

بررسی ساخت آجر چوب سیمان از خاکاره چوب

فرداد گلبابائی

- کارشناس ارشد، عضو هیئت علمی، صنایع چوب و کاغذ، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

پست الکترونیکی: golbabaei@rifr-ac.ir

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۳

چکیده

آجر پرمصرف‌ترین مصالح بنائی در ایران است. از آنجاکه آجر معمولی وزن زیادی دارد باعث سنگین شدن ساختمان و در نتیجه آسیب‌پذیری آن در برابر نیروهای زلزله می‌شود. آجر و سایر مصالح ساختمانی سرامیکی توپر گرچه با دوام هستند ولی وزن سنگین عیب بزرگ آنهاست. آجرهای ساختمانی توپر چگالی ظاهری ۱/۷ تا ۱/۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب و هدایت حرارتی آنها بین ۰/۵ تا ۰/۷۵ کیلوکالری بر درجه سانتی‌گراد در ساعت در متر است. لازم است این آجرها با آجرهای اصلاح‌شده با چگالی ۱/۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب و هدایت حرارتی ۰/۲۵ کیلوکالری بر درجه سانتی‌گراد در ساعت در متر جایگزین شوند. بدین منظور سعی بر این است که با کاهش وزن مخصوص علاوه بر سبک کردن آجر خصوصیات عایق حرارتی آن نیز اصلاح شود. یکی از موادی که به‌عنوان مواد افزودنی تخلخل‌زا به مواد اولیه آجر اضافه می‌شود خاکاره است. فراورده‌های تولید شده از خاکاره و سیمان که امروزه در بیشتر کشورهای جهان تولید می‌گردد دارای خواص کاربردی مطلوبی مانند مقاومت به عوامل جوی، آتش و عوامل بیولوژیک و سبکی وزن در مقایسه با سایر مصالح ساختمانی بوده و از پایداری ابعاد بالایی برخوردار هستند. در اجرای این طرح تحقیقاتی اقدام به ساخت آجر خاکاره چوب سیمان با نسبت‌های خاکاره چوب ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصد شد و با بررسی و آنالیز آماری نتایج به‌دست‌آمده ملاحظه گردید که آجر خاکاره چوب سیمان ساخته شده با ۱۰ درصد خاکاره با داشتن دانسیته ۱/۲۶۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب و مقاومت به فشار ۱/۲ مگاپاسکال دارای بهترین شرایط برای تولید این محصول بوده است و در قسمت‌های مختلف ساختمان می‌توان از آن استفاده نمود. همچنین از آجر خاکاره سیمان با نسبت ۱۵ درصد، دانسیته ۰/۹۸۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب و مقاومت به فشار ۰/۸۵ مگاپاسکال در قسمت‌های دیوارک ساختمان که نیاز به تحمل بار زیادی ندارند می‌تواند استفاده کنند.

واژه‌های کلیدی: چوب سیمان، مواد لیگنوسلولزی، اتصال معدنی، کامپوزیت، آرد چوب.

مقدمه

آنها، مانند آتش‌سوزی و ... دارد که با استفاده از این مصالح بتوان در مدت زمان کوتاهی ساختمان‌های متعدد و مستحکم ایجاد نمود. از این رو توسعه استفاده از کامپوزیت‌های سبک به‌جای سایر مصالح ساختمانی و نیز افزایش کاربردی مصالح سبک و لیگنوسلولزی به همراه روش‌ها و تجهیزات تولیدی نوین مورد توجه قرار گرفته است.

تاکنون همواره شاهد بروز حوادث طبیعی در بسیاری از نقاط دنیا، همراه با خبرهای ناگوار از بین رفتن تعداد کثیری از انسان‌ها بوده‌ایم، در این راستا علم مهندسی ساختمان، تمایل زیادی به استفاده از مصالح سبک‌تر و در عین حال مقاوم در برابر حوادث طبیعی مانند زلزله و عواقب ناشی از

سبک‌سازی بلوک‌های سیمانی حفره‌دار با استفاده از خاک‌اره و پیش‌تیمار با آب گرم و شستشوی خاک‌اره مدت ۷۲ ساعت، عنوان می‌کنند که نسبت‌های مختلف خاک‌اره به سیمان سبب تفاوت در خواص فیزیکی و مکانیکی بلوک‌ها می‌شود. به طوری که بیشترین مقاومت فشاری مربوط به بلوک‌هایی با نسبت خاک‌اره به سیمان ۵۸ به ۴۲ درصد و کمترین مقدار واكشیدگی ضخامت در بلوک‌های حاوی ۲۸ درصد خاک‌اره و ۷۲ درصد سیمان است. همچنین، آنان دریافتند که نوع ماده افزودنی (کلراید کلسیم و کلراید منیزیم) تأثیر معنی‌داری بر خواص فیزیکی و مکانیکی بلوک‌ها ندارد.

Tabarsa و همکاران (۲۰۱۲) امکان استفاده از کاغذ روزنامه پاتله را در ساخت پانل‌های الیاف-سیمان بررسی نموده‌اند و عنوان کرده‌اند که پانل‌های ساخته شده با نسبت سیمان به الیاف ۹۰ به ۱۰ درصد و مصرف ۵ درصد کلرید کلسیم دارای بیشترین مقاومت خمشی و کمترین میزان واكشیدگی ضخامت در ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب را دارند.

مواد و روش‌ها

سیمان

سیمان ماده چسبنده‌ای است که قابلیت چسباندن ذرات به یکدیگر و به وجود آوردن یک جسم یکپارچه از ذرات متشکله را دارد. سیمان به‌عنوان یک ماده اولیه در تولید بتن به‌کار می‌رود و وظیفه آن فقط چسباندن دانه‌ها به یکدیگر است و به‌خودی‌خود تأثیری در مقاومت و باربری ندارد. از این رو بتن خوب بتنی است که وقتی نمونه‌ای از آن شکسته شود، دانه‌های سنگی آن از وسط شکسته شده و سیمان‌ها پاره نشوند. سیمان‌ها دارای ریشه آهکی می‌باشند، به عبارت دیگر ماده اصلی تشکیل‌دهنده آنها آهک و ماده اولیه اصلی آنها سنگ آهک است؛ بنابراین اساس سیمان ترکیبی است از اکسید کلسیم (آهک) با سایر اکسیدها نظیر اکسید آلومینیوم، اکسید سیلیسیم، اکسید آهن، اکسید منیزیم و اکسیدهای قلیایی که میل ترکیب با آب داشته و در مجاورت هوا و در زیر آب به مرور سخت می‌شوند و مقاومت پیدا می‌کنند.

خاک‌اره چوب سیمان به لحاظ مقاومت‌های مکانیکی و مقاومت در برابر آتش و خاصیت جذب صوت و همچنین استفاده از مواد معدنی به‌جای چسب‌های رزینی (با ترکیبات فنل)، که به‌مرور زمان فنل آنها متصاعد شده و باعث به‌خطر افتادن سلامتی انسان‌ها می‌شود در مقایسه با محصولات چوبی مانند تخته خرده‌چوب و تخته‌فیبر با دانسیته متوسط دارای مقام بالاتری است. هدف اصلی از اجرای چنین طرح‌های تحقیقاتی جایگزینی ضایعات صنایع چوب در ساخت چوب سیمان برای مصارف ساختمانی و تولید محصول سبک‌تر با روش‌های ساخت آسان است. چندسازه‌های چوب سیمان که در کشورهای مختلف جهان از نظر ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی مورد مطالعه و استفاده قرار می‌گیرند عمدتاً حاصل ترکیب سیمان با تعدادی از ضایعات حاصل از انجام فعالیت‌های تولیدی صنایع چوب و نیز پسماندهای ناشی از فعالیت‌های کشاورزی مانند باگاس، ساقه ذرت، کاه گندم، کلش برنج و ... می‌باشند (Olorunnisola, 2007).

فراورده‌هایی که دارای دانسیته بالا هستند (۱/۵ تا ۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب) اغلب در مکان‌هایی که در معرض بارگذاری مستقیم هستند استفاده می‌شوند؛ مانند سطوح خارجی سقف ساختمان‌ها و فراورده‌هایی که دارای دانسیته کمتری هستند (۰/۵ تا ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) به‌طور رایج در مکان‌هایی که جذب صوت و مقاومت در برابر آتش در آنها اهمیت دارد مورد استفاده قرار می‌گیرد (Wolfe & Gjinolli, 1996).

Zziwa و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی بلوک‌های چندسازه‌ای حاصل از اختلاط خاک‌اره چوب درختان کاج با سیمان پرتلند با نسبت چوب به سیمان ۳ به ۲ و ۲ به ۱ و ذرات چوب با قطر ۲/۵ تا ۳/۵ میلی‌متر از نظر وزن، حجم و دانسیته و نیز اندازه‌گیری مقاومت فشاری مورد مقایسه قرار داده و عنوان می‌کنند که این چندسازه‌ها برای استفاده در مکان‌هایی با بار وارده مستقیم و حتی سازه‌های دیواری با بار نیمه‌سنگین مناسب نیستند، ولی به دلیل وزن سبک به‌صورت تکه‌های تزئینی می‌توانند برای چارچوب دیوارهای داخلی مورد استفاده قرار گیرند.

Enayati و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی به‌منظور

خاکاره

خاکاره ضایعات حاصل از فعالیت تبدیل مکانیک چوب بوسیله اره است و استفاده‌های مختلفی از آن می‌کنند که شامل بکارگیری به‌عنوان مالچ کشاورزی، به‌عنوان جایگزینی برای خاک رس، به‌عنوان سوخت، یا برای ساخت تئوپان و ... می‌توان نام برد. معمولاً به دلیل خطرناک بودنش به‌ویژه به علت اشتعال‌پذیری شناخته می‌شود. همچنین از آن برای حفاظت از آثار هنری در هنگام حمل‌ونقل نیز استفاده می‌شود. شاید جالب‌ترین کاربرد خاکاره در پایکریت (pykrete) باشد که ترکیبی بسیار محکم‌تر از یخ است که از آب منجمد و خاکاره تشکیل شده و به کندی ذوب می‌شود و از آن برای ساخت ناوهای هواپیمابر عظیم غرق‌نشدنی، استفاده می‌کنند.

روش تحقیق

در این تحقیق به‌منظور حذف اثرات گونه چوبی به لحاظ ترکیبات شیمیایی با بررسی‌های انجام شده گونه صنوبر دلتوئیدس را به‌عنوان گونه چوبی مناسب انتخاب شد، گونه مذکور رشد خوبی را در بسیاری از نقاط کشور از خود نشان داده و به مقدار فراوان در صنعت چوب مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌منظور تهیه آرد چوب از گونه مورد نظر در کارگاه نجاری صنایع چوب بخش تحقیقات و فراورده‌های آن در هنگام تبدیل چوب‌آلات این گونه به تخته اقدام به جمع‌آوری آرد چوب گردید. آرد چوب تهیه شده دارای درصد رطوبت بالا بوده که برای جلوگیری از پوسیدگی خاکاره در هوای آزاد خشک گردید. با مطالعه و بررسی مقالات مختلف از نظر اندازه ذرات خاکاره با استفاده از یک دستگاه الک الکتریکی اقدام به تقسیم‌بندی ذرات به سه گروه ریز، متوسط و بزرگ گردید، در ادامه با توجه به مقایسه محصول تولیدی با آجر ساختمانی ابعاد مورد نظر برای ساخت نمونه ابعاد آجر معمولی انتخاب شد. همچنین در این طرح از سیمان پرتلند تیپ ۲ کارخانه سیمان آبیگ استفاده شد. نمونه‌هایی ساخته و از نظر استقامت با دست مورد بررسی اولیه قرار گرفت و در نهایت در این تحقیق ذرات خاکاره با ابعاد میانگین $1 \times 0.6 \times 0.4$ میلی‌متر انتخاب شد. با توجه به سوابق تحقیقاتی برای خشن نمودن اثر

موادی که گیرایی سیمان را کاهش می‌دهند و همچنین برای سرعت بخشیدن به گیرایی آن از ۵٪ کلرید کلسیم (CaCl_2) استفاده شد؛ این مواد باعث تأخیر تشکیل یک محیط قلیایی در پیرامون ذرات لیگنوسلولزی می‌گردد که این تأخیر باعث تبدیل مواد قندی به اسید ساخارین شده که سبب درگیر شدن سیمان خواهد شد و همچنین نسبت آرد چوب به سیمان در چهار سطح ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد در نظر گرفته شد که در ابتدا رطوبت مواد لیگنوسلولزی اندازه‌گیری و میزان دقیق آب مورد نیاز محاسبه گردید و مواد افزودنی به صورت درصد وزن خشک سیمان اندازه‌گیری و به آب افزوده شد و در مرحله بعد سیمان با آب مخلوط شده، سپس مواد لیگنوسلولزی به آن افزوده گردید، مدت ۵ دقیقه مخلوط هم زده شده و بعد در یک قالب مخصوص به‌صورت یکنواخت و یک لایه فرم داده شد. برای تشکیل یکنواخت مخلوط از یک ویراتور الکتریکی نیز استفاده گردید. سپس با پرس دستی به مدت ۵ دقیقه با فشار ۴۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع نمونه فشرده شده و به مدت ۲۴ ساعت تحت فشار قید قرار گرفت تا اینکه تخته به سختی اولیه برسد، در مرحله بعدی نمونه از قالب خارج و در اتاقک شیشه‌ای اشباع آب به مدت دو هفته برای گیرایی نهایی قرار داده شد و در نهایت به‌منظور خشک شدن در هوای آزاد برای مدت ۵ روز قرار گرفت. در این تحقیق از هر شرایط تعداد ۵ آجر آرد چوب سیمان ساخته شد. بعد از ساختن چوب - سیمان‌های مورد نیاز بنابر استاندارد Bs 5669:part 4:1989 نمونه آزمونی تهیه و خواص فیزیکی و مقاومت‌های آنها اندازه‌گیری و با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و طرح آماری فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

در این تحقیق عواملی مانند اندازه ذرات آرد چوب، فشار پرس و مدت زمان قرار گرفتن در زیر قید و همچنین مدت قرار گرفتن در اتاق اشباع برای همه نمونه‌ها ثابت در نظر گرفته شد. همچنین با استفاده از تحقیقات سایرین و آزمایش‌های انجام شده میزان ماده افزودنی را برای همه نمونه‌ها ۵٪ در نظر گرفتیم.



شکل ۱- خاکاره‌های جمع‌آوری شده

شکل ۲- الک برقی خودکار سایزبندی



شکل ۳- نمونه‌های چوب سیمان ساخته شده

شکل ۴- نمونه‌های آزمایش فشار تخته چوب سیمان

به ابعاد مناسب بریده شده



شکل ۶- نمونه فشاری در حال آزمایش



شکل ۵- دستگاه آزمایشگر مقاومت مکانیکی

دانسیتته و وزن

نوع محصولات بر اساس دانسیته، فراورده‌های ساخته شده با دانسیته کمتر از ۱ گرم بر سانتیمتر مکعب در طبقه چندسازه‌های سبک قرار می‌گیرند.

جذب آب

در این تحقیق جذب آب نمونه‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور نمونه‌هایی با ابعاد ۲۵×۲۵×۶۰ میلی‌متر تهیه شد و در دو زمان ۲ ساعت و ۲۴ ساعت میزان درصد جذب آب آنها اندازه‌گیری شد؛ که جدول ۳ و ۴ نشان‌دهنده تغییرات آن است.

میانگین وزن و دانسیته نمونه‌های آزمونی برای آجر آرد چوب سیمان‌های ساخته شده با درصد‌های مختلف آرد چوب و سیمان بشرح جدول زیر است.

در مقایسه آماری وزن و دانسیته نمونه‌ها به لحاظ نسبت خاک‌اره به سیمان خشک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد دیده می‌شود که این امر نشان‌دهنده آن است که هر چه درصد سیمان به کار رفته در ساختار چندسازه چوب سیمان افزایش یافته و درصد خاک‌اره چوب مصرفی کاهش بیاید، فراورده حاصل متراکم‌تر و چگال‌تر خواهد بود. در هر صورت در هر دو نسبت اختلاط، با توجه به طبقه‌بندی این

جدول ۱- میانگین وزن و دانسیته آجر چوب سیمان‌های ساخته شده

شماره ترکیب	مقدار آرد چوب (%)	مقدار سیمان (%)	وزن خشک (گرم)	حجم خشک (سانتی‌متر مکعب)	دانسیته (g/cm ³)
۱	۵	۹۵	۱۱۵۰	۸۴۰	۱/۳۶۹
۲	۱۰	۹۰	۱۰۸۹	۸۶۰	۱/۲۶۰
۳	۱۵	۸۵	۸۵۰	۸۶۴	۰/۹۸۳
۴	۲۵	۷۵	۶۴۰	۸۴۰	۰/۷۶۲

جدول ۲- جدول آنالیز واریانس وزن و دانسیته

ویژگی	وزن	دانسیته
مقدار F	۲۲۵/۲۳	۱۹/۴۵
ضریب تغییرات	۱/۵۲۵	۱/۲۳۶

در سطح احتمال ۵٪

جدول ۳- میانگین درصد جذب آب آجر چوب سیمان با درصد‌های مختلف اختلاط

شماره ترکیب	مقدار آرد چوب (%)	مقدار سیمان (%)	درصد جذب بعد از ۲ ساعت (%)	درصد جذب بعد از ۲۴ ساعت (%)
۱	۵	۹۵	۴۴	۴۹
۲	۱۰	۹۰	۴۶	۵۱
۳	۱۵	۸۵	۵۳	۵۹
۴	۲۵	۷۵	۶۰	۷۰

۴- جدول آنالیز واریانس جذب آب

ویژگی	۲ ساعت	۲۴ ساعت
مقدار F	۶/۲۵	۷/۷۱
ضریب تغییرات	۱/۲۵	۱/۳۳

در سطح احتمال ۵٪

مقاومت فشاری

با نتایج به دست آمده برای مقاومت فشاری آجرهای آرد چوب سیمان ساخته شده ویژگی‌های مقاومتی این فراورده‌ها قابل مقایسه با مواد سیمانی یا بتنی معمولی نیست. به نحوی که میانگین مقاومت فشاری برای نمونه‌های ساخته شده با ۹۵ درصد سیمان و ۵ درصد

خاک‌اره بیشترین مقاومت برابر ۱/۷ مگاپاسکال را داشته و در مقابل آن آجر آرد چوب سیمان با ۷۵ درصد سیمان و ۲۵ درصد خاک‌اره کمترین مقاومت ۰/۳۸ مگاپاسکال را داشته است. به طوریکه در تجزیه واریانس انجام شده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شده است.

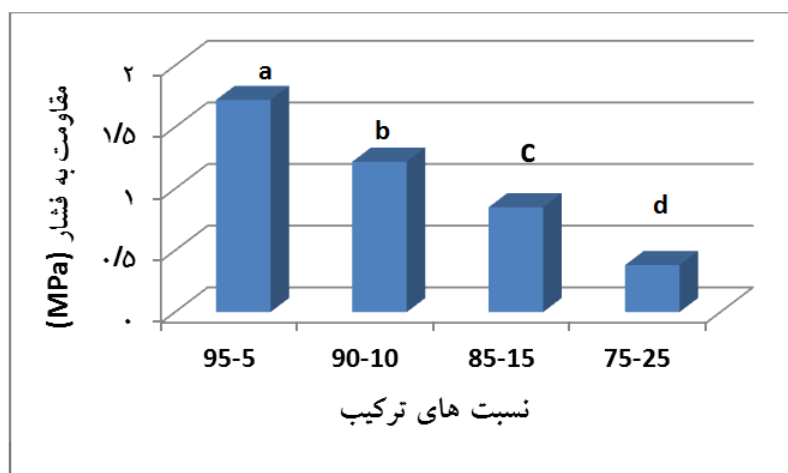
جدول ۵- میانگین مقاومت به فشار آجر چوب سیمان با درصدهای مختلف مواد

شماره ترکیب	مقدار آرد چوب (%)	مقدار سیمان (%)	مقاومت به فشار (MPa)
۱	۵	۹۵	۱/۷
۲	۱۰	۹۰	۱/۲
۳	۱۵	۸۵	۰/۸۵
۴	۲۵	۷۵	۰/۳۸

۶- جدول آنالیز واریانس وزن و دانسیته

ویژگی	حداکثر بار (N)	مقاومت به فشار (MPa)
مقدار F	۱۲۸/۱۲	۱۸/۳۳
ضریب تغییرات	۱/۲۲۵	۱/۱۳۶

در سطح احتمال ۵٪



شکل ۷- تغییرات مقاومت به فشار آجر چوب سیمان با تغییرات خاکاره چوب

بحث

نسبت چوب به سیمان، نوع گونه چوبی یا ماده لیگنوسلولوزی، نوع و میزان مواد استخراجی چوب یا ماده لیگنوسلولوزی، اندازه و شکل هندسی ذرات چوب، جهت گیری ذرات چوب، درصد استفاده از مواد تقویت کننده و غیره دارد (Frybort et al., 2008; Semple & Evans, 2004).

بنابراین، می توان اذعان داشت که مقاومت کم آجرهای خاکاره چوب سیمان ساخته شده در این تحقیق به احتمال زیاد به شکل و اندازه ذرات چوب مربوط می شود؛ و در بررسی اولیه در انتخاب نمونه ها باید حتماً شکل و سایز آنها مورد توجه قرار گیرد، زیرا مشاهده شده که نرمه های خاکاره منجر به مقاومت ضعیف تر می شوند، درحالی که ذرات باریک و بلند ویژگی های مقاومتی بهتری ایجاد می کنند (Wolfe & Gjinolli, 1999).

در بررسی جذب آب نمونه ها در نسبت های مختلف خاکاره ملاحظه گردید که میزان جذب در ۲ ساعت اولیه به طور میانگین ۸۲٪ جذب آب انجام شده و در ۲۲ ساعت بعدی متوسط جذب ۸/۵ درصد جذب میانگین آب بوده است. میزان متوسط جذب در نمونه های با درصد های کمتر خاکاره تأثیر کمتری در میزان جذب داشته و میزان جذب به درصد خلل و فرج بین چوب سیمان بستگی بیشتری دارد و همان طور که در جدول ۳ ملاحظه می شود این افزایش با افزایش درصد خاکاره افزایش می یابد که با تحقیقات دیگران کاملاً

در بررسی گراف و جدول های آنالیز واریانس، نتایج به دست آمده از این تحقیق همان طوری که ملاحظه می شود به دلیل مقاومت فشاری پایین این فراورده ها، آنها هیچ گاه نخواهند توانست با بلوک های سیمانی و یا با خود چوب نرمال از نظر این ویژگی رقابت نمایند، زیرا مقادیر مقاومت فشاری مورد نیاز برای موادی که به صورت سنگ فرس مورد استفاده قرار می گیرند بین ۲۰ تا ۲۵ مگاپاسکال، برای تیرها بین ۲۰ تا ۳۵ مگاپاسکال، برای بتن مسلح با توجه به بار مورد نظر تا حد ۶۵ مگاپاسکال بوده است (Gong et al., 1993) و همچنین برای مصالح ساختمانی مورد استفاده برای اجزای اصلی ساختمان ۷ نیوتن بر میلی متر مربع و حداقل ۴ نیوتن بر میلی متر مربع است (Senelwa et al., 2008). بر این اساس چنین فراورده هایی هیچ گاه نخواهند توانست در مکان هایی که نیاز به تحمل به فشار بالا باشد، دوام بیاورند. از این رو این فراورده ها را نمی توان به عنوان مصالح اصلی در ساخت بناها و ساختمان ها به کار برد. مقاومت مکانیکی چندسازه ها رابطه مستقیمی با نوع، استحکام و میزان پیوندهای تشکیل شده بین فازهای تشکیل دهنده آنها دارد، در چندسازه های چوب - سیمان هر چه پیوندیابی بین ذرات چوب و سیمان، بیشتر و محکم تر باشد فراورده های حاصل از مقاومت های مکانیکی بالاتری برخوردار خواهند بود. این امر نشان از تشکیل پیوند، تحت تأثیر عواملی مانند نوع سیمان،

بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن (مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور) سپاسگزاری نمایم.

منابع مورد استفاده

- DIN EN standard, NO. 634, 1995. Cement-bonded particleboards. Specifications- general requirements; German version.
- Enayati, A.A., Nazerani Hooshmand, H., Doosthoseini, K., Jahan Latibari, A. Rahimi, S. 2012. Evaluation of the properties of wood sawdust-cement perforated blocks. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 27(2): 294-305.
- Frybort, S., Mauritz, R., Teischinger, A., Müller, U. 2008. Cement bonded composites - a mechanical review. BioResources 3(2): 602-626.
- Gong, H. Y. Zhang, Y. J. Quan, J. and Che, S. W., 1993. "Preparation and properties of cement based piezoelectric composites modified by CNTs, Current Applied Physics, vol. 11, pp. 653-656,.
- Nasiri, H., Vrvshvyy, AS., And Kargarfard, A., 1390. Investigation Some properties of structures made of cement - bagasse fiber For use in the construction industry. Research 0.291 to 299 (35) of wood, paper, Volume 26
- Olorunnisola, A.O. (2008). Effects of Pretreatment of rattan (*Lacosperma secundiflorum*) on the hydration of Portland cement and the development of a new compatibility index. Cement and Concrete Composites, 30 (1): 37 - 43.
- Semple, K.E. and Evans, P.D. (2004). Wood cement composites-suitability of Western Australian Mallee eucalypt, blue gum and melaleucas. RIRDC/Land and Water Australia/FWPRDC/MDBC.
- Senelwa, Kennedy, 2008, Big companies scramble for black gold prospects: Daily Nation [Nairobi, Kenya], August 16, unpaginated
- Tabarsa, T., Hossieni, M., Valizadeh, E. 2012. Investigation on the properties of cement fiberboard produced using waste paper. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 27(2): 338-347.
- Wolfe, R.W. and Gjinolli, A. (1996). Cement-bonded wood composites as an engineering material. The Use of Recycled Wood and Paper in Building Applications, Madison, Wisconsin, pp. 84-91.
- Zziwa, A., Kizito, S., Banana, Y., Kaboggoza, R.S. Kambugu, R. and Sseremba, O. E., 2006. Production of composite bricks from sawdust using Portland cement as a binder, 1 Department of Forest Products Engineering, Makerere University, P.O. Box 7062 Kampala, Uganda

همخوانی دارد (Savastano *et al.*, 2000). این محققان در مطالعات خود بیان می‌کنند که وقتی مقدار ذرات چوب افزایش می‌یابد، جذب آب نیز افزایش می‌یابد، درحالی‌که دانسیته کاهش پیدا می‌کند. Nasiri و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی امکان استفاده از الیاف باگاس در ساخت چندسازه فیبر - سیمان به این نتیجه رسیدند که افزایش میزان الیاف باعث افزایش جذب آب می‌گردد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که هر چه درصد چوب مصرفی در ساختمان چندسازه‌های چوب - سیمان نسبت به سیمان بیشتر می‌شود، میزان جذب آب نمونه‌ها نیز بالاتر می‌رود که دلیل آن آب‌دوست بودن ذرات چوب است. با توجه به تحقیقات انجام شده در مورد به کار بردن پهن‌برگان در ترکیب فراورده‌های چوب سیمان باعث کاهش مقاومت فشاری آنها می‌شود (Gong *et al.*, 1993). با توجه به جدول میانگین‌ها و آنالیز آماری به دست آمده از این تحقیق، ملاحظه می‌شود که هماهنگی با افزایش مقدار درصد خاک‌اره از ۵٪ به ۲۵٪ ما کاهش جرم مخصوص و مقاومت به فشار را داریم که در این میان درصد ترکیب ۵٪ خاک‌اره بیشترین مقاومت به فشار برابر ۱/۳۶۹ مگاپاسکال را داراست اما با توجه به کم بودن میزان درصد خاک‌اره تأثیر آن بر میزان جذب صوت و عایق حرارتی بسیار کمتر از استفاده ۱۰٪ خاک‌اره خواهد بود؛ همچنین با توجه به بررسی‌های انجام شده افزودن میزان ۱۰٪ خاک‌اره با داشتن میانگین دانسیته ۱/۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب و مقاومت به فشار ۱/۲۶۰ مگاپاسکال بهترین شرایط ساخت را در این تحقیق داشته است. همان‌طوری که در سوابق تحقیقاتی عنوان شده است استفاده از این محصول در نقاطی از ساختمان که نیاز به تحمل بار زیاد برای مدت زمان طولانی را ندارد در قسمت‌هایی که نیاز به ساخت دیوارک جداکننده بنا که نیاز است دارای خواص جذب صوت و عایق حرارتی باشد توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

لازم می‌دانم در اجرای این طرح تحقیقاتی از همکاری بخش تحقیقات سیمان کارخانه آبیگ قزوین و محققان

Investigation on cement brick production containing wood sawdust

F. Golbabaei

-M.Sc., Wood and Wood Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, Email: golbabaei@rifr-ac.ir

Received: Feb., 2015 Accepted: Aug., 2015

Abstract

Brick has been the most common masonry in Iran building construction. Since the weight of the typical brick is usually high and causes heavy structures in the building, it makes the buildings vulnerable to earthquake forces. Although solid cement bricks and other building materials are durable, but the big disadvantage has been the heavy weight. Building solid brick density is usually 1.7 to 1.9 g/cm³ and thermal conductivity between 0.5 °C to 0.75 kcal per hour in meters. Therefore, the structure of such bricks should be modified to reduce the density to 1.2 g/cm³ and improved the thermal conductivity to 0.25 °C kcal per hour per meter. In order to reach a low specific weight and modify the thermal insulation properties of lightweight bricks, a porosity-causing additive such as sawdust is added to the raw materials of the brick. In this research sawdust was added to cement at 5, 10, 15 and 25% of the total weight of the brick and the properties of the final product was measured. Statistical analysis of the effect of various factors on the measured property showed that sawdust and cement brick made with 10 percent sawdust at the density of 1.260 g/cm³ and compression strength 1.2 MPa provided the best conditions for application in high load-bearing parts of the building. However, the brick containing 15% sawdust, which the density of 0.983 g/cm³, and compression strength of 0.85 MPa can be used in other parts of the building. .

Keywords: Wood-cement brick, sawdust, portland cement, compressive strength.