فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۸، شمارهٔ ٤، صفحهٔ ٦٢٧-٦١٣، (١٣٩٢)

بررسی امکان ساخت تخته خرده‌چوب از ساقه‌ذرت دانه‌ای

غنچه رسام[١]، مسعود آزادی‌فر[٢*] ابوالفضل کارگرفرد[٣] و فائزه فاضلی[٤]

١- استادیار، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران
٢*- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران
پست‌الکترونیک: masoud.azadi90@yahoo.com
٣- دانشیار، صنایع چوب و کاغذ، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران
٤- استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

تاریخ دریافت: مرداد ١٣٩١ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ١٣٩٢

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 ۱۰۰:۰، ۷۰:۳۰، ۵۰:۵۰، ۳۰:۷۰، رزین‌اوره – ملامین‌فرمالدهید در دو مقدار ۱۰ و ۱۲ درصد و زمان پرس ۵ و ٦ دقیقه برای ساخت تخته‌های خرده چوب در نظر گرفته شدند. خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها شامل جذب آب و واکشیدگی ضخامت بعد از ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب، مدول‌گسیختگی، مدول‌الاستیسیته و چسبندگی‌داخلی اندازه‌گیری و کلیه داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزایش ذرات ساقه‌ی ذرت منجر به کاهش واکشیدگی ضخامت، جذب آب پس از ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب و چسبندگی‌داخلی شده ولی باعث افزایش مدول‌گسیختگی و مدول‌الاستیسیته 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 ٦ دقیقه، می‌توان تخته خرده چوب با خواص مطلوب تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: تخته خرده‌چوب، ساقه‌ذرت، زمان پرس، مقاومت خمشی، مدول‌الاستیسیته، واکشیدگی ضخامت.

مقدمه

امروزه تأمین مواد اولیه‌ی مورد نیاز صنایع تولید کننده‌ی فرآورده‌های خرده چوب از یک سو و حفظ منابع جنگلی از سوی دیگر اهمیّت بسیار زیادی یافته است. محققان و کارشناسان در سراسر دنیا ازجمله ایران به ارائه‌ی راهکارهای مختلفی جهت تأمین ماده اولیه‌ی مورد نیاز صنایع فراورده‌های مرکب چوب پرداخته‌اند؛ به‌عنوان‌مثال 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 ٤٠ سال دارد. در سال

Archive of SID
www.SID.ir

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 دویست 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، ازجمله:

کارگرفرد و همکاران (۱۳۸٦) در تحقیقی به استفاده از ساقه‌ی ذرت دانه‌ای همراه و خرده چوب صنوبر در نسبت‌های مختلف اختلاط همراه با رزین اوره‌فرمالدهید در ساخت تخته خرده‌چوب اقدام نمودند. نتایج نشان داد که استفاده از ۲۵ تا ۵۰ درصد ساقه‌ی ذرت به‌عنوان ماده‌ی لیگنوسلولزی جهت تولید تخته خرده‌چوب با خواص استاندارد قابل توصیه است.

کریمی و همکاران (۱۳۸۷) از مخلوط الیاف ساقه‌ذرت و الیاف صنعتی در ساخت تخته فیبر دانسیته متوسط در زمان‌های پرس مختلف به این نتیجه رسیدند که افزایش میزان الیاف ساقه‌ذرت در تخته‌ها، موجب کاهش مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته گردیده است؛ درحالی‌که چسبندگی‌داخلی، واکشیدگی ضخامت و جذب آب بعد از ۲ و ۲٤ غوطه‌وری آنها افزایش پیدا کرده است. افزایش زمان پرس سبب بهبود چسبندگی‌داخلی تخته‌ها گردید. در نهایت، بهترین تیمار در این مطالعه استفاده از ۱۵ درصد الیاف ساقه‌ذرت، در زمان پرس ۷ دقیقه می‌باشد.

رنگ‌اور و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی امکان ساخت تخته خرده‌چوب با استفاده از ساقه کلزا در نسبت اختلاط‌های مختلف با خرده‌چوب صنعتی پرداختند. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که استفاده از ساقه کلزا در ساخت تخته خرده‌چوب سبب افزایش مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته نمونه‌ها شده است اما بعکس باعث کاهش چسبندگی‌داخلی و افزایش واکشیدگی ضخامت و جذب آب ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب می‌گردد. استفاده از ۷۵٪ ساقه کلزا و ۱۲٪ چسب و زمان پرس ٦ 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 خرده‌چوب صنعتی در ساخت تخته مرکب، ضمن اشاره بر تأثیر مواد معدنی موجود در ساقه گیاه آفتاب‌گردان بر افزایش مدول‌الاستیسیته و نیز بالاتر بودن مقاومت‌خمشی تخته‌های حاوی ۷۰ درصد ذرات ساقه آفتاب‌گردان به دلیل بالا بودن ضریب‌کشیدگی 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 ساقه‌ذرت و الیاف چوب بلوط همراه با رزین اوره‌فرمالدهید در ساخت تخته فیبر دانسیته متوسط پرداختند. کلیه‌ی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها تحت تأثیر مصرف الیاف ساقه‌ذرت قرار گرفتند اما خواص مکانیکی تخته‌ها حداقل مقادیر لازم مطابق با

Archive of SID

www.SID.ir

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، به‌دلیل داشتن این مواد معدنی، منجر به کاهش اتصال مناسب بین ذرات در تخته‌ها شده و چسبندگی‌داخلی در تخته را کاهش می‌دهد.

به‌طورکلی در بسیاری از تحقیقات ذکر شده، استفاده از ضایعات گیاهان کشاورزی منجر به افزایش مقاومت‌خمشی و کاهش چسبندگی‌داخلی در تخته‌ها گردیده است که این امر عمدتاً به دلیل مقادیر بیشتر ضریب‌کشیدگی خرده‌ها و همچنین ضریب‌فشردگی بیشتر تخته‌های حاصل از این مواد بوده است. افزایش ضریب‌کشیدگی به‌ترتیب منجر به افزایش مقاومت‌خمشی و کاهش چسبندگی‌داخلی در تخته‌های حاصل می‌گردد. همچنین، با افزایش ضریب‌فشردگی، مقاومت‌خمشی 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 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 Pallamnn 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 به‌وسیله 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 ٦٤/٣٪ و ملامین‌فرمالدهید با غلظت ٦٠/٧٪ بوده که از شرکت چسب‌ساز ساری تهیه شد و ترکیب این دو نوع چسب با درصدهای (۵۰ :۵۰) مورد استفاده قرار

Archive of SID

www.SID.ir

گرفت. عوامل متغیر شامل دو سطح چسب ۱۰ و ۱۲ درصد (براساس وزن خشک خرده‌چوب مصرفی)، زمان پرس در دو سطح ۵ و ٦ دقیقه و درصد اختلاط ساقه‌ذرت با خرده‌چوب صنعتی در ٤ 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 ١٦ میلی‌متر و دمای پرس ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد برای تمام تیمارها ثابت در نظر گرفته شده است. همچنین به‌منظور 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 ضریب‌کشیدگی 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. به‌منظور تشکیل کیک خرده‌چوب از یک قالب چوبی به ابعاد ٤۰×٤۰ 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 به‌وسیله پرس گرم آزمایشگاهی انجام گردید. در این تحقیق با توجه به سه عامل متغیر ترکیب ماده چوبی، میزان مصرف چسب و زمان پرس و در نظر گرفتن ٤ تکرار برای هر تیمار در مجموع ٦٤ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. پس از پایان مرحله پرس به‌منظور مشروط‌سازی و یکنواخت‌سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل‌سازی 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 مقاومت‌خمشی (MOR) و مدول‌الاستیسیته ((MOE، براساس استاندارد EN310، تعیین مقاومت چسبندگی‌داخلی (IB) براساس استاندارد EN319، تعیین واکشیدگی ضخامت و جذب آب بعد از ٢٤ 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.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

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 ٤٥ درصد ذرات خرده چوب صنعتی می‌باشد که در ایجاد یک درهم رفتگی و فشردگی مناسب در تخته‌های نهایی بسیار موثر و با اهمیّت می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس اثر عوامل مستقل و متقابل عوامل متغیر بر ویژگی‌های مختلف در جدول (٤) آورده شده است.

همان‌طور که در جدول ٤ مشاهده می‌گردد اثرات مستقل درصد اختلاط، مقدار چسب و زمان پرس در سطح اعتماد ۹۹٪ بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب، معنی‌دار بوده 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 ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب را دارند. همچنین کمترین واکشیدگی ضخامت پس از ۲٤ 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 ٦ 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.

جدول ۱- میانگین ابعاد خرده چوب‌های صنعتی و خرده‌های ساقه‌ذرت

نوع ماده چوبی	طول (mm)	ضخامت (mm)	**عرض (mm)**	**ضریب‌کشیدگی**
خرده‌چوب صنعتی	۲۰/۲	۱/۱۱	۳/۳۵	۱۸/۰۱
خرده‌های ساقه‌ذرت	۱۸/۱۲	۰/۷۵	۱/٤۸	۲٤/۱٦

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

محقق(ماده چوبی)	سلولز (٪)	لیگنین (٪)	خاکستر (٪) (مواد معدنی)	مواد استخراجی (٪)
برزگر شیری (ذرت)	٥٤/٥۳	۲۱/۳	٦/٦	۹/۸
بهین (ذرت)	۲۹/٦٦	۱۹/۷	۷/۷٦	۲٥/٦
ابراهیمی (چوب)	٤٥	۲۲	۰/۲-۰/۳	۲-۲٥

Archive of SID

www.SID.ir

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

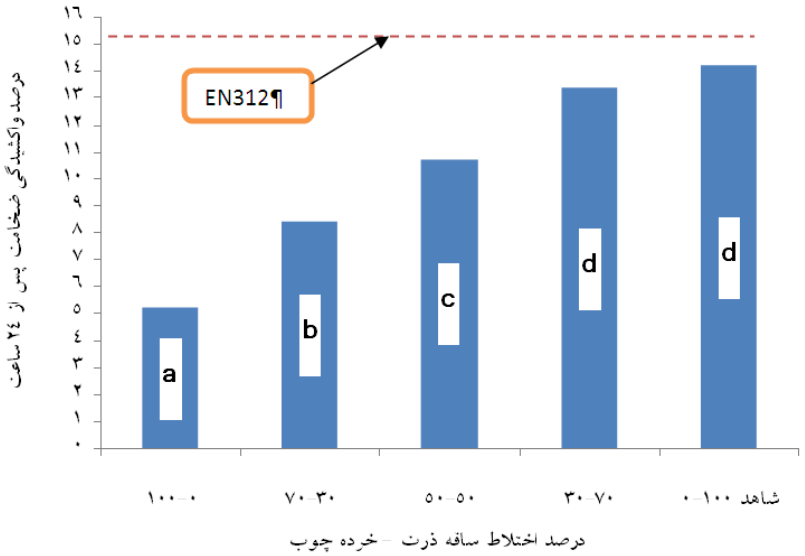
جدول ٤- نتایج جدول تجزیه واریانس برای ویژگی‌های مختلف

منابع تغییر	مقاومت خمشی (MPa)	مدول‌الاستیسیته (MPa)	چسبندگی‌داخلی (MPa)	جذب آب پس از ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب (٪)	واکشیدگی ضخامت پس از ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب (٪)
درصداختلاط A	۵/۵٦٦ **	۲٦/۰٦۳ **	۱٤۷/۹۹۳ **	۹/۳۱٦ **	۳۳۱/۲٤۱ **
مصرف‌چسب B	۱۵/۱۷۵ **	٤۲/۸۸۷ **	۷۰/٦۵۱ **	٤۱/۲۷۲ **	۵۳/۷۵۳ **
زمان پرس C	٤/۸۱۸ *	۲۹/٦٤٦**	۳٦/۰۳۱ **	۵/۳۹۷ *	۸/۰۱۱**
AB	۳/٦۸۸ *	۰/۲٤۲n.s	۳/۰۱۸ *	۱/۰۳۰ n.s	۸/۵۹٦ **
AC	۰/٦۷٦ n.s	۰/۳۹۸n.s	۰/٤۳۳ n.s	۰/۷۲۵ n.s	۳/۸۵۳ *
BC	۱/٤۲۳ n.s	۷/۸٦۸**	٦/۷۹٦ *	۰/۰۲۰ n.s	۱/۳۰۷ n.s
ABC	۱/۰٦۰ n.s	۰/۸۵۲ n.s	۰/٤٦۲n.s	۰/۲۹۳ n.s	۰/٤۰٦ n.s

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

جدول ۵- دانسیته تخته‌ها پس از ساخت

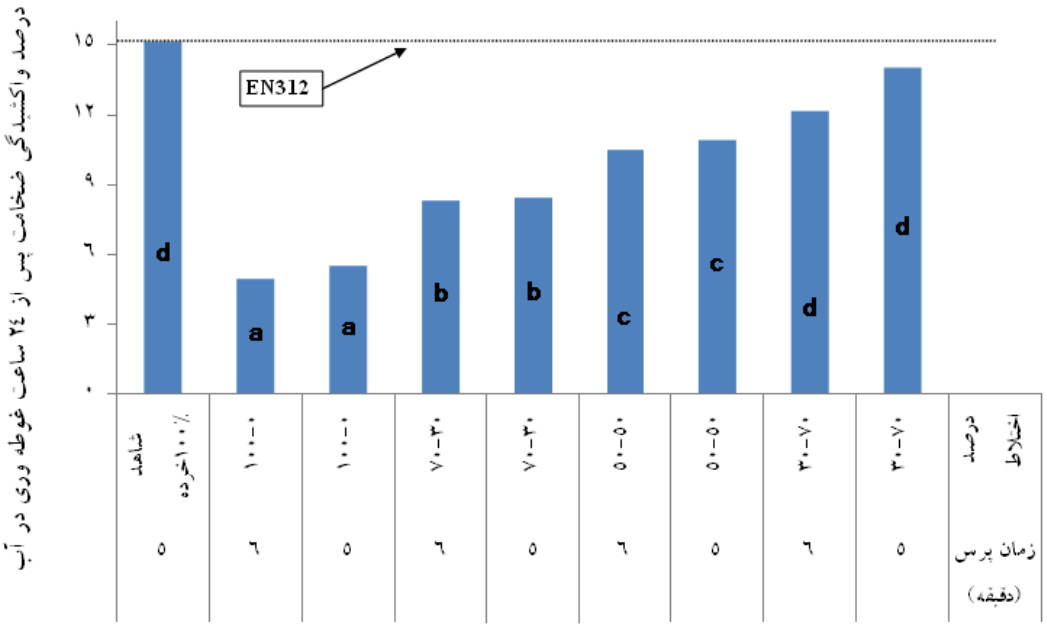
درصد اختلاط (خرده چوب- ساقه‌ذرت)	۰-۱۰۰	۷۰-۳۰	۵۰-۵۰	۳۰-۷۰	۰-۱۰۰ شاهد
دانسیته (g/cm^3)	۰/٦۲	۰/۷۲	۰/۷٤	۰/۷٤۵	۰/۷۵



شکل ۱- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب و گروه‌بندی آن به روش دانکن

www.SID.ir

نتایج نشان داد که اثر متقابل درصد اختلاط و مقدار مصرف چسب بر واکشیدگی ضخامت پس از ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب در سطح اعتماد ۹۹٪ معنی‌دار می‌باشد، به‌طوری‌که تخته‌های ساخته شده با ۳۰٪ ساقه‌ذرت و ۱۰٪ درصد چسب بیشترین و تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰٪ ساقه‌ذرت و ۱۲٪ چسب کمترین واکشیدگی ضخامت طی ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب را داشتند. همچنین اثر متقابل درصد اختلاط و زمان پرس بر واکشیدگی ضخامت پس از ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب در سطح اعتماد ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد به‌طوری‌که تخته‌های ساخته شده با ۳۰٪ ساقه‌ذرت و زمان پرس ۵ دقیقه بیشترین و تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰٪ ساقه‌ذرت و زمان پرس ٦ دقیقه کمترین واکشیدگی ضخامت را پس از ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب دارند (شکل ۲)

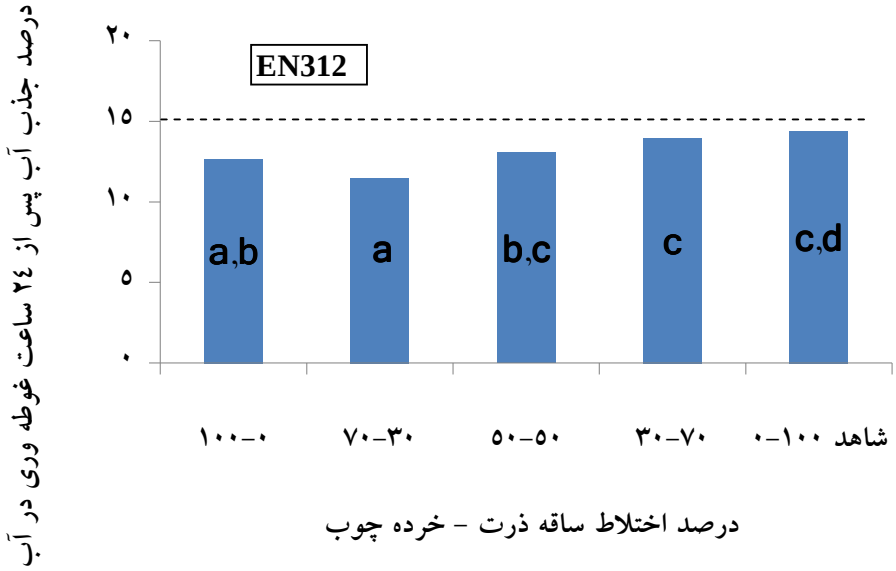


شکل ۲- تأثیر متقابل درصد اختلاط و زمان پرس بر واکشیدگی ضخامت پس از ٢٤ ساعت و گروه‌بندی آن به روش دانکن

شکل ۲ نشان می‌دهد که در کلیه‌ی درصد اختلاط‌ها و نیز هر دو زمان پرس (۵ و ٦ دقیقه) مقادیر واکشیدگی 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 اعتماد ۹۵٪ بر جذب آب پس از ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب معنی‌دار بوده است. تخته‌های حاوی ۳۰٪ ساقه‌ذرت، بیشترین و تخته‌های حاوی ۱۰۰٪ ساقه‌ذرت کمترین میزان جذب آب پس از ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب را دارند (شکل ۳). همچنین کمترین میزان جذب آب پس از ٢٤

www.SID.ir

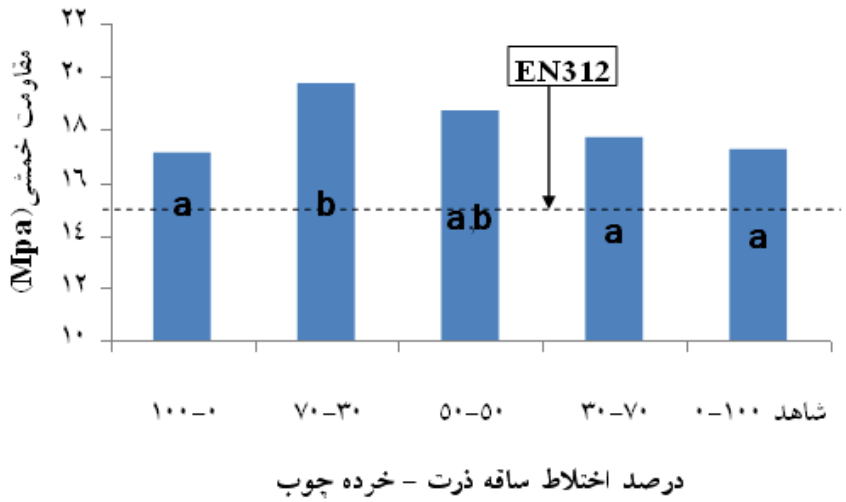
ساعت غوطه‌وری در آب را تخته‌های حاوی ۱۲٪ چسب و بیشترین مقدار آن را تخته‌های ساخته شده با ۱۰٪ چسب دارا می‌باشند. به همین ترتیب کمترین میزان جذب آب پس از ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب را تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ٦ دقیقه و بیشترین مقدار آن را تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۵ دقیقه دارا می‌باشند. همچنین مطابق شکل ۳، کلیه‌ی مقادیر جذب آب بهتر از حد استاندارد EN 312 بوده‌اند.



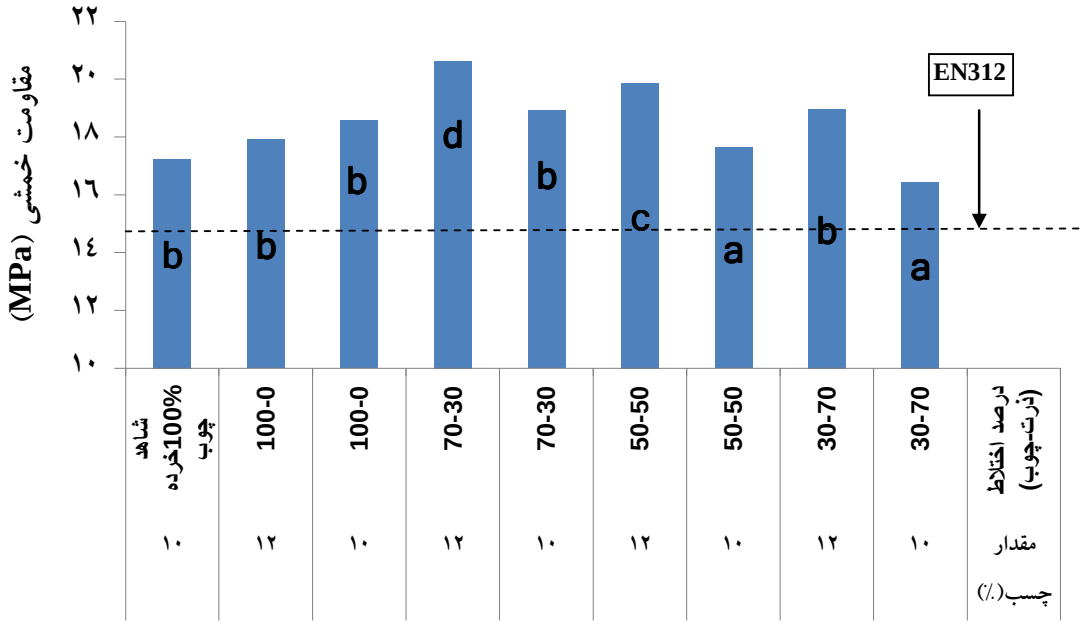
شکل ۳- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر جذب آب پس از ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب و گروه‌بندی به روش دانکن

جدول تجزیه واریانس (جدول ٤) نشان می‌دهد که اثرات مستقل درصد اختلاط و مقدار چسب در سطح اعتماد ۹۹٪ و زمان پرس در سطح اعتماد ۹۵٪ بر مقاومت‌خمشی معنی‌دار است. نتایج نشان داد که بیشترین مقاومت‌خمشی را تخته‌های حاوی ۷۰٪ ساقه‌ذرت و کمترین مقدار آن بعد از تخته شاهد مربوط به تخته‌های حاوی۳۰٪ ساقه‌ذرت است (شکل ٤)، اگرچه تخته‌های حاوی ۵۰ درصد ساقه‌ذرت نیز مقادیر مقاومت‌خمشی بالاتر از حد استاندارد EN312 داشته‌اند. همچنین بیشترین مقدار مقاومت‌خمشی مربوط به تخته‌های ساخته شده با ۱۲٪ چسب و کمترین مقدار آن مربوط به تخته‌های ساخته شده با ۱۰٪ چسب است. به‌همین ترتیب کمترین میزان مقاومت‌خمشی را تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۵ دقیقه و بیشترین مقدار آن را تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ٦ دقیقه دارا می‌باشند.

Archive
www.SID.ir



شکل ٤- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر مقاومت‌خمشی و گروه‌بندی آن به روش دانکن

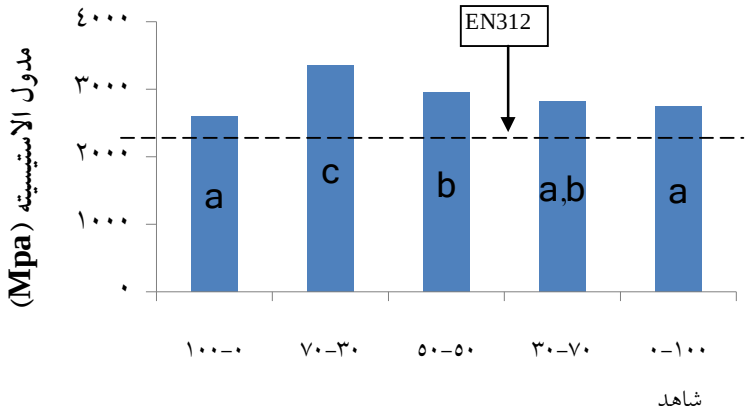


شکل ۵- تأثیر متقابل درصد اختلاط و مقدار چسب بر مقاومت خمشی و گروه‌بندی آن به روش دانکن

www.SID.ir

اثر متقابل درصد اختلاط و مقدار مصرف چسب بر مقاومت‌خمشی نیز در سطح اعتماد ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد، به‌طوری‌که تخته‌های ساخته شده با ۷۰٪ ساقه‌ذرت و مصرف ۱۲٪ چسب، بیشترین مقاومت‌خمشی و تخته‌های ساخته شده با ۳۰٪ ساقه‌ذرت و ۱۰٪ چسب کمترین مقاومت‌خمشی را دارند (شکل ۵).

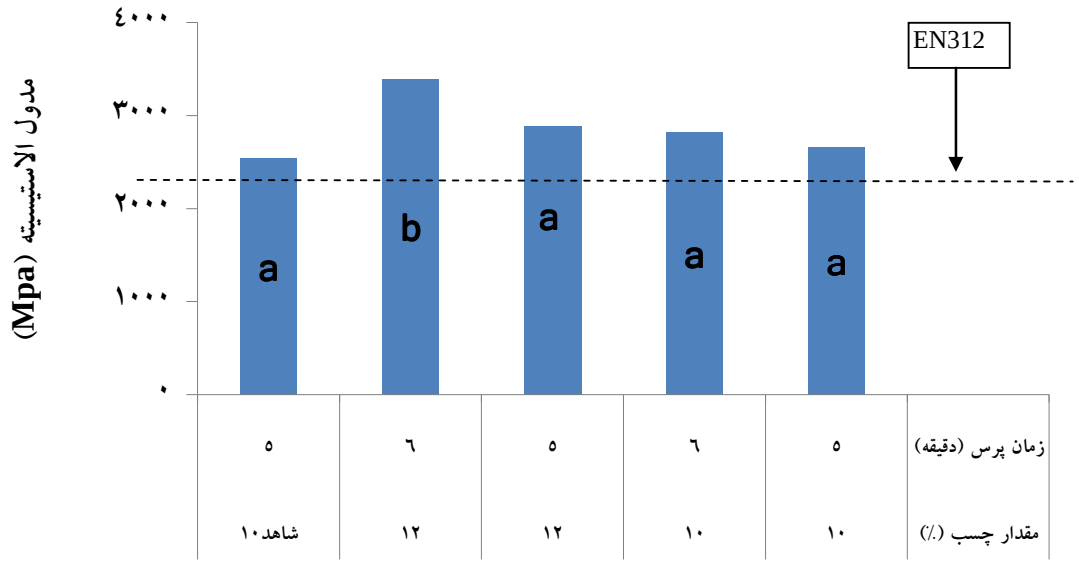
جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثرات مستقل درصد اختلاط، مقدار چسب و زمان پرس بر مدول‌الاستیسیته در سطح اعتماد ۹۹ ٪ معنی‌دار است. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار مدول‌الاستیسیته را تخته‌های حاوی ۷۰٪ ساقه‌ذرت و کمترین مقدار آن را تخته‌های حاوی ۳۰٪ ساقه‌ذرت دارند (شکل ٦). همچنین بیشترین مقدار مقاومت‌خمشی 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 مدول‌الاستیسیته را تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۵ دقیقه و بیشترین مقدار آن را تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ٦ دقیقه دارا می‌باشند.



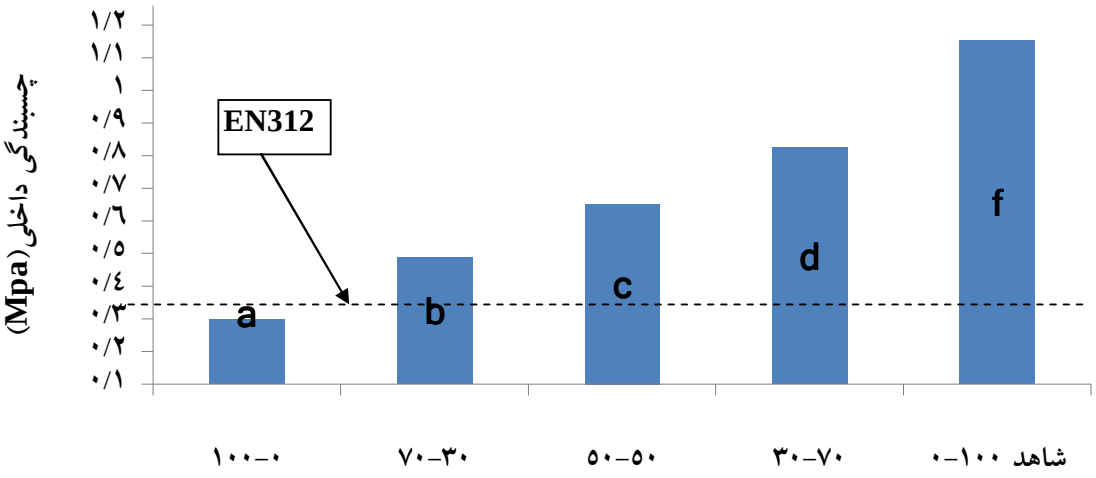
شکل ٦- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر مدول‌الاستیسیته و گروه‌بندی آن به روش دانکن

شکل ٦ همچنین نشان می‌دهد که کلیه‌ی مقادیر مدول‌الاستیسیته بالاتر از حد استاندارد EN 312 می‌باشند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که اثر متقابل زمان پرس و مقدار مصرف چسب بر مدول‌الاستیسیته در سطح اعتماد ۹۹٪ معنی‌دار می‌باشد و تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ٦ دقیقه و چسب ۱۲٪ بیشترین مدول‌الاستیسیته و تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۵ دقیقه و ۱۰٪ چسب کمترین مدول‌الاستیسیته را دارند (شکل ۷).

www.SID.ir



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

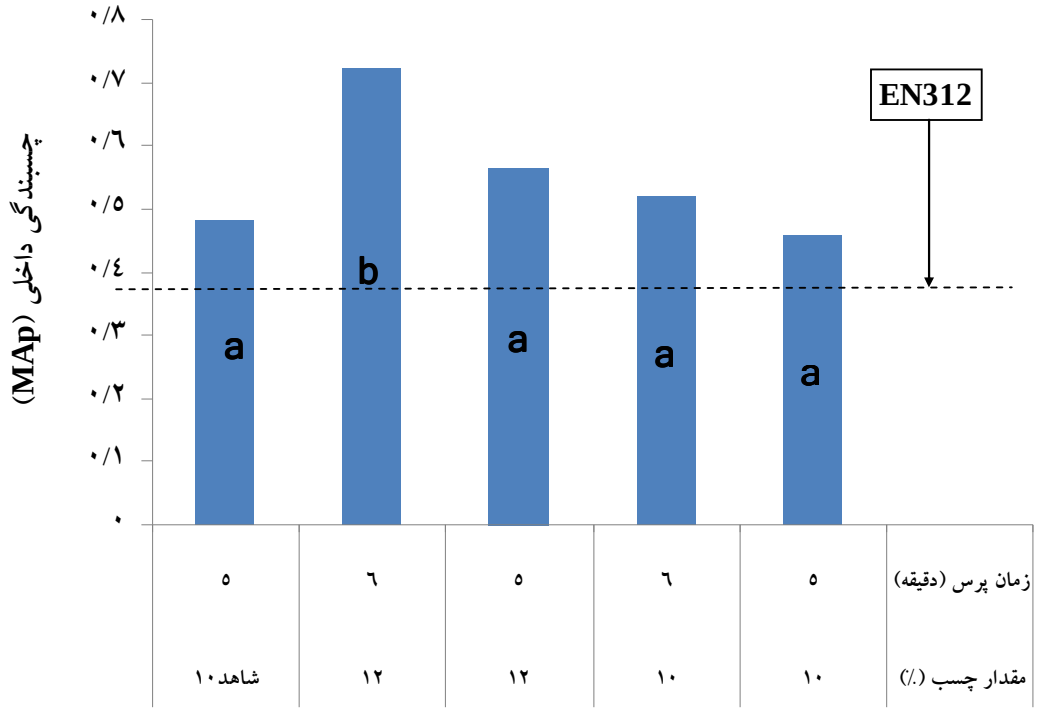


شکل ۸- تأثیر مستقل درصد اختلاط بر چسبندگی‌داخلی و گروه‌بندی آن به روش دانکن

www.SID.ir

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر مستقل درصد اختلاط بر چسبندگی‌داخلی در سطح اعتماد ۹۹ ٪ معنی‌دار است. نتایج نشان داد که به غیر از تخته‌های شاهد، بیشترین مقدار چسبندگی‌داخلی 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 چسبندگی‌داخلی در سطح اعتماد ۹۹ ٪ معنی‌دار بوده است، به‌طوری‌که بیشترین مقدار چسبندگی‌داخلی به‌ترتیب در میزان مصرف ۱۲٪ رزین و زمان پرس ٦ دقیقه به دست آمده است. شکل ۸ همچنین نشان می‌دهد که در صورت استفاده از ۳۰ و ۵۰ درصد ساقه‌ذرت، مقادیر چسبندگی‌داخلی بیشتر از استاندارد EN312 خواهد بود.

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر متقابل درصد اختلاط و مقدار مصرف چسب بر چسبندگی‌داخلی در سطح اعتماد ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد، به‌طوری‌که تخته‌های ساخته شده با ۳۰٪ ساقه‌ذرت و ۱۲٪ چسب بیشترین چسبندگی‌داخلی و تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰٪ ساقه‌ذرت و ۱۰٪ چسب کمترین مقاومت چسبندگی‌داخلی را دارند. همچنین جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر متقابل زمان پرس و مقدار مصرف چسب بر چسبندگی‌داخلی در سطح اعتماد ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد، به‌طوری‌که تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ٦ دقیقه و مصرف چسب ۱۲٪ بیشترین چسبندگی‌داخلی و تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۵ دقیقه و ۱۰٪ چسب کمترین چسبندگی‌داخلی را دارند (شکل ۹). البته با توجه به شکل ۹، در کلیه‌ی تخته‌ها میزان چسبندگی‌داخلی از استاندارد EN 312 بالاتر بوده است.



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

of SID
www.SID.ir

بحث

براساس نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده از ساقه‌ذرت، افزایش ساقه‌ذرت تا ۷۰٪ باعث افزایش مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته در تخته‌ها گردید که دلیل آن بالا بودن ضریب‌کشیدگی خرده‌های ساقه‌ذرت و همچنین بالا بودن ضریب‌فشردگی تخته‌ها می‌باشد که ضمن برقراری پیوستگی بیشتر بین ذرات باعث افزایش مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته تخته‌ها می‌گردد (دوست حسینی ۱۳۸۰، رنگ‌آور و همکاران ۱۳۹۰ و رسام و همکاران ۱۳۹۰). همچنین دلیل دیگر افزایش مدول‌الاستیسیته 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 مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته 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 چسبندگی‌داخلی تخته‌ها کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که بیشترین چسبندگی‌داخلی را تخته‌های ساخته شده با ۳۰٪ ساقه‌ذرت و ۷۰٪ خرده‌چوب و کمترین مقدار چسبندگی‌داخلی مربوط به تخته‌های ساخته شده با ۱۰۰٪ ساقه‌ذرت می‌باشد. دلیل کاهش چسبندگی‌داخلی 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 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؛ رنگ‌اور و همکاران،۱۳۹۰؛ رسام و همکاران ۱۳۹۰). دلیل افزایش مدول‌الاستیسیته، مقاومت‌خمشی و چسبندگی‌داخلی با افزایش میزان چسب این است که با افزایش مقدار چسب میزان اتصالات بین ذرات بیشتر می‌گردد. همچنین دلیل افزایش مقاومت‌خمشی، مدول‌الاستیسیته و چسبندگی‌داخلی تخته‌ها با افرایش زمان پرس این است که افزایش زمان پرس باعث پلیمر شدن بهتر چسب و افزایش اتصال بین خرده‌ها می‌گردد (رنگ‌اور و همکاران،۱۳۹۰؛ کارگرفرد و همکاران، ۱۳۸٦).

نتایج همچنین نشان داد که با افزایش ساقه‌ذرت، زمان پرس و میزان چسب واکشیدگی 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 (رنگ آور 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، ۱۳۸٦؛ رنگ آور 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

Archive of SID

www.SID.ir

درصد رزین اوره- ملامین فرمالدهید و زمان پرس ٦ دقیقه به کار رود، می‌توان 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 برصنعت 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. ٦٤٨ 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 آور ح.، 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 آور ح.، رسام غ.، آقا گل‌پور 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: ۱۰٤- ۹۱
- کارگرفرد، ا.، نوربخش، ا.، جهان لتیباری، ا.، حاجی حسنی، ر. ۱۳۸٦، بررسی استفاده از ساقه‌ذرت در ساخت تخته خرده چوب، نود و چهارمین گردهمایی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور
- قطب الدین، ف.، خادمی‌اسلام، ح.، نوربخش، ا.، طلایی‌پور، م. ۱۳۸۹، تأثیر برخی از متغیر های تولید بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب ساخته شده از گونه توسکا به وسیله دو چسب UF و MUF، دو فصلنامه ی 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, Blgium
- 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
- Gertjejansen, 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

Archive of SID
www.SID.ir

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

Archive of SID

www.SID.ir