فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۷، شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۵۲۱-۵۱۰، (۱۳۹۱)

اثر استیلاسیون و زمان پرس بر روند انتقال حرارت پرس گرم در کیک خرده چوب گونه‌ی ممرز (*Carpinus betulus*)

فاطمه بوانقی، مریم قربانی[۲*] و ابوالفضل کارگرفرد[۳]

۱- دانشجوی کارشناس ارشد صنایع چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲*- نویسنده مسئول، استادیار، صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پست الکترونیکی: Ghorbani_mary@yahoo.com
۳- دانشیار، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۰

چکیده

در این تحقیق اثر شدت استیلاسیون و زمان پرس بر روند انتقال حرارت از صفحات پرس گرم به مغز کیک خرده‌چوب گونه‌ی ممرز (*Carpinus betulus*) بررسی شد. خرده‌چوب‌های ممرز بدون حضور کاتالیزور و حلال، به مدت ۲٤ ساعت در انیدریداستیک غوطه‌ور شدند و برای رسیدن به سه سطح اصلاح ۸، ۱۲ و ۱۷ درصد به مدت ٤۰، ۱۸۰ و ۳٦۰ دقیقه در آون تحت دمای ۱۲۰ درجه‌سانتی‌گراد حرارت داده شدند. سپس خرده‌چوب‌ها با چسب ملامین اوره فرمالدهید به میزان ۱۰ درصد براساس وزن خشک خرده چوب، چسب‌زنی و پرس گردیدند. اندازه‌گیری دما با استفاده از سیم‌های ترموکوپل از جنس کروم- نیکل، در لایه‌ی میانی کیک انجام شد. در فرایند ساخت از سه زمان پرس ۵، ٦ و ۷ دقیقه استفاده گردید. نتایج نشان داد با افزایش شدت استیلاسیون سرعت انتقال حرارت کاهش می‌یابد، به‌طوری که در نمونه‌های شاهد و سطح پایین اصلاح (۸ درصد) در دقایق اولیه دمای مغز تخته به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید. در سطح ۱۲ درصد، پس از ۳۹۰ ثانیه و در بالاترین سطح (۱۷ درصد) حتی در پایان طولانی‌ترین زمان پرس (۷ دقیقه) نیز دما به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در مغز تخته نرسید.

واژه‌های کلیدی: استیله کردن، ممرز، خرده‌چوب، انتقال حرارت، پرس گرم

مقدمه

در سال‌های اخیر بازار مصرف اوراق فشرده چوبی گسترش قابل ملاحظه‌ای یافته‌است. متأسفانه فرآورده‌های چوبی و لیگنوسلولزی دارای ویژگی‌های نامطلوبی مانند عدم ثبات ابعاد، تخریب زیستی و ... هستند. بنابراین در سال‌های اخیر سعی شده است با استفاده از روش‌های متعدد اصلاحی مانند اصلاح شیمیایی، حرارتی و مکانیکی، معایب این فراورده‌ها را تعدیل نموده و آنها را برای کاربردهایی با قابلیت‌هایی فراتر، مورد استفاده قرار دهند.

اصلاح شیمیایی از مهمترین روش‌های اصلاح چوب می‌باشد. اصلاح شیمیایی، واکنش شیمیایی (با حضور و یا بدون حضور کاتالیزور) بین برخی از بخش‌های فعال اجزای تشکیل‌دهنده چوب (سلولز، همی‌سلولز و لیگنین) با یک ماده شیمیایی واکنش‌پذیر است که در نهایت منجر

به ایجاد پیوند بین چوب و ماده شیمیایی می‌گردد (Larsson، 1998؛ Rowell، 1975). استیلاسیون از جمله روش‌های اصلاح شیمیایی می‌باشد که اثرهای مثبت آن توسط محققان زیادی گزارش شده‌است.

استیله کردن با جایگزینی گروه‌های آب‌دوست هیدروکسیل بوسیله گروه‌های آب‌گریز استیل در پلیمرهای دیواره سلولی چوب همراه است که به افزایش مقاومت زیستی (Nilsson و همکاران، ۱۹۸۸؛ Takahashi، ۱۹۹٦؛ Mohebby، ۲۰۰۳)، مقاومت در مقابل هوازدگی (Evans و همکاران، ۲۰۰۰)، کاهش جذب رطوبت (Mohebby و Hadjihassani، ۲۰۰۸؛ Rowell، ۱۹۸۳؛ Rowell و همکاران، ۱۹۸۸؛ Nilsson و همکاران، ۱۹۸۸؛ Militz، ۱۹۹۱)، افزایش دانسیته (Kumar و همکاران، ۱۹۷۹) و افزایش حجم (Sander و همکاران، ۲۰۰۳) منتهی می‌گردد. به رغم این اثرهای مثبت، در بیشتر موارد، این تیمار موجب کاهش خواص مکانیکی فرآورده‌های مرکب ساخته شده با چسب‌های محلول در آب، شده است (Okino و همکاران، ۲۰۰۱؛ Okino و همکاران، ۲۰۰٤). در پژوهشی توسط Papadopulus (۲۰۰۳) نشان داده شد که مقاومت کششی و چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده از خرده‌های چوب سوزنی‌برگان استیله شده مقداری کاهش ولی همچنان بالاتر از حد تعیین شده در استاندارد مربوط به این گونه تخته‌ها قرار دارد.

دوست‌حسینی (۱۳۸۰) اظهار داشت عوامل زیادی بر خصوصیات تخته‌خرده‌چوب تأثیر می‌گذارند که در بین آنها گونه چوبی، نوع ماده اولیه، نوع رزین، مقدار رطوبت و توزیع آن در ضخامت کیک از اهمیت بیشتری برخوردارند. در فرایند پرس گرم، کیک خرده‌چوب تا حد ضخامت نهایی تخته فشرده می‌شود و رزین آن نیز پلیمر می‌گردد. Kelly (۱۹۷۷) بیان می‌کند که دریافت دما عامل مهم کنترل عملکرد رزین در تولید تخته خرده‌چوب می‌باشد. از آن‌جایی که در پرس گرم، حرارت باید از صفحات پرس به مغز کیک انتقال یابد، زمان پرس طولانی‌تر، دمای مغز کیک را بالا می‌برد و گیرایی رزین به صورت کامل انجام می‌شود. همچنین دوست حسینی (۱۳۸۰) اظهار می‌دارد که حرارت پرس علاوه بر پلیمریزاسیون رزین نقش مؤثر دیگری نیز ایفا می‌کند، به طوری که با افزایش دمای خرده‌چوب‌ها در پرس، سختی و مقاومت آنها کاهش می‌یابد و ذرات چوب نرم و قابل انعطاف می‌شوند.

در فرایند پرس به محض بسته شدن پرس گرم و تماس صفحات آن با کیک، رطوبت ذرات لایه‌های سطحی تبخیر شده و بخار آب به لایه میانی (مغز) کیک منتقل می‌گردد. هم‌زمان با جا به جایی رطوبت به لایه میانی، دمای صفحات پرس نیز به مغز کیک منتقل می‌شود و سرعت گیرایی و پلیمرشدن رزین لایه میانی افزایش می‌یابد ولی سخت شدن چسب لایه میانی به دلیل دمای پایین‌تر مغز کیک دیرتر انجام می‌شود و گاهی در اثر کوتاه بودن چرخه پرس با مشکلاتی مواجه می‌گردد. Tabarsa و Alaei (۲۰۰۱) در تحقیقات خود اعلام نمودند با افزایش درجه حرارت پرس، انتقال حرارت به مغز تخته بهتر صورت می‌گیرد و افزایش چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده را به همراه دارد. Jiyou و همکاران (۱۹۹۹) در بررسی‌های خود تحت عنوان تکنولوژی تولید تخته خرده چوب با چسب ایزوسیانات، نتیجه گرفتند که شرایط پرس و مقدار رطوبت ذرات خرده چوب در تولید تخته خرده‌چوب و انتقال حرارت، مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار هستند. Lehmann و همکاران (۱۹۷۲) دریافتند که یکی از راه‌های افزایش دمای لایه میانی کیک،

افزایش زمان پرس می‌باشد و سرعت انتقال حرارت به لایه میانی تحت کنترل زمان پرس است. Zombori (۲۰۰۱) اعلام داشت که با افزایش حجم و دانسیته ذرات چوب، جریان بخار آب از میان ساختار متخلخل دیواره سلولی کاهش و متعاقباً سرعت انتقال گرما کندتر می‌شود. کارگرفرد (۱۳۸۲) تأکید داشت که در مرحله پرس گرم، درجه حرارت و زمان دقیقاً کنترل شوند تا با هماهنگی بین این دو عامل ساخت تخته به اقتصادی‌ترین شکل ممکن عملی گردد.

قربانی کوکنده و همکاران (۱۳۸٦) اظهار داشتند که تغییرات ناشی از استیله کردن بر چرخه انتقال حرارت و زمان پرس اثر می‌گذارد و تخته‌های استیله شده در مدت زمان پرس مشابه تخته‌های شاهد، به دلیل گیرایی ناقص رزین و احیاناً فشار زیاد بخارآب با مشکل ویژگی‌های مکانیکی پایین و برگشت ضخامت تخته مواجه می‌شوند.

اثر مثبت استیله کردن بر برخی ویژگی‌های چوب محرز گردیده است. این تحقیق برای مشخص نمودن اثر استیله کردن خرده‌های چوب گونه ممرز (*Carpinus betulus*) و زمان پرس، بر انتقال حرارت صفحات پرس به مغز کیک خرده‌چوب انجام شد.

مواد و روشها

تهیه مواد اولیه

تهیه خرده‌چوب: خرده‌چوب‌ها به صورت چیپس از کارخانه‌ی چوب و کاغذ مازندران تهیه و به آزمایشگاه فراورده‌های مرکب چوبی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور انتقال داده شد و با استفاده از یک آسیاب حلقوی[1] آزمایشگاهی از نوع Pallmam pz8 به تراشه[2] مورد نیاز برای ساخت تخته تبدیل گردید. برای خشک کردن خرده‌چوب‌ها از خشک‌کن گردان با سرعت ۳ دور در دقیقه و درجه حرارت ۲±۱۰۳ درجه سانتی‌گراد استفاده شد و خرده‌چوب‌های خشک شده در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی شدند.

تهیه ماده‌ی اصلاح‌کننده و چسب: به‌منظور انجام اصلاح شیمیایی، ماده‌ی شیمیایی انیدرید استیک از شرکت صنایع شیمیایی اصفهان تهیه شد. درجه خلوص انیدرید استیک تهیه شده، ۹۹ درصد با نقطه‌ی جوش ۱۳۹/۵ درجه سانتی‌گراد بود. چسب مصرفی ملامین اوره فرمالدهید با نسبت ٤۰ درصد ملامین و ٦۰ درصد اوره و با غلظت ۵۰ درصد از شرکت چسب‌ساز ساری تهیه شد.

اصلاح شیمیایی

اصلاح با انیدریداستیک، بدون حضور کاتالیست و حلال و فقط در حضور دما انجام شد. برای انجام عمل اصلاح، کیسه‌های پارچه‌ای حاوی خرده‌چوب‌های خشک به مدت ۲٤ ساعت درون دسیکاتور خلأ محتوی انیدرید-استیک غوطه‌ورگردید. پس از زه‌کشی انیدرید، کیسه‌ها در فویل آلومینیومی پیچیده و در دستگاه آون با حرارت ۲ ±۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس، به‌منظور آبشویی انیدرید واکنش نیافته و محصول فرعی واکنش (اسید استیک)، کیسه‌ها به مدت ۲٤ ساعت در آب غوطه‌ور شدند. برای خشک کردن، خرده‌چوب‌های استیله ۲٤ ساعت در دستگاه آون در دمای ۲±۱۰۳ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در پایان، خرده‌چوب‌ها در کیسه‌های نایلونی مقاوم به رطوبت بسته‌بندی گردید. شرایط تیمار اصلاحی این تحقیق، در جدول ۱ مشاهده می‌گردد.

1.-Ring flaker
2.-flake

جدول ۱- شرایط واکنش استیلاسیون

زمان (دقیقه)	دما (درجه سانتی‌گراد)	شدت استیله شدن(درصد)
٤٠	۱۲۰	۸
۱۸۰	۱۲۰	۱۲
۳٦۰	۱۲۰	۱۷

معیار شدت استیلاسیون (WPG)[1]، افزایش وزن نمونه‌ها پس از عمل اصلاح بود که با توزین خرده‌چوب‌های خشک پس از استیلاسیون قابل محاسبه می‌باشد:

$$WPG\ (\%) = (W_2-W_1)/W_1\times 100$$

WPG (%) = درصد افزایش وزن (٪)

W_1 = وزن خشک خرده‌چوب‌ها قبل از استیلاسیون (g)

W_2 = وزن خشک خرده‌چوب‌ها پس از استیلاسیون (g)

ساخت تخته و ثبت دما در ضخامت کیک:

خرده‌چوب لازم برای ساخت تخته توزین و بعد چسب‌زنی آنها با چسب ملامین اوره فرمالدئید (MUF) به میزان ۱۰ درصد براساس وزن خشک خرده چوب، توسط دستگاه چسب‌زن استوانه‌ای آزمایشگاهی انجام گردید. خرده‌چوب‌ها پس از چسب‌زنی در قالبی به ابعاد ۱۵×٤٠×٤٠ سانتی‌متر ریخته شد. پس از قرار دادن ترموکوپل در لایه میانی، کیک در داخل پرس گرم قرار گرفت. پرس کیک خرده‌چوب در دستگاه پرس آزمایشگاهی هیدرولیکی از نوع Burkle L100 انجام شد. به‌منظور ثبت دما، با شروع زمان پرس، در بازه‌های زمانی ۳۰ ثانیه دمای لایه‌ی میانی کیک ثبت شد. ضخامت تخته‌ها به کمک شابلون‌های فلزی در حد ۱۵ میلی‌متر کنترل گردید. پس از پایان مرحله‌ی پرس، به‌منظور متعادل‌سازی تخته‌ها و کاهش تنش‌های داخلی در هنگام برش، تخته‌ها به مدت ۱۵ روز در شرایط آزمایشگاه نگهداری شدند. در این تحقیق رطوبت کیک ۱۲ درصد، دمای پرس ۱۷۰ درجه سانتیگراد، فشار پرس ۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و دانسیته تخته ۰/۷ گرم بر سانتیمتر مکعب برای تمام تیمارها ثابت در نظر گرفته شد. در این بررسی از ترکیب ۲ متغیر شدت استیلاسیون در ٤ سطح صفر (شاهد)، ۸، ۱۲ و ۱۷ درصد و زمان پرس در ۳ سطح ۵، ٦ و ۷ دقیقه، ۱۲ تیمار حاصل شد که برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد و در مجموع ۳٦ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و نرم‌افزار SPSS استفاده شد. همچنین گروه‌بندی میانگین‌ها نیز با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) انجام گردید.

نتایج

در ساخت تخته خرده‌چوب عوامل متعددی بر فرایند انتقال حرارت در مرحله پرس گرم مؤثرند. تیمار اصلاحی استیلاسیون به علت تغییراتی که در ساختار شیمیایی چوب ایجاد می‌کند، بر این فاکتور اثر می‌گذارد. بررسی اثر تیمار استیلاسیون در انتقال حرارت لایه مغزی تخته خرده‌چوب در زمان‌های مختلف نشان داد که بین نمونه‌های شاهد و استیله شده از دقیقه دوم شروع پرس تا پایان، اختلاف کاملاً معنی-

1-.Weight Percent Gain

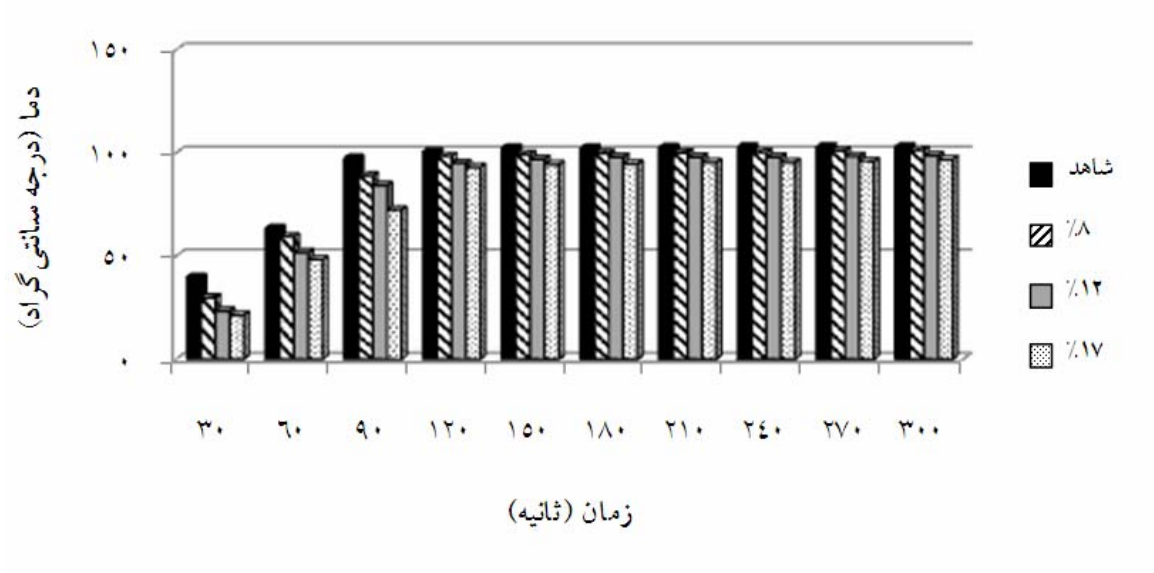
داری وجود دارد. به نحوی که با افزایش شدت تیمار، دمای لایه مغزی به تناسب افزایش شدت تیمار کاهش پیدا کرد. به طوری که نمونه‌های شاهد و سطح پایین اصلاح (۸ درصد) در دقایق اولیه و در سطح ۱۲ درصد، پس از بالا بردن زمان پرس از ۵ دقیقه به ٦ دقیقه دمای مغز تخته به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید، امّا در بالاترین سطح (۱۷ درصد) حتی در پایان طولانی‌ترین زمان پرس(۷ دقیقه) دما به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در مغز تخته نرسید.

نتایج حاصل از شدت‌های متفاوت استیلاسیون در زمان‌های مختلف پرس بر روی دمای مغز کیک خرده چوب در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است. جدولهای ۲، ۳ و ٤ نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار استیلاسیون بر انتقال حرارت در سه زمان پرس ۵، ٦ و ۷ دقیقه را نشان می‌دهند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار استیلاسیون بر انتقال حرارت به لایه میانی کیک خرده‌چوب طی پرس گرم در ۵ دقیقه

منبع تغییرات	درجه آزادی	مقدار F در زمان‌های طی شده پرس (ثانیه)				
		٦۰	۱۲۰	۱۸۰	۲٤۰	۳۰۰
شدت استیلاسیون	۳	٤/۱٦٤$^{n.s}$	۷/٦۱۰**	۵/۹٦۱*	۱۱/۱۵۰**	۸/۱۸۵**

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد n.s: معنی‌دار نیست



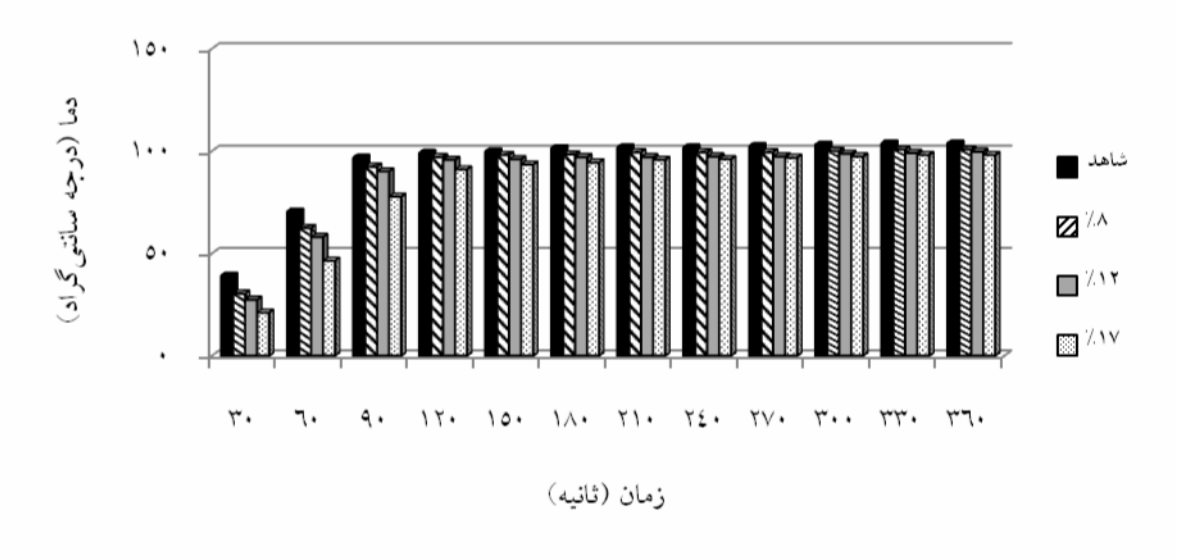
شکل۱ - اثر استیله کردن بر انتقال حرارت در زمان پرس ۵ دقیقه

در شکل ۱ مشاهده می‌گردد که دمای مغز تخته‌های شاهد در ۱۲۰ ثانیه و سطح اصلاح ۸ درصد در ۲۱۰ ثانیه به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید. امّا در سطوح ۱۲ و۱۷ درصد تا پایان زمان پرس ۵ دقیقه، دمای مغز به۱۰۰ درجه سانتی‌گراد نرسید.

جدول۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار استیلاسیون بر انتقال حرارت به لایه میانی کیک خرده‌چوب طی پرس گرم در ٦ دقیقه

منبع تغییرات	درجه آزادی	مقدار F در زمان‌های طی شده پرس (ثانیه)					
		٦٠	١٢٠	١٨٠	٢٤٠	٣٠٠	٣٦٠
شدت استیلاسیون	٣	١٢/٢٣٦**	١٦/٥٧٣**	٧/٨٩٦**	١٨/٤٥٨ **	٨/٢٣٨**	٤/٤٦٣**

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد



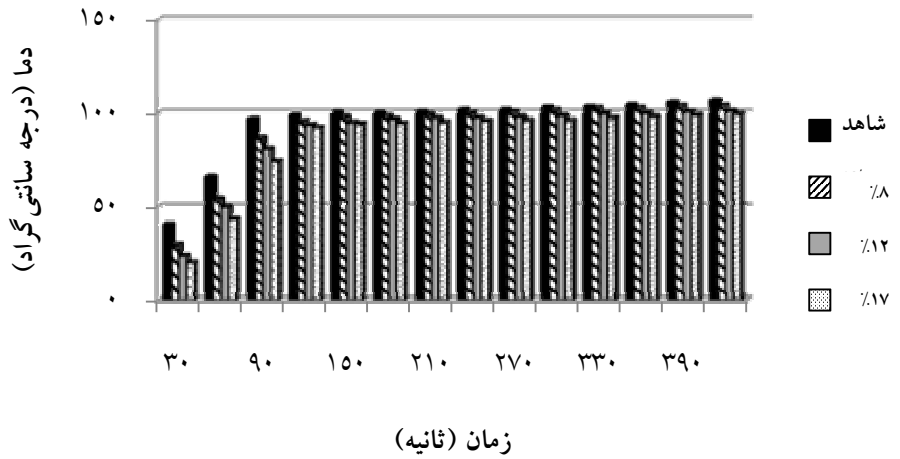
شکل ۲- اثر استیله کردن بر انتقال حرارت در زمان پرس ٦ دقیقه

همان طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، بـا افـزایش زمان پرس از ۵ دقیقه به ٦ دقیقه، دمای مغز تخته‌هـای ۱۲ و ۱۷ درصد همچنان به ۱۰۰ درجه ساتی‌گراد نمـی‌رسـد. البته در تخته‌های تیمار ۱۲ درصد به دلیل نزدیک بودن دما در دقیقه آخر پرس به ۱۰۰ درجـه (۹۹/٦٦۷) در نمـودار این اختلاف مشاهده نمی‌شود.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار استیلاسیون بر انتقال حرارت به لایه میانی کیک خرده‌چوب طی پرس گرم ۷ دقیقه

منبع تغییرات	درجه آزادی	مقدار F در زمان‌های طی شده پرس (ثانیه)					
		٦٠	١٢٠	١٨٠	٢٤٠	٣٠٠	٣٦٠	٤٢٠
شدت استیلاسیون	٣	٢/٢١٥n.s	١٩/٤١٩**	٢٢/٩٣١ **	٢٧/٨٠٥**	٣٢/٤١٧ **	٣٦/٦١٧**	١٢/٢٤٦**

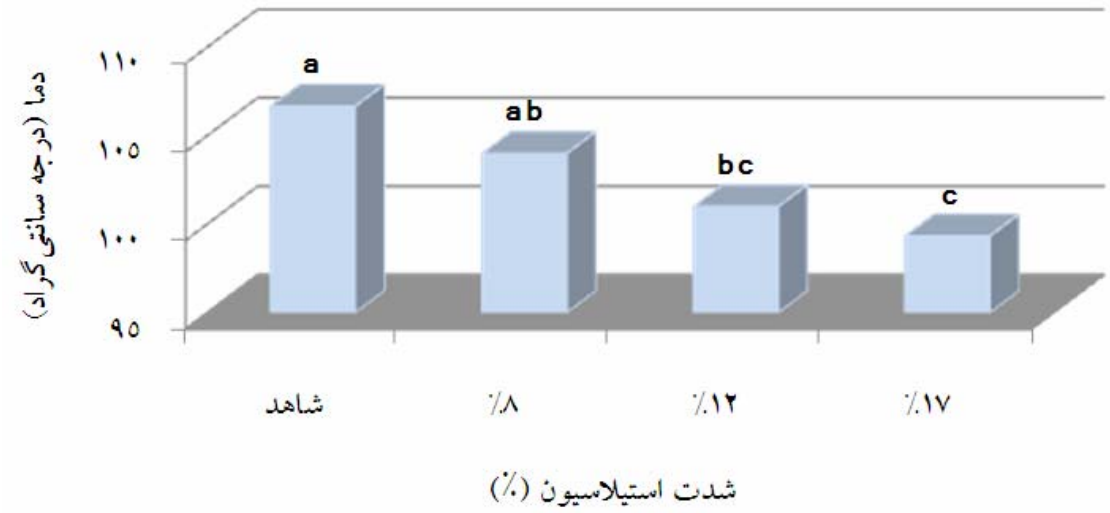
**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد n.s: معنی‌دار نیست



شکل ۳- اثر استیله کردن بر انتقال حرارت در زمان پرس ۷ دقیقه

جدول ۵- تجزیه واریانس فاکتوریل دوعاملی در پایه‌ی طرح‌های کامل تصادفی متعادل برای عامل انتقال حرارت در مغز

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	عددP
درجه استیلاسیون (A)	۳	۰/۵۱۷	۰/۱۷۲	۳۰/۵۸۵	۰/۰۰۰
زمان پرس (B)	۲	۰/۱۳۹	۰/۰۷۰	۱۲/۳۸۱	۰/۰۰۰
اثر متقابل (A*B)	٦	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۲۵۱	۰/۹۵٤
اشتباه	۲٤	۰/۱۲٤	۰/۰۰٦		
کل	۳٦	۳٦۳۸/۰٤۲			



شکل ٤- حداکثر دمای ثبت شده‌ی مغز کیک در سطوح مختلف استیلاسیون

با افزایش زمان پرس تا ۷ دقیقه دمای مغز تخته‌های سطح ۱۲ درصد به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید، امّا در سطح ۱۷ درصد همچنان دمای مغز به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد نرسید.

در شکل ٤ حداکثر دمای ثبت شده‌ی مغز کیک در سطوح مختلف اصلاح نشان داده شده است. با افزایش شدت تیمار روند انتقال حرارت کاهش می‌یابد و دمای مغز دیرتر به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد که دمای لازم برای انعقاد چسب می‌باشد، می‌رسد. البّته در سطح اصلاح ۱۷ درصد که بالاترین سطح اصلاح در این تحقیق می‌باشد، بالاترین دمای ثبت شده‌ی مغز تخته (۹۹/۳۳۳) نیز به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد نرسیده است.

بحث

نتایج نشان می‌دهد با افزایش شدت استیله کردن، سرعت انتقال حرارت در پرس کاهش می‌یابد، به طوری که طی زمان ۵ دقیقه دمای مغز تخته در سطوح اصلاح ۱۲ و ۱۷ درصد، به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد که دمای مورد نیاز برای انعقاد چسب می‌باشد، نرسید. با افزایش زمان پرس از ۵ دقیقه به ۷ دقیقه، چسب لایه میانی تخته‌های اصلاح شده در سطح ۱۲ درصد نیز پلیمر گردید امّا در سطح ۱۷ درصد، حتی در پایان ۷ دقیقه نیز مغز کیک به دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد نرسید. رزین‌های ترموست در تولید اوراق فشرده در حرارت معینی پلیمر می‌شوند. از این نارسایی حرارت کافی منجر به عدم اتصال مناسب خواهد شد. به طوری که تخته‌های با اتصال نامناسب از نظر کنترل کیفیت مورد قبول واقع نمی‌شوند. انتقال حرارت در چوب به دو طریق هدایت[1] و همرفت[2] انجام می‌شود. هدایت حرارتی از طریق ماده چوبی و همرفت از طریق حفرات سلولی و فضاهای بین ذرات خرده‌چوب انجام می‌گردد. استیلاسیون هر دو سازوکار اصلی انتقال حرارت در چوب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. استیله شدن دیواره‌های سلولی منجر به آب‌گریز شدن آنها می‌شود و با افزایش شدت استیله کردن و جایگزینی گروه‌های آب‌گریز استیل به جای گروه‌های هیدروکسیل، میزان جذب آب و در نهایت میزان رطوبت دیواره‌های سلولی کاهش می‌یابد (Mohebby و Hadjihassani، ۲۰۰۸) و عملاً می‌توان گفت استیله شدن دیواره‌های سلولی، منجر به آب‌گریز شدن آنها شده است (Rowell، ۱۹۸۳). از سوی دیگر پس از واکنش چوب و جایگزینی گروه‌های استیل، دیواره‌های سلول با افزایش حجم (Sander و همکاران، ۲۰۰۳) و افزایش دانسیته (Kumar و همکاران، ۱۹۷۹) مواجه می‌شوند. به طوری که هرچه ماده واکنش یافته بیشتر باشد، دیواره سلولی حجیم‌تر و دانسیته آن نیز بیشتر خواهد شد.

افزایش دانسیته پس از استیلاسیون در اثر حجم اضافه شده‌ی گروه‌های استیل می‌باشد (Hill، ۲۰۰٦). در نتیجه، این افزایش دانسیته به دلیل افزایش ماده چوبی نمی‌باشد. می‌توان اینگونه بیان کرد که در دو تخته با دانسیته برابر، مقدار ماده چوبی بکاررفته در تخته‌ی استیله نشده بیشتر از تخته‌ی استیله شده می‌باشد. از آنجایی که بخشی از انتقال حرارت از طریق هدایت حرارتی و به واسطه ماده چوبی انجام می‌شود (Hood، ۲۰۰٤). کاهش ماده چوبی در کیک خرده‌چوب استیله شده موجب کاهش انتقال حرارت از طریق سازوکار هدایت می‌شود.

Hood (۲۰۰٤) اظهار کرد، رابطه خطی مستقیمی میان خاصیت هدایت حرارتی و دانسیته وجود دارد. زمانی که

1.-Conduction
2.-Convection

کیک فشرده می‌شود، با افزایش دانسیته فضاهای خالی کاهش می‌یابد و هدایت حرارتی نقش مهمی در انتقال حرارت بازی می‌کند. هدایت حرارتی در خرده‌چوب‌های سطح کیک نیز تحت فرایند متراکم شدن و تماس بیشتر خرده‌چوب‌ها و افزایش دانسیته، افزایش می‌یابد. در نتیجه به‌منظور افزایش انتقال حرارت از طریق هدایت در کیک خرده‌چوب استیله شده، با افزودن خرده چوب در حجم معین، می‌توان دانسیته را افزایش داد.

از سوی دیگر بخش مهم انتقال حرارت طی پرس گرم، به‌واسطه همرفت صورت می‌گیرد. Bolton و Humphrey (۱۹۸۸) اظهار نمودند که بیشترین انتقال حرارت در تخته خرده‌چوب از طریق همرفت صورت می‌گیرد.

از آنجایی‌که فرایند همرفت به‌واسطه انتقال بخارآب (رطوبت) از سطح به مغز صورت می‌گیرد، آب‌گریز شدن ساختار ماده چوبی و کاهش تخلخل به‌واسطه‌ی استیلاسیون، به کندتر شدن این سازوکار انتقال حرارت منتهی می‌شود.

Stricker (۱۹۵۹) طی بررسی اثر چرخه پرس و مقدار رطوبت بر خواص تخته تراشه دوگلاس‌فر، بیان می‌دارد که تأثیر مقدار رطوبت اولیه و پراکنش آن در کیک خرده-چوب، فاکتور مهم در فرایند انتقال حرارت می‌باشد و انتقال حرارت از طریق جریان بخارآب در میان خلل و فرج ساختمان کیک خرده‌چوب، به مقدار زیادی تحت تأثیر مقدار رطوبت کیک قرار دارد.

Cai و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند، که درصد رطوبت کیک بر انتقال حرارت از سطح به مغز و حداکثر دمای مغز کیک نقش مهمی دارد. معمولاً درصد بیشتر رطوبت کیک موجب افزایش سرعت انتقال حرارت می‌شود. همچنین درصد رطوبت بیشتر کیک، بخار بیشتری تولید می‌کند که می‌تواند فشار بخار داخلی را افزایش دهد. در واقع، با انتقال گرما از صفحات پرس به کیک، رطوبت ذرات نزدیک به صفحات پرس بخار می-شود. این حرارت، فشار بخار ذرات نزدیک به سطح را افزایش می‌دهد. البته مغز کیک هنوز سرد می‌باشد و اختلاف فشاری بین سطح و مغز کیک ایجاد می‌شود. گرادیان فشار باعث می‌شود که بخار آب گرم به سمت مغز کیک حرکت کند (Kamke و Wolcott، ۱۹۹۱).

دوست حسینی (۱۳۸۰) نیز اظهار می‌دارد که ایجاد گرادیان رطوبت در ضخامت کیک یکی از راه‌های بالا بردن سرعت انتقال حرارت در مرحله‌ی پرس می‌باشد. رطوبت زیاد لایه‌های سطحی، سرعت انتقال حرارت صفحات پرس به لایه‌ی میانی کیک و نیز سرعت پلیمریزاسیون رزین در این لایه را افزایش می‌دهد. با زیاد شدن سرعت انتقال حرارت در کیک خرده‌چوب، امکان کوتاه‌تر شدن زمان پرس و افزایش بازده تولید پرس نیز بیشتر می‌گردد.

نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش زمان پرس به‌منظور پلیمریزاسیون رزین تخته‌های استیله شده، در حد اصلاح پایین و متوسط (۸ و ۱۲ درصد) مؤثر می‌باشد امّا در سطوح بالاتر چندان کارآمد نیست. با توجه به مطالب ذکر شده، به‌منظور افزایش سرعت انتقال حرارت در کیک خرده چوب استیله شده در سطوح بالا، احتمالا" افزایش درصد رطوبت لایه‌های سطحی و افزایش دانسیته کیک می‌تواند روند سرعت انتقال حرارت در تخته‌های استیله شده را بهبود بخشد. از آنجایی‌که این راهکارها بصورت عملی مورد بررسی قرار نگرفته‌اند، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده پژوهشگران مورد توجه قرار گیرد تا در

کنار اثرهای مثبت این فرایند بر ویژگی‌های مقاومت در برابر پوسیدگی، هوازدگی، جذب آب، ثبات ابعاد و مقاومت در برابر اشعه ماورای بنفش، بتوان اثر منفی این سازوکار بر انتقال حرارت و گیرایی رزین در لایه مغزی کیک را بهبود بخشید.

منابع مورد استفاده

- دوست حسینی، ک. ۱۳۸۰. فناوری تولید و کاربرد صفحات فشرده چوبی. جلد اول، شماره انتشار ۲٤۸۷، انتشارات دانشگاه تهران، ٦٤٨ صفحه.
- قربانی کوکنده، م.، ۱۳۸٦ . تاثیر استیله کردن خرده چوب راش بر انتقال گرما در سیکل پرس و ویژگی های کاربردی تخته خرده-چوب با تاکید بر مقاومت بیولوژیک، رساله دکتری دانشگاه تهران.
- کارگرفرد، ا. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر عوامل ساخت بر چگونگی انتقال حرارت در مرحله پرس تخته‌خرده چوب، رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، ۱٤۸ صفحه.

–Bolton, A.J., P.E. Humphrey. 1988 The hot pressing of dry-formed wood-based composites. Part I. A review of the literature, identifying the primary physical process and the nature of their interaction. Holzforchung 42(6):403-406.

–Cai, z. Muehl, J.H. Winandy, J.E. 2006. Effects of panel density and mat moisture content on processing medium density fiberboard. Forest products journal. Vol. 56, no. 10 (Oct2006): pages 20-25.

–Evans, P. D., Wallis, A.F.A. & Owen, N. L., 2000. Weathering of chemically modified of scot pine acetylated to different weight gains. Wood Sci. Tec. 34(2):151-165pp.

–Ji you,G. ;Zhenhua , G. ;Haiyan, T. ; Jy. G. ; Zh, G. ; Hy, T. .1999. Studies on production technology of particleboard with isocyanate resins.China – wood – Industry. 13 : 7-10.

–Hill, C. A. S. 2006. Wood modification: thermal, chemical and processes. John Wiley and Sons, London. p 260.

–Hood, J. 2004. Changes in oriented strandboard permeability during hotpressing.Master's thesis. Virginia Polytechnic Inst., Blacksburg, Virginia.p 85.

–Kamke, F.K. and M.P. Wolcott. 1991. Fundamentals of flakeboard manufacture: wood-moisture relationship Wood Science and Technology 25:57-71.

–Kelly, M. W. ,1977. Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboard. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-To. Madison, WI: V. S. Department of Agriculture. Forest service. Forest products laboratory.

–Kumar, S. , S. P. Singh, M. Sharma & J. Timber Dev, 1979. Effect of acetylation on permeability of wood. Assoc. India.

–Larsson P.B. 1998. Acetylation of solid wood: Ph.D. thesis; Chalmers University of Technology; Göteborg; Sweden: p. 67.

–Lehman, W.F. 1972. Moisture stability relationships in wood-based composite. USD Forest Service. FPLreport. P. 208.

–Militz, H., 1991. Die verbesserung des schwind-und quellverhaltens und der Dauerhalftigkeit von Holz mittels Behadlung mit unkatalysiertem Essigäureanhydrid; Holz als Roh-und werkstoff. Vol. 49: pp 147-152.

–Mohebby. B. 2003.. Biologicalattack of acetylated wood. PhD Thesis, University of Gottingen p 148.

–Mohebby. B. , Hadjihassani, R. 2008. Moisture repellent effect of acetylation on poplar fibers. Journal of agricultural science and technology. 10(2):157-163pp.

–Nilsson, T., Rowell, Roger M., Simonson, R., Tillman, A., 1988. Fungal resistance of Pine particleboards made from various types of acetylated chips. Holzforschung, 42: pp 123-126.

–Okino, E.Y.A., Santana, M.A.E., Sousa, M.R., and Sousa, D.E. 2001. Dimensional stability and mechanical properties of acetylated labrotary test of acetylated Heva brasiliensi flakboard. Journal of tropical Forest science,7:1. 96-102.

–Okino, E.Y.A., de Souza, M.R., Santana, M.A.E., D.A., Sousa, M.E.D.E., and Teixeira, D.E. 2004. Evaluation of the physical and biological properties of particleboard and flakboard made from Cupresus spp. International Biodeterioration and Biodegradation, 53:1-4.

–Papadopulus, A.N. 2003. Dimensional stability of particleboard by chemical modification with wood. Holz and Roh –und Werkstoff, 61(2)142-144.

-Rowell R.M.; 1975; Chemical modification of wood:Advantages and disadvantages; proceedings Am. Wood preservers Association:pp1-10

-Rowell RM ;1983 ;chemical modification of wood. For Prod Abstr 6: 366-382.

-Rowell, R. M. , G. R. Esenther, J. A. Youngquist, D. D. Nicholas, T. Nilsson, Y. Imamura, W. kerner-Gang, L. Trong & G. Deon, 1988. Wood modification in the protection wood composites, Proceedings of the IUFRO Wood Protections Subject Group, Honey Harber, Ontario, Canada. Canadian Forestry Service, pp 238-266.

-Sander, C. , E. P. J. Beckers, H. Miltiz & W. Vanveenendaal, 2003. Analysis of acetylated wood by electron microscopy: Wood Science & Technology: 37:39-46.

-Strickler, M.D. .1959. Effect of oress cycle and moisture content on properties of Duglas fir flakeboard.Forest prod.J. 9(7) : 52-60.

-Tabarsa, T., Alaei, A. 2001. investigation on feasibility of using rice straw in mixture with wood particles for manufacturing particleboard. Agricultural Sciences and Natural resources Magazine.

-Takahashi, M. , 1996. Biological properties of chemically modified wood. In: D. N. S. Hon (ed.) Chemical modification of lignocellulosic materials; Marcel Dekker, Inc. ; New York, Basel, Hong kong: 339-369pp.

-Zombori, B. G. ,2001. Modeling the transient effects the Hot-pressing of wood-based composites. Ph. D. Thesis. Department: Wood Science and Forest products. Virginia Polytechnic Institue and State University,Blacksburg,212p.

Effects of acetylation and press time on heat transfer in particleboard mat from Hornbeam wood (*Carpinus betulus*)

Bavaneghi, F.[1], Ghorbani, M.[2*] and Kargarfard, A.[3]

1- M.Sc., Department of Wood and Paper, Natural Resources Faculty, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2*- Corresponding author, Assistant Prof., Department of Wood and Paper Sciences, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Mazandaran, Iran
E-mail: Ghorbani_mary@yahoo.com
3. Associate Prof., Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, P.O. Box 13185-116, Tehran, Iran

Abstract

Effects of acetylation and press time on heat transfer to the core layer of particleboard mat in hot pressing were investigated. Particleboard was made using hornbeam particles. Particles were soaked in acetic anhydride for 24 hours to reach three degrees of acetylation (8, 12 and 17%). The treated particles were heated by oven at 120°C for 40, 180 and 360 minutes, respectively. Acetylated and non-treated (control) particle were blended with 10% melamine urea formaldehyde (based on the oven-dry weight of particles) and and then pressed to make boards. During pressing operation of particle mat, heat transfer to the middle layer of the mat was measured by a Cr- Ni wires thermocouple. Three press times (5, 6 and 7 minutes) were used in the manufacturing process. Results showed that increasing the degrees of acetylation, heat transfer decreased. In control samples and in low-degree modification (8%), in the early period, core temperature reached 100°C. At 12%, after 390 seconds and at the highest degree (17%) even in the longer press time (7min), the core layer temperature did not reach to 100°C.

Key words: Acetylation, Hornbeam, particle, heat transfer, hot press