

تولید تخته خرده چوب با استفاده از چسب اوره فرمالدهید اصلاح شده با تانن فرمالدهید

سیما سپهوند^{۱*}، سعید ضیایی خسرو شاهی^۲ و تقی طبرسا^۳

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد فرآورده‌های چند سازه چوبی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
پست الکترونیک: simasepahvand@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران

۳- استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۱

چکیده

در این تحقیق با استفاده از مخلوط تانن فرمالدهید و چسب اوره فرمالدهید تخته خرده چوب ساخته شده و ویژگی‌های آن مورد بررسی قرار گرفت. تخته‌های آزمایشی با توجه به عوامل متغیر شامل درصد جایگزینی تانن فرمالدهید در اوره فرمالدهید (سطوح صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) و زمان پرس (۱۲ و ۱۵ دقیقه) ساخته شده و خواص آنها اندازه‌گیری شد. داده‌های به دست آمده در قالب طرح فاکتوریل دو عامله مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که جایگزین کردن ده درصد رزین اوره فرمالدهید با تانن در هر دو زمان پرس ۱۲ و ۱۵ دقیقه، مقدار واکنشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب کاهش و چسبندگی داخلی افزایش یافت. این تغییر بر مدول گسیختگی (MOR) و مدول الاستیسیته (MOE) اثر معنی‌داری نشان نداد. به‌طور کلی نتایج این بررسی نشان داد که جایگزینی در مقادیر کم تانن رزین UF به‌عنوان چسب ساخت تخته خرده چوب مناسب می‌باشد. به‌طوری‌که خواص رطوبتی تخته‌های ساخته شده با نسبت جایگزینی ۱۰:۹۰ بسیار نزدیک به مقادیر مجاز این خواص برای مصارف بیرونی تخته خرده چوب بود.

واژه‌های کلیدی: تخته خرده چوب، چسب تانن - اوره فرمالدهید، زمان پرس، مدول گسیختگی، چسبندگی داخلی.

مقدمه

جایگاه برتری نسبت به سایرین دارد. معمول‌ترین چسب - های چوب که امروزه استفاده می‌شود رزین‌های اوره فرمالدهید و فنول فرمالدهید هستند که البته مهم‌ترین عیب رزین اوره فرمالدهید، ضعیف شدن و از بین رفتن اتصالات آن در اثر رطوبت با تغییر عوامل جوی می‌باشد. به‌علاوه می‌توان به حضور فرمالدهید و سمی بودن آن اشاره کرد. ماده اولیه رزین اوره فرمالدهید بر پایه نفت

فرآورده‌های صفحه‌ای تولید شده از چوب و مواد لیگنوسلولزی (اوراق فشرده چوبی) شامل انواع تخته‌لایه، تخته فیبر و تخته خرده چوب و غیره می‌باشند و امروزه جایگاه ویژه‌ای در زندگی روزمره انسان پیدا کرده‌اند. در بین این اوراق فشرده چوبی، تخته خرده چوب به علت قابلیت آن در مصرف پسماندها و چوب‌های کم ارزش

در سطح قابل قبولی به کار رفت. استفاده از این نوع چسب دارای ثبات ابعادی بهتر، گیرایی سریعتر و زمان پخت کوتاه‌تری است؛ همچنین مقاومت به رطوبت نیز در مقایسه با چسب UF بهتر بوده است. Boquillion و همکاران (۲۰۰۴) در یک مطالعه اثر نوع رزین اوره‌فرمالدهید و یک رزین روغنی را بر چسبندگی داخلی، مقاومت خمشی و واکنش‌دهی ضخامتی تخته خرده‌چوب از کاه گندم را مطالعه نمودند. نتایج نشان داد که خصوصیات تخته‌های ساخته شده با اوره‌فرمالدهید ضعیف است اما خصوصیات تخته‌های ساخته شده با رزین روغنی، خوب بود که علت آن سازگاری زیاد کاه گندم و رزین روغنی است. Pichelin و همکاران (۲۰۰۶) چسب‌های تاننی بدون فرمالدهید ساختند که در محدوده استاندارد ژاپن JIS A 5908 قرار داشت. آنها تانن میموزا را با هگزامین در اسیدیتته ۱۰ مخلوط نمودند. نتایج آزمایشها نشان داد سازوکار این واکنش به صورت تجزیه آهسته هگزامین با متیلن آمینو-ایمینو واکنش‌پذیر و بعد از آن واکنش خیلی سریع با تانن است. رزین حاصل تحت این شرایط هرگز به فرمالدهید تجزیه نمی‌شود و حتی هگزامین آزاد در چسب هگزامین تانن یافت نشد و زمان ژله‌ای شدن آن نیز کم شد. Kim و همکاران (۲۰۰۷) که از چسب‌های اوره‌فرمالدهید، تانن-اوره‌فرمالدهید و هیبرید ملامین فرمالدهید- پلی وینیل استات برای ساخت کفپوش‌های مهندسی شده به‌منظور کاهش انتشار فرمالدهید از ترکیبات گازه‌های آلی فرار استفاده کردند به این نتیجه رسیدند که انتشار گاز فرمالدهید و ترکیبات گازه‌های آلی فرار در چسب اوره‌فرمالدهید بیشتر از تانن-اوره‌فرمالدهید است و انتشار گاز فرمالدهید از تانن اوره‌فرمالدهید بیشتر از هیبرید ملامین فرمالدهید- پلی

می‌باشد و منابع نفتی محدود و تجدیدنناپذیرند. برای حل این مشکلات و حمایت از رشد افزایشی صنعت فرآورده-های چوبی توصیه می‌شود از چسب‌هایی که سازگار با محیط‌زیست هستند استفاده شود. پژوهش‌های اولیه در مورد کاربرد تانن به‌عنوان چسب چوب از اوایل سال ۱۹۵۰ توسط دالتون شروع شد (ترکمن، ۱۳۸۴). نتایج تحقیقات دالتون نشان داد که برخی از مواد تاننی با فرمالدهید واکنش داده و چسب‌های با مقاومت بالا به رطوبت بوجود می‌آورند. محققان استرالیایی (۱۹۷۵) گزارش کردند که اتصال چسب‌های تاننی در مقایسه با رزین اوره‌فرمالدهید مقاومت به آب و پایداری ابعاد تخته خرده‌چوب را بهبود می‌بخشند. ترکمن و همکاران (۱۳۸۴) در یک بررسی امکان جایگزینی مواد استخراجی پوست درختان بلوط، راش و ممرز را به‌صورت مخلوط به‌جای فنول در چسب فنول فرمالدهید در شرایط واکنش مشخص و اسیدیتته ۹/۵ و با نسبت مولی فنول به فرمالدهید ۱ به ۲ مورد ارزیابی قرار دادند. چسبندگی چسب حاصل از طریق اندازه‌گیری مقاومت برشی تخته لایه‌های ساخته شده در شرایط کارخانه بررسی شد. نتایج نشان داد با افزایش ۲۵ درصد فنول به مواد استخراجی، می‌توان مقاومت برشی را تا حدود دو برابر شرایط استاندارد برای چسب اوره‌فرمالدهید رساند. Pizzi (۲۰۰۰) با استفاده از تانن استخراج شده از گونه آکاسیا، چسب تانن فرمالدهید تولید کرد و اعلام نمود که برای مصرف در صنایع سلولزی مناسب است. Bisanda و همکاران (۲۰۰۳) از مخلوطی از تانن هیدرولیز شده و عصاره استخراجی از پوست درخت قهوه و اوره‌فرمالدهید برای تعیین خصوصیات مکانیکی و فیزیکی تخته خرده‌چوب مصرفی استفاده کردند. این مخلوط برای کاهش انتشار فرمالدهید

تقویت شده تانن / فنول فرمالدهید اقدام به ساخت تخته خرده چوب از کاه گندم کردند. در این تحقیق تانن در دو سطح (۱۰ و ۲۰) درصد به رزین فنول فرمالدهید افزوده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تخته‌های شاهد خصوصیات فیزیکی بهتری از تخته‌های تیمار شده داشتند. با وجود دارا بودن شرایط استاندارد اروپایی (EN) اضافه کردن تانن به رزین فنول فرمالدهید منجر به کاهش خواص مکانیکی و فیزیکی تخته‌ها شد. به نحوی که افزایش دمای پرس از ۹ به ۱۲ درجه سانتی‌گراد همه خصوصیات فیزیکی و مکانیکی را بهتر کرده است. هدف از این مطالعه تأثیر سطوح مختلف تانن و زمان پرس بر ویژگی‌های فیزیکی و مقاومتی تخته خرده چوب با استفاده از چسب تانن- اوره فرمالدهید می‌باشد.

مواد و روشها

خرده چوب مورد نیاز این بررسی از خرده چوب‌های صنعتی (راش، ممرز، انجیلی و باغی) از کارخانه تخته فشرده ممتاز گلستان تهیه گردید. رزین اوره فرمالدهید از کارخانه شموشک گرگان با دانسیته ۱/۲۶۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب تهیه شد. تانن مورد استفاده در این تحقیق به صورت پودری و از نوع تجاری و محصول کشور آلمان بود. تانن‌های تجاری بیشتر از نوع تانن‌های متراکم می‌باشند. برای ساخت چسب، پودر تانن در سه سطح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد بر اساس وزن خشک به محلول فرمالدهید ۳۵ درصد اضافه شد. برای انحلال بهتر، محلول تا دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد گرم شد و پودر تانن به آرامی به محلول اضافه شد. اسیدیته محلول تانن فرمالدهید به حدود ۴/۵ رسیده و در این شرایط رزین حالت ژله‌ای و در نهایت منعقد می‌شود. برای رساندن

ونیل استات می‌باشد. Moubric و همکاران (۲۰۱۰) در یک بررسی برای تولید تخته سه لایه از آرد ذرت و رزین تانن- فنول فرمالدهید استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که همه تخته‌های ساخته شده خواص مکانیکی مورد نظر را داشتند و همچنین مشاهده کردند که تخته‌های ساخته شده با تانن در مقایسه با فنول در برابر آب مقاوم‌تر می‌باشند. Stefani و همکاران (۲۰۰۸) فنول فرمالدهید حاوی تانن میموزا را در تولید تخته لایه با چوب اکالیپتوس به کار بردند و امکان استفاده از تانن را برای جایگزینی با مواد فنولیکی مضر در کاربردهای صنعتی مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق افزایش تانن منجر به افزایش نسبت گیرایی چسب و افزایش گرانروی شد. همچنین افزودن تانن تأثیر قابل توجهی روی خصوصیات نهایی تخته‌های تولید شده با تانن / فنول فرمالدهید نداشت. در ساخت تخته لایه با چوب اکالیپتوس به این نتیجه رسیدند که در صورت استفاده از رزین تانن فنول فرمالدهید می‌توان رطوبت لایه‌ها را تا ۱۰ درصد در نظر گرفت. به طوری که افزودن حتی مقادیر کم تانن استخراج شده از میموزا به فنول فرمالدهید زمان انعقاد چسب و ویژگی‌های نهایی را در مقایسه با تخته‌های تولید شده با چسب PF کاهش می‌دهد. Kim (۲۰۰۹) در یک بررسی که برای اتصال روکش به سطح تخته‌های کفپوش چوبی از تانن طبیعی و هیبرید تانن- پلی ونیل استات به منظور کاهش انتشار فرمالدهید و ترکیبات گازهای آلی فرار استفاده کرد به این نتیجه رسید، هنگامی که برای اتصال روکش به تخته‌های کفپوش از تانن طبیعی استفاده می‌شود، در مقایسه با هیبرید تانن- پلی ونیل استات انتشار فرمالدهید و ترکیبات گازهای آلی فرار آن کمتر است. طبرسا و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از رزین

نتایج

مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی

آنالیز واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که در مقایسه با نمونه شاهد، اثر تانن فرمالدهید بر مدول الاستیسیته و گسیختگی در زمانهای مختلف پرس (۱۲ و ۱۵ دقیقه) در سطح اطمینان ۹۹٪ معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). شواهد حاصل از مقایسه این ویژگی‌ها بیانگر آن است که این ویژگی‌ها (به جز در تیمار، شامل ۱۰٪ تانن و زمان پرس ۱۵ دقیقه) در مقایسه با نمونه شاهد کاهش یافته است. همچنین افزودن مصرف تانن فرمالدهید از ۱۰ به ۳۰٪ به لحاظ آماری موجب کاهش معنی‌دار این ویژگی‌ها در سطح اطمینان ۹۹٪ شده و آزمون دانکن آنها را در گروه‌های مجزا قرار داده است. افزایش زمان پرس از ۱۲ به ۱۵ دقیقه موجب بهبود معنی‌دار مدول الاستیسیته (در سطح ۹۹٪) و کاهش غیر معنی‌دار مدول گسیختگی تخته‌های تولیدی شده است. به‌طور کلی نتایج نشان داد که مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده با چسب اوره فرمالدهید خالص به‌عنوان نمونه‌های شاهد، نسبت به تیمارهای مربوط به جایگزینی تانن فرمالدهید در چسب برتری دارد. به‌طوری‌که میانگین تخته‌های ساخته شده با چسب اوره فرمالدهید و زمان پرس ۱۲ دقیقه دارای بیشترین مقدار مدول الاستیسیته بوده و پس از آن زمان پرس ۱۵ دقیقه قرار دارد. نتایج نشان می‌دهد که تخته‌های ساخته شده با چسب اوره فرمالدهید دارای سختی بیشتری از تخته‌های ساخته شده با درصد‌های مختلف جایگزینی تانن فرمالدهید می‌باشد. در ده درصد جایگزینی رزین با تانن به‌عنوان چسب برای ساخت تخته خرده‌چوب، بهترین شرایط بین تانن فرمالدهید و رزین اوره فرمالدهید از نظر مدول الاستیسیته و سختی نمونه‌ها ایجاد شده است.

اسیدیته محلول تانن فرمالدهید به حدود ۷ از محلول هیدروکسید سدیم با غلظت ۵۰ درصد استفاده شد. سپس با استفاده از همزن مکانیکی محلول تانن فرمالدهید با رزین اوره فرمالدهید مخلوط گردید. چسب‌زنی خرده‌چوب‌ها برای ساخت تخته‌ها با استفاده از دستگاه چسب‌زن آزمایشگاهی انجام شد. مقدار مصرف چسب ۱۲ درصد برای لایه‌های سطحی و ۱۰ درصد برای لایه‌های میانی بود. برای تشکیل یک سه لایه خرده‌چوب از قالبی به ابعاد $15 \times 22 \times 32$ سانتی‌متر استفاده شد. برای فشرده‌سازی یک و ساخت تخته‌ها از پرس گرم هیدرولیکی استفاده شد. پرس مورد استفاده در این تحقیق از نوع آزمایشگاهی با نام تجاری OTT بود. فشار اعمال شده در پرس ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و دمای پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، دانسیته اسمی تخته‌ها ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب و ضخامت اسمی آنها ۱۶ میلی‌متر در نظر گرفته شد. زمان پرس نیز در دو سطح ۱۲ و ۱۵ دقیقه انتخاب شد. تخته‌های ساخته شده جهت یکنواخت شدن رطوبت و متعادل‌سازی تنش‌های داخلی به مدت سه هفته در اتاق مشروط‌سازی در دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵ درصد نگهداری شدند. پس از این مدت تخته‌ها براساس استاندارد فرانسوی CTB-S برای تهیه نمونه‌های آزمون برش داده شدند، سپس مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی (با استفاده از دستگاه مکانیکی SCHENCK TREBEL) و واکنشیدگی ضخامت مطابق با استاندارد ASTM اندازه‌گیری شد. اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS (در سطح اطمینان آماری ۹۹٪) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

پس از آن با اختلاف کمتری در تخته‌های ساخته شده با ده درصد جایگزینی مشاهده شده است. البته در تمامی تیمارها زمان پرس ۱۵ دقیقه مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته کمتری را به وجود آورده‌اند که علت آن را می‌توان اثر تخریبی حرارت به طور نامحسوس در زمان پرس ۱۵ دقیقه بر روی اتصال بین چسب و خرده چوب در لایه سطحی تخته دانست که این اثر تخریبی در زمان پرس ۱۲ دقیقه کمتر بوده است.

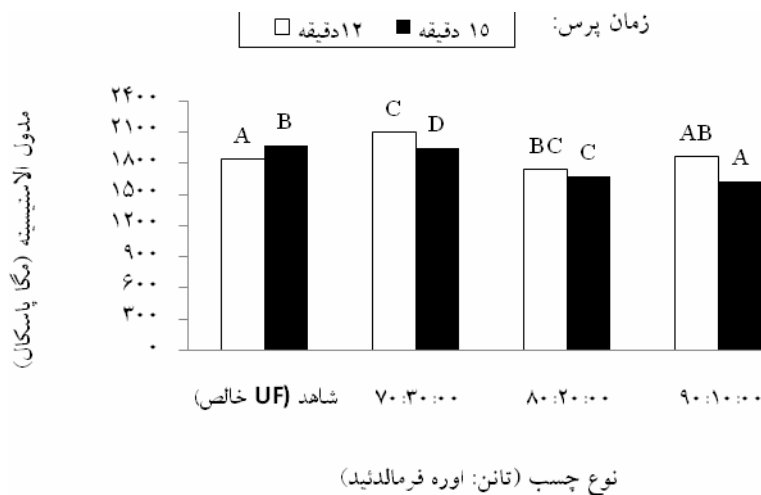
همچنین اثر متقابل تانن فرمالدهید و زمان پرس بر مقادیر مدول الاستیسیته معنی دار است اما این اثر در مورد مدول گسیختگی معنی دار نیست (جدول ۲). در مجموع بیشترین میزان مدول الاستیسیته (شکل ۱) و کمترین مدول گسیختگی (شکل ۲) در بین تخته‌های تولیدی، تخته‌های حاصل از شرایط استفاده از ۳۰٪ تانن فرمالدهید و ۱۵ دقیقه زمان پرس بوده، در حالی که بیشترین میزان مدول گسیختگی در نمونه‌های شاهد بدست آمده است و

جدول ۱- آزمون تجزیه واریانس اثر تانن فرمالدهید و زمان پرس بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های تولیدی

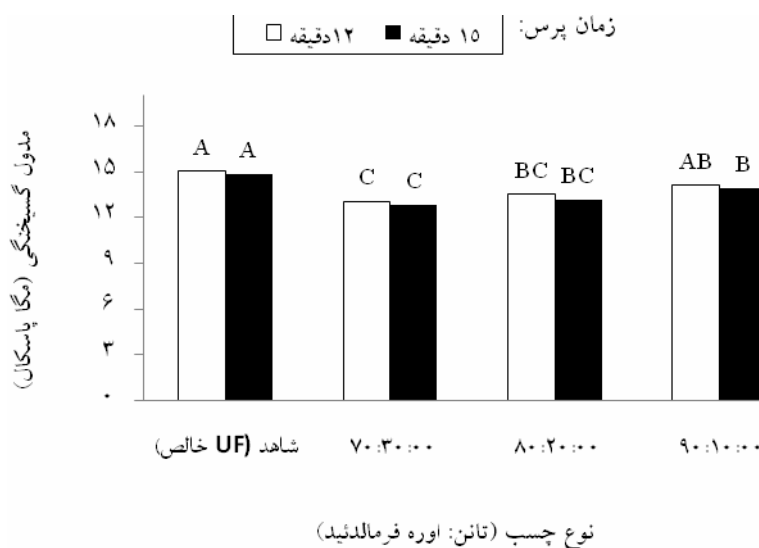
عوامل متغیر			سطوح مختلف تانن فرمالدهید			ویژگی‌های تخته
زمان‌های مختلف پرس			میزان F			
تانن ۳۰٪	تانن ۲۰٪	تانن ۱۰٪	زمان پرس ۱۵ دقیقه	زمان پرس ۱۲ دقیقه		
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	مدول الاستیسیته
۰/۵۱۳	۰/۰۴۳	۰/۶۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	مدول گسیختگی
۰/۱۲۷	۰/۲۴۱	۰/۶۸۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۹	چسبندگی داخلی
۰/۳۷۳	۰/۰۰۵۱	۰/۱۴۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	واکشیدگی ضخامت (۲ ساعت)
۰/۷۷	۰/۶۱۴	۰/۳۴۳	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۱۴	واکشیدگی ضخامت (۲۴ ساعت)

جدول ۲- اثر متقابل تانن فرمالدهید و زمان پرس بر ویژگی‌های تخته خرده چوب

سطح معنی داری		ویژگی‌های تخته
انحراف معیار	میزان F	
۰/۰۵	۰/۰۰۰۱	مدول الاستیسیته
۲/۳۷	۰/۰۰۰۱	مدول گسیختگی
۴/۸۱	۰/۰۰۰۱	چسبندگی داخلی
۱/۳۸	۰/۰۰۰۱	واکشیدگی ضخامت (۲ ساعت)
۳/۷۱	۰/۰۰۰۱	واکشیدگی ضخامت (۲۴ ساعت)



شکل ۱- اثر متقابل زمان پرس و مقدار تانن فرمالدهید بر مدول الاستیسیته تخته‌ها



شکل ۲- اثر متقابل زمان پرس و مقدار تانن فرمالدهید بر مدول گسیختگی تخته‌ها

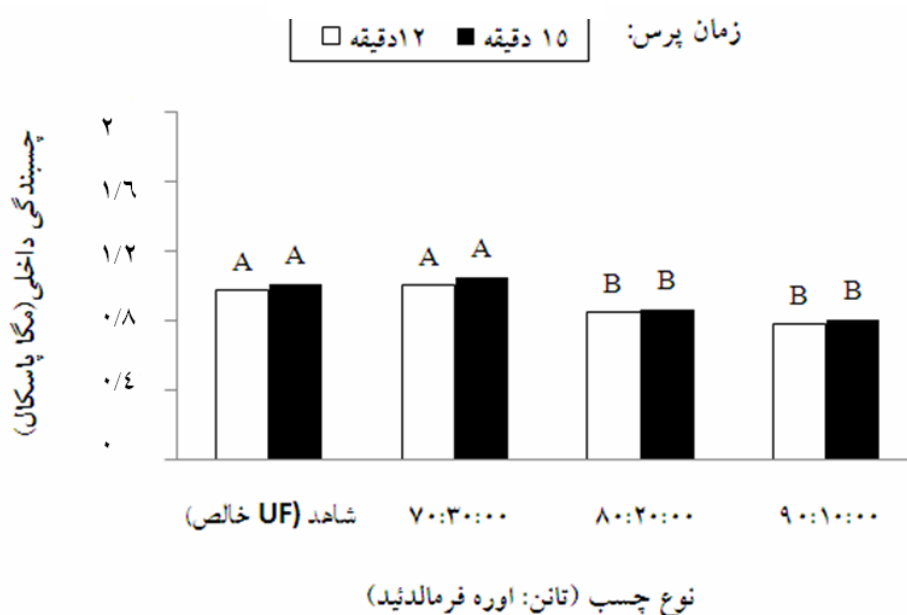
چسبندگی داخلی

نتایج آزمون تجزیه واریانس تأثیر درصدهای مختلف تانن فرمالدهید بر چسبندگی داخلی تخته‌های تولیدی نشان داد که افزایش مصرف تانن فرمالدهید تا ۳۰٪ موجب بهبود معنی‌دار چسبندگی داخلی تخته در سطح اطمینان آماری

۹۹٪ شده است (جدول ۱). آزمون دانکن مقادیر چسبندگی تخته‌های تولیدی را در ۳ گروه مجزا قرار داد، به طوری که حداکثر چسبندگی داخلی در نمونه شاهد و ۳۰٪ تانن مشاهده شده است. تخته‌های حاصل از ۱۰٪ تانن- فرمالدهید در بین تخته‌های تولیدی کمترین میزان

جایگزینی تانن و حتی نمونه‌های تخته‌های شاهد که با چسب خالص ساخته شده بود برتری دارد. نتایج نشان داد که تیمار تخته‌های ساخته شده با درصد جایگزینی ده درصد و زمان پرس ۱۵ دقیقه با میانگین $1/048$ مگاپاسکال دارای بیشترین چسبندگی داخلی می‌باشد. زمان پرس ۱۵ دقیقه نسبت به ۱۲ دقیقه باعث افزایش و بهبود اتصالات در لایه میانی تخته‌ها شده است.

چسبندگی داخلی را نشان داد. افزایش زمان پرس تا ۱۵ دقیقه و همچنین اثر متقابل تانن فرمالدهید و زمان پرس تأثیر معنی‌داری را در میزان چسبندگی داخلی نشان نداد. البته اندازه‌گیری چسبندگی داخلی تخته‌ها (شکل ۳) نشان داد که تخته‌های ساخته شده با مخلوط تانن فرمالدهید و اوره فرمالدهید به نسبت ده درصد نسبت به چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده با سایر درصدهای



شکل ۳- اثر متقابل زمان پرس و مقدار تانن فرمالدهید بر چسبندگی داخلی تخته‌ها

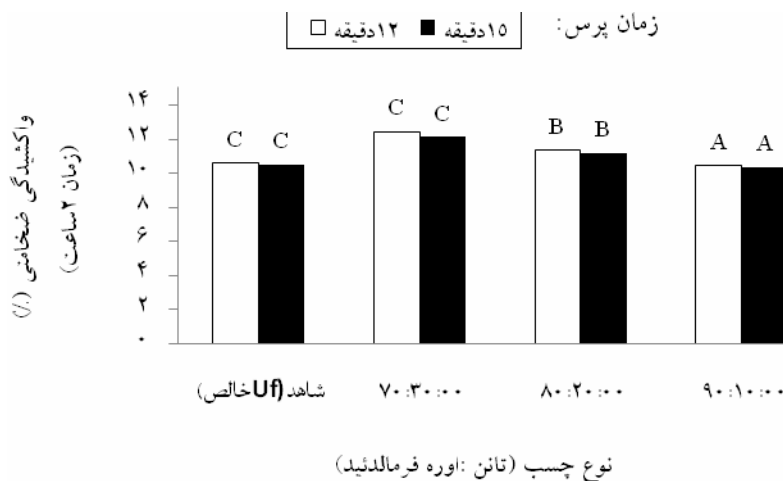
واکشیدگی ضخامتی

نتایج بدست‌آمده از تجزیه واریانس تأثیر درصدهای مختلف تانن فرمالدهید بر واکشیدگی ضخامت تخته‌های تولیدی در زمان‌های مختلف ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری نشان داد که در مقایسه با نمونه شاهد، افزایش مصرف تانن فرمالدهید از ۱۰ به ۳۰٪ موجب کاهش معنی‌دار واکشیدگی ضخامت تخته در زمان‌های ۲ و ۲۴ ساعت شد (جدول ۱). آزمون دانکن مقادیر واکشیدگی ضخامت تخته

را در زمان‌های ۲ و ۲۴ ساعت به ترتیب در ۲ و ۳ گروه مجزا قرار داده است. همچنین افزایش زمان پرس از ۱۲ به ۱۵ دقیقه تنها در سطح مصرف ۲۰٪ تانن، کاهش واکشیدگی ضخامت تخته بعد از ۲ ساعت را موجب شده اما در سایر سطوح تانن مصرفی، کاهش واکشیدگی ضخامت تخته بعد از ۲ و ۲۴ ساعت به لحاظ آماری (سطح اطمینان آماری ۹۹٪) معنی‌دار مشاهده نشده است. نتایج تجزیه واریانس تأثیر متقابل سطوح مختلف تانن-

واکسیدگی‌های به دست آمده حتی از نمونه‌های شاهد ساخته شده با چسب اوره فرمالدهید خالص کمتر مشاهده شده است (شکل‌های ۴ و ۵). بنابراین در این شرایط ساخت و با این مواد جایگزینی مقدار کمی تانن فرمالدهید (۱۰ درصد) در رزین تأثیر مثبتی در خواص رطوبتی تخته خرده چوب داشته است. در تمامی درصدهای جایگزینی با افزایش زمان پرس از ۱۲ به ۱۵ دقیقه، به علت تداوم حرارت پرس و در نتیجه بهبود اتصالات چسب در حالت کلی و نیز اصلاح حرارتی خرده چوب‌ها، میزان واکسیدگی ضخامتی کاهش یافته است.

فرمالدهید و زمان پرس حکایت از تأثیر معنی دار بر واکسیدگی ضخامت تخته بعد از زمان‌های ۲ و ۲۴ ساعت در سطح آماری ۹۹٪ داشته است. به طور کلی نتایج مقایسه میانگین مقادیر واکسیدگی ضخامت تخته‌های تولیدی با آزمون دانکن نشان داد که کمترین میزان واکسیدگی ضخامتی ۲ ساعت در درصد جایگزینی تانن فرمالدهید/ اوره فرمالدهید به نسبت ۱۰:۹۰ و زمان پرس ۱۵ دقیقه و کمترین واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت در درصد جایگزینی تانن فرمالدهید/ اوره فرمالدهید به نسبت ۳۰:۹۰ و زمان پرس ۱۵ دقیقه بوده، به طوری که میزان



شکل ۴- اثر متقابل زمان پرس و مقدار تانن فرمالدهید بر واکسیدگی ضخامتی تخته‌ها در زمان ۲ ساعت

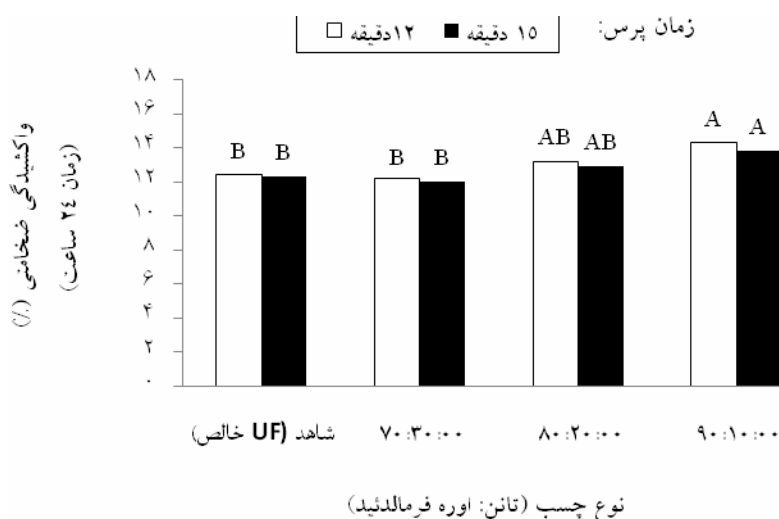
تانن فرمالدهید در مورد تخته‌های ساخته شده از گاه گندم نیز تا حدی به بهبود مقاومت‌های مکانیکی و فیزیکی تخته انجامیده است. میانگین مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده پایین‌تر از میزان مجاز این خواص براساس استانداردهای فرانسوی CTB-S می‌باشد. از آنجا که مدول گسیختگی ارتباط زیادی به فشردگی و کیفیت

بحث

به طور کلی استفاده از مقادیر مختلف تانن فرمالدهید تا حدی موجب بهبود ویژگی‌های مقاومتی تخته‌های ساخته شده در مقایسه با تخته شاهد شد. نتایج این تحقیق با نتایج بدست آمده توسط طبرسا و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد، به طوری که استفاده از درصدهای مختلف

چسب لایه‌های سطحی افزود تا اتصالات بهتری در لایه سطحی ایجاد شود. با افزایش سرعت بسته شدن پرس نیز می‌توان مقاومت خمشی را افزایش داد. میانگین مقاومت چسبندگی داخلی تخته خرده چوب‌های ساخته شده در این تحقیق در تمامی تیمارها در صورت جایگزینی تانن-فرمالدهید بسیار بالاتر از مقادیر مجاز مندرج در استاندارد فرانسوی CTB-S می‌باشد (جدول ۳).

اتصال در لایه سطحی دارد و احتمالاً این ضعف مربوط به فشردگی کم لایه‌های سطحی و دانسیته پایین این لایه‌ها می‌باشد برای رفع این مشکل می‌توان مقدار خرده چوب‌های لایه سطحی را افزایش داد. همچنین با توجه به این که مقادیر چسبندگی داخلی تخته‌ها بسیار بیشتر از مقادیر استاندارد است، به نظر می‌رسد که می‌توان تا حدی از درصد چسب لایه میانی کاسته و به درصد



شکل ۵- اثر متقابل زمان پرس و مقدار تانن فرمالدهید بر واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها در زمان ۲۴ ساعت

جدول ۳- استاندارد فرانسوی CTB-S (استاندارد ویژگی‌های تخته خرده به کار رفته در داخل ساختمان)

چسبندگی داخلی	واکنشیدگی ضخامت (بعد از ۲۴ ساعت)	مدول گسیختگی	مدول الاستیسیته	استاندارد فرانسوی CTBS
≥ 0.45	$\leq 19\%$	≥ 17	≥ 2200	

همچنین میانگین میزان واکنشیدگی ضخامت تخته‌های ساخته شده در این تحقیق پایین‌تر از میزان مجاز استاندارد فرانسوی برای تخته خرده چوب به کار رفته در داخل

کمترین میزان مقاومت چسبندگی داخلی به دست آمده (تیمار ۷۰:۳۰) می‌تواند مقاومت مورد نظر را برای تخته خرده چوب ساختمانی (مطابق با جدول ۳) تأمین کند.

- Bisanda, E.T.N., Ogola, W.O. and Tesha, J.V., 2003. Characterisation of tannin resin blends for particleboard application. *J Cement and Concrete Composite*. 25:593-598.
- Boquillion, N., Elbez, G. and Schonfeld, U., 2004. Properties Of Wheat Particleboard Bonded With Different Type Of Resin. *J Wood Science* (50):230-235.
- Coppens, H.A. and Santane, M.A.E., 1979. Tanin Formaldehyde Adhesives For Exterior Grade Plywood and Particleboard Manufacture. *Forest Product Journal*. Vol.30(4):38-42.
- Kim, S., Kim, H.-J., Zhu Xu, G. and Geun Eom, Y., 2007. Environment-friendly Adhesives for Fancy Veneer Bonding of Engineered Flooring to Reduce Formaldehyde and TVOC 7-Emissions. *Mokchae Konghak* 35(5):58-66.
- Kim, S., 2009. Environment-friendly adhesives for surface bonding of wood-based flooring using natural tannin to reduce formaldehyde and TVOC emission. *Bioresource Technology*, 11:744-748.
- Moubarik, A., Allal, A., Pizzi, A., Charreir, B., and Carreir, F. 2010. Characterization of a formaldehyde-free cornstarch and tannin wood adhesive for interior plywood. *Eur. J., wood Prod.*, 68 (4): 427-433.
- Pichelin, F., Nakatani, M., Pizzi, A., Wieland, S., Despres, A., and Regolet, S., 2006. Structural beams from thick wood panels bonded industrially with formaldehyde-free tannin adhesives. *Forest Products J.*, 56 (5): 31-37.
- Pizzi, A., 2000. Tannery Row-The Story Of Some Natural & Synthetic Wood Adhesive. *Wood Science and Technology* (48):277-316.
- Standard Test Methods for Inside Use Particleboard Panels, CTB-S, French, 2002.
- Stefani, P.M., Pena, C., Ruseckaite, R.A., Piter, J.C. and Mondragon, I., 2008. Processing conditions analysis of eucalyptus globules plywood bonded with resol-tannin adhesives. *Bioresource Technology*. Vol99. pp 5977-5980.
- Tabarsa, T., Jahanshahi, Sh. and Ashori, A., 2011. Mechanical and physical properties of wheat straw boards bonded with a tannin modified phenol-formaldehyde adhesive. *Composites: Part B*, (42) 176-180.

ساختمان می‌باشد. نتایج این تحقیق با نتایج بدست آمده توسط بیزاند و همکاران (۲۰۰۳) و همچنین مطابق نتایج استفانی و همکاران (۲۰۰۸) می‌باشد. درصد واکنشیدگی در پایین‌ترین میزان خود یعنی تیمار مربوط به درصد جایگزینی ۱۰:۹۰ اختلاف بسیار کمی با میزان مجاز واکنشیدگی برای مصارف خارجی تخته خرده‌چوب بر اساس استاندارد ایران دارد که می‌توان با افزودن مواد روغنی مانند پارافین که به‌طور معمول در کارخانجات به چسب افزوده می‌شود، میزان واکنشیدگی مربوط به این تیمار را تا حد استاندارد پایین آورد. به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که در این شرایط ساخت و مواد اولیه و عمل‌آوری تانن برای جایگزینی در رزین به‌عنوان چسب برای ساخت تخته خرده‌چوب، جایگزینی مقادیر کم تانن اهداف مقاومتی مورد نظر را برآورده کرده است. همچنان که اشاره شد با افزودن موادی مثل پارافین می‌توان این مقادیر را کاملاً در محدوده استاندارد این نوع تخته خرده‌چوب قرار داد. البته سایر نسبت‌های جایگزینی با شرایط آزمایشی این تحقیق به علت مقاومت‌های نسبتاً پایین تخته‌های ساخته شده قابل توصیه نمی‌باشد.

منابع مورد استفاده

- ترکمن، ج.، دوست حسینی، ک. و جهان‌لتیباری، ا.، ۱۳۸۴. بررسی امکان جایگزینی رزین فنول-فرمالدهید با مواد استخراجی پوست بلوط در ساخت تخته خرده‌چوب. *مجله منابع طبیعی ایران*. جلد ۵۸. شماره ۲. ۳۹۵-۴۰۲.

The manufacture of particleboard using tannin-modified urea formaldehyde adhesive

Sepahvand, S.^{1*}, Ziaee Khosro Shahi, S.² and Tabarsa, T.³

1*-Corresponding Author, M.Sc., Student of Wood Composites, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. Email: simasepahvand@yahoo.com

2- M.Sc., Student of Wood and Paper Science, Tehran University of Natural Resources ,Iran

3- Prof. of Wood and Paper Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Department of Wood and Paper Technology. Gorgan, Iran.

Received: May, 2012

Accepted: March, 2013

Abstract

This study provides an investigation of particleboard manufacture using tannin-urea formaldehyde adhesive. Test board samples were made with regard to various replacement percentage of tannin-urea (levels of 0, 10, 20 and 30%) and press time (12 and 15 min) and their properties were determined. Achieved data were analyzed according to two sides factorial plan. The results showed that with replacement of 10% urea formaldehyde adhesive by tannin-formaldehyde at both 12 and 15 min pressing times, thickness swelling (after 2 and 24 hours immersion in water) was decreased while internal bonding increased. There were no significant effect on MOR and MOE values. In general, the results of present research showed that replacing the UF resin at lower levels of tannin is suitable as adhesive to manufacture particleboard so that with replacement ratio of 90:10, the moisture properties of boards were very close to permissible those of the exterior wood uses.

Key words: Particleboard, tannin - urea formaldehyde adhesive, press time, modulus of rupture, internal bonding.