



دانشگاه گیلان، دانشکده مهندسی چوب و جنگل

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیست و چهارم، شماره چهارم، ۱۳۹۶

<http://jwfst.gau.ac.ir>

بررسی تأثیر پلی‌پروپیلن بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته خرده‌چوب ساخته شده از کلش برنج - خرده‌چوب صنعتی

مهران صادقی^۱، * وحید وزیری^۱، فرشید فرجی^۲ و هدایت‌الله امینیان^۲

^۱دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد فرآورده‌های چندسازه چوبی، دانشگاه گنبد کاووس،

^۲استادیار گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۱

چکیده

سابقه و هدف: تولید محصولات فرآورده چوبی از پسماندهای کشاورزی با افزایش کمبود الیاف چوبی در جهان از اهمیت زیادی برخوردار شده است. پسماندهای کشاورزی، که با مقادیر زیادی سالانه در سرتاسر جهان تولید می‌شوند منابع اصلی قابل تجدید پذیر هستند. در مقایسه با الیاف سنتزی از قبیل شیشه، الیاف طبیعی کلش برنج فوایدی از قبیل قیمت کم، دانسیته پایین، فراوانی و توزیع گسترده، قابلیت بازیابی و زیست تخریب‌پذیری دارند. در مواجهه با کمبود جهانی منابع جنگلی، آلودگی‌های زیست‌محیطی و از بین رفتن منابع بیولوژیکی ناشی از سوزاندن پسماندهای کشاورزی از جمله کلش برنج، تحقیقات قابل توجهی در زمینه استفاده از کلش برنج و پسماندهای کشاورزی دیگر به منظور تولید فرآورده‌های چندسازه چوبی انجام شده است. در این تحقیق خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده‌چوب ساخته شده از کلش - خرده‌چوب صنعتی با پودر پلی‌پروپیلن مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق نسبت وزنی کلش برنج به خرده‌چوب در چهار سطح (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۳۰، ۸۵، ۱۰۰) به ۷۰، ۴۵، ۵۵ و پلی‌پروپیلن در سه سطح (۰، ۵، ۱۰ درصد) به‌عنوان متغیرهای مستقل انتخاب گردید. خرده‌چوب صنعتی از شرکت صنعت چوب شمال تهیه شد. از چسب اوره فرم آلدهید به میزان ۱۰ درصد وزن خشک ماده اولیه و کلرید آمونیوم به‌عنوان هاردنر به میزان ۲ درصد وزن خشک چسب استفاده شد. پس از فرآیند مخلوط کردن مواد اولیه با یکدیگر، یک خرده‌چوب در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت زمان ۵ دقیقه تحت پرس گرم قرار گرفت. پس از ساخت تخته خرده‌چوب، خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها با استفاده از آنالیز واریانس در سطح اطمینان ۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که افزایش کلش برنج به خرده‌چوب باعث افزایش جذب آب و واکنشیدگی ضخامت، کاهش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده گردید. در حالی که با افزایش درصد پلی‌پروپیلن، مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش یافت. همچنین جذب آب و

*مسئول مکاتبه: vahidvaziri@gmail.com

واکسیدگی ضخامت نمونه‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب بهبود پیدا کرد. زیرا پلی پروپیلن با ذوب شدن در طی مراحل پرس گرم به‌عنوان یک ماده چسبنده غیر قطبی باعث اتصال ذرات به یکدیگر می‌شود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد، قابلیت به‌کارگیری کلش برنج در سطح ۳۰ درصد و پلی پروپیلن در سطح ۱۰ درصد برای تخته‌های با اهداف عمومی (نجاری) به‌منظور استفاده در شرایط خشک وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: کلش برنج، پلی پروپیلن، خرده چوب صنعتی، تخته خرده چوب، خصوصیات فیزیکی و مکانیکی

مقدمه

زیر کشت برنج مقام نخست کشور را به خود اختصاص داده است و استان گیلان نیز با برداشت ۳۰/۵۴ درصد از اراضی شالی کاری کشور در جایگاه دوم قرار گرفته است. این دو استان جمعاً ۶۹/۰۹ درصد از سطح برداشت انواع شلتوک کشور را دارا هستند. میزان تولید انواع گونه‌های شلتوک کشور حدود ۲/۳ میلیون تن برآورد شده که معادل ۳/۰۵ درصد از کل میزان تولید محصولات زراعی و ۱۲/۸۷ درصد از کل میزان تولید غلات می‌باشد که ۴۱/۷۳ درصد آن توسط شالی‌کاران مازندران و ۲۶/۴۷ درصد توسط شالی‌کاران گیلانی تولید شده است. میانگین عملکرد انواع گونه‌های شلتوک کشور ۴۴۳۰ کیلوگرم در هکتار است (۱).

سرزراع (۱۹۹۶) در تحقیقی امکان استفاده از پس‌ماندهای پلی‌اتیلن در ساخت تخته خرده‌چوب با استفاده از چوب صنوبر را در شرایطی که جرم مخصوص تخته‌ها ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب و دمای پرس ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۵ دقیقه بود، بررسی کرد. نتایج نشان داد که با افزایش پلی‌اتیلن تا حد ۵ درصد، مقاومت مکانیکی و تا حد ۱۵ الی ۲۰ درصد، پایداری ابعاد تخته خرده‌چوب افزایش می‌یابد (۱۰).

طبرسا و علایی (۲۰۰۱) در بررسی امکان استفاده از کلش برنج به‌صورت مخلوط با خرده‌چوب‌های جنگلی برای ساخت تخته خرده‌چوب به‌این نتیجه رسیدند که افزایش کلش برنج به خرده‌چوب‌های

تأمین ماده اولیه لازم در ساخت فرآورده‌های مرکب چوبی یکی از مسائل مهم در صنعت چوب و کاغذ است. در این خصوص محققان بررسی‌های گسترده‌ای را جهت استفاده از سایر منابع سلولزی به‌منظور تأمین بخشی از ماده اولیه در این صنایع انجام داده‌اند (۹). با توجه به محدودیت برداشت از منابع جنگلی، مواد لیگنوسلولزی به‌دست آمده از پسماندهای کشاورزی می‌تواند به‌عنوان یکی از مواد جایگزین منابع جنگلی در ساخت فرآورده‌های سلولزی به‌ویژه تخته خرده چوب به صنعت پیشنهاد شود (۲). یکی از منابع لیگنوسلولزی به‌دست آمده از پسماندهای کشاورزی، پسماند کلش برنج می‌باشد. به ازای هر تن تولید برنج، ۰/۲۳ تن کلش برنج ایجاد می‌شود (۶). کلش برنج ترکیباتی شبیه چوب اما با نسبت‌های متفاوتی دارد. ترکیبات اصلی کلش برنج شامل: سلولز ۲۵-۳۵ درصد، همی سلولز ۱۸-۲۱ درصد، لیگنین ۲۶-۳۱ درصد، سیلیس ۱۷-۱۵ درصد و مواد استخراجی قابل حل ۲-۵ درصد می‌باشد و دانسیته حجمی کلش برنج پایین در حدود kg/m^3 ۹۰-۱۵۰ است (۷). در سال زراعی ۹۳-۹۴، سطح انواع واریته‌های شلتوک در کشور ایران حدود ۵۳۰ هزار هکتار برآورد شده که معادل ۴/۶۶ درصد کل سطح برداشت محصولات زراعی و ۶/۴۸ درصد از کل سطح برداشت غلات می‌باشد که استان مازندران با دارا بودن ۳۸/۵۵ درصد از سطح برداشت اراضی

مانند اوره فرم آلدهید با کلش برنج باشد (۵). استفاده از یک ماده چسبنده سازگار با لایه غیرقطبی سطح کلش برنج مانند پلی پروپیلن می‌تواند تأثیر به سزایی در بهبود مقاومت‌ها و پایداری ابعاد تخته داشته باشد (۸). هدف از انجام این تحقیق بهبود پایداری ابعاد و عملکرد اتصال در تخته خرده کلش برنج با استفاده از پودر پلی پروپیلن است.

مواد و روش‌ها

خرده‌چوب: در این تحقیق از خرده‌چوب صنعتی با ابعاد ۰/۶-۰/۸ میلی‌متر از شرکت صنعت چوب شمال (نئوپان گنبد) استفاده شد. خرده‌چوب‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رطوبت ۴ درصد خشک شدند.

کلش برنج: کلش برنج هاشمی از مزارع اطراف شهرستان رضوان‌شهر جمع‌آوری و پس از پاکسازی، توسط خرد کن چکشی به خرده‌های قابل استفاده در ساخت تخته خرده‌چوب تبدیل شدند. نسبت وزنی کلش برنج به خرده‌چوب در چهار سطح (۰ به ۱۰۰، ۱۵ به ۳۰، ۴۵ به ۷۰، ۵۵ به عنوان متغیرهای مستقل این مطالعه انتخاب گردید. اندازه ذرات کلش برنج، طول ۶ میلی‌متر، عرض ۲ میلی‌متر و ضخامت ۰/۱۷ میلی‌متر می‌باشد. کلش برنج توسط خشک کن تا رطوبت ۴ درصد خشک شد.

پلی پروپیلن: از پلی پروپیلن با نام تجاری V30S از تولیدات شرکت پتروشیمی اراک با دانسیته 0.9 gr/cm^3 ، نقطه ذوب $170-160^\circ \text{C}$ و شاخص جریان مذاب 16 gr/10 min به‌عنوان ماده پلیمری در سه سطح ۰، ۵ و ۱۰ درصد استفاده شد.

رزین اوره فرم آلدهید: رزین اوره فرم آلدهید مورد استفاده، از شرکت سامد مشهد تهیه شده و پس از انتقال به آزمایشگاه صنایع چوب دانشگاه گنبد

جنگلی باعث کاهش دانسیته، افزایش واکنشیدگی ضخامت، کاهش مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده می‌گردد. بر اساس نتایج حاصله استفاده از میزان ۲۰ درصد کلش برنج به‌همراه خرده چوب‌های جنگلی قابل توصیه می‌باشد (۱۱).

هان و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی‌های خود به‌این نتیجه رسید که استفاده از ضایعات ساقه برنج باعث کاهش مقاومت خمشی می‌شود ولی تفاوت معنی‌دار نیست و درصد‌های نزدیک به هم مانند ۱۰ و ۲۰ درصد تفاوت معنی‌داری ایجاد نمی‌کند (۴).

فتحی و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی اثر دو نوع چسب ملامین اوره فرم آلدهید و اوره فرم آلدهید برخواص کاربردی تخته خرده‌چوب ساخته شده از مخلوط کلش برنج و خرده‌چوب صنوبر پرداختند و دریافتند که افزایش کلش برنج به خرده‌چوب‌های صنوبر باعث افزایش جذب آب و واکنشیدگی ضخامت، کاهش مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده می‌گردد. اما تجزیه و تحلیل آماری و گروه‌بندی میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن نشان داد که در اغلب موارد افزایش کلش برنج تا میزان ۳۰ درصد اثرات منفی قابل اغماض بر جای می‌گذارد (۳).

یحوی دیزج و خزائیان (۲۰۱۴) در تحقیقی به‌منظور بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده‌کاه از پودر پلی پروپیلن استفاده کردند. نتایج نشان داد که با افزایش درصد پلی پروپیلن و چسب اوره فرم آلدهید، مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش یافت. همچنین جذب آب و واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها بهبود یافت (۱۲).

با توجه به این‌که سطح ذرات کلش برنج با لایه غیر قطبی از جنس موم پوشیده شده است که می‌تواند دلیل اصلی و عمده کاهش مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی در تخته‌های حاصل از چسب‌های قطبی

کاووس، ویژگی‌های آن مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). مقدار رزین اوره فرم آلدهید مورد استفاده برای ساخت هر تخته ۱۰ درصد ماده اولیه چوبی در نظر گرفته شد.

جدول ۱- مشخصات چسب اوره فرم آلدهید.

Table 1. Characteristics of urea formaldehyde resin.

وزن مخصوص (گرم بر سانتی متر مکعب) Density (g/cm ³)	ویسکوزیته (سانتی پواز) Viscosity (cps)	زمان ژله‌ای شدن (ثانیه) Gel time (s)	بی اچ pH	مواد جامد (درصد) Solids (%)	شرکت سازنده Manufacturer	نوع رزین Resin type	
1.27		320	56	7	61	سآمد مشهد Mashhad Samed	اوره فرم آلدهید مایع Liquid urea formaldehyde

فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب ساخته شده از کلش برنج- خرده چوب صنعتی مورد بررسی قرار گرفت. برای هر تیمار در انجام آزمون‌ها، از سه تکرار استفاده شد. برای هر تیمار کد مشخصی تعریف شده که به صورت زیر می‌باشند (جدول ۲):

کلرید آمونیوم: از نمک کلرید آمونیوم به عنوان سخت کننده (هاردنر) رزین اوره فرم آلدهید ساخت شرکت مرک آلمان استفاده شد. کلرید آمونیوم به صورت پودر به میزان ۲ درصد وزن خشک رزین مورد استفاده قرار گرفت.

فرآیند اختلاط اولیه: در این مطالعه تأثیر پلی پروپیلن (PP) (در سه سطح ۰، ۵ و ۱۰ درصد) بر ویژگی‌های

جدول ۲- ترکیب نمونه‌های آزمونی.

Table 2. The combination of test samples.

ترکیب کلش برنج + خرده چوب (درصد) Combination of wood particle + rice straw (%)	کد تیمار Treatment code
0+100	100% W
15+85	15% R + 85% W
30+70	30% R + 70% W
45+55	45% R + 55% W

آزمایشگاهی چسب‌زنی شدند. سپس ذرات چسب خورده با نسبت‌های ۰، ۵ و ۱۰ درصد پلی پروپیلن در یک مخلوط‌کن به مدت ۱۵ دقیقه با یکدیگر مخلوط شدند. ترکیبات فوق توسط قالب چوبی به ابعاد ۴۵×۴۵ سانتی‌متر، فرم‌دهی شده و پس از تشکیل کیک وارد پرس شدند تا سیکل پرس اعمال گردد. برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد. تخته‌های ساخته شده به مدت ۱۵ روز در اتاق کلیما (دمای ۲۳

فرآیند ساخت تخته خرده چوب: عامل‌های ثابت این بررسی عبارت‌اند از: فشار پرس ۳۰ Kg/cm²، دمای پرس ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۵ دقیقه، ضخامت تخته ۱۶ میلی‌متر، دانسیته تخته ۰/۷ g/cm³، مقدار رزین اوره فرم آلدهید ۱۰ درصد و کلرید آمونیوم ۲ درصد بود. برای ساخت تخته ابتدا کلش برنج و خرده چوب با درصد اختلاط مشخص شده (۱۰۰/۰، ۸۵/۱۵، ۷۰/۳۰، ۵۵/۴۵) توسط چسب‌زن

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سطح اطمینان ۵ درصد انجام شد. در نهایت مقایسه و گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

اثر متقابل کلس برنج و پلی‌پروپیلن بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات مستقل و متقابل عوامل متغیر تأثیر معنی‌داری را در سطح اطمینان ۵ درصد بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته داشته است (جدول ۳).

درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی (۵۰ درصد) نگهداری شده تا به رطوبت تعادل با محیط برسند. سپس برش تخته‌ها جهت تهیه نمونه‌های آزمونی انجام گرفت.

اندازه‌گیری خواص فیزیکی و مکانیکی: برای تعیین جذب آب و واکنشیدگی ضخامت از استاندارد EN 317، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته از استاندارد EN 310 و برای چسبندگی داخلی از استاندارد EN 319 استفاده شد. نتایج حاصل از این تحقیق با تخته‌های تیب ۱ (تخته‌هایی با اهداف عمومی به منظور استفاده در شرایط خشک با مقاومت خمشی ۱۱/۵ مگاپاسکال و چسبندگی داخلی ۰/۲۴ مگاپاسکال) طبق استاندارد EN 312 مورد مقایسه قرار گرفت.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف کلس برنج و پلی‌پروپیلن بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته.

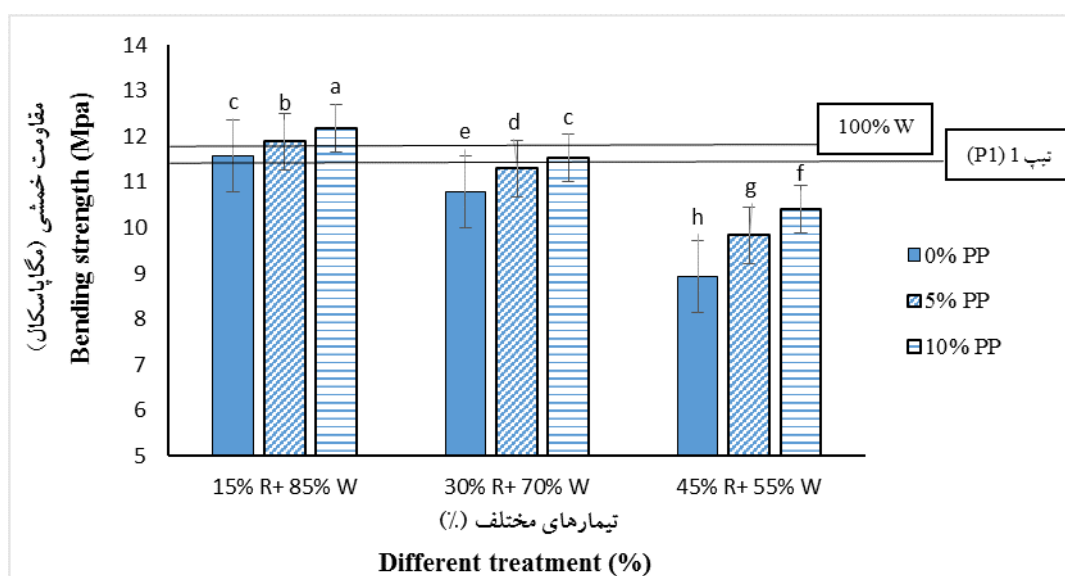
Table 3. Analysis of variance the effect of different levels of rice straw and polypropylene on modulus of elasticity and bending strength

سطح معنی‌داری P	F	میانگین مربعات Mean square	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of variation	فاکتورهای اندازه‌گیری Measurement factors
0.001**	2499.43	8.748	26.244	3	کلس برنج Rice straw	خمشی Bending strength
0.012*	584.286	2.045	4.091	2	پلی‌پروپیلن Polypropylene	
0.003**	49.429	0.173	1.04	6	کلس برنج * پلی‌پروپیلن Rice straw * Polypropylene	
		0.0035	0.083	24	خطا Error	
			31.458	35	کل Total	
0.000**	17917.26	137425.379	412276.136	3	کلس برنج Rice straw	مدول الاستیسیته Modulus of elasticity
0.001**	4753.73	36461.098	72922.196	2	پلی‌پروپیلن Polypropylene	
0.000**	802.166	6152.61	36915.67	6	کلس برنج * پلی‌پروپیلن Rice straw * Polypropylene	
		7.67	184.021	24	خطا Error	
			522298.023	35	کل Total	

* معنی‌داری در سطح اطمینان ۵ درصد، ** معنی‌داری در سطح اطمینان ۱ درصد.

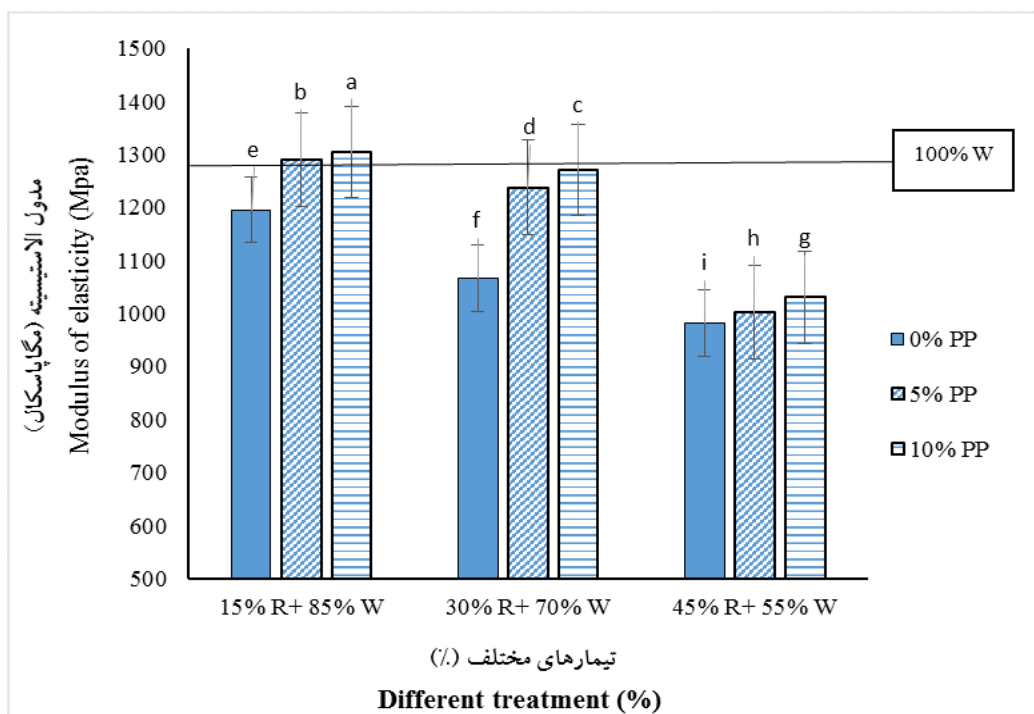
به‌عنوان یک ماده چسبنده غیر قطبی باعث اتصال ذرات کلش برنج به یکدیگر می‌شود (۱۲). بر اساس استاندارد EN 312 برای مصارف با اهداف عمومی (نجاری) به‌منظور استفاده در شرایط خشک حداقل مقاومت خمشی ۱۱/۵ مگاپاسکال است؛ بنابراین با این‌که استفاده از کلش برنج باعث کاهش مقاومت می‌شود اما مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده با ۱۵ درصد کلش برنج بالاتر از حد استاندارد هستند. البته با افزودن پلی‌پروپیلن در سطح ۱۰ درصد می‌توان حتی تخته‌های دارای ۳۰ درصد کلش برنج (مقاومت خمشی ۱۱/۵۲ مگاپاسکال) را بر اساس استاندارد EN 312 پیشنهاد نمود.

همان‌طور که در شکل‌های ۱ و ۲، مشاهده می‌شود با افزایش مقدار کلش برنج، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته کاهش می‌یابد. زیرا کلش برنج نسبت به خرده چوب دارای ضریب ظاهری (نسبت طول به پهنا) پایین و همچنین سطح ذرات کلش با لایه غیر قطبی از جنس موم پوشیده شده است که می‌تواند احتمالاً دلیل اصلی کاهش مقاومت‌های مکانیکی در تخته‌های حاصل از چسب‌های قطبی مانند اوره فرم آلدهید با کلش برنج باشد (۵). استفاده از یک ماده چسبنده سازگار مانند پلی‌پروپیلن با لایه غیر قطبی سطح کلش برنج می‌تواند اثر به‌سزایی بر بهبود مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته داشته باشد. زیرا پلی‌پروپیلن با ذوب شدن در طی مراحل پرس گرم



شکل ۱- تأثیر تیمارهای مختلف بر مقاومت خمشی.

Figure 1. The effect of different treatment on bending strength.



شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف بر مدول الاستیسیته.

Figure 2. The effect of different treatment on modulus of elasticity.

سطح اطمینان ۵ درصد بر چسبندگی داخلی داشته است (جدول ۴).

اثر متقابل کلس برنج و پلی پروپیلن بر چسبندگی داخلی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات مستقل و متقابل عوامل متغیر تأثیر معنی داری را در

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف کلس برنج و پلی پروپیلن بر چسبندگی داخلی.

سطح معنی داری P	F	میانگین مربعات Mean square	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of variation
0.000**	2705.88	0.46	1.380	3	کلس برنج Rice straw
0.002**	464.71	0.079	0.157	2	پلی پروپیلن Polypropylene
0.001**	45.88	0.0078	0.047	6	کلس برنج * پلی پروپیلن Rice straw * Polypropylene
		0.00017	0.004	24	خطا Error
			1.588	35	کل Total

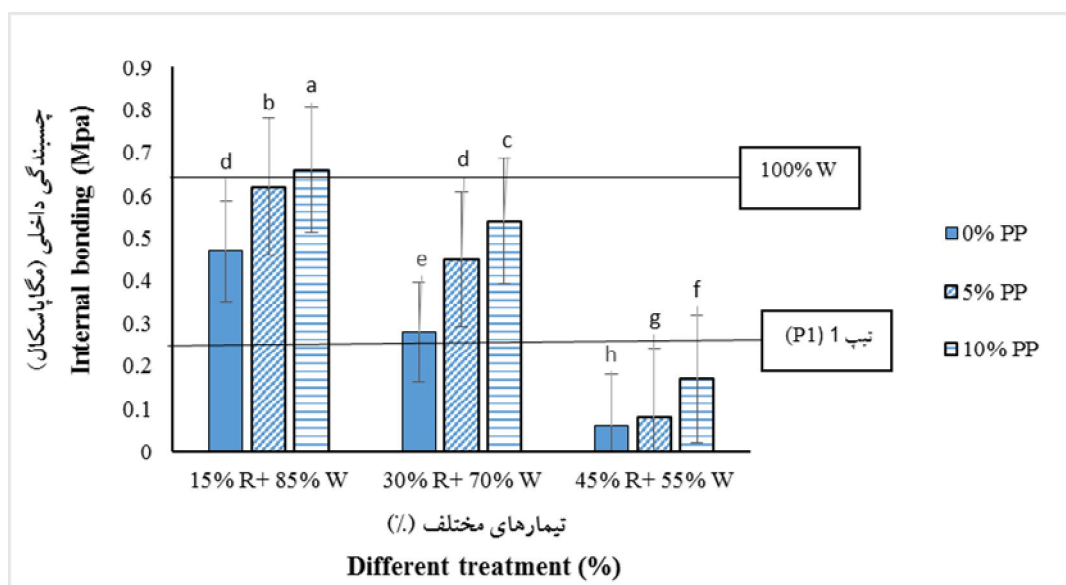
** معنی داری در سطح اطمینان ۱ درصد.

قابل توجهی کاهش می یابد. حداکثر مقدار چسبندگی داخلی مربوط به نمونه شاهد (خرده چوب خالص)

همان طور که در شکل ۳ مشاهده می شود با افزایش مقدار کلس برنج، چسبندگی داخلی به میزان

مقدار ذرات کلش برنج کاهش می‌یابد ولی مقدار پلی‌پروپیلن به‌عنوان چسب افزایش می‌یابد و بر اثر افزایش مقدار رزین می‌توان گفت میزان آغشتگی ذرات به ماده رزینی بیشتر شده، بنابراین اتصالات بیشتر و قوی‌تری ایجاد می‌گردد که نتیجه آن مقاومت بالاتر و پایداری بالاتر در مقابل از هم پاشیدگی است. بر اساس استاندارد EN 312 برای مصارف با اهداف عمومی (نجاری) به‌منظور استفاده در شرایط خشک حداقل چسبندگی داخلی ۰/۲۴ مگاپاسکال است؛ بنابراین با این‌که استفاده از کلش برنج باعث کاهش چسبندگی داخلی می‌شود اما چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده تا ۳۰ درصد کلش برنج بالاتر از حد استاندارد هستند.

بود. زیرا در این شرایط چون فقط خرده‌چوب خالص استفاده گردیده و دیگر سیلیسی وجود ندارد که از ایجاد اتصالات قوی بین ذرات در لایه میانی جلوگیری کند (۳). کمترین میزان چسبندگی داخلی مربوط به تخته‌های ساخته شده از مخلوط خرده‌چوب و کلش برنج به میزان ۴۵ درصد بود. پایین بودن سطح تماس کلش برنج بر کاهش مقاومت اتصال تأثیر می‌گذارد. همچنین مواد سیلیسی موجود در ساقه برنج باعث کاهش میزان چسبندگی بین ذرات می‌شود (۱۱). با افزودن پلی‌پروپیلن و ذوب شدن آن در طی مراحل پرس گرم به‌عنوان یک ماده چسبنده غیرقطبی باعث اتصال بهتر ذرات کلش برنج به یکدیگر شده است. این واقعیت بیشتر به دلیل افزایش مقدار چسبندگی پلی‌پروپیلن و ذرات است، زیرا



شکل ۳- تأثیر تیمارهای مختلف بر چسبندگی داخلی.

Figure 3. The effect of different treatment on internal bonding.

اثرات مستقل و متقابل عوامل متغیر تأثیر معنی‌داری را در سطح اطمینان ۵ درصد بر جذب آب و واکنشیدگی ضخامت داشته است (جدول ۵).

اثر متقابل کلش برنج و پلی‌پروپیلن بر جذب آب و واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف کلش برنج و پلی‌پروپیلن بر جذب آب و واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب.

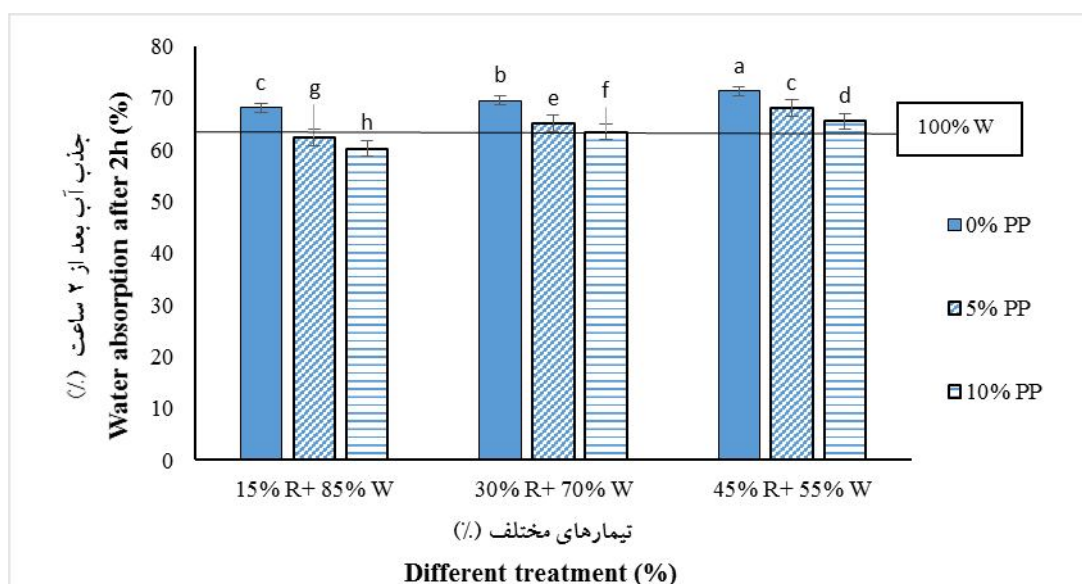
Table 5. Analysis of variance the effect of different levels of rice straw and polypropylene on water absorption and thickness swelling after 2h and 24h immersion in water.

سطح معنی داری P	F	میانگین مربعات Mean square	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of variation	فاکتورهای اندازه‌گیری Measurement factors
0.000**	1746.61	66.371	199.114	3	کلش برنج Rice straw	۲ ساعت Water absorption after 2h
0.001**	2671.03	101.499	202.999	2	پلی‌پروپیلن Polypropylene	
0.000**	30.658	1.165	6.991	6	کلش برنج * پلی‌پروپیلن Rice straw * Polypropylene	
		0.038	0.918	24	خطا Error	
			410.022	35	کل Total	
0.011*	2309.47	122.402	367.206	3	کلش برنج Rice straw	جذب آب بعد از ۲۴ ساعت Water absorption after 24h
0.02*	3522.62	186.699	373.397	2	پلی‌پروپیلن Polypropylene	
0.017*	20.811	1.103	6.618	6	کلش برنج * پلی‌پروپیلن Rice straw * Polypropylene	
		0.053	1.271	24	خطا Error	
			747.492	35	کل Total	
0.000**	1301.85	50.772	152.316	3	کلش برنج Rice straw	واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲۲ ساعت Thickness swelling after 2h
0.017*	1406.077	54.837	109.673	2	پلی‌پروپیلن Polypropylene	
0.000**	173.128	6.752	40.512	6	کلش برنج * پلی‌پروپیلن Rice straw * Polypropylene	
		0.039	0.936	24	خطا Error	
			303.437	35	کل Total	
0.013*	1489.70	150.46	451.379	3	کلش برنج Rice straw	واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲۴ ساعت Thickness swelling after 24h
0.003**	790.83	79.874	159.748	2	پلی‌پروپیلن Polypropylene	
0.001**	15.109	1.526	9.154	6	کلش برنج * پلی‌پروپیلن Rice straw * Polypropylene	
		0.101	2.431	24	خطا Error	
			622.702	35	کل Total	

* معنی داری در سطح اطمینان ۵ درصد، ** معنی داری در سطح اطمینان ۱ درصد.

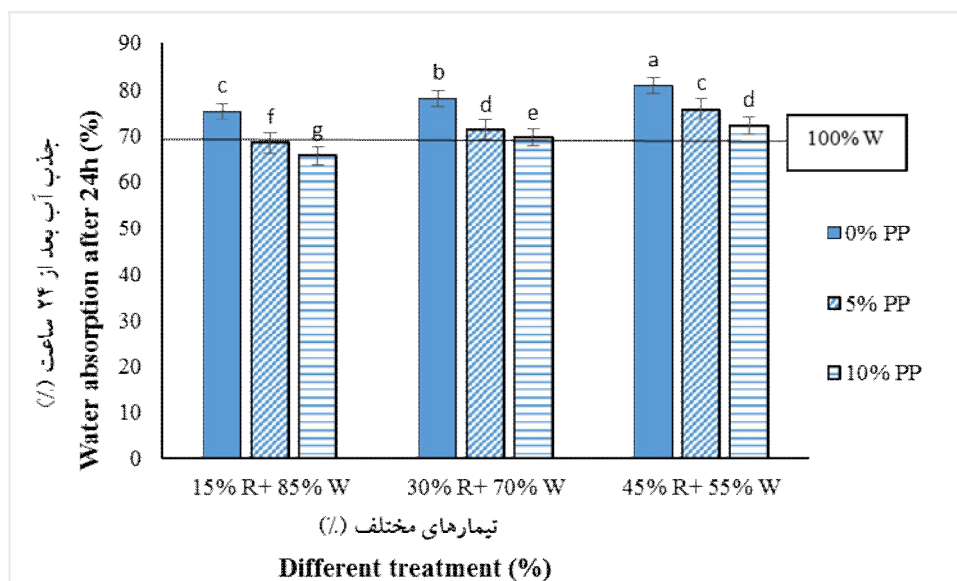
پلی پروپیلن، میزان جذب آب و واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها کاهش یافت. تخته‌های دارای ۱۵ درصد کلش برنج و ۱۰ درصد پلی پروپیلن کمترین میزان جذب آب و واکنشیدگی ضخامت را داشته است. زیرا سطح پلی پروپیلن به دلیل آن که عاری از گروه‌های قطبی مانند گروه‌های هیدروکسیل می‌باشد، در نتیجه از نظر شیمیایی غیرفعال است، همچنین پلی پروپیلن منافذ ریز در هسته داخلی چوب را پر می‌کند و از نفوذ آب به درون آن جلوگیری می‌کند؛ در نتیجه جذب آب و واکنشیدگی ضخامت کاهش می‌یابد (۱۲).

همان‌طور که در شکل‌های ۴، ۵، ۶ و ۷ مشاهده می‌شود با افزایش مقدار کلش برنج، جذب آب و واکنشیدگی ضخامت افزایش یافته است که علت این امر این است که ضایعات کشاورزی دارای آب‌دوستی بالا هستند و از طرفی اتصال داخلی را سست می‌کنند و آب به راحتی در بافت تخته نفوذ می‌کند. بنابراین آب جذب شده به راحتی می‌تواند باعث ایجاد تغییر ضخامت گردد. چون اتصالات ضعیف‌تر بین ذرات، توانایی نگهداری نیروی اعمال شده که در اثر افزایش ضخامت تخته به وجود می‌آید را ندارد (۴). با افزودن



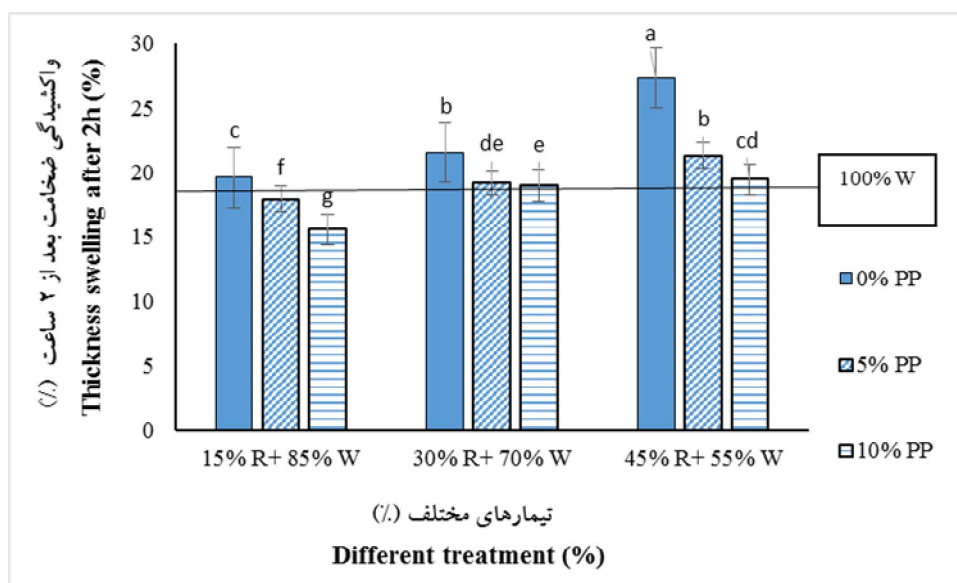
شکل ۴- تأثیر تیمارهای مختلف بر جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه وری در آب.

Figure 4. The effect of different treatment on water absorption after 2h immersion in water.



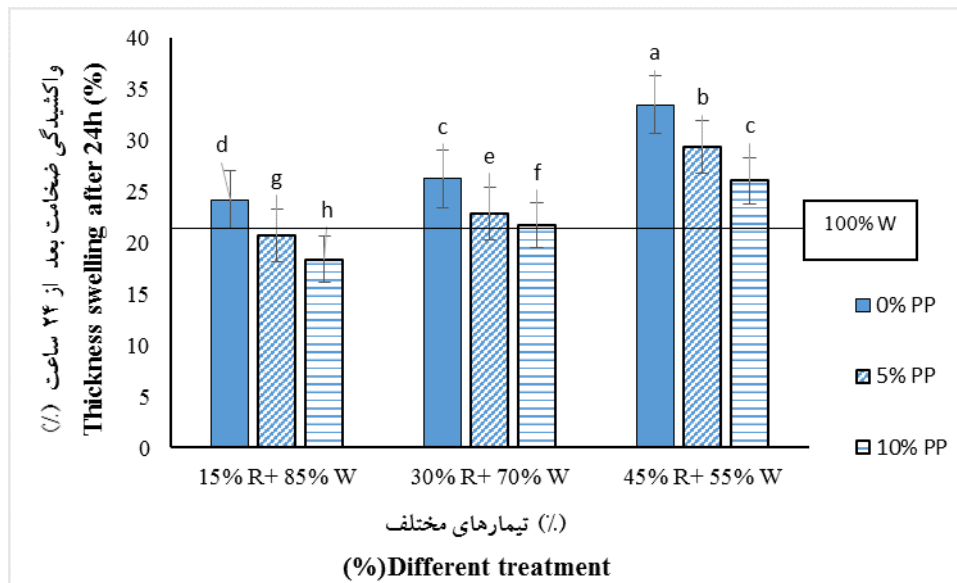
شکل ۵- تأثیر تیمارهای مختلف بر جذب آب بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب.

Figure 5. The effect of different treatment on water absorption after 24h immersion in water.



شکل ۶- تأثیر تیمارهای مختلف بر واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب.

Figure 6. The effect of different treatment on thickness swelling after 2h immersion in water.



شکل ۷- تأثیر تیمارهای مختلف بر واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب.

Figure 7. The effect of different treatment on thickness swelling after 24h immersion in water.

استانداردهای مربوطه است. دلیل این امر را می‌توان ناشی از ویژگی‌های نفوذپذیری و ساختمان متخلل و آب‌دوستی بالای ضایعات کشاورزی دانست. با افزودن پلی‌پروپیلن و ذوب شدن آن در طی مراحل پرس به‌عنوان یک ماده چسبنده غیر قطبی، اتصال ذرات به یکدیگر بهبود پیدا کرده و در نتیجه باعث افزایش مقاومت‌ها و بهبود پایداری ابعاد تخته خرده چوب گردید. جذب آب و واکنشیدگی ضخامت کمتر در نمونه‌های دارای مقدار زیاد پلیمر به‌خاطر در برگرفتن ذرات توسط پودر پلی‌پروپیلن است. زیرا سطح پلی‌پروپیلن عاری از گروه‌های قطبی بوده و در نتیجه از نفوذ آب به درون تخته جلوگیری می‌کند. لذا با استفاده از نتایج حاصل از این تحقیق و با توجه به استاندارد EN ۳۱۲ که مربوط به طبقه‌بندی تخته خرده چوب بر اساس ویژگی‌های مقاومتی است می‌توان نتیجه گرفت که با افزودن پلی‌پروپیلن در سطح ۱۰ درصد، تخته‌های دارای ۳۰ درصد کلش برنج می‌توانند برای تخته‌های استاندارد با اهداف عمومی (نجاری) به‌منظور استفاده در شرایط خشک مورد استفاده قرار گیرند.

نتیجه‌گیری

با مقایسه ویژگی‌های تخته‌های ساخته شده از کلش برنج و خرده چوب با خواص استاندارد تخته خرده‌چوب ملاحظه می‌گردد که مقاومت خمشی تخته‌ها در میزان کلش ۱۵ درصد و چسبندگی داخلی تخته‌ها در میزان کلش ۳۰ درصد در حد مطلوب بوده و رضایت بخش است. با افزایش میزان کلش برنج، مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی کاهش یافته است. زیرا کلش برنج توخالی و لوله‌ای شکل است و زمانی که به ذرات کوچک‌تر تبدیل می‌شود بعضی از ذرات از هم جدا نشده و به‌صورت لوله‌ای شکل باقی می‌ماند که مانع از رسیدن رزین به سطح داخلی کلش برنج می‌شود. از طرفی چسب‌های اوره فرم آلدئید به‌خاطر لایه مومی آب‌گریز و حضور ماده معدنی سیلیس در سطح بیرونی کلش برنج نمی‌توانند به‌طور مؤثری به سطح کلش برنج نفوذ کرده و در نتیجه رزین به سختی به ساختار سلولی نفوذ کرده و منجر به چسبندگی ضعیف بین رزین و گروه‌های هیدروکسیل سلولز موجود در ذرات کلش برنج می‌شود. میزان جذب آب و واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها بیشتر از حد مجاز

منابع

1. Ahmadi, K., Gholizadeh, H., and Ebadzadeh, H. 2016. Agricultural Iran statistics. Ministry of Agricultural Jihad Press, 163p. (In Persian)
2. Faezipour, M., Kabourani, A., and Parsapajouh, D. 2002. Paper and composites from agro-based resources. Tehran University Press, 573p. (In Persian)
3. Fathy, L., Faezipour, M., and Bahmani, M. 2010. Effect of UF and MUF resins on the practical properties of particleboard produced from rice straw and aspen particles. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 25(2): 321-331. (In Persian)
4. Han, S., Dae, J., and Hyun, J. 2003. Rice straw- wood particle composite for sound absorbing wooden construction materials. Bioresource Technology, 86: 117-121.
5. Johnson, A., and Yunus, N. 2009. Particleboard from rice husk: a brief introduction to renewable material of construction. Jurutera, 3: 12-15.
6. Kalia, S., Kaith, B., and Kaur, I. 2001. Cellulose fibers: Bio and nano-polymer composites: green chemistry and technology. Heidelberg, Dordrechl: Springer, 16: 350-360.
7. Luduena, L., Fasce, D., Alvarez, V., and Stefani, P. 2011. Nanocellulose from rice husk following alkaline treatment to remove silica. Bioresources, 6: 1440-1453.
8. Mohdy, F., Abdel, E., Ayana, Y., and Sawy, S. 2009. Rice straw as a new resource for some beneficial uses. Carbohydrate Polymers, 75: 44-51.
9. Rangavar, H., Rassam, Gh., and Aghagolpour, V. 2011. Investigation on the possibility of using canola stem residues for particleboard manufacturing. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 18(1): 91-104. (In Persian)
10. Sarzare, M. 1996. Investigation the effect of polyethylene on particleboard properties. M.Sc thesis, University of Tehran, 91p. (In Persian)
11. Tabarsa, T., and Alae, A. 2001. Investigation on the possibility of using rice straw and wood for particleboard manufacturing. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 8(2): 133-144. (In Persian)
12. Yahyavidizaj, M., and Khazaeian, A. 2014. Improving the mechanical and physical of wheat straw particleboard using polypropylene powder. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 29(3): 464-473. (In Persian)



The effect of polypropylene on physical and mechanical properties of particleboard produced from rice straw and industrial wood particles

M. Sadeghi¹, *V. Vaziri², F. Faraji² and H. Aminian²

¹M.Sc. Graduated of Wood Composite Products, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran,

²Assistant Prof., of Wood and Paper Science and Technology, Kavous Gonbad University, Gonbad, Iran

Received: 01/13/2018; Accepted: 02/10/2018

Abstract

Background and objective: The production of panel products from agricultural residues is important considering the increasing worldwide wood fiber shortage. Agricultural residues, which are produced with large quantities annually throughout the world, are the main renewable resources. Compared with synthetic fibers such as glass, natural straw fibers have more advantages such as low cost, low density, abundant and wide distribution, recyclability and biodegradability. Faced with worldwide shortages of forest resources, environmental pollutions and waste of biological resources resulting from field burning of rice straw and other agricultural residues, there has been a revival of interest in using rice straw and other agriculture residues to produce composite panels. This research investigated the use of the rice straw-industrial particle wood with polypropylene powder on the mechanical and physical properties of particleboard.

Materials and methods: The variables in this research were the ratio of rice straw to industrial wood particle (at four levels; 0:100, 15:85, 30:70, 45:55) and polypropylene powder (at three levels; 0, 5, 10%). Industrial wood particles from Sanate Choube Shomal Company were used. Urea formaldehyde resin used at 10 percent level of dry weight of raw material as well as ammonium chloride was used as a catalyst at 2 percent level of the dry weight of adhesive. After the mixing process raw material together, mat at temperature of 170°C for 5 minutes under hot press was placed. After making particleboard, physical and mechanical properties of panels analyzed using variance analysis in 5% probability level.

Results: The results showed that increasing rice straw to wood particle, resulted in decreasing the bending strength, modulus elasticity and internal bonding while water absorption and thickness swelling increased. Increasing polypropylene percent resulted in increasing the bending strength, modulus of elasticity and internal bonding of the boards. The results also indicated that water absorption and thickness swelling after 2 and 24h in water decreased with increased polypropylene percent. Because polypropylene, melting during hot press steps as a nonpolar adhesive, causes bonding particles together.

Conclusion: Results showed, there was usability of the rice straw up to 30 percent and polypropylene up to 10 percent for general purpose boards for use in dry conditions.

Keyword: Rice straw, Polypropylene, Industrial wood particle, Particleboard, Physical and mechanical properties

*Corresponding author: vahidvaziri@gmail.com