نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیستم و یکم، شماره چهارم، ۱۳۹۳
http://jwfst.gau.ac.ir

تأثیر ساقه گیاه توتون بر ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته خرده‌چوب

وحیدرضا صفدری[1]*، امیر جمشیدی اوانکی[2]، ابوالفضل کارگرفرد[3] و سید محمدجواد سپیده‌دم[4]

[1]دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، کرج، ایران، [2]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، کرج، ایران، [3]استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ایران، [4]استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۶/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۸

چکیده

استفاده از ضایعات کشاورزی به‌جای چوب به‌عنوان مواد اولیه در تولید فرآورده‌های لیگنوسلولزی از جمله فرآورده‌های مرکب چوبی از راهبردهای مؤثر در حفظ و صیانت جنگل‌ها محسوب می‌شود. گیاه توتون یکی از گیاهان زراعی است که پس از استحصال برگ به‌عنوان توتون، ساقه‌های آن سوزانده و یا در زیر خاک مدفون می‌شوند، در حالی‌که می‌توانند به‌عنوان منبعی ارزشمند در صنایع تولید فرآورده‌های مرکب لیگنوسلولزی مورد استفاده قرار گیرند. این پژوهش قصد دارد امکان استفاده از ساقه گیاه توتون کوکر ۳۴۷ (*Nicotiana tobaccum L. Coker 347*) را در صنایع تخته‌خرده‌چوب مورد بررسی قرار دهد.

تخته‌های مورد آزمون از اختلاط خرده‌های ساقه توتون و خرده‌چوب صنعتی با چسب اوره‌فرم‌آلدئید به‌میزان ۱۰ درصد وزن خشک چوب، تحت دو زمان پرس ٤ و ٦ دقیقه ساخته شدند. نتایج نشان داد که با افزایش درصد ساقه‌توتون به سبب بالا بودن ضریب فشردگی تخته‌خرده‌چوب، مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، مقاومت به جذب آب (۲ و ۲٤ ساعت) و مقاومت به واکشیدگی ضخامت (۲ و ۲٤ ساعت) به‌صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد ($P>0/01$). ولی برعکس مقاومت

*مسئول مکاتبه: vahid.safdari@gmail.com

چسبندگی تخته‌ها با افزایش درصد ساقه‌توتون به‌علت وجود سیلیس و افزایش زمان انتقال حرارت پرس به‌وسط کیک خرده چوب جهت سخت شدن چسب به سبب دانسیته پایین، به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد (P>۰/۰۱). با افزایش زمان پرس از ٤ دقیقه به ٦ دقیقه مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته به سبب تخریب چسب اوره‌فرم‌آلدئید در اثر حرارت به‌صورت معنی‌داری کاهش و مقاومت چسبندگی داخلی افزایش می‌یابد ولی ویژگی‌هایی چون جذب آب و واکشیدگی ضخامت تفاوت چندانی ندارد (P>۰/۰۵).

واژه‌های کلیدی: تخته‌خرده‌چوب، ساقه توتون، ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی، پسماندهای کشاورزی، زمان پرس

مقدمه

استفاده از ضایعات کشاورزی به‌جای چوب به‌عنوان مواد اولیه در تولید فرآورده‌های لیگنوسلولزی از جمله فرآورده‌های مرکب چوبی از راهبردهای مؤثر در حفظ و صیانت جنگل‌ها به‌ویژه در کشوری نظیر ایران که به لحاظ پوشش جنگلی فقیر می‌باشد محسوب می‌شود. کشور ایران با دارا بودن ۱/٤ میلیون هکتار جنگل تجاری در ناحیه هیرکانی جزء کشورهای فقیر در چوب و جنگل محسوب شده و به ناچار می‌باید همچون کشور پاکستان که ۹۰ الی ۱۰۰ درصد از منابع فیبر آن از الیاف غیرچوبی تأمین می‌شود (مور[1]، ۱۹۹٦) و نظیر کشور ترکیه که تولید سالیانه الیاف غیر چوبی آن به ۵۰ میلیون تن می‌رسد (توتوس[2]، ۲۰۰۰) توجه و دستیابی به الیاف غیرچوبی را در برنامه‌های بلندمدت خود قرار دهد. البته ناگفته نماند که جمع‌آوری، حمل و نقل و انبارکردن ضایعات کشاورزی نسبت به‌فرآورده‌های جنگلی مشکل‌تر و پرهزینه‌تر بوده و همچنین ویژگی‌های مورفولوژیکی (طول فیبر، ضخامت دیواره، ....)، و مقدار ترکیبات شیمیایی (مقدارترکیبات معدنی، مقدار لیگنین، سلولز، همی‌سلولز، ...) آن‌ها با چوب درختان تفاوت قابل توجهی دارد و در فرآیند ساخت قابلیت رقابت با چوب درختان جنگلی را ندارند (بارنت و ژرونیمیدیس[3]، ۲۰۰۳).

1- Moore, 1996
2- Tutus, 2000
3- Barnett and jeronimidis, 2003

در سال‌های اخیر مطالعات زیادی بر روی ویژگی‌های فرآورده‌های مرکب چوبی تولیدی به‌ویژه تخته‌خرده‌چوب از پسماندهای کشاورزی نظیر: ساقه گندم (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۱) و (مو و همکاران، ۲۰۰۳)، ساقه و شلتوک برنج (سیانامه آ و همکاران، ۲۰۱۰)، ساقه آفتابگردان (گولر و همکاران، ۲۰۰٦)، ساقه بادمجان (گونتکین و کاراکس، ۲۰۰۸)، ساقه گوجه‌فرنگی (گونتکین و همکاران، ۲۰۰۹)، ساقه کیوی (نملی و همکاران، ۲۰۰۳)، کنف (دهمرده قلعه‌نو و ناظریان، ۲۰۱۰) و سر شاخه درخت انگور (انتالوس و گریگوریو، ۲۰۰۲) و ساقه فلفل (اوه و یوو، ۲۰۱۱) و (گونتکین و همکاران، ۲۰۰۸)، ساقه بامبو (لائم لاکساکول، ۲۰۱۰)، پوسته بادام‌زمینی (گولر و بویوکساری، ۲۰۱۱)، پوست میوه هندوانه (ادریس و همکاران، ۲۰۱۱)، ساقه کلزا (رنگ‌آور و همکاران، ۲۰۱۱)، ساقه ذرت (کارگرفرد، ۲۰۱۰)، ساقه پنبه (کارگرفرد و همکاران، ۲۰۰٦)، کلش برنج (فتحی و همکاران، ۲۰۱۰، ترکمن و فاطمی، ۲۰۰۸)، باگاس (دوست‌حسینی و محمدکاظمی، ۲۰۱۱) و (خلیلی گشت رودخانی و میرزابیگی ازغندی، ۲۰۰۹) و کاه گندم (محمدی و همکاران، ۲۰۱۱) صورت گرفته است و اغلب به این نتیجه دست یافتند که فرآورده‌های مرکب چوبی ساخته شده از ضایعات کشاورزی چسنبدگی داخلی و واکشیدگی ضخامت چندان مطلوبی نداشتند ولی حداقل مقاومت لازم فرآورده‌های مرکب چوبی را دارند و حتی به‌سبب ضریب فشردگی بالاتر بعضاً مقاومت مکانیکی آن‌ها بیش از فرآورده‌های مرکب چوبی ساخته شده از چوب درختان می‌باشد.

گیاه توتون یا تنباکو (*Nicotiana tabacum L.*) یکی از منابع غیرچوبی ایران می‌باشد که به خانواده بادمجانیان (*Solanaceae*) تعلق داشته که بارزترین واریته آن‌ها کوکر ۳٤۷، بارلی، ویرجینیا و پی‌وی‌اچ[1] می‌باشد که حدود ۲۰ هزار هکتار از اراضی شمال کشور، خوزستان و کرمانشاه به کشت آن‌ها اختصاص دارد که غالبا کشاورزان پس از برداشت برگ (تنباکو) ساقه آن را می‌سوزاند و یا در اثر شخم آن را در زیر خاک مدفون می‌نمایند. در حالی‌که طبق مطالعات صورت گرفته ویژگی‌های مورفولوژیکی و شیمیایی این گیاه به سایر فرآورده‌های غیر چوبی چوب پهن‌برگان مشابه بوده و در نتیجه می‌تواند منبع مناسبی برای تولید فرآورده‌های لیگنوسلولزی باشد (شاخص و همکاران، ۲۰۱۱).

هدف از این تحقیق بررسی مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌خرده ساخته شده از ساقه توتون است.

1- PVH

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ساقه‌های توتون موردنیاز از مزارع توتون شهر لوندویل، واقع در شهرستان آستارا در استان گیلان (طول جغرافیایی ٤٨ درجه و ٥٢ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ٣٨ درجه و ١٨ دقیقه شمالی) تهیه و برداشت شد. ساقه‌های توتون جمع‌آوری شده پس از برداشت، به آزمایشگاه مرکز تحقیقات وزارت جهاد کشاورزی البرز منتقل و به‌طور مستقیم بدون عمل مغزگیری، توسط یک خردکن غلطکی (*Pallmann X 430-120 PHT*) به ذرات کوچک تبدیل شده و سپس توسط یک آسیاب حلقوی (*Pallmann PZ 8*) به ابعاد موردنیاز در ساخت تخته تبدیل شدند. رطوبت خرده‌چوب‌ها توسط یک خشک‌کن آزمایشگاهی به حدود ١ الی ٢ درصد کاهش داده شدند و بلافاصله به درون کیسه‌های نایلونی مقاوم به رطوبت ریخته و درب آن‌ها محکم بسته شد و آماده برای اختلاط و تهیه کیک خرده‌چوب شدند (کارگرفرد، نوربخش و ...). خرده‌چوب‌های صنعتی مورد استفاده در این پژوهش از خرده‌چوب‌های گونه‌های پهن‌برگ خط تولید "کارخانه تولید تخته‌خرده‌چوب ایران چوب" واقع در شهر صنعتی البرز قزوین تهیه شد. برای تعیین ابعاد خرده‌چوب‌های صنعتی و ساقه‌های توتون مقداری خرده‌چوب به‌طور جداگانه و تصادفی در حدود ٢ گرم انتخاب و سپس ابعاد خرده‌چوب‌های موجود را توسط یک میکرومتر با دقت ٠/٠١ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. همچنین جرم ویژه خرده ساقه‌های توتون نیز حدود ٠/٣٦ گرم بر سانتی‌متر مکعب به‌دست آمد. چسب مصرفی از نوع اوره فرم‌آلدئید با دانسیته ١/٢٨٨ گرم بر سانتی‌متر مکعب، مواد جامد ٦١ درصد، pH معادل ٧/٥، زمان انعقاد ٦٢ ثانیه و ویسکوزیته ٤٧ ثانیه از شرکت شیمیایی شیراز تهیه شده است. مقدار چسب مصرفی ١٠ درصد وزن خشک خرده‌چوب و هاردنر مورد استفاده نمک کلرورآمونیوم به‌مقدار ١ درصد وزن خشک چسب مصرفی در نظر گرفته شد. جهت ساخت تخته‌های آزمونی خرده‌چوب صنعتی و خرده‌ساقه توتون به نسبت‌های (١٠٠–٠)، (٧٥–٢٥)، (٥٠–٥٠)، (٢٥–٧٥) و (٠–١٠٠) با یکدیگر توسط ترازوی آزمایشگاهی توزین و مخلوط شدند.

جدول ١- میانگین ابعاد خرده‌چوب‌های مورد استفاده در ساخت تخته‌خرده‌چوب.

نوع ماده چوبی	میانگین طول (mm)	میانگین پهنا (عرض) (mm)	میانگین ضخامت (mm)	ضریب کشیدگی (لاغری)	ضریب ظاهری (پهنی)
ساقه توتون کوکر ٣٤٧	٢٠/٣٩٦	٢/٨٦	٠/٦٨٦	٢٩/٧٣	٧/١٣
خرده‌چوب صنعتی	١٤/٨٥٥	٣/١٣٢	١/٤٠٣	١٠/٥٩	٤/٧٤

در کنار کیک‌های خرده‌چوب چسب خورده، دو شابلون فلزی به ابعاد ۱/۵×٤×٤۰ سانتی‌متر قرار داده شده و به داخل پرس آزمایشگاهی از نوع *Burkle L100*، تحت فشار ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع تحت درجه حرارت ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، با سرعت بسته شدن دهانه معادل ٤/۵ میلی‌متر منتقل شدند. زمان پرس در این تحقیق یکی از عوامل متغیر و در دو سطح ٤ و ٦ دقیقه بود که بر روی نشانگرهای دستگاه طی دو مرحله تنظیم شدند.

خواص فیزیکی و مکانیکی نمونه‌ها شامل مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته مطابق با استاندارد *EN-310*، مقاومت چسبندگی مطابق با استاندارد *EN-319*، واکشیدگی ضخامت و جذب آب پس از ۲ و ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب بر اساس استاندارد *EN-317* اندازه‌گیری شدند.

هر تیمار سه تکرار از طریق طرح آزمایشی کاملا تصادفی تجزیه واریانس شدند و نتایج حاصل از میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۱ و ۵ درصد گروه‌بندی و با یکدیگر مقایسه شدند.

جدول ۲- تجزیه واریانس آزمایش فاکتوریل برای ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌های آزمونی.

منبع تغییرات	درجه آزادی	مقاومت خمشی (MOR)	مدول الاستیسیته (MOE)	چسبندگی داخلی (IB)	واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت (TS2)	واکشیدگی ضخامت ٢٤ ساعت (TS24)	جذب آب ۲ ساعت (WA2)	جذب آب ٢٤ ساعت (WA24)
اثر مقدار خرده‌چوب	٤	۱۵/٤۳۱**	۲٦/٤۹۲**	۵/۹۲٦**	۵/٤۹۷**	۰/۸۲۸^{ns}	۱۵/۳۸۳**	٤/۵۱٦**
اثر زمان پرس	۱	۸/۷۱۳**	۱٤/۰۲۱**	٢٤/۲۹۸**	۳/۱۰٤^{ns}	۰/۸۵۷^{ns}	۱/۷۵۸^{ns}	۰/۰٤۲^{ns}
اثر متقابل مقدار خرده چوب × زمان پرس	٤	۱/۲۷٤^{ns}	۲/٤٦٤^{ns}	۰/۲۳٦^{ns}	۷/۳۵۹**	۷/٤۰۳**	۷/۵۹۸**	٤/۸۳۲**

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد؛ ^{ns} بدون اثر معنی‌دار.

نتایج

مقاومت خمشی (*MOR*[1]) و مدول‌الاستیسته خمشی (*MOE*[2]): مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته در مقابل عوامل مقدار خرده‌چوب و زمان پرس واکنش کاملا مشابه‌ای از خود نشان دادند. طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر مقدار خرده‌چوب و همچنین زمان پرس (٤ و ٦ دقیقه) بر مقاومت

1- Modulus of rupture
2- Modulus of elasticity

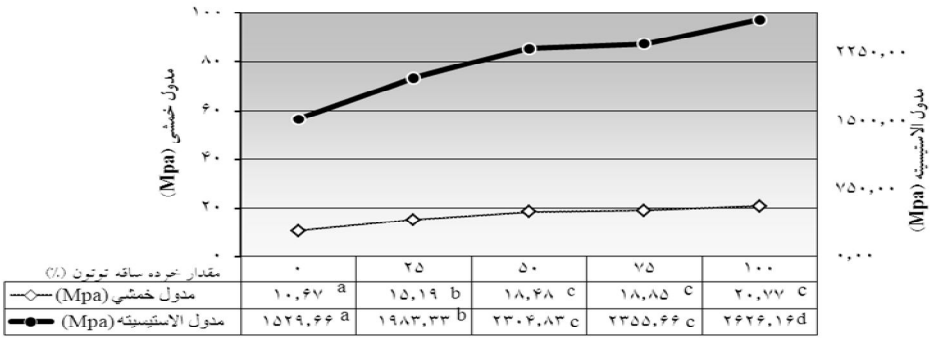
خمشی و مدول‌الاستیسیته در سطح ۱ درصد (P<۹۹ درصد) معنی‌دار بوده است و بین این دو عامل (مقدار خرده‌چوب و زمان پرس) رابطه متقابل معنی‌دار مشاهده نمی‌شود (جدول ۲ و شکل ۱ و ۲). همچنین طبق طبقه‌بندی آزمون دانکن (شکل ۱) با افزایش مقدار خرده‌ساقه توتون، مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته تخته‌های ساخته شده به‌صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد. بنابراین تخته‌خرده‌چوب‌های ساخته شده از خرده ساقه توتون خالص از بالاترین مقدار مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته برخوردار است. زمان پرس برروی مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته اثر معنی‌داری داشته است، به‌طوری که مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته در زمان پرس ٤ دقیقه به‌صورت معنی‌داری بیش از زمان پرس ٦ دقیقه بوده است. بنابراین مطابق با شکل ۱ و ۲ تخته‌ساخته شده از مقدار خرده ساقه توتون ۱۰۰ درصد (صفر درصد خرده‌چوب صنعتی: C100T4) تحت زمان پرس ٤ دقیقه از بالاترین مقاومت مکانیکی برخوردار بوده است.

چسبندگی داخلی (*IB*[1]): مقاومت چسبندگی داخلی رابطه معنی‌داری با اثرات مستقل زمان پرس و مقدار خرده ساقه توتون نشان داده است (جدول ۳ و ٤). تخته ساخته‌شده از ۱۰۰ درصد خرده‌ساقه توتون و ۱۰۰ درصد خرده‌چوب صنعتی به‌ترتیب از کمترین و بالاترین چسبندگی داخلی برخوردار بوده‌اند (شکل ۳) (P<۱ درصد). همچنین تخته‌هایی که تحت زمان ٦ دقیقه پرس فشرده شده‌اند به‌صورت معنی‌داری (P<۱ درصد) از چسبندگی داخلی بهتری نسبت به زمان ٤ دقیقه پرس برخوردار بودند (شکل ٤).

جذب آب (*WA*[2]) ۲ و ۲٤ ساعت: مقدار ساقه توتون بر روی ویژگی‌های جذب آب ۲ و ۲٤ ساعت رابطه معنی‌داری داشته ولی با زمان پرس رابطه معنی‌داری نداشته است. اما رابطه متقابل این دو معنی‌دار بوده است. با کاهش مقدار ساقه توتون و یا افزایش مقدار خرده‌چوب صنعتی جذب آب در تخته‌خرده‌چوب‌های ساخته‌شده افزایش می‌یابد (شکل ۸). به‌طور کلی می‌توان به‌این گونه استنباط نمود که تخته‌های ساخته‌شده از مقادیر بیش از ۵۰ درصد ساقه توتون از جذب آب تقریبا یکنواختی برخوردار بودند و می‌توان آن‌ها را در یک گروه مشابه قرار داد (شکل ۸). بنابراین تخته‌خرده‌چوب‌های ساخته شده از ۱۰۰ درصد ساقه توتون در زمان پرس‌های ٤ و ٦ دقیقه از کمترین مقدار جذب آب برخوردار بودند.

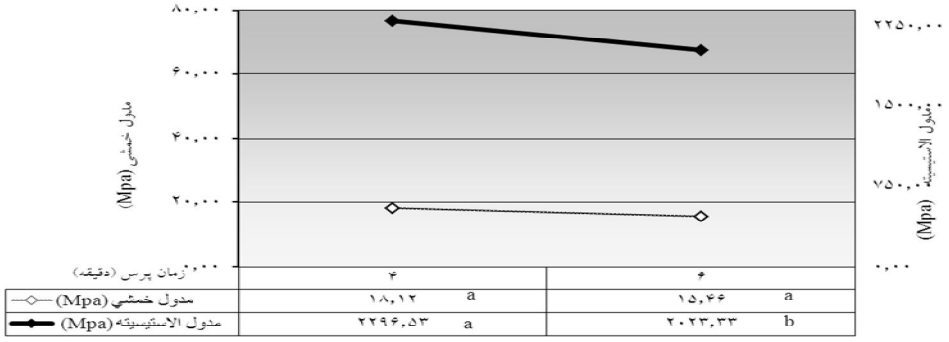
1- Internal bonding
2- Water absorption

واکشیدگی ضخامت (TS^1) ۲ و ۲٤ ساعت: اثر مستقل خرده‌چوب ساقه توتون بر روی ویژگی واکشیدگی ضخامت بسیار شبیه به جذب آب بوده است، یعنی با افزایش مقدار خرده‌چوب صنعتی واکشیدگی ضخامت افزایش می‌یابد. اما این اثرات در مقادیر ۷۵ و ۱۰۰ درصد مقدار خرده‌چوب صنعتی اثرات معنی‌داری با تخته‌خرده‌چوب‌های ساخته شده از مقدار خرده‌چوب ۵۰، ۲۵ و ۰ درصد از خود نشان می‌دهد (شکل ۹). در نتیجه همان‌طوری که تخته‌خرده‌چوب‌های ساخته شده از ۱۰۰ درصد ساقه توتون در زمان پرس‌های ٤ و ٦ دقیقه کمترین مقدار جذب آب داشتند همین‌طور هم از کمترین مقدار واکشیدگی ضخامت را دارند. (شکل ۸ و ۹).



مقدار خرده ساقه توتون (٪)	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
مدول خمشی (Mpa)	۱۰,۶۷ a	۱۵,۱۹ b	۱۸,۴۸ c	۱۸,۸۵ c	۲۰,۷۷ c
مدول الاستیسیته (Mpa)	۱۵۲۹,۶۶ a	۱۹۸۳,۳۳ b	۲۳۰۴,۸۳ c	۲۳۵۵,۶۶ c	۲۶۲۶,۱۶d

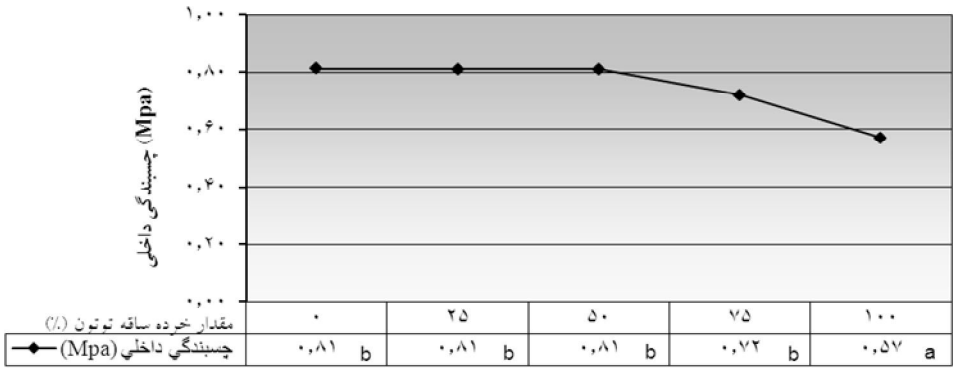
شکل ۱- اثر مستقل مقدار خرده ساقه توتون بر ویژگی‌های مکانیکی تخته‌خرده ساخته شده از ساقه توتون و گروه‌بندی آن بر اساس آزمون دانکن (P>۰/۵).



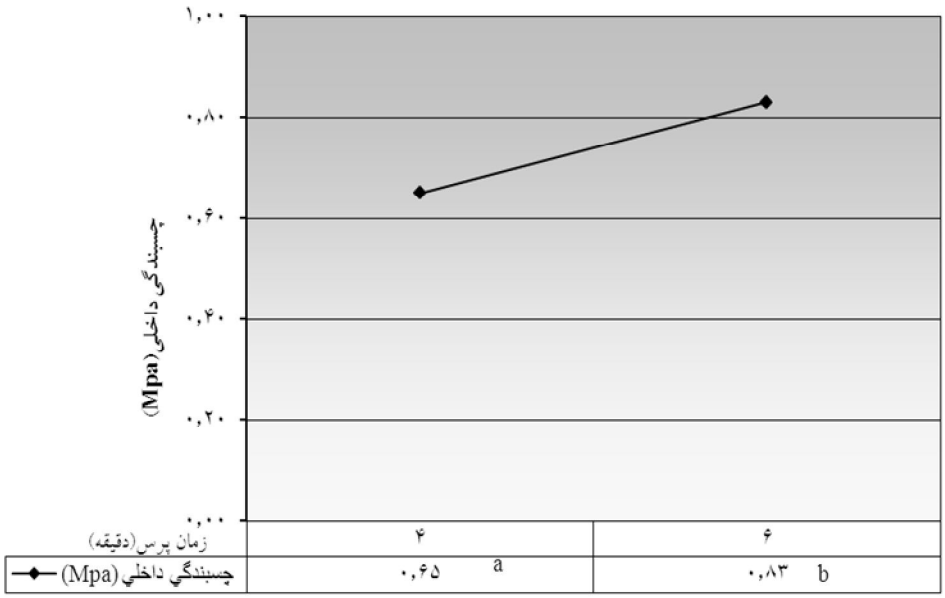
زمان پرس (دقیقه)	۴	۶
مدول خمشی (Mpa)	۱۸,۱۲ a	۱۵,۶۶ a
مدول الاستیسیته (Mpa)	۲۲۹۶,۵۳ a	۲۰۲۳,۳۳ b

شکل ۲- اثر مستقل زمان پرس بر ویژگی‌های مکانیکی تخته‌خرده ساخته شده از ساقه توتون و گروه‌بندی آن بر اساس آزمون دانکن (P>۰/۵).

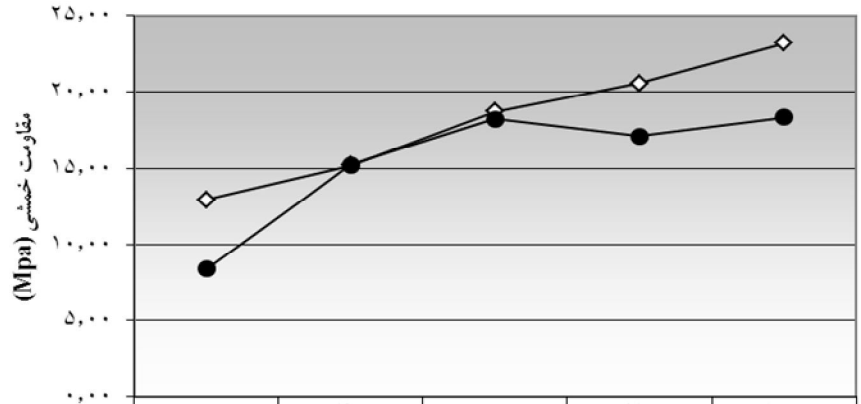
1- Thickness swelling



شکل ۳- اثر مستقل خرده‌ساقه توتون بر چسبندگی داخلی تخته‌خرده ساخته شده از خرده ساقه توتون و گروه‌بندی آن بر اساس آزمون دانکن (P>۰/۵).

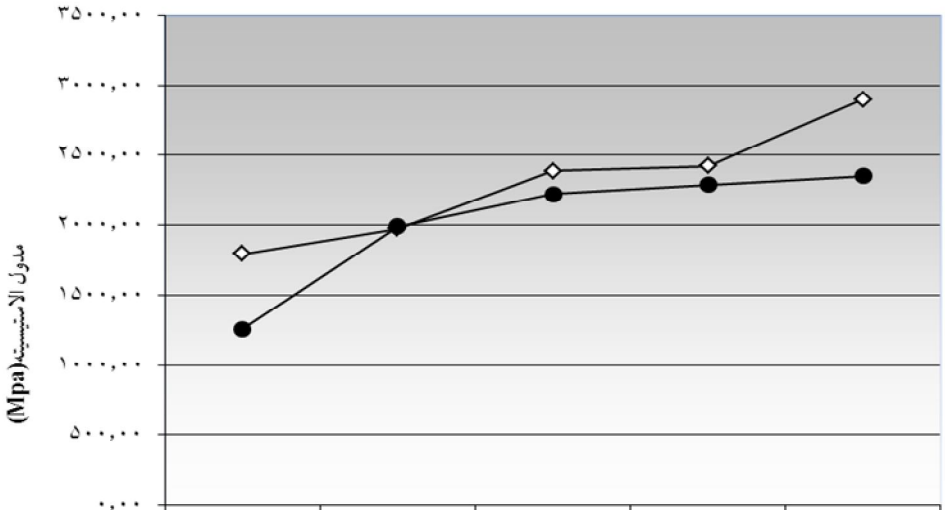


شکل ٤- اثر مستقل زمان پرس بر چسبندگی داخلی تخته‌خرده ساخته شده از ساقه توتون و گروه‌بندی آن بر اساس آزمون دانکن (P>۰/۵).



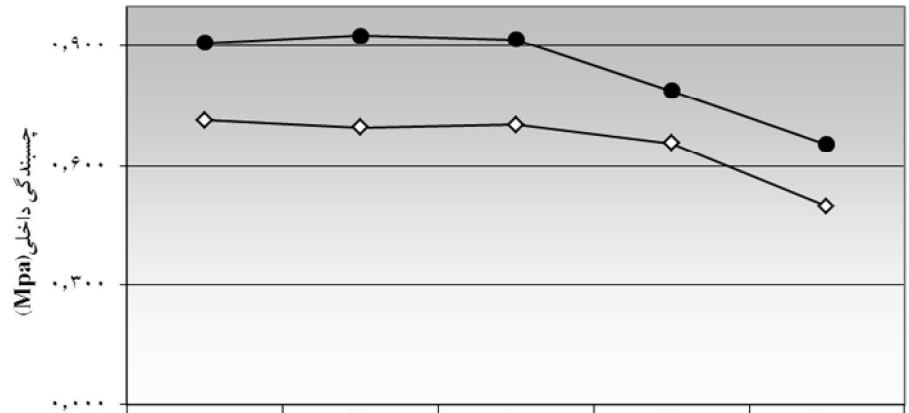
مقدار ساقه توتون (%)	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
پرس 4 دقیقه	۱۲,۹۵ b	۱۵,۱۸ b	۱۸,۷۴ c	۲۰,۵۸ d	۲۳,۱۸ e
پرس 6 دقیقه	۸,۳۹ a	۱۵,۲۱ b	۱۸,۲۲ cd	۱۷,۱۲ bcd	۱۸,۳۶ cd

شکل ۵- اثر متقابل مقدار ساقه توتون و زمان پرس بر مقاومت خمشی تخته‌خرده و گروه‌بندی آن بر اساس آزمون دانکن (P>۰/۵).



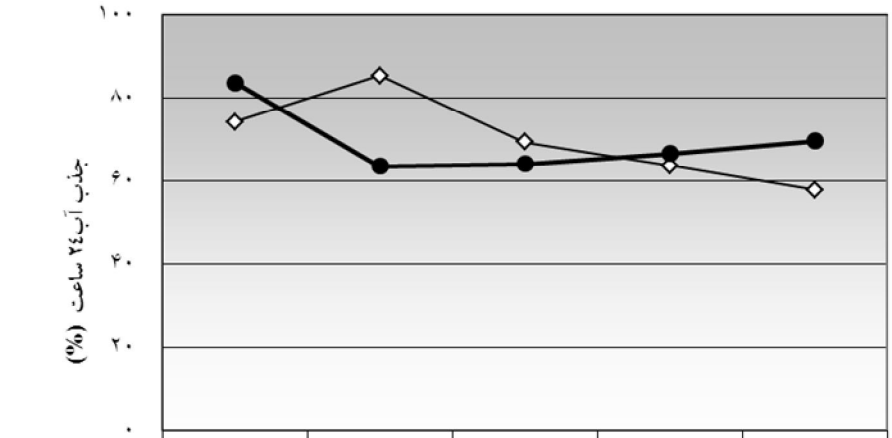
مقدارساقه توتون(%)	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
پرس 4 دقیقه	۱۷۹۷,۶۶ b	۱۹۷۵,۶۶ bc	۲۳۸۶,۰۰ d	۲۴۲۱,۳۳ d	۲۹۰۲,۰۰ e
پرس 6 دقیقه	۱۲۶۱,۶۶ a	۱۹۹۱,۰۰ bc	۲۲۲۳,۶۶ cd	۲۲۹۰,۰۰ cd	۲۳۵۰,۳۳ cd

شکل ٦- اثر متقابل خرده ساقه توتون و زمان پرس بر مدول‌الاستیسیته تخته‌خرده و گروه‌بندی آن بر اساس آزمون دانکن (P>۰/۵).



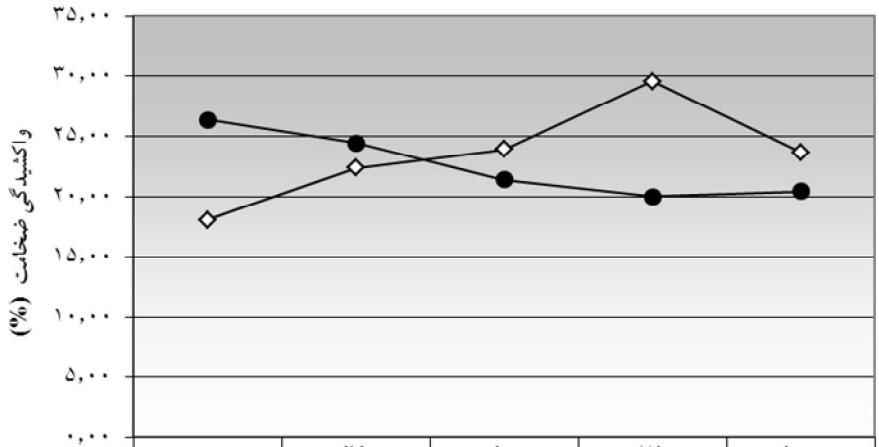
مقدار ساقه توتون(%)	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
پرس 4 دقیقه	۰,۷۱۴ b	۰,۶۹۷ b	۰,۷۰۳ b	۰,۶۵۷ ab	۰,۴۹۹ a
پرس 6 دقیقه	۰,۹۰۹ c	۰,۹۲۷ c	۰,۹۱۷ c	۰,۷۸۸ bc	۰,۶۵۵ ab

شکل ۷- اثر متقابل مقدار خرده ساقه توتون و زمان پرس بر چسبندگی داخلی تخته‌خرده و گروه‌بندی آن بر اساس آزمون دانکن (P>۰/۵).



مقدار ساقه توتون(٪)	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
پرس 4دقیقه	۷۴,۲۵ bc	۸۵,۳۸ c	۶۹,۴۰ ab	۶۳,۷۱ ab	۵۷,۹۵ a
پرس 6دقیقه	۸۳,۶۶ c	۶۳,۶۴ ab	۶۴,۱۴ ab	۶۶,۶۹ ab	۶۹,۷۴ ab

شکل ۸- اثر متقابل خرده ساقه توتون و زمان پرس بر جذب آب ٢٤ ساعت و گروه‌بندی آن بر اساس آزمون دانکن (P>۰/۵).



مقدار ساقه توتون(%)	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
پرس 4 دقیقه	۱۸,۰۶ cd	۲۲,۳۵ d	۲۳,۹۳ ab	۲۹,۵۹ a	۲۳,۶۹ a
پرس 6 دقیقه	۲۶,۳۶ bc	۲۴,۴۳ a	۲۱,۳۷ a	۱۹,۹۷ abc	۲۰,۴۲ abc

شکل ۹- اثر متقابل خرده ساقه توتون و زمان پرس بر واکشیدگی ضخامت ۲٤ ساعت و گروه‌بندی آن بر اساس آزمون دانکن (P>۰/۵).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با توجه به‌نتایج به‌دست آمده مشاهده گردید که مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته تخته‌خرده ساخته شده با خرده‌ساقه توتون در سطح معنی‌داری نسبت به تخته‌های ساخته شده با ترکیب خرده‌چوب صنعتی بیشتر می‌باشد. از مهم‌ترین و اساسی‌ترین عوامل مؤثر در ایجاد مقاومت‌های خمشی بالا در تخته‌خرده‌چوب استفاده از ماده اولیه با ضریب فشردگی مناسب و ایجاد سطح اتصال و سطح تماس بیشتر بین اجزا تشکیل دهنده ساختار تخته می‌باشد که خرده‌ساقه‌های توتون به‌دلیل جرم ویژه کمتر و بالا بودن ضریب لاغری (کشیدگی) نسبت به خرده چوب‌های صنعتی (جدول ۱) دارای این ویژگی می‌باشند و با افزایش درصد اختلاط آن‌ها، با ایجاد بافت متراکم‌تر، ویژگی‌های خمشی به نحو معنی‌داری بهبود می‌یابند. تحقیقات انجام شده توسط رنگ‌آور و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان داده است که افزایش خرده‌ساقه‌های کلزا در تخته‌خرده‌چوب موجب بهبود ویژگی‌های خمشی تخته می‌گردد.

همچنین نتایج نشان داد که تأثیر زمان پرس بر مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته تخته‌های ساخته شده معنی‌دار بوده است و این ویژگی‌ها در تخته‌های ساخته شده در مدت زمان پرس ٤ دقیقه دارای

حداکثر مقاومت‌ها بوده‌اند. فرآیند سخت‌شدن چسب اوره فرم‌آلدئید در زمان پرس ٤ دقیقه سبب ایجاد اتصالات مناسب بین خرده‌چوب‌ها گشته و اتصال خرده‌چوب‌ها و چسب در ماتریس تشکیل شده به حداکثر کارایی و مقاومت می‌رسد و مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته بالاتری ناشی می‌شود، از سوی دیگر نوربخش و کارگرفرد (۲۰۰٦) به‌این نتیجه رسیدند که جهت پلیمر شدن کامل چسب در ضخامت تخته به‌ویژه در قسمت مرکزی آن به‌مدت زمان معین نیاز است تا حرارت سطوح کیک خرده چوب به قسمت‌های میانی آن انتقال یابد و زمان پرس نقش مهمی در کیفیت تخته‌خرده‌چوب تولیدی خواهد داشت.

نتایج همچنین نشان داد که با افزوده شدن مقدار ساقه توتون در مقایسه با خرده‌چوب صنعتی در ترکیب تخته‌خرده‌چوب‌های حاصله، از مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها کاسته می‌شود. با افزایش درصد اختلاط خرده‌ساقه توتون در ساختار تخته خرده‌چوب، عواملی از قبیل حجیم شدن کیک، افزایش زمان انتقال حرارت از لایه سطحی تخته به وسط کیک خرده‌چوب و تأثیر منفی آن در کاهش زمان سخت شدن بافت متراکم، و وجود سیلیس در جلوگیری از ایجاد اتصال قوی و کارآمد بین خرده‌چوب‌ها، باعث کاهش مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها می‌گردد. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق با نتایج حاصل شده توسط رنگ‌آور و همکاران (۲۰۱۱) در زمینه بررسی امکان استفاده از پسماند ساقه کلزا در ساخت تخته‌خرده‌چوب کاملاً مطابقت دارد. همچنین *Xiaqun* (۲۰۰۳) در تحقیقات خود به‌این نتیجه رسید که در اتصال بین ساقه برنج و چسب اوره در ساخت تخته، به‌دلیل وجود سیلیس در ساقه‌های برنج، اتصال ضعیف ایجاد شده که در نهایت باعث کاهش مقاومت‌های مکانیکی پانل تولیدی می‌شود.

نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده با زمان پرس رابطه‌ای مستقیم داشته و با افزایش مدت زمان پرس، مقاومت چسبندگی داخلی نمونه‌های حاصل نیز بهبود یافته است. افزایش مدت زمان پرس باعث این امر می‌شود که انتقال حرارت به لایه میانی کیک خرده‌چوب به اندازه کافی انجام گرفته و با کامل شدن فرآیند سخت شدن چسب، کیفیت اتصالات بین ذرات خرده‌چوب افزایش یابد و مقاومت چسبندگی داخلی بهبود می‌یابد. این امر با نتیجه تحقیق کارگرفرد و همکاران (۲۰۰٦) در استفاده از ساقه پنبه به‌همراه چوب اکالیپتوس در ساخت تخته‌خرده‌چوب نیز مطابقت دارد، به‌این صورت که افزایش زمان پرس باعث بهبود چسبندگی داخلی تخته‌ها می‌گردد.

نتایج همچنین نشان داد افزایش مدت زمان پرس سبب بهبود واکشیدگی ضخامت و جـذب آب ۲ و ۲٤ ساعتی تخته‌های ساخته شده گردیده است به‌طوری که افزایش مدت زمان پرس از ٤ به ٦ دقیقه واکشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌ها کاهش یافته است. مدت زمان پرس بیشتر سبب انتقال بیشتر و بهتر حرارت از لایه سطحی به لایه میانی تخته و گیرایی کامل چسب اوره و تشکیل بافت متـراکم و فشرده‌تر در تخته گشته و در این حالت گروه‌های فعال آب با ماتریس ساختار تختـه واکـنش کمتـری داده و مانع نفوذ آب به داخل آن می‌گردد. این امر با نتیجه تحقیـق کـارگرفرد و همکـاران (۲۰۰٦) در استفاده از ساقه پنبه به‌همراه چوب اکالیپتوس در سـاخت تختـه کـاملا مطابقـت دارد چـرا کـه آن‌هـا دریافتند افزایش زمان پرس باعث بهبود واکشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌ها می‌گردد.

تأثیر درصد اختلاط خرده‌ساقه توتون نیز بـر واکشـیدگی ضـخامت و جـذب آب ۲ و ۲٤ سـاعتی تخته‌های ساخته شده معنی‌دار بوده و با افزایش خرده‌چوب صنعتی نسـبت بـه سـاقه توتـون بـر ایـن ویژگی‌ها افزوده شده است، علت این امر را می‌توان چنین اظهار کرد که خرده‌ساقه‌های توتون به‌دلیـل ضریب لاغری بیشتر نسبت به خرده‌چوب‌های صنعتی و ایجاد سطح تماس بیشتر آن‌ها با چسب و در نهایت تشکیل بافت فشرده‌تر در تخته، نفوذ مولکول‌های آب به چنین بافت متراکمی به حداقل رسـیده و از سوی دیگر خرده‌چوب‌های صنعتی با ضریب لاغری کمتر و کاهش سطوح تماس موردنیاز اتصال با چسب اوره سبب ایجاد بافت نافذ در برابر مولکول‌های آب گشته و آب راحت‌تر به آن نفوذ می‌کند.

با توجه به نتایج به‌دست آمـده بـه‌طـور کلـی اسـتفاده از پسـماند سـاقه‌هـای توتـون در سـاخت تخته‌خرده‌چوب به‌عنوان یک ماده اولیه مناسب و برآورده کننده نیازهای مطلـوب طبـق اسـتاندارد EN مورد تأیید قرار گرفته و حداقل مقادیر این استاندارد را پوشش می‌دهد.

منابع

1.Ciannamea, E.M., Stefani, P.M., and Ruseckaite, R.A. 2010. Medium-density particleboards from modified rice husks and soybean protein concentrate-based adhesives. Bioresource Technology 101: 818-825.

2.Dahmardeh ghalehno, M., and Nazerian, M. 2011. Producing Roselle (Hibiscus Sabdariffa) Particleboard Composites. Ozean journal of Applied Sciences. 4(1): 1-5.

3.Doosthoseini, K., Mohammad kazemi, F. 2011. Investigation of the effect of using bagasse and isocyanate adhesive on the 3-layer Particleboard manufacturing. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. Vol. 26No. (2), P: 300-313. (In Persian)

4.European Standard, E.N. 310, European Standardization Committee. 1996. Wood based panels, determination of modulus of elasticity in bending and bending strength., Brussell.
5.European Standard, E.N., 317, European Standardization Committee. 1996. Particleboards and fiberboards, determination of swelling in thickness after immersion., Brussell.
6.European Standard, E.N. 319, European Standardization Committee. 1996. Wood based panels, determination of tensile strength perpendicular to plane of the board., Brussell.
7.Fathy, L., Faezipour, M., and Bahmani, M. 2010. Effect of UF and MUF resins on the practical properties of Particleboard produced from rice straw and aspen particles. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. Vol. 25No. (2), P: 321-331. (In Persian)
8.Guler, C., and Kalaycioglu, H. 2006. The experimental particleboard manufacture from sunflower stalks (Helianthus annuus L.) and Calabrian Pine (Pinus brutia Ten), Forest Products Journal. 56(4): 56-60.
9.Guler, C., and Buyuksari, U. 2011. Effect of production parameters on the physical and mechanical properties of particleboards made from peanut (*Arachis hypogaea* L.) hull. Bioresources. Vol.6, No.4. Pp: 5027-5036.
10.Guntekin, E., and Karakus, B. 2008. Feasibility of using eggplant (*Solanum melongena*) stalks in the production of experimental particleboard. Industrial Crops and Products. 27: 354-358.
11.Guuntekin, E., Uner, B., and Karakus, B. 2008. Chemical Composition of Tomato (Solanum lycopersicum) stalks and Suitability in The particleboard Production). Journal of Environmental Biology. 30(5): 731-734.
12.Guuntekin, E., Uner, B., Sahin, T., and Karakus, B. 2009. Pepper Stalks (Capsicum annum) as Raw Material for particleboard Manufacturing). Journal of Applied Sciences. Vol.8, No. 12: 2333-2336.
13.Idris, U.D., Aigbodion, C.U., and Atuanya, Abdullahi. J. 2011. Eco-Friendly (Water Melon Peels): Alternatives to Wood-based. Tribology in industry, Vol.33, No. 4: 173-181.
14.Kargarfard, A. 2010. Utilization of corn stalk Particleboard production. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. Vol.25 No. 2: 147-156. (In Persian)
15.Kargarfard, A., Nourbakhsh, A., and Golbabaee, F. 2006. Investigation on utilization of cotton stalk in Particleboard production. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. Vol.21 No. 2: 95-104. (In Persian)
16.Khalili gasht rood khani, A., and Mirzabeygi azghandi, R. 2009. Investigation Produce of Particleboard with use of Bagasse and Haloxylon sp. In. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. Vol.24 No. 1: 99-116. (In Persian)

17. Laemlaksakul, V. 2010. Physical and mechanical properties of particleboard from bambo waste. World academy of science, engineering and technology. 64: 561-565.
18. Mo, X.Q., Cheng, E., Wang, D.H., and Sun, X.S. 2003. Physical properties of mediumdensity wheat straw particleboard using different adhesives. Industrial Crops and Products. 18: 47–53.
19. Mohamadi, A., Tabarsa, T., Tasooji, M. 2011. Effect of amino silane coupling agent on properties of amino plastic resin-bonded wheat straw boards. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. Vol. 26 No. 1: 128-137. (In Persian)
20. Moore, G. 1996. Nonwood fibre applications in paper making. Pira Int., Surrey, United Kingdom.
21. Nemli, G., Kirel, H., and Serdar, B., Ay, N. 2003. Suitability of kiwi (Actinidia sinensis Planch.) Pruning for particleboard manufacturing. Industrial crops and products J. Vol17. 1: 39-46.
22. Ntalos, G., and Grigoriou, A.H. 2002. Characterization and utilization of vine prunings as a substitute for particleboard production, Industrial crops and products journal. Vol. 16: 59-68.
23. Oh, Ys., and Yoo, JY. 2011. Properties of Particleboard Made From Chili Pepper Stalks. Journal of Tropical Forest Science. 23(4): 473-477.
24. Rangavar, H., Rasam, G., and Aghagolpour, V. 2011. Investigation on The Possibility of Using Canola Stem Residues for Particleboard manufacturing. Journal of Wood and Forest Science and Technology. Vol.18 No. 1: 91-104. (In Persian)
25. Shakhes, J.A.B., Marandi, M., Zeinaly, F., Saraian, A., and Saghafi, T. 2011. Tobacco Residuals As Promising Lignocellulosic Materials For Pulp And Paper industry. BioResources, Vol.6, No. 4: 4481-4493.
26. Torkaman, J., and Fatehmy, S.M. 2008. Modifying the Bondability of Rice Husk/Sodium Silicate Particleboard by Using Diisocyanate. Iranian Journal of Polymer Science and Technology. Vol.21 No. 1: 3-8. (In Persian)
27. Tutus, A., Comlekcioglu, N., Karaman, S., and Alma, M.H. 2010. Chemical composition and fiber properties of Crambe orientalis and Crambe tataria. Int. J. Agric. Biol., 12: 286–290.
28. Xiaqun, M., Enzhi cheng, A. 2003. Physical properties of medium density wheat straw particleboard using different adhesive. Industrial crop and products. 18: 47-53.
29. Zhang, Y., GU, J., Tan, H., Di, M., Zhu, L., and Weng, X. 2011. Straw Based Particleboard Bonded With Composite Adhesives. BioResources, Vol.6, No.1, Pp: 464-476.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 21 (4), 2015
http://jwfst.gau.ac.ir

Effect of tobacco plant stalk on the mechanical and Physical properties of particleboard

***V. Safdari[1], A. Jamshidy Avanaki[2], A. Kargarfard[3] and S.M.J. Sepidehdam[4]**

[1]Associate Prof., Dept. of Wood and Paper Science, Karaj Branch Islamic Azad University, Karaj, Iran, [2]M.Sc. Graduate, Dept. of Wood and Paper Science, Karaj Branch Islamic Azad University, Karaj, Iran, [3]Research Assistant Prof., Wood and Forest Products Science Research Division, Reseach Institute of Forest and Rangelands, [4]Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Science, Karaj Branch Islamic Azad University, Karaj, Iran
Received: 09/04/2013 ; Accepted: 02/07/2015

Abstract

Using of agriculture residues instead of wood as raw material in lignocellulosic industry including particleboards is effective strategy in protection of forests. One of agricultural residues is tobacco stalks which after harvesting of leaves their stalks mostly ploughed into the soil or burnt in the field by farmers, but their stalks are good sources of fibers.

The particle boards have been fabricated with mixture of 0% tobacco stalk , 25% tobacco stalk and 75% forestry wood chips, 50% tobacco stalks and 50% forestry wood chips, 75% tobacco stalks and 25% forestry wood chips and 100 percent of forestry wood chip. The Urea-formaldehyde resin content was permanent and 10% of dried weight of woodchips, but two press times 4 and 6 minute was employed.

The result showed that with increasing of tobacco stalks, the MOR, MOE, resistance of water absorption and thickness swelling increased significantly ($P>0.01$) and it is because of higher compression ration of tobacco stalks. But in contrast with increasing of tobacco stalks the internal bonding decreases significantly ($P>0.05$) and it can be attributed to low density and high aspect ratio of tobacco fibers. Meanwhile with increasing press time from 4 to 6 minutes the mechanical properties and internal bounding decreases but water absorption and thickness swelling doesn't get any changes.

Keywords: Particleboard, Tobacco stalk, Mechanical and physical properties, Press time

*Corresponding authors: vahid.safdari@gmail.com