

## ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته ساخته شده از مخلوط کاه گندم و ساقه توتون

لعیا جمالی‌راد<sup>۱\*</sup>، فرشته کر<sup>۲</sup>، فرشید فرجی<sup>۳</sup> و سحاب حجازی<sup>۴</sup>

\*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبد، ایران

پست الکترونیک: jamalirad@gonbad.ac.ir

۲- کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبد، ایران

۳- استادیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبد، ایران

۴- دانشیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۶

### چکیده

در این بررسی امکان ساخت تخته خرده چوب با استفاده از پسماندهای لیگنوسلولزی شامل کاه گندم و ساقه توتون به همراه خرده چوب صنعتی مطالعه شد. عوامل متغیر شامل مقدار اختلاط کاه گندم و ساقه توتون با خرده چوب صنعتی در چهار سطح ۱۰۰:۰، ۸۰:۲۰، ۶۰:۴۰ و ۴۰:۶۰ درصد (در هر ترکیب با توجه به سطوح مورد نظر به نسبت مساوی از ساقه توتون و کاه گندم استفاده شد) و مقدار مصرف چسب اوره فرمالدهید در دو سطح ۱۲ و ۱۴ درصد وزن خشک خرده چوب بودند. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد با افزایش مقدار مصرف مخلوط کاه گندم و ساقه توتون تا ۶۰ درصد، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی پانل‌ها کاهش معنی‌داری داشت. از سوی دیگر افزایش مقدار مصرف چسب تا ۱۴ درصد تأثیر مثبتی بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها داشته است و باعث بهبود چسبندگی داخلی، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته و پایداری ابعادی تخته‌ها شده است. نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش مصرف این نوع ضایعات تا سطح ۴۰ درصد به همراه افزایش مقدار مصرف چسب تا ۱۴ درصد، می‌توان تخته‌هایی با ویژگی‌های مکانیکی استاندارد تولید کرد.

واژه‌های کلیدی: خرده چوب صنعتی، چسب اوره فرمالدهید، کاه گندم، چسبندگی داخلی، مقاومت خمشی.

### مقدمه

یک عمل دوستدار محیط‌زیست می‌باشد. از سوی دیگر بقایای کشاورزی معمولاً به مقدار فراوان و در بیشتر مناطق پراکنده بوده و به آسانی در دسترس می‌باشند؛ اما برخلاف بقایای چوبی که در طول سال در دسترس هستند، این ترکیبات فصلی بوده و یک یا دو بار در سال قابل برداشت می‌باشند. از این رو، این مشکل منجر به افزایش هزینه انبارداری، خطر آتش‌سوزی و تخمیر در طول فرایند انبارداری می‌گردد (Akgül et al, 2010). از آنجایی که صنعت تخته خرده چوب قابلیت خوبی را برای استفاده از

در طی چند سال اخیر تلاش‌ها و تحقیقات زیادی برای جایگزین کردن پسماندهای کشاورزی با منابع چوبی جنگلی انجام شده است (Guntekin et al., 2008) و سعی شده تا منابع غیرچوبی که قابلیت استفاده از آنها در صنعت چوب و کاغذ وجود دارد، مورد بررسی قرار گیرد. البته استفاده از بقایای کشاورزی در صنایع چوب دارای فواید اقتصادی، زیست‌محیطی و تکنولوژیکی می‌باشد. این نوع مواد جزء ترکیبات تجدید شونده بوده و استفاده صنعتی از آنها در واقع

تخته‌های حاصل از کاه گندم باشد. بدین جهت به منظور تعدیل این نوع عیب و درعین حال استفاده مفید از ضایعاتی همانند کاه گندم، می‌توان از ساقه توتون به صورت مخلوط با کاه گندم نیز استفاده کرد که علاوه بر استفاده مفید از پسماند دیگر کشاورزی، در کاهش این عیب مربوط به کاه گندم نیز مؤثر واقع شود. توتون گیاهی یکساله است که ارتفاع ساقه ۱ تا ۲ متر و در مواردی به ۳ متر و حتی بیشتر نیز می‌رسد. رنگ ساقه از سبز تا سبز متمایل به زرد متغیر می‌باشد (Gholizadeh et al., 2015). معمولاً در روش برداشت برگ، ساقه توتون بر روی زمین باقی مانده و به زمین بازمی‌گردد، در روش دیگر برداشت که کل ساقه درو می‌شود، پس از جداسازی قسمت‌های مورد مصرف در مواد دختانی، ساقه گیاه توتون به صورت پسماند برای بعضی از مصارف مانند تولید کود، الکل و حشره‌کش استفاده می‌شود (Martin et al., 2002)؛ اما ساقه توتون در ایران مصرف مشخصی نداشته و یکی از پسماندهای کشاورزی در ایران، به‌ویژه شمال کشور است که سالانه در حجم زیادی تولید و سوزانده می‌شود. از این رو با توجه به حجم زیاد تولید پسماندهایی مانند کاه گندم و ساقه توتون در سطح استان گلستان، در این تحقیق سعی بر آن است که ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌خرده چوب ساخته شده از مخلوط کاه گندم، ساقه توتون و خرده‌چوب صنعتی را مورد مطالعه قرار داد تا بتوان علاوه بر استفاده مفید از این نوع ضایعات و کاهش میزان هزینه‌های تولید از طریق انتخاب ماده اولیه کم ارزش با قیمت پایین، تخته‌ای با خواص مطلوب تهیه کرد.

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق از کاه گندم جمع‌آوری شده از مزارع اطراف شهرستان گنبدکاووس و ساقه توتون جمع‌آوری شده از مزارع اطراف شهرستان علی‌آباد کتول و همچنین از خرده چوب صنعتی تهیه شده از شرکت صنعت چوب شمال (نئویان) گنبدکاووس استفاده شد. همچنین از رزین اوره فرمالدهید با مقدار مواد جامد ۵۰ درصد و  $\text{pH} = 7$  استفاده گردید. کلرید آمونیوم پودری شکل به‌عنوان سخت‌کننده

مواد لیگنوسلولزی نامرغوب و پسماندهای کشاورزی دارد و با توجه به تقاضای زیاد آن برای ساخت مصنوعات چوبی، تحقیقات گسترده‌ای باهدف جایگزین کردن انواع ضایعات و پسماندهای کشاورزی شامل سبوس برنج (Pan et al., 2010; Li et al., 2006)، ساقه آفتابگردان (Bektas et al., 2016; Kli mek et al., 2005)، ساقه فلفل (Guntekin et al., 2008)، ساقه بادمجان (Guntekin and Karkus., 2008)، ساقه گوجه‌فرنگی (Guntekin et al., 2009)، هرس درختان کیوی (Nemli et al., 2003)، هرس ساقه انگور (Yeniocoak et al., 2014)، برگ آناناس و سرشاخه نخل روغنی (Moya et al., 2015) با منابع چوبی انجام شده است. در این میان کاه گندم محصول جانبی حاصل از غلات بوده و بخشی از آن در دام‌پروری استفاده می‌شود و از عناصر مختلفی مانند الیاف، سلول‌های پارانشیمی، عناصر آوندی و سلول‌های اپیدرمی تشکیل شده است. استفاده از پسماندهای زراعی به‌ویژه کاه گندم از یکسو باعث افزایش ارزش افزوده این نوع ضایعات و از سوی دیگر کاهش مشکلات زیست‌محیطی ناشی از سوزاندن این مواد می‌گردد. با توجه به آنکه در بین منابع غیرچوبی، گندم از مهمترین گیاهان زراعی و غیرچوبی است که به مقدار زیاد و در سطح وسیعی از زمین‌های کشاورزی دنیا به‌ویژه در استان گلستان و حتی در نواحی خشک کشت می‌شود در نتیجه سالانه حجم زیادی از کاه گندم تولید می‌گردد (بر طبق آمار سازمان خواروبار جهانی میزان تولید گندم در ایران در سال ۲۰۱۴ در حدود ۱۵ میلیون تن بوده است)؛ اما از آنجایی‌که در مقطع عرضی کاه، سلول‌های اپیدرمی بیرونی‌ترین لایه سلولی را تشکیل می‌دهند که با لایه نازکی از موم نیز پوشیده شده‌اند، این لایه سطحی، جذب رطوبت چسب‌های محلول در آب مانند اوره فرمالدهید را مشکل می‌سازد. به عبارتی باعث کاهش نفوذپذیری ساقه گندم نسبت به چوب می‌شود. بنابراین لایه مومی موجود در کاه به‌عنوان مانعی در برابر چسبندگی کاه با چسب اوره فرمالدهید عمل می‌کند (Boquillon et al., 2004). این مشکل می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در کاهش چسبندگی داخلی

بر سانتی‌متر مربع و زمان ۵ دقیقه پرس شد. از هر تیمار ۳ تخته با ضخامت ۱۶ میلی‌متر و دانسیته ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب ساخته شد. بعد از خروج تخته‌ها از پرس و خنک کردن آنها، به مدت ۱۵ روز در شرایط کلیما قرار داده شد تا به رطوبت تعادل با محیط برسند. پس از تهیه الگوی برش تخته‌ها، تهیه نمونه‌های آزمونی شامل چسبندگی داخلی براساس استاندارد EN 319، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته نمونه‌ها براساس استاندارد EN 310 و واکنش‌دهی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب براساس استاندارد EN 317 انجام شد. سپس آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی بر روی نمونه‌های تهیه شده انجام و نتایج حاصل با استفاده از آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح کامل تصادفی و به‌کمک تکنیک تجزیه واریانس در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تأثیر مستقل و متقابل هر یک از عوامل متغیر بر خواص مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن (DMRT) انجام شد.

### نتایج

تجزیه واریانس اثر متقابل عوامل متغیر مورد بررسی بر ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌های ساخته شده در جدول شماره ۱ آورده شده است.

رزین مورد نظر مورد استفاده قرار گرفت. پس از تبدیل کاه گندم و ساقه توتون به ذرات قابل استفاده تا رطوبت ۶ درصد خشک شدند. سپس در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به نفوذ رطوبت، بسته‌بندی و برای ساخت تخته‌های آزمایشگاهی آماده شدند. برای ساخت تخته‌ها خرده چوب‌های صنعتی، کاه گندم و ساقه توتون به نسبت‌های ۰/۱۰۰، ۲۰/۸۰، ۴۰/۶۰ و ۶۰/۴۰ (در هر ترکیب با توجه به نسبت‌های مورد نظر به نسبت مساوی از ساقه توتون و کاه گندم استفاده می‌شود) باهم مخلوط شده و به دستگاه چسبزن آزمایشگاهی منتقل گردید. به منظور آماده‌سازی رزین مورد نظر، کلرید آمونیوم به میزان ۲ درصد وزن خشک چسب به رزین اوره فرمالدهید اضافه شد و بعد توسط دستگاه همزن مغناطیسی در دمای آزمایشگاه به‌طور یکنواخت مخلوط شده تا سوسپانسیون یکنواختی به‌دست آید. رزین اوره فرمالدهید مربوط به هر اختلاط از عوامل متغیر تحقیق بوده و در دو سطح ۱۲ و ۱۴ درصد وزن خشک خرده چوب مورد استفاده قرار گرفت. سپس چسب آماده‌شده وارد مخزن پیستوله گردید و عملیات چسب‌زنی انجام شد. بعد از چسب‌زنی تشکیل کیک همسان به‌صورت دستی و بعد عملیات پرس سرد به صورت نسبتاً یکنواخت بر روی کیک داخل قالب انجام شد. سپس کیک خرده چوب با استفاده از دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد، فشار ۳۰ کیلوگرم

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر متقابل عوامل متغیر بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته حاصل

آزمایش	چسبندگی داخلی	مقاومت خمشی	مدول الاستیسیته	واکنش‌دهی ضخامت	واکنش‌دهی ضخامت بعد
سطح معنی‌داری	۲/۹۲	۶/۴۸**	۶/۰۲**	بعد از ۲ ساعت	از ۲۴ ساعت
				۳/۴۶*	۲/۷۴*

\*\* معنی‌داری در سطح ۵ درصد \*\*\* معنی‌داری در سطح ۱ درصد

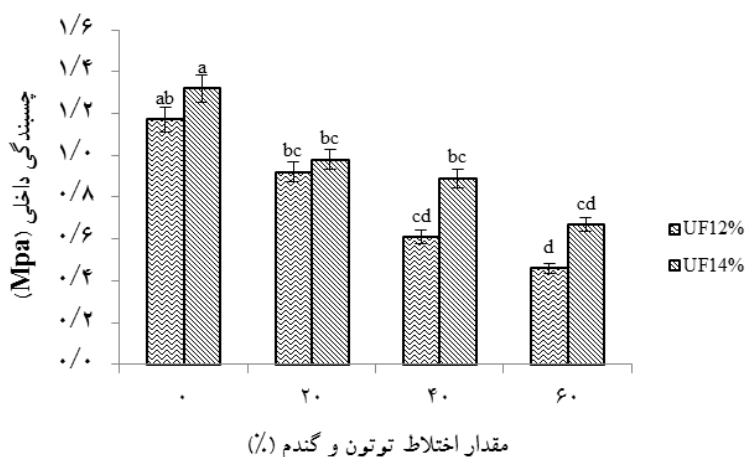
### چسبندگی داخلی

درصد معنی‌دار می‌باشد ( $P < 0/05$ ). به نحوی که با افزایش مصرف کاه گندم و ساقه توتون، چسبندگی داخلی تخته‌ها کاهش یافته است اما این کاهش با افزایش مقدار چسب جبران شده و بهبود یافته است (شکل ۱). همان‌طور که در

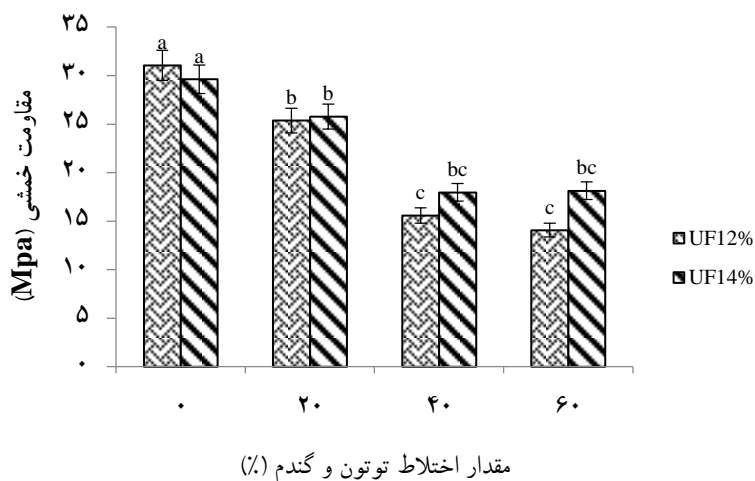
با توجه به نتایج حاصل از تحقیق مشخص شد که اثر متقابل مقدار اختلاط کاه گندم- ساقه توتون و چسب بر مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها در سطح اطمینان ۹۵

به ۱۴ درصد، اثر مثبتی بر افزایش مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها داشته است؛ یعنی افزایش مقدار مصرف چسب، تأثیر منفی این نوع پسماندهای کشاورزی را بر چسبندگی داخلی تخته‌ها تعدیل کرده است.

شکل مشاهده می‌گردد با افزایش مقدار مصرف مخلوط کاه گندم و ساقه توتون، مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها دارای شیب کاهشی است. از سوی دیگر شکل ۱ نشان می‌دهد که افزایش مقدار مصرف رزین اوره فرمالدهید از ۱۲



شکل ۱- اثر متقابل اختلاط کاه گندم و ساقه توتون و مقدار مصرف چسب بر چسبندگی داخلی تخته‌ها و گروه‌بندی بر اساس دانکن

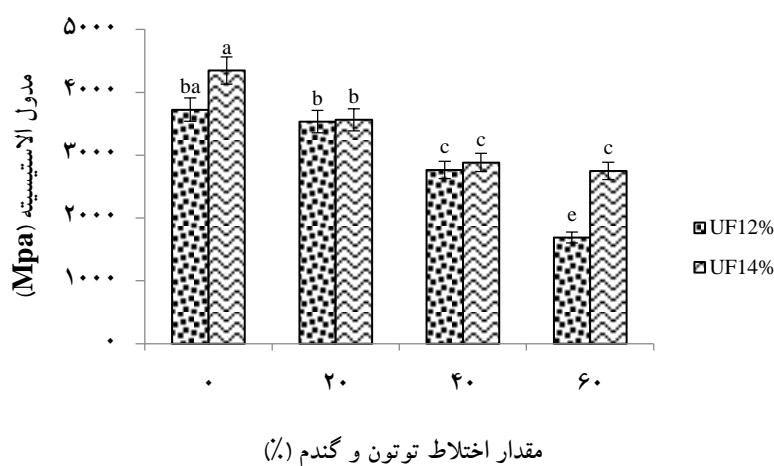


شکل ۲- اثر متقابل مقدار اختلاط کاه گندم و ساقه توتون و مقدار مصرف چسب بر مقاومت خمشی و گروه‌بندی بر اساس دانکن

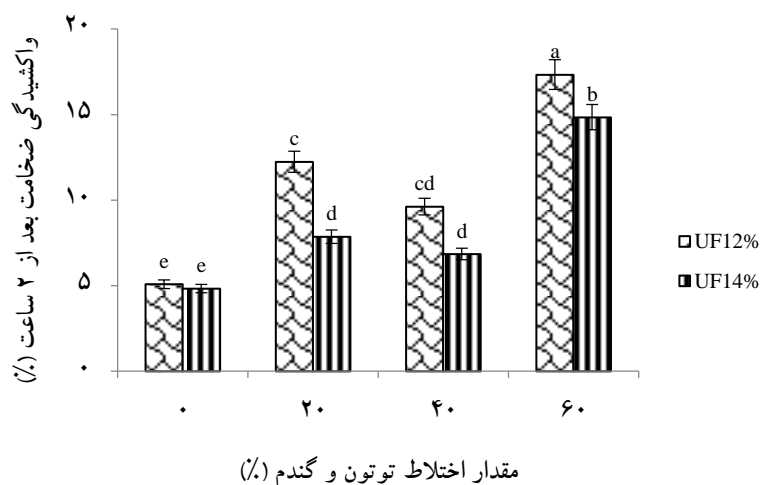
## مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته

نتایج نشان داد که اثر متقابل مقدار اختلاط ساقه توتون - کاه گندم و مقدار مصرف چسب بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (شکل‌های ۲ و ۳). با توجه به شکل‌ها با افزایش مقدار مصرف مخلوط کاه گندم و ساقه توتون تا ۶۰ درصد، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته نمونه‌ها کاهش یافته است. اما همان‌طور که شکل‌های ۲ و ۳ نشان می‌دهد با مصرف ۲۰ درصد ساقه توتون و کاه گندم با ۱۴ درصد

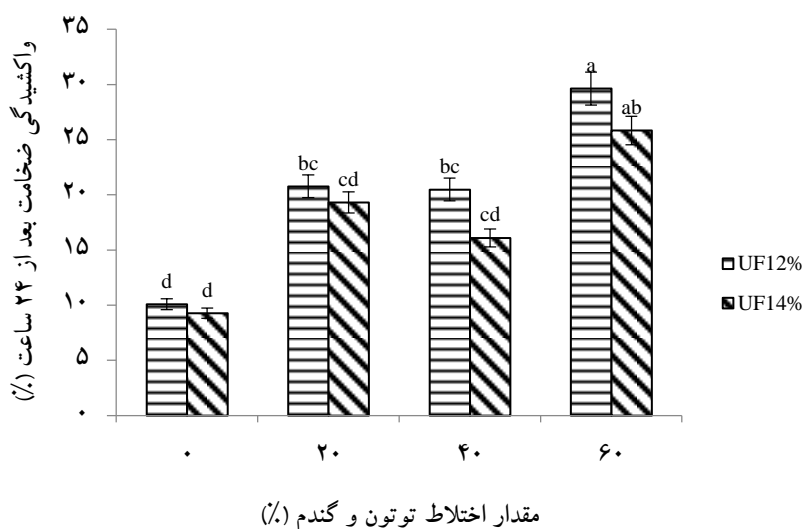
چسب اوره فرمالدهید بهترین مقاومت و مدول الاستیسیته بعد از نمونه شاهد حاصل می‌گردد؛ اما با مصرف ۴۰ و ۶۰ درصد مخلوط کاه گندم و ساقه توتون به همراه ۱۴ درصد چسب اوره فرمالدهید نیز مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته در حد مطلوبی حاصل شده است. بدین معنی که اگرچه با افزایش مقدار مصرف مخلوط کاه گندم و ساقه توتون مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته نمونه‌ها کاهش یافت اما با افزایش مقدار مصرف چسب نیز این مقاومت‌ها جبران شده و بهبود می‌یابند.



شکل ۳- اثر متقابل مقدار اختلاط کاه گندم و ساقه توتون و مقدار مصرف چسب بر مدول الاستیسیته و گروه‌بندی بر اساس دانکن



شکل ۴- اثر متقابل مقدار اختلاط کاه گندم و ساقه توتون و مقدار مصرف چسب بر واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب و گروه‌بندی بر اساس دانکن



شکل ۵- اثر متقابل مقدار اختلاط کاه گندم و ساقه توتون و مقدار مصرف چسب بر واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب و گروه‌بندی بر اساس دانکن

مدول الاستیسته نمونه‌ها کاهش یافته است؛ زیرا با افزایش مقدار مصرف آنها تا ۶۰ درصد سهم حضور کاه گندم و ساقه توتون بیشتر شده که از یک طرف به دلیل وجود لایه مومی شکل در کاه گندم نفوذپذیری آن نسبت به چوب در برابر چسب کمتر بوده (Boquillon *et al.*, 2004) و از سوی دیگر این ذرات با سطح ویژه بالاتر باعث کاهش کیفیت چسب‌خوری و در نتیجه کاهش مقاومت‌ها می‌شوند. در این راستا اثر منفی و کاهش استفاده از بقایای کشاورزی و باغی در تحقیقات Warmbier و همکاران (۲۰۱۳) بر روی تخته خرده چوب ساخته شده از مخلوط بید و کاج صنعتی، Oh و Lee (۲۰۱۲) بر روی ساقه‌های گندم‌سیاه و همچنین Yenioak و همکاران (۲۰۱۴) بر روی تخته خرده چوب‌های ساخته شده از ساقه‌های هرس انگور و ذرات کاج اسکاتلندی نیز مشاهده شد؛ اما نتایج این تحقیق نشان داد که در مقایسه با تحقیقات ذکر شده در بالا، مصرف این نوع ضایعات تأثیر منفی چندانی بر مقاومت‌های مکانیکی تخته‌ها نداشته است. از سوی دیگر مشخص شد که تأثیر منفی افزایش مصرف مخلوط این نوع ضایعات نیز با افزایش مقدار مصرف چسب اوره فرمالدهید تا ۱۴ درصد افزایش

واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که اثر متقابل اختلاط کاه گندم و ساقه توتون با خرده چوب صنعتی و مصرف چسب در دو سطح ۱۲ و ۱۴ درصد، بر واکنش‌پذیری ضخامت تخته خرده چوب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب دارای اختلاف معنی‌دار است ( $P < 0.05$ ). بدین معنی که با افزایش مصرف کاه گندم و ساقه توتون، واکنش‌پذیری ضخامت تخته‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب افزایش یافته است (شکل‌های ۴ و ۵). همان‌طور که شکل‌ها نشان می‌دهند با افزایش مقدار مصرف چسب اوره فرمالدهید از ۱۲٪ به ۱۴٪ واکنش‌پذیری ضخامت تخته‌ها کاهش می‌یابد.

## بحث

در این پژوهش به منظور استفاده از ضایعات لیگنوسلوزی مانند کاه گندم و ساقه توتون که هر ساله به مقدار زیادی تولید می‌گردد، اقدام به ساخت تخته خرده چوب از مخلوط این مواد شد. با توجه به نتایج به دست آمده مشاهده شد که با افزایش مصرف مخلوط کاه گندم و ساقه توتون تا ۶۰ درصد، چسبندگی داخلی، مقاومت خمشی و

می‌یابد. به نحوی که با مصرف مقدار بیشتر چسب، چسبندگی داخلی، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته همه نمونه‌ها بالای حد استاندارد می‌باشد (مقدار استاندارد مقاومت خمشی برای تخته خرده چوب‌های با ضخامت ۱۶ میلی‌متر و مناسب مصارف عمومی داخل ساختمان (P1) و تخته خرده چوب‌های مناسب مصارف داخلی از جمله مبلمان (P2) به ترتیب ۱۱/۵ و ۱۳ مگاپاسکال و چسبندگی داخلی آن به ترتیب ۰/۲۴ و ۰/۳۵ مگاپاسکال می‌باشد)؛ زیرا با افزایش مقدار مصرف اوره فرمالدهید، سطح بیشتری از ذرات آغشته به چسب شده، در نتیجه چسبندگی بهتر و یکنواخت‌تر بین ذرات خرده چوب اتفاق افتاده که باعث بهبود ویژگی‌های تخته نیز می‌گردد؛ یعنی برای بهبود خواص تخته و تعدیل عیوب مربوط به این نوع پسماندها می‌توان از راهکارهایی مانند استفاده از چسب قوی‌تر مانند چسب ایزوسیانات در مقایسه با چسب اوره فرمالدهید (Pan et al., 2016; Klimek et al., 2006) و یا افزایش مقدار مصرف چسب استفاده کرد که در این تحقیق مشاهده شد که با افزایش مصرف چسب از ۱۲ به ۱۴ درصد چسبندگی داخلی، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها بهبود یافته است (Nemli et al., 2002; Guntekin et al., 2008).

همانطور که نتایج این تحقیق نشان داد چسبندگی داخلی هیچ‌یک از تیمارها کمتر از حد استاندارد نبوده و از سوی دیگر با مصرف مقدار بیشتر چسب (۱۴ درصد)، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته آنها نیز در حد مطلوب حفظ شد و این موضوع نتیجه امیدبخشی در زمینه امکان مصرف این نوع ضایعات در ساخت تخته خرده چوب می‌باشد. همچنین با افزایش مقدار مصرف مخلوط کاه گندم و ساقه توتون، واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب افزایش یافت؛ زیرا بخش زیادی از این نوع پسماندها را کربوهیدرات‌ها تشکیل داده و سهم حضور لیگنین کمتر می‌باشد. از این رو با توجه به طبیعت آب‌دوست بودن این نوع ترکیبات (Iswanto et al., 2014) به دلیل داشتن گروه‌های هیدروکسیل بیشتر، توانایی جذب آب و به دنبال آن واکنشیدگی ضخامت افزایش می‌یابد (Akgül et al., 2010).

### منابع مورد استفاده

- Akgül, M., Güler, C. and Çöpür, Y., 2010. Certain physical and mechanical properties of medium density fiberboards manufactured from blends of corn (*Zea mays indurata* Sturt.) stalks and pine (*Pinus nigra*) wood. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34: 197-206.
- Bektas, I., Güler, C., Kalaycioglu, H., Mengelöglu, F. and Nacar, M., 2005. The manufacture of particleboards using sunflower stalks (*Helianthus annuus*) and poplar wood (*Populus alba* L.). *Journal of Composite Materials*, 39 (5): 467-473.
- Boquillon, N., Gerard, E. and Uwe, S., 2004. Properties of wheat straw particle boards bonded with different types of resin. *Journal of Wood Science*, 50:230-235.
- Gholizadeh, M., Jamalirad, L., Aminian, H., and Hedjazi, S., 2015. Investigation on mechanical properties of polypropylene composite reinforced with tobacco stalk. *Jornal of Forest and Wood Products (Iraniana Journal of Natural Resources)*, 68(2): 261-272.
- Guntekin, E. and Karakus, B., 2008. Feasibility of

- World Journal of Microbiology and Biotechnology, 18(9): 857-862.
- Moya, R., Camacho, D., Soto F.R. and Mata-Segreda, J., 2015. Internal bond of particleboards made of three wood species mixture with empty fruit bunch of *Elaeis guineensis*, leaves of *Ananas comosus* or tetra park. Journal of agricultural Science, 4(6): 241-247.
  - Nemli, G., 2002. Factors affecting the production of E1 type Particleboard. Turkish Journal of Agriculture, 26: 31-36.
  - Nemli, G., Kirel, H., Serdar, B. and Ay, N., 2003. Suitability of kiwi pruning for particleboard manufacturing. Industrial Crops Products, 17:39-46.
  - Oh, Y.S. and Lee, S.S., 2012. Use of buckwheat stalk in particleboard bonded with urea formaldehyde resin adhesive. Cellulose Chemistry and Technology, 46(9-10):643-647.
  - Pan, Z.h., Cathcart, A. and Wang, D., 2006. Properties of particleboard bond with rice bran and polymeric methylene diphenyl diisocyanate adhesives. Industrial Crops and Products, 23: 40-45.
  - Warmbier, K., Wilczyński, A. and Danecki, L., 2013. Properties of one-layer experimental particleboards from willow (*Salix viminalis*) and industrial wood particles. European Journal of Wood Production, 71:25-28.
  - Yeniocak, M., Göktaş, O., Erdil, Y.Z. and Özen, E., 2014. Investigating the use of vine pruning stalks (*Vitis vinifera* L. CV. Sultani) as raw material for particleboard manufacturing. Wood Research, 59(1):167-176.
  - using eggplant stalks (*Solanum melongena*) in the production of experimental particleboard. Industrial Crops and Products, 27: 354-358.
  - Guntekin, E., Uner, B., Turgut Sahin, H. and Karacus, B., 2008. Pepper Stalks (*Capsicum annuum*) as Raw Material for Particleboard Manufacturing. Journal of Applied Sciences, 8(12):2333-2336.
  - Guntekin, E., Uner, B. and Karacus, B., 2009. Chemical composition of tomato (*Solanum lycopersicum*) stalk and suitability in the particleboard production. Journal of Environmental Biology, 30(5):731-734.
  - Iswanto, A.H., Azhar, I., Supryanto, A. and Susilowanti, A., 2014. Effect of resin type. Pressing temperature and time on particleboard properties made from sorghum bagasse. Agriculture, Forestry and Fisheries, 3(2): 62-66.
  - Klímek, P., Meinschmidt, P., Wimmer R., Plinke, B. and Schirp, A., 2016. Using sunflower (*Helianthus annuus* L.), topinambour (*Helianthus tuberosus* L.) and cup-plant (*Silphium perfoliatum* L.) stalks as alternative raw materials for particleboards. Industrial Crops and Products, 92: 157-164.
  - Li, X., Cai, Zh., Winandy, J. E., and Basta, A.H., 2010. Selected properties of particleboard panels manufactured from rice straws of different geometries. Biresource Technology, 101: 4662-4666.
  - Martin, C., Fernandez, T., Garcia, R., Carrillo, E., Marcet, M., Galbe, M. and Johnson, L.J., 2002. Preparation of hydrolysates from tobacco stalks and ethanolic fermentation by *saccharomyces cerevisiae*.



## **Evaluation the physical and mechanical properties of the boards manufactured by mixture of wheat straw and tobacco stalk**

**L. Jamalirad<sup>1\*</sup>, F. Kor<sup>2</sup>, F. Faraji<sup>3</sup> and S. Hedjazi<sup>4</sup>**

1\*-Assistant Prof., Department of Wood and Paper Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad, I.R. Iran, Email: jamalirad@gonbad.ac.ir

2-MSc., Student, Department of Wood and Paper Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad, I.R. Iran

3-Assistant Prof., Department of Wood and Paper Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad, I.R. Iran

4-Associate Prof., Department of Wood and Paper Science and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

Received: May, 2017

Accepted: Oct., 2017

### **Abstract**

In this research, the manufacture of particleboard using lignocellulosic residues including mixture of wheat straw, tobacco stalks and hardwood wood chips were studied. The variable factors included the mixture of wheat straw and tobacco stalks with industrial wood chips in four levels 0/100, 20/80, 40/60 and 60/40 (In any combination, tobacco stalks and wheat straw were used equally) and the amount of urea formaldehyde resin was at two levels 12 and 14% of the dry weight of the chips. The results showed that by increasing the mixture of wheat straw and tobacco stalk up to 60 percent, the physical and mechanical properties of the boards decreased significantly. But increasing the amount of adhesive consumption up to 14 percent had a positive impact on the physical and mechanical properties of the boards and improved internal bonding, bending strength and modulus of elasticity and dimensional stability of the boards. It means that by increasing the content of this type of wastes up to 40 percent with increase dosage of UF adhesive up to 14%, can be produced the boards with the mechanical properties at standard level.

**Keywords:** Hardwood wood chips, urea formaldehyde resin, wheat straw, internal bonding, bending strength.