



دانشگاه گولستان، دانشکده علوم و فنآوری

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد نوزدهم، شماره سوم، ۱۳۹۱

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

## اثر تیمار روغن گرمایی بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی چوب راش

علیرضا تنعمی<sup>۱</sup>، \* بهبود محبی<sup>۲</sup> و سامان قهری<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس،

<sup>۲</sup> دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۳۰

### چکیده

در این پژوهش، اثر تیمار روغن گرمایی بر خواص فیزیکی و مکانیکی چوب راش به‌عنوان یکی از روش‌های اصلاح گرمایی چوب مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور نمونه‌های آزمونی از چوب راش با ابعاد  $20 \times 20 \times 20$  میلی‌متر (طولی  $\times$  شعاعی  $\times$  مماسی) برای بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیکی و  $20 \times 20 \times 140$  میلی‌متر (طولی  $\times$  شعاعی  $\times$  مماسی) برای مطالعه برخی از خواص مکانیکی برش داده شدند و در روغن آفتاب‌گردان در دماهای ۲۰۰، ۲۳۰ و ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳۰ دقیقه تیمار گردیدند. برای تعیین ویژگی‌های جذب آب و واکشیدگی، نمونه‌های چوب در آب غوطه‌ور شدند. مقاومت‌های خمشی و مقاومت به ضربه در نمونه‌های تیمار شده و تیمار نشده تعیین گردیدند. نتایج بررسی نشان دادند که تیمار روغن گرمایی سبب کاهش معنی‌دار جذب آب و واکشیدگی چوب راش گردید. تیمار این چوب در روغن آفتاب‌گردان با دماهای گوناگون سبب افزایش بازدارندگی جذب آب و اثر ضدواکشیدگی شد. همچنین مشخص شد که با افزایش دمای تیمار، ویژگی‌های مکانیکی (مقاومت‌های خمشی و ضربه) کاهش یافتند.

واژه‌های کلیدی: اصلاح روغن گرمایی، روغن آفتاب‌گردان، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی، راش شرقی

(*Fagus orientalis* Lipsky)

\* مسئول مکاتبه: [mohebyb@modares.ac.ir](mailto:mohebyb@modares.ac.ir)

## مقدمه

اصلاح گرمایی یا حرارتی چوب یکی از روش‌های شناخته‌شده‌ای می‌باشد که امروزه توسط پژوهش‌گران و صنایع مربوطه مورد توجه قرار گرفته است. این روش‌ها براساس کاهش خاصیت آب دوستی چوب و با استفاده از گرمای زیاد سبب بهبود ثبات ابعاد و افزایش دوام زیستی می‌گردند (راپ و سیلر، ۲۰۰۱). در این‌حال در برخی از کشورهای اروپایی مانند فرانسه (دیروول و گویونت، ۱۹۹۳؛ فرنوا، ۲۰۰۱؛ پیرماناود و همکاران، ۲۰۰۲)، فنلاند (سریانن و کانگاس، ۲۰۰۰؛ سریانن، ۲۰۰۱)، آلمان (سیلر و همکاران، ۲۰۰۰؛ راپ و سیلر، ۲۰۰۱) و هلند (بونسترا و همکاران، ۱۹۹۸؛ تیجیردسما و همکاران، ۲۰۰۰؛ میلیتز و تیجیردسما، ۲۰۰۱) با توجه به پژوهش‌های وسیع و توانمندی‌های فنی بالا، تولید چوب‌های اصلاح شده به روش گرمایی به مقیاس صنعتی رسیده‌اند. اساس روش‌های اصلاح گرمایی، تغییر شیمی پایه چوب با استفاده از گرما با دمای بالا می‌باشد. گرما در درجه‌های بالاتر سبب می‌شود که ماهیت شیمیایی مواد سازنده دیواره سلولی دچار تغییر شود و این تغییرات بیش‌تر در همی سلولزها و لیگنین روی می‌دهند و سلولز کم‌تر تحت تأثیر قرار می‌گیرد (تیجیردسما و همکاران، ۱۹۹۸؛ تیجیردسما و میلیتز، ۲۰۰۵؛ ساندکوئیست و همکاران، ۲۰۰۶a؛ گروت و همکاران، ۱۹۹۹). نتایج مطالعات گذشته نشان داده‌اند که همی سلولزها از دمای بالاتر از ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد دچار تخریب می‌شوند و لیگنین نیز از دمای ۱۷۰-۱۶۰ درجه سانتی‌گراد به بالا شروع به روان شدن می‌کند (ساندکوئیست و همکاران، ۲۰۰۶b). درجه بلورینگی سلولز نیز با بالا رفتن دمای تیمار، افزایش می‌یابد (یلدیز و گوموشکایا، ۲۰۰۲). تیمارهای گرمایی؛ به‌ویژه تیمار گرمایی، سبب کلاپس شدن چوب می‌گردند (بونسترا و همکاران، ۲۰۰۶a؛ بونسترا و همکاران، ۲۰۰۶b؛ بهویان و همکاران، ۲۰۰۲). رنگ چوب نیز بر اثر تیمارهای گرمایی به تیره‌تر شدن می‌گراید (ساندکوئیست و همکاران، ۲۰۰۶a؛ ساندکوئیست و همکاران، ۲۰۰۶b).

در تیمارهای گرمایی از مواد مختلفی به‌عنوان ناقل حرارت استفاده می‌شود که از آن جمله می‌توان به بخار آب، اتمسفر نیتروژن و روغن داغ اشاره کرد. فرآیند تیمار با روغن‌های داغ بر مبنای روش ساده حرارت دادن چوب در روغن‌های داغ گیاهی می‌باشد. این روغن‌ها سبب می‌شوند که گرما به‌صورت یکنواخت به داخل چوب منتقل شود و تیمار در تمامی بافت چوب به‌طور یکسان و یکنواخت صورت گیرد و از سوی دیگر دسترسی اکسیژن به چوب محدود گردد تا هنگام تیمار، خطر آتش‌سوزی کاسته شود. روغن‌های گیاهی، به‌دلیل ساختار فیزیکی و شیمیایی خاص خود برای اصلاح روغن گرمایی مناسب می‌باشند. این روغن‌ها طبیعی هستند و جزو مواد تجدیدشونده و غیرسمی می‌باشند، باز زیست‌محیطی چندانی ندارند و بدون مشکل دی‌اکسیدکربن نیز هستند.

پژوهش‌های گوناگونی درباره تأثیر تیمار با روغن داغ بر خواص فیزیکی و مکانیکی انجام شده‌اند و نتایج متفاوتی نیز گزارش گردیده‌اند. وانگ و کوپر (۲۰۰۵) اثر تیمار روغن داغ بر ویژگی‌های رطوبتی چوب نوئل سفید را مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که پس از تیمار چوب با روغن داغ، جذب آب کاهش و ثبات ابعاد نمونه‌های آزمون‌های افزایش می‌یابند. راپ و سیلر (۲۰۰۱) اثر تیمار با روغن داغ شاهدانه بر ویژگی‌های مکانیکی چوب‌های تیمار شده را بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان دادند که تیمار با روغن سبب کاهش معنی‌داری در مقاومت خمشی و مقاومت به ضربه چوب‌های تیمار شده نسبت به نمونه‌های شاهد می‌گردد. مانالو و آکدا (۲۰۰۹) اثر تیمار روغن گرمایی بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی سه گونه بامبو گرمسیری را مورد بررسی قرار دادند. نتایج به‌دست آمده از آزمون‌های مکانیکی نشان دادند که ویژگی مقاومتی بامبو تحت تأثیر دما و مدت زمان تیمار می‌باشد و با افزایش دما مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی نمونه‌های تیمار شده کاهش می‌یابند.

هدف اصلی تیمارهای گرمایی کاهش رفتار آب‌دوستی چوب از طریق اصلاح ویژگی ترکیبات سازنده آن می‌باشد. فرآیندهای اصلاح گرمایی معمولاً با تخریب حرارتی همراه هستند و منجر به کاهش خواص مکانیکی چوب می‌گردند. به این خاطر، برقراری تعادل بین اصلاح خواص رطوبتی و مشکل کاهش خواص مکانیکی بسته به نوع کاربرد، دارای اهمیت می‌باشد. بنابراین، پژوهش کنونی به‌عنوان پژوهشی آغازین، با هدف ارزیابی تیمار چوب راش ایران با روغن آفتاب‌گردان و تأثیر آن بر برخی از ویژگی‌های رطوبتی و مکانیکی این چوب انجام شد.

### مواد و روش‌ها

**تیمار روغن گرمایی:** در این پژوهش نمونه‌های چوب از جنگل آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس و از ۳ متر اول تنه ۴ درخت راش (*Fagus orientalis* Lipsky) تهیه شدند. از چوب درختان تهیه شده، نمونه‌هایی با ابعاد ۲۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر (طولی × شعاعی × مماسی) برای بررسی خواص رطوبتی و ۲۰×۲۰×۱۴۰ میلی‌متر (طولی × شعاعی × مماسی) برای بررسی ویژگی‌های مکانیکی استفاده شد. قبل از تیمار نمونه‌ها در آون و در دمای  $103 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند تا وزن خشک پیش از تیمار محاسبه شود. سپس نمونه‌های آزمون در روغن آفتاب‌گردان، در دماهای ۲۰۰، ۲۳۰ و ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه و در درون سیلندری فولادی تحت سیستم کنترل دمایی تیمار شدند. پس از تیمار، نمونه‌ها به مدت ۵ روز در هوای آزاد

(دمای حدود ۲۳ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $65 \pm 3$  درصد) قرار گرفتند تا در صورت باقی ماندن روغن اضافی از چوب خارج شود. برای تعیین تغییر احتمالی وزن در طی تیمار، نمونه‌ها در آون با دمای  $103 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند تا وزن خشک پس از تیمار نیز محاسبه گردد. میزان تغییر وزن نمونه‌های تیمار شده براساس رابطه ۱ تعیین گردید.

$$M_t = (W_0 - W_t) / W_0 \times 100 \quad (1)$$

که در آن،  $M_t$ : میزان افت وزن ناشی از تیمار روغن گرمایی (درصد)،  $W_t$ : وزن خشک نمونه پس از تیمار (گرم) و  $W_0$ : وزن خشک نمونه پیش از تیمار (گرم).

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی: آزمایش‌های جذب آب و واکنشیدگی ناشی از غوطه‌وری در آب مطابق استاندارد ASTM آیین‌نامه D ۴۴۴۶-۰۵ انجام گردید. برای هر یک از تیمارها ۲۰ تکرار در نظر گرفته شد. نمونه‌ها در داخل آب مقطر غوطه‌ور گردیدند و در زمان‌های مختلف وزن و ابعاد آن‌ها اندازه‌گیری شدند تا براساس رابطه ۲ مقدار جذب آب و رابطه ۲ واکنشیدگی چوب در طی مدت زمان غوطه‌وری تعیین گردند.

$$A_t = (W_t - W_0) / W_0 \times 100 \quad (2)$$

که در آن،  $A_t$ : مقدار جذب آب در زمان غوطه‌وری  $t$  (درصد)،  $W_t$ : وزن نمونه در زمان غوطه‌وری  $t$  (گرم) و  $W_0$ : وزن خشک نمونه پیش از غوطه‌وری (گرم).

مقدار واکنشیدگی در زمان غوطه‌وری  $t$  برای جهات طولی، شعاعی و مماسی با رابطه ۳ محاسبه شد.

$$S_{Lt} = (L_t - L_0) / L_0 \times 100 \quad (3)$$

$$S_{Rt} = (R_t - R_0) / R_0 \times 100$$

$$S_{Tt} = (T_t - T_0) / T_0 \times 100$$

که در آن،  $S_{(Lt, Rt, Tt)}$ : مقدار واکنشیدگی (طولی، شعاعی و مماسی) در زمان غوطه‌وری  $t$  (درصد)،  $L_t$ ،  $R_t$  و  $T_t$  به ترتیب ابعاد مماسی، شعاعی و طولی نمونه در هنگام غوطه‌وری در زمان  $t$  (میلی‌متر) و  $L_0$ ،  $R_0$  و  $T_0$  ابعاد مماسی، شعاعی و طولی نمونه پیش از غوطه‌وری در آب (میلی‌متر).

در نهایت واکشیدگی حجمی با رابطه ۴ به دست آمد:

$$S_V = S_L + S_R + S_T \quad (4)$$

که در آن،  $S_V$ : مقدار واکشیدگی حجمی (درصد)،  $S_L$ : واکشیدگی نمونه در جهت طولی (درصد)،  $S_R$ : واکشیدگی نمونه در جهت شعاعی (درصد) و  $S_T$ : واکشیدگی نمونه در جهت مماسی (درصد).  
اثر بازدارندگی جذب آب ( $WRE$ ) با رابطه ۵ و اثر ضدواکشیدگی ( $ASE$ ) با رابطه ۵ محاسبه گردیدند.

$$WRE = (A_c - A_t) / A_c \times 100 \quad (5)$$

که در آن،  $WRE$ : مقدار بازدارندگی جذب آب (درصد)،  $A_t$ : جذب آب نمونه تیمار شده (درصد) و  $A_c$ : جذب آب نمونه تیمار نشده (درصد).

$$ASE = (S_c - S_t) / S_c \times 100 \quad (6)$$

که در آن،  $ASE$ : مقدار بازدارندگی واکشیدگی (درصد)،  $S_t$ : واکشیدگی نمونه تیمار شده و  $S_c$ : واکشیدگی نمونه تیمار نشده (درصد).

اندازه‌گیری خواص مکانیکی: آزمون خمش سه‌نقطه‌ای مطابق با آیین‌نامه ۹۴-۱۴۳ D استاندارد ASTM و با استفاده از دستگاه آزمون مکانیکی Dartec و آزمون مقاومت به ضربه (بدون فاق) مطابق آیین‌نامه ۰۴-۲۵۶ D استاندارد ASTM و با استفاده از دستگاه ضربه نوع ایزود ساخت شرکت سنتام ایران اندازه‌گیری شدند. برای هر یک از تیمارها ۱۰ تکرار در نظر گرفته شد.

تجزیه تحلیل آماری: برای تعیین اثر تیمار روغن گرمایی بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی چوب، از طرح کاملاً تصادفی متعادل و برای مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد.

## نتایج

تغییر وزن ناشی از تیمار: نتیجه بررسی و تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به‌دست آمده از افت وزن ناشی از تیمار روغن گرمایی و مقایسه و گروه‌بندی میانگین هر یک از تیمارهای دمایی اعمال شده در

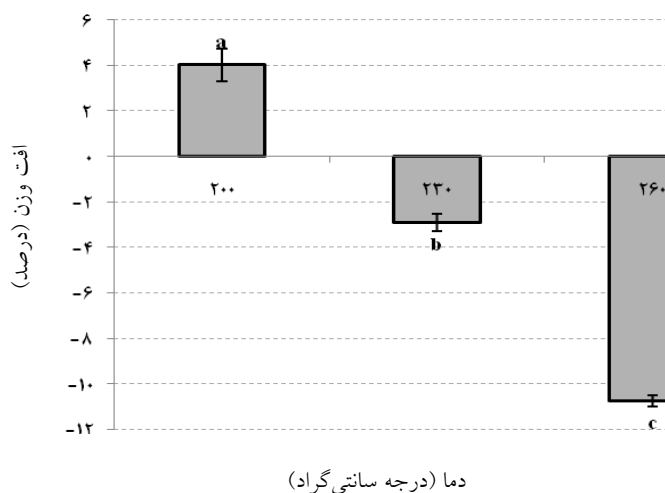
- 
- 1- Water Repellent Effect
  - 2- Anti-Swelling Effect (ASE)

طی تیمار به‌طور خلاصه در جدول ۱ آورده شده‌اند. این نتایج نشان داده‌اند که افزایش دمای تیمار بر افت وزن نمونه‌های چوب راش اثری معنی‌دار می‌گذارد.

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس پارامترهای اندازه‌گیری شده در تیمار روغن گرمایی چوب راش و گروه‌بندی به روش دانکن.

پارامتر	آزمون معنی‌داری واریانس	گروه‌بندی دانکن*			
		a	b	c	d
افت وزن ناشی از تیمار	۲۵۱/۷۳۷**	۲۰۰ درجه سانتی‌گراد	۲۳۰ درجه سانتی‌گراد	۲۶۰ درجه سانتی‌گراد	-
مدول الاستیسیته	۶/۳۹۸**	تیمار نشده، ۲۰۰ و ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد	۲۶۰ درجه سانتی‌گراد	-	-
مقاومت خمشی	۱۵/۳۶۹**	تیمار نشده، ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد	۲۳۰ درجه سانتی‌گراد	۲۶۰ درجه سانتی‌گراد	-
مقاومت ضربه	۳۷/۶۶۵**	تیمار نشده	۲۰۰ درجه سانتی‌گراد	۲۳۰ درجه سانتی‌گراد	۲۶۰ درجه سانتی‌گراد

\* ترتیب گروه‌بندی میانگین‌ها از بیش‌ترین (a) به کم‌ترین (d) می‌باشد و \*\* معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد اعتماد آماری.



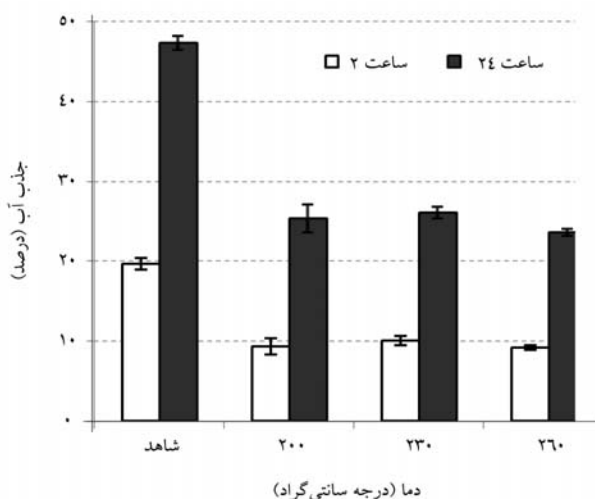
شکل ۱- اثر تیمار روغن گرمایی بر افت وزن ناشی از تیمار روغن گرمایی در چوب راش.

اثر افزایش دمای تیمار روغن گرمایی بر افت وزن چوب راش در شکل ۱ نشان داده شده است. از نتایج چنین برآمد که در چوب راش، تیمار در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد سبب افت اندکی در وزن نمونه‌ها شد؛ اما با افزایش دمای تیمار نه تنها افت وزن مشاهده نگردید؛ بلکه با بالاتر رفتن دما نیز افزایش وزن تا حدود ۴ درصد برای دمای ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد و ۱۱ درصد برای دمای ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد روی داد.

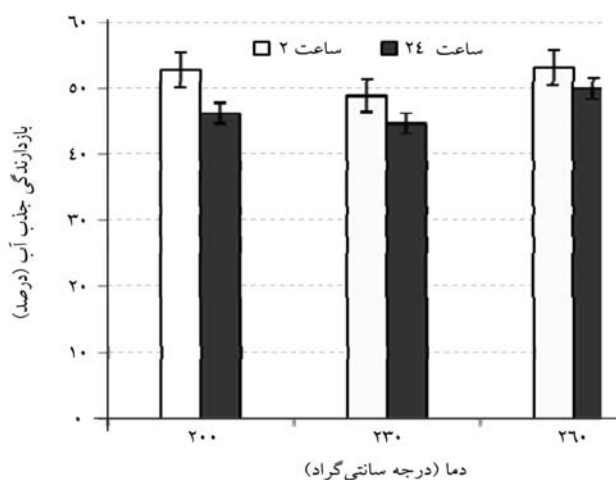
افت وزن در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد خود بیانگر خروج برخی از مواد تخریب شده در اثر گرمای زیاد می‌باشد؛ اما با بالاتر رفتن دما و خروج هرچه بیش‌تر مواد تخریبی از چوب، احتمالاً فضای کافی برای ورود روغن داغ به درون بافت چوب مهیا شده است. بنابراین به نظر می‌رسد که در دمای ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد مقدار اندکی از روغن و در دمای ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد مقدار بیش‌تری از روغن توانایی نفوذ به درون چوب تیمار شده را پیدا کرده است.

جذب آب: نتایج اثر تیمار با روغن داغ در دماهای مختلف (۲۰۰، ۲۳۰ و ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد) بر میزان جذب آب و بازدارندگی جذب آب (WRE) چوب راش پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در شکل‌های ۲ و ۳ آمده‌اند. به‌طورکلی، نتایج این بررسی نشان دادند که تیمار روغن گرمایی چوب راش به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای سبب افت ویژگی جذب آب چوب راش گردید و افزایش اثر بازدارندگی جذب آب تا بیش از ۴۵ درصد شد. همان‌طورکه در شکل ۲ ملاحظه می‌گردد با افزایش زمان غوطه‌وری از ۲ ساعت به ۲۴ ساعت، میزان جذب آب افزایش می‌یابد. همچنین، بر اثر تیمار روغن گرمایی میزان جذب آب چوب راش پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نسبت به نمونه تیمار نشده، به مقدار زیادی کاهش یافت؛ ولی در دماهای مختلف تیمار، تفاوت بارزی در میزان جذب آب مشاهده نگردید.

در شکل ۳ نیز اثر تیمار روغن گرمایی را بر بازدارندگی جذب آب چوب راش پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب دیده می‌شود. نتایج نشان داده‌اند که تیمار با روغن گیاهی سبب بهبود اثر بازدارندگی جذب آب (تا بیش از ۴۵ درصد) در نمونه‌های تیمار شده گردید.



شکل ۲- اثر تیمار روغن گرمایی بر جذب آب چوب راش.



شکل ۳- اثر تیمار روغن گرمایی بر بازدارندگی جذب آب چوب راش.

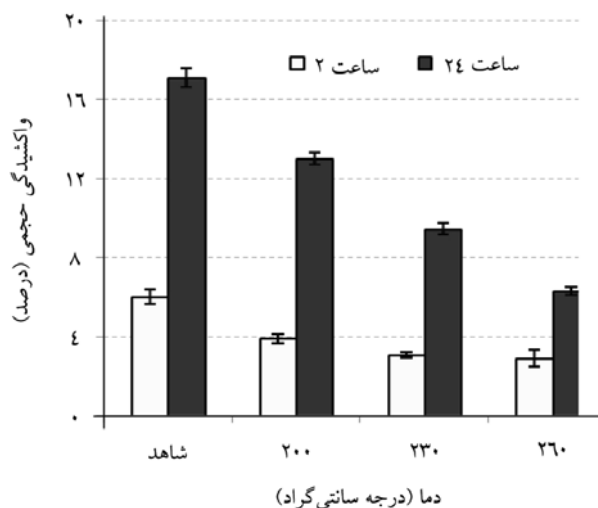
واکسیدگی حجمی و اثر بازدارندگی واکسیدگی (ASE): در شکل های ۴ و ۵ اثر تیمار روغن گرمایی در دماهای مختلف بر میزان واکسیدگی حجمی و بازدارندگی واکسیدگی (ASE) چوب راش پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نشان داده شده است. نتایج نشان دادند که با افزایش دمای



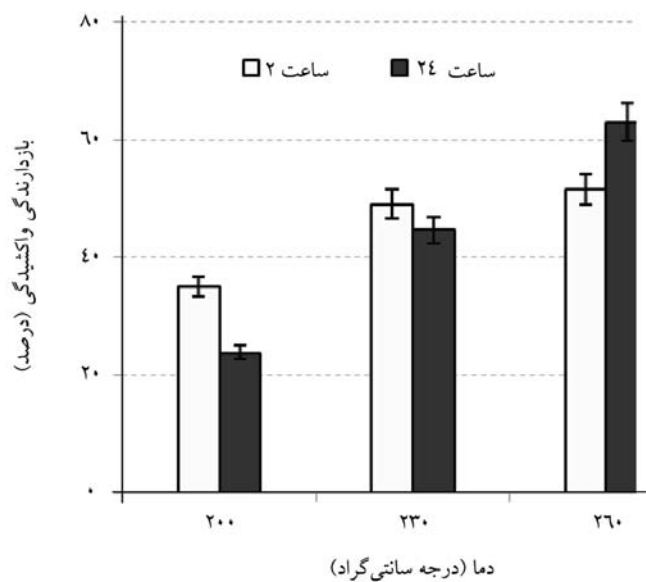
تیمار، واکشیدگی حجمی چوب راش کاهش قابل توجهی پیدا کرد و اثر ضدواکشیدگی آن افزایش یافت. در واقع، تیمار روغن گرمایی باعث بهبود اثر بازدارندگی واکشیدگی و ثبات ابعاد در نمونه‌های تیمار شده راش گردید؛ به نحوی که با افزایش دمای تیمار از ۲۰۰ به ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد اثر ضدواکشیدگی به‌طور قابل توجهی از حدود ۲۰ درصد به بیش از ۶۰ درصد رسید.

**مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی:** خلاصه نتایج آنالیز واریانس و گروه‌بندی دانکن نشان دادند که تیمار روغن گرمایی بر مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی چوب راش اثر معنی‌داری می‌گذارد (جدول ۱). براساس نتایج، افزایش دمای تیمار تا ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد، تغییر معنی‌داری را در مدول الاستیسیته چوب راش سبب نگردید؛ ولی در دمای ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد مدول الاستیسیته به‌طور معنی‌داری (حدود ۲۲ درصد) نسبت به نمونه شاهد کاهش نشان داد (شکل ۶).

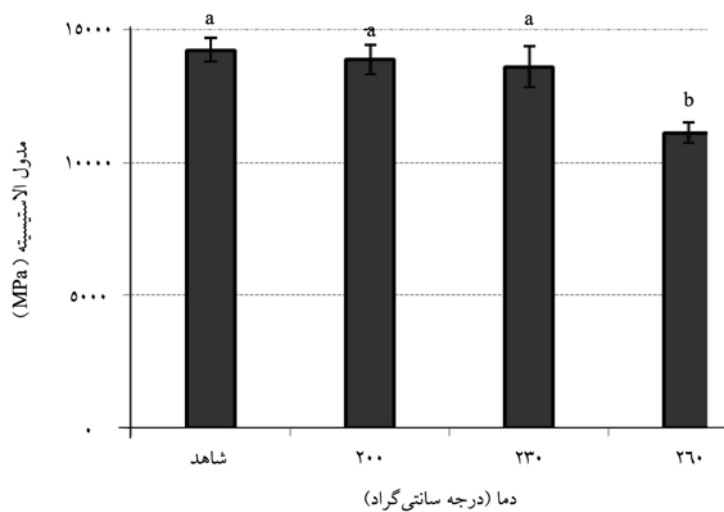
بررسی مقاومت خمشی نیز نشان داد که صرفاً افزایش دمای تیمار به بیش از ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد، سبب افت مقاومت خمشی چوب راش گردید. به نحوی که این دما سبب افت مقاومت خمشی در حدود ۳۷ درصد شد؛ ولی تیمار چوب در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، اساساً اثر معنی‌داری بر تغییر مقاومت خمشی نداشت (شکل ۷).



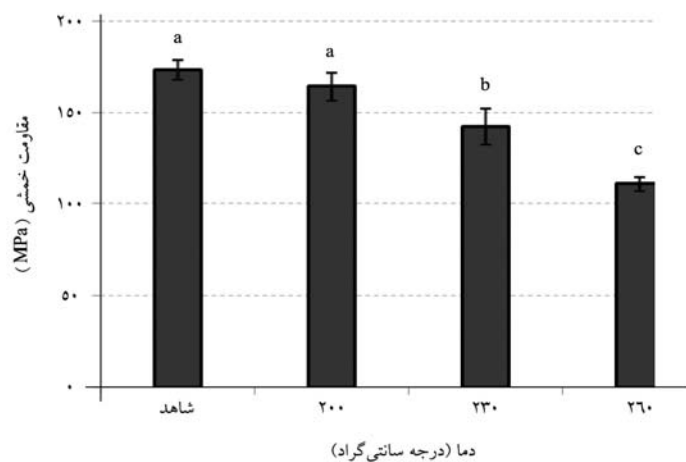
شکل ۴- اثر تیمار روغن گرمایی بر واکشیدگی حجمی چوب راش.



شکل ۵- اثر تیمار روغن گرمایی بر بازدارندگی واکسیدگی چوب راش.

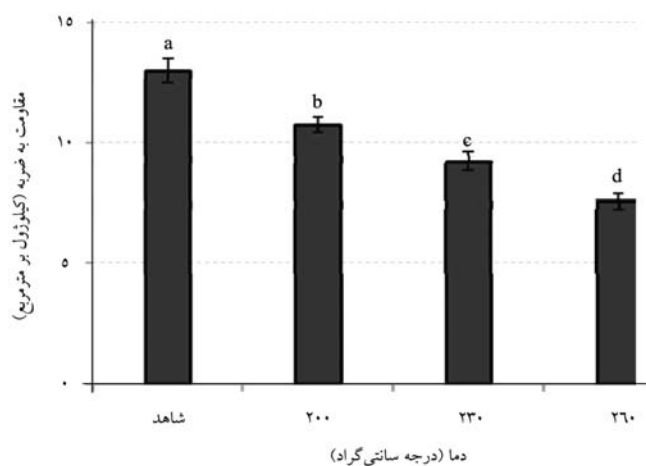


شکل ۶- اثر تیمار روغن گرمایی داغ بر مدول الاستیسیته چوب راش.



شکل ۷- اثر تیمار روغن گرمایی بر مقاومت خمشی چوب راش.

مقاومت به ضربه: بررسی آماری داده‌های مقاومت چوب راش نسبت به نیروی ضربه نشان داد که تیمار روغن گرمایی چوب اثر معنی‌داری بر این مقاومت دارد (جدول ۱). شکل ۸ به‌خوبی اثرگذاری تیمار را بر مقاومت ضربه نشان می‌دهد. همان‌گونه که دیده می‌شود، نتایج این بررسی نشان دادند که با افزایش دمای تیمار، از مقاومت به ضربه چوب راش کاسته می‌گردد. مقاومت به ضربه در دماهای ۲۰۰، ۲۳۰ و ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب با کاهش ۱۸، ۲۹ و ۴۲ درصد نسبت به نمونه تیمار نشده مواجه شد.



شکل ۸- اثر تیمار روغن گرمایی بر مقاومت به ضربه چوب راش.

## بحث و نتیجه‌گیری

اساساً در تیمارهای گوناگون گرمایی، افزایش دمای تیمار اثر خود را به صورت کاهش وزن چوب آشکار می‌سازد. این پدیده به دلیل تخریب بسیار همی سلولز و خروج مواد استخراجی ناشی از آن در طی تیمار می‌باشد. در حالی که در نمونه‌های چوب راش تیمار شده با روغن گیاهی داغ و در دماهای ۲۳۰ و ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد این پدیده سبب افزایش وزن شد. دلیل بروز این پدیده را می‌توان به ایجاد فضاهای خالی در درون ساختار دیواره‌های سلولی بر اثر خروج مواد تخریب‌یافته و جایگزینی آن‌ها با روغن گیاهی نسبت داد. بر خلاف نمونه‌های تیمار شده در دماهای بالاتر، در نمونه‌های تیمار شده در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، افت وزن روی داد. این به این معنی است که هنوز شرایط ساختاری دیواره برای نفوذ یافتن روغن به دیواره‌ها مناسب نبوده است. باید یادآور شد که در بالاترین دما، میزان نفوذ روغن به درون چوب حدود ۱۱ درصد بوده است.

از سوی دیگر، نتایج نشان دادند که تیمار روغن گرمایی می‌تواند خواص رطوبتی چوب را بهبود بخشد و تا حدود زیادی از مقدار آب‌دوستی آن بکاهد. تیمار با روغن داغ سبب کاهش مقدار جذب آب و بهبود اثر بازدارندگی جذب آب (WRE) در چوب‌های تیمار شده می‌گردد. همچنین دیده شد که تیمار گرمایی با روغن سبب کاهش واکشیدگی و بهبود اثر بازدارندگی واکشیدگی (ASE) در چوب تیمار شده می‌گردد. علت این پدیده را می‌توان چنین بیان کرد که گرمای ناشی از روغن داغ سبب تغییر ماهیت شیمیایی و ساختار دیواره‌های سلولی (تیجیردسما و میلیتز، ۲۰۰۵؛ تیجیردسما و همکاران، ۱۹۹۹؛ بونسترا و همکاران، ۲۰۰۶a؛ بونسترا و همکاران، ۲۰۰۶b) و در برخی موارد تخریب حرارتی مواد سازند دیواره سلولی، به‌ویژه همی سلولزها (که از عوامل مهم رفتار آب‌دوستی چوب هستند)، می‌گردد (سندکویست و همکاران، ۲۰۰۶a؛ سندکویست و همکاران، ۲۰۰۶b؛ بونسترا و همکاران، ۱۹۹۸؛ تیجیردسما و همکاران، ۲۰۰۰؛ میلیتز و تیجیردسما، ۲۰۰۱) و در نتیجه مقدار جذب آب و واکشیدگی چوب کاهش می‌یابند و افزایش دمای تیمار نیز می‌تواند این پدیده را تشدید کند. از سوی دیگر، بررسی‌ها نشان دادند که تیمارهای گرمایی سبب افزایش درجه بلورینگی سلولز می‌شوند (یلدیز و گوموشکایا، ۲۰۰۷؛ بهویان و همکاران، ۲۰۰۲). در واقع با افزایش درجه بلورینگی سلولز، تمایل به جذب آب کاهش می‌یابد. وانگ و کوپر (۲۰۰۵) نتایج مشابهی را مبنی بر اثر تیمار روغن داغ بر کاهش جذب آب و افزایش ثبات ابعاد چوب گزارش کردند. بررسی‌های انجام شده درباره دیگر تیمارهای گرمایی چوب نیز نشان دادند که دانسیته با افت مواجه می‌شود (یلدیز و گوموشکایا، ۲۰۰۷)

و این کاهش در اثر خروج مواد دیواره سلولی و تخریب ساختار دیواره‌های سلولی روی می‌دهد (گروت و همکاران، ۱۹۹۹؛ بونسترا و همکاران، ۲۰۰۶a؛ بونسترا و همکاران، ۲۰۰۶b).

همان‌طور که نتایج این بررسی نشان دادند که تیمار با روغن داغ سبب کاهش ویژگی‌های مکانیکی چوب (به‌ویژه مقاومت به ضربه و مقاومت خمشی) می‌شود و با افزایش دمای تیمار افت خواص تشدید می‌گردد. تیمار گرمایی با روغن داغ همانند دیگر روش‌های تیمار گرمایی چوب می‌تواند سبب کاهش دانسیته ناشی از خروج مواد دیواره سلولی به دلیل تخریب کربوهیدرات‌های سازنده آن (تجیردسما و همکاران، ۱۹۹۸)، افزایش تردی و شکنندگی چوب شود که دلیل اصلی کاهش مقاومت خمشی و مقاومت به ضربه نمونه تیمار شده است (راپ و سیلر، ۲۰۰۱؛ منالو و آکدا، ۲۰۰۹؛ یلدیز و گوموشکایا، ۲۰۰۷).

به‌طور کلی، براساس نتایج این بررسی می‌توان چنین بیان کرد که بیش‌ترین بازدارندگی جذب آب و واکنش‌پذیری در تیمار با دمای ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد به دست می‌آید؛ ولی ویژگی‌های مکانیکی در این دما افت می‌کنند. اما اگر هدف نهایی دست‌یابی به ویژگی‌های رطوبتی مطلوب با در نظر گرفتن ویژگی‌های مکانیکی باشد؛ می‌توان با تیمار روغن گرمایی در دمای ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳۰ دقیقه به این هدف دست یافت.

## منابع

1. American Society for Testing and Materials, ASTM D 143-94. Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber.
2. American Society for Testing and Materials, ASTM D 256-04. 2004. Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics.
3. American Society for Testing and Materials, ASTM D4446-05. 2005. Standard Test Method for Anti-Swelling Effectiveness of Water-Repellent Formulations and Differential Swelling of Untreated Wood When Exposed to Liquid Water.
4. Bhuiyan, M.R.T., Hirai, N. and Sobue, N. 2002. Changes of crystallinity in wood cellulose by heat treatment under dried and moist conditions. Wood Science, 46: 431-436.
5. Boonstra, M.J., Tjeerdsma, B.F. and Groeneveld, H.A.C. 1998. Thermal modification of non-durable wood species. 1. The Plato Technology: Thermal modification of wood. The International Research Group on Wood Preservation, IRG Document No. IRG/WP98-40123.
6. Boonstra, M.J. and Tjeerdsma, B. 2006. Chemical analysis of heat treated softwoods, Holz als Roh- und Werkstoff. 64: 3. 204-211.

7. Boonstra, M.J., Rijdsdijk, J.F., Sander, C., Kegel, E., Tjeerdsma, B., Militz, H., Van Acker, J. and Stevens, M. 2006a. Microstructural and physical aspects of heat treated wood. I. Softwoods, Maderas. *Ciencia Y Tecnologia*. 8: 3. 193-208.
8. Boonstra, M.J., Rijdsdijk, J.F., Sander, C., Kegel, E., Tjeerdsma, B., Militz, H., Van Acker, J. and Stevens, M. 2006b. Microstructural and Physical Aspects of Heat Treated Wood. II. Hardwoods, Maderas. *Ciencia Y Tecnologia*. 8: 3. 209-217.
9. Dirol, D. and Guyonnet, R. 1993. The improvement of wood durability by retification process. The International Research Group on Wood Preservation, IRG Document No. IRG/WP93-40015.
10. Garrote, G., Dominiguez, H. and Parajó, J.C. 1999. Hydrothermal processing of lignocellulosic materials, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 57: 3. 191-202.
11. Jermannaud, A., Duchez, L. and Guyonnet, R. 2002. Wood retification in France: An industrial process of heat treatment producing lumber with improved resistance to decay. Enhancing the durability of lumber and engineered wood products. Forest Products Society, US, Pp: 121-122.
12. Manalo, R.D. and Acda, M.N. 2009. Effects of hot oil treatment on physical and mechanical properties of three species of Philippine Bamboo, *J. Trop. Forest Sci.* 21: 1. 19-24.
13. Militz, H. and Tjeerdsma, B. 2001. Heat treatment of wood by the PLATO-process. Review on heat treatments of wood. In: Rapp, A.O. (Ed.) Proceedings of the Special Seminar, 9<sup>th</sup> Feb. Antibes, France, Forestry and Forestry Products, France. COST Action E22, EUR 19885: 23-24.
14. Rapp, A.O. and Sailer, M. 2001. Oil heat treatment of wood in Germany-State of the art. Review on heat treatments of wood. In: Rapp, A.O. (Ed.) Proceedings of the Special Seminar, 9<sup>th</sup> Feb., Antibes, France, Forestry and Forestry Products, France. COST Action E22, EUR 19885: 43-60.
15. Sailer, M., Rapp, A.O. and Leithoff, H. 2000. Improved resistance of Scots pine and Spruce by application of an oil-heat treatment. The International Research Group on Wood Preservation, IRG Document No. IRG/WP00-40162.
16. Sundqvist, B., Westermark, U. and Eriksson, G. 2006a. Degradation of cellulose during hydrothermal treatment of wood (*Betula pubescens* Enrh.), *Cellulose Chemistry and Technology*, 40: 3. 217-221.
17. Sundqvist, B., Karlsson, O. and Westermark, U. 2006b. Determination of formic acid concentrations formed during hydrothermal treatment of Birch wood and its relation to colour, strength and hardness, *Wood Science and Technology*, 40: 7. 549-561.
18. Syrjänen, T. and Kangas, E. 2000. Heat treated timber in Finland. The International Research Group on Wood Preservation, IRG Document No. IRG/WP00-40158.
19. Syrjänen, T. 2001. Production and classification of heat treated wood in Finland. Review on heat treatments of wood, In: Rapp, A.O. (Ed.) Proceedings of the Special Seminar, 9<sup>th</sup> Feb., Antibes, France, Forestry and Forestry Products, France. COST Action E22, EUR 19885: 7-16.

20. Tjeerdsma, B.F., Boonstra, M., Pizzi A., Tekely P. and Militz, H. 1998. Characterization of thermal modified wood: molecular reasons for wood performance improvement. CPMAS 13 CNMR characterization of thermally modified wood. *Holz Roh- und Werkstoff*, 56: 149-153.
21. Tjeerdsma, B.F., Stevens, M. and Militz, H. 2000. Durability aspects of (hydro) thermal treated wood. The International Research Group on Wood Preservation, IRG Document No. IRG/WP00-40160.
22. Tjeerdsma, B.F. and Militz, H. 2005. Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydro thermal and dry heat-treated wood, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 63: 2. 102-111.
23. Vernois, M. 2001. Heat treatment of wood in France-State of the art. Review on heat treatments of wood, In: Rapp, A.O. (Ed.) Proceedings of the Special Seminar, 9<sup>th</sup> Feb., Antibes, France, Forestry and Forestry Products, France. COST Action E22, EUR 19885: 35-42.
24. Wang, J.Y. and Cooper, P.A. 2005. Effect of oil type, temperature and time on moisture properties of hot oil-treated wood, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 63: 417-422.
25. Yildiz, S. and Gümüşkaya, E. 2007. The effect thermal modification on crystalline structure of cellulose in soft and hardwood, *Building and Environment*, 42: 4. 62-67.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 19 (3), 2012  
<http://jwfst.gau.ac.ir>

## **The Effect of Oleothermal Treatment on Physical and Mechanical Properties of Beech Wood**

**A.R. Tanaomi<sup>1</sup>, \*B. Mohebbi<sup>2</sup> and S. Ghahri<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Graduated, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University,

<sup>2</sup>Associate Prof., Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University

Received: 2011/02/19; Accepted: 2012/10/21

### **Abstract**

Influence of the oleothermal treatment as one of the thermal wood modification techniques on physical and mechanical properties of beech wood was studied in the current research work. For this purpose, beech wood samples were cut with sizes of 20×20×20 mm (r×t×l) to determine the physical properties and samples with sizes of 20×20×140 mm (r×t×l) to determine the mechanical properties. The samples were treated in sunflower oil at temperatures of 200, 230 and 260 °C for 30 minutes. The wood samples were soaked in water to determine the water absorption as well as the swelling properties. Bending strength as well as the impact load resistance was determined in the treated and untreated samples. Results revealed that the Oleothermal treatment of the wood reduced the water absorption as well as the swelling in beech wood, significantly. Treatment of the beech wood in sunflower oil enhanced the water repellence effect (WRE) and the anti-swelling effects (ASE). It was also revealed that mechanical properties (bending strength as well as the impact load resistance) were reduced by increase of the treatment temperature.

**Keywords:** Oleothermal modification, Sunflower oil, Physical and mechanical properties, Beech wood (*Fagus orientalis* Lipsky)

---

\* Corresponding Author; Email: mohebbiy@modares.ac.ir