اثر درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل و کلرید کلسیم بر ویژگی‌های مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی پانل‌های چندسازه چوب‌سیمان

مرضیه کریمی[1]، سید خلیل حسینی هاشمی[1*] و ابوالفضل کارگرفرد[2] و غزاله ارشدی‌نیا[1]

۱) گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: hashemi@kiau.ac.ir
۲) بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۱۰

چکیده

پژوهش حاضر به مطالعه امکان استفاده از ذرات لیگنوسلولزی حاصل از هرس درختان نخل در ساخت پانل‌های چندسازه چوب‌سیمان پرداخت. عوامل متغیر این تحقیق شامل درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل در سه سطح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد و کلرید کلسیم در سه سطح ۰، ۳ و ۶ درصد وزن خشک سیمان بود و سایر عوامل شامل فشار پرس، زمان پرس به مدت ۱۲ ساعت، وزن ماده خشک و ابعاد تخته (۱/۵×۴۰×۴۰ سانتی‌متر) ثابت بودند. نمونه‌های آزمایشی مطابق استاندارد DIN 68763 از تخته‌های ساخته شده انتخاب و خواص مکانیکی آنها نظیر مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و مقاومت به چسبندگی داخلی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که افزایش میزان ذرات لیگنوسلولزی نخل سبب تضعیف مقاومت‌های مکانیکی تخته‌های ساخته شده گردید و افزایش کلرید کلسیم تا سطح ۶ درصد سبب افزایش مقاومت شد. تخته‌هایی که با میزان ۱۰ درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل و ۶ درصد کلرید کلسیم در این تحقیق ساخته شده بودند، بیشترین مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی را داشتند.

واژه‌های کلیدی: پانل‌های چندسازه چوب‌سیمان، ذرات لیگنوسلولزی نخل، سیمان پرتلند، کلرید کلسیم، مقاومت‌های مکانیکی.

مقدمه

بهره‌گیری از منابع کشاورزی مانند کاه غلات، باگاس نیشکر، محصولات فیبری یک ساله نظیر کنف با رشد جمعیت برای تامین بخشی از الیاف سلولزی توسعه یافته است. هدف اصلی تولید پانل‌های چوب‌سیمان یا فرآورده‌های چندسازه با اتصال معدنی، ترکیب ذرات آلی مانند چوب و مواد لیگنوسلولزی با اتصال‌دهنده‌های معدنی مانند سیمان، گچ و منیزیت است. مطالعات مختلفی روی گونه‌های متفاوت ماده سیمانی پرتلند اصلاح شده با ضایعات کشاورزی نشان داد که ترکیب‌ها چگالی پایین‌تری داشته و تاثیر بیشتری بر عایق‌کاری گرمایی و آکوستیک دارند. بنابراین فرآورده‌های سیمانی تقویت شده با خرده‌چوب به عنوان یکی از مصالح با ارزش ساختمانی مطرح می‌باشد و امروزه با عنایت به رشد جمعیت نیاز به مصالح در دسترس، ارزان و سازگار با محیط زیست بیش از پیش احساس می‌شود

Archive of SID

www.SID.ir

(فائزی‌پور و همکاران، ۱۳۸۱).

دوست‌حسینی و یزدی (۱۳۷۵) در بررسی تاثیر چهار نوع افزودنی شامل کلرید کلسیم، آب شیشه، سولفات آلومینیوم و سولفات آهن بر خواص کاربردی پانل‌های سیمانی ساخته شده با چوب صنوبر گزارش کردند که خواص کاربردی تخته‌هایی که در ساخت آنها از کلرید کلسیم به عنوان کاتالیزور استفاده شده نسبت به سایر تخته‌ها بهبود قابل توجهی وجود دارد. دلیل این امر به آب‌گیری بهتر سیمان در اثر کلرید کلسیم و خنثی شدن درصد بیشتری از مواد محدودکننده که مانع از گیرایی سیمان می‌شوند، نسبت داده شده است. از طرف دیگر افزایش مقدار مصرف ماده افزودنی از ۳ به ۵ درصد، کیفیت و خواص کاربردی پانل‌ها را بهبود بخشیده است. تخته‌هایی که حاوی کلرید کلسیم در سطح ۳ درصد بودند، از نظر خواص کیفی وضعیت مناسبی داشتند، در حالی که سایر تخته‌ها در سطح ۵ درصد ماده افزودنی دارای خواص فیزیکی و مکانیکی مطلوبی بودند.

بررسی مقاومت مکانیکی الیاف شاهدانه تقویت شده با سیمان نشان داد که با افزودن الیاف تا حد معینی مقاومت خمشی افزایش خواهد یافت. به علاوه تیمار قلیایی الیاف باعث بهبود مقاومت خمشی و بهبود چسبندگی شبکه- الیاف می‌گردد (Sedan *et al*, 2008).

بهره‌گیری از مواد زائد کشاورزی مانند خاکستر باگاس به عنوان مواد پوزولانی در ترکیب با سیمان منجر به افزایش مقاومت اولیه، کاهش نفوذ آب و کنترل کلرید در ترکیب می‌شود (Ganesan *et al*, 2007). نتایج حاصل از تحقیق Govin و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که تیمار حرارتی چوب موجب بهبود آب‌گیری سیمان، ثبات ابعادی و همچنین کاهش خاصیت هیگروسکوپی الیاف چوبی می‌شود.

افزایش طول الیاف باعث افزایش مقاومت خمشی محصول می‌گردد (Cao *et al*, 2006)، به طوری که مقایسه تاثیر تیمار قلیایی الیاف باگاس با محلول هیدروکسید سدیم (NaOH) در غلظت‌های ۱، ۳ و ۵ درصد نشان داد که تیمار با محلول ۱ درصد به علت حذف همی‌سلولز باعث چسبندگی بهتر الیاف شبکه و در نتیجه افزایش مقاومت خمشی شده است.

هدف اصلی این بررسی، ساخت چندسازه چوب‌سیمان با چگالی ۱/۱ گرم در سانتی‌مترمکعب دارای حداقل خواص مقاومتی مورد نیاز در استاندارد EN 520 برای پانل‌های ساختمانی ساخته شده توسط اتصال‌دهنده‌های معدنی بود.

مواد و روش‌ها

عوامل متغیر در این تحقیق شامل ذرات لیگنوسلولزی نخل در سه سطح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد، کلرید کلسیم به عنوان ماده افزودنی در سه سطح ۰، ۳ و ۶ درصد وزن خشک سیمان بود. سایر عوامل شامل نوع سیمان، ضخامت چندسازه و شرایط پرس، عوامل ثابت در نظر گرفته شدند (جداول ۱ و ۲).

جدول ۱. عوامل ثابت ساخت تخته‌های آزمایشی

نوع سیمان	ضخامت (میلی‌متر)	چگالی (گرم در سانتی‌مترمکعب)	شرایط پرس			زمان متعادل‌سازی (روز)
			فشار (psi)	زمان (ساعت)	حرارت (درجه سانتی‌گراد)	
پرتلند نوع ۲	۱۵	۱/۱	۵۵۰	۱۲	۲۰	۲۸

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. عوامل متغیر و تیمارهای آزمایشی برای ساخت تخته‌ها

ردیف	کلرید کلسیم (درصد)	ذرات لیگنوسلولزی نخل (درصد)			تکرار
		۱	۲	۳	
۱	۰	۲۰	۱۵	۱۰	۳
۲	۳	۲۰	۱۵	۱۰	۳
۳	٦	۲۰	۱۵	۱۰	۳

ساخت تخته‌های ذرات لیگنوسلولزی نخل‌سیمان با استفاده از صفحه‌های آلومینیومی به ابعاد ٤٥×٤٥ سانتی‌متر و یک قالب چوبی به ابعاد ۷×٤٠×٤٠ سانتی‌متر انجام شد. برای تهیه کیک ذرات لیگنوسلولزی نخل‌سیمان ابتدا کلرید کلسیم و آب با هم مخلوط گردید و سپس ذرات لیگنوسلولزی نخل به آنها اضافه شد. در مرحله بعد سیمان به این ترکیب افزوده شد و کاملاً با هم مخلوط و یکنواخت گردید. مخلوط مواد پس از اختلاط کامل و اطمینان از مجتمع نشدن الیاف در داخل قالب چوبی ریخته شد و پس از پخش شدن آن به صورت یکسان توسط یک صفحه چوبی پیش پرس گردید و پس از قرار دادن صفحه آلومینیومی بر روی آن تحت پرس سرد قرار گرفت. کنترل ضخامت تخته‌ها با استفاده از شابلون‌های فلزی صورت گرفت. تخته‌های ساخته شده پس از ۱۲ ساعت از زیر پرس سرد خارج و به مدت ۲۸ روز آبدهی شد تا مقاومت نهایی آنها حاصل شود. سپس تخته‌ها در شرایطی با دمای ثابت قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند.

اندازه‌گیری خواص تخته‌ها بعد از گذشت ۲۸ روز از زمان ساخت آنها مطابق با استاندارد DIN 68763 (آلمان) انجام شد. تهیه نمونه‌های آزمایشی با استفاده از یک دستگاه اره گرد نجاری انجام گرفت. تخته‌ها ابتدا کناره‌بری شده و سپس برش نمونه‌های مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی صورت گرفت. اندازه نمونه‌های مقاومت خمشی ۱/۵×۵×۲۸ سانتی‌متر و چسبندگی داخلی آنها ۱/۵×۵×۵ سانتی‌متر بود.

ارزیابی مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده با استفاده از دستگاه INSTRON 1186 واقع در دانشگاه زابل انجام گرفت. دستگاه INSTRON 1186 مجهز به رسام بوده و کلیه نتایج روی صفحه کامپیوتر رسم شد تا میزان بار و تغییر شکل نمونه به صورت منحنی ثبت گردد. سرعت بارگذاری در این آزمایش ۵ میلی‌متر در دقیقه بود و با استفاده از روابط (۱) و (۲) به ترتیب مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته هر نمونه محاسبه گردید.

رابطه (۱): $$MOR = \frac{3PL}{2BH^2}$$

رابطه (۲): $$MOE = \frac{P1L^3}{4BH^3Y1}$$

که در آن MOR برابر مقاومت خمشی به مگاپاسکال، MOE برابر مدول الاستیسیته به مگاپاسکال، H برابر ضخامت نمونه به میلی‌متر، B برابر عرض نمونه به میلی‌متر، P برابر حداکثر بار گسیختگی به نیوتن، L برابر طول دهانه به میلی‌متر، P1 برابر بار حد تناسب به نیوتن و Y1 برابر تغییر طول در حد تناسب به میلی‌متر بود.

نمونه‌ها برای اندازه‌گیری مقاومت چسبندگی داخلی به وسیله چسب گرمانرم (Hot melt) به

Archive of SID

www.SID.ir

صفحات فلزی چسبانده شد. برای سرد شدن و گیرایی کامل چسب از جریان آب سرد استفاده گردید. آزمایش کشش که معرف چسبندگی داخلی تخته‌ها می‌باشد، بعد از سپری شدن حدود یک ساعت صورت گرفت. سرعت بارگذاری در اندازه‌گیری مقاومت که به وسیله دستگاه INSTRON 1186 انجام گرفت، برابر با ۲ میلی‌متر در دقیقه در نظر گرفته شد و میزان مقاومت چسبندگی داخلی نمونه‌ها با استفاده از رابطه (۳) محاسبه گردید.

رابطه (۳): $$IB = \frac{P}{A}$$

که IB در آن برابر چسبندگی داخلی بر حسب مگاپاسکال، P برابر بار گسیختگی بر حسب نیوتن و A برابر سطح نمونه بر حسب میلی‌متر مربع بود.

داده‌های به دست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از آزمایش‌های فاکتوریل با سه متغیر به کمک آزمون دانکن (DMRT) و تکنیک تجزیه واریانس مورد تحلیل قرار گرفت. بدین ترتیب تاثیر مستقل و متقابل هر یک از عوامل متغیر بر خواص مورد مطالعه در سطح اعتماد ۱ و ۵ درصد بررسی شد.

نتایج

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری مقاومت خمشی نمونه‌ها به منظور بررسی تاثیر ذرات لیگنوسلولزی نخل و افزودنی کلرید کلسیم بر روی مقاومت خمشی چندسازه چوب‌سیمان در جدول ۳ نشان داده شده است، به طوری که تاثیر مستقل و متقابل ذرات لیگنوسلولزی نخل و افزودنی کلرید کلسیم بر مقاومت خمشی در سطح اعتماد ۵ درصد معنی‌دار بود.

صحت بیشتر مشاهدات مربوط به بررسی میزان معنی‌دار بودن مقاومت خمشی نمونه‌های چندسازه با استفاده از روش دانکن انجام شد. نتایج محاسبات آماری و گروه‌بندی میانگین‌ها در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ آمده است. بیشترین میزان مقاومت خمشی (۸/۰۱ مگاپاسکال) مربوط به نمونه چندسازه حاوی ٦ درصد کلرید کلسیم و ۱۰ درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل بود. کمترین میزان مقاومت خمشی (٤/٢٤ مگاپاسکال) مربوط به نمونه چندسازه حاوی ۲۰ درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل و بدون افزودنی کلرید کلسیم بود (شکل ۱).

جدول ۳. تجزیه واریانس فاکتوریل دو عاملی در پایه طرح‌های کامل تصادفی ویژگی مقاومت خمشی نمونه‌های چندسازه چوب‌سیمان

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری
کلرید کلسیم (A)	۱۱/۹۷۲	۲	۵/۹۸٦	۱۷/۰۵۰	۰/۰۰۰
ذرات لیگنوسلولزی نخل (B)	۱۹/۵۱۲	۲	۹/۷۵٦	۲۷/۷۸۸	۰/۰۰۰
اثر متقابل (A×B)	۳/۳٤۷	٤	۰/۸۳۷	۲/۳۸٤	۰/۰۹۰
خطای آزمایش	٦/۳۲۰	۱۸	۰/۳۵۱		
کل	۱۵۱/٤۱۰	۲٦			

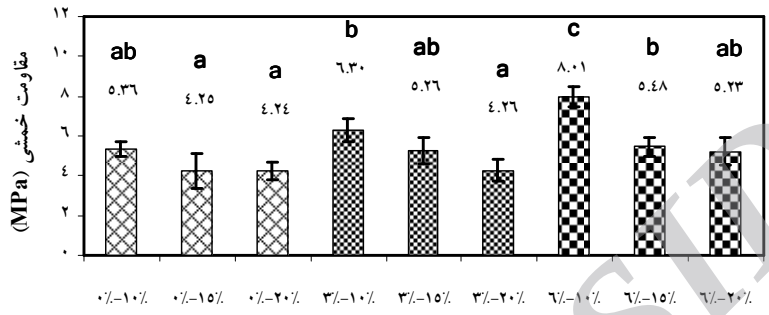
تفاوت معنی‌داری بین مقدار مقاومت خمشی نمونه چندسازه حاوی ۱۰ درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل با فرآورده مرکب حاوی ۱۵ و ۲۰ درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل در سطح ۵ درصد وجود داشت، در حالی که بین مقدار مقاومت خمشی نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل با چندسازه

Archive of SID

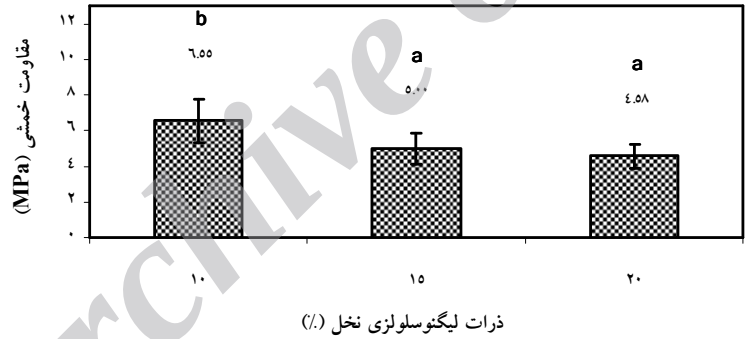
www.SID.ir

حاوی ۲۰ درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲). اختلاف معنی‌داری نیز بین مقدار مقاومت خمشی نمونه چندسازه‌های حاوی ۰، ۳ و ٦ درصد کلرید کلسیم در سطح ۵ درصد وجود داشت (شکل ۳).

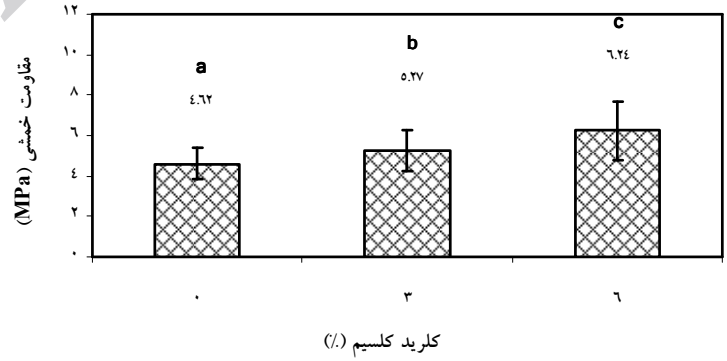
نتایج حاصل از اندازه‌گیری مدول الاستیسیته نمونه‌ها به منظور بررسی تاثیر ذرات لیگنوسلولزی نخل و کلرید کلسیم بر مدول الاستیسیته چندسازه ذرات لیگنوسلولزی نخل‌سیمان در جدول ٤ آمده است، به طوری که تاثیر مستقل و متقابل ذرات لیگنوسلولزی نخل و کلرید کلسیم بر مدول الاستیسیته در سطح اعتماد ۵ درصد معنی‌دار بود.



شکل ۱. تاثیر متقابل ذرات لیگنوسلولزی نخل و کلرید کلسیم بر مقاومت خمشی چندسازه چوب‌سیمان



شکل ۲. تاثیر مستقل ذرات لیگنوسلولزی نخل بر مقاومت خمشی چندسازه چوب‌سیمان



شکل ۳. تاثیر مستقل کلرید کلسیم بر مقاومت خمشی چندسازه چوب‌سیمان

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۴. تجزیه واریانس فاکتوریل دو عاملی در پایه طرح‌های کامل تصادفی برای ویژگی مدول الاستیسیته نمونه‌های چندسازه چوب‌سیمان

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری
کلرید کلسیم (A)	۱/۷۱٤E۷	۲	۸۵۷۱۵۷٦/۷۵۲	۹۲/۹٤۳	۰/۰۰۰
ذرات لیگنوسلولزی نخل (B)	۲/۲۳٤E۷	۲	۱/۱۱۷E۷	۱۲۱/۰۹۳	۰/۰۰۰
اثر متقابل (A×B)	۱/۰٤۲E۷	٤	۲٦۰۵۳۸٦/۲٤۸	۲۸/۲۵۱	۰/۰۰۰
خطای آزمایش	۱٦٦۰۰۲۵/۷۰٦	۱۸	۹۲۲۲۳/٦۵۰		
کل	۵/۱۵٦E۷	۲٦			

صحت بیشتر مشاهدات مربوط به بررسی میزان معنی‌دار بودن مدول الاستیسیته نمونه‌های چندسازه با استفاده از روش دانکن انجام شد. نتایج محاسبات آماری و گروه‌بندی میانگین‌ها در شکل‌های ٤، ۵ و ٦ آمده است. بیشترین میزان مدول الاستیسیته (۷٦۵٦ مگاپاسکال) مربوط به نمونه چندسازه حاوی ٦ درصد کلرید کلسیم و ۱۰ درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل بود. به علاوه کمترین میزان مدول الاستیسیته (۲۳۹۹ مگاپاسکال) متعلق به نمونه چندسازه حاوی ۳ درصد افزودنی کلرید کلسیم و ۲۰ درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل بود (شکل ٤). تفاوت معنی‌داری بین مقدار مدول الاستیسیته نمونه چندسازه حاوی ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد ذرات لیگنوسلولزی در سطح ۵ درصد وجود داشت (شکل ۵).

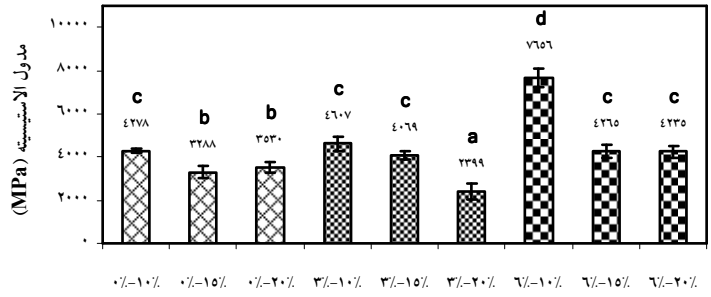
اختلاف معنی‌داری بین مقدار مدول الاستیسیته نمونه چندسازه حاوی ٦ درصد کلرید کلسیم با چندسازه حاوی ۳ و ۰ درصد کلرید کلسیم در سطح ۵ درصد وجود نداشت، در حالی که بین مقدار مدول الاستیسیته نمونه چندسازه حاوی ۳ درصد کلرید کلسیم با نمونه چندسازه بدون کلرید کلسیم در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دیده نشد (شکل ٦).

تاثیر مستقل و متقابل ذرات لیگنوسلولزی نخل و کلرید کلسیم بر چسبندگی داخلی در سطح اعتماد ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). بیشترین میزان چسبندگی داخلی (۵۱٦ مگاپاسکال) مربوط به نمونه چندسازه حاوی ٦ درصد کلرید کلسیم و ۱۰ درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل بود. همچنین کمترین میزان چسبندگی داخلی (۲۸۲ مگاپاسکال) متعلق به نمونه چندسازه حاوی ۳ درصد کلرید کلسیم و ۲۰ درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل بود (شکل ۷). همچنین تفاوت معنی‌داری بین مقدار چسبندگی داخلی نمونه چندسازه حاوی ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل در سطح ۵ درصد وجود داشت (شکل ۸).

اختلاف معنی‌داری بین مقدار چسبندگی داخلی نمونه چندسازه حاوی ٦ درصد کلرید کلسیم با چندسازه حاوی ۳ و ۰ درصد کلرید کلسیم در سطح ۵ درصد وجود داشت، در حالی که بین مقدار چسبندگی داخلی نمونه چندسازه حاوی ۳ درصد کلرید کلسیم با چندسازه بدون کلرید کلسیم در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۹). نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که افزایش میزان ذرات لیگنوسلولزی نخل سبب تضعیف مقاومت‌های مکانیکی و افزایش کلرید کلسیم سبب افزایش مقاومت‌های مکانیکی تخته‌های ساخته شده می‌گردد. در این بررسی، تخته‌هایی که به میزان ۱۰ درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل و ٦ درصد کلرید کلسیم ساخته شده‌اند، بیشترین مقدار مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی را دارا بودند.

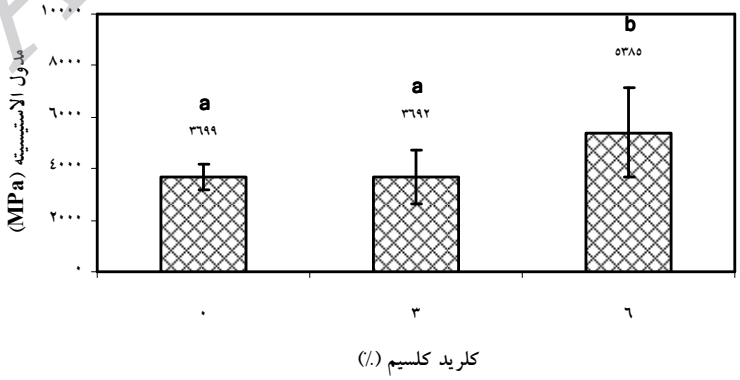
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴. تاثیر متقابل ذرات لیگنوسلولزی نخل و کلرید کلسیم بر مدول الاستیسیته چندسازه چوب‌سیمان

شکل ۵. تاثیر مستقل ذرات لیگنوسلولزی نخل بر مدول الاستیسیته چندسازه چوب‌سیمان

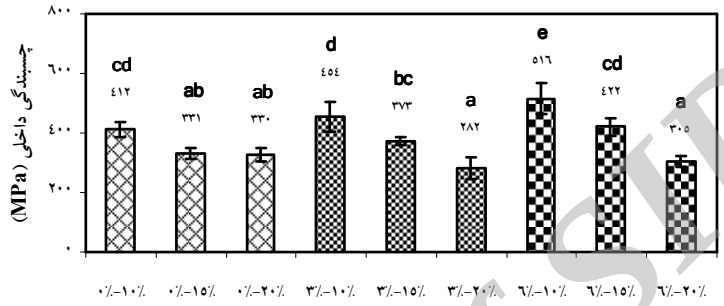


شکل ۶. تاثیر مستقل کلرید کلسیم بر مدول الاستیسیته چندسازه چوب‌سیمان

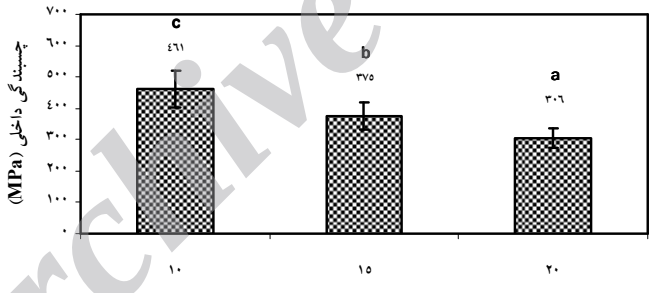
Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۵. تجزیه واریانس فاکتوریل دو عاملی در پایه طرح‌های کامل تصادفی ویژگی چسبندگی داخلی نمونه‌های چندسازه چوب‌سیمان

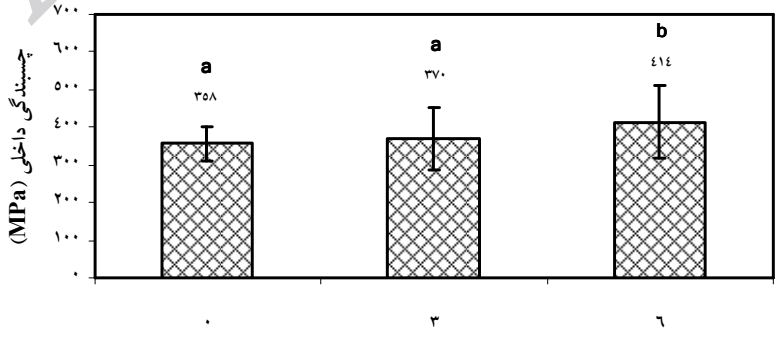
منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری
کلرید کلسیم (A)	۱۵۹۵۸/۷۴۷	۲	۷۹۷۹/۳۷۴	۷/۴۲۴	۰/۰۰۰
ذرات لیگنوسلولزی نخل (B)	۱۰۸۷۳۴/۰۵۰	۲	۵۴۳۶۷/۰۲۵	۵۰/۵۸۳	۰/۰۰۰
اثر متقابل (A×B)	۱۶۱۰۲/۸۲۴	۴	۴۰۲۵/۷۰۶	۳/۷۴۵	۰/۰۲۲
خطای آزمایش	۱۹۳۴۶/۶۲۰	۱۸	۱۰۷۴/۸۱۲		
کل	۱۶۰۱۴۲/۲۴۱	۲۶			



شکل ۷. تاثیر متقابل ذرات لیگنوسلولزی نخل و کلرید کلسیم بر چسبندگی داخلی چندسازه چوب‌سیمان



شکل ۸. تاثیر مستقل ذرات لیگنوسلولزی نخل بر چسبندگی داخلی چندسازه چوب‌سیمان



شکل ۹. تاثیر مستقل کلرید کلسیم بر چسبندگی داخلی چندسازه چوب‌سیمان

Archive of SID
www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

مقادیر مختلف کلرید کلسیم و ذرات لیگنوسلولزی نخل نشان‌دهنده تاثیرهای متفاوت در خواص مکانیکی نمونه‌ها بود. مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته دو شاخص مهم در توانایی تحمل بار و میزان تغییر شکل در محدوده الاستیک چندسازه چوب‌سیمان می‌باشند. افزایش میزان ذرات لیگنوسلولزی نخل، تاثیر منفی خود را به دلیل کاهش آب‌گیری فرآورده و کاهش اتصالات ذرات لیگنوسلولزی نخل با سیمان گذاشت که منجر به کاهش مقاومت‌ها نیز گردید، در حالی که افزایش مصرف کلرید کلسیم تا ٦ درصد سبب افزایش سرعت آب‌گیری سیمان شده و مقاومت‌ها افزایش یافت.

ذرات لیگنوسلولزی سرشاخه‌های نخل با افزودن کلرید کلسیم به آنها از طبقه نامناسب به مناسب ارتقاء خواهد یافت (Sandermann & Kohler, 1964؛ Okino *et al*, 2007). اضافه کردن کلرید کلسیم به مخلوط چوب‌سیمان، سبب بهبود سازگاری با سیمان شد و اثر زیان‌بخش خنثی شده‌ای داشت. همچنین اثر بازدارندگی زیادی را همراه با ذرات لیگنوسلولزی سرشاخه‌های نخل در واکنش‌های برون‌زایی با سیمان از خود نشان نداد (Nasser & Al-Mefarrej, 2011).

نتایج حاصل از تحقیق مطابق یافته‌های Moslemi و همکاران (۱۹۸۳) و Mohamed (۲۰۰٤) می‌باشد، به طوری که با افزودن ۳ درصد کلرید کلسیم به مخلوط چوب‌سیمان حداکثر درجه حرارت آب‌گیری برای ساقه پنبه و ذرات باگاس تیمار نشده را به ترتیب برابر ۱۷/٦ و ۱۸/٤۹ درصد بهبود بخشید. اضافه شدن افزودنی شیمیایی به عنوان تسریع‌کننده منجر به بهبود در سنجه‌های آب‌گیری گردید. افزایش مقاومت‌ها در بررسی حاضر هنگام استفاده کمتر از مواد بازدارنده (افزودنی) در ترکیب ممکن است ناشی از شتاب سرعت آب‌گیری سیمان بدون ایجاد واکنش با مواد چوبی و در نتیجه بهبود pH برای سفت شدن مخلوط‌های چوب‌سیمان باشد (Moslemi *et al*, 1983). نتایج این تحقیق مطابق با یافته‌های Zhengatian و Moslemi (۱۹۸۹)، Nasser (۱۹۹٦)، Mohamed (۲۰۰٤) و همچنین بررسی Olorunnisola (۲۰۰۷) می‌باشد.

نتایج حاصل از بررسی‌های Rapoport و Shah (۲۰۰۵) نشان داد که افزودن الیاف سلولزی تا حد معینی اثر تقویتی و بیش از آن تاثیر منفی خواهد داشت. بنابراین نحوه پراکنش الیاف در ترکیب تغییری در نتایج ایجاد نکرد. با مقایسه نمونه‌های شاهد با نمونه‌های حاوی الیاف مشخص گردید که اندازه ترک‌ها در اثر هم‌کشیدگی ناشی از خشک شدن باریک‌تر بود. از طرف دیگر، الیاف باگاس بدون تیمار حرارتی باعث کاهش دمای آب‌گیری و افزایش زمان گیرایی سیمان می‌شود، اما استفاده از تیمار حرارتی به علت حذف اثرهای منفی قندهای محلول در آب، همی‌سلولز و لیگنین، زمان گیرایی سیمان را کاهش می‌دهد (Bilba *et al*, 2003). بنابراین در بین ۹ تیمار مورد مطالعه، افزودن ٦ درصد کلرید کلسیم به مخلوط‌های تیمار نشده چوب‌سیمان بهترین نتایج را برای ذرات لیگنوسلولزی سرشاخه‌های نخل نشان داد. در پایان این طور می‌توان گفت که ذرات سرشاخه‌های نخل فقط در حالتی مناسب برای تولید تخته چوب‌سیمان می‌باشند که با افزودن ۱۰ درصد ذرات لیگنوسلولزی نخل و ٦ درصد کلرید کلسیم تهیه شده باشند.

منابع

دوست‌حسینی، ک. و یزدی، م. (۱۳۷۵) تاثیر مواد افزودنی بر کیفیت اتصال سیمان پرتلند با خرده چوب صنوبر. مجله منابع طبیعی ایران، ٤۸: ٤۷-۵۸.

فائزی‌پور، م.، کبورانی، ع. و پارساپژوه، د. (۱۳۸۱) کاغذ و

Archive of SID

www.SID.ir

مواد چندسازه از منابع زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران. تهران، ۵۷۳ صفحه.

Cao, F., Shibata, S. and Fukumoto, I. (2006) Fabrication and flexural properties of bagasse fiber reinforced biodegradable composites. Journal of Macromole Cular Science, Part B: Physics, 45: 463-474.

Bilba, K., Arsene, M.A. and Ouensanga, A. (2003) Sugarcane bagasse fiber reinforced cement composites. Part I. Influence of the botanical components of bagasse on the setting of bagasse/cement composite. Cement and Concrete Composites, 25: 91-96.

Ganesan, K., Rajagopal, K. and Thangavel, K. (2007) Evaluation of bagasse ash as supplementary cementations material. Cement and Concrete Composites, 29: 515-524.

Govin, A., Peschard, A. and Guyonnet, R. (2006) Modification of cement hydration at early ages by natural and heated wood. Cement and Concrete Composites, 28: 12-20.

Moslemi, A.A., Garacia, J.F. and Hofstrand, A.D. (1983) Effect of various treatments and additives on wood portland cement-water systems. Wood and Fiber Science, 15(2): 165-176.

Mohamed, T.E. (2004) Effect of mixing some wood and non-wood lignocellulosic materials on the properties of cement and resin bonded particleboard. Ph.D Thesis, Khartoum University, Sudan. 115 p.

Nasser, R.A. (1996) Compatibility of some wood species with Portland cement and its enhancement using various treatments and chemical additives. M.Sc. Thesis of Agriculture. Alexandra University. Egypt, 258 p.

Nasser, R.A. and Al-Mefarrej, H.A. (2011) Evaluation of using midribs of date palm fronds as a raw material for wood-cement composite panels industry in Saudi Arabia. Agricultural Engineering Research Journal, 1(3): 43-50.

Okino, E.Y.A., De Souza, M.R., Santana, M.A.E., Alves, Da S., De Sousa, M.V. and Teixeira, D.E. (2007) Physico-mechanical properties and decay resistance of *Cupressus* spp. cement-bonded particleboard. Cement and Concrete Composites, 27: 333-338.

Olorunnisola, A.O. (2007) Effect of particle geometry and chemical accelerator on strength properties of rattean-cement composites. African Journal of Science and Technolology. Science and Engineering Series, 8(1): 22-27.

Rapoport, J.R. and Shah, S.P. (2005) Cast-in-place cellulose fiber-reinforced cement paste, mortar, and concrete. ACI Materials Journal, 102: 299-305.

Sandermann, W. and Kohler, R. (1964) Studies on mineral bonded wood materials VI.A short test of the aptitude of woods for cement bonded materials. Holzforschung, 18(1-2): 53-59.

Sedan, D., Pagnoux, C., Smith, A. and Chotard, T. (2008) Mechanical properties of hemp fiber reinforced cement: Influence of the fiber/matrix interaction. Journal of the European Ceramic Society, 28: 183-192.

Zhengatian, L. and Moslemi, A.A. (1989) Influence of chemical additives on the hydration characteristics of western larch wood-cement water mixtures. Forest Products Journal, 35(7-8): 37-43.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of Palm Lignocellulosic particles and calcium chloride content on MOR, MOE, and IB properties of wood-cement composite panels

Marziyeh Karimi[1], Seyyed Khalil Hosseini Hashemi[1*] Abolfazl Kargarfard[2] and Ghazaleh Arshadinia[1]

1) Department of Wood Science and Paper Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran. *Corresponding Author Email Address: hashemi@kiau.ac.ir

2) Wood and Paper Science Dept. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

Date of Submission: 2014/09/06 Date of Acceptance: 2015/01/30

Abstract

In this research, feasibility of palm lignocellulosic particles application was investigated in the manufacture of wood-cement composite panels. The variable factors of this investigation were including palm lignocellulosic particles content in three levels 10, 15, and 20 % and calcium chloride in three levels including 0, 3, and 6%. The other factors consist of pressing compression, pressing time in 12 hour, dry weight, and panel dimensions (40×40×1.5 cm) were kept constant. The specimens were prepared from manufactured panels according to DIN 68763 standard and their mechanical properties such as flexural strength, modulus of elasticity, and internal bonding (IB) were measured. The results indicated that the increase of lignocellulosic particles content have been caused weak of mechanical strength of manufactured panels and the increase of calcium chloride until 6% level have been caused a gain of strengths. In this investigation, the panels manufactured with 10% content of lignocellulosic particles and 6% content of calcium chloride had the best flexural strength, modulus of elasticity, and internal bonding.

Keywords: wood-cement composite panels, palm lignocellulosic particles, Portland cement, calcium chloride, mechanical properties.

Archive of SID

www.SID.ir