بررسی قابلیت استفاده از سرشاخه هرس گونه توری (*Lagerstroemia* spp) در تولید تخته خرده‌چوب

میثم مهدی‌نیا[1*]، مهرداد احمدی[2] و ادریس موذنی[2]

۱) مدرس موسسه آموزش عالی غیردولتی و غیرانتفاعی ساعی، گرگان، ایران.

*رایانامه نویسنده مسئول مکاتبات: meysammehdinia@gmail.com

۲) دانشجوی کارشناسی موسسه آموزش عالی غیردولتی و غیرانتفاعی ساعی، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۳

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، بررسی قابلیت استفاده از سرشاخه هرس گونه توری به‌عنوان ماده لیگنوسلولزی جایگزین چوب در تولید تخته خرده‌چوب بود. در این تحقیق از سرشاخه هرس گونه توری در ۳ سطح ۲۰، ۳۰ و ۵۰ درصد وزنی استفاده شد و دمای پرس در ۳ سطح ۱۶۰، ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه و مقدار چسب مصرفی در ۲ سطح ۸ و ۱۰ به‌عنوان عوامل متغیر در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد با افزایش مقدار سرشاخه هرس گونه توری در ترکیب تخته نهایی، ویژگی‌های خمشی (MOR و MOE) و چسبندگی داخلی کاهش یافت، ولی مقدار جذب آب و واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب افزایش یافت. از سوی دیگر با افزایش مقدار چسب و دمای پرس، تمامی ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی شامل ویژگی‌های خمشی، چسبندگی داخلی، جذب آب و واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری بهبود یافت. در نهایت می‌توان از نسبت ۴۰ درصد سرشاخه هرس گونه توری به‌صورت ترکیب با خرده‌چوب صنعتی جهت تولید تخته خرده‌چوب استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: دمای پرس، سرشاخه هرس گونه توری، مقدار چسب، ویژگی‌های فیزیکی، ویژگی‌های مکانیکی.

مقدمه

با توجه به رشد روز افزون صنعت چوب و کاغذ در کشور، تقاضا برای مواد اولیه رو به افزایش گذاشته است. با توجه به اینکه از یک طرف ایران از لحاظ منابع چوبی یک کشور فقیر می‌باشد و از طرف دیگر به‌دلیل سیاست حفظ محیط زیست و صیانت از جنگل‌های تامین کننده چوب در کشور همواره مشکل کمبود ماده اولیه چوبی گریبانگیر صنایع بوده است، بنابراین به‌کارگیری منابع غیرجنگلی از جمله ضایعات هرس درختان میوه و گلخانه‌ای برای تامین مواد اولیه این صنایع را اجتناب‌ناپذیر کرده است (دوست‌حسینی و الیاسی، ۱۳۹۰). رشد فناوری و جمعیت، نیازها و خواسته‌های بشری را به‌طور تصاعدی افزایش داده و از طرف دیگر کاهش منابع، از آینده‌ای نه چندان امیدبخش خبر می‌دهند. در این میان استفاده از منابع غیرجنگلی در جهت حفاظت از محیط زیست دارای اهمیت بسیار بالایی است. مشکلات زیست‌محیطی ناشی از برداشت بی‌رویه چوب و کمبود این مواد اولیه، صنایع چوب و کاغذ کشور را با بحران‌های جدی رو به‌رو ساخته و برخی از محققان و متخصصان صنایع را بر آن داشته تا به دنبال راه‌حل‌های اصولی و درازمدت برای تامین مواد اولیه این صنایع باشند (جهان‌لتیباری و همکاران، ۱۳۷۴). با توجه به محدودیت برداشت از منابع جنگلی، منابع غیرجنگلی می‌تواند به‌عنوان یکی از مواد جایگزین منابع جنگلی در ساخت فرآورده‌های سلولزی به ویژه تخته خرده‌چوب به صنعت پیشنهاد شود (رسام و همکاران، ۱۳۹۰).

درختچه توری دارای گونه‌های زیادی است که برخی از آنها برگ‌ریز و عده‌ای هم همیشه سبز می‌باشند. این گیاه بهترین رشد را در نواحی گرم و خشک دارد و در تابش مستقیم خورشید رشد کرده ولی مناسب شرایط ساحلی و مرطوب نمی‌باشد. درختچه توری جز درختانی محسوب می‌شود که دوره شکوفه‌دهی بسیار طولانی دارد و تقریبا دوره ماندگاری شکوفه‌هایش بین ۲ الی ۴ ماه است. این درخت در طول رشد خود از ارتفاع ۴۶ سانتی‌متری تا ارتفاع ۱۲ متری می‌تواند رشد کند. این گونه پس از هرس دارای مقدار زیادی پسماند و سرشاخه است که می‌توان قابلیت استفاده از آن را در تولید تخته خرده‌چوب و غیره را مورد بررسی قرار داد.

کارگرفرد و نوربخش (۱۳۸۷) در بررسی خود بر روی کاربرد پسماند حاصل از هرس درختان انگور در تولید تخته خرده‌چوب به این نتیجه رسیدند که چسبندگی داخلی، مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی با افزایش ذرات هرس انگور کاهش، ولی واکشیدگی ضخامت افزایش یافته است.

عنایتی و همکاران (۱۳۸۷) امکان استفاده از سرشاخه‌های سیب در ساخت تخته خرده‌چوب را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که اغلب خواص فیزیکی و مکانیکی آنها شامل مدول الاستیسیته، مقاومت خمشی، چسبندگی داخلی و میزان جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب با افزایش سهم خرده‌چوب سیب در مخلوط خرده‌چوب‌های مصرفی بهبود پیدا کردند.

خلیلی‌گشت‌رودخانی و میرزابیگی‌ازغندی (۱۳۸۸) در بررسی ساخت تخته خرده‌چوب با استفاده از چوب تاغ و ذرات باگاس دریافتند که افزایش مقدار تاغ تا ۴۰ درصد، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته را افزایش داده و مقادیر بیشتر آن سبب کاهش این مقاومت‌ها می‌گردد. افزایش مقدار تاغ تا ۶۰ درصد، مقادیر چسبندگی داخلی تخته‌ها را افزایش داده و بعد از این مقدار روند کاهشی در این مقاومت دیده می‌شوند. همچنین نتایج این بررسی نشان داده با افزایش تاغ تا ۴۰ درصد، مقادیر جذب آب در ۲ و ۲۴ ساعت کاهش یافته و سپس افزایش می‌یابد.

سلیمانی‌آشتیانی و همکاران (۱۳۸۸) از سرشاخه‌های انار در ساخت تخته خرده‌چوب استفاده کردند و دریافتند با افزایش مقدار خرده‌های سرشاخه انار به ترکیب چوبی مورد استفاده برای ساخت تخته‌ها، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها کاهش و ویژگی‌های فیزیکی شامل واکشیدگی ضخامت و جذب آب نیز کاهش یافته است.

عنایتی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه خود بر تخته خرده‌چوب سرشاخه درختان زرد آلو و چوب‌های صنعتی دریافتند که با افزایش درصد اختلاط خرده‌چوب زردآلو مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی تخته‌ها افزایش و چسبندگی داخلی تخته‌ها با افزایش درصد خرده‌چوب زردآلو کاهش نامحسوس داشته است. با افزایش درصد خرده‌چوب زردآلو، دوام در برابر جذب آب تخته‌ها بعد از ۲۴ ساعت افزایش و واکشیدگی ضخامت آنها کاهش معنی‌داری داشتند.

حبیبی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی قابلیت استفاده از چوب سمر در ساخت تخته خرده‌چوب به این نتیجه رسیدند اثر نوع ماده اولیه بر کلیه ویژگی‌های تخته خرده‌چوب به استثناء مدول الاستیسیته معنی‌دار بوده است. با توجه به نوع ماده اولیه حداکثر مقاومت خمشی مربوط به تخته‌های ساخته شده از چوب شاخه سمر بود. همچنین حداکثر مقاومت چسبندگی داخلی مربوط به تخته‌های ساخته شده از مخلوط تنه و شاخه سمر است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری واکشیدگی ضخامتی تخته‌ها پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب با توجه به نوع ماده اولیه نشان داد حداقل ویژگی‌های فوق مربوط به تخته‌های ساخته شده از چوب تنه سمر می‌باشد.

حاجی‌حسنی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه خود مبنی بر تاثیر کاربرد هرس باغ‌های انار در تولید تخته خرده‌چوب ساخته شده از نی به این نتیجه رسیدند بالاترین میزان مقاومت خمشی در شرایط ترکیب ۲۵ درصد نی و ۷۵ درصد سرشاخه انار و برابر با ۱۶/۲ مگاپاسکال و همچنین پایین‌ترین میزان مقاومت خمشی برابر با ۱۰/۰۵ مگاپاسکال و در شرایط ترکیب ۱۰۰ درصد نی به‌دست آمد. در مورد مدول الاستیسیته نیز نتایج نشان داد کاهش مصرف نی در ترکیب ماده اولیه باعث افزایش مدول الاستیسیته می‌گردد، به‌طوری‌که بالاترین میزان مدول الاستیسیته برابر با ۲۵۳۳ مگاپاسکال و در شرایط ترکیب ۲۵ درصد نی و ۷۵ درصد سرشاخه انار حاصل

گردید. همچنین نتایج بیانگر افزایش مقاومت چسبندگی داخلی در اثر افزایش میزان مصرف سرشاخه‌های انار یا کاهش مصرف نی در ترکیب ماده اولیه می‌باشد. به‌طوری‌که بالاترین مقدار چسبندگی داخلی برابر با ۰/۱۷ مگاپاسکال و مربوط به شرایط ترکیب ۲۵ درصد نی و ۷۵ درصد سرشاخه انار می‌باشد. بنابراین افزایش میزان مصرف سرشاخه‌های انار یا کاهش مصرف نی در ترکیب ماده اولیه موجب کاهش واکشیدگی ضخامت تخته‌ها پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب می‌گردد، به‌طوری‌که بالاترین میزان واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت به‌ترتیب برابر با ۱۷/۵۱ و ۳۳/۲۱ درصد و مربوط به شرایط ترکیب ۱۰۰ درصد نی می‌باشد.

کارگرفرد (۱۳۹۱) در بررسی استفاده از ساقه گل محمدی در ساخت تخته خرده‌چوب به این نتیجه رسید با افزایش خرده‌های ساقه گل محمدی در لایه میانی تخته‌های ساخته شده، به‌طور معنی‌داری مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته کاهش یافته است. همچنین نتایج نشان داد با افزایش مصرف ذرات ساقه گل محمدی در لایه میانی تخته‌ها از چسبندگی داخلی تخته‌ها به‌طور معنی‌داری کاسته شده و حداقل این ویژگی در شرایط استفاده از ۱۰۰ درصد ذرات ساقه گل محمدی در لایه میانی دیده شد. همچنین نتایج این بررسی نشان داد با افزایش مصرف ذرات ساقه گل محمدی، مقدار واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت نیز در سطح معنی‌داری افزایش یافته است.

بنابراین در این تحقیق پتانسیل استفاده از پسماند هرس درختچه توری در ترکیب با خرده‌های صنعتی جهت تولید تخته خرده چوب مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

شاخه‌های هرس درختچه توری مورد نیاز از گلخانه‌های واقع در استان مازندران (شهرستان تنکابن) و خرده‌چوب صنعتی از کارخانه تخته فشرده ممتاز واقع در استان گلستان تهیه شد. میانگین خواص بیومتری و شیمیایی الیاف سرشاخه هرس درختچه توری مصرفی در جدول (۱) ارایه شده است. چسب مایع اوره فرمالدئید مورد استفاده در این تحقیق از کارخانه تخته فشرده ممتاز تهیه گردید. ویژگی‌های چسب در جدول (۲)، مشاهده می‌گردد. خرده‌چوب و سرشاخه هرس درختچه توری پس از خشک شدن (در دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت) برای جلوگیری از جذب رطوبت تا زمان ساخت تخته‌های آزمونی در کیسه پلاستیکی نگهداری شدند.

جدول ۱. میانگین خواص بیومتری و شیمیایی الیاف سرشاخه هرس درختچه توری

خواص بیومتری	طول الیاف (mm)	قطر الیاف (میکرون)	ضخامت دیواره سلول (میکرون)		قطر حفره (میکرون)	
	۰/۶۶	۱۶/۶۴	۸/۷۸		۷/۷۶	
خواص شیمیایی	سلولز	همی‌سلولز	لیگنین	مواد استخراجی محلول در استون	مواد استخراجی محلول در آب گرم	خاکستر
	۵۳/۱۵	۱۷/۷۵	۲۱/۲۸	۵/۸۷	۲/۴۷	۱/۵۴

جدول ۲. ویژگی‌های چسب مصرفی

نوع چسب	وزن مخصوص (g/cm3)	مواد جامد (٪)	ویسکوزیته (CP)	زمان ژله‌ای شدن (S)	PH
اوره فرمالدئید	۱/۲۷۵	۵۸	۳۰۰	۵۰	۷/۶

عوامل متغیر

تخته خرده‌چوب آزمایشگاهی با استفاده از دو نوع ماده اولیه چوبی (خرده‌چوب صنعتی و سرشاخه هرس درختچه توری) با ۳ نسبت اختلاط (۲۰،۳۰ و ۵۰ درصد)، ۳ سطح دمای پرس (۱۶۰، ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد) و ۲ سطح چسب اوره فرمالدئید (۸ درصد و ۱۰ درصد نسبت به وزن خشک ماده اولیه) ساخته شدند. همچنین از یک نمونه شاهد (ساخته شده از خرده‌چوب صنعتی) به‌عنوان شاهد استفاده شد.

عوامل ثابت

سایر عوامل ساخت شامل: دانسیته ۶۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب، فشار پرس: ۳۰ بار، زمان پرس: ۳ دقیقه، سرعت بسته شدن پرس: ۴/۵ میلی‌متر بر دقیقه، ضخامت تخته ۱۷ میلی‌متر به‌طور ثابت برای کلیه تیمارها استفاده شد.

ساخت تخته‌های آزمایشگاهی

پس از خشک کردن ذرات تا رطوبت ۳ درصد، مقدار مشخصی از هر کدام از ذرات (ذرات چوب و سرشاخه هرس درختچه توری با نسبت‌های ۴۰ به ۶۰، ۵۰ به ۵۰ و ۶۰ به ۴۰) در یک چسب زن استوانه‌ای ریخته شدند و با استفاده از پیستوله چسب زنی شدند. پس از چسب زنی، خرده‌چوب‌ها به یک قالب با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر انتقال داده شد و کیکی با ابعاد ۱۷×۵۰۰×۵۰۰ میلی‌متر تهیه شد و زیر پرس قرار گرفت. پس از خروج تخته از پرس، تخته‌ها به مدت ۲ هفته قبل از آزمون‌های فیزیکی و مکانیکی در شرایط کلیماتیزه نگهداری شدند. قابل ذکر است که مراحل ساخت تخته‌ها در آزمایشگاه صنایع چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد.

تهیه نمونه آزمونی و اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی

برای تهیه نمونه‌های آزمونی با استفاده از اره گرد، تخته‌ها ابتدا کناره‌بری و بعد مطابق با استاندارد DIN EN نمونه‌های آزمونی تهیه شدند. آزمون‌های خمشی مطابق با استاندارد DIN EN-310 و با استفاده از دستگاه INSTRON انجام شد، آزمون چسبندگی داخلی مطابق با استاندارد DIN EN-319 انجام شد. بدین صورت که نمونه‌ها توسط چسب (Hot Melt) به گیره‌ها چسبانده شد و کشش عمود بر سطح توسط ماشین آزمایش مخصوص انجام شد. برای جذب آب و واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب مطابق با استاندارد DIN EN-317 نمونه‌ها در ظرفی محتوی آب قرار داده شد و برای جلوگیری از بالا آمدن نمونه‌ها و شناور شدن آن از یک توری سیمی استفاده شد. پس از ۲ و ۲۴ ساعت وزن نمونه‌ها با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم و ضخامت نمونه‌ها با استفاده از ریزسنج با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه گیری شد.

نتایج

اثر مقدار مصرف سرشاخه‌های گونه توری

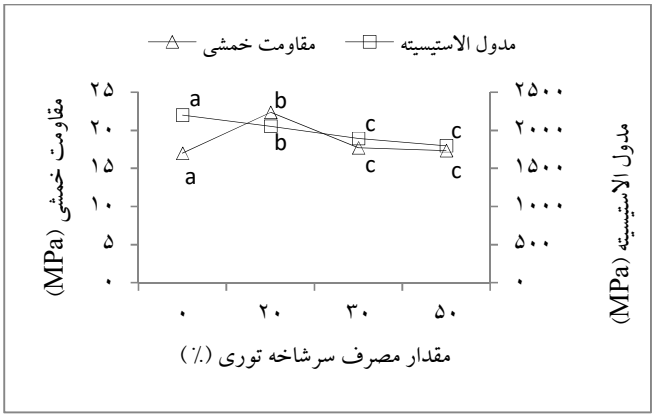
همان‌گونه که در جدول (۳) مشاهده می‌شود اثر متغیرهای مختلف بر ویژگی‌های تخته خرده‌چوب تولید شده کاملا معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۳. تجزیه واریانس برای متغیرهای مختلف

منبع تغییر	درجه آزادی	مدول الاستیسیته (MPa)	مقاومت خمشی (MPa)	چسبندگی داخلی (MPa)	جذب آب ۲ ساعته (٪)	جذب آب ۲۴ ساعته (٪)	واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت (٪)	واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (٪)
مقدار چسب مصرفی	۱	۰/۰۰**	۰/۰۰۱**	۰/۰۱۲*	۰/۰۰*	۰/۰۰**	۰/۰۰**	۰/۰۰**
دمای پرس	۲	۰/۰۰۱**	۰/۰۰**	۰/۰۰**	۰/۰۴۲۷*	۰/۰۰**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۳**
مقدار سرشاخه توری	۲	۰/۰۰**	۰/۰۰**	۰/۰۰**	۰/۰۲۷*	۰/۰۰**	۰/۰۰**	۰/۰۰**

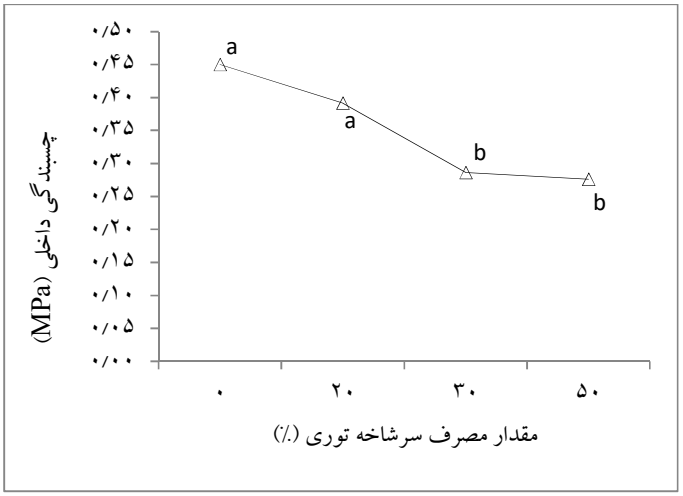
Ns: عدم معنی‌داری؛ **: معنی‌داری در سطح ۱ درصد؛ *: معنی‌داری در سطح ۵ درصد

همان‌گونه که در شکل (۱) دیده می‌شود با افزایش مقدار سرشاخه هرس گونه توری از مقدار ۲۰ درصد به ۵۰ درصد در ترکیب تخته، مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته به‌طور کاملا معنی‌داری کاهش یافته است. بالاترین مقدار مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی به‌ترتیب در نمونه شاهد و نمونه حاوی ۲۰ درصد سرشاخه مشاهده می‌شود.



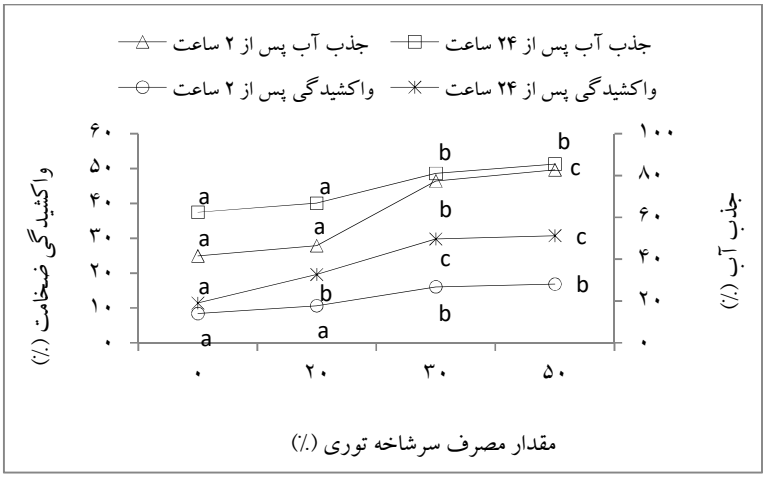
شکل ۱. اثر پسماند هرس گونه توری در ترکیب با خرده‌چوب صنعتی بر مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی

اثر افزایش مقدار پسماند هرس گونه توری در ترکیب بر روی چسبندگی داخلی مانند مدول الاستیسیته می‌باشد. همان‌گونه که در شکل (۲) مشاهده می‌شود با افزایش مقدار سرشاخه گونه توری از ۲۰ درصد به ۵۰ درصد مقدار مقاومت چسبندگی داخلی از ۰/۳۹ به ۰/۲۷ کاهش می‌یابد و این کاهش معادل ۳۷/۷۷ درصد مقاومت نمونه شاهد است.



شکل ۲. اثر پسماند هرس گونه توری در ترکیب با خرده‌چوب صنعتی بر چسبندگی داخلی

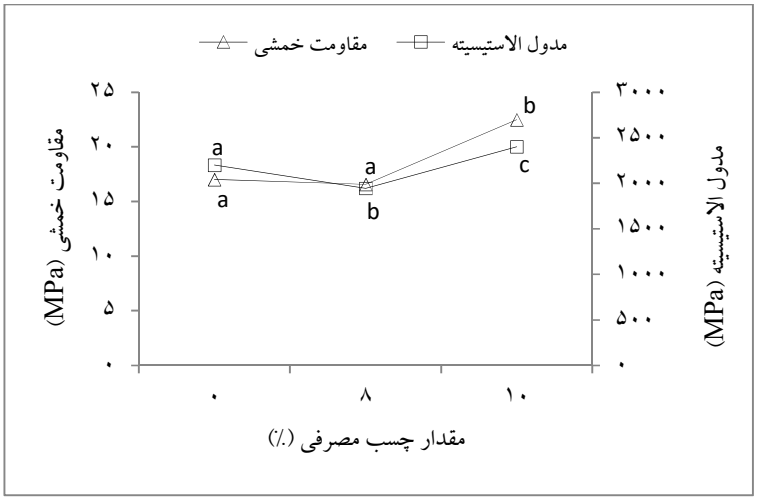
همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود با افزودن ۲۰ درصد پسماند هرس گونه توری در ترکیب، جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب به‌ترتیب ۲۷/۹ و ۶۶/۸ درصد حاصل شده است. با افزایش مقدار پسماند هرس گونه توری به ۳۰ درصد، جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب به‌ترتیب ۴۶/۵ و ۸۱/۱ درصد رسیده است که این امر نشان‌دهنده افزایش جذب آب به میزان ۶۶/۷ و ۲۱/۴ درصد است. همچنین در شکل (۴) مشاهده می‌شود، افزایش مقدار سرشاخه گونه توری، موجب افزایش واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب شده است، به‌طوری‌که در ترکیب ۲۰ درصد سرشاخه گونه توری، واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب به‌ترتیب ۱۷/۷ و ۳۲/۷ درصد و در ترکیب ۵۰ درصد مقدار سرشاخه گونه توری به‌ترتیب ۲۸/۱۵ و ۵۱/۲ درصد می‌باشد که افزایشی در حدود ۸۲/۶ و ۵۶/۶ درصد داشته است.



شکل ۳. اثر پسماند هرس گونه توری در ترکیب با خرده‌چوب صنعتی بر جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت و واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت

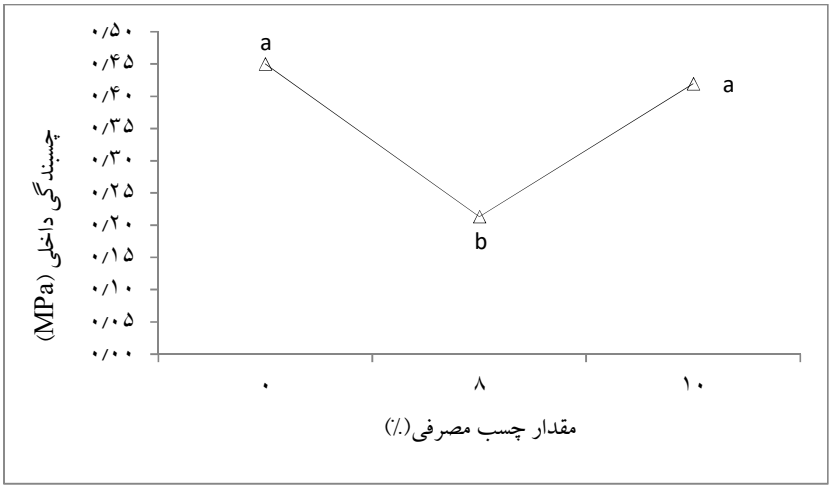
اثر مقدار مصرف چسب بر خواص فیزیکی و مکانیکی

مطابق شکل (۴)، با افزایش درصد مصرف چسب، مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی بهبود یافته است. مقدار مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی در مقدار چسب ۸ درصد به‌ترتیب ۱۹۴۵/۹۲ و ۱۶/۵۷ مگاپاسکال و در مقدار چسب ۱۰ درصد به‌ترتیب ۲۳۹۹/۹۲ و ۲۲/۴۸ مگاپاسکال به‌دست آمد. افزایش مصرف چسب از ۸ به ۱۰ درصد باعث افزایش مقاومت‌های فوق به میزان ۲۳ و ۳۵/۶ درصد شده است.



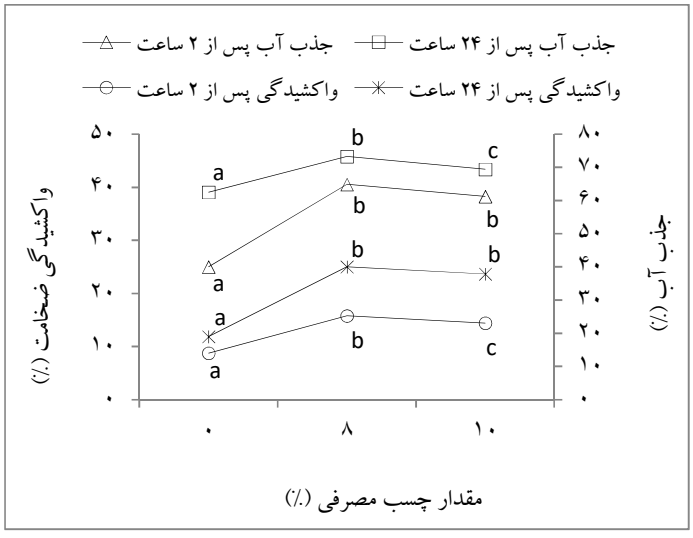
شکل ۴. اثر مقدار مصرف چسب بر مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی

مطابق شکل (۵) با افزایش درصد مصرف چسب، چسبندگی داخلی بهبود یافته و مقدار آن در مقدار چسب ۸ درصد، ۰/۲۱۳ مگاپاسکال و در مقدار چسب ۱۰ درصد، ۰/۴۲ مگاپاسکال بوده است که افزایش مصرف چسب از ۸ به ۱۰ درصد باعث افزایش مقاومت فوق به میزان ۹۷/۱۸ درصد شده است.



شکل ۵. اثر مقدار مصرف چسب بر چسبندگی داخلی

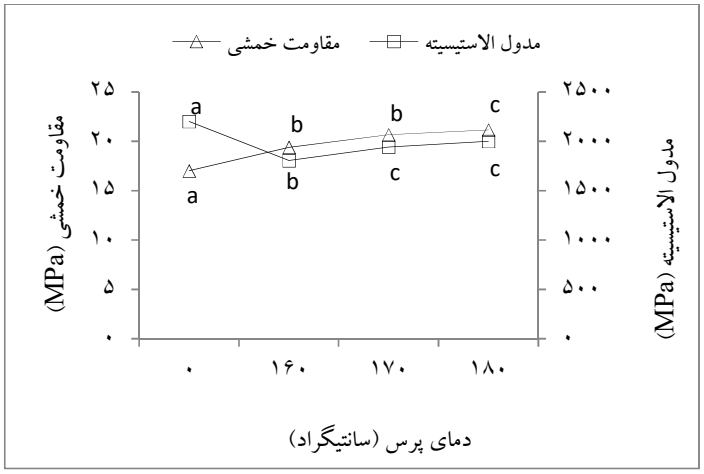
مطابق شکل (۶) با افزایش درصد مصرف چسب، جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب کاهش یافته و مقدار آن در مقدار چسب ۸ درصد به‌ترتیب ۴۰/۵ و ۷۳/۳ درصد و در مقدار چسب ۱۰ درصد به‌ترتیب ۳۸/۲۹ و ۶۹/۳۸ درصد به‌دست آمد. این افزایش مصرف چسب از ۸ به ۱۰ درصد باعث کاهش جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب به‌ترتیب به میزان ۵/۵ و ۵/۳ درصد شده است. طبق شکل (۸) با افزایش درصد مصرف چسب، واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب کاهش یافته و مقدار آن در مقدار چسب ۸ درصد به‌ترتیب ۲۵/۲ و ۴۰ درصد و در مقدار چسب ۱۰ درصد به‌ترتیب ۲۳/۰۹ و ۳۷/۸۶ درصد به‌دست آمد. افزایش مصرف چسب از ۸ به ۱۰ درصد باعث کاهش واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب به‌ترتیب به میزان ۸/۴ و ۵/۳ درصد شده است.



شکل ۶. اثر مقدار مصرف چسب بر جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت و واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت

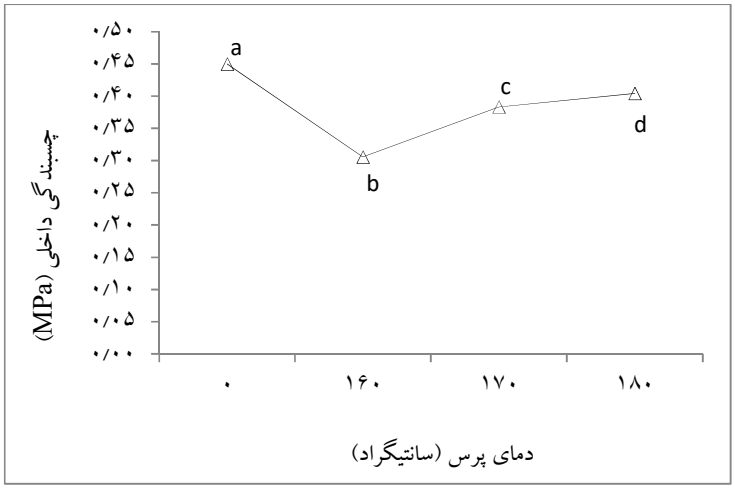
اثر دمای پرس بر خواص فیزیکی و مکانیکی

مطابق شکل (۷)، افزایش دمای پرس از ۱۶۰ به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی شده است و میزان آن در دمای پرس ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب ۱۸۰۴/۴۲ و ۱۹/۳۹ مگاپاسکال و در دمای پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب ۱۹۹۸/۲۲ و ۲۱/۱۴۵ مگاپاسکال می‌باشد که افزایش مقاومت و مدول با تغییر دمای پرس از ۱۶۰ به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب ۱۰/۷۴ و ۹/۰۵ درصد بوده است.



شکل ۷. اثر دمای پرس بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته

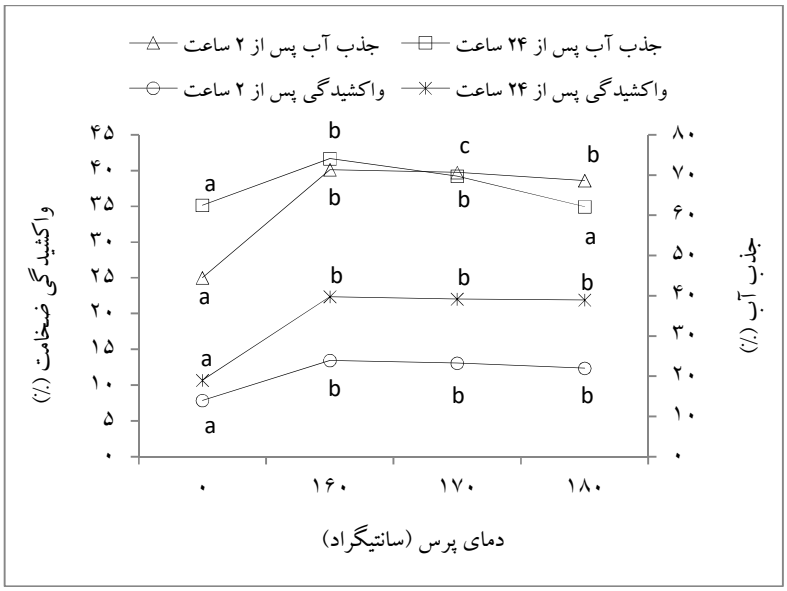
مطابق شکل (۸)، با افزایش دمای پرس از ۱۶۰ به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، مقاومت چسبندگی داخلی به‌طور معنی‌داری بهبود یافته است. به‌طوری‌که تخته‌های ساخته شده در دمای پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، بالاترین مقاومت را به میزان ۰/۴۰ مگاپاسکال نشان داده‌اند و این مقاومت برای تخته‌های ساخته شده در دمای پرس ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد ۰/۳۱ مگاپاسکال می‌باشد.



شکل ۸. اثر دمای پرس بر چسبندگی داخلی

مطابق شکل (۹)، افزایش دمای پرس از ۱۶۰ به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت کاهش یافته است، به‌طوری‌که تخته‌های شاهد، کمترین جذب آب را به میزان ۲۵ و ۶۲/۵ درصد و تخته‌های ساخته شده در دمای

پرس ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین جذب آب را به میزان ۴۰/۹ و ۷۴/۱۱ درصد دارا بودند. مطابق شکل (۱۲)، با افزایش دمای پرس از ۱۶۰ به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت کاهش یافته است، به‌طوری‌که نمونه‌های شاهد، کمترین واکشیدگی را به میزان ۱۴و ۱۹ درصد داشته‌اند و تخته‌های ساخته شده در دمای پرس ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین واکشیدگی را به میزان ۲۳/۹۴ و ۳۹/۷۶ درصد دارا بودند.



شکل ۹. اثر دمای پرس بر جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت و واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت

بحث و نتیجه‌گیری

مقاومت خمشی یکی از ویژگی‌های مهم تخته خرده‌چوب است که کیفیت لایه‌های سطحی را نشان می‌دهد (فتحی، ۱۳۸۶). در مورد کاهش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته با افزایش مقدار سرشاخه هرس گونه توری، به نظر می‌رسد به‌دلیل پایین بودن ضرایب کشیدگی و فشردگی ذرات سرشاخه هرس گونه توری، فشردگی تخته کاهش یافته و به‌جز اینکه موجب عدم برقراری پیوستگی مناسب بین ذرات شده، باعث کاهش مقاومت‌های مکانیکی تخته نیز می‌شود. در این رابطه می‌توان گفت زمانی که ضریب کشیدگی و فشردگی ذرات پایین باشد، میزان سهم هر ذره از چسب کمتر شده و با توجه به سطح ویژه بالاتر این ذرات، اتصالات به خوبی ایجاد نشده و پراکنش چسب به خوبی انجام نمی‌شود و این ذرات به خوبی در زیر پرس فشرده نشده و در نهایت موجب مقاومت مکانیکی پایین‌تر تخته تولید شده می‌شود (اعلم‌پور، ۱۳۸۴؛ کارگرفرد، ۱۳۹۱). همچنین با افزایش مقدار مصرف مقدار سرشاخه هرس گونه توری، مقاومت چسبندگی داخلی کاهش می‌یابد که این امر را می‌توان به ضریب کشیدگی پایین و نیز بالا بودن دانسیته (۸۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب) این ساقه نسبت داد. با توجه به اینکه هر چه ذرات در مغز درشت‌تر باشد اتصالات داخلی (IB) بهبود می‌یابد (دوست‌حسینی، ۱۳۸۰)، بنابراین با توجه به ذرات ریزتری که سرشاخه گونه توری در مقایسه با چوب صنعتی تولید می‌کند، کاهش مقاومت داخلی قابل توجیه می‌باشد. نتایج به‌دست آمده با نتایج نوربخش و همکاران (۱۳۸۰) و طبرسا و علایی (۱۳۸۰) همخوانی دارد. آنها در بررسی خود بر امکان استفاده از ضایعات نخل و چوب کهور پاکستانی و کلش برنج به‌صورت مخلوط با خرده‌چوب‌های جنگلی به این نتیجه رسیدند که وجود خرده‌های ضایعات نخل و چوب کهور پاکستانی و کلش برنج باعث کاهش ویژگی‌های مکانیکی تخته‌ها شده است. با افزایش مقدار سرشاخه هرس گونه توری در ترکیب تخته، مقدار جذب آب و واکشیدگی ضخامت افزایش پیدا کرد که علت آن مربوط به این می‌شود که ذرات سرشاخه هرس گونه

توری دانسیته بالایی دارند و مرحله خردکن، ذرات ریزتری تولید می‌کنند که در شرایط ثابت مقدار چسب، سهم این ذرات از چسب کمتر شده و به تبع آن اتصالات کمتری تشکیل شده (رنگ‌آور و همکاران، ۱۳۹۰) که در نهایت موجب افزایش جذب آب و واکشیدگی ضخامت می‌شود.

همچنین نتایج نشان داد مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده با دمای پرس رابطه‌ای مستقیم داشته و با افزایش دمای پرس، همگی این ویژگی‌ها بهبود یافته است. افزایش دمای پرس باعث می‌گردد که انتقال حرارت به لایه میانی کیک خرده‌چوب در طی پرس گرم به اندازه کافی و در زمان کمتری انجام گرفته و با کامل شدن فرآیند سخت شدن چسب، کیفیت اتصالات بین ذرات خرده‌چوب افزایش می‌یابد که منجر به بهبود ویژگی‌های تخته‌ها می‌شود (عنایتی و همکاران، ۱۳۸۸). اکرمی و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی تاثیر مقدار پارافین، دما و زمان پرس بر خواص کاربردی تخته خرده‌چوب با تاکید بر زبری سطح آن و بیگی و ناظریان (۱۳۹۳) در بررسی اثر دمای پرس بر مقاومت خمشی و الاستیسیته تخته خرده‌چوب ساخته شده از ساقه پنبه به این نتیجه رسیدند افزایش دمای پرس موجب افزایش چسبندگی داخلی و بهبود واکشیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها گردیده است.

با افزایش مقدار چسب در تخته خرده‌چوب، میزان آغشتگی خرده‌چوب‌ها بیشتر شده و اتصالات محکم‌تری بین خرده‌چوب‌ها ایجاد می‌شود که در نهایت موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته می‌شود. نتایج به‌دست آمده با نتایج دیگر محققین همخوانی دارد. به‌طوری‌که اعلم‌پور (۱۳۸۴) در بررسی خود به این نتیجه رسید با افزایش مقدار چسب از ۹ به ۱۱ درصد ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته بهبود می‌یابد.

در نهایت در این تحقیق به بررسی قابلیت استفاده از سرشاخه هرس گونه توری در تولید تخته خرده‌چوب پرداخته شد. همان‌گونه که در نتایج مشاهده شد، با افزایش سطوح مقدار چسب و همچنین دمای پرس، کیفیت مکانیکی و فیزیکی تخته‌های تولید شده به مقدار قابل توجهی افزایش یافته و بالاترین مقاومت‌های مکانیکی و کمترین مقدار ویژگی‌های فیزیکی مربوط به سطح ۱۰ درصد چسب و ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد دمای پرس بوده است. همچنین در استفاده از سطوح بالای مقدار سرشاخه هرس گونه توری، ویژگی‌های مکانیکی کاهش یافته و مقدار جذب آب و واکشیدگی ضخامت افزایش می‌یابد. به‌طور کلی می‌توان با توجه به نتایج به‌دست آمده اذعان داشت که سرشاخه هرس گونه توری را می‌توان به نسبت ۴۰ درصد و به صورت مخلوط با خرده‌چوب‌های صنعتی در تولید تخته خرده‌چوب به‌کار برد.

منابع

اعلم‌پور، س.ج. (۱۳۸۴) تاثیر شرایط ساخت بر بهبود کیفیت تخته خرده‌چوب ساخته شده از باگاس. مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۰(۲): ۲۳۷-۲۵۴.

اکرمی، ع.، دوست‌حسینی، ک.، جهان‌لتیباری، ا. و فائزی‌پور، م.م. (۱۳۸۷) بررسی تاثیر مقدار پارافین، دما و زمان پرس بر خواص کاربردی تخته خرده‌چوب با تاکید بر زبری سطح آن. مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۳(۱): ۵۰-۶۲.

بیکی، ز. و ناظریان، م. (۱۳۹۳) اثر دمای پرس بر خصوصیات مکانیکی تخته خرده‌چوب حاصل از ساقه پنبه در حالت روکش‌دار و بدون روکش. دومین همایش ملی فن‌آوری‌های نوین در صنایع چوب و کاغذ، ۳۰ مهر تا ۱ آبان، چالوس، صفحات ۱۱۲-۱۲۳.

جهان‌لتیباری، ا.، حسین‌زاده، ع.، نوربخش، ا.، کارگرفرد، ا. و گل‌بابایی، ن. (۱۳۷۴) بررسی ویژگی‌های تخته خرده‌چوب ساخته شده از ضایعات نخل. مجله مرکز اطلاعات علمی، ۱(۱): ۵۱-۱۰۷.

حاجی‌حسنی، ر.، حسینخانی، ح.، کارگرفرد، ا.، نوربخش، ا. و گلبابایی، ف. (۱۳۹۱) تاثیر کاربرد هرس باغ‌های انار بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده‌چوب ساخته شده از نی (*Phragmites australis* Sp.). مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۷(۱): ۵۰-۳۸.

حبیبی، م.ر.، حسینخانی، ح. و مهدوی، س. (۱۳۹۱) قابلیت استفاده از چوب سمر در ساخت تخته خرده‌چوب. مجله علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۷(۱): ۵۷-۶۸.

خلیلی‌گشت‌رودخانی، ع. و میرزابیگی‌ازغندی، ر. (۱۳۸۸) بررسی ساخت تخته خرده‌چوب با استفاده از چوب تاغ و ذرات باگاس. تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۴(۱): ۹۹-۱۱۶.

دوست‌حسینی، ک. (۱۳۸۰) فناوری تولید و کاربرد صفحات فشرده چوبی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۳ صفحه.

دوست‌حسینی، ک. و الیاسی، ع. (۱۳۹۰) استفاده از پسماندهای کشاورزی راهی برای تامین مواد اولیه برای صنایع چوب و کاغذ. اولین همایش افق نقشه راه تامین مواد اولیه و توسعه صنایع چوب و کاغذ کشور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۶-۲۵.

رسام، غ.، رنگ‌آور، ح.، تقی‌یاری، ح.ر. و طاهری، ع. (۱۳۹۰) بررسی امکان استفاده از ساقه آفتابگردان در ساخت تخته خرده‌چوب. مجله صنایع چوب و کاغذ ایران، ۲(۲): ۸۳-۹۷.

رنگ‌آور، ح.، رسام، غ. و آقاگل‌پور، و. (۱۳۹۰) بررسی امکان استفاده از پسماند ساقه کلزا در ساخت تخته خرده‌چوب. مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۱۸(۱): ۹۱-۱۰۴.

سلیمانی‌آشتیانی، ه.، کارگرفرد، ا. و نوربخش، ا. (۱۳۸۸) بررسی استفاده از سرشاخه‌های انار در ساخت تخته خرده‌چوب. مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۴(۱): ۱۵۸-۱۶۶.

طبرسا، ت. و علایی، س.ع. (۱۳۸۰) بررسی امکان استفاده از کلش برنج به صورت مخلوط با خرده‌چوب‌های جنگلی برای ساخت تخته خرده‌چوب. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۸(۲): ۱۳۳-۱۴۴.

عنایتی، ع.ا.، رییسی، م. و عدالت، ح.ر. (۱۳۸۸) بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته خرده‌چوب ساخته شده از مخلوط خرده‌چوب سرشاخه درختان زردآلو و چوب‌های صنعتی. مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۴(۲): ۲۴۴-۲۵۳.

عنایتی، ع.ا.، یوسفی، ح. و رسولی، د. (۱۳۸۷) امکان استفاده از سرشاخه‌های سیب در ساخت تخته خرده‌چوب. مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۳(۱): ۶۳-۷۳.

فتحی، ل. (۱۳۸۶) مطالعه استفاده از ساقه برنج در ترکیب با خرده‌چوب صنوبر جهت تولید تخته خرده‌چوب. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته صنایع چوب، دانشگاه تهران، ۸۱ صفحه.

کارگرفرد، ا. (۱۳۹۱) تاثیر استفاده از ساقه بوته گل محمدی بر ویژگی‌های تخته خرده‌چوب ساخته شده از چوب صنوبر. مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۷(۳): ۴۸۳-۴۹۴.

کارگرفرد، ا. و نوربخش، ا. (۱۳۸۷) کاربرد پسماند لیگنوسلولزی حاصل از هرس درختان انگور در لایه میانی تخته خرده‌چوب. مجله پژوهش و سازندگی، ۲۱(۱): ۱۸۶-۱۹۱.

نوربخش، ا.، حسین‌زاده، ع.، جهان‌لتیباری، ا.، کارگرفرد، ا.، گلبابایی، ف. و حسینخانی، ح. (۱۳۸۰) بررسی امکان ساخت تخته خرده از منابع لیگنوسلولزی جنوب ایران (توان بالقوه استفاده از ضایعات نخل و چوب کهور پاکستانی در صنعت تخته خرده‌چوب). مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۱(۱۵): ۶۱-۸۷.

Study of usability of pruned branches of *Lagerstroemia* spp in particleboard manufacturing

Meysam Mehdinia[1*], Mehrdad Ahmadi[2] and Edris Moazeni[2]

1) Lecturer at Saei Institute of Higher Education, Gorgan, Iran.
*Corresponding Author Email Address: meysammehdinia@gmail.com
2) Undergraduate student of Saei Institute of Higher Education, Gorgan, Iran.

Date of Submission: 2021/12/06 Date of Acceptance: 2022/03/04

Abstract

The aim of this study was to investigate the usability of pruned branches of *Lagerstroemia* spp. as a lignocellulosic substitute for particleboard manufacturing. In this study, the pruned branches of *Lagerstroemia* spp. were used at three levels of 20, 30 and 50% in weight and press temperature at three levels of 160, 170 and 180 °C, and the amount of adhesive at two levels of 8 and 10 were considered as variable factors. The results showed that the flexural properties (MOR and MOE) and internal bonding were decreased by increasing the amount of pruned branches of *Lagerstroemia* spp. in the final board composition, while the amount of water uptake and thickness swelling were increased after 2 and 24 h of immersion. On the other hand, all mechanical and physical properties including flexural properties, internal bonding, water uptake and thickness swelling were improved by increasing the amount of adhesive and press temperature, after 2 and 24 hours of immersion. Finally, the results showed that the ratio of 40% of the pruned branches of *Lagerstroemia* spp. can be used in combination with industrial wood chips to produce particleboard.

Keywords: Adhesive content, Mechanical properties, Physical properties, Press temperature, Pruned branches of Lagerstroemia spp.