Archive of SID

مقایسه لیگنین حاصل از مایع پخت سیاه فرآیندهای سولفیت قلیایی – آنتراکینون، سودا-آنتراکینون و کرافت به‌عنوان فیلر-اکستنددر ساخت تخته لایه صنوبر

سحاب حجازی[1*]
هدیه حاجی پور[2]
علی عبدالخانی[3]
یحیی همزه[4]
لعیا جمالی راد[5]

[1] دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

[2] کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

[3] دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

[4] استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

[5] استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبد، ایران

مسئول مکاتبات:
shedjazi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۰۹

چکیده

با توجه به اهمیت پرکننده رزین اوره فرمالدهید در صنعت تخته‌لایه و با هدف جایگزینی یک پرکننده مناسب برای این نوع چسب با آرد گندم (پرکننده متداول)، لیگنین حاصل از سه مایع پخت سیاه فرآیندهای سولفیت قلیایی-آنتراکینون، سودا-آنتراکینون و کرافت به‌عنوان فیلر-اکستندر رزین اوره فرمالدهید در ساخت تخته‌لایه موردبررسی قرار گرفت. برای این منظور از هر یک از انواع لیگنین‌ها، در چهار سطح ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد بر اساس وزن خشک رزین استفاده شد. سپس خواص فیزیکی و مکانیکی نمونه‌های آزمونی شامل واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته موازی و عمود بر الیاف لایه سطحی و مقاومت برشی اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از این بررسی نشان دادند که به ترتیب با افزایش مصرف لیگنین سولفیت قلیایی-آنتراکینون و لیگنین کرافت، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته موازی با الیاف لایه سطحی افزایش یافت. همچنین مقاومت برشی در سطح اتصال نمونه‌ها در صورت استفاده از هر سه نوع لیگنین نیز افزایش نشان داد. از سوی دیگر استفاده از این سه نوع لیگنین، باعث بهبود پایداری ابعادی تخته‌ها شد. نتایج حاکی از برتری لیگنین حاصل از فرآیند سولفیت قلیائی- آنتراکینون در مقایسه با سایر لیگنین‌ها در بهبود ویژگی‌های مکانیکی تخته لایه می‌باشد.

واژگان کلیدی: لیگنین ، سولفیت قلیایی-آنتراکینون، سودا-آنتراکینون،کرافت، فیلر- اکستندر.

مقدمه

در فرآیند ساخت فرآورده‌های لایه‌ای چوب، برای اتصال لایه‌ها از مخلوط رزین با موادی به نام به پرکننده[1] یا بسط دهنده[2] استفاده می‌شود. این مواد که منشأ آلی یا معدنی دارند، ارزان‌تر از چسب هستند و برای صرفه‌جویی در مصرف چسب و کم کردن نفوذ چسب به داخل لایه‌ها می‌توان آنها را جایگزین مقداری از چسب کرد. درنتیجه از یک‌سو با توجه به ارزان بودن پرکننده‌ها در مقایسه با سایر رزین‌های شیمیایی، فراوانی و مصرف رزین اوره فرمالدهید در صنایع فرآورده‌های مرکب چوبی ازجمله تخته‌لایه برای مصارف داخلی و همچنین دارا بودن معایبی مانند مقاومت کم در مقابل

[1] Filler
[2] Extender

www.SID.ir

Archive of SID

رطوبت و نیز انتشار گاز فرمالدهید از سوی دیگر، مطالعه پیرامون بهینه‌سازی شرایط استفاده از این نوع چسب، اهمیت بسیار زیادی دارد [۱]. همچنین تلاش‌های زیادی توسط محققین در جهت بهبود عملکرد و تقویت اتصالات چسب [۲-۱۱] انجام شده است. به‌عنوان‌مثال افزودن پرکننده‌های فیبری به چسب مایع یک فرصت مناسب برای کاهش مقدار مصرف و افزایش مقاومت آن می‌باشد [۱]. در صنعت تخته‌لایه، معمولا از آرد گندم به‌عنوان پرکننده رزین اوره فرمالدهید استفاده می‌شود. ولی با توجه به این‌که گندم منبع اصلی غذای مردم بوده، لذا جایگزین کردن ماده‌ای به‌جای آرد گندم به‌عنوان پرکننده، ضروری و نویدبخش به نظر می‌رسد. در طی سال‌های زیادی سعی و تلاش فراوان برای به دست آوردن چسب‌هایی بر پایه لیگنین و یا کاربرد لیگنین به‌عنوان فیلر-اکستندر انجام‌شده و نتایج امیدوارکننده‌ای نیز در پی داشته است. کاربرد لیگنین کرافت به‌عنوان پرکننده و همچنین جایگزینی با چسب فنل فرمالدهید به مقدار ۱۵ درصد در ساخت تخته لایه تأییدشده و تخته حاصل خواص فیزیکی و مقاومت اتصال مناسبی داشته است [۱۲]. بر اساس تحقیقات Jamalirad و همکاران (۲۰۰۷) استفاده از ۳۰ درصد لیگنین کرافت با کاتالیزور استات روی به‌عنوان فیلر-اکستندر رزین اوره فرمالدهید در ساخت تخته‌لایه، باعث بهبود مقاومت چسبندگی در سطح اتصال لایه‌ها شده است [۱۳]. البته از معایب عمده مصرف لیگنین رنگ تیره و واکنش‌پذیری کم آن است؛ اما ازآنجایی‌که این ماده طبیعی و تجدیدشونده و دوست دار محیط‌زیست است و به مقدار زیاد قابل تهیه و در دسترس است و در مقایسه با چسب‌هایی مانند اوره فرمالدهید، مشکلات مربوط به انتشار فرمالدهید آزاد را ندارد، لذا با این چسب‌ها قابل‌رقابت می‌باشد و می‌تواند به عنوان یک چسب مناسب در تهیه فرآورده‌های چوبی مورداستفاده قرار گیرد. با توجه به رشد مصرف این نوع چسب‌های طبیعی، محققان همواره به دنبال راهی برای ایجاد تغییرات شیمیایی در ساختار آن‌ها بوده تا بتوانند با بهبود عملکرد اتصال، با چسب‌های بر پایه نفتی مانند اوره فرمالدهید و فنل‌فرمالدهید رقابت کنند [۱۱]. در همین راستا بر اساس مطالعاتی که بر روی بعضی چسب‌های طبیعی و دوستدار محیط‌زیست مانند تانن [۵]، پیله ابریشم [۳] و ژلاتین چسب ماهی [۴] انجام‌شده، مشخص گردید که استفاده از این نوع چسب‌ها در ساخت فرآورده‌های مهندسی‌شده چوب موفقیت‌آمیز بوده و باعث بهبود عملکرد اتصال شده است. لذا ازآنجایی‌که لیگنین حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد چوب‌های مختلف را تشکیل می‌دهد، ملاحظه می‌گردد که سالانه حجم قابل‌توجهی لیگنین به‌صورت پسماند فرآیندهای مختلف خمیر کاغذسازی تولید می‌گردد که قسمت اعظم آن در کارخانه‌های کاغذسازی سوزانده می‌شود؛ بنابراین کاربرد صنعتی لیگنین هنوز به‌صورت یک مشکل اساسی وجود دارد. این ماده به‌عنوان فراوان‌ترین پلیمر طبیعی دنیا پس از سلولز، ساختار پیچیده‌ای دارد و هنوز به‌طور کامل موردبررسی و ارزیابی قرار نگرفته است. به‌رغم مطالعات صورت گرفته در مورد لیگنین حاصل از فرآیند کرافت متأسفانه تاکنون مطالعه‌ای در خصوص لیگنین حاصل از فرآیند سولفیت قلیائی – آنتراکینون صورت نگرفته است. فرآیند سولفیت قلیائی –آنتراکینون امیدبخش‌ترین جایگزین فرآیند کرافت محسوب می‌شود که می‌تواند معایب فرآیند کرافت را پوشش داده و خمیرکاغذی برتر از فرایند کرافت تولید نماید. تاکنون مهم‌ترین چالش در مسیر صنعتی شدن فرآیند سولفیت قلیائی – آنتراکینون عدم وجود سیستم بازیابی کارآمد مانند فرآیند کرافت می‌باشد. الحاق فرآیند گازسازی مایع پخت سیاه در راستای تبدیل کارخانه‌های خمیر کاغذسازی کرافت به یک پالایشگاه زیستی فرصت منحصربه‌فردی را برای تحقق صنعتی فرآیند سولفیت قلیائی- آنتراکینون فراهم آورده است. لذا مطالعه پیرامون ویژگی‌های مایع پخت سیاه به ویژه لیگنین موجود در مایع پخت سیاه فرآیند سولفیت قلیائی- آنتراکینون در آینده اهمیت زیادی خواهد یافت. از این رواین پژوهش با هدف استفاده و مقایسه سه نوع لیگنین حاصل از مایع پخت سولفیت قلیایی-آنتراکینون، سودا-آنتراکینون و کرافت به‌عنوان پرکننده و بسط دهنده چسب اوره فرمالدهید و کاهش سهم آرد گندم (پرکننده متداول در ساخت تخته لایه با استفاده از چسب اوره فرمالدهید) که دارای ارزش غذایی می‌باشد و نیز مطالعه خواص فیزیکی و مکانیکی تخته لایه ساخته‌شده از این نوع چسب انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

مواد

لایه‌های چوبی: لایه‌های مصرفی از کارخانه افرا روکش آمل و از لوله‌بری گرده‌بینه‌های صنوبر به ضخامت حدود ۲ میلی‌متر و ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر تهیه و سپس به آزمایشگاه فرآورده‌های مرکب چوبی گروه علوم و صنایع چوب وکاغذ دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل گردید. سپس لایه‌های اندازه بری شده تا رسیدن به رطوبت حدود ۳-۴ ٪ توسط خشک‌کن آزمایشگاهی خشک شدند. چسب اوره فرمالدهید مورد استفاده با مقدار مواد جامد ۵۹ درصد و pH ۷ و زمان ژله‌ای شدن ۵۶ ثانیه، از شرکت پارس شیراز تهیه و به مقدار ۱۲۰ گرم بر متر مربع برای ساخت هر تخته استفاده شد.

جداسازی و تهیه پودر لیگنین: برای آماده‌سازی پودر لیگنین ابتدا مایع پخت سیاه خمیرکاغذ از سه فرآیند سولفیت قلیایی-آنتراکینون، سودا-آنتراکینون و کرافت، در آزمایشگاه خمیرکاغذ با شرایط ذیل تولید و بعد از استخراج مایع پخت سیاه از سه فرآیند ذکرشده، از اسید سولفوریک استفاده شد و pH محلول را به حدود ۲ رسانیده تا لیگنین رسوب کند. رسوب حاصل با سانتریفیوژ از محلول جدا گردید و با آب شستشو داده شد تا از حالت اسیدی خارج شود. سپس لیگنین باقی‌مانده را خشک کرده و پس از تهیه آن به صورت پودر از الک ۲۱۲ میکرون[1]عبور داده شد. بدین ترتیب پودر نرمی آماده شد که به هنگام تهیه چسب به مقدار معین با آن مخلوط گردید.

فرآیند سولفیت قلیایی-آنتراکینون: این پخت با ۷۰ درصد هیدروکسیدسدیم[2] و ۳۰ درصد سولفیت سدیم[3] نسبت L/W برابر با ۴ و مقدار ۰/۱ درصد آنتراکینون، در دمای ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳ ساعت انجام شد.

فرآیند سودا-آنتراکینون: این پخت با قلیائیت فعال ۲۲ درصد و مقدار آنتراکینون ۰/۱ درصد و نسبت L/W برابر با ۴، در دمای ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳ ساعت انجام شد.

فرآیند کرافت: این پخت با قلیائیت فعال ۲۲ درصد و نسبت L/W برابر با ۴، سولفیدیته ۲۵ درصد، در دمای ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳ ساعت انجام شد.

روش ها

فرآیند چسب زنی و ساخت تخته لایه: جهت آماده‌سازی چسب مورد نظر، پودر لیگنین تهیه‌شده از سه فرآیند مختلف در سطوح ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد به رزین اوره فرمالدهید اضافه شد. در ساخت تخته‌های شاهد از ۳۰ درصد آرد گندم (فاقد پودر لیگنین) به عنوان پرکننده رزین اوره فرمالدهید استفاده شد و در تیمارهای مربوط به ۱۰ و ۲۰ درصد پودر لیگنین، اختلاف مقدار پرکننده آن تا ۳۰ درصد از آرد گندم نیز استفاده شد. همچنین از نمک کلرید آمونیوم پودری شکل به میزان ۲ درصد وزن خشک چسب به عنوان سخت‌کننده (هاردنر) استفاده گردید. سپس رزین آماده‌سازی شده توسط کاردک بر روی تمام نقاط لایه به صورت یکنواخت پخش شد. لایه‌های مونتاژ شده توسط دستگاه پرس آزمایشگاهی هیدرولیک Burkle – LA – 160 با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر تحت دمای ۱۶۰ درجه سانتی گراد و فشار ۱۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع به مدت ۵ دقیقه پرس شدند. در نهایت تخته‌های سه‌لایه به مدت ۱۵ روز در شرایط مشروط‌سازی نگه‌داری شده تا به رطوبت تعادل با محیط برسد. سپس عملیات برش و تهیه نمونه‌های آزمونی انجام گرفت. بعدازآن خواص فیزیکی و مکانیکی شامل واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته موازی و عمود بر الیاف لایهٔ سطحی و مقاومت برشی براساس استانداردهای EN 310 و EN 314-2 انجام گرفت.

تجزیه‌وتحلیل آماری: تجزیه‌وتحلیل نتایج با استفاده از تکنیک One Way Annova و گروه‌بندی میانگین‌ها

[1] ASTM- 70mesh
[2] NaOH
[3] Na_2SO_3

www.SID.ir

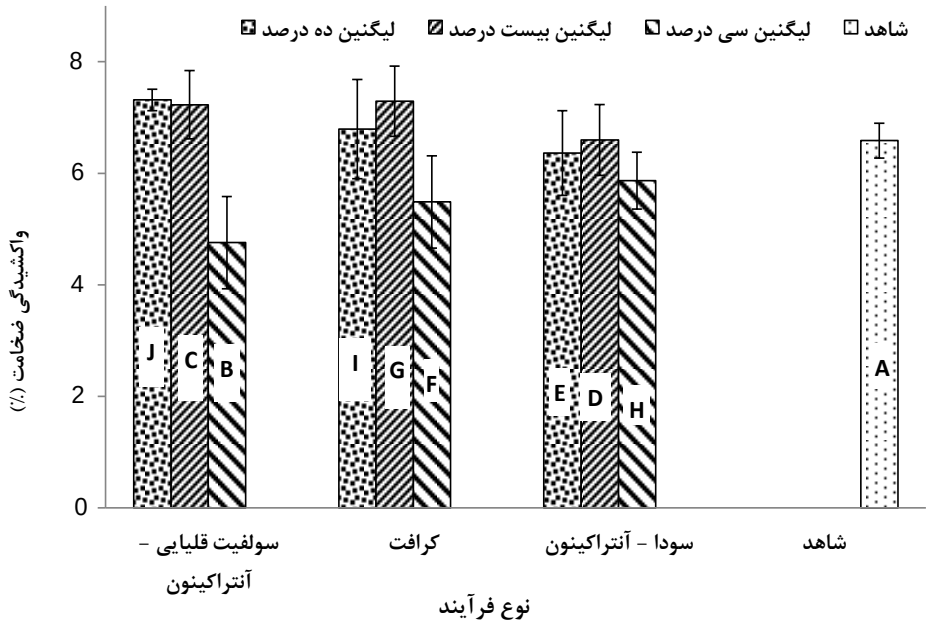
Archive of SID

براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن با استفاده از نرم افزار Spss انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب

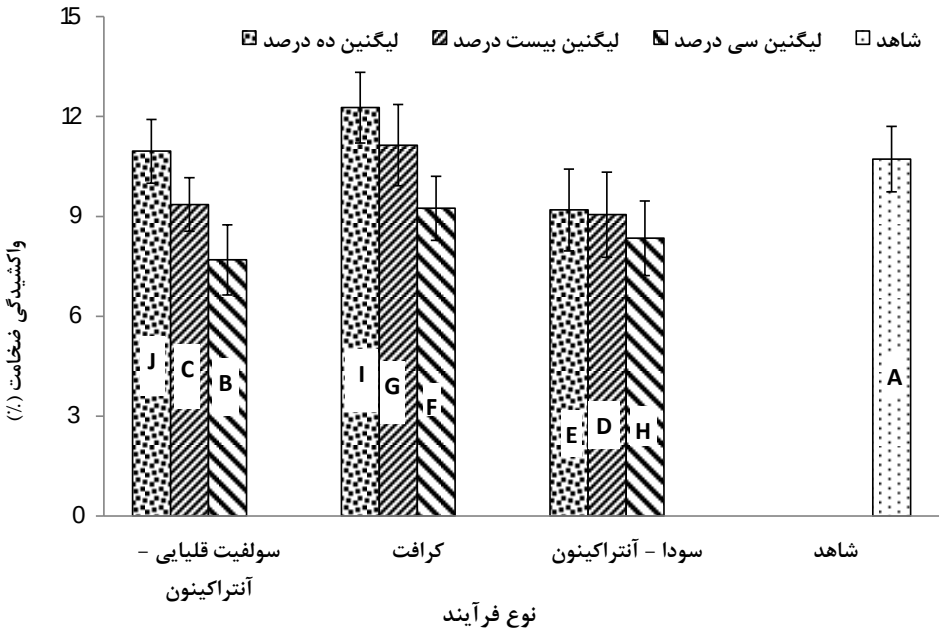
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین انواع مختلف و مقادیر مختلف مصرف لیگنین مصرفی بر میزان واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب، اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همانطور که در شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود تقریبا در همه انواع لیگنین ها با افزایش مقدار مصرف آن‌ها، مقدار واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب روند کاهشی داشته است؛ اما در بین انواع لیگنین ها، به ترتیب لیگنین حاصل از فرآیند سولفیت قلیایی-آنتراکینون، لیگنین سودا-آنتراکینون و لیگنین کرافت بیشترین کاهش را در مقدار واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت داشته است. به نحوی که تیمار مربوط به مصرف ۳۰ درصد لیگنین سولفیت قلیایی-آنتراکینون دارای کمترین مقدار واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب است؛ یعنی استفاده از انواع مختلف لیگنین در ترکیب با رزین اوره فرمالدهید در بهبود پایداری ابعادی تخته‌ها تاثیر مثبتی داشته است و نتایج به دست آمده با نتایج تحقیقات Gothwal و همکاران (۲۰۱۰) [۱۲] و Jamalirad و همکاران (۲۰۰۷) [۱۳] نیز مطابقت دارد.



شکل ۱- تأثیر نوع و مقدار مصرف لیگنین بر واکشیدگی ضخامت تخته لایه پس از ۲ ساعت غوطه وری در آب

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تأثیر نوع و مقدار مصرف لیگنین بر واکشیدگی ضخامت تخته لایه پس از ۲۴ ساعت غوطه وری در آب

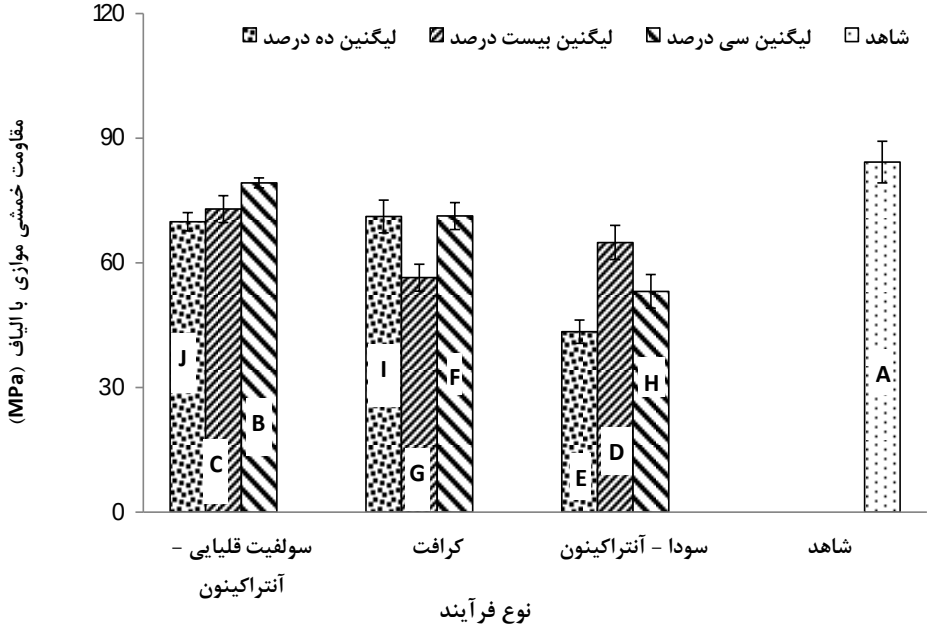
مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر انواع مختلف لیگنین و مقادیر مختلف آن بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته موازی و عمود بر الیاف لایه سطحی معنی‌دار است. همانطور که در شکل‌های ۳ تا ۶ مشاهده می‌شود در بین انواع مختلف لیگنین، در صورت استفاده از لیگنین سولفیت قلیایی-آنتراکینون و با افزایش مقدار مصرف آن، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته موازی و عمود بر الیاف لایه سطحی افزایش‌یافته است. با توجه به این شکل‌ها مشخص می‌گردد که تیمار مربوط به استفاده از ۳۰ درصد لیگنین سولفیت قلیایی_آنتراکینون بعد از نمونه شاهد دارای بشترین مقدار مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته موازی و عمود بر الیاف لایه سطحی است.

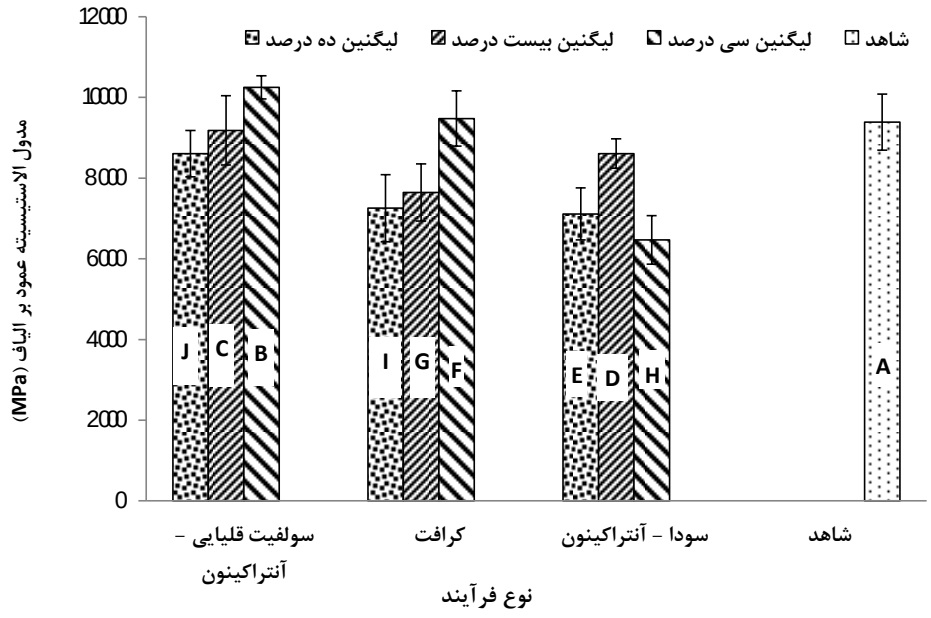
همانطور که در شکل‌های ۳ و ۴ دیده می شود، با افزایش استفاده از لیگنین کرافت تا سطح ۳۰ درصد، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته موازی با الیاف لایه سطحی نیز افزایش‌یافته است. اما مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته عمود بر الیاف لایه سطحی با افزایش مصرف لیگنین کرافت اگرچه روندی افزایشی داشته است اما در مقایسه با نمونه شاهد و لیگنین سولفیت قلیایی-آنتراکینون نیز کاهش نشان می دهد (شکل های ۵ و ۶). بر این اساس دلیل این افزایش مقاومت‌های مکانیکی در اثر استفاده از لیگنین را می‌توان اینطور بیان نمود که وجود لیگنین باعث تقویت رزین اوره فرمالدهید و انتقال بهتر تنش می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



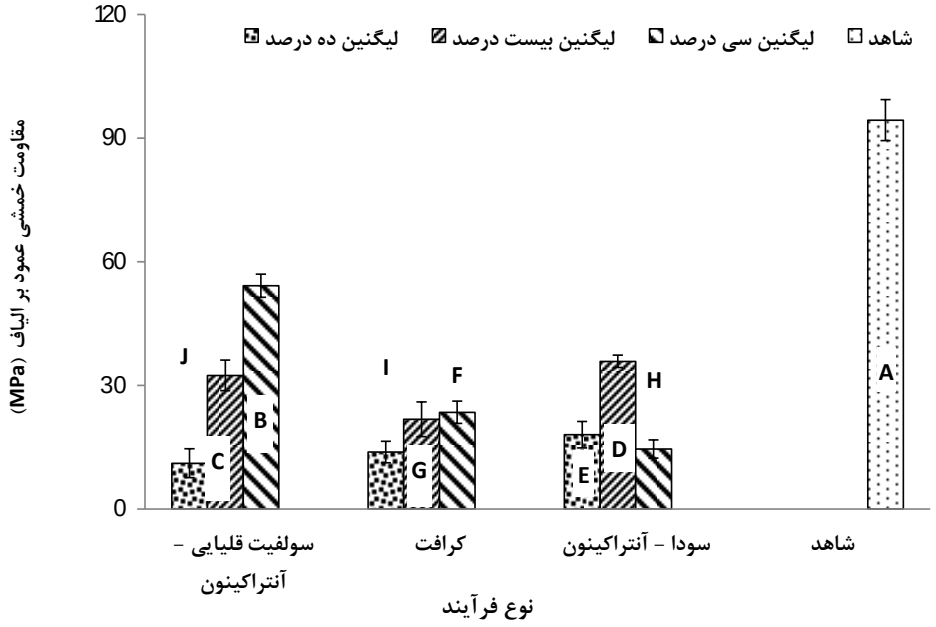
شکل ۳- تأثیر نوع و مقدار مصرف لیگنین بر مقاومت خمشی موازی با الیاف لایه سطحی تخته لایه



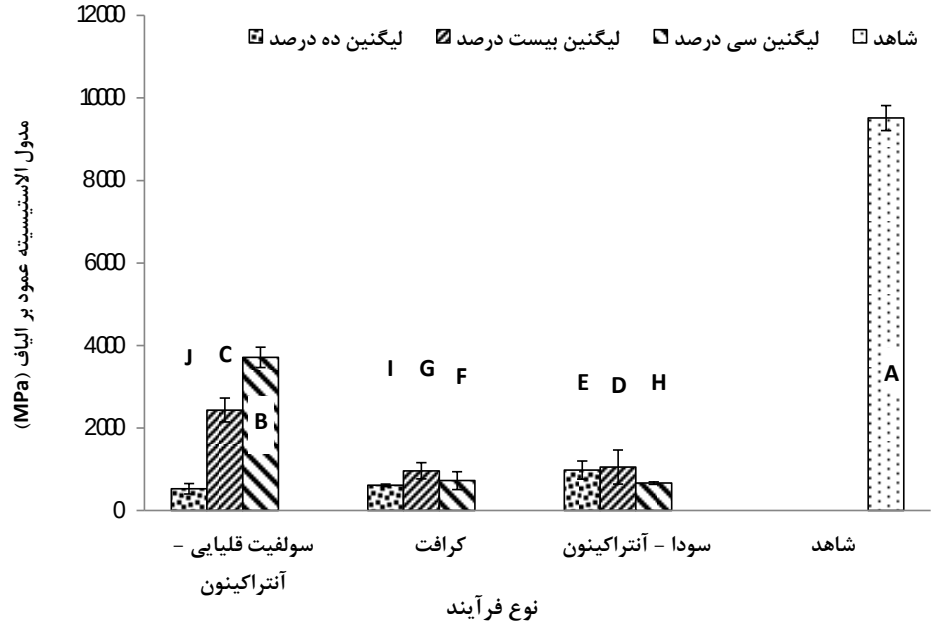
شکل ۴- تأثیر نوع و مقدار مصرف لیگنین بر مدول الاستیسیته موازی با الیاف لایه سطحی تخته لایه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- تأثیر نوع و مقدار مصرف لیگنین بر مقاومت خمشی عمود بر الیاف لایه سطحی تخته لایه



شکل ۶- تأثیر نوع و مقدار مصرف لیگنین بر مدول الاستیسیته عمود بر الیاف لایه سطحی تخته لایه

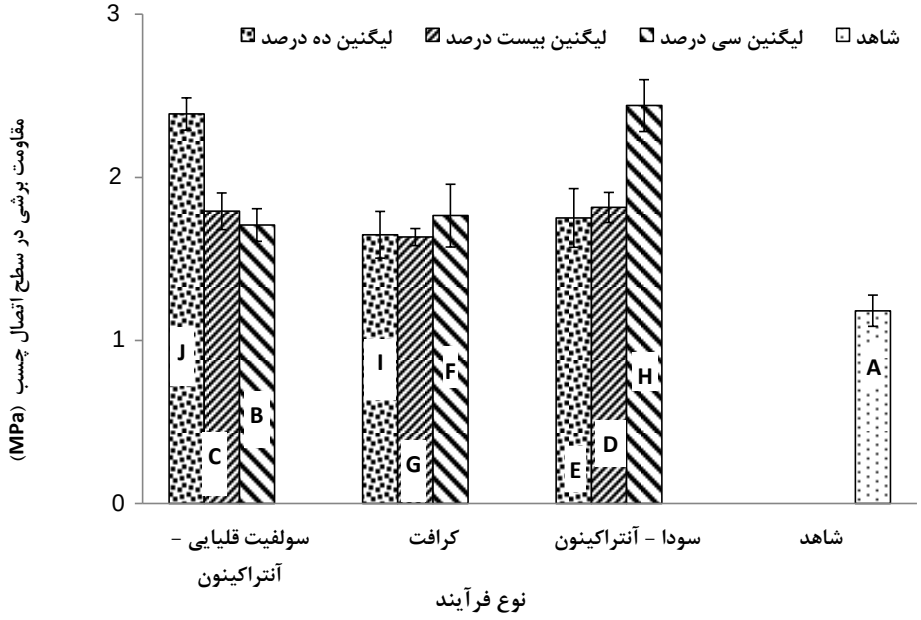
مقاومت برشی

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهند که تأثیر انواع مختلف لیگنین و مقادیر مختلف مصرف آن بر مقاومت برشی، معنی‌دار است. همانطور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود در انواع مختلف لیگنین، با افزایش مقدار مصرف آن مقاومت برشی در سطح اتصال تخته‌ها افزایش‌یافته است. بدین معنی که همه تیمارها دارای مقاومت برشی بالاتر از نمونه شاهد و بالاتر از حد استاندارد ۱ مگاپاسکال EN اروپا هستند و نمونه شاهد (با پرکننده آرد گندم) دارای کمترین مقدار مقاومت برشی است که البته حد استاندارد را دارا می‌باشد. میزان مقاومت برشی تخته لایه ساخته‌شده با لیگنین فرآیند سولفیت قلیائی- آنتراکینون بیش از دو برابر مقاومت برشی تخته لایه شاهد می‌باشد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که در صورت استفاده از پودر لیگنین به‌عنوان پرکننده رزین اوره فرمالدهید می‌توان تخته لایه‌ای ساخت که مقاومت چسبندگی در سطح

www.SID.ir

Archive of SID

اتصال مطلوبی دارد. در این راستا تحقیقات Gothwal و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که استفاده از لیگنین حاصل از لیکور فرآیند کرافت باعث بهبود مقاومت در سطح اتصال تخته‌لایه شده است [۱۲].



شکل ۷- تأثیر نوع و مقدار مصرف لیگنین بر مقاومت برشی تخته لایه

نتیجه‌گیری

ازآنجایی‌که لیگنین به‌عنوان ماده‌ای طبیعی و تجدید شونده که دارای خاصیت خودچسبندگی است و به عنوان چسب‌های طبیعی مطرح می‌باشد، در این تحقیق استفاده از سه نوع مختلف و مقادیر مختلف لیگنین حاصل از مایع پخت سولفیت قلیایی-آنتراکینون، سودا-آنتراکینون و کرافت به‌عنوان پرکننده چسب اوره فرمالدهید در ساخت تخته‌لایه موردبررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که با افزایش مصرف لیگنین سولفیت قلیایی-آنتراکینون و بعدازآن لیگنین کرافت، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته موازی با الیاف لایه سطحی به طور معنی‌داری افزایش‌یافته است. همچنین مقاومت برشی در سطح اتصال نمونه‌ها در صورت استفاده از هر سه نوع لیگنین نیز افزایش داشته است. از سوی دیگر استفاده از این سه نوع لیگنین، باعث بهبود پایداری ابعادی تخته‌ها شده است. با توجه به آنکه در مرحله پرس کردن، تخته‌ها تحت تأثیر دمای زیاد قرارگرفته و همچنین به دلیل حضور فرمالدهید در ترکیب رزین اوره فرمالدهید، لیگنین دچار واکنش‌های تراکمی شده و با مولکول‌های لیگنین مجاور خود به کمک فرمالدهید پیوندهای عرضی ایجاد کرده و شبکه‌ای شدن لیگنین توسعه‌یافته که سبب تقویت اتصالات به وجود آمده توسط رزین و بهبود مقاومت‌ها شده که به دنبال گستردگی و اتصالات عرضی بیشتر، مقدار گروه‌های هیدروکسیل در دسترس نیز کاهش می‌یابد که می‌تواند منجر به پایداری ابعادی تخته‌ها گردد. این بدان معنی است که می‌تواند مصرف این سه نوع لیگنین (پودر حاصل از لیکور فرآیند خمیرکاغذ سازی که به عنوان پسماند این نوع کارخانجات مطرح بوده و دارای بار آلودگی زیست‌محیطی است) را با هدف استفاده مفید از لیکور کارخانجات خمیرکاغذسازی به عنوان پرکننده رزین اوره فرمالدهید در ساخت تخته‌لایه نیز امیدوارکننده دانست.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

[1] Veigel, S., Müller, U., Keekes, J., Oberstriebnig, M. and Gindl-Altmutter, W., 2011. Cellulose nanofibrils as filler for adhesives: effect on specific fracture energy of solid wood-adhesive bonds. Cellulose, 18:1227-1237.

[2] Barzali, S., Jamalirad, L., Faraji, F.and Hedjazi, S., 2015. Using cellulose nanofiber as filler and reinforcing agent of urea formaldehyde resin in plywood manufacture. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 6 (2): 227-237. (In Persian).

[3] Barzali, S., Jamalirad, L., Faraji, F.and Hedjazi, S., 2016. Urea-formaldehyde resin reinforced silk coccon. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 31 (3): 500-5009. (In Persian).

[4] Nasri Nobandegani, M., Jamalirad, L., Faraji, F. and Yousefi, H., 2017. Using hybrid of fish glue-phenol formaldehyde in plywood manufacturing. Forest and Wood Products, 69 (4): 809-819. (In Persian).

[5] Kim, S., 2009. Environment-friendly adhesives for surface bonding of wood-based flooring using natural tannin to reduce formaldehyde and TVOC emission. Bioresource Technology, 100: 744-748.

[6] Ahmad, Z., Ansell, M.P. and Smedley, D., 2010. Epoxy adhesives modified with nano- and micro particles for in situ timberbonding: effect of microstructure on bond integrity. International Journal of Mechanical and Material Engineering, 5(1):59–67.

[7] May, M., Wang, H.M. andAkid, R., 2010. Effects of the addition of inorganic nanoparticles on the adhesive strength of ahybrid solgel epoxy system. International Journal of Adhesion and Adhesives, 30(6):505–512.

[8] Khoee, S. and Hassani, N., 2010. Adhesion strength improvement of epoxy resin reinforced with nanoelastomeric copolymer. Material Science and Engineering A: Structural Materials, 527(24–25):6562–6567.

[9] Prolongo, S.G., Gude, M.R. and Urena, A., 2010. Rheological behavior of nanoreinforced epoxy adhesives of low electricalresistivity for joining carbon fiber/epoxy laminates. Journal of Adhesion Science and Technology, 24(6):1097–1112.

[10] Yoon, S.H., Kim, B.C., Lee, K.H. and Lee, D.G., 2010. Improvement of the adhesive fracture toughness of bonded aluminum joints using e-glass fibers at cryogenic temperature. Journal of Adhesion Science and Technology, 24(2):429–444.

[11] Muttil, N., Ravichandra, G.h., W. Bigger, S., R. Thorpe, G., Shailaja, D. and Kumar Singh, S., 2014. Comparative Study of Bond Strength of Formaldehyde and Soya based Adhesive in Wood Fibre Plywood. Procedia Materials Science, 6: 2-9.

[12] Gothwal, R. K., Mohan, M. K. and Ghosh, P., 2010. Synthesis of low cost adhesives from pulp & paper industry waste. Journal of Scientific & Industrial Research, 69: 390-395.

[13] Jamalirad, L., Doosthoseini, K. and Mirshokraie, S. A., 2007. Using kraft lignin with metal ions catalyst as filler-extender of urea formaldehyde in plywood manufacture. Forest and Wood Products, 60 (3): 981-988. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Comparing lignin derived from black liquors of alkaline sulfite-AQ, soda-AQ and kraft processes as a filler-extender in the poplar plywood

S. Hedjazi[1*]
H. Hajpour[2]
A. Abdulkhani[3]
Y. Hamzeh[4]
L. Jamalirad[5]

[1] Associate Prof., Department of wood and paper science and technology, Faculty of natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran

[2] M.Sc., Department of wood and paper science and technology, Faculty of natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran

[3] Associate Prof., Department of wood and paper science and technology, Faculty of natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran

[4] Professor, Department of wood and paper science and technology, Faculty of natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran

[5] Assistant Prof., Department of wood and paper science and technology, Faculty of agriculture and natural resources, Gonbad Kavous University, Iran

Corresponding author:
shedjazi@ut.ac.ir

Received: 2017/03/08
Accepted: 2018/05/30

Abstract

According to the importance of urea formaldehyde resin in plywood industry and to replace a suitable filler for this resin with wheat flour (common filler), lignin derived from three black liquors including alkaline sulfite-AQ, soda-AQ and Kraft was evaluated as filler-extender for urea formaldehyde resin in the plywood manufacture. For this reason any of the four types of lignins were used at 0, 10, 20 and 30% dry weight of resin. After that, the physical and mechanical properties of samples including thickness swelling after 2 and 24 hours immersion in water, flexural strength and modulus of elasticity parallel and perpendicular to the surface layer and shear strength were measured. The results of this study showed that increasing the lignin of alkali sulfite-anthraquinone and then kraft lignin, respectively increased the flexural strength and modulus of elasticity parallel to the surface layer. Also, the bonding shear strength of the samples using three types of lignins increased. On the other hand, the use of these three types of lignin, improved the dimensional stability of the boards. The results show the superiority of lignin from alkaline sulfite anthraquinone process compared to other lignins to improve the mechanical properties of plywood.

Keywords: lignin, alkali sulfite-AQ, soda-AQ, Kraft, filler-extender.

www.SID.ir