مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد شانزدهم، شماره دوم، ۱۳۸۸
www.gau.ac.ir/journals

مطالعه خواص کششی چندسازه ساخته شده از آرد باگاس - پلی‌پروپیلن

*بهناز دادخواه‌تهرانی[۱]، اصغر امیدوار[۲]، علیرضا شاکری[۳]،
محراب مدهوشی[۴] و علی‌اکبر رامتین[۵]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشیار دانشکده علوم پایه، دانشگاه گلستان، [۴]دانشیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۵]دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تهران

چکیده

در این پژوهش، به‌منظور بررسی امکان استفاده از درصد بالای الیاف لیگنوسلولزی در ساخت چندسازه‌های الیاف طبیعی- پلاستیک، باگاس با نسبت‌های متفاوت ۴۰، ۵۵ و ۷۰ درصد با پلی‌پروپیلن مخلوط شد. همچنین برای سازگاری پلی‌پروپیلن با باگاس از سازگارکننده مالئیک انیدرید پلی‌پروپیلن به‌مقدار صفر، ٤ و ٦ درصد وزنی پلی‌پروپیلن استفاده شد. سپس خواص مکانیکی کششی توسط دستگاه اینسترون مدل ٦۰۲۵ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد افزایش الیاف سبب بهبود مدول الاستیک کششی و کاهش تنش، کرنش و کارحد تناسب کششی شده است. همچنین افزایش سازگارکننده، تنش و مدول الاستیک کششی را افزایش و کار حد تناسب و کرنش را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: آرد باگاس، پلی‌پروپیلن، چندسازه، سازگارکننده، خواص مکانیکی

* مسئول مکاتبه: dadkhahtehrani@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

یک ماده چندسازه، از دو یا چند فاز با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی متفاوت تشکیل شده است: (نوربخش و همکاران، ۲۰۰٤).

۱. فاز تقویت‌کننده[1] که درون ماتریس پخش شده است.

۲. فاز ماتریس[2] که فاز دیگر را در بر می‌گیرد و یک پلیمر گرماسخت یا گرمانرم می‌باشد که گاهی قبل از سخت شدن، آن را رزین می‌نامند (مالداس و ککتا[3]، ۱۹۹۰).

چندسازه‌های الیاف چوب- پلاستیک[4] که به اختصار WFPC نامیده می‌شوند، مخلوطی از مواد پلیمری و مواد سلولزی است (سندی[5] و همکاران، ۲۰۰۱).

امروزه مواد لیگنوسلولزی مانند الیاف چوب، کنف، کتان، ذرت، پوسته نارگیل، پوست بادام‌زمینی، کاه گندم و برنج و دیگر منابع سلولزی به‌عنوان تقویت‌کننده پلاستیک‌ها مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. ماده زمینه یا ماتریس شامل پلیمرهای گرمانرم[6] (PP[7]، HDPE[8]، LDPE[9]، PVC[10]، PS[11]) و یا پلیمرهای گرماسخت[12] می‌شود. میزان اختلاط این مواد متناسب با نوع کاربرد متفاوت است (گرجانی و امیدوار، ۲۰۰٦؛ وهامز[13] و همکاران، ۱۹۹۱).

هدف اصلی از ساخت چندسازه، ترکیب حداقل دو ماده و رسیدن به ماده جدیدی با خواص بهتر از خواص هر یک از مواد تشکیل‌دهنده در کاربردی خاص است (نوربخش و همکاران، ۲۰۰٤).

خواص کامپوزیت‌ها به عوامل مختلفی از قبیل نوع مواد تشکیل‌دهنده و درصد ترکیب آنها، شکل و آرایش تقویت‌کننده و اتصال دو جزء به یکدیگر بستگی دارد (مالداس و ککتا، ۱۹۹۰).

1- Reinforcement Phase
2- Matrix Phase
3- Maldas & Kokta
4- Wood Fiber Plastic Composites
5- Sanadi
6- Thermoplastics
7- Polypropylene
8- High Density Polyethylene
9- Low Density Polyethylene
10- Poly Vinyl Choloride
11- Polystyrene
12- Thermoset
13- Woohhams

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده از الیاف طبیعی مثل الیاف گیاهی و الیاف چوب به‌عنوان تقویت‌کننده ترموپلاستیک‌ها، ترموست‌ها و الاستومرها افزایش شگرفی در سال‌های اخیر داشته است. از دیدگاه زیست‌محیطی خیلی جالب است اگر بتوان از الیاف طبیعی به جای الیاف معدنی استفاده کرد (کاراس‌چی و لئو[1]، ۲۰۰۲).

به دنبال افزایش نسبی قیمت پلاستیک‌ها در چند سال گذشته، افزودن الیاف و پرکننده‌های طبیعی به‌منظور کاهش هزینه‌ها در صنعت پلاستیک و در برخی موارد افزایش تولید، مورد توجه قرار گرفته است (سندی و همکاران، ۲۰۰۱). تحقیق روی چندسازه‌های چوب و الیاف طبیعی- پلاستیک به چند دهه قبل برمی‌گردد.

کاراس‌چی و لئو (۲۰۰۲)، تأثیر مقدار و اندازه پرکننده و عامل تسریع‌کننده روی خواص مکانیکی چندسازه پلی‌پروپیلن تقویت‌شده با آرد چوب کاج الیوتی مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه دست یافتند که افزایش مقدار الیاف سبب کاهش تغییر طول، تنش وMFI[2] و افزایش مدول کشسی می‌شود.

همچنین، استارک[3] (۱۹۹۷) در تحقیقاتی عنوان کرد، افزایش آرد چوب سبب کاهش MFI، هم‌کشیدگی، تنش خمشی و کششی و انرژی ضربه بدون فاق و افزایش انرژی ضربه فاق‌دار و مدول‌الاستیسیته می‌شود.

در سال‌های اخیر، استفاده از الیاف گیاهی به جای الیاف چوب رایج شده در همین زمینه تحقیقی توسط کریمی و همکاران (۲۰۰٤) با عنوان بررسی امکان استفاده از الیاف لیگنوسلولزی (باگاس و کنف) در ساخت چندسازه الیاف- پلی‌پروپیلن صورت گرفت. آنها کنف و باگاس را با نسبت‌های ۱۰، ۲۰، ۲۵، ۳۰ درصد وزنی با PP مخلوط کردند. از MAPP به میزان ۲ درصد به‌عنوان سازگارکننده در تمام ترکیبات استفاده شد. به‌علاوه از دی‌کومیل‌پراکساید[4] به میزان ۱ درصد وزنی الیاف استفاده شد. نتایج بیانگر این بود که با افزودن الیاف کنف و باگاس مقاومت کششی، تغییر طول در مرحله شکست و مقاومت به ضربه کاهش، ولی MOE و سختی بهبود می‌یابد. الیاف کنف در مقایسه با الیاف باگاس خواص بهتری ایجاد کردند.

1- Caraschi and Leo
2- Melt Flow Index
3- Stark
4- DCP

Archive of SID

www.SID.ir

شاکری و امیدوار (٢٠٠٦)، با تحقیق برروی چندسازه‌های ساخته شده از کاه غلات و پلی‌اتیلن به این نتیجه دست یافتند که افزایش کاه تا مقدار ٣٠ درصد وزنی موجب بهبود استحکام کششی و خمشی می‌شود ولی این خواص در ٤٠ درصد کاهش پیدا می‌کند.

به سبب محدودیت سطح جنگل‌های شمال ایران و استحصال بی‌رویه و غیرمجاز از جنگل‌های منطقه و مسایل و مشکلات فعلی در استفاده از منابع سلولزی می‌توان با توسعه اراضی و کشت نیشکر در خوزستان به‌منظور به‌دست آوردن شکر و استفاده از باگاس حاصله به‌عنوان ماده اولیه در جهت تولید چندسازه چوب- پلاستیک و با گسترش صنایع جانبی آن پاسخ‌گوی نیاز جامعه در برابر محصولات مشتق شده از این گیاه باشیم.

استفاده از مواد لیگنوسلولزی و بررسی اثر مقدار سازگارکننده در چندسازه‌های الیاف چوب- پلیمر در تعیین ویژگی‌های کاربردی این چندسازه‌ها، اهمیت بسیاری دارد. مقاومت کششی و تغییر طول شکست خواص بسیار قابل اطمینانی هستند که اتصال بین دو فاز را ارزیابی می‌کنند. بنابراین در این تحقیق اثر درصد الیاف و مقدار سازگارکننده بر خاصیت کششی چندسازه‌های باگاس- پلی‌پروپیلن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

- **پلیمر**: برای ساخت این چندسازه، از پلی‌پروپیلن پودر شده استفاده شد. این پلیمر ساخت کشور ایتالیا و از شرکت دزچوب خوزستان به‌صورت پودر خریداری شد.
- **الیاف باگاس**: الیاف باگاس مورد استفاده از پسماند کارخانه هفت‌تپه خوزستان تهیه گردید.
- **سازگارکننده**: برای این تحقیق از MAPP[1] ساخت کشور آلمان استفاده شد.

روش‌ها: باگاس خریداری شده پس از انتقال به آزمایشگاه، توسط آسیاب حلقوی خرد و برای یکنواختی اندازه ذرات و رسیدن به اندازه مورد نظر، توسط الک الکتریکی، به اندازه مش ٥٠ رسیدند. سپس به مدت ٢٤ ساعت در آون و در دمای ٣±١٠٠ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا هرگونه رطوبت از آنها خارج شود و به رطوبت زیر ٣ درصد برسند.

1- Maleic Anhydrid Polypropylene

Archive of SID

www.SID.ir

فرآیند اختلاط و ساخت تخته: در این تحقیق باگاس با نسبت‌های ٤٠، ٥٥ و ٧٠ درصد و سازگارکننده با نسبت‌های ٠، ٤ و ٦ درصد با پلی‌پروپیلن ترکیب شدند. جهت بررسی اثر افزایش باگاس و سازگارکننده بر خواص مکانیکی این چندسازه‌ها، ١٠ تیمار و برای هر تیمار ٣ تکرار در نظر گرفته شد که در جدول ١ آورده شده است.

مواد وزن شده براساس میزان درصدشان در هر ترکیب، توسط یک همزن دستی به‌خوبی یک‌دست و سپس در داخل قاب فلزی که به اندازه ابعاد تخته مورد نظر (٢٠×١٥×٠/٥ سانتی‌متر) بود، ریخته شد. کیک ساخته شده در مرحله پیش‌پرس، در پرس گرم به مدت ٩ دقیقه در دمای ١٨٠ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس ٥ دقیقه دیگر در همین دما با فشار ٣٠ بار تحت فشار قرار گرفت. در نهایت به مدت ٤ دقیقه و تحت فشار ٣٠ بار در پرس سرد قرار گرفت و آنگاه نمونه‌های آزمون کشش براساس استاندارد ASTM، توسط دستگاه فرز دستی بریده شدند.

جدول ١- میزان ترکیبات تیمارهای مختلف مورد آزمون.

شماره تیمار	نام تیمار	میزان باگاس (درصد)	میزان MAPP (درصد)	میزان PP (درصد)
١	A_1B_1	٤٠	٠	٦٠
٢	A_1B_2	٤٠	٤	٥٦
٣	A_1B_3	٤٠	٦	٥٤
٤	A_2B_1	٥٥	٠	٤٥
٥	A_2B_2	٥٥	٤	٤١
٦	A_2B_3	٥٥	٦	٣٩
٧	A_3B_1	٧٠	٠	٣٠
٨	A_3B_2	٧٠	٤	٢٦
٩	A_3B_3	٧٠	٦	٢٤
١٠	تیمار شاهد	٠	٠	١٠٠

آزمون کشش استاتیک: جهت بررسی کیفیت اتصال بین دو فاز تقویت‌کننده و فاز زمینه در چندسازه‌های ساخته شده، آزمون کشش انجام گرفت. این آزمون مطابق آیین‌نامه D-٤٧٦١ استاندارد ASTM انجام شد. نمونه‌های کششی، دمبلی شکل بوده و سرعت بارگذاری دستگاه ٢ میلی‌متر بر

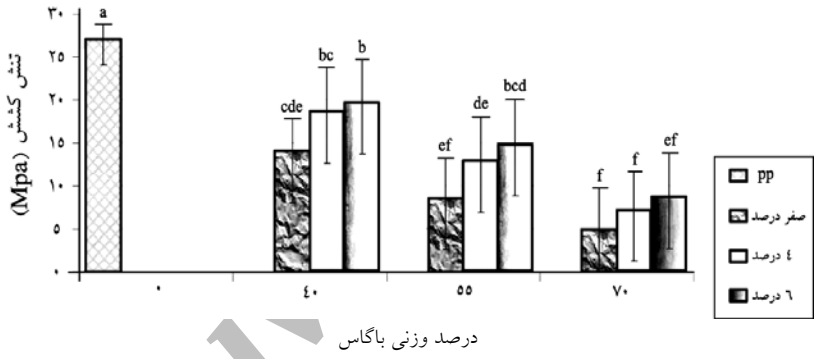
Archive of SID

www.SID.ir

دقیقه تنظیم گردید. نتایج آزمون در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. بـرای مقایـسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و برای بررسی اثر مستقل و متقابل فاکتورها از آزمون فاکتوریل استفاده شد.

نتایج آزمون

تنش کششی: تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که افزودن آرد باگاس، باعث کـاهش تـنش کشـشی در مقایسه با پلی‌پروپیلن خالص شده است و این کاهش تنش کششی در حالت افزودن باگاس، در سـطح ١ درصد اختلاف معنی‌داری با PP خالص دارد.



شکل ١- مقایسه تغییرات تنش کششی چندسازه‌ها با پلی‌پروپیلن خالص.

همان‌طور که گفته شد، با افزایش درصد الیاف، تنش کششی چندسازه‌ها، کاهش چشمگیری می‌یابد. با توجه به شکل ١، بهترین تیمار، تیمار شماره ٣ با ٤٠ درصد الیاف و ٦ درصد سازگارکننده است. PP خالص نسبت به بهترین تیمار، ٣٧/٣١ درصد تنش کششی بیشتری از خود نشان داده است.

کاراس‌چی (٢٠٠٢)، در تحقیقات خود نشان داد که تنش کششی چندسازه‌های WF/PP کمتر از PP خالص است. این رویداد تا حدی درست است زیرا PP رفتار هیدروفیلی دارد و با الیاف طبیعی که پیوند شیمیایی خوبی با آب برقرار می‌کنند، تفاوت دارد. این رفتار شیمیایی به‌خاطر اتصال و چسبندگی ضعیف لایه ترموپلاستیک و الیاف است. توده مولکولی بالای سلولز، باعث فعل و انفعالات

www.SID.ir

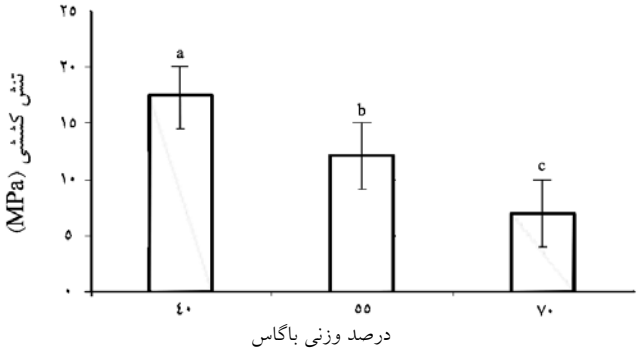
شیمیایی ضعیف بین دو فاز می‌شود. بنابراین لازم است که الیاف تیمار شوند تا اتصالات بین سلولز و ماده زمینه بهبود یابد یا اینکه از عامل اتصال‌دهنده استفاده شود.

جدول ۲ اثر مستقل و متقابل درصد الیاف و سازگارکننده را در دو سطح اعتماد ۹۹ و ۹۵ درصد نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اثر مستقل الیاف و اثر مستقل سازگارکننده در سطح ۱ درصد معنی‌دار و اثر متقابل آنها بی‌معنی بوده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس تنش کششی چندسازه‌های باگاس - پلی‌پروپیلن توسط آزمون فاکتوریل.

منبع تغییرات (S.O.V)	مجموع مربعات (S.S)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (M.S)	آماره آزمون (F)	آماره جدول ۵ درصد	آماره جدول ۱ درصد
تیمار	٦٣٤/٤٢٤	٨	٧٩/٣٠٣	١٠/٤٤٦	٢/٥١	٣/٧١
فاکتور A (درصد باگاس)	٤٩٦/١٤٢	٢	٢٤٨/٠٧١	٣٢/٦٧٧	٣/٥٥	٦/٠١
فاکتور B (درصد MAPP)	١٣١/٤٩٧	٢	٦٥/٧٤٩	٨/٦٦١	٣/٥٥	٦/٠١
اثر متقابل (B×A)	٦/٧٨٥	٤	١/٦٩٦	٠/٢٢٣	٢/٩٣	٤/٥٨
خطا	١٣٦/٦٥٠	١٨	٧/٥٩٢			
کل	٤٧٧٠/٦٩٦	٢٧				

شکل ۲، اثر مستقل مقدار الیاف را نشان می‌دهد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داده است.



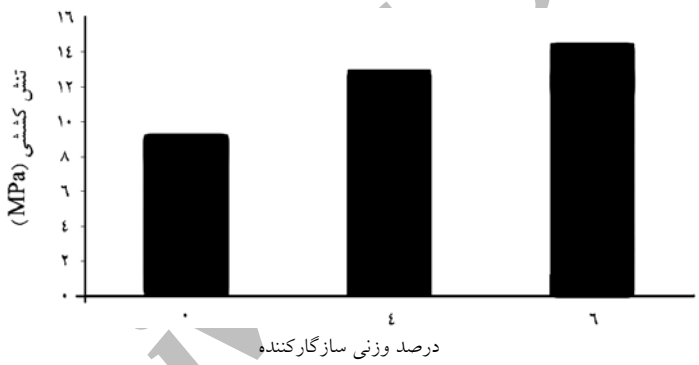
شکل ۲- اثر مستقل مقدار الیاف بر تنش کششی چندسازه‌های باگاس- پلی‌پروپیلن.

Archive of SID

www.SID.ir

ملاحظه می‌شود که چندسازه‌های حاوی ٤٠ درصد الیاف، بیشترین تنش کششی را از خود نشان دادند و با افزایش درصد وزنی باگاس تا مقدار ٧٠ درصد، تنش کششی چندسازه‌ها کاهش یافته است. مالداس و ککتا (١٩٩٠)، اظهار داشتند که کاهش در تنش کششی با افزایش تراکم الیاف اتفاق می‌افتد. این اتفاق به این دلیل است که چسبندگی الیاف با ماده زمینه آن‌قدر کافی نیست تا کارایی انتقال دادن تنش از ماده زمینه به الیاف افزایش یابد. نتایج مشابه در پژوهش‌های استارک (١٩٩٧) و کریمی و همکاران (١٣٨٣) گزارش شده است.

شکل ٣، اثر مستقل مقدار سازگارکننده را نشان می‌دهد که در سطح ١ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داده است.



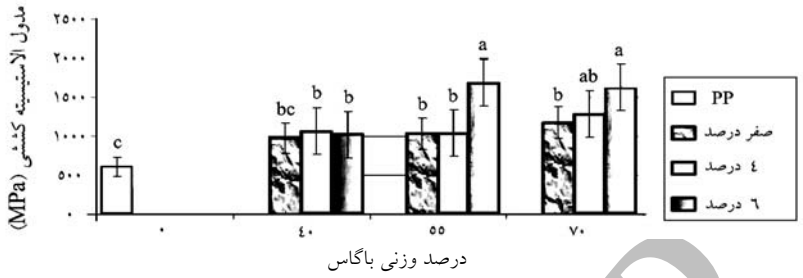
شکل ٣- اثر مستقل مقدار سازگارکننده بر تنش کششی چندسازه‌های باگاس- پلی‌پروپیلن.

با توجه به شکل فوق، افزایش سازگارکننده، بهبود تنش کششی چندسازه‌ها را موجب شده، به‌طوری‌که چندسازه‌های حاوی ٦ درصد MAPP نسبت به چندسازه‌های بدون MAPP، ٥٧/١٥ درصد رشد تنش کششی داشته‌اند. در نتیجه استفاده از سازگارکننده باعث تقویت اتصال بین این دو فاز شده است. نتایج مشابهی به‌وسیله سندی و همکاران (٢٠٠١) به‌دست آمد.

مدول الاستیسیته کششی: تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که اختلاف میانگین‌های مدول کششی چندسازه‌ها در سطح ١ درصد، معنی‌دار می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤- مقایسه تغییرات مدول کششی چندسازه‌ها با پلی‌پروپیلن خالص.

با توجه به شکل ٤، افزایش باگاس تا سقف ۵۵ درصد باعث افزایش چشمگیر مدول الاستیسیته کششی شده و بعد از آن یعنی در ۷۰ درصد باگاس اندکی کاهش داشته است. بیشترین مقدار مدول کششی متعلق به تیمار ٦ یعنی چندسازه حاصل از اختلاط ۵۵ درصد باگاس با ٦ درصد سازگارکننده می‌باشد که نسبت به کمترین مقدار آن یعنی تیمار شماره ۱۰ (PP خالص)، بیش از ۲/۵ برابر افزایش داشته است. با افزایش مقدار مواد سلولزی از ٤۰ به ۷۰ درصد، مدول کشسانی چندسازه، نسبت به PP خالص افزایش یافته است. نتایج مشابه در پژوهش شاکری و امیدوار (۲۰۰٦) گزارش شده است.

جدول ۳ اثر مستقل و متقابل درصد الیاف و سازگارکننده بر مدول کششی را در دو سطح اعتماد ۹۹ و ۹۵ درصد نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اثر مستقل الیاف در سطح ۵ درصد و اثر مستقل سازگارکننده در سطح ۱ درصد، معنی‌دار و اثر متقابل آنها معنی‌دار نیست.

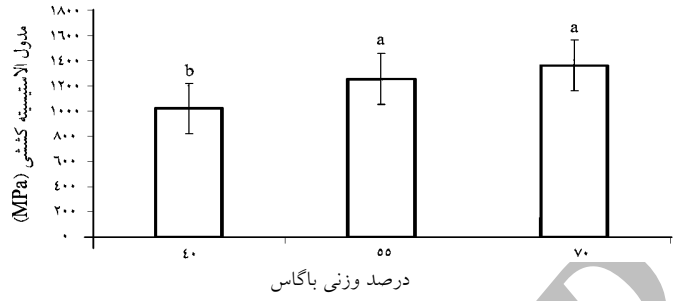
شکل ۵، اثر مستقل مقدار الیاف را نشان می‌دهد که در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری نشان داده است.

جدول ۳- تجزیه واریانس مدول کششی چندسازه‌های باگاس- پلی‌پروپیلن توسط آزمون فاکتوریل.

منبع تغییرات (S.O.V)	مجموع مربعات (S.S)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (M.S)	آماره آزمون (F)	آماره جدول ۵ درصد	آماره جدول ۱ درصد
تیمار	۱۷٤٦۳۲۲/۷۹	۸	۲۱۸۹۰/۳٤۹	٤/۲۳۷	۲/۵۱	۳/۷۱
فاکتور A (درصد باگاس)	۵٤۸٤۵۸/۹۷	۲	۲۷٤۲۲۹/٤۸۹	۵/۳۲۲	۳/۵۵	٦/۰۱
فاکتور B (درصد MAPP)	۷۵۷۷۷۵/٤۹۹	۲	۳۷۸۸۸۷/۷٤۹	۷/۳۵۳	۳/۵۵	٦/۰۱
اثر متقابل (B×A)	٤٤۰۰۸۸/۳۱۳	٤	۱۱۰۰۲۲/۰۷۸	۲/۱۳۵	۲/۹۳	٤/۵۸
خطا	۹۲۷٤۵۰/۲۸	۱۸	۵۱۵۲۵/۰۱٦			
کل	٤۲۲۸۹۷۰۳/۰۷	۲۷				

Archive of SID

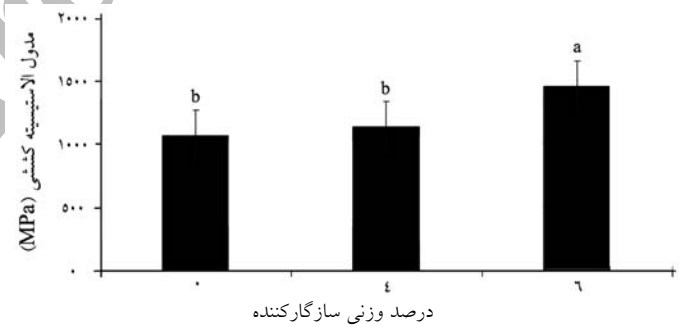
www.SID.ir



شکل ٥- اثر مستقل مقدار الیاف بر مدول کششی چندسازه‌های باگاس- پلی‌پروپیلن.

با توجه به آزمون دانکن، با افزایش میزان باگاس به چندسازه‌ها، میزان مدول الاستیسیته کششی افزایش یافته و این افزایش از نظر آماری در سطح ٥ درصد معنی‌دار بوده است. همچنین مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان می‌دهد که در حالت استفاده از ٧٠ درصد آرد باگاس در چندسازه باگاس- پلی‌پروپیلن، میزان مدول کششی به‌مقدار ٣٣/٤٩ درصد نسبت به چندسازه حاوی ٤٠ درصد باگاس، افزایش یافته است. بنابراین در میان چندسازه‌ها، بالاترین مدول کششی مربوط به نمونه دارای ٧٠ درصد پرکننده است که در گروه‌بندی دانکن در گروه (A) قرار گرفته است و کمترین آن مربوط به نمونه دارای ٤٠ درصد پرکننده است که در گروه (C) قرار گرفته است. مدول کشسانی چندسازه به شدت تحت‌تأثیر مدول اجزای تشکیل‌دهنده آن قرار دارد. از آنجایی‌که الیاف لیگنوسلولزی دارای مدول نسبتاً بالایی هستند، به‌طور طبیعی مدول چندسازه را نیز بهبود می‌بخشند. نتایج مشابه در پژوهش کاراس چی و لئو (٢٠٠٢) و استارک (١٩٩٧) گزارش شده است.

شکل ٦، اثر مستقل مقدار سازگارکننده را نشان می‌دهد که در سطح ١ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داده است.



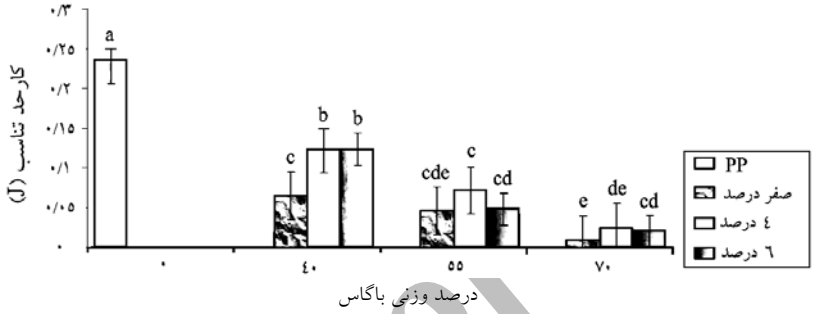
شکل ٦- اثر مستقل مقدار سازگارکننده بر مدول کششی چندسازه‌های باگاس- پلی‌پروپیلن.

Archive of SID

www.SID.ir

ملاحظه می‌شود با افزایش سازگارکننده از صفر به ٦ درصد، مدول کششی ٣٦/٢٣ درصد رشد داشته است. استفاده از سازگارکننده، اتصال ماده زمینه و الیاف را بهبود می‌بخشد و باعث افزایش مدول کششی شده است به‌طوری‌که چندسازه حاوی ٦ درصد سازگارکننده در گروه (A) و چندسازه‌های حاوی ٤ درصد سازگارکننده و بدون سازگارکننده در گروه (B) قرار گرفته‌اند.

کارحد تناسب کششی: تجزیه‌وتحلیل آماری نشان داد که اختلاف میانگین‌های کارحد تناسب چندسازه‌ها در سطح ١ درصد معنی‌دار است.



شکل ٧- مقایسه تغییرات کار حد تناسب چندسازه‌ها با پلی‌پروپیلن خالص.

در میان چندسازه‌های WF/PP، تیمار شماره ٢ (٤٠ درصد باگاس و ٤ درصد سازگارکننده)، بیشترین کار حدتناسب را داشته و نسبت به PP خالص، ٩٠/٥٧ درصد مقدار کار حد تناسب کمتری داشته است (شکل ٧).

جدول ٤ اثر مستقل و متقابل درصد الیاف و سازگارکننده بر کارحد تناسب کششی را در دو سطح ١ و ٥ درصد، نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اثر مستقل الیاف، اثر مستقل سازگارکننده و اثر متقابل آنها در سطح ١ درصد معنی‌دار است.

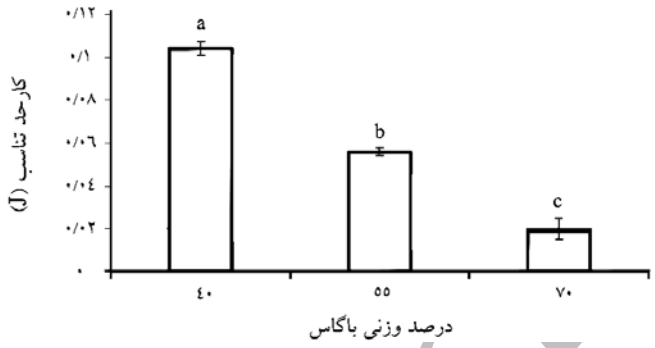
جدول ٤- تجزیه واریانس کارحدتناسب کششی چندسازه‌های باگاس- پلی‌پروپیلن توسط آزمون فاکتوریل.

منبع تغییرات (S.O.V)	مجموع مربعات (S.S)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (M.S)	آماره آزمون (F)	آماره جدول ٥ درصد	آماره جدول ١ درصد
تیمار	٠/٠٤٢	٨	٠/٠٠٥	٦١/٢١٠	٢/٥١	٣/٧١
فاکتور A (درصد باگاس)	٠/٠٣٣	٢	٠/٠١٦	١٩٤/٢٦٢	٣/٥٥	٦/٠١
فاکتور B (درصد MAPP)	٠/٠٠٥	٢	٠/٠٠٣	٣١/٠٢٢	٣/٥٥	٦/٠١
اثر متقابل (B×A)	٠/٠٠٣	٤	٠/٠٠١	٩/٧٧٩	٢/٩٣	٤/٥٨
خطا	٠/٠٠٢	١٨	٠/٠٠٥			
کل	٠/١٤٠	٢٧				

Archive of SID

www.SID.ir

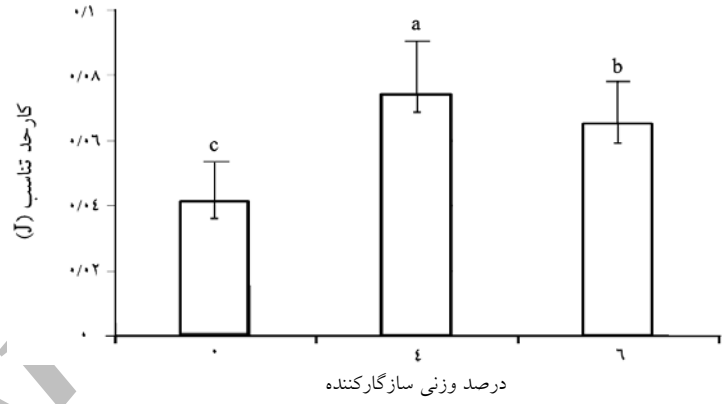
شکل ۸ اثر مستقل مقدار الیاف را نشان می‌دهد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داده است.



شکل ۸- اثر مستقل مقدار الیاف بر کارحد تناسب چندسازه‌های باگاس- پلی‌پروپیلن.

ملاحظه می‌شود با افزایش مقدار باگاس، مقدار کارحد تناسب، سیر نزولی داشته است.

شکل ۹، اثر مستقل مقدار سازگارکننده را نشان می‌دهد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داده است.



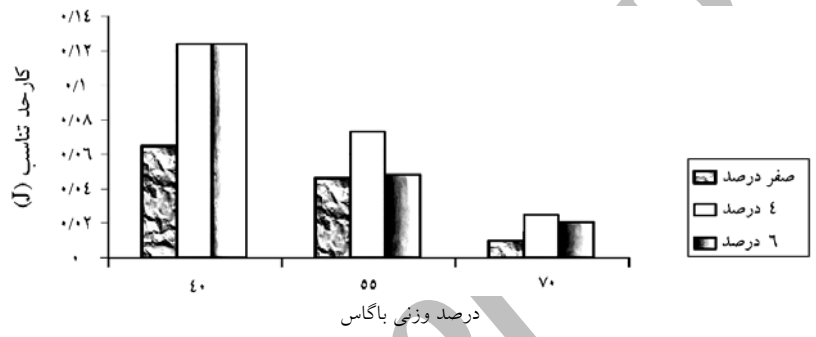
شکل ۹- اثر مستقل مقدار سازگارکننده بر کارحد تناسب چندسازه‌های باگاس - پلی‌پروپیلن.

شکل بالا نشان‌دهنده این مطلب است که ابتدا با افزایش مقدار سازگارکننده از صفر به ٤ درصد، مقدار کارحد تناسب، افزایش و سپس کاهش یافته است. با افزایش سازگارکننده، چسبندگی و اتصال

www.SID.ir

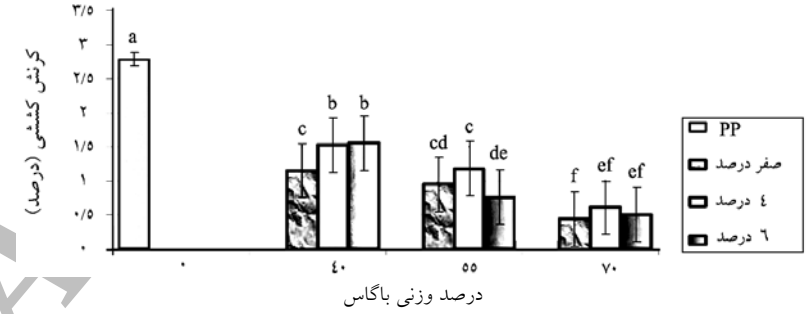
بین فاز زمینه و فاز تقویت‌کننده زیاد شده، در نتیجه مدول کششی (سفتی) چندسازه‌ها افزایش، مقدار تغییر شکل، کاهش و به دنبال آن کارحد تناسب نیز کاهش می‌یابد.

شکل ۱۰، اثر متقابل مقدار باگاس و مقدار سازگارکننده را بر کارحد تناسب نشان می‌دهد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی داری نشان داده است. با افزایش الیاف باگاس، مدول الاستیسیته یا سفتی افزایش و کارحد تناسب کاهش یافته است.



شکل ۱۰- اثر متقابل مقدار باگاس و مقدار سازگارکننده بر کارحد تناسب چندسازه های باگاس- پلی‌پروپیلن.

کرنش کششی: تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که اختلاف میانگین‌های کرنش کششی چندسازه‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار است.



شکل ۱۱- مقایسه تغییرات کرنش کششی چندسازه‌ها با پلی‌پروپیلن خالص.

همان‌طور که در شکل ۱۱ ملاحظه می‌شود، با افزایش مقدار باگاس و سازگارکننده به چندسازه‌ها، میزان کرنش کششی کاهش یافته است. بیشترین میزان کرنش کششی مربوط به PP خالص بوده که

www.SID.ir

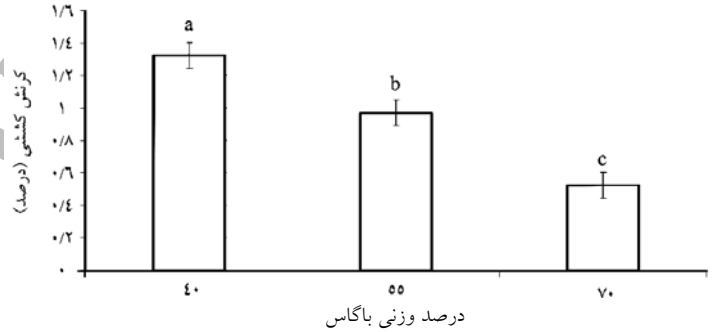
تقریباً ٥٢٤/٣٠ درصد بیشتر از کمترین مقدار آن یعنی تیمار شماره ٧ (٧٠ درصد باگاس و صفر درصد سازگارکننده) می‌باشد.

جدول ٥ اثر مستقل و متقابل درصد الیاف و سازگارکننده بر کرنش کششی را در دو سطح ١ و ٥ درصد، نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اثر مستقل الیاف، اثر مستقل سازگارکننده و اثر متقابل در سطح ١ درصد، معنی‌دار بوده است.

جدول ٥- تجزیه واریانس کرنش کششی چندسازه‌های باگاس- پلی‌پروپیلن توسط آزمون فاکتوریل.

منبع تغییرات (S.O.V)	مجموع مربعات (S.S)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (M.S)	آماره آزمون (F)	آماره جدول	
					٥ درصد	١ درصد
تیمار	٣/٤٦٢	٨	٠/٤٣٣	٤١/٣٩٠	٢/٥١	٣/٧١
فاکتور A (درصد باگاس)	٢/٨٧١	٢	١/٤٣٦	١٣٧/٣١٩	٣/٥٥	٦/٠١
فاکتور B (درصد MAPP)	٠/١٣٢	٢	٠/٠٦٦	٦/٢٩٤	٣/٥٥	٦/٠١
اثر متقابل (B×A)	٠/٤٥٩	٤	٠/١١٥	١٠/٩٧٥	٢/٩٣	٤/٥٨
خطا	٠/١٨٨	١٨	٠/٠١			
کل	٢٧/٤٠٢	٢٧				

شکل (١٢)، اثر مستقل مقدار الیاف بر کرنش کششی را نشان می‌دهد که در سطح ١ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داده است.



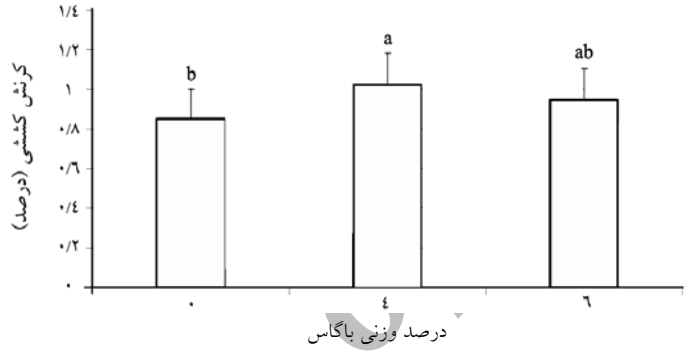
شکل ١٢- اثر مستقل مقدار الیاف بر کرنش کششی چندسازه‌های حاوی باگاس - پلی‌پروپیلن.

Archive of SID

www.SID.ir

ملاحظه می‌شود با افزایش مقدار باگاس، درصد کرنش کاهش یافته است. با افزایش درصد وزنی باگاس در چندسازه‌ها، مدول یا سفتی آنها افزایش و در نتیجه تغییر طول در مرحله شکست آنها کاهش یافته است. نتایج مشابهی در تحقیقات کریمی و همکاران (۲۰۰٤) و کاراس‌چی و لئو (۲۰۰۲) به‌دست آمد.

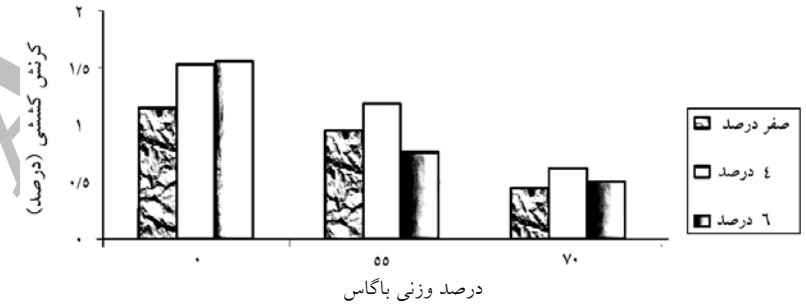
شکل ۱۳، اثر مستقل مقدار سازگارکننده را نشان می‌دهد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داده است.



شکل ۱۳- اثر مستقل مقدارسازگارکننده بر کرنش کششی چندسازه‌های حاوی باگاس - پلی‌پروپیلن.

با افزایش سازگارکننده از صفر به ٤ درصد، کرنش کششی ابتدا افزایش و در ٦ درصد سازگارکننده، کاهش نشان داده است.

شکل ۱٤، اثر متقابل مقدار الیاف و مقدار سازگارکننده را نشان می‌دهد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داده است.



شکل ۱٤- اثر متقابل مقدار باگاس و مقدار سازگارکننده بر کرنش کششی چندسازه‌های باگاس - پلی‌پروپیلن.

Archive of SID

www.SID.ir

اثر متقابل مقدار سازگارکننده و باگاس نشان‌دهنده این مطلب است که با افزایش هر دو عامل متغیر، درصد کرنش چندسازه‌ها کاهش می‌یابد.

بحث و نتیجه‌گیری

به‌طورکلی با توجه به نتایج آزمون کشش می‌توان چنین نتیجه گرفت که افزودن باگاس به چندسازه، تنش کششی چندسازه‌ها در سطح معنی‌داری کاهش پیدا کرد. مالداس و ککتا (۱۹۹۰)، استارک (۱۹۹۷) و کریمی و همکاران (۲۰۰٤) در گزارشی مشابه، این نتیجه را تأیید کردند. افزایش باگاس، افزایش مدول الاستیسیته و کاهش کارحد تناسب را به دنبال داشت. نتایج مشابه در پژوهش کاراس‌چی و لئو (۲۰۰۲) و استارک (۱۹۹۷) گزارش شده است. همچنین با افزایش مقدار باگاس، درصد کرنش کاهش یافته است. کریمی و همکاران (۲۰۰٤) و کاراس‌چی و لئو (۲۰۰۲) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه دست یافتند.

افزایش سازگارکننده، سبب افزایش تنش و مدول کششی و کاهش کارحد تناسب و کرنش کششی چندسازه‌ها شد. استفاده از سازگارکننده سبب اتصال بهتر ماده زمینه و پرکننده شده و این افزایش چسبندگی مانع از سر خوردن زنجیره‌های پلیمر بر روی هم شده است و چندسازه‌های حاوی سازگارکننده در مقابل شکست، مقاومت بیشتری از خود نشان داده است.

منابع

1.Caraschi, J., and Leo, A. 2002. Woodflour as reinforcement of polypropylene. Material Research, 5: 4. 405-409.
2.Garjani, F., and Omidvar, A. 2006. Investigation on manufacturing and mechanical properties wheat straw/recycled polyethylene composite. Iranian Journal Pajoohesh and Sazandegi, 72: 84-88. (In Persian).
3.Karimi, A.N., Rohani, M., Parsapajhooh, D., and Ebrahimi, Gh. 2004. A study of the feasibility of the use of lignocellousic bagasse and kenaf fibers in the manufacture of fiber-polypropylene composites. Iranian journal of natural resources, 57: 3. 491-506. (In Persian).
4.Maldas, D., and Kokta, B.R. 1990. Effect of Extereme conditions on the mechanical properties of wood fiber polystyrene composites II. Sawdust as reinforcing filler. Polymer-Pelastic Technology Engineering, 20: 182. 115-119.

Archive of SID

www.SID.ir

5.Noorbakhsh, A., Hosseinzade, A., Jahanlatibari, A., Kargarfard, A., and Kokta, V. 2004. Compar effect of lignocellolusi materials in deference levels MAPP in the fibers and wood flour-PP composites. Iranian journal wood and fiber science, 19: 1. 49-68. (In Persian).

6.Sanadi, A.R., Hunt, J.F., Caulfield, D.F., Kovacsvolgyi, G., and Destree, B. 2001. High fiber-low matrix composites: Kenaf fiber/polypropylene. P 121-124. The sixth international conference on wood-fiber composites. Forest product society.

7.Shakeri, A.R., and Omidvar, A. 2006. Investigation on the effect of type, quantity and size of straw particles on the mechnical properties of crops straw-high density polyethylene composites. Journal of polymer science and technology, 4: 301-308. (In Persian).

8.Stark, N. 1997. Effect of species and particle size on properties of wood-flour filled polypropylene composites. USDA Forest Products Lab. Madison.WI.

9.Woohhams, R., Shiang, L., and Balatinecz, J. 1991. Intensive mixing of wood fibers with thermoplastic for injection molded composites. Wood plastic composites conference. Madison, Wis., U.S.A.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology,Vol. 16(2), 2009
www.gau.ac.ir/journals

Study on the Tensile Proprties of Bagasse Polypropylene Composite

[*]B. Dadkhah Tehrani[1], A. Omidvar[2], A.R. Shakeri[3], M. Madhooshi[4] and A.K. Ramtin[5]

[1]M.Sc. Graduate of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Professor, Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Associate Prof., Faculty of Science, Golestan University, [4]Associate Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [5]M.Sc. Student of Wood and Paper Science and Technology, University of Tehran

Abstract

In this research, the possibility of using high percentage of lignocellulosic fibers in making natural fiber-thermoplastic composite was studied. Three weight percentages of bagasse flour namely 40, 55 and 70 percents were chosen. MAPP was used as coupling agent at two weight percentages of PP, namely 0, 4 and 6 percents. Tensile strength was measured applying Instron 6025. The results showed that with increasing bagasse flour percentage, tensile modulus of elasticity improved, but tensile stress, tensile strain and work at proportional limit decreased. Also, addition of the coupling agent led to the improvement of tensile stress and tensile modulus of elasticity and decreasing work at proportional limit and tensile strain.

Keywords: Bagasse flour, Polypropylene, Composite, Coupling agent, Mechanical properties

* Corresponding Author; Email: dadkhahtehrani@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir