



دانشگاه گواران

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل  
جلد هجدهم، شماره اول، ۱۳۹۰  
www.gau.ac.ir/journals

## بررسی امکان استفاده از پسماند ساقه کلزا در ساخت تخته خرده چوب

\* حسین رنگ‌آور<sup>۱</sup>، غنچه رسام<sup>۱</sup> و ولی آقاگل‌پور<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه صنایع چوب، دانشگاه شهید رجائی،

<sup>۲</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه صنایع چوب، دانشگاه شهید رجائی

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۸

### چکیده

در این بررسی امکان استفاده از ضایعات ساقه کلزا، در ساخت تخته‌خرده‌چوب مورد مطالعه قرار گرفت. درصد اختلاط ضایعات ساقه کلزا با خرده‌چوب صنعتی به ترتیب در ۴ سطح ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۰:۱۰۰، مقدار چسب مصرفی (اوره فرمالدئید) در سه سطح ۸، ۱۰ و ۱۲ درصد براساس وزن خشک ماده اولیه و زمان پرس در ۳ سطح ۵، ۶ و ۷ دقیقه به عنوان عوامل متغیر انتخاب گردیدند. نمونه شاهد نیز از خرده‌چوب با شرایط صنعتی تهیه شد. خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها شامل، مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت در طی ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نمونه‌ها بر طبق استاندارد EN۳۱۲-۲ اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که استفاده از ساقه کلزا در ساخت تخته‌خرده‌چوب سبب افزایش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته نمونه‌ها می‌گردد. به طوری که بیش‌ترین مقدار مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته مربوط به نمونه‌های ساخته شده با ۱۰۰ درصد کلزا بوده و در مقابل افزایش مقدار ساقه کلزا سبب کاهش چسبندگی داخلی و افزایش واکنشیدگی ضخامت شده است. همچنین نتایج نشان داده که افزایش مقدار چسب و زمان پرس باعث بهبود خواص مکانیکی و فیزیکی نمونه‌ها شده است. به طوری که می‌توان گفت که با استفاده از ۲۵ درصد ساقه کلزا، مقدار چسب ۱۲ درصد و زمان پرس ۷ دقیقه تخته‌های با ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی قابل قبول تولید می‌گردد که در حد استاندارد EN۳۱۲-۲ و مناسب برای مصارف کلی و داخلی باشد.

**واژه‌های کلیدی:** تخته‌خرده‌چوب، ساقه کلزا، مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته، واکنشیدگی ضخامت

\* مسئول مکاتبه: hrangavar@yahoo.com

## مقدمه

تامین ماده اولیه لازم در ساخت صفحات فشرده چوبی یکی از مسائل مهم پیش‌روی صاحبان این صنایع می‌باشد. در این خصوص محققان بررسی‌های گسترده‌ای را جهت استفاده از سایر منابع سلولزی به‌منظور تامین بخشی از ماده اولیه در این صنایع انجام داده‌اند. یکی از این منابع مهم می‌تواند ساقه کلزا باشد که به‌منظور تولید دانه‌های روغنی در ایران مورد توجه قرار گرفته و سطح زیر کشت آن طبق آمار شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی در بیش‌تر استان‌های کشور به‌خصوص در استان‌های گلستان و مازندران به سرعت رو به افزایش است. آمار وزارت جهاد کشاورزی (۲۰۰۶) نشان می‌دهد سطح زیر کشت کلزا در کشور از ۸۷۶۱۱ هکتار در سال زراعی ۲۰۰۳-۲۰۰۴ به ۲۳۰۰۰۰ هکتار در سال زراعی ۲۰۰۶-۲۰۰۷ رسیده است و طبق برنامه وزارت جهاد کشاورزی پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۱۴ سطح زیر کشت آن به حدود ۷۵۰۰۰۰ هکتار برسد. براساس شاخص برداشت میزان پسماند این گیاه حدود ۶-۴ تن در هکتار می‌باشد و طبق نظر کارشناسان کشاورزی به‌دلیل پایین بودن ارزش غذایی برای تغذیه دام مناسب نمی‌باشد و حجم قابل‌توجهی از ساقه کلزا سالیانه بدون کاربرد خاصی از بین می‌رود. در خصوص استفاده از این ضایعات در ساخت تخته‌خرده‌چوب، پژوهشی صورت نگرفته است ولی از ضایعات یاد شده در ساخت سایر فرآورده‌ها از جمله تخته فیبر و کاغذ تحقیقاتی صورت پذیرفته است که از جمله ونگ و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از انواع ضایعات کشاورزی از جمله ساقه کلزا همراه با مخلوط رزین UF و رزین اصلاح شده فیلو سیلیکات<sup>۱</sup> در ساخت تخته فیبر پرداخته که نتایج این بررسی نشان داد استفاده از فیلو سیلیکات به همراه ۱۲ درصد رزین UF باعث بهبود چسبندگی داخلی، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته در تخته‌های یاد شده گشته است.

در بررسی استفاده از ضایعات ساقه کلزا با استفاده از دی‌متیل فرمامید<sup>۲</sup> و دی اتیلن گلیکول<sup>۳</sup> در تهیه خمیر کاغذ که توسط اختراع و همکاران (۲۰۰۹) صورت گرفت عنوان شد که تهیه خمیر کلزا با استفاده از دی‌متیل فرمامید در دمای ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۱۸۰ دقیقه منجر به ایجاد خواص مناسب در خمیر به‌دست آمده گردید.

1- Phyllosilicate Modified Resin

2- Dimethyl Formamide

3- Diethylene Glycol

همچنین در پژوهش دیگری که توسط یوسفی و همکاران (۲۰۰۸) بر روی اثر زمان بخارزنی و مقدار چسب بر خواص تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) با استفاده از ساقه کلزا صورت گرفته مشخص شد که با افزایش زمان بخارزنی از ۲ تا ۸ دقیقه و همچنین افزایش سطح مصرف چسب از ۹ تا ۱۱ درصد منجر به بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها می‌گردد. همچنین در این پژوهش اشاره گردید که وجود مغز در ساقه کلزا و استفاده نکردن از پارافین، منجر به افزایش نسبتاً زیاد جذب آب و واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها می‌شود.

کارگرفرد و همکاران (۲۰۰۶) به بررسی امکان استفاده از ساقه پنبه و چوب اکالیپتوس در تولید تخته‌خرده‌چوب پرداختند. نتیجه این پژوهش نشان داد که با افزایش مقدار درصد ساقه پنبه نسبت به خرده‌چوب صنعتی (۷۵ درصد) بیش‌ترین مقدار مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته به‌دست آمده و در شرایطی که از گونه‌هایی مانند اکالیپتوس با جرم مخصوص بالا در ساخت تخته‌خرده‌چوب اجتناب‌ناپذیر می‌باشد استفاده از ساقه پنبه به‌عنوان یک مکمل بهبوددهنده خواص مکانیکی توصیه می‌گردد.

طبرسا و علائی (۲۰۰۱) به بررسی استفاده از کلش برنج به‌صورت مخلوط با خرده‌چوب برای ساخت تخته‌خرده‌چوب پرداختند و در نتایج خود اعلام کردند که با افزودن کلش برنج، دانسیته تخته‌ها کاهش می‌یابد که علت این امر را پایین بودن دانسیته کلش برنج در مقایسه با چوب دانستند و در پایان آن‌ها استفاده از ۲۰ درصد کلش برنج به همراه ۸۰ درصد خرده‌چوب جنگلی را برای ساخت تخته‌خرده‌چوب پیشنهاد نمودند.

کارگرفرد و نوربخش (۲۰۰۴) در بررسی استفاده از ضایعات هرس درختان انگور در تولید تخته‌خرده‌چوب از بین دو سطح چسب ۱۰ و ۱۲ درصد و سه زمان پرس ۴، ۵ و ۶ دقیقه حداکثر خواص براساس استاندارد DIN در میزان ۱۲ درصد چسب و زمان پرس ۶ دقیقه به‌دست آمد. با توجه به مطالب عنوان شده هدف از این پژوهش بررسی امکان ساخت تخته‌خرده‌چوب با استفاده از ضایعات ساقه کلزا و مطالعه خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

ضایعات ساقه کلزا مورد استفاده در این پژوهش از مزارع روستاهای شهرستان بابل به‌صورت کاملاً تصادفی جمع‌آوری و به‌وسیله خردکن کشاورزی به ابعاد ریزتر تبدیل گردید. خرده‌چوب صنعتی نیز از کارخانه نکاء چوب، از مخلوط گونه‌های جنگلی (توسکا، صنوبر، راش، افرا و...) تهیه شد. چسب

اوره فرمالدئید با دانسیته ۱/۲۷ گرم بر سانتی‌مترمکعب، مواد جامد ۶۴/۳ درصد، pH معادل ۷/۵ و زمان ژله‌ای شدن ۴۷ ثانیه از کارخانه چسب‌ساز ساری تهیه شده است. هاردنر به‌کار رفته، کلروآمونیم ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) به مقدار ۲ درصد بر مبنای وزن خشک چسب در نظر گرفته شد. مواد اولیه چوبی (خرده‌چوب و ضایعات کلزا) توسط دستگاه خشک‌کن تا رطوبت ۳ درصد خشک شده و در کیسه‌های پلاستیکی نگهداری گردیدند. جهت ساخت تخته‌های آزمونی، ضایعات ساقه کلزا و خرده‌چوب صنعتی با نسبت‌های اختلاط ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۱۰:۹۰ با یکدیگر مخلوط شده و میزان چسب مورد استفاده در سه سطح ۸، ۱۰ و ۱۲ درصد براساس وزن خشک ماده اولیه توسط پیستوله بر روی آنان پاشیده شد. برای فرم دادن کیک خرده‌چوب از یک قالب چوبی به ابعاد  $۲۵ \times ۴۰ \times ۴۰$  سانتی‌متر استفاده گردید. کیک به‌دست آمده در داخل دستگاه پرس هیدرولیکی تحت فشار ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع و درجه حرارت ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد در سه سطح زمان ۵، ۶ و ۷ دقیقه قرار گرفته و تخته‌های موردنظر با استفاده از شابلون ۱۶ میلی‌متر و با دانسیته ۰/۷ گرم بر سانتی‌مترمکعب ساخته شدند. سرعت بسته شدن دهانه پرس ۴ میلی‌متر بر دقیقه بوده است. از ترکیب عوامل متغیر و سطوح آنها در مجموع ۳۶ تیمار به‌دست آمده که از هر تیمار ۳ تکرار و در مجموع ۱۰۸ تخته ساخته شد. نمونه شاهد نیز از خرده‌چوب صنعتی با مقدار چسب ۱۲ درصد و زمان پرس ۷ دقیقه (شرایط ساخت در کارخانجات صنعتی) ساخته شدند. پس از متعادل‌سازی و رسیدن به رطوبت تعادل ۸ درصد، نمونه‌های لازم جهت انجام آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی مطابق با استاندارد  $\text{DIN} 68761$  برش داده شده و مورد آزمایش قرار گرفتند.

خواص مکانیکی و فیزیکی نمونه‌های آزمونی شامل مقاومت خمشی (MOR)<sup>۱</sup>، مدول الاستیسیته (MOE)<sup>۲</sup>، چسبندگی داخلی (IB)<sup>۳</sup> و واکنشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب طبق استاندارد EN ۳۱۲-۲ مورد ارزیابی قرار گرفتند.

**طرح آماری:** با توجه به عوامل متغیر ذکر شده در این پژوهش به‌منظور بررسی اثر مستقل و متقابل هر یک از این عوامل بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها از طرح کاملاً تصادفی تحت آزمایش فاکتوریل استفاده گردید و میانگین آنان براساس آزمون دانکن در سطح ۱ و ۵ درصد مقایسه گردیدند.

- 
- 1- Modulus of Rupture
  - 2- Modulus of Elasticity
  - 3- Internal Bonding

نتایج و بحث

جدول ۱ تجزیه واریانس خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های آزمون‌ی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- تجزیه واریانس خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های آزمون‌ی با عوامل متغیر.

واکشیدگی	واکشیدگی	چسبندگی	مدول	مقاومت	منابع تغییر
ضخامتی	ضخامتی	داخلی	الاستیسیته	خمشی	
۲۴ ساعت	۲ ساعتی	(MPa)	(MPa)	(MPa)	
۱۲/۴۳**	۹۹۸/۷۶**	۱۸۶۶/۱۱**	۱۰۴/۴۷**	۷۲/۱۱**	درصد اختلاط ساقه کلزا با خرده‌چوب صنعتی
۷/۳۱**	۱۲۶۶/۵۰**	۱۲۵/۱۸**	۲۳۶/۷۳**	۲۱۷/۱۲**	مقدار چسب (درصد)
۳/۰۹**	۸/۹۳**	۲۹/۸۱**	۲۱/۴۹**	۱۵۴/۱۷**	زمان پرس
۱/۶۹ <sup>NS</sup>	۶۰/۶۱**	۱۸/۶۴**	۱۲/۸۸**	۱۳/۲۵**	درصد اختلاط ساقه کلزا + مقدار چسب
۰/۹۵ <sup>NS</sup>	۳/۸۳**	۵/۳۱**	۱/۵۷ <sup>NS</sup>	۱/۵۶ <sup>NS</sup>	درصد اختلاط ساقه کلزا + زمان پرس
۱/۱۴ <sup>NS</sup>	۱۲/۰۲**	۳/۴۷**	۳/۲۱ <sup>NS</sup>	۲/۰۸ <sup>NS</sup>	مقدار چسب + زمان پرس
۱/۱۲ <sup>NS</sup>	۱۰/۴۳**	۳/۲۲**	۲/۶۱*	۲/۴۷*	در صد اختلاط ساقه کلزا + مقدار چسب + زمان پرس

\*\* معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد، \* معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد و <sup>NS</sup> عدم معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود تأثیر مستقل درصد اختلاط ساقه کلزا با خرده‌چوب، میزان چسب و زمان پرس بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی نمونه‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. مقایسه میانگین‌های خواص اندازه‌گیری شده براساس آزمون دانکن در جدول‌های ۲، ۳ و ۴ آورده شده است.

جدول ۲- تأثیر مستقل درصد اختلاط ساقه کلزا و گروه‌بندی میانگین روی خواص فیزیکی و مکانیکی.

(نمونه شاهد)	۱۰۰-۰	۷۵-۲۵	۵۰-۵۰	۲۵-۷۵	درصد اختلاط ساقه کلزا با خرده چوب
۱۵/۴ <sup>b</sup>	۱۶/۸ <sup>a</sup>	۱۶/۶ <sup>a</sup>	۱۵/۷ <sup>b</sup>	۱۴/۸ <sup>c</sup>	مقاومت خمشی (MPa)
۱۸۱۴/۹ <sup>c</sup>	۱۹۶۵ <sup>a</sup>	۱۹۰۰/۱ <sup>b</sup>	۱۷۸۰/۵ <sup>c</sup>	۱۶۷۰/۹ <sup>e</sup>	مدول الاستیسیته (MPa)
۱/۸۷ <sup>a</sup>	۰/۲۹ <sup>e</sup>	۰/۳۸ <sup>d</sup>	۰/۶۸ <sup>c</sup>	۰/۹۲ <sup>b</sup>	چسبندگی داخلی (MPa)
۱۲/۸ <sup>a</sup>	۳۲/۰ <sup>d</sup>	۳۲/۱ <sup>d</sup>	۲۹/۳ <sup>c</sup>	۱۹/۴ <sup>b</sup>	واکشیدگی ضخامتی ۲ ساعتی (درصد)
۱۶/۸ <sup>a</sup>	۴۹/۸ <sup>e</sup>	۳۹/۹ <sup>d</sup>	۳۵/۸ <sup>c</sup>	۲۶/۵ <sup>b</sup>	واکشیدگی ضخامتی ۲۴ ساعت (درصد)

جدول ۳- تأثیر مستقل مقدار چسب و گروه‌بندی میانگین‌ها روی خواص فیزیکی و مکانیکی.

خواص	۸ (درصد)	۱۰ (درصد)	۱۲ (درصد)
مقاومت خمشی (MPa)	۱۴/۹ <sup>c</sup>	۱۵/۷ <sup>b</sup>	۱۷/۲ <sup>a</sup>
مدول الاستیسیته (MPa)	۱۶۹۲/۴ <sup>c</sup>	۱۸۰۱/۴ <sup>b</sup>	۱۹۸۰/۳ <sup>a</sup>
چسبندگی داخلی (MPa)	۰/۵۱ <sup>c</sup>	۰/۵۶ <sup>b</sup>	۰/۷۳ <sup>a</sup>
واکشیدگی ضخامتی ۲ ساعتی (درصد)	۳۳/۲ <sup>c</sup>	۲۸/۷ <sup>b</sup>	۲۱/۹ <sup>a</sup>
واکشیدگی ضخامتی ۲۴ ساعت (درصد)	۴۱/۷ <sup>b</sup>	۴۱/۱ <sup>b</sup>	۳۰/۳ <sup>a</sup>

جدول ۴- تأثیر مستقل زمان پرس و گروه‌بندی میانگین‌ها روی خواص فیزیکی و مکانیکی.

خواص	۵ (دقیقه)	۶ (دقیقه)	۷ (دقیقه)
مقاومت خمشی (MPa)	۱۵/۶ <sup>b</sup>	۱۶/۱ <sup>a</sup>	۱۶/۲ <sup>a</sup>
مدول الاستیسیته (MPa)	۱۷۸۱/۵ <sup>c</sup>	۱۸۳۴/۱ <sup>b</sup>	۱۸۶۸/۹ <sup>a</sup>
چسبندگی داخلی (MPa)	۰/۵۳ <sup>c</sup>	۰/۵۷ <sup>b</sup>	۰/۶۹ <sup>a</sup>
واکشیدگی ضخامتی ۲ ساعتی (درصد)	۲۸/۶ <sup>b</sup>	۲۸/۲ <sup>b</sup>	۲۶/۶ <sup>a</sup>
واکشیدگی ضخامتی ۲۴ ساعت (درصد)	۴۰/۵ <sup>c</sup>	۳۷/۲ <sup>b</sup>	۳۴/۸ <sup>a</sup>

همان‌طور که از جدول‌های بالا مشاهده می‌شود افزایش مقدار کلزا، مقدار چسب و زمان پرس، سبب بهبود مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها گشته اما افزایش مقدار کلزا منجر به کاهش چسبندگی داخلی و افزایش واکشیدگی ضخامتی بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب شده است. تجزیه واریانس اثر متقابل درصد اختلاط ساقه کلزا با خرده‌چوب، مقدار چسب و زمان پرس (جدول ۱) نشان می‌دهد اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر روی خواص مکانیکی تخته‌ها و واکشیدگی ضخامتی ۲ ساعت غوطه‌وری در آب وجود دارد اما بین مقادیر میانگین واکشیدگی ضخامتی در طی ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. مقادیر میانگین کلیه خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده در جدول ۵ آمده است.

حسین رنگ‌آور و همکاران

جدول ۵- میانگین خواص فیزیکی و مکانیکی تیمارها.

TS(۲h) (درصد)	IB (مگا پاسکال)	MOE (مگاپاسکال)	MOR (مگاپاسکال)	زمان پرس (دقیقه)	مقدار چسب (درصد)	درصد کلزای مورد استفاده در مخلوط
۲۲/۴	۰/۷۷	۱۵۸۷/۴	۱۴	۵		
۲۲/۱	۰/۷۹	۱۶۴۰/۴	۱۴/۲۶	۶	۸	
۲۲/۱	۰/۸۲	۱۶۶۴/۲	۱۴/۵۱	۷		
۱۷/۴	۰/۷۸	۱۵۹۹/۲	۱۳/۹۵	۵		
۱۴/۱	۰/۸۶	۱۶۶۷/۸	۱۴/۵۳	۶	۱۰	۲۵
۱۳/۵	۱/۰	۱۶۸۳/۲	۱۴/۹۸	۷		
۱۲/۴	۰/۹۵	۱۶۷۵/۱	۱۵/۳۶	۵		
۱۲/۲	۱/۱	۱۷۶۶/۶	۱۶/۱۶	۶	۱۲	
۱۰/۷	۱/۲	۱۸۱۴/۸	۱۶/۲۷	۷		
۲۹/۷	۰/۶۳	۱۵۸۹/۲	۱۴/۵۹	۵		
۲۹/۲	۰/۶۳	۱۶۶۹/۵	۱۴/۸۳	۶	۸	
۲۸/۷	۰/۶۶	۱۶۹۲/۵	۱۴/۸۷	۷		
۲۹/۸	۰/۶۶	۱۶۴۶/۸	۱۵/۴۱	۵		
۲۵/۰	۰/۶۹	۱۷۳۹/۱	۱۵/۵۱	۶	۱۰	۵۰
۲۴/۶	۰/۷۲	۱۸۱۵/۰	۱۵/۷۲	۷		
۲۲/۴	۰/۷۰	۱۹۵۸/۸	۱۶/۱۶	۵		
۲۱/۸	۰/۷۳	۲۰۲۰/۴	۱۶/۸۲	۶	۱۲	
۲۰/۶	۰/۷۵	۲۰۶۷/۳	۱۷/۴۸	۷		
۳۳/۵	۰/۲۹	۱۷۱۲/۵	۱۴/۸۵	۵		
۳۲/۱	۰/۳۵	۱۷۷۸/۷	۱۵/۳۳	۶	۸	
۳۱/۷	۰/۳۵	۱۷۸۷/۰	۱۵/۴۲	۷		
۳۱/۴	۰/۳۴	۱۷۱۳/۳	۱۴/۷۲	۵		
۲۹/۶	۰/۳۸	۱۸۲۱/۶	۱۵/۵۲	۶	۱۰	۷۵
۲۸/۶	۰/۳۸	۱۹۸۳/۷	۱۶/۷۷	۷		
۲۳/۵	۰/۴۲	۲۰۱۹/۶	۱۸/۱۴	۵		
۲۲/۶	۰/۴۳	۲۱۴۱/۲	۱۹/۱۳	۶	۱۲	
۲۱/۹	۰/۴۸	۲۱۴۳/۲	۱۹/۲۱	۷		
۳۴/۶	۰/۲۳	۱۷۳۱/۱	۱۵/۲۴	۵		

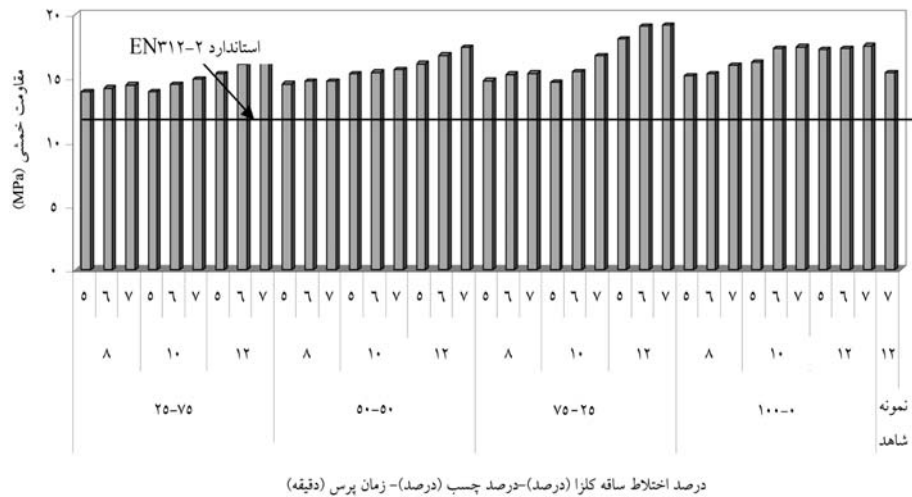
ادامه جدول ۵-

TS(۲h) (درصد)	IB (مگا پاسکال)	MOE (مگاپاسکال)	MOR (مگاپاسکال)	زمان پرس (دقیقه)	مقدار چسب (درصد)	درصد کلزای مورد استفاده در مخلوط
۳۲/۶	۰/۲۴	۱۷۷۷/۰	۱۵/۳۶	۶	۸	
۳۲/۱	۰/۲۵	۱۸۶۵/۱	۱۶/۰۲	۷		
۳۲/۲	۰/۲۶	۱۹۰۴/۵	۱۶/۳۲	۵		
۳۱/۸	۰/۲۸	۲۰۲۹/۲	۱۷/۳۴	۶	۱۰	۱۰۰
۳۱/۴	۰/۳۱	۲۰۵۹/۲	۱۷/۴۷	۷		
۲۴/۷	۰/۳۳	۲۰۵۴/۴	۱۷/۲۷	۵		
۲۴/۵	۰/۳۴	۲۰۶۵/۷	۱۷/۳۵	۶	۱۲	
۲۴/۱	۰/۳۵	۲۰۸۹/۲	۱۷/۵۷	۷		
۹/۵	۱/۸	۱۸۱۴/۹	۱۵/۴۴	۷	۱۲	۰-۱۰۰ (نمونه شاهد)

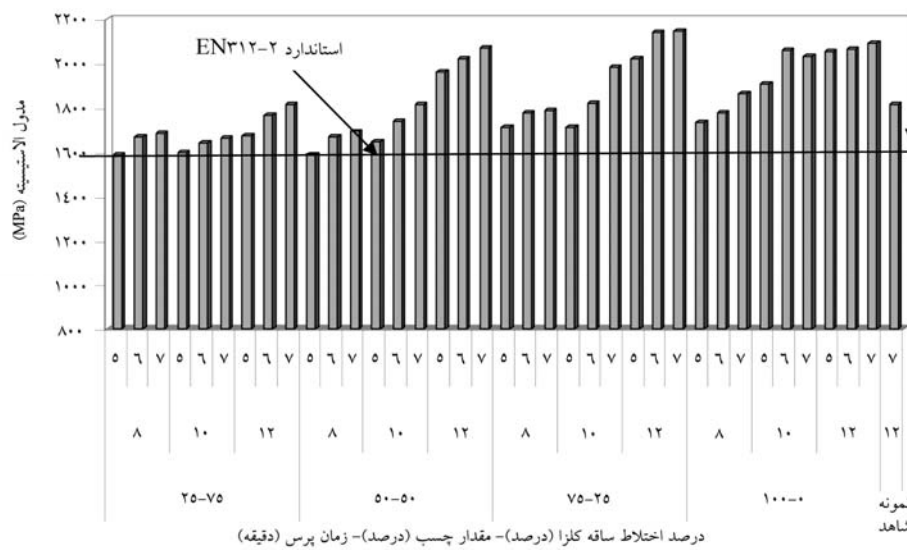
شکل‌های ۱ و ۲ اثر متقابل درصد اختلاط ساقه کلزا، مقدار چسب و زمان پرس را بر روی مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۱ و جدول ۵ مشاهده می‌شود بیش‌ترین مقدار مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته را، تخته‌های ساخته شده با ۷۵ درصد کلزا و ۱۲ درصد چسب و زمان پرس ۷ دقیقه دارا می‌باشند. براساس استاندارد EN۳۱۲-۲ حداقل مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌خرده‌چوب برای مصارف کلی به‌ترتیب ۱۳ و ۱۶۰۰ مگاپاسکال می‌باشد. بنابراین مقاومت خمشی تخته‌های به‌دست آمده از تیمار ۷۵ درصد کلزا، ۱۲ درصد چسب و زمان پرس ۷ دقیقه حدود ۲۴ درصد و مدول الاستیسیته آن حدود ۲۳ درصد بیش‌تر از استاندارد بالا است. در ضمن مقاومت خمشی تمامی تیمارها بیشتر از استاندارد یاد شده می‌باشد.

براساس بررسی‌های انجام شده در خصوص ویژگی‌های فیزیکی ضایعات ساقه کلزا و خرده‌چوب صنعتی مورد استفاده در این پژوهش که در جدول ۶ آمده است ساقه کلزا به‌دلیل دانسیته کم، ضریب فشردگی تخته را افزایش می‌دهد همچنین به‌دلیل بالا بودن ضریب لاغری آن در مقایسه با خرده‌چوب صنعتی، باعث افزایش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها می‌شود.





شکل ۱- تأثیر متقابل درصد اختلاط ساقه کلزا با خرده‌چوب، مقدار چسب و زمان پرس روی مقاومت خمشی.



شکل ۲- تأثیر متقابل درصد اختلاط ساقه کلزا با خرده‌چوب، مقدار چسب و زمان پرس روی مدول الاستیسیته.

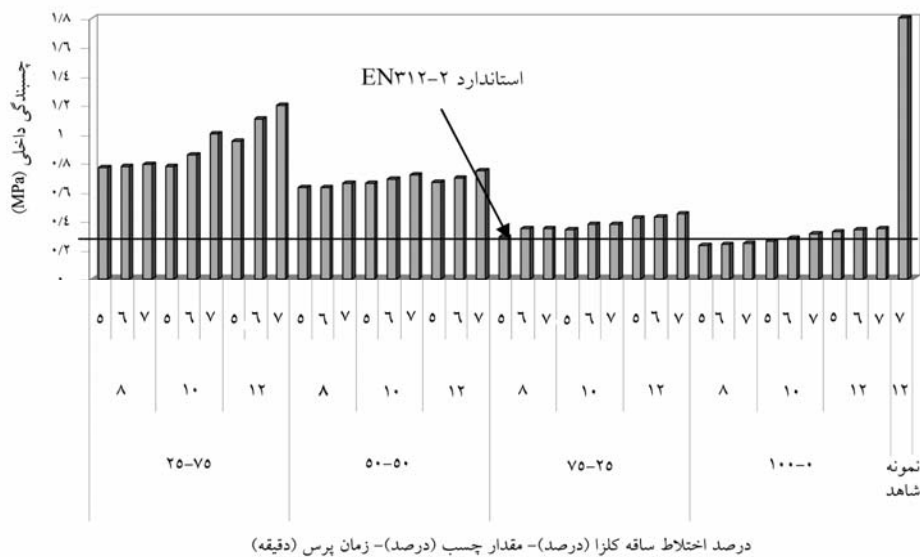
جدول ۶- خواص فیزیکی خرده‌چوب صنعتی و خرده‌های ساقه کلزا.

نوع خرده‌چوب	ویژگی	طول (میلی‌متر)	ضخامت (میلی‌متر)	عرض (میلی‌متر)	ضریب کشیدگی	ضریب پهنی	ضریب ظاهری	دانسیته (گرم بر سانتی‌متر مکعب)
خرده‌چوب صنعتی	میانگین	۱۱/۴۵	۰/۵۹	۲/۳۵	۱۹/۴	۳/۹۸	۴/۸۷	۰/۶
خرده‌های ساقه کلزا	میانگین	۱۸/۸۴	۰/۴۳	۲/۴۵	۴۳/۸	۵/۷۹	۷/۵۶	۰/۲۵

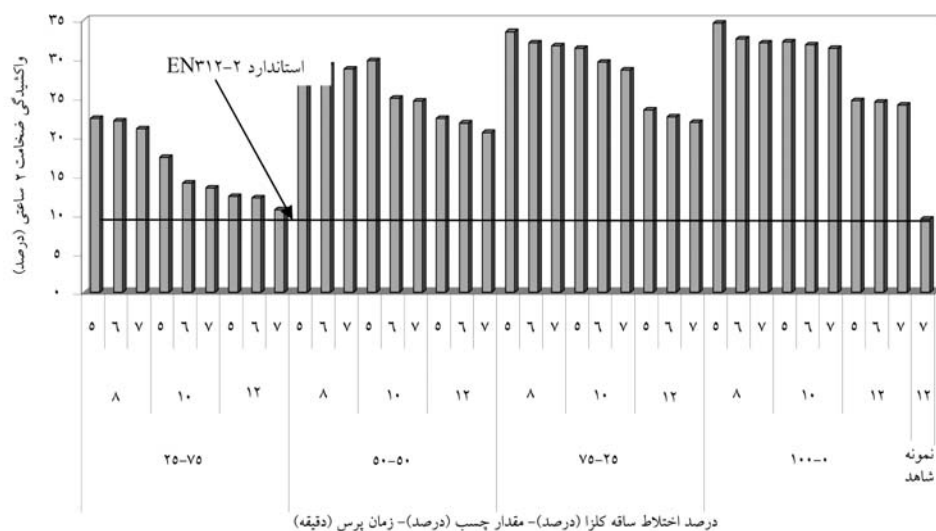
از سوی دیگر افزایش مقدار چسب از ۸ تا ۱۲ درصد سبب بهبود مقاومت خمشی (MOR) و مدول الاستیسیته (MOE) می‌گردد که با نتایج پژوهش‌های قبلی به عمل آمده توسط کارگرفرد و نوربخش (۲۰۰۴) و یوسفی و همکاران (۲۰۰۸) نیز مطابقت دارد. همچنین افزایش زمان پرس از ۵ تا ۷ دقیقه سبب کامل شدن فرآیند پلی‌مر شدن چسب شده و باعث به‌وجود آمدن اتصالات قوی‌تر بین ذرات خرده چوب می‌گردد که با نتایج به‌دست آمده کارگرفرد و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد.

شکل‌های ۳ و ۴ تأثیر متقابل سه عامل متغیر (درصد اختلاط ساقه کلزا با خرده‌چوب، مقدار چسب و زمان پرس) بر روی مقاومت کشش عمود بر سطح تخته (چسبندگی داخلی) و واکنشیدگی ضخامت ۲ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌های ساخته شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیش‌ترین مقدار چسبندگی داخلی و کم‌ترین مقدار واکنشیدگی ضخامت را نمونه شاهد (تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰ درصد خرده‌چوب) دارا می‌باشد و در بین تیمارهای ترکیب سطوح مختلف عوامل متغیر بیش‌ترین مقدار چسبندگی داخلی و کم‌ترین درصد واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری، مربوط به تخته‌های ساخته شده با ۲۵ درصد کلزا و مقدار چسب ۱۲ درصد و زمان پرس ۷ دقیقه است. براساس استاندارد EN۳۱۲-۲ حداقل چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت ۲ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌خرده‌چوب برای مصارف کلی به ترتیب ۰/۳۵ مگاپاسکال و ۸ درصد می‌باشد. با توجه به این‌که تخته‌های به‌دست آمده از تیمار ۷۵ درصد کلزا، ۱۲ درصد چسب و زمان پرس ۷ دقیقه بیش‌ترین مقدار مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته را داشته است، دارای مقاومت به

چسبندگی داخلی ۰/۴۲ مگاپاسکال می‌باشد که در مقایسه با استاندارد بالا حدود ۲۰ درصد افزایش داشته اما مقدار واکشیدگی ضخامت آن بالاتر از استاندارد یاد شده می‌باشد. کاهش مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده با ساقه کلزا در مقایسه با نمونه‌های شاهد (۱۰۰ درصد خرده‌چوب) را می‌توان به ضریب کشیدگی بالا و نیز پایین بودن دانسیته کلزا نسبت داد. با توجه به مصرف ثابت چسب در هر تیمار در نتیجه افزایش سطح ویژه چسب‌خوری مربوط دانست و افزایش درصد واکشیدگی ضخامت نمونه‌ها بر اثر افزایش اختلاط ساقه کلزا را می‌توان به وجود مغز اسفنجی و استفاده نکردن از پارافین در ساخت تخته‌ها نسبت داد که نتایج به‌دست آمده با نتایج ارایه شده توسط یوسفی و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد.



شکل ۳- تأثیر متقابل درصد اختلاط ساقه کلزا با خرده‌چوب، مقدار چسب و زمان پرس بر روی چسبندگی داخلی.



شکل ۴- تأثیر متقابل درصد اختلاط ساقه کلزا با خرده‌چوب، مقدار چسب و زمان پرس روی واکسیدگی ضخامت ۲ ساعت غوطه‌وری در آب.

### نتیجه‌گیری

ساقه کلزا به دلیل دانسیته پایین و ضریب لاغری بهتر نسبت به خرده‌چوب، می‌تواند ماده مناسبی برای ساخت تخته‌خرده‌چوب باشد. نتایج به‌دست آمده از تجزیه و تحلیل آماری نشان داده است که افزایش درصد اختلاط ساقه کلزا سبب افزایش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها شده است که با نتایج پژوهش‌های قبلی به عمل آمده توسط کارگرفرد و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. همچنین استفاده از ساقه کلزا در ساخت تخته‌خرده‌چوب باعث کاهش چسبندگی داخلی و افزایش واکسیدگی ضخامت تخته‌ها شده است. از سوی دیگر نتایج به‌دست آمده از تأثیر مقدار چسب و زمان پرس بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها نشان داد که افزایش مقدار چسب و زمان پرس سبب بهبود خواص کیفی تخته‌ها می‌گردد. به‌طورکلی با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش بهترین تیمار از نظر کلیه خواص فیزیکی و مکانیکی، تخته‌های ساخته شده با ۲۵ درصد کلزا، ۱۲ درصد چسب و زمان پرس ۷ دقیقه می‌باشد که در مقایسه با مقادیر ارایه شده در استاندارد EN312-2 مطلوب‌تر است. از سوی دیگر با توجه به این‌که بهترین خواص مکانیکی مربوط به تیمار ۷۵ درصد کلزا، ۱۲ درصد چسب و زمان پرس ۷ دقیقه بوده است می‌توان با انجام مغززدایی و استفاده از مواد ضد‌رطوبت ویژگی‌های فیزیکی این تیمار را بهبود بخشید و میزان مصرف کلزا را افزایش داد.

منابع

1. DIN Standards. 1982. Chipboard for special purposes in building construction; concepts, requirements, testing, 4p.
2. Ekhtera, M.H., AzadFallah, M., Bahrami, M. and Mohammadi-Rovshandeh, J. 2009. Comparative study of pulp and paper properties of canola stalks prepared by using Dimethyl formamide or Diethylene Glycol. *Bioresourc*, 4: 1. 214-233.
3. EN 312-2. 1996. Particleboard-specification. part 3. requirements for board for interior fitments (including furniture) for use in dry conditions. European committee for standardization, Brussels, Belgium.
4. Karegar Fard, A. and Nourbakhsh, A. 2004. Utilization of grape Wood Pruning in Particle Board Production. *J. Wood and Paper Res.* 19: 2. 160-175. (In Persian)
5. Karegar Fard, A., Nourbakhsh, A. and Golbabaee, F. 2006. Investigation on Utilization of Cotton Stalk in Particle Board Production. *J. Wood and Paper Res.* 21: 2. 95-104. (In Persian)
6. Statistical report of Agriculture Organization of Iran. 2006.
7. Tabarsa, T. and Aalae, A. 2001. Investigation Utilization of Mixed Rice Straw and Industrial wood particles in Particle Board Production. M.Sc. Thesis. Gorgan Univ. Agric. Sci. and Natur. Res. Iran, 122p. (In Persian)
8. Wang, S., Qiu, H., Zhou, J. and Wellwood, R. 2010. Patent application title: phyllosilicate modified resins for Lignocellulosic fiber based composite panels. Patent docs.
9. Yousefi, H., Enayati, A.A., Faezipour, M. and Sadatnejad, H. 2008. The effect of steaming time and resin content on MDF made from canola straw. *Iran. J. wood and Paper Sci. Res.* 23: 149-156.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(1), 2011*  
[www.gau.ac.ir/journals](http://www.gau.ac.ir/journals)

## **Investigation on The Possibility of Using Canola Stem Residues for Particleboard Manufacturing**

**\*H. Rangavar<sup>1</sup>, G. Rasam<sup>1</sup> and V. Aghagolpour<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Assistant Prof., Dept. of Wood Industries, Shahid Rajaei University,

<sup>2</sup>M.Sc. Graduate, Dept. of Wood Industries, Shahid Rajaei University

Received: 2010/01/05; Accepted: 2011/03/09

### **Abstract**

In this study, the possibility of using canola stem residues for particleboard manufacturing was studied. The ratio of canola straw to the industrial particles was as 25:50, 50:50, 75:25 and 100:00 percents, respectively. Urea formaldehyde resin was used as binder at three levels of 8, 10 and 12 percent based on oven dried weight of particles and the press time was at three level of 5, 6 and 7 minutes. Control samples were made of industrial wood particles. Then, mechanical and physical properties (modulus of rupture, modulus of elasticity, internal bonding and thickness swelling after 2 and 24h soaking in water) of the produced boards were measured. The results indicated that increasing canola straw to wood particles, resulted in increasing the bending strength and modulus of elasticity of the boards. Also, increasing the amount of resin and press time improved the mechanical and physical properties of the boards. Precisely Speaking, using canola straw in mixture with industrial particles up to 25%, 12% resin and press time of 7 minutes resulted in producing boards with appropriate physical and mechanical properties which are suitable for interior uses.

**Keywords:** Particleboard, Canola stem, Modulus of rupture, Modulus of elasticity, Thickness swelling

---

\* Corresponding Author; Email: [hrangavar@yahoo.com](mailto:hrangavar@yahoo.com)