

تأثیر استفاده از محصول فرعی تولید شیشه (GBP) در تولید کفپوش بتنی

نیما امینیان^۱ - محمد پیروی^۲

^۱ مشاور تولید، کنترل کیفیت و تحقیق و توسعه کارخانه های تولید قطعات بتنی

^۲ عضو مرکز تحقیقات صنعت ساختمان و بتن دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین (CCRC)

چکیده

یکی از پرمصرف ترین مواد در صنایع مختلف، شیشه می باشد. تعداد شرکت های تولید کننده شیشه در کشور بسیار زیاد بوده و حجم بالای تولید این شرکت ها ضایعات بسیاری نیز به همراه دارد. از مهمترین ضایعات این شرکت ها، ضایعات محصول فرعی تولید شیشه (GBP) در مراحل ابتدایی تولید می باشد. همچنین در جامعه شهر نشینی امروزی استفاده از قطعات بتنی بسیار رواج یافته است. یکی از پرمصرف ترین این قطعات کفپوش های بتنی است. به منظور یک راهکار صحیح برای دفع اصولی این ماده ضایعاتی به بررسی استفاده از این ماده به عنوان جایگزین وزنی بخشی از ریزدانه رویه کفپوش های بتنی صورت گرفته است.

واژه های کلیدی: محصول فرعی تولید شیشه، قطعات بتنی، کفپوش بتنی.

مقدمه

امروزه با توجه به روند روبه رشد صنعتی شدن، با دو معضل جدی یکی برداشت بی رویه از ذخایر طبیعی محدود زمین و دیگری آلودگی‌ها و پسماند های حاصل از فعالیت های صنعتی مواجه هستیم که هر کدام در صورت عدم مدیریت صحیح می‌توانند آسیب‌های جدی به محیط زیست وارد نمایند. اصطلاح توسعه پایدار پس از گزارش منتشر شده توسط سازمان ملل در سال ۱۹۸۷ مورد توجه قرار گرفت و پس از بیانیه هایی که توسط این سازمان در کنفرانسی در سال ۱۹۹۲ و اجلاس جهانی در سال ۲۰۰۲ در ژوهانسبورگ صادر گردید، اهمیت مضاعف یافت. بر اساس تعریف سازمان ملل، اصطلاح "توسعه پایدار" توسعه و پیشرفتی است که بتواند نیازهای زمان حال را به گونه‌ای تامین کند که توانایی نسل‌های آینده در تامین نیازهایشان به مخاطره نیافتد [۱]. بر این اساس یکی از راهکارهای عملی تحقق توسعه پایدار، استفاده مجدد از پسماند صنایع مختلف است. بتن به عنوان یکی از پرمصرف ترین مواد در دنیا می‌باشد، به طوری که در سراسر جهان سالانه به ازای هر نفر سه تن بتن مصرف می‌شود [۱] تخصیص سهم ۵ درصدی از تولید گازهای گلخانه‌ای به دلیل تولید سیمان و همچنین برداشت‌های بی‌رویه از سنگدانه‌های طبیعی به منظور استفاده در بتن، سبب شده است که صنعت بتن به عنوان یکی از عوامل تهدید کننده محیط زیست به شمار آید. لذا در دهه های اخیر دست اندرکاران و محققین این صنعت به استفاده مجدد از ضایعات صنایع مختلف در بتن روی آورده‌اند.

امروزه یکی از قطعات بتنی پر مصرف، کفپوش های بتنی می باشد که با فرآیند پرس خشک تولید می شوند. توسعه شهرنشینی و نیاز بیشتر به فضاهای رفت و آمدی از یک سو و قیمت نسبتا پایین و کیفیت بالای کفپوش های بتنی از سوی دیگر روز به روز به افزایش استفاده از آن منجر شده است. تاکنون محققین مختلفی به استفاده از ضایعات صنایع مختلف در تولید کفپوش های بتنی پرداخته اند [۲-۴] ولی تا کنون به تاثیر استفاده از این ماده ضایعاتی در تولید قطعات بتنی پرداخته نشده است. در این مقاله به منظور ارائه یک راهکار مناسب جهت دفع اصولی این ماده ضایعاتی تولیدی در کشور، به بررسی استفاده از محصول فرعی تولید شیشه مصرف شده جایگزین وزنی بخشی از ریزدانه زیره^۱ کفپوش های بتنی پرداخته شده است. نمونه های با درصدهای ۵، ۱۰ و ۱۵ جایگزین ماسه طرح اختلاط ماسه مصرفی در زیره کفپوش های بتنی شد.

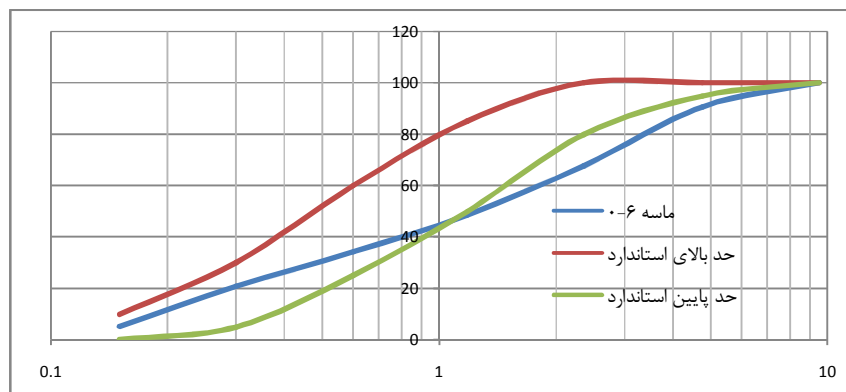
مصالح مصرفی

خواص فیزیکی سنگدانه های مصرفی در جدول شماره ۱ قابل ملاحظه می باشد. نمودار دانه بندی ماسه ۰-۶ و حد بالا و پایین استاندارد ملی ۳۰۲ در شکل شماره ۲ در دسترس می باشد. همچنین نمودار دانه بندی مصالح مصرفی در شکل شماره ۱ و شکل شماره ۲ مشخص شده است. حد بالا و حد پایین مصالح با توجه به استاندارد ملی شماره ۳۰۲ تهیه شده است. سیمان مورد استفاده در این تحقیق نوع ۲ و محصول کارخانه سیمان آبیگ بود. محصول فرعی تولید شیشه مورد استفاده محصول کارخانه شیشه قزوین بوده که مشخصات فیزیکی آن در جدول شماره ۲ و آنالیز شیمیایی آن در جدول شماره ۳ قابل دسترس می باشد. نمونه ای از ماده ضایعاتی محصول فرعی تولید شیشه در شکل ۳ مشاهده می شود.

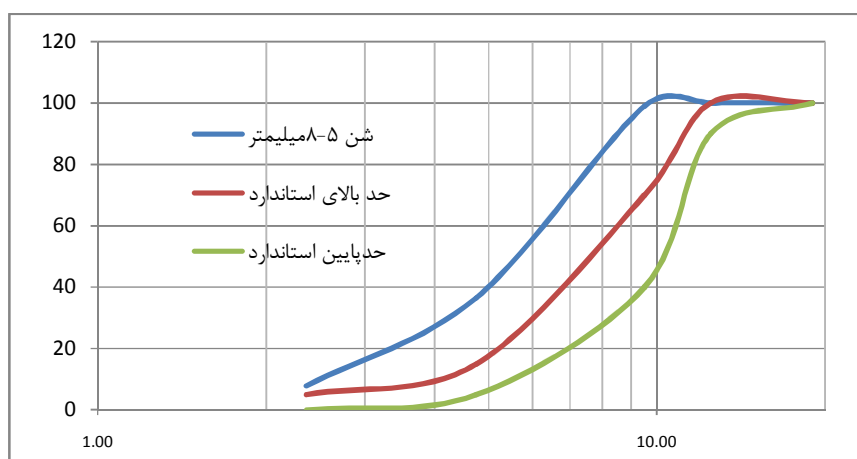
جدول ۱- خواص فیزیکی سنگدانه های مصرفی

نام سنگدانه	درصد جذب آب	چگالی توده جامد در حالت SSD (kg/m ³)	درصد ذرات عبوری از الک ۲۰۰
ماسه ۰-۶	۳/۶	۲۵۵۵	۳/۷
شن ۵-۸	۲/۵	۲۵۹۶	۰/۲

¹ Main



شکل شماره ۱ نمودار دانه بندی ماسه ۰-۶



شکل شماره ۲ نمودار دانه بندی شن ۵-۸

جدول ۲- مشخصات فیزیکی محصول فرعی تولید شیشه

رنگ	وزن مخصوص (kg/m^3)	ابعاد
صورتی روشن	۲۶۶۰	ریزتراز الک شماره ۵۰

جدول ۳- آنالیز شیمیایی محصول فرعی تولید شیشه

SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	Na_2O	K_2O	Ig loss
۹۳/۲	۰/۳۹	۲/۷۵	۰/۱۴	۱/۵	۰/۶	۰/۷۴



شکل شماره ۳ نمونه ای از ماده ضایعاتی تولید شیشه

طرح مخلوط

طرح اختلاط پایه از طرح مخلوط کفپوش های تولیدی یکی از شرکت های معتبر تولید کننده قطعات بتنی که آزمایش ها در آن صورت پذیرفته است، استفاده شده است. درصدهای جایگزینی انتخاب شده در طرح مخلوط با روش سعی و خطا، ولی الهام گرفته شده از مقالات معتبر جهانی با پیشینه تحقیق موجود، استفاده شده اند. نحوه نام گذاری نمونه ها به صورت زیر می باشد که 10%GBP به معنی این است که 10٪/ماده ۶-۰ با محصول فرعی تولید شیشه استفاده شده، جایگزین شده است. در همه طرح ها برای این که مقایسه بین نمونه های مختلف به درستی صورت گیرد، نسبت آب به سیمان ثابت و به میزان ۰/۳۵ در نظر گرفته شده است. در جدول شماره ۳ طرح مخلوط مورد استفاده در دسترس می باشد.

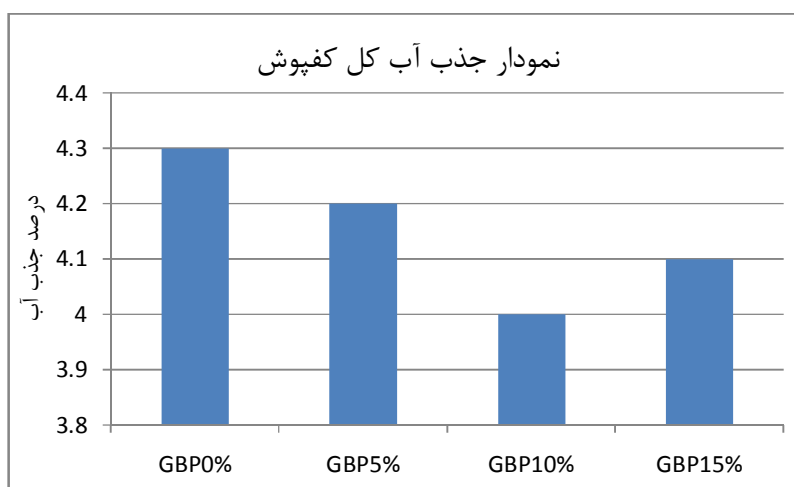
جدول ۳- طرح اختلاط نمونه ها (کیلوگرم بر متر مکعب)

نام آزمونه	سیمان	شن ۵-۸	ماسه	محصول فرعی تولید شیشه
GBP0%	۲۷۵/۷	۴۰۱	۱۵۲۹	۰
GBP5%	۲۷۵/۷	۴۰۱	۱۵۲۹	۷۶/۴۵
GBP10%	۲۷۵/۷	۴۰۱	۱۵۲۹	۱۵۲/۹
GBP15%	۲۷۵/۷	۴۰۱	۱۵۲۹	۲۲۹/۳۵

آزمایش ها و نتایج حاصله

جذب آب کل

از آن جایی که ماده ضایعاتی مورد استفاده در زیره کفپوش ها مورد استفاده قرار گرفته بود بنا براین به منظور تعیین تاثیر این ماده بر جذب آب از جذب آب کل استفاده گردید. برای انجام این آزمایش نمونه ها پس از عمل آوری در گرم خانه تا رسیدن به وزن ثابت قرار گرفتند. سپس در داخل آب قرار گرفتند. نمونه ها تا زمانی که به وزن تقریباً ثابت برسند در درون آب قرار گرفتند. پس از آن میزان جذب آن ها محاسبه گردید. میانگین نتایج در شکل ۴ مشاهده می گردد.

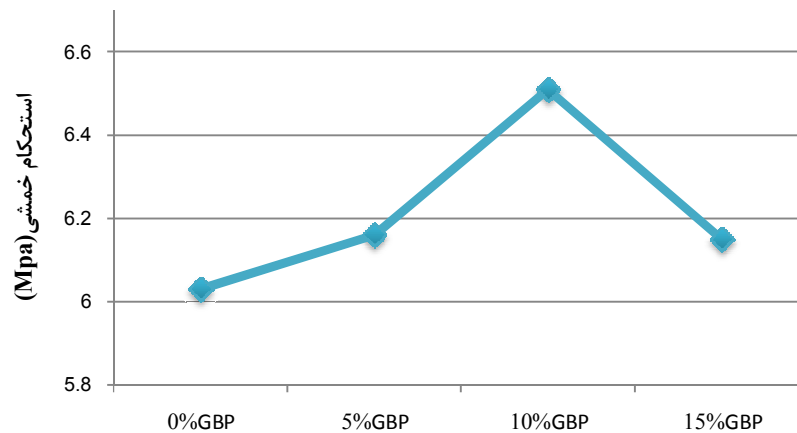


شکل ۴ میانگین نتایج جذب آب کل

مقاومت خمشی

این آزمایش براساس استاندارد ملی ایران با شماره ۷۵۵، "موزائیک_ویژگیها و روشهای آزمون" صورت گرفته است. نمونه ها در سن ۲۸ روزگی مورد آزمایش ها قرار گرفتند. مقاومت خمشی نمونه ها بر طبق استاندارد مذکور و با استفاده از فرمول شماره ۱ محاسبه شده است. نتایج در شکل شماره ۵ در دسترس می باشد. مقایسه نتایج مقاومت خمشی در شکل شماره ۵ قابل ملاحظه می باشد.

T : مقاومت خمشی برحسب مگاپاسکال
 P : نیروی وارده هر نمونه به وسیله دستگاه برحسب نیوتن
 L : فاصله تکیه گاه برحسب میلیمتر
 b : عرض موزائیک موردآزمون برحسب میلیمتر
 t : ضخامت هر نمونه برحسب میلیمتر



شکل ۵ میانگین نتایج مقاومت خمشی

نتیجه گیری

- جذب آب تمامی نمونه های دارای محصول فرعی تولید شیشه نسبت به نمونه شاهد کاهش داشته است به طوری که در نمونه با جایگزینی ۱۰٪ بیشترین میزان کاهش به میزان حدود ۷ درصد می باشد. در نمونه با ۱۵٪ جایگزینی کمی افزایش نسبت به نمونه با ۱۰٪ جایگزینی ملاحظه می گردد ولی با این وجود جذب آب این نمونه کمتر از نمونه شاهد می باشد. این میزان کاهش توسط پژوهش های قبلی مورد تایید قرار گرفته است [۵].
- استفاده از این ماده ضایعاتی منجر به کاهش در جذب آب کل کفپوش های بتنی گردیده است، به منظور بررسی های تکمیلی انجام آزمایش ذوب و یخبندان برای تحقیق های آتی پیشنهاد می گردد.
- مقاومت خمشی نمونه های دارای محصول فرعی تولید شیشه روندی همچون کاهش در میزان جذب آب کل از خود نشان می دهد. بیشترین افزایش مقاومت خمشی مربوط به نمونه با ۱۰٪ جایگزینی با ریزدانه طرح اختلاط به میزان حدود ۸ درصد است. نمونه با ۱۵٪ جایگزینی ماده ضایعاتی با ریزدانه اندکی کاهش در مقاومت خمشی ملاحظه می گردد ولی در مجموع تمامی نمونه ها نیز افزایش مقاومت خمشی نسبت به نمونه شاهد مشاهده می شود.
- با توجه به افزایش مقدار سیلیس در این نمونه ها اگر چه احتمال واکنش قلیایی سیلیسی به دلیل افزایش مقاومت فشاری در نمونه ها کاهش می یابد اما انجام آزمایش های تکمیلی برای اطمینان از عدم انجام این واکنش و همچنین بررسی بیشتر بر روی دیگر خواص این ماده در بتن به محققین پیشنهاد می گردد.
- در مجموع با توجه به ضایعاتی بودن محصول فرعی تولید شیشه و عدم کارایی آن در صنایع دیگر و با توجه به این که این ماده هزینه ای برای تولید کفپوش ندارد، با انجام آزمایش های تکمیلی مکانیکی و دوامی استفاده از آن ها در کفپوش های بتنی با درصد های اشاره شده در این تحقیق پیشنهاد می گردد.

منابع و مراجع

- [1] Brito, J., Saikia, N., Recycled aggregate in concrete use of industrial, construction and demolition waste, Springer, London, 2013.
- [2] Jankovic, K., Nikolic, D., Bojovic, D., Concrete paving blocks and flags made with crushed brick as aggregate, Construction and Building Materials 28 (2012) 659-663.
- [3] Soutsos, M., Tang, K., Millard, S., The use of recycled demolition aggregate in precast concrete products - Phase III: Concrete pavement flags, Construction and Building Materials 36 (2012) 674-680.
- [4] Holt, E., Raivio, P., Use of gasification residues in compacted concrete paving blocks, Cement and Concrete Research 36 (2006) 441 – 448.

[۵] فرخ زاد، رضا. کرمی نیا، میثم. پیروی، محمد. بررسی خواص مکانیکی و دوامی بتن معمولی حاوی درصد های متفاوت محصول فرعی تولید شیشه. پنجمین کنفرانس ملی سالیانه بتن ایران - تهران - ۱۵ مهرماه ۱۳۹۲.