فصلنامه مهندسی عمران و سازه

دوره ۲ ، شماره ۳ ، پاییز ۱۳۹۷

مطالعه موردی

بتن سازه ای مختص سواحل خلیج فارس و پهلوگیر اسکله بندر خورشهاب با استفاده از آب مغناطیسی

مصطفی قاضی مرادی[۱]، ابراهیم احمدی[۲]

۱- مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران

۲- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قشم، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخچه

دریافت: ۲۳ تیر ۱۳۹۷

پذیرش: ۱۲ آبان ۱۳۹۷

کلید واژگان:

آب مغناطیسی

عمل آوری

یون کلر

مقاومت فشاری

زمان گیرش اولیه و ثانویه

آب شور

چکیده

امروزه بتن یکی از مهم ترین مصنوعات تولیدی بشردر حوزه ساخت و ساز است. بهبود مشخصات بتن همواره یکی از مسائل اساسی علم مهندسین سازه در دنیای امروز است . بهبود ویژگی های آب، به عنوان یکی از عناصرتشکیل دهنده بتن مد نظر محققین این حوزه می باشد. آب مغناطیسی، به آبی گفته می شود که از درون میدان مغناطیسی عبور کرده و ویژگی های فیزیکی آن دچار تغییر شده باشد. بر اساس نتایج تحقیق، افزایش مقاومت به دلیل استفاده آب مغناطیسی در بتن مقاومت ۷ روزه تا ۲۰٪ و در بتن ۲۸ روزه تا ۱۴٪ می باشد. استفاده از آب مغناطیسی سرعت هیدراسیون بیشتر می گردد بطوری که نرخ افزایش مقاومت با مقاومت ۷ روزه بیشتر از مقاومت ۲۸ روزه است. در نهایت، استفاده از آب مغناطیسی زمان گیرش اولیه را تا ۵۰ ٪ زمان گیرش ثانویه را تا ۱۹٪کاهش می دهد.که این کاهش زمان گیرش باعث می شود نفوذ یون کلر به بتن به حداقل برسد . همانطور که مشخص هست بعد از زمان گیرش ثانوی مراحل عمل اوری بتن شروع می شود و هرچقدر زمان عمل اوری بتن کمتر باشد تهدید یون کلر به بتن کمتر خواهد بود. روش تحقیق بصورت بررسی طرح اختلاط های متداول در بتن ریزی حوزه ساحلی ، نتایج آزمایشگاهی و انتخاب بهترین طرح اختلاط با آب مغناطیسی و تعمیم نتایج حاصل به پروژه اجرایی می باشد و تست نتیجه تحقیق بصورت نمونه موردی . هدف اجرای این تحقیق و لزوم انجام این مطالعه بر این است که نتایج حاصل از تحقیق را در روند ساخت قطعات بتنی در اعماق آب شور (دریا) جهت اجرای پهلوگیر اسکله بندر خور شهاب از توابع شهر دلوار استان بوشهر بکار گرفته شود که بعنوان یک نمونه موردی جهت رسیدن به نتیجه تحقیق بصورت واقعی و عینی است.

نویسنده مسئول: مصطفی قاضی مرادی

پست الکترونیکی: m.g.mradir@alum.semnan.ac.ir

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]

[DOI: 10.21859/jces.2.3.16]

۱- مقدمه

در مناطق ساحلی خلیج فارس آلودگی خاک و اتمسفر به عناصر شیمیایی مضر برای بتن، رطوبت بالا، دما و تشعشعات خورشیدی در حدی است که به روند تخریب سازه ها کمک می کند و سرعت آسیب دیدگی را افزایش می دهد. مطالعات و بررسی های آزمایشگاهی نشان داده است که املاح موجود در آب خلیج فارس از اغلب آبهای جهان بیشتر است [۱].مطالعات و بررسی های آزمایشگاهی نشان داده که املاح موجود در آب خلیج فارس از اغلب آبهای جهان بیشتر است مقدار کلرید موجود در آب ۲۴۰۰-PPM۲۰۰۰ومیزان سولفات درآن درحدود ۳۷۰۰-PPM۳۰۰۰ است[۲].زیاد بودن مقدار کلرید در این آب باعث تخریب انواع سازه های ساحلی و دریایی در این منطقه شده است. علاوه بر این آب زیر زمینی در این منطقه شدیداً به یون های کلرید و سولفات آلوده می باشند دمای هوای منطقه خلیج فارس به علت نزدیکی به خط استوا، در گرم ترین ماه های سال حداکثر بین ۳۷ تا ۴۱ درجه سانتیگراد متغیر می باشد. البته دمای سطح بتن زیر نور مستقیم خورشید به ۷۰ تا ۷۵ درجه سانتیگراد میرسد. رطوبت نسبی هوانیز بین ۴۸ تا ۸۱٪ تغیر می کند. مقایسه میان غلظت نمک موجود در آب این منطقه با دیگر مناطق دنیا حاکی از اختلاف شدید آن در این منطقه با دیگر مناطق می باشد به طوری که غلظت میانگین نمک در این منطقه ۳۸/۹ گرم بر لیتر گذارش داده شده است. خلیج فارس با داشتن شرایط آب و هوایی حاد و موقعیت استثنایی ، برای بتنی که تازه ریخته می شود، منطقه ای مهاجم و خطرناک است. امروزه به لطف پیشرفت علم و اهمیت بحث دوام و کارایی سازه های ساحلی، بسیاری از عوامل موثر بر دوام بتن شناسایی شده و به طور مستمر مورد آزمایش قرار میگیرند.

عمل آوری تأثیر به سزایی در آهنگ نفوذ یون کلر در سنین اولیه قرارگیری در محیط دارد. از آنجایی که یون کلرید یکی از عوامل خوردگی در بتن مسلح در محیط خورنده به ویژه در سواحل خلیج فارس می باشد. عوامل زیادی بر میزان نفوذ یون کلر در بتن تأثیر گذار می باشند که همه آنها در کیفیت بتن نقش بسزایی دارند . از طرفی شرایط رویارویی دریا به علت دارا بودن دما و رطوبت بالا و همچنین میزان زیاد بودن املاح، محیطی خورنده برای سازه های بتن آرمه ایجاد می کند. نفوذ کلر به داخل جسم بتن از سه راه انجام می گیرد ۱- وجود یون کلر در مصالح و آب تشکیل دهنده بتن (عمل آوردن بتن با آب آغشته به نمک) ۲- وجود یون کلر روی میلگرد که در اثر دپو نمودن میلگرد بر روی مصالح آلوده و در معرض شرایط جوی شرجی و رطوبتی ۳-نفوذ در سطح اگر بتن غوطه ور باشد.خوردگی فولاد (آرماتورها) دربتن یک فرآیند شیمیایی و یا بهیتر بگوییم الکتروشیمیایی است . مانند سایر فرایندهای شیمیایی و الکترو شیمیایی این فعالیت تابع شرایط محیطی و بویژه دمای محیط می باشد. درهوای گرم منطقه این فعالیت تشدید می گردد. آسیب دیدگی و تجزیه ساختارهای بتنی تحت تاثیر سیالات خورنده ، گازهای مرطوب و غیره به عنوان خورندگی بتن شناخته شده است [۴]. آب مغناطیسی آبی است که از یک میدان مغناطیسی عبور داده شده است.این مهم باعث تضعیف پیوند هیدروژنی بین مولکولهای همجوارآب شده و در عمل مولکولهای آب در دسته های قرار میگیرند. این تغییر ساختار، باعث کاهش کشش سطحی، قابلیت نفوذ بیشتر، و افزایش (قلیائی تر شدن) آب میگردد. میزان مغناطیسی شدن آب هنوز یک موضوع جنجال برانگیز است زیرا نتایج گزارش شده در تحقیقات کمتر قابل باز تولید (باهمان مشخصات گزارش شده) بوده و از یکنواختی کمتری برخوردار هستند. زیرا در فرایند مغناطیسی شدن آب عوامل زیادی همچون ناخالصیهای مختلف موجود در آب و میزان اکسیژن حل شده در آن بسیار متفاوت است. بنابراین نتایج اینگونه آزمایشها بیشتر به صورت کیفی مطرح و مقایسه می شوند[۵] .در شکل ۲ وضعیت مولکول های آب در زمان قرارگیری در مجاورت میدان مغناطیسی رل می توان مشاهده نمود.

۲- روش تحقیق

از آنجایی که قطعات بتنی قابل نصب در پهلوگیر اسکله در سه وضعیت نصب می گردند ۱- وضعیتی که قطعات کاملا زیر آب خواهند بود برای همیشه ۲- قطعاتی که در معرض جزو مدآب قرار دارند ۳- قطعاتی که فقط در وضعیت پاشش آب دریا هستند در این تحقیق

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.16]

هدف بر این است که در ابتدا به بتنی دست یابیم که مقاومت فشاری آن بیشتر ازنمونه های متداول باشد با یک نوع مصالح مشابه از نظر جنس م مقدار و تنها با تفاوت در ویژگی فیزیکی آب تولیدی بتن و از طرف دیگر با همین ویژگی آب بتوانیم میزان آسیب پذیری بتن در برابر نفوذ یون سولفات در بتن را کاهش دهیم که سازه مد نظر (پهلوگیر اسکله) پژوژه ای متفاوت از حیث مقاومت فشاری و نفوذ ناپذیری در برابر حمله یون ها باشد . ابتدا بتن های معمولی و متداول با شرایط عادی بدون استفاده از آب مغناطیسی را بررسی کرده ، و سپس بتن حاصل از آب مغناطیسی را مورد تحلیل قرار داده و نتیجه گیری نهایی تحلیل و بیان می گردد.در ابتدا تعریفی از آب مغناطیسی و ویژگی های این آب مطرح می گردد.و بهترین دبی جهت مغناطیسی شدن آب تعیین می گردد و به موازات آن میزان نفوذ پذیری یون را در بتن با دو طرح اختلاط یاد شده فوق را بررسی می کنیم . انتخاب طرح اختلاط های مورد بررسی در این تحقیق بر این پایه می باشد که فعلا در سازه های متداول ساحلی از بتن های با عیار ۳۰۰،۳۵۰،۴۰۰،۴۵۰متداول هستند لذا پایه تحقیق انتخاب این عیار بتنها بوده است. که نسبت آب به سیمان یکسان ۰/۴۵مد نظر می باشد و همانطور که در یافته های تحقیق مشاهد میکنید . مقاومت بتن و میزان نفوذ ناپذیری بتن حاصل از آب مغناطیسی قابل تامل است.

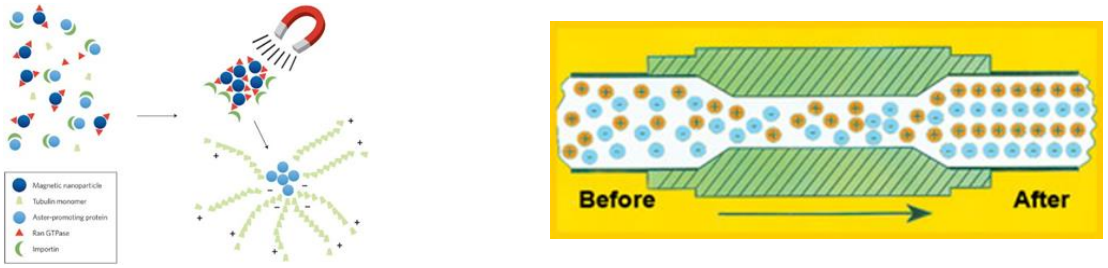
شکل ۱. تصاویر اجرای پهلوگیر اسکله بندر خور شهاب

۲-۱ ویژگی های آب مغناطیسی

آب مغناطیسی چیست؟ آب مغناطیسی آبی است که از یک میدان مغناطیسی عبور داده شده است. این آب بسیار ارزان، دوست دار محیط زیست، و با هزینه تجهیزات تولید کم میباشد. پیشینه آب مغناطیسی به سال۱۸۰۳برمی گردد. مولکول آب متشکل از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن بصورت H-O-H می باشد. اتصال این دو هیدروژن به اتم اکسیژن بصورت Vو با زاویه حدود ۱۰۵ درجه می باشد. مولکول آب دوقطبی است به طوریکه بار سمت اکسیژن منفی و وبار سمتی که هیدروژنها قرار دارند مثبت می باشد. بنابر این چنانچه چند مولکول آب در کنار هم قرار گیرند، جاذبهای بین هیدروژن مثبت از یک مولکول با اکسیژن منفی از مولکول همجوار به وجود می آید که به آن پیوند هیدروژنی گفته می شود. به علت دو قطبی بودن مولکول آب، وقتی تحت میدان مغناطیسی قرار میگیرد در راستای میدان قرار گرفته و فرم مولکول کشیده تر و زاویه دو هیدروژن با اکسیژن کمتر از ۱۰۵ درجه میشود. این مهم باعث تضعیف پیوند هیدروژنی بین مولکولهای همجوارآب شده و در عمل مولکولهای آب در دسته های قرار میگیرند. این تغییر ساختار، باعث کاهش کشش سطحی، قابلیت نفوذ بیشتر، و افزایش (قلیائی تر شدن) آب میگردد. لازم به ذکر است که کاهش pH کشش سطحی با عث جداشدن و رسوب بیشتر املاح موجود در آب و سبکتر شدن آن می گردد. اکنون شناخته شده است که ساختار مولکولهای آب به صورت تجمع های دسته ای می باشد. گزارش شده که بسته به شدت میدان مغناطیسی تجمعهای دسته های مولکول آب را در یک تجمع۱۳,۱۱,۷,۶,۴,۱مولکول آب در یک تجمع دستهای تهیه نمود. تعداد مولکول را در یک تجمع پایدار عددمغناطیسی مینامند. میزان مغناطیسی شدن آب هنوز یک موضوع جنجال برانگیز است زیرا نتایج گزارش شده در تحقیقات کمتر قابل باز تولید (باهمان مشخصات

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.16]

گزارش شده) بوده و از یکنواختی کمتری برخوردار هستند. زیرا در فرایند مغناطیسی شدن آب عوامل زیادی همچون ناخالصیهای مختلف موجود در آب و میزان اکسیژن حل شده در آن بسیار متفاوت است. بنابراین نتایج اینگونه آزمایشها بیشتر به صورت کیفی مطرح و مقایسه می شوند.



شکل ۲. وضعیت ملکولهای آب در قرار گیری در مجاورت میدان مغناطیسی

درادامه روند این تحقیق و طبق مطالعات گذشته (محمد علی رهگذر ،محسن زمانی) به منظور مغناطیس کردن آب از یک سیملوله حامل جریان استفاده گردیده است. شکل شماره ۱ جنس لوله ای که آب از درون آن عبور می کند مسی می باشد. علت این انتخاب ضریب تراوایی مغناطیسی تقریبا یکسان مس و آب است. اگر ضریب مذکور در مس بیشتر از آب باشد ، لوله مانند اتصال کوتاه عمل کرده و شار مغناطیسی ای که از درون آب عبور می کند کاهش می یابد. سیم لوله دارای ۳۲۵۰ دور در طول خود که ۶/۸ سانتیمتر است می باشد. و دور لوله مسی پیچیده شده است. به منظور ایجاد میدان مغناطیس یکدست می بایست از جریان مستقیم استفاده نمود که این جریان توسط یک منبع مستقیم تغذیه تامین شده است. با تنظیم جریان می توان شدت میدان را تغییر داد. آمپراژ عبوری دستگاه برای دو میدان مختلف ۲آمپر و ۱/۵آمپر می باشد. که نتیجه ایت تحقیق دبی بهینه عبوری آب از درون میدان مغناطیسی برابر ۰/۳ lit/min لحاظ گردیده است.

۳- یافته ها

۳-۱ طرح اختلاط های مورد بررسی در تحقیق

مشخصات سنگدانه ها ی مصرفی در این تحقیق طبق جدول شماره ۱ ارائه شده است. سیمان مصرفی نیز از سیمان تیپ ۲ است، که در برابر حمله سولفاتها مقاوم می باشد. همچنین .فوق روان کننده مورد استفاده در این تحقیق بر پایه پلی کربوکسیلات اتر می باشد. که در محیط خلیج فارس پهنه ای که قرار است اسکله مورد نظر اجرا شود. طرح اختلاط بتن بر اساس دستیابی به کارایی یکنواخت با اسلامپ ۵ تا ۸ سانتی متر برای تمامی حالات انجام شد . مقدار عیار بتن با توجه به تجربیات مشابه در دیگر پروژه های تحقیقاتی که به منظور دستیابی به مقدار بهینه مواد بتنی انجام گرفته بود و همچنین برای مقایسه نتایج با طرح های دیگر پژوهشی به میزان ثابت ۴۰۰kg/m^3 برای موضوع تحقیق (اجرای پروژه اسکله در زوم ساحلی خلیج فارس) در نظر گرفته شد.

جدول ۱. مشخصات فیزیکی سنگدانه های طبیعی

سنگدانه	جذب آب ٪	چگالی	طول نرمی ماسه	حد اکثر قطر سنگدانه (mm)
شن طبیعی	۱/۵۲	۲/۶۵	۰	۱۲/۵
ماسه طبیعی	۲/۶۳	۲/۵۵	۲/۶۲	۰

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.16]

انتخاب سنگدانه ها در تولید بتن با مقاومت بالا و همچنین افزایش مقاومت فشاری بتن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. مقاومت سنگدانه یکی از پارمترهای مهم در مقاومت فشاری بتن می باشد. برای تولید بتن با مقاومت بالا از سنگدانه های با مقاومت بالا و با سطحی مناسب جهت ایجا د چسبندگی کافی بین سنگدانه و خمیر سیمان باید استفاده نمود. سنگدانه ها در تامین مقاومت کلی بتن معمولی تاثیر زیادی ندارد. زیرا این مقاومت عمدتا توسط مقاومت خمیر سیمان هیدراته کنترل می گردد و همین موضوع نیز علت اساسی نقش بارز نسبت آب به سیمان بر مقاومت بتن معمولی را دارد اما در بتن با مقاومت بالا چسبندگی و اتصال بین سنگدانه ها و خمیر سیمان تا بدان حد قوی است که انتقال تنش های قابل ملاحظه ای را در سطح تماس آنها امکان پذیر می سازد. به علاوه مقاومت سیمان بسیار بالا در مواردی ممکن است از مقاومت سنگدانه ها نیز بیشتر باشد. مشخصات سنگدانه ها و به ویژه شن مصرفی نقش بارزی در تامین مقاومت بتن پر مقاومت داشته به نحوی که اندازه قطر شن بین ۱۰تا ۱۲میلیمتر بهترین نتیجه را برای تولید بتن پر مقاومت دارد. در ارتباط با ماسه مصرفی ، مدول نرمی نزدیک به۳را مناسب ترین سنگدانه ریزدانه برای تولید بتن در نظر گرفته شد.

جدول شماره ۲ طرحهای اختلاط به کار رفته در این تحقیق و جدول شماره ۳ و شکل ۲ مقاومتهای ۷روزه و ۲۸روزه روزه بتن حاصل از این طرح اختلاطها را برای بتن های با و بدون آب مغناطیسی ارائه می دهند مشاهده می شود که افزایش مقاومت ناشی از کاربرد آب مغناطیسی در بتن ۷روزه تا ۲۰٪و ۲۸روزه تا ۱۴٪می باشد . کاربرد آب مغناطیسی سرعت هیدراسیون را بیشتر نموده بطوری که نرخ افزایش مقاومت بتن با آب مغناطیسی ۷روزه بیشتر از ۲۸ روزه است. برای تعیین کارائی بتن از آزمایش اسلامپ استاندارد استفاده شد. نتایج اسلامپ بتن معمولی و با آب مغناطیسی در جدول۱۴ و شکل ۳ آمده است

جدول ۲. طرح اختلاط بتن های متفاوت با عیار سیمان ۴۰۰ kg/cm و نسبتهای آب به سیمان متفاوت

شماره اختلاط	سیمان (Kg/m^3)	شن (Kg/m^3)	ماسه (Kg/m^3)	آب (Kg/m^3)	W/C	نوع آب
A1	۴۰۰	۱۱۶۰	۷۲۰	۱۶۰	۰/۴۰	معمولی
B1	۴۰۰	۱۱۶۰	۷۲۰	۱۶۰	۰/۴۰	مغناطیسی
A2	۴۰۰	۱۱۰۰	۷۲۰	۱۸۰	۰/۴۵	معمولی
B2	۴۰۰	۱۱۰۰	۷۲۰	۱۸۰	۰/۴۵	مغناطیسی
A3	۴۰۰	۱۱۰۰	۷۰۰	۲۲۰	۰/۵۵	معمولی
B3	۴۰۰	۱۱۰۰	۷۰۰	۲۲۰	۰/۵۵	مغناطیسی

در جدول ۲ طرح اختلاط های سه نوع بتن با مشخصات بیان شده قابل ملاحظه هست،با شرایط متفاوت مشخصات فیزیکی آب سه حالت با آب معمولی و سه حالت دیگر با آب مغناطیس بیان می گردد .در ادامه موضوع تحقیق جهت دستیابی به بتن هدف تحقیق در جدول شماره ۳ به طور دقیق می توان میزان تفاوت مقاومت ۷روزه و۲۸ روزه A1 وB1 ملاحظه نمود درصد افزایش مقاومت ۷روزه بتن تولیدی با آب مغناطیس ۱۶٪ بیشتر از بتن با آب معمولی است . به همین منوال درصد افزایش مقاومت ۲۸ روزه این طرح اختلاط

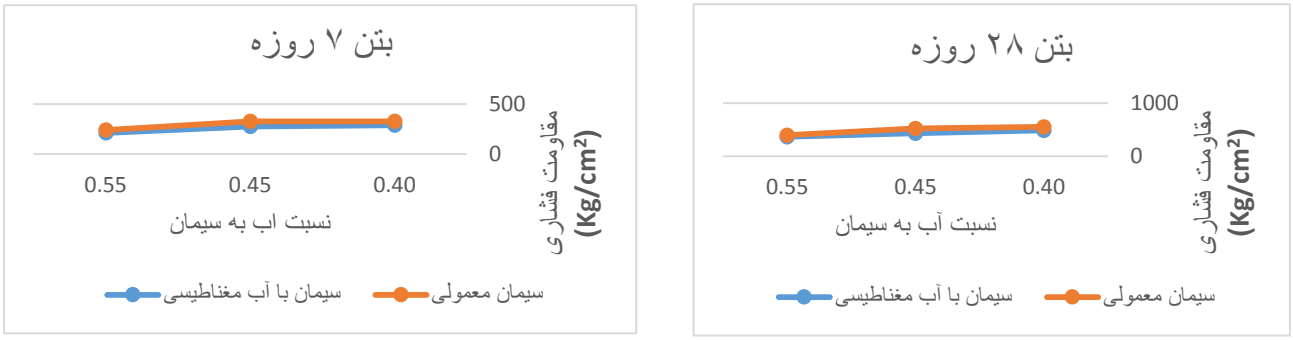
[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.16]

۱۴٪ می باشد . که این رشد قابل تامل هست . در ادامه برای سایر طرح اختلاطها نیز شاهد افزایش مقاومت ۷روزه و۲۸روزه هستیم . این افزایش مقاومت در جهت تولید بتن هدف تحقیق (بتن سازه ای مختص سواحل خلیج) کاملا یافته ای مطلوب نظر است.

جدول ۳. مقاومت فشاری و کارایی بتن معمولی و مغناطیسی باعیار سیمان ۴۰۰ kg/cm نسبتهای آب به سیمان متفاوت

نمونه	اسلامپ (mm)	مقاومت فشاری ۷ روزه (Kg/cm^2)	مقاومت فشاری ۲۸ روزه (Kg/cm^2)	درصد افزایش مقاومت ۷ روزه	درصد افزایش مقاومت ۲۸ روزه
A1	۱۰	۲۸۹	۴۸۵	۱۶٪	٪۱۴
B1	۳۶	۳۳۵	۵۵۶		
A2	۲۲	۲۷۵	۴۴۵	۲۰٪	٪۱۴
B2	۶۸	۳۲۶	۵۳۳		
A3	۷۵	۲۱۱	۳۶۴	۱۲٪	۱۰٪
B3	۱۱۰	۲۴۰	۴۰۰		

در شکل۳ به وضوح اختلاف مقاومت ۷روزه و۲۸روزه بتن با آب معمولی و اب مغناطیسی را می توان ملاحظه نمود که گام نخست تحقق که همانا دستیابی به بتن سازه ای برای ساخت پهلوگیر اسکله هست می توان یلفته اول را به جد اعلام نمود که با استفاده از ویژگی فیزیکی آب مغناطیسی به این یافته مهم دست یابیم.

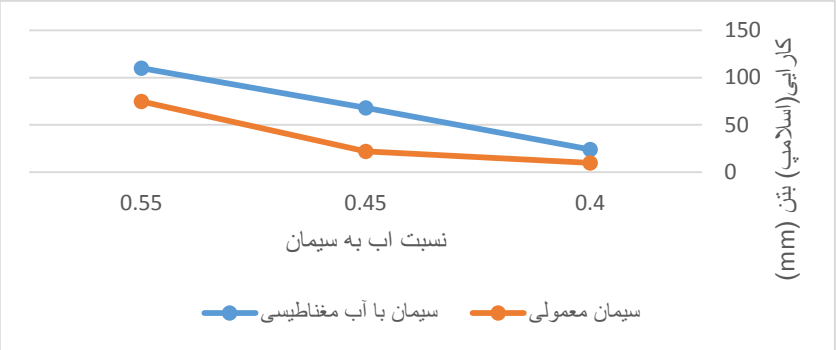


شکل ۳. مقاومت فشاری ۷روزه و ۲۸ روزه معمولی وبا آب مغناطیسی با عیار سیمان ۴۰۰ kg/cm^3 و نسبتهای مختلف آب به سیمان

با افزایش نسبت آب به سیمان کارائی افزایش یافته به نحوی که برای نسبت آب به سیمان ۰/۴افزایش اسلامپ حدود ۰/۲۰۹وبرای آب به سیمان ۰/۵۵افزایش اسلامپ حدود ۰/۴۶می باشد. جهت بررسی بستگی مقاومت فشاری بتن به عیارسیمان در بتن با آب مغناطیسی، ازچهار نوع طرح اختلاط بتن معمولی و با آب مغناطیسی با عیارهای مختلف سیمان ۳۰۰، ۳۵۰، ۴۰۰ ، ۴۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب با نسبت آب به سیمان۰/۴۵ استفاده شد.جدول ۴، جدول ۵ و شکل ۴ نتایج این مطالعه را نشان می دهند. مشاهده میشود که با افزایش عیار سیمان میزان افزایش مقاومت بتن با آب مغناطیسی نسبت به بتن معمولی فزاینده است. بعبارت دیگر، در عیار های سیمان بالا، همه ذرات سیمان قادر به عمل هیدراسیون نیستند، ولی آب مغناطیسی این فرصت

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.16]

را برای درصـــد بالاتری از ســـیمان فراهم کرده و به همین دلیل نرخ افزایش مقاومت با افزایش عیار سیمان در بتن با آب مغناطیسی بالاتر است.



شکل ۴. نمودار تغییرات کارایی (اسلامپ) بتن با نسبت آب به سیمان

در ادامه روند تحقیق طرح اختلاط بتن با عیار های متداول در حوزه ساحلی خلیج فارس و پروژه های مشابه پروژه مد نظر (پهلوگیر اسکله) بتن با عیار های ۳۰۰،۳۵۰،۴۰۰،۴۵۰را با نسبت آب به سیمان ۰/۴۵ مورد بررسی تحلیل قرار گرفته اند که طبق جدول شماره ۴ این طرح اختلاط ها با شرایط یکسان از نظر میزان و نوع مصالح تنها تفاوت در ویژگی فیزیکی آب قابل ارزیابی هستند.

جدول ۴. طرح اختلاط بتن با عیار سیمان مختلف ۳۰۰ ، ۳۵۰ ، ۴۰۰ ، ۴۵۰ کیلوگرم برمترمکعب و نسبت آب به سیمان ۰/۴۵

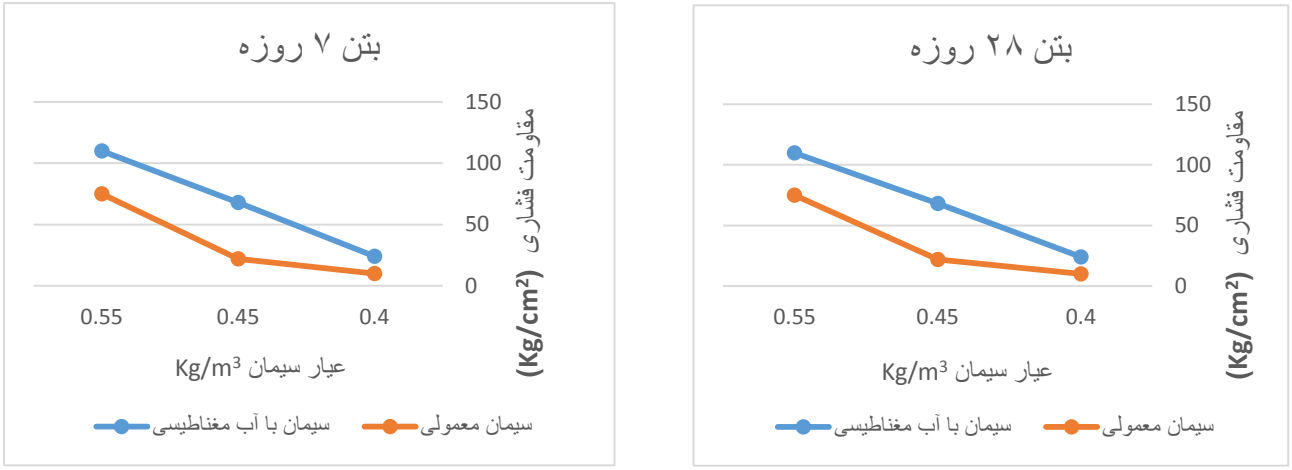
شماره اختلاط	سیمان (Kg/m^3)	شن (Kg/m^3)	ماسه (Kg/m^3)	آب (Kg/m^3)	W/C	نوع آب
C1	۳۰۰	۱۲۰۰	۷۵۰	۱۳۵	۰/۴۵	معمولی
D1	۳۰۰	۱۲۰۰	۷۵۰	۱۳۵	۰/۴۵	مغناطیسی
C2	۳۵۰	۱۱۵۰	۷۲۰	۱۵۷,۵	۰/۴۵	معمولی
D2	۳۵۰	۱۱۵۰	۷۲۰	۱۵۷,۵	۰/۴۵	مغناطیسی
C3	۴۰۰	۱۱۰۰	۷۰۰	۱۸۰	۰/۴۵	معمولی
D3	۴۰۰	۱۱۰۰	۷۰۰	۱۸۰	۰/۴۵	مغناطیسی
C4	۴۵۰	۱۱۰۰	۷۰۰	۲۰۲,۵	۰/۴۵	معمولی
D4	۴۵۰	۱۱۰۰	۷۰۰	۲۰۲,۵	۰/۴۵	مغناطیسی

در جدول شماره ۵ ملاحظه میگردد که بطور مثال بتن عیار ۴۰۰حاصل از آب مغناطیسی مقاومت ۷روزه آن ۱۳٪ومقاومت ۲۸روزه آن ۱۴٪ رشد داشته است و سایر بتن ها نیز شاهد رشد مقاومت های ۷روزه و ۲۸روزه آنها هستیم . این بررسی و تحلیل گویای این یافته مهم هست که جهت ساخت قطعات بتنی اسکله مد نظر در ساحل خلیج فارس چنانچه از ءب مغناطیسی استفاده کنیم و ازآنجایی که بتن با عیار ۴۰۰مد نظراست در روند این پروژه به نسبت نمونه های مشابه اجرا شده یا درحال اجرا درکشور شاهد رشد ۱۴٪مقاومت طرح خواهیم بود که موضوع دستاورد نخست هدف این تحقیق می باشد.

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.16]

جدول ۵. مقاومت فشاری و کارایی بتن معمولی و مغناطیسی باعیار سیمان ۳۰۰،۳۵۰،۴۰۰،۴۵۰نسبتهای آب به سیمان۰/۴۵

نمونه	مقاومت فشاری ۷ روزه (Kg/cm^2)	مقاومت فشاری ۲۸ روزه (Kg/cm^2)	درصد افزایش مقاومت ۷ روزه	درصد افزایش مقاومت ۲۸ روزه
C1	۲۲۰	۳۱۰	۷٪	۸٪
D1	۲۳۵	۳۲۵		
C2	۲۶۰	۳۵۰	۱۱٪	۱۲٪
D2	۲۸۶	۴۴۰		
C3	۳۰۰	۴۵۰	۱۳٪	۱۴٪
D3	۳۴۰	۵۱۵		
C4	۳۳۰	۵۲۰	۱۵٪	۱۴٪
D4	۳۸۰	۵۹۵		



شکل ۵. مقاومت فشاری بتن ۷روزه و ۲۸ روزه با آب معمولی و با آب مغناطیس با عیارهای مختلف سیمان و آب به سیمان ۰/۴۵

۳-۲ بررسی تأثیر آب مغناطیسی بر زمان گیرش سیمان (هیدراسیون سیمان)

برای تعیین زمان گیرش اولیه و ثانویه سیمان لازم است از خمیر سیمان با روانی متعارن استفاده شود. بنا بر این ضرورت دارد که برای هر مقدار سیمان معین میزان آبی که روانی متعارن را بدست می دهد مشخص گردد . نسبت این آب به سیمان را (بصورت درصد) غلظت نرمال می نامند .برمبنای استاندارد ASTM غلظت هنگامی نرمال خواهد بود که میزان نفوذ سوزن آب ۱۰ میلیمتری ویکات در داخل خمیر به مدت۳۰ ثانیه و در شرایط استاندارد برابر با ۱ ±۱۰میلیمتر باشد.توسط آزمایش سوزن ویکات میزان گیرش سیمان در حالت های بتن با آب معمولی و آب مغناطیسی بررسی و نتایج بشرح جدول ۶ و شکل ۶ بیان می گردد. مشاهده می شود که استفاده از آب مغناطیسی زمان گیرش اولیه را تا ۵۰ درصد و زمان گیرش ثانویه را تا ٪ ۱۹ کاهش می دهد. با توجه به نتایج حاصل از آزمایش و نمودارهای زیر مشاهده می گردد که گیرایی خمیر سیمان با آب مغناطیسی چه در گیرش اولیه و چه درگیرش ثانویه سریعتراز خمیر

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.16]

سیمان با آب معمولی است. این نشانگر افزایش سرعت و مؤثرتر شدن هیدراسیون وبنابراین سخت ترشدن خمیر سیمان در مدت زمان کمتر بوده که علت آن نفوذ راحت تر مولکولهای آب به درون اجتماد ذرات سیمان و مشارکت دادن درصد بیشتری از سیمان به پروسه هیدراسیون می باشد

جدول ۶. زمان گیرش اولیه و ثانویه خمیر سیمان با آب مغناطیسی و خمیر سیمان معمولی

W/C	زمان گیرش اولیه (دقیقه)			زمان گیرش ثانویه (دقیقه)		
	سیمان معمولی	سیمان با آب مغناطیسی	درصد کاهش	سیمان معمولی	سیمان با آب مغناطیسی	درصد کاهش
۰/۴	۱۲	۶	٪۵۰	۳۷۷	۳۰۵	٪۱۹/۱
۰/۴۵	۱۶	۹	٪۴۳/۸	۳۹۲	۳۲۹	٪۱۶/۱
۰/۵	۲۰	۱۵	٪۲۵	۴۴۱	۳۶۶	٪۱۷
۰/۵۵	۲۹	۱۹	٪۳۴/۵	۴۹۱	۳۹۹	٪۱۹
۰/۶	۳۴	۲۷	٪۲۰/۶	۵۴۷	۴۴۰	٪۱۹/۶

شکل ۶. تغییرات گیرش اولیه و ثانویه خمیر سیمان با آب مغناطیسی و خمیر سیمان معمولی با نسبت آب به سیمان

براساس روند انجام تحقیق و هدف مد نظر بجهت دستیابی به بتنی که اولا سازه ای باشد و دوما در برابر نفوذ یون ها مقاوم باشد اکنون میشود اینگونه تحلیل کرد که در مرحله نخست طبق مطالب و نتایج فوق الذکر شاهد مافزایش چشم گیر مقاومت فشاری بتن بودیم و در قسمت دوم به دلیل کاهش قابل توجه زمان گیرش اولیه بتن می توان نتیجه گرفت که با شروع زود هنگام زمان گیرش بتن اجازه ورود یون های مضر به داخل بتن کاهش میباید و بتنی را ساخته ایم که مختص سواحل خلیج فارس می باشد هم از نظر سازه ای و هم مقاوم در برابر ورود یون های مضر با این نوع بتن می توان پهلوگیر اسکله بندر خورشهاب از توابع شهر دلوار استان بوشهر را برای نخستین بار اجرا نمود .

۴- نتیجه‌گیری

باتوجه به موضوع تحقیق برای ساخت بتن سازه ای و مقاوم جهت احداث پهلوگیر اسکله در سواحل خلیج فارس با استفاده از ویژگی آب مغناطیسی پیشـــینه تهیه و کاربرد آب مغناطیســـی و اثرات مثبت آن در بهبود عملکرد مورد بررســـی قرار گرفت.، تاثیر آب مغناطیســـی

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]
[DOI: 10.21859/jces.2.3.16]

بر عملکرد بتن از جمله اهدف این تحقیق بود . دراین راســـتا ســـعی شـــد تا تاثیر آب مغناطیسی بر زمان گیرش خمیر بتن، کارائی خمیر بتن ، مقاومت فشـاری بتن ، در حالات مختلف نسـبت آب به سیمان مورد ارزیابی قرار گیرد. در ادامه به بررسی نتایج این تحقیق پرداخته می شود.

اســـتفاده از آب مغناطیســـی زمان گیرش اولیه را تا ۵۰ ٪ زمان گیرش ثانویه را تا ۱۹٪کاهش می دهد.که این کاهش زمان گیرش باعث می شود نفوذ یون کلر به بتن به حداقل برسد . همانطور که مشخص هست بعد از زمان گیرش ثانوی مراحل عمل آوری بتن شروع می شود و هرچقدر زمان عمل آوری بتن کمتر باشد تهدید یون های مضر به بتن کمتر خواهد بود .

میزان آب به ســـیمان بهینه که حداکثر مقاومت ســـیمان ســـخت شده را تامین می کند برابر ۰/۴۵ می باشد.

بـــا افزایش عیـــار ســـیمـــان میزان افزایش مقـــاومـــت بتن بـــا آب مغناطیســـی نســـبت به بتن معمولی فزاینده اســـت. بعبارت دیگر، در عیار های سـیمان بالا، همه ذرات سـیمان قادر به عمل هیدراسیون نیسـتند، ولی آب مغناطیسی این فرصت را برای درصد بالاتری از سیمان فراهم کرده و به همین دلیل نرخ افزایش مقاومت با افزایش عیار سیمان در بتن با آب مغناطیسی بالاتر است.

افزایش مقاومت ناشی از کاربرد آب مغناطیسی در بتن ۷روزه تا ۲۰٪ ودر بتن ۲۸روزه تا ۱۴٪می باشـد. کاربرد آب مغناطیسی سرعت هیدراسیون را بیشتر نموده بطوری که نرخ افزایش مقاومت بامقاومت ۷روزه بیشتر از مقاومت ۲۸روزه است.با توجه به اجرای سازه های مشابه از نظر جنس و مقدار مسالح بتن مشابه در سواحل خلیج فارس توصیه میگردد به جهت مقاومت فشاری بشتر و نفوذ پذیری کمتر یون های مضر چنانچه از نتایج حاصل این تحقیق استفاده گردد.شاهد اجرای سازه های پایدار تری خواهیم بود.

مراجع

[۱]احسان دوست ،محمد رضا،زارع،ابراهیم "مطالعه آزمایشگاهی اثرات دراز مدت نفوذ یون کلراید بردوام بتن در مناطق سواحل خلیج فارس" اولین همایش بین المللی عمران،معماری وشهرسبز پایدار ۱۳۹۶.

[۲]احسان دوست،محمدرضا،مزارعی،محسن،احسان دولت الهه "مطالعه بر اثر یون های کلرید در خوردگی سازه های بتن مسلح در محیط دریایی خلیج فارس" سومین کنگره بین المللی علوم زمین و توسعه شهری " ۱۳۹۵.

[۳]مهردادی، ناصر، باغوند، اکبر، امیری، محمدجواد، رسولی منش، محمد " بررسی خوردگی بتن در سواحل دریا " اولین کنفرانس بین المللی صنعت سیمان، انرژی ومحیط زیست ۱۳۹۱.

[۴]رهگذر، محمدعلی، زمانی، محسن "عملکرد وخواص بتن با آب مغناطیسی" تحقیقات بتن، بهار وتابستان ۱۳۹۴.

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]

[DOI: 10.21859/jces.2.3.16]

Journal of Civil Engineering and Structures ISSN (Online): 2588-3283

Case Study

Structural concrete for Gulf Coast and harbor pier Khorashahab port using water magnetic

Mostafa Ghazi Moradi[1], Ebrahim Ahmadi[2]

ARTICLEINFO

Article history
Received 14 July, 2018
Accepted 3 November, 2018

Key words:
Magnetic water
Processing
Ion chloride
Compressive resistance
Primary and secondary hardening time
Sour water

ABSTRACT

Today concrete is one of the most important industrial production of human beings in the field of construction. Improving the concrete profile is always one the basic issues of the science of structural engineers are in today's world. Improve water features, It is the opinion of the researchers in this field as one of the building blocks of concrete. Magnetic water is referred to as water passing through the magnetic field its physical characteristics have changed. According to research results, increased resistance due to the use of magnetic water in concrete is 7 days resistant to 20% and in concrete for 28 days up to 14%. Using hydrostatic water is more hydrated so that the resistance increase rate with a 7-day resistance is greater than the 28-day resistance. Finally, use water the magnetic down time reduces its initial acquisition time by up to 50% of its secondary acquisition time to 19%, which reduces the time it takes the chlorine ion penetration to concrete will be minimized. As it is known, after the time of the secondary acquisition of the operating procedures concrete starts, and the less concrete time it takes, the lesser the chlorine ion will be in concrete. Research methodology as study of common mixing patterns in coastal zone concreting, laboratory results and choosing the best water mixing scheme magnet. The purpose of this the research and necessity of this study is to study the results of the research on the construction of concrete components deep in salt water (Sea) (for the purpose of implementing the harbor of the pier of Shahab port of Delvar city of Bushehr province as a case study to achieve real and objective research results.

Corresponding author:
E-mail addresses: m.g.mradir@alum.semnan.ac.ir

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]

[DOI: 10.21859/jces.2.3.16]