فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۹، شماره ۳، صفحه ۴۷۳-۴۶۴، (۱۳۹۳)

بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌خرده‌کاه با استفاده از پودر پلی‌پروپیلن

مصطفی یحیوی دیزج[۱*] و ابوالقاسم خزاعیان[۲]

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

پست‌الکترونیک: 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 کاه‌گندم و پودر پلی‌پروپیلن تخته‌خرده‌کاه با چسب اوره‌فرمالدهید تولید و خواص آن بررسی شد. درصد اختلاط پودر پلی‌پروپیلن با کاه‌گندم در سه سطح به‌ترتیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد و چسب اوره‌فرمالدهید در سه سطح ۴، ۶ و ۸ درصد براساس وزن خشک کاه‌گندم به‌عنوان عوامل متغیر انتخاب گردید. خواص فیزیکی و مکانیکی نمونه‌ها شامل مقاومت-خمشی، مدول‌الاستیسیته، چسبندگی‌داخلی، جذب‌آب و واکشیدگی ضخامت در طی ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با افزایش درصد پلی‌پروپیلن و چسب اوره‌فرمالدهید مقاومت‌خمشی (MOR)، مدول‌الاستیسیته (MOE) و چسبندگی-داخلی (IB) تخته‌ها افزایش یافت. همچنین جذب آب و واکشیدگی ضخامت نمونه‌های آزمونی بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب بهبود پیدا کرد. البته به دلیل عملکرد خوب پودر پلی‌پروپیلن در بهبود مقاومت‌ها مقدار چسب اوره فرمالدهید در ساخت تخته خرده کاه می‌تواند کاهش یابد.

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

مقدمه

افزایش قیمت چوب، کاهش منابع و نگرانی‌های زیست‌محیطی باعث شده است تا بررسی‌ها و تحقیقات گسترده‌ای بر روی منابع غیرچوبی به‌عنوان جایگزینی برای چوب در راستای تأمین مواد اولیه صنایع چوب و کاغذ کشور به‌ویژه تخته‌خرده‌چوب انجام شود. در کشور ما، صنایع کاغذ و اوراق فشرده چوبی هنوز در بیشتر موارد به‌طور 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، فقیربودن 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 غیرچوبی ازجمله کاه‌گندم امری اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد (Tasuji *et al.*, 2008). در بین منابع غیرچوبی، از کاه‌گندم به‌طور گسترده استفاده می‌شود، علت استفاده زیاد از آن در مقایسه با سایر گیاهان غیرچوبی در این حقیقت نهفته است که گندم از مهمترین گیاهان زراعی و غیرچوبی 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 به‌عنوان یک ماده غیرچوبی در مقایسه با چوب به‌مراتب خاکستر بیشتری دارد و این ویژگی یکی از معایب مهم در مصرف کاه برای تولید تخته خرده کاه به حساب می‌آید، به

Archive of SID

www.SID.ir

دلیل اینکه مقدار خاکستر گویای ترکیبات سیلیسی و معدنی است (Saraeian *et al.*, 2004) که باعث کاهش قدرت چسبندگی و استهلاک ماشین‌آلات می‌شود و از طرف دیگر، سطح ذرات کاه با لایه غیرقطبی از جنس موم پوشیده شده است که لایه مومی سطح کاه می‌تواند دلیل اصلی و عمده کاهش مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی در تخته‌های حاصل از چسب‌های قطبی مثل UF با کاه‌گندم باشد (Shakeri *et al.*, 2010). همچنین استفاده از تخته‌خرده‌چوب در محیط مرطوب، بخصوص در صورت استفاده از چسب اوره‌فرمالدئید اتصال و قدرت چسبندگی داخلی آن را کاهش می‌دهد، به دلیل اینکه چوب و مواد لیگنوسلولزی دارای خاصیت آب‌دوستی می‌باشند. زمانی که از چسب اوره فرمالدئید در محیط مرطوب استفاده می‌شود، تخته آب جذب کرده و در نتیجه واکشیدگی ضخامت افزایش می‌یابد. این پدیده نامطلوب به‌وسیله عواملی از قبیل واکشیدگی ضخامت و جذب آب برآورد می‌شود. این عوامل به‌تنهایی تغییر نمی‌کنند بلکه به دلیل اثر متقابل آب و چوب است و اثر متقابل بین آب و تخته خرده‌چوب باعث توسعه تورم ناشی از تنش می‌شود که آن هم باعث جدایی ذرات در تخته و شکست اتصال چسب در بین ذرات می‌شود (Ayrilmis *et al.*, 2012). پلی‌پروپیلن دارای ساختار شیمیایی شاخه‌دار است، و دمای نقطه ذوب آن c^0 ۱۶۵-۱۶۱ و دانسیته ۰/۹۱-۰/۹۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب است، پلی‌پروپیلن به خیز تدریجی مقاوم است و کمتر ساییده می‌شود (Ebrahimi and Rostami, 2010). استفاده از پودر پلی‌پروپیلن بجای رزین اوره‌فرمالدهید به‌عنوان اتصال‌دهنده برای ذرات کاه در تخته‌خرده‌کاه دارای سودمندی تکنیکی و محیطی زیادی است؛ از قبیل انتشار کم فرمالدئید به دلیل جایگزینی یک ماده بدون انتشار فرمالدهید با چسب اوره فرمالدهید، ثبات ابعادی زیاد، مقاومت اتصال زیاد و مقاومت به عوامل قارچی. نیاز روزافزون بشر به چوب و فراورده‌های چوبی، کمبود چوب و محدودیت منابع تولید آن، ضرورت توجه به تولید فراورده‌های چوبی با دوام هر روز بیشتر از گذشته احساس می‌شود. هدف از انجام این تحقیق، بهبود پایداری ابعاد و عملکرد اتصال در تخته خرده کاه با استفاده از پودر پلی‌پروپیلن است.

Ayrilmis و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی بهبود چسبندگی داخلی و ثبات ابعادی تخته خرده‌چوب با استفاده از پودر پلیمر در لایه مغزی نشان دادند که واکشیدگی - ضخامت و جذب آب تخته خرده‌چوب به‌طور معنی‌داری با افزایش پلی‌اتیلن در لایه مغزی کاهش یافت. ترکیب پودر پلی‌اتیلن با لایه‌های مغزی تخته خرده‌چوب، چسبندگی داخلی را تا حد زیادی بهبود داد. افزایش پودر پلیمر تا حدی تأثیر مثبت بر روی خواص خمشی تخته خرده‌چوب، مدول خمشی (MOR) و مدول‌الاستیسیته (MOE) داشت؛ اما افزایش بیشتر پودر پلی‌اتیلن باعث کاهش MOR و MOE شد. البته مقدار رزین UF می‌تواند در لایه مغزی تخته خرده‌چوب با افزایش پودر پلی‌اتیلن 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 خرده‌چوب با مقدار پلاستیک ۰ تا ۴۰ درصد با پرس گرم در دمای ۱۴۰ تا ۱۸۰ درجه و مقدار رزین متیلن‌دی فنیل‌ایزوسیانات ۲ تا ۶ درصد و دانسیته پانل‌ها ۰/۶ تا یک گرم بر سانتی‌مترمکعب، به این نتیجه رسیدند که MOR، MOE و IB با افزایش پودر پلاستیک کاهش یافت ولی واکشیدگی 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 اشتعال‌پذیری چندسازه پلی‌پروپیلن 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 می‌یابد. به‌طوری‌که 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 پلی‌پروپیلن 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 پلی‌اتیلن بازیافتی- کاه گندم نشان دادند که افزایش درصد آرد گندم تا سطح ۳۰ درصد مقاومت‌های کششی و خمشی را افزایش داده و تا سطح ۴۰ درصد موجب بهبود مدول‌الاستیسیته 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، مدول‌الاستیسیته کششی و خمشی شد ولی اندازه ذرات کاه بر استحکام کششی و خمشی تأثیر معنی- داری نداشت. البته بهترین مقاومت‌های مکانیکی در چندسازه

Archive of SID

www.SID.ir

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

مواد و روش‌ها

کاه‌گندم 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 کلریدآمونیوم (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. به‌منظور ساخت تخته‌های آزمونی میزان چسب مورد استفاده در سه سطح ۴، ۶ و ۸ درصد براساس وزن خشک کاه‌گندم توزین و توسط پیستوله بر روی ماده اولیه اسپری شد و بعد کاه چسب خورده با نسبت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد پودر پلی‌پروپیلن 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 ۳۵×۳۵ سانتی‌متر استفاده شد و خرده‌های چسب‌زنی شده به صورت یکنواخت در داخل قالب شکل داده شدند. پس از تشکیل کیک و فشردن اولیه، به‌وسیله‌ی پرس گرم آزمایشگاهی مدل OTT ساخت کشور آلمان‌غربی 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 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 یک‌دوم‌دهانه براساس دستورالعمل ذکر شده در استاندارد EN 310 اندازه‌گیری شد. نمونه‌های آزمونی قطعات مستطیل‌شکل با ابعاد ۱۰×۵۰×۲۵۰ میلی‌متر بودند. همچنین آزمایش چسبندگی داخلی نمونه‌ها از تخته خرده‌کاه مطابق با استاندارد EN 319 برش داده شد. نمونه‌ها با ابعاد ۱۰×۵۰×۵۰ میلی‌متر از هر تخته خرده کاه برای چسبندگی داخلی استفاده شد. برای تعیین میزان واکشیدگی ضخامت و همچنین جذب آب، طی زمان‌های ۲ و ۲۴ ساعت، از هر تیمار نمونه مربعی شکل به ضلع ۱×۵×۵ 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.

جدول ۱- ترکیب نمونه‌های آزمونی

کد تیمار	درصد ترکیبی کاه گندم + پودر پلی‌پروپیلن ٪	چسب اوره فرمالدهید ٪ (برحسب وزن کل)
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

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

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

منبع تغییرات	درجه آزادی	چسبندگی داخلی	مقاومت خمشی	مدول‌الاستیسیته	جذب آب ۲ ساعت	جذب آب ۲۴ ساعت	واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت	واکشیدگی ضخامت ۲۴ساعت
درصد چسب	۲	*۰/۰۱۷	*۳۵/۳۹۳	۵۲۸۷۱۵/۷۰۴	۱۴۰/۵۰۳	۱۴۵/۱۳۰	*۳۴/۶۶	*۴۰/۴۲۶
درصد پلی‌پروپیلن	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

*معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد

جدول۳- میانگین خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های آزمونی

ردیف	چسب (٪)	پلی‌پروپیلن (٪)	چسبندگی داخلی (مگاپاسکال)	مقاومت خمشی (مگاپاسکال)	مدول‌الاستیسیته (مگاپاسکال)	جذب آب ۲ ساعت (٪)	جذب آب ۲۴ ساعت (٪)	واکشیدگی ضخامتی ۲ ساعت (٪)	واکشیدگی ضخامتی 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

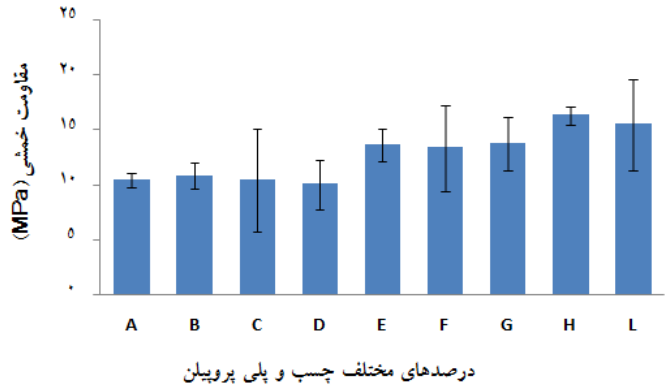
درصد چسب اوره‌فرمالدهید	۴ درصد	۶ درصد	۸ درصد
مقاومت خمشی (MPa)	۱۰/۵۶ a	۱۲/۳۳ ab	۱۵/۱۶ b
مدول‌الاستیسیته (MPa)	۲۲۹۷/۲۱ a	۲۸۰۴/۸۶ a	۲۸۱۷/۶۳ a
چسبندگی داخلی (MPa)	۰/۱۱ a	۰/۱۶ ab	۰/۲۲ b
واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت (٪)	۱۰/۸۹ a	۷/۸۵ b	۶/۱۴ b
واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (٪)	۲۰/۶۳ a	۱۶/۶۱ b	۱۵/۷۸ b
جذب آب ۲ ساعت (٪)	۳۶/۲۷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

www.SID.ir

جدول ۵- تأثیر مستقل درصد پلی‌پروپیلن و گروه‌بندی دانکن بر خواص فیزیکی و مکانیکی

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

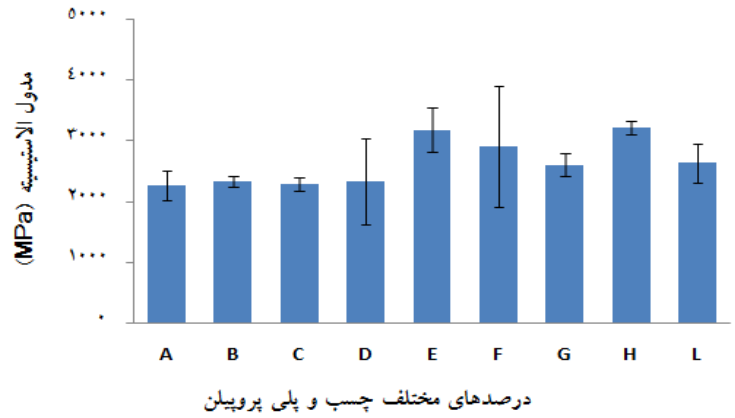
نتایج مقاومت خمشی نشان داد (جدول ۳ و شکل ۱) با افزایش درصد پلی‌پروپیلن و چسب اوره فرمالدهید مقاومت خمشی افزایش می‌یابد. به‌طوری که بیشترین مقاومت خمشی مربوط به نمونه‌های ساخته شده از ۸ درصد چسب اوره فرمالدهید و ۲۰ درصد پلی‌پروپیلن است. جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد (جدول ۲) که در سطح احتمال ۹۵ درصد، مقدار چسب تأثیر معنی‌داری بر مقاومت خمشی داشته است. براساس استاندارد EN 312 حداقل مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته تخته خرده‌چوب برای مصارف کلی به‌ترتیب ۱۳ و ۱۶۰۰ مگاپاسکال است؛ بنابراین مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده با ۲۰ درصد پلی-پروپیلن و ۸ درصد چسب بالاتر از این استاندارد هستند.



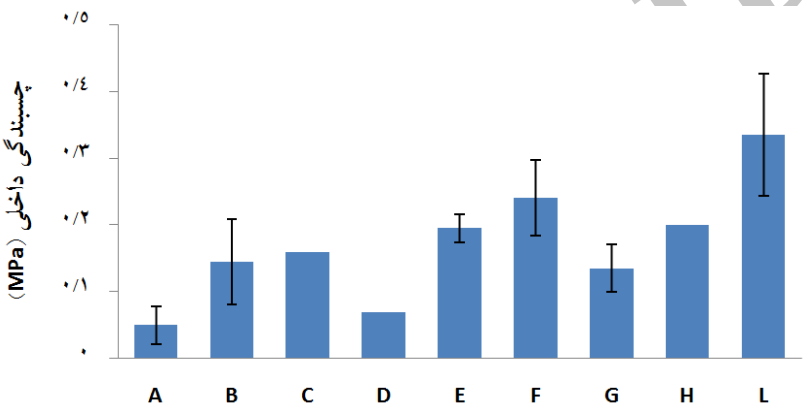
شکل ۱- تأثیر چسب اوره فرمالدهید و پلی‌پروپیلن بر مقاومت خمشی

همان‌طور که در جدول ۳ و شکل ۲ مشاهده می‌شود با افزایش درصد چسب اوره فرمالدهید و پلی‌پروپیلن تا سطح ۲۰ درصد مدول‌الاستیسیته افزایش می‌یابد. همچنین مدول‌الاستیسیته در تمامی موارد در حد استاندارد اروپا و حتی بالاتر می‌باشد؛ اما نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲) که افزایش درصد چسب و پودر پلی‌پروپیلن تأثیر معنی‌داری بر مدول‌الاستیسیته نداشته است.

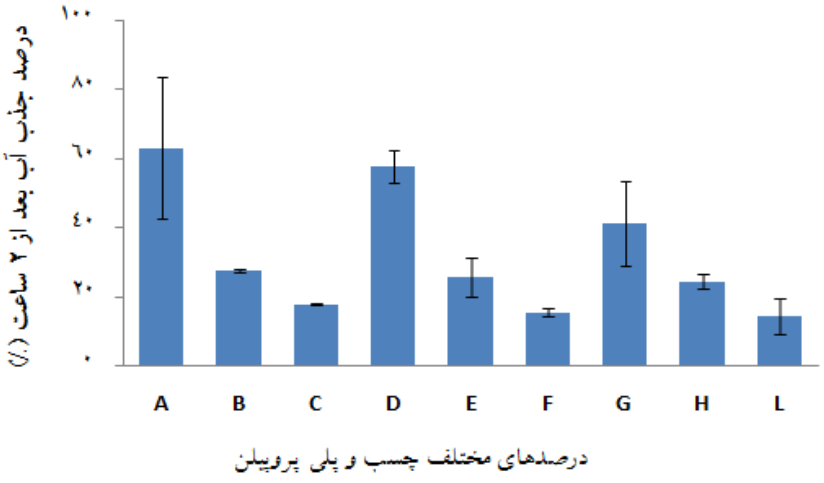
Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲- تأثیر چسب اوره فرمالدهید و پلی‌پروپیلن بر مدول‌الاستیسیته

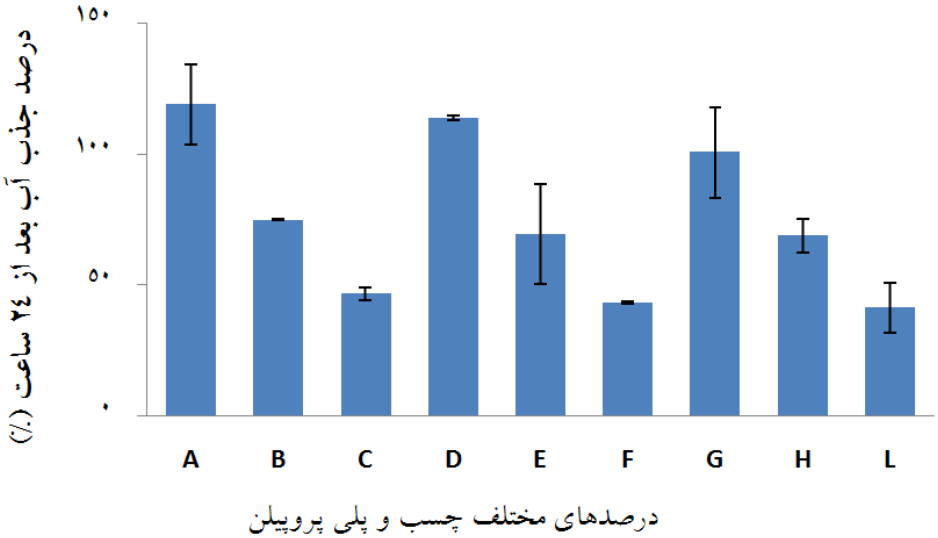


شکل ۳- تأثیر چسب اوره فرمالدهید و پلی‌پروپیلن بر چسبندگی داخلی



شکل ۴- تأثیر چسب اوره فرمالدهید و پلی‌پروپیلن بر جذب آب

www.SID.ir

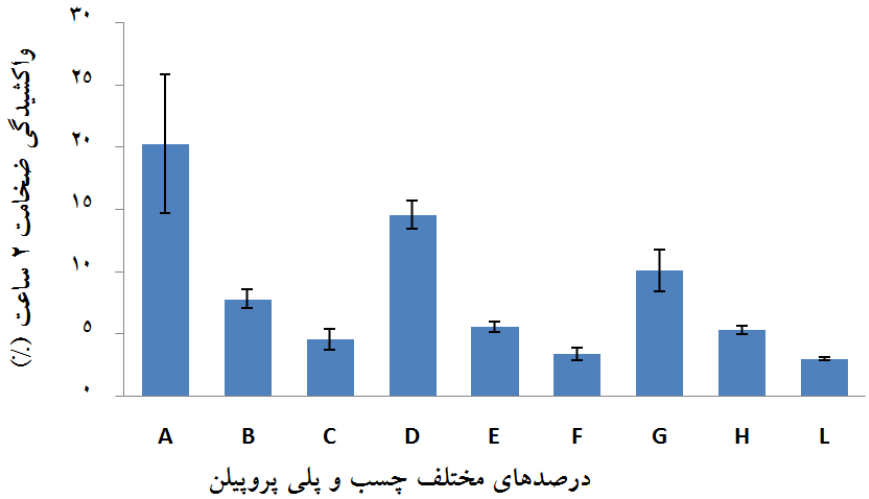


شکل ۵- تأثیر چسب اوره فرمالدهید و پلی‌پروپیلن بر جذب آب

آزمایش چسبندگی داخلی مربوط به قدرت اتصال ذرات کاه و چسب در لایه میانی تخته است. طبق نتایج آماری نمونه‌های با ۳۰ درصد پلی‌پروپیلن 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 پلی‌پروپیلن در سطح ۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر چسبندگی داخلی داشته است.

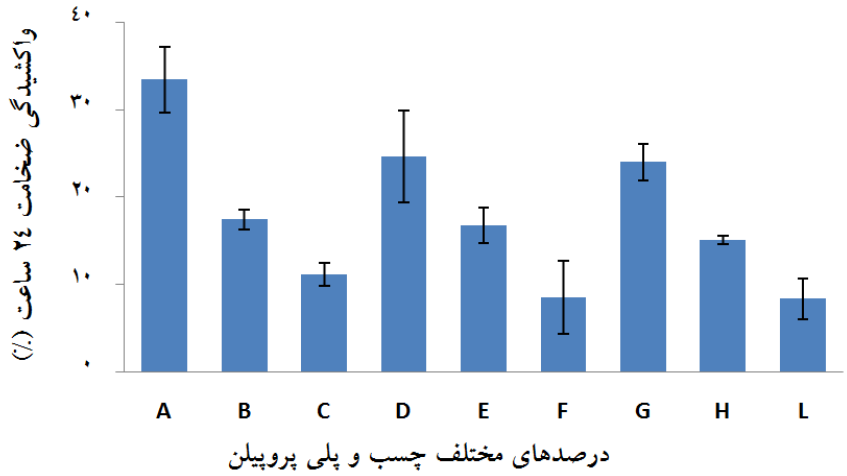
جذب آب و واکشیدگی ضخامت یکی از خواص تخته است که مربوط به اتصال‌های موجود در تخته و پیوندهای تشکیل شده آن است. نتایج حاصل از جذب آب و واکشیدگی ضخامت نمونه‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت نشان داد که با افزایش درصد چسب و پلی‌پروپیلن بهبود می‌یابد (شکل ۴ و ۵).

همچنین نتایج حاصل از واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نشان داد (شکل ۶ و ۷) که با افزایش درصد چسب و پلی‌پروپیلن واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت بهبود می‌یابد. به‌طوری که کمترین واکشیدگی ضخامت در نمونه‌ها شامل ۸ درصد چسب اوره‌فرمالدهید و ۳۰ درصد پلی‌پروپیلن مشاهده شد.



شکل ۶- تأثیر چسب اوره فرمالدهید و پلی‌پروپیلن بر واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۷- تأثیر چسب اوره فرمالدهید و پلی‌پروپیلن بر واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت

بحث

یکی از خواص مهم تخته خرده‌چوب که در مصارف مختلف اهمیت دارد مقاومت خمشی است که نشان‌دهنده 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 خم‌پذیری، ارتجاعی بودن و از طرفی سختی آنهاست، از آنجایی که مدول‌الاستیسیته رابطه تنش به کرنش در محدوده الاستیک است، بنابراین هر چه مدول‌الاستیسیته 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 (Saraeian *et al.*, 2004)، همچنین سطح ذرات کاه 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 مثل UF با کاه‌گندم باشد (Shakeri *et al.*, 2010). استفاده از یک ماده چسبنده سازگار با لایه غیرقطبی سطح کاه می‌تواند اثر بسزایی بر بهبود مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته داشته باشد که با افزایش پلی‌پروپیلن و ذوب شدن آن در طی مراحل پرس گرم به‌عنوان یک ماده چسبنده غیرقطبی باعث اتصال بهتر ذرات کاه به یکدیگر می‌شود. هرچند ترکیب مقدار بالای پلی‌پروپیلن در تخته می‌تواند تمرکز تنش در اطراف ذرات چوب را افزایش دهد، اما این موجب شکست زودتر می‌شود. تفسیر دیگر برای کاهش خواص سفتی برای تخته خرده‌چوب با مقدار بالای پلی‌پروپیلن این است که مدول چوب از پلاستیک بالاتر است و با افزایش درصد پلی‌پروپیلن از یک حد مشخصی خواص مکانیکی آن کاهش می‌یابد.

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

با توجه به نتایج به‌دست آمده از آزمون چسبندگی داخلی می‌توان گفت که پلی‌پروپیلن به دلیل ساختار غیرقطبی با سطح ذرات کاه سازگاه بوده و می‌تواند اتصال خوبی با ذرات کاه ایجاد کند، بنابراین با افزایش مقدار آن چسبندگی داخلی تخته‌های حاصل، افزایش می‌یابد. قابل ذکر است که این واقعیت بیشتر به دلیل افزایش مقدار چسبندگی پلی‌پروپیلن و ذرات است، زیرا مقدار ذرات کاه کاهش می‌یابد ولی مقدار پلی‌پروپیلن به‌عنوان چسب افزایش می‌یابد و بر اثر افزایش مقدار رزین می‌توان گفت میزان

Archive of SID

www.SID.ir

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 همی‌سلولز 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 واکشیدگی ضخامت در نمونه‌های دارای پودر پلی‌پروپیلن کمتر است. جذب آب و واکشیدگی 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 واکشیدگی 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 واکشیدگی 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 مدول‌الاستیسیته 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 پائین‌تر، 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، ازاین‌رو آزادسازی 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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

M. Yahyavidizaj[1*] and A. Khazaeian[2]

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.

Archive of SID

www.SID.ir