



دانشگاه گوارن و منابع طبیعی گران

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیستم و دوم، شماره چهارم، ۱۳۹۴

<http://jwfst.gau.ac.ir>

بررسی امکان اپوکسی دار کردن روغن سویا برای تولید تخته کاه گندم

*کوروش صارمی^۱، تقی طبرسا^۲، علیرضا شاکری^۳ و احمد بابا نعلبندی^۴

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

آستاد، دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۳دانشیار دانشکده علوم، دانشگاه تهران، ^۴استادیار پژوهشگاه صنعت نفت تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۶/۰۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۱۶

چکیده

سابقه و هدف: جنگل‌های ایران قادر به تأمین چوب موردنیاز صنایع چوب کشور از جمله صنعت تخته خرده چوب نمی‌باشند. استفاده از منابع غیر جنگلی از قبیل پسماندهای کشاورزی امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. در بین محصولات کشاورزی، گندم از نظر فراوانی در جهان دومین مقام را داراست. ساقه گندم بعد از برداشت محصول به‌عنوان پسماند در مزارع باقی می‌ماند که بخشی از آن برای خوراک دام استفاده می‌شود. در ایران پسماند گندم بیش از ۵۴ درصد پسماندهای محصولات کشاورزی کشور را تشکیل می‌دهد. کاه گندم با توجه به ساختار لیگنوسلولوزیک می‌تواند در صنعت تخته خرده چوب مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به ساختار شیمیایی سطح کاه گندم رزین اوره فرم الدید برای اتصال خرده کاه گندم مناسب نمی‌باشد. از طرف دیگر انتشار کاز فرم الدید در هنگام تولید و مصرف از دیگر مشکلات این رزین می‌باشد. در این پژوهش، استفاده از رزین طبیعی روغن سویای اپوکسی‌دار شده آکرلیکی به‌عنوان چسب بر پایه روغن برای اتصال ذرات کاه گندم در تهیه تخته خرده بررسی و برخی از خواص آن اندازه‌گیری شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه ابتدا روغن سویا با استفاده از اسید فرمیک و آب اکسیژنه اپوکسی‌دار گردید. در مرحله بعد اسید آکرلیک به روغن سویای اپوکسی‌دار شده افزوده گشت و رزین

*مسئول مکاتبه: Ksarami20@gmail.com

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۲)، شماره (۴) ۱۳۹۴

روغن سویای اپوکسی‌دار آکرلیکی تهیه شد. خواص رزین حاصل ارزیابی گردید. برای بررسی عملکرد رزین، تخته‌هایی از کاه گندم با مصرف ۸ درصد و ۱۳ درصد از رزین فوق‌الذکر با پرس گرم در حرارت ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، فشار ۳۰ بار و سه زمان پرس ۸، ۱۰ و ۱۲ دقیقه ساخته شدند. خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها شامل، مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی، واکشیدگی ضخامتی و جذب آب اندازه‌گیری گردید. اطلاعات حاصله با استفاده از تکنیک تجزیه واریانس به کمک نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل گردید.

یافته‌ها: نتایج طیف سنجی FTIR نشان داد که پروسه اپوکسی‌دار شدن به‌خوبی انجام شده و گروه‌های اپوکسی به‌خوبی روی روغن سویا قرار گرفته‌اند. بررسی پیشرفت واکنش اسید آکرلیک با روغن سویای آکرلیکی به‌وسیله طیف‌سنجی H-NMR مورد تأیید قرار گرفت. باز شدن حلقه‌های اپوکسی نشانه پیشرفت واکنش بود. نتایج آزمون خواص فیزیکی و مکانیکی نشان داد که در تخته‌های ساخته شده از کاه گندم با رزین سویای اپوکسی‌دار آکرلیکی در مقایسه با تخته‌های ساخته شده با چسب اوره فرم‌الدید، چسبندگی داخلی، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته به‌ترتیب ۱۱۰، ۱۳۷ و ۱۳/۶ درصد افزایش و جذب و واکشیدگی ضخامتی به‌ترتیب ۴۸ و ۶۹ درصد کاهش داشته است. این نتایج نشان‌دهنده عملکرد مناسب رزین سویای اپوکسی‌دار آکرلیکی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رزین اپوکسی سویای آکرلیکی، تخته‌خرده از کاه گندم، اوره فرمالدهید، اسید فرمیک، آب اکسیژنه

مقدمه

استفاده از روغن‌های تری‌گلیسیرید طبیعی برای تهیه چسب و مواد کامپوزیتی در چند سال اخیر مورد توجه پژوهش‌گران و صنایع قرار گرفته است. این محصولات، مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی نسبت به مواد پایه نفتی دارند و از این‌رو، منبع جایگزین خوبی برای چسب‌های بر پایه نفت هستند (۳ و ۱۷). روغن‌های تری‌گلیسیرید، استر هستند و از یک مولکول گلیسرول به‌همراه ۳ مولکول اسید چرب تشکیل شده، در آب نامحلول‌اند و از منابع حیوانی یا گیاهی به‌دست می‌آیند. اغلب روغن‌ها از اسیدهای چربی تشکیل شده‌اند که تعداد کربن‌های آن‌ها بین ۱۴ تا ۲۰ کربن در طول به‌همراه ۰ تا ۳ پیوند دوگانه به ازای هر اسید چرب است (۱۸). از سال ۱۹۹۶ روش‌های شیمیایی زیادی برای استفاده

از روغن‌های تری‌گلیسیرید طبیعی به‌عنوان منبعی برای تهیه پلیمرها، چسب‌ها و مواد کامپوزیتی مورد بررسی قرار گرفته است. این محصولات، مزایای اقتصادی (ارزانی) و زیست‌محیطی (تجزیه‌پذیری) نسبت به مواد نفتی داشته و از این جهت، منبع جایگزین خوبی برای این مواد می‌باشند (۱۸).

از عوامل مهمی که بر ویژگی‌های روغن و اسیدچرب تأثیرگذار است، درجه غیر اشباعی است. از آنجایی که ویژگی‌های فیزیکی تری‌گلیسیریدها بسته به نوع اسیدهای چرب آن‌ها فرق می‌کند، انتخاب تری‌گلیسیرید مناسب برای دستیابی به پلیمر با ویژگی‌های موردنظر حائز اهمیت است (۹). از رزین‌های طبیعی برای تولید چسب‌های حساس به فشار، الاستومرها و کامپوزیت‌های تقویت شده با الیاف سنتزی و طبیعی استفاده می‌شود. بیش‌ترین روغنی که برای ساخت کامپوزیت‌های بادوام و مقاوم مصرف می‌شود، روغن سویا است (۹ و ۱۸). با توجه به افزایش جمعیت و افزایش مصرف چوب و فرآورده‌های چوبی و همچنین کاهش منابع چوبی در کشورمان، استفاده از پسماندهای کشاورزی در ساخت فرآورده‌های مرکب، چون تخته‌خرده حائز اهمیت فراوانی است. ایران از نظر پوشش جنگلی فقیر بوده و تنها ۷ درصد از اراضی کل کشور از جنگل پوشیده شده است (۱). به‌همین دلیل کمبود مواد اولیه چوبی از مشکلات عمده موجود در صنایع چوب و کاغذ بوده که صنعت تخته‌خرده‌چوب نیز بخشی از آن است. از بین محصولات کشاورزی، از نظر فراوانی در جهان، کاشت گندم دومین مقام را در بین سایر غلات داراست. کاه گندم محصول جانبی اصلی حاصل از برداشت گندم بوده و در حال حاضر بخشی از آن در دامپروری به‌عنوان خوراک دام استفاده می‌شود (۲). همچنین پسماندهای گندم، با مقدار ۵۴ درصد در کل کشور، بیشترین سهم از تولید پسماندهای قابل استحصال را دارا می‌باشد (۱۰ و ۱۴). جایگزینی کاه گندم و سایر پسماندهای کشاورزی با مواد اولیه چوبی، می‌تواند راه حلی برای بحران کمبود مواد اولیه چوبی در صنایع باشد. در صنعت تخته‌خرده‌چوب علاوه بر مشکل کمبود ماده اولیه مسئله استفاده از رزین‌های نفتی مانند اوره‌فرمالدهید و همچنین سمی و سرطان‌زا بودن ترکیبات فرمالدهید مشکل دیگری است. همچنین به‌دلیل کمبود مواد نفتی در جهان و پایان‌پذیر بودن آن، استفاده از رزین‌های طبیعی به‌عنوان جایگزینی برای رزین‌های نفتی، حائز اهمیت است. رزین‌های طبیعی از گیاهان و حیوانات به‌دست آمده و در تمام جهان قابل دسترس و تجدیدپذیر هستند. استفاده از کاه گندم به‌عنوان ماده اولیه فراوان و رزین طبیعی اپوکسی سویای آکرلیکی به‌عنوان جایگزینی برای رزین سمی و سرطان‌زای اوره‌فرمالدهید، می‌تواند راه حلی هم برای کمبود مواد اولیه چوبی و هم سمی و سرطان‌زا بودن ترکیبات فرمالدهید باشد.

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۲)، شماره (۴) ۱۳۹۴

در این پژوهش، استفاده از رزین طبیعی روغن سویای اپوکسی‌دار شده آکریلیکی به‌عنوان چسب بر پایه روغن برای اتصال ذرات کاه گندم در تهیه تخته‌خرده بررسی و برخی از خواص آن اندازه‌گیری شد.

مواد و روش‌ها

کاه گندم از مزارع کشاورزی استان گلستان به شکل خرمکوپیی شده تهیه و سپس با الک (مش ۲۰)، به ابعاد طولی در حدود ۲ تا ۵ میلی‌متر الک شد. کاه‌ها برای رسیدن به رطوبت ۲ درصد در آن در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ تا ۱۰ ساعت قرار گرفتند. روغن سویای خام از کارخانه سویابین استان گلستان تهیه شد. اسیدفرمیک (۹۸-۱۰۰ درصد) و پروکسیدهیدروژن (۳۰ درصد) به‌عنوان واکنشگر در واکنش اپوکسی‌دار شدن استفاده شد. از آکریلیک‌اسید برای ساخت روغن سویای اپوکسی‌دار شده آکریلیکی و برای سرعت بخشیدن به واکنش آکریل‌دار شدن از ۱ و ۴ - دی‌آزوبی‌سیکلو [۲، ۲، ۲] اکتان به‌عنوان کاتالیزور استفاده شد. برای جلوگیری از پلیمر شدن آکریلیک اسید طی فرآیند ساخت سویای آکریلیکی نیز از هیدروکینون استفاده شد. از بنزوئیل پروکسید به‌عنوان آغازگر واکنش پلیمر شدن رادیکالی و برای کاهش گرانیروی رزین از استایرن استفاده شد.

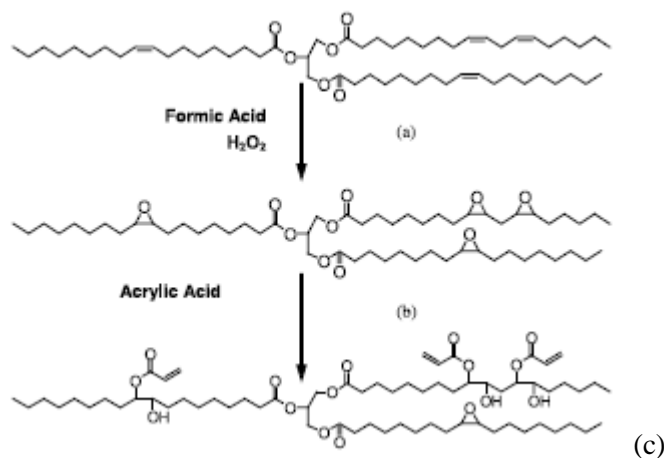
برای تیتراسیون روغن اپوکسی سویا جهت تعیین گروه‌های اپوکسی ۰/۳-۰/۵ گرم روغن اپوکسی داخل ارلن ۵۰ سی سی ریخته و ۱۰ سی سی کلروبنزن و ۰/۱ میلی‌لیتر یا ۵ قطره از محلول معرف (واکنشگر کریستال ویولت) به آن اضافه شد. عمل تیتراسیون به‌وسیله هیدروبرمیک اسید ۰/۱ نرمال که با اسید استیک گلاسیال به حجم رسیده انجام شد تا محلول به رنگ آبی-سبز تبدیل شود و سپس براساس رابطه (۱) مقدار گروه‌های اپوکسی محاسبه شد:

$$\%epoxy = \frac{v \times n \times 1.6}{w_m} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در این معادله، v حجم محلول تیترا مصرف شده، n نرمالیه هیدروبرمیک اسید و w_m مقدار روغن اپوکسی مورد استفاده بر حسب گرم است (۱۱).

اپوکسی‌دار کردن روغن سویا برای اولین بار در کشور در آزمایشگاه صنایع چوب و کاغذ دانشگاه منابع طبیعی و کشاورزی گرگان انجام گرفت (۱۳). روغن سویا و اسید فرمیک در بالن ارلن مایر مخلوط می‌شوند. و بعد محلول پروکسید هیدروژن تدریجاً به داخل مخلوط اضافه می‌شود. و بعد از

آن مخلوط سرد شده و به وسیله آب شسته می‌شود. دی اتیل اتر برای تسهیل جداسازی فرآورده روغن از فاز آب استفاده می‌شود، فرآورده نهایی با حرارت کمتر از ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد. در ابتدا روغن سویای اپوکسی‌دار شده داخل بشر ریخته شد. در بشری دیگر، اسید آکرلیک ریخته و به آن هیدروکینون و کاتالیزور اضافه شد. با استفاده از همزن مغناطیسی، بشر محتوی اسید آکرلیک و هیدروکینون و کاتالیزور هم زده شد تا ماده‌ای نسبتاً همگن حاصل شود. سپس ترکیب فوق به بشر حاوی روغن سویای اپوکسی‌دار شده اضافه و سپس به داخل حمام آب گرم انتقال داده شد. آب باید همواره در حالت جوش باشد و جهت کنترل دمای آن از دماسنج استفاده شد. روی بشر با فویل آلومینیومی پوشانده شد تا بخار آب به داخل بشر حاوی مواد نفوذ نکند. عمل هم زدن به مدت ۱۱ ساعت با همزن مکانیکی ادامه یافت تا در نهایت محصولی عسلی شکل تولید شد. بعد از تولید، محصول، در دمای محیط قرار گرفت تا خنک شود. چگونگی ساخت روغن سویای اپوکسی‌دار شده آکرلیکی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- مراحل ساخت روغن سویای اپوکسی‌دار شده آکرلیکی: (a): روغن سویا، (b): روغن سویای اپوکسی‌دار شده، (c): روغن سویای اپوکسی‌دار شده آکرلیکی (V).

Figure 1. Acrylated epoxidized soybean oil steps: (a): Soybean oil, (b): Epoxidized soybean oil, (c): Acrylated epoxidized soybean oil.

برای تعیین ساختار روغن سویای اپوکسی‌دار شده و تأیید صحت انجام عمل اپوکسی‌دار شدن از روش طیف‌سنجی طیف مادون قرمز (FTIR) و رزونانس مغناطیسی هسته‌ای (H-NMR)

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۲)، شماره (۴) ۱۳۹۴

استفاده شد. ویسکوزیته رزین فوق بر اساس روش ویسکومتری (بروکفیلد) طبق استاندارد ASTM-D1084 با دستگاه VISCO STAR-R RPM 12 معین شد. دانسیته رزین فوق با استفاده از کاپ استیل ۵۰ میلی‌لیتری طبق استاندارد ASTM-D1475 معین شد. متوسط وزن مولکولی Mw توسط آزمون GPC طبق استاندارد ASTM-D 6579-06 شد. هم‌چنین زمان انعقاد رزین طبق استاندارد DIN 6945 اندازه‌گیری شد. به‌منظور بررسی عملکرد چسب، تخته‌هایی از کاه گندم و رزین روغن سویای اپوکسی‌دار شده آکرلیکی با دانسیته ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب و در ابعاد $10 \times 300 \times 300$ میلی‌متر ساخته شدند. پس از اسپری رزین روی خرده‌های کاه گندم و تشکیل کیک و پیش‌پرس، کیک‌ها در درجه حرارت پرس ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و فشار پرس ۳۰ بار در سه زمان ۸، ۱۰ و ۱۲ دقیقه پرس گرم شدند. جهت‌گیری کامل رزین اپوکسی سویای آکرلیکی، تخته‌های ساخته شده بلافاصله بعد از پرس داخل اتوو در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت قرار گرفتند. بعد از تیمار حرارتی، تخته‌ها به مدت ۲ هفته در شرایط رطوبت نسبی ۶۵-۶۰ درصد و دمای ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. آزمایش خصوصیات مکانیکی تخته‌های ساخته شده شامل چسبندگی داخلی با استاندارد EN-310 و خمش با استاندارد EN-319 و استفاده از ماشین Schenck انجام شد. اندازه‌گیری واکشیدگی ضخامتی و جذب آب براساس استاندارد TS-EN317 ۱۹۹۹ اندازه‌گیری گردید. تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی به کمک تکنیک تجزیه واریانس و آزمون دانکن و نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

مقدار گروه‌های اپوکسی روغن سویای اپوکسی‌دار شده بر اساس رابطه (۱) اندازه‌گیری شد و مقدار میانگین آن ۶/۱ درصد وزنی پس از سه مرتبه تکرار به دست آمد. مشخصات روغن سویای اپوکسی‌دار شده اندازه‌گیری شد و نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- مشخصات روغن سویای اپوکسی دار شده.

Table 1. Epoxidized soybean oil characteristics.

روغن سویای اپوکسی دار شده (ESO) epoxidized soybean oil	مشخصات Characteristics
شیری رنگ Clear	شکل ظاهری Appearance
در حدود 1050	وزن مولکولی (g/mol)
6.1	مقدار گروه اکسیران (%)
410	ویسکوزیته (30°C, cp)
1-0.992	وزن مخصوص (25°C, g/cm ³)

مشخصات رزین سویای اپوکسی دار شده آکرلیکی اندازه گیری شد و نتایج آن در جدول ۲ آمده است.

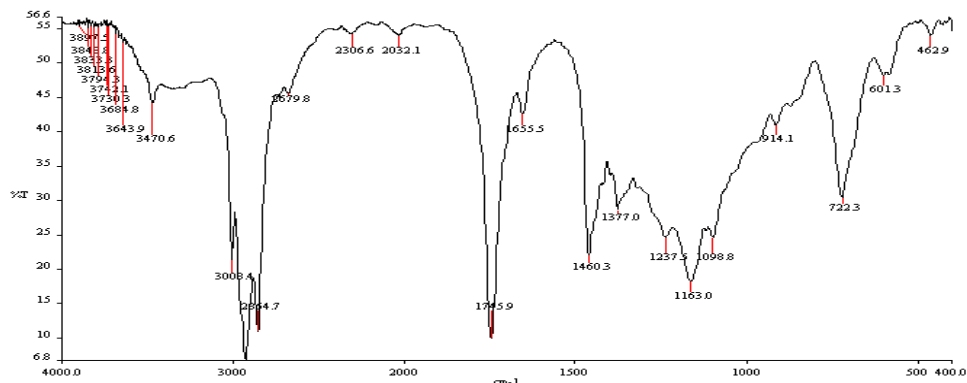
جدول ۲- مشخصات اپوکسی سویای آکرلیکی تولید شده.

Table 2. Acrylated Epoxidized Soybean Oil characteristics.

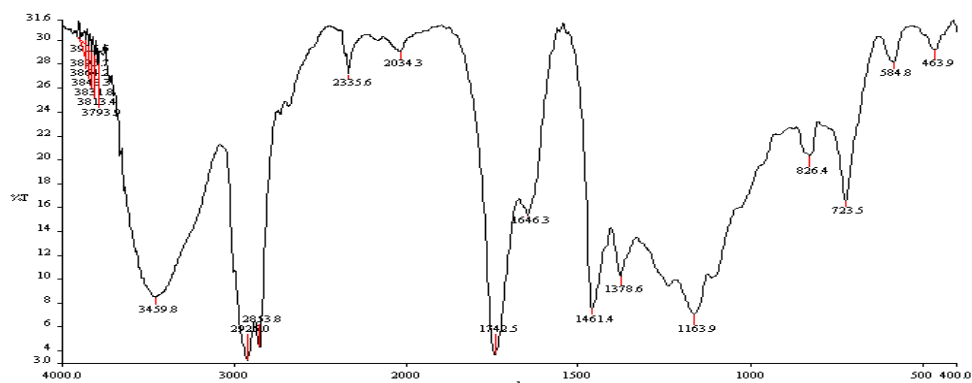
روغن سویای اپوکسی دار شده آکرلیکی (AESO)	مشخصات Characteristics
عسلی تیره Honeylike	شکل ظاهری Appearance
در حدود 1350	وزن مولکولی (g/mol)
150	Molecular weight (g/mol)
	ژل تایم (s)
1650	Gel time
	ویسکوزیته (30°C, cp)
1.1	Viscosity (cP)
	وزن مخصوص (25°C, g/cm ³)
	Specific gravity (25°C)

طیف سنجی مادون قرمز تری گلیسرید (روغن سویای خام) و روغن سویای اپوکسی دار شده روغن سویا و روغن سویای اپوکسی دار شده (با مقدار اپوکسی ۶/۱ درصد) به وسیله FTIR برای مشاهده گروه های فعال آنالیز شد. شکل ۲ نشان دهنده طیف FTIR برای روغن سویا خام و روغن سویای اپوکسی دار شده می باشد.

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۲)، شماره (۴) ۱۳۹۴



طیف FTIR برای روغن سویا خام (الف).



(ب)

شکل ۲- طیف FTIR برای روغن سویا خام (الف)، روغن سویای اپوکسی‌دار شده (ب).

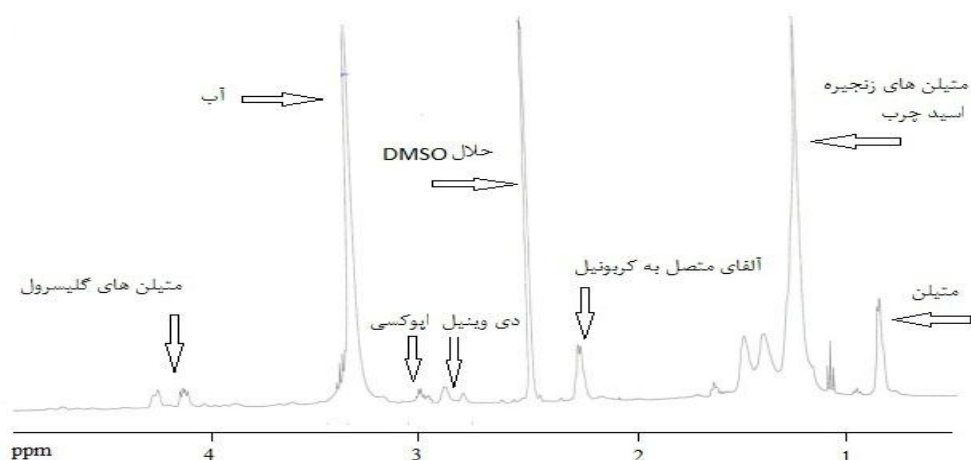
Figure 2. FTIR spectrum of soybean oil (a), (b) Epoxidation soybean oil.

حضور پیک جدید در طیف FTIR روغن سویای اپوکسی‌دار شده در فاصله 823 cm^{-1} تا 823 cm^{-1} نشان‌دهنده گروه‌های اپوکسی می‌باشد که تأیید کننده نتیجه موفقیت‌آمیز واکنش اپوکسی‌دار شدن روغن سویاست (۱۶).

یک پیک جدید دیگر در 3459 cm^{-1} و 3459 cm^{-1} نشان‌دهنده حضور گروه‌های هیدروکسیل O-H می‌باشد که نشانگر این است که گروه‌های اپوکسی در حین فرایند ممکن است باز شده باشند. واکنش باز شدن حلقه اپوکسی می‌تواند به وسیله کاتالیزور اسیدی در حضور آب اتفاق بیفتد (۶). در

اپوکسی دار کردن چون محلول آبی پروکسید هیدروژن استفاده می شود در حین واکنش علاوه بر محصول نهایی (روغن سویای اپوکسی دار شده) واکنش جانبی نیز اتفاق می افتد و مقداری آب که چگالتر از محصول نهایی می باشد، در زیر فاز محصول نهایی تشکیل می شود.

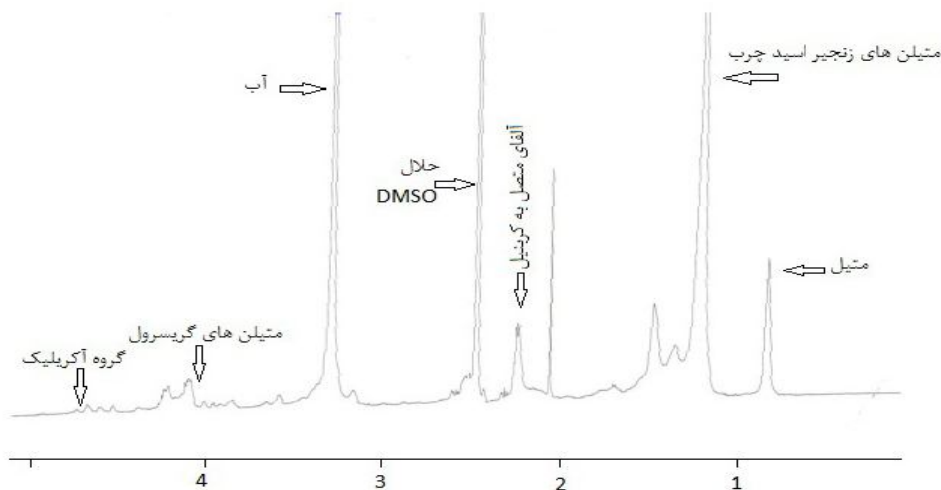
جهت تعیین ساختار اپوکسی سویای آکرلیکی از روش طیف سنجی $H-NMR$ استفاده شد که در یک مرحله "روغن سویای اپوکسی دار شده" و در مرحله بعد "اپوکسی سویای آکرلیکی" تولید شده مورد آزمایش قرار گرفت. تصاویر مربوط به $H-NMR$ هر دو ترکیب در شکل های ۳ و ۴ آورده شده است. با بررسی طیف های زیر قرمز AESO با روغن سویای اپوکسی دار شده (شکل ۲)، انجام واکنش بین گروه های اپوکسی با اسید آکرلیک قابل مطالعه است. در طیف های مربوط به AESO در مقایسه با روغن سویای اپوکسی دار شده، شدت قله cm^{-1} ۳۴۶۰ که مربوط به ارتعاش کششی پیوند O-H است، به مقدار زیادی افزایش یافته است. هم چنین، شدت قله cm^{-1} ۱۱۶۴ مربوط به ارتعاش حلقه اپوکسی کاهش یافته است و قله های مربوط به پیوند $C=CH_2$ نیز در طول موج ۱۶۱۰ و cm^{-1} ۱۶۳۰ ظاهر شده اند که نشان دهنده پیوند آکرلیک روی زنجیر روغن سویای اپوکسی دار شده است.



شکل ۳- $H-NMR$ مربوط به روغن سویای اپوکسی دار شده.

Figure 3. H-NMR spectra epoxidation soybean oil.

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۲)، شماره (۴) ۱۳۹۴



شکل ۴- H-NMR مربوط به اپوکسی سویای آکرلیکی.

Figure 4. H-NMR spectra Acrylated Epoxidized Soybean Oil.

از آنجا که گرانیوی رزین در دمای زیاد است، برای کاهش گرانیوی آن از استایرن استفاده شد. استایرن (در حضور حرارت و آغازگر) پلیمر شده و تبدیل به پلی استایرن می‌شود و زمانی که به پلی استایرن تبدیل شد هیچ خطری برای سلامتی وجود ندارد (۴). مثال بارز لیوان‌های یک بار مصرفی که وجود دارند از پلی استایرن هستند. این عمل کمک می‌کند تا رزین به خوبی روی ذرات کاه افشاند و عمل پراکندگی آن به خوبی انجام شود. مقدار استایرن مصرف شده برای کاهش گرانیوی رزین، ۳۳ درصد وزنی رزین بود که با افزودن آن گرانیوی رزین به کمتر از ۲۵۰ CP کاهش یافت. پس از کاهش گرانیوی، رزین در مجاورت آغازگر بنزوئیل پراکساید در اثر گرما پلیمر شد.

در جدول ۳ معنی دار و یا عدم معنی دار بودن اثرات مستقل و متقابل مقدار رزین و زمان پرس بر چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده در سطح ۵ درصد نشان داده شده است. اثر مستقل مقدار رزین و زمان پرس بر چسبندگی داخلی معنی دار بوده و همچنین اثر متقابل زمان پرس و مقدار رزین معنی دار می‌باشد.

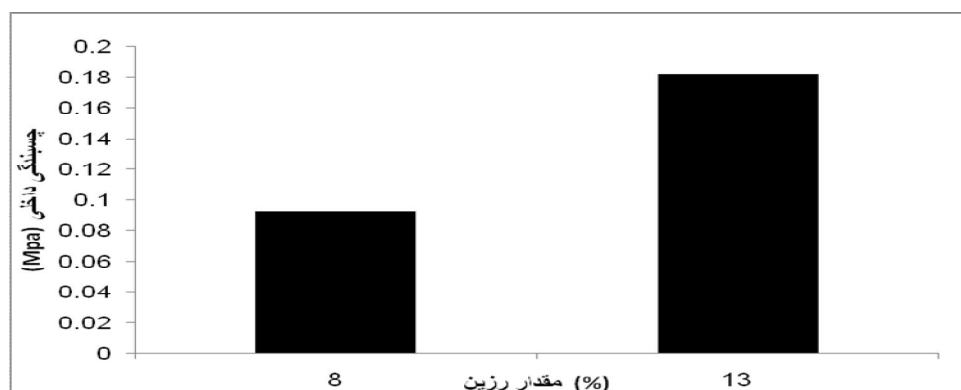
جدول ۳- تجزیه واریانس اثر متغیرها روی چسبندگی داخلی.

Table 3. Analysis of Variance of the effect of variables on Internal Bond.

معنی داری	Sig	آماره آزمون F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	منبع تغییرات
**	0/000	399.769	0.036	1	0.036	مقدار رزین
**	0/000	37.123	0.003	2	0.007	زمان پرس
	0/042	4.176	0.000	2	0.001	مقدار رزین * زمان پرس
			0.000	12	0.001	خطا
				18	0.383	مجموع
				17	0.045	مجموع تصحیح

*, **, و NS به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیر معنی دار.

در شکل ۵ اثر مستقل مقدار رزین بر چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده دیده می‌شود.



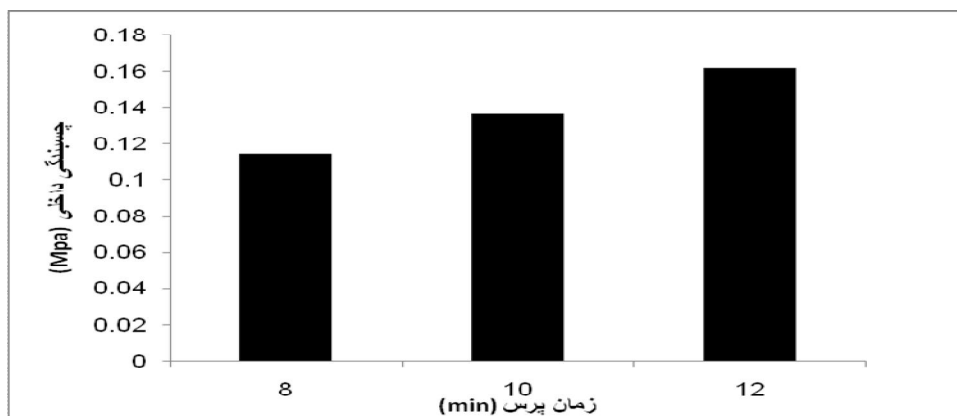
شکل ۵- اثر مستقل مقدار رزین بر چسبندگی داخلی.

Figure 5. Effect of amount of resin on Internal Bond.

همان‌طور که در شکل ۵ مشخص است، در مقایسه بین تمام تخته‌های ساخته شده، افزایش مقدار رزین اثر معنی‌داری در افزایش چسبندگی داخلی دارد. چون با افزایش مقدار رزین امکان دربرگیری ذرات کاه توسط رزین افزایش یافته و باعث بهبود کیفیت اتصال می‌شود (۲). در عین حال رزین AESO به دلیل ساختار روغنی و غیر قطبی خود، با سطح ذرات کاه سازگار بوده و بر روی آن به

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۲)، شماره (۴) ۱۳۹۴

خوبی پخش شده و زاویه تماس بین کاه و رزین روغنی پایین می‌آید (۲ و ۹). حضور لایه مومی می‌تواند دلیل اصلی و عمده کاهش مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی در تخته‌های حاصل از کاه گندم باشد (۱۹). در مقایسه بین تمام تخته‌ها، با توجه به شکل ۶ افزایش زمان پرس، باعث افزایش معنی‌دار چسبندگی داخلی می‌شود. بهبود چسبندگی داخلی با افزایش زمان پرس می‌تواند به دلیل گیرایی کامل‌تر رزین در زمان‌های بالاتر باشد. نفوذپذیری پایین ذرات کاه و کند بودن انتقال حرارت از سطح به مغز کیک (۵) باعث می‌شود که انتقال حرارت در زمان‌های پرس پایین به خوبی صورت نگرفته و رزین‌گیرایی کافی حاصل نکند و با افزایش زمان پرس‌گیرایی رزین بهبود یافته و کامل‌تر می‌شود.



شکل ۶- اثر مستقل زمان پرس بر چسبندگی داخلی.
Figure 6. Effect of press time on Internal Bond.

در شکل ۷ مقایسه کلی بین چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده از رزین روغن سویای اپوکسی‌دار شده آکرلیکی در دو سطح مقدار رزین و سه سطح زمان پرس مشاهده می‌شود. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، با افزایش زمان پرس و همچنین رزین چسبندگی داخلی نیز افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از تخته‌های ساخته شده با رزین روغن سویای اپوکسی‌دار شده آکرلیکی در جدول ۴ آمده است. نتایج حاصل از تخته‌های ساخته شده با چسب اوره فرمالدهید در جدول ۵ آمده است.

جدول ۴- خواص تخته‌های ساخته شده با رزین روغن سویای اپوکسی‌دار شده آکرلیکی.

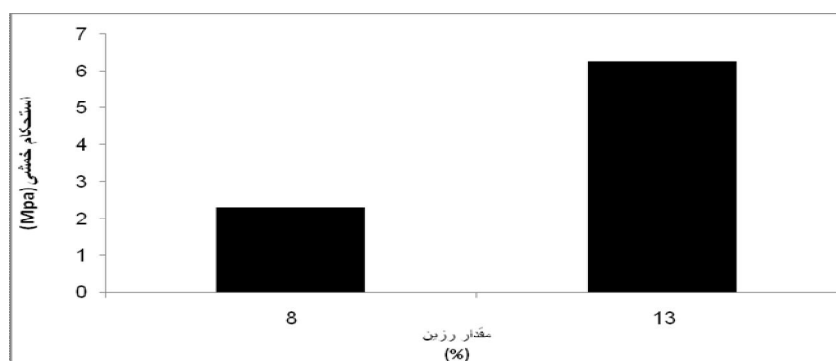
	IB (MPa)	MOR (MPa)	MOE (MPa)	TS (24H) %	WA(24H) %
AESO	0.21	8	1224.78	28.57	75.53

جدول ۵- خواص تخته‌های ساخته شده با چسب اوره فرمالدهید.

Table 5. Properties of boards made of Urea Formaldehyde.

	IB (MPa)	MOR (MPa)	MOE (MPa)	TS (24H) %	WA(24H) %
UF	0.1	3.37	1077.5	93.38	147.47

در شکل ۷- اثر مستقل مقدار رزین بر مقاومت خمشی تخته‌های حاصل از رزین دیده می‌شود.

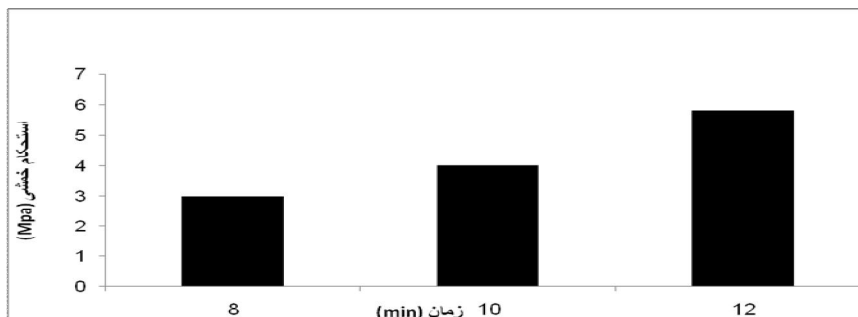


شکل ۷- اثر مستقل مقدار رزین بر مقاومت خمشی.

Figure 7. Effect of amount of resin on modulus of rupture.

افزایش رزین نیز باعث افزایش مقدار مقاومت خمشی شده و همچنین افزایش زمان پرس نیز باعث بهبود استحکام خمشی می‌شود. لایه مومی سطح کاه می‌تواند دلیل اصلی و عمده کاهش مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی در تخته‌های حاصل از چسب اوره فرمالدهید با کاه گندم باشد (۲) و (۱۹). اما، استفاده از چسب روغنی سازگار با لایه غیرقطبی سطح کاه می‌تواند اثر به‌سزایی بر بهبود استحکام خمشی داشته باشد. به‌دلیل سازگاری رزین غیر قطبی AESO با سطح غیر قطبی ذرات کاه گندم، کیفیت اتصال بین این نوع رزین اثر معنی‌داری بر افزایش مقاومت خمشی دارد. چون با ازدیاد مقدار رزین سطح تماس بین رزین و ذرات کاه افزایش می‌یابد و باعث بهبود کیفیت اتصال می‌شود. در واقع، با افزایش مقدار رزین امکان در برگیری ذرات کاه به وسیله رزین افزایش یافته و باعث بهبود استحکام خمشی می‌شود (۲). در شکل ۸ اثر مستقل زمان پرس بر استحکام خمشی تخته‌های از رزین قابل مشاهده است.

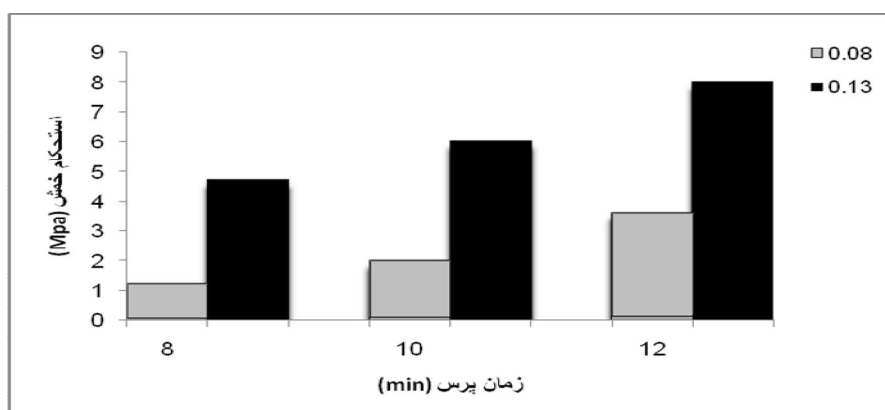
نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۲)، شماره (۴) ۱۳۹۴



شکل ۸- اثر مستقل زمان پرس بر مقاومت خمشی.

Figure 8. Effect of press time on Modulus of Rupture.

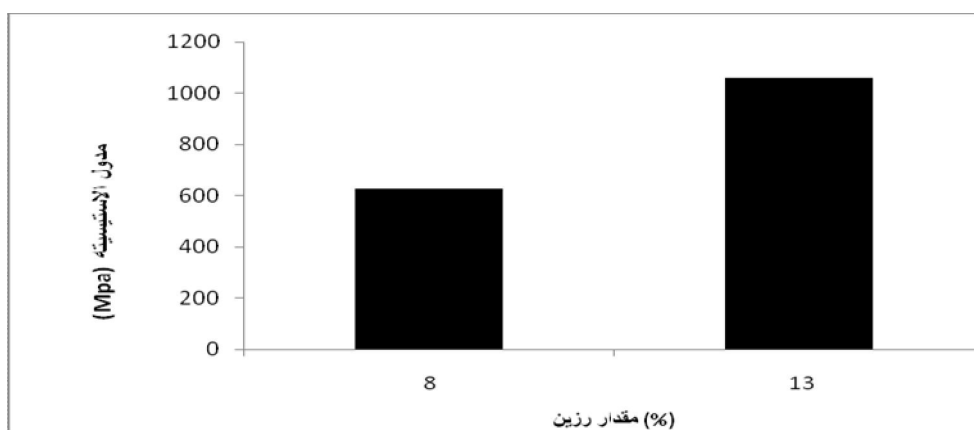
همان‌طور که در شکل ۸ مشاهده می‌شود بین زمان پرس ۸ و زمان‌های پرس ۱۰ و ۱۲ دقیقه اختلاف معنی‌داری وجود دارد. دلیل این موضوع می‌تواند به اتصالات عرضی رزین ارتباط داشته باشد. مقاومت خمشی ارتباط زیادی به کیفیت اتصال موجود در سطح تخته دارد. از آنجایی که سطح کیک به طور مستقیم در معرض حرارت پرس می‌باشد، با افزایش زمان پرس، زمان قرارگیری سطح تخته در معرض حرارت نیز افزایش پیدا می‌کند. بنابراین با افزایش زمان گیرایی رزین در سطح کیک کامل‌تر شده و افزایش مقاومت خمشی حاصل می‌شود. در شکل ۹ اثر متقابل مان پرس و مقدار رزین بر مقاومت خمشی تخته‌های حاصل دیده می‌شود.



شکل ۹- اثر متقابل زمان پرس و مقدار رزین بر مقاومت خمشی.

Figure 9. Interaction effect of press time and amount of resin on Modulus of Rupture.

همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود، با بیشتر شدن زمان پرس و همچنین مقدار رزین، مقاومت خمشی نیز افزایش می‌یابد. در مقایسه با تخته کاه گندم ساخته شده با رزین روغن سویای اپوکسی‌دار شده آکریلیکی (جدول ۳) و چسب اوره فرمالدهید (جدول ۴) که مقدار مقاومت خمشی برای آن $3/37 \text{ MPa}$ گزارش شد، مشخص می‌شود که در تمام زمان‌های پرس با ۱۳ درصد رزین، استحکام خمشی بیشتر است. همان‌طور که در شکل ۹ مشاهده می‌شود، تخته‌های ساخته شده با مقدار ۱۳ درصد رزین و زمان پرس ۱۲ دقیقه بهترین نمونه از لحاظ مقاومت خمشی است. زیرا، با به‌کار بردن ۱۳ درصد رزین سطح تماس بین رزین و ذرات افزایش می‌یابد. همچنین، در زمان پرس ۱۲ دقیقه اتصالات عرضی رزین AESO کامل‌تر شده است. بوکیلون و همکاران (۲۰۰۴) خصوصیات تخته‌خرده کاه گندم ساخته شده با چسب‌های مختلف را مورد بررسی قرار دادند (۲). آن‌ها نتیجه گرفتند که خصوصیات تخته‌های ساخته شده با چسب اوره فرمالدهید، به‌ویژه چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت آن‌ها ضعیف می‌باشد. در حالی که خصوصیات تخته‌های ساخته شده با چسب‌های روغنی اپوکسی به‌همراه ذرات کوچک کاه، بسیار قابل قبول و در حد استاندارد هستند. افزایش رزین باعث ازدیاد مقدار مدول الاستیسته ظاهری و همچنین افزایش زمان پرس نیز باعث بهبود مدول کشسانی می‌شود. در شکل ۱۰ اثر مستقل مقدار رزین بر مدول الاستیسته تخته‌های حاصل دیده می‌شود.

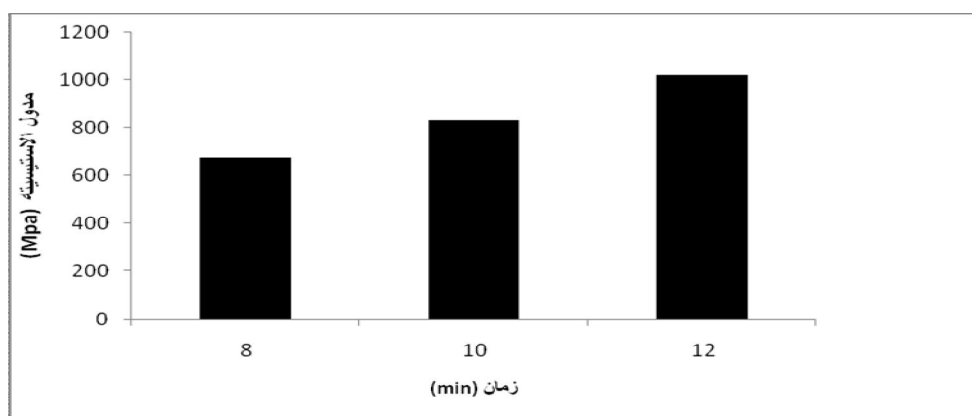


شکل ۱۰- اثر مستقل مقدار رزین بر مدول الاستیسته.

Figure 10. Effect of amount of resin on Modulus of Elasticity.

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۲)، شماره (۴) ۱۳۹۴

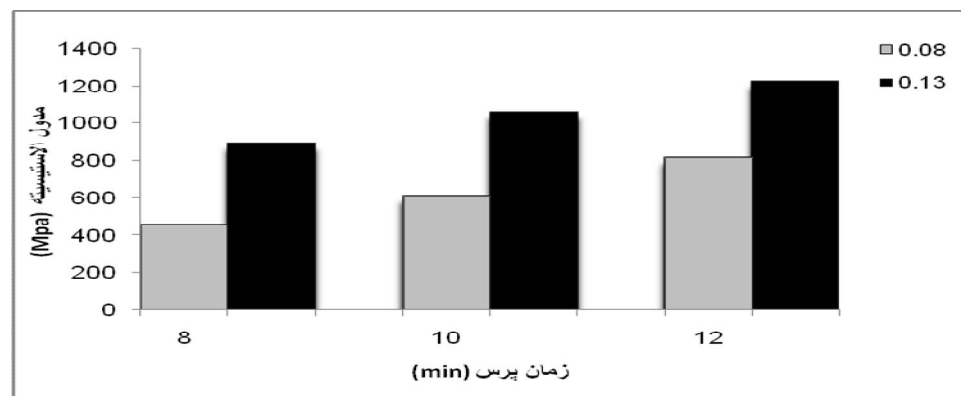
همان‌طور که در شکل ۱۰ مشخص است، در مقایسه بین تمام تخته‌های ساخته شده افزایش مقدار رزین اثر معنی‌داری در افزایش مدول الاستیسیته دارد. چون با افزایش مقدار رزین سطح تماس بین رزین و ذرات کاه افزایش یافته و باعث بهبود کیفیت اتصال می‌شود (۲). همان‌طور که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود بین هر سه زمان پرس اختلاف معنی‌داری وجود دارد. دلیل این موضوع می‌تواند به گیرایی رزین ارتباط داشته باشد. از آنجایی که سطح کیک به‌طور مستقیم در معرض حرارت پرس می‌باشد، با افزایش زمان پرس، زمان قرارگیری سطح تخته در معرض حرارت نیز افزایش پیدا می‌کند. بنابراین با افزایش زمان‌گیرایی رزین در سطح کیک کامل‌تر شده و افزایش مدول الاستیسیته حاصل می‌شود.



شکل ۱۱- اثر مستقل زمان پرس بر مدول الاستیسیته.

Figure 11. Effect of press time on Modulus of Elasticity.

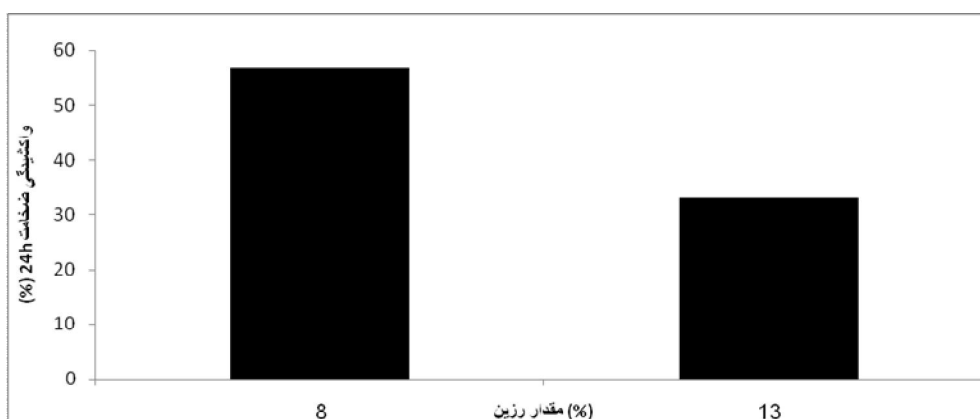
در شکل ۱۲ مقایسه کلی بین مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده از رزین AESO در دو سطح مقدار رزین و سه سطح زمان پرس مشاهده می‌شود. همان‌طور که دیده می‌شود، با افزایش زمان پرس و همچنین مقدار رزین مدول کشسانی خمشی نیز افزایش می‌یابد.



شکل ۱۲- اثر متقابل زمان پرس و مقدار رزین بر مدول الاستیسیته.

Figure 12. Interaction Effect of press time and amount of resin on modulus of Elasticity.

در مقایسه با تخته گاه گندم ساخته شده با رزین روغن سویای اپوکسی دار شده آکرلیکی (جدول ۳) و چسب اوره فرمالدهید (جدول ۴) که مقدار مدول الاستیسیته برای آن ۱۰۷۷/۵ MPa گزارش شد، مشخص می شود که در تمام زمان های پرس با ۱۳ درصد رزین، مدول کشسانی خمشی بیشتر است. در شکل ۱۳ اثر مستقل مقدار رزین بر واکنشیدگی ضخامت در ۲۴ ساعت را نشان می دهد.

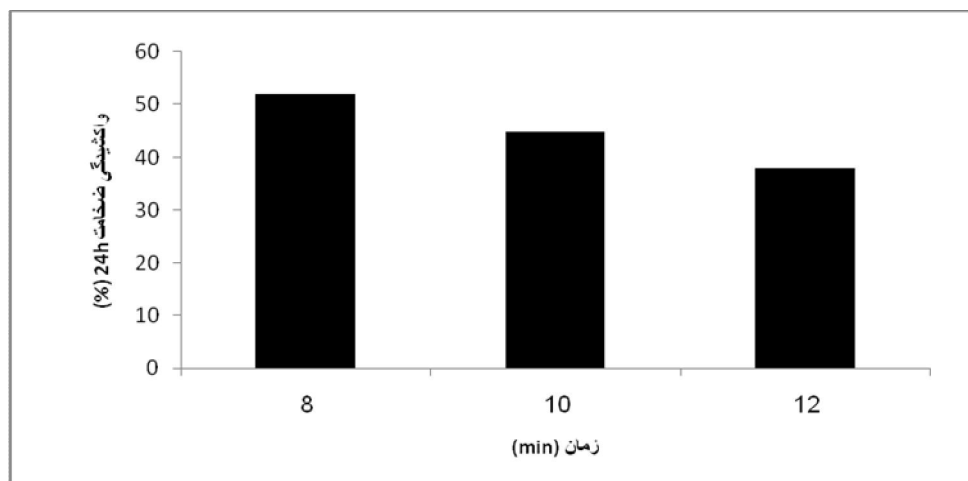


شکل ۱۳- اثر مستقل مقدار رزین بر واکنشیدگی ضخامت در ۲۴ ساعت.

Figure 12. Effect of amount of resin on Thickness Swelling after 24 hours.

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۲)، شماره (۴) ۱۳۹۴

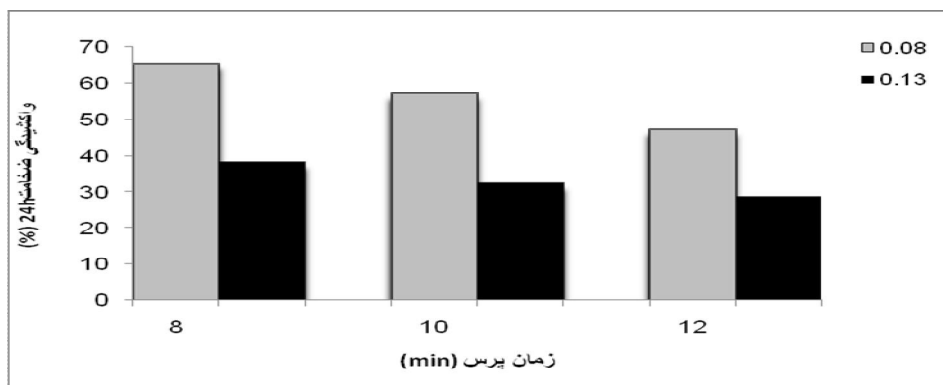
طبق نتایج، با افزایش مقدار رزین میزان واکنش‌پذیری ضخامت از ۶۵/۶۶ به ۲۸/۵۷ درصد کاهش می‌یابد. رزین AESO به دلیل ساختار غیر قطبی و همچنین سازگاری با سطح ذرات کاه گندم، اتصال خوبی با این ذرات ایجاد می‌کند. با افزایش مقدار رزین، سطح تماس بین رزین و ذرات کاه گندم بیشتر شده و باعث بهبود کیفیت اتصال می‌شود و اتصال محکم بین ذرات و رزین باعث کاهش واکنش‌پذیری ضخامت می‌شود. در شکل ۱۴ مشاهده می‌شود، با افزایش زمان پرس واکنش‌پذیری ضخامت سیر نزولی دارد. با افزایش زمان پرس، پخت رزین کامل‌تر شده و اتصالات عرضی ایجاد شده بهبود می‌یابد. بهبود اتصالات باعث کاهش واکنش‌پذیری ضخامت می‌شود.



شکل ۱۴- اثر مستقل زمان پرس بر واکنش‌پذیری ضخامت در ۲۴ ساعت.

Figure 14. Effect of press time on thickness swelling after 24 hours.

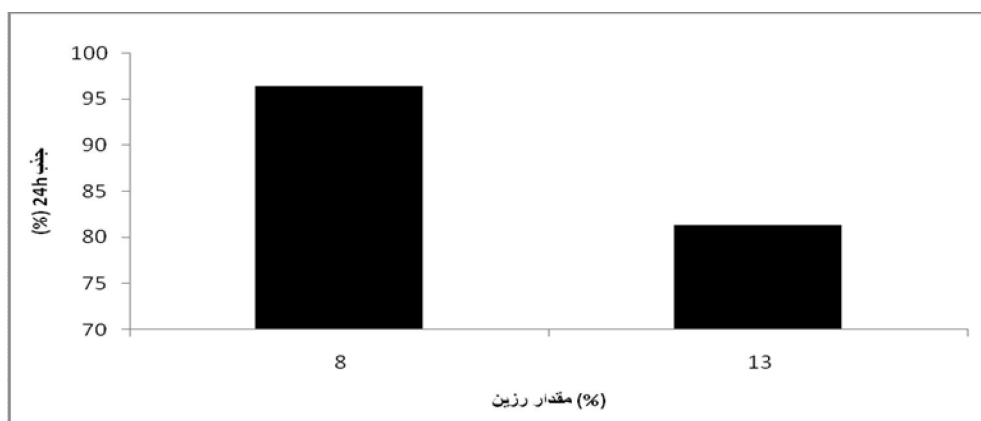
در شکل ۱۵ مقایسه کلی بین واکنش‌پذیری ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌های ساخته شده از رزین AESO در دو سطح مقدار رزین و سه سطح زمان پرس مشاهده می‌شود. همان‌طور که دیده می‌شود، با افزایش زمان پرس و همچنین مقدار رزین، واکنش‌پذیری ضخامت ۲۴ ساعت کاهش می‌یابد.



شکل ۱۵- اثر متقابل زمان پرس و مقدار رزین بر واکشیدگی ضخامت در ۲۴ ساعت.

Figure 15. Interaction effect of press time and amount of resin on Thick Swelling after 24 hours.

در مقایسه با تخته کاه گندم ساخته شده با رزین روغن سویای اپوکسی دار شده آکرلیکی (جدول ۳) و چسب اوره فرمالدهید (جدول ۴) که مقدار واکشیدگی ضخامت برای آن ۹۳/۳۸ درصد گزارش شد، مشخص می‌شود که در تمام زمان‌های پرس با ۸ و ۱۳ درصد رزین، مقدار واکشیدگی ضخامت تخته‌ها کمتر از چسب اوره فرمالدهید است. در شکل ۱۶ اثر مستقل مقدار رزین بر جذب آب در ۲۴ ساعت رطوبتی تخته‌های حاصل دیده می‌شود.

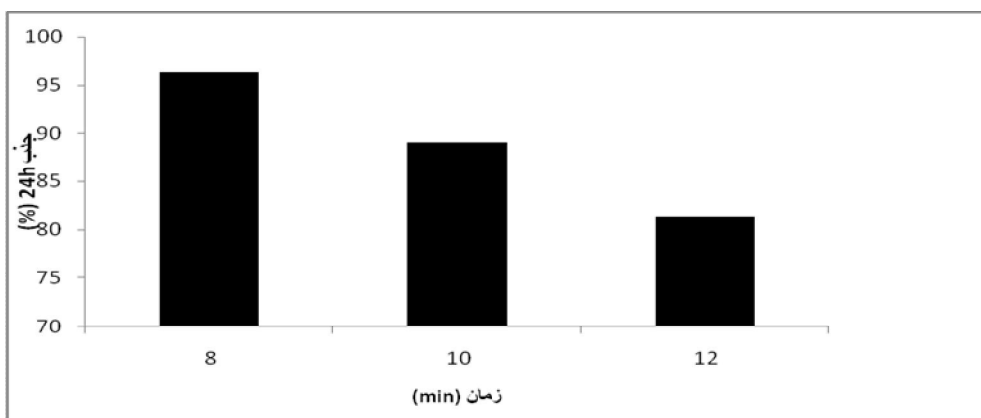


شکل ۱۶- اثر مستقل مقدار رزین بر جذب آب در ۲۴ ساعت.

Figure 16. Effect of amount of resin on water absorption after 24 hours.

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۲)، شماره (۴) ۱۳۹۴

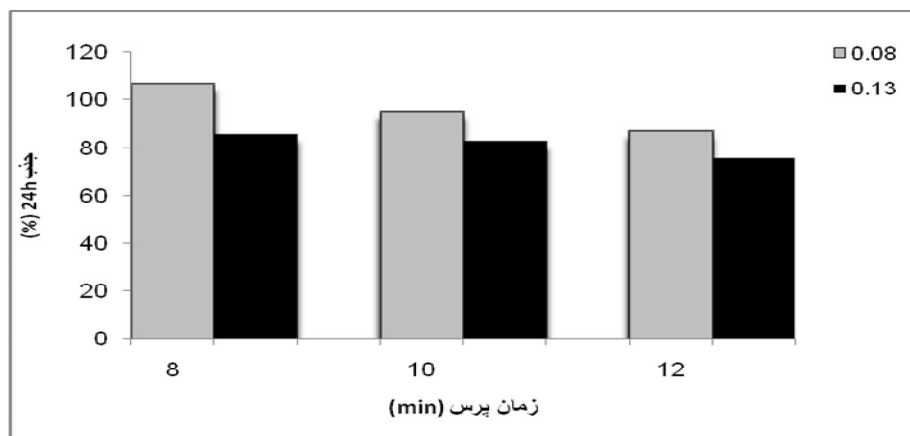
با افزایش مقدار رزین، سطح تماس بین رزین و ذرات کاه گندم بیشتر شده و باعث بهبود کیفیت اتصال می‌شود و اتصال محکم بین ذرات و رزین باعث کاهش جذب آب می‌شود. در شکل ۱۷ مشاهده می‌شود، با افزایش زمان پرس جذب آب، سیر نزولی دارد. اثر مستقل زمان پرس بر جذب آب ۲۴ ساعت تخته‌های ساخته شده از رزین AESO در سطح ۵ درصد احتمال معنی‌دار بوده و با افزایش زمان پرس در سه سطح ۸، ۱۰ و ۱۲ دقیقه جذب آب ۲۴ ساعت به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. دلیل آن می‌تواند بهبود پخت رزین در زمان‌های بیشتر پرس باشد.



شکل ۱۷- اثر مستقل زمان پرس بر جذب آب در ۲۴ ساعت.

Figure 17. Effect of press time on water absorption after 24 hours.

در شکل ۱۸ مقایسه کلی بین جذب آب ۲۴ ساعت تخته‌های ساخته شده از رزین AESO در دو سطح مقدار رزین و سه سطح زمان پرس مشاهده می‌شود. همان‌طور که دیده می‌شود، با افزایش زمان پرس و همچنین مقدار رزین، جذب آب ۲۴ ساعت نیز کاهش می‌یابد.



شکل ۱۸- اثر متقابل زمان پرس و مقدار رزین بر جذب آب در ۲۴ ساعت.

Figure 18. Interaction effect of press time and amount of resin on water absorption after 24 hours.

در مقایسه با تخته کاه گندم ساخته شده با رزین روغن سویای اپوکسی دار شده آکرلیکی (جدول ۳) و چسب اوره فرمالدهید (جدول ۴) که مقدار جذب آب برای آن ۱۴۷/۴۷ درصد گزارش شد، مشخص می شود که در تمام زمان های پرس با ۸ و ۱۳ درصد رزین، مقدار جذب آب تخته ها کمتر از تخته های ساخته شده از چسب اوره فرمالدهید است.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش می توان به طور کلی نتیجه گیری کرد که خصوصیات تخته خرده کاه ساخته شده از رزین AESO با مقدار ۱۳ درصد رزین و زمان پرس ۱۲ دقیقه نسبت به تخته خرده کاه ساخته شده با چسب اوره فرمالدهید مقاومت های بهتری را نشان می دهد که مهم ترین دلیل آن رزین های مورد استفاده قطبی محلول در آب چون اوره فرمالدهید به خاطر لایه نازک مومی غیرقطبی در سلول های اپیدرمی (بشره) خارجی ترین سلول های سطح کاه باعث چسبندگی ضعیف بین ذرات کاه و رزین اوره فرمالدهید می شوند (۲ و ۱۵). رزین AESO با ساختاری غیر قطبی و روغنی به دلیل پیوند محکم با ذرات کاه، خلل و فرج موجود در تخته کمتر شده و تخته های حاصل انسجام بیشتری دارند و به تبع آن مقاومت ها افزایش پیدا می کند. همچنین باید به دنبال راه حلی برای افزایش مقدار گروه های اپوکسی (۶,۱ درصد) که نسبت به روغن سویای اپوکسی دار شده صنعتی (که حداقل

مقدار گروه‌های اپوکسی آن ۶,۵ درصد) بود. همچنین باید توجه داشت که این نوع تخته کاملاً طبیعی بوده و به دلیل استفاده از رزین روغنی طبیعی و همچنین کاه گندم به عنوان مواد اولیه، یک ماده کاملاً طبیعی است و مشکل زیست محیطی ندارد. از طرفی دیگر نبود ترکیب فرمالدهید در ساختار رزین روغنی AESO نیز از دیگر مزایای آن به حساب می‌آید. این رزین بدون انتشار کوچکترین گاز فرمالدهید می‌تواند خود تحولی بزرگ در صنعت تخته‌خرده‌چوب باشد.

منابع

1. Azizi, Kh., and Tabarsa, T. 2006. Investigation the use of a mixture of wheat straw and wood chips for making wooden panels, M.Sc. Thesis. 124p.
2. Boquillon, N., Gerard, E., and Uwe, S. 2004. Properties of wheat straw particle boards bonded with different types of resin. *Journal Wood Science*, 50: 230-235.
3. Campanella A., La Scala, J.J., and Wool, R.P. 2008. Fatty Acid-based Monomer as a Replacement for Styrene in the Production of Triglyceride-based Polymers, 12th Annual Green Chemistry and Engineering Conference, Washington, 25-27 Jun, 2008.
4. Campanella, A., John, J., Scala, L., and Wool, R.P. 2009. The Use of Acrylated Fatty Acid Methyl Esters as Styrene Replacements in Triglyceride-based Thermosetting Polymers. *Polymer Engineering and Science*, 2009: 49: 2384-2392.
5. Chunping, D., Wayne, W., and Juwan, J. 2004. Comparison of the pressing behaviour of wood particleboard and strawboard. *Wood Sci, Technol.* 38: 529-537.
6. Honghai, D., Liting, Y., Bo, L., Aihua, Y., and Guang, SH. 2007. Studies on the kinetics of epoxidation of soybean oil, School of Chemistry and Environment, South China Normal University Guang Zhou 510631, China, 2007.
7. Jue, L., t Khot, SH. 2005. Richard P. Wool*New sheet molding compound resins from soybean oil. Synthesis and characterization, *Polymer* 46 (2005), Department of Chemical Engineering and Center for Composite Materials, University of Delaware, ACRES Program, Newark, DE 19716-3144, USA.
8. Liu, Z.M., Wang, F.H., and Wang, X.M. 2004. Surface structure and dynamic adhesive wettability of wheat straw. *Wood and Fiber Sci*, 36: (2): 239-249.
9. Lu, J., and Wool, R.P. 2007. Sheet Molding Compound Resins from Soybean Oil: Thickening Behavior and Mechanical Properties, *Polym. Eng. Sci*, 47: 1469-1479.
10. Madhoushi, M., Hashemi Khebreh, M., Kamkar, B. 2008. Investigation on the quantity of agricultural wastes of Golestan province in order to use for its wood-

- plastic industry, The 1st Iranian Conference on Supplying Raw Materials and Development of Wood and Paper Industries, Gorgan University, 127-134. (In Persian)
11. Official and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, 5th ed., AOCS, Champaign, IL, 1997 (Method Cd 9-57).
 12. Particleboards and Fibreboards-Determination of Swelling in Thickness after Immersion in Water, TS-EN317, 1999.
 13. Saremi, K., and Tabarsa, T. 2012. Epoxidation of soybean oil (For the production of adhesives in industrial wood and paper). Patent certificate. Office of Registrar of Companies and industrial property one page.
 14. Tabarsa, T. 2002. New potential industries using agricultural waste cellulosic in Golestan Province. Research project report Golestan Province of Industries and Mines. 85p.
 15. Tasooji, M., Tabarsa, T., Mohammadi, A., and Zainali, F. 2008. Investigation of the effect of Urea-formaldehyde and melamine-formaldehyde mixture on wheat straw particleboard manufacturing, The 1st Iranian Conference on Supplying Raw Materials and Development of Wood and Paper Industries, Gorgan University. Conference Proceeding. 124-130.
 16. Vlcek, T. 2006. Petrovic ZS Optimization of the chemo enzymatic epoxidation of soybean oil. J. Am Oil ChemSoc, 83: 247.
 17. Wool, R.P., and Khot, S. 2001. Bio-based Resins and Natural Fibers, ASM Handbook 21, Ohio, USA, 184-192.
 18. Wool, R.P., Kusefoglou, S., Palmese, G., Khot, S., and Zhao, R. 2000. High Modulus Polymers and Composites from Plant Oils, US Pat. 6121398.
 19. Zhang, Y., Lu, X., Pizzi, A., and Delmotte, L. 2003. Wheat straw particleboard bonding improvements by enzyme pretreatment. Holz als Roh- und wekstoff, 61: 49-54.

Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources*J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 22 (4), 2015*<http://jwfst.gau.ac.ir>

Investigation on introducing epoxy in soy oil for producing wheat straw board

***K. Saremi**¹, **T. Tabarsa**², **A. Shakeri**³ and **A. Baba Nalbandi**⁴

¹M.Sc. Student, Faculty of Wood and Paper Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ²Professor, Faculty of Wood and Paper Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ³Associate Prof., Faculty of Science, University of Tehran, ⁴Assistant Prof., Tehran Petroleum Industry Research Center

Received: 08/28/2012 ; Accepted: 12/7/2015

Abstract

Background and aims: Iran forests are unable to supply required wood for wood industries including particleboard industry. Therefore, using of non-forest resources such as agricultural residuals is inevitable. Among agricultural products, wheat from quantity point of view is at the second category. After harvesting, wheat stem as agricultural residual is left in the farms in which part of it is used for animal feeding. IN Iran, wheat residual forms more than 54% of all agricultural residuals. Regarding chemical structure of wheat straw, urea formaldehyde resin is not suitable for bonding of wheat straw particles. On the other hand, formaldehyde emission during production and use is another problem. In this study, application of natural resin of Acrylated epoxidized soya oil (AESO) as a resin for bonding wheat straw particles in producing particleboard was investigated and some of its properties were evaluated.

Method and materials: In this study, first soya oil was epoxidized using formic acid and hydrogen peroxide. Then, Acrylic acid was added to epoxidized soya oil so AESO resin was made. AESO resin properties were evaluated. In order to study resin performance, some boards were manufactured from wheat straw and AESO resin (8 and 13%) using hot press with temperature of 200degree centigrade, press pressure of 30 bar and press time of 8,10 and 12 minutes. Physical and Mechanical properties such as Modulus Of Rupture (MOR), Modulus Of Elasticity (MOE), Internal Bond (IB), Thickness Swelling (TS) and Water Absorption were measured. Collected data was analyzed using Analysis of Variance and SPSS software.

Results: FTIR results showed that epoxidizing process was conducted successfully so epoxy groups were stationed on soya oil. Investigation on progress of reaction of acrylic acid with epoxidized soya oil was proved by H- NMR technique. Opening of epoxy rings was an indication of progress, Results of physical and mechanical evaluation of board properties showed that regarding boards made from wheat straw and UF resin, Wheat straw boards made using AESO resin had better properties so that IB,MOR and MOE improved 110, 137 and 13.6 percent and WA and TS enhanced 48 and 69 percent. These results are an indication of suitable performance of AESO resin.

Keywords: Acrylic Epoxidized Soy Oil resin, Wheat Straw particle boards, Urea formaldehyde, Formic acid, Hydrogen peroxide

*Corresponding author: Ksarami20@gmail.com