

بررسی امکان ساخت تخته خرده چوب از ساقه ذرت دانه‌ای

غنچه رسام^۱، مسعود آزادی فر^{۲*}، ابوالفضل کارگرفرد^۳ و فائزه فاضلی^۴

۱- استادیار، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

پست الکترونیک: masoud.azadi90@yahoo.com

۳- دانشیار، صنایع چوب و کاغذ، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

۴- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۱

چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی اثر استفاده از ساقه‌ی ذرت بر برخی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب بود. برای این منظور، خرده‌های ساقه‌ذرت و خرده چوب صنعتی با نسبت‌های اختلاط ۱:۰، ۳۰:۷۰، ۵۰:۵۰، ۷۰:۳۰، رزین‌اوره - ملامین فرمالدهید در دو مقدار ۱۰ و ۱۲ درصد و زمان پرس ۵ و ۶ دقیقه برای ساخت تخته‌های خرده چوب در نظر گرفته شدند. خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها شامل جذب آب و واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی اندازه‌گیری و کلیه داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزایش ذرات ساقه‌ی ذرت منجر به کاهش واکنشیدگی ضخامت، جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب و چسبندگی داخلی شده ولی باعث افزایش مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته در تخته‌ها گردید. افزایش میزان چسب و زمان پرس نیز تأثیر معنی‌داری بر کلیه‌ی ویژگی‌های تخته‌ها داشت و باعث بهبود خواص گردید. در یک نتیجه‌گیری کلی و با مقایسه‌ی کلیه خواص تخته‌های تولید شده با استاندارد EN 312 مشخص گردید که با استفاده از ۵۰ درصد ساقه‌ی ذرت، ۱۲ درصد چسب اوره - ملامین فرمالدهید و زمان پرس ۶ دقیقه، می‌توان تخته خرده چوب با خواص مطلوب تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: تخته خرده‌چوب، ساقه‌ذرت، زمان پرس، مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، واکنشیدگی ضخامت.

مقدمه

نیاز صنایع فرآورده‌های مرکب چوب پرداخته‌اند؛ به‌عنوان مثال در ایران کاشت گونه‌های تند رشد نظیر انواع اکالیپتوس‌ها، صنوبرها، واردات چوب و به خصوص استفاده از ضایعات کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. در بین انواع مختلف محصولات زراعی در ایران، کشت ذرت دانه‌ای سابقه‌ای کمتر از ۴۰ سال دارد. در سال

امروزه تأمین مواد اولیه‌ی مورد نیاز صنایع تولید کننده‌ی فرآورده‌های خرده چوب از یک سو و حفظ منابع جنگلی از سوی دیگر اهمیت بسیار زیادی یافته است. محققان و کارشناسان در سراسر دنیا از جمله ایران به ارائه‌ی راهکارهای مختلفی جهت تأمین ماده اولیه‌ی مورد

رنگ‌آور و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی امکان ساخت تخته خرده چوب با استفاده از ساقه کلزا در نسبت اختلاط‌های مختلف با خرده چوب صنعتی پرداختند. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که استفاده از ساقه کلزا در ساخت تخته خرده چوب سبب افزایش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته نمونه‌ها شده است اما بعکس باعث کاهش چسبندگی داخلی و افزایش واکشیدگی ضخامت و جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب می‌گردد. استفاده از ۷۵٪ ساقه کلزا و ۱۲٪ چسب و زمان پرس ۶ دقیقه منجر به تولید تخته‌هایی با ویژگی‌های قابل قبول استاندارد گردید.

رسام و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی امکان استفاده از ساقه گیاه آفتاب‌گردان مخلوط با خرده چوب صنعتی در ساخت تخته مرکب، ضمن اشاره بر تأثیر مواد معدنی موجود در ساقه گیاه آفتاب‌گردان بر افزایش مدول الاستیسیته و نیز بالاتر بودن مقاومت خمشی تخته‌های حاوی ۷۰ درصد ذرات ساقه آفتاب‌گردان به دلیل بالا بودن ضریب کشیدگی ذرات ساقه آفتاب‌گردان و ضریب فشردگی تخته‌های ساخته شده با ساقه آفتاب‌گردان، به این نتیجه رسیدند که با استفاده از ۷۰ درصد ساقه آفتاب‌گردان، چسب ایزوسیانات و زمان پرس ۷ دقیقه می‌توان تخته‌هایی با خواص کاربردی مطلوب برای مصارف داخلی تولید کرد.

Akgül و همکاران (۲۰۱۰) به استفاده از الیاف ساقه ذرت و الیاف چوب بلوط همراه با رزین اوره‌فرمالدهید در ساخت تخته فیبر دانسیته متوسط پرداختند. کلیه ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها تحت تأثیر مصرف الیاف ساقه ذرت قرار گرفتند اما خواص مکانیکی تخته‌ها حداقل مقادیر لازم مطابق با

۱۳۵۲ سطح زیر کشت ذرت یک هزار هکتار و میزان تولید ۲ هزار تن بود. طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۱۳۹۰، میزان تولید ذرت دو میلیون و دو سیست هزار تن در کشور بوده که در مقایسه با سال ۸۹ ده درصد افزایش داشته است. همچنین برآورد مقدار تولید سالانه‌ی پسماند ذرت در کشور ۳۱۰۰ هزار تن می‌باشد که از این میزان حدود یک میلیون تن به‌عنوان ماده اولیه در صنایع تولید فراورده‌های مرکب چوب قابل استفاده می‌باشد (برزگر شیری و امیدوار ۱۳۸۹). در زمینه‌ی استفاده از پسماند ساقه‌ی ذرت و سایر ضایعات کشاورزی در ساخت فراورده‌های مرکب چوب تحقیقات بسیاری انجام شده است، از جمله:

کارگرفرد و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی به استفاده از ساقه‌ی ذرت دانه‌ای همراه و خرده چوب صنوبر در نسبت‌های مختلف اختلاط همراه با رزین اوره‌فرمالدهید در ساخت تخته خرده چوب اقدام نمودند. نتایج نشان داد که استفاده از ۲۵ تا ۵۰ درصد ساقه‌ی ذرت به‌عنوان ماده‌ی لیگنوسلولزی جهت تولید تخته خرده چوب با خواص استاندارد قابل توصیه است.

کریمی و همکاران (۱۳۸۷) از مخلوط الیاف ساقه ذرت و الیاف صنعتی در ساخت تخته فیبر دانسیته متوسط در زمان‌های پرس مختلف به این نتیجه رسیدند که افزایش میزان الیاف ساقه ذرت در تخته‌ها، موجب کاهش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته گردیده است؛ در حالی که چسبندگی داخلی، واکشیدگی ضخامت و جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ غوطه‌وری آنها افزایش پیدا کرده است. افزایش زمان پرس سبب بهبود چسبندگی داخلی تخته‌ها گردید. در نهایت، بهترین تیمار در این مطالعه استفاده از ۱۵ درصد الیاف ساقه ذرت، در زمان پرس ۷ دقیقه می‌باشد.

و یا ضایعات کشاورزی (قطب‌الدین و همکاران ۱۳۸۹، تسوجی و همکاران ۱۳۸۷)، بنابراین هدف از این تحقیق بررسی ساخت تخته مرکب با استفاده از مخلوط ساقه‌ی ذرت دانه‌ای و خرده‌چوب صنعتی همراه با رزین اوره‌ملامین فرمالدهید و ارزیابی اثر آنها بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده بوده است.

مواد و روشها

ساقه‌ذرت مورد استفاده در این بررسی از مزارع استان لرستان تهیه گردید. ساقه‌های ذرت پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از یک خردکن غلطکی از نوع Pallmann X 430 - 120PHT به قطعات کوچک‌تر تبدیل و بعد با استفاده از یک آسیاب حلقوی (Ring Flaker) آزمایشگاهی از نوع Pallmann PZ8 به خرده‌های چوب قابل استفاده در ساخت تخته خرده‌چوب تبدیل شدند. پس از حذف خرده‌های چوب بسیار ریز و بسیار درشت که مناسب ساخت تخته خرده‌چوب نبودند، رطوبت خرده‌چوب‌ها به وسیله یک خشک‌کن آزمایشگاهی تا رسیدن به سطح ۱ درصد، کاهش داده شد و در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به نفوذ رطوبت، بسته‌بندی و برای ساخت تخته‌های آزمایشگاهی آماده گردیدند. خرده‌چوب صنعتی مورد استفاده نیز از مواد اولیه کارخانه تخته خرده‌چوب گنبد تهیه گردید. چسب‌های مورد استفاده در این تحقیق از دو نوع اوره‌فرمالدهید با غلظت ۶۴/۳٪ و ملامین‌فرمالدهید با غلظت ۶۰/۷٪ بوده که از شرکت چسب‌ساز ساری تهیه شد و ترکیب این دو نوع چسب با درصدهای (۵۰: ۵۰) مورد استفاده قرار

استاندارد TS-EN 310 1999 و TS-EN 319 1999 را دارا بودند.

Han (۲۰۰۱) در تحقیقی به استفاده از ساقه گندم در تخته‌های مرکب اشاره نمود و نتیجه گرفت که ساقه‌های گیاهان کشاورزی دارای مقادیر بیشتری خاکستر (مواد معدنی) می‌باشند که سطح بیرونی ساقه را پوشانیده است. خرده‌های ساقه‌ی این گیاهان در ساخت تخته‌های مرکب، علاوه بر داشتن سطح ویژه‌ی بالا، به دلیل داشتن این مواد معدنی، منجر به کاهش اتصال مناسب بین ذرات در تخته‌ها شده و چسبندگی داخلی در تخته را کاهش می‌دهد.

به‌طورکلی در بسیاری از تحقیقات ذکر شده، استفاده از ضایعات گیاهان کشاورزی منجر به افزایش مقاومت خمشی و کاهش چسبندگی داخلی در تخته‌ها گردیده است که این امر عمدتاً به دلیل مقادیر بیشتر ضریب‌کشیدگی خرده‌ها و همچنین ضریب‌فشرده‌گی بیشتر تخته‌های حاصل از این مواد بوده است. افزایش ضریب‌کشیدگی به ترتیب منجر به افزایش مقاومت خمشی و کاهش چسبندگی داخلی در تخته‌های حاصل می‌گردد. همچنین، با افزایش ضریب‌فشرده‌گی، مقاومت خمشی تخته‌ها بهبود می‌یابد (دوست حسینی ۱۳۸۰).

با توجه به روند رو به افزایش سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای در کشور به خصوص در استان‌های فارس، خوزستان، کرمانشاه، کرمان و اردبیل که جمعاً ۷۹/۰۷٪ از اراضی ذرت دانه‌ای در کشور را به خود اختصاص داده‌اند (آمارنامه جهاد کشاورزی ۱۳۸۸) و امکان دسترسی کم به خرده‌چوب در این استان‌ها و همچنین با توجه به نتایج برخی از تحقیقات گذشته در زمینه‌ی تأثیر مناسب استفاده از رزین اوره‌ملامین فرمالدهید در نسبت ترکیبی ۵۰:۵۰، چه در ساخت تخته‌های مرکب ساخته شده از خرده‌چوب

با توجه به سه عامل متغیر ترکیب ماده چوبی، میزان مصرف چسب و زمان پرس و در نظر گرفتن ۴ تکرار برای هر تیمار در مجموع ۶۴ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. پس از پایان مرحله پرس به منظور مشروط سازی و یکنواخت سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل سازی تنش‌های داخلی، تخته‌های ساخته شده به مدت ۲۱ روز در شرایط آزمایشگاهی نگهداری شدند. تهیه نمونه‌های آزمونی برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها با استفاده از یک دستگاه اره گرد انجام شد. تخته‌ها ابتدا کناره‌بری شده و بعد مطابق استاندارد EN326-1 برش نمونه‌ها انجام شده است. در این تحقیق تعیین مقاومت خمشی (MOR) و مدول الاستیسیته ((MOE) براساس استاندارد EN310، تعیین مقاومت چسبندگی داخلی (IB) براساس استاندارد EN319، تعیین واکنشیدگی ضخامت و جذب آب بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نیز براساس استاندارد EN317 انجام شد. بعد از انجام آزمایش‌های مکانیکی و فیزیکی بر روی نمونه‌های تهیه شده، نتایج حاصل در قالب طرح کامل تصادفی تحت آزمایش‌های فاکتوریل با سه متغیر و به کمک تکنیک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با استفاده از این روش آماری تأثیر مستقل و متقابل هر یک از عوامل متغیر بر خواص مورد مطالعه در سطح اعتماد ۹۹ و ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار، میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن (DMRT) گروه‌بندی شدند.

گرفت. عوامل متغیر شامل دو سطح چسب ۱۰ و ۱۲ درصد (براساس وزن خشک خرده‌چوب مصرفی)، زمان پرس در دو سطح ۵ و ۶ دقیقه و درصد اختلاط ساقه‌ذرت با خرده‌چوب صنعتی در ۴ سطح با نسبت‌های (۱۰۰:۰، ۷۰:۳۰، ۵۰:۵۰ و ۳۰:۷۰) بود. سایر عوامل شامل وزن مخصوص تخته ۷۵٪، گرم بر سانتی‌متر مکعب، فشار پرس ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، ضخامت تخته ۱۶ میلی‌متر و دمای پرس ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد برای تمام تیمارها ثابت در نظر گرفته شده است. همچنین به منظور تعیین ابعاد ذرات ساقه‌ذرت و خرده چوب صنعتی مقدار ۲ گرم از آنها را به طور تصادفی انتخاب و توسط میکرومتر با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر ابعاد آنها اندازه‌گیری و بعد ضریب کشیدگی آنها محاسبه شد (جدول ۱). همچنین خرده‌ها را بدون این که فشرده شوند در یک مکعب که حجم داخلی آن ۵×۵×۵ سانتی‌گراد بود، ریخته شد تا مکعب از خرده پر شد و بعد وزن شدند و با استفاده از فرمول دانسیته، دانسیته حجمی آنها محاسبه گردید (جدول ۳).

برای چسب‌زنی از یک دستگاه چسب‌زن آزمایشگاهی استفاده شد و محلول دو چسب اوره‌فرمالدهید و ملامین‌فرمالدهید ابتدا با هم و بعد با خرده‌چوب‌ها کاملاً مخلوط گردید. به منظور تشکیل کیک خرده‌چوب از یک قالب چوبی به ابعاد ۴۰×۴۰ سانتی‌متر استفاده شد و خرده‌چوب‌های چسب خورده که به وسیله ترازوی آزمایشگاهی توزین شده بودند به صورت لایه‌های یکنواخت با دست در قالب پاشیده شدند. عملیات پرس به وسیله پرس گرم آزمایشگاهی انجام گردید. در این تحقیق

نتایج

است. شکل ۱، اثر مستقل درصد اختلاط و گروه‌بندی دانکن مربوطه را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که تخته‌های حاوی ۳۰٪ ساقه‌ذرت، بیشترین واکشیدگی ضخامت و تخته‌های حاوی ۱۰۰٪ ساقه‌ذرت کمترین میزان واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب را دارند. همچنین کمترین واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب را تخته‌های حاوی ۱۲٪ چسب و بیشترین میزان آن را تخته‌های ساخته شده با ۱۰٪ چسب دارا می‌باشند. به‌همین ترتیب کمترین میزان واکشیدگی ضخامت را تخته‌های با زمان پرس ۶ دقیقه و بیشترین مقدار آن را تخته‌های با زمان پرس ۵ دقیقه دارا می‌باشند. مطابق شکل ۱، کلیه مقادیر واکشیدگی ضخامت بهتر از حد استاندارد EN 312 بوده‌اند.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری ابعاد خرده‌چوب‌های صنعتی و خرده‌های ساقه‌ذرت در جدول ۱ قابل مشاهده است و همان‌طور که در این جدول دیده می‌شود ضریب‌کشیدگی ذرات ساقه‌ذرت حدود ۳۰ درصد بیشتر از خرده‌چوب صنعتی می‌باشد. همان‌طور که در جدول ۳ قابل مشاهده است دانسیته حجمی ذرات ساقه‌ذرت در حدود ۴۵ درصد ذرات خرده‌چوب صنعتی می‌باشد که در ایجاد یک درهم رفتگی و فشردگی مناسب در تخته‌های نهایی بسیار موثر و با اهمیت می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس اثر عوامل مستقل و متقابل عوامل متغیر بر ویژگی‌های مختلف در جدول (۴) آورده شده است.

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌گردد اثرات مستقل درصد اختلاط، مقدار چسب و زمان پرس در سطح اعتماد ۹۹٪ بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، معنی‌دار بوده

جدول ۱- میانگین ابعاد خرده‌چوب‌های صنعتی و خرده‌های ساقه‌ذرت

نوع ماده چوبی	طول (mm)	ضخامت (mm)	عرض (mm)	ضریب کشیدگی
خرده‌چوب صنعتی	۲۰/۲	۱/۱۱	۳/۳۵	۱۸/۰۱
خرده‌های ساقه‌ذرت	۱۸/۱۲	۰/۷۵	۱/۴۸	۲۴/۱۶

جدول ۲- نتایج آنالیز شیمیایی ساقه‌ذرت گیاه ذرت دانه‌ای و چوب پهن‌برگان

محقق (ماده چوبی)	سلولز (%)	لیگنین (%)	خاکستر (%) (مواد معدنی)	مواد استخراجی (%)
برزگر شیری (ذرت)	۵۴/۵۳	۲۱/۳	۶/۶	۹/۸
بهین (ذرت)	۲۹/۶۶	۱۹/۷	۷/۷۶	۲۵/۶
ابراهیمی (چوب)	۴۵	۲۲	۰/۲-۰/۳	۲-۲۵

جدول ۳- دانسیته حجمی ذرات مورد استفاده برای ساخت تخته‌ها

نوع ماده چوبی مورد مصرف	میانگین دانسیته حجمی (g/cm ³)
خرده چوب صنعتی	۰/۲۱۷
خرده‌های ساقه‌ذرت	۰/۰۹۸

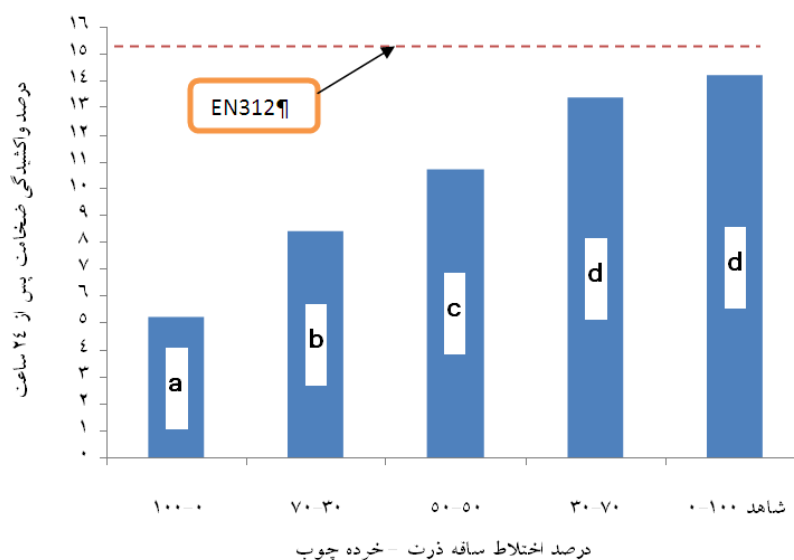
جدول ۴- نتایج جدول تجزیه واریانس برای ویژگی‌های مختلف

منابع تغییر	مقاومت خمشی (MPa)	مدول الاستیسیته (MPa)	چسبندگی داخلی (MPa)	جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب (%)	واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب (%)
درصد اختلاط A	۵/۵۶۶ **	۲۶/۰۶۳ **	۱۴۷/۹۹۳ **	۹/۳۱۶ **	۳۳۱/۲۴۱ **
مصرف چسب B	۱۵/۱۷۵ **	۴۲/۸۸۷ **	۷۰/۶۵۱ **	۴۱/۲۷۲ **	۵۳/۷۵۳ **
زمان پرس C	۴/۸۱۸ *	۲۹/۶۴۶ **	۳۶/۰۳۱ **	۵/۳۹۷ *	۸/۰۱۱ **
AB	۳/۶۸۸ *	۰/۲۴۲ n.s	۳/۰۱۸ *	۱/۰۳۰ n.s	۸/۵۹۶ **
AC	۰/۶۷۶ n.s	۰/۳۹۸ n.s	۰/۴۳۳ n.s	۰/۷۲۵ n.s	۳/۸۵۳ *
BC	۱/۴۲۳ n.s	۷/۸۶۸ **	۶/۷۹۶ *	۰/۰۲۰ n.s	۱/۳۰۷ n.s
ABC	۱/۰۶۰ n.s	۰/۸۵۲ n.s	۰/۴۶۲ n.s	۰/۲۹۳ n.s	۰/۴۰۶ n.s

n.s: عدم معنی دار بودن، **: معنی دار بودن در سطح احتمال ۱٪ و *: معنی دار بودن در سطح احتمال ۵٪

جدول ۵- دانسیته تخته‌ها پس از ساخت

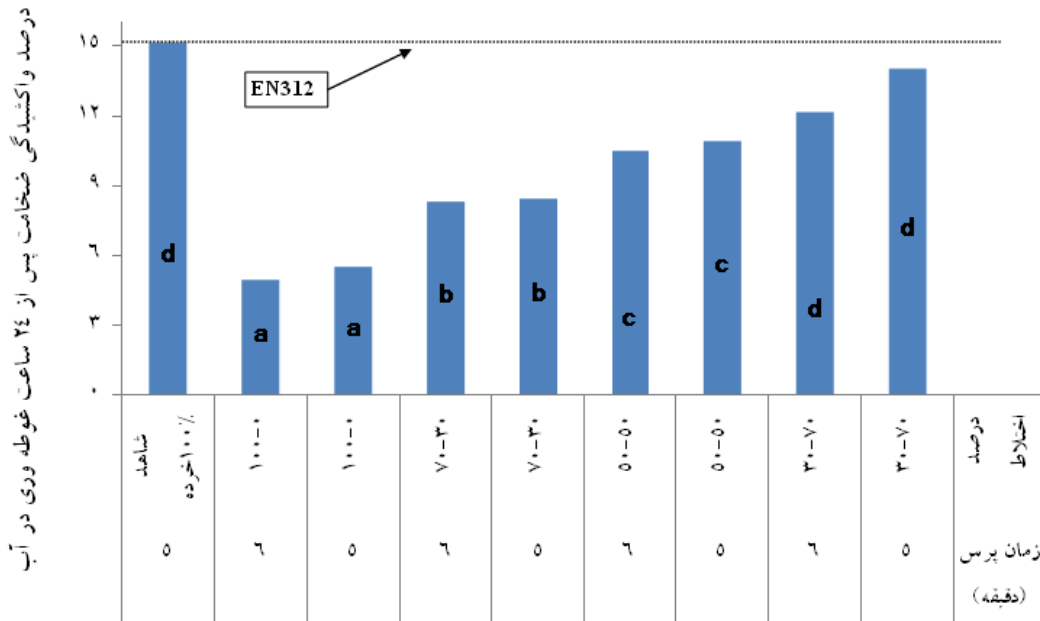
درصد اختلاط (خرده چوب - ساقه‌ذرت)	۰-۱۰۰	۷۰-۳۰	۵۰-۵۰	۳۰-۷۰	۰-۱۰۰ شاهد
دانسیته (g/cm ³)	۰/۶۲	۰/۷۲	۰/۷۴	۰/۷۴۵	۰/۷۵



شکل ۱- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب و گروه‌بندی آن به روش دانکن

متقابل درصد اختلاط و زمان پرس بر واكشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب در سطح اعتماد ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد به طوری که تخته‌های ساخته شده با ۳۰٪ ساقه‌ذرت و زمان پرس ۵ دقیقه بیشترین و تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰٪ ساقه‌ذرت و زمان پرس ۶ دقیقه کمترین واكشیدگی ضخامت را پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب دارند (شکل ۲)

نتایج نشان داد که اثر متقابل درصد اختلاط و مقدار مصرف چسب بر واكشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب در سطح اعتماد ۹۹٪ معنی‌دار می‌باشد، به طوری که تخته‌های ساخته شده با ۳۰٪ ساقه‌ذرت و ۱۰٪ درصد چسب بیشترین و تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰٪ ساقه‌ذرت و ۱۲٪ چسب کمترین واكشیدگی ضخامت طی ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب را داشتند. همچنین اثر



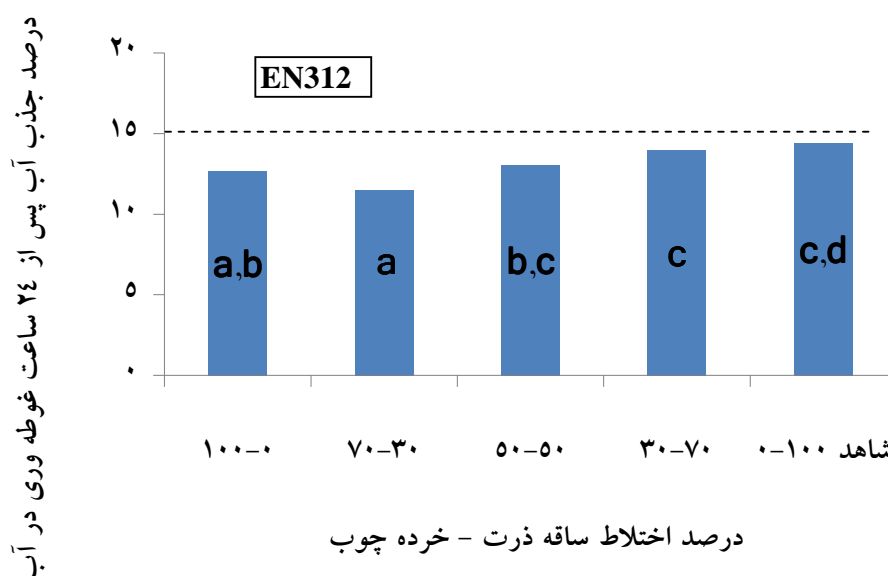
شکل ۲- تأثیر متقابل درصد اختلاط و زمان پرس بر واكشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت و گروه‌بندی آن به روش دانکن

اعتماد ۹۵٪ بر جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب معنی‌دار بوده است. تخته‌های حاوی ۳۰٪ ساقه‌ذرت، بیشترین و تخته‌های حاوی ۱۰۰٪ ساقه‌ذرت کمترین میزان جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب را دارند (شکل ۳). همچنین کمترین میزان جذب آب پس از ۲۴

شکل ۲ نشان می‌دهد که در کلیه درصد اختلاط‌ها و نیز هر دو زمان پرس (۵ و ۶ دقیقه) مقادیر واكشیدگی ضخامت بهتر از حد استاندارد بوده است. جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثرات مستقل درصد اختلاط و مقدار چسب در سطح اعتماد ۹۹٪ و زمان پرس در سطح

ساخته شده با زمان پرس ۶ دقیقه و بیشترین مقدار آن را تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۵ دقیقه دارا می‌باشند. همچنین مطابق شکل ۳، کلیه‌ی مقادیر جذب آب بهتر از حد استاندارد EN 312 بوده‌اند.

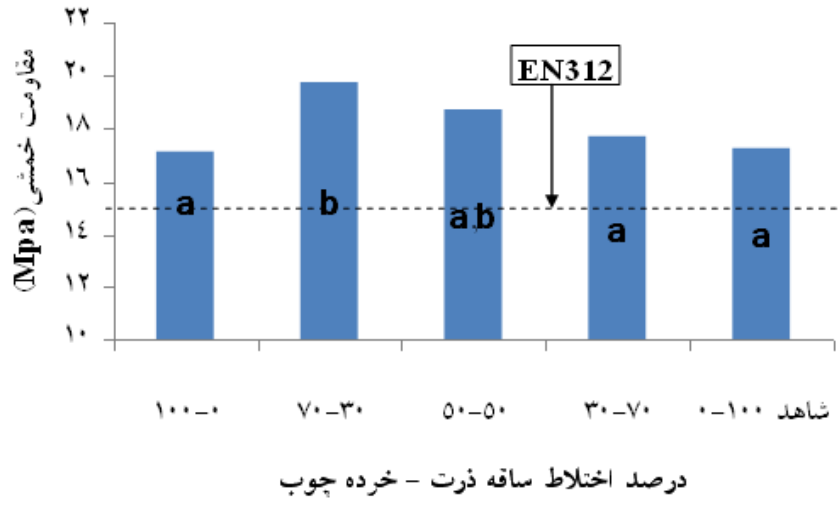
ساعت غوطه‌وری در آب را تخته‌های حاوی ۱۲٪ چسب و بیشترین مقدار آن را تخته‌های ساخته شده با ۱۰٪ چسب دارا می‌باشند. به همین ترتیب کمترین میزان جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب را تخته‌های



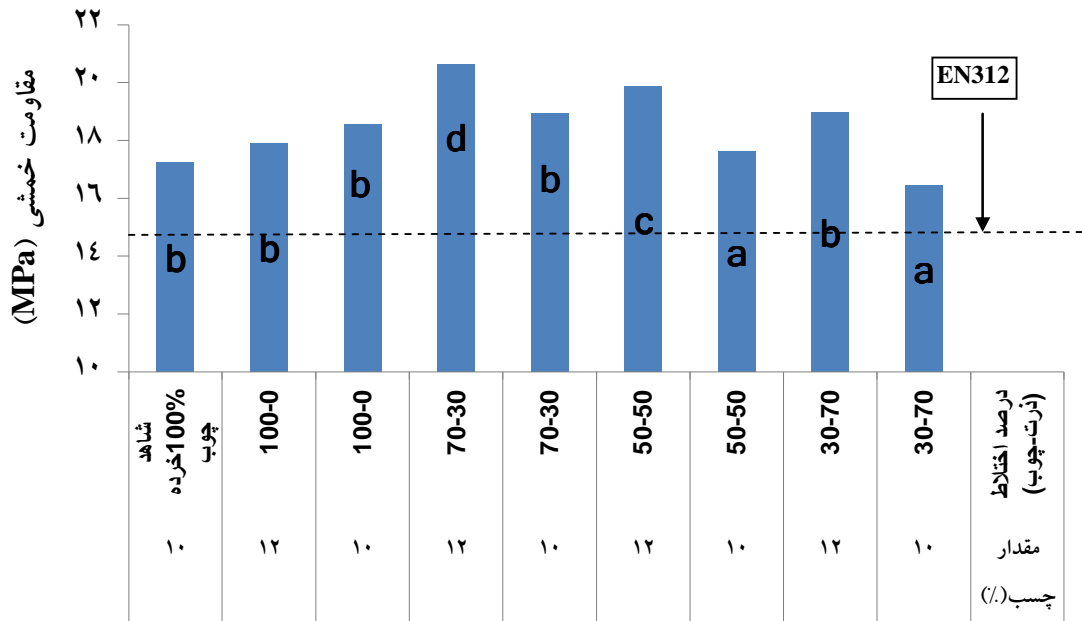
شکل ۳- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب و گروه‌بندی به روش دانکن

بالاتر از حد استاندارد EN312 داشته‌اند. همچنین بیشترین مقدار مقاومت خمشی مربوط به تخته‌های ساخته شده با ۱۲٪ چسب و کمترین مقدار آن مربوط به تخته‌های ساخته شده با ۱۰٪ چسب است. به همین ترتیب کمترین میزان مقاومت خمشی را تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۵ دقیقه و بیشترین مقدار آن را تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۶ دقیقه دارا می‌باشند.

جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد که اثرات مستقل درصد اختلاط و مقدار چسب در سطح اعتماد ۹۹٪ و زمان پرس در سطح اعتماد ۹۵٪ بر مقاومت خمشی معنی‌دار است. نتایج نشان داد که بیشترین مقاومت خمشی را تخته‌های حاوی ۷۰٪ ساقه‌ذرت و کمترین مقدار آن بعد از تخته شاهد مربوط به تخته‌های حاوی ۳۰٪ ساقه‌ذرت است (شکل ۴)، اگرچه تخته‌های حاوی ۵۰ درصد ساقه‌ذرت نیز مقادیر مقاومت خمشی



شکل ۴- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر مقاومت خمشی و گروه‌بندی آن به روش دانکن

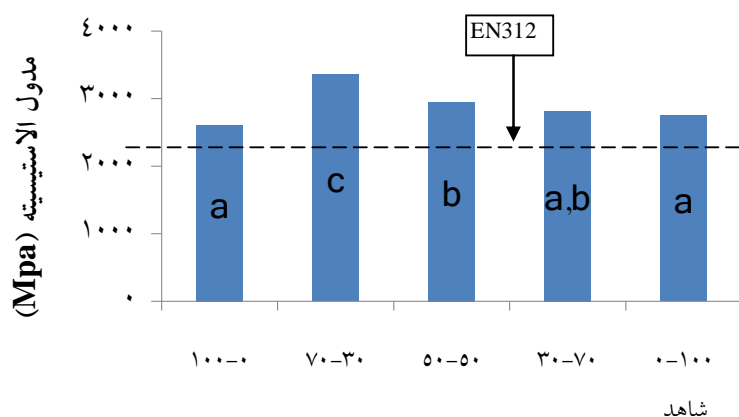


شکل ۵- تأثیر متقابل درصد اختلاط و مقدار چسب بر مقاومت خمشی و گروه‌بندی آن به روش دانکن

است. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار مدول الاستیسیته را تخته‌های حاوی ۷۰٪ ساقه ذرت و کمترین مقدار آن را تخته‌های حاوی ۳۰٪ ساقه ذرت دارند (شکل ۶). همچنین بیشترین مقدار مقاومت خمشی مربوط به تخته‌های ساخته شده با ۱۲٪ و کمترین مقدار آن مربوط به تخته‌های ساخته شده با ۱۰٪ چسب است. به همین ترتیب کمترین میزان مدول الاستیسیته را تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۵ دقیقه و بیشترین مقدار آن را تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۶ دقیقه دارا می‌باشند.

اثر متقابل درصد اختلاط و مقدار مصرف چسب بر مقاومت خمشی نیز در سطح اعتماد ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد، به طوری که تخته‌های ساخته شده با ۷۰٪ ساقه ذرت و مصرف ۱۲٪ چسب، بیشترین مقاومت خمشی و تخته‌های ساخته شده با ۳۰٪ ساقه ذرت و ۱۰٪ چسب کمترین مقاومت خمشی را دارند (شکل ۵).

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثرات مستقل درصد اختلاط، مقدار چسب و زمان پرس بر مدول الاستیسیته در سطح اعتماد ۹۹٪ معنی‌دار

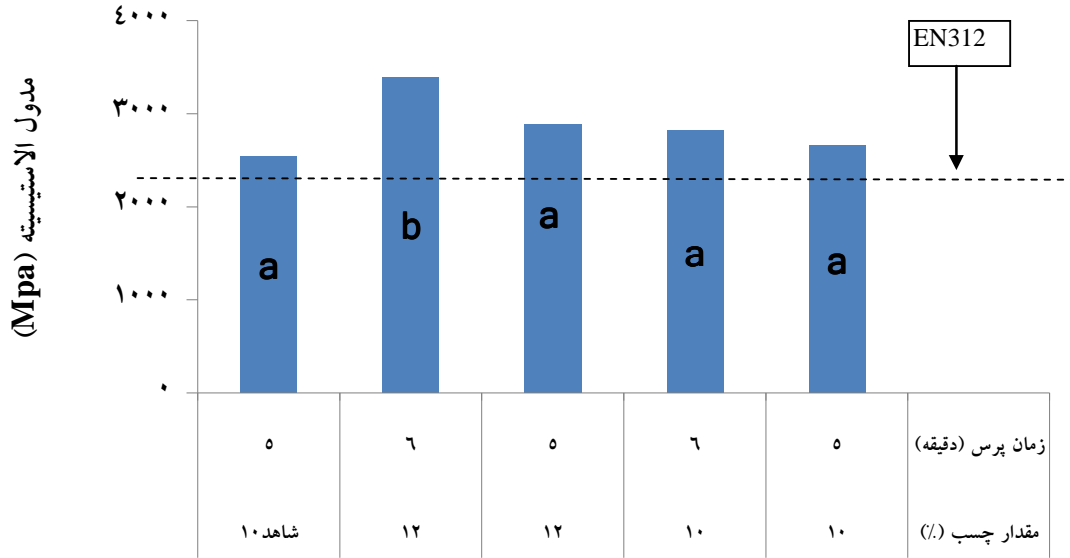


درصد اختلاط ساقه ذرت - خرده چوب

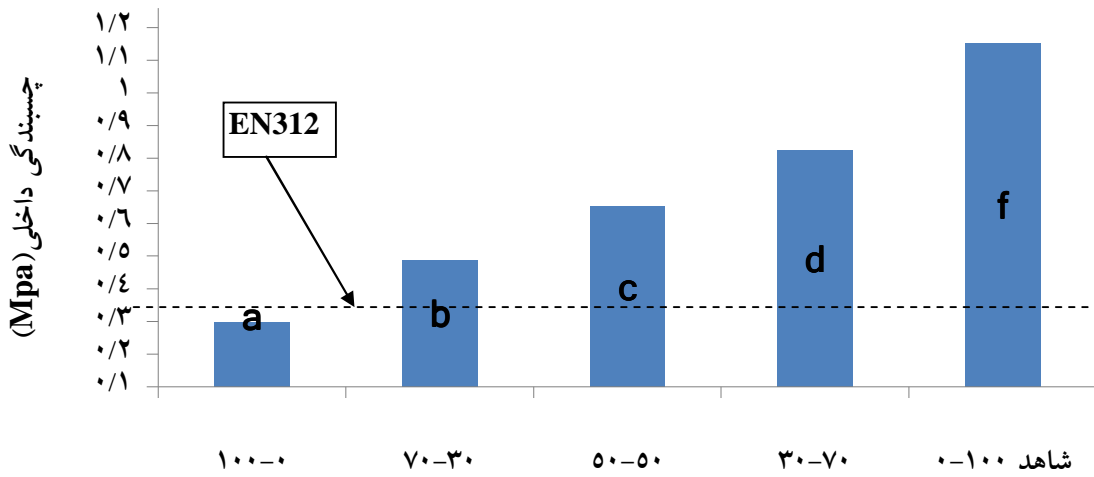
شکل ۶- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر مدول الاستیسیته و گروه‌بندی آن به روش دانکن

می‌باشد و تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۶ دقیقه و چسب ۱۲٪ بیشترین مدول الاستیسیته و تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۵ دقیقه و ۱۰٪ چسب کمترین مدول الاستیسیته را دارند (شکل ۷).

شکل ۶ همچنین نشان می‌دهد که کلیه مقادیر مدول الاستیسیته بالاتر از حد استاندارد EN 312 می‌باشند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که اثر متقابل زمان پرس و مقدار مصرف چسب بر مدول الاستیسیته در سطح اعتماد ۹۹٪ معنی‌دار



شکل ۷- تأثیر متقابل مقدار چسب و زمان پرس بر مدول الاستیسیته و گروه‌بندی آن به روش دانکن

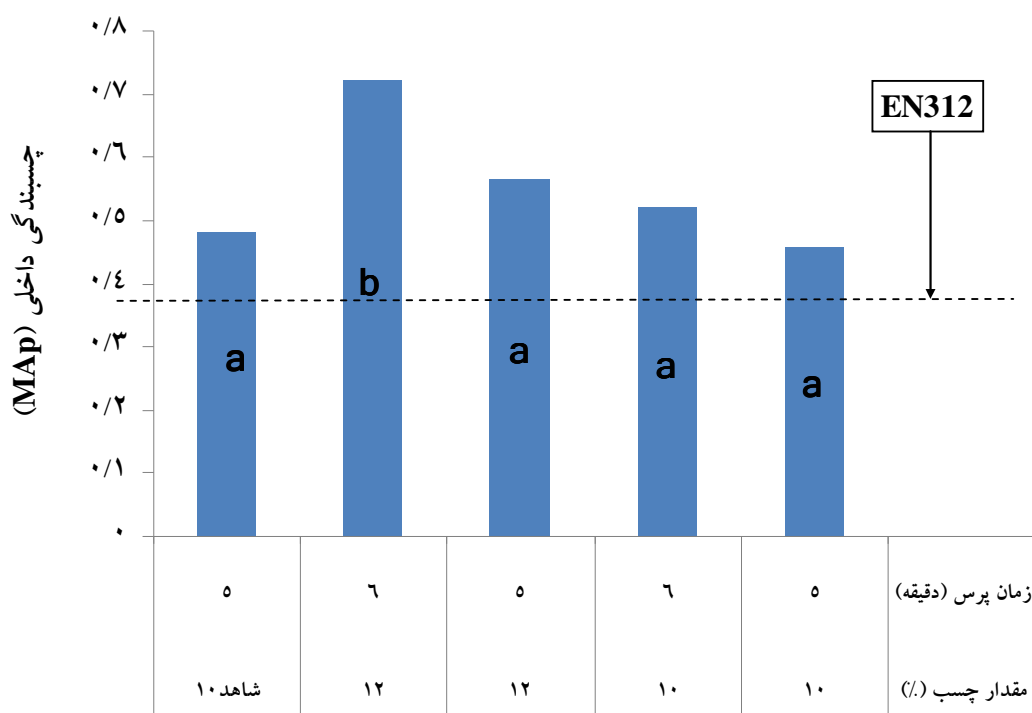


درصد اختلاط ساقه ذرت - خرده چوب

شکل ۸- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر چسبندگی داخلی و گروه‌بندی آن به روش دانکن

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر متقابل درصد اختلاط و مقدار مصرف چسب بر چسبندگی داخلی در سطح اعتماد ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد، به طوری که تخته‌های ساخته شده با ۳۰٪ ساقه‌ذرت و ۱۲٪ چسب بیشترین چسبندگی داخلی و تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰٪ ساقه‌ذرت و ۱۰٪ چسب کمترین مقاومت چسبندگی داخلی را دارند. همچنین جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر متقابل زمان پرس و مقدار مصرف چسب بر چسبندگی داخلی در سطح اعتماد ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد، به طوری که تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۶ دقیقه و مصرف چسب ۱۲٪ بیشترین چسبندگی داخلی و تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۵ دقیقه و ۱۰٪ چسب کمترین چسبندگی داخلی را دارند (شکل ۹). البته با توجه به شکل ۹، در کلیه تخته‌ها میزان چسبندگی داخلی از استاندارد EN 312 بالاتر بوده است.

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر مستقل درصد اختلاط بر چسبندگی داخلی در سطح اعتماد ۹۹٪ معنی‌دار است. نتایج نشان داد که به غیر از تخته‌های شاهد، بیشترین مقدار چسبندگی داخلی را تخته‌های حاوی ۳۰٪ ساقه‌ذرت و کمترین مقدار آن را تخته‌های حاوی ۱۰۰٪ ساقه‌ذرت دارند (شکل ۸). همچنین اثرات مستقل مقدار چسب و زمان پرس بر چسبندگی داخلی در سطح اعتماد ۹۹٪ معنی‌دار بوده است، به طوری که بیشترین مقدار چسبندگی داخلی به ترتیب در میزان مصرف ۱۲٪ رزین و زمان پرس ۶ دقیقه به دست آمده است. شکل ۸، همچنین نشان می‌دهد که در صورت استفاده از ۳۰ و ۵۰ درصد ساقه‌ذرت، مقادیر چسبندگی داخلی بیشتر از استاندارد EN312 خواهد بود.



شکل ۹- تأثیر متقابل مقدار چسب و زمان پرس بر چسبندگی داخلی و گروه‌بندی آن به روش دانکن

بحث

افزایش سطح ویژه ذرات و در نتیجه افزایش سطح چسب‌خوری شده، بنابراین در یک میزان مشخص مصرف رزین میزان چسب‌خوری ذرات کمتر می‌شود (دوست حسینی، ۱۳۸۰؛ رنگ‌آور و همکاران، ۱۳۹۰؛ رسام و همکاران ۱۳۹۰). دلیل افزایش مدول الاستیسیته، مقاومت‌خمش و چسبندگی داخلی با افزایش میزان چسب این است که با افزایش مقدار چسب میزان اتصالات بین ذرات بیشتر می‌گردد. همچنین دلیل افزایش مقاومت‌خمش، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌ها با افزایش زمان پرس این است که افزایش زمان پرس باعث پلیمر شدن بهتر چسب و افزایش اتصال بین خرده‌ها می‌گردد (رنگ‌آور و همکاران، ۱۳۹۰؛ کارگرفرد و همکاران، ۱۳۸۶).

نتایج همچنین نشان داد که با افزایش ساقه‌ذرت، زمان پرس و میزان چسب و اکشیدگی ضخامت کاهش می‌یابد. دلیل این امر آن است که وجود مواد معدنی در ساقه‌ذرت (جدول ۲) تمایل آن را به جذب آب و به تبع آن واکشیدگی ضخامت کاهش می‌دهد. همچنین با افزایش زمان پرس، پلیمر شدن بهتر چسب و افزایش اتصال بین خرده‌ها در لایه‌های مختلف تخته صورت می‌گیرد (رنگ‌آور و همکاران ۱۳۹۰). از سوی دیگر، با افزایش مقدار چسب، میزان آغشتگی خرده‌ها به چسب بیشتر شده و همچنین با افزایش میزان چسب، مقدار ملامین فرمالدهید که مقاوم به آب است، در تخته بیشتر می‌شود که باعث کاهش واکشیدگی ضخامت می‌گردد (کارگرفرد و همکاران، ۱۳۸۶؛ رنگ‌آور و همکاران، ۱۳۹۰؛ رسام و همکاران ۱۳۹۰).

مقایسه‌ی کلیه‌ی ویژگی‌ها با استاندارد EN 312، نشان داد که اگر ۵۰ درصد ساقه‌ذرت همراه با مصرف ۱۲

براساس نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده از ساقه‌ذرت، افزایش ساقه‌ذرت تا ۷۰٪ باعث افزایش مقاومت‌خمش و مدول الاستیسیته در تخته‌ها گردید که دلیل آن بالا بودن ضریب‌کشیدگی خرده‌های ساقه‌ذرت و همچنین بالا بودن ضریب‌فشرده‌گی تخته‌ها می‌باشد که ضمن برقراری پیوستگی بیشتر بین ذرات باعث افزایش مقاومت‌خمش و مدول الاستیسیته تخته‌ها می‌گردد (دوست حسینی ۱۳۸۰، رنگ‌آور و همکاران ۱۳۹۰ و رسام و همکاران ۱۳۹۰). همچنین دلیل دیگر افزایش مدول الاستیسیته در تخته‌های حاوی خرده‌های ذرت وجود مقادیر بیشتر مواد معدنی (جدول ۲) در ساقه‌ذرت است که به دلیل داشتن سختی بالاتر منجر به افزایش سختی در تخته‌های حاصل شده است (Han, 2001، رسام و همکاران ۱۳۹۰). دلیل این که تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰٪ ساقه‌ذرت بیشترین مقاومت‌خمش و مدول الاستیسیته را با توجه به نتایج گرفته شده نداشتند، این بود که این تخته‌ها پس از ساخت، برگشت ضخامت داشته و دانسیته آنها کاهش یافت (جدول ۵). نتایج این بررسی همچنین نشان داد که با افزایش درصد اختلاط ساقه‌ذرت میزان چسبندگی داخلی تخته‌ها کاهش می‌یابد، به طوری که بیشترین چسبندگی داخلی را تخته‌های ساخته شده با ۳۰٪ ساقه‌ذرت و ۷۰٪ خرده‌چوب و کمترین مقدار چسبندگی داخلی مربوط به تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰٪ ساقه‌ذرت می‌باشد. دلیل کاهش چسبندگی داخلی با افزایش ساقه‌ذرت به دلیل وجود مواد معدنی بیشتر که سطح الیاف را می‌پوشاند و باعث عدم اتصال مناسب بین ذرات می‌شود، می‌باشد (Han, 2001) و همچنین دانسیته کمتر خرده‌های ساقه‌ذرت منجر به

- کارگرفرد، ا.، نوربخش، ا.، جهان لیبیاری، ا.، حاجی حسینی، ر. ۱۳۸۶، بررسی استفاده از ساقه ذرت در ساخت تخته خرده چوب، نود و چهارمین گردهمایی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

- قطب الدین، ف.، خادمی اسلام، ح.، نوربخش، ا.، طلایی پور، م. ۱۳۸۹، تأثیر برخی از متغیرهای تولید بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب ساخته شده از گونه توسکا به وسیله دو چسب UF و MUF، دو فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، جلد ۲۵، شماره ۲، ۲۱۰-

۲۰۱

- Akgül, M., Güler, C., Üner, B. 2010, Opportunities in utilization of agricultural residues in bio-composite production: Corn stalk (*Zea may indurata* Sturt) and oak wood (*Quercus Robur* L.) fiber in medium density fiberboard, African Journal of Biotechnology, Vol. 9 (32), pp. 5090-5098
- EN 312-6, 2003. particleboard-specification.part6.requirements for general purpose board for use in dry conditions. European committee for standardization, Brussels, Belgium
- EN 312-7, 2003. Particleboard-specification.part7.requirements for board for interior fitments (including furniture) for use in dry conditions. European committee for standardization, russels, Belgium
- EN 312- 9, 1996. Particleboard-specification. Part9. Requirements for load-bearing boards for use in dry condition. European committee for standardization russels, Belgium
- Gertjeansen, R.O., Haygreen, J.G., French, D.W. (1972), Particleboard from aspen flakes and sunflower hulls. Tech. Bull. No. 290. Univ. of Minesota Agri. Expt. Sta., St. Paul, MN. 5pp
- Han, G. (2001), Development of high-performance Reed and Wheat straw composite Panels, WOOD RESEARCH, No. 88, 19-39

درصد رزین اوره - ملامین فرمالدهید و زمان پرس ۶ دقیقه به کار رود، می توان تخته‌هایی با کلیه‌ی خواص مطلوب و بالاتر از حد استاندارد تولید نمود.

منابع مورد استفاده

- برزگر شیری، م.، امیدوار، ا. ۱۳۸۹، بررسی فنی و اقتصادی امکان استفاده از پسماند ذرت دانه‌ای در صنایع چوب و کاغذ با تاکید بر صنعت چوب پلاستیک دومین همایش ملی چوب و جنگل خرداد ۱۳۸۹ دانشگاه آزاد آستارا
- تسوجی، م.، طبرسا، ت.، محمدی، ع. و زینلی، ف. ۱۳۸۷، اولین همایش ملی تأمین مواد اولیه و توسعه صنایع چوب و کاغذ کشور با عنوان بررسی تأثیر استفاده از اختلاط اوره فرمالدهید و ملامین فرمالدهید در ساخت تخته خرده از کاه گندم اول آبان ۱۳۸۷، دانشگاه گلستان، گرگان
- دوست حسینی، ک. ۱۳۸۰، صفحات فشرده چوبی، انتشارات دانشگاه تهران. ۶۴۸ صفحه
- دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، ۸۹-۱۳۸۸. آمارنامه کشاورزی، جلد اول، محصولات زراعی، انتشارات وزارت جهاد کشاورزی ایران
- رسام، غ.، رنگ آورح، تقی یاری ح.، طاهری ع. ۱۳۹۰، بررسی امکان استفاده از ساقه آفتاب گردان در ساخت تخته خرده چوب، مجله صنایع چوب و کاغذ ایران؛ ۲(۲):۸۳-۹۷
- رنگ آورح، رسام غ.، آقا گل پور و. ۱۳۹۰، بررسی امکان استفاده از پسماند ساقه کلزا در ساخت تخته خرده چوب. مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل. جلد هجدهم، شماره ۱: ۱۰۴-۹۱

Investigating the possibility of particleboard manufacture using corn (*zea mays*) stalks

Rassam, G.¹, Azadifard, M.*², Kargarfard, A.³, and Fazeli, F.⁴

1-Assistant Professor, Department of wood science and technology, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran.

2*- Corresponding author, M.Sc., Student, Wood Industries, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran.

Email: masoud.azadi90@yahoo.com

3- Associate Professor, Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

4- Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Science, Shahid Rajaei Teacher Training University

Received: Aug., 2012

Accepted: May, 2013

Abstract

The purpose of this study was to examine the physical and mechanical properties of particleboard made using corn stalk. Mixtures of corn stalks and industrial wood particles at the ratios of 0:100, 30:70, 50:50, 70:30, urea-melamine formaldehyde resin at two levels of 10 and 12% (based on the dry weight of the particles) and two press times of 5 and 6 minutes were used for the production of laboratory particleboard. Physical and mechanical properties including water absorption and thickness swelling after 24 hours soaking in water, modulus of rupture, modulus of elasticity and internal bonding were measured and the data were statistically analyzed. It was observed that the increase in corn stalk particles in the mixture resulted in reduction of water absorption, thickness swelling after 24- hours water soaking and the internal bonding. The modulus of rupture and elasticity of the boards were increased at higher ration of corn stalk particles. The higher dosage of resin and higher press time imposed significant effect on all properties boards and improving properties were reached. In general, comparing the produced boards properties with EN 312 requirements, the boards produced using 70% corn stalk particles, 12% urea-melamine formaldehyde and 6 minutes press time showed optimal properties.

Key words: Particleboard, corn stalk, press time, MOR, MOE, thickness swelling