

## اثر زمان بخارزنی بر ویژگی‌های تخته‌فیبر دانسیته متوسط (MDF) ساخته شده از الیاف چوب راش

ابوالفضل کارگرفرد<sup>۱\*</sup>، رضا حاجی حسنی<sup>۲</sup> و فاطمه رضاعی<sup>۳</sup>

\*۱- مسئول مکاتبات، دانشیار، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

پست الکترونیک: a\_kargarfard@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور،

۳- کارشناس، مهندسی علوم چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه مازندران

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۸۹

### چکیده

در این بررسی از الیاف چوب گونه راش، با استفاده از سه زمان بخارزنی ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه، دو زمان پرس ۴ و ۶ دقیقه و دو میزان مصرف چسب ۹ و ۱۱ درصد، تخته‌فیبر دانسیته متوسط (MDF) به روش خشک تهیه گردید. سپس خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده از آنها اندازه‌گیری و با استفاده از طرح آماری فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که در شرایط زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه، زمان پرس ۴ دقیقه و مصرف چسب ۱۱ درصد، مقاومت‌خمش در حد مطلوبی قرار دارد. همچنین با افزایش زمان بخارزنی به ۱۵ دقیقه و زمان پرس به ۶ دقیقه، مقادیر MOR و MOE به حداقل کاهش یافت. همچنین چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده با افزایش زمان بخارزنی و زمان پرس کاهش یافته است، در حالی که حداقل واکشیدگی ضخامت تخته‌ها در شرایط استفاده از زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه مشاهده گردید. بنابراین نتایج حاصل از اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌فیبرهای ساخته شده نشان داد که با افزایش زمان بخارزنی، واکشیدگی ضخامت تخته‌ها بهبود می‌یابد. در حالی که ویژگی‌های مکانیکی تخته‌های ساخته شده با زمان‌های کوتاهتر بخارزنی در سطح بالاتری قرار داشته است.

**واژه‌های کلیدی:** تخته‌فیبر دانسیته متوسط، الیاف راش، میزان مصرف چسب، زمان بخارزنی، زمان پرس و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی.

### مقدمه

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 تخته‌فیبر دانسیته متوسط یا MDF از انواع تخته‌فیبرها می‌باشد که دارای

رشد صنعتی و افزایش روزافزون جمعیت به خصوص در کشورهای در حال توسعه، افزایش تقاضا برای مواد اولیه و نهاده‌های تولید را به دنبال داشته است. با توجه به محدود بودن منابع اولیه به‌ویژه در بخش منابع طبیعی، تأمین ماده اولیه چوبی مورد نیاز صنایع چوب و کاغذ در

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). 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). کارگرفرد و همکاران (۱۳۸۴) به بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) ساخته شده از چوب صنوبر در سه زمان بخارزنی ۱۵، ۲۰ و ۲۵ دقیقه و سه زمان پرس ۴، ۵ و ۶ دقیقه با استفاده از دو مقدار مصرف چسب ۹ و ۱۱ درصد به روش خشک پرداختند. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده نشان داد که در شرایط زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه، زمان پرس ۶ دقیقه و مصرف چسب ۹ و ۱۱ درصد خواص فوق‌الذکر نسبت به تیمارهای دیگر در حد مطلوبی قرار دارد. با افزایش زمان بخارزنی، چسبندگی داخلی و مدول الاستیسیته تخته‌ها کاهش یافته، در حالی که رابطه مستقیم بین این خواص با زمان پرس مشاهده گردید. واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب در شرایط زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه، زمان پرس ۶ دقیقه به حداقل کاهش یافت. نتایج حاصل از ساخت تخته MDF از مخلوط الیاف بامبو و چوب که اثر نسبت الیاف بامبو به چوب و نوع

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، می‌باشند. این ویژگی‌ها باعث شده است که در سال‌های اخیر تولید جهانی این محصول به نحو محسوسی افزایش یابد. در روند راه‌اندازی واحدهای تولید تخته فیبر دانسیته متوسط عوامل متعددی مؤثر هستند که ماده چوبی از مهمترین آنها به حساب می‌آید. 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 راش به خصوص به شکل پشت‌لاهای حاصل از فعالیت واحدهای تهیه الوار و تراورس و مغزی واحدهای لوله‌بری به دلیل دارا بودن مزیت‌هایی از قبیل دانسیته و طول الیاف نسبتاً مناسب و رنگ روشن برای ساخت تخته فیبر دانسیته متوسط مناسب می‌باشد. با این حال قبل از معرفی یک ماده لیگنوسلولزی به بخش صنعت برای استفاده در تولید، ضروریست تحقیقات آزمایشگاهی جامع و کاملی بر روی ماده چوبی انجام شود و در صورت مطلوب بودن نتایج حاصل، یافته‌های مزبور به بخش صنعت انتقال یابد.

همگام با رشد سریع و توسعه واحدهای صنعتی در زمینه تولید MDF، تحقیقات آزمایشگاهی بر روی عوامل مؤثر بر این فرآورده چوبی نیز از نظر کمی و کیفی افزایش یافته است. تحقیقات انجام شده در مورد تأثیر 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

Paridah و همکاران (۲۰۰۷) ساخت و خصوصیات مکانیکی MDF ساخته شده از مغز و پوست کنف با چسب‌های UF، MUF و LPF را مورد بررسی قرار دادند که نتایج بررسی آنان نشان داد که با افزایش مقدار مغز کنف به ۱۰۰ درصد، مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش و در واکنش‌دهی ضخامت و نیز جذب آب آنها کاهش مشاهده شد. با توجه به تحقیقات انجام شده، این تحقیق با هدف بررسی اثر زمان‌های مختلف بخارزنی بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته MDF ساخته شده از چوب راش انجام شده است.

### مواد و روشها

در این بررسی چوب گونه راش از طرح‌های جنگل‌داری شرکت سهامی نکا چوب تهیه گردید. پس از حمل چوب به آزمایشگاه، اقدام به پوست‌کنی آنها شد. سپس با استفاده از یک خردکن غلطکی آزمایشگاهی از نوع Pallmann X 430 - 120PHT چوب‌ها تبدیل به خرده‌چوب مناسب برای 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 خشک‌شدن در هوای آزاد با استفاده از یک خشک‌کن گردان در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد تا رسیدن به رطوبت حدود یک درصد، خشک گردیدند. سپس الیاف خشک‌شده در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به نفوذ رطوبت، بسته‌بندی و برای ساخت تخته آماده شدند. برای

الیاف از نظر نرمی و زبری بر روی خواص تخته‌ها مورد بررسی قرار گرفت؛ نتایج 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 همکاران، ۲۰۰۰). استفاده از الیاف گونه کاج در تولید تخته فیبر با دو دانسیته ۶۰۰ و ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و میزان چسب ۶، ۸، ۱۲ و ۱۴ درصد مورد بررسی قرار گرفته است، به طوری که 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 با 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 است و قابلیت استفاده از الیاف این گونه از اکالیپتوس‌ها در صنعت MDF را تأیید می‌کند. اما انجام تحقیقات بیشتر در این مورد پیشنهاد شده است (Krzysik و همکاران، ۱۹۹۹). نتایج تحقیق دیگری که خصوصیات MDF ساخته شده از چوب اکالیپتوس سالیگنا با استفاده از چسب پلی‌اورتان را مورد بررسی قرار داده است، نشان داد که مقاومت‌های تخته‌های حاصل در مقایسه با استاندارد اروپایی بسیار راضی‌کننده بوده و جایگزینی این ماده چوبی را با مواد چوبی دیگر امکان‌پذیر دانسته است (Francisco و Cristiane، ۲۰۰۴).

تعیین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها مطابق استاندارد EN-326-1 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.

### نتایج

اثر مستقل و متقابل متغیرهای ساخت شامل زمان بخارزنی، زمان پرس و مقدار مصرف چسب بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌فیبرهای ساخته شده از چوب راش اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر زمان بخارزنی بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته معنی‌دار است (شکل ۱) و بالاترین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه حاصل شده است که در گروه A جدول دانکن قرار گرفته است. تغییرات مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها با افزایش زمان بخارزنی از ۵ به ۱۰ و ۱۵ دقیقه نشان می‌دهد که با افزایش زمان بخارزنی از ۵ به ۱۰ دقیقه مقدار این ویژگی‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافته است، در حالی که با افزایش زمان بخارزنی به ۱۵ دقیقه به شدت از مقدار آنها کاسته شده است.

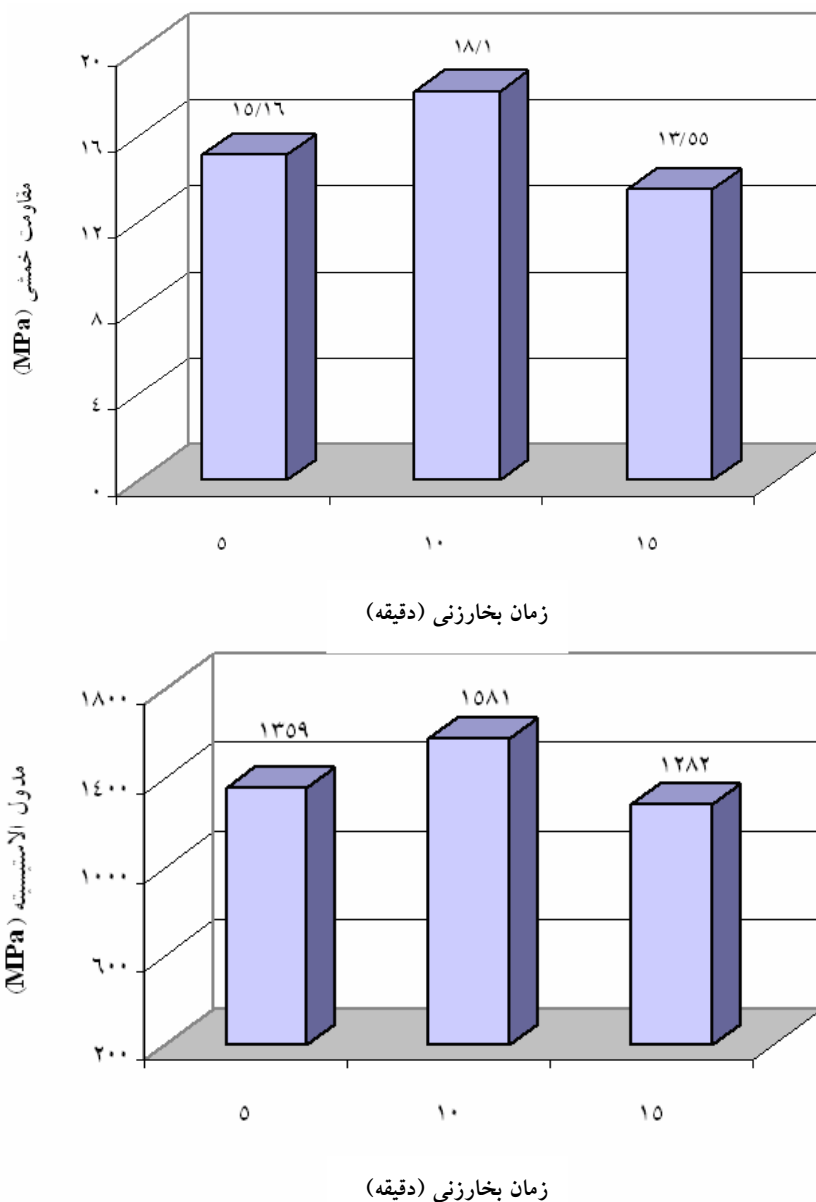
همچنین نتایج نشان داد که اثر افزایش چسب از ۹ به ۱۱ درصد در سطح اطمینان ۹۹ درصد بر مقاومت خمشی و

چسب‌زنی الیاف از یک دستگاه چسب‌زن آزمایشگاهی استفاده شد. محلول چسب همراه با کاتالیزور به وسیله یک نازل چسب‌پاش کاملاً با الیاف مخلوط گردید. همچنین از چسب اوره‌فرم‌آلدئید در دو سطح ۹ و ۱۱ درصد (براساس وزن خشک الیاف) با غلظت ۵۰ درصد و  $NH_4Cl$  به‌عنوان کاتالیزور با مصرف یک درصد (براساس وزن خشک چسب) استفاده گردید. به منظور تشکیل کیک الیاف از یک قالب چوبی با ابعاد  $35 \times 35$  سانتی‌متر استفاده شد و الیاف چسب‌زنی 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 تخته‌فیبرهای آزمایشگاهی با استفاده از دمای پرس ۱۷۵ 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، فشارپرس برابر  $30$  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 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  $1 \pm 65$  درصد و درجه حرارت  $3 \pm 20$  درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. تهیه نمونه‌های آزمونی برای

دقیقه با افزایش مقدار مصرف چسب از ۹ به ۱۱ درصد در سطح معنی داری به مقاومت خمشی تخته‌ها افزوده شده است. در حالی که هیچ‌گونه تغییر معنی داری در مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده از الیاف بخارزنی شده با زمان ۱۰ دقیقه در اثر افزایش میزان مصرف چسب از ۹ به ۱۱ درصد مشاهده نمی‌گردد.

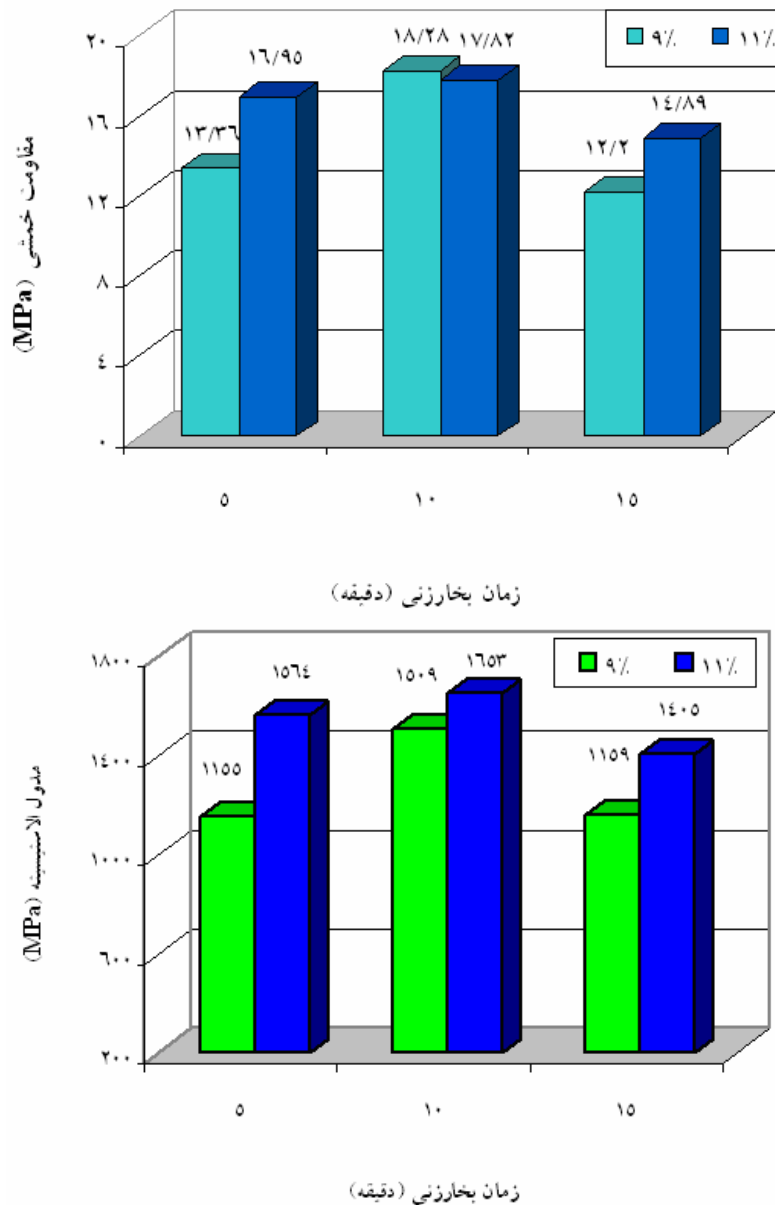
مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده معنی دار می‌باشد و با افزوده شدن به مقدار چسب مصرفی و قرار گرفتن ذرات بیشتر چسب بر روی الیاف، باعث بهبود این ویژگی‌ها شده است. اثر متقابل زمان بخارزنی و میزان مصرف چسب نیز بر مقاومت خمشی تخته‌ها معنی دار بوده است. به طوری که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود، در دو زمان بخارزنی ۵ و ۱۵



شکل ۱- اثر زمان بخارزنی بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته

مصرف چسب از شدت بیشتری برخوردار بوده است و این احتمال را می توان در نظر گرفت که در صورت مناسب بودن شرایط بخارزنی و تولید الیاف سالم، با مصرف چسب کمتر و کاهش هزینه ها، می توان تخته هایی با ویژگی های مکانیکی و فیزیکی مناسبتر تولید نمود.

همچنین مدول الاستیسیته تخته های ساخته شده از الیاف بخارزنی شده در سه زمان ۵، ۱۰، ۱۵ دقیقه با افزایش مقدار مصرف چسب از ۹ به ۱۱ درصد در سطح معنی داری افزایش یافته است (شکل ۲). با این حال افزایش مدول الاستیسیته در تخته های ساخته شده از الیاف بخارزنی شده در زمان های ۵ و ۱۵ دقیقه در اثر افزایش

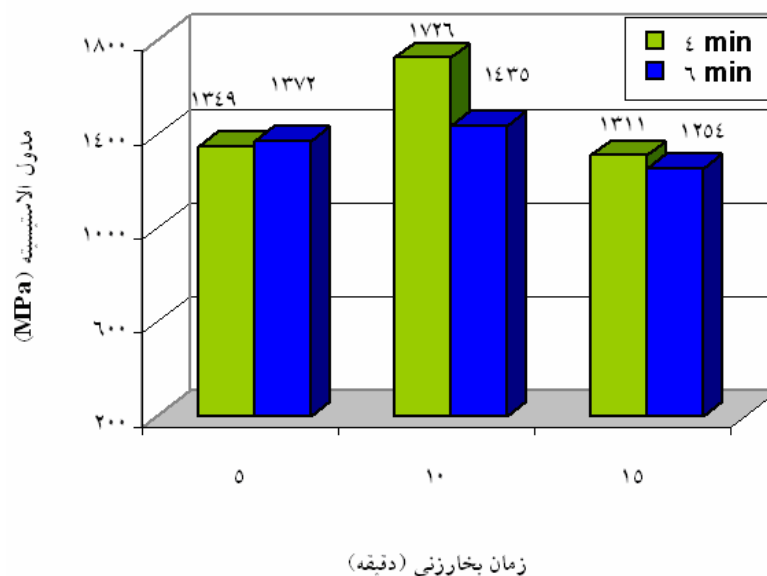


شکل ۲ - اثر متقابل زمان بخارزنی و مصرف چسب بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته

دقیقه باعث افت مدول الاستیسیته گردیده است بنابراین در اثر متقابل این دو عامل حداقل مقدار MOE در تخته‌های ساخته شده با الیاف تهیه شده با زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه و زمان پرس ۶ دقیقه حاصل شده است. بنابراین در گروه بندی دانکن نیز مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده در شرایط بخارزنی ۱۰ دقیقه و زمان پرس ۴ دقیقه با ۱۷۲۶ مگاپاسکال در گروه A و مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده در شرایط زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه و زمان پرس ۶ دقیقه با ۱۲۵۴ مگاپاسکال در گروه C طبقه بندی شده‌اند.

زمان پرس نیز اثر معنی داری بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته داشته و زیادترین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته در زمان پرس ۴ دقیقه حاصل شده است که در گروه بندی دانکن، در گروه A قرار گرفته است، در صورتی که مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته حاصل از زمان پرس ۶ دقیقه کمتر بوده و در گروه بندی دانکن در گروه B قرار گرفته است.

اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر روی MOE در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی دار می‌باشد. با توجه به اینکه افزایش زمان بخارزنی به ۱۵ دقیقه و زمان پرس به ۶



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

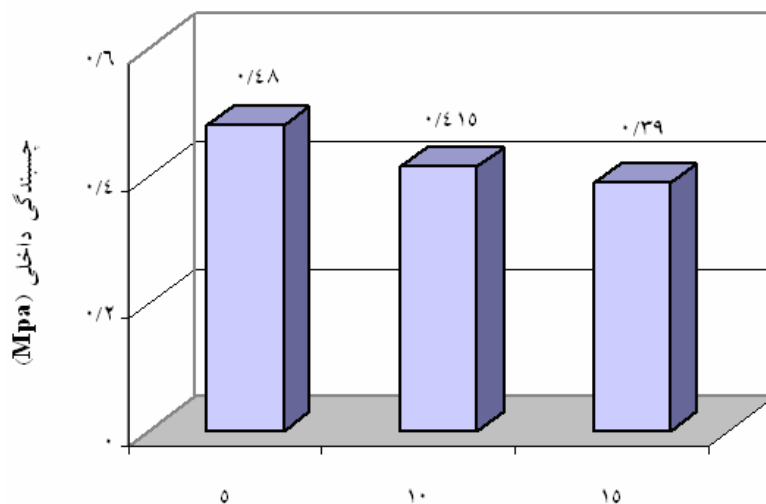
زمان پرس، روند کاهش مدول الاستیسیته از چنین شدتی برخوردار نیست. اثر متقابل زمان بخارزنی، میزان مصرف چسب و زمان پرس بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی دار بوده است و بالاترین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها به ترتیب با

در شکل ۳ تغییرات مدول الاستیسیته در شرایط مختلف زمان بخارزنی و زمان پرس مشاهده می‌شود. در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه، با افزایش زمان پرس، مدول الاستیسیته تخته‌ها به شدت کاهش یافته است. در حالی که در زمان بخارزنی ۵ و ۱۵ دقیقه، با افزایش

با الیاف حاصل از زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه دارای کمترین مقدار IB بوده‌اند. در حالی که در زمان پرس ۴ دقیقه با افزایش زمان بخارزنی از ۵ به ۱۰ دقیقه مقدار مقاومت چسبندگی داخلی افزایش و بعد در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه دوباره کاهش یافته است (شکل ۵). تأثیر متقابل زمان بخارزنی، میزان مصرف چسب و زمان پرس بر چسبندگی داخلی در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی دار بوده است، به طوری که بالاترین این ویژگی تخته‌ها با ۰/۵۷۰ مگاپاسکال در شرایط زمان بخارزنی ۵ دقیقه، مصرف چسب ۱۱ درصد و زمان پرس ۶ دقیقه بدست آمده است.

۲۰/۱۴ و ۱۹۸۷ مگاپاسکال در شرایط زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه، مصرف چسب ۱۱ درصد و زمان پرس ۴ دقیقه بدست آمده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس چسبندگی داخلی نشان داد که زمان بخارزنی اثر معنی دار بر این ویژگی دارد و با افزایش زمان بخارزنی، از مقاومت چسبندگی داخلی کاسته شده است و طبق گروه بندی آزمون دانکن، زیادترین مقدار IB که در گروه A قرار گرفته است مربوط به زمان بخارزنی ۵ دقیقه می باشد (شکل ۴). نتایج همچنین نشان داد که در زمان پرس ۶ دقیقه با افزایش زمان بخارزنی از چسبندگی داخلی تخته‌ها کاسته شده و تخته‌های ساخته شده



زمان بخارزنی (دقیقه)

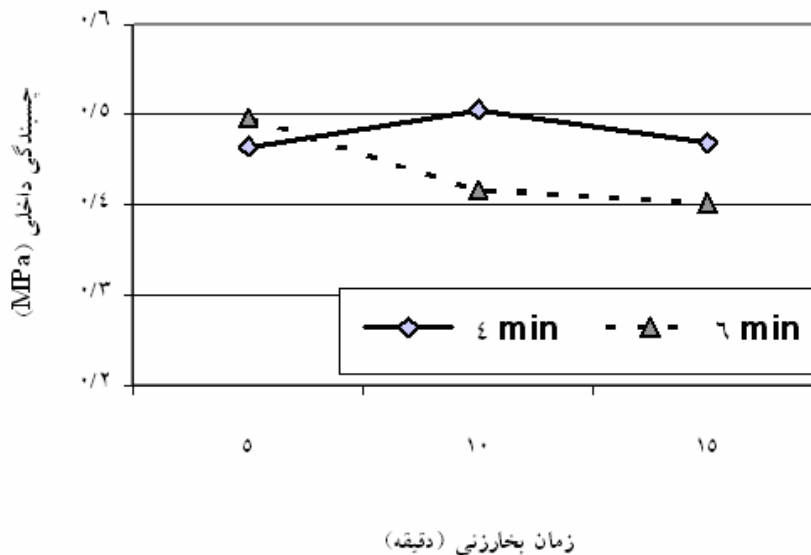
شکل ۴ - اثر زمان بخارزنی بر چسبندگی داخلی

به ترتیب در تخته‌های ساخته شده با الیاف تهیه شده در زمان بخارزنی ۱۵ و ۵ دقیقه حاصل شده است (شکل ۶). افزایش مصرف چسب نیز به طور معنی داری در کاهش واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت تخته‌ها مؤثر

نتایج حاصل از اندازه گیری واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت تخته‌ها نشان داد که با افزایش زمان بخارزنی، از واکشیدگی ضخامت تخته‌ها کاسته می‌گردد. به طوری که حداقل و حداکثر واکشیدگی ضخامت



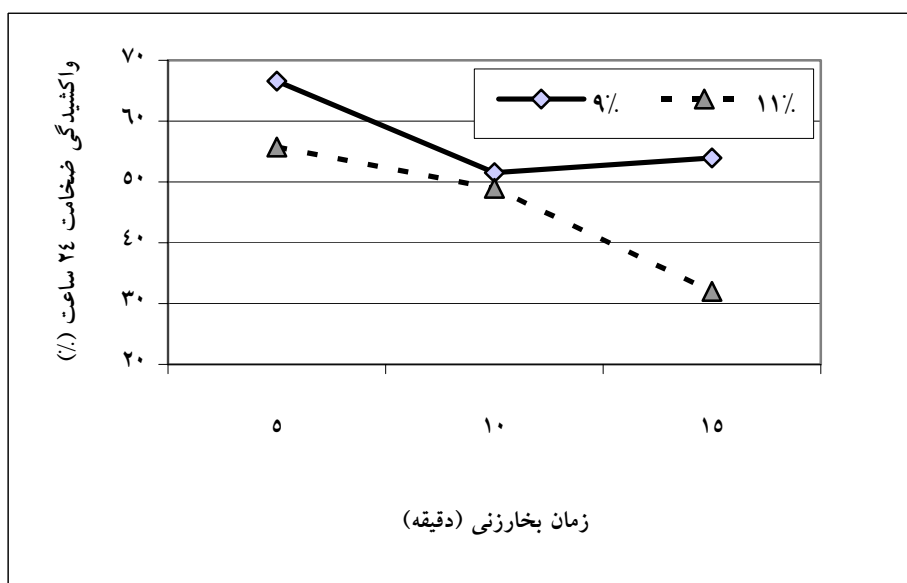
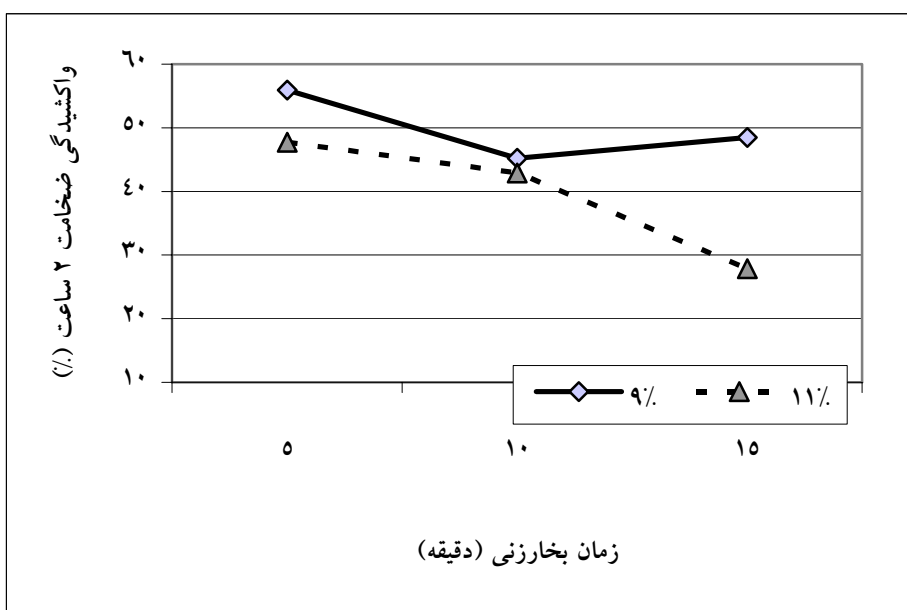
بوده است. و با افزایش مصرف چسب از ۹ به ۱۱ درصد، میزان واكشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت ۴۵/۵۷ درصد کاهش یافته است. تخته‌ها به ترتیب از ۴۹/۸۸ و ۵۷/۳۶ درصد به ۳۹/۵۱ و



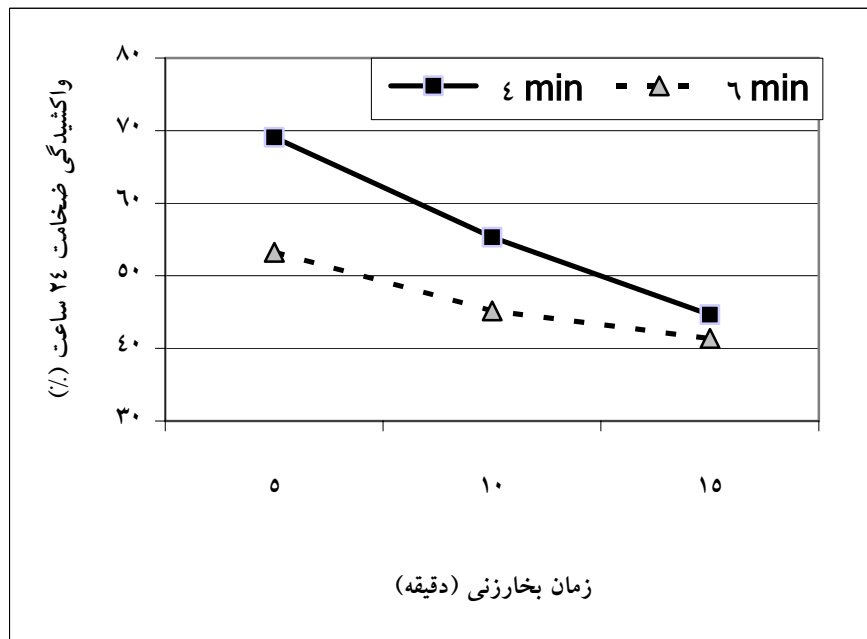
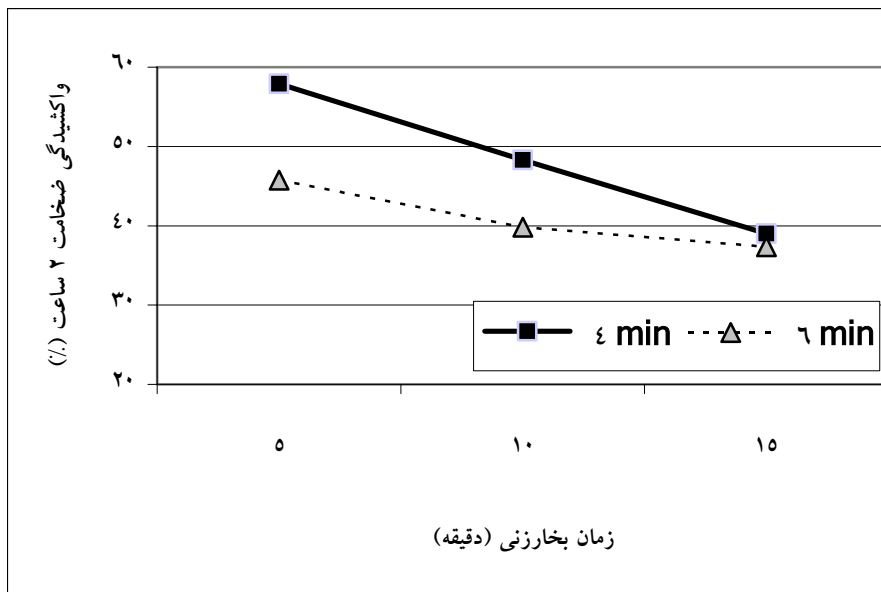
شکل ۵- اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر چسبندگی داخلی

مشاهده می‌شود که در هر سه زمان بخارزنی اعمال شده، با افزایش زمان پرس، از واكشیدگی ضخامت تخته‌ها کاسته شده است و تحت شرایط استفاده از زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه و زمان پرس ۶ دقیقه، حداقل واكشیدگی ضخامت بوجود آمده است. با وجود این افزایش زمان پرس از ۴ به ۶ دقیقه اثر معنی‌داری بر روی واكشیدگی ضخامت تخته‌های ساخته شده با الیاف تهیه شده در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه نداشته است و از نظر گروه‌بندی آزمون دانکن مقدار واكشیدگی تخته‌ها در هر دو زمان پرس ۴ و ۶ دقیقه در یک گروه قرار گرفته‌اند.

همچنین اثر متقابل زمان بخارزنی و مقدار مصرف چسب بر واكشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها معنی‌دار بوده است. با نگاهی به شکل ۶ مشاهده می‌شود که در میزان مصرف چسب ۹ درصد، حداقل واكشیدگی ضخامت در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه مشاهده می‌گردد. در حالی که در مصرف چسب ۱۱ درصد با افزایش زمان بخارزنی از میزان واكشیدگی ضخامت تخته‌ها کاسته شده و حداقل آن در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه حاصل شده است. همچنین اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر واكشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها معنی‌دار بوده است. با نگاهی به شکل ۷



شکل ۶ - اثر متقابل زمان بخارزنی و مصرف چسب بر واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت



شکل ۷ - اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس بر واکسیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت

کاهش یافته است. با این حال، به طوری که در شکل ۶ ملاحظه می‌گردد، افزایش میزان مصرف چسب در تخته‌های ساخته شده با الیاف تهیه شده با زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه اثر بسیار مشهودی بر واکسیدگی ضخامت داشته است. اثر متقابل زمان بخارزنی، میزان مصرف چسب و

افزایش میزان مصرف چسب نیز به طور معنی‌داری در کاهش واکسیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت تخته‌ها مؤثر بوده است. به طوری که با افزایش مصرف چسب از ۹ به ۱۱ درصد، میزان واکسیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت تخته‌ها به ترتیب از ۴۹/۸۸ و ۵۷/۳۶ به ۳۹/۵۱ و ۴۵/۵۷٪

امیری (۱۳۷۶) نشان داده است که زمان بخارزنی کوتاه‌تر مقاومت خمشی بیشتری در تخته‌های ساخته شده، ایجاد نموده است. بنابراین در این بررسی مشخص گردید که الیاف تهیه شده با زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه احتمالاً دارای حداقل خسارتهای مکانیکی و یا شیمیایی بوده است و همین امر باعث گردیده است که حتی با مصرف چسب کمتر، تخته‌های ساخته شده دارای مقاومت خمشی مطلوبی باشند و این اهمیت اثر زمان بخارزنی بر روی خصوصیات آناتومیکی و مکانیکی الیاف را نشان می‌دهد که در صورت رعایت آن می‌توان با مصرف چسب کمتر، تخته‌هایی با کیفیت بالا تولید نمود (Okamoto و همکاران، ۱۹۹۴، کارگرفرد و همکاران، ۱۳۸۴). از سوی دیگر اثر افزایش زمان پرس در کاهش مقاومت خمشی را می‌توان به دلیل مناسب بودن زمان پرس ۴ دقیقه، برای سخت شدن چسب و ایجاد اتصالات کارآمد بین الیاف چوب راش دانست که موجب ایجاد ویژگی‌های مقاومتی مطلوب در تخته از جمله مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته می‌شود. در حالی که در اثر افزایش زمان پرس الیاف، این گونه چوبی به ویژه در لایه‌های سطحی کیک الیاف دچار تخریب حرارتی شده و از آنجا که کیفیت الیاف و کارآمدی اتصال بین آنها در لایه‌های سطحی نقش بسزایی در ایجاد ویژگی‌های خمشی مطلوب دارد، در نتیجه در زمان پرس ۶ دقیقه، شاهد افت مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته هستیم.

همچنین نتایج نشان داد که مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده با الیاف تهیه شده در زمان بخارزنی ۱۰ دقیقه در اثر افزایش زمان پرس افت شدیدی داشتند که نشان می‌دهد الیاف فوق در مقابل تخریب حرارتی از خود حساسیت بیشتری نشان داده و افت مدول الاستیسیته در

زمان پرس بر واکنشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت تخته‌ها در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بوده است و حداقل واکنشیدگی ۲ و ۲۴ ساعت تخته‌ها به ترتیب با ۲۶/۵۶ و ۲۹/۵۷ درصد در شرایط زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه، مصرف چسب ۱۱ درصد و زمان پرس ۶ دقیقه بدست آمده است. در حالی که حداکثر مقادیر واکنشیدگی ۲ و ۲۴ ساعت تخته‌ها به ترتیب با ۶۰/۶۹ و ۷۳/۲۵ درصد در شرایط زمان بخارزنی ۵ دقیقه، مصرف چسب ۹ درصد و زمان پرس ۴ دقیقه بوده است.

## بحث

نتایج حاصل از اندازه‌گیری ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌ها و تحلیل آماری آنها نشان داد که با افزایش زمان بخارزنی از ۵ به ۱۰ دقیقه مقدار مقاومت خمشی تخته‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافته است، در حالی که با افزایش زمان بخارزنی به ۱۵ دقیقه به شدت از مقاومت خمشی کاسته شده است. این تغییرات نشان دهنده آن است که زمان بخارزنی ۵ دقیقه برای تهیه الیافی با کیفیت مناسب که توانایی در هم‌رفتگی و ایجاد اتصال کارآمد را داشته باشند، کافی نمی‌باشد. از طرف دیگر افت شدید مقاومت خمشی در تخته‌های ساخته شده با الیاف تهیه شده در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه گویای این مطلب است که الیاف دچار خسارت و افت کمی و کیفی شده‌اند. تحقیقات انجام شده در این زمینه نشان داده است که افزایش بخارزنی باعث هیدرولیز بخشی از همی سلولزهای الیاف شده و ساختمان الیاف را ضعیف می‌نماید که به سهم خود باعث کاهش مقاومت مکانیکی الیاف می‌گردد. در نتیجه کاهش مقاومت خمشی در تخته‌های ساخته شده از چنین الیافی مشاهده می‌شود. در این زمینه، تحقیقات

دیده شود، که چنین روندی وجود ندارد. یکی از علل عدم وجود هماهنگی بین واکنشیدگی ضخامت و IB تخته‌ها در زمان‌های مختلف بخارزنی را شاید بتوان به خارج شدن ترکیبات آبدوست مانند همی سلولزها از ییاف در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه در اثر هیدرولیز آنها مرتبط دانست که در زمان‌های بخارزنی ۵ و ۱۰ دقیقه اتفاق نمی‌افتد و در نتیجه به‌رغم اینکه ییاف تهیه شده با زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه توانایی ایجاد یک چسبندگی مناسب را ندارند ولی در اثر کاهش ترکیبات آبدوست، واکنشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت تخته‌های ساخته شده از آنها کاهش معنی‌داری نسبت به واکنشیدگی ضخامت تخته‌های ساخته شده با ییاف تهیه شده در زمان‌های بخارزنی ۵ و ۱۰ دقیقه نشان می‌دهد.

بنابراین نتایج حاصل از اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌فیرهای ساخته شده نشان داد که با افزایش زمان بخارزنی و به تبع آن افزایش خروج ترکیبات آبدوست مانند همی سلولزها، ویژگیهای فیزیکی تخته‌ها بهبود یافته است. در حالی که در زمان‌های کوتاهتر بخارزنی به دلیل کاهش آسیب‌های وارده به ییاف، ویژگی‌های مکانیکی مطلوب‌تری در تخته‌های ساخته شده ایجاد می‌گردد.

### منابع مورد استفاده

- کارگرفرد، ا. حسین زاده، ع. نوربخش، ا. خواجه، خ. و رضا حاجی حسنی. ۱۳۸۴. بررسی ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌فیر 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 Reaserch J. Vol.7, no.3, 421-425.

تخته‌های ساخته شده از آنها مشاهده می‌گردد. در حالی که مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده با ییاف تهیه شده در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه هر چند در اثر افزایش زمان پرس دچار افت شده‌اند. ولی به دلیل اینکه ییاف قبلاً تحت تأثیر شرایط بخارزنی صدماتی را متحمل شده‌اند، میزان افت MOE در آنها کمتر مشهود است. در همین راستا، تحقیقاتی که توسط Okamoto و همکاران (۱۹۹۴) انجام شده، نشان داده است که با افزایش زمان بخارزنی و نیز افزایش بخار، همی سلولز و آلفا سلولز کاهش یافته، در صورتی که ترکیبات لیگنین تغییر زیادی نکرده است و به همین دلیل ییاف دچار صدمات آناتومیکی و مکانیکی شده‌اند.

نتایج این تحقیق نشان داد که زمان بخارزنی اثر معنی‌دار بر چسبندگی داخلی دارد و با افزایش زمان بخارزنی، از چسبندگی داخلی تخته‌ها کاسته شده است؛ با توجه به اینکه زمان بخارزنی ۵ دقیقه، برای جداسازی کافی نمی‌باشد، بنابراین ییاف تهیه شده کاملاً از هم جدا نشده و به صورت دسته‌های چندتایی باقی می‌مانند، به‌رغم اینکه این ییاف در فرایند ساخت تخته‌ها قادر نیستند در هم رفتگی مناسبی را به منظور تولید ویژگیهای خمشی مطلوب بوجود آورند ولی به دلیل اینکه سطح ویژه چسب خوری آنها کاهش یافته و در واحد سطح ییاف ذرات چسب بیشتری قرار می‌گیرد، به سهم خود در افزایش کارآمدی اتصالات و بهبود چسبندگی داخلی مؤثر است (Cristiane و همکاران، ۲۰۰۴؛ Eleoterio و همکاران، ۲۰۰۰). با توجه به اینکه تخته‌های ساخته شده با ییاف تهیه شده در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه دارای حداقل چسبندگی داخلی بودند، انتظار براین است که حداکثر واکنشیدگی ضخامت در این تخته‌ها

- 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 composicao quimica especifica da madira 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. Holzforschung Journal, Vol. 60 (3), P: 278-284.
  - Paridah, MT., Hafizah, AW and Azmi, I. 2009. Banding properties and preformance of multi-layered kenaf board. Journal of tropical forest science. Vol. 21(2): pp. 122 -133
  - 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.
  - 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.
  - European Standard EN 326-1: 1993. Wood based panels, Sampling, cutting and inspection. Sampling and cutting of test pieces and expression of test results.
  - 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.
  - Okamoto, H.; Sano, S.; Kawai, S. ; Okamoto, T. ; Sasaki , H. .1994. Production of dimensionally stable medium density fiberboard by use of high -

## Effect of steaming time on medium density fiberboard properties produced from beech wood fibers

Kargarfard, A.<sup>1\*</sup>, Hajihassani, R.<sup>2</sup> and Rezaei, F.<sup>3</sup>

1\*- Corresponding author , Associate Professor, Wood and Forest products Research Division, Research Institute of Forests and Rangeland. Email: kargarfard@ rifr-ac.ir

2- M.Sc., Wood and Forest products Research Division, Research Institute of Forests and Rangeland.

3- B.Sc. of Wood and Paper Science, Faculty of Natural Resources, Mazandaran University

Received: Nov., 2010

Accepted: July, 2011

### Abstract

In this investigation, 36 laboratory Medium Density Fiberboard (MDF) panels were produced using beech wood fibers. Variables were three steaming time (5, 10 and 15 minutes), two press time (4 and 6 minutes) and two resin consumption levels (9 and 11%). The physical and mechanical properties of panels were measured and analyzed. The results indicated that the favorite MOR was observed in panels produced through 4 minutes press time, 11% resin consumption and 10 minutes steaming time. Also increase in steaming time to 15 minutes and press time to 6 minutes, caused the MOR and MOE of boards reduced to minimum level. The internal bonding (IB) of boards decreased with steaming and press time increase. However, the panels produced at 25 minutes of steaming time showed minimum of thickness swelling. The results of this investigation indicated that the thickness swelling of boards improved with increase in steaming time. However mechanical properties of boards were higher where the shorter steaming time applied.

**Keywords:** Medium density fiberboard, steaming time, press temperature, press time, physical & mechanical properties.