بررسی و ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر با چگالی متوسط(MDF) ساخته شده ازمخلوط الیاف ساقه ذرت و گونه های چوبی

فردین کریمی[۱]، علی‌اکبر عنایتی[*۲]، مهدی فائزی‌پور[۲] و کاظم دوست‌حسینی[۲]

[۱] کارشناس ارشد صنایع چوب، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[۲] استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

برای بررسی و ارزیابی امکان استفاده از الیاف ساقه ذرت در ساخت تخته فیبر با چگالی متوسط، از مخلوط الیاف ساقه ذرت و الیاف گونه چوبی در چهار سطح ۱۰۰/۰، ۸۵/۱۵، ۷۰/۳۰ ، ۵۵/۴۵ و با بکارگیری زمان پرس در دو سطح ۵ و ۷ دقیقه تخته‌های آزمونی ساخته شدند. نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها نشان داد که افزایش میزان الیاف ساقه ذرت در تخته‌ها، موجب کاهش مقاومت خمشی، مدول کشسانی (الاستیسیته) و چسبندگی درونی آنها شده است در حالی که واکشیدگی ضخامت و جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری آنها افزایش پیدا کرده است. افزایش زمان پرس سبب بهبود مقاومت‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌ها شد. در نهایت می‌توان، بهترین تیمار در این بررسی را استفاده از ۱۵ درصد الیاف ساقه ذرت، در زمان پرس ۷ دقیقه دانست.

واژه های کلیدی: تخته فیبر با چگالی متوسط، ساقه ذرت، ویژگی های فیزیکی، ویژگی های مکانیکی، چسب اوره فرم آلدهید

Archive of SID

[*] مسئول مکاتبه: علی اکبر عنایتی Email: aenayati@ut.ac.ir

www.SID.ir

مقدمه

تخته فیبر با چگالی متوسط(MDF) به علت داشتن قابلیت های منحصر به فردی چون قیمت ارزانتر (نسبت به چوب ماسیو) ، دارا بودن ویژگی هایی همانند به چوب، یکنواختی چگالی در همه سطح، قابلیت پرداخت، ابزارخوری، رنگ خوری، روکش پذیری و ... مورد استقبال در بازارمصرف قرار گرفته و توانسته است به صورت چشم گیری نظر سرمایه گزاران و مصرف کنندگان را به خود جلب کند [۴] رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای تخته فیبر با چگالی متوسط (MDF) از یک سو و نیز افزایش شمار کارخانه های تولیدکننده MDF در کشور از سوی دیگر، بکارگیری الیاف دیگر منابع لیگنوسلولزی برای تامین بخشی از مواد اولیه موردنیاز این صنایع را پرهیز ناپذیر می‌کند. هم اکنون به علت کاهش توان تامین چوب از جنگل های کشور و برنامه حفاظتی ارائه شده از سوی FAO (سازمان خوار و بار و کشاورزی) و سازمان حفاظت محیط زیست مبنی بر کاهش برداشت چوب یا حتی توقف آن باید به دنبال منابع دیگری برای تامین ماده اولیه مورد نیاز بخش های مختلف صنعت چوب ازجمله صنایع تولید MDF بود [۶].

از دیگر منابع لیگنوسلولزی که می‌تواند برای استفاده درصنایع تخته‌فیبر مورد استفاده قرار گیرند پسماند گیاهان کشاورزی ازجمله ساقه ذرت است که سطح زیر کشت آن در ایران از ۱۲۰۰ هکتار در سال زراعی ۵۲-۵۱ به ۴۷۰ هزار هکتار در سال ۸۸-۸۷ رسیده است که۲۲۶ هزار هکتار آن ذرت غیرعلوفه‌ای می‌باشد. از این مساحت سالانه به طور میانگین حدود ۴/۵ میلیون تن ساقه ذرت برداشت و به دست می آید.

ساقه ذرت به دلیل مزایایی همچون آسانی دسترسی، بی نیازی به هزینه زیاد در جمع آوری، نزدیکی کشتزارهای آن به کارخانه های MDF به دلیل اینکه بیشتر کارخانه های تولیدکننده MDF در شمال وجنوب کشور مستقرند (جایی که بیشترین سطح کشت ذرت کشور در این منطقه واقع شده است) می‌تواند جایگزین مناسبی برای چوب بوده و باعث کاهش فشار بر روی جنگل‌ها شود [۹و۱۰]. لذا این تحقیق روی امکان کاربرد الیاف ساقه ذرت برای تولید MDF انجام گرفته است.

در ارتباط با کاربرد پسماند گیاهان کشاورزی در ساخت تخته فیبر با چگالی متوسط، تحقیقات قابل توجهی صورت گرفته است از جمله Suzuki و همکاران (۱۹۸۹) اثر متغیرهای وابسته بر ویژگی های تخته فیبر با چگالی متوسط ساخته شده با الیاف ساقه گندم و رزین‌های اوره فرمآلدئید، ملامین فرمآلدئید و فنل فرمآلدئید با لیگنوسولفات تجاری را بررسی کرده و.نشان دادند که مقاومت خمشی و مدول کشسانی و چسبندگی درونی تخته ها با افزایش میزان رزین به ویژه هنگامی که از رزین اوره فرم آلدئید ولیگنوسولفات استفاده شد افزایش و میزان واکشیدگی ضخامت آنها کاهش پیدا کرد(۲۱).

Okamoto و همکاران (۱۹۹۴) اثر فشار وزمان بخارزنی را بر ویژگی های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های MDF بررسی کردند آنان به این نتیجه رسیدند که با افزایش زمان و فشار بخارزنی ثبات ابعاد تخته ها بهبود یافته ولی ویژگی های مکانیکی آنها کاهش می یابد (۱۸). Dube و Kehr (۱۹۹۵) بررسی تولید MDF با استفاده از کاغذ های باطله (روزنامه، مجله، کاغذ های کنگره ای) را انجام داد. در این بررسی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی MDF ساخته شده از مخلوط کاغذهای باطله و بازیافتی به ضخامت ۱۹mm و چگالی ۷۲۰کیلوگرم بر متر مکعب آزمایش شدند. همچنین از چسب‌های ملامین فرم‌آلدئید، ایزوسیانات و اوره فرم‌آلدئید به میزان ۱۲٪ در لایه سطحی و۹ ٪در لایه میانی استفاده شد. نتایج نشان داد تولید MDF از کاغذ باطله و پسماندهای فرایند خمیر کاغذ مکانیکی عملی و اقتصادی می‌باشد [۱۵] .X Philip و همکاران (۲۰۰۷) ویژگی های MDF ساخته شده از مخلوط الیاف ساقه گندم، ساقه سویا و الیاف سوزنی برگان را مقایسه و تاثیر میزان چسب را بر ویژگی های آنها اندازه گرفتند. نتایج نشان داد که ویژگی های فیزیکی و مکانیکی MDF به دست آمده از ساقه گندم و سویا ضعیف‌تر از ویژگی‌های MDF ساخته شده از الیاف سوزنی‌برگان بود.

Archive of SID

www.SID.ir

با افزایش سهم الیاف ساقه گندم و سویا میزان واکشیدگی ضخامت کاهش پیدا کرد. ضمن این‌که افزایش میزان چسب کلیه ویژگی های فیزیکی و مکانیکی تخته ها را بهبود بخشید [۱۹].

فرجی، حمیدرضا (۱۹۹۸) ویژگی های MDF ساخته شده از باگاس را بررسی کرد. الیاف مورد استفاده در ساخت تخته ها در شرایط دمای بخارزنی ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه سلسیوس و زمان بخارزنی ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه تهیه شد. نتایج نشان داد که بالاترین میزان مقاومت خمشی، مدول کشسانی و چسبندگی درونی مربوط به تخته‌های ساخته شده از الیاف تهیه شده در شرایط دمای بخارزنی ۱۷۰ درجه سلسیوس و زمان بخارزنی ۵ دقیقه و کمترین میزان واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب مربوط به تخته‌های ساخته شده در شرایط بخارزنی دردمای ۱۸۰ درجه سلسیوس و زمان بخار زنی ۱۵ دقیقه می‌باشد اما به دلیل نبود اختلاف معنی‌دار بین میانگین ویژگی‌های تخته های تیمارهای مختلف، استفاده از شرایط دمای بخارزنی ۱۷۰ درجه سلسیوس و زمان بخارزنی ۵ دقیقه بهینه می‌باشد [۷].

حبیبی و همکاران (۲۰۰۲) ویژگی های MDF تهیه شده از الیاف باگاس (تفاله نیشکر) مغزگیری شده را که در شرایط بخارزنی ۵،۱۰و ۱۵ دقیقه و دو دمای بخارزنی ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه سلسیوس جداسازی شده بودند بررسی و با اندازه گیری مقاومت خمشی، مدول کشسانی، چسبندگی درونی و واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب تخته‌های ساخته شده نشان دادند که شرایط بهینه جداسازی الیاف، دمای ۱۷۰ درجه سلسیوس و زمان بخارزنی ۵ دقیقه می باشد [۲]. امیری، شاه محمد (۲۰۰۶) امکان ساخت MDF از چوب تاغ را بررسی کرد. در این تحقیق از ۲ دمای بخارزنی ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه سلسیوس، زمان بخار زنی ۵، ۱۰، ۱۵ دقیقه برای جداسازی الیاف و دمای خشک کن ۱۲۰، ۱۴۰، ۱۶۰ درجه سلسیوس استفاده شد. نتایج بیانگر این بود که مقاومت های مکانیکی تخته های به دست آمده از الیاف چوب تاغ کمتر از حد تعیین شده در استاندارد مربوط به این‌گونه تخته‌ها بود [۱]. کارگرفرد و همکاران(۲۰۰۵) ویژگیهای MDF ساخته شده از الیاف گونه صنوبر (*P.nigra*) با در نظر گرفتن زمان بخارزنی (۱۵، ۲۰ و ۲۵ دقیقه)، زمان پرس ۴، ۵ و ۶ دقیقه و درصد چسب ۹ و ۱۱ درصد بررسی و نشان دادند که بیشترین میزان MOR ، MOE و IB مربوط به تخته های حاوی الیاف به دست آمده در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه، زمان پرس ۶ دقیقه و درصد چسب ۹ و ۱۱ درصد بوده است. آنان دریافتند با افزایش زمان بخارزنی MOE و IB تخته ها کاهش ولی با افزایش زمان پرس MOE و IB تخته ها افزایش می‌یابند. کمترین واکشیدگی ضخامت در زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه و زمان پرس ۶ دقیقه می‌باشد [۹].

مواد وروشها

الیاف مورد نیاز برای این بررسی شامل الیاف گونه های چوبی (صنوبر، توسکا، ممرز، آزاد و گونه‌های باغی) تهیه شده از کارخانه تخته فیبر حسن‌رود والیاف ساقه ذرت بود. ساقه ذرت موردنیاز از مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی تهیه و توسط اره نواری به طول حدود۱۰ تا ۱۵سانتی متر تبدیل و توسط خردکن آزمایشگاهی Pallman به خرده های به طول ۳ سانتی‌متر تبدیل و سپس با الک، کردن بخش های زیادی از مغز آن‌ها جدا شد. چسب مورد استفاده برای ساخت تخته‌های آزمونی از نوع اوره فرم آلدهید بود که از شرکت چسب‌ساز (ساری) تهیه شد.

ساخت تخته های آزمونی

تخته های آزمونی مورد نیاز با در نظر گرفتن عوامل ثابت و متغیر زیر ساخته شدند:

الف) عوامل متغیر:

نسبت اختلاط الیاف ساقه ذرت والیاف گونه های چوبی، سه سطح (۱۵ :۸۵ ،۳۰ :۷۰ ، ۴۵ :۵۵ درصد)

زمان پرس در دوسطح {۵ و۷ دقیقه}

ب) عوامل ثابت:

- دمای بخارزنی (۱۷۰ درجه سلسیوس)

Archive of SID

www.SID.ir

- زمان بخارزنی (۵ دقیقه)
- فشار بخارزنی (۸ بار)
- دمای پرس (۱۸۰ درجه سلسیوس)
- فشار پرس (۳۲ کیلوگرم بر سانتیمترمربع)
- رطوبت کیک الیاف (۱۲درصد)
- چگالی تخته‌ها (۰/۶۵ گرم برسانتیمترمکعب)
- ضخامت تخته‌ها (۱۵ میلیمتر)
- نوع چسب (اوره فرم‌آلدهید)
- میزان چسب (۱۰درصد بر اساس وزن خشک الیاف)
- نوع کاتالیزور (کلرید آمونیوم)
- میزان کاتالیزور (به میزان ۲ درصد براساس وزن خشک چسب)

ساقه‌های خرد شده پیش از بخارزنی به مدت ۳۰ دقیقه در آب خیسانده شدند. قطعه های آماده شده ساقه ذرت در دستگاه بخارزن و در دمای ۱۷۰ درجه سلسیوس، زمان ۵دقیقه، و فشار ۸ بار بخارزنی شدند. برای جدا سازی الیاف ساقه های بخارزنی شده از دستگاه فیبر کننده (دفیبراتور) آزمایشگاهی بایک دیسک گردان وتحت فشار جو با قطر دیسک ۲۵ سانتی متر و دور موتور ۱۴۶۰ دور در دقیقه و توان موتور ۱۵ اسب بخار، استفاده شد. الیاف به دست آمده به مدت چند روز در فضای آزمایشگاه پخش و پس از رسیدن رطوبت آنها به حدود ۲۰ درصد، در آون و در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت تا رطوبت ۲ درصد خشک شدند. برای چسب‌زنی الیاف از دستگاه چسب زن آزمایشگاهی استفاده شد. محلول چسب و کاتالیزور پس از اختلاط به وسیله پیستوله و با فشار باد روی الیاف پاشش (اسپری) شد. الیاف چسب خورده با دقت درقالب چوبی به ابعاد ۳۵×۳۵ سانتی متر به صورت یکنواخت پاشیده شدند. کیک الیاف پس از پیش پرس، توسط دستگاه پرس از نوع Burkle با فشار موثر۳۲ کیلوگرم بر سانتی متر مربع، شتاب بسته شدن ۵ میلیمتر درثانیه و دمای ۱۷۰درجه سلسیوس فشرده شد. تخته های آزمونی ساخته شده به مدت ۲۴ ساعت خنک و سپس کناره بری شدند. تخته-های آزمونی پس از مشروط شدن در شرایط ۱ ± ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد برابر استاندارد EN326-1 به نمونه‌های آزمونی مورد نیاز برای اندازه‌گیری و ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی آنها تبدیل و تا زمان اندازه‌گیری این ویژگی‌ها در اتاق شرایط ثابت (کلیما) استاندارد نگهداری شدند. برای سادگی بررسی نتایج، از علائم اختصاری درج شده در جدول ۲ استفاده شد.

جدول ۲ – علامت اختصاری تیمارها

عوامل متغیر	تعداد سطوح	علامت اختصاری	اندازه سطح
درصد الیاف ساقه ذرت	۴	C1	۰
		C2	۱۵
		C3	۳۰
		C4	۴۵
زمان پرس (دقیقه)	۲	T1	۵
		T2	۷

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها

ویژگی‌های مکانیکی

مقاومت خمشی و مدول کشسانی

MOE و MOR تخته‌های آزمونی برابر استاندارد EN 310 و با استفاده از نمونه های به ابعاد ۵۰×۳۵۰ میلی متر و ماشین آزمایش Wolpert و شتاب بارگذاری ۱۰mm/min تعیین شد. به کمک یک میکرومتر، میزان تغییر مکان نمونه‌ها تحت بار ثابت در حد تناسب و بیشینه نیروی گسیختگی اندازه گیری و به کمک معادله‌های زیر میزان مدول کشسانی و مقاومت به خمش محاسبه گردید.

$$MOR = 3P.L / 2b.h^2$$
$$MOE = P_L.L^3 / 4b.h^3.Y$$

Archive of SID

www.SID.ir

MOE: مدول کشسانی (MPa)
h: ضخامت نمونه (mm)
b: عرض نمونه (mm)
P: بیشینه بار گسیختگی (N)
MOR: مقاومت خمشی (MPa)
L: طول دهانه (mm)
P_L: بار در حد تناسب (N)
Y: تغییر مکان در حد تناسب (mm)

چسبندگی درونی

این ویژگی تخته‌ها برابر استاندارد EN319 و با استفاده از نمونه‌های با ابعاد ۵۰ ×۵۰ میلی‌متر بدین صورت اندازه‌گیری شد که نمونه‌ها با چسب گرمانرم Hot melt به ورق های فلزی چسبانده و پس از برقراری تعادل رطوبتی در شرایط استاندارد با استفاده از دستگاه آزمایش Wolpert و شتاب بارگذاری ۱۰mm/min، نیروی گسیختگی در آزمایش کشش عمود به سطح نمونه‌ها اندازه‌گیری و به کمک رابطه زیر IB نمونه‌ها محاسبه شد.

$$IB=P/A$$

IB : چسبندگی درونی (MPa)
P : بار گسیختگی (N)
A : سطح نمونه (mm^2)

ویژگی‌های فیزیکی

واکشیدگی ضخامت در ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

برای اندازه‌گیری این ویژگی تخته‌ها از نمونه‌های با ابعاد ۵۰×۵۰ میلی‌متر استفاده شد. برابر استاندارد EN317 ضخامت نمونه‌ها پیش و پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری آن ها در آب، توسط میکرومتر با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و با استفاده از رابطه زیر میزان واکشیدگی ضخامت آن‌ها محاسبه شد.

$$TS_2 = (T_2-T_0) \times 100 / T_0$$
$$TS_{24}= (T_{24}-T_0) \times 100 / T_0$$

TS_2: واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب (در صد)
TS_{24}: واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب (در صد)
T_0:ضخامت پیش از غوطه‌وری در آب (میلی متر)
T_2: ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب (میلی متر)
T_{24}: ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب (میلی متر)

جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

این ویژگی تخته‌ها نیز طبق استاندارد EN317 و با استفاده از نمونه‌های واکشیدگی ضخامت بدین صورت اندازه‌گیری شد که وزن نمونه‌ها پیش و پس از ۲ و۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب اندازه‌گیری و با استفاده از رابطه‌های زیر جذب آب آن‌ها محاسبه شد.

$$WA_2 = (W_2-W_0) \times 100/W_0$$
$$WA_{24}= (W_{24}-W_0) \times 100/ W_0$$

WA_2: جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب (در صد)
WA_{24}: جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب(در صد)
W_0: وزن نمونه پیش از غوطه‌وری در آب (گرم)
W_2: وزن نمونه پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب(گرم)
W_{24}: وزن نمونه پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب(گرم).

تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده از اندازه گیری ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته های آزمونی با استفاده از طرح کاملا تصادفی در قالب آزمون فاکتوریل و با استفاده از روش تجزیه واریانس ودر صورت معنی‌دار بودن تفاوت ها ، مقایسه وگروه بندی میانگین‌ها به روش دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های مکانیکی

نتایج به دست آمده از این بررسی نشان داد که اختلاط الیاف ساقه ذرت تاثیر معنی‌داری بر مقاومت خمشی و مدول کشسانی تخته‌ها داشته است (جدول ۳) به طوری

Archive of SID

www.SID.ir

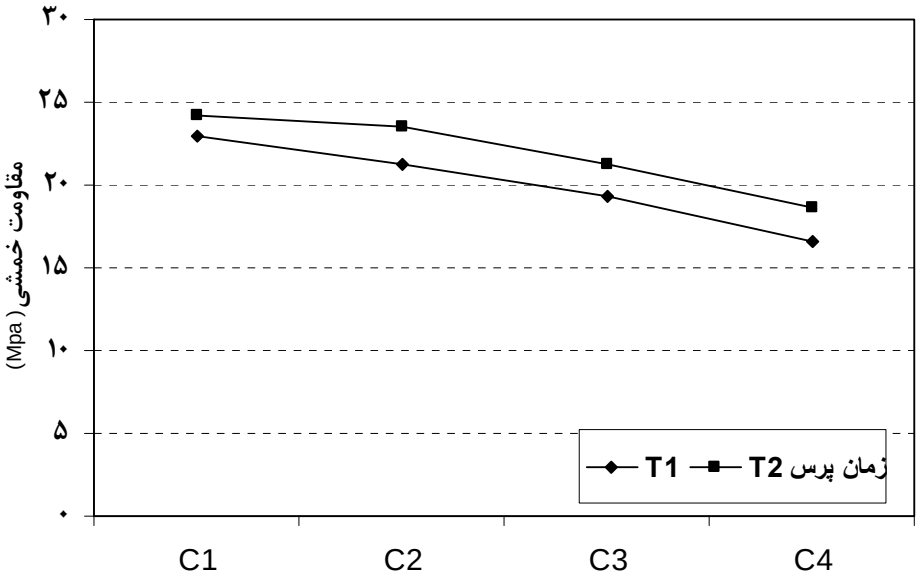
که با افزایش میزان این الیاف در ساختار تخته از میزان ویژگی‌های بالا کاسته شده است (شکل های۱و۲). با توجه به کوتاه بودن طول الیاف ساقه ذرت و کم بودن ضریب‌کشیدگی آن‌ها نسبت به الیاف صنعتی(جدول ۱)، افزایش میزان الیاف ساقه ذرت در ساختار تخته‌ها منجر به درهم رفتگی کمتر آنها به هنگام تشکیل تشک الیاف شده و در نتیجه سطح تماس بین الیاف کم شده، مقاومت خمشی و مدول کشسانی آن‌ها کاهش می‌یابد. این نتایج در همخوانی با نتایج Akgul و همکاران (۲۰۰۸)، Copur و همکاران (۲۰۰۸)، Kuo و همکاران (۱۹۹۸) [۱۰ و۱۱، ۱۲، ۱۵] است. اثر زمان پرس نیز برروی این ویژگی ها معنی دار و افزایش آن باعث بهبود مقاومت خمشی و مدول کشسانی تخته ها شده است (شکل‌های ۱و۲). بیشترین میزان مقاومت خمشی و مدول کشسانی از آن تخته های شاهد (بدون الیاف ذرت) که در زمان پرس ۷ دقیقه ساخته شده اند (MOR=۲۴/۲ Mpa ، MOE = ۲۰۷۴ Mpa) وکمترین میزان این ویژگیها مربوط به تخته های ساخته شده با ۴۵٪ الیاف ساقه ذرت و۵۵٪ الیاف صنعتی و زمان پرس ۵ دقیقه می باشد (MOR= ۱۶/۶Mpa ، MOE = ۱۶۹۹ Mpa). مقاومت چسبندگی درونی تخته‌ها ی تیمار های مختلف نشان می دهد که با افزایش میزان الیاف ساقه ذرت در ساختار تخته ها ، مقدار این ویژگی کاهش یافته است (شکل ۳) واثر آن نیز معنی دار است (جدول ۳) در میزان ثابت مصرف چسب، با افزایش سهم الیاف ذرت در ساختار تخته ها و به دلیل افزایش شمار فیبر در وا حد وزن ، سطح ویژه الیاف ذرت در مقایسه با الیاف صنعتی بیشتر می‌شود بنابراین میزان چسب مصرفی در واحد سطح کاهش و در نتیجه مقاومت کشش عمود به سطح کاهش می‌یابد. به علاوه چون ضخامت دیواره الیاف ساقه ذرت نسبت به الیاف صنعتی کمتراست (جدول۱) بنابراین استحکام لازم در برابر نیرو های کششی عمود بر سطح تخته را ایجاد نخواهند کرد. Groom و همکاران (۱۹۹۹) بیان کردند که ویژگی های فیزیکی و مکانیکی MDF تحت تاثیر ویژگی های الیاف چوبی، انتقال تنش از فیبر به فیبر و جهت‌گیری الیاف در ساختار تخته‌ها می‌باشد. همچنین نتایج نشان دادند که افزایش زمان پرس موجب افزایش چسبندگی درونی تخته‌ها شده است. این امر به خاطر انتقال بهتر و موثرتر دمـــا به لایه میانی و در نتیجه پلیمریزه شدن کامل‌تر چسب این ناحیه می باشد [۱۴]. حبیبی و همکاران (۲۰۰۷) به نتایج همانندی دست یافتند [۳].کمترین مقاومت چسبندگی درونی مربوط به تخته‌های دارای ۴۵ درصد الیاف ساقه ذرت است که در زمان پرس ۵ دقیقه ساخته شده‌اند (۰/۴۳ MPa) و بیشترین میزان آن مربوط به تخته‌های شاهد (بدون الیاف ساقه ذرت) و زمان پرس ۷ دقیقه (۰/۵۱ MPa) می‌باشد.

جدول ۱- میانگین ابعاد و ضریب لاغری الیاف چوب های صنعتی و ساقه ذرت

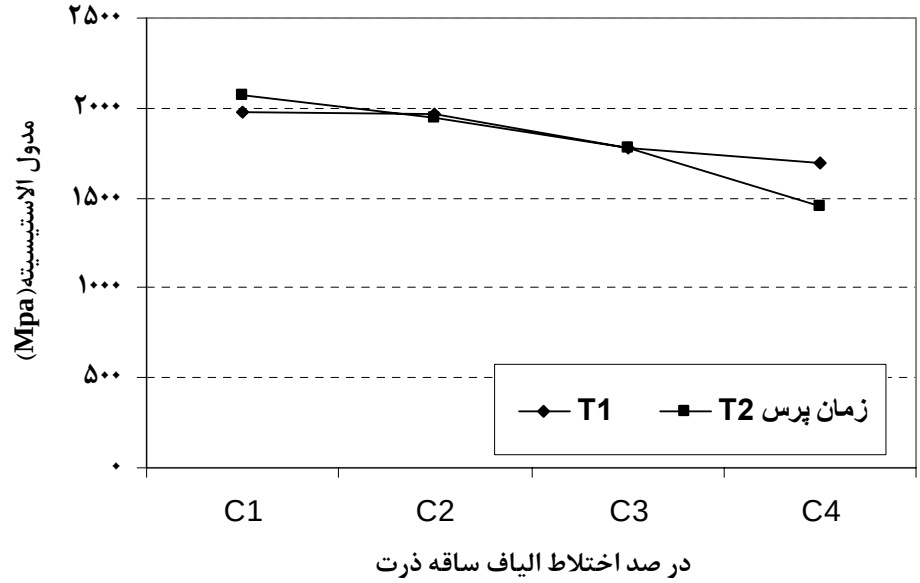
نوع فیبر	ابعاد الیاف			ضریب لاغری
	طول (میلی متر)	قطر (میکرون)	ضخامت دیواره (میکرون)	
چوب	۱/۴۴	۲۴/۱	۶/۰	۶۰
ساقه ذرت	۰/۹۸	۱۹/۷	۳/۸	۵۰

Archive of SID

www.SID.ir

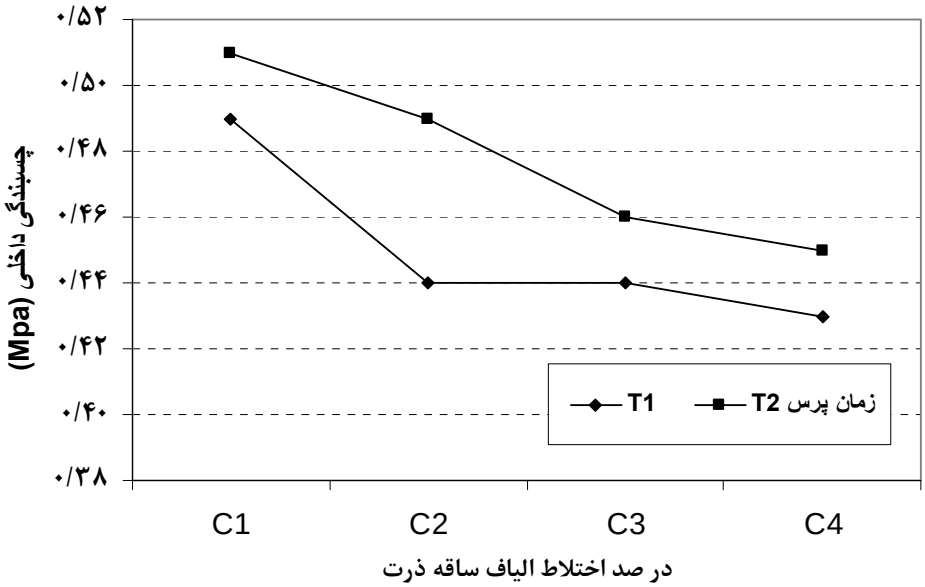


شکل ۱ – اثر میزان اختلاط الیاف ساقه ذرت و زمان پرس بر مقاومت خمشی



شکل ۲ – اثر میزان اختلاط الیاف ساقه ذرت و زمان پرس بر مدول الاستیسیته

www.SID.ir



شکل ۳ – اثر میزان اختلاط الیاف ساقه ذرت و زمان پرس بر چسبندگی داخلی

جدول ۳- تجزیه واریانس ویژگی‌های مکانیکی تخته‌های آزمونی

ویژگی	متغیر	درجه آزادی (DF)	آزمون F
مقاومت خمشی	C	۳	۵۷/۹**
	T	۱	۳۶/۷**
	CT	۳	۰/۳۵ns
مدول الاستیسیته	C	۳	۳۶/۲۲**
	T	۱	۱/۷۴ns
	CT	۳	۳/۸۴*
چسبندگی داخلی	C	۳	۲۸/۳۴**
	T	۱	۹/۶۸**
	CT	۳	۰/۵۶ns

** در سطح یک در صد معنی دار * در سطح پنج در صد معنی دار ns : معنی دار نیست

ویژگی‌های فیزیکی

نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری واکشیدگی ضخامت تخته‌ها پس از ۲ و۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نشان داد که افزایش میزان الیاف ساقه ذرت تاثیر معنی‌داری بر واکشیدگی ضخامت تخته‌ها داشته است (جدول ۴) به طوری که با افزایش میزان الیاف ساقه ذرت تا ۱۵ درصد، واکشیدگی ضخامت تخته‌ها افزایش ولی با افزایش میزان الیاف ساقه ذرت از ۱۵ تا ۴۵ درصد، میزان این ویژگی تقریبا ثابت مانده است(شکل های۴ و۵). مدت زمان بالای بخارزنی و جداسازی الیاف ساقه ذرت در چند نوبت (به خاطر ماهیت ناپیوسته پالایشی) می‌تواند دلیلی برای حذف لیگنین لایه بین سلولی و دسترسی آب به همی-سلولزهای موجود در دیواره الیاف و در نتیجه افزایش میزان واکشیدگی ضخامت تخته‌ها در اثر افزایش الیاف ساقه ذرت در ساختار تخته‌ها باشد. Copur و همکاران (۲۰۰۸) نیز در تحقیقات خود بر روی استفاده از پسماندهای کشاورزی در ساخت تخته فیبر به نتایج همانندی دست یافتند [۱۲]. قابل یادآوری است که

Archive of SID

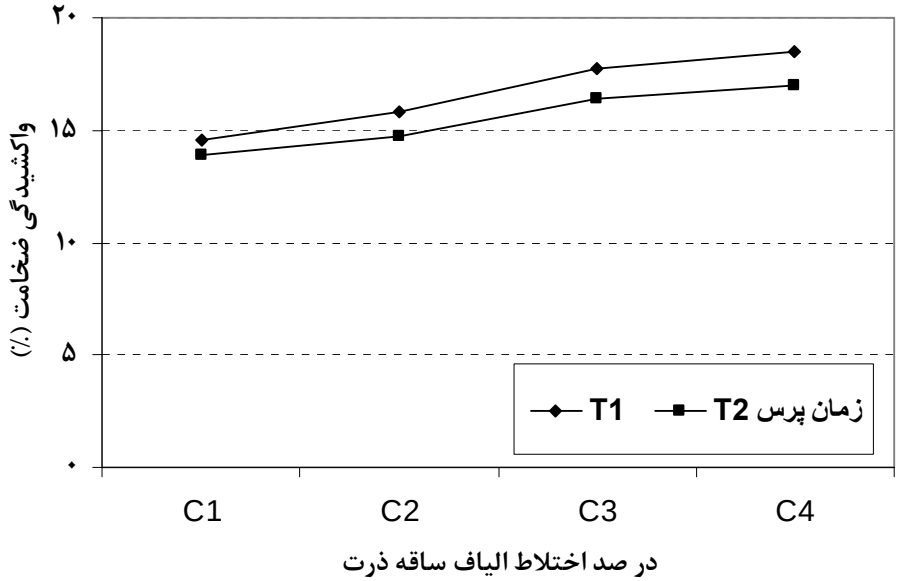
www.SID.ir

افزایش زمان پرس موجب کاهش واکشیدگی ضخامت تخته‌ها شده است، به طوری که تخته‌های ساخته شده در زمان پرس ۷ دقیقه دارای واکشیدگی ضخامت کمتری نسبت به تخته‌های ساخته شده در زمان پرس ۵ دقیقه بودند (شکل‌های۴و۵). بیشترین میزان واکشیدگی ضخامت مربوط به تخته‌های دارای ۴۵ درصد الیاف ساقه ذرت است که در زمان پرس ۵ دقیقه ساخته شده اند TS=۲۵/۱% و کمترین میزان آن مربوط به تخته‌های شاهد (بدون الیاف ذرت) و زمان پرس ۷ دقیقه می‌باشد (TS= %۱۷/۴).

جدول۴- تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیکی تخته‌های آزمونی

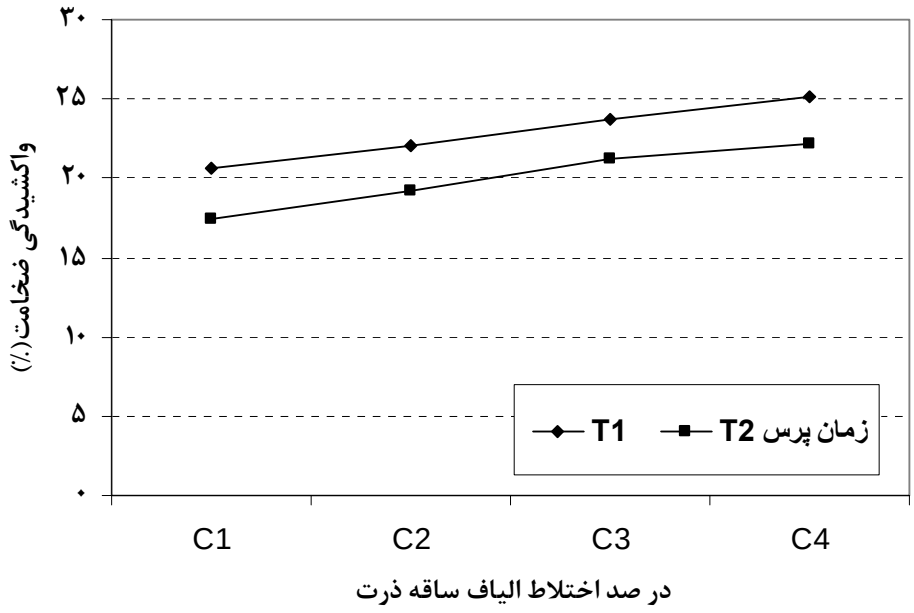
ویژگی	متغیر	درجه آزادی (DF)	آزمونF
واکشیدگی ضخامت پس از۲ ساعت	C	۳	۵۹/۲۱**
	T	۱	۳۰/۶۴**
	CT	۳	۰/۸۱**
واکشیدگی ضخامت پس از۲۴ ساعت	C	۳	۴۹/۷۳**
	T	۱	۸۹/۸۹**
	CT	۳	۰/۲۴ns
جذب آب پس از ۲ ساعت	C	۳	۱۳۵/۱۹**
	T	۱	۱۹۳/۶۸**
	CT	۳	۶/۲۰ ns
جذب آب پس از۲۴ ساعت	C	۳	۳۰۳/۲۷**
	T	۱	۵۲۶/۲۸**
	CT	۳	۵/۰۵ns

** در سطح یک در صد معنی دار ns : معنی دار نیست



شکل ۴ – اثر میزان اختلاط الیاف ساقه ذرت و زمان پرس بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت

www.SID.ir

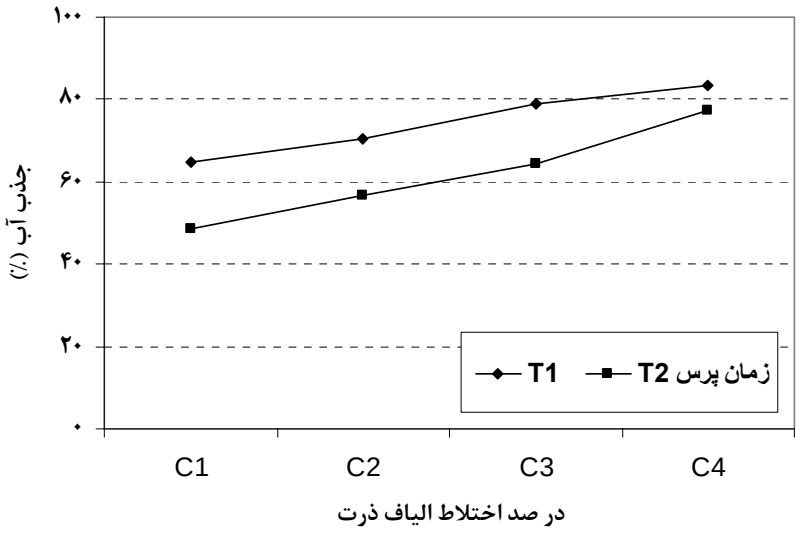


شکل ۵ – اثر میزان اختلاط الیاف ساقه ذرت و زمان پرس بر واکشیدگی ضخامت پس **از ۲۴ ساعت**

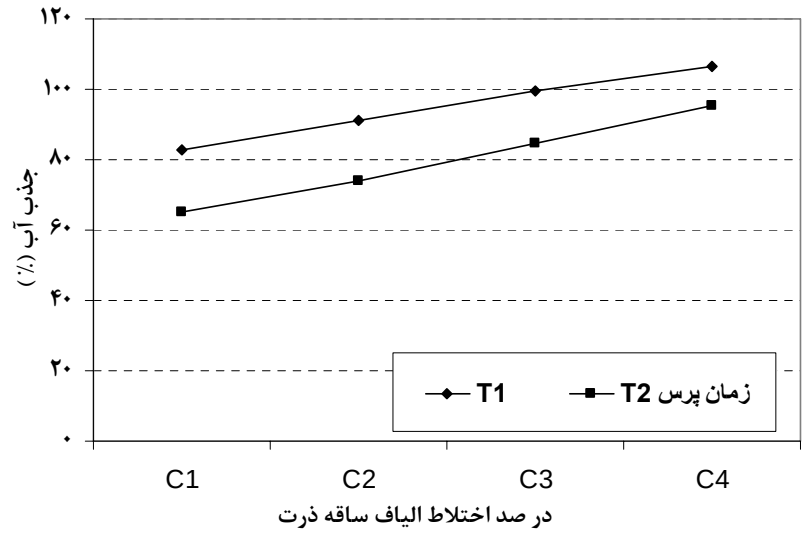
نتایج به دست آمده در زمینه جذب آب تخته‌ها نشان داد که میزان الیاف ساقه ذرت تاثیر معنی‌داری بر جذب آب پس از ۲و ۲۴ ساعت غوطه‌وری داشته است(جدول ۳) به طوری که افزایش میزان الیاف ساقه ذرت در ساختار تخته ها بر میزان جذب آب تخته‌ها افزوده شده است (شکل‌های ۶ و ۷). لازم به یادآوری است که در تخته‌های دارای ۳۰ درصدالیاف ذرت، این افزایش چشمگیر بوده است. بالا بودن میزان سلولز ساقه ذرت نسبت به برخی از گونه‌های پهن‌برگ می‌تواند دلیلی برای توان نگهداری بیشتر آب توسط الیاف ساقه ذرت باشد. ضمن اینکه به دلیل بالا بودن میزان سلولز بلوری در ساختار الیاف چوبی ظرفیت جذب آب توسط آنها محدود می‌باشد (۲۰) در حالی که الیاف ساقه ذرت از میزان کمتر سلولز بلوری برخوردار هستند، افزون بر آن شدت جداسازی الیاف که منجر به حذف بیشتر لیگنین لایه بین سلولی شده است نیز موثر می باشد. Copur و همکاران (۲۰۰۸) جذب آب بیشتر تخته‌های ساخته شده با الیاف گیاهان غیر چوبی را به تفاوت درصد مواد تشکیل دهنده آن‌ها با الیاف گیاهان چوبی نسبت دادند [۱۲]. فخریان و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی خود برروی تولید خمیر کاغذ از ساقه ذرت دانه ای، ترکیب شیمیایی این ماده لیگنوسلولزی را به ترتیب ۴۹/۷ در صد سلولز، ۲۱/۹ در صد لیگنین، ۲/۵ درصد مواد استخراجی و ۴/۹ درصد خاکستر اندازه گیری کرده اند در حالی که حسین زاده و همکاران (۱۹۹۳) ترکیب شیمیایی گونه های چوبی پهن برگ را به ترتیب ۴۵ درصد سلولز، ۲۰ درصد لیگنین، ۵ درصد مواد استخراجی و ۱ درصد خاکستر بیان کرده اند. قابل یادآوری است که افزایش زمان پرس باعث کاهش جذب آب تخته‌ها شد. به طوری که تخته‌های ساخته شده در زمان پرس ۷ دقیقه دارای واکشیدگی ضخامت کمتری نسبت به تخته‌های ساخته شده در زمان پرس ۵ دقیقه می باشند. بیشترین میزان جذب آب مربوط به تخته‌های دارای ۴۵ درصد الیاف ساقه ذرت و زمان پرس ۵ دقیقه (۱۰۶/۶)=WA و کمترین میزان آن مربوط به تخته‌های شاهد است که در زمان پرس ۷ دقیقه تهیه شده اند (WA= ۶۴/۹).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۶- اثر میزان اختلاط الیاف ساقه ذرت و زمان پرس بر جذب آب پس از ۲ ساعت



شکل ۷- اثر میزان اختلاط الیاف ساقه ذرت و زمان پرس بر جذب آب پس از ۲۴ ساعت

نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از این بررسی نشان داد که اثر سطوح مختلف اختلاط الیاف ساقه ذرت برروی مقاومت به خمش، مدول کشسانی و چسبندگی درونی تخته های آزمونی معنی دار است، به طوری که با افزایش در صد اختلاط الیاف ساقه ذرت در ترکیب تخته ها، ویژگی های مکانیکی آنها درمقایسه با ویژگی های مکانیکی تخته های شاهدکاهش می یابند، اما افزایش زمان پرس باعث بهبود این ویژگی ها و افزایش آنها می شود. به علاوه واکشیدگی ضخامت و جذب آب تخته های آزمونی با افزایش در صد اختلاط الیاف ساقه ذرت در ساختار آنها باعث افزایش این ویژگیها شده، ولی زمان پرس تا

www.SID.ir

حدودی میزان این ویژگی‌ها را کاهش می دهد. در نهایت می‌توان گفت که در صورت استفاده از ۱۵ درصد الیاف ساقه ذرت به همراه الیاف جوب های مورد استفاده درصنعت و بکارگیری زمان پرس ۵ دقیقه، تخته‌های با کیفیت بهینه تهیه خواهد شد که مقاومت های مکانیکی آنها از حد تعیین شده در استاندارد EN 310 بیشتر و واکشیدگی ضخامت و جذب آب آنها از بیشینه تعیین شده در استاندارد مورد اشاره کمتر خواهد بود.

منـابـع

1- Amiri Sh, and Jahan Latibari A,2006. Investigation on the Properties of Medium Density Fiberboards from Mixture of Saxaul and Hornbeam Wood, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research Vol. 21 No. (1),22-32

2- Habibi, M , Hosseinkhani, H , Sepidedam,M and Mahdavi, S,2007. The effect of Bagasse Fiber charactristics on medium density fiberboard (MDF) properties, Pajouhesh & Sazandegi No 55 pp: 16-29

3- Habibi, M. R , Hosseinkhani, H, and Mahdavi, S,2002. The effect of press time and resin content on properties of MDF produced from Rice straw, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research Vol. 22 No. (1), 51-61

4- Doosthosei,K, 2001. Wood Composite Materials-Manufacturing, Applications, 648 P.

5- Suchsland, O, Woodson, GE Translated by Hosseizadeh,A, Jahan Latibari A, Ebrahimi,G.1992.Fiberboard Manufacturing Practices in the United States, pp.262, Institute of Foretry and Rangresearch Press

6- Rowell, R. M., and et al., Translated by Faezipour, M, Kabourani, A, and Parsapajouh, D, 2002., Paper and Composites from Agro- Based Resources, PP.527, Tehran University Press.

7- Faraji, H, 1998. Investigation on medium density fiberboard (MDF) properties produced from Bagasse,MSc Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tarbiatmodarres

8- Fakhryan, A, Golbabaei,F, Hosseinkhani,H and Salehi,K,2002.Investigation on CMP and APMP Pulping of Corn Stalks, Iranian Journal of Wood and Papeer Science Research Vol. 22 No. (2),151-167

9- Kargarfard, *A*, Hosseinzadeh, A, Nourbakhsh, A. Khajeh, .Kh and Hajihasani,R,2007.Investigation on medium density fiberboard (MDF) properties produced from poplar wood (*P.nigra*), 2005. Pajouhesh & Sazandegi No 68 pp: 38-47

10- Department of planning and support, 1997. Office of Statistics and Information - Bulletin of Corn, Ministry of Jahad griculture Press,PP.34

11- http://www.agri-jahad.ir .

12- Akgul,M and Camlibel O.,2008.Manufacture of medium density fiberboard (MDF) panels from rhododendron (R. ponticum L.) biomass, Building and Environment,43(4):pp. 438-443.

13- Akgul,M and Tozluoglu A.,2008.Utilizing peanut husk (Arachis hypogaea L.) in the manufacture of medium-density fiberboards, Bioresource Technology, 99(13): pp. 5590-5594.

14- Cöpür,Y., Güler C., Tasçıoglu C., and Tozluoglu C., ,2008. Incorporation of hazelnut shell and husk in MDF production. Bioresource Technology, 99 : pp.7402–7406.

15- Dube, H.; Kehr, E. M. 1995. Use of waste paper in MDF manufacture- Influence of the proportion of waste paper. Holz-als-Roh-und-Werkstoff., 53: 1,20

16- Groom, L., Mott L. and Shaller S., 1999. Relationship between fiber furnish properties and the structural performance of MDF. 33rd International Particleboard/Composite Materials Symposium Proceedings, 13–15 April, Pullman, A, USA, pp. 89–100.

17- Kuo, M., Adams D., Mayers D. and Curry D., 1998. Properties of wood/agricultural fiberboard bonded with soybean-based adhesive. Forest Product J.48 (2):pp. 71-75.

18- Okamoto, H. Sano, S., Kawai, S., Okamoto, T., Sasaki, H. 1994. Production of dimentionally stable MDF by use of high-pressure steam pressing. Journal of the japan wood research society. 40(4)380-389.

19- Philip Ye,X. et al,2007. Properties of medium density fiberboards made from renewable biomass, Bioresource Technology, 98:pp. 1077–1084.

Archive of SID

www.SID.ir

20- Sjostom, E., 1993. Wood polyccharides, lignin, and pulping chemistry. Academic Press, New York.
21- Suzuki, M., Kato, T., 1989. Influence of dependent variables on the prope.rties of MDF. Journal of the japan wood research śociety.35:8-13.

Archive of SID

www.SID.ir

A Study on Physical and Mechanical Properties of Medium-Density Fiberboard (MDF) Made from Corn stalk and Wood fibers

F. Karimi[1], A. Enayati[*2], M. Faezipour[2] and K. Doosthoseini[2]

Abstract

To investigate the possibility of manufacturing medium-density fiberboard using corn stalk fibers, a mixture of corn stalk fibers and wood fibers in four weight levels of 0/100, 15/85, 70/30 and 45/55 and with press time of 5 and 7 minutes were used to manufacture sample boards. The results showed that an increase in amount of Maize Straw fibers leads to a decrease in MOR, MOE and IB levels in test specimens, whereas Thickness Swelling (TS) and Water Absorption (WA) increase after 2 and 24 hours of immersion in water. Furthermore, increasing press time resulted in an improvement of physical and mechanical properties of the specimens. According to statistical analyses, 15% of corn stalk fibers, with 7 minutes of press time, were founded as the optimum treatment in this study.

Keywords: Medium Density Fiberboard, Corn stalk, Physical Properties, Mechanical Properties**,** Urea formaldehyde resin

Archive of SID

[*] Corresponding author: Email: aenayati@ut.ac.ir

www.SID.ir