مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد هجدهم، شماره سوم، ۱۳۹۰
www.gau.ac.ir/journals

بررسی مقایسه‌ای خواص چندسازه‌های حاصل از پلی پروپیلن – نرمه سمباده زنی و خاک اره

اسرا حیدری گرجی[۱]، *علیرضا شاکری[۲]، تقی طبرسا[۳] و اصغر امیدوار[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد دانشکده علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه شیمی دانشگاه گلستان، [۳]دانشیار دانشکده علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]استاد دانشکده علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۲/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/٤/۲۲

چکیده

در این پژوهش از نرمه حاصل از سمباده‌زنی نئوپان در ساخت چند سازه چوب- پلاستیک استفاده شد و خواص کیفی آن با چند سازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن مقایسه گردید. نرمه سمباده زنی وآرد چوب به‌صورت جداگانه در سه سطح ۵۰، ٦۰ و ۷۰ درصد اختلاط با پلی‌پروپیلن و دو سطح ٤ و ٦ درصد با MAPP به‌عنوان جفت کننده مخلوط شدند که از ترکیب عوامل بالا ۱۲ تیمار حاصل شد. ساخت چند سازه به روش ناپیوسته توسط پرس گرم انجام گرفت و پس از تهیه نمونه‌های آزمونی، خواص مکانیکی (خمش و سختی) و خواص فیزیکی (جذب آب و واکشیدگی ضخامت) اندازه‌گیری شد. نتایج بیانگر آن بود که به‌طورکلی با افزایش مقدار هر دو نوع پرکننده، مدول گسیختگی کاهش و مدول الاستیسیته خمشی، درصد جذب آب و درصد واکشیدگی ضخامت افزایش یافت. رزین اوره- فرمالدهید موجود در نرمه حاصل از سمباده‌زنی خواص مکانیکی و فیزیکی چندسازه نرمه سمباده‌زنی- پلی‌پروپیلن را نسبت به چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن در یک سطح پرکننده کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: چند سازه، نرمه سمباده‌زنی، خاک اره، پلی‌پروپیلن

*مسئول مکاتبه: shakeri@gau.ac.ir

مقدمه

در کاربردهای مهندسی اغلب به تلفیق مواد نیاز است و از آنجا که نمی‌توان ماده‌ای یافت که به تنهایی همه خواص مورد نظر را دارا باشد، استفاده از چندسازه‌ها بخشی از این مشکل را برطرف می‌سازد. چندسازه‌ها رده‌ای از محصولات پیشرفته هستند که در آنها از ترکیب مواد ساده به‌منظور ایجاد محصولاتی جدید با خواص فیزیکی و مکانیکی بهتر استفاده شده است. اجزای تشکیل دهنده ویژگی خود را حفظ کرده، در یکدیگر حل نشده و با هم ترکیب نمی‌شوند از آنجایی که امروزه به‌طور جدی با کاهش منابع چوبی مواجه می‌باشیم، استفاده از چند سازه چوب- پلاستیک ضمن بالا بردن برخی از مقاومت‌های مکانیکی نظیر مدول الاستیسیته کششی، مقاومت کششی و...، بهبود برخی از خواص فیزیکی مانند افزایش مقاومت به جذب آب و کاهش واکشیدگی ضخامت و همچنین کاهش ضایعات بیومس گیاهی، امکان صرفه‌جویی بهتر در منابع چوبی را نیز فراهم می سازد (میگوز سورز[1] و همکاران، ۲۰۰۵). از طرفی قیمت پلاستیک‌ها به سرعت در حال افزایش بوده، بنابراین در چند سال گذشته افزودن الیاف و ذرات طبیعی سبب کاهش قیمت این محصولات شده است.

در ساخت چندسازه‌های لیگنوسلولزی- پلیمر، هدف تولید محصولاتی است که در برابر رطوبت، پوسیدگی و حشرات مقاوم بوده و از پایداری ابعادی بالایی برخوردارند و همچنین دارای قابلیت بازیافت می‌باشند. بین پلیمر گرمانرم غیرقطبی و الیاف‌قطبی سازگاری ناچیزی وجود دارد. بنابراین با استفاده از یک عامل‌شیمیایی جفت‌کننده که بین آنها اتصال برقرار می‌کند، سطح مشترک بین این دو ماده با هم افزایش می‌یابد. عامل جفت‌کننده نیروهای واندروالس بین الیاف و پلیمرهای گرمانرم را به پیوند کوالانسی یا هیدروژنی تبدیل می‌کند. معمولاً عوامل جفت‌کننده برروی سطح الیاف سلولزی یا مواد گرمانرم پیوند زده می‌شوند.

در فرآیند ساخت چندسازه‌ها رطوبت تا حد زیادی اختلال ایجاد می‌کند و کیفیت سطح را ضعیف، حفره‌دار و باعث کاهش خواص مکانیکی می‌شود. بنابراین مواد باید از قبل خشک شوند و لازم است تا از تجهیزات هواگیری استفاده کرد. امروزه برای ساخت چندسازه‌ها اغلب از پلاستیک‌هایی با نقطه ذوب پایین‌تر از نقطه شروع تخریب حرارتی مواد لیگنو سلولزی مثل پلی‌پروپیلن و پلی‌اتیلن که کمتر از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد استفاده می‌شود (استارک[2]، ۱۹۹۹).

1- Miguez Suarez
2- Stark

شاکری و امیدوار (۲۰۰٦) در تحقیقی اثر نوع، مقدار و اندازه ذرات کاه بر خواص مکانیکی چند سازه‌های پلی‌اتیلن سنگین- کاه غلات را مورد بررسی قرار دادند. از مالئیک انیدرید به مقدار ۲ درصد وزنی به‌عنوان جفت‌کننده و از دی کومیل پروکسید به‌عنوان شروع کننده واکنش استفاده گردید. نتایج نشان داد که افزایش کاه گندم و ساقه برنج تا مقدار ۳۰ درصد وزنی موجب بهبود استحکام خمشی و کششی کامپوزیت شده ولی در ٤۰ درصد وزنی سبب کاهش این خواص شد. همچنین آمیزه‌های دارای ذرات ریزتر استحکام ضربه‌ای و مدول خمشی بهتری را نسبت به فرآورده‌های دارای ذرات درشت نشان دادند. نتایج میکروسکوپی نشان داد که افزودن مالئیک انیدرید سبب بهبود خواص مکانیکی و چسبندگی بین پلیمر و ذرات کاه گردید. نجفی و همکاران (۲۰۰۸) نیز طی پژوهشی خواص خمشی چندسازه ساخته شده از ضایعات مواد لیگنوسلولزی و پلی اتیلن ضایعاتی به روش خشک مخلوط/ پرس گرم را مورد مطالعه قرار دادند. به این منظور چهار نوع پرکننده لیگنوسلولزی (خاک اره چوب، خاک حاصل از سمباده‌زنی MDF، خاک اره تخته خرده چوب و پوسته برنج) و پودر پلی‌اتیلن سنگین به‌صورت خام و ضایعاتی و مخلوط با نسبت ٦۰ درصد وزن پرکننده با هم مخلوط شدند. نتایج نشان داد که مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی چندسازه ساخته شده از پرکننده‌های خاک سمباده MDF و خاک اره تخته خرده چوب بیش از سایر پرکننده‌ها بود. در کلیه ترکیب‌ها با افزایش مقدار پلی اتیلن سنگین ضایعاتی، مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی افزایش یافت.

سندی و همکاران (۲۰۰۱) در تحقیقات خود خواص چندسازه‌هایی با ماده زمینه کم و مقدار الیاف لیگنو سلولزی زیاد را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد خواصی مثل مدول گسیختگی چندسازه‌های کنف- pp به مراتب بیشتر از تخته فیبرهای با دانسیته متوسط و بالا و مدول الاستیسیته این چندسازه ها کمتر از HDF[1] و بیشتر از MDF[2] بود.

ادهیکاری و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقات خود ثبات ابعادی و رفتار مکانیکی چندسازه‌های چوب- پلاستیک ساخته شده از پلی اتیلن سنگین خام و ضایعاتی را مورد مطالعه قرار دادند. آنها از آرد چوب کاج رادیاتا به عنوان پرکننده و از MAPP به میزان ۳ و ۵ درصد به‌عنوان جفت کننده استفاده کردند. با افزایش پرکننده، ثبات ابعادی و خواص مقاومتی چند سازه ها کاهش یافتند. افزایش

1- High density fiber
2- Medium density fiber

MAPP نیز سبب بهبود ابعاد و خواص مکانیکی چند سازه‌ها شد. افزایش آرد چوب، مقاومت کششی، مقاومت خمشی و ضربه را کاهش و مدول الاستیسیته کششی وخمشی را افزایش داد. چن و همکاران (۲۰۰٦) در تحقیقات خود به بررسی اثر مقدار و اندازه پر کننده چوبی بر خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه‌های ساخته شده از چوب های بازیافتی و پلی‌اتیلن سنگین پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که افزایش اندازه پر کننده سبب افزایش تنش کششی و خمشی و کاهش مدول کششی و خمشی می‌شود. افزایش مقدار پرکننده نیز سبب کاهش مقاومت کششی و خمشی و افزایش مدول کششی و خمشی شد. همچنین بالاترین جذب آب را نمونه دارای پر کننده بیشتر به‌خود اختصاص داد.

با توجه به اینکه نرمه‌های سمباده زنی در کارخانجات تخته خرده چوب حجم قابل توجهی از ضایعات را تشکیل می دهند که هزینه‌های بسیاری صرف تجمع و در نهایت از بین بردن آنها می‌شود، بنابراین در این پژوهش با هدف استفاده بهینه از این ضایعات، امکان ساخت کامپوزیت نرمه سمباده‌زنی- پلی‌پروپیلن (با فرض بر اینکه ذرات چسب اوره فرمالدهید متصل به نرمه‌ها اختلال قابل ملاحظه‌ای در ساخت کامپوزیت‌ها ایجاد نمی‌کند) بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش برای ساخت چندسازه چوب- پلاستیک از پلیمر گرمانرم پلی‌پروپیلن ساخت شرکت پتروشیمی بندر امام خمینی با شاخص جریان مذاب ٦ گرم بر دقیقه در دمای ۲۳۰ سانتی‌گراد به‌عنوان ماده زمینه، آرد چوب ونرمه حاصل از سمباده زنی نئوپان (به‌صورت جداگانه) به‌عنوان پرکننده و از MAPP ساخت شرکت کیمیا جاوید (با نقطه ذوب ۵۳ درجه سانتی‌گراد و وزن مخصوص ۰/۹۳٤ گرم بر سانتی‌مترمکعب) به‌عنوان عامل جفت کننده استفاده شد.

آرد چوب تهیه شده از ضایعات برش چوب و نرمه حاصل از سمباده زنی تخته خرده چوب کارخانه ۲۲ بهمن به‌صورت جداگانه پس از غربال کردن با الک چشمه ٤۰-/٦۰+ استفاده شد و قبل از فرایند اختلاط در یک خشک کن آزمایشگاهی به‌مدت ۲٤ ساعت در دمای ۳ ± ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا به رطوبت زیر ۳ درصد برسند. نوع پرکننده (آرد چوب و نرمه سمباده زنی) و درصد اختلاط آنها (۵۰، ٦۰ و ۷۰)، همچنین درصد MAPP (٤ و ٦) به‌عنوان عوامل متغیر و درجه حرارت پرس (۱۹۰ درجه سانتی‌گراد)، نوع سازگار کننده (MAPP)، زمان پرس (۱۸ دقیقه)، فشار پرس (۳۵

بار)، ضخامت تخته (۱۰ میلی‌متر)، دانسیته تخته (۰/۸ گرم بر سانتی مترمکعب) نیز عوامل ثابت در این آزمایش در نظر گرفته شدند که در مجموع ۱۲ تیمار حاصل شد و از هر تیمار در سه تکرار چندسازه ساخته شد.

جدول ۱- درصد وزنی اجزای چندسازه در تیمارهای مختلف (برحسب درصد) در مرحله اول.

تیمارها	نرمه سمباده زنی	آرد چوب	پلی پروپیلن	مالئیک انیدرید
T_1	۵۰	۰	٤٦	٤
T_2	٦۰	۰	۳٦	٤
T_3	۷۰	۰	۲٦	٤
T_4	۰	۵۰	٤٦	٤
T_5	۰	٦۰	۳٦	٤
T_6	۰	۷۰	۲٦	٤
T_7	۵۰	۰	٤٤	٦
T_8	٦۰	۰	۳٤	٦
T_9	۷۰	۰	۲٤	٦
T_{10}	۰	۵۰	٤٤	٦
T_{11}	۰	٦۰	۳٤	٦
T_{12}	۰	۷۰	۲٤	٦

T_1-T_{12} به‌ترتیب شماره تیمارهای آزمون

ابعاد تخته‌های چند سازه چوب- پلاستیک (۱×۲۰×۳۰) سانتی‌متر و دانسیته هر تخته ۰/۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب در نظر گرفته شد.

براساس حجم تخته و دانسیته آن بر اساس رابطه ۱ وزن کلی هر تخته ۵۷۷/۹۲ گرم تعیین شد:

$$D = \frac{m}{v} \qquad (۱)$$

m= جرم

v= حجم

سپس مواد بر اساس درصد وزنی شان در هر تیمار با ترازو (دقت ۰/۰۱) وزن شدند.

برای ساخت تخته‌ها به روش منقطع (ناپیوسته)، از پرس آزمایشگاهی مدل OTT استفاده شد. لازم به ذکر است که ابتدا به‌مدت ۵ دقیقه مرحله پیش پرس صورت می‌گیرد که در این مرحله هیچ گونه فشاری اعمال نمی‌شود و فقط حرارت (۱۹۰ درجه سانتی‌گراد) اعمال می‌گردد. در حقیقت مرحله پیش پرس نوعی تیمار حرارتی برای تخته‌ها محسوب می‌شود. سپس مرحله پرس گرم با اعمال فشار ۳۵ بار به‌مدت ۹ دقیقه انجام شد. در نهایت دهانه پرس باز شد و تخته‌ها به آرامی از روی سینی برداشته شدند و به‌مدت ٤ دقیقه در پرس سرد قرار داده شدند تا از برگشت‌پذیری تخته‌ها جلوگیری شود و شکل نهایی آنها حاصل شود. سپس فویل‌های آلومینیومی از روی تخته‌ها برداشته شد و به‌منظور رسیدن به تعادل نسبی تخته‌ها در شرایط کلیما (دمای ۲۱ و رطوبت نسبی ٦۰ درصد) قرار گرفتند. پس از مراحل ساخت، تخته‌ها به‌منظور انجام آزمون‌های فیزیکی و مکانیکی توسط اره گرد به ابعاد استاندارد مورد نیاز برای هر آزمون برش داده شدند.

آزمون مقاومت به خمش سه نقطه‌ای نمونه‌ها توسط دستگاه SCHENCK TREBEL مطابق با آیین‌نامه D-6109 استاندارد ASTM انجام گرفت. نمونه‌ها مستطیل شکل و به ابعاد اسمی (طول ۲۸ سانتی‌متر، عرض ۵ سانتی‌متر و ضخامت ۱ سانتی‌متر) در نظر گرفته شدند. فاصله بین دو تکیه گاه ثابت (۰/۲۵ سانتی‌متر) و سرعت بارگذاری مطابق با استاندارد ٤ میلی‌متر بر دقیقه در نظر گرفته شد. آزمون سختی توسط دستگاه SCHENCK TREBEL مطابق با آیین‌نامه D-143. استاندارد ASTM انجام گرفت. نمونه‌ها به شکل مربع به ضلع ٦۰ میلی‌متر و ضخامت ۱ سانتی‌متر در نظر گرفته شدند. خواص فیزیکی مورد بررسی در این تحقیق، جذب آب و واکشیدگی ضخامت می باشد که مطابق با آیین‌نامه D-1037 استاندارد ASTM انجام گرفت.

محاسبه جذب آب و واکشیدگی ضخامت بر اساس روابط ۲ و ۳ صورت گرفت.

(۲) درصد جذب آب= (وزن خشک- وزن پس از غوطه وری) / (وزن خشک) ×۱۰۰

(۳) درصد واکشیدگی ضخامت= (ضخامت اولیه – ضخامت پس از غوطه وری) / (ضخامت اولیه) ×۱۰۰

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کمولوگروف- اسمیرنوف انجام شد. این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار انجام صورت پذیرفت. اثر مستقل و متقابل فاکتورها توسط تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) مورد

تجزیه و تحلیل قرار گردید. گروه‌بندی میانگین‌ها توسط آزمون دانکن انجام شد و در ادامه برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS15 استفاده شد.

نتایج و بحث

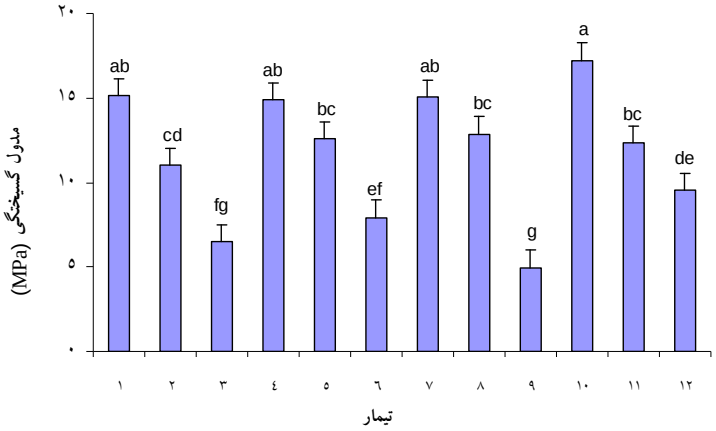
آزمون خمش

الف) مدول گسیختگی: شکل ۱ نمودار مقایسه و دسته‌بندی میانگین‌های مدول گسیختگی را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج حاصل از جدول ۲ تجزیه واریانس فاکتورهای متغیر بر مدول گسیختگی نشان داد که نوع ماده چوبی به‌کار رفته در ساخت چندسازه و همچنین درصد اختلاط آنها بر مدول گسیختگی چندسازه‌ها تفاوت کاملاً معنی‌داری داشت. چندسازه خاک اره- پلی‌پروپیلن نیز دارای مدول گسیختگی بالاتری نسبت به چندسازه نرمه سمباده‌زنی- پلی‌پروپیلن می‌باشد (شکل ۲). علت این امر می‌تواند مربوط به اتصال ذرات نرمه حاصل از سمباده‌زنی تخته خرده چوب با رزین گرماسخت اوره فرمالدهید باشد. به نظر می‌رسد که رزین اوره فرمالدهید به‌دلیل پیوندی که قبلاً در فرآیند ساخت تخته خرده چوب با ذرات برقرار کرده است، سطح تماس ذرات را کاهش داده و مانع اتصال مطلوب آنها با پلی پروپیلن شده است. شکل ۳ مقایسه میانگین‌ها مدول گسیختگی که توسط آزمون دانکن انجام شد را نشان می‌دهد همان‌طوری که در شکل مشخص است با افزایش درصد ماده چوبی (از ۵۰ به ۷۰ درصد) مدول گسیختگی در چندسازه‌ها با اختلاف معنی‌داری کاهش می‌یابد. به‌طورکلی در درصدهای اختلاط بالا، اتصال بین ماده پرکننده و ماده زمینه بسیار ضعیف می‌شود و در نتیجه این چندسازه ها با وارد کردن تنش راحت‌تر شکسته می‌شوند. در واقع فاز زمینه قادر به انتقال تنش به فاز تقویت‌کننده نبوده است. دلیل دیگر این امر می‌تواند کاهش میزان پلی‌پروپیلن نیز باشد. زیرا با افزایش درصد ماده چوبی به همان نسبت از درصد پلی‌پروپیلن کاسته می‌شود. ادهیکاری و همکاران (۲۰۰۶) نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابه دست یافتند.

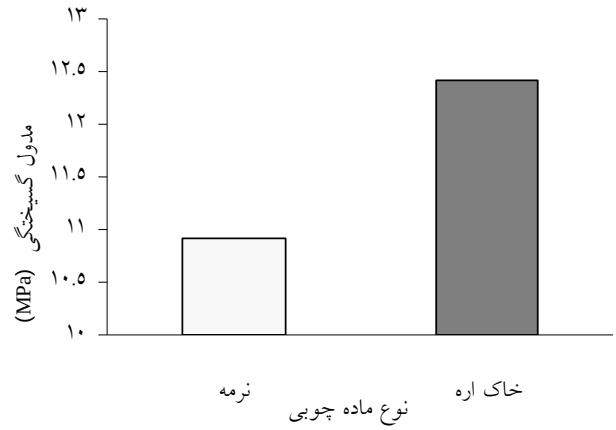
بر اساس نتایج به‌دست آمده تأثیر درصد مالئیک انیدرید بر مدول گسیختگی چندسازه‌ها دارای تفاوت معنی‌داری نبوده است. اثر متقابل نوع ماده چوبی با درصد اختلاط آنها، نوع ماده چوبی با درصد مالئیک انیدرید و درصد اختلاط ماده چوبی و درصد مالئیک انیدرید نیز هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری از خود نشان نداد. همچنین اثر متقابل نوع ماده چوبی، درصد اختلاط آنها و درصد مالئیک انیدرید نیز دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس فاکتورهای متغیر بر مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته خمشی و سختی.

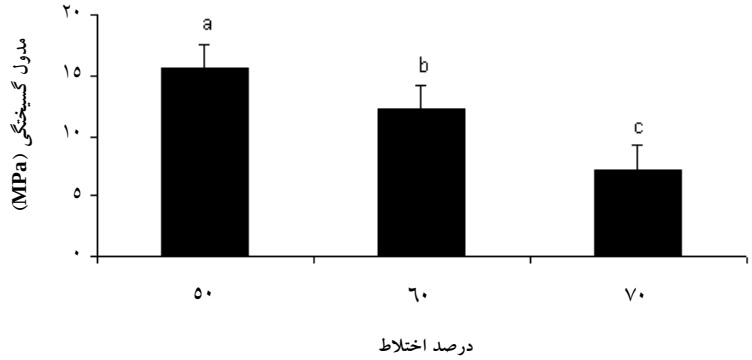
منابع تغییر	درجه آزادی	سطح معنی‌داری MOR		سطح معنی‌داری MOE		سطح معنی‌داری سختی	
ماده چوبی	۱	۰/۰۰۶	**	۰/۰۰	**	۰/۶۳۸	ns
درصد اختلاط	۲	۰/۰۰	**	۰/۰۰	**	۰/۰۰	**
MAPP	۱	۰/۲۲۱	ns	۰/۱۳	ns	۰/۱۰۷	ns
ماده چوبی× درصد اختلاط	۲	۰/۱۲۵	ns	۰/۱۵	ns	۰/۱۵۸	ns
ماده چوبی× MAPP	۱	۰/۲۷۰	ns	۰/۱۱	ns	۰/۰۲	*
درصد اختلاط× MAPP	۲	۰/۶۹۶	ns	۰/۱۰	ns	۰/۸۳	ns
ماده چوبی× درصد اختلاط× MAPP	۲	۰/۰۹۵	ns	۰/۰۱۰	*	۰/۱۳	ns
کل	۱۰۷						



شکل ۱- مقایسه و دسته‌بندی میانگین‌های مدول گسیختگی ۱۲ تیمار.



شکل ۲- تاثیر مستقل نوع ماده چوبی بر مدول گسیختگی

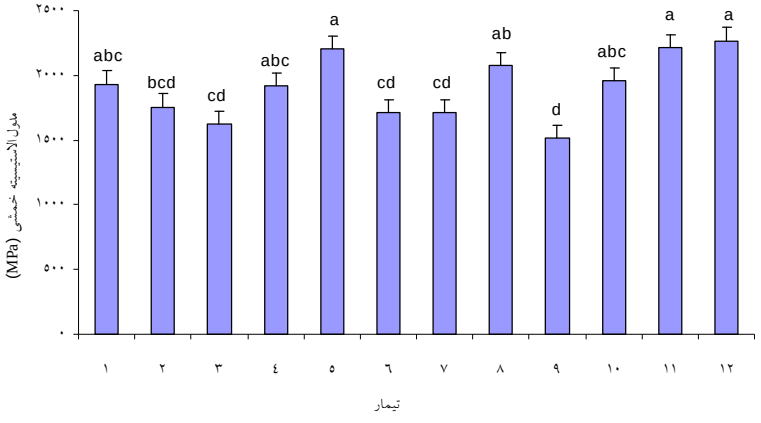


شکل ۳- تاثیر مستقل درصد اختلاط بر مدول گسیختگی

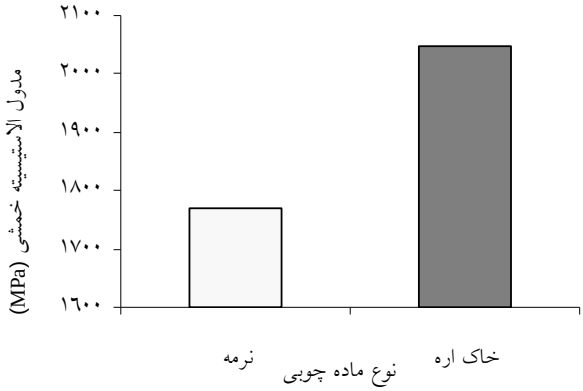
ب) مدول الاستیسیته خمشی: نمودار مقایسه و دسته بندی میانگین‌های مدول الاستیسیته خمشی در شکل ٤ نمایش داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس فاکتورهای متغیر بر مدول الاستیسیته خمشی (جدول ۲) نشان می‌دهد که نوع ماده چوبی به‌کار رفته در ساخت چندسازه‌ها، همچنین درصد اختلاط آنها بر مدول الاستیسیته خمشی چندسازه‌ها تفاوت کاملاً معنی‌داری در سطح ۱ درصد دارد. به‌طوری که با توجه به شکل ۵ چندسازه‌های آردچوب- پلی‌پروپیلن دارای مدول الاستیسیته خمشی بالاتری نسبت به چندسازه‌های نرمه سمباده زنی- پلی‌پروپیلن می‌باشد. همچنین با افزایش درصد ماده

چوبی (از ۵۰ به ٦۰ درصد) مدول الاستیسیته خمشی در کلیه چندسازه‌ها افزایش ولی با افزایش بیشتر (۷۰ درصد) مجدداً کاهش یافت همچنین اثر متقابل ماده چوبی، درصد اختلاط و درصد MAPP نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. با توجه به شکل ٦ در سطح ۵۰ درصد اختلاط، افزودن جفت‌کننده MAPP فقط بر روی چند سازه حاوی خاک اره تاثیر مثبت دارد بین این سه عامل درصد اختلاط، نوع پرکننده و استفاده از جفت‌کننده اثر متقابل وجود دارد به‌طوری‌که می‌توان با استفاده از جفت کننده و خاک اره تا ۷۰ درصد چند سازه ای با مدول الاستیسیته خمشی MPa ۲۲٦۷ تهیه کرد.

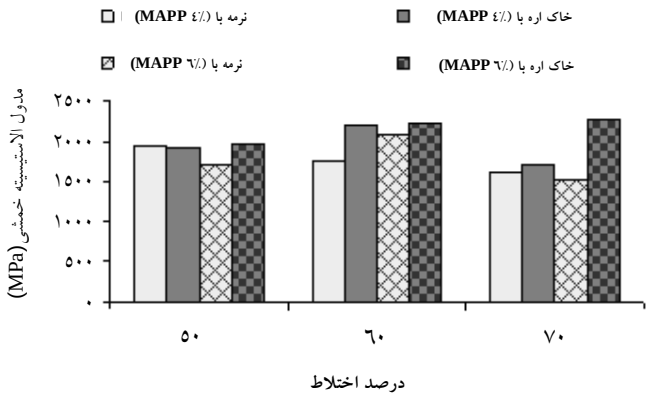
بالاتر بودن مدول الاستیسیته خمشی در تخته‌های ساخته شده از آرد چوب نسبت به نمونه‌های مشابه ساخته شده از نرمه سمباده زنی را می‌توان با توجه به ویژگی‌های سطحی پرکننده‌ها توجیه کرد. به نظر می رسد ذرات چسب اوره فرمالدهید متصل به نرمه‌های سمباده زنی کیفیت اتصال نرمه‌ها را با ماده زمینه پلی‌پروپیلن کاهش داده و همین امر سبب کاهش مدول الاستیسیته خمشی در تخته‌های حاصل از نرمه سمباده‌زنی گردیده است. همچنین استفاده از درصد بیشتر MAPP موجب برقراری پیوندهای مطلوب‌تری بین پرکننده و ماده زمینه پلیمری غیرقطبی می‌گردد و بر همین اساس تخته‌های حاوی درصد بیشترMAPP دارای مدول الاستیسیته خمشی بالاتری هستند. رامتین و همکاران (۲۰۰۹) به نتایج مشابهی دست یافتند به‌طوری‌که با افزایش مقدار نرمه از ٤۰ به ۵۵ درصد مدول افزایش ولی با افزایش آن تا ۷۰ درصد مدول کاهش نشان داد، همچنین حضور جفت‌کننده سبب افزایش مدول الاستیسیته خمشی شد.



شکل ٤- مقایسه و دسته‌بندی میانگین‌های مدول الاستیسیته خمشی ۱۲ تیمار.



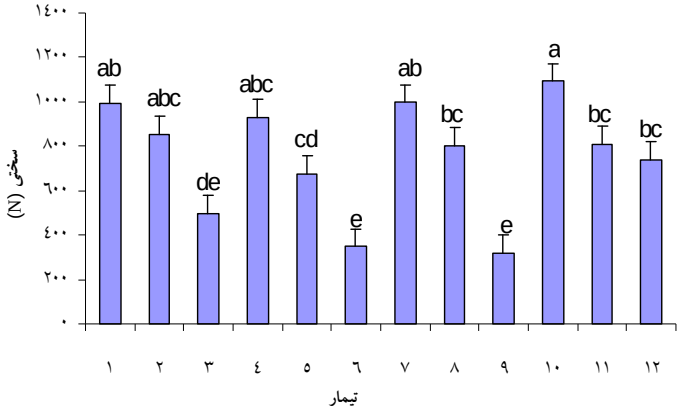
شکل ۵- تاثیر مستقل نوع ماده چوبی بر مدول الاستیسیته خمشی



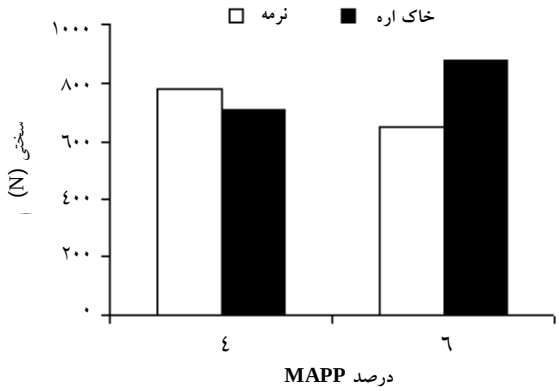
شکل ٦- تاثیر متقابل ماده چوبی، درصد اختلاط و MAPP بر مدول الاستیسیته خمشی

سختی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس فاکتورهای متغیر بر سختی نشان داد که درصد اختلاط ماده چوبی بر سختی چندسازه‌ها در سطح ۱ درصد کاملاً معنی‌دار است (جدول ۲). شکل ۷ نمودار مقایسه و دسته‌بندی میانگین‌های سختیرا نشان می‌دهد. همچنین اثر متقابل نوع ماده چوبی و درصد مالئیک انیدرید نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. با توجه به شکل ۸ مشاهده می‌شود که چندسازه ساخته شده از نرمه با ٤ درصد جفت‌کننده سختی بیشتری از چند سازه ساخته شده از خاک اره به‌علت داشتن ماده سخت چسبی در سطح خود دارا می‌باشد. اما چند سازه حاوی خاک اره با ٦ درصد مالئیک انیدرید نیز دارای سختی به مراتب بهتر از ٤ درصد است این به این معنی است که MAPP اثر منفی

نوع ماده اولیه را جبران نموده و با اتصال بهتر با ماده زمینه سبب افزایش سختی چند سازه شده است. اثر متقابل ماده چوبی، درصد اختلاط و درصد MAPP نیز دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشد. علت اینکه با افزایش درصد ماده چوبی سختی کاهش می‌یابد را می‌توان این‌گونه توجیه کرد: به‌طورکلی سختی چندسازه در واقع به سختی مواد به کار رفته در آن بستگی دارد. از آنجایی که سختی پلی‌پروپیلن بیشتر از سختی چوب می‌باشد، به‌نظر می‌رسد که با افزایش درصد ماده چوبی، چون به‌همان نسبت از میزان پلی‌پروپیلن کاسته می‌شود، به‌دنبال این کاهش درصد پلی‌پروپیلن از میزان سختی چندسازه ها نیز کاسته می‌شود. آزاد و همکاران (۲۰۰۹) به نتایج مشابهی دست یافتند.



شکل ۷ – مقایسه و دسته‌بندی میانگین‌های سختی ۱۲ تیمار

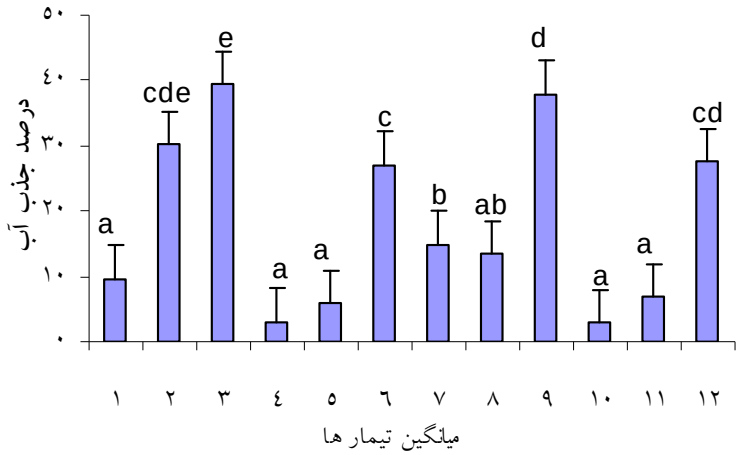


شکل ۸ – اثر متقابل ماده چوبی و MAPP بر سختی

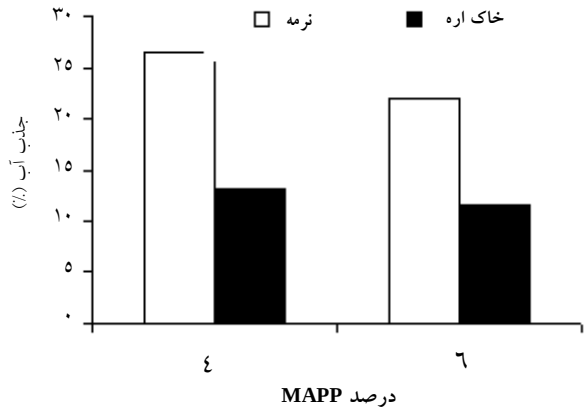
جذب آب: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که درصد جذب آب بعد از ۲ ساعت در ۱۲ تیمار در سطح ۱ درصد دارای تفاوت معنی‌داری می باشد. با توجه به نتایج جدول ۳ تجزیه واریانس فاکتورهای متغیر بر درصد جذب آب بعد از ۲ ساعت نشان داد که تاثیر مستقل نوع ماده چوبی و همچنین تاثیر مستقل درصد اختلاط بر درصد جذب آب بعد از ۲ ساعت در سطح ۱ درصد کاملاً معنی‌دار می‌باشند. اثر متقابل نوع ماده چوبی، درصد اختلاط و درصد MAPP نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. شکل ۹ نمودار مقایسه و دسته‌بندی میانگین‌های درصد جذب آب بعد از ۲ ساعت را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۱۰ مشاهده می‌شود که چند سازه ساخته شده از نرمه به‌علت داشتن رزین قطبی آبدوست در سطح خود با ٤ درصد جفت کننده جذب آب بیشتری از چند سازه ساخته شده از خاک اره دارا می‌باشد اما چندسازه حاوی نرمه با ٦ درصد جفت‌کننده نیز دارای جذب آب به مراتب کمتر از ٤ درصد است این بین معنی است که MAPP می‌تواند با سر قطبی خود با رزین اوره – فرمالدهید اتصال بر قرار کند و با اتصال بهتر با ماده زمینه سبب کاهش فاصله بین ذره و ماده زمینه شود و در نتیجه میزان جذب آب چندسازه کمتر شود. نتایج مشابهی برای تاثیر MAPP برای چندسازه حاوی خاک اره در شکل ۹ مشاهده می‌شود زیرا با افزایش مقدار جفت‌کننده میزان در برگیرگی گروههای هیدروکسیل آبدوست ماده چوبی توسط ماده زمینه غیرقطبی بیشتر می شود و در نتیجه میزان جذب آب چند سازه با افزایش مقدار جفت کننده کاهش می‌یابد. همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که درصد جذب آب بعد از ٢٤ ساعت در ۱۲ تیمار در سطح ۱ درصد دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد. تأثیر مستقل درصد اختلاط بر جذب آب بعد از ٢٤ ساعت نیز معنی‌دار است. اثر متقابل درصد اختلاط و درصد MAPP و همچنین اثر متقابل نوع ماده چوبی و درصد MAPP نیز کاملاً معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس فاکتورهای متغیر بر درصد جذب آب و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت.

منابع تغییر	درجه آزادی	سطح معنی‌داری جذب آب ۲ ساعت		سطح معنی‌داری واکشیدگی ضخامت	
ماده چوبی	۱	۰/۰۰	**	۰/۰۹	ns
درصد اختلاط	۲	۰/۰۰	**	۰/۰۰	**
MAPP	۱	۰/۳۳	ns	۰/۲	ns
ماده چوبی× درصد اختلاط	۲	۰/٤٥	ns	۰/۸۲	ns
ماده چوبی× MAPP	۱	۰/۲٤	ns	۰/۸٦	ns
درصد اختلاط× MAPP	۲	۰/۰۹	ns	۰/۱۲	ns
ماده چوبی× درصد اختلاط× MAPP	۲	۰/۰٦	ns	۰/٤۸	ns
کل	۱۰۷				

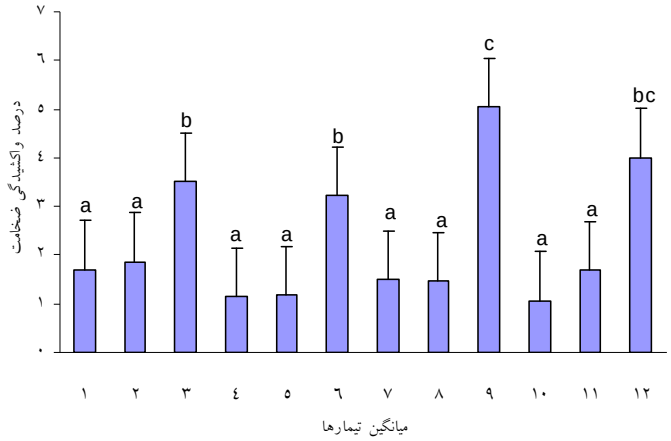


شکل ۹- مقایسه و دسته‌بندی میانگین‌های درصد جذب آب بعد از ۲ ساعت



شکل ۱۰- تاثیر متقابل ماده چوبی و MAPP بر درصد جذب آب ۲ ساعت

واکشیدگی ضخامت: نتایج حاصل از تجزیه واریانس جدول ۳ نشان داد که درصد واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت در ۱۲ تیمار در سطح ۱ درصد دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد. اثر مستقل درصد اختلاط نیز بر درصد واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت معنی‌دار می‌باشد. شکل ۱۱ نمودار مقایسه و دسته‌بندی میانگین‌های درصد واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت را نشان می‌دهد. همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که درصد واکشیدگی ضخامت بعد از ٢٤ ساعت در ۱۲ تیمار در سطح ۱ درصد دارای تفاوت معنی‌داری است. اثر مستقل درصد اختلاط نیز بر درصد واکشیدگی ضخامت بعد از ٢٤ ساعت معنی‌دار می‌باشد. به‌طورکلی با افزایش درصد ماده چوبی جذب آب و واکشیدگی ضخامت افزایش یافت. چن و همکاران (٢٠٠٦) نیز در این زمینه به نتایج مشابه دست یافتند.



شکل ۱۱- مقایسه و دسته‌بندی میانگین‌های درصد واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی با افزایش مقدار الیاف، مدول گسیختگی کاهش و مدول خمشی، درصد جذب آب و درصد واکشیدگی ضخامت افزایش یافت. رزین اوره- فرمالدهید موجود در نرمه حاصل از سمباده‌زنی خواص مکانیکی و فیزیکی چندسازه نرمه سمباده‌زنی- پلی‌پروپیلن را نسبت به چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن کاهش داد. اما با توجه به نتایج به‌دست آمده از آزمون‌های مکانیکی به نظر می‌رسد چند سازه‌های ساخته شده از نرمه سمباده‌زنی دارای مقاومت‌های قابل قبولی جهت استفاده در مواردی که نیاز به مقاومت‌های خیلی بالا نیست (استفاده به‌عنوان کفپوش و...) می‌باشد و می‌توان استفاده از این ضایعات را در ساخت چندسازه‌ها پیشنهاد نمود.

منابع

1.Adhikary, K.B., Pang, Sh., and Staiger, M.P. 2008. Dimensional stability and mechanical behavior of wood-plastic composites based on recycled and virgin high - density polyethylene (HDPE). J. Composites. Part B. 39: 807-815.
2.American Society for Testing and Materials, ASTM Handbook 2003.
3.ASTM. 1999. Composite Materials Handbook: Vol. 4. Metal Matrix Composites, United State of America Department of Defense Handbook, Rev. 21.

4.Azad, F., Faezipoor, M., and Tajvidi, M. 2009. Effect of compatibilizer, MAPP, on physical and mechanical properties of reed stems flour-polypropylene composites. Iranian Journal of Wood and Paper Science zesearch. 24:2, 233-243.
5. Chen, H.C., Chen, T.Y., and Hsu C.H. 2006. Effects of wood particle size and mixing ratios of HDPE on the properties of the composites. Holz-als-Roh-und-Werksotoff. 64:3, 172-177.
6.Miguez Suarez, C., Coutinho, M.B., and Sydenstricker, H. 2005. Analysis of the fracture behavior of polypropylene-saedust composites. J. Polymers. 15(2): 139-141.
7.Najafi, A., Faezipour, M., Khademi eslam, H., Kazemi Najafi, S., and Hemmasi, A.H. 2008. Flexural Properties of Wood-Plastic Composites Made From Lignocelluloses Fillers and Recycled High Density Polyethylene Manufactured Using a Dry Blend/Hot Press Method. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 22: 2, 109-120.
8.Ramtin, A., Karimi, A., and Tajvidi, M. 2009. Study on Mechanical Properties of Composites Made From Sander Dust of Particleboard-Polypropylene, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 24:1, 58-68.
9.Sanadi, A.R., Hunt, J.F., Caulfield, D.F., Kovacsvolgyi, G., and Destree, B. 2001. High fiber-low matrix composite: Kenaf fiber/ polypropylene. The sixth international conference on wood-fiber composites. Forest product Society. 121-124.
10.Shakeri, A.R., and Omidvar, A. 2006. Investigation on the effect of type, Quantity and size of Straw particles on the mechanical properties of crops straw- High Density polyethylene composites. 19: 4, 301-308.
11.Stark, N. 1999. Melt-blend Wood fiber-thermoplastic composites. Chemical Engineer. Forest products laboratory. Madison.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(3), 2011
www.gau.ac.ir/journals

Comparative Investigation on the Properties Polypropylene- Sanding Fines and Dust Composites

A. Heydari Gorji[1], *A. Shakeri[2], T. Tabarsa[3] and A. Omidvar[4]
[1]Graduated M.Sc. student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [2]Associate Prof., Golestan University, Gorgan, Iran, [3]Associate Prof., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [4]Professor of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
Received: 2009-3-7; Accepted: 2011-7-13

Abstract

In this research, the sanding dust was used to manufacture wood –plastic composite its their properties were compared with wood flour–Polypropylene composite. Sanding dust and wood flour were separately mixed with of Polypropylene at three levels of 50%, 60% and 70%. Coupling agent (MAPP) was used at two levels (4% and 6%). Totally twelve composites were produced. The composites were manufactured using hot press. After preparation of test samples, mechanical properties (bending and hardness) and physical properties (water absorption and thickness swelling) were measured. Results showed that addition of both fillers reduced modulus of rupture and increased modulus of elasticity, water absorption and thickness swelling. The urea – formaldehyde resin present in sanding dust caused a reduction in mechanical and physical properties of polypropylene-sanding dust composite compared with polypropylene -wood flour composite at the same levels of fillers.

Keywords: Composite; Sanding dust; Wood flour; Polypropylene.

*Corresponding Author; Email: shakeri@gau.ac.ir