Archive of SID

فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۰، شماره ۳، صفحه ۴۶۵-۴۵۷، (۱۳۹۴)

# 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 الکترونیک: golbabaei@rifr-ac.ir

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۴

## چکیده

آجر پرمصرف‌ترین مصالح بنائی در ایران است. ازآنجاکه آجر معمولی وزن زیادی دارد باعث سنگین شدن ساختمان و درنتیجه 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 سانتی‌مترمکعب 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 سانتی‌مترمکعب 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 ۱۵درصد، دانسیته ۰/۹۸۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب و مقاومت به فشار ۰/۸۵ مگاپاسکال در قسمت‌های دیوارک ساختمان که نیاز به تحمل بار زیادی ندارند می‌توانند استفاده کنند.

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

## مقدمه

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 آنها، مانند آتش‌سوزی و ... دارد که با استفاده از این مصالح بتوان در مدت زمان کوتاهی ساختمان‌های متعدد و مستحکم ایجاد نمود. ازاین‌رو 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 قرارگرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID



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 به خطر 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 سانتی‌مترمکعب) 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 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. به‌طوری‌که بیشترین مقاومت فشاری مربوط به بلوک‌هایی با نسبت خاک‌اره به سیمان ۵۸ به ۴۲ درصد و کمترین مقدار واکشیدگی 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 باطله 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 مقاومت‌خمشی و کمترین میزان واکشیدگی 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. ازاین‌رو 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 اکسیدآلومینیوم، اکسیدسیلیسیم، اکسیدآهن، اکسیدمنیزیم 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.

www.SID.ir

Archive of SID



### 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 نئوپان 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 تشکیل‌شده و به کُندی 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 آبیک 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 ۱×۰/۶×۰/۴ میلی‌متر انتخاب شد. با توجه به سوابق تحقیقاتی برای خنثی نمودن اثر موادی که گیرایی سیمان را کاهش می‌دهند و همچنین برای سرعت بخشیدن به گیرایی آن از ۵٪ کلرید کلسیم (Cacl2) 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 ویبراتور 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 ـ 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.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱- خاک‌اره‌های جمع‌آوری شده

شکل ۲- الک برقی خودکار سایزبندی

شکل۳- نمونه‌های چوب سیمان ساخته شده

شکل ۴- نمونه‌های آزمایش فشار تخته چوب سیمان به ابعاد مناسب بریده شده

شکل ۵- دستگاه آزمایشگر مقاومت مکانیکی

شکل ۶- نمونه فشاری در حال آزمایش

www.SID.ir

Archive of SID



**دانسیته و وزن**

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 بیابد، فراورده حاصل متراکم‌تر و چگال‌تر خواهد بود. در هر صورت در هر دو نسبت اختلاط، با توجه به طبقه‌بندی این 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 ۶۰×۲۵×۲۵ 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.

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

| شماره ترکیب | مقدار آرد چوب (٪) | مقدار سیمان (٪) | وزن خشک (گرم) | حجم خشک (سانتی‌مترمکعب) | 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 |

**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 |

www.SID.ir

Archive of SID



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 به‌دست‌آمده برای مقاومت فشاری آجرهای آرد چوب‌سیمان ساخته شده ویژگی‌های مقاومتی این فراورده‌ها قابل مقایسه با مواد سیمانی یا بتنی معمولی نیست. به‌نحوی‌که 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 آردچوب‌سیمان با ۷۵ درصد سیمان و ۲۵ درصد خاک‌اره کمترین مقاومت ۰/۳۸ مگاپاسکال را داشته است. به‌طوریکه 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

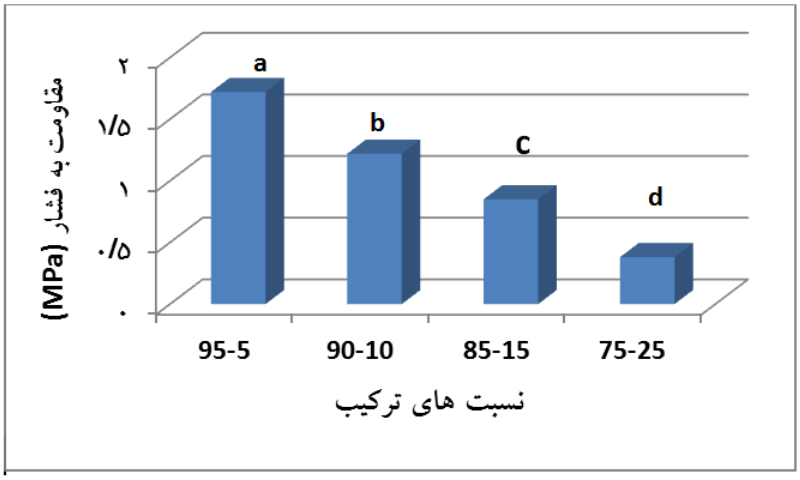
| ویژگی | حداکثر بار (N) | مقاومت به فشار (MPa) |
|---|---|---|
| مقدار F | ۱۲۸/۱۲ | ۱۸/۳۳ |
| ضریب تغییرات | ۱/۲۲۵ | ۱/۱۳۶ |

در سطح احتمال ۵٪

www.SID.ir

Archive of SID






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

## بحث

در بررسی گراف و جدولهای آنالیز واریانس، نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق همان‌طوری که ملاحظه می‌شود به دلیل مقاومت فشاری پایین این فراورده‌ها، آنها هیچ‌گاه نخواهند توانست با بلوک‌های سیمانی و یا با خود چوب نرمال از نظر این ویژگی رقابت نمایند، زیرا مقادیر مقاومت فشاری مورد نیاز برای موادی که به صورت سنگ‌فرش مورد استفاده قرار می‌گیرند 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 میلی‌مترمربع و حداقل ۴ نیوتن بر میلی‌مترمربع است (Senelwa *et al.*, 2008). بر این اساس چنین فراورده‌هایی هیچ‌گاه نخواهند توانست در مکان‌هایی که نیاز به تحمل به فشار بالا باشد، دوام بیاورند. ازاین‌رو این فراورده‌ها را نمی‌توان به‌عنوان مصالح اصلی در ساخت بناها و ساختمان‌ها به‌کار برد. مقاومت مکانیکی چندسازه‌ها رابطه مستقیمی با نوع، استحکام و میزان پیوندهای تشکیل‌شده بین فازهای تشکیل‌دهنده آنها دارد، در چندسازه‌های چوب – سیمان هر چه پیوندیابی بین ذرات چوب و سیمان، بیشتر و محکم‌تر باشد فراورده‌های حاصل از مقاومت‌های مکانیکی بالاتری برخوردار خواهند بود. این امر نشان از تشکیل پیوند، تحت تأثیر عواملی مانند نوع سیمان، نسبت چوب به سیمان، نوع گونه چوبی یا ماده لیگنوسلولزی، نوع و میزان مواد استخراجی چوب یا ماده لیگنوسلولزی، اندازه و شکل هندسی ذرات چوب، جهت‌گیری ذرات چوب، درصد استفاده از مواد تقویت‌کننده و غیره دارد (Frybort *et al.*, 2008; Semple & Evans, 2004).

بنابراین، می‌توان اذعان داشت که مقاومت کم آجرهای خاک‌اره چوب سیمان ساخته شده در این تحقیق به احتمال زیاد به شکل و اندازه ذرات چوب مربوط می‌شود؛ و در بررسی اولیه در انتخاب نمونه‌ها باید حتماً شکل و سایز آنها مورد توجه قرار گیرد، زیرا مشاهده شده که نرمه‌های خاک‌اره منجر به مقاومت ضعیف‌تر می‌شوند، درحالی‌که ذرات باریک و بلند ویژگی‌های مقاومتی بهتری ایجاد می‌کنند (Wolfe & Gjinolli, 1999).

در بررسی جذب آب نمونه‌ها در نسبت‌های مختلف خاک‌اره ملاحظه گردید که میزان جذب در ۲ ساعت اولیه به‌طور 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 نمونه‌های با درصدهای کمتر خاک‌اره تأثیر کمتری در میزان جذب داشته و میزان جذب به درصد خلل و فرج بین چوب سیمان بستگی بیشتری دارد و همان‌طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود این افزایش با افزایش درصد خاک‌اره افزایش می‌یابد که با تحقیقات دیگران کاملاً

www.SID.ir

Archive of SID



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 به‌دست‌آمده از این تحقیق، ملاحظه می‌شود که هماهنگ 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 سانتی‌مترمکعب 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 جدا کننده 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 آبیک قزوین و محققان 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., Vrshvyy, 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 Austrialia/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

www.SID.ir

Archive of SID



# 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/cm$^3$ 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/cm$^3$ 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/cm$^3$ 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/cm$^3$, 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.

www.SID.ir