

بررسی ویژگی‌های تخته فیبر دانسیته متوسط (MDF) ساخته شده از الیاف اکالیپتوس استریاتیکیکس (*E. steriaticalyx*)

ابوالفضل کارگرفرد*

*- نویسنده مسئول، دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

پست الکترونیک: a_kargarfard@yahoo.com

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۰

چکیده

در این بررسی با هدف امکان تولید تخته فیبر دانسیته متوسط از چوب کونه‌های موفق اکالیپتوس کاشته شده در کشور، از چوب گونه اکالیپتوس استریاتیکیکس (*E. steriaticalyx*) با استفاده از زمانهای بخارزنی (۵ و ۱۰ دقیقه)، دمای پرس (۱۷۵ و ۱۸۵ درجه سانتیگراد) و زمان پرس (۳، ۳/۵ و ۴ دقیقه)، تخته فیبر دانسیته متوسط (MDF) تهیه گردید. در این تحقیق ۳۶ تخته آزمایشگاهی ساخته و بعد ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده اندازه‌گیری و با استفاده از آزمون فاکتوریل نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش زمان بخارزنی، مقاومت خمشی تخته‌ها کاهش و کمترین مقاومت خمشی در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه حاصل شده است. اثر دما و زمان پرس بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها نیز معنی‌دار بوده و با افزایش آنها از مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها کاسته شده است. همچنین اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر چسبندگی داخلی تخته‌ها معنی‌دار بود و در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه و زمان پرس ۳/۵ دقیقه، بیشترین چسبندگی داخلی در تخته‌ها مشاهده شد. همچنین با افزایش زمان بخارزنی، واکنشیدگی ضخامتی تخته‌های ساخته شده با کاهش همراه بوده است. به طوری که اثر دمای پرس بر واکنشیدگی ضخامتی تخته‌ها نیز معنی‌دار بوده و با افزایش دمای پرس، واکنشیدگی ضخامتی تخته‌های ساخته شده افزایش یافته است. در یک جمع‌بندی، به دلیل تند رشد بودن گونه اکالیپتوس استریاتیکیکس و مقادیر قابل قبول ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی به دست آمده برای تخته‌های ساخته شده از آن، می‌توان این گونه چوبی را یک ماده لیگنوسلولزی مناسب جهت مصرف در صنعت MDF معرفی و توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: تخته فیبر دانسیته متوسط، اکالیپتوس استریاتیکیکس، زمان بخارزنی، دمای پرس، زمان پرس، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی.

مقدمه

رشد صنایع چوب و کاغذ اتخاذ گردد. یکی از سیاست‌های اعمال شده در این مورد، کاشت گونه‌های تندرشد با دوره‌های بهره‌برداری کوتاه‌مدت می‌باشد که در ایران نیز در مورد انواع صنوبرها از سابقه طولانی

در سالهای اخیر با توجه به کاهش حجم برداشت چوب از جنگلها، سعی شده است که سیاست‌ها و روش‌هایی در زمینه استمرار تولید ماده اولیه چوبی، برای

شده از الیاف تولید شده در دماهای کمتر می‌باشد (Schneider و همکاران، ۲۰۰۰).

نتایج حاصل از ساخت تخته MDF از مخلوط الیاف بامبو و چوب توسط Wu-Zhang Kang و همکاران (۲۰۰۰) که در آن اثر نسبت الیاف بامبو به چوب و نوع الیاف از نظر نرمی و زبری بر روی خواص تخته‌ها مورد بررسی قرار گرفت، نشان داد که با افزایش یافتن نسبت الیاف بامبو به چوب، MOR و MOE تخته‌ها افزایش و چسبندگی داخلی آنها کاهش یافته است. با این حال نتایج نشان داد که می‌توان تخته‌هایی با کیفیت بالا از مخلوط الیاف چوب و بامبو تولید نمود. Eleoterio و همکاران (۲۰۰۰) با استفاده از الیاف گونه کاج اقدام به تولید تخته فیبر با دو دانسیته ۶۰۰ و ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و میزان چسب در ۴ سطح ۶، ۸، ۱۲ و ۱۴ درصد با هدف ارزیابی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های تولید شده نمودند. نتایج تحقیقات آنان نشان داد که تمام خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها بطور معنی‌داری با میزان چسب و دانسیته تخته‌ها رابطه مستقیم دارد.

Krzysik و همکاران (۱۹۹۹) با استفاده از چوب اکالیپتوس (*E. SALIGNA*) که در کشور برزیل کشت گردیده بود، با کاربرد ۱۰ درصد چسب UF و ۱/۵ درصد واکس اقدام به ساخت تخته فیبر دانسیته متوسط کرده و عنوان نمودند که تمام خواص مکانیکی مورد بررسی تخته‌های ساخته شده از حداقل مورد نیاز استانداردهای اروپا و ANSI-AHA بالاتر بوده است و قابلیت استفاده از الیاف این گونه اکالیپتوس را در صنعت MDF مورد تأیید قرار داده‌اند، اما انجام تحقیقات بیشتر را در این مورد پیشنهاد کرده‌اند. تحقیق دیگری که توسط Cristiane و همکارانش در سال ۲۰۰۴ بر روی بررسی خصوصیات

برخوردار می‌باشد. ولی در دهه‌های اخیر چندین گونه از جنس اکالیپتوس نیز به منظور بررسی قابلیت سازگاری آنها در مناطق جنوبی و شمالی کشور کشت گردیده است که تعدادی از آنها از رشد و سازگاری نسبتاً خوبی برخوردار بوده‌اند. گونه اکالیپتوس استریاتیکیکس (*E. steriaticalyx*) یکی از همین گونه‌های موفق به‌شمار می‌رود که دارای رشد بسیار خوبی در مناطق جنوب کشور بوده است (جهرمی، ۱۳۷۳). همچنین تحقیقات حسین‌زاده و همکاران (۱۳۷۹) نشان داده است که ترکیبات شیمیایی و مشخصات الیاف این گونه چوبی برای ساخت کاغذ مناسب می‌باشد. با این حال، استفاده از چوب این گونه در صنایع چوب و کاغذ، نیازمند تحقیقات آزمایشگاهی و نیمه‌صنعتی می‌باشد تا بتوان مناسبترین فرایند را در بخش تولید برای آن پیدا نمود. از سوی دیگر در سال‌های اخیر صنایع تخته فیبر دانسیته متوسط (MDF)، از رشد و توسعه قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده و چندین واحد صنعتی در این زمینه به تولید رسیده و یا در حال احداث هستند. در صنعت MDF نوع ماده چوبی مورد استفاده از مهمترین عوامل مؤثر بر خواص محصول نهایی است که در روند راه‌اندازی واحدهای تولید MDF نقش اصلی را به عهده دارد. به همین دلیل بررسی‌های متعددی در مورد اثر ماده چوبی و یا شرایط ساخت بر خواص MDF انجام شده است. تحقیقات انجام شده در مورد اثر دمای بخارزنی بر خواص تخته MDF ساخته شده از الیاف چوب گونه پیسه‌آ نشان داده است که دمای بخارزنی دارای یک اثر معنی‌دار بر روی واکنشیدگی ضخامتی و جذب آب تخته‌ها می‌باشد و تخته‌های ساخته شده از الیاف تولید شده در دمای بالاتر دارای جذب آب و واکنشیدگی ضخامتی کمتری نسبت به تخته‌های ساخته

مواد و روشها

در این بررسی چوب اکالیپتوس استریاتیکالیکس از طرح سازگاری دهنو در ۲۵ کیلومتری شمال غربی شهرستان ممسنی تهیه گردید. پس از حمل چوب به آزمایشگاه، اقدام به پوست کنی آنها شد. سپس با استفاده از یک خردکن غلطکی آزمایشگاهی از نوع Pallmann X 430 - 120PHT چوبها تبدیل به خرده چوب مناسب جهت تهیه الیاف گردیدند. خرده های چوب مورد نظر توسط یک دستگاه بخارزن آزمایشگاهی با استفاده از دمای بخارزنی ۱۸۰ درجه سانتیگراد و دو زمان ۵ و ۱۰ دقیقه بخارزنی شده و پس از تخلیه با استفاده از یک پالایشگر آزمایشگاهی طی ۳ مرحله، پالایش و تبدیل به الیاف شدند.

الیاف جدا شده پس از خشک شدن در هوای آزاد با استفاده از یک خشک کن گردان در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد تا رسیدن به رطوبت حدود یک درصد، خشک گردیدند. سپس الیاف خشک شده در کیسه های پلاستیکی مقاوم به نفوذ رطوبت، بسته بندی و برای ساخت تخته آماده شدند. در این تحقیق از چسب اوره فرمالدئید به مقدار ۱۰ درصد (براساس وزن خشک الیاف) و با غلظت ۵۰ درصد و NH_4Cl به عنوان کاتالیزور با مصرف یک درصد (براساس وزن خشک چسب) استفاده گردید. برای چسب زنی الیاف از یک دستگاه چسب زن آزمایشگاهی استفاده شد. محلول چسب همراه با کاتالیزور به وسیله یک نازل چسب پاش کاملاً با الیاف مخلوط گردید. به منظور تشکیل کیک الیاف از یک قالب چوبی با ابعاد ۳۵×۳۵ سانتی متر استفاده شد و الیاف چسب زنی شده که بوسیله ترازوی آزمایشگاهی توزین شده بود، به صورت لایه های یکنواخت در داخل قالب پاشیده شدند.

MDF ساخته شده از چوب اکالیپتوس سالینا با استفاده از چسب پلی اورتان انجام شده است، نشان داده است که مقاومت های بدست آمده برای تخته های حاصل در مقایسه با استاندارد اروپایی بسیار راضی کننده بوده و جایگزینی این ماده چوبی را با مواد چوبی دیگر امکان پذیر دانستند. استفاده از چوب صنوبر و اکالیپتوس در ساخت تخته فیبر دانسیته متوسط نیز توسط Dix و همکاران (۱۹۹۹) مورد بررسی قرار گرفته و مشاهده شده است که خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تخته های ساخته شده از چوب صنوبر تابع نوع کلن نبوده و به سن درخت و موقعیت آن در محیط کاشت وابسته است. همچنین ویژگی های مقاومتی تخته های حاصل از الیاف صنوبر تا حدودی بهتر از الیاف اکالیپتوس بوده و واکنش پذیری ضخامتی تخته های صنوبر کمتر از تخته های اکالیپتوس می باشد. Kuo و همکاران (۱۹۹۸) در بررسی های خود، خصوصیات تخته فیبر ساخته شده از الیاف چوب و الیاف حاصل از ضایعات لیگنوسلولزی کشاورزی که با چسب حاصل از سویا ساخته شده بودند را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که با افزایش الیاف مواد لیگنوسلولزی کشاورزی و کاهش الیاف چوب در ترکیب ماده اولیه مورد استفاده، ویژگی های مکانیکی تخته های ساخته شده با کاهش معنی داری روبرو گردیدند. همچنین تخته های ساخته شده با چسب UF دارای مقاومت اتصال بهتری نسبت به تخته های ساخته شده با چسب پروتئین سویا بودند. این تحقیق نیز با هدف بررسی امکان تولید MDF از چوب گونه اکالیپتوس استریاتیکالیکس و تعیین ویژگی های فیزیکی و مکانیکی تخته های تولید شده از این گونه چوبی، انجام شده است.

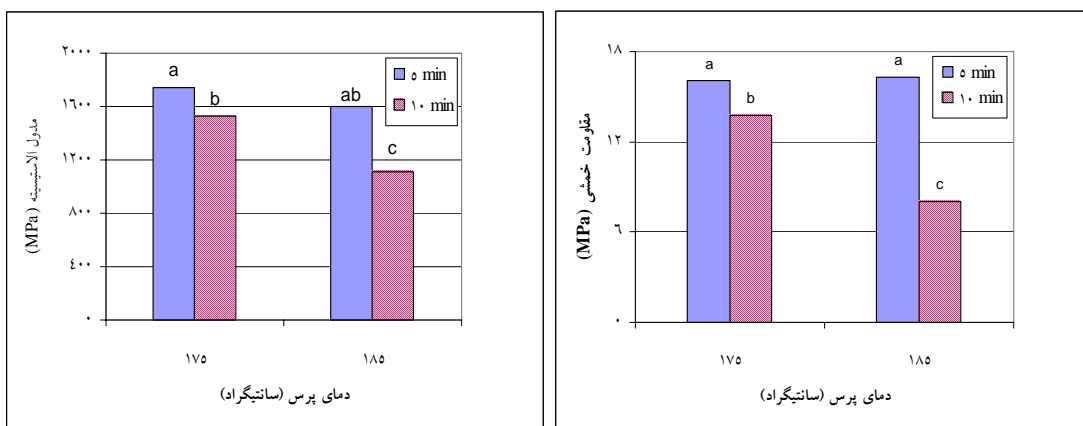
نتایج

نتایج نشان داد که اثر زمان بخارزنی بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار است و با افزایش زمان بخارزنی، این ویژگی‌ها در تخته‌ها کاهش یافته است. به طوری که بالاترین مقاومت خمشی تخته‌ها با ۱۶/۱۹ مگاپاسکال در زمان بخارزنی ۵ دقیقه حاصل شده است که در گروه بندی دانکن در گروه A قرار گرفت. ولی با افزایش زمان بخارزنی از مقاومت خمشی تخته‌ها کاسته شده و در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه، به ۱۰/۸۶ مگاپاسکال کاهش یافته است. همچنین بالاترین مقدار مدول الاستیسیته با ۱۶۷۲ مگاپاسکال مربوط به تخته‌های ساخته شده از الیاف تهیه شده در زمان بخارزنی ۵ دقیقه و حداقل آن با ۱۳۱۹ مگاپاسکال مربوط به تخته‌های ساخته شده از الیاف تهیه شده در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه می‌باشد.

اثر دمای پرس نیز بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها معنی‌دار بوده و با افزایش دمای پرس این ویژگی‌ها در تخته‌ها کاهش یافته است. به طوری که با افزایش دمای پرس از ۱۷۵ به ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد، مقدار MOR تخته‌ها از ۱۴/۹۰ به ۱۲/۱۵ مگاپاسکال و MOE آنها از ۱۶۳۳ به ۱۳۵۸ مگاپاسکال رسیده است. همچنین اثر متقابل زمان بخارزنی و دمای پرس بر مقاومت خمشی تخته‌ها معنی‌دار بوده است، به طوری که حداکثر مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده در زمان بخارزنی ۵ دقیقه و دمای پرس ۱۷۵ و ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد و حداقل آن در تخته‌های ساخته شده در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه و دمای پرس ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد صل شده است (شکل ۱).

پس از تشکیل کیک الیاف، با استفاده از یک پرس آزمایشگاهی از نوع BURKLE L100 اقدام به فشردن کیک الیاف و ساخت تخته فیبرهای آزمایشگاهی با استفاده از دو دمای پرس ۱۷۵ و ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد و سه زمان پرس ۳، ۳/۵ و ۴ دقیقه گردید. در این تحقیق جرم مخصوص تخته در حد ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب، فشار پرس برابر ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، رطوبت کیک الیاف در حد ۱۲ درصد، ضخامت تخته در حد ۱۰ میلی‌متر برای تمام تیمارها ثابت در نظر گرفته شد. در این بررسی از ترکیب ۳ متغیر در سطوح مختلف ۱۲ تیمار حاصل و 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 (رطوبت نسبی 1 ± 65 درصد و درجه حرارت 3 ± 20 درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند.

تهیه نمونه‌های آزمون برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها مطابق استاندارد EN اروپا انجام گردید. مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته براساس استاندارد EN310، مقاومت چسبندگی داخلی براساس استاندارد EN319 و واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب براساس استاندارد EN317 تعیین گردید. بعد از انجام آزمایش‌های مکانیکی و فیزیکی بر روی نمونه‌های تهیه شده، نتایج بدست‌آمده در قالب طرح کامل تصادفی آزمون فاکتوریل و با استفاده از آزمون دانکن (DMRT) و به کمک تکنیک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

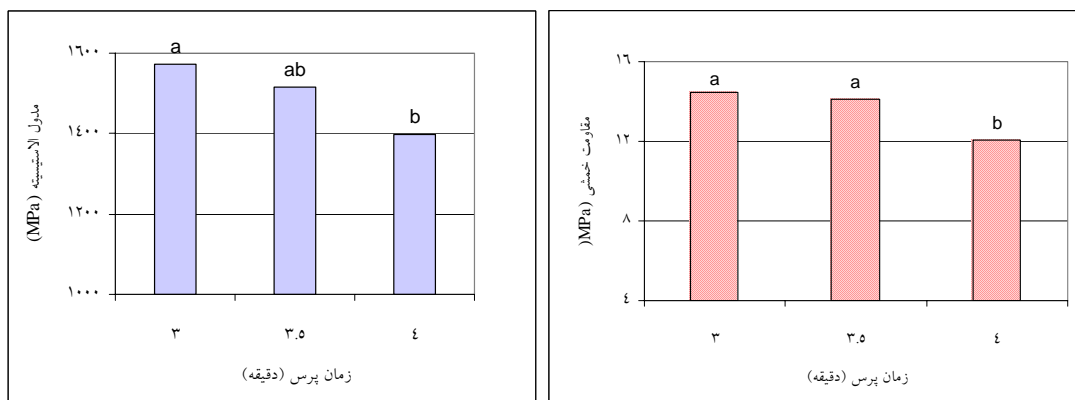


شکل ۱- اثر متقابل زمان بخارزنی و دمای پرس بر ویژگی‌های خمشی:

مقاومت خمشی (راست) و مدول الاستیسیته (چپ)

دقیقه با ۱۴/۴۴ مگاپاسکال و حداقل مقاومت خمشی در زمان پرس ۴ دقیقه با ۱۲/۰۴ مگاپاسکال حاصل شده است (شکل ۲).

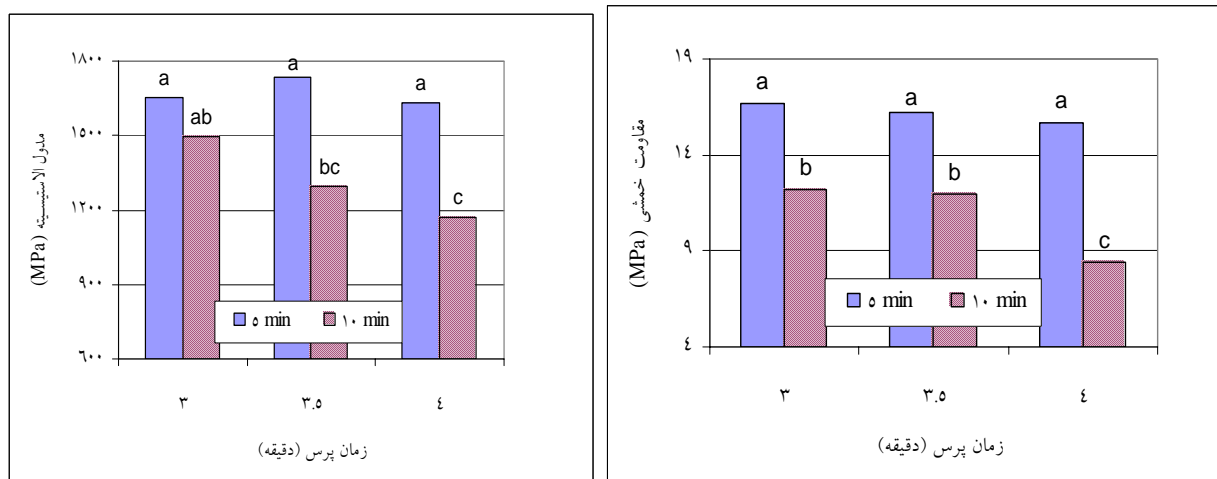
اثر زمان پرس نیز بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها معنی‌دار بوده است و با افزایش زمان پرس، این ویژگی‌ها در تخته‌های ساخته شده کاهش یافته است. به طوری که بالاترین مقاومت خمشی تخته‌ها در زمان پرس ۳



شکل ۲- اثر زمان پرس بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته

با افزایش زمان پرس، از مقاومت خمشی تخته‌ها در سطح معنی‌داری کاسته شده است و از ۱۲/۱۹ مگاپاسکال در زمان پرس ۳ دقیقه به ۸/۴۲ مگاپاسکال در زمان پرس ۴ دقیقه رسیده است (شکل ۳).

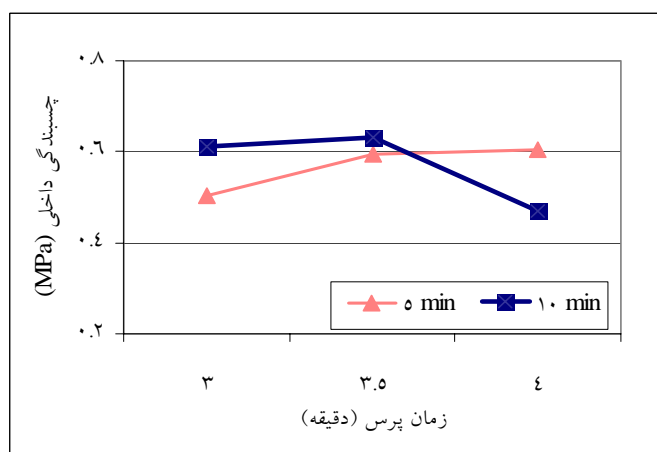
همچنین اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر مقاومت خمشی تخته‌ها معنی‌دار بوده است، به طوری که در زمان بخارزنی ۵ دقیقه با افزایش زمان پرس، تغییرات معنی‌داری در مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده مشاهده نمی‌گردد، در حالی که در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه،



شکل ۳ - اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته

معنی دار بوده و با اینکه در زمان بخارزنی ۵ دقیقه با افزایش زمان پرس، تغییرات معنی داری در مدول الاستیسیته تخته‌ها مشاهده نمی‌گردد. ولی در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه، با افزایش زمان پرس، از مدول الاستیسیته تخته‌ها در سطح معنی داری کاسته شده است. و مدول الاستیسیته از ۱۴۹۵ مگاپاسکال در زمان پرس ۳ دقیقه به ۱۱۶۸ مگاپاسکال در زمان پرس ۴ دقیقه رسیده است (شکل ۳).

نتایج نشان داد که اثر مستقل زمان بخارزنی و همچنین دمای پرس بر مدول الاستیسیته معنی دار بوده است، و با افزایش آنها، این ویژگی در تخته‌ها کاهش یافته است. همچنین اثر متقابل زمان بخارزنی و درجه حرارت پرس بر مدول الاستیسیته تخته‌ها معنی دار بوده است. به طوری که در هر دو زمان بخارزنی ۵ و ۱۰ دقیقه با افزایش دمای پرس، مدول الاستیسیته تخته‌ها کاهش یافته است. اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر مدول الاستیسیته تخته‌ها نیز

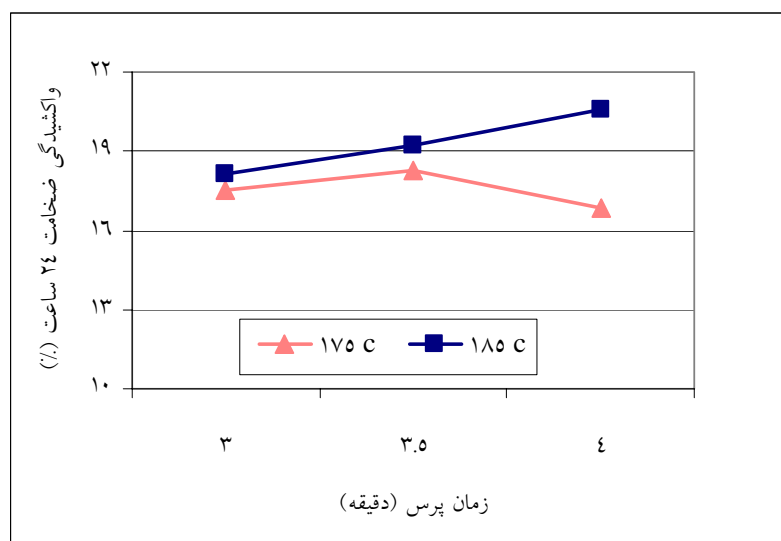


شکل ۴ - اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر چسبندگی داخلی

نتایج نشان داد که اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر چسبندگی داخلی تخته‌ها معنی‌دار می‌باشد. به طوری که در زمان بخارزنی ۵ دقیقه با افزایش زمان پرس، تغییرات معنی‌داری در چسبندگی داخلی تخته‌ها مشاهده نمی‌گردد، در حالی که در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه، با افزایش زمان پرس از ۳ به ۳/۵ دقیقه، چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش یافته و از ۰/۶۱۰ به ۰/۶۳۲ مگاپاسکال رسیده است. در حالی که با افزایش زمان پرس از ۳/۵ به ۴ دقیقه، چسبندگی داخلی تخته‌ها با اُفت مواجه شده و از ۰/۶۳۲ به ۰/۴۷۱ مگاپاسکال کاهش یافته است (شکل ۴).

نتایج بدست آمده برای واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها نشان داد که اثر زمان بخارزنی بر این ویژگی معنی‌دار بوده است، و با افزایش زمان بخارزنی این ویژگی در تخته‌های ساخته شده کاهش نشان داده است. اثر دمای پرس بر واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها نیز معنی‌دار بوده است. به طوری که حداقل واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها با ۱۶/۸۷ درصد در دمای پرس ۱۷۵ درجه سانتیگراد و زمان پرس ۴ دقیقه و حداکثر آن در دمای پرس ۱۸۵ درجه سانتیگراد و زمان پرس ۴ دقیقه حاصل شده است (شکل ۵).

نتایج بدست آمده برای واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها نشان داد که اثر زمان بخارزنی بر این ویژگی معنی‌دار بوده است، و با افزایش زمان بخارزنی این ویژگی در تخته‌های ساخته شده کاهش نشان داده است. اثر دمای پرس بر واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها نیز معنی‌دار بوده و با افزایش درجه حرارت پرس، واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌های



شکل ۵ - اثر متقابل دما و زمان پرس بر واکنش‌پذیری ضخامت در ۲۴ ساعت

بحث

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده از الیاف چوب اکالیپتوس استریاتیکالیکس نشان داد که اثر زمان بخارزنی بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها معنی‌دار است و با افزایش زمان بخارزنی، این ویژگی‌ها کاهش یافته است. که دلیل اصلی آن را می‌توان به افزایش میزان صدمات وارده به الیاف در اثر زمان بخارزنی طولانی‌تر (۱۰ دقیقه) نسبت به زمان بخارزنی کوتاه‌تر (۵ دقیقه) دانست که باعث آفت مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته شده است. در این زمینه کارگرفرد و همکاران (۱۳۸۴) نیز در بررسی ساخت تخته فیبر دانسیته متوسط از چوب صنوبر به نتایج مشابهی دست یافته‌اند. اثر زمان و دمای پرس نیز بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته معنی‌دار بوده است و با افزایش آنها از مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها کاسته شده است. اعمال دما و زمان پرس، با هدف رساندن دمای مناسب به مغز کیک الیاف برای سخت شدن ذرات چسب در این قسمت انجام شده و در صورتی که دما و زمان پرس بیش از اندازه افزایش یابد، تخریب حرارتی اتصال‌های سطح تخته‌ها آغاز شده و باعث کاهش ویژگی‌های خمشی می‌گردد. لذا در مورد تخته‌های ساخته شده از الیاف اکالیپتوس استریاتیکالیکس مشاهده می‌شود که دمای پرس ۱۸۵ و زمان پرس ۴ دقیقه، موجب تخریب اتصال بین الیاف به‌ویژه در سطح تخته شده است. در تحقیقات انجام شده توسط Rauch (۱۹۸۴) بر روی اثر درجه حرارت بر خواص تخته خرده چوب نیز مشخص شده است که در درجه حرارت بین ۱۰۰ تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد، چسبندگی داخلی و خواص خمشی تخته‌ها با افزایش یافتن درجه حرارت پرس، افزایش

می‌یابد و در بالاتر از ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد در همه خواص مقاومتی تخته‌ها، کاهش مشاهده می‌گردد. همچنین اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها معنی‌دار بوده است، به طوری که در زمان بخارزنی ۵ دقیقه با افزایش زمان پرس، تغییرات معنی‌داری در مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده مشاهده نمی‌گردد. در حالی که در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه، با افزایش زمان پرس، از مقاومت خمشی تخته‌ها در سطح معنی‌داری کاسته شده است. در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه چون الیاف تهیه شده نسبت به زمان بخارزنی ۵ دقیقه دچار صدمات بیشتری می‌گردند، بنابراین نسبت به زمان پرس حساسیت بیشتری از خود نشان داده و ویژگی‌های خمشی تخته‌های ساخته شده با این الیاف با افزایش زمان پرس با کاهش معنی‌داری روبرو می‌شوند. نتایج نشان داد که در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه، با افزایش زمان پرس از ۳ به ۳/۵ دقیقه، چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش یافته است، در حالی که با افزایش زمان پرس از ۳/۵ به ۴ دقیقه، چسبندگی داخلی تخته‌ها با آفت مواجه و کاهش یافته است و این نشان می‌دهد که زمان پرس ۳ دقیقه برای رسیدن لایه میانی به دمای مناسب جهت سخت شدن چسب کافی نبوده و زمان پرس ۴ دقیقه نیز موجب تخریب حرارتی اتصالات گردیده است.

نتایج بدست آمده برای واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها نشان داد که اثر زمان بخارزنی بر این ویژگی معنی‌دار بوده است، و با افزایش زمان بخارزنی، کاهش یافته است. به طوری که بالاترین مقدار واکشیدگی ضخامت مربوط به تخته‌های ساخته شده از الیاف تهیه شده در زمان بخارزنی ۵ دقیقه و

اکالیپتوس ایترتکتستا، می توان بیان داشت که استفاده از حداقل زمان بخارزنی برای بهبود مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته که از حد استاندارد پائین تر می باشد، قابل توصیه می باشد. با این حال، چسبندگی داخلی تخته ها از حد استاندارد بالاتر بوده و همچنین می توان اضافه نمودن الیاف گونه های سبک تر مانند صنوبر و یا باگاس را با الیاف این گونه چوبی به منظور اصلاح ویژگی های خمشی تخته ها پیشنهاد نمود.

منابع مورد استفاده

- حسین زاده، ع.، عرب تبار فیروزجایی، ح.، گلبابایی، ف.، فامیلیان، ح.، صدرایی، ن. و مسعودرضا حبیبی. ۱۳۷۹. ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی چوب گونه های موفق اکالیپتوس در مرحله اول سازگاری. گزارش دوم: گونه *Eucalyptus steriaticalyx* مجله تحقیقات چوب و کاغذ ایران شماره ۱۱، سال ۱۳۷۹، ص: ۱۲۶-۶۱.
- جهرمی، سید مرتضی، ۱۳۷۳، معرفی گونه های سازگاری اکالیپتوس در مناطق غربی استان فارس، انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، نشریه شماره ۹۹.
- کارگرفرد، ا. حسین زاده، ع. نوربخش، ا. خواجه، خ. و رضا حاجی حسنی. ۱۳۸۴. بررسی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر با دانسیته متوسط ساخته شده از چوب صنوبر. مجله پژوهش و سازندگی شماره ۶۸.
- Cristiane Inacio de Campos; Francisco Antonio Rocco Lahr. (2004). Production and characterization of MDF using Eucalyptus fibers and castor oil-based polyurethane resin. *Material Reaserch J.* Vol.7, no.3, 421-425.
- Dix, B.; Thole, V. Martuzky, R.. 1999. Poplar and eucalyptus wood as raw material for wood-based panels in industrial end uses of fast-grown species: 93-102 (Stefano Berti Nicola. Macehioni. Martino, Negri Emanuela, Rachelli. Edt).
- Eleoterio , JR. ; Tomazello-Filho, M. ; Bortoletto-Junior , G .. (2000). Mechanical and physical properties of MDF panels of different densities and resin content. Departamento de Engenharia , Fundacao Universidade de Blumenau , CEP 89012-

حداقل آن مربوط به تخته های ساخته شده از الیاف تهیه شده در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه می باشد. با افزایش زمان بخارزنی، هرچند که الیاف دچار صدمات آناتومیکی و مکانیکی می شوند ولی در زمان طولانی تر بخارزنی، همی سلولزها که از ترکیبات آبدوست هستند و همچنین مواد استخراجی به مقدار زیادی از الیاف خارج شده و همین موضوع باعث می شود که تخته های ساخته شده از الیاف تهیه شده در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه از واکنشیدگی ضخامتی کمتری برخوردار باشند. در این رابطه Hsu و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کرده اند که تیمار ذرات خرده چوب با بخار قبل از تولید تخته خرده چوب وسیله ای برای رسیدن به پایداری ابعاد تخته ها است. آنها نتیجه گرفتند که واکنشیدگی ضخامت تخته ها با افزایش زمان بخارزنی (۳ تا ۴/۵ دقیقه در فشار ۱/۵۵ مگاپاسکال) کاهش می یابد. آنها عنوان می کنند که با افزایش زمان بخارزنی، مقادیر لیگنین و سلولزها به طور اساسی تغییر نمی کند، بلکه مقدار کل همی سلولزهای چوب به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد و این نشان دهنده هیدرولیز همی سلولزها می باشد. اثر دمای پرس بر واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب تخته ها نیز معنی دار بوده و با افزایش درجه حرارت پرس، واکنشیدگی ضخامتی تخته های ساخته شده افزایش یافته است. همان طور که قبلاً نیز بحث شد دمای پرس زیاد، باعث تخریب حرارتی اتصالات ایجاد شده توسط چسب شده و این تضعیف شدن مقاومت اتصال عامل مهمی در افزایش واکنشیدگی ضخامت تخته های ساخته شده با دمای پرس ۱۸۵ درجه سانتیگراد به شمار می رود.

در یک جمع بندی کلی، با توجه به ویژگی های فیزیکی و مکانیکی حاصل برای تخته های ساخته شده از الیاف

- Okamoto, H.; Sano, S.; Kawai, S. ; Okamoto, T. ; Sasaki , H. .1994. Production of dimensionally stable mediumdensity fiberboard by use of high - pressure steam pressure. Mokazai Gakkaiishi 40 (4) : 380-389.
- Pranda, J.. (1995). Paineis de fibra de media densidade feitos de *Pinus Pinaster e Eucalyptus globulus*. Area de compocicao quimica especifica da madeira desfibrada. Drevarsky Vyskum. V.2. p. 19-28.
- Rauch, W.. 1984. Temperature and vapor pressure courses during particleboard production and their influence on board properties. Holz-als-roh-und-werkstoff 42 : 281-286(German).
- Schneider, T. ; Roffael, E. ; Dix, B.. (2000). The effect of pulping process (TMP and CTMP) and pulping conditions on the physical and technological properties of medium density fiberboard (MDF). Holz-als-Roh-und-Werkstoff. 2000, 58:1-2,123-124.
- Wu-ZhangKang; Zhang-Hong Jian; Huang-Su Tong; Yuan-YongSheng; Wu-ZK; Zhang-HJ; Huang-SY; Yuan-YS. (2000). Effect of manufacturing technology on properties of MDF from bamboo and wood.China - Wood – Industry. 2000, 14:3, 7-10; 4 ref
- 900, Blumenau (SC), Brazil. Ciencia-Florestal. 2000, 10 : 2, 75-90 ; 16 ref.
- EN 310, 1996. Wood based panels, determination of modulus of elasticity in bending and bending strength. European Standardization Committee, Brussell.
- EN 317, 1996. Particleboards and fiberboards, determination of swelling in thickness after immersion. European Standardization Committee, Brussell.
- EN 319, 1996. Wood based panels, determination of tensile strength perpendicular to plane of the board. European Standardization Committee, Brussell.
- Hsu,W.E. ;Hse, C..1998.Technology of steam press curing . Adhesive technology and bonded tropical Wood products. No. 96 : 358-366.
- Krzysik, M. ; Youngquist, A. ; Muehi, H. ; Franca, F. . (1999). Medium density fiberboard plantation – grown *Eucalyptus Saligna* . International conference on effective utilization of plantation of plantation timber; 1999 may 21-23 ; Forest Prod. Assoc. : pp. 156 – 160.
- Kuo, M.; Adams, D.; mayers, D.; Curry, D.; Heemstra, H.; Smith, J.L.; Bian, Y.. 1998. Properties of wood/agricultural fiberboard bonded with soybeam-based adhesive. Forest Product J.48 (2): 71-75.

Investigation on physical and mechanical properties of medium density fiberboard produced from *Eucalyptus steriaticalyx* fibers

Kargarfard, A.*

*- Corresponding author, Associate Professor, Wood and Paper Science Dept. Research Institute of Forests and Rangelands. Email: a_kargarfard@yahoo.com

Received: April, 2011

Accepted: Feb., 2012

Abstract

The objective of this study was to determine the suitability of the wood produced by adaptable eucalypt species for MDF production. *Eucalyptus steriaticalyx* fibers were produced using different levels of steaming time (5 and 10 minutes), and then medium density fiberboards were produced using these fibers and one of the two levels of press temperature (175 and 185 °C) and one of the three levels of press time (3, 3.5 and 4 minutes). Physical and mechanical properties of the panels were measured and analyzed. The results indicated that increasing of steaming time, decreased board MOR. Also press temperature and press time had significant effect on MOR and MOE and as the press temperature and time increased, the MOR and MOE of the boards decreased. Furthermore, results indicated that by increasing steaming time, the thickness swelling of boards reduced. The press temperature had significant effect on thickness swelling of boards and increasing the press temperature reduced the thickness swelling. These results indicate that *Eucalyptus steriaticalyx* as a fast growing species with acceptable physical and mechanical properties is a suitable lignocellulosic raw material for the production of MDF.

Keyword: Medium density fiberboard, *Eucalyptus steriaticalyx*, steaming time, press temperature, press time, physical, mechanical