جنگل و فرآورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴
ص ۲۶۱-۲۷۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۰۹

بررسی ویژگی‌های مکانیکی چندسازهٔ پلی‌پروپیلن تقویت‌شده با آرد ساقهٔ توتون

❖ **محمد قلی‌زاده؛** دانشجوی کارشناسی ارشد فرآورده‌های چندسازهٔ چوبی، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس، گنبد، ایران
❖ **لعیا جمالی راد *؛** استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه گنبد کاووس، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس، گنبد، ایران
❖ **هدایت‌الله امینیان؛** استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه گنبد کاووس، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس، گنبد، ایران
❖ **سحاب حجازی؛** دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه تهران، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

چکیده

در این مطالعه، با توجه به کاشت وسیع توتون در استان گلستان و حجم بالای پسماندهای حاصل از ساقهٔ آن، که بدون مصرف است و سوزانده می‌شود، و با هدف استفادهٔ مفید از این پسماندها و به دنبال آن کاهش مسائل زیست‌محیطی، خواص مکانیکی چندسازهٔ پلی‌پروپیلن تقویت‌شده با آرد ساقهٔ توتون بررسی شد. بدین منظور، از اندازه‌های مختلف آرد ساقهٔ توتون (به منزلهٔ مادهٔ تقویت‌کننده) و پلیمر پلی‌پروپیلن (به منزلهٔ مادهٔ زمینه) شامل ۷۰:۳۰، ۶۰:۴۰، و ۵۰:۵۰ و MAPP به منزلهٔ مادهٔ جفت‌کننده در دو سطح ۴ و ۶ درصد استفاده شد. نتایج نشان داد با افزایش مقدار آرد ساقهٔ توتون مقاومت کششی کاهش اما مدول کششی افزایش می‌یابد. همچنین، افزایش مقدار جفت‌کننده بر مقاومت کششی نمونه‌ها تأثیر مثبت گذاشت. مقاومت و مدول خمشی نمونه‌ها نیز با افزایش مقدار ساقهٔ توتون و جفت‌کننده افزایش یافت. از سوی دیگر، بین مقاومت به ضربهٔ چندسازه‌های حاصل از سطوح مختلف مصرف آرد ساقهٔ توتون و جفت‌کننده اختلاف معناداری مشاهده نشد. بنابراین، استفاده از ۵۰ درصد آرد ساقهٔ توتون به منزلهٔ مادهٔ طبیعی و زیست تخریب‌پذیر همراه ۶ درصد جفت‌کننده برای تولید چندسازهٔ چوب- پلاستیک با خواص مکانیکی مطلوب توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: آرد ساقهٔ توتون، پلی‌پروپیلن، جفت‌کننده، چوب- پلاستیک، زیست تخریب‌پذیر.

* نویسندهٔ مسئول تلفن: ۰۱۷۳۳۲۲۱۷۶۹
Email: loyajamalirad@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

استفاده از الیاف طبیعی، به منزلهٔ تقویت‌کننده، در ساخت چندسازه‌های چوب- پلاستیک به منزلهٔ جایگزینی برای الیاف مصنوعی، از جمله الیاف شیشه، موضوعی است که محققان بدان توجه دارند [۱]. در این زمینه استفاده از الیاف طبیعی حاصل از پسماندهای لیگنوسلولزی محصولات کشاورزی در تهیهٔ این نوع فرآورده، علاوه بر کاهش وابستگی این صنعت به استفاده از منابع چوبی جنگلی، باعث کاهش قیمت نهایی آن به دلیل قیمت پایین‌تر مواد اولیهٔ آن می‌شود. چگالی کمتر، عدم فرسایش سطوح ماشین‌آلات، توزیع و پرکنندگی زیاد، ویژگی‌های مقاومتی و حرارتی مطلوب، زیست تخریب‌پذیر، و عدم شکنندگی الیاف حین فرآوری از مزایای دیگر الیاف سلولزی است [۲]. در این زمینه مطالعاتی دربارهٔ استفاده از الیاف طبیعی حاصل از کتان [۳، ۴]، کنف [۱، ۵]، بامبو [۶]، آناناس [۷، ۸]، ابریشم [۹]، و غیره صورت گرفته است. همچنین، استفادهٔ بیشتر از این مواد لیگنوسلولزی منجر به حفاظت بیشتر از منابع چوبی محدود می‌شود [۱۰]. بنابراین، با توجه به کمبود منابع داخلی تأمین مواد اولیهٔ صنایع چوب کشور، لزوم یافتن مادهٔ اولیهٔ جایگزین برای این صنعت ضروری به نظر می‌رسد. با پیشرفت این صنعت و فراهم‌آوردن امکان تولید چنین محصولاتی دیگر به قطع درختان نیاز نخواهد بود. زیرا این صنعت قادر است با استفاده از منابع چوبی کم‌ارزش و پسماندهای لیگنوسلولزی کشاورزی، به منزلهٔ فاز تقویت‌کننده، محصولاتی با ارزش افزودهٔ بالا تولید کند. از این پسماندها می‌توان به ساقهٔ گیاه توتون اشاره کرد. ساقهٔ توتون در ایران مصرف مشخصی ندارد و یکی از پسماندهای کشاورزی در شمال کشور، به‌خصوص استان گلستان، است که سالیانه در سطح مطلوبی کاشته می‌شود. بنابراین، سالیانه حجم عظیمی از پسماندهای ساقهٔ توتون در کشور سوزانده می‌شود و امکان مصرف آن در ساخت این نوع فرآورده بررسی نشده است. گیاه توتون به خانوادهٔ بادنجانیان تعلق دارد و از جنس نیکوتیاناست. جنس نیکوتیانا (مشتمل بر سه جنس: Rustica، Petunioides، Tabacum) شصت گونه است. بخش زیادی از توتون‌های تجاری متعلق به زیرجنس Tabacum است. این زیرجنس بوته‌ای علفی و قوی دارد. برگ‌ها در قاعده باریک‌اند و به‌ندرت به دم‌برگ ختم می‌شود. ساقهٔ آن بلند و حدود ۱ تا ۲ متر است. در مواردی به ۳ متر و حتی بیشتر نیز می‌رسد. ساقهٔ این گیاه معمولاً تا پایان دورهٔ رشد به صورت عمودی باقی می‌ماند. رنگ ساقه از سبز تا سبز متمایل به زرد متغیر است. بررسی ترکیبات شیمیایی ساقهٔ توتون نشان داد این گیاه ۷۹ درصد هولوسلولز دارد (جدول ۱). به همین دلیل، می‌توان از آن در صنایع سلولزی استفاده کرد. این پسماند کشاورزی تا حدودی کمبود مواد اولیهٔ صنایع چوب کشور را نیز جبران می‌کند. تحقیقات تانک و همکاران او در ارتباط با میزان ترکیبات شیمیایی ساقهٔ توتون نیز این موضوع را تأیید می‌کند. آن‌ها گزارش کردند این ماده به دلیل داشتن ۶۷٫۶ درصد هولوسلولز قابلیت استفاده در صنایع سلولزی را دارد و از نظر ترکیبات شیمیایی دارای قابلیتی بالا در تأمین مواد اولیهٔ سلولزی است [۱۱].

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. خصوصیات شیمیایی ساقهٔ توتون

ترکیب	درصد
مواد استخراجی محلول در حلال آلی	۳٫۵
مواد استخراجی محلول در آب داغ	۱۹٫۵
لیگنین	۱۵
سلولز با روش اسیدنیتریک	۵۱
هولوسلولز	۷۹
سلولز بعد از استخراج هولوسلولز با هیدروکسیل پتاسیم	۵۴
همی سلولزها	۲۵
خاکستر	۴٫۵

علاوه بر این، تلاش‌های بی‌شماری در زمینهٔ استفاده از منابع قابل تجدید، به منزلهٔ عوامل تقویت‌کننده در چندسازه، صورت گرفته است؛ مثلاً تحقیقات نشان می‌دهد استفاده از کلش برنج، به مثابهٔ پرکننده، در ساخت چندسازه‌های پلی‌پروپیلن ویژگی‌های مکانیکی آن را بهبود می‌دهد [۱۲ـ ۱۵]. بنابراین، در این تحقیق، با هدف استفادهٔ مفید از پسماندهای لیگنوسلولزی کشاورزی و به دنبال آن کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و تولید فرآورده‌ای با هزینهٔ پایین‌تر و با ارزش افزودهٔ بالا، اقدام به ساخت چوب‌ـ پلاستیک با استفاده از آرد ساقهٔ توتون شد و خواص مکانیکی آن بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مواد

در این تحقیق از آرد ساقهٔ توتون واریته ویرجینیا، تهیه‌شده از شهرستان علی‌آباد کتول استان گلستان، به منزلهٔ مادهٔ تقویت‌کننده، از پلی‌پروپیلن با شاخص جریان مذاب ۱۶ گرم بر ۱۰ دقیقه و چگالی ۰٫۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب، با نام تجاری Z30S از تولیدات شرکت پتروشیمی اراک، به منزلهٔ مادهٔ پلیمری، و از مالئیک انیدرید پیوندشده با پلی‌پروپیلن با شاخص جریان مذاب ۸۰ـ ۵۰ گرم بر دقیقه، با نام تجاری PG-G 101، به منزلهٔ مادهٔ سازگارکننده، استفاده شد.

روش‌ها

فرآیند ساخت چندسازه: به منظور ساخت چندسازهٔ مورد نظر ابتدا ساقهٔ توتون آسیاب شد و سپس ذرات عبورداده‌شده از الک ۴۰ مش و جمع‌آوری‌شده روی الک ۶۰ مش خشک شد و در سه سطح ۳۰، ۴۰، و ۵۰ درصد معادل ۷۰، ۶۰، و ۵۰ پلیمر استفاده شد. همچنین از MAPP در دو سطح ۴ و ۶ درصد وزن خشک پلی‌پروپیلن استفاده شد (جدول ۲). مواد مورد نیاز برای هر یک از تیمارها جهت ساخت تخته با اکسترودر دو مارپیچهٔ مدل COLLIN ساخت آلمان، واقع در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، مخلوط شد. سپس برای تهیهٔ نمونه‌های مربوط به آزمون‌های

Archive of SID

www.SID.ir

مکانیکی از روش قالب‌گیری تزریقی استفاده شد. بعد از آن، همهٔ نمونه‌های آزمونی به مدت حداقل چهل‌وهشت ساعت در شرایط کلیما قرار داده شدند تا به رطوبت تعادل محیط برسند.

اندازه‌گیری خواص مکانیکی: اندازه‌گیری مقاومت و مدول کششی، مقاومت و مدول خمشی، و مقاومت به ضربه طبق استانداردهای ASTMD638، ASTM D 790، و ASTM D 256 با استفاده از دستگاه INSTRON مدل ۴۴۸۹ موجود در آزمایشگاه مکانیک چوب گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد.

تجزیه‌وتحلیل آماری: تجزیه‌وتحلیل نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از تکنیک تجزیهٔ واریانس در سطح اطمینان ۹۵ درصد و مقایسه و گروه‌بندی میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

جدول ۲. درصد وزنی اجزای کامپوزیت‌های ساخته‌شده

ردیف	کد تیمار	آرد ساقهٔ توتون (٪)	پلی‌پروپیلن (٪)	سازگارکننده (٪) (بر اساس وزن خشک پلیمر)
۱	A_1C_1	۳۰	۷۰	۶
۲	A_1C_2	۳۰	۷۰	۴
۳	A_2C_1	۴۰	۶۰	۶
۴	A_2C_2	۴۰	۶۰	۴
۵	A_3C_1	۵۰	۵۰	۶
۶	A_3C_2	۵۰	۵۰	۴

A= آرد ساقهٔ توتون، C= MAPP

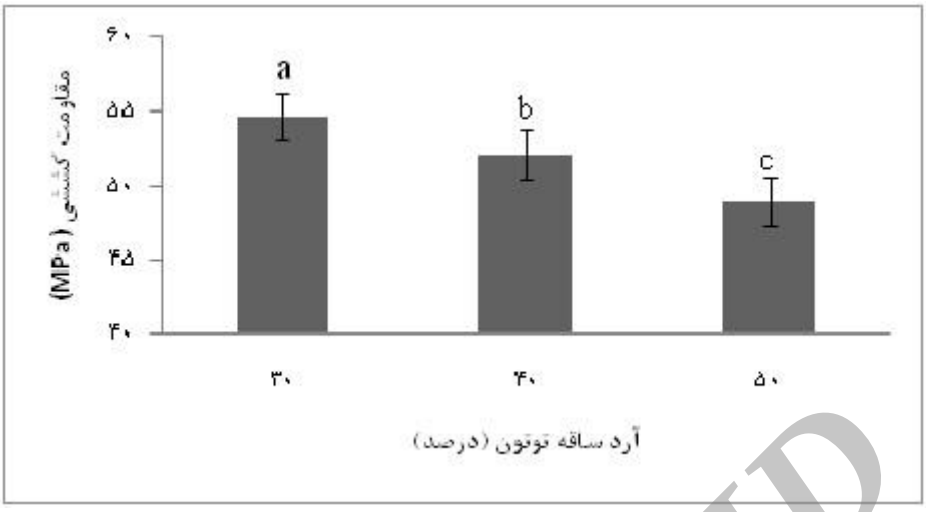
یافته‌ها و بحث

مقاومت و مدول کششی

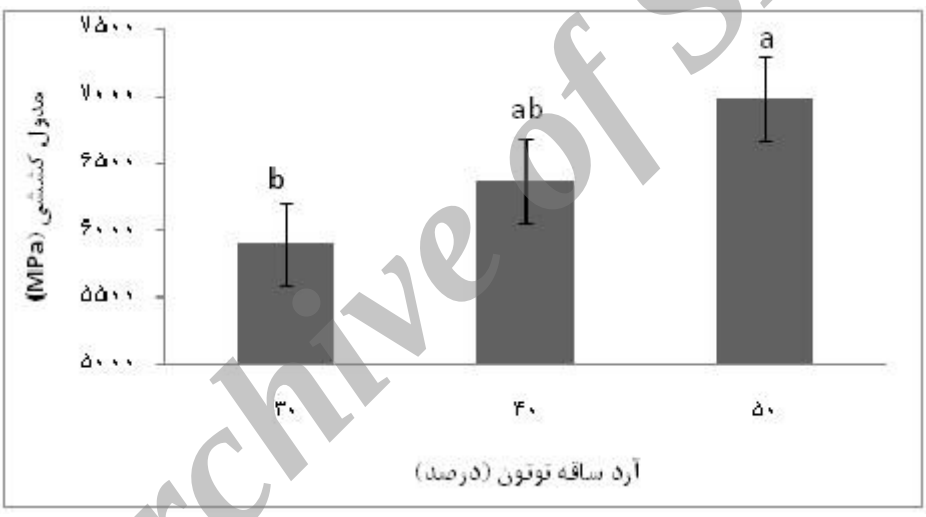
نتایج تجزیهٔ واریانس نشان می‌دهد تأثیر مستقل آرد ساقهٔ توتون بر مقاومت و مدول کششی معنادار است ($P<0/05$)؛ به نحوی که با افزایش میزان مصرف آرد ساقهٔ توتون مقاومت کششی چوب- پلاستیک کاهش و مدول کششی افزایش می‌یابد. با توجه به شکل ۱ بیشترین مقاومت کششی مربوط به استفاده از ۳۰ درصد آرد ساقهٔ توتون (۵۴/۶۶ مگاپاسکال) و کمترین مقدار آن مربوط به استفاده از ۵۰ درصد آرد ساقهٔ توتون (۴۸/۹۸ مگاپاسکال) است. همچنین، با استفاده از ۵۰ درصد آرد ساقهٔ توتون، بیشترین مقدار مدول کششی، برابر با ۶۹۷۴/۹ مگاپاسکال، و با استفاده از ۳۰ درصد آرد ساقهٔ توتون کمترین مقدار مدول کششی، برابر با ۵۸۹۲ مگاپاسکال، حاصل شد (شکل ۲).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. تأثیر مستقل آرد ساقهٔ توتون بر مقاومت کششی

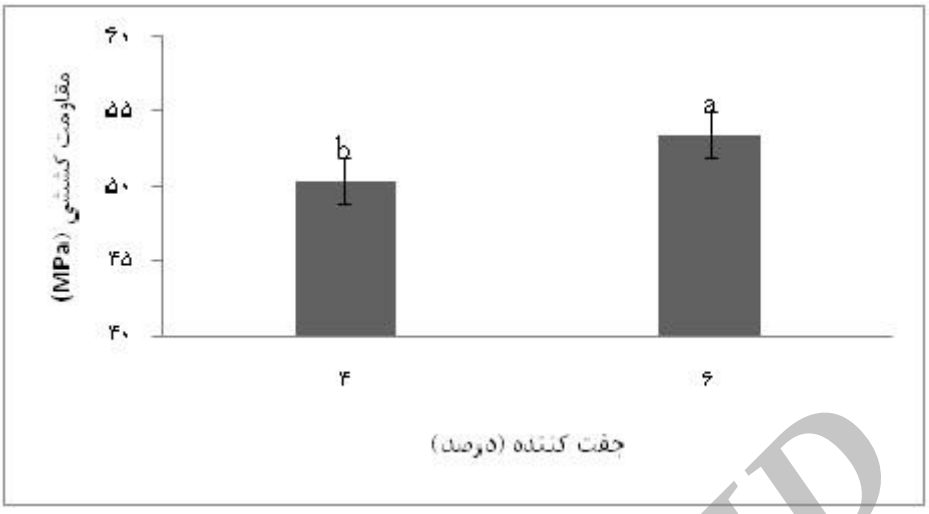


شکل ۲. تأثیر مستقل آرد ساقهٔ توتون بر مدول کششی

در مواد مرکب چوب – پلاستیک، پلاستیک نقش چسب را برای اتصال ذرات چوبی به یک‌دیگر ایفا می‌کند. بنابراین، با افزایش الیاف لیگنوسلولزی سهم پلاستیک در ترکیب چندسازه کاهش می‌یابد؛ به طوری که مقدار آن برای برقراری اتصال با حجم زیاد الیاف کافی نیست. در نتیجه، مقدار اتصالات کاهش می‌یابد و انتقال تنش از مادهٔ زمینه به فاز تقویت‌کننده به‌خوبی صورت نمی‌گیرد. این وضعیت به کاهش مقاومت کششی چندسازه می‌انجامد. در این زمینه، مالاداس و ککتا اعلام کردند با افزایش مقدار الیاف در ترکیب چندسازهٔ پلی‌پروپیلن- الیاف چوب مقاومت کششی فرآورده‌ها کاهش می‌یابد [۱۶]. نتایج مشابه در پژوهش‌های استارک [۱۷] و کیم و همکاران او [۱۸] گزارش شده است. از طرفی تأثیر مستقل مقادیر مختلف مصرف جفت‌کننده بر مقاومت کششی معنادار است؛ اما بر مدول کششی معنادار نیست.

Archive of SID

www.SID.ir

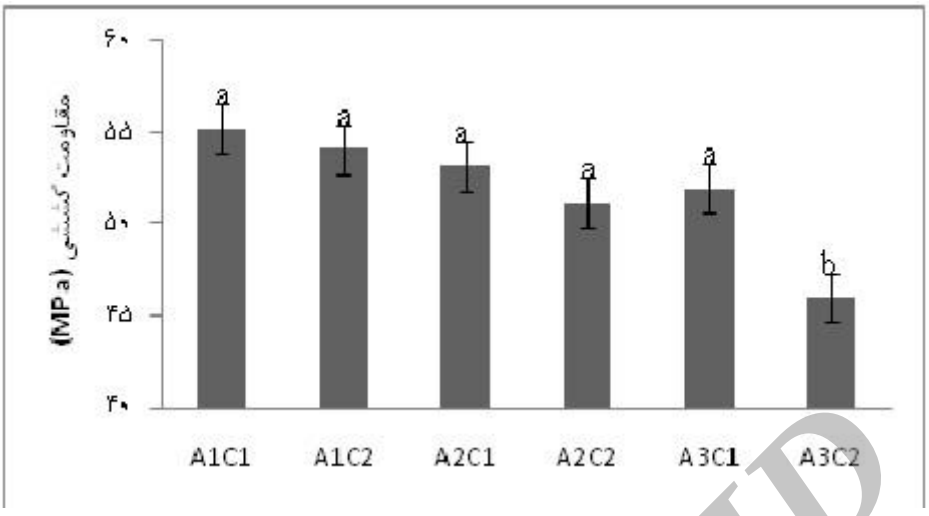


شکل ۳. تأثیر مستقل مقدار جفت‌کننده بر مقاومت کششی

همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، با افزایش مصرف جفت‌کننده مقاومت کششی به طور معناداری افزایش می‌یابد و بیشترین مقاومت کششی مربوط به استفاده از ۶ درصد جفت‌کننده، برابر با ۵۳٫۴۷ مگاپاسکال، و کمترین مقدار آن مربوط به استفاده از ۴ درصد جفت‌کننده، برابر با ۵۰٫۴۲ مگاپاسکال، است. افزایش میزان جفت‌کننده تا ۶ درصد باعث سازگاری بیشتر مادهٔ لیگنوسلولزی و پلیمر و اتصال بهتر آن ها شد. این عامل، مقاومت و مدول کششی را افزایش داد. با افزایش مصرف MAPP چسبندگی بین الیاف و ماتریس پلیمر افزایش می‌یابد و باعث انتقال بهتر تنش از ماتریس به الیاف می‌شود. در نتیجه، ویژگی‌های مکانیکی چندسازه بهبود می‌یابد؛ زیرا، با افزایش میزان MAPP و درهم‌رفتگی بیشتر، اتصالات هیدروژنی بین گروه‌های هیدروکسیل الیاف طبیعی و گروه‌های کربونیل مالئیک انیدرید افزایش می‌یابد و در نتیجهٔ افزایش این پیوندهای هیدروژنی مقاومت‌های مکانیکی چندسازه نیز بیشتر می‌شود [۱۵]. همچنین، با افزایش میزان MAPP شمار بیشتری از زنجیرهای پلیمری در تحمل و انتقال تنش دخالت می‌کنند و مقاومت چندسازه را بهبود می‌دهند [۱۹، ۲۰]. به منظور انتقال مؤثر تنش و توزیع مناسب بار، جهت بهبود مقاومت کششی، وجود یک اتصال قوی در سطح مشترک دو فاز الیاف و پلیمر لازم است. بدون جفت‌کننده، ذرات پرکننده به صورت اجزایی مجزا با اتصال‌های ضعیف درون مادهٔ زمینه حضور دارند. بنابراین، نمی‌توانند به صورت مؤثر در توزیع تنش وارده به مادهٔ مرکب شرکت کنند [۲۰، ۲۱].

همچنین اثر متقابل آرد ساقهٔ توتون و جفت‌کننده بر مقاومت کششی در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار است؛ اما بر مدول کششی معنادار نیست. همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، کمترین میزان مقاومت کششی چندسازهٔ چوب- پلاستیک (۴۵٫۹۷ مگاپاسکال) مربوط به استفاده از ۵۰ درصد آرد ساقهٔ توتون و ۴ درصد جفت‌کننده و بیشترین مقدار آن (۵۵٫۲۳ مگاپاسکال) مربوط به استفاده از ۳۰ درصد آرد ساقهٔ توتون و ۶ درصد جفت‌کننده است.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۴. تأثیر متقابل آرد ساقهٔ توتون و جفت‌کننده بر مقاومت کششی

البته شکل ۴ نشان می‌دهد تیمار مربوط به ۵۰ درصد آرد ساقهٔ توتون و ۶ درصد جفت‌کننده (A_3C_1) با تیمار مربوط به مصرف ۳۰ درصد آرد ساقهٔ توتون و ۶ درصد جفت‌کننده (A_1C_1) به لحاظ آماری در گروهی مشترک قرار دارند. در نتیجه، می‌توان چنین استنباط کرد که حتی با مصرف ۵۰ درصد آرد ساقهٔ توتون همراه ۶ درصد جفت‌کننده نیز مقدار مقاومت کششی مناسبی در مقایسه با تیمار A_1C_1 (بیشترین مقدار مقاومت کششی) حاصل می‌شود.

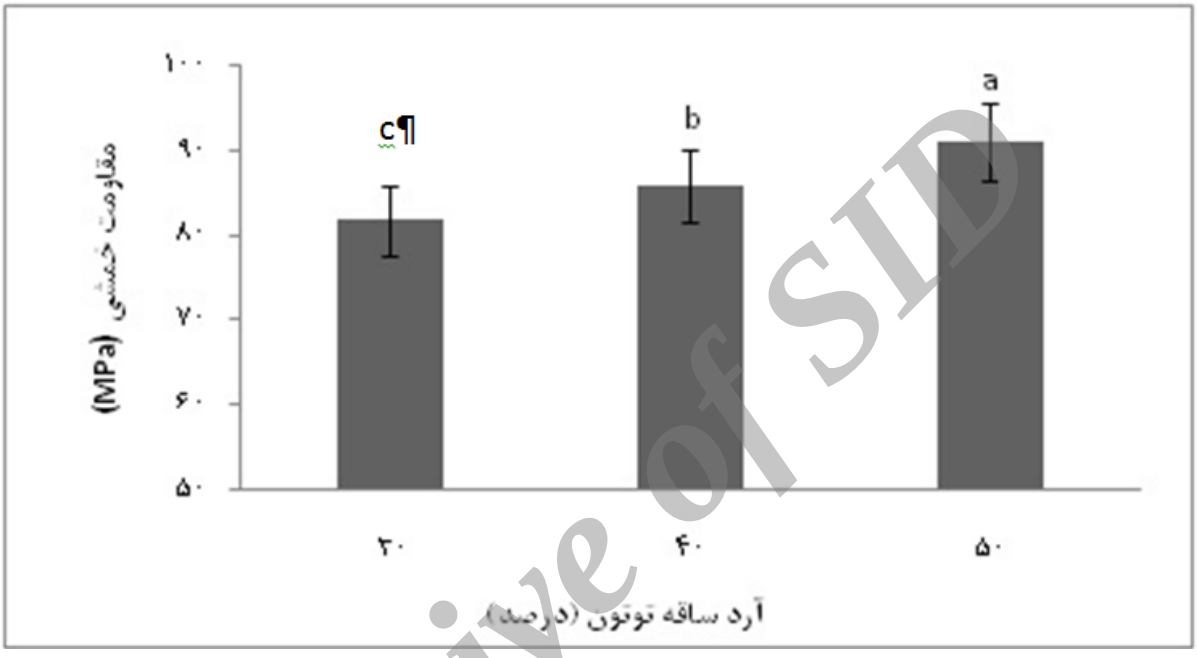
مقاومت و مدول خمشی

با توجه به نتایج تجزیهٔ واریانس، اثر مستقل آرد ساقهٔ توتون بر مقاومت و مدول خمشی معنادار است ($P<۰/۰۵$) و با افزایش آرد ساقهٔ توتون مقاومت و مدول خمشی افزایش می‌یابد. بنابراین، بیشترین مقاومت خمشی (شکل ۵) و مدول خمشی (شکل ۶) مربوط به استفاده از ۵۰ درصد آرد ساقهٔ توتون است. علت این است که با افزایش مقدار الیاف در وزن مشخص، سهم آرد ساقهٔ توتون نسبت به پلیمر بیشتر می‌شود که فشردگی و درهم‌رفتگی الیاف را به دنبال دارد. بر اساس مطالعات کوآزی و همکاران او، استفاده از الیاف کتان همراه پلیمر پلی‌پروپیلن مقاومت خمشی را افزایش می‌دهد [۱۵]. میرمهدی و همکاران او نیز نتایجی مشابه را اعلام کردند [۲۲].

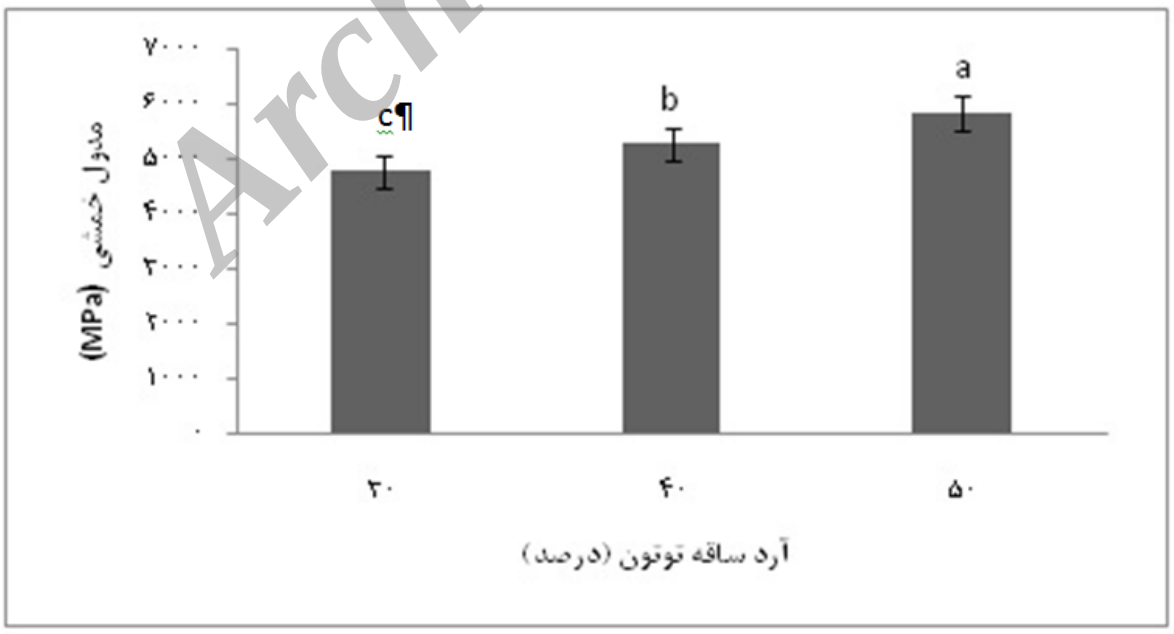
از سوی دیگر، اثر مستقل جفت‌کننده بر مقاومت و مدول خمشی معنادار نیست؛ ولی با افزایش مصرف جفت‌کننده روندی افزایشی در مقاومت و مدول خمشی نمونه‌ها مشاهده می‌شود. اما تأثیر متقابل آرد ساقهٔ توتون و جفت‌کننده بر مدول خمشی چندسازهٔ چوب‌ـ پلاستیک معنادار است ($P<۰/۰۵$). همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، بیشترین مقدار مدول خمشی با استفاده از ۵۰ درصد آرد ساقهٔ توتون و ۴ درصد جفت‌کننده و بعد از آن با استفاده از ۵۰ درصد آرد ساقهٔ توتون و ۶ درصد جفت‌کننده (گروه مشترک a) حاصل شد. طبق تحقیقات، مصرف مقدار بیشتر جفت‌کننده باعث ایجاد اتصالات قوی‌تر و مقاومت خمشی بالاتر می‌شود [۲۳]. غفرانی و

Archive of SID
www.SID.ir

همکاران او در مطالعات خود اعلام کردند با افـزایش مصرف جفت‌کننده (MAPE) مقاومت‌های مکـانیکی چندسـازه، از جملـه مقاومـت خمشـی و چسـبندگی داخلی و مـدول الاستیسـیته، افـزایش مـی‌یابـد [۲۴]؛ یعنی مادهٔ جفت‌کننده از طریق پیوند بـین گـروه‌هـای هیدروکسیل مواد لیگنوسلولزی و گروه‌هـای انیدریـد مـادهٔ جفـت‌کننـده باعـث چسـبندگی بهتـر الیـاف و ماتریس پلیمر می‌شود [۲۵].

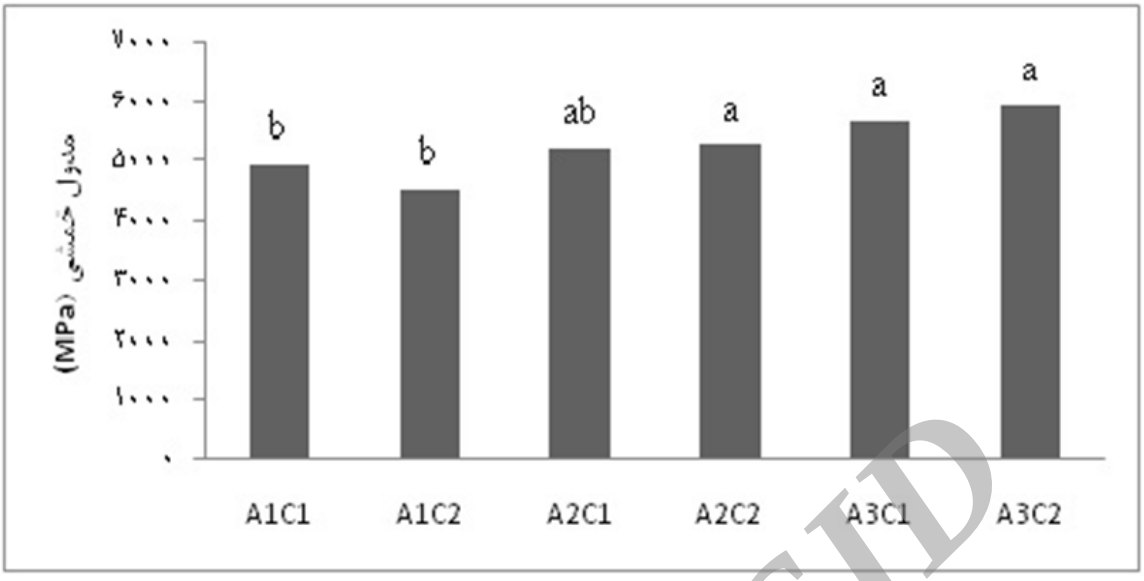


شکل ۵. تأثیر مستقل آرد ساقهٔ توتون بر مقاومت خمشی



شکل ۶. تأثیر مستقل آرد ساقهٔ توتون بر مدول خمشی

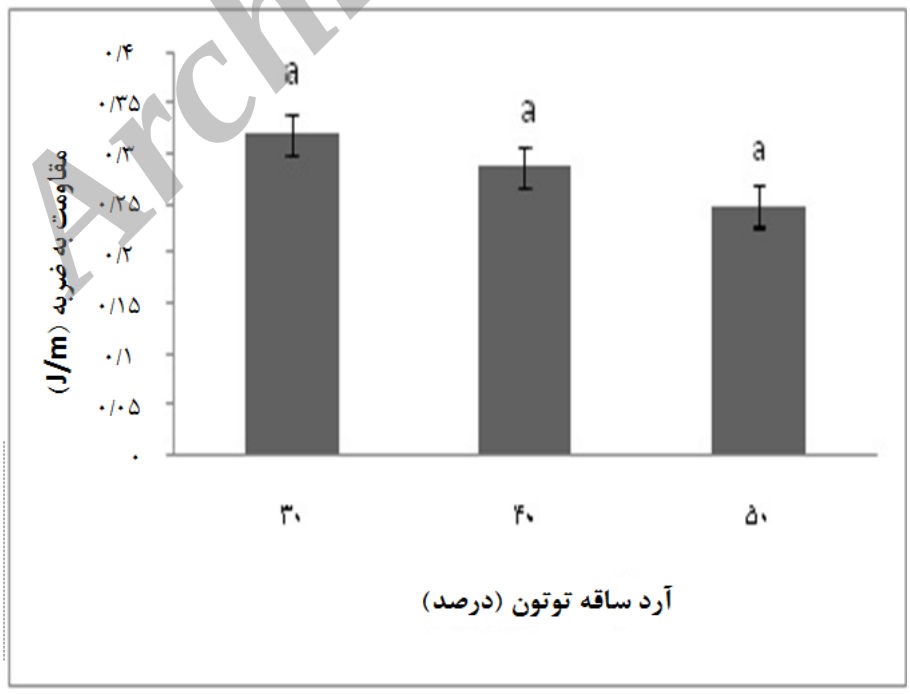
Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۷. تأثیر متقابل آرد ساقهٔ توتون و جفت‌کننده بر مدول خمشی

مقاومت به ضربه

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان می‌دهد اثر مستقل ساقهٔ توتون، اثر مستقل جفت‌کننده، و اثر متقابل آرد ساقهٔ توتون و جفت‌کننده بر مقاومت به ضربه معنادار نیست. با افزایش آرد ساقهٔ توتون مقاومت به ضربه کاهش یافت؛ اما اختلاف معناداری بین سطوح مختلف تیمارها مشاهده نشد. کاهش مقاومت به ضربه می‌تواند به این دلیل باشد که ذرات پرکننده ذراتی سفت و محکم‌اند. در نتیجه موجب تردی و شکنندگی چندسازه می‌شوند.



شکل ۸. تأثیر مستقل آرد ساقهٔ توتون بر مقاومت به ضربه

Archive of SID
www.SID.ir

همان‌طور که شکل ۸ نشان می‌دهد، با توجه به معنادارنبودن اثر مستقل آرد ساقهٔ توتون، همهٔ سطوح استفاده از آن (۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد) به لحاظ آماری در یک گروه مشترک قرار دارند. در نتیجه می‌توان پیشنهاد کرد از سطح ۵۰ درصد آرد ساقهٔ توتون، به دلیل افزایش سهم مادهٔ بیولوژیک و زیست تخریب‌پذیر و کاهش سهم پلاستیک (مادهٔ شیمیایی و زیست تخریب‌ناپذیر)، در ساخت این فرآورده استفاده شود؛ بدون آنکه به لحاظ آماری تأثیر منفی بر مقاومت به ضربهٔ آن داشته باشد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق ویژگی‌های مکانیکی چندسازهٔ پلی‌پروپیلن تقویت‌شده با آرد ساقهٔ توتون، به منزلهٔ ماده‌ای جدید که در ساخت این نوع چندسازه استفاده نشده بود، بررسی شد. نتایج نشان داد با افزایش میزان آرد ساقهٔ توتون مقاومت کششی کاهش و مدول کششی افزایش می‌یابد. اما مقاومت کششی تیمار مربوط به ۵۰ درصد آرد ساقهٔ توتون و ۶ درصد جفت‌کننده (A_3C_1) به لحاظ آماری در گروهی مشترک با تیمار مربوط به مصرف ۳۰ درصد آرد ساقهٔ توتون و ۶ درصد جفت‌کننده (A_1C_1) قرار دارد؛ یعنی افزایش مقدار مصرف جفت‌کننده (۶ درصد) تأثیر منفی افزایش مقدار مصرف آرد ساقهٔ توتون (۵۰ درصد) را تعدیل می‌کند. مطالعات انجام‌شده تأییدکنندهٔ اثر مثبت مادهٔ جفت‌کننده بر چسبندگی الیاف به ماتریس پلیمر از طریق پیوند بین گروه‌های هیدروکسیل مواد لیگنوسلولزی و گروه‌های انیدرید مادهٔ جفت‌کننده‌اند. همچنین، استفاده از ۵۰ درصد آرد ساقهٔ توتون و ۶ درصد جفت‌کننده مقاومت و مدول خمشی را افزایش داد؛ اما سطوح مختلف مربوط به مصرف آرد ساقهٔ توتون و جفت‌کننده بر مقاومت به ضربه معنادار نبود و همهٔ سطوح مربوط به استفاده از آن‌ها در یک گروه مشترک آماری قرار گرفت. بنابراین، با هدف استفادهٔ مفید از پسماندهای کشاورزی با هزینهٔ کم و به دنبال آن کاهش مشکلات زیست‌محیطی، می‌توان تولید چندسازه‌ای را با مصرف بیشتر آرد ساقهٔ توتون (۵۰ درصد)، که ماده‌ای زیستی و تخریب‌پذیر است، همراه مصرف ۶ درصد جفت‌کننده پیشنهاد کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

References

[1]. Ochi, S. (2008). Mechanical properties of kenaf fibers and kenaf/PLA composites. Mechanics of Materials, 40:446-452.

[2]. Shubhra, Q., Alam, A., and Quaiyyum, M. A. (2001). Mechanical properties of polypropylene composites. Journal of Thermoplastic Composite Material, 26(3):362-391.

[3]. Stuart, T., Liu, Q., Hughes, M., McCall, R. D., Sharma, H. S. S., and Norton, A. (2006). Structural biocomposites from flax—Part I: effect of bio-technical fibre modification on composite properties. Composites Part A. Applied Science and Manufacturing, 37: 393-404.

[4]. Oksman, K., Skrifvars, M., and Selin, J. F. (2003). Natural fibres as reinforcement in polylactic acid (PLA) composites. Composites Science and Technology, 63: 1317-1324.

[5]. Nishino, T., Hirao, K., Kotera, M., Nakamae, K., and Inagaki, H. (2003). Kenaf reinforced biodegradable composite. Composites Science and Technology, 63: 1281-1286.

[6]. Lee, S. and Wang, S. (2005). Biodegradable polymers/bamboo fiber biocomposite with bio-based coupling agent. Composites Part A. Applied Science and Manufacturing, 37: 80-91.

[7]. Liu, W., Misra, M., Askeland, P., Drzal, L., and Mohanty, A. K. (2005). 'Green' composites from soy based plastic and pineapple leaf fiber: fabrication and properties evaluation. Polymer, 46: 710-2721.

[8]. Luo, S. and Netravali, A. N. (1999). Interfacial and mechanical properties of environment-friendly ''green'' composites made from pineapple fibers and poly (hydroxybutyrate-co-valerate) resin. Journal of Materials Science, 34: 3709-3719.

[9]. Lee, S. M., Cho, D., Park, W. H., Lee, S. G., Han, S. O., and Drzal, L. T. (2005). Novel silk/poly (butylene succinate) biocomposites: the effect of short fibre content on their mechanical and thermal properties. Composites Science and Technology, 65: 647-657.

[10]. Lee, S. Y., Yang, H. S., Kim, H. J., Leong, C. S., Lim, B. S., and Lee, J. N. (2004). Creep behavior and manufacturing parameters of wood flour filled polypropylene composites. Composite Structure, 65 (3-4): 459-469.

[11]. Tank, T., Bostanci, S., and Enercan, S. (1985). Tutun saplarinin kagit yapiminda Degerlendirilmesi. Doga Bilim Dergisi, 9 (3): 399-407.

[12]. Buzarovska, A., Bogoeva, G., Grozfanov, A., Avella, M., Gentile, G., and Errico M. (2008). Potential use of rice strew as filler in eco-composite materials. Australian Journal of Crop Science, 1835-2707.

[13]. Karnia, M., onggo, H., and Syampurwadi, A. (2007). Physical and mechanical propertis of natural fibers filled polypropylene composites and its recycle. Journal of Biological Sciences, 7 (2): 393-396.

[14]. Wambua, P., Ivens, J., and Verpoest, I. (2003). Natural Fibers: can they replace glass in fiber reinforced plastics, Composites Science and Technology, 63 (9): 1259-1264.

[15]. Quazi, TH. S., Alam, A., and Quaiyyum, M. (2011). Mechanical properties of polypropylene composites. Journal of Thermoplastic Composite Materials, 26(3): 362-391.

[16]. Maladas, D. and Kokta, B. V. (1990). Effect of extreme conditions on the mechanical propertise of the wood fiber- polystyrene composites. II. Sawdust as a reinforcing filler. Polymer-PlasticsTechnology and Engineering, 29 (1-2): 119-165.

Archive of SID

www.SID.ir

[17]. Stark, N. (1997). Effect of species and particle size on properties of wood-flour filled polypropylene composites. USDA Forest Products Laboratory, 35(2): 167-174.

[18]. Kim, S., Moonb, J., Kim, C. H., and Sikha, G. (2008). Mechanical properties of polypropylene /naturalfiber composites: Comparison of wood fiber and cotton fiber. Polymer Testing. 27:801-806.

[19]. Kargarfard, A. (2013). The Infuence of coupling agent and the content of fibers on tensile strength and physical properties of cotton fiber stem/recycled polypropylene composites. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 3(2): 131-140.

[20]. KhademiEslam, H., Yousefnia, Z., Ghasemi, E., and Talaeipoor, T. (2013). Investigating the mechanical properties of wood flour/ polypropylene/ nanoclay composite. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 28(1): 153-168.

[21]. Rowell, M. R., Lange, S. E., and Jacobson, R. E. (2000). Weathering performance of plant-fiber thermoplastic composites. Molecular Crystals and Liquid Crystals, 353: 85-94.

[22]. Mirmehdi, S. M., Omidvar, A., Madhoushi, M., and Shakeri, A. (2012). Investigation on the mechanical properties of polyethylene/date palm wood flour composite: The effect of filler content and type. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 18(4): 77-92.

[23]. Rosa, S. M. L., Santosb, E. F., Ferreiraa, C. A., and Nachtigallb, S. M. B. (2009). Studies on the properties of rice-husk-filled-PP composites–effect of maleated PP. Materials Research, 12(3): 333-338.

[24]. Ghofrani, M., Pishan, S., Mohammadi, M. R., and Omidi, H. (2012). A study on rice husk/recycled high density polyethylene composites-their physical and mechanical properties. Environmental Sciences, 9(1): 99-112.

[25]. Ichazo, M. N, Albano, C., Gonzalez, J., Perera, R., and Candal, M. V. (2001). Polypropylene/wood flour composites: treatments and properties. Composites Structure, 54:

Archive of SID

www.SID.ir