

استفاده از سرشاخه‌های درخت توت در ساخت تخته خرده چوب

لعیا جمالی راد^{۱*}
 مجید بایراش^۲
 هدایت الله امینیان^۳
 وحید وزیری^۴

^۱ استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد، ایران

^۲ کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد، ایران

^۳ استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد، ایران

^۴ استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد، ایران

مسئول مکاتبات:

jamalirad@gonbad.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۱۴

چکیده

در این پژوهش از سرشاخه‌های حاصل از هرس درختان توت به صورت مخلوط با خرده چوب صنعتی در ساخت تخته خرده چوب استفاده شد. سپس خواص فیزیکی و مکانیکی پانل‌های ساخته شده مورد بررسی قرار گرفت. بین منظور متغیرهای این تحقیق شامل مقدار اختلاط سرشاخه توت با خرده چوب صنعتی در چهار سطح ۱۰:۹۰، ۲۰:۸۰ و ۳۰:۷۰ درصد و مقدار مصرف چسب اوره فرمالدهید در دو سطح ۱۲ و ۱۴ درصد وزن خشک خرده چوب بودند. نتایج حاصل نشان داد که افزایش مقدار مصرف ذرات حاصل از سرشاخه توت تا ۲۰ درصد تأثیر منفی بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها نداشته است؛ اما افزایش مصرف این سرشاخه‌ها تا ۳۰ درصد تأثیر منفی بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها داشته که در مقابل با افزایش مقدار مصرف چسب اوره فرمالدهید تا ۱۴ درصد، می‌توان پایداری ابعادی تخته‌ها، مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی آن‌ها را بهبود داد.

واژگان کلیدی: سرشاخه توت، چسبندگی داخلی، مقاومت خمشی، چسب اوره فرمالدهید، خرده چوب صنعتی.

مقدمه

درخت توت بومی کشور چین است و در نقاط استپی و شمال ایران نیز کشت می‌شود و حتی به طور خودرو در جنگل‌های شمال ایران نیز پراکنده شده است. در این میان، سرشاخه‌های درخت توت، به واسطه محصولات صنعت ابریشم، از اهمیت بالایی برخوردار هستند زیرا کرم‌های ابریشم برای تغذیه، تنها برگ‌های توت را مورد استفاده قرار می‌دهند. از سوی دیگر با توجه به آنکه

درختان توت رشد سریعی دارند لذا برای تنظیم رشد ساقه، سالیانه پس از برداشت برگ درختان توت، بسیاری از سرشاخه‌های توت را بریده که بدون استفاده می‌باشند. از این رو درختان توت حداقل یک‌بار در سال هرس می‌شوند. این هرس، مقدار زیادی از چوب نرم یک یا دوساله تولید می‌کند که در نهایت به محل دفع ضایعات برده می‌شود [۱] و در حال حاضر در کشور ما این نوع ضایعات سوزانده می‌شوند. از آنجایی که سرشاخه‌های درخت توت سرشار از

درآمد دوم کشاورزان و باغداران باشد [۱۴، ۱۵]. در تحقیقی که Moya و همکاران [۱۶] در مورد بررسی میزان چسبندگی داخلی تخته خرده چوب‌های ساخته‌شده از مخلوط سرشاخه‌های نخل روغنی و برگ آناناس و خرده چوب انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که با افزایش مقدار مصرف چسب از ۶ به ۸ درصد مقدار چسبندگی داخلی این نوع تخته‌ها افزایش می‌یابد به نحوی که با افزایش مقدار مصرف چسب امکان ساخت تخته‌هایی با نسبت ترکیبی ۹۰:۱۰ (خرده چوب: ضایعات) وجود داشته و دارای چسبندگی داخلی مناسبی می‌باشند. بر این اساس با توجه به کمبود منابع چوبی جنگلی و نیاز به یک ماده لیگنوسولوزی ارزان قیمت، با قابلیت دسترسی آسان و مناسب برای ساخت تخته‌خرده چوب، این تحقیق سعی در ساخت تخته‌خرده چوب با استفاده از اختلاط سرشاخه‌های حاصل از هرس درخت توت با خرده چوب صنعتی و بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی آن را دارد تا بتوان علاوه بر استفاده مفید از این نوع ضایعات و کاهش مشکلات زیست‌محیطی، ماده اولیه مناسب و ارزان قیمت برای ساخت این محصول نیز معرفی نمود.

مواد و روش‌ها

در این بررسی از پسماندهای حاصل از هرس درختان توت واقع در شهرستان کلاله، استان گلستان و همچنین از خرده چوب صنعتی تهیه‌شده از شرکت صنعت چوب شمال (نئوپان) گنبدکاووس استفاده شد. سرشاخه‌های چوب توت در کارخانه نئوپان گنبد به چپس تبدیل شده و سپس به وسیله یک خردکن آزمایشگاهی به ذرات قابل استفاده تبدیل و الک شدند. پس از آن خرده چوب سرشاخه توت و خرده چوب صنعتی تا مقدار رطوبت ۶ تا ۸ درصد خشک و سپس در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به نفوذ رطوبت، بسته‌بندی و برای ساخت تخته‌های آزمایشگاهی آماده شدند. در این تحقیق با توجه به نسبت‌های مختلف درصد اختلاط سرشاخه توت به خرده چوب صنعتی شامل ۱۰۰:۰، ۹۰:۱۰، ۸۰:۲۰، ۷۰:۳۰ و ۶۰:۴۰ درصد، خرده چوب‌ها مخلوط و چسب زنی آن‌ها با استفاده از ۱۲ و ۱۴ درصد چسب اوره فرمالدهید بر مبنای وزن خشک خرده چوب‌ها و استفاده از یک دستگاه چسب زن آزمایشگاهی انجام شد.

سلولز هستند، در بعضی از کشورها در تولید تخته فیبر دانسیته متوسط و کاغذسازی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲]؛ اما با توجه به تقاضای زیاد تخته‌خرده چوب در سراسر جهان برای ساخت مصارف چوبی از جمله مبلمان و دکوراسیون داخلی، تولید آن در مقادیر زیاد، منجر به مصرف مقدار زیادی از مواد اولیه لیگنوسولوزی شده است که می‌تواند تهدیدی برای جنگل‌های طبیعی و همچنین محیط‌زیست باشد [۳]. از این رو در سال‌های اخیر استفاده از پسماندهای لیگنوسولوزی در صنایع چوب به عنوان جایگزینی برای مواد چوبی جنگلی، زمینه فعالیت‌های تحقیقاتی متنوعی در نقاط مختلف جهان بوده است [۴] و مواد اولیه‌ای مانند بقایای کشاورزی و باغی نقش مهمی در صنایع تبدیلی پیدا کرده است [۵، ۶] و محققان زیادی ویژگی‌های تخته خرده چوب ساخته‌شده از این نوع پسماندهای کشاورزی را مورد مطالعه قرار داده‌اند [۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱]. در این بین Nemli و همکاران [۱۲] قابلیت استفاده از سرشاخه‌های حاصل از هرس درختان کیوی را در لایه میانی تخته‌خرده چوب بررسی کردند؛ اما نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که استفاده از خرده چوب‌های حاصل از درختان کیوی در لایه میانی تأثیر منفی بر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها داشته است که علت این امر را به وجود پوست و مغز در خرده چوب‌های حاصل از درخت کیوی نسبت دادند. لذا با توجه به کمبود جدی منابع چوبی در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، اهمیت تولید تخته‌خرده چوب را از ضایعات کشاورزی و پسماندهای چوبی به عنوان یک جایگزین برای مواد چوبی افزایش داده است؛ زیرا این صنعت از قابلیت خوبی برای استفاده از مواد لیگنوسولوزی نامرغوب و جایگزینی مواد چوبی مورد مصرف با پسماندهای کشاورزی، برخوردار است. در واقع استفاده از پسماندهای کشاورزی و ضایعات چوبی می‌تواند در حل هر دو مشکل مدیریت پسماند و کمبود مواد اولیه برای صنایع مواد مرکب چوبی کمک کند [۱۳]. همچنین سوزاندن پسماندهای کشاورزی و باغی باعث مشکلات زیست‌محیطی مانند آلودگی هوا و کاهش فعالیت بیولوژیکی خاک می‌شود. از این رو استفاده از پسماندهای کشاورزی و باغی نه تنها از نگرانی‌های زیست‌محیطی جلوگیری می‌کند بلکه می‌تواند به معنای

است ($P < 0/05$). بدین معنی که با افزایش مصرف سرشاخه‌های درخت توت، واکنش‌دهی ضخامت تخته‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تغییر معنی‌داری نداشته است (شکل‌های ۱ و ۲). این بدان معنی است که می‌توان به مصرف این نوع پسماندهای ضایعاتی نگاه مثبتی داشت. همچنین با توجه به شکل ۳ مشاهده می‌گردد که تخته‌های ساخته‌شده با ۱۴ درصد چسب مصرفی، دارای کمترین مقدار واکنش‌دهی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آبی باشند؛ یعنی افزایش مقدار مصرف چسب باعث چسبندگی بهتر بین خرده چوب‌ها و بهبود پایداری ابعادی این نوع تخته‌ها شده است. یعنی با افزایش مقدار مصرف چسب، می‌توان واکنش‌دهی ضخامت تخته‌ها را به مقدار بیشتری کاهش داد و پایداری ابعادی تخته‌ها را در حد مناسب و مطلوب نگه داشت و این می‌تواند راهکاری برای استفاده بیشتر از این نوع ضایعات در این صنعت باشد. Guntekin و همکاران (۲۰۰۹) اعلام کرده‌اند خواص فیزیکی پانل‌های تخته خرده چوب ساخته‌شده از مواد ضایعاتی به همراه استفاده از مقدار بیشتر چسب بهبود می‌یابد [۱۳]. از سوی دیگر Guler و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیق خود اعلام کردند که واکنش‌دهی ضخامت این نوع پانل‌های خرده‌ای تحت تأثیر مقدار مصرف چسب و میزان پراکنش آن است [۹].

مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر مستقل مقدار مصرف چسب بر مقاومت خمشی تخته‌خرده‌چوب دارای اختلاف معنی‌دار بوده ($P < 0/05$)، اما اثر مستقل مقدار اختلاط سرشاخه توت بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها معنی‌دار نیست ($P > 0/05$). همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش مقدار مصرف چسب (شکل ۴) مقاومت خمشی تخته‌ها افزایش یافته است. همچنین با افزایش مقدار مصرف سرشاخه توت به همراه افزایش مقدار مصرف چسب، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها نیز بهبود داشته است (شکل‌های ۵ و ۶). با توجه به آنکه آنالیز آماری اثر متقابل استفاده از سطوح مختلف سرشاخه توت و سطوح مختلف چسب را معنی‌دار نشان نمی‌دهد و با هدف استفاده مفید از ضایعاتی مانند سرشاخه توت که هرساله در اثر هرس این درختان به مقدار زیادی حاصل

بدین منظور ابتدا محلول چسب همراه با کاتالیزور کلرید آمونیم به مقدار ۲ درصد وزن خشک چسب مصرفی مخلوط و سپس بر روی خرده چوب‌ها اسپری شد. به‌منظور ساخت تخته‌هایی با دانسیته ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب، خرده چوب‌های چسب زنی شده توزین و به‌صورت دستی و به شکل یک‌لایه‌ای نسبتاً یکنواخت در داخل قالب ریخته شد و عمل پرس سرد به‌صورت نسبتاً یکنواخت بر روی کیک داخل قالب انجام شد تا کیک خرده چوب تشکیل شود. سپس با استفاده از یک پرس آزمایشگاهی، کیک‌های خرده چوب با استفاده از دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد، فشار ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و زمان ۵ دقیقه پرس شدند. بعد از پایان مرحله پرس، به‌منظور یکنواخت‌سازی رطوبت تخته‌ها و متعادل‌سازی تنش‌های داخلی، تخته‌های ساخته‌شده به مدت ۱۵ روز در شرایط آزمایشگاهی با دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵ درصد قرار داده شدند. پس از تهیه نمونه‌های آزمون مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته نمونه‌ها بر اساس استاندارد EN 310، چسبندگی داخلی بر اساس استاندارد EN 319 و همچنین جذب آب و واکنش‌دهی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب بر اساس استاندارد EN 317 اندازه‌گیری شد. بعد از انجام آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی بر روی نمونه‌های تهیه‌شده، نتایج حاصل در قالب طرح کاملاً تصادفی و به کمک تکنیک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس تأثیر مستقل و متقابل هریک از عوامل متغیر بر خواص مورد مطالعه در سطح اطمینان آماری ۹۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) مورد بحث واقع شد.

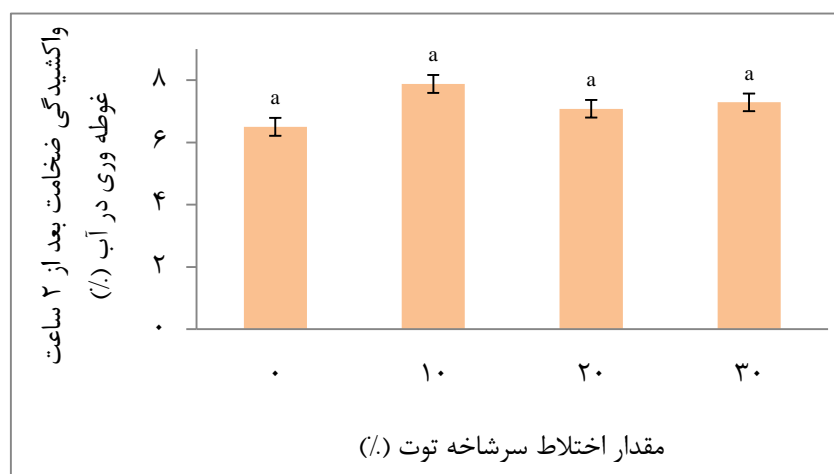
نتایج و بحث

واکنش‌دهی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

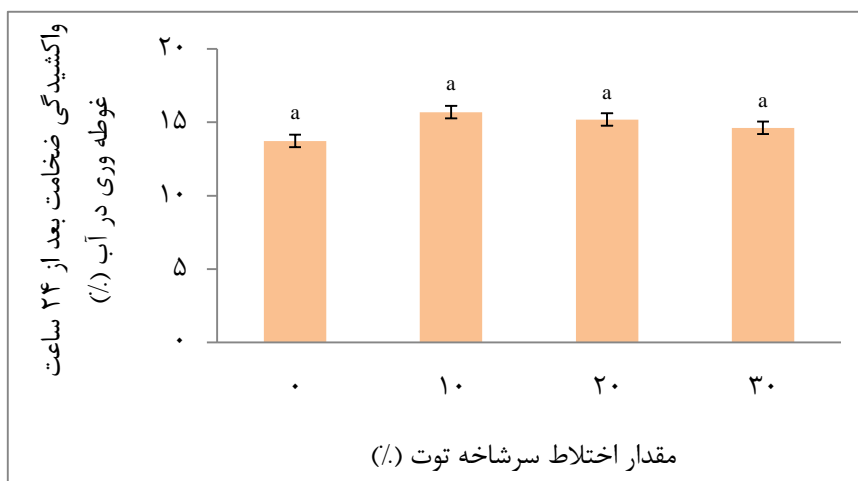
بر اساس نتایج آنالیز واریانس مشخص شد که اثر مستقل اختلاط سرشاخه توت با خرده چوب‌های صنعتی بر واکنش‌دهی ضخامت تخته‌خرده‌چوب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب دارای اختلاف معنی‌دار نیست ($P > 0/05$) اما اثر مستقل مقدار مصرف چسب بر واکنش‌دهی ضخامت تخته‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب معنی‌دار

مکانیکی تخته حاصل بهبود می‌یابد؛ یعنی با تغییر نوع و مقدار چسب اثر منفی این نوع مواد اولیه را تعدیل کردند [۱۱]. همچنین در تحقیقی که Karakus و Guntekin (۲۰۰۸) کاربرد ساقه بادمجان را در ساخت تخته‌خرده‌چوب سه لایه به همراه چسب‌های مختلف اوره فرمالدهید و ملامین اوره فرمالدهید بررسی کردند، به این نتیجه رسیدند که با افزایش مقدار مصرف چسب، مقدار مقاومت خمشی تخته‌ها افزایش می‌یابد [۷].

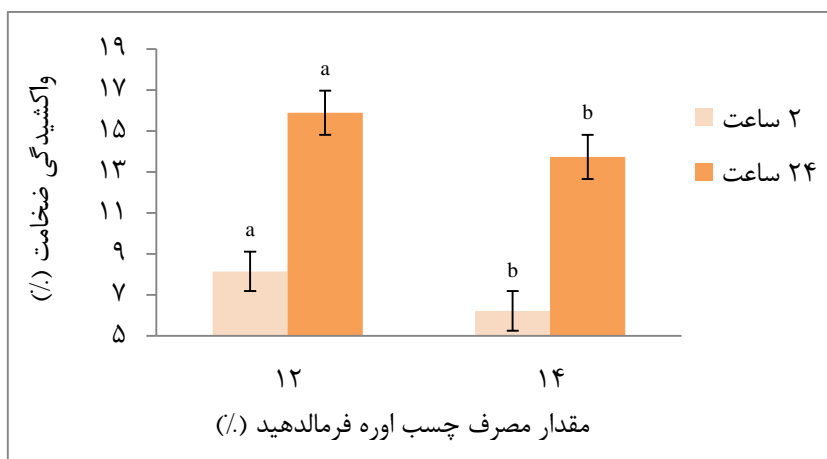
می‌گردد، می‌توان استفاده بیشتر از این نوع ضایعات (۳۰ درصد) به همراه مصرف ۱۴ درصد چسب را به‌عنوان تیمار مناسب پیشنهاد نمود بدون آنکه مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته آن‌ها کاهش منفی معنی‌داری داشته باشد. در این راستا اگرچه Li و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیق خود گزارش کردند که استفاده از ضایعاتی مانند شلتوک برنج، خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌خرده‌چوب ساخته‌شده با چسب اوره فرمالدهید را کاهش می‌دهد؛ اما با افزایش استفاده از چسب ایزوسیانات ویژگی‌های فیزیکی و



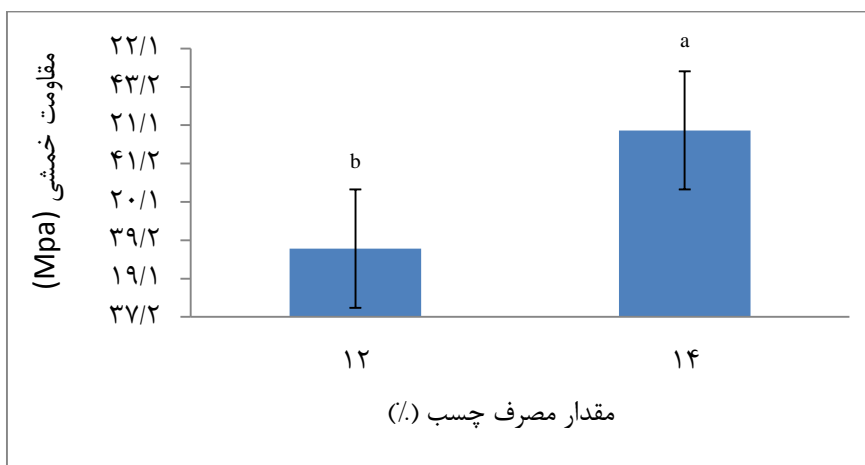
شکل ۱- اثر مستقل مقدار اختلاط سرشاخه توت بر واکسیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب



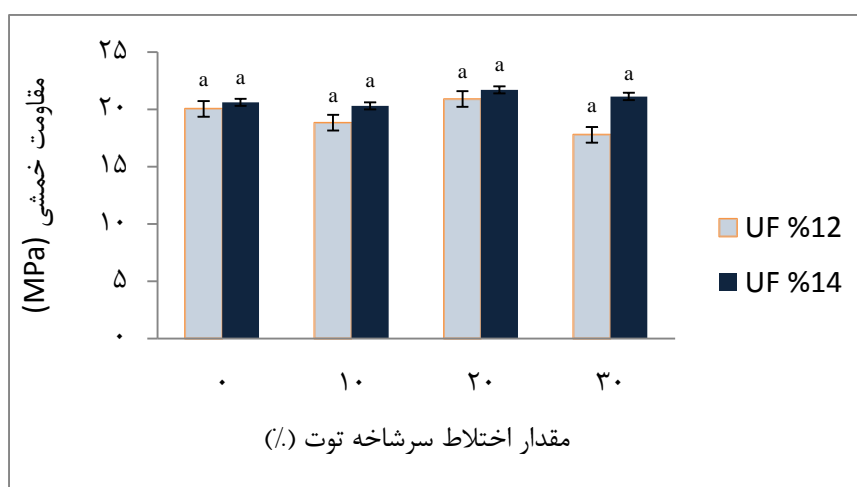
شکل ۲- اثر مستقل مقدار اختلاط سرشاخه توت بر واکسیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب



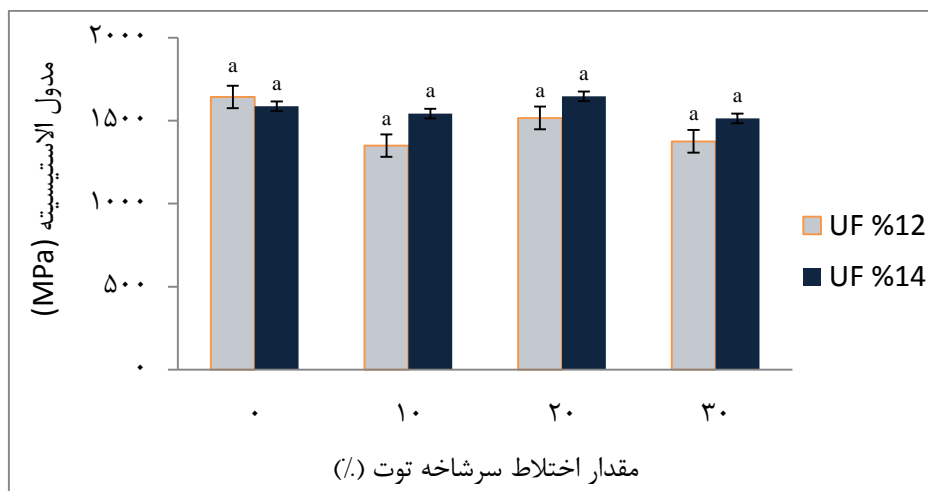
شکل ۳- اثر مستقل مقدار چسب بر واكشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب



شکل ۴- اثر مستقل مقدار مصرف چسب بر مقاومت خمشی تخته‌ها



شکل ۵- اثر متقابل اختلاط سرشاخه توت و مقدار مصرف چسب بر مقاومت خمشی

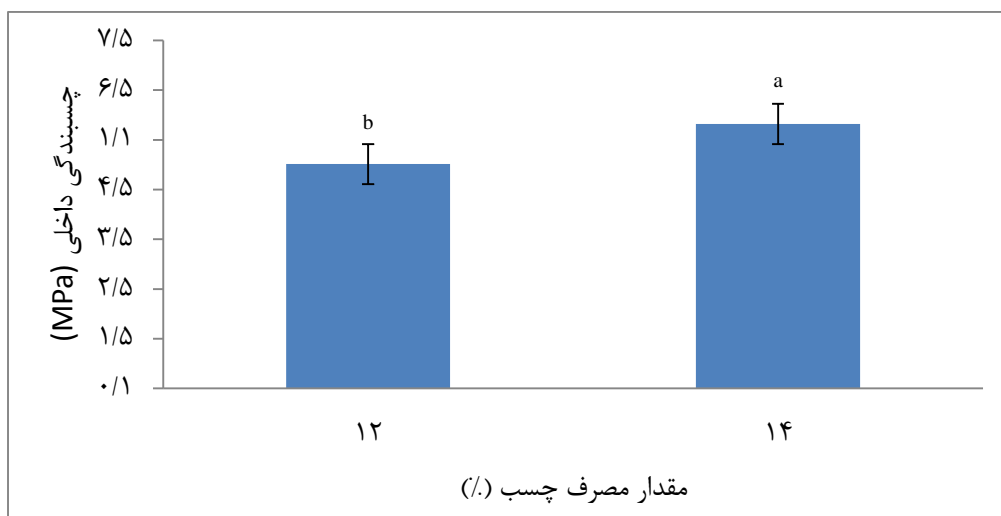


شکل ۶- اثر متقابل اختلاط سرشاخه توت و مقدار مصرف چسب بر مدول الاستیسیته

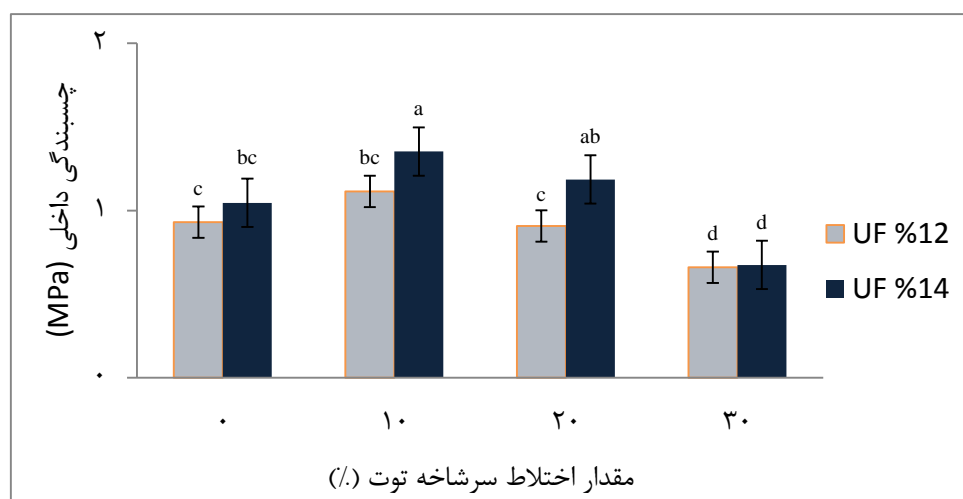
داخلی همه سطوح استفاده از سرشاخه توت با افزایش مقدار مصرف چسب تا ۱۴ درصد نیز در حد قابل قبول و استاندارد است زیرا بر اساس استاندارد EN 319 مقدار مناسب و قابل قبول چسبندگی داخلی تخته خرده چوب در شرایط مختلف رطوبتی در حدود ۰/۵ مگا پاسکال است... در این راستا Garay و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیق خود بر روی پتانسیل استفاده از پسماندهای کشاورزی در ساخت پانل‌های خرده‌ای، اعلام نمودند که با توجه به نامناسب بودن این نوع مواد اولیه ضایعاتی، خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته‌شده کاهش می‌یابد. لذا برای جبران و بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها باید اصلاحاتی از جمله تغییر دانسیته تخته و یا تغییر نوع و مقدار چسب مصرفی انجام گیرد [۱۷]. به‌عنوان مثال Lee و همکاران (۲۰۰۴) [۱۸]، Pan و همکاران (۲۰۰۶) [۱۹] و Klimek و همکاران (۲۰۱۶) [۲۰] اعلام نمودند که خواص فیزیکی و مکانیکی پانل‌های خرده‌ای ساخته‌شده از پسماندهای کشاورزی به همراه خرده چوب، با استفاده از مصرف چسب ایزوسیانات در مقایسه با چسب اوره فرمالدهید بهبود می‌یابد؛ یعنی جهت بهبود خواص تخته و تعدیل عیوب مربوط به این نوع پسماندها از چسب قوی‌تری در مقایسه با چسب اوره فرمالدهید استفاده کردند. Maloney (۱۹۹۳) نیز مصرف بیشتر چسب را جهت بهبود و جبران خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها پیشنهاد می‌کند [۲۱].

چسبندگی داخلی

با توجه به نتایج آنالیز واریانس، اثر مستقل مقدار اختلاط سرشاخه توت و اثر مستقل مقدار مصرف چسب بر چسبندگی داخلی تخته‌ها، معنی‌دار است ($P < 0.05$). به‌نحوی که با افزایش مقدار مصرف سرشاخه توت تا ۳۰ درصد، چسبندگی داخلی تخته‌ها کاهش معنی‌داری داشته است؛ اما با افزایش مقدار مصرف چسب تا حدی می‌توان اثر منفی افزایش مقدار مصرف سرشاخه توت را تعدیل کرده و چسبندگی داخلی تخته‌ها را بهبود داد (شکل ۷). Moya و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی اعلام کردند که با افزایش نسبت استفاده از ضایعاتی مانند سرشاخه‌های نخل روغنی و آناناس به همراه خرده چوب، چسبندگی داخلی تخته‌ها کاهش یافت اما با تغییر نوع و مقدار چسب (استفاده از چسب ایزوسیانات)، چسبندگی داخلی تخته‌ها را جبران نمودند و با افزایش مقدار مصرف چسب تا ۱۰ درصد چسبندگی داخلی تخته‌ها در حد مناسبی به دست آمد [۱۶]. Li و همکاران (۲۰۱۰) نیز کاهش چسبندگی داخلی این نوع پانل‌ها را در صورت استفاده از شلتوک برنج و چسب اوره فرمالدهید مشاهده کردند [۱۱]. با توجه به شکل ۸، بیشترین مقدار چسبندگی داخلی مربوط به تخته‌های ساخته‌شده با ۱۰ درصد سرشاخه توت و بعد از آن ۲۰ درصد سرشاخه توت به همراه ۱۴ و ۱۲ درصد چسب است؛ اما همان‌طور که شکل نشان می‌دهد چسبندگی



شکل ۷- اثر مستقل مقدار مصرف چسب بر چسبندگی داخلی



شکل ۸- اثر متقابل اختلاط سرشاخه توت و مقدار مصرف چسب بر چسبندگی داخلی

مفید از این نوع ضایعات داشت، بلکه به‌عنوان منبعی برای مواد اولیه در نظر گرفت. از یک سو با مصرف این نوع مواد ضایعاتی به همراه استفاده بیشتر از چسب، خواص فیزیکی نمونه‌ها بهبود یافته است. همچنین با توجه به نتایج مشخص شد که با افزایش مقدار مصرف چسب، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته نمونه‌ها بهبود یافت. نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که مقدار چسبندگی داخلی همه تخته‌ها با افزایش مقدار مصرف چسب از ۱۲ به ۱۴ درصد افزایش یافته است. اگرچه با مصرف ۱۲ درصد

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در صورت استفاده از ضایعات حاصل از هرس درختان توت به همراه استفاده از مقدار بیشتر چسب، خواص فیزیکی و خواص مکانیکی تخته‌ها نیز در بیشتر موارد بهبود یافته است. لذا می‌توان این موضوع را به‌عنوان یک نتیجه مثبت در نظر گرفت؛ زیرا با افزایش مصرف مواد ضایعاتی مانند سرشاخه‌های توت که هر ساله سوزانده شده و منجر به آلودگی زیست‌محیطی می‌گردد، نه تنها می‌توان استفاده

مکانیکی آن‌ها کاهش یابد. البته صرف‌نظر از مسائل اقتصادی و با هدف پیدا کردن راهکاری برای کاهش اثرات منفی حضور زیاد پوست (زیرا مجبور به استفاده از آن‌ها به همراه پوست هستیم) و دست یافتن به خواص فیزیکی و مکانیکی مطلوب‌تر، می‌توان استفاده بیشتر از چسب اوره فرمالدهید (۱۴ درصد) را نیز پیشنهاد نمود.

چسب به همراه این نوع مواد ضایعاتی نیز پایداری ابعادی تخته‌ها و خواص مکانیکی آن‌ها در بیشتر موارد کاهش منفی معنی‌داری نداشته است. درنهایت با هدف جایگزین کردن ماده اولیه‌ای که تا به حال به‌عنوان دورریز بوده و هر ساله سوزانده می‌شود، می‌توان استفاده از سرشاخه‌های درخت توت را تا سطح ۲۰ درصد در ساخت تخته‌خرده‌چوب پیشنهاد نمود بدون آنکه خواص فیزیکی و

منابع

- [1] García-Ortuño, T., Ferrández-Villena, M., Ferrández-García, M.T., Andreu-Rodríguez, J. and Ferrández-García, C.E., 2013. Influence of the pre-treatment on the mechanical properties of medium density particleboards from mulberry. VII Congress Ibérico De Agroingeniería and Horticultural Science.
- [2] Li, J.M., Wang, J., Fu, Y.J. and Ma, T., 1996. Mulberry stalk pulping and papermaking. The third international conference of non-wood fiber pulping and papermaking. China paper company, Beijing, Part 1. PP: 203-211.
- [3] Rahman, K., Shaikh, A., Rahman, M., Alam, D. and Alam, M., 2013. The Potential for Using Stem and Branch of Bhadi (*Lannea Coromandelica*) As a Lignocellulosic Raw Material for Particleboard. International Research Journal of Biological Sciences, 2(4):8-12.
- [4] Guntekin, E., Uner, B., Turgut Sahin, H. and Karacus, B., 2008. Pepper Stalks (*Capsicum annuum*) as Raw Material for Particleboard Manufacturing. Journal of Applied Sciences, 8(12):2333-2336.
- [5] Bektas, I., Guler, C., Kalaycioglu, H., Mengeloglu, F. and Nacar, M., 2005. The manufacture of particleboards using sunflower stalks (*Helianthus annuus*) and poplar wood (*Populus alba L.*). Journal of Composite Materials, 39 (5): 467-473.
- [6] Nemli, G., Demirel, S., Gumuskaya, E., Aslan, M. and Acar, C., 2009. Feasibility of incorporating waste grass clippings (*Lolium perenne L.*) in particleboard composites. Waste Management, 29: 1129-1131.
- [7] Guntekin, E. and Karacus, B., 2008. Feasibility of using eggplant stalks (*Solanum melongena*) in the production of experimental particleboard. Industrial Crops and Products, 27: 354-358.
- [8] Guler, C., Copur, Y. and Buyuksari, U., 2009. Producing particleboards from hazelnut (*Coryllus avellana L.*) husk and European black pine (*Pinus nigra Arnol.*). Wood Research, 54 (1): 125-132.
- [9] Guler, C., Copur, Y. and Tascioglu, C., 2008. The manufacture of particleboards using mixture of peanut hull (*Arachis hypoqaea L.*) and European black pine (*Pinus nigra Arnold*) wood chips. Bioresource Technology, 99: 2893-2897.
- [10] Acda, M. and Cabangon, R., 2013. Termit resistance and physic-mechanical properties of particleboard using waste tobacco stalk and wood particles. International Biodeterioration & Biodegradation, 85: 354-358.
- [11] Li, X., Cai, Zh., Winandy, J. E. and Basta, A. H., 2010. Selected properties of particleboard panels manufactured from straws of different geometries. Bioresources Technology, 101: 4662-4666.
- [12] Nemli, G., Kirel, H., Serdar, B. and Ay, N., 2003. Suitability of Kiwi pruning for particleboard manufacturing. Industrial Crops Products, 17:39-46.
- [13] Guntekin, E., Uner, B. and Karacus, B., 2009. Chemical composition of tomato (*Solanum lycopersicum*) stalk and suitability in the particleboard production. Journal of Environmental Biology, 30(5):731-734.
- [14] Copur, Y., Guler, C., Akgul, M. and Tascioglu, C., 2007. Some chemical properties of hazelnut husk and its suitability for particleboard production. Building and Environment, 42: 2568-2572.

- [15] Ayrilmis, N., Buyuksari, U., Avci, E. and Koc, E., 2009. Utilization of pine (*Pinus pinea* L.) cone in manufacture of wood based composite. *Forest Ecol Manag*, 259(1):65-70.
- [16] Moya, R., Camacho, D., Soto F, R. and Mata-Segreda, J., 2015. Internal bond of particleboards made of three wood species mixture with empty fruit bunch of *Elaeis quineensis*, leaves of *Ananas comosus* or tetra park. *Journal of agricultural Science*, 4(6): 241-247.
- [17] Garay, R. M., MacDonald, F., Acevedo, M. L., Calderón, B. and Araya, J. E., 2009. Particleboard made with crop residues mixed with wood from *Pinus radiata*. *Bioresources*, 4(4): 1396-1408.
- [18] Lee, S., Shupe, T. F. and Hse, C. Y., 2004. Utilization of Chinese tallow tree and bagasse for medium density fibreboard. *Forest Products Journal*, 54(12): 71-76.
- [19] Pan, Zh., Cathcart, A. and Wang, D., 2006. Properties of particleboard bond with rice bran and polymeric methylene diphenyl diisocyanate adhesives. *Industrial Crops and Products*, 23: 40-45.
- [20] Klímek, P., Meinschmidt, P., Wimmer R., Plinke, B. and Schirp, A., 2016. Using sunflower (*Helianthus annuus* L.), topinambour (*Helianthus tuberosus* L.) and cup-plant (*Silphium perfoliatum* L.) stalks as alternative raw materials for particleboards. *Industrial Crops and Products*, 92: 157-164.
- [21] Maloney, T.M., 1993. *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing* (updated edition), Miller Freeman, San Francisco, 681 p.

Using pruned mulberry branches for particleboard manufacturing

Abstract

In this study, the pruned branches of mulberry trees mixed with industrial wood chips were used in the manufacturing of particleboard. Then, the physical and mechanical properties of the boards were investigated. For this purpose, the study variables included the amount of mixing of mulberry branches with industrial wood chips in four levels (0/100, 10/90, 20/80 and 30/70) and the amount of urea formaldehyde resin at two levels (12 and 14% of the dry weight of the wood chips). The results showed that increasing the amount of particles obtained from mulberry tree branches up to 20%, had no negative impact on the physical and mechanical properties of the boards. Increasing the amount of these particles up to 30 percent had a negative impact on the physical and mechanical properties of the boards. However, with increasing the amount of urea formaldehyde resin up to 14%, dimensional stability, bending strength, modulus of elasticity and internal bonding of the particleboards can be improved.

Key words: mulberry branches, internal bonding, bending strength, urea formaldehyde resin, industrial wood particles.

L. Jamalirad^{1*}
M. Bayrash²
H. Aminian³
V. Vaziri⁴

¹ Assistant prof., Department of wood and paper science and technology, Faculty of agriculture and natural resources, Gonbad Kavous university, Gonbad, Iran

² M.Sc., Department of wood and paper science and technology, Faculty of agriculture and natural resources, Gonbad Kavous university, Gonbad, Iran

³ Assistant prof., Department of wood and paper science and technology, Faculty of agriculture and natural resources, Gonbad Kavous university, Gonbad, Iran

⁴ Assistant prof., Department of wood and paper science and technology, Faculty of agriculture and natural resources, Gonbad Kavous university, Gonbad, Iran

Corresponding author:
jamalirad@gonbad.ac.ir

Received: 2017/03/13

Accepted: 2017/11/05