دو فصلنامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۲، شمارهٔ ۱ ، صفحهٔ ٦١-٥١ ، (١٣٨٦)

بررسی اثر زمان پرس و مقدار رزین بر ویژگیهای تخته فیبر نیمه‌سنگین (MDF) ساخته شده از کلش برنج

مسعودرضا حبیبی[1]، حسین حسینخانی[1] و سعید مهدوی[1]

۱- اعضا هیات علمی‌مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع صندوق پستی ١١٦-١٣١٨٥ تهران، ایران habibi@rifr-ac.ir

چکیده

در این مطالعه با استفاده از کلش برنج نسبت به ساخت تخته فیبر نیمه‌سنگین (MDF) اقدام شد. متغیرها جهت ساخت تخته‌ها عبارت از سه زمان پرس (٦ ، ٥ ، ٤ دقیقه) و سه مقدار مصرف رزین (١١ ، ٩/٥ ، ٨ درصد) بودند. از ترکیب عوامل فوق ٩ تیمار بوجود آمده و برای هر تیمار ٣ تخته (تکرار) و در مجموع ٢٧ تخته ساخته شد. همچنین خصوصیات آناتومیکی کلش برنج اندازه‌گیری گردید. به منظور بررسی اثر متغیرها بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها، نتایج با استفاده از آزمایشهای فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگینها براساس آزمون دانکن گروه‌بندی شدند.

میانگین طول الیاف و قطر کلی الیاف کلش برنج به ترتیب ٨١٠ و ١٠/١ میکرون اندازه‌گیری شد. ضریب درهم رفتگی الیاف کلش برنج ٨٠/٢ تعیین شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته و مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها نشان داد که حداکثر ویژگیهای فوق در زمان پرس ٦ دقیقه و مقدار مصرف رزین ١١٪ بدست آمد. تخته‌ها در این شرایط دارای حداقل مقدار واکشیدگی ضخامتی بودند. بطور کلی بین زمانهای پرس ٤ و ٥ دقیقه و همچنین مصرف رزین ٨ و ٩/٥ درصد در رابطه با مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها با توجه به گروه‌بندی دانکن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی: تخته فیبر نیمه‌سنگین، کلش برنج، رزین، واکشیدگی ضخامتی.

مقدمه

تخته فیبر با دانسیته متوسط جزء خانواده تخته‌های ترکیبی است. تولید MDF تقریباً با استفاده از تمامی مواد چوبی و انواع مواد لیگنوسلولزی امکان پذیر است. با مخلوطی از چندین نوع ماده اولیه فیبری با قیمت نازل و تهیه یک ماده همگن، محصولی با کیفیت و خصوصیات عالی تولید می‌شود. به سبب خصوصیات فیزیکی خوب و قابلیت مطلوب در ماشین‌کاری، MDF کاربردهای بی‌شماری دارد.

با توجه به ویژگیهای منحصر به فرد این محصول، تولید آن در جهان طی سالهای گذشته به سرعت افزایش یافته است، به طوری که در سال ١٩٩٣ سهم MDF از بازار محصولات صفحه‌ای چوبی تنها ٦ درصد و در حدود ٧/٥ میلیون متر مکعب بوده است که در سال ٢٠٠١، میزان تولید آن به ١٩ میلیون متر مکعب افزایش یافته است[١]. همچنین بررسیها نشان داده است که میزان مصرف MDF در کشور از سال ١٣٧٥ لغایت ١٣٨٠ سیر صعودی داشته و نزدیک به ٤٠٠ برابر افزایش، و سیر صعودی آن ادامه خواهد داشت. میزان مصرف MDF در کشور در سال ١٣٨٥ نزدیک به ٢٠٠٠٠٠ متر مکعب پیش‌بینی شده است[٢]. لازم به توضیح است، چون ماده چوبی جنگلهای موجود جوابگوی نیازهای بخش صنعت نمی‌باشد درصورت راه‌اندازی واحدهای جدید این مشکل دو چندان می‌شود. درسالهای آتی عمده‌ترین و اصلی‌ترین

منابع لیگنوسلولزی کشور، علاوه بر جنگلهای شمال کشور، بهره‌برداری ازصنوبرکاریها، اکالیپتوس‌کاریها و ضایعات گیاهان کشاورزی خواهند بود.

از جمله ضایعات محصولات کشاورزی که از توان مناسبی برخوردار می‌باشد، کلش برنج است. سطح زیر کشت کلش برنج در کشور در حدود ٦٠٠٠٠٠ هکتار می‌باشد و در حدود ٧٠ درصد از این مقدار در دو استان مازندران و گیلان واقع شده است. مقدار کلش قابل استحصال از دو استان مازندران و گیلان به طور متوسط بالغ بر ١٠٠٠٠٠٠ تن می‌باشد که رقم قابل ملاحظه‌ای است. کارشناسان علوم دامی، همگی بر این باور هستند که کلش برنج از نظر ارزش غذایی در حد پایینی قرار داشته و این ماده به عنوان خوراک دام توصیه نمی‌گردد[١٧]. بنابراین لازم است کاربرد مناسبی برای این ماده ارائه گردد.

با توجه به مطالب یاد شده، ضرورت تحقیق در رابطه با استفاده از این ماده جهت ساخت تخته فیبر نیمه‌سنگین احساس می‌گردد. در زیر به بعضی از تحقیقات صورت پذیرفته اشاره شده است.

سلیمانی (١٣٥٥) در بررسی خود تحت عنوان مطالعه بیومتریک الیاف مهمترین منابع لیگنوسلولزی ایران، میانگین طول و قطر الیاف کلش برنج را به ترتیب ٩٥٠ و ٩/١ میکرون گزارش کرد. نمونه برداری از منطقه رشت صورت گرفته بود.

فخریان و لتیباری (١٣٧٧) به بررسی قابلیت استفاده از کلش برنج در صنایع کاغذ پرداختند؛ نمونه برداریها از مناطق خمام، پیلمبرا، آستانه اشرفیه، چالوس، محمودآباد، نورآباد و مزرعه‌چه صورت گرفت. حداقل طول و قطر الیاف در مناطق فوق به‌ترتیب ٦٥٠ و ٨/٩٧ میکرون و حداکثر طول و قطر الیاف ٩٥٠ و ١٢/١٧ میکرون گزارش شد.

Laboskey و همکاران (١٩٩٤) به مطالعه تأثیر سطوح مختلف فشار بخار داخل محفظه پالایشگر دیسک دوتایی (١٠٠ psi، ٩٠، ٨٠، ٧٠، ٦٠، ٥٠) و درصدهای مختلف رزین اوره فرمالدئید (٦، ٨، ١٠ و ١٢ درصد) بر روی مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی، جذب آب و واکشیدگی ضخامتی در تخته فیبر نیمه‌سنگین (MDF) حاصل از (Acer rubrum) پرداختند و به این نتیجه رسیدند که افزایش فشار بخار محفظه پالایشگر اثر قابل توجهی در مقاومت تخته MDF و خصوصیات ثبات ابعادی تخته نداشت. در صورتی که مقدار رزین تخته، اثر قابل توجهی بر روی همه خصوصیات تخته داشت. به طوری که افزایش رزین UF از ٦ به ١٢ درصد، ١٧٤ درصد مقاومت چسبندگی داخلی، ٦٨ درصد مدول گسیختگی و ٤٠ درصد مدول الاستیسیته را بهبود بخشید. آنها همچنین نتیجه گرفتند که فاکتور مهم دیگری به غیر از مقدار رزین بر روی خصوصیات الیاف و خصوصیات تخته MDF تأثیر می‌گذارد و آن مقدار رطوبت خرده چوبها در طی جداسازی است.

Rijo (١٩٨٨) اثر افزایش درصد رزین و جرم ویژه را بر خواص مکانیکی تخته خرده چوبهای یک لایه بررسی کرده است. ضخامت تخته‌های مورد بررسی ١١ میلیمتر که در چهار دانسیته ($٤٥٠\,kg/m^3$ تا $٧٥٠\,kg/m^3$) و ٥ مقدار رزین ٦ تا ١٠ درصد اوره فرمالدئید ساخته شدند. تخته‌ها مطابق استانداردDIN آزمایش گردیدند. ارتباط بین خواص مکانیکی و دانسیته تخته از ضریب همبستگی بالایی برخوردار بود. به علاوه افزایش مصرف رزین در مقدار بیش از ٦ درصد فقط در دانسیته بالاتر از $٦٠٠\,kg/m^3$ به بهبود خواص مکانیکی قابل ملاحظه‌ای انجامید. افزایش مصرف رزین در کلیه دانسیته‌ها چسبندگی داخلی تخته‌ها را افزایش داد.

Maloney (١٩٨٩) در تحقیقات خود عنوان کرد که افزایش مصرف رزین باعث بهبود خواص مکانیکی و ثبات ابعاد اوراق فشرده چوبی می‌گردد. وی همچنین عنوان کرد در صورتی که درجه حرارت مغز کیک الیاف به حد مطلوب جهت پلی‌مریزاسیون چسب اوره فرمالدئید

برسد، ویژگیهای خمشی و چسبندگی داخلی این گونه تختهها بهبود خواهد یافت.

دوستحسینی و خادمی اسلام (۱۳۷۲) در بررسی استفاده از سرشاخههای میوه در صنایع تخته خرده چوب عنوان کردند که افزایش زمان پرس از ٤/٥ به ٦ دقیقه سبب بهبود خواص مکانیکی و جذب آب و پایداری ابعاد تختهها گردیده است.

Suzuki (۱۹۸۹) اثر متغیرهای وابسته بر خصوصیات تخته فیبر نیمهسنگین را بررسی کرد. ضخامت تختهها ٤-٥ میلیمتر و رزین مورد استفاده عبارت از اوره فرمالدئید، اوره ملامین فرمالدئید، فنل فرمالدئید یا لیگنوسولفونات تجاری بود. مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی با افزایش مقدار رزین، افزایش پیدا کرد. بخصوص هنگامی که از رزین اوره فرمالدئید و لیگنوسولفونات استفاده شد. همچنین مقدار واکشیدگی ضخامتی با افزایش مقدار مصرف رزین کاهش پیدا کرد.

Fadl (۱۹۸٤) اثر درجه جداسازی الیاف و تیمار حرارتی بر خصوصیات تخته فیبر سخت ساخته شده از کلش برنج را بررسی کرد؛ نامبرده عنوان کرد که درجه حرارت جداسازی الیاف اثر مهمی بر بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی تختهها داشته است. خواص تختهها با کاهش مقدار الیاف زبر بهبود یافت. مقدار مناسب الیاف زبر که سبب بهبود ویژگیهای تخته شده، بین ۱۱ تا ۲۲ درصد گزارش شد. در تحقیقی دیگر Fadl (۱۹۸۳) اثر رزینهای مختلف بر خواص تخته فیبر ساخته شده از کلش برنج را بررسی کرد. در این بررسی از رزینهای فنل فرمالدئید، نوولاک، ملامین فرمالدئید و اوره فرمالدئید استفاده شد. نتایج نشان داد که بهترین رزین جهت بهبود خواص مقاومتی و خواص جذب آب، رزین نوولاک بود. پس از آن رزین ملامین فرمالدئید توصیه شد و در رتبه آخر از نظر بهبود ویژگیهای مقاومتی و خواص جذب آب، رزین اوره فرمالدئید قرار گرفت.

همچنین Fadl (۱۹۹۰) عنوان کرد که در مصر، ماده اصلی لیگنوسلولزی جهت تولید تخته فیبر، کلش برنج است و به طورکلی ویژگیهای مقاومتی تخته فیبرهای ساخته شده از کلش برنج نسبت به چوب کمتر است. وی علت این امر را ناشی از مقدار زیاد اجزاء غیر فیبری و مشکلات تکنیکی در فرایند تولید عنوان کرد.

زاهدی(۱۳۷۹) به بررسی خصوصیات تخته فیبر نیمهسنگین ساخته شده از پسماند ریشه شیرین بیان پرداخت؛ نامبرده در این تحقیق از سه زمان بخارزنی ۱۵، ۲۰ و ۲۵ دقیقه ، سه زمان پرس ۵، ٦ و ۷ دقیقه و دو مقدار رزین ۱۰ و ۱۲ درصد برای ساخت تخته فیبر نیمهسنگین استفاده کرد. تختههای تهیه شده در شرایط زمان بخارزنی ۲۰ دقیقه، زمان پرس ۷ دقیقه و مقدار مصرف رزین ۱۰ درصد دارای حداکثر ویژگیهای مقاومتی بودند.

رسام (۱۳۸۳) امکان استفاده از الیاف چوب و الیاف بازیافتی از کارتن در ساخت تخته فیبر سخت بروش تر را مورد بررسی قرار داد. در این بررسی، اثر چهار عامل فرایند ساخت شامل ماده اولیه، چسب، دما و زمان پرس گرم بر خواص فیزیکی و مکانیکی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تختههای آزمونی با مواد اولیه شامل مخلوط الیاف چوب و کارتن کهنه در ۵ سطح و دو نوع چسب فنل-فرمالدئید در سطح ۱ و ۲ درصد و لیگنین کرافت در سطح ۵ و ۱۰ درصد، دمای پرس در سطح ۱۹۰ و ۲۰۰ درجه سانتیگراد و زمان پرس ۸ و ۱۰ دقیقه ساخته شدند. براساس نتایج بدست آمده، استفاده از الیاف کارتن بر جذب آب و واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲٤ ساعت غوطهوری اثر نامطلوبی داشت در حالی که مصرف چسب، افزایش دما و زمان پرس بر ویژگی فوق اثر مطلوب داشت. خواص مقاومتی تختهها هنگامی که فقط از الیاف کارتن ساخته شدند، بهبود یافت، اما استفاده از این الیاف در حالت اختلاط با الیاف چوب منجر به کاهش

ویژگیها شد. افزایش مصرف چسب، دما و زمان پرس سبب بهبود خواص مکانیکی در کلیه تختهها شد.

مواد و روشها

کلش برنج مورد نیاز از منطقه نور واقع در استان مازندران تهیه شد. اگرچه قبلاً ابعاد الیاف کلش برنج توسط سایر محققان اندازه گیری شده بود، لیکن به منظور اطمینان بیشتر دوباره این اندازهگیری انجام شد. جداسازی الیاف کلش برنج برای اندازه گیری ابعاد آنها بر طبق روش Franklin (۱۹۳۸) انجام شد. برای این منظور تعداد ۳۰۰ عدد طول الیاف، قطر فیبر و قطرحفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی اندازهگیری شد.

عوامل متغیر:در این بررسی از سه مقدار چسب ۸ ٪ ، ۹/۵ ٪ ، ۱۱٪ (براساس وزن خشک الیاف) و سه زمان پرس٤، ٥ و ٦ دقیقه برای ساخت تختهها استفاده شد.

عوامل ثابت:سایر عوامل از جمله، وزن مخصوص تخته $0.7\ g/cm^3$، نوع چسب (رزین مایع اوره فرمالدئید)، درجه حرارت پرس (C ° ١٦٥) و رطوبت کیک الیاف (۱۲٪) ثابت در نظر گرفته شد. بدین ترتیب ۹ تیمار و برای هر تیمار ۳ تخته (تکرار) و مجموعا ۲۷ تخته ساخته شد.

به منظور تهیه الیاف،کلش برنج به قطعات مناسب تبدیل و در شرایط ثابت درجه حرارت بخارزنی ۱۷۰درجه سانتیگراد و زمان بخارزنی ٥ دقیقه تیمار و توسط یک پالایشگر آزمایشگاهی پالایش و الیاف آن از هم جدا شدند. آنگاه توسط یک دستگاه خشک کن گردان با سرعت ۳ دور در دقیقه به خشک کردن الیاف اقدام گردید. رطوبت نهایی الیاف قبل از چسب زنی حدود ۱ درصد بود.

عمل چسب زنی به حالت افقی و با سرعت چرخش ۲۰ دور در دقیقه انجام گردید. محلول چسب همراه کاتالیزور(ماده سخت کننده) به وسیله یک پیستوله با استفاده از هوای فشرده به داخل محفظه چسب زن پاشیده شد. برای شکل دادن کیک الیاف از یک قالب چوبی به ابعاد ۲۵ × ۳۲ × ۳۰ سانتیمتر استفاده گردید . الیاف چسب زنی شده برای ساخت هر تخته با استفاده از ترازو و با دقت ۱ گرم توزین و در داخل قالب به صورت یکنواخت پاشیده شد. ارتفاع کیک الیاف در تمامی جهتها هم سطح و متعادل گردید. بعد از مرحله چسب زنی به منظور کنترل رطوبت الیاف، دو نمونه رطوبتی از الیاف چسب زنی شده تهیه گردید. پس از تشکیل کیک الیاف و قرار دادن شابلونهای فلزی، از پرس آزمایشگاهی از نوع Brukle L100. برای فشردن الیاف و ساخت تختههای آزمایشگاهی استفاده شد.

پس از پایان مرحله پرس، برای رسیدن به رطوبت تعادل، تختهها را به مدت ۲ هفته در محیط آزمایشگاه قرار داده و سپس بر اساس استاندارد DIN–68754 از آنها نمونههای آزمونی تهیه شد. بعد ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تختهها شامل مدول الاستیسیته، مقاومت خمشی، مقاومت چسبندگی داخلی و واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ٢٤ ساعت غوطه وری در آب تعیین گردید. نتایج این بررسی به وسیله آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون دانکن و به کمک تکنیک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

در این قسمت ویژگیهای آناتومیکی کلش برنج مورد بررسی قرار گرفت. میانگین طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی بهترتیب ۰/۸۱ میلیمتر، ۱۰/۱، ۳/۸۹، ۳/۱۲ میکرون اندازهگیری شد (جدول۱). ضریب لاغری الیاف کلش برنج ۸۰/۲ محاسبه گردید.

جدول ۱- ابعاد الیاف کلش برنج

طول الیاف(mm)	قطر الیاف(میکرون)	قطر حفره سلولی (میکرون)	ضخامت دیواره سلولی (میکرون)
۰/۸۱	۱۰/۱	۳/۸۹	۳/۱۲

ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر: در این قسمت تأثیر عوامل متغیر (زمان پرس و مقدار رزین) بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر ارائه شده است. کلیه ویژگیهای مقاومتی و پایداری ابعاد تختهها در تیمارهای مختلف در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲ - ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر (MDF) تحت شرایط مختلف ساخت

زمان پرس (min)	مقدار رزین (٪)	مقاومت خمشی (MPa)	مدول الاستیسیته (MPa)	مقاومت چسبندگی داخلی (MPa)	واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت (٪)	واکشیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت (٪)
۴	۸	۱۲/۷۴	۱۳۷۰	۰/۱۹	۴۵/۷۹	۴۹/۷۱
	۹/۵	۱۲/۸	۱۳۲۰	۰/۱۸	۴۱/۲	۴۶/۳
	۱۱	۱۲/۷	۱۳۰۰	۰/۲۳	۳۵/۳۴	۴۰/۵
۵	۸	۱۲/۹۴	۱۳۲۰	۰/۱۹	۴۶/۲	۵۰/۳۱
	۹/۵	۱۳/۰۱	۱۳۵۰	۰/۲۰	۴۲/۸	۴۷/۹
	۱۱	۱۳/۹	۱۴۰۰	۰/۲۳	۳۴/۱۹	۳۹/۶
۶	۸	۱۳/۵	۱۴۰۰	۰/۱۶	۴۳/۲	۴۸/۹
	۹/۵	۱۴/۱	۱۴۳۰	۰/۱۷	۳۸/۲۴	۴۵/۱
	۱۱	۱۹/۱	۱۸۹۰	۰/۲۴	۳۲/۸۳	۳۸/۹

مقاومت خمشی : اثر زمان پرس و مقدار رزین بر مقاومت خمشی به‌ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار است. ضریب تغییرات (CV) نیز ۱۰/۱۱٪ محاسبه شد که در حد قابل قبول است. حداکثر مقاومت خمشی با توجه به زمان پرس، در زمان ٦ دقیقه بدست آمد. با توجه به گروه‌بندی دانکن (جدول ۳) بین مقاومت خمشی بدست آمده در زمانهای پرس ٤ و ۵ دقیقه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۳ – گروه‌بندی دانکن مقاومت خمشی در زمانهای مختلف پرس

زمان پرس (min)	مقاومت خمشی (MPa)	گروه‌بندی دانکن
۴	۱۲/۷۵	B
۵	۱۳/۲۸	B
۶	۱۵/۵۷	A

حداکثر مقاومت خمشی با توجه به مقدار مصرف رزین در مقدار ۱۱٪ بدست آمد. با توجه به گروه‌بندی دانکن، بین ویژگی فوق در مقادیر مصرف رزین ۸ و ۹/۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود نداشته و هر دو در یک گروه قرار گرفتند(جدول٤).

جدول ٤- گروه‌بندی دانکن مقاومت خمشی در مقادیر مختلف رزین

مقدار رزین (٪)	مقاومت خمشی (MPa)	گروه‌بندی دانکن
۸	۱۳/۰۶	B
۹/۵	۱۳/۳	B
۱۱	۱۵/۳	A

اثر متقابل زمان پرس و مقدار رزین بر مقاومت خمشی نیز در سطح ۹۵٪ معنی‌دار است. جدول ۵ گروه‌بندی دانکن مقاومت خمشی با توجه به دو عامل متغیر فوق را نشان می‌دهد.

جدول ٥ – گروه‌بندی دانکن مقاومت خمشی با توجه به دو عامل زمان پرس و مقدار رزین

زمان پرس (min)	مقدار رزین (٪)	مقاومت خمشی (MPa)	گروه‌بندی دانکن
۴	۸	۱۲/۷۴	C
	۹/۵	۱۲/۸	C
	۱۱	۱۲/۷	C
۵	۸	۱۲/۹۴	C
	۹/۵	۱۳/۰۱	BC
	۱۱	۱۳/۹	BC
۶	۸	۱۳/۵	BC
	۹/۵	۱۴/۱	B
	۱۱	۱۹/۱	A

با توجه به جدول فوق حداکثر مقاومت خمشی در زمان پرس ٦ دقیقه و مقدار رزین ۱۱٪ ملاحظه گردید. حداقل ویژگی فوق نیز در زمان پرس ٤ دقیقه و مقدار رزین ۱۱٪ بدست آمد. البته با توجه به گروه‌بندی دانکن، بین مقاومت خمشی حاصل از تیمارهای زمان پرس ٤ دقیقه و مقدار مصرف رزین ۸ ، ۹/۵ و ۱۱ درصد، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

مدول الاستیسیته : اثر درجه حرارت پرس و مقدار رزین بر ویژگی یاد شده در سطح ۹۵٪ معنی‌دار است. ضریب تغییرات نیز ۸/۳۷ ٪ محاسبه شد که در حد قابل قبول می‌باشد. حداکثر مدول الاستیسیته در زمان پرس ٦ دقیقه ملاحظه شد. با توجه به گروه‌بندی دانکن (جدول ٦)، بین مدول الاستیسیته بدست آمده در زمانهای پرس ٤ و ٥ دقیقه اختلاف معنی‌داری وجود نداشته و هر دو در یک گروه قرار می‌گیرند. حداکثر ویژگی فوق در زمان پرس ٦ دقیقه ملاحظه گردید.

جدول ٦ – گروه‌بندی دانکن مدول الاستیسیته در زمانهای مختلف پرس

زمان پرس (min)	مدول الاستیسیته (MPa)	گروه‌بندی دانکن
۴	۱۳۳۰	B
۵	۱۳۵۷	B
۶	۱۵۷۳	A

حداکثر مدول الاستیسیته با توجه به مقدار مصرف رزین، در مقدار ۱۱٪ بدست آمد. بین مدول الاستیسیته مقادیر مصرف رزین ۸ و ۹/۵ درصد با توجه به گروه‌بندی دانکن، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۷).

جدول ۷ – گروه‌بندی دانکن مدول الاستیسیته با توجه به مقادیر مختلف رزین

مقدار رزین (٪)	مدول الاستیسیته (MPa)	گروه‌بندی دانکن
۸	۱۳۶۳	B
۹/۵	۱۳۶۷	B
۱۱	۱۵۳۰	A

اثر متقابل زمان پرس و مقدار رزین بر مدول الاستیسیته در سطح ۹۵٪ معنی‌دار است. جدول ۸ گروه‌بندی دانکن مدول الاستیسیته با توجه به دو عامل متغیر یاد شده را نشان می‌دهد. حداکثر مدول الاستیسیته در زمان پرس ٦ دقیقه و مقدار رزین ۱۱٪ ملاحظه شد. حداقل مدول الاستیسیته نیز مربوط به تیمار زمان پرس ٤ دقیقه و مقدار رزین ۱۱٪ بود. البته بین تیمار فوق با تیمارهای زمان پرس ٤ دقیقه و مقادیر رزین ۸ و ۹/۵ درصد نیز با توجه به گروه‌بندی دانکن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

جدول ۸ – گروه‌بندی دانکن مدول الاستیسیته با توجه به دو عامل زمان پرس و مقدار رزین

زمان پرس (min)	مقدار رزین (٪)	مدول الاستیسیته (MPa)	گروه‌بندی دانکن
۴	۸	۱۳۷۰	BC
	۹/۵	۱۳۲۰	C
	۱۱	۱۳۰۰	C
۵	۸	۱۳۲۰	C
	۹/۵	۱۳۵۰	BC
	۱۱	۱۴۰۰	B
۶	۸	۱۴۰۰	B
	۹/۵	۱۴۳۰	B
	۱۱	۱۸۹۰	A

مقاومت چسبندگی داخلی : اگرچه، اثر زمان پرس بر مقاومت چسبندگی داخلی معنی‌دار نیست، ولی اثر مقدار رزین بر ویژگی فوق در سطح ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد. ضریب تغییرات (CV) نیز ۱۹/۲۱٪ محاسبه گردید که در حد قابل قبول می‌باشد. جدول ۹ گروه‌بندی دانکن مقاومت چسبندگی داخلی با توجه به مقدار رزین را نشان می‌دهد. با توجه به جدول فوق حداکثر ویژگی فوق در مقدار رزین ۱۱٪ ملاحظه گردید. همچنین بین مقاومت چسبندگی داخلی در مقادیر رزین ۸ و ۹/۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشته و هر دو در یک گروه قرار گرفته‌اند. اثر متقابل دو عامل زمان پرس و مقدار رزین بر ویژگی یاد شده به لحاظ آماری معنی‌دار نیست.

جدول ۹ – گروه‌بندی دانکن مقاومت چسبندگی داخلی با توجه به مقادیر مختلف رزین

مقدار رزین (٪)	مقاومت چسبندگی داخلی (MPa)	گروه‌بندی دانکن
۸	۰/۱۸	B
۹/۵	۰/۱۹۳	B
۱۱	۰/۲۳۳	A

واکشیدگی ضخامتی : اثر زمان پرس بر واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری معنی‌دار نیست. در صورتی که اثر مقدار رزین بر ویژگیهای فوق در سطح ۹۹٪ معنی‌دار می‌باشد. ضریب تغییرات (CV) نیز برای واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری به‌ترتیب ۱۷/۲ و ۱٦/۰۱ درصد محاسبه گردید و در حد قابل قبولی است. حداقل مقدار واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در مقدار رزین ۱۱٪ ملاحظه شد. جدولهای ۱۰ و ۱۱ به‌ترتیب گروه‌بندی دانکن واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه-وری را نشان می‌دهد. اثر متقابل دو عامل متغیر بر ویژگهای فوق به لحاظ آماری معنی‌دار نیست.

جدول ۱۰ – گروه‌بندی دانکن واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت با توجه به مقادیر مختلف رزین

مقدار رزین (٪)	واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت (٪)	گروه‌بندی دانکن
۸	۴۵/۰۶	A
۹/۵	۴۰/۷۵	B
۱۱	۳۴/۱۲	C

جدول ۱۱ - گروه‌بندی دانکن واکشیدگی ضخامتی پس از ۲٤ ساعت با توجه به مقادیر مختلف رزین

مقدار رزین (٪)	واکشیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت (٪)	گروه‌بندی دانکن
۸	۴۹/۶۴	A
۹/۵	۴۶/۴۳	A
۱۱	۴۰/۱	B

بحث

میانگین طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی به‌ترتیب ۰/۸۱ میلیمتر، ۱۰/۱، ۳/۸۹، ۳/۱۲ میکرون اندازه‌گیری شد. ضریب لاغری الیاف کلش برنج ۸۰/۲ محاسبه گردید. با توجه به ضریب لاغری محاسبه شده، بنظر می‌رسد که این ماده برای صنعت تخته فیبر (MDF) مناسب می‌باشد. سلیمانی میانگین طول فیبر و قطر آن را به‌ترتیب ۰/۹۵ میلیمتر، ۱۲/۱۷ میکرون و فخریان میانگین طول فیبر و قطر آن برای مناطق مورد مطالعه را به‌ترتیب از ۰/٦۵ تا ۰/۹۵ میلیمتر و ۸/۹۷ میکرون تا ۱۲/۱۷ میکرون گزارش کردند.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت خمشی تخته‌ها نشان داد که اثر زمان پرس و مقدار رزین بر ویژگی یاد شده معنی‌دار است. با افزایش زمان پرس از ٤ به ٦ دقیقه و مقدار رزین از ۸ تا ۱۱ درصد، مقاومت خمشی بهبود یافته است. به طوری که مقدار بهبود مقاومت خمشی در اثر افزایش مصرف چسب در حدود ۱۷٪ است. با افزایش زمان پرس، رزین اوره فرمالدئید به طور کامل پلیمریزه شده واتصال کارآمد در سطوح و ضخامت تخته ایجاد می‌شود. از سوی دیگر افزایش مصرف رزین، سبب افزایش تعداد اتصالات و استحکام بین ذرات گردیده و نهایتاً سبب بهبود مقاومت خمشی شده است. اثر متقابل دو عامل فوق نیز بر ویژگی یاد شده معنی‌دار است. به طوری که حداکثر ویژگی فوق در زمان پرس ٦ دقیقه و مقدار رزین ۱۱٪ و حداقل آن در زمان پرس ٤ دقیقه و مقدار رزین ۱۱٪ ملاحظه می‌گردد. نتیجه فوق حاکی از اثر زمانهای طولانی پرس و مقادیر مصرف رزین زیاد است؛ در اثر زمانهای طولانی پرس و مقادیر رزین زیاد، اتصالات کارآمد و قوی در سطوح و ضخامت تخته‌ها ایجاد شده و مقاومت خمشی تخته‌ها افزایش یافته است[٤،١٤،١٥،١٦،١٨] . لازم به توضیح است که بین مقاومت خمشی در مقادیر رزین ۸ و ۹/۵ درصد و همچنین زمانهای پرس ٤ و ۵ دقیقه با توجه به گروه‌بندی دانکن اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مدول الاستیسیته نشان داد که اثر زمان پرس و مقدار رزین بر ویژگی یاد شده معنی-دار است. با افزایش زمان پرس و مقدار رزین در دامنه مورد بررسی، مدول الاستیسیته افزایش یافته است [١٤،١٥،١٨]. به طوری که مقدار بهبود مدول الاستیسیته در اثر افزایش مصرف رزین از ۸ تا ۱۱ درصد، در حدود ۱۲/۵٪ بوده است. لازم به توضیح است که با توجه به گروه‌بندی دانکن، بین مدول الاستیسیته در مقادیر رزین ۸ و ۹/۵ درصد و همچنین زمانهای پرس ٤ و ۵ دقیقه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. با افزایش زمان پرس، حرارت بطور کامل به سرتاسر ضخامت تخته انتقال یافته و بدین ترتیب رزین کاملاً پلیمریزه شده و اتصالات قوی در سطوح و مغز تخته ایجاد شده است. از سوی دیگر، با افزایش مصرف رزین، تعداد اتصالات و استحکام بین ذرات افزایش یافته و نهایتاً سبب بهبود مدول الاستیسیته شده است. اثر متقابل این دو متغیر نیز بر ویژگی فوق معنی‌دار است. به طوری که حداکثر مدول الاستیسیته در زمان پرس ٦ دقیقه و مقدار رزین ۱۱٪ ملاحظه شد. نتیجه فوق حاکی از اثر زمانهای طولانی پرس و همچنین مقادیر مصرف زیاد رزین بر ویژگی یاد شده می‌باشد [١٤،١٥،٤،١٨،١٦]. حداقل ویژگی فوق نیز در زمان پرس ٤ دقیقه و مقدار مصرف رزین ۱۱٪ ملاحظه گردید. البته با توجه به گروه‌بندی دانکن بین تیمار فوق و تیمار

حاصل از زمان پرس ٤ دقیقه و مقدار رزین ۸٪ نیز اختلاف معنی‌دار وجود نداشت.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت چسبندگی داخلی نشان داد که اثر مقدار رزین بر ویژگی فوق معنی‌دار است. با توجه به گروه‌بندی دانکن اختلاف معنی‌داری بین مقادیر رزین ۸ و ۹/۵ درصد وجود نداشته و در یک گروه قرار گرفته‌اند. در اثر افزایش مصرف رزین در دامنه مورد بررسی مقدار بهبود چسبندگی داخلی در حدود ۳۰٪ است. با افزایش مصرف رزین تعداد نقاط اتصال و همچنین استحکام اتصالات افزایش یافته و بدین صورت مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها بهبود یافته است [١٤،١٥،١٦،١٨] . حداقل ویژگی فوق نیز در مقدار رزین ۸٪ ملاحظه شد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب نشان داد که فقط اثر مقدار رزین بر ویژگیهای فوق معنی‌دار است. گروه‌بندی دانکن مقادیر واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت نشان داد که هر یک از مقادیر مصرف رزین در گروههای جداگانه‌ای قرار گرفته است. حداقل مقدار ویژگی فوق در مقدار رزین ۱۱ درصد و حداکثر آن در مقدار رزین ۸٪ ملاحظه شد. مقدار بهبود ویژگی یاد شده در اثر افزایش مصرف رزین در دامنه مورد بررسی در حدود ۳۲٪ بوده است. گروه‌بندی دانکن مقادیر واکشیدگی ضخامتی پس از ٢٤ ساعت نشان داد که بین مقادیر مصرف چسب ۸ و ۹/۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود نداشته و در یک گروه قرار گرفته‌اند. مقدار بهبود ویژگی یاد شده در اثر افزایش مصرف رزین در دامنه مورد بررسی در حدود ٢٤٪ بوده است. در اثر افزایش مصرف رزین، تعداد نقاط اتصال و همچنین مقاومت اتصالات بین ذرات افزایش یافته و این امر منجر به بهبود خواص جذب آب تخته‌ها شده است[١٤،١٥،١٨] . با مقایسه نتایج حاصل از اثر مقدار رزین بر مقاومت چسبندگی داخلی و واکشیدگی ضخامتی، ظاهراً رابطه‌ای بین آنها وجود دارد. بدین صورت که تیمارهایی که سبب بهبود مقاومت چسبندگی داخلی شده است، واکشیدگی ضخامتی تخته‌ها را نیز بهبود داده است. به طور کلی در مقدار رزین ۱۱٪ و زمان پرس ٦ دقیقه تخته‌ها دارای حداکثر ویژگیهای مقاومتی و حداقل واکشیدگی ضخامتی بودند.

منابع مورد استفاده

۱- آریـن، ا .، ۱۳۸۱. بـازار جهـانی تختـه فیبـر نیمـه‌سـنگین (MDF). مجله صنایع چـوب وکاغـذ، سـال اول، شـماره چهارم – پاییز- ٦٤- ٦٠.

۲- آرین، ا.، شاهباز، ح .، ۱۳۸۲ . بازار تخته فیبر نیمـه‌سـنگین (MDF) در ایران . مجله صنایع چوب وکاغذ، سـال دوم، شماره ششم، بهار – ٥٤- ٥٠.

۳-آمارنامه کشاورزی،۱۳۸۳. محصولات زراعی و بـاغی، دفتـر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی.

٤-دوست حسینی، ک . و خادمی اسلام، ح.،۱۳۷۲. اسـتفاده از سرشاخه درختان میوه در صنایع تخته خرده چوب، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ٤٠ .

٥-رسام، غ.، ۱۳۸۳. بررسی امکان تولیـد تختـه فیبـر از الیـاف چـوب و کـارتن کهنـه، رسـاله دکتـری، دانـشکده منـابع طبیعی، دانشگاه تهران.

٦-زاهدی، ا.، ۱۳۷۹. بررسی خصوصیات تخته فیبر نیمه‌سنگین از پس‌ماند ریشه شیرین بیان، پایان‌نامه کارشناسی ارشـد، دانشکده منابع طبیعی نور، دانشگاه تربیت مدرس.

۷-سلیمانی، پ.،۱۳٥٥. بررسی بیومتریک الیاف مهمترین منـابع لیگنوسلولزی ایران. نشریه دانشکده منابع طبیعـی، شـماره ٣٤.

۸-فخریان،ع.، جهان لتیباری،ا.، ۱۳۷۷. بررسی قابلیـت اسـتفاده از کلش برنج در صـنایع کاغـذ. نـشریه تحقیقـات علـوم چوب و کاغذ شماره ٦.

9– DIN standard, 1965. NO: 68754 .

10- Fadl, N.A.; Nada, A. A.; Rakha, M. 1984. Effect of defibration degree and hardening on the properties of rice straw hardboard. Reaserch and Industry. 29(4): 288-292.

11- Fadl, N.A.; Rakha, M.1983. Effect of various synthetic resin on hardboard from rice straw. Zellstoff Papier. 32(3):121-124.

12- Fadl, N. A.; Rakha, M. 1990. Effect of defibration and hardening on the properties of rice straw hardboard.Four P News. 2(4):4-7.
13– Franklin, G. L. 1938. The preparation of woody tissues for microscopic. For. Prod. Res. Lab. {cf. also: The preparation of wood for microscopic examination . For. Prod. Res. Lab. Lft. 40 (1951)}.
14- Laboskey, P., Yobp, R. Janowiak, J. Blanken- Horn , P. R. 1994. Effect of steam pressure refining and resin levels on the properties of UF – bonded red maple MDF.
15- Maloney, T. M.1989. Modern particleboard and dry - process fiberborad manufacturing, Miller Freeman Pablications, San Francisco , CA.
16- Rijo. C.1988. The effects of incraesing density and adhesive content on mechanical properties of particleboard glued with urea - formaldehyde resin. Bosque 9(1) - 53 - 39 ES.en . Avda, Fernando de Navavetee 119. Santo Domingo, Dominican Republic.
17- http://WWW. cal rice straw.org/library/feed-index.html.
18- Suzuki , M., Kato , T .1989. Influence of dependent variables on the properties of MDF. Mokuzai - Gakkaishi - Journal of the Japan wood Research Society . 35 :1, 8-13; 3ref.

The effect of press time and resin content on properties of MDF produced from Rice straw

Habibi, M. R.[1] , Hosseinkhani, H.[1] , Mahdavi, S.[1]

1-Wood and Forest Products Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands P.O. Box, 13185-116, Tehran-Iran habibi@rifr-ac.ir

Abstract

In this study, MDF was produced from Rice straw. Variables for Medium Density fiberboard making were as following:

- Resin content 8, 9.5, 11 (percent baced on oven dry weight of fiber)
- Press time (4, 5, 6 minutes).

There were 9 treatment conditions by combinations of the above factors and three replications for each combinations which resulted in producing 27 boards.The other production variables were constant.

The anatomical properties of Rice straw such as fiber length, fiber diameter were measured respectively 810, 10.1 micron. L/D ratio of Rice straw fiber was measured 80.2. The physical and mechanical properties of MDF were determined according to DIN standard. The measurements of bending properties and IB of MDF revealed that the highest MOR, MOE, IB were obtained in variables combination of 11% resin content and press time of 6 minute and at this conditions thickness swelling of boards were the lowest.

According to Duncans, test method the effects of press times (4 & 5 minutes) and resin content (8% & 9.5%) on bending properties were not significant statistically.

Key words: Medium Density Fiberboard, Rice straw, Resin, Thickness swelling