

اثر تیمار حرارتی خرده‌های مغز ساقه کنف بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده از آن

علی پسرکلو^{۱*}، محمد رضا دهقانی فیروزآبادی^۲، ابولفضل کارگرفرد^۳ و تقی طبرسائ^۴

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد حفاظت و اصلاح چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

پست الکترونیک: ali.pesaraklu@yahoo.com

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع چوب کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران

۴- استاد گروه علوم و صنایع چوب کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ پذیرش اسفند ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۱

چکیده

این پژوهش با هدف ساخت تخته‌های مقاوم به رطوبت از خرده‌های تیمار حرارتی شده مغز ساقه کنف انجام گردید. با استفاده از خرده‌های تیمار شده مغز کنف با بخار در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، با زمان ۲ و ۳۰ و ۶۰ دقیقه و ۳ نوع رزین اوره‌فرمالدئید، ملامین‌فرمالدئید و مخلوط آنها به نسبت ۵۰ درصد از هر رزین ۲۷ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی اندازه‌گیری و نتایج به‌دست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از آزمون فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که تخته‌های ساخته شده از خرده‌های تیمار شده با زمان ۶۰ دقیقه و رزین اوره‌فرمالدئید دارای بیشترین مقاومت خمشی بودند. همچنین با افزایش زمان تیمار مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده بهبود یافته و در تخته‌های ساخته شده از رزین اوره ملامین‌فرمالدئید به حداکثر رسید. به‌علاوه اینکه با افزایش زمان تیمار از ۳۰ به ۶۰ دقیقه چسبندگی داخلی تخته کاهش یافت. واكشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌ها نیز با افزایش زمان تیمار در حد معنی‌داری نسبت به نمونه‌های تیمار نشده بهبود پیدا کرد.

واژه‌های کلیدی: تیمار حرارتی، کنف، جذب آب، واكشیدگی ضخامت، UF و MUF.

مقدمه

چندسازه‌ها می‌باشد. درختان سرپا، منابع ذخیره چوب می‌باشند که در طول سال قابل استحصال است. در دهه‌های اخیر افزایش مصرف چوب و فرآورده‌های چوبی، کاهش سطح جنگل‌های جهان و موجب نگرش حفاظتی به جنگل‌ها و کاهش عرضه چوب گردیده است،

چوب و فرآورده‌های مرکب آن از گذشته‌های دور اهمیت اقتصادی فراوانی در کشورهای توسعه نیافته و در حال توسعه برخوردار بوده است. چوب منبع بسیار مهم و مناسبی برای مواد ساختمانی، خمیر کاغذ، سوخت و

طبق یافته‌های (Dempsey, 2006) این گیاه روز کوتاه و یکساله است. کنف بیشتر در مناطق گرمسیری با آب و هوای معتدل تا ارتفاع ۵-۶ متر رشد می‌کند. تحت این شرایط ارتفاع، در مدت ۶ تا ۸ ماه تولید براساس وزن خشک به ۳۰ تن در هکتار می‌رسد (Webber et al., 2003). بازده کنف تقریباً ۳ تا ۵ برابر الیاف کاج جنوبی است (Lemahieu et al., 2003). در سال‌های اخیر کنف به‌عنوان یک محصول زراعی در کشورهای جهان سوم مطرح شده است که یکی از کاربردهای مهم آن در صنایع خمیر کاغذ می‌باشد (Taylor, 2003). از سابقه تاریخی کاشت کنف در ایران اطلاعات دقیقی در دست نیست ولی کشت آن به‌عنوان محصول فرعی در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان مرسوم می‌باشد. سطح زیر کشت کنف در سال ۱۳۴۹ حدود ۴۰۰۰ هکتار با میانگین تقریبی ۱۲۵۰ کیلوگرم الیاف در هکتار بوده است. عملکرد بیش از ۲۰۰۰ کیلوگرم مطلوب می‌باشد (خواججه‌پور، ۱۹۹۴).

تخته خرده‌چوب از ذرات چوب یا مواد لیگنوسلولزی که به‌شکل خرده‌چوب بوده و از فیبر متمایز هستند، ساخته می‌شوند. خرده‌چوب‌ها به کمک رزین‌های مصنوعی یا سایر مواد اتصال‌دهنده و در شرایط گرما و فشار در پرس گرم متراکم می‌شوند. در این فرایندها اتصالات بین خرده‌چوب‌ها با مصرف چسب ایجاد می‌گردد، مواد افزودنی نیز ممکن است برای بهبود بعضی از خواص تخته مورد استفاده قرار گیرند. با توجه به یکسان بودن ماده اولیه چوبی مورد استفاده در صنایع تخته خرده‌چوب و تخته‌فیبر، حجم روزافزون میزان تولید این محصولات در کشور و برنامه حفاظتی ارائه شده از طرف FAO¹ و سازمان حفاظت محیط‌زیست مبنی بر کاهش

به‌طوری‌که هم‌اکنون مسئله کمبود مواد اولیه سلولزی یک مسئله جهانی است. امروزه با توجه به محدود بودن سطح جنگل‌های ایران استفاده از درختان تند رشد، گیاهان لیگنوسلولزی غیرچوبی و پسماند کشاورزی در صنایع چوب ضروری به نظر می‌رسد. در توسعه پایدار و برای مدیریت منابع تجدید شونده که در آن راهبردهایی برای توسعه صنایع کاغذ و چندسازه با استفاده از اصول منطقی مدیریت اکوسیستم جستجو می‌گردد، کلیه مواد خام حاصل از منابع کشاورزی باید مدنظر قرار گیرند و بررسی و ارزیابی شوند (فائزی‌پور، ۱۳۸۱).

الیاف گیاهان زراعی مناسب برای ساخت فرآورده‌های سلولزی از دو منبع حاصل می‌شوند. اولین منبع، پسماند محصولات کشاورزی است. این مواد نظیر سبوس برنج و کاه غلات، محصولات فرعی تولید مواد غذایی و خوراک دام محسوب می‌شوند. با اینکه مصارف با ارزشی برای بخش‌هایی از پسماندهای کشاورزی یافت شده است، اما بیشتر این مواد برای سوخت و یا برای بستر حیوانات بکار می‌روند. دیگر پسماندها به همان شکل در زمین باقی مانده و یا اینکه سوزانده می‌شوند تا حجم توده کاهش یابد. در دومین منابع، گیاه فقط به‌منظور تولید الیاف کاشته می‌شود. کنف و جوت نمونه‌های مشخصی از این گیاهان هستند. این گیاهان نیز ضایعاتی دارند که برای بستر حیوانات، مواد سوختی و یا خوراک دام مورد استفاده قرار می‌گیرند (فائزی‌پور، ۱۳۸۱).

کنف با نام علمی *Hibiscus Cannabinus* گیاهیست از تیره پنیرک (*Malvacea*) بوته مانند و دارای ساقه‌های پوشیده از خار، که بومی شرق آفریقا می‌باشد. از نظر تاریخی کشت و کار آن به ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در غرب سودان باز می‌گردد (Lemahieu et al., 2003).

1- Food and Agriculture Organization of the United nations

بررسی شده است. نتایج نشان داد که تخته‌های تولید شده با دانسیته ۰/۲۰ و ۱۰ دقیقه تیمار به شرح زیر است. مدول گسیختگی ۱۱، مدول الاستیسیته ۰/۳، مقاومت چسبندگی داخلی ۰/۱۰ مگاپاسکال، واکنش‌دهی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب ۶/۶٪ و میزان جذب آب ۳۳/۵٪، ضریب هدایت گرمایی تخته‌های فوق مشابه مواد عایق بوده است و ضریب جذب صوت بالایی داشته است. به علاوه اینکه تخته‌ها فرم‌آلدهید کمی از خود منتشر می‌کنند. مغز کف قابلیت لازم را به عنوان ماده اولیه پانل‌های دانسیته پایین با اتصال‌دهنده کم به عنوان جاذب صوت و مقاوم‌های گرمایی در محصولات داخلی دارد.

البته یکی از مسائلی که کارخانجات تولید تخته-خرده سازی را با مشکل روبرو کرده است مقاوم نبودن تخته‌های تولید شده در برابر رطوبت می‌باشد. از این رو کارخانجات برای بالا بردن مقاومت تخته‌های تولیدی در برابر رطوبت از روش‌های تیمار کردن خرده‌های چوب استفاده می‌کنند. در دهه‌های اخیر مضر بودن ترکیبات شیمیایی مورد استفاده در تیمار چوب برای سلامتی انسان‌ها و محیط‌زیست منجر به گسترش استفاده از روش‌های بی‌ضرر شده است. از جمله این روش‌ها تیمار حرارتی است که روشی مؤثر برای اصلاح چوب بدون استفاده از مواد شیمیایی می‌باشد (که سبب دوست‌دار محیط‌زیست شدن این روش شده است). تیمار حرارتی در سال ۱۹۴۶ توسط استام ابداع شد. میزان تغییرات خواص چوب در طول تیمار حرارتی به اندازه نمونه، زمان تیمار حرارتی، روش اصلاح، گونه، میزان رطوبت-اولیه، محیط تیمار و دما وابسته است. (Ayrilmis *et al.*, 2011) اثر تیمار حرارتی الیاف چوب بر فشردگی و صافی چوب پلاستیک را بررسی کردند. درجه حرارت و

برداشت چوب یا حتی توقف آن، به نظر می‌رسد که تأمین ماده اولیه به مهم‌ترین چالش در آینده‌ای نزدیک برای صنایع مذکور تبدیل خواهد شد. از این رو باید به دنبال تأمین و جایگزینی بخشی از مواد اولیه با منابع غیر جنگلی ارزان قیمت بود. رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای تخته خرده‌چوب و بکارگیری پسماند کشاورزی از نوع زراعی و پسماند حاصل از هرس گیاهان باغی را اجتناب‌ناپذیر می‌کند. این منابع می‌توانند جایگزینی مناسب و مطمئن برای چوب‌های جنگلی باشند (یوسفی، ۱۳۸۷). Hulya و همکاران (۲۰۰۶) ساخت تخته خرده‌چوب از کف را بررسی کردند. عوامل مؤثر بر محصولات تخته خرده-چوب حاصل از کف، دما، زمان پرس، فشار و دانسیته و میزان پوست بوده است. نتایج آزمایش حکایت از معنی‌دار بودن اثر عوامل ایجاد شده به استثنای فشار داشت که نشان می‌دهد کف می‌تواند در تخته خرده‌چوب استفاده شود. واکنش‌دهی ضخامت پانل‌های کف نسبتاً بالا بوده و دامنه تغییرات آن بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری ۲۷/۵۲ تا ۱۰/۱۶ درصد بوده است. پایین بودن ثبات ابعادی را می‌توان به آب‌دوست بودن کف اشاره کرد. نتایج نشان داد که میانگین مدول گسیختگی در دامنه بین ۱۶/۸۷ تا ۱۲/۶۸ بوده است. حداقل مدول گسیختگی لازم برای خواص کلی و لوازم داخلی (مانند مبلمان) به ترتیب بین ۱۱/۵ و ۱۳ مگاپاسکال است.

پژوهش‌های انجام شده توسط Jonahing و همکاران (۲۰۰۳) تولید تخته خرده‌چوب دانسیته پایین با اتصال‌دهنده کم، حاصل از مغز کف را مورد بررسی قرار دادند. دانسیته مورد نظر ۰/۱۰ تا ۰/۳۰ و فشار بخار استفاده شده ۱۰ و زمان‌های تیمار بخار ۷ و ۱۰ دقیقه بوده است. خواص مکانیکی، ثبات ابعادی و ویژگی‌های عایق صوت و گرما

بخار آب داغ، سریع و به مقدار زیاد اتفاق می‌افتد. تخریب همی سلولزها، حذف گروه‌های استیل و تولید اسیدهای آلی با افزایش شدت تیمار زیاد می‌شود. افزایش این اسیدها همزمان با افزایش شدت تیمار، تخریب همی سلولزها و نیز بخشی از مناطق آمورف سلولز را تسریع کرده و می‌تواند باعث کاهش مقاومت‌های چوب تیمار شده شود. همچنین تعدادی از واحدهای لیگنین که وزن مولکولی پایین دارند تخریب می‌شوند. مقادیر مواد استخراجی، مواد قابل حل در آب داغ و مواد قابل حل در محلول گرم هیدروکسید سدیم یک درصد، با افزایش شدت تیمار زیاد می‌شود. (Bengtsson *et al.*, 2006) اصلاح حرارتی در دمای بالا را بررسی کردند، نتایج آنها نشان داد که استحکام کششی موازی الیاف کاهش می‌یابد، درحالی‌که مقاومت فشاری موازی الیاف افزایش می‌یابد. نتایج بررسی تیمار حرارتی تخته تراشه جهت‌دار^۱ (OSB) ساخته شده از زربین، در این تحقیق خواص فیزیکی و مکانیکی مورد بررسی قرار گرفت. تخته با دانسیته ۰/۷ و ۰/۸ رزین اوره فرم‌آلدئید خواص فیزیکی و مکانیکی بر روی نمونه‌ها انجام شد و نتایج نشان داد که مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی کمی کاهش یافت ولی ثابت ابعادی آن بهبود یافت. همچنین می‌توان تیمار حرارتی در ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد را برای کاهش خواص هیگروسکوپي چوب را بدون اثرگذاری زیاد بر روی خواص مکانیکی توصیه کرد (Okino, 2006). شریفی‌نیا (۱۳۸۹) با ابداع شیوه‌ای جدید و ترکیب دو روش اصلاح گرم آبی و مکانیکی اقدام به اصلاح ویژگی‌های مکانیکی چوب صنوبر نمود. نتایج به‌دست آمده نشان داد که چگالی مدول کشسانی و مقاومت به ضربه چوب صنوبر با افزایش دمای تیمار فزونی یافت.

زمان تیمار ثابت ابعادی پانل‌های چوب پلاستیک را به صورت قابل توجهی بهبود داده است.

تیمارهای حرارتی به‌عنوان جانشینی برای مواد اشباع‌کننده حفاظتی مطرح هستند و دامنه کاربرد آنها نیز وسیع است. برای مثال مبلمان باغی، کابینت آشپزخانه، سونا، کفپوش، پوشش سقف، دیوارکوب‌های داخل و خارج ساختمان، محوطه استخر و غیره می‌باشد. از دیدگاه کاربردی، افزایش مقاومت چوب در برابر تغییر ابعاد در شرایط متفاوت رطوبتی، خاصیت عایق حرارتی، مقاومت در برابر پوسیدگی و هوازگی و همچنین کاهش تغییر شکل‌های ناشی از رطوبت و ایجاد رنگ‌های جدید و شبیه به چوب‌های مناطق استوایی از مزایای تیمار حرارتی هستند. اصلاح حرارتی چوب، تر شوندگی سطح آن را کاهش می‌دهد و مدول الاستیسیته کمی تحت تأثیر قرار گرفته و مقاومت خمشی آن کاهش می‌یابد (Esteves *et al.*, 2007).

در تیمار حرارتی در شرایط یکسان در پهن‌برگان کاهش وزن بیشتری نسبت به سوزنی‌برگان انتظار می‌رود، زیرا همی سلولز پهن‌برگان حساس‌تر است و سریع‌تر در برابر حرارت تخریب می‌شود. اصلاح حرارتی مقاومت چوب را در برابر حملات موربانه بهبود می‌بخشد (Doi *et al.*, 1999). اصلاح حرارتی روش مؤثر برای بهبود ثابت ابعادی و دوام بیولوژیکی می‌باشد (Bengtsson *et al.*, 2002).

Ding و همکاران (۲۰۱۱) اثر فشار بخار در تغییرات شیمیایی را مورد بررسی قرار دادند و عنوان کردند که تغییرات در پلی‌ساکاریدها بیشتر از لیگنین بوده است. هاتف‌نیا و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر تیمار با بخار آب روی ویژگی‌های شیمیایی چوب صنوبر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که کاهش مقدار همی سلولزها در اثر

1- Oriented Strand Board

مواد و روشها

در این بررسی کنف از حومه شهرستان ورامین در استان تهران تهیه گردید. پس از استحصال و پوست کنی ساقه‌های کنف و انتقال آنها به آزمایشگاه با استفاده از یک خردکن غلطکی از نوع *Pallmann X430-120PHT* به قطعات کوچکتر تبدیل و بعد با استفاده از یک آسیاب حلقوی آزمایشگاهی از نوع *Pallmann PZ8* به خرده‌های قابل استفاده در ساخت تخته خرده‌چوب تبدیل شدند. پس از حذف خرده‌های بسیار ریز و بسیار درشت که مناسب ساخت تخته خرده‌چوب نبودند، آنها را پس از غوطه‌ور کردن در آب با دستگاه بخارزن آزمایشگاهی در ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد تیمار حرارتی

کرده و بعد خرده‌های مغز کنف به وسیله یک خشک‌کن آزمایشگاهی تا سطح رطوبت ۱ درصد، کاهش داده شد و در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به نفوذ رطوبت، بسته‌بندی و برای ساخت تخته‌های آزمایشگاهی نگهداری شدند.

برای چسب‌زنی خرده‌چوب‌ها از یک دستگاه چسب‌زن آزمایشگاهی استفاده شد و محلول چسب با استفاده از هوای فشرده با خرده‌چوب‌ها کاملاً مخلوط گردید. به‌منظور تشکیل کیک خرده‌چوب از یک قالب چوبی به ابعاد ۳۵ × ۳۵ سانتی‌متر استفاده شده و خرده‌چوب‌های چسب‌زنی شده که به‌وسیله ترازوی آزمایشگاهی توزین شده بود در داخل قالب پاشیده شدند.

جدول الف- مشخصات رزین اوره‌فرمالدهید

مشخصات	واحد	کیفیت فیزیکی
شیری رنگ	-	شکل ظاهری
۷/۸	-	pH
۶۵	درصد	مواد غیر فرار
۴۸	ثانیه	ویسکوزیته (۲۰ درجه سانتی‌گراد)
۵۲	ثانیه	زمان ژله‌ای شدن با سخت کننده (۱۰۰ درجه سانتی‌گراد)
۱/۲۷۸	گرم بر سانتی‌متر مکعب	دانسیته (۲۰ درجه سانتی‌گراد)

جدول ب- مشخصات رزین ملامین فرمالدهید

مشخصات	واحد	کیفیت فیزیکی
شفاف	-	شکل ظاهری
۸/۷	-	pH
۵۳/۷	درصد	مواد غیر فرار
۱۲	ثانیه	ویسکوزیته (۲۰ درجه سانتی‌گراد)
۵۰	ثانیه	زمان ژله‌ای شدن با سخت کننده (۱۰۰ درجه سانتی‌گراد)
۲/۲۱۲	گرم بر سانتی‌متر مکعب	دانسیته (۲۰ درجه سانتی‌گراد)

جدول ج- عوامل ثابت و متغیر

نوع عامل	مقدار	واحد
ثابت		
دما	۱۷۰	درجه سانتی‌گراد
فشار تیمار حرارتی	۷	بار
سطح رزین	۱۰	درصد
فشار پرس	۳۰	بار
زمان پرس	۵	دقیقه
دانسیته تخته‌ها	۰/۷	گرم بر سانتی‌متر مکعب
متغیر		
نوع رزین (اوره فرمالدهید، ملامین اوره فرمالدهید و ملامین فرمالدهید)	-----	-----
زمان	۶۰ و ۳۰	دقیقه

جدول چ- علامت اختصاری تیمارها

عوامل متغیر	تعداد سطوح	علامت اختصاری	سطح
زمان تیمار		شاهد	بدون تیمار
	۳	۳۰ دقیقه	۳۰ دقیقه تیمار شده
		۶۰ دقیقه	۶۰ دقیقه تیمار شده
نوع رزین	۳	UF	۱۰۰٪ اوره فرمالدئید
		MUF	۵۰٪ اوره فرمالدئید / ۵۰٪ ملامین فرمالدئید
		MF	۱۰۰٪ ملامین فرمالدئید

وزن خشک چسب) ساخته شد. بعد از پایان مرحله پرس، به منظور یکنواخت‌سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل‌سازی تنش‌های داخلی، تخته‌های ساخته شده به مدت ۱۵ روز در شرایط آزمایشگاهی (رطوبت نسبی 65 ± 1 درصد و درجه حرارت 20 ± 3 درجه سانتی‌گراد) نگهداری گردیدند.

تهیه نمونه‌های آزمونی برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها مطابق استاندارد EN326-1 اروپا انجام گردید. مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته براساس استاندارد EN310، مقاومت چسبندگی داخلی براساس استاندارد EN319 و واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲ و ۲۴

پس از تشکیل کیک خرده‌چوب، با استفاده از یک پرس آزمایشگاهی از نوع BURKLE L100 اقدام به ساخت تخته‌های آزمایشگاهی همسان گردید. در این پژوهش، با توجه به در نظر گرفتن دو عامل متغیر زمان تیمار در ۳ سطح صفر، ۳۰ و ۶۰ دقیقه و ۳ نوع چسب اوره فرمالدئید، ملامین فرمالدئید و مخلوط آنها به نسبت ۵۰ درصد از هر رزین و در نظر گرفتن ۳ تکرار برای هر تیمار، در مجموع ۲۷ تخته آزمایشگاهی با استفاده از دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، دانسیته ۰/۷ گرم بر سانتی-مترمکعب، فشار پرس ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع و مصرف ۱ درصد کلرید آمونیوم به‌عنوان کاتالیزور (براساس

اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون دانکن گروه‌بندی شدند.

نتایج

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌های ساخته شده در جدول ۱ و ۲ قابل مشاهده است.

ساعت غوطه‌وری در آب براساس استاندارد EN317 تعیین گردید. بعد از انجام آزمایش‌های مکانیکی و فیزیکی بر روی نمونه‌های تهیه شده، تجزیه و تحلیل نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از آزمون فاکتوریل انجام شد و به کمک تکنیک تجزیه واریانس، اختلاف معنی‌دار بین تیمارها مورد بررسی قرار گرفت و در صورت وجود

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های مکانیکی تخته‌های آزمونی

منبع تغییرات	درجه آزادی (F)	مقاومت خمشی (F)	مدول الاستیسیته (F)	چسبندگی داخلی (F)
زمان تیمار	۲	n.s./۱۷۳۲	**۲۲/۶۶۳۶	**۰/۰۰۸۲
نوع رزین	۲	n.s./۷۵۹۱	**۶/۹۶۶۰	n.s./۰۰۵۸۵
زمان تیمار × نوع رزین	۴	**۲/۹۹۴۶	n.s./۶۱۷۳	n.s./۳۰۴۹

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد n.s: معنی‌دار نیست

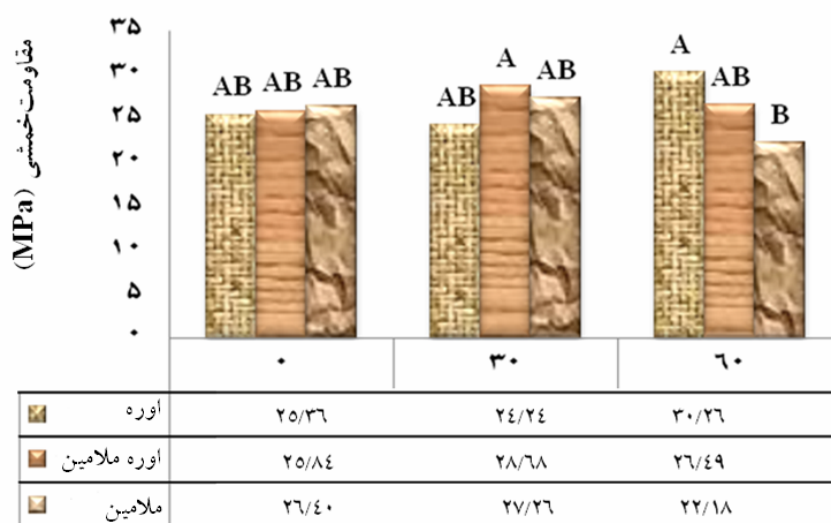
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیکی تخته‌های آزمونی

منبع تغییرات	درجه آزادی (F)	واکسیدگی ضخامت ۲ (F)	واکسیدگی ضخامت ۲۴ (F)	جذب آب ۲ ساعت (F)	جذب آب ۲۴ ساعت (F)
زمان تیمار	۲	**۹۱/۸۶۵۴	**۴۳/۴۳۷۹	**۸/۵۴۶۰	**۲۰/۶۰۶۱
نوع رزین	۲	n.s./۸۹۳۴	n.s./۷۳۴۱	n.s./۸۹۹۷	n.s./۵۴۰۳
زمان تیمار × نوع رزین	۴	n.s./۶۸۴۷	n.s./۳۱۷۹	n.s.	n.s./۵۰۶۲

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد n.s: معنی‌دار نیست

استفاده از زمان تیمار ۶۰ دقیقه و چسب ملامین فرمالدئید، مقاومت خمشی با حداقل مقدار در گروه B و در شرایط استفاده از زمان تیمار حرارتی و چسب ملامین فرمالدئید با حداکثر مقدار در گروه A جدول دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۱).

با توجه به جدول ۱ می‌توان گفت که اثر متقابل زمان تیمار و نوع رزین بر مقاومت خمشی تخته‌ها در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. به‌طوری‌که با افزایش زمان تیمار حرارتی و چسب‌های مختلف مقاومت خمشی تخته‌ها بهبود یافته است و در شرایط

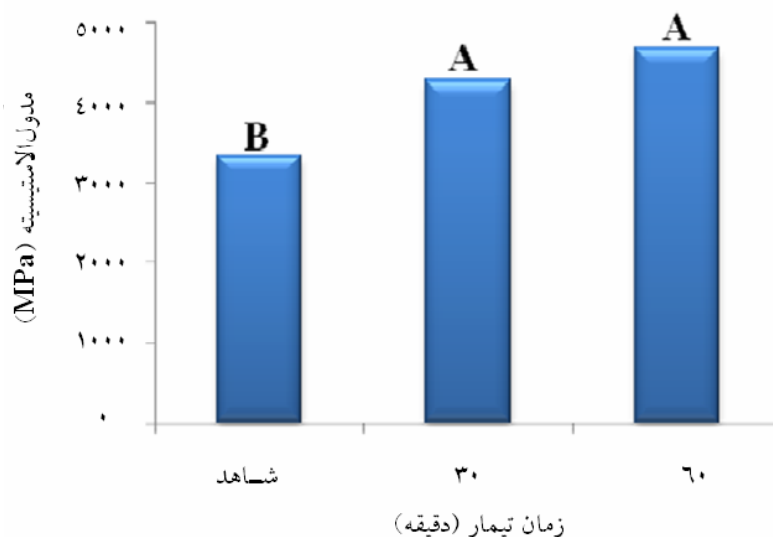


زمان تیمار (دقیقه)

شکل ۱- اثر متقابل زمان تیمار و رزین بر مقاومت خمشی

۶۰ دقیقه دارای بالاترین مدول الاستیسیته بوده و طبق آزمون دانکن در گروه A قرار گرفته است. در حالی که مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده با خرده‌های بدون تیمار حرارتی با حداقل مقدار در گروه B جدول آزمون دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۲).

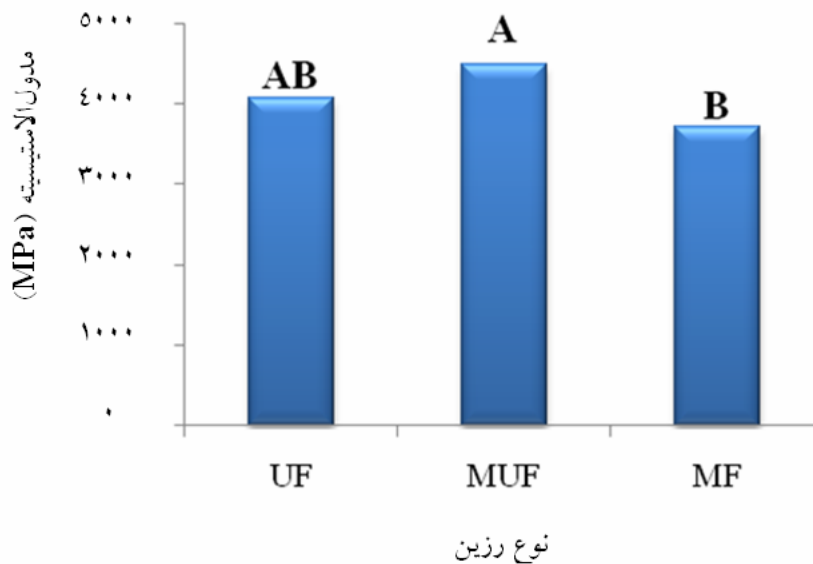
همچنین اثر تیمار حرارتی بر مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار بوده و با افزایش زمان تیمار حرارتی، مدول الاستیسیته تخته‌ها بهبود یافته است و تخته‌های ساخته شده با خرده‌های ساقه کنف تیمار شده با زمان



شکل ۲- اثر مستقل تیمار بر مدول الاستیسیته خمشی

گرفته، در حالی که استفاده از چسب ملامین فرمالدئید در تخته‌ها با حداقل مقدار در گروه B جدول آزمون دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۳).

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس اثر چسب بر مدول الاستیسیته تخته‌ها نشان داد که استفاده از چسب اوره ملامین فرمالدئید به طور معنی داری به مدول الاستیسیته تخته‌ها افزوده است. و طبق آزمون دانکن در گروه A قرار

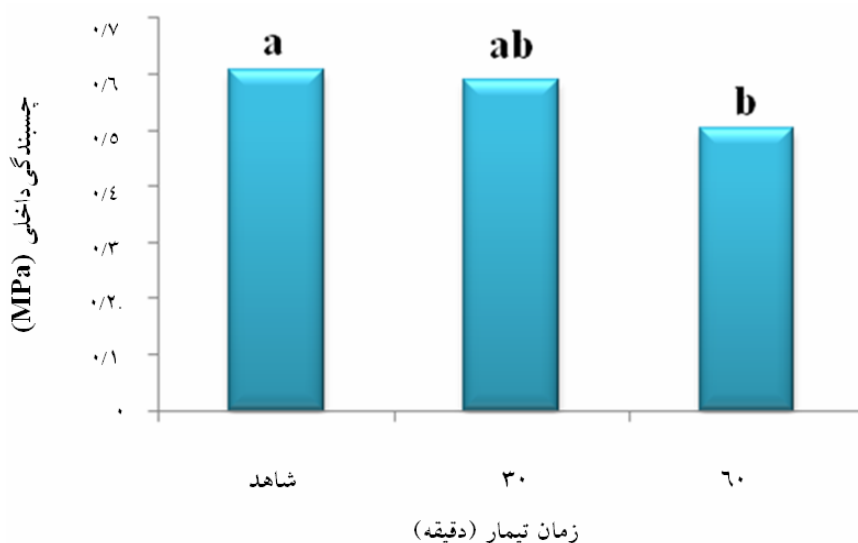


شکل ۳- اثر مستقل رزین بر مدول الاستیسیته خمشی

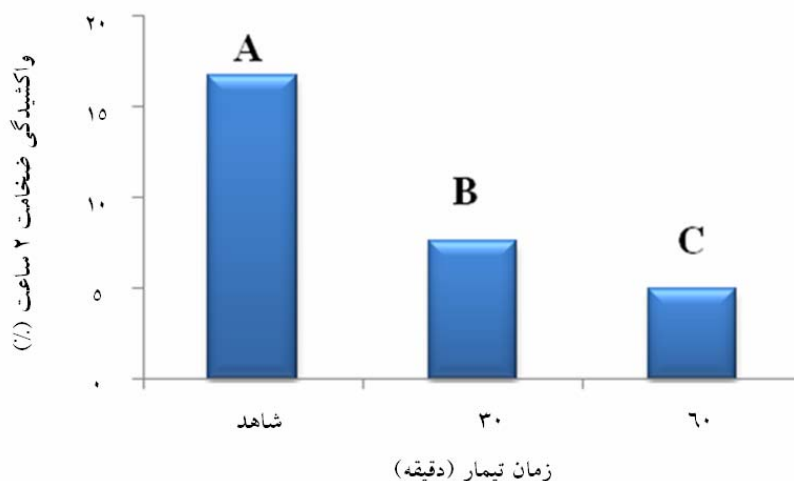
چسبندگی داخلی تخته‌ها با کمترین مقدار در گروه B، و در شرایط استفاده از خرده‌های بدون تیمار با بالاترین مقدار در گروه A جدول دانکن قرار گرفته‌اند.

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس تأثیر مستقل تیمار بر واكشیدگی ضخامت ۲ ساعت در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی دار می‌باشد. به طوری که با افزایش زمان تیمار واكشیدگی ضخامت ۲ ساعت بهبود یافته است و در شرایط استفاده از خرده‌های تیمار شده با زمان تیمار ۶۰ دقیقه، واكشیدگی ضخامت ۲ ساعت با حداقل مقدار در گروه C و در شرایط استفاده از خرده‌های تیمار نشده با حداکثر مقدار در گروه A جدول دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۵).

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس اثر تیمار بر مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده نشان داد که استفاده از خرده‌های تیمار حرارتی شده با زمان تیمار ۶۰ دقیقه به طور معنی داری موجب کاهش مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها شده است. به طوری که مقدار آن از ۰/۶۰۷۸ مگاپاسکال در شرایط استفاده از خرده‌های تیمار نشده به ۰/۵۰۴۴ در شرایط استفاده از خرده‌های تیمار شده ۶۰ دقیقه رسیده است. گروه بندی میانگین‌ها به وسیله آزمون دانکن نیز چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده را با زمان تیمار مختلف در دو گروه قرار داده است. همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌گردد در شرایط استفاده از خرده‌های تیمار شده ۶۰ دقیقه



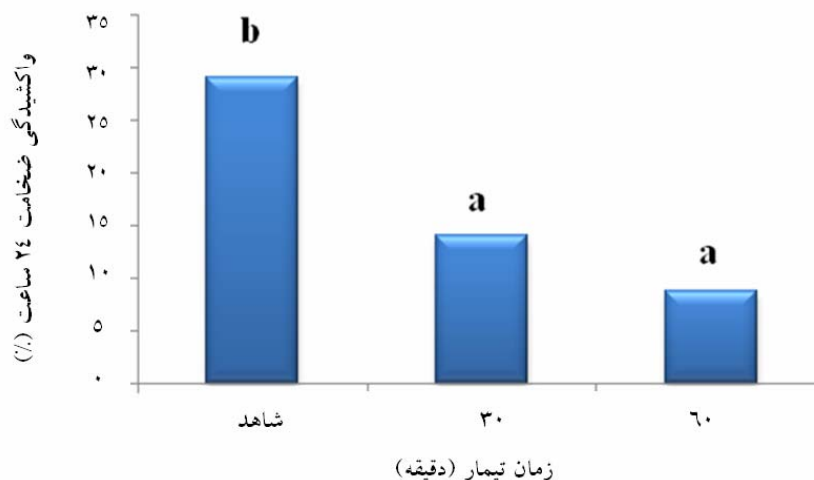
شکل ۴- اثر مستقل تیمار بر چسبندگی داخلی



شکل ۵- اثر مستقل تیمار بر واکسیدگی ضخامت ۲ ساعت

ساخته شده از خرده‌های تیمار شده با زمان‌های مختلف را در دو گروه مستقل قرار داده است. همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌گردد در شرایط زمان تیمار ۶۰ دقیقه، واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها با حداقل مقدار در گروه B و در شرایط استفاده از خرده‌های تیمار نشده با حداکثر مقدار در گروه A جدول دانکن قرار گرفته‌اند.

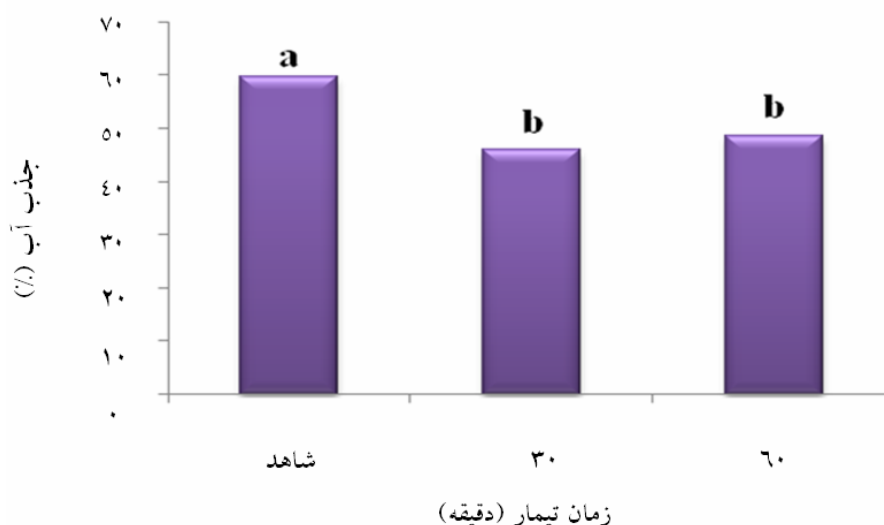
نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس تأثیر مستقل زمان تیمار بر واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌های ساخته شده نشان می‌دهد که با افزایش زمان تیمار از صفر به ۶۰ دقیقه، واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها در سطح معنی‌داری بهبود یافته و از ۲۹/۳ به ۸/۶۶۷ درصد کاهش یافته است. گروه‌بندی میانگین‌ها به وسیله آزمون دانکن نیز واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌های



شکل ۶- اثر مستقل تیمار بر واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت

وسيله آزمون دانکن نیز جذب آب ۲ ساعت تخته‌های ساخته شده از خرده‌های تیمار شده با زمان‌های مختلف را در دو گروه مستقل قرار داده است، همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌گردد در شرایط تیمار ۳۰ دقیقه جذب آب ۲ ساعت تخته‌ها با حداقل مقدار در گروه B و در شرایط استفاده از خرده‌های تیمار نشده با حداکثر مقدار در گروه A جدول دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۷).

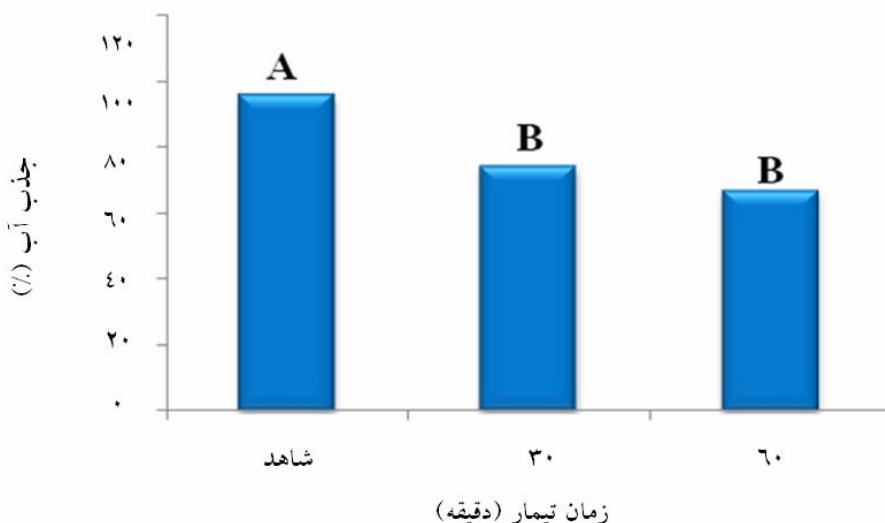
نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس تأثیر مستقل زمان تیمار بر جذب آب ۲ ساعت تخته‌های ساخته شده در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار بوده و با افزایش تیمار خرده‌ها با زمان ۳۰ دقیقه جذب آب ۲ ساعت بهبود یافته و از ۵۹/۶۴ به ۴۶/۰۴ درصد کاهش یافته است. با افزایش زمان تیمار از ۳۰ به ۶۰ دقیقه جذب آب ۲ ساعت تخته‌ها افزایش یافته، به طوری که این افزایش معنی‌دار نبوده است. گروه‌بندی میانگین‌ها به



شکل ۷- اثر مستقل تیمار بر جذب آب ۲ ساعت

تیمار شده ۶۰ دقیقه، جذب آب ۲۴ ساعت با حداقل مقدار در گروه B و در شرایط استفاده از خرده‌های تیمار نشده با حداکثر مقدار در گروه A جدول دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۸).

همچنین نتایج نشان داد که تأثیر مستقل زمان تیمار بر واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشد. به‌طوری‌که با افزایش زمان تیمار جذب آب ۲۴ ساعت تخته‌ها بهبود یافته است و در شرایط استفاده از خرده‌های



شکل ۸- اثر مستقل تیمار بر جذب آب ۲۴ ساعت

حرارتی خرده چوب‌ها باعث نرم شدن و فشردگی آنها را آسان‌تر می‌سازد که در بهبود مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته مؤثر می‌باشد. در این راستا پژوهش‌های انجام شده توسط Ding و همکارانش (۲۰۱۰) نیز نشان داد که مدول گسیختگی در اثر تیمار حرارتی با بخار کاهش خواهد داشت، درحالی‌که مدول الاستیسیته نمونه‌های تیمار شده نسبت به نمونه‌های تیمار نشده افزایش می‌یابد که علت آن حساسیت کمتر مدول الاستیسیته نسبت به مدول گسیختگی است. همچنین استفاده از مخلوط رزین اوره‌فرمالدئید موجب افزایش مدول الاستیسیته نسبت به تخته‌های دیگر شد. تسوجی و همکاران (۱۳۸۷) در یک پژوهش تأثیر استفاده از اختلاط رزین اوره و

بحث

در این بررسی با توجه به این نکته که تیمار حرارتی چوب باعث کاهش جذب آب می‌شود و افزایش زمان تیمار موجب کاهش خواص مکانیکی چوب می‌گردد، در نتایج مشاهده گردید که با تیمار کردن خرده‌های مغز ساقه‌کنف و ساخت تخته خرده‌چوب از آنها موجب بهبود مقاومت خمشی تخته‌ها می‌گردد. استفاده از رزین‌های اوره‌فرمالدئید، ملامین‌فرمالدئید و مخلوط آنها به نسبت ۵۰ درصد از هر رزین تأثیر معنی‌داری بر افزایش مقاومت خمشی نداشته است. به‌طوری‌که بیشترین مقاومت خمشی مربوط به تخته‌های دارای خرده‌های تیمار شده با زمان ۶۰ دقیقه و رزین اوره‌فرمالدئید بوده است. از سوی دیگر با افزایش زمان تیمار

نوربخش و همکاران (۱۳۸۵) تأثیر دانسیته بر مقاومت چسبندگی داخلی را بررسی نموده و بیان کردند که افزایش دانسیته تخته سبب آغشتگی بیشتر سطوح ذرات به چسب و ایجاد اتصالات قویتری شده است.

نتایج حاصل از واکشیدگی ضخامت تخته‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نشان داد که تخته‌های ساخته شده از خرده‌های تیمار شده کمترین واکشیدگی ضخامت را داشته و با افزایش زمان تیمار واکشیدگی ضخامت کاهش معنی‌داری پیدا می‌کند. کاهش واکشیدگی ضخامت تخته‌ها به دلیل از بین رفتن گروه‌های هیدروکسیل، سلولز که با افزایش دمای سلولز و فشردگی بالای خرده‌های تیمار شده می‌باشد.

نتایج حاصل از جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها نشان داد که تخته دارای خرده‌های تیمار شده دارای جذب آب کمتری نسبت به تخته‌های دارای خرده‌های تیمار نشده می‌باشد. با افزایش زمان تیمار، جذب آب به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. از بین رفتن گروه‌های هیدروکسیل و آلدوست مانند همی سلولز و سلولز خرده‌ها دلیل کاهش جذب آب تخته‌ها می‌باشد. هاتف‌نیا و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر تیمار با بخار آب روی ویژگی‌های شیمیایی چوب صنوبر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که کاهش مقدار همی سلولزها در اثر بخار آب داغ، سریع و به مقدار زیاد اتفاق می‌افتد. تخریب همی سلولزها، حذف گروه‌های هیدروکسیل و تولید اسیدهای آلی با افزایش شدت تیمار زیاد می‌شود. افزایش این اسیدها همزمان با افزایش شدت تیمار، تخریب همی سلولزها و نیز بخشی از مناطق آمورف سلولز را تسریع کرده و می‌تواند باعث کاهش مقاومت‌های چوب تیمار شده شود.

ملازمین فرمالدئید در ساخت تخته خرده از کاه‌گندم را مورد بررسی قرار دادند، نتایج بررسی آنها نشان داد که تخته‌های ساخته شده با نسبت وزنی اوره فرمالدئید و ملازمین فرمالدئید (۵۰:۵۰) دارای بیشترین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته نسبت به تخته‌های دیگر بوده است.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت چسبندگی داخلی نشان داد که این مقاومت در تخته خرده‌های ساخته شده از خرده‌های تیمار حرارتی شده با زمان ۶۰ دقیقه در سطح پایین‌تری نسبت به تخته‌های شاهد قرار دارد. این کاهش چسبندگی به دلیل از بین رفتن گروه‌های هیدروکسیل و عدم قرار گرفتن مطلوب چسب بر روی خرده‌ها و عدم اتصال بین خرده‌ها می‌باشد. از آنجایی که مغز ساقه کف بسیار سبک و دارای دانسیته پایینی می‌باشد و با توجه به اینکه کاهش بیشتر دانسیته در اثر تیمار حرارتی باعث افزایش سطح ویژه می‌گردد، بنابراین در تخته‌های ساخته شده از مغز کف ذرات چسب قرار گرفته بر روی خرده‌ها نسبت به تخته‌های ساخته شده از خرده‌های تیمار نشده کمتر بوده و همین امر باعث شده است که تخته‌های ساخته شده از خرده‌های تیمار شده به‌رغم دارا بودن مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته مطلوب به دلیل ضریب فشردگی مناسب از چسبندگی داخلی پایین‌تری برخوردار باشند. به‌طور کلی نمونه‌های شاهد مقاومت چسبندگی داخلی بیشتری دارند و این به دلیل قرار گرفتن مناسب چسب بر روی خرده‌ها نسبت به خرده‌های تیمار شده می‌باشد. همچنین تخته‌های ساخته شده از رزین ملازمین فرمالدئید دارای بیشترین چسبندگی داخلی نسبت به اوره و مخلوط آنها می‌باشد. بالا بودن چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده از رزین ملازمین را می‌توان به بالا بودن دوام و چسبندگی نسبت به چسب اوره دانست.

- رول، ر.، ۱۳۸۱. کاغذ و مواد چند سازه از منابع زراعی . ترجمه فائزی پور، کبوری، پارسا پژوه. انتشارات دانشگاه تهران .
- خواجه‌پور، م.، ۱۳۷۳. صنایع گیاهی، انتشارات دانشگاه اصفهان. ۳۰۳-۳۱۵
- شریفی نیا، ح. و محبی، ب.، ۱۳۸۹. بررسی امکان بهبود ویژگی‌های مقاومتی چوب صنوبر با روش ترکیبی گرم‌آبی - مکانیکی (CHTM). مجله صنایع چوب و کاغذ ایران. سال اول. شماره ۱. بهار و تابستان ۸۹.
- نوربخش، ا. و کارگرفرد، ا.، ۱۳۸۵. اثر دانسیته و زمان پرس بر ویژگی‌های تخته خرده چوب عایقی از گونه صنوبر. دوفصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. جلد ۲۱، شماره ۲، صفحه ۱۱۵-۱۲۲.
- هاتف نیا، ح.، عنایتی، ع.، دوست حسینی، ک. و آزاد فلاح، م.، ۱۳۹۰. تأثیر تیمار با بخار آب روی ویژگی‌های شیمیایی خرده‌های چوب صنوبر. فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. جلد ۲۶، شماره ۴، صفحه ۶۸۲-۶۹۸
- یوسفی، ح.، عنایتی، ع.، فائزی پور، م. و سادات نژاد، ح.، ۱۳۸۷. اثر زمان بخارزنی و مقدار چسب بر خواص تخته فیر با دانسیته متوسط (MDF) ساخته شده از ساقه کلزا. مجله‌ی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. شماره ۲۳، ۱۵۶ - ۱۴۹.
- Ayrilmis, N., Winandy, J.E. and Laufenberg, T.L., 2008. Effects of post thermal-treatment on wettability, surface roughness, and adhesive bonding performance of exterior medium density fiberboard. *Polym. Degrad. Stabil.*, submitted.
- Boonstra, M., Van Ackér, J., Kegel, E. and Stevens, M., 2007. Optimisation of a twostage heat treatment process. Durability aspects. *Wood Sci. Technol.* 41(1), 31-57.
- Boonstra, M.J. and Tjeerdsma, B., 2006. Chemical analysis of heat treated softwoods; Holz als Roh-und Werkstoff Vol.64, P: 204-211.
- BS EN 326-1:1994, Wood-based panels. Sampling, cutting and inspection. Sampling and cutting of test pieces and expression of test results
- Dempesey, J.M., 1975. *Fiber Crops*. The University Press of Florida, Gainesville.
- Ding, T., Gu, L. and Liu, X.; 2011. Influence of steampressure on chemical changes of heat-treated

نتیجه‌گیری کلی این تحقیق نشان داد که ماده لیگنوسولوزی غیرچوبی ساقه‌کنف ماده مناسبی برای استفاده در صنایع چوب و کاغذ می‌باشد و امکان ساخت تخته خرده‌چوب با کیفیت مناسب از خرده‌های مغز ساقه‌کنف وجود دارد. تیمار کردن خرده‌های مغز ساقه‌کنف با بخار آب می‌تواند کیفیت تخته‌های تولیدی را در برابر واکنش‌دهی ضخامت و رطوبت بالا برده و به تخته خرده‌هایی با ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی مطلوب دست یابد.

با این حال نتایج این پژوهش بیانگر آن است که جذب آب و واکنش‌دهی ضخامت تخته‌های ساخته شده از خرده‌های مغز ساقه‌کنف که با بخار آب تیمار شده‌اند کاهش می‌یابد و نیز ویژگی‌های مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته بهبود یافته است. ولی مقادیر به دست آمده برای چسبندگی داخلی تخته‌ها در حد نمونه‌های ساخته شده از خرده‌های بدون تیمار نبوده و لازم است در فرایند تولید تخته خرده‌چوب از مغز ساقه‌کنف از رزین‌های مقاوم و مخلوط کردن آنها مورد نظر قرار گیرد. با افزایش زمان تیمار مقاومت رطوبتی تخته‌ها بیشتر می‌شود از طرفی این افزایش زمان موجب کاهش ویژگی‌های دیگر مانند مقاومت‌های مکانیکی شده و رنگ خرده‌ها تیره‌تر خواهد شد. همچنین از ماده چوبی مکمل مانند انواع صنوبرها و تیمار کردن با بخار در بهبود ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های تولیدی از خرده‌های تیمار شده با بخار مؤثر می‌باشد.

منابع مورد استفاده

- تسوجی، م.، طبرسا، ت.، محمدی، ع. و زینلی، ف.، ۱۳۸۷. بررسی تاثیر استفاده از اختلاط اوره فرمالدهید و ملامین فرمالدهید در ساخت تخته خرده از کاه گندم. اولین همایش ملی تامین مواد اولیه و توسعه صنایع چوب و کاغذ کشور، گرگان ۱۲ و ۱۳ آذر.

- properties of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood. *Wood Sci Technol* 41:193-207.
- Hulya, K. and Gokay, N., 2006. Producing composite particle board from kenaf (*Hibiscus Canabinus* L.) stalks. *Industrial crops and products*, volume 24, Issue2, september, pages 177-180.
- Jianying, X., Guang, P.H., Wong, E. D. and Kawai, S., 2003. Development of binderless particle board from kenaf core using steam-injection pressing. *J Wood Sci*. 49:327-332.
- Lemahieu, P.J., Oplinger, E.S. and Putnam, D.H., 2003. Kenaf In Alternative Field. <http://www.com.agronomy.Wisc.edu/FISC/Alternatives/Kenaf.htm>. Crops Manual. Viewed September.
- Okino, E.Y.A., Termeira, D. E. and Menezzi, C.H. S., 2007. Post-Thermal Treatment of oriented strand board (OSB) made from cypress (*cupressus glauca lam*). *Maderas. Ciencia Ytecnologia*, (3): 199-210, 2007.
- Taylor, C.S., 2003. Kenaf. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/CropFactsheets/Kenaf.Htm>
- Webber, C.L., Bhardwaj, H.L. and Bledsoe, V.K., 2002. Kenaf production: fiber, feed, and seed. In Janick, J. and Whip key, A (eds). *Trends in New Crops and New Uses*. ASHS Press. Alexandria, VA. pp. 327-339.
- Mongolian pine wood. *BioResources* 6(2), pp. 1880-1889.
- Ding, T., Gu, L. and Li, T., 2010. Influence of steam pressure on physical and mechanical properties of heat-treated Mongolian pine lumber. *Wood Product*. DOI 10.1007/s00107-009-0406-1
- Doi, S., Kurimot, Y., Ohmura, W., Ohara, S., Aoyama, M. and Yoshimura, T., 1999. Effects of heat treatments on the feeding behaviour of two subterranean termites. *Holzforchung*, 53(3), 225-229.
- European Standard EN 310, 1996. Wood based panels, determination of modulus of elasticity in bending and bending strength. European Standardization Committee, Brussell.
- European Standard EN 317, 1996. Particleboards and fiberboards, determination of swelling in thickness after immersion. European Standardization Committee, Brussell.
- European Standard EN 319, 1996. Wood based panels, determination of tensile strength perpendicular to plane of the board. European Standardization Committee, Brussell.
- European Standard EN 325-1: 1993. Wood based panels, Sampling, cutting and inspection. Sampling and cutting of test pieces and expression of test results
- Esteves, B., Velez Marques, A., Domingos, I. and Pereira, H.; 2007. Influence of steam heating on the

Archive

The effects of thermal treatment and resin type on physical and mechanical properties of Kenaf stalk particleboard

Pesarakloo, A.*¹, Deghani, M.², KargarFard, A.³ and Tabarsa, T.⁴

1*- Corresponding Author, M.Sc., Dept. of Wood and Paper Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: ali.pesaraklu@yahoo.com

2-Associate Prof., Faculty of Forestry & Wood Technology of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

3- Associate Prof., Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

4- Professor, Faculty of Forestry & Wood Technology of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Received: Sep., 2012

Accepted: March, 2013

Abstract

The objective of this study was to manufacture water resistant kenaf stalk particleboard. Twenty seven boards were produced using 170 °C steam treated kenaf particles, 30 and 60 minute treatment time and three resin types include urea-formaldehyde, melamine-formaldehyde and a mixture of fifty percent each. Physical and mechanical properties were measured and the results by factorial model based on a completely randomized design. Results showed that boards made of treated particles with 60 minute treatment time and Urea Formaldehyde resin had the highest bending strength. Modulus of elasticity (MOE) improved with an increase in treatment time. The strongest Modulus of elasticity (MOE) was achieved with the boards bonded with urea-melamine-formaldehyde resin. Moreover, with increasing treatment time from 30 to 60 minutes internal bond strength (IB) reduced. Thickness swelling and water absorption of the boards was significantly improved with increasing treatment time.

Key words: Thermal treatment, kenaf, water absorption, thickness swelling, UF, MUF.