

بررسی امکان استفاده از کاه گندم و قوزه پنبه استان گلستان در ساخت تخته خرده کاه و تقویت آن با نانورس

مصطفی یحوی دیزج^{۱*}، آسیه خزینی^۲ و تقی طبرسا^۳

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

پست الکترونیک: Mostafa.yahyavi@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- استاد، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۱

چکیده

در این پژوهش با استفاده از اختلاط کاه گندم و قوزه پنبه، تخته خرده کاه با چسب اوره فرمالدهید تولید و خواص آن با نانورس تقویت شد. درصد اختلاط قوزه پنبه با کاه گندم در سه سطح به ترتیب ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد نانورس ۰ و ۲ درصد براساس وزن خشک چسب به عنوان عوامل متغیر انتخاب گردید. نمونه‌های شاهد نیز از ۱۰۰ درصد کاه گندم ساخته شدند. خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها شامل: مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی، جذب آب و واکنش‌پذیری ضخامت در طی ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، بر طبق استاندارد DIN-68763 اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که استفاده از قوزه پنبه و نانورس در ساخت تخته خرده کاه، باعث افزایش مقاومت خمشی (MOR)، مدول الاستیسیته (MOE) و چسبندگی داخلی (IB) تخته‌ها می‌شود. همچنین نتایج نشان داد، با افزایش درصد قوزه پنبه و نانورس جذب آب و واکنش‌پذیری ضخامت بهبود یافت.

واژه‌های کلیدی: استان گلستان، کاه گندم، قوزه پنبه، تخته خرده کاه، نانورس.

مقدمه

سایر منابع و مواد برای صنعت چوب و کاغذ و صنایع سلولزی خودنمایی می‌کند. تمامی این مسائل نشانگر مزیت نسبی و اهمیت گسترش این صنعت در کشور می‌باشد (یحوی و خزاعیان، ۱۳۹۰). سالانه میلیون‌ها تن گیاهان زراعی در ایران برداشت می‌شود. با توجه به اهمیت پسماندهای کشاورزی به عنوان یکی از منابع مهم لیگنوسلولزی و تجدید شونده در کشور می‌توان از قوزه پنبه و کاه گندم نام برد که در صورت اقتصادی بودن

از گذشته‌های دور استفاده از مواد حاصل از کشاورزی و به ویژه پسماند محصولات زراعی به عنوان مواد اولیه فیبری ارزان و فراوان خصوصاً در صنایع چوب و کاغذ مطرح بوده است. در دهه‌های اخیر به دلیل کمبود مواد اولیه چوبی و کاهش شدید منابع جنگلی، روی آوردن به استفاده از پسماندهای کشاورزی به نظر اجتناب‌ناپذیر می‌رسد. بنابراین لزوم یافتن جایگزینی مناسب و اتکا به

شده است که در سال‌های اخیر، در سطح جهان و به تبع آن در کشور ما تحقیقات و پژوهش‌های زیادی در ساخت مواد چندسازه بر پایه استفاده از منابع لیگنوسلولزی تجدیدپذیر حاصل از پسماندهای کشاورزی انجام گیرد. بنابراین هدف از انجام این تحقیق، بررسی امکان استفاده از قوزه پنبه به‌عنوان ماده اولیه مکمل برای تولید تخته خرده‌کاه و همچنین تقویت اتصال حاصل از رزین اوره فرمالدهید با نانو ذرات رس بوده است.

از آنجایی که صنعت تخته خرده‌چوب قادر است طیف وسیعی از مواد لیگنوسلولزی چوبی و غیرچوبی را مورد مصرف قرار دهد، تحقیقات وسیعی در این صنعت برای جایگزینی مواد لیگنوسلولزی حاصل از پسماندهای گیاهان کشاورزی با مواد چوبی جنگلی مورد مصرف انجام شده است. کارگرفرد و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی استفاده از ساقه پنبه و چوب اکالیپتوس در تولید تخته خرده‌چوب نشان دادند که با افزایش مقدار ساقه پنبه به ترکیب چوبی در سطح معنی‌داری مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته بهبود یافت. به طوری که این دو ویژگی برای تخته‌های ساخته شده در شرایط استفاده از ۷۵ درصد ساقه پنبه و ۲۵ درصد چوب اکالیپتوس حداکثر بود. همچنین با افزایش زمان پرس، مقاومت خمشی تخته‌ها بهبود یافت. نتایج حاصل از اندازه‌گیری چسبندگی داخلی تخته‌ها نشان داد که افزایش زمان پرس باعث بهبود چسبندگی داخلی گردیده است. شاکری و همکاران (۱۳۸۹) خواص تخته خرده‌چوب حاصل از روغن سویای اپوکسی‌دار شده آکرلیکی-کاه گندم را مورد بررسی قرار دادند و اعلام کردند که بیشترین مقدار استحکام خمشی، مدول کشسانی خمشی و چسبندگی داخلی و همچنین کمترین مقدار واکنش‌دهی ضخامت و جذب آب مربوط به

برای جبران کمبود مواد چوبی، بهره‌برداری کرد. حال آنکه در حال حاضر در بیشتر مزارع کشور پسماندهای کشاورزی سوزانده می‌شوند. سوزاندن پسماندهای کشاورزی گذشته از اینکه سبب از بین رفتن منابع مهم لیگنوسلولزی می‌شود، مواردی مانند فرسایش شدید و کاهش مواد آلی خاک و به دنبال آن کاهش حاصل‌خیزی زمین، ایجاد گازهای کربنی و اثر گلخانه‌ای و خسارت بر محیط زیست را نیز به دنبال دارد.

استان گلستان یکی از استان‌های حاصلخیز و مناسب برای کشت انواع محصولات کشاورزی می‌باشد، بخش کشاورزی به دلیل موقعیت‌های مناسب اقلیمی و طبیعی از جایگاه ویژه‌ای در سطح کشور برخوردار بوده و به‌عنوان یکی از قطب‌های کشاورزی محسوب می‌گردد. استان گلستان ۹/۰۶ درصد سطح زیر کشت پنبه کشور (رتبه چهارم از نظر سطح زیر کشت)، ۷/۵ درصد از تولید پنبه کشور (رتبه چهارم از نظر تولید پنبه)، ۵/۴۸ درصد سطح زیر کشت گندم (رتبه دهم از نظر سطح زیر کشت) و ۷/۰۹ درصد از تولید گندم کشور (رتبه چهارم از نظر تولید گندم) را به خود اختصاص داده است. و در سال ۱۳۸۸-۱۳۸۹ سطح زیر کشت گندم ۳۸۵۳۸۷ هکتار و میزان تولید ۱۰۶۵۷۳۵ تن و سطح زیر کشت پنبه ۸۲۴۳ هکتار و میزان تولید ۱۷۴۱۸ تن بوده است (اطلاعات آماری و عملکردی ۱۰ ساله بخش کشاورزی استان گلستان). بنابراین سالانه حجم عظیمی از پسماندهای کشاورزی از قبیل کاه گندم و قوزه پنبه در استان تولید می‌شود و از آنجایی که در سال‌های اخیر صنعت چوب و کاغذ با کمبود شدید مواد اولیه دست و پنجه نرم می‌کند، بنابراین می‌توان با استفاده از این پسماندهای کشاورزی تا حدودی کمبود مواد اولیه را جبران کرد. این نکات باعث

تخته‌های دارای تیمار نانورس، ۲ درصد نانو برحسب ماده خشک چسب توزین و به همراه چسب به وسیله همزن، مخلوط گردیده و در مرحله چسب‌زنی و ساخت تخته‌های آزمونی به خرده‌ها اضافه شد. مقدار خرده‌های کاه و قوزه مورد نیاز برای ساخت هر تخته، با توجه به وزن خشک آنها توسط ترازوی آزمایشگاهی توزین و برای چسب‌زنی از یک دستگاه چسب‌زن استوانه‌ای آزمایشگاهی استفاده شد و پس از توزین مقدار مورد نیاز چسب، ماده‌سخت‌کننده با درصد مشخص به آن افزوده شد و خرده‌ها در داخل استوانه در حال چرخش توسط پیستوله چسب‌پاشی شدند. با توجه به اینکه گرادیان رطوبت در ضخامت کیک ثابت بود و تخته‌ها به صورت همسان ساخته شد، همه خرده‌ها با هم چسب‌زنی گردید. در پایان مرحله چسب‌زنی شکل‌دهی کیک خرده‌های کاه و قوزه‌پنبه به صورت دستی انجام شد. برای تشکیل کیک از یک قالب چوبی به ابعاد 35×35 سانتی‌متر استفاده شد و خرده‌های چسب‌زنی شده که به‌وسیله ترازوی آزمایشگاهی توزین شده‌بود، به صورت یکنواخت در داخل قالب شکل داده شدند. پس از تشکیل کیک و فشردن اولیه آن، به‌وسیله‌ی پرس گرم آزمایشگاهی مدل OTT ساخت کشور آلمان غربی تا ضخامت اسمی تعیین شده (توسط شابلون $1/5$ سانتیمتر) فشرده شدند. عوامل ثابت در این تحقیق شامل: نوع ماده اولیه، رطوبت کیک خرده‌چوب (۱۲ درصد)، زمان پرس (۷ دقیقه)، فشارپرس (۳۰ بار)، ضخامت تخته (۱۵ میلی‌متر)، دانسیته تخته (۰/۷۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب)، دما (۱۸۰ درجه سانتی‌گراد) و عوامل متغیر در این تحقیق در جدول شماره یک مشاهده می‌شود.

تخته خرده‌کاه ساخته شده با مقدار رزین مصرفی ۱۳ درصد وزنی و زمان پرس ۱۲ دقیقه است. Boquillon و همکاران (۲۰۰۴) خصوصیات تخته خرده‌کاه گندم ساخته شده با چسب‌های مختلف را مورد ارزیابی قرار دادند. آنها نتیجه گرفتند که خصوصیات تخته‌های ساخته شده با چسب اوره فرمالدئید، به‌ویژه چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت آنها پایین می‌باشد. درحالی‌که خصوصیات تخته‌های ساخته شده با چسب‌های روغنی اپوکسی به همراه ذرات کوچک کاه، بسیار قابل قبول و در حد استاندارد هستند.

مواد و روشها

کاه‌گندم و قوزه‌پنبه از مزارع استان گلستان تهیه گردید. پس از پاکسازی، توسط خردکن چکشی به خرده‌های قابل استفاده در ساخت تخته‌خرده‌کاه تبدیل شدند. پس از حذف خرده‌های بسیار درشت و بسیار ریز که مناسب ساخت تخته‌خرده‌کاه نبودند؛ رطوبت خرده‌های کاه و قوزه تهیه شده، توسط آون به سطح ۳ درصد کاهش یافت و برای جلوگیری از جذب رطوبت تا زمان ساخت تخته‌های آزمونی در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم و عایق رطوبتی نگهداری شدند. همچنین خرده‌های مورد نظر یک دور از الک با مش ۱۰ عبور داده شدند. در این بررسی از چسب اوره فرمالدئید تهیه شده از شرکت شیمیایی فارس با درصد جامد ۶۲ درصد و ویسکوزیته ۴۳ سانتی‌پواز استفاده شد. همچنین ماده‌سخت‌کننده مورد استفاده از نوع کلرید آمونیوم (NH_4Cl) و به صورت مایع بود. مقدار ماده‌سخت‌کننده به میزان ۲ درصد بر حسب ماده خشک چسب توزین شده و به چسب افزوده شد. همچنین برای

جدول ۱- میزان ترکیب تیمارهای مختلف مورد آزمون

ردیف	قوزه (درصد)	کاه گندم (درصد)	نانو (درصد)	تکرار
A	۰	۱۰۰	۰	۳
B	۴۰	۶۰	۰	۳
C	۶۰	۴۰	۰	۳
D	۸۰	۲۰	۰	۳
E	۴۰	۶۰	۲	۳
F	۶۰	۴۰	۲	۳
G	۸۰	۲۰	۲	۳

تصادفی استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و مقایسه‌ی میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. از ترکیب عوامل متغیر و سطوح آنها جمعاً ۶ تیمار بدست آمد که از هر تیمار ۳ تخته و در مجموع ۱۸ تخته ساخته شد.

نتایج

جدول ۲ تجزیه واریانس خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های آزمونی را نشان می‌دهد.

تخته‌های ساخته‌شده برای انجام آزمون‌های مورد نظر پس از کناره‌بری به مدت ۱ هفته در محیط کارگاه نگهداری شدند. بعد نمونه‌های آزمونی طبق استاندارد DIN- 68763 برش داده شد. نمونه‌ها به مدت ۱ هفته دوباره در محیط آزمایشگاه به منظور مشروط‌سازی و یکنواخت‌سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل‌سازی تنش‌های داخلی، نگهداری شدند. و مقاومت خمشی (MOR)، مدول الاستیسیته (MOE)، چسبندگی داخلی (IB)، واکنش‌دهی ضخامت و جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها تعیین گردید. همچنین در این بررسی از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً

جدول ۲- تجزیه واریانس خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های آزمونی با عوامل متغیر

منبع تغییرات	درجه آزادی	چسبندگی داخلی	مقاومت خمشی	مدول الاستیسیته	جذب آب ۲ ساعت	جذب آب ۲۴ ساعت	واکشیدگی ۲ ساعت	واکشیدگی ۲۴ ساعت
درصد نانو	۱	*۰/۰۰۲	۲/۳۱	۱۶۴۹۳۲/۰۱۴	*۳۴۵/۸۲۸	*۴۳۵/۲۴۶	*۴۵۶/۹۵۰	۶۷۰/۹۵۶
درصد قوزه‌پنبه	۳	*۰/۰۰۶	۱/۸۱۴	۱۰۸۰۹/۳۷۰	۴۵۴/۷۳۲	۶۲۲/۱۹۶	۳۰۲/۶۴۹	۸۱۲/۸۵۳

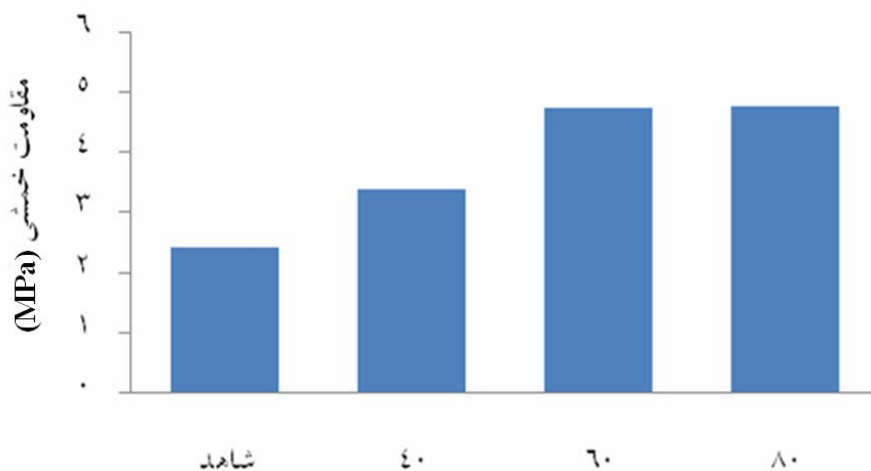
*- معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد

جدول ۳- میانگین خواص فیزیکی و مکانیکی تیمارها

واکسیدگی ضخامتی ۲۴ ساعت (%)	واکسیدگی ضخامتی ۲ ساعت (%)	جذب آب ۲۴ ساعت (%)	جذب آب ۲ ساعت (%)	مدول الاستیسیته (مگاپاسکال)	مقاومت خمشی (مگاپاسکال)	چسبندگی داخلی (مگاپاسکال)	نانورس (%)	کاه گندم (%)	قوزه پنبه (%)	ردیف
۷۰/۵۸	۵۹/۸۴	۱۳۷/۸۵	۱۱۰/۵۸۵	۶۷۱/۲۴۲	۳/۴۰۲۶	۰/۰۶۰۵	۰	۶۰	۴۰	۱
۶۷/۳۳	۵۸/۲۳	۱۲۳/۵۱۵	۱۰۸/۶۱	۷۶۹/۹۱۲	۴/۷۶۳	۰/۰۶۰۵	۰	۴۰	۶۰	۲
۴۹/۷۰	۴۴/۲۱	۱۱۵/۶۵	۹۶/۷۶	۹۱۵/۵۶۰	۴/۷۹۷	۰/۱۱۲۸	۰	۲۰	۸۰	۳
۵۳/۴۷	۴۵/۶۲	۱۱۸/۴۵	۹۶/۴۳۵	۱۱۵۳/۰۹۶	۵/۸۰۲	۰/۰۵۷۹	۲	۶۰	۴۰	۴
۵۲/۱۳	۴۴/۷۷	۱۱۲/۰۷	۹۱/۹۳۵	۹۶۰/۱۴۱	۴/۹۷۵	۰/۱۰۰۸	۲	۴۰	۶۰	۵
۴۵/۸۷	۳۹/۹۶	۱۱۰/۶۳	۹۰/۵۶	۹۴۶/۸۹۴	۴/۸۲۲	۰/۱۳۱۰	۲	۲۰	۸۰	۶
۹۳/۰۸	۸۱	۱۶۵/۱۲	۱۲۷/۰۲	۶۶۱/۳۷۴	۲/۴۴۴	۰/۰۱۰۶	۰	۱۰۰	۰	۷ (شاهد)

درصد مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده افزایش می‌یابد، به طوری که حداقل مقاومت خمشی بعد از نمونه شاهد مربوط به تخته‌های ساخته شده از ۴۰ درصد قوزه پنبه می‌باشد و بیشترین مقاومت خمشی در نمونه‌های ساخته شده از ۸۰ درصد قوزه پنبه مشاهده شد (شکل ۱).

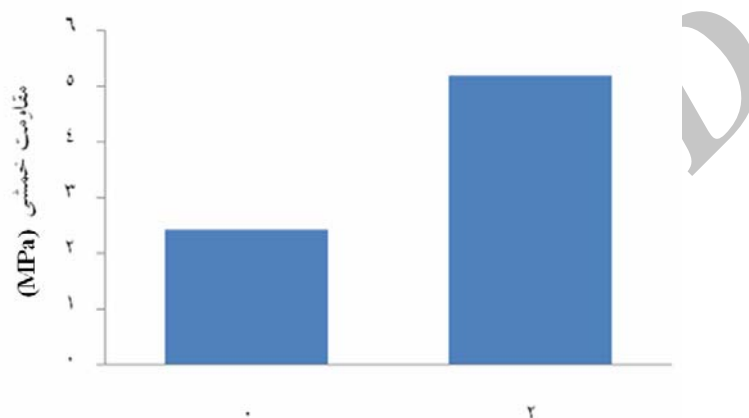
یکی از خواص مهم تخته خرده چوب که در مصارف مختلف اهمیت دارد مقاومت خمشی است. نتایج حاصل نشان داد با افزایش مقدار درصد قوزه پنبه مقاومت خمشی نسبت به نمونه شاهد (۱۰۰ درصد کاه گندم) افزایش می‌یابد؛ همچنین با افزایش قوزه پنبه از ۴۰ درصد تا ۸۰



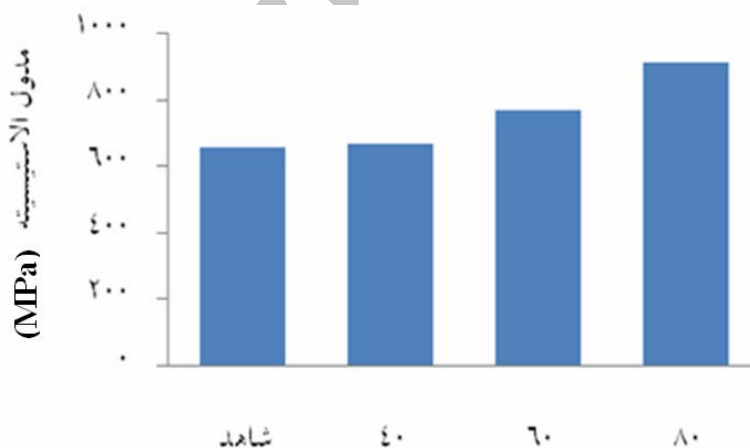
شکل ۱- تأثیر درصد قوزه پنبه بر مقاومت خمشی

نتایج نشان داد که با افزایش درصد قوزه پنبه به کاه گندم مدول الاستیسیته تخته‌ها افزایش می‌یابد؛ که حداقل مدول الاستیسیته در تخته‌های ساخته شده ۶۶۱/۳۷۵ مگاپاسگال مربوط به نمونه شاهد و حداکثر آن در تخته‌های ساخته شده با ۸۰ درصد قوزه پنبه است (شکل ۳).

نتایج نشان داد با افزودن ۲ درصد نانورس به ترکیب، مقاومت خمشی تخته‌ها افزایش می‌یابد (شکل ۲). مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده با نانورس نیز بیشتر از تخته‌ها بدون نانورس بود (جدول ۳). تجزیه واریانس نتایج نشان داد، با افزایش درصد قوزه پنبه و نانورس بر مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده از نظر آماری در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی دار نمی‌باشد.



شکل ۲- تأثیر درصد نانورس بر مقاومت خمشی

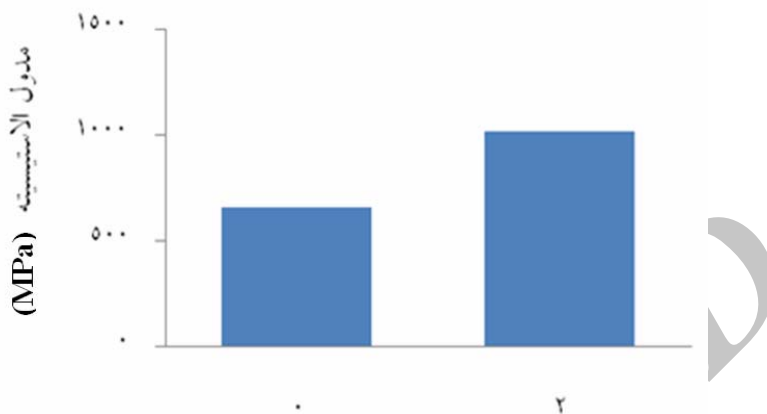


شکل ۳- تأثیر درصد قوزه پنبه بر مدول الاستیسیته

نسبت به نمونه شاهد افزایش نشان می‌دهد. با توجه به داده‌های حاصل از جدول ۳ تخته‌های دارای ۲ درصد نانورس مدول الاستیسیته بالاتری نسبت به نمونه‌های بدون

تأثیر نانورس بر مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده در شکل ۴ قابل مشاهده است. با افزایش ۲ درصد نانورس به تخته‌ها مدول الاستیسیته کاهش می‌یابد ولی

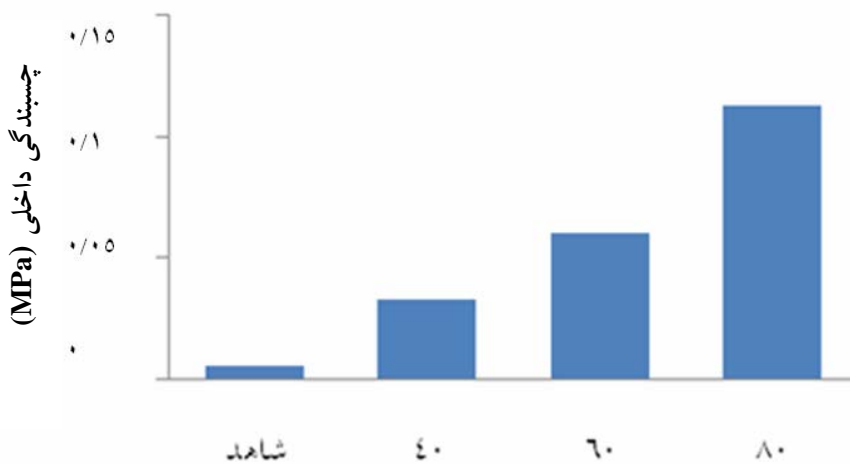
نانورس دارند. همچنین تجزیه واریانس نتایج حاصل از تأثیر نانورس و قوزه پنبه بر روی مدول الاستیسیته در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی دار نمی باشد.



شکل ۴- تأثیر درصد نانورس بر مدول الاستیسیته

واریانس نتایج حاصل از تأثیر درصد قوزه پنبه بر چسبندگی داخلی تخته های ساخته شده نشان داد که افزایش چسبندگی داخلی تخته های ساخته شده با افزایش قوزه پنبه معنی دار می باشد.

نتایج حاصل از اندازه گیری چسبندگی داخلی نشان داد که با افزایش درصد قوزه پنبه چسبندگی داخلی افزایش می یابد (شکل ۵). به طوری که کمترین مقدار چسبندگی داخلی در نمونه های شاهد مشاهده شد. تجزیه



شکل ۵- تأثیر درصد قوزه پنبه بر چسبندگی داخلی

قوزه پنبه و ۲ درصد نانورس مشاهده شد. تجزیه واریانس نتایج حاصل از تأثیر نانورس و قوزه پنبه بر روی چسبندگی داخلی معنی دار می باشد.

همچنین نتایج نشان داد، با افزودن ۲ درصد نانورس، چسبندگی داخلی تخته ها افزایش می یابد. به طوری که بیشترین مقدار چسبندگی داخلی در تخته های با ۸۰ درصد

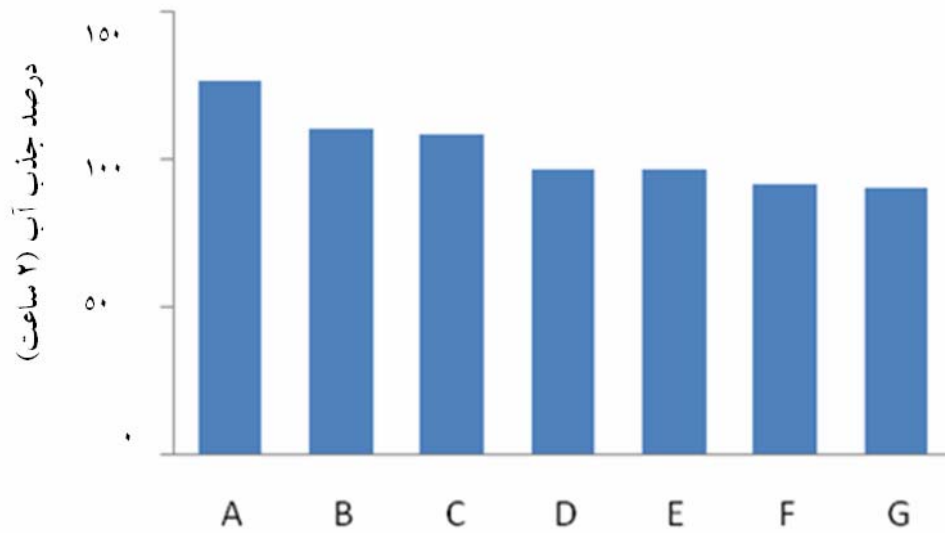


شکل ۶- تأثیر درصد نانورس بر چسبندگی داخلی

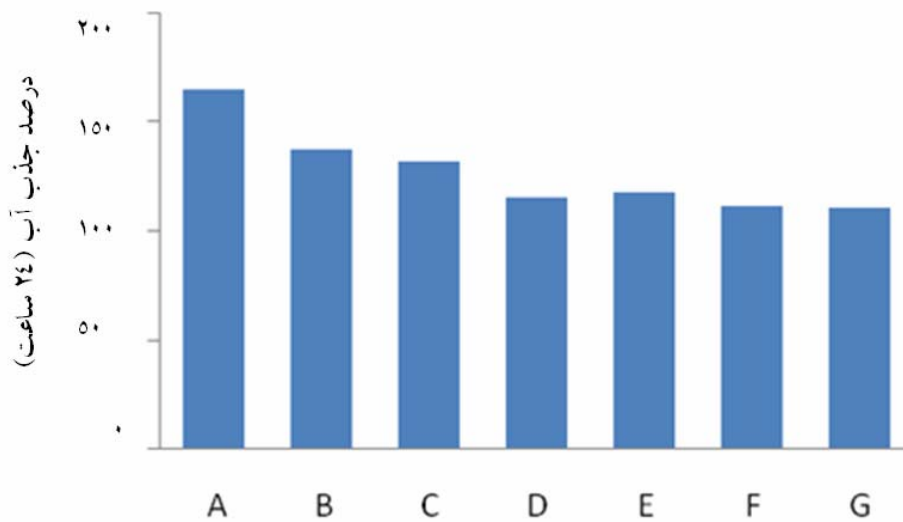
نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر افزایش قوزه پنبه و افزودن نانورس بر جذب آب (۲ و ۲۴ ساعت) تخته های آزمونی معنی دار می باشد. واكشیدگی ضخامت از خواص فیزیکی تخته است که با جذب آب رابطه مستقیمی دارد. این خاصیت در اصل مربوط به اتصالاتی موجود در تخته و پیوندهای تشکیل شده می باشد که همواره با جذب آب تغییر می کنند. مقادیر مربوط به واكشیدگی ضخامت نمونه ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت به ترتیب در شکل های ۹ و ۱۰ آمده است.

جذب آب و واكشیدگی ضخامت

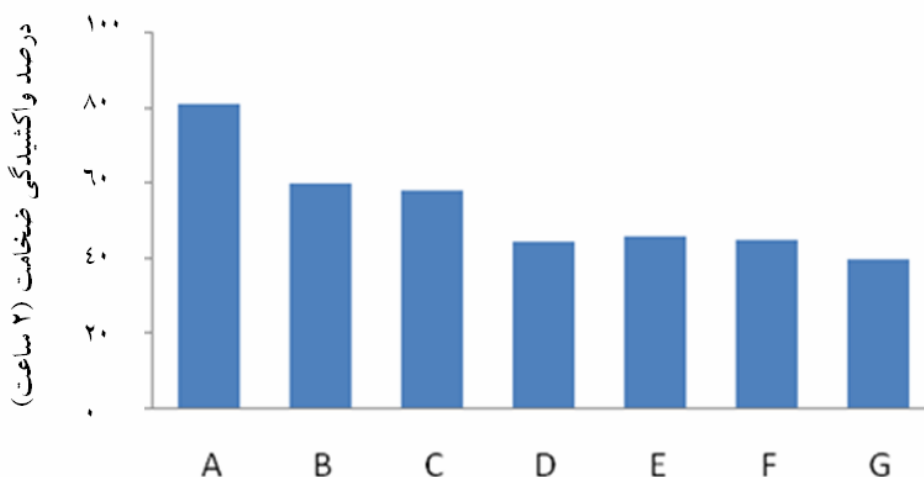
یکی از مشکلات اصلی در ساخت تخته خرده کاه با رزین اوره فرمالدهید مقاومت پایین به جذب آب است. نتایج حاصل نشان داد، با افزایش مقدار قوزه پنبه و افزودن ۲ درصد نانورس، میزان جذب آب نمونه ها نسبت به نمونه شاهد (۱۰۰ درصد کاه گندم و بدون نانورس) کاهش یافت. همچنین با افزایش قوزه پنبه از ۴۰ درصد تا ۸۰ درصد مقاومت به جذب آب تخته های ساخته شده بهبود یافت. به طوری که کمترین میزان جذب آب در نمونه های ساخته شده با ۸۰ درصد قوزه پنبه و ۲ درصد نانورس مشاهده شد (شکل ۷ و ۸).



شکل ۷- تأثیر قوزه پنبه و نانورس بر میزان جذب آب در ۲ ساعت



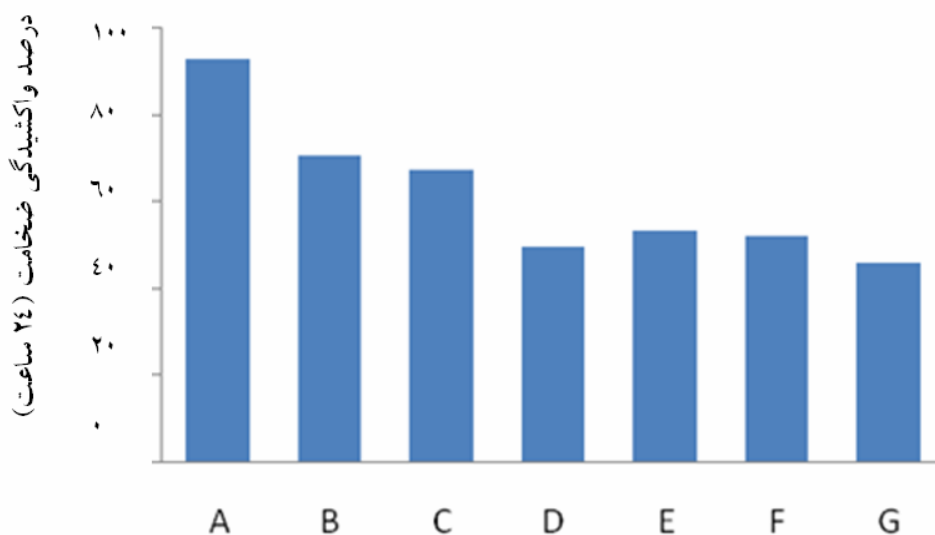
شکل ۸- تأثیر قوزه پنبه و نانورس بر میزان جذب آب در ۲۴ ساعت



شکل ۹- تأثیر قوزه‌پنبه و نانورس بر واکشیدگی

شد. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر افزایش ۲ درصد نانورس بر واکشیدگی ضخامت (۲ و ۲۴ ساعت) تخته‌های آزمونی معنی‌دار نمی‌باشد. البته طبق نتایج آماری اثر افزایش درصد قوزه‌پنبه بر واکشیدگی ضخامت در ۲۴ ساعت معنی‌دار بود.

ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری نتایج حاصل نشان داد، با افزایش مقدار درصد قوزه‌پنبه و افزودن ۲ درصد نانورس، واکشیدگی ضخامت نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. به طوری که کمترین میزان واکشیدگی ضخامت در نمونه‌های ساخته شده با ۸۰ درصد قوزه‌پنبه و ۲ درصد نانورس مشاهده



شکل ۱۰- تأثیر قوزه‌پنبه و نانورس بر واکشیدگی ضخامت بعد ۲۴ ساعت غوطه‌وری

بحث

لایه مومی سطح کاه می‌تواند دلیل اصلی و عمده کاهش مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی در تخته‌های حاصل از چسب‌های قطبی مثل اوره‌فرمالدهید با کاه‌گندم باشد (شاکری و همکاران، ۱۳۸۹). اما استفاده از ماده لیگنوسولوزی سازگار با چسب‌های قطبی از قبیل اوره‌فرمالدهید می‌تواند اثر بسزایی بر بهبود استحکام خمشی داشته باشد. به دلیل استفاده از رزین قطبی UF با سطح قوزه‌پنبه، کیفیت اتصال بین این نوع رزین و ذرات کاه باعث افزایش استحکام خمشی و مدول الاستیسیته می‌شود. افزایش ضریب فشردگی کیک خرده‌کاه در اثر اضافه شدن قوزه‌پنبه به ترکیب کاه عامل مهم دیگری در افزایش ویژگی‌های خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده می‌باشد. همچنین نفوذپذیری کم کاه باعث می‌شود انتقال گرما بخوبی از سطح به مغز صورت نگیرد و اتصال عرضی کافی در رزین ایجاد نشود (شاکری و همکاران، ۱۳۸۹) ولی با افزودن قوزه‌پنبه این مشکل حل می‌شود و اتصال خوبی بوجود می‌آید. همچنین دلیل این امر می‌تواند بدلیل تراکم‌پذیری بهتر، شکل هندسی مناسب‌تر، پراکنش یکنواخت‌تر، ریزی و درشتی ذرات قوزه‌پنبه نسبت به کاه‌گندم باشد. در نتیجه افزایش قوزه‌پنبه و نانورس موجب پرشدن خلل و فرج موجود بین ذرات درشت‌تر در لایه میانی تخته‌ها شده است و به دنبال آن چسبندگی داخلی آنها افزایش می‌یابد. البته به دلیل غیرقطبی و آب‌گریز بودن لایه مومی موجود در خارجی‌ترین سطح ذرات کاه و در عین حال آب‌دوست بودن رزین اوره-فرمالدهید، بین چسب و ذرات کاه ناسازگاری ایجاد می‌شود. این موضوع، عامل اصلی کاهش مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی مانند واکنشیدگی ضخامت و

چسبندگی داخلی و به تبع آن میزان جذب آب در تخته-خرده‌کاه‌های ساخته شده با رزین‌های فرمالدهیدی است. محلول بودن چسب در آب و از طرفی عدم سازگاری آن با لایه مومی باعث می‌شود که ساختار تخته در اثر قرار گرفتن در آب باز شده و خلل و فرج آن افزایش یابد و افزایش خلل و فرج نیز باعث می‌شود مناطق بیشتری از تخته در معرض آب قرار گرفته و واکنشیدگی ضخامت مرتباً افزایش یابد (تسوجی و همکاران، ۱۳۸۹) که این مشکل با افزایش درصد قوزه‌پنبه و کاهش درصد کاه به کار رفته، بهبود می‌یابد.

لی و همکاران (۲۰۰۸) ضمن بررسی‌های خود به این نتیجه رسیدند که استفاده از نانورس می‌تواند عملکرد رزین اوره‌فرمالدهید را بهبود ببخشد. آنان از نانورس به صورت مخلوط با رزین اوره‌فرمالدهید در ساخت تخته خرده‌چوب استفاده نمودند. نتایج نشان داد که استفاده از نانورس تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد رزین مورد استفاده در ساخت تخته خرده‌چوب داشته، به طوری که باعث بهبود گیرایی رزین اوره‌فرمالدهید شده و مقاومت به آب تخته‌ها و چسبندگی داخلی را افزایش می‌دهد. ساختار لایه‌لایه نانورس در چرخه مخلوط کردن و هم‌زدن آن با رزین اوره‌فرمالدهید و نیز در طی پرس گرم تخته‌ها ایجاد می‌شود و نانورس که یک جامد کریستالی و با ساختار منظم است به حالت لایه‌ای و نامنظم در می‌آید. در واقع پخش‌شدگی لایه‌های رس باعث دشواری نفوذ آب در میان تخته‌های دارای نانورس می‌شود. از این رو نانورس یک مسیر پر پیچ و خم برای عبور سیال در میان ساختار نانو چندسازه پدید می‌آورد (زاهدشيجانی و همکاران، ۱۳۸۹). بنابراین دلیل اصلی مقدار کم مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی تخته کاه لایه مومی سطح کاه و

- سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، ۱۳۹۰. اطلاعات آماری و عملکردی ۱۰ ساله بخش کشاورزی استان گلستان
- شاکری، ع.، طبرسا، ت. و تسوجی، م.، ۱۳۸۹. بررسی خواص تخته خرده حاصل از روغن سویای اپوکسی دار شده اکریلیکی- کاه گندم. مجله علوم و تکنولوژی پلیمر. شماره ۱: ۲۹-۳۹
- کارگرفرد، ا.، نوریخش، ا. و گلبابائی، ف.، ۱۳۸۵. بررسی امکان کاربرد ساقه پنبه در ساخت تخته خرده چوب. دو فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. جلد ۲۱، شماره ۲: ۹۵-۱۰۴
- یحیوی دیزج، م. و خزاعیان، ا.، ۱۳۹۰. بررسی امکان استفاده از پسماندهای کشاورزی استان گلستان در ساخت کامپوزیت‌های چوب پلاستیک. اولین همایش بین المللی و ششمین همایش ملی مدیریت پسماند.
- Boquillon, N., Gerard, E. and Uwe, S., 2004. Properties of wheat straw particle boards bonded with different types of resi. *Journal wood science*, 50. Pp: 230-235
- Lei, H., Du, G., Pizzi, A. and Celzard, A., 2008. Influence of nanoclay on ureaformaldehydesins for wood adhesives and its model, *Journal of Applied Polymer Science* 109:2442-2451.

نفوذپذیری کم کاه است که با افزایش قوزه پنبه و نانورس این مشکل تا حدودی برطرف می شود؛ البته تیمار شیمیایی کاه گندم با آب جوش نیز می تواند یکی از راه حل های مشکل فوق باشد.

منابع مورد استفاده

- تسوجی، م.، طبرسا، ت. و محمدی، ع.، ۱۳۸۹. ساخت تخته خرده- کاه با استفاده از مخلوط رزین های اوره و ملامین فرمالدهید. دو فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، جلد ۲۵، شماره ۲، ۳۰۱-۲۹۱.
- دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی ۱۳۸۸. آمار نامه کشاورزی، محصولات زراعی (جلد اول).
- زاهدشیرجانی، ر. و غلامیان، ه.، ۱۳۸۹. بررسی امکان استفاده از نانو زایکوسیل و نانورس سدیم مونت موریلونیت برای کاهش جذب آب در MDF. مجله صنایع چوب و کاغذ ایران، شماره ۲، ۸۱-۶۹.

Particleboard manufacturing using mixture of golestan province wheat straw and cotton bolls reinforced with nano-clay particles

Yahyavidizaj, M.^{1*}, Khozini, A.² and Tabarsa, T.³

1*- Corresponding Author, M.Sc., Department of Wood and Paper, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. Email: Mostafa.yahyavi@ymail.com

2- M.Sc., Department of Wood and Paper, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran.

3-Professor, Faculty of Wood and Paper, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Received: Aug., 2012

Accepted: March, 2013

Abstract

Wheat straw particle boards were produced using a mixture of wheat straw and cotton bolls with Urea formaldehyde resin and its properties were reinforced with nanoclay. Cotton bolls and wheat straw particles were mixed at the ratio of 40:60, 60:40 and 80:20 percents, respectively. Nanoclay was used at two levels of 0 and 2 percents based on oven dried weight of resin. Control samples were made of wheat straw particle. Mechanical and physical properties (modulus of rupture, modulus of elasticity, internal bonding, water absorption and thickness swelling after 2 and 24h soaking in water) of the produced boards were measured. The results revealed an increase in cotton bolls in the mixture particles, leads to an increment of the bending strength, modulus of rupture and modulus of elasticity of the boards. The results also indicated that water absorption and thickness swelling after 2 and 24h immersion in water decreased with increase in nano clay and cotton bolls percents.

Key words: Golestan province, wheat straw, cotton bolls, wheat straw particle boards, nanoclay.