DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijwpr.2014.5684

فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران

جلد ۲۹، شماره ۲، صفحه ۲۱۹-۲۰۸، (۱۳۹۳)

اثر تیمار حرارتی با روغن سویا اصلاح شده بر خواص فیزیکی و مکانیکی چوب راش

لیلا اسدی خرم‌آبادی[۱*]، ابوالقاسم خزاعیان[۲]، محمدرضا ماستری فراهانی[۳] و علیرضا شاکری[۴]

۱*- مسئول مکاتبات، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، حفاظت و اصلاح چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

پست‌الکترونیک: l.asadi2007@yahoo.com

۲- دانشیار گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- استادیار گروه حفاظت و اصلاح چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴- دانشیار گروه شیمی دانشگاه گلستان، گرگان

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۳

چکیده

تیمار حرارتی چوب، یکی از روش‌های اصلاح خواص چوب می‌باشد. توسعه تیمارهای حرارتی چوب منجر به پیشرفت تیمار حرارتی با روغن‌های گیاهی شده است. تیمار حرارتی سبب افزایش ثبات ابعادی و دوام بیولوژیکی می‌شود اما خواص مکانیکی چوب را کاهش می‌دهد. در این تحقیق به‌منظور بهبود خواص مکانیکی در کنار سایر خواص، از روغن سویای اصلاح شده با انیدریدمالئیک جهت تیمار حرارتی چوب راش استفاده شده است. تیمار حرارتی با روغن سویا اصلاح شده در دو دمای (۱۸۰ و ۲۰۰ درجه سلسیوس) و در سه زمان (۲، ۴ و ۶ ساعت) انجام شد. از نمونه‌های راش تیمار نشده جهت مقایسه با هر تیمار استفاده شد. در این پژوهش اثر تیمار حرارتی بر خواص فیزیکی (جذب آب و تغییرات حجمی) و خواص مکانیکی ازجمله مقاومت خمشی (ISO 3133-1975)، مقاومت فشار موازی الیاف (ISO 3787-1976) و مقاومت به ضربه (DIN 52189) اندازه‌گیری شد. مقایسه نمونه-های تیمار شده با روغن سویای اصلاح شده بهبود خواص فیزیکی و افزایش خواص مکانیکی را در مقایسه با نمونه شاهد نشان داد.

واژه‌های کلیدی: تیمار حرارتی، گونه راش، روغن سویا، انیدریدمالئیک، خواص فیزیکی، خواص مکانیکی.

مقدمه

آگاهی از خواص و ویژگی‌های مواد کمک می‌نماید تا بتوان قابلیت کاربردی مواد را در زمینه‌های مختلف مشخص و همچنین با سایر مواد مقایسه نمود. چوب به‌عنوان ماده آلی که از درخت به دست می‌آید دارای طبیعت خاص خود می‌باشد و از زمان پیدایش انسان تاکنون همواره به‌عنوان یک ماده اولیه مهم مطرح بوده است؛ زیرا همواره از چوب در ساخت وسایل و ابزارهای مورد نیاز خود استفاده می‌کردند. بنابراین شناخت ویژگی‌های آن با توجه به کاربرد آن در زندگی بشر حائز اهمیت بوده و بکارگیری روش‌های متنوع جهت بهبود خواص آن با توجه به نوع کاربرد آن امری ضروری می‌باشد. امروزه به وضوح می‌توان حضور چوب را در اطراف خود و اهمیت اقتصادی آن در زندگی بشری مشاهده نمود (Sadatnezhad *et al.*, 2008).

راشستان‌های شمال ایران با ارزش ترین توده‌های جنگلی شمال کشور محسوب می‌شوند. این گونه از نظر سطح و حجم درصد زیادی از جنگل‌های شمال ایران از جنگل‌های آستارا تا گرگان را به خود اختصاص داده است، از این رو حفظ و بقای این‌گونه اهمیت بسیاری دارد. این گونه موارد مصرف متعددی ازجمله ساختمان سازی، نجاری، تراورس، راه‌آهن، صنایع روکش، صنایع چوبی، تخته لایه، نئوپان و ... دارد. همواره استفاده از چوب در بسیاری از موارد به علت خاصیت

هیگروسکوپیک، تخریب در مقابل اشعه UV، خصوصیات مکانیکی ناهمگن و تخریب زیستی محدود شده است، بنابراین تحقیقات گسترده‌ای در زمینه بهبود ماهیت فیزیکی و مکانیکی چوب انجام شده است (Gunduz *et al*., 2008).

اصلاح چوب و مواد لیگنوسلولزی به‌عنوان فناوری نوین و چند جانبه‌نگر، جدیدترین و پرطرفدارترین روشی است که هم اکنون در کشورهای صنعتی و پیشرفته طرفداران زیادی را به خود جلب کرده است. اصلاح چوب با نگرشی چند جانبه نه تنها به بالا بردن مقاومت‌ها و اصلاح بسیاری از ویژگی‌های نامطلوب آن می‌پردازد، بلکه به‌عنوان روشی نوین درصدد رفع اشکالات ناشی از فرایندهای زیان آوری مانند حفاظت چوب با مواد شیمیایی سمی می‌باشد. عمدتاً از دهه‌ی گذشته توجه پژوهشگران زیادی بر روی مواد حفاظتی سنتی معطوف شده که برای افزایش دوام چوب به کار می‌روند. بسیاری از پژوهش‌های علمی بیانگر این نکته است که مواد حفاظتی به کار برده شده، دارای مواد شیمیایی با بنیان‌های سمی هستند، برای مثال آرسنیک، روی، مس، کروم، یا مواد حفاظتی حاوی بنیان نفتی، مانند کروئوزوت و غیره برای محیط زیست و سلامتی انسان مشکل‌ساز هستند. اما در دهه‌های اخیر توجه به مسائل زیستی سبب کاهش استفاده از ترکیبات شیمیایی مضر برای سلامتی انسان‌ها و محیط زیست و گسترش استفاده از روش‌های بدون ضرر شده است، ازجمله‌ی این روش‌ها تیمار حرارتی است که روش مؤثری برای اصلاح چوب بدون استفاده از مواد شیمیایی است که سبب دوستدار محیط زیست شدن این روش شده است (Kocaefe *et al*., 2007).

بهبود خواص فیزیکی و افزایش مقاومت در برابر عوامل مخرب از مزایای تیمار حرارتی و کاهش خواص مکانیکی از معایب این تیمار محسوب می‌شود. به‌منظور بهبود خواص مکانیکی علاوه بر خواص فیزیکی، در این تحقیق از تیمار حرارتی با روغن سویای اصلاح شده با انیدریدمالئیک[1] استفاده شده است. با توجه به مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع (اولییک اسید: ۲۶ تا ۱۸ درصد، لینولییک اسید: ۵۰ تا ۵۷ درصد، لینولنیک اسید: ۶ تا ۹ درصد) موجود در روغن سویا و حضور دو پیوند دوگانه C=O و یک پیوند دوگانه C=C در موقعیت α وβ انیدریدمالئیک که سبب افزایش توان شرکت در واکنش‌های متعدد تراکمی و افزایشی این ماده شیمیایی شده است، می‌توان بهبود خواص روغن را انتظار داشت. گروه‌های هیدروکسیلی موجود در چوب به سرعت به گروه‌های انیدرید موجود در روغن سویا واکنش داده که علاوه بر بهبود خواص فیزیکی سبب بهبود خواص مکانیکی چوب بعد از تیمار حرارتی نیز می‌شد (Tjeerdsma *et al*., 2005).

در پژوهش انجام شده توسط Tjeerdsma و همکاران (۲۰۰۵)، چوب با روغن بزرک و روغن بزرک اصلاح شده با انیدریدمالئیک تیمار حرارتی کردند و خواص مکانیکی و ثبات ابعادی را بررسی کردند. نتیجه حکایت از بهبود مدول‌الاستیسیته و خواص فیزیکی چوب تیمار شده با روغن اصلاح شده نسبت به اصلاح نشده بود اما کاهش میزان مدول‌گسیختگی را نشان داد.

Manalo و Acda (۲۰۰۹) در پژوهش دیگر، به بررسی اثر تیمار با روغن داغ بر خواص فیزیکی و مکانیکی بامبو فیلیپینی پرداختند. تیمار با دمای ۱۶۰ و ۲۰۰ درجه سلسیوس و به مدت ۲۰ و ۱۳۰ دقیقه نشان می‌دهد که خواص جذب آب و واکشیدگی ضخامتی بهبود می‌یابد اما مدول‌الاستیسیته و مدول‌گسیختگی کاهش می‌یابد.

Bak و Nemeth (۲۰۱۲) به بررسی تیمار حرارتی چوب صنوبر در دمای ۱۶۰ و ۲۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۲، ۴ و ۶ ساعت با روغن‌های آفتابگردان، کلزا و بزرک پرداختند که نتایج حکایت از کاهش مقاومت‌های فشاری، مقاومت خمشی و مقاومت به ضربه با افزایش دما و زمان و افزایش واکشیدگی حجمی داشت.

هدف از این تحقیق بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی گونه راش ایران به وسیله تیمار حرارتی با روغن اصلاح شده در دو دمای ۱۸۰ و ۲۰۰ درجه سلسیوس و در سه زمان ۲، ۴ و ۶ ساعت است.

مواد و روش‌ها

نمونه برای انجام این تحقیق از گونه راش کاشته شده در جنگل آموزشی و پژوهشی دکتر بهرام‌نیا، واقع در جنگل شصت کلاته گرگان استفاده شد. پایه‌های قطع شده به کارگاه صنایع چوب دانشکده منتقل گردید. در ابتدا به وسیله اره نواری برش‌های اولیه و با اره‌های گرد برش‌های ثانویه انجام شد. از دستگاه گنده‌گیر برای صافی سطح نمونه‌ها نیز استفاده شد. در انتها نمونه‌ها به ابعاد مورد نظر برای نمونه‌های ضربه، خمش و موازی الیاف مطابق استاندارد با ۴ سطح تکرار تهیه شد. لازم

1-Maleic Anhydried

به ذکر است که تعداد نمونه‌های آزمایش شده ۱۲۰ عدد بود که به طور تصادفی از برون چوب یک گرده‌بینه سالم تهیه شد.

روغن خام سویا با انیدریدمالئیک با نسبت مولی ۱ به ۱ در دمای ۲۱۰ درجه سلسیوس به مدت ۴ ساعت در محیط فاقد اکسیژن اصلاح شد. به‌منظور حصول اطمینان از اصلاح روغن آزمون طیف‌سنجی تبدیل فوریه (FTIR) از روغن خام و روغن اصلاح شده تهیه و با هم مقایسه شد. برای اشباع نمونه‌های چوبی با روغن اصلاح شده از روش بتل با حذف خلأ نهایی در طی سه مرحله خلأ ابتدایی ۰/۷bar- به مدت ۱۵ دقیقه، مرحله آغشتگی، مرحله فشار ۸ بار به مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس استفاده شد. چوب‌های اشباع شده با روغن اصلاح شده بعد از قرار گرفتن در ورقه آلومینیومی و مطابق جدول (۱) در دو دمای ۱۸۰ و ۲۰۰ درجه سلسیوس و به مدت ۲، ۴ و ۶ ساعت در ۴ سطح تکرار مورد تیمار حرارتی قرار گرفتند.

جدول ۱- شرایط متغیرهای روغن اصلاح شده

دما (درجه سلسیوس)	زمان (ساعت)
۱۸۰	۲
۱۸۰	۴
۱۸۰	۶
۲۰۰	۲
۲۰۰	۴
۲۰۰	۶

به‌منظور بررسی درصد افزایش حجم و درصد افزایش وزن نمونه‌های تیمار شده با روغن اصلاح شده، ۲۴ نمونه در ابعاد $20\times20\times5mm^3$ برش داده شد. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک و ابعاد آنها با کولیس و ترازوی دیجیتال وزن و اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در بشر قرار داده شد و به آنها آب اضافه شد تا جایی که نمونه‌ها در آب غوطه‌ور شود و برای جلوگیری از شناور شدن وزنه‌ای روی آنها قرار داده شد. بشر در دستگاه اشباع بتل به مدت ۳۰ دقیقه تحت خلأ قرار گرفت، غوطه‌ور نبودن نمونه‌ها و ته‌نشین شدن آنها در داخل بشر حکایت از کافی بودن زمان خلأ بود و بعد از اتمام خلأ نمونه‌ها بعد از یک هفته غوطه‌وری در آب، ابعاد و وزن آنها اندازه‌گیری شد.

برای تعیین مقاومت خمشی نمونه‌ها طبق استاندارد ISO 3133-1975 در ابعاد ۳۰۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر برش داده شد. طول دهانه در این آزمون ۲۲۰ میلی‌متر بود و مقدار مدول‌الاستیسیته و مدول‌گسیختگی براساس فرمول‌های زیر تعیین شد.

$$MOR=\frac{3P_u.L}{2b.h^2} \qquad MOE=\frac{P_{pl}.L^3}{4\gamma.\blacktriangle b.h^2}$$

که در آن MOR مدول‌گسیختگی (مگاپاسکال)، MOE مدول‌الاستیسیته (مگا پاسکال)، Pu بار حداکثر (نیوتن)، P_{pl} نیرو در حد تناسب (نیوتن)، L طول دهانه (میلی‌متر)، b عرض نمونه (میلی‌متر)، h ارتفاع نمونه (میلی‌متر) می‌باشد.

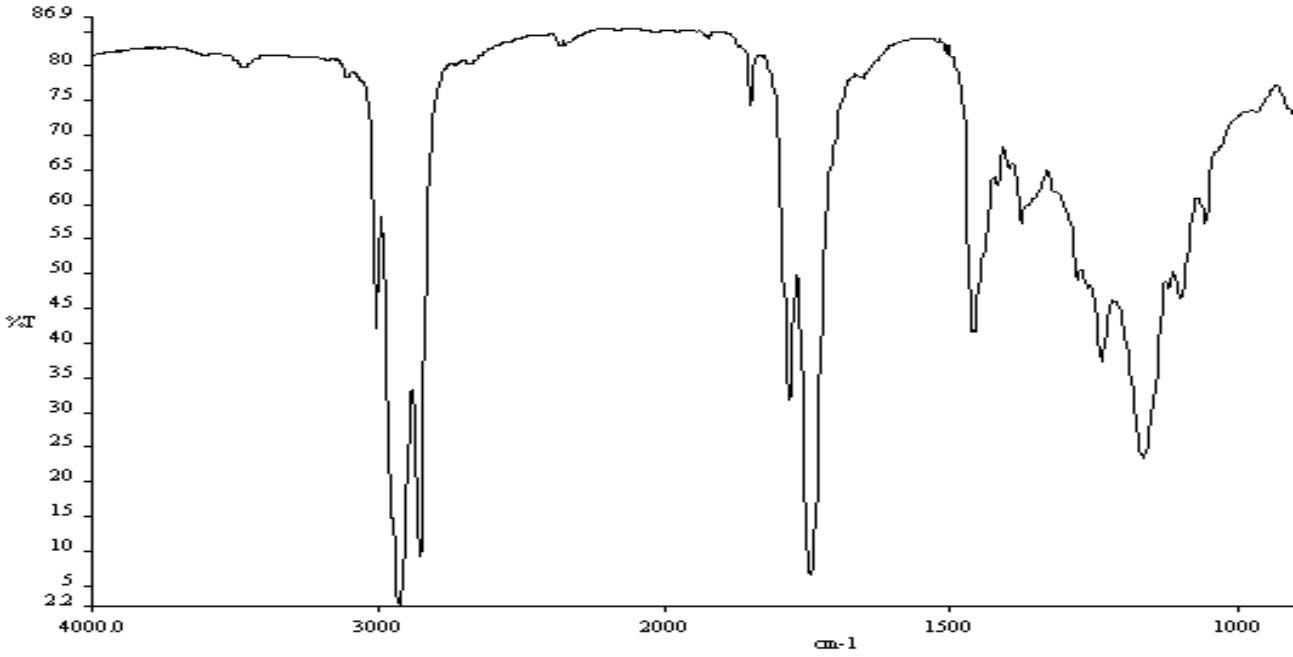
برای تعیین مقدار فشار موازی بر الیاف از استاندارد ISO 3787-1976 استفاده شده است و طبق این استاندارد ابعاد نمونه ۶۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر و بارگذاری در جهت موازی با الیاف بود. براساس فرمول زیر مقدار آنها محاسبه شد.

$$C_U=\frac{P_{max}}{A}$$

که در آن Cu مقاومت به فشار موازی الیاف (مگاپاسکال)، P_{max} فشار حداکثر (نیوتن) و A مساحت مقطع عرضی نمونه (میلی‌متر مربع) می‌باشد.

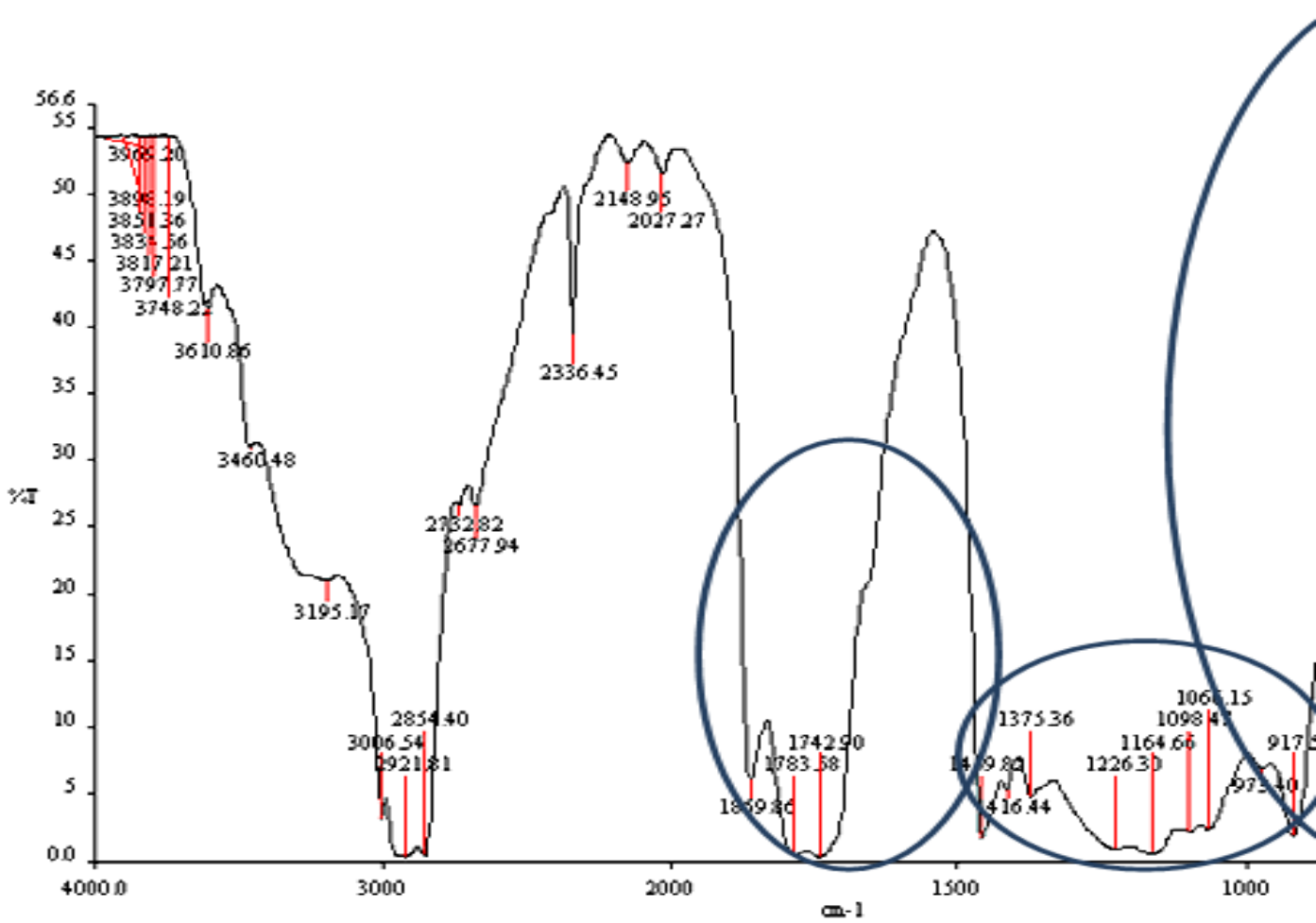
به‌منظور تعیین مقاومت به ضربه طبق استاندارد DIN 52189 نمونه‌ها به طور عمودی و در نتیجه اعمال ضربه به وسیله یک آونگ چکشی ساخت شرکت آلمانی Schenck.Trebel واقع در آزمایشگاه مکانیک چوب دانشکده مهندسی چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مورد آزمون قرار گرفتند. در نتیجه برخورد چکش با نمونه، عقربه متصل به آن بر روی صفحه مدرج عددی را نشان داد؛ این عدد میزان مقاومت به ضربه را به صورت کار انجام شده در واحد ژول بیان می‌کند.

برای این تحقیق از آزمون توکی و آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها در قالب طرح‌های چند عاملی به صورت اثرات فاکتورهای ثابت آنالیز شد و به وسیله نرم‌افزار Minitab انجام گردید.



شکل ١- آزمون FTIR روغن اصلاح شده و نشده

الف: روغن اصلاح نشده



ب: روغن اصلاح شده

نتایج

نتایج حاصل از مقایسه پیک‌های FTIR تشکیل شده در روغن اصلاح شده و انیدریدمالئیک در شکل (۱) نشان‌دهنده اصلاح روغن می‌باشد.

با بررسی طیف‌سنجی تبدیل فوریه (FTIR) روغن اصلاح شده با انیدریدمالئیک و روغن سویا، واکنش بین انیدریدمالئیک با روغن انجام شده است. در طیف مربوط به روغن اصلاح شده در مقایسه با روغن خام سویا، پیک cm^{-1} ۱۷۰۰–۱۸۰۰ مربوط به ارتعاش کششی پیوند C=O کربونیل، پیک $1600cm^{-1}$ مربوط به ارتعاش کششی C=C حلقه انیدریدمالئیک می‌باشد و علاوه بر آن شدت قله cm^{-1} ۱۰۶۰ مربوط به C-O است. پیوندهای کششی (در محدوده‌ی cm^{-1} ۹۰۰–۱۵۰۰، cm^{-1} ۱۷۰۰–۱۹۰۰، cm^{-1} ۲۸۰۰–۳۰۰۰، cm^{-1} ۳۷۰۰–۳۹۰۰) از نظر شدت و عرض کاهش یافته‌اند که علت آن حضور گروه‌های عاملی جدید و مستتر شدن گروه‌های اصلی در اثر حضور جذب‌های کربونیل و حضور گروه‌های انیدریدمالئیک و جایگزینی آن با پیوندهای اشباع نشده روغن خام سویاست. همچنین مقایسه اثر انگشت دو طیف (کمتر از ۱۰۰۰) نشان‌دهنده پیوند انیدریدمالئیک به روی زنجیره روغن سویا می‌باشد.

مدول‌الاستیسیته

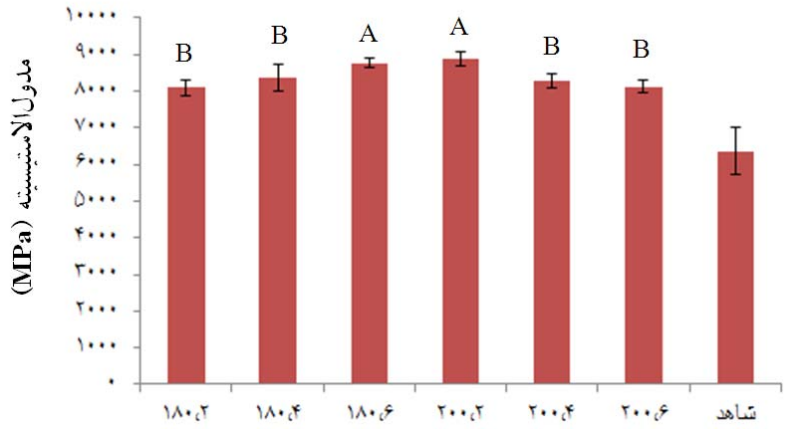
با توجه به نتایج جدول واریانس (جدول ۲) اثر مستقل دما معنادار نمی‌باشد اما اثر مستقل زمان و اثر متقابل دما و زمان معنادار می‌باشد. بنابراین با افزایش دما افزایش مدول‌الاستیسیته را خواهیم داشت که این افزایش معنی‌دار نمی‌باشد اما با افزایش زمان تیمار مدول‌الاستیسته به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

جدول۲- تجزیه واریانس مدول‌الاستیسیته

منبع تغییرات	درجه آزادی (DF)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	آماره آزمون f	سطح معنی‌دار (P)
دما	۱	۲۵۴۳۸	۳۷۲۳۴	۱/۲	۰/۳۰۵
زمان	۲	۲۵۲۱۹۸	۱۲۶۰۹۵	۳/۷۹	۰/۰۴**
دما×زمان	۲	۲۰۶۲۷۳۲	۱۰۳۱۳۶۶	۳۱/۰۳	.**
خطا	۱۷	۵۶۴۹۸۴	۳۳۲۳۴		
کل	۲۲	۲۹۰۵۳۵			

**– معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد

در مقایسه تیمارها با نمونه شاهد، تمامی تیمارها به طور معنی‌داری مدول‌الاستیسیته بیشتری نسبت به نمونه شاهد داشتند.



شکل ۲- میانگین مدول‌الاستیسیته تیمارها

مدول‌گسیختگی

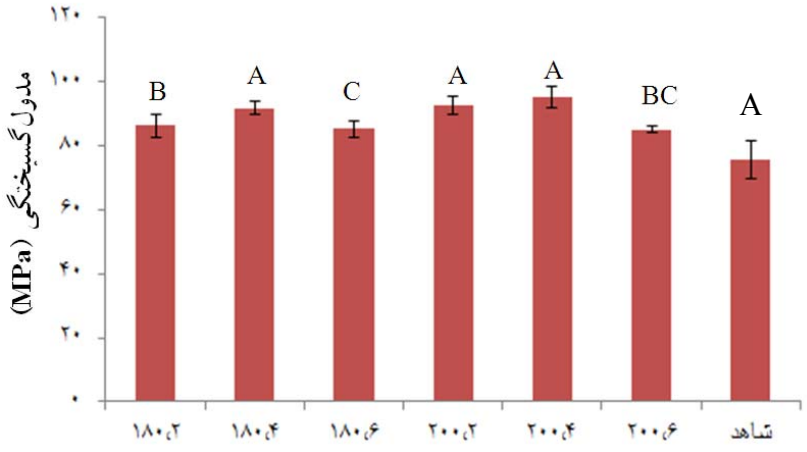
در نتایج جدول واریانس (جدول ۳) اثر مستقل دما و زمان و اثر متقابل دما و زمان معنی‌دار می‌باشد. با افزایش دما مدول‌گسیختگی افزایش می‌یابد اما افزایش زمان تیمار سبب کاهش مدول‌گسیختگی می‌شود. در اثر متقابل دما و زمان در هر دو دما با افزایش زمان مدول‌گسیختگی کاهش می‌یابد.

جدول ۳- تجزیه واریانس مدول‌گسیختگی

منبع تغییرات	درجه آزادی (DF)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	آماره آزمون f	سطح معنی‌دار (P)
دما	۱	۱۹/۹۹۷	۳۲/۳۴۰	۱۸/۳۸	۰/۰۰۱**
زمان	۲	۲۶۳/۱۸۰	۱۲۷/۱۵۵	۷۲/۲۷	۰**
دما×زمان	۲	۲۷/۳۳	۱۳/۶۶۹	۷/۷۷	۰/۰۰۶**
خطا	۱۳	۲۲/۸۷	۱/۷۵۹		
کل	۱۸	۳۳۳/۳۸۶			

**- معنی داری در سطح ۹۵ درصد

با مقایسه بین تیمارها با نمونه شاهد، تمامی تیمارها به طور معناداری مدول‌گسیختگی بیشتری نسبت به نمونه شاهد داشتند.



شکل ۳- میانگین مدول‌گسیختگی تیمارها

مقاومت فشار موازی الیاف

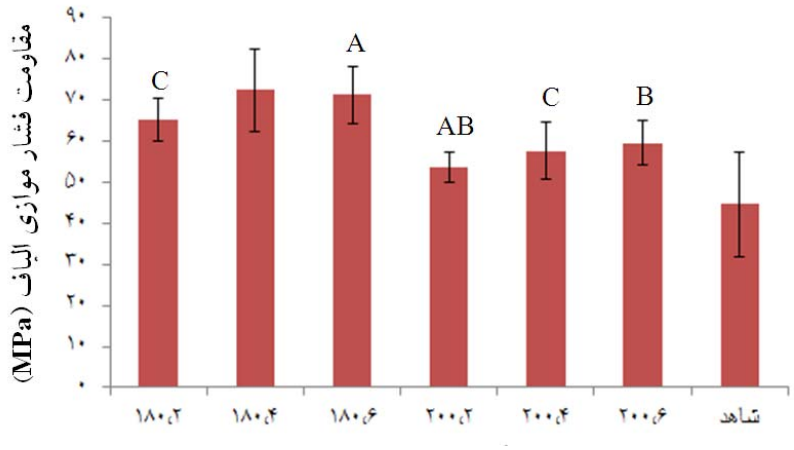
اثر مستقل دما در جدول تجزیه واریانس (جدول۴) معنادار نمی‌باشد اما اثر مستقل زمان و اثر متقابل دما و زمان معنادار می‌باشد. با افزایش دما مقاومت فشار موازی الیاف کاهش می‌یابد که این کاهش معنادار نمی‌باشد و با افزایش زمان این مقاومت افزایش می‌یابد. در اثر متقابل دما و زمان با افزایش زمان در دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس مقاومت فشار موازی الیاف افزایش و در ۲۰۰ درجه سلسیوس کاهش می‌یابد.

در مقایسه میانگین تیمارها با نمونه شاهد، تمامی تیمارها مقاومت فشار موازی الیاف بیشتری نسبت به نمونه شاهد داشتند.

جدول ۴- تجزیه واریانس مقاومت فشار موازی الیاف

منبع تغییرات	درجه آزادی (DF)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	آماره آزمون f	سطح معنی‌دار (P)
دما	۱	۴۳/۹۹۷۱۴	۱۵/۲۶	۴/۲۶	۰/۰۵۷
زمان	۲	۲۳۵/۳۷	۱۰۳/۱۶	۲۸/۷۶	۰**
دما×زمان	۲	۳۹۵/۳۴	۱۹۷/۶۷	۵۵/۱۰	۰**
خطا	۱۵	۵۳/۸۱	۳/۵۹		
کل	۲۰	۷۳۷/۶۵			

**- معنی داری در سطح ۹۵ درصد



شکل ۴ - میانگین فشار موازی الیاف تیمارها

ضربه

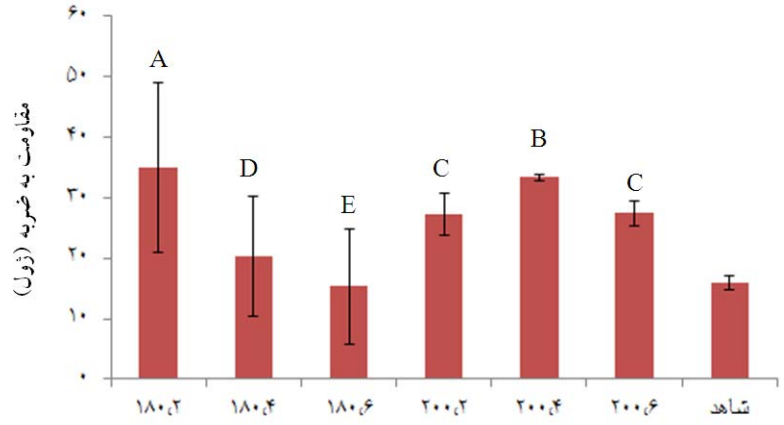
با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول۵)، اثر مستقل دما و زمان و اثر متقابل دما و زمان معنادار می‌باشد. با افزایش دما مقاومت به ضربه افزایش می‌یابد. در اثر متقابل دما و زمان در هر دو دما با افزایش زمان مقاومت به ضربه کاهش می‌یابد.

تمامی تیمارها در مقایسه با نمونه شاهد مقاومت به ضربه بیشتری داشته‌اند.

جدول۵- تجزیه واریانس مقاومت به ضربه

منبع تغییرات	درجه آزادی (DF)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	آماره آزمون f	سطح معنی‌دار (P)
دما	۱	۲۰۴/۱۷	۲۰۴/۱۷	۸۴۰	۰**
زمان	۲	۳۷۶/۹۰	۱۸۸/۴۵	۷۷۵/۳۳	۰**
دما×زمان	۲	۵۵۴/۵۲	۲۷۷/۲۶	۱۱۴۰/۷۳	۰**
خطا	۱۸	۴/۳۸	۰/۲۴		
کل	۲۳	۱۱۳۹/۹۶			

**- معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد

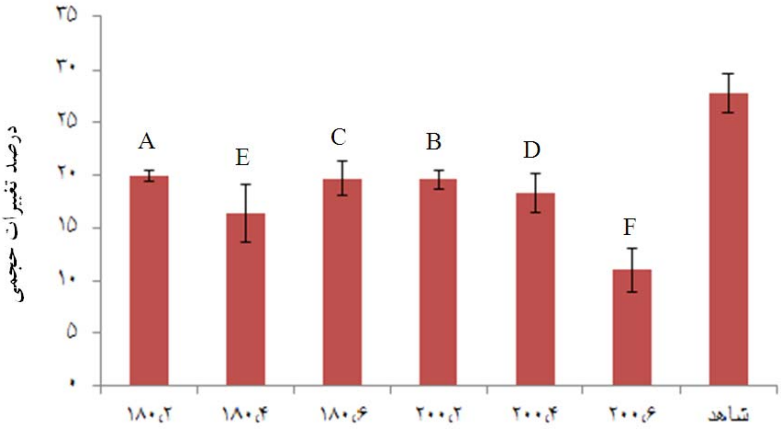


شکل ۵- میانگین مقاومت به ضربه تیمارها

جدول ۶- تجزیه واریانس درصد تغییرات ابعاد

منبع تغییرات	درجه آزادی (DF)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	آماره آزمون f	سطح معنی‌دار (P)
دما	۱	۸/۹۶۶	۸/۹۶۶	۷۹۵/۸۶	۰**
زمان	۲	۸۳/۷۵۳	۴۱/۸۷۷	۳۷۱۷/۲۵	۰**
دما×زمان	۲	۱۶۰/۲۷۹	۹۸۰/۱۴	۷۱۱۳/۷۱	۰**
خطا	۱۸	۰/۲۰۳	۰/۰۱۱		
کل	۲۳	۲۵۳/۲۰۱			

**- معنی داری در سطح ۹۵ درصد



شکل ۶ - میانگین درصد تغییرات حجمی تیمارها

درصد تغییرات حجمی

با توجه به نتایج جدول واریانس (جدول۶)، اثر مستقل و متقابل متغیرها معنادار می‌باشد. درصد تغییرات حجمی نمونه‌های اصلاح شده، با افزایش دما و زمان به طور معناداری کاهش می‌یابد.

در مقایسه صورت گرفته بین تیمارها و نمونه شاهد، تمامی تیمارها به طور معناداری درصد تغییرات حجمی کمتری نسبت به نمونه شاهد داشته‌اند.

درصد جذب آب

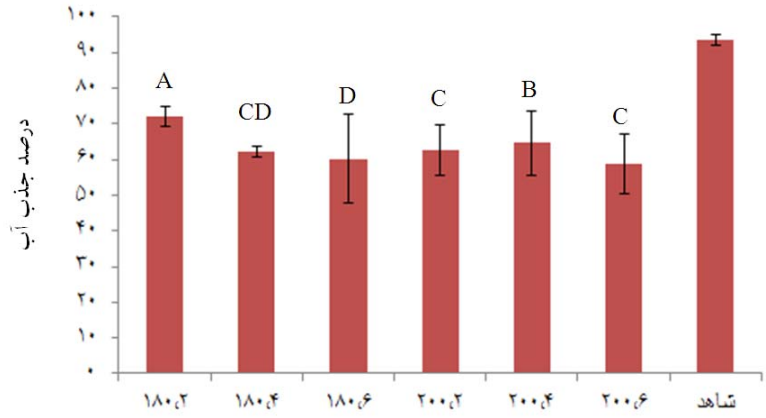
با توجه به نتایج جدول واریانس (جدول۷)، اثر مستقل زمان و اثر متقابل دما و زمان معنادار می‌باشد، در حالی که اثر مستقل دما معنادار نمی‌باشد. با افزایش دما درصد جذب آب افزایش یافته است که این افزایش معنادار نمی‌باشد و با افزایش زمان درصد جذب آب کاهش یافته است.

در مقایسه صورت گرفته بین تیمارها و نمونه شاهد، تمامی تیمارها به طور معناداری جذب آب کمتری نسبت به نمونه شاهد داشته‌اند.

جدول۷- تجزیه واریانس درصد جذب آب

منبع تغییرات	درجه آزادی (DF)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	آماره آزمون f	سطح معنی‌دار (P)
دما	۱	۱/۴۶۴	۱/۴۶۴	۱/۱۴	۰/۳۰
زمان	۲	۲۱۹/۸۲۱	۱۰۹/۹۱۰	۸۵/۶۹	۰**
دما×زمان	۲	۲۶۷/۹۷۹	۱۳۳/۹۹۰	۱۰۴/۴۷	۰**
خطا	۱۸	۲۳/۰۸۷	۱/۲۸۳		
کل	۲۳	۵۱۲/۳۵			

**- معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد



شکل۷- میانگین درصد جذب آب تیمارها

بحث

Mohebby (۲۰۰۵)، Bak و Nemeth (۲۰۱۲) و Guller (۲۰۱۲) گزارش کردند که تیمار حرارتی سبب افزایش ثبات ابعادی و کاهش نم‌پذیری چوب به علت تجزیه و حذف همی‌سلولزها به‌عنوان بخش آبدوست چوب و کاهش گروه هیدروکسیل می‌شود. همان طوری که در شکل ۷ ملاحظه می‌گردد تیمار حرارتی در دمای بالای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد منجر به حذف مواد فرار و همی‌سلولز آبدوست چوب می‌شود، بنابراین میزان جذب آب چوب تیمار شده کاهش می‌یابد که با نتایج Mohebby و همکاران

(۲۰۰۵)، Bak و Nemeth (۲۰۱۲) و Guller (۲۰۱۲) مطابقت دارد. با توجه به استفاده از روغن اصلاح شده در این تحقیق بعد از مقایسه با نمونه شاهد و پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه، نتایج حاصل بهبود ثبات ابعادی (شکلهای ۶ و ۷) را نشان می‌دهد. در تیمار چوب با روغن اصلاح شده علاوه بر حذف همی‌سلولز در دمای فرایند (۱۸۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد)، به نظر می‌رسد بین گروه-های هیدروکسیل چوب با گروه‌های کربونیل انیدریدمالیئک روغن اصلاح شده پیوند قوی برقرار شده است، بنابراین امکان برقراری اتصال بین گروه‌های هیدروکسیل چوب با آب کاهش پیدا کرده است (Tjeerdsma *et al*., 2005) و همچنین جذب روغن در خلل و فرج‌های و حفرها چوب، امکان جذب آب و تغییرات حجمی را کاهش داده است.

Gunduz و همکاران (۲۰۰۸)، Sahinkol (۲۰۱۰)، Bak و Nemeth (۲۰۱۲)، Korkut و Hiziroglu (۲۰۰۹) و Dahmardeh (۲۰۱۱) کاهش خواص مکانیکی را به دلیل تخریب ساختار شیمیایی و کاهش ماده چوبی را به علت تیمار حرارتی گزارش کردند. Tjeerdsma (۲۰۰۵) گزارش نمودند که اصلاح چوب با روغن، منجر به افزایش MOE و کاهش MOR می‌شود. در این پژوهش اصلاح روغن با انیدریدمالئیک، سبب ایجاد اتصالاتی میان پیوند دوگانه C=C با موقعیت α و β انیدریدمالئیک با پیوندهای غیر اشباعی روغن در دمای بالا شده است که منجر به پیوند خوردن مالئیک انیدرید بر روی زنجیر روغن از محل پیوندهای دوگانه و غیر اشباعی روغن در دمای ۲۱۰ سلسیوس شده است. گروه‌های کربونیل موجود در مالئیک انیدرید قابلیت اتصال با گروه‌های هیدروکسیل چوب را دارند، بنابراین روغن می‌تواند توسط پیوندهای شیمیایی از نوع کووالانسی با چوب اتصال برقرار کند. ازاین‌رو استفاده از روغن اصلاح شده با مالئیک انیدرید سبب شده است بر خلاف نتایج مشابه بدست‌آمده توسط محققان، که در آن دما در تیمار حرارتی سبب کاهش خواص مکانیکی می‌شود، در بیشتر مقاومت‌ها، افزایش دما اثر معناداری نداشته باشد. با افزایش زمان تیمار به‌ویژه در دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس به علت تخریب ساختار چوب و کاهش ماده سلولی در طی تیمار، مقاومت‌ها کاهش یافت. اما در مقایسه نتایج با نمونه-های شاهد، خواص فیزیکی و مکانیکی بعد از تیمار حرارتی با روغن اصلاح شده افزایش را نشان داد.

منابع مورد استفاده

- Bak, M. and Nemeth, M., 2012.Modification of wood by oil heat treatment. International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint: 1-5.
- DahmardehGhalehno, M., 2011. Changes in the Physical and Mechanical Properties of Iranian Hornbeam Wood (*carpinusbetulus*) with Heat Treatment. European Journal of Scientific Research: 490-498.
- Guller, B., 2012.Effects of heat treatment on density, dimensionalstability and color of Pinusnigra wood. African Journal of Biotechnology Vol. 11(9): 2204-2209.
- Gunduz, G., Korkut.S. and Sevimkorkt, D., 2008. The effects of heat treatment on physical and technological properties ans surface roughness of camigani Black Pine (*Pinusnigra*arn.subsp. pallasianavar.pallasiana) wood. Bioresource technology: 2275-2280.
- Kocaefe, D. Younsi, R.Poncsak,S. and Kocaefe,Y., 2007. Comparison of different models for the high-temperature heat-treatment of wood. International Journal of Thermal Sciences, 46: 707-716.
- Korkut, S.and Hiziroglu, S., 2009. The effect of heat treatment on mechanical properties of Hazelnut wood (*coryluscolurnal*). Matrials and design: 1853-1858.
- Manalo, RD. and Acda, M.N., 2009. EffectS of Hot Oil Treatment on Physical and Mechanical PropertiesofThreeSpeciesofPhilippineBamboo. Journal of Tropical Forest Science, 21(1): 19–24
- Mohebby, B. and Sanaei, I., 2005. Influences of the hydro-thermal treatment on physical properties of beech wood (*Fagusorientalis*). The international research group on wood protection. 24 – 28.
- Sadat nezhad, H. Tajvidi,M. and Uosefi, H., 2008. Effect compress in the strength Parallel to grain on Mechanical Properties of Beech .Iranian Journal of wood and paper science research , 23,(2): 191-199
- Sahinkol, H., 2010. Characteristics of heat treatment Turkish Pine and Fir wood after thermo wood processing. Environmental Biology. 1007-1011
- Tjeerdsma, B.F., Swager, P., Horstman, B., Holleboom, W., and Homan, J., 2005. Process development of treatment of wood with modified hot oil. European Conference on WoodModification.

Effect of heat treatment with modified soybean oil on mechanical properties of beech wood

Asadi Khorramabadi, L.[1*], Khazaeian, A.[2], Masteri Farahani, M.[3] and Shakeri, A.[4]

1*- Corresponding author, Master of Science Wood Composites, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golstan, Iran, Email: l.asadi2007@yahoo.com
2- Associate Prof., Dept. of Wood Engineering and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran
3- Assistant Professor, Dept. of Wood Engineering and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran
4- Associate Prof., of chemistry, Golestan University, Iran

Received: Oct., 2013 Accepted: May, 2014

Abstract

Heat treatment is one of the processes used to modify the properties of wood and investigation on thermal treatment of wood has led to the application of vegetable oils. Heat treatment improves the dimensional stability and biological durability, but reduces the mechanical properties of wood. In this research, to improve the mechanical properties of wood, soybean oil modified with maleic anhydride was used for thermal treatment. Wood specimens were subjected to heat treatment with soybean oil modified with maleic anhydride at two temperatures (180 and 200 °C) and three times (2, 4 and 6 hours). Untreated beech wood was used as control for each treatment conditions and the effects of heat treatment on physical properties (water absorption and volumetric changes) and mechanical properties such as bending strength (ISO 3133-1975), compression strength parallel to grain(ISO 3787-1976) and impact bending (DIN 52189) were examined. The results of heat-treatment with modified soybean oil and comparison with control samples showed that physical and mechanical properties increased with heat treatment.

Key words: Heat treatment, beech, soybean oil, maleic anhydride, physical properties, mechanical properti**es.**