نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و چهارم، شماره چهارم، ۱۳۹۶
http://jwfst.gau.ac.ir

اثر تیمار حرارتی با روغن کلزا بر روی کیفیت سطح چوب صنوبر دلتوئیدس (*populus deltoids*)

***فرید لطفی[۱]، محمدرضا ماستری فراهانی[۲] و ابوالقاسم خزاعیان[۳]**

[۱]دانش‌آموخته رشته حفاظت و اصلاح چوب، گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]دانشیار گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۳]دانشیار گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰٤/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: زبری سطح چوب یکی از عوامل مهم تعیین کیفیت سطح چوب می‌باشد که در بعضی از کاربردهای چوب ماسیو نقش مهمی را ایفا می‌کند، علاوه‌بر این در ساخت پانل‌های چوبی از قبیل تخته لایه، در فرآیند چسبندگی حائز اهمیت است. همچنین موفقیت در پرداخت کاری‌های عالی سطح (بتونه کاری، رنگ‌آمیزی، ورنی‌کاری، و غیره) با هدف حفاظت، بهبود و افزایش ارزش اقتصادی مبلمان به‌عنوان یک محصول نهایی با صافی سطح ماده چوبی درارتباط است. تیمار حرارتی چوب در جهت بهبود خواص آن توسط کاهش نم پذیری، بهبود ثبات ابعادی و افزایش مقاومت در برابر حمله بیولوژیکی شناخته شده است. تیمار حرارتی در روغن، یکی از روش‌های مؤثر تیمار حرارتی می باشد که دردهه گذشته درآلمان توسعه یافته و تجاری شده است. در طول تیمار حرارتی در شرایط خشک، مهاجرت مواد استخراجی به سطح چوب منجر به شکل‌گیری تکه‌های رزین بدنما می‌شود که نیاز است به وسیله رنده کاری حذف گردند. بنابرین در مقیاس صنعتی بعد از انجام تیمار حرارتی، سطح چوب رنده کاری می‌شود. با توجه به این‌که تاکنون تحقیقی در مورد اثر تیمار حرارتی با روغن کلزا و همچنین اثر دماها و زمان‌های مختلف تیمار بر روی کیفیت سطح چوب تیمار حرارتی شده در روغن گزارش نشده است. بنابرین در این پژوهش، اثر تیمار حرارتی با روغن کلزا به‌عنوان یکی از روش‌های تیمار حرارتی چوب بر روی کیفیت سطح چوب صنوبر دلتوئیدس بررسی خواهد شد.

مواد و روش‌ها: نمونه‌های چوبی به ابعاد ۲×۵۰ ×۵۰ میلی‌متر (شعاعی × مماسی × طولی) از برون چوب سالم صنوبر دلتوئیدس تهیه شد. نمونه‌ها با استفاده از سمباده کاغذی ٤۰۰ توسط چند حرکت آرام دست سمباده‌زنی شدند. سپس در آون در دمای ۳ ± ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲٤ ساعت شدند. سپس نمونه‌ها با روغن کلزا در دماهای ۱۸۰، ۲۰۰ و ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲ و ٤ ساعت تیمار شدند. متعادل‌سازی نمونه‌ها قبل از اندازه‌گیری زبری در قبل و بعد از تیمار، در محیط کلیما در دمای ۱± ۲۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵± ٦۵ درصد و مدت زمان ٤۸

*مسئول مکاتبه: faridlotfi2016@gmail.com

ساعت انجام شد. از پروفیلومتر پرتابل سوزنی با سرعت اندازه‌گیری ۱ میلی‌متر بر ثانیه، شعاع نوک سوزن ۵ میکرومتر و زاویه نوک ۹۰ درجه به‌منظور اندازه‌گیری پارامترهای زبری (Ra، Rq، Rz) و کاربردی سطح (آبوت) (Rk، Rpk، Rvk) قبل و بعد از انجام تیمار حرارتی با روغن کلزا استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار حرارتی با روغن کلزا موجب کاهش پارامترهای زبری و کاربردی سطح نمونه‌ها نسبت به نمونه‌های شاهد شد. افزایش دمای تیمار تأثیر معنی‌داری را بر روی پارامترهای مذکور نداشت. افزایش مدت زمان تیمار از ۲ ساعت به چهار ساعت تنها پارامتر کاربردی R'pk را به‌طور معنی‌دار کاهش داد.

نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد که تیمار حرارتی با روغن کلزا در اکثر دماها و زمان‌های تیمار موجب کاهش زبری سطح نمونه‌ها شد. این بهبود در کیفیت سطح نمونه‌های تیمار حرارتی شده در این تحقیق بیش‌تر از چند میکرون نیست. بنابرین در برنامه‌های کاربردی مختلف که پرداخت‌کاری صورت می‌گیرد، حتی این‌چنین مقادیرکم در صافی قابل توجه است و می‌تواند نقش مهمی در تعیین و کنترل مقادیر پرداخت‌کاری بازی کند. بنابرین مشخص شد که فرآیند تیمار حرارتی با روغن کلزا یک روش بالقوه جهت بهبود کیفیت سطح چوب می‌باشد، زیرا نیاز به پرداخت کاری را به حداقل می‌رساند.

واژه‌های کلیدی: تیمار حرارتی، روغن کلزا، کیفیت سطح، صنوبردلتوئیدس

مقدمه

مرز خارجی بین جسم و فضای اطراف آن را، سطح می‌گویند و ناهمواری، اندازه ناصافی‌های ریز روی سطح است، ارتفاع، عرض و شکل این ناصافی‌ها کیفیت سطح یک محصول را مشخص می‌سازد. بافت تشکیل‌دهنده یک سطح، فرم ژئومتری آن را تعیین می‌کند. بافت سطح از اجزایی با طول موج‌های متفاوت تشکیل‌شده که متشکل از فرم، موج و زبری هستند (۲). کیفیت سطح چوب ماسیو و پانل‌های بر پایه چوب یکی از مهم‌ترین خواص تأثیرگذار بر فرآیندهای تولید مانند پرداخت‌کاری و یا ویژگی‌های مقاومت به چسبندگی است (۲۶). یکی از فاکتورهای مهم در کیفیت سطح چوب، زبری سطح آن است که در فرآیند چسبندگی بسیار اهمیت دارد (٦). خواص مقاومتی (LVL[1]) و یا پانل‌های تخته‌لایه برای استفاده مؤثر آن‌ها بسیار مهم است. این خواص نمی‌تواند حاصل شود مگر این‌که روکش، جهت داشتن سطح صاف، سمباده‌زنی شود. روکش‌های زبر تماس بین لایه‌ها را کاهش می‌دهند که منجر به ضعیف شدن خط چسب و افت خواص مقاومتی تخته‌لایه می‌شوند (١٤). همچنین پارامترهای منحنی آبوت از پارامترهای مهم تعیین کیفیت سطح چوب می‌باشند، که اطلاعات کاربردی را در اختیار محققین قرار می‌دهند. اساسا این پارامترها به سه ناحیه ارتفاعی: قله، دره و ناحیه مرکزی تقسیم می‌گردند که محاسبات بر اساس این سه ناحیه انجام می‌شود. به‌این پارامترهای گروه، پارامترهای (Rk) می‌گویند. پارامتر (Rk): معرف قسمت مرکزی و عمق زبری مرکزی است. این پارامترهای گروه (Rk) متشکل از پارامترهای (Rpk): معرف منطقه قله و یا پیک زبری (برجسته‌ترین قسمتی که با اولین ساییدن از بین می‌رود) و پارامتر (Rvk): معرف عمق فرورفتگی‌ها یا دره‌ها (پایین‌ترین قسمتی است که مایعات را نگه

1- Laminated Veneer Lumber

می‌دارد). از آنجایی که چوب و محصولات چوبی در شرایط خاص مورد حمله قارچ‌ها، حشرات و دیگرعوامل مخرب محیطی قرار می‌گیرند (۵)، اصلاح چوب با نگرشی چند جانبه، نه تنها موجب بالا رفتن دوام و مقاومت آن در برابر بسیاری از عوامل نامطلوب می‌گردد، بلکه به‌عنوان روشی نوین، اشکالات ناشی از فرایندهای زیان‌آوری چون حفاظت با مواد شیمیایی سمی را برطرف می‌سازد (۱۲). روش‌های مختلفی برای اصلاح چوب توسعه داده شده است که اصلاح شیمیایی، حرارتی، سطحی و اصلاح به روش اشباع از جمله آن‌هاست. از بین روش‌های ذکرشده، تیمار حرارتی یکی از مؤثرترین روش‌های اصلاح چوب است که با موفقیت بیش‌تری تجاری شده است. تیمارحرارتی معمولا در دماهای بین ۲٦۰-۱۸۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود (٤). تیمار در روغن‌های گیاهی داغ با نقطه‌های جوش بالاتر از ۲٦۰ درجه سانتی‌گراد، یکی از جایگزین‌ها برای حرارت‌دهی در حالت خشک یا در بخار است (۲۵). در دهه گذشته، فرآیند Menz Holz در آلمان توسعه داده شده است، که در آن چوب در روغن‌های کلزا و کتان تصفیه نشده در یک محفظه فرآیند بسته در دمای ۲۲۰-۱۸۰ درجه سانتی‌گراد تیمارحرارتی می‌شود (۲۱). روغن انتقال حرارتی سریع و یکسان را در تمامی عناصر چوب به‌وجود آورده، در نتیجه فرآیند اصلاح با روغن‌های داغ سبب می‌شود که گرما به‌صورت یکنواخت به داخل چوب منتقل شود و از سوی دیگر با کاهش دسترسی اکسیژن به چوب، از خطر اکسیداسیون آن کاسته می‌شود (۲٦). تیمار حرارتی ساختار آناتومی چوب را بسته به گونه‌های چوبی و برنامه تیمار به‌کار گرفته شده تحت تأثیر قرار می‌دهد (۸). بر اساس مشاهدات بصری عکس‌های میکروسکوپی گرفته‌شده از آنالیز میکروسکوپ الکترونی پویشی مشخص شد که مقطع عرضی نمونه‌های ارس ویرجینیایی تیمار حرارتی شده سطوح صاف‌تری نسبت به نمونه‌های شاهد ارائه دادند (۱۵). از طرف دیگر، افت مواد استخراجی فرار در طول تیمار حرارتی برروی پروفیل‌های (نمای) انتشار ترکیبات آلی فرار (VOC) چوب تیمار حرارتی شده تأثیر می‌گذارد. بسته به شرایط تیمارحرارتی، مواد استخراجی به سطح چوب مهاجرت می‌کنند (۱۱). تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که حرارت‌دهی چوب سبب تغییر در زبری سطح چوب می‌گردد (۱ و ۷ و ۹ و ۲٤). هم‌چنین پارامترهای کاربردی سطح نیز، ممکن است در اثر اصلاح چوب تحت تأثیر قرار گیرند (۱٦ و ۱۷). مطالعات انجام شده درگذشته درمورد زبری سطح چوب تیمار حرارتی شده، محدود به شرایط خشک بوده است و درمورد زبری سطح چوب تیمارحرارتی شده در روغن و همچنین اثر تیمارحرارتی بر روی پارامترهای کاربردی سطح، هیچ‌گونه تحقیقی تاکنون گزارش نشده است. بنابرین در این پژوهش، اثر تیمار حرارتی با روغن کلزا بر روی کیفیت سطح چوب صنوبر دلتوئیدس بررسی خواهد شد.

مواد و روش‌ها

مواد: تعداد ۳۰ نمونه چوبی سالم به ابعاد ۵۰ (مماسی) ×۵۰ (طولی) × ۲ (شعاعی) میلی‌متر از برون چوب صنوبر دلتوئیدس (*populous deltoids*) خشک شده در هوای آزاد تهیه شد. نمونه‌های تهیه شده توسط سمباده ٤۰۰ با چند حرکت آرام دست سمباده‌زنی شدند. سپس در حرارت ۳± ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد تارسیدن به وزن ثابت درآون خشک شدند. در این تحقیق برای هر تیمار پنج نمونه چوبی (تکرار) در نظر گرفته شد. روغن‌کلزای مورد استفاده، استخراج‌شده از دانه‌های روغنی کلزای کشت شده در استان مازندران بود و از کارخانه به پاک بهشهر تهیه

شد. این روغن دارای پایداری اکسیداتیو بالا و نقطه فراریت حدود ۲٤۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همچنین در این روغن اسیدهای چرب آزاد به حداقل ممکن رسیده است.

روش‌ها

تیمار حرارتی نمونه‌ها طبق کار قبلی انجام شده توسط Chehreh و همکاران (۲۰۱۲) انجام شد (۱۰).

برای این منظور نمونه‌های تهیه‌شده از چوب صنوبر دلتوئیدس در گروه‌های ۵ تایی دسته‌بندی شدند. هر دسته جداگانه در دایجستر محتوای روغن کلزا قرار داده شد، درب دایجستر بسته شده و پس از قرار دادن آن در داخل آون، در حرارت و زمان خاص (جدول ۱) تیمار حرارتی شدند.

جدول ۱- دسته‌بندی کردن نمونه‌ها برای تیمار حرارتی با روغن کلزا.

Table 1. Categorize of samples for heat treatment with rapeseed oil.

کدتیمار Treatment Code	حرارت (درجه‌سانتی‌گراد) Temperature (°c)	زمان (ساعت) Time (hr)
A	180	
B	200	2
C	220	
D	180	
E	200	4
F	220	

درصد افزایش وزن (WPG[1]) برای چوب صنوبر تیمار حرارتی شده با روغن کلزا با استفاده از فرمول (۱) محاسبه شد.

$$WPG\ \% = [(W_m - W_o)/W_o \times 100] \quad (1)$$

که در آن، WPG= درصد افزایش وزن نمونه‌ها در اثر تیمار حرارتی با روغن کلزا، W_o= وزن خشک نمونه ها قبل از تیمار حرارتی با روغن کلزا، W_m= وزن خشک نمونه‌های تیمارحرارتی شده با روغن کلزا.

اندازه‌گیری زبری سطح چوب: از آنجاکه رطوبت بر روی زبری سطح تأثیر می‌گذارد، قبل از اندازه‌گیری زبری، تا رسیدن به رطوبت تعادل، نمونه‌ها به‌مدت ٤۸ ساعت در دمای ۱±۲۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵± ٦۵ درصد قرار داده شدند. زبری سطح قبل و بعد از انجام تیمار حرارتی با روغن کلزا بر اساس استاندارد ISO ٤۲۸۷/۱ تکنیک‌سوزنی اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری با استفاده از دستگاه پروفیلومتر پرتابل سوزنی مدل RTP۸۰ ایتالیایی آزمایشگاه صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد (شکل ۱). برای اندازه‌گیری زبری سطح، از سطح هر نمونه سه پروفیل از قسمت وسط نمونه‌ها در جهت عمود بر الیاف و با فاصله ۵ میلی‌متر از هم گرفته شد. نوک سوزن دستگاه اندازه‌گیری زبری سطح با شعاع ۵ میکرومتر و زاویه نوک ۹۰ درجه و سرعت ثابت ۱ میلی‌متر برثانیه و دقت در حد میکرون، ضمن تماس با سطح نمونه در طول پروفیل، عمود برجهت الیاف به‌اندازه ۱۷/۵۰ میلی‌متر حرکت نمود. طول پروفیل ۱۷/۵۰ میلی‌متر بود و بر اثر جابجایی سنسور، اطلاعات به سیگنال الکتریکی تبدیل شد.

1- Weight Percentage Gain

شکل ۱- دستگاه پروفیلومتر پرتابل سوزنی.

Figure 1. Portable stylus profilometer device.

مختصات نقاط اندازه‌گیری بر روی هر پروفیل به‌صورت دیجیتال ذخیره گردید و بر پایه آن پروفیل سطح بازرسی شد. پارامترهای زبری سطح شامل: زبری متوسط (Ra)، ریشه میانگین مربعات مختصات پروفایل زبری (Rq)، میانگین ۱۰ نقطه شامل ۵ قله و ۵ دره (Rz) و پارامترهای کاربردی سطح شامل: قسمت مرکزی و عمق زبری مرکزی (Rk)، منطقه قله و یا پیک زبری (Rpk)، و عمق فرورفتگی‌ها یا دره‌ها (Rvk)، قبل و بعد از انجام تیمارحرارتی با روغن کلزا اندازه‌گیری شدند. همچنین زبری نسبی نمونه‌ها (R') برای هریک از پارامترهای زبری (Ra، Rq و Rz) و کاربردی سطح (Rk، Rpk و Rvk) با استفاده از (فرمول ۲) محاسبه شد (۱۳).

$$R'=R_m/R_o \qquad (۲)$$

R_m= پارامتر زبری نسبی سطح چوب بعد از اصلاح، R_O= پارامتر زبری نسبی سطح چوب قبل از اصلاح.

نتایج و بحث

نتایج نشان می‌دهد که وزن نمونه‌های چوب تیمار حرارتی شده با روغن کلزا پس از تیمار حرارتی افزایش‌یافته است (جدول ۲). وزن چوب تیمار حرارتی شده با روغن به‌دلیل جذب روغن در طی تیمار حرارتی افزایش می‌یابد (۲۲)، این در حالی است که تیمار حرارتی در محیط خنثی و هوای معمولی، کاهش در وزن چوب را به‌خاطر پیرولیز همی سلولز، سلولز و لیگنین به دنبال دارد (۲۰). افزایش وزن نمونه‌ها در اثر تیمار حرارتی با روغن، با گزارش‌های اسپیر و همکاران (۲۰۰٦)، چهره و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد (۲۲ و ۱۰). توضیح منطقی این است که در طول فرآیند تیمار حرارتی هیچ اختلاف فشاری بین داخل چوب و روغن، جهت تسهیل نفوذ روغن به داخل چوب وجود ندارد (۲۱). اما در خنک شدن در مخزن روغن، هوا یا بخار باقی‌مانده در حفره‌های سلولی منقبض‌شده، که منجر به فشار منفی داخلی و مکش روغن به داخل چوب می‌شود (۳). در اثر تیمار حرارتی، ترکیبات چوب (همی سلولز، سلولز و لیگنین) تخریب‌شده، وزن و حجم چوب کاهش می‌یابد (۲۰). از آنجایی‌که مقدار جذب روغن خیلی بیش‌تر از کاهش وزن در اثر تخریب ترکیبات چوب بوده است، وزن نمونه‌ها در اثر تیمار حرارتی با روغن کلزا افزایش‌یافته است.

جدول ۲- درصد افزایش وزن نمونه‌های تیمار حرارتی شده با روغن کلزا.

Table 2. Weight percentage gain of the heat treated samples with rapeseed oil.

کد تیمار Treatment code	درصد افزایش وزن (درصد) Weight percentage gain (%)
A	71.50
B	86.89
C	92.36
D	94.39
E	96.41
F	89.53

جدول ۳ نشان‌دهنده میانگین و انحراف معیار پارامترهای زبری و کاربردی سطح چوب قبل و بعد از انجام تیمارحرارتی با روغن کلزا می‌باشد. در اثر تیمار حرارتی با روغن کلزا در همه دماها و زمان‌ها، تمام پارامترهای زبری و کاربردی سطح به استثنای پارامتر کاربردی Rpk در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲ ساعت نسبت به قبل از تیمار کاهش یافته‌اند.

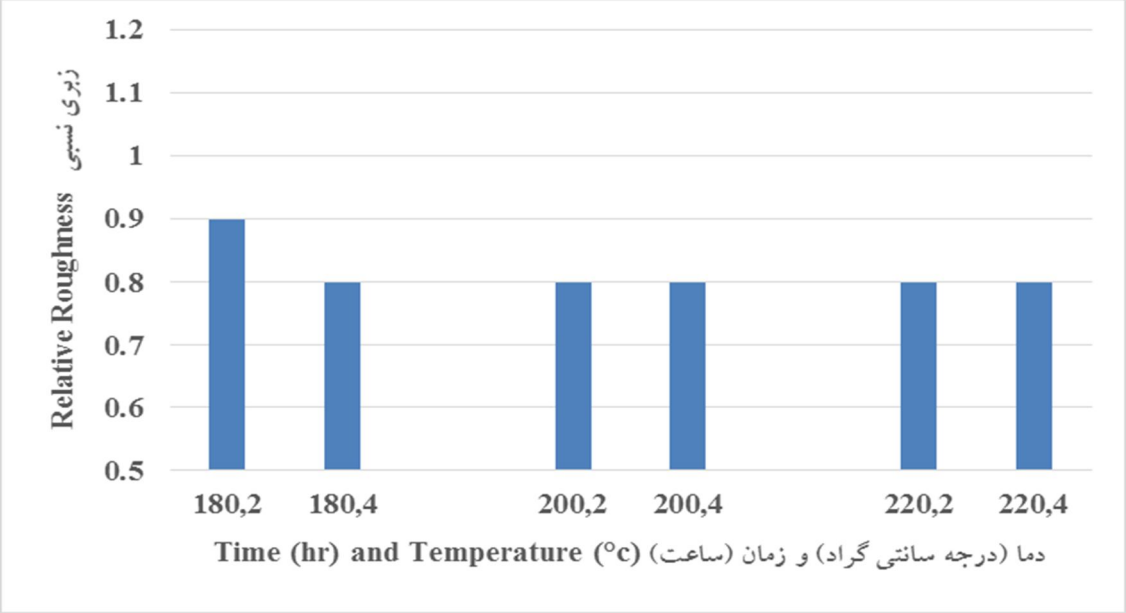
جدول ۳- میانگین و انحراف معیار پارامترهای زبری و کاربردی سطح چوب قبل و بعد از تیمار.

Table 3. Mean and standard deviation of Roughness and Abbott- Firestone curve parameters before and after treatment.

تیمار Treatment	دما (درجه سانتی‌گراد) و زمان (ساعت) Temperature (°c)and time(hr)	پارامترزبری (میکرومتر) Roughness Parameter (µm)					
		Ra	Rq	Rz	Rk	Rpk	Rvk
قبل از اصلاح Before modification	-	6.856(1.281)	9.007(1.512)	48.33(7.32)	16.76(5.84)	5.176(1.965)	17.447(2.381)
	-	6.861(1.480)	9.065(1.890)	48.81(8.86)	17.31(4.96)	3.813(1.193)	17.68(3.90)
	-	5.778(1.235)	7.723(1.540)	43.34(7.07)	13.66(5.25)	3.641(0.926)	16.681(3.370)
	-	6.265(1.655)	8.282(1.924)	44.92(8.27)	14.71(6.46)	5.042(1.792)	16.783(2.609)
	-	6.187(1.281)	8.159(1.547)	43.75(7.13)	14.63(4.10)	4.715(1.375)	16.241(2.707)
	-	6.073 (0.718)	7.957(0.836)	43.06(4.18)	14.448(3.429)	4.623(0.793)	15.465(2.606)
بعد از اصلاح After modification	180(°c) و 2(hr)	6.095(1.375)	8.022(1.701)	44.72(8.04)	15.43(4.80)	4.468(1.525)	15.703(3.043)
	200(°c) و 2(hr)	5.849(1.182)	7.792(1.484)	42.96(6.68)	14.66(3.44)	4.313(1.266)	16.04(2.71)
	220(°c) و 2(hr)	4.965(0.483)	6.677(0.577)	38.74(3.14)	11.71(2.04)	3.106(0.724)	13.727(1.642)
	180(°c) و 4(hr)	5.377(1.342)	7.216(1.604)	41.49(7.99)	13.37(4.82)	3.957(1.545)	14.643(2.467)
	200(°c) و 4(hr)	5.107(0.864)	6.853(1.025)	38.42(5.60)	12.14(3.06)	3.559(1.059)	14.222(1.876)
	220(°c) و 4(hr)	5.106(0.854)	6.833(1.041)	38.55(5)	12.325(2.726)	4.197(1.009)	14.138(2.855)

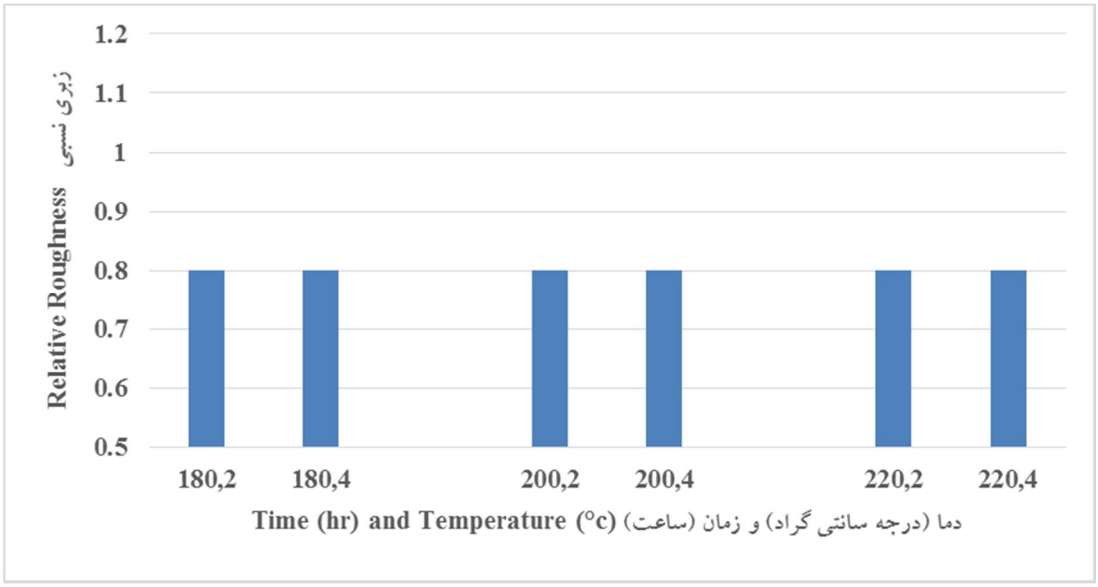
نتایج حاصل از آزمون T جفتی در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد که تیمارحرارتی با روغن کلزا در همه دماها و زمان‌ها پارامترهای زبری سطح را به‌طور معنی‌داری کاهش داده است. براساس مشاهدات بصری عکس‌های میکروسکوپی گرفته‌شده از آنالیز میکروسکوپ الکترونی پویشی مشخص شد که مقطع عرضی نمونه‌های ارس ویرجینیایی تیمار حرارتی شده سطوح صاف‌تری نسبت به نمونه‌های شاهد ارائه دادند (۸). در طول تیمار حرارتی، فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی در لایه‌های نزدیک سطح چوب اتفاق می‌افتد که منجر به اصلاح سطح با ویژگی‌های جدیدی می‌شوند. دمای بالای ۱٦۰–۱۵۰ درجه‌سانتی گراد باعث تغییر در لیگنین و حالت گرمانرمی می‌شود، که موجب افزایش تراکم و فشردگی لایه‌های سطح می‌شود (۲٤). این نتایج در مورد پارامترهای کاربردی سطح نشان داد که در اکثر دماها و زمان‌ها اختلاف پارامترهای کاربردی در قبل و بعد از تیمار حرارتی معنی‌دار شدند. کاهش پارامتر (Rvk) نشان‌دهنده کاهش پایین‌ترین سطحی می‌باشد که در آن مایعات قرار می‌گیرند که این امر می‌تواند بخشی از گیرا شدن (پلیمرشدن) روغن در حفره سلولی ناشی شده باشد. عدم معنی‌دار شدن اختلاف پارامتر کارکردی سطح (Rpk) در دمای ۱۸۰ و ۲۰۰ درجه سانتی گراد به‌مدت ۲ ساعت می‌تواند به سبب عبور مواد استخراجی به سطح چوب، و معنی‌دارشدن آن در دماها و زمان‌های طولانی‌تر، می‌تواند به سبب حذف مواد استخراجی از سطح چوب ناشی شده باشد.

با توجه به نمودارهای زیر، زبری نسبی نمونه‌ها فقط در دمای ۱۸۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲ ساعت، برای پارامتر کاربردی سطح (R'pk) افزایش یافته است و درسایر دماها و زمان‌ها، زبری نسبی برای سایر پارامترهای کاربردی و زبری سطح کاهش یافته است.



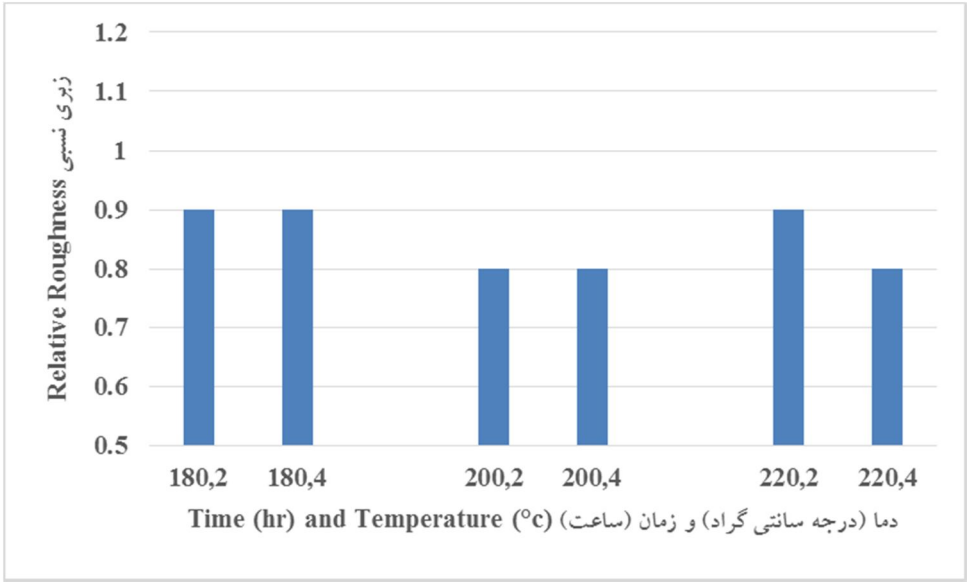
شکل ۲- مقادیر زبری نسبی (R'a) در دماها و زمان‌های مختلف تیمار.

Figure 2. Relative Roughness contents of (R'a) in the different treatment time and temperatures.



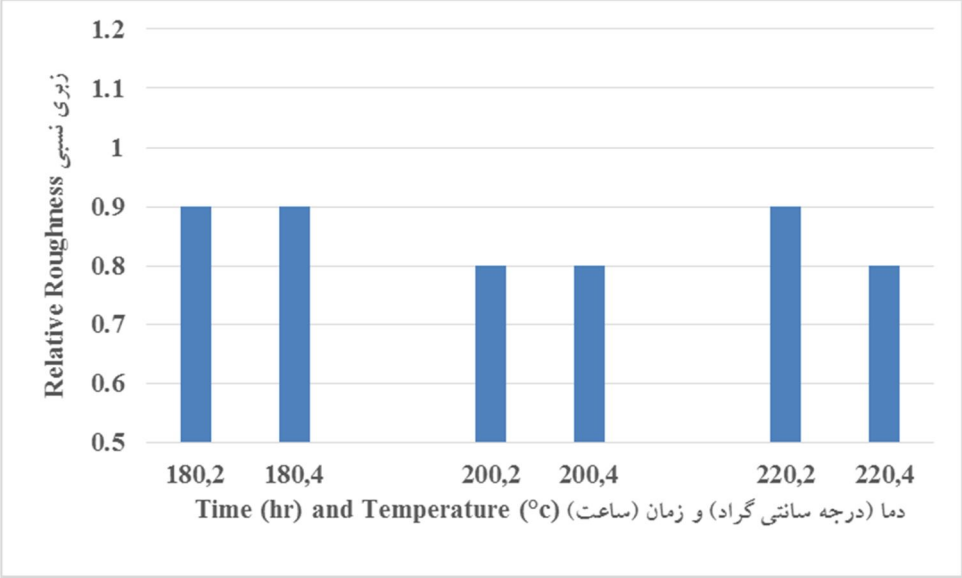
شکل ۳- مقادیر زبری نسبی (R'q) در دماها و زمان‌های مختلف تیمار.

Figure 3. Relative Roughness contents of (R'q) in the different treatment times and temperatures.



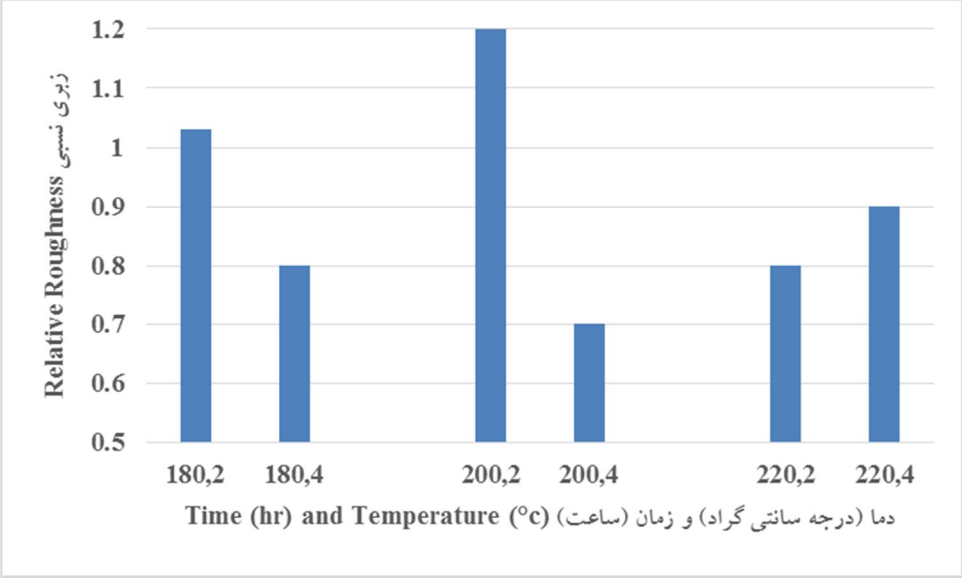
شکل ٤- مقادیر زبری نسبی (R'z) در دماها و زمان‌های مختلف تیمار.

Figure 4. Relative Roughness contents of (R'z) in the different treatment times and temperatures.



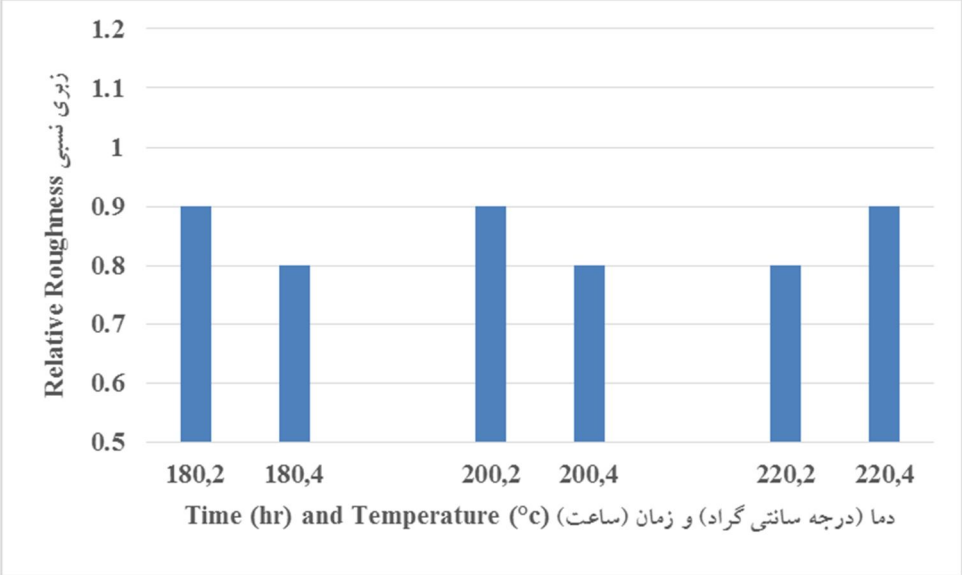
شکل ٥- مقادیر زبری نسبی (R'k) در دماها و زمان‌های مختلف تیمار.

Figure 5. Relative Roughness contents of (R'k) in the different treatment times and temperatures.



شکل ٦- مقادیر زبری نسبی (R'pk) در دماها و زمان‌های مختلف تیمار.

Figure 6. Relative Roughness contents of (R'pk) in the different treatment times and temperatures.



شکل ۷- مقادیر زبری نسبی (R'vk) در دماها و زمان‌های مختلف تیمار.

Figure 7. Relative Roughness contents of (R'vk) in the different treatment times and temperatures.

تجزیه و تحلیل پارامترهای داده‌های زبری نسبی در جدول ٤ آورده شده است. با توجه به نتایج، بین دماها و زمان‌های مختلف تیمار حرارتی در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر روی پارامترهای کاربردی و زبری نسبی، به استثنای R'pk اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در دو دمای ۱۸۰ و ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش مدت زمان تیمار به چهار ساعت، R'pk به مقدار قابل ملاحضه‌ای کاهش یافت که این امر می‌تواند از حذف مواد استخراجی از سطح نمونه‌ها ناشی شده باشد. مقادیر پارامتر R'pk با افزایش مدت زمان تیمار کاهش یافته است. این نتایج با نتایج تحقیقات قبلی انجام شده توسط کندن و همکاران (۲۰۱۲)، تسدمیر و هیزیرگلو (۲۰۱٤)، آدلا سالکا و هیزیرگلو (۲۰۱٤). وآیتین و کرکوت (۲۰۱٦) مطابقت دارد (۱ و ۷ و ۹ و ۲٤). بسته به متغیرهای تیمار حرارتی به‌ویژه دما، مواد استخراجی از مرکز به سطح حرکت می‌کنند و با افزایش مدت زمان تیمار، از یک دمای مشخصی از سطح چوب حذف می‌گردند (۱۱). به‌عنوان نمونه در تیمار حرارتی در شرایط بخار چوب کاج اسکاتلندی، در دمای بین ۱۸۰-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در قسمت مرکزی آن رزین‌های اسیدی تشکیل شدند، ولی در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد این اسیدها در مرکز چوب قابل یافتن نبودند و از آنجا به سوی سطح چوب جابه‌جا شده و در دمای بالای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد این اسیدها در سطح چوب نیز قابل دستیابی نبودند (۱۸). با حذف مواد استخراجی از سطح چوب انتظار می‌رود زبری سطح چوب کاهش یابد. در این تحقیق در دو دمای ۱۸۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، با افزایش مدت زمان تیمار به چهار ساعت، R'pk به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت که این امر می‌تواند از حذف مواد استخراجی از سطح نمونه‌ها ناشی شده باشد. از آنجایی‌که R'pk اولین سطحی است که با سایش حذف می‌گردد، با سمباده‌زنی سطحی لایه‌های چوبی تیمار شده با روغن در دماهای مذکور به‌مدت ۲ ساعت می‌توان کیفیت سطح را بهبود بخشید. این امر برای تیمار حرارتی به‌مدت چهار ساعت ضروری به‌نظر نمی‌رسد.

جدول ٤- آنالیز واریانس برای پارامترهای زبری نسبی چوب تیمارحرارتی شده.

Table 4. Analysis of Variance for Relative Roughness Parameters of heat treated wood.

پارامترزبری نسبی Relative roughness parameter	منبع تغییر change source	درجه‌آزادی Degree of freedom	مجموع مربعات S.S Sums of Squares	میانگین مربعات M.S Mean squares	عدد F F value	عدد T Tvalue
	دما temperature	2	0.01673	0.00873	0.33	0.732
R'a	زمان time	1	0.02133	0.02133	0.83	0.365
	دما×زمان time ×temperature	2	0.00349	0.00174	0.07	0.934
	دما temperature	2	0.01117	0.00558	0.28	0.760
R'q	زمان time	1	0.00779	0.00779	0.38	0.537
	دما× زمان time ×temperature	2	0.00126	0.00063	0.03	0.969
	دما temperature	2	0.02340	0.01170	0.78	0.460
R'Z	زمان time	1	0.00127	0.00127	0.09	0.771
	دما× زمان time ×temperature	2	0.00069	0.00035	0.02	0.977
	دما temperature	2	0.15706	0.07853	1.27	0.287
R'k	زمان time	1	0.03192	0.03192	0.52	0.457
	دما× زمان time ×temperature	2	0.00910	0.00455	0.07	0.929
	دما temperature	2	0.2132	0.1065	0.71	0.499
R'pk	زمان time	1	1.0242	1.0242	6.80	0.011
	دما× زمان time ×temperature	2	0.9068	0.4534	3.01	0.055
	دما temperature	2	0.01970	0.00985	0.34	0.711
R'vk	زمان time	1	0.00008	0.00008	0.00	0.957
	دما× زمان time ×temperature	2	0.07285	0.03642	1.26	0.288

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار حرارتی با روغن کلزا موجب کاهش زبری سطح نمونه‌ها نسبت به نمونه‌های شاهد شد. افزایش دمای تیمار تأثیر معنی‌داری را بر روی زبری سطح چوب نداشت. افزایش مدت زمان تیمار از ۲ ساعت به چهار ساعت تنها پارامتر R'pk را به‌طور معنی‌دار کاهش داد. بهبود در کیفیت سطح نمونه‌های تیمار حرارتی شده در این تحقیق بیش‌تر از چند میکرون نیست و حاصل تیمار حرارتی است. بنابرین در برنامه‌های کاربردی مختلف که پرداخت‌کاری صورت می‌گیرد، حتی این‌چنین مقادیر کم در صافی قابل توجه است و می‌تواند نقش مهمی در تعیین و کنترل مقادیر پرداخت‌کاری بازی کند. به‌عنوان مثال در تولید تخته‌چندلایه، لایه‌های تولید شده با استفاده از فرآیند تیمارحرارتی در روغن کلزا فقط در دو دمای ۱۸۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲ ساعت مستلزم سنباده زنی سطحی می‌باشند، و در سایر دماها و زمان‌های تیمار، مستلزم این سنباده‌زنی سطحی نیز نمی‌باشند. همچنین چوب ماسیو با سطح زبر مستلزم فرآیند سمباده‌زنی بیش‌تر

است که نه تنها باعث تلف شدن مواد اولیه توسط کاهش ضخامت می‌شود، بلکه همچنین هزینه تولید کلی چوب افزایش می‌یابد. بنابرین مشخص شد که فرآیند تیمار حرارتی با روغن کلزا یک روش بالقوه جهت بهبود کیفیت سطح چوب می‌باشد، زیرا نیاز به پرداخت کاری را به حداقل می‌رساند.

منابع

1.Adela Salca, E., and Hiziroglu, S. 2014. Evaluation of hardness and surface quality of different wood species as function of heat treatment. Materials and Design., 62: 416–423.

2.Amaral, R., and Hochong, L. 2002. Surface roughness. Power point.

3.Awoyemi, L., Cooper, P.A., and Ung, T.Y. 2009. In-treatment cooling during thermal modification of wood in soy oil medium: Soy oil uptake, wettability, water uptake and swelling properties. Eur. J. Wood.

4.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 heat-treated hornbeam and uludag fir wood. Bio. Resources., 6: 2. 1308-1321.

5.Ayrilimis, N. 2005. Variations in compression strength and surface roughness of heat-treated Turkish rirred gum (Eucalyptus Camaldulensis) wood. Scince links Japan. 4: 405- 409.

6.Ayrilmis, N., Candan, Z., Akbulut, T., and Balkiz, O. 2010. Effect of sanding on surface properties of medium density fiber board. TnbusTRJA. 61: 3. 175-181.

7.Aytin, A., and Korkut, S. 2016. Effect of thermal treatment on the swelling and surface roughness of common alder and wych elm wood. J. For. Res., 27: 1. 225–229.

8.Boonstra, M.J. 2008. A two-stage thermal modification of wood. Ph.D. Dissertation in cosupervision Ghent University and Université Henry Poincaré- Nancy, France. 1-297p.

9.Candan, Z., Buyuksarıa, U., Korkut, S., Unsala, O., and Cakıcıer, N. 2012. Wettability and surface roughness of thermally modified plywood panels. Industrial Crops and Products, 36: 434–436.

10.Chehreh, F., Farahani, M.R.M., and Mahounak, A.R.S. 2012. Effect of rapeseed oil heat treatment using rapeseed oil on dimensional stability of *Populus deltoides* wood. Gorgan, J. of Wood and Forest Science and Technology. 19: 2. 105-117. (In Persian)

11.Hill, A.S.C. 2006. Wood Modification Chemical, Thermal and other processes. John Wiley and Sons Press England, Pp: 99– 127.

12.Hossaini, M. 2007. Investigation on dimensional stability and decay resistance of aceic anhydryd and propionic anhidryde modified beech wood. M.Sc. Thesis. Gorgan, University of Agricultural Science and Natural Resources. 75p. (In Persian)

13.Kamdem, P., and Grelier, S. 2002. Surface roughness and color change of Copper Amine and UV maple (Acer rubrum) exposed to artificial ultraviolet light Holzforschung. 56: 473–478.

14.Kantay, R., Unsal, O., and Korkut, S. 2003. Investigations of surface roughness of sliced Walnut and Beech veneers produced in Turkey. Rev Forest Faculty, University of Istanbul Ser A. 51: 1. 15–31.

15.Kasemsiri, P., Hiziroglu, S., and Rimdusit, S. 2012. Characterization of heat treated eastern redcedar (Juniperus virginianaL). J. Materials Process Technology. 212: 1324 – 1330.

16.Kor, S. 2013. Investigation the effect of furfuryl alcohol on surface roughness of poplar wood. M.Sc. thesis. College of wood and paper Engineering. Gorgan University of Agricultural sciences and natural Resources. 1-67. (In Persian)

17.Moftikolayi, F.T. 2010. Surface roughness of chemical modified wood. M.Sc. thesis. College of wood and paper Engineering. Gorgan University of Agricultural sciences and natural Resources. 1-67. (In Persian)

18.Nuopponen, M., Vuorinen, T., Jämsä, S., and Viitaniemi, P. 2003. The effects of a heat treatment on the behaviour of extractives in softwood studies by FTIR spectroscopic

methods. Wood Science and Technology, 37: 2. 109–115.
19. Ozcan, S., Ozcifci, A., Hiziroglu, S., and Toker, H. 2012. Effects of heat treatment and surface roughness on bonding strength. Construction and Building Materials. 33: 7-13.
20. Rusche, H. 1973. Thermal degradation of wood at temperatures up to 200°C. Part II. Reaction kinetics of loss of mass during heat treatment of wood. Holz als Roh-und Werkstoff., 31: 8. 307-312.
21. Sailer, M., Rapp, A.O., Leithoff, H., and Peek, R.D. 2000. Vergu¨tung von Holz durch Anwendung einerO¨ l- Hitzebehandlung (Upgrading of wood by application of an oil heat treatment). Holz Roh Werkst., 58: 15-22.
22. 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.
23. Tanaomi, A.R., Mohebby, B., and Ghahri, S. 2012. The Effect of Oleothermal Treatment on Physical and Mechanical Properties of Beech Wood. J. Wood Forest Sci. Tech., 19: 3. 111-126. (In Persian)
24. Tasdemir, C., and Hiziroglu, S. 2014. Measurement of various properties of Southern pine and aspen as function of heat treatment. Measurement, 49: 91- 98.
25. Wang, J.Y., and Cooper, P.A. 2005. Effect of oil type, temperature and time on moisture properties of hot oil-treated wood. Holz Roh Werkst. 63: 417– 422.
26. Zhong, Z.W., Hiziroglu, S., and Chan, C.T.M. 2013. Measurement of the surface roughness of wood based materials used in furniture manufacture. Measurement. 46: 1482–1487.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 24 (4), 2017
http://jwfst.gau.ac.ir

Effect of rapeseed oil heat treatment on surface quality of eastern cotton wood

***F. Lotfi[1], M.R. Masteri Farahani[2] and A. Khazaeian[3]**
[1]M.Sc. Graduated, in Wood Preservation and Modification, Dept., of Wood Engineering and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Associate Prof., Dept., of Wood Engineering and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Associate Prof., Dept., of Wood Engineering and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 07/20/2017; Accepted: 12/13/2017

Abstract
Background and objectives: The surface roughness of wood, is a most important factor to determine of the surface quality of wood, that in the applications of wood solid playing the important role. In addition, it is important in producing wood panel products and adhesion process. Also success of high surface finishing (priming, painting, varnishing, and etc.) with the objective of preservation, improvement and increasing of the furniture economic value as one of the final product, correlation with the surface smooth of wood material. Thermal treatment of wood is known to improve wood properties by reducing hygroscopicity, improving dimensional stability and enhancing the resistance against biological attack. Rapeseed oil heat treatment, is a wood heat treatment effective methods that boom and commercialized in the late decade in the Germany. Migration of extractives to the surface of wood during thermal treatment results in the formation of unsightly resin patches that need to be removed by planning. Therefore, in the industrial scale, wood surfaces were planned after heat treatment. As respects there is no any report about the effect of rapeseed oil heat treatment, and also effect of different treatment times and temperatures on the surface quality of rapeseed oil heat treated wood. Therefore, in this research, the effect of rapeseed oil heat treatment as one of the heat treatment methods on the surface quality of eastern cottonwood was investigated.
Materials and methods: Wood samples with the dimensional of 50×50×2mm (tangential × longitudinal× radial) were prepared of free defect sapwood of poplar wood. All specimens were sanded with 400 grit size Sand paper by applying several light strokes. Then dried in the temperature of 103°c for 24hr in the laboratory oven. Then wood samples heat treated with rapeseed oil at the temperatures of 180, 200 and 220¬°c for 2 and 4hr. Conditioning of wood samples was conducted at 21±1 ◦C and 65±5% relative humidity (RH) in a climate chamber for 48hr before and after of measurement of the roughness in the before and after heat treatment. A portable stylus profilometer with measuring speed, pin radius, and top angle of the tool: 1mm/s, 5 µm, and 90º, respectively was employed to measure the surface roughness parameters (Ra, Rq, Rz) and Abbott- Firestone curve (Rk, Rpk, Rvk,) before and after the rapeseed oil heat treatment.
Results: The results of this research showed that rapeseed oil heat treatment reduced the surface roughness and Abbott- Firestone curve parameters of heat treated wood samples than control samples. Increasing of the treatment temperature not significant effect on the mentioned parameters. Increasing of the treatment time from 2 hr to 4 hr only reduced significantly the R'pk parameter.

*Corresponding author: faridlotfi2016@gmail.com

Conclusion: The obtained results of this research showed that rapeseed oil heat treatment caused to reduce the surface roughness of samples in the often of the treatment times and temperatures. Such improvement of the surface was not more than several microns as a result of heat treatment. However, when applications of different finishes are taken into consideration, the even small amount of smoothness would play as the important role to determine and control value of finish. Furthermore, wood with rough surface requires the more sanding process which caused not only waste of raw material, but also increases overall production wood. Therefore, it appears that the thermal modification with rapeseed oil would be a potential method to improve surface quality of the wood boards while minimizing the need for finishing.

Keywords: Heat treatment, Rapeseed oil, Surface quality, Populus deltoides