Archive of SID

نشریه علمی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۴ شماره ۳، صفحه ۳۹۶-۳۸۷، (۱۳۹۸)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJWPR.2019.125647.1536
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0913.1398.34.387.68.3.1578.1607

تأثیر افزودن آرد سویا به چسب اوره-فرم‌آلدهید بر ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و میزان انتشار فرم‌آلدهید تخته لایه ساخته شده

سیدبهزاد حسینی[۱]، محمد غفرانی[۲*]، حمیدرضا تقی‌یاری[۳] و سامان قهری[۴]

۱- کارشناس ارشد، مسئول کارگاه ساخت و تولید، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تربیت مدرس، استان مازندران، نور، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استاد، گروه صنایع چوب، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران، پست الکترونیک: ghofrani@srttu.edu

۳- دانشیار، گروه صنایع چوب، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

۴- دانش‌آموخته دکترای صنایع چوب و کاغذ، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۸

چکیده

در این تحقیق، تأثیر افزودن آرد سویا به چسب اوره فرم‌آلدهید بر ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و میزان انتشار فرم‌آلدهید در تخته‌لایه بررسی شد. برای این منظور، ابتدا آرد سویا در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد (بر اساس وزن خشک چسب اوره فرم آلدهید) با چسب اوره فرم‌آلدهید مخلوط و تخته سه‌لایه ناهمسو از لایه‌های گونه صنوبر ساخته شد. ویژگی‌های تخته‌های تولید شده ازجمله انتشار فرم‌آلدهید مطابق استاندارد EN-717-3، مقاومت برشی بر اساس استاندارد EN-314 و جذب آب و واکشیدگی ضخامت بر اساس استاندارد EN-317 اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که افزایش آرد سویا تا سطح ۱۵ درصد سبب کاهش ۲۹/۳۴ درصدی میزان انتشار فرم‌آلدهید گردید. همچنین افزایش سطح آرد سویا به چسب اوره فرم‌آلدهید تا سطح ۱۵ درصد سبب افزایش میزان مقاومت برشی نمونه‌ها شد. به‌علاوه، آزمون مقاومت به لایه شدن هم مطابق استاندارد ANSI/HPV-HP1 نتایج قابل قبولی (از نظر امکان استفاده از فراورده در مکان‌های درون و برون ساختمانی) نشان داد. نتایج آزمون جذب آب و واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت نیز نشان داد که افزودن آرد سویا سبب افزایش اندک میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت می‌گردد. به طوری که بیشترین میزان جذب آب مربوط به افزودن آرد سویا به چسب اوره فرم‌آلدهید در سطح ۱۰ بوده است، درحالی‌که واکشیدگی ضخامت نمونه‌ها از نظر آماری در همه سطوح آرد سویا در یک گروه نسبت به نمونه شاهد قرار گرفتند و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند.

واژه‌های کلیدی: آرد سویا، اوره فرم‌آلدهید، تخته‌لایه، مقاومت برشی، مقاومت به لایه‌لایه شدن

مقدمه

استفاده از چسب‌ها در ساخت‌وسازهای بشر محدود به قرن‌های اخیر نیست، حتی انسان‌های اولیه هم برای چسباندن سنگ‌ها از خاک و گل رس استفاده می‌کردند. پس نقش چسب و چسبندگی از ابتدا در زندگی بشر مهم و پررنگ بوده است. در گذشته برای تولید چندسازه‌های چوبی از چسب‌های گیاهی و حیوانی استفاده می‌کردند، اما با توجه به ضعف این نوع چسب‌ها در مقابل آب و مقاومت کم آنها، استفاده از چسب‌ها بر پایه منابع فسیلی شامل چسب‌های پایه فرم-آلدهیدی مانند اوره فرم‌آلدهید، فنل فرم‌آلدهید و ملامین فرم-آلدهید و ایزوسیانات‌ها طی نیم قرن اخیر به‌شدت توسعه یافت (Zhang *et al*, 2014 & Gui *et al*., 2013). با توجه به

www.SID.ir

Archive of SID

محدودیت منابع نفتی و کاهش عرضه آن، به‌طوری‌که میلیون مترمکعب فراورده‌های چوبی تولیدی جهان در راستای توسعه رفاهی به‌طور مستقیم در محل زندگی و کار مردم به‌عنوان کابینت آشپزخانه، کمد لباس، درآور و میز کار مورد استفاده قرار می‌گیرد و نگرانی در مورد استفاده از این نوع چسب‌ها به‌دلیل انتشار گاز فرم‌آلدهید آزاد در هنگام تولید و مصرف چندسازه‌های چوبی، محققان را بر آن داشت تا به دنبال جایگزین مناسبی برای نفت به‌عنوان ماده اولیه برای تولید فراورده‌های مختلف ازجمله چسب‌ها باشند (Chen *et al.*, 2013). مهمترین چسب مورد استفاده در ساخت اوراق فشرده چوبی، چسب اوره فرم‌آلدهید می‌باشد.

اوره فرم‌آلدهید به‌دلیل ارزان بودن و واکنش‌پذیری سریع آن هنگام پرس گرم، پرمصرف‌ترین چسب در صنایع اوراق فشرده چوبی در دنیا می‌باشد (Costa, 2014). یکی از ایرادهای بزرگ چسب اوره فرم‌آلدهید، هیدرولیز پیوندهای شیمیایی ضعیف در هنگام تولید تخته و انتشار فرم‌آلدهید از آن می‌باشد. همچنین چسب سخت شده اوره فرم‌آلدهید نیز تحت تأثیر رطوبت و حتی در دمای اتاق، فرم‌آلدهید آزاد می‌نماید. به‌طورکلی، دو عامل اساسی انتشار فرم‌آلدهید از اوراق فشرده چوبی را می‌توان میزان فرم‌آلدهید آزاد موجود در چسب و هیدرولیز چسب منعقد شده در تخته تحت شرایط محیطی ذکر کرد (Marutzky *et al.*, 1979).

بر اساس اطلاعات منتشر شده توسط سازمان جهانی پژوهش‌های سرطان[1] در سال ۲۰۰۶، فرم‌آلدهید حتی در غلظت‌های کم از عوامل سرطان‌زا شناخته شده است و در معرض قرار گرفتن انسان با فرم‌آلدهید بسیار خطرناک و مضر می‌باشد. Li و همکاران (۲۰۱۶) اثر استنشاق گاز فرم‌آلدهید را مورد بررسی قرار دادند و مشخص گردید که گاز فرم‌آلدهید اثرهای مخربی همانند کاهش وزن، افسردگی و اضطراب روی موجودات دارد. به‌دلیل خطرناک بودن فرم‌آلدهید، هدف تولیدکنندگان اوراق فشرده چوبی، رساندن مقدار انتشار فرم‌آلدهید به کمترین مقدار ممکن است. تحقیقات زیادی برای کاهش انتشار فرم‌آلدهید از محصولات ساخته شده از اوراق فشرده چوبی (به‌ویژه تخته خرده چوب و تخته فیبر) در دهه های اخیر انجام شده است که این تحقیقات را می‌توان در گروه‌های مختلف مانند بهینه کردن نسبت فرم‌آلدهید به اوره در طی فرایند ساخت چسب (کاهش فرم‌آلدهید آزاد موجود در چسب)، اصلاح و تقویت چسب اوره– فرم‌آلدهید، استفاده از چسب‌های جایگزین طبیعی و سنتزی غیر فرم‌آلدهیدی، استفاده از مواد جاذب فرم‌آلدهید، اصلاح شرایط فرایند تولید و آماده‌سازی تخته و تیمارهای پس از تولید دسته‌بندی نمود (Meyer *et al.*, 1986). اخیراً محدودیت‌هایی بر میزان انتشار گاز فرم‌آلدهید از محصولات چوبی از سوی سازمان‌های نظارتی وضع شده است. به همین منظور برای کاهش انتشار فرم‌آلدهید، در طی دهه‌های گذشته روش‌های زیادی آزمایش و پیشرفت‌های زیادی حاصل شده است. (Moubarik *et al.*,2013، Costa *et al.*, 2013، Kord *et al.*, 2016).

رطوبت یکی از عامل‌هایی است که با نفوذ به اوراق فشرده چوبی از قبیل تخته خرده چوب و تخته فیبر باعث شکست پیوندهای بین اوره و فرم‌آلدهید می‌شود. Roffael و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی تأثیر رطوبت بر انتشار فرم‌آلدهید در تخته خرده چوب و تخته فیبر ساخته شده با چسب اوره–فرم‌آلدهید اصلاح شده با تانن (TF) پرداختند. آنان مقدار فرم‌آلدهید باقی‌مانده و میزان انتشار فرم‌آلدهید از تخته‌های ساخته شده را با روش‌های پرفوریتور، آنالیز گازی، فلاسک و محفظه اندازه‌گیری نمودند. آنان مشاهده کردند که افزایش رطوبت در تخته‌های اصلاح شده با TF، باعث کاهش مقدار فرم‌آلدهید در تخته‌ها (روش پرفوریتور) و انتشار فرم‌آلدهید (روش‌های گاز آنالیز، فلاسک و اتاقک) گردید. Liang و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان دادند که مهمترین پارامتر تأثیرگذار بر میزان انتشار فرم‌آلدهید از ام‌دی‌اف، رطوبت می‌باشد که میزان آن با افزایش رطوبت افزایش می‌یابد.

هدف از این تحقیق ارزیابی قابلیت استفاده از آرد سویا به‌عنوان یک ماده طبیعی و دوست‌دار محیط‌زیست در راستای

1- International Agency for Research on Cancer

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش میزان انتشار فرم‌آلدهید از رزین ترکیبی استفاده شده در فرایند تولید تخته‌لایه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد

در این تحقیق از لایه‌های چوبی گونه صنوبر (*Populus deltoids*) با حداقل معایب به ضخامت ۲/۱ میلی‌متر، تولید شده به‌روش لوله‌بری در کارخانه افرا روکش آمل استفاده گردید. لایه‌ها به ابعاد مورد نیاز برش داده شده و به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۵۰+ درجه سلسیوس در آون تا رطوبت ۹ درصد خشک شدند. چسب اوره–فرم‌آلدهید از کارخانه آمل رزین تهیه و مشخصات آن در جدول ۱ ارائه شده است. از کلرید آمونیوم (Ammonium chloride) با فرمول شیمیایی NH_4Cl محلول ۳ درصد تهیه و به‌عنوان هاردنر (کاتالیزور) در فرایند ساخت تخته‌لایه استفاده گردید.

جدول ۱– مشخصات چسب اوره فرم‌آلدهید

ویژگی	ماده جامد (درصد)	دانسیته (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	ویسکوزیته (سانتی پوآز)	اسیدیته	زمان گیرایی (ثانیه)
چسب اوره فرم‌آلدهید	۶۲/۴۸	۱/۳	۲۶۳/۹	۷/۶۵	۵۷

کنجاله سویا چربی‌گیری شده حاصل از سویا واریته جی-تی‌ایکس از کارخانه بهپاک بهشهر (شهرک صنعتی بهپاک) خریداری شد و با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی به آرد تبدیل گردید.

از استیل استون و آمونیوم استات به‌ترتیب محصول شرکت‌های مرک و رانکم برای اندازه‌گیری میزان انتشار فرم آلدهید از تخته لایه‌های ساخته شده استفاده شد.

روش‌ها

آماده‌سازی آرد سویا

پس از یک مرحله غربال‌گری اولیه، کنجاله‌های سویا با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی آسیاب شدند. سپس با استفاده از الک‌های استاندارد آزمایشگاهی به دانه‌بندی مش ۱۰۰ غربال گردیدند و در بسته‌های پلاستیکی در یخچال در دمای ۱–۵ درجه سلسیوس نگه‌داری شدند.

ساخت تخته سه‌لایه

برای این منظور، محلول‌های ترکیبی چسب با نسبت‌های ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد آرد سویا (بر مبنای وزن خشک چسب اوره فرم‌آلدهید) با چسب اوره فرم‌آلدهید همراه با هاردنر به‌میزان یک درصد (بر پایه وزن خشک چسب اوره) ترکیب و تهیه گردید. سپس سطوح رویین و زیرین لایه وسط به میزان ۳۰۰ گرم در مترمربع چسب‌زنی شد. در فرایند ساخت تخته سه‌لایه دمای پرس ۱۳۰ درجه سلسیوس، زمان پرس ۵ دقیقه و فشار پرس ۱/۵ مگاپاسکال و زمان پرس ۵ دقیقه در نظر گرفته شد. بعد از پایان مرحله پرس، به‌منظور مشروط‌سازی و یکنواخت‌سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل‌سازی تنش‌های داخلی، تخته‌های ساخته شده در شرایط آزمایشگاهی (رطوبت نسبی ۱ ± ۶۵ درصد و حرارت ۳ ± ۲۰ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت.

جدول ۲– کدبندی تیمارهای تحقیق

کد	درصد آرد سویا*	درصد هاردنر*
A	۰	۱
B	۵	۱
C	۱۰	۱
D	۱۵	۱

*: بر مبنای وزن خشک چسب

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهای تحقیق

نحوه کدبندی تیمارهای تحقیق در جدول ۲ نشان داده شده است.

اندازه‌گیری میزان انتشار فرم‌آلدهید

میزان فرم‌آلدهید انتشار یافته از تخته لایه‌ها به‌روش فلاسک مطابق استاندارد EN-717-3 انجام شد. اندازه‌گیری میزان جذب فرم‌آلدهید بر اساس واکنش هنزش (Hantzsch) بوده است.

مطابق استاندارد نمونه‌هایی با ابعاد ۶×۲۵×۲۵ میلی‌متر و به‌وزن مجموع ۲۰ گرم نیاز است. نمونه‌های تهیه شده از تخته لایه‌ها پس از آویزان شدن به درب فلاسک در فاصله ۴۰ میلی‌متری از سطح آب‌مقطر موجود در کف فلاسک قرار گرفتند. سپس فلاسک به مدت ۱۸۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه سلسیوس در آون قرار گرفت. پس از آن محلول به‌دست آمده از کف فلاسک، طبق واکنش هنزش (تشکیل دی‌استیل دی-هیدرولوتیدین (DDL) و با استفاده از دستگاه طیف‌سنج PG-T60، در طول موج ۴۱۲ نانومتر (DDL دارای حداکثر جذب موج در ۴۱۲ نانومتر می‌باشد) مورد طیف‌سنجی قرار گرفت.

رابطه ۱: $$F_v = \frac{(A_s - A_b) \times f \times 50 \times 10 \times (100+H)}{m}$$

$(A_s - A_b)$: اختلاف جذب اشعه UV بین محلول داخل فلاسک (A_s) با آب‌مقطر (A_b)

f: شیب منحنی کالیبراسیون (mg/ml)

H: میزان رطوبت نمونه‌ها در هنگام آزمون (%)

m: وزن نمونه‌های داخل فلاسک در هنگام آزمون (g)

ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی

تعیین نمونه‌های آزمونی برای ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی نمونه‌ها مطابق جدول ۳ انجام شد.

جدول ۳- آزمون‌های مربوط به ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌لایه‌های تولید شده

نوع آزمون	تعداد آزمون در هر تیمار	ابعاد نمونه‌ها (میلی‌متر)	استاندارد
مقاومت برشی	۱۰	۲۵×۱۱۰	EN-314
مقاومت به لایه‌لایه شدن	۲۰	۵۰×۱۲۰	ANSI/HPV-HP1
جذب آب	۸	۵۰×۵۰	EN-317
واکشیدگی ضخامت	۸	۵۰×۵۰	EN-317

یکی از مشخصه‌های مهم چندسازه‌های چوبی مقاومت آنها در برابر آب می‌باشد. در این پژوهش بررسی مقاومت به آب تخته لایه‌ها بر اساس استاندراد ANSI HPV- HP1 انجام شد. برای این منظور نمونه‌ها طی سه دوره متوالی در آب با دمای ۲ ± ۲۴ درجه سلسیوس به مدت ۴ ساعت غوطه‌ور و بعد در آون آزمایشگاهی به مدت ۱۹ ساعت با دمای ۲ ± ۵۰ درجه سلسیوس خشک شدند. بر این اساس اگر ۹۵ درصد نمونه‌ها بعد از انجام دور اول آزمون گسیخته نشوند تخته‌لایه مناسب برای استفاده در فضاهای درونی هستند. همچنین اگر ۸۵ درصد نمونه‌ها بعد از دور سوم چرخه گسیخته نشوند، تخته‌لایه مناسب برای استفاده در فضاهای بیرونی خواهد بود.

نتایج

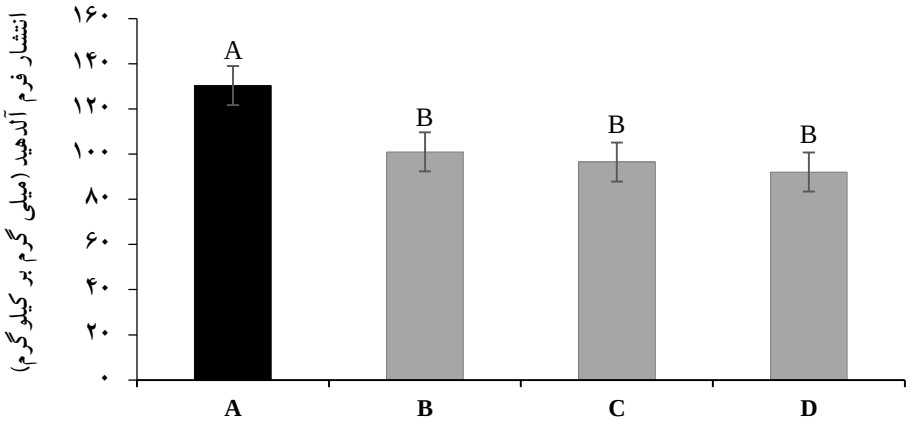
انتشار فرم‌آلدهید

همان‌طور که شکل ۱ نشان می‌دهد مقدار آرد سویا تأثیر فراوانی بر انتشار فرم‌آلدهید تخته‌لایه داشت. به‌طوری‌که با افزایش مقدار آرد سویا، میزان انتشار گاز فرم‌آلدهید تخته‌ها کاهش یافت. طبق نتایج آماری تخته‌های ساخته شده با چسب اوره بالاترین مقدار انتشار فرم‌آلدهید (۱۳۰ میلی‌گرم

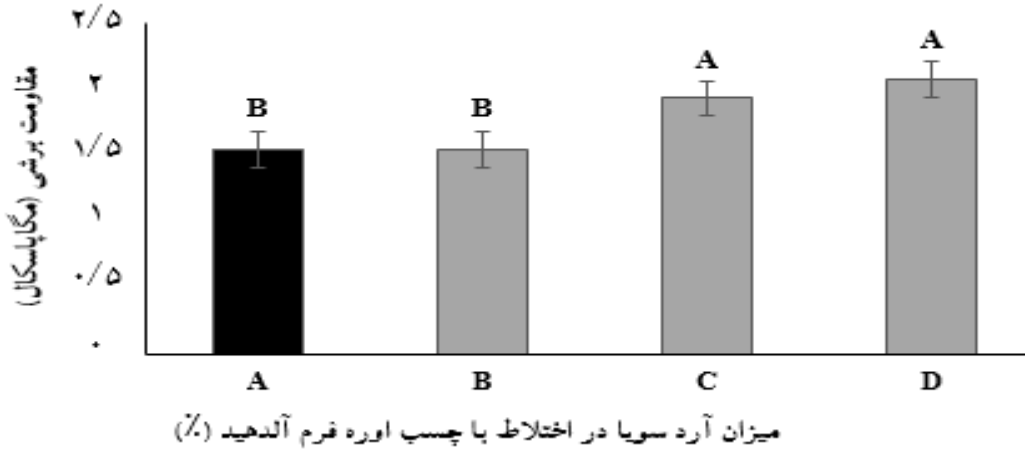
www.SID.ir

Archive of SID

بر کیلوگرم) و تخته‌های ساخته شده با ۱۵ درصد آرد سویا (کد D) پایین‌ترین مقدار انتشار فرم‌آلدهید (۹۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را داشتند. گرچه با افزایش مقدار آرد سویا به چسب اوره در فرایند ساخت تخته‌لایه از صفر درصد به ۱۵ درصد، انتشار فرم‌آلدهید به میزان ۲۹/۳۴ درصد کاهش یافت، اما بر اساس آزمون مقایسه میانگین داده‌ها، دانکن همه نسبت‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد آرد سویا در ترکیب با چسب اوره فرم-آلدهید در یک گروه قرار گرفتند و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، ولی در مقایسه با نمونه‌های شاهد این اختلاف معنی‌دار بود.



شکل ۱- فرم‌آلدهید منتشر شده با چسب ترکیبی آرد سویا-اوره فرم‌آلدهید به روش فلاسک



شکل ۲- مقاومت برشی تخته‌لایه ساخته شده با چسب ترکیبی آرد سویا-اوره فرم‌آلدهید

خصوصیات مکانیکی

مقاومت برشی تخته‌لایه

نتایج بررسی اثر افزودن آرد سویا به چسب اوره فرم‌آلدهید بر مقاومت برشی خشک آزمونه‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است. بر این اساس، افزودن آرد سویا تأثیر معنی‌داری بر افزایش مقاومت برشی داشته است، به‌طوری‌که با افزایش مقدار آرد سویا از صفر درصد به ۱۵ درصد، مقاومت برشی تخته‌لایه‌ها نیز افزایش قابل توجهی داشته

www.SID.ir

Archive of SID

است. البته افزایش انجام شده با افزودن نسبت‌های بالای سویا در ۱۰ و ۱۵ درصد رخ داده است. بر اساس آزمون مقایسه میانگین داده‌ها، دانکن، نتایج حاصل از مقایسه مقاومت برشی تخته‌لایه‌های ساخته شده با چسب ترکیبی آرد سویا–اوره فرم‌آلدهید نشان می‌دهد که استفاده از ۱۰ و ۱۵ درصد آرد سویا، می‌تواند سبب بیشترین میزان افزایش در مقاومت برشی خشک گردد.

خصوصیات فیزیکی

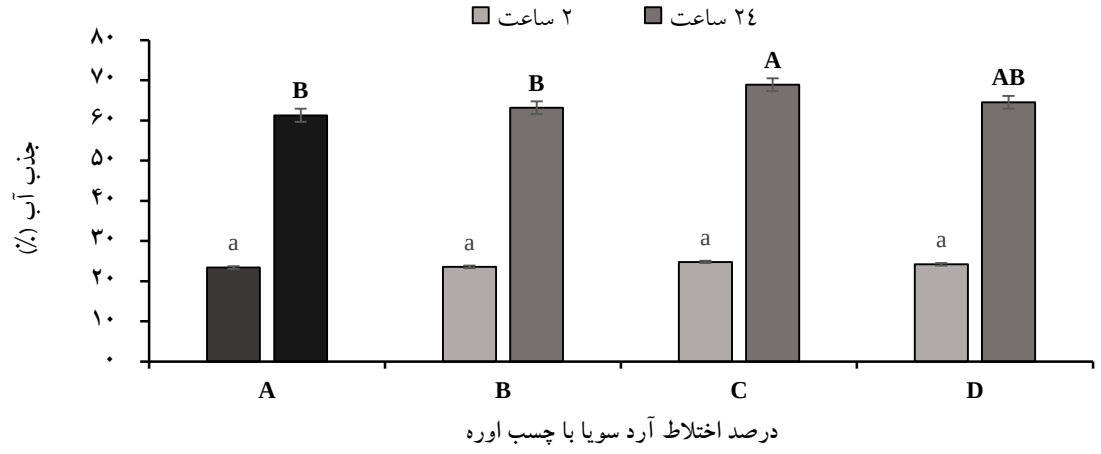
مقاومت به آب تخته‌لایه

مقاومت به آب تخته‌لایه‌ها بر اساس استاندارد ANSI/HPVA HP-1 انجام شد. این نتایج در جدول شماره ۴ نشان داده شده‌اند. با مشاهده نتایج می‌توان دریافت که آزمونه‌های حاصل از نسبت‌های مختلف آرد سویا–اوره فرم-آلدهید مقاومت به آب لازم را در دوره اول تا سوم غوطه‌وری و خشک کردن داشته‌اند؛ اما تخته‌لایه‌های ساخته شده با چسب ترکیبی ۱۵ درصد آرد سویا–اوره فرم‌آلدهید گرچه مطابق استاندارد نتیجه قابل قبولی در امکان استفاده در فضاهای درون و برون ساختمانی داشته‌اند، اما مقاومت کمتری را نسبت به ازهم‌گسیختگی و جدا شدن لایه‌ها نسبت به دیگر ترکیب‌ها از خود نشان دادند.

جدول ۴– مقاومت به آب تخته لایه‌های ساخته شده از انواع اختلاط آرد سویا با چسب اوره–فرم‌آلدهید

نوع اختلاط	دور اول	دور سوم	نتیجه
چسب اوره فرم‌آلدهید	۱/۲۰	۱/۲۰	قبول
چسب اوره+۵ درصد آرد سویا	۱/۲۰	۱/۲۰	قبول
چسب اوره+۱۰ درصد آرد سویا	۱/۲۰	۱/۲۰	قبول
چسب اوره+۱۵ درصد آرد سویا	۱/۲۰	۲/۲۰	قبول

اعداد صورت کسر بیانگر تعداد نمونه‌های ازهم‌گسیخته و عدد مخرج کسر تعداد کل نمونه‌های مورد آزمایش می‌باشد.



شکل ۳– تأثیر درصدهای مختلف آرد سویا بر جذب آب تخته‌لایه‌ها

www.SID.ir

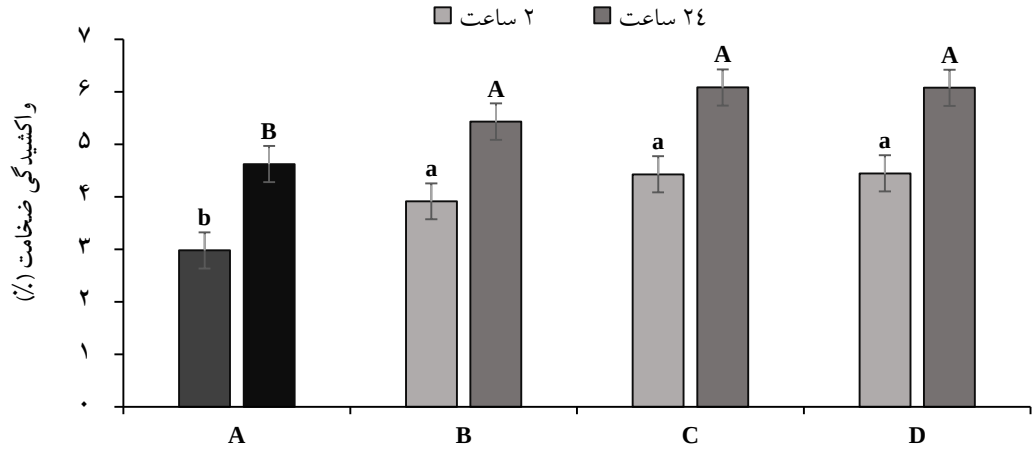
Archive of SID

جذب آب

تأثیر درصدهای مختلف آرد سویا بر جذب آب تخته‌لایه‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که افزایش آرد سویا سبب افزایش میزان جذب آب می‌گردد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار جذب آب در کوتاه‌مدت (۲ ساعت غوطه‌وری) مربوط به نمونه‌های ساخته شده با چسب ترکیبی آرد سویا (۱۰ درصد)–اوره فرم‌آلدهید (C) با اختلاف اندک ۱/۳۵۷ درصد نسبت به نمونه شاهد که با چسب اوره فرم‌آلدهید ساخته شده می‌باشد؛ اما همان‌طور که ملاحظه می‌شود این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبوده و همه در یک گروه قرار دارند. با افزایش زمان غوطه‌وری تا ۲۴ ساعت نیز بیشترین جذب آب مربوط به نمونه‌های ساخته شده با چسب ترکیبی آرد سویا (۱۰ درصد) اوره فرم‌آلدهید (C) با اختلاف ۷/۶۱۸ درصد نسبت به نمونه شاهد (A) بوده است. این اختلاف از نظر آماری نیز معنی‌دار است.

واکشیدگی ضخامت

نتایج مربوط به درصد واکشیدگی ضخامت نمونه‌های ساخته شده با چسب ترکیبی آرد سویا–اوره فرم‌آلدهید در شکل ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با استفاده از آرد سویا به میزان ۱۰ درصد (C)، واکشیدگی ضخامت نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد در ۲ و ۲۴ ساعت به‌ترتیب ۱/۴۴۹ و ۱/۴۵۹ درصد افزایش یافته است؛ اما با توجه به نتایج آماری این اختلاف در سطوح مختلف مصرف آرد سویا بی‌معنی، اما در عین حال در مقایسه با نمونه شاهد (A) اختلاف معنی‌دار است.



شکل ۴- تأثیر درصدهای مختلف آرد سویا بر واکشیدی ضخامت تخته‌لایه‌ها

بحث

همان‌طور که مشاهده شد با افزودن آرد سویا به چسب اوره فرم‌آلدهید، انتشار فرم‌آلدهید کاهش می‌یابد. انتشار فرم‌آلدهید در محل سرویس به‌دلیل حضور فرم‌آلدهید باقی‌مانده در کامپوزیت‌های اتصال یافته با رزین اوره فرم‌آلدهید است که به‌صورت گاز در ساختار آنها محبوس شده، همچنین به‌دلیل هیدرولیز پیوندهای ضعیف در اثر جذب آب تخته است. هیدرولیز پیوند ضعیف فرم‌آلدهید از گروه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

N – متیلول، استال‌ها و همی‌استال‌ها و هیدرولیز پل‌های متیلن اتر در موارد شدیدتر (دما و رطوبت بالا) نیز مقدار فرم‌آلدهید قابل انتشار را افزایش می‌دهد. در مواجهه با رطوبت، رزین اوره فرم‌آلدهید کمی هیدرولیز شده و هیدرولیز در دماهای بالا افزایش می‌یابد (Dunky, 1998; Aydin *et al.*, 2006). ازآن‌جایی‌که آرد سویا به علت داشتن کربوهیدرات‌ها (قندها) و پروتئین‌های آب‌دوست، سبب جذب رطوبت می‌گردد، به‌نظر می‌رسد محیط فرایند توسط آرد سویا رطوبت‌گیری شده و به‌نسبت کم شدن رطوبت که عامل هیدرولیز است، میزان انتشار فرم‌آلدهید کاهش می‌یابد.

نتایج نشان دادند که افزودن آرد سویا به چسب اوره موجب افزایش مقاومت برشی می‌شود. اوره یکی از مواد شیمیایی است که می‌تواند سبب بهبود ویژگی‌های چسب سویا گردد. اوره می‌تواند با باز کردن ساختارهای سوم و چهارم پروتئین سبب بهبود گیرایی آن شود (Tanford, 1968). اوره دارای اتم‌های اکسیژن و هیدروژن می‌باشد و می‌تواند به‌صورت فعال با گروه‌های هیدروکسیل پروتئین‌ها واکنش دهد و پیوندهای هیدروژنی زنجیره پروتئینی را گسسته و آنها را از هم باز کند. این واکنش‌ها در نهایت سبب افزایش نقاط پیوند در زنجیره پروتئین می‌شوند و عملکرد چسب‌های پروتئینی مانند سویا را ارتقاء می‌دهند (Sun, Bian & 1999; Tanford, 1986).

دلیل مقاومت کم چسب‌های ساخته شده از آرد سویا در برابر آب، وجود کربوهیدرات‌ها (قندها) و پروتئین‌های آب‌دوست در ترکیب آرد سویا می‌باشد. کربوهیدرات‌هایی مانند سلولز، همی‌سلولز، پکتین و نشاسته به‌دلیل آب‌دوستی بالا سبب تخریب چسب سویا و پدیده لایه‌لایه شدن یا ازهم‌گسیختگی لایه‌ها در تخته‌لایه می‌شوند. همچنین اختلاف آماری معنی‌دار در میزان جذب آب نیز مشابه گزارش Hettiarachchy و همکاران (۱۹۹۵)؛ Sun و Bian (۱۹۹۹) و Zhu و همکاران (۲۰۱۴) می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده، افزایش میزان آرد سویا در ترکیب با چسب اوره فرم‌آلدهید سبب ایجاد روند کاهشی بر میزان انتشار فرم‌آلدهید و افزایش مقاومت برشی در تخته‌لایه‌ها شد.

از سویی، تخته‌های ساخته‌شده با نسبت‌های مختلف آرد سویا طی فرایند بررسی مقاومت به آب در دوره‌های غوطه‌وری و خشک کردن، در پایان دوره، همانند تخته‌های ساخته شده با چسب اوره فرم‌آلدهید دچار ازهم‌گسیختگی (Delamination) شدند اما مطابق استاندارد نتایج قابل قبولی ارائه کردند.

نتایج آماری بررسی جذب آب تخته‌لایه‌های ساخته شده با چسب‌های ترکیبی مورد نظر در این پژوهش نشان دادند که افزودن آرد سویا سبب افزایش میزان جذب آب می‌گردد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار جذب آب در ۲ و ۲۴ ساعت مربوط به تخته‌لایه‌های ساخته شده با چسب آرد سویا (۱۰ درصد)–اوره فرم‌آلدهید می‌باشد.

در بررسی میزان واکشیدگی ضخامت نیز افزودن آرد سویا به چسب اوره فرم‌آلدهید سبب افزایش میزان واکشیدگی ضخامت شد. بنابر نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، می‌توان نسبت اختلاط ۱۰ درصد آرد سویا–اوره فرم‌آلدهید (C) را به‌عنوان نسبت بهینه انتخاب و معرفی کرد.

به‌طورکلی آرد سویا به دلیل فراوانی، قیمت کم و عدم اثرهای مخرب زیست‌محیطی می‌تواند در ترکیب با چسب اوره فرم‌آلدهید با هدف کاهش میزان مصرف چسب اوره فرم‌آلدهید در صنعت تولید فراورده‌های چوبی مورد استفاده قرار گیرد. از سوی دیگر با توجه به نتایج این مطالعه، این ماده امکان کاهش میزان انتشار فرم‌آلدهید و بهبود ویژگی‌های مکانیکی تخته لایه را دارد. با افزودن آرد سویا به چسب اوره فرم‌آلدهید می‌توان به سمت ساخت فراورده‌های چوبی سبز و مقاوم حرکت کرد که در مقایسه با فراورده‌های ساخته شده با چسب اوره فرم‌آلدهید از مزیت‌های بیشتری همانند طبیعی بودن، عدم انتشار فرم‌آلدهید، افزایش مقاومت مکانیکی و کاهش هزینه چسب برخوردار باشند. همچنین می‌توان گفت چسب در شرایط فرایندی متفاوت ساخت فراورده‌های چوبی عملکرد متفاوتی نشان می‌دهد و ضروری است که برای

www.SID.ir

Archive of SID

دستیابی به ویژگی‌های مطلوب فراورده‌های چوبی، متغیرهای فرایندی ساخت تخته‌ها و ویژگی‌های چسب باهم متناسب باشند.

منابع مورد استفاده

-American National Standard for Hardwood and Decorative Plywood, 2009. ANSI/HPVA HP-1, 36 pp.
-Aydin, I., Colakoglu, G., Colak, S. and Demirkir, C., 2006. Effects of moisture content on formaldehyde emission and mechanical properties of plywood. Building and Environment, 41:1311–1316.
-Chen, N., Lin, Q., Zeng, Q. and Rao, J., 2013. Opimization of Preparation Conditions of Soy Flour Adhesive for Plywood by Response Surface Methodology.Industrial Crops and Products, 51: 267-273.
-Costa N A D., Pereira J., Ferra J., CruzP., Martins J M., Magalhães, F.D., Mendes A. and Carvalho L. H., 2014. Formaldehyde emission in wood based panels: Effect of curing reactions. International Wood Products Journal, 5(3):146-160
-Costa, N.A., Pereira, J., Ferra, J., Cruz, P., Martins, J., Magalhaes, F.D., Mendes, A. and Carvalho, L.H., 2013. Scavengers for achieving zero formaldehyde emission of wood-based panels. Wood Science and Technology, 47:1261–1272.
-Dunky M., 1998. Urea-formaldehyde (UF) adhesive resins for wood. International Journal of Adhesion and Adhesives, 18: 95–107.
-Gui, C., Wang, G., Wu, D., Zhu, J. and Liu, X., 2013. Synthesis of a Bio-based Polyamido amine Epichoro hydrin Resin and its Application for Soy-based Adhesive. International Journal of Adhesion and Adhesives, 44:237-242.
-Hettiarchchy N.S., Kalapathy U. Myers D.J., 1995. Alkali-Modified Soy Protein with Improved Adhesive and Hydrophobic Properties, Journal of the American Oil Chemists Society, 72(12): 1461-1464
-Kord, B., Sheikholeslami, A. and Najafi, A., 2016. A Study on Creep Behavior of a Wood Flour-Polypropylene Nanoclay Hybrid Composite. Iranian journal of wood and paper industries, 7(1): 1-12. (In Persian).
-Liang, W., Lv, M. and Yang, X., 2016. The effect of humidity on formaldehyde emission parameters of a medium-density fiberboard: Experimental observations and correlations. Building and Environment, 101, 110-115.
-Li, Y., Song, Z., Ding, Y., Xin, Y., Wu, T., Su, T. and Lian, Z., 2016. Effects of formaldehyde exposure on anxiety-like and depression-like behavior, cognition, central levels of glucocorticoid receptor and tyrosine hydroxylase in mice. Chemosphere, 144, 2004-2012.
-Marutzky R., Roffael E. and Ranta I., 1979. Untersuchungen uber den Zusammenhang zwischen dem Molverhaltnis und der Formal dehydabgabe bei Harnstoff-formaldehyde-Leimharzen. Holz als Roh-Werkstoff, 37(2):303-307.
-Roffael, E., Schneider, T. and Dix, B., 2015. Influence of moisture content on the formaldehyde release of particle-and fibreboards bonded with tannin–formaldehyde resins. European Journal of Wood and Wood Products, 73(5), 597-605.
-Moubarik, A., Mansouri, H.R., Pizzi, A., Allal, A., Charrier, F., Badia, M.A. and Charrier, B., 2013. Evaluation of mechanical and physical properties of industrial particleboard bonded with a corn flour–urea formaldehyde adhesive. Composites: Part B, 44: 48–51
-Meyer B. and Hermanns K., 1986. Formaldehyde release from wood products: An overview. ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, DC, USA.
-Sun, X. and Bian, K., 1999. Shear Strength and Water Resistance of Modified Soy Protein Adhesives. Journal of the American Oil Chemists Society, 76 (8): 977-980.
-Tanford C., 1968. Protein Denaturation in Advances in Protein Chemistry, edited by C.B. Anfinsen, M.L. Anson, J.T. Edsall, and F.M. Rechards, Academic Press, Inc., 121-281.
-Zhang, Y., Zhu, W., Lu, Y., Gao, Zh. and Gu, J., 2014. Nano-scale Blocking Mechanism of MMT and its Effects on the Properties of Polyisocyanates-modified Soybean Protein Adhesive. Industrial Crops and Products, 57: 35-42.
-Zhu D. and Damodaran S., 2014. Chemical Phosphorylation Improves the Moisture Resistance of Soy Flour-based Wood Adhesive, Journal of Applied Polymer Science, DOI: 10.2002/APP.40451.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of soy flour addition to urea-formaldehyde resin on plywood strength properties and formaldehyde emission

S. B. Hosseini[1], M. Ghofrani[2*], H. R. Taghiyari[3] and S. Ghahri[4]

1- M.Sc., Woodand Paper Science and Technology Department, Faculty of Natural Resources, Wood and Paper Planet Responsible, Noor, Iran
2*-Corresponding Auther, Assistant Prof., Wood Science and Technology Department, Materials Engineering & New Technologies Faculty, Shahid Rajaee Teacher Training University, Lavizan, Tehran, Iran, Email: ghofrani@srttu.edu
3-Associate Prof., Wood Science and Technology Department, Materials Engineering & New Technologies Faculty, Shahid Rajaee Teacher Training University, Lavizan, Tehran, Iran
4-Ph.D., Wood Science and Technology Department, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

Received: Jan., 2019 Accepted: April, 2019

Abstract

In this research, the effect of soy flour addition to urea-formaldehyde resin on physical, mechanical properties of plywood and formaldehyde emission was investigated. Soy flour was mixed with urea-formaldehyde adhesive in three levels of 5, 10 and 15% (based on dry weight of urea-formaldehyde adhesive) and three-layer plywood was manufacture from the resultant adhesive and poplar veneer. Properties of manufactured plywood including formaldehyde emission according to EN-717-3 standard, shear strength according to EN-314 standard and water absorption and thickness swelling according to EN-317 standard were measured. The results indicated that addition of soy flour up to 15% decreased formaldehyde emission up to 29.34% and increased shear strength of panels. Moreover, delamination test (According to ANSI/HPV-HPV1 Standard) presented acceptable results. The results obtained from water absorption and thickness swelling after 2h and 24h immersion in water showed that addition of soy flour increased the value of water absorption and thickness swelling.

Keywords: Soy flour, urea-formaldehyde, plywood, shear strength, delamination.

www.SID.ir