



دانشگاه گمرک‌های دریایی و ساحلی ایران

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیست و پنجم، شماره سوم، ۱۳۹۷

<http://jwfst.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwfst.2018.12551.1655

بررسی جایگزینی ضایعات روکش ملامینه با چسب اوره فرمالدهید در مغز تخته خرده چوب

*علی بابازاده لهی^۱، محمد شمسیان^۲، سعید رضا فرخ پیام^۲ و هدایت ا... امینیان^۳

^۱دانشجوی دکتری فرآورده‌های چندسازه چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و معلم فنی صنایع چوب هنرستان باهنر

بهبهر، عضو هیئت علمی، دانشگاه زابل، ^۲عضو هیئت علمی، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۰۷

چکیده

سابقه و هدف: هدف از این پژوهش امکان استفاده از ضایعات خطوط کاغذ روکش ملامینه به‌عنوان جانشین بخشی از چسب اوره فرمالدهید جهت ساخت تخته خرده چوب سه‌لایه بود که در سطح آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گردید. **مواد و روش‌ها:** مقدار جایگزینی ضایعات کاغذ روکش ملامینه در لایه مغزی نسبت به چسب اوره فرمالدهید در ۴ سطح ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد وزن خشک چسب مصرفی با هدف صرفه‌جویی و کاهش مصرف چسب بود که در سطح آزمایشگاهی و با ۵ تکرار انجام شد. مقاومت‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌های تولید شده شامل مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی، مقاومت به پیچ، دانسیته، واکنشیدگی ضخامت و جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب مطابق با استانداردهای EN اندازه‌گیری شد.

نتایج: نتایج آزمایش نشان داد با افزایش پودر روکش ضایعاتی مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، دانسیته، مقاومت به پیچ در سطح و مغز تخته و چسبندگی داخلی داخلی تخته نسبت به نمونه شاهد کاهش می‌یابد. اما براساس استاندارد ۹۰۴۴ ملی ایران مقادیر به‌دست آمده تا سطح ۴۰ درصد پودر ضایعات روکش بیشتر از استاندارد ۹۰۴۴ ملی ایران بوده است. همچنین با افزایش پودر روکش ملامینه ضایعاتی درصد واکنشیدگی ضخامت و جذب آب در ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری و دانسیته افزایش یافت.

نتیجه‌گیری: براساس استاندارد ملی ۹۰۴۴ ایران که مقدار مدول گسیختگی ۱۳ مگاپاسکال می‌باشد، مقادیر به‌دست آمده تا سطح ۴۰ درصد پودر ضایعات روکش بیشتر از استاندارد بود. بنابراین می‌توان گفت حتی با افزودن ۴۰ درصد پودر ضایعات روکش در مغز نمونه‌ها، این تخته‌ها برای مبلمان داخلی جهت کاربرد در شرایط خشک با قابلیت روکش‌زنی مصنوعی بسیار مناسب هستند، لذا می‌توان با جایگزینی ضایعات روکش ملامینه بجای چسب اوره فرمالدهید در مغز تخته، ضمن کاهش مصرف چسب و نشر فرمالدهید، پانل‌های تولید کرد که مقاومت آن در حد استاندارد ملی ایران است. از طرفی استفاده از ضایعات کاغذ روکش ملامینه در ساخت تخته خرده چوب سبب کاهش

*مسئول مکاتبه: psrsrika@gmail.com

مصرف چسب اوره فرم‌آلدهید می‌شود که این از لحاظ افزایش سوددهی و بهره‌وری برای صنایع تولید تخته خرده چوب بسیار مطلوب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تخته خرده چوب، روکش کاغذ ملامینه، استفاده از ضایعات، کاهش مصرف چسب

سابقه و هدف

روکش ملامینه یکی از پرکاربردترین روکش‌های مصنوعی مورد استفاده در اوراق فشرده چوبی می‌باشد. این روکش با کاغذهای تزئینی طی فرآیندی با چسب ملامین اوره فرمالدهید آغشته‌زنی شده، تولید می‌گردد و ۵۰ درصد از وزن روکش نهایی را چسب ملامین اوره فرمالدهید تشکیل می‌دهد (۳). فرآیند روکش ملامینه مهم‌ترین و بیشترین پراکنش در صنایع روکش را به خود اختصاص داده است. مهم‌ترین کاغذهای که برای فرآیند روکش مصنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرد کاغذهای با سلولز خالص با وزن بین ۶۰ الی ۱۳۰ gr/m^2 می‌باشد که توسط چسب ملامین فرمالدهید یا ملامین آغشته شده‌اند (۱۲). در خطوط تولید روکش ملامینه مقدار قابل‌توجهی ضایعات در طول تولید روکش‌زنی ایجاد می‌گردد. که این ضایعات همانند مواد دیگری به‌عنوان منبع انرژی سوزانده می‌شود (۳). همچنین رزین ملامین موجود در روکش از چسب چوب و مواد چوبی گران‌قیمت‌تر است (۱۶). براساس آمار ارائه شده در سال ۱۳۹۳ انجمن صنفی کارفرمایان صنایع چوب ایران از مجموع ۶۹ واحد روکش ملامینه ۲۰۴۵۶۴۰۰۰ مترمربع روکش‌زنی شده است. با توجه به این‌که ضایعات تولیدشده خطوط روکش‌زنی کاغذ ملامینه ۵ گرم در مترمربع می‌باشد، لذا وزنی معادل بر ۱۰۲۲۸۲۰ کیلوگرم ضایعات کاغذ ملامینه تولیدشده است، از طرفی جمع ظرفیت تولید نصب‌شده و یا در حال نصب خطوط تولید آغشته‌سازی کاغذ ملامینه در کشور برابر با ۴۷۶۵۹۵۲۰۰ مترمربع در سال می‌باشد،

همچنین ضایعات کاغذ روکش ملامینه حین بسته‌بندی و تولید در فرآیند آغشته‌زنی ۲ درصد از حجم تولید است که معادل بر ۹۵۳۱۹۰۴ مترمربع می‌باشد (۳). به‌منظور حفظ محیط‌زیست، مواد خام برای تولید محصولات چوبی می‌تواند از زباله‌های صنعتی تأمین شود. زباله‌های صنعتی شامل خاکاره، پوست، پشت لای، نرمة MDF، الیاف پسماند کاغذسازی، ضایعات حاصل از کارخانه‌ها چوب‌بری و ضایعات حاصل از روکش‌گیری و ... می‌باشند (۳). بنابراین می‌توان با مدیریت صحیح در زمینه بازیافت این منابع بالقوه، گامی برداشته و تدابیری اتخاذ شود که به‌وسیله بازیافت، زباله‌های حاصل از فرآورده‌های چوبی به چرخه تولید بازگردند. در صورت برگشت زباله‌ها به چرخه مصرف و بازیافت آن‌ها، نه تنها نیاز به منابع بکر کاهش‌یافته، بلکه موجب برگشت سرمایه و صرفه اقتصادی می‌شود و از آلودگی محیط‌زیست و پراکنده شدن زباله‌ها در محیط نیز جلوگیری می‌شود. بنابراین بازیافت ضایعات امری ضروری و غیرقابل‌انکار می‌باشد و به‌دلیل سودآوری و تولید اشتغال از اهمیت خاصی برخوردار است (۲، ۱۳ و ۱۷). بنابراین با توجه به این‌که سالیانه حدود یک میلیون تن اوره فرمالدهید در جهان تولیدشده که حدود ۷۰ درصد آن در صنعت چوب به کار گرفته می‌شود که می‌تواند از ضایعات روکش به‌عنوان جایگزین چسب در ترکیب پانل‌های چوبی استفاده کرد. لی‌فور و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که می‌تواند از پسماندهای کاغذ آغشته به رزین ملامینه هم به‌صورت جانشین ملامین در ساخت و تهیه رزین

بازیافت ضایعات کاغذ ملامینه یک پیشنهاد فنی مؤثر خواهد بود و استفاده مطلوب از مواد خام، با کاهش هزینه حذف ضایعات از صنعت کمک به محیط‌زیست را امکان‌پذیر می‌کند (۱۸).

مواد و روش‌ها

جهت انجام این پژوهش ضایعات کاغذ روکش ملامینه حاصل از کناره‌بری تخته‌های روکش‌شده از خط روکش شرکت صنعت چوب شمال (نئوپان گنبد) جمع‌آوری و توسط آسیاب آزمایشگاهی دانشگاه گنبد کاووس به صورت پودر تبدیل شد. چسب مایع اوره فرم‌آلدهید مصرفی در این پژوهش ساخت شرکت سامد مشهد بود که ۶۳ درصد مواد جامد داشت و زمان‌زله‌ای شدن آن ۵۶ ثانیه و ویسکوزیته آن ۳۲۰ سانتی‌پواز بود و برای چسب لایه مغزی به میزان یک درصد وزنی کل چسب مصرفی اختلاط شده هاردنر (کلریدوآمونیم) استفاده شد. عوامل متغیر در این تحقیق نیز کاغذ روکش ملامینه مصرفی در لایه مغزی نسبت به چسب اوره فرمالدهید در ۴ سطح ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد وزن خشک چسب مصرفی اوره فرمالدهید در لایه مغزی بود (درصد وزنی چسب اوره فرمالدهید در نمونه شاهد نسبت به وزن خرده چوب در لایه مغزی ۶ درصد و در لایه سطحی ۹ درصد می‌باشد). خرده چوب نرم با پراکنش ذرات سایز ۰/۲ الی ۰/۶ میلی‌متر و با درصد اختلاط مشخص‌شده را وارد مخزن چسب‌زن آزمایشگاهی کرده و پس از آن چسب وزن شده مربوط به هر اختلاط وارد مخزن پیستوله قرارگرفته و عملیات چسب‌زنی با پیستوله صورت پذیرفت، به همین صورت خرده چوب درشت چسب‌زنی شده با این تفاوت که بعد از اتمام پاشش چسب اوره فرمالدهید، پودر ضایعات کاغذ ملامینه به خرده چوب‌ها اضافه شد و در دستگاه چسب‌زن اختلاط صورت گرفت. جهت تشکیل کیک

ملامین فرم‌آلدهید استفاده کرد (۱۴). توماس^۱ و همکاران (۲۰۱۱) طی تحقیقات خود اعلام کردند که در فرآیند روکش‌زنی پرس گرم مقدار قابل‌توجهی کاغذهای آغشته به رزین‌های ملامین، کامل مصرف نشده و به صورت ضایعات تولید می‌شوند. این روکش‌های اشباع‌شده به رزین ملامین برخی از فعالیت‌های باقی‌مانده انعقاد را در خود دارا می‌باشند و طی مطالعات انجام‌شده این ضایعات را می‌توان به‌عنوان یک چسب برای ساخت تخته خرده چوب می‌توان استفاده کرد و تخته ساخته‌شده استاندارد لازم را خواهد داشت (۱۹). وارگا^۲ و همکاران (۲۰۰۴) در پژوهشی به بررسی استفاده از ضایعات کاغذ روکش ملامینه در ساخت تخته خرده چوب پرداختند، نتایج آزمایش نشان داد که کاغذ روکش ملامینه باعث افزایش خواص مقاومتی تخته خرده چوب شده و در مقابل میزان مصرف چسب اوره فرمالدهید را کاهش می‌دهد و زمینه مقرون به صرفه بودن استفاده از آن و کمک به محیط‌زیست را میسر می‌سازد (۲۰). آلپر و وینکلر^۳ در سال ۲۰۰۶ اعلام داشتند با اضافه کردن ضایعات کاغذ آغشته ملامینه، مقاومت و خواص تخته خرده چوب را می‌توان افزایش داد درحالی‌که این خواص با کاهش مقدار چسب اوره فرمالدهید به دست آمد. این فن‌آوری بازیافت زباله در راستای خدمت به حفاظت از محیط‌زیست، جنگل‌ها و طبیعت است (۱). همچنین پژوهشی در برزیل جهت بازیافت ضایعات کاغذ ملامینه در ساخت تخته خرده چوب به میزان ۰، ۴، ۸ و ۱۲ ضایعات کاغذ ملامینه نسبت به وزن ذرات خرده چوب استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد خصوصیات مقاومتی این تخته با تخته‌های معمولی تفاوتی نداشته است که با این حال

- 1- Thomas
- 2- Varga
- 3- Alper and Winkler

شدند. در مرحله نهایی خواص فیزیکی (دانسیته EN323، جذب آب و واکنش‌پذیری ضخامت EN317 و EN۳۲۴) و خواص مکانیکی (چسبندگی داخلی EN319، مقاومت به پیچ EN320، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته EN310) براساس استاندارد EN بر روی تخته‌های ساخته شده انجام شد. در پایان داده‌ها به کمک تکنیک تجزیه واریانس در قالب طرح آزمایش فاکتوریل با استفاده از آزمون دانکن (DMRT) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

در جدول زیر مقادیر خواص فیزیکی و مکانیکی نمونه‌ها آمده است.

ابتدا نیمی از خرده چوب‌های نرمه را درون قالب ریخته و پس از آن خرده چوب‌های درشته ریخته شدند، در آخر خرده چوب‌های نرم را روی خرده چوب‌های درشت ریخته تا کیک با ۴۰ درصد خرده چوب‌های نرم در دو سطح و ۶۰ درصد خرده چوب‌های درشت در لایه میانی تخته ساخته شود، کیک تخته خرده چوب توسط پرس موجود در کارگاه دانشگاه گنبد کاووس و با کلیه شرایط فشارسازی ۲۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، زمان فشارسازی ۱۵۰ ثانیه و حرارت ۱۷۶ درجه سانتی‌گراد مشابه با فرآیند تولید صنعتی تخته خرده چوب در کارخانجات تنظیمات انجام شد. پس از خروج تخته‌ها از پرس و سرد شدن آن، جهت انجام آزمون‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌ها کناره بری، اندازه‌بری و در شرایط کلیما متعادل‌سازی

جدول ۱- سطوح معنی‌داری خواص فیزیکی و مکانیکی نمونه‌ها.

Table 1. Significant levels the effects of variables on physical and mechanical properties of samples.

واکنش‌پذیری ضخامت ۲۴ ساعت Thickness swelling 24h	واکنش‌پذیری ضخامت ۲ ساعت Thickness swelling 2h	جذب آب ۲۴ ساعت Water absorption 24h	جذب آب ۲ ساعت Water absorption 2h	دانسیته Density	مقاومت به پیچ مغز Screw resistance	مقاومت به پیچ سطح Screw resistance	چسبندگی داخلی IB	مدول الاستیسیته MOE	مقاومت خمشی MOR	منبع تغییرات Source changes
1.46	5.84	253.48	*621.41	0.002	*5.25	*15.37	*0.076	13651.81	6.11	ضایعات روکش Laminated paper waste

*در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنی‌دار می‌باشد.

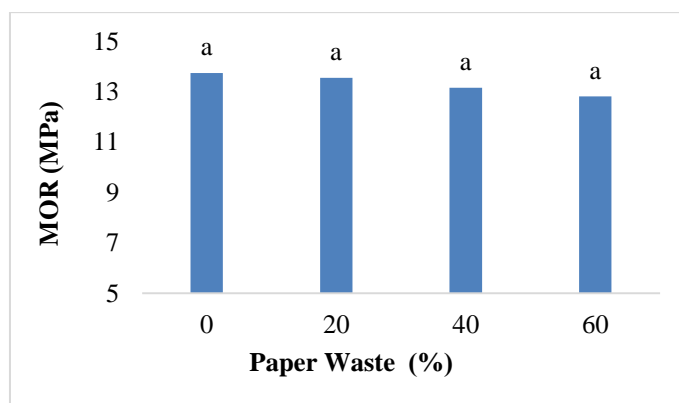
همان‌طور که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود تأثیر درصد اختلاط ضایعات روکش در مغز نمونه‌ها بر مقاومت خمشی در سطح آماری ۹۵ درصد معنی‌دار نبود. این بدان معنی است که تغییر درصد اختلاط ضایعات روکش باعث ایجاد تغییرات معنی‌دار روی مقاومت خمشی تخته‌های تولیدی نشده است. از طرفی لایه‌های سطحی تشکیل شده در فرآورده‌های کامپوزیتی بر مقاومت خمشی تأثیر مستقیم دارد و در

خواص مکانیکی

تأثیر مقدار ضایعات کاغذ روکش بر مدول گسیختگی: با توجه به نتایج و مقادیر شکل ۱ مشاهده می‌شود که با افزایش ضایعات روکش ملامینه نسبت به چسب اوره فرم‌آلدهید در مغز تخته‌ها میزان مقاومت خمشی کاهش می‌یابد که دلیل اصلی آن کاهش میزان چسب اوره فرم‌آلدهید و پیوندچسبندگی آن با ذرات خرده چوب در مغز تخته می‌باشد. اما

بیشتر از استاندارد بود. بنابراین می‌توان گفت حتی با افزودن ۴۰ درصد پودر ضایعات روکش در مغز نمونه‌ها، این تخته‌ها برای مبلمان داخلی جهت کاربرد در شرایط خشک با قابلیت روکش‌زنی مصنوعی بسیار مناسب هستند.

این پژوهش ضایعات روکش ملامینه در لایه‌های سطحی تخته خرده چوب تولیدی حضور ندارند. همچنین براساس استاندارد ۹۰۴۴ ملی ایران که مقدار مدول گسیختگی ۱۳ مگاپاسکال می‌باشد، مقادیر به‌دست آمده تا سطح ۴۰ درصد پودر ضایعات روکش

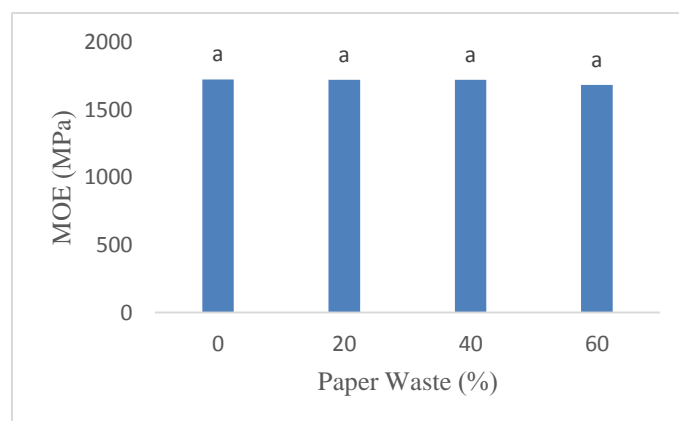


شکل ۱- تأثیر درصد ضایعات روکش بر مقاومت خمشی.

Figure 1. The effect of laminated paper waste on MOR.

بر مدول الاستیسیته در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نیست. نتایج نشان داد که مقادیر مدول الاستیسیته به‌دست آمده از نمونه‌های حاوی بیشترین مقدار ضایعات روکش بیشتر از استاندارد ۹۰۴۴ ملی ایران یعنی ۱۶۰۰ مگاپاسکال می‌باشد.

تأثیر مقدار ضایعات روکش ملامینه بر مدول الاستیسیته: با توجه به شکل ۴ مشاهده می‌شود که با افزایش نسبت درصد ضایعات روکش ملامینه در مغز تخته‌ها نسبت به وزن خشک چسب لایه میانی مدول الاستیسیته کاهش می‌یابد اما تأثیر درصد اختلاط

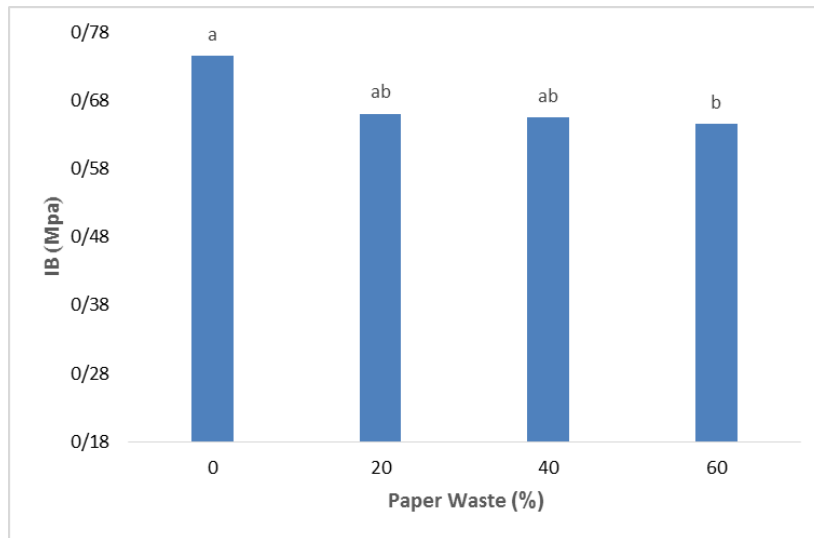


شکل ۲- تأثیر درصد اختلاط ضایعات روکش بر مدول الاستیسیته.

Figure 2. The effect of laminated paper waste on MOE.

یافت. براساس جدول تجزیه واریانس اثر درصد اختلاط بر چسبندگی داخلی در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنی‌دار است.

تأثیر مقدار ضایعات روکش ملامینه بر چسبندگی داخلی: براساس مقادیر میانگین چسبندگی داخلی در شکل ۳، با افزایش ضایعات روکش ملامینه نسبت به وزن خشک چسب مقدار چسبندگی داخلی کاهش

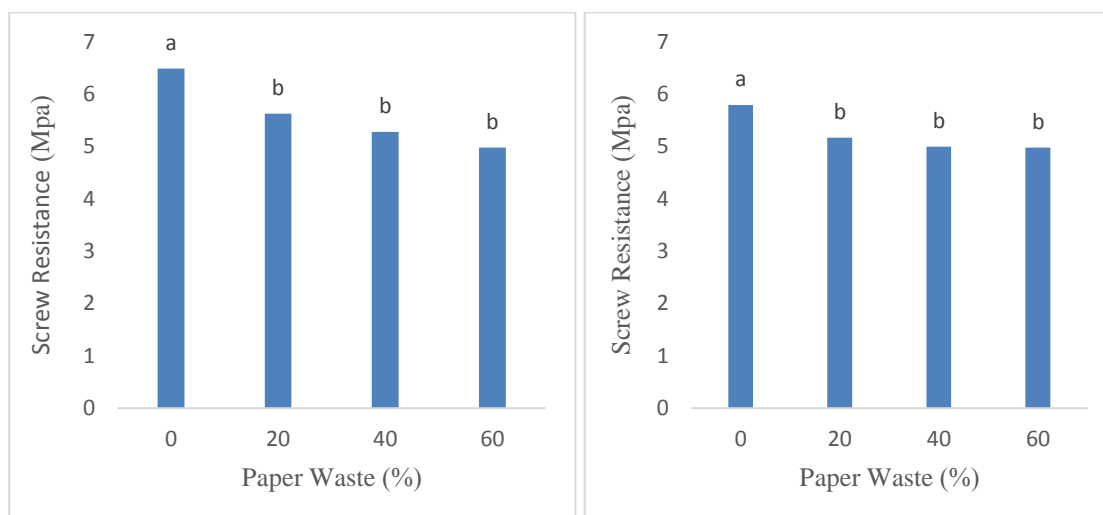


شکل ۳- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر چسبندگی داخلی.

Figure 3. The effect of laminated paper waste on IB.

روکش ملامینه به‌جای چسب در مغز تخته استفاده نشده بود که در گروه a قرار می‌گیرند و کم‌ترین میزان مقاومت به پیچ مربوط به نمونه‌هایی است که ۶۰ درصد ضایعات روکش جایگزین چسب اوره فرمالدهید در مغز تخته شده بود. دلیل این است که چسب با افزایش مقدار پودر روکش کاهش یافته و اتصال قوی ایجاد نشده، در نتیجه مقاومت به پیچ کاهش یافته است.

تأثیر مقدار ضایعات روکش ملامینه بر مقاومت به نگهداری پیچ در سطح و مقاومت به نگهداری پیچ در مغز یا لبه تخته: با افزایش درصد پودر ضایعات روکش مقدار مقاومت به پیچ در سط و مغز کاهش می‌یابد. بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر مستقل درصد اختلاط بر مقاومت به پیچ در سطح آماری ۹۵ درصد معنی‌دار است. همچنین بیشترین مقدار مقاومت به پیچ مربوط به تخته‌هایی است که از پودر ضایعات



شکل ۴- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر مقاومت به پیچ.

Figure 4. The effect of laminated paper waste on screw resistance.

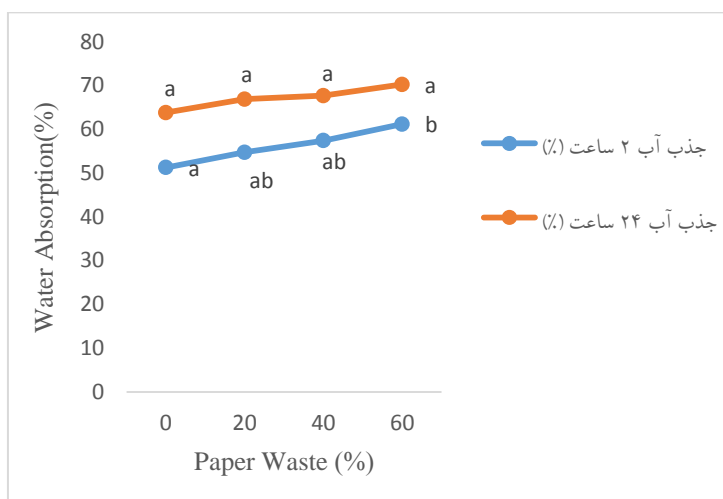
را نداشت. پژوهش Diogo و همکاران (۲۰۱۲) نیز تأیید کننده این نتایج بود. البته قابل ذکر است که در نتیجه افزودن این مقدار پودر روکش می‌تواند بر قیمت نهایی محصول تأثیرگذار باشد و هزینه تمام شده برای شرکت تولید کننده نیز بسیار مناسب خواهد بود (۵). اما با نتایج Ayrimis، ۲۰۱۱؛ اختلاف داشت (۲). این نیز به این دلیل است که ایشان روکش ملامینه را بر اساس وزن خشک خرده چوب به ترکیب نمونه‌ها اضافه کرده است ولی در این پژوهش مقدار پودر روکش براساس وزن خشک چسب حساب شده و فقط در لایه میانی استفاده شده است. همچنین Cavdar و همکاران ۲۰۱۵ بیان می‌کنند که با افزودن پودر روکش ملامین به ترکیب تخته‌ها کیفیت چسبندگی الیاف با اتصال دهنده بهبود می‌یابد. ایشان همچنین به خواص عالی چسبندگی چسب ملامین نسبت به اوره اشاره می‌کند که این خواص می‌تواند موجب بهبود چسبندگی و در نتیجه افزایش خواص مکانیکی شود. اما در تحقیق نیز همانند پژوهش Ayrimis، ۲۰۱۱ پودر روکش ملامینه جایگزین الیاف چوب شده است. لذا افزودن پودر روکش ملامین موجب افزایش مقدار اتصال دهنده

رزین اوره فرمالدهید با الیاف سلولزی پیوند خوبی ایجاد می‌کند اما به نظر می‌رسد با جایگزینی بخشی از کاغذ روکش ملامینه بجای چسب، مقدار چسب نهایی کاهش یافته و اتصال خوب و قوی بین چسب و کاغذ و همچنین اتصال دهنده و الیاف برقرار نشده و باعث کاهش مقاومت مکانیکی شده است. به دلیل آنکه وجود گروه‌های هیدروکسیل بر روی زنجیره سلولزی، موجب می‌شود گروه‌های فعال موجود در اتصال دهنده‌ها وارد واکنش شوند تا بدین ترتیب بتوان از خاصیت تردی آن‌ها کاست. اما با کاهش مقدار چسب و افزایش پودر روکش ملامینه بجای چسب، مقدار اتصال دهنده نسبت به گروه‌های فعال سلولزی کاهش یافته در نتیجه عملکرد مکانیکی نمونه کاهش می‌یابد (Veigel و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین براساس تجربیات نگارنده در حین انجام این تحقیق، این قضیه نیز ممکن است اتفاق افتاده باشد مبنی بر اینکه در این پژوهش روکش ملامینه به پودر تبدیل شد در نتیجه الیاف سلولزی موجود در روکش به ابعاد خیلی ریزی تبدیل شده و با کاهش ضریب لاغری آن در مقابل نیروهای خمشی مقاومت نکرده، توانایی تقویت‌کنندگی اتصال با رزین اوره فرم‌آلدئید

است که با افزایش ضایعات روکش مقدار چسب اوره فرمالدهید کاهش یافت.

تأثیر مقدار روکش بر جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت: با افزایش درصد پودر ضایعات روکش در مغز تخته میزان جذب آب تخته‌ها افزایش یافت. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد تأثیر پودر ضایعات روکش بر جذب آب ۲ ساعت معنی‌دار و بر روی جذب آب ۲۴ ساعت معنی‌دار نمی‌باشد. همچنین کمترین مقدار جذب آب مربوط به نمونه‌هایی است که در ترکیب آن از ضایعات روکش استفاده نشده است.

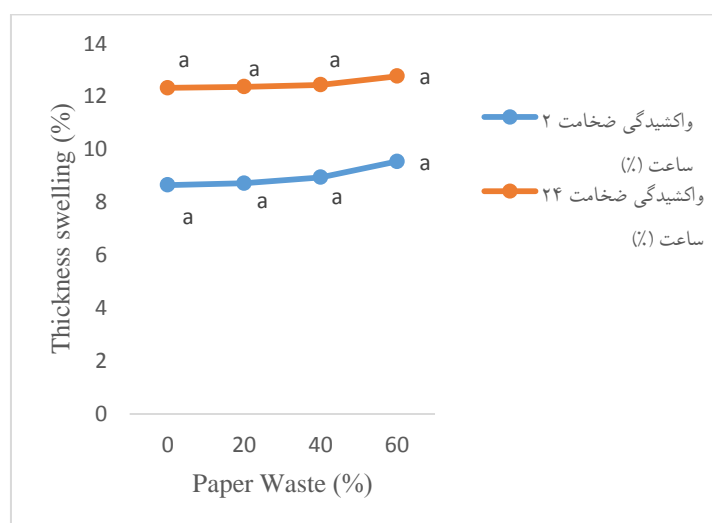
شده است. اما همان‌طور که بیان شد در تحقیق حاضر پودر روکش ملامین جایگزین چسب اوره فرمالدهید شده است و نتایج این تحقیق با نتایج Cavdar و همکاران ۲۰۱۵ مغایرت دارد. با مقایسه نتایج این پژوهش با استاندارد ملی ایران می‌توان گفت حتی در صورت استفاده از ۴۰ درصد روکش ملامینه در مغز تخته نیز می‌توان نمونه‌هایی ساخت که مقدار مقاومت مکانیکی آن بیشتر از استاندارد ۹۰۴۴ ملی ایران است. همچنین دلیل کاهش چسبندگی داخلی را این‌گونه می‌توان بیان کرد با افزایش درصد ضایعات روکش مقدار چسبندگی داخلی کاهش یافت. دلیل آن این



شکل ۵- تأثیر مستقل درصد ضایعات روکش ملامینه بر جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت.
Figure 5. The effect of laminated paper waste on water absorption 2 and 24 h.

تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر درصد پودر ضایعات روکش در مغز تخته بر واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت در سطح آماری ۹۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

تأثیر درصد ضایعات روکش بر واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت: نتایج نشان داد با افزایش درصد پودر ضایعات روکش در مغز تخته واکنشیدگی ضخامت نمونه‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب افزایش می‌یابد. اما نتایج جدول



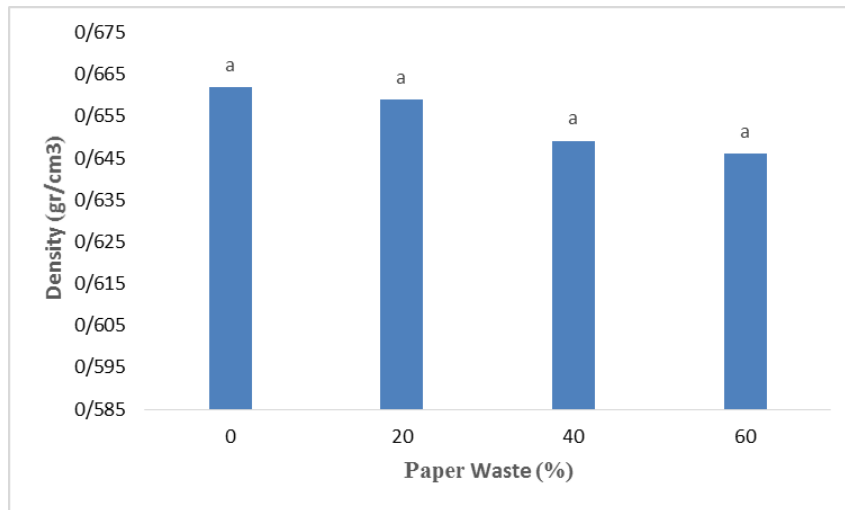
شکل ۶- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت.

Figure 6. The effect of laminated paper waste on thickness swelling 2 and 24 h.

روکش ملامینه با چسب انعقاد شده رابطه مستقیم دارد. Nazerian و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیق خود به نتیجه رسیدند که با افزودن اکستندر بر اساس وزن چسب، جذب آب افزایش پیدا کرد و تأثیر معنی داری بر واکنشیدگی ضخامت نداشت. همچنین ضایعات MDF تأثیر معنی داری بر جذب آب و واکنشیدگی ضخامت داشته و باعث کاهش آن شد (۱۵).

تأثیر درصد ضایعات روکش بر دانسیته: نتایج نشان داد که با افزایش درصد ضایعات روکش در ترکیب نهایی نمونه‌ها مقدار دانسیته کاهش می‌یابد. بیشترین مقدار دانسیته مربوط به نمونه‌هایی است که درصد ضایعات روکش در ترکیب نهایی آن تخته کم می‌باشد. جدول تجزیه واریانس نیز نشان داد که در سطح احتمال ۹۵ درصد تأثیر ضایعات روکش بر دانسیته معنی دار نمی‌باشد. همچنین نتایج گروه‌بندی دانکن نشان داد که سطوح مختلف ضایعات روکش در یک گروه قرار می‌گیرد Diogo و همکاران، ۲۰۱۲ نیز به نتایج مشابهی دست یافتند که با افزایش درصد روکش ملامینه دانسیته کاهش یافت.

با افزایش مقدار ضایعات روکش جذب آب افزایش یافت. با افزایش ضایعات روکش مقدار چسب در ترکیب نهایی نمونه‌ها کاهش یافته است در نتیجه اتصال قوی بین ذرات چوب برقرار نشده و مقدار جذب آب افزایش یافته است. این نتایج با نتایج Diogo و همکاران، ۲۰۱۲ مطابقت داشت. ایشان در پژوهشی اعلام کردند که با افزایش درصد روکش ملامینه مقدار واکنشیدگی ضخامت افزایش می‌یابد. پدیده واکنشیدگی ضخامت از کیفیت اتصال و خواص چسب تأثیر می‌پذیرد (۵). بابازاده و همکاران، ۱۳۹۵ در پژوهشی با افزایش درصد روکش ملامینه مقدار واکنشیدگی ضخامت افزایش یافت. علت این افزایش را مولکول‌های آب دارند و این را به ماهیت ذاتی کاغذ روکش ارتباط دادند. چراکه گروه‌های هیدروکسیل سلولز موجود در کاغذ تمایل زیادی به جذب همین امر باعث تخریب اتصالات رزین شده و واکنشیدگی ضخامت را افزایش می‌دهد (۳). البته بستگی به وضعیت شیمیایی رزین موجود در کاغذ نیز دارد. چرا که اگر رزین پلیمر شده باشد می‌تواند خواص را کاهش دهد، که این مسئله به ضایعات



شکل ۷- تأثیر درصد ضایعات روکش بر دانسیته.

Figure 7. The effect of laminated paper waste on density.

ساعت غوطه‌وری و دانسیته افزایش یافته است. استفاده از ضایعات کاغذ روکش ملامینه در ساخت تخته خرده چوب سبب کاهش مصرف چسب اوره فرم‌آلدهید می‌شود که این از لحاظ افزایش سوددهی و بهره‌وری برای صنایع بسیار مطلوب می‌باشد. در پایان نتایج این پژوهش حاکی از آن است که این موضوع می‌تواند نویدبخش آینده خوب برای بازیافت ضایعات باشد. چرا که بازیافت این محصولات می‌تواند به حفظ محیط زیست بسیار کمک کند. البته قابل ذکر هست که بسیاری از صنایع از این موضوع بی اطلاع هستند و حاضر نیستند سراغ بازیافت محصولات چوبی بروند. در نتیجه می‌تواند نتایج این تحقیق را برای صاحبان صنایع ارسال کرد تا با این مستندات به نوعی به سمت بازیافت محصولات چوبی راغب شوند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش پودر روکش ضایعاتی مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته نسبت به نمونه شاهد کاهش می‌یابد. اما براساس استاندارد ۹۰۴۴ ملی ایران که مقدار مدول گسیختگی ۱۳ مگاپاسکال می‌باشد، مقادیر به دست آمده تا سطح ۴۰ درصد پودر ضایعات روکش بیشتر از استاندارد بود. بنابراین می‌توان گفت حتی با افزودن ۴۰ درصد پودر ضایعات روکش ملامینه نسبت به چسب اوره فرم‌آلدهید در مغز نمونه‌ها، این تخته‌ها برای مبلمان داخلی جهت کاربرد در شرایط خشک با قابلیت روکش‌زنی مصنوعی بسیار مناسب هستند، نتایج آزمون واکنشیدگی ضخامت و جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب و دانسیته نشان داد که با افزایش پودر روکش ضایعاتی درصد واکنشیدگی ضخامت و جذب آب در ۲ و ۲۴

منابع

2. Ayrilmis, N. 2012. Enhancement of dimensional stability and mechanical properties of light MDF by adding melamine resin impregnated paper waste. J. of Adhesion and Adhesives, 33: 45-49.

1. Alpar, T., and Winkler, A. 2006. Recycling of impregnated decor paper in particleboard. Acta Silv, Lign, Hung, 2: 113-116.

8. Hoseini, M., and Fadaie, M. 2014. Wood composite process technology. Tehran Jihad University Press, 1-415.
9. Le Fur, X., Galhac, M., Zanetti, M., and Pizzi, A. 2004. Recycling melamine-impregnated paper waste as board adhesives. *Holz ALS Roh-und Werkstoff*, 62: 6, 419-423.
10. Lee, S., Shupe, T.F., and Hse, C.Y. 2006. Mechanical and physical properties of agro-based fiberboard. *Holz ALS Roh-und Werkstoff*, 64: 1, 74-79.
11. Nazerian, M., Dalirzadeh, A., and Farokhpayam, S.R. 2014. The effect of old corrugated container (OCC) powder and as urea formaldehyde adhesive filler on properties of medium density fiberboard made from bagasse and waste MDF. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 29: 452-463 (In Persian)
12. Orr, L. 2007. Wood Adhesives—A Market Opportunity Study. Omni Tech Internation, Ltd., Midland, (online).
13. Panthapulakkal, S., Zereshkian, A., and Sain, M. 2006. Fibers for reinforcing application in injection moulded thermoplastic composites. *Bioreso Technol*, 97: 265-272.
14. Silva, D.A., Varanda, L.D., Christoforo, A.L., and Lahr, F.A.R. 2012. Addition of impregnated paper residue to produce MDP wood panel: example of solid waste recycling. *J. of Materials Engineering*, 2: 6, 75-79.
15. Thomas, R., Vijayan, P., and Thomas, S. 2011. Recycling of thermosetting polymers: their blends and composites. *Recent Dev Polym Recycl*, 121-153.
16. Varga, M., Alpár, T.L., and Németh, G. 2004. General waste handling and recycling in particleboard production. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 15: 5, 509-520.
17. Veigel, S., Rathke, J., Weigl, M., and Gindl-Altmutter, W. 2014. Particle board and oriented strand board prepared with nanocellulose-reinforced adhesive. *Journal of Nanomaterials*, 15: 240-252.
3. Babazadeh, A. 2016. Effect of melamine veneer paper use on the properties of particleboard made from waste Medium-density fibreboard and particleboard. M.Sc. student thesis, Zabol University, 15-95.
4. Bledzki, K., and Gassan, J. 1999. Composites reinforced with cellulose based fibers. *Prog Polym Sci*, 24: 221-27.
5. Cavdar, A., Yeh, H., Kalaycioglu, H. and Hiziroglu, S. 2015. Effect of waste melamine impregnated paper on properties of oriented strand board. *J. of Material and Design*, 51: 751-759
1. Diogo, S., Luciano, V., Andre, Ch., and Francisco, A. 2012. Addition of Impregnated Paper Residue to Produce MDP Wood Panel: example of solid waste recycling. *J. of Materials Engineering*, 2: 6, 75-79.
2. EN 310. 1993. Particleboards and fiberboards, determination of tensile strength perpendicular to plane of the board. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
3. EN 317. 1993. Particleboards and fiberboards, determination of swelling in thickness after immersion. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
4. EN 319. 1993. Particleboards and fiberboards, determination of tensile strength perpendicular to plane of the board. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
5. EN 320. 1993. Wood-based panels, determination of modulus of elasticity in bending and bending strength. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
6. EN 323. 1993. Particleboards and fiberboards, determination of tensile strength perpendicular to plane of the board. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
7. EN 324. 1993. Particleboards and fiberboards, determination of tensile strength perpendicular to plane of the board. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.



Evaluation of replacing the urea formaldehyde adhesive in the core layer of particleboard with melamine veneer paper waste

*A. Babazadeh Lehi¹, M. Shamsian², S.R. Farokhpayam² and H. Aminian³

¹Ph.D. Student of Wood Composite Products of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources and Technical Teacher of Wood Industry of Bahonar Cultural School in Behshahr,

²Faculty Member of Zabol University, ³Faculty Member at the University of Gonbad

Received: 01/13/2017; Accepted: 08/29/2018

Abstract

Background and aims: The aim of this research is the possibility of using the waste of the laminated paper lines of melamine considering as an alternative to the adhesive to make three-layer particleboard at the laboratory level.

Method and materials: In this study, the amount of replacements of the laminated paper waste on the core layer relative to the urea formaldehyde adhesive in 4 levels 0,20,40,60 percent dry gum weight was used to save and reduce adhesive consumption which was performed at the laboratory level with 5 replications. Mechanical and physical resistivity of produced boards as including flexural strength, modulus of elasticity, internal adhesion, screw resistance, density, thickness swelling and water absorption after 2 and 24 hours immersion in water were measured according to EN standards.

Results: The results show that increasing of the laminates paper waste, bending strength, elastic modulus, density the strength of the screw on the surface and the cores of the board and the internal adhesion of the board are reduced to the control sample. However, all the particleboards produced from laminates paper waste up to 40%, higher than the Iranian national standard (9044) requirement. Furthermore, by increasing the lining coating powder, increased the percentage of thickness swelling and water absorption in 2 and 24 hours and density.

Conclusions: Physical and mechanical properties of particleboard up to 40% of coated waste more than Iranian national standard (9044). Therefore, even with the addition of 40% of the powdered lining on the core layer, these boards are suitable for indoor furniture for use in dry conditions with synthetic sheathed capability. So by replacing the melamine coating with the glue of formaldehyde in the core layer, while reducing the adhesive consumption and releasing formaldehyde, it can be produced panels with a resistance to the standard of Iran.

Keywords: Particleboard, Melamine paper cover, Use of waste, Reduce glue consumption

*Corresponding author: Parsrika@gmail.com