

## امکان ساخت صفحات فشرده چوبی با گردسنباده بدون استفاده از چسب

سکینه سعادت<sup>۱</sup>، حمیدرضا منصور<sup>۲\*</sup>، بابک نصرتی<sup>۲</sup>

۱. کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه زابل

۲. استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۰۴، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۶

### چکیده

در این پژوهش، امکان ساخت تخته با استفاده از گردسنباده بدون چسب بررسی شد. بدین منظور رطوبت در شش سطح ۱۱، ۱۳، ۱۶ و ۱۸ درصد نسبت به وزن خشک گردسنباده و دمای پرس در دو سطح ۱۸۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به کار گرفته شد. صفحات فشرده چوبی، با دانسیته ۰/۹۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب در ابعاد ۱×۳۰×۳۰ سانتی‌متر با استفاده از روش پرس گرم تهیه شد. خواص فیزیکی و مکانیکی نمونه‌ها براساس استاندارد اروپایی اندازه‌گیری و نتایج تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد خصوصیات مکانیکی و فیزیکی با افزودن ۱۸ درصد رطوبت در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به‌طور چشمگیری بهبود می‌یابد. با توجه به تصاویر میکروسکوپ الکترونی (FE-SEM) این خودچسبندگی تحت حرارت پرس و براساس ذوب و به جریان افتادن بعضی از مواد پلیمری آمورف مانند لیگنین و کربوهیدرات شکل می‌گیرد. همچنین تصاویر میکروسکوپ الکترونی (FE-SEM) نشان داد که در گردسنباده ذراتی به اندازه نانو وجود دارد که تأثیر زیادی در کیفیت چسبندگی دارند. افزون بر آن نرم شدن رزین پلیمر شده اوره‌فرمالدهید موجود در گردسنباده تحت تأثیر حرارت پرس، دلیل دیگری برای ایجاد چسبندگی بین ذرات و بهبود مقاومت‌های تخته است.

واژگان کلیدی: چسب، چسبندگی داخلی، صفحات فشرده چوبی، گردسنباده.

### مقدمه

موجب بیماری‌های مختلف می‌شود. به همین دلیل در این پژوهش، استفاده از گردسنباده به‌عنوان ماده اولیه در ساخت تخته‌های بدون چسب به‌منظور کاهش بخش زیادی از هزینه‌های ساخت و کمک به بهسازی محیط زیست ضرورت یافت. پژوهش‌های بسیاری در زمینه ساخت تخته بدون چسب با استفاده از فرایند خودچسبندگی انجام گرفته است. بررسی‌ها در زمینه خودچسبندگی فرآورده‌های چوبی بیانگر آن است که این فرایند اغلب با تجزیه و تغییر فرم بعضی از مواد تشکیل‌دهنده چوب همراه است. علاوه بر این، در حین فعل و انفعالاتی که به چسبندگی منجر می‌شود، نوعی واکنش شیمیایی ایجاد می‌شود که با جذب حرارت همراه است و مرحله آندوترمیک نام دارد. شدت واکنش

گردسنباده، گرد حاصل از سنباده‌زنی سطح تخته‌خرده‌چوب است که جزء ضایعات دورریز هر واحد تولید نئوپان محسوب می‌شود. گردسنباده اغلب شامل سلولز، همی سلولز، لیگنین و مقداری رزین اوره فرمالدهید به‌کاررفته در ساخت تخته است که امروزه به‌عنوان پرکننده در ساخت چوب پلاستیک به کار می‌رود [۱]. در بعضی کارخانه‌های نئوپان نیز ضایعات دورریز گردسنباده را می‌سوزانند و به‌عنوان سوخت خشک‌کن استفاده می‌کنند. در نتیجه سوزاندن گردسنباده، ماده بسیار سمی دیوکسین تولید می‌شود که در غلظت‌های زیاد،

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۳۸۹۲۰۲۰۲۱

یکنواخت در داخل قالب پاشیده شد. سپس با استفاده از یک پرس آزمایشگاهی از نوع (RANJBAR-SWP) اقدام به فشردن کیک و ساخت تخته آزمایشگاهی با دانسیته ۰/۹۵ گرم بر سانتی متر مکعب شد. تخته‌های ساخته شده پس از خنک شدن و کناره‌بری به منظور یکنواخت‌سازی رطوبت و متعادل‌سازی تنش‌های داخلی به مدت ۷۲ ساعت مشروط سازی شدند (رطوبت نسبی  $65 \pm 1$  درصد و دمای محیط  $20 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد). در این تحقیق با توجه به دو عامل متغیر مقدار رطوبت و دمای پرس و در نظر گرفتن سه تکرار برای هر تیمار، در مجموع ۳۶ تخته آزمایشگاهی با استفاده از زمان پرس ۹ دقیقه و فشار ۲۱ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و دمای پرس ۱۸۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد ساخته شد. همچنین مقدار رطوبت کیک (با اسپری آب بر روی ذرات) در هنگام ساخت در شش سطح ۱۸،۱۳،۱۱،۹،۷ درصد نسبت به وزن خشک گردسنباده منظور شد. تهیه نمونه‌های آزمونی برای تعیین ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌ها مطابق استاندارد اروپایی انجام گرفت. مقاومت به خمش و مدول الاستیسیته مطابق استاندارد [۵] EN 310، مقاومت چسبندگی داخلی براساس استاندارد [۶] EN 319 و واکنشیدگی ضخامت طبق استاندارد [۷] EN 317 تعیین شد. نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمون فاکتوریل تجزیه و تحلیل شد و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار، میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن طبقه‌بندی و تأثیر مستقل و متقابل هر یک از عوامل متغیر بر خواص مورد مطالعه در سطح اعتماد ۹۵ درصد بررسی شد. برای شناسایی تغییرات ساختاری پدیدآمده در ترکیبات شیمیایی گردسنباده، تصاویر میکروسکوپ الکترونی به کمک میکروسکوپ FE-SEM مدل S-۴۱۶۰ تهیه شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تیمارهای مختلف در جدول ۱ آمده است.

آندوترمیک با کیفیت چسبندگی ارتباط دارد و متناسب با آن افزایش می‌یابد. حرارت پرس یکی از عوامل اساسی در این واکنش است، ولی تأثیر آن به دیگر ویژگی‌ها، به‌ویژه مقدار رطوبت چوب نیز بستگی دارد [۲]. پژوهش‌های دیگری نیز در زمینه خودچسبندگی انجام گرفته است که از جمله می‌توان به فرایند خودچسبندگی با استفاده از فعال‌سازی سطوح اشاره کرد. فعال‌سازی سطوح، به‌منظور تولید رادیکال‌های آزاد انجام می‌گیرد تا سبب خودچسبندگی شوند [۳]. روش دیگری که به تازگی کانون توجه قرار گرفته، فرایند جوشکاری چوب بدون چسب است. براساس بررسی‌ها، چسبندگی سطوح چوبی در این روش در نتیجه ذوب و روان شدن بعضی از مواد پلیمری آمورف، مثل لیگنین و کربوهیدرات‌ها صورت می‌گیرد [۴].

### مواد و روش‌ها

ماده لیگنوسلولزی مورد استفاده، گردسنباده با رطوبت ۶ درصد بود که از کارخانه صفحات فشرده شمال، واقع در استان گلستان، شهرستان گنبدکاووس تهیه شد و پس از بسته‌بندی در کیسه‌های پلاستیکی، به آزمایشگاه منتقل شد. اندازه گردسنباده مورد استفاده در این تحقیق کمتر از ۰/۲ میلی‌متر است.



شکل ۱. پودر گردسنباده

به‌منظور مخلوط کردن گردسنباده با آب از دستگاه چسبزن استفاده شد. کیک، در قالب چوبی به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی متر مربع تشکیل شد. گردسنباده مخلوط شده با آب که با ترازوی دیجیتالی توزین شده بود، به صورت لایه‌های

جدول ۱. تجزیه واریانس ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته ساخته شده

مقاومت خمشی (MPa)			چسبندگی داخلی (MPa)			واکشیده‌گی ضخامت (%)			مدول الاستیسیته (MPa)			منبع تغییرات
میانگین	(sig)	(F)	میانگین	(sig)	(F)	میانگین	(sig)	(F)	میانگین	(sig)	(F)	
۴۳۳/۱۸	۰/۰۰	۵/۷۹*	۱۰/۵	۰/۰۰	۱/۴۹۸*	۱۹/۱۴/۱	۰/۰۰	۵۶۹/۶۷*	۲/۱۵	۰/۰۰	۷/۷۰	دمای پرس (°C)
۱۲۴۴/۲	۰/۰۰	۱/۶۳*	۱۶/۳	۰/۰۰	۲/۳۱۲*	۱۷۳۴/۱	۰/۰۰	۵۱۶/۱*	۲/۰۳	۰/۰۰	۷/۲۸	رطوبت (%)
۱۶/۸۸	۰/۰۰	۲۲/۵۹*	۰/۰۸۶	۰/۰۰	۱۲/۱۶*	۰/۲۵۱	۰/۹۹	۰/۰۷۵ <sup>ns</sup>	۱۹۶۳۳۲۰/۵	۰/۰۰	۷۰/۱۹	دمای رطوبت

سطح معنی داری: \* ۹۵ درصد، <sup>ns</sup> عدم معنی داری درجه آزادی دما: ۱ درجه آزادی رطوبت: ۵ درجه آزادی دما و رطوبت: ۵

جدول ۲. میانگین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده و نتایج آزمون دانکن

دمای پرس (°C)	میزان رطوبت (%)	مقاومت خمشی (MPa)	چسبندگی داخلی (MPa)	واکشیده‌گی ضخامت پس از ۲ ساعت در آب (%)	مدول الاستیسیته (MPa)
۱۸۰	۷	(gh) ۱۹/۰۷	(c) ۰/۷۲	۲۷/۵۰	(j) ۳۹۸۸
۱۸۰	۹	(ef) ۲۰/۳۵	(b) ۰/۹۳	۲۵/۶۱	(e) ۳۴۹۲
۱۸۰	۱۱	(d) ۲۲/۲۱	(b) ۱/۲۲	۲۳/۸۷	(c) ۵۰۲۴
۱۸۰	۱۳	(c) ۲۳/۹۹	(a) ۱/۵۳	۲۲/۲۷	(d) ۴۳۱۳
۱۸۰	۱۶	(b) ۲۵/۷۱	(a) ۱/۵۵	۲۰/۲۰	(b) ۵۶۹۰
۱۸۰	۱۸	(a) ۲۷/۶۳	(a) ۱/۵۵	۱۸/۰۱	(a) ۶۳۷۹
۲۰۰	۷	(j) ۱۵/۱۸	(e) ۰/۵۷	۳۰/۴۲	(i) ۲۰۳۲
۲۰۰	۹	(i) ۱۶/۶۸	(d) ۰/۷۵	۲۸/۵۶	(h) ۲۷۶۵
۲۰۰	۱۱	(h) ۱۸/۰۱	(d) ۰/۹۹	۲۶/۹۲	(f) ۳۲۷۳
۲۰۰	۱۳	(fg) ۱۹/۳۳	(c) ۱/۲۸	۲۵/۱۲	(d) ۴۵۱۰
۲۰۰	۱۶	(e) ۲۰/۷۲	(b) ۱/۲۸	۲۳/۲۳	(d) ۴۸۶۹
۲۰۰	۱۸	(d) ۲۲/۱۷	(b) ۱/۳۰	۲۱/۰۸	(c) ۵۱۷۴

جدول ۲ میانگین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده و نتایج آزمون دانکن را نشان می‌دهد. همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، بیشترین مقاومت خمشی در نمونه‌های ساخته شده با رطوبت ۱۸ درصد در دمای پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد و کم‌ترین مقاومت در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۷ درصد به دست آمد. محدوده این تغییرات برای استحکام خمشی از ۱۵/۱۸ به ۲۷/۶۳ مگاپاسکال است که برابر با ۸۲ درصد افزایش است. براساس نتایج آماری به دست آمده از جدول تجزیه واریانس در مورد مقاومت خمشی، اثر دمای پرس و رطوبت بر آن در سطح اعتماد ۹۵ درصد کاملاً معنی دار است.

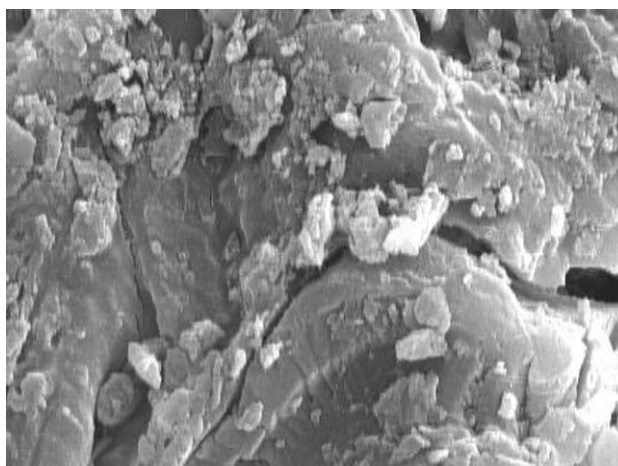
جدول تجزیه واریانس چسبندگی داخلی نشان داد که اثر رطوبت و دمای پرس بر آن در سطح اعتماد ۹۵ درصد کاملاً معنی دار است. به‌طور کلی با کاهش دمای پرس از ۲۰۰ به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد و افزایش رطوبت از ۷ به

۱۸ درصد چسبندگی داخلی به‌طور شایان توجهی بهبود می‌یابد. محدوده این تغییرات از ۰/۵۷ به ۱/۵۵ مگاپاسکال است که معادل ۱۷۱ درصد افزایش است. علت افزایش چسبندگی داخلی و مقاومت خمشی در دمای پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۸ درصد را می‌توان این‌گونه بیان کرد که حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، سبب تغییرات شیمیایی لیگنین موجود در لایه میانی دیواره سلولی شده و به احتمال زیاد لیگنین با اتصال‌های کووالانسی به ساختاری محکم در بین ذرات گردسنباده تبدیل شده است که این اتصال کووالانسی عامل اصلی مقاومت تخته‌ها است. افزون‌بر این، ادامه پلیمریزاسیون رزین اوره فرمالدهید موجود در گردسنباده تحت حرارت پرس نیز اتصالات را بهبود می‌بخشد [۸]. براساس تحقیقات انجام شده کاهش چسبندگی داخلی و مقاومت خمشی با افزایش دما را می‌توان این‌گونه استنباط کرد که

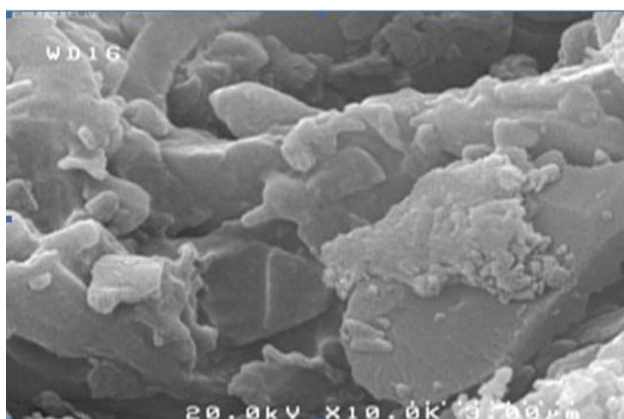
موجود در این گرد، است. همچنین در تصاویر SEM، رزین پلیمرشدهٔ اوره فرمالدهید به صورت پراکنده مشاهده می‌شود. با توجه به شکل ۳ می‌توان گفت که بین ذرات گردسنباده و رزین پلیمرشدهٔ موجود در این گرد، یکنواختی و انسجام بیشتری وجود دارد که این امر ناشی از فشار پرس بر روی کیک است. از سوی دیگر، حرارت پرس که از سطح تخته بوسیله رطوبت موجود در کیک به سمت قسمت‌های میانی تخته حرکت می‌نماید موجب نرم شدن رزین پلیمرشدهٔ موجود در گردسنباده می‌شود که این پروسه موجبات چسبندگی و تشکیل اتصال بین ذرات گرد را فراهم می‌کند. لازم به ذکر است که رطوبت افزوده شده به ذرات، موجب تسهیل این فرایند خواهد شد.

رزین اوره فرمالدهید و لیگنین موجود در گردسنباده از دمای ۲۰۰ تا حدود ۳۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد شروع به تخریب می‌کنند که با تخریب بیشتر رزین اوره فرمالدهید و لیگنین موجود در گردسنباده، کاهش مقاومت‌ها محسوس تر می‌شود [۹، ۱۰، ۱۱].

با توجه به عکس‌های میکروسکوپ الکترونی واضح است که بین پودر گردسنباده در شکل ۲ و پودر حاصل از تخته در شکل ۳ تفاوت وجود دارد. با توجه به شکل ۲، در بعضی از بخش‌های پودر گردسنباده، فضاهای خالی مشاهده می‌شود که بیانگر اتصالات ضعیف در ناحیهٔ سطحی بین ذرات چوب موجود در گردسنباده و ذرات رزین پلیمرشدهٔ



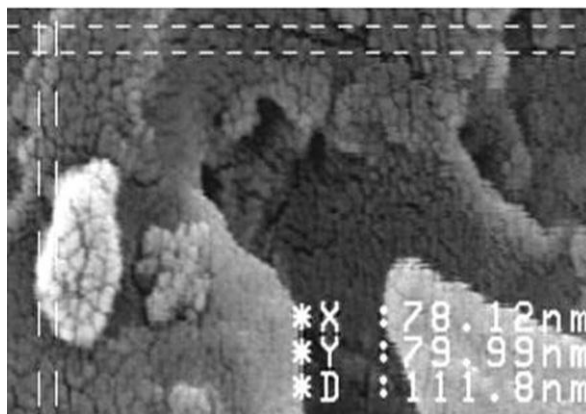
شکل ۲. تصویر میکروسکوپ الکترونی (FE-SEM) پودر گردسنباده



شکل ۳. تصویر میکروسکوپ الکترونی (FE-SEM) تختهٔ آزمونی

کاغذسنباده جدا شده است، چرا که در ساخت کاغذسنباده از ذرات نانوسیلیس و رزین اوره فرمالدهید استفاده می شود که همه این عوامل در بهبود و اصلاح ویژگی های مکانیکی و مقاومتی تخته های ساخته شده با گردسنباده تأثیرگذار هستند.

تصاویر میکروسکوپ الکترونی (شکل ۴) نشان داد که در گردسنباده ذراتی به اندازه نانو وجود دارد که یا مربوط به سلولز است که تحت تأثیر حرارت و فشار پرس به اندازه نانو ریز شده است یا ممکن است مربوط به ذراتی باشد که از



شکل ۴. تصویر میکروسکوپ الکترونی (FE-SEM) نانوذرات موجود در گردسنباده

ضخامت تخته های ساخته شده در دمای ۲۰۰ درجه سانتی گراد را نیز می توان به واکنش های تخریبی در اتصالات بین ذرات گردسنباده نسبت داد. افزون بر این اسیدهای آلی تولید شده و دیگر فرآورده های حاصل از تخریب نیز موجب می شوند که سلولز و همی سلولزها سریعتر تخریب شوند و با تخریب هر چه بیشتر همی سلولز و سلولزها، کاهش مقاومت ها محسوس تر می شود [۱۶، ۱۵، ۱۴].

#### نتیجه گیری

خصوصیات مکانیکی و فیزیکی تخته های ساخته شده در حرارت ۱۸۰ درجه سانتی گراد با میزان رطوبت ۱۸ درصد با وجود عدم استفاده از چسب های مصنوعی به طور چشمگیری بهبود یافت. یکی از یافته های جالب این تحقیق این است که حتی بدون استفاده از چسب های رزینی و مواد شیمیایی دیگر نیز می توان بین ذرات گردسنباده اتصالاتی ایجاد کرد. اساس این گونه پیوندها تغییرات شیمیایی اند که معمولاً در مرحله پرس گرم میان عناصر مختلف تشکیل دهنده گردسنباده پدید می آیند.

بررسی نتایج تجزیه واریانس در جدول ۱ نشان داد که تأثیر دو عامل دمای پرس و میزان رطوبت در سطح اعتماد ۹۵ درصد بر روی مدول الاستیسیته معنی دار است. براساس مطالعات انجام شده علت کاهش مدول الاستیسیته با افزایش درجه حرارت پرس تا ۲۰۰ درجه سانتی گراد را می توان تغییرات ذاتی مدول الاستیسیته گردسنباده، تخریب حرارتی و شیمیایی گردسنباده دانست. افزایش مدول الاستیسیته در دمای پرس ۱۸۰ درجه سانتی گراد را نیز می توان به چسبندگی و پیوندهای عرضی بیشتر در این دما نسبت داد [۱۲].

تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر بر واکنشیدگی ضخامت تخته ها پس از ۲ ساعت غوطه وری در آب نشان داد که در سطح اعتماد ۹۵ درصد اختلاف معنی داری وجود ندارد. با توجه به تصاویر میکروسکوپ الکترونی کاهش شایان توجه واکنشیدگی ضخامت تخته های ساخته شده در دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد با رطوبت ۱۸ درصد را می توان به نانوذرات و نرم شدن رزین پلیمر شده اوره فرمالدهید موجود در گردسنباده تحت تأثیر حرارت پرس نسبت داد [۱۳]. دلیل اصلی افزایش واکنشیدگی

## Reference

- [1]. Ramtin, A., Karimi, A., and Tajvidi, M. (2009). Study on Mechanical Properties of Composites Made from Sander Dust of Particleboard- Polypropylene. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 24(1): 58-68.
- [2]. Yang, J.S., Yang, H.L., Wang, H.X. and Chen, W.X. (2005). Purification and Characterization of lignin peroxidase from *penicillium decumbens* P6. World Journal of microbiology and Biotechnology, 21(4): 435-440.
- [3]. Widsten, P. (2003). Oxidative activation of wood fibers the manufacture of medium-density fiberboard (MDF). Helsinki university of technology, laboratory of paper technology, reports.
- [4]. Pizzi, A., Mansouri, H.R., Leban, J.M., Delmotte, L., and Pichelin, F. (2011). Enhancing the Exterior Performance of Wood Joined by Linear and Rotational Welding. Journal of Adhesion Science and Technology, 25: 2717-2730.
- [5]. EN 310. (1993). Wood-based panels, determination of modulus of elasticity in bending and bending strength. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- [6]. EN 319. (1993). EN 319. (1993). Particleboards and fiberboards, determination of tensile strength perpendicular to plane of the board. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- [7]. EN 317. (1993). Particleboards and fiberboards, determination of swelling in thickness after immersion. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- [8]. Mohebbi, B., Ilbeighi, F., and Kazemi-Najafi, S. (2008). Influence of hydrothermal modification of fibers on some physical and mechanical properties of medium density fiberboard (MDF). Holz als Roh – und Werkstoff, 66:213-218.
- [9]. Hill, C. (2006). Wood Modification: Chemical, Thermal and Other process, Wiley Series in Renewable Resources, *Belgium*.
- [10]. Girods, P., Rogaume, Y., Dufour, A., Rogaume, C., and Zoulalian, A. (2008). Low-temperature pyrolysis of Wood waste containing urea-formaldehyde resin. Renewable Energy, 33:648-654.
- [11]. Windeisen, E., Strobel, C., and Wegener, G. (2007). Chemical changes during the production of thermo-treated beech wood. Wood Science and Technology, 41:523-536.
- [12]. Ding, T., Gu, L., and Li, T. (2011). Influence of steam Pressure on physical and mechanical properties of heat-treated mongolian pine lumber. European Journal of Wood products, 69:121-126.
- [13]. Dwianto, W., Tanaka, F., Inoue, M., and Norimoto, M. (1996). Crystallinity Changes of Wood by heat or Steam Treatment. 46<sup>th</sup> Annual meeting of the japan Wood Research Society in Kumamoto, 47-49.
- [14]. Kocaefe, D., Poncsak, S., and Boluk, Y. (2008). Effect of thermal treatment on the chemical composition and mechanical properties of birch and aspen. BioResources, 3(2): 517-537.
- [15]. Windeisen, E., Bächle, H., Zimmer, B., and Wegener, G. (2009). Relations between chemical changes and mechanical properties of thermally treated wood. Holzforschung, 63(6): 773-778.
- [16]. Tjeerdsma, B.F., and Militz, H. (2005). Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat-treated wood. Holz als Roh-und Werkstoff, 63(2): 102-111.

## Manufacturing of adhesive free wood-based panels by using sanding dust

**S. Saadati**; M.Sc., Dept. of Wood Sciences and Technology, University of Zabol, Zabol, I.R. Iran

**H. R. Mansouri\***; Assist. Prof., Dept. of Wood Sciences and Technology, University of Zabol, Zabol, I.R. Iran

**B. Nosrati**; Assist. Prof., Dept. of Wood Sciences and Technology, University of Zabol, Zabol, I.R. Iran

(Received: 24 April 2015, Accepted: 15 May 2016)

### ABSTRACT

The possibility of making an adhesive free compressed wood with the dimensions of 30\* 30\*1 cm from the particleboard sanding dust was studied. The amount of sprayed water on the particleboard sanding dust was adjusted as 7, 9, 11, 13, 16 and 18 % of dry weight particleboard sanding dust. Test boards were manufactured based on 0.95 gr/cm<sup>3</sup> target density, under press temperature of 180 °C and 200 °C. The boards were tested for internal bonding, modulus of rupture and thickness swelling. All tests were carried out according to the appropriate European standards. Results showed that mechanical and physical properties were considerably improved by addition of 18 % water at temperature 180 °C. According to scanning electron microscope images, it can be concluded that this self-adhesion is based on the melting and flowing processes of some amorphous polymer materials such as lignin and carbohydrate. In addition, scanning electron microscope images showed that in particleboard sanding dust there is nano-sized particles, which play an important role in bonding quality. Continuous reaction of resin urea-formaldehyde in higher press temperature is another reason for increasing strength.

**Keywords:** Adhesive, Internal bond, Wood-based panel, Sanding dust.

---

\* Corresponding Author, Email: hamidreza.mansouri@uoz.ac.ir Tel: +989389202021