بررسی امکان استفاده از پوسته برنج در صنعت تخته خرده‌چوب

سعید کامرانی[1*]، صغری یداللهی[2]، مریم کامرانی[3]، احمدرضا سراییان[4] و علی لطفی[5]

۱) کارشناس‌ارشد رشته صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. *رایانامه نویسنده مسوول: mmsd_22@yahoo.com
۲) کارشناس‌ارشد رشته صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزاد شهر، ایران.
۳) دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، گلستان، ایران.
۴) دانشیار گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۵) کارشناس‌ارشد رشته صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۶/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۲۸

چکیده

به‌منظور یافتن مواد اولیه غیرچوبی در راستای توسعه پایدار برای مصرف در صنعت تخته خرده‌چوب، این مطالعه امکان استفاده از پوسته برنج به صورت مخلوط با خرده‌چوب گونه‌های جنگلی پرداخت. درصد اختلاط پوسته برنج با خرده‌چوب گونه‌های جنگلی (در چهار سطح با نسبت ۰، ۱۵، ۳۰ و ۵۰ درصد) و مقدار مصرف چسب اوره فرمالدئید (در سه سطح ۹، ۱۱ و ۱۳ درصد) و زمان پرس (در دو سطح ۵ و ۷ دقیقه) به‌عنوان عوامل متغیر این پژوهش انتخاب گردیدند. داده‌ها بر اساس آزمون فاکتوریل سه عاملی در قالب یک طرح آماری کاملا تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که افزایش پوسته برنج به خرده‌چوب گونه‌های جنگلی تا ۱۵ درصد نه تنها اثر منفی بر خواص تخته‌ها ندارد، بلکه موجب افزایش مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی در مقایسه با تخته‌های ساخته شده از خرده‌چوب جنگلی می‌گردد. گروه‌بندی آزمایش‌ها بر اساس آزمون دانکن نشان داد که در این پژوهش شرایط بهینه برای تولید تخته شامل استفاده از ۱۵ درصد پوسته برنج، ۱۱ درصد چسب اوره فرمالدئید و زمان پرس ۷ دقیقه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پوسته برنج، خرده‌چوب، زمان پرس، چسب اوره فرمالدئید، خواص مکانیکی.

مقدمه

با توجه به کاهش روز افزون سطح جنگل‌های جهان و به خصوص در کشورهای توسعه‌نیافته، تامین مواد اولیه صنایع مختلف سلولزی از منابع غیرچوبی و بازیافتی برای تولید فرآورده‌ها در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. در میان فرآورده‌های متنوع چوبی، تخته خرده‌چوب از جایگاه ویژه‌ای به لحاظ تنوع کاربرد، سیستم نسبتا ساده تولید، انعطاف‌پذیری بسیار زیاد در مواد اولیه مورد نیاز و همچنین پتانسیل بسیار زیاد در ایجاد اشتغال و ارزش افزوده برخوردار است. امروزه صدها نوع تخته خرده‌چوب با نام‌های تجاری مختلف برای مصارف متفاوت به بازار عرضه می‌شود که نشان‌دهنده پویایی این صنعت می‌باشد (پارساپژوه، ۱۳۷۲؛ Haygreen *et al*., 1985; Malony, 1981). همان طور که بیان گردید کاهش مواد اولیه صنایع مختلف سلولزی در سطح جهان و به خصوص در کشورهای

توسعه‌نیافته پژوهشگران را بر این داشته تا بر اساس توسعه پایدار راهکاری برای حل این مساله بیابند تا بیشترین استفاده از منابع‌طبیعی در کنار کمترین آسیب ممکن بر این منابع صورت پذیرد. در این راستا به عقیده برخی از محققان کاشت و پرورش درختان سریع‌الرشد که در کمترین زمان بتوانند بیشترین تولید و بازدهی را داشته باشند، راهی مناسب برای جبران کمبود مواد اولیه فیبری مورد نیاز صنایع چوب و کاغذ می‌باشد. البته به عقیده گروهی دیگر از پژوهشگران استفاده از منابع کشاورزی می‌تواند راهی دیگر برای حل این مساله باشد. در این راستا، Xu (۱۹۹۰) ساقه آفتابگردان را برای ساخت تخته خرده‌چوب با مصرف ۸/۵ درصد چسب اوره فرمالدئید مورد استفاده قرار داد. بر اساس نتایج این تحقیق مقاومت خمشی تخته‌ها ۲۰ تا ۲۲ مگاپاسکال و مقاومت داخلی آنها ۰/۵۲-۰/۴۶ مگاپاسکال برآورد گردید. دوست‌حسینی و عنایتی (۱۳۷۴) امکان استفاده از چوب گز را در صنعت تخته‌خرده‌چوب بررسی نمودند و تخته‌هایی با استفاده از چسب اوره فرمالدئید و خرده چوب گز ساختند. نتایج این بررسی نشان داد که بعضی خواص تخته از قبیل پایداری ابعاد و مقاومت خمشی تخته‌ها با افزایش رطوبت کیک و مصرف مقدار چسب بهبود می‌یابد. جهان‌لتیباری و عبدالخانی (۱۳۷۶) به‌منظور استفاده از ضایعات نخل در صنعت تخته خرده‌چوب تخته‌هایی از ضایعات نخل در آزمایشگاه ساختند و خواص آنها را ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد که خواص تخته‌ها با خواص مورد نظر بر اساس استاندارد DIN آلمان قابل مقایسه است.

عنایتی (۱۳۷۵) نیز پژوهشی در زمینه استفاده از خرده‌چوب مرکبات به صورت مخلوط با خرده‌چوب صنعتی انجام داد و نتیجه‌گیری نمود که خرده‌چوب‌های تولیدی از نظر ابعاد، ضریب لاغری و ترکیب ریز و درشتی بسیار شبیه خرده‌چوب‌های صنعتی است. خواص تخته‌های تولید شده از مخلوط خرده‌چوب‌های صنعتی و خرده‌چوب‌های مرکبات شامل مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، مقاومت به کشش عمود بر سطح و واکشیدگی ضخامت با تخته‌های ساخته شده از خرده-چوب جنگلی مقایسه شد و تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نگردید، به این دلیل نتیجه‌گیری شد که در تولید تخته خرده‌چوب می‌توان تا سطح ۳۰ درصد از خرده‌چوب مرکبات استفاده نمود.

طبرسا و علایی (۱۳۸۰) با افزودن کلش برنج خرد شده به خرده‌چوب جنگلی به مقدار ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد و مصرف چسب اوره فرمالدئید به مقدار ۱۰ درصد با استفاده از پرس گرم در حرارت ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد تخته خرده‌چوب ساختند. نتایج آزمایش خواص فیزیکی و مکانیکی نمونه‌های تهیه شده از تخته‌ها نشان داد که افزایش کلش برنج تا سطح ۲۰ درصد بدون تاثیرات قابل ملاحظه روی خواص تخته خرده‌چوب قابل توصیه است. یکی از منابع غیرچوبی که امروزه سهم به سزایی از پسماندهای کشاورزی را در بردارد، پوسته برنج است. در این راستا کامرانی و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی پسماند حاصل از برنج بر اساس شاخص برداشت عملی، میزان پوسته برنج در استان گلستان را معادل ۱۵ درصد وزن برنج در نظر گرفته‌اند که این میزان سالیانه در سطح استان معادل ۳۸۰۰۰ تن می‌گردد.

با توجه به کاربردهای امروزی پوسته برنج در صنایع مختلف از جمله لوازم بهداشتی، استفاده از این منبع به‌عنوان یک ماده غیرچوبی در صنعت چوب و کاغذ به ویژه صنعت تخته خرده‌چوب به دلیل کمبود مواد اولیه از جایگاه خاصی برخوردار می‌باشد. بدین منظور این تحقیق با هدف بررسی پتانسیل میزان مصرف پوسته برنج به‌عنوان ماده جایگزین بخشی از خرده‌چوب حاصل از منابع جنگلی در راستای توسعه پایدار در ساخت تخته خرده‌چوب صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

پوسته برنج مورد نیاز این پژوهش از کارخانه‌های شالیکوبی استان گلستان تهیه گردید و به کارخانه تخته فشرده ممتاز گلستان انتقال پیدا کرد. رطوبت پوسته برنج و خرده‌چوب جنگلی در بخش خشک‌کن به کمتر از ۵ درصد رسید که این مقدار به وسیله آون و نمونه‌گیری پس از خشک‌کن اندازه گرفته شد. بر خلاف چوب در استفاده از پوسته برنج نیازی به دستگاه خردکن نیست و تمام ذرات پوسته برنج یکنواخت و تقریبا هم اندازه هستند. ابعاد ۵۰ عدد پوسته برنج و خرده‌چوب جنگلی به صورت جداگانه با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۲ به‌طور تصادفی اندازه‌گیری شد که مشخصات آنها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. ابعاد ذرات پوسته برنج و خرده‌چوب صنعتی

ماده اولیه	طول (میلی‌متر)	عرض (میلی‌متر)	ضخامت (میلی‌متر)	ضریب کشیدگی
پوسته برنج	۹/۸	۱/۹	۰/۱۸	۵۴
خرده‌چوب صنعتی	۱۲/۵	۲/۲	۰/۹۵	۱۳

در این مطالعه درصد اختلاط خرده‌چوب با پوسته برنج در چهار سطح (۰/۱۰۰، ۱۵/۸۵، ۳۰/۷۰ و ۵۰/۵۰)، مقدار مصرف چسب در سه سطح (۹ ، ۱۱ و ۱۳ درصد) و زمان پرس در دو سطح ۵ و ۷ دقیقه به‌عنوان عوامل متغیر در نظر گرفته شد که از ترکیب این عوامل متغیر ۲۴ تیمار حاصل گردید (جدول ۲).

تخته‌ها به وسیله پرس هیدرولیکی OTT300K16 تحت فشار پرس ۲۵ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع با طول و عرض ۵۰×۵۰ سانتی‌متر و با ضخامت ۸ میلی‌متر و وزن مخصوص ۰/۶۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب ساخته شدند.

با توجه به تعداد فاکتورها طرح فاکتوریل سه متغیره به‌عنوان طرح آماری این تحقیق به‌کار گرفته شد. در مجموع از تخته‌های حاصل، هفتاد و دو تخته (سه تکرار از هر شرایط ساخت) برای انجام مطالعات آزمایشگاهی (مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی و واکشیدگی ضخامت در ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری) بر اساس استاندارد ASTM ساخته شد و خواص فیزیکی و مکانیکی بر اساس استاندارد DIN68763 اندازه‌گیری شد. تخته‌های انتخابی به مدت ۲۵ روز در درجه حرارت ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد متعادل‌سازی شدند. با توجه به تعداد تیمارها و تکرارها تعداد ۱۲ نمونه از هر تیمار تهیه گردید.

نتایج بر اساس طرح فاکتوریل آنالیز آماری شد. اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر خواص تخته‌ها با استفاده از تکنیک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و گروه‌بندی میانگین‌ها به‌منظور انتخاب بهترین تیمار با روش دانکن صورت پذیرفت. سطح معنی‌داری در این پژوهش برابر کمتر از یک درصد تعیین گردید.

جدول ۲. شرایط ساخت تخته‌ها و کدبندی آنها

شماره نمونه	نسبت خرده‌چوب/ پوسته برنج	زمان پرس (دقیقه)	مصرف چسب (درصد)
A1	۰۰/۱۰۰	۵	۹
A2	۱۵/۸۵	۵	۹
A3	۳۰/۷۰	۵	۹
A4	۵۰/۵۰	۵	۹
A5	۰/۱۰۰	۷	۹

ادامه جدول ۲. شرایط ساخت تخته‌ها و کدبندی آنها

شماره نمونه	نسبت خرده‌چوب/ پوسته برنج	زمان پرس (دقیقه)	مصرف چسب (درصد)
A6	۱۵/۸۵	۷	۹
A7	۳۰/۷۰	۷	۹
A8	۵۰/۵۰	۷	۹
A9	۰۰/۱۰۰	۵	۱۱
A10	۱۵/۸۵	۵	۱۱
A11	۳۰/۷۰	۵	۱۱
A12	۵۰/۵۰	۵	۱۱
A13	۰۰/۱۰۰	۷	۱۱
A14	۱۵/۸۵	۷	۱۱
A15	۳۰/۷۰	۷	۱۱
A16	۵۰/۵۰	۷	۱۱
A17	۰۰/۱۰۰	۵	۱۳
A18	۱۵/۸۵	۵	۱۳
A19	۳۰/۷۰	۵	۱۳
A20	۵۰/۵۰	۵	۱۳
A21	۰۰/۱۰۰	۷	۱۳
A22	۱۵/۸۵	۷	۱۳
A23	۳۰/۷۰	۷	۱۳
A24	۵۰/۵۰	۷	۱۳

نتایج

مقادیر میانگین هر یک از خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده در تیمارهای بیست و چهار گانه در جدول ۳ گردآوری شده است. نتایج تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر خواص تخته خرده‌چوب‌ها در جدول ۴ آمده است.

جدول ۳. اطلاعات جمع‌آوری شده از آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی

شماره نمونه	مقاومت خمشی (Mpa)	مدول الاستیسیته (Mpa)	چسبندگی داخلی (Mpa)	واکشیدگی ضخامت (درصد)
A1	۴/۴۸	۱۲۸۶/۷	۰/۲۳۱	۲۹/۴۸
A2	۴/۶۲	۱۲۵۸/۳	۰/۳۸۷	۳۳/۸۷
A3	۴/۲۳	۸۹۹/۳	۰/۲۲۱	۳۱/۶۷
A4	۳/۸۱	۱۰۳۸/۱	۰/۱۲	۴۴/۱۳
A5	۵/۶۸	۸۷۴/۶۸	۰/۴۳	۲۸/۲۸
A6	۹/۲۵	۱۸۵۱/۸	۰/۳۲	۳۱/۵۲
A7	۶/۸۲	۱۰۸۷/۳	۰/۲۷	۳۲/۴۳
A8	۵/۱۷	۹۵۲	۰/۱۳	۵۰/۶۳
A9	۸/۳۲	۱۶۳۲/۳	۰/۴۸	۲۴/۳۸
A10	۱۰/۲۶	۱۶۵۱/۱۷	۰/۴۷۵	۲۹/۳۵
A11	۷/۴۸	۱۶۶۸/۹	۰/۲۸	۲۸/۷۶
A12	۵/۸۸	۱۸۱۲	۰/۴۵۳	۵۳/۹۵
A13	۸/۶۵	۲۰۲۸/۳	۰/۵۴۳	۲۳/۴۵
A14	۱۱/۱۷	۱۹۸۸	۰/۴۲۱	۲۹/۹۸
A15	۸/۱۹	۱۲۴۵	۰/۲۸۸	۲۶/۶۷
A16	۸/۲۰۲	۱۴۳۹	۰/۲۵۶	۵۱/۶۸

ادامه جدول ۳. اطلاعات جمع‌آوری شده از آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی

شماره نمونه	مقاومت خمشی (Mpa)	مدول الاستیسیته (Mpa)	چسبندگی داخلی (Mpa)	واکشیدگی ضخامت (درصد)
A17	۸/۴۳	۱۹۳۸	۰/۴۷۵	۲۱/۲۷
A18	۸/۴۷	۲۴۸۷	۰/۲۷۱	۲۱/۶۵
A19	۶/۳۵	۸۵۳	۰/۳۵۳	۳۱/۵۳
A20	۵/۶۷	۱۱۸۲	۰/۱۸۷	۳۶/۸۸
A21	۸/۴۷	۱۷۶۷/۳	۰/۳۴۱	۱۷/۶۴
A22	۸/۵۷	۱۶۴۸	۰/۴۷۸	۲۰/۱۱
A23	۷/۵۳	۲۳۱۴	۰/۳۶۲	۱۹/۳۸
A24	۸/۴۸	۱۶۵۷/۵	۰/۱۴۷	۳۲/۶۳

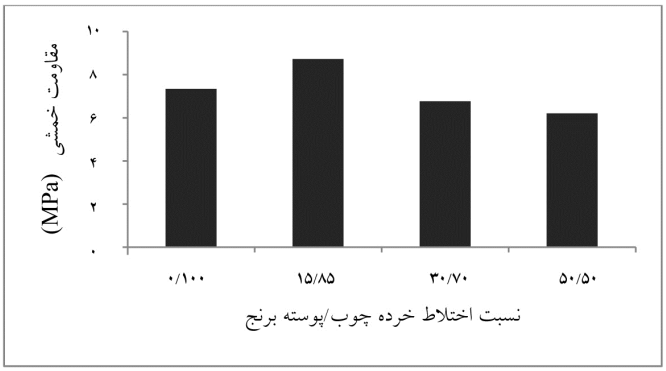
* هر عدد معرف میانگین ۱۲ اندازه‌گیری می‌باشد.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر بر خواص تخته خرده‌چوب‌های ساخته شده

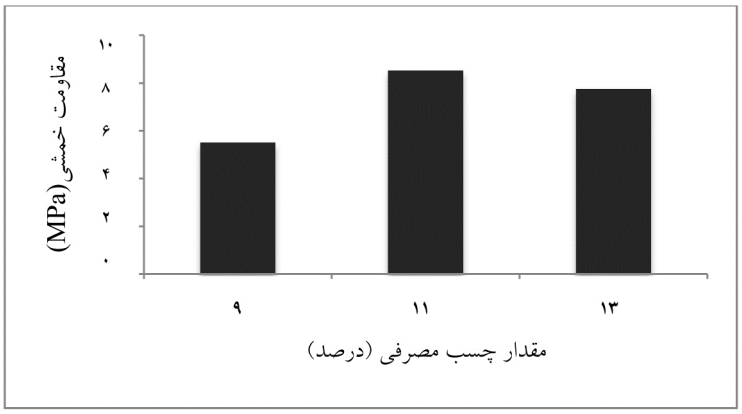
منبع تغییرات	درجه آزادی	مقدار F و معنی‌دار بودن				
		مقاومت خمشی	مدول الاستیسیته	چسبندگی داخلی	جذب آب	واکشیدگی ضخامت
۱- نسبت اختلاط	۴	۲۱/۹۷۵**	۱۹/۶۶۲**	۹/۱۸۴**	۱۲۷/۹۳**	۲۳/۲۶۵**
۲- مقدار چسب	۱	۱۴۶/۲۸۳n.s	۳۳/۲۴۷n.s	۱۹۴/۶۲۵n.s	۳۹۷/۵۵**	۱۴۵/۸۸**
۳- زمان پرس	۱	۰/۰۳۵**	۲/۵۸**	۰/۱۳۵n.s	۳۹۳/۵۹**	۱۵۹/۸۵**
اثر متقابل ۱و۲	۱	۱۷/۸۲۵**	۲۵/۳۱۵**	۱/۴۲۵**	۲۸۲/۴۵**	۱۸/۷۷**
اثر متقابل ۱و۳	۴	۷/۵۴۵**	۱/۴۲۷**	۱۳/۴۷۳**	۳۰/۴۸**	۱۹/۶۲**
اثر متقابل ۲و۳	۴	۱۰/۲۵۸**	۳/۲۴۳**	۱۴/۷۴۷**	۱۶/۹۸**	۵۰/۳۳**
اثر متقابل ۱و۲و۳	۴	۶/۱۴۳**	۳/۴۱۸**	۹/۹۵۹**	۸۱/۱۷**	۲۹/۸۹**

**: با ۹۹ درصد اعتماد معنی‌دار است؛ n.s: معنی‌دار نیست.

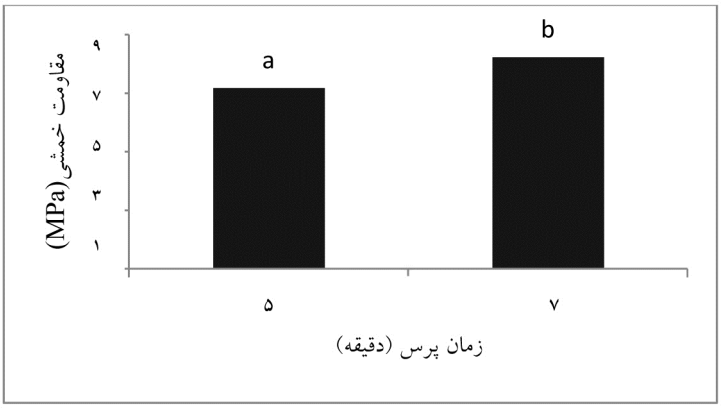
همان‌طور که مشاهده می‌گردد اثر مستقل میزان اختلاط خرده‌چوب صنعتی با پوسته برنج بر مقاومت خمشی از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از روش دانکن نشان داد که تخته‌های ساخته شده از اختلاط ۸۵ درصد خرده-چوب صنعتی با ۱۵ درصد پوسته برنج بیشترین مقاومت خمشی را دارا هستند (شکل ۱). اثر افزایش مقدار چسب مصرفی بر مقاومت خمشی هم با اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار بود. با افزایش مقدار مصرف چسب از ۹ به ۱۱ درصد مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده افزایش یافت، اما با افزایش مقدار مصرف چسب از ۱۱ به ۱۳ درصد مقاومت خمشی کاهش پیدا کرد (شکل ۲). افزایش زمان پرس از ۵ به ۷ دقیقه نیز باعث افزایش مقاومت خمشی شد (شکل ۳).



شکل ۱. اثر مستقل نسبت اختلاط خرده‌چوب/ پوسته برنج بر مقاومت خمشی تخته‌ها



شکل ۲. اثر مستقل مقدار چسب مصرفی بر مقاومت خمشی تخته‌ها

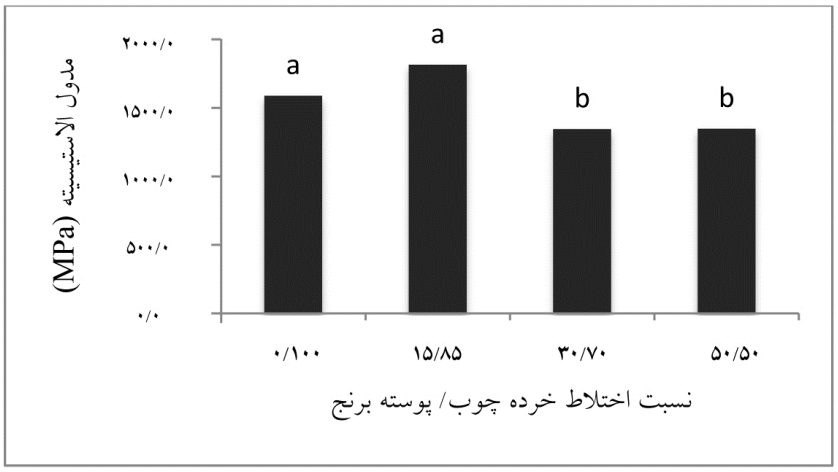


شکل ۳. اثر مستقل زمان پرس بر مقاومت خمشی تخته‌ها

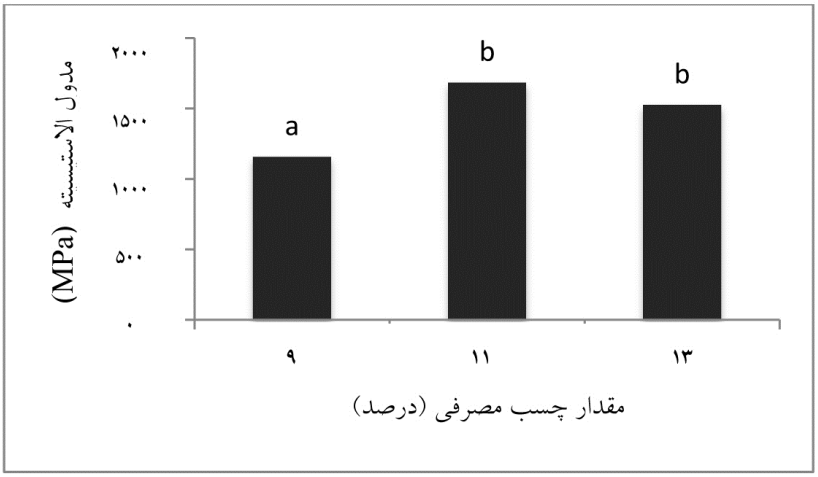
همان‌طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌گردد اثر مستقل متغیرهای مورد بررسی پوسته برنج بر مدول الاستیسیته در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد، به‌طوری‌که با افزایش مقدار پوسته برنج در مخلوط خرده‌چوب‌ها، مدول الاستیسیته افزایش می‌یابد (شکل ۴).

اثر افزایش مقدار چسب مصرفی روی مدول الاستیسیته هم با اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار است، به‌طوری‌که با افزایش مقدار چسب تا سطح ۱۱ درصد مدول الاستیسیته افزایش و تا میزان ۱۳ درصد کاهش مدول الاستیسیته مشاهده گردید (شکل ۵). افزایش زمان پرس از ۵ به ۷ دقیقه نیز باعث افزایش مدول الاستیسیته شد (شکل ۶).

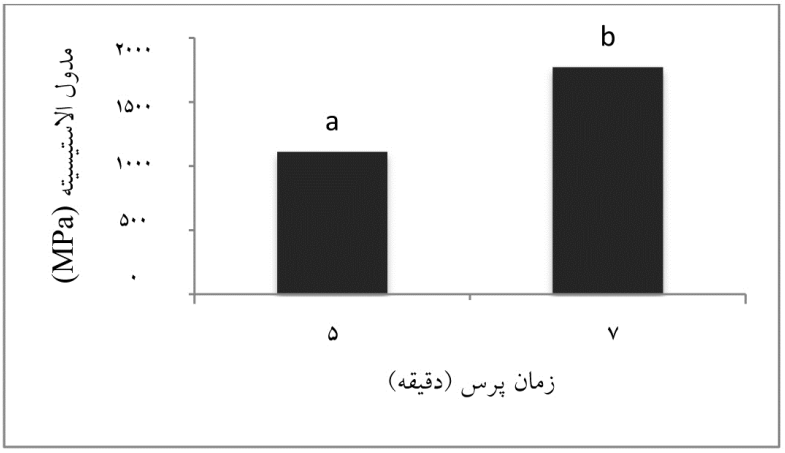
اثر مستقل افزایش پوسته برنج بر چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (شکل ۷). افزایش مقدار چسب مصرفی تا سطح ۱۱ درصد باعث افزایش چسبندگی داخلی گردید، اما افزایش مقدار مصرف چسب به ۱۳ درصد کاهش چسبندگی داخلی را به همراه داشت (شکل ۸). افزایش زمان پرس از ۵ به ۷ دقیقه نیز باعث افزایش چسبندگی داخلی گردید (شکل ۹).



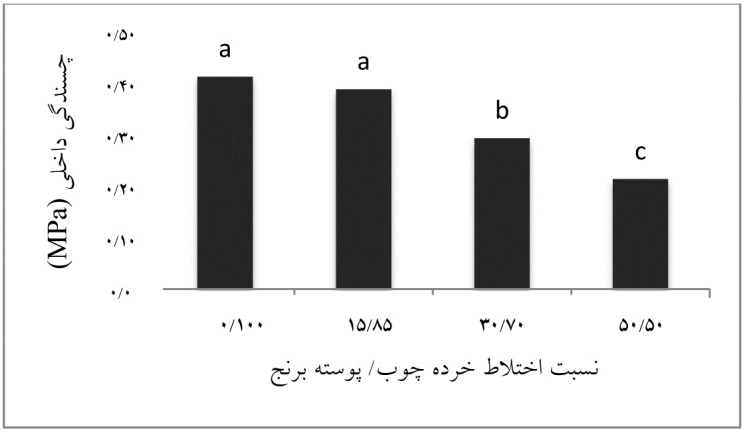
شکل ۴. اثر مستقل نسبت اختلاط خرده‌چوب/ پوسته برنج بر مدول الاستیسیته تخته‌ها



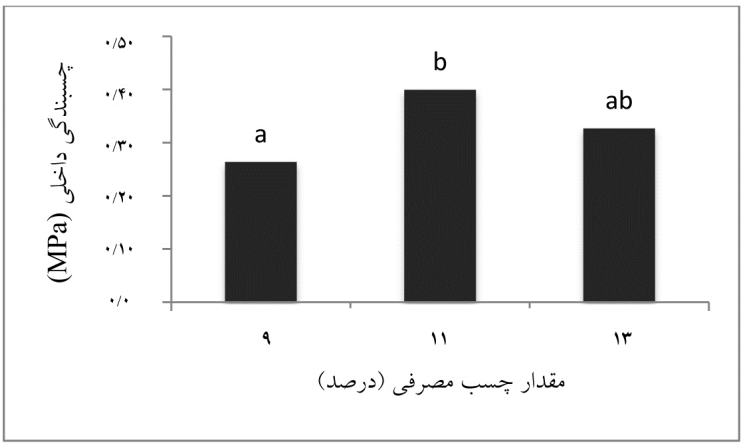
شکل ۵. اثر مستقل مقدار چسب مصرفی بر مدول الاستیسیته تخته‌ها



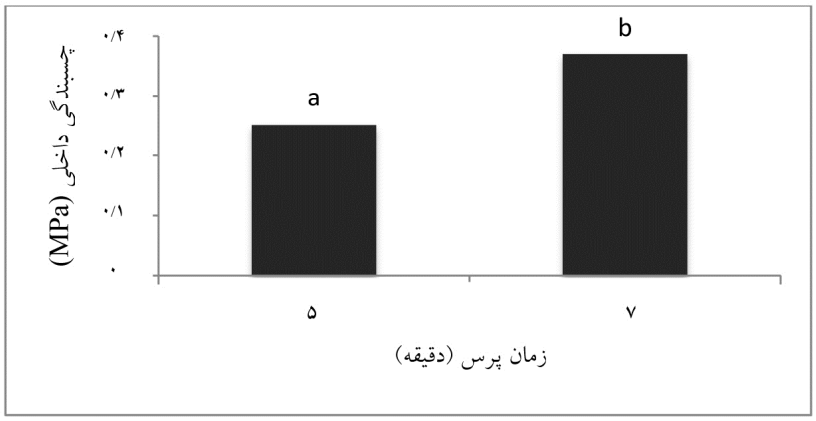
شکل۶. اثر مستقل زمان پرس بر مدول الاستیسیته تخته‌ها



شکل ۷. اثر مستقل نسبت اختلاط خرده‌چوب/ پوسته برنج بر چسبندگی داخلی تخته‌ها



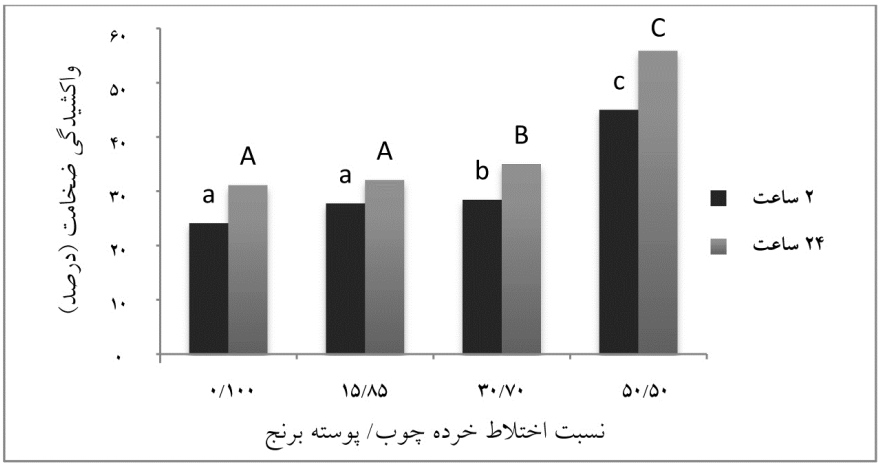
شکل ۸. اثر مستقل مقدار چسب مصرفی بر چسبندگی داخلی تخته‌ها



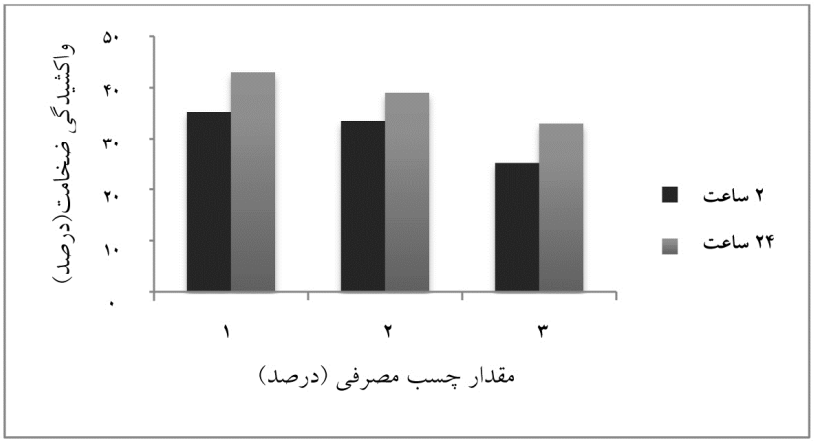
شکل ۹. اثر مستقل زمان پرس بر چسبندگی داخلی تخته‌ها

اثر مستقل متغیرهای مورد مطالعه بر واکشیدگی ضخامت در این پژوهش در جدول ۲ آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد نسبت اختلاط پوسته برنج و خرده‌چوب صنعتی بر واکشیدگی ضخامت اثر معنی‌داری دارد، به‌طوری‌که کمترین واکشیدگی ضخامت مربوط به تخته‌های ساخته شده از خرده‌چوب‌های

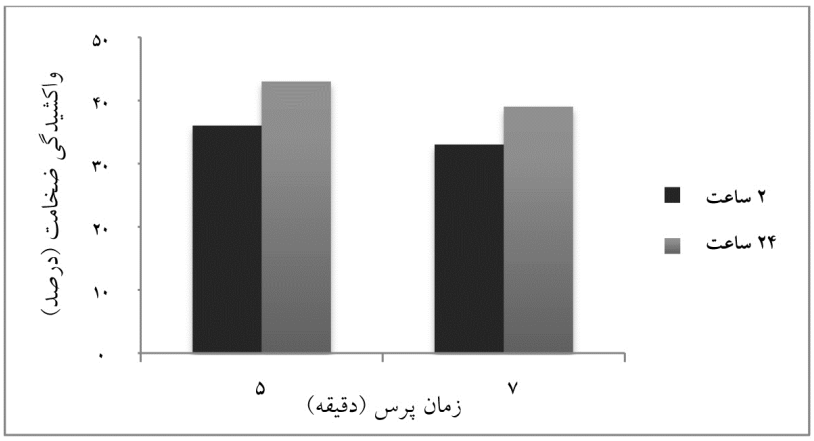
صنعتی و بیشترین واکشیدگی ضخامت مربوط به تخته‌های ساخته شده با ۵۰ درصد پوسته برنج می‌باشد (شکل ۱۰). این نتایج نشان داد که افزایش پوسته برنج به خرده‌چوب صنعتی اثر منفی بر خاصیت واکشیدگی ضخامت تخته‌ها دارد. در گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن مشخص شد که تخته‌های ساخته شده از خرده‌چوب جنگلی و تخته‌های ساخته شده از مخلوط خرده‌چوب‌ها و پوسته برنج به نسبت ۸۵ به ۱۵ در یک گروه قرار می‌گیرند. با توجه به این نکته می‌توان بیان نمود که افزایش پوسته برنج تا سطح ۱۵ درصد به خرده‌چوب‌های صنعتی بلامانع می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان داد اثر افزایش مقدار مصرف چسب بر واکشیدگی ضخامت معنی‌دار است. البته این اثر با افزایش مقدار مصرف چسب تا ۱۳ درصد مشهودتر می‌گردد، به‌طوری‌که کمترین مقدار واکشیدگی ضخامت در تخته‌هایی مشاهده می‌گردد که مقدار مصرف چسب در آنها ۱۳ درصد بوده است (شکل ۱۱). افزایش زمان پرس اثر منفی بر واکشیدگی ضخامت می‌گذارد (شکل ۱۲)، به‌طوری‌که با افزایش زمان پرس مقدار واکشیدگی ضخامت کاهش می‌یابد.



شکل ۱۰. اثر مستقل نسبت اختلاط خرده‌چوب/ پوسته برنج بر واکشیدگی ضخامت تخته‌ها در ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری



شکل ۱۱. اثر مستقل مقدار چسب مصرفی بر واکشیدگی ضخامت تخته‌ها در ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری



شکل ۱۲. اثر مستقل زمان پرس بر واکشیدگی ضخامت تخته‌ها در ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری

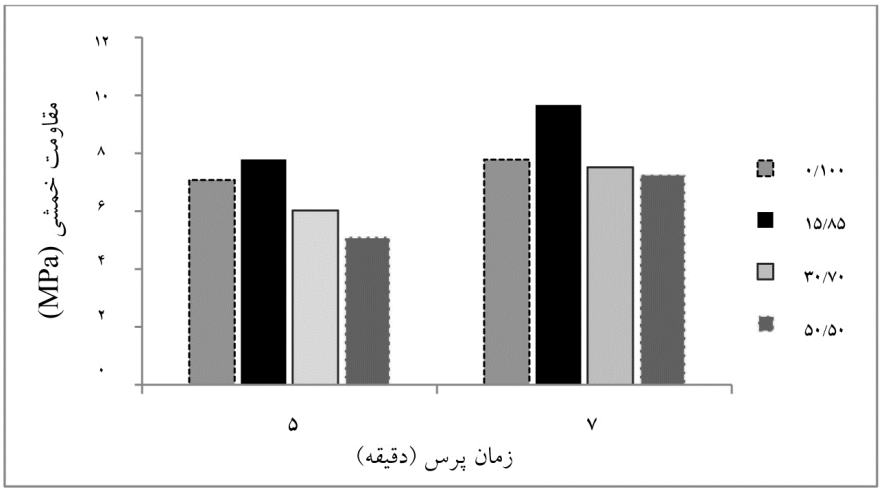
بررسی اثر متقابل پوسته برنج در مخلوط خرده‌چوب‌ها و زمان پرس در شکل ۱۳ نشان می‌دهد با افزایش زمان پرس و در نسبت اختلاط ۱۵/۸۵ خرده‌چوب جنگلی به پوسته برنج، میزان مقاومت خمشی افزایش می‌یابد. همچنین اثر متقابل نسبت اختلاط پوسته برنج با خرده‌چوب جنگلی و مقدار مصرف چسب بر مقاومت خمشی در شکل ۱۶ نشان می‌دهد که افزایش مقدار چسب مصرفی تا سطح ۱۱ درصد تاثیر منفی افزایش مقدار پوسته برنج به خرده‌چوب جنگلی را کاهش داده است. به‌طوری‌که بیشترین مقاومت خمشی زمانی حاصل می‌گردد که مصرف چسب به ۱۱ درصد افزایش یابد و پوسته برنج به مقدار ۱۵ درصد به خرده-چوب‌های صنعتی اضافه شود.

همان‌طور که ملاحظه می‌گردد افزایش مقدار مصرف چسب باعث کاهش آثار منفی افزایش پوسته برنج به خرده‌چوب‌های صنعتی شده است. همچنین این نتیجه در مورد افزایش زمان پرس نیز صادق می‌باشد (شکل ۱۴).

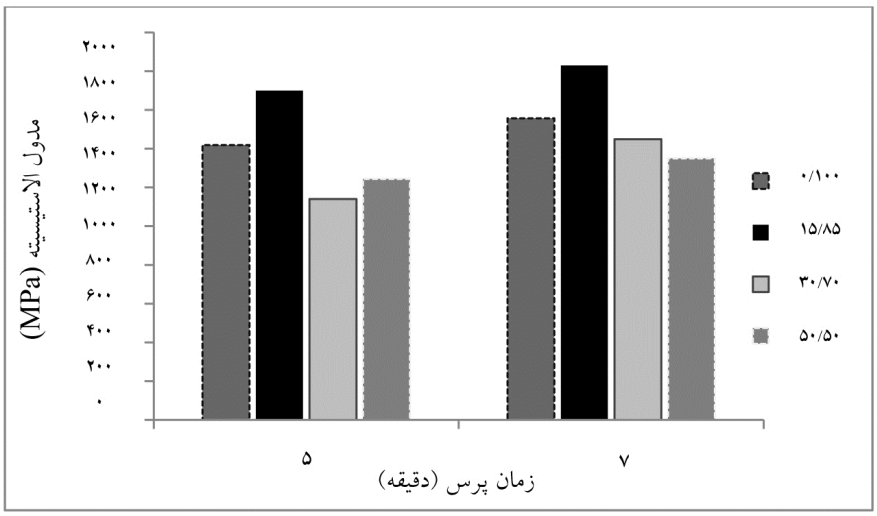
اثر متقابل مصرف چسب و مقدار پوسته برنج در مخلوط خرده‌چوب جنگلی روی مدول الاستیسیته در شکل ۱۵ نشان داده شده است.

اثر متقابل مقدار چسب و مقدار پوسته برنج در مخلوط خرده‌چوب صنعتی بر چسبندگی داخلی تخته‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود افزایش مقدار چسب در کنار افزایش پوسته برنج به خرده‌چوب جنگلی سبب کاهش چسبندگی داخلی تخته گردیده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با افزایش زمان پرس چسبندگی داخلی افزایش می‌یابد.

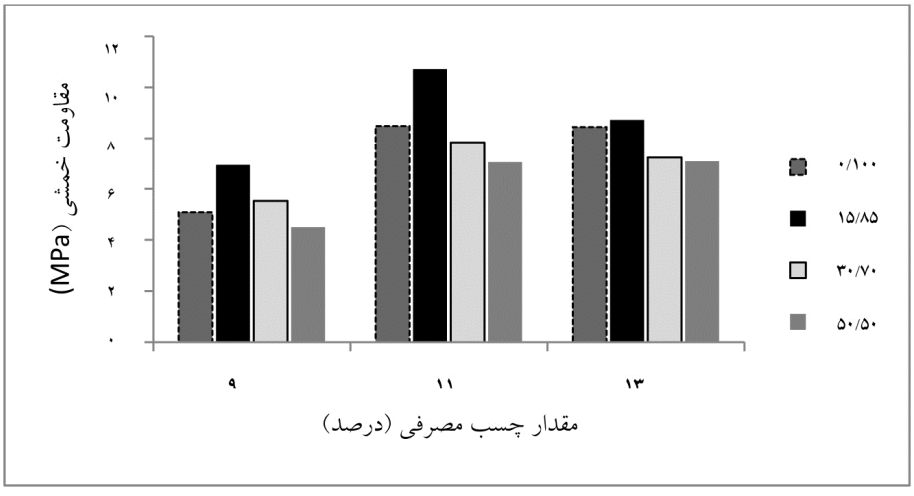
در بررسی اثر متقابل متغیرهای مورد مطالعه بر اساس جدول ۳ و ۴ مشاهده می‌گردد که افزودن پوسته برنج به مقدار ۱۵ درصد به خرده‌چوب صنعتی باعث افزایش مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده می‌گردد. این میزان با افزایش مقدار چسب مصرفی به ۱۱ درصد و زمان پرس به ۷ دقیقه افزایش می‌یابد.



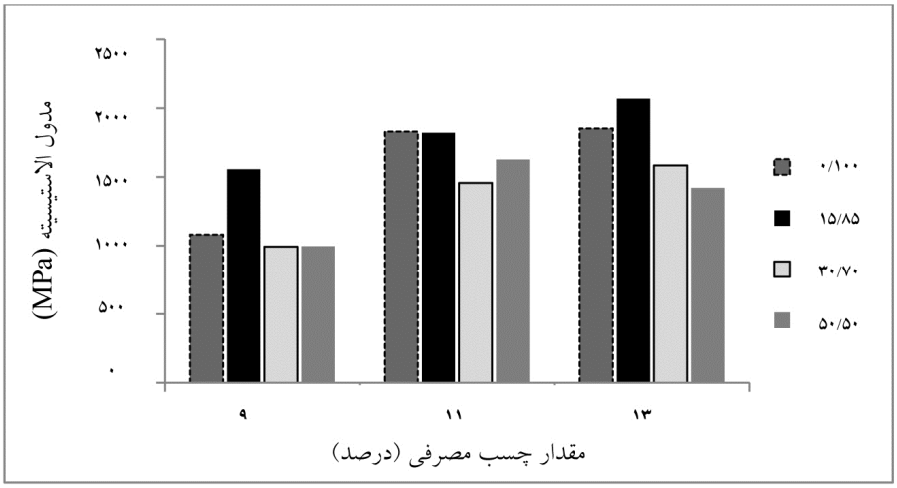
شکل ۱۳. اثر متقابل نسبت اختلاط خرده‌چوب/ پوسته برنج با زمان پرس بر مقاومت خمشی تخته‌ها



شکل ۱۴. اثر متقابل نسبت اختلاط خرده‌چوب/ پوسته برنج با زمان پرس بر مدول الاستیسیته تخته‌ها



شکل ۱۵. اثر متقابل نسبت اختلاط خرده‌چوب/ پوسته برنج با مقدار چسب مصرفی بر مقاومت خمشی تخته‌ها



شکل ۱۶. اثر متقابل نسبت اختلاط خرده‌چوب/ پوسته برنج با مقدار چسب مصرفی بر مدول الاستیسیته تخته‌ها

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به بالاتر بودن ضریب کشیدگی پوسته برنج در مقایسه با خرده‌چوب جنگلی، می‌تواند بر مقاومت خمشی اثرگذار باشد. هنگامی که با نسبت ۱۵ درصد با خرده‌چوب جنگلی مخلوط می‌گردد، با قرار گرفتن در فضاهای بین خرده‌چوب‌ها نقش فیلر را بازی نموده و در مجموع باعث استحکام بیشتر تخته از جمله افزایش مقاومت خمشی آن در مقایسه با سایر نسبت‌های اختلاط می‌شود. هر چند افزایش بیشتر پوسته برنج در مخلوط با توجه به تفاوت در شکل و ساختار میکروفیبریلی آن کاهش مقاومت خمشی را به همراه دارد، تخته‌های ساخته شده با ۵۰ درصد پوسته برنج کمترین مقاومت خمشی را دارا بودند و اثر افزایش میزان پوسته برنج با توجه به ساختار آن سبب افزایش مدول الاستیسیته شده است. همان طور که مشاهده شد بیشترین چسبندگی داخلی مربوط به تخته‌هایی است که پوسته برنج به مقدار ۱۵ درصد به خرده‌چوب جنگلی اضافه شده است. افزایش بیشتر پوسته برنج کاهش چسبندگی داخلی را به همراه داشته است. ریز بودن ابعاد پوسته برنج و عدم تجانس آنها با خرده‌چوب صنعتی عامل این علت می‌باشد. همچنین افزایش پوسته برنج سبب افزایش واکشیدگی ضخامت شد که دلیل این امر نیز عدم تجانس ذرات پوسته برنج و نحوه چسبندگی این ذرات با ذرات خرده‌چوب می‌باشد. شیخ‌الاسلامی (۱۳۶۸) در بررسی استفاده از دانه آفتابگردان با ترکیب چوب‌های جنگلی در ساخت تخته خرده‌چوب، تغییرات ساختار ابعادی و نوع ترکیب دانه آفتابگردان را موثر بر مقاومت‌های مکانیکی و فیزیکی تخته خرده‌چوب دانسته و این میزان را تا حدود ۱۵ درصد بیان نموده است. در مورد مصرف چسب، افزایش اولیه مقاومت‌های مکانیکی احتمالا به واسطه این است که وقتی مقدار چسب از ۹ به ۱۱ درصد می‌رسد چسب به مقدار کافی در دسترس همه خرده‌چوب‌ها قرار می‌گیرد، اما وقتی مقدار چسب به ۱۳ درصد می‌رسد ضخامت لایه چسب (فیلم) روی خرده‌چوب‌ها بیش از حد می‌گردد. اتصالات با لایه چسب ضخیم در مقابل تنش‌های وارده ضعیف عمل می‌نماید و باعث کاهش مقاومت‌های تخته از جمله مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی آن می‌گردد (حسین‌خانی و عنایتی، ۱۳۸۷؛ Back, 1987).

در مورد افزایش زمان پرس بایستی بیان نمود که افزایش زمان پرس سبب فشردگی بیشتر ذرات و در نتیجه افزایش مقاومت‌های مکانیکی تخته‌ها شده و در

کنار آن کاهش واکشیدگی ضخامت را به همراه داشته است (Liu, 1991). به نظر می‌رسد با افزایش زمان پرس فرصت کافی برای انتقال حرارت به قسمت‌های میانی و در نتیجه مساعد شدن شرایط برای کامل شدن پلیمریزاسیون اوره فرمالدئید و ایجاد اتصال قوی‌تر بین خرده‌چوب‌ها فراهم گردد. بر اساس پژوهش‌های جهان-لتیباری و عبدالخانی (۱۳۷۶)، فراهم شدن فرصت کافی برای انتقال حرارت به لایه‌های مغزی شاید دلیل این امر باشد. دوست‌حسینی و عنایتی (۱۳۷۴) در نتایج پژوهش-های خود اشاره نمودند که افزایش زمان پرس بر مدول الاستیسیته اثر مثبت دارد. همچنین جهان‌لتیباری و عزیزی (۱۳۷۴) تاثیر مثبت افزایش زمان پرس بر افزایش مقاومت اتصال چسب اوره فرمالدئید را مورد تایید قرار دادند.

از نتایج یاد شده می‌توان استنتاج نمود که افزودن پوسته برنج به مقدار ۱۵ درصد به خرده‌چوب‌های صنعتی باعث افزایش مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده می‌گردد. اگرچه افزایش پوسته برنج تا سطح ۱۵ درصد بر خاصیت واکشیدگی ضخامت تا حدودی اثر منفی دارد، این اثر منفی به لحاظ آثار مثبت بر خواص مکانیکی و معنی‌دار نبودن آماری قابل اغماض می‌باشد. افزایش مقدار چسب مصرفی به ۱۱ درصد و زمان پرس به ۷ دقیقه باعث افزایش بیشتر مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی می‌شود. بر اساس یافته‌های این پژوهش ساخت تخته خرده‌چوب از مخلوط خرده‌چوب صنعتی و پوسته برنج با نسبت ۸۵ درصد (خرده‌چوب) و ۱۵ درصد (پوسته برنج) از نظر عملی قابل توصیه است. با توجه به اندازه ذرات پوسته برنج و لایه‌ای بودن تخته-های تولیدی شرکت‌ها و صنایع در ایران، بایستی محل استفاده از پوسته برنج به‌عنوان ذرات نرم و یا ذرات درشت مورد تحقیق قرار گیرد که در سطح کارخانه (سطح صنعتی) بایستی میزان استفاده از پوسته برنج با توجه به میزان مصرف چسب و زمان پرس نیز مورد آزمایش قرار گیرد.

سپاسگزاری و قدردانی

نگارندگان بدین وسیله از همکاری پرسنل شرکت تخته فشرده ممتاز گلستان کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

پارساپژوه، د. (۱۳۷۲) تکنولوژی چوب. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، صفحه ۸۵.

جهان‌لتیباری، ا. و عزیزی، ا. (۱۳۷۴) تاثیر شرایط پلیمریزاسیون بر روی مقاومت و اتصال رزین اوره فرمالدئید در صنعت تخته خرده‌چوب. مجله علوم و تحقیقات چوب و کاغذ ایران، (۷۳): ۷-۳۵.

جهان‌لتیباری، ا. و عبدالخانی، ا. (۱۳۷۶) بررسی امکان استفاده از شاخه‌های نخل خرما در صنعت تخته خرده‌چوب. مجله علوم و تحقیقات چوب و کاغذ ایران، (۱۰): ۲۳-۶۴.

حسین‌خانی، ا. و عنایتی، ا. (۱۳۸۷) بررسی امکان استفاده از باگاس و شاخه‌های اکالیپتوس در صنعت تخته خرده‌چوب. مجله علوم و تحقیقات چوب و کاغذ ایران، (۱۷): ۱۵۶-۱۶۷.

دوست‌حسینی، ک. و عنایتی، ا. (۱۳۷۴) بررسی امکان استفاده از چوب گز در صنعت تخته خرده‌چوب. مجله منابع طبیعی ایران، (۲۳): ۱۲۱-۱۲۴.

شیخ‌الاسلامی، م. (۱۳۶۸) بررسی امکان استفاده از پوسته آفتابگردان در صنعت تخته خرده‌چوب. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته کاغذ و چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۸۴ صفحه.

طبرسا، ت. و علایی، ح. (۱۳۸۰) بررسی امکان استفاده از ساقه برنج در صنعت تخته خرده‌چوب. مجله کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گرگان، ۲۲(۱): ۶۴-۷۵.

عنایتی، ا. (۱۳۷۵) بررسی امکان استفاده از سرشاخه پرتغال در صنعت تخته خرده‌چوب. مجله کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گرگان، ۲۳(۲): ۶۵-۷۳.

کامرانی، س.، سرابیان، ا. و کامرانی، م. (۱۳۸۶) بررسی میزان پس‌مانده‌های کشاورزی استان گلستان قابل استفاده در صنعت چوب. مجله کارافن، ۱۴(۲): ۳۱-۳۷.

Back, E.L. (1987) The bonding mechanism in Hardboard Monufactur. Holzforschung, 21(4): 247-258.

Haygreen, J., Gregersen, H., Hynu, H. and Ince, P. (1985) Innovation and productivity change in the structural panel industry. Forest Product Journal, 35(10): 32-38.

Liu, J.Y. (1991) Thickness swelling and density variation in Aspen Flakeboards. Wood Science and Technology, 25(3): 73-82.

Malony, T.M. (1981) Modern particleboard and dre process fiberboard manufacturing. Miler Freeman, San Frasisci, USA.

Xu, C. (1990). Particle board from Sunflower Stem. Holzforschung Journal, 24(2): 194-202.

The investigation on feasibility of using rice husk in particleboard industry

Saeed Kamrani[1*], Soghra Yadollahi[2], Maryam Kamrani[3], Ahmad Reza Saraian[4] and Ali Lotfi[5]

1) M.Sc. in Wood and Paper Industry, Agriculture Science and Natural Resources, Goragan University. *Corresponding Author Email Address: mmsd_22@yahoo
2) M.Sc. in Wood and Paper Industry, Islamic Azad University, Azad Shahr Branch, Iran.
3) M.Sc. Student in Agriculture Sciences, Payam Noor, Golestan University, Iran.
4) Associate Professor of Wood and Paper Industry, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
5) M.Sc. in Wood and Paper Industry, Agriculture Science and Natural Resource Goragan University.

Date of submission: 2014/09/07 Date of Acceptance: 2016/03/18

Abstract

In order to introduce a non-wood raw material to particleboard manufacturing, this study was performed on the feasibility of using rice husk mixed with wood particles. The percentage of rice husk in mixture (0, 15, 30 and 50%) amount of urea formaldehyde resin (9, 11 and 13%) and press time (5 and 7 min) were selected as variables, other factors being constant. Data were statistically analyzed with SPSS software and the assessment was made on the data obtained from Duncan test. Results indicated that adding rice husk to wood particles as much as 15% not only has no negative effect, but causes an increase in modulus of rupture and that of elasticity, as well as an increase in internal bonds of boards as compared with boards made of only wood particles. Grouping the experimental data while using Duncan test was indicative of the fact that an optimum condition for manufacturing particleboard while using a mixture of rice husk and wood particles is to add 15% rice husk the mixture, use 11% urea formaldehyde resin and employ a pressing time of 7 minutes.

Keywords: Rice husk, Particleboard, Press time, Urea formaldehyde resin, Mechanical properties.