

تأثیر سن بهره‌برداری کلن‌های صنوبر و شرایط ساخت بر ویژگیهای تخته فیبر نیمه سنگین (MDF)

مسعودرضا حبیبی^{۱*}، حسین حسین‌خانی^۱ و سعید مهدوی^۲

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

۲- استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۸۶

تاریخ دریافت: آذرماه ۱۳۸۶

چکیده

در این تحقیق با استفاده از سه کلن صنوبر (*P.e.vernirubensis*, *P.e.costanzo*, *P.e.561.41*) در دو سن ۴ و ۱۲ سالگی در سه زمان بخارزنی (۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه) و سه زمان پرس (۳، ۴ و ۵ دقیقه) و دو مقدار رزین (۹ و ۱۱ درصد) نسبت به ساخت تخته فیبر نیمه سنگین اقدام شد. میانگین طول و قطر الیاف کلنهای ۴ و ۱۲ ساله (*P.e.vernirubensis*, *P.e.costanzo*, *P.e.561.41*) به ترتیب ۷۵۱، ۲۵/۴۴ و ۸۰۵، ۲۵/۷۶، ۷۴۶، ۲۵/۲۳ و ۸۹۹، ۲۶/۸۳ و ۹۹۵، ۲۹/۲۳ و ۹۰۲، ۳۱/۶۲ میکرون تعیین شد. مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، مقاومت چسبندگی داخلی و مقدار واکنشیدگی ضخامتی تخته‌ها پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری بر اساس استاندارد DIN تعیین شد.

به طور کلی افزایش زمان بخارزنی سبب کاهش ویژگیهای خمشی و مقاومت چسبندگی داخلی تخته فیبرها شده است. همچنین با افزایش زمان پرس، مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها بهبود یافته است. افزایش مصرف چسب سبب بهبود کلیه ویژگیهای مقاومتی تخته فیبرها شده است. حداقل مقدار واکنشیدگی ضخامتی نیز در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه ملاحظه شد. این امر ناشی از کاهش خواص آبدوستی الیاف بوده است. ویژگیهای خمشی و مقاومت چسبندگی داخلی تخته فیبرهای ساخته شده از کلنهای ۴ ساله و ۱۲ ساله با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. تأثیر سن بهره‌برداری فقط بر مقدار واکنشیدگی ضخامتی معنی‌دار بوده، به طوری که تخته فیبرهای تهیه شده از کلنهای ۴ ساله نسبت به ۱۲ ساله از مقدار واکنشیدگی ضخامتی کمتری برخوردار بودند.

واژه های کلیدی: صنوبر، تخته فیبر، الیاف، چسب، کلن، بخارزنی

مقدمه

تأمین نیاز داخلی و اشتغال، بتوان با صادرات محصولات

فوق، سبب ارزآوری برای کشور گردید.

یکی از این محصولات، تخته فیبر نیمه سنگین (MDF)^۱ است. تولید این محصول تقریباً با استفاده از تمامی مواد اولیه چوبی و انواع مواد لیگنوسلولزی و حتی چندین نوع گیاه یکساله امکان پذیر است. البته می‌توان با کنترل چند نوع ماده اولیه فیبری و تهیه یک ماده همگن، محصولی با کیفیت و خصوصیات عالی تولید کرد. در این سیر ماده اولیه با کیفیت و قیمت نازل به محصولی

افزایش روزافزون مصرف فرآورده‌های چوب و کاغذ در کشور که با رشد جمعیت، تغییر الگوی مصرف و گسترش تقاضا همراه می‌باشد، مدیریتی نوین با نگرش چند سویه را به منظور چگونگی تأمین مواد اولیه طلب می‌کند تا ضمن کاهش فشار به جنگلهای محدود کشور، با حداقل بهره‌برداری از این منابع محدود، حفظ آن برای نسل کنونی و آینده میسر بوده و از سوی دیگر با تولید محصولاتی با ارزش افزوده بالا و با کیفیت، علاوه بر

کشور در سال ۱۳۸۵ بالغ بر ۲۰۰۰۰۰ متر مکعب پیش بینی شده است [۲]. بنابراین به منظور رفع نیاز و اجتناب از واردات، در آینده نزدیک شاهد راه‌اندازی واحدهای تولیدی جدید خواهیم بود.

با توجه به سیاستهای اتخاذ شده از سوی سازمان جنگلها در زمینه حفظ و صیانت از جنگلهای شمال کشور، میزان نشانه‌گذاری و برداشت چوب در سالهای گذشته، سیر نزولی داشته و هر سال نسبت به سال قبل کاهش محسوسی یافته است. به استناد آمار موجود در ده سال اخیر، برداشت چوب از جنگل ۵۰ درصد کاهش داشته و برداشت سالیانه دو میلیون متر مکعب به ۹۸۵۰۰۰ متر مکعب در سال ۸۲ کاهش یافته است که به گفته مسئولین ذیربط در سال ۱۳۸۳ با ۲۵ درصد کاهش نیز همراه بوده است [۳]. بنابراین دورنمای بهره برداری از جنگلهای شمال در زمینه تأمین چوب مورد نیاز صنایع کشور بسیار نگران کننده خواهد بود. طبق برآوردهای انجام شده، در سال ۱۳۸۵ صنایع چوب و کاغذ کشور با کمبود بیش از ۴۸ درصد نیازشان در زمینه تأمین ماده اولیه روبرو هستند. لذا برای تأمین ماده اولیه کارخانجات یاد شده باید به دنبال منابع دیگری بود. از جمله این منابع می‌توان به درختان سریع‌الرشد صنوبر اشاره نمود. سطح زیر کشت صنوبرها در کشور در حدود ۱۵۰۰۰۰ هکتار میباشد. رویش سالانه چوب در صنوبرکارها به روش سنتی ۱۵-۱۰ متر مکعب در هر هکتار و با روش علمی و با ارقام مرغوب ۳۰-۲۵ متر مکعب در هر هکتار و موجودی آن حدود ۲۳۲۲۰۰۰۰ متر مکعب می‌باشد [۹].

اهمیت ویژگی صنوبر به عنوان گونه مرغوب برای زراعت چوب، عبارت از این است که صنوبرها از نظر اکولوژیکی بسیار کم‌نیاز هستند و می‌توان آنها را در غالب اقلیمها کاشت. صنوبرها غالباً درختان اجتماعی هستند و کاشت آنها در کنار هم امکان‌پذیر است و از برخی گونه و وارسته‌های آن می‌توان قلمستانهای خاص و

مرغوب و با ارزش تبدیل می‌شود. به سبب خصوصیات فیزیکی خوب و قابلیت مطلوب در ماشین‌کاری، MDF کاربردهای بیشماری دارد. MDF با ضخامتهای کم، جانشینی برای محصولات لایه‌ای و تخته خرده چوب و فیبر سخت در کاربردهای داخل ساختمان است و به واسطه عدم معایب طبیعی که معمولاً در چوب ماسیو وجود دارد و قابلیت تولید در ابعاد بزرگ، در صنایع مبلمان، بیشترین مصرف را داشته و حتی باصرفه‌تر از چوب می‌باشد. MDF کاربردهای چوب ماسیو و تخته لایه را همزمان با قیمت پایین و قابل رقابت و خصوصیات فنی قابل توجه را داراست. به طوری که تقریباً نیمی از کل تولیدات MDF بعنوان جایگزین چوب و محصولات صفحه‌ای در صنایع مبلمان مصرف می‌شود. MDF نوعاً در کابینت، درب و پنجره‌سازی، کتو، رویه میز و دیگر محصولات چوبی مورد استفاده قرار می‌گیرد و اخیراً نوع قالب کاری شده آن موفقیت قابل توجهی بدست آورده است. بیشترین MDF های تولید شده در اروپا و آمریکا بر اساس استاندارد محصولات صفحه‌ای مورد استفاده در صنایع مبلمان، قالب کاری و قطعات پیش ساخته با ضخامت بالای ۱۲ میلیمتر مصرف می‌شوند. در ژاپن و بازار آسیا MDF به عنوان جانشین فیبر سخت و تخته لایه با ضخامتهای پایین بین ۳ تا ۶ میلیمتر کاربرد دارد [۱].

با توجه به ویژگیهای منحصر به فرد این محصول، تولید آن در جهان طی سالهای گذشته به سرعت افزایش یافته است. به طوری که در سال ۱۹۹۳ سهم MDF از بازار محصولات صفحه‌ای چوبی تنها ۶ درصد و در حدود ۷/۵ میلیون متر مکعب بوده است که در سال ۲۰۰۱، میزان تولید به ۱۹ میلیون متر مکعب افزایش یافته است [۱]. بررسیها نشان داده است که میزان مصرف MDF کشور از سال ۱۳۷۵ تا پایان سال ۱۳۸۰ سیر صعودی داشته است و میزان مصرف بالغ بر ۴۰۰ برابر افزایش یافته است. به طوری که میزان مصرف MDF در

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 [۱۰].

Dean S. DeaBell و همکاران (۲۰۰۲) به مطالعه دانسیته چوب، طول الیاف در ارتباط با کلن، سن، سرعت رشد و هرس کردن در تنه های 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 [۱۳].

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 (*P. deltoeides*). نامبرده عنوان کرد طول الیاف با افزایش سن درخت افزایش یافته است. همچنین میزان جوان چوبی 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 [۱۱].

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 داشته و ویژگیهای آنها متفاوت از چوب جوان است. چوب جوان نسبت به چوب بالغ دارای دانسیته پایین تر، الیاف

انبوه تهیه کرد. چوب صنوبرها سفید بوده و به راحتی پوست کنی می‌شود.

با توجه به مطالب یاد شده، بخش تحقیقات صنوبر مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور به منظور معرفی کلن های موفق صنوبر جهت تامین چوب در دوره های بهره برداری کوتاه مدت، طرحهای تحقیقاتی متعددی را تهیه و اجرا نموده است که از جمله کلن های موفق می‌توان به کلنهای *P.e.vernirubensis*, *P.e.costanzo* اشاره نمود [۸].

بخش تحقیقات علوم چوب و کاغذ مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور نیز برخی از تحقیقات خود را بر کلنهای موفق صنوبر متمرکز نموده تا با بررسی ویژگیهای آنها، کاربرد مناسبی برای آنها تعیین نماید.

با توجه به اینکه کیفیت تخته فیبر نیمه سنگین متأثر از شرایط تیمار الیاف و همچنین شرایط ساخت تخته است، لذا این مهم سبب گردید تا در شرایط مختلف ساخت و همچنین شرایط مختلف تیمار الیاف، نسبت به ساخت تخته MDF اقدام شد و سرانجام ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته ها مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی تأثیر سن کلن ها بر ویژگیهای تخته MDF، از همان کلن ها با سن ۱۲ سال نیز تخته ساخته شد و بدین ترتیب اثر سن کلن ها نیز بر ویژگیهای تخته ها بررسی شد.

در زیر به بعضی از تحقیقات صورت پذیرفته اشاره شده است.

رضائی (۱۳۸۰) در قالب پایان نامه 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 [۷].

را ناشی از بالاتر بودن مدول الاستیسیته عرضی الیاف چوب جوان نسبت به چوب بالغ عنوان کردند. آنها همچنین عنوان کردند که ویژگیهای تخته فیبر (MDF) متأثر از سه پارامتر، شامل خواص فیزیکی و مکانیکی الیاف، انتقال تنش از فیبرها به یکدیگر و جهت یابی الیاف است [۱۶].

حیبی و همکاران (۱۳۸۱) در تحقیقی تحت عنوان تأثیر ویژگیهای الیاف باگاس بر کیفیت تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) عنوان کردند که با افزایش زمان بخارزنی و درجه حرارت بخارزنی ویژگیهای مقاومتی الیاف کاهش یافته و ویژگیهای آبدوستی آنها بهبود می یابد [۵].

حیبی و همکاران (۱۳۸۲) در تحقیقی دیگر تحت عنوان بررسی تأثیر مقدار رزین در زمان پرس بر کیفیت تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) عنوان کردند اثر افزایش رزین و زمان پرس بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته ها معنی دار بوده است. به طوری که در تحقیق فوق حداکثر ویژگیهای مقاومتی تخته ها در مقدار رزین ۱۱ درصد و زمان پرس ۶ دقیقه بدست آمد. همچنین در شرایط فوق تخته ها دارای حداقل خواص جذب آب بودند [۶].

Short و همکاران (۱۹۷۸) ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته فیبرهای ساخته شده از، الف (خرده چوبهای کاملاً مرطوب و ب) خرده چوبهای با رطوبت تا ۵۰٪ را اندازه گیری کردند. MDF از مخلوط کاج تدا و پهن برگان ساخته شده بود. در مورد ب، تخته های پهن برگان مقاومت چسبندگی داخلی بهتری را نشان دادند و مقادیر مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی، جذب آب و واکنشیدگی ضخامتی در مورد تخته های ب نسبت به تخته های الف افزایش نشان دادند، ولی انبساط خطی و مدول الاستیسیته کاهش داشتند. جداسازی الیاف تحت فشار خرده چوبهای ب، الیاف بهتری نسبت به الف برای پهن برگان و سوزنی برگان نشان داد و در نتیجه این که خرده چوبهای خشک کاج تدا که الیاف آنها تحت فشار

کوتاهتر، ضخامت دیواره سلولی کمتر می باشد. همچنین زاویه انحراف میکروفیبریل ها 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 می تواند روی ابعاد الیاف چوب تأثیر بگذارد، سرعت رویش و رویشگاه است [۲۳].

Todd F. Shupe (۱۹۹۹) و همکاران اثر روش جنگل داری و نوع چوب (درون چوب و برون چوب) بر ویژگیهای تخته فیبر نیمه سنگین و تخته خرده چوب ساخته شده از چوب کاج تدا را بررسی کردند. تخته فیبرها و تخته خرده چوبها از چوب درون (چوب جوان) و چوب برون (چوب بالغ) بطور جداگانه ساخته شدند. محققان عنوان کردند که واکنشیدگی ضخامتی و جذب آب فراورده های مرکب ساخته شده از درون چوب (چوب جوان) نسبت به برون چوب (چوب بالغ) کمتر بود. همچنین ویژگیهای خمشی (MOR & MOE) و IB فراورده های مرکب ساخته شده از درون چوب و برون چوب با یکدیگر قابل مقایسه و اختلاف بین آنها اندک بود. اگر چه مقدار MOR تخته فیبر نیمه سنگین ساخته شده از درون چوب تا حدودی از MOR تخته فیبر نیمه سنگین ساخته شده از برون چوب بیشتر بود. به طور کلی اختلاف بین ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته فیبرهای ساخته شده از درون چوب و برون چوب جزئی بود [۲۲].

Les Groom و همکاران (۱۹۹۹) به مطالعه رابطه بین ویژگیهای الیاف و تخته فیبر ساخته شده از آن پرداختند. نامبردگان جهت ساخت تخته فیبر، از چوب جوان و چوب بالغ کاج تدا استفاده کردند. نسبت اختلاط چوب جوان و چوب بالغ به ترتیب عبارتند از (۰-۱۰۰، ۲۵-۷۵، ۵۰-۵۰، ۷۵-۲۵ و ۱۰۰-۰) بود. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش چوب جوان، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته MDF بهبود یافت. محققان علت این امر

MDF و همچنین اثرات تیمار بخار زنی بر روی ترکیبات شیمیایی تخته های MDF را بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که با افزایش زمان بخار زنی و همچنین افزایش فشار بخار زنی ثبات ابعادی تخته MDF بهبود می یابد و خصوصیات مکانیکی تخته MDF کاهش می یابد. همچنین در زمان بخار زنی طولانی‌تر و فشار بخار بالاتر، کاهش در همی سلولزها و آلفا سلولز مشاهده شده است. در صورتی که ترکیبات لیگنین تغییر زیادی نمی یابد. بهترین شرایط تزریق بخار تحت فشار را در دامنه ۹۰ - ۶۰ ثانیه در فشار بخار ۱۱ Kgf/cm² و یا ۱۸۰ - ۹۰ ثانیه در فشار بخار زنی ۶ Kgf/cm² تشخیص داده اند [۱۸].

Maloney (۱۹۸۹) در تحقیقات خود عنوان کرد که افزایش مصرف رزین باعث بهبود خواص مکانیکی و ثبات ابعاد اوراق فشرده چوبی می‌گردد. وی همچنین عنوان کرد در صورتی که درجه حرارت مغز کیک الیاف به حد مطلوب جهت پلی‌مریزاسیون چسب اوره فرمالدئید برسد، ویژگی‌های خمشی و چسبندگی داخلی این گونه محصولات بهبود خواهد یافت [۱۷].

Suzuki و همکاران (۱۹۸۹) اثر متغیرهای وابسته بر خصوصیات تخته فیبر نیمه سنگین را بررسی کردند. ضخامت تخته‌ها ۴-۵ میلیمتر و رزین مورد استفاده عبارت از اوره فرمالدئید، اوره ملامین فرم‌آلدئید، فنل فرمالدئید یا لیگنوسولفونات تجاری بود. مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی با افزایش مقدار رزین، افزایش پیدا کرد. به خصوص هنگامی که از رزین اوره فرمالدئید و لیگنوسولفونات استفاده شد. همچنین مقدار واکنشیدگی ضخامتی با افزایش مقدار مصرف رزین کاهش پیدا کرد [۲۱].

مواد و روشها

پس از هماهنگی با بخش صنوبر مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، نمونه های مورد نظر از سه کلن فوق صنوبر شامل *P.e.vernirubensis*, *P.e.costanzo*,

جدا شدند، تخته MDF بهبود یافته ای را نشان دادند [۲۰].

Roffael و همکاران (۱۹۹۲) خصوصیات تخته MDF ساخته شده از چوبهای جوان صنوبر را مورد بررسی قرار دادند. این محققان عنوان کردند که تخته قیبر های ساخته شده از صنوبرهای ۱۶ ساله مقاومتهای مکانیکی بالاتر و واکنشیدگی ضخامتی کمتری نسبت به تخته فیبرهای ساخته شده از صنوبرهای ۵ ساله همان کلن را دارا هستند. نتایج نشان می دهد که می توان در شرایط مناسب فرایند ساخت، از چوب صنوبر جوان تخته فیبر با دانسیته متوسط و با خصوصیات مقاومتی قابل قبول تولید کرد [۱۹].

Laboskey و همکاران (۱۹۹۳) به مطالعه تأثیر سطوح مختلف فشار بخار داخل محفظه پالایشگر دیسک دو تایی (۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ psi) و درصد های مختلف رزین اوره فرم‌الدئید (۱۲، ۱۰، ۸، ۶) بر روی مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی، جذب آب و واکنشیدگی ضخامتی در تخته فیبر با دانسیته متوسط حاصل از (*Acer rubrum*) پرداختند و به این نتیجه رسیدند که افزایش فشار بخار محفظه پالایشگر اثر قابل توجهی بر مقاومت تخته MDF و خصوصیات ثبات ابعادی تخته نداشت، در صورتی که مقدار رزین تخته اثر قابل توجهی بر روی همه خصوصیات تخته داشت. به طوری که افزایش رزین UF از ۶ به ۱۲ درصد، ۱۷۴ درصد افزایش مقاومت چسبندگی داخلی، ۶۸ درصد افزایش مدول گسیختگی و ۴۰ درصد افزایش مدول الاستیسیته را نتیجه داد. آنها همچنین نتیجه گرفتند که فاکتور مهم دیگری به غیر از رزین بر روی خصوصیات تخته MDF تأثیر می‌گذارد و آن مقدار رطوبت خرده چوب در طی جداسازی الیاف می باشد [۱۵].

Okamoto و همکاران (۱۹۹۴) اثر بخار فشار بالا را بر روی خصوصیات مکانیکی و فیزیکی تخته های

استفاده از هوای فشرده به داخل محفظه چسب زن پاشیده شد. برای شکل دادن کیک الیاف از یک قالب چوبی به ابعاد $25 \times 32 \times 30$ سانتیمتر استفاده گردید. الیاف چسب زنی 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 چسب زنی، به منظور کنترل رطوبت الیاف، دو نمونه رطوبتی از الیاف چسب زنی 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 تخته های آزمایشگاهی استفاده شد.

پس از پایان مرحله پرس، برای رسیدن به رطوبت تعادل، تخته ها را به مدت ۲ هفته در محیط آزمایشگاه قرار داده و سپس بر اساس استاندارد 68754-DIN از آنها نمونه های آزموننی تهیه شد. بعد ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته ها شامل مدول الاستیسیته، مقاومت خمشی، مقاومت چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری 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 ۴ و ۱۲ ساله در جدولهای ۱ و ۲ ارائه شده است.

P.e.561.41 در سنین ۴ و ۱۲ سالگی واقع در ایستگاه تحقیقاتی البرز تهیه گردید. به منظور اندازه گیری طول فیبر و قطر فیبر از هر پایه دیسکی از ارتفاع برابر سینه تهیه شد. از دیسکهای فوق تراشه ها تهیه و بر طبق روش فرانکلین آماده سازی شدند. سپس با استفاده از میکروسکوپ طول و قطر الیاف اندازه گیری شد.

عوامل متغیر: در این بررسی از کلن های ۴ ساله و ۱۲ ساله صنوبر به صورت جداگانه استفاده شد (۳ کلن به صورت مخلوط). همچنین 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 پرس ۱۶۵ درجه سانتیگراد، جرم مخصوص تخته ها 0.7 گرم بر سانتیمتر مکعب، رطوبت کیک خرده چوب ۱۲ درصد و ضخامت تخته ها ۱۰ میلیمتر، برای کلیه تیمارها ثابت در نظر گرفته شده است.

مراحل ساخت تخته های آزمایشگاهی: به منظور تهیه الیاف، نمونه های تهیه شده توسط یک خردکن غلطکی از نوع Pallmann به خرده چوبهای مناسب تبدیل (۴ ساله و ۱۲ ساله بطور جداگانه) و با توجه به متغیرهای زمان بخارزنی، تحت تیمار قرار گرفتند. سپس خرده چوبها توسط یک پالایشگر آزمایشگاهی پالایش و الیاف آن از یکدیگر جدا شدند. آنگاه توسط یک دستگاه خشک کن گردان با سرعت ۳ دور در دقیقه به خشک کردن الیاف اقدام شد. رطوبت نهایی الیاف قبل از چسب زنی حدود ۱ درصد بود.

عمل چسب زنی به حالت افقی و با سرعت چرخش ۲۰ دور در دقیقه انجام گردید. محلول چسب همراه کاتالیزور (ماده سخت کننده) به وسیله یک پیستوله با

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

جدول ۲- میانگین طول و قطر فیبر کلن‌های صنوبر ۱۲ ساله

کلن	<i>vernirubensis</i>	<i>costanzo</i>	561.41
طول فیبر (میکرون)	۹۰۲	۹۹۵	۸۹۹
قطر فیبر (میکرون)	۳۱/۶۲	۲۹/۲۳	۲۶/۸۳

ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته فیبرها: کلیه ویژگی‌های مقاومتی و پایداری ابعادی تخته‌ها در تیمارهای مختلف در جدول‌های ۳ و ۴ ارائه شده است.

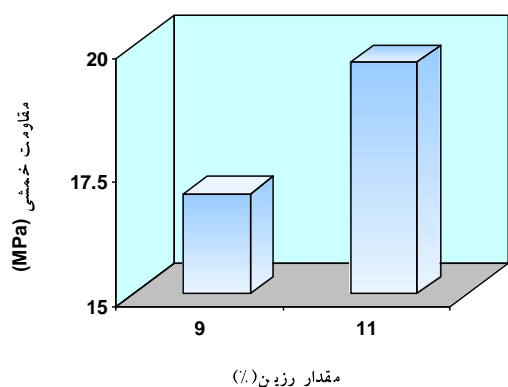
جدول ۳- ویژگی‌های تخته فیبرهای ساخته شده از کلن‌های ۴ ساله صنوبر

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
	۵	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
	۵	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
	۵	۹	۱۵/۷۵	۱۴۶۰	۰/۳۲۳	۳۰/۱۶	۳۶/۳۶
		۱۱	۱۶/۱۷	۱۵۸۸	۰/۴۱۳	۲۳/۶۷	۲۹/۱۰

جدول ۴- ویژگیهای تخته فیبرهای ساخته شده از کلن های ۱۲ 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	۱۸/۵	۱۷۴۸	۰/۲۷۱	۴۰/۱۸	۴۵/۲۳
		۱۱	۲۱/۰۱	۱۸۱۰	۰/۳۵۳	۳۵/۲۴	۴۰/۴۳
	۴	۹	۲۱/۷۶	۲۰۱۵	۰/۳۳۸	۴۱/۹۱	۴۵/۰۴
		۱۱	۱۹/۳۶	۱۸۶۰	۰/۵۵۴	۳۱/۰۶	۳۷/۳۳
	۵	۹	۱۸/۹۴	۱۷۹۹	۰/۴۵۸	۴۰/۰۸	۴۵/۷۷
		۱۱	۲۳/۷۸	۲۰۲۰	۰/۵۷۱	۳۱/۳۸	۳۴/۹۴
۱۰	۳	۹	۱۵/۰۶	۱۴۴۲	۰/۲۳۷	۴۴/۷	۵۰/۵۶
		۱۱	۱۷/۹۵	۱۶۸۲	۰/۳۱۵	۳۱/۴۷	۳۶/۱۵
	۴	۹	۱۶/۸۶	۱۷۰۵	۰/۲۶۵	۴۳/۳۶	۴۸/۹۴
		۱۱	۱۹/۶۷	۱۸۲۵	۰/۳۸۶	۳۶/۶۳	۴۱/۵۳
	۵	۹	۱۶/۹۱	۱۵۹۰	۰/۳۴	۳۴/۰۷	۳۸/۶۷
		۱۱	۱۹/۲	۱۸۳۴	۰/۴۳۵	۳۰/۶۵	۳۴/۳۴
۱۵	۳	۹	۱۵/۱۵	۱۴۹۶	۰/۱۹۲	۳۵/۰۶	۳۹/۰۷
		۱۱	۱۵/۹	۱۴۷۴	۰/۲۷	۲۹/۱۸	۳۲/۶۶
	۴	۹	۱۴/۱۶	۱۳۶۰	۰/۲۵۵	۳۳/۷۹	۳۸/۴۶
		۱۱	۱۷/۴۱	۱۷۰۷	۰/۳۳۵	۲۶/۵۱	۳۲/۸
	۵	۹	۱۶/۰۳	۱۵۴۰	۰/۳	۳۳/۹۹	۳۵/۳۵
		۱۱	۱۷/۱۴	۱۶۶۰	۰/۴۱	۲۵/۳۶	۳۰/۹۶

چه اثر زمان پرس بر ویژگی فوق معنی دار نبود، ولی حداکثر ویژگی فوق در زمان پرس ۵ دقیقه ملاحظه شد.

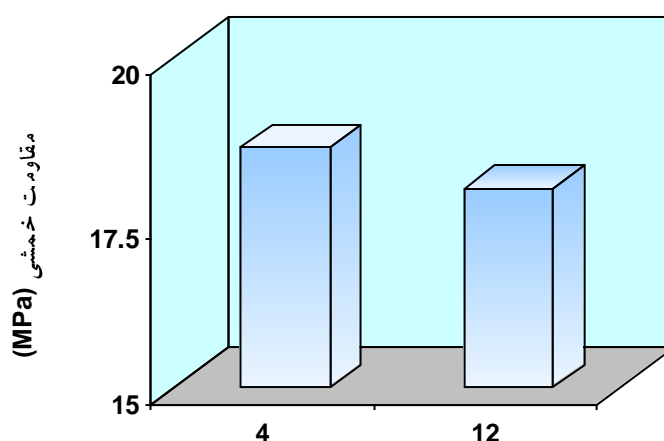


شکل ۱- اثر مقدار رزین بر مقاومت خمشی تخته فیبر

مقاومت خمشی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر مستقل زمان بخارزنی و مقدار رزین بر مقاومت خمشی در سطح ۱ درصد به لحاظ آماری معنی دار می‌باشد ($CV=9/07$). شکل ۱ اثر مقدار رزین بر مقاومت خمشی را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از مقایسه میانگینها در زمانهای مختلف بخارزنی بر طبق آزمون دانکن در جدول ۵ ارائه شده است. لازم به توضیح است که اثر سایر متغیرها از جمله سن کلن ها و زمان پرس بر ویژگی فوق معنی دار نیست. میانگین مقاومت خمشی تخته فیبرهای ساخته شده از کلنهای ۴ و ۱۲ ساله به ترتیب ۱۸/۶۴ و ۱۸/۰۱ مگاپاسکال بدست آمد (شکل ۲). اگر

جدول ۵- گروه بندی دانکن در رابطه با اثر زمان بخارزنی بر مقاومت خمشی

گروه بندی بر طبق دانکن	مقاومت خمشی (MPa)	زمان بخارزنی (min)
A	۲۰/۹۴	۵
B	۱۸/۱۶	۱۰
C	۱۵/۹۳	۱۵

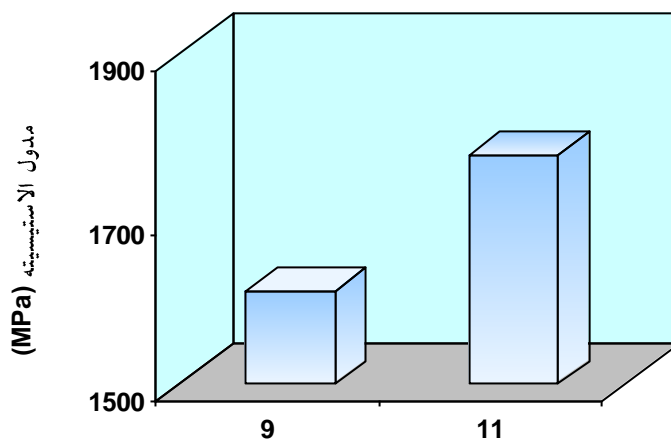


سن کلن صنوبر (سال)

شکل ۲- اثر سن کلن ها بر مقاومت خمشی تخته فیبر

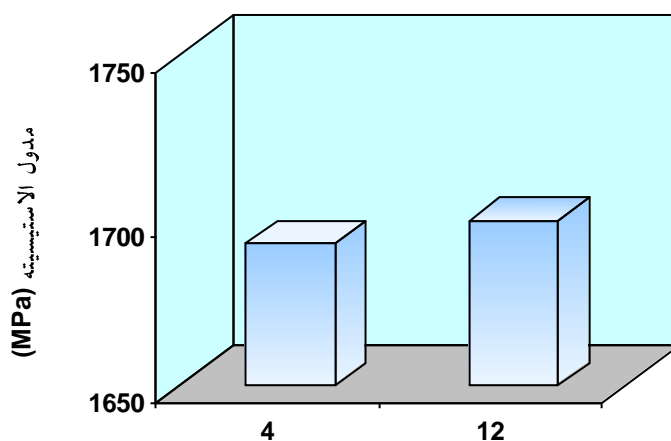
بر مدول الاستیسیته را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از مقایسه میانگینها در زمانهای مختلف بخارزنی بر طبق آزمون دانکن در جدول ۶ ارائه شده است. میانگین مدول الاستیسیته تخته فیبرهای ساخته شده از کلن های ۴ و ۱۲ ساله به ترتیب ۱۶۹۳ و ۱۷۰۰ مگاپاسکال بوده است.

مدول الاستیسیته: اثر مستقل زمان بخارزنی و مقدار رزین بر مدول الاستیسیته در سطح ۱ درصد به لحاظ آماری معنی دار است ($CV=7/49$). اثر سن کلن ها و همچنین زمان پرس بر ویژگی فوق معنی دار نیست و حداکثر مدول الاستیسیته در زمان پرس ۵ دقیقه ملاحظه شد. شکل ۳ و ۴ به ترتیب اثر مقدار رزین و سن کلن ها



مقدار رزین (%)

شکل ۳ - اثر مقدار رزین بر مدول الاستیسیته تخته فیبر



سن کلن صنوبر (سال)

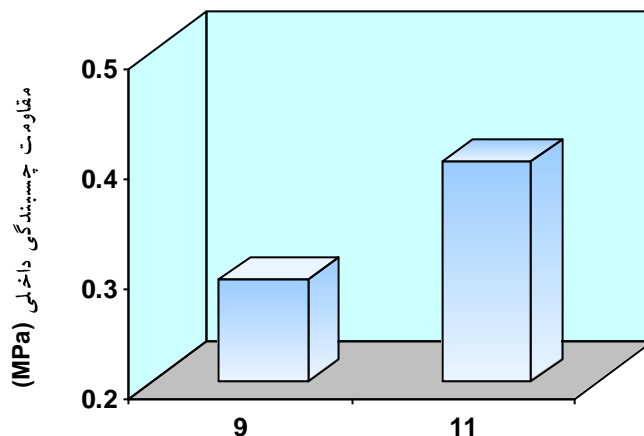
شکل ۴ - اثر سن کلن ها بر مدول الاستیسیته تخته فیبر

جدول ۶ - گروه بندی دانکن در رابطه با اثر زمان بخارزنی بر مدول الاستیسیته

گروه بندی بر طبق دانکن	مدول الاستیسیته (MPa)	زمان بخارزنی (min)
A	۱۸۸۰	۵
B	۱۶۸۹	۱۰
C	۱۵۱۸	۱۵

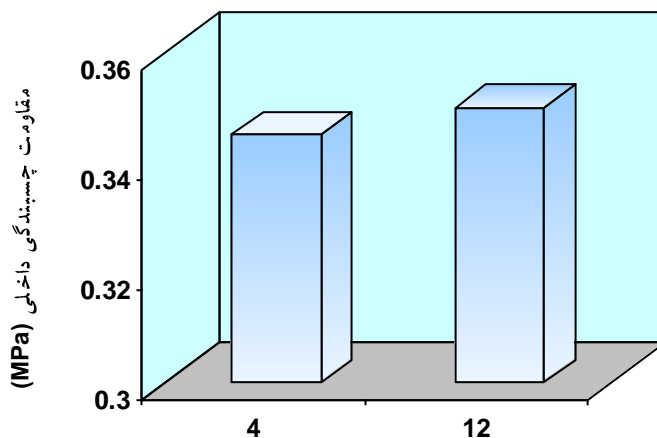
مقدار رزین و سن کلن ها بر مقاومت چسبندگی داخلی را نشان می‌دهد. جدولهای ۷ و ۸ به ترتیب نتایج حاصل از مقایسه میانگینهای مقاومت چسبندگی داخلی در درجه حرارت‌های مختلف بخارزنی و زمانهای مختلف پرس را ارائه می‌کند.

مقاومت چسبندگی داخلی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر مستقل درجه حرارت بخارزنی، زمان پرس و مقدار رزین بر ویژگی فوق معنی دار است (CV=۲۱/۹۷). اثر سن کلنها بر مقاومت چسبندگی داخلی معنی دار نیست. شکل‌های ۵ و ۶ به ترتیب اثر



مقدار رزین (%)

شکل ۵ - اثر مقدار رزین بر مقاومت چسبندگی داخلی



سن کلن صنوبر (سال)

شکل ۶ - اثر سن کلن ها بر مقاومت چسبندگی داخلی

جدول ۷- گروه بندی دانکن در رابطه با اثر زمان بخارزنی بر مقاومت چسبندگی داخلی

گروه بندی بر طبق دانکن	مقاومت چسبندگی داخلی (MPa)	زمان بخارزنی (min)
A	۰/۴۲۳	۵
B	۰/۳۲۱	۱۰
B	۰/۲۹۵	۱۵

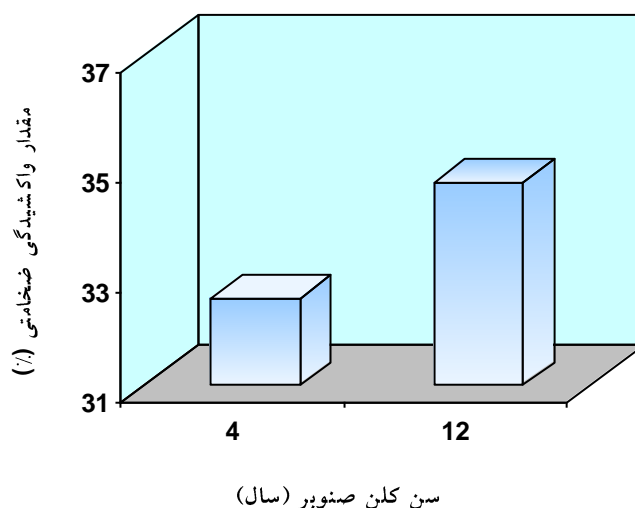
جدول ۸- گروه بندی دانکن در رابطه با اثر زمان پرس بر مقاومت چسبندگی داخلی

گروه بندی بر طبق دانکن	مقاومت چسبندگی داخلی (MPa)	زمان پرس (min)
C	۰/۲۷۳	۳
B	۰/۳۴۷	۴
A	۰/۴۱۹	۵

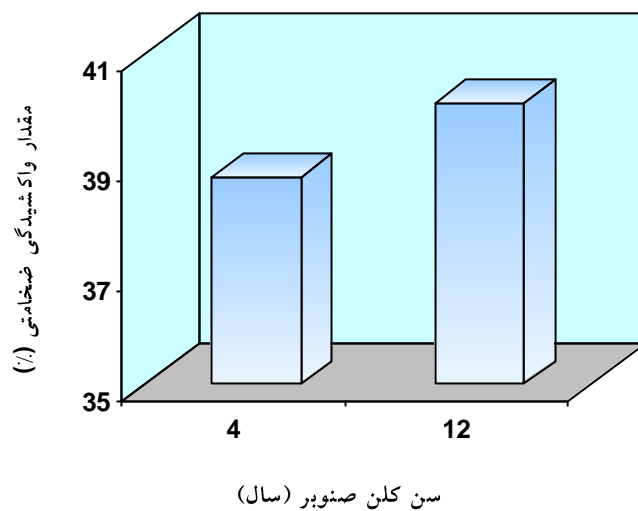
واکسیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای مستقل سن کلن ها، زمان بخارزنی و مقدار رزین بر ویژگیهای فوق از لحاظ آماری معنی دار است. همچنین اثرات متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر ویژگیهای فوق نیز معنی دار است. ضریب تغییرات به ترتیب برای واکسیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت عبارتند از (CV=۰/۸/۲۸، CV=۰/۸/۵۵). اگر چه اثر زمان پرس بر ویژگیهای فوق معنی دار نبود، ولی حداقل ویژگیهای یاد شده در زمان پرس ۵ دقیقه ملاحظه شد. شکل‌های ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ به ترتیب اثر سن کلن ها، زمان بخارزنی و مقدار رزین بر ویژگیهای فوق را نشان می‌دهد. جدول‌های ۹ و ۱۰ نیز مقایسه میانگینهای اثرات متقابل عوامل یاد شده بر ویژگیهای فوق را نشان می‌دهد.

مقدار واکسیدگی ضخامتی (%)

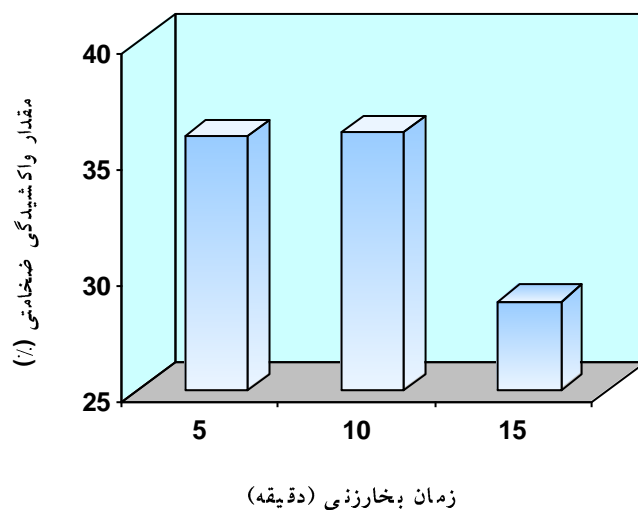
سن کلن صنوبر (سال)	مقدار واکسیدگی ضخامتی (%)
4	33.2
12	35.2



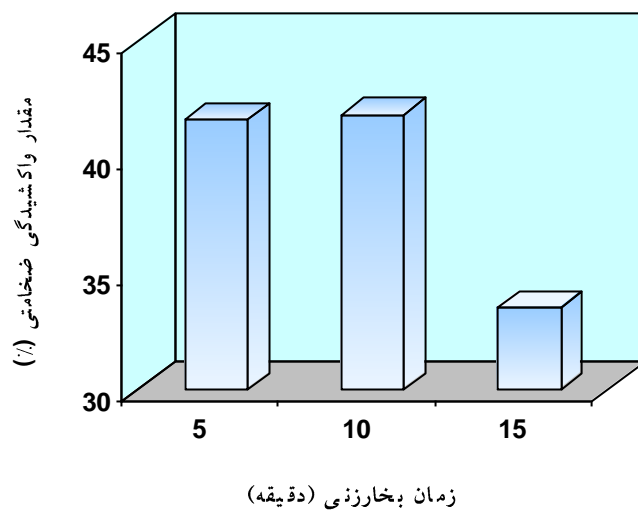
تأثیر سن بهره‌برداری کلن‌های صنوبر و شرایط ساخت بر ویژگیهای تخته فیبر نیمه سنگین (MDF)



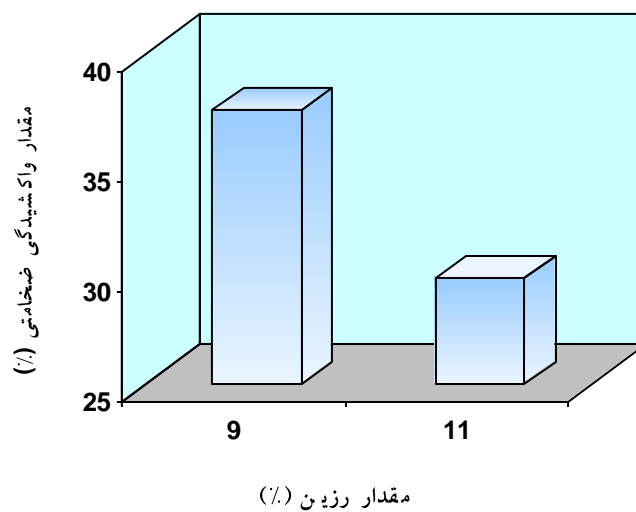
شکل ۸ - اثر سن کلن ها بر واکشیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت



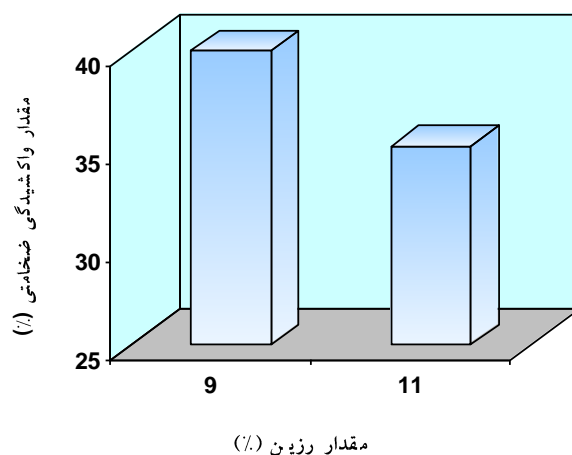
شکل ۹ - اثر زمان بخارزنی بر واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت



شکل ۱۰ - اثر زمان بخارزنی بر واکشیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت



شکل ۱۱ - اثر مقدار رزین بر واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت



شکل ۱۲ - اثر مقدار رزین بر واکسیدگی ضحامتی پس از ۲۴ ساعت

جدول ۹ - گروه بندی دانکن در رابطه با اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر واکسیدگی ضحامتی پس از ۲ ساعت

گروه بندی دانکن	واکسیدگی ضحامتی پس از ۲ ساعت (%)	زمان پرس (min)	زمان بخارزنی (min)
AB	۳۶/۵۸	۳	۵
B	۳۵/۴۴	۴	۵
B	۳۵/۸۸	۵	۵
B	۳۵/۲۹	۳	۱۰
A	۳۸/۸۰	۴	۱۰
B	۳۴/۲۳	۵	۱۰
C	۳۰/۰۹	۳	۱۵
C	۲۸/۱۶	۴	۱۵
C	۲۸/۳	۵	۱۵

جدول ۱۰ - گروه بندی دانکن در رابطه با اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر واکسیدگی ضحامتی پس از ۲۴ ساعت

گروه بندی دانکن	واکسیدگی ضحامتی پس از ۲۴ ساعت (%)	زمان پرس (min)	زمان بخارزنی (min)
AB	۴۱/۷۲	۳	۵
B	۴۰/۸۲	۴	۵
AB	۴۲/۳۹	۵	۵
AB	۴۱/۵۱	۳	۱۰
A	۴۴/۸۷	۴	۱۰
B	۳۹/۲۰	۵	۱۰
C	۳۴/۲۱	۳	۱۵
C	۳۳/۳۷	۴	۱۵
C	۳۲/۹۴	۵	۱۵

بحث

ویژگیهای آناتومیکی: میانگین طول و قطر فیبر سه کلن ۴ و ۱۲ ساله در جدولهای ۱۱ و ۱۲ خلاصه شده است.

جدول ۱۱- میانگین طول و قطر فیبر کلن های 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

جدول ۱۲- میانگین طول و قطر فیبر کلن های صنوبر ۱۲ ساله

کلن	<i>vernirubensis</i>	<i>costanzo</i>	561.41
طول فیبر (میکرون)	۹۰۲	۹۹۵	۸۹۹
قطر فیبر (میکرون)	۳۱/۶۲	۲۹/۲۳	۲۶/۸۳

با توجه به جدولهای فوق می توان عنوان کرد که با افزایش سن درخت، میانگین طول و قطر الیاف افزایش یافته است. به عبارت دیگر، میزان چوب جوان در صنوبرهای ۴ ساله نسبت به ۱۲ ساله بیشتر بوده است. این یافته قبلاً توسط سایر محققین نیز به تائید رسیده است [۱۳، ۲۳، ۱۱].

رضانی میانگین طول فیبر و قطر فیبر گونه اروامریکن را به ترتیب ۱۱۹۰ و ۲۵/۶۸ میکرون گزارش کرد. لازم به توضیح است که نامبرده در تحقیق خود کلن را مشخص نکرده بود. همچنین نظرنژاد میانگین طول فیبر صنوبر اروامریکن (کلن ۴۴/۵۱) را ۱۲۹۰ میکرون گزارش کرد. با توجه به اینکه طول فیبر گزارش شده در این تحقیق کمتر از طول الیاف ذکر شده در سوابق تحقیقاتی است، لذا این می تواند ناشی از سن درخت، محل رویشگاه و نوع کلن باشد [۱۳، ۲۳].

ویژگیهای مقاومتی تخته فیبرها: ویژگیهای مقاومتی فراورده های مرکب متأثر از عواملی نظیر ویژگیهای مقاومتی الیاف، نحوه انتقال تنش از فیبر به فیبر و جهت یابی آنها در کیک الیاف است. این عوامل نیز متأثر از روشهای تولید الیاف و نحوه شکل گیری الیاف در کیک

الیاف است. با افزایش زمان بخارزنی مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته ها کاهش یافته است، به طوری که حداکثر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته ها در زمان بخارزنی ۵ دقیقه و حداقل آنها در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه مشاهده شد. گروه بندی دانکن ویژگیهای فوق با توجه به زمانهای مختلف بخارزنی نشان داد که هر کدام از آنها در گروهی جداگانه قرار گرفته اند. با افزایش زمان بخارزنی، خرده چوبها به مدت بیشتری تحت تأثیر فشار و حرارت بالا بوده و این امر سبب می گردد تا احتمالاً واکنشهای هیدرولیزی بیشتر صورت گرفته و نهایتاً پیوندهای هیدروژنی زنجیرهای سلولزی و همی سلولزی بیشتر شکسته شده و کیفیت الیاف و سرانجام ویژگیهای خمشی تخته ها کاهش یافته است [۵، ۱۸]. میانگین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته های حاصل از کلن های ۴ ساله و ۱۲ ساله به ترتیب ۱۸/۶۴، ۱۸/۰۱ و ۱۶۹۳، ۱۷۰۰ مگاپاسکال بدست آمد. اثر سن بر ویژگیهای فوق معنی دار نیست. با توجه به اینکه چوب جوان صنوبرهای ۴ ساله نسبت به صنوبرهای ۱۲ ساله بیشتر است، بنابر این نتایج فوق می تواند ناشی از اثر چوب جوان بر ویژگیهای فوق باشد. دیگر محققان در رابطه با

جداگانه قرار گرفته اند. با افزایش زمان پرس، حرارت فرصت می‌یابد تا به سرتاسر عمق تخته انتقال یافته و سبب پلیمریزاسیون کامل چسب در لایه میانی تخته شود. بدین ترتیب مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها بهبود می‌یابد [۶،۱۷]. میانگین مقاومت چسبندگی داخلی تخته فیبرهای تهیه شده از کلن‌های صنوبر ۴ و ۱۲ ساله به ترتیب ۰/۳۴۵ و ۰/۳۵ بدست آمد و بین آنها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت [۲۲]. تغییر ابعاد فرآورده‌های لیگنوسلولزی در اثر جذب و دفع آب توسط جدار سلول، به ویژه در فرآورده‌هایی که دانسیته آنها بالا است از خواص نامطلوب به شمار می‌رود. با افزایش زمان بخارزنی مقدار واکسیدگی ضخامت‌پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری تخته فیبرها کاهش یافته است، به طوری که حداقل این ویژگیها در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه ملاحظه شد. با افزایش زمان بخارزنی خرده‌چوبها به مدت بیشتری تحت تأثیر فشار و درجه حرارت بالا بوده و این امر سبب تخریب بیشتر زنجیره‌های سلولز و همی سلولزها شده و بدین ترتیب با تخریب مکانهای OH، ویژگیهای آبدوستی الیاف و نهایتاً تخته‌ها کاهش یافته است [۵،۱۸]. با افزایش مصرف رزین نیز مقدار واکسیدگی ضخامت‌پس تخته فیبرها کاهش یافته است که این امر ناشی از افزایش نقاط اتصال بین الیاف و افزایش استحکام اتصالات است [۶،۱۵،۱۷،۲۱]. حداقل این ویژگیهای مقدار رزین ۱۱ درصد ملاحظه شد. اثر سن بر ویژگیهای فوق معنی‌دار است و مقدار واکسیدگی ضخامت‌پس تخته فیبرهای ساخته شده از کلن‌های صنوبر ۴ ساله نسبت به ۱۲ ساله کمتر است. با توجه به اینکه مقدار چوب جوان در صنوبرهای ۴ ساله نسبت به صنوبرهای ۱۲ ساله بیشتر است و همچنین خاصیت آبدوستی الیاف متأثر از مقدار سلولز و همی سلولز آن می‌باشد و از سوی دیگر مقدار سلولز و همی سلولز چوب جوان نسبت به چوب بالغ کمتر است، لذا این امر شاید بر این ویژگی تأثیر گذاشته است و سبب گردیده تا مقدار واکسیدگی ضخامت‌پس تخته

اثر چوب جوان بر ویژگیهای MDF عنوان کرده‌اند که با افزایش میزان چوب جوان، ویژگیهای تخته MDF بهبود می‌یابد [۱۶]. همچنین نتایج سایر تحقیقات نشان داده است که بطور کلی ویژگیهای مقاومتی تخته فیبرهای ساخته شده از چوب جوان و چوب بالغ با یکدیگر قابل مقایسه بوده و اختلاف آنها اندک است [۲۲].

با افزایش مصرف رزین، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته فیبرها افزایش یافته است. حداکثر ویژگیهای فوق در مقدار رزین ۱۱ درصد ملاحظه شد. با افزایش مصرف رزین، تعداد نقاط اتصال و استحکام اتصالات افزایش یافته و نهایتاً ویژگیهای خمشی تخته‌ها بهبود یافته است [۶،۱۵،۱۷،۲۱]. اگر چه اثر زمان پرس بر ویژگیهای خمشی تخته‌ها معنی‌دار نیست، ولی حداکثر ویژگیهای فوق در زمان پرس ۵ دقیقه ملاحظه شد.

آزمایش کشش در جهت ضخامت تخته به عنوان شاخصی از اتصال بین الیاف می‌باشد و نشان‌دهنده مقاومت چسبندگی داخلی است. با افزایش زمان بخارزنی مقاومت چسبندگی داخلی کاهش یافته است. به طوری که حداکثر مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها در زمان بخارزنی ۵ دقیقه ملاحظه شد. گروه بندی میانگینها با توجه به زمانهای مختلف بخارزنی نشان داد که فقط مقاومت چسبندگی داخلی در زمان بخارزنی ۵ دقیقه نسبت به زمانهای ۱۰ و ۱۵ دقیقه در یک گروه جداگانه قرار گرفته است. با افزایش زمان بخارزنی ویژگیهای مقاومتی الیاف کاهش یافته و سبب افت مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها شده است [۵،۱۸]. با افزایش مصرف رزین، مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها بهبود یافته است. نتیجه فوق با نتایج سایر محققان همخوانی دارد [۵،۱۸]. با افزایش زمان پرس مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش یافته است، به طوری که حداکثر مقاومت چسبندگی داخلی در زمان پرس ۵ دقیقه ملاحظه شد. گروه‌بندی دانکن ویژگی فوق با توجه به زمانهای مختلف پرس نشان داد که هر کدام از آنها در گروهی

پورموسی، ش. ۱۳۷۷. بررسی مقایسه ایی خصوصیات کاغذ سازی دو کلن صنوبر با فرآیندهای توسعه یافته CMP و APMP، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. ۵۴-۵۶.

حبیبی، م. ر.، حسین زاده، ع.، حسین خانی، ح.، سپیده دم، س.، مهدوی، س. ۱۳۸۱. تأثیر ویژگیهای الیاف باگاس بر کیفیت تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF). نشریه تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. شماره ۱۶ (۲۹۳).

حبیبی، م. ر.، حسین زاده، ع.، حسین خانی، ح.، مهدوی، س. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر مقدار رزین و زمان پرس بر کیفیت تخته فیبر نیمه سنگین. نشریه تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. شماره ۱ جلد ۱۸.

رضوانی، ا. ۱۳۸۰. بررسی مقایسه ایی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و تولید خمیر کاغذ مکانیکی پراکسید قلیایی از سه گونه بومی و سریع الرشد صنوبر. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی.

مدیررحمتی، ع.، باقری، ر. ۱۳۸۵. تعیین ارقام مناسب صنوبر در سیستم بهره برداری کوتاه مدت ۴ ساله. نشریه جنگل و صنوبر. شماره ۱۴-۲.

مشیروزیری، ه. و مختومی، ع. ۱۳۷۱. صنوبرهای ایران - پشتوانه حیات جنگل و توسعه صنعت از دیدگاه بررسی های آماری - سازمان جنگلها و مراتع کشور، دفتر فنی صنایع چوب.

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

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

DIN standard, 1965. NO: 68754

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.

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) } Laboskey, P., Yobp, R. Janowiak, J. Blanken- Horn, P. R. 1993. Effect of steam pressure refining and resin

فیبرهای ساخته شده از کلن های صنوبر ۴ ساله نسبت به ۱۲ ساله کمتر باشد [۲۳]. اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر ویژگیهای فوق معنی دار است و حداقل این ویژگیهای یاد شده در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه و زمان پرس ۵ دقیقه ملاحظه شد. در این شرایط، با توجه به زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه، الیاف به دلیل تخریب مکانهای OH، دارای حداقل خواص جذب آب بودند [۵،۱۸]. همچنین در زمان پرس ۵ دقیقه، حرارت پرس توانسته است چسب را در ضخامت تخته بصورت کامل پلیمریزه کرده و اتصالات کارآمد ایجاد کرده است [۶،۱۷]. بدین ترتیب، ویژگیهای فوق در تیمار مذکور به حداقل رسیده است. اگر چه اثر مستقل زمان پرس بر ویژگیهای یاد شده معنی دار نبود، ولی حداقل ویژگی یاد شده در زمان پرس ۵ دقیقه ملاحظه شد.

به طور کلی، می توان عنوان کرد که حداکثر ویژگیهای مقاومتی در زمان بخارزنی ۵ دقیقه و زمان پرس ۵ دقیقه و مقدار رزین ۱۱ درصد ملاحظه شد. همچنین حداقل مقدار واکشیدگی ضخامتی نیز در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه و زمان پرس ۵ دقیقه بدست آمد. افزایش مصرف رزین نیز سبب بهبود این ویژگی گردید. با مقایسه ویژگیهای مقاومتی تخته فیبرهای ساخته شده از کلن های صنوبر ۴ ساله نسبت به ۱۲ ساله، مشاهده شد که اختلاف معنی داری به استثنای مقدار واکشیدگی ضخامتی ملاحظه نگردید. بنابر این می توان استفاده از کلن های صنوبر ۴ ساله مذکور را برای صنعت فوق توصیه نمود.

منابع مورد استفاده

- آرین، ا. ۱۳۸۱. بازار جهانی تخته فیبر نیمه سنگین (MDF). سال اول، شماره چهارم - پائیز - ۶۴ - ۶۰
- آرین، ا.، شاهباز، ح. ۱۳۸۲. بازار تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) در ایران. سال دوم، شماره ششم، بهار - ۵۴ - ۵۰.
- آرین، ا.، اسفندیاری، ع. ۱۳۸۴. گزارش جامع کمبود چوب مورد نیاز صنایع چوب و کاغذ کشور و لزوم رفع موانع و ممنوعیت های واردات چوب (قسمت اول). سال چهارم، شماره ۱۵، اردیبهشت - ۲۱ - ۲۵.

- Roffael, E., Dix, K. 1992. MDF from young poplar (*Populus trichocarpa*) of different properties. Holz forschung. 46(2):163–170, 25 ref.
- Short, PH., Woodson. GE., Lyon, DE. 1978. Dry chips versus green chips as furnish for MDF. Forest Prod. J. 28(30): 33 – 37.
- 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
- Todd F. Shupe, Chung Y. Hse , Elvin T. Choong and Leslie H. Groom.1999. Effect of silvicultural practice and wood type on Loblolly Pine particleboard and MDF properties.Holzforschung ,53, 215-222.
- Zobel, B.G. 1998. Juvenile wood in forest trees. Springer serirs in wood science.
- levels on the properties of UF – bonded red maple MDF.
- Les Groom, Laurence M.H., Stephen Shaler.1999. Relationship between fiber furnish properties and the structural performance of MDF. 33rd International particleboard / composite materials symposium. Washington State University. April 13-15.89-100.
- Maloney , T.M.,1989. Modern particleboard and dry - process fiberboard 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 Poplar clones age variations and production conditions on medium density fiberboard (MDF) properties

Habibi, M. R.¹, Hosseinkhani, H.,¹ Mahdavi, S.²

1- Ms.C. Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands,
E-mail: Habibi@rifr-ac.ir

2- Asst. Prof. Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands

Abstract

In this study , MDF was produced from three clones of poplar (*P.e. vernirubensis*, *P.e. costanzo*, *P.e.561.41*). Age clones of poplar were 4 and 12 years. In addition to age variation , the influence of three production variables (steaming time , press time and resin content on MDF properties were investigated. Variations of each variable were as follow:

- Steaming time (5, 10, 15 minutes)
- Press time (3, 4, 5 minutes)
- Resin content (9%, 11%)

Fiber length and fiber diameter of 4 and 12 years old poplar clones (*P.e. vernirubensis*, *P.e. costanzo*, *P.e.564.41*) were measured 746, 25.23, 805, 25.76, 751, 25.44 and 902, 31.62, 995, 29.23, 899, 26.83 micron respectively.

MOR, MOE, IB, TS2, TS24 were determined according to DIN standard.

Increasing steaming time decreased board's internal bond and bending properties. As expected, boards demonstrated better properties at higher resin consumption. Minimum of boards thickness swelling were obtained at 15 minutes steaming time because of fiber hydrophilic properties were decreased. There are no significant differences between 4 and 12 years old of clones for bending properties and IB of boards. The effect of age variation is only significant difference on thickness swelling of boards which it is lower for 4 years old clones.

Key words: Poplar, Fiberboard, Fiber, Resin, Clone, Steaming