

اثر گونه چوبی بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب

مسعود رضا حبیبی^{۱*}، حسین حسینی^۲، سعید مهدوی^۳ و جواد سپیده دم^۴

*- مسئول مکاتبات، مربی پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور،

پست الکترونیک: habibi@rifr-ac.ir

۲- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۳- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۴- استادیار پژوهشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی کرج واحد مهرشهر

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۸۹

در این بررسی با استفاده از چوب اکالیپتوس و صنوبر ۴ ساله نسبت به ساخت تخته خرده چوب اقدام شد. متغیرها در این تحقیق عبارت بودند از: نسبت (درصد) اختلاط چوب صنوبر و اکالیپتوس به ترتیب (۱۰۰، ۰) و (۳۳/۵، ۶۶/۵) و (۳۳/۵، ۶۶/۵) و (۱۰۰، ۰) و مقدار مصرف چسب (۸ و ۱۰ درصد). پس از ساخت تخته‌ها، ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی آنها شامل مدول الاستیسیته، مقاومت خمشی، مقاومت چسبندگی داخلی، واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب بر طبق استاندارد EN تعیین شد. از این رو اثر نسبت اختلاط ماده اولیه بر مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی معنی‌دار بود. به طوری که حداکثر این ویژگیها در نسبت اختلاط ۶۶/۵ درصد چوب صنوبر و ۳۳/۵ درصد چوب اکالیپتوس بدست آمد. با افزایش مصرف چسب کلیه خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها بهبود یافت. البته نتایج حاصل از مقدار واکشیدگی ضخامت تخته‌ها پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب با توجه به ترکیب ماده اولیه نشان داد که با افزایش مقدار چوب صنوبر در ترکیب ماده اولیه مقدار واکشیدگی ضخامت افزایش یافته است و حداقل مقدار واکشیدگی ضخامت مربوط به تیمار تخته‌های ساخته شده از ۱۰۰ درصد چوب اکالیپتوس می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تخته خرده چوب، صنوبر، اکالیپتوس، چسب، مقاومت خمشی.

نوبین با نگرشی چند سویه را به منظور تأمین مواد اولیه طلب می‌کند تا از یکسو ضمن کاهش فشار به جنگلهای محدود کشور، با حداقل بهره‌برداری از این منابع محدود، آن را برای نسل کنونی و آینده میسر نموده و از سوی دیگر با تولید محصولاتی با ارزش افزوده بالا و با کیفیت،

افزایش روزافزون مصرف فرآورده‌های مرکب چوبی (تخته خرده چوب، تخته فیبر نیمه سنگین، تخته تراشه جهت‌دار و غیره) در کشور که با رشد جمعیت، تغییر الگوی مصرف و گسترش تقاضا همراه می‌باشد، مدیریتی

علاوه بر تأمین نیاز داخلی و اشتغال‌زایی، زمینه توسعه پایدار کشور را فراهم نماید.

کشور ایران از نظر منابع جنگلی فقیر می‌باشد و این امر در چند سال اخیر نیز تشدید شده است. متأسفانه به دلیل سیاستهای اشتباه گذشته، منابع تأمین‌کننده ماده اولیه کارخانجات صنایع چوب و کاغذ کشور صرفاً متکی به جنگلهای شمال کشور بوده است. به طوری که افزایش ظرفیت و تعداد واحدهای تولیدی و محدودیت در منابع جنگلی کشور از یکسو و ابراز نگرانی دست‌اندرکاران بخش حفاظت از محیط‌زیست و سازمان جنگلها و مراتع کشور از سوی دیگر، تأمین ماده اولیه برای صنایع را به‌عنوان مهمترین مشکل مطرح نموده است. آمارها حکایت از کاهش حجم بهره‌برداری صنعتی از جنگلها از ۲/۲ میلیون متر مکعب در سال ۱۳۷۰ به ۷۵۰ هزار متر مکعب در سال ۱۳۸۳ دارد (انجمن کارفرمایان صنایع چوب، ۱۳۸۴). با توجه به فشارهای زیست‌محیطی، در سالهای آینده شاهد کاهش بیش از پیش بهره‌برداری از جنگلها خواهیم بود.

به‌طور کلی محصول تخته خرده چوب با توجه به ویژگیها و کاربردهای عمومی که دارد، میزان تولید آن در کشور طی سالهای گذشته به سرعت افزایش یافته است. به طوری که میزان تولید این محصول از سال ۱۳۷۵ لغایت ۱۳۸۵ از ۳۴۰۰۰۰ متر مکعب به ۶۲۰۰۰۰ متر مکعب افزایش یافته است (www.faostat.com) و با توجه به افزایش جمعیت و نیاز جامعه به این محصول، روند افزایش تولید در سالهای آینده نیز ادامه خواهد داشت.

با توجه به مطالب ذکر شده، برای پاسخگویی به نیازهای رو به رشد صنعت (ماده اولیه) و جامعه (محصول) باید از هم‌اکنون برنامه‌ریزی نمود و در این

برنامه‌ریزی باید دو هدف مورد توجه قرار گیرد. یکی استفاده مطلوب و بهینه از مواد لیگنوسلولزی و دیگری بکارگیری منابع لیگنوسلولزی خارج از جنگلهای شمال کشور می‌باشد. زیرا در آینده‌ای نزدیک، دیدگاه تأمین چوب از جنگلهای شمال کشور تغییر خواهد کرد. به‌نحوی که هم‌اکنون نیز زمزمه‌هایی در این زمینه از ارگانهای مختلف شنیده می‌شود.

کارخانجات تولیدکننده تخته خرده چوب باید از هم‌اکنون به فکر تأمین منابع لیگنوسلولزی خارج از جنگلهای شمال باشند. بنابراین از جمله این منابع می‌توان به پسماند محصولات کشاورزی، سرشاخه‌ها و هرس باغ‌ها و از همه مهمتر به زراعت چوب با گونه‌های سریع‌الرشد از جمله اکالیپتوس، صنوبر، توسکا و ... اشاره نمود.

بررسی‌ها نشان داده است که در مناطق شمال کشور، زراعت چوب با صنوبرها و اکالیپتوس‌ها از توان مناسبی برخوردار است و در آینده‌ای نزدیک نقش مهمی را در تأمین ماده اولیه کارخانجات صنایع چوب و کاغذ ایفاء خواهند کرد.

بنابراین هدف از این تحقیق استفاده بهینه از این دو ماده لیگنوسلولزی در صنعت تخته خرده چوب و بررسی اثرهای آنها بر ویژگیهای محصول می‌باشد.

تخته‌خرده چوب از آن دسته از فرآورده‌های مرکب چوبی است که بیش از ۸۵ درصد وزن آن را خرده چوب تشکیل می‌دهد و الباقی آن شامل چسب، مواد ضد آب و مواد حفاظتی می‌باشد. ویژگیهای تخته خرده چوب متأثر از عوامل متعددی از جمله گونه چوبی، دانسیته ماده اولیه، شکل و ابعاد خرده چوبها، مقدار رزین، متغیرهای پرس گرم و ... می‌باشد. لازم به توضیح است که دانسیته ماده

چوبی شامل توسکا، راش، ممرز، بلوط و انجیلی تخته‌های آزمایشگاهی ساخت. سایر متغیرها عبارت از سه زمان پرس و ۴ میزان هاردنر بود. نتایج مربوط به واکنشیدگی ضخامت تخته خرده چوبها نشان داد که گونه توسکا نسبت به سایر گونه‌ها دارای حداکثر واکنشیدگی ضخامت می‌باشد. نامبرده علت اصلی این اختلاف را جرم مخصوص گونه چوبی معرفی میکند. بدین ترتیب که هر چقدر جرم مخصوص گونه چوبی بالاتر باشد، مقدار واکنشیدگی ضخامت کاهش می‌یابد. به‌طور کلی برای گونه‌های چوبی با جرم مخصوص کم، حجم بیشتری از خرده چوب برای ساخت تخته خرده چوب مورد استفاده قرار می‌گیرد و در نتیجه ارتفاع یک خرده چوب در مقایسه با گونه‌های چوبی با جرم مخصوص بالا، بیشتر افزایش می‌یابد. بنابراین یک خرده چوب فوق برای رسیدن به ضخامت نهائی بیشتر باید فشرده گردد. لذا از این رو هنگامی که این نوع تخته در معرض آب قرار می‌گیرد، فشار زیادی از طرف خرده چوبها برای برگشت به حالت عادی و خارج شدن از فشار و تراکم ایجاد شده بوجود می‌آید.

کارگرفرد (۱۳۸۵) با استفاده از مخلوط ساقه پنبه و اکالیپتوس نسبت به ساخت تخته خرده چوب اقدام کرد. نسبت اختلاط ساقه پنبه و چوب اکالیپتوس به ترتیب عبارت از (۰، ۱۰۰)، (۲۵، ۷۵)، (۵۰، ۵۰)، (۷۵، ۲۵) درصد بود. برای ساخت تخته‌ها از سه زمان پرس استفاده شد و نتایج حاصل از بررسی ویژگیهای خمشی تخته خرده چوب نشان داد که با کاهش میزان چوب اکالیپتوس، ویژگیهای خمشی تخته‌ها بهبود یافت. نتایج حاصل از بررسی واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها نشان داد که با افزایش چوب اکالیپتوس در ماده اولیه، مقدار واکنشیدگی ضخامت کاهش یافته است.

چوبی یکی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب می‌باشد. در زیر به اختصار به بعضی از تحقیقات انجام شده اشاره می‌شود.

دوست حسینی (۱۳۷۵) در تحقیقی تحت عنوان بررسی امکان استفاده از چوب تاغ در صنایع تخته خرده چوب، از این ماده به همراه صنوبر در درصدهای مختلف، تخته خرده چوب تولید کرد. درصد اختلاط چوب تاغ و صنوبر به ترتیب عبارت از (۰، ۱۰۰)، (۲۰، ۷۵)، (۵۰، ۵۰)، (۷۵، ۲۵) بود. همچنین رطوبت کیک خرده چوب، دمای پرس و زمان پرس نیز به عنوان عوامل متغیر در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از درصد اختلاط چوب تاغ و صنوبر نشان داد که افزایش درصد چوب تاغ در ماده اولیه مصرفی سبب کاهش ویژگیهای خمشی و مقاومت چسبندگی داخلی تخته خرده چوب شده است. در شرایطی که از چوبهای تاغ و صنوبر به نسبت مساوی استفاده شده و پایداری ابعادی تخته‌ها در برابر رطوبت رضایت‌بخش است. در این بررسی چوب تاغ به تنهایی یا همراه با کمتر از ۵۰ درصد چوب صنوبر نتیجه مطلوبی نداشته است.

دوست حسینی (۱۳۷۷) در تحقیقی دیگر تحت عنوان بررسی خواص کاربردی تخته خرده چوب ساخته شده از اکالیپتوس و باگاس به مطالعه اثر درصد اختلاط این دو ماده، درجه حرارت و زمان پرس پرداخته است. درصد اختلاط اکالیپتوس و باگاس به ترتیب (۰، ۱۰۰)، (۷۵، ۲۵)، (۵۰، ۵۰)، (۲۰، ۷۵)، (۰، ۱۰۰) در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها نشان داد که با افزایش درصد باگاس تا ۵۰ درصد در ماده اولیه، خواص کاربردی تخته‌ها بهبود می‌یابد.

کارگرفرد (۱۳۷۷) به بررسی تأثیر pH چوب بر ویژگیهای تخته خرده چوب پرداخته است. نامبرده از ۵ گونه

Maloney (۱۹۹۳) عنوان کرد که دانسیته ماده اولیه چوبی اثر مهمی بر ویژگیهای مقاومتی تخته خرده چوب دارد و برای ساخت تخته خرده چوبهای با دانسیته کم تا متوسط، جهت دستیابی به ویژگیهای مقاومتی مطلوب، از گونه‌های با دانسیته کم باید استفاده شود. نامبرده یکی دیگر از عواملی را که تأثیر بسزایی بر ویژگیهای مقاومتی تخته خرده چوب دارد، نسبت فشردگی عنوان می‌کند. بدین ترتیب که هر قدر که نسبت فشردگی افزایش یابد، ویژگیهای مقاومتی تخته نیز بهبود خواهد یافت. نامبرده از جمله عوامل تأثیرگذار دیگر بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب را مقدار رزین معرفی می‌کند. بدین ترتیب که با افزایش مصرف رزین کلیه خواص تخته بهبود می‌یابد.

در این تحقیق از گونه صنوبر (*P. euroamericana*) و اکالیپتوس (*E. camadulensis*) ۴ ساله جهت ساخت تخته خرده چوب استفاده شد. با توجه به اینکه دانسیته چوب اکالیپتوس ($\frac{g}{cm^3}$ ۰/۷۷) و دانسیته چوب صنوبر ($\frac{g}{cm^3}$ ۰/۴) تعیین شد. بنابراین میانگین دانسیته ماده اولیه مصرفی، طبق رابطه زیر تعیین شد.

$$D = P_1 D_1 + P_2 D_2 + \dots + P_n D_n$$

که در این رابطه:

$$D = \text{میانگین دانسیته ماده اولیه } (\frac{g}{cm^3})$$

$$D_1, \dots, D_n = \text{دانسیته چوبهای مصرفی } (\frac{g}{cm^3})$$

$$P_1, \dots, P_n = \text{میزان مصرف چوبهای مختلف } (\%)$$

درصد اختلاط و نام اختصاری ماده اولیه در جدول ۱ ارائه شده است.

حبیبی (۱۳۷۷) به مطالعه خواص تخته خرده چوب با توجه به متغیرهای مقدار چسب، زمان و درجه حرارت پرس پرداخت. نامبرده عنوان کرد که با افزایش مصرف رزین کلیه خواص فیزیکی و مکانیکی تخته را بهبود داده است.

Benedito Rocha Vital و همکاران (۱۹۷۴) اثر ۴ گونه (دانسیته ماده اولیه) و دانسیته تخته ساخته شده از آنها را بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب بررسی کردند. گونه‌ها عبارت از *Paulownia tomentom*، *Pericopsis*، *Terminalia superba*، *Virola spp*، *eluta* و دانسیته آنها به ترتیب $\frac{g}{cm^3}$ ۰/۲۸، $\frac{g}{cm^3}$ ۰/۴۳، $\frac{g}{cm^3}$ ۰/۵۷ و $\frac{g}{cm^3}$ ۰/۶۵ بودند. محققان مذکور از هر یک از گونه‌ها بطور جداگانه و همچنین از ترکیب ۲، ۳ و ۴ گونه تخته ساختند. تخته‌ها نیز با دو دانسیته $\frac{g}{cm^3}$ ۰/۵۶ و با نسبت فشردگی کم و $\frac{g}{cm^3}$ ۰/۷۱ و با نسبت فشردگی زیاد ساخته شدند. ویژگیهای خمشی تخته‌ها با افزایش دانسیته تخته‌ها افزایش یافت. همچنین در دانسیته یکسان، تخته‌های ساخته شده در نسبت فشردگی بالا در مقایسه با نسبت فشردگی پائین از ویژگیهای خمشی بهتری برخوردار بودند. به‌طور کلی مقاومت چسبندگی داخلی نیز با افزایش دانسیته تخته بهبود یافت ولی رابطه شخصی بین نسبت فشردگی و مقاومت چسبندگی داخلی مشاهده نشد.

Suchland و همکاران (۱۹۸۹) در زمینه پراکنش دانسیته در تخته تراشه مطالعاتی انجام دادند. نامبردگان عنوان کردند که تخته‌های ساخته شده با نسبت فشردگی بالاتر از مقدار واکنشیدگی ضخامت بیشتری برخوردار هستند.

جدول ۱ - مقدار مصرف چوب اکالیپتوس و صنوبر در ترکیب ماده اولیه و نام اختصاری آنها

مقدار مصرف ماده چوبی (%)		دانسیتة ماده اولیه $\frac{g}{cm^3}$	نام اختصاری
صنوبر	اکالیپتوس		
۰	۱۰۰	۰/۷۷	E
۳۳/۵	۶۶/۵	۰/۶۴	F
۶۶/۵	۳۳/۵	۰/۵۳	G
۱۰۰	۰	۰/۴	H

استفاده در ساخت تخته‌خرده‌چوب تبدیل شدند. پس از حذف خرده چوبهای بسیار ریز و درشت که مناسب ساخت تخته‌خرده‌چوب نبودند، رطوبت خرده‌چوبها به وسیله یک خشک‌کن آزمایشگاهی تا رسیدن به مقدار ۱٪، کاهش داده شد و در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به نفوذ رطوبت، بسته‌بندی و برای ساخت تخته‌خرده‌چوب نگهداری شدند. برخی از ویژگیهای خرده‌چوبهای مصرفی در جدول ۲ ارائه شده است.

سایر عوامل از جمله دانسیته تخته $0.7 \frac{g}{cm^3}$ ، نوع چسب (رزین مایع اوره فرمالدئید)، درجه حرارت پرس ۱۶۵ درجه سانتیگراد و رطوبت یک خرده چوب ۱۲٪ ثابت در نظر گرفته شد. تنه‌های اکالیپتوس و صنوبر پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از یک خردکن غلطکی از نوع Pallmann X 430-120 PHT به قطعات کوچکتر تبدیل و بعد با استفاده از یک آسیاب حلقوی (Ring Flaker) آزمایشگاهی از نوع Pallmann PZ8 به خرده‌چوبهای قابل

جدول ۲ - ابعاد و ضریب مربوط به خرده چوبها

سطح ویژه $(\frac{cm^2}{g})$	ضریب پهنی	ضریب کشیدگی	میانگین ابعاد (mm)			گونه
			ضخامت	عرض	طول	
۳۱/۶۸	۳/۴۵	۲۲/۵۲	۰/۸۲	۲/۸۳	۱۸/۴۷	اکالیپتوس
۶۵/۷۹	۴/۲۸	۲۶/۳۷	۰/۷۶	۳/۲۵	۲۰/۰۴	صنوبر

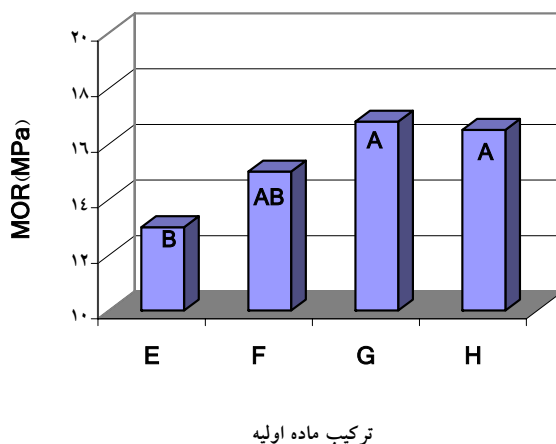
ترکیب اکالیپتوس و صنوبر (جدول ۱) و دو مقدار رزین ۸ و ۱۰ درصد برای ساخت تخته‌خرده‌چوب استفاده شد. پس از تشکیل یک خرده‌چوب، با استفاده از یک پرس آزمایشگاهی از نوع BURKLE L100 اقدام به فشردن یک خرده‌چوب و ساخت تخته‌های آزمایشگاهی گردید. در این تحقیق، با توجه به دو عامل متغیر ترکیب ماده اولیه و مقدار چسب و در نظر گرفتن ۳ تکرار برای هر تیمار در مجموع

برای چسب‌زنی خرده‌چوبها از یک دستگاه چسب‌زن آزمایشگاهی استفاده شد و محلول چسب با استفاده از هوای فشرده با خرده‌چوبها کاملاً مخلوط گردید. بمنظور تشکیل یک خرده‌چوب از قالب چوبی به ابعاد 35×35 سانتیمتر استفاده شد و خرده‌چوبهای چسب‌زنی شده که بوسیله ترازوی آزمایشگاهی توزین شده بود بصورت لایه‌های یکنواخت در داخل قالب پاشیده شدند. در این بررسی از ۴

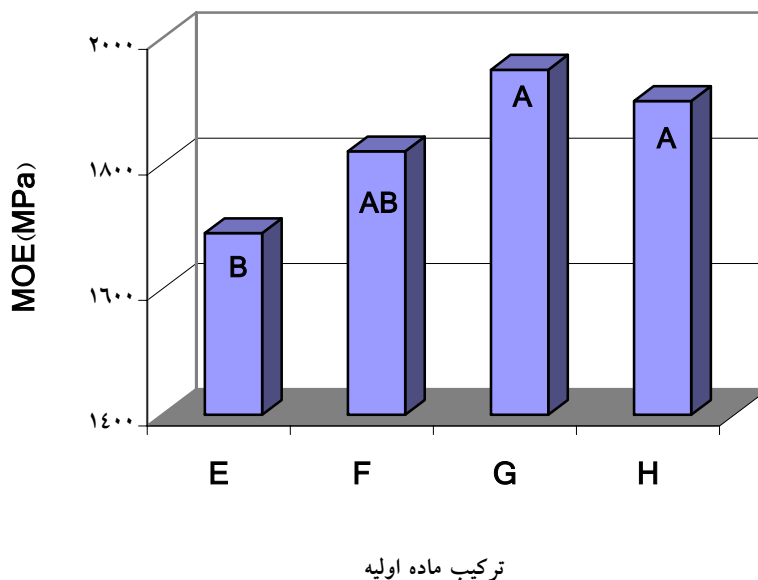
ویژگیهای خمشی: تجزیه واریانس اثر ترکیب ماده اولیه بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته خرده چوب معنی دار است. شکل ۱ و ۲ به ترتیب اثر ترکیب ماده اولیه بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته خرده چوب و گروه بندی دانکن ویژگیهای مذکور را نشان می دهد. حداقل مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته مربوط به تیمارهای ساخته شده از ۱۰۰ درصد چوب اکالیپتوس (۱۳/۲ MPa) و (۱۶۸۴ MPa) و حداکثر ویژگیهای فوق مربوط به تیمار تخته های ساخته شده از ترکیب ۳۳/۵ درصد چوب اکالیپتوس و ۶۶/۵ درصد چوب صنوبر (۱۷ MPa) و (۱۹۷۱) می باشد. همچنین نتایج نشان دهنده معنی دار بودن اثر مقدار چسب بر مقاومت خمشی تخته خرده چوب است. به طوری که حداکثر این ویژگی در مقدار مصرف چسب ۱۰٪ ملاحظه شد (شکل ۳). به طوری که مقاومت خمشی در مقادیر مصرف چسب ۸ و ۱۰ درصد به ترتیب ۱۴/۷ و ۱۶/۵ مگاپاسکال بوده است.

۲۴ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. سایر متغیرها از جمله دمای پرس ۱۶۵ درجه سانتیگراد، دانسیته تخته $0.7 \frac{g}{cm^3}$ ، فشار پرس $30 \frac{kg}{cm^2}$ ، رطوبت کیک خرده چوب ۱۲٪، نوع چسب (رزین مایع اوره فرمالدئید) با غلظت ۵۰٪ ثابت در نظر گرفته شد.

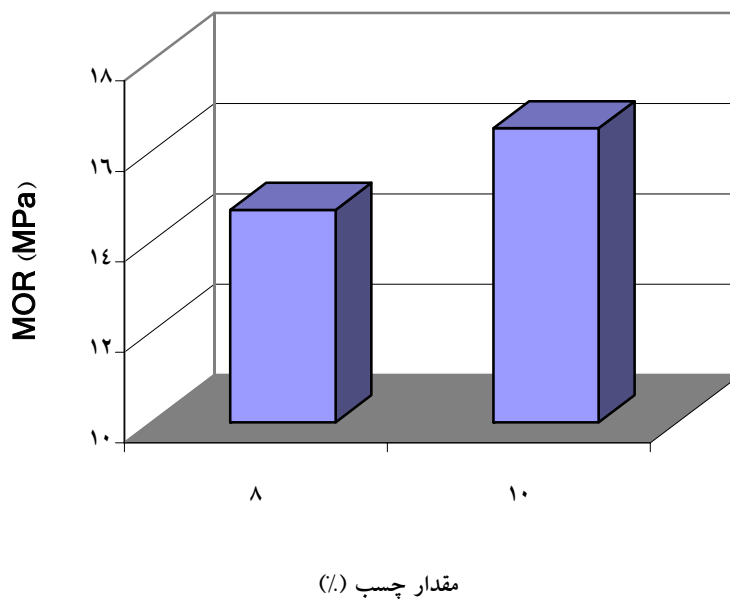
به منظور شروط سازی و یکنواخت سازی رطوبت تخته ها و همچنین متعادل سازی تنشهای داخلی، تخته های ساخته شده به مدت ۱۵ روز در شرایط استاندارد نگهداری گردیدند. نمونه های آزمونی برای تعیین ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته ها مطابق با استاندارد EN 310-317-319 تهیه گردیدند. این ویژگیها شامل مقاومت خمشی (MOR)، مدول الاستیسیته (MOE)، مقاومت چسبندگی داخلی (IB) و واکنش پذیری ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب TS_2 و TS_{24} تعیین گردید. نتایج حاصل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و آزمون فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و در صورت وجود اختلاف معنی دار، میانگینها با استفاده از آزمون دانکن (DMRT) طبقه بندی و اثر مستقل و متقابل هر یک از عوامل متغیر بر ویژگیهای مورد مطالعه مورد بحث قرار گرفت.



شکل ۱- اثر ترکیب ماده اولیه بر مقاومت خمشی تخته خرده چوب و گروه بندی دانکن



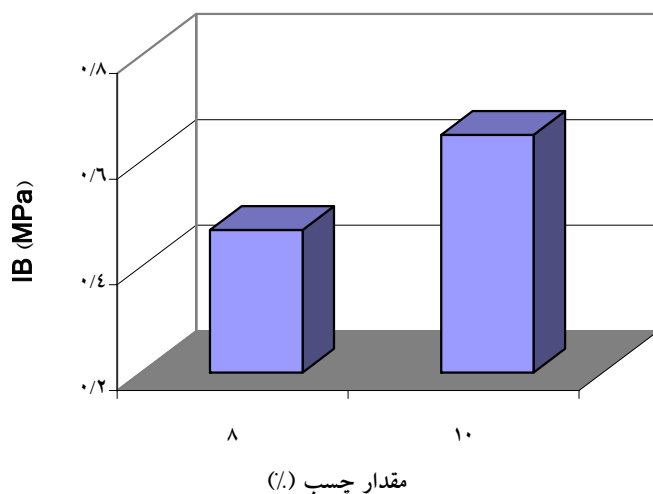
شکل ۲ - اثر ترکیب ماده اولیه بر مدول الاستیسیته تخته خرده چوب و گروه بندی دانکن



شکل ۳ - اثر مقدار چسب بر مقاومت خمشی تخته خرده چوب

مصرف چسب ۸ و ۱۰ درصد به ترتیب ۰/۴۷ و ۰/۶۵ مگاپاسکال بوده است (شکل ۴).

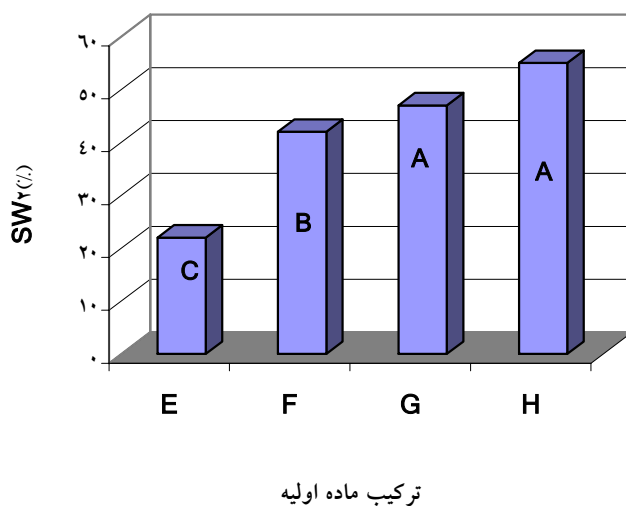
مقاومت چسبندگی داخلی: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که صرفاً اثر چسب بر این ویژگی معنی دار است. به طوری که مقاومت چسبندگی داخلی در مقادیر



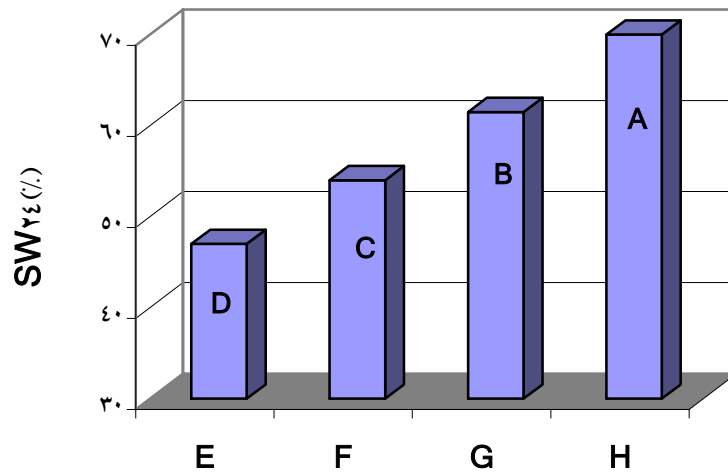
شکل ۴- مقدار چسب بر مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌خرده چوب

را نشان می‌دهد. به طوری که حداقل واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت مربوط به تیمار تخته‌های ساخته شده از ۱۰۰ درصد چوب اکالیپتوس به مقدار ۲۲/۳ و ۵۲/۲ درصد و حداکثر ویژگیهای فوق مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد چوب صنوبر به مقدار ۵۵/۲۷ و ۷۳/۲ درصد بوده است.

واکنشیدگی ضخامت: نتایج آنالیز واریانس عوامل متغیر بر واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری تخته‌ها نشان داد که اثر مستقل کلیه عوامل متغیر و همچنین اثر متقابل آنها بر ویژگیهای مذکور معنی‌دار است. شکل‌های ۵ و ۶ به ترتیب اثر ترکیب ماده اولیه بر مقدار واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب و گروه‌بندی دانکن ویژگیها

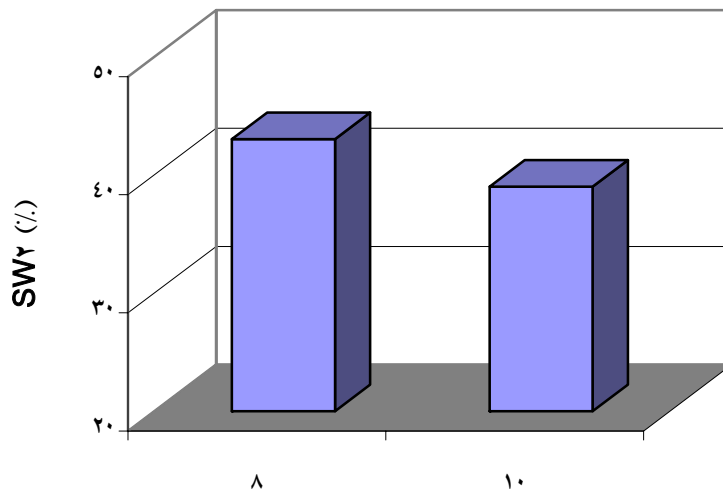


شکل ۵- اثر ترکیب ماده اولیه بر واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب و گروه‌بندی دانکن



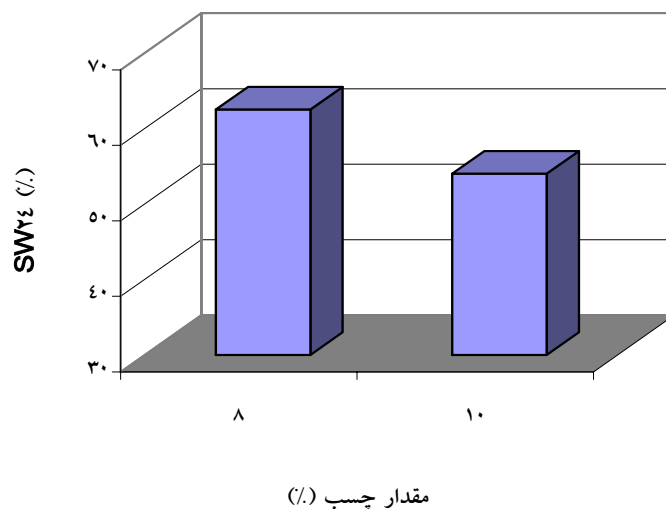
ترکیب ماده اولیه

شکل ۶- اثر ترکیب ماده اولیه بر واکنشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب و گروه بندی دانکن



مقدار چسب (%)

شکل ۷- اثر مقدار چسب بر واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب



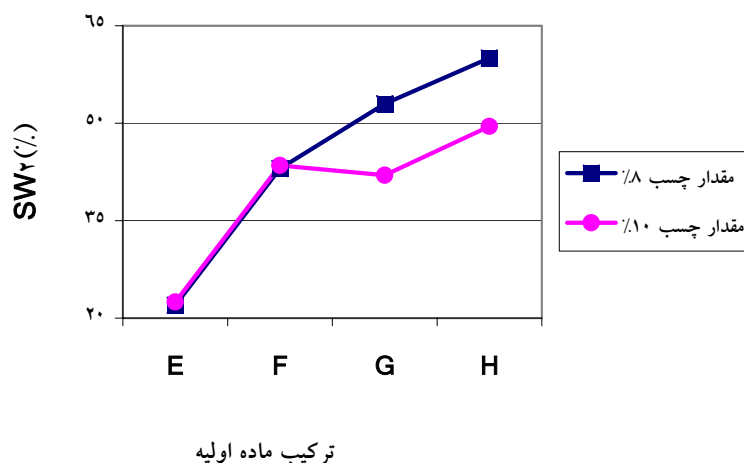
شکل ۸- اثر مقدار چسب بر واكشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

۱۰۰ درصد چوب اکالیپتوس و مقدار مصرف چسب ۸ درصد و ۱۰۰ درصد چوب صنوبر و مقدار مصرف چسب ۸ درصد بوده است. همچنین حداقل و حداکثر مقدار واكشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت به ترتیب مربوط به تیمار تخته‌های ساخته شده از ترکیب ماده اولیه ۱۰۰ درصد چوب اکالیپتوس و مقدار مصرف چسب ۱۰ درصد و ۱۰۰ درصد چوب صنوبر و مقدار مصرف چسب ۸ درصد بوده است.

شکل ۷ و ۸ نیز اثر مقدار مصرف چسب بر ویژگیهای فوق را نشان می‌دهد. به نحوی که حداقل این ویژگیها در مقدار مصرف چسب ۱۰ درصد مشاهده شد.

شکل ۹ اثر متقابل ترکیب ماده اولیه و مقدار چسب بر ویژگیهای فوق و همچنین جدول‌های ۳ و ۴ گروه‌بندی دانکن ویژگیهای مذکور را نشان می‌دهد.

حداقل و حداکثر مقدار واكشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت به ترتیب تخته‌های ساخته شده از ترکیب ماده اولیه



شکل ۹- اثر متقابل ترکیب ماده اولیه و مقدار چسب بر واكشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب

جدول ۳ - گروه‌بندی دانکن مقدار واكشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌خرده‌چوب با توجه به اثر متقابل ترکیب ماده اولیه و مقدار چسب

گروه‌بندی دانکن	واكشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت (%)	ماده اولیه	مقدار چسب (%)
D	۲۲/۰۴	E	۸
C	۴۲/۷۴	F	
B	۵۲/۸۳	G	
A	۶۱/۴۸	H	
D	۲۲/۵۳	E	۱۰
C	۴۳/۶۵	F	
C	۴۱/۵۳	G	
BC	۴۹/۰۶	H	

جدول ۴ - گروه‌بندی دانکن مقدار واكشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌خرده‌چوب با توجه به اثر متقابل ترکیب ماده اولیه و مقدار چسب

گروه‌بندی دانکن	واكشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت (%)	ماده اولیه	مقدار چسب (%)
D	۴۷/۹۸	E	۸
C	۵۵/۷۶	F	
B	۶۸/۲۱	G	
A	۸۰/۹۶	H	
D	۴۶/۳۷	E	۱۰
CD	۵۲/۶۰	F	
C	۵۵/۵۶	G	
B	۶۵/۴۲	H	

توجه به گروه‌بندی دانکن، اختلافی بین تیمار مذکور با مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده از ۱۰۰ درصد چوب صنوبر وجود نداشت و هر دو در یک گروه قرار گرفتند. بنابراین یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر ویژگیهای

با توجه به نتایج بدست‌آمده، حداکثر ویژگیهای خمشی تخته‌خرده‌چوب در تیمار ماده اولیه ۶۶/۵٪ چوب صنوبر و ۳۳/۵٪ چوب اکالیپتوس مشاهده شد. البته با

درصد چوب اکالیپتوس می‌باشد. با توجه به اینکه دانسیته چوب اکالیپتوس $\frac{g}{cm^3}$ ۰/۷۷ و چوب صنوبر $\frac{g}{cm^3}$ ۰/۴ است، بنابراین نسبت فشردگی تخته‌های ساخته شده از چوب اکالیپتوس به مراتب کمتر از چوب صنوبر بوده است و برای ساخت تخته با دانسیته ثابت از این دو گونه، حجم کمتری از چوب اکالیپتوس در مقایسه با صنوبر استفاده شده است. در نتیجه خرده‌چوبهای اکالیپتوس نسبت به صنوبر، برای رسیدن به ضخامت نهایی تخته کمتر فشرده شده‌اند. بدین ترتیب هنگامی که خرده‌چوبهای فوق در معرض آب قرار می‌گیرند، نسبت به خرده‌چوبهای صنوبر کمتر واکشیده می‌شوند (کارگردفرد و همکاران ۱۳۷۷، Suchland و همکاران ۱۹۸۹). از طرف دیگر سطح ویژه خرده‌چوبهای اکالیپتوس کمتر از سطح ویژه خرده‌چوبهای صنوبر محاسبه گردید. این امر سبب می‌گردد تا در مقدار مصرف ثابت چسب، خرده‌چوبهای اکالیپتوس بیشتر به چسب آغشته گردند و به همین دلیل مقدار واکشیدگی ضخامت آنها نسبت به تخته‌های ساخته شده از صنوبر کمتر بوده است. با توجه به گروه‌بندی دانکن نیز مقدار واکشیدگی ضخامت تخته‌های ساخته شده از اکالیپتوس خالص و صنوبر خالص نیز در دو گروه جداگانه قرار گرفته است.

نتایج حاصل از بررسی متقابل ترکیب ماده اولیه و مقدار چسب بر مقدار واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری تخته‌ها نشان داد که حداقل این ویژگیها در تیمار ترکیب ماده اولیه ۱۰۰ درصد اکالیپتوس و مقدار چسب ۸٪ ملاحظه شد. اگرچه تیمار ترکیب ماده اولیه ۱۰۰ درصد اکالیپتوس و مقدار چسب ۱۰٪ نیز از مقدار واکشیدگی ضخامت پایینی برخوردار بود و بین این دو اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بنابراین حداکثر این

خمشی تخته‌خرده‌چوب، دانسیته ماده اولیه چوبی است. هر چقدر دانسیته ماده اولیه چوبی نسبت به دانسیته تخته کمتر باشد، ضریب فشردگی تخته افزایش می‌یابد و این امر سبب می‌گردد تا حجم بیشتری از ماده چوبی در توزیع تنش‌ها وجود داشته باشد و همچنین سطح تماس بین خرده‌چوبها افزایش یافته و بدین ترتیب انتقال تنش بین خرده‌چوبها بهتر صورت می‌گیرد. این امر سبب می‌گردد تا ویژگیهای خمشی تخته‌خرده‌چوب بهبود یابد. با توجه به اینکه میانگین دانسیته ماده اولیه از $\frac{g}{cm^3}$ ۰/۷۷ تا $\frac{g}{cm^3}$ ۰/۴ کاهش یافته است. بنابراین نسبت فشردگی تخته افزایش یافته است و حداکثر ویژگیهای فوق در تیمارهای مذکور ملاحظه شد (دوست حسینی و همکاران ۱۳۷۵، کارگردفرد و همکاران ۱۳۸۵، Benedito و همکاران ۱۹۷۴، Maloney ۱۹۹۳، Suchland و همکاران ۱۹۸۹). به همین دلیل نیز حداقل ویژگیهای خمشی مربوط به تیمار تخته‌های ساخته شده از ۱۰۰ درصد چوب اکالیپتوس می‌باشد.

افزایش مصرف چسب سبب بهبود مقاومت خمشی و مقاومت چسبندگی داخلی و واکشیدگی ضخامت تخته‌ها شده است. به طوری که با افزایش مصرف چسب مقدار نقاط اتصال و همچنین مقاومت اتصالات افزایش یافته و این امر سبب بهبود ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته خرده‌چوب شده است (حبیبی و همکاران ۱۳۷۷، Maloney ۱۹۹۳).

نتایج حاصل از مقدار واکشیدگی ضخامت تخته‌ها با توجه به ترکیب ماده اولیه نشان داد که با افزایش مقدار چوب صنوبر در ترکیب ماده اولیه مقدار واکشیدگی ضخامت افزایش یافته است و حداقل مقدار واکشیدگی ضخامت مربوط به تیمار تخته‌های ساخته شده از ۱۰۰

- دوست حسینی، ک. (۱۳۷۷). بررسی خواص کاربردی تخته خرده چوب ساخته شده از اکالیپتوس و باگاس. مجله منابع طبیعی ایران. شماره ۱. جلد ۵۱.

- حبیبی، م. ر.، فائزی پور، م.، جهان لیبیاری، ا.، حسین زاده، ع.، گلبابائی، ف. (۱۳۷۷). بررسی ویژگیهای تخته تراشه چوب از ضایعات روکش راش. نشریه تحقیقات چوب و کاغذ. شماره ۴.

- کارگرفرد، ا.، عنایتی، ع. ک.، جهان لیبیاری، ا.، حسین زاده، ع.، نوربخش، ا. (۱۳۷۷). بررسی تاثیر pH چوب بر ویژگیهای تخته خرده چوب. نشریه تحقیقات چوب و کاغذ. شماره ۴.

- کارگرفرد، ا.، نوربخش، ا.، گلبابائی، ف. (۱۳۸۵). بررسی امکان کاربرد ساقه پنبه در ساخت تخته خرده چوب. نشریه تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. جلد ۲۱. شماره ۲.

- Benedito Rocha Vital, William F. Lehman, R. Sidney Boon. 1974. How species and board densities affect properties of exotic Hardwood particle boards. Forest Product Journal. Vol. 24. NO. 12. 37-45.

- EN 310. 1993. Wood based panels, determination of modulus of elasticity in bending and bending strength. European Standardization Committee. Brussels.

- EN 3/7. 1993. Particle boards and fiber boards, determination of swelling in thickness after immersion. European Standardization Committee. Brussels.

- EN 319. 1993. Particle boards and fiber boards, determination of tensile strength perpendicular to plane of the board. European Standardization Committee. Brussels.

- Maloney, T. M. 1993. Modern particle board and dry-process fiber board manufacturing, Miller Freeman Publications, San Francisco, CA.

- Suchland. O. and H. Xu. (1989). A simulation of the horizontal density distribution in a flake board. Forest Prod. J. 39(5). 29-33.

- WWW.faostat.com.

ویژگیها نیز برای واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت در تیمار ترکیب ماده اولیه ۱۰۰ درصد چوب صنوبر و مقدار چسب ۸٪ مشاهده شد. نتایج نشان دهنده این است که این ویژگی بیشتر متأثر از ترکیب ماده اولیه بوده و اثر چسب زمانی مشهود شده است که درصد چوب صنوبر در ترکیب ماده اولیه از ۳۳/۵ درصد بیشتر شده است.

به هر حال با توجه به نتایج بدست آمده می توان عنوان کرد که ویژگیهای مقاومتی تخته های تولید شده بصورت خالص با چوب صنوبر و همچنین بصورت مخلوط صنوبر، اکالیپتوس (ترکیب ماده اولیه F) از حد استاندارد برخوردار بوده است. به طوری که مقادیر ویژگیهای مقاومتی فوق نیز در مقدار مصرف چسب ۱۰٪ در حد استاندارد است. ولی مقادیر واکنشیدگی ضخامت تخته ها کمتر از حد استاندارد بدست آمد که علت این امر ناشی از عدم استفاده از عوامل محدودکننده جذب رطوبت بوده است.

- انجمن کارفرمایان صنایع چوب، (۱۳۸۴). گزارش جامع. کمبود چوب مورد نیاز صنایع چوب و کاغذ کشور و لزوم رفع موانع و ممنوعیتهای واردات چوب (قسمت اول). سال چهارم، شماره ۱۵، اردیبهشت-۲۵-۲۱.

- دوست حسینی، ک.، روشنی رزمهری، ک. (۱۳۷۵). بررسی امکان استفاده از چوب تاغ در صنعت تخته خرده چوب. مجله منابع طبیعی ایران. شماره ۴۹.

Effect of wood species on particleboard properties

Habibi, M.R.^{1*}, Hosseinkhani, H.², Mahdavi, S.³, and Sepidehdam, J.⁴

1*- Corresponding author, MSc., Wood and Paper Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Iran,
E-mail:habibi@rifr-ac.ir

2- MSc., Wood and Paper Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands

3- Ph.D., Wood and Paper Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands

4- Ph.D., Karaj Islamic Azad University

Received: June, 2010

Accepted: Feb., 2011

Abstract

In this study, particleboard was produced by eucalypt and poplar wood mixture. Variations were as follow: -Combinations of Eucalyptus and Poplar wood were (%100 , %0) , (%66.5 ,% 33.5) , (%33.5 ,% 66.5) and (%0 ,% 100) respectively. -Resin content (%8 and %10) Physical and mechanical properties of boards such as MOR, MOE, IB, TS2 and TS24 were examined according to EN standard. The effects of various raw materials combinations on bending properties were significantly different. Maximum of MOE and MOR were observed in %66.5 of Poplar wood and % 33.5 of Eucalyptus wood. As expected, Physical and mechanical properties of boards were improved by increasing of resin content. Results indicated that TS2 and TS24 were increased with increasing of Poplar wood in combinations. Also the lowest amounts of these properties were obtained in eucalyptus and poplar wood mixture of %100 and %0 respectively.

Keywords: Particleboard, poplar, eucalyptus, resin and MOR.