مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۶ شماره ۴، صفحه ۳۰۴-۲۹۳ (۱۴۰۰)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJWPR.2021.353955.1669
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350913.1400.36.4.1.5

استفاده از لیگنین سودا و اصلاح آن با فورفورال به‌عنوان چسب در ساخت تخته‌لایه

محمدرضا توپااسفندیاری[۱]، محمد طلایی‌پور[۲*]، حبیب‌الله خادمی اسلام[۳]، سید احمد میرشکرایی[۴] و بهزاد بازیار[۵]

۱- دانشجوی دکترای گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران،

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران،
پست الکترونیک:m.talaeipoor@srbiau.ac.ir

۳- استاد، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۴- استاد، گروه شیمی آلی و مواد لیگنوسلولوزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۵- دانشیار، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: فروردین ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: تیر ۱۴۰۰

چکیده

این پژوهش به‌منظور استفاده از لیگنین لیکور سودا و اصلاح آن با فورفورال به‌عنوان چسب بر روی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌لایه از چوب صنوبر انجام شد. برای ساخت تخته از لیگنین خالص، لیگنین – فورفورال ۳۰٪ (لیگنین ۷۰٪ فورفورال ۳۰٪) و لیگنین – فورفورال ۶۰٪ (لیگنین ۴۰٪ فورفورال ۶۰٪) در سه سطح ۱۲۰، ۱۴۰ و ۱۶۰ گرم بر مترمربع به‌عنوان چسب، همراه با کلرید آمونیوم (۱٪)، به‌عنوان هاردنر و آرد گندم (۳۰٪)، به‌عنوان پرکننده نسبت به وزن خشک چسب استفاده شد. تخته‌های با چسب اوره- فرم‌آلدئید، به‌عنوان شاهد در سطح ۱۶۰ گرم بر مترمربع ساخته شد. ویژگی‌های چسب‌ها مانند درصد ماده جامد، ویسکوزیته، دانسیته و pH اندازه گیری گردید. برای ساخت تخته لایه، لایه‌های سطحی به‌صورت هم‌جهت و لایه میانی عمود بر آنها در جهت مخالف همراه با چسب قرار داده شد و با انتقال به دستگاه پرس در دمای ۱۶۰ درجه سلسیوس و فشار ۵۰ بار و زمان پرس ۵ دقیقه ساخته شد، سپس خواص فیزیکی و مکانیکی نمونه‌های آزمون شامل واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، مقاومت برشی، مدول‌الاستیسیته و مدول‌گسیختگی اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که اثر مستقل و متقابل نوع چسب و مقدار مصرف آن بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌لایه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود و در همه موارد تخته‌های شاهد خصوصیات بهتری را نسبت به چسب‌های لیگنینی داشتند.

واژه‌های کلیدی: مقاومت برشی، مدول‌الاستیسیته، مدول گسیختگی، لیگنین، فورفورال.

مقدمه

تخته‌لایه یکی از مهمترین فراورده‌های چوبی است که به دلیل خواص فیزیکی و مکانیکی مناسب کاربرد فراوانی به‌ویژه در ساختمان دارد. برای گسترش دامنه کاربرد این محصول، لازم است ویژگی‌های کاربردی آن بهبود یابد (Doosthoseini & Moezzipour, 2011). چسب مورد استفاده در تخته‌لایه، عموماً اوره فرم‌آلدئید می‌باشد که یکی از مهمترین و پرکاربردترین اتصال‌دهنده‌ها می‌باشد. هرچند این چسب دارای محاسنی مثل ارزانی نسبی، حمل و کاربرد آسان، چسبندگی خوب و ... می‌باشد اما دارای مشکل انتشار

فرم‌آلدئید بوده و در مقابل عوامل جوی هم مقاومت خوبی ندارد و با وجود کنترل‌های شدید زیست‌محیطی به دلیل سمی بودن گاز فرم‌آلدئید، در دراز می‌تواند باعث ایجاد سرطان و بیماری تنفسی گردد (Enayati, *et al.*, 2009). بدین‌منظور برای کاهش یا حذف انتشار فرم‌آلدئید از محصولات چوبی ساخته شده با چسب اوره فرم‌آلدئید تاکنون تلاش‌های زیادی انجام شده است که ازجمله آنها می‌توان به تغییر در ساخت چسب، تغییر در نوع کاتالیزور مصرفی و استفاده از مواد افزودنی در زمان ساخت چسب اشاره کرد (Younesi-Kordkheili *et al.*, 2015). فورفورال با فرمول شیمیایی C_5H_2O، ماده آلی است که از طریق هیدرولیز اسیدی پنتوزان های پلیمری، به دنبال آب‌زدایی اسیدی آلدوپنتوزان‌ها تولید می‌شود. منبع اصلی تجاری فورفورال باگاس و پسماندهای کشاورزی است و به‌علت واکنش‌پذیری خوب، قابلیت تشکیل پلیمر قوی، فراریت نسبتاً کم و نیز با توجه به اینکه از بافت گیاهی به‌دست می‌آید، به منزله آلدئید برتر شناخته شده است (Garcia *et al.*, 2004; Schafer & Roffael 2000). صرف‌نظر از اینکه تحقیقات متعددی در مورد امکان ترکیب کردن فوران‌ها در فرمولاسیون چسب چوب انجام شده اما بهره‌برداری صنعتی آنها هنوز نسبتاً کم است (Schneider *et al.*, 2010).

Tang و همکاران (۱۹۹۵) در پژوهشی تحت عنوان اصلاح رزین اوره- فرم‌آلدئید با فورفورال، فورفورال الکل و ۵-۲ فوران دی متانول، به‌جای فرم‌آلدئید، دریافتند که از لحاظ شیمیایی این ترکیب مشابه فرم‌آلدئید در واکنش با اوره است و می‌توان از این ترکیب به‌عنوان جایگزین تمام یا بخشی از فرم‌آلدئید استفاده کرد. Ghafari و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه رفتار حرارتی رزین اوره- فرم‌آلدئید اصلاح شده با فورفورال گزارش کردند که طیف به‌دست‌آمده از IR نشان‌دهنده شباهت زیاد گروه‌ها و پیوندهای موجود در چسب صنعتی و اصلاح شده می‌باشد و زمان نگهداری چسب اوره- فرم‌آلدئید - فورفورال تا یکسال بدون هیچ تغییری قابلیت نگهداری دارد؛ بنابراین هدف از این تحقیق، خالص‌سازی و اصلاح لیگنین حاصل از پخت سودای باگاس با فورفورال، به‌عنوان چسب برای مصرف در ساخت تخته‌لایه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

لیکور سیاه: لیکور سیاه حاصل از پخت سودای باگاس از شرکت کاغذسازی پارس واقع در هفت تپه خوزستان تهیه گردید.

لیگنین: لیگنین مطابق روش Lin و Dence (۱۹۹۲) با استفاده از اسیدی کردن (pH=۲) لیکور سیاه با اسیدسولفوریک استخراج شد. لیگنین استخراج شده با آب‌مقطر به‌طور کامل شست‌وشو و به‌وسیله دستگاه آسیاب کاملاً پودر و جمع‌آوری شد.

فورفورال: فورفورال با غلظت ۶۰ درصد از آزمایشگاه صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهیه گردید.

لایه‌های چوبی: لایه‌های چوب صنوبر به ضخامت دو میلی‌متر از شرکت آمل روکش تهیه و از ترکیب سه لایه برای ساخت هر تخته استفاده شد. لایه‌ها ابتدا به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌مترمربع تبدیل و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت ۳ درصد خشک شد.

چسب اوره- فرم‌آلدئید: چسب اوره فرم‌آلدئید از شرکت پارس نئوپان نشتارود تهیه و پس از انتقال به آزمایشگاه، ویژگی‌های آن بررسی گردید. مشخصات چسب اوره فرم آلدئید در جدول (۱) آورده شده است.

چسب لیگنین- فورفورال: برای ساخت چسب لیگنین- فورفورال، مطابق روش Dongre و همکاران (۲۰۱۵) انجام شد. بدین‌ترتیب که ابتدا پودر لیگنین را با آب‌مقطر مخلوط کرده تا کاملاً مرطوب گردد، سپس اسیدکلریدریک غلیظ را قطره‌قطره به آن اضافه تا به pH= ۲ برسد. در این مرحله، فورفورال به‌صورت دوره‌ای و گام‌به‌گام، همراه با همزنی شدید اضافه گردید. سوسپانسیون حاصل به مدت یک ساعت تا دمای ۹۰ درجه سلسیوس حرارت داده شد. در پایان با سرد نمودن محلول و رساندن PH آن به پایین‌تر از دو با استفاده از هیدروکسید سدیم، به‌عنوان چسب جمع‌آوری گردید. ویژگی‌های چسب لیگنین- فورفورال، در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات چسب اوره فرم‌آلدئید و چسب لیگنین- فورفورال

نوع رزین	مواد جامد (درصد)	ویسکوزیته (سانتی پوآز)	دانسیته (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	pH
اوره فرمالدهید	۵۸	۱/۲۵	۱/۲۶	۷/۶
لیگنین-فورفورال	۵۸	۱/۹۲	۱/۱۳	۲

برای ساخت تخته‌لایه، لایه‌های سطحی (لایه اول و لایه آخر) به‌صورت هم‌جهت و بدون چسب و لایه میانی عمود بر آنها (لایه سطحی) در جهت مخالف همراه با چسب بر روی یکدیگر قرار گرفت. چسب مورد استفاده شامل لیگنین خالص (۱۰۰٪ L) و لیگنین – فورفورال ۳۰٪ (لیگنین ۷۰٪ فورفورال ۳۰٪) و لیگنین – فورفورال ۶۰٪ (لیگنین ۴۰٪ فورفورال ۶۰٪) در سه سطح ۱۶۰،۱۴۰،۱۲۰ گرم بر مترمربع، همراه با کلرید آمونیوم به‌عنوان سفت کننده به میزان ۱ درصد و آرد گندم (پرکننده) به میزان ۳۰ درصد توسط کاردک روی تمام نقاط لایه به‌صورت یکنواخت آغشته گردید. سپس توسط دستگاه پرس در دمای ۱۶۰ درجه سلسیوس و فشار ۵۰ بار و زمان ۵ دقیقه ساخته شد. پس از عمل پرس برای به تعادل رسیدن رطوبت تخته‌ها با رطوبت محیط، تخته‌ها به مدت دو هفته در اتاق کلیما (با رطوبت نسبی ۶۵ درصد و دمای ۲۰ درجه سلسیوس) قرار گرفتند. برای آزمون مقاومت برشی نمونه‌های به ابعاد ۷۵×۲۰×۶ میلی‌متر، مدول‌الاستیسیته و مدول‌گسیختگی به ابعاد ۲۰۰×۵۰×۶ میلی‌متر و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت به ابعاد ۵۰×۵۰ میلی‌متر تهیه و به‌ترتیب مطابق با استاندارد (ISIRI 3492، 310، BS EN:314) اندازه‌گیری شدند.

جدول ۲- تجزیه‌وتحلیل واریانس خواص مکانیکی تخته‌لایه

مقاومت برشی					
	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین متوسط	F مقدار	سطح معنی‌داری
نوع چسب (**A**)	۱۵/۴۳	۲	۷/۷۱	۱/۴۴	۰/۲۴
مقدار مصرف (**B**)	۴/۳۵	۲	۲/۱۷	۰/۴۰	۰/۶۶
A×B	۱/۴۳	۴	۰/۳۵	۰/۰۶	۰/۹۹
مدول‌الاستیسیته					
	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین متوسط	F مقدار	سطح معنی‌داری
نوع چسب (A)	۵۹۳۴۰۲۰/۷۷	۲	۲۹۶۷۰۱۰/۳۸	۰/۱۰	۰/۸۹
مقدار مصرف (B)	۵۸۳۹۴۸۸/۸۶	۲	۲۹۱۹۷۴۴/۴۳	۰/۱۰	۰/۸۹
A×B	۲۶۴۶۰۳۰/۷۲	4	۶۶۱۵۰۷/۶۸	۰/۰۲	۰/۹۹
مدول‌گسیختگی					
	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین متوسط	F مقدار	سطح معنی‌داری
نوع چسب (A)	۴۶۰۶	۲	۲۳۰۳	۲/۱۳	۰/۱۲
مقدار مصرف (B)	۹۹۳	۲	۴۹۶	۰/۴۶	۰/۶۳
A×B	۲۷۳	۴	۶۸	۰/۰۶	۰/۹۹

روش تجزیه‌وتحلیل آماری

داده‌ها با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه‌وتحلیل آماری شد و در صورت معنی‌دار شدن اختلاف بین میانگین‌ها، مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۹۵ درصد انجام گردید. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

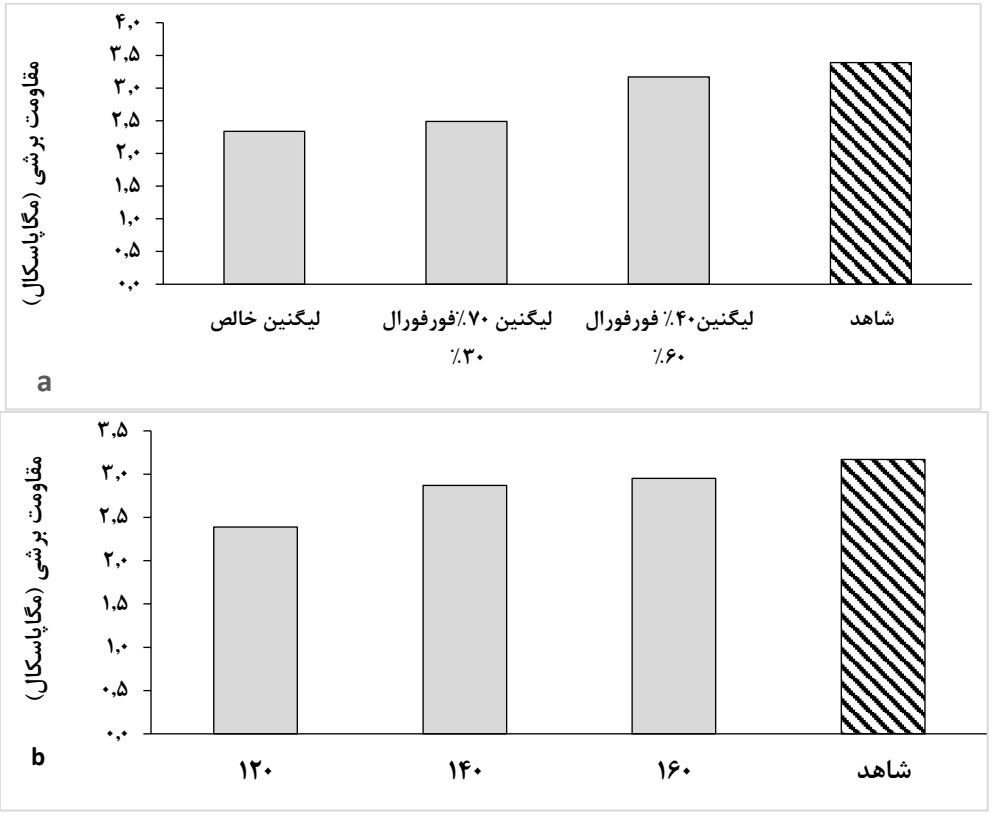
نتایج

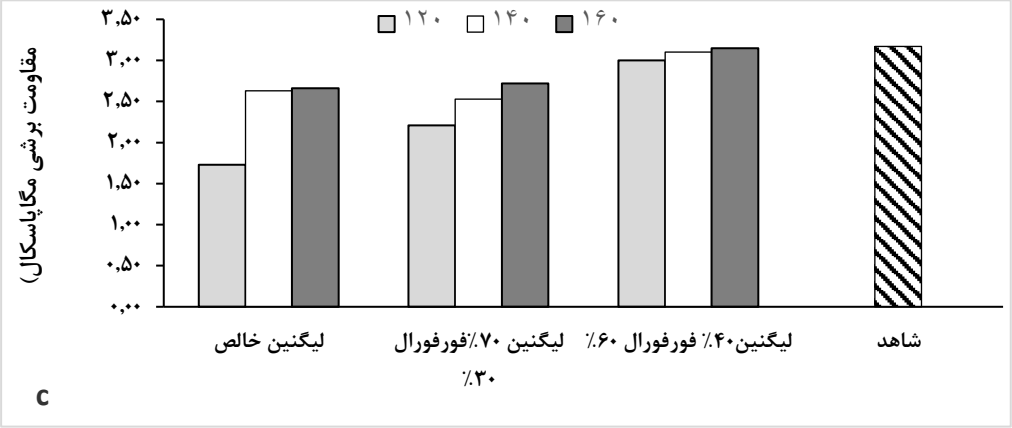
خواص مکانیکی

تجزیه‌وتحلیل واریانس خواص مکانیکی مقاومت برشی، مدول‌الاستیسیته و مدول‌گسیختگی تخته‌لایه در جدول (۲) و گروه‌بندی دانکن آن در شکل (۱ تا ۳) نشان داده‌شده است.

مقاومت برشی

آزمون تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تأثیر مستقل و متقابل نوع چسب و مقدار مصرف آن بر مقاومت برشی تخته‌لایه معنی‌دار نبود. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود مقاومت برشی تخته‌های شاهد بیشتر از تخته‌های لیگنینی می‌باشد و مقدار آن ۳/۳۹ مگاپاسکال بوده است، اما با اصلاح لیگنین توسط فورفورال مقدار آن در چسب‌های لیگنینی یک روند افزایشی داشته است؛ به‌طوری‌که بالاترین مقدار مقاومت برشی، مربوط به تخته‌های با چسب لیگنین – فورفورال ۶۰٪ (لیگنین ۴۰٪ فورفورال ۶۰٪) بوده است که نسبت به تخته‌های با چسب لیگنین – فورفورال ۳۰٪ (لیگنین ۷۰٪ فورفورال ۳۰٪) و لیگنین خالص به‌ترتیب به مقدار ۲۶ درصد و ۳۴ درصد افزایش نشان داده است. همچنین بیشترین و کمترین مقاومت برشی تخته‌لایه، به‌ترتیب مربوط به مقدار مصرف چسب ۱۶۰ و ۱۲۰ گرم بر مترمربع می‌باشد (شکل ۱. a، b و c).

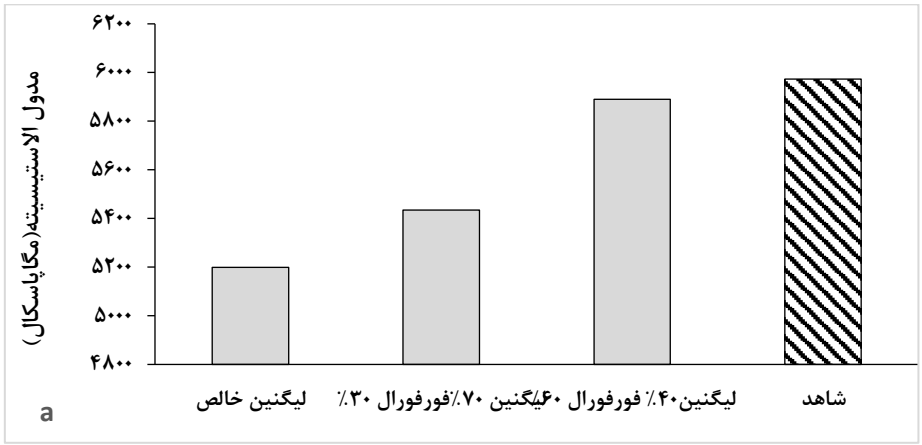




شکل ۱- تأثیر نوع چسب (a)، مقدار چسب (b)، متقابل چسب و مقدار مصرف آن (c) بر مقاومت برشی تخته‌لایه

مدول الاستیسیته

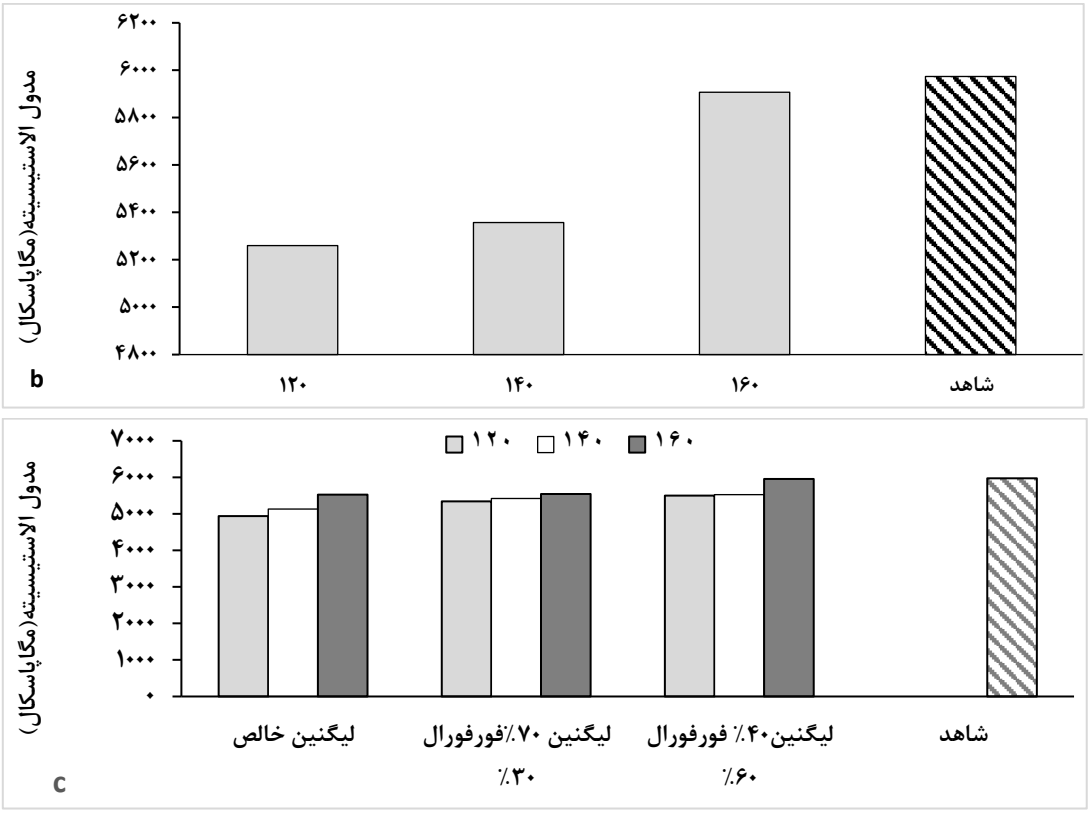
آزمون تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تأثیر مستقل و متقابل نوع چسب و مقدار مصرف آن بر مدول الاستیسیته تخته‌لایه معنی‌دار نبود. شکل ۲ نشان می‌دهد که مدول الاستیسیته تخته‌های شاهد بیشتر از تخته‌های لیگنینی می‌باشد که مقدار آن ۵۹۷۳ مگاپاسکال بوده است، اما با اصلاح لیگنین توسط فورفورال مقدار آن یک روند افزایشی داشته است. به‌طوری‌که بالاترین مقدار مدول الاستیسیته در تخته‌های لیگنینی، مربوط به تخته‌های با چسب لیگنین – فورفورال ۶۰٪ (لیگنین ۴۰٪ فورفورال ۶۰٪) بوده است که نسبت به تخته‌های با چسب لیگنین – فورفورال۳۰٪ (لیگنین۷۰٪ فورفورال۳۰٪) و لیگنین خالص به‌ترتیب به مقدار ۸ درصد و ۱۳ درصد افزایش نشان داده است. همچنین بیشترین و کمترین مدول الاستیسیته تخته‌لایه، به‌ترتیب مربوط به مقدار مصرف چسب ۱۶۰ و ۱۲۰ گرم بر مترمربع می‌باشد (شکل ۲. a، b و c).



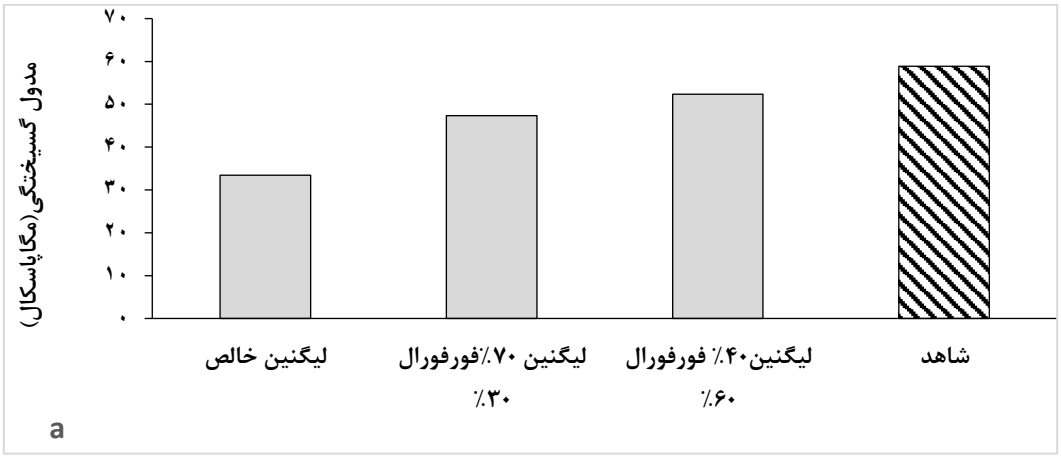
مدول گسیختگی

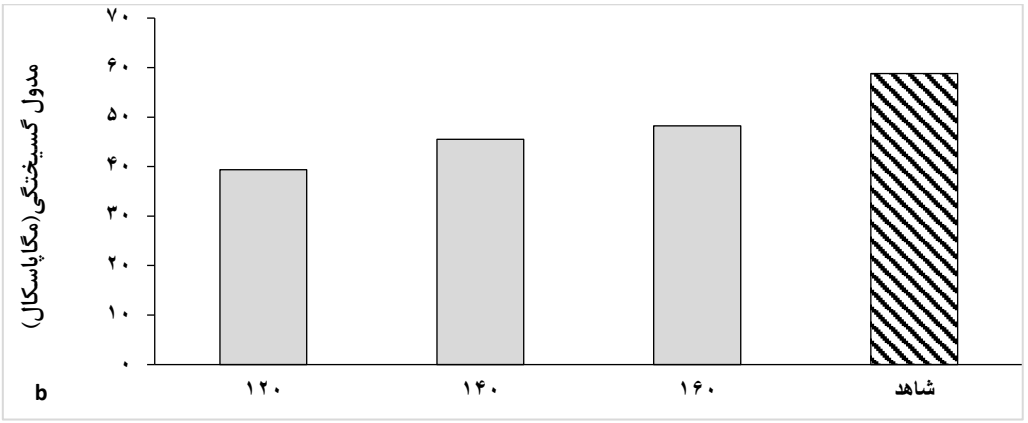
آزمون تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تأثیر مستقل و متقابل نوع چسب و مقدار مصرف آن بر مدول گسیختگی تخته‌لایه معنی‌دار نبود. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود مدول گسیختگی تخته‌های شاهد بیشتر از تخته‌های لیگنینی می‌باشد که مقدار آن ۵۸/۸۷ مگاپاسکال بوده است،

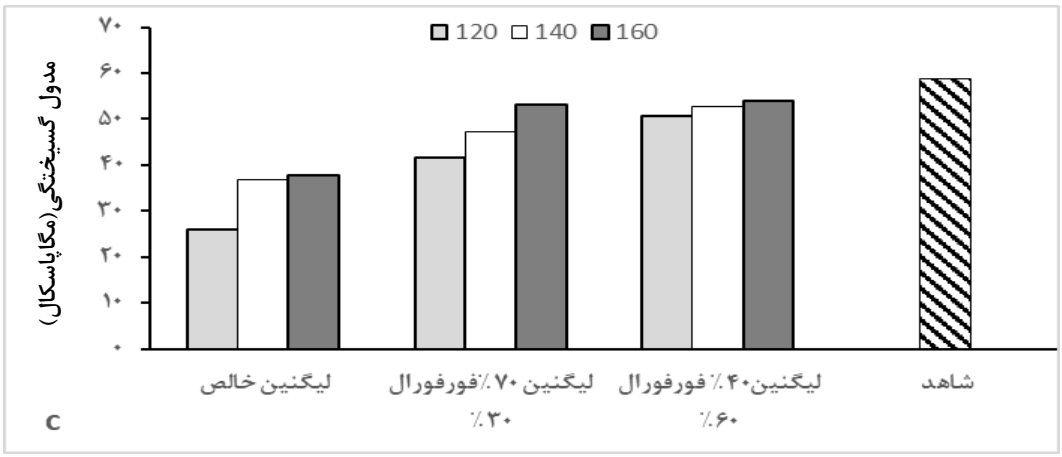
اما با اصلاح لیگنین توسط فورفورال مقدار آن یک روند افزایشی داشته است؛ به‌طوری‌که بالاترین مقدار مدول گسیختگی در تخته‌های لیگنینی، مربوط به تخته‌های با چسب لیگنین – فورفورال ۶۰٪ (لیگنین ۴۰٪ فورفورال ۶۰٪) بوده است که نسبت به تخته‌های با چسب لیگنین – فورفورال ۳۰٪ (لیگنین ۷۰٪ فورفورال ۳۰٪) و لیگنین خالص به‌ترتیب به مقدار ۱۰ درصد و ۵۶ درصد افزایش نشان داده است. همچنین بیشترین و کمترین مدول گسیختگی تخته‌لایه، به ترتیب مربوط به مقدار مصرف چسب ۱۶۰ و ۱۲۰ گرم بر مترمربع می‌باشد (شکل ۳. a، b و c).



شکل ۲– تأثیر نوع چسب (a)، مقدار چسب (b)، متقابل چسب و مقدار مصرف آن (c) بر مدول‌الاستیسیته تخته‌لایه







شکل ۳- تأثیر نوع چسب (a)، مقدار چسب (b)، متقابل چسب و مقدار مصرف آن (c) بر مدول گسیختگی تخته‌لایه

جدول ۳- تجزیه‌وتحلیل واریانس خواص فیزیکی تخته‌لایه

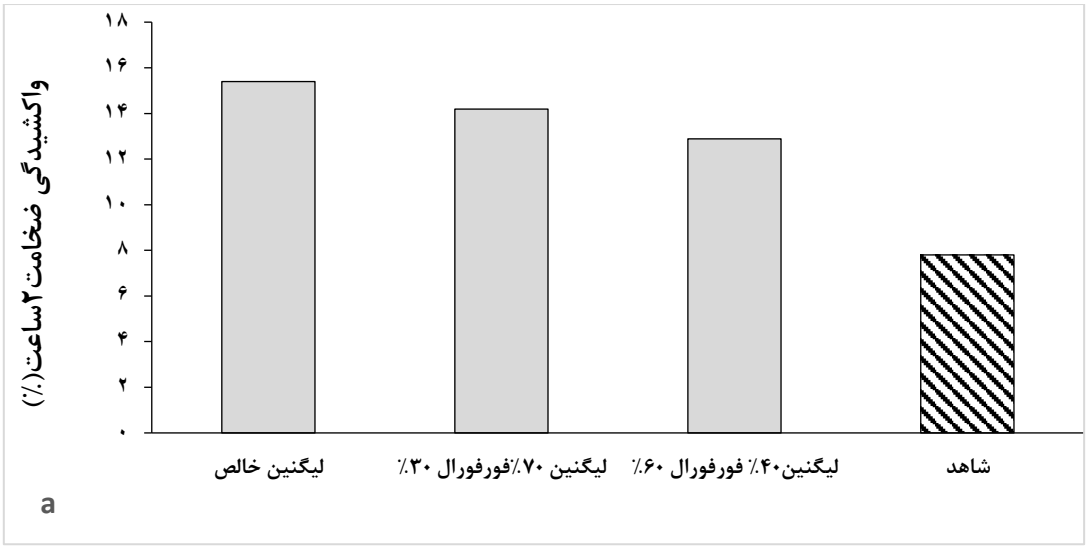
	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین متوسط	F مقدار	سطح معنی‌داری
واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت					
نوع چسب (A)	۳۸/۲۰	۲	۱۹/۱۰	۱/۷۵	۰/۱۹
مقدار مصرف (B)	۴۱/۱۵	۲	۲۰/۵۷	۱/۸۹	۰/۱۷
A×B	۷/۸۹	۴	۱/۹۷	۰/۱۸	۰/۹۴
واکشیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت					
	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین متوسط	F مقدار	سطح معنی‌داری
نوع چسب (A)	۱۱/۲۴	۲	۵/۶۲	۱/۴۷	۰/۲۴
مقدار مصرف (B)	۱۶/۴۰	۲	۸/۲۰	۲/۱۵	۰/۱۳
A×B	۱۸/۴۰	۴	۴/۶۰	۱/۲۱	۰/۳۳

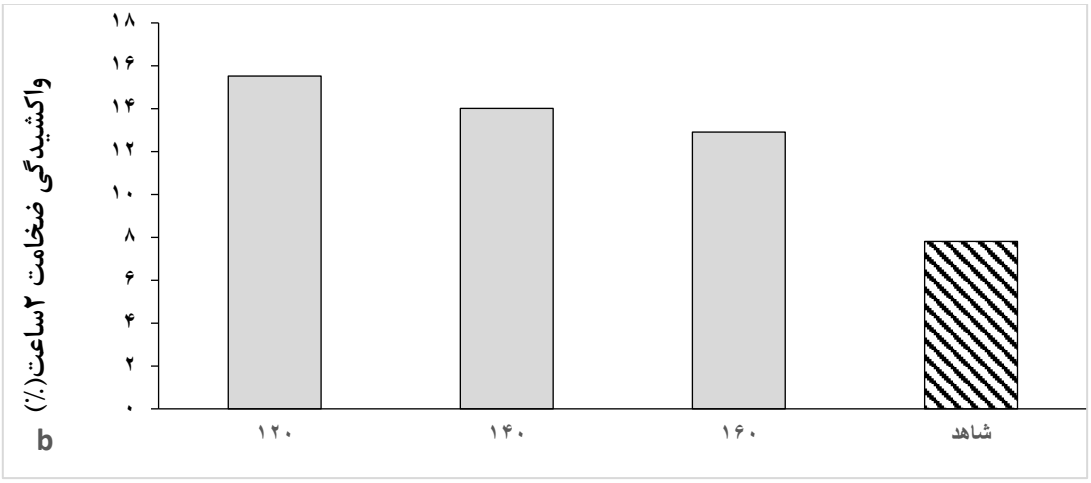
خواص فیزیکی

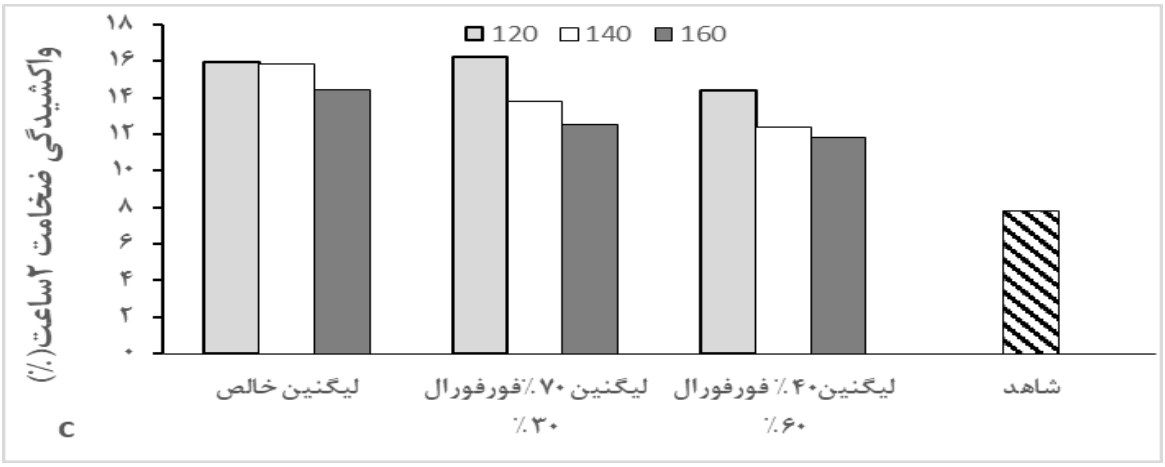
تجزیه‌وتحلیل واریانس خواص فیزیکی (واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب) تخته‌لایه در جدول (۳) و گروه‌بندی دانکن آن در شکل (۴ و ۵) نشان داده شده است.

واکشیدگی ضخامت

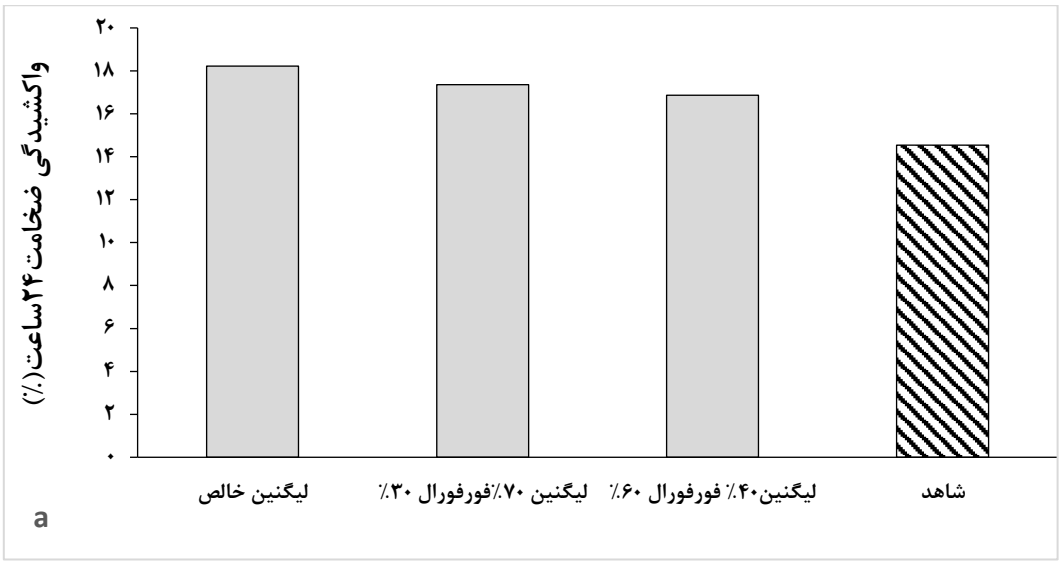
آزمون تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تأثیر مستقل و متقابل نوع چسب و مقدار مصرف آن بر واکشیدگی ضخامت تخته‌لایه معنی‌دار نبود. نمودار شکل ۴ و ۵ نشان می‌دهد که واکشیدگی ضخامت تخته‌های شاهد پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب کمتر از تخته‌های لیگنینی بوده است که به‌ترتیب مقدار آن ۷/۸ و ۱۴/۵۴ درصد بوده است؛ اما در تخته‌های لیگنینی بالاترین مقدار واکشیدگی ضخامت تخته-لایه پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، مربوط به تخته‌های با چسب لیگنین خالص بوده است که نسبت به تخته-های با چسب لیگنین –فورفورال ۳۰٪ و ۶۰٪ به‌ترتیب مقدار ۸ درصد و ۱۹ درصد افزایش نشان داده است. همچنین پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب هم بالاترین مقدار مربوط به تخته‌های با چسب لیگنین خالص بوده است که نسبت به تخته-های با چسب لیگنین –فورفورال ۳۰٪ و ۶۰٪ به‌ترتیب مقدار ۴ درصد و ۸ درصد افزایش نشان داده است. همچنین بیشترین و کمترین واکشیدگی ضخامت تخته‌لایه، به‌ترتیب مربوط به مقدار مصرف چسب ۱۲۰ و ۱۶۰ گرم بر مترمربع می‌باشد (شکل ۴ و ۵ .a، b وc).

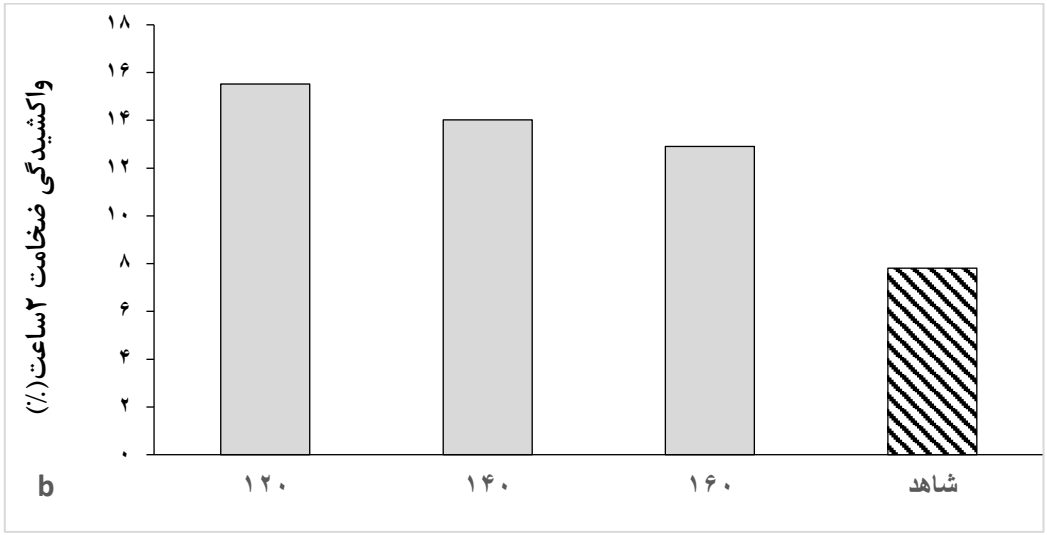






شکل ۴- تأثیر نوع چسب (a)، مقدار چسب (b)، متقابل چسب و مقدار مصرف آن (c) بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت





شکل ۵- تأثیر نوع چسب (a)، مقدار چسب (b)، متقابل چسب و مقدار مصرف آن (c) بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت

بحث

نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری نشان داد که اثر مستقل نوع چسب بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌لایه، از لحاظ آماری معنی‌دار نبود و بهترین خواص فیزیکی و مکانیکی در بین تخته‌های ساخته شده با چسب‌های لیگنین خالص و لیگنین- فورفورال، در مقایسه با تخته‌های شاهد مربوط به تخته‌هایی است که با چسب لیگنین - فورفورال ۶۰٪ (لیگنین ۴۰٪ فورفورال ۶۰٪) ساخته شده است که از لحاظ عددی هم نزدیک‌ترین گزینه به چسب شاهد بوده است. در تمامی آزمون‌ها خواص مکانیکی تخته‌های حاصل از چسب اوره- فرم آلدئید (شاهد) بهتر از تخته‌های حاصل از چسب‌های لیگنین اصلاح نشده و اصلاح شده با فورفورال بوده است که علت آن احتمالاً به دلیل قابلیت واکنش‌گری بیشتر فرم‌آلدئید نسبت به فورفورال می‌باشد. با توجه به اینکه فرم‌آلدئید مولکول کوچک‌تری نسبت به آلدئیدهای دیگر دارد، ازاین‌رو ممانعت فضایی کمتری داشته و راحت‌تر مورد حمله هسته‌دوست‌ها قرار می‌گیرد و ممکن است به دلیل وجود گروه‌های متوکسی به‌جای هیدروکسی در حلقه آروماتیکی لیگنین و نیز تعداد کمتر موقعیت‌های آزاد در آن، واکنش پذیری کمتری داشته باشد (Yunesi-KordKhalili & Honarbakhsh-Raof , 2017, Ghafari *et al*., 2014) که با نتایج تحقیقات Dongre و همکاران (۲۰۱۵) و Schinder و همکاران (۱۹۹۶) مطابقت دارد. Schneider و همکاران (۱۹۹۶) ثابت کردند که تخته‌های ساخته شده با چسب اوره فرم‌آلدئید -پلی فورفوریل الکل، خواص مقاومتی کمتری را از خود نشان داده است. Ghafari و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که رزین‌های بر پایه فورفورال برای انعقاد احتیاج به زمان پرس طولانی‌تری در مقایسه با چسب‌های اوره- فرم آلدئید دارند. همچنین تخته‌های ساخته شده با چسب اوره- فرم‌آلدئید (شاهد)، خواص فیزیکی بهتری را نسبت به تخته‌های حاصل از چسب‌های لیگنین اصلاح نشده و اصلاح شده با فورفورال داشته است که احتمالاً علت آن بزرگ بودن حجم مولکولی فورفورال در مقایسه با فرم‌آلدئید بوده که سبب شده فضای بیشتری را اشغال نموده و منجر به متورم شدن بیشتر آن گردد و در نتیجه واکشیدگی ضخامت آن افزایش پیدا می‌کند (Ghafari *et al*., 2014).

اثر مستقل مقدار مصرف چسب بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌لایه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود و در تخته‌های ساخته شده با افزایش مقدار مصرف چسب، خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌لایه بهبود پیدا کرد و بهترین حالت مربوط به تخته‌هایی است که میزان چسب مصرفی آن ۱۶۰ گرم بر مترمربع بوده است؛ که شاید علت آن را این‌گونه بتوان

تشریح نمود که افزایش مقدار مصرف چسب باعث پخش بیشتر آن در سطح تخته می‌شود. به‌طوری‌که اتصال بهتر و قوی‌تر در سطح لایه‌ها ایجاد کرده و منجر به بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌لایه می‌گردد و ضعف اتصال در تخته‌های تولید شده با چسب‌های لیگنین اصلاح نشده و اصلاح شده با فورفورال را می‌توان با افزایش مقدار مصرف چسب، افزایش درجـــه حـــرارت و افـــزایش زمان پرس بهبود بخشید (Ghafari *et al.*, 2014)، به‌نحوی‌که با نتایج تحقیقات Rassam و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد.

منابع مورد استفاده

-Dongre, P., Driscoll, M., Amidon, T. and Bujanovic, B., 2015. Lignin-Furfural Based Adhesives. Energies 8: 7897-7914

-Doosthoseini, K. and Moezzipour, B., 2011. Utilization of date palm and kenaf fibers for reinforcement of practical properties of plywood. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 26: 3. 495-510

-Enayati, A., Rasouli, D. and Yousefi, H., 2009. Feasibility of Utilizing Polypropylene as a binder for Plywood manufacture. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research 24: 1. 91-98

-Garcia, A. M., Ortiz, M., Martinez, R. and Ortiz, P., Reyuera, E., 2004. The Condensation of Furfural with Urea. Industrial Crops and Products 19: 99-106

-Ghafari, R., Doshosini, K., Abdolhkani, A., Mirshkraei, A. and Faezipor, M., 2014. Urea -formaldehyde Adhesive Modification with Furfural to reduce formaldehyde emission in particle board. Forest and wood production, Iranian Journal of Forest and Wood Products 67:3. 475-487

-Ghafari, R., Doshosini, K., Mirshkraei, A. and Abdolhkani, A., 2015. Study of Thermal behavior and formaldehyde emission in urea -formaldehyde resin modified with Furfural, forest and wood production. Iranian Journal of Forest and Wood Products 68: 3. 479-490

-Lin, Y.S. and Dence, C.V., 1992. Methods in lignin chemistry, Springer – Verlag (Berlin, New York) Pp 578

-Schafer, M. and Roffael, E., 2000. On the Formaldehyde Release of Wood. Holzalsroh-Und Werkstoff 58:4. 259-264

-Schneider, M. H. and Phillips, J. g., 2010. Furfural-urea resins and adhesives and their methods of production. Patent no US 7,781,521 B2

-Schneider, M.H., Chui, Y.H. and Ganev, S.B., 1996. Properties of particleboard made with a polyFurfuryl-alcohol/urea-farmaldehyde adhesive. Forest Product Journal 46:9. 79-83

-Tang, Q., Elder, T. and Conner, A., 1995. Modification of urea – formaldehyde resin adhesives, A Computational study, Conference of wood adhesive. USDA forest products Society, Madison, WI 53705-2295, USA, pp 235-239

-Younesi-Kordkheili, H., Naghdi, R. and Amiri, M., 2015. Influence of Nanoclay on Physical, Chemical, Mechanical and Thermal Properties of Urea- Glyoxal Resin. Iranian Journal of Wood and Paper Industries 6:1. 133-143

-Yunesi- KordKhalili, H. and Honarbakhsh-Raof, A., 2017. The Effect of Nanoclay on Physical and Mechanical Properties of Particle board made from Urea-Kraft Lignin- Glyoxal Green Adhesive. Journal of Wood and Paper Industries 8:1. 119-129

-Rassam, GH. and Faezzipour, M., 2004. The use of kraft lignin in fiberboard production. Iranian Natural Resources Journal 57:2. 1-10

Utilizing furfural modified soda lignin modify as adhesive in plywood manufacturing

M.R. Topa Esfandiari[1*], M. Talaeipour[2], H. Khademieslam[3], S.A. MirShokraee[4] and B. Bazyar[5]

1-PhD Candidate, Department of Wood and Paper industry, faculty of natural resources and environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
2*-Corresponding author, Associate Professor, Department of Wood and Paper industry, faculty of natural resources and environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran,
Email: m.talaeipoor@srbiau.ac.ir
3-Professor, Department of Wood and Paper industry, faculty of natural resources and environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
4-Professor, Department of Organic Chemistry and Lignocellulose Materials, Payam Noor University, Tehran, Iran.
5-Associate Professor, Department of Wood and Paper industry, faculty of natural resources and environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

Received: April, 2021 Accepted: July, 2021

Abstract

This study invegate the utilization of furfural modified soda lignin as adhesive on the physical and mechanical properties of poplar plywood. For the production of plywood, pure Lignin (L.100%), lignin-furfural 30% (L.70-F.30), lignin- furfural 60% (L.40-F.60) were used as the adhesive at three different levels (120 140 160gm^2) and cured with ammonium chloride (1%) as the hardener and wheat flour (30%) as the filler based on the dry weight of the adhesive. Plywood samples using urea formaldehyde resin at 160 g/m^2 were produced as control samplesAdhesive characteristics including solid content, viscosity, specific weight and PH were measured. After producing the laboratory boards, the physical and mechanical properties of samples, such as thickness swelling after 2 and 24 hours soaking in water, shear strength, modulus of rupture, and modulus of elasticity were measured. The results indicated that independent and interactive effects of adhesive and its consumption level on the physical and mechanical properties of plywood are not statistically significant and in all cases, the control boards showed better properties than the modified lignin adhesives

Keywords: Shear strength, modulus of elasticity, modulus of rupture, lignin, furfural.