-۶-۴-انتشار اکسیژن و مقاومت الکتریکی
۶۷	الف-انتشار اکسیژن
۶۸	ب-مقاومت الکتریکی
۶۹	۳-۷-مکانیزم آزاد شدن کلر در بتن میکروسیلیسی
۶۹	۳-۸-شدت خوردگی بتن میکروسیلیسی
۷۰	۳-۹-نتیجه گیری
۷۱	مراجع فصل سوم

فصل چهارم : شرح آزمایشها

۷۶	۱-۴-مقدمه
۷۶	۲-۴-هدف از آزمایش
۷۷	۳-۴-طرح اختلاط نمونه ها
۷۸	۱-۳-۴-طرح اختلاط برای یک متر مکعب بتن
۷۹	۲-۳-۴-ترکیبات اصلی و اکسیدهای سیمان نوع دو تهران
۷۹	۳-۳-۴-ترکیبات شیمیایی میکروسلیس ازنا
۸۰	۴-۴-تفاوت شرایط نگهداری آزمونه ها
۸۰	۱-۴-۴-حالت غرقاب
۸۰	۲-۴-۴-حالت جزر و مد
۸۰	۳-۴-۴-نگهداری در خشکی
۸۰	۴-۴-۴-نگهداری در زیر خاک
۸۰	۵-۴-۴-نگهداری در شرایط آزمایشگاهی
۸۱	۵-۴-اندود روی بتن (Coating)
۸۱	۶-۴-تعداد و شکل نمونه ها
۸۲	۷-۴-ساخت و نگهداری نمونه ها
۸۴	۸-۴-نحوه آزمایش یون کلر
۸۴	۹-۴-شرح آزمایش
۸۴	۱-۹-۴-خلاصه آزمایش
۸۴	۲-۹-۴-وسایل مورد نیاز
۸۵	۳-۹-۴-مواد موردنیاز
۸۵	۴-۹-۴-آماده کردن محلولها
۸۶	۵-۹-۴-روش آزمایش
۸۸	۶-۹-۴-دقت آزمایش
۸۸	۷-۹-۴-تهیه پودر برای آزمایش
۸۹	۱۰-۴-یک مثال از نحوه بدست آوردن درصد یون کلر
۸۹	۱-۱۰-۴-مشخصات نمونه
۸۹	۲-۱۰-۴-تعیین درصد یون کلر
۹۰	۱۱-۴-آزمایش مقاومت الکتریکی بتن

فصل پنجم : تجزيه و تحليل نتايج آزمايشگاهي

۹۶	۱-۵- مقدمه
۹۶	۲-۵- مقدار مجاز يون كلر
۹۷	۳-۵- درصد يون كلر بتن حاصل از مصالح
۹۸	۴-۵- اثر محل قرارگرفتن سازه در مقدار نفوذ يون كلر
۱۰۴	۱-۴-۵- آزمون‌ه‌هاي غرقاب
۱۰۴	۲-۴-۵- آزمون‌ه‌هاي مستقر در ناحيه جزر و مد
۱۰۴	۳-۴-۵- آزمون‌ه‌هاي مستقر در خشكي
۱۰۵	۴-۴-۵- آزمون‌ه‌هاي قرارگرفته در زير خاك
۱۰۷	۵-۵- اثر اندود (Coating)
۱۰۸	۶-۵- اثر ميكروسيليس
۱۱۳	۷-۵- مقاومت فشاري آزمون‌ه‌ها
۱۱۴	۸-۵- مقاومت الكتريكي
۱۱۵	۹-۵- پيشنه‌اد براي ادامه تحقيق
۱۱۶	مراجع فصل پنجم

چکیده

در حال حاضر اثر یون کلر در خوردگی سازه های بتنی مسلح یک مشکل جهانی می باشد. کلریدهای محلول اثر مهم و مشخصی در از بین بردن لایه محافظ روی فولاد دارند و از این رو باعث کم شدن پایایی فولاد می شوند. در بتنهایی که در معرض مستقیم آب دریا قرار دارند، نمکهای مهاجم می توانند وارد آن شوند. از طریق رطوبت هوا و یا اسپری آب دریا نیز این عمل امکان پذیر است. آب یا اسپری آب دریا همچنین دارای اکسیژن و دی اکسیدکربن حل شده هستند که با اثر آنها روی سطح بتن و با توجه به خواص و مشخصات آنها باعث خوردگی می شوند. اگر بتن ترک داشته باشد و یا نفوذپذیری آن بالا باشد، وارد شدن ذرات مختلف به داخل بتن آسانتر انجام می شود. بنابراین از راههای کاهش انتشار یون کلر به داخل بتن، کاهش نفوذپذیری آن می باشد. اضافه کردن میکروسیلیس به طرح اختلاط بتن نفوذپذیری را کاهش می دهد. بنابراین بتن دارای میکروسیلیس از بتن با مقاومت معمولی در برابر نفوذ یون کلر مقاومت بیشتری از خود نشان می دهد.

در این تحقیق با انجام یکسری آزمایشات تاثیر درصدهای مختلف میکروسیلیس و همچنین وجود پوششهای خاص (اپوکسی) روی بتن در شرایط محیطی خلیج فارس مورد بررسی قرار گرفت. نمونه های ساخته شده در شرایط مختلف نگهداری شدند: غوطه ور در دریا، ناحیه جزر و مد، ساحل دریا (خشکی) و زیر خاک.

فصل اول

بتن در محیط دریا

"خلیج فارس مهاجم ترین محیط"

هیچ یک از مصالح ساختمانی به تنهایی پایا یا غیرپایا نیست بلکه اندرکنش مصالح با محیط اطراف تعیین کننده پایائی است.

لاری ماسترز

۱-۱- مقدمه

بتن آرمه برای اولین بار بین سالهای ۱۸۸۰ تا ۱۸۹۰ بعنوان مصالح ساختمانی در موارد صنعتی در دنیا مورد استفاده قرار گرفت. استفاده روزافزون از بتن در کشور و بخصوص سواحل خلیج فارس اهمیت شناخت عوامل خوردگی بتن و راههای مقابله با آن را بیشتر کرده است.

افزایش عمر مفید سازه ها با صرف هزینه لازم هنگام ساخت در مقایسه با هزینه های تعمیر، اقتصادی و منطقی است. در سال ۱۹۹۱، اداره راه و ترابری آمریکا، بودجه مورد نیاز برای تعمیر پلهای آسیب دیده را ۹۰/۹ میلیارد دلار تخمین زد [۵] و خوردگی بتن آرمه عامل اصلی آسیب دیدگی پلها تشخیص داده شد [۶]. بطور کلی مساله پایایی بتن در دنیا اهمیت ویژه ای دارد و در کشور ما نیز به غیر از موضوع ساخت، تعمیر و نگهداری سازه ها باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد. در سواحل جنوبی کشور بدلیل شرایط خاص جوی (رطوبت و دمای زیاد هوا) و وجود یونهای کلر و سولفات در آب دریا، خوردگی بتن می باشد. در بررسی ۱۰۰ سازه بتن آرمه در خلیج فارس توسط Matta مشخص شد که عمر مفید این سازه ها ۱۰ تا ۲۰ سال خواهد بود در صورتیکه این سازه ها برای عمر ۵۰ ساله طراحی شده بودند [۷].

ممکن است سازه ای بتنی در محیطی ۵۰ سال عمر مفید داشته باشد، اما همان سازه (همان مصالح و نحوه ساخت) در محیط دیگر فقط ۵ سال عمر کند. از میان انواع مصالح ساختمانی شاید بتوان گفت که بتن ماده ای است که ساختار فیزیکی و رفتار سازه ای آن شدیداً تابع شرایط محیط است. برای مثال دمای زیاد محیط سبب می گردد که فرآیند هیدراتاسیون تسریع شود و در نتیجه محصولات هیدراتاسیون بصورت ناهمگن شکل می گیرند و بر مقدار تخلخل بتن افزوده می شود. همچنین ممکن است شرایط محیطی باعث افزایش ترک خوردگی ناشی از جمع شدگی و یا گرادیان حرارتی شود و بنابراین نه تنها رفتار سازه ای بتن تغییر می کند، بلکه پایایی آن نیز کاهش می یابد. وجود عناصر مخرب مانند کلر و سولفات در محیط، سبب آسیب دیدگی بتن شده و از عمر مفید آن به مقدار قابل توجهی می کاهد.