DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijwpr.2013.2936

فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۸، شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۳۲۸-۳۱۳، (۱۳۹۲)

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

علی پسرکلو[1*]، محمد رضا دهقانی فیروزآبادی[2]، ابولفضل کارگرفرد[3] و تقی طبرسا[4]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد حفاظت و اصلاح چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
پست‌الکترونیک: 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
٤- استاد گروه علوم و صنایع چوب کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش اسفند 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 ۲ زمان ۳۰ و ٦۰ 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 ٦۰ دقیقه و رزین اوره‌فرمالدئید دارای بیشترین مقاومت‌خمشی بودند. همچنین با افزایش زمان تیمار مدول‌الاستیسیته 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 ٦۰ دقیقه چسبندگی‌داخلی تخته کاهش یافت. واکشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌ها نیز با افزایش زمان تیمار در حد معنی‌داری نسبت به نمونه‌های تیمار نشده بهبود پیداکرد.

واژه‌های کلیدی: تیمار حرارتی، کنف، جذب‌آب، واکشیدگی ضخامت، UF و MUF.

مقدمه

چوب و فراورده‌های مرکب آن از گذشته‌های دور اهمیّت اقتصادی فراوانی در کشورهای توسعه نیافته و در حال توسعه برخوردار بوده است. چوب منبع بسیار مهّم و مناسبی برای مواد ساختمانی، خمیر کاغذ، سوخت و چندسازه‌ها می‌باشد. درختان سرپا، منابع ذخیره چوب می‌باشند که در طول سال قابل استحصال است. در دهه‌های اخیر افزایش مصرف چوب و فراورده‌های چوبی، کاهش سطح جنگل‌های جهان و موجب نگرش حفاظتی به جنگل‌ها و کاهش عرضه چوب گردیده است،

به‌طوری‌که هم اکنون 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 فراورده-های 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 ٤۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در غرب سودان باز می‌گردد (Lemahieu *et al.*, 2003).

طبق یافته‌های (Dempesey, 2006) این گیاه روز کوتاه و یکساله است. کنف بیشتر در مناطق گرمسیری با آب و هوای معتدل تا ارتفاع ٥-٦ متر رشد می‌کند. تحت این شرایط ارتفاع، در مدت ٦ تا ٨ ماه تولید براساس وزن خشک به ۳۰ تن در هکتار می‌رسد (Webber *et al.*, 2003). بازده کنف تقریباً ۳ تا ٥ برابر الیاف کاج‌جنوبی است (Lemahieu *et al.*, 2003). در سال‌های اخیر کنف به‌عنوان یک محصول زراعی در کشورهای جهان سوم مطرح شده است که یکی از کاربردهای مهّم 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 ۱۳٤۹ حدود ٤۰۰۰ هکتار با میانگین تقریبی ۱۲٥۰ کیلوگرم الیاف در هکتار بوده است. عملکرد بیش از ۲۰۰۰ کیلوگرم مطلوب می‌باشد (خواجه‌پور، ۱۹۹٤).

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 می-گردد، 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 خرده-چوب و تخته‌فیبر، حجم روزافزون میزان تولید این محصولات در کشور و برنامه حفاظتی ارائه شده از طرف FAO[1] و سازمان حفاظت محیط‌زیست مبنی بر کاهش

1- Food and Agriculture Organization of the United nations

برداشت چوب یا حتی توقف آن، به نظر می‌رسد که تأمین ماده اولیه به مهمّترین چالش در آینده‌ای نزدیک برای صنایع مذکور تبدیل خواهد شد. ازاین‌رو باید به دنبال تأمین و جایگزینی بخشی از مواد اولیه با منابع غیرجنگلی ارزان‌قیمت 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 (۲۰۰٦) ساخت تخته خرده‌چوب از کنف را بررسی کردند. عوامل مؤثر بر محصولات تخته خرده-چوب حاصل از کنف، دما، زمان پرس، فشار و دانسیته و میزان پوست بوده است. نتایج آزمایش حکایت از معنی‌دار بودن اثر عوامل ایجاد شده به‌استثنای فشار داشت که نشان می‌دهد کنف می‌تواند در تخته خرده‌چوب استفاده شود. واکشیدگی ضخامت پانل‌های کنف نسبتاً بالا بوده و دامنه تغییرات آن بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری ۲۷/۵۲ تا ۱۰/۱٦ درصد بوده است. پایین بودن ثبات ابعادی را می‌توان به آب‌دوست بودن کنف اشاره کرد. نتایج نشان داد که میانگین مدول‌گسیختگی در دامنه بین ۱٦/۸۷ تا ۱۲/٦۸ بوده است. حداقل مدول‌گسیختگی لازم برای خواص کلی و لوازم داخلی (مانند مبلمان) به‌ترتیب بین ۱۱/۵ و ۱۳ مگاپاسکال است.

پژوهش‌های انجام شده توسط Jonahing و همکاران (۲۰۰۳) تولید تخته خرده‌چوب دانسیته پایین با اتصال‌دهندهٔ کم، حاصل از مغز کنف 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 بررسی شده است. نتایج نشان داد که تخته‌های تولید شده با دانسیته ۰/۲۰ و ۱۰ دقیقه تیمار به شرح زیر است. مدول‌گسیختگی ۱۱، مدول‌الاستیسیته ۰/۳، مقاومت چسبندگی‌داخلی ۰/۱۰ مگاپاسکال، واکشیدگی ضخامت بعد از ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب ٦/٦٪ و میزان جذب آب ۳۳/۵٪، ضریب هدایت گرمایی تخته‌های فوق مشابه مواد عایق بوده است و ضریب جذب صوت بالایی داشته است. به‌علاوه اینکه تخته‌ها فرم‌آلدهید کمی از خود منتشر می‌کنند. مغز کنف قابلیت لازم را به‌عنوان ماده اولیه پانل‌های دانسیته پایین با اتصال‌دهنده کم به‌عنوان 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. ازاین‌رو 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 بی ضرر شده است. ازجمله 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 ۱۹٤٦ 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

زمان تیمار ثبات 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 عایق‌حرارتی، مقاومت در برابر پوسیدگی و هوازدگی 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 مدول‌الاستیسیته کمی تحت تأثیر قرار گرفته و مقاومت‌خمشی آن کاهش می‌یابد (Esteves *et al.*, 2007). در تیمار حرارتی در شرایط یکسان در پهن‌برگان کاهش وزن بیشتری نسبت به سوزنی‌برگان انتظار می‌رود، زیرا همی‌سلولز پهن‌برگان حساس‌تر است و سریع‌تر در برابر حرارت تخریب می‌شود. اصلاح حرارتی مقاومت چوب را در برابر حملات موریانه بهبود می‌بخشد (Doi *et al.*, 1999) . اصلاح حرارتی روش مؤثر برای بهبود ثبات 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 همی‌سلولزها در اثر بخار آب داغ، سریع و به مقدار زیاد اتفاق می‌افتد. تخریب همی‌سلولزها، حذف گروه‌های استیل و تولید اسیدهای آلی با افزایش شدت تیمار زیاد می‌شود. افزایش این اسیدها همزمان با افزایش شدت تیمار، تخریب همی‌سلولزها 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 موازی‌الیاف کاهش می‌یابد، درحالی‌که مقاومت‌فشاری موازی‌الیاف افزایش می‌یابد. نتایج بررسی تیمار حرارتی تخته تراشه جهت‌دار[1] (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 فرم‌آلدهید خواص فیزیکی و مکانیکی بر روی نمونه‌ها انجام شد و نتایج نشان داد که مدول‌الاستیسیته و مقاومت‌خمشی کمی کاهش یافت ولی ثبات ابعادی آن بهبود یافت. همچنین می‌توان تیمار حرارتی در ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد را برای کاهش خواص هیگروسکوپی 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 مدول‌کشسانی و مقاومت به ضربه چوب صنوبر با افزایش دمای تیمار فزونی یافت.

1- Oriented Strand Board

مواد و روشها

در این بررسی کنف از حومه شهرستان ورامین در استان تهران تهیه گردید. پس از استحصال و پوست‌کنی 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

کیفیت فیزیکی	واحد	مشخصات
شکل ظاهری	–	شیری رنگ
pH	–	۷/۸
مواد غیر فرار	درصد	٦٥
ویسکوزیته (۲۰ درجه سانتی‌گراد)	ثانیه	٤٨
زمان ژله‌ای شدن با سخت کننده (۱۰۰ درجه سانتی‌گراد)	ثانیه	٥٢
دانسیته (۲۰ درجه سانتی‌گراد)	گرم بر سانتی‌مترمکعب	۱/۲۷۸

جدول ب- مشخصات رزین ملامین فرمالدهید

کیفیت فیزیکی	واحد	مشخصات
شکل ظاهری	–	شفاف
pH	–	۸/۷
مواد غیر فرار	درصد	٥٣/٧
ویسکوزیته (۲۰ درجه سانتی‌گراد)	ثانیه	۱۲
زمان ژله‌ای شدن با سخت کننده (۱۰۰ درجه سانتی‌گراد)	ثانیه	٥٠
دانسیته (۲۰ درجه سانتی‌گراد)	گرم بر سانتی‌مترمکعب	۲/۲۱۲

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 سانتی‌مترمکعب
متغیر	نوع رزین (اوره فرمالدهید، ملامین اوره فرمالدهید و ملامین فرمالدهید)	-----	----------
	زمان	۳۰ و ٦۰	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
		٦۰ دقیقه	٦۰ دقیقه تیمار شده
نوع رزین	۳	UF	۱۰۰٪ اوره‌فرمالدئید
		MUF	۵۰٪ اوره‌فرمالدئید ۵۰٪ ملامین فرمالدئید
		MF	۱۰۰٪ ملامین فرمالدئید

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 ٦۰ دقیقه و ۳ نوع چسب اوره‌فرمالدئید، ملامین‌فرمالدئید 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 کلریدآمونیوم به‌عنوان کاتالیزور (براساس وزن خشک چسب) ساخته شد. بعد از پایان مرحله پرس، به‌منظور یکنواخت‌سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل‌سازی تنش‌های داخلی، تخته‌های ساخته شده به-مدت ۱۵ روز در شرایط آزمایشگاهی (رطوبت نسبی ٦۵±۱ درصد و درجه حرارت ۲۰±۳ درجه سانتی‌گراد) نگهداری گردیدند.

تهیه نمونه‌های آزمونی برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها مطابق استاندارد EN326-1 اروپا انجام گردید. مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته براساس استاندارد EN310، مقاومت چسبندگی‌داخلی براساس استاندارد EN319 و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲٤

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 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.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های مکانیکی تخته‌های آزمونی

منبع تغییرات	درجه آزادی (F)	مقاومت‌خمشی (F)	مدول‌الاستیسیته (F)	چسبندگی‌داخلی (F)
زمان تیمار	۲	$^{n.s}$۰/۱۷۳۲	**۲۲/٦٦۳٦	**۰/۰۰۸۲
نوع رزین	۲	$^{n.s}$۰/۷۵۹۱	**٦/۹٦٦۰	$^{n.s}$۰/۰۵۸۵
زمان تیمار× نوع رزین	٤	**۲/۹۹٤٦	$^{n.s}$۱/٦۱۷۳	$^{n.s}$۰/۳۰٤۹

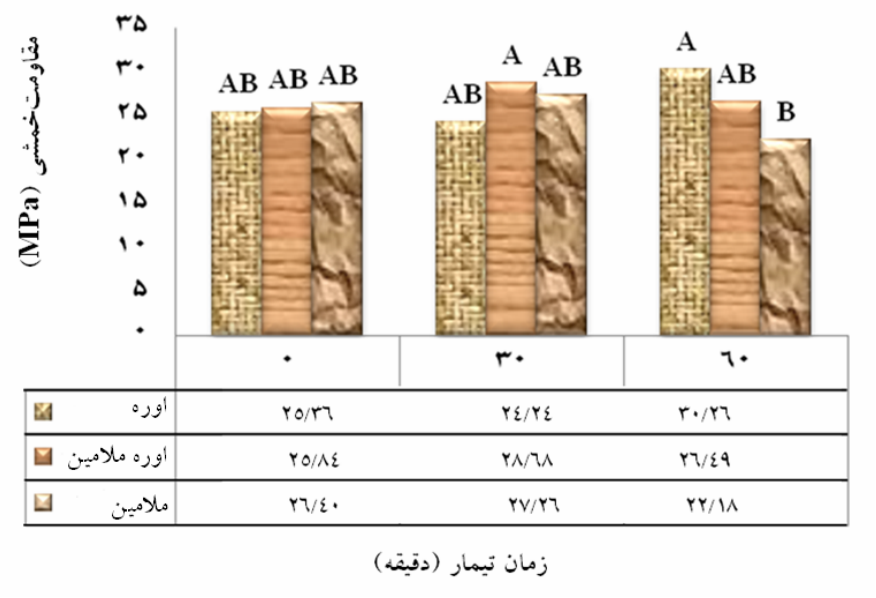
**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد n.s: معنی‌دار نیست

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیکی تخته‌های آزمونی

منبع تغییرات	درجه آزادی (F)	واکشیدگی ضخامت ۲ (F)ساعت	واکشیدگی ضخامت ۲٤ (F)ساعت	جذب آب ۲ ساعت (F)	جذب آب ۲٤ ساعت (F)
زمان تیمار	۲	**۹۱/۸٦۵٤	**٤۳/٤۳۷۹	**۸/۵٤٦۰	**۲۰/٦۰٦۱
نوع رزین	۲	$^{n.s}$۰/۸۹۳٤	$^{n.s}$۰/۷۳٤۱	۰/۵٤٦۲ $^{n.s}$۰/۸۹۹۷	$^{n.s}$۰/۵٤۰۳
زمان تیمار× نوع رزین	٤	$^{n.s}$۱/٦۸٤۷	$^{n.s}$۰/۳۱۷۹	$^{n.s}$	$^{n.s}$۰/۵۰٦۲

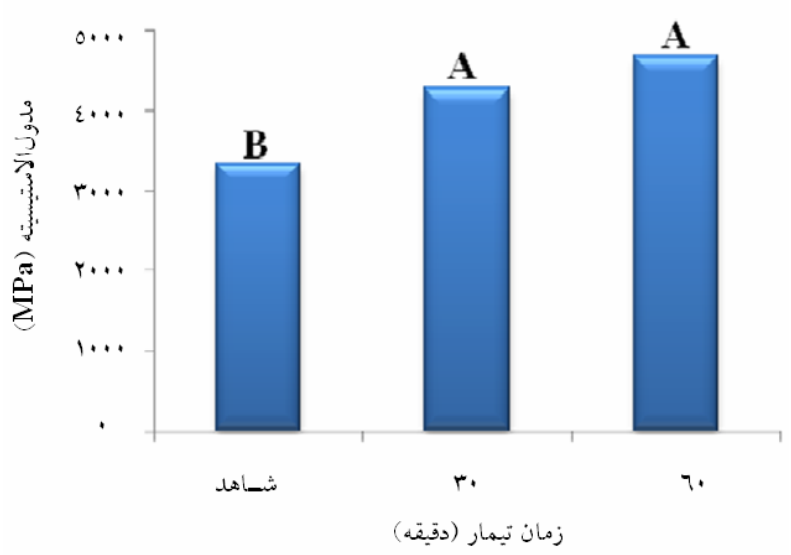
**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد n.s: معنی‌دار نیست

با توجه به جدول ۱ می‌توان گفت که اثر متقابل زمان تیمار و نوع رزین بر مقاومت‌خمشی تخته‌ها در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. به‌طوری‌که با افزایش زمان تیمار حرارتی و چسب‌های مختلف مقاومت‌خمشی تخته‌ها بهبود یافته است و در شرایط استفاده از زمان تیمار ٦۰ دقیقه و چسب ملامین‌فرمالدئید، مقاومت‌خمشی با حداقل مقدار در گروه B و در شرایط استفاده از زمان تیمار حرارتی و چسب ملامین‌فرمالدئید با حداکثر مقدار در گروه A جدول دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۱).



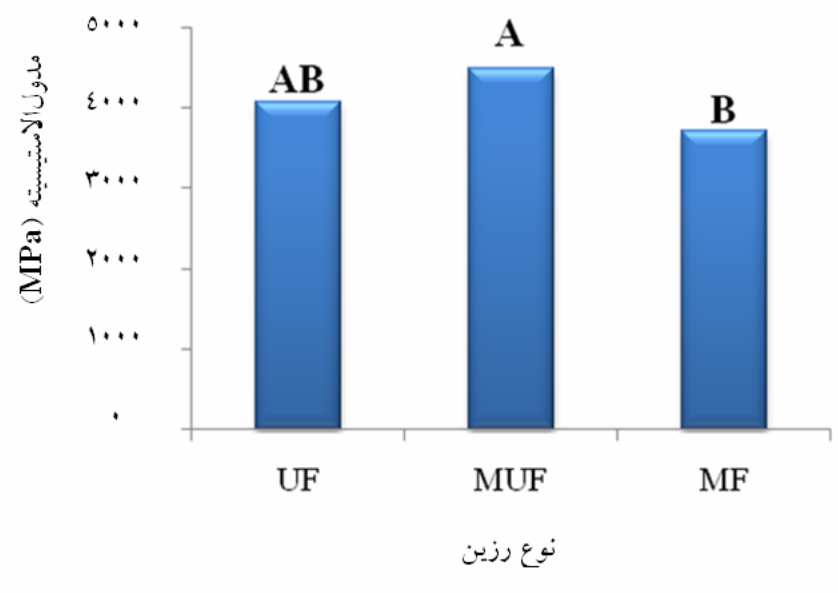
شکل ۱- اثر متقابل زمان تیمار و رزین بر مقاومت‌خمشی

همچنین اثر تیمار حرارتی بر مدول‌الاستیسیته تخته‌های ساخته شده در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار بوده و با افزایش زمان تیمار حرارتی، مدول‌الاستیسیته تخته‌ها بهبود یافته است و تخته‌های ساخته شده با خرده‌های ساقه کنف تیمار شده با زمان ۶۰ دقیقه دارای بالاترین مدول‌الاستیسیته بوده و طبق آزمون دانکن در گروه A قرار گرفته است. درحالی‌که مدول‌الاستیسیته تخته‌های ساخته شده با خرده‌های بدون تیمار حرارتی با حداقل مقدار در گروه B جدول آزمون دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۲).



شکل ۲- اثر مستقل تیمار بر مدول‌الاستیسیته خمشی

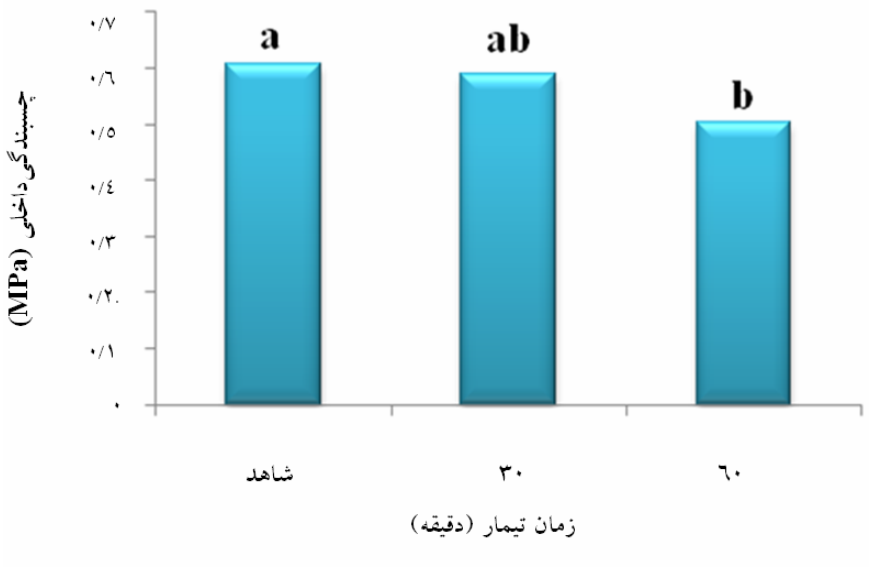
نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس اثر چسب بر مدول‌الاستیسیته تخته‌ها نشان داد که استفاده از چسب اوره‌ملامین فرمالدئید به‌طور معنی‌داری به مدول‌الاستیسیته تخته‌ها افزوده است. و طبق آزمون دانکن در گروه A قرار گرفته، درحالی‌که استفاده از چسب ملامین‌فرمالدئید در تخته‌ها با حداقل مقدار در گروه B جدول آزمون دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۳).



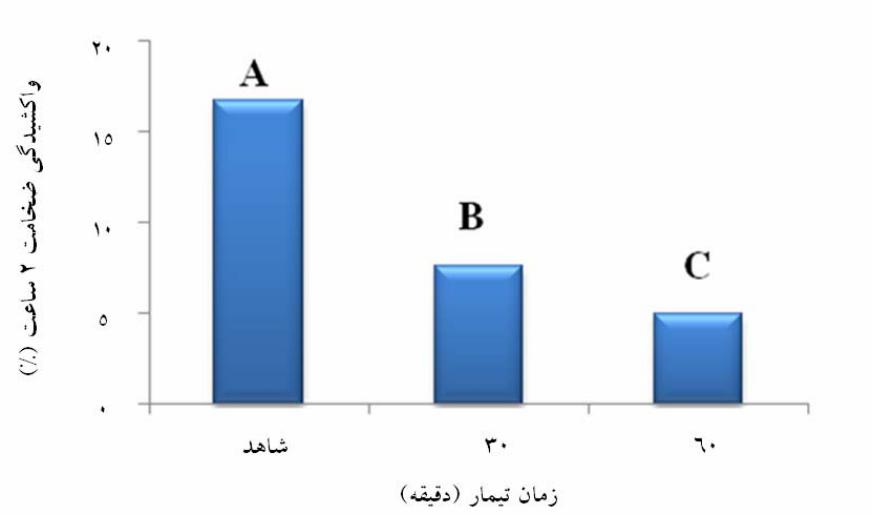
شکل ۳- اثر مستقل رزین بر مدول‌الاستیسیته خمشی

نتایج به‌دست 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 ٦٠ دقیقه به‌طور معنی‌داری موجب کاهش مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها شده است. به‌طوری‌که مقدار آن از ۰/٦۰۷۸ مگاپاسکال در شرایط استفاده از خرده‌های تیمار نشده به ۰/٥۰٤٤ در شرایط استفاده از خرده های تیمار شده ٦٠ دقیقه رسیده است. گروه‌بندی 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 ٤ مشاهده می‌گردد در شرایط استفاده از خرده‌های تیمار شده ٦٠ دقیقه 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 بدست‌آمده از تجزیه واریانس تأثیر مستقل تیمار بر واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشد. به‌طوری‌که با افزایش زمان تیمار واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت بهبود یافته است و در شرایط استفاده از خرده‌های تیمار شده با زمان تیمار ٦٠ دقیقه، واکشیدگی 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 ٥).

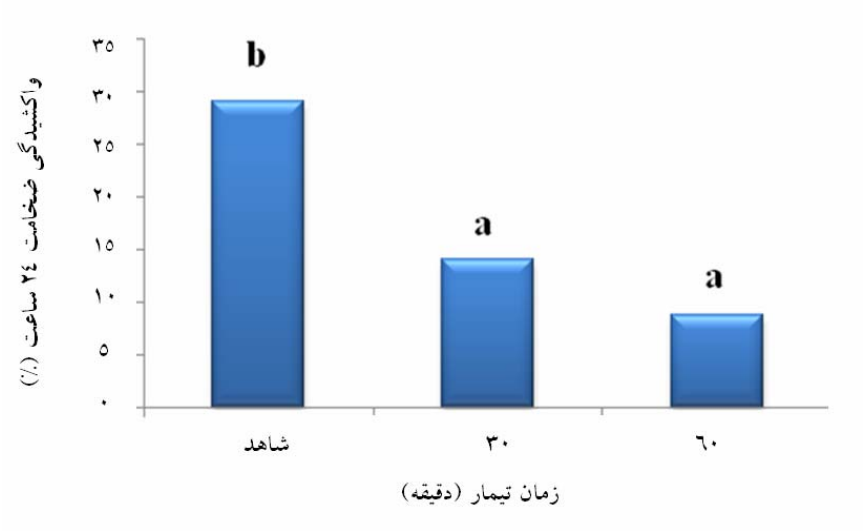


شکل ٤- اثر مستقل تیمار بر چسبندگی‌داخلی



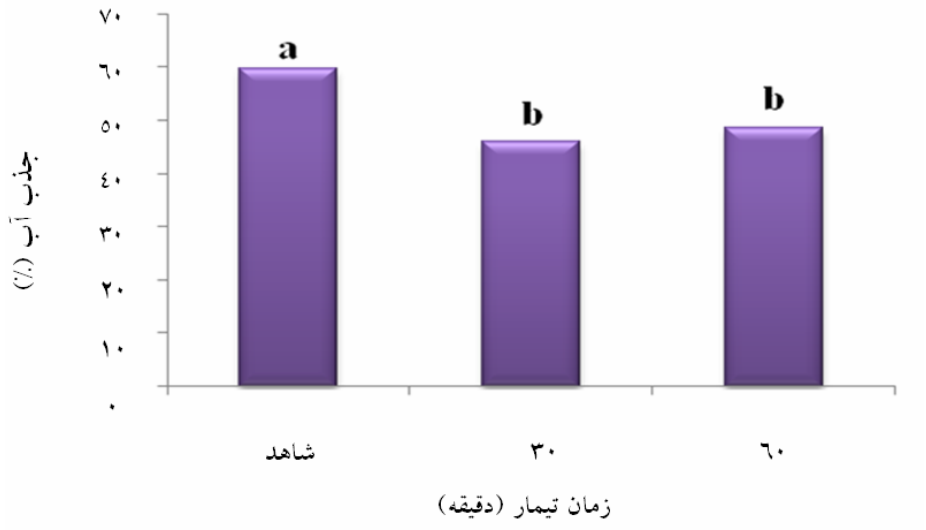
شکل ٥- اثر مستقل تیمار بر واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس تأثیر مستقل زمان تیمار بر واکشیدگی ضخامتی ٢٤ ساعت تخته‌های ساخته شده نشان می‌دهد که با افزایش زمان تیمار از صفر به ٦۰ دقیقه، واکشیدگی ضخامتی ٢٤ ساعت تخته‌ها در سطح معنی‌داری بهبود یافته و از ۲۹/۳ به ۸/٦٦۷ درصد کاهش یافته است. گروه‌بندی میانگین‌ها به وسیله آزمون دانکن نیز واکشیدگی ضخامتی ٢٤ ساعت تخته‌های ساخته شده از خرده‌های تیمار شده با زمان‌های مختلف را در دو گروه مستقل قرار داده است. همان‌طور که در شکل ٦ مشاهده می‌گردد در شرایط زمان تیمار ٦۰ دقیقه، واکشیدگی ضخامتی ٢٤ 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.



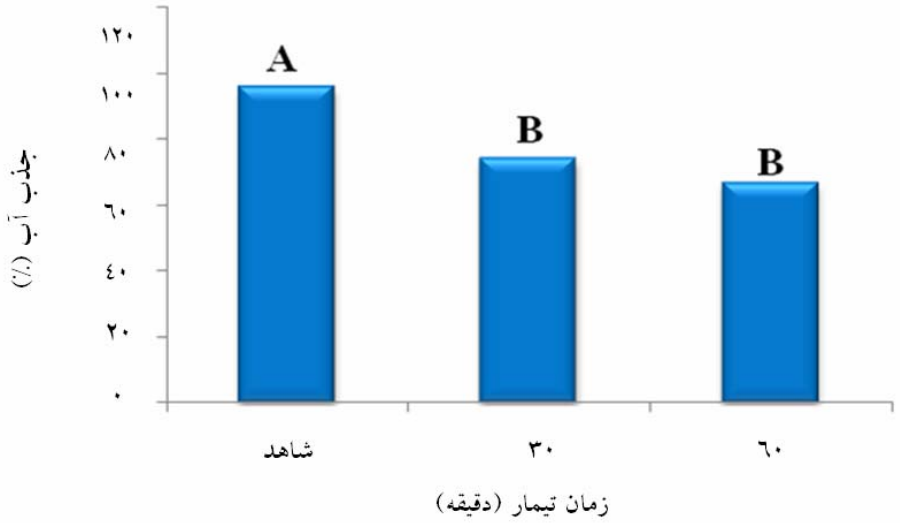
شکل ٦- اثر مستقل تیمار بر واکشیدگی ضخامت ۲٤ ساعت

نتایج به‌دست 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 ٥۹/٦٤ به ٤٦/۰٤ درصد کاهش یافته است. با افزایش زمان تیمار از ۳۰ به ٦۰ دقیقه جذب آب ۲ ساعت تخته‌ها افزایش یافته، به‌طوری‌که این افزایش معنی‌دار نبوده است. گروه‌بندی میانگین‌ها به وسیله 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).



شکل ۷- اثر مستقل تیمار بر جذب آب ۲ ساعت

همچنین نتایج نشان داد که تأثیر مستقل زمان تیمار بر واکشیدگی ضخامت ۲٤ ساعت در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشد. به‌طوری‌که با افزایش زمان تیمار جذب آب ۲٤ ساعت تخته‌ها بهبود یافته است و در شرایط استفاده از خرده‌های تیمار شده ٦۰ دقیقه، جذب آب ۲٤ 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).



شکل ۸- اثر مستقل تیمار بر جذب آب ۲٤ ساعت

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 مقاومت‌خمشی نداشته است. به‌طوری‌که بیشترین مقاومت‌خمشی مربوط به تخته-های دارای خرده‌های تیمار شده با زمان ٦۰ دقیقه و رزین اوره‌فرمالدئید بوده است. از سوی دیگر با افزایش زمان تیمار حرارتی خرده چوب‌ها باعث نرم شدن و فشردگی آنها را آسان‌تر می‌سازد که در بهبود مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته مؤثر می‌باشد. در این راستا پژوهش‌های انجام شده توسط Ding و همکارانش (۲۰۱۰) نیز نشان داد که مدول‌گسیختگی در اثر تیمار حرارتی با بخار کاهش خواهد داشت، درحالی‌که مدول‌الاستیسیته نمونه‌های تیمار شده نسبت به نمونه‌های تیمار نشده افزایش می‌یابد که علت آن حساسیت کمتر مدول‌الاستیسیته نسبت به مدول‌گسیختگی است. همچنین استفاده از مخلوط رزین اوره‌فرمالدئید موجب افزایش مدول‌الاستیسیته نسبت به تخته‌های دیگر شد. تسوجی و همکاران (۱۳۸۷) در یک پژوهش تأثیر استفاده از اختلاط رزین اوره و

ملامین‌فرمالدئید در ساخت تخته خرده از کاه‌گندم را مورد بررسی قرار دادند، نتایج بررسی آنها نشان داد که تخته‌های ساخته شده با نسبت وزنی اوره‌فرمالدئید و ملامین‌فرمالدئید (۵۰ :۵۰) دارای بیشترین مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته نسبت به تخته‌های دیگر بوده است.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت چسبندگی‌داخلی نشان داد که این مقاومت در تخته خرده‌های ساخته شده از خرده‌های تیمار حرارتی شده با زمان ٦٠ 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 ساقه‌کنف 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 مغزکنف ذرات چسب قرارگرفته 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 مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته مطلوب به‌دلیل ضریب فشردگی مناسب از چسبندگی‌داخلی پایین‌تری برخوردار باشند. به‌طورکلی نمونه‌های شاهد مقاومت چسبندگی‌داخلی 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 ملامین‌فرمالدئید دارای بیشترین چسبندگی‌داخلی نسبت به اوره و مخلوط آنها می‌باشد. بالا بودن چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده از رزین ملامین را می‌توان به بالا بودن دوام و چسبندگی نسبت به چسب اوره دانست.

نوربخش و همکاران (۱۳۸۵) تأثیر دانسیته بر مقاومت چسبندگی‌داخلی 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 ٢٤ 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 به‌دلیل 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 ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها نشان داد که تخته دارای خرده-های تیمار شده دارای جذب آب کمتری نسبت به تخته-های دارای خرده‌های تیمار نشده می‌باشد. با افزایش زمان تیمار، جذب آب به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. از بین رفتن گروه‌های هیدروکسیل و آبدوست مانند همی‌سلولز 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 همی‌سلولزها در اثر بخار آب داغ، سریع و به مقدار زیاد اتفاق می‌افتد. تخریب همی‌سلولزها، حذف گروه‌های هیدروکسیل و تولید اسیدهای آلی با افزایش شدت تیمار زیاد می‌شود. افزایش این اسیدها همزمان با افزایش شدت تیمار، تخریب همی‌سلولزها و نیز بخشی از مناطق آمورف سلولز را تسریع کرده و می‌تواند باعث کاهش مقاومت‌های چوب تیمار شده شود.

نتیجه‌گیری کلی این تحقیق نشان داد که ماده لیگنوسلولزی 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 واکشیدگی ضخامت و رطوبت بالا برده و به تخته خرده‌هایی با ویژگی-های فیزیکی و مکانیکی مطلوب دست یافت.

با این حال نتایج این پژوهش بیانگر آن است که جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌های ساخته شده از خرده‌های مغز ساقه‌کنف که با بخار آب تیمار شده‌اند کاهش می‌یابد و نیز ویژگی‌های مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته بهبود یافته است. ولی مقادیر به‌دست 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 ۱۲و ۱۳ آذر.
- رول، ر.، ۱۳۸۱. کاغذ و مواد چند سازه از منابع زراعی . ترجمه فائزی پور، کبورانی، 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 ویژگی های مقاومتی چوب صنوبر با روش ترکیبی گرمآبی- مکانیکی (CHTM) . مجله صنایع چوب وکاغذ 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. فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران . جلد ۲٦، شمارهٔ٤، صفحهٔ٦٨٢- ٦٩٨
- یوسفی، ح.، عنایتی، ع.، فائزی پور، م. و سادات نژاد، ح.، ۱۳۸۷. اثر زمان بخارزنی و مقدار چسب بر خواص تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) ساخته شده از ساقه کلزا. مجله‌ی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. شماره.۲۳.۱۵٦ ـ ۱٤۹.
-Ayrilmis, N., Winandy, J.E. and Laufenberg, T.L., 2008. Effects o f post thermal-treatment on wettability ,surface roughness, and adhesive bonding performance of exterior medium density fiberboard .*Polym. Degrad. Stabil.*, submitted.
-Boonstra, M., Van Acker, 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-trated

properties ofpine (Pinus pinaster) and eucalypt (Eucalyptusglobulus) wood. Wood Sci Technol 41:193–207.

-Hulya, K. and Gokay, N., 2006. Producing composite particle board from kenaf (Hibiscus Canabinus L.) Staiks. Industrial crops and products, volume 24, lssue2, 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-injeaction pressing. J Wood Sci. 49:327-332.

-Lemahieu, P.J., Oplinger, E.S. and Putnam, D.H., 2003. Kenaf In Alternative Field. http//www.corn. 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/Crop Factsheets/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 heattreatments on the feeding behaviour of two subterranean termites. *Holzforschung*, **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

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

Pesarakloo, A.*[1], Dehghani, 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 analyzed in a complete random design plan and by the factorial analysis. The results showed that boards made from 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 greatest MOE was achieved with the boards produced using urea-formaldehyde and the greatest 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.