



مجله علمی فناوری و صنایع چوب و جنگل

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیستم و دوم، شماره اول، ۱۳۹۴
<http://jwfst.gau.ac.ir>

اثر سازگارکننده و مقدار ماده لیکنوسولوزی بر ویژگی‌های کششی و فیزیکی چندسازه آرد چوب اکالیپتوس – پلی‌پروپیلن بازیافت شده

*ابوالفضل کارگرفرد

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور
تاریخ دریافت: ۹۱/۰۸/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۲/۲۱

چکیده

هدف این تحقیق بررسی اثر مصرف سازگارکننده بر ویژگی‌های کششی و فیزیکی چندسازه‌های چوب/پلاستیک ساخته شده از پلی‌پروپیلن بازیافتی به روش ریزش کیک بوده است. بر این اساس از آرد چوب گونه‌ی اکالیپتوس کاملدولنسیس در ۳ سطح ۶۵، ۷۰ و ۶۰ درصد و همچنین استفاده از ماده سازگارکننده MAPP^۱ در سطح صفر و ۵ درصد چندسازه‌های چوب-پلاستیک ساخته شد. نتایج اندازه‌گیری مقاومت کششی و مدول الاستیسیته کششی و خواص فیزیکی با استفاده از طرح آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی تجزیه و تحلیل گردیدند. نتایج نشان داد که مقاومت کششی و مدول الاستیسیته کششی چندسازه‌های دارای سازگارکننده در سطح معنی‌داری بالاتر بوده است. همچنین این ویژگی‌ها با کاهش مقدار آرد چوب دارای روند صعودی بوده‌اند. در ضمن اثر متقابل مقدار آرد چوب و سازگارکننده بر مقاومت کششی معنی‌دار بوده و چندسازه‌های ساخته شده از ۶۰ درصد آرد چوب و ۵ درصد MAPP دارای بالاترین مقاومت کششی بوده‌اند. جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت چندسازه‌ها با افزودن سازگارکننده و کاهش مقدار آرد چوب، بهبود یافته است. همچنین واکنشیدگی و جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب‌جوش چندسازه‌های ساخته شده از ۶۰ درصد آرد چوب به‌طور معنی‌داری کمتر بوده است. همچنین افزایش مصرف سازگارکننده موجب کاهش این ویژگی‌ها شده و حداقل آن‌ها در مصرف ۵ درصد سازگارکننده مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: چندسازه چوب/پلاستیک، پلی‌پروپیلن بازیافتی، سازگارکننده، اکالیپتوس کاملدولنسیس، مقاومت کششی، ویژگی‌های فیزیکی

*مسئول مکاتبه: karagarfard@rifr-ac.ir

1- Maleic Anhydride Poly Propylene

مقدمه

در دهه‌های اخیر، شاخص‌های اقتصادی کشورهای در حال توسعه از رشد بسیار چشمگیری برخوردار بوده است. چنین تحولاتی باعث گردیده است که این کشورها از صادرات مواد اولیه کاسته و حتی در مواردی به وارد کننده مواد اولیه تبدیل گردند. این تغییر ساختار در سال‌های اخیر، سبب گردید تلاش‌ها به سوی تولید محصولاتی معطوف گردد که از توانایی بالایی در استفاده از مواد اولیه ارزان قیمت و در دسترس و همچنین از قابلیت بازیافت مناسبی برخوردار باشند. بنابراین، جایگزینی محصولاتی مانند تخته خرده‌چوب، انواع تخته فیبر و چند سازه‌های چوب-پلاستیک با چوب ماسیو، حاصل تلاش‌های انجام شده در این زمینه بوده است (کارگرفرد و همکاران، ۲۰۰۵).

چند سازه‌های مواد لیگنوسلولزی-پلاستیک از جمله فرآورده‌های نسبتاً جدیدی به‌شمار می‌آیند که نسبت به پلاستیک خالص معایبی هم دارند؛ مانند جذب آب بیشتر به دلیل خاصیت آبدوستی الیاف سلولزی، و محدودیت در دمای فراورش به دلیل تخریب حرارتی مواد چوبی. از سوی دیگر این محصول دارای مزایای بسیاری است؛ مانند قابلیت تجزیه بیولوژیکی، کاهش آلودگی محیط زیست به دلیل استفاده از ضایعات پلاستیکی، دوام طبیعی بالاتر در مقابل حشرات، قارچ‌ها و رطوبت در مقایسه با چوب و سایر فرآورده‌های مرکب چوبی، قابلیت بازیافت، رقابت با پلاستیک‌ها و دیگر پرکننده‌ها به لحاظ قیمت و دارای دانسیته کمتر نسبت به آن‌ها می‌باشد این عوامل و برتری‌ها باعث شده است که در سال‌های اخیر تولید و مصرف این فرآورده از رشد و توسعه زیادی برخوردار گردد (اکسمن، ۱۹۹۴). کاربرد الیاف طبیعی به‌عنوان پرکننده و تقویت کننده در پلاستیک‌ها، به سرعت در حال افزایش است، که به‌طور عمده به دو صورت الیاف و آرد مورد استفاده قرار می‌گیرد. این در حالی است که طبق آمارهای منتشره، افزایش مصرف انواع پلیمرها به‌طور مستمر به تولید ضایعات و پسماندهای پلاستیکی در سطح جهانی افزوده است. به گونه‌ای که با افزایش آلودگی‌های محیط زیستی ناشی از مصرف این پلیمرها، بسیاری از کشورها در جستجوی وضع قوانینی برای محدود کردن مصرف پلاستیک‌ها هستند. از سوی دیگر استفاده از مواد پلیمری بازیافتی در صنعت چند سازه‌های چوب-پلاستیک به یکی از راهکارهای کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی تبدیل شده است (روگر و همکاران، ۲۰۰۰).

یونگکوئیست و کارماکر (۱۹۹۵)، چند سازه‌های حاصل از قالب‌گیری تزریقی الیاف چوب-پلی‌پروپیلن را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که در صورت استفاده از MAPP به‌عنوان

سازگار کننده، مقاومت‌های کششی و خمشی اصلاح شده بدون حضور MAPP این مقاومت‌ها ضعیف هستند. در تحقیق دیگری زو و همکاران (۲۰۰۳)، به‌منظور بررسی خواص مکانیکی چند سازه‌های الیاف چوب- پلی‌پروپیلن و بهینه‌سازی ترکیب این چند سازه‌ها، نمونه‌هایی با صفر، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ درصد وزنی الیاف چوبی و ۲ درصد MAPP تهیه کردند. نتایج نشان داد که چند سازه‌های تقویت شده با الیاف صنوبر، خواص مکانیکی بهتری در مقایسه با پلیمر خالص دارند و MAPP، پیوند بین الیاف چوبی و ماده زمینه، و همچنین مقاومت کششی را بهبود می‌بخشد.

رضوی و همکاران (۲۰۰۶)، خواص مکانیکی و جذب آب چند سازه‌های ذرات شلتوک برنج- پلی‌پروپیلن را مورد بررسی قرار دادند. مقادیر مختلفی از شلتوک برنج (بین صفر تا ۴۰ درصد وزنی) با ماتریکس پلی‌پروپیلنی مخلوط شده و از MAPP به‌عنوان ماده جفت کننده استفاده شد. نتایج نشان داد که مدول‌های خمشی و کششی در سطوح ۴۰ درصد شلتوک برنج، بالاترین مقدار بودند و مقاومت خمشی بهبود یافته و تغییر طول و انرژی در نقطه شکست کاهش پیدا کردند. همچنین میزان درصد جذب آب در سطوح بالاتر شلتوک برنج، بیشتر بوده است. هایجون و موهینی (۲۰۰۳)، چندسازه‌های هیبرید پلی‌پروپیلن را مورد بررسی قرار دادند و از الیاف خمیر کاغذ، شاهدانه، کتان و پودر چوب به‌عنوان فاز تقویت کننده هیبریدی استفاده کردند. الیاف خمیر کاغذ به‌علت داشتن ضریب ظاهری بالاتر، بیشترین مقاومت کششی را داشتند و MAPP به‌علت گروه‌های فعال زیاد و وزن مولکولی بالا، در بهبود و تقویت خواص مقاومتی چندسازه‌های هیبرید بسیار مؤثر بود. همچنین مقاومت به ضربه پایین متداول در الیاف طبیعی مشهود بوده است. در تحقیق دیگری توسط استراک و رولند (۲۰۰۳)، برخی از عوامل تأثیرگذار بر خواص مکانیکی چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن را مورد آزمایش قرار دادند. الیاف چوبی و آرد چوب در دو سطح ۲۰ و ۴۰ درصد وزنی پلیمر به مخلوط اضافه شده و MAPP به‌عنوان جفت کننده به کار رفته بود. نتایج این بررسی نشان داد که ضریب لاغری بزرگتر، باعث افزایش در مدول‌های خمشی و کششی و مقاومت‌های خمشی و کششی می‌گردد. در مقدار ۴۰ درصد الیاف چوبی مقاومت‌های چند سازه‌ها افزایش یافته است. ضریب لاغری بزرگتر، افزایش کمی در مقاومت به ضربه ایجاد کرده است. تأثیر MAPP بر خواص مقاومتی چندسازه‌های با تقویت کننده‌های لیفی، افزایش بیشتری را نسبت به تقویت کننده‌های پودری نشان داده است. در سال‌های اخیر با توجه به کاهش حجم برداشت چوب از جنگل‌ها، سعی گردیده است سیاست‌ها و روش‌هایی در این زمینه اتخاذ گردد که استمرار تولید ماده اولیه چوبی را برای رشد صنایع چوب و کاغذ در

برداشته باشد. یکی از سیاست‌های اعمال شده در این مورد کاشت گونه‌های تندرشد با دوره‌های بهره‌برداری کوتاه مدت می‌باشد. در دهه‌های اخیر چندین گونه از جنس اکالیپتوس نیز در قالب طرح‌های سازگاری در مناطق مختلف کشور کشت گردیده است که از موفقیت نسبتاً خوبی برخوردار بوده است. گونه اکالیپتوس کاملدولنسیس از گونه‌های موفق اکالیپتوس در طرح‌های سازگاری به‌شمار می‌آید که دارای رشد بسیار خوبی در مناطق مختلف کشور بوده است که علی‌رغم توسعه مستمر کشت آن، آمار جامعی از سطح زیر کشت آن توسط منابع ذیصلاح ارائه نشده است؛ با این حال استفاده از چوب این‌گونه در صنایع چوب و کاغذ، نیازمند تحقیقات جامعی می‌باشد تا بتوان مناسب‌ترین فرآیند را در بخش تولید برای آن پیدا نمود. لذا با توجه به ضرورت استفاده مجدد از پلاستیک‌های بازیافتی، هدف از اجرای این تحقیق امکان استفاده از ماده پلی‌پروپیلن بازیافت شده از پلاستیک‌های مستعمل در تولید چند سازه‌های چوب-پلاستیک به روش ریزش کیک بوده است که همگام با کاهش آلودگی‌های محیط‌زیستی ناشی از انباشت مواد پلیمری، تولید فرآورده‌ای با ارزش افزوده بالا را به‌دنبال خواهد داشت. استفاده از آرد چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس که از درختان سریع‌الرشد غیرجنگلی به‌شمار می‌آید در تولید فرآورده‌های مرکب چوبی به‌ویژه چوب-پلاستیک‌ها از دیگر اهداف این تحقیق بوده است.

مواد و روش‌ها

در این بررسی از چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس (*E. camaldulensis*) به شکل آرد چوب و در سه سطح ۷۰، ۶۵ و ۶۰ درصد (بر اساس وزن خشک چندسازه) و ۵ درصد سازگارکننده (از مالئیک انیدرید پیوند شده با پلی‌پروپیلن (MAPP)، از فرآورده‌های شرکت Eastman) به‌عنوان عوامل متغیر استفاده شده است. از پلی‌پروپیلن بازیافتی (ظروف بسته‌بندی لبنیات)، با منشاء تولید شرکت پتروشیمی بندر امام خمینی و با شاخص جریان مذاب ۸ گرم در هر دقیقه و دانسیته ۰/۹۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب به‌عنوان ماتریکس پلیمری مورد استفاده شده است.

چوب گونه اکالیپتوس کاملدولنسیس از استان گلستان تهیه گردید. چوب پس از پوست‌کنی، با استفاده از یک خردکن غلطکی آزمایشگاهی از نوع Pallmann X 430-120PHT، به خرده چوب مناسب جهت تغذیه دستگاه آسیاب تبدیل گردید. به‌منظور تهیه آرد چوب، از یک آسیاب آزمایشگاهی

استفاده شد. سپس آرد چوب توسط یک الک آزمایشگاهی ۴۰ و ۶۰ مش غربال شده و ذرات عبور کرده از الک ۴۰ مش و باقی مانده بر روی الک مش ۶۰ باقی مورد استفاده قرار گرفتند. آرد چوب تهیه شده پس از خشک شدن در هوای آزاد و سپس با استفاده از یک خشک‌کن گردان در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت حدود صفر درصد، خشک گردید. سپس جهت جلوگیری از جذب رطوبت، در کیسه‌های مقاوم به نفوذ رطوبت، نگهداری شد. در این تحقیق، به دلیل استفاده از روش ریزش کیک برای تولید چندسازه‌ها، ایجاد یک ترکیب یکنواخت از ماده لیگنوسلولزی و پلیمر، بسیار دارای اهمیت بود. بنابراین پلی‌پروپیلن بازیافتی خریداری شده ابتدا توسط یک آسیاب به قطعاتی به ابعاد حدود ۵ میلی‌متر و سپس توسط یک آسیاب ثانویه به ذراتی با ابعاد حدود ۵۰ میکرون تبدیل گردید و با تولید چندین تخته آزمونی، برای ترکیب یکنواخت این ماده با آرد چوب قبل از انجام عمل پرس بسیار مناسب تشخیص داده شد.

به منظور ساخت چندسازه، پس از آماده‌سازی ماده چوبی و پلیمر، ابتدا آرد چوب با ماده سازگارکننده مخلوط شده و سپس مخلوط آماده شده با ذرات پلی‌پروپیلن به‌طور کامل ترکیب شدند. جهت شکل‌دهی کیک آرد چوب و پلاستیک از یک قالب چوبی به ابعاد ۳۰ در ۳۰ سانتی‌متر استفاده گردید. و سپس با استفاده از یک پرس آزمایشگاهی مدل BURKLE L100 اقدام به فشردن کیک آرد چوب و ساخت چندسازه‌های آزمایشگاهی در دمای پرس ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد، و زمان پرس ۸ دقیقه گردید. در این تحقیق جرم مخصوص تخته در مقدار ۰/۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب، فشار پرس برابر ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و ضخامت تخته در حد ۰/۳۲ سانتی‌متر برای تمام آن‌ها ثابت در نظر گرفته شد.

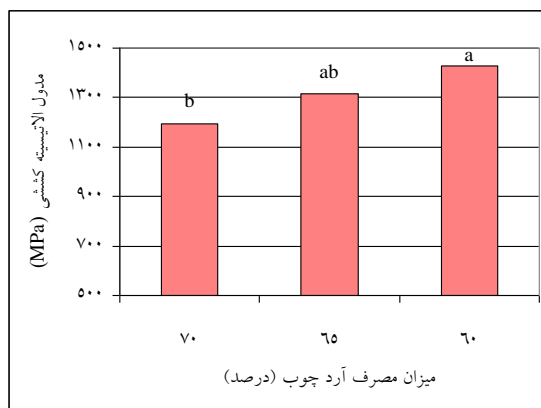
در این بررسی ۱۸ چندسازه آزمایشگاهی ساخته شد. بعد از پایان مرحله پرس، به منظور مشروط‌سازی و همچنین متعادل‌سازی تنش‌های داخلی، چندسازه‌های ساخته شده به مدت ۱۵ روز در شرایط آزمایشگاهی (رطوبت نسبی 1 ± 65 درصد و درجه حرارت 3 ± 20 درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند.

تهیه نمونه‌های آزمونی و اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و کششی چندسازه‌های ساخته شده مطابق استاندارد ASTM D1037 انجام گردید. مقاومت کششی و مدول الاستیسیته کششی، واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، واکشیدگی ضخامت و جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب جوش تعیین گردید. بعد از

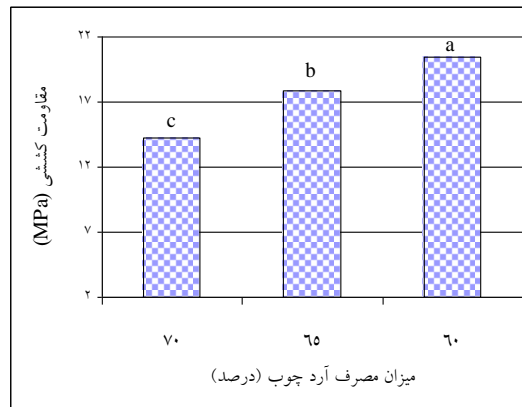
انجام آزمایش‌های فوق بر روی نمونه‌ها، نتایج به‌دست آمده در قالب طرح کامل تصادفی و آزمون فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در صورت معنی‌دار شدن اختلاف، گروه‌بندی میانگین‌ها توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن (DMRT)^۱ انجام شده است. تأثیر مستقل و متقابل هر یک از عوامل متغیر بر خواص مورد مطالعه در سطح اعتماد ۹۹ و ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر ویژگی‌های چندسازه‌های ساخته شده از آرد چوب اکالیپتوس نشان داد که اثر مصرف سازگارکننده بر مقاومت کششی معنی‌دار است به‌طوری که مقاومت کششی چندسازه‌های ساخته شده با مصرف ۵ درصد سازگارکننده با ۲۰/۲۴ مگاپاسکال نسبت به چندسازه‌های ساخته شده بدون مصرف سازگارکننده با ۱۴/۷۵ مگاپاسکال به‌طور معنی‌داری بالاتر است. همچنین میزان مصرف آرد چوب نیز بر مقاومت کششی اثر معنی‌داری داشته و با افزایش مصرف آن، مقاومت کششی چندسازه‌ها کاهش یافته است (شکل ۱). داده‌های مرتبط با اثر متقابل میزان مصرف آرد چوب و میزان سازگارکننده بر مقاومت کششی نشان می‌دهند در هر میزان مصرف سازگارکننده با کاهش مصرف الیاف مقدار این ویژگی در چندسازه‌ها افزایش یافته است (شکل ۲).

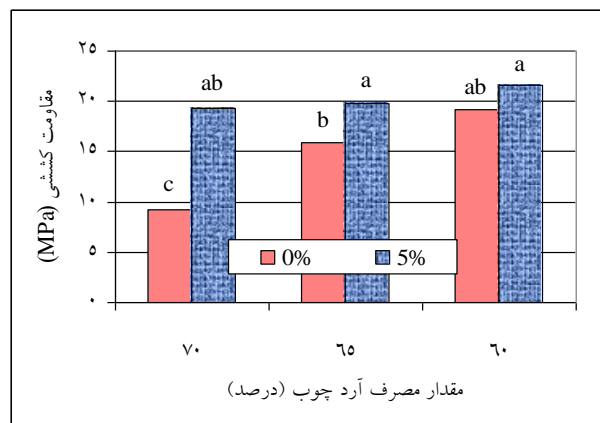


1- Duncan Multiple Range Test

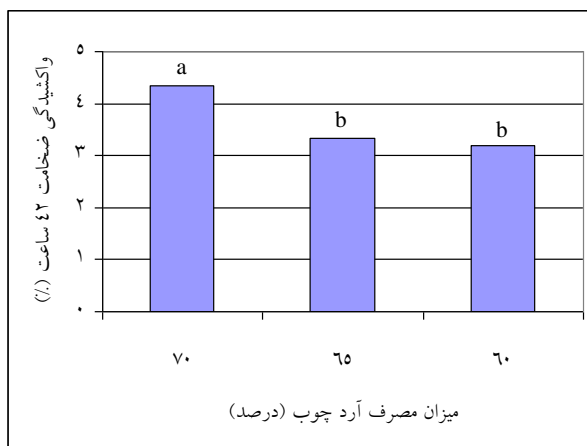


شکل ۱- اثر مستقل میزان آرد چوب بر ویژگی‌های کششی، راست: مدول الاستیسته کششی، چپ: مقاومت کششی.

نتایج نشان داد که که میزان مصرف سازگارکننده دارای اثر معنی داری بر روی مدول الاستیسته کششی چندسازه‌ها ساخته شده می‌باشد، به طوری که با مصرف ۵ درصد سازگارکننده در ساخت چندسازه‌ها مقدار مدول الاستیسته کششی از ۱۱۷۲ به ۱۴۵۱ مگا پاسکال افزایش پیدا کرده است. همچنین مقدار مصرف آرد چوب بر مدول الاستیسته کششی چندسازه‌های ساخته شده از نظر آماری دارای اثر معنی دار بوده است به طوری که مدول الاستیسته کششی برای چندسازه‌های ساخته شده با ۷۰ درصد آرد چوب برابر ۱۱۹۳ مگاپاسکال بوده است که با کاهش مصرف آرد چوب به ۶۰ درصد مقدار آن به ۱۴۲۷ مگاپاسکال افزایش یافته است (شکل ۱).

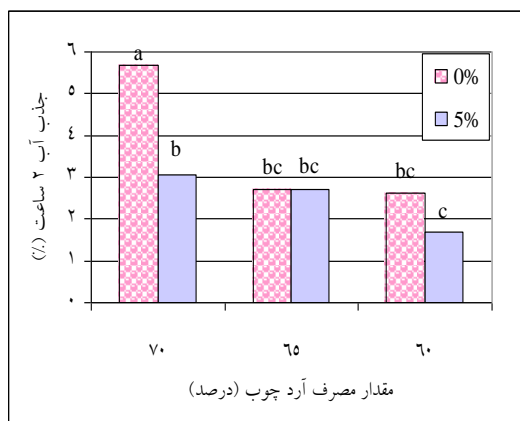


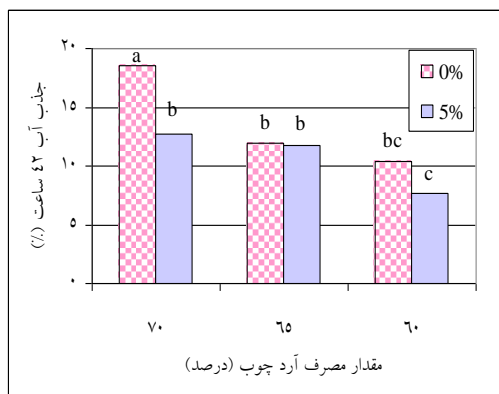
شکل ۲- اثر متقابل مقدار مصرف سازگارکننده و آرد چوب بر مقاومت کششی چند سازه.



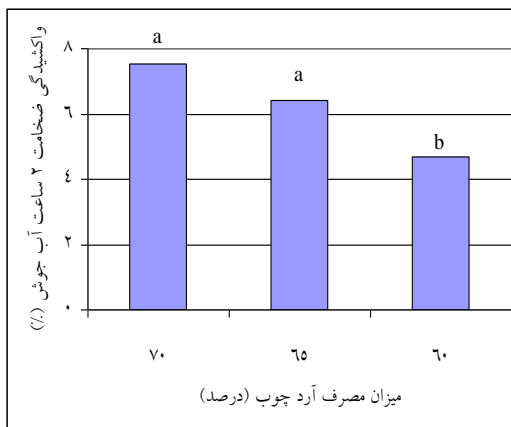
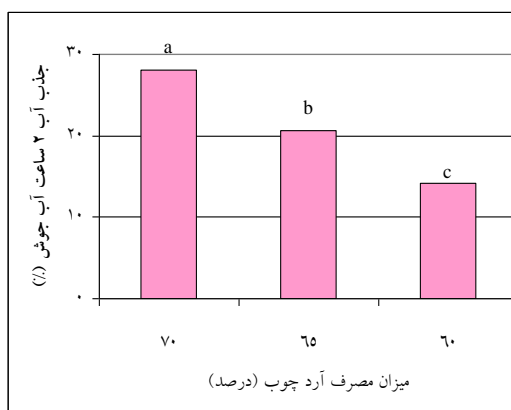
شکل ۳- اثر مستقل مقدار مصرف آرد چوب بر واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت چند سازه.

نتایج نشان داد که افزایش مقدار سازگارکننده اثر معنی‌داری بر واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت چندسازه‌ها نداشته است ولی تأثیر مقدار مصرف آرد چوب بر واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت معنی‌دار بوده و با کاهش مقدار مصرف الیاف از ۷۰ به ۶۰ درصد مقدار این ویژگی از ۴/۳۵ به ۳/۲۰ درصد کاهش یافته است (شکل ۳).





شکل ۴- اثر متقابل مقدار مصرف سازگارکننده و آرد چوب بر جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت چندسازه.



شکل ۵- اثر مقدار مصرف آرد چوب بر واکنشیدگی ضخامت ۲ جذب آب ۲ ساعت آب جوش چندسازه.

نتایج نشان داد که اثر مستقل و متقابل مقدار مصرف سازگار کننده و آرد چوب بر جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت معنی‌دار بوده است. به طوری که با مصرف سازگار کننده در ساخت چندسازه‌ها مقدار جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت به ترتیب از ۳/۷۰ و ۱۳/۶۱ درصد به ۲/۴۹ و ۱۰/۷۳ درصد کاهش یافته است. تأثیر مقدار مصرف آرد چوب بر جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت نیز معنی‌دار بوده و با کاهش مقدار مصرف الیاف از ۷۰ به ۶۰ درصد مقدار این ویژگی به ترتیب از ۴/۳۷ و ۱۵/۶۸ به ۲/۱۵ و ۹/۰۲ درصد کاهش یافته است. همچنین اثر متقابل مقدار مصرف سازگار کننده و آرد چوب بر این ویژگی‌ها معنی‌دار بوده است. به طوری که در شکل شماره ۴ مشاهده می‌گردد حداقل جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت به ترتیب با ۱/۶۸ و ۷/۶۹ درصد در شرایط استفاده از ۵ درصد سازگار کننده و ۶۰ درصد مصرف آرد چوب حاصل شده است.

نتایج اندازه‌گیری واکنش‌پذیری بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب جوش چندسازه‌ها نشان داد که این ویژگی در چندسازه‌ها با مصرف ۵ درصد سازگار کننده و کاهش مصرف آرد چوب از ۷۰ به ۶۰ درصد بهبود یافته و به حداقل می‌رسد. همچنین تأثیر متقابل میزان مصرف سازگار کننده و مقدار آرد چوب بر این ویژگی معنی‌دار بوده است، به طوری که در شکل شماره ۵ مشاهده می‌شود در چندسازه‌های ساخته شده بدون سازگار کننده با کاهش مصرف آرد چوب، مقدار واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب جوش از یک روند کاهشی برخوردار بوده است. نتایج نشان داد که اثر مقدار آرد چوب بر جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب جوش چندسازه‌ها معنی‌دار است و با کاهش مصرف آن مقدار جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب جوش به نصف کاهش یافته و از ۲۸/۰۸ به ۱۴/۱۹ درصد رسیده است.

بحث و نتیجه‌گیری

طبق نتایج این بررسی، استفاده از ماده سازگار کننده MAPP به طور معنی‌داری مقاومت کششی و مدول الاستیسیته کششی چندسازه‌ها را افزایش داده است. کاربرد MAPP باعث سازگاری بیشتر ماده لیگنوسلولزی و پلیمر و اتصال بهتر بین آن‌ها شده و این عامل باعث بالا رفتن مقاومت کششی شده است. زیرا چندسازه‌ای که متشکل از دو فاز سازگارتر باشد، مقاومت بهتری را در مقابل تنش از خود نشان می‌دهند. تقویت فصل مشترک دو فاز چوب و پلیمر و اتصال بهتر بین آن‌ها به دلیل اثر متقابل گروه‌های قطبی سازگار کننده و گروه‌های قطبی الیاف سلولزی است. به علاوه در هم رفتن و درگیری

مکانیکی زنجیرهای پلیمر و زنجیرهای پلی پروپیلن موجود در MAPP باعث می‌شود که با افزایش مقدار MAPP، تعداد بیشتری از زنجیرهای پلیمری در سازوکار تحمل و انتقال تنش دخالت پیدا کرده و مقاومت چندسازه را افزایش داده است. زو و همکاران (۲۰۰۳) و همچنین Rowell و همکاران (۲۰۰۰)، نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند.

نتایج این تحقیق نشان داد که ویژگی‌های فیزیکی چندسازه‌های ساخته شده با افزایش میزان مصرف آرد چوب افزایش یافته است و با افزایش مصرف آرد چوب به ۷۰ درصد مقدار واکنشیدگی و جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت به حداکثر رسیده است. با توجه به این که مواد لیگنوسلولزی دارای یک ساختار آبدوست هستند، در نتیجه با افزایش مصرف الیاف در ساخت چندسازه‌ها میزان جذب آب و به دنبال آن واکنشیدگی ضخامت افزایش خواهد یافت. در این رابطه ماهلبرگ (۲۰۰۱)، در مطالعه خود بر روی چندسازه‌های الیاف چوب-پلاستیک از الیاف چوبی در مقادیر مختلف در ساخت چندسازه استفاده نمود و نتیجه گرفت که هر چه قدر میزان الیاف بیشتر باشد، چندسازه‌ها آب بیشتری را جذب کرده و واکنشیدگی ضخامت زیادتری خواهند داشت. همچنین اندازه‌گیری واکنشیدگی و جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب جوش چندسازه‌ها نشان داد مصرف سازگار کننده موجب کاهش و بهبود آن‌ها شده و مقدار آن‌ها در مصرف ۵ درصد سازگارکننده کاهش یافته است. کاربرد سازگارکننده، سبب ایجاد واکنش‌های شیمیایی بین ماده لیگنوسلولزی و پلیمر شده و از طریق پیوند با گروه‌های هیدروکسیل آب دوست مواد لیگنوسلولزی و تشکیل گروه‌های استری، با غیر فعال کردن گروه‌های هیدروکسیل قابل دسترس، آبدوستی الیاف را کاهش می‌دهد. همچنین، بررسی‌های روول و همکاران (۲۰۰۰)، هیل (۲۰۰۰) و کرزیسیک و یانگکوویست (۱۹۹۹)، نتایج این تحقیق را تأیید نموده است.

منابع

1. Kargarfard, A., Hosseinzadeh, A., Nourbakhsh, A., Khajeh, Kh., Hajihassani, R. 2005. Investigation on medium density fiberboard (MDF) properties produced from poplar wood (*p. nigra*). Pajouhesh-va-Sazandegi Journal, no 68: 38-47.
2. Franklin, G.L. 1954. A rapid method of softening wood for microtome sectioning. tropical woods. Pp: 36-88.
3. Haijun, L., and Mohini, S. 2003. High stiffness natural fiber- reinforced hybrid polypropylene composites. Polymer- plastic technology and engineering. Vol 42, No 5, Pp: 853-862.

4. Hill, CAS. 2000. Wood/plastic composite strategies for compatibilising the phases. *Journal of Institute of wood science*. Vol.15, No.3, Pp: 140-146.
5. Karmaker, R., and Youngquist. 1995. Injection molding of polypropylene reinforced with short jute fiber. USDA forest service, Forest Prod. Lab. Madison, WI. USA.
6. Krzysik, N., and Youngquist, B. 1999. Dependence of the mechanical properties of wood flour polymer composites on the moisture content. *Journal of Applied polymer science*. Vol.68, Pp: 2069-2076.
7. Liew, KC., Harun, J., Tahir, P.M., Yusoff, MNM., and Dahlan, KZM. 2000. Properties of rubber wood fiber/ polypropylene composites blended at different fiber content and fiber size fractions. *Jour.Tropical forest products*. Vol 6, No 1, Pp: 21-27.
8. Mahlberg, A. 2001. Transcrystalline interphases in natural fiber/polypropylene composite. Effect of coupling agents, composites interfaces, Vol. 7, No. 1, Pp: 31-43.
9. Oksaman, K. 1994. Improved interaction between wood and synthetic polymers in wood/plastic composites. *Wood Science and Technology Journal*, vol. 30, No 23, Pp: 197-203.
10. Razavi-Nouri, M., Jafarzadeh, F., Oromiehie, A., and Langroudi, A.E. 2006 . Mechanical properties and water absorption behaviour of chopped rice husk-filled polypropylene composites. *Iranian polymer Journal*. No 9, Pp: 757-766.
11. Roger, M., Rowell, M.R., Anand, R., Sanadi, Caulfield, DF., Rodney, E., and Jackson. 2000. Utilization of natural fibers in plastic composites: problems and opportunities, *Lignocellulosic/plastic composites*, Pp: 5-23.
12. Rowell, M.R., Lange, S.E., and Jacobson, RE. 2000. Weathering performance of plant-fiber/ thermoplastic composites. *Mol. Cryst. And Liq.* Vol 353, Pp: 85-94.
13. Stark, N.M., and Rowlands, R.E. 2003. Effect of wood fiber characteristics on mechanical properties of wood/ polypropylene composites. *Wood and fiber science*. Vol 35, No 2, Pp: 167-174.
14. Xue, Y., Veazie, D., Glinsay, C., and Wright, M. 2003. Mechanical properties of wood fiber composites the influence of temperature and humidity. 7th international conference
15. On wood fiber/ plastic composites (and other natural fiber). Madison, WI. USA. 19-29 may.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 22 (1), 2015

<http://jwfst.gau.ac.ir>

The Influence of Coupling Agent and The Content of Lignocellulosic Material on Tensile Strength and Physical Properties of Eucalyptus Wood Powder/ Recycled Polypropylene Composites

***A. Kargarfard**

Assistant Prof., Wood and Forest Products Science Research Division,
Research Institute of Forests and Rangelands

Received: 29/02/2012 ; Accepted: 11/04/2014

Abstract

The objective of this study was to investigate the influence of coupling agent and content of lignocellulosic material on tensile strength and physical properties of wood/plastic composite produced from recycled polypropylene using mat forming procedure. Recycled polypropylene and three levels of *Eucalyptus camaldulensis* sp. wood powder (60, 65 and 70%) and 5% of MAPP were used. The results of tensile strength and physical properties were statistically analyzed using factorial experimental design. The results indicated that the tensile strength and modulus of composites containing MAPP were statistically higher than those without MAPP. These properties were increased as the content of wood powder is reduced. The interaction effect of wood powder and MAPP on tensile strength was statistically significant and composites produced using 60% wood powder and 5% MAPP were the highest. The results of water absorption after 2 and 24 hours soaking revealed that these characteristics were lower when MAPP is used or the content of wood powder is reduced. Thickness swelling and water absorption after 2 hours in boiling water showed that properties are lower when 60% wood powder or MAPP is used.

Keywords: Wood plastic composite, Recycled polypropylene, Coupling agent, *Eucalyptus camaldulensis*, Tensile Strength and Physical Properties

*Corresponding author: karagarfard@rifr-ac.ir

