فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۶، شمارهٔ ٤، صفحهٔ ۷۹۷-۷۸۵، (۱۳۹۰)

ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی تخته خرده چوب ساخته شده از خرده‌های چوب صنوبر تیمار شده با بخار آب

حمید هاتف‌نیا[1*]، علی اکبر عنایتی[2]، کاظم دوست حسینی[2] و محمد آزاد فلاح[3]

۱*- مسئول مکاتبات، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد صنایع چوب، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
پست الکترونیک: hatefnia@gmail.com
۲- استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران
۳- استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران

تاریخ دریافت : آبان ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۰

چکیده

در این تحقیق، تأثیر دما و زمان پیش‌تیمار گرمایی (بخاردهی) خرده‌های چوب صنوبر روی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌خرده‌چوب بررسی شد. تیمار خرده‌های چوب در چهار سطح دما (۱۵۵، ۱٦۵، ۱۷۵ و ۱۸۵ درجه سیلسیوس) و در سه سطح زمان (۱۵، ۳۰ و ٤۵ دقیقه) انجام شد. نتایج نشان دادند که تیمار گرمایی باعث کاهش مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی، افزایش مدول الاستیسیته، کاهش جذب آب و بهبود واکشیدگی ضخامت تخته می‌شود. دلایل اصلی این تغییرات را می‌توان به کاهش مقدار همی‌سلولزهای چوب نسبت داد. به طوری که بیشترین بهبود در خواص فیزیکی تخته‌ها در تخته‌های ساخته شده با خرده‌های چوب تیمار شده در دمای ۱۸۵ درجه سیلسیوس و به مدت ٤۵ دقیقه مشاهده شد ضمن اینکه مقاومت‌های مکانیکی این تخته‌ها هم از مقادیر ذکر شده در استاندارد مربوطه بالاتر بود.

واژه‌های کلیدی: تخته‌خرده چوب، تیمار گرمایی، ویژگی‌های فیزیکی، ویژگی‌های مکانیکی.

مقدمه

یکی از مشکلات اساسی اوراق فشرده چوبی ناپایداری ابعاد آنها در برابر اثر رطوبت است. ناپایداری ابعاد، روی بیشتر ویژگی‌های این فراورده‌ها مانند ویژگی‌های مقاومتی، فیزیکی و ظاهری آن تأثیر می‌گذارد؛ به همین دلیل کنترل مقدار جذب رطوبت با روش‌های مختلف از مسائلی است که همواره مورد توجه بوده است. اصلاح فیزیکی و شیمیایی اجزای تشکیل‌دهنده فراورده‌های چندسازه چوبی مانند اصلاح گرمایی از روشهای شناخته شده‌ای است که باعث افزایش تقریباً دائمی مقاومت فراورده در برابر آب می‌شود (Dwianto et al., 1996)؛ زیرا ماهیت شیمیایی اجزای تشکیل‌دهنده آن دچار تغییر می‌شوند، در حالی که اثر روش‌های دیگر مثل استفاده از پارافین یا روکش کردن اوراق، به مرور زمان از بین می‌رود. اصلاح گرمایی را می‌توان با حضور آب یا بخار آب و یا به صورت خشک انجام داد. حضور آب یا بخار آب،

روی تغییرات شیمیایی چوب در اثر گرما و انتقال حرارت به داخل آن نقش دارد؛ اما در روش تیمار خشک، چوب خشک شده و رطوبت آن در سیستم‌های باز به طور کامل حذف می‌شود. همچنین در حضور آب یا بخار آب کاهش مقاومتهای مکانیکی را می‌توان به حداقل رساند (Hill, 2006). در شرایط فعلی منابع جنگلی کشور نمی‌تواند جوابگوی تأمین نیازهای صنایع چوب کشور باشد، از این رو استفاده از گونه‌های چوبی تند رشد به‌ویژه صنوبر اهمیت خاصی پیدا کرده است. چوب صنوبر با توجه به خصوصیات فیزیکی و فنی آن، گونه‌ای مناسب برای ساخت فراورده‌های چوبی است؛ اما در کنار ویژگی‌های مثبت، از پایداری ابعاد پایین‌تری برخوردار است که این خصوصیت در ویژگی‌های فراورده‌های ساخته شده از آن و کاربردشان (به خصوص در محیط‌های مرطوب) تأثیر می‌گذارد. استفاده از تیمارهای مناسب می‌تواند این مشکل را تا حد زیادی کاهش دهد.

Hsu و همکاران (۱۹۸۸) تغییرات شیمیایی و فیزیکی را که برای تولید چند سازه‌های چوبی با پایداری ابعاد بالا لازم است مطالعه و بیان کردند که تیمار گرمایی با بخار باعث کاهش تنش‌های داخلی و تغییر ابعاد چند سازه بعد از پرس گرم می‌شود. Liping و همکاران (۱۹۹۵) شرایط بهینه پیش‌تیمار چیپس‌های راش برای تولید تخته‌خرده-چوب را فشار ۱/۲۷۵ مگاپاسکال و زمان ٦ دقیقه بیان کردند. Shi و همکاران (۱۹۹٦) گزارش کردند که مدول-الاستیسیته با افزایش زمان تیمار و فشار بخار، افزایش و مقدار pH، واکشیدگی ضخامت، انبساط خطی، مقاومت خمشی و مقاومت چسبندگی داخلی نمونه‌ها در اثر تیمار با بخار آب کاهش می‌یابد. Sekino و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که پیش‌تیمار بخاردهی باعث افزایش قابلیت فشردگی چوب، افزایش سختی و بهبود واکشیدگی-ضخامت آن می‌شود. Ohlmeyer و Lukowsky (۲۰۰٤) با تحقیق روی ساخت تخته خرده چوب از خرده‌چوبهای تیمار شده با گرما نشان دادند که تیمار گرمایی باعث بهبود معنی‌دار ثبات ابعاد، واکشیدگی‌ضخامت و جذب آب تخته‌ها می‌شود و در عین حال مقاومت چسبندگی داخلی و مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته تخته‌های ساخته شده در حد مناسبی قرار دارند. Boonstra و همکاران (۲۰۰٦) از پیش‌تیمار گرمایی چیپس‌ها طی دو مرحله شامل هیدولیز و گیرایی برای ساخت تخته‌خرده‌چوب مقاوم به رطوبت استفاده کردند. Semra و همکاران (۲۰۰۷) از گرده‌بینه‌های بخاردهی شده اکالیپتوس برای تولید تخته خرده چوب استفاده و بهبود پایداری ابعاد تخته‌های ساخته شده و کاهش اندک مقاومت خمشی تخته‌ها را گزارش کردند. محبی و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی تأثیر تیمار گرمایی الیاف چوب در ساخت تخته فیبر دانسیته متوسط بیان کردند که تیمار گرمایی روی جذب آب تخته‌ها تأثیر ندارد، اما سبب بهبود واکشیدگی ضخامت تخته‌ها می‌شود. همچنین مدول‌الاستیسیته تخته‌ها کاهش اندک و چسبندگی داخلی و مقاومت خمشی کاهش بیشتری نشان می‌دهند. هدف از این تحقیق، بهبود ویژگی‌های فیزیکی تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از چوب صنوبر با حفظ ویژگی‌های مکانیکی آن در حد استاندارد بوده است.

مواد و روشها

گرده‌بینه‌های صنوبر *(populus alba)*، بعد از پوست‌کنی با کمک اره نواری به قطعات ۵×۵×۱ سانتی‌متر تبدیل و در یک خردکن حلقوی Pallmann

طی دو مرحله تبدیل به خرده‌های چوب با ابعاد مناسب و در هوای آزاد تا رطوبت حدود ۸ درصد خشک شدند. خرده‌های چوب، به مقدار مورد نیاز برای ساخت تخته‌های هر تیمار توزین و با استفاده از دستگاه بخارزن آزمایشگاهی، در چهار سطح دمایی (۱۵۵، ۱٦۵، ۱۷۵ و ۱۸۵ درجه سیلسیوس) و در سه سطح زمان (۱۵، ۳۰ و ٤۵ دقیقه) با بخار داغ آب تیمار شدند. خرده چوبهای تیمار شده ابتدا در هوای آزاد و بعد در یک خشک‌کن آزمایشگاهی در دمای ۲± ۱۰۳ درجه سیلسیوس، تا رسیدن به رطوبت ثابت نزدیک صفر خشک و داخل کیسه‌های پلاستیکی مقاوم و غیر قابل نفوذ تا زمان ساخت تخته‌های آزمون نگهداری شدند. تخته‌های آزمونی مورد نیاز از خرده‌های چوب تیمار و خشک شده، به تعداد ۳ تخته برای هر تیمار و در مجموع ۳۹ تخته، به صورت همسان، به ضخامت اسمی ۱٦ میلیمتر، دانسیته ۰/٦۵ گرم بر سانتیمتر مکعب، با استفاده از چسب اوره فرم‌آلدهید (به میزان ۱۰ درصد وزن خشک خرده‌های چوب) و هاردنر از نوع کلرید آمونیوم (به میزان ۱ درصد) در پرس آزمایشگاهی از نوع *BURKLE La 160* با سرعت بسته شدن ٤/۵ میلیمتر در ثانیه، دمای ۱۷۵ درجه سیلسیوس، فشار ۳۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، در زمان پرس ۵ دقیقه ساخته شدند. تخته‌های ساخته شده، پس از خنک شدن و کناره بری، به منظور یکنواخت‌سازی رطوبت و متعادل‌سازی تنش‌های داخلی، به مدت ۱۵ روز در شرایط کلیمای استاندارد (رطوبت نسبی ۱±٦۵ درصد و دمای محیط ۱±۲۰ درجه سیلسیوس) قرار گرفتند. تعیین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها براساس استانداردهای*EN 310 : 1993*، *EN 319 : 1993* و *EN* 1993 : *317* به ترتیب برای مدول گسیختگی (*MOR*) و مدول الاستیسیته (*MOE*) ، چسبندگی داخلی(*IB*)، جذب آب (*WA*) و واکشیدگی ضخامت (*TS*) بعد از ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب انجام شد. برای اندازه‌گیری مدول‌گسیختگی و مدول‌الاستیسیته نمونه-های آزمایشی، از ماشین INSTRON -4489 و برای تعیین میزان چسبندگی داخلی نمونه‌ها از روش آزمون کشش عمود بر سطح با ماشین WOLPERT D.6700 استفاده شد. تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از اندازه‌گیری ویژگی‌های مختلف در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمون فاکتوریل به کمک تجزیه واریانس چند متغیره انجام و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن گروه‌بندی شدند.

نتایج

نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های تیمارهای مختلف در جدول ۱ آمده است.

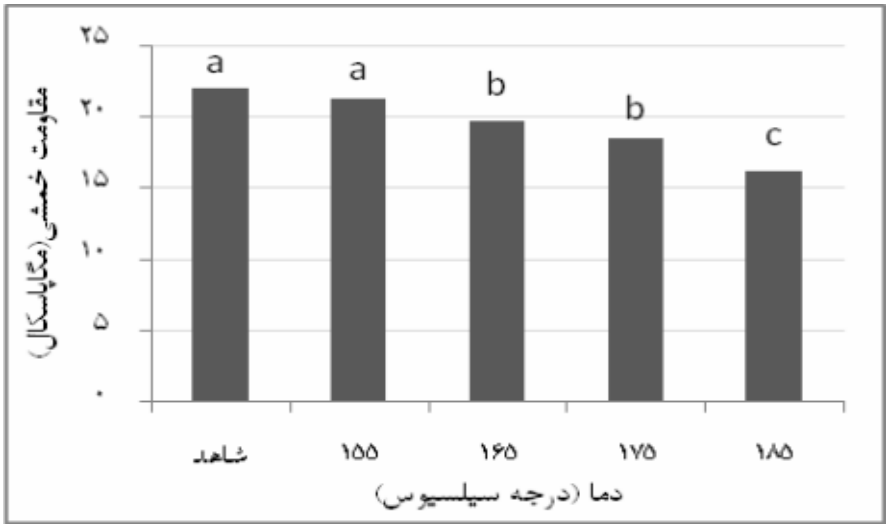
جدول ۱- میانگین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های تیمارهای مختلف

دما-زمان تیمار (°C-min)	مقاومت‌خمشی (MPa)	مدول‌الاستیسیته (MPa)	چسبندگی‌داخلی (MPa)	واکشیدگی ضخامت در ۲۴ ساعت (٪)	جذب آب در ۲۴ ساعت (٪)
شاهد	۲۲/۰۴	۲۶۷۵	۰/۵۵	۲۸/۹	۸۷/۵
۱۵۵ -۱۵	۲۲/۷۷	۲۹۷۴	۰/۶۲	۲۲/۰	۷۹/۳
۱۵۵ -۳۰	۲۰/۵۷	۲۹۷۷	۰/۴۲	۲۰	۷۸/۶
۱۵۵ -۴۵	۲۰/۴۹	۳۱۷۰	۰/۴۰	۱۵/۶	۶۹/۸
۱۶۵ -۱۵	۲۰/۱۶	۲۹۷۴	۰/۴۴	۱۹/۷	۷۵/۴
۱۶۵ -۳۰	۱۹/۹۶	۳۲۶۱	۰/۴۱	۱۴/۴	۶۸/۴
۱۶۵ -۴۵	۱۸/۹۳	۳۱۵۶	۰/۴۱	۱۳/۱	۶۵/۸
۱۷۵ -۱۵	۱۹/۸۸	۳۵۰۸	۰/۳۷	۱۳	۶۵/۶
۱۷۵ -۳۰	۱۸/۴۹	۳۶۴۲	۰/۳۶	۱۰/۵	۶۲/۰
۱۷۵ -۴۵	۱۷/۱۲	۳۶۹۷	۰/۳۹	۸/۷	۵۷/۴
۱۸۵ -۱۵	۱۷/۷۷	۳۷۱۵	۰/۳۶	۹/۳	۶۳/۳
۱۸۵ -۳۰	۱۵/۴۹	۳۶۱۶	۰/۳۷	۸/۰	۵۹/۳
۱۸۵ -۴۵	۱۵/۲۰	۳۵۳۵	۰/۳۹	۷/۲	۵۸/۲

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس

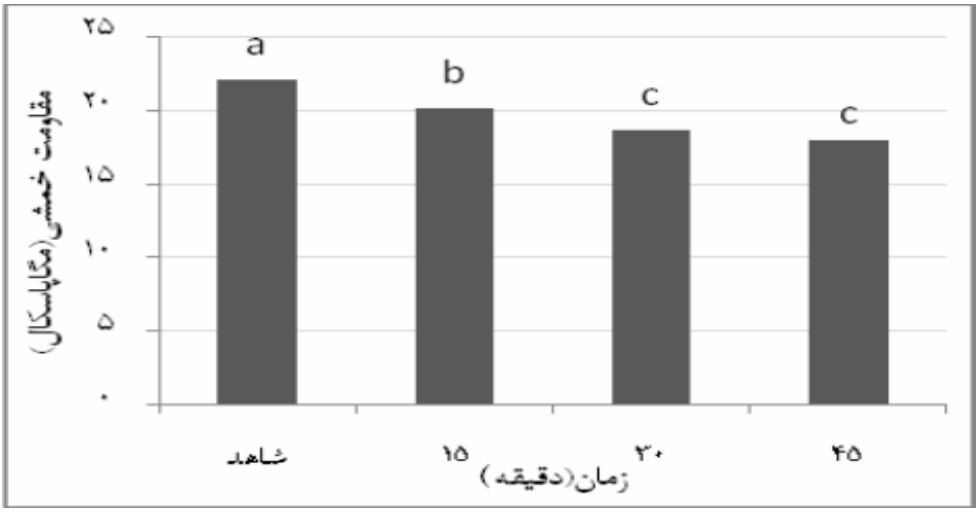
ویژگی	مقاومت خمشی		مدول الاستیسیته		چسبندگی داخلی		واکشیدگی ضخامت		جذب آب	
منابع تغییر	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F
دمای تیمار	۴۱/۷۹	۳۱/۶۴**	۹۵۲۳۵۸	۳۳/۶۵*	۷۶۸۹۹	۴/۰۷*	۲۱۷/۹۰	۱۰۱/۳۴**	۴۵۴/۹۹	۳۷/۵۳*
زمان تیمار	۱۴/۴۷	۱۰/۹۶**	۴۰۰۹۱	ns۱/۴۲	۱۲۲۹۳۶	۶/۵۱۳*	۶۹/۶۴	۳۲/۳۹**	۱۷۱/۸۰	۱۴/۱۷*
دمای*زمان	۱/۳۶۳	ns۱/۰۳۲	۶۴۶۵۸	ns۲/۲۸	۱۱۱۴۵۴	۵/۹۰۴*	۶/۹۵	ns۳/۲۳	۱۶/۵۵	ns۱/۳۷

*معنی‌دار در سطح ۵ درصد **معنی‌دار در سطح ۱ درصد ns : بدون اثر معنی‌دار



شکل۱- اثر دمای تیمار گرمایی روی مقاومت خمشی

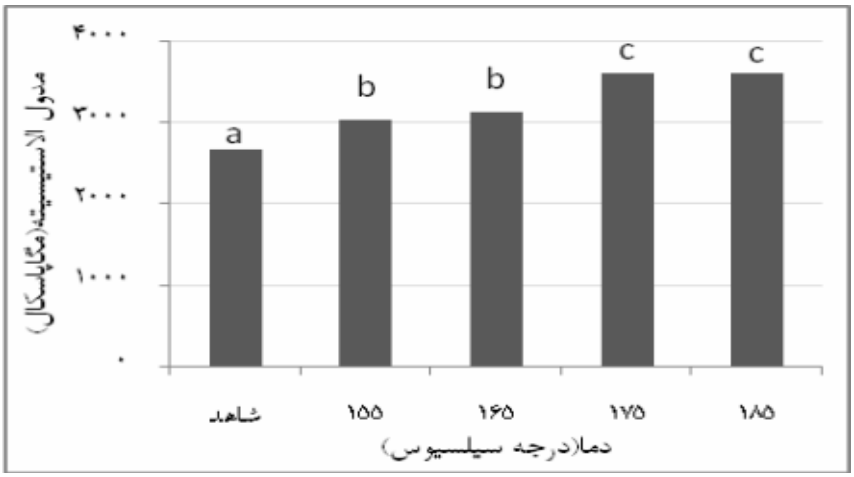
براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر دمای تیمار گرمایی خرده‌های چوب روی مقاومت خمشی تخته‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. همانطور که شکل ۱ نشان می‌دهد تغییرات دمای تیمار گرمایی و مقاومت خمشی تخته‌ها باهم نسبت عکس دارند، بطوریکه با افزایش دمای تیمار، از مقاومت خمشی نمونه‌های آزمونی کاسته می‌شود. همچنین اثر زمان تیمار روی مقاومت خمشی تخته‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار است (شکل ۲) و پایین‌ترین مقدار مقاومت خمشی در نمونه‌های ساخته شده با خرده های چوب تیمارشده در دمای ۱۸۵ درجه‌سیلسیوس و مدت زمان ٤۵ دقیقه مشاهده شد (جدول۱).



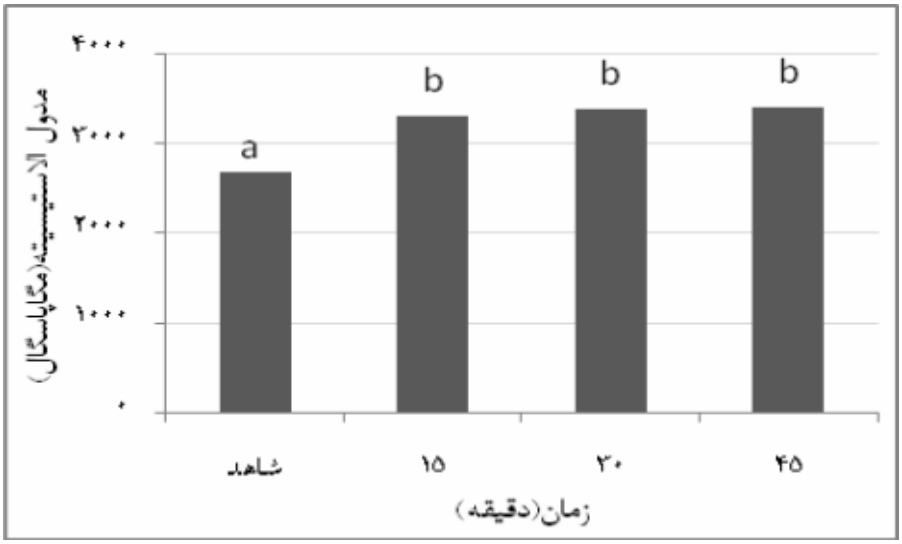
شکل۲- اثر زمان تیمار گرمایی روی مقاومت خمشی

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر دمای تیمار گرمایی روی مدول‌الاستیسیته تخته‌ها در سطح ۱درصد معنی‌دار می‌باشد. همان طور که شکل ۳ نشان می‌دهد با افزایش دمای تیمار، مدول‌الاستیسیته تخته‌ها افزایش یافته است.

همچنین با افزایش مدت زمان تیمار خرده‌های چوب افزایش معنی‌داری در مدول‌الاستیسیته تخته‌ها نسبت به تیمار شاهد مشاهده می‌شود (شکل ٤).

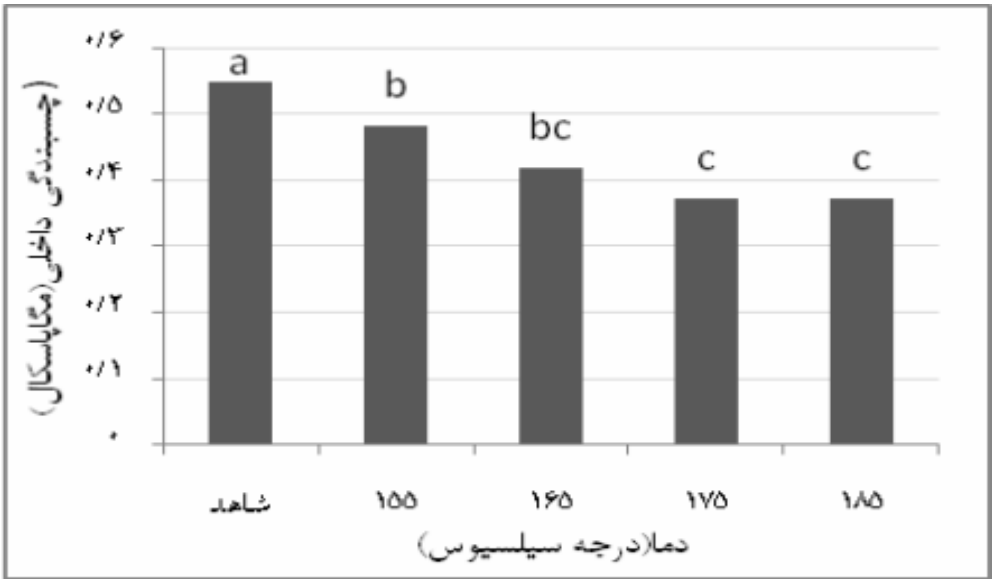


شکل۳- اثر دمای تیمار روی مدول الاستیسیته

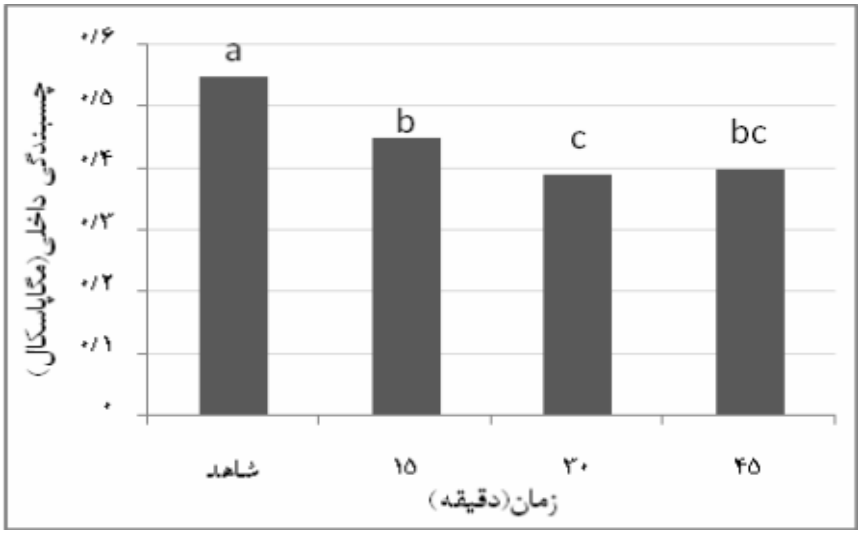


شکل٤- اثر زمان تیمار گرمایی روی مدول الاستیسیته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر دمای تیمار گرمایی روی چسبندگی داخلی تخته‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. همان طور که شکل ۵ نشان می‌دهد با افزایش دمای تیمار تا ۱۷۵درجه سیلسیوس، به طور معنی‌داری از مقدار چسبندگی داخلی تخته‌ها کاسته می‌شود. همچنین کاهش معنی‌داری در چسبندگی داخلی تخته‌ها با افزایش مدت زمان تیمار خرده‌های چوب اتفاق می‌افتد (شکل ٦).

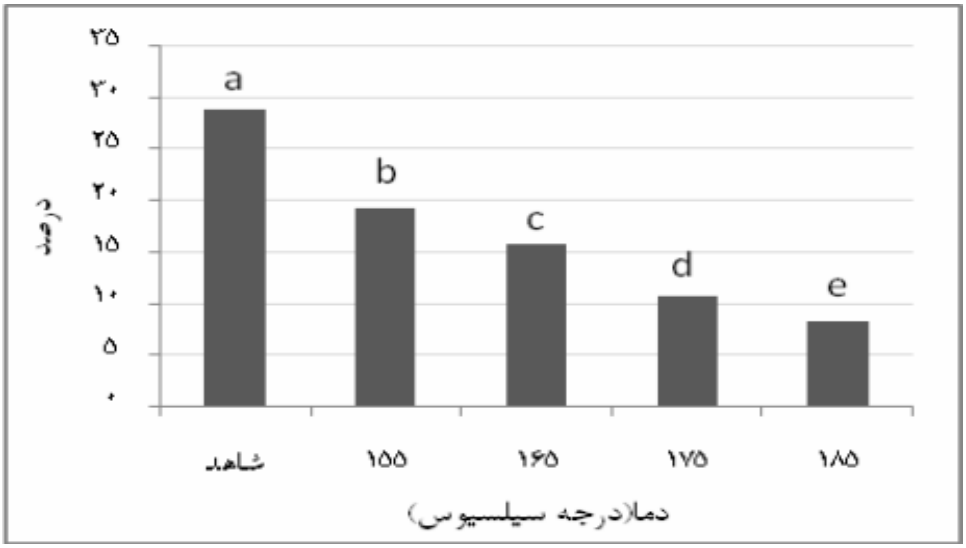


شکل۵- اثر دمای تیمار گرمایی روی چسبندگی داخلی



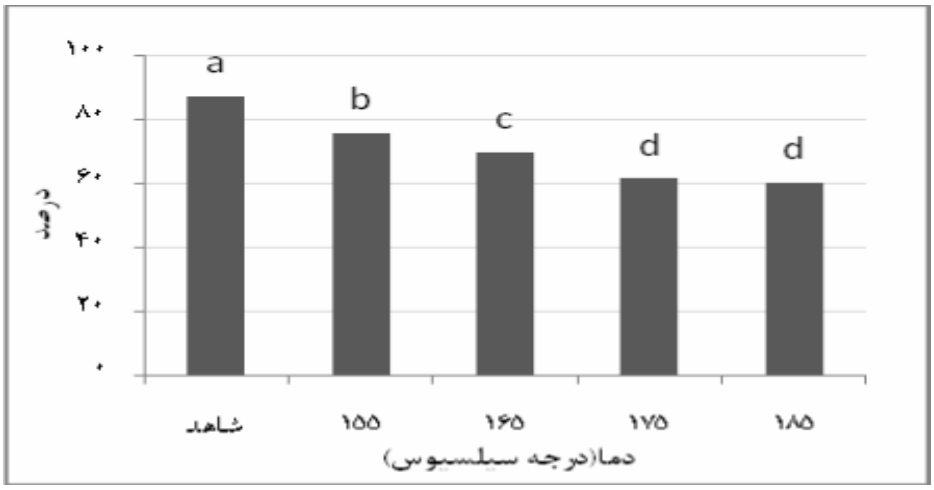
شکل٦- اثر زمان تیمار گرمایی روی چسبندگی داخلی واکشیدگی ضخامت در۲٤ ساعت

تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر بر واکشیدگی ضخامت تخته‌ها پس از ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب نشان داد که بین مقدار این ویژگی تخته‌ها در تیمارهای مختلف در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (شکل‌های ۷ و ۸). نتایج حکایت از آن دارد که با افزایش دما و زمان تیمار، واکشیدگی‌ضخامت تخته‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای بهبود می‌یابد، به طوری‌که مقدار واکشیدگی‌ضخامت از ۲۸/۹ درصد در نمونه شاهد به ۷/۲ درصد در تیمار با دمای ۱۸۵ درجه سیلسیوس و زمان ٤٥ دقیقه می‌رسد (جدول۱).



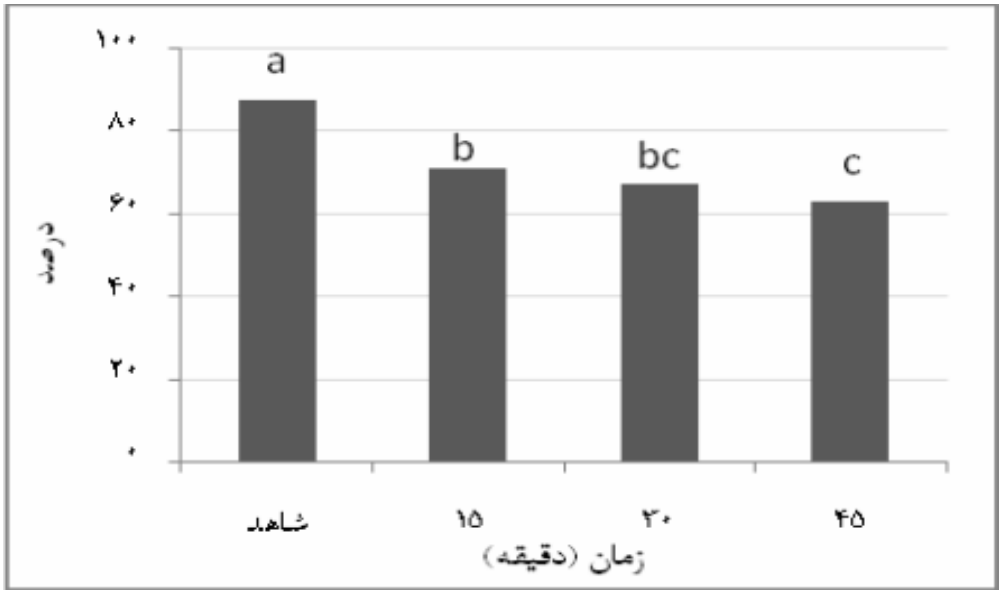
شکل۷- اثر دمای تیمار گرمایی روی شکل واکشیدگی ضخامت در ۲٤ ساعت

شکل ۸- اثر زمان تیمار گرمایی روی واکشیدگی ضخامت در ۲٤ ساعت



شکل ۹- اثر دمای تیمار گرمایی روی جذب آب در۲٤ ساعت

براساس نتایج تجزیه واریانس، تأثیر دمای تیمار گرمایی خرده‌های چوب روی جذب آب تخته‌ها بعد از ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب، در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (شکل ۹). نتایج نشان داد که با افزایش دمای تیمار، جذب آب تخته‌ها بعد از ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب، کاهش می‌یابد. همچنین اثر زمان تیمار گرمایی روی جذب آب تخته‌ها بعد از ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب نیز، در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- اثر زمان تیمار گرمایی روی جذب آب در ۲٤ ساعت

بالاترین مقدار جذب آب در تیمار شاهد و پایین‌ترین میزان آن در تخته‌هایی مشاهده شد که خرده‌های چوب آنها در دمای ۱۷۵ و ۱۸۵ درجه سیلسیوس و به مدت ٤۵ دقیقه تیمار شده بودند (جدول۱).

بحث

نتایج نشان دادند که افزایش دما و زمان تیمار گرمایی باعث کاهش مقاومت خمشی تخته‌ها می‌شود که با نتایج تحقیقات قبلی مطابقت داشت (Boonstra et al. 2008 و Semra 1996 ;et al. 2007, Shi et al.). در واقع مقاومت خمشی، مقاومت کلی چوب در برابر برآیند تنش‌های کششی و فشاری است. در کنار فرم هندسی ذرات خرده‌چوب، ترکیب شیمیایی چوب و مقدار چسب مورد استفاده، نقش اصلی را در مقاومت خمشی تخته ایفا می‌کنند. در اثر تیمار گرمایی همی‌سلولز دپلیمریزه شده و اسیدهای آلی مانند اسید استیک و اسید فرمیک تولید می‌شوند (Kocaefe et al. 2008; Mohebby et al. 2007; Tjeerdsma et al. 2005; Windeisen et al. 2009). با افزایش دما و زمان تیمار، مقدار تولید این اسیدها افزایش و تخریب همی‌سلولزها و سلولز را تسریع می‌کنند. با تخریب بیشتر همی‌سلولزها و سلولز کاهش مقاومت‌های چوب محسوس‌تر می‌شود. Windeisen و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیق خود علت کاهش مقاومت خمشی را کاهش مقدار زایلان و پلی ساکاریدهای دیگر بیان کردند که با گزارش Winandy و Rowell در سال ۲۰۰۵ نیز همخوانی داشت. همچنین ایشان کاهش پیوند-های آلکیل-آریل- اتر در لیگنین و شکستگی کمپلکس کربوهیدرات- لیگنین را به‌عنوان عاملی دیگر برای کاهش مقاومت خمشی ذکر کردند. از سوی دیگر کاهش تعداد گروه‌های هیدروکسیل بر اثر تیمار گرمایی باعث کاهش میزان پیوندهای هیدروژنی در کربوهیدرات‌ها شده که می‌تواند در کنار کاهش درجه پلیمریزاسیون (DP) سلولز، در کاهش مقاومت‌ها نقش داشته باشد. دلیل دیگر کاهش مقاومت خمشی را می‌توان به کاهش چسبندگی بین خرده‌های چوب و چسب نسبت داد. با توجه به این که رزین اوره فرم آلدهید از چسب‌های قطبی می‌باشد، در نتیجه کاهش در مقدار گروه‌های هیدروکسیل، کاهش قطبیت خرده‌چوب‌ها و در نتیجه تضعیف قدرت چسبندگی بین خرده‌چوب‌ها و چسب را به دنبال دارد. از طرفی تیمار بخار باعث افزایش قابلیت فشردگی خرده‌های چوب زیر پرس گرم می‌شود (Sekino et al. 1999)؛ در نتیجه تراکم لایه‌های سطحی تخته بالا می‌رود. بالا رفتن تراکم لایه سطحی می‌تواند باعث بهبود مقاومت خمشی شود که افزایش اندک یا عدم تغییر معنی‌دار مقاومت‌ها در تیمار با دمای ۱۵۵ درجه سیلسیوس و مدت زمان ۱۵ دقیقه (جدول۱) را می‌توان به این عامل نسبت داد. به طوری که Kocaefe نیز در سال ۲۰۰۸ افزایش اندک و موقتی را در این مقاومت مشاهده کرد.

تیمار گرمایی خرده چوب‌ها، باعث افزایش مدول الاستیسیته تخته‌های آزمونی شد که تأثیر دمای تیمار روی این ویژگی معنی‌دار بود. Boonstra و همکاران (۲۰۰٦) و Shi و همکاران(۱۹۹٦) افزایش مدول الاستیسیته تخته را در اثر پیش‌تیمار گرمایی گزارش کرده‌اند. در بیان علت افزایش مدول‌الاستیسیته می‌توان گفت که احتمالاً در اثر تیمار گرمایی زنجیره‌های سلولزی به همدیگر نزدیک شده و تشکیل پیوندهای شیمیایی جدید (که دارای انرژی پیوندی بالاتری نسبت به پیوندهای شکسته شده هیدروژن دارند) را می‌دهند. افزایش مدول‌الاستیسیته در اثر تیمار گرمایی معمولاً تا سطح معینی رخ می‌دهد (Windeisen et al. 2009). همان طور که در این تحقیق نیز مشاهده شد افزایش مدول‌الاستیسیته تا دمای ۱۷۵ درجه سیلسیوس اتفاق افتاد. همچنین کاهش رطوبت تعادل ناشی از تیمار نیز می‌تواند در بالا رفتن مقدار مدول‌الاستیسیته موثر باشند (Windeisen et al. 2009).

همچنین تیمار گرمایی باعث اُفت چسبندگی داخلی تخته‌ها شد و با افزایش دما و زمان تیمارگرمایی، این کاهش محسوس‌تر می‌شود. Boonstra و همکاران (۲۰۰٦)، Sekino و همکاران (۲۰۰۱) و Shi و همکاران (۱۹۹٦) تأثیر منفی تیمار گرمایی روی چسبندگی داخلی تخته‌ها را مشاهده کردند. محبی و همکاران در سال ۲۰۰۷ دلیل اصلی افت چسبندگی داخلی را کاهش گروه‌های هیدروکسیل و کاهش قطبیت خرده‌چوب‌ها عنوان کردند که در تضعیف چسبندگی نقش اساسی دارند. همچنین اسیدهای آلی تولید شده و دیگر فرآورده‌های حاصل از تخریب در چسبندگی مزاحمت ایجاد می‌کنند.

نتایج نشان داد که افزایش دما و زمان تیمار گرمایی مقدار جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌ها را کاهش داده است. افزایش ثبات ابعاد چوب در اثر تیمار گرمایی در تحقیقات قبلی که درباره تیمار گرمایی چوب انجام شده کاملاً تایید شده است. کاهش قابل توجه واکشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌های ساخته شده از خرده‌های چوب تیمار شده دلایل مختلفی می‌تواند داشته باشد. تخریب گرمایی همی‌سلولزها، کاهش نواحی آمورف و افزایش نسبت مناطق کریستالی، افزایش نسبت لیگنین در دیواره سلولی، کاهش گروه‌های هیدروکسیل و کاهش تعداد پیوندهای هیدروژنی با آب و در نتیجه کاهش خاصیت آبدوستی چوب از علل اصلی کاهش واکشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌ها هستند. از طرفی واکنش-های استری شدن (Tjeerdsma et al.2005) و تشکیل پیوندهای عرضی بین سلولز و لیگنین (Dwianto et al., 1996) در افزایش ثبات ابعاد تخته‌ها مؤثر می‌باشد. Repllin و Guyonnent (۲۰۰۳) علت اصلی بهبود ثبات ابعاد چوب در اثر تیمار گرمایی را کاهش FSP و کاهش مکان‌های جذب آب بیان کردند. علاوه بر این، شکسته شدن برخی از پیوندهای بین کمپلکس لیگنین باعث افزایش غلظت گروه‌های فنلی آبگریز در تخته می‌شود (Mohebby et al. 2007, Windeisen et al. 2009).

از نظر ویژگی‌های مکانیکی، تخته‌های ساخته شده با خرده‌های چوب تیمار شده در دمای ۱۵۵درجه سیلسیوس و به مدت ۱۵دقیقه بالاترین مقاومت‌ها را از خود نشان دادند، ضمن اینکه کاهعنوان:ش حدود ۲۵ درصدی واکشیدگی‌ضخامت نیز در این تیمار رخ می‌دهد. از نظر ویژگی‌های فیزیکی، تخته‌های ساخته شده با خرده‌های چوب تیمار شده در دمای ۱۸۵ درجه سیلسیوس و به مدت ٤۵ دقیقه بیشترین بهبود را در خواص فیزیکی تخته‌ها نشان دادند، به طوری‌که مقدار واکشیدگی‌ضخامت تخته‌ها در این تیمار به ۷/۲ درنام نویسندگان:صد رسید که از مقدار ذکر شده برای این ویژگی در استانآدرس:دارد EN 312-5 (برای مصارف تخته خرده چوب در شرایط مرطوب) که ۱۰ درصد است نیز پایین‌تر می‌باشد. همچنین در این تیمار مقاومت‌های مکانیکی تخته‌ها از مقادیر ذکر شده در استاندارد EN 312-4 (برای مصارف تحت بار) بالاتر می‌باشد.

سپاسگزاری

از کلیه کسانی که اینجانب را در انجام این تحقیق یاری کردند به‌ویژه آقای سید محمد جواد موسوی و آقای حمید زارع حسین آبادی و کارکنان آزمایشگاه‌های گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع مورد استفاده

– دوست حسینی، ک.، ۱۳۸٦. فناوری تولید . کـاربرد صـفحات فشرده چوبی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.

– Boonstra. M , Pizzi A, Zomers F , Ohlmeyer M , Paul W . 2006. The effects of a two stage heat treatment process on the properties of particleboard, Holz als Roh- und Werkstoff (2006) 64: 157–164

– Dwianto, W., Tanaka, F., In ,oue, M., Norimoto, M.; 1996. Crystallinity changes of wood by heat or steam treatment. 46th Annual Meeting of the Japan Wood Research Society in Kumamoto, April 1996.

– European Commite for Standardization (CEN); BS EN 317: 1993; Particleboards and fiberboards- Determination of swelling in thickness after immersion in water.

– European Commite for Standardization (CEN); BS EN 319: 1993; Particleboards and fiberboards- Determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board.

– European Commite for Standardization (CEN); BS EN 310: 1997; Wood-based panels. Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength

– European Commite for Standardization (CEN); BS EN 312-5;1997 Particleboards. Specifications. Requirements for load-bearing boards for use in humid conditions

– European Commite for Standardization (CEN); BS EN 312-4:1997; Particleboards. Specifications. Requirements for load-bearing boards for use in dry conditions

– Hill, C.; 2006. Wood Modification Chemical, Thermal and Other process. Wiley Series in Renewable Resources. Chapter 5. Pp:99-127

– Hsu, W., Schwald, W., Shields, J.A.;1988. Chemical and physical changes required for producing dimensionally stable wood-based composites. Part 1-Steam pre-treatment. Wood Sci Tech 22:281–289

– Kocaefe, D., Poncsak, S., Boluk, Y.; 2008. ffect of thermal treatment on the chemical composition and mechanical properties of birch and aspen. BioResources 3 (2), pp. 517-537

– Liping,C. Wang,F. Li, J.; 1995. Optimum steam preheating technique of chips for manufacturing of particleboards. , Holz als Roh- und Werkstoff 53(1995) 21-23

– Mohebby, B., Ilbeighi, F., Kazemi-Najafi, S.; 2008. Influence of hydrothermal modification of fibers on some physical and mechanical properties of medium density fiberboard (MDF). Holz als Roh - und Werkstoff 66 (3), pp. 213-218

– Ohlmeyer, M., Lukowsky, D.; 2004. Wood-based panels produced from thermal treated wood – Properties and perspectives. In:Wood-frame housing durability and disaster issues conference. October 4–6 2004, Las Vegas, USA: : 127-131

– Repellin, V. and Guyonnet, R. (2005). Evaluation of heat-treated wood swelling by differential scanning calorimetry in relation to chemical composition. Holzforschung, 59(1), 28–34.

– Sekino N, Inoue M, Irle M, Adcock T.; 1999. The mechanisms behind the improved dimensional stability of particleboards made from steam pretreated particles. Holzforschung 1999;53(4):435–40.

– Sekino, N., Inoue, M., Yamauchi, H.; 2001. Three-layered particleboards with steam pre-treated face strand. Effects of panel density on the basic properties.J. Soc. Mat. Sci., Japan. Vol. 50. No.4(2001) 415-420

– Semra, C., Gursel, C., Ismail, A., Hulya, K.; 2007. Effects of steaming process on some properties of eucalyptus particleboard bonded with UF and MUF adhesives. Building and Environment 42 (2007) 304–309

– Shi, X., Kajita, H., Yano, H.; 1996. Improving the dimensional stability of particleboards by steam pretreatment . Zairyo/Journal of the Society of Materials Science, Japan. Volume 45, Issue 4, April 1996, Pages 369-375.

– Tjeerdsma B. F., Militz H.; 2005: Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat treated wood, Holz Roh-und Workstoff, 63(1):102-111.

– Winday, J.E., Rowell, M.R. (2005). Chemistry of wood strength. In: Wood Chemistry and Wood Composites. Ed. Rowell, M.R. Taylor & Francis, Boca Raton. Pp: 303-347

– Windeisen, E., Bächle, H., Zimmer, B., Wegener, G.; 2009. Relations between chemical changes and mechanical properties of thermally treated wood. Holzforschung 63 (6), pp. 773-778

Evaluation of steam pretreatment of poplar wood particles on the mechanical and physical properties of particleboard

Hatefnia, H.[1*], Enayati, A.A.[2], DoostHoseini, K.[3] and AzadFallah, M.[4]

1*-Corresponding author, M.Sc, Wood and Paper Science & Technology, Faculty of Natural Resources, Tehran University. Iran. Email: Hatefnia@gmail.com
2-Professor, Dept. of Wood and Paper Sciences and Technology, Faculty of Natural Resources, Tehran University. Iran
3-Assistance Prof., Dept of Wood and Paper Sciences and Technology, Faculty of Natural Resources, Tehran University , Iran

Received: Oct., 2010 Accepted: July, 2011

Abstract

In this research the effect of steam pretreatment on the physical and mechanical properties of particleboard were evaluated. Steam pre-treatment was applied on the particles of poplar wood in a stainless steel reactor at four different temperature (155, 165, 175 and 185 °C) and three different retention time (15, 30 and 45 min). The obtained results indicated that mechanical properties include MOR and IB content of the particleboard decreased, whereas MOE increased initially then decreased with severity of treatment conditions. The physical properties of the board i.e. thickness swelling, water absorption and consequently dimensional stability were improved by steam pretreatment. The observed changes can be attributed to reduction in hemicelluloses content and hydroxyl groups within wood component.

Key words: Particleboard, Steam pre-treatment, mechanical properties, physical properties.