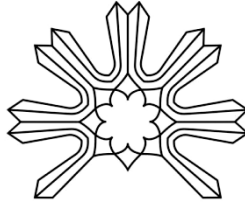


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه محقق اردبیلی

دانشکده فنی و مهندسی

گروه عمران

بررسی تاثیر نانو سیلیس بر خواص مقاومتی و دوام بتن های پلیمری در محیط
سولفات

استاد راهنما:

دکتر سید حسین قاسم زاده موسوی نژاد

اساتید مشاور:

دکتر یعقوب محمدی

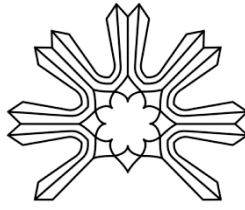
دکتر یعقوب منصوری

توسط:

علیرضا واحدی

دانشگاه محقق اردبیلی

تابستان ۱۳۸۹



دانشگاه محقق اردبیلی

بررسی تاثیر نانو سیلیس بر خواص مقاومتی و دوام بتن های پلیمری در محیط
سولفات

توسط

علیرضا واحدی

پایان نامه برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران

از

دانشگاه محقق اردبیلی

اردبیل - ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه

استادیار

دکتر سید حسین قاسم زاده موسوی نژاد (استاد راهنما و رئیس کمیته)

(داور داخلی)

دکتر

(داور خارجی)

دکتر

استادیار

(استاد مشاور)

دکتر یعقوب محمدی

استادیار

(استاد مشاور)

دکتر یعقوب منصوری

شهریور - ۱۳۸۹

تقدیم به :

پدرم و مادرم، که بی وجود نفسهایشان مرا توان برداشتن

قدمی نیست.

و تقدیم به برادران عزیز و خواهر مهربانم که یاری کر من در تمام مراحل تحصیل و زندگی بوده اند و از صمیم قلب

دوستشان دارم.

تقدیر و تشکر

خداوند بزرگ را سپاسگزارم که به من توفیق این داد که بتوانم این مرحله را با موفقیت سپری کنم در این راه از کمک های بی دریغ عزیزانی بهره گرفتم که بر خود واجب می دانم از زحماتشان تشکر کنم.

از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر قاسم زاده موسوی نژاد کمال تشکر و قدردانی را دارم که با راهنمایی های خود مسیر را برای من هموار کردند، همچنین از اساتید عزیزم آقایان دکتر محمدی و دکتر منصوری نیز که با راهنمایی های خود مرا در انجام این پایان نامه یاری کردند تشکر می کنم.

فرصت را غنیمت شمرده و از تمامی اساتید و پرسنل دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه محقق اردبیلی که هم در دوران کارشناسی و هم کارشناسی ارشد مرا در امر تحصیل یاری کرده و از کوتاهی ها و کاستی های بنده چشم پوشی کردند صمیمانه قدر دانی می کنم. از تک تک اعضای خانواده که با حمایت ها و کمک های بی دریغ خود مرا در این مرحله نیز یاری کردند نهایت سپاسگزاری را دارم.

و در پایان از دوستان بسیار عزیز و همکلاسی های ارجمندم در کل دوران تحصیل که در کنار هم لذت آموختن را تجربه کرده و کمک حال بنده بودند و در این مجال کوتاه فرصت آوردن اسم تک تک آنها وجود ندارد تشکر کرده و برایشان آرزوی موفقیت دارم.

بیر گوروش حسرتیله

علیرضا واحدی

تابستان ۸۹

نام خانوادگی: واحدی	نام: علیرضا
عنوان پایان نامه: بررسی تاثیر نانو سیلیس بر خواص مقاومتی و دوام بتن های پلیمری در محیط سولفات	
استاد راهنما: دکتر سید حسین قاسم زاده موسوی نژاد	
استادان مشاور: دکتر یعقوب محمدی، دکتر یعقوب منصوری	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: عمران
گرایش: سازه	دانشگاه: محقق اردبیلی
تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۹ / ۶ / ۳۰	تعداد صفحه: ۱۳۴
کلید واژه ها: نانوسیلیس، بتن سیمان پلیمری، استایرن بوتادین، سولفات	
<p>چکیده: بتن به عنوان اصلی ترین ماده مصرفی در امر ساخت و ساز، همواره در معرض آسیب ناشی از تهاجم مواد خوردنده قرار دارد. از اینرو دانشمندان در پی یافتن موادی هستند که این نقیصه را برطرف نمایند. در بسیاری از سازه ها از جمله اسکله ها، سدها، نیروگاه های حرارتی، تونل های انتقال آب، کف های صنعتی و ... ساخت بتن با قابلیت های ویژه از اهمیت زیادی برخوردار است. ورود نانومواد به عرصه تکنولوژی در تمامی علوم تحولات شگرفی ایجاد نموده است و استفاده از آنها بخصوص در امر ساخت بتن روز به روز گسترده تر می شود. استفاده از انواع پلیمرها نیز آنچنان روند روبه رشدی داشته است که قرن اخیر را قرن پلیمرها نامیده اند و انتظار می رود تا پایان دهه دوم قرن ۲۱ میلادی مصرف جهانی پلیمرها بر مصرف محصولات فولادی پیشی بگیرد. در این رساله تاثیر نانوسیلیس بر خواص بتن های پلیمری با استفاده از پلیمر استایرن بوتادین (SBR) مورد ارزیابی قرار گرفته است. بتن های سیمان پلیمری، با درصدهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ پلیمر، همراه با درصدهای صفر، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ نانوسیلیس نسبت به وزن سیمان مصرفی تهیه شده اند. نسبت آب به سیمان در تمامی بتن ها ۰/۳ بوده است. در نهایت آزمایش های مقاومت فشاری، مدول الاستیسیته، مقاومت الکتریکی و درصد جذب آب نمونه ها در سنین ۱۴، ۲۸ و ۹۰ روزه انجام گرفته و مورد ارزیابی قرار گرفته است.</p>	



An investigation of the effect of nano – silica on mechanical properties and durability of polymer concrete in a sulfate environment

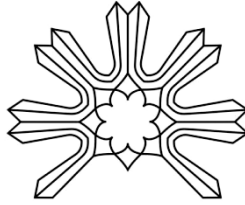
By
Alireza Vahedi

Thesis
SUBMITTED TO THE GRADUATE STUDIES FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING (M.E.)
IN
STRUCTURAL ENGINEERING

University of Mohaghegh Ardabili
ARDABIL - IRAN

Evaluated And Approved By Thesis Committee As:

H. M. Ghasemzadeh, Ph.D., Assist. Prof. of Civil	(Chairman)
Y. Mohammadi, PhD., Assist Prof. of Civil	(Advisor)
Y. Mansoori, Ph.D., Assist. Prof Of Chemistry	(Advisor)
H. Imani, Ph.D., Assist. Prof. of Civil	(Internal Examiner)
R. Madandoust, Ph.D., Assist. Prof. of Civil engineering	(External Examiner)



دانشگاه محقق اردبیلی

۱۳۵۷

Department Of Civil Engineering

**An investigation of the effect of nano – silica on mechanical properties
and durability of polymer concrete in a sulfate environment**

Supervisor:

Dr. S. H. Ghasemzade Mousavi Nejad

Advisor:

Dr. Y. Mohammadi

Dr. Y. Mansouri

By:

Alireza Vahedi

University of Mohaghegh Ardabili

2010 - September

Surname: Vahedi	Name: Alireza
Title of thesis: An investigation of the effect of nano – silica on mechanical properties and durability of polymer concrete in a sulfate environment	
Supervisor: Dr. S. H. Ghasemzade Mousavi Nejad	
Advisors: Dr. Y. Mohammadi, Dr. Y. Mansouri	
Graduate Degree: Master of Engineering	Major: Civil
University of mohaghegh Ardabili	Faculty: Engineering
Graduation date: 2010/09/21	Number of Pages: 134
Keyword: Nano silica, Polymer Cement Concrete, Styrene-Butadiene Rubber (SBR), Sulfate	
<p>Abstract:</p> <p>Concrete as the main substance used in construction, is always under the exposure of corrosive attacks of the materials in its medium. therefore, scientists are investigating on materials to solve this issue. In many structure including jetties, dams, thermal power plants, water conveyance tunnels, and industrial floors...producing concrete with specific feature is crucial. The introduction of nano materials into technology has made significant revolution is all the fields of science, specially concrete production in which their application is growing every day. In addition, using polymers is growing so rapidly that the last century is called the century polymers and it is expected the global consumption of polymers will overtake that of steel products in the second decade of the twenty first century. In this thesis, the effect of nano-silica on polymer cement concrete properties has been analyzed using Styrene Butadeine Rubber (SBR) polymer. The produced polymer cement concrete possess polymer with 10, 15 and 20 percent and nano silica with 0, 2.5, 5 and 7.5 percent of the used cement weight. The water ratio to cement has been 0.3 in all the produced concretes. In the end, the test of pressure resistance elasticity modulus, electric resistivity and water-absorption percentage were implemented on samples of 14, 28 and 90 days age and the results were analysed.</p>	

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: پیشگفتار

- ۱-۱ مقدمه ۲
- ۲-۱ بیان مسایل ۲
- ۳-۱ کاربرد پلیمرها در بتن ۳
- ۱-۳-۱ استفاده از پلیمر های جامد ۴
- ۲-۳-۱ استفاده از پلیمر های غیر جامد ۵
- ۴-۱ اهداف تحقیق ۶

فصل دوم : بتن های پلیمری و خرابی سولفاتی بتن

- ۱-۲ تاریخچه بتن های پلیمری ۹
- ۲-۲ دسته بندی پلیمرها ۱۰
- ۱-۲-۲ ترمو پلاست ها ۱۱
- ۲-۲-۲ ترموستها ۱۱
- ۳-۲ انواع بتن های پلیمری ۱۱
- ۱-۳-۲ بتن پلیمر تزریقی (PIC) ۱۲
- ۲-۳-۲ بتن سیمان پلیمری (PCC) ۱۴
- ۱-۲-۳-۲ شکل گیری بتن پلیمر سیمانی ۱۵
- ۲-۲-۳-۲ مراحل تشکیل شبکه در هم تنیده سیمان- پلیمر ۱۶

- ۱۷.....۳-۲-۳-۲ اپوکسی ها.
- ۱۸.....۴-۲-۳-۲ مزایای لاتکس های پلیمری.
- ۱۹.....۳-۳-۲ بتن پلیمری (PC).
- ۲۱.....۱-۳-۳-۲ مواد تشکیل دهنده بتن پلیمری.
- ۲۱.....۱-۱-۳-۳-۲ رزین پلی استر
- ۲۲.....۲-۱-۳-۳-۲ رزین فوران
- ۲۲.....۱-۲-۱-۳-۳-۲ مزایای فوران
- ۲۲.....۲-۲-۱-۳-۳-۲ معایب فوران
- ۲۳.....۳-۱-۳-۳-۲ سنگدانه
- ۲۳.....۴-۱-۳-۳-۲ فیلر
- ۲۴.....۱-۲-۳-۳-۲ نظریه تشکیل ساختمان در بتن پلیمری
- ۲۴.....۴-۳-۲ بتن های پلیمری گوگردی (PSC)
- ۲۵.....۴-۲ نانو سیلیس در بتن
- ۲۵.....۱-۴-۲ خواص نانو سیلیس
- ۲۶.....۲-۴-۲ تولید نانو سیلیس
- ۲۷.....۵-۲ پایه تئوری روش انجام آزمایش مقاومت در محیط سولفاتی
- ۲۷.....۱-۵-۲ عوامل مخرب در بتن ها
- ۲۷.....۱-۱-۵-۲ عوامل خارجی
- ۲۷.....۲-۱-۵-۲ عوامل داخلی
- ۲۸.....۲-۵-۲ خرابی سولفاتی
- ۲۸.....۱-۲-۵-۲ مکانیزم حمله سولفاتها
- ۳۱.....۲-۲-۵-۲ مکانیزم حمله سولفاتی توسط آب دریا
- ۳۲.....۳-۵-۲ عملکرد پوزولانها در مقابله با خرابی سولفاتی

فصل سوم : تاریخچه و مروری بر گذشته

- ۱-۳ مروری بر گذشته بتن سیمانی پلیمری ۳۴
- ۲-۳ مروری بر گذشته بتن های پلیمری ۳۷
- ۳-۳ تاریخچه آزمایش در مقابل حملات سولفاتی ۴۰
- ۴-۳ روش مورد استفاده در این پایان نامه ۴۵

فصل چهارم : مواد و مصالح مورد استفاده

- ۱-۴ مقدمه ۴۸
- ۲-۴ مواد مورد استفاده ۴۸
- ۱-۲-۴ سیمان ۴۸
- ۲-۲-۴ شن و ماسه ۴۹
- ۳-۲-۴ فوق روان کننده ۴۹
- ۴-۲-۴ پلیمر ۴۹
- ۵-۲-۴ نانو سیلیس ۵۰
- ۶-۲-۴ آب ۵۰
- ۳-۴ روش انجام آزمایش ها ۵۰
- ۱-۳-۴ طرح اختلاط ها ۵۱
- ۲-۳-۴ اختلاط مواد و ساخت نمونه ها ۵۲

فصل پنجم : نتایج و نحوه انجام آزمایش ها

- ۱-۵ مقدمه ۵۴
- ۲-۵ آزمایش مقاومت فشاری ۵۴

۲-۵ آزمایش سرعت پالس مافوق صوت (التراسونیک)..... ۸۹

۳-۵ آزمایش مقاومت الکتریکی..... ۱۰۲

۴-۵ آزمایش درصد جذب آب..... ۱۱۶

فصل ششم : نتایج و پیشنهادات

۱-۶ مقدمه..... ۱۲۸

۲-۶ نتیجه گیری..... ۱۲۸

۳-۶ موضوعات پیشنهادی برای تحقیقات آینده..... ۱۳۰

منابع و مراجع..... ۱۳۲

فصل اول: پیشگفتار

۱-۱ مقدمه

۲-۱ بیان مسایل:

۳-۱ کاربرد پلیمرها در بتن

۱-۳-۱ استفاده از پلیمر های جامد

۲-۳-۱ استفاده از پلیمر های غیر جامد

۴-۱ اهداف تحقیق:

فصل دوم: بتن های پلیمری و خرابی سولفاتی بتن

۱-۲ تاریخچه بتن های پلیمری

۲-۲ دسته بندی پلیمرها

۱-۲-۲ ترمو پلاست ها

۲-۲-۲ ترموستها

۳-۲ انواع بتن های پلیمری

۱-۳-۲ بتن پلیمر تزریقی (PIC)

۲-۳-۲ بتن سیمان پلیمری (PCC)

۲-۳-۲-۱ شکل گیری بتن پلیمر سیمانی

۲-۳-۲-۲ مراحل تشکیل شبکه در هم تنیده سیمان- پلیمر

۳-۳-۲ اپوکسی ها

۴-۳-۲ مزایای لاتکس های پلیمری

۳-۳-۲ بتن پلیمری (PC)

۱-۳-۳-۲ مواد تشکیل دهنده بتن پلیمری

۱-۳-۳-۲ رزین پلی استر

۲-۳-۳-۲ رزین فوران

۱-۳-۳-۲-۱ مزایای فوران

۲-۳-۳-۲-۲ معایب فوران

۳-۳-۳-۲ سنگدانه

۴-۳-۳-۲ فیلر

۱-۲-۳-۳-۲ نظریه تشکیل ساختمان در بتن پلیمری

۴-۳-۲ بتن های پلیمری گوگردی (PSC)

۴-۲ نانو سیلیس در بتن

۱-۴-۲ خواص نانو سیلیس

۲-۴-۲ تولید نانو سیلیس

۵-۲ پایه تئوری روش انجام آزمایش مقاومت در محیط سولفاتی

۱-۵-۲ عوامل مخرب در بتن ها

۱-۱-۵-۲ عوامل خارجی

۲-۱-۵-۲ عوامل داخلی

۲-۵-۲ خرابی سولفاتی

۱-۲-۵-۲ مکانیزم حمله سولفاتها

۲-۲-۵-۲ مکانیزم حمله سولفاتی توسط آب دریا

۳-۵-۲ عملکرد پوزولانها در مقابله با خرابی سولفاتی

فصل سوم : تاریخچه و مروری بر گذشته

۱-۳ مروری بر گذشته بتن سیمانی پلیمری

۲-۳ مروری برگذشته بتن های پلیمری

۳-۳ تاریخچه آزمایش در مقابل حملات سولفاتی

۴-۳ روش مورد استفاده در این پایان نامه

فصل چهارم : مواد و مصالح مورد استفاده

۴-۱-۴ مقدمه

۲-۴ مواد مورد استفاده

۱-۲-۴ سیمان

۲-۲-۴ شن و ماسه

۳-۲-۴ فوق روان کننده

۴-۲-۴ پلیمر

۵-۲-۴ نانو سیلیس

۶-۲-۴ آب

۳-۴ روش انجام آزمایش ها

۱-۳-۴ طرح اختلاط ها

۲-۳-۴ اختلاط مواد و ساخت نمونه ها

فصل پنجم : نتایج و نحوه انجام آزمایش ها

۱-۵ مقدمه

۲-۵ آزمایش مقاومت فشاری

۲-۵ آزمایش سرعت پالس مافوق صوت (التراسونیک)

۳-۵ آزمایش مقاومت الکتریکی

۴-۵ آزمایش درصد جذب آب

فصل ششم : نتایج و پیشنهادات

۱-۶ مقدمه

۲-۶ نتیجه گیری

۳-۶ موضوعات پیشنهادی برای تحقیقات آینده

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳ تأثیر نوع پلیمر بر خزش.....	۳۵
جدول ۲-۳ تأثیر حجم پلیمر بر خزش.....	۳۶
جدول ۳-۳ درصد وزن از دست داده در محیط خورنده.....	۳۶
جدول ۴-۳ عمق نفوذ روغن.....	۳۷
جدول ۵-۳ مقاومت فشاری نمونه ها با رزین پلی استر ایزوفتالیک و ارتوفتالیک با درصدهای خاکستری متفاوت.....	۳۸
جدول ۶-۳ مقاومت خمشی نمونه های قرار گرفته شده در محیط خورنده.....	۴۰
جدول (۱-۴) ترکیبات سیمان مصرفی.....	۴۹
جدول (۲-۴) آنالیزنانوسلیس.....	۵۰
جدول (۳-۴) طرح های اختلاط.....	۵۱
جدول (۱-۵) طرح اختلاط شماره ۱ در محیط عادی.....	۵۶
جدول (۲-۵) طرح اختلاط شماره ۱ در محیط سولفاتی.....	۵۶
جدول (۳-۵) طرح اختلاط شماره ۲ در محیط عادی.....	۵۷
جدول (۴-۵) طرح اختلاط شماره ۲ در محیط سولفاتی.....	۵۷
جدول (۵-۵) طرح اختلاط شماره ۳ در محیط عادی.....	۵۸
جدول (۶-۵) طرح اختلاط شماره ۳ در محیط سولفاتی.....	۵۸
جدول (۷-۵) طرح اختلاط شماره ۴ در محیط عادی.....	۵۹
جدول (۸-۵) طرح اختلاط شماره ۴ در محیط سولفاتی.....	۵۹
جدول (۹-۵) طرح اختلاط شماره ۵ در محیط عادی.....	۶۸

- جدول (۱۰-۵) طرح اختلاط شماره ۵ در محیط سولفاتی ۶۸
- جدول (۱۱-۵) طرح اختلاط شماره ۶ در محیط عادی ۶۹
- جدول (۱۲-۵) طرح اختلاط شماره ۶ در محیط سولفاتی ۶۹
- جدول (۱۳-۴) طرح اختلاط شماره ۷ در محیط عادی ۷۰
- جدول (۱۴-۴) طرح اختلاط شماره ۷ در محیط سولفاتی ۷۰
- جدول (۱۵-۵) طرح اختلاط شماره ۸ در محیط عادی ۷۱
- جدول (۱۶-۵) طرح اختلاط شماره ۸ در محیط سولفاتی ۷۱
- جدول (۱۷-۵) طرح اختلاط شماره ۹ در محیط عادی ۷۸
- جدول (۱۸-۵) طرح اختلاط شماره ۹ در محیط سولفاتی ۷۸
- جدول (۱۹-۵) طرح اختلاط شماره ۱۰ در محیط عادی ۷۹
- جدول (۲۰-۵) طرح اختلاط شماره ۱۰ در محیط سولفاتی ۷۹
- جدول (۲۱-۵) طرح اختلاط شماره ۱۱ در محیط عادی ۸۰
- جدول (۲۲-۵) طرح اختلاط شماره ۱۱ در محیط سولفاتی ۸۰
- جدول (۲۳-۵) طرح اختلاط شماره ۱۲ در محیط عادی ۸۱
- جدول (۲۴-۵) طرح اختلاط شماره ۱۲ در محیط سولفاتی ۸۱
- جدول (۲۵-۵) رابطه بین مقاومت الکتریکی و خوردگی بتن ۱۰۳
- جدول (۲۶-۵) مقادیر تحرک نسبی یون ها ۱۰۶

جدول ۳-۱ تأثیر نوع پلیمر بر خزش

جدول ۳-۲ تأثیر حجم پلیمر بر خزش

جدول ۳-۳ درصد وزن از دست داده در محیط خورنده

جدول ۳-۴ عمق نفوذ روغن

جدول ۳-۵. مقاومت فشاری نمونه ها با رزین پلی استر ایزوفتالیک و ارتوفتالیک با درصد های خاکستری متفاوت

جدول ۳-۶ مقاومت خمشی نمونه های قرار گرفته شده در محیط خورنده

جدول (۴-۱) ترکیبات سیمان مصرفی

جدول (۴-۲) آنالیز نانو سلیس

جدول (۴-۳) طرح های اختلاط

جدول (۵-۱) طرح اختلاط شماره ۱ در محیط عادی

جدول (۵-۲) طرح اختلاط شماره ۱ در محیط سولفاتی

جدول (۵-۳) طرح اختلاط شماره ۲ در محیط عادی

جدول (۵-۴) طرح اختلاط شماره ۲ در محیط سولفاتی

جدول (۵-۵) طرح اختلاط شماره ۳ در محیط عادی

جدول (۶-۵) طرح اختلاط شماره ۳ در محیط سولفاتی

جدول (۷-۵) طرح اختلاط شماره ۴ در محیط عادی

جدول (۸-۵) طرح اختلاط شماره ۴ در محیط سولفاتی

جدول (۹-۵) طرح اختلاط شماره ۵ در محیط عادی

جدول (۱۰-۵) طرح اختلاط شماره ۵ در محیط سولفاتی

جدول (۱۱-۵) طرح اختلاط شماره ۶ در محیط عادی

جدول (۱۲-۵) طرح اختلاط شماره ۶ در محیط سولفاتی

جدول (۱۳-۴) طرح اختلاط شماره ۷ در محیط عادی

جدول (۱۴-۴) طرح اختلاط شماره ۷ در محیط سولفاتی

جدول (۱۵-۵) طرح اختلاط شماره ۸ در محیط عادی

جدول (۱۶-۵) طرح اختلاط شماره ۸ در محیط سولفاتی

جدول (۱۷-۵) طرح اختلاط شماره ۹ در محیط عادی

جدول (۱۸-۵) طرح اختلاط شماره ۹ در محیط سولفاتی

جدول (۱۹-۵) طرح اختلاط شماره ۱۰ در محیط عادی