

پتانسیل استفاده از الیاف چوب توسکا در تولید تخته فیبر دانسیته متوسط (MDF)

ابوالفضل کارگرفرد^{۱*}، امیر نوربخش^۲ و فرداد گلبابائی^۳

۱- * مسئول مکاتبات، استادیار، عضو هیئت علمی بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران
پست الکترونیک: a_kargarfard@yahoo.com

۲- دانشیار، عضو هیئت علمی بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران

۳- کارشناس ارشد، عضو هیئت علمی بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۸۹

در این بررسی از چوب گونه توسکا، با استفاده از سه زمان بخارزنی ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه، الیاف تهیه شده و سپس با اعمال دو زمان پرس ۴ و ۶ دقیقه و دو میزان مصرف چسب ۹ و ۱۱ درصد، تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) به روش خشک تهیه گردید. از ترکیب عوامل فوق ۱۲ ترکیب شرایط بوجود آمده و برای هر ترکیب ۳ تخته (تکرار) و در مجموع ۳۶ تخته ساخته شد. سپس خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده از آنها اندازه‌گیری و با استفاده از طرح آزمایش فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده از چوب توسکا در شرایط زمان بخارزنی ۱۰ و زمان پرس ۶ دقیقه و مصرف چسب ۱۱ درصد، حداکثر بوده ولی مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده از الیاف تهیه شده در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه و مصرف چسب ۱۱ درصد نسبت به بقیه تیمارها بالاتر بوده است. از طرف دیگر حداقل واکنشیدگی ضخامت در تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۶ دقیقه مشاهده گردید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته فیبرهای ساخته شده نشان داد که تخته فیبر دانسیته متوسط ساخته شده با الیاف چوب توسکا از ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی مطلوب و بالاتر از حد استاندارد برخوردار می‌باشد و به همین دلیل با توجه به محدودیت‌های اعمال شده در سالهای اخیر در مورد بهره‌برداری از منابع چوبی جنگلهای شمال، می‌توان استفاده از الیاف این گونه چوبی را جهت بهبود ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر با دانسیته متوسط ساخته شده از منابع لیگنوسولوزی غیر چوبی و پسماندهای کشاورزی توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: تخته فیبر دانسیته متوسط، الیاف چوب توسکا، مصرف چسب، زمان بخارزنی، زمان پرس و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی.

اولیه و نهادهای تولید را به دنبال داشته است. با توجه به

محدود بودن منابع ماده اولیه به ویژه در بخش منابع طبیعی، تأمین ماده اولیه چوبی مورد نیاز صنایع چوب و

افزایش روزافزون جمعیت و رشد صنعتی به خصوص

در کشورهای در حال توسعه، افزایش تقاضا برای مواد

کاغذ در کشورهای با پوشش جنگلی کم هر روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. این محدودیت‌ها ایجاب می‌کند که منابع چوبی حاصل از بهره‌برداری محدود جنگلی به بهترین روش و برای تولید محصولی با بالاترین ارزش افزوده مورد استفاده قرار گیرد. از سوی دیگر تخته فیبر با دانسیته متوسط یا MDF از انواع تخته فیبرها می‌باشد که دارای ویژگی‌هایی مانند ساختار همگن، سطوح صاف و لبه‌های متراکم که مانند چوب ماسیو قابلیت برش و ماشین‌کاری دارد و می‌توان سطوح آن را با انواع روکش‌ها پوشاند. این ویژگیها باعث شده است که در سالهای اخیر تولید جهانی به نحو محسوسی افزایش یابد.

بنابراین عوامل متعدد فنی و اقتصادی در روند راه‌اندازی واحدهای تولید تخته فیبر با دانسیته متوسط مؤثر هستند که ماده اولیه چوبی از مهمترین آنها محسوب می‌گردد و نقش اصلی را به عهده دارد. زیرا ماده اولیه چوبی باید در دسترس، با صرفه اقتصادی، دارای ویژگی مناسب آناتومیکی و تکنولوژیکی برای تولید محصول و از همه مهمتر در طی زمانهای طولانی و مستمر امکان استفاده از آن فراهم باشد. در این میان استفاده از گونه چوبی توسکا به دلیل دارا بودن مزیت‌هایی از قبیل سریع‌الرشد بودن، دانسیته پایین، طول الیاف نسبتاً مناسب و رنگ روشن برای ساخت تخته فیبر با دانسیته متوسط مناسب می‌باشد. با این حال، قبل از معرفی یک ماده لیگنوسلولزی به بخش صنعت برای استفاده در تولید، ضروریست تا تحقیقات آزمایشگاهی جامع و کاملی بر روی ماده چوبی انجام و در صورت مطلوب بودن نتایج بدست آمده، یافته‌های مزبور به بخش صنعت انتقال یابد. بنابراین هدف از این تحقیق، تعیین ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته MDF ساخته شده از الیاف چوب توسکا

به منظور استفاده از آن به عنوان بخشی از ماده لیگنوسلولزی مورد نیاز بخش صنعت بوده است.

به طور کلی همگام با رشد سریع و توسعه واحدهای صنعتی در زمینه تولید MDF، تحقیقات آزمایشگاهی بر روی عوامل مؤثر بر این فرآورده چوبی نیز از لحاظ کمی و کیفی افزایش یافته است. تحقیقات انجام شده در مورد تأثیر دمای بخارزنی بر خواص تخته MDF ساخته شده از الیاف چوب گونه پسته‌آ 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 شده از الیاف تولید شده در دماهای کمتر می‌باشد (Schneider و همکاران، ۲۰۰۰). به طور کلی اثر تیمار حرارتی الیاف بر ویژگیهای تخته MDF ساخته شده از آنها مورد بررسی قرار گرفته و نشان داده است که اعمال این نوع تیمار با دمای ۱۵۰ و ۱۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶۰ دقیقه باعث کاهش معنی‌داری در واکنشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌ها شده، در حالی که اثر معنی‌داری بر روی خواص مکانیکی تخته‌ها نداشته است (Rosilei و همکاران، ۲۰۰۶).

نتایج حاصل از ساخت تخته MDF از مخلوط الیاف بامبو و چوب که 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 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 (Wu-ZhangKang و

واکشیدگی ضخامتی تخته‌های صنوبر کمتر از تخته‌های اکالیپتوس می‌باشد (Dix و همکاران، ۱۹۹۹). به طوری که در تحقیقات دیگری، خصوصیات تخته فیبر ساخته شده از الیاف چوب و الیاف حاصل از پسماندهای لیگنوسولولزی کشاورزی که با چسب سویا ساخته شده بودند را مورد مطالعه قرار داده و نتایج نشان داد که با افزایش الیاف مواد لیگنوسولولزی کشاورزی و کاهش الیاف چوب در ترکیب ماده اولیه مورد استفاده، ویژگیهای مکانیکی تخته‌های ساخته شده با کاهش معنی‌داری روبرو گردیدند. همچنین تخته‌های ساخته شده با چسب UF دارای مقاومت اتصال بهتری نسبت به تخته‌های ساخته شده با چسب پروتئین سویا بودند (Kuo و همکاران، ۱۹۹۸).

در این بررسی چوب گونه توسکا از طرح‌های جنگلداری شرکت سهامی نکا چوب 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. خرده‌های چوب مورد نظر توسط یک دستگاه بخارزن آزمایشگاهی با استفاده از دمای بخارزنی ۱۷۵ درجه سانتیگراد و ۳ زمان ۵، ۱۰ و ۱۵ 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

همکاران، ۲۰۰۰). به طوری که استفاده از الیاف گونه کاج در تولید تخته فیبر با دو دانسیته ۶۰۰ و ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و میزان چسب ۶، ۸، ۱۲ و ۱۴ درصد مورد بررسی قرار گرفته و نتایج نشان داد که تمام خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها به طور معنی‌داری با میزان چسب و دانسیته تخته‌ها رابطه مستقیم دارد (Eleoterio و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین مطالعه بر روی استفاده از چوب اکالیپتوس (E. saligna) با کاربرد ۱۰ درصد چسب UF و ۱/۵ درصد پارافین در ساخت تخته فیبر دانسیته متوسط نشان داده است که تمام خواص مکانیکی مورد بررسی تخته‌های ساخته شده از حداقل مورد نیاز استانداردهای اروپا و ANSI-AHA بالاتر بوده و قابلیت استفاده از الیاف این گونه از اکالیپتوس‌ها در صنعت MDF را تأیید می‌کند. بنابراین انجام تحقیقات بیشتر در این مورد پیشنهاد شده است (Krzysik و همکاران، ۱۹۹۹). تحقیق دیگری که خصوصیات MDF ساخته شده از چوب اکالیپتوس سالیگنا با استفاده از چسب پلی اورتان را مورد بررسی قرار داده است، نشان داد که مقاومتهای تخته‌های حاصل در مقایسه با استاندارد اروپایی بسیار راضی کننده بوده و جایگزینی این ماده چوبی را با مواد چوبی دیگر امکان پذیر دانسته است (Francisco و Cristiane، ۲۰۰۴).

استفاده از چوب صنوبر و اکالیپتوس را در ساخت تخته فیبر با دانسیته متوسط نیز مورد بررسی قرار گرفته و مشاهده شده است که خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده از چوب صنوبر تابع نوع کلن نبوده و به سن درخت و موقعیت آن در محیط کاشت وابسته است. همچنین ویژگیهای مقاومتی تخته‌های حاصل از الیاف صنوبر تا حدودی بهتر از الیاف اکالیپتوس است و

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 آزمونی برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها مطابق استاندارد EN اروپا انجام گردید. مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته بر اساس استاندارد EN310، مقاومت چسبندگی داخلی بر اساس استاندارد EN319 و واکنش‌دهی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب بر اساس استاندارد EN317 تعیین گردید. بعد از انجام آزمایش‌های مکانیکی و فیزیکی بر روی نمونه‌های تهیه شده، نتایج بدست آمده 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.

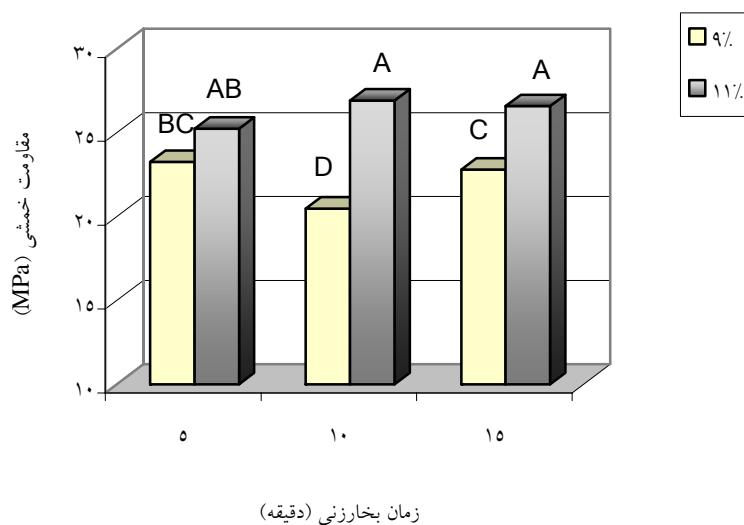
نتایج

اندازه‌گیری مقاومت خمشی تخته‌های MDF ساخته شده از الیاف توسکا و تجزیه و تحلیل آنها نشان داد که زمان پرس اثر معنی‌داری بر این ویژگی داشته است و بیشترین مقاومت خمشی در زمان پرس ۶ دقیقه حاصل شده است که در گروه A جدول دانکن قرار گرفته است. همچنین میزان مصرف چسب اثر معنی‌داری بر مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده گذاشته است و با افزایش مقدار آن از ۹ به ۱۱ درصد، در سطح معنی‌داری مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده بهبود یافته است و مقدار آن از ۲۲/۱۸ به ۲۶/۲۹ مگاپاسکال افزایش یافته است.

شدند. سپس الیاف خشک شده در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به نفوذ رطوبت، بسته‌بندی و برای ساخت تخته آماده شدند. 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 گردیدند. همچنین از چسب اوره فرم‌آلدئید در دو سطح ۹ و ۱۱ درصد (بر اساس وزن خشک الیاف) با غلظت ۵۰ درصد و NH_4Cl به عنوان کاتالیزور با مصرف یک درصد (بر اساس وزن خشک چسب) استفاده گردید. به منظور تشکیل کیک الیاف از یک قالب چوبی با ابعاد 35×35 سانتی‌متر استفاده شد و الیاف چسب زنی شده که بوسیله ترازوی آزمایشگاهی توزین شده بود، به صورت لایه‌های یکنواخت در داخل قالب پاشیده شدند.

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 دمای پرس ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد و دو زمان پرس ۴ و ۶ دقیقه گردید. در این تحقیق جرم مخصوص تخته در حد 0.7 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 شامل زمان بخارزنی، میزان مصرف چسب و زمان پرس در سطوح مختلف ۱۲ تیمار حاصل و برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد.

د که در مجموع ۳۶ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. بعد از پایان مرحله پرس، به منظور مشروط‌سازی و یکنواخت‌سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل‌سازی

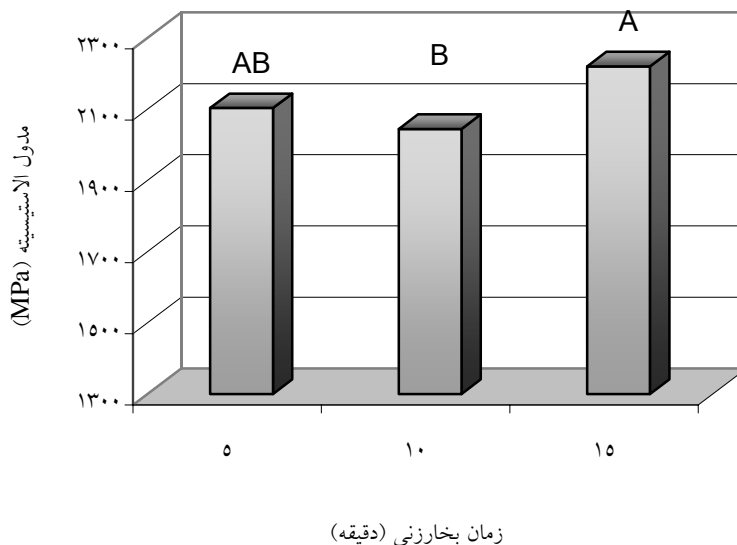


شکل ۱ - اثر متقابل زمان بخارزنی و مصرف چسب بر مقاومت خمشی

۹۵ درصد، بر این ویژگی معنی دار بوده و بالاترین مدول الاستیسیته در شرایط استفاده از زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه حاصل شده است که در گروه بندی جدول دانکن نیز در گروه A قرار گرفته است. در حالی که مقادیر MOE حاصل برای زمانهای بخارزنی ۵ و ۱۰ دقیقه در گروه B جدول آزمون دانکن قرار گرفته اند. بنابراین با افزایش زمان بخارزنی از ۵ به ۱۰ دقیقه، مقدار مدول الاستیسیته کاهش یافته است، اما این کاهش از نظر آماری معنی دار نبوده و مقادیر حاصله برای مدول الاستیسیته در زمانهای بخارزنی ۵ و ۱۰ دقیقه، در یک گروه قرار گرفته اند. به طوری که در شکل ۲، تغییرات مدول الاستیسیته در شرایط مختلف زمان بخارزنی مشاهده می شود.

اثر متقابل زمان بخارزنی و میزان مصرف چسب در سطح اطمینان ۹۹ درصد بر مقاومت خمشی معنی دار گردید. به طوری که تغییرات مقاومت خمشی تخته ها در زمانهای مختلف بخارزنی و میزان مصرف چسب در شکل ۱ آمده است و ملاحظه می شود که در هر سه زمان بخارزنی ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه با افزایش مصرف چسب، مقاومت خمشی در سطح معنی داری بهبود یافته است. با این حال، میزان افزایش مقاومت خمشی در اثر افزایش مقدار چسب، در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه از شدت بیشتری برخوردار بوده است. به طوری که در این زمان بخارزنی، در اثر افزایش مقدار مصرف چسب از ۹ به ۱۱ درصد، مقاومت خمشی تخته ها از ۲۰/۴۸ به ۲۶/۹۲ مگاپاسکال رسیده است.

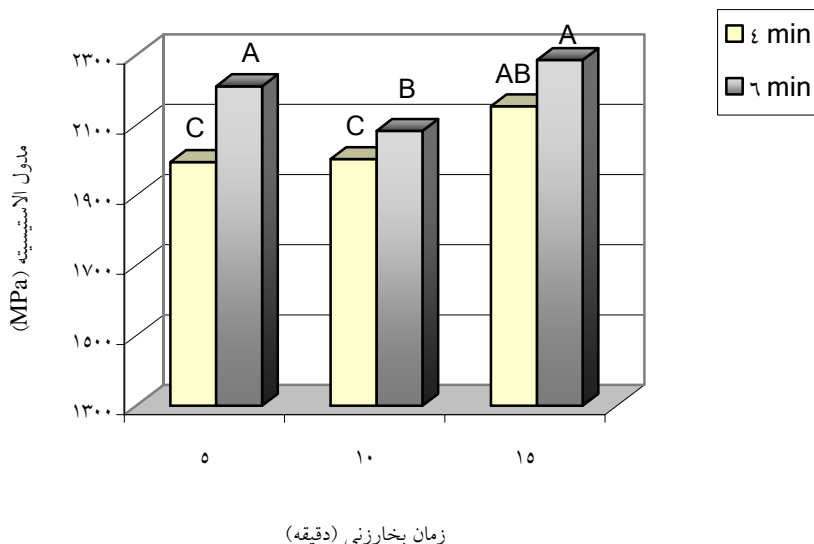
همچنین اندازه گیری و تجزیه و تحلیل مدول الاستیسیته تخته ها نشان داد که اثر زمان بخارزنی در سطح اطمینان



شکل ۲ - اثر زمان بخارزنی بر مدول الاستیسیته

۱۹۴۶ به ۲۳۰۲ مگاپاسکال افزایش یافته است. افزایش زمان پرس نیز یک اثر معنی دار بر مدول الاستیسیته داشته است و با افزایش زمان پرس، این ویژگی بهبود یافته است.

همچنین نتایج نشان داد که اثر مستقل میزان مصرف چسب بر مدول الاستیسیته تخته‌ها معنی دار بوده و با افزایش مصرف چسب از ۹ به ۱۱ درصد، این ویژگی تخته‌ها از

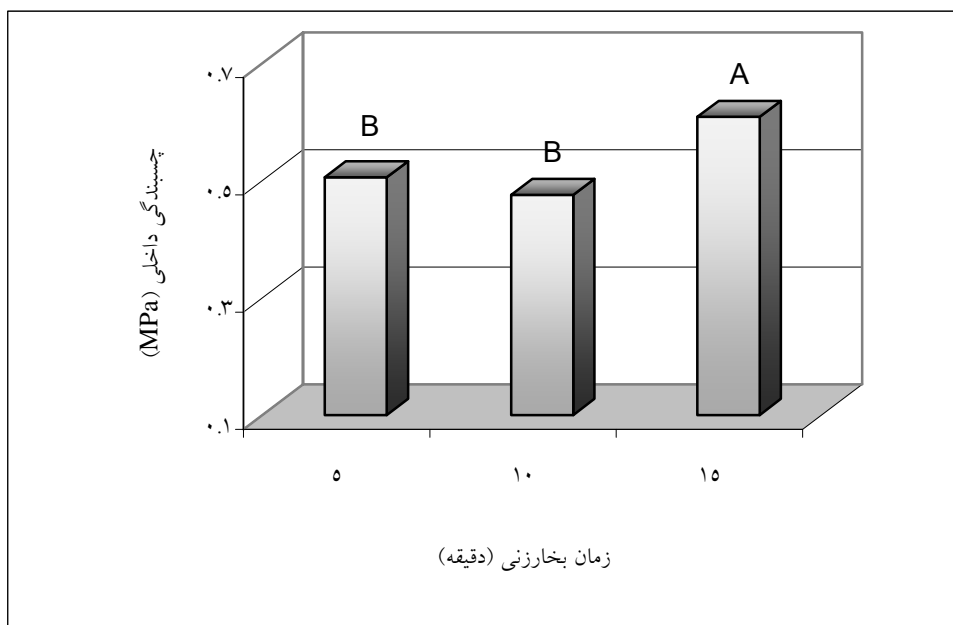


شکل ۳ - اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر مدول الاستیسیته

با الیاف تهیه شده در شرایط بخارزنی ۱۵ دقیقه از چسبندگی داخلی بالاتری نسبت به تخته‌های ساخته شده از الیاف تهیه شده در شرایط بخارزنی ۵ و ۱۰ دقیقه برخوردار می‌باشند. تغییرات چسبندگی داخلی در زمانهای مختلف بخارزنی در شکل ۴ نشان داده شده است به طوری که در این شکل مشاهده می‌شود با افزایش زمان بخارزنی از ۵ به ۱۰ دقیقه، از چسبندگی داخلی کاسته شده است ولی این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبوده و طبق گروه‌بندی آزمون دانکن، در یک گروه قرار دارند. اما با افزایش زمان بخارزنی از ۱۰ به ۱۵ دقیقه مقدار IB به صورت معنی‌داری افزایش یافته است و مقدار آن به ۰/۶۰۸ مگاپاسکال رسیده است که در گروه‌بندی دانکن در گروه A قرار گرفته است.

اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر مدول الاستیسیته تخته‌ها نیز معنی‌دار بوده است. به طوری که در شکل ۳ ملاحظه می‌گردد در زمان بخارزنی ۵ دقیقه، با افزایش زمان پرس، مدول الاستیسیته تخته‌ها بشدت افزایش یافته است. در حالی که در زمان بخارزنی ۱۰ و ۱۵ دقیقه، با افزایش زمان پرس، روند صعودی مدول الاستیسیته از چنین شدتی برخوردار نیست. با وجود این نتایج فوق نشان می‌دهد که مقدار مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده از الیاف توسکا با زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه در سطح مطلوبی قرار دارند.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل چسبندگی داخلی نشان داد که زمان بخارزنی بر این ویژگی دارای اثر معنی‌داری بوده و تخته‌های ساخته شده



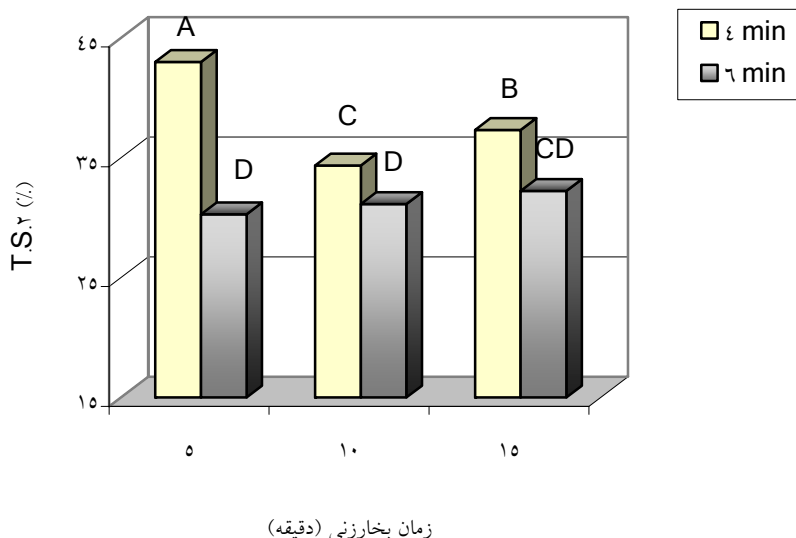
شکل ۴ - اثر زمان بخارزنی بر چسبندگی داخلی

به زمان پرس ۴ دقیقه از سطح بالاتری برخوردار بوده و در گروه‌بندی آزمون دانکن، در گروه A قرار گرفته‌اند.

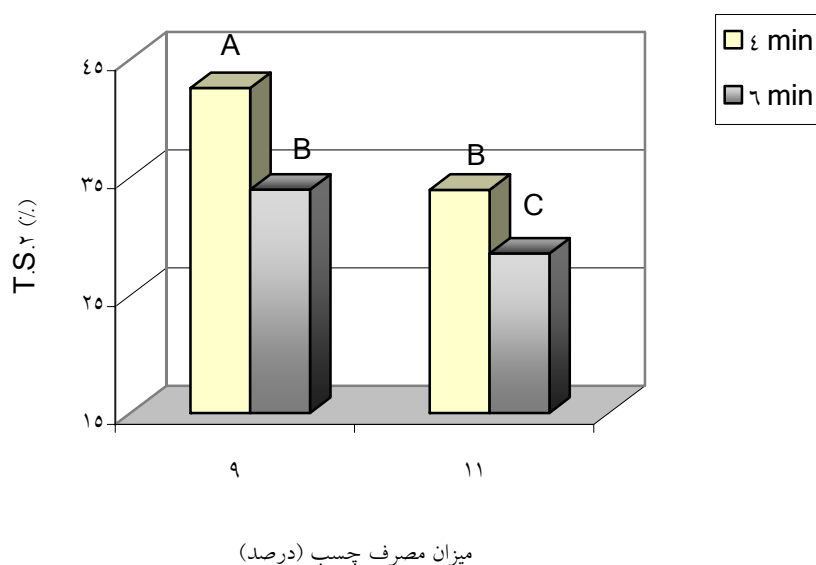
همچنین مقدار چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده با مصرف چسب ۱۱ درصد نسبت به مصرف چسب ۹ درصد و تخته‌های پرس شده با زمان پرس ۶ دقیقه نسبت

شده است. به طوری که بالاترین مقدار واكشیدگی ضخامت در زمان پرس ۴ دقیقه مشاهده می‌شود. از طرف دیگر اثر متقابل میزان مصرف چسب و زمان پرس بر واكشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها معنی‌دار بوده است. به طوری که در شکل ۵ ملاحظه می‌شود در هر دو سطح ۹ و ۱۱ درصد مصرف چسب با افزایش زمان پرس به نحو معنی‌داری از مقادیر واكشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت کاسته شده است، ولی میانگین‌ها نشان می‌دهند که مقدار کاهش واكشیدگی ضخامت در تخته‌های ساخته شده با مصرف چسب ۹ درصد، با افزایش زمان پرس از ۴ به ۶ دقیقه از شدت بیشتری برخوردار بوده است.

نتایج همچنین نشان داد که با افزایش زمان پرس از ۴ به ۶ دقیقه، مقدار چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش یافته است. افزایش زمان پرس باعث می‌گردد که چسب قرار گرفته بر روی الیاف لایه میانی کاملاً سخت گردیده و الیاف موجود در این لایه، توسط اتصالات محکم و کارآمد به هم متصل شوند که موجب افزایش چسبندگی داخلی شده است. به طور کلی چنین روند افزایشی نیز در مورد چسبندگی داخلی با افزایش میزان مصرف چسب از ۹ به ۱۱ درصد ملاحظه گردید. نتایج حاصل در مورد واكشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها نشان داد که افزایش زمان پرس موجب کاهش واكشیدگی ضخامت تخته‌ها



شکل ۵ - تاثیر متقابل میزان مصرف چسب و زمان پرس بر واكشیدگی ضخامت ۲ ساعت



شکل ۶ - تاثیر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر واكشیدگی ضخامت ۲ ساعت

پرس، اثر معنی‌داری بر این ویژگی داشته و بیشترین مقاومت خمشی در زمان پرس ۶ دقیقه حاصل شده است به طوری که اثر افزایش زمان پرس در بهبود مقاومت خمشی را می‌توان به دلیل مناسب بودن زمان پرس ۶ دقیقه، برای سخت شدن چسب و ایجاد اتصالات کارآمد بین الیاف دانست که موجب بهبود ویژگی‌های مقاومتی تخته از جمله مقاومت خمشی می‌شود.

همچنین افزایش مصرف چسب موجب بهبود مقاومت خمشی تخته‌ها گردیده است که دلیل آن افزایش مقدار چسب قرار گرفته بر روی سطح الیاف با افزایش مقدار مصرف آن می‌باشد که توانایی به وجود آوردن اتصالاتی بیشتر و کارآمدتر بین الیاف را به وجود می‌آورد و باعث بهبود ویژگیهای خمشی می‌گردد. تحقیقات انجام شده بر روی امکان تولید تخته خرده چوب از ضایعات هرس درختان انگور نیز نشان داده است که با افزایش مصرف چسب از ۱۰ به ۱۲ درصد، کلیه خواص فیزیکی و

به طوری که در شکل ۶ دیده می‌شود در زمان بخارزنی ۵ دقیقه با افزایش زمان پرس از ۴ به ۶ دقیقه به نحو محسوسی از مقدار واكشیدگی ضخامت ۲ ساعت کاسته شده است، در حالی که در اثر افزایش زمان پرس در زمان‌های بخارزنی ۱۰ و ۱۵ دقیقه، بهبود واكشیدگی ضخامت تخته‌ها از چنین شدتی برخوردار نیست. نتایج همچنین نشان داد که تأثیر متقابل میزان مصرف چسب و زمان پرس بر واكشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت معنی‌دار است و در میزان مصرف ۱۱ درصد چسب مقدار واكشیدگی ضخامت کمتر از مصرف ۹ درصد چسب بود و در هر دو سطح مصرف چسب با افزایش زمان پرس از مقدار واكشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت کاسته شده است.

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده از الیاف توسکا نشان داد که زمان

مکانیکی تخته‌های ساخته شده بهبود یافته است (کارگرفرد و همکاران، ۱۳۸۴). اثر متقابل میزان مصرف چسب و زمان پرس نیز بر مقاومت خمشی معنی‌دار بوده است. به نحوی که بالاترین مقدار MOR در شرایط مصرف ۱۱ درصد چسب و ۶ دقیقه زمان پرس حاصل گردیده است. در این شرایط با توجه به اینکه مقدار ذرات چسب قرار گرفته بر روی الیاف افزایش یافته است و از طرف دیگر در زمان پرس ۶ دقیقه، زمان کافی برای سخت شدن و کامل شدن اتصالات بین الیاف و چسب تحت شرایط پرس وجود داشته است، از این رو در این شرایط مقاومت خمشی در بالاترین حد خود قرار گرفته است.

به طور کلی اثر متقابل مصرف چسب و زمان پرس بر مدول الاستیسیته تخته‌ها معنی‌دار بوده است. به طوری که در زمان بخارزنی ۵ دقیقه، با افزایش زمان پرس، مدول الاستیسیته تخته‌ها به شدت افزایش یافته است. در حالی که در زمان بخارزنی ۱۰ و ۱۵ دقیقه، با افزایش زمان پرس، روند صعودی مدول الاستیسیته از چنین شدتی برخوردار نیست. با وجود این نتایج فوق نشان می‌دهد که مقدار مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده از الیاف توسکا با زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه در سطح مطلوبی قرار دارند و این نشان می‌دهد که زمان مناسب بخارزنی برای جداسازی الیاف با حداقل خسارت مکانیکی و آناتومیکی برای چوب توسکا مدت زمان ۱۵ دقیقه می‌باشد.

نتایج نشان داد که زمان بخارزنی بر چسبندگی داخلی دارای اثر معنی‌داری بوده و تخته‌های ساخته شده با الیاف تهیه شده در شرایط بخارزنی ۱۵ دقیقه از چسبندگی داخلی بالاتری نسبت به تخته‌های ساخته شده از الیاف تهیه شده در شرایط بخارزنی ۵ و ۱۰ دقیقه قرار داشته

است. نتایج فوق نشان می‌دهد که الیاف تهیه شده با استفاده از زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه دارای حداقل خسارت بوده و ذرات چسب قرار گرفته بر روی الیاف بطور مؤثرتری در ایجاد اتصال شرکت کرده و در نتیجه، چسبندگی داخلی بالاتری را ایجاد می‌کنند. همچنین با افزایش زمان پرس از ۴ به ۶ دقیقه، چسبندگی داخلی افزایش یافته است. افزایش زمان پرس باعث می‌گردد که چسب قرار گرفته بر روی الیاف لایه میانی کاملاً سخت گردیده و الیاف موجود در این لایه، توسط اتصالات محکم و کارآمد به هم متصل شوند که موجب افزایش چسبندگی داخلی شده است. بررسی‌های انجام شده بر روی تخته فیبرهای ساخته شده از الیاف چوب صنوبر نیز نتایج مشابهی را نشان داده است (کارگرفرد و همکاران، ۱۳۸۳). چنین روند افزایشی نیز در مورد چسبندگی داخلی با افزایش میزان مصرف چسب از ۹ به ۱۱ درصد ملاحظه گردید به طوری که IB تخته‌های ساخته شده با استفاده از مصرف چسب ۱۱ درصد طبق گروه‌بندی آزمون دانکن در گروه A و تخته‌های ساخته شده با استفاده از ۹ درصد مصرف چسب در گروه B قرار گرفته‌اند. بدیهی است افزایش مقدار چسب مصرفی باعث افزایش تعداد اتصالات بین الیاف شده و در نتیجه استحکام و چسبندگی بین آنها را بیشتر خواهد کرد و همین امر در بهبود چسبندگی داخلی تخته‌ها موثر می‌باشد.

همچنین نتایج نشان داد که افزایش زمان پرس موجب کاهش واکشیدگی ضخامت تخته‌ها شده است. به طوری که بالاترین مقدار واکشیدگی ضخامت در زمان پرس ۴ دقیقه مشاهده می‌شود. البته بهبود میزان واکشیدگی ضخامت با افزایش زمان پرس ارتباط مستقیمی با افزایش مقاومت چسبندگی داخلی و بهبود مقاومت اتصال در

سخت شدن مطلوب چسب در زمان پرس ۶ دقیقه، باعث گردیده است که حداقل میزان واکنش واکنش‌دهی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت در این شرایط حاصل شده باشد و حداکثر واکنش‌دهی ضخامت در شرایط زمان بخارزنی ۵ دقیقه و زمان پرس ۴ دقیقه مشاهده گردید. به طوری که در زمان بخارزنی ۵ دقیقه با افزایش زمان پرس از ۴ به ۶ دقیقه به نحو محسوسی از مقدار واکنش‌دهی ضخامت ۲ ساعت کاسته شده است، در حالی که در اثر افزایش زمان پرس در زمانهای بخارزنی ۱۰ و ۱۵ دقیقه، بهبود واکنش‌دهی ضخامت تخته‌ها از چنین شدتی برخوردار نبوده است (Philip et al, 2007).

- کارگرفرد، ا. و امیر نوربخش. ۱۳۸۳، استفاده از ضایعات حاصل از هرس درختان انگور در تهیه تخته خرده چوب. مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. جلد ۱۹، شماره ۲، ص: ۱۷۳ - ۱۵۹.

- کارگرفرد، ا. حسین زاده، ع. نوربخش، ا.، خواجه، خ. و رضا حاجی حسنی. ۱۳۸۴. بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) ساخته شده از چوب صنوبر (*P. nigra*). مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۶۸، ص ۴۷ - ۳۸.

- Cristiane Inacio de Campos; Francisco Antonio Rocco Lahr. (2004). Production and characterization of MDF using Eucalyptus fibers and castor oil-based polyurethane resin. Material Research J. Vol.7, no.3, 421-425.
- 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.

زمان پرس طولانی‌تر دارد زیرا بهبود مقاومت اتصال به ویژه در لایه میانی موجب کاهش واکنش‌دهی ضخامت تخته‌ها شده است. از طرف دیگر اثر متقابل میزان مصرف چسب و زمان پرس بر واکنش‌دهی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت معنی‌دار بوده است و در هر دو سطح ۹ و ۱۱ درصد مصرف چسب با افزایش زمان پرس به نحو معنی‌داری از مقادیر واکنش‌دهی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت کاسته شده است، اما میانگین‌ها نشان می‌دهند که مقدار کاهش واکنش‌دهی ضخامت در تخته‌های ساخته شده با مصرف چسب ۹ درصد، با افزایش زمان پرس از ۴ به ۶ دقیقه از شدت بیشتری برخوردار بوده است. این روند نشان می‌دهد که زمان پرس ۶ دقیقه، فرصت کافی را برای ذرات چسب در تمام نقاط کیک الیاف قرار می‌دهد تا به درجه حرارت ۱۰۰ درجه سانتیگراد که دمای مناسب برای سخت شدن چسب اوره فرم آلدئید می‌باشد، برسد. لذا به دلیل اینکه در زمان پرس ۶ دقیقه تمام ذرات چسب مصرفی به طور کاملتری بین الیاف اتصال ایجاد نموده‌اند، با افزایش زمان پرس، از واکنش‌دهی ضخامت تخته‌ها کاسته شده است، این روند کاهش واکنش‌دهی ضخامت در تخته‌های ساخته شده با میزان مصرف چسب ۹ درصد، به دلیل اینکه تعداد نقاط اتصال ایجاد شده بین الیاف توسط ذرات چسب کمتر از تخته‌های ساخته شده با میزان مصرف چسب ۱۱ درصد می‌باشد، لذا کیفیت اتصالات در بهبود چسبندگی و کاهش واکنش‌دهی تخته‌ها در مصرف چسب ۹ درصد محسوس تر می‌باشد. ولی در مجموع مقدار واکنش‌دهی ضخامت در مصرف ۹ درصد چسب بالاتر بوده است (Rosilei et al, 2006).

از طرف دیگر مشاهده می‌شود که به حداقل رسیدن خسارت وارده به الیاف در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه و

- density fiberboard by use of high - pressure steam pressure. *Mokazai Gakkaishi* 40 (4) : 380-389.
- Philip Ye, X. ; Julson, J. ; Kuo, M. ; Womac, A. ; Myers, D. (2007). Properties of Medium Density Fiberboard made from renewable biomass. *Bioresource Technology J.* 98 (2007). 1077-1084.
 - 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.
 - Rosilei, A. Garcia ; Alain Cloutier ; Bernard Riedi. (2006). Dimentional stability of MDF panels produced from heat treated fibers. *Holzforchung Journal*, Vol. 60 (3), P: 278-284.
 - 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.
 - 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 89012-900, Blumenau (SC), Brazil. Ciencia-Florestal.* 2000, 10 : 2, 75-90 ; 16 ref.
 - 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.
 - Okamoto, H.; Sano, S.; Kawai, S. ; Okamoto, T. ; Sasaki , H. .1994. Production of dimensionally stable medium

Utilization of alder wood fibers for medium density fiberboard manufacture

Kargarfard, A.^{1*} ; Nourbakhsh, A.² and Golbabaee, F.³

1*- Corresponding author, Ph.D., Wood and Forest products Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Iran, E-mail: a_kargarfard@yahoo.com

2- Ph.D., Wood and Forest products Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Iran

3- M.Sc., Wood and Forest products Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Iran

Received: April, 2010

Accepted: Jan. 2011

Abstract

In this investigation, 36 laboratory medium density fiberboard (MDF) panels were produced using alder wood fibers. The variables were steaming time of 5, 10 and 15 minutes, press time of 4 and 6 minutes and resin content of 9 and 11%. Physical and mechanical properties of panels were measured and analyzed. The results indicated that the maximum MOR was related to panels produced with 6 minutes press time and 11% resin consumption. The maximum Internal Bonding (IB) was related to panels made with 15 minutes steaming and content resin of 11%. However, test panels produced at 6 minutes press time showed minimum thickness swelling. The results indicated that the MDF boards produced from alder wood fibers exhibit desirable physical & mechanical properties which are above then EN standards. Consequently application of alder wood fibers to improve physical & mechanical properties of MDF panels produced from nonwood materials and agricultural residues is recommendable.

Keyword: Medium Density Fiberboard, Steaming time, Press temperature, Press time, Physical & Mechanical Properties.