

امکان استفاده از پسماند لیگنوسلولزی پسته در ساخت تخته خرده چوب

رضا حاجی حسنی^{۱*}، محمد صادقی پور رنجبر^۲ و سامان قهری^۳

*۱- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، تهران، ایران، پست الکترونیک: Reza.hajihassani@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته برق، دانشگاه صنعتی شیراز، ایران.

۳- استادیار، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: خرداد ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۴۰۰

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی امکان استفاده از پسماند لیگنوسلولزی پسته در ساخت تخته خرده چوب انجام شد. در این بررسی از پسماند لیگنوسلولزی پسته تهیه شده از منطقه سیرجان (استان کرمان) تخته خرده چوب‌های آزمایشگاهی ساخته شد. عوامل متغیر شامل حرارت پرس (دو سطح ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد)، زمان پرس (دو سطح ۴ و ۵ دقیقه) و ترکیب ماده اولیه (سه سطح: ۱- ۱۰۰ درصد پسماند هرس ۲- ۹۰ درصد پسماند هرس و ۱۰ درصد پوست پسته ۳- ۸۰ درصد پسماند هرس و ۲۰ درصد پوست پسته) بود. سایر عوامل شامل مقدار مصرف چسب (۱۰ درصد)، فشار پرس (۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، ضخامت تخته (۱۵ میلی‌متر) و دانسیته (۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب) ثابت در نظر گرفته شد. آزمون‌های فیزیکی و مکانیکی شامل اندازه‌گیری جذب آب، واکشیدگی ضخامت، مقاومت خمشی (خمش سه نقطه‌ای)، مدول الاستیسیته و مقاومت چسبندگی داخلی بود. نتایج به‌دست آمده نشان دادند که پسماند هرس درختان پسته می‌تواند به‌عنوان مواد اولیه مناسب در ساخت تخته خرده چوب مورد استفاده قرار گیرند. همچنین می‌توان از پوست پسته تا ۱۰ درصد در ترکیب ماده اولیه استفاده نمود اما استفاده از مقادیر بالاتر سبب افت خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: تخته خرده چوب، پسماند هرس، پوست پسته، ترکیب چوبی، خواص فیزیکی و مکانیکی

مقدمه

افزایش چشمگیر جمعیت از یکسو و نیاز روزافزون به محصولات و مصنوعات چوبی از سوی دیگر صاحبان صنایع چوب و کاغذ را بر آن داشته است که برای برآورده کردن نیازهای بازار با توجه به منابع جنگلی محدود در کشورمان، رویکردی نوین به‌سوی منابع غیرجنگلی مانند مواد لیگنوسلولزی حاصل از ضایعات کشاورزی داشته باشند. از این‌رو استفاده از این منابع جایگزین، امری اجتناب‌ناپذیر بوده که برای کاهش فشار بر منابع جنگلی کشور و رفع

نیازهای صنایع باید مورد توجه قرار گیرد؛ ضمن اینکه می‌تواند جایگزین واردات چوب خام شده، استفاده از مواد بومی را افزایش داده، برای منابع چوبی بومی ارزش افزوده‌ای را ایجاد نموده، سودآوری را افزایش داده و ایجاد درآمد منطقه‌ای و شغل را در آن ناحیه به همراه داشته باشد. تخته-خرده چوب یکی از محصولات مرکب چوبی می‌باشد که در ساخت آن می‌توان علاوه بر مواد اولیه چوبی از دیگر منابع لیگنوسلولزی مانند ضایعات کشاورزی نیز استفاده نمود. البته پسماند لیگنوسلولزی پسته (پسماند هرس درختان پسته و

۱۱ درصد) و زمان پرس ۵ دقیقه (از سه میزان زمان پرس ۵ و ۶ و ۷ دقیقه) حداکثر MOR، MOE و IB به دست می‌آید. Hajihassani و همکاران (۲۰۱۲) در یک بررسی نشان دادند که برای تولید تخته‌خرده‌چوب از ترکیب نی و سرشاخه‌های انار با خواص فیزیکی و مکانیکی مطلوب، ترکیب ۲۵ درصد نی و ۷۵ درصد سرشاخه انار و زمان پرس سه دقیقه مناسب می‌باشد.

در یک تحقیق که استفاده از چوب ذرت در ساخت تخته‌خرده‌چوب مورد بررسی قرار گرفته بود نشان داده شد که افزایش حرارت پرس از ۱۷۰ به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد سبب کاهش مقاومت خمشی تخته‌ها می‌گردد. با توجه به اینکه مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها تحت تأثیر مستقیم کیفیت سطح تخته بوده و لایه‌های سطحی تخته در مدت زمان کوتاه‌تری نسبت به لایه میانی به حرارت مناسب برای سخت شدن چسب و ایجاد اتصال کارآمد می‌رسد، از این رو افزایش حرارت پرس سبب تخریب حرارتی اتصالات شده و منجر به کاهش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته می‌گردد (Kargarfard & Hajihassani, 2019).

Hakkila (۱۹۷۱) شاخه‌ها، کنده‌ها و ریشه‌ها را به‌عنوان منابع مواد اولیه در آینده معرفی می‌کند و بیان می‌کند در آینده‌های نه‌چندان دور توجه بیشتری به این نوع مواد خواهد شد. Ezzat (۱۹۷۴) نیز در یک بررسی بر روی ضایعات نخل برای تعیین کاربرد صنعتی آنها، میزان سالانه این ضایعات را در خاورمیانه و شمال آفریقا در حدود ۱/۵ میلیون تن برآورد کرده است.

تحقیقات نشان دادند که ساقه کلزا به دلیل دانسیته پایین و ضریب لاغری مناسب می‌تواند ماده مناسبی برای ساخت تخته‌خرده‌چوب باشد. استفاده از ساقه کلزا در ساخت تخته‌خرده‌چوب باعث کاهش چسبندگی داخلی و افزایش واکشیدگی ضخامت تخته‌ها می‌گردد. افزایش مقدار مصرف چسب و زمان پرس نیز سبب بهبود خواص کیفی تخته‌های حاصل گردید (Rangavar et al. 2011).

در تحقیقی دیگر که اثر اندازه ذرات پوست گردو و بادام بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌خرده‌چوب مورد بررسی

پوست پسته) می‌تواند یکی از گزینه‌های مورد نظر در ساخت تخته‌خرده‌چوب باشد. با توجه به اینکه سطح زیر کشت پسته در کشور در حدود ۳۳۰۰۰۰ هکتار می‌باشد (آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی، ۲۰۱۷)، از این رو مقدار پسماند لیگنوسلولزی پسته بسیار قابل توجه می‌باشد. بنابراین با توجه به مزایای ذکر شده در بالا، به‌کارگیری این پسماند در ساخت تخته‌خرده‌چوب ضرورت این تحقیق را نمایان می‌سازد.

در راستای استفاده از پسماند کشاورزی در ساخت محصولات چوبی مانند تخته‌خرده‌چوب، تخته فیبر، کاغذ و ... تحقیقات متعددی در دنیا انجام شده است که به مواردی از آنها اشاره می‌گردد. Hajihassani و Kargarfard (۲۰۱۹) که امکان استفاده از گرز ذرت در ساخت تخته‌خرده‌چوب را مورد بررسی قرار دادند، به این نتیجه دست یافتند که در صورت استفاده از ۱۰۰ درصد ذرات چوب ذرت در لایه میانی تخته‌ها می‌توان تخته‌هایی با ویژگی‌های مکانیکی بالاتر از سطح استاندارد تولید نمود. با این حال برای بهبود ویژگی‌های فیزیکی و نزدیک نمودن سطوح این ویژگی‌ها به حد استاندارد استفاده از ۲۵ تا ۵۰ درصد ذرات چوب ذرت در ترکیب با چوب صنوبر در لایه میانی تخته‌ها را می‌توان بهترین ترکیب بهینه در شرایط استفاده از حرارت پرس ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد برای تولید تخته‌خرده‌چوب توصیه نمود.

Latibari و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی استفاده از ضایعات چوبی شهری در تولید تخته‌خرده‌چوب به این نتیجه رسیدند که خرده‌چوبهای تولید شده از ضایعات چوبی شهری مانند ضایعات چوب کاج و چنار و همچنین ضایعات هرس درختان انگور از قابلیت خوبی به‌عنوان ماده اولیه لیگنوسلولزی ارزان‌قیمت برخوردار بوده و می‌تواند به‌صورت خالص یا مخلوط با یکدیگر و یا مخلوط با خرده‌چوب پهن برگان شمال ایران در تولید این محصول بکار برده شود.

Nourbakhsh و همکاران (۲۰۰۱) ترکیب ضایعات نخل و سرشاخه‌های کهور را در ساخت تخته‌خرده‌چوب بررسی کردند و گزارش کردند که در درجه حرارت ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد، میزان چسب ۱۱ درصد (از سه میزان ۹ و ۱۰ و

درجه بندی مناسب ساخت تخته خرده چوب است، استفاده شد. خرده چوب‌ها بعد از پوشال کردن، با یک خشک کن گردان با سرعت ۳ دور در دقیقه خشک گردیدند و در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم و غیرقابل نفوذ بسته بندی و برای مرحله بعدی آماده شدند. مرحله بعد چسب زنی بود که برای این منظور از چسب اوره فرمالدئید مایع استفاده شد. عملیات چسب زنی خرده چوب‌ها با استفاده از چسب زن آزمایشگاهی دوار و با سرعت چرخش در حدود ۲۰ دور در دقیقه انجام گردید. محلول چسب همراه با کاتالیزور (NH₄CL) به وسیله یک نازل با استفاده از هوای فشرده در داخل استوانه پاشیده شده و با خرده چوب‌های داخل آن مخلوط شد.

پس از تشکیل کیک خرده چوب، با استفاده از یک پرس گرم آزمایشگاهی از نوع Buerkle L100 اقدام به فشرده سازی و ساخت تخته خرده چوب با ابعاد ۱/۵ × ۳۵ × ۳۵ سانتی متر مکعب گردید. در این بررسی عوامل ثابت شامل نوع و مقدار مصرف چسب (چسب اوره فرمالدئید، مقدار مصرف ۱۰ درصد)، فشار پرس (۳۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع)، ضخامت تخته (۱۵ میلی متر) و دانسیته تخته خرده چوب (۰/۷ گرم بر سانتی متر مکعب) بودند. عوامل متغیر نیز شامل حرارت پرس (دو سطح ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه سانتی گراد)، زمان پرس (دو سطح ۴ و ۵ دقیقه) و ترکیب ماده اولیه (سه سطح: ۱- ۱۰۰ درصد پسماند هرس ۲- ۹۰ درصد پسماند هرس و ۱۰ درصد پوست پسته ۳- ۸۰ درصد پسماند هرس و ۲۰ درصد پوست پسته) بودند که در کل ۱۲ تیمار حاصل گردید که با در نظر گرفتن ۳ تکرار برای هر تیمار، در مجموع ۳۶ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. به منظور مشروط سازی و یکنواخت سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل سازی تنش‌های داخلی، تخته‌های ساخته شده به مدت ۱۵ روز در شرایط آزمایشگاهی (رطوبت نسبی ۶۵±۱ درصد و درجه حرارت ۲۰±۳ درجه سانتی گراد) نگهداری شدند. سپس از هر تخته نمونه‌های آزمایشگاهی طبق دستورالعمل EN326-1 تهیه شد. در این بررسی اندازه گیری جذب آب و واکنش پذیری ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت بر اساس استاندارد EN317، مقاومت خمشی (خمش سه نقطه‌ای) و مدول الاستیسیته بر اساس استاندارد EN310 و چسبندگی داخلی بر اساس استاندارد

قرار گرفته بود نشان داده شد که پوست گردو و بادام سبب افزایش میزان جذب آب و واکنش پذیری ضخامت در تخته‌های ساخته شده گردید و با کاهش ابعاد ذرات این موضوع تشدید شد. همچنین در خواص مکانیکی فقط چسبندگی داخلی با کوچک شدن اندازه ذرات کاهش معنی داری یافت (Bahrinezhad & Khazaieian, 2015).

Rassam و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی امکان ساخت تخته خرده چوب از ساقه ذرت دانه‌ای به این نتیجه دست یافتند که بالا بودن ضریب فشردگی و نیز ضریب کشیدگی ساقه ذرت سبب ایجاد پیوستگی بیشتر بین ذرات و در نتیجه افزایش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها می‌گردد. تحقیقات نشان می‌دهند که استفاده از مواد لیگنوسلولزی حاصل از ضایعات کشاورزی و چوب‌آلات باغی می‌تواند از یکسو باعث ارزش افزوده بیشتر و تأمین بخشی از نیازهای صنایع گردد و از سوی دیگر کاهش فشار بهره‌برداری از منابع جنگلی را به همراه داشته باشد. از این رو این موضوع اهمیت کاربرد پسماند کشاورزی و چوب‌آلات باغی را در ساخت تئوپان و تأمین بخشی از نیاز ماده اولیه این صنعت که با معضل تهیه آن مواجه هستند نمایان می‌سازد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی پسماند حاصل از هرس باغ‌های پسته و نیز پوست پسته از منطقه سیرجان (استان کرمان) تهیه گردید. سپس ضایعات حاصل از هرس درختان پسته با استفاده از یک خردکن غلتکی از نوع Pallmann × 430 × 120PHT به خرده چوب تبدیل شدند. این خرده چوب‌ها توسط آسیاب حلقوی (Ring-Flakter) از نوع Pallmann × Pz8 به پوشال قابل استفاده برای ساخت تخته خرده چوب تبدیل گردید. همچنین ضایعات پوست پسته نیز برای به کارگیری در ساخت تخته خرده چوب توسط آسیاب حلقوی تبدیل به ذرات کوچک تر شدند. برای آماده کردن خرده چوب‌های با ابعاد مناسب، خرده چوب‌های حاصل الک گردیدند که برای این منظور از دو الک با منافذ درشت و ریز به ترتیب برای جداسازی خرده چوب‌های بسیار درشت و ریز که خارج از

نتایج

جدول ۱ خلاصه تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی و اثرهای مستقل و متقابل حرارت پرس، زمان پرس و ترکیب مواد را نشان می‌دهد.

EN319 انجام شد. برای انجام آزمون‌های مکانیکی از دستگاه INSTRON-1186 استفاده گردید. برای تجزیه و تحلیل آماری آزمون فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تجزیه و تحلیل با استفاده از نرم‌افزار spss انجام شد و برای گروه‌بندی میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده گردید.

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده‌چوب‌های ساخته شده از پسماند لیگنوسلولزی پسته

واکشدگی	واکشدگی	جذب آب ۲۴	جذب آب ۲	چسبندگی	مدول خمشی	مقاومت	منبع
ضخامت ۲۴	ضخامت ۲	ساعت	ساعت	داخلی		خمشی	
ساعت	ساعت						
**./۰.۱۸	ns./۶۶۹	ns./۷۷۰	ns./۴۴۹	*./۰.۰۰	ns./۱۹۰	ns./۷۳۸	حرارت پرس
*./۰.۰۴	ns./۴۷۳	ns./۴۲۴	ns./۵۰۴	ns./۲۲۲	ns./۶۴۴	**./۰.۱۳	زمان پرس
*./۰.۰۰	*./۰.۰۲	**./۰.۱۶	ns./۹۳۵	ns./۰.۴۸	*./۰.۰۰	*./۰.۰۰	ترکیب مواد
*./۰.۰۰۹	**./۰.۱۷	ns./۵۴۸	ns./۲۹۹	ns./۶۶۳	ns./۲۵۱	*./۰.۰۰	حرارت پرس × زمان پرس
ns./۱۷۰	ns./۶۹۶	ns./۲۶۶	ns./۲۵۷	ns./۵۷۸	ns./۴۶۱	ns./۷۳۷	حرارت پرس × ترکیب مواد
ns./۳۱۴	ns./۲۹۱	ns./۲۸۶	**./۰.۱۶	ns./۷۲۶	ns./۹۲۰	ns./۰.۷۸	زمان پرس × ترکیب مواد
ns./۴۷۶	ns./۲۸۸	ns./۱۶۲	*./۰.۰۵	ns./۵۰۷	ns./۳۲۰	ns./۶۹۰	حرارت پرس × زمان پرس پرس × ترکیب مواد

ns: معنی‌دار نیست

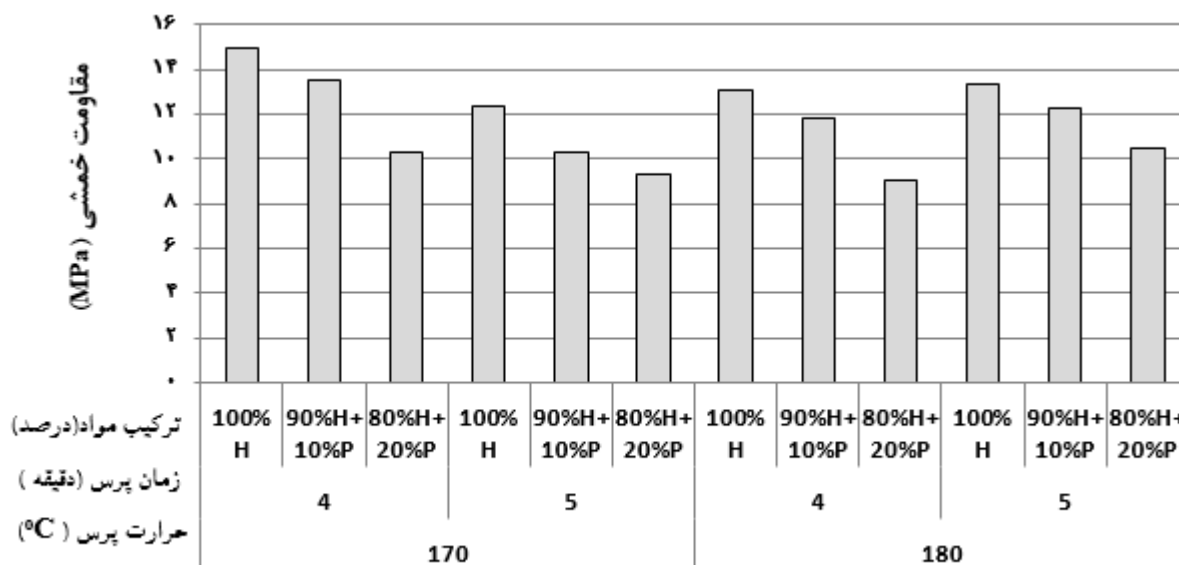
** : معنی‌دار در سطح ۵ درصد

* : معنی‌دار در سطح ۱ درصد

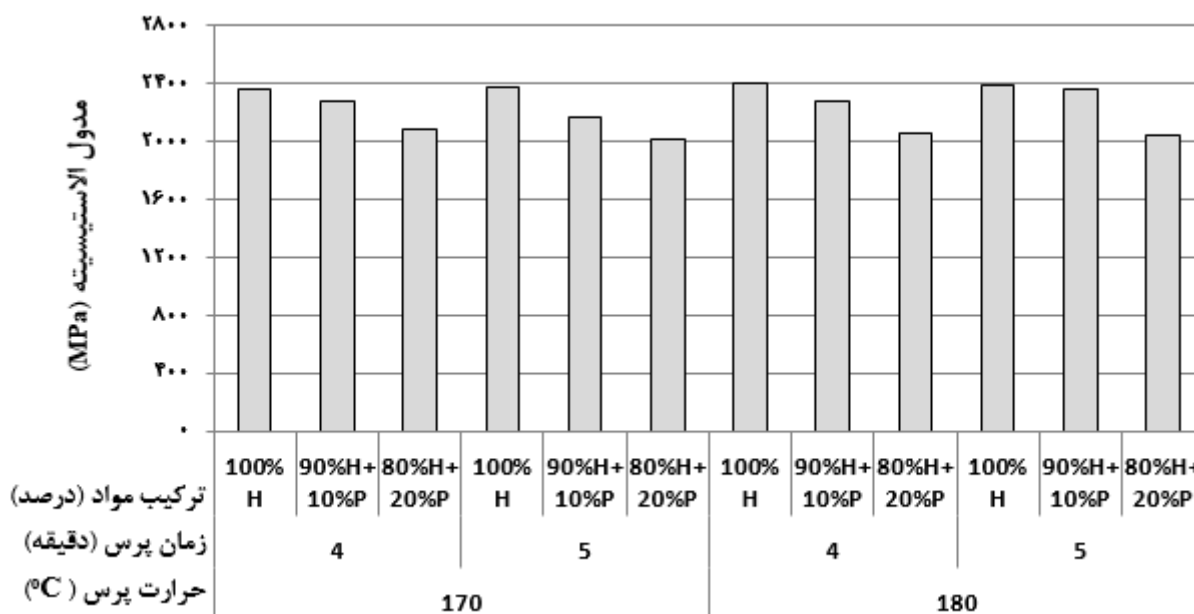
مقاومت خمشی (MOR)

نتایج به دست آمده نشان دادند که در ساخت تخته خرده-چوب از پسماند لیگنوسلولزی پسته، اثر مستقل زمان پرس در سطح آماری ۹۵ درصد و اثر مستقل ترکیب مواد و نیز اثر متقابل دما و زمان پرس در سطح آماری ۹۹ درصد دارای اثر معنی‌داری بر مقاومت خمشی می‌باشد. مقایسه تیمارها در شکل ۱ نشان می‌دهند که در حرارت پرس ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، با افزایش زمان پرس از ۴ به ۵ دقیقه، مقاومت خمشی کاهش می‌یابد، اما در حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد با بالا رفتن حرارت پرس افزایش ناچیزی در

مقاومت خمشی تخته‌ها رخ داده است. همچنین شکل ۱ نشان می‌دهد که با افزایش درصد پوست پسته مقاومت خمشی نمونه‌ها کاهش می‌یابد. نتایج نشان می‌دهند که بالاترین میزان مقاومت خمشی مربوط به حرارت پرس ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۴ دقیقه و درصد اختلاط ۱۰۰ درصد پسماند هرس و برابر با ۱۴/۹۸ مگاپاسکال می‌باشد. کمترین مقدار مقاومت خمشی نیز مربوط به شرایط حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۴ دقیقه و درصد اختلاط ۸۰:۲۰ پسماند هرس به پوست پسته و برابر با ۹/۰۸ مگاپاسکال است (شکل ۱).



شکل ۱- تأثیر ترکیب شرایط مختلف تیمار ساخت بر مقاومت خمشی (H: پسماند هرس، P: پوست پسته)



شکل ۲- تأثیر ترکیب شرایط مختلف تیمار ساخت بر مدول الاستیسیته (H: پسماند هرس، P: پوست پسته)

مستقل درصد ترکیب مواد قرار می‌گیرد. مقایسه تیمارها در شکل ۲ نشان می‌دهند با افزایش درصد پوست پسته، مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده کاهش می‌یابند. شکل

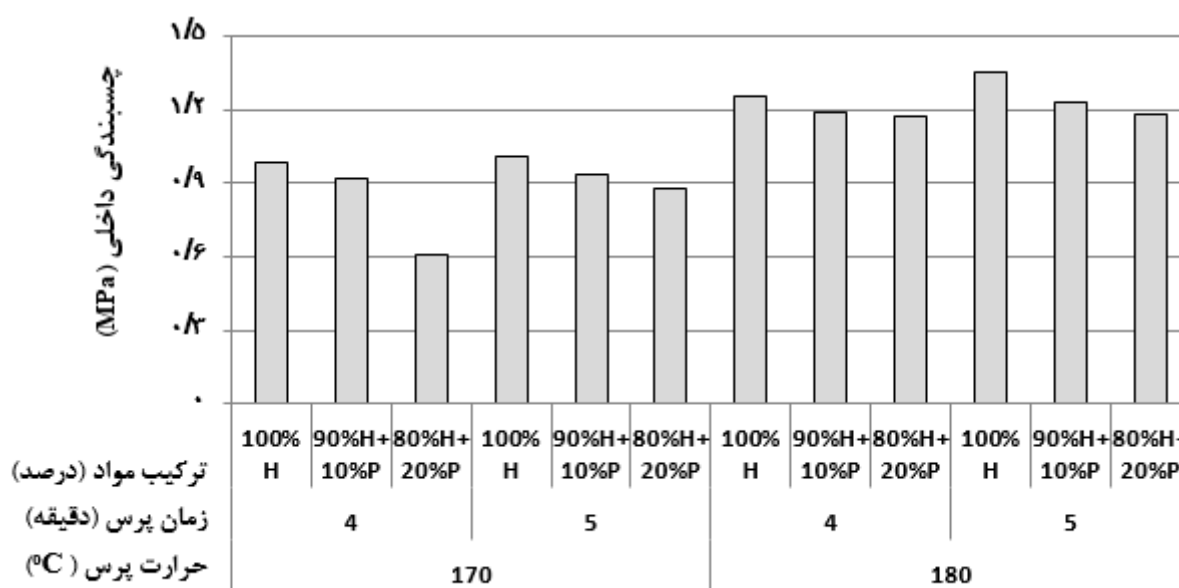
مدول الاستیسیته خمشی (MOE) نتایج به دست آمده نشان دادند که مدول الاستیسیته نمونه‌ها نیز به طور معنی‌داری (سطح آماری ۹۹ درصد) تحت تأثیر اثر

است. مقایسه تیمارها در شکل ۳ نشان می‌دهند که با افزایش حرارت پرس از ۱۷۰ به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، میزان چسبندگی داخلی تخته‌ها نیز افزایش یافته است؛ اما با افزایش میزان پوست پسته در ترکیب ماده اولیه تخته‌ها، میزان چسبندگی داخلی کاهش یافته است؛ به طوری که بالاترین میزان چسبندگی داخلی تخته‌ها مربوط به ترکیب شرایط حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۵ دقیقه و درصد اختلاط ۱۰۰ درصد پسماند هرس و برابر با ۱/۳۶ مگاپاسکال می‌باشد. همچنین کمترین میزان چسبندگی داخلی نیز مربوط به شرایط حرارت پرس ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۴ دقیقه و درصد اختلاط ۸۰:۲۰ پسماند هرس به پوست پسته و برابر با ۰/۶۱ مگاپاسکال بوده است.

۲ نشان می‌دهد که در ترکیب شرایط مختلف تیمار، بالاترین میزان مدول الاستیسیته نمونه‌ها مربوط به شرایط حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۴ دقیقه و درصد اختلاط ۱۰۰ درصد پسماند هرس و برابر با ۲۴۱۰ مگاپاسکال می‌باشد. کمترین مقدار مدول الاستیسیته نیز مربوط به شرایط حرارت پرس ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۵ دقیقه و درصد اختلاط ۸۰:۲۰ پسماند هرس به پوست پسته و برابر با ۲۰۲۵ مگاپاسکال می‌باشد (شکل ۲).

چسبندگی داخلی (IB)

تجزیه واریانس چسبندگی داخلی (IB) تخته‌ها در جدول ۱ نشان می‌دهد که اثر مستقل حرارت پرس و نیز ترکیب ماده اولیه به ترتیب در سطح آماری ۹۹ و ۹۵ درصد معنی‌دار بوده



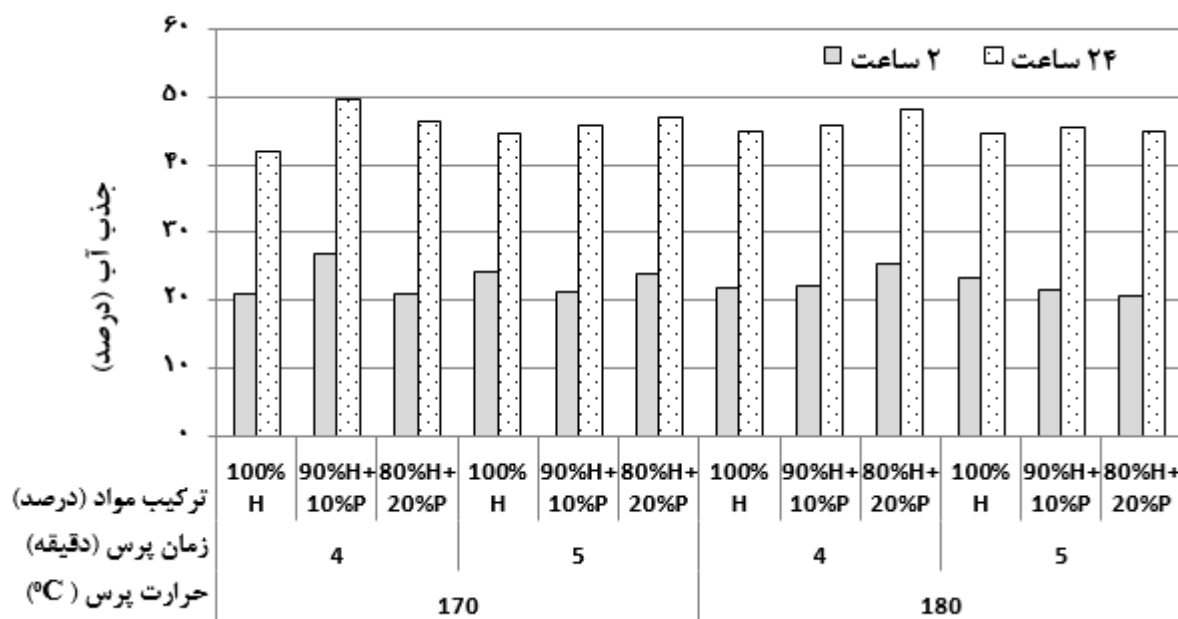
شکل ۳- تأثیر ترکیب شرایط مختلف تیمار ساخت بر چسبندگی داخلی (H: پسماند هرس، P: پوست پسته)

ترکیب مواد و نیز اثر متقابل حرارت پرس، زمان پرس و ترکیب مواد دارای تأثیر معنی‌داری بر جذب آب ۲ ساعت بوده‌اند (جدول ۱). همچنین نتایج به دست آمده از جذب آب ۲۴ ساعت تخته‌ها نشان دادند که فقط اثر مستقل ترکیب مواد بر این ویژگی معنی‌دار بوده است (جدول ۱). مقایسه تیمارها

جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نتایج آنالیز داده‌ها نشان دادند که در تخته‌های ساخته شده از پسماند لیگنوسولزی پسته، اثر مستقل هیچ‌یک از فاکتورهای حرارت پرس، زمان پرس و ترکیب مواد بر جذب آب ۲ ساعت معنی‌دار نشده‌اند، اما اثر متقابل زمان پرس و

پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۵ دقیقه و درصد اختلاط ۸۰:۲۰ پسماند هرس به پوست پسته و برابر با ۲۰/۵۵ درصد می‌باشد و کمترین میزان جذب آب ۲۴ ساعت نیز مربوط به شرایط حرارت پرس ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۴ دقیقه و درصد اختلاط ۱۰۰ درصد پسماند هرس و برابر با ۴۱/۹۵ درصد می‌باشد (شکل ۴).

در شکل ۴ نشان می‌دهند که بیشترین مقدار جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت مربوط به شرایط حرارت پرس ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۴ دقیقه و درصد اختلاط ۹۰:۱۰ پسماند هرس به پوست پسته و به ترتیب برابر با ۲۶/۷۳ و ۴۹/۶۴ درصد بوده است. همچنین در ترکیب شرایط مختلف تیمار کمترین میزان جذب آب ۲ ساعت مربوط به حرارت

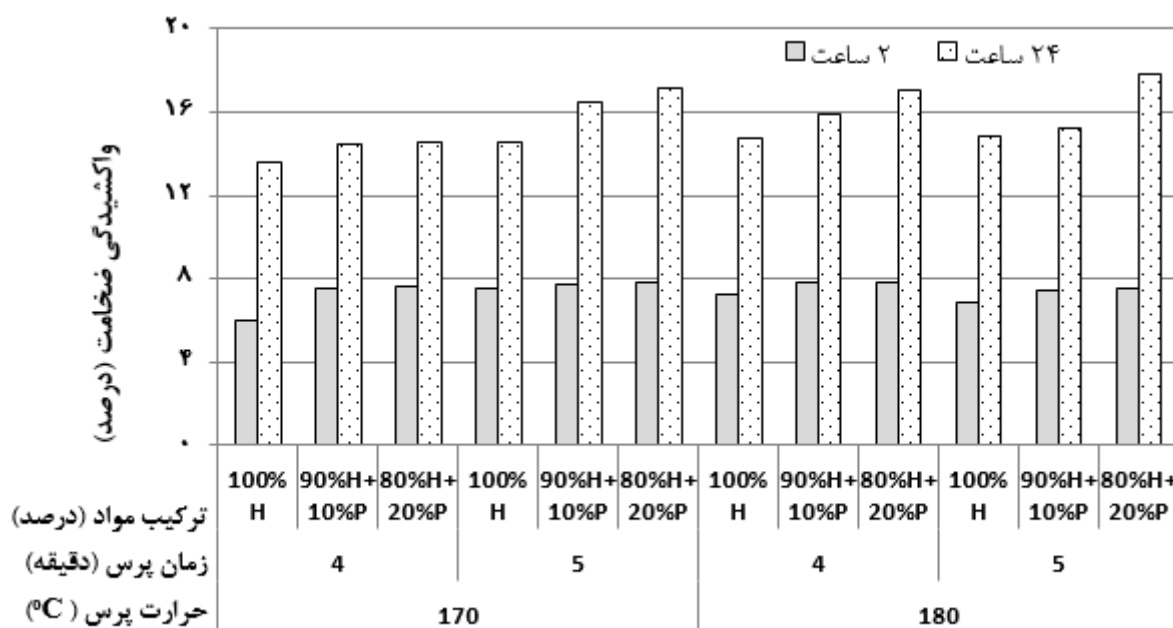


شکل ۴- تأثیر ترکیب شرایط مختلف تیمار ساخت بر جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت (H: پسماند هرس، P: پوست پسته)

سانتی‌گراد، زمان پرس ۴ دقیقه و درصد اختلاط ۱۰۰ درصد پسماند هرس به ترتیب برابر با ۶ و ۱۳/۶ درصد بوده است. همچنین در ترکیب شرایط مختلف تیمار بیشترین میزان واکنشیدگی ضخامت ۲ ساعت مربوط به حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۴ دقیقه و درصد اختلاط ۸۰:۲۰ پسماند هرس به پوست پسته و برابر با ۷/۸۴ درصد می‌باشد و بیشترین میزان واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت نیز مربوط به شرایط حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۵ دقیقه و درصد اختلاط ۸۰:۲۰ پسماند هرس به پوست پسته و برابر با ۱۷/۸۱ درصد می‌باشد (شکل ۵).

واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

نتایج به دست آمده از آنالیز داده‌ها نشان دادند که اثر مستقل ترکیب مواد و اثر متقابل دما و زمان پرس بر واکنشیدگی ضخامت ۲ ساعت معنی‌دار شده‌اند (جدول ۱). همچنین نتایج به دست آمده از واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها نشان دادند که اثر مستقل هر سه فاکتور حرارت پرس، زمان پرس و ترکیب مواد و نیز اثر متقابل دما و زمان پرس بر این ویژگی معنی‌دار بوده است (جدول ۱). مقایسه تیمارها در شکل ۵ نشان می‌دهند که کمترین میزان واکنشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت مربوط به شرایط حرارت پرس ۱۷۰ درجه



شکل ۵- تأثیر ترکیب شرایط مختلف تیمار ساخت بر واکنشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت (H: پسماند هرس، P: پوست پسته)

بحث

تخته‌ها می‌باشد. Han (۲۰۰۱) نیز در تحقیقات خود بیان نمود که دلیل کاهش مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده از نی و کاه گندم، کاهش میزان اتصالات میان مواد استفاده شده می‌باشد. به‌علاوه اینکه پوست پسته به دلیل دارا بودن دانسیته بالا دارای ضریب فشردگی کمتری می‌باشد، ضمن آنکه مقدار چسب‌خوری آن به دلیل دارا بودن سطح ویژه بالا، بیشتر می‌باشد که در مجموع منجر به کاهش مقاومت خمشی می‌شود (Rangavar et al. 2011; Rassam et al. 2012). همچنین نتایج بررسی مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده نشان دادند که درصد اختلاط مواد دارای اثر معنی‌داری بر این ویژگی می‌باشد؛ به‌طوری‌که با افزایش درصد پوست پسته، مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده کاهش می‌یابد. در حقیقت کاربرد پوست پسته در ترکیب ماده اولیه به دلیل دارا بودن سطح صاف و صیقلی و عدم تشکیل اتصالات مکانیکی و نیز عدم تشکیل ساختار یکپارچه در تخته باعث کاهش مدول الاستیسیته می‌گردد.

بررسی میزان چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده نشان دادند که این ویژگی تحت تأثیر حرارت پرس و ترکیب

هدف این بررسی امکان استفاده از پسماند لیگنوسولوزی پسته در ساخت تخته‌خرده‌چوب بوده است که ویژگی‌های مختلف فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از این بررسی نشان دادند که زمان پرس و درصد اختلاط مواد بر مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده مؤثر بوده است، به‌طوری‌که تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۴ دقیقه و اختلاط ۱۰۰ درصد پسماند هرس، دارای مقاومت خمشی بالاتری بوده‌اند. مقاومت خمشی تخته‌خرده‌چوب تحت تأثیر ویژگی‌های سطحی تخته بوده و با توجه به اینکه لایه سطحی تخته‌ها در تماس مستقیم با صفحات داغ پرس می‌باشد؛ از این رو افزایش زمان پرس می‌تواند باعث تخریب اتصالات و در نتیجه کاهش این ویژگی گردد (Kargarfard and Hajihassani, 2019). از سویی استفاده از پوست پسته و افزایش مصرف آن در ترکیب ماده اولیه با توجه به ساختار فیزیکی آن می‌تواند سبب ایجاد فواصل بین ذرات تخته‌خرده‌چوب و عدم یکنواختی در ساختار تخته‌ها گردد که نتیجه آن کاهش مقاومت خمشی

تخته‌ها نیز نشان دادند که هر سه فاکتور حرارت پرس، زمان پرس و درصد اختلاط مواد دارای اثر معنی‌داری بر این ویژگی می‌باشند؛ به طوری که کمترین میزان واکنش‌پذیری ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت مربوط به شرایط حرارت پرس ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۴ دقیقه و درصد اختلاط ۱۰۰ درصد پسماند هرس بوده است. در حقیقت افزایش دما و زمان پرس سبب تخریب اتصالات می‌گردد که نتیجه آن افزایش واکنش‌پذیری ضخامت تخته‌ها می‌باشد. همچنین افزایش میزان پوست پسته در ترکیب ماده اولیه به دلیل ایجاد ساختار ناهمسان و کاهش میزان اتصالات در اثر گپ‌های ایجاد شده در بافت تخته سبب افزایش میزان واکنش‌پذیری ضخامت می‌گردد.

به طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که در ساخت تخته‌خرده‌چوب می‌توان از پسماند هرس درختان پسته استفاده نمود و تخته‌های حاصل دارای خواص فیزیکی و مکانیکی قابل قبول می‌باشند. همچنین استفاده از پوست پسته تا ۱۰ درصد در ترکیب ماده اولیه می‌تواند تخته‌هایی با ویژگی‌های قابل قبول ارائه نماید؛ اما در مقادیر بالاتر باعث افت خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها می‌گردد. از این رو پسماند لیگنوسولوزی پسته شامل ضایعات هرس و نیز پوست پسته می‌توانند به عنوان مواد اولیه مناسب در صنعت تخته‌خرده‌چوب مورد استفاده قرار گیرند.

منابع مورد استفاده

- Agricultural Statistics, 2018. Ministry of Agriculture Jihad, Deputy of Planning and Economic, Information and Communication Technology Center.
- Bahrinezhad, A. and Khazaeian, A., 2015. Investigation of walnut and almond shell particle size on the physical and mechanical properties of particle board. International Conference on Sustainable Development with a focus on Agriculture, Environment and Tourism. 16-17 September, Tabriz-Iran.
- Ezzat, S., 1974. Leaves of date palm tree as a technical feasible source of raw material for paper production, cellulose chemistry, techn.8: 627-34.
- Hajihassani, R., Hosseinkhani, H., Kargarfard, A., Nourbakhsh, A. and Golbabaie, F., 2012. The impact

ماده اولیه می‌باشد. افزایش حرارت پرس از ۱۷۰ به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، سبب بهبود چسبندگی داخلی تخته‌ها گردید. به نحوی که بالا رفتن حرارت پرس سبب انتقال بهتر حرارت به قسمت مرکزی تخته می‌گردد، در نتیجه پلیمریزاسیون چسب در این بخش بهبود یافته و منجر به افزایش چسبندگی داخلی تخته‌ها می‌گردد؛ اما افزایش میزان پوست پسته در ترکیب ماده اولیه تخته‌ها، سبب کاهش میزان چسبندگی داخلی گردید. در حقیقت کاربرد پوست پسته سبب کاهش یکپارچگی اتصال بین ذرات در بخش مرکزی می‌گردد که کاهش چسبندگی داخلی را به همراه دارد (Han, 2001). همچنین بالا بودن سطح ویژه ذرات پوست پسته باعث جذب بیشتر رزین شده، در نتیجه در یک میزان مشخص مصرف رزین میزان چسب‌خوری ذرات کمتر شده و کاهش چسبندگی داخلی را به همراه دارد (Rangavar; Rassam et al. 2012; et al. 2011).

نتایج بررسی میزان جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت تخته‌های ساخته شده نشان دادند که درصد ترکیب ماده اولیه به طور معنی‌داری بر این ویژگی مؤثر می‌باشد؛ به طوری که با افزایش مصرف پوست پسته در ترکیب ماده اولیه میزان جذب آب افزایش می‌یابد. در حقیقت کاربرد پوست پسته و افزایش مصرف آن سبب عدم یکپارچگی بافت تخته، کاهش سطح اتصالات بین ذرات و ایجاد فضاهای خالی در ساختار تخته می‌گردد که نتیجه آن افزایش میزان جذب آب می‌باشد. Kargarfard و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقات خود نشان دادند که افزودن یک گونه چوبی سبک در ترکیب ماده اولیه برای ساخت تخته‌خرده‌چوب، سبب فشردگی و درهم‌رفتگی بیشتر ذرات و در نتیجه کاهش خلل و فرج می‌گردد که کاهش جذب آب و واکنش‌پذیری ضخامت را به همراه دارد. از این رو کاربرد پوست پسته به دلیل دانسیته بالا، ضریب فشردگی کم و ایجاد خلل و فرج باعث افزایش جذب آب و واکنش‌پذیری ضخامت می‌گردد. Bahrinezhad و Khazaeian (۲۰۱۵) نیز در به‌کارگیری پوست پسته و بادام در ساخت تخته‌خرده‌چوب به این نتیجه دست یافتند.

بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری واکنش‌پذیری ضخامت

- Kargarfard, A., Nourbakhsh, A. and Golbabaie, F., 2013. Utilization of pomegranate tree pruning in the core layer of particleboard produced from *Eucalyptus camedulensis* wood. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research Vol. 28 No. (2).
- Nourbakhsh, A., Hosseinzadeh, A., Jahan-latibari, A., Kargarfard, A., Golbabaie, F. and HosseinKhani, H., 2001. Investigation on the possibility of particleboard production from lignocellulosic sources in southern region of Iran (2) Report 2: The potential of Date palm residues and prosopis (Mesquite) wood in particleboard Industry. N (278).
- Rangavar, H., Rassam, G. and Aghagolpour, V., 2011. Investigation on the Possibility of Using Canola Stem Residues for Particleboard Manufacturing. Journal of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(1).
- Rassam, GH., Rangavar, H., Taghiary, H.R. and Taheri, A., 2012. Study on the Possibility of Using Sunflower Stalk in Particleboard Production. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, Vol. 2, No. 2.
- of reeds residue addition on physical and mechanical properties of particleboard made from pomegranate prunings. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research Vol. 27 No. (1).
- Hakkila, P., 1971. Branches, stumps, and roots as future raw material sources. In forest Biomass studies, ed H. young orono: university of maine press.
- Han, G. 2001. Development of high-performance Reed and Wheat straw composite Panels, Wood Research, No. 88, 19-39.
- Jahan Latibari, A., Golbabaie, F., Tamjidi, A., Sobhani, B. and Raofkia, A., 2013. Investigation on the utilization of urban wood residues in the production of particleboard. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research Vol. 28 No. 1, 109-122. (In Persian)
- Kargarfard, A. and Hajihassani, R., 2019. The potential of utilizing corn crop in particleboard production. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research Vol. 34 No. (4).

The possibility of utilization of pistachio lignocellulosic residue in particleboard production

R. Hajihassani^{1*}, M. Sadeghipour-Ranjbar² and S. Ghahri³

1*-Corresponding author, Assistant Prof., Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO) P.O. Box 13185-116, Tehran, Iran, Email: Reza.hajihassani@gmail.com

2-M.Sc. Student, Department of Electrical Engineering, Shiraz University of Technology, Iran.

3-Assistant Prof., Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO) P.O. Box 13185-116, Tehran, Iran.

Received: May, 2021 Accepted: Sep., 2021

Abstract

The aim of current research was to investigate physical and mechanical properties of particle board made from pistachio lignocellulosic residue. The raw materials were collected from Sirjan (Kerman province). Sample boards were made from pistachio lignocellulosic residue at two press times (4 and 5 minutes), two press temperatures (170 and 180° c) and three compositions of particles (100 percent, 90:10 and 80:20 pruning residue to pistachio shell). The specimens were physically and mechanically tested for water absorption, thickness swelling, bending strength, modulus of elasticity and internal bonding. Then, the results were analyzed based on complete randomized design (CRD) under a factorial experiment. Results revealed that pruning residues of pistachio trees can be used as suitable raw materials for particle board production. Moreover, pistachio shell can be used up to 10 percent in raw material composition, but physical and mechanical properties of boards will be reduced in higher consumption quantities.

Keywords: Particle board, pruning residue, pistachio shell, composition, physical and mechanical properties.