

بررسی امکان بکارگیری تراورس‌های فرسوده راه آهن در ساخت تخته خرده چوب^(۱)

علی اکبر عنایتی^(۲) پیمان بضاعتی پور^(۳)

چکیده

برای بررسی کیفیت تخته خرده چوب تهیه شده از تراورس‌های فرسوده راه آهن (گونه راش) دو ناحیه کرج و شیرگاه، تخته‌های یک لایه با جرم مخصوص 750 kg/m^3 و ضخامت ۱۶ میلیمتر در شش تیمار - دو مقدار چسب (۸ و ۱۰ درصد)، سه مقدار ماده سخت‌کننده (۱، ۱/۵ و ۲/۵ درصد) و در شرایط یکسان ساخته شدند.

ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی این تخته‌ها و تخته‌های ساخته شده از تراورس‌های راش فاقد مواد حفاظت‌کننده (بعنوان نمونه شاهد) و در شرایط یکسان با یکدیگر مقایسه گردیدند.

نتایج این بررسی نشان داد که تخته‌های ساخته شده از تراورس‌های شیرگاه و کرج در مقایسه با تخته‌های ساخته شده از تراورس شاهد دارای مقاومت به خمش استاتیک، مدول الاستیسیته، مقاومت برشی، درصد جذب آب و واکنشیدگی ضخامت کمتری می‌باشند.

تخته‌های ساخته شده از تراورس‌های کرج و شیرگاه در هر دو مقدار چسب (۸ و ۱۰ درصد) در سطح یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند. به علاوه این نتایج گویای این نکته است که مقدار ماده سخت‌کننده (۱، ۱/۵ و ۲/۵ درصد) اثر معنی‌داری بر روی خواص مورد بررسی تخته‌های ساخته شده از تراورس‌های کرج و شیرگاه نداشته است.

با توجه به اینکه در بین تیمارهای مختلف، تخته‌های حاوی ۱۰ درصد چسب و ۱/۵ درصد ماده سخت‌کننده که از خرده‌چوب ناشی از تراورس کرج ساخته شده‌اند، با داشتن حد نصاب کیفیت تعیین شده در استانداردهای مربوط به تخته خرده چوب، مناسبترین کیفیت را از خود نشان داده‌اند لذا شرایط ساخت آن برای کاربردهای صنعتی قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تراورس، تخته خرده چوب، چوب راش، چسب اوره فرم آلدئید، کرئوزوت

۱- این تحقیق با استفاده از اعتبار مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است.

۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد تکنولوژی چوب

مقدمه

یکی از عواملی که باعث عدم تعادل در میزان تولید و مصرف تخته خرده چوب گردیده و آینده این صنعت را با نگرانی مواجه می‌سازد، کمبود ماده خام اولیه قابل استفاده می‌باشد (۱۰).

استفاده از بازمانده چوبی سایر کارخانجات صنایع چوب اساس شکل گیری صنعت تخته خرده چوب بوده است ولی با رشد مصرف این فرآورده فکر استفاده از سایر منابع لیگنوسلولزی باعث شد که بررسی‌های فراوانی در مورد ساخت تخته خرده چوب از اینگونه مواد صورت گیرد (۸). تاکامورا^(۱) و کیسناپارونگ^(۲) در سال ۱۹۷۲ از مخلوط الیاف میوه درخت نارگیل و چوب پهن برگان، تخته خرده چوب با مقاومت مطلوب ساختند (۱۱).

موهان^(۳) در سال ۱۹۷۲ با استفاده از سیمان به همراه بازمانده گیاهان کشاورزی و صنعتی در ساخت تخته خرده چوب استفاده کرد. تخته‌های ساخته شده به عنوان پوشش‌های ضد آب سقف و پارکت استفاده شدند (۱۱).

ونگ^(۴) و چن^(۵) در سال ۱۹۸۱ بررسی‌هایی در زمینه امکان ساخت تخته خرده چوب سه لایه از خرده چوب‌های جهت دار بامبو و ضایعات چوب انجام دادند. این بررسی‌ها نشان دادند که ضایعات بامبو و خرده چوب سرو، تخته خرده چوب با مقاومت‌های بالاتر از حد استاندارد را تولید می‌کند (۱۱).

پرت هارکورت^(۶) در سال ۱۹۸۶ از ترکیب باگاس، پوست درختان مانگرو و خرده چوب و ساقه ذرت تخته خرده چوب با مقاومت‌های در حد استاندارد تهیه کرد (۱۱).

هش^(۷) در سال ۱۹۸۷ انواع تخته‌های مرکب را از چوب و نی و مخلوط این دو درست کرد، در این راستا تخته‌های ساخته شده نی و در شرایط مساوی نسبت به تخته‌های ساخته شده از چوب خصوصیات بهتری را از خود نشان داد (۱۱).

دوست حسینی (۱۳۷۲) از مخلوط چوب صنوبر و سرشاخه‌های درختان میوه تخته خرده چوب ساخته و مشخص نموده است که در نسبت مساوی اختلاط چوب صنوبر و سرشاخه‌های درختان میوه و نیز رطوبت ۱۴ درصد

یک خرده چوب، مناسبترین کیفیت به دست می‌آید.

دوست حسینی و روشنی (۱۳۷۵) از مخلوط چوب صنوبر و تاغ (با درصدهای مختلف) با استفاده از متغیرهای حرارت (۱۷۰ و ۱۹۰ درجه سانتیگراد) و زمان پرس (۶ و ۸ دقیقه) تخته خرده چوب تهیه و مشخص گردید که بیشترین مقدار مقاومت خمشی و برشی مربوط به زمان پرس ۸ دقیقه و حرارت ۱۹۰ درجه سانتیگراد و ۷۵ درصد خرده چوب صنوبر بوده است.

لوبان^(۸) در سال ۱۹۸۹ از مخلوط الیاف نارگیل و آناناس و ضایعات چوب و ساقه موز تخته خرده چوب ساخت (۱۱). لوکن^(۹) در سال ۱۹۹۱ از مخلوط خرده چوب صنوبر و سرشاخه‌های درخت بادام تخته خرده چوب تهیه و به این نتیجه رسیده است که تخته‌های حاوی ۷۵٪ خرده چوب صنوبر و ۲۵٪ خرده چوب بادام بهترین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی را داشته‌اند (۱۱).

جهان لتیباری و حسین‌زاده (۱۳۷۲) از ضایعات درخت خرما و با استفاده از سه زمان پرس و سه شرایط خرد و آسیاب کردن (خشک، خشک و تر، تر) تخته خرده چوب ساخته و به این نتیجه رسیدند که زمان پرس ۷ دقیقه و شرایط خشک آسیاب کردن بهترین نتیجه را می‌دهد.

نمایی پور (۱۳۷۴) از دو نوع بامبو در شرایط مساوی تخته خرده چوب تهیه و به این نتیجه رسید که تخته‌های تهیه شده از بامبو منطقه گرگان بهترین مقاومت‌های مکانیکی و ویژگی‌های فیزیکی را از خود نشان داده‌اند.

شمسیان (۱۳۷۳) از چوب تاغ و مقدار ۸، ۱۰ و ۱۲ درصد چسب و ۱/۵ و ۲ درصد ماده سخت کننده تخته خرده چوب ساختند. نتایج به دست آمده نشان داد که تخته‌های حاوی ۱۰ درصد چسب و ۱ درصد ماده سخت کننده بهترین کیفیت را داشته‌اند.

عنایتی (۱۳۷۵) با استفاده از مخلوط خرده چوب حاصل از

۱- Takamura

۲- Kysnabaruung

۳- Mohan

۴- Wang

۵- Chen

۶- Port Harcourt

۷- Hesch

۸- Lovian

۹- Loken

راش) مربوط به دو منطقه شیرگاه و کرج با شرایط متفاوت آب و هوایی استفاده شد. این تراورس‌ها که قبلاً به محلول کرئوزوت آغشته شده بودند مدت ۲۵ سال در خطوط آهن منطقه خود مورد استفاده و حدود ۵ سال خارج از خطوط نگهداری شده بودند. متوسط حرارت، رطوبت نسبی و میزان بارندگی سالانه منطقه شیرگاه به ترتیب ۱۶ درجه سانتیگراد، ۸۱ درصد و ۹۱۲ میلی‌متر و در منطقه کرج ۱۴ درجه سانتیگراد، ۴۹ درصد و ۲۵۰ میلی‌متر بوده است.

برای تهیه تخته‌های شاهد از یک اصله تراورس تازه (راش) و بدون آغشتن با کرئوزوت استفاده گردید.

برای تهیه خرده چوب مورد نیاز، تراورس‌ها به پنج قسمت تقسیم و جهت دستیابی به حداقل رطوبت مورد نیاز به هنگام خرد کردن (۵۰-۴۰ درصد) به مدت دو هفته در آب غوطه ور شدند.

تراورس‌ها بوسیله خرد کردن استوانه‌ای از نوع Maier Hr800 و آسیاب نوع Maier به خرده چوب تبدیل و با استفاده از الک نوع Maier خرده چوب با ابعاد مناسب تهیه و مورد استفاده قرار گرفتند. از آنجا که شکل و ابعاد و اندازه خرده چوب، پراکنش ریزی و درشتی و pH آنها بر خواص فیزیکی و مکانیکی پایداری ابعاد و کیفیت سطح تخته‌های ساخته شده از آنها اثر می‌گذارد، لذا ابعاد خرده‌های چوب طبق نویسر و کرامس^(۱) (۱۹۶۹) و ریزی و درشتی و pH آنها طبق Bison quality control 44011 اندازه‌گیری گردید.

برای انجام آزمایش‌های مربوط به تعیین کیفیت تخته خرده چوب تهیه شده از چوب تراورس‌های فرسوده و تراورس شاهد، تخته‌های یک لایه با جرم مخصوص 750 Kg/m^3 ، ضخامت ۱۶ میلی‌متر و ابعاد 50×50 سانتیمتر با استفاده از چسب اوره فرم آلدئید (در دو سطح ۸ و ۱۰ درصد) و کلرور آمونیم به عنوان ماده سخت‌کننده (در سه سطح ۱، ۱/۵ و ۲/۵ درصد) و پرس هیدرولیکی نوع Burkle La-160 ساخته

سرساخه درختان مرکبات و خرده چوب صنعتی تخته خرده چوب تهیه و گزارش کرد که تخته‌های حاوی ۳۰ درصد خرده چوب مرکبات و ۷۰ درصد خرده چوب صنعتی مناسبترین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی را داشته‌اند.

در حال حاضر مجموع ظرفیت اسمی کارخانه‌های تولید کننده تخته خرده چوب در کشور حدود ۴۰۱۸۰۰ متر مکعب می‌باشد که تولیدی در حدود ۳۷۳۹۹۶ متر مکعب دارند. اگر این کارخانه‌ها برابر ظرفیت اسمی خویش تولید داشته باشند، چوب مورد نیاز آنها در حدود ۵۲۲۸۰۰ متر مکعب در سال خواهد بود، این در شرایطی است که توان تولید چوب‌های هیزمی جنگلهای شمال کشور در حدود ۶۵۶۳۰۰ متر مکعب در سال بوده و از این مقدار تنها ۲۲۸۱۵۰ متر مکعب در صنایع تخته خرده چوب کشور مصرف شده است. بنابراین با توجه به میزان کمبود ماده خام مورد نیاز (۲۱۴۶۵۰ متر مکعب)، شناخت و بررسی منابع جدید لیگنوسلولزی قابل استفاده برای تولید این فرآورده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

از جمله منابع و مواد خامی که می‌تواند برای تحقق این امر مورد توجه قرار گیرد، تراورس‌های چوبی و فرسوده راه آهن است که قابل استفاده نبوده و از زیر خطوط آهن خارج می‌گردند. در حال حاضر این تراورس‌ها اغلب یا به مصرف سوخت رسیده و یا به عنوان بادشکن در اطراف خطوط راه آهن و جاده‌های بین شهری مورد استفاده قرار می‌گیرند. میزان تراورس‌های فرسوده که از زیر خطوط راه آهن خارج و به مصرف‌های فوق می‌رسند به حدود ۱۸۰ هزار متر مکعب در سال می‌رسد. مقدار قابل توجه این تراورس‌ها از یک طرف و هزینه ناچیز هر اصله (۵۰۰-۴۰۰۰ ریال) و در نتیجه هر متر مکعب آن (۵۰-۴۰ هزار ریال) از طرف دیگر، ایجاد می‌نمود تا امکان ساخت تخته خرده چوب از این ماده لیگنوسلولزی مورد بررسی و در صورت رضایتبخش بودن نتایج، چگونگی کاربرد آن در صنعت تخته خرده چوب مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی از تراورس‌های فرسوده راه آهن (گونه

مکانیکی تخته‌های تیمارهای مختلف به وسیله آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل و توسط آزمون دانکن میانگین‌ها گروه بندی شدند.

نتایج

بررسی نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری ابعاد و پراکنش ریزی و درشتی خرده‌های چوب (جدولهای ۱ و ۲) نشان می‌دهد که خرده‌های چوب تهیه شده از تراورس‌های شیرگاه و کرج با خرده چوب‌های حاصل از تراورس شاهد از نظر طول، عرض و ضخامت و نیز ریزی و درشتی تفاوت زیادی نداشته و تقریباً یکسان هستند.

بعلاوه میزان کرنوزوت موجود در تراورس‌های کرج و شیرگاه به حدود نصف میزان کرنوزوت موجود در تراورس شاهد تقلیل یافته است، ضمن اینکه بین مقدار این ماده در تراورس‌های کرج و شیرگاه نیز تفاوتی مشاهده می‌شود (جدول ۳).

شدند. زمان پرس ۵ دقیقه، حرارت پرس ۱۵۰ درجه سانتیگراد و فشار پرس حداکثر ۳۰ bar و حداقل ۱۰ bar در نظر گرفته شد. پس از یکنواخت شدن رطوبت تخته‌ها و کناره بری آنها، جهت دستیابی به تعادل رطوبتی، مدت دو هفته در شرایط استاندارد ($H=65\pm 5\%$ و $t=20\pm 1^\circ C$) قرار گرفتند.

نمونه‌های آزمونی مورد نیاز برای اندازه‌گیری مقاومت به خمش استاتیک، مدول الاستیسیته، جرم مخصوص، درصد رطوبت، واکشیدگی ضخامت و درصد جذب آب طبق استاندارد DIN 52360 و مقاومت برشی طبق استاندارد ASTM D1037 از تخته‌های ساخته شده برای هر تیمار تهیه و تا شروع اندازه‌گیری‌ها در شرایط استاندارد نگهداری شدند.

جرم مخصوص و درصد رطوبت طبق استاندارد DIN 52361، مقاومت به خمش استاتیک طبق استاندارد DIN 52362، واکشیدگی ضخامت و درصد جذب آب طبق استاندارد DIN 52364 و مقاومت برشی طبق استاندارد ASTM D1037 اندازه‌گیری و تعیین شدند.

بررسی آماری نتایج مربوط به ویژگیهای فیزیکی و

جدول ۱- میانگین طول، عرض و ضخامت خرده چوب مورد استفاده برای ساخت تخته‌های آزمونی

تراورس	طول	ابعاد خرده چوب (میلیمتر)	
		عرض	ضخامت
کرج	۶/۳	۲/۲	۰/۷
شیرگاه	۶/۵	۲/۳	۰/۷
شاهد	۷/۷	۲/۵	۰/۸

جدول ۲- درصد وزنی ریزی و درشتی خرده چوب تهیه شده از تراورس‌های مختلف

تراورس	درشتی الک (میلیمتر)		
	کرج	شیرگاه	شاهد
	۱/۱	۱/۳	۱/۳
	۶/۶	۶/۴	۶/۰
	۲۷/۷	۲۶/۷	۲۶/۸
	۳۸/۸	۴۰/۵	۴۰/۱
	۲۶/۰	۲۵/۰	۲۵/۵

جدول ۳- pH خرده چوب و مقدار کربنوزت موجود در تراورسها

تراورس	pH	مقدار کربنوزت (kg/m ^۳)
کرج	۴/۸	۲۴۳
شیرگاه	۴/۹	۲۵۷
شاهد*	۵/۵	۴۹۰

*اندازه گیری بر روی نمونه های تهیه شده از تراورس های تازه اشباع شده صورت گرفت.

میانگین ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته های مربوط به تیمارهای مختلف تفاوت از خود نشان می دهند (جدول ۴). این تفاوت بین کیفیت تخته های ساخته شده از تراورس های فرسوده چشمگیر می باشد.

جدول ۴- میانگین خواص فیزیکی و مکانیکی تخته های آزمونی تیمارهای مختلف

تیمار	جرم مخصوص gr/cm ^۳	رطوبت %	مقاومت برخمش MPa	مدول الاستیسیته MPa	مقاومت برشی MPa	جذب آب بعداز		واکسیدگی ضخامت بعداز	
						۲ ساعت %	۲۲ ساعت %	۲ ساعت %	۲۴ ساعت %
۱	۰/۷۸	۶/۲	۱۳/۹	۲۲۳۴	۳/۱	۸/۲	۲۲/۴	۳/۶	۱۴/۹
۲	۰/۷۷	۵/۷	۱۴/۸	۲۲۸۴	۳/۱	۸/۷	۲۳/۵	۳/۷	۱۶/۲
شیرگاه	۰/۷۷	۵/۶	۱۵/۰	۲۲۹۵	۳/۴	۸/۷	۲۴/۱	۵/۷	۱۵/۲
	۰/۷۹	۶/۳	۱۵/۹	۲۲۶۹	۴/۱	۷/۶	۱۹/۹	۳/۵	۱۳/۶
	۰/۷۸	۶/۶	۱۶/۱	۲۳۷۶	۴/۱	۷/۲	۱۸/۱	۲/۹	۱۳/۵
	۰/۸۰	۶/۶	۱۶/۲	۲۳۸۵	۴/۲	۷/۳	۲۱/۱	۲/۹	۱۲/۵
۷	۰/۷۶	۶/۵	۱۴/۴	۲۱۷۴	۲/۳	۲۳/۵	۴۶/۱	۳/۶	۱۸/۱
۸	۰/۷۸	۶/۰	۱۴/۵	۲۱۸۴	۲/۷	۲۴/۴	۴۱/۲	۳/۷	۲۱/۸
کرج	۰/۷۸	۶/۶	۱۴/۵	۲۱۹۲	۲/۷	۲۵/۲	۴۵/۴	۳/۹	۲۲/۱
	۰/۷۷	۶/۹	۱۵/۵	۲۲۳۴	۲/۸	۲۱/۰	۳۱/۷	۳/۲	۱۷/۷
	۰/۷۹	۶/۳	۱۵/۵	۲۲۷۸	۲/۹	۱۸/۳	۳۶/۳	۳/۲	۱۶/۳
	۰/۷۸	۶/۶	۱۵/۷	۲۲۸۹	۳/۱	۱۷/۴	۳۲/۱	۳/۳	۱۷/۳
۱۴	۰/۷۱	۶/۰	۱۸/۲	۲۹۳۰	۳/۰	۳۵/۲	۴۹/۰	۱۳/۹	۲۸/۹
۱۴	۰/۷۳	۶/۴	۱۸/۲	۲۹۸۴	۳/۸	۳۵/۸	۴۷/۶	۱۵/۲	۲۸/۲
شاهد	۰/۷۰	۶/۴	۱۸/۴	۳۳۴۵	۴/۱	۳۵/۹	۴۷/۴	۱۴/۹	۲۸/۱
	۰/۷۲	۶/۷	۱۸/۵	۳۲۲۶	۴/۷	۳۱/۴	۴۳/۰	۱۰/۶	۲۴/۶
	۰/۷۲	۵/۹	۱۹/۳	۳۳۴۲	۴/۷	۳۲/۰	۴۳/۰	۱۲/۳	۲۵/۶
	۰/۷۵	۶/۶	۱۹/۵	۳۵۳۵	۴/۵	۳۱/۲	۴۲/۰	۱۱/۷	۲۵/۲

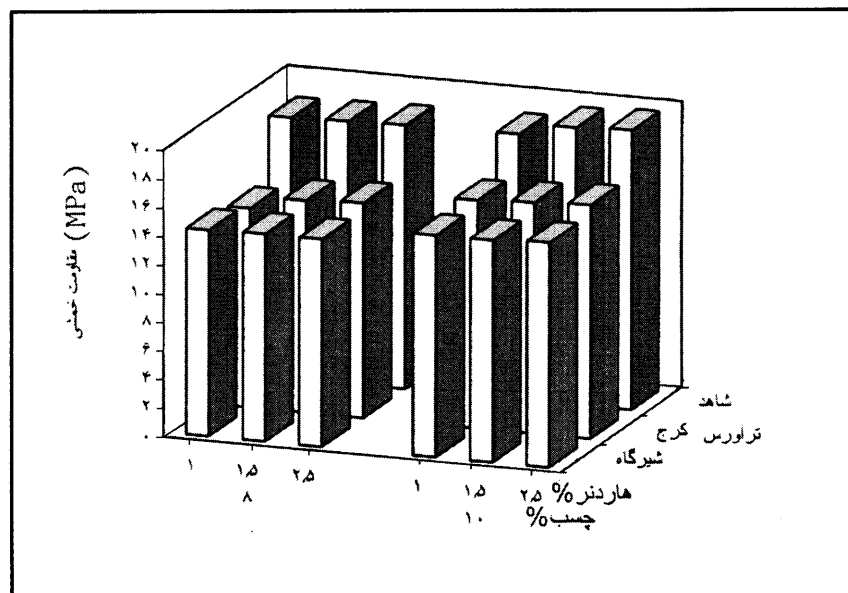
مقاومت به خمش تخته‌های ساخته شده از تراورس شیرگاه و کرج این تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد. میانگین مقاومت به خمش تخته‌های تیمارهای مختلف نیز گویای آن می‌باشد (شکل ۱).

جدول ۵ نشان می‌دهد که هر چند بین مقاومت به خمش تخته‌های شاهد و تخته‌های ساخته شده از تراورس‌های فرسوده و مقدارهای مختلف چسب (۸ و ۱۰ درصد) و سخت‌کننده (۱، ۱/۵ و ۲/۵ درصد) اختلاف معنی‌داری وجود دارد، ولی بین

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل تراورس، چسب و ماده سخت‌کننده بر روی مقاومت به خمش

منبع تغییر	SS	DF	MS	F
اثر مستقل				
A تراورس	۱۵۰/۹۶	۲	۷۵/۴۸	۹۴۰/۰۲**
B چسب	۱۸/۱۴	۱	۱۸/۱۴	۳۲۵/۹۴**
C ماده سخت‌کننده	۲/۱۲	۲	۱/۰۶	۱۳/۲۲**
اثر متقابل				
AB	۱/۳۲	۲	۰/۱۶	۸/۲۴**
AC	۰/۵۸	۴	۰/۱۴	۱/۸۳
BC	۰/۰۴	۲	۰/۰۲	۰/۲۷
ABC	۰/۴۸	۴	۰/۱۲	۱/۵۰

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد



شکل ۱- میانگین مقاومت به خمش تخته‌های آزمونی

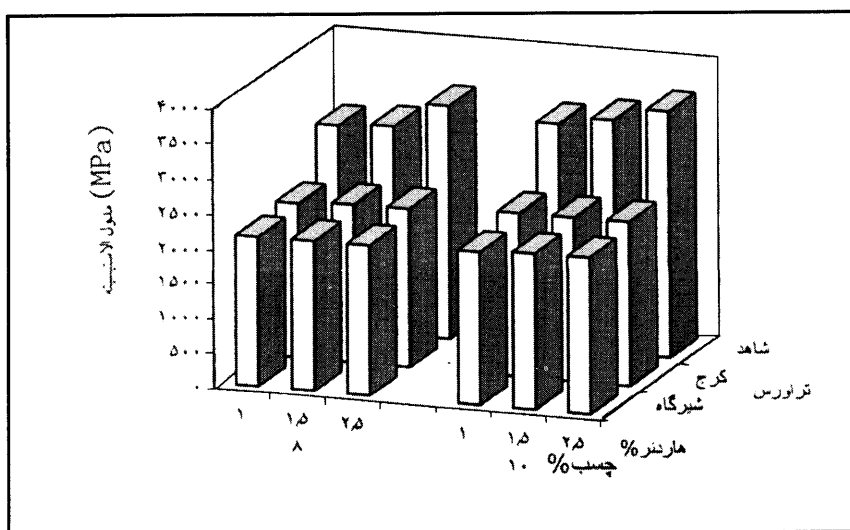
ساخته شده با خرده‌های چوب ناشی از تراورس شاهد با افزایش مقدار ماده سخت‌کننده افزایش می‌یابد (شکل ۲).

با نگاه به جدول ۶ مشخص می‌شود که روند ذکر شده در مورد مقاومت به خمش تخته‌ها، برای مدول الاستیسته آنها نیز وجود دارد، با این تفاوت که میزان مدول الاستیسته تخته‌های

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل تراورس، چسب و ماده سخت‌کننده بر روی مدول الاستیسته

منبع تغییر	SS	DF	MS	F
اثر مستقل				
A تراورس	۱۰۹۷۶۳۰۰	۲	۵۴۸۸۱۵۰/۱۶	۵۱۶۶/۴۸**
B چسب	۳۳۲۶۰۴/۵۱	۱	۳۳۲۶۰۴/۵۱	۳۱۳/۱۱**
C ماده سخت‌کننده	۱۹۹۴۶۶/۳۳	۲	۹۹۷۳۳/۱۶	۹۳/۸۸**
اثر متقابل				
AB	۱۰۵۳۳۲۲/۴۸	۲	۵۲۶۶۱/۲۴	۴۹/۵۷**
AC	۲۴۰۰۳۳/۳۳	۴	۶۰۰۰۸/۳۳	۵۶/۴۹**
BC	۷۴۲۳/۸۱	۲	۳۷۱۱/۹۰	۳/۴۹*
ABC	۱۷۶۱۱/۸۵	۴	۳۳۴۵/۴۶	۳/۱۴*

*** به ترتیب در سطوح ۱ و ۵ درصد معنی دار



شکل ۲- میانگین مدول الاستیسته تخته‌های آزمونی

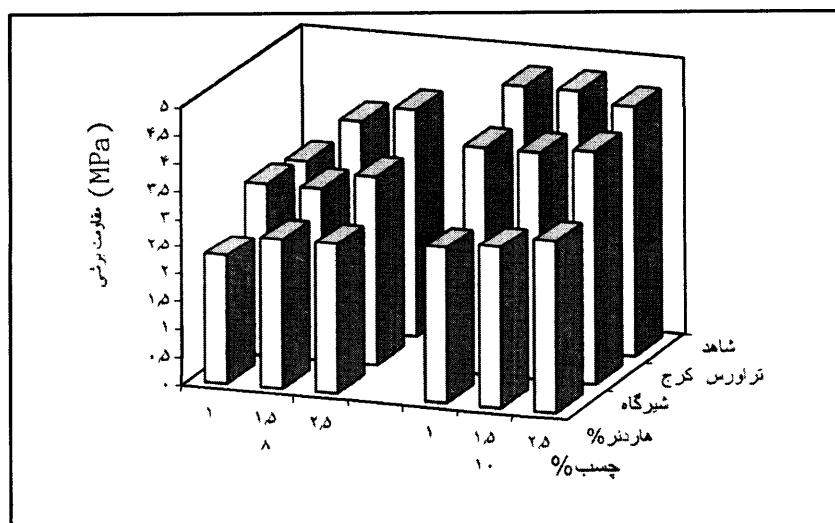
مصرفی (۱، ۱/۵ و ۲/۵) درصد مشاهده می‌شود. شایان ذکر است که تفاوت موجود بین مقاومت برشی تخته‌های تیمارهای مختلف مربوط به تخته‌های حاوی ۱ درصد ماده سخت‌کننده از یک طرف و تخته‌های حاوی ۱/۵ و ۲/۵ درصد ماده سخت‌کننده از طرف دیگر می‌باشد (شکل ۲).

با بررسی جدول ۷ ملاحظه می‌شود که بین مقاومت برشی تخته‌های ساخته شده از خرده چوب تراورس شاهد، تراورس شیرگاه و تراورس کرج اختلاف معنی داری وجود دارد. این اختلاف برای هر دو مقدار چسب مصرفی (۱ و ۱۰ درصد) و سه گروه مقدار ماده سخت‌کننده

جدول ۷- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل تراورس، چسب و ماده سخت کننده بر روی مقاومت برشی

منبع تغییر	SS	DF	MS	F
اثر مستقل				
A تراورس	۱۸/۰۱	۲	۹/۰۰	۱۸۶/۰۹**
B چسب	۷/۹۲	۱	۷/۹۲	۱۶۳/۵۹**
C ماده سخت کننده	۰/۹۷	۲	۰/۴۸	۱۰/۰۶**
اثر متقابل				
AB	۱/۰۸	۲	۰/۵۴	۱۱/۲۴**
AC	۰/۲۶	۴	۰/۰۶	۱/۳۶
BC	۰/۶۱	۲	۰/۰۳	۰/۶۲
ABC	۰/۵۱	۴	۰/۱۳	۲/۶۸*

***به ترتیب در سطوح ۱ و ۵ درصد معنی دار



شکل ۲- میانگین مقاومت به برش تخته‌های آزمونی

جدول‌های ۸ و ۹ نشان می‌دهند که اختلاف بین مقدار جذب آب تخته‌های تیمارهای مختلف بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب معنی‌دار است به طوری که تخته‌های ساخته شده از خرده چوب تراورس شاهد، شیرگاه و کرج از نظر میزان جذب آب در سه گروه جداگانه قرار می‌گیرند.

جدول ۸- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل تراورس، چسب و ماده سخت کننده بر روی جذب آب بعد از ۲ ساعت

منبع تغییر	SS	DF	MS	F
اثر مستقل				
A تراورس	۵۹۰۳/۰۸	۲	۲۹۵۱/۵۴	۸۳۸/۷**
B چسب	۱۷۳/۲۷	۱	۱۷۳/۲۷	۴۹/۲۳**
C ماده سخت کننده	۵۹/۶۱	۲	۱۸/۳۵	۵/۲۲**
اثر متقابل				
AB	۲۴/۵۶	۲	۲۲/۲۸	۶/۳۳**
AC	۴/۲۱	۴	۱/۰۵	۰/۲۹
BC	۱۲/۲۶	۲	۶/۱۳	۱/۷۴
ABC	۱۱/۱۵	۴	۲/۷۸	۰/۷۹

** در سطح ۱ درصد معنی‌دار

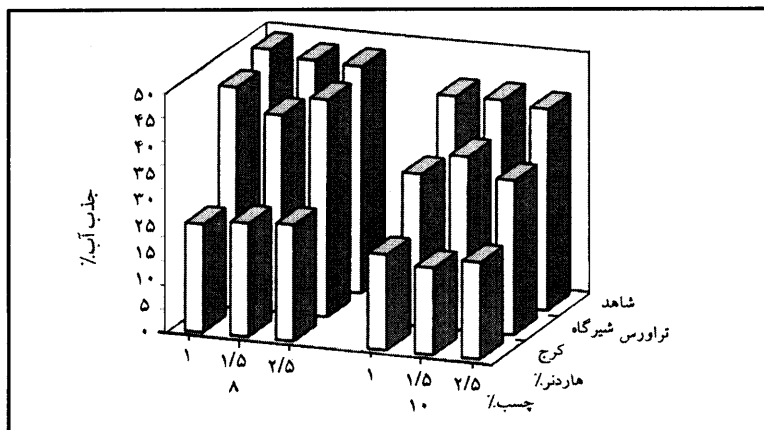
جدول ۹- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل تراورس، چسب و ماده سخت کننده بر روی جذب آب بعد از ۲۴ ساعت

منبع تغییر	SS	DF	MS	F _۰
اثر مستقل				
A تراورس	۵۵۳۵/۴۰	۲	۲۷۶۷/۷۰	۱۴۶۴/۲۸**
B چسب	۶۱۴/۴۸	۱	۶۱۴/۴۸	۳۲۵/۱۰**
C ماده سخت کننده	۱/۲۰	۲	۰/۶۰	۰/۳۱
اثر متقابل				
AB	۱۲۰/۷۶	۲	۶۰/۳۹	۳۱/۹۵**
AC	۹/۲۱	۴	۲/۳۰	۱/۲۱
BC	۲۱/۰۴	۲	۳/۰۷	۱/۶۱
ABC	۶۷/۲۷	۴	۳/۴۱	۲/۸۴*

*** به ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد معنی دار

جذب آب تخته‌های ساخته شده از خرده چوب تراورس شاهد، شیرگاه و کرج مشاهده نمی‌شود (شکل ۴).

بدیهی است این وضعیت برای هر دو مقدار چسب (۸ و ۱۰ درصد) یکسان بوده ضمن اینکه برای سه مقدار ماده سخت کننده (۱/۵، ۲/۵، ۵ درصد) اختلاف معنی داری بین مقدار



شکل ۴- میانگین جذب آب تخته‌های آزمونی بعد از ۲۴ ساعت غوطه وری

برای هر دو مقدار چسب مصرفی (۸ و ۱۰ درصد) تخته‌های ساخته شده از خرده چوب تراورس شاهد، تراورس شیرگاه و تراورس کرج در سه گروه جداگانه قرار می‌گیرند.

همانگونه که در جدول‌های ۱۰ و ۱۱ مشاهده می‌شود، میانگین واکنشیدگی ضخامت تخته‌های تیمارهای مختلف بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری نشان دهنده تفاوت می‌باشد. به طوریکه

جدول ۱۰- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل تراورس، چسب و مقدار ماده سخت کننده بر روی واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت

منبع تغییر	SS	DF	MS	F
اثر مستقل				
A تراورس	۱۰۷۱/۳۲	۲	۵۳۵/۶۶	۱۴۰۶/۷۴**
B چسب	۳۴/۰۰	۱	۳۴/۰۰	۸۹/۲۹**
C ماده سخت کننده	۳/۷۲	۲	۱/۸۶	۴/۸۹*
اثر متقابل				
AB	۱۶/۶۶	۲	۸/۳۳	۲۱/۸۸**
AC	۷/۷۲	۴	۱/۴۵	۳/۸۱*
BC	۲/۶۶	۲	۱/۳۳	۳/۵۱*
ABC	۴/۴۴	۴	۱/۱۱	۲/۹۱*

*** به ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد معنی دار

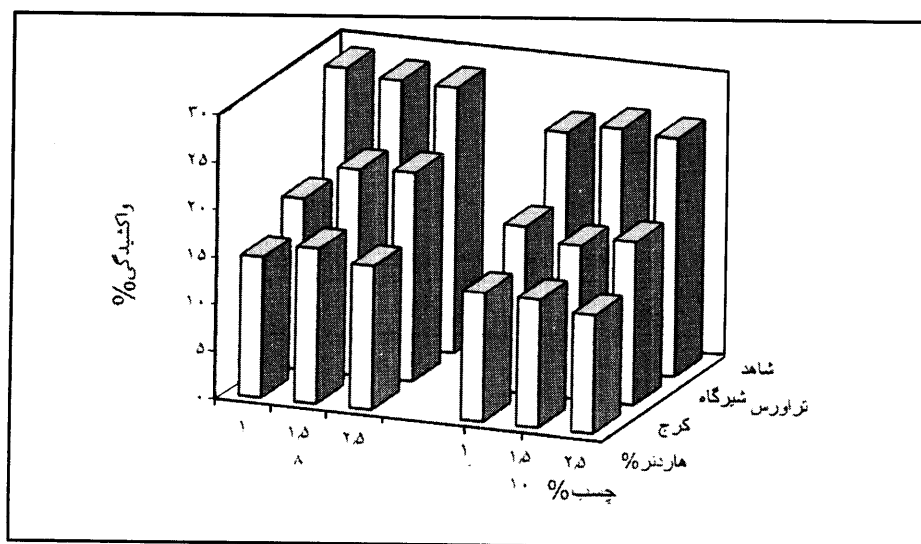
جدول ۱۱- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل تراورس، چسب و ماده سخت کننده بر روی واكشیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت

منبع تغییر	SS	DF	MS	F
اثر مستقل				
A تراورس	۱۴۱۰/۹۱	۲	۷۰۵/۴۵	۳۱۹/۳۷**
B چسب	۱۶۰/۷۱	۱	۱۶۰/۷۱	۷۲/۷۶**
C ماده سخت کننده	۱۰/۷۰	۲	۵/۳۵	۲/۴۳
اثر متقابل				
AB	۱۶/۳۲	۲	۸/۱۶	۳/۶۹*
AC	۱۸/۳۳	۴	۵/۵۸	۲/۵۳*
BC	۱۷/۰۰	۲	۸/۵۰	۳/۸۴*
ABC	۲۰/۱۸	۴	۸/۰۴	۳/۶۵*

*** به ترتیب در سطوح ۱ و ۵ درصد معنی دار

درجه اطمینان بیشتری برخوردار می باشد) مشاهده می شود. در صورتیکه گروه بندی نتایج مربوط به میزان واكشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت به گونه ای دیگر است که از اهمیت چندانی برخوردار نیست.

برای سه مقدار ماده سخت کننده (۱، ۱/۵ و ۲/۵ درصد) تفاوت معنی داری بین مقدار واكشیدگی تخته های ساخته شده از خرده چوب تراورس شاهد، شیرگاه و کرج دیده نمی شود (شکل ۵). لازم به ذکر است که این وضع در مورد میزان واكشیدگی ضخامت تخته ها بعد از ۲۴ ساعت (که از



شکل ۵- میانگین واكشیدگی ضخامت تخته های آزمونی بعد از ۲۴ ساعت غوطه وری در آب

بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های آزمونی که با در نظر گرفتن تیمارهای مختلف مقدار چسب، مقدار ماده سخت کننده و نوع تراورس ساخته شدند و تجزیه و تحلیل آماری آنها می‌توان نتیجه‌گیری کرد:

مقاومت به خمش استاتیک و مدول الاستیسیته تخته خرده چوب ساخته شده از تراورس‌های فرسوده شیرگاه و کرج کمتر از مقدار آنها در تخته‌های ساخته شده از تراورس شاهد می‌باشد. علاوه بر این، بین مقدار مقاومت به خمش و مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده از تراورس‌های فرسوده (شیرگاه، کرج) تفاوت معنی‌داری دیده نمی‌شود. بیشترین مقدار مقاومت به خمش استاتیک و مدول الاستیسیته مربوط به تخته‌های ساخته شده از تراورس‌های فرسوده کرج با مقدار ۱۰ درصد چسب و ۲/۵ درصد ماده سخت کننده می‌باشد ($MOE = 2525 MPa$ و $MOR = 19/55 MPa$)، اما به دلیل اینکه تخته‌های حاوی ۱/۵ درصد ماده سخت کننده نیز حداقل ویژگی‌های ذکر شده را دارا می‌باشند (حد استاندارد) لذا مناسبترین تیمار مربوط به تخته‌های ساخته شده از تراورس فرسوده کرج با مقدار چسب ۱۰ درصد و ماده سخت کننده ۱/۵ درصد می‌باشد.

مقاومت برشی تخته خرده چوب ساخته شده از تراورس شاهد بیشتر از مقدار آن در تخته‌های ساخته شده از تراورس‌های فرسوده (شیرگاه، کرج) می‌باشد. در این میان ضمن اینکه بین مقاومت برشی تخته‌های ساخته شده از تراورس‌های فرسوده (کرج، شیرگاه) اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. بیشترین مقدار این مقاومت مربوط به تخته‌های ساخته شده از تراورس فرسوده کرج با مقدار چسب ۱۰ درصد و ماده سخت کننده ۲/۵ درصد می‌باشد ($T_s = 4/72 MPa$)، اما چون مقاومت برشی تخته‌های ساخته شده از همین تراورس با مقدار چسب ۱۰ درصد و ماده سخت کننده ۱/۵ درصد نیز حداقل لازم (حداستاندارد) را دارا بوده و تفاوت بین آن و مقاومت برشی بهترین تیمار معنی‌دار نمی‌باشد، لذا می‌تواند به عنوان

مناسبترین تیمار مورد توجه قرار گیرد.

میزان جذب آب تخته‌ها بعد از ۲ و به‌خصوص ۲۴ ساعت به‌گونه‌ای است که تخته خرده چوب ساخته شده از تراورس شاهد بیشترین مقدار را دارا بوده (به‌علت آغشته نبودن به کرئوزوت) ضمن اینکه میزان جذب آب تخته‌های ساخته شده از تراورس فرسوده کرج کمتر از مقدار آن در مورد تخته‌های ساخته شده از تراورس فرسوده شیرگاه می‌باشد. در این میان تخته‌های ساخته شده از تراورس کرج با مقدار چسب ۱۰ درصد و ماده سخت کننده ۱/۵ درصد، کمترین میزان جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب را داشته ($Wa_{۲۴} = 18/07\%$ و $Wa_{۲} = 7/24\%$) و به‌عنوان بهترین تیمار می‌باشد.

واکسیدگی ضخامت تخته خرده چوب ساخته شده از تراورس‌های فرسوده (کرج، شیرگاه) بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب کمتر از مقدار آن در مورد تخته‌های ساخته شده از تراورس شاهد می‌باشد. از این گذشته بین مقدار واکسیدگی ضخامت تخته‌های ساخته شده از تراورس فرسوده شیرگاه و کرج بعد از ۲ و ۲۴ ساعت اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ضمن اینکه کمترین مقدار واکسیدگی ضخامت مربوط به تخته‌های ساخته شده از تراورس کرج با مقدار چسب ۱۰ درصد و ماده سخت‌کننده ۱ درصد می‌باشد. ($T_{۲۴} = 13/51\%$ و $T_{۲} = 2/93\%$) ولی چون بین مقدار واکسیدگی ضخامت تخته‌های این تیمار و مقدار آن در تخته‌های ساخته شده با تراورس فرسوده کرج با مقدار ۱/۵ درصد ماده سخت‌کننده اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، لذا می‌توان آن را به‌عنوان مناسبترین تیمار از نظر میزان واکسیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در نظر گرفت.

با در نظر گرفتن نتایج به دست آمده از بررسی‌های انجام شده بر روی کیفیت خرده‌های چوب (جدول‌های ۲، ۱) و نیز ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده از آنها (جدول ۴) مشخص است که کیفیت خرده‌های چوب تهیه شده از تراورس‌های فرسوده شیرگاه و کرج و تراورس‌های شاهد یکسان می‌باشد. این امر بیانگر رفتار خوب این تراورس‌ها به

ناشی از تغییر مقدار چسب باشد معنی دار و چنانچه ناشی از تغییر مقدار ماده سخت کننده باشد معنی دار نمی باشد. با توجه به مطالب فوق می توان نتیجه گیری کرد که تخته های ساخته شده از تراورس فرسوده کرج با مقدار چسب ۱۰ درصد و مقدار ماده سخت کننده ۱/۵ درصد دارای بهترین کیفیت بوده و ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی آنها در حد مطلوبی (حد استاندارد) می باشد، ضمن اینکه بین ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته های ساخته شده از تراورس فرسوده شیرگاه (با شرایط مساوی ساخت) و ویژگیهای تخته های بهترین تیمار تفاوت معنی داری وجود نداشته و برای کاربردهای صنعتی می توان این ماده خام را جهت مصرف در صنعت تخته خرده چوب توصیه نمود.

هنگام خرد کردن می باشد، هر چند مدت طولانی تحت تأثیر شدید عوامل جوی بوده اند. به علاوه بین تخته های ساخته شده از تراورس فرسوده کرج و شیرگاه از نظر ویژگیهای مکانیکی اختلاف معنی داری وجود نداشته در حالیکه تخته های ساخته شده از تراورس فرسوده کرج دارای ویژگیهای فیزیکی بهتری نسبت به تخته های ساخته شده از تراورس فرسوده شیرگاه می باشد. با نگاهی به میانگین شرایط آب و هوایی منطقه شیرگاه و کرج مقدار کرنوزوت باقیمانده در تراورس های استفاده شده در دو منطقه و pH خرده های چوب (جدول ۳) می توان به خوبی علت این تفاوت را ملاحظه نمود. لازم به یادآوری است که هر چند در تمام تیمارها ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته ها با افزایش مقدار چسب و مقدار ماده سخت کننده افزایش می یابد، ولی تفاوت های مشاهده شده اگر

منابع مورد استفاده

- ۱- جهان لتیباری، احمد و عبدالرحمن حسین زاده، ۱۳۷۲. بررسی ویژگیهای تخته خرده چوب ساخته شده از ضایعات نخل خرما، پژوهش و سازندگی، شماره ۲۱.
- ۲- دوست حسینی، کاظم و حسن روشنی، ۱۳۷۵. بررسی استفاده از گونه های تاغ و صنوبر در ساخت تخته خرده چوب، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۵.
- ۳- دوست حسینی، کاظم، ۱۳۷۲. بررسی استفاده صنعتی از منابع لیگنوسلولزی ایران، استفاده از سرشاخه درختان میوه در صنایع تخته خرده چوب، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۶.
- ۴- سازمان جنگلها و مراتع کشور، ۱۳۷۷. نگاهی آماری بر وضعیت صنایع چوب کشور، دفتر بهره برداری و صنایع چوب.
- ۵- شمسیان، علی، ۱۳۷۲. بررسی و تعیین مناسبترین مقدار چسب و ماده سخت کننده در تخته خرده چوب ساخته شده از چوب تاغ، پروژه کارشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- ۶- عنایتی، علی اکبر، ۱۳۷۵. بررسی امکان استفاده از چوب سرشاخه درختان مرکبات در ساخت تخته خرده چوب، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد دوم، شماره ۱.
- ۷- نمائی پور، علیرضا، ۱۳۷۴. بررسی امکان استفاده از دو گونه بامبو برای لایه روئی تخته خرده چوب، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

8- Kollmann, F.F.P and cooprators, 1975. Principles of wood science and technology, vol. II wood Based Materials, Springer-Verlag.

9- Neusser, H. and U.Krames, 1969. Uber die Erfassung einiger wichtiger Kennzahlen von Holzspanen, Sonderdruck aus Holzforschung und Holzverwertung Heft, 4.

10- Moslemi, A.A., 1974. particle board, Vol. I Materials, Southern Illinois University Press.

11- Youngquist, J.A. and cooprators, 1993. Agricultural fibers in composition panels, 27th international particle board, proceedings, W.A.U.

A Study on the Possibility of Applying Used Sleepers as a Raw material for Particleboard Manufacturing

by

A. A. Enayati⁽¹⁾

P. Bezaatipour ⁽²⁾

Abstract

The quality of particleboard, made by used Sleepers from two different regions of Iran (Karaj and Shirgah) was determined. For this purpose, one layer laboratory panels were produced with a density of 750 Kg/m³ and thickness of 16 mm. The effects of two different amounts of resin (8 and 10 weight percent) and three different amounts of hardener (1, 1.5 and 2.5 weight percent) were investigated.

The physical and mechanical properties of panels were compared with those reference panels produced from non-impregnated sleepers under the same conditions.

The results indicated that static bending strength, modulus of elasticity, shear strength parallel to plane, thickness swelling and water absorption of panels produced from karaj and Shirgah were lower than reference panels and were considerably different. The physical and mechanical properties of panels produced from Karaj sleepers were significantly different from those obtained for Shirgah sleepers in both 8 and 10 weight percent resin. In addition, the amount of hardener had no significant influence on the panel properties.

The results showed that the physical and mechanical properties of panels produced from karaj sleepers with 10 weight percent resin and 1.5 weight percent hardener had comparable values with DIN standard and suitable for particleboard industrial applications.

Keywords: Sleeper, Particleboard, Used - Formaldehyde glue, Beech wood, Creosote

1- Associate professor of Nat. Res. Fac. of Tehran University

2- M. Sc. in Wood Technology, Nat. Res. Fac. of Tehran University