

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی عمران - سازه

تأثیر عیار سیمان بر برخی از پارامترهای دوام (خوردگی میلگرد) بتن خودتراکم

استاد راهنما:

دکتر مصطفی خانزادی

دکتر محسن تدین

نگارش:

غلامرضا قهرمانی

اسفند ۱۳۸۵

سلام بر بزرگ احیاگر انقلاب نبوی، خمینی کبیر

سلام بر سبکبالان عاشق، یاران روح الله

و سلام بر پرچمدار آخرالزمانی قیام حسینی، سید علی خامنه ای

تقدیم به

رهبر دلاور و مؤمن عربی

سید حسن نصرالله

تشکر و قدردانی

سروران و عزیزان بسیاری در پیشبرد و به ثمر رسیدن این تحقیق مرا یاری داده اند که لازم است از آنها تشکر و قدردانی نمایم.

- جناب آقای دکتر خانزادی و جناب آقای دکتر تدین اساتید محترم راهنما که از راهنمایی و حمایت ایشان برخوردار بودم.
- مدیران محترم شرکت سیمان آبیگ که پروژه حاضر تحت حمایت مالی ایشان قرار گرفت.
- آقایان مهندس فاضل، مهندس علی شهسواری، امیر امیری دیبا، احمد سعیدی، مهندس جواد بیات، مهندس حسین زاده، مهدی طاهرنژاد، رضایی، فرپور، مهندس حامد کاظمی و مهندس امیر شیبانی که در انجام آزمایش ها از کمک آنها برخوردار بودم.
- جناب آقای دکتر تدین که امکان استفاده از آزمایشگاه خصوصی خود را برای اینجانب فراهم نمودند.
- مدیریت محترم شرکت تیغاب و ابرار شن که مصالح سنگی پروژه را تامین نمودند.
- از خانواده عزیزم که سختیهای این دوران را تحمل نموده و از حمایت های همه جانبه آنها برخوردار بودم.

چکیده

در چند دهه اخیر، مهم ترین توسعه انقلابی در ساخت و اجرای بتن، استفاده از بتن های خودتراکم می باشد. استفاده از این بتن ها بدلیل داشتن مزایای فراوان روبه افزایش می باشد. لذا شناخت ویژگیها و مسائل مرتبط با این نوع بتن لازم و ضروری بنظر می رسد.

خوردگی آرماتورها در بتن، از جمله رایج ترین آسیب دیدگی ها در سازه های بتن آرمه موجود در شرایط محیطی خاص می باشد.

در این تحقیق، تاثیر عیار سیمان بر برخی از پارامترهای دوام (خوردگی آرماتور) بتن خود تراکم مورد بررسی قرار گرفته است. به این ترتیب که، بتن های خودتراکم با سه عیار سیمان متفاوت، و یک نسبت آب به سیمان ثابت ساخته شده و آزمایش های مختلفی از قبیل جذب آب حجمی، جذب آب موئینه، نیم پیل، مقاومت الکتریکی بتن، شدت خوردگی ماکروپیل، تعیین پروفیل یون کلر و ضریب انتشار آن، بر روی نمونه های واقع در شرایط آزمایشگاهی صورت گرفت.

نتایج این بررسی ها نشان می دهد که افسزایش عیار سیمان از مقدار ۴۵۰ تا ۵۵۰ کیلوگرم در مترمکعب، در یک نسبت آب به سیمان ثابت ۰/۴۵، باعث کاهش دوام (خوردگی آرماتور) بتن خودتراکم می گردد.

همچنین در جریان این تحقیق، آزمایشات مختلف رئولوژی بتن خودتراکم از قبیل اسلامپ فلو، حلقه J، جعبه L (بدون آرماتور)، جعبه L (با آرماتور)، جعبه U، قیف V و VF نیز انجام شد.

فهرست مطالب

عنوان مطلب	صفحه
فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱- کلیات	۲
۲-۱- هدف تحقیق	۲
۳-۱- روش تحقیق و برنامه مطالعات	۳
۴-۱- تقسیم بندی پایان نامه و تعریف فصول	۳
فصل دوم: جمع آوری اطلاعات بتن خودتراکم	
۱-۲- تاریخچه بتن خودتراکم	۵
۱-۱-۲- مقدمه	۵
۲-۱-۲- سرعت گسترش شناخت بتن خود تراکم	۶
۳-۱-۲- مثالهایی از استفاده بتن خودتراکم در پروژه‌ها	۷
۲-۲- فواید و امتیازات بکارگیری بتن خودتراکم	۹
۳-۲- آشنایی با برخی از مفاهیم مرتبط با بتن خودتراکم	۱۱
۱-۳-۲- رئولوژی:	۱۱
۲-۳-۲- کارائی :	۱۱
۴-۲- عوامل موثر بر قابلیت پر کردن،قابلیت عبور و پایداری	۱۲
۵-۲- آزمایشهای رئولوژی بتن خودتراکم	۱۴
۱-۵-۲- آزمایش اسلامپ فلو	۱۵
۲-۵-۲- آزمایش حلقه J	۱۵
۳-۵-۲- آزمایش قیف ۷ (مرحله اول) و قیف ۷ (مرحله دوم)	۱۶
۴-۵-۲- آزمایش جعبه U	۱۶
۵-۵-۲- آزمایش جعبه L	۱۷
۶-۵-۲- آزمایش اصلاح شده جریان لرزان (M.VF)	۱۸
۶-۲- انتخاب اهداف کارائی مناسب برای بتن خودتراکم	۱۸
۷-۲- معیارهای قبول بتن خودتراکم از نظر کارائی	۲۰
۸-۲- روشهای گوناگون طرح اختلاط بتن خودتراکم	۲۰
۹-۲- مثالهایی از طرح اختلاط بتن خود تراکم در کشورهای گوناگون	۲۴
۱۰-۲- تعدیل مخلوط	۲۵
۱۱-۲- مجموعه علل پدیدآورنده اختلال در نتایج آزمایشهای کارائی	۲۵
۱۲-۲- رابطه بین برخی از عملیات اصلاحی و عیوب ایجاد شده بر روی بتن	۲۸
فصل سوم- جمع آوری اطلاعات مربوط به نفوذ یون کلرید و خوردگی میلگردها	
۱-۳- مقدمه	۳۰
۲-۳- محیط مهمترین علل آسیدیدگی	۳۰

- ۳-۲-۱- تقسیم بندی شرایط محیط ۳۱
- ۳-۲-۲- شرایط محیط خلیج فارس ۳۲
- ۳-۲-۳- شرایط جوی ۳۳
- ۲-۲-۴- وضعیت آب دریا ۳۶
- ۳-۳- ریز ساختار بتن و نفوذ سیالات در بتن ۳۶
- ۳-۳-۱- ساختار شیمیایی بتن ۳۷
- ۳-۳-۲- ساختار فیزیکی بتن ۳۸
- ۴-۳- خوردگی فولاد ۵۳
- ۴-۴-۱- فرآیند خوردگی میلگرد در سازه های بتن آرمه ۵۴

فصل چهارم- مصالح مصرفی و تشریح برنامه آزمایشگاهی.

- ۴-۱- مقدمه ۸۱
- ۴-۲- مصالح مصرفی ۸۱
- ۴-۲-۱- سنگدانه های معمولی ریزدانه (ماسه) ۸۱
- ۴-۲-۲- سنگدانه های معمولی درشت دانه (شن) ۸۲
- ۴-۲-۳- نتایج آزمایشهای انجام شده بر روی مصالح سنگی ۸۲
- ۴-۲-۴- سیمان ۸۴
- ۴-۲-۵- پودر سنگ ۸۵
- ۴-۲-۶- ماده افزودنی فوق روان کننده ۸۵
- ۴-۲-۷- ماده افزودنی اصلاح کننده لزجت ۸۵
- ۴-۲-۸- آب ۸۶
- ۴-۳- اصول انتخاب طرح اختلاط ۸۶
- ۴-۴- فرضیات و دادههای تعیین نسبتهای اختلاط ۸۸
- ۴-۵- روش تعیین نسبتهای اختلاط ۸۹
- ۴-۶- روش اختلاط مصالح ۸۹
- ۴-۷- نامگذاری مخلوطهای بتن ۹۰
- ۴-۸- مقادیر و نسبتهای مخلوط بتن ۹۱
- ۴-۹- روش نمونه گیری و نگهداری آزمون ها در آزمایشگاه ۹۱
- ۴-۱۰- تشریح آزمایشهای انجام شده ۹۳
- ۴-۱۰-۱- آزمایش اسلامپ فلو ۹۳
- ۴-۱۰-۲- آزمایش حلقه J ۹۵
- ۴-۱۰-۳- آزمایش جعبه L (با میلگرد) ۹۸
- ۴-۱۰-۴- آزمایش جعبه L (بدون میلگرد) ۱۰۰
- ۴-۱۰-۵- آزمایش جعبه U ۱۰۱
- ۴-۱۰-۶- آزمایش قیف V ۱۰۲
- ۴-۱۰-۷- آزمایش M.VF ۱۰۵
- ۴-۱۰-۸- آزمایش درصد هوای بتن تازه ۱۰۷

- ۹-۱۰-۴- تعیین مقاومت فشاری آزمون‌های مکعبی..... ۱۰۷
- ۱۰-۱۰-۴- تعیین مقاومت کششی شکافت (دو نیم شدن) آزمون‌های استوانه‌ای..... ۱۰۷
- ۱۱-۱۰-۴- تعیین سرعت پالس بتن (مدول الاستیسیته دینامیکی)..... ۱۰۷
- ۱۲-۱۰-۴- آزمایش تعیین جذب آب حجمی بتن..... ۱۰۸
- ۱۳-۱۰-۴- آزمایش تعیین جذب آب مؤئینه بتن..... ۱۰۹
- ۱۴-۱۰-۴- آزمایش تعیین مقاومت ویژه الکتریکی بتن تازه و سخت شده..... ۱۰۹
- ۱۵-۱۰-۴- آزمایش پتانسیل خوردگی میکروپیل (نیم پیل)..... ۱۱۱
- ۱۶-۱۰-۴- آزمایش پتانسیل خوردگی ماکروپیل..... ۱۱۳
- ۱۷-۱۰-۴- آزمایش تعیین ضریب نفوذ (انتشار) یون کلرید..... ۱۱۵

فصل پنجم- نتایج، تحلیل نتایج و نتیجه‌گیری آزمایش‌های رئولوژی بتن تازه

- ۱-۵- مقدمه..... ۱۲۰
- ۲-۵- نتایج..... ۱۲۰
- ۱-۲-۵- نتایج آزمایش اسلامپ فلو..... ۱۲۰
- ۲-۲-۵- نتایج آزمایش حلقه‌ز..... ۱۲۳
- ۳-۲-۵- نتایج آزمایش جعبه‌L (بدون میلگرد)..... ۱۲۴
- ۴-۲-۵- نتایج آزمایش جعبه‌L (با میلگرد)..... ۱۲۷
- ۵-۲-۵- نتایج آزمایش جعبه‌U..... ۱۲۸
- ۶-۲-۵- نتایج آزمایش قیف V (مرحله اول)..... ۱۳۰
- ۷-۲-۵- نتایج آزمایش قیف V (مرحله دوم)..... ۱۳۱
- ۸-۲-۵- نتایج آزمایش M.VF..... ۱۳۱
- ۳-۵- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایشها..... ۱۳۲
- ۱-۳-۵- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش اسلامپ فلو..... ۱۳۲
- ۲-۳-۵- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش حلقه‌ز..... ۱۳۲
- ۳-۳-۵- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش جعبه‌L (بدون میلگرد)..... ۱۳۳
- ۴-۳-۵- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش جعبه‌L (بامیلگرد)..... ۱۳۳
- ۵-۳-۵- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش جعبه‌U..... ۱۳۴
- ۶-۳-۵- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش قیف V (مرحله اول)..... ۱۳۴
- ۷-۳-۵- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش قیف V (مرحله دوم)..... ۱۳۴
- ۷-۳-۵- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش M.VF..... ۱۳۵
- ۴-۵- نتیجه‌گیری نهائی در مورد نتایج آزمایشهای رئولوژی بتن تازه..... ۱۳۵

فصل ششم- نتایج آزمایش‌های دوام

- ۱-۶- مقدمه..... ۱۳۸
- ۲-۶- نتایج آزمایشها..... ۱۳۸
- ۱-۲-۶- نتایج آزمایش مقاومت فشاری و کششی نمونه‌ها..... ۱۳۸
- ۲-۲-۶- نتایج آزمایش تعیین سرعت پالس..... ۱۳۹
- ۳-۲-۶- نتایج آزمایش تعیین مدول الاستیسیته دینامیکی بتن..... ۱۳۹

- ۱۴۰.....۴-۲-۶- نتایج آزمایش جذب آب حجمی اولیه و نهایی
- ۱۴۲.....۵-۲-۶- نتایج آزمایش جذب آب موئینه
- ۱۴۵.....۶-۲-۶- نتایج آزمایش مقاومت ویژه الکتریکی بتن
- ۱۴۷.....۷-۲-۶- نتایج آزمایش نیم پیل
- ۱۴۸.....۸-۲-۶- نتایج آزمایش پتانسیل و شدت خوردگی ماکروپیل
- ۱۴۸.....۹-۲-۶- نتایج آزمایش تعیین ضریب نفوذ (انتشار) یون کلرید

فصل هفتم- تحلیل نتایج آزمایش های دوام

- ۱۵۳.....۱-۷- مقدمه
- ۱۵۳.....۲-۷- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایشها
- ۱۵۳.....۱-۲-۷- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش مقاومت فشاری و کششی نمونه ها
- ۱۵۳.....۲-۲-۷- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش تعیین سرعت پالس
- ۱۵۴.....۳-۲-۷- تجزیه و تحلیل آزمایش تعیین مدول الاستیسیته دینامیکی بتن
- ۱۵۴.....۴-۲-۷- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش جذب آب حجمی اولیه و نهایی
- ۱۵۴.....۵-۲-۷- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش جذب آب موئینه
- ۱۵۵.....۶-۲-۷- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش مقاومت ویژه الکتریکی بتن
- ۱۵۶.....۷-۲-۷- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش نیم پیل
- ۱۵۶.....۸-۲-۷- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش پتانسیل و شدت خوردگی ماکروپیل
- ۱۵۶.....۹-۲-۷- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش تعیین ضریب نفوذ (انتشار) یون کلرید

فصل هشتم- نتیجه گیری و پیشنهادها

- ۱۵۹.....۱-۸- نتیجه گیری
- ۱۵۹.....۲-۸- پیشنهادهایی برای ادامه تحقیقات

۱۶۱.....مراجع

فهرست اشکال

عنوان شکل	صفحه
شکل ۱-۲- مراحل ضرورت ایجاد بتن خود تراکم.....	۵
شکل ۲-۲- برج Land Mark	۸
شکل ۳-۲- پل معلق Akashi-Kaikyo	۸
شکل ۴-۲- منبع گاز LNG	۹
شکل ۱-۳- نمودار تقسیم بندی شرایط محیط عمومی.....	۳۲
شکل ۲-۳- تغییرات دمای گرمترین و سردترین ماه سال طی یک شبانه روز در شهر بندرعباس.....	۳۴
شکل ۳-۳- رابطه بین ارتباط منافذ بر نفوذ پذیری.....	۳۹
شکل ۴-۳- تصویر شماتیک از آب انداختگی بتن تازه ریخته شده.....	۴۰
شکل ۵-۳- تصویر میکروسکوپ الکترونی ناحیه انتقال.....	۴۱
شکل ۶-۳- نمایش شماتیک ناحیه انتقال و بخش توده‌ای خمیر سیمان در بتن.....	۴۱
شکل ۷-۳- مکش موئین ناشی از انرژی سطحی.....	۴۲
شکل ۸-۳- اثر نسبت آب به سیمان بر ماهیت ساختار منفذ و نفوذپذیری بتن.....	۴۷
شکل ۹-۳- اثر دما و نسبت آب به سیمان در مقدار تخلخل.....	۴۸
شکل ۱۰-۳- اثر دما بر کل تخلخل و منافذی که بزرگتر از ۷۵۰ آنگسترم هستند.....	۴۹
شکل ۱۱-۳- نمودار جذب موئینه.....	۵۳
شکل ۱۲-۳- روند ترک خوردگی عضو سازه‌ای ترک خوردگی.....	۵۵
شکل ۱۳-۳- نمودار ارتباط PH و شدت خوردگی.....	۵۶
شکل ۱۴-۳- نمودار PH - پتانسیل (پوربیکس).....	۵۷
شکل ۱۵-۳- مکانیزم محافظت فولاد در بتن.....	۵۸
شکل ۱۶-۳- تصویر سلول الکترو شیمیایی.....	۵۹
شکل ۱۷-۳- مدل ساده مکانیزم خوردگی.....	۵۹
شکل ۱۸-۳- نسبت حجم محصولات خوردگی.....	۶۰
شکل ۱۹-۳- خوردگی ماکروپیل و میکرو پیل.....	۶۱
شکل ۲۰-۳- فرآیند خوردگی در ماکروپیل.....	۶۱
شکل ۲۱-۳- روند کرناسیون.....	۶۳
شکل ۲۲-۳- جزئیات خوردگی میکروپیل و تولید گاز هیدروژن.....	۶۵
شکل ۲۳-۳- نمودار احتمال وقوع خوردگی با تغییر میزان اکسیژن، یون کلرید و PH محیط اطراف میلگرد.....	۶۶
شکل ۲۴-۳- مدار نیم پیل مس - سولفات مس و مقطع الکتروود مربوطه.....	۶۹
شکل ۲۵-۳- پتانسیل الکتریکی میلگرد و سطوح هم پتانسیل.....	۷۰
شکل ۲۶-۳- هدایت جریان الکتریکی توسط بتن.....	۷۴

- شکل ۳-۲۷- مدل الکتریکی بتن در جریان مستقیم ۷۵
- شکل ۳-۲۸- مدل الکتریکی بتن در جریان متناوب ۷۵
- شکل ۲-۲۹- رابطه بین مقاومت ویژه الکتریکی و نسبت آب به سیمان برای بتن ۲۸ روزه با حداکثر اندازه ۴۰ میلی متر و سیمان پرتلند معمولی نوع ۱ ۷۷
- شکل ۴-۱- منحنی دانه بندی شن ۸۳
- شکل ۴-۲- منحنی دانه بندی ماسه ۸۴
- شکل ۴-۳- نحوه اختلاط مصالح ۹۰
- شکل ۴-۴- لحظه بالا کشیدن مخروط ۹۴
- شکل ۴-۵- بتن پخش شده ۹۵
- شکل ۴-۶- حلقه J ۹۶
- شکل ۴-۷- نحوه قرار گرفتن مخروط ناقص اسلامپ در داخل حلقه J ۹۷
- شکل ۴-۸- بتن پخش شده حلقه J ۹۸
- شکل ۴-۹- تصویری از جعبه L (با میلگرد) با جنس پلکسی گلاس ۹۹
- شکل ۴-۱۰- مشخصات ابعادی جعبه L (با میلگرد) ۱۰۰
- شکل ۴-۱۱- تصویری از جعبه L (با میلگرد) بعد از اتمام آزمایش ۱۰۰
- شکل ۴-۱۲- تصویری از جعبه U با جنس پلکسی گلاس ۱۰۱
- شکل ۴-۱۳- مشخصات ابعادی جعبه U (با میلگرد) ۱۰۲
- شکل ۴-۱۴- جعبه U بعد از اتمام آزمایش ۱۰۲
- شکل ۴-۱۵- تصویری از قیف V با جنس پلکسی گلاس ۱۰۴
- شکل ۴-۱۶- مشخصات ابعادی قیف V ۱۰۴
- شکل ۴-۱۷- تصویری از قیف V بعد از اتمام آزمایش ۱۰۵
- شکل ۴-۱۸- مشخصات ابعادی M.VF ۱۰۶
- شکل ۴-۱۹- تصویری از استوانه M.VF بعد از اتمام آزمایش ۱۰۶
- شکل ۴-۲۰- تصویر شماتیک قالب و صفحات برنجی برای قالب گیری بتن و تعیین مقاومت الکتریکی بتن تازه و تهیه نمونه بتن سخت شده ۱۱۰
- شکل ۴-۲۱- نحوه آماده سازی نمونه برای اندازه گیری مقاومت الکتریکی بتن سخت شده ۱۱۰
- شکل ۴-۲۲- تصویر شماتیک اتصال کوتاه در اندازه گیری مقاومت الکتریکی ۱۱۱
- شکل ۴-۲۳- تصویر شماتیک نمونه های استوانه ای آزمایش پتانسیل خوردگی ۱۱۳
- شکل ۴-۲۴- تصویر شماتیک نمونه آزمایش شدت و پتانسیل خوردگی ماکروپیل (گالوانیک) ۱۱۵
- نمودار ۵-۱- قطر پخش شدگی بتن در آزمایش اسلامپ فلو و حلقه J ۱۲۰
- نمودار ۵-۲- زمان لازم جهت پخش شدگی بتن به قطر ۵۰ سانتی متر (ثانیه) در آزمایش اسلامپ فلو ۱۲۱
- نمودار ۵-۳- زمان لازم جهت پخش شدگی بتن به قطر ۵۰ سانتی متر (ثانیه) در آزمایش حلقه J ۱۲۳
- نمودار ۵-۴- اندیس عدم قابلیت عبور از موانع (میلگرد) در آزمایش حلقه J ۱۲۴
- نمودار ۵-۵- طول پیمایش افقی بتن (LF) در آزمایش جعبه L (بدون میلگرد) ۱۲۵
- نمودار ۵-۶- زمان لازم جهت پیمایش افقی بتن به میزان ۵۰ سانتی متر (ثانیه) در آزمایش جعبه L ۱۲۵

- نمودار ۵-۷- پروفیل ارتفاعی بتن موجود در قطعه افقی جعبه L (بدون میلگرد) برای S45..... ۱۲۶
- نمودار ۵-۸- پروفیل ارتفاعی بتن موجود در قطعه افقی جعبه L (بدون میلگرد) برای S50..... ۱۲۶
- نمودار ۵-۹- پروفیل ارتفاعی بتن موجود در قطعه افقی جعبه L (بدون میلگرد) برای S55..... ۱۲۷
- نمودار ۵-۱۰- طول پیمایش افقی (LF) در آزمایش جعبه L (با میلگرد)..... ۱۲۸
- نمودار ۵-۱۱- اختلاف ارتفاع بتن در دو قسمت جعبه U..... ۱۲۹
- نمودار ۵-۱۲- زمان حرکت بتن در آزمایش جعبه U..... ۱۲۹
- نمودار ۵-۱۳- زمان تخلیه بتن در آزمایش قیف V..... ۱۳۰
- نمودار ۵-۱۴- میزان افت بتن در داخل استوانه در آزمایش M.VF..... ۱۳۱
- نمودار ۵-۱۵- زمان تخلیه بتن در آزمایش M.VF..... ۱۳۲
- نمودار ۶-۱- مقاومت فشاری و کششی ۲۸ روزه مکعبی و استوانه‌ای..... ۱۳۹
- نمودار ۶-۲- سرعت پالس..... ۱۳۹
- نمودار ۶-۳- مدول الاستیسیته دینامیکی..... ۱۴۰
- نمودار ۶-۴- منحنی‌های جذب آب حجمی..... ۱۴۱
- نمودار ۶-۵- جذب آب اولیه (٪)..... ۱۴۱
- نمودار ۶-۶- جذب آب نهائی (٪)..... ۱۴۲
- نمودار ۶-۷- جذب آب موئینه عیار ۴۵۰..... ۱۴۳
- نمودار ۶-۸- جذب آب موئینه عیار ۵۰۰..... ۱۴۳
- نمودار ۶-۹- جذب آب موئینه عیار ۵۵۰..... ۱۴۴
- نمودار ۶-۱۰- ثابت جذب موئینه..... ۱۴۴
- نمودار ۶-۱۱- ضریب جذب موئینه..... ۱۴۵
- نمودار ۶-۱۲- مقاومت الکتریکی بتن تازه..... ۱۴۶
- نمودار ۶-۱۳- مقاومت ویژه الکتریکی نمونه‌های بتنی مغروق در آب..... ۱۴۶
- نمودار ۶-۱۴- مقاومت ویژه الکتریکی نمونه‌های بتنی مغروق در محلول نمک ۰.۵٪..... ۱۴۷
- نمودار ۶-۱۵- منحنی‌های پتانسیل-زمان آزمایش پتانسیل خوردگی به روش میکروپیل..... ۱۴۸
- نمودار ۶-۱۶- پروفیل یون کلرید نسبت به وزن بتن..... ۱۵۰
- نمودار ۶-۱۷- پروفیل یون کلرید نسبت به وزن سیمان..... ۱۵۰
- نمودار ۶-۱۸- ضریب نفوذ یون کلرید..... ۱۵۱
- نمودار ۶-۱۴- مقاومت ویژه الکتریکی نمونه‌های بتنی مغروق در محلول نمک ۰.۵٪..... ۱۴۷
- نمودار ۶-۱۵- منحنی‌های پتانسیل-زمان آزمایش پتانسیل خوردگی به روش میکروپیل..... ۱۴۸
- نمودار ۶-۱۶- پروفیل یون کلرید نسبت به وزن بتن..... ۱۵۰

فهرست جداول

عنوان جدول

صفحه

جدول ۱-۲- عوامل مؤثر بر قابلیت پرکردن.....	۱۳
جدول ۲-۲- عوامل مؤثر بر قابلیت عبور.....	۱۳
جدول ۳-۲- عوامل مؤثر بر پایداری.....	۱۴
جدول ۴-۲- اسامی و ویژگی برخی از آزمایش‌های رئولوژی بتن خودتراکم.....	۱۴
جدول ۵-۲- انتخاب اهداف کارائی مناسب برای بتن خود تراکم.....	۱۹
جدول ۶-۲- معیارهای قبول بتن خودتراکم از نظر کارائی.....	۲۰
جدول ۷-۲- مشخصات بتن خود تراکم ارائه شده توسط جامعه مهندسين عمران ژاپن.....	۲۲
جدول ۸-۲- طرح اختلاط بتن خودتراکم (ژاپن).....	۲۴
جدول ۹-۲- طرح اختلاط بتن خودتراکم (اروپا).....	۲۴
جدول ۱۰-۲- طرح اختلاط بتن خودتراکم (آمریکا).....	۲۵
جدول ۱۱-۲- مجموعه علل پدیدآورنده اختلال در نتایج آزمایشهای کارائی.....	۲۶
جدول ۱۲-۲- مجموعه علل پدیدآورنده اختلال در نتایج آزمایشهای کارائی.....	۲۷
جدول ۱۳-۲- رابطه بین برخی از عملیات اصلاحی و عیوب ایجاد شده بر روی بتن.....	۲۸
جدول ۱۴-۲- معنی علائم استفاده شده در جدول ۲-۱۳.....	۲۹
جدول ۱-۳- دمای هوا در شهر بندرعباس (بر حسب درجه سانتیگراد).....	۳۴
جدول ۲-۳- رطوبت نسبی شهر بندر عباس.....	۳۵
جدول ۳-۳- مقایسه ترکیبات آب دریاهاى مختلف برحسب میلی گرم بر لیتر.....	۳۶
جدول ۴-۳- میزان نسبت سیمان به سنگدانه با تغییر عیار سیمان.....	۵۰
جدول ۵-۳- مقادیر کلرید مجاز اولیه بتن نسبت به وزن سیمان.....	۶۸
جدول ۳-۳-۶- مقادیر پتانسیل انواع الکترودهای مرجع.....	۷۱
جدول ۳-۳-۷- مقادیر پتانسیل الکتریکی و درصد احتمال خوردگی.....	۷۲
جدول ۳-۳-۸- مقاومت ویژه الکتریکی برخی از سنگدانه ها.....	۷۷
جدول ۴-۱- نتایج دانه بندی سنگدانه ها (درصد تجمعی عبوری).....	۸۳
جدول ۴-۲- نتایج آزمایش‌های سنگدانه های معمولی.....	۸۴
جدول ۴-۳- مشخصات شیمیایی سیمان مصرفی.....	۸۵
جدول ۴-۴- مشخصات فیزیکی و فازهای تشکیل دهنده سیمان.....	۸۵
جدول ۴-۳-۳- مقادیر و نسبت‌های مخلوط های بتن.....	۹۱
جدول ۴-۴- آزمایش ها و آزمون ها.....	۹۳
جدول ۵-۱- نتایج آزمایش‌های اسلامپ‌فلو، حلقه‌ز، جعبه‌L (بدون میلگرد)، جعبه‌L (بامیلگرد).....	۱۲۲
جدول ۵-۲- نتایج آزمایش‌های جعبه‌U، قیف V (مرحله اول)، قیف V (مرحله دوم) و M.VF.....	۱۳۰

جدول ۱-۶ - نتایج درصد هوا، وزن مخصوص بتن اشباع سخت شده، سرعت پالس مدول الاستیسیته دینامیکی،

مقاومت فشاری و مقاومت کششی.....۱۳۸

جدول ۲-۶- نتایج آزمایش جذب آب موئینه.....۱۴۲

جدول ۳-۶- مقادیر درصد Cs محاسبه شده از روش **Poulsen**.....۱۴۹

جدول ۴-۶- چگالی خشک بتن و مقادیر درصد یون کلرید اولیه نسبت به وزن سیمان و بتن.....۱۴۹

فصل اول

مقدمه

۱-۱- کلیات

بتن به عنوان یکی از مصالح نسبتاً ارزان و پایا در محیط‌های دریایی می‌باشد که می‌توان با قالب‌بندی آن را به هر شکل هندسی موردنظر درآورد. اما در بعضی موارد به دلایل طراحی ضعیف، ضعف در اجرا، کیفیت نامرغوب مصالح و شرایط محیطی لحاظ نشده در طراحی و یا ترکیبی از این عوامل، سازه بتن آرمه ساخته شده کارائی مورد نظر را در دوره عمر مفید خود نخواهد داشت. در سال‌های اخیر تعداد زیادی از سازه‌های بتنی در مناطق دریائی کشورهای مختلف دنیا در اثر این عوامل دچار آسیب‌دیدگی و یا خرابی زودرس شده‌اند. خوردگی میلگردها در بتن از جمله رایج‌ترین این خرابی‌ها در سازه‌های بتن آرمه بوده و یکی از مهم‌ترین مشکلاتی است که مهندسین عمران امروزه در نگهداری سازه‌های بتن آرمه با آن مواجه می‌باشند. در گزارشی که در سال ۱۹۹۱ در مرکز تحقیقات حمل و نقل آمریکا تهیه گردیده است، هزینه تعمیر سالانه عرشه پلهای خورده شده، ۵۰ تا ۲۰۰ میلیون دلار تخمین زده شده است.

در خاورمیانه نیز شرایط گرم آب و هوایی دریا و وجود نمک در آبهای زیرزمینی مشکل خوردگی را افزایش داده است، بطوری که ضعف در عمل‌آوری بتن باعث کم شدن عمر مفید این سازه‌ها شده است. در سواحل جنوبی کشور ما نیز مشکلات موجود در دستیابی بتن با پایایی مناسب و در نتیجه خرابیهای ناشی از خوردگی میلگردها، سالیانه خسارات مالی زیادی را برای کشور دربر دارد. بنابراین با توجه به اینکه مسأله عدم پایایی بتن در محیط‌های خورنده یکی از مشکلات اساسی در دنیا بوده و خوردگی ناشی از نفوذ یون کلرید از عوامل مهم تاثیرگذار بر پایایی آن می‌باشد، در سال‌های اخیر مطالعات گسترده‌ای برای حل مشکلات ناشی از آن انجام شده است، و این در حالی است که در مملکت ما با وجود دارا بودن یکی از خورنده‌ترین محیط‌های دریایی در دنیا، تحقیقات جامعی در این خصوص صورت نگرفته است.

بنابراین با توجه به اهمیت موضوع خوردگی، در پایان‌نامه حاضر به بررسی این موضوع می‌پردازیم.

۱-۲- هدف تحقیق

هدف این تحقیق، بررسی و ارزیابی تاثیر عیار سیمان بر پارامترهای دوام (خوردگی میلگرد) بتن‌های خودتراکم می‌باشد. جهت بررسی این پارامترهای دوام، آزمایش‌های جذب آب حجمی، جذب آب موئینه، مقاومت ویژه الکتریکی بتن تازه و سخت شده، تعیین ضریب انتشار یون کلرید، پتانسیل خوردگی و شدت خوردگی انجام می‌شود. در کنار بررسی پارامترهای دوام این بتن‌های خودتراکم، - که موضوع اصلی کار ما در این پایان‌نامه می‌باشد -

خواص دیگری شامل رئولوژی، درصد هوای بتن، مقاومت فشاری، مقاومت کششی غیر مستقیم، سرعت پالس و مدول الاستیسیته دینامیکی نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳-۱- روش تحقیق و برنامه مطالعات

با توجه به اهداف این پایان نامه، روش کلی تحقیق بر اساس انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی (تجربی) استوار است. ریز آن که شامل برنامه‌کاری می‌باشد در ذیل ملاحظه می‌شود.

- بررسی مسئله و جمع‌آوری اطلاعات.
- بررسی امکان دستیابی به بتن‌های خودتراکم.
- تامین مصالح و مواد لازم.
- طراحی و ساخت وسایل آزمایش بتن خودتراکم و نیز ساخت بعضی از قالبهای لازم برای آزمایش‌ها دوام.
- انجام آزمایش‌های لازم بر روی مصالح و تعیین ویژگیهای آن.
- ارائه نسبتهای اولیه اختلاط، با توجه به نیازهای تحقیق و ویژگیهای مصالح.
- نهائی کردن نسبت‌های اختلاط و ساخت نمونه‌های لازم برای انجام آزمایش‌ها مختلف.
- انجام آزمایش‌ها مختلف جهت تعیین خواص رئولوژی بتن خودتراکم و تعیین تاثیر عیار سیمان بر روی پارامترهای مختلف دوام.

- بررسی نتایج حاصله و تجزیه و تحلیل آنها.
- نتیجه‌گیری نهائی.

۴-۱- تقسیم بندی پایان نامه و تعریف فصول

این پایان نامه علاوه بر چکیده مطالب؛ شامل ۸ فصل به شرح زیر می‌باشد:

فصل اول - مقدمه

فصل دوم - جمع‌آوری اطلاعات بتن خودتراکم

فصل سوم - جمع‌آوری اطلاعات مربوط به نفوذ یون کلرید و خوردگی میلگردها

فصل چهارم - مصالح مصرفی و تشریح برنامه آزمایشگاهی

فصل پنجم - نتایج، تحلیل نتایج و نتیجه‌گیری آزمایش‌های رئولوژی بتن تازه

فصل ششم - نتایج آزمایش‌های دوام

فصل هفتم-تحلیل نتایج آزمایش های دوام

فصل هشتم- نتیجه گیری و پیشنهادها

فصل دوم

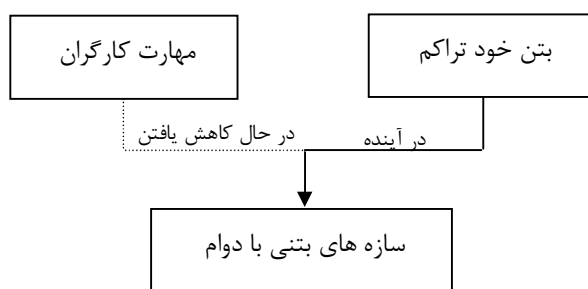
**جمع آوری
اطلاعات بتن خود تراکم**

۲-۱- تاریخچه بتن خودتراکم^۱

۲-۱-۱- مقدمه

مهم‌ترین توسعه انقلابی در ساخت و اجرای بتن در چند دهه اخیر، استفاده از بتن‌های خودتراکم می‌باشد [۱]. بتن خودتراکم بتنی است بسیار روان، در عین حال بدون جدا شدگی که می‌تواند پخش شده، قالب را پر کرده و بدون نیاز به هر گونه تراکم مکانیکی میلگردها را در برگیرد. این بتن با نام‌های دیگری نظیر بتن خودتحکیم^۲ و بتن خودتراز^۳ نیز شناخته می‌شود. در ژاپن این بتن به بتن خودتراکم و در کانادا و آمریکای شمالی به بتن خودتحکیم معروف است. کلمه اختصاری SCC نیز برای این بتن در نظر گرفته شده است. [۲]

از سال ۱۹۸۳ به بعد دوام سازه‌های بتنی، موضوع مورد علاقه مهندسين عمران در ژاپن شد. لازم بود؛ بتن مورد استفاده در ساخت سازه‌های بتنی بادوام به قدر کافی توسط نیروی کار ماهر متراکم گردد. با وجود این، کاهش تدریجی در تعداد نیروی کارماهر در صنایع ساختمانی ژاپن، منجر به کاهش مشابهی در کیفیت کارهای ساختمان گردید. بهترین راه حل جهت دستیابی به سازه‌های بتنی بادوام، مستقل از کیفیت اجراء به کاربرد بتن خودتراکم بود که می‌توانست بدون نیاز به نیروی کار ماهر جهت لرزاندن، تحت اثر وزن خود متراکم شده و به خوبی قالب را با خارج نمودن هوای داخل آن پر کند شکل (۲-۱). [۳]



شکل ۲-۱- مراحل ضرورت ایجاد بتن خود تراکم [۳]

¹ Self compacting concrete

² Self consolidating concrete

³ Self leveling concrete