

صلى الله عليه وسلم

پرديس بين الملل

گروه مهندسي عمران

گرايش سازه

بررسی تأثیر نانو ذرات بر نفوذپذیری بتن مخازن آب

از:

غلامحسین بهزادنظیف

استادان راهنما:

دکتر رحمت مدندوست

دکتر مهیار عربانی

اسفند ۱۳۹۱

تقدیم بہ

مادر و پدر عزیزم

بہ پاس سال ہای بی گذشت

از خود گذشتگی ہایشان

و ہمسر و فرزند انم

کہ یاد آور نخطہ ہای خوش زندگیم ہستند

تشکر و قدردانی

به نام تو ای یگانه هستی بخش، که قلم را قداست و انسان را کرامت بخشیدی، بارالها، تو مرا برکشیدی، به جایگاه نور کشاندی، برخوان کرم استادان پر علم و بینش نهاده‌ای و این همه را بی هر علتی عنایت فرموده‌ای، پس لازم است از:

زحمات استادان راهنمای فرزانه‌ام، جناب آقای **دکتر رحمت مدن دوست** و جناب آقای **دکتر مهیار عربانی** که در انجام این تحقیق، اینجانب را از راهنمایی‌های ارزنده‌شان بی نصیب ننموده‌اند کمال تشکر را دارم. همچنین از همه اساتید گرانقدر و زحمتکش گروه مهندسی عمران پردیس بین الملل دانشگاه گیلان که مرا در کسب و ارتقاء دانش و بینش علمی یاری رساندند سپاسگزاری می‌نمایم.

از همسر عزیزم سرکار خانم **الهام قاری پور** که در تمامی مشکلات و سختی‌ها یار و یاور و مونس من بودند و اینجانب را در این مسیر، شکیبانه یاری نمودند، کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

از زحمات مدیریت محترم شرکت تولیدی کانال پیش ساخته، لوله و قطعات بتنی گیلان و مسئولین محترم آزمایشگاه کنترل کیفی کارخانه بویژه آقایان **مهندس علی‌نیا** و **مهندس هاشمی** تشکر و قدردانی می‌نمایم.

در پایان از همه کسانی که بنحوی با راهنمایی‌های خود در به انجام رسیدن این پروژه مرا یاری نمودند، صمیمانه قدردانی می‌نمایم، و از ایزد منان موفقیت روز افزون برای این عزیزان آرزو مندم: آقایان دکتر سید یاسین موسوی، مهندس زمان قربانی، مهندس محمد تقی خانکشی پور و ...

علا محسن بنزاد نطفی

۱۳۹۱

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول کلیات.....
۲	۱-۱- مقدمه.....
۳	۲-۱- دلایل توجیهی ضرورت انجام پایان نامه.....
۳	۳-۱- اهداف.....
۳	۴-۱- فرضیات.....
۴	۵-۱- جنبه های کاربردی.....
۴	۶-۱- روش انجام تحقیق.....
۵	۷-۱- مروری بر مطالب فصول آتی.....
۶	فصل دوم مخازن بتنی آب.....
۷	۱-۲- مقدمه.....
۷	۲-۲- بررسی اجمالی طراحی و ساخت مخازن بتنی آب [۱].....
۱۱	۳-۲- تحلیل و طراحی مخازن بتنی آب.....
۱۳	۴-۲- مشخصات فنی مصالح مصرفی مورد استفاده در ساخت بتن [۱].....
۱۳	۱-۴-۲- سیمان.....
۱۳	۲-۴-۲- آب.....
۱۳	۳-۴-۲- سنگدانه ها.....
۱۴	۴-۴-۲- مواد افزودنی.....
۱۴	۵-۴-۲- آرماتور.....
۱۴	۶-۴-۲- بتن ساخته شده.....
۱۵	۵-۲- نفوذپذیری بتن مخازن.....
۱۶	۶-۲- تحقیقات انجام شده قبلی در جهت بهبود خواص بتن.....
۱۹	فصل سوم نانو ذرات و استفاده از آن در بتن.....
۲۰	۱-۳- مقدمه.....
۲۱	۲-۳- روش هایی تولید نانو مواد.....
۲۱	۱-۲-۳- چگالش از یک بخار.....
۲۱	۲-۲-۳- سنتز شیمیایی.....
۲۲	۳-۲-۳- فرآیندهای حالت جامد.....
۲۲	۳-۳- کاربرد فناوری نانو در ساختمان بتن.....
۲۳	۱-۳-۳- نانوسیلیس ها (SiO_2).....
۲۵	۲-۳-۳- نانو لوله های کربنی (CNT).....
۲۶	۳-۳-۳- نانو ذرات رس.....

۲۶.....	۳-۳-۴- نانو ذرات اکسید آهن یا هماتیت (FE203) و نانو ذرات مس (CUO).....
۲۷.....	۳-۳-۵- نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم (TIO2).....
۲۷.....	۳-۴-۴- تحقیقات انجام شده قبلی.....
۲۷.....	۳-۴-۱- مطالعه آزمایشگاهی روی خصوصیات نفوذپذیری و مکانیکی بتن متخلخل اصلاح شده با نانو [۱۳].....
۲۸.....	۳-۴-۲- بررسی آزمایشگاهی اثر نانو مواد به منظور بهبود نفوذپذیری و مقاومت بتن [۱۴].....
۲۸.....	۳-۴-۳- بررسی آزمایشگاهی بهبود مقاومت بتن و پیشرفت خصوصیات مقاومتی آن در برابر خوردگی و نفوذپذیری با استفاده از خاکستر نانو سیلیس [۱۵].....
۲۸.....	۳-۴-۴- بررسی اثر NANO ZRO2 روی خصوصیات مکانیکی و فیزیکی بتن‌های خود متراکم مقاومت بالا [۱۶].....
۲۹.....	۳-۴-۵- بررسی نفوذ پذیری یون کلراید بر اثر افزودن نانو مواد به ملات سیمان پرتلند [۱۷].....
۲۹.....	۳-۴-۶- اثر NANO ZNO2 روی خصوصیات بتن حاوی سرباره کوره آهن گدازی [۱۸].....
۳۰.....	۳-۴-۷- اثر افزودن نانو سیلیس بی شکل بر عملکرد دوام و مکانیکی مخلوط‌هایی بتنی خود متراکم [۱۹].....
۳۰.....	۳-۴-۸- اثر ذرات نانو سیلیس روی خصوصیات مکانیکی و نفوذپذیری بتن [۲۰].....
۳۰.....	۳-۴-۹- استفاده از بتن‌های حاوی نانو به منظور اصلاح محیط زیست [۲۱].....
۳۱.....	۳-۴-۱۰- بررسی اثر نانو ذرات TIO2 و SIO2 بر روی ساختار منافذ و نفوذپذیری کلرید در بتن [۲۲].....
۳۱.....	۳-۴-۱۱- بررسی اثر نانو ذرات از قبیل نانوکربن (MWCNTS) و نانو رس (نانو کائولین) در رفتار فیزیکی و مکانیکی ملات سیمان پرتلند معمولی [۲۳و۲۴].....
۳۱.....	۳-۴-۱۲- بررسی اثر نانو ذرات آلومینا و سیلیکا بر روی واکنش هیدراتاسیون سیمان [۲۵].....
۳۱.....	۳-۴-۱۳- بررسی اثر نانو ذرات و فناوری نانو در رفتار فیزیکی از قبیل دوام و ایجاد رفتاری مطلوب در رابطه تنش- کرنش بتن [۲۶].....
۳۲.....	۳-۴-۱۴- بررسی اثر نانو FE203 بر روی مقاومت کششی و خمشی بتن [۲۷].....
۳۲.....	۳-۴-۱۵- بررسی اثر نانو CUO بر روی مقاومت فشاری بتن خود متراکم [۲۸].....
۳۲.....	۳-۴-۱۶- بررسی اثر نانو ZNO2 بر روی بتن مورد استفاده در کوره های ذوب آهن [۲۹].....
۳۳.....	فصل چهارم کارهای آزمایشگاهی.....
۳۴.....	۴-۱- مقدمه.....
۳۴.....	۴-۲- مصالح مصرفی.....
۳۴.....	۴-۲-۱- سیمان مصرفی.....
۳۵.....	۴-۲-۲- سنگدانه‌های مصرفی.....
۳۷.....	۴-۲-۳- مواد افزودنی.....
۳۷.....	۴-۲-۴- آب مصرفی.....
۳۷.....	۴-۳- طرح اختلاط.....
۳۸.....	۴-۴- نوع و تعداد نمونه‌ها در آزمایش.....
۳۹.....	۴-۵- جزئیات آزمایش.....
۳۹.....	۴-۵-۱- نحوه انجام آزمایش مقاومت فشاری:.....
۴۱.....	۴-۵-۲- نحوه انجام آزمایش نفوذپذیری:.....

۴۳	فصل پنجم ارائه نتایج و تحلیل آنها.....
۴۴	۱-۵- مقدمه.....
۴۴	۲-۵- نتایج آزمایشات و تفسیر داده‌ها.....
۴۴	۱-۲-۵- تأثیر نانو مواد بر وزن مخصوص نمونه های بتنی.....
۴۸	۲-۲-۵- تأثیر نانو مواد بر مقاومت فشاری نمونه های بتنی.....
۵۳	۳-۲-۵- تأثیر نانو مواد بر نفوذ پذیری نمونه های بتنی.....
۵۷	۴-۲-۵- عکسبرداری میکروسکوپی الکترونی (SEM).....
۵۹	فصل ششم نتیجه گیری و پیشنهادات.....
۶۰	۱-۶- نتیجه گیری.....
۶۱	پیشنهادات:
۶۲	منابع:

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول (۱-۲) - حداکثر عرض ترک	۱۲
جدول (۲-۲) - حداقل ضخامت دیوار بتن مسلح	۱۲
جدول (۳-۲) - حداقل مقدار سیمان.....	۱۵
جدول (۱-۴) - مشخصات فیزیکی سیمان تیپ دو دلیجان.....	۳۴
جدول (۲-۴) - مشخصات شیمیایی سیمان تیپ دو دلیجان.....	۳۵
جدول (۳-۴) - مشخصات فیزیکی مصالح سنگی مصرفی.....	۳۵
جدول (۴-۴) - مشخصات نانوذرات.....	۳۷
جدول (۵-۴) - طرح اختلاط برای مقاومت مشخصه ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع.....	۳۷
جدول (۶-۴) - مشخصات نمونه‌های بتن‌های مورد آزمایش.....	۳۸
جدول (۷-۴) - مشخصات علائم نمونه‌های بتن‌های مورد آزمایش.....	۳۹
جدول (۱-۵) - نتایج تأثیر نانو سیلیس بر وزن مخصوص نمونه‌های بتنی.....	۴۴
جدول (۲-۵) - نتایج تأثیر نانو اکسید مس بر وزن مخصوص نمونه‌های بتنی.....	۴۵
جدول (۳-۵) - نتایج تأثیر نانو سیلیس بر مقاومت نمونه‌های بتنی.....	۴۹
جدول (۴-۵) - نتایج تأثیر نانو اکسید مس بر مقاومت نمونه‌های بتنی.....	۴۹
جدول (۵-۵) - نتایج تأثیر نانو سیلیس بر نفوذپذیری نمونه‌های بتنی.....	۵۳
جدول (۶-۵) - نتایج تأثیر نانو اکسید مس بر نفوذپذیری نمونه‌های بتنی.....	۵۳

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۳	شکل (۱-۱) - تراوش آب از بدنه مخازن یتنی.....
۸	شکل (۱-۲) - نمایی از دو مخزن هوایی.....
۹	شکل (۲-۲) - هندسه یک مخزن مستطیلی.....
۱۶	شکل (۳-۲) - تراوش آب در بتن مورد استفاده در ساخت مخازن بتنی.....
۲۰	شکل (۱-۳) - تقسیم بندی مواد بر حسب اندازه ذرات تشکیل دهنده آن.....
۲۶	شکل (۲-۳) - نانو لوله های کربنی مورد استفاده در صنعت.....
۲۷	شکل (۳-۳) - کاربرد نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم در نمای ساختمان.....
۳۶	شکل (۱-۴) - منحنی دانه بندی شن.....
۳۶	شکل (۲-۴) - منحنی دانه بندی ماسه.....
۳۹	شکل (۳-۴) - توزین مصالح.....
۴۰	شکل (۴-۴) - اختلاط در بتونیر.....
۴۰	شکل (۵-۴) - اندازه گیری اسلامپ.....
۴۱	شکل (۶-۴) - تهیه نمونه ها.....
۴۱	شکل (۷-۴) - نگهداری نمونه ها در آب.....
۴۲	شکل (۸-۴) - آزمایش نفوذ پذیری.....
۴۲	شکل (۹-۴) - تعیین مقاومت فشاری.....
۴۵	شکل (۱-۵) - تأثیر نانو سیلیس بر وزن مخصوص نمونه های بتنی با عیار سیمان (361 kg/m^3).....
۴۶	شکل (۲-۵) - تأثیر نانو سیلیس بر وزن مخصوص نمونه های بتنی با عیار سیمان (300 kg/m^3).....
۴۶	شکل (۳-۵) - تأثیر نانو اکسید مس بر وزن مخصوص نمونه های بتنی با عیار سیمان (361 kg/m^3).....
۴۷	شکل (۴-۵) - تأثیر نانو اکسید مس بر وزن مخصوص نمونه های بتنی با عیار سیمان (300 kg/m^3).....
۴۷	شکل (۵-۵) - تأثیر نانو مواد بر وزن مخصوص نمونه های بتنی با سن ۷ روزه.....
۴۸	شکل (۶-۵) - تأثیر نانو مواد بر وزن مخصوص نمونه های بتنی با سن ۲۸ روزه.....
۴۸	شکل (۷-۵) - تأثیر نانو مواد بر وزن مخصوص نمونه های بتنی با سن ۴۲ روزه.....
۵۰	شکل (۸-۵) - تأثیر نانو سیلیس بر مقاومت نمونه های بتنی با عیار سیمان (361 kg/m^3).....

- شکل (۹-۵) - تأثیر نانو سیلیس بر مقاومت نمونه‌های بتنی با عیار سیمان (300 kg/m^3)..... ۵۰
- شکل (۱۰-۵) - تأثیر نانو اکسید مس بر مقاومت نمونه‌های بتنی با عیار سیمان (361 kg/m^3)..... ۵۱
- شکل (۱۱-۵) - تأثیر نانو اکسید مس بر مقاومت نمونه‌های بتنی با عیار سیمان (300 kg/m^3)..... ۵۱
- شکل (۱۲-۵) - تأثیر نانو مواد بر مقاومت نمونه‌های بتنی در سن ۷ روزه..... ۵۲
- شکل (۱۳-۵) - تأثیر نانو مواد بر مقاومت نمونه‌های بتنی در سن ۲۸ روزه..... ۵۲
- شکل (۱۴-۵) - تأثیر نانو مواد بر مقاومت نمونه‌های بتنی در سن ۴۲ روزه..... ۵۲
- شکل (۱۵-۵) - تأثیر نانو سیلیس بر نفوذپذیری نمونه‌های بتنی با عیار سیمان (361 kg/m^3)..... ۵۴
- شکل (۱۶-۵) - تأثیر نانو سیلیس بر نفوذپذیری نمونه‌های بتنی با عیار سیمان (300 kg/m^3)..... ۵۴
- شکل (۱۷-۵) - تأثیر نانو اکسید مس بر نفوذپذیری نمونه‌های بتنی با عیار سیمان (361 kg/m^3)..... ۵۵
- شکل (۱۸-۵) - تأثیر نانو اکسید مس بر نفوذپذیری نمونه‌های بتنی با عیار سیمان (300 kg/m^3)..... ۵۵
- شکل (۱۹-۵) - تأثیر نانو مواد بر مقاومت نمونه‌های بتنی در سن ۷ روزه..... ۵۶
- شکل (۲۰-۵) - تأثیر نانو مواد بر مقاومت نمونه‌های بتنی در سن ۲۸ روزه..... ۵۶
- شکل (۲۱-۵) - تأثیر نانو مواد بر مقاومت نمونه‌های بتنی در سن ۴۲ روزه..... ۵۷
- شکل (۲۲-۵) - عکس میکروسکوپی الکترونی از نمونه BE..... ۵۸
- شکل (۲۳-۵) - عکس میکروسکوپی الکترونی از نمونه BPS5..... ۵۸
- شکل (۲۴-۵) - عکس میکروسکوپی الکترونی از نمونه BPM3..... ۵۸

بررسی تأثیر نانو ذرات بر نفوذپذیری بتن مخازن آب

غلامحسین بهزاد نظیف

احداث مخازن بتنی زمینی و هوایی در توزیع آب‌های شهری و روستایی نقش ارزنده‌ای داشته و دارند. از سویی در سازه‌های هیدرولیکی که فشار آب اثرگذار است، نفوذپذیری اهمیت بیشتری نسبت به مقاومت دارد. عموماً برای جلوگیری از آلودگی‌های آب در این گونه مخازن همواره از کلر برای گندزدایی آب استفاده می‌نمایند و لذا با توجه به آنکه کلر به عنوان ماده‌ای نفوذپذیر در بتن محسوب شده و نهایتاً باعث خوردگی میلگردها می‌شود، مساله تأمین ایمنی مخازن در برابر عوامل نفوذپذیر در بتن بسیار حائز اهمیت می‌باشد. به طور کلی می‌توان انتظار داشت که عوامل مختلفی روی نفوذپذیری بتن تأثیر داشته باشد نظیر میزان خمیری سیمان، نوع و اندازه سنگدانه‌ها، مواد افزودنی و

معمولاً برای آب بند نمودن بتن در این گونه سازه‌ها از مواد افزودنی استفاده می‌شود. یکی از موادی که با توجه به خصوصیات مطلوبش در چند سال اخیر به عنوان ماده افزودنی مورد توجه فراوان محققین قرار گرفته نانو ذرات می‌باشند. با استفاده از مواد با ابعاد نانو می‌توان تراکم ذرات را در بتن افزایش داده که این به افزایش چگالی میکرو و نانو ساختارهای تشکیل دهنده بتن و در نتیجه ویژگی‌های مکانیکی آن می‌انجامد. با توجه به توان بالای نانوذرات در بهبود خصوصیات بتن، در این پایان‌نامه استفاده از نانو ذرات به منظور کاهش نفوذپذیری بتن مورد استفاده در ساخت مخازن بتنی، مورد مطالعه آزمایشگاهی قرار گرفت. جهت بررسی آن ۱۴۴ نمونه بتنی در قالب ۱۶ طرح اختلاط با درصد‌های مختلف نانو ذرات سیلیس و اکسید مس مورد آزمایش‌های مختلف اسلامپ، وزن مخصوص، مقاومت فشاری و نفوذپذیری قرار گرفت.

نتایج نشان می‌دهند مقاومت فشاری نمونه‌های بتنی حاوی نانو سیلیس عملکرد بهتری داشته و بهترین مقاومت در سن ۴۲ روزه نمونه‌های بتنی حاوی ۵٪ نانو سیلیس با عیار سیمان ۳۶۱ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمده است. همچنین افزایش سیمان و افزایش سن بتن سبب بهبود نفوذپذیری بتن به میزان قابل توجهی می‌شود. در تمام سنین بتن، بهترین مقدار کاهش نفوذپذیری با مقدار ۳٪ نانو سیلیس و عیار سیمان ۳۶۱ کیلوگرم بر مترمکعب کسب شده است. در این طرح اختلاط، نفوذپذیری در سن ۴۲ روزه نسبت به نمونه کنترل به میزان ۸۲٪ کاهش یافته است. همچنین نانو سیلیس توانسته است در بهبود خصوصیات نفوذپذیری بتن عملکرد بهتری نسبت به نانو اکسید مس داشته باشد.

کلید واژه : نانوذرات، مخزن بتنی آب، نفوذپذیری بتن

Abstract

Effect of Nanoparticle on concrete permeability in water tanks
Gholamhossein Behzad nazif

Construction of concrete reservoirs in urban and rural water distribution has a valuable role. Meanwhile permeability is more important than strength in hydraulic structures with water pressure affect. Mostly, to prevent water pollution in these kinds of reservoirs, chlorine is used for disinfecting water and according to permeability of chlorine in concrete, this procedure will lead to corrosion of bars. By consideration of this phenomenon, the issue of preparing reservoirs safe versus the permeable factors in concrete is very important. Generally, the permeability of concrete is affected by many factors such as the amount of cement paste, type and size of the aggregates, admixtures and...

Commonly, additives are used for sealing the concrete in these kinds of structures. In recent years, much effort has been devoted to Nano materials research and there has been a growing acceptance of these kinds of additives. The density can be increased by using of nanoscale materials in concrete and this will lead to increase the density of micro- nanostructures which forming concrete and finally the mechanical properties of concrete. According to the great influence of Nano materials for improving the properties of concrete, in this thesis, the use of Nano materials for reducing the permeability of the concretes which are used in the construction of concrete reservoirs is practically studied. For this investigation, 144 concrete samples of 16 concrete admixtures with different percentages of Nano Silica and Copper oxide had been tested in various tests such as slump, specific gravity, compressive strength and permeability.

The results shows that the concrete samples containing nano-silica had better performance and higher strength and 42-days concrete samples containing 5% silica with the 361 kg/m³ cement content had the best strength and also the concrete permeability will be improve significantly with the increases of cement and concrete age. The best result of reduced permeability has been achieved with 3% nano-silica and 361 kg/m³ cement content. In this concrete admixture, permeability had been reduced about 82% in comparison with a control sample at 42 days of age. Also Nano-silica had better performance to improve the permeability properties of concrete in comparison with Copper oxide.

Keywords: Nano material, Concrete reservoir of water, Permeability of concrete

فصل اول

کلیات

امروزه ارزش حیاتی آب بیش از پیش بر همگان مشهود است. بر این اساس کشورهایی که در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته اند، سعی دارند که به طرق مختلف از آب‌هایی موجود و روان در تأمین آب شرب و کشاورزی نهایت استفاده را ببرند. از طرفی کشور ما که جزو مناطق نیمه خشک محسوب می‌شود، ایجاد بهره‌مندی مناسب از آب‌هایی موجود را همواره به عنوان راهکاری برای گریز از این مشکل در نظر گرفته است. یکی از این موارد را می‌توان به احداث مخازن ذخیره آب (زمینی و هوایی) اشاره نمود که در توزیع آب‌هایی شهری و روستایی نقش ارزنده ای داشته و دارند.

یکی از مهم‌ترین تأسیسات مورد استفاده در سیستم‌های ذخیره و تصفیه آب و فاضلاب، مخازن بتنی هستند. همچنین تقریباً تمامی سازه‌های موجود در تصفیه خانه‌های بزرگ آب و فاضلاب را مخازن بتنی تشکیل می‌دهند. به دلیل خاصیت ناتراوایی، بتن به یکی از مواد اساسی مورد استفاده در ساخت مخازن و سازه‌های آبی تبدیل گردیده است. عوامل مختلفی بر روی میزان تراوایی بتن موثر می‌باشد. از جمله این عوامل می‌توان به میزان مصالح و درصد آب موجود در بتن اشاره کرد.

در سازه‌های هیدرولیکی مانند مخازن بتنی، فشار آب اثر گذار بوده و میزان نفوذپذیری آب در بتن اهمیت بسیار زیادی دارد. نظر به اینکه عموماً برای تصفیه آب و جلوگیری از آلودگی آن از کلر برای گند زدایی آب استفاده می‌نمایند و با توجه به اینکه کلر به همراه آب به عنوان ماده ای نفوذپذیر در بتن محسوب می‌شود، که در نهایت باعث کاهش دوام بتن و خوردگی میلگردها می‌گردد، لذا مسئله تأمین ایمنی مخازن در برابر عوامل نفوذپذیر در بتن بسیار حائز اهمیت می‌باشد. تا به امروز تحقیقات زیادی در زمینه آب بند نمودن بتن صورت گرفته است که از آن‌ها می‌توان به کاهش نسبت آب به سیمان، تغییر دانه بندی و استفاده از مواد افزودنی اشاره کرد. با توجه به ابعاد نسبتاً کم و پر میلگرد بودن سازه مخازن بتنی و نیاز به کارایی مناسب بتن کاهش بیش از حد نسبت آب به سیمان امکان پذیر نمی‌باشد همچنین تغییرات دانه بندی ممکن است اثرات نامطلوبی بر خواص مقاومتی بتن بگذارد. در نتیجه استفاده از مواد افزودنی که تأثیرات نامطلوب آن‌ها بر روی خواص بتن ناچیز باشد می‌تواند به عنوان روشی مطلوب در این زمینه استفاده گردد. در سالیان اخیر تحقیقات بسیاری در خصوص استفاده از افزودنی‌های مختلف به منظور بهبود خواص بتن استفاده گردیده که از آن‌ها می‌توان به خاکستر پوسته برنج، خاکستر کوره آهن گدازی، میکروسیلیس و ... اشاره نمود.

یکی از موادی که با توجه به خصوصیات مطلوبش در چند سال اخیر، فراوان مورد توجه محققین قرار داشته است نانو مواد می‌باشد. با استفاده از مواد با ابعاد نانو می‌توان میزان تراکم ذرات را در بتن افزایش داده که این به افزایش چگالی میکرو و نانو ساختارهای تشکیل دهنده بتن و در نتیجه ویژگی‌های مکانیکی آن می‌انجامد. در فصل ۳ به صورت اجمالی به تعدادی از تحقیقات صورت گرفته در زمینه بهبود خصوصیات بتن با افزودن نانو اشاره می‌گردد. با توجه به توان بالای نانو مواد در بهبود خصوصیات بتن، در این تحقیق از نانو به منظور بهبود خاصیت نفوذپذیری بتن مورد استفاده در ساخت مخازن بتنی استفاده

گردیده است.

۲-۱- دلایل توجیهی ضرورت انجام پایان نامه

با توجه به اهمیت مخازن بتنی آب از نظر بهره برداری و نیز سرمایه گذاری زیادی که در این بخش انجام می‌گیرد همان گونه که در شکل (۱-۱) مشاهده می‌گردد متأسفانه در برخی موارد تراوش آب و نفوذ پذیری بتن‌های مخازن باعث کاهش عمر سازه‌های مذکور گردیده و بهره برداری از آن‌ها را حتی در عمر مفیدشان میسر نمی‌کند. لذا یافتن موادی که باعث کاهش نفوذ ناپذیری بتن در مقابل آب و مواد موجود در آن باعث افزایش دوام بتن و عمر مخزن بتنی گردد نقش بسیار موثری در حفظ سرمایه های کشور در بخش آب که اهمیت بسیار زیادی دارد می‌گردد.



شکل (۱-۱) - تراوش آب از بدنه مخازن بتنی

۳-۱- اهداف

اهدافی که در این پایان نامه مدنظر است به قرار زیر می‌باشد.

الف) بررسی نفوذپذیری بتن در آزمایشگاه با توجه به طرح اختلاطها و مواد افزودنی‌های بکار گرفته شده در مخازن اجرا شده در استان گیلان

ب) استفاده از نانو ذرات در اختلاطهای قبلی و جدید و بررسی مقاومت فشاری و نفوذپذیری آنها

۴-۱- فرضیات

برای دستیابی به اهداف اصلی اشاره شده فرضیات زیر مورد توجه قرار گرفته است:

۱- نفوذپذیری بتن به عوامل متعددی از جمله نوع سیمان، نوع مصالح و دانه بندی آن، تخلخل، سن بتن، نسبت آب به سیمان و شرایط نگهداری بستگی دارد.

۲- نانو ذرات در بتن با توجه به متراکم تر شدن فضای بین سنگدانه‌ها و خمیر سیمان باعث کاهش نفوذ پذیری آب در بتن

می‌گردد.

۳- آزمایش نفوذپذیری روی ۱۸ طرح اختلاط بتن متفاوت بدون استفاده از مواد افزودنی و با مواد افزودنی فوق روان کننده که در بتن مخازن الزامی می‌باشد و ۱۰۸ نمونه برای نمونه های بتنی با فوق روان کننده و درصد های مختلف نانو ذرات انجام می‌گیرد.

۴- با توجه به سوابق تحقیقات انجام شده، نانو ذرات مورد استفاده در آزمایشات نانو سیلیس و نانو اکسید مس در نظر گرفته شده است.

۵- انجام آزمایشات اسلامپ، تعیین وزن مخصوص، مقاومت فشاری و نفوذ پذیری بتن در سنین ۷ و ۲۸ و ۴۲ روزه انجام می‌گردد.

۶- آزمایش نفوذپذیری بر اساس استاندارد BS EN 12390-8 : 2009 آزمایش نفوذ پذیری آب در بتن سخت شده انجام می‌گردد.

۵-۱- جنبه های کاربردی

احداث مخازن بتنی آب در دستگاه های مختلف اجرایی کشور رو به افزایش است و با توجه به اینکه افزایش عمر سازه ای آن با کاهش تراوش آب و نفوذپذیری از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد و احداث مخزن با بتن ناتراوا و نفوذ ناپذیر باعث کاهش هزینه نگهداری و ترمیم می‌گردد. در نتیجه نیاز به انجام تحقیقات مشابه با این تحقیق احساس گردیده تا با استفاده از نتایج آن‌ها از هدر رفت هزینه های کلان صورت گرفته در این بخش جلوگیری شود. از جنبه های جدید و نوآوری طرح می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

به روز بودن تحقیق با توجه به مزایای استفاده از نانو ذرات در بتن .

استفاده از نتایج این تحقیق در مخازن بتنی اجرایی آتی.

ایجاد شناخت کافی از ویژگی‌های مصرف نانو ذرات در بتن.

۶-۱- روش انجام تحقیق

از آنجایی که تحقیق حاضر بر روی دو نوع نانو ذرات با درصدهای مختلف صورت می‌گیرد با انجام آزمایشات لازم و جمع آوری نتایج و تحلیل‌های آماری بر روی آن‌ها، نوع و درصد مناسب نانو ذرات جهت ارائه طرح اختلاط مناسب برای دستیابی به اهداف تحقیق حاضر تعیین می‌گردد.

۱-۷- مروری بر مطالب فصول آتی

فصل دوم : در این فصل ، ابتدا مطالبی در خصوص طراحی، ساخت و مصالح مصرفی در بتن مخازن بتنی و لزوم کاهش نفوذپذیری آب در بتن مخازن ارائه شده و در انتها نیز تحقیقات انجام شده در خصوص کاهش نفوذپذیری بتن مرور می‌گردد.

فصل سوم : در این فصل در خصوص کاربرد نانو ذرات در بتن بررسی گردیده و نیز تحقیقات انجام شده در استفاده از خواص نانو ذرات در بتن بررسی می‌گردد.

فصل چهارم : در این فصل به بررسی مطالعات آزمایشگاهی پرداخته می‌شود.

فصل پنجم : در این فصل ابتدا نتایج حاصل از آزمایشات ارائه گردیده و سپس به تحلیل نتایج حاصل از آزمایشات پرداخته می‌شود.

فصل ششم : نتیجه گیری و پیشنهادات

فصل دوم

مخازن بتنی آب

با توجه به رشد فزاینده جمعیت و توسعه شهرها، طراحی، ساخت و نگهداری مخازنی که برای ذخیره سازی آب مورد استفاده قرار می‌گیرند از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد. مخازن سازه‌هایی هستند که برای ذخیره کردن و نگهداری مایعات بکار می‌روند و به اشکال مختلف از جمله کروی، استوانه ای (که در واحدهای صنعتی مهمی مانند پالایشگاه‌ها و طرح‌های شیمیایی برای ذخیره مواد شیمیایی سمی و یا قابل اشتعال مورد استفاده هستند) و مکعب مستطیل شکل ساخته می‌شوند. مخازن از جمله اجزای تأمین فشار در شبکه های آبرسانی شهرها به شمار می‌روند که با توجه به توسعه افزایش دهنده شهرها بر حجم و ارتفاع این سازه‌ها نیز روز به روز افزوده می‌شود. هر ساله در نقاط مختلف کشور برای پاسخگویی به نیازهای آبرسانی مخازن زیادی ساخته می‌شود که بخش اعظم آن مخازن بتنی مسلح می‌باشد. نظر به اینکه این نوع مخازن از جمله تأسیسات زیر بنایی و مهم به شمار می‌آیند لزوم رعایت کامل در طراحی و ساخت مخازن بتنی از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد. به دلیل اهمیت مخازن آب از نظر بهداشتی و سرویس دهی در حوادث غیر مترقبه نظیر زلزله، این سازه‌ها در آیین نامه ۲۸۰۰ ایران جز سازه های با اهمیت زیاد تلقی گردیده است. با توجه به موارد ذکر شده، طراحی و ساخت و نگهداری مخازنی که برای ذخیره سازی آب مورد استفاده قرار می‌گیرند با توجه به رشد فزاینده جمعیت و توسعه شهرها، از اهمیت بسزایی برخوردار است. گاهاً به دلیل فقدان کیفیت در بتن‌های مورد استفاده در ساخت مخازن بتنی، ساخت این مخازن از وضعیت مطلوبی برخوردار نمی‌باشد. نگرشی اجمالی به نحوه طراحی، محاسبات و روش‌هایی اجرایی مخازن بتنی آب مشخص می‌سازد که باید در جهت بهینه سازی و هماهنگ نمودن طرح و اجرای این‌گونه سازه‌ها تلاش بیشتری به عمل آید. مخازن زیادی به منظور پاسخگویی به نیازهای آبرسانی ساخته می‌شود لیکن با وجودی که این تأسیسات از جمله تأسیسات زیربنایی و مهم به شمار می‌آیند، بخش اعظمی از آن‌ها به علت کیفیت پایین بتن مورد استفاده، اکثراً دارای نقاط ضعف قابل توجهی بوده و کارآمد نمی‌باشند. مشکلات مشهود در طراحی، ساخت و بهره برداری مخازن آب، محققین را بر آن داشت تا با انجام تحقیقات گسترده در زمینه های مختلفی همچون تغییر طرح‌های اختلاط، تغییر دانه بندی، استفاده از مواد افزودنی و ...، سعی در بهبود خصوصیات و رفتار بتن مورد استفاده در ساخت مخازن بتنی در شرایط مختلف بارگذاری و زیست محیطی داشته باشند.

از آنجایی که هدف پایان نامه حاضر، بررسی تأثیر نانو ذرات بر نفوذپذیری بتن مخازن آب می‌باشد، ابتدا در این بخش نگاهی اجمالی به طراحی و ساخت مخازن بتنی آب با توجه به نشریات شماره ۱۲۳ و ۱۲۴ معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری خواهیم داشت.

۲-۲- بررسی اجمالی طراحی و ساخت مخازن بتنی آب [۱]

مخازن بتن مسلح بر حسب وضعیت استقرار در ارتفاع و نحوه اتکا به دو دسته مخازن هوایی و مخازن زمینی طبقه بندی می‌شوند.

مخازن هوایی مخازنی هستند که برای ایجاد فشار مناسب در شبکه با توجه به عدم وجود زمین طبیعی مرتفع در منطقه روی پایه ای قاب بندی شده یا یکپارچه قرار می گیرند. معمولاً حجم این نوع مخازن محدوده بوده و حداکثر تا ظرفیت ۱۰۰۰ مترمکعب ساخته می شوند. البته در شرایط خاص، با توجه به توسعه افزایش دهنده شهرها ممکن است مخازن هوایی با احجام بزرگ تر نیز ساخته می شوند. در شکل (۱-۲) دو نمونه از مخازن هوایی مشاهده می گردد. مخازن هوایی خود به دو شکل پایه دار با قاب های مهاربندی شده و یا با شافت واحد مرکزی مورد استفاده قرار می گیرند. این مخازن از جمله اجزای اصلی تأمین فشار در شبکه های آبرسانی شهرها به شمار می روند که وظیفه تعدیل نوسان های ساعتی مصرف آب را نیز بر عهده دارند. با توجه به اینکه در این سازه ها قسمت اعظم جرم در فاصله قابل ملاحظه ای از فونداسیون قرار می گیرد آنالیز این سازه ها تحت اثر نیرو های جانبی وارده می تواند به جهت اهمیت این سازه ها در شبکه های خدمات شهری و صنعتی و عملکرد ایمن آن ها در برابر نیروی زلزله برای پاسخگویی به نیاز آبی شهروندان، اجتناب از آتش سوزی و خسارت های زیست محیطی احتمالی و تأمین امنیت و حفظ کارایی این سازه ها مهم و قابل توجه باشد.

در صورتی که زمین مرتفع در منطقه مورد نظر وجود داشته باشد، مخزن به صورت زمینی ساخته می شود. مخازن زمینی به صورت مدفون یا نیمه مدفون ساخته می شوند. مخازن مدفون مخازنی هستند که تا عمق مناسب در زمین فرو رفته و سپس در پشت دیوارها و همچنین روی سقف آن ها خاک ریخته می شود. این گونه مخازن علاوه بر محاسنی که از لحاظ استتار دارند، از نظر تبادل حرارتی نیز بسیار مناسب می باشند. در مخازن نیمه مدفون عمل خاکریزی غالباً تا نصف ارتفاع دیوار انجام می شود



شکل (۱-۲) - نمایی از دو مخزن هوایی