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]

[۱]دانشجوی دکتری فرآورده‌های چندسازه چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و معلم فنی صنایع چوب هنرستان باهنر بهشهر، [۲]عضو هیئت علمی، دانشگاه زابل، [۳]عضو هیئت علمی، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲٤؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰٦/۰۷

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 ٤ سطح ۰، ۲۰، ٤۰ و ٦۰ 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، واکشیدگی ضخامت و جذب آب پس از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب مطابق با استانداردهای EN اندازه‌گیری شد.

نتایج: نتایج آزمایش نشان داد با افزایش پودر روکش ضایعاتی مقاومت خمشی، مدول‌الاستیسیته، دانسیته، مقاومت به پیچ در سطح و مغز تخته و چسبندگی داخلی داخلی تخته نسبت به نمونه شاهد کاهش می‌یابد. اما براساس استاندارد ۹۰٤٤ ملی ایران مقادیر به‌دست آمده تا سطح ٤۰ درصد پودر ضایعات روکش بیشتر از استاندارد ۹۰٤٤ ملی ایران بوده است. همچنین با افزایش پودر روکش ملامینه ضایعاتی درصد واکشیدگی ضخامت و جذب آب در ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری و دانسیته افزایش‌یافت.

نتیجه‌گیری: براساس استاندارد ملی ۹۰٤٤ ایران که مقدار مدول گسیختگی ۱۳ مگاپاسکال می‌باشد، مقادیر به‌دست آمده تا سطح ٤۰ درصد پودر ضایعات روکش بیشتر از استاندارد بود. بنابراین می‌توان گفت حتی با افزودن ٤۰ 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 ٦٠ الی ١٣٠ 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 (١٦). براساس آمار ارائه شده در سال ۱۳۹۳ انجمن صنفی کارفرمایان صنایع چوب ایران از مجموع ٦٩ واحد روکش ملامینه ٢٠٤٥٦٤٠٠٠ مترمربع روکش زنی شده است. با توجه به این‌که ضایعات تولیدشده خطوط روکش‌زنی کاغذ ملامینه ۵ گرم در مترمربع می‌باشد، لذا وزنی معادل بر ١٠٢٢٨٢٠ 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 ٤٧٦٥٩٥٢٠٠ مترمربع در سال می‌باشد، همچنین ضایعات کاغذ روکش ملامینه حین بسته‌بندی و تولید در فرآیند آغشته زنی ۲ درصد از حجم تولید است که معادل بر ٩٥٣١٩٠٤ مترمربع می‌باشد (۳). به‌منظور حفظ محیط‌زیست، مواد خام برای تولید محصولات چوبی می‌تواند از زباله‌های صنعتی تأمین شود. زباله‌های صنعتی شامل خاک‌اره، پوست، پشت لا، نرمه 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 می‌توان از ضایعات روکش به‌عنوان جایگزین چسب در ترکیب پانل‌های چوبی استفاده کرد. لی‌فور و همکاران (۲۰۰٤) در تحقیقات خود به‌این نتیجه رسیدند که می‌توان از پسماندهای کاغذ آغشته به رزین ملامینه هم به‌صورت جانشین ملامین در ساخت و تهیه رزین

ملامین فرم‌آلدئید استفاده کرد (١٤). توماس[1] و همکاران (٢٠١١) طی تحقیقات خود اعلام کردند که در فرآیند روکش‌زنی پرس گرم مقدار قابل‌توجهی کاغذهای آغشته به رزین‌های ملامین، کامل مصرف نشده و به‌صورت 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 (١٩). وارگا[2] و همکاران (٢٠٠٤) 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 (٢٠). آلپر و وینکلر[3] در سال ٢٠٠٦ 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 فرمالدئید به دست آمد. این فن‌آوری بازیافت زباله در راستای خدمت به حفاظت از محیط‌زیست، جنگل‌ها و طبیعت است (١). همچنین پژوهشی در برزیل جهت بازیافت ضایعات کاغذ ملامینه در ساخت تخته خرده چوب به میزان ٠، ٤، ٨ و ١٢ 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 این‌حال 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 (١٨).

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 به‌صورت پودر تبدیل شد. چسب مایع اوره فرم‌آلدهید مصرفی در این پژوهش ساخت شرکت سامد مشهد بود که ٦٣ درصد مواد جامد داشت و زمان‌ژله‌ای شدن آن ٥٦ ثانیه و ویسکوزیته آن ٣٢٠ سانتی‌پواز بود و برای چسب لایه معزی به میزان یک درصد وزنی کل چسب مصرفی اختلاط شده هاردنر (کلریدوآمونیوم) استفاده شد. عوامل متغیر در این تحقیق نیز کاغذ روکش ملامینه مصرفی در لایه مغزی نسبت به چسب اوره فرمالدهید در ٤ سطح ٠، ٢٠، ٤٠ و ٦٠ 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 ٦ درصد و در لایه سطحی ٩ درصد می‌باشد). خرده چوب نرم با پراکنش ذرات سایز ٠/٢ الی ٠/٦ 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 چسب زنی با پیستوله صورت پذیرفت، به همین صورت خرده چوب درشت چسب زنی 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

1- Thomas
2- Varga
3- Alper and Winkler

ابتدا نیمی از خرده چوب‌های نرمه را درون قالب ریخته و پس‌ازآن خرده چوب‌های درشته ریخته شدند، در آخرخرده‌چوب‌های نرم را روی خرده چوب‌های درشت ریخته تا کیکی با ٤٠ درصد خرده‌چوب‌های نرم در دو سطح و ٦٠ 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 ۱۷٦ 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 شدند. در مرحله نهایی خواص فیزیکی (دانسیته EN323، جذب آب و واکشیدگی ضخامت EN317 و EN۳۲٤) و خواص مکانیکی (چسبندگی داخلی EN319، مقاومت به پیچ EN320، مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته 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.

جدول ۱- سطوح معنی‌داری خواص فیزیکی و مکانیکی نمونه‌ها.

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

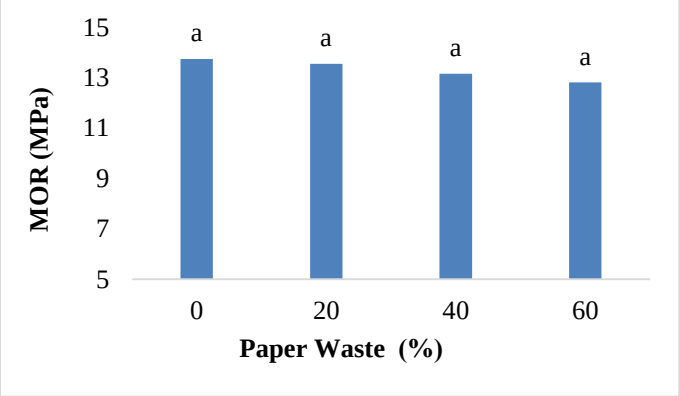
منبع تغییرات Source changes	مقاومت خمشی MOR	مدول‌الاستیسیته MOE	چسبندگی داخلی IB	مقاومت به پیچ سطح Screw resistance	مقاومت به پیچ مغز Screw resistance	دانسیته Density	جذب آب ۲ ساعت Water absorption 2h	جذب آب ۲٤ ساعت Water absorption 24h	واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت Thickness swelling 2h	واکشیدگی ضخامت ۲٤ ساعت Thickness swelling 24h
ضایعات روکش Laminated paper waste	6.11	13651.81	٭ 0.076	*15.37	*5.25	0. 002	٭621.41	253.48	5.84	1.46

٭در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنی‌دار می‌باشد.

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 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 تاثیر مستقیم دارد و در

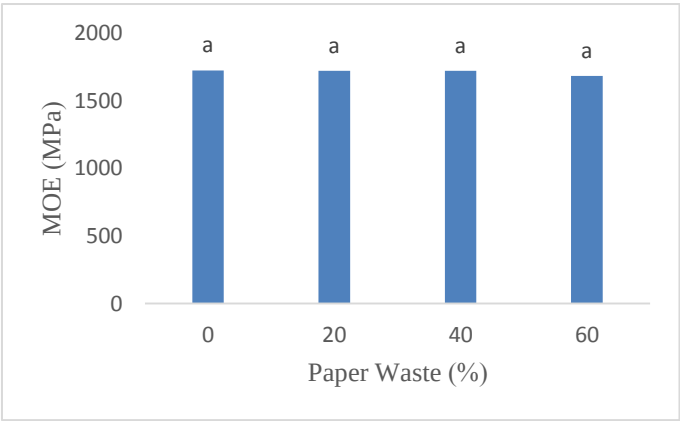
این پژوهش ضایعات روکش ملامینه در لایه‌های سطحی تخته خرده چوب تولیدی حضور ندارند. همچنین براساس استاندارد ۹۰٤٤ ملی ایران که مقدار مدول گسیختگی ۱۳ مگاپاسکال می‌باشد، مقادیر به‌دست آمده تا سطح ٤۰ درصد پودر ضایعات روکش بیشتر از استاندارد بود. بنابراین می‌توان گفت حتی با افزودن ٤۰ درصد پودر ضایعات روکش در مغز نمونه‌ها، این تخته‌ها برای مبلمان داخلی جهت کاربرد در شرایط خشک با قابلیت روکش‌زنی مصنوعی بسیار مناسب هستند.



شکل ۱- تأثیر درصد ضایعات روکش بر مقاومت خمشی.

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

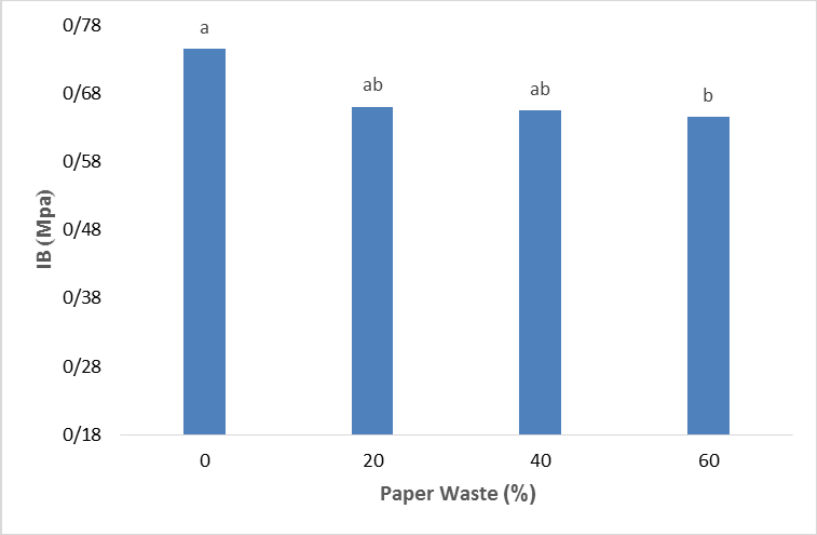
تأثیر مقدار ضایعات روکش ملامینه بر مدول‌الاستیسیته: با توجه به شکل ٤ مشاهده می‌شود که با افزایش نسبت درصد ضایعات روکش ملامینه در مغز تخته‌ها نسبت به وزن خشک چسب لایه میانی مدول‌الاستیسیته کاهش می‌یابد اما تأثیر درصد اختلاط بر مدول‌الاستیسیته در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نیست. نتایج نشان داد که مقادیر مدول‌الاستیسیته به‌دست آمده از نمونه‌های حاوی بیشترین مقدار ضایعات روکش بیشتر از استاندارد ۹۰٤٤ ملی ایران یعنی ۱٦۰۰ مگاپاسکال می‌باشد.



شکل ۲- تأثیر درصد اختلاط ضایعات روکش بر مدول‌الاستیسیته.

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

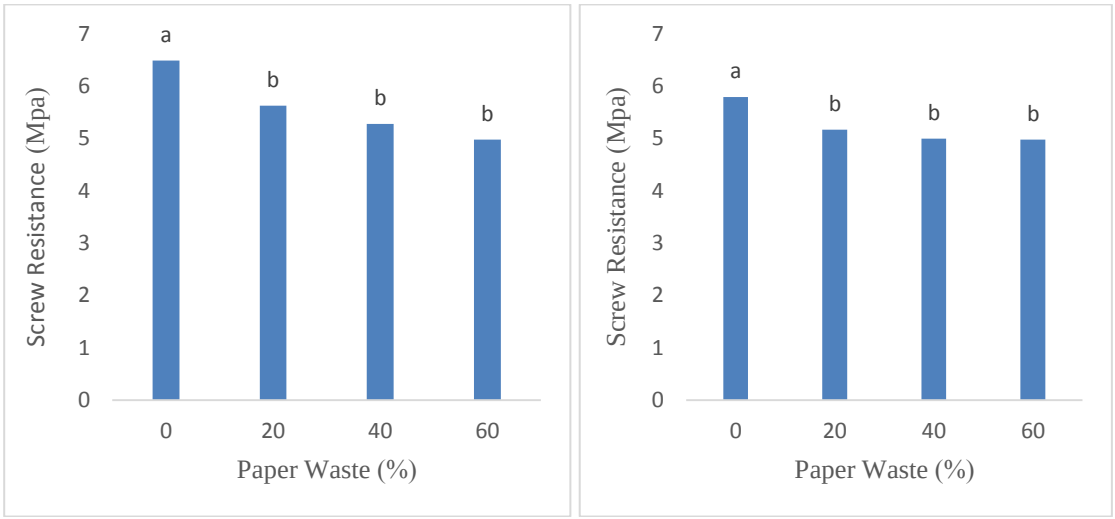
تأثیر مقدار ضایعات روکش ملامینه بر چسبندگی داخلی: براساس مقادیر میانگین چسبندگی داخلی در شکل ۳، با افزایش ضایعات روکش ملامینه نسبت به وزن خشک چسب مقدار چسبندگی داخلی کاهش یافت. براساس جدول تجزیه واریانس اثر درصد اختلاط بر چسبندگی داخلی در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنی‌دار است.



شکل ۳- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر چسبندگی داخلی.

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

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 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 ان این است که چسب با افزایش مقدار پودر روکش کاهش یافته و اتصال قوی ایجاد نشده، در نتیجه مقاومت به پیچ کاهش یافته است.



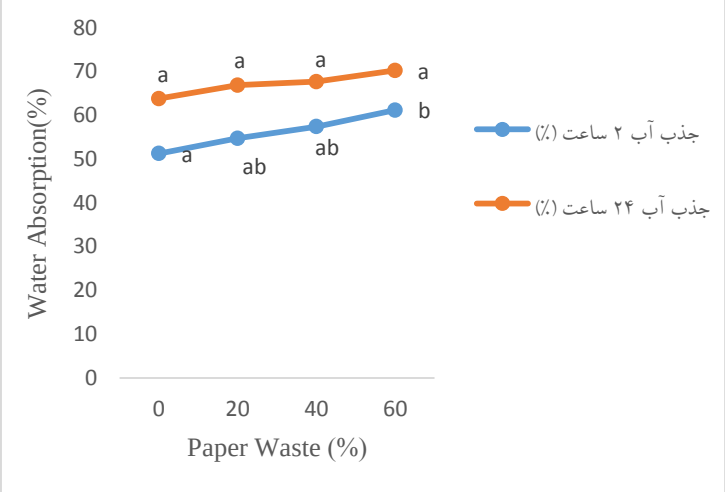
شکل ٤- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر مقاومت به پیچ.

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

رزین اوره فرمالدهید با الیاف سلولزی پیوند خوبی ایجاد می‌کند اما به‌نظر می‌رسد با جایگزینی بخشی از کاغذ روکش ملامینه بجای چسب، مقدار چسب نهایی کاهش‌یافته و اتصال خوب و قوی بین چسب و کاغذ و همچنین اتصال‌دهنده و الیاف برقرار نشده و باعث کاهش مقاومت مکانیکی شده است. به‌دلیل 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، ٢٠١٤). 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 تبدیل‌شده و با کاهش ضریب لاغری آن در مقابل نیروهای خمشی مقاومت نکرده، توانایی تقویت‌کنندگی اتصال با رزین اوره فرم‌آلدئید را نداشت. پژوهش Diogo و همکاران (٢٠١٢) 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 (٥). اما با نتایج Ayrilmis، ٢٠١١؛ اختلاف داشت (٢). 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 ٢٠١٥ بیان می کنند 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 Ayrilmis، ٢٠١١ پودر روکش ملامینه جایگزین الیاف چوب شده است. لذا افزودن پودر روکش ملامین موجب افزایش مقدار اتصال دهنده

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 ٤٠ درصد روکش ملامینه در مغز تخته نیز می‌توان نمونه‌هایی ساخت که مقدار مقاومت مکانیکی آن بیشتر از استاندارد ۹۰٤٤ 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 است که با افزایش ضایعات روکش مقدار چسب اوره فرمالدهید کاهش یافت.

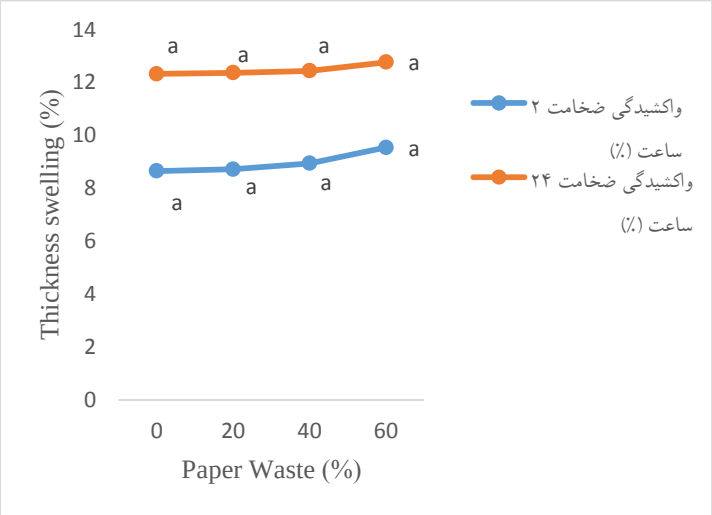
تأثیر مقدار روکش بر جذب آب بعد از ۲ و ٢٤ ساعت: با افزایش درصد پودر ضایعات روکش در مغز تخته میزان جذب آب تخته‌ها افزایش یافت. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد تأثیر پودر ضایعات روکش برجذب آب ۲ ساعت معنی‌دار و بر روی جذب آب ٢٤ ساعت معنی‌دار نمی‌باشد. همچنین کمترین مقدار جذب آب مربوط به نمونه‌هایی است که در ترکیب آن از ضایعات روکش استفاده نشده است.



شکل ٥- تأثیر مستقل درصد ضایعات روکش ملامینه برجذب آب بعد از ۲ و ٢٤ ساعت.

Figure 5. The effect of laminated paper waste on water absorption 2 and 24 h.

تأثیر درصد ضایعات روکش بر واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ٢٤ ساعت: نتایج نشان داد با افزایش درصد پودر ضایعات روکش در مغز تخته واکشیدگی ضخامت نمونه‌ها بعد از ۲ و ٢٤ساعت غوطه‌وری در آب افزایش می‌یابد. اما نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر درصد پودر ضایعات روکش در مغز تخته بر واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ٢٤ ساعت در سطح آماری ۹۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

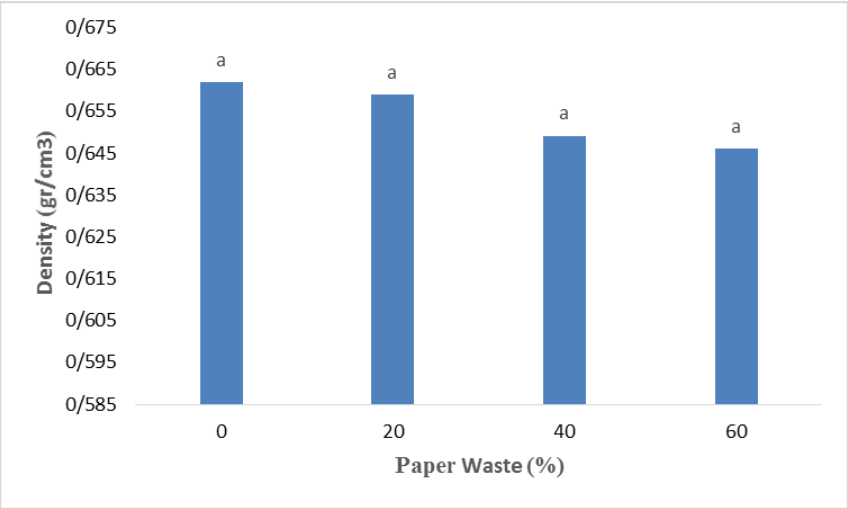


شکل ٦- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲٤ ساعت.

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

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 واکشیدگی ضخامت افزایش می‌یابد. پدیده واکشیدگی ضخامت از کیفیت اتصال و خواص چسب تأثیر می‌پذیرد (۵). بابازاده و همکاران، ۱۳۹۵ در پژوهشی با افزایش درصد روکش ملامینه مقدار واکشیدگی 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 واکشیدگی 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 روکش ملامینه با چسب انعقاد شده رابطه مستقیم دارد. Nazerian و همکاران (۲۰۱٤) در تحقیق خود به نتیجه رسیدند که با افزودن اکستندر بر اساس وزن چسب، جذب آب افزایش پیدا کرد و تأثیر معنی‌داری بر واکشیدگی ضخامت نداشت. همچنین ضایعات MDF تأثیر معنی‌داری برجذب آب و واکشیدگی 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 معنی‌دار 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.



شکل ۷- تأثیر درصد ضایعات روکش بر دانسیته.

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

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش پودر روکش ضایعاتی مقاومت خمشی، مدول‌الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته نسبت به نمومه شاهد کاهش می‌یابد. اما براساس استاندارد ۹۰٤٤ ملی ایران که مقدار مدول گسیختگی ۱۳ مگاپاسکال می‌باشد، مقادیر به‌دست آمده تا سطح ٤۰ درصد پودر ضایعات روکش بیشتر از استاندارد بود. بنابراین می‌توان گفت حتی با افزودن ٤۰ 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 واکشیدگی ضخامت و جذب آب پس از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب و دانسیته نشان داد که با افزایش پودر روکش ضایعاتی درصد واکشیدگی ضخامت و جذب آب در ۲ و ۲٤ 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.

منابع

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

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.

3. Babazadeh, A. 2016. Efect 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.
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.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 25 (3), 2018
http://jwfst.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwfst.2018.12551.1655

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

***A. Babazadeh Lehi[1], M. Shamsian[2], S.R. Farokhpayam[2] and H. Aminian[3]**
[1]Ph.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,
[2]Faculty Member of Zabol University, [3]Faculty 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