

## بررسی اثر استفاده از عامل جفت کننده آمینوسیلان بر بهبود اتصالات چسب اوره فرمالدهید در تخته خرده کاه گندم

سیده معصومه حافظی مازندرانی<sup>۱\*</sup>، علی اکبر عنایتی<sup>۲</sup>، کاظم دوست حسینی<sup>۳</sup>،  
اصغر طارمیان<sup>۴</sup> و سید احمد میرشکرایی<sup>۴</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

پست الکترونیک: masoumeh\_hafezi@yahoo.com

۲- استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳- دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۴- استاد گروه شیمی دانشگاه پیام نور، تهران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۳

### چکیده

این پژوهش برای ارزیابی میزان تأثیر استفاده از عامل جفت کننده آمینوسیلان بر بهبود اتصالات چسب اوره فرمالدهید در تخته خرده کاه گندم انجام شد. چسب اوره فرمالدهید به میزان ۱۰ درصد استفاده شد، و عامل متغیر در این آزمایش مقدار مصرف آمینوسیلان مصرفی در تخته کاه گندم بود. که با نسبت های (صفر، ۵ و ۱۰ درصد) برای تهیه تخته خرده کاه یک لایه با ضخامت ۱۴ میلی متر استفاده شد. ویژگی های فیزیکی و مکانیکی شامل مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی و واکنش پذیری ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب اندازه گیری شدند. نتایج این بررسی نشان داد با افزودن عامل جفت کننده آمینوسیلان به تخته کاه گندم مقدار چسبندگی داخلی، مدول الاستیسیته و مدول خمشی تخته ها افزایش و میزان پایداری ابعاد آنها بهبود می یابد. مقدار بهینه عامل جفت کننده آمینوسیلان برای بهبود چسبندگی داخلی، مدول الاستیسیته و واکنش پذیری ضخامت تخته های مورد مطالعه ۱۰ درصد و این مقدار برای بهبود مدول خمشی ۵ درصد می باشد.

واژه های کلیدی: تخته خرده کاه، کاه گندم، چسب اوره فرمالدهید، عامل جفت کننده آمینوسیلان.

### مقدمه

مواد علاوه بر فصلی بودن ذخیره سازی، حساسیت به تخریب پذیری زیستی و مشکلات ناشی از چسبندگی آنها می باشد. کاه گندم (*Triticum aestivum*) یکی از مهمترین پسماندهای گیاهان کشاورزی است و جزو یکی از منابع فیبری می باشد که به طور سالانه قابل تجدید بوده و از نظر مقدار در بسیاری از نواحی به فراوانی یافت می شود. کاه گندم از نظر میزان تولید پسماند گیاهان کشاورزی در رده دوم جهان قرار دارد (Halvarsson et al., 2008).

کاه گندم به عنوان سوخت، خوراک دام و پوشش کف دامداری ها استفاده می شود. در ایران بالای ده میلیون تن

با توجه به کاهش جهانی گیاهان جنگلی، امروزه استفاده از مازاد گیاهان کشاورزی و سایر منابع لیگنوسلولزی مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از ضایعات گیاهان کشاورزی نه تنها جایگزین مناسبی برای بخشی از مواد خام چوبی مورد استفاده برای ساخت فراورده های مرکب چوبی است بلکه باعث ایجاد ارزش افزوده برای پسماندهای گیاهان کشاورزی نیز می گردد (Tabarsa et al., 2011). امروزه منابع لیگنوسلولزی غیر چوبی در صنعت تخته خرده چوب کاربرد زیادی دارند. از جمله مشکلات این

از کاه‌گندم و کاه‌نی مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که سیلان ترکندگی سطوح را به طور مشخصی بهبود می‌بخشد. اپکسی سیلان برای تیمار کاه‌نی و آمینوسیلان برای تیمار کاه‌گندم مناسب می‌باشند، ولی وینیل سیلان<sup>۳</sup> اثر مشخصی بر ترشوندگی<sup>۴</sup> نداشت. آمینوسیلان زمان ژله‌ای شدن<sup>۵</sup> چسب اوره‌فرمالدهید را افزایش داد ولی اپکسی سیلان و وینیل سیلان بر زمان ژله‌ای شدن چسب بی‌تأثیر بودند. Han و همکاران (۲۰۰۱) به بررسی اثر استفاده از مقدار عامل جفت‌کننده سیلان و تیمار شیمیایی کاه‌گندم و کاه‌نی بر خواص تخته‌خرده با استفاده از چسب اوره‌فرمالدهید پرداختند و مشاهده کردند که چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت هر دو نوع تخته کاه‌گندم و کاه‌نی با افزودن عامل جفت‌کننده سیلان بهبود می‌یابد. همچنین تیمار شیمیایی کاه با اتانول‌بنزن چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت را بیشتر بهبود می‌بخشد و برای کاه‌گندم مناسب‌تر است ولی عامل جفت‌کننده سیلان ماده مناسب‌تری برای کاه‌نی می‌باشد.

Mohamadi و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر فراوری سطحی کاه‌گندم با عامل جفت‌کننده آمینوسیلان بر خواص تخته‌خرده کاه ساخته شده با رزین‌های آمینوپلاستیک را بررسی کردند. نتایج این بررسی نشان داد که افزودن سیلان تأثیر قابل توجهی در بهبود ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها دارد، به طوری که با افزودن آمینوسیلان به میزان ۲ و ۵ درصد، مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش می‌یابد. همچنین افزودن آمینوسیلان تا سطح ۲ درصد واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها را کاهش می‌دهد. البته مصرف آمینوسیلان تأثیر چندانی بر افزایش مقاومت خمشی تخته‌ها نداشت و رزین ملامین‌فرمالدهید<sup>۶</sup> به دلیل دارا بودن گروه‌های آمین بیشتر در ساختارش نسبت به رزین اوره‌فرمالدهید، باعث بهبود مقاومت خمشی و واکنشیدگی ضخامت شد. هدف از این تحقیق بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌خرده کاه‌گندم با استفاده از عامل جفت‌کننده سیلان می‌باشد.

کاه‌گندم در مزارع باقی می‌ماند (Tabarsa et al., 2011). این ماده با توجه به تولید زیاد و قیمت پایین آن می‌تواند به عنوان ماده مناسبی در صنعت تخته‌خرده‌چوب استفاده شود (Nourbakhsh and Kargarfard, 2006).

تخته‌خرده کاه‌گندم می‌تواند در عایق‌کاری گرمایی و صوتی مورد استفاده قرار بگیرد، همچنین می‌توان از کاه‌گندم پانل‌های مشابه با استاندارد تولید کرد (Boquillon et al., 2004).

مسئله اصلی در تولید تخته‌خرده‌چوب از کاه‌گندم پوشیده شدن سطح خارجی کاه‌گندم از گروه‌های غیرسلولزی آبریز می‌باشد که حاوی مواد استخراجی چربی‌دوست و سیلیس هستند. این مواد علت اصلی خاصیت ذاتی کاه و چسبندگی و ترکندگی پایین آن می‌باشند (Han et al., 1999). رزین اوره‌فرمالدهید محلول در آب با موادی مانند کاه سازگار نیست و عامل اصلی در کاهش کیفیت چسبندگی در این اتصالات می‌باشد (Han et al., 1998). بررسی کاه‌گندم با روش ESCA (تجزیه شیمیایی با روش الکترون اسپکتروسکوپی) نشان می‌دهد که سیلیس به مقدار زیادی در سطوح داخلی و خارجی سلول‌های کاه حضور دارد (Han et al., 1999). محققان بر روی بهبود فرایند اتصال در تخته‌خرده کاه‌گندم و چسب اوره‌فرمالدهید با استفاده از عامل جفت‌کننده سیلان کار کرده و مشاهده نمودند که این ماده جفت‌کننده میزان اتصال را بهبود می‌بخشد و چسبندگی داخلی تخته‌ها را بهتر می‌کند (Han et al., 2001).

Han و همکاران (۱۹۹۹) به بررسی اثر استفاده از دو نوع عامل جفت‌کننده سیلان بر خواص تخته‌خرده کاه‌گندم و کاه‌نی پرداختند و مشاهده کردند تخته‌های ساخته شده از ذرات ریزتر کاه خواص و اتصالات بهتری داشتند، همچنین با افزایش دانسیته تخته‌ها پایداری ابعاد و خواص مکانیکی بهبود یافتند. نتایج این بررسی نشان داد که اپکسی سیلان<sup>۱</sup> برای کاه‌نی و آمینوسیلان<sup>۲</sup> برای کاه‌گندم ماده مناسب‌تری می‌باشد.

Han و همکاران (۲۰۰۰) اثر استفاده از سه نوع عامل جفت‌کننده سیلان و تیمار استخراجی را بر بهبود اتصالات چسب اوره‌فرمالدهید در تخته‌خرده ساخته شده

3- Vinyl Silane

4- Wettability

5- Gel Time

6-Melamine Formaldehyde Resin

1- Epoxy Silane

2- Amino Silane

## مواد و روش‌ها

کاه‌گندم مورد استفاده در این بررسی از مزارع اطراف شهرستان کرج تهیه گردید و پس از انتقال به آزمایشگاه توسط خردکن حلقوی نوع pallmann به قطعات کوچک‌تر تبدیل شدند و ذرات عبور کرده از الک مش ۱۰ و باقی‌مانده بر روی الک مش ۶۰ مورد استفاده قرار گرفتند. خرده‌کاه‌ها به مدت دو هفته در آزمایشگاه و در دمای محیط و بعد در خشک‌کن آزمایشگاهی تا دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس تا رطوبت ۳ درصد خشک و در کیسه‌های پلاستیکی (برای جلوگیری از جذب رطوبت) نگهداری شدند. چسب مورد استفاده برای چسب‌زنی خرده‌چوب‌ها از نوع اوره‌فرمالدهید محلول با درصد جامدات ۶۲٪، گرانروی ۱۲۵ سانتی‌پواز، دانسیته ۱/۲۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب، بیشینه فرمالدهید آزاد ۱٪، PH برابر ۷/۵ و زمان انعقاد با هاردنر ۵۴ ثانیه بود که از شرکت تیران شیمی تهران خریداری شد. ویژگی‌های مختلف عامل جفت‌کننده سیلان به طور اختصار در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- ویژگی‌های مختلف آمینوسیلان مصرفی

ویژگی	مقدار
فرمول شیمیایی	$C_9H_{23}NO_3Si$
درجه خلوص (%)	۹۸
دانسیته در ۲۰ درجه سانتی‌گراد ( $g/cm^3$ )	۰/۹۵
جرم مولی ( $g/mol$ )	۲۲۱/۳۷
PH (درجه سلسیوس، $20g/l, H_2O$ )	۱۱

با در نظر گرفتن عامل متغیر: مقدار مصرف عامل جفت‌کننده سیلان (۰ - ۵ و ۱۰ درصد) و عوامل ثابت: نوع

ماده لیگنوسلولزی کاه‌گندم (*Triticum aestivum*)، نوع و مقدار چسب مصرفی (اوره‌فرمالدهید - ۱۰ درصد)، نوع عامل جفت‌کننده سیلان (۳ آمینوپروپیل تری‌متوکسی‌سیلان - ۵ درصد)، نوع و مقدار سخت‌کننده یا هاردنر (کلرورآمونیم - ۱ درصد بر مبنای جرم ماده خشک چسب)، زمان پرس (۵ دقیقه)، دمای پرس (۱۸۰ درجه سانتی‌گراد)، ضخامت اسمی تخته‌ها (۱۴ میلی‌متر)، دانسیته تخته‌ها (۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مربع)، نوع تخته (همسان یا یک لایه)، ۱۲ تخته به ابعاد ۴۰×۴۰ سانتی‌متر ساخته شدند. با در نظر گرفتن عوامل ۴ تیمار و برای هر تیمار ۳ تکرار و در مجموع ۱۲ تخته آزمونی ساخته شد. تخته‌ها به مدت ۲ هفته در دمای  $20 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد مشروط شدند. پس از کناره‌بری برابر استاندارد DIN 68763 به نمونه‌های آزمونی مورد نیاز برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی برش داده شدند. ویژگی‌های مکانیکی آنها شامل مدول الاستیسیته (MOE) و مقاومت خمشی (MOR) با دستگاه آزمایش Instron-4486 تعیین گردیدند. برای اندازه‌گیری مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها (IB) از ماشین WOLPERT D 606700 استفاده شد. این بررسی با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و آزمون فاکتوریل انجام و نتایج با بکارگیری روش تجزیه واریانس تجزیه و تحلیل شدند. گروه‌بندی و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن (DMRT) انجام شد.

## نتایج

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس اثر عامل جفت‌کننده بر ویژگی‌های تخته‌های آزمونی را نشان می‌دهد.

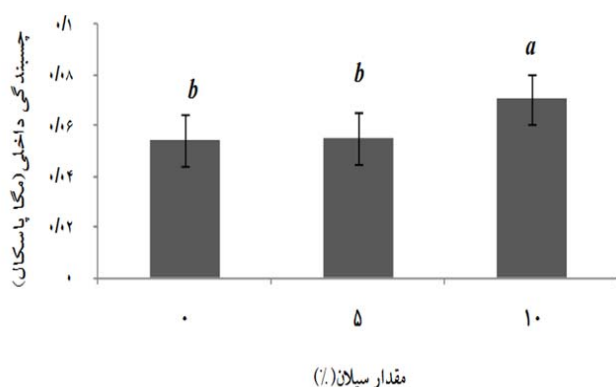
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های تخته‌های آزمونی

منبع تغییرات	درجه آزادی	مدول خمشی (F)	مدول الاستیسیته (F)	چسبندگی داخلی (F)	واکسیدگی ضخامت (F) (۲h)	واکسیدگی ضخامت (F) (۲۴h)
مقدار مصرف سیلان	۲	**۲۰/۲۵	**۱۸/۴۳۶	*۱۰/۱۵۶	**۱۹/۸۴۳	**۱۴/۴۸۱

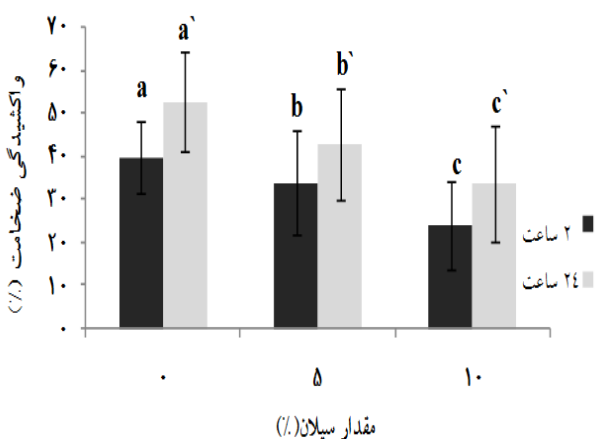
\*\* : معنی‌دار در سطح ۱ درصد \* : معنی‌دار در سطح ۵ درصد

### چسبندگی داخلی

مطابق نتایج بدست آمده مشخص است با افزودن ۵ درصد عامل جفت‌کننده سیلان در ساختار تخته‌خرده کاه‌گندم، مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها در حد نمونه‌های شاهد باقیمانده ولی با افزایش مقدار عامل جفت‌کننده سیلان به مقدار ۱۰ درصد مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش می‌یابد.



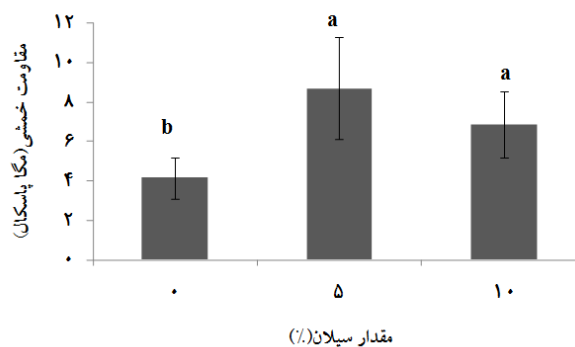
شکل ۳- اثر استفاده از عامل جفت‌کننده سیلان بر چسبندگی داخلی



شکل ۴- اثر استفاده از عامل جفت‌کننده سیلان بر واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری (%)

### مقاومت خمشی

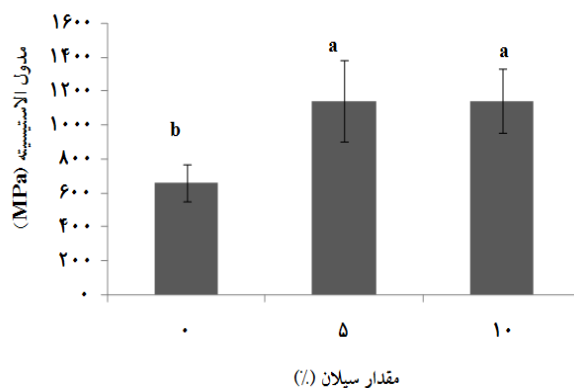
نتایج آزمایش نشان داد با افزودن ۵ درصد عامل جفت‌کننده سیلان به تخته‌خرده کاه‌گندم مقاومت خمشی افزایش می‌یابد، ولی با افزایش آن تا مقدار ۱۰ درصد مقاومت خمشی کاهش می‌یابد. تخته‌های ساخته‌شده با ۵ درصد عامل جفت‌کننده سیلان بالاترین مقدار مقاومت خمشی (۸/۷۳ مگاپاسکال) و تخته‌های ساخته‌شده بدون عامل جفت‌کننده سیلان پایین‌ترین مقدار مقاومت خمشی (۴/۱۵ مگاپاسکال) داشتند.



شکل ۱- اثر استفاده از عامل جفت‌کننده سیلان بر مقاومت خمشی

### مدول الاستیسیته

با افزودن ۵ درصد عامل جفت‌کننده سیلان به تخته‌خرده کاه‌گندم، مدول الاستیسیته تخته‌ها تا حدود ۲ برابر نمونه‌های فاقد سیلان افزایش می‌یابد. مطابق نتایج گروه‌بندی دانکن بین مقدار مدول الاستیسیته تخته‌های حاوی ۵ و ۱۰ درصد عامل جفت‌کننده سیلان تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود.



شکل ۲- اثر استفاده از عامل جفت‌کننده سیلان بر مدول الاستیسیته

موضوع می تواند دلیل بهبود چسبندگی داخلی با استفاده از عامل جفت کننده سیلان باشد. از دیگر دلایل بهبود چسبندگی داخلی با استفاده از عامل جفت کننده سیلان را می توان بهبود ترشوندگی سطوح کاه گندم به دلیل نفوذ بهتر چسب به منافذ ذرات دانست (Han و همکاران، ۲۰۰۱).

همچنین با افزودن عامل جفت کننده سیلان به چسب اوره فرمالدهید، میزان سیلیس در دسترس که مانع از ایجاد اتصالات قوی بین ذرات در لایه میانی تخته خرده کاه گندم می شود کاهش می یابد. این عامل نیز می تواند از دلایل بهبود چسبندگی داخلی با افزایش کاه گندم باشد. میزان مقاومت خمشی با مصرف عامل جفت کننده سیلان تا ۵ درصد کاه گندم و میزان مدول الاستیسیته تخته ها با مصرف عامل جفت کننده سیلان تا ۱۰ درصد افزایش می یابد. این افزایش نیز می تواند ناشی از دلایل برشمرده در قبل باشد. استفاده از سیلان به دلیل ایجاد پیوند قوی تر کاه با رزین و نیز به دلیل واکنش گروه های آمینی موجود در آمینوسیلان با گروه های OH فعال سلولزی باعث کاهش جذب آب می شود (Han و همکاران، ۲۰۰۱؛ Han و همکاران، ۲۰۰۰). حداقل مقدار واکنشیدگی ضخامت تخته ها پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب مربوط به تخته های ساخته شده با مقدار مصرف ۱۰ درصد سیلان بود. بالا بودن میزان واکنشیدگی ضخامت تخته به عدم مصرف مواد عایقی مانند پارافین مربوط می شود. بنابراین توصیه می شود برای کاهش واکنشیدگی ضخامت این فراورده تا حدودی از مواد ضد آب مانند پارافین یا موم در زمان ساخت این تخته ها استفاده شود. در مجموع می توان نتیجه گیری کرد که تخته خرده کاه ساخته شده حاوی ۱۰ درصد عامل جفت کننده سیلان بالاترین چسبندگی داخلی، مدول الاستیسیته و کمترین میزان واکنشیدگی ضخامت، و تخته خرده کاه ساخته شده حاوی ۵ درصد عامل جفت کننده سیلان دارای بالاترین مدول خمشی بوده و به عنوان تیمار بهینه انتخاب می شود. لازم به یادآوری است که در هر صورت ویژگی های فیزیکی و مکانیکی این تخته ها نسبت به تخته های شاهد که در آنها از سیلان استفاده نشده است بهبود معنی داری داشته اند، ولی نسبت به مقادیر استاندارد بسیار پایین تر می باشد. برای بهبود

واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری نتایج گروه بندی دانکن نشان داد با افزایش مصرف عامل جفت کننده سیلان در تخته خرده کاه گندم واکنشیدگی ضخامت کاهش می یابد. تخته های ساخته شده حاوی ۱۰ درصد عامل جفت کننده سیلان پایین ترین مقدار واکنشیدگی ضخامت (۲۴ درصد و ۳۴ درصد) پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری را داشتند. تخته هایی که در آنها از عامل جفت کننده سیلان استفاده نشد، بالاترین مقدار واکنشیدگی ضخامت (۴۰ درصد و ۵۳ درصد) پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری را داشتند. افزودن آمینوسیلان به تخته خرده کاه گندم و کاهنی باعث افزایش مقدار مقاومت خمشی تخته ها شد.

## بحث

به منظور ارزیابی میزان بهبود ویژگی های فیزیکی و مکانیکی تخته خرده کاه گندم در اثر افزودن عامل جفت کننده آمینوسیلان به چسب اوره فرمالدهید به میزان ۵، ۱۰ و ۱۰ درصد، این تحقیق انجام شد. نتایج نشان داد با افزایش میزان مصرف عامل جفت کننده چسبندگی داخلی تخته های مورد مطالعه بهبود پیدا می کند. تحقیقات سایر محققان نیز حکایت از آن داشت که یکی از راه های بهبود اتصالات چسب اوره فرمالدهید با کاه گندم، استفاده از عامل جفت کننده سیلان می باشد. این ماده با تغییر ویژگی های گروه های غیر آلی سطوح کاه گندم و ثابت کردن گروه های آلی در آنها چسبندگی داخلی را بهبود می بخشد (Han et al., 2001).

همچنین بهبود چسبندگی داخلی می تواند به علت حذف مواد مومی از سطوح کاه گندم و بهبود اتصالات چسب اوره فرمالدهید با گروه های OH فعال سلولزی در لایه مغزی باشد. گروه های آلکوکسی<sup>۱</sup> بر روی اتم سیلیس در سیلان با اضافه کردن آب یا در اثر تماس با آب اضافی موجود در سطح مواد به سیلانولها<sup>۲</sup> آبکافت می شوند. هیدروژن موجود در سیلانول بسیار الکترون دوست و واکنش پذیر می باشد. سیلانولها می توانند به شکل پیوند هیدروژنی با گروه های هیدروکسیل فلزی موجود در سطح مواد معدنی (سیلیس) پیوند برقرار کنند و بعد در نتیجه حرارت و خروج آب به پیوند کوالانسی Si—O تبدیل شوند (Witucki و همکاران ۱۹۹۳) که این

1- Alkoxi

2- Silanol

- Han, G., Umemura, K., Kawai, Sh. and Kajita, H., 1999. Improvement mechanism of bond ability in UF bonded reed and wheat straw boards by silane coupling agent and extraction treatments. *Wood science and technology*, 45:299-305.
  - Han, G., Umemura, K., Wong, E. D., w., Zhang, M. and Kawai, Sh., 2001. Effect of silane coupling agent level and extraction treatment on properties of UF bonded reed and wheat straw particleboard. *Wood science and technology*, 47:18-23.
  - Han, G., Umemura, K., Wong, E. D., Zhang, M. and Kawai, Sh., 1998. Upgrading of urea formaldehyde-bonded reed and wheat straw particle boards using silane coupling agents, *wood science and technology*, 44(4):282-286.
  - Mohamadi, A., Tabarsa, T. and Tasooji, M. 2011. Effect of wheat straw surface treatment by amino silane coupling agent on properties of amino plastic resin-bonded wheat straw boards. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, Vol.26, No.1, 128-137.
  - Noorbakhsh, A. and Kargarfard A., 2006. The Effects of Density and Press Time on Poplar Insulation Particleboard Properties, *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, Vol.21, No.2, 115-122.
  - Tabarsa, T., Jahanshah, Sh. and Ashori, A., 2011. Mechanical and physical properties of wheat straw board bonded with tanin modified phenol-formaldehyde adhesive. *composites, part B*, 42: 176-180.
  - Witucki, G., 1993. A silane primer: chemistry and application of Alkoxy Silanes. *Coating Technology*, 65:57-60.
- مقاومت‌های تخته‌خرده کاه‌گندم می‌توان دانسیته تخته‌ها را تا محدوده  $0.75 \text{ g/cm}^3$  افزایش داد، البته از گونه‌های چوبی دیگر مانند صنوبر همراه با کاه‌گندم هم می‌توان استفاده کرد، یا این فراورده را به صورت سه لایه تولید کرده و از مقدار چسب بیشتری به‌ویژه در لایه‌های سطحی تخته استفاده کرد. علاوه بر آن تیمارهای آنزیمی و شیمیایی کاه‌گندم برای کاهش مقدار سیلیس در دسترس و بهبود اتصالات ذرات کاه‌گندم برای تحقیقات بعدی توصیه می‌شود.

### منابع مورد استفاده

- Boquillon, N., Elbez, G. and Schonfeld, U., 2004. Properties of wheat straw particleboards bonded with different type of resin. *Wood science and technology*, 50(3):230-235.
- DIN Standards: DIN 68763 (1982) Chipboard for special purposes in building construction; concepts, requirements, testing, 3-4 pp.
- Halvarsson, S., Edlund, H. and Norgren, M., 2008. Properties of medium-density fiberboard (MDF) based on wheat straw and Melamine modified Urea Formaldehyde (MUF) resin. *Industrial crops and products*, 28(1):37-46.

## Effect of silane coupling agent on bond improvement of urea formaldehyde resin in wheat straw particleboard

Hafezi, S.M.<sup>1\*</sup>, Enayati, A.<sup>2</sup>, Doosthosseiny, K<sup>2</sup>, Tarmian, A.<sup>3</sup> and Mirshokraee, S.A.<sup>4</sup>

1\*- Corresponding Author, M.Sc., Graduated student of Wood and Paper Sciences and Technology Department, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I. R. Iran. Email: masoumeh\_hafezi@yahoo.com

2- Professor, Department of Wood and Paper Sciences and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I. R. Iran

3- Associate Professor, Department of Wood and Paper Sciences and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I. R. Iran

4- Professor, Chemistry Department, Payame Nour University, Tehran, I. R. Iran

Received: Jan., 2013

Accepted: May, 2014

### Abstract

This research was conducted to investigate the effect of silane coupling agent usage to improve the bond formation of urea formaldehyde resin in wheat straw particleboard production. Three levels (0.5% and 10%; based on the dry weight of the resin) of silane coupling agent and 10% urea formaldehyde resin were used to produce one layer particle boards with 16mm nominal thickness. Physical and mechanical properties including MOR, MOE, IB and thickness swelling (after 2 and 24 hours immersion in water) were measured. The results of this study showed that adding silane coupling agent to the resin in wheat straw particleboard production, increased MOR, MOE and IB and dimensions stability improved. Optimum dosage for silane coupling agent to improve modulus of elasticity, internal bonding and thickness swelling was 10% and the for modulus of rupture, it was determined as 5%.

**Key words:** Wheat straw particleboard, urea formaldehyde resin, silane coupling agent, strength.