Archive of SID

اثر اندازه ذرات لیگنوسلولزی و مقدار سازگارکننده بر خواص فیزیکی و مکانیکی چند سازه اکالیپتوس- پلی پروپیلن بازیافت شده

ابوالفضل کارگرفرد[*1]

[1] استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۱۳، تاریخ تصویب: ۸۹/۱۰/۱۳)

چکیده

هدف این بررسی، استفاده از پلی پروپیلن بازیافتی در تولید چند سازه‌های چوب/پلاستیک به روش ریزش کیک بوده است. از پلی-پروپیلن بازیافتی و آرد چوب و الیاف چوب اکالیپتوس و همچنین استفاده از ۳ سطح میزان ماده جفت کننده MAPP (صفر، ۲/۵ و ۵ درصد) چند سازه‌های چوب – پلاستیک ساخته شده است. نتایج اندازه‌گیری خواص مکانیکی و فیزیکی با استفاده از طرح آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل شده و میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن گروه‌بندی گردیدند. نتایج نشان دادند که مقاومت خمشی چند سازه‌های ساخته شده از الیاف بیشتر از چند سازه‌های ساخته شده از آرد چوب است. اثر متقابل نوع ذرات و مقدار سازگارکننده بر مدول الاستیسیته چندسازه‌ها معنی‌دار بوده و چندسازه‌های ساخته شده از الیاف و ۵ درصدMAPP دارای بالاترین MOE بوده‌اند. افزایش مصرف سازگارکننده به طور معنی‌داری مقاومت کششی و مدول کششی چندسازه‌ها را زیاد کرده است. ولی اثر متقابل نوع ذرات چوب و میزان سازگارکننده فقط بر مدول کششی معنی‌دار بود و حداقل مدول کششی در شرایط استفاده از آرد چوب و بدون سازگارکننده و حداکثر آن در حالت استفاده از الیاف و ۵ درصد سازگارکننده حاصل شده است. اندازه‌گیری واکشیدگی و جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب جوش چندسازه‌ها نشان داد که این ویژگی‌ها در چندسازه‌های ساخته شده از آرد چوب به طور معنی‌داری کمتر از چندسازه‌های ساخته شده از الیاف می‌باشد. همچنین افزایش مصرف سازگارکننده موجب کاهش این ویژگی‌ها شده و حداقل آنها در مصرف ۵ درصد سازگارکننده مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: چند سازه چوب/پلاستیک، پلی پروپیلن بازیافتی، سازگارکننده، اکالیپتوس کاملدولنسیس، مقاومت خمشی، مقاومت کششی، واکشیدگی ضخامت

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۲-۱۷۷۰۲۳۹ فاکس: ۰۲۱-۴۴۱۹۶۵۷۵ E-mail: a_kargarfard@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در دهه‌های اخیر، شاخص های اقتصادی کشورهای در حال توسعه از روند رو به رشدی برخوردار بوده و حتی در بعضی از کشورها بسیار چشمگیر بوده است. وقوع 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. لذا جایگزینی محصولاتی مانند تخته خرده چوب، انواع تخته فیبر و چند سازه‌های چوب / پلاستیک با چوب ماسیو، حاصل تلاش‌های انجام شده در این زمینه بوده است.

چند سازه‌های مواد لیگنوسلولزی/ پلاستیک از جمله فرآورده‌های نسبتا جدیدی به شمار می آیند که بعضا نسبت به پلاستیک خالص معایبی مانند جذب آب بیشتر به دلیل خاصیت آبدوستی الیاف سلولزی، و محدودیت در دمای فراورش به دلیل تخریب حرارتی مواد چوبی دارند. ولی از سوی دیگر این محصول دارای مزایای بسیاری از جمله قابلیت تخریب بیولوژیکی، کاهش آلودگی محیط زیست به دلیل استفاده از ضایعات پلاستیکی، دوام طبیعی بالاتر در مقابل حشرات، قارچ ها و رطوبت در مقایسه با چوب و سایر فرآورده‌های مرکب چوبی، قابلیت بازیافت، رقابت با پلاستیک‌ها و دیگر پرکننده‌ها به لحاظ قیمت و 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 (Oksaman, 1994).

در سال های اخیر کاربرد الیاف طبیعی به عنوان پرکننده و تقویت کننده در پلاستیک‌ها به سرعت در حال افزایش است، که عمدتا به دو صورت الیاف و آرد مورد استفاده قرار می‌گیرند. این در حالی است که طبق آمارهای منتشره، افزایش مصرف انواع پلیمرها به طور مستمر به تولید ضایعات و پسماندهای پلاستیکی در سطح جهانی افزوده است. به طوری که با افزایش آلودگی‌های محیط زیستی ناشی از مصرف این پلیمرها، بسیاری از کشورها در جستجوی وضع قوانینی برای محدود کردن مصرف پلاستیک ها هستند. از سوی دیگر استفاده از مواد پلیمری بازیافتی در صنعت چند سازه‌های چوب-پلاستیک به یکی از راهکارهای کاهش آلودگی های زیست محیطی تبدیل شده است (Roger, et al, 2000).

در زمینه تولید چند سازه‌های ساخته شده از انواع پلاستیک‌ها و مواد لیگنوسلولزی با توجه به مزایای آن، تحقیقات وسیعی در دو سطح بنیادی و کاربردی انجام گرفته است. Stark and Rowlands (2003) اثر اندازه الیاف چوب را بر روی چند سازه‌های الیاف چوب/ پلی پروپیلن مورد بررسی قرار دادند. با افزودن الیاف، مقاومت‌های کششی و خمشی افزایش یافت. مقاومت به ضربه با افزایش اندازه الیاف افزایش نشان داد. این تحقیق استفاده از الیاف چوبی با ضریب لاغری بیشتر را به جهت افزایش انتقال تنش از ماتریس پلیمری به الیاف توصیه می‌کند. Karmaker and Youngquist (1995) چندسازه‌های حاصل از قالبگیری تزریقی الیاف چوب/پلی پروپیلن را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که در صورت استفاده از MAPP[1] به عنوان سازگار کننده، مقاومت‌های کششی و خمشی اصلاح شده ولی بدون حضور MAPP این مقاومت‌ها ضعیف هستند. در تحقیق دیگری Xue et al (2003) به منظور بررسی خواص مکانیکی چند سازه‌های الیاف چوب/ پلی پروپیلن و بهینه سازی ترکیب این چند سازه‌ها، نمونه‌هائی 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 می بخشد.

Razavi et al (2006) خواص مکانیکی و جذب آب چندسازه‌های ذرات شلتوک برنج/ پلی پروپیلن را مورد بررسی قرار دادند. مقادیر مختلفی از شلتوک برنج (بین صفر تا ۴۰ درصد وزنی) با ماتریس پلی پروپیلنی مخلوط شده و از MAPP به عنوان ماده جفت کننده استفاده شد.

۱- Maleic Anhyride Poly Propylene

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج نشان داد که مدول‌های خمشی و کششی در سطوح ۴۰ درصد شلتوک برنج، بالاترین مقدار را دارا 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. Haijun and Sain (2003) چندسازه‌های هیبرید پلی‌پروپیلن را مورد بررسی قرار دادند و از الیاف خمیر کاغذ، شاهدانه، کتان و پودر چوب به عنوان فاز تقویت کننده هیبریدی استفاده کردند. الیاف خمیر کاغذ به علت داشتن ضریب ظاهری بالاتر، بیشترین مقاومت کششی را داشتند وMAPP به علت گروه‌های فعال زیاد و وزن مولکولی بالا، در بهبود و تقویت خواص مقاومتی چند سازه‌های هیبرید بسیار موثر بود. همچنین مقاومت به ضربه پائین متداول در الیاف طبیعی مشهود بوده است. در تحقیق دیگری، Stark and Rowlands (2003) برخی از عوامل تاثیرگذار بر خواص مکانیکی چند سازه آرد چوب/ پلی پروپیلن را مورد آزمایش قرار دادند. الیاف چوبی و آرد چوب در دو سطح ۲۰ و ۴۰ درصد وزنی پلیمر به مخلوط اضافه شده وMAPP به عنوان 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 مقدار۴۰ درصد الیاف چوبی مقاومت‌های چند سازه‌ها افزایش یافت. ضریب لاغری بزرگتر، افزایش کمی در مقاومت به ضربه ایجاد کرده است. تاثیر MAPP بر خواص مقاومتی چند سازه‌های با تقویت کننده‌های لیفی، نسبت به تقویت کننده‌های پودری بیشتر بود.

با توجه به ضرورت استفاده مجدد از پلاستیک‌های بازیافتی، هدف از اجرای این بررسی امکان استفاده از ماده پلی‌پروپیلن بازیافت شده از پلاستیک‌های مستعمل در تولید چند سازه‌های چوب / پلاستیک بوده است که همگام با کاهش آلودگی های محیط زیستی ناشی از انباشت مواد پلیمری، تولید فرآورده ای با ارزش افزوده بالا را به دنبال خواهد داشت. استفاده از الیاف و آرد چوب گونه اکالیپتوس کاملدولنسیس که از درختان سریع الرشد غیرجنگلی به شمار می‌آید در تولید فرآورده‌های مرکب چوبی به‌ویژه چوب / پلاستیک ها از دیگر اهداف این تحقیق بوده است.

مواد و روش‌ها

در این بررسی از چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس (*E. camaldulensis*) به دو شکل آرد چوب و الیاف و از سه سطح صفر، ۲/۵ و ۵ درصد سازگارکننده (در این بررسی از پلی‌پروپیلن پیوند شده (graft) با مالئیک انیدرید (MAPP)، از فرآورده‌های شرکت Eastman استفاده شده است) به عنوان عوامل متغیر استفاده شده است. در این تحقیق از ۶۰ درصد پلی پروپیلن بازیافتی (ظروف بسته بندی لبنیات)، با منشاء تولید شرکت پتروشیمی بندر امام خمینی و با شاخص جریان مذاب ۸ gr / ۱۰ min. و دانسیته ۰/۹۱ گرم بر سانتیمتر مکعب به عنوان ماتریس پلیمری و ۴۰ درصد آرد چوب و یا الیاف به عنوان ماده لیگنوسلولزی یا فاز تقویت کننده به صورت ثابت استفاده شده است.

چوب گونه اکالیپتوس کاملدولنسیس از استان گلستان تهیه گردید. چوب پس از پوست کنی، با استفاده از یک خردکن غلطکی آزمایشگاهی از نوع Pallmann X 430 - 120PHT، به خرده چوب مناسب تهیه الیاف خرد شد. خرده‌های چوب مورد نظر توسط یک دستگاه بخارزن آزمایشگاهی با استفاده از دمای بخارزنی ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۱۵ دقیقه بخارزنی شده و پس از تخلیه با استفاده از یک پالایشگر آزمایشگاهی با قطر صفحه ۲۵ سانتی متر و با دور الکتروموتور ۱۴۵۰ دور در دقیقه طی ۳ عبور، پالایش و تبدیل به الیاف شدند. به منظور تهیه آرد چوب، از یک آسیاب آزمایشگاهی استفاده شد. سپس آرد چوب توسط یک الک آزمایشگاهی و الک با اندازه سوراخ مش 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. با توجه به اینکه ابعاد ذرات از ویژگی‌های تاثیر گذار در فرآیندهای ساخت چندسازه‌ها می‌باشد. اقدام به‌اندازه‌گیری ابعاد ذرات آرد چوب و الیاف شد. میانگین طول و قطر الیاف اکالیپتوس کاملدولنسیس و همچنین آرد چوب در جدول شماره ۱ خلاصه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ – میانگین طول و قطر الیاف و آرد چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس قبل از ساخت چند سازه

نوع ذرات لیگنوسلولزی	میانگین طول ذرات (میکرون)	میانگین قطر ذرات (میکرون)	ضریب لاغری یا درهم رفتگی $(\frac{L}{D})$
الیاف اکالیپتوس	۹۷۵	۱۴/۶۷	۶۶/۴۶
آرد چوب اکالیپتوس	۰/۲۲۴	۰/۱۶۷	۱/۳۵

الیاف و آرد چوب تهیه شده پس از خشک شدن در هوای آزاد و سپس با استفاده از یک خشک کن گردان در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت حدود صفردرصد، خشک گردیدند و سپس در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به نفوذ رطوبت، بسته بندی و آماده شدند. در این تحقیق، به منظور ایجاد یک ترکیب یکنواخت از ماده لیگنوسلولزی و پلیمر، پلی پروپیلن بازیافتی خریداری شده ابتدا توسط یک آسیاب به قطعات به ابعاد حدود ۵ میلی متر و سپس توسط یک آسیاب ثانویه به ذراتی با ابعاد حدود ۵۰ میکرون تبدیل گردید. این ابعاد برای ترکیب یکنواخت این ماده با آرد و الیاف چوب قبل از انجام عمل پرس بسیار مناسب تشخیص داده شده است.

به منظور ساخت چندسازه، پس از آماده سازی ماده چوبی و پلیمر، ابتدا آرد چوب یا الیاف با ماده سازگارکننده مخلوط شده و سپس مخلوط آماده شده با ذرات پلی‌پروپیلن به طور کامل ترکیب شدند. جهت شکل دهی کیک الیاف یا 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 الیاف 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 سانتی متر مکعب، فشار پرس برابر ۳۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و ضخامت تخته در حد ۳/۲ میلی متر برای تمام آنها ثابت در نظر گرفته شد.

در این بررسی از ترکیب ۲ متغیر در سطوح مختلف ۶ ترکیب شرایط و برای هر ترکیب شرایط ۳ تکرار در نظر گرفته شد که در مجموع ۱۸ چندسازه آزمایشگاهی ساخته شد. بعد از پایان مرحله پرس، به منظور مشروط سازی و همچنین متعادل سازی تنش های داخلی، چندسازه‌های ساخته شده به مدت ۱۵ روز در شرایط آزمایشگاهی (رطوبت نسبی ۱ ± ۶۵ درصد و درجه حرارت ۳ ± ۲۰ درجه سانتی گراد) نگهداری شدند.

تهیه نمونه‌های آزمونی و اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی چندسازه‌ها مطابق استاندارد ASTM 1037 انجام گردید. مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته، مقاومت کششی و مدول 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 مکانیکی و فیزیکی بر روی نمونه‌ها، نتایج به‌دست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمون فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در صورت معنی‌دار شدن اختلاف، گروه‌بندی میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT)[2] 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 چند سازه در جدول ۲ آورده شده است. به‌طوری که در این جدول مشاهده می‌شود اثر اندازه ذرات ماده چوبی بر مقاومت خمشی معنی‌دار است به طوری که مقاومت خمشی چندسازه‌های ساخته شده از الیاف با ۳۹/۳۹ مگاپاسکال نسبت به چندسازه‌های ساخته شده از آرد چوب با ۳۲/۳۳ مگاپاسکال به طور معنی‌داری

۱- Duncan's Multiple Range Test

www.SID.ir

Archive of SID

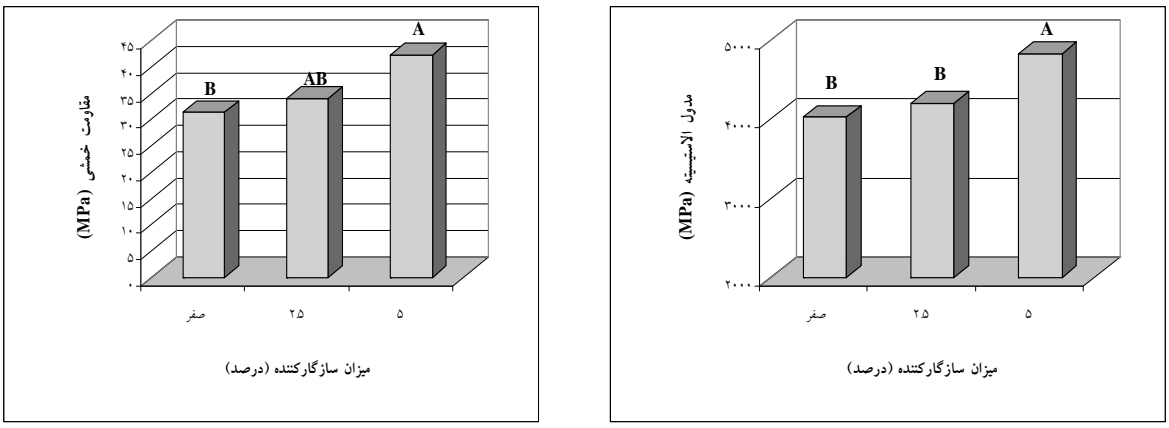
بالاتر است. همچنین میزان مصرف سازگارکننده نیز بر مقاومت خمشی اثر معنی‌داری داشته و با افزایش مصرف آن، مقاومت خمشی چندسازه‌ها زیاد شده است (شکل ١). اثر متقابل نوع ذرات چوب و میزان سازگارکننده بر مقاومت خمشی (شکل ٢) نشان می دهد که افزایش میزان سازگارکننده اثر بهبود دهندگی بیشتری بر روی مقاومت خمشی چندسازه‌های ساخته شده از الیاف دارد.

جدول ٢- جدول تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی چندسازه

عامل متغیر	ویژگی	مجموع میانگین مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F محاسبه شده	سطح معنی‌دار (٪)
اثر مستقل نوع ذرات	مقاومت خمشی	٢٢۴/۶۵	١	٢٢۴/۶۵	۶/٩٨۶	٩۵
	مدول الاستیسیته	١۴٩٩٣٣۴/٧٢	١	١۴٩٩٣٣۴/٧٢	٧/٠۴٩	٩۵
	مقاومت کششی	١/٠٩	١	١/٠٩	١/٠٨١	-
	مدول الاستیسیته کششی	٣٢٠٨٨/٨٩	١	٣٢٠٨٨/٨٩	٢/٠٩٧	-
	واکشیدگی ضخامت ٢ ساعت	٢٨۴	١	٢٨۴	۴/٩٧٨	٩۵
	واکشیدگی ضخامت ٢۴ ساعت	٢٢٧	١	٢٢٧	٠/۴٢٧	-
	جذب آب ٢ ساعت	۵۴٨	١	۵۴٨	۴/۵٨۴	٩۵
	جذب آب ٢۴ ساعت	١۵/٢٩٠	١	١۵/٢٩٠	٨/۴۵٢	٩۵
	واکشیدگی در ٢ ساعت آب جوش	٨/۶٨١	١	٨/۶٨١	٩/٠٣٨	٩٩
	جذب آب در ٢ ساعت آب جوش	۵٠/١٠٠	١	۵٠/١٠٠	٧/٩١۵	٩۵
اثر مستقل میزان سازگار کننده	مقاومت خمشی	٣٨۵/٩٢	٢	١٩٢/٩۶	۶/٠١١	٩۵
	مدول الاستیسیته	٢١١٣٨٢٨/١١	٢	١٠۵٨٩١۴/٠۶	۴/٩۶٩	٩۵
	مقاومت کششی	٢۴/۵۴٣	٢	١٢/٢٧١	١١/٩٣٨	٩٩
	مدول الاستیسیته کششی	١٩٣١٨٠/٣٣	٢	٩۶۵٩٠/١٧	۶/٣١١	٩۵
	واکشیدگی ضخامت ٢ ساعت	٠/٣٠۵	٢	٠/١۵٣	٢/۶٧۶	-
	واکشیدگی ضخامت ٢۴ ساعت	١/١٧٩	٢	٠/۵٩٠	١/١١٢	-
	جذب آب ٢ ساعت	٠/٣١٨	٢	٠/١۵٩	١/٣٢٩	-
	جذب آب ٢۴ ساعت	٣/۴٠٩	٢	١/٧٠۴	٠/٩۴٢	-
	واکشیدگی در ٢ ساعت آب جوش	٣/۴۶٣	٢	١/٧٣٢	٣/٩٢٣	٩۵
	جذب آب در ٢ ساعت آب جوش	١٧/٠٢٩	٢	٨/۵١۵	٣/٣۴۵	٩۵
اثر متقابل نوع ذرات و میزان سازگار کننده	مقاومت خمشی	٧٨/۶٨۴	٢	٣٩/٣۴٢	٣/٢٣۶	٩۵
	مدول الاستیسیته	٢٨٠٠٨۵/۴۴	٢	١۴٠٠٣٢/٧٢	۵/۶۵٨	٩۵
	مقاومت کششی	۴/٨٣٢	٢	٢/۴١۶	٢/٣۵٠	-
	مدول الاستیسیته کششی	١٣٣٠٩٢/١١	٢	۶۶۵۴۶/٠۶	۴/٣۴٨	٩۵
	واکشیدگی ضخامت ٢ ساعت	٠/۴١٨	٢	٠/٢٠٨	٣/٨۵٠	-
	واکشیدگی ضخامت ٢۴ ساعت	١/١١۶	٢	٠/۵۵٨	١/٠۵١	-
	جذب آب ٢ ساعت	٠/٢۵٩	٢	٠/١٢٩	١/٠٨٣	-
	جذب آب ٢۴ ساعت	٠/٩٠۵	٢	٠/۴۵٣	٠/٢۵٠	-
	واکشیدگی در ٢ ساعت آب جوش	١/۵۵٢	٢	٠/٧٧٨	٠/٨۶١	-
	جذب آب در ٢ ساعت آب جوش	۵/١٩٢	٢	٢/۵٩۶	٠/۴١٠	-

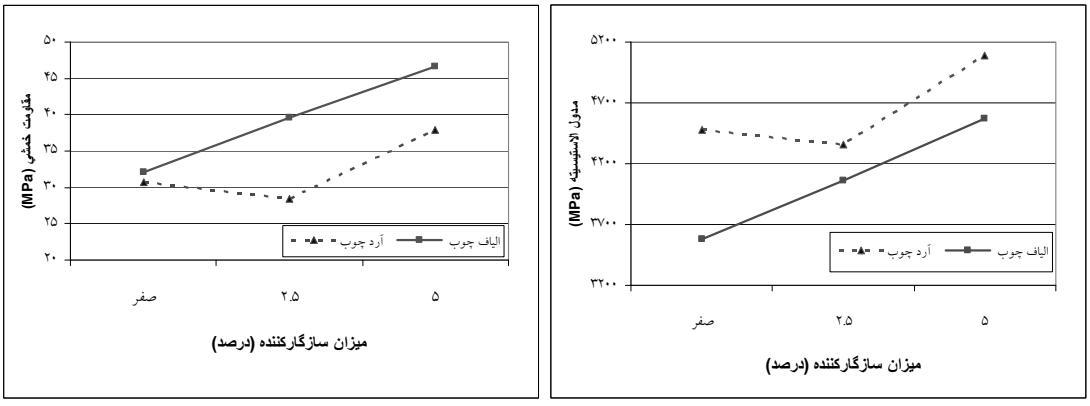
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- اثر میزان سازگارکننده بر ویژگی‌های خمشی چند سازه

در مورد بررسی مدول الاستیسیته چندسازه‌ها، نتایج نشان داد که چندسازه‌های ساخته شده از آرد چوب از مدول الاستیسیته بالاتری برخوردار هستند که از نظر آماری نیز معنی‌دار است. مدول الاستیسیته برای چندسازه‌های ساخته شده از آرد چوب و الیاف به ترتیب برابر ۴۶۴۴ و ۴۰۶۷ مگاپاسکال بوده است. تاثیر میزان مصرف سازگارکننده بر مدول الاستیسیته مشابه مقاومت خمشی بوده و با افزایش مصرف آن این ویژگی چندسازه‌ها افزایش یافته است (شکل ۱). داده‌های مرتبط با اثر متقابل نوع ذرات چوب و میزان سازگارکننده بر مدول الاستیسیته نشان می‌دهند که افزایش میزان سازگارکننده دارای اثر بهبود دهندگی بهتری بر روی چندسازه‌های ساخته شده از الیاف می‌باشد. بالاترین مدول الاستیسیته مربوط به چندسازه‌های ساخته شده از آرد چوب و ۵ درصد سازگارکننده بوده است (شکل ۲).

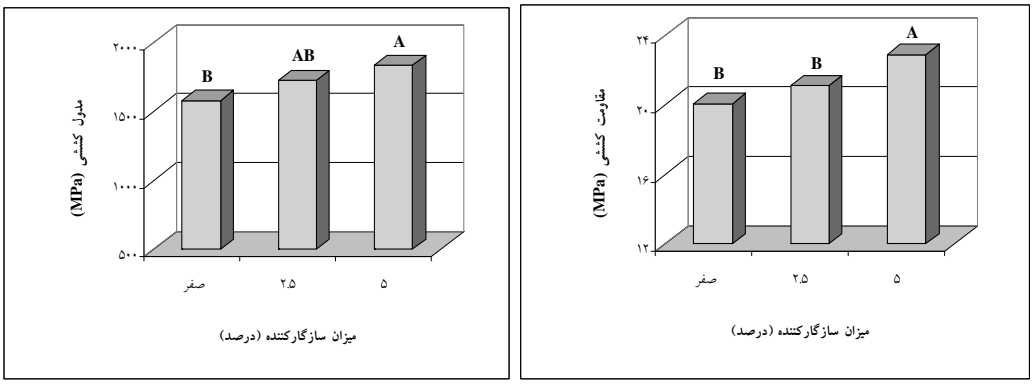


شکل ۲- اثر متقابل اندازه ذرات و میزان سازگارکننده بر ویژگی‌های خمشی چند سازه

اثر نوع ذرات ماده چوبی بر مقاومت کششی و مدول کششی معنی‌دار نبوده است. ولی اثر میزان مصرف سازگارکننده بر این ویژگی‌ها معنی‌دار بوده و با افزایش مصرف آن بر مقاومت کششی و مدول کششی چندسازه‌ها افزوده شده است (شکل ۳).

www.SID.ir

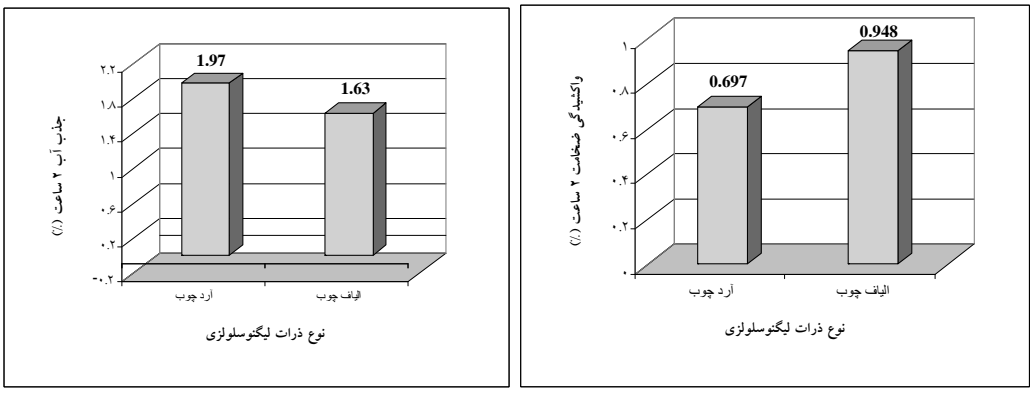
Archive of SID



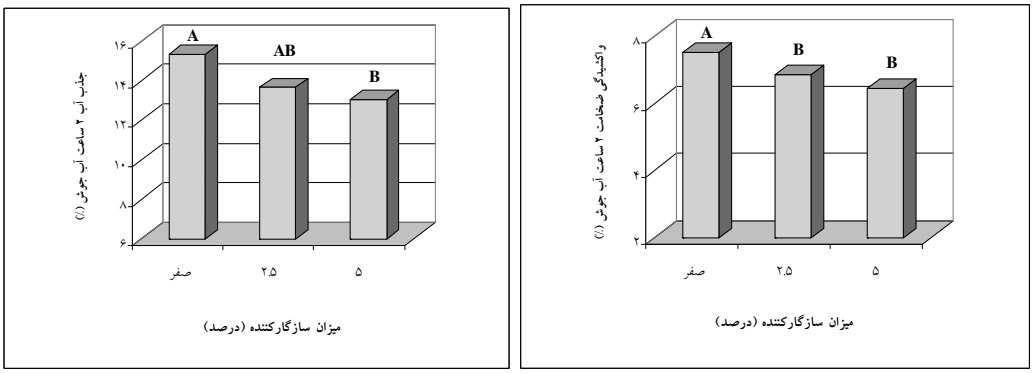
شکل ۳- اثر میزان سازگارکننده بر ویژگی‌های کششی، راست: مدول کششی، چپ: مقاومت کششی

با این حال اثر متقابل نوع ذرات چوب و میزان سازگارکننده تنها بر مدول کششی معنی‌دار بوده است و حداقل مدول کششی در شرایط استفاده از آرد چوب و صفر درصد سازگارکننده و حداکثر آن در شرایط استفاده از الیاف و ۵ درصد سازگارکننده حاصل شده است.

نتایج نشان داد که اثر اندازه ذرات ماده چوبی بر واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت معنی‌دار بوده است. به طوری که واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت چندسازه‌های ساخته شده از الیاف با ۰/۹۴۸ درصد نسبت به چندسازه‌های ساخته شده از آرد چوب با ۰/۶۹۷ درصد به طور معنی‌داری بالاتر است. اما افزایش مقدار مصرف سازگارکننده بر این ویژگی اثر معنی‌داری نداشته است.



شکل ۴- اثر نوع ذرات لیگنوسلولزی بر واکشیدگی ضخامت و جذب آب ۲ ساعت چند سازه



شکل ۵- اثر میزان سازگارکننده بر واکشیدگی ضخامت و جذب آب چند سازه پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب جوش

www.SID.ir

Archive of SID

با وجودی که اثر اندازه ذرات ماده چوبی بر جذب آب ۲ ساعت نیز معنی‌دار بوده است، بر خلاف واکشیدگی ضخامت، جذب آب ۲ ساعت چندسازه‌های ساخته شده از الیاف با ۱/۶۳ درصد نسبت به چندسازه‌های ساخته شده از آرد چوب با ۱/۹۷ درصد به طور معنی‌داری کمتر است (شکل ۴).

نتایج اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل واکشیدگی و جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب جوش چندسازه‌ها نشان داد که این ویژگی‌ها در چندسازه‌های ساخته شده از آرد چوب به طور معنی‌داری کمتر از چندسازه‌های ساخته شده از الیاف می‌باشد. به طوری که مقدار واکشیدگی و جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب جوش چندسازه‌های ساخته شده از آرد چوب برابر ۶/۲۲ و ۱۲/۳۴ درصد و برای چندسازه‌های ساخته شده از الیاف برابر ۷/۶۱ و ۱۵/۶۸ درصد است. همچنین نتایج نشان داد که مصرف زیادتر سازگارکننده موجب کاهش این ویژگی‌ها شده و حداقل آنها در مصرف ۵ درصد سازگارکننده مشاهده گردید (شکل ۵).

بحث و نتیجه‌گیری

طبق نتایج این بررسی، مقاومت خمشی چند سازه‌های ساخته شده از الیاف و پلی‌پروپیلن بازیافتی بالاتر از چند سازه‌های ساخته شده از آرد چوب و پلی پروپیلن بازیافتی است زیرا الیاف به دلیل ضریب لاغری بالاتر در مقایسه با آرد چوب، ظرفیت تحمل تنش بیشتری داشته و این عامل باعث افزایش مقاومت خمشی می‌گردد. Liew et al (2000) نیز در بررسی‌های خود به نتایج مشابهی دست یافتند. همانطوری که گفته شد اثر متقابل نوع ذرات و مقدار سازگارکننده بر مدول الاستیسیته چندسازه‌ها معنی‌دار بوده و چندسازه‌های ساخته شده از الیاف و ۵ درصدMAPP به دلیل ضریب لاغری بالاتر و همچنین اثر تقویت کنندگی و همگن سازی چوب و پلیمر توسط MAPP دارای بالاترین مدول الاستیسیته بوده‌اند. نتایج بررسی Stark and Rowlands (2003) نیز نشان داد که ضریب ظاهری بالاتر باعث افزایش مدول الاستیسیته خمشی می‌گردد.

افزایش مصرف سازگارکننده به طور معنی‌داری مقاومت کششی و مدول کششی چندسازه‌ها را افزایش داده است. افزایش مقدار سازگارکننده 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 می‌دهد. تقویت فصل مشترک دو فاز چوب و پلیمر و اتصال بهتر بین آنها به دلیل اثر متقابل گروه‌های قطبی سازگارکننده 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 چند سازه را افزایش دهند. Xue et al (2003) و همچنین Rowell et al (2000) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند.

اندازه‌گیری واکشیدگی و جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب جوش چندسازه‌ها نشان داد که این ویژگی‌های چندسازه‌های ساخته شده از آرد چوب و پلی‌پروپیلن از نظر آماری به طور معنی‌داری کمتر از چندسازه‌های ساخته شده از الیاف می‌باشد. در واقع در فرآیند تولید الیاف مقدار زیادی مواد استخراجی و تا حدودی نیز لیگنین در اثر عمل جدا سازی الیاف از آنها جدا شده و در نتیجه احتمالا همی سلولزها که در جذب آب نقش مهمی را ایفا می کند آزاد شده‌اند. به همین دلیل چندسازه‌های ساخته شده از الیاف دارای واکشیدگی و جذب آب ۲ ساعت آب جوش بالاتری نسبت به جندسازه‌های ساخته شده از آرد چوب هستند. به خصوص اینکه غوطه‌وری چندسازه‌ها در آب جوش و اعمال گرما، این تغییرات را بهتر نمایان می سازد. همچنین افزایش مصرف سازگارکننده موجب کاهش واکشیدگی و جذب آب ۲ ساعت آب جوش شده و حداقل

www.SID.ir

Archive of SID

آنها در مصرف ۵ درصد سازگارکننده مشاهده گردید. کاربرد سازگارکننده، سبب ایجاد واکنش‌های شیمیائی بین ماده لیگنوسلولزی و پلیمر شده و از طریق پیوند با گروه‌های هیدروکسیل آب دوست مواد لیگنوسلولزی و تشکیل گروه‌های استری، علاوه بر غیر فعال کردن گروه‌های هیدروکسیل قابل دسترس، طبیعت آبدوست الیاف و یا آرد چوب را به آب گریزی تبدیل می‌کند. همچنین به جهت ضریب لاغری بیشتر الیاف نسبت به آرد چوب این ذرات دارای گروه‌های OH در دسترس بیشتری جهت جذب آب هستند. بررسی‌های Rowell et al (2000)، Hill (2000) و Youngquist and (1999) Krzysik تایید کننده نتایج این تحقیق است.

References

- Franklin , G. L. 1954. A rapid method of softening wood for microtome sectioning. tropical woods. P: 36 – 88.
- Haijun, L. and Sain, M. 2003. High stiffness natural fiber- reinforced hybrid polypropylene composites. Polymer- plastic technology and engineering. Vol 42, No 5, pp: 853-862.
- Hill, CAS.. 2000. Wood/plastic composite strategies for compatibilising the phases. Journal of Institute of wood science. Vol.15, No.3, pp: 140-146.
- Karmaker, R. and Youngquist, J. 1995. Injection molding of polypropylene reinforced with short jute fiber. USDA Forest Service, Forest Prod. Lab. Madison, WI. USA.
- Krzysik, N. and Youngquist, J.. 1999. Dependence of the mechanical properties of wood flour polymer composites on the moisture content. Journal of Applied Polymer Science. Vol.68: 2069-2076.
- Liew, KC., Harun, J., Tahir, P, 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. 6 (1): 21-27.
- Oksaman, K. 1994. Improved intraction between wood and synthetic polymers in wood/plastic composites. Wood Science and Technology Journal, Vol.30, No 23: 197-203.
- Razavi-Nouri, M., Jafarzadeh, F., Oromiehie, A. and Langroudi, AE.. 2006 . Mechanical properties and water absorbtion behaviour of chopped rice husk- filled polypropylene composites. Iranian Polymer Journal, No 9: 757-766.
- Roger, M., Rowell, MR., Sanadi, A, R, Caulfield, DF. and Jacobson, RE, 2000. Utilization of natural fibers in plastic composites: problems and opportunities, Lignocellulosic/plastic composites, pp: 5-23.
- Rowell, MR., Lange, SE. and Jacobson, RE. 2000. Weathering performance of plant-fiber / thermoplastic composites. Mol. Cryst. And Liq. Vol 353: 85-94.
- Stark, NM. and Rowlands, RE.. 2003. Effect of wood fiber characteristics on mechanical properties of wood/ polypropylene composites. Wood and fiber science. Vol 35, No 2:: 167-174.
- Xue, Y., Veazie, D., Glinsay, C. and Wright, M., 2003. Mechanical properties of wood fiber composites the influence of temperatura and humidity. 7th international confrance on wood fiber/ plastic composites (and other natural fiber). Madison, WI. USA. 19-29 May.

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of Wood Particles Type and Coupling Agent Content on Properties of Composites From Recyceled Polypropylene and Eucalyptus Wood

A. Kargarfard[*1]
[1] Assistant Prof., Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, I.R. Iran
(Received: 04 July 2010, Accepted: 03 January 2011)

Abstract

The aim of this study was to utilize recycled polypropylene in wood/plastic composites production. Recycled polypropylene and two types of eucalyptus wood (wood flour & fibers) and three levels of coupling agent (MAPP) 0, 2.5 and 5% were used in wood/plastic composites production. The mechanical and physical properties of composites were measured and analyzed. The results of this study indicated that MOR of composites produced using fibers were higher than those made from wood flour. Also, the interactive effect of particle type and coupling agent was significant on MOE and composites produced with fibers and 5% MAPP indicated the highest MOE. The results also indicated that with increasing MAPP content, tensile strength and modulus of elasticity increased. However, particle type and coupling agent had significant effects on the modulus of elasticity and the minimum value of this property was observed at 0% MAPP content while using wood flour. The results of thickness sweling and water absorbtion of composites after 2 hours immersion in boiling water showed that these properties were at their lowest levels in composites made from wood flour. Also, increasing MAPP content, decreased these properties and the minimum values were observed while applying 5% MAPP.

Keywords: wood/plastic composites, recycled polypropylene, eucalyptus wood, coupling agent, MOR, tensile strength, thickness swelling

*Corresponding author: Tel: +98 912 1770239 , Fax: +98 21 44196575 , E-mail: a_kargarfard@yahoo.com

www.SID.ir