نقش دانه‌بندی آرد سویا و اسیدیته در چسبندگی چسب سویا

سامان قهری [۱]
بهبود محبی [۲*]
سید احمد میرشکرایی [۳]
حمیدرضا منصوری [۴]

[۱] دانشجوی دکتری فرآورده‌های چندسازه چوب، دانشگاه تربیت مدرس
[۲] دانشیار گروه صنایع چوب، دانشگاه تربیت مدرس
[۳] استاد گروه شیمی، دانشگاه پیام نور
[۴] دانشیار گروه صنایع چوب، دانشگاه زابل

مسئول مکاتبات:
Mohebby@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۷/۱۳
تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۲۵

چکیده

در این پژوهش نقش دانه‌بندی آرد سویا و اسیدیته چسب حاصل از آرد سویا بر چسبندگی چسب حاصل از آن موردبررسی قرار گرفت. برای این منظور ذرات آرد سویا در سه سطح با اندازه‌های مش ۶۰، ۱۰۰ و ۱۴۰ الک شدند. برای دست‌یابی به اسیدیته‌های گوناگون چسب سویا از هیدروکسید سدیم و اسیدسولفوریک استفاده گردید. نتایج نشان دادند که دانه‌بندی ذرات آرد سویا بر مقاومت برشی تخته لایه مؤثر است. با کوچک‌تر شدن اندازه ذرات آرد سویا، مقاومت برشی نیز افزایش یافت. به‌نحوی‌که تخته لایه‌های ساخته‌شده با چسب سویا با ذرات آرد اندازه مش ۱۴۰ نسبت به نمونه‌های دیگر از مقاومت برشی بالاتری برخوردار بودند. همچنین افزایش اسیدیته چسب آرد سویا با هیدروکسید سدیم سبب افزایش مقاومت برشی تخته لایه‌ها گردید. تخته لایه‌های ساخته‌شده با چسب سویا در مقایسه با تخته‌های ساخته‌شده با چسب اوره فرمالدهید، از مقاومت برشی کمتری برخوردار بودند؛ ولی در مقایسه با استاندارد EN-۳۱۴ مورد تأیید قرار گرفتند.

واژگان کلیدی: چسب سویا، دانه‌بندی آرد سویا، مقاومت برشی، اوره فرمالدهید، تخته لایه.

مقدمه

چوب به ذات خود یک ماده طبیعی است؛ ولی گاهی فرآورده‌های چوبی تولیدشده از آن در برخی موارد موجب نگرانی‌های زیست‌محیطی می‌گردند. زیرا برخی از این نگرانی‌ها به علت استفاده از ترکیبات سنتزی مانند انواع چسب‌ها در تولید این‌گونه فرآورده‌ها می‌باشند. ازجمله چسب‌های متداول که امروزه در صنعت چوب مورداستفاده قرار می‌گیرند؛ می‌توان به رزین‌های اوره فرم آلدئید (UF[۱]) و فنل فرم آلدهید (PF[۲]) اشاره کرد. منابع اولیه مورداستفاده برای تولید این رزین‌ها به‌شدت به منابع فسیلی؛ مانند نفت و گاز، وابسته می‌باشند. با توجه به محدود بودن این منابع (تجدید پذیر نبودن) و قیمت بالای آن‌ها، هزینه تولید این مواد نیز روزبه‌روز در حال افزایش است. هم‌چنین استفاده از منابع فسیلی علاوه بر هزینه‌بر بودن باعث آلودگی‌های محیط‌زیست نیز می‌گردند. بنابراین، ضروری است که کارخانه‌ها و صنایع تولید فرآورده‌های چوبی نیز برای کاهش هزینه‌ها و حفظ روند رو به رشد خود همانند سایر صنایع وابسته به مواد فسیلی به دنبال راهکارهای رهایی از وابستگی به این منابع باشند. از طرف دیگر، مسائل مهمی درباره نگرانی‌های زیست‌محیطی ناشی از فرآورده‌های چوبی بر پایه چسب‌های سنتزی مطرح می‌باشند که مهم‌ترین این نگرانی‌ها مربوط به انتشار فرم آلدهید در فرآورده‌های چسب زنی شده به‌خصوص با چسب‌های مانند UF و PF است. درصدهای بالای فرم آلدهید در محیط کار و زندگی

[۱]- Urea formaldehyde
[۲]- Phenol formaldehyde

سبب تشدید حملات آسمی در انسان می‌گردند. بر این اساس سازمان بین المللی پژوهش‌های سرطان، فرم آلدهید را در گروه مواد سرطان‌زا طبقه‌بندی می‌کند. خطر اثرات فرم آلدهید در محیط‌های بسته، مانند خانه‌های پیش‌ساخته و قابل‌حمل، بیشتر نمود پیدا می‌کند. در حال حاضر نیز فرآورده‌های چوبی ساخته‌شده با رزین‌های فرم آلدهیدی نظیر کابینت‌ها، قفسه‌ها، کف‌پوش‌ها و مبلمان در درون خانه‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرند. در چسب‌های معمول مورداستفاده در ساخت فرآورده‌های چوبی، فرم آلدهید بخش اصلی سازنده آن‌ها است. بر این اساس، یکی از راه‌های کاهش و جلوگیری از انتشار فرم آلدهید استفاده از چسب‌های طبیعی و تولید چندسازه‌های سبز است.

سویا گیاهی است که کاربری‌های ارزشمندی دارد. ساختار شیمیایی سویا از پروتئین (۴۰ درصد وزنی)، روغن (۲۱ درصد وزنی)، کربوهیدرات (۳۴ درصد وزنی)، خاکستر و مواد معدنی (۴/۹ درصد وزنی) تشکیل شده است. روغن سویا شامل تری گلیسرید اسیدهای اشباع و غیراشباع است و کربوهیدرات‌های سویا نیز شامل ترکیبی از پلی‌ساکاریدها؛ مانند سلولز، همی سلولز و پکتین می‌باشند. اسیدهای آمینه موجود در پروتئین‌ها به‌وسیله اتصالات آمیدی به زنجیره پلی‌پپتیدی متصل می‌گردند. زنجیره‌های پلی‌پپتیدی به‌صورت یک ساختار سه‌بعدی پیچیده به‌وسیله پیوندهای دی سولفیدی و هیدروژنی با یکدگر ارتباط دارند [۱].

سویا با توجه به ویژگی‌های مطلوب ازنظر غذایی یکی از غلات مهم در دنیا نیز به شمار می‌رود که روغن و بلغوره و آرد محصولات مهم به‌دست‌آمده از آن می‌باشند. در حال حاضر بلغوره سویا عمدتاً برای تولید غذای دام مورداستفاده قرار می‌گیرد. در سال ۲۰۰۸ در حدود ۲۹ میلیون تن از ۳۸ میلیون تن بلغوره سویا تولیدشده در ایالات‌متحده در تولید خوراک دام مصرف شد و تنها در حدود ۱ میلیون تن از آن در تولید خوراک انسان و مصارف صنعتی مورداستفاده قرار گرفت [۲]. کاربرد سویا به‌عنوان چسب در جهان پیشینه قدیمی‌تری دارد. به‌طوری که در سال‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۶۰ چسب سویا به‌طور گسترده‌ای در تولید فرآورده‌های چوبی مورداستفاده قرار می‌گرفت [۳].

به‌طورکلی چسب‌های سویا به چهار روش مورداستفاده قرار می‌گیرند که عبارت‌اند از: ۱- افزودن آرد سویا به چسب‌های مصنوعی متداول با هدف کاهش مصرف چسب‌های مصنوعی؛ مانند ترکیب آرد سویا با رزین فنل فرم آلدهید [۴]؛ ۲- استفاده از آرد سویا به‌عنوان اکستندر به همراه رزین فنل فرم آلدهید در ساخت تخته لایه [۵]؛ ۳- تغییر ماهیت شیمیایی یا ساختار پروتئین سویا با استفاده از مواد شیمیایی و آنزیم‌ها و استفاده از آن‌ها به‌عنوان چسب [۶] ۴- استفاده از عوامل اتصال‌دهنده به همراه چسب سویا مانند اپوکسی‌ها. به دلیل طبیعی و زیستی بودن چسب سویا، کاربرد آن در چندسازه‌های چوبی موردتوجه پژوهشگران قرار گرفته است. [۸-۵]

ویژگی‌های مکانیکی و رطوبتی تخته فیبر ساخته‌شده با چسب سویا را Li و همکاران (۲۰۰۹) موردبررسی قراردادند. در این پژوهش پس از فرآوری سویا و تهیه چسب سویا با ۸۸ درصد پروتئین، از آن در ساخت تخته فیبر استفاده شد. نتایج نشان دادند که چسب سویا ویژگی‌های مکانیکی و رطوبتی قابل‌قبول در حد تخته فیبرهای معمولی ساخته‌شده با چسب‌های سنتزی را برای کاربردهای محیط‌های درونی برآورده می‌کند و با این شیوه، مشکل انتشار فرم آلدهید را نیز حل می‌کند. هم‌چنین نتایج نشان دادند که زمان و دمای پرس نیز بر ویژگی‌های تخته‌های ساخته‌شده اثرگذار هستند [۹].

ویژگی‌های تخته لایه ساخته‌شده از گونه‌های گردو، افرا، صنوبر و کاج با چسب پروتئین سویای اصلاح‌شده با اوره و قلیا (هیدروکسید سدیم) و حرارت (۱۵ دقیقه در دمای ۱۰۴ درجه سانتی‌گراد) توسط Sun و Bian (۱۹۹۹) موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که استفاده از اوره و هم‌چنین قلیا در رتبه بعدی برای اصلاح چسب سویا، پایداری تخته لایه‌های ساخته‌شده در برابر رطوبت (لایه‌لایه شدن تخته لایه در مجاورت رطوبت) را افزایش می‌دهد [۱۰].

سویا از دسته مواد آمفوتری است و دارای دو نوع گروه عاملی آمینی و کربوکسیلیکی است. در اسیدیته های مختلف نسبت این گروه‌های عاملی متفاوت است. نقطه‌ای که مجموع گروه‌های عاملی باهم برابر بوده و بار الکتریکی

سویا صفر است را نقطه ایزو الکتریک می‌گویند که در سویا حدود ۴/۵ تعیین شده است [۱۲ و ۱۱].

بنابراین از گفته‌های بالا می‌توان انتظار داشت که رفتار سویا در اسیدیته‌های بالا و پایین متفاوت باشد که این پدیده تحت تأثیر گروه‌های عاملی سویا در اسیدیته مشخص است. چنانچه سویا به‌عنوان چسب با خواص چسبندگی مطلوب مورداستفاده قرار گیرد؛ لازم است که اسیدیته عملکرد مناسب آن مشخص شود. همچنین از دیگر مؤلفه‌های اثرگذار بر رفتار چسب سویا به لحاظ جریان پذیری مطلوب و پراکنش یکنواخت آرد سویا در آب و پوشش سطح چوب می‌توان به‌اندازه ذرات آرد سویا اشاره کرد. به‌عبارت‌دیگر ضروری است مشخص شود که چه اندازه‌ای از ذرات آرد سویا برای تهیه چسب می‌تواند مطلوب باشد. ازاین‌رو این پژوهش با هدف تعیین اندازه ذرات مناسب آرد سویا و اثر تغییرات اسیدیته چسب سویا بر کیفیت چسبندگی لایه‌های چوبی در تخته لایه انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

کنجاله سویا واریته جی تی ایکس از کارخانه بهپاک بهشهر تهیه شد. هیدروکسید سدیم، اوره و اسیدسولفوریک از شرکت مرک آلمان و چسب اوره فرمالدهید از کارخانه سامد مشهد تهیه گردید.

آماده‌سازی آرد سویا

برای ارزیابی اثر اندازه ذرات آرد سویا بر کیفیت چسب، کنجاله‌های سویا پس از غربال کردن توسط آسیاب گردید و با الک با مش‌های ۶۰ و ۱۰۰ و ۱۴۰ دانه‌بندی شد و در بسته‌های پلاستیکی در دمای ۱ ± ۵ درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

تعیین مقدار پروتئین در آرد سویا

برای محاسبه مقدار پروتئین موجود در آرد سویا از روش کجلدال استفاده گردید [۱۳]. در این روش آرد سویا الک شده با مش ۶۰ به همراه کاتالیزور وینینگر و اسیدسولفوریک به داخل لوله هضم انتقال داده شد. سپس لوله هضم در داخل دایجستر قرار داده شد و تا رسیدن به یک محلول شفاف و بی‌رنگ در دمای ۴۰۰ سانتی‌گراد حرارت دهی گردید. سپس با استفاده از دستگاه کجلدال آزمایشگاهی میزان پروتئین حدود ۴۷ درصد تعیین گردید.

تعیین مقدار روغن در آرد سویا

برای تعیین میزان روغن موجود در آرد سویا از روش استخراج با حلال در سیستم سوکسوله استفاده شد [۱۴]. برای این منظور آرد سویا داخل کاغذ صافی ریخته شد و در داخل محفظه سیستم سوکسوله قرار گرفت. سپس به مدت ۸ ساعت عمل استخراج در دمای حدود ۶۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از حلال ان- هگزان انجام شد. سپس با استفاده از روش حلال پرانی و رابطه ۱ میزان روغن در آرد سویای مورداستفاده در این تحقیق حدود ۱ درصد تعیین شد.

(۱) روغن (درصد)= (وزن روغن (گرم)/ وزن آرد (گرم)) × ۱۰۰

ساخت چسب سویا

ابتدا آرد سویا در آب پراکنده شد و پس از ۳۰ دقیقه هم زدن با استفاده از همزن مکانیکی با دور بالا به‌تدریج دمای مخلوط تا حدود ۵۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. پس از رسیدن به این دما به‌تدریج اوره با نسب ۱ به ۱ با آرد سویا به مخلوط در حال هم زدن اضافه شد و ۳۰ دقیقه دیگر مخلوط توسط همزن مکانیکی آزمایشگاهی هم زده شد. برای تغییر اسیدیته چسب سویا از هیدروکسید سدیم ۱ نرمال و اسیدسولفوریک ۵۰ درصد به‌طور جداگانه استفاده شد. اسیدیته چسب سویای مورداستفاده در این پژوهش (با اسیدیته حدود ۶) با استفاده از هیدروکسید سدیم در حدود ۹ و با استفاده از اسیدسولفوریک در حدود ۳ تنظیم شد. در این پژوهش نمونه چسب سویا بدون افزودن اسید و قلیا به‌عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد.

محاسبه مواد جامد چسب

یکی از عوامل مهم برای همه چسب‌ها و چسب سویا درصد ماده جامد آن است. برای اندازه‌گیری درصد ماده جامد، وزن مشخصی از چسب سویا را در داخل فویل آلومینیومی ریخته و در آون در دمای ۱۰۳ درجه سانتی-گراد تا رسیدن به وزن ثابت حرارت دهی شد تا وزن

خشک آن تعیین گردد. بر اساس رابطه ۲ از تقسیم وزن خشک چسب به وزن تر آن درصد ماده جامد چسب محاسبه گردید. درصد ماده جامد چسب سویای مورداستفاده در این پژوهش ۴۰ درصد بود.

(۲) ۱۰۰ × (وزن تر چسب (گرم) / وزن خشک چسب (گرم))= درصد ماده جامد

آماده‌سازی لایه‌های چوبی و تعیین اسیدیته و ظرفیت بافر کنندگی آن‌ها

لایه‌های چوب گونه صنوبر (*Populus deltoides*) با ضخامت ۲/۱ میلی‌متر در دمای حدود ۵۰ درجه سانتی گراد با استفاده از آون آزمایشگاهی به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به رطوبت حدود ۹ درصد خشک شدند. برای تعیین اسیدیته و ظرفیت بافری لایه‌های چوب صنوبر از روش Niazi و Johns (۱۹۸۰) استفاده شد [۱۵].

اندازه‌گیری اسیدیته تعادل لایه چوبی و چسب‌های اصلاح‌شده

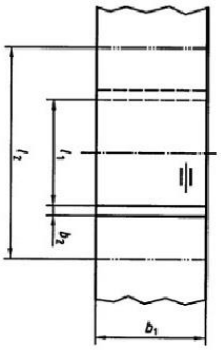
۳ گرم آرد چوب الک شده به ۵۰ گرم چسب اضافه گردید و مخلوط در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه هم زده شد. اسیدیته مخلوط چسب و خرده چوب با pH متر اندازه‌گیری گردید و به‌عنوان اسیدیته تعادل چسب و چوب گزارش شد.

چسب زنی و ساخت تخته لایه

در این پژوهش تخته سه لایه‌های متقاطع از لایه‌های چوب صنوبر ساخته شدند. در این مرحله ابتدا به‌منظور بررسی اثر دانه‌بندی ذرات آرد سویا از آرد سویا با دانه‌بندی‌های ۶۰، ۱۰۰ و ۱۴۰ در ساخت چسب سویا استفاده گردید. پس از بررسی اثر دانه‌بندی ذرات آرد سویا، تغییرات اسیدیته چسب به‌وسیله اسید و قلیا نیز موردبررسی قرار گرفت. میزان مصرف چسب سویا ۳۲۰ گرم بر مترمربع، فشار پرس ۱/۵ مگا پاسکال، دما ۱۶۰ درجه و زمان ۹ دقیقه در نظر گرفته شد. برای ارزیابی بهتر خواص تخته لایه‌های ساخته‌شده با چسب سویا، نمونه‌هایی از تخته لایه با چسب اوره فرمالدهید با ۶۵ درصد ماده جامد و ۳۰ درصد پرکننده آرد گندم و ۱ درصد هاردنر کلرید آمونیوم ساخته شدند. میزان مصرف چسب اوره فرمالدهید ۳۲۰ گرم بر مترمربع، فشار پرس ۱/۵ مگا پاسکال، دما ۱۲۰ درجه و زمان پرس ۵ دقیقه در نظر گرفته شد.

مقاومت برشی تخته لایه

مقاومت برشی نمونه‌های تخته لایه ساخته‌شده طبق استاندارد EN-۳۱۴ مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۶]. برای این منظور ۹ نمونه از هر تیمار طبق شکل (۱) برش داده شدند و با استفاده از دستگاه تست مکانیکی DARTEC مورد آزمایش مقاومت برشی قرار گرفتند.



b1= پهنای شکاف
b2= عمق شکاف
l1= فاصله دو شکاف
l2= طول دهانه نمونه

شکل ۱- الگوی برش نمونه‌های تخته لایه برای آزمون برشی. پهنای شکاف = ۰/۵ ± ۲۵ میلی‌متر، عمق شکاف= ۲/۵ میلی‌متر، فاصله دو شکاف= ۲۵ میلی‌متر، طول دهانه= ۵۰ میلی‌متر

مقاومت به آب تخته لایه

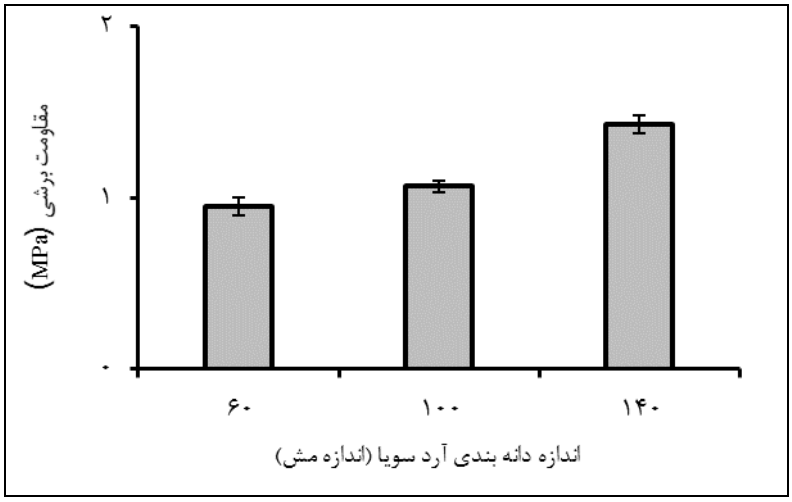
یکی از مشخصه‌های مهم چندسازه‌های چوبی مقاومت آن‌ها در برابر آب است. در این پژوهش بررسی مقاومت به آب تخته لایه‌ها بر اساس استاندارد ANSI HPV- HP1 انجام شد [۱۷]. برای این منظور نمونه‌های تخته لایه به ابعاد ۱۲×۵ سانتی‌متر طی سه دوره متوالی در آب با دمای

۲۴±۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت غوطه‌ور شدند و سپس در آون آزمایشگاهی به مدت ۱۹ ساعت با دمای ۵۰±۲ درجه سانتی‌گراد خشک شدند.

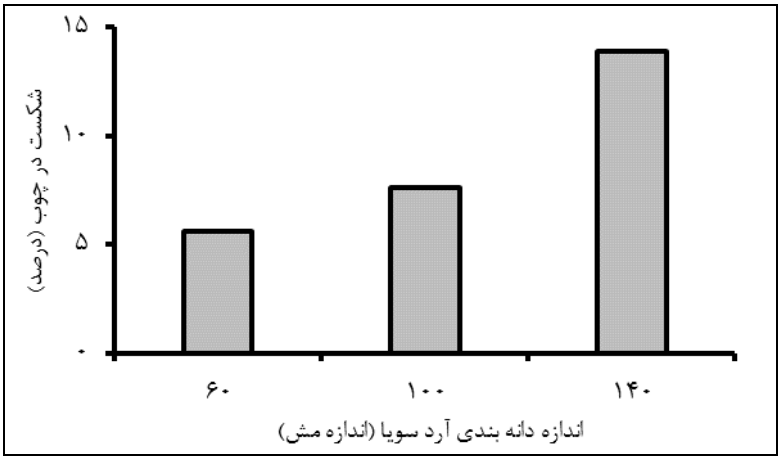
نتایج و بحث

اثر دانه‌بندی آرد سویا بر مقاومت برشی تخته لایه

اثر دانه‌بندی آرد سویا بر مقاومت برشی تخته لایه در شکل ۲ نشان داده‌شده است. نتایج نشان دادند که دانه‌بندی آرد سویا بر مقاومت برشی تخته لایه ساخته‌شده از چسب سویا مؤثر است. بر این اساس، هرچه اندازه ذرات کوچک‌تر می‌شود؛ مقاومت برشی تخته لایه افزایش نشان می‌دهد. کوچک‌تر شدن اندازه ذرات تا حدود ۱۰۶ میکرون (مش ۱۴۰) علاوه بر افزایش سطح ویژه آن‌ها، سبب پراکنش بهتر آرد در آب و همچنین پخش یکنواخت‌تر چسب بر سطح لایه چوبی می‌شود. این امر سبب بهبود سطح تماس آرد سویا با چوب شده و چسبندگی بهتری را بین لایه‌های چوبی ایجاد می‌کند که گواه این امر نیز افزایش مقاومت برشی تخته لایه ساخته‌شده از آرد سویا با مش ۱۴۰ در مقایسه با آرد مش ۶۰ است. کیفیت بهتر چسبندگی در چسب سویای ساخته‌شده از آرد مش ۱۴۰ با درصد شکست چوب بالاتر در شکل ۳ نشان داده شده است. همچنین نتایج نشان می‌دهند که چسب ساخته‌شده از هر سه گروه آرد سویای دانه‌بندی شده دارای مقاومت برشی در حدود استاندارد EN -۳۱۴ (۱ مگا پاسکال) می‌باشند.



شکل ۲- اثر دانه‌بندی آرد سویا بر مقاومت برشی تخته لایه

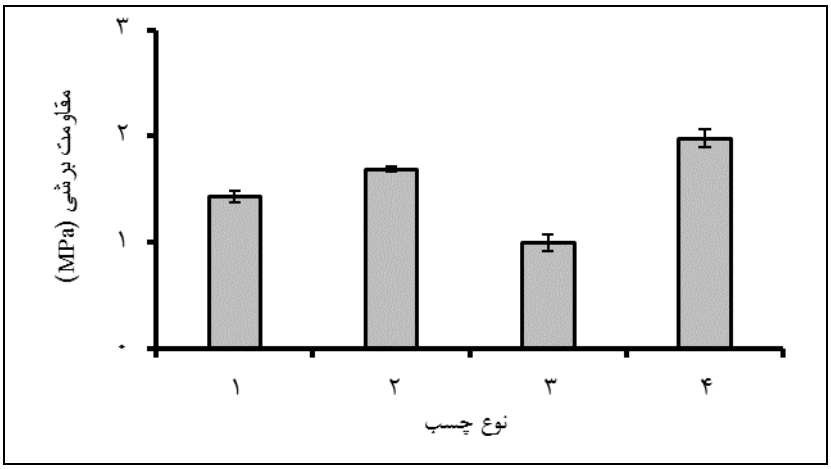


شکل ۳- اثر دانه‌بندی آرد سویا بر درصد شکست در چوب در آزمون مقاومت برشی تخته لایه

اثر تغییرات اسیدیته چسب سویا بر مقاومت برشی تخته لایه

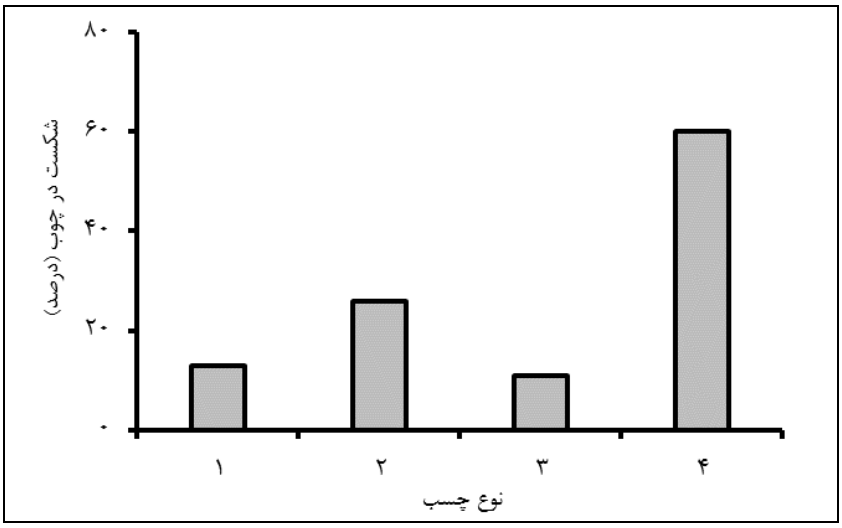
اثر تغییرات اسیدیته چسب سویا ساخته‌شده از ذرات آرد سویا با دانه‌بندی ۱۴۰ بر مقاومت برشی تخته لایه در شکل ۳ نشان داده شده است. برای مقایسه بهتر نمونه‌های تخته لایه ساخته‌شده با چسب سویا با نمونه‌های ساخته‌شده با چسب اوره فرمالدهید نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که تغییر اسیدیته چسب سویا بر کیفیت چسبندگی آن مؤثر است. افزایش اسیدیته چسب سویا با استفاده از هیدروکسید سدیم تا حدود ۹ سبب افزایش مقاومت برشی تخته لایه شده است. در مقابل استفاده از اسیدسولفوریک و کاهش اسیدیته چسب تا حدود ۳ سبب کاهش مقاومت برشی تخته لایه در مقایسه با نمونه شاهد شد. به‌طورکلی قلیا سبب تورم پلیمرهای موجود در سویا می‌شود. این تورم سبب آزادی گروه‌های عاملی می‌گردد و آزادی گروه‌های عاملی سبب تشکیل اتصالات بیشتر زنجیره‌های پروتئینی با یکدیگر و احتمالاً با سطح چوب می‌شود. به‌عبارت‌دیگر هیدروکسید سدیم سبب بازشدگی (Unfolding) بهتر زنجیره‌های پروتئینی آرد سویا می‌گردد و گروه‌های آمینی روی زنجیره پروتئینی سویا را برای تشکیل اتصال با چوب فعال می‌کند. این پدیده احتمالاً سبب افزایش نقاط اتصال آرد سویا با سطح چوب شده و مقاومت برشی تخته لایه افزایش می‌یابد. همچنین هیدروکسید سدیم می‌تواند با واکشیده کردن سطح چوب سبب تماس بهتر چسب با سطح چوب شود [۱۸ و ۸].

ازلحاظ نظری پروتئین‌ها در شرایط اسیدی منعقد می‌شوند؛ یعنی اتصالات عرضی بین زنجیره‌های پروتئینی تشکیل می‌شود. اما اسیدسولفوریک در این مورد سبب کاهش مقاومت برشی تخته لایه گردید. دلیل این امر را می‌توان چنین بیان کرد که اسیدسولفوریک علیرغم ایجاد پیوندهای عرضی بین زنجیره‌های پروتئینی سبب تخریب زنجیره‌های پلی پپتیدی در پروتئین می‌شود. هم‌چنین اسیدسولفوریک می‌تواند سبب تخریب سطح چوب نیز گردد. این عوامل در کنار هم می‌توانند سبب افت مقاومت برشی در تخته لایه‌های ساخته‌شده از چسب‌های تیمار شده با اسیدسولفوریک گردند. نتایج پژوهش Paetau و همکاران (۱۹۹۴) نیز نشان داده بودند که اسیدسولفوریک سبب تخریب ترکیبات سویا و افت خواص مکانیکی چندسازه ساخته‌شده از آن گردیده است [۱۹]. نتایج این بررسی نیز نشان می‌دهند که مقاومت برشی تخته لایه-های ساخته‌شده با چسب آرد سویای اصلاح‌شده با هیدروکسید سدیم در حد استاندارد اروپایی EN-۳۱۴ که حدود ۱ مگا پاسکال است قابل‌مقایسه است ولی هنوز مقدار آن از تخته‌های ساخته‌شده با چسب اوره فرمالدهید کمتر است.



شکل ۴- اثر تیمارهای شیمیایی بر مقاومت برشی تخته لایه ساخته‌شده با چسب آرد سویا با دانه‌بندی ۱۴۰

۱) نمونه شاهد چسب سویا. ۲) چسب سویا تیمار شده با هیدروکسید سدیم. ۳) چسب سویا تیمار شده با اسیدسولفوریک. ۴) چسب اوره فرمالدهید



شکل ۵- اثر تیمارهای شیمیایی بر درصد شکست در چوب در آزمون مقاومت برشی تخته لایه ساخته‌شده با چسب آرد سویا با دانه‌بندی ۱۴۰

۱) نمونه شاهد چسب سویا. ۲) چسب سویا تیمار شده با هیدروکسید سدیم. ۳) چسب سویا تیمار شده با اسیدسولفوریک. ۴) چسب اوره فرمالدهید

شکل ۴ نشان‌دهنده درصد شکست چوب در محل برش بین لایه‌ها در آزمون برشی تخته لایه است. با توجه به این شکل می‌توان دریافت که میزان خرده‌های چوب باقی‌مانده در محل شکست بین لایه‌ها در آزمون مقاومت برشی در تخته‌های ساخته‌شده با چسب اوره فرمالدهید بیشتر از خرده‌های چوب باقی‌مانده در محل شکست لایه‌های ساخته‌شده با چسب‌های سویایی در اسیدیته های مختلف است.

رابطه بین اسیدیته لایه چوبی صنوبر و چسب سویا

نتایج حاصل از آزمایش اندازه‌گیری ویژگی‌های اسیدیته لایه صنوبر نشان دادند که اسیدیته این‌گونه در حدود ۵/۹۶ و ظرفیت بافر کنندگی اسیدی و قلیایی به ترتیب ۰/۰۰۳۰ و ۰/۰۳۹۸ می‌باشند. هم‌چنین نتایج حاصل از آزمایش آمیختن چسب سویا و خرده چوب در جدول ۱ نشان داده شده است.همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود؛ اسیدیته مخلوط چسب قبل از افزودن خرده چوب و اسیدیته مخلوط چسب پس از افزودن خرده چوب به‌طور جزئی تغییر می‌یابد که این پدیده می‌تواند به دلیل ظرفیت‌های بافر کنندگی اسیدی و قلیایی خرده‌های چوب صنوبر باشد. با دقت در نتایج می‌توان بیان داشت که تأثیر اسیدیته خرده چوب بر چسبندگی تخته لایه ساخته‌شده با چسب‌های تیمارشده با هیدروکسید سدیم و اسیدسولفوریک زیاد نیست و دلیل عمده تفاوت مقاومت برشی تخته لایه‌های ساخته‌شده با چسب‌های تیمار شده با مواد شیمیایی بیشتر تحت تأثیر تغییرات خواص چسب آرد سویا است. لذا می‌توان گفت که نقش اسیدیته چسب سویا در مقایسه با حالت آمیخته آن با خرده‌های چوب بارزتر است.

جدول ۱- اثر اختلاط خرده چوب با انواع چسب سویا

انواع چسب	اسیدیته قبل از خرده چوب	اسیدیته بعد از خرده چوب
سویا	۶/۵	۶/۳
سویا- اسیدسولفوریک	۳	۲/۹
سویا- هیدروکسید سدیم	۹	۸/۴

مقاومت چسبندگی تخته لایه در چرخه‌های غوطه‌وری در آب

بررسی مقاومت به آب تخته لایه‌ها بر اساس استاندارد ANSI/HPVA HP-1 انجام شد. نتایج مربوط به مقاومت تخته لایه‌های ساخته‌شده به آب با انواع چسب‌های موردبررسی در جدول ۲ ارائه‌شده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که تخته‌های ساخته‌شده از انواع چسب سویا طی فرآیند بررسی مقاومت به آب در دوره‌های غوطه‌وری و خشک‌کردن در پایان دوره همانند تخته‌های ساخته‌شده با چسب اوره فرمالدهید دچار ازهم‌گسیختگی (Delamination) می‌گردند. دلیل مقاومت کم چسب‌های ساخته‌شده از آرد سویا در برابر آب وجود کربوهیدرات‌ها (قندها) و پروتئین‌های آب‌دوست در ترکیب آرد سویا می‌باشند. کربوهیدرات‌هایی؛ مانند نشاسته، به دلیل آب‌دوستی بالا سبب تخریب چسب سویا و پدیده لایه‌لایه شدن یا ازهم‌گسیختگی لایه‌ها در تخته لایه ساخته‌شده از آن می‌شوند. یکی دیگر از دلایل پایین بودن مقاومت به آب تخته لایه‌های ساخته‌شده از چسب آرد سویا خروج بخارآب موجود در ترکیب چسب در هنگام گیرا شدن چسب در پرس داغ، و تشکیل منافذ کوچک در ترکیب چسب است. این منافذ فضاهای لازم برای ورود آب به داخل چسب را تسهیل می‌کنند و باعث تخریب سریع‌تر چسب سویا در حضور آب می‌شوند.

جدول ۲- مقاومت به آب تخته لایه‌های ساخته‌شده از انواع چسب سویا

نوع چسب	دور اول	دور دوم	دور سوم
چسب سویا	۱۰/۱۰*	-	-
چسب سویا-هیدروکسید سدیم	۶/۱۰	۸/۱۰	۱۰/۱۰
چسب سویا-اسید سولفوریک	۵/۱۰	۷/۱۰	۱۰/۱۰
چسب اوره-فرم‌آلدهید	۶/۱۰	۹/۱۰	۱۰/۱۰

* عدد صورت کسر بیانگر تعداد نمونه‌های ازهم‌گسیخته و عدد مخرج کسر تعداد کل نمونه‌های مورد آزمایش است

نتیجه‌گیری

در این پژوهش اثر دانه‌بندی ذرات آرد سویا و اسیدیته چسب حاصل از آن بر ویژگی‌های مقاومت برشی و مقاومت به آب تخته لایه ساخته‌شده از چسب آرد سویا موردبررسی قرار گرفتند. نتایج این پژوهش نشان دادند که دانه‌بندی ذرات آرد سویا و تغییر اسیدیته چسب ساخته‌شده از آرد سویا بر ویژگی چسبندگی تخته لایه اثرگذار است. استفاده از هیدروکسید سدیم برای تغییر اسیدیته چسب سویا سبب افزایش مقاومت برشی تخته لایه در مقایسه با تخته لایه‌های شاهد و تخته لایه‌های ساخته‌شده با چسب تیمار شده با اسیدسولفوریک گردید. نتایج بررسی مقاومت به آب حاصل از آزمایش دوره‌ای مقاومت به آب نیز نشان دادند که اگرچه تیمار با مواد شیمیایی مورداستفاده در این پژوهش سبب افزایش مقاومت به آب شد؛ ولی هیچ‌یک از تیمارها موفق به گذراندن سه دوره آزمایش نشدند. هرچند در مقایسه با چسب اوره فرم آلدهید دوام بهتری داشتند. برای ارزیابی و مقایسه بهتر ویژگی‌های تخته لایه ساخته‌شده با چسب آرد سویا با چسب‌های مصنوعی متداول در ساخت تخته لایه، نمونه‌هایی از تخته لایه با چسب اوره فرمالدهید ساخته شدند. نتایج این مقایسه نشان دادند که مقاومت برشی تخته لایه ساخته‌شده با چسب اوره فرمالدهید بیشتر از تمام تخته لایه‌های ساخته‌شده با آرد سویا تیمار شده با اسید و قلیا و تخته لایه ساخته‌شده با چسب سویای نمونه شاهد است. در رابطه با مقاومت به آب تخته لایه‌ها نیز نتایج نشان دادند هیچ‌یک از تخته لایه‌های ساخته‌شده از چسب اوره فرمالدهید و چسب آرد سویا نسبت به آب مقاوم نیستند. به‌عنوان یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان چنین بیان کرد که اگرچه در مقایسه با تخته‌های ساخته‌شده با چسب اوره فرمالدهید، تخته‌های ساخته‌شده با چسب‌های سویای اصلاح‌شده مقاومت برشی کمتری داشتند؛ ولی مقاومت آن از حد استاندارد پایین‌تر نیامده است؛ لذا این چسب می‌تواند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای چسب اوره فرمالدهید که دارای خطر انتشار گاز فرمالدهید در مکان‌های داخلی است مطرح باشد.

منابع

[1] Parvaneh, V., 1998. Quality Control and the Chemical Analaysis of Foods. Tehran University Publications, Iran, (3) 330p. (In Persian).

[2] Kinsella, J.E., 1979. Functional Properties of Soy Proteins. Journal of American Oil Chemists Society, 56 (3): 242-258.

[3] Yamakawa, K., 1998. Development of Urea-melamine-formaldehyde Resin Adhesive for Bonding Tropical Hardwood. Taiwan Forestry Research Institute, 629 p.

[4] Steele, P.H., Kreibich, R.E., Steynberg, P.J. and Hemingway, R.W., 1998. Finger Jointing Green Southern Yellow Pine with a Soy-based Adhesive. Adhesive Age, 50 (1): 49–54.

[5] Milagros, P. and Evangelista, H., 2002. Adhesive Qualities of Soybean Protein-Based Foamed Plywood Gules. Journal of the American Chemists Society, 79 (11): 1145-1149.

[6] Hettiarachchy, N.S., Kalapathy, U. and Myers, D.J., 1995 a. Modified Soy Proteins and Their Adhesive Properties on Woods. Journal of the American Oil Chemists Society, 72(5): 507-510.

[7] Hettiarachchy, N.S., Kalapathy, U. and Myers, D.J., 1995 b. Alkali-Modified Soy Protein with Improved Adhesive and Hydrophobic Properties. Journal of the American Oil Chemists Society, 72(12): 1461-1464.

[8] Li, X., Li, Y., Zhong, Z., Wang, D., Ratto, J.A., Sheng, K. and Sun X.S., 2009. Mechanical and Water Soaking Properties of Medium Density Fiberboard with Wood Fiber and Soybean Protein Adhesive. Bioresource Technology, 100 (14): 3556–3562.

[9] 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.

[10] Meyer, E.W., 1971. Oilseed Protein Concentrates and Isolates. Journal of American Oil Chemists' Society, 48: 484-488.

[11] Chajuss, D., 2004. Soy Protein Concentrate: Technology, Properties and Applications. pp 126-139. In: Liu K (ed) Soybeans as functional foods and ingredients, AOCS press.

[12] Rhee, K.C., 2001. Determination of Total Nitrogen. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 1-9.

[13] Johns, W.E. and Niazi, K.A., 1980. Effect of pH and Buffering Capacity of Wood on the Gelation Time of Urea-formaldehyde Resin. Wood and fiber science, 12(4): 255-263.

[14] Huang, J. and Li, K., 2008. New Soy Flour-Based Adhesive For Making Interior Type II Plywood. Journal of the American Oil Chemists Society, 85: 63-70.

[15] Paetau, I., Chen, Ch.Z. and Jane, J.l., 1994. Biodegradable Plastic Made from Soybean Products: Effect of Preparation and Processing on Mechanical Properties and Water Absorption. Industrial and Engineering Chemistry Research, 33 (7): 1821-1827.

[16] Wescott, J.M. and Frihart, C.R., 2004. Competitive Soybean Flour/ Phenol-Formaldehyde Adhesives for Oriented Strandboard. 38th InternationalWood Composites Symposium Proceedings, 312-321.

[17] European Standard EN 314. 1993. Plywood -Bonding quality, European Standardization Committee, Brussel.

[18] American National Standard for Hardwood and Decorative Plywood, 2009. ANSI/HPVA HP-1, 36 pp

[19] Sun, S., Wang, D., Yang, G. and Zhong, Z., 2008. Adhesives from Modified Soy Protein. US Patent, 7,416,598: 22.

The effect of soy-flour mesh size and its adhesive acidity changes on shear strength of plywood

S. Ghahri [1]
B. Mohebby [2*]
A. Mirshokraie [3]
H. Mansouri [4]

Abstract

In this study, the effect of soy flour mesh size and the change of adhesive's acidity made from it on shear strength of plywood was evaluated. For this aim, soy flour particles were classified in three levels mesh sizes (60, 100 and 140 mesh) by ASTM Sieves. To obtain soybean adhesive with different acidities, sodium hydroxide and sulfuric acid were used. The results showed that the acidity of soy adhesives changes by addition of sodium hydroxide and sulfuric acid to soy slurry. Moreover, the mesh size of soy flour affected the shear strength of plywood made from soy flour adhesives. The shear strength of plywood made from soy flour with 140 mesh was higher than other specimens. Also, the increase of soy flour adhesive's acidity by sodium hydroxide resulted in an increase of shear strength of plywood. The shear strength of plywood made from soy adhesives was lower compared with the plywood made from urea formaldehyde resin but it was acceptable according to EN-314 standard.

Keywords: soy adhesive; soy flour classifying; shear strength; urea formaldehyde resin; plywood.

[1] PhD Student, Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Iran

[2] Associate Professor., Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Iran

[3] Professor, Department of Chemistry, Payam Nour University, Iran

[4] Assistant Professor., Department of Wood and Paper Science and Technology, Zbol University, Iran

Corresponding author:
Mohebbyb@modares.ac.ir

Received: 2015/10/05
Accepted: 2016/03/15