DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijwpr.2013.2933

فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۸، شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۲۸۹-۲۷۷، (۱۳۹۲)

بررسی امکان استفاده از کاه‌گندم و قوزه‌پنبه استان گلستان در ساخت تخته خرده‌کاه و تقویت آن با نانورس

مصطفی یحیوی دیزج[1*]، آسیه خزینی[2] و تقی طبرسا[3]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
پست‌الکترونیک: Mostafa.yahyavi@ymail.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 دریافت: مرداد ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۱

چکیده

در این پژوهش با استفاده از اختلاط کاه‌گندم و قوزه‌پنبه، تخته خرده‌کاه با چسب اوره‌فرمالدهید تولید و خواص آن با نانورس تقویت شد. درصد اختلاط قوزه‌پنبه با کاه‌گندم در سه سطح به‌ترتیب ٤٠، ٦٠ و ٨٠ درصد نانورس ۰ و ۲ درصد براساس وزن خشک چسب به‌عنوان عوامل متغیر انتخاب گردید. نمونه‌های شاهد نیز از ۱۰۰ درصد کاه‌گندم ساخته شدند. خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها شامل: مقاومت خمشی، مدول‌الاستیسیته، چسبندگی‌داخلی، جذب آب و واکشیدگی ضخامت در طی ۲ و ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب، برطبق استاندارد DIN- 68763 اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که استفاده از قوزه‌پنبه و نانورس در ساخت تخته‌خرده کاه، باعث افزایش مقاومت‌خمشی (MOR)، مدول‌الاستیسیته (MOE) و چسبندگی‌داخلی (IB) تخته‌ها می‌شود. همچنین نتایج نشان داد، با افزایش درصد قوزه‌پنبه و نانورس جذب آب و واکشیدگی ضخامت بهبود یافت.

واژه‌های کلیدی: استان گلستان، کاه‌گندم، قوزه‌پنبه، تخته خرده‌کاه، نانورس.

مقدمه

از گذشته‌های دور استفاده از مواد حاصل از کشاورزی و به‌ویژه پسماند محصولات زراعی به‌عنوان مواد اولیه فیبری ارزان و فراوان خصوصاً در صنایع چوب و کاغذ مطرح بوده است. در دهه‌های اخیر به‌دلیل 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 سایر منابع و مواد برای صنعت چوب و کاغذ و صنایع سلولزی خودنمایی می‌کند. تمامی این مسائل نشانگر مزیت نسبی و اهمیّت گسترش این صنعت در کشور می‌باشد (یحیوی و خزاعیان، ۱۳۹۰). سالانه میلیون‌ها تن گیاهان زراعی در ایران برداشت می‌شود. باتوجه به اهمیت پسماندهای کشاورزی به‌عنوان یکی از منابع مهّم لیگنوسلولزی و تجدید شونده در کشور می‌توان از قوزه‌پنبه و کاه‌گندم نام برد که در صورت اقتصادی بودن

برای جبران کمبود مواد چوبی، بهره‌برداری کرد. حال آنکه درحال 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 به‌دلیل موقعیت‌های مناسب اقلیمی و طبیعی از جایگاه ویژه‌ای در سطح کشور برخوردار بوده و به‌عنوان یکی از قطب‌های کشاورزی محسوب می‌گردد. استان گلستان ۹/۰٦ 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)، ۵/٤۸ درصد سطح زیرکشت 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 ۱۳۸۹- ۱۳۸۸ سطح زیر کشت گندم ۳۸۵۳۸۷ هکتار و میزان تولید ۱۰٦۵۷۳۵ تن و سطح زیر کشت پنبه ۸۲٤۳ هکتار و میزان تولید ۱۷٤۱۸ تن بوده است (اطلاعات آماری و عملکردی ۱۰ ساله بخش کشاورزی استان گلستان). بنابراین سالانه حجم عظیمی از پسماندهای کشاورزی از قبیل کاه‌گندم و قوزه‌پنبه 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 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 پسمانده‌های کشاورزی انجام گیرد. بنابراین هدف از انجام این تحقیق، بررسی امکان استفاده از قوزه‌پنبه به‌عنوان ماده اولیه مکمل برای تولید تخته خرده‌کاه و همچنین تقویت اتصال حاصل از رزین اوره فرمالدهید با نانو ذرات رس بوده است.

ازآنجایی‌که 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 ساقه‌پنبه و چوب اکالیپتوس در تولید تخته خرده‌چوب نشان دادند که با افزایش مقدار ساقه پنبه به ترکیب چوبی در سطح معنی‌داری مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته بهبود یافت. به‌طوری‌که این‌دو 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 چسبندگی‌داخلی 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 آکریلیکی-کاه گندم را مورد بررسی قرار دادند و اعلام کردند که بیشترین مقدار استحکام خمشی، مدول کشسانی خمشی و چسبندگی‌داخلی و همچنین کمترین مقدار واکشیدگی ضخامت و جذب آب مربوط به

تخته خرده‌کاه ساخته شده با مقدار رزین مصرفی ۱۳ درصد وزنی و زمان پرس ۱۲ دقیقه است. Boquillon و همکاران (۲۰۰٤) 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 چسبندگی‌داخلی و واکشیدگی ضخامت آنها پایین می‌باشد. درحالی‌که خصوصیات تخته‌های ساخته شده با چسب‌های روغنی اپوکسی به‌همراه 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 قوزهٔ تهیه شده، توسط آون به سطح ۳ درصد کاهش یافت و برای جلوگیری از جذب رطوبت تا زمان ساخت تخته-های 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 فرمالدهید تهیه شده از شرکت شیمیایی فارس با درصد جامد ٦۲ درصد و ویسکوزیته ٤۳ سانتی‌پواز استفاده شد. همچنین ماده‌سخت‌کننده مورد استفاده از نوع کلریدآمونیوم (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 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 ۳۵ × ۳۵ 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 آلمان‌غربی تا ضخامت اسمی تعیین شده (توسط شابلون ۱/۵ 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.

جدول ۱– میزان ترکیب تیمارهای مختلف مورد آزمون

ردیف	قوزه (درصد)	کاه‌گندم (درصد)	نانو (درصد)	تکرار
A	۰	۱۰۰	۰	۳
B	٤۰	٦۰	۰	۳
C	٦۰	٤۰	۰	۳
D	۸۰	۲۰	۰	۳
E	٤۰	٦۰	۲	۳
F	٦۰	٤۰	۲	۳
G	۸۰	۲۰	۲	۳

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 به‌منظور مشروط‌سازی و یکنواخت‌سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل‌سازی تنش‌های داخلی، نگهداری شدند. و مقاومت‌خمشی (MOR)، مدول‌الاستیسیته (MOE)، چسبندگی‌داخلی (IB)، واکشیدگی ضخامت و جذب آب بعد از ۲ و ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها تعیین گردید. همچنین در این بررسی از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً 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 ٦ 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.

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

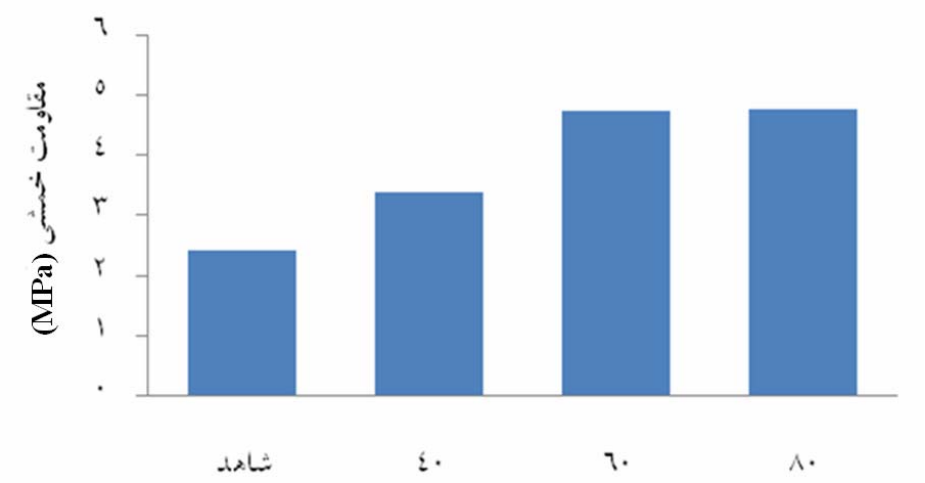
منبع تغییرات	درجه آزادی	چسبندگی داخلی	مقاومت خمشی	مدول‌الاستیسیته	جذب آب ۲ ساعت	جذب آب ٢٤ ساعت	واکشیدگی ضخامتی ۲ ساعت	واکشیدگی ضخامتی ٢٤ ساعت
درصد نانو	۱	٭۰/۰۰۲	۲/۳۱	١٦٤٩٣٢/٠١٤	٭٣٤٥/٨٢٨	٭٤٣٥/٢٤٦	٭٤٥٦/٩٥٠	٦٧٠/٩٥٦
درصد قوزه‌پنبه	۳	٭۰/۰۰٦	١/٨١٤	١٠٨٠٩/٣٧٠	٤٥٤/٧٣٢	٦٢٢/١٩٦	٣٠٢/٦٤٩	٨١٢/٨٥٣

٭– معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد

جدول ۳- میانگین خواص فیزیکی و مکانیکی تیمارها

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

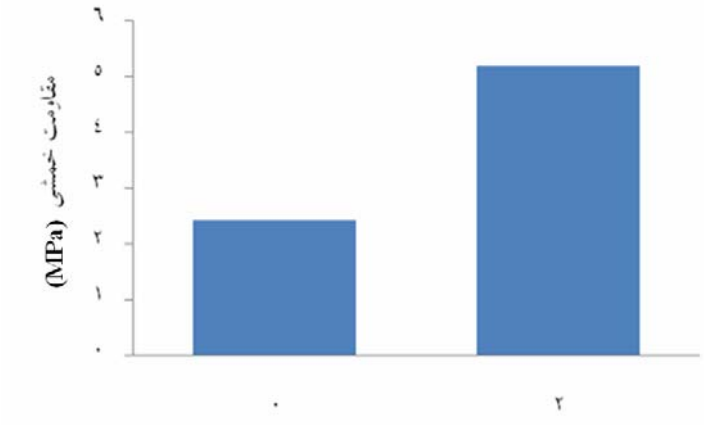
یکی از خواص مهّم تخته خرده‌چوب که در مصارف مختلف اهمّیت دارد مقاومت‌خمشی است. نتایج حاصل نشان داد با افزایش مقدار درصد قوزه‌پنبه مقاومت‌خمشی نسبت به نمونه شاهد (۱۰۰ درصد کاه گندم) افزایش می‌یابد؛ همچنین با افزایش قوزه‌پنبه از ۴۰ درصد تا ۸۰ درصد مقاومت‌خمشی تخته‌های ساخته شده افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که حداقل مقاومت‌خمشی بعد از نمونه شاهد مربوط به تخته‌های ساخته شده از ۴۰ درصد قوزه‌پنبه می‌باشد و بیشترین مقاومت خمشی در نمونه‌های ساخته شده از ۸۰ درصد قوزه‌پنبه مشاهده شد (شکل ۱).



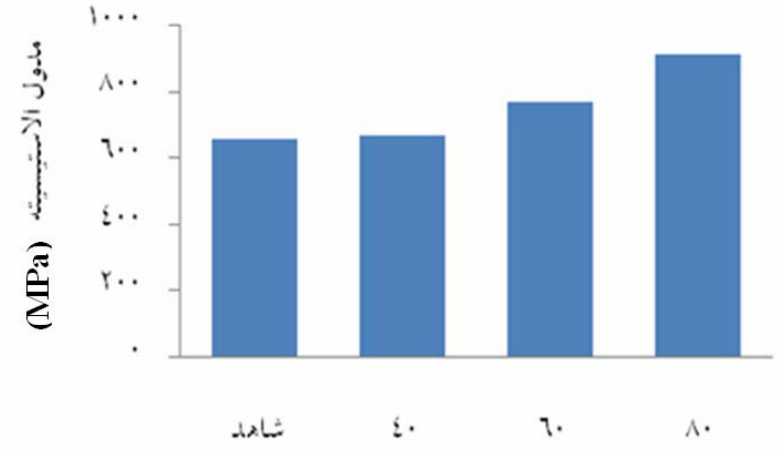
شکل ۱- تأثیر درصد قوزه پنبه بر مقاومت خمشی

نتایج نشان داد با افزودن ۲ درصد نانورس به‌ترکیب، مقاومت خمشی تخته‌ها افزایش می‌یابد (شکل ۲). مقاومت‌خمشی تخته‌های ساخته شده با نانورس نیز بیشتر از تخته‌ها بدون نانورس بود (جدول ۳). تجزیه واریانس نتایج نشان داد، با افزایش درصد قوزه‌پنبه و نانورس بر مقاومت‌خمشی تخته‌های ساخته شده از نظر آماری در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

نتایج نشان داد که با افزایش درصد قوزه‌پنبه به کاه‌گندم مدول‌الاستیسیته تخته‌ها افزایش می‌یابد؛ که حداقل مدول‌الاستیسیته در تخته‌های ساخته شده ٦٦١/٣٧٥ مگاپاسگال مربوط به نمونه شاهد و حداکثر آن در تخته‌های ساخته شده با ۸۰ درصد قوزه‌پنبه است (شکل ۳).



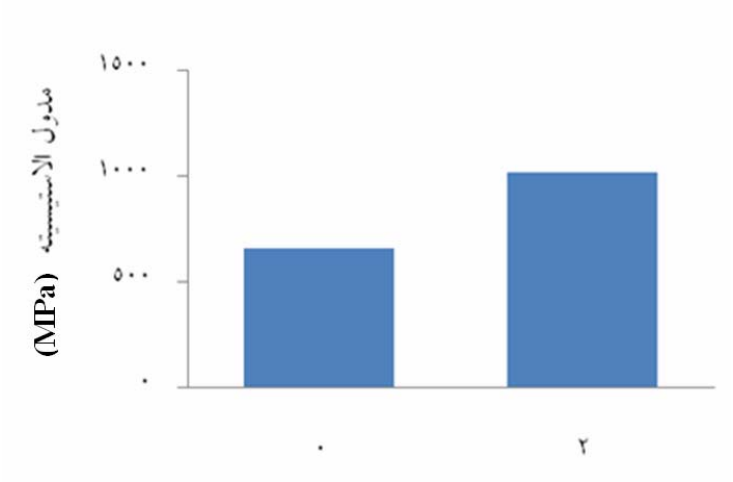
شکل ۲- تأثیر درصد نانورس بر مقاومت‌خمشی



شکل ۳- تأثیر درصد قوزه پنبه بر مدول‌الاستیسیته

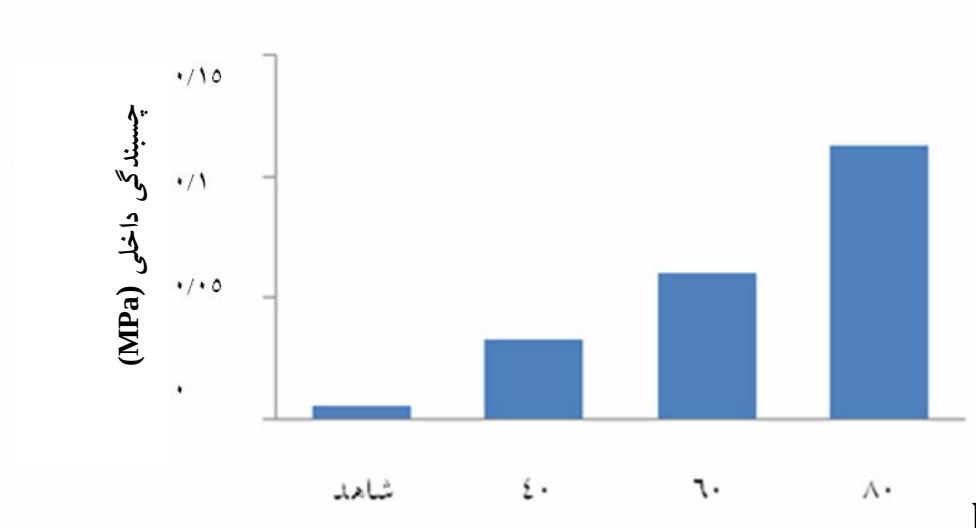
تأثیر نانورس بر مدول‌الاستیسیته تخته‌های ساخته شده در شکل ٤ قابل مشاهده است. با افزایش ۲ درصد نانورس به تخته‌ها مدول‌الاستیسیته کاهش می‌یابد ولی نسبت به نمونه شاهد افزایش نشان می‌دهد. با توجه به داده‌های حاصل از جدول ۳ تخته‌های دارای ۲ درصد نانورس مدول‌الاستیسیته بالاتری نسبت به نمونه‌های بدون

نانورس دارند. همچنین تجزیه واریانس نتایج حاصل از تأثیر نانورس و قوزه‌پنبه بر روی مدول‌الاستیسیته در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.



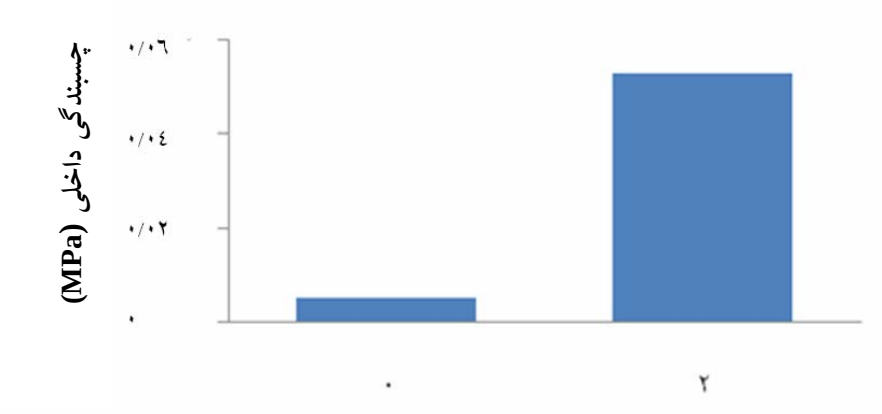
شکل ٤- تأثیر درصد نانورس بر مدول‌الاستیسیته

نتایج حاصل از اندازه‌گیری چسبندگی‌داخلی نشان داد که با افزایش درصد قوزه‌پنبه چسبندگی‌داخلی افزایش می‌یابد (شکل ۵). به‌طوری‌که کمترین مقدار چسبندگی‌داخلی در نمونه‌های شاهد مشاهده شد. تجزیه واریانس نتایج حاصل از تأثیر درصد قوزه‌پنبه بر چسبندگی‌داخلی تخته‌های ساخته شده نشان داد که افزایش چسبندگی‌داخلی تخته‌های ساخته شده با افزایش قوزه‌پنبه معنی‌دار می‌باشد.



شکل ۵- تأثیر درصد قوزه پنبه بر چسبندگی داخلی

همچنین نتایج نشان داد، با افزودن ۲ درصد نانورس، چسبندگی‌داخلی تخته‌ها افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که بیشترین مقدار چسبندگی‌داخلی در تخته‌های با ۸۰ درصد قوزه‌پنبه و ۲ درصد نانورس مشاهده شد. تجزیه واریانس نتایج حاصل از تأثیر نانورس و قوزه‌پنبه بر روی چسبندگی داخلی معنی‌دار می‌باشد.



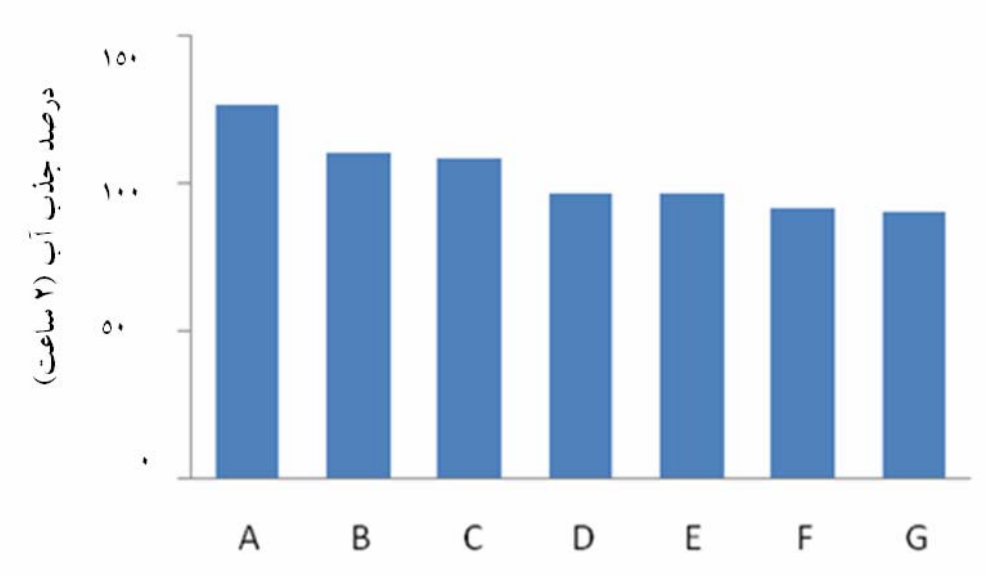
شکل ٦- تأثیر درصد نانورس بر چسبندگی داخلی

جذب آب و واکشیدگی ضخامت

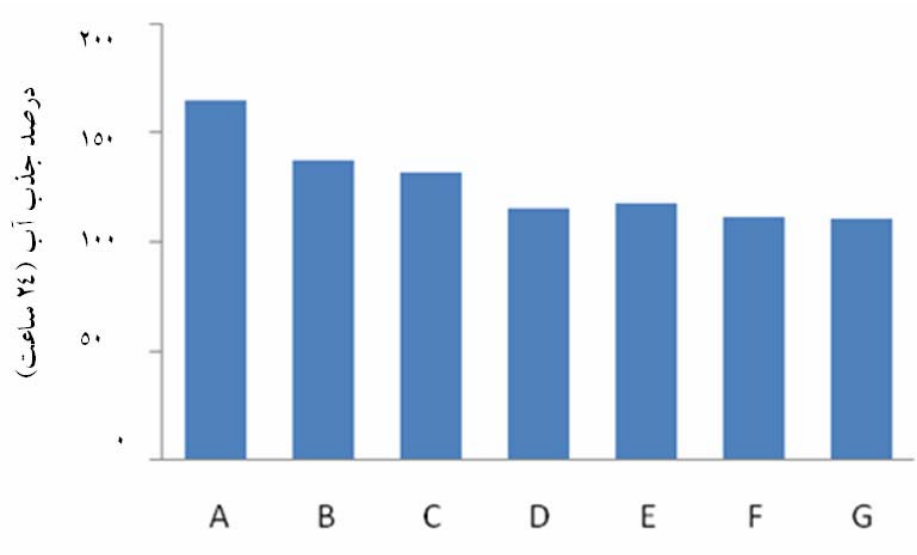
یکی از مشکلات اصلی در ساخت تخته خرده‌کاه با رزین اوره‌فرمالدهید مقاومت پایین به جذب آب است. نتایج حاصل نشان داد، با افزایش مقدار قوزه‌پنبه و افزودن ۲ درصد نانورس، میزان جذب آب نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد (۱۰۰ درصد کاه‌گندم و بدون نانورس) کاهش یافت. همچنین با افزایش قوزه‌پنبه از ٤۰ درصد تا ۸۰ درصد مقاومت به جذب‌آب تخته‌های ساخته شده بهبود یافت. به‌طوری‌که کمترین میزان جذب‌آب در نمونه‌های ساخته شده با ۸۰ درصد قوزه‌پنبه و ۲ درصد نانورس مشاهده شد (شکل ۷ و ۸).

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر افزایش قوزه پنبه و افزودن نانورس بر جذب‌آب (۲ و ۲٤ ساعت) تخته‌های آزمونی معنی‌دار می‌باشد.

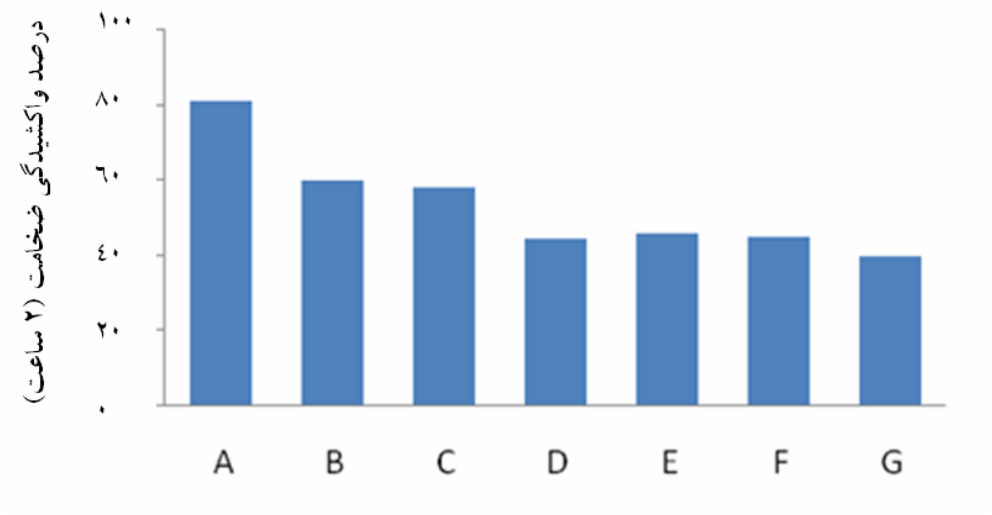
واکشیدگی‌ضخامت از خواص فیزیکی تخته است که با جذب‌آب رابطه مستقیمی دارد. این خاصیت در اصل مربوط به اتصال‌های موجود در تخته و پیوندهای تشکیل شده می‌باشد که همواره با جذب‌آب تغییر می‌کنند. مقادیر مربوط به واکشیدگی ضخامت نمونه‌ها بعد از ۲ و ۲٤ ساعت به‌ترتیب در شکل‌های ۹ و ۱۰ آمده است.



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



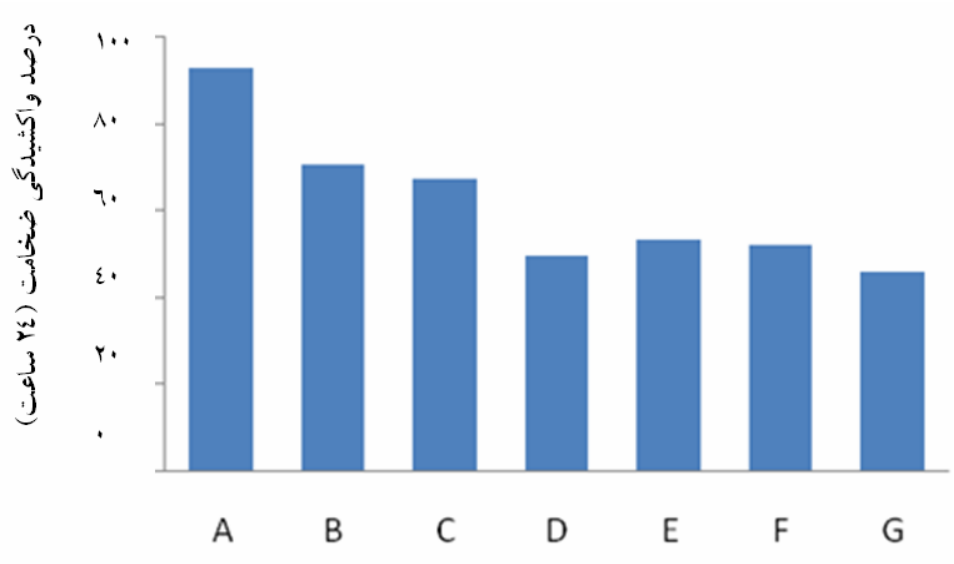
شکل ۸- تأثیر قوزه‌پنبه و نانورس بر میزان جذب‌آب در ۲۴ ساعت



شکل ۹- تأثیر قوزه‌پنبه و نانورس بر واکشیدگی

ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری

نتایج حاصل نشان داد، با افزایش مقدار درصد قوزه‌پنبه و افزودن ۲ درصد نانورس، واکشیدگی‌ضخامت نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. به‌طوری‌که کمترین میزان واکشیدگی‌ضخامت در نمونه‌های ساخته شده با ۸۰ درصد قوزه‌پنبه و ۲ درصد نانورس مشاهده شد. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر افزایش ۲ درصد نانورس بر واکشیدگی‌ضخامت (۲ و ۲٤ ساعت) تخته‌های آزمونی معنی‌دار نمی‌باشد. البته طبق نتایج آماری اثر افزایش درصد قوزه‌پنبه بر واکشیدگی‌ضخامت در ۲٤ ساعت معنی‌دار بود.



شکل ۱۰- تأثیر قوزه‌پنبه و نانورس بر واکشیدگی ضخامت بعد ۲٤ 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). امّا استفاده از ماده لیگنوسلولزی سازگار با چسب‌های قطبی از قبیل اوره‌فرمالدهید می‌تواند اثر بسزایی بر بهبود استحکام خمشی داشته باشد. به‌دلیل استفاده از رزین قطبی UF با سطح قوزه‌پنبه، کیفیت اتصال بین این نوع رزین و ذرات کاه باعث افزایش استحکام خمشی و مدول‌الاستیسیته می‌شود. افزایش ضریب فشردگی کیک خرده‌کاه در اثر اضافه شدن قوزه‌پنبه به‌ترکیب کاه عامل مهم دیگری در افزایش ویژگی‌های خمشی و مدول‌الاستیسیته 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 به‌دنبال آن چسبندگی‌داخلی آنها افزایش می‌یابد. البته به‌دلیل غیرقطبی و آب‌گریز بودن لایه مومی موجود در خارجی‌ترین سطح ذرات کاه و در عین حال آب‌دوست بودن رزین اوره‌فرمالدهید، بین چسب و ذرات کاه ناسازگاری ایجاد می‌شود. این موضوع، عامل اصلی کاهش مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی مانند واکشیدگی ضخامت و چسبندگی‌داخلی و به تبع آن میزان جذب‌آب در تخته‌خرده‌کاه‌های 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 واکشیدگی‌ضخامت مرتباً افزایش یابد (تسوجی و همکاران، ۱۳۸۹) که این مشکل با افزایش درصد قوزه‌پنبه و کاهش درصد کاه به‌کار 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، به‌طوری‌که باعث بهبود گیرایی رزین اوره‌فرمالدهید شده و مقاومت به آب تخته‌ها و چسبندگی‌داخلی 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. ازاین‌رو نانورس یک مسیر پر پیچ و خم برای عبور سیال در میان ساختار نانو چندسازه پدید می‌آورد (زاهدشیجانی و همکاران، ۱۳۸۹). بنابراین دلیل اصلی مقدار کم مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی تخته کاه لایه مومی سطح کاه و

نفوذپذیری کم کاه است که با افزایش قوزه‌پنبه و نـانورس این مشکل تاحدودی برطرف می‌شود؛ البّته تیمار شیمیایی کاه‌گندم با آب جوش نیز مـی‌توانـد یکـی از راه‌حـل‌هـای مشکل فوق باشد.

منابع مورد استفاده

- تسوجی، م.، طبرسا، ت. و محمدی، ع.، ۱۳۸۹. ساخت تخته‌خرده-کاه با استفاده از مخلوط رزین‌های اوره و ملامین فرمالدهیـد. دو فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات علوم چـوب و کاغـذ ایـران، جلد ۲۵، شماره ۲، ۳۰۱-۲۹۱.
- دفترآماروفناوریاطلاعات وزارت جهاد کشاورزی ۱۳۸۸. آمار نامـه کشاورزی، محصولات زراعی(جلد اول).
- زاهدشیجانی، ر. و غلامیان، ه.، ۱۳۸۹. بررسی امکان استفاده از نانو زایکوسیل و نـانورس سـدیم مونـت موریلونیـت بـرای کـاهش جذب‌آب در MDF. مجله صنایع چوب و کاغذ ایران، شماره ۲، ۸۱-۶۹.
- سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، ۱۳۹۰. اطلاعـات آمـاری و عملکردی۱۰ ساله بخش کشاورزی استان گلستان
- شاکری، ع.، طبرسـا، ت. و تسـوجی، م.، ۱۳۸۹. بررسـی خـواص تخته خرده حاصل از روغن سویای اپوکسی دار شده اکریلیکی-کاه گندم. مجله علوم و تکنولوژی پلیمر. شماره ۱: ۳۹-۲۹
- کارگرفرد، ا.، نوربخش، ا. و گلبابائی، ف.، ۱۳۸۵. بررسی امکان کاربرد سـاقه پنبـه در سـاخت تختـه خـرده چـوب. دو فصـلنامه علمـی-پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایـران. جلـد ۲۱، شـماره ۲: ۹۵-۱۰٤
- یحیوی دیزج، م. و خزاعیان، ا.، ۱۳۹۰. بررسـی امکـان اسـتفاده از پسماندهای کشاورزی استان گلستان در ساخت کامپوزیـت‌هـای چوب‌پلاستیک. 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 ureaformaldehyderesins for wood adhesives and its model, Journal of Applied Polymer Science109:2442-2451.

The manufacture of particleboard 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

In this study, 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 increase 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.