فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۷، شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۴۸۲-۴۷۱، (۱۳۹۱)

بررسی ویژگی‌های تخته‌فیبر دانسیته متوسط (MDF) از پسمانده حاصل از عصاره‌گیری ریشه شیرین‌بیان

احمدرضا زاهدی طبرستانی[۱]، احمد جهان لتیباری[۲*] و مسعودرضا حبیبی[۳]

۱- کارشناس ارشد، صنایع چوب و کاغذ مازندران، ساری
۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد مهرشهر کرج، دانشگاه آزاد اسلامی
پست الکترونیک: latibari@kiau.ac.ir
۳- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۱

چکیده

در این بررسی با استفاده از پسمانده پس از عصاره‌گیری از ریشه گیاه شیرین‌بیان و با اعمال سه زمان بخارزنی (۱۵، ۲۰ و ۲۵ دقیقه)، سه زمان پرس (۵، ٦ و ۷ دقیقه) و دو مقدار چسب (۱۰ و ۱۲ درصد)، الیاف و تخته‌فیبر دانسیته متوسط به روش خشک ساخته شد. برای هر یک از ۱۸ ترکیب شرایط ۳ تخته و جمعاً ٥٤ تخته ساخته شد. ویژگی‌های آناتومیکی پسمانده ریشه شیرین‌بیان و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده از الیاف آن اندازه‌گیری شد. میانگین طول و قطر الیاف ریشه شیرین‌بیان به‌ترتیب برابر با ۱/۰۲ میلی‌متر و ۱۱/٦۳ میکرون اندازه‌گیری گردید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت‌خمشی، مدول‌الاستیسیته، چسبندگی‌داخلی و واکشیدگی ضخامتی بعد از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب نشان داد که بیشترین میزان مقاومت‌خمشی، مدول‌الاستیسیته و چسبندگی‌داخلی مربوط به تخته‌های ساخته شده در شرایط زمان بخارزنی۲۰ دقیقه، زمان پرس ۷ دقیقه و مقدار چسب ۱۰ درصد است که به‌ترتیب برابر با ۵/۲۹۱، ٥٥۹/٤ و ۰/۱۲٤٥ مگاپاسکال اندازه‌گیری شد. کمترین میزان واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب نیز در همین شرایط برابر ۳۱/٦ و ۳٤/۱۲ درصد تعیین گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که از این الیاف فقط به‌عنوان جزئی از ترکیب الیاف ساخت تخته‌فیبر دانسیته متوسط می‌توان استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تخته‌فیبر دانسیته متوسط، شیرین‌بیان، زمان بخارزنی، زمان پرس، مقدار چسب، ویژگی‌های مقاومتی، واکشیدگی ضخامتی

مقدمه

زمانی که در دهه ۱۹٤۰ میلادی تخته خرده‌چوب ابداع شد، به‌عنوان انقلابی در صنعت چوب دنیا تلقی گردید. زیرا به کمک این فناوری، از ضایعات بلااستفاده چوب و جنگل که فقط سوزانده می‌شدند، محصولی با ارزش اقتصادی، فنی و کاربردی تولید شد. متعاقباً در دهه ۱۹۷۰ میلادی، فناوری تولید تخته‌فیبر با دانسیته متوسط موسوم به MDF ارائه گردید که به دلیل برتری‌های تکنولوژیکی،

Archive of SID
www.SID.ir

جایگاه ویژه‌ای پیدا کرد و در موارد زیادی نه تنها جایگزین تخته خرده‌چوب شد، بلکه از رشد تولید و مصرف زیادتری بهره‌مند گردید. به طوری که در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ میلادی، میزان تولید آن در سطح دنیا از ۱۹ میلیون مترمکعب به ۷۰ میلیون مترمکعب رسید (FAO, 2012). البّته در این دوره تولید و مصرف این ماده در آسیا نیز از ٤/٦ میلیون مترمکعب به ٤٨/٨ میلیون مترمکعب افزایش یافت (FAO, 2012). برای تولید MDF از ضایعات چوبی و جنگلی مرغوب‌تر استفاده می‌شود. در حالی که ظرفیت‌های تولید این محصول در حال افزایش است، ولی مواجه با نقصان و محدودیت ماده اولیه چوبی شده است. لاجرم توجه زیادتری به استفاده از منابع چوبی کمتر مصرف شده، و همچنین منابع الیاف غیرچوبی معطوف شده است و پژوهش‌های توسعه‌ای زیادتری در زمینه استفاده از منابع غیرچوبی به انجام رسید یا در حال انجام است تا بتوان با استفاده از چنین منابعی، رشد تولید این محصول را تداوم بخشید.

Tomimura و همکاران (١٩٩٦) با استفاده از ساقه نخل روغنی بدون پارانشیم و همراه پارانشیم و با اعمال سه فشار بخار آب (٦، ٨ و ١٠ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) الیاف و تخته MDF ساخته‌اند. الیاف به‌دست آمده در فشار بخار آب ٦ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع زیادترین دانسیته حجمی و الیافی که در ٨ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع به دست آمدند، کمترین مقدار را نشان دادند. حذف پارانشیم، دانسیته حجمی را حدود ۰/۰۲ گرم بر سانتی‌مترمکعب افزایش داده است. ولی هیچ مزیتی در استفاده از تراشه‌های فیبری بدون پارانشیم وجود نداشت. البّته فقط در کمترین فشار بخار (٦ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) باعث بهبودی در مقاومت چسبندگی‌داخلی و مقاومت‌خمشی شد.

Kim-Bong Yong و همکاران (١٩٩٧) امکان استفاده از کاغذ روزنامه کهنه (ONP) و لجن کارخانه کاغذسازی را در تولید تخته MDF مورد بررسی قرار دادند. آنها تخته‌های از ONP و لجن کاغذسازی درجه پایین، به‌وسیله فرایندتر و با تغییر زمان، دما و فشار پرس ساختند. تخته‌های MDF ساخته شده از ONP به میزان بیشتر تحت تأثیر شرایط پرس، مخصوصاً فشار پرس قرار داشتند و در زمان و دمای پرس تأثیرگذار بودند. در صورت اختلاط لجن کاغذسازی با ONP، مقاومت کششی و خمشی تخته‌ها کاهش یافت، ولی دانسیته و پایداری ابعادی تخته‌ها بهبود یافتند. نتایج این تحقیق نشان داد که بعضی از خواص فیزیکی MDF می‌تواند با استفاده از لجن کارخانه کاغذسازی ارتقاء یابد.

Philip Ye و همکاران (٢٠٠٧) در بررسی تولید تخته MDF از زیست‌توده تجزیه‌پذیر، عنوان می‌کنند که ویژگی‌های MDF از الیاف کاه گندم و سویا مشابه می‌باشد. Han و همکاران (٢٠٠١) برای بهبود ویژگی‌های MDF از کاه گندم، از اختلاط الیاف گندم و نی استفاده کرده‌اند. Halvarsson و همکاران (٢٠٠٨ و ٢٠١٠) با بهره‌مندی از تجهیزات نیمه صنعتی کاه گندم را به الیاف تخته MDF تبدیل کرده و عنوان کردند که در صورت استفاده از ١٤ درصد رزین اوره – فرمالدهید در ساخت تخته، می‌توان به استاندارد EN622-5 دست یافت. به‌علاوه در صورتی که از رزین اوره – ملامین – فرمالدهید استفاده شود، ویژگی‌ها ارتقاء پیدا می‌کند.

Akgul و Tozluoglu (٢٠٠٨) و Coper و همکاران (٢٠٠٨) استفاده از پسماندهای فراوری فندق شامل پوسته و غلاف فندق، به‌عنوان بخشی از ماده اولیه سلولزی

Archive of SID

www.SID.ir

ساخت تخته MDF را مورد ارزیابی قرار داده و عنوان می‌کنند که می‌توان حداکثر تا ۳۰ درصد از این ضایعات را در ترکیب با الیاف صنعتی تولید شده از ترکیب ٦۰ درصد چوب راش و ٤۰ درصد چوب کاج استفاده کرد. Pan و همکاران (۲۰۱۰) تولید تخته MDF از کاه و کلش برنج را ارزیابی کرده و عنوان کردند که نمی‌توان از این رزین اوره – فرمالدهید به تنهایی استفاده کرد، بلکه باید مقداری رزین ایزوسیانات نیز به چسب اوره – فرمالدهید اضافه شود.

Kargarfard و Jahan-Latibari (۲۰۱۱) قابلیت ساقه پنبه و ذرت به‌عنوان ماده اولیه سلولزی تولید تخته MDF را ارزیابی کرده و نتیجه‌گیری کردند که ویژگی‌های تخته‌های ساخته شده با استفاده از ۱۰ درصد رزین اوره – فرمالدهید مطابق با استاندارد EN-622-5 است و این ویژگی‌ها حتی زیادتر از ویژگی‌های تخته MDF از چوب اکالیپتوس و صنوبر که در شرایط مشابه تولید شده‌اند می‌باشد.

فرجی (۱۳۷۷) با استفاده از باگاس و در شرایط دمای بخارزنی ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد و زمان بخارزنی ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه اقدام به تولید الیاف و ساخت تخته MDF کرده است. نتایج اندازه‌گیری مقاومت‌خمشی، مدول‌الاستیسیته و چسبندگی‌داخلی تخته MDF ساخته شده از باگاس نشان داد که زیادترین میزان مقاومت‌خمشی، مدول‌الاستیسیته و چسبندگی‌داخلی مربوط به تخته‌های ساخته شده در شرایط دمای بخارزنی ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و زمان بخارزنی ۵ دقیقه بوده که به‌ترتیب برابر ۲۳/٤۳٤، ۱۹۳٦ و ۰/۳۱۱ مگاپاسکال می‌باشد.

با توجه به محدودیت و کمبود ماده اولیه سلولزی مورد نیاز توسعه صنعت MDF در ایران و ضرورت شناسایی منابع جدید الیاف سلولزی، در این تحقیق، امکان استفاده از پسمانده عصاره‌گیری از ریشه شیرین‌بیان مورد بررسی قرار گرفته و شرایط بهینه تولید الیاف بررسی شده است.

مواد و روشها

ماده اولیه مورد نیاز این طرح از ریشه شیرین‌بیان عصاره‌گیری شده از واحدهای عصاره‌گیری مستقر در استان فارس تهیه گردید. ریشه‌ها به مدت دو هفته در معرض هوای آزاد قرار گرفتند. پس از طی این مدت و خشک شدن نسبی و رسیدن به رطوبت تعادل، ریشه‌های خشک غربال شده و خاکه همراه آنها جدا گردید. پس از آن ریشه‌ها جمع‌آوری شده و به کیسه‌های پلاستیکی غیرقابل نفوذ انتقال یافتند.

اندازه‌گیری ابعاد الیاف

برای اندازه‌گیری ابعاد الیاف ابتدا جداسازی الیاف با استفاده از روش فرانکلین (۱۹٥٤) انجام گردید و پس از آن طول و قطر ۱۰۰ رشته الیاف توسط میکروسکوپ اندازه‌گیری و میانگین آن گزارش شد.

عوامل متغیر و ثابت برای ساخت تخته‌فیبر

برای ساخت تخته‌فیبر دانسیته متوسط از پسمانده ریشه شیرین‌بیان از عوامل متغیر و ثابت به‌شرح زیر استفاده شده است.

عوامل متغیر: از سه زمان بخارزنی (۱٥، ۲۰ و ۲٥ دقیقه) در دمای ۱۷۰ درجه سلسیوس برای فراوری حرارتی قبل از جداسازی الیاف؛ دو سطح مصرف چسب

Archive of SID

www.SID.ir

(۱۰ و ۱۲ درصد، براساس وزن خشک الیاف) و سه زمان پرس (۵، ٦ و ۷ دقیقه) استفاده شده است.

عوامل ثابت: جرم مخصوص تخته، ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب؛ دمای بخارزنی، ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد؛ دمای خشک‌کن الیاف: ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد؛ رزین اوره فرم آلدهید (UF) با وزن مخصوص ۱/۲٦۰، درصد مواد جامد ٦۳/۵ درصد، اسیدیته ۸/٤۷ و گرانروی ٤٦ ثانیه؛ هاردنر (NH_4Cl) ۱ درصد بر مبنای وزن خشک چسب؛ رطوبت کیک الیاف ۱۲ درصد؛ دمای پرس ۱٦۵ درجه سانتی‌گراد؛ فشار پرس ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و سرعت بسته شدن پرس معادل ٤/۵ میلی‌متر در دقیقه.

مراحل جداسازی الیاف، ساخت تخته‌ها و تهیه نمونه‌های آزمونی

در مرحله پخت و جداسازی الیاف از دستگاه بخارزنی و پالایشگر آزمایشگاهی استفاده شده است. ابتدا مقدار لازم خرده‌های ریشه شیرین‌بیان شستشو شده و به داخل محفظه بخارزنی انتقال داده شد. دمای محفظه بخارسازی را به ۱۷۰ سانتی‌گراد افزایش داده و سعی شد تا مقدار کافی بخار آب در این محفظه تجمع کند. پس از آن، شیر انتقال بخار آب به محفظه بخارزنی باز شده و با انتقال بخارآب، دمای هر دو محفظه به ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد رسید. پس از رسیدن به دمای بخارزنی، ماده اولیه به مدت از پیش تعیین شده در معرض بخار آب قرار گرفته و نرم شد. در پایان زمان بخارزنی، شیر تخلیه بخار آب محفظه بخارزنی باز شده و پس از تخلیه بخار آب، ماده اولیه پخته شده تخلیه گردید.

خرده‌های ریشه شیرین‌بیان پخته شده با استفاده از یک دستگاه پالایشگر آزمایشگاهی با قطر صفحه ۲۵ سانتی‌متر و الکتروموتور ۱۱ کیلووات با سه عبور جداسازی شدند. پس از آن از الیاف تولید شده آب‌گیری شده و در یک دستگاه خشک‌کن چرخشی مجهز به سیستم گرمادهی برقی تا رطوبت ۲ درصد خشک گردیدند. الیاف خشک شده در کیسه‌های پلی‌اتیلنی کاملاً بسته تا زمان مصرف نگهداری شدند.

برای ساخت تخته‌ها؛ ابتدا الیاف خشک با مقدار لازم چسب اوره – فرمالدهید و هاردنر و با استفاده از یک دستگاه چسب زن چرخشی چسب پاشی شده و پس از آن با در نظر گرفتن ابعاد و دانسیته تخته، تعداد لازم الیاف چسب پاشی شده در داخل یک قالب چوبی به ابعاد ٤۰×٤۰ سانتی‌متر شکل‌دهی شدند. با توجه به این که الیاف ماده‌ای حجیم هستند، بنابراین پس از شکل‌دهی، کیک الیاف پیش‌پرس شده و پس از آن توسط پرس گرم هیدرولیکی به مدت از پیش تعیین شده پرس شدند. برای تنظیم ضخامت نیز از شابلون فلزی استفاده شد.

در پایان مرحله پرس گرم، خنک کردن تخته‌ها در محیط آزمایشگاه انجام شد و قبل از برش نمونه‌ها، تخته‌ها در شرایط رطوبت نسبی ٦۵ درصد و دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد مشروط‌سازی شدند.

برش و تهیه نمونه‌های آزمونی طبق دستورالعمل آیین‌نامه DIN 6974 انجام و مقاومت و واکشیدگی ضخامت نمونه‌های تهیه شده اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

با توجه به این که هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر سه عامل زمان بخارزنی، میزان چسب و زمان پرس بر ویژگی‌های تخته‌فیبر دانسیته متوسط بود، از طرح کامل تصادفی متعادل تحت آزمایش فاکتوریل با سه عامل

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده شد. برای تعیین سطح معنی‌داری تأثیر عوامل مورد بررسی بر ویژگی‌های تخته از روش تجزیه واریانس استفاده شد و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها، از روش دانکن (DMRT) برای گروه‌بندی میانگین‌ها استفاده گردید.

نتایج

طول و قطر الیاف از ویژگی‌های مهم الیاف در فرایندهای ساخت کاغذ و تخته‌فیبر می‌باشد. در این بررسی میانگین ابعاد الیاف ریشه شیرین‌بیان اندازه‌گیری شده و همراه با ویژگی مشابه از چند ماده چوبی و غیرچوبی در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱- نتایج اندازه‌گیری طول و قطر الیاف شیرین‌بیان و مقایسه آن با چند ماده چوبی و غیرچوبی

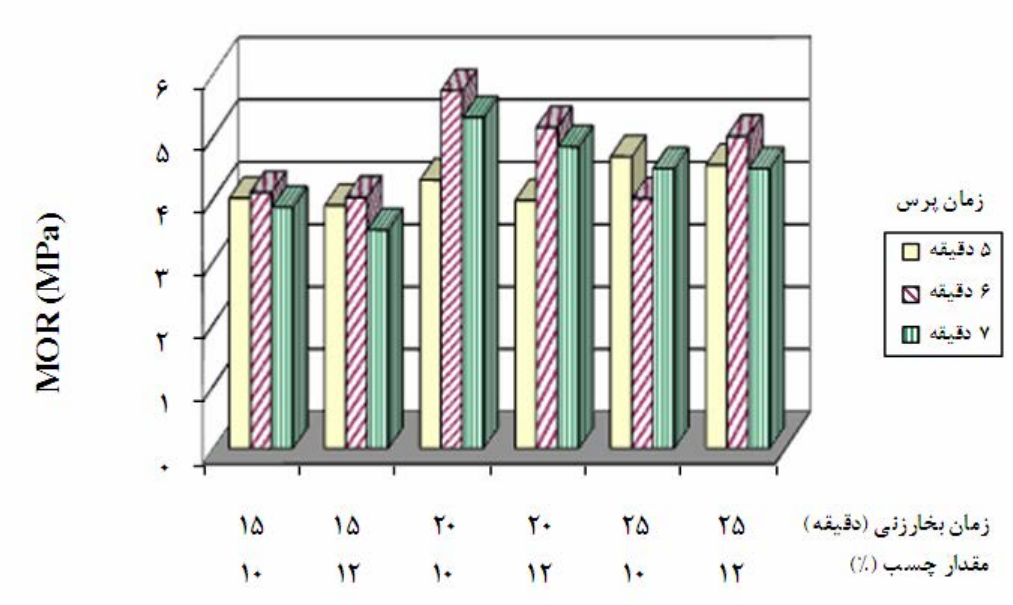
ماده اولیه / ابعاد الیاف	شیرین‌بیان	کاه گندم سوئد	ساقه ذرت	ساقه پنبه	صنوبر	ممرز	راش
طول الیاف (mm)	۱/۰۲	۱/۰۲	۰/۹۳٦	۱/۰۰۷	۱/۰۸	۱/٤٦	۱/۰۱
قطر الیاف (µm)	۱۱/٦۳	۲٥/٦	۱۸/٤٦	۱۸/٥٥	۲۱/۲	۲۷	۱۸/٦
مأخذ	اندازه‌گیری شده است	Halvarsson *et al*., 2008	Kargarfard and Jahan Latibari, 2010				

بر اساس میانگین طول و قطر الیاف اندازه‌گیری شده، میانگین ضریب‌لاغری یا قدرت درهم‌رفتگی (L/D) ریشه شیرین‌بیان معادل ۸۷/۷ محاسبه گردید. مقایسه بین طول الیاف ریشه شیرین‌بیان با سایر الیاف غیرچوبی نشان می‌دهد که طول الیاف ریشه شیرین‌بیان بلندتر از بعضی الیاف غیرچوبی متداول نظیر ساقه ذرت است. به علاوه اینکه الیاف شیرین‌بیان هم اندازه چوب صنوبر و راش بوده، ولی از الیاف صنوبر کوتاهتر هستند.

نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های مقاومتی و واکشیدگی ضخامت در شکل‌های ۱ تا ٥ آورده شده و نتیجه تجزیه واریانس تأثیر عوامل مورد بررسی بر ویژگی‌های تخته در جدول ۲ خلاصه شده است؛ براساس نتایج به‌دست آمده، زمان بخارزنی، مقدار چسب و زمان پرس تأثیر تعیین‌کننده‌ای بر مقاومت‌خمشی تخته‌فیبر دانسیته متوسط داشته است. به طوری که کمترین میانگین مقاومت‌خمشی مربوط به زمان بخارزنی ۱٥ دقیقه، مقدار چسب ۱۲ درصد و زمان پرس ۷ دقیقه معادل ۳/٥۱۹ مگاپاسکال و زیادترین میانگین مقاومت‌خمشی مربوط به زمان بخارزنی ۲۰ دقیقه، مقدار چسب ۱۰ درصد و زمان پرس ٦ دقیقه به‌دست آمده است که در این ترکیب شرایط مقاومت‌خمشی تخته به ٥/۷۱٦ مگاپاسکال افزایش یافته است (شکل ۱). تجزیه واریانس مقاومت‌خمشی تخته‌های ساخته شده در ترکیب شرایط متفاوت در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. البّته محاسبات آماری نشان می‌دهد که اثر مستقل زمان بخارزنی در سطح اعتماد آماری ۹۹ درصد و زمان پرس در سطح اعتماد آماری ۹٥ درصد معنی‌دار است. در صورتی که میزان چسب و تأثیر متقابل عوامل تأثیر معنی‌داری نداشته است (جدول ۲).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- تأثیر شرایط ساخت بر مدول‌گسیختگی (MOR) تخته‌فیبر دانسیته متوسط از پسمانده ریشه شیرین‌بیان

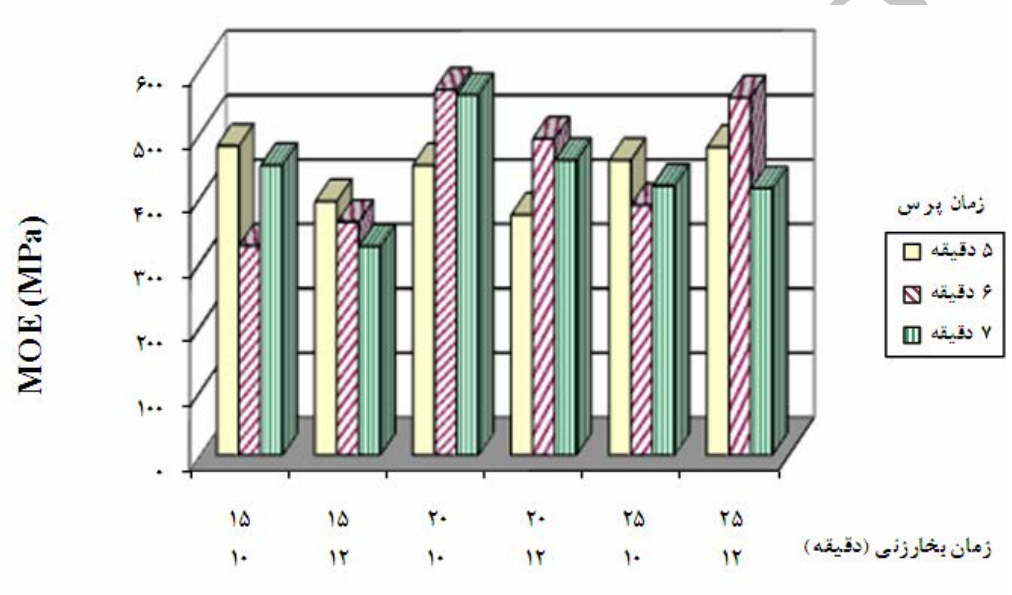
جدول ۲- تجزیه واریانس (F محاسبه شده و سطح معنی‌داری) تأثیر عوامل مورد بررسی بر ویژگی‌های تخته‌فیبر دانسیته متوسط از ریشه شیرین‌بیان

عوامل مؤثر	MOR	MOE	IB	واکشیدگی ضخامت ۲ ساعتی	واکشیدگی ضخامت ۲٤ ساعتی
زمان بخارزنی	١٤/٣٤٧**	١٦/٨٠٦**	٤٢/٤٩٤**	٤/٤٣٤**	٩/٧١٥**
زمان پرس	٣/٢٠٨*	١/١٨٢^{ns}	٧/٩٣٣**	١/٥٩٥^{ns}	٤/١١٤**
اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس	٢/٤١*	٣/٧٢٢**	١/٧١٠^{ns}	٥/٩٠٥**	٦/٥٩٢**
مقدار چسب	١/٠٤١^{ns}	٢/٢٠٧^{ns}	١/٠٨٣^{ns}	٣/٥٤٣*	٣/٠٦*
اثر متقابل زمان بخارزنی و مقدار چسب	٢/٠٥^{ns}	٥/٥٩**	٠/٣٥٥**	٣/٣٧٨*	٢/٨٧٥^{ns}
اثر متقابل زمان برش و مقدار چسب	٠/٨١٤^{ns}	٣/٥٠٢**	٧/١٣٤**	٠/٣٠٤^{ns}	١/٨١٤^{ns}
اثر متقابل سه عامل	٠/٥٩^{ns}	٠/٩٥٧^{ns}	٢/٠٨٥	٦/١٠١**	٤/٧٨٤**
ضریب تغییرات (٪)	٢٢	٢٥/٩	٢٢/٣	١٤	١٢/٧

**: معنی‌داری در سطح ۹۹٪ *: معنی‌داری در سطح ۹۵٪ ns: معنی‌دار نیست

Archive of SID
www.SID.ir

اندازه‌گیری مدول‌الاستیسیته تخته‌های ساخته شده با ترکیب شرایط مختلف نشان‌دهنده تأثیر تغییر شرایط ساخت تخته بر این ویژگی است. زیادترین میانگین مدول‌الاستیسیته با اعمال زمان بخارزنی ۲۰ دقیقه و زمان پرس ٦ دقیقه و میزان چسب۱۰ درصد برابر با ٥٦٧ مگاپاسکال و کمترین میانگین مدول‌الاستیسیته مربوط به زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه، زمان پرس ۷ دقیقه و میزان چسب ۱۲ درصد برابر با ۳۲۳/۹ مگاپاسکال اندازه‌گیری شده است (شکل ۲). البّته تجزیه واریانس تأثیر عوامل مورد بررسی بر مدول‌الاستیسیته تخته‌ها خلاصه شده در جدول ۲ نشان می‌دهد که تأثیر مستقل زمان بخارزنی و تأثیر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس، زمان بخارزنی و میزان چسب و زمان پرس و مقدار چسب در سطح اعتماد آماری ۹۹ درصد معنی‌دار شده است.

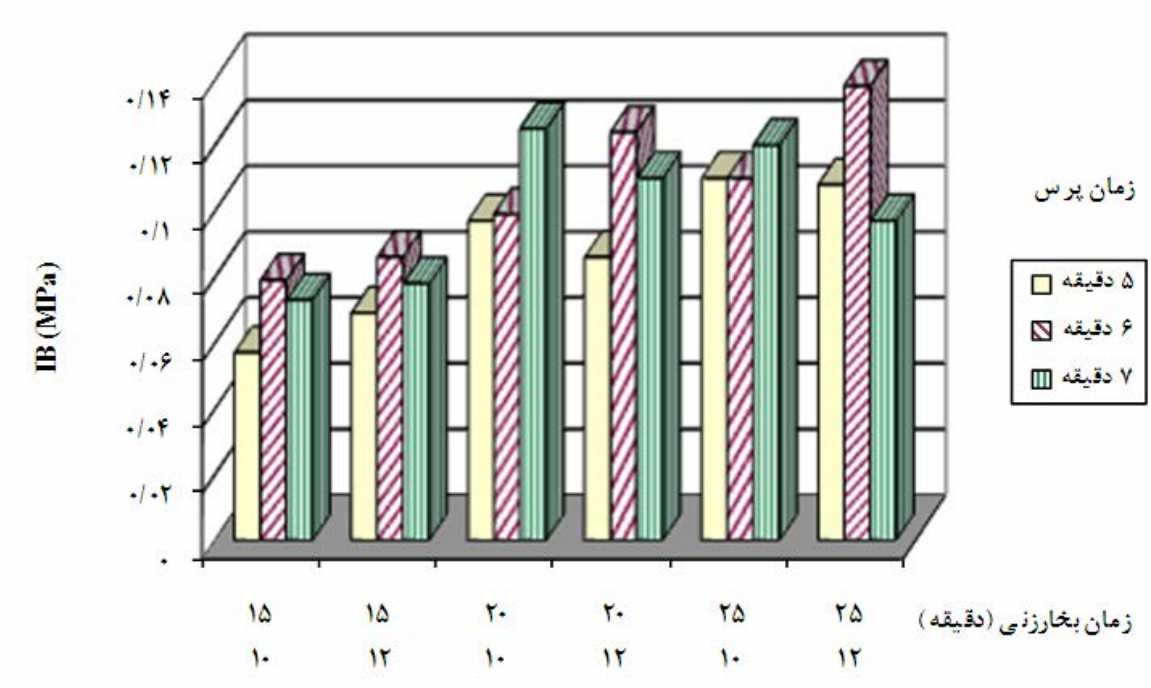


شکل ۲- تأثیر شرایط ساخت بر مدول‌الاستیسیته خمشی تخته‌فیبر دانسیته متوسط از پسمانده ریشه شیرین‌بیان

میانگین مقاومت چسبندگی‌داخلی تخته‌های ساخته شده از ریشه شیرین‌بیان در اثر تغییر سه عامل زمان بخارزنی، زمان پرس و مقدار چسب در شکل ۳ نشان داده شده است. زیادترین میانگین مقاومت چسبندگی‌داخلی در اثر اعمال زمان بخارزنی ۲۵ دقیقه، زمان پرس ٦ دقیقه و مقدار چسب ۱۲ درصد برابر با ۰/۱۳۸۰ مگاپاسکال و یا زمان بخارزنی ۲۰ دقیقه، زمان پرس ٦ دقیقه و مقدار چسب ۱۲ درصد برابر با ۰/۱۲۳۹ مگاپاسکال و همچنین زمان بخارزنی ۲۰ دقیقه، زمان پرس ۷ دقیقه و مقدار چسب ۱۰ درصد برابر ۰/۱۲٤٥ مگاپاسکال حاصل شده است. کمترین میانگین مقاومت چسبندگی‌داخلی مربوط به زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه، زمان پرس ۵ دقیقه و مقدار چسب ۱۰ درصد معادل با ۰/۰٥۷٤ مگاپاسکال تعیین شده است. برای بررسی تأثیر شرایط مختلف ساخت بر مقاومت چسبندگی‌داخلی، تجزیه واریانس تأثیر عوامل مختلف بر این ویژگی انجام شده و نتایج در جدول ۲ خلاصه شده است. اطلاعات

www.SID.ir

نشان می‌دهد که اثر مستقل زمان بخارزنی و اثر متقابل زمان پرس و مقدار چسب و اثر متقابل هر سه عامل در سطح اعتماد آماری ۹۹ درصد معنی‌داری می‌باشد. به طوری که تأثیر مقدار چسب در سطح اعتماد آماری ۹۵ درصد معنی‌دار شده و تأثیر زمان پرس و اثر متقابل زمان پرس و مقدار چسب معنی‌دار نشده است.



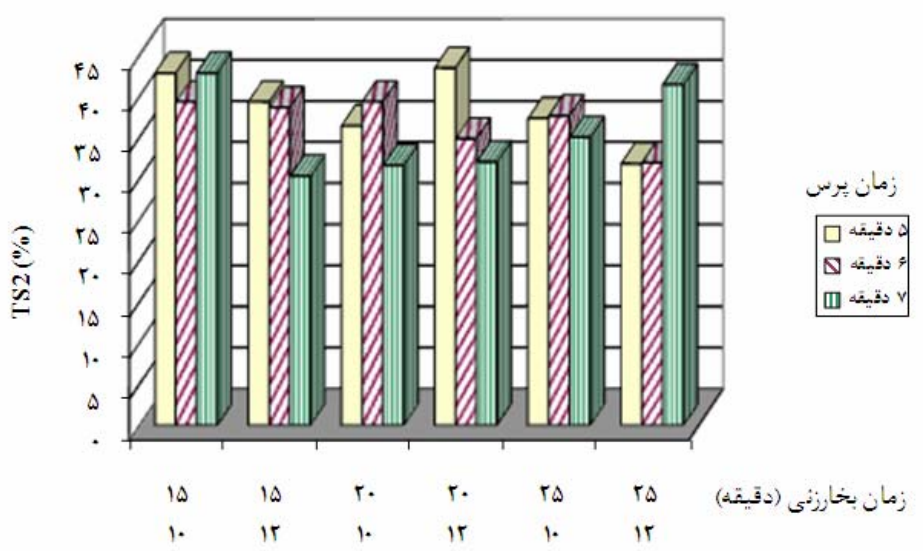
شکل ۳- تأثیر شرایط ساخت بر چسبندگی‌داخلی (IB) تخته‌فیبر دانسیته متوسط از پسمانده ریشه شیرین‌بیان

میانگین واکشیدگی ضخامتی بعد از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌های ساخته شده با شرایط مختلف در شکل‌های ٤ و ۵ نشان داده شده است. بیشترین میزان واکشیدگی ضخامتی بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب مربوط به شرایط زمان بخارزنی ۲۰ دقیقه، زمان پرس ۵ دقیقه و مقدار چسب ۱۲ درصد برابر با ٤۳/٤۱ درصد می‌باشد و کمترین آن مربوط به زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه، زمان پرس ۷ دقیقه و مقدار چسب ۱۲ درصد برابر با ۳۰/۳٤ درصد می‌باشد. بیشترین میزان واکشیدگی ضخامتی بعد از ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب مربوط به شرایط زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه، زمان پرس ۵ دقیقه و مقدار چسب ۱۰ درصد برابر با ٤۸/٦۰ درصد می‌باشد و کمترین آن مربوط به زمان بخارزنی ۲۰ دقیقه، زمان پرس ۷ دقیقه و مقدار چسب ۱۰ درصد برابر با ۳٤/۱۲ درصد می‌باشد.

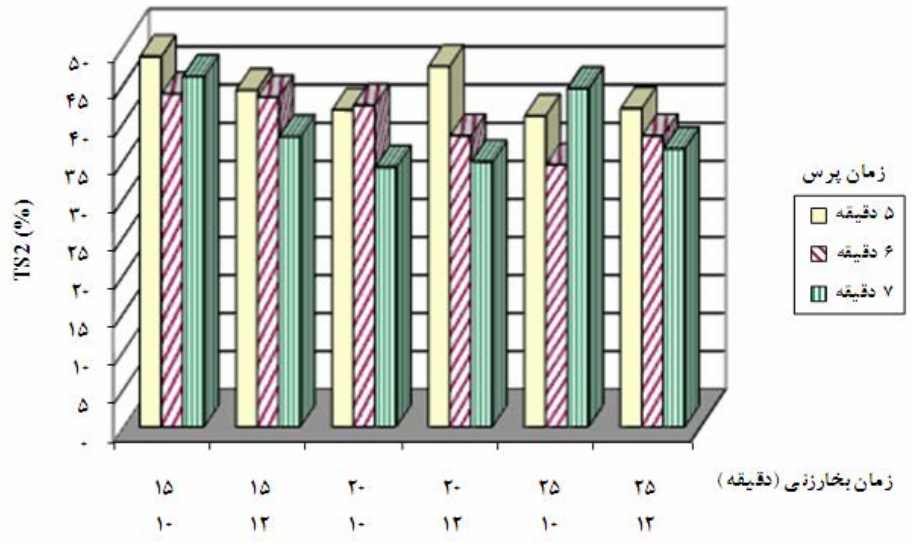
نتایج تجزیه واریانس تأثیر شرایط مختلف ساخت تخته بر واکشیدگی ضخامتی بعد از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب در جدول ۲ خلاصه شده است. تجزیه واریانس تأثیر عوامل مورد بررسی بر واکشیدگی ضخامتی ۲ ساعتی نشان می‌دهد که اثر مستقل زمان بخارزنی و اثر متقابل زمان بخارزنی و زمان پرس و اثر متقابل سه عامل

Archive
www.SID.ir

در سطح اعتماد آماری ۹۹ درصد و اثر مستقل مقدار چسب و اثر متقابل زمان بخارزنی و مقدار چسب در سطح اعتماد آماری ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. در مورد واکشیدگی ضخامتی ٢٤ ساعتی تخته‌ها نیز اثر مستقل مقدار چسب در سطح اعتماد آماری ۹۵ درصد و اثر مستقل زمان بخارزنی و زمان پرس و اثر متقابل سه عامل زمان بخارزنی، زمان پرس و مقدار چسب در سطح اعتماد آماری ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشد.



شکل ٤- تأثیر شرایط ساخت واکشیدگی ضخامتی ۲ ساعتی (TS2) تخته‌فیبر دانسیته متوسط از پسمانده ریشه شیرین‌بیان



شکل ۵- تأثیر شرایط ساخت بر واکشیدگی ضخامتی ٢٤ ساعتی (TS24) تخته‌فیبر دانسیته متوسط از پسمانده ریشه شیرین‌بیان

www.SID.ir

بحث

طول و قطر الیاف ریشه شیرین‌بیان و ویژگی‌های تخته‌فیبر دانسیته متوسط ساخته شده از این الیاف که با اعمال شرایط مختلف زمان بخارزنی، زمان پرس کردن و مقدار چسب ساخته شده‌اند اندازه‌گیری شده است و تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از طرح آماری کامل تصادفی تحت آزمایش فاکتوریل انجام شده است.

میانگین طول الیاف ریشه شیرین‌بیان معادل ۱/۰۲ میلی‌متر و قطر الیاف آن ۱۱/۶۳ میکرون تعیین شد. طول الیاف ریشه شیرین‌بیان قابل مقایسه با الیاف گیاهان چوبی و حتی چوب صنوبر و راش بوده، ولی از الیاف سوزنی‌برگان کوتاهتر است (Halvarsson *et al.*, 2008; Kargarfard and Jahan Latibari, 2010). ریز ساختار الیاف ریشه شیرین‌بیان نشان می‌دهد که این الیاف از نظر طولی و قطری شباهتی به الیاف ساقه و شاخه چوب سوزنی‌برگان و پهن‌برگان ندارند، بلکه در بعضی قسمت‌ها برآمده و یا فرورفته و در نواحی دیگر خمیده، کج و معوج هستند. این ویژگی معرف الیاف ریشه گیاهان است. به علاوه اینکه ویژگی‌های ساختاری این الیاف حتی با الیاف غیرچوبی نیز متفاوت است (Halvarsson *et al.*, 2010). چنین ساختاری بر ویژگی‌های مقاومتی تخته‌فیبر ساخته شده از این الیاف تأثیر گذاشته و باعث می‌شود که الیاف جهت‌یابی مناسبی پیدا نکنند و به دلیل عدم تشکیل اتصال کافی و همچنین ضعیف بودن ذاتی الیاف ریشه، مقاومت لازم در تخته‌فیبر به وجود نیاید.

نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های خمشی (مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته) تخته‌فیبر دانسیته متوسط ساخته شده از الیاف ریشه شیرین‌بیان نشان می‌دهد که تخته‌های ساخته شده با اعمال زمان بخارزنی ۲۰ دقیقه، زمان پرس ٦ دقیقه و مقدار چسب ۱۰ درصد از بیشترین میزان این ویژگی‌ها برخوردار می‌باشند. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده از ویژگی‌های تخته‌فیبر دانسیته متوسط ساخته شده از الیاف چوب تاغ زیادتر بوده (امیری، ۱۳۷٦) ولی از ویژگی‌های تخته‌فیبر دانسیته متوسط از کاه گندم (Halvarsson *et al.*, 2010)، ساقه پنبه و ذرت (Kargarfard and Jahan Latibari, 2011)، مخلوط کاه گندم و نی (Pan *et al.*, 2001) و کاه و کلش برنج (Pan *et al.*, 2010) کمتر است.

زیاد شدن زمان بخارزنی از ۱۵ به ۲۰ دقیقه اثر مثبتی بر ویژگی‌های مقاومتی تخته‌فیبر دانسیته متوسط از الیاف ریشه شیرین‌بیان داشته است. با زیاد شدن زمان بخارزنی لیگنین لایه بین سلولی و داخل سلولی نرم‌تر شده و الیاف آسان‌تر جدا می‌شوند و شکستگی الیاف کمتر می‌شود. این موضوع بر روی مقاومت‌های تخته‌فیبر دانسیته متوسط تأثیر مثبتی دارد. ولی اگر از بخارزنی طولانی‌تر ۲۵ دقیقه‌ای استفاده شود، مقاومت کاهش پیدا می‌کند. البّته نتایج به‌دست آمده دور از انتظار نمی‌باشد. زیرا وقتی در دمای بخارزنی مشخص، زمان بخارزنی زیادتر می‌شود، بخشی از همی‌سلولزهای دیواره سلول هیدرولیز می‌شوند و در اثر پدیده هیدرولیز حرارتی ساختمان داخلی الیاف صدمه دیده و از مقاومت ذاتی الیاف کاسته می‌شود. زمانی که مقاومت الیاف کم می‌شود، مقاومت محصول ساخته شده از آن نیز کاهش پیدا می‌کند.

نتایج اندازه‌گیری چسبندگی‌داخلی تخته‌ها نشان داد که تخته‌های ساخته شده از الیاف با شرایط ساخت ۲۵ دقیقه زمان بخارزنی، زمان پرس ٦ دقیقه و مقدار چسب ۱۲ درصد دارای بیشترین مقاومت چسبندگی‌داخلی معادل ۰/۱۳۸ مگاپاسکال بودند که مقدار آن از چسبندگی‌داخلی

Archive of SID
www.SID.ir

تخته‌فیبر از ساقه تاغ کمتر می‌باشد (امیری، ۱۳۷۶). با توجه به این که الیاف ریشه شیرین‌بیان خیلی ضعیف هستند؛ توقع مقاومت چسبندگی‌داخلی زیادی وجود ندارد و فقط با مصرف زیادتر چسب می‌توان این ویژگی را ارتقاء دارد که البّته از نظر اقتصادی باید توجیه‌پذیر باشد.

کمترین واکشیدگی ضخامتی بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب با اعمال ۲۰ دقیقه بخارزنی، زمان پرس ۷ دقیقه و مقدار چسب ۱۰ درصد ایجاد شده است. زیرا در صورت اعمال چنین شرایطی الیاف سالم‌تر بوده و جذب آب آنها کمتر است.

به‌طور کلی، ویژگی‌های مقاومتی تخته‌فیبر دانسیته متوسط از الیاف ریشه شیرین‌بیان خیلی ضعیف بوده و قابل مقایسه با تخته‌فیبر از الیاف چوبی و غیرچوبی که در شرایط آزمایشگاهی ساخته شده‌اند نمی‌باشد. بنابراین از این الیاف فقط می‌توان به صورت جزئی از ترکیب الیاف ساخت تخته‌فیبر دانسیته متوسط استفاده کرد و تولید تخته‌فیبر دانسیته متوسط به تنهایی از این ماده امکان‌پذیر نخواهد بود.

منابع مورد استفاده

- امیری، ش.، ۱۳۷۶. بررسی امکان ساخت MDF از چوب تاغ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی.
- فرجی، ح.ر.، ۱۳۷۵. بررسی خصوصیات تخته MDF از باگاس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور.

Akgol, M. and Tozluoglu, A. 2008. Utilizing peanut – husk (*Arachis hypogaea L.)* in the production of medium density fiberboards. Bioreosurces Technology 99:5590-5594.

-Coper, Y., Gulet, C., Tascioglu, C. and Tozluoglu, A. 2008. Incorporation of hazelnut shell and husk in MDF production. Bioresources Technology 99:7402-7406.

-Food and Agriculture Organization, 2012. Forestry statistics. Rome Italy.

-Franklin,G.I.,1954. A rapid method for softening wood for anatomical analysis. Tropical Wood, 88:35-36.

-Halvarsson, S., Edlund, H. and Norgren, M. 2008. Properties of medium density fiberboard (MDF) based on wheat straw and melamine modified urea formaldehyde (UMF) resin. Industrial Crops and Products 28:37-46.

-Halvarsson, S., Edlund, H. and Norgren, M. 2010. Wheat straw as raw material for manufacture of medium density fiberboard (MDF). Bioresources 5(2):1215-1231.

-Han, G., Umemura, K., Zhang, M., Honda, T. and Kawai, S. 2001. Development of high performance UF bonded reed and wheat straw medium density fiberboard. J. Wood Science 47:350-355.

-Kargarfard, A. and Jahan Latibari, A. 2011. The performance of cotton and corn stalks for medium density fiberboard production. Bioresources 6(2):1147-1157.

-Kim, B-Y. 1997. Manufacture and its properties of MDF using paper sludge and ONP. Mokchue Konghok 35(1):50-55 (Abstract).

-Pan, M., Zhou, D., Ding, T. and Zhou, X. 2010. Water resistance and some mechanical properties of rice straw fiberboard affected by thermal modification. Bioresources 5(2):758-769.

-Philip Yi, X., Julson, J., Kuo,M., Womac, A. and Myers, D. 2007. Properties of medium density fiberboard from renewable biomass. Bioresources Technology 98: 1077-1084.

-Tomimura, Y., Koh, M.P., and Koo, K.C. 1996. MDF from the oil palm trunk- influence of parenchyma on MDF properties. J. Tropical Forest Products 2(1):125-128.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigating the properties of medium density fiberboard from licorice root residues

Zahedi Tabarestani, A.[1], Jahan Latibari, A.[2*] and Habibi, M.R.[3]

1-M.Sc., Wood and Paper, Wood and Paper Industries, Sari, Mazandaran ,Iran
2*- Corresponding Author, Associated Professor, Department fo Wood and Paper Science and Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, Email: latibari@kiau.ac.ir
3-MSc., Wood and Paper Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

Received: May, 2011 Accepted: May, 2012

Abstract

Licorice root residue, a non wood lignocelullosic raw material produced following extraction process was investigated for medium density fiberboard production. MDF was produced utilizing fiber generated applying three steaming times (15, 20 and 25 minutes) at 170 °C steam temperature. The fibers were blended with 10 or 12 % urea formaldehyde resin and then the fiber mats were pressed for either 5, 6 and 7 minutes. Eighteen combinations of variables were obtained and for each combination, three boards and a total of 54 were produced. The anatomical characteristics of the roots and physical and mechanical properties of MDF including bending strength and modulus of elasticity, internal bonding and thickness swelling after 2 and 24 hours immersion in water were measured. The results revealed that the average fiber length and diameter of the root fibers were 1.02 mm and 11.63 µm respectively. The maximum bending strength , modulus of elasticity, internal bonding of the boards produced using fibers generated after 20 minutes steaming time, 7 minutes pressing and 10% resin were measured as 5.291 MPa. 559.4 MPa. and 0.1245 MPa., respectively. The minimum thickness swelling after 2 and 24 hours immersion in water of the above mentioned boards were 31.6% and 34.12% respectively. The results indicated that the fiber produced from licorice root can be used as a partial substitute in MDF production.

Key words: Medium density fiberboard, licorice roots, press time, steaming time, mechanical, physical

Archive of SID

www.SID.ir