

بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از اختلاط چوب صنوبر (*Populus alba*) و پوسته تخمه آفتابگردان

امیر فرضعلی زاده، آرش فرج‌پور رودسری* و اصغر تابعی

گروه مهندسی صنایع چوب و کاغذ، واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی، آستارا، ایران. رایانامه نویسنده مسئول: farajpoor.a@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۳/۰۷

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۹/۱۴

چکیده

این تحقیق به دلیل کمبود منابع چوبی جنگلی و کاربرد روزافزون پسماندهای کشاورزی در ساخت چندسازه چوبی با هدف امکان ساخت تخته‌خرده‌چوب از اختلاط خرده‌چوب صنوبر و خرده‌های پوسته تخمه آفتابگردان انجام شد. مقاومت و مدول الاستیسیته خمشی، مقاومت چسبندگی داخلی همراه با واکنشیدگی ضخامت ۲، ۱۲ و ۲۴ ساعت از مهم‌ترین خواص مورد بررسی بودند. نتایج نشان داد که مقاومت و مدول الاستیسیته خمشی، مقاومت چسبندگی داخلی، واکنشیدگی ضخامت ۲، ۱۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب با افزایش مقدار پوسته تخمه آفتابگردان در تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از اختلاط خرده‌های چوب صنوبر و خرده‌های پوسته تخمه آفتابگردان، به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد ($p < 0.05$). با این وجود هیچ‌کدام از تخته‌های ساخته شده حداقل‌های مجاز خواص فیزیکی و مکانیکی مربوط به استانداردهای EN 312-2، EN 312-3 و EN 312-4 را نداشتند.

واژه‌های کلیدی: ویژگی‌های فیزیکی، تخته‌خرده‌چوب، پوسته تخمه آفتابگردان، چوب صنوبر.

مقدمه

فرآورده‌های چوبی قابل دسترس باعث توجه بیشتر به کاشت گونه‌های چوبی با دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت شده است (Sewamy et al, 2006). وضعیت موجود منابع طبیعی کشور و فشار روزافزون به این منابع موجب کاهش سطح جنگل‌های شمال و حتی جنگل‌های ارزشمند غرب کشور شده است. نیاز به چوب در آینده با افزایش جمعیت روزبه‌روز افزایش خواهد یافت و بخش اندکی از نیازها در صورت برنامه‌ریزی، اعمال مدیریت صحیح و اجرای طرح‌های جنگلداری تامین خواهد شد (حمزه‌پور و مدیر

صنوبرها به دلیل قابلیت بالای تولید چوب‌های تجاری و صنعتی از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار هستند (قاسمی، ۱۳۷۸). سطح جنگل‌های دست‌کاشت تولیدی (زراعت چوب) در کشور معادل ۱۵۰ هزار هکتار می‌باشد که از این میزان ۵۵ هزار هکتار در استان‌های شمالی کشور (۵ هزار هکتار اکالیپتوس، ۵۰ هزار هکتار صنوبر) و ۹۵ هزار هکتار در دیگر استان‌ها (۲۵ هزار هکتار اکالیپتوس، ۷۰ هزار هکتار صنوبر) قرار دارد (موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۳۸۸). افزایش تقاضا برای چوب و کاهش

دادند که افزایش پوسته دانه آفتابگردان به خرده‌چوب‌های گونه‌های جنگلی تا ۱۵ درصد موجب افزایش مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌ها شده است (طبرسا و شیخ‌الملوکی، ۱۳۸۴). البته افزایش پوسته دانه آفتابگردان اثری بر واکنشیدگی ضخامتی تخته‌های تولید شده از آن نداشته، ولی باعث افزایش جذب آب آنها در مقایسه با تخته‌های ساخته شده از خرده‌چوب گونه‌های جنگلی شد (Gertjeansen, 1977).

خواص تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از ساقه آفتابگردان و پوشال رنده صنوبر طی یک تحقیق بررسی شد و افزایش مقدار چسب، افزایش دانسیته در تخته‌خرده‌چوب و حذف مغز، ساقه برای بهبود مقاومت چسبندگی داخلی آفتابگردان پیشنهاد شد (Boehme, 1993). ساخت تخته‌خرده‌چوب با پوسته تخمه آفتابگردان در مطالعه دیگری بررسی و نتایج نشان داد که تخته‌های ساخته شده با چسب اوره و ایزوسیانات چسبندگی داخلی خوبی دارند (طبرسا و شیخ‌الملوکی، ۱۳۸۴). تخته‌های ساخته شده با چسب فنول فرمالدهید به دلیل خاصیت آب‌گریزی این ماده لیگنوسلولزی چسبندگی داخلی خوبی نداشته و مقاومت خمشی پایینی دارند. این مطالعه همچنین نشان داد که مقاومت خمشی این نوع تخته‌ها را می‌توان با استفاده از تراشه‌های چوبی در لایه سطحی بهبود بخشید. Khristova و همکاران (۱۹۹۶) با بررسی ساخت تخته‌خرده‌چوب ساقه آفتابگردان به کمک چسب فنول فرمالدهید نشان دادند که برای غلبه بر کاهش مقاومت ناشی از اثر مضر مغز، کاهش مقدار چسب مصرفی و افزودنی‌های دیگر هنگام ساخت تخته با ساقه آفتابگردان لازم است که مغز آن در حالت خشک یا تر گرفته شود. Bektas و همکاران (۲۰۰۵) ساخت تخته‌خرده‌چوب از ساقه آفتابگردان و چوب صنوبر را بررسی کرده و نشان دادند که خواص

رحمتی، ۱۳۷۶). در حال حاضر کاشت صنوبر در نقاط مختلف ایران به دلیل افزایش سطح جنگل‌کاری‌ها، جلوگیری از روند تخریب جنگل‌های موجود، ایجاد اشتغال و توسعه فضای سبز مورد توجه خاصی قرار گرفته و به لحاظ ویژگی‌های ممتاز و منحصر به فرد صنوبر مانند امکان کاشت انبوه، رویش بالای سالیانه و کوتاهی دوره بهره‌برداری از اهمیت ویژه برخوردار است (آزادفر، ۱۳۸۵).

کمیود مواد اولیه در حال حاضر یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های صنایع تخته‌خرده‌چوب، تخته فیبر و کاغذ کشور است. خوشبختانه صنعت تخته‌خرده‌چوب قادر است که طیف وسیعی از مواد اولیه لیگنوسلولزی را مصرف نماید. حجم قابل توجه پسماندهای کشاورزی در ایران شامل کاه گندم، برنج، جو و ساقه آفتابگردان از قابلیت بسیار بالایی در این زمینه برخوردار هستند. بنابراین می‌توان از این پسماندها در ساخت تخته‌خرده‌چوب استفاده کرد و بخش فراوانی از مواد اولیه این صنعت را تامین نمود. آفتابگردان یکی از نباتات روغنی مهم جهان است که از نظر تولید روغن در بین گیاهان یکساله تولیدکننده روغن بعد از سویا در مقام دوم قرار داشته و بیش از ۱۴ درصد کل روغن جهان را به خود اختصاص می‌دهد. روغن آفتابگردان بسیار مطلوب بوده و زراعت آن به همین دلیل در مناطق معتدل تمام قاره‌ها معمول شده است. آمار سطح زیر کشت آفتابگردان در سال ۲۰۰۷ برابر ۲۱۴۳۶۳۹۷ هکتار با محصولی بالغ بر ۲۶۱۰۸۳۵۸ تن بوده است. پوسته درصد زیادی از این محصول است که سرشار از سلولز بوده و قابلیت استفاده در صنایع سلولزی را دارد. تحقیقات مختلفی درباره کاربرد پسماند آفتابگردان در ساخت تخته‌خرده‌چوب انجام شده که امکان استفاده از پوسته دانه آفتابگردان در صنعت تخته‌خرده‌چوب را مورد بررسی قرار داده و نشان

خرده‌چوب‌ها پس از این مرحله توسط یک دستگاه چسب‌زن آزمایشگاهی چسب‌زنی شدند. چسب مورد استفاده از شرکت تیران شیمی تهیه گردید که مشخصات آن در جدول ۱ اریه شده است. محلول چسب مورد استفاده در این تحقیق ۱۲ درصد (۲۰ درصد خرده‌چوب‌ها) برای سطوح رویی و ۱۰ درصد چسب برای سطح مغزی (۸۰ درصد خرده‌چوب‌ها) بر مبنای وزن خشک خرده‌چوب استفاده شد. خرده‌چوب‌های آغشته به چسب پس از اختلاط به داخل یک قالب با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر منتقل و به صورت یکنواخت درون آن قرار گرفتند. پوسته تخمه آفتابگردان در این تحقیق در پنج سطح با نسبت‌های ۰، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد به خرده‌چوب صنوبر اضافه و در نهایت تخته‌خرده‌چوب با جرم مخصوص ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب و ضخامت ۱۸ سانتی‌متر به کمک یک پرس آزمایشگاهی در مدت ۱۰ دقیقه، حرارت ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر ساخته شد.

عمل مشروط‌سازی و یکنواخت‌سازی رطوبت بین تخته‌های تولیدی پس از پایان مرحله پرس انجام گرفت. تخته‌ها به منظور متعادل‌سازی تنش‌های داخلی به مدت ۱۵ روز در شرایط آزمایشگاهی نگهداری شدند. سپس آزمایش مقاومت و مدول الاستیسیته خمشی (EN 310)، چسبندگی داخلی (EN 319) و واکنش‌پذیری ضخامت تخته‌ها بعد از ۲، ۱۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب (EN 319) روی نمونه‌های آزمونی انجام شد. برای اندازه‌گیری مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته نمونه‌های آزمونی از دستگاه تست Instron-4489 و برای تعیین چسبندگی داخلی از دستگاه تست WOLPERT D.6700 استفاده شد.

نتایج به دست آمده از طرح کاملاً تصادفی با نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها با استفاده از

فیزیکی و مکانیکی با افزایش درصد صنوبر در مخلوط تخته‌خرده‌چوب بهبود می‌یابد. همچنین Hakki Alma و Tuncay (۲۰۱۴) خواص فیزیکی تخته‌خرده‌چوب عایق ساخته شده از ساقه آفتابگردان را بررسی کرده و نشان دادند که تخته‌های ساخته شده از ساقه آفتابگردان به دلیل چگالی پایین دارای خصوصیت‌های هم‌چون ضریب هدایت حرارتی کم، نسبت بالای عایق صدا، مقدار سرعت انتقال امواج فراصوتی کم و مقاومت بهتر در برابر آتش‌گیری از پانل‌های شانه‌عسلی (ساندویچی) هستند که به‌عنوان تخته‌های عایق استفاده می‌شوند.

چوب صنوبر و پسماند محصولات کشاورزی از جمله مواد اولیه‌ای است که در آینده استفاده از آن به دلیل کاهش فشار روی منابع جنگلی فراگیر خواهد شد. به همین دلیل در این مطالعه ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از پوسته تخمه آفتابگردان و چوب صنوبر بررسی شد.

مواد و روش‌ها

خرده‌چوب‌های صنوبر برای ساخت تخته‌خرده‌چوب از کارخانه نئوپان خلخال تهیه شد. خرده‌های پوسته تخمه آفتابگردان نیز از خوی تهیه و با آسیاب آزمایشگاهی خرد گردید. خرده‌چوب‌ها به دلیل رطوبت بالا ابتدا به مدت ۷۲ ساعت در آزمایشگاه قرار گرفتند و برای جلوگیری از قارچ‌زدگی و فساد چندین مرتبه به هم زده شدند تا مقداری از رطوبت را از دست دهند. خرده‌چوب‌ها سپس به دلیل وجود خرده‌چوب‌های ریز و درشت و اختلال در فرآیند خشک‌کنی از الک‌هایی با مش ۱۰، ۱۸، ۳۰، ۴۰، ۴۲ و ۷۰ عبور کرده و ابعاد مورد نیاز جدا شدند. خرده‌چوب‌های تفکیک شده در ادامه توسط یک خشک‌کن آزمایشگاهی تا یک درصد خشک و درون کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به رطوبت نگهداری شدند.

SPSS در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تحلیل قرار گرفتند. اختلاف معنی دار میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن طبقه‌بندی و تاثیر عامل متغیر بر خواص مورد مطالعه در سطح اطمینان ۹۵ درصد تجزیه و تحلیل شد. از هر تخته ۵ نمونه بررسی شدند.

آزمون دانکن طبقه‌بندی و تاثیر عامل متغیر بر خواص مورد مطالعه در سطح اطمینان ۹۵ درصد تجزیه و تحلیل شد.

نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری ویژگی‌های مختلف تخته‌های آزمونی با استفاده از نرم‌افزار آماری

جدول ۱. مشخصات چسب اوره فرمالدهید مورد استفاده در این تحقیق	
مقدار	ویژگی
۶۱/۲۱	ماده جامد (درصد)
۱۲۵	ویسکوزیته (سانتی پوآز)
۱/۲۲۵	چگالی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)
۰/۵	حداکثر فرمالدهید آزاد (درصد)
۵۴	زمان ژله‌ای شدن (ثانیه)
۷/۲۴	pH

نتایج

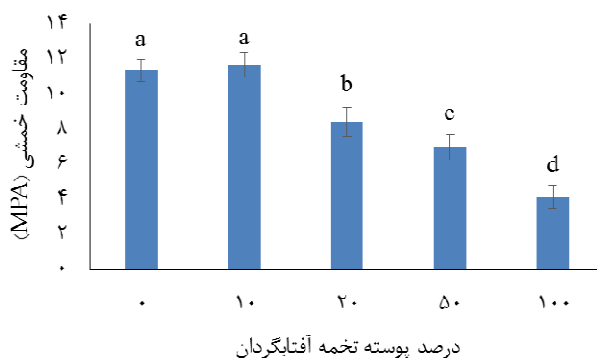
اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان و خرده‌چوب صنوبر در شکل ۱ نشان داده شده است. مقاومت خمشی تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از ۱۰۰ درصد خرده‌چوب صنوبر ۱/۷ برابر بیشتر از تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از ۱۰۰ درصد پوسته تخمه آفتابگردان بود. افزایش ۱۰ درصدی پوسته تخمه آفتابگردان به تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان و خرده‌چوب صنوبر تاثیر معنی‌داری بر مقاومت خمشی ندارد. این در حالی است که حدود ۶۲ درصد مقاومت خمشی با افزودن ۵۰ درصد خرده‌چوب صنوبر به تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از پوسته تخمه آفتابگردان افزایش یافت.

نتایج نشان داد که سطح معنی‌داری برای همه خواص بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است که نشان‌دهنده این بود که داده‌ها از توزیع نرمال پیروی می‌کنند. تاثیر درصد اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان در تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از اختلاط خرده‌چوب صنوبر و پوسته آفتابگردان بر مقاومت خمشی تخته‌خرده‌چوب در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که تاثیر درصد اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان بر مقاومت خمشی در سطح اعتماد برابر با ۹۵ درصد معنی‌دار است.

تاثیر درصد پوسته تخمه آفتابگردان بر مقاومت خمشی (MOR) تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از

جدول ۲. تاثیر پوسته دانه آفتابگردان بر مقاومت خمشی (MOR) تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان و خرده‌چوب صنوبر

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری
تیمار (بین میانگین‌ها)	۲۰۴/۱۸۶	۴	۵۱/۰۴۶	۱۰۳/۴۱۳	۰/۰۰
خطای آزمایش (درون میانگین‌ها)	۱۰/۳۶۶	۲۱	۰/۴۹۴		
کل	۲۱۴/۵۵۲	۲۵			



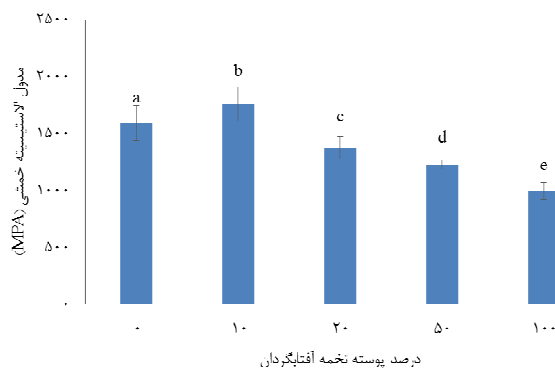
شکل ۱. تاثیر درصد پوسته تخمه آفتابگردان بر مقاومت خمشی (MOR) تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان و خرده‌چوب صنوبر

تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از ۱۰۰ درصد خرده‌چوب صنوبر، ۵۹ درصد بیشتر از تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از ۱۰۰ درصد پوسته تخمه آفتابگردان است. با افزودن ۵۰ درصد خرده‌چوب صنوبر به تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از پوسته تخمه آفتابگردان، حدود ۲۳ درصد مقاومت خمشی افزایش یافت.

نتایج نشان داد که تاثیر درصد اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان بر مدول الاستیسیته خمشی در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار است (جدول ۳). تاثیر درصد پوسته تخمه آفتابگردان بر مدول الاستیسیته خمشی تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان و خرده‌چوب صنوبر نیز در شکل ۲ نشان داده شده است. مدول الاستیسیته خمشی

جدول ۳. تاثیر درصد پوسته دانه آفتابگردان بر مدول الاستیسیته خمشی (MOE) تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان و خرده‌چوب صنوبر

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری
تیمار (بین میانگین‌ها)	۱۹۱۶۹۷۸/۸۰۷	۴	۴۷۹۲۴۴/۷۰۲	۳۵/۷۲۵	۰/۰۰
خطای آزمایش (درون میانگین‌ها)	۲۷۴۰۳۹/۵۵۶	۲۱	۱۳۰۴۹/۵۰۳		
مجموع	۲۱۹۱۰۱/۳۶۳	۲۵			



شکل ۲. تاثیر درصد پوسته تخمه آفتابگردان بر مدول الاستیسیته خمشی تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان و خرده‌چوب صنوبر

ساخته شده از ۱۰۰ درصد پوسته تخمه آفتابگردان است (شکل ۳). با افزودن ۵۰ درصد خرده چوب صنوبر به تخته خرده چوب ساخته شده از پوسته تخمه آفتابگردان، حدود ۲۰ درصد چسبندگی داخلی افزایش می یابد.

یافته ها نشان داد که تاثیر درصد اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان بر چسبندگی داخلی در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی دار است (جدول ۴). چسبندگی داخلی تخته خرده چوب ساخته شده از ۱۰۰ درصد خرده چوب صنوبر ۱/۳۹ بیشتر از تخته خرده چوب

جدول ۴. تاثیر درصد پوسته دانه آفتابگردان بر چسبندگی داخلی تخته خرده چوب ساخته شده از اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان و خرده چوب صنوبر

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی داری
تیمار (بین میانگین ها)	۰/۳۸۲	۴	۰/۰۹۶	۴۴/۸۷۹	۰/۰۰
خطای آزمایش (درون میانگین ها)	۰/۰۴۳	۲۰	۰/۰۰۲		
کل	۰/۴۲۵	۲۴			



شکل ۳. تاثیر درصد پوسته تخمه آفتابگردان بر چسبندگی داخلی تخته خرده چوب ساخته شده از اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان و خرده چوب صنوبر

افزودن ۵۰ درصد خرده چوب صنوبر به تخته خرده چوب ساخته شده از پوسته تخمه آفتابگردان به ترتیب حدود ۱۹، ۷۴ و ۶۶ درصد واکنشیدگی ضخامت ۲، ۱۲ و ۲۴ ساعت افزایش یافت.

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه مشاهده شد که مقاومت و مدول الاستیسیته خمشی با افزایش مقدار پوسته تخمه آفتابگردان به طور معنی داری کاهش می یابد. افزودن ۱۰ درصد پوسته تخمه آفتابگردان موجب افزایش اندکی در مقاومت و مدول الاستیسیته خمشی شده که

همچنین درصد اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان در تخته خرده چوب ساخته شده از اختلاط خرده چوب صنوبر و پوسته آفتابگردان بر واکنشیدگی ضخامت ۲، ۱۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب تخته خرده چوب در جدول ۵ نشان داده شده است. این نتایج نشان داد که اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان بر واکنشیدگی ضخامت ۲، ۱۲ و ۲۴ ساعت تخته خرده چوب ساخته شده از ۱۰۰ درصد خرده چوب صنوبر به ترتیب ۲/۷، ۲/۲ و ۱/۹ برابر بیشتر از تخته خرده چوب ساخته شده از ۱۰۰ درصد پوسته تخمه آفتابگردان بود (شکل ۴). با

(Tuncay & Hakki Alma, 2014). به عبارت دیگر، چگالی حجمی پوسته تخمه آفتابگردان از چوب بیشتر بوده و به همین دلیل چسب بیشتری با افزایش مقدار پوسته برای ایجاد چسبندگی مناسب بین چوب و پوسته تخمه آفتابگردان لازم است. مقاومت و مدول الاستیسیته تخته‌خرده‌چوب از این رو در یک مقدار ثابت چسب با افزایش مقدار پوسته تخمه آفتابگردان کاهش می‌یابد. دلیل دیگر این کاهش مقاومت را می‌توان به مقدار مواد استخراجی تقریباً بالای پوسته تخمه آفتابگردان در مقایسه با چوب صنوبر مرتبط دانست. نتایج این تحقیق با نتایج محققانی همچون طبرسا و شیخ‌الملوکی (۱۳۸۴) و Boehme (۱۹۹۳) مطابقت دارد.

البته این مقدار از نظر آماری معنی‌دار نبود. خرده‌های پوسته تخمه آفتابگردان نسبت به خرده‌های چوب اندازه و ضخامت کوچک‌تری دارند (طبرسا و شیخ‌الملوکی، ۱۳۸۴). از این رو در اختلاط کم با خرده‌چوب صنوبر به عنوان پرکننده عمل کرده و مقاومت و مدول الاستیسیته خمشی اندکی افزایش می‌یابد.

افزایش مقدار پوسته تخمه آفتابگردان در ترکیب تخته به دلیل افزایش سطح ویژه موجب کاهش مقدار چسبی می‌شود که به واحد سطح خرده‌چوب‌ها رسیده و در نتیجه مقاومت و مدول کاهش می‌یابد. به همین دلیل لازم است که این کاهش مقاومت را با روش‌های دیگر از جمله افزایش مقدار چسب جبران کرد

جدول ۵. تاثیر درصد پوسته دانه آفتابگردان بر واكشیدگی ضخامت ۲، ۱۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان و خرده‌چوب صنوبر

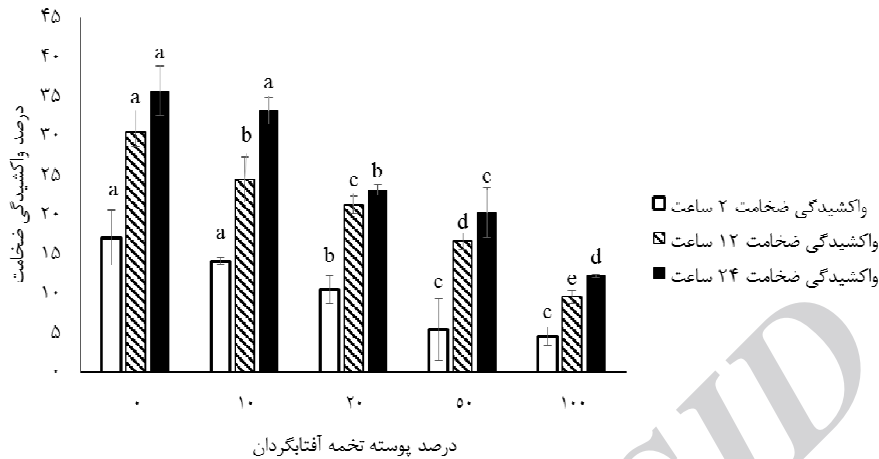
واكشیدگی ضخامت	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری
۲ ساعت	خطای آزمایشی بین گروه‌ها	۵۸۵/۴۹۴	۴	۱۴۶/۴۸۷	۲۲/۶۴۵	۰/۰۰
	خطای آزمایشی (درون میانگین‌ها)	۱۲۹/۳۷۸	۲۰	۶/۴۶۹	-	-
	کل	۷۱۵/۳۲۶	۲۴	-	-	-
۱۲ ساعت	خطای آزمایشی بین گروه‌ها	۱۲۵۱/۷۵۰	۴	۳۱۲/۹۳۸	۱۰۵/۷۹۷	۰/۰۰
	خطای آزمایشی درون گروه‌ها	۵۹/۱۵۸	۲۰	۲/۹۵۸	-	-
	کل	۱۳۱۰/۹۰۸	۲۰	-	-	-
۲۴ ساعت	خطای آزمایشی بین گروه‌ها	۱۸۵۵/۷۰۰	۴	۴۶۳/۹۲۵	۱۰۰/۳۱۴	۰/۰۰
	خطای آزمایشی درون گروه‌ها	۹۲/۴۹۴	۲۰	۴/۶۲۵	-	-
	کل	۱۹۴۸/۱۹۴	۲۴	-	-	-

مواد استخراجی آن نسبت به چوب دانست. به همین دلیل گروه‌های واكنش‌پذیر با چسب در پوسته تخمه آفتابگردان کمتر از چوب است. از طرفی به دلیل چگالی حجمی بالای پوسته تخمه آفتابگردان لازم است که چسب بیشتری برای ایجاد چسبندگی استفاده شود. بنابراین به طور کلی می‌توان گفت که چسبندگی

مقاومت چسبندگی داخلی، کیفیت اتصال خرده‌چوب را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که مقاومت داخلی با افزایش مقدار پوسته تخمه آفتابگردان چسبندگی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. دلیل این کاهش را می‌توان به کمتر بودن مقدار سلولز پوسته تخمه آفتابگردان و درصد بالای

تحقیقات طبرسا و شیخ‌الملوکی (۱۳۸۴) و Boehme (۱۹۹۳) مطابق دارد.

بین خرده‌های چوب بهتر از خرده‌های پوسته تخمه آفتابگردان است. یافته‌های این پژوهش با نتایج



شکل ۴. تأثیر درصد پوسته تخمه آفتابگردان بر واکنشیدگی ضخامت ۲، ۱۲ و ۲۴ ساعت تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از اختلاط پوسته تخمه آفتابگردان و خرده‌چوب صنوبر

چسبندگی داخلی (MPa) را برای تخته‌خرده‌چوب مورد استفاده در شرایط خشک برای کاربردهای صنایع مبلمان به ترتیب بیشتر از ۱۳، ۱۶۰۰ و ۰/۳۵ عنوان کرده است. از طرفی مقادیر مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته خمشی، چسبندگی داخلی (MPa) و واکنشیدگی ضخامت (درصد) در استاندارد EN 312-4 برای تخته‌خرده‌چوب مورد استفاده در شرایط خشک به عنوان عضو باربر به ترتیب بیشتر از ۱۵، ۲۱۵۰، ۰/۳۵ و ۱۵ عنوان شده است. تخته‌های ساخته شده از اختلاط خرده‌چوب و پوسته تخمه آفتابگردان در مقایسه با حد مجاز استاندارد EN دارای خصوصیات فیزیکی و مکانیکی مجاز نبوده و به طبع در تمام صنایع قابل استفاده نیستند، در حالی که با ارزیابی خواص صوتی و حرارتی این تخته‌ها می‌توان از آنها به عنوان تخته‌های عایق استفاده کرد.

منابع

آزادفر، د. (۱۳۸۵) پلی‌مورفیسم ژنتیکی ایزوآنزیم‌های

نتایج نشان داد که جذب آب و واکنشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت با افزایش مقدار پوسته تخمه آفتابگردان به شکل معنی‌داری کاهش می‌یابد. مقدار سلولز یا به عبارتی چگالی مواد استخراجی از عوامل مرتبط برای جذب آب با خرده‌چوب می‌باشد. مواد استخراجی پوسته تخمه آفتابگردان بیشتر از چوب است. از طرفی مقدار سلولز چوب در مقایسه با پوسته تخمه آفتابگردان بیشتر است. به همین دلیل دسترسی مولکول‌های آب به گروه‌های هیدروکسیل با افزایش مقدار پوسته تخمه آفتابگردان کاهش یافته و میزان جذب آب و واکنشیدگی ضخامت کاهش می‌یابد. روغنی بودن دانه آفتابگردان دلیل دیگر این ماهیت است که موجب آب‌گریزی در تخته‌چوب شده و از نفوذ آب به درون تخته جلوگیری می‌کند. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات طبرسا و شیخ‌الملوکی (۱۳۸۴) و Boehme (1993) مطابقت دارد.

استاندارد EN312-3 مقادیر مقاومت خمشی (MPa)، مدول الاستیسیته خمشی (MPa) و

- immersion in water, EuropeanStandard, German version. Unit 6 to 10. pages 32 to 36,
- EN 319, (2003) Particleboards and fibreboards; determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board, EuropeanStandard, German version. Unit 6 to 10. pp. 57-66.,
- Gertjansen, R.O. (1977) Properties of particleboard from sunflower stalks and aspen planer shavings. Technical Bulletin 311, Forestry Series No. 24. University of Minnesota Agricultural Experiment Station, St. Paul, Minnesota. 5 p.
- Khristova, P., Yossifov, N. and Gabir, S. (1996) Particle board from sunflower stalks: preliminary trials. Bioresource Technology, 58: 319-321.
- Swamy, S.L., Mishra, A. and Puri, A. (2006) Comparison of growth, biomass and nutrient distribution in five promising clones of *Populus deltoids* under an agrisilviculture system. Bioresource Technology, 97: 57-68.
- Tuncay, F. and Hakki Alma, M. (2014) Investigating some physical properties of composite board, produced from sunflower stalks, designed horizontally. *Ekoloji*, 23(90): 40-48.
- پراکسیداز در جنس صنوبر. گزارش طرح پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. گرگان، ۵۸ صفحه.
- حمزه‌پور، م. و مدیر رحمتی، ع. (۱۳۷۶) جمع‌آوری ارقام بومی و غیربومی صنوبر در استان فارس و بررسی آنها در خزانه سلکسیون. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام فارس. شیراز، ۴۹ صفحه.
- قاسمی، ر. (۱۳۷۸) بررسی فنولوژی ارقام مختلف صنوبر در منطقه آب و هوایی کرج و صفرا بسته گیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس. نور، ۱۷۱ صفحه.
- طبرسا، ت. و شیخ‌الملوکی، ا. (۱۳۸۴) بررسی امکان استفاده از پوسته دانه آفتابگردان در صنعت تخته‌خردده‌چوب. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۸(۳): ۶۷۹-۶۸۹.
- موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (۱۳۸۸) سند راهبردی توسعه تحقیقات منابع طبیعی ایران. مبانی، راهبردی و راهکارها. نشریه شماره ۴۰۸. تهران، ۳۷۹ صفحه.
- Bektas, I., Guler, C., Kalaycioğlu, H., Mengeloglu, F. and Nacar, M. (2005) The manufacture of particleboards using sunflower stalks (*Helianthus annuus* L.) and poplar wood (*Populus alba* L). *Journal of Composite Materials*, 39: 467-473.
- Boehme, C. (1993) Investigations on the use of sunflower peels for particleboard production. *Holz als roh-und Werkstoff*, 51: 319-323.
- EN 310 (2003) Wood-based panels; determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength, European Standard, German version, pp. 2-8.
- EN 312-3 (2003) Particleboards; requirement for boards for interior fitments (including furniture) for use in dry condition, EuropeanStandard, German version. pp 3-11.
- EN 312-4 (2003) Particleboards; requirement for load-bearing boards for use in dry condition, EuropeanStandard, German version. Unit 6-10. pp. 46-56.
- EN 317 (2003) Particleboards and fibreboards; determination of swelling in thickness after

Study of physical and mechanical characteristics of particleboard made from Poplar (*Populus alba*) wood and sunflower Peel

Amir Farzalizadeh, Arash Farajpoor Roodsari* and Asghar Tabei

Department of Wood and Paper Science and Technology, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran.

*Corresponding Author Email Adress: farajpoor.a@gmail.com

Date of Submission: 2013/12/05

Date of Acceptance: 2014/05/28

Abstract

Because of shortage of woody forest resources and increasing uses of agricultural residues in wood industry, this study was conducted to investigate the effect of sunflower peel content on physical and mechanical properties of particleboard made from combination of sunflower peel and wood particles of poplar (*Populus alba*). The main physical and mechanical properties including swelling thickness in 2, 12, and 24 hours followed by modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE), and internal bonding strength were tested. The results showed that swelling thickness of 2, 12, and 24 hours immersion in distilled water decreased modulus of rupture (MOR). Modulus of elasticity (MOE) and internal bonding strength significantly were decreased by increasing sunflower peel content in the particleboard. Based on the present findings none of the manufactured particleboard panels made from the combination of wood and sunflower's peel particles didn't meet the EN 312-4, EN 312-3, and EN 312-2 standards.

Keywords: physical properties, particleboard, sunflower peel, poplar wood.