فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۸، شمارهٔ ۱، صفحهٔ ٦١-٤٨، (١٣٩٢)

ارزیابی کیفیت تخته‌فیبر دانسیته متوسط (MDF) ساخته شده از الیاف مغز و ساقه کنف

فهیمه شعبان‌علیزاده[1*]، محمدرضا دهقانی فیروزآبادی[2]، ابوالفضل کارگرفرد[3] و محراب مدهوشی[2]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد، فرآورده‌های چندسازه چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
پست‌الکترونیک: fahimeh_sh.alizadeh@yahoo.com
۲- دانشیار، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- دانشیار، فرآورده‌های مرکب، چندسازه چوب، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، **مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع**، تهران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۱

چکیده

در این بررسی با استفاده از الیاف مغز و ساقه کنف و مقایسه آن با الیاف چوب صنوبر به‌عنوان شاهد و چسب اوره فرم‌آلدئید، تخته‌فیبر دانسیته متوسط، با دو دانسیته ۰/۵۵ و ۰/۷۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب ساخته شد. از ترکیب عوامل فوق ٦ تیمار حاصل شد و برای هر تیمار ۳ تکرار و در مجموع ۱۸ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. ابعاد الیاف مغز و پوست کنف و همچنین خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده اندازه‌گیری و نتایج با استفاده از آزمون فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین طول الیاف مغز و ساقه کنف ۰/۷۸ و ۳/٦۰۷ میلیمتر و قطر آنها به‌ترتیب ۳٦/۷٦ و ٤۱/۸٦ میکرون می‌باشد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت‌خمشی، مدول‌الاستیسیته، مقاومت چسبندگی داخلی و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌های ساخته شده نشان داد که تخته‌فیبر با دانسیته ۰/۷۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب مغز کنف، خواص مطلوبی دارد و همچنین نتایج نشان داد که امکان رقابت و جایگزین شدن الیاف مغز کنف با الیاف صنوبر در ساخت MDF وجود دارد. با افزایش دانسیته، مقاومت‌خمشی، مدول‌الاستیسیته و مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌فیبر مغز کنف افزایش و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب قابل مقایسه با تخته‌فیبر حاصل از الیاف صنوبر می‌باشد. از سوی دیگر تخته‌فیبر ساقه کنف به‌علت وجود الیاف پوست، دارای خصوصیات مکانیکی و فیزیکی ضعیفی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تخته‌فیبر دانسیته متوسط، مغز کنف، ساقه کنف، دانسیته، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی.

مقدمه

در سال‌های اخیر در اثر صنعتی شدن بیشتر کشورهای در حال توسعه، تقاضا برای مواد اولیه رو به افزایش گذاشته است. با توجه به محدود بودن منابع مواد اولیه به‌ویژه در بخش منابع طبیعی، یکی از مهمترین معضلات جوامع بشری در دهه‌های اخیر، تأمین ماده اولیه چوبی مورد نیاز صنایع رو به گسترش از یک سو، حفظ محیط‌زیست و منابع محدود جنگلی تأمین‌کننده چوب از سوی دیگر بوده است. بروز چنین معضلی در اوایل قرن بیستم زمینه‌ساز انجام تحقیقات گسترده‌ای در جهت

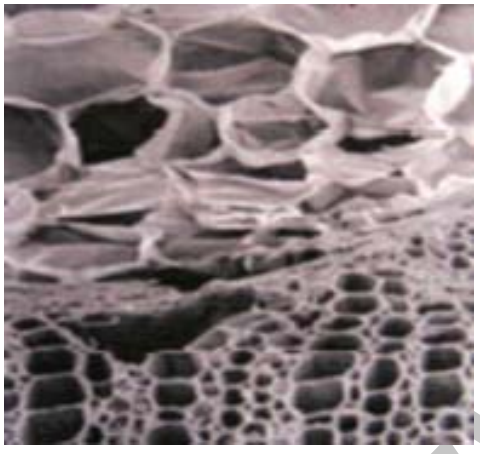
Archive of SID

www.SID.ir

به‌کارگیری فرایندها و روش‌هایی گردید که توان تولید فرآورده‌های مرکب چوبی از مواد لیگنوسلولزی غیرچوبی را دارند (کارگرفرد و همکاران، ۲۰۰۷).

در ابتدای امر به‌دلیل کاهش تولید چوب‌آلات مرغوب صنعتی و رشد روزافزون مصرف چوب، تولید اوراق فشرده چوبی قدم به عرصه صنعت گذاشت، ولی این صنعت توانست حتی با مصرف مواد اولیه غیرچوبی یا ارزان‌قیمت، محصولاتی با کیفیت تولید و به تدریج رشد کمی و کیفی آن را توسعه دهد. در بین اوراق فشرده چوبی، صنایع تخته‌فیبر با دانسیته متوسط (MDF)، از رشد و توسعه قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده است (یوسفی و همکاران، ۲۰۰۸).

ماده اولیه از مهمترین عوامل در تولید تخته‌فیبر با دانسیته متوسط می‌باشد. کنف با نام علمی(*Hibiscus cannabinus*) گیاهی یکساله از تیره پنیرک (*Malvacea*) است (شاخص و همکاران، ۲۰۰۹). کنف دارای دو بخش پوست و مغز است. بیشترین بخش ساقه کنف قسمت چوبی مغز آن است که حدود ۷۷ درصد مقطع عرضی و یا ۶۰ درصد وزنی آن را تشکیل می‌دهد. دانسیته خشک کل ساقه ۰/۲۷ تا ۰/۳۱ گرم بر سانتی‌مترمکعب می‌باشد، در حالی که دانسیته بخش چوبی مغز ساقه از ۰/۲۲ تا ۰/۴۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب در امتداد طول ساقه نوسان دارد (Voulgaridis *et al.*, 2000). در مقایسه با چوب درصد سلولز و لیگنین تقریباً مساوی با چوب ولی همی‌سلولز بالایی دارد (۴۴-۵۰٪ همی‌سلولز، ۳۱-۳۳٪ سلولز و ۲۳-۲۷٪ لیگنین) (Okuda *et al.*,2004). پوست کنف دارای الیاف نسبتاً بلند و با طول ۲ تا ۴ میلی‌متر است و قطر الیاف آن کوچکتر از الیاف سوزنی‌برگان می‌باشد و مقاومت کششی بالایی دارد. الیاف مغز با طولی به‌مراتب کمتر از الیاف پوست (۰/۶-۰/۸ میلی‌متر) می‌باشد (Ververis و همکاران، ۲۰۰۳). در شکل ۱ نمایی از ساقه کنف حاوی سلول‌های پارانشیم چند ضلعی، فیبر و آوندهای پراکنده نشان داده شده است. از آنجایی که استفاده صنعتی از کنف تنها محدود به پوست کنف می‌باشد در نتیجه مغز که بخش اعظم ساقه را تشکیل می‌دهد به‌عنوان پسماند، بدون کاربری باقی می‌ماند (Paridah *et al.*, 2009).



شکل ۱- نمایی از ساقه کنف حاوی سلول‌های پارانشیم چند ضلعی، فیبر و آوندهای پراکنده (Voulgaridis *et al.*, 2000).

تحقیقاتی در زمینهٔ استفاده از الیاف مغز کنف در ساخت تخته‌فیبر صورت گرفت. پژوهشگران در این بررسی تخته‌هایی از الیاف تیمارشده با دانسیته پایین ساختند. به طوری که در ساخت تخته‌ها از چسب‌های سرماگیر، گرماسخت و گرمانرم استفاده گردید. ثبات ابعادی، خصوصیات صوتی، عایق حرارتی و خصوصیات مقاومتی تخته‌های ساخته شده قابل رقابت با تخته‌هایی از چوب می‌باشد و نیز با استفاده از پوشش سطحی می‌توان

Archive of SID

www.SID.ir

سطوح مناسب‌تری از تخته مغز کنف داشت (Roy *et al.*,1996).

با استفاده از الیاف مغز کنف و سه نوع رزین اوره فرمالدئید، فنل فرمالدئید و دی‌فنیل متان دی‌ایزوسیانات تخته‌فیبرهایی با دانسیته ۰/۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب ساخته شد. مقاومت اتصالات در تخته‌فیبر دانسیته متوسط کنف در حدود ۵۰٪ تخته‌فیبر ساخته شده از چوب تعیین گردید. خصوصیت نگهداری حرارتی تخته‌فیبر مغز کنف دو برابر تخته لایه و حدود ۵۰٪ پشم شیشه می‌باشد. آنها کاربردهای تخته‌فیبر مغز کنف را در کفپوش، به‌عنوان سفال سقف و دکوراتیو ذکر نمودند (Sellers*et al.*,1993). همچنین با استفاده از الیاف لیگنوسلولزی غیرچوبی مانند کنف تخته‌فیبر دانسیته متوسط ساخته شده است. تخته‌فیبرهای ساخته شده از مغز کنف با دانسیتهٔ ۰/۸ گرم بر سانتی‌مترمکعب دارای مدول‌گسیختگی ۱۱/۵ MPa و مدول‌الاستیسیته ٦/۱۷ GPa بوده است. این پژوهشگران نتیجه گرفتند که امکان تولید تخته‌فیبر با مقاومت بالا از مغز کنف وجود دارد *et al.*, (Ohnishi 2000).

پژوهشگران با استفاده از چوب صنوبر و کنف با نسبت ۲۵ به ۷۵ و رزین اوره فرمالدئید چندسازه‌هایی را ساختند و خواص مکانیکی (IB، MOR و MOE) تخته‌های ساخته شده را با تخته OSB تجاری مورد مقایسه قرار دادند. آنها اثر میزان فلیک‌های چسب‌دار، درصد رزین و دانسیته در میزان مدول‌گسیختگی و مدول‌الاستیسیته تخته-های صنوبر- کنف را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که تخته‌های صنوبر- کنف میزان انبساط خطی کمتری داشتند. در تخته‌های ساخته شده با درصد فلیک کنف کمتر و درصد رزین بیشتر، واکشیدگی ضخامت تخته‌ها کاهش می‌یابد (Dilpreet *et al.*, 2003). در سال ۲۰۰۵ پروژه کاشت کنف برزیل و پتانسیل استفاده از آن در فرایندهای صنعتی مورد بررسی قرار گرفت. در بخشی از این تحقیق تخته‌فیبر دانسیته متوسط با دانسیته ۰/۸ گرم بر سانتی‌مترمکعب از ساقه کنف در فرایند خشک با فشار بالا و رزین فنولیک و موم ساخته شد. خصوصیات مکانیکی تخته‌فیبرها مطابق با استاندارد ANSI/AHA 135.4 بدست آمد (Feaster *et al.*, 2006).

در زمینه ساخت و تعیین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی MDF از الیاف مغز و پوست کنف با استفاده از سه نوع رزین MUF، UF و LPF مطالعه‌ای انجام شد. نتایج نشان داد که تخته‌های ساخته شده از مغز کنف با دانسیته ۰/۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب مدول‌گسیختگی، مدول‌الاستیسیته و چسبندگی‌داخلی بالاتر از نمونه شاهد (تخته‌فیبر کائوچو) داشتند و واکشیدگی ضخامت و جذب آب نیز کمتر از نمونه شاهد بود. مناسبترین رزین برای ساخت این تخته‌ها (LPF) می‌باشد (Paridah *et al.*,2009). در تحقیق دیگری به بررسی امکان ساخت MDF با دو گونهٔ کنف و خرمای روغنی پرداخته شد. آنها نتیجه گرفتند که امکان ساخت MDF از کنف و خرمای روغنی وجود دارد ولی مقاومت چسبندگی‌داخلی تخته‌های ساخته شده از کنف بالاتر بوده است (Jamaludin *et al.*, 2007).

مقاومت تخته‌فیبر ساخته شده از کنف در برابر پوسیدگی و موریانه آزمایش شده است. نتایج تحقیق نشان داد که امکان استفاده از الیاف مغز کنف در ساخت تخته MDF وجود دارد. امّا استفاده از رزین فنل فرمالدئید با وزن مولکولی پایین باعث افزایش مقاومت تخته‌فیبرها در برابر پوسیدگی و موریانه می‌شود. اثر رزین PF بر روی مقاومت به پوسیدگی قارچی بیشتر از

Archive of SID

www.SID.ir

مقاومت به موریانه می‌باشد (Walter *et al.*, 2007). با توجه به برداشت بی‌رویه از جنگل‌ها و کاهش منابع چوبی، همچنین رشد تقاضا برای استفاده از پانل‌های چوبی، استفاده از مواد لیگنوسلولزی ناشی از پسماندهای گیاهان کشاورزی برای تأمین بخشی از مواد اولیه به‌کار رفته در ساخت اوراق فشرده اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. این پژوهش با هدف دستیابی به امکان ساخت تخته‌فیبر دانسیته متوسط با کیفیت مناسب از الیاف مغز و پوست کنف انجام شد. تعیین سطح دانسیته مناسب‌تر MDF تولیدی از الیاف مغز و پوست کنف به‌منظور بهبود کیفیت این فراورده و حفظ ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌فیبر حاصل می‌باشد و در نهایت کاهش تولید تخته‌فیبر از منابع جنگلی محدود کشور و استفاده از ضایعات کشاورزی بوده است.

مواد و روشها

مواد اولیه

کنف (*Hibiscus cannabinus*) مورد استفاده در این تحقیق از ایستگاه تحقیقات پنبه ورامین تهیه گردید. ساقه‌های کنف پس از قطع به آزمایشگاه منتقل و بلافاصله قسمت پوست و مغز آن از هم جدا گردید و برای رسیدن به رطوبت تعادل با محیط به مدت یک ماه در هوای آزاد قرار داده شد. چوب صنوبر مورد نیاز برای این تحقیق گونه *Populus nigra* و از درختان موجود در مجتمع تحقیقاتی البرز کرج انتخاب و قطع گردید. رزین اوره‌فرمالدئید مورد استفاده برای ساخت تخته‌های آزمونی با pH :۷/۵، ویسکوزیته s ۵۹، زمان ژله‌ای شدن s ٦١ و مواد جامد ٦٥٪ از شرکت تیران شیمی تهیه گردید.

آماده‌سازی الیاف

با استفاده از یک خردکن غلطکی آزمایشگاهی از نوع Pallmann100 X 430 - 120PHT، ساقه و پوست کنف و همچنین چوب صنوبر تبدیل به خرده‌های مناسب برای تهیه الیاف گردیدند. خرده‌های چوب صنوبر، ساقه و مغز کنف توسط یک دستگاه بخارزن آزمایشگاهی در دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد و زمان ۱۰ دقیقه، بخارزنی شده و پس از تخلیه با استفاده از یک پالایشگر آزمایشگاهی با قطر دیسک ۲۵ سانتی‌متر و با دور موتور ۱٤٥٠ دور در دقیقه طی ۳ عبور، پالایش و تبدیل به الیاف شدند.

اندازه‌گیری ابعاد الیاف

ابعاد الیاف به‌ویژه طول الیاف و ضخامت دیواره سلولی از ویژگی‌های مهم الیاف در فرایندهای ساخت کاغذ و تخته‌فیبر می‌باشند. برای اندازه‌گیری ابعاد الیاف، ابتدا جداسازی الیاف صورت گرفت. پس برای جداسازی الیاف از روش فرانکلین (۱۹٥٤) استفاده گردید. ابعاد الیاف با استفاده از میکروسکوپ نوری و با کمک لام میلی‌متری و چشمی مدرج اندازه‌گیری شد. میانگین طول، قطر الیاف و ضخامت دیواره سلولی مغز و پوست کنف و چوب صنوبر در جدول ۲ ارائه شده است. در این بررسی ضریب لاغری مغز کنف و پوست کنف به‌ترتیب ۱۸/٦۳ و ۹۸/۱۲ بدست آمده است.

ساخت و ارزیابی تخته‌های آزمایشگاهی

الیاف پالایش شده پس از خشک شدن در هوای آزاد با استفاده از یک خشک‌کن گردان و دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت حدود سه درصد خشک گردیدند. سپس الیاف خشک شده در کیسه‌های پلاستیکی

Archive of SID

www.SID.ir

مقاوم به نفوذ رطوبت، بسته‌بندی و برای ساخت تخته آماده شدند. برای چسب‌زنی الیاف از یک دستگاه چسب-زن آزمایشگاهی استفاده شد و محلول چسب اوره فرمالدئید (۱۰ درصد وزن خشک الیاف) همراه با کاتالیزور به‌وسیله یک نازل بر روی الیاف پاشیده شد. به‌منظور تشکیل کیک الیاف از یک قالب چوبی با ابعاد ۳۵×۳۵ سانتی‌متر استفاده و الیاف چسب‌زنی شده که به-وسیله ترازوی آزمایشگاهی توزین شده بود، به صورت یکنواخت در داخل قالب پاشیده شدند.

پس از تشکیل کیک الیاف، با استفاده از یک پرس آزمایشگاهی از نوع BURKLE LA100 اقدام به فشردن کیک الیاف و ساخت تخته فیبرهای آزمایشگاهی در دمای پرس ۱۷۵ درجه سلسیوس و زمان پرس ۵ دقیقه در فشار پرس برابر ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع گردید. 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 ۲ متغیر که شامل نوع الیاف در ۳ سطح (الیاف مغز کنف، الیاف پوست کنف و الیاف صنوبر) و همچنین دانسیته تخته در دو سطح ۰/۵۵ و ۰/۷۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب، ٦ تیمار حاصل و برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد که در مجموع ۱۸ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. بعد از پایان مرحله پرس، به‌منظور مشروط-سازی و یکنواخت سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل‌سازی تنش‌های داخلی، تخته‌های ساخته شده به مدت ۱۵ روز در شرایط آزمایشگاهی (رطوبت نسبی ۱ ± ٦۵ درصد و دمای ۳ ± ۲۰ درجه سانتی گراد) نگهداری گردیدند.

تهیه نمونه‌های آزمونی برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها مطابق استاندارد EN326-1996 اروپا انجام گردید. مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته براساس استاندارد EN310، مقاومت چسبندگی‌داخلی بر اساس استاندارد EN319 و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب بر اساس استاندارد EN317 تعیین گردید.

طرح آماری

بعد از انجام آزمایش‌های مکانیکی و فیزیکی بر روی نمونه‌های تهیه شده، نتایج حاصل توسط نرم‌افزار SPSS در قالب طرح کامل تصادفی آزمون فاکتوریل و با استفاده از آزمون دانکن (DMRT) و به‌کمک تکنیک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با استفاده از این روش آماری تأثیر مستقل و متقابل هر یک از عوامل متغیر بر خواص مورد مطالعه در درجه اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

پس از اندازه‌گیری وزن مغز و پوست نمونه‌های ساقه کنف که به طور تصادفی جمع‌آوری گردیده بود، درصد هر کدام محاسبه شد. میانگین درصد مغز و پوست ساقه کنف ٤ کرت مختلف در این تحقیق، به‌ترتیب حدود ٦۲/۸۱ و ۳۷/۱۹ درصد بود. Ververis و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیق خود درصد مغز و پوست را نسبت به ساقه کنف به‌ترتیب ٦۵ و ۳۵ درصد به‌دست آوردند.

پس از اندازه‌گیری طول و قطر الیاف مغز، پوست و صنوبر، مقادیر ضخامت دیواره و ضریب لاغری هر کدام محاسبه گردید و در جدول ۱ با مشخصات مشابه برخی از الیاف گیاهان غیرچوبی و چوبی مقایسه شده است. در بررسی امکان استفاده از خمیر سودای پوست کنف به

Archive of SID

www.SID.ir

جای خمیر الیاف‌بلند وارداتی در بهبود کیفیت کاغذ حاصل از خمیر سودای باگاس، طول الیاف پوست کنف را ۳ میلی‌متر و قطر الیاف را ۱۹/۵ میکرون تعیین نمودند و نیز ضریب لاغری را برای پوست کنف ۱۵٤ بیان نمودند (Dehghani *et al.*, 2008).

Ververis و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهش خود بیان نمودند که الیاف پوست کنف دارای الیاف نسبتاً بلند و با طول ۲ تا ٤ میلی‌متر است و الیاف مغز با طولی به‌مراتب کمتر از الیاف پوست (۰/٦–۰/۸ میلی‌متر) حجم بیشتر ساقه را تشکیل می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات مرفولوژیکی و ضریب لاغری الیاف مغز و پوست کنف و برخی از الیاف گیاهان غیرچوبی و چوبی

ماده اولیه	طول الیاف(L) mm	قطر الیاف (D) µm	ضخامت دیواره (P) µm	ضریب لاغری L/D
مغز کنف	۰/۷۸	۳٦/۷٦	۸/۱٤	۱۸/٦۳
پوست کنف	۳/٦۰۷	٤۱/۸٦	۸/۰٦	۹۸/۱۲
ساقه کلزا	۱/۲۱۵	۲۸	۷/٤۳	٤۳/۳۹
ساقه گندم	۱/۱۷۰	۱۵/۹۸	۲/۸۲	۷۳/۲۱
باگاس	۱/۹	۲۸/۹۷	٤/۷۷	۳٤/۵۱
ساقه پنبه	۰/۸٤	۲۳/۹	۳/۹	۱٤/۷
ساقه آفتابگردان	۰/۹۸۵	۲۳/۸	۵/۹	٤۱/۳۸
ممرز	۱/۵	۲۱/۹۳	۵/۸۵	٦۸/۳۹
توسکا	۱/۰۹	۲۷/٤۸	۵/۱۲	۳۹/٦۳
صنوبر	۱/۰۸۳	۲۱/۲۱	۵/۸	۵۱/۱

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌های ساخته شده در جدول ۲ آورده شده است.

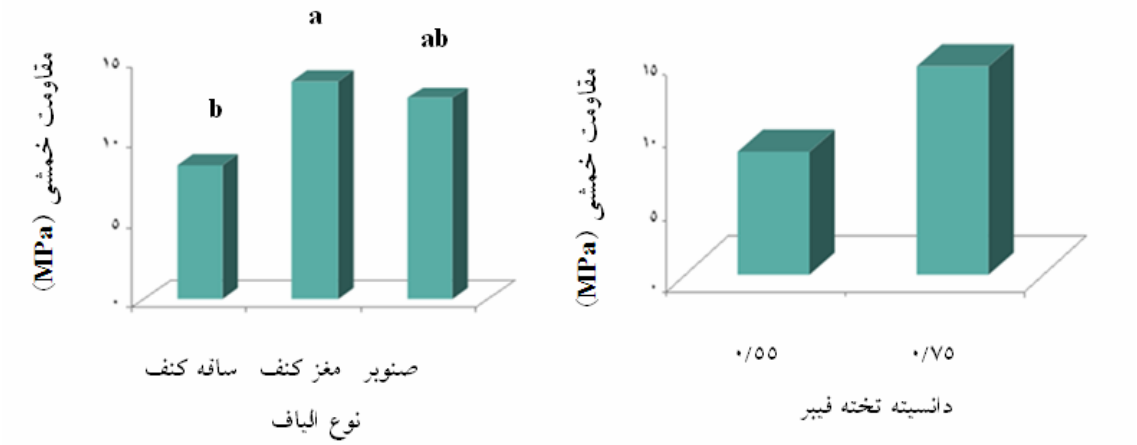
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ویژگیهای مکانیکی و فیزیکی تخته‌های آزمونی

متغیر	(df)	F. Values				
		MOR	MOE	IB	T.S.2	T.S.24
دانسیته	۱	۱٤۳/۰۲۲**	٦٦/۷۱۲**	۲/٦۲۲ n.s	۵۷/۱٤۵**	۲۹٤/۹٤۸**
نوع الیاف	۲	۱٤/٦۰۳ **	٤/۲٤٦**	۱٤/۳۸۵**	۷/۸۵۵**	۳۳/٤۹۹**
دانسیته* نوع الیاف	۲	۲/۸٦۳ n.s	۱/۸۱۰ n.s	۸/۷۹٤ **	۱/۹۲٤ n.s	۳۰/۱۰۸**

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد n.s : معنی‌دار نیست

www.SID.ir

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقاومت‌خمشی تخته‌های ساخته شده نشان داد که اثر مستقل دانسیته و نوع الیاف بر مقاومت‌خمشی تخته‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار و اثر متقابل دانسیته تخته و نوع الیاف بر روی این مقاومت معنی‌دار نبوده است. اثر مستقل دانسیته و نوع الیاف بر مقاومت‌خمشی در دو دانسیته مختلف در شکل ۲ نشان داده شده است. در گروه‌بندی آزمون دانکن، مقاومت‌خمشی تخته‌فیبر مغز کنف با بالاترین مقدار در گروه a و تخته پوست کنف در گروه b قرار داشت. افزایش میزان دانسیته تخته‌فیبرها، موجب افزایش مقاومت‌خمشی تخته‌ها گردیده است. به طوری که بیشترین مقاومت‌خمشی مربوط به تخته‌فیبرهای با دانسیته ۰/۷۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب بوده است. البته دانسیته تخته از فاکتورهای مهمی است که نقش تعیین‌کننده‌ای بر ویژگی‌های آن دارد. در بیشتر موارد افزایش دانسیته با بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی تخته همراه است. به نحوی که با افزایش دانسیته، فشردگی و تماس بین الیاف بیشتر شده و اتصالات قویتری بین آنها ایجاد می‌گردد (Doosthosseini, 2001). بالاترین مقاومت‌خمشی مربوط به تخته‌های ساخته شده از الیاف مغز کنف می‌باشد. در حالی که حداقل مقاومت‌خمشی مربوط به تخته‌های ساخته شده از پوست کنف بوده است. Paridah و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی امکان ساخت MDF از الیاف مغز و پوست کنف با چسب‌های UF، MUF و LPF و تعیین ویژگی‌های مکانیکی آن، اعلام نمودند که صرف‌نظر از نوع چسب به‌کار برده شده تخته‌فیبرهای الیاف مغز کنف MOE و MOR مطلوبی داشته‌اند.



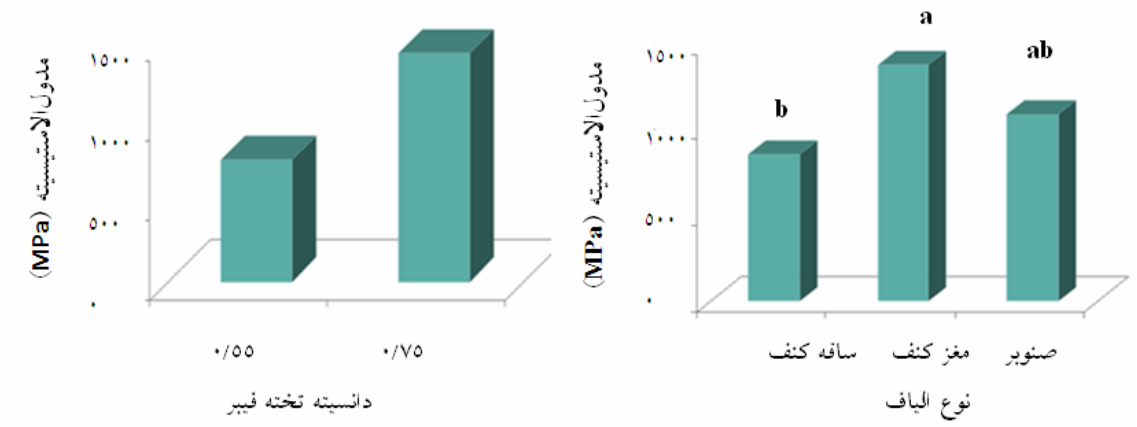
شکل ۲- اثر مستقل دانسیته و نوع فیبر بر مقاومت‌خمشی تخته‌فیبرهای آزمونی

نتایج نشان داد که دانسیته تأثیر معنی‌داری را در سطح ۱ درصد بر مدول‌الاستیسیته تخته‌ها داشته است. به‌طوری که با افزایش میزان دانسیته، مدول‌الاستیسیته تخته‌فیبرها به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. تأثیر مستقل نوع الیاف لیگنوسلولزی نیز در سطح ۱ درصد بر مدول‌الاستیسیته معنی‌دار است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مدول‌الاستیسیته تخته‌های ساخته شده شباهت زیادی به مقاومت‌خمشی دارد. به طوری که بیشترین

Archive of SID
www.SID.ir

مدول‌الاستیسیته مربوط به تخته‌فیبر مغز کنف با دانسیته ۰/۷۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب می‌باشد. مغز ساقه کنف دانسیته پایینی دارد، در نتیجه ضریب فشردگی ذرات در کیک الیاف به‌ویژه در سطح آن افزایش می‌یابد، بنابراین با افزایش ذرات الیاف مغز کنف مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته بهبود می‌یابد. در ضمن، کمترین میزان MOE مربوط به تخته‌فیبر پوست کنف می‌باشد (شکل۳). صنوبر و مغز کنف هر دو دانسیته پایینی دارند، در نتیجه ضریب فشردگی الیاف در کیک الیاف به‌ویژه در سطح آن افزایش می‌یابد، بنابراین با افزایش تراکم الیاف مغز کنف و صنوبر مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته بهبود می‌یابد.

Paridah و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی استفاده از الیاف مغز و پوست کنف به‌عنوان ماده خام در تولید تخته‌فیبر دانسیته متوسط به این نتیجه رسیدند که تخته ساخته شده از الیاف مغز کنف دارای خصوصیات مکانیکی و فیزیکی مطلوبی می‌باشد. به طوری که استفاده از الیاف مغز کنف به‌خصوص در سطح تخته به‌طور قابل توجهی باعث افزایش ویژگی‌های استاتیکی (MOR) می‌شود. Okuda و همکاران (۲۰۰٤) در بررسی ساخت تخته‌فیبر بدون چسب از الیاف مغز کنف به نتیجه مشابه دست یافتند که با افزایش دانسیته تخته‌فیبر دانسیته متوسط، MOR افزایش می‌یابد.



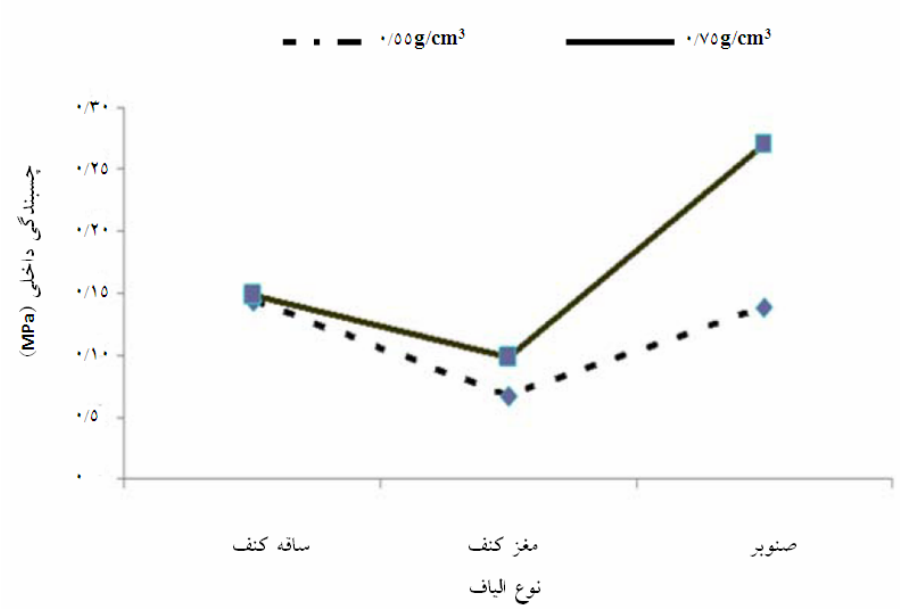
شکل ۳- اثر مستقل دانسیته و نوع فیبر بر مدول‌الاستیسیته تخته‌فیبرهای آزمونی

یکی از ویژگی‌های اساسی تخته، مقاومت چسبندگی‌داخلی است که معرف کیفیت اتصالات موجود در قسمت میانی تخته می‌باشد. این مقاومت در صورت فشردگی مناسب ذرات و گیرایی کامل رزین در لایه میانی کیک بهبود می‌یابد. به‌منظور شناخت عملکرد چسب و ارزیابی قدرت اتصال بین الیاف در لایه میانی تخته‌های ساخته شده چسبندگی آنها تعیین می‌گردد. تجزیه واریانس میانگین مقاومت‌چسبندگی داخلی تخته‌ها نشان می‌دهد که اثر نوع الیاف لیگنوسلولزی و اثر متقابل دانسیته تخته و نوع الیاف در سطح ۱ درصد بر مقاومت فوق معنی‌دار بوده‌اند. وجود الیاف ساقه‌کنف (مغز و پوست) در ساختار تخته‌های آزمونی نسبت به تخته مغز کنف خالص موجب افزایش در مقاومت چسبندگی‌داخلی آنها شده است. به طوری که کمترین میزان مقاومت چسبندگی‌داخلی در تخته مغز کنف و با دانسیته ۰/۵۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب بوده است و بیشترین مقدار این

www.SID.ir

مقاومت در تخته‌فیبر صنوبر (نمونه شاهد) با دانسیته ۰/۷۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب به‌دست آمده است (شکل ٤). افزایش دانسیته در تخته‌فیبر مغز کنف سبب بهبود IB می‌شود. این مقاومت مناسب می‌تواند به علت ضریب‌لاغری بالای الیاف پوست کنف (۹۸/۱۲) باشد. از آنجایی که مغز کنف بسیار سبک و دارای دانسیته پایینی می‌باشد و با توجه به اینکه کاهش دانسیته باعث افزایش سطح ویژه الیاف می‌گردد، بنابراین در تخته‌های ساخته شده از الیاف مغز کنف، ذرات چسب قرار گرفته بر روی الیاف نسبت به تخته‌های ساخته شده از الیاف پوست کنف و صنوبر از میزان کمتری برخوردار بوده و همین امر باعث شده است که تخته‌های ساخته شده از الیاف مغز کنف با وجود دارا بودن مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته مناسب به دلیل ضریب فشردگی مناسب، از چسبندگی‌داخلی پایین‌تری برخوردار باشند.

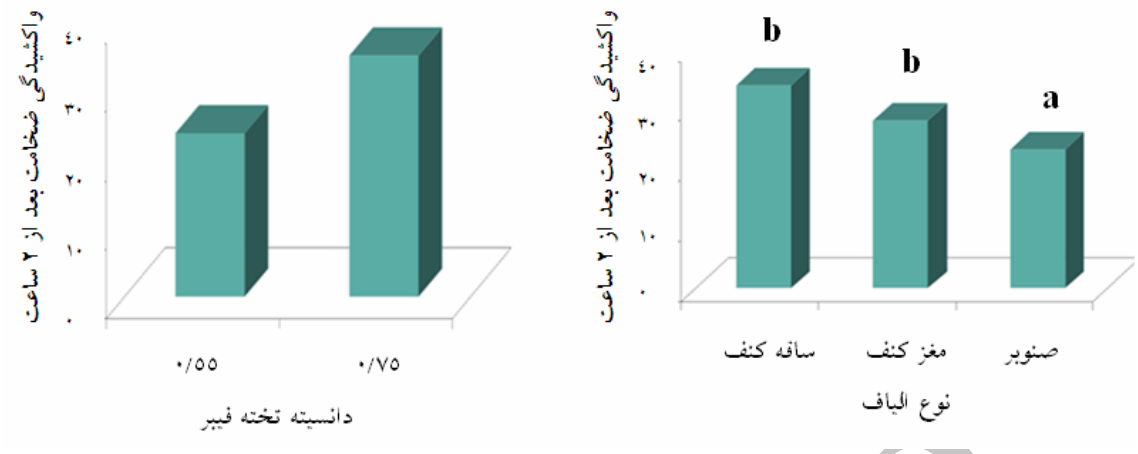
در پژوهش دیگری نشان داده شد که در تخته‌فیبر پوست کنف با مصرف ۱۲ درصد چسب اوره، چسبندگی‌داخلی و برگشت ضخامت تا حد زیادی بهبود یافت (Grigoriou, *et al.*, 2000).



شکل٤- اثر متقابل دانسیته تخته و نوع الیاف لیگنوسلولزی بر چسبندگی‌داخلی تخته‌فیبرهای آزمونی

اثر میزان دانسیته و اثر نوع الیاف لیگنوسلولزی بر واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. اما اثر متقابل دانسیته تخته و نوع الیاف اثر معنی‌داری بر واکشیدگی ضخامت تخته‌فیبرها نداشته است. به نحوی که افزایش میزان دانسیته تخته‌ها موجب افزایش واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری گردیده است. به‌طوری که بیشترین مقدار واکشیدگی ضخامت در تخته‌های با دانسیته ۰/۷۵ مشاهده شد و نیز بیشترین مقدار واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری مربوط به تخته‌فیبرهای ساقه کنف می‌باشد (شکل ۵).

www.SID.ir



شکل۵- مقایسه واکشیدگی ضخامت تخته‌فیبر دانسیته متوسط مغز و پوست کنف بعد ۲ساعت غوطه‌وری با تخته‌فیبر صنوبر در دو دانسیته

تجزیه واریانس واکشیدگی ضخامت بعد از ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب نشان داد که اثرمستقل دانسیته تخته‌فیبر و نوع الیاف لیگنوسلولزی و نیز اثر متقابل دانسیته و نوع الیاف بر روی واکشیدگی ضخامت تخته‌ها معنی‌دار بوده است. به طوری که کمترین مقدار واکشیدگی ضخامت بعد از ۲٤ ساعت غوطه‌وری در تخته‌های چوب صنوبر با دانسیته ۰/۵۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب و بیشترین در تخته-فیبرهای ساقه کنف با دانسیته ۰/۷۵ گرم بر سانتی-مترمکعب به‌دست آمد. از طرفی تخته‌فیبر مغز کنف دارای واکشیدگی ضخامتی قابل مقایسه با نمونه شاهد می‌باشد (شکل ٦).

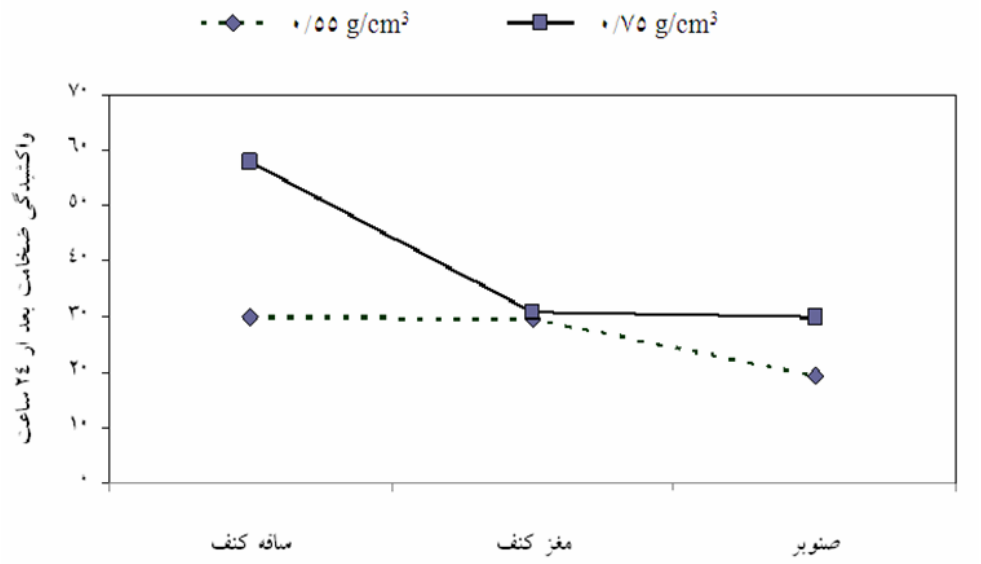
در پژوهش Paridah و همکاران (۲۰۰۹) مشخص گردیده که واکشیدگی ضخامت تخته پوست کنف در سطح بالاتری نسبت به تخته‌فیبر کائوچو (نمونه شاهد) می‌باشد و آنها نتیجه گرفتند که ترکیب رزین‌های UF و LPF می‌تواند واکشیدگی ضخامت و جذب آب را کاهش دهد و ثبات ابعادی را تا حد زیادی بهبود ببخشد و این به علت ایجاد پیوند عرضی چسب‌های فنولیک می‌باشد.

کاهش مقدار ذرات چسب قرار گرفته بر روی سطوح الیاف به دلیل افزایش سطح ویژه در تخته‌های ساخته شده با الیاف مغز کنف و همچنین عدم پراکنش یکنواخت چسب بر روی الیاف پوست ساقه کنف به دلیل در هم-رفتگی زیاد آنها از دلایل مهم پایین بودن مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده از آنها می‌باشد و از آنجایی که، چسبندگی داخلی مطلوب یکی از عوامل مهم در کاهش واکشیدگی ضخامت می‌باشد. بنابراین مشاهده می‌شود که تخته‌های ساخته شده از ساقه کنف و مغز کنف نسبت به تخته‌های دیگر از واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲٤ ساعت بالاتری برخوردار شده‌اند. بالا بودن میزان سلولز پوست کنف نسبت به مغز آن می‌تواند دلیلی برای قدرت نگهداری بیشتر آب توسط الیاف پوست کنف باشد. ضمن اینکه به دلیل بالا بودن میزان سلولز کریستالی در ساختار الیاف پهن‌برگان ظرفیت جذب آب توسط الیاف (صنوبر) محدود می‌باشد، در حالی که الیاف پوست و مغز کنف از میزان کمتر سلولز کریستالی برخوردار هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

در ایـن رابطـه Grigoriou و همکـاران (۲۰۰۰) بـرای کاهش جذب آب تخته‌های مغز و ساقه کنـف اسـتفاده از مـواد شـیمیایی آب‌گریـز را پیشـنهاد مـی‌کننـد. Copur و همکاران (۲۰۰۸) واکشیدگی ضـخامت بیشـتر تختـه‌هـای ساخته شده با الیاف گیاهان غیر چوبی را به تفاوت درصد مواد تشکیل‌دهنده آنها با الیاف گیاهان چوبی نسبت دادند.



شکل ٦- اثر متقابل دانسیته تخته و نوع الیاف لیگنوسلولزی بر واکشیدگی ضخامت بعد از ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌فیبرهای آزمونی

بحث

این تحقیق نشان داد که ماده لیگنوسـلولزی غیرچـوبی ساقه کنف ماده مناسبی برای اسـتفاده در صـنایع چـوب و کاغذ می‌باشد و امکان‌دستیابی به ساخت تخته‌فیبر دانسـیته متوسط با کیفیت مناسب از الیاف مغز و کـل سـاقه کنـف وجود دارد.

مطالعات و ارزیابی‌های مربوط به تجاری کردن کنـف برای استفاده در صنایع خمیر و کاغـذ در مقیـاس بـزرگ صنعتی مربوط به اسـتفاده از پوسـت کنـف مـی‌باشـد. از آنجـایی کـه پوسـت کنـف مـادهٔ ارزشـمندی در صـنایع کاغذسازی، پارچه‌بافی و گونی‌بافی می‌باشد استفاده از آن در ساخت تخته‌فیبر توصیه نمی‌شود.

در این حال مغـز سـاقه کنـف کـه بـه‌عنـوان پسـماند کشاورزی محسوب مـی‌شـود مـاده اولیـه مناسـب بـرای ساخت تخته‌فیبر دانسیته متوسط مـی‌باشـد و امکـان فنـی مشارکت و حتی جایگزینی الیاف مغـز کنـف در سـاخت MDF وجود دارد.

تخته‌های ساخته شـده از الیـاف مغـز کنـف قابلیـت رقابت با تخته‌فیبرهای الیاف صنوبر را (گونه چوبی مـورد توجه صنعت MDF) دارا مـی‌باشـد. بـا افـزایش دانسـیته تخته‌هـای مغـز کنـف خصوصـیات مکـانیکی و فیزیکـی مطلوبی را از خود نشان داد و MDF با دانسیته ۰/۵۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب تنها می‌تواند در مکان‌هایی که نیاز بـه

Archive of SID
www.SID.ir

مقاومت بالا وجود نـدارد (ماننـد کاربردهـای دکوراتیـو) مورد توجه قرار گیرد.

کشت کنف از سالیان دور در اسـتان‌هـای شـمالی و در جنوب کشور بـرای تهیـه محصـولات سـنتی ماننـد ریسمان و طناب و نیز تأمین ماده اولیه صـنایع نسـاجی و گونی‌بافی، رایج بوده اسـت، بـه‌طـوری کـه در یـک مقطع زمانی خاص در گذشته بیش از ۱۰ هـزار هکتـار از زمین‌های کشور به کشت کنف اختصاص یافته بـود، بنابراین با وجود سـازگاری کشـت کنـف در اسـتانهای مختلف کشور، به‌دلیل هزینه تمام شده بـالا و عملکـرد تولیـد پـایین بـه تـدریج کشـت آن در کشـور منسـوخ گردید. بنـابراین بـا اختصـاص دادن مجـدد بخشـی از زمین‌های کشور به کشت مجدد این گیاه می‌تـوان امیـد داشت که کنـف بتوانـد قسـمتی از کمبـود مـاده اولیـه صنایع چوب و کاغـذ کشـور را بـر طـرف نمایـد و در نتیجه امکان رقابت الیاف مغز کنف با الیاف پهن‌برگـان در ساخت MDF و اختلاط این گیاه غیرچوبی با سـایر درختان تند رشد مانند صنوبر وجود دارد.

با توجه به کمبود منابع جنگلی و همچنین طـرح‌هـای صیانت از جنگل‌ها، کشور با مشـکل جـدی تـأمین مـواد اولیه چوبی برای تولید فرآورده‌های مختلف لیگنوسلولزی مواجـه مـی‌باشـد. از ایـن‌رو بـرای اسـتفاده صـنعتی از چوب‌های تند رشد و مواد لیگنوسـلولزی و پسـماندهای زراعی برای صنایع فعلی صنایع چوب و کاغذ باید با یک مـدیریت قـوی و تـدوین روش‌هـای مـدرن در زمینـه برداشـت، جمـع‌آوری، تفکیـک، انبـار و حمـل و نقـل و همچنین ایجاد و گسترش فرهنگ استفاده از پسماندها در کشور از یک سـو و از سـوی دیگـر احـداث واحـدهای تولیدی با فناوری جدید که قابلیت استفاده از پسماندها را داشته باشد، بر این چالش فائق آمد.

منابع مورد استفاده

-Copur, Y., Culer, C., Tascioglu, C. and Tozluoglu, C., 2008. Incorporation of hazelnut shell and husk in MDF production. Bioresource Technology 99: pp. 7402-7406.

-Dehghani, M., Tavassoli, A. and Mahdavi, S., 2008. Replacing imported long fiber pulp with kenaf bast fiber soda pulp to improve quality of paper made from bagasse soda pulp. Iranian Journal of wood and paper Science Research. Vol 23(2): 157-168.

-Dilpreet, S. and Chow, P., 2003. Some performance characteristics of aspen- kenaf composite boards. Forest product Journal.Vol. 53(10): pp. 30-35.

-Doosthosseini, K., 2001. Production Technology and Applicatin of compressed wood plates, Tehran University publication: P 648.

-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 312, 2003. Particleboards specifications, requirements for general purpose boards for use in general conditions. 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.

-Feaster, G. 2006. 2005. Brazil kenaf project potential kenaf uses and products. Texas Agricultural Extension Service.

-Grigoriou, A., Passislis, C. and Voulgaridis, E., 2000. Kenaf core and best fiber chips as raw material in production of one layer experimental particle board. Holz als roh und werkstoff. Vol (58): pp. 290-291.

-Jamaludin, M., Nodin, K. and Ahmad, M., 2007. The bending strength of medium density fiberboard from different ratios of kenaf and oil palm empty fruit bunches admixture for light weight construction. key Engineering materials journal. Vol. 334: pp. 77-80.

Archive of SID

www.SID.ir

-Kargarfard, A., Nourbakhsh, A. and Hosseinkhani, H., 2007. Investigation on medium density fiber board from horn beam wood. Pajouhesh & Sazandegi. Vol. 68: pp. 38-47.

-Ohnishi, K., Okudira, Y., Zhang, M. and Kawai, Sh., 2000. Manufacture and mechanical properties of oriented medium density fiber board from non-wood lignocellulosic fibers. Mokuzai Gakkaishi. Vol. 46: pp. 114–123.

-Okuda, N. and Sato, M., 2004; Manufacture and mechanical properties of binderless boards from kenaf core. Journal of wood science.Vol. 50: pp. 53 – 66.

-Paridah, MT., Hafizah, AW. and Azmi, I., 2009. Banding properties and preformance of multi-layerd kenaf board. Journal of tropical forest science.Vol. 21(2): pp. 122 -133.

-Roy, S. and Starkville, M.S., 1996. Kenaf core board material. Intellectual property library.

-Sellers, T., Miller, G., Fuller, M., Broder, J. and Loper, R., 1993. Lignocellulosic-based composite made of core from kenaf. an annual agricultural crop. for prod J.Vol. 43 (7/8): pp. 69-71.

-Shakhes, J., Dehghani Firouzabadi, M., Pahlavani, M.H. and Zeinali, E., 2009. Effect of genotype and harvest time on relative perameter to yield in kenaf. Electronic Journal of crop production. Vol. 2(1): pp. 91-103.

-Ververis, C., Georghios, K., Chistodoulakis, N. and Santos, R., 2003. Fiber, dimension, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production, Athens G.R., 1(1):57-84.

-Voulgaridis, E., Passiallis, C. and Grigorious, A., 2000. Anatomical Characteristic And Properties Of Kenaf Steams *(Hibiscus cannabinus)*. IAWA Journal. Vol 21(4): 435-442.

-Walter, T., Kartal, N., Hwang, W. and Umemura, K., 2007. Strength, decay and termite resistance of oriented kenaf fiber boards. J.Wood sci.Vol (2) : pp. 442-455.

-Yousefi, H., Enayati, A.A., Faezipour, M. and Sadatnejad, H., 2008. The effect of steaming time and resin content on MDF made from canola straw. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. Vol. 23(1). pp. 149-156.

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluating the quality of the medium density fiberboard made from kenaf core and stalk

Shabanalizadeh, F.[1*], Dehghani Firouzabadi, M.[2], Kargarfard, A.[3]and Madhoushi, M.[4]

1*- Corressponding Author, M.Sc. Wood Composites, Gorgan university of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
E-mail: fahimeh_sh.alizadeh@yahoo.com
2- Associate. Prof., Dept. of Pulp and Paper Technology. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
3- Associate. Prof., Wood and Paper Science Division, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran.
4- Associate. Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan university of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.

Received: April, 2012 Accepted: Nov., 2012

Abstract

Utilization of kenaf core and stalk for the production of medium density fiberboard was investigated. Control boards were produced using poplar wood fibers and compared with kenaf boards. Urea formaldehyde resin was used. Medium density fiberboards were made at two densities of 0.55 and 0.75 g/cm^3. Six combinations of variable were tested and for each combination of variables, 3 replications and the total of 18 laboratory MDF boards were produced. The kenaf core and stalk fiber dimensions and the mechanical and physical properties of the MDF boards were measured. Factorial experimental design was used for statistical analysis of generated data. Results showed that average length of kenaf core and stalk fiber are 3.607 and 0.78 mm, and their respective diameters are 41.48 and 36.76 μm. The results of modulus of rupture, modulus of elasticity, internal bonding and thickness swelling after 2 and 24 hours immersion in water showed that kenaf core fiberboard with the density of 0.75 g/cm^3 are above the required values for these boards which indicate that these properties are comparable with MDF from wood. It can be expressed that kenaf core fibers can substitute the poplar wood fiber for MDF production. The modulus of rupture, modulus of elasticity and internal bonding of MDF boards produced using kenaf core was improved as the density of the boards increased. The thickness swelling after 2 and 24 hours immersion in water was comparable to poplar fiberboard. Kenaf stalk fiberboard showed lower mechanical and physical properties due to the presence of bark fibers.

Key words: Medium density fiberboard, kenaf core, kenaf stalk, density, mechanical, physical properties.

Archive of SID

www.SID.ir