

بررسی اثر استفاده از لیگنین کرافت در ساخت تخته فیبر^۱

مهدی فائزی پور^۲

غنچه رسام^۲

چکیده

در این تحقیق اثر مصرف لیگنین کرافت، درجه حرارت و زمان پرس گرم بر برخی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر سخت روش تر (یک رویه صاف) که از الیاف مخلوط گونه‌های مورد استفاده در شرکت فیبر ایران ساخته شده است مورد بررسی قرار گرفت. مقدار لیگنین به دست آمده از مایع پخت (لیکور) سیاه کرافت در سه سطح ۰، ۵ و ۱۰ درصد (بر مبنای وزن خشک الیاف)، حرارت پرس در دو سطح ۱۹۰ و ۲۰۰ درجه سانتیگراد و زمان پرس در دو سطح ۸ و ۱۰ دقیقه به کار رفتند. اندازه‌گیری خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های حاصله شامل وزن مخصوص، جذب آب و واکنشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت، مدول گسیختگی (MOR)، چسبندگی داخلی (IB) و مقاومت کششی موازی سطح مطابق با استاندارد ASTM D1037 انجام و نتایج مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان می‌دهند که بهترین تیمار برای افزایش ثبات ابعاد، استفاده از لیگنین به مقدار ۱۰ درصد، حرارت پرس به مقدار ۲۰۰ درجه سانتیگراد و زمان ۱۰ دقیقه می‌باشد و در مورد خواص مکانیکی مصرف لیگنین به مقدار ۱۰ درصد بدون افزایش درجه حرارت و زمان پرس منجر به تولید تخته‌هایی با خواص خمشی مناسب‌تر می‌گردد در حالی که مصرف لیگنین به مقدار ۵ درصد همراه با افزایش درجه حرارت و زمان پرس منجر به بهبود چسبندگی داخلی و مقاومت در برابر کشش موازی سطح تخته‌ها می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: لیگنین کرافت، تخته فیبر سخت، روش تر، خواص فیزیکی و مکانیکی، مایع پخت سیاه، مدول گسیختگی، چسبندگی داخلی، پرس گرم.

^۱ تاریخ دریافت: ۸۲/۲/۲۰، تاریخ پذیرش: ۸۲/۴/۳۰

^۲ دانشجوی دکتری علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران (E-mail: grassam@ut.ac.ir)

^۲ استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

مقدمه

به‌طور کلی تخته فیبر محصولی است که از فرآیند مکانیکی چوب حاصل می‌شود و اجزای اصلی تشکیل‌دهنده آن الیاف چوب هستند که بخصوص در نوعی از آن که به روش تر تهیه می‌شود، لیگنین و همی سلولز در ایجاد اتصالات نقش اساسی را بر عهده دارند. این محصول که در مقادیر زیاد در سراسر جهان تولید می‌شود یک ماده ساختمانی خوب با مقاومت ویژه مناسب اما با ثبات ابعاد ضعیف است که این ویژگی مصرف آن را محدود می‌سازد؛ از سویی لیگنین کرافت که محصول فرعی خمیرسازی کرافت است؛ به عنوان یک ماده افزودنی جهت بهبود اتصالات بین الیاف، ظرفیت بالایی دارد. تحقیقات مشابهی در این زمینه صورت گرفته به‌طوری‌که سال‌های زیادی است که لیگنین حاصل از روش سولفیت در تهیه چسب‌های لیگنین مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. صفحات حاصل از لیکور سولفیت دارای مقاومت بالایی در برابر آب بوده و از پایداری ابعاد مطلوبی برخوردارند (۲). همچنین لیکور سولفیت حاوی کاتالیزور اسید سولفوریک تحت اثر گرما و فشار پرس، اتصالات مقاوم غیر قابل حل در آب را بین ذرات چوب ایجاد می‌کند، در این شرایط زمان پرس نیز تا حد مناسبی کاهش می‌یابد (۴). در تحقیق دیگری از مایع پخت سیاه حاصل از الیاف لیگنوسولوزی چوب شاه بلوط که حاوی هیدروکربن‌های هیدرولیز شده، همی سلولز، لیگنین

و مقداری تانن بوده، همراه با فنل فرمالدئید، برای ساخت تخته فیبر سخت مقاوم به رطوبت و تخته لایه استفاده گردید که در همه موارد نتایج مطلوبی به‌دست آمد (۶). همچنین استفاده از تانن گونه کبراکو نیز در ساخت تخته خرده چوب و تخته فیبر نتایج مطلوبی به همراه داشته، به‌طوری‌که تانن کبراکو با فرمالدئید واکنش داده و یک رزین غیر قابل حل و مقاوم به آب ایجاد می‌کند و به علت وزن مولکولی بالای این تانن، مقدار مصرف آن در تولید چسب نسبت به فنل کمتر است. استفاده از این تانن با فنل فرمالدئید مصرف فرمالدئید و نیز درجه حرارت و زمان پرس را کاهش داده و مقاومت اتصالات را بهبود می‌بخشد (۲).

هدف از این بررسی اضافه کردن لیگنین کرافت به الیاف چوب جهت بهبود و افزایش اتصالات بین آنها و در نتیجه تهیه تخته فیبر با ویژگی‌های مناسب‌تر و ثبات ابعاد بهتر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه مورد استفاده شامل مخلوط الیاف گونه‌های چوبی مورد استفاده در شرکت فیبر ایران بوده است. همچنین مایع پخت سیاه کرافت که از کارخانه چوکای گیلان با مشخصات ذکر شده در جدول (۱)، جهت استخراج لیگنین از آن، مورد استفاده قرار گرفته است:

جدول ۱- ویژگی‌های مایع پخت (لیکور) سیاه کرافت مورد استفاده

NaOH	NaCO	NaS	مواد جامد	pH
۱/۴ درصد	۱/۳-۰/۴ درصد	۶/۵ درصد	۴۶-۵۰ درصد	۱۳/۵

مراحل انجام ساخت تخته فیبر

در این تحقیق، تخته فیبرها به روش تر، از نوع سخت و یک رویه صاف (SIS) با ضخامت ۳ میلی‌متر تهیه گردیدند. جهت ساخت تخته‌ها، الیاف تهیه شده از شرکت فیبر با آب به نسبت ۵/۹۵، مخلوط گردید. سپس آلوم و امولوسیون پارافین به مقدار ۵ و ۲/۵ درصد (بر اساس وزن خشک الیاف)، و در ادامه لیگنین به خمیر (مربوط به تخته‌های دارای لیگنین) اضافه گردید. خمیر حاصله ابتدا در قالبی

دیگر مواد مورد استفاده شامل سولفات آلومینیوم (آلوم) به مقدار ۵ درصد و امولوسیون پارافین به مقدار ۲/۵ درصد (بر مبنای وزن خشک الیاف) که در آزمایشگاه تهیه شده‌اند.

طرز تهیه لیگنین از مایع پخت سیاه

جهت تهیه لیگنین باید pH مایع پخت (لیکور) را به مقدار ۱۰-۱۱ کاهش داد که بهترین اسید برای به‌دست آوردن حداکثر رسوب، بر اساس تحقیقی که قبلاً در این زمینه صورت گرفته، اسید سولفوریک می‌باشد (۳).

شرایط فشار پرس ثابت بوده و فشار مرحله اول ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، مرحله دوم ۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و مرحله سوم ۱۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بوده است. کلیما تیزه کردن

پس از ساخت نخته‌ها برای حذف گرادیان رطوبت و تنش‌های مربوطه، نخته‌های ساخته شده به مدت ۱۵ روز در شرایط آزمایشگاهی (رطوبت نسبی ۳+ ۶۵ درصد و حرارت محیط ۲+ ۲۰ درجه سانتیگراد) نگهداری شدند. طرح آماری مورد استفاده نیز آزمایش فاکتوریل سه عامله در قالب طرح کاملاً تصادفی بوده است و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیز جهت تفکیک و گروه‌بندی میانگین‌هایی که اختلافات معنی‌دار داشته‌اند استفاده گردید.

نتایج

قبل از توضیح لازم به ذکر است که از علائم جدول (۲) برای متغیرهای مورد بررسی در جداول تجزیه واریانس استفاده گردید.

جدول ۲- توضیح علائم مورد استفاده در جداول تجزیه واریانس

ABC	BC	AC	C	AB	B	A
اثر متقابل مصرف لیگنین، حرارت و زمان پرس	اثر متقابل حرارت و زمان پرس	اثر متقابل مصرف لیگنین و زمان پرس	اثر مستقل زمان پرس	اثر متقابل مصرف لیگنین حرارت پرس	اثر مستقل حرارت پرس	اثر مستقل مصرف لیگنین

جدول (۳) خلاصه شده است.

مقادیر میانگین خواص نخته فیبرها در این بررسی در

جدول ۳- مقادیر میانگین خواص اندازه گیری شده

مقاومت کششی موازی سطح (Mpa)	چسبندگی داخلی (Mpa)	مدول گسیختگی (Mpa)	واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه وری (درصد)	جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه وری (درصد)	وزن مخصوص (گرم بر سانتیمتر مکعب)	خاصیت
۲۱/۹۵	۶/۴	۳۶/۳۰	۲۹/۹۷	۴۰	۰/۸۷	میانگین
۵/۳۸	۱۲/۸۱	۵/۵۵	۷/۸	۵/۱۷	۱/۴۹	C.V (درصد)

نیوده است. شکل (۱) اثر متقابل عوامل فوق را بر وزن مخصوص نشان می‌دهد. جذب آب پس از ۲۴ ساعت خلاصه نتایج آماری و تجزیه واریانس ویژگی ذکر شده در جدول (۴) آمده است.

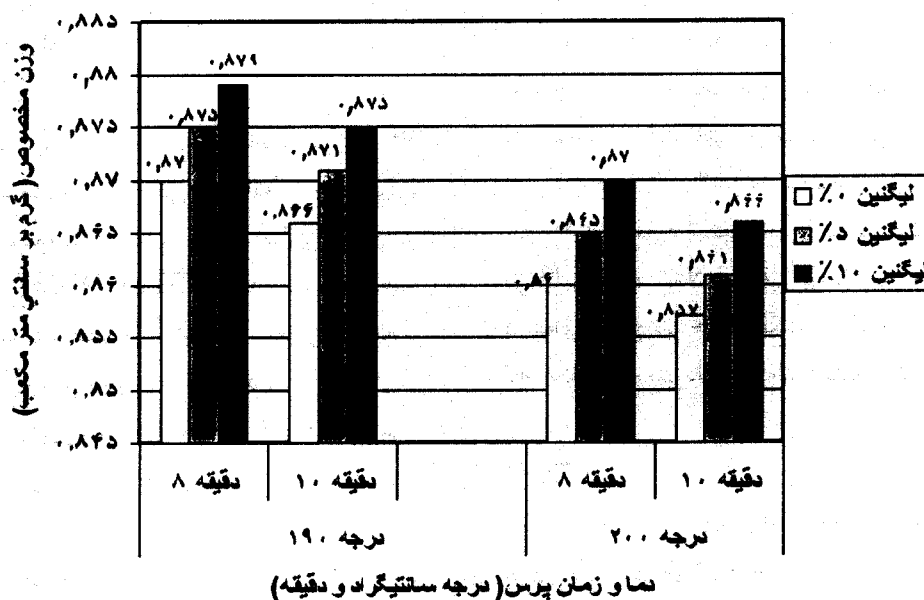
وزن مخصوص

اثر مصرف لیگنین، درجه حرارت و زمان پرس بر مقادیر میانگین وزن مخصوص در سطوح ۵۰ درصد معنی دار

جدول ۲- خلاصه نتایج جدول تجزیه واریانس مربوط به جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه وری

عوامل موثر	ABC	BC	AC	C	AB	B	A
توضیح	**	*	**	ns	**	*	**

** : معنی دار در سطح ۱ درصد * معنی دار در سطح ۵ درصد ns : بدون اثر معنی دار C.V = ۵/۱۷ درصد



شکل ۱- اثر متقابل مصرف لیگنین، درجه حرارت و زمان پرس بر وزن مخصوص

اثر متقابل مصرف لیگنین و درجه حرارت پرس
بر اساس نتایج به دست آمده بین مقادیر میانگین جذب آب به دست آمده ناشی از اثر متقابل دو عامل فوق اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد وجود دارد و بر طبق آزمون دانکن میانگین‌ها در سه گروه مجزا قرار گرفته که بهترین حالت مربوط می‌شود به مصرف لیگنین به مقدار ۱۰ درصد و درجه حرارت پرس در سطح ۲۰۰ درجه سانتیگراد که مقدار جذب آب آن ۳۳ درصد بوده است.

اثر متقابل مصرف لیگنین و زمان پرس
بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس بین مقادیر میانگین جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه وری ناشی از اثر متقابل سطوح عوامل فوق در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد و مقادیر جذب آب از ۴۹/۸ درصد مربوط به عدم مصرف لیگنین و زمان ۸ دقیقه تا ۳۴/۵ درصد مربوط به مصرف لیگنین به مقدار ۱۰ درصد و زمان ۸ دقیقه تغییر کرده است.

اثر مستقل مصرف لیگنین
نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس حاکی از معنی دار بودن اثر سطوح این عامل بر میانگین‌های جذب آب به دست آمده در سطح ۱ درصد می‌باشد و بر اساس آزمون دانکن میانگین‌ها در سه گروه مجزا قرار گرفته و کمترین مقدار جذب آب مربوط به مصرف لیگنین ۱۰ درصد و حدوداً به مقدار ۳۶ درصد بوده است.

اثر مستقل درجه حرارت پرس
بر طبق جدول (۴) و بر اساس نتایج آماری به دست آمده بین مقادیر میانگین جذب آب پس از ۲۴ ساعت حاصل اثرات دو سطح درجه حرارت پرس (۱۹۰ و ۲۰۰ درجه سانتیگراد) در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. به این ترتیب که با افزایش حرارت پرس مقدار جذب آب پس از ۲۴ ساعت از ۴۶ درصد به حدود ۳۹ درصد کاهش می‌یابد.

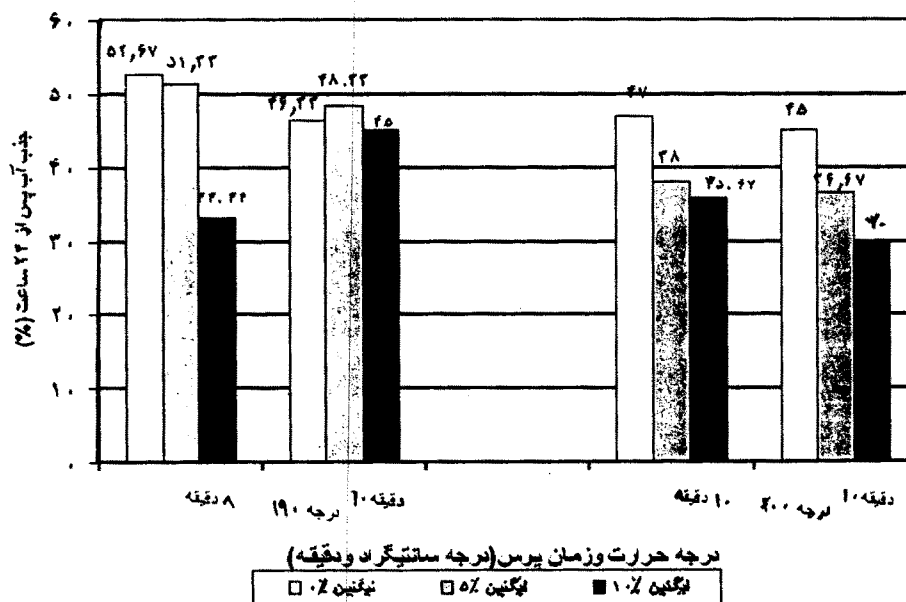
اثر متقابل حرارت و زمان پرس

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر سطوح متقابل عوامل ذکر شده بر جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بوده است و مقادیر جذب آب از ۳۷/۲ درصد مربوط به حرارت ۲۰۰ درجه سانتیگراد و زمان ۱۰ دقیقه پرس تا ۴۶/۶ درصد مربوط به حرارت ۱۹۰ درجه سانتیگراد و زمان ۱۰ دقیقه پرس تغییر کرده است.

اثر متقابل مصرف لیگنین درجه حرارت و زمان پرس

نتایج جدول تجزیه واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر

متقابل سطوح سه عامل ذکر شده بر جذب آب پس از ۲۴ غوطه‌وری در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد و مقادیر جذب آب از ۳۰ درصد که مربوط به مصرف ۱۰ درصد لیگنین، حرارت ۲۰۰ درجه سانتیگراد و زمان ۱۰ دقیقه پرس تا مقدار ۵۲/۶۷ که مربوط به عدم مصرف لیگنین، حرارت ۱۹۰ درجه سانتیگراد و زمان ۸ دقیقه پرس می‌باشد، تغییر کرده است. شکل (۲) الگوی تغییرات مقادیر میانگین جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری را تحت این شرایط نشان می‌دهد.



شکل ۲- اثر متقابل مصرف لیگنین، درجه حرارت و زمان پرس بر جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری

واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت

خلاصه نتایج آماری و تجزیه واریانس ویژگی‌های ذکر شده

در جدول (۵) آورده شده است.

جدول ۵- خلاصه نتایج جدول تجزیه واریانس مربوط به واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری

عوامل موثر	ABC	BC	AC	C	AB	B	A
توضیح	**	**	**	ns	**	**	**

** : معنی دار در سطح ۱ درصد * : معنی دار در سطح ۵ درصد ns : بدون اثر معنی دار C.V = ۷/۸۰ درصد

اثر مستقل مصرف لیگنین

نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس حاکی از معنی دار بودن اثر سطوح عامل فوق بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد، که بهترین

حالت مربوط می‌شود به مصرف لیگنین ۱۰ درصد و بیشترین واکشیدگی مربوط می‌شود به عدم مصرف لیگنین که مقادیر به ترتیب ۱۸/۹۲ و ۳۷/۸ درصد بوده است.

اثر مستقل درجه حرارت پرس

بر اساس نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس بین مقادیر میانگین واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت تحت اثر سطوح عامل فوق اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد، که بهترین حالت مربوط به درجه حرارت ۲۰۰ درجه سانتیگراد بوده که مقدار واکسیدگی ضخامت در این حالت حدوداً ۲۴/۷ درصد بوده است.

اثر متقابل مصرف لیگنین و زمان پرس

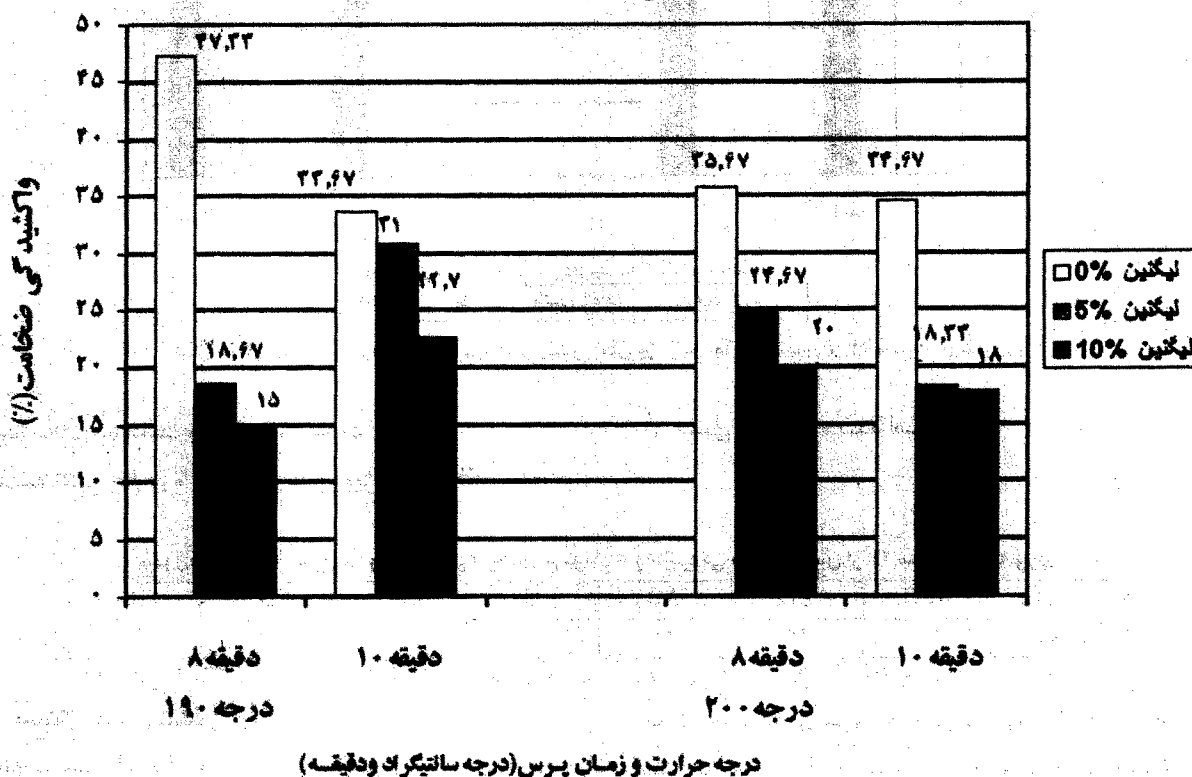
بر طبق جدول (۴) نتایج به دست آمده حاکی از معنی دار بودن اثر متقابل دو عامل فوق بر واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت در سطح احتمال ۱ درصد بوده است، که بهترین حالت مربوط می شود به مصرف لیگنین به مقدار ۱۰ درصد و زمان ۱۰ دقیقه که مقدار واکسیدگی ۱۷/۵ درصد بوده است.

اثر متقابل درجه حرارت و زمان پرس

بر اساس نتایج جدول واریانس اثر متقابل سطوح دو عامل فوق بر واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت در سطح

احتمال ۱ درصد معنی دار بوده است که کمترین مقدار واکسیدگی ضخامت در حرارت ۲۰۰ درجه سانتیگراد و زمان ۱۰ دقیقه پرس به مقدار ۲۲/۷ درصد و بیشترین مقدار آن در حرارت ۱۹۰ درجه سانتیگراد و زمان ۱۰ دقیقه پرس برابر با ۲۹/۱ درصد بوده است.

اثر متقابل مصرف لیگنین، درجه حرارت و زمان پرس شکل (۳) الگوی تغییرات واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه وری را تحت اثر متقابل سطوح ۳ عامل فوق نشان می دهد، بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اختلاف بین مقادیر میانگین واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت تحت اثر متقابل سه عامل مزبور در سطح ۱ درصد معنی دار بوده است و مقادیر واکسیدگی از ۱۵ درصد مربوط به مصرف ۱۰ درصد لیگنین، حرارت ۲۰۰ درجه سانتیگراد و زمان ۱۰ دقیقه تا ۴۷/۳ درصد مربوط به عدم مصرف لیگنین، حرارت ۱۹۰ درجه سانتیگراد و زمان ۸ دقیقه، متغیر بوده است.



شکل ۳- اثر متقابل مصرف لیگنین، درجه حرارت و زمان پرس بر واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه وری

در جدول (۶) آورده شده است.

مقاومت به خمش (مدول گسیختگی MOR)

خلاصه نتایج آماری و تجزیه واریانس ویژگی‌های ذکر شده

جدول ۶- خلاصه نتایج جدول تجزیه واریانس مربوط به مدول گسیختگی

عوامل موثر	ABC	BC	AC	C	AB	B	A
	**	*	**	*	*	**	**

*: معنی دار در سطح ۱ درصد **: معنی دار در سطح ۵ درصد

اثر مستقل مصرف لیگنین

بر اساس نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس در سطح احتمال ۱ درصد تحت اثر MOR اختلاف بین مقادیر میانگین حدوداً ۴۰، MOR عامل فوق معنی دار بوده است و بهترین حالت مربوط می‌شود به عدم مصرف لیگنین.

اثر مستقل درجه حرارت پرس

نتایج جدول تجزیه واریانس حاکی از معنی دار بودن اختلاف بین مقادیر میانگین MOR به دست آمده تحت اثر عامل فوق در سطح احتمال ۱ درصد بوده است به طوری که افزایش حرارت از ۱۹۰ به ۲۰۰ درجه سانتیگراد منجر به کاهش مقاومت به خمش در تخته‌ها شده است.

اثر متقابل مصرف لیگنین و درجه حرارت پرس

بر اساس نتایج جدول واریانس بین مقادیر میانگین MOR مربوط به اثر متقابل دو عامل ذکر شده در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. به طوری که بهترین مقدار MOR مربوط به عدم مصرف لیگنین و حرارت ۱۹۰ درجه سانتیگراد می‌باشد که مقدار آن ۴۰/۷ مگاپاسکال بوده است.

اثر زمان پرس

بر طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر سطوح عامل فوق بر مقادیر میانگین MOR در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بوده است به طوری که بیشترین مقدار MOR مربوط به زمان ۸ دقیقه به مقدار ۳۷/۲ مگا پاسکال بوده است.

اثر متقابل مصرف لیگنین و زمان پرس

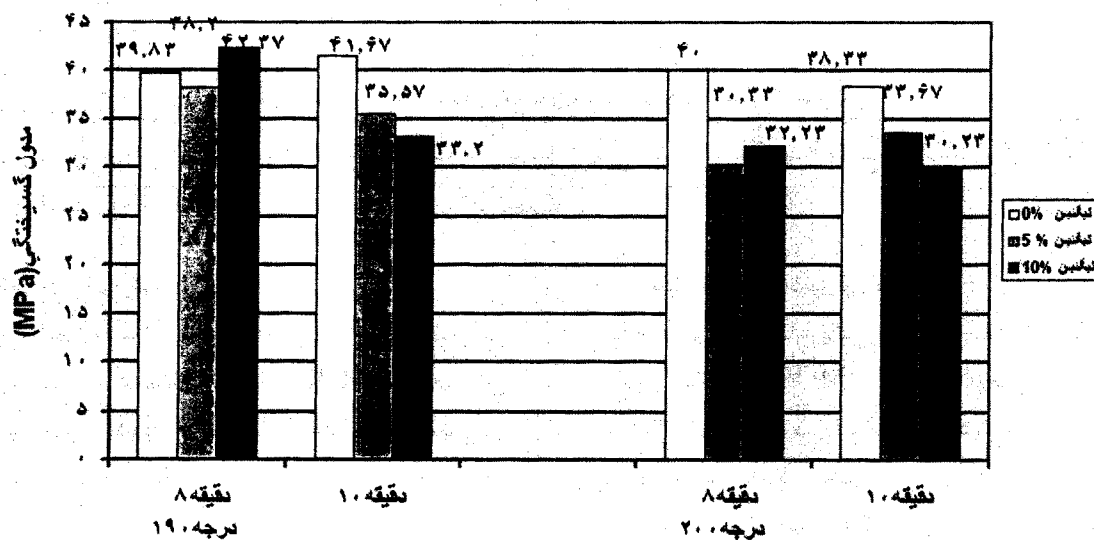
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اختلاف بین مقادیر میانگین MOR تحت اثر عوامل فوق در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار است و بیشترین مقدار MOR مربوط به عدم مصرف لیگنین و زمان ۱۰ دقیقه می‌باشد که البته بر طبق آزمون دانکن بین این حالت و حالتی که مصرف لیگنین ۱۰ دقیقه و زمان پرس ۸ دقیقه می‌باشد، اختلاف معنی داری وجود نداشته است.

اثر متقابل درجه حرارت و زمان پرس

نتایج جدول تجزیه واریانس حاکی از معنی دار بودن اثر متقابل عوامل یاد شده بر مقادیر میانگین MOR در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد به طوری که بیشترین مقدار MOR مربوط به حالتی است که درجه حرارت پرس ۱۹۰ درجه سانتیگراد و زمان پرس ۸ دقیقه بوده است که مقدار آن ۴۰/۱ مگاپاسکال می‌باشد.

اثر متقابل مصرف لیگنین، درجه حرارت و زمان پرس

بر اساس نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس بین مقادیر میانگین MOR به دست آمده تحت اثر متقابل سطوح عوامل یاد شده در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. به طوری که بیشترین مقدار MOR مربوط است به حالت مصرف لیگنین به مقدار ۱۰ درصد، حرارت پرس به مقدار ۱۹۰ درجه سانتیگراد و زمان پرس ۸ دقیقه، که مقدار آن ۴۲/۴ مگاپاسکال بوده است. شکل (۴) الگوی تغییرات مقادیر میانگین MOR را تحت اثر متقابل (۳) عامل فوق نشان می‌دهد.



شکل ۴- اثر متقابل مصرف لیگنین، درجه حرارت و زمان پرس بر مدول گسیختگی (درجه حرارت و زمان پرس) (درجه سانتیگراد و دقیقه)

(۷) آمده است.

چسبندگی داخلی IB (مقاومت کششی عمود بر سطح تخته)

خلاصه نتایج آماری و تجزیه واریانس ویژگی فوق در جدول

جدول ۷- خلاصه نتایج جدول تجزیه واریانس مربوط به چسبندگی داخلی

عوامل موثر	ABC	BC	AC	C	AB	B	A
	n.s	n.s	n.s	**	**	n.s	**

** : معنی دار در سطح ۱ درصد ; n.s : بدون اثر معنی دار

سانتیگراد، که مقدار IB به دست آمده ۰/۸۱ مگاپاسکال بوده است.

اثر مستقل زمان پرس

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، بین مقادیر میانگین چسبندگی داخلی به دست آمده ناشی از اثر سطوح عامل فوق اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد وجود دارد. به طوری که با افزایش زمان پرس از ۸ به ۱۰ دقیقه مقدار IB از ۰/۵۹ به ۰/۶۹ مگاپاسکال افزایش یافته است.

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس مقادیر میانگین چسبندگی داخلی مربوط به اثر مستقل حرارت، اثر متقابل مصرف لیگنین و زمان پرس، اثر متقابل درجه حرارت و زمان پرس و بالاخره اثر متقابل هر سه عامل در سطح ۱ و ۵ درصد اختلاف معنی داری نشان نمی دهند و در مورد اثر

اثر مستقل مصرف لیگنین

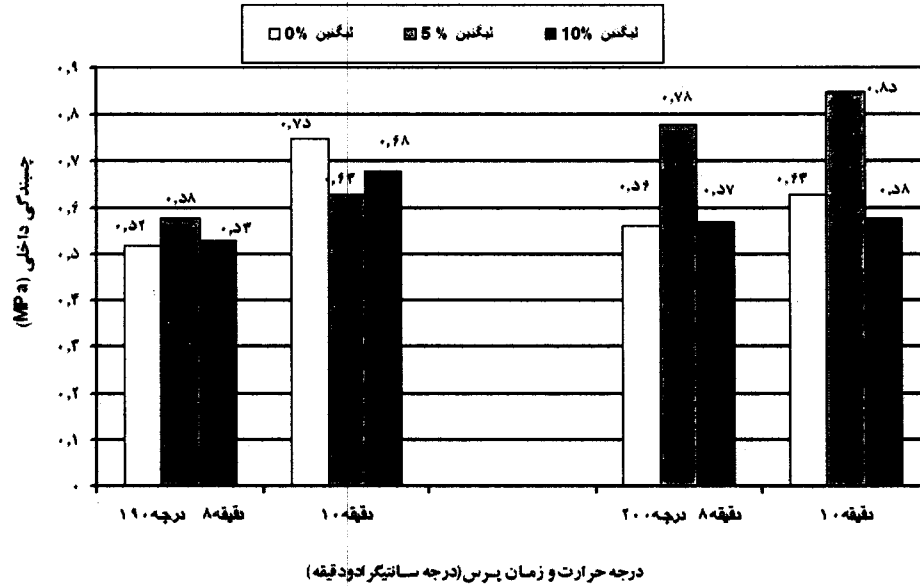
بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس بین مقادیر میانگین چسبندگی داخلی به دست آمده ناشی از اثر سطوح عامل فوق در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد به طوری که بهترین حالت مربوط می شود به مصرف لیگنین به مقدار ۵ درصد که مقدار چسبندگی داخلی آن حدوداً ۰/۷۱ مگاپاسکال می باشد.

اثر متقابل مصرف لیگنین و درجه حرارت پرس

نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس حاکی از معنی دار بودن اثر متقابل سطوح عوامل ذکر شده بر مقادیر میانگین IB به دست آمده در سطح احتمال ۱ درصد است، که بهترین حالت مربوط می شود به مصرف لیگنین به مقدار ۵ درصد و درجه حرارت پرس به مقدار ۲۰۰ درجه

مقدار چسبندگی داخلی در این حالت ۰/۸۵ مگاپاسکال بوده است. شکل (۵) الگوی تغییرات مربوط به اثر متقابل هر سه عامل را بر چسبندگی داخلی نشان می‌دهد.

متقابل سطوح هر سه عامل بهترین نتیجه مربوط است به مصرف لیگنین به مقدار ۵ درصد، درجه حرارت پرس به مقدار ۲۰۰ درجه سانتیگراد و زمان پرس ۱۰ دقیقه که



شکل ۵- اثر متقابل مصرف لیگنین، درجه حرارت و زمان پرس بر چسبندگی داخلی

آمده است.

مقاومت کششی موازی سطح تخته

خلاصه نتایج آماری و تجزیه واریانس ویژگی در جدول (۸)

جدول ۸- خلاصه نتایج جدول تجزیه واریانس مربوط به مقاومت کششی موازی سطح

عوامل موثر	ABC	BC	AC	C	AB	B	A
	n.s	n.s	**	*	**	**	**

** : معنی دار در سطح ۱ درصد * : معنی دار در سطح ۵ درصد n.s : بدون اثر معنی دار C.B = ۴/۷۹۱۶ درصد

اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. به طوری که با افزایش درجه حرارت پرس بر مقدار این مقاومت افزوده شده و در حرارت ۲۰۰ درجه سانتیگراد مقدار مقاومت کششی موازی سطح برابر با ۲۲/۷ مگاپاسکال بوده است.

اثر متقابل مصرف لیگنین و درجه حرارت پرس

نتایج جدول تجزیه واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر متقابل عوامل فوق بر مقادیر میانگین مقاومت کششی موازی سطح تخته‌ها در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد، که بهترین حالت مربوط می‌شود به مصرف لیگنین به مقدار ۵

اثر مستقل مصرف لیگنین

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس بین مقادیر میانگین مقاومت در برابر کشش موازی سطح، ناشی از اثر سطوح عوامل فوق در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. که بهترین حالت مربوط است به عدم مصرف لیگنین که البته بر اساس آزمون دانکن بین این حالت و حالتی که مصرف لیگنین ۵ درصد می‌باشد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

اثر مستقل درجه حرارت پرس

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس بین مقادیر میانگین مقاومت کششی موازی سطح ناشی از اثر سطوح عامل فوق

دقیقه که البته براساس آزمون دانکن بین این حالت و حالتی که مصرف لیگنین ۵ درصد و زمان پرس ۱۰ دقیقه بوده اختلاف معنی داری وجود نداشته است.

نتایج جداول تجزیه واریانس نشان می‌دهند که بین مقادیر میانگین مقاومت کششی موازی سطح تخته‌ها، ناشی از اثر متقابل درجه حرارت و زمان پرس و همچنین اثر متقابل مصرف لیگنین، درجه حرارت و زمان پرس در سطح ۱ و ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود نداشته است و در حالتی که اثر متقابل هر سه عامل در نظر گرفته می‌شود بهترین حالت مربوط به مصرف لیگنین به مقدار ۵ درصد، درجه حرارت پرس به مقدار ۲۰۰ درجه سانتیگراد و زمان پرس ۱۰ دقیقه که مقدار مقاومت کششی موازی سطح ۲۷/۷ مگاپاسکال بوده است.

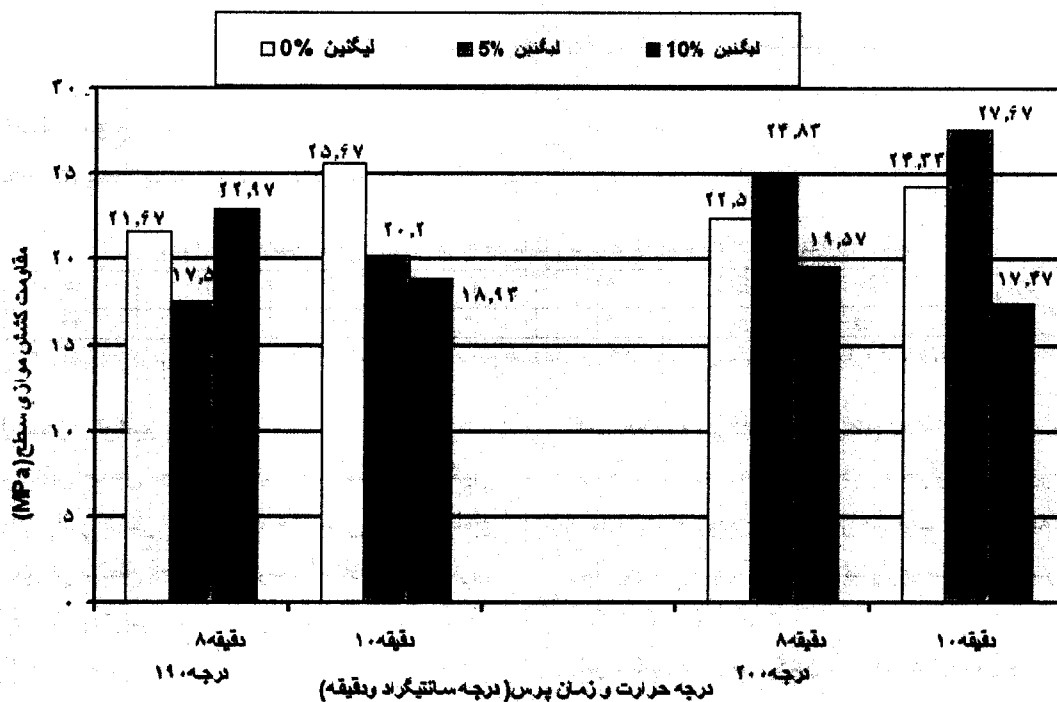
درصد و درجه حرارت ۲۰۰ درجه سانتیگراد که مقدار مقاومت در این حالت ۲۶/۳ مگاپاسکال بوده است.

اثر مستقل زمان پرس

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس بین دو مقدار میانگین مقاومت کششی موازی سطح به دست آمده ناشی از اثر دو سطح عامل فوق در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد، به طوری که با افزایش زمان پرس بر مقدار این ویژگی افزوده شده و مقدار آن حدوداً ۲۲/۴ مگاپاسکال بوده است.

اثر متقابل مصرف لیگنین و زمان پرس

نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس حاکی از معنی دار بودن آثار متقابل سطوح عوامل یاد شده بر مقادیر میانگین مقاومت کششی موازی سطح تخته‌ها در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد. به طوری که بهترین حالت مربوط می‌شود به عدم مصرف لیگنین و زمان پرس به مقدار ۱۰



شکل ۶- اثر متقابل مصرف لیگنین، درجه حرارت و زمان پرس بر مقاومت کششی موازی سطح

جدول ۹ - خواص تخته فیبر های تولید شده در شرکت فیبر ایران (تخته ها با ۳ میلیمتر ضخامت، دانسیته سنگین و پروسه تر) *و استاندارد

خواص تخته فیبر سخت ۳ میلیمتر پروسه تر براساس استاندارد NBS ، USDC

ویژگی ها (خواص)	شرکت فیبر ایران	USDC و NBS
رطوبت (درصد)	۷/۶	۷/۶
جرم مخصوص (گرم بر سانتیمتر مکعب)	۰/۸۸	۰/۸۸
MOR (مگا پاسکال)	۴۰ - ۴۲	۴۵
مقاومت کششی موازی سطح (مگاپاسکال)	۰/۷۵ - ۰/۸۵	۲۲
IB (مگاپاسکال)	۲۱-۲۲	۰/۹
جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه وری (درصد)	۴۰ ۴۵	۴۰
واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه وری (درصد)	۳۵ ۴۰	۳۰

بحث و نتیجه گیری

به طور کلی کمترین مقادیر جذب آب و واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت مربوط به حالتی است که مصرف لیگنین به مقدار ۱۰ درصد و درجه حرارت پرس در حد ۲۰۰ درجه سانتیگراد و زمان پرس به مقدار ۱۰ دقیقه بوده است. در توجیه این مطلب می توان گفت که مصرف لیگنین منجر به بهبود و افزایش اتصالات بین الیاف گردیده (۱ و ۷) و با افزایش سطح مصرف آن همراه با افزایش درجه حرارت که منجر به کاهش ویسکوزیته و پخش بهتر آن بر روی الیاف می شود (۷) لذا اتصالات بیشتر و مناسب تری را با الیاف بر قرار ساخته و با کاهش بیشتر نقاط آبگیر روی الیاف به علت افزایش زمان پرس، خاصیت نپذیری آنها کاهش یافته و ثبات ابعاد تخته بهبود می یابد.

از سوی دیگر نتایج مربوط به مقادیر مدول گسیختگی نشان می دهد که مصرف لیگنین به مقدار ۱۰ درصد، حرارت پرس به مقدار ۱۹۰ درجه سانتیگراد و زمان پرس به مقدار ۸ دقیقه منجر به افزایش و بهبود این ویژگی می شود، که البته بر اساس آزمون دانکن این حالت با حالتی که مصرف لیگنین ۵ درصد، درجه حرارت پرس ۱۹۰ درجه سانتیگراد و زمان پرس ۸ دقیقه می باشد در یک گروه قرار گرفته و اختلاف معنی داری با هم ندارند. در توجیه می توان گفت: به دلیل نقش مثبت لیگنین بر بهبود اتصالات مدول گسیختگی تخته ها را نیز بهبود بخشیده ولی از سویی دیگر افزایش درجه حرارت و زمان پرس به دلیل آنکه بر ساختار دیواره الیاف اثر منفی گذاشته و منجر به سستی و چین خوردگی دیواره های الیاف می شود (۲) و همچنین منجر به ایجاد اتصالات شکننده لیگنین با الیاف می گردد، لذا مقاومت به خمش تخته ها را نیز کاهش داده و منجر به

حالت شکننده در آن ها می شود، به علاوه افزایش درجه حرارت و زمان پرس منجر به تجمع بیشتر لیگنین در لایه های میانی تخته می گردد و لذا مدول گسیختگی کاهش و چسبندگی داخلی افزایش می یابد (۷). همچنین مقادیر مربوط به وزن مخصوص و الگوی تغییرات آن که در شکل (۱) آمده است توجیه کننده مطلب فوق است.

بهترین مقاومت چسبندگی داخلی و نیز مقاومت کششی عمود بر سطح مربوط می شود به مصرف لیگنین به مقدار ۵ درصد، درجه حرارت ۲۰۰ درجه سانتیگراد و زمان پرس ۱۰ دقیقه که در توجیه می توان گفت افزایش حرارت به دلیل نرم و انعطاف پذیر کردن ذرات منجر به تراکم و فشردگی الیاف در کیک در پرس گرم شده و سطح تماس بین الیاف را بیشتر نموده و پیوندهای حاصل از پلیمر شدن لیگنین بین ذرات را بهبود بخشیده و لذا منجر به بهبود مقاومت چسبندگی داخلی و مقاومت کششی عمود بر سطح تخته ها می گردد (۲). در پایان می توان گفت در مصارفی که نیاز به ثبات ابعاد بیشتر تخته فیبر می باشد، می توان از لیگنین به مقدار ۱۰ درصد و حرارت پرس به مقدار ۲۰۰ درجه سانتیگراد و زمان پرس ۱۰ دقیقه استفاده کرد، که در این شرایط ثبات ابعاد تخته های به دست آمده بسیار مناسب و حتی بهتر از مقادیر آن در استانداردهای موجود می باشد. و آنچه هم اکنون در کشور تولید می شود مطابق جدول (۹) می باشد.

تقدیر و تشکر

در خاتمه از رهنمودهای ارزشمند استادان محترم آقایان دکتر علی اکبر عنایتی و دکتر کاظم دوست حسینی و همچنین همکاری صمیمانه شرکت فیبر ایران به خصوص

مدیر عامل محترم این شرکت آقای مهندس بهره‌مند و خانم مهندس ثریا نصیری و سایر عزیزان و همچنین معاونت محترم پژوهشی و اعضای محترم شورای پژوهشی دانشگاه تهران که تسهیلات لازم برای انجام این بررسی را فراهم آورده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- ۱- حسین زاده، ع، احمد جهان لتیباری و قنبر ابراهیمی، ۱۳۷۱. تکنولوژی تولید تخته فیبر (ترجمه)، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، وزارت جهاد سازندگی، ص ۴۶۰.
- ۲- دوست حسینی، کاظم ، ۱۳۸۰. فناوری تولید و کاربرد صفحات فشرده چوبی ، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۶۴۸.
- ۳- میرشکرایی، سیداحمد، و خ. زارع گلمغانی ، ۱۳۸۰. تهیه لیگنو سولفونیک اسید از لیگنین کرافت پهن برگان. مجله منابع طبیعی ایران ۵۴(۲):ص ۱۸۹-۱۸۱.
- 4-Pizzi, A. ,1983. Wood Adhesives : Chemistry and Technology ,Marcel Dekker , New York .
- 5-Trosa, A. , & A.pizzi , 1998. Industrial Hardboard and other Panels Binder From Waste Lignocellulosic Liquors/Phenol Formaldehyde Resins. Holz Als Roh und Werkstoff, 56 (4), pp:223-229.
- 6-Westin, M., R.Simonson, & B. Ostman , 2001. Kraft Lignin Wood Fiberboards, The Effect of Kraft Lignin Addition to Wood Chips or Board Pulp Prior to Fiber Board Production, Holz als Roh und Werkstoff , 58 (6) , pp:393-340.

The Use of Kraft Lignin in Fiberboard Production

Gh. Rassam¹

M. Faezipour²

Abstract

In this research, the effect of kraft lignin content, temperature and time of hot press on some physical and mechanical properties of wet process hardboard (S1S) made from mixed fibers of various species of Iran Fiber Company was studied. The values of 1) Kraft lignin, precipitated from Kraft black liquor, at three levels of 0, 5 and 10 percent (based on oven-dried weight), 2) press temperature at two levels of 190 and 200 degrees centigrade and 3) press time at two levels of 8 and 10 minutes were selected. Measurements of physical and mechanical properties of produced boards, including density, water absorption and thickness swelling after 24 hours of soaking, modulus of rupture, internal bond and tensile strength parallel to the surface of boards were made according to ASTM D1037, and then the results were analyzed statistically. The results in this research have indicated that the best treatment for increasing dimensional stability is using kraft lignin content of 10%, press temperature of 200 degrees centigrade and a press time of 10 minutes. As concerns mechanical properties, the use of Kraft lignin content of 10% without increasing temperature and press time resulted in desired bending properties, whereas use of Kraft lignin content of 5% along with increasing temperature and press time resulted in improvements in internal bond and tensile strength parallel to surface of boards.

Keywords: Kraft lignin, Hardboard, Wet process, Physical and mechanical properties, Black liquor, Modulus of rupture, Internal bond, Hot press .

¹ - Ph.D Student, Wood & Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
(E-mail: grassam@ut.ac.ir)

² - Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran