بررسی اثر پیش‌تیمار گرمایی بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده‌چوب

امیرهومن حمصی[۱]، حسن الوندی[۲*]، بهزاد بازیار[۳] و ابوالفضل کارگرفرد[۴]

۱) دانشیار گروه علوم و چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.
۲) دانشجوی دکتری علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: h.alvandi20@yahoo.com
۳) استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
۴) دانشیار بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۱۰

چکیده

بررسی حاضر جهت اعمال پیش‌تیمار گرمایی بر روی ذرات چوب ممرز برای ساخت تخته خرده‌چوب یک لایه با اهداف افزایش ثبات ابعادی، کاهش جذب رطوبت و بهبود خواص مکانیکی انجام شد. برای این منظور خرده‌های چوب ممرز توسط یک دستگاه بخارزن با دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد در دو زمان ۲۰ و۴۰ دقیقه پیش‌تیمار گرمایی بخار شدند. سپس با استفاده از ۶ درصد چسب فنل‌فرمالدهید، با دستگاه پرس یک دهانه آزمایشگاهی تخته‌ها ساخته شدند. بعد از ساخت تخته‌ها، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی آنها شامل جذب آب و واکشیدگی ضخامت، مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، مقاومت‌چسبندگی داخلی آنها مورد آزمون قرار گرفت. نتایج جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌های پیش‌تیمار گرمایی شده پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری نشان داد که پیش تیمار بر جذب آب ۲ ساعته معنی‌دار نبود، ولی در زمان ۲۴ ساعته به میزان ۶۵/۶۵ و ۷۷/۶۰ درصد نسبت به تخته‌های شاهد با مقدار ۹۲/۳۱ درصد کاهش یافت. همچنین پیش‌تیمار گرمایی بر مقاومت خمشی تخته‌ها تاثیر معنی‌داری داشت. مطابق با نتایج به‌دست آمده با افزایش زمان پیش‌تیمار گرمایی به ۲۰ دقیقه به ۲۲۲۱/۴۰ مگاپاسکال افزایش یافت. از سویی با افزایش زمان پیش‌تیمار گرمایی به۴۰ دقیقه مقدار مدول الاستیسیته تا ۲۰۶۴ مگاپاسکال کاهش یافت، ولی این کاهش معنی‌دار نبود. پیش‌تیمار گرمایی باعث افزایش معنی‌دار مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها به میزان ۰/۵۱۴ و ۰/۶۱۸ مگاپاسکال شد.

واژه‌های کلیدی: تخته خرده‌چوب، پیش‌تیمار گرمایی، خواص فیزیکی، خواص مکانیکی.

مقدمه

صنایع تخته خرده‌چوب به‌دلیل استفاده از چوب‌های کم ارزش و پسماندهای چوبی و لیگنوسلولزی برای تولید پانل‌هایی با خواص کاربردی مطلوب مورد توجه می‌باشد. از سوی دیگر کمبود شدید چوب ماسیو، نیاز دستیابی به صفحات چوبی با ابعاد بالاتر را ایجاب می‌کند تا حداکثر استفاده از ضایعات و پسماندهای چوبی حاصل از بهره‌برداری درختان جنگلی به‌عمل آید. از این‌رو تولید فرآورده‌هایی مانند تخته خرده‌چوب که قادر است طیف گسترده‌ای از مواد چوبی و لیگنوسلولزی را به مصرف برساند در این بین می‌تواند بسیار حایز اهمیت باشد (دوست‌حسینی، ۱۳۸۶).

افزایش خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات مرکب چوبی یکی از مهمترین عوامل بهبود خواص کاربردی آن محسوب می‌شود. چوب و مواد لیگنوسلولزی به‌طور عمده دارای خاصیت هیگروسکوپیک بوده و رطوبت نیز کلیه ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی این مواد را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

در این بین، کنترل رطوبت یکی از اساسی‌ترین مباحث فناوری چوب و مهمترین اهداف در محصولات مرکب چوبی جهت جلوگیری از تغییر در خواص فیزیکی و مکانیکی می‌باشد. در سال‌های اخیر سعی شده است با استفاده از روش‌های متعدد اصلاحی مانند اصلاح گرمایی، شیمیایی و مکانیکی ویژگی‌های این مواد را اصلاح نموده و آن را برای کاربردهایی با قابلیت فراتر از آنچه که تاکنون به‌کار می‌روند، مورد استفاده قرار دهند. بنابراین هدف از پژوهش حاضر، بررسی مقاومت‌های مکانیکی و خواص فیزیکی تخته خرده‌چوب حاصل از خرده‌چوب‌های تیمار گرمایی شده چوب ممرز است. اصلاح گرمایی از بین فرآیندهای گوناگون اصلاح چوب به مراتب بیشترین پیشرفت تجاری را دارا بوده و به‌عنوان یک روش مفید در بهبود ثبات ابعادی و افزایش مقاومت به پوسیدگی چوب شناخته شده است (Hill, 2006).

به‌طور کلی اثر پیش‌تیمار بخار بر ویژگی‌های اولیه تخته خرده‌چوب ساخته شده از کاه برنج، چسب اوره-فرمالدئید به میزان ۰/۱۲ درصد، محلول اسیداگزالیک ۰/۳۳ درصد، تیماردهی در چهار سطح دما (شامل ۱۶۰، ۱۴۰، ۱۲۰ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) و برای هر کدام از دماها دو سطح زمانی ۵ و ۱۰ دقیقه توسط Li و همکاران (۲۰۱۱) اعمال شد. نتایج نشان داد که پیش‌تیمار گرمایی بخار باعث آزاد شدن کربوهیدرات‌ها و باعث تخریب همی‌سلولزها از ساختار شیمیایی شده است. پیش‌تیمار گرمایی بخار و تیماردهی با اسید باعث بهبود معنی‌دار خواص مکانیکی و ثبات ابعادی تخته خرده‌چوب‌ها شدند.

نتایج حاصل از اعمال پیش‌تیمار گرمایی به وسیله مخزن بخار با زمان ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و استفاده از اندود سطحی توسط رزین‌های اپوکسی، پیش‌خشک کردن توسط آون بر روی چوب سیمان[1] توسط Fan و Dinwoodie (۲۰۰۸) نشان داد که پیش‌تیمار بخار باعث کاهش معنی‌دار واکشیدگی ضخامت شده است. اندود سطحی در پایداری ابعاد چوب سیمان تاثیرگذار بوده، به طوری که با کاهش ۷۰ تا ۲۰ درصد در تغییرات حجمی با مقادیر ۷۵/۸۳ درصد همراه بوده است. همچنین پیش-خشک‌کردن باعث کاهش تغییرات ثبات ابعادی نیز شده است.

پیش‌تیمار گرمایی به وسیله خشک‌کن در دمای ۸۵ و ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد با زمان ۲۴ ساعت بر خرده‌چوب‌ها در پژوهش Kakaras و Paoadopoulos (۲۰۰۰) اعمال شد و خواص تخته‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد در ساخت تخته‌ها که از خرده‌چوب‌های که در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد تیمار گرمایی استفاده شده بود، مقاومت چسبندگی داخلی افزایش معنی‌داری یافت.

بررسی انجام شده در مورد تاثیر دمای پیش‌تیمار گرمایی با دمای خشک در سطح ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد بر خواص تخته خرده‌چوب ساخته شده از خرده‌چوب گونه کاج پیسهآ نشان داد که رطوبت تعادل تخته خرده‌چوب از ۱۰ به ۷ درصد کاهش یافت. واکشیدگی ضخامت در ۲۴ ساعت از ۵۹ به ۴۶ درصد کاهش و جذب آب در ۲۴ ساعت از ۵۹ به ۴۶ درصد کاهش یافت. مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی افزایش معنی‌داری نیافتند. پیش‌تیمار گرمایی در دمای ۱۸۰ و ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۳۰ دقیقه به وسیله مخزن بخار بر روی خرده‌چوب‌ها اعمال شد. سپس در ساخت تخته خرده‌چوب مورد بررسی قرار گفت و مشاهده شد که ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی مانند چسبندگی داخلی و واکشیدگی ضخامت تخته خرده‌چوب بهبود یافته است (Boonstra *et al.*, 2006).

همچنین مطالعه بر روی استفاده از الیاف چوب اکالیپتوس تیمار گرمایی شده در دماهای ۱۲۰، ۱۵۰ و۱۸۰ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو آزمایشگاهی با مدت

[1] Cement Board Particel Board (CBPB)

زمان ۲۰ و۴۰ دقیقه تیماردهی شده، در ساخت چوب پلاستیک انجام شد.

نتایج نشان داد تیمار گرمایی باعث کاهش جذب آب و واکشیدگی ضخامت در سطح معنی‌دار گردیده است. همچنین باعث کاهش مدول الاستیسیته، مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی در تخته‌ها شده است (Ayrilmis *et al.*, 2010).

مواد و روش‌ها

در این بررسی چوب گونه ممرز از طرح بهره‌برداری جنگل پهنه‌کلای شهرستان ساری به‌دست آمد. پس از حمل چوب به آزمایشگاه اقدام به پوست‌کنی آنها شد. چوب‌ها با استفاده از یک خردکن غلطکی آزمایشگاهی از نوع مدل Pallmann X 430-120PHT تبدیل به خرده‌چوب شده و توسط یک آسیاب حلقوی از نوع آزمایشگاهی مدل PZ8Pallman خرده‌چوب‌ها به ذرات قابل استفاده در ساخت تخته خرده‌چوب تبدیل شدند. برای انجام پیش‌تیمار گرمایی خرده‌چوب‌های مورد نظر از یک دستگاه بخارزن آزمایشگاهی استفاده شد. دستگاه دارای مخزن آب با ظرفیت ۴ لیتر و یک سیلندر بخار با اشباع بخار (۸ بار) بود.

خرده‌چوب‌ها مطابق با ظرفیت سیلندر در هر مرحله بارگذاری در معرض دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد بخار داغ به مدت زمان ۲۰ و۴۰ دقیقه پیش‌تیمار بخار گرمایی شدند.

پس از حذف خرده‌چوب‌های بسیار ریز و درشت که مناسب ساخت تخته خرده‌چوب نبودند، خرده‌چوب-های قابل استفاده در ساخت تخته خرده‌چوب به وسیله یک خشک‌کن گردان با دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت ۲ درصد خشک شدند.

سپس خرده‌چوب‌های خشک شده در کیسه‌های پلاستیکی عایق رطوبت، بسته‌بندی و برای ساخت تخته خرده‌چوب آماده شدند.

برای چسب‌زنی خرده‌چوب‌ها از یک دستگاه چسب‌زن آزمایشگاهی استفاده شد. محلول چسب فنل‌فرمالدئید به میزان ۶ درصد به وسیله یک نازل چسب‌پاش کاملا با خرده‌چوب‌ها مخلوط گردید. برای تشکیل کیک تخته خرده‌چوب از یک قالب چوبی با ابعاد ۳۵×۳۵ سانتی‌متر استفاده شد. با تشکیل کیک تخته خرده‌چوب، به وسیله یک پرس گرم یک دهانه با مدل BURKLE L100 اقدام به پرس کردن با فشار، دما و زمان به‌ترتیب ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع، ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۱۵ دقیقه، تخته خرده‌چوب یک لایه با ضخامت ۱۵ میلی‌متر ساخته شد.

آزمون‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها مطابق با استاندارد EN اروپا صورت گرفت. مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته بر اساس استاندارد EN310، مقاومت چسبندگی داخلی بر اساس استاندارد EN319، جذب آب واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب با استاندارد EN317 تعیین گردید.

داده‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی و با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن (DMRT) به کمک تکنیک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج

خواص فیزیکی

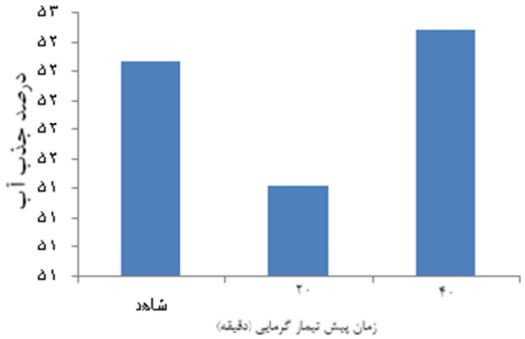
نتایج حاصل در مورد جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نشان داد که پیش‌تیمار گرمایی بر جذب آب در مدت ۲ ساعت غوطه‌وری تاثیر معنی‌داری نداشت. جذب آب در مدت ۲۴ ساعت در تخته‌های پیش‌تیمار گرمایی نسبت به تخته‌های شاهد کاهش معنی‌داری یافت. همچنین واکشیدگی ضخامت در مدت زمان ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب در مقایسه با تخته‌های شاهد کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۱).

جدول ۱. میانگین جذب آب و واکشیدگی ضخامت نمونه‌ها

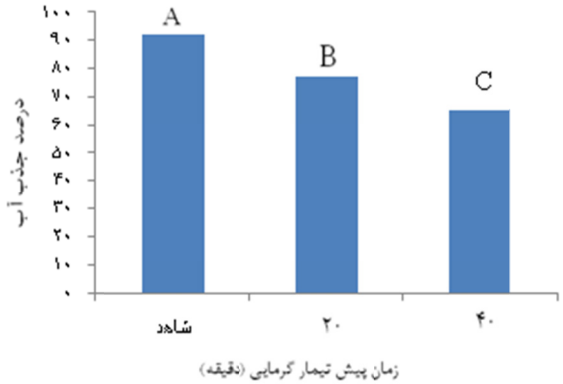
	جذب آب (درصد)		واکشیدگی ضخامت (درصد)	
	۲ ساعت	۲٤ ساعت	۲ ساعت	۲٤ ساعت
نمونه شاهد	۵۲/۲۷	۹۲/۳۱a	۲٤/۷۳a	۳۳/٤۵a
نمونه پیش‌تیمار با زمان ۲۰ دقیقه	۵۱/٤۲	۷۷/٦۰b	۱۸/۱۵ab	۲۲/۸۷b
نمونه پیش‌تیمار با زمان ٤۰ دقیقه	۵۲/٤۹	٦۵/٦۵c	۱۳/٤٦b	۱٦/۰۷c

*حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح اطمینان یک درصد است

پیش‌تیمار گرمایی بر جذب آب در مدت ۲ ساعت تاثیر معنی‌دار نداشت (شکل ۱). تخته‌های پیش‌تیمار گرمایی شده با مدت زمان ۴۰ دقیقه، بیشترین کاهش معنی‌دار جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری نسبت به تخته‌های پیش‌تیمار گرمایی ۲۰ دقیقه و تخته‌های شاهد دارا بوده که در گروه C قرار گرفته است. آزمون دانکن تیمارها نیز در گروه جداگانه قرار گرفت. جذب آب در تخته‌های پیش‌تیمار گرمایی شده در زمان ۴۰ و ۲۰ دقیقه و شاهد پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب به‌ترتیب ۶۵/۶۵، ۷۷/۶۰ و ۹۲/۳۱ درصد گزارش گردید (شکل ۲).

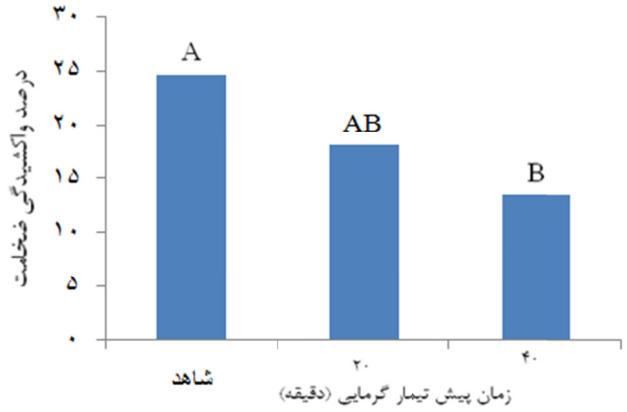


شکل ۱. اثر پیش‌تیمار گرمایی بر جذب آب ۲ ساعت

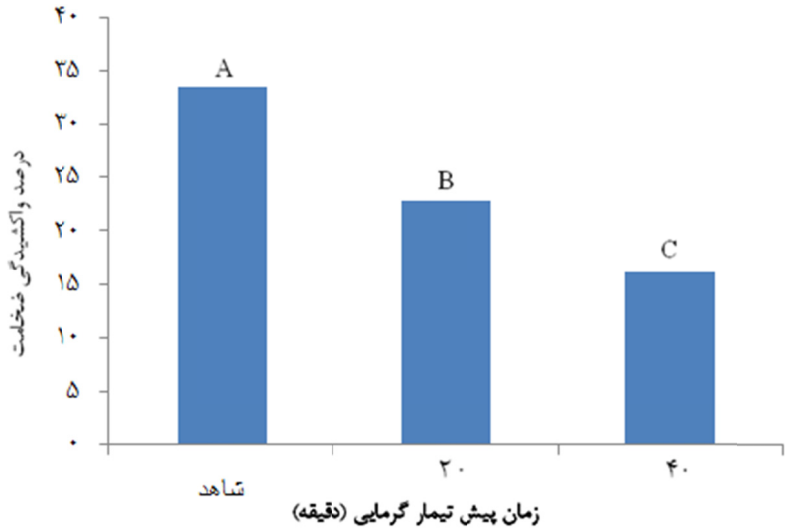


شکل ۲. اثر پیش‌تیمار گرمایی بر جذب آب ۲۴ ساعت
حروف متفاوت روی هر یک از ستون ها بیانگر اختلاف بین تیمارها در سطح یک درصد است.

نتایج به‌دست آمده در مورد واکشیدگی ضخامت در مدت ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نشان داد که افزایش زمان پیش‌تیمار گرمایی موجب کاهش واکشیدگی ضخامت تخته‌ها شده است. به طوری که در آزمون دانکن زمان تیمار و نمونه شاهد هر کدام به‌طور جداگانه طبقه‌بندی شدند. با افزایش زمان پیش‌تیمار گرمایی از ۲۰ به ۴۰ دقیقه، واکشیدگی ضخامت ۲ ساعته از ۱۸/۱۶ به ۱۳/۴۶ درصد کاهش معنی‌داری یافت که در گروه‌بندی دانکن در گروه B قرار گرفت. همچنین بیشترین واکشیدگی ضخامت، ۲ ساعته در سطح معنی‌دار مربوط به تخته‌های شاهد به میزان ۲۴/۷۴ درصد گزارش شد (شکل ۳). واکشیدگی ضخامت در مدت زمان ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب مطابق با تحلیل‌های تجزیه واریانس نشان داد که پیش‌تیمار گرمایی با زمان ۲۰ و ۴۰ دقیقه باعث کاهش معنی‌دار واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعته به مقادیر ۱۸/۱۶ و ۱۳/۴۶ درصد نسبت به تخته‌های شاهد (۳۳/۴۵ درصد) شد (شکل ۴).



شکل ۳. اثر پیش‌تیمار گرمایی بر واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت
حروف متفاوت روی هر یک از ستون ها بیانگر اختلاف بین تیمارها در سطح یک درصد است.



شکل ۴. اثر پیش‌تیمار گرمایی بر واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت
حروف متفاوت روی هر یک از ستون ها بیانگر اختلاف بین تیمارها در سطح یک درصد است.

خواص مکانیکی

زمان پیش‌تیمار گرمایی اثر معنی‌داری بر خواص مکانیکی داشت و بیشترین مقاومت خمشی پیش‌تیمار گرمایی تخته‌ها با زمان ۲۰ دقیقه حاصل شد. همچنین افزایش زمان پیش‌تیمار گرمایی بر مدول الاستیسیته تخته‌ها اثر معنی‌داری نداشت. مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها با افزایش زمان پیش‌تیمار گرمایی از ۲۰ به ۴۰ دقیقه نسبت به نمونه‌های شاهد افزایش معنی‌داری یافت (جدول ۵).

جدول ۵. میانگین نتایج آزمون‌های مکانیکی

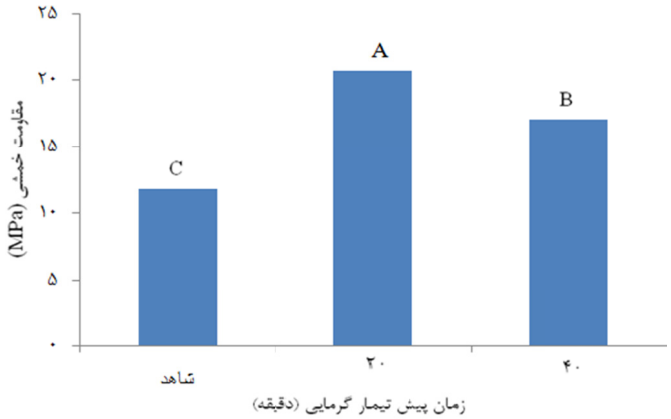
	مقاومت خمشی (مگاپاسکال)	مدول الاستیسیته (مگاپاسکال)	چسبندگی داخلی (مگاپاسکال)
شاهد	۱۱/۷۷c	۱۵۷۲/۸۳b	۰/۲۱۳b
نمونه پیش‌تیمار گرمایی با زمان ۲۰ دقیقه	۲۰/۸۰a	۲۲۲۱/٤۰a	۰/۵۱٤a
نمونه پیش‌تیمار گرمایی با زمان ٤۰ دقیقه	۱۷/۰۷b	۲۰٦٤a	۰/٦۱۸a

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح اطمینان یک درصد است

بررسی اثر زمان پیش‌تیمار گرمایی بر مقاومت خمشی تخته‌ها (جدول ۶) نشانگر معنی‌داری آزمون تجزیه واریانس است. تغییرات مقاومت خمشی تخته‌ها در زمان‌های مختلف پیش‌تیمار گرمایی نشان داد که در تخته‌های پیش‌تیمار گرمایی شده با زمان ۲۰ دقیقه، مقاومت خمشی با مقادیر ۲۰/۸۰ مگاپاسکال نسبت به سایر تخته‌ها افزایش معنی‌داری یافته که در گروه‌بندی جدول دانکن نیز در گروه a قرار گرفته است (شکل ۵). با این حال، با افزایش زمان پیش‌تیمار گرمایی به ۴۰ دقیقه، مقاومت خمشی تخته‌ها به میزان ۱۷/۰۷ مگاپاسکال مربع کاهش معنی‌دار یافت. همچنین بیشترین کاهش مربوط به تخته‌های شاهد با مقاومت خمشی برابر ۱۱/۷۷ مگاپاسکال به‌دست آمد (جدول ۷).

جدول ۶. آزمون تجزیه واریانس مقاومت خمشی

مدول گسیختگی	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری
بین گروه‌ها	۱۱۱۰/۷۰	۲	۵۵۵/۳۵	٥٤/۳۷	۰/۰۰۰
داخل گروه‌ها	۷۹٦/٦۲	۷۸	۱۰/۲۱		
کل	۱۹۰۷/۳۲	۸۰			



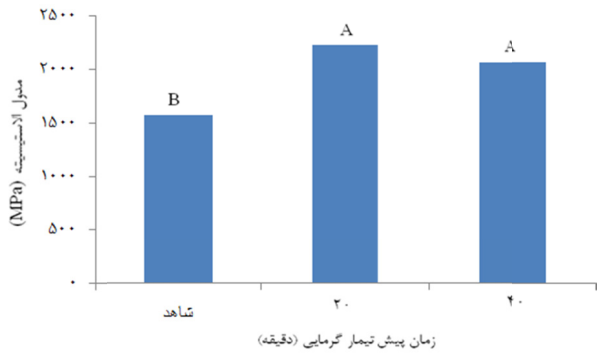
شکل ۵. اثر پیش‌تیمار گرمایی بر مقاومت خمشی
حروف متفاوت روی هر یک از ستون ها بیانگر اختلاف بین تیمارها در سطح یک درصد است.

جدول ۷. آزمون دانکن اثر زمان پیش‌تیمار گرمایی بر مقاومت خمشی تخته‌ها

	تعداد	زیر مجموعه برای آلفا کمتر از ۰/۰۵		
		۱	۲	۳
شاهد	۲۷	۱۱/۷۷		
٤٠ دقیقه	۲۷		۱۷/۰۷	
۲۰ دقیقه	۲۷			۲۰/۸۰
سطح معنی‌داری		۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که مدول الاستیسیته نمونه شاهد ۱۵۷۲/۸۳ مگاپاسکال بود که پس از اعمال ۲۰ دقیقه پیش‌تیمار گرمایی به‌طور معنی‌داری تا ۲۲۲۱/۴۰ مگاپاسکال افزایش پیدا کرد.

با وجود اینکه با افزایش زمان پیش‌تیمار گرمایی از ۲۰ به ۴۰ دقیقه، مدول الاستیسیته به میزان ۲۰۶۴ مگاپاسکال به طور تقریبی کاهش یافت، ولی این کاهش معنی‌دار نبود (شکل ۶، جدول ۸).

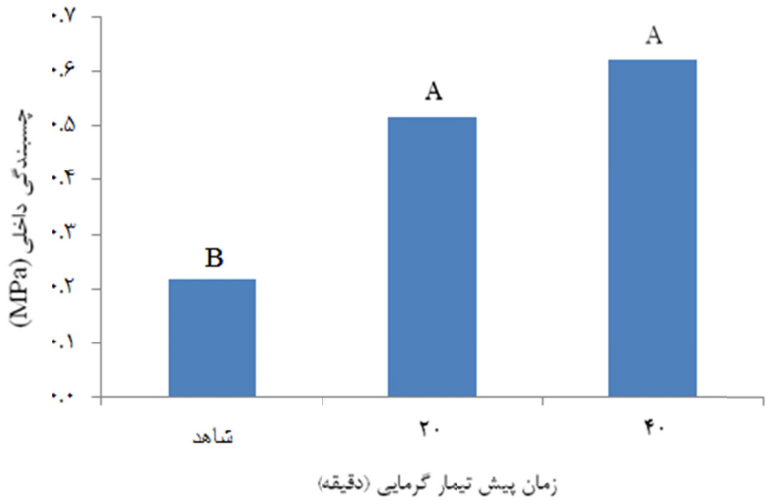


شکل ۶. اثر پیش‌تیمار گرمایی بر مدول الاستیسیته تخته‌ها
حروف متفاوت روی هر یک از ستون ها بیانگر اختلاف بین تیمارها در سطح یک درصد است.

جدول ۸. آزمون دانکن اثر زمان پیش‌تیمار گرمایی بر مدول الاستیسیته تخته‌ها

	تعداد	زیر مجموعه برای آلفا = ۰/۰۵	
		۱	۲
شاهد	۲۷	۱۵۷۲/۸۳	
٤٠ دقیقه	۲۷		۲۰٦٤
۲۰ دقیقه	۲۷		۲۲۲۱/٤۰
سطح معنی‌داری		۱/۰۰۰	۰/۰۸۷

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری چسبندگی داخلی مبین تاثیر پیش‌تیمار گرمایی بر مقاومت چسبندگی داخلی بوده، به نحوی که بر اثر پیش-تیمار گرمایی بین چسبندگی داخلی تخته‌های تیمار نشده و پیش‌تیمار گرمایی شده اختلاف معنی‌دار دیده شد (شکل ۷). مقدار چسبندگی داخلی در تخته‌های شاهد ۰/۲۱۳ مگاپاسکال بود، در صورتی که در پیش‌تیمار گرمایی با زمان ۲۰ دقیقه برابر ۰/۵۱۴ مگاپاسکال گزارش شد که این افزایش معنی‌دار بوده و در گروه‌بندی آزمون دانکن در گروه a قرار گرفت. همچنین چسبندگی داخلی با افزایش زمان پیش‌تیمار گرمایی از ۲۰ به ۴۰ دقیقه (به میزان ۰/۶۱۸ مگاپاسکال) افزایش معنی‌داری یافت (جدول ۹).



شکل ۷. اثر پیش‌تیمار گرمایی بر مقاومت چسبندگی داخلی
حروف متفاوت روی هر یک از ستون ها بیانگر اختلاف بین تیمارها در سطح یک درصد است.

جدول ۹. آزمون دانکن اثر زمان پیش‌تیمار گرمایی بر چسبندگی داخلی تخته‌ها

	تعداد	زیر مجموعه برای آلفا= ۰/۰۵		
		۱	۲	۳
شاهد	۲۷	۰/۲۱۳		
۲۰ دقیقه	۲۷		۰/۵۱٤	
٤۰ دقیقه	۲۷			۰/٦۱۸
سطح معنی‌داری		۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان داد که کاهش جذب آب و واکشیدگی ضخامت در مدت ۲ و ۲۴ ساعت، تخته‌های پیش‌تیمار گرمایی شده بیشتر از تخته‌های شاهد بود. همچنین مقاومت‌های مکانیکی شامل مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، مقاومت چسبندگی داخلی، تخته‌های پیش‌تیمار گرمایی شده نسبت به تخته‌های شاهد افزایش یافته است. پیش‌تیمار گرمایی باعث تخریب همی‌سلولز و پیوندهای عرضی شده که منجر به آزاد شدن گروه هیدروکسیل و کاهش جذب آب می‌شود. دما و زمان دو فاکتور اصلی اثرگذاری در تخریب همی‌سلولزها می‌باشند. بررسی‌های پیش‌تیمار گرمایی انجام شده بر روی تخته تراشه جهت‌دار (OSB[1]) ساخته شده از گونه کاج اسکاتلندی نیز نتایج مشابهی را نشان داده است (Paul *et al.*, 2005). با افزایش درجه حرارت تیمار، واکشیدگی ضخامت کاهش یافت، به‌دلیل آنکه حرارت باعث تخریب لیگنوسلولزها و همی‌سلولزها در ساختار شیمیایی چوب شده، به طوری که این دو عامل آب‌دوست باعث تغییر در ثبات ابعاد چوب شدند. همچنین تحقیقات انجام شده اثر تیمار گرمایی بر کریستالیته شدن ساختار سلولزهای درون چوب و برون چوب را نشان می‌دهد (Yildiz & Gumuskaya, 2007). همی‌سلولزها جز ترکیبات پلیمری هستند که به حرارت حساس می‌باشند و در طی تیمار حرارتی هیدرولیز می‌شوند. این عامل سبب کاهش خاصیت هیگروسکوپیک مواد لیگنوسلولزی می‌شود (Del-Menezzi & Tomaselli, 2006). علاوه بر این، تیمار بخار، وزن مولکولی لیگنین و همی‌سلولز الیاف چوب را کاهش می‌دهد. چنین الیافی در پرس گرم، امکان ایجاد جریان پلاستیک (ویسکوز) را به وجود آورده و به کاهش تنش‌های داخلی کمک می‌کند. این مساله، بازگشت ضخامت پانل‌های فیبر را کنترل نموده و پایداری ابعاد آنها را بهبود می‌بخشد (دوست‌حسینی، ۱۳۸۶). تزریق بخار به کیک تخته تراشه جهت‌دار در بخش پرس باعث کاهش معنی‌دار واکشیدگی ضخامت شده که تصور می‌شود مواد سلولی غیرکریستالی در این شرایط نرم شده و به طرف محیط اطراف حرکت می‌کند. این امر باعث پوشیده شدن تراشه‌ها توسط یک لایه پوششی شده است (Geimer & Kwon, 1999). با افزایش حرارت، محیط اسیدی و درجه هیدرولیز چوب افزایش یافته و باعث شکست زنجیره‌های سلولز می‌شود که منجر به کوتاه شدن زنجیر سلولز شده و بر مقاومت چوب تاثیر می‌گذارد. بررسی تیمار آب گرمایی بر صفحات تخته فیبر دانسیته متوسط (MDF[2]) نتایج مشابه‌ای را نشان داده است (Wnandy & Rowell, 2005). کاهش مقدار قند در ساختار شیمیایی منجر به افت ناچیز مدول گسیختگی می‌شود، اگرچه با

[1] Oriented Strand Board

[1] Medium Density Fiberboard

تغییر نکردن درصد گلوکان‌ها به‌طور واضح اثری بر مدول الاستیسیته ندارد (Curling *et al*., 2001). کاهش مقاومت خمشی رابطه زیادی با تخریب کربوهیدرات‌ها دارد و کاهش مدول گسیختگی رابطه زیادی با کم شدن همی‌سلولزها دارد. به‌طور کلی حرارت باعث کاهش همی‌سلولز شده که منجر به کم شدن پایداری چوب می‌شود (Fengel & Wegener, 1989). با افزایش دما و زمان تیمار حرارتی باعث جدا شدن لیگنین و همی‌سلولزها از ساختار پلیمری شده، همچنین منجر به تخریب همی‌سلولزها و آمورف‌های سلولز می‌شود. این عوامل بر خواص مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته چوب و فرآوردهای چوبی تاثیر می‌گذارند (Ayrilmis *et al*., 2011). کاهش مقاومت مکانیکی نمونه‌های تیمار گرمایی شده به‌طور عمده به تخریب گرمایی ماده چوبی نسبت داده می‌شود. کاهش خواص مقاومتی به نرخ تخریب گرمایی و سرعت از دست دادن بافت چوبی در دیواره سلولی نیز مربوط می‌باشد که در ارتباط با واکنش‌های تخریبی در پلیمرهای موجود در چوب است (Kotilainen, 2000). در واقع، همی‌سلولز موجود در دیواره سلولی بر اثر دمای بالا دچار تخریب می‌شود و در نتیجه مقاومت‌ها کاهش می‌یابند (Rusche, 1973; Feist & Sell, 1987). پیش‌تیمار گرمایی با مدت زمان ۲۰ دقیقه بر مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها (۰/۵۱۷ مگاپاسکال) تاثیرگذار بوده، در صورتی که افزایش زمان پیش‌تیمار گرمایی تاثیر معنی‌داری بر مقاومت چسبندگی داخلی داشته است. در حین تیمار گرمایی چوب، مواد استخراجی و واکنش‌های پلیمریزه شدن لیگنین می‌توانند محصولی مانند واکنش‌های چسب تولید کنند که منجر به افزایش چسبندگی داخلی تخته خرده‌چوب شوند (Chow & Pickles, 1971). گرانروی پایین رزین‌های فنلی سبب توزیع مناسب آنها و پوشش بهتر روی سطح خرده‌چوب‌ها گشته و کیفیت چسبندگی آنها را بهبود می‌بخشد (دوست‌حسینی، ۱۳۸۶).

منابع

دوست‌حسینی، ک. (۱۳۸۶) صفحات فشرده چوبی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۶۴۸ صفحه.

Ayrilmis, N., Jarusombuti, S., Fueangvivat, V. and Bauchongkol, P. (2011) Effects of thermal treatment of Rubber wood Fibers on physical and mechanical properties of medium density fiber board. Journal of Tropical Forest Science, 23(1): 10–16.

Ayrilmis, N., Jarusombuti, S., Fueangvivat, V. and Bauchongkol, P. (2010) Effect of thermal-treatment of wood fibers on properties of flat-pressed wood plastic composites. Elsevier Ltd All rights reserved, pp. 818–822.

Boonstra, M.J., Pizzi, A., Zomers, F., Ohlmeyer, M. and Paul, W. (2006) The effects of a two stage heat treatment process on the properties of particleboard. HolzalsRoh-und Werkstoff, 64(2): 157-164. doi: 10.1007/s00107-005-0055-y/

Chow, S.Z. and Pickles, K.J. (1971) Thermal softening and degradation of wood and bark. Wood Fiber, 3(3): 166–178.

Curling, S., Clausen, C.A. and Winandy, J.E. (2001) The effect of hemicellulose degradation on the mechanical properties of wood during brown rot decay. In Annual Meeting international Research Group on Wood Preservation, 32, Nara, p. 10.

Del-Menezzi, C.H.S. and Tomaselli, I. (2006) Contact thermal post-treatment of oriented strand board to improve dimensional stability a preliminary study. HolzalsRoh-und Werkstoff, 64(3): 212–217.

EN310. (1996) Wood based panels, determination of modulus of e lasticity in bending strength. European Standardization Committee, Brussell.

EN317. (1996) Particleboards and fiberboards, determination of swelling in thickness after immersion. European standardization committee, Brussell.

EN319. (1996) Wood based panels, determination of tensile strength perpendicular to plane of the board. European Standardization Committee, Brussell.

Fan, M. and Dinwoodie, J. (2008) Dimensional tabilisation of cement bonded particleboard. Fiber Composites Conference, November 5-7 Madrid, Spain. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/

Li, X., Caib, Z., Winandy, J.E. and Bastad, A.H. (2011) Effect of oxalic acid and steam pretreatment on the primary properties of UF-bonded rice straw particleboards. Industrial Crops and Products, Bioresource Technology, 33(101): 665–669.

Paul, W., Ohlmeyer, M., Leithoff, H., Boonstra, M.J. and Pizzi, A. (2005) Optimizing the properties of OSB by a one-step heat pre-treatment process. HolzalsRoh-und Werkstoff, 64, 227–234. doi:101007/s 00107- 005- 0073/

Rusche, H. (1973) Thermal degradation of wood at temperatures up to 200 deg. C. I. Strength properties of wood after heat treatment. HolzalsRoh-und Werkstoff, 31(7): 273–281.

Wnandy, J.E. and Rowell, R.M. (2005) Chemistry of wood strength. In: R.M. Rowell (Ed.). Handbook of wood chemistry and wood composites. CRC Press London, pp: 303-347.

Yıldız, S. and Gumuskaya, E. (2007) The effects of thermal modification on crystalline structure of cellulose in soft and hardwood. Building and Environment, 42(1): 62–67.

Feist, W.C. and Sell, J. (1987) Weathering behavior of dimensionally stabilized wood treated by heating under pressure of nitrogen gas. Wood and Fiber Science, 19(2): 95–183.

Fengel, D. and Wegener, G. (1989) Wood chemistry ultrastructure reactions. Walter de Gruyter, Berlin, p. 613.

Geimer, R.L. & Kwon, J.H. (1999) Flake board thickness swelling Part II Fundamental response of board properties to steam injection pressing. Wood and Fiber Science, 31(1): 15-27.

Hill, C. (2006) Wood modification chemical thermal and other processes. John Wiley & Sons Ltd. p. 239.

Kakaras, I.A. and Paoadopoulos, A.N. (2000) The effects of drying temperature of wood chips upon the internal bond strength of particleboard. Technological Educational Institute of Karditsa, Department of Wood and Furniture Technology-Design, 43100, Karditsa Greece.

Kotilainen, R. (2000) Chemical changes in wood during heating. Ph.D. Dissertation, Jyväskylä University, Research report 80, Finland, pp. 150–260Ċ.

Survey on the Effects of Pre-heat Treatment on the Mechanical and Physical Properties of Particleboard

Amir Houman Hemmasi[1], Hassan Alvandi[2*], Behzad Bazyar[3] and Abolfazl Kargarfard[4]

1) Associated Professor, Wood Science and Technology Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2) Ph.D. Student, Wood Science and Technology Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. *Corresponding Author Email Address: h.alvandi20@yahoo.com
3) Assistant Professor, Wood Science and Technology Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4) Assistant Professor, Department of Wood and Products' Research, Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

Date of submission: 2014/10/21 Date of Acceptance: 2016/02/29

Abstract

This study was carried out to assess the effects of pre-heat treatment on the wood particle *Carpinus betulus* marked one-layer particleboard and to increase the dimensional stability, to decrease water absorption and to improve mechanical properties. For this purpose horn beam wood-particle were with the steaming system of temperature 160° C time of 20, 40 pre-heat treatment the steam. Then the one-layer particleboard that was by ۶% phenol formaldehyde was introduced by hot press one laboratory. After particleboards production, physical and mechanical properties in water absorption, thickness swelling, MOR, MOE, internal bonding (IB) panels were measured and analyzed. The results showed that physical property, thickness swelling, and the water absorption, pre-heat treatment panels in 2 and 24 hours immersing in water, effect per- heat treatment on the 2 hours water absorption was not significant. But water absorption in 24 hours was decreased to 65.65 to 77.60% then (92.31%) untreatment. The results indicated effect pre-heat treatment on the MOR was significant. So, at the time of 20 min MOE 2221.40 MPa was increased. But treatment the time 40 min 2046 MPa was decreased not significant. Pre-heat treatment was increase internal bond (IB) 0.618, 0.514 MPa significant.

Keywords: Particleboard, Pre-heat treatment, Physical properties, Mechanical properties.