

## بررسی امکان جایگزین رزین فنول- فرم آلدهید با مواد استخراجی پوست بلوط در ساخت تخته خرده چوب<sup>۱و۲</sup>

احمد جهان لیبیاری<sup>۵</sup>کاظم دوست حسینی<sup>۴</sup>جواد ترکمن<sup>۳</sup>

### چکیده

در این بررسی امکان استفاده از ترکیبات فنولی فعال مواد استخراجی پوست درخت بلوط به عنوان جایگزین رزین فنول- فرم آلدهید جهت ساخت تخته خرده چوب مورد توجه قرار گرفته است. درصد مصرف ترکیبات فنولی فعال مواد استخراجی، دما و زمان پرس از عوامل متغیر بوده اند. برای اندازه گیری خواص فیزیکی ( جذب آب و واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری) و خواص مکانیکی (مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی) تخته‌ها، نمونه‌های آزمون مطابق استاندارد DIN - ۶۸۷۶۳ تهیه و نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که بهترین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی، مربوط به تخته‌هایی است که در جایگزینی رزین فنول- فرم آلدهید حاوی ۳۰ درصد ترکیبات فنولی مواد استخراجی پوست درخت بلوط و در شرایط دمای پرس ۱۸۰ درجه سانتیگراد، زمان پرس ۷ دقیقه و با ۲ درصد کاتالیزور استات روی ساخته شده‌اند.

**واژه‌های کلیدی:** بلوط، ترکیبات فنولی فعال، مواد استخراجی، رزین فنول- فرم آلدهید، کاتالیزور استات روی، تخته خرده چوب.

<sup>۱</sup>- تاریخ دریافت: ۸۲/۹/۲۴، تاریخ پذیرش: ۸۳/۶/۳۰

<sup>۲</sup>- در این بررسی از اعتبارات پژوهشی دانشگاه تهران استفاده شده است

<sup>۳</sup>- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان (E-mail: j\_torkaman@yahoo.com)

<sup>۴</sup>- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

<sup>۵</sup>- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

## مقدمه

پوست به طور متوسط ۱۰ درصد حجم درختان را تشکیل می‌دهد که در فرآیند عمل آوری چوب به عنوان ضایعات دور ریز می‌شود. در صنعت تخته خرده چوب از پوست به طور محدود همراه با خرده چوب استفاده می‌شود. در فرآیند کاغذ سازی، پوست به علت افت کیفیت خمیر کاغذ، مصرف مواد شیمیایی و در نهایت افت بازده تولید خمیر کاغذ قابل مصرف نمی‌باشد. علاوه بر آن انبار کردن یا سوزاندن پوست مشکلات زیست محیطی را در بر خواهد داشت. حجم ضایعات پوست خشک در کارخانه چوب و کاغذ ایران (چوکا) سالانه حدود ۹ هزار تن است (۵). به علاوه، رقم قابل ملاحظه‌ای پوست نیز از واحدهای مختلف صنایع چوب به عنوان پسماند برجای می‌ماند. بنابراین، در شرایطی که با حجم قابل توجهی پوست روبرو هستیم، می‌توان آنرا وارد چرخه تولید کرد و به عنوان ماده اولیه یک واحد صنعتی مورد استفاده قرار داد و اثرات تخریبی ناشی از این ضایعات را به حداقل رساند.

به علاوه، سالیانه بیش از سه میلیون تن چسب فنول - فرم آلدهید در سطح دنیا مصرف می‌شود (۱۰). با توجه به مشکلات تامین ماده اولیه چسب فنول - فرم آلدهید و با وجود تثبیت قیمت رزین‌های فنولی (از اوایل سال ۱۹۷۰)، دانشمندان کشورهای زیادی چسب‌های بادوام و بر پایه منابع تجدید شونده (غیر نفتی) را به صورت جایگزین تمام یا بخشی از فنول در چسب‌های فنول - فرم آلدهید توسعه داده‌اند. از جمله عوامل محرک در مطالعه این نوع چسب‌ها را می‌توان کاهش غیر قابل اجتناب ذخایر نفتی جهان به ویژه خاورمیانه دانست. در بین مواد خام طبیعی، تاننها بهترین جانشین فنول در تهیه رزین‌های فنولی محسوب می‌شوند. تحقیق بر روی چسب‌های بر پایه تانن با مطالعات اولیه دالتون (۱۹۵۰ و ۱۹۵۳) بر روی تانن گونه‌ای از اکاسیا<sup>۱</sup> شروع شد. به دنبال آن پلاملی (۱۹۵۹ و ۱۹۶۶) ثابت کرد که تانن پوست اکاسیا به عنوان ماده خام تولید

چسب‌های تخته لایه و تخته خرده چوب می‌تواند مورد ارزیابی قرار گیرد (۱۱).

ترکمن و همکاران طی سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ در بررسی‌های جداگانه روی مواد استخراجی پوست چند گونه از درختان پهن برگ ایران نتیجه گرفتند که این مواد دارای ترکیبات فنولی فعال هستند که می‌توانند جایگزین رزین فنول - فرم آلدهید شوند. در این بررسی‌ها مقدار بازده مواد استخراجی پوست درخت بلوط ۲۴ درصد و مقدار ترکیبات فنولی فعال آن با توجه به عدد استیاسنی (۷۰ درصد) ۱۶/۸۵ درصد گزارش شده است (۳ و ۱،۲).

هدف این تحقیق جایگزینی رزین فنول - فرم آلدهید با ترکیبات فنولی پوست بلوط در ساخت تخته خرده چوب می‌باشد. دستیابی به این هدف، علاوه بر افزایش ارزش افزوده پوست و کاهش هزینه تولید، می‌تواند در کاهش مشکلات زیست محیطی نیز موثر واقع گردد.

## مواد و روش‌ها

در این بررسی، از ترکیبات فنولی فعال مواد استخراجی پوست بلوط برای جایگزینی بخشی از رزین فنول - فرم آلدهید تخته خرده چوب استفاده شده است. فاکتورهای متغیر شامل مقدار جایگزینی ترکیبات فنولی فعال، زمان و دمای پرس می‌باشند.

سایر عوامل تولید مانند شکل و ابعاد خرده‌های چوب، نوع و مقدار رزین، رطوبت کیک خرده چوب و پراکنش آن، سرعت بسته شدن دهانه پرس و فشار پرس و دانسیته تخته ثابت در نظر گرفته شده است. خرده‌های چوب مورد استفاده از چوب صنوبر<sup>۲</sup> با ضریب کشیدگی ۵۴/۴ و ضریب پهنی ۵/۱۲ و ضریب ظاهری ۱۲/۸ می‌باشند. در این بررسی، از رزین فنول - فرم آلدهید محلول در آب به مقدار ۸ درصد و کاتالیزور استات روی به مقدار ۲ درصد استفاده شده است. رطوبت کیک خرده چوب ۱۲ درصد و دانسیته تخته نیز ۰/۷ گرم بر سانتیمتر مکعب ثابت در نظر گرفته شده است.

<sup>۲</sup>- *Populus nigra*

<sup>۱</sup>- *Acacia mearnsii*

تجزیه و تحلیل آماری نتایج این بررسی در قالب آزمایش فاکتوریل سه عامله و گروه‌بندی میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن (DMRT) و با استفاده از تکنیک تجزیه واریانس صورت گرفت. تاثیر مستقل و متقابل هر یک از عوامل متغیر بر خواص مورد مطالعه در سطوح ۱ و ۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

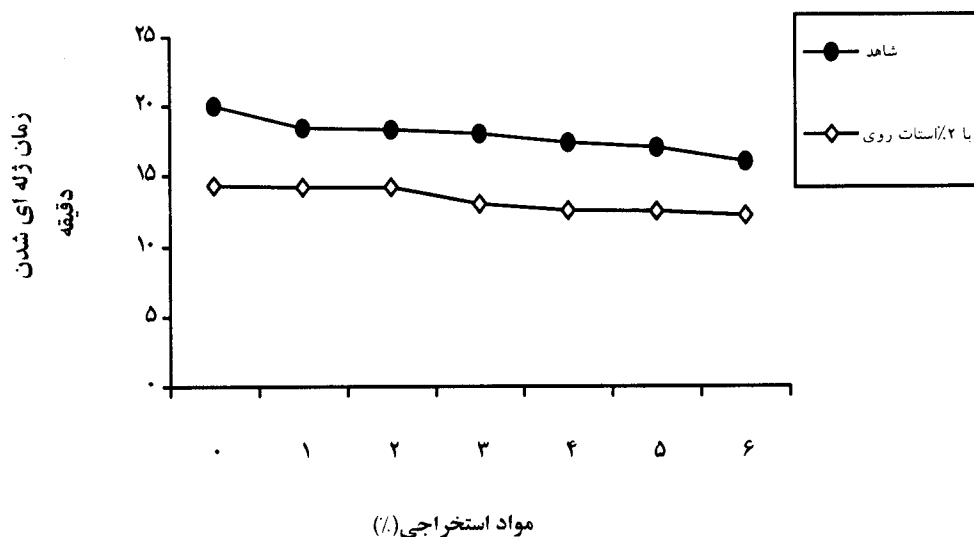
### نتایج

نتایج حاصل از تاثیر مواد استخراجی پوست بلوط و کاتالیزور استات روی بر زمان ژله‌ای شدن چسب فنول-فرم آلدهید در شکل (۱) نشان داده شده است.

به منظور جایگزینی رزین فنول-فرم آلدهید با ترکیبات فنولی فعال مواد استخراجی پوست درخت بلوط از عدد استیاسنی مطابق فرمول ذیل استفاده شده است.

$$(۱) \frac{\text{عدد استیاسنی} \times \text{وزن خشک مواد استخراجی}}{\text{وزن فنول}} = \text{مقدار جانشینی براساس}$$

برای اندازه‌گیری تاثیر مواد استخراجی بر زمان ژله‌ای شدن رزین فنول-فرم آلدهید، طبق روش یازاکی و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۹۳) عمل شده است (۷).



شکل ۱- تاثیر مواد استخراجی و کاتالیزور استات روی بر زمان ژله‌ای شدن رزین فنول فرم آلدهید

تاثیر متقابل مواد استخراجی جایگزین رزین و کاتالیزور استات روی بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب در شکل‌های (۲ و ۳) نشان داده شده است.

اثر مستقل مواد استخراجی و کاتالیزور استات روی بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب در سطح ۱ درصد معنی‌دار است که نتایج آن در جدول‌های (۱ و ۲) نشان داده شده است.

جدول ۱- اثر مقدار مواد استخراجی جایگزین رزین بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب

مواد استخراجی جایگزین رزین (درصد)	مقاومت خمشی Mpa	چسبندگی داخلی Mpa	جذب آب (%)	واکسیدگی ضخامت (%)
			۲۴ ساعت	۲ ساعت
۰	۲۸/۷۹	۰/۷۹۹	۳۹/۹۵	۲۱/۲۳
۳۰	۲۴/۹۹	۰/۷۷	۵۱/۲۳	۳۴/۸
۴۰	۲۱/۱۵	۰/۶۰۶	۵۳/۶۶	۳۴/۷۴
درصد احتمال	**	**	**	**
C.V	۳/۵۷۲	۰/۱۲۶	۹/۱۵	۶/۶۲

\*\* معنی دار در سطح ۱ درصد

جدول ۲- اثر مقدار کاتالیزور استات روی بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب

استات روی (%)	مقاومت خمشی Mpa	چسبندگی داخلی Mpa	جذب آب (%)	واکسیدگی ضخامت (%)
			۲۴ ساعت	۲ ساعت
۰	۲۴/۰۹	۰/۶۷۳	۵۰/۳۵	۳۰/۸۵
۲	۲۵/۸۷	۰/۷۷۷	۴۶/۲۱	۲۹/۶۷
درصد احتمال	**	**	**	*
۰/۶/۹	۱۵/۹	۱۲۶/۰	۵۷۲/۳	۰/۶/۷

\*\* معنی دار در سطح ۱ درصد \* معنی دار در سطح ۵ درصد ns عدم تفاوت معنی دار

## بحث و نتیجه گیری

همان طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، افزایش مواد استخراجی پوست بلوط به رزین فنول- فرم آلدهید، سبب کاهش زمان ژله‌ای شدن و افزایش سرعت گیرایی آن می‌شود. در این رابطه، یازاکی (۱۹۹۳) اثر مواد استخراجی گونه اکالیپتوس را بر زمان ژله‌ای شدن رزین فنول- فرم آلدهید بررسی کرده و نتایج مشابه‌ای را عنوان می‌کند. نامبرده متذکر می‌شود که اثر مواد استخراجی بر زمان ژله‌ای شدن رزین به غلظت این مواد بستگی دارد (۷). همچنین کاربرد کاتالیزور نمک فلزی نظیر استات روی باعث کاهش زمان انعقاد رزین می‌شود که علت آن تسریع واکنش فنول- فرم آلدهید به وسیله اغلب یون‌های فلزی دو ظرفیتی از جمله روی است. و شدت این اثر متناسب با مقدار یون فلزی است. یون‌های فلزهای دو ظرفیتی به علت ناپایدار بودن کمپلکس‌های تشکیل شده و سرعت زیاد

مبادله آنها در محلول همانند یون هیدروژن واکنش را تسریع می‌کنند. این یون‌ها در واقع اسیدهای لوویس هستند که همانند هاردنر عمل می‌کنند. اثر تسریع‌کنندگی ناشی از پروتون‌دار شدن فرم آلدهید توسط یون‌های فلزی است که حمله بسیار سریع آلدهید به فنول را سبب می‌شود. با توجه به اینکه یون‌های فلزی نسبت به یون هیدروژن بار بیشتر و کووالانس بزرگتری دارند عمل تسریع‌کنندگی واکنش بیشتر است (۴).

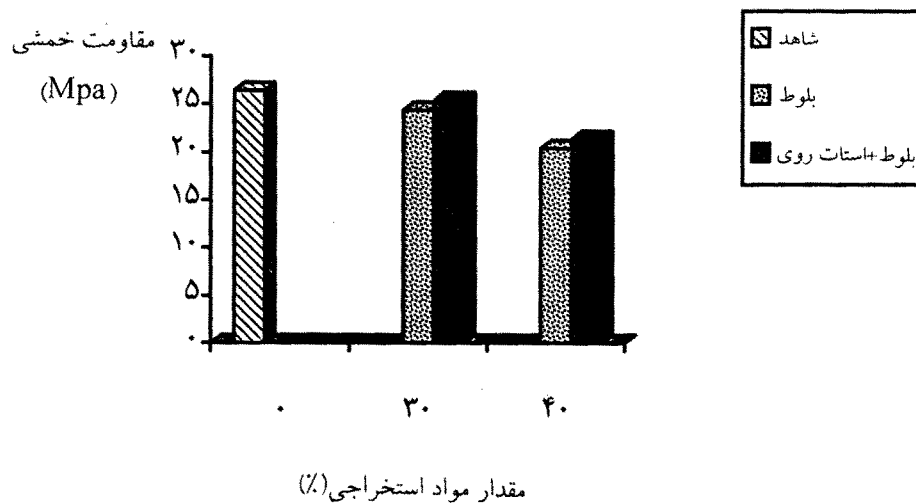
جایگزین کردن رزین فنول- فرم آلدهید با ترکیبات فنولی مواد استخراجی پوست بلوط در مقایسه با نمونه شاهد، خواص مکانیکی را کاهش و خواص فیزیکی را افزایش می‌دهد جدول (۱). فکتال و ریدل<sup>۱</sup> (۱۹۹۳) در مورد مواد استخراجی پوست گونه‌های اکاسیا و اکالیپتوس به نتایج مشابه‌ای اشاره کرده‌اند (۸). دلیل این کاهش در

<sup>۱</sup> -Fechtal & Riedl

بعدی با اتصال‌های عرضی رزین بیشتر باشد پلی‌مریزاسیون کامل‌تر و تخریب آبکافتی کمتر است.

با توجه به جدول (۲) تاثیر کاتالیزور استات روی بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب مثبت است. زیرا کاتالیزور استات روی سبب تسریع در واکنش و افزایش سرعت گیرایی می‌شود. یون‌های فلزی تاثیر مشابهی را بر روی واکنش تانن‌ها و فرم آلدهید دارند که نتیجه آن پرورده شدن بهتر در زمان‌های کوتاه‌تر با شبکه‌ای شدن حلقه‌های فلاونویدی A و نیز بهبود استحکام در اثر مشارکت حلقه‌ای B در شبکه سه بعدی تانن فرم آلدهید است (۴).

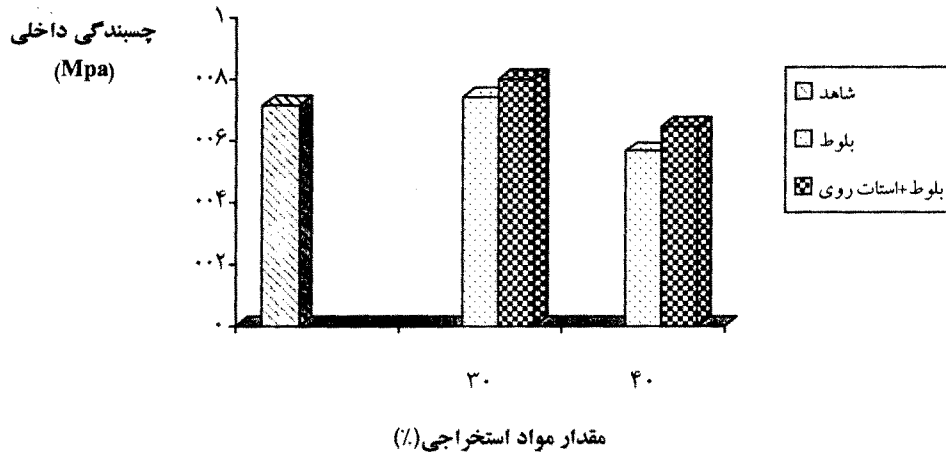
مورد مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی آن است که مواد استخراجی دارای ترکیبات غیر تاننی هستند که عمدتاً از قندها و صمغ‌های هیدروکلونیدی با وزن ملکولی بالا تشکیل شده‌اند و بر پیوستگی چسب اثر منفی داشته و تضعیف چسبندگی چسب را سبب می‌شوند. بنابراین برای رفع این مشکل از کاتالیزور استات روی استفاده شده است. افزایش مقدار جذب آب و واکنشیدگی ضخامت تخته‌های آزمونی پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نیز به علت خاصیت آبدوستی ترکیبات مواد استخراجی است. تانن‌ها، قندها و کربوهیدرات‌ها گروه‌های هیدروکسیل دارند که رطوبت را جذب می‌کنند. و باعث تخریب آبکافتی پیوندهای رزین می‌شوند در حالی که هرچه ساختار سه



شکل ۲- اثر مواد استخراجی جایگزین رزین و کاتالیزور استات روی بر مقاومت خمشی

مقاومت خمشی ۲۵/۲۹ مگاپاسکال است که به مقاومت خمشی تخته‌های شاهد (۲۶/۷۹ مگاپاسکال) نزدیک است و در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری بین آنها وجود ندارد.

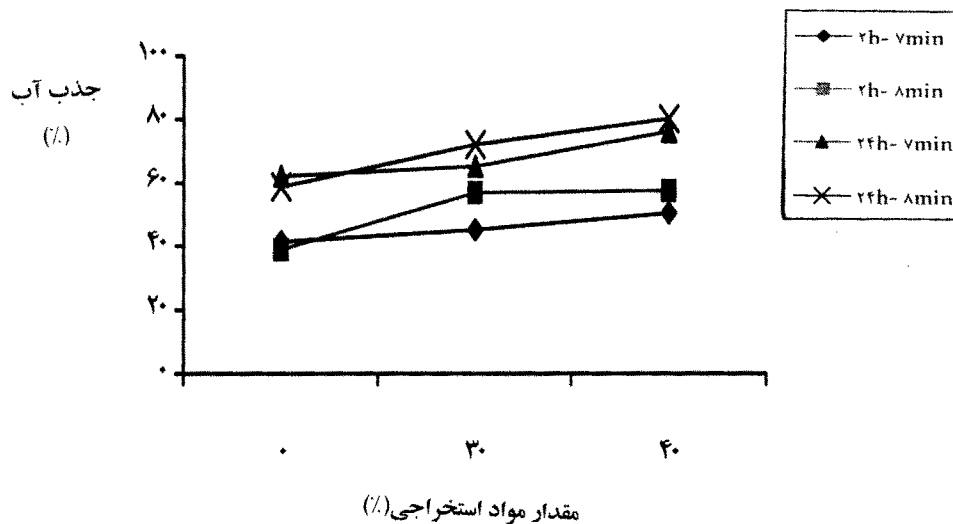
همان طور که شکل (۲) نشان می‌دهد، بیشترین مقاومت خمشی از آن نمونه شاهد است. تیمار مربوط به تخته‌های ساخته شده با چسب حاوی ۳۰ درصد ترکیبات فنولی مواد استخراجی پوست بلوط و ۲ درصد استات روی دارای



شکل ۳ - اثر مواد استخراجی جایگزین رزین و کاتالیزور استات روی بر چسبندگی داخلی

ساخت تخته خرده چوب (مصارف بیرونی) به کار گرفتند. آنها دریافتند که استفاده از کاتالیزور استات روی در حرارت پایین، کلیه خواص تخته‌ها را بهتر کرده است (۹). در گروه‌بندی میانگین‌ها در سطح ۵ درصد، بین چسبندگی داخلی تخته‌های شاهد و چسبندگی داخلی تخته‌های حاوی ۳۰ درصد ترکیبات فنولی فعال مواد استخراجی بلوط تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و هر دو در یک گروه قرار دارند.

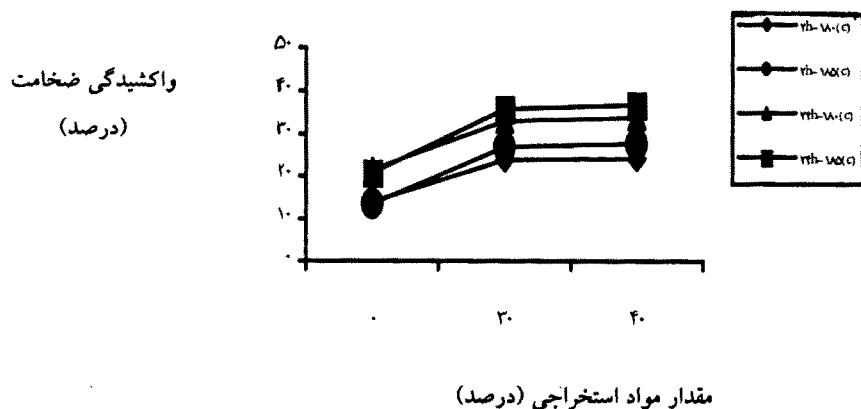
در شکل (۳) مشاهده می‌شود کاتالیزور استات روی بر چسبندگی داخلی تخته‌های حاوی ترکیبات فنولی مواد استخراجی پوست بلوط اثر مثبت دارد. این تاثیر در جهت تسریع واکنش و کاهش زمان ژله‌ای شدن و در نتیجه افزایش سرعت گیرایی چسب است. اثر تسریع‌کنندگی یون‌های فلزی دو والانس از طریق افزایش واکنش پذیری فرم آلدهید با ترکیبات فنولی نظیر تانن‌ها قبلاً توسط پی‌زی (۱۹۷۹) گزارش شده است (۴). پی‌زی و کامرون<sup>۱</sup> (۱۹۸۱) کاتالیزور استات روی را در چسب‌های تانن اکاسیا به منظور



شکل ۴ - مواد استخراجی جایگزین رزین و زمان پرس بر جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری

بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری تخته‌های حاوی ۳۰ درصد مواد استخراجی جایگزین رزین که در زمان ۷ دقیقه ساخته شده‌اند با نمونه‌های شاهد در یک گروه قرار دارند.

با توجه به شکل (۴) اثر متقابل دو عامل ترکیبات فنولی مواد استخراجی بلوط (به عنوان جایگزین رزین) و زمان پرس بر جذب آب تخته‌ها، در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. در گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن جذب آب



شکل ۵- اثر مواد استخراجی جایگزین وزن و درجه حرارت واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۲ ساعت غوطه‌وری

صنعتی بر خواص تخته تاثیر منفی دارند. به طور کلی در این بررسی با توجه به نتایج به دست آمده از آثار متقابل فاکتورها، بهترین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی در تخته‌های خرده چوب حاوی ۳۰ درصد ترکیبات فنولی مواد استخراجی بلوط و ۲ درصد کاتالیزور استات روی به دست آمده است. که در درجه حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتیگراد با زمان پرس ۷ دقیقه ساخته شده‌اند.

همان طور که در شکل (۵) مشاهده می‌شود تاثیر متقابل دو عامل مقدار مواد استخراجی جایگزین رزین و درجه حرارت پرس بر واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. کمترین مقدار واکنشیدگی ضخامت مربوط به تخته‌های حاوی ۳۰ درصد مواد استخراجی جایگزین رزین با دمای پرس ۱۸۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. با توجه به اینکه منشاء ترکیبات فنولی مواد استخراجی، گیاهی است. در مقایسه با فنل

## منابع

- ۱- ترکمن، جواد، ۱۳۸۱. بررسی امکان تولید چسب تانن-فرم آلدیید از پوست درختان چهار گونه پهن برگ، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۵ شماره ۱، ص ص ۶۳-۵۷.
- ۲- ترکمن، جواد، ۱۳۸۱. آنالیز مواد استخراجی پوست پنج گونه از درختان پهن برگ ایران، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۵ شماره ۳، ص ص ۴۰۵-۳۹۷.
- ۳- ترکمن، جواد، ۱۳۸۲. بررسی تانن پوست درختان توسکا و بلوط به روش اسپکتروفتومتری، مجله منابع طبیعی ایران. جلد ۵۶ شماره ۲.
- ۴- میرشکرایی، سید احمد، ۱۳۷۳. شیمی و تکنولوژی چسب چوب (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی تهران، ص ۳۵۰.
- ۵- نصوری، مهدی، ۱۳۸۱. بررسی مقدار مصرف بهینه پوست درخت در ساخت تخته خرده چوب سه لایه از چوب صنوبر شالک، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

- 6- Vazquez .G, G .Antorrena, J. C. Parajo and J. L. Francisco, 1989.Preparation of Wood Adhesives by Polycondensation of Phenolic Acids From Pinus Pinaster Brak With Resols. Holz als Roh-und Werk Stoff Vol.47:491-494 .
- 7- Yazaki, Y; P. J. Collins& T. Iwashina, 1993. Extractives From Black Butt (Eucalyptus pilularis) Wood Which Affect Glue Bond Quality of Phenolic Resins, Holzforschung . Vol.47. No.5: 412-418 .
- 8- Fechtal. M, B. Riedl .1993. Use of Eucalyptus and Acacia mollissima Bark Extract -Formaldehyde Adhesives in Particle Board Manufacture.Holzforschung vol.47.No .4:349-357 .
- 9- Pizzi. A and F.A.Cameron, 1981.Decrease of Pressing Tempreature and Adhesive Content by Metallic Ion Catalysis in Tannin - Bonded Particle Board. Holz als Roh -und Werkstoff 39:463-467 .
- 10-Pizzi. A., E. P. Vonleyser, J. Valenzuela and J. G. Clark, 1993. The Chemistry and Development of Pine Tannin Adhesives for Exterior Particleboard,Holzforschung 47:168-174.
- 11-Santana. M. A. E., M. G. D. Baumann, 1996. Phenol-Formaldehyde Plywood Adhesive Resins Prepared with Liquefied Bark Wattle (Acacia Mearnsii).J.Wood Chem. Technol . 16.1-19.



## An Investigation of the Possibility of PF Resin Replacement with Oak (*Quercus castanifolia*) Bark's Extractives in Particleboard Manufacture

J.Torkaman<sup>1</sup>

K.Doosthoseini<sup>2</sup>

A.J.Latibari<sup>3</sup>

### Abstract

In this study, the possibility of using oak bark's extractives as phenol-formaldehyde resin replacement was paid attention to in particleboard manufacture. The variables were percent replacement, press temperature as well as press time.

For quality characteristics determination, water absorption & thickness swelling of samples (after 2 and 24 hours) along with bending strength (modulus of rupture) and internal bond properties of boards were evaluated according to DIN 68763.

Results indicated that the best conditions for obtaining the most desirable physical and mechanical properties in PF resin replacement with oak phenolic compounds were obtained in treatments of 30% replacement, 180 °C press temperature, 7 min press time along with 2% zinc-acetate as catalyst.

**Keywords:** Oak, Active phenolic compounds, Extractive materials, Phenol formaldehyde, Zinc-acetate catalyst, Particleboard.

---

<sup>1</sup> –Assistant professor., Guilan University (E\_mail: J\_torkaman@yahoo.com)

<sup>2</sup> –professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

<sup>3</sup> –Assistant professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran