Archive of SID

نشریه علمی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۵ شماره ۱، صفحه ۱۲۵-۱۱۳، (۱۳۹۹)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJWPR.2020.126127.1540
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0913.1399.35.113.70.1.1576.1578

بررسی ساخت کامپوزیت سبک سه لایه از چوب سیمان و یونولیت

فرداد گلبابائی[1*]، رضا حاجی‌حسنی[2]، کامیار صالحی[3] و اصغر تابعی[4]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، پست الکترونیک: golbabaei.f@gmail.com

۲- دکترای صنایع چوب و کاغذ، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- استادیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی، آستارا، ایران

دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۸

چکیده

این مطالعه با هدف ساخت سازه سبک و کاهش اتلاف انرژی انجام شده است. بدین‌منظور تولید محصولات چوب سیمان یا فراورده‌های کامپوزیت با ترکیب ذرات آلی مانند الیاف چوب و مواد لیگنوسلولزی با یونولیت مورد توجه قرار گرفت. محصول مورد بررسی شامل چوب سیمان ساخته شده از الیاف روزنامه باطله و خرده چوب صنوبر با ضخامت ۲۰ میلی‌متر در دو طرف سازه و یونولیت بود که با ضخامت ۱۰ میلی‌متر در وسط سازه تولید گردید. فراورده‌های تولیدی چوب سیمان یونولیت دارای خواص ترکیبی از چوب سیمان و یونولیت است. در این تحقیق با توجه به فاکتورهای متغیر مورد مطالعه که شامل مواد لیگنوسلولزی و مقدار ماده افزودنی (همانند کلرید کلسیم Cacl) در دو سطح ۳ و ۵ درصد بوده، نمونه‌های آزمونی تهیه شدند. بهترین شرایط مقاومتی ساخت سازه استفاده از ۱۰٪ مواد لیگنوسلولزی بود. ضخامت نمونه‌ها در دو سطح یونولیت یکسان بوده و کلیه شرایط ساخت مانند میزان آبدهی، فشار پرس و میزان همزدگی به‌طور یکسان و ثابت در نظر گرفته شد. در آزمایش خمش استاتیک میانگین نیروی حداکثر بار برای شکست آجر معمولی برابر ۳۹۳۳/۲۶ نیوتن و میانگین بار حداکثر برای شکستن چوب سیمان یونولیت ۳۸۹/۷۸ نیوتن بدست آمد که در حدود ۱۰٪ مقاومت آجر معمولی است، اما آجر معمولی در هنگام شکست به‌صورت ناگهانی می‌شکند، درحالی‌که آجر یونولیت به‌صورت تدریجی شکسته می‌شود و خواص عایق بودن به دلیل دارا بودن الیاف سلولزی و یونولیت در آن از آجر معمولی بیشتر است. بنابراین با توجه به مقاومت پایین برای استفاده در قسمت‌های پارتیشن‌بندی پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: چوب سیمان یونولیت، مقاومت خمشی، سیمان پرتلند، کلریدکلسیم

مقدمه

امروزه در دنیا استفاده از مصالح قدیمی دیگر جوابگوی نیازهای بشری در ساخت‌وساز نیست. به‌این‌ترتیب استفاده از مصالح جدید و کاربردی به همراه تکنیک‌های نوین نیازی مبرم محسوب می‌شود. بتن سبک و دارای خواص عایق حرارتی و صوتی ازجمله این مصالح است. تولید و استفاده از بتن‌های سبک وزن و میان وزن، علاوه بر کاهش بار مرده ساختمان، از نیروی وارد به سازه در اثر شتاب زلزله نیز

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کاهد و در صورت تخریب، خسارتهای جانی و مالی را کاهش می‌دهد. دیوارهای جداکننده خارجی و داخلی پس از اسکلت ساختمان و پوشش سقف، عمده‌ترین بخش ساختمان هستند که در ایمنی ساختمان نیز نقش مهمی دارند. ازاین‌رو باید در انتخاب و استفاده هریک از مصالح ساختمانی ازجمله اجزای پرکننده آن مثل بلوک، ویژگی‌ها و مشخصات فنی استاندارد برای نیازهای عملکردی ساختمان مورد توجه قرار گیرد. یک دیوار مناسب دیواری است که تمام معیارهای فنی مثل مقاومت در برابر زلزله، مقاومت در برابر رطوبت، عایق حرارتی، عایق صوت، سبک بودن و ... را داشته باشد. در زمینه استفاده از مواد لیگنوسلولزی در تولید کامپوزیت‌های چوب سیمان تحقیقات زیادی انجام شده که به تعدادی از آنها اشاره می‌گردد.

Amosi و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی امکان استفاده از کامپوزیت‌های سبک چوب - سیمان در مقاوم‌سازی ساختمان‌ها در برابر سوانح طبیعی، فراورده‌های چوب – سیمانی را از اختلاط ۶۰ درصد سیمان و ۴۰ درصد رشته چوب صنوبر با ۳ سطح ۳، ۵ و ۷ درصد ماده تقویت‌کننده کلرید کلسیم درست کردند. دانسیته چندسازه‌های حاصل به‌ترتیب درصد ماده تقویت‌کننده ۰/۹۵، ۰/۹۸ و ۱ گرم بر سانتی‌مترمکعب به‌دست آمد. مدول‌گسیختگی چندسازه‌ها نیز با افزایش دانسیته به‌دلیل بالا رفتن سطح استفاده از کلرید کلسیم زیادتر شد. همچنین میزان واکشیدگی ضخامت با استفاده از کلرید کلسیم با درصدهای ۳، ۵ و ۷ درصد به‌ترتیب ۱/۵۱، ۱/۳۲ و ۱/۰۷ درصد به‌دست آمد.

Tabei و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی که برای ساخت چندسازه چوب سیمان انجام داده بودند بیان کردند که میانگین مقاومت‌های فشاری نمونه‌های ساخته شده با نسبت‌های ۲ به ۱ و ۳ به ۲ با ابعاد بزرگ به‌ترتیب ۱/۱۷ و ۱/۲۵ نیوتن بر میلی‌متر مربع و ابعاد کوچک ۰/۸۵ و ۰/۹۹ نیوتن بر میلی‌متر مربع بدست آمد که مناسب کار برای کف و دیواره‌های اصلی که تحمل کننده بار زیاد هستند نمی‌باشند.

Wolfe & Gjinolli (۱۹۹۶) به منظور ارزیابی خصوصیات مکانیکی فراورده‌های چوب – سیمانی ساخته شده با ترکیب سیمان و چوب‌های تراشه‌ای کم ارزش برای کاربردهای مهندسی درست کردند. نتایج آنان حکایت از این داشت که چندسازه‌های چوب سیمان حاصل، قابلیت کاربردهای ساختمانی را دارند. آنان همچنین نتیجه گرفتند این چندسازه‌ها برخلاف مقاومت نسبتاً کم در مقایسه با دیگر مصالح ساختمانی مقاومت کافی و پایداری خمشی خوبی برای به‌کارگیری آنها به‌عنوان بخش داخلی و پرکننده پانل‌های دیواری هستند.

Zziwa (۲۰۰۶) در ارزیابی بلوک‌های چندسازه‌ای حاصل از اختلاط خاک اره 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 و اندازه‌گیری وزن، حجم و محاسبه دانسیته و نیز اندازه‌گیری مقاومت فشاری آنها به این نتیجه رسید که این چندسازه ها برای در معرض قرار گرفتن بار وارده مستقیم و حتی سازه‌های دیواری با بار نیمه‌سنگین مناسب نیستند، ولی به دلیل وزن سبک به‌صورت تکه‌های تزئینی می توانند برای چارچوب دیوارهای داخلی مورد استفاده قرار گیرند. همچنین او با خیس نمودن این فراورده‌ها و اندازه‌گیری دوباره مقاومت فشاری نمونه‌ها به این نتیجه رسید که مقاومت آنها در مکان های مرطوب حدود ۴۰ درصد کاهش می‌یابد.

Karami (۲۰۱۱) بیان می‌دارد که عایق‌کاری مناسب بخش‌های مختلف ساختمان مانند سقف، کف و دیوارهای جانبی، همچنین عایق‌کاری لوله‌ها و سطوح داغ و سرد باعث افزایش بازدهی انرژی می‌گردد. با عایق‌کاری در ساختمان می‌توان در انرژی گرمایی و سرمایی ۴۵ تا ۶۰ درصد صرفه‌جویی نمود. وی همچنین بیان نموده عایق‌های پلی‌استایرن که به آنها یونولیت نیز می‌گویند، ازجمله عایق‌های سلول بسته صلب بوده و از پلیمرهای استایرول یا استایرن ساخته می‌شوند.

Muawia (۲۰۱۷) دو نوع بلوک سیمانی معمولی و یونولیت‌دار را مورد مقایسه قرار داده است. بلوک‌های سیمانی عایق شده با پلی‌استایرن در درجه حرارت‌های مختلف، رفتارهای متفاوتی دارند. این عایق‌های ارائه شده توسط

www.SID.ir

Archive of SID

بلوک‌های ساخته شده در آزمایشگاه به دلیل وجود حفره‌ها و مفاصل پر از ملات شده در انتقال حرارت بسیار ضعیف عمل می‌کنند که از محاسن این نوع بلوک‌هاست، اما مقاومت در برابر تغییرات و اثرهای آب‌وهوای شدید را تحمل نمی‌کنند.

Sedan و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی خواص مکانیکی سیمان تقویت‌شده با الیاف شاهدانه بیان کردند که افزودن الیاف تا ۱۶٪، باعث افزایش مقاومت خمشی شد. آنان همچنین نتیجه گرفتند که تیمار قلیایی الیاف باعث بهبود مقاومت خمشی و بهبود چسبندگی شبکه سیمان – الیاف شده است.

Golbabaei و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی ویژگی‌های چوب سیمان تهیه‌شده از پسماندهای گیاهان کشاورزی پرداختند. در این تحقیق تخته‌های ساخته‌شده با کلش برنج، کاه گندم و ساقه پنبه به‌عنوان عوامل متغیر و تخته سیمان با خرده چوب صنوبر به‌عنوان شاهد مورد توجه قرار گرفت. نتایج حکایت از آن داشت که تخته چوب سیمان ساخته‌شده با خرده چوب صنوبر در مقایسه با تخته‌های ساخته‌شده با ساقه پنبه، کاه گندم و کلش برنج خصوصیات خمشی بهتری دارند.

Hassanpoor و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی نتیجه گرفتند که چسبندگی داخلی و مقاومت فشاری در تخته‌های حاوی نانو ولاستونیت در مقایسه با تخته‌های فاقد نانو افزایش یافته است، به‌طوری‌که بیشترین چسبندگی داخلی (۱/۶Mpa) و مقاومت فشاری (۱۰/۸۵Mpa) مربوط به تخته‌های حاوی ۱۰ درصد الیاف کرافت و ۶ درصد نانو ولاستونیت هست.

Ashori و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر مخلوط دو گونه چوبی (اکالیپتوس و صنوبر) را بر خواص مکانیکی و حرارت هیدراتاسیون رشته‌های چوب سیمان مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که گونه چوبی صنوبر سازگاری بهتری با ماتریس سیمان دارد و با افزایش نسبت صنوبر به اکالیپتوس حرارت هیدراتاسیون سیمان افزایش و خواص مکانیکی تخته‌های ساخته شده بهبود می‌یابد.

Torkaman و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی استفاده از الیاف ضایعاتی چوب و خاکستر پوست برنج در بلوک‌های بتنی سبک پرداختند. نتایج مورد بررسی نشان داد که استفاده از خاکستر سبوس برنج به‌عنوان پسماند کشاورزی موجب بهبود خواص بلوک‌های ساخته‌شده می‌شود.

ساخت چندسازه چوب سیمان با استفاده از چوب‌آلات کاج تیمار شده به آرسنات، مس و کروم (CCA) توسط Wolfe و Gjinolli در سال ۱۹۹۹ بررسی گردید. در این تحقیق به‌منظور کاهش زمان گیرایی سیمان و رسیدن به مقاومت‌های بالا در زمان‌های اولیه سخت شدن از سیمان پرتلند نوع ۳ استفاده شد. نتایج نشان داد که محصول ساخته شده دوام موردنظر را برای برنامه‌های ساخت‌وساز و دوره‌های ذوب و انجماد دارد.

Pehanich و همکاران (۲۰۰۴) به بررسی اثر تیمارهای مختلف (سیلیکات سدیم، سیلیکات پتاسیم و سیلان) روی الیاف کاغذ روزنامه و کرافت رنگ‌بری نشده در ساخت چندسازه الیاف سیمان ساخته شده با سیمان پرتلند نوع ۳ پرداختند. نتایج آنان بیان کرد که تیمار الیاف توسط این مواد شیمیایی سبب بهبود ویژگی‌های مکانیکی چندسازه ساخته‌شده می‌شود.

Sorn و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی تحت عنوان چندسازه‌های سیمانی تقویت شده با الیاف به روش اکسترودی برای ساختمان‌های مسکونی، بیان کردند که فنّاوری جدید اکستروژن برای تولید چندسازه‌های سیمانی تقویت‌شده با الیاف کارآیی بالایی دارند و می‌توان به‌وسیله این روش تخته‌هایی با دوام بیشتر، هزینه نگهداری کمتر، ایمنی بیشتر و مقاومت در برابر خطرات محیطی بهبود یافته تولید کرد.

Jenifer و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی اثر تیمار سطحی الیاف کاغذ روزنامه باطله و خمیر کرافت رنگبری شده با سلیکات سدیم و پتاسیم روی خصوصیات مکانیکی چندسازه‌های الیاف – سیمان دریافتند که تیمار شیمیایی الیاف قبل از ساخت چندسازه باعث بهبود مقاومت فشاری و خمشی چندسازه می‌شود.

Ashori و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای، اثر تقویت

www.SID.ir

Archive of SID

کاغذهای روزنامه بازیافت (RNP) در مخلوط سیمان را بررسی کردند. نتایج آزمون نشان داد که CaCl2 باعث افزایش خواص مکانیکی و فیزیکی محصول می‌شود. تمام خواص محصول با افزایش CaCl2 از ۳٪ به ۵٪ افزایش یافته است. همچنین نتایج نشان داد با افزایش الیاف به‌طور قابل‌توجهی میزان جذب آب افزایش یافته و واکشیدگی ضخامت رخ داده است.

Olyaei و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه عوامل مؤثر مانند نسبت سیمان به الیاف، میزان کلرید کلسیم، خاکستر پوست برنج و نانو سیلیس در ساخت الیاف- سیمان بیان نمودند که تخته‌های ساخته شده با نسبت سیمان به کاغذ باطله ۹۰ به ۱۰ درصد با مصرف ۵ درصد کلرید کلسیم دارای بیشترین مقاومت خمشی و کمترین میزان واکشیدگی ضخامت در ۲۴ ساعت غوطه‌وری بوده‌اند.

Valizadeh و همکاران (۲۰۰۴) عنوان می‌کنند که در تحقیقی اثر نسبت‌های مختلف سیمان به الیاف را در سطوح ۹۰ به ۱۰، ۸۵ به ۱۵ و ۸۰ به ۲۰ درصد در دو سطح کلرید کلسیم ۳ و ۵٪ به‌عنوان ماده افزودنی مورد بررسی قرار داده و آزمایش‌ها با استفاده از استاندارد DIN۶۸۷۶۳ انجام شده و نتایج نشان داده که در نسبت ۱۰ به ۹۰ نمونه‌ها به‌طور میانگین ۱/۲ درصد کمترین واکشیدگی ضخامت را داشته‌اند.

تبادل حرارتی و صوتی

در ساختمان‌های مختلف تبادل حرارتی و صوتی بیشتر به شکل ۱ و ۲ اتفاق می‌افتد و تلاش بیشتر متخصصان بر کاهش درصدهای اتلاف حرارتی و افزایش جذب صوت از بیرون به سمت داخل است.

شکل ۱- نمای شماتیک اتلاف انرژی در یک ساختمان (venusjam.ir)

مواد روش‌ها

مواد اولیه

مواد لیگنوسلولزی

در اجرای این طرح تحقیقاتی تلاش گردید تا با مواد اولیه متفاوت به هدف سبک‌سازی سازه دست یابیم. بدین‌منظور از دو نوع ماده لیگنوسلولزی استفاده گردید که شامل:

چوب صنوبر

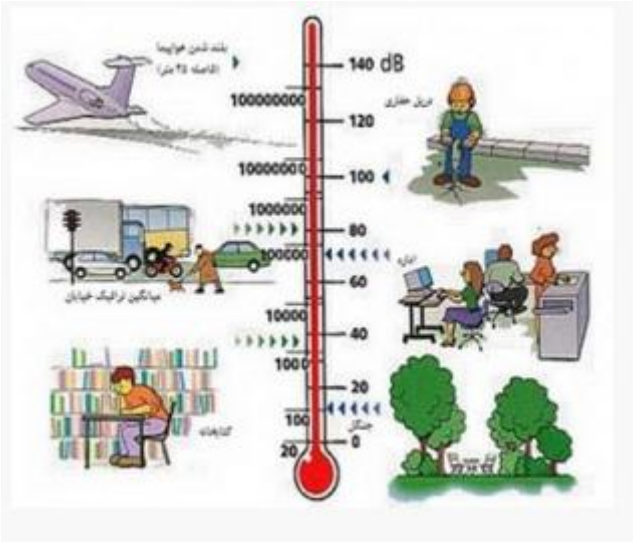
گونه صنوبر دلتوئیدس به دلیل دارا بودن درصد مواد استخراجی و جرم مخصوص پایین انتخاب شد. برای ساخت چوب سیمان از ذرات کوچک‌تر فلیک شده استفاده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

روزنامه باطله

روزنامه‌ها بعد از مطالعه به‌عنوان ضایعات محسوب می‌شوند، چون نمی‌توان آنها را به لحاظ ساختاری و جوهر بکار رفته در آنها دوباره برای تهیه خمیرکاغذ جهت چاپ با هزینه پایین استفاده نمود و از آنها بعضی مواقع برای بسته‌بندی و یا ساخت شانه تخم‌مرغ و غیره استفاده می‌گردد. روزنامه‌ها ابتدا در حوضچه آب خیس گردید و بعد به‌وسیله همزن برقی هم زده شده و با یک دفیبراتور همان‌طور که در شکل ۳ ملاحظه می‌گردد دفیبره شده و آماده ساخت الیاف سیمان می‌شود.



شکل ۲- انواع وسایل صدا ساز در اطراف ما (acouban.com)

شکل ۳- مراحل خیس کردن روزنامه باطله و دفیبره کرده با دستگاه دفیبراتور

www.SID.ir

Archive of SID

یونولیت

پلاستوفوم در ایران به نام یونولیت شناخته می‌شود که نام اصلی آن پلی‌استیرن انبساطی (Polystyrene) و یا پلاستوفوم است، نوعی پلیمر سفید رنگ و عایق رطوبت و صدا و حرارت است که از فرایندهای پتروشیمی تهیه می‌شود. از این ماده برای عایق‌سازی، ساخت وسایل نیازمند عایق حرارتی و بسته‌بندی ابزار حساس الکتریکی، الکترونیکی و مکانیکی استفاده می‌شود. در این طرح به دلیل دارا بودن عایق صوت و حرارت در لایه میانی چوب سیمان‌ها استفاده گردید.

ضریب عایق یونولیت

یک صفحه یونولیت ۱۰ سانتی‌متر معمولی در برابر صدا ۴۲ دسی‌بل عایق صوتی دارد. همچنین یک یونولیت ۱۰ سانتی‌متر معمولی در برابر گرما ۳۵٪ عایق حرارتی دارد. اگرچه امروزه از دیوارهای بتنی، سیمانی و گچی بیش از دیوارهای آجری استفاده می‌شود و تا حدودی عایق‌بندی صدای ساختمان بهتر شده است، اما نمی‌توان با دیوار سیمانی و بتنی از ورود صداهای مزاحم و آلودگی‌های مختلف صوتی جلوگیری کرد؛ بنابراین برای آنکه حد مطلوب صدا در مناطق مسکونی، کلاس‌های درس، بیمارستان‌ها و ... را داشته باشیم استفاده از عایق‌های حرارتی و صوتی بیش از گذشته ضروری به نظر می‌رسد.

امروزه با توجه به مسئله سبک‌سازی و خواص عایق بودن یونولیت در صنعت، انواع مختلف بتن یونولیت ساخته شده است، اما به دلیل استفاده از سیمان و ماسه هنوز آن کاهش وزنی که در ساخت چوب سیمان است بدست نیامده است. در زیر به‌عنوان نمونه تعدادی از این مصالح نشان داده شده است.

جدول ۱- مقادیر ضریب هدایتی

مصالح	مقدار ضریب هدایت حرارتی K(w/m°k)	مقاومت انتقال حرارت R(m^2k/w)
پلی‌استایرن (۵۰ .mm)	۰/۰۳۷	۰/۶۷۵
گچ	۰/۵	۰/۰۳۲
آجرنما (۱۰۲/۵ .mm)	۰/۸۴	۰/۱۲۲
محفظه هوا (۵۰ m^2)	–	۰/۱۸۰
آجر سبک (۰/۵ gr/cm^3)	۰/۱۸۴	۰/۵۵۵

روش تحقیق

در این تحقیق با هدف ساخت آجر چوب سیمان یونولیت در ابتدا مواد اولیه تهیه گردید، در اولین مرحله ذرات کوچک چوب صنوبر با استفاده از دستگاه خردکن و فلیکر تهیه و بعد از الک کردن برای خروج ذرات بسیار ریز در هوای آزاد خشک شده و بعد از تعیین درصد رطوبت داخل پلاستیک‌ها قرار داده شد.

در مرحله دوم کاغذهای روزنامه خیس‌شده و توسط یک همزن در داخل مخلوط آب کاملاً هم زده شدند و درنهایت به‌وسیله یک دستگاه جداکننده الیاف (ریفاینر) الیاف آن از هم جدا شده و در هوای آزاد خشک گردید و درصد رطوبت آن نیز بعد از خشک شدن در هوای آزاد در داخل پلاستیک قرار داده شد. با توجه به مطالعه انجام شده بر روی انواع سیمان، برای اجرای این مطالعه از سیمان پرتلند نوع ۲ به‌عنوان عامل

www.SID.ir

Archive of SID

اتصال‌دهنده و همچنین از کلرید کلسیم به‌عنوان تسریع‌کننده گیرایی سیمان استفاده شد. عوامل متغیر این تحقیق: نسبت سیمان به ذرات لیگنوسلولزی در سه سطح (۹۰ به ۱۰ درصد، ۸۵ به ۱۵ درصد، ۸۰ به ۲۰ درصد و ۷۵ به ۲۵ درصد)، میزان کلرید کلسیم مصرفی در دو سطح (۳ و ۵ درصد) و بقیه عوامل برای همه تخته‌های تولیدی ثابت در نظر گرفته شد. با توجه به عوامل متغیر و سطوح مربوطه ۸ وضعیت ساخت حاصل شد که از هر وضعیت ۴ تکرار و در مجموع ۳۲ تخته ساخته شد.

شکل ۴- انواع محصولات تولیدات یونولیت و بتن (Muawia, *et al.*, 2017)

در مرحله بعد، ابتدا کلرید کلسیم در آب حل گردید و محلول کلرید کلسیم و آب با سیمان و بعد با درصدهای مختلف مواد لیگنوسلولزی بر اساس مقدار مورد نظر به‌طور کامل با یکدیگر مخلوط شدند. برای تشکیل کیک، مخلوط تهیه شده در داخل قالب‌هایی (با ابعاد داخلی ۱۸cm×۸cm) ریخته شد. کیک آماده شده تا ضخامت ۳۰ میلی‌متر پرس گردید. از پرس سرد با دمای معمولی استفاده شد. سپس یک صفحه یونولیت به ضخامت ۱۰ میلی‌متر به ابعاد ۱۸cm×۸cm بر روی کیک اولیه قرار داده و عمل ریزش مرحله دوم کیک بر روی صفحه یونولیت انجام شد. پس از پرس، مخلوط سیمان یونولیت با مواد لیگنوسلولزی به مدت ۲۴ ساعت در شرایط قیدگذاری‌شده باقی ماند. بعد از ۲۴ ساعت قِیدها برداشته شد و برای گیرایی نهایی، تخته‌ها به مدت ۲۸ روز در اتاقک شیشه‌ای که دما و رطوبت در داخل آن قابل کنترل بود در دمای ۳۲ و رطوبت ۶۰ درصد قرار داده شد تا سیمان به گیرایی نهایی خود برسد.

www.SID.ir

Archive of SID

سپس نمونه‌ها در محیط آزمایشگاه به‌تدریج خشک شدند و گیرایی نهایی خود را بدست آوردند.

تهیه نمونه‌های آزمونی

بعد از آماده‌سازی نمونه‌های چوب - سیمان‌های تهیه شده برای تهیه نمونه‌های آزمونی برای خمش استاتیک، مقدار رطوبت و دانسیته بر اساس استاندارد DIN ۶۸۷۶۳ انجام گردید. بررسی آماری نتایج مربوط به ویژگی‌های مکانیکی تخته به‌وسیله آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و با استفاده از فن تجزیه واریانس انجام شد و توسط آزمون دانکن میانگین‌ها گروه‌بندی شدند.

شکل ۵- نمونه‌های سیمان چوب یونولیت و آزمایش خمش نمونه

نتایج

مقاومت خمشی

نتایج بدست‌آمده مورد آنالیز آماری قرار گرفت. نتایج آنالیز تجزیه واریانس مربوط به مدول‌گسیختگی تخته‌ها نشان داد که نسبت خرده چوب و الیاف به سیمان در سطح اطمینان یک درصد اثر معنی‌داری بر روی مدول‌گسیختگی تخته‌ها داشته است، به‌طوری‌که با ترکیب ۱۰٪ خرده چوب و الیاف به ۹۰٪ وزنی سیمان تخته‌های ساخته شده دارای

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین مدول‌گسیختگی و به‌میزان ۴/۴۱۴۶ مگاپاسکال برای خرده چوب سیمان صنوبر و ۳/۰۰۵ مگاپاسکال بدست آمده است؛ و مقدار مدول‌الاستیسیته برای خرده چوب سیمان صنوبر ۴۷۳۵/۴ مگاپاسکال و الیاف روزنامه سیمان ۳۵۶۸۴/۴ مگاپاسکال که در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- خواص خمشی چوب سیمان از صنوبر

ردیف	تغییر طول حد الاستیک mm.	بار حد الاستیک KN	تنش حد الاستیک MPa	تغییر طول حداکثر بار mm.	بار حداکثر KN	تنش حداکثر MPa	مدول الاستیسته MPa
صنوبر	۰/٦۰۸٦	۰/۰۷٦٦	۲/۸٦۱	۱/۲۲۱	۷/۱۱۸	٤/٤۱٤٦	٤۷۳٥/٤
الیاف سیمان	۰/۸۱۱	۰/۰٥۷	۱/۲۰٦	۱/٥٦۷	٥/۱۲۹	۳/۰۰٥	۳٥٦۸/٤

جدول ۳- مقادیر محاسبه شده F برای اثر مستقل و متقابل متغیرها بر خصوصیات مکانیکی تخته

منبع تغییرات	درجه آزادی	مقاومت خمشی (Mpa)	مدول‌الاستیسیته (Mpa)	واکشیدگی ضخامت (%)
نسبت مواد لیگنوسلولزی به سیمان	۲	**۱۲۴۸/۲٥	*۶۳٥/٥۸	۱۲۸/۷۸**
نسبت استفاده از کلرید کلسیم	۲	۳۸٥/۴٥**	۲٥۲٥/٥۶**	*۹٥/۶

**: معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، *: معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

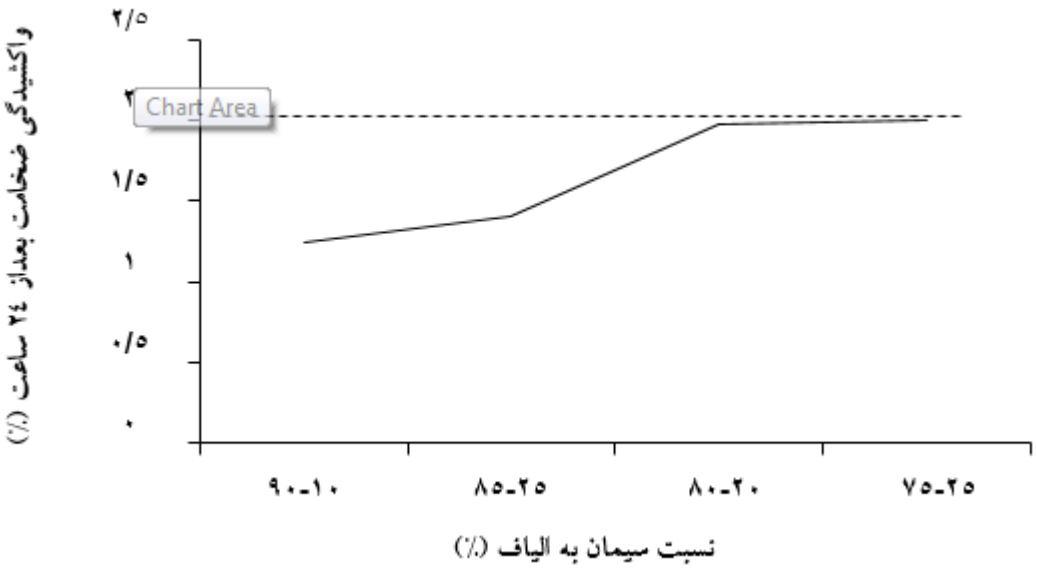
خواص فیزیکی

در بررسی اثر مستقل عوامل متغیر بر واکشیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، نتایج تحلیل آماری جدول ۴ داده‌ها نشان داده که نسبت مواد سلولزی به سیمان در سطح اطمینان یک درصد اختلاف معنی‌داری بر روی واکشیدگی ضخامت تخته‌ها در ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب داشت. به‌نحوی‌که کمترین مقدار واکشیدگی ضخامت حاصل از تخته‌های ساخته شده با نسبت سیمان به الیاف ۹۰ به ۱۰ درصد و به‌میزان ۱/۲ درصد است که البته منطقی بوده و ما با افزایش میزان مواد لیگنوسلولزی انتظار واکشیدگی بیشتری را داریم که با افزایش میزان مواد لیگنوسلولزی به نسبت ۲۵ به ۷۵ درصد سیمان، میزان واکشیدگی به بیشترین مقدار (حدود ۱/۹۸ درصد) می‌رسد.

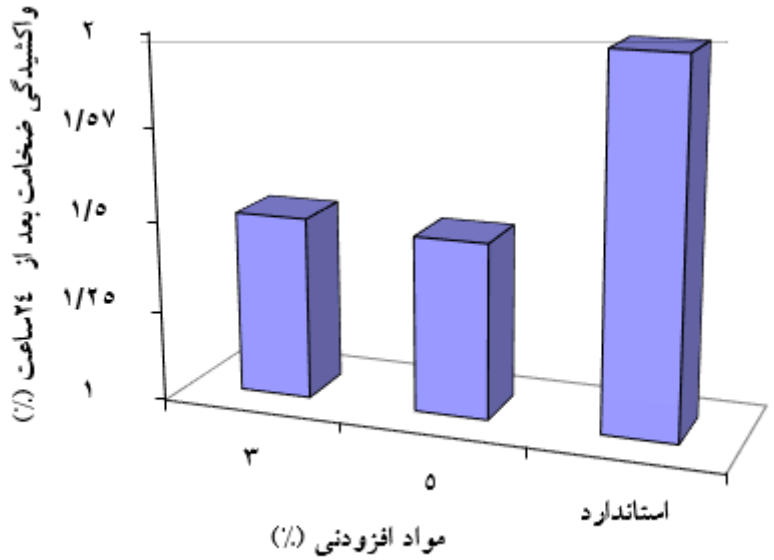
کلرید کلسیم را در ۳ و ۵ درصد استفاده نمودیم، نتایج تجزیه‌وتحلیل‌های آماری بیانگر آن است که میزان کلریدکلسیم در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری را بر روی واکشیدگی ضخامت تخته‌ها داشته است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- اثر مستقل نسبت سیمان به الیاف بر واکشیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری

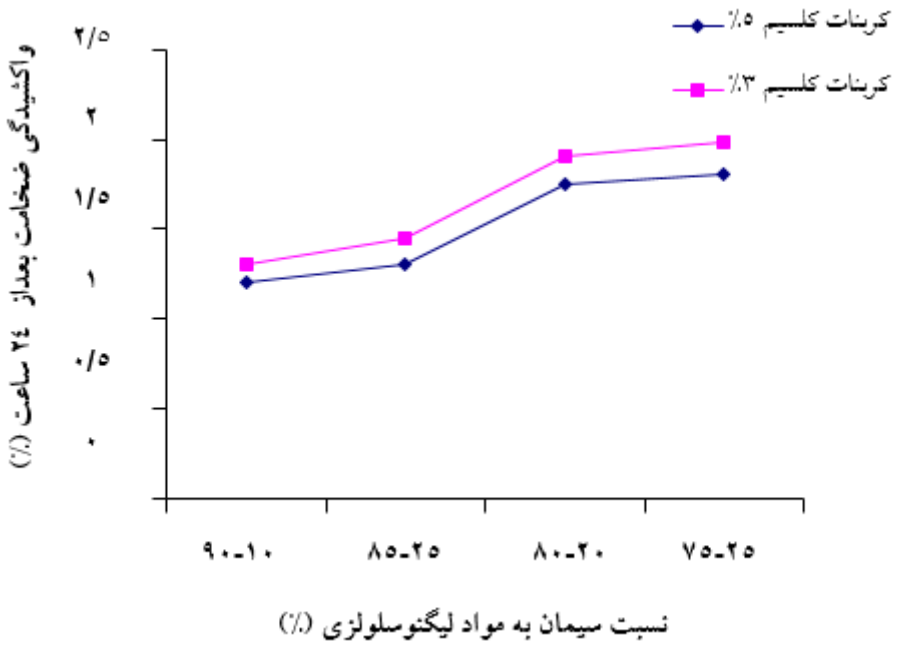


شکل ۷- اثر مستقل میزان مواد افزودنی بر واکشیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری

همان‌طور که در شکل ۶ دیده می‌شود مقدار واکشیدگی ضخامتی تخته‌های ساخته شده با مصرف ۳ درصد کلریدکلسیم ۱/۵۳ درصد بوده است. به‌طوری‌که با افزایش کلریدکلسیم به ۵ درصد واکشیدگی ضخامتی به ۱/۴۵ درصد کاهش یافت. با بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس درمی‌یابیم که تأثیر متقابل نسبت الیاف به سیمان و میزان کلریدکلسیم در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری نیست (شکل ۷).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸- اثر متقابل نسبت الیاف- سیمان و میزان مواد افزودنی بر واکشیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری

بحث

در این تحقیق برای مقایسه از ذرات لیگنوسلولزی چوب صنوبر، الیاف روزنامه باطله و لایه یونولیت در وسط سازه به‌عنوان مواد اولیه در ساخت پانل‌های چوب-سیمان یونولیت استفاده شد. نتایج نشان داد که نسبت ذرات مواد لیگنوسلولزی به سیمان اثر معنی‌داری بر روی مدول‌گسیختگی و واکشیدگی ضخامت تخته‌ها داشته است. همچنین همه خواص چندسازه چوب- سیمان یونولیت به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر مقدار کلریدکلسیم قرار گرفته است و افزایش میزان کلریدکلسیم از سطح ۳ درصد به ۵ درصد باعث بهبود مدول‌گسیختگی و واکشیدگی ضخامتی تخته‌ها شد. البته میزان بهینه ترکیب مواد خام برای تولید چندسازه‌های چوب- سیمان یونولیت در این مطالعه نسبت به مواد لیگنوسلولزی به سیمان ۱۰ به ۹۰ درصد و مقدار ۵ درصد کلریدکلسیم بوده است، اگرچه مدول‌گسیختگی این فراورده‌ها نسبت به میزان استاندارد پایین است، اما با توجه به پایداری ابعادی بالای این فراورده قابل توصیه در محل‌هایی با میزان بار وارده کم است. البته هدف از اجرای این طرح تولید محصولی جدید با دارا بودن خواص تلفیقی از یک لایه یونولیت در قسمت وسط و چوب سیمان بوده تا بتوان از بهبود خواص آن استفاده نمود. در بین دو ماده لیگنوسلولزی ذرات خرده چوب صنوبر در مقایسه با الیاف روزنامه باطله یکنواختی کمتری داشته، همچنین از وزن مخصوص بیشتری برخوردار بوده است و یونولیت نیز به دلیل داشتن خاصیت عایق صوت و حرارت از انتقال ارتعاشات جلوگیری می‌کند و محصول مناسبی است و می‌توان از آن برای تولید یک دیوار آکوستیک استفاده نمود.

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 (از مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور) سپاسگزاری نمایم.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

-Aliabadi, M., Golmohammadi, R., Aliaei, M. and Shahidi, R., 2016. Study of the sound absorption properties of common building materials in buildings Industrial and administrative of the country. Journal of Occupational Health Engineering. 3-3

-Amousi, F., Moradi, AS, and Mozafari, AS. 2006. Feasibility Study Use of wood-cement lightweight composites in salinization Buildings against natural disasters. Second International Conference Comprehensive crisis management in natural disasters

-ASTM, 1979. Standard method of the properties of wood base fiber and particle panel material USA.

-Concha-Barrientos, M., Campbell-Lendrum, D., Steenlan, K. and Occupational N., 2004. Protection of the Human Environment.

-Doosthosseini, K., 1996. Effect of material added on connection quality of Portland cement with populous particleboard, magazine of Iran Natural Resources 48 (47-58).in Persian

-Doosthoseini, K, 2001.wood composite materials, volume1 Publications of Tehran University (compilation).in Persian.

-Fernandes, E c., and Delgado, 1999. Cement bonded board from waste water treatment sludge of recycle paper mill. Department of Forest Product and Paper Science in the University of New Brunswick.

-Jenifer, L., 2003. Wood fiber surface treatment level effect on selected mechanical of wood fiber-cement composites. Forest Resources Laboratory.

-Hamadan Construction Engineering System Organization, 2016. Thermal insulation details Exterior walls and adjacent uncontrolled space
Materials and Details Committee

-Huang Chen, 1998.study on the manufacturing technology of cement bonded particle board using CCA-treated wood.

-Karimi S. and Hadi, M., 2011. Investigation of buildings with zero energy consumption, Second International Conference on Energy Optimization

-Karami, S. and Nai, M., 2018. Advantages and Disadvantages of Different Types of Thermal Structural Engineering in Prohun Structural Registration No. 445200,

-Kolofta, J.L. and Miler, M.L. 1994. Effect of deinking on the recycle potential of papermaking fibers, Pulp and Paper Canada, 95: 8. 41-49. (In Persian)

-Muawia, A., Dafalla and Mohammed, L. and Shuraim, A., 2017. Efficiency of polystyrene insulated cement blocks in arid regions International Journal of GEOMATE, Aug, 2017, Vol.13, Issue 36, pp.35-38 Geotec. Const. Mat. & Env. ISSN: 2186-2990, Japan, DOI: http://dx.doi.org/10.21660/2017.36.2779

-Mirshokrai, S.A., 1995. Technology of pulp & paper (translation), volume 1&2, publication of Payamenoor University. In Persian

-Mohr, B.j and Kurtis, K.L., 2003. Fiber cement composites for housing construction .Georgia institute of technology.

-Moslemi, A., 1980. A new technique to classify the compatibility of wood with cement. Wood Science and Technology. Volume 24, Number 4, 345-354.

-Nkem Ede, A., Alegiuno, V. and Oluwaseun Awoyera, P., 2014. Use of Advanced Plastic Materials in Nigeria: Performance Assessment of Expanded Polystyrene Building Technology System American Journal of Engineering Research (AJER) e-ISSN: 2320-0847 p-ISSN: 2320-0936 Volume-03, Issue-04, pp-301-308

-Rafiei S., Monir Abbasi, A. and Salehi Taleshi, M.J., 2015. Evaluation of Kermit Roofs with Polystyrene Block as one of the New Technologies of Manufacturing Industry. First National Congress of Civil Engineering and Construction Projects Engineering, Gorgan

-Stevulova, N., Hospodarova, V., Junak, J., 2016 Potential utilization of recycled waste paper fibres in cement CHEMINĖ TECHNOLOGIJA. 2016. Nr. 1(67)

-Tabarsa, T.1, Hossieni, M. and Valizadeh, E., 2012. Effect of nano- wollastonite on microscopic, mechanical and physical properties of cement-wood fibers composite

-Qixuate 2001, Effect of alkaline accelerator on cement composite properties. Faculty of Civil Engineering.

-Valizadeh, A., 2004, Investigation of Fiber-Cement Panels Using Waste Paper, MSc Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

-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.

-Younguist, J.A.1997. Properties of composite panels. WOOD HANDBOOK. Printed in 1999 by the Forest Products Society FSP catalogue no. 7269. Page 10-26

Yucel, K.T., Basyigit, C. and Ozel, C., 2003. Thermal insulation properties of expanded polystyrene as construction and insulating materials. 15th Proceeding of Symposium on Thermo-physical Properties, in Boulder, Colorado, NIST/ASME, pp.54-66

-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

Investigationon the production of three layer cement and Unolite composite

F. Golbabaei[1*], R. Hajihassani[3], K. Salehi[2] and A. Tabei[2]

1*-Corresponding author, M.Sc., Wood and forest products division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, Email:golbabaei.f@gmail.com
2- PhD., Wood and Paper Science, Wood and forest products division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
3-M.Sc., Wood and forest products division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
4-Assistant Professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran

Received: April, 2019 Accepted: March, 2020

Abstract

The aim of this study was to energy efficient wood cement composite. Therewfore, unique wood- cement was produced by combining wood particles and fibers with cement and monolith. The investigated product consisted of wood-cement made from recycled wood fibers and poplar wood particle with the thickness of 20 mm on both sides (outer layers) of the composite and 10 mm thick unolith in the middle of the layer. The product manufactured by this arrangement of layer had a combination of cement and Unolite properties. In this study, according to the studied variables including lignocellulosic materials and amount of additive, such as calcium chloride (Cacl) at two levels of 3 and 5%, the best specimens were prepared using 10% lignocellulosic materials. The thickness of the specimens was uniform at the two monolithic surfaces and all fabrication conditions such as discharge rate, press pressure, coalescence rate were assumed to be uniform and constant. In static bending experiment the mean maximum load force for ordinary brick failure was 3933.26N and the maximum load for breaking the cement sample was 389/78 N However, ordinary brick showed brittle fracture, while the monolithic sample showed higher toughness and the failure is gradual. The insulation properties due to the cellulosic fibers and the monolith of the compiosite was higher than the ordinary brick.

Keywords: Unolith cement wood, flexural strength, portland cement, calcium chloride.

www.SID.ir