

ساخت تخته خرده چوب با استفاده از چسب فنول بر پایه تانن

سیما سپهوند^{۱*}، میثم زاهدی^۲، سمانه ویلکی^۳ و تقی طبرسا^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته فرآورده‌های چند سازه چوبی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
پست الکترونیک: SimaSepahvand@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته فرآورده‌های چند سازه چوبی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانشجوی کارشناسی مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

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

تاریخ پذیرش مقاله: شهریور ۱۳۹۱

تاریخ رسید: مهر ۱۳۹۰

چکیده

تانن‌ها یکی از مطلوب‌ترین ترکیب‌های فنولی طبیعی و تجدیدپذیر بوده که از منابع گیاهی به دست می‌آیند. ماهیت فنولی تانن‌ها باعث می‌شود که این مواد در واکنش با فرمالدهید شرکت کرده و رزین‌های تانن فرمالدهید تشکیل دهند. در این تحقیق برای ساخت تخته خرده چوب از مواد اولیه کاه گندم و خرده چوب جنگلی (با نسبت ۵۰ به ۵۰ درصد) و چسب فنول فرمالدهید بر پایه تانن استفاده شد. برای ساخت چسب، پودر تانن در دو سطح ۱۰ و ۲۰ درصد بر اساس وزن خشک رزین به محلول فرمالین ۳۵ درصد اضافه شد سپس تخته‌ها در دو محدوده ضخامت ۱۰ و ۱۶ میلی‌متری ساخته شده و ویژگی‌های آنها شامل مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی، واکنش‌پذیری ضخامتی و جذب آب اندازه‌گیری گردید. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که مقاومت تخته‌های ساخته شده از مخلوط کاه گندم و خرده چوب نسبت به تخته خرده ساخته شده از خرده چوب خالص کمتر است. همچنین افزایش مصرف تانن در چسب فنول فرمالدهید موجب افزایش چسبندگی داخلی و افزایش واکنش‌پذیری و میزان جذب آب تخته (در ۲ و ۲۴ ساعت) شد.

واژه‌های کلیدی: تخته خرده چوب، کاه گندم، چسب تانن - فنول فرمالدهید، ویژگی‌های مقاومتی.

مقدمه

دارد. مهم‌ترین رزین‌های مورد استفاده در فرآورده‌های مرکب چوبی، رزین‌های فنل فرمالدهید و اوره فرمالدهید است (رزین‌های آمینوپلاستیک). مهم‌ترین عیب رزین‌های آمینوپلاستیک به‌ویژه اوره فرمالدهید، ضعیف شدن و از بین رفتن اتصال‌های آن در اثر رطوبت و تغییر عوامل جوی می‌باشد. در مورد عیب دیگر، می‌توان به حضور فرمالدهید و سمی بودن آن اشاره کرد، همچنین رزین‌های

فرآورده‌های تولید شده از چوب و مواد لیگنوسلولزی (اوراق فشرده چوبی) شامل انواع تخته لایه، تخته خرده چوب و غیره می‌باشند که امروزه جایگاه ویژه‌ای در زندگی روزمره انسان پیدا کرده‌اند و در این میان تخته خرده چوب به علت تأکید ویژه‌ای که بر مصرف پسماندها و چوب‌های کم ارزش دارد جایگاه بالاتری نسبت به بقیه

برای مصارف بیرونی تخته لایه، نشان داد مقدار کمی از رزین اوره فرمالدهید می‌تواند ساختار چسب را برای مصارف بیرونی تخته لایه تکمیل کند. زمانی که تانن با اوره فرمالدهید پلیمر می‌شود به حد کافی در مقابل اثرهای منفی ناشی از آب سرد و آب جوش بر روی رزین اوره فرمالدهید خالص، محافظت می‌شود. 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. و در کتاب شیمی چسب خود نیز بیان کرد که در فرآورده‌های چندسازه چوبی کیفیت مورد نیاز در خط چسب به قدری بالاست که چسب‌های تاننی اصلاح شده جوابگو نیستند و حتی تصفیه عصاره تانن هم کفایت نمی‌کند. تقویت رزین برای کاهش ناخالصی‌ها عملی‌ترین روش است. به طوری که قرار گرفتن تانن در فرمولاسیون رزین‌های فنول فرمالدهید و اوره فرمالدهید و ملامین فرمالدهید از ترکیب فرمالدهید با تانن که از طریق اتصال متیلینی شبکه عرضی ایجاد می‌شود و تقویت اتصال را به همراه دارد، امکان‌پذیر می‌گردد. Kim و همکاران (۲۰۰۷) که از اوره فرمالدهید، تانن- اوره فرمالدهید و هیبرید ملامین فرمالدهید- پلی‌وینیل‌استات برای ساخت کفپوش‌های مهندسی شده به‌منظور کاهش انتشار فرمالدهید و ترکیب‌های گازهای آلی فرار استفاده کردند به این نتیجه رسیدند که انتشار گاز فرمالدهید و ترکیب‌های گازهای آلی فرار در چسب اوره فرمالدهید بیشتر از تانن- اوره فرمالدهید است و تانن اوره فرمالدهید بیشتر از مخلوط ملامین فرمالدهید- پلی‌وینیل‌استات می‌باشد. Moubarik و همکاران (۲۰۰۹) و (۲۰۱۰) رزینی بر پایه نشاسته ذرت و تانن کوئبراکو، به‌عنوان جایگزین بخشی از فنل فرمالدهید، در تولید تخته لایه به‌کار بردند. نتایج این تحقیق نشان داد که تخته‌های

آمینوپلاستیک منشأ نفتی دارند، و همان طور که می‌دانیم منابع نفتی محدود و تجدیدناپذیرند. برای حل این مشکل‌ها باید از چسب‌های سازگار با محیط‌زیست استفاده شود و هدف ما در این مقاله نیز تولید تخته خرده‌چوب با استفاده از فنل فرمالدهید بر پایه تانن می‌باشد. پژوهش‌های اولیه در مورد کاربرد تانن به‌عنوان چسب از اوایل سال ۱۹۵۰ توسط دالتون شروع شد. نتایج تحقیقات Dalton (۱۹۵۰) نشان داد که برخی از مواد تاننی به فرمالدهید واکنش داده و چسب‌هایی را که مقاومت بالایی به رطوبت دارند بوجود می‌آورند. محققان استرالیا (۲۰۰۳) Bisanda و Joseph (۱۹۹۶) گزارش کردند که چسب‌های تاننی در مقایسه با رزین اوره فرمالدهید مقاومت به آب و پایداری ابعاد تخته خرده‌چوب را بهبود می‌بخشند. Coppins and Sanat (۱۹۷۹) چسب تانن فرمالدهید حاصل از عصاره پوست درخت آکاسیا (*Acacia nigra*) را برای ساخت تخته لایه و تخته خرده‌چوب مورد استفاده در مصارف بیرونی مورد مطالعه قرار دادند و تأثیر میزان فرمالدهید، مقدار مصرف چسب، رطوبت لایه‌ها و زمان چسب‌زنی تا زمان ورود به پرس را بر کیفیت چسبندگی تخته لایه بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که برای واکنش تانن با فرم‌آلدهید به میزان فرم‌آلدهید بیشتری نیاز است. Negogan (۱۹۸۲) در تحقیقی عنوان نمود، ذراتی که دارای ضخامت یکنواخت، تغییر شکل محدود، سطوح صاف و رطوبت‌پذیری یکنواخت باشند چسب‌پذیری بهتری خواهند داشت و استفاده از ذرات خرده‌چوب دارای ضریب لاغری بالا تخته‌هایی با مدول گسیختگی بالا تولید می‌کند. Pizzi (۱۹۹۷) در یک تحقیق با استفاده از محلول مواد استخراجی پوست درخت واتل (*Blakwattle*) و رزین اوره فرمالدهید برای ساخت چسب

استخراجی پوست بلوط در مقایسه با نمونه شاهد، خواص مکانیکی را کاهش و خواص فیزیکی را افزایش می‌دهد. طبرسا و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از رزین تقویت شده تانن/ فنول فرمالدهید اقدام به ساخت تخته خرده‌چوب از کاه‌گندم کردند. در این تحقیق تانن در دو سطح (۱۰ و ۲۰ درصد) به رزین فنل فرمالدهید افزوده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تخته‌های شاهد خواص فیزیکی بهتری از تخته‌های تیمار شده داشتند. اما میزان مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌های تولید شده با رزین تقویت شده توسط تانن (PTF) در حد استاندارد اروپایی (EN) بود. اضافه کردن تانن به رزین فنول فرمالدهید منجر به کاهش خواص مکانیکی و فیزیکی تخته‌ها شد. تنها تیمار مربوط به ۱۰٪ تانن خواصی برابر و حتی در مواردی بهتر از فنل فرمالدهید خالص ایجاد کرد. همچنین هنگامی که دمای پرس از ۹ به ۱۲ دقیقه افزایش یافت، همه خواص فیزیکی و مکانیکی نیز بهبود پیدا کرد.

مواد و روشها

برای ساخت تخته خرده‌چوب از مواد اولیه کاه‌گندم و خرده‌چوب جنگلی (با نسبت ۵۰ به ۵۰) و چسب فنل فرمالدهید بر پایه تانن استفاده شد. میزان رطوبت خرده‌چوب‌ها تعیین شد. رزین با دانسیته ۱/۲۶۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب از کارخانه شموشک گرگان تهیه شد. تانن مورد استفاده در این تحقیق به صورت پودری و از نوع تجاری و محصول شرکت مرک آلمان بود. تانن‌های تجاری بیشتر از نوع تانن‌های متراکم می‌باشد. فرمول شیمیایی ساده آن $C_{76}H_{52}O_{46}$ و وزن مولکولی ۱۷۰۱/۲۰ می‌باشد. تانن مصرفی به صورت پودر تهیه گردید. برای ساخت چسب، پودر تانن در دو سطح ۱۰ و ۲۰ درصد براساس وزن خشک رزین محلول فرمالین ۳۵ درصد

تولید شده با رزین نشاسته/تانن- فنل فرمالدهید به نسبت (۸: ۵: ۱۵) در مقایسه با تخته‌های تولید شده با PF تجاری معمول خواص مکانیکی بهتری ارائه کرد. دما و زمان انعقاد چسب نشاسته/تانن- فنل فرمالدهید به ترتیب ۱۷۰ و ۴ دقیقه بود. سطح انتشار فرمالدهید آزاد از تخته‌های تولید شده با این رزین پایین‌تر از تخته‌های شاهد بود. مقاومت به آب تخته‌ها با افزایش نشاسته و تانن به فنول فرمالدهید با وجود اینکه واکنشی بین آنها رخ نداده به طور محسوسی افزایش یافت. Kim (۲۰۰۹) در یک بررسی که برای اتصال روکش به سطح پانل‌های کف‌پوش چوبی از تانن طبیعی و مخلوط تانن- پلی‌وینیل استات به منظور کاهش انتشار فرمالدهید و ترکیب‌های گازهای آلی فرار استفاده کرد، به این نتیجه رسید، هنگامی که برای اتصال روکش به چندسازه‌های کفپوش از تانن طبیعی استفاده می‌شود در مقایسه با هیبرید تانن- پلی‌وینیل استات انتشار فرمالدهید و ترکیب‌های گازهای آلی فرار آن کمتر است. ترکمن و همکاران (۱۳۸۴) در یک تحقیق امکان استفاده از ترکیب‌های فنولی فعال مواد استخراجی رزین فنل فرمالدهید برای ساخت تخته خرده‌چوب را مورد مطالعه قرار دادند. درصد مصرف ترکیب‌های فنولی مواد استخراجی و دمای پرس از عوامل متغیر بودند. خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که بهترین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی، مربوط به تخته‌هایی است که در جایگزینی رزین فنل فرمالدهید حاوی ۳۰ درصد ترکیب‌های فنولی مواد استخراجی پوست درخت بلوط و در شرایط دمای پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۷ دقیقه و با ۲ درصد کاتالیزور استات روی ساخته شده‌اند. جایگزین کردن رزین فنل فرمالدهید با ترکیب‌های فنلی مواد

جذب آب و واکنشیدگی آنها اندازه گیری شد. اطلاعات جمع آوری شده با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

مقاومت‌های مکانیکی شامل مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی توسط دستگاه SCHENCK TREBEL اندازه‌گیری شد. همچنین در این بررسی مقاومت‌های فیزیکی شامل جذب آب و واکنشیدگی ضخامت نیز طبق استاندارد ASTM اندازه‌گیری شد.

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود تخته‌های ساخته شده با چسب حاوی ۲۰٪ تانن و ضخامت ۱۰ mm مقاومت خمشی بیشتری را دارا بودند که این امر به این دلیل است که با افزایش تانن و کاهش ضخامت، و افزایش دانسیته مقاومت خمشی افزایش می‌یابد؛ که می‌تواند به علت حجم زیاد کاه‌گندم و خرده‌چوب در قسمت میانی تخته باشد.

با توجه به شکل ۲ در تخته‌های با ضخامت ۱۰ میلیمتر با افزایش درصد تانن مدول الاستیسیته همانند مقاومت خمشی افزایش می‌یابد و در تخته‌های با ضخامت ۱۶ میلیمتر با افزایش درصد تانن مدول الاستیسیته به مقدار کمی کاهش می‌یابد که ممکن است به دلیل خطا در هنگام ساخت تخته باشد.

اضافه شد. برای انحلال‌پذیری بهتر، محلول تا دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد گرم شد و پودر تانن به آرامی به محلول اضافه شد. اسیدیته محلول تانن فرمالدهید در حدود ۴/۵ بود. با توجه به اینکه رزین در شرایط اسیدی حالت ژله‌ای و نهایت‌گیری به خود می‌گیرد. اسیدیته محلول تانن فرمالدهید با استفاده از محلول هیدروکسید سدیم ۵۰ درصد محلول در حدود ۷ تنظیم گردید. سپس با استفاده از همزن مکانیکی محلول تانن با رزین فنل فرمالدهید مخلوط گردید. چسب‌زنی خرده‌چوب‌ها برای ساخت تخته‌ها با استفاده از دستگاه چسب‌زن آزمایشگاهی انجام گرفت. مقدار مصرف چسب ۱۲ درصد برای لایه‌های سطحی (کاه‌گندم) و ۸ درصد برای لایه‌های میانی (خرده‌چوب جنگلی) بود. برای تشکیل یک سه‌لایه خرده‌چوب از قالبی به ابعاد ۱/۶×۳۰×۲۰ و ۱×۳۰×۲۰ سانتی‌متر استفاده شد. برای فشرده‌سازی کیک و ساخت تخته‌ها از پرس گرم هیدرولیکی استفاده شد. فشار اعمال شده در پرس ۳۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، دانسیته اسمی تخته‌ها ۰/۷ و ۰/۴۳ گرم بر سانتی‌متر مربع و ضخامت اسمی آنها ۱۶ و ۱۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد. زمان پرس نیز ۱۰ دقیقه تعیین شد. تخته‌های ساخته شده برای یکنواخت شدن رطوبت و متعادل‌سازی تنش‌های داخلی به مدت یک هفته در در اتاق کلیما در حرارت 20 ± 2 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد نگهداری شدند. پس از این مدت تخته‌ها برای تهیه نمونه‌های آزمونی برش داده شدند سپس مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی،



شکل ۱- نمودار میانگین مقاومت خمشی

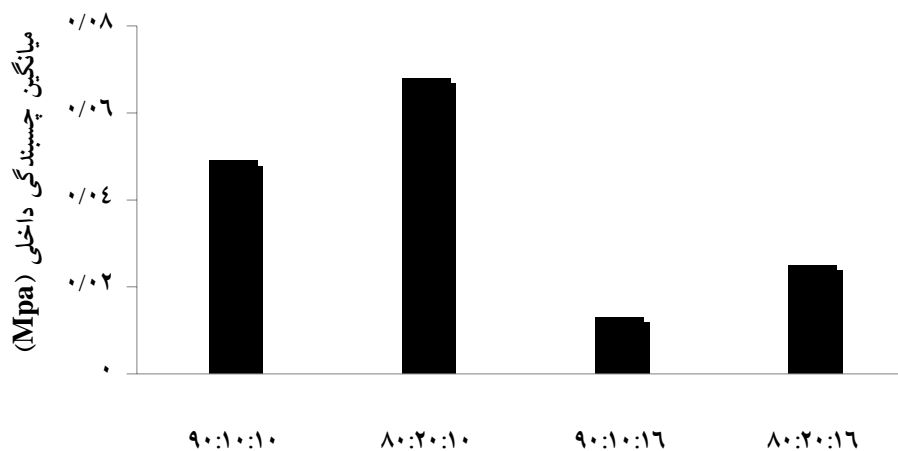


شکل ۲- نمودار میانگین مدول الاستیسیته

تانن و ضخامت ۱۰ میلیمتر می‌باشد. چون با کاهش ضخامت سطح بیشتری از خرده‌چوبها به هم نزدیک می‌شوند و چسب بیشتری نیاز است و چون میزان چسب ثابت است چسبندگی خوب نخواهد بود و در نتیجه واکشیدگی بیشتر می‌شود.

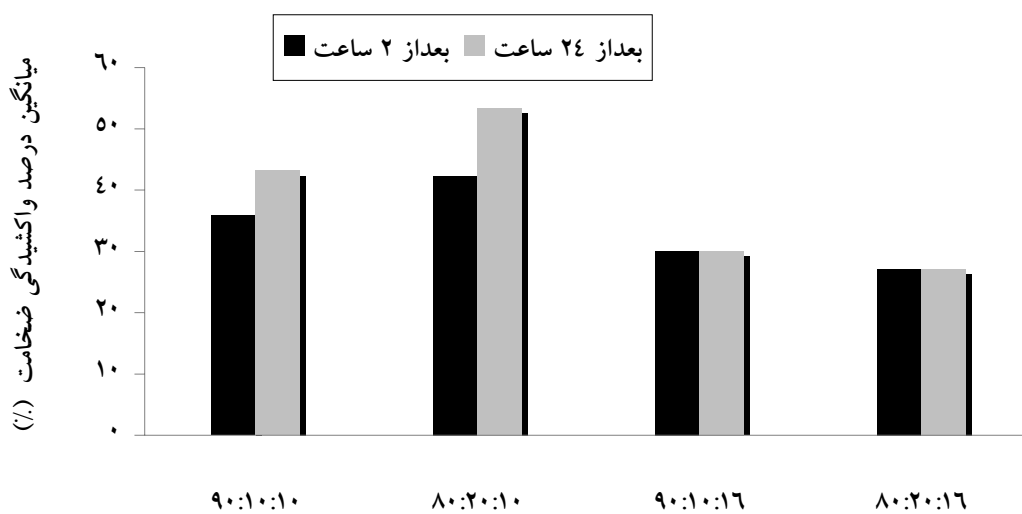
با توجه به شکل ۳ با افزایش دانسیته چسبندگی داخلی افزایش می‌یابد. با مقدار مساوی از مواد اولیه و چسب تخته‌ای که فشردگی بیشتری دارد چسبندگی داخلی بیشتری دارد.

با توجه به شکل ۴ مشاهده می‌شود که بیشترین میزان میانگین درصد واکشیدگی ضخامت مربوط به تیمار ۲۰٪



نوع تیمار (فنل فرمالدهید:تانن:ضخامت)

شکل ۳- نمودار میانگین چسبندگی داخلی

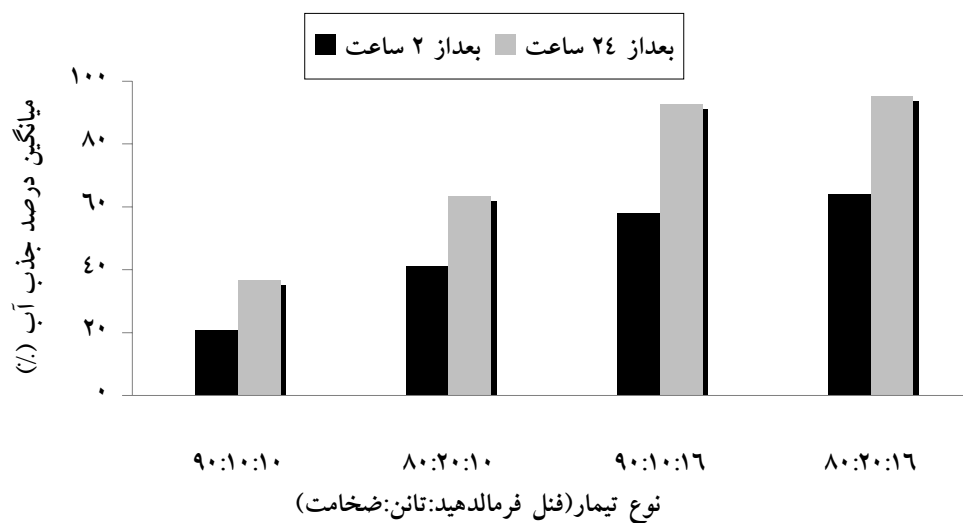


نوع تیمار (فنل فرمالدهید:تانن:ضخامت)

شکل ۴- نمودار میانگین درصد واکشیدگی ضخامت

می باشد. البته با افزایش دانسیته مواد اولیه تخته دارای جذب آب بیشتری خواهد بود. چون ضریب فشردگی یک هنگام پرس پایین است.

با توجه به شکل ۵ با افزایش درصد تانن درصد جذب آب افزایش می یابد. به طوری که بیشترین درصد جذب آب مربوط به تیمار ۲۰٪ تانن و ضخامت ۱۶ میلیمتر



شکل ۵- نمودار میانگین درصد جذب آب

بحث

با توجه به نتایج به دست آمده مقاومت‌های مکانیکی تخته‌های ساخته شده از مخلوط کاه‌گندم و خرده‌چوب نسبت به تخته خرده ساخته شده از خرده‌چوب خالص کمتر است که این امر به این دلیل است که کلش گندم به علت داشتن سیلیس، صاف بودن خرده‌ها (که باعث کاهش چسب‌خوری می‌شود)، اندازه‌ی ذرات و ... ایجاد مشکل می‌کند (طبرسا و همکاران، ۲۰۱۰). در این بررسی نیز با افزایش میزان تانن چسبندگی داخلی زیاد شده است، به نحوی که افزایش تانن باعث افزایش چسبندگی داخلی تخته می‌شود (جهانشاهی، ۱۳۸۸). در واکنش‌پذیری ضخامت با کاهش ضخامت، واکنش‌پذیری بیشتر می‌شود، چون با کاهش ضخامت سطح بیشتری از خرده‌چوب‌ها به هم نزدیک می‌شوند و چسب بیشتری نیاز است و چون میزان چسب ثابت است چسبندگی خوب نخواهد بود و در

نتیجه واکنش‌پذیری بیشتر می‌شود. درصد جذب آب تخته‌های تولیدی در این آزمایش بالا بود که این امر به دلیل استفاده از کاه می‌باشد که جذب آب بیشتری نسبت به خرده‌چوب دارد. همچنین تانن باعث افزایش جذب آب می‌شود (مبارک و همکاران، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰). و به طوری که مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده مقدار مناسبی داشته و می‌توان پیشنهاد کرد که در کاربرد الاستیک برای مواد مورد نیاز است و می‌توان از این تخته‌ها استفاده نمود.

Formaldehyde and TVOC 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*, Vol100, pp 744-748.
- Pizzi, A. 1977. Hot-setting Tannin-Urea-Formaldehyde Exterior Wood Adhesives. *Adhesive Age*. Vol.20, No.12.
- Pizzi, A. 1978. Wattle-Base Adhesive For Exterior Grade Particleboards. *Forest Products Journal*. Vol.28, No.12.
- 10 Pizzi, A. 2000. Tannery Row-The Story Of Some Natural & Synthetic Wood Adhesive. *Wood Science & Technology*(48):277-316.
- Stefani, P.M., Pena, C., Ruseckaite, R.A., Piter, J.C and Mondragon, I. 2008. Processing conditions analysis of eucalyptus globules plywodd bonded with resol-tannin adhesives. *Bioresource Technology*. 99.5977-5980.
- Tabarsa, T., Jahanshahi, S., Ashori, A. 2011. Mechanical and physical properties of wheat straw boards bonded with a tannin modified phenol-formaldehyde adhesive. *Composit. Part B* ,(42) 176-180.

منابع مورد استفاده

- ترکمن؛ ج.، دوست حسینی، ک. و جهان لئیاری، ا. ۱۳۸۴. بررسی امکان جایگزینی رزین فنل-فرمالدهید با مواد استخراجی پوست بلوط در ساخت تخته خرده چوب. *مجله منابع طبیعی ایران*. جلد ۵۸. شماره ۲. ۳۹۵-۴۰۲.
- جهانشاهی، ش. ۱۳۸۸. ساخت تخته خرده چوب از کاه گندم با رزین فنل فرمالدهید بر پایه تانن. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- Boquillion, N. Elbez, G. and Schonfeld, U. 2004. properties Of Wheat Particleboard Bonded With Different Type Of Resin. *J Wood sic*(50):230-235.
- Coppens, H.A. and Santana, N.A.E. 1979. Tanin Formaldehyde Adhesives For Exterior Grade Playwood and Particleboard Manufacture. *Forest Product Journal*. Vol.30(4):38-42.
- Han, G. Zhang, C. Umemura, V. & Kawai, S. 1998. Upgrading Of Urea-formaldehyde-bonded Read and Wheat Straw Particleboard Using Silane Coupling Agent. *J Wood Sic*(44):282-286.
- 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

Production of particleboard using tannin-based phenol formaldehyde adhesive

Sepahvand, S.^{*1}, Zahedi, M.², Veilaki, S.³ and Tabarsa, T.⁴

1*- Corresponding Author, M.Sc. Student of wood composites, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
Email: SimaSepahvand@yahoo.com

2- M.Sc., Student of wood composites, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

3 - B.S., Student of Wood and Paper Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

4- Prof., Wood and paper science and technology department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

Received: Sep., 2011

Accepted: Aug., 2012

Abstract

Tannins are the most desirable natural, and renewable phenol compound obtained from plant. The phenolic nature of tannins causes this material to react with formaldehyde and form tannin-formaldehyde resins. Wheat straw and forest residues were used for the manufacture of particleboard (with a ratio of about 50 to 50 percent) using tannin formaldehyde based resin. Either 10 or 20% (based on the dry weight of the phenol formaldehyde resin) was added to 35% formaldehyde solution to make the glue. Particleboards were prepared at two thicknesses of 10 and 16 mm and then the properties of the boards including bending strength, modulus of elasticity, internal bonding, thickness swelling and water absorption were measured. The results showed that the strength properties of the fabricated boards from combined particles were lower than those from wood particles only. Also, increasing the tannin dosage to phenol formaldehyde resin led to the increased internal bonding, swelling and water absorption (2 and 24 hours) of the boards.

Key words: Particleboard, wheat straw, tannin-phenol formaldehyde resins, strength properties.