

بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده کاه با استفاده از پودر پلی پروپیلن

مصطفی یحیوی دیزج^{۱*} و ابوالقاسم خزاعیان^۲

۱- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری فراورده‌های چندسازه چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

پست الکترونیک: Mostafa.yahyavi@yahoo.com

۲- دانشیار گروه تکنولوژی و مهندسی چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۳

چکیده

در این پژوهش با استفاده از اختلاط کاه گندم و پودر پلی پروپیلن تخته خرده کاه با چسب اوره فرمالدهید تولید و خواص آن بررسی شد. درصد اختلاط پودر پلی پروپیلن با کاه گندم در سه سطح به ترتیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد و چسب اوره فرمالدهید در سه سطح ۴، ۶ و ۸ درصد بر اساس وزن خشک کاه گندم به عنوان عوامل متغیر انتخاب گردید. خواص فیزیکی و مکانیکی نمونه‌ها شامل مقاومت- خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی، جذب آب و واکنشیدگی ضخامت در طی ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با افزایش درصد پلی پروپیلن و چسب اوره فرمالدهید مقاومت خمشی (MOR)، مدول الاستیسیته (MOE) و چسبندگی- داخلی (IB) تخته‌ها افزایش یافت. همچنین جذب آب و واکنشیدگی ضخامت نمونه‌های آزمون بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب بهبود پیدا کرد. البته به دلیل عملکرد خوب پودر پلی پروپیلن در بهبود مقاومت‌ها مقدار چسب اوره فرمالدهید در ساخت تخته خرده کاه می‌تواند کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی: کمبود مواد اولیه، تخته خرده کاه، پلی پروپیلن، چسب اوره فرمالدهید

مقدمه

افزایش قیمت چوب، کاهش منابع و نگرانی‌های زیست محیطی باعث شده است تا بررسی‌ها و تحقیقات گسترده‌ای بر روی منابع غیر چوبی به عنوان جایگزینی برای چوب در راستای تأمین مواد اولیه صنایع چوب و کاغذ کشور به ویژه تخته خرده چوب انجام شود. در کشور ما، صنایع کاغذ و اوراق فشرده چوبی هنوز در بیشتر موارد به طور سنتی از جنگل برای تأمین الیاف و مواد اولیه استفاده می‌کنند، در صورتی که با توجه به عواملی نظیر افزایش رشد جمعیت و در نتیجه آن افزایش تقاضای جامعه برای محصولات مرکب چوبی، فقیر بودن پوشش جنگلی در ایران و محدودیت بهره برداری از جنگل‌های شمال، ممنوعیت واردات گرده‌بینه با پوست، لزوم توجه به سایر منابع لیگنوسلولزی نظیر

پسماندهای کشاورزی و جایگزینی گیاهان غیر چوبی از جمله کاه گندم امری اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد (Tasuji et al., 2008). در بین منابع غیر چوبی، از کاه گندم به طور گسترده استفاده می‌شود، علت استفاده زیاد از آن در مقایسه با سایر گیاهان غیر چوبی در این حقیقت نهفته است که گندم از مهمترین گیاهان زراعی و غیر چوبی است که به مقدار زیاد و در سطح وسیعی از زمین‌های کشاورزی دنیا و حتی در نواحی خشک کشت می‌شود (Saraeian et al., 2004). یکی از منابع سلولزی تجدیدپذیر است که به فراوانی یافت می‌شود و قابلیت کاربرد در زمینه‌های مختلف را دارد. از یک طرف کاه- گندم به عنوان یک ماده غیر چوبی در مقایسه با چوب به مراتب خاکستر بیشتری دارد و این ویژگی یکی از معایب مهم در مصرف کاه برای تولید تخته خرده کاه به حساب می‌آید، به

دلیل اینکه مقدار خاکستر گویای ترکیبات سیلیسی و معدنی است (Saraeian *et al.*, 2004) که باعث کاهش قدرت چسبندگی و استهلاک ماشین آلات می شود و از طرف دیگر، سطح ذرات کاه با لایه غیرقطبی از جنس موم پوشیده شده است که لایه مومی سطح کاه می تواند دلیل اصلی و عمده کاهش مقاومت های فیزیکی و مکانیکی در تخته های حاصل از چسب های قطبی مثل UF با کاه گندم باشد (Shakeri *et al.*, 2010). همچنین استفاده از تخته خرده چوب در محیط مرطوب، بخصوص در صورت استفاده از چسب اوره فرمالدئید اتصال و قدرت چسبندگی داخلی آن را کاهش می دهد، به دلیل اینکه چوب و مواد لیگنوسلولزی دارای خاصیت آب دوستی می باشند. زمانی که از چسب اوره فرمالدئید در محیط مرطوب استفاده می شود، تخته آب جذب کرده و در نتیجه واکنشیدگی ضخامت افزایش می یابد. این پدیده نامطلوب به وسیله عواملی از قبیل واکنشیدگی ضخامت و جذب آب برآورد می شود. این عوامل به تنهایی تغییر نمی کنند بلکه به دلیل اثر متقابل آب و چوب است و اثر متقابل بین آب و تخته خرده چوب باعث توسعه تورم ناشی از تنش می شود که آن هم باعث جدایی ذرات در تخته و شکست اتصال چسب در بین ذرات می شود (Ayrilmis *et al.*, 2012). پلی پروپیلن دارای ساختار شیمیایی شاخه دار است، و دمای نقطه ذوب آن $165-161^{\circ}\text{C}$ و دانسیته $0.91-0.90$ گرم بر سانتی متر مکعب است، پلی پروپیلن به خیز تدریجی مقاوم است و کمتر ساییده می شود (Ebrahimi and Rostami, 2010). استفاده از پودر پلی پروپیلن بجای رزین اوره فرمالدئید به عنوان اتصال دهنده برای ذرات کاه در تخته خرده کاه دارای سودمندی تکنیکی و محیطی زیادی است؛ از قبیل انتشار کم فرمالدئید به دلیل جایگزینی یک ماده بدون انتشار فرمالدئید با چسب اوره فرمالدئید، ثبات ابعادی زیاد، مقاومت اتصال زیاد و مقاومت به عوامل قارچی. نیاز روزافزون بشر به چوب و فراورده های چوبی، کمبود چوب و محدودیت منابع تولید آن، ضرورت توجه به تولید فراورده های چوبی با دوام هر روز بیشتر از گذشته احساس می شود. هدف از انجام این تحقیق، بهبود پایداری ابعاد و عملکرد اتصال در تخته خرده کاه با استفاده از پودر پلی پروپیلن است.

Ayrilmis و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی بهبود چسبندگی داخلی و ثبات ابعادی تخته خرده چوب با استفاده از پودر پلیمر در لایه مغزی نشان دادند که واکنشیدگی -

ضخامت و جذب آب تخته خرده چوب به طور معنی داری با افزایش پلی اتیلن در لایه مغزی کاهش یافت. ترکیب پودر پلی اتیلن با لایه های مغزی تخته خرده چوب، چسبندگی داخلی را تا حد زیادی بهبود داد. افزایش پودر پلیمر تا حدی تأثیر مثبت بر روی خواص خمشی تخته خرده چوب، مدول خمشی (MOR) و مدول الاستیسیته (MOE) داشت؛ اما افزایش بیشتر پودر پلی اتیلن باعث کاهش MOR و MOE شد. البته مقدار رزین UF می تواند در لایه مغزی تخته خرده چوب با افزایش پودر پلی اتیلن کاهش یابد. Li و Xu (۲۰۱۲) با مطالعه اثر افزودن پودر ضایعات پلاستیک به ذرات صنوبر بر روی خواص مکانیکی و مقاومت به جذب آب تخته خرده چوب با مقدار پلاستیک ۰ تا ۴۰ درصد با پرس گرم در دمای ۱۴۰ تا ۱۸۰ درجه و مقدار رزین متیلن دی فنیل ایزوسیانات ۲ تا ۶ درصد و دانسیته پانل ها ۰/۶ تا یک گرم بر سانتی متر مکعب، به این نتیجه رسیدند که MOR، MOE و IB با افزایش پودر پلاستیک کاهش یافت ولی واکنشیدگی ضخامت زمانی که درصد پودر پلاستیک از ۱۰ درصد به ۴۰ درصد افزایش پیدا کرد با ۶۱ درصد کاهش به ۷/۳ درصد رسید. Ayrilmis و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی به بررسی خواص فیزیکی، مکانیکی و اشتعال پذیری چندسازه پلی پروپیلن تقویت شده با الیاف طبیعی نارگیل پرداختند. نتایج آنها نشان داد که استحکام خمشی، استحکام کششی و سختی مواد مرکب با افزایش الیاف تا ۶۰ درصد بهبود می یابد. به طوری که مقاومت به آتش مواد مرکب نیز با افزایش درصد الیاف افزایش پیدا کرد و در پایان کامپوزیت ساخته شده از ۶۰ درصد الیاف، ۳۷ درصد پودر پلی پروپیلن و ۳ درصد مالئیک انیدرید را برای استفاده در محصولات داخل خودرو پیشنهاد کردند. Gorjani و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی فرایند ساخت و خواص مکانیکی چندسازه پلی اتیلن بازیافتی - کاه گندم نشان دادند که افزایش درصد آرد گندم تا سطح ۳۰ درصد مقاومت های کششی و خمشی را افزایش داده و تا سطح ۴۰ درصد موجب بهبود مدول الاستیسیته کششی چندسازه شده است اما بر روی مقاومت به ضربه تأثیر چندانی نداشت. همچنین استفاده از ذرات ریز آرد کاه گندم باعث بهبود مقاومت به ضربه، مدول الاستیسیته کششی و خمشی شد ولی اندازه ذرات کاه بر استحکام کششی و خمشی تأثیر معنی داری نداشت. البته بهترین مقاومت های مکانیکی در چندسازه

پس از کناره‌بری به مدت یک هفته در محیط کارگاه نگهداری گردید. سپس نمونه‌های آزمونی طبق استاندارد EN برش داده شد. مقاومت خمشی تخته خرده کاه ساخته شده از طریق آزمون خمش سه نقطه‌ای، با اعمال بار در یک دوم دهانه براساس دستورالعمل ذکر شده در استاندارد EN 310 اندازه‌گیری شد. نمونه‌های آزمونی قطعات مستطیل شکل با ابعاد $10 \times 50 \times 250$ میلی‌متر بودند. همچنین آزمایش چسبندگی داخلی نمونه‌ها از تخته خرده‌کاه مطابق با استاندارد EN 319 برش داده شد. نمونه‌ها با ابعاد $10 \times 50 \times 50$ میلی‌متر از هر تخته خرده کاه برای چسبندگی داخلی استفاده شد. برای تعیین میزان واکنش‌دهی ضخامت و همچنین جذب آب، طی زمان‌های ۲ و ۲۴ ساعت، از هر تیمار نمونه مربعی شکل به ضلع $1 \times 5 \times 5$ سانتی‌متر آماده شد و مطابق با روش ذکر شده در استاندارد EN 317 مورد ارزیابی قرار گرفتند. 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.

حاصل از ۳۰ درصد آرد کاه گندم و ۷۰ درصد پلی‌اتیلن سنگین بازیافتی مشاهده شد.

مواد و روش‌ها

کاه گندم از مزارع اطراف شهرستان گرگان جمع‌آوری و به کارگاه صنایع چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شد. پس از پاک‌سازی، توسط خردکن چکشی به خرده‌های قابل استفاده در ساخت تخته‌خرده‌کاه تبدیل شدند. چسب اوره فرمالدهید با درصد مواد جامد ۵۳ درصد و زمان ژله‌ای شدن ۴۷ ثانیه از کارخانه تخته فشرده ممتاز تهیه شد. هاردنر مورد استفاده از نوع کلرید آمونیوم (NH_4Cl) و به صورت مایع به مقدار دو درصد بر مبنای وزن خشک چسب در نظر گرفته شد. همچنین پودر پلی- پروپیلن از شرکت پتروشیمی مارون تهیه شد. کاه گندم توسط خشک‌کن تا رطوبت سه درصد خشک شد و برای جلوگیری از جذب رطوبت تا زمان ساخت تخته‌های آزمونی در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم و عایق رطوبتی نگهداری شدند. به منظور ساخت تخته‌های آزمونی میزان چسب مورد استفاده در سه سطح ۴، ۶ و ۸ درصد براساس وزن خشک کاه گندم توزین و توسط پیستوله بر روی ماده اولیه اسپری شد و بعد کاه چسب خورده با نسبت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد پودر پلی پروپیلن براساس وزن خشک کاه مخلوط شد. در پایان مرحله چسب‌زنی، شکل‌دهی کیک خرده‌های کاه به صورت دستی انجام شد. برای تشکیل کیک از یک قالب چوبی به ابعاد 35×35 سانتی‌متر استفاده شد و خرده‌های چسب‌زنی شده به صورت یکنواخت در داخل قالب شکل داده شدند. پس از تشکیل کیک و فشردن اولیه، به وسیله‌ی پرس گرم آزمایشگاهی مدل OTT ساخت کشور آلمان غربی تحت فشار ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، درجه حرارت ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۸ دقیقه تا ضخامت اسمی تعیین شده (توسط شابلون یک سانتی‌متر) فشرده شدند. از ترکیب عوامل متغیر و سطوح آنها جمعاً ۹ تیمار بدست آمد که از هر تیمار سه تکرار و در مجموع ۲۷ تخته ساخته شد. تخته‌های ساخته‌شده برای انجام آزمون‌های مورد نظر

جدول ۱- ترکیب نمونه‌های آزمونی

کد تیمار	درصد ترکیبی کاه گندم + پودر پلی پروپیلن (برحسب وزن کل) %	چسب اوره فرمالدهید %
A	۱۰+۹۰	۴
B	۲۰+۸۰	۴
C	۳۰+۷۰	۴
D	۱۰+۹۰	۶
E	۲۰+۸۰	۶
F	۳۰+۷۰	۶
G	۱۰+۹۰	۸
H	۲۰+۸۰	۸
L	۳۰+۷۰	۸

نتایج

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

منبع تغییرات	درجه آزادی	چسبندگی داخلی	مقاومت خمشی	مدول الاستیسیته	جذب آب ۲ ساعت	جذب آب ۲۴ ساعت	واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت	واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت
درصد چسب	۲	*۰/۰۱۷	*۳۵/۳۹۳	۵۲۸۷۱۵/۷۰۴	۱۴۰/۵۰۳	۱۴۵/۱۳۰	*۳۴/۶۶	*۴۰/۴۲۶
درصد پلی پروپیلن	۲	*۰/۰۳۹	۷/۵۰۷	۳۹۱۳۱۸/۰۸۶	*۲۳۵۰/۸۵۷	*۶۹۰۹/۹۶۵	*۲۱۰/۶۵	*۴۹۳/۱۵۱
اثر متقابل	۴	۰/۰۰۲	۲/۲۵۳	۱۱۲۳۴۱/۷۳۲	۶۵/۴۳۲	۳۳/۷۵۷	۱۱/۰۸۱	۱۱/۴۸۳

*معنی داری در سطح ۹۵ درصد

جدول ۳- میانگین خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های آزمونی

ردیف	چسب (%)	پلی پروپیلن (%)	چسبندگی داخلی (مگاپاسکال)	مقاومت خمشی (مگاپاسکال)	مدول الاستیسیته (مگاپاسکال)	جذب آب ۲ ساعت (%)	جذب آب ۲۴ ساعت (%)	واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت (%)	واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (%)
A	۴	۱۰	۰/۰۵	۱۰/۴۱۱۱۳	۲۲۷۱/۴۵۵	۶۳/۲۲	۱۱۸/۷۹	۲۰/۲۵	۳۳/۳۸
B	۴	۲۰	۰/۱۴۵	۱۰/۸۴۰۵۱	۲۳۲۹/۶۲۳	۲۷/۶۷	۷۴/۷۷	۷/۸۱	۱۷/۳۹
c	۴	۳۰	۰/۱۶	۱۰/۴۴۰۹۶	۲۲۹۰/۵۵۶	۱۷/۹۳	۴۶/۳۹	۴/۶	۱۱/۱۳
D	۶	۱۰	۰/۰۷	۱۰/۰۳۲۳۶	۲۳۳۱/۹۸۸	۵۷/۹۴	۱۱۳/۶۹	۱۴/۵۶	۲۴/۵۹
E	۶	۲۰	۰/۱۹۵	۱۳/۶۱۴۵۵	۳۱۸۱/۲۸۱	۲۵/۷۲	۶۹/۲۳	۵/۵۸	۱۶/۷۷
F	۶	۳۰	۰/۲۴	۱۳/۳۴۳۱۹	۲۹۰۱/۳۲	۱۵/۶۸	۴۳/۱۵	۳/۴۱	۸/۴۷
G	۸	۱۰	۰/۱۳۵	۱۳/۷۲۱۹۴	۲۶۰۰/۲۹۳	۴۱/۳۷	۱۰۰/۶۰	۱۰/۱۱	۲۳/۹۴
H	۸	۲۰	۰/۲	۱۶/۲۹۲۶۱	۳۲۱۶/۸۰۹	۲۴/۵۲	۶۸/۷۴	۵/۳۲	۱۵/۰۸
L	۸	۳۰	۰/۳۳۵	۱۵/۴۹۱۵	۲۶۳۵/۸۰۸	۱۴/۴۳	۴۱/۱۲	۲/۹۹	۸/۳۲

مقایسه میانگین‌های خواص اندازه‌گیری شده براساس آزمون دانکن در جدول ۴ و ۵ آورده شده است.

جدول ۴- تأثیر مستقل درصد چسب و گروه‌بندی میانگین بر خواص فیزیکی و مکانیکی

درصد چسب	درصد ۴	درصد ۶	درصد ۸
مقاومت خمشی (MPa)	۱۰/۵۶ ^a	۱۲/۳۳ ^{ab}	۱۵/۱۶ ^b
مدول الاستیسیته (MPa)	۲۲۹۷/۲۱ ^a	۲۸۰۴/۸۶ ^a	۲۸۱۷/۶۳ ^a
چسبندگی داخلی (MPa)	۰/۱۱ ^a	۰/۱۶ ^{ab}	۰/۲۲ ^b
واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت (%)	۱۰/۸۹ ^a	۷/۸۵ ^b	۶/۱۴ ^b
واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (%)	۲۰/۶۳ ^a	۱۶/۶۱ ^b	۱۵/۷۸ ^b
جذب آب ۲ ساعت (%)	۳۶/۲۷ ^a	۳۳/۱۱ ^a	۲۶/۷۷ ^a
جذب آب ۲۴ ساعت (%)	۷۹/۹۸ ^a	۷۵/۳۶ ^a	۷۰/۱۵ ^a

جدول ۵- تأثیر مستقل درصد پلی پروپیلن و گروه بندی دانکن بر خواص فیزیکی و مکانیکی

۳۰ درصد		۲۰ درصد		۱۰ درصد		درصد اختلاط پودر پلی پروپیلن با کاه گندم
۱۳/۰۹	a	۱۳/۵۸	a	۱۱/۳۸	a	مقاومت خمشی (MPa)
۲۶۰۹/۲۲	a	۲۹۰۹/۲۳	a	۲۴۰۱/۲۴	a	مدول الاستیسیته (MPa)
۰/۲۴۵	c	۰/۱۸	b	۰/۰۸۵	a	چسبندگی داخلی (MPa)
۳/۶۷	b	۶/۲۴	b	۱۴/۹۷	a	واکسیدگی ضخامت ۲ ساعت (%)
۹/۳	c	۱۶/۴۲	b	۲۷/۳	a	واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (%)
۱۶/۰۱	b	۲۵/۹۷	b	۵۴/۱۷	a	جذب آب ۲ ساعت (%)
۴۳/۵۵	c	۷۰/۹۱	b	۱۱۱/۰۲	a	جذب آب ۲۴ ساعت (%)

درصد، مقدار چسب تأثیر معنی داری بر مقاومت خمشی داشته است. بر اساس استاندارد EN 312 حداقل مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته خرده چوب برای مصارف کلی به ترتیب ۱۳ و ۱۶۰۰ مگاپاسکال است؛ بنابراین مقاومت خمشی تخته های ساخته شده با ۲۰ درصد پلی پروپیلن و ۸ درصد چسب بالاتر از این استاندارد هستند.

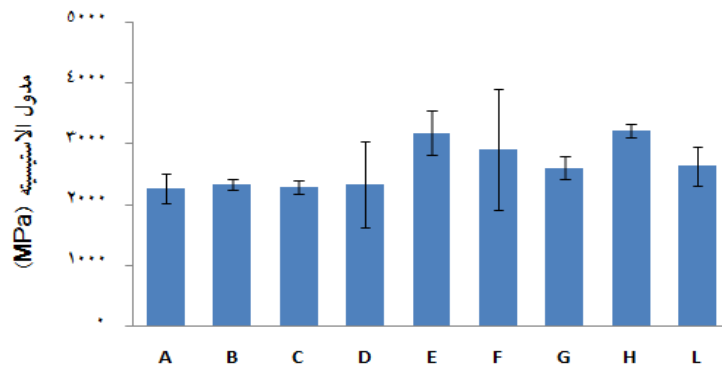
نتایج مقاومت خمشی نشان داد (جدول ۳ و شکل ۱) با افزایش درصد پلی پروپیلن و چسب اوره فرمالدهید مقاومت خمشی افزایش می یابد. به طوری که بیشترین مقاومت خمشی مربوط به نمونه های ساخته شده از ۸ درصد چسب اوره فرمالدهید و ۲۰ درصد پلی پروپیلن است. جدول تجزیه واریانس نشان می دهد (جدول ۲) که در سطح احتمال ۹۵



شکل ۱- تأثیر چسب اوره فرمالدهید و پلی پروپیلن بر مقاومت خمشی

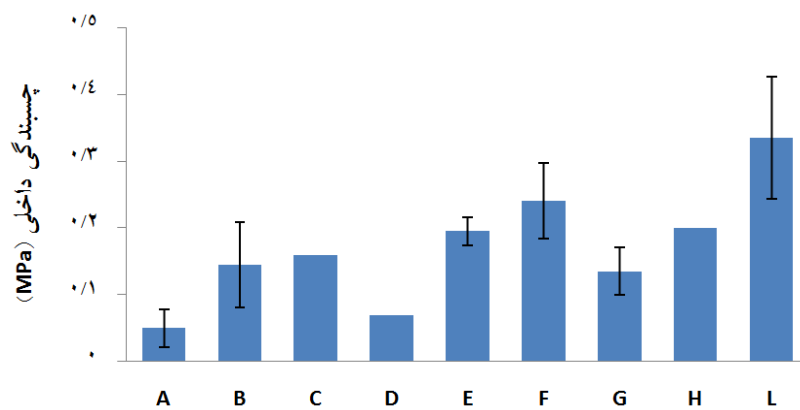
حتی بالاتر می باشد؛ اما نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲) که افزایش درصد چسب و پودر پلی پروپیلن تأثیر معنی داری بر مدول الاستیسیته نداشته است.

همان طور که در جدول ۳ و شکل ۲ مشاهده می شود با افزایش درصد چسب اوره فرمالدهید و پلی پروپیلن تا سطح ۲۰ درصد مدول الاستیسیته افزایش می یابد. همچنین مدول الاستیسیته در تمامی موارد در حد استاندارد اروپا و



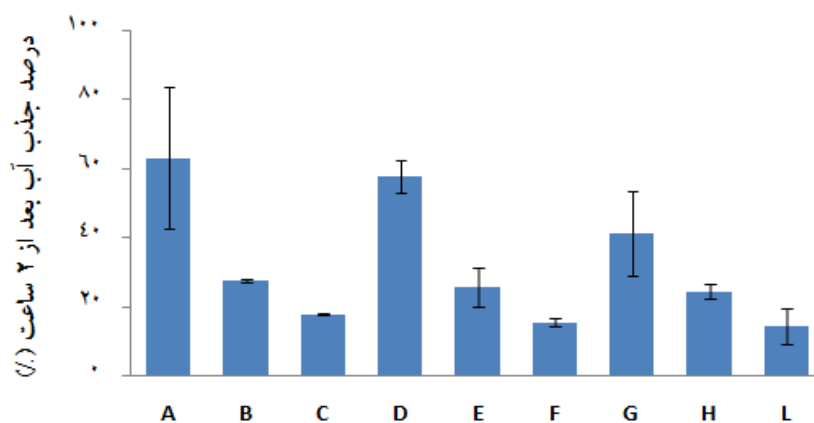
درصد‌های مختلف چسب و پلی پروپیلن

شکل ۲- تأثیر چسب اوره فرمالدهید و پلی پروپیلن بر مدول الاستیسیته



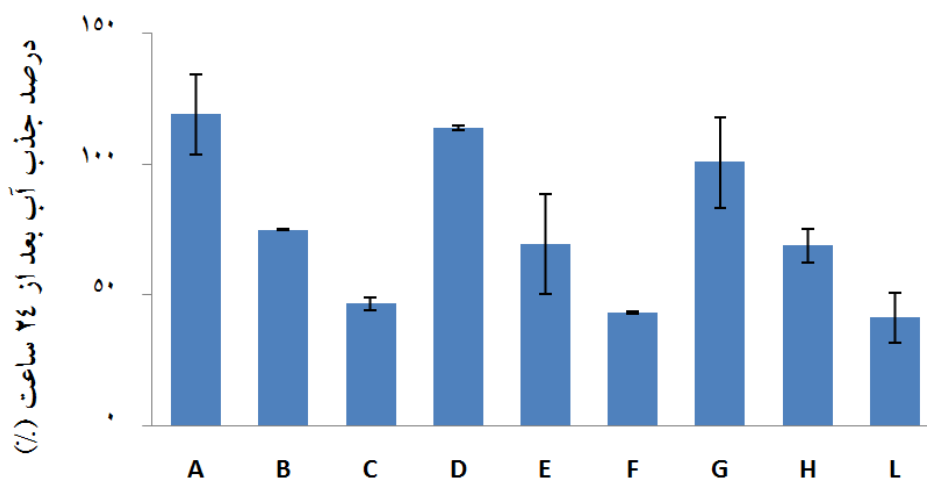
درصد‌های مختلف چسب و پلی پروپیلن

شکل ۳- تأثیر چسب اوره فرمالدهید و پلی پروپیلن بر چسبندگی داخلی



درصد‌های مختلف چسب و پلی پروپیلن

شکل ۴- تأثیر چسب اوره فرمالدهید و پلی پروپیلن بر جذب آب



درصدهای مختلف چسب و پلی پروپیلن

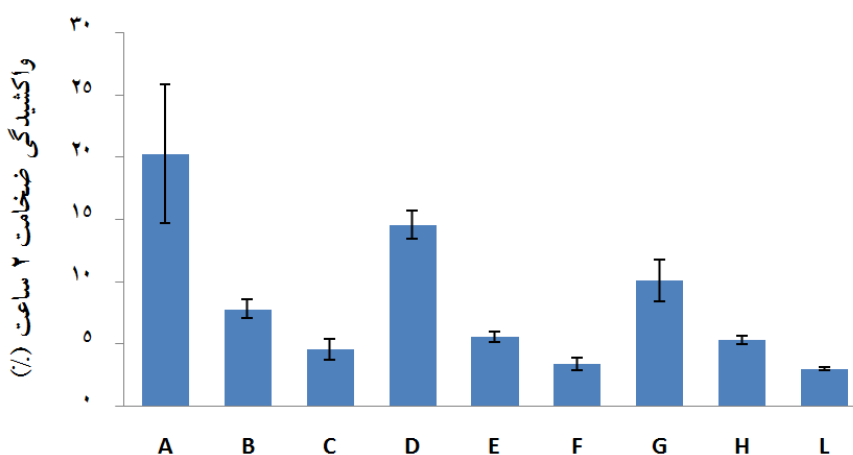
شکل ۵- تأثیر چسب اوره فرمالدهید و پلی پروپیلن بر جذب آب

واکسیدگی ضخامت نمونه‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت نشان داد که با افزایش درصد چسب و پلی پروپیلن بهبود می‌یابد (شکل ۴ و ۵).

همچنین نتایج حاصل از واکسیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نشان داد (شکل ۶ و ۷) که با افزایش درصد چسب و پلی پروپیلن واکسیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت بهبود می‌یابد. به طوری که کمترین واکسیدگی ضخامت در نمونه‌ها شامل ۸ درصد چسب اوره فرمالدهید و ۳۰ درصد پلی پروپیلن مشاهده شد.

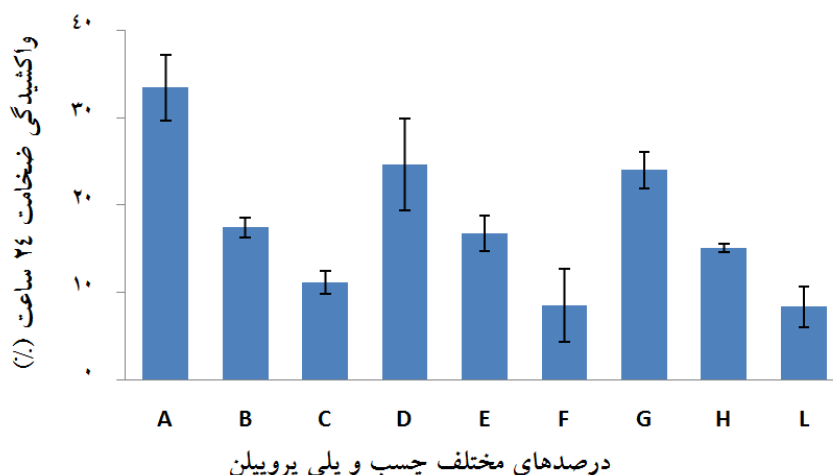
آزمایش چسبندگی داخلی مربوط به قدرت اتصال ذرات گاه و چسب در لایه میانی تخته است. طبق نتایج آماری نمونه‌های با ۳۰ درصد پلی پروپیلن و ۸ درصد چسب اوره فرمالدهید بالاترین چسبندگی داخلی را داراست (شکل ۳). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲) که افزایش درصد چسب و پودر پلی پروپیلن در سطح ۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر چسبندگی داخلی داشته است.

جذب آب و واکسیدگی ضخامت یکی از خواص تخته است که مربوط به اتصال‌های موجود در تخته و پیوندهای تشکیل شده آن است. نتایج حاصل از جذب آب و



درصدهای مختلف چسب و پلی پروپیلن

شکل ۶- تأثیر چسب اوره فرمالدهید و پلی پروپیلن بر واکسیدگی ضخامت ۲ ساعت



شکل ۷- تأثیر چسب اوره فرمالدهید و پلی پروپیلن بر واکنش ۲۴ ساعته

بحث

یکی از خواص مهم تخته خرده چوب که در مصارف مختلف اهمیت دارد مقاومت خمشی است که نشان دهنده تحمل ماده مرکب به نیروی خمشی است و ارتباط زیادی به فشردگی و کیفیت اتصال لایه سطحی دارد. همچنین از خواص مهم ماده مرکب قابلیت خم پذیری، ارتجاعی بودن و از طرفی سختی آنهاست، از آنجایی که مدول الاستیسیته رابطه تنش به کرنش در محدوده الاستیک است، بنابراین هر چه مدول الاستیسیته بیشتر باشد سختی نمونه بیشتر خواهد بود. کاه گندم در مقایسه با چوب خاکستر بیشتری دارد که مقدار خاکستر بالا، گویای ترکیبات سیلیسی و معدنی است (Saracian et al., 2004)، همچنین سطح ذرات کاه با لایه غیر قطبی از جنس موم پوشیده شده است که می تواند دلیل اصلی و عمده کاهش مقاومت های فیزیکی و مکانیکی در تخته های حاصل از چسب های قطبی مثل UF با کاه گندم باشد (Shakeri et al., 2010). استفاده از یک ماده چسبنده سازگار با لایه غیر قطبی سطح کاه می تواند اثر بسزایی بر بهبود مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته داشته باشد که با افزایش پلی پروپیلن و ذوب شدن آن در طی مراحل پرس گرم به عنوان یک ماده چسبنده غیر قطبی باعث اتصال بهتر ذرات کاه به یکدیگر می شود. هرچند ترکیب مقدار بالای پلی پروپیلن در تخته می تواند تمرکز تنش در اطراف ذرات چوب را افزایش دهد، اما این موجب شکست زودتر می شود. تفسیر دیگر برای کاهش خواص سفتی برای تخته خرده چوب با مقدار بالای پلی پروپیلن این است که مدول

چوب از پلاستیک بالاتر است و با افزایش درصد پلی پروپیلن از یک حد مشخصی خواص مکانیکی آن کاهش می یابد.

با افزایش مقدار رزین اوره فرمالدهید میزان آغستگی ذرات کاه به ماده رزینی بیشتر شده و سطح تماس بین رزین و ذرات کاه افزایش می یابد که باعث بهبود کیفیت اتصال می شود. در واقع با افزایش مقدار رزین امکان دربرگیری ذرات کاه به وسیله رزین افزایش یافته و سبب تشکیل اتصالات قوی و پایداری در ماتریس کیک تخته خرده کاه می شود که این امر باعث افزایش استحکام خمشی و مدول الاستیسیته می شود. همچنین رزین اوره فرمالدهید می تواند باعث انتقال مؤثر و توزیع یکنواخت تنش شود، در نتیجه مقاومت و سفتی در تخته خرده چوب افزایش یابد. نتایج سایر تحقیقات نیز (Rangavar Shakeri et al., 2010, et al., 2011) نشان داد که با افزایش درصد چسب خواص خمشی افزایش می یابد.

با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون چسبندگی داخلی می توان گفت که پلی پروپیلن به دلیل ساختار غیر قطبی با سطح ذرات کاه سازگار بوده و می تواند اتصال خوبی با ذرات کاه ایجاد کند، بنابراین با افزایش مقدار آن چسبندگی داخلی تخته های حاصل، افزایش می یابد. قابل ذکر است که این واقعیت بیشتر به دلیل افزایش مقدار چسبندگی پلی پروپیلن و ذرات است، زیرا مقدار ذرات کاه کاهش می یابد ولی مقدار پلی پروپیلن به عنوان چسب افزایش می یابد و بر اثر افزایش مقدار رزین می توان گفت میزان

فرمالدهید ندارد، بنابراین به راحتی می‌توان از صنعت زباله‌های پلاستیکی با توجه به ظرفیت خوب بازیافت بدست آورد.

منابع مورد استفاده

- Ayrilmis N, Jarusombuti S, Fueangvivat V, Bauchongkol P, White RH. 2011. Coir fiber reinforced polypropylene composite panel for automotive interior applications. *Fiber Polym*, 12: 919-26.
- Ayrilmis, N., Heon Kwon, J. and Hyung Han, T. 2012. Improving core bond strength and dimensional stability of particleboard using polymer powder in core layer. *Composites*. Accept
- Ebrahimi, GH. And rostampour haftkhani, A. 2010. Wood – plastic composites. University of Tehran press, Tehran, Pp: 886. (Translated in Persian)
- EN 310. 1993. Determination of modulus of elasticity in bending and bending strength.
- EN 312-2. 1996. Particleboard-specification. Part 3. Requirements for board for interior fitments (including furniture) for use in dry conditions. European committee for standardization, Brussels, Belgium.
- EN 317. 1993. Particleboards and fiberboards – determination of swelling in thickness after immersion in water. Brussels, Belgium: European committee for standardization
- EN 319. 1993. Particleboards and fiberboards – determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board.
- Gorjani, F. and Omidvar, A. 2006. Investigation on manufacturing process and mechanical properties wheat straw / recycled polyethylene composite. *Pajouhesh & Sazandegi*, 72: 84-88.
- Rangavar, H., Rasam, G. and Aghagolpour, V. 2011. Investigation on the possibility of using canola stem residues for particleboard manufacturing. *J. of Wood & Forest Science and Technology*. Res.18: 91-104
- Saraeian, A., karimi, A. and jahan latibari, A. 2004. Evaluation of chemical composition of various parts of wheat stalk. *Iranian j. natural res*. Res. 56: 447-458
- Shakeri, A., Tabrsa, T and Tasoji, M. 2010. Investigation the properties of acrylated epoxidized soy oil-wheat straw particle board. *Iranian Journal of Polymer Science and Technology*. Res. 1: 29-39
- Tasuji, M., Tabarsa, T., Mohamadi, A. and Zeinali, F. 2008. Investigating the effect of UF and MF resin mixture on making wheat straw particle board. The 1st Iranian conference on supplying raw materials and development of wood & paper industries.
- Xu, M. and Li, J. 2012. Effect of adding rubber powder to poplar particles on composite properties. *Bioresource Technology*. Accept.

آغشتگی ذرات چوب 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. کاه به‌عنوان یک چندسازه متخلخل دارای سلولز و همی سلولز است که از نظر گروه‌هایی از قبیل هیدروکسیل به آسانی با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند. مقدار ذرات کاه در لایه مغزی با افزایش مقدار پلیمر کاهش می‌یابد. با کاهش مقدار ذرات کاه، نقاط اتصال پیوند هیدروژنی برای مولکول‌های آب کاهش می‌یابد. در نتیجه مقدار جذب آب و واکنشیدگی ضخامت در نمونه‌های دارای پودر پلی‌پروپیلن کمتر است. جذب آب و واکنشیدگی ضخامت کمتر در نمونه‌های مقدار زیاد پودر پلیمر به‌وسیله دربرگرفتن ذرات چوب توسط پودر پلی‌پروپیلن و چسب اوره فرمالدهید است. سطح پلی‌پروپیلن به دلیل آن که عاری از گروه‌های قطبی مانند هیدروکسیل مولکولی می‌باشد، در نتیجه از نظر شیمیایی غیر فعال است، همچنین پلی‌پروپیلن 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. با افزایش مقدار چسب اوره فرمالدهید، سطح تماس بین رزین و ذرات کاه گندم بیشتر شده و باعث بهبود کیفیت اتصال می‌شود و اتصال محکم بین ذرات و رزین باعث کاهش جذب آب و واکنشیدگی ضخامت می‌شود. در کل می‌توان گفت که استفاده از ۳۰ درصد پودر پلی‌پروپیلن در تخته خرده کاه باعث بهبود ثبات ابعاد و چسبندگی داخلی می‌شود ولی بیشتر از ۲۰ درصد پودر پلی‌پروپیلن باعث کاهش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته می‌شود. البته باید توجه داشت که در بسیاری از تحقیقات انجام شده، برای ساخت تخته خرده کاه از درصد چسب بیشتری استفاده شده است که مطابق نتایج این تحقیق می‌توان گفت که با استفاده از پودر پلی‌پروپیلن حتی با درصدهای پایین‌تر، مقدار چسب مورد نیاز را می‌توان کاهش داد، در نتیجه کاهش استفاده از چسب اوره فرمالدهید باعث کاهش آزادسازی فرمالدهید از تخته‌ها می‌شود. همچنین در مقایسه با رزین اوره فرمالدهید، پلی‌پروپیلن با کاه سازگار بوده، از این‌رو آزادسازی

Improving the mechanical and physical of wheat straw particleboard using polypropylene powder

M. Yahyavidizaj^{1*} and A. Khazaecian²

1*-Corresponding author, Ph.D Student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: Mostafa.yahyavi@yahoo.com

2-Associate Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: March, 2013

Accepted: June, 2014

Abstract

In this study, wheat straw-polypropylene particleboard was produced using a mixture of wheat straw and polypropylene with urea formaldehyde resin and its properties were investigated. The ratio of polypropylene to the wheat straw particles was selected as 10:90, 20:80 and 30:70 percent. Urea formaldehyde was used at three levels of 4, 6 and 8 percent based on oven dried weight 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 showed that increasing polypropylene and urea formaldehyde resin resulted in increasing 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 soaking in water decreased with increased polypropylene and urea formaldehyde resin percent. The UF resin content can be reduced in the particleboard as a function of increasing the PP powder.

Key words: limitation of raw materials, wheat straw particle board, wheat straw, polypropylene, urea formaldehyde resin.