

تأثیر گرادیان رطوبت کبک خرده چوب بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی

تخته خرده چوب

ابوالفضل کارگرفرد^۱، عبدالرحمن حسین زاده^۱، کاظم دوست حسینی^۲،
احمد جهان لتیباری^۲ و امیر نوربخش^۱

چکیده

در این تحقیق با استفاده از خرده چوبهای راش تحت شرایط استفاده از ۳ گرادیان رطوبت صفر، ۳ و ۶ درصد، ۲ دمای پرس ۱۶۵ و ۱۸۵ درجه سانتیگراد و ۲ زمان پرس ۳ و ۵ دقیقه با هدف بررسی تأثیر شرایط ساخت به ویژه گرادیان رطوبت بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب به ساخت تخته های آزمایشگاهی اقدام گردید. از ترکیب عوامل فوق، ۱۲ تیمار بوجود آمد و برای هر تیمار ۳ تخته (تکرار) و در مجموع ۳۶ تخته ساخته شد. ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده، اندازه‌گیری شد و نتایج حاصل با استفاده از طرح آماری کاملاً تصادفی و آزمون فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج نشان داد که افزایش گرادیان رطوبت باعث بهبود مدول الاستیسیته تخته‌ها شده است و افزایش زمان پرس در گرادیان صفر درصد باعث کاهش یافتن مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته گردیده است. در حالی که در گرادیانهای رطوبت بالاتر، افزایش زمان پرس موجب بهبود این ویژگیها گردیده است. از طرف دیگر مشاهده شد که رابطه معکوسی بین گرادیان رطوبت و مقاومت چسبندگی داخلی وجود دارد و افزایش زمان پرس موجب بهبود چسبندگی داخلی تخته‌ها شده است.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها نشان داد که با افزوده شدن به گرادیان رطوبت، واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها نیز افزایش یافته است. ولی افزایش زمان پرس باعث کاهش و بهبود واکنشیدگی ضخامت شده است و با افزایش یافتن گرادیان رطوبت، تأثیر افزایش زمان پرس در کاهش مقدار واکنشیدگی ضخامت شدیدتر بوده است.

واژه‌های کلیدی: تخته خرده چوب، گرادیان رطوبت، ویژگیهای خمشی، چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت.

۱- اعضا هیات علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع صندوق پستی ۱۱۶-۱۳۱۸۵ تهران، ایران kargarfard@rifr-ac.ir

۲- استادان دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

مقدمه

در فرآیند تولید تخته خرده چوب، ذرات چوب یا مواد لیگنوسلولزی پس از مخلوط شدن با چسب، به صورت کیک خرده چوب با ضخامت زیاد و دانسیته حجمی کم آماده می‌شوند و کیک خرده چوب در پرس گرم تا ضخامت نهایی و دانسیته مورد نظر فشرده و متراکم می‌گردد. برای تولید محصولاتی با کیفیت زیاد و خواص کاربردی مطلوب، لازم است که فرآیند ساخت به ویژه مرحله پرس به طور دقیق تجزیه و تحلیل شده و عوامل اساسی آن مورد توجه قرار گیرند زیرا متغیرهای پرس، نقش تعیین‌کننده‌ای بر فرآیند تولید و ویژگیهای تخته خرده چوب دارند. از میان این متغیرها رطوبت کیک خرده چوب، نقش اساسی و تعیین‌کننده‌ای بر چرخه پرس، پروفیل دانسیته و خواص کاربردی صفحات مرکب چوبی دارد. رطوبت کمتر، فشار بیشتری در مرحله پرس برای متراکم کردن کیک نیاز داشته و اتصالات بین خرده چوبها در تخته نیز ضعیف می‌گردند و رطوبت بیشتر نیز به زمان پرس طولانی‌تری برای دفع بخار آب اضافی در تخته نیاز دارد. علاوه بر این توزیع غیریکنواخت رطوبت در ضخامت کیک یا گرادیان رطوبت نیز بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته تولیدی تأثیر می‌گذارد. رطوبت زیاد لایه‌های سطحی کیک، مقاومت فشاری خرده چوبهای این لایه‌ها را کاهش داده و هنگام بسته شدن پرس و افزایش فشار، موجب فشردگی و تراکم بیش از حد آنها می‌گردد. بدین ترتیب دانسیته لایه‌های سطحی تخته در اثر گرادیان رطوبت کیک افزایش یافته و برعکس، تراکم و دانسیته مغز آن در مقایسه با تخته‌های حاصل از کیک خرده چوب با رطوبت همسان به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. بسیاری از پژوهشگران تأثیر عوامل ساخت بر روی پدیده‌هایی که در طی چرخه پرس گرم در کیک خرده چوب بوقوع می‌پیوندد را مورد بررسی قرار داده‌اند و از آنجایی

که خواص تخته خرده چوب به مقدار زیادی تحت تأثیر شرایط پرس قرار دارد بنابراین هرگونه تغییر در شرایط پرس گرم بر ویژگیهای محصول نهایی مؤثر می‌باشد و بدین دلیل زمینه‌های تحقیقاتی فراوانی را برای محققان فراهم آورده است. Anazawa و Namioka (۱۹۸۱) در بررسیهای خود در مورد تخته خرده چوب نشان دادند که تأثیر رطوبت و گرما در طی مرحله پرس گرم باعث پلاستیکی شدن چوب شده و این امر می‌تواند باعث کاهش واکشیدگی ضخامت تخته خرده چوب گردد. براساس تحقیقات Goring (۱۹۶۳) درجه حرارت انتقال شیشه ای لیگنین و همی سلولزهای خشک بین ۱۳۰ تا ۱۹۰ درجه سانتیگراد است، درحالی که همین پلیمرها در شرایط مرطوب (مقدار رطوبت زیادتر از نقطه اشباع لیاف) دارای درجه حرارت انتقال شیشه در دامنه‌ای بین ۶۰ تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد می‌باشند.

Wolcott و همکاران (۱۹۹۰) نشان دادند که برای رسیدن به درجه حرارت انتقال شیشه ای لیگنین (درجه حرارت نرم شوندگی لیگنین) که بالاتر از همی سلولز است در کیک‌های خرده چوبی که با پرس معمولی تبدیل به تخته می‌شوند باید کیک خرده چوب دارای رطوبتی در حدود ۱۵ درصد و درجه حرارت صفحات پرس در حد ۱۹۰ درجه سانتیگراد باشد. Razali (۱۹۸۵) دریافت که تنش‌های گرفتار شده در داخل کیک خرده چوب در طی متراکم شدن در پرس گرم بعد از اینکه تخته در معرض آب قرار می‌گیرد، آزاد شده و باعث واکشیدگی ضخامت می‌گردد. بنابراین منطقی است که روشهایی در مرحله پرس کردن کیک خرده چوب بکار گرفته شود تا این تنش‌ها را حذف کرده و واکشیدگی ضخامت را کاهش دهد. در تحقیقات انجام شده توسط Suchsland (۱۹۹۱) معلوم گردید که پایداری ابعاد تخته تحت کنترل نواحی با دانسیته زیادتر هستند. تحقیقات نامبرده نشان داد که رطوبت

زیاد تراشه‌های سطحی ممکن است پایداری ابعاد تخته تراشه را اصلاح کند و این اصلاح در پایداری ابعاد ناشی از کاهش در خسارت دیدن تراشه‌ها در طی عمل پرس کردن به دلیل نرم شدن آنها باشد.

تحقیقات Heebink (۱۹۷۴) در مورد تخته خرده چوب چند لایه نشان داده است که مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته این تخته‌ها در صورتی که رطوبت لایه سطحی و میانی کیک خرده چوب به ترتیب ۱۵ و ۵ درصد باشد از تخته خرده چوبی که رطوبت کیک آن یکنواخت و ۱۲ درصد باشد، بالاتر است.

Kasir (۱۹۷۹) نیز در نتایج حاصل از بررسیهایش آورده است که افزایش یافتن مقدار کلی رطوبت کیک و افزایش مقدار رطوبت سطح کیک، درصد واکنشیدگی ضخامت را کاهش می‌دهد. وی دلیل آن را پلاستیکی شدن خرده چوبها به دلیل بکار بردن رطوبت می‌داند که یک فشردگی دائمی و کاهش در مقدار برگشت ضخامتی (Spring back) تخته ایجاد می‌کند.

Song و Ellis (۱۹۹۷) انتقال حرارت، پراکنش عمومی دانسیته، مقاومت اتصال و پایداری ابعاد برای ستونهایی از تراشه‌های پرس شده از صنوبر لرزان به منظور شبیه‌سازی چگونگی پدید آمدن دانسیته عمودی را در داخل یک تخته تراشه مورد بررسی قرار دادند. نتایج این بررسی نشان داد که بطور کلی سرعت بیشتر انتقال حرارت به مغز ستون تراشه‌ها با زمان سریعتر بسته شدن پرس، رطوبت بیشتر تراشه‌های سطحی و تعداد اولیه کمتر تراشه‌ها ارتباط داشت و دانسیته‌های لایه سطحی برای زمان بسته شدن کوتاهتر و مقدار رطوبت کمتر تراشه‌های سطحی، بزرگتر بود.

با این وجود تغییرات مقدار رطوبت و پراکنش آن در کیک خرده چوب که با هدف انتقال حرارت و کاهش مقاومت خرده چوبها بکار می‌رود، محدود بوده و تلاش می‌شود که مقدار رطوبت و گرادیان آن در کیک خرده چوب در سطحی تنظیم گردد که با صرف حداقل زمان و انرژی، بهترین ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی در تخته‌های تولیدی حاصل گردد. بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر شرایط ساخت به ویژه گرادیان رطوبت و درجه حرارت پرس بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب بوده است که نتایج آن می‌تواند در جهت کاهش هزینه‌های تولید به ویژه صرفه‌جویی در انرژی حرارتی و زمان مصرفی بکار گرفته شود.

مواد و روشها

در این تحقیق برای تهیه خرده چوب از چوبهای کاتین با قطر بین ۱۰ الی ۲۰ سانتیمتر از گونه چوبی راش مورد استفاده در واحد تولید تخته خرده چوب شرکت سهامی نکاچوب استفاده گردید. چوبهای کاتین مذکور با استفاده از یک خردکن غلطکی آزمایشگاهی از نوع Pallman PHT 430×120 به خرده چوب تبدیل شدند و بعد با استفاده از یک آسیای حلقوی آزمایشگاهی از نوع Pallman PZ8 به خرده چوب قابل استفاده در ساخت تخته خرده چوب تبدیل شدند. پس از حذف خرده چوبهای بسیار ریز و بسیار درشت که مناسب ساخت تخته خرده چوب نبودند، رطوبت خرده چوبهای تهیه شده با استفاده از یک خشک‌کن گردان با سرعت ۳ دور در دقیقه و دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد به سطح ۱ درصد کاهش یافت که پس از تخلیه در کیسه‌های مقاوم و عایق رطوبت بسته‌بندی گردید.

برای چسب‌زنی از یک دستگاه چسب‌زن استوانه‌ای آزمایشگاهی استفاده شد و خرده‌چوبها در داخل استوانه در حال چرخش توسط پیستوله چسب‌پاشی شدند. با توجه به اینکه گرادیان رطوبت در ضخامت کیک خرده چوب یکی از عوامل متغیر این تحقیق بود، خرده چوبهای لایه سطحی و مغزی به طور جداگانه چسب‌زنی گردید.

برای تشکیل کیک خرده چوب از یک قالب چوبی به ابعاد $40 \times 40 \times 25$ سانتیمتر استفاده شد و خرده چوبهای چسب‌زنی شده که به وسیله ترازوی آزمایشگاهی توزین شده بود به صورت لایه‌های یکنواخت در داخل قالب شکل داده شدند. پس از تشکیل کیک خرده چوب، با استفاده از یک پرس آزمایشگاهی از نوع BURKLE L100 به فشردن کیک خرده چوب و ساخت تخته‌های آزمایشگاهی با وزن مخصوص 0.7 گرم بر سانتیمتر مکعب، رطوبت کیک خرده چوب 10 درصد، مقدار مصرف چسب 10 درصد، فشار پرس 30 کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و سرعت بسته شدن پرس $1/5$ میلی‌متر بر ثانیه اقدام گردید.

جدول ۱_ عوامل متغیر و سطوح در نظر گرفته شده برای آنها

زمان پرس (دقیقه)	درجه حرارت پرس (سانتیگراد)	گرادیان رطوبت کیک خرده چوب (درصد)
۳	۱۶۵	صفر
۵	۱۸۵	۳
		۶

با توجه به شرایط در نظر گرفته (جدول شماره ۱) از ترکیب ۳ متغیر در سطوح مختلف ۱۲ تیمار حاصل شد که برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد که در مجموع ۳۶ تخته

آزمایشگاهی ساخته شد. بعد از پایان مرحله پرس، به منظور مشروط‌سازی و یکنواخت‌سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل‌سازی تنش‌های داخلی، تخته‌های ساخته شده به مدت ۱۵ روز در شرایط آزمایشگاهی نگهداری گردیدند.

تهیه نمونه‌های آزمونی برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها مطابق استاندارد DIN-68763 انجام شده و نمونه‌های تعیین مقاومت خمشی (MOR) و مدول الاستیسیته (MOE)، چسبندگی داخلی (IB) و واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها (T.S₂ و T.S₂₄) تهیه گردید. بعد از انجام آزمایشهای فیزیکی و مکانیکی بر روی نمونه‌های تهیه شده، نتایج حاصل در قالب طرح کامل تصادفی تحت آزمایشات فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و در صورت معنی دار بودن اختلاف میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن (DMRT) گروه‌بندی و تأثیر مستقل و متقابل هریک از عوامل متغیر بر خواص مورد مطالعه در سطح اعتماد ۹۹ و ۹۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده نشان داده است که تأثیر درجه حرارت پرس بر مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده معنی‌دار بوده است و دمای پرس با مقاومت خمشی رابطه مستقیم دارد، به طوری که با افزایش درجه حرارت پرس، مقاومت خمشی تخته‌ها بهبود یافته است. نتایج همچنین نشان داده است که حداکثر مقاومت خمشی تخته‌ها در ترکیب شرایط گرادیان رطوبت ۶ درصد و زمان پرس ۵ دقیقه حاصل شده است. نکته حائز اهمیت در نتایج این است که درگرادیان رطوبت صفر درصد

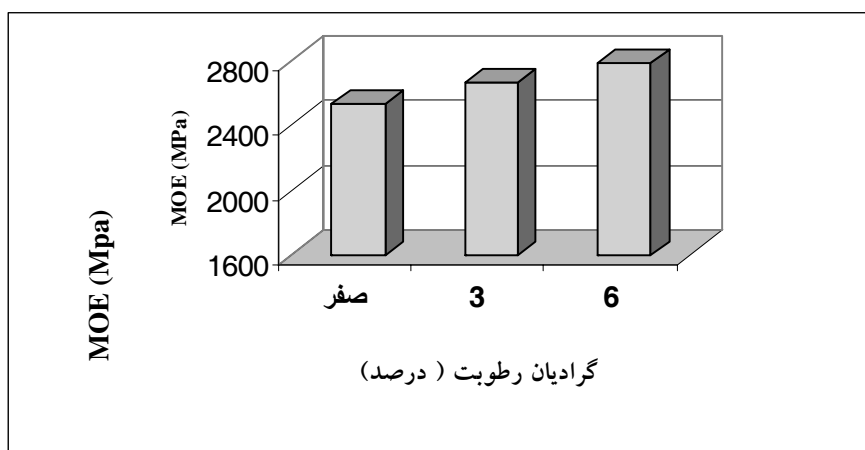
با افزایش زمان پرس، مقاومت خمشی کاهش یافته است، درحالی که با افزایش گرادیان رطوبت، افزایش زمان پرس موجب بهبود مقاومت خمشی شده است (جدول شماره ۲).

جدول شماره ۲- تغییرات مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته های ساخته شده تحت

شرایط مختلف گرادیان رطوبت کیک خرده چوب و زمان پرس (واحد: MPa)

زمان پرس (دقیقه)				گرادیان رطوبت (درصد)
۵		۳		
MOE	MOR	MOE	MOR	
۲۴۸۳	۲۲/۰۰	۲۵۶۵	۲۳/۹۸	صفر
۲۶۲۳	۲۲/۷۹	۲۶۹۷	۲۲/۰۲	۳
۲۸۳۸	۲۴/۳۳	۲۷۲۹	۲۲/۱۴	۶

تأثیر متقابل گرادیان رطوبت و زمان پرس بر مدول الاستیسیته تخته‌ها مشابه مقاومت خمشی بوده است و نتایج آن در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود. نتایج همچنین نشان دادند که تأثیر گرادیان رطوبت بر مدول الاستیسیته معنی‌دار است و با افزایش گرادیان رطوبت این ویژگی نیز افزایش یافته است (شکل شماره ۱). ویژگیهای خمشی از جمله مدول الاستیسیته رابطه‌ای مستقیم با دانسیته دارد و با افزایش دانسیته تخته به ویژه در لایه سطحی مقدار MOE افزایش خواهد یافت.

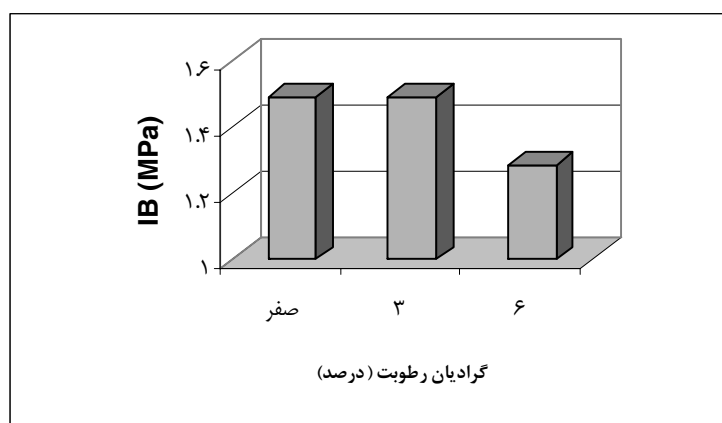


شکل شماره ۱ - تاثیر گرادینان رطوبت کیک خرده چوب بر مدول الاستیسیته

نتایج حاصل از اندازه گیری چسبندگی داخلی تخته های ساخته شده نشان داد که رابطه معکوسی بین گرادینان رطوبت کیک خرده چوب و این ویژگی وجود دارد و با افزایش رطوبت لایه سطحی از چسبندگی داخلی کاسته شده است و در شرایط استفاده از گرادینان رطوبت ۶ درصد در کیک خرده چوب، چسبندگی داخلی تخته های ساخته شده به حداقل کاهش یافته است (شکل شماره ۲).

همچنین با افزایش زمان پرس از ۳ به ۵ دقیقه، چسبندگی داخلی تخته ها بهبود یافته است و این نشان می دهد که با افزایش زمان پرس، مقدار بخار تجمع یافته در لایه مغزی تخته در طی زمان پرس، کاملاً از کناره های آن خارج و مقاومت اتصال بین خرده چوبها به

حداکثر کیفیت و کارآمدی رسیده است، درحالی که در زمان پرس ۳ دقیقه، بعد از رسیدن به دمای مناسب سخت شدن چسب در مغز تخته، زمان کافی جهت ایجاد اتصال و کامل شدن پلیمریزاسیون چسب وجود داشته است، ولی زمان کافی برای خارج شدن بخار از لایه میانی به طور کامل وجود نداشته و فشار بخار باقیمانده در این لایه تا حدی از مقاومت چسبندگی داخلی تخته کاسته است.

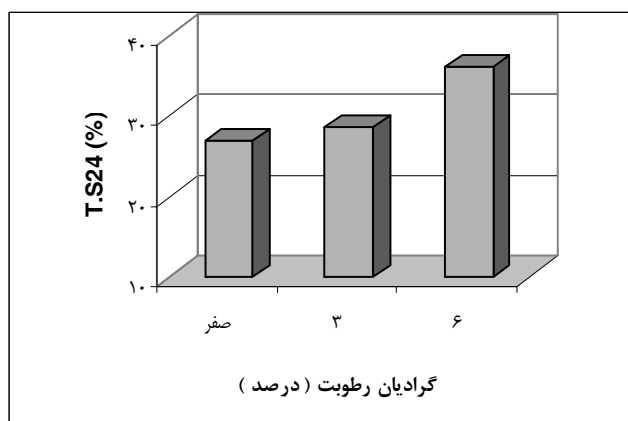


شکل شماره ۲ - تأثیر گرادیان رطوبت کیک خرده چوب بر چسبندگی داخلی

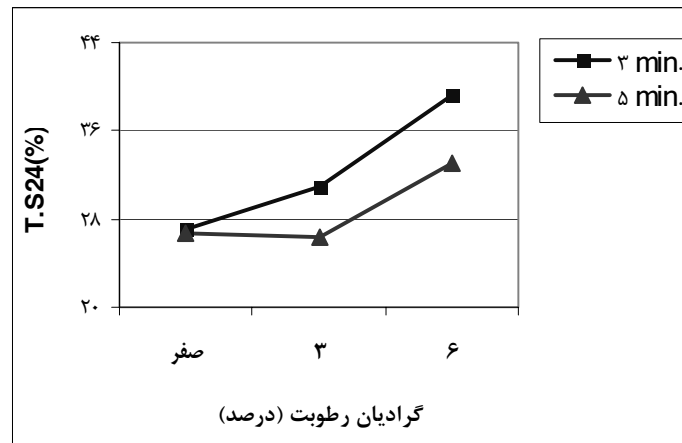
نتایج حاصل از اندازه‌گیری واکشیدگی ضخامت تخته‌ها نشان داد که با افزایش گرادیان رطوبت، واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها نیز افزایش یافته است و در گرادیان رطوبت ۶ درصد، حداکثر مقدار این ویژگی مشاهده شد (شکل شماره ۳). نتایج همچنین از

وجود یک هماهنگی بین چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها با افزایش زمان پرس حکایت دارد و به طوری که در اثر افزایش زمان پرس که موجب بهبود و افزایش چسبندگی داخلی شده است، به همان نسبت نیز موجب کاهش واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها شده است.

نتایج همچنین نشان داد که تأثیر متقابل گرادیان رطوبت و زمان پرس بر واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت معنی‌دار می‌باشد (شکل شماره ۴). به طوری که در شکل ملاحظه می‌شود، با افزایش گرادیان رطوبت، تأثیر زمان پرس در کاهش مقدار واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها شدیدتر گردیده است، به نحوی که در گرادیان رطوبت صفر درصد در اثر افزایش زمان پرس از ۳ به ۵ دقیقه، مقدار واکنشیدگی ضخامت از ۲۷/۱۲ به ۲۶/۶۸ درصد کاهش یافته است، در حالی که در گرادیان رطوبت ۶ درصد این مقدار از ۳۹/۲۱ به ۳۳/۱۴ درصد کاهش داشته است و این تغییرات نشان می‌دهد که با توجه به اینکه با افزایش گرادیان رطوبت یک خرده چوب فشار بخار در لایه میانی، افزایش چشمگیری داشته است و این عامل در تضعیف اتصالات چسب در این لایه تأثیر زیادی دارد، بنابراین افزایش زمان پرس در بهبود واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها در گرادیانهای بالای رطوبت مؤثرتر است، هرچند که در مجموع مقدار واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها در گرادیان رطوبت ۶ درصد حتی با اعمال زمان پرس ۵ دقیقه از تخته‌های ساخته شده با گرادیان رطوبت صفر درصد و زمان پرس ۳ دقیقه بیشتر بوده است.



شکل شماره ۳ - تأثیر گرادیان رطوبت کیک خرده چوب بر واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت



شکل شماره ۴ - تأثیر متقابل گرادیان رطوبت و زمان پرس بر واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت

بحث

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت خمشی تخته‌ها نشان داد که افزایش زمان پرس در گرادیان رطوبت صفر درصد دارای یک اثر کاهش دهنده بوده، درحالی که در گرادیان رطوبت ۶ درصد، افزایش زمان پرس باعث بهبود مقاومت خمشی می‌گردد. این تأثیر مثبت ناشی از اثری است که درجه حرارت در حضور رطوبت بر روی خرده چوبها در لایه سطحی بر جا می‌گذارد. در حضور رطوبت، دمای انتقال شیشه ای لیگنین و همی سلولز چوب به شدت کاهش می‌یابد و تحت دمای پرس، خرده چوب مانند یک ماده نرم عمل می‌کند و مقاومتش در برابر نیروی فشاری صفحات پرس به حداقل می‌رسد [۳] و [۱۲]. تحت چنین شرایطی افزایش انعطاف‌پذیری ذرات خرده چوب، ضایعات ناشی از شکستگی خرده چوبها را تقلیل می‌دهد. نتایج تحقیقات Chui و Tabarsa (۱۹۹۷) نشان داد که با افزایش دمای پرس از ۱۰۰ به دامنه‌ای از ۱۵۰ تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده به نحو چشمگیری افزایش یافته است. آنها تخریب کمتر دیواره سلولی، فشرده شدن مطلوب و بیشتر خرده چوب و برگشت ضخامت کمتر را که در اثر افزایش دمای پرس حاصل می‌شود از دلایل بهبود این ویژگیها عنوان کرده‌اند. همچنین تحقیقات Kamke و Casey (۱۹۸۸) نشان داده است که در رطوبت ثابت در کیک خرده چوب تحت پرس گرم، با افزایش دما، فشردگی ذرات خرده چوب افزایش می‌یابد و هرچه رطوبت کیک زیادتر باشد، این اثر شدیدتر است. آنها با اندازه‌گیریهای خود بر روی ذرات خرده چوب در لایه سطحی و مغزی دریافتند که میزان کاهش ضخامت ذرات در اثر افزایش دما در لایه‌های سطحی بیشتر از ذرات لایه مغزی می‌باشد که با افزایش رطوبت این کاهش در هر دو لایه تشدید می‌شود. بنابراین افزایش درجه حرارت پرس باعث نرم شدن

ذرات خرده چوب در لایه سطحی می‌گردد که این پدیده به نوبه خود کاهش خسارات مکانیکی وارده به ذرات را در اثر نیروی فشاری وارد شده از طرف صفحات پرس بر آنها به دنبال دارد. در نتیجه ضمن اینکه نقاط اتصال ایجاد شده توسط ذرات چسب بین خرده چوبها به ویژه در لایه سطحی به حداکثر می‌رسد، کیفیت سطح تخته‌ها در اثر افزایش حرارت بهبود یافته و موجب افزایش مقاومت خمشی می‌گردد. تخریب در خرده چوبهای لایه سطحی در شرایطی که رطوبت کم باشد با افزایش زمان پرس و فرار رطوبت به طرف مغز کیک، تشدید شده و مقدار مقاومت خمشی تخته کم می‌شود. بنابراین بدیهی است که تحت این شرایط با کاهش زمان پرس و به حداقل رسیدن صدمات مکانیکی خرده چوبها تحت فشار صفحات پرس مقاومت خمشی افزایش می‌یابد، درحالی که با افزایش رطوبت در لایه سطحی، افزایش زمان پرس به انتقال حالت شیشه‌ای خرده چوبها به پلاستیکی کمک کرده و به دلیل وجود رطوبت کافی در زمان پرس طولانی‌تر، خرده چوبهای لایه سطحی کاملاً نرم و فشرده شده و تخریب مکانیکی آنها نیز به حداقل کاهش می‌یابد که تمام این شرایط افزایش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها را به دنبال خواهد داشت.

نتایج نشان داد که مدول الاستیسیته تخته‌ها رابطه مستقیمی با گرادیان رطوبت داشته و زیادترین مدول الاستیسیته در گرادیان رطوبت ۶ درصد ملاحظه شد که دلیل آن، تأثیر رطوبت در بهبود کیفیت سطح تخته‌ها بوده است. در نتایج حاصل از بررسیهای Casey (۱۹۸۷) نیز آمده است که با افزایش رطوبت لایه‌های سطحی کیک خرده چوب از ۶ به ۱۵ درصد، مقدار کاهش ضخامت خرده چوبهای این لایه از ۱۲ به ۲۲ درصد رسیده و مقدار افزایش مدول خمشی دینامیکی نیز از ۱۵ به ۳۰ درصد رسیده است که نشان می‌دهد

افزایش رطوبت به ویژه در لایه سطحی کیک، تأثیر بسزایی در افزایش دانسیته و ویژگیهای خمشی تخته خرده چوب برجای می‌گذارد.

با این حال نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل چسبندگی داخلی تخته‌ها نشان داد که رابطه معکوسی بین گرادیان رطوبت و این ویژگی وجود دارد که ناشی از تأثیر منفی افزایش فشار بخار در لایه میانی بر روی اتصالات چسب می‌باشد. با این حال افزایش زمان پرس از ۳ به ۵ دقیقه موجب بهبود اتصالات چسب و چسبندگی داخلی تخته‌ها شده است که دلیل آن را می‌توان به خروج بیشتر بخار جمع شده در لایه میانی و کاهش فشار بخار بین ذرات خرده چوبهای لایه میانی تخته در زمان پرس طولانی تر نسبت داد. بنابراین در یک زمان معین پرس، افزایش گرادیان رطوبت، چسبندگی داخلی را کاهش داده است.

افزایش واکشیدگی ضخامت تخته‌ها در اثر استفاده از گرادیانهای ۳ و ۶ درصد رطوبت کیک خرده چوب را می‌توان به طور عمده مربوط به افزایش فشار بخار داخلی حاصل از حرکت بخار لایه‌های سطحی به لایه میانی دانست که باعث کاهش مقاومت چسبندگی داخلی و نیز آن افزایش واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت شده است.

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که به رغم اینکه افزایش گرادیان رطوبت اثری منفی بر چسبندگی داخلی و واکشیدگی ضخامت تخته‌ها داشته است، استفاده از گرادیان رطوبت به ویژه در حد ۳ درصد در بهبود ویژگیهای خمشی و افزایش کیفیت سطوح تخته تأثیر بسزایی داشته و حداقل کاهش در چسبندگی داخلی و افزایش واکشیدگی ضخامت تخته‌ها را موجب می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- 1- Casey, L. J. 1987. Changes in wood-flake properties in relation to heat, moisture and pressure during flakeboard manufacture. M. Sc. thesis. Virginia State University, Blacksburg, Virginia. pp. 162.
- 2- DIN Standard (No. 68763). 1990. Flat pressed particleboard for Use in building construction.
- 3- Goring, D. A. I. 1963. Thermal softening of lignin, hemicellulose and cellulose. Pulp & Paper Mag. Can. 64 (12): 517-527.
- 4- Heebink, B. G. 1974. Particleboard from lodgepole pine forest residue. USDA Forest Serv. Res. Pap. FPL 221. Forest Prod. Lab. Madison. WIS.
- 5- Kamke, F. A.; Casey, L.J. 1955- a. Gas pressure and temperature in the mat during flackeboard manufacture. Forest Prod. J. 38: 38-44.
- 6- Kasir, W. A. 1979. Influence of processing variable on the vertical gradient and properties of particleboard. Ph.D. thesis, North Carolina State University. 137 PP.
- 7- Namioka, Y.; Anavaza, T. 1981. Condition of hot pressing of particleboard bonded with urea resin: The effect of the moisture content of a mat before hot pressing Upon the thickness swelling and strength properties of the boards. Journal of the Hokkaido Forest Product Research Institute. No. 351: 1-3.
- 8- Razali, A. K. 1985. Origins of thickness swelling in particleboard. Ph.D. thesis. University of Wales. Bangor.
- 9- Song, D.; Ellis, S. 1997. Localized properties in flakeboard: A simulation using stacked flakes. Wood and Fiber Sci. J. 29 (4): 353-363.
- 10- Suchsland, O. 1991. Model analysis of flackeboard variable. Forest Prod. J. 41 (11/12): 55-60.
- 11- Tabarsa, T.; Chui, Y. H. 1997. Effects of hot pressing on properties of white Spruce. Forest Prod. J. (47): 71-76.
- 12- Wolcott, M. P.; Kamke, F. A.; Dillard, D. A. 1990. Fundamental of flackeboard manufacture: viscoelastic behavior of the wood component. Wood and Fiber Sci. 22 (4): 346-361.