

اثر تیمار گرمایی با روغن خام پنبه‌دانه (OHT) بر مقاومت به پوسیدگی و ثبات ابعاد راش ایرانی (*Fagus orientalis*)

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر تیمار گرمایی با روغن خام پنبه‌دانه بر ویژگی‌های فیزیکی و مقاومت به پوسیدگی چوب راش ایرانی به ترتیب براساس استانداردهای ASTM-D1037 و EN113 انجام شد. تیمار گرمایی در سیلندر با استفاده از روغن خام پنبه‌دانه تحت دماهای ۱۳۰ و ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و در زمان ۳۰ و ۶۰ دقیقه انجام گرفت. جذب روغن، وزن مخصوص، واکشیدگی حجمی، جذب آب و کاهش وزن متعاقب پوسیدگی اندازه‌گیری شد. جذب روغن در ۳۰ و ۶۰ دقیقه به ترتیب ۱۰/۵ و ۱۳/۳ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد شد. بیشترین دانسیته مربوط به نمونه‌های تیمار روغنی-گرمایی بود که در پایین‌ترین زمان و دمای تیمار نسبت به نمونه شاهد ۸۷/۷ درصد افزایش یافت. براساس نتایج، تیمار روغنی-گرمایی، آب‌گریزی و ثبات ابعاد نمونه‌ها را افزایش داد به طوری که جذب آب تحت دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۶۰ دقیقه در مقایسه با شاهد، ۷۶/۰ درصد کاهش نشان داد. مقاومت نمونه‌های غوطه‌ور در روغن به مدت ۶۰ دقیقه در برابر قارچ پوسیدگی سفید رنگین‌کمان (*Trametes versicolor*)، ۸۰/۲ درصد بیش از سطح شاهد برآورد شد. تیمار روغنی-گرمایی در مقایسه با روغن، به بهبود مقاومت در برابر پوسیدگی منتهی شد که این اثر در زمان ۳۰ دقیقه معنی‌دار بوده است. در مقایسه دو سطح زمانی، با افزایش دما در اصلاح روغنی-گرمایی طی زمان ۳۰ دقیقه، مقاومت به پوسیدگی بهبود معنی‌دار یافت، ولیکن این بهبود تحت دمای یکسان با افزایش زمان، معنی‌دار نبود.

واژگان کلیدی: تیمار روغنی-گرمایی، روغن خام پنبه‌دانه، راش ایرانی، ثبات ابعاد، مقاومت به پوسیدگی.

مریم قربانی^{۱*}
سروه حسین زاده^۲

^۱ دانشیار، ^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مسئول مکاتبات:

ghorbani_mary@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۱/۲۳

مقدمه

چوب با ساختار متخلخل و جذب رطوبت ناشی از ترکیبات آبدوست تشکیل‌دهنده آن، به‌ویژه همی سلولوز و

سلولز، دچار واکشیدگی می‌شود. رطوبت چوب، آن را به محیط مناسبی برای فعالیت برخی از عوامل مخرب قارچی تبدیل می‌کند که حجم زیادی از آن در شرایط نامطلوب

[۱۶]. از میان انواع عناصر موجود در روغن‌های گیاهی، گوسیپول به‌عنوان نوعی سم طبیعی شناخته شده است که در دانه‌های پنبه وجود دارد و آن‌ها را از حمله‌ی حشرات حفظ می‌کند. گوسیپول تریپنی است که در رنگ‌دانه‌های قسمت‌های مختلف گیاه پنبه وجود دارد و با ترکیب شدن با پروتئین‌های روده حشرات روی آنزیم‌های هضم‌کننده روده اثر می‌گذارد و باعث کاهش هضم‌پذیری می‌گردد [۱۷]. این ترکیب به علت طعم ناخوشایند، در فرآیند تصفیه روغن حذف می‌گردد. با توجه به اثر بازدارندگی روغن‌های گیاهی در مقابل قارچ‌های مخرب چوب مانند روغن بزرک، زیتون، نارگیل، خرما، سویا [۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱] و همچنین وجود ماده‌ی سمی گوسیپول در ترکیب شیمیایی روغن خام پنبه‌دانه که تاکنون تحقیقی در خصوص مقابله با قارچ‌های مخرب چوب انجام نگردیده است، مطالعه حاضر به بررسی اثر تیمار گرمایی با روغن خام پنبه‌دانه بر ویژگی‌های فیزیکی و مقاومت زیستی چوب راش در مقابل قارچ رنگین‌کمان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه‌های آزمونی

این تحقیق روی نمونه‌های آزمونی حاصل از چوب گونه‌ی راش (*Fagus orientalis*) انجام شد. الوارها پس از اندازه‌بری، به نمونه‌های زیستی و فیزیکی به ترتیب بر اساس استانداردهای [۲۲] EN113 و [۲۳] ASTM1037 به ابعاد $1/5 \times 2/5 \times 5$ cm³ و $2 \times 2 \times 2$ cm³ تبدیل شدند (زمان غوطه‌وری تا رسیدن به نقطه اشباع ادامه یافت) و سپس در آن تحت دمای 2 ± 10.3 °C به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. وزن خشک نمونه‌ها با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم و ابعاد توسط کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند.

اصلاح روغنی-گرمایی (Oil-Heat-Treatment)

نمونه‌های آزمونی در پنج تکرار تحت زمان و حرارت (جدول ۱) در دایجستر محتوی روغن خام پنبه‌دانه تیمار گرمایی شدند. بدین منظور نمونه‌های مزبور در داخل طوری قرار داده شدند تا کاملاً در روغن غوطه‌ور باشند. سپس نمونه‌ها تحت دو دمای ۱۳۰ و ۱۷۰ درجه سانتی-گراد و هر یک در دو بازه زمانی ۳۰ و ۶۰ دقیقه تیمار

دچار تخریب زیستی می‌شود [۱، ۲]. متخصصین برای بهبود ثبات ابعاد و مقاومت زیستی چوب از شیوه‌های متعددی چون آغستن چوب به مواد سمی و استفاده از پوشش‌ها استفاده نموده‌اند که علی‌رغم آثار مثبت، به‌دلیل مسائل زیست‌محیطی، در صنعت حفاظت چوب محدود و یا ممنوع شده‌اند. در دهه‌های اخیر، گروه‌های تحقیقاتی بسیاری اصلاح گرمایی را برای بهبود ثبات ابعاد و دوام طبیعی چوب گسترش داده‌اند [۳، ۴]. اصلاح گرمایی در مقایسه با حفاظت با مواد شیمیایی به علت عدم استفاده از مواد سمی، دوستدار محیط‌زیست است [۵]. این روش سبب افزایش مقاومت چوب در برابر جذب رطوبت، تغییر ابعاد، عوامل مخرب زیستی و هوازدگی می‌شود [۶، ۷، ۸، ۹]. Kamdem و همکاران (۲۰۰۲) اظهار داشتند که تیمار گرمایی با تخریب همی‌سلولز و بخش‌های آمورف سلولز و کاهش دسترسی قارچ به ماده غذایی موردنیاز، افزایش مقاومت زیستی در برابر قارچ‌های مخرب را تأمین می‌نماید [۱۰].

اصلاح گرمایی در هوای معمولی به علت وجود اکسیژن، فرآیند اکسیداسیون را در پی دارد [۱۱، ۱۲]. برای جلوگیری از اکسیداسیون، از اصلاح گرمایی در محیط‌های خنثی و روغن استفاده شده است [۱۲]. روغن داغ با انتقال حرارتی یکسان و سریع، بین چوب و اکسیژن مانع ایجاد می‌کند [۱۳]. برخی از روغن‌های گیاهی به علت نقطه جوش بالا، سیال مناسبی جهت انتقال حرارت در اصلاح گرمایی قلمداد می‌گردند [۱۴]. این روش به‌عنوان تیماری دوستدار محیط‌زیست در نظر گرفته می‌شود زیرا روغن‌های طبیعی گیاهی مانند روغن بزرک و کلزا به‌عنوان ناقل‌های طبیعی گرما استفاده می‌گردند. با توجه به کشت انواع گیاهان روغنی در ایران و امکان استفاده از بعضی روغن‌های استخراج‌شده از این گیاهان در تیمار حرارتی چوب، امکان کاربرد تیمار حرارتی با روغن در مقیاس تجاری برای بهبود برخی از خواص چوب گونه‌های بومی ایران وجود دارد. خاصیت آب‌گریزی و مقاومت به پوسیدگی در اثر تیمار گرمایی با روغن نه تنها به‌دلیل تغییرات ناشی از اصلاح گرمایی، بلکه به‌دلیل لایه نازک آب‌گریز حاصل از روغن‌های طبیعی در سطح چوب نیز ایجاد می‌گردد [۱۵]. حدود ۲۰۰۰ گونه گیاهی وجود دارد که در ساخت حشره‌کش‌های طبیعی استفاده می‌شود

سانتی‌گراد، هدف مقایسه شرایط تخریب جزئی ناشی از تیمار حرارتی با تخریب شدیدتر در دمای بالاتر بود. تخم پنبه‌دانه از ۳۲ درصد پوست، ۵۵ درصد مغز و ۱۳ درصد لینتر تشکیل شده است و پروتئین و روغن به مقدار تقریباً مساوی هر یک براساس وزن خشک در حدود ۳۰ درصد مغز دانه را تشکیل می‌دهند. میزان اسید چرب اشباع حدود ۲۳-۲۸٪، اسید چرب امگا ۹ حدود ۲۲٪، اسید چرب امگا ۶ حدود ۵۲٪، اسید چرب امگا ۳ حدود ۱٪ است [۲۴]. وزن خشک و ابعاد نمونه‌های تیمار شده تعیین گردیدند.

شدند. روغن خام پنبه‌دانه استخراج‌شده از دانه‌های گیاه پنبه از کارخانه فضل نیشابور تهیه شد. این روغن دارای نقطه فرارایت ۱۸۲-۱۷۷ درجه سانتی‌گراد بوده است. روغن خام در مقایسه با روغن تصفیه‌شده به علت وجود ناخالصی‌های بیشتر، پایداری حرارتی پائین‌تری دارد. براساس پیش‌تیماری که توسط محققین این تحقیق در آزمایشگاه انجام گردد، اعمال دمای بالاتر از ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد در محیط به اکسیدشدن، تخریب و دود کردن روغن خام منتهی گردید. لذا، ماکزیمم دمای مورد استفاده در همین سطح انتخاب شد. در خصوص دمای ۱۳۰ درجه

جدول ۱- شرایط اصلاح روغنی- گرمایی

تیمار	زمان (دقیقه)	دما (درجه سانتی‌گراد)
شاهد	-	-
غوطه‌وری	۳۰	-
	۶۰	-
تیمار روغنی- گرمایی	۳۰	۱۳۰
	۶۰	۱۳۰
	۳۰	۱۷۰
	۶۰	۱۷۰

۷۵ درصد قرار گرفتند. پس از ۱۶ هفته، نمونه‌ها از ظروف خارج و متعاقب زدودن ریشه‌ها از سطوح نمونه، درون آون تحت دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. با اندازه‌گیری وزن خشک پس از تخریب، کاهش وزن نمونه‌ها محاسبه گردید.

نتایج و بحث

تغییرات وزن

نتایج نشان داد که وزن نمونه‌های تیمار گرمایی شده با روغن خام پنبه‌دانه پس از تیمار گرمایی افزایش یافته است (شکل ۱). بیشترین وزن مربوط به نمونه‌های تیمار گرمایی شده تحت دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه، ۶۴/۸ درصد برآورد شد.

افزایش وزن نمونه‌ها در اثر تیمار گرمایی با روغن با گزارش‌های Spear و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد [۲۵]. در اثر تیمار گرمایی، ترکیبات چوب (همی سلولز، سلولز و لیگنین) تخریب‌شده، وزن و حجم چوب کاهش

آزمون ویژگی‌های فیزیکی

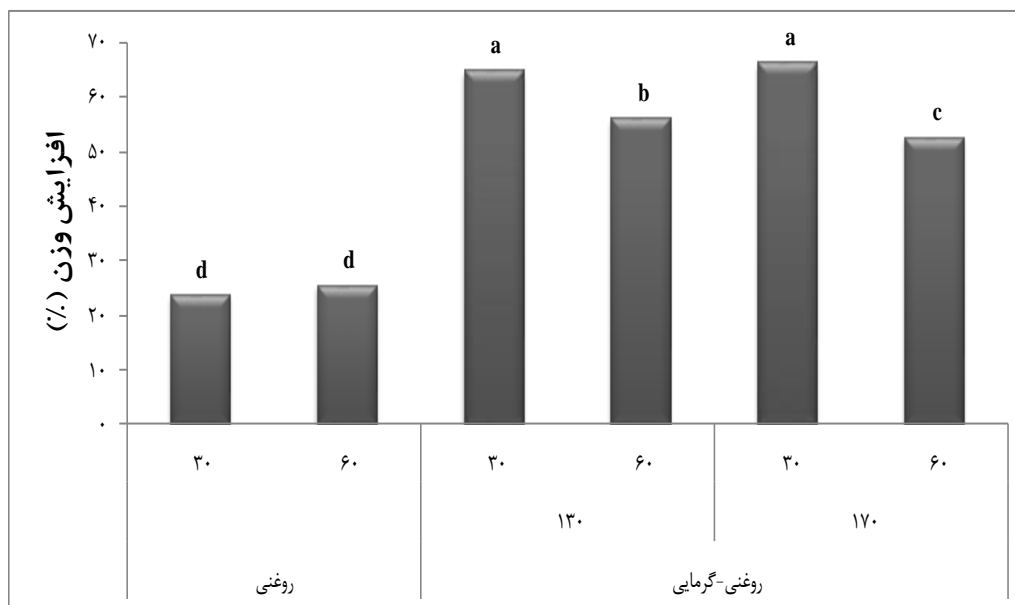
در آزمون فیزیکی، جذب روغن، تغییرات وزن، جذب آب و ثبات ابعاد نمونه‌ها تحت آزمون غوطه‌وری طولانی- مدت اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه در قالب طرح کاملاً تصادفی و نرم‌افزار SPSS 16.0 استفاده شد. همچنین گروه‌بندی میانگین‌ها نیز با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) انجام گردید.

آزمون مقاومت در برابر پوسیدگی

مقاومت در برابر پوسیدگی طبق استاندارد EN113 اندازه‌گیری شد. تحت شرایط استریل، قارچ پوسیدگی سفید (*Trametes versicolor*) به ظروف حاوی محیط کشت مالت اکستراکت آگار منتقل شد. پس از توسعه کامل قارچ روی محیط کشت، نمونه‌های استریل چوبی به داخل ظروف منتقل گردیدند. ظروف حاوی نمونه‌ها، داخل انکوباتور تحت دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی

درجه سانتی‌گراد کاهش یافت، ۵۲/۵ درصد برآورد شد. از آنجایی که با افزایش حرارت و زمان تیمار، تخریب ترکیبات چوب بیشتر می‌شود و متعاقب آن وزن و حجم کاهش می‌یابد [۱۱]، ممکن است که کاهش در درصد افزایش وزن نمونه‌ها در زمان و دماهای بالاتر در اثر افزایش تخریب همی‌سلولز، سلولز و لیگنین باشد.

می‌یابد. از آنجایی که مقدار جذب روغن خیلی بیش‌تر از کاهش وزن در اثر تخریب ترکیبات چوب بوده است، وزن نمونه‌ها در اثر تیمار گرمایی با روغن پنبه‌دانه افزایش یافته است. با افزایش زمان و دمای تیمار، درصد افزایش وزن نمونه‌ها کاهش یافت که در نمونه‌های تیمار گرمایی شده در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۶۰ دقیقه، ۵۵/۹ درصد اندازه‌گیری شد که با افزایش دما در دمای ۱۷۰



شکل ۱- افزایش وزن نمونه‌ها بر اثر تیمار روغنی-گرمایی (۳۰ و ۶۰: زمان تیمار (دقیقه)، ۱۳۰ و ۱۷۰: دمای تیمار (درجه سانتی‌گراد))

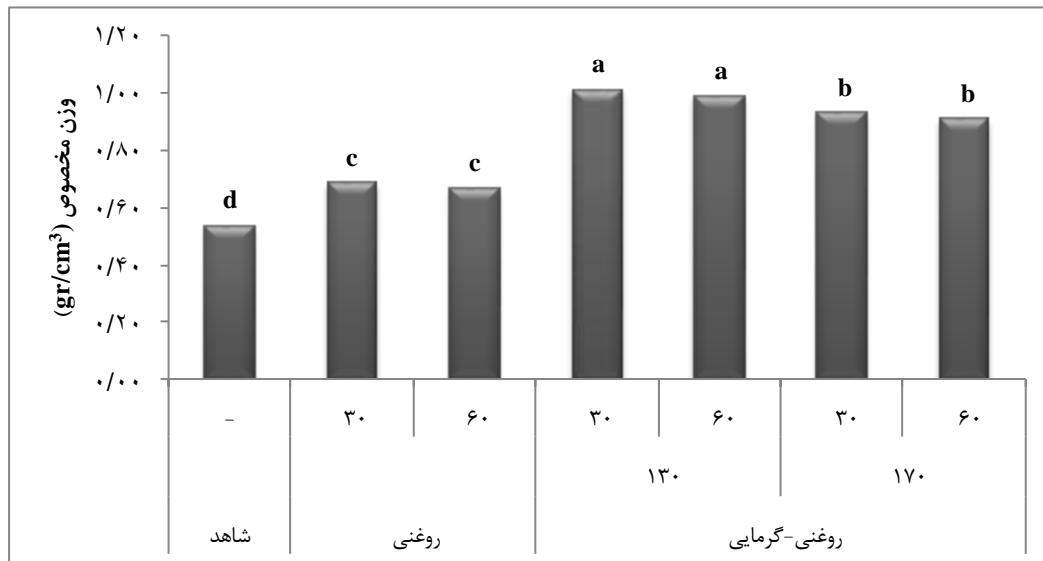
ترموشیمیایی (حرارتی-شیمیایی) کاج نوئل نیز نشان داد که تیمار حرارتی عمدتاً سبب تخریب همی‌سلولزها در دماهای پایین‌تر می‌شود، ولی تخریب کمتری در سلولز و لیگنین ایجاد می‌کند [۲۷]. از آنجایی که مقدار جذب روغن بیش از کاهش وزن ناشی از تخریب ترکیبات چوب بوده است، وزن-مخصوص نمونه‌ها در اثر تیمار حرارتی با روغن خام پنبه-دانه افزایش یافت. با افزایش زمان و دمای تیمار، این افزایش وزن مخصوص کمتر شد، ولیکن همچنان افزایش معنی‌دار نسبت به شاهد را نشان داده است. Hietala و همکاران (۲۰۰۲) دریافتند که طی تیمار گرمایی، اندازه منافذ چوب افزایش می‌یابد که احتمالاً به دلیل حذف اجزای دیواره سلولی است [۸]. ولیکن از سوی دیگر، در دمای بالا، ساختار متراکم و بدون آب شروع به تشکیل شدن می‌کند [۲۸] که با تأثیر بر نفوذ به ساختار چوب می‌تواند به کاهش توانایی نفوذ روغن به چوب منتهی شود [۲۹]؛ بنابراین،

وزن مخصوص

وزن مخصوص نمونه‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است. براساس نتایج، بین نمونه‌های شاهد و تیمار شده اختلاف معنی‌داری وجود داشت. جذب روغن در ۳۰ و ۶۰ دقیقه به ترتیب ۱۰/۵ و ۱۳/۳ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد شد. دانسیته نمونه‌های تیمار روغنی-گرمایی بیش از نمونه شاهد گزارش گردید که در این تیمار، با افزایش دما و زمان کاهش یافت. بیشترین دانسیته مربوط به نمونه‌های تیمار روغنی-گرمایی تحت دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه، $1/01 \text{ g/cm}^3$ برآورد شد که می‌تواند به دلیل وجود روغن در منافذ و حفرات سلولی باشد. تیمار گرمایی، تغییرات شیمیایی چوب را سبب می‌گردد. در این تیمارها ساختار شیمیایی اجزای دیواره سلولی (لیگنین، سلولز، همی‌سلولز) بر اثر گرما تخریب می‌گردد که سبب کاهش جرم می‌شود [۲۶]. بررسی Alen و همکاران روی رفتار

می‌شود.

کاهش وزن مخصوص نمونه‌ها در زمان و دماهای بالاتر به افزایش تخریب همی سلولزها، سلولز و لیگنین نسبت داده



شکل ۲- تغییرات وزن مخصوص راش بر اثر تیمار روغنی-گرمایی (۳۰ و ۶۰: زمان تیمار (دقیقه)، ۱۳۰ و ۱۷۰: دمای تیمار (درجه سانتی-گراد))

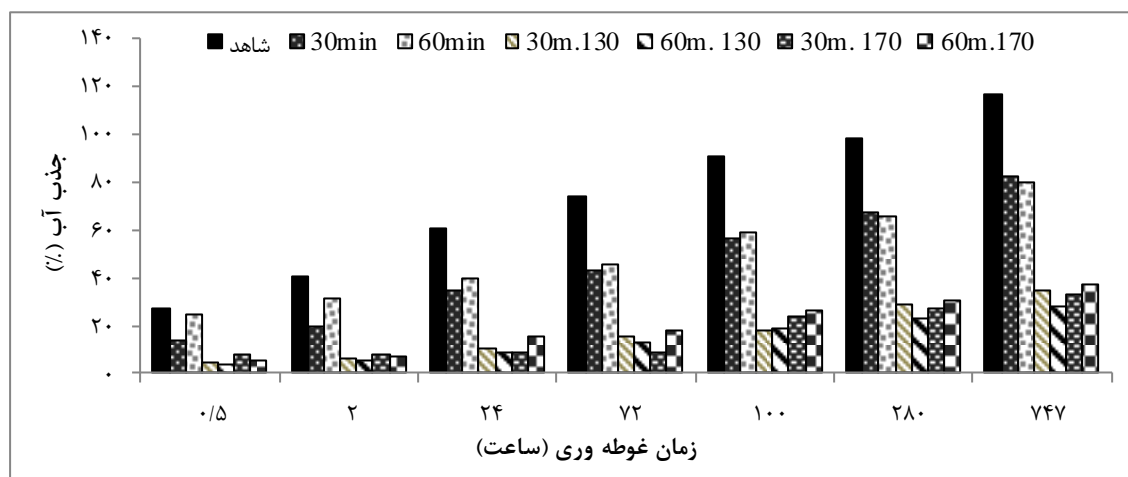
جذب آب

شکل ۳ میانگین جذب آب نمونه‌های تیمار شده و شاهد طی آزمون غوطه‌وری در آب را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، در نمونه‌های غوطه‌ور شده با روغن در زمان ۳۰ و ۶۰ دقیقه جذب آب به ترتیب، ۲۹/۴ و ۳۱/۳ درصد کمتر از شاهد گزارش گردید. بین جذب آب نمونه‌های غوطه‌ور در روغن طی دو زمان ۳۰ و ۶۰ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در اصلاح روغنی-گرمایی، افزایش دمای تیمار از ۱۳۰ به ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد طی زمان ۳۰ دقیقه کاهش معنی‌دار جذب آب را به همراه داشت، به طوری که جذب آب نمونه‌های روغنی-گرمایی در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد، ۷۶/۰ درصد در مقایسه با شاهد کاهش یافت. این تفاوت در زمان اصلاح ۶۰ دقیقه معنی‌دار نبوده است. حداقل جذب آب در تیمار روغنی-گرمایی تحت دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه، ۷۱/۷ درصد کمتر از شاهد اندازه‌گیری شد. همچنین، در سطح دمایی ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، با افزایش زمان اصلاح، جذب آب افزایش معنی‌داری یافت. در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد کاهش جذب آب مشاهده شد که معنی‌دار نبوده است.

جذب آب نمونه‌های تیمار گرمایی شده با روغن با توجه به دما و زمان تیمار، کمتر از نمونه‌های شاهد بودند. واکنش‌دهی چوب در اثر جذب آب در محل گروه‌های آزاد هیدروکسیلی ترکیبات چوب است [۳۰]. با اصلاح گرمایی چوب احتمالاً از یک سو به دلیل تخریب ساختار شیمیایی آن و از سوی دیگر به دلیل پیوندهای عرضی که بین بسپارهای سازنده دیواره سلولی روی می‌دهد، گروه‌های عاملی هیدروکسیلی حذف می‌گردند یا اینکه در پیوندهای عرضی ایجاد شده در مرحله اصلاح گرمایی درگیر می‌شوند، لذا محدود شدن این گروه‌ها نقش مهمی در کاهش جذب آب ایفا می‌کند [۲۶]. تیمار گرمایی افزایش تخریب گروه‌های هیدروکسیلی ترکیبات چوب، مانند همی سلولز و ناحیه آمورف سلولز را به همراه دارد [۳۱، ۳۲، ۳۳]. احتمالاً مواد ناشی از تخریب گرمایی، طی مرحله غوطه‌وری دچار آبشویی شده و با خروج آن‌ها از چوب تیمار شده، این ماده که اصولاً مملو از گروه‌های آب‌دوست هیدروکسیلی است امکان واکنش با آب پیرامون خود را پیدا نمی‌کند. کاهش یا مهار گروه‌های هیدروکسیلی نقش مهمی در بهبود ثبات ابعاد خواهد داشت. Chehreh و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر اصلاح گرمایی با روغن کلزا

دادند که جذب آب و واکنشیدگی چوب نراد کاهش معنی-داری یافت. همچنین افزایش دمای اصلاح باعث بهبود ثبات ابعاد چوب نراد گردید [۳۵].

بر ثبات ابعادی چوب صنوبر دلتوئیدس دریافتند که با افزایش دما و زمان اصلاح گرمایی، جذب آب نمونه‌های کاهش و اثر ضدواکنشیدگی افزایش یافت [۳۴]. Abdeh و همکاران (۲۰۱۰) نیز طی بررسی اثر روغن سویا بر خواص فیزیکی و مکانیکی چوب نراد اصلاح گرمایی شده نشان

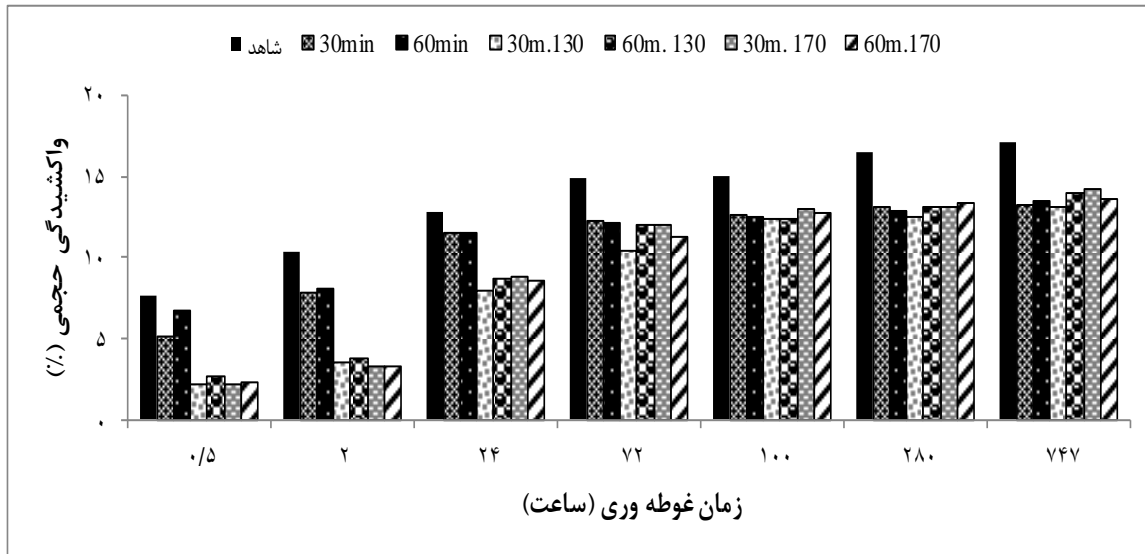


شکل ۳- اثر تیمار روغنی-گرمایی بر جذب آب نمونه‌های طی آزمون غوطه‌وری طولانی مدت

تخریب حرارتی مواد سازنده دیواره سلولی به خصوص همی سلولزها (که از عوامل اصلی ایجادکننده ماهیت آبدوستی چوب هستند) می‌گردد و در نتیجه مقدار جذب آب و واکنشیدگی چوب کاهش می‌یابد که افزایش دما می‌تواند این پدیده را تشدید کند. Cooper و Wang بررسی اثر تیمار روغن داغ بر کاهش جذب آب و افزایش ثبات ابعاد چوب به نتایج مشابهی دست یافتند [۱۵]. طی تیمار با توجه به اندازه مولکولی روغن، حجم بیشتری از روغن در حفره‌های سلولی باقی‌مانده و نمی‌تواند به دیواره نفوذ کند [۳۹، ۴۱]. همچنین لایه نازکی از روغن که در طی تیمار گرمایی روی سطح چوب باقی می‌ماند، مانع جذب آب می‌شود [۴۲]. نتایج به‌دست‌آمده با گزارش‌های Salim و همکاران [۳۶] و Aydemir و همکاران [۳۸] مطابقت دارد. با افزایش زمان غوطه‌وری نمونه‌های روغنی-گرمایی که خروج ترکیبات حاصل از تخریب گرمایی و افزایش نفوذپذیری را به‌همراه دارد، علیرغم حضور روغن در حفرات، امکان دسترسی به سایر گروه‌های هیدروکسیل آبدوست افزایش یافته و تفاوت تغییرات ابعاد نمونه‌های روغنی-گرمایی با روغنی، کاهش یافت.

تغییرات ابعاد

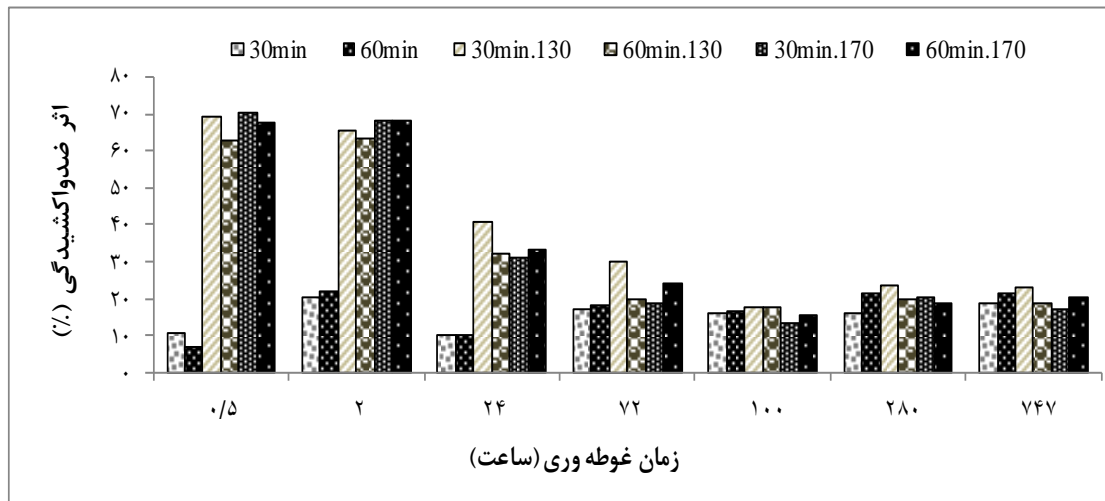
همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌گردد، تغییرات ابعاد نمونه‌های تیمار با روغن و روغنی-گرمایی، طی ۷۴۷ ساعت غوطه‌وری در آب در مقایسه با نمونه‌های شاهد کاهش یافت. با توجه به نتایج، بین نمونه‌های شاهد و تیمار شده اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در زمان ۳۰ دقیقه، کمترین واکنشیدگی حجمی مربوط به نمونه‌های حاوی روغن بود که نسبت به شاهد ۱۸/۲ درصد کاهش نشان داد. همچنین در زمان ۶۰ دقیقه، کمترین واکنشیدگی حجمی نیز در نمونه‌های حاوی روغن بود که ۳۲/۷ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. تغییرات ابعاد نمونه‌های تیمار روغنی-گرمایی در بالاترین دما و زمان تیمار، یعنی تحت دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۶۰ دقیقه، ۲۰/۲ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. تیمار روغنی-گرمایی با کاهش واکنشیدگی چوب [۳۶، ۳۷]، ثبات ابعاد را افزایش و رطوبت آن را کاهش می‌دهد [۳۸، ۳۹]. کاهش جذب رطوبت چوب تیمار گرمایی شده مربوط به کاهش فضاهای جذب در بین دیواره سلولی، عمدتاً به-دلیل تخریب ترکیبات همی سلولز است [۴۰]. روغن داغ سبب تغییر ماهیت شیمیایی و در برخی موارد سبب



شکل ۴- اثر تیمار روغنی-گرمایی بر واکشیدگی حجمی نمونه‌های طی آزمون غوطه‌وری طولانی مدت

کارایی در غوطه‌وری در روغن در زمان ۳۰ دقیقه، ۱۰/۰۶ درصد گزارش گردید. کاهش حجم نمونه‌های تیمار گرمایی شده در روغن پنبه‌دانه، با افزایش دمای تیمار رابطه مستقیم دارد.

شکل ۵ اثر ضدواکشیدگی نمونه‌های تیمار شده را نشان داده است. بیشترین میانگین اثر ضدواکشیدگی در تیمار روغنی-گرمایی تحت دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه، ۷۰/۲ درصد به دست آمد و کمترین



شکل ۵- اثر ضدواکشیدگی نمونه‌های تیمار شده طی آزمون غوطه‌وری طولانی مدت

های شاهد و تیمار شده اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین کاهش وزن در نمونه‌های شاهد و کمترین کاهش وزن در نمونه‌های غوطه‌ور در روغن در زمان ۶۰

مقاومت در برابر پوسیدگی

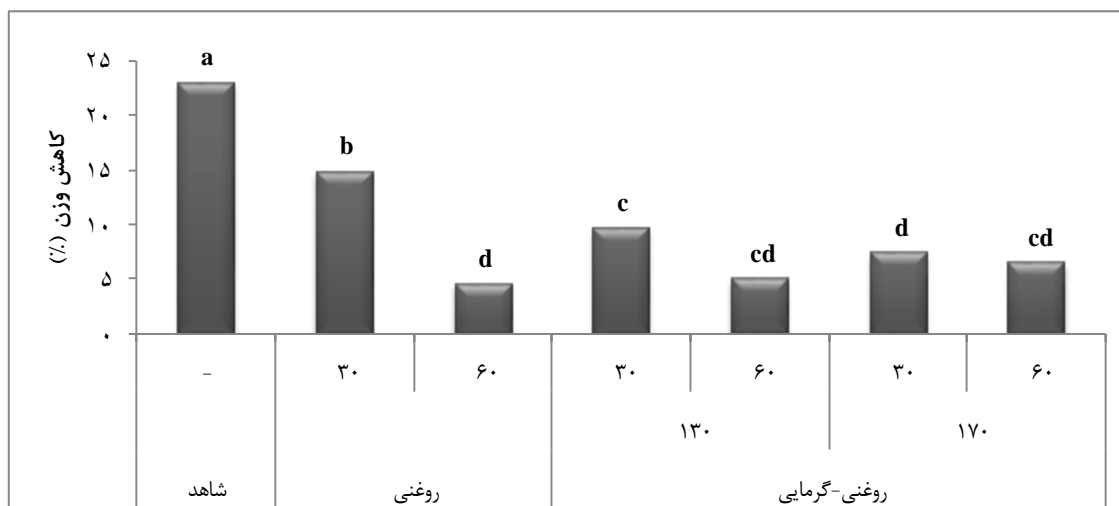
در شکل ۶ کاهش وزن نمونه‌ها متعاقب تخریب زیستی ناشی از قارچ رنگین‌کمان نشان داد که بین نمونه-

روغنی-گرمایی با روغنی تحت زمان ۳۰ دقیقه، با افزایش دما، مقاومت زیستی بهبود یافت که این تفاوت در زمان ۶۰ دقیقه معنی دار نبود. در دمای یکسان نیز با افزایش زمان افت وزن کاهش یافت که تفاوت معنی دار نبود.

دقیقه بود که ۸۰/۲ درصد برآورد شد. بر این اساس، روغن خام پنبه‌دانه، با بهبود گروه‌بندی دوام طبیعی از کم‌دوام در چوب شاهد به بادوام پس از ۶۰ دقیقه غوطه‌وری، علاوه بر خاصیت حشره‌کشی، به‌عنوان ضدقارچ هم می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (جدول ۲). در مقایسه اصلاح

جدول ۲- گروه‌بندی نمونه‌ها براساس جدول فیندلی

گروه	نمونه‌ها
کم‌دوام	شاهد
کم‌دوام	غوطه‌وری در روغن ۳۰ Min
بادوام	۶۰ Min
دوام متوسط	تیمار روغنی-گرمایی ۳۰ Min. ۱۳۰°C
دوام متوسط	۳۰ Min. ۱۷۰°C
بادوام	۶۰ Min. ۱۳۰°C
دوام متوسط	۶۰ Min. ۱۷۰°C



شکل ۶- کاهش وزن نمونه‌های تیمار شده متعاقب پوسیدگی (۳۰ و ۶۰: زمان تیمار (دقیقه)، ۱۳۰ و ۱۷۰: دمای تیمار (درجه‌سانتی‌گراد))

ایجاد اتصالات عرضی لیگنین، موجب کاهش رطوبت تعادل و بهبود دوام طبیعی چوب می‌شوند [۲۹]. این پدیده به چهار دلیل: کاهش جذب آب [۴۵]، تولید ترکیبات سمی مؤثر بر تخریب قارچ [۴۴]، تغییرات شیمیایی در ترکیبات چوب و کاهش همی‌سلولزها [۴۶]، [۲۰]. تبدیل همی‌سلولزها به مواد سمی برای رشد قارچ‌ها مانند اسید استیک، اسید فرمیک، فورفورال و ... [۴۷، ۴۸] می‌تواند بستگی داشته باشد. براساس نتایج، بهبود مقاومت به پوسیدگی نمونه‌های غوطه‌ور در روغن به مدت ۶۰

روغن‌های گیاهی مانند روغن بزرک، زیتون، نارگیل، خرما، سویا [۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱]، توانایی بالایی در مقابله با انواع قارچ‌های موجود در طبیعت از جمله قارچ‌های مخرب چوب دارند [۴۳]. روغن با خاصیت آب‌گریزی خود می‌تواند با بلوکه کردن نقاط قابل دسترس برای جذب رطوبت، مقاومت زیستی را افزایش دهد [۴۴]. Sailer و همکاران دریافته‌اند که تیمار روغنی-گرمایی باعث افزایش مقاومت چوب در برابر قارچ پوسیدگی قهوه‌ای شد [۶]. تیمار گرمایی با کاهش گروه‌های هیدروکسیلی در همی‌سلولز و

همراه داشت، به طوری که جذب آب نمونه‌های روغنی گرمایی در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد، ۷۶/۰ درصد در مقایسه با شاهد کاهش یافت. واكشیدگی حجمی در نمونه‌های تیمار روغنی-گرمایی در بالاترین دما و زمان تیمار یعنی تحت دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۶۰ دقیقه، ۲۰/۲ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. اعمال تیمار روغنی-گرمایی در زمان ۳۰ دقیقه، موجب بهبود معنی‌دار مقاومت زیستی در مقایسه با غوطه‌وری در همان زمان گردید، ولیکن با افزایش زمان اصلاح تفاوت بین دو سطح روغنی-گرمایی و روغنی معنی‌دار نبود. بالاترین مقاومت به پوسیدگی در نمونه‌های غوطه‌ور در روغن تحت زمان ۶۰ دقیقه، ۸۰/۲ درصد کمتر از سطح شاهد برآورد شد.

دقیقه تفاوت معنی‌داری با اصلاح روغنی- حرارتی در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ دقیقه نداشت. در واقع، با افزایش جذب روغن در زمان غوطه‌وری طولانی- تر، عملکرد مطلوب روغن در کنترل پوسیدگی، علاوه بر حشره‌کشی [۱۸]، معادل اصلاح گرمایی مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری

بهره‌گیری از تیمار گرمایی با روغن به منظور بهبود ویژگی‌های کاربردی مانند ثبات ابعاد و افزایش دوام طبیعی رو به گسترش است. در این تحقیق تیمار گرمایی با روغن خام پنبه‌دانه، سبب بهبود ثبات ابعادی چوب راش گردید. افزایش دمای تیمار از ۱۳۰ به ۱۷۰ درجه سانتی-گراد طی زمان ۳۰ دقیقه کاهش معنی‌دار جذب آب را به

مراجع

- [1] Olsson, T., Megnis, M., Varna, J. and Lindberg, H., 2001. Measurement of the uptake of linseed oil in pine by the use of an X-ray micro densitometry technique. *Wood Science*, 47(4): 275-281.
- [2] Holfand, A. and Tjeerdsma, B.F., 2005. Wood protection by chemical modification. ECOTAN 3rd Report, Part 3.
- [3] 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/WP 98-40123.
- [4] 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.
- [5] Tjeerdsma, B., Boonstra, M., Pizzi, A., Tekely, P. and Militz, H., 1998. Characterisation of thermally modified wood: molecular reasons for wood performance improvement. *Holz als Rohund Werkstoff*, 56: 146- 153.
- [6] Sailer, M., Rapp, A.O., Leithoiff, H. and Peek, R.D., 2000. Upgrading of wood by application of an oil-heat treatment. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 58(1/2), 15-22.
- [7] Nuopponen, M., 2005. FT-IR and UV Raman spectroscopic studies on thermal modification of Scots pine wood and its extractible compounds, Academic Dissertation, Helsinki University of Technology, 40 p.
- [8] Hietala, S., Maunu, S.L., Sundholm, F., Jamsa, S. and Viitaniemi, P., 2002. Structure of thermally modified wood studied by liquid state NMR measurements. *Holzforchung*, 56, 522-528.
- [9] Hakkou, M., Ptrissans, M., Bakali, E.I., Gerardin, P. and Zoulalian, A., 2005. Wettability changes and mass loss during heat treatments of wood. *Holzforchung*, 59: 35-37.
- [10] Kamdem, D.P., Pizzi, A. and Jermannaud, A., 2002. Durability of heat-treated wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 60, 1-6.
- [11] Mirshokraei, S.A., 2003. Wood chemistry. Aeeizh Press, 248 p. (In Persian).

- [12] Hill, A.S.C., 2006. Wood Modification Chemical, Thermal and other processes, John Wiley and Sons Press, England, pp: 99-127.
- [13] Rapp, A.O. and Sailer, M., 2001. Oil heat treatment of wood in Germany-State of the art. In: Review on heat treatments of wood. COST Action E22, Environmental optimisation of wood protection, Proceedings of the special seminar held in France, February 9, 2001, 45-62.
- [14] Gunstone, F.D., 2002. Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties, and Uses, Blackwell, Osney Mead, Oxford, CRC Press, Boca Raton.
- [15] 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.
- [16] Moralle-Rejesus, M.B., Maini, H.A., Hsawa, k. and Yamamoto, J., 1984. Insecticions of several plant to *Callosbruchus chinensis* Bruchids and legumes. Economics, Ecology and Coevolution, 91-100.
- [17] Bernays, E.A. and Chapman, R.F., 1998. Chemicals in plants in: Host-plantselection by phytophagous insects, Chapman, London, 309 p.
- [18] Jamsa, S. and Viitaniemi, P., 2001. Heat treatment of wood. Better durability without chemicals. In: Proceedings of COST E22. Environmental Optimisation of Wood Protection, Proceedings of the special seminar held in France, 9 February 2001, 19-24.
- [19] Welzbacher, C.R. and Rapp, A.O., 2002. Comparison of thermally modified wood originating from four industrial scale processes – durability. International Research Group Wood Preservation: Doc.No: IRG/WP 02-40229, 13 p.
- [20] Yang, V.W. and Clausen, C.A., 2007. Antifungal effect of essential oils on southern yellow pine. Inter Biodeter Biodegr, 59: 302-306.
- [21] Schwarz, F.W.M.R. and Navi, P., 2003. Investigation of factors that enhance the resistance of thermo-hydro-mechanically (THM) densified wood to colonization and degradation by wood decay fungi; Cost Action E37: Sustainability through New Technologies for Enhanced Wood Durability, Switzerland. September 2003. 11-19.
- [22] European EN113., 1996. Wood preservatives, Test method for determining the protective effectiveness against wood destroying Basidiomycetes, Determination of the toxic values.
- [23] American Society for Testing and Material (ASTM), D1037-06A. Test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials, West Conshohocken, Pennsylvania, 2006.
- [24] Qanaei Tarzi, B., Hosseini, A. and Qavami, M., 2006. Check the fatty acid composition of different types of liquid vegetable oil in Iran. Journal of Food Science and Nutrition. 3(2):59-69. (In Persian).
- [25] Spear, M.J., Fowler, P.A., Hill, C.A.S. and Elias, R.M., 2006. Assessment of the envelope effect of three hot oil treatments: Resistance to decay by *Coniophora puteana* and *Postia placenta*. The International Research Group on Wood Protection, IRG/WP 06-40, Pp: 209-216.
- [26] Sanaei, A. and Mohebbi, B., 2004. The effect water heat treatment on the physical properties of beach wood. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources of the Caspian. 2(2): 1-13. (In Persian).
- [27] Alen, R., Kotilainen, R. and Zaman, A., 2002. Thermochemical behavior of Norway spruce (*Picea Alba*) at 180-225 °C. Wood Science and Technology, 36: 17-163.
- [28] Homan, W., Tjeerdsma, B., Beckers, E. and Jorissen, A., 2004. Structural and other properties of modified wood. In: World Conference on Timber Engineering, British Columbia, Canada. Proceeding, British Columbia, Canada, 8 p.

- [29] Stamm, A.J. and Baechler, R.H., 1960. Decay resistance and dimensional stability of five modified woods. *Forest Products Journal*, 10: 22-26.
- [30] Enayati, A.A., 2010. *Wood Physics*. Tehran University Press, 340 p. (In Persian)
- [31] Syrjanen, T., 2001. Production and classification of heat treated wood in Finland. COST Action E22, Environmental optimisation of wood protection, Proceedings of the special seminar held in France, 9 February, 11-19.
- [32] Hakan, M., 2008. Effect of heat treatment on Equilibrium Moisture Content (EMC) of some wood species in Turkey. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4(6): 660-665.
- [33] Nuopponen, M., Vuorinen, T., Jamsa, S. and Viitaniemi, P., 2004. Thermal modifications in softwood studied by FT-IR and UV resonance Raman spectroscopies. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 24(1):13-26.
- [34] Chehreh, F., Mastari Farahani, M.R. and Sadeghi Mahounak, A.R., 2012. Effect of rapeseed oil heat treatment using rapeseed oil on dimensional stability of *Populus deltoides* wood. *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, 19 (2): 105-117 (In Persian).
- [35] Abdeh, M.R., Mootab Saei, A. and Mohebbi, B., 2010. Influences of Oleothermal Modification of Fir (*Abies sp.*) wood in Soy Oil on its Physical and Mechanical Properties. 3rd International Seminar on Oilseeds and Edible Oils. 1-10 (In Persian).
- [36] Salim, R., Ashaari, Z. and Samsi, H.W., 2010. Effect of Oil Heat Treatment on Physical properties of Semantan Bamboo (*Gigantochloa scortechinii* Gamble). *Modern Applied Science*, 4(2): 107-113.
- [37] Rezayati-Charani, P., Mohammadi-Rovshandeh, J., Mohebbi, B. and Ramezani, O., 2007. Influence of hydrothermal treatment on the dimensional stability of beech wood. *Caspian J. Environ. Sci.* 5(2): 125-131. (In Persian).
- [38] Aydemir, D., Gunduz, G., Altuntas, E., Ertas, M., Sahin, H.T. and Alma, M.H., 2011. Investigating changes in the chemical constituents and dimensional stability of beech wood. *BioResources*, 6(2): 1308-1321.
- [39] Hyvonen, A., Piltonen, P., Nelo, M. and Niinimaki, J., 2005. Wood protection tomorrow-Potential of modified crude tall oil formulations in wood protection. In: *Proceeding of the Seventh Finnish Conference of Environmental Science*, May12-13, Jyvaskyla, Finnish Society for Environmental Sciences, University of Jyvaskyla: 35-38.
- [40] Kartal, S.N., Hwang, J.W., Imamura, Y. and Sekine, Y., 2006. Effect of essential oil compounds and plant extracts on decay and termite resistance of wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 64: 455-461.
- [41] Wang J., 2007. Initiating Evaluation of Thermal-Oil Treatment for Post-MPB Lodgepole Pine. *Forintec Canada Corp. Western Division 2665 East Mall Vancouver, British Columbia V6T 1W5*, 41 p.
- [42] Karlsson, O., Sidorova, E. and Moren, T., 2011. Influence of heat transferring media on durability of thermally modified wood. *BioResources*, 6(1): 358-372.
- [43] Banson, S. and Mehendra, R., 2008. Antifungal activity of essential oils from Indian medicinal plants against human pathogenic *Aspergillus fumigatus* and *Aspergillus niger*. *World Journal of Medical Sciences*, 3: 81-88.
- [44] Hakkou, M., Petrissans, M., Gerardin, P. and Zoulalian, A., 2006. Investigations of the reasons for fungal durability of heat-treated beech wood. *Polymer Degradation and Stability*, 91: 393-397.
- [45] Kocafe, D., Poncsak, S. and Boluk, Y., 2008. Effect of thermal treatment on the chemical composition and mechanical properties of birch and aspen. *BioResources*, 3(2): 517-37.

- [46] Sivonen, H., Maunu, S.L., Sundholm, F., Jämsä, S. and Viitaniemi, P., 2002. Magnetic resonance studies of thermally modified wood. *Holzforschung*, 56(6): 648-654.
- [47] Boonstra, M. and Tjeerdsma, B., 2006. Chemical analysis of heat treated softwoods. *Holz als Roh- und werkstoff*, 64: 204-211.
- [48] Gonzalez-Pena, M.M., Curling, S.F. and Hale, M.D.C., 2009. On the effect of heat on the chemical composition and dimensions of thermally modified wood. *Polymer Degradation and Stability*, 94(12), 2184-2193.

Effect of heat-treatment with raw cotton seed oil on decay resistance and dimensional stability of Beech (*Fagus orientalis*)

Abstract

This research was conducted to determine the effect of raw cotton seed oil heat-treatment on decay resistance and dimensional stability of beech, which were determined according to EN113 and ASTM-D1037 standards, respectively. The heat treatment of raw cotton seed oil was carried out in a cylinder at the temperatures of 130 and 170 °C for 30 and 60 minutes. Following the decay of samples, oil uptake, density, volumetric swelling, water absorption, and weight loss were measured. Oil uptake at 30 and 60 min were determined as 10.5 and 13.3 Kg/cm³, respectively. Oil-heat treated samples at 30 min and 130°C indicated the maximum density showing an increase of 87.7% compared to the control sample. According to the obtained results, water repellency and dimensional stability improved with oil-heat treatment. Water absorption in 130°C and 60 minutes showed a 76% reduction in comparison with the control samples. Decay resistance of the samples that were oil soaked for 60 minutes was 80.2% more than that of the control ones. Compared to oil treatment, Oil-heat treatment improved decay resistance to a higher extent, and this effect was significant at 30 min treatment time. Adding the temperature of oil-heat treatment at 30 minutes improved decay resistance, but increasing the time of treatment at the same temperature did not have a significant effect on decay resistance improvement.

Keywords: oil-heat-treatment, raw cotton seed oil, Iranian beech, dimensional stability, decay resistance.

M. Ghorbani ^{1*}
S. Hosseinzadeh ²

¹ Associate Professor, ² M.Sc. Student,
Department of Wood and Paper Science
and Technology, Faculty of Natural
Resources, Sari Agricultural Sciences
and Natural Resources University

Corresponding author:
ghorbani_mary@yahoo.com

Received: 2013.10.26
Accepted: 2014.04.12