



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هجدهم، شماره چهارم، ۱۳۹۰

<http://jwsc.gau.ac.ir>

بررسی فاکتورهای پرس بر پسماند فشردگی چوب پالونبای اصلاح شده با رزین فنل فرمالدئید پس از غوطه‌وری در آب

ابوالقاسم خزاعیان^۱، *مژگان سکالو^۲، تقی طبرسا^۳ و محمدرضا ماستری فراهانی^۴

به ترتیب ^۱استادیار، ^۲دانشجوی کارشناسی ارشد و ^۳دانشیار گروه فراورده‌های چندسازه چوبی، دانشکده جنگل‌داری و فناوری چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۴استادیار گروه حفاظت و اصلاح چوب، دانشکده جنگلداری و فناوری چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۳

چکیده

پالونیا از گونه‌های تندرشدی است که در سال‌های اخیر استفاده از آن برای تأمین نیاز صنعت چوب کشور مورد توجه قرار گرفته است. از آنجایی که کاربرد این گونه به علت دانسیته کم محدود می‌باشد، بنابراین فشار و افزایش دانسیته از روش‌های موثر برای اصلاح آن است. به این منظور گرده‌بینه‌های پالونیا از جنگل شصت‌کلاته تهیه گردیدند و به بلوک‌هایی به ابعاد ۶۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر تبدیل شدند. عوامل متغیر آزمایش، فاکتورهای مؤثر در فرآیند فشرده‌سازی چوب شامل تیمار شیمیایی، جهت و درصد فشردگی، زمان و دما پرس بودند. قبل از فشرده‌سازی، نمونه‌ها با رزین فنل فرمالدئید- غلظت ۱۰ درصد- اشباع شدند. پس از اشباع، نمونه‌ها با فرآیند پرس گرم در دو جهت شعاعی و مماسی، سه سطح فشردگی اسمی ۳۰ درصد، ۴۰ درصد و ۵۰ درصد، دو بازه دمایی ۱۷۰ و ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد و در دو سطح زمان پرس ۸ و ۱۲ دقیقه فشرده شدند. فشردگی نهایی هر یک از نمونه‌ها پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تعیین گردید. بررسی نتایج نشان داد که در جهت شعاعی با افزایش درصد فشردگی و زمان پرس میزان فشردگی نهایی افزایش می‌یابد. اما اثر دما پرس معنی‌دار

*مسئول مکاتبه: m_wodthec@yahoo.com

نگردید. نتایج نشان داد که اثر جهت و درصد فشردگی و زمان پرس معنی‌دار شدند. نمونه‌ها در جهت شعاعی و درصد فشردگی ۵۰ و زمان پرس ۱۲ دقیقه منجر به افزایش فشردگی نهایی در نمونه‌های تیمار شده گردید.

واژه‌های کلیدی: پالونیا، فشرده‌سازی، پسماند فشردگی (فشردگی نهایی)، فنل فرمالدئید.

مقدمه

فشرده‌سازی چوب فرآیندی است که در آن بخش اعظم فضاهای خالی یا حفره‌های سلولی توسط خود ماده چوبی جایگزین می‌گردد. این عمل را می‌باید در شرایطی انجام داد که به ساختار سلولی چوب صدمه مکانیکی وارد نشود. به عبارتی چوب در اثر اعمال بار بیش از حد نهایی، دچار شکست می‌گردد ولی با اعمال تیمارهای نرم‌کننده می‌توان تغییر شکل ویسکوالاستیک یا خمیری چوب را افزایش داد و مقدار زیادی تغییر شکل را با اعمال فشار ثابت به دست آورد. به طور مثال چوب تحت تأثیر آمونیاک به طور موقت نرم می‌شود و می‌توان آن را به هر شکلی در آورد. در ساختن برخی از محصولات دارای ثبات ابعادی، آب آغشتگی موجود در چوب را با موادی مانند فنل فرمالدئید، پلی اتیلن گلیکول و... جایگزین نموده و یا فضاهای مملو از هوا را با مواد پلی مری اشباع می‌کنند (بادیگ و جین، ۱۹۸۲). محصولات حاصل از مواد چوبی فشرده شده^۱ قابلیت کمتری برای نگهداری و جذب آب دارند، در حالی که ثبات ابعادی آن‌ها بهبود می‌یابد. فشردن چوب ویژگی‌های آن را تغییر می‌دهد در نتیجه چوب فشرده شده می‌تواند به عنوان فرآیند اصلاح در نظر گرفته شود. اصلاح چوب فرآیندی است که دانسیته چوب فشرده در اثر حضور مواد شیمیایی و حذف فضاهای خالی نسبت به چوب معمولی افزایش می‌یابد. چوب فشرده را می‌توان با تزریق رزین‌های طبیعی، پلیمرها، موم‌ها، سولفورها و حتی مایعات دیگر به فضاهای خالی به دست آورد (کلمن و همکاران، ۱۹۷۵). فشردگی می‌تواند در جهت شعاعی تحت شرایطی که موجب آسیب به دیواره سلولی نشود انجام شود. این فرایند شامل ۴ مرحله است:

- ۱) نرم شدن یا پلاستیسیته شدن دیواره سلولی
- ۲) فشردگی در جهت عمود بر الیاف در حالت نرم بودن دیواره سلولی
- ۳) خشک شدن نمونه تغییر شکل یافته
- ۴) تثبیت حالت تغییر شکل یافته

1- Densified wood

دانسیته و مقاومت چوب‌های حاصل از این روش بیشتر از چوب معمولی است. در فرآیندهای فشرده‌گی همراه با تزریق رزین، دما نقش مهمی ایفا می‌کند زیرا از یک طرف باید به حدی باشد که مونومر تزریق شده در چوب را تبدیل به پلیمر نموده و از سوی دیگر موجب تخریب حرارتی چوب نگردد. در واقع دما زیاد موجب تخریب ترکیبات شیمیایی و نرده چوب و در نهایت کاهش مقاومت‌های آن می‌شود (راول و کنکل، ۱۹۸۷).

هایگرین و دانیل (۱۹۶۹) به این نتیجه رسیدند که نرم‌کردن چوب با دما زیاد و یا بخار، در هنگام فشرده‌سازی تأثیر مثبتی بر روی مقاومت چوب فشرده شده دارد.

یوهه و موهل (۱۹۹۹) در مورد فاکتورهای مؤثر در برگشت‌پذیری چوب پالونیای فشرده شده مطالعه کردند. آن‌ها فاکتورهای تأثیرگذار را رطوبت و دما پرس معرفی کردند. ایشان بیان داشتند که با افزایش رطوبت چوب پالونیا تا حدود ۱۴ درصد و افزایش دما پرس تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد درصد فشرده‌سازی افزایش می‌یابد. ولی بیشتر از این مقادیر تأثیری در درصد فشرده‌سازی نداشت. نمونه‌هایی که در رطوبت ۱۴ درصد فشرده شدند. بهترین ثبات ابعادی را برای چوب فشرده‌شده پالونیا در میان سطوح رطوبتی دیگر داشته و دما پرس ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین تأثیر را در کاهش برگشت ضخامت نمونه‌های فشرده شده داشت. بهترین زمان پرس ۸ دقیقه معرفی شده و بیان شد که زمان طولانی‌تر پرس باعث سوختگی سطح نمونه‌ها می‌شود.

طبرسا و چویی (۲۰۰۱) در پژوهش دیگری تأثیر جهت فشرده‌گی بر رفتار چوب گونه‌های نوئل سفید، کاج، زبان گنجشک سفید و صنوبر را تحت فشرده‌سازی عرضی به وسیله میکروسکوپ بررسی کردند. نتایج به دست آمده از فشرده‌سازی شعاعی گونه نوئل سفید با نتایج به دست آمده از فشرده‌سازی این گونه در پژوهش پیشین این دو پژوهشگر مطابقت داشت (طبرسا و چویی ۲۰۰۰). آن‌ها مشاهدات خود از فشرده‌سازی شعاعی و مماسی گونه کاج و فشرده‌سازی گونه نوئل را به این صورت عنوان کردند که در کاج تغییر چوب بهاره به چوب پاییزه ناگهانی است و همانند رفتار نوئل در فشرده‌سازی شعاعی، در ناحیه الاستیک، دیواره‌های شعاعی سلول به سمت حفره سلولی خم می‌شوند و سلول‌هایی با دیواره نازک که در اوایل دوره رویش قرار دارند زودتر تخریب می‌شوند و با افزایش فشار، تخریب در این ناحیه افزایش می‌یابد.

ولکوت (۲۰۰۳) در زمینه برگشت‌پذیری چوب فشرده‌شده تحقیقاتی به انجام رساند و تأثیر دما و رطوبت را در کامپوزیت‌های چوب بدون روکش بررسی کرد از آنجایی که تغییرپذیری ضخامت

حاصل از جذب رطوبت موجب صدمه به ساختارهای سلول می‌شود، بنابراین به دلیل بی ثباتی ابعادی، استفاده از کامپوزیت‌های چوب بدون روکش برای کاربرد در محیط‌ها محدود می‌شود. تحقیقات قبل نشان داد که کنترل پارامترهای پرس در کامپوزیت‌های بدون روکش می‌تواند منجر به فرآورده‌ای با ثبات ابعادی بهتر شود. بنابراین برای درک توسعه صدمات ایجاد شده در پرس، تنش‌های بزرگ، رفتار برگشت‌پذیری چوب فشرده‌شده و فوم پلی‌اورتان (به‌عنوان مدل) در دماهای مختلف فشرده‌گی از شیشه‌ای تا انتقال الاستیک مورد مطالعه قرار گرفت. مدول الاستیسیته و تنش تسلیم به منظور تعیین فشرده‌گی ناحیه الاستیک استفاده شد. این در حالی است که برگشت جزئی و افت انرژی دلالت بر جزء غیر الاستیک دارند. این پژوهش نشان داد که چوب با ۱۲ یا ۲۲ درصد رطوبت، شبیه به فوم پلی‌اورتان الاستومری عمل می‌کند. مدول الاستیسیته با افزایش دما فشرده‌گی برای صنوبر زرد خشک شده در آن کاهش یافت.

فورونو و همکاران (۲۰۰۴) اصلاح چوب با رزین فنل‌فرمالدئید با وزن مولکولی کم و نفوذ آن به دیواره سلول چوب سدر ژاپن را مورد بررسی قرار دادند و از حرارت برای گیرایی آن استفاده کردند. تیمار با رزین خنثی رنگ طبیعی چوب را حفظ می‌کند ولی تیمار با رزین قلیایی باعث تبدیل رنگ چوب به قهوه‌ای مایل به قرمز شد. در نهایت ثبات ابعادی آن به ۶۰ درصد رسید. شمس و همکاران (۲۰۰۶) تغییر شکل چوب فشرده و اشباع‌شده با رزین فنل‌فرمالدئید را مورد ارزیابی قرار دادند. ۸ نمونه از گونه‌های مختلف (آلبیزیا، سدر ژاپن، لوآن قرمز، نارون، صنوبر اروپایی، داگلاس‌فر، راش ژاپن، توس) تحت اشباع و فشرده‌گی با فشار ۲ مگاپاسکال قرار گرفت و نتایج نشان داد خواص مکانیکی چوب اشباع شده با رزین (به ویژه دانسیته کم) با افزایش دانسیته زیاد می‌شود. هدف از این پژوهش شناخت تیمار شیمیایی مناسب و موثر در فشرده‌سازی.

مواد و روش‌ها

برای این پژوهش از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. ابتدا نرمال بودن داده‌ها بررسی شد. تجزیه واریانس داده‌ها در قالب طرح‌های چند عاملی به صورت اثرات فاکتورهای ثابت به وسیله نرم‌افزار Minitab انجام پذیرفت. آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد به منظور مقایسه میانگین‌ها با نرم‌افزار SPSS استفاده گردید.

جهت انجام این پژوهش از گونه پالونیای کاشته شده در جنگل آموزشی و پژوهشی دکتر بهرام‌نیا، گرگان استفاده شد. عوامل متغیر طبق جدول ۱ دما، زمان پرس، جهت و درصد فشردگی بودند. در مجموع ۲۴ تیمار با ۵ تکرار در نظر گرفته شد. نمونه‌های شاهد نیز شرایط نمونه‌های تیمار را دارند. تنها تفاوت نمونه‌های شاهد با نمونه‌های تیمار شده در این است که با رزین اشباع نشده‌اند، به این صورت که در دو جهت و ۳ درصد فشردگی و دو زمان و دما پرس مشابه نمونه‌های اصلی فشرده شدند. نمونه‌ها به ابعاد ۶۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر مطابق استاندارد ایزو Bs EN 408 تهیه شد. نمونه‌ها عاری از دواير مغزی بودند و قسمت‌های معیوب (باختگی، گسیختگی، گره، ...) آن‌ها حذف گردید. با توجه به آزمایش‌های اولیه، رطوبت ۵ درصد برای اشباع چوب‌ها، مناسب در نظر گرفته شد. بنابراین نمونه‌ها برای رسیدن به رطوبت ۵ درصد در اتو با درجه حرارت ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. برای اشباع نمونه‌ها از سیلندر اشباع موجود در آزمایشگاه صنایع چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع گرگان استفاده شد. نمونه‌ها قبل و بعد از اشباع توزین شدند. فرآیند اشباع با رزین فنل‌فرمالدئید و به طریق بتل (سلول پر اصلاح شده) انجام شد. پس از اشباع، نمونه‌ها در داخل آون با حرارت ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا حلال از نمونه‌ها خارج شود. میزان جذب نمونه‌های اشباع شده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$R = \frac{W_b - W_a}{W_a} \times 100 \quad (2)$$

R = میزان جذب

W_a = وزن نمونه قبل از اشباع

W_b = وزن نمونه بعد از اشباع

برای فشرده‌سازی از پرس مدل OTT با قطر سیلندر ۲۶ سانتی‌متر استفاده گردید. فشرده‌سازی در دو جهت شعاعی و مماسی انجام شده و برای انجام فشرده‌سازی از شابلون‌های ۱۰، ۱۲ و ۱۴ میلی‌متری به ترتیب برای درصد فشردگی ۵۰، ۴۰ و ۳۰ درصد استفاده شد. نمونه‌ها در دو بازه دمایی ۱۷۰ و ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد و زمان پرس ۸ و ۱۲ دقیقه فشرده و در انتها صفحات پرس باز شدند. پس از آن، نمونه‌های فشرده شده به مدت ۲۴ ساعت در آب غوطه‌ور شدند. ضخامت نمونه‌ها پس از فشرده‌سازی و غوطه‌وری در آب اندازه‌گیری و با استفاده از معادله زیر میزان فشردگی نهایی محاسبه گردید (عدالت و همکاران ۲۰۰۹).

$$C_s = \frac{T_0 - T_c}{T_0} \times 100 \quad (1)$$

C_s درصد = درصد پسماند فشردگی

T_0 = ضخامت نمونه قبل از پرس

T_c = ضخامت نمونه بعد از شرایط دهی

جدول ۱- عوامل متغیر آزمایش و سطوح آن‌ها.

عوامل متغیر		سطوح	
تیمار شیمیایی	رزین فنل فرمالدئید	شاهد	
جهت فشردگی	شعاعی	مماسی	
درصد فشردگی	۳۰	۴۰	۵۰
دمای پرس	۱۷۰ درجه سانتی‌گراد	۱۹۰ درجه سانتی‌گراد	
زمان پرس	۸ دقیقه	۱۲ دقیقه	

پس از مرحله فشردسازی نمونه‌ها به مدت ۲ ساعت در دسیکاتور قرار داده شدند. در این حالت دما نمونه‌ها به تدریج کاهش یافته و عمل‌گیری کامل می‌گردد. پس از این مرحله ضخامت نمونه‌ها با توجه به جهت فشردگی آن‌ها با کولیس اندازه‌گیری شد. ضخامت نمونه‌ها پس از قرارگرفتن در آب به مدت ۲۴ ساعت دوباره اندازه‌گیری شد که در نهایت پسماند فشردگی با استفاده از معادله ۲ محاسبه گردید.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) بیانگر آن است که اثر مستقل فاکتورهای مطالعاتی رزین، جهت و درصد فشردگی در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد ولی اثر زمان و دما پرس معنی‌دار نیست.

اثرات متقابلی که با توجه به جدول ۲ معنی‌دار شدند نیز عبارتند از:

- (۱) جهت فشردگی و رزین (۲) درصد فشردگی و رزین (۳) دما و زمان پرس (۴) دما پرس و رزین (۵) زمان پرس و رزین (۶) درصد فشردگی و دما پرس.

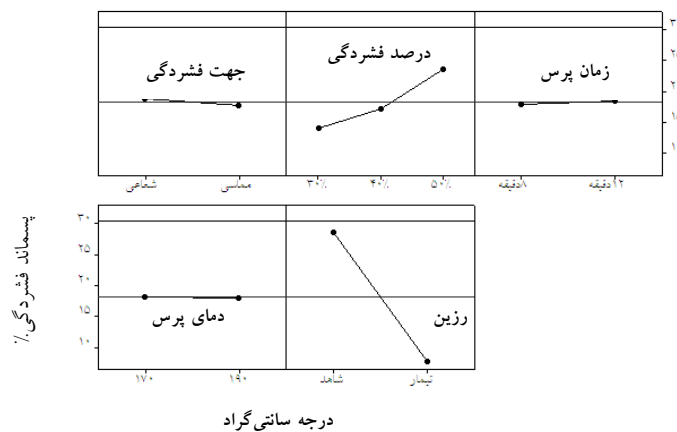
ابوالقاسم خزاعیان و همکاران

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس فاکتورهای مورد مطالعه.

مقدار p	مقدار F	پسماند فشردگی (درصد)	منبع تغییرات
۰/۰۰۶**	۷/۶۳	۸۶/۵۷	جهت فشردگی
۰/۰۰۰**	۱۶۶/۴۵	۱۸۸۸/۳۳	درصد فشردگی
۰/۲۶۴ ns	۱/۲۶	۱۴/۲۴	زمان پرس
۰/۴۳۰ ns	۰/۶۲	۷/۰۸	دما پرس
۰/۰۰۰**	۲۳۲۴/۲۵	۲۶۳۸/۱۵	رزین
۰/۹۹۷ ns	۰/۰۰	۰/۰۴	جهت × درصد فشردگی
۰/۴۶۲ ns	۰/۵۴	۶/۱۵	جهت فشردگی × زمان پرس
۰/۱۵۰ ns	۲/۰۸	۲۳/۶۵	جهت فشردگی × دمای پرس
۰/۰۰۰**	۱۳/۳۴	۱۵۱/۳۳	جهت فشردگی × رزین
۰/۶۹۵ ns	۰/۳۶	۴/۱۴	درصد فشردگی × زمان پرس
۰/۰۰۱**	۷/۸۲	۸۸/۶۹	درصد فشردگی × دمای پرس
۰/۰۰۰**	۶۹/۳۳	۷۸۶/۵۳	درصد فشردگی × رزین
۰/۰۰۳**	۹/۰۶	۱۰۲/۷۸	دما × زمان پرس
۰/۰۰۰**	۲۶/۲۲	۲۹۷/۴۴	زمان پرس × رزین
۰/۰۲۳**	۵/۲۲	۵۹/۱۸	دما پرس × رزین

** معنی داری در سطح ۰/۰۵، ns عدم معنی داری

الف: بررسی اثرات مستقل بر فشردگی نهایی (پسماند) پالونیا



شکل ۱- اثر مستقل رزین، جهت و درصد فشردگی، زمان و دما پرس بر فشردگی نهایی چوب پالونیا.

مقایسه اثر مستقل رزین نشان می‌دهد که اثر رزین بر پسماند فشردگی پالونیا معنی‌دار است. براساس نتایج آنالیز واریانس و معنی‌داری اثرات مستقل می‌توان این‌طور بیان کرد که استفاده از رزین فنل‌فرمالدئید پس از غوطه‌وری در آب در فرآیند اشباع چوب پالونیا، منجر به فشردگی نهایی بیشتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد شده است (شکل ۱). بنابراین تیمار با رزین فنل‌فرمالدئید برای کاهش برگشت ضخامت در آب و افزایش پسماند فشردگی بسیار موثر است. از طریق تیمار نمونه‌ها با رزین، به ویژه فنل‌فرمالدئید می‌توان چوب را در برابر رطوبت و جذب آب مقاوم کرد. یوهه و همکاران (۱۹۹۹) پس از تیمار پالونیا با رزین فنل‌فرمالدئید با غلظت ۱۰ درصد و فشرده‌سازی گرم و بررسی پارامترهای پرس به این نتیجه رسیدند که دما ۱۹۰ درجه و زمان ۸ دقیقه کمترین میزان برگشت‌پذیری نشان دادند که با نتایج به‌دست آمده از این آزمایش‌ها مطابقت دارد. با پلی‌مر شدن رزین و ایجاد پیوندهای عرضی، گروه‌های هیدروکسیل به آسانی در دسترس مولکول‌های آب قرار نمی‌گیرند و تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب کمتر می‌شود، در نهایت جذب آب و همچنین واکنشیدگی ناشی از آن نیز افت قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. بهبود پسماند فشردگی در آب، بر اثر تیمار با رزین فنل‌فرمالدئید به تشکیل پیوندهای عرضی با بسپارهای دیواره سلول و تغییر ماهیت آن‌ها باز می‌گردد. با ایجاد این تغییر تمایل جذب آب و رطوبت کمتر می‌شود و در نهایت کاهش برگشت و افزایش پسماند را در آب به‌همراه دارد.

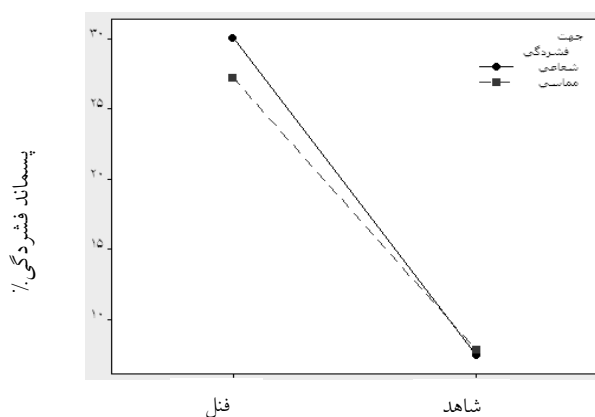
با بررسی اثر مستقل جهت‌فشردگی مشاهده می‌شود که پسماند فشردگی نمونه‌ها در جهت شعاعی به‌طور معنی‌داری بیشتر از نمونه‌هایی است که در جهت مماسی فشرده شده‌اند. در زمان فشرده‌شدن ابتدا لایه‌های ضعیف‌تر چوب بهاره فشرده می‌شوند. این پدیده با تئوری لایه‌های ضعیف ۱ در فشرده‌سازی شعاعی که توسط بادینگ ارائه و در مطالعات طبرسا و چوئی نیز تأیید شده، مطابقت دارد (طبرسا و چوئی ۲۰۰۰ و طبرسا و چوئی ۲۰۰۱). بنابراین عناصر سلولی چوب بهاره نیز سریع‌تر و بیشتر تخریب می‌شوند. در هنگام فشردگی چوب در جهت شعاعی، ابتدا چوب سبک بهاره فشرده می‌گردد. چوب بهاره پالونیا در جهت شعاعی بیشتر از چوب پائیزه فشرده می‌شود و سلول‌ها در جهت اعمال نیرو متراکم شده و حفره سلولی کاهش می‌یابد. درصد فشردگی نیز در نمونه‌های تیمار شده در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است که عامل مؤثر در افزایش پسماند فشردگی است به‌طوری که با افزایش این عامل، فشردگی نهایی نمونه‌ها بعد از غوطه‌وری در آب به‌طور معناداری افزایش می‌یابد.

بررسی‌ها بیانگر آن است که افزایش درصد فشردگی از ۳۰ به ۵۰ درصد منجر به افزایش تغییر شکل پلاستیک و در نتیجه افزایش میزان فشردگی نهائی شده است. با بررسی نتایج آزمون دانکن (جدول ۳) از نظر درصد فشردگی، سه گروه مشخص شده است. گروه اول با درصد فشردگی ۳۰ با کمترین میزان پسماند فشردگی، گروه دوم با درصد فشردگی ۴۰ با میزان متوسط پسماند فشردگی و گروه سوم با درصد فشردگی ۵۰ با بیشترین میزان پسماند فشردگی قرار دارند. با افزایش درصد فشردگی تغییر شکل به ناحیه پلاستیک رسیده که منجر به تغییر شکل دائمی و افزایش فشردگی نهایی می‌گردد.

جدول ۳- گروه‌بندی دانکن برای پسماند فشردگی در آب.

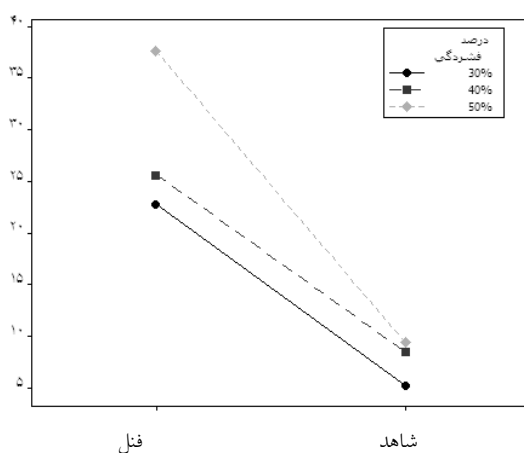
گروه‌بندی			تعداد	نوع رزین
۳	۲	۱		
		۱۳/۹۸۷۶	۸۰	۳۰
	۱۷/۰۴۵۰		۸۰	۴۰
۲۳/۵۳۲۶			۸۰	۵۰

بررسی اثرات متقابل بر فشردگی نهائی (پسماند) پالونیا در آب: در بررسی اثر متقابل رزین و جهت فشردگی با توجه به نمودار شکل ۲ می‌توان این‌گونه بیان کرد که جهت فشردگی تابعی از رزین است بنابراین نمونه‌های تیمار شده با رزین فنل فرمالدئید در هر دو جهت، پسماند فشردگی بیشتری نسبت به نمونه‌های شاهد دارد.



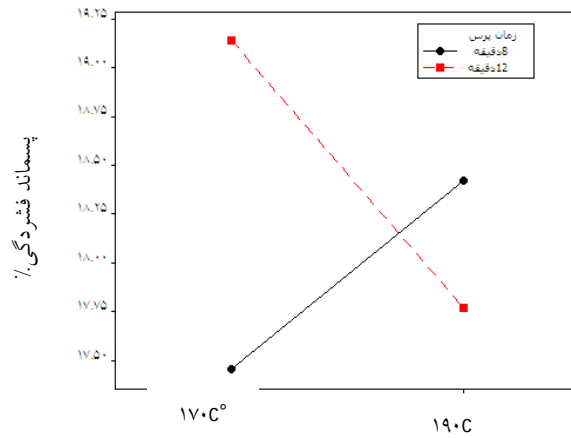
شکل ۲- اثر متقابل رزین و جهت فشردگی بر پسماند فشردگی نمونه‌ها در آب.

نمودار شکل ۳ بیانگر آن است که تأثیر درصد فشردگی بر روی پسماند فشردگی وابسته به تیمار رزین می‌باشد. به طوری که پسماند فشردگی در نمونه‌های شاهد (بدون تیمار شیمیایی) با افزایش درصد فشردگی از ۴۰ به ۵۰ تغییر قابل ملاحظه‌ای می‌کند در حالی که این تغییر در حضور رزین شدت کمتری دارد. بنابراین در حضور رزین درصد فشردگی بر میزان پسماند فشردگی تأثیر چشمگیری ندارد با این وجود در فشردگی ۵۰ درصد میزان پسماند فشردگی بیشترین مقدار است.



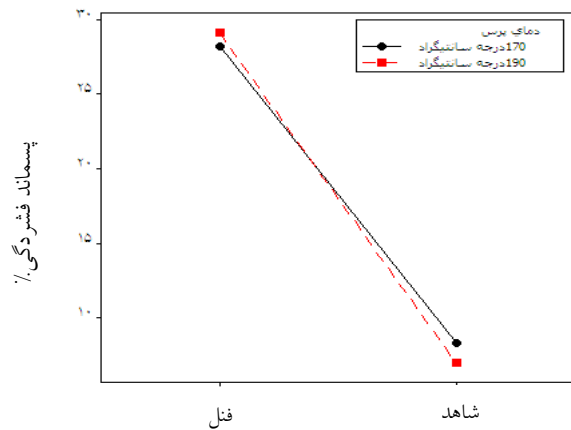
شکل ۳- اثر متقابل رزین و درصد فشردگی بر پسماند فشردگی نمونه‌ها در آب.

با بررسی تأثیر دما و زمان پرس مشاهده شد که این دو پارامتر اثر متقابل معکوس دارند. به این صورت که افزایش یکی همراه با کاهش دیگری موجب افزایش پسماند فشردگی می‌گردد. دما ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد با زمان پرس ۱۲ دقیقه و دما ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد با زمان ۸ دقیقه موجب بالاترین مقدار فشردگی نهایی نمونه‌ها در آب می‌گردد (شکل ۴).



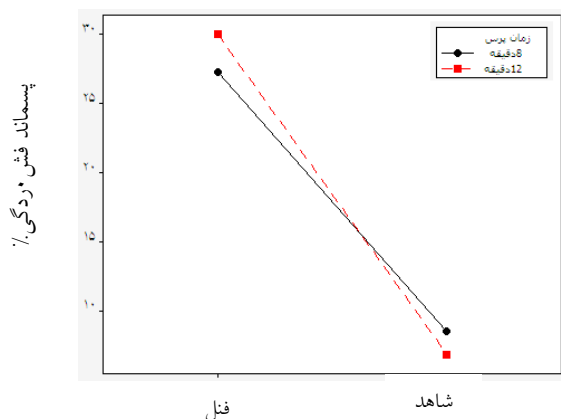
شکل ۴- اثر متقابل دما و زمان پرس بر پسماند فشردگی نمونه‌ها.

بررسی اثر متقابل رزین و دما پرس بیانگر آن است که تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین پسماند فشردگی در دما ۱۷۰ و ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد، در نمونه‌های اشباع شده با فنل وجود ندارد. در حالی که تفاوت پسماند فشردگی نمونه‌های تیمار شده و نمونه‌های شاهد معنی‌دار است. (شکل ۵).



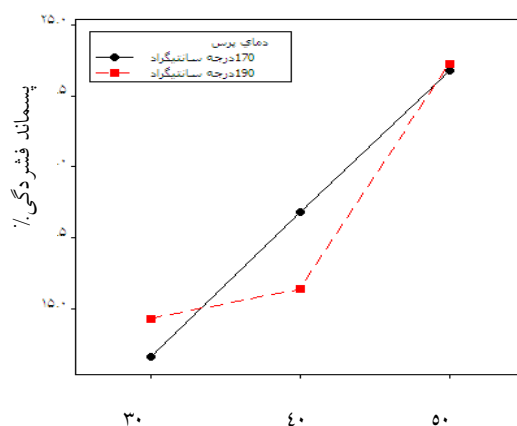
شکل ۵- اثر متقابل رزین و دما پرس بر پسماند فشردگی نمونه‌ها.

نتایج بررسی اثر متقابل رزین و زمان پرس بیان می‌کند که در زمان‌های ۸ و ۱۲ دقیقه در نمونه‌های اشباع شده با رزین فنل فرمالدئید، میزان پسماند فشردگی را نسبت به نمونه‌های شاهد افزایش می‌دهد (شکل ۶).



شکل ۶- اثر متقابل رزین و زمان پرس بر پسماند فشردگی نمونه‌ها.

نمودار شکل ۷، بیانگر آن است که افزایش درصد فشردگی به همراه افزایش دما پرس منجر به افزایش پسماند فشردگی می‌شود. بیشترین میزان پسماند در فشردگی ۵۰ درصد نشان داده شده است. افزایش دما به‌دلایلی که قبلاً ذکر شد اثر مطلوبی بر تثبیت ابعاد و اتصال پیوندهای عرضی و بالتبع افزایش پسماند داشته است. البته در درصد فشردگی ۵۰ میزان فشردگی نهایی در دما ۱۷۰ و ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد تفاوت چندانی ندارد.



شکل ۷- اثر متقابل درصد فشردگی و دما پرس بر پسماند فشردگی نمونه‌ها.

نتیجه گیری

در این مطالعه فرآیند فشردگی چوب پالونیا با رزین فنل فرمالدئید و شاهد توسط پرس گرم، تحت تأثیر متغیرهای پرس (جهت و درصد فشردگی، دما و زمان پرس) مورد بررسی قرار گرفت. تأثیر مستقل جهت و درصد فشردگی و رزین بر پسماند فشردگی نمونه‌ها در سطح ۵ درصد معنی دار شد. نتایج آنالیز واریانس بیان می‌دارد که اشباع با رزین، افزایش درصد فشردگی در هر دو جهت منجر به افزایش فشردگی نهایی می‌شود. با افزایش درصد فشردگی، تراکم بافت چوبی افزایش و تخلخل آن کاهش می‌یابد که نتیجه این عمل افزایش دانسیته چوب فشرده شده است که به دلیل افزایش تغییر شکل پلاستیک موجب افزایش فشردگی نهایی می‌گردد. در نهایت می‌توان نتیجه‌گیری کرد که اشباع چوب نیمه بخش روزنه‌ای پالونیا با رزین فنل فرمالدئید و فشردگی آن در زیر پرس گرم منجر به کاهش جذب آب و در نتیجه افزایش فشردگی نهایی آن می‌شود.

منابع

1. Bodig, J., and Jayne, B.A. 1982. Mechanics of Wood and Wood Composites. Van Nostrand Reynold Compony, New York.
2. Furuno, T., Imamura, Y., and Kajita, H. 2004. The modification of wood by treatment with low molecular weight phenol-formaldehyde resin: properties enhancement with neutralized phenolic resin and resin penetration in to wood cell. J. Wood Science. 37: 349-361.
3. Kollman, F.P., Kuenzi, E.W., and Stamm, A.J. 1975. Principle of wood science and Technology, Vol. 2. Wood based materials, 1st Edition, Springer- verlag Newyork, Heidelberg, Berlin: 703.
4. Omidvar, A. 2009. wood-polymer composites. publication of agricultural and natural resources of Gorgan university. 120 p.
5. Rowell, R.M., and Konkol, P. 1987. Treatment that enhance physical properties of wood. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-55. Madison, WI: us. Development of agriculture, Forest service, Forest products laboratory. 12 p.
6. Shams, M.D., Kagemori, N., Yano, H. 2006. Compressive deformation of wood impregnation with low molecular weight phenol-formaldehyde (PF) VI: Species dependency. J. wood Science. 52: 179-183.
7. Tabarsa, T., and Chui, Y.H. 2000. Stress-strain Response of Wood Under Radial Compression. Part I. Test Method and Influences if Cellular Properties J. wood fiber science. 32 (2): 144-152.

8. Tabarsa, T., and Chui, Y.H. 2001. Characterizing microscopic behaviour of wood under transverse compression. part 2: Effect of species and loading direction. J. wood fiber science. 31: 166-171.
9. Wolcott, M.P. 2003. Temperature and moisture influence on compression-recovery behavior of wood. J. wood and fiber science. 35 (4): 540-551.
10. Yuhe, Ch., and Muehl, J.H. 1999. Factors of affecting the spring back of compressed Paulownia wood. J. Forestry research. 10 (3):168-172.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(4), 2012
<http://jwsc.gau.ac.ir>

Study of Compression Conditions on Compression Set in Treated Paulownia with Phenol Formaldehyde

**A. Khazaiean¹, *M. Sekaloo², T. Tabarsa³ and
M.R. Masteri Farahani⁴**

¹Assistant Prof., ²M.Sc. student & ³Associate Prof., Wood Composites, Faculty of Wood Technology and Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ⁴Assistant Prof., Dept. of Wood Sciences and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Received: 2010-5-11; Accepted: 2011-5-24

Abstract

Paulownia is one of the fast-growing species that was attended to supply industrial requirement in recent years. The application of this species is limited because of low density, so wood modification via compression and densification is an effective method. For this purpose, the paulownia boles were prepared from Shastkalateh forest and cut into blocks with 60×20×20 mm dimension. The variable factors of this test were effective factors in press process consist of compression percentage and direction and percentage of compression, press time and press temperature. Specimens were impregnated with 10% concentration PF resins before compression. Densification was done at 3 percentages (30%, 40% and 50%) and two directions (radial, tangential). Pressing process were done at two temperature levels (170 and 190°C), and two periods of time (8 and 12 minute) residual compression was determined after 24 hour submerging in the water. Results showed that compression percentage and direction in modified wood had significant difference compared with control samples. But the effects of press temperature and time were not significant. The best treatment for paulownia wood was obtained in radial direction and 50% compression. But it depends on conditions.

Keywords: Paulownia; Densification; Residual compression; Phenol formaldehyde

*Corresponding author: m_woodthec@yahoo.com

