

اثر زمان بخارزنی، زمان پرس و مقدار چسب بر کیفیت تخته فیبر نیمه سنگین (MDF)

مسعودرضا حبیبی^{*۱}، حسین حسین خانی^۲، سعید مهدوی^۳ و فرداد گلبابایی^۲

*۱- مسئول مکاتبات، مربی پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور،
پست الکترونیک: habibi@rifr-ac.ir

۲- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۳- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

تاریخ پذیرش: دی ۱۳۸۸

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۸۸

چکیده

در این تحقیق جهت ساخت تخته فیبر نیمه سنگین از مخلوط سه کلن صنوبر اروامریکن ۴ ساله (*P.e.vernirubensis*, *P.e.561.41*, *P.e.costanzo*) استفاده شد. به ترتیب میانگین طول فیبر کلنهای مذکور ۸۰۵، ۷۵۱، ۷۴۶ میکرون و میانگین قطر فیبر آنها ۲۵/۷۶، ۲۵/۴۴ و ۲۵/۲۳ میکرون تعیین شد. برای تهیه الیاف از سه زمان بخارزنی (۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه) و برای ساخت تخته فیبر نیمه سنگین از سه زمان پرس (۳، ۴ و ۵ دقیقه) و دو مقدار مصرف چسب اوره فرم آلدئید (۹ و ۱۱ درصد) استفاده شد. پس از ساخت تخته‌ها ویژگیهای مکانیکی و فیزیکی آنها شامل مدول الاستیسیته، مقاومت خمشی، مقاومت چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب مورد بررسی قرار گرفت. خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها بر طبق استاندارد EN تعیین شد. به طور کلی، با افزایش زمان بخارزنی ویژگیهای مکانیکی تخته‌ها کاهش یافت. به طوری که حداکثر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته و مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها در زمان بخارزنی ۵ دقیقه ملاحظه شد. همچنین حداقل خواص جذب آب تخته‌ها نیز در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه ملاحظه گردید. اثر زمان پرس نیز فقط بر مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها معنی‌دار بود و حداکثر این ویژگی در زمان پرس ۵ دقیقه ملاحظه شد. افزایش مصرف چسب در محدوده این تحقیق، سبب بهبود خواص مکانیکی و جذب آب تخته‌ها شد.

واژه‌های کلیدی: صنوبر، تخته فیبر، زمان پرس، چسب

مقدمه

تخته فیبر نیمه سنگین جزء خانواده تخته‌های ترکیبی است. از این رو به سبب خصوصیات فیزیکی خوب و قابلیت مطلوب در ماشین‌کاری، MDF کاربردهای بی‌شماری دارد (آرین، ۱۳۸۱). با توجه به ویژگیهای منحصر به فرد این محصول، تولید آن در جهان و کشور

طی سالهای گذشته سرعت افزایش یافته است. بررسیها نشان داده است که میزان مصرف MDF در کشور از سال ۱۳۷۵ لغایت ۱۳۸۵ سیر صعودی داشته و از ۱۳۵ متر مکعب به حدود ۳۰۰۰۰۰ متر مکعب افزایش یافته است. همچنین طی سالهای یاد شده میزان واردات محصول فوق از ۱۳۵ متر مکعب به ۲۶۰۰۰۰ متر مکعب افزایش یافته

پرس می‌باشد. بنابراین لازم است تحقیقی جامع در ارتباط با تعیین شرایط بهینه تهیه الیاف و همچنین سایر شرایط حاکم بر فرآیند انجام شود. در ذیر به بعضی از تحقیقات انجام پذیرفته اشاره شده است.

نظرنژاد (۱۳۷۶) تحقیقی را با هدف شناخت و مقایسه خصوصیات آناتومی، فیزیکی و شیمیایی دو گونه صنوبر دلتوئیدس (کلن ۷۷/۵۱) و اروامریکن (کلن ۴۵/۵۱) ۱۲ ساله را در ایستگاه صفرابسته به انجام رسانید. نامبرده میانگین طول فیبر و ضخامت دیواره سلولی گونه اروامریکن را به ترتیب ۱۲۹۰ و ۴/۴۹ میکرون تعیین کرد.

رمضانی (۱۳۸۰) در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد به بررسی ابعاد الیاف، میزان ترکیبات شیمیایی و تولید خمیر کاغذ APMP از سه گونه دلتوئیدس، اروامریکن و نیگرا در استان کرمانشاه پرداخت. نامبرده میانگین طول فیبر، قطر فیبر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی ابعاد الیاف گونه اروامریکن را به ترتیب ۱۱۹۰، ۲۵/۶۸، ۱۷/۲۸ و ۴/۲۱ میکرون گزارش کرد.

مهدوی (۱۳۸۱) در تحقیقی تحت عنوان بررسی استفاده از چوب صنوبر و اکالیپتوس در تولید کاغذ روزنامه و چاپ مکانیکی به بررسی بیومتری الیاف صنوبرهای ۸ و ۱۸ ساله پرداخت. میانگین طول فیبر صنوبرهای فوق به ترتیب ۰/۸۶۷ و ۰/۹۹۵ میلیمتر گزارش شد. نامبرده عنوان کرد که طول الیاف با افزایش سن درخت افزایش یافته است. همچنین میزان جوان‌چوبی در سنین حدود ۱۰-۹ سالگی به پایان می‌رسد. وی همچنین عنوان کرد که میزان سلولز، لیگنین و خاکستر درختان صنوبر ۱۸ ساله بیش از درختان ۸ ساله بوده است.

Dean S. DeaBell و همکاران (۲۰۰۲) به مطالعه دانسیته چوب، طول الیاف در ارتباط با کلن، سن، سرعت رشد و

است (آرین و همکاران ۱۳۸۱، آرین و همکاران ۲۰۰۷). بنابراین آمارها حاکی از ناکافی بودن میزان تولید با توجه به نیاز کشور می‌باشد. بنابراین در این راستا و به منظور تأمین نیازهای کشور تاکنون سه کارخانه با ظرفیت تولید سالانه بالغ بر ۲۴۰۰۰۰ متر مکعب راه‌اندازی شده و در سالهای آینده نیز ما شاهد احداث واحدهای دیگر خواهیم بود. این در حالی است که منابع جنگلی موجود جوابگوی نیازهای بخش صنعت نبوده و بیشتر صنایع با مشکل تأمین ماده اولیه مواجه هستند (انجمن کارفرمایان صنایع چوب، ۱۳۸۴) و در صورت احداث واحدهای جدید، مشکل تأمین ماده اولیه چوبی صنایع دوچندان خواهد شد. بنابراین به منظور برطرف نمودن این چالش، در سالهای آینده عمده‌ترین و اصلی‌ترین منابع لیگنوسلولزی کشور، علاوه بر جنگلهای شمال ایران، بهره‌برداری از صنوبرکاریها خواهد بود. صنوبرها بیش از ۸۰ درصد سطح اراضی درختکاری شده غیر جنگلی را تشکیل داده و بزرگترین بخش تولید چوب غیر جنگلی متعلق به این بخش می‌باشد. بر اساس آخرین آمار تهیه شده از سوی دفتر فنی صنایع چوب، وسعت صنوبرکاریهای کشور در استانهای مختلف (به ویژه استانهای شمال‌غربی کشور) در حدود ۱۵۰۰۰۰ هکتار با میانگین موجودی سرپای درختان به میزان ۲۳۲۲۰۰۰۰ متر مکعب می‌باشد. رویش سالانه چوب در صنوبرکاریها به روش سنتی ۱۵-۱۰ متر مکعب در هکتار و با روش علمی و با ارقام مرغوب ۳۰-۲۵ متر مکعب در هکتار می‌باشد (مشیر وزیری و همکاران، ۱۳۷۱).

با توجه به اینکه از یکسو زراعت چوب صنوبر در دستور کار بیشتر کارخانجات صنایع چوب و کاغذ قرار گرفته است و از سوی دیگر ویژگیهای MDF تهیه شده از آن متأثر از عواملی همچون شرایط تیمار الیاف و شرایط

و درصدهای مختلف رزین اوره فرمالدئید (۱۲، ۱۰، ۸، ۶) بر مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامتی در تخته فیبر نیمه سنگین حاصل از *(Acer rubrum)* پرداختند و به این نتیجه رسیدند که صرفاً مقدار رزین اثر قابل توجهی بر روی کلیه خصوصیات تخته داشت.

Okamoto و همکاران (۱۹۹۴) اثر بخار فشار بالا را بر خصوصیات مکانیکی و فیزیکی تخته‌های MDF و همچنین اثرهای تیمار بخارزنی بر ترکیبات شیمیایی تخته‌های MDF را بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که با افزایش زمان بخارزنی و همچنین فشار بخارزنی ثبات ابعادی تخته MDF بهبود می‌یابد و خصوصیات مکانیکی تخته‌ها کاهش می‌یابد. همچنین در زمان بخارزنی طولانی‌تر و فشار بخار بالاتر، کاهش در همی سلولزها و آلفاسولز مشاهده شد.

Maloney (۱۹۸۹) در تحقیقات خود عنوان کرد که افزایش مصرف رزین باعث بهبود خواص مکانیکی و ثبات ابعادی اوراق فشرده چوبی می‌گردد. وی همچنین عنوان کرد در صورتی که دمای مغز کیک الیاف به حد مطلوب جهت پلی‌مریزاسیون چسب اوره فرمالدئید برسد، ویژگی‌های مکانیکی تخته بهبود خواهد یافت. Suzuki و همکاران (۱۹۸۹) اثر متغیرهای وابسته بر خصوصیات تخته فیبر نیمه سنگین را بررسی کردند. ضخامت تخته‌ها ۵-۴ میلیمتر و رزین مورد استفاده شامل اوره فرمالدئید، اوره‌ملامین فرمالدئید، فنل فرمالدئید یا لیگنوسولفونات تجاری بود. مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی با افزایش مقدار رزین افزایش یافت. بخصوص هنگامی که از رزین اوره فرمالدئید و لیگنوسولفونات استفاده شد. همچنین مقدار واکنشیدگی ضخامت با افزایش مقدار مصرف رزین کاهش پیدا کرد.

هرس کردن در تنه‌های صنوبر جوان پرداختند. درختان ۹ ساله بودند و دیسکهایی از ارتفاع ۱/۵ و ۳ متر از تنه درختان تهیه شد. طول الیاف از ۰/۵۷ میلیمتر در سن ۱ سالگی تا حدود ۱ میلیمتر در سن ۹ سالگی افزایش یافت. همچنین طول الیاف کلنهای مختلف با یکدیگر تفاوت داشت.

Zobel (۱۹۹۸) عنوان کرد که بافت چوبی که در سالهای اولیه رشد (نزدیک مغز) تشکیل می‌شود، چوب جوان نام دارد و دارای ویژگیهای خاصی است و از سوی دیگر بافت چوبی که پس از گذشت چندین سال از آغاز رشد (نزدیک پوست) تشکیل می‌شود چوب بالغ نام دارد و ویژگیهای آنها متفاوت از چوب جوان است. چوب جوان نسبت به چوب بالغ دارای دانسیته پایین‌تر، الیاف کوتاه‌تر و ضخامت دیواره سلولی کمتر می‌باشد. همچنین زاویه انحراف میکروفیبریل‌ها در لایه S2 چوب جوان نسبت به چوب بالغ بیشتر است. علاوه بر اینها، میزان سلولز و همی سلولز چوب جوان نسبت به چوب بالغ کمتر و لیگنین آن بیشتر است. Zobel (۱۹۸۹) همچنین عنوان کرد که از جمله عوامل دیگر که می‌تواند روی ابعاد الیاف چوب تأثیر بگذارد، سرعت رویش و رویشگاه است.

Dix و Roffael (۱۹۹۲) خصوصیات تخته MDF ساخته شده از چوبهای جوان صنوبر را مورد بررسی قرار دادند. این محققان عنوان کردند که تخته فیبرهای ساخته شده از الیاف صنوبرهای ۱۶ ساله مقاومتهای مکانیکی بالاتر و واکنشیدگی ضخامت کمتری نسبت به تخته فیبرهای ساخته شده از صنوبرهای ۵ ساله همان کلن را دارا هستند. نتایج نشان داد که می‌توان در شرایط مناسب فرایند ساخت، از چوب صنوبر جوان تخته فیبر نیمه سنگین و با خصوصیات مقاومتی قابل قبول تولید کرد.

Laboskey و همکاران (۱۹۹۳) به مطالعه تأثیر سطوح مختلف فشار بخار داخل محفظه پالایشگر دیسک دوتایی

مواد و روشها

پس از مشاوره با کارشناسان بخش صنوبر (مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور)، نمونه‌های مورد نظر از سه کلن صنوبر ۴ ساله شامل *P.e.vernirubensis*, *P.e.costanzo*, *P.e.561.41* واقع در ایستگاه تحقیقاتی البرز تهیه گردید. به منظور اندازه‌گیری طول فیبر و قطر فیبر، از هر پایه، دیسکی از ارتفاع برابر سینه تهیه شد. از دیسکهای فوق تراشه‌ها تهیه و بر طبق روش فرانکلین آماده‌سازی شدند. سپس با استفاده از میکروسکوپ طول و قطر الیاف اندازه‌گیری شد.

عوامل متغیر: در این بررسی از سه زمان بخارزنی ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه و دو مقدار رزین ۹ و ۱۱ درصد و سه زمان پرس ۳، ۴ و ۵ دقیقه استفاده شد.

عوامل ثابت: سایر عوامل از جمله درجه حرارت بخارزنی ۱۷۰ درجه سانتیگراد، درجه حرارت پرس ۱۶۵ درجه سانتیگراد، جرم مخصوص تخته‌ها ۰/۷ گرم بر سانتیمتر مکعب، رطوبت کیک خرده چوب ۱۲ درصد و ضخامت تخته‌ها ۱۰ میلیمتر بود که برای کلیه تیمارها ثابت در نظر گرفته شد.

مراحل ساخت تخته‌های آزمایشگاهی: به منظور تهیه الیاف، نمونه‌های تهیه شده (مخلوط سه کلن به نسبت مساوی) توسط یک خردکن غلطکی از نوع Pallmann به خرده‌چوبهای مناسب تبدیل و با توجه به متغیرهای زمان بخارزنی، تحت تیمار قرار گرفتند. بعد خرده‌چوبها توسط یک پالایشگر آزمایشگاهی پالایش و الیاف آن از یکدیگر جدا شدند. آنگاه توسط یک دستگاه خشک‌کن گردان با سرعت ۳ دور در دقیقه به خشک کردن الیاف اقدام شد. رطوبت نهایی الیاف قبل از چسب‌زنی حدود ۱ درصد بود.

عمل چسب‌زنی به حالت افقی و با سرعت چرخش ۲۰ دور در دقیقه انجام گردید. محلول چسب (اوره-فرمالدئید) همراه کاتالیزور (ماده سخت کننده) به وسیله یک پیستوله با استفاده از هوای فشرده به داخل محفظه چسب‌زن پاشیده شد. برای شکل دادن کیک الیاف از یک قالب چوبی به ابعاد ۲۵ × ۳۲ × ۳۰ سانتیمتر استفاده گردید. الیاف چسب‌زنی شده برای ساخت هر تخته با استفاده از ترازو و با دقت ۱ گرم وزن شد و در داخل قالب به صورت یکنواخت پاشیده شد. ارتفاع کیک الیاف در تمامی جهات هم سطح و متعادل گردید. بعد از مرحله چسب‌زنی، به منظور کنترل رطوبت الیاف، دو نمونه رطوبتی از الیاف چسب‌زنی شده تهیه گردید. پس از تشکیل کیک الیاف و قرار دادن شابلونهای فلزی، از پرس آزمایشگاهی از نوع Burkle L100 برای فشردن الیاف و ساخت تخته‌های آزمایشگاهی استفاده شد.

پس از پایان مرحله پرس، برای رسیدن به رطوبت تعادل، تخته‌ها را به مدت ۲ هفته در شرایط کليماتيزه قرار داده و بعد بر اساس استاندارد EN از آنها نمونه‌های آزمون تهیه شد. بعد ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها شامل مدول الاستیسیته، مقاومت خمشی، مقاومت چسبندگی داخلی و واکنش‌دهی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تعیین گردید. نتایج این بررسی به وسیله آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون دانکن و به کمک تکنیک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

ویژگیهای آناتومیکی: میانگین طول فیبر و قطر فیبر سه کلن مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- میانگین طول و قطر فیبر کلن‌های صنوبر ۴ ساله

| کلن | <i>vernirubensis</i> | <i>costanzo</i> | 561.41 |
|-------------------|----------------------|-----------------|--------|
| طول فیبر (میکرون) | ۷۴۶ | ۸۰۵ | ۷۵۱ |
| قطر فیبر (میکرون) | ۲۵/۲۳ | ۲۵/۷۶ | ۲۵/۴۴ |

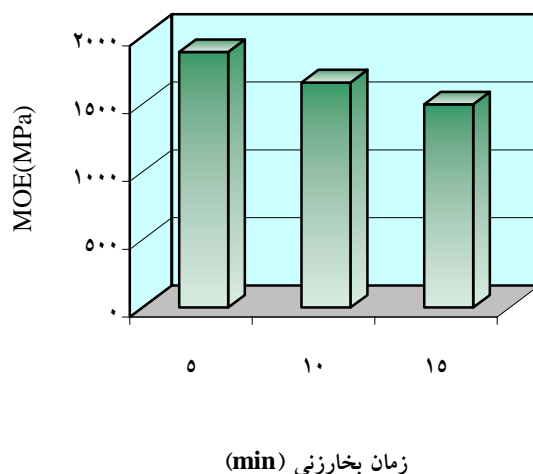
ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته فیبرها: کلیه ویژگیهای مقاومتی و پایداری ابعادی تخته‌ها در تیمارهای مختلف در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- ویژگیهای تخته فیبرهای ساخته شده از کلن‌های ۴ ساله صنوبر

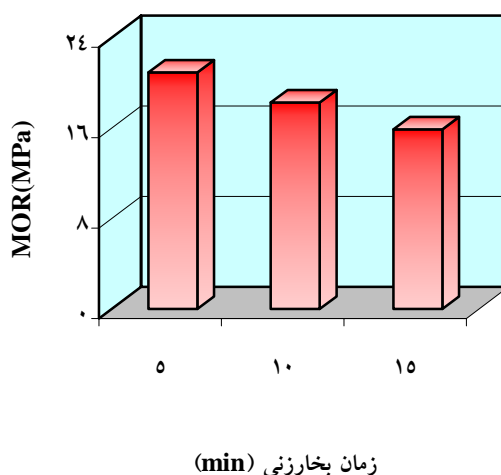
| زمان بخارزنی (min) | زمان پرس (min) | مقدار چسب (MPa) | مقاومت خمشی (MPa) | مدول الاستیسیته (MPa) | چسبندگی داخلی (MPa) | واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت (%) | واکشیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت (%) |
|--------------------|----------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| ۵ | ۳ | ۹ | ۱۹/۴۴ | ۱۸۲۸ | ۰/۲۷۹ | ۳۸/۸۷ | ۴۵/۳۷ |
| | | ۱۱ | ۲۰/۵۱ | ۲۱۷۱ | ۰/۳۴۷ | ۳۲/۰۷ | ۳۸/۳۷ |
| | ۴ | ۹ | ۱۹/۰۱ | ۱۶۰۸ | ۰/۳۶۷ | ۳۸/۴۵ | ۴۴/۴۱ |
| | | ۱۱ | ۲۵/۵۳ | ۱۹۷۳ | ۰/۵۲۸ | ۳۰/۳۶ | ۳۶/۱۳ |
| | | ۹ | ۱۹/۸۲ | ۱۸۱۷ | ۰/۴۸۱ | ۴۰/۷۵ | ۵۰/۵۶ |
| | | ۱۱ | ۲۱/۱۹ | ۱۹۱۱ | ۰/۵۵ | ۳۱/۳۳ | ۳۸/۲۹ |
| ۱۰ | ۳ | ۹ | ۱۶/۱۸ | ۱۶۰۷ | ۰/۲۴۳ | ۳۵/۳۲ | ۴۲/۴۵ |
| | | ۱۱ | ۱۹/۱۱ | ۱۷۸۶ | ۰/۳۲۴ | ۲۹/۱۷ | ۳۶/۳۷ |
| | ۴ | ۹ | ۱۷/۱۲ | ۱۵۴۸ | ۰/۱۶۷ | ۴۴/۲۱ | ۵۱/۷۵ |
| | | ۱۱ | ۲۰/۱ | ۱۷۲۳ | ۰/۳۹۵ | ۳۰/۶۷ | ۳۷/۲۸ |
| | | ۹ | ۱۵/۴ | ۱۵۱۸ | ۰/۳۲ | ۳۹/۰۱ | ۴۶/۲۴ |
| | | ۱۱ | ۲۱/۶۷ | ۱۷۷۰ | ۰/۴۸ | ۳۲/۴۶ | ۳۹/۳۲ |
| ۱۵ | ۳ | ۹ | ۱۵/۷۱ | ۱۴۸۲ | ۰/۱۷۹ | ۳۰/۸۶ | ۳۵/۹۸ |
| | | ۱۱ | ۱۷/۵۱ | ۱۵۴۴ | ۰/۲۷۷ | ۲۵/۳۸ | ۲۹/۳۶ |
| | ۴ | ۹ | ۱۳/۶۱ | ۱۳۱۹ | ۰/۲۶۷ | ۲۸/۲ | ۳۳/۶۱ |
| | | ۱۱ | ۱۶/۶۱ | ۱۵۹۵ | ۰/۳۲۵ | ۲۴/۱۴ | ۲۸/۶۰ |
| | | ۹ | ۱۵/۷۵ | ۱۴۶۰ | ۰/۳۲۳ | ۳۰/۱۶ | ۳۶/۳۶ |
| | | ۱۱ | ۱۶/۱۷ | ۱۵۸۸ | ۰/۴۱۳ | ۲۳/۶۷ | ۲۹/۱۰ |

بخارزنی بر مقاومت خمشی را نشان می‌دهد. حداکثر ویژگیهای فوق با توجه به مقدار مصرف رزین در مقدار مصرف رزین ۱۱ درصد ملاحظه شد. لازم به توضیح است که اثر زمان پرس بر ویژگیهای فوق معنی‌دار نیست.

ویژگیهای خمشی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر مستقل زمان بخارزنی بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته معنی‌دار است. همچنین اثر مستقل مقدار چسب نیز بر ویژگیهای فوق معنی‌دار است. شکل ۱ اثر زمان بخارزنی بر مدول الاستیسیته و شکل ۲ اثر زمان



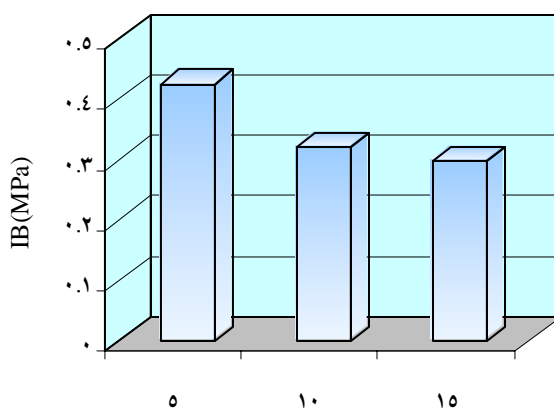
شکل ۱ - اثر زمان بخارزنی بر مدول الاستیسیته



شکل ۲ - اثر زمان بخارزنی بر مقاومت خمشی

می‌دهد. جدول ۳ گروه‌بندی دانکن اثر زمان پرس بر ویژگی فوق را نشان می‌دهد. همچنین حداکثر ویژگی فوق با توجه به مقدار مصرف رزین در مقدار مصرف چسب ۱۱ درصد مشاهده شد.

مقاومت چسبندگی داخلی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر بر مقاومت چسبندگی داخلی نشان داد که اثر مستقل زمان بخارزنی، مقدار چسب و زمان پرس بر ویژگی فوق معنی‌دار می‌باشد. شکل ۳ اثر زمان بخارزنی بر مقاومت چسبندگی داخلی را نشان



زمان بخارزنی (min)

شکل ۳ - اثر زمان بخارزنی بر مقاومت چسبندگی داخلی

جدول ۳ - گروه‌بندی دانکن اثر زمان پرس بر مقاومت چسبندگی داخلی

| زمان پرس (min) | ۳ | ۴ | ۵ |
|----------------------------|------|------|------|
| مقاومت چسبندگی داخلی (MPa) | ۰/۲۷ | ۰/۳۴ | ۰/۴۲ |
| گروه‌بندی دانکن | A | AB | B |

بخارزنی بر ویژگیهای فوق را نشان می‌دهد. حداقل ویژگیهای فوق با توجه به مقدار مصرف رزین در مقدار مصرف رزین ۱۱ درصد ملاحظه شد.

واکسیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت: فقط اثر مستقل زمان بخارزنی و مقدار چسب بر ویژگی فوق معنی‌دار است. جدولهای ۴ و ۵ گروه‌بندی دانکن اثر زمان

جدول ۴ - گروه‌بندی دانکن اثر زمان بخارزنی بر واکسیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت

| زمان بخارزنی (min) | ۵ | ۱۰ | ۱۵ |
|---------------------|------|-------|-------|
| واکسیدگی ضخامتی (%) | ۳۵/۳ | ۳۳/۸۱ | ۲۷/۰۷ |
| گروه‌بندی دانکن | A | AB | B |

جدول ۵ - گروه‌بندی دانکن اثر زمان بخارزنی بر واکنش‌دهی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت

| زمان بخارزنی (min) | ۵ | ۱۰ | ۱۵ |
|----------------------|-------|-------|-------|
| واکنش‌دهی ضخامتی (%) | ۴۲/۱۹ | ۴۰/۲۴ | ۳۲/۱۷ |
| گروه‌بندی دانکن | A | A | B |

بحث

میانگین طول و قطر فیبر کلنهای ۴ ساله صنوبر در جدول ۶ ارائه شده است. اگرچه تاکنون ابعاد الیاف کلنهای یاد شده توسط سایر محققین اندازه‌گیری نگردیده و یا در منابع ذکر نشده است. ولی مقایسه نتایج بدست آمده با نتایج سایر محققان، نشان دهنده کوتاهتر بودن طول الیاف کلنهای صنوبر در مقایسه با سایر کلنهای ذکر شده است که این امر می‌تواند ناشی از نوع کلن، سن

درخت، سرعت رویش و نوع رویشگاه باشد. این یافته توسط سایر محققان قبلاً به تأیید رسیده است (رضایی ۱۳۸۰، مهدوی ۱۳۸۱، نظرنژاد ۱۳۷۶، Deans Debl و همکاران ۲۰۰۲، Zobel ۱۹۹۸). یکی از مهمترین دلایل کوتاه بودن طول الیاف می‌تواند ناشی از سن درختان باشد (۴ ساله). در این حالت مقدار چوب جوان در این پایه‌ها زیاد می‌باشد و یکی از خصوصیات چوب جوان دارا بودن الیاف کوتاه است (مهدوی ۱۳۸۱، Zobel ۱۹۹۸).

جدول ۶- میانگین طول و قطر فیبر کلن های صنوبر ۴ ساله

| کلن | vernirubensis | costanzo | 561.41 |
|-------------------|---------------|----------|--------|
| طول فیبر (میکرون) | ۷۴۶ | ۸۰۵ | ۷۵۱ |
| قطر فیبر (میکرون) | ۲۵/۲۳ | ۲۵/۷۶ | ۲۵/۴۴ |

تخته فیبر نیمه‌سنگین یک ماده مرکب است که ویژگیهای آن تا حد زیادی متأثر از اجزاء تشکیل دهنده آن است. بنابراین با افزایش زمان بخارزنی، بدلیل اینکه الیاف به مدت بیشتری تحت شرایط فرآیندهای هیدرولیزی بوده‌اند، درجه پلیمریزاسیون سلولز و همی سلولزها کاسته شده و به همین دلیل ویژگیهای مقاومتی الیاف که رابطه مستقیم با درجه پلیمریزاسیون به خصوص سلولز دارد، کاهش یافته و در نهایت ویژگیهای خمشی تخته‌ها (مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته) و مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها کاهش یافته است. بنابراین حداکثر ویژگیهای فوق در

زمان بخارزنی ۵ دقیقه بود که با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (Okamoto و همکاران، ۱۹۹۴). از سوی دیگر با توجه به اینکه ویژگیهای آبدوستی الیاف متأثر از زنجیرهای همی سلولز می‌باشد. با افزایش زمان بخارزنی درجه پلیمریزاسیون همی سلولزها کاسته شده و با تخریب مکانهای OH، ویژگیهای آبدوستی آنها کاهش یافته است. بنابراین حداقل واکنش‌دهی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه ملاحظه شد (Okamoto و همکاران ۱۹۹۴). همچنین با افزایش مصرف چسب و ویژگیهای خمشی (مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته) و مقاومت چسبندگی داخلی

- آرین، ا. شاهباز، ح. ۱۳۸۲. بازار جهانی تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) در ایران. سال دوم، شماره ششم، بهار-۵۴-۵۰.

- انجمن کارفرمایان صنایع چوب، (۱۳۸۴). گزارش جامع. کمبود چوب مورد نیاز صنایع چوب و کاغذ کشور و لزوم رفع موانع و ممنوعیتهای واردات چوب (قسمت اول). سال چهارم، شماره ۱۵، اردیبهشت-۲۵-۲۱.

- رمضانی، ا. ۱۳۸۰. بررسی مقایسه‌ای خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و تولید خمیر کاغذ مکانیکی پراکسید قلیایی از سه گونه بومی و سریع‌الرشد صنوبر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی.

- مشیر وزیری، ه. مختومی، ع. ۱۳۷۱. صنوبر ایران پشوانه حیات جنگل و توسعه صنعت از دیدگاه بررسی آماری-سازمان جنگلها و مراتع کشور، دفتر فنی صنایع چوب.

- مهدوی، س. ۱۳۸۱. بررسی استفاده از چوب صنوبر و اکالیپتوس در تولید خمیر کاغذ روزنامه و چاپ مکانیکی، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی.

- نظرنژاد، ن. ۱۳۷۶. بررسی خصوصیات خمیر کاغذ با راندمان بالا (CMP) از دو گونه صنوبر دلتوئیدس و اروامریکن. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۳۶- پاییز - ۳۲-۳۳.

- Arian, A., Volskey, R., Zamani, M. 2007. The wood products industry in Iran. *Forest Product Journal*. Vol.57, NO.3. 6-13.

- Dean S. Debell, Ryan Singleton, costance A. Harrington, Barbara L. Gartner, 2002. Wood density and fiber length in young *Populus* stem: Relation to clone, age, growth rate, and pruning. *Wood and Fiber Science*, 34 (4).529-539.

- EN 310. 1993. Wood based panels, determination of modulus of elasticity in bending and bending strength. European Standardization Committee. Brussels.

- EN 317. 1993. Particle boards and fiber boards, determination of swelling in thickness after immersion. European Standardization Committee. Brussels.

- EN 319. 1993. Particle boards and fiber boards, determination of tensile strength perpendicular to plane of the board. European Standardization Committee. Brussels.

- Franklin, G. L. 1938. The preparation of woody tissues for microscopic. *For. Prod. Res. Lab.* { cf. also : The preparation of wood for microscopic examination. *For. Prod. Res. Lab. Lft.* 40 (1951) }

بهبود یافت. به طوری که حداکثر این ویژگیها در مقدار مصرف چسب ۱۱ درصد ملاحظه شد. با افزایش مصرف چسب، تعداد نقاط اتصال بین الیاف و همچنین اتصال کارآمد بین الیاف افزایش یافته و بدین ترتیب ویژگیهای مقاومتی تخته افزایش یافت (Laboskey و همکاران ۱۹۹۳، Maloney ۱۹۸۹، Okamoto و همکاران ۱۹۹۴). با افزایش مصرف چسب نیز مقدار واکنشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت نیز کاهش یافت به طوری که حداقل آن در مقدار مصرف چسب ۱۱ درصد ملاحظه شد. با افزایش زمان پرس مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش یافت و حداکثر آن در زمان پرس ۵ دقیقه مشاهده شد (Laboskey و همکاران ۱۹۹۳، Maloney ۱۹۸۹، Suzuki ۱۹۸۹). با افزایش زمان پرس حرارت فرصت کافی داشته است که به لایه‌های میانی تخته انتقال یافته و سبب پلیمریزاسیون چسب در لایه‌های فوق‌گردد، بدین ترتیب مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش یافته است (Maloney ۱۹۸۹). اگرچه اثر زمان پرس بر ویژگیهای خمشی تخته‌ها معنی‌دار نیست. ولی حداکثر ویژگیهای فوق در زمان پرس ۵ دقیقه ملاحظه شد. با توجه به نتایج تحقیق، تخته‌های ساخته شده در شرایط زمان بخارزنی ۵ دقیقه و زمان پرس ۵ دقیقه و مقدار مصرف چسب ۱۱ درصد دارای حداکثر ویژگیهای مقاومتی بوده و برای بهبود ثبات ابعاد تخته‌ها استفاده از تیمارهای محدود کننده رطوبت توصیه می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- آرین، ا. ۱۳۸۱. بازار جهانی تخته فیبر نیمه سنگین (MDF). سال اول، شماره چهارم، پاییز-۶۴-۶۰.

- Roffael, E., Dix, Khoo. 1992. Medium Density Fiberboard from young poplar (*P.trichocarpa*) of different properties. Holz forschung J. 46 (2). 163-170.
- Suzuki. M., Kato, T. 1989. Influence of dependent variables on the properties of MDF. Mokuzai-Gakkaishi-Journal of the Japan Wood Research Society. 35: 1, 8-13; 3ref.
- Zobel, B.G. 1998. Juvenile wood in forest trees. Springer series in wood science.
- . Laboskey, P., Yobp, R. Janowiak, J. Blanken-Horn, P. R. 1993. Effect of steam pressure refining and resin level on the properties of UF-Bonded red maple MDF.
- .Maloney, T. M. 1989. Modern particle board and dry-process fiber board manufacturing, Miller Freeman Publications, San Francisco, CA.
- Okamoto, H., Sano, S., Kawai, S., Okamoto, T., Sasaki, H. 1994. Production of dimensionally stable MDF by use of high-pressure steam pressing. Journal of the Japan Wood Research Society. 40 (4). 380-389.

The effects of steaming time, press time and resin content on MDF properties

Habibi, M.R.^{1*}, Hosseinkhani, H.², Mahdavi, S.³ and Golbabaee, F.²

1*- Corresponding author, MSc., Wood and Paper Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, P.O.Box 13185-116, Tehran, Iran,

E-mail:habibi@rifr-ac.ir

2- MSc., Wood and Paper Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands

3- Ph.D., Wood and Paper Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands

Received: Jun. 2009

Accepted: Jan, 2010

Abstract

In this study Medium Density Fiberboard was produced from 4 year old Poplar clones (*P.e. costanzo*, *P.e. 564.41*, *P.e. vernirubensis*). Fibers length of *P.e. costanzo*, *P.e. 564.41*, *P.e. vernirubensis* were measured 805, 751 and 764 micron respectively. Also fibers diameter of these clones were determined 25.76, 25.44, 25.23 micron respectively. Three steaming times (5, 10, 15 minutes) were used for fibers preparation. Also three press times (3, 4, 5 minutes) and two resin contents (9%, 11%) were applied for MDF production. Thus physical and mechanical properties of boards such as MOE, MOR, IB and Thickness Swelling after 2 and 24 hours were investigated. The physical and mechanical properties of boards were tested in based on EN standard. The measurements of bending properties and IB of MDF revealed that increasing steaming time caused to decrease MOE, MOR and IB. The highest of MOE, MOR and IB were obtained in 5 minutes steaming time. Also the lowest values of Thickness Swelling after 2 and 24 hours were obtained in 15 minutes steaming time. The influence of press time on bending properties was not significant. The highest of IB was obtained in 5 minutes press time. As expected, boards demonstrated better properties at higher resin content.

Key words: Poplar, Fiberboard, Press time, Resin