تحقیقات بتن
سال یازدهم، شمارهٔ سوم
پاییز ۹۷
ص ۵۳ – ۴۱
تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۱۷
تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۷

بررسی پارامترهای مقاومت و دوام روسازی بتن غلتکی با استفاده از ماسه لایروبی شده خلیج فارس(مجتمع بندری شهید رجایی)

سعید مرادی*
فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی عمران- مهندسی سواحل، بنادر و سازه‌های دریایی دانشگاه هرمزگان
شهره شاهنوری
استادیار دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه هرمزگان
سید طاها طباطبایی عقدا
عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
سیروس ارشادی
استادیار دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه هرمزگان

چکیده

بتن غلتکی، بتنی با اسلامپ صفر است که در بتن ریزی‌های حجیم نظیر بتن‌ریزی سدها مورد استفاده قرار می‌گیرد که با تغییر در میزان و اندازه سنگ‌دانه‌ها و مقدار مصالح و نوع عمل‌آوری، جهت احداث معابر شهری و اتوبان‌ها، محوطه کارگاه‌های صنعتی و اسکله‌ها جهت بارگذاری، نوع ویژه‌ای از کاربرد این بتن با نام روسازی بتن غلتکی مطرح می‌گردد. در این مقاله سعی بر آن است که علاوه بر ارائه مزایای بیشتر رویه‌های بتنی در مقایسه با رویه‌های آسفالتی، به‌دلیل مضرّات زیست‌محیطی دپو ماسه لایروبی دریا در حواشی ساحل و همچنین دسترسی محدود به معادن سنگ‌دانه طبیعی در حاشیه خلیج فارس و دریای عمان از این نوع مصالح جهت تولید محصولی مفید استفاده گردد. ازاین‌رو آزمایش‌های مقاومت فشاری، نفوذپذیری آب تحت فشار، جذب آب کل و آزمایش سولفات سدیم۵٪ در دو دوره شش‌ماهه و یک‌ساله، بر روی ۲۴ طرح اختلاط جمعاً به تعداد ۵۰۴ آزمونه با درصدهای مختلف (۱۵-۲۵-۳۵-۵۰ و۱۰۰ درصد) از ماسه لایروبی دریا (مطالعه موردی مجتمع بندری شهید رجایی بندرعباس)، با سه نوع تیپ سیمان پرتلند، الیاف پلیمری و سرباره کوره ذوب‌آهن انجام گرفت و نتایج آن با بتن شاهد (بتن ساخته‌شده با ماسه معدن) مقایسه گردیده است. نتایج حاکی از مقاومت و دوام بیشتر آزمونه‌ها، با جای‌گزینی ۱۵٪ ماسه لایروبی دریا نسبت به ماسه معدن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: **روسازی بتن غلتکی، ماسه لایروبی دریا، آزمایش نفوذپذیری، آزمایش سولفات، خلیج فارس.**

* نویسنده مسئول: saeed.moradi69@yahoo.com

۱- مقدمه

همه‌ساله به دلایل مختلف ازجمله توسعه بنادر، ایجاد و بازسازی کانال پهلوگیری کشتی‌ها و .. حجم بسیاری از ماسه لایروبی دریا (DMS)[1]در حواشی سواحل دپو می‌گردد که مدیریت این حجم مصالح و انباشته شدن آن‌ها طی سالیان هم ازنظر زیست‌محیطی و هم ازنظر طرح توسعه آتی بنادر دارای خسارات زیست‌محیطی و مالی فراوان است. لایروبی ماسه دریا (جهت دسترسی به عمق مناسب و وسعت دادن کانال‌ها) معمولا به‌منظور انجام فعالیت‌های تعمیر و نگهداری در بسیاری از بنادر سراسر جهان مورد نیاز است که انجام این فرآیند ممکن است اثرات مهمی بر محیط زیست داشته باشد. با توجه به حجم عظیمی از ماسه‌های انباشته شده توسط لایروبی، دستورالعمل‌هایی در سطح بین المللی توسعه یافته که با ارائه یک کاربرد پایدار جهت دریا و اکوسیستم‌های دریایی به دنبال دستیابی به یک وضعیت زیست‌محیطی مناسب در تمام آب‌ها است. ماسه دریا در زمینه‌های مختلفی از جمله تثبیت کننده‌های ساحلی، دوباره پرکردن ساحل، تولید مصالح ساختمانی (خاک‌رس، آجر و مصالح) و یا ساخت‌وساز مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ برخی از کارهای صورت گرفته نشان می‌دهد که امکان استفاده از ماسه دریا در ساخت‌وساز و روسازی بنادر وجود دارد.

اینک، با توجه به این‌که بسیاری از مصالح مورد استفاده در ساخت بتن از معادن و یا رودخانه‌های آبرفتی به دست می‌آید و امروزه استفاده از این منابع دارای محدودیت‌ها و هزینه زیاد استخراج و حمل و نقل و اثرات زیان باری برای محیط زیست است و همچنین با توجه به کمبود مصالح مورد نیاز بالاخص در جزائر و بنادر، یک راه‌حل راهبردی و جایگزین، استفاده از ماسه دریا به جای ماسه معادن می‌باشد که موجب به‌کارگیری مصالح بلااستفاده و مدیریت حجم وسیعی از ماسه لایروبی و انباشته شده می‌باشد که در اثر جریان باد باعث تشکیل غبار و ریزگردها و عوامل مخرب زیست‌محیطی می‌شود. در ادامه مروری بر تحقیقات گذشتگان و نتایج آن‌ها در داخل و خارج از کشور خواهیم داشت.

تاکنون تحقیقاتی توسط شکرچی‌زاده و همکارانش انجام گرفته است که هدف از این تحقیقات آزمایشگاهی کاربردی‌تر کردن استفاده از بتن غلتکی در صنعت راه‌سازی کشور بوده و امکان مصرف مصالح غیر شسته در رویه‌های این بتن بررسی‌شده است. در این تحقیقات ابتدا درصد بهینه‌ای از مصالح ریزدانه (فیلر طبیعی) تعیین شد و در پایان فیلر طبیعی به‌عنوان بخشی از مصالح ریزدانه در درصد بهینه ۷/۵٪ سبب بهبود خواص مقاومتی شد و همچنین مصالح با خاصیت غیر خمیری، درصورتی‌که مقدار مصالح ریزتر از الک ۲۰۰ آن‌ها کمتر از حد بیشینه ۷/۵ ٪ باشد می‌توانند در مخلوط‌های بتن غلتکی بدون شستشو مصرف شوند که در این حالت دارای مشخصات مکانیکی و دوام خوبی هستند. فوق روان کننده‌ها نیز تأثیرات زیادی در روانی و مقاومت فشاری مخلوط‌ها با مصالح غیر شسته داشتند[۱].

یکی از کاربردهایی که به‌تازگی موردتوجه قرارگرفته است استفاده از مصالح آسفالت بازیافتی در مخلوط‌های سیمانی ازجمله بتن بوده که مورد ارزیابی پژوهشگران واقع شده است؛ این در حالی است که مصالح خرده آسفالت بازیافتی به‌طور متداول در جاده‌ها و راه‌ها یافت شده و ازاین‌رو مطلوب است که بتوان آن‌ها را در مخلوط‌های متداول مورداستفاده در ساخت روسازی راه‌ها استفاده کرد. ازاین‌رو بتن غلتکی که مخلوطی بتنی و دارای شرایطی منحصربه‌فرد از نظر اجرا و کم‌هزینه بودن است به‌عنوان مخلوط پایه انتخاب شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که استفاده از خرده آسفالت بازیافتی به‌عنوان بخشی از سنگدانه بتن غلتکی تأثیری بر روانی، تراکم‌پذیری، مقادیر سیمان و آب مخلوط نداشته است، اما مقاومت فشاری با افزایش هرچه بیشتر درصد استفاده از خرده آسفالت بازیافتی کاهش می‌یابد[۲].

فخری و همکاران در پژوهش‌های خود بیان داشتند که نوع روسازی بنادر تأثیر عمده‌ای بر دوام روسازی و همچنین بودجه موردنیاز برای ساخت آن دارد. در این مقاله گزینه‌های مختلف ساخت روسازی بنادر ازنظر اقتصادی با توجه به هزینه اولیه موردنیاز برای ساخت هر یک موردبررسی و مقایسه قرارگرفته است. مطالعه انجام‌شده نشان می‌دهد که اقتصادی‌ترین مقطع روسازی قابل استفاده در بنادر ایران با توجه به قیمت فعلی مصالح، یک مقطع روسازی متشکل از لایه رویه بتن غلتکی، اساس تثبیت‌شده با سیمان، اساس سنگدانه‌ای و قشر تقویتی است[۳].

1. Dredged Marine Sand.

در پژوهشی، لیمیرا[1] و همکارانش از سه نوع رویه بتنی مختلف برای روسازی پیاده‌رو بندری در اسپانیا استفاده کردند و تأثیر ماسه لایروبی دریا به‌عنوان یک نوع ماسه در تولید بتن تجزیه‌وتحلیل شد و خواص آن تعیین گردید؛ این سه رویه بتنی شامل c_1 و c_2 و c_3 می‌باشد که به ترتیب: نمونه بتن شاهد، بتن تولیدشده با ماسه اصلاح‌شده دریا، بتن تولیدشده با ماسه اصلاح‌شده دریا و الیاف پلاستیکی می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که خصوصیات بتن تولیدشده با ماسه لایروبی دریا به بتن شاهد نزدیک است[۴].

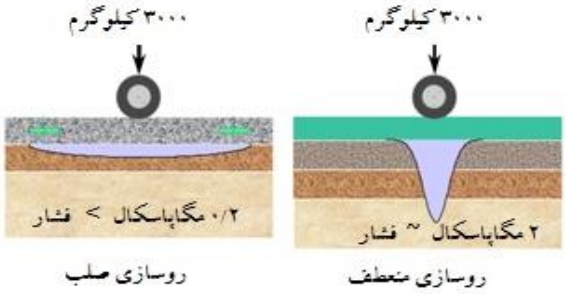
لیمیرا و همکاران همچنین در ساخت یک نوع ملات سیمان از سه نوع ماسه استفاده کردند. هدف از این تحقیق به ترتیب تأثیر افزودن ماسه لایروبی دریا بر پیوستگی و روانی بتن و تأثیر دانه‌های ریز اصلاح‌شده بر مقاومت فشاری در طرح اختلاط‌های مختلف سیمان است که در دو مرحله مورد آزمایش قرار می‌گیرد؛ مرحله نخست تعویض بخشی از ماسه معمولی به قطر ۰/۲ میلی‌متر و در بخش دوم تعویض بخشی از ماسه معمولی به قطر ۰/۵ میلی‌متر با ماسه لایروبی دریا می‌باشد. از مقایسه خصوصیات بتن تولیدشده با نمونه شاهد مشخص شد که حد بهینه جایگزینی از ماسه لایروبی دریا با ماسه معمولی، ۲۵٪ است[۵].

تحقیق پیش‌رو در سه مرحله قابل بیان است. ابتدا انجام آزمایشات و تعیین خصوصیات مربوط به مصالح، سپس ساخت آزمونه‌ها و عمل‌آوری به روش بتن غلتکی و در انتها انجام آزمایشات بر روی بتن سخت شده پس از ۲۸ روز عمل‌آوری. از آنجا که ماسه لایروبی هر منطقه با توجه به موقعیت جغرافیایی دارای خواص منحصر به فردی از جمله عناصر تشکیل دهنده، جذب آب و بعد سنگدانه می‌باشد، رفتار مکانیکی آنها متاثر از این خصوصیات است که خصوصیات این مصالح بصورت جداگانه بررسی و ارائه شده است.

در تحقیق پیش‌رو سعی بر آن است که به منظور تعیین ظرفیت باربری و دوام روسازی بتن غلتکی (RCCP)[2] جهت اجرا و کف‌سازی محوطه کانتینری اسکله شهید رجایی بندرعباس و معابر دسترسی حاشیه ساحل، با بکارگیری ماسه لایروبی و دپو شده دریا در این محوطه، در بتن،آزمایش‌های مقاومت و دوام بر روی آزمونه‌های بتنی ساخته شده انجام شود و نتایج کوتاه مدت و بلند مدت آن با بتن شاهد (بتن ساخته شده با ماسه معدن) مقایسه گردد. هدف از این پژوهش با توجه به عدم کارایی مفید مصالح لایروبی و دپو شده در ساحل و تاثیرات مخرب آن بر آب‌وهوا و محیط زیست منطقه، در چند حوزه قابل بیان می‌باشد.

۱- با توجه به شرایط آب و هوایی گرم وکارایی و مقاومت بیشتر رویه‌های صلب در مقایسه با رویه‌های منعطف که به درجه حرارت هوا حساس بوده و با نظر به تجاری بودن منطقه و صادرات و واردات و تردد زیاد تریلی‌های حامل کانتینر و سنگینی وسایل نقلیه که باعث موج انداختگی و خرابی روسازی راه میگردد، استفاده از رویه‌های صلب توجیه‌پذیرتر است. در شکل شماره ۱ نمونه‌ای از رویه منعطف به تصویر کشیده شده است و شکل شماره ۲ مقایسه‌ای بین بارگذاری رویه‌های صلب و منعطف را نشان می‌دهد.

شکل ۱- تصویر رویه‌ی آسفالتی و انعطاف‌پذیر در تغییرات آب‌وهوا، ایستگاه بی‌آرتی



شکل ۲- مقایسه توزیع تنش درروسازی منعطف وروسازی صلب[۶]

۲- به دلیل دپو حجم وسیعی از مصالح لایروبی (در حد میلیون‌ها متر مکعب) در ضلع جنوب غربی اسکله، طرح توسعه بندر شهید رجایی با چالش مهمی روبروست که نقل و انتقال این حجم از

۱.Jussara limeira

۲. Roller Compacted Concrete Pavement.

مصالح به هیچ‌جا امکان پذیر نبوده و مقرون به صرفه نیز نمی‌باشد. ازطرف دیگر این مسئله با جریان بادهای ساحلی باعث تشکیل ریزگرد و آلودگی‌های محیطی نیز میگردد (مصالح لایروبی دارای درصد ناچیزی فلزات سنگین نیز می‌باشد). شکل شماره ۳ لایروبی و دپو این نوع از مصالح را نشان می‌دهد.

شکل ۳- پمپاژ مصالح حاصل از لایروبی به ساحل و خارج از محدوده لایروبی

۳- به دلیل محدود بودن معادن سنگدانه استان هرمزگان و محدودیت برداشت از معادن طبیعی، استفاده از مصالح لایروبی آزمایش شده دریا، در بتن، مقرون به‌صرفه‌تر بوده و جایگزینی مناسب برای ریزدانه طبیعی بحساب می‌آید که خود محصول این منطقه است (مطالعه موردی بندر شهید رجایی بندرعباس).

۴- این طرح باعث کاهش استفاده از مشتقات نفتی نظیر قیر و امولیسیون‌های قیری می‌گردد.

۲- برنامه آزمایشگاهی

بخش اول قبل از ساخت آزمونه‌ها، تعیین و اندازه‌گیری خصوصیات مصالح می‌باشد.

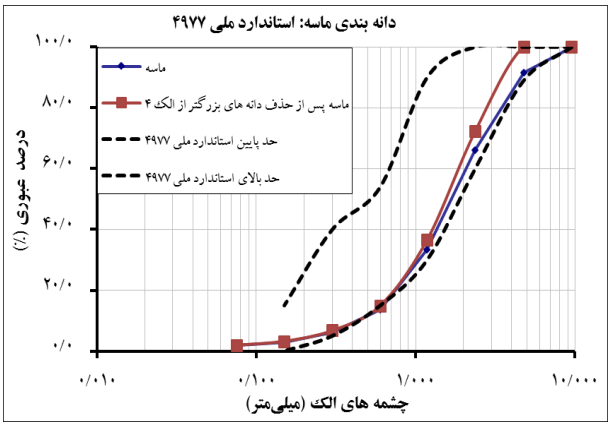
۲-۱- مصالح مصرفی

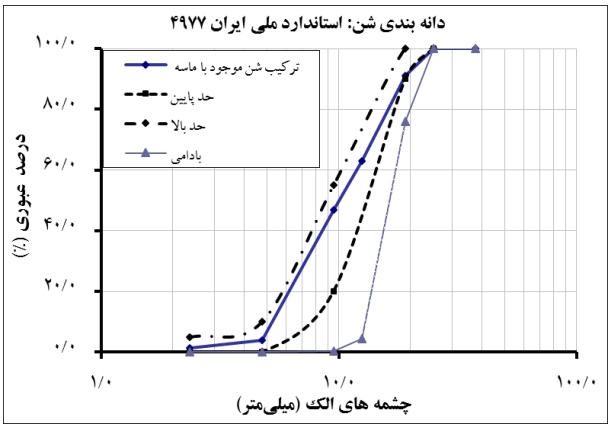
با توجه به تمرکز پروژه بر مصالح بتن که با اولویت سنگدانه‌ها بطور گسترده‌تر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، در ادامه به بررسی مشخصات سنگدانه‌ها می‌پردازیم.

۲-۱-۱- مصالح سنگی

مصالح سنگی مورد استفاده در ساخت بتن غلتکی در این تحقیق شامل، ماسه شسته میناب و شن ۱۰۰٪ شکسته شده است که بترتیب در نمودار شماره ۱ دانه‌بندی ماسه و در نمودار شماره ۲ دانه‌بندی شن ترکیب با ماسه نشان داده شده است. همچنین مشخصات ماسه لایروبی اسکله بندری شهید رجایی بندرعباس در بخش بعد توضیح داده شده است.

نمودار۱- دانه‌بندی سنگدانه ریز (ماسه معدن)





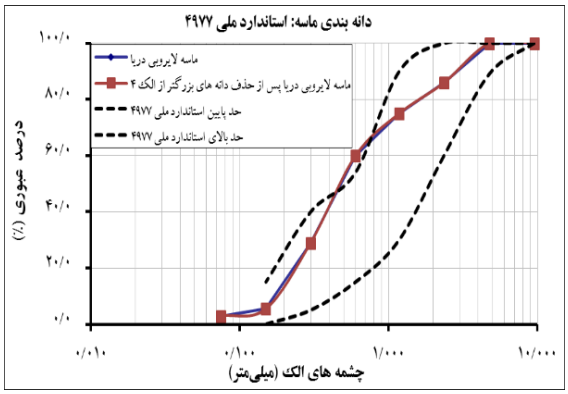
نمودار۲- دانه‌بندی سنگدانه درشت (شن)

۲-۱-۲- ماسه لایروبی دریا

ماسه لایروبی شده بندر شهید رجایی بندرعباس دارای مصالح گوناگون، درصدی از فلزات و انواع رسوبات دریایی بوده که به دلیل استفاده از این نوع مصالح به‌عنوان جایگزینی برای ریزدانه در بتن، از الک شماره ۴ عبور داده شده است. این مصالح با چگالی ۲/۷ به دلیل ساختار و خلل و فرج موجود دارای جذب آب بالا می‌باشند که مشخصات فیزیکی (دانه‌بندی) آن‌ها در نمودار شماره ۳، درصد فلزات سنگین در جدول شماره ۱ و ترکیبات شیمیایی ماسه دریا در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. همچنین برای یک انرژی تراکم مشخص، درصد رطوبت بهینه‌ای وجود دارد که در آن درصد رطوبت، خاک می‌تواند به بالاترین میزان تراکم خود دست یابد. در نمودار شماره ۴ میزان رطوبت بهینه ماسه لایروبی دریا نشان داده شده است.

۲-۱-۳- سایر مصالح

سیمان مورداستفاده در ساخت بتن مصرفی این پژوهش، سه تیپ سیمان شامل سیمان پرتلند پوزولانی ویژه، سیمان پرتلند تیپ ۲ و سیمان پرتلند تیپ ۵ می‌باشد. آب مصرف شده در این پژوهش نیز آب شرب شهر بندرعباس می‌باشد که با استاندارد ASTM C1602 [۸] مطابقت دارد. فوق روان‌کننده در این نوع بتن مورداستفاده قرار نگرفته و اسلامپ بتن صفر است. همچنین دراین آزمایش از سرباره کوره بلند ذوب آهن اصفهان (گذشته از الک ۲۰۰) به میزان ۱۵٪ وزنی سیمان در طرح اختلاط ۲۵٪ ماسه لایروبی دریا و الیاف پلیمری، نوع Kortta Fiber Emboss مخصوص بتن غلتکی به میزان ۴/۵ (kg/m^3) استفاده شده است.



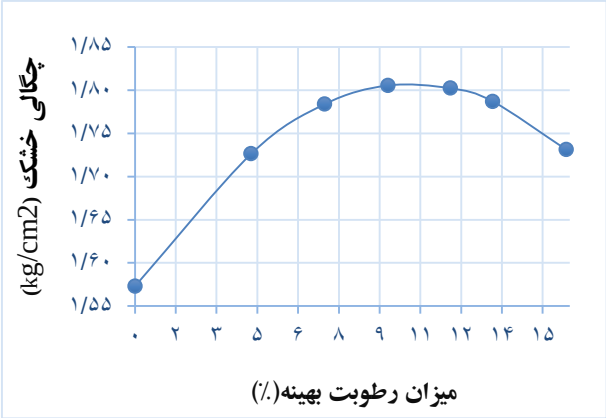
نمودار ۳- دانه‌بندی ماسه لایروبی دریا

جدول ۱- درصد فلزات سنگین ماسه لایروبی دریا

فلزات سنگین ماسه دریا (٪)	Ag	As	Ca	Cd	Ce
واحد (ppm)	<۰/۱	۱۰	<۳	<۰/۵	۹
فلزات سنگین ماسه دریا (٪)	La	Li	Mn	Mo	Ni
واحد (ppm)	۵	۴	۵۷۱	۲	۲۱
فلزات سنگین ماسه دریا (٪)	Co	Cr	Cu	Fe	P
واحد (ppm)	۶	۲۶	۱۰	>۳	۴۶۹
فلزات سنگین ماسه دریا (٪)	Pb	S	Sb	Yb	Zn
واحد (ppm)	۷	۱۴۲۸	۴	۱	۱۷
فلزات سنگین ماسه دریا (٪)	Sc	Sn	Th	V	Y
واحد (ppm)	۲	<۱	۲	۲۴	۵

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی ماسه لایروبی دریا

ترکیبات شیمیایی ماسه دریا	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	SO_3
درصد مواد محلول(٪)	۰/۶	۳/۲۱	۳/۳	۱۳/۵	۰/۳۳
ترکیبات شیمیایی ماسه دریا	Cl	K_2O	CaO	Fe_2O_3	
درصد مواد محلول(٪)	۰/۲	۰/۵	۳۹/۸	۲/۶	



نمودار ۴- منحنی رطوبت بهینه ماسه لایروبی دریا

۲-۲- طرح اختلاط و تعداد آزمونه‌ها

در این پژوهش، درمجموع تعدادآزمونه‌های مکعبی ۱۵*۱۵*۱۵ و ۱۰*۱۰*۱۰سانتی‌متری هر طرح اختلاط بتن ۲۱ عدد می‌باشد. با توجه به ۸ طرح اختلاط برای یک تیپ سیمان، دارای ۱۶۸ آزمونه مکعبی هستیم و با توجه به ۳ تیپ سیمان جمع کل آزمونه‌ها ۵۰۴ عدد آزمونه مکعبی می‌باشد که مورد چهارآزمایش به شرح جدول شماره ۳ قرار گرفته‌اند و میزان استفاده از مصالح در یک مترمکعب بتن غلتکی در جدول شماره ۴ نشان داده شده است. بتن غلتکی به دلیل کارایی کمتر به ریزدانه بیشتری جهت طرح اختلاط نهایی نیاز دارد که در این تحقیق نسبت مصالح ریز (ماسه) ۶۰٪ و مصالح درشت (شن) ۴۰٪ (۲۴٪ شن نخودی– ۱۶٪ شن بادامی) از کل سنگدانه‌ها در نظر گرفته شده است. همچنین مقدار مواد سیمانی بر اساس الزامات مقاومت و دوام مورد نظر در روسازی تعیین می‌شود که این مقدار بین ۲۰۸ تا ۳۵۶ کیلوگرم بر مترمکعب است [۹].

جدول ۳- مشخصات و تعداد آزمونه‌ها، تعداد آزمایشات، مواد بکار رفته و درصد جایگزینی ماسه دریا در یک تیپ سیمان

شماره طرح اختلاط	آزمایشات طرح اختلاط	مقاومتفشاری	نفوذپذیری	جذب آب کل	سولفات سدیم ۵٪	جمع هر طرح اختلاط
۱	بتن شاهد	۳	۳	۳	۱۲	۲۱
۲	بتن با ۱۵٪ ماسه دریا	۳	۳	۳	۱۲	۲۱
۳	بتن با ۲۵٪ ماسه دریا	۳	۳	۳	۱۲	۲۱
۴	بتن با ۲۵٪ ماسه دریاوسرباره	۳	۳	۳	۱۲	۲۱
۵	بتن با ۲۵٪ ماسه دریا	۳	۳	۳	۱۲	۲۱
۶	بتن با ۳۵٪ ماسه دریا	۳	۳	۳	۱۲	۲۱
۷	بتن با ۵۰٪ ماسه دریا	۳	۳	۳	۱۲	۲۱
۸	بتن با۱۰۰٪ ماسه دریا	۳	۳	۳	۱۲	۲۱

جدول ۴- طرح اختلاط بتن شاهد در یک متر مکعب بتن غلتکی

کد طرح	عیار سیمان (kg/m^3)	w/c	ماسه (kg/m^3)	شن ریز (kg/m^3)	شن‌درشت (kg/m^3)
۱	۳۵۰	۰/۳۵	۱۱۱۱	۴۴۰	۳۰۸

۲-۳- ساخت آزمونه‌ها

در هر مرحله از ساخت، ابتدا میزان رطوبت نسبی مصالح سنگی براساس استاندارد ASTM C56 [۱۰] و میزان چگالی و جذب آب مصالح طبق استاندارد ASTM C128-15 [۱۱] تعیین و پس از اصلاح طرح اختلاط، مصالح توزین و مخلوط شدند. دمای بتن تازه در محدوده ۲۷ الی ۳۲ درجه سلسیوس است. با توجه به اسلامپ صفر آزمونه‌های بتن غلتکی ، نحوه تراکم آن با توجه به نشریه ۳۵۴، طبق استاندارد ASTM D1557 [۱۲] با چکش پروکتور و به روش استاندارد در سه لایه و هر لایه با ۵۶ ضربه متراکم گردیده است. اطلاعات بدست آمده از هر طرح اختلاط و هر یک از آزمایشات، حاصل میانگین داده‌های سه نمونه مکعبی یکسان است.

بتن غلتکی در حالت تازه باید قابلیت تحمل وزن غلتک را جهت تراکم آن داشته باشد، از اینرو بتنی است بسیار سفت و خشک که میزان آب آن بسیار کمتر از بتن‌های معمولی است لذا روش‌های معمول تعیین روانی و کارآیی نظیر آزمایش اسلامپ برای این نوع بتن قابل کاربرد نیست. روشی که برای اندازه‌گیری کارآیی بتن غلتکی توسعه یافته است روش تعیین روانی با آزمایش وی‌بی اصلاح شده (VeBe) طبق استاندارد ASTM C1170 می‌باشد [۹]. در این آزمایش از دستگاه وی‌بی استاندارد همراه با یک سربار استفاده می‌شود. مدت زمان لازم که آزمونه تحت سربار تعیین شده بر روی میز ارتعاش در حال تراکم است تا خمیر سیمان بتن مشاهده شود معرف زمان وی‌بی است که با توجه به مراجع بین ۳۰ تا ۶۵ ثانیه می‌باشد.

زمان وی بی اصلاح شده در این پژوهش با وزن سرباره ۱۳/۳، در بتن شاهد ۵۰ ثانیه و در بتن حاوی ماسه دریا با افزایش میزان ماسه لایروبی دریا تا ۳۰ ثانیه کاهش می‌یابد. یعنی با افزایش میزان ماسه دریا، به دلیل گردگوشه و ریز بودن این نوع مصالح و با پر کردن فضای بین درشت دانه‌ها، بتن غلتکی روان‌تر و راحت‌تر متراکم می‌گردد. جدول شماره ۵ زمان وی بی اصلاح شده در تمام طرح اختلاط‌ها را نشان می‌دهد و مراحل ساخت آزمونه‌ها شامل اندازه‌گیری دما و رطوبت، تعیین اسلامپ و تراکم در شکل شماره ۴ نشان داده شده است.

شکل ۴- مراحل ساخت آزمونه‌ها

جدول ۵- زمان وی بی اصلاح شده در تمام طرح‌ها

	نام طرح	زمان وی بی (ثانیه)
۱	بتن شاهد	۵۰
۲	بتن با ۱۵٪ ماسه دریا	۴۶
۳	بتن با ۲۵٪ ماسه دریا	۴۳
۴	بتن با ۲۵٪ ماسه دریاوسرباره	۴۳
۵	بتن با ۲۵٪ ماسه دریا والیاف	۴۷
۶	بتن با ۳۵٪ ماسه دریا	۴۰
۷	بتن با ۵۰٪ ماسه دریا	۳۷
۸	بتن با ۱۰۰٪ ماسه دریا	۳۰

۲-۴- عمل‌آوری

آزمونه‌ها طبق نشریه ۳۵۴ راهنمای طراحی و اجرای بتن غلتکی در روسازی راه‌های کشور در دو حالت عمل‌آوری مرطوب و عمل-آوری خشک نگه‌داری شدند. در عمل‌آوری مرطوب، نگه‌داری آزمونه‌ها به مدت ۷ روز به وسیله‌ی گونی خیس و پوشش نایلونی بر روی آن بصورت هم‌زمان انجام گرفت و پس از آن در عمل‌آوری خشک آزمونه‌ها به مدت ۲۱ روز در محیط آزمایشگاه عمل‌آوری شدند. مراحل عمل‌آوری آزمونه‌ها در شکل شماره ۵ نشان داده شده است.

شکل ۵- مراحل عمل‌آوری مرطوب و خشک آزمونه‌ها

۲-۵- انجام آزمایشات

این بخش شامل دو مرحله آزمایش، بتن تازه و بتن سخت شده پس از ۲۸ روز عمل‌آوری می‌باشد.

۲-۵-۱- بتن تازه

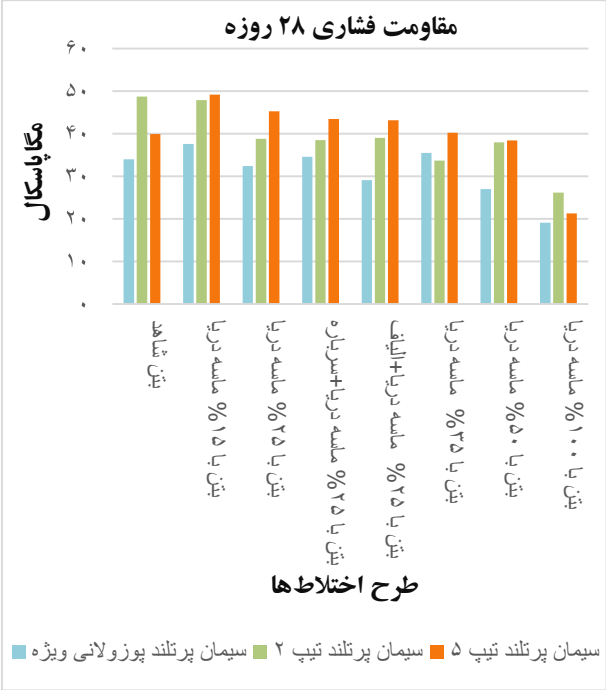
با توجه به این‌که دمای بتن تازه پارامتر تأثیرگذاری بر مقاومت فشاری و جذب آب بتن می‌باشد [۱۳]، با انجام آزمایش دما بر روی بتن تازه طبق استاندارد ASTM C1064 [۱۴] دمای بتن در محدوده ۲۷ الی ۳۲ درجه سلسیوس، رطوبت محیط به میزان ۶۸٪ و دمای محیط نیز ۲۶ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد.

۲-۵-۲- بتن سخت شده

در این مرحله آزمونه‌های بتنی پس از عمل‌آوری در دو حالت مرطوب (گونی خیس) و خشک (محیط آزمایشگاه) مورد آزمایش قرار گرفت.

۲-۵-۲-۱- آزمایش مقاومت فشاری

مهم‌ترین معیار مرغوبیت بتن غلتکی در ساخت روسازی‌های بتنی آزمایش مقاومت فشاری طبق استاندارد ASTM C39 [۱۵] می-باشد. در این پروژه مقاومت فشاری آزمونه‌ها پس از عمل‌آوری مرطوب و خشک، در سن ۲۸ روز اندازه‌گیری شد که نتایج آن برای هر سه تیپ سیمان پرتلند در نمودار شماره ۵ آورده شده است.



نمودار ۵- مقاومت فشاری آزمونه‌های سیمان پرتلند پزولانی ویژه، پرتلند تیپ۲ و پرتلند تیپ۵

در این نمودار در سیمان پرتلند پوزولانی ویژه، شاهد افزایش مقاومت بتن با جایگزینی ۱۵٪ ماسه لایروبی دریا نسبت به بتن شاهد می‌باشیم، همچنین مقاومت فشاری طرح اختلاط‌ها با جایگزینی ۲۵٪ ماسه لایروبی دریا، ۲۵٪ ماسه لایروبی دریا به همراه سرباره و ۳۵٪ ماسه لایروبی دریا از مقاومت بتن شاهد نیز بیشتر است. در سیمان پرتلند تیپ ۲ شاهد افزایش مقاومت فشاری بتن شاهد نسبت به سایر طرح اختلاط ها هستیم اما این افزایش مقاومت، به بتن با ۱۵٪ ماسه لایروبی دریا بسیار نزدیک است و می‌تواند جایگزین مناسبی برای بتن ساخته شده با ماسه معدن باشد.

در سیمان پرتلند تیپ ۵ مقاومت فشاری مطلوبی از ۱۵٪ ماسه لایروبی دریا در مقایسه با بتن شاهد را مشاهده می‌کنیم که این روند در طرح اختلاط‌های دیگر و حتی بتن با ۵۰٪ ماسه لایروبی دریا نیز به وضوح مشخص است.

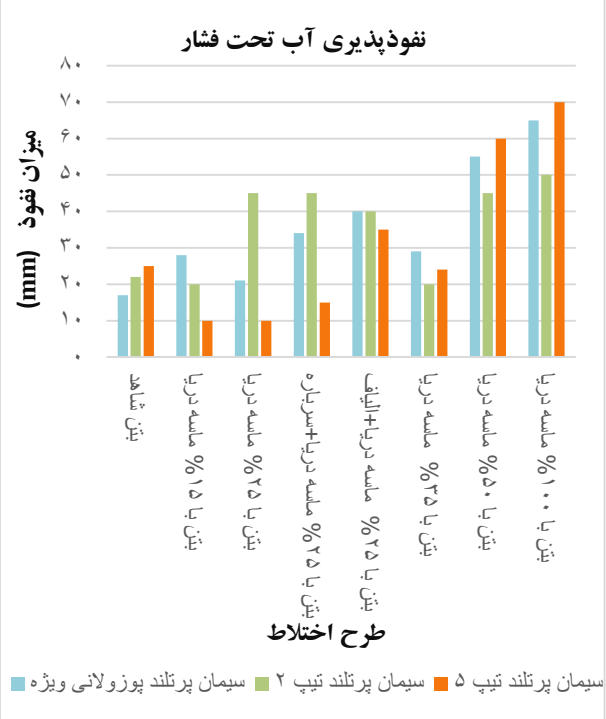
در واقع مقایسه نتایج مقاومت فشاری سه تیپ سیمان حاکی از آن است که بهترین نوع سیمان در ترکیب با ماسه دریا، سیمان ضد سولفات تیپ ۵ می‌باشد که در طرح اختلاط شماره ۲ (۱۵٪ ماسه لایروبی دریا) حداکثر مقاومت را از خود نشان داده است که گویای بیشترین سازگاری و بیشترین تراکم با این میزان جایگزینی ماسه لایروبی دریا می‌باشد.

این نتایج امکان استفاده از ماسه لایروبی دریا بجای ریزدانه در روسازی بتن غلتکی را نشان می‌دهند و حداقل مقاومت فشاری لازم نشریه ۳۵۴ را ارضا می‌کند اما با افزایش میزان ماسه لایروبی روند مقاومت بتن سیر نزولی خواهد داشت.

۲-۵-۲-۲- آزمایش نفوذپذیری آب تحت فشار

یکی از مسائل مهم در طراحی سازه‌های جدید و ارزیابی سازه‌های بتنی موجود، دوام بتن است. تعیین نفوذپذیری به‌عنوان یکی از معیارهای بررسی دوام بتن در آیین‌نامه‌های مختلف موردتوجه قرارگرفته است. در این قسمت از پژوهش نتایج حاصل از آزمایش تعیین عمق نفوذ آب تحت‌فشار که یکی از شاخص‌های مهم نفوذپذیری در آیین‌نامه‌ها است، ارائه گردیده است. این آزمایش جهت بررسی عمق نفوذ احتمالی آب در بتن‌های معمول (با فشار۶ bar) انجام می‌گردد اما در خصوص بتن غلتکی هیچ‌گونه پیشنهاد یا الزامی در آیین‌نامه‌های مربوطه و نشریه ۳۵۴ (راهنمای طراحی و اجرای بتن غلتکی در روسازی راههای کشور) از سوی وزارت راه و شهرسازی به آن نشده است. درواقع استانداردی در خصوص این آزمایش برای این نوع بتن تعریف نشده است. لیکن جهت مشاهده و بررسی، آزمایش تعیین عمق نفوذ آب تحت‌فشار طبق استاندارد BS EN 12390-8 [۱۶] بر روی آزمونه‌های بتن غلتکی انجام گرفت که نتایج آن برای هر سه تیپ سیمان پرتلند در نمودار شماره ۶ آورده شده است.

نتایج حاصل از نمودارها و انجام این آزمایش بر روی نمونه‌های بتن غلتکی ثابت می‌کند آزمایش نفوذپذیری تحت‌فشار برای بتن غلتکی نتایج مطلوب و قابل استنادی به‌دست نمی‌دهد. در اینجا می‌بینیم که در اختلاط ۳۵٪ ماسه لایروبی دریا در هر سه تیپ سیمان پرتلند کاهش نفوذ داریم و با افزایش درصد ماسه لایروبی در طرح اختلاط‌های ۵۰٪ و ۱۰۰٪ ماسه لایروبی دریا، نفوذپذیری به دلیل برهم خوردن دانه‌بندی بتن افزایش می‌یابد اما در دیگر طرح اختلاط‌ها ناپیوستگی و عدم وجود سیر قابل‌تحلیلی از نفوذ (سیر صعودی یا نزولی) می‌تواند به‌دلیل تعریف نشدن این نوع آزمایش برای این نوع بتن باشد. ناپیوستگی می‌تواند به‌دلیل نسبت آب به سیمان و عدم روانی بتن، نوع عمل‌آوری و نداشتن سطحی هموار در نمونه‌ها باشد. بنابراین علی‌رغم اینکه آزمایش نفوذپذیری آب تحت‌فشار برای آزمونه‌های بتن غلتکی با این شرایط قابل توصیه به نظر نمی‌رسد، جای تحقیق بیشتر برای آیندگان با در نظر گرفتن عوامل تاثیرگذار از جمله پیوستگی سنگدانه‌ها با خمیر سیمان، وجود دارد.

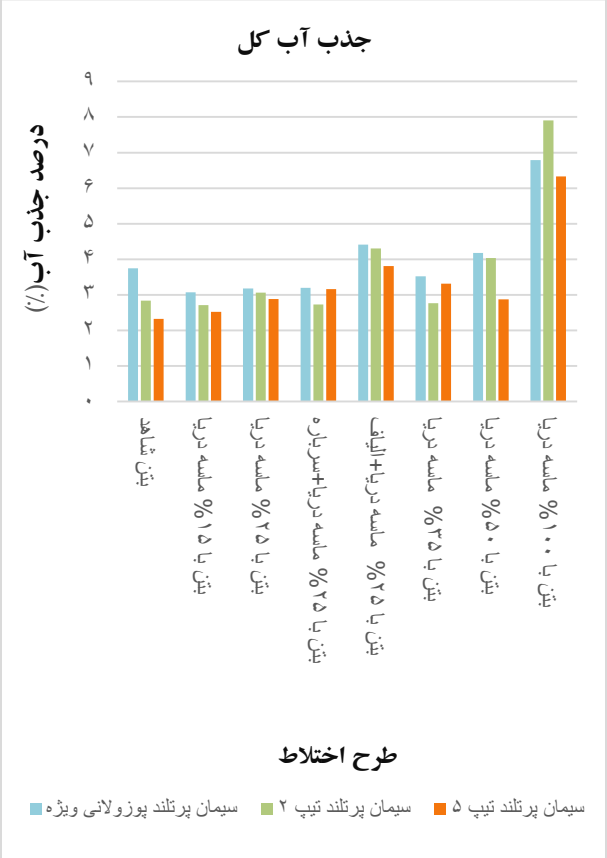


نمودار ۶- نفوذپذیری تحت فشار آزمونه‌های سیمان پرتلند پزولانی ویژه، پرتلند تیپ۲ و پرتلند تیپ۵

۲-۵-۲-۳- آزمایش جذب آب کل

جذب آب یکی از مشخصات بتن است که بیانگر خصوصیات ریزساختار آن ازلحاظ خلل و فرج و پیوستگی آن‌ها باهم

می‌باشد. اکثر واکنش‌های مخربی که در بتن به مرور زمان اتفاق می‌افتد به علت نفوذ آب است و همواره آب یک عامل آغازکننده یا تسریع کننده واکنش‌های مخرب در بتن بوده است. در نمودار شماره ۷ نتایج آزمایش جذب آب کل طبق استاندارد ASTM C642 [۱۷]، برای سه تیپ سیمان پرتلند با یکدیگر مقایسه شده است.



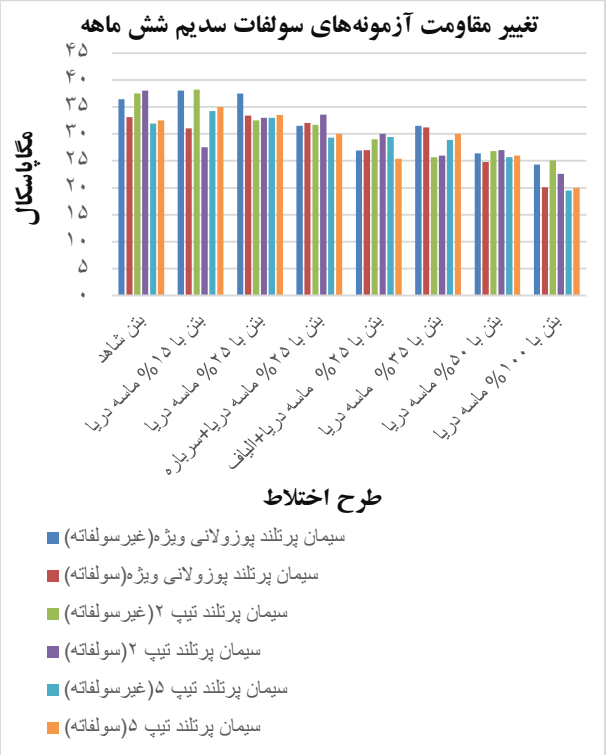
نمودار ۷- جذب آب کل آزمونه‌های سیمان پرتلند پزولانی ویژه، پرتلند تیپ۲ و پرتلند تیپ۵

در این آزمایش اطلاعات هر طرح اختلاط حاصل میانگین سه نمونه مکعبی ۱۰*۱۰*۱۰ سانتی‌متری می‌باشد. در نمودارهای به‌دست‌آمده از آزمونه‌های حاوی سیمان پرتلند پوزولانی ویژه و سیمان پرتلند تیپ ۲ مشاهده می‌شود بتن حاوی ۱۵٪، ۲۵٪ و ۲۵٪ ماسه لایروبی دریا به اضافه ۱۵٪ سرباره دارای حداقل جذب آب و کمتر از بتن شاهد (بتن ساخته‌شده با ماسه معدن) یا نزدیک به آن بوده و در نمودار آزمونه‌های حاوی سیمان پرتلند تیپ ۵ در طرح اختلاط ۱۵٪ ماسه لایروبی دریا میزان جذب آب بسیار نزدیک به بتن شاهداست، که این نتایج می‌تواند حاکی از پر شدن خلل و فرج موجود در بتن با این میزان از مصالح بوده و در بتن حاوی الیاف شاهد جهش قابل‌توجهی در میزان جذب آب هر سه تیپ سیمان هستیم که نشان‌دهنده یکی از مشکلات الیاف است که بتن حاوی این نوع الیاف داری جذب آب بیشتری می‌باشد. درواقع افزودن این نوع الیاف به بتن غلتکی باعث ایجاد رگه‌هایی از بدنه تا عمق نمونه گردیده که پس از تماس با آب یا قرارگیری در محیط مرطوب، آب از طریق این رگه‌ها و به‌صورت مویینه تا عمق بتن نفوذ می‌کند و در طولانی‌مدت در اثر ذوب و انجماد باعث متلاشی شدن بتن گردیده و یا در بتن مسلح باعث تسریع در خوردگی میلگرد خواهد شد. در ضمن با افزایش میزان جایگزینی مصالح لایروبی به بتن، روند جذب آب بتن سیر صعودی داشته که نسبت به بتن شاهد به چندین برابر می‌رسد و این روند در طرح اختلاط‌های با درصد جایگزینی بالای ماسه لایروبی حاکی از برهم خوردن توزین متناسب مصالح سنگی و عدم تراکم حداکثر آن بوده که باعث عدم هم‌پوشانی و پیوستگی مصالح درشت‌دانه و ریزدانه در بتن می‌باشد که باعث کاهش مقاومت فشاری بتن حاوی ماسه لایروبی نسبت به بتن شاهد نیز می‌گردد.

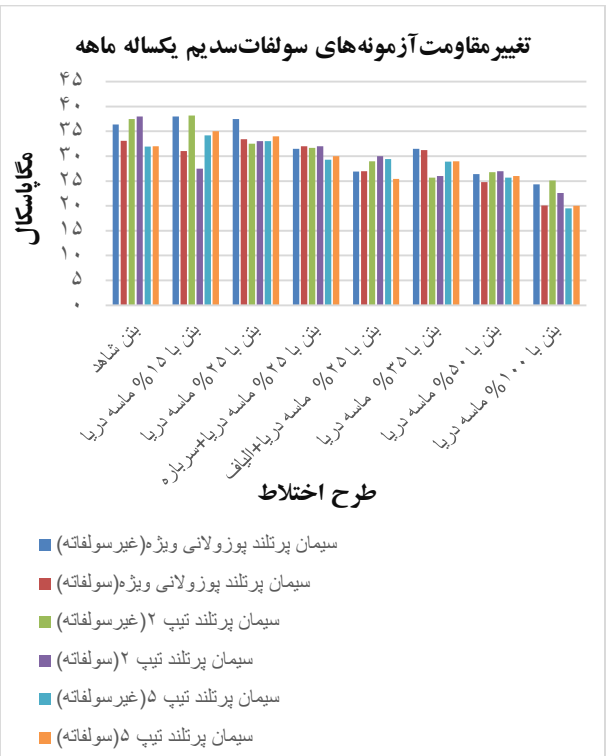
۲-۵-۲-٤- آزمایش سولفات سدیم ۵٪

آزمایش سولفات جزء آزمایش‌های دوام بتن در برابر عوامل محیطی بخصوص در شرایط جوی حاشیه خلیج‌فارس می‌باشد که دارای اهمیت بسیار است. عوامل محیطی و شوری خاک و آب مناطق بندری تأثیر زیادی بر دوام بلندمدت بتن دارد که باعث سولفاته شدن و خوردگی سازه‌های بتنی می‌گردد. پژوهش حاضر آزمایش سولفات سدیم ۵٪ را طبق نشریه ۳۵۴ [۹] در دو فاز تغییر وزن و اندازه‌گیری مقاومت فشاری آزمونه‌های بتنی، در دو دوره زمانی شش ماه و یک سال مورد مطالعه قرار داده است. در ادامه ابتدا آزمایش مقاومت فشاری آزمونه‌های قرارگرفته در محیط سولفات سدیم بررسی‌شده و با آزمونه‌های قرارگرفته در آب شرب شهری (محلول بدون سولفات) در همان دوره مقایسه می‌گردد. در بخش دوم نیز آزمایش تغییرات وزن آزمونه‌های قرارگرفته در محیط سولفاته و محیط بدون سولفات (آب شرب شهری) در همان دوره تحلیل و با یکدیگر مقایسه می‌گردد. این آزمایش برای هر سه تیپ سیمان پرتلند پوزولانی ویژه، پرتلند تیپ ۲ و پرتلند تیپ ۵ در نمودارهای شماره ۸الی ۱۱ به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته است.

۱- مقایسه مقاومت فشاری آزمونه‌ها



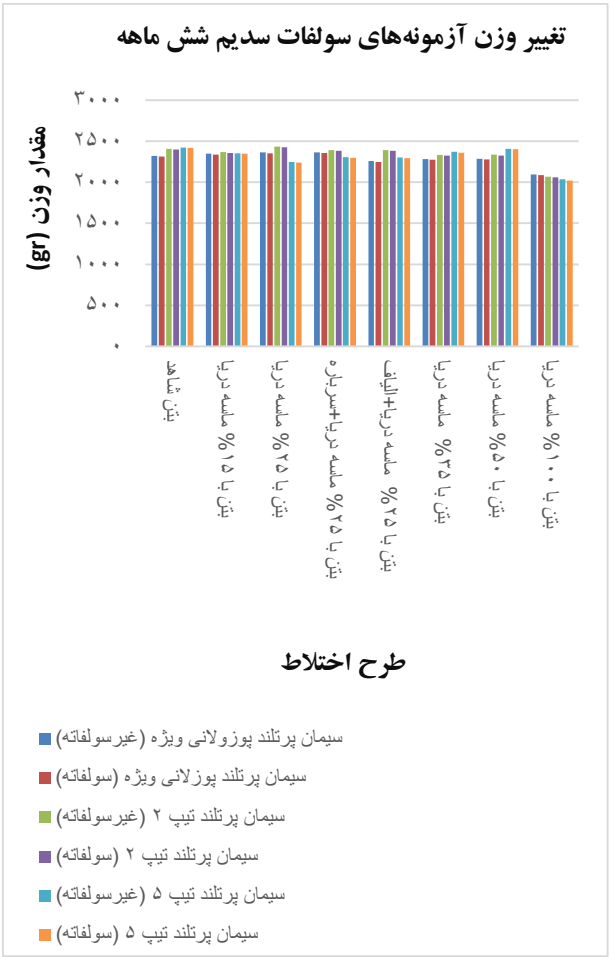
نمودار ۸- مقاومت قشاری آزمونه‌های سولفات سدیم شش ماهه حاوی سیمان پرتلندپزولانی ویژه،پرتلندتیپ۲ و پرتلندتیپ۵



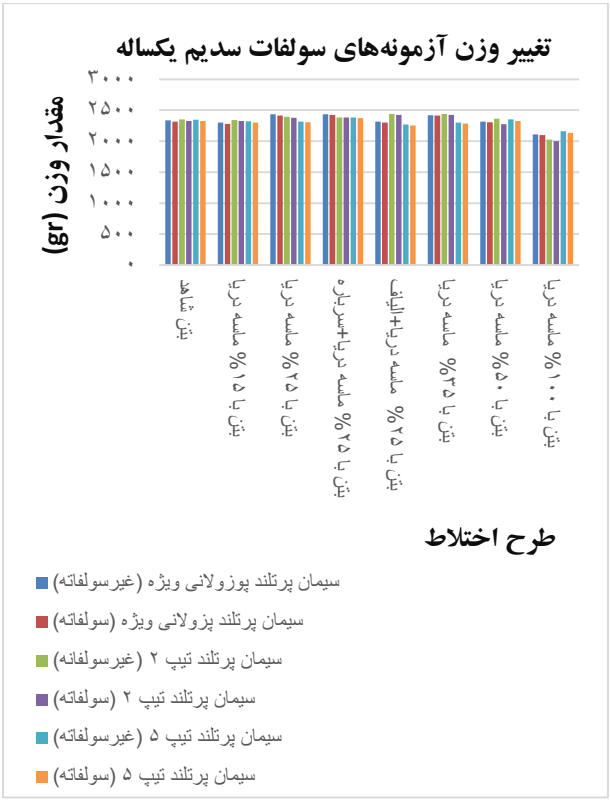
نمودار۹- مقاومت قشاری آزمونه‌های سولفات سدیم یکساله حاوی سیمان پرتلندپزولانی ویژه،پرتلندتیپ۲ و پرتلندتیپ۵

در این آزمایش اطلاعات هر طرح اختلاط (سولفاته و غیر سولفاته) حاصل میانگین سه نمونه مکعبی ۱۰*۱۰*۱۰ سانتی‌متری می‌باشد. در جداول و نمودارهای حاصل‌شده مشاهده می‌شود میانگین مقاومت فشاری نمونه‌های سولفاته دارای اختلاف ناچیزی با نمونه‌های غیر سولفاته بوده و درواقع در میان‌مدت (شش ماه) و بلند مدت (یکساله) با وجود تغییر مقاومت، تأثیر شدیدی بر مقاومت فشاری آزمونه‌ها مشاهده نشد. همچنین در هر سه تیپ سیمان پرتلند مشاهده می‌شود طرح اختلاط ۱۵٪ ماسه لایروبی دریا دارای حداکثر مقاومت بوده و در سیمان پرتلند پوزولانی ویژه و سیمان پرتلند تیپ ۵ طرح اختلاط حاوی ۲۵٪ ماسه لایروبی دریا نیز مقاومت بیشتر از بتن شاهد از خود نشان داده است و پس‌ازآن میزان مقاومت هم‌چون آزمایش مقاومت فشاری نمونه‌های ۱۵*۱۵*۱۵ سانتی‌متری سیر نزولی داشته است.

۲- مقایسه تغییر وزن آزمونه‌ها



نمودار ۱۰- تغییر وزن آزمونه‌های سولفات سدیم شش ماهه حاوی سیمان پرتلندپزولانی ویژه،پرتلندتیپ۲ و پرتلندتیپ۵



نمودار۱۱- تغییر وزن آزمونه‌های سولفات سدیم یکساله حاوی سیمان پرتلندپزولانی ویژه،پرتلندتیپ۲ و پرتلندتیپ۵

در نمودارهای بدست آمده در هر سه تیپ سیمان پرتلند و در همه طرح اختلاط‌ها شاهد مقداری کاهش وزن نمونه‌ها پس از قرارگیری در محیط سولفاته پس از مدت شش ماه و یکسال هستیم. این کاهش وزن ناچیز می‌تواند به سبب میزان نمک و املاح موجود در ماسه لایروبی بوده که ممکن است در تماس با آب حاوی سولفات سدیم مقداری در آن حل شده و باعث کاهش وزن آزمونه گردیده باشد. از طرفی با توجه به کاهش وزن ناچیز (در حدود ۱۰ گرم)، اندک خطای انسانی و دقت دستگاه‌های اندازه‌گیری نیز در تغییرات وزن آزمونه‌ها بی تاثیر نخواهد بود.

۳- نتیجه گیری

در پژوهش حاضر سعی بر این بوده است که علاوه بر استفاده از مصالح موجود در منطقه و کمبود معادن استخراج و همچنین هزینه بالا و عدم کارایی طولانی مدت رویه‌های انعطاف پذیر آسفالتی در مقایسه با رویه‌های صلب، بدلیل کاهش آلودگی هوا و خطرات زیست محیطی ماسه لایروبی دریا، از این مصالح جهت تولید محصولی مفید استفاده گردد. در این راستا نتایج پژوهش به شرح زیر است:

۱- استفاده از ماسه لایروبی دریا جهت ساخت رویه‌های بتنی ازجمله روسازی جاده‌ها، خیابان های شهری، محوطه اسکله‌ها و باراندازها و معابر عمومی (حداقل در حاشیه خلیج فارس) امکان‌پذیر است.

۲- با توجه به شرایط موجود، جایگزینی ۱۵ درصد ماسه لایروبی دریا بجای ماسه معدن، موجب حداکثر مقاومت و دوام آزمونه‌ها در هر سه تیپ سیمان شد. با نظر به انرژی تراکمی ثابت وارد شده از چکش پروکتور به آزمونه‌ها، دلیل این امر می‌تواند خالی بودن فضای بین سنگدانه‌ها پس از اعمال انرژی باشد که با ۱۵ درصد ماسه گردگوشه پر شده است. بدیهی است با اعمال انرژی تراکم بیشتر با درصد جایگزینی کمتری به جواب بهینه رسید.

۳- افزودن درصدهای بالاتر از ۵۰ تا ۱۰۰ درصد ماسه لایروبی دریا باعث برهم خوردن توزیع متناسب سنگدانه‌های ریز و درشت در بتن شده است که بدلیل یکنواختی دانه‌ها و عدم همپوشانی و قفل و بست مناسب سنگدانه‌ها با یکدیگر باعث کاهش مقاومت و افزایش جذب آب و نفوذپذیری آزمونه‌های بتنی گردیده است.

۴- سیر نزولی کاهش مقاومت درصورت استفاده از درصدهای بالاتر تا ۱۰۰ درصد از مصالح لایروبی اگرچه مشهود است اما تصور خوبی درصورت استفاده در سازه‌های دارای اهمیت کمتر در مناطق دوردست جزایر و بنادر خلیج فارس که امکان ارسال و تهیه مصالح معدنی محدود است را می‌دهد.

۵- استفاده از الیاف نوع Kortta Fiber Emboss از نظر مقاومت فشاری آزمونه‌ها تاثیر بسزایی نداشته است و از نظر جذب آب باعث جذب آب بالای بتن و در نتیجه تسریع در خرابی بتن می‌گردد.

۶- بتن غلتکی دارای سطحی خشک و ناصاف است که اطلاعات بدست آمده از آزمایش نفوذپذیری تحت‌فشار گواه آن است که این آزمایش نتایج قابل استنادی برای بتن غلتکی به‌دست نمی‌دهد و تاکنون استاندارد و آیین‌نامه‌ایی برای این نوع بتن تعریف نشده است. نتایج آزمایش سولفات نشان دهنده آن است که در میان مدت (شش ماه) و بلند مدت (یکساله) تأثیری بر مقاومت فشاری آزمونه‌های سولفاته مشاهده نشده است وآزمونه‌ها تنها مقداری کاهش وزن در حد ۱۰ گرم داشته‌اند که می‌تواند بدلیل حل شدن مقداری نمک موجود در ماسه لایروبی در محلول سولفاته ویا دقت انسانی و دستگاه اندازه‌گیری باشد.

٤- مراجع

[۱] اکبرنژاد، ص.، حسنی، الف.، شکرچی زاده، م.، «بررسی اثر مشخصات سنگدانه‌ها در خواص بتن غلتکی مورداستفاده در روسازی راه»، پژوهشنامه حمل‌ونقل، ۱۳۸۷، دوره پنجم، شماره دوم، ص ۱۲۵ - ۱۱۵.

[۲] کریمی گوغری، م.، حسنی، الف.، احمدی، الف.، عرب عامری، ح.، «امکان‌سنجی آزمایشگاهی استفاده از خرده آسفالت بازیافتی به‌عنوان جایگزین سنگدانه در مخلوط بتن غلتکی روسازی»، مهندسی حمل‌ونقل، پاییز ۱۳۹۰، دوره سوم، شماره اول، ص۷۹ - ۶۹.

[۳] فخری، م.، غنیزاده، ع.، «مقایسه هزینه اجرای انواع روسازی بنادر و ارائه گزینه مناسب برای ایران»، جاده، تابستان ۱۳۹۱، شماره ۷۱، ص ۱۸۶ - ۱۷۵.

[4] Limeira, J., Agullo, L., Etxeberria, M.; "Dredged marine sand in concrete: An experimental section of a harbor pavement"; Construction and Building Materials, 2010, Vol. 24, No. 6, pp. 863-870.

[5] Limeira, J., Agullo, L., Etxeberria, M.;"Dredged marine sand as a new source for construction materials"; Materiales de Construccion, 2012, Vol. 62, No. 305, pp. 7-24.

[6] Cement Association of Canada; ″An Overview of Concrete Pavements in Canada″; PowerPoint Presentation –Tim Smith, CAC, Ottawa, 2000.

[7] ″The Importance of Dredging″; World Wide Metric Blog, Insights and information from World Wide Metric, http://blog.worldwidemetric.com/.

[8] ASTM (American society for Testing and Materials), ″Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete″, ASTM C1602 / C1602M – 12, 2012.

[۹] نشریه ۳۵۴ "راهنمای طراحی و اجرای بتن غلتکی در روسازی راه‌های کشور" معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور ۱۳۸۸.

[10] ASTM (American society for Testing and Materials), ″Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying″, ASTM C566-13, 2013.

[11] ASTM (American society for Testing and Materials), ″ Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) andAbsorption of Fine Aggregate″, ASTM C128-15, 2015.

[12] ASTM (American society for Testing and Materials), ″Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft3 (2,700 kN-m/m3))″, ASTM D1557-12, 2012.

[۱۳]هرمز فامیلی، محسن تدین، محمدرضا خوش‌سیما،"اثر دمای ریختن بتن بر مقاومت فشاری و جذب آب جداول بتنی پرسی خشک تهیه شده باسیمان پرتلند"، دومین کنفرانس ملی بتن ایران، ۱۳۸۹.

[14] ASTM (American society for Testing and Materials), ″Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete″, ASTM C1064/C1064M-12, 2012.

[15] ASTM (American society for Testing and Materials), ″Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens″, ASTM C39/C39M-15a, 2015.

[16] British Standard: Testing Hardened Concrete, Part 8: ′Depth of Penetration of Water Under Pressure″, BS EN12390-8:2009.

[17] ASTM C642-13, ″Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete″, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2013.

Study of resistance and durability parameters of Roller Compacted Concrete Pavement made of Dredged Marine Sand extracted from the coastal areas of Persian Gulf (Shahid Rajaee port)

Saeed Moradi *
Alumnus, Department of Civil Engineering, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
Shohre Shahnoori
Assistant Professor, Department of Civil Engineering, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
Seyed taha tabatabai aghda
Tamer, Road , Housing & Urban Development, Bandar Abbas, Iran
Cyrus Ershadi
Assistant Professor, Department of Civil Engineering, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

Abstract

The Roller Compacted Concrete Pavement (RCCP) is dense (nearly zero slump), strong, durable and applicable for high volume concreting such as highways construction, runways pavement, commercial and industrial fields and wharfs for loading. Due to huge environmental impacts in the past, in recent decades researchers and experts are looking into the new sources including wastes and bypasses of other industries for application in cocrete. Therefore, this research concentrates on the usage of deposited Dredged Marine Sands (DMS) on the coastal margins, in order to decrease the environmental impacts of these wastes while at the same time, producing aggregates for concrete in the areas lack traditional aggregate resources. Thus, in this paper compressive strength tests, water permeability tests under compression, total water absorption test and 5% sodium-solphate test have been conducted. For these experiments, 24 different mix design resulted a toatl number of 504 specimens based on different DMS Ratio (disposed from Bandar-Abbas, Shahid Rajaee port). In some of these mixes polymer fibers of RCCP together with tall furnace slags of Esfahan Iron Manufacture have been used. The different perecentage of (15, 25, 35, 50 and 100) of the exploited DMS with 3 different pastes of special pozzolanic portland cement, the type 2 portland cement, and the type 5 portland cement were the main target.Results of the compressive strength of the samples with the replacement of 15% of DMS show the best; this mix also shows the lowest total water absorption . Also, solphate tests were conducted in 2 cycles of 6 months old specimens as well as the one year old ones showing equal results to the original concrete units.

Keywords: Roller Compacted Concrete Pavement, Dredged Marine Sand,water permeability test,solphate test, Persian Gulf.

* Corresponding Author: saeed.moradi69@yahoo.com