فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد 29، شمارهٔ 1، صفحهٔ 116 106، (1393)

بررسی خواص حرارتی و مکانیکی چندسازه الیاف بذری استبرق/پلی‌پروپیلن

امیر نوربخش[1*]، ابوالفضل کارگرفرد[2] ، فرداد گلبابائی[3] و مژگان کوهپایه‌زاده [4]

1* نویسنده مسئول، دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران
پست‌الکترونیک: nourbakhsh_amir@yahoo.com
2 دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران
3 عضو هیئت علمی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران
4 عضو هیئت‌علمی دانشگاه آزاد اسلامی، پیشوا- ورامین

تاریخ دریافت: آذر 1391 تاریخ پذیرش: اسفند 1392

چکیده

در این بررسی امکان استفاده از الیاف استبرق در ساخت چندسازه الیاف طبیعی به‌همراه پلی‌پروپیلن مورد توجه قرار گرفت. اثرات درصد الیاف در چهار سطح (10، 20، 30 و 40 درصد) و جفت‌کننده مالییکی (MAPP) در سه سطح (صفر، 1/5 و 3 درصد) بر خواص مکانیکی و حرارتی چندسازه چوب پلاستیک بررسی شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که استفاده از MAPP باعث بهبود خواص مکانیکی در جریان مخلوط‌سازی در فاز درون سطحی شده و سبب اتصال بهتر بین الیاف و ماتریس و ترشوندگی بهتر الیاف در حضور جفت‌کننده گردید. تجزیه و تحلیل رفتار حرارتی فرآورده مرکب نیز به کمک آزمون HDT نشان داده است که استفاده از 3 درصد MAPP به‌همراه 30 و 40 درصد الیاف استبرق باعث افزایش مقاومت حرارتی چندسازه نسبت به سایر تیمارها شد.

واژه‌های کلیدی: الیاف استبرق، انیدرید مالییکی گرافت شده، خواص حرارتی، اکسترودر دو ماردونه، چندسازه چوب پلاستیک.

مقدمه

امروزه چندسازه‌های چوب پلاستیک به‌عنوان مواد مهندسی در صنایع مختلفی ازجمله خودروسازی، هوافضا، ساختمان‌سازی و ... کاربرد وسیعی پیدا کرده است. اعتقاد بر این است که این مواد دارای دوام بالا بدون استفاده از مواد شیمیایی و غیرسمی هستند. در سال‌های اخیر کاربرد این چندسازه‌ها به سرعت در اروپا، آمریکای شمالی و آسیا توسعه پیدا کرده است (Wang *et al.*, 2007).

ترکیبات اولیه چندسازه‌های چوب پلاستیک شامل رزین‌های گرمانرم و معمولاً 40 تا 70٪ الیاف چوب (در روش اکستروژن) می‌باشد. افزودن مواد چوبی مزایای بسیار زیادی ازجمله زیست‌سازگاری و بهبود خواص مکانیکی به محصول نهایی می‌دهد.

در سال‌های اخیر توسعه و استفاده از مواد چوبی که دارای ویژگی‌های مناسب‌تری هستند گسترش یافته است. در تحقیقاتی که در کشورهای مختلف صورت گرفته،

Archive of SID
www.SID.ir

استفاده از قسمت‌های مختلف درختان و گیاهان بوته‌ای، درختچه‌ای و ضایعات کشاورزی لیفی مورد توجه قرار گرفته است. البته استفاده از الیاف و مواد چوبی ساقه‌ای، برگی، پوست و بذری مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است.

درختچه استبرق *Calotropis persica* با نام‌های مختلفی در مناطق مختلفی از غرب آفریقا تا جنوب (آنگولا)، قسمت‌های مختلف آسیا و جنوب ایران گسترش داشته است. استفاده از الیاف بذری در این نوع درختچه با داشتن طول الیاف بلند (تا 30 میلی‌متر) ازجمله ویژگی‌های مناسب این گونه در مصارف صنایع چوب و کاغذ می‌باشد. البته ضریب کشیدگی بالای این گونه با داشتن طول الیاف بلندتر در صنایع چندسازه‌ها دارای اهمیت بیشتری می‌باشد.

Stark و همکاران (2003) اثر ویژگی‌های الیاف چوب را بر خواص مکانیکی در کامپوزیت‌ها مورد بررسی قرار داده‌اند. آنان نتیجه‌گیری کردند که با افزایش ضریب کشیدگی ذرات چوب به شکل آرد از 35 به 235 مش مقاومت کششی و خمشی و مدول آنها افزایش یافته است. البته مقاومت به ضربه فاقدار با افزایش ابعاد ذرات کاهش یافته بود. درضمن افزایش ضریب کشیدگی الیاف سبب زیاد شدن ویژگی‌ها گردیده است.

Nachtigall و همکاران (2007) ویژگی‌های کششی، رفتار جذب آب، ویژگی‌های تخریب حرارتی و مورفولوژی کامپوزیت‌های چوبی تهیه شده با ماتریس پلی‌پروپیلن اصلاح شده با سیلان را مورد تحقیق قرار دادند و آن را با کامپوزیت‌های چوبی تهیه شده با ماتریس پلی‌پروپیلن اصلاح شده با مالئیک انیدرید مورد مقایسه قرار دادند. نتایج دلالت بر این موضوع داشت که پلیمر اصلاح شده با سیلان، چسبندگی سطح مشترک بین الیاف و پلیمر ماتریس را افزایش داد و تأثیر آن بیشتر از کامپوزیت‌های تهیه شده با پلی‌پروپیلن اصلاح شده با مالئیک انیدرید می‌باشد.

Shakeri و Omidvar (2006) به بررسی اثر نوع، مقدار و اندازه ذرات کاه بر خواص مکانیکی چندسازه‌های پلی‌اتیلن سنگین- کاه غلات پرداختند. در این پژوهش، اثر اندازه ذرات کاه گندم و ساقه برنج با مقادیر 15، 30 و 40 درصد وزنی بر خواص مکانیکی چندسازه پلی‌اتیلن سنگین- کاه ساقه برنج و گندم بررسی شد. از مالئیک انیدرید پلی‌پروپیلن به مقدار 2 درصد وزنی به‌عنوان جفت‌کننده و دی کومیل پروکسید به‌عنوان شروع کننده واکنش استفاده شد. نتایج نشان داد که افزایش کاه (گندم و ساقه برنج) تا مقدار 30 درصد وزنی موجب بهبود استحکام کششی و خمشی چندسازه شده، ولی در 40 درصد وزنی سبب کاهش این خواص می‌شود. استحکام ضربه‌ای نمونه‌های شکافدار چندسازه با افزایش کاه کاهش می‌یابد. همچنین، آمیزه‌های دارای ذرات ریزتر استحکام ضربه‌ای و مدول خمشی بهتری را نسبت به فراورده‌های دارای ذرات درشت نشان می‌دهند. چندسازه های تهیه شده از کاه گندم در مقادیر یکسان نسبت به کاه ساقه برنج خواص مکانیکی بهتری را نشان می‌دهند. نتایج میکروسکپی الکترون پویشی نشان می‌دهد که افزودن سازگارکننده سبب بهبود خواص مکانیکی و چسبندگی بین پلیمر و ذرات کاه می‌شود.

هدف از این تحقیق، تعیین خواص مکانیکی چندسازه ساخته شده از الیاف استبرق به‌همراه جفت‌کننده مالییکی می‌باشد. همچنین آزمون حرارتی HDT در تیمارهای مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

مواد

الیاف بذری مورد استفاده از گونه استبرق *Calotropis persica* تهیه گردید که پس تیمار، درجه‌بندی در ابعاد 60/40 الک انجام گردید. سپس در دمای 100 درجه سانتی‌گراد به مدت 24 ساعت تا رطوبت 3٪ خشک شد.

پلی‌پروپیلن مورد بررسی با نام تجاری Moplen V30S از پتروشیمی اراک با شاخص جریان مذاب 8 گرم بر 10 دقیقه در دمای 230 درجه سانتی‌گراد و دانسیته 92/ . گرم بر سانتیمتر مکعب تهیه گردید.

انیدرید مالییک پلی‌پروپیلنی پیوند خورده (MAPP) از شرکت آلدریچ (Alderich) با دانسیته 91/ . گرم بر سانتیمتر مکعب و با وزن مولکولی 9100 تهیه گردید.

جدول 1 – ویژگی‌های شیمیایی و مورفولوژیکی الیاف باگاس

ویژگی‌های مورفولوژیکی الیاف بذری استبرق
طول الیاف : 18/6 میلی‌متر
قطر الیاف : 15/9 میکرون
ضریب کشیدگی : 1162

آماده‌سازی و ساخت چندسازه

نسبت وزنی ترکیب مواد مختلف و تیمارهای ساخت در جدول 2 ارائه شده است. مواد مورد استفاده توسط دستگاه اکسترودر (کولین) از نوع دو مارپیچه همسوگرد مخلوط گردیدند. مناطق حرارتی اکسترودر به‌ترتیب 165، 170، 175، 180 و 185 درجه سانتی‌گراد برای نواحی 1 تا 5 به‌ترتیب اختصاص یافت. سرعت دورانی مارپیچه در حد 60 دور در دقیقه تنظیم گردید. مواد مخلوط شده مذاب از حمام آب سرد عبور داده شده و به‌صورت پلت (Pellets) تهیه گردید. ذرات پلت تهیه شده توسط دستگاه گرانول‌ساز به گرانول تبدیل شدند. به‌منظور جلوگیری از هر گونه اثر منفی رطوبت، ذرات گرانول توسط دستگاه خشک‌کن در دمای 90 درجه سانتی‌گراد تا 3٪ خشک گردیدند. ذرات گرانول بدست آمده توسط دستگاه قالب‌گیری تزریقی در دمای 185 درجه سانتی‌گراد و با فشار 3 مگاپاسکال مطابق با استاندارد ASTM D 618 جهت تهیه نمونه‌های آزمونی ضربه، خمش و کشش تهیه گردید.

اندازه‌گیری خواص مکانیکی

تمام نمونه‌های آزمونی مطابق با آیین‌نامه‌های استاندارد ASTM-D 638 برای خواص کششی، ASTM-D 790 برای خواص خمشی و ASTM-D 256 برای مقاومت به ضربه فاقدار آیزود آزمایش گردیدند. نمونه‌های کششی و خمشی با استفاده از دستگاه Instron (1186) در سرعت 1/5 و 2 میلی‌متر بر دقیقه به‌ترتیب آزمایش شدند. برای آزمون استحکام کششی نمونه‌های دمبلی شکل از نوع III با ضخامت 12 میلی‌متر تهیه گردید. دستگاه آزمایشگر مقاومت به ضربه از نوع Zwick 1446 انتخاب گردید. نتایج ارائه شده، میانگین حداقل 6 نمونه برای هر تیمار می‌باشد.

آنالیز حرارتی HDT (Heat Deflection Temperature)

آزمون HDT مطابق با استاندارد ASTM-D 648 تحت تنش 1/8 مگاپاسکال و تا تغییر فرم 0/25 میلی‌متر انجام شد. همچنین سرعت حرارت‌دهی 2 درجه سانتی‌گراد بر دقیقه تنظیم گردید.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول 2– درصد ترکیب مواد و تیمارهای ساخت نمونه‌های چندسازه

PP (wt.%)	MAPP (wt.%)	الیاف استبرق (wt.%)	تیمار	
			کد	گروه
90	0	10	1	A
88/5	1/5	10	2	A
87	3	10	3	A
80	0	20	1	B
78/5	1/5	20	2	B
77	3	20	3	B
70	0	30	1	C
68/5	1/5	30	2	C
67	3	30	3	C
60	0	40	1	D
58/5	1/5	40	2	D
57	3	40	3	D

تجزیه و تحلیل آماری

به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری از آزمون فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تجزیه و تحلیل با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

جدول 3 خلاصه تجزیه واریانس مقاومت‌های مکانیکی و اثرات مستقل و متقابل درصد ماده چوبی و درصد جفت‌کننده را در سطح 1 و 5 درصد نشان می‌دهد. همچنین مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول 3- خلاصه تجزیه واریانس مقاومت‌های مکانیکی و فیزیکی

منبع	مقاومت کششی	مدول کششی	مقاومت‌خمشی	مدول خمشی	مقاومت به ضربه
درصد الیاف	٭٭0/000	٭٭0/000	٭٭0/000	ns0/118	ns0/125
جفت‌کننده	٭٭0/000	٭٭0/000	٭٭0/000	٭0/012	٭٭0/000
اثر متقابل درصد الیاف و جفت‌کننده	ns0/377	٭0/043	٭0/015	ns0/285	ns0/112

٭٭ معنی‌دار در سطح 1 درصد، ٭ معنی‌دار در سطح 5 درصد و ns معنی‌دار نمی‌باشد.

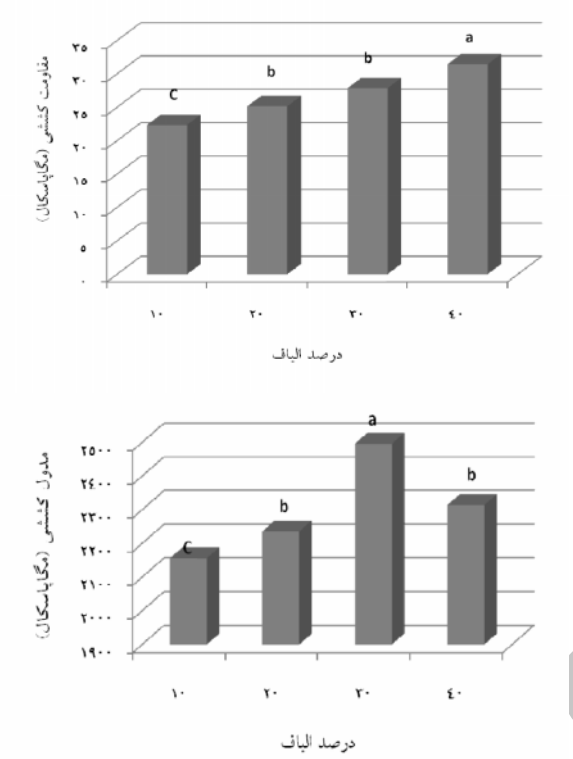
Archive of SID

www.SID.ir

خواص کششی

با توجه به جدول تجزیه واریانس مشخص شده است که اثرات مستقل درصد الیاف استبرق بر مقاومت و مدول‌کششی در سطح 1 درصد معنی‌دار می‌باشد. نتایج نشان داده است که استفاده از 40 و 30 درصد الیاف استبرق به‌ترتیب سبب افزایش مقاومت و مدول‌کششی چندسازه نسبت سایر تیمارها شده است. با مقایسه میانگین‌ها به‌روش دانکن نیز ملاحظه می‌شود که استفاده از 40 درصد الیاف استبرق در گروه برتر (a) قرار داشته که نسبت به سایر تیمارها که در گروه بعدی (b) قرار داشته دارای افزایش مقاومت کششی بوده است. همچنین نتایج نشان داده است که در زمان استفاده از 30 درصد الیاف استبرق مدول‌کششی چندسازه دارای افزایش می‌باشد، که در گروه برتر (a) قرار می‌گیرد. مایر و همکاران در سال 2003 گزارش کردند که چندسازه ساخته شده چوب پلاستیک به‌همراه جفت‌کننده مالییکی افزایش 21 درصدی در استحکام کششی ایجاد می‌کند.

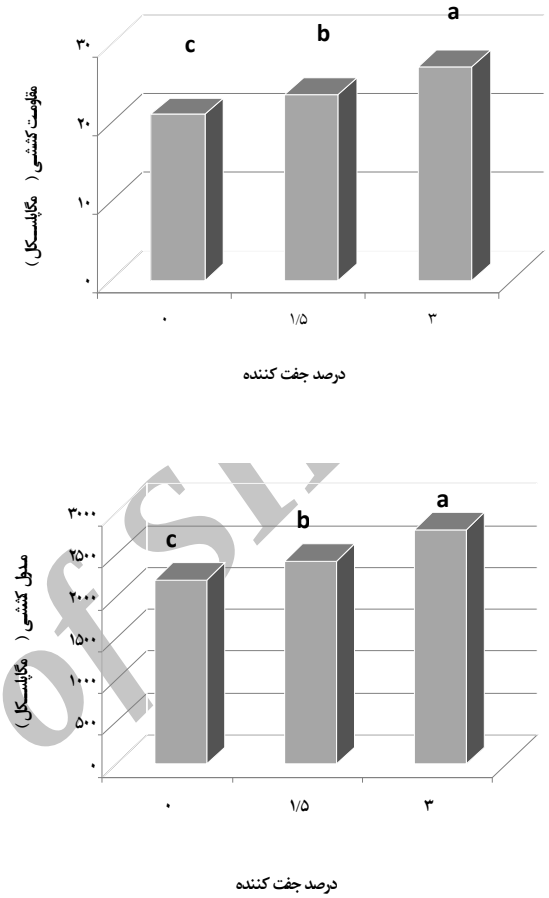
با توجه به جدول تجزیه واریانس مشخص شده است که اثرات مستقل درصد جفت‌کننده بر مقاومت و مدول‌کششی در سطح 1 درصد معنی‌دار می‌باشد. نتایج نشان داده که استفاده از 3 درصد جفت‌کننده سبب افزایش مقاومت و مدول‌کششی نسبت به جفت‌کننده 1/5 درصد و بدون جفت‌کننده شده است. با مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نیز ملاحظه می‌شود که استفاده از 3 درصد جفت‌کننده در گروه برتر (a) قرار می‌گیرد که نسبت به جفت‌کننده‌های 1/5 و بدون جفت‌کننده دارای افزایش می‌باشد. Krzysik and Yangquiest (1991) نیز تأثیر ماده سازگاردهنده MAPP را بر چندسازه‌های چوب/ پلی‌پروپیلن مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان حکایت از آن داشت که جفت‌کننده مالییکی (MAPP) در سطح 3٪ و یا حتی کمتر باعث افزایش مقدار مقاومت‌ها و مدول‌های کششی و خمشی می‌گردد.



شکل 1 – اثر مستقل درصد الیاف استبرق بر مقاومت و مدول‌کششی چندسازه چوب پلاستیک

با توجه به جدول تجزیه واریانس و شکل 3 مشخص شده است که اثرات متقابل درصد الیاف استبرق و درصد جفت‌کننده بر مدول‌کششی در سطح 5 درصد معنی‌دار می‌باشد. نتایج نشان داده است که استفاده از 30 درصد الیاف استبرق به‌همراه 3 درصد جفت‌کننده سبب افزایش مدول‌کششی چندسازه نسبت سایر تیمارها شده است. با مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نیز ملاحظه می‌شود که استفاده از 30 درصد الیاف استبرق به‌همراه 3 درصد جفت‌کننده در گروه برتر (a) قرار داشته است.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل 2 – اثر مستقل درصد جفت‌کننده بر مقاومت و مدول‌کششی چندسازه چوب پلاستیک

همچنین Stark و Rowlands در سال 2003 نیز در گزارش خود مطرح کردند که چندسازه ساخته شده با 40٪ چوب و 3٪ MAPP افزایش 27 درصدی در استحکام کششی ایجاد می‌کند، که علت آن را افزایش میزان جفت‌کننده در حضور ماده چوبی با مدول یانگ بالاتر نسبت به ماده زمینه پلیمری می‌دانند. نقش الیاف استبرق به‌عنوان تقویت کننده با ضریب کشیدگی بسیار بالا در تحمل تنش وارد شده به چندسازه و مدول بالاتر این مواد نسبت به پلیمر گرمانرم سبب افزایش سطح مشترک دو فاز گردیده و باعث افزایش مقاومت کششی با میزان الیاف مناسب شده است.

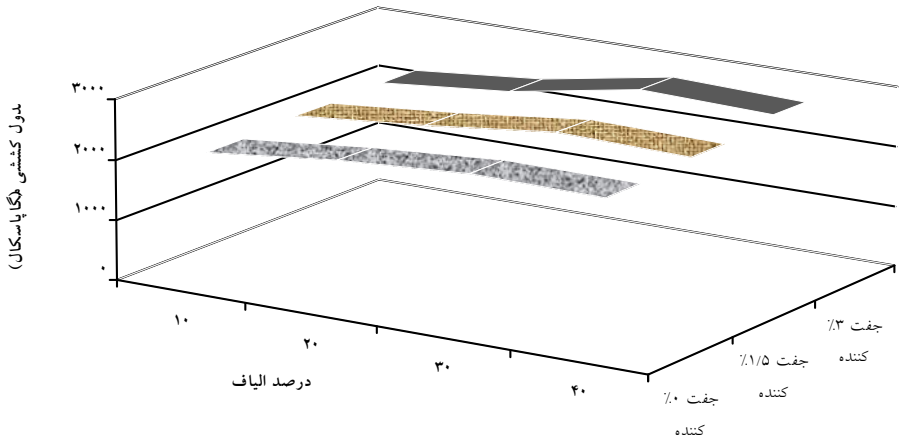
خواص خمشی

با توجه به جدول تجزیه واریانس مشخص شده است که اثرات مستقل درصد الیاف استبرق بر مقاومت‌خمشی در سطح 1 درصد معنی‌دار می‌باشد. نتایج نشان داده است که استفاده از 40 درصد الیاف استبرق سبب افزایش مقاومت‌خمشی چندسازه نسبت سایر تیمارها شده است. با مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نیز ملاحظه می‌شود که استفاده از 40 درصد الیاف استبرق در گروه برتر (a) قرار داشته که نسبت به سایر تیمارها که در گروه‌های بعدی قرار داشته دارای افزایش مقاومت‌خمشی بوده است.

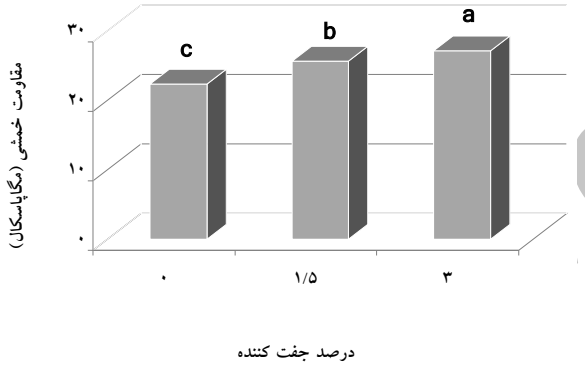
با توجه به جدول تجزیه واریانس و شکل شماره 5 مشخص شده است که اثرات مستقل درصد جفت‌کننده بر مقاومت و مدول‌خمشی در سطح 1 و 5 درصد معنی‌دار می‌باشد. نتایج نشان داده است که استفاده از 3 درصد جفت‌کننده سبب افزایش مقاومت و مدول‌خمشی نسبت به جفت‌کننده 1/5 درصد و بدون جفت‌کننده شده است. با مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نیز ملاحظه می‌شود که استفاده از 3 درصد جفت‌کننده در گروه برتر (a) قرار می‌گیرد که نسبت به جفت‌کننده‌های 1/5 و بدون جفت‌کننده دارای افزایش می‌باشد.

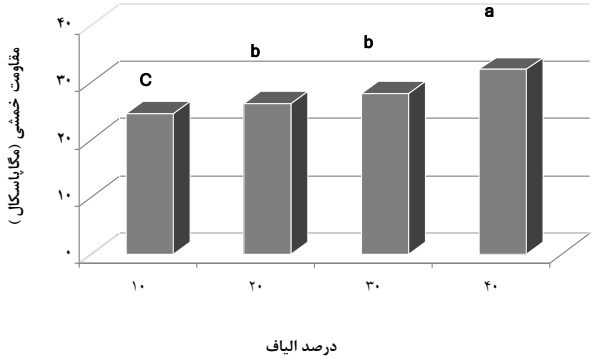
Archive of SID

www.SID.ir

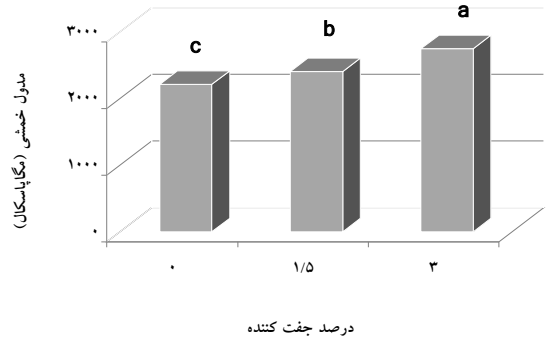


شکل 3 – اثر متقابل درصد الیاف استبرق و درصد جفت‌کننده بر مدول‌کششی چندسازه چوب پلاستیک





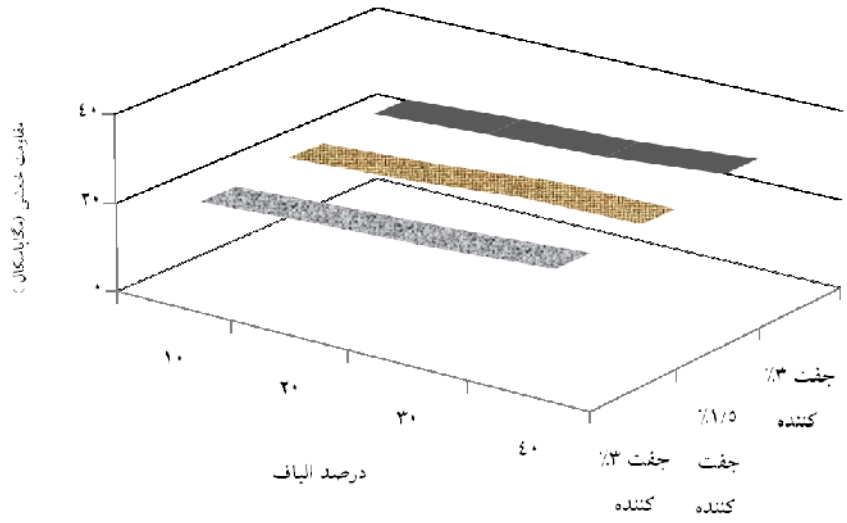
شکل 4 – اثر مستقل درصد الیاف استبرق بر مقاومت‌خمشی چندسازه چوب پلاستیک



شکل 5 – اثر مستقل درصد جفت‌کننده بر مقاومت و مدول‌خمشی چندسازه چوب پلاستیک

www.SID.ir

با توجه به جدول تجزیه واریانس و شکل شماره 6 مشخص شده است که اثرات متقابل درصد الیاف استبرق و درصد جفت‌کننده بر مقاومت‌خمشی در سطح 5 درصد معنی‌دار می‌باشد. نتایج نشان داده است که استفاده از 40 درصد الیاف استبرق به‌همراه 3 درصد جفت‌کننده سبب افزایش مقاومت‌خمشی چندسازه نسبت سایر تیمارها شده است. با مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نیز ملاحظه می‌شود که استفاده از 40 درصد الیاف استبرق به‌همراه 3 درصد جفت‌کننده در گروه برتر (a) قرار داشته است. همان طور که مشخص است ماده جفت‌کننده به صورت پلی بین ماده زمینه (پلیمر) و ماده پرکننده/تقویت کننده (مواد چوبی) عمل کرده و با بهبود چسبندگی بین آنها باعث افزایش مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی می‌شود (Hristove *et al.*, 2004).



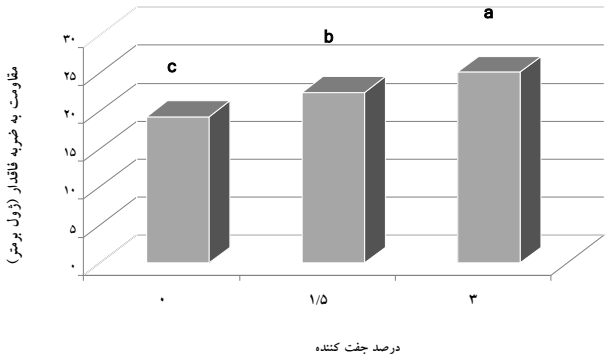
شکل 6 – اثر متقابل درصد الیاف استبرق و درصد جفت‌کننده بر مدول‌کششی چندسازه چوب پلاستیک

مقاومت به ضربه

با توجه به جدول تجزیه واریانس مشخص شده است که اثرات مستقل نوع جفت‌کننده بر مقاومت به ضربه فاقدار در سطح 1 درصد معنی‌دار می‌باشد. همان‌گونه که از شکل 7 مشخص شده است استفاده از 3 درصد جفت‌کننده سبب افزایش مقاومت به ضربه فاقدار نسبت به دو درصد جفت‌کننده دیگر شده است. با مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نیز ملاحظه می‌شود که استفاده از 3 درصد جفت‌کننده در گروه برتر (a) قرار داشته که نسبت به جفت‌کننده 1/5 درصد و بدون جفت‌کننده در گروه‌بعدی (b) و (c) قرار گرفتند.

Archive of SID

www.SID.ir

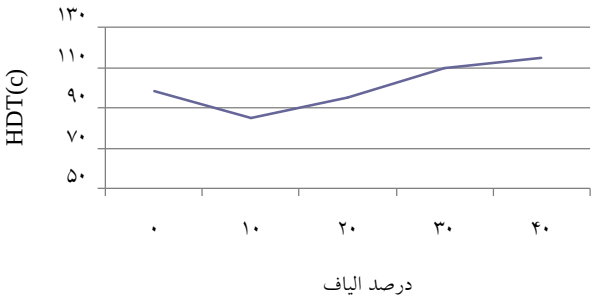


شکل 7 – اثر مستقل درصد جفت‌کننده بر مقاومت و مدول‌خمشی چندسازه چوب پلاستیک

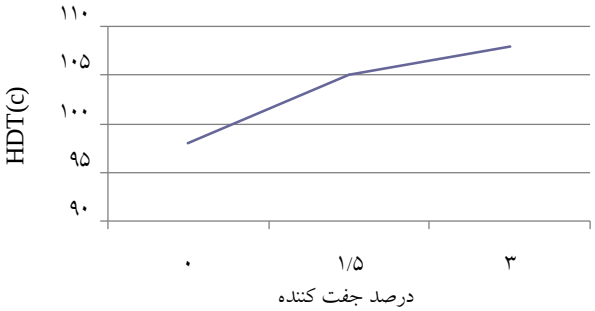
آنالیز حرارتی HDT (Heat Deflection Temperature)

تخریب حرارتی در چندسازه‌های چوب پلاستیک فاکتور بسیار مهمی در فرایند ساخت این نوع محصول بوده، که می‌تواند حداکثر حرارت ساخت را در این نوع سازه تعیین کند. مواد چوبی که در ساخت چندسازه‌های چوب پلاستیک به‌عنوان پرکننده مورد استفاده قرار می‌گیرند معمولاً در دمای کمتر از 200 درجه سانتی‌گراد به‌کار می‌روند. تخریب چوب در دماهای بالاتر منجر به خواص نامطلوب (تغییر رنگ، بو و افت خواص مکانیکی) در چندسازه می‌شود. این محدودیت‌ها همچنین در نوع و کاربرد پلیمرها نیز وجود دارد (Morreale *et al.*, 2008).

در این بررسی همچنین به تأثیر کجی چندسازه بر اثر حرارت‌دهی پرداخته شده است. با بررسی‌های انجام شده مشخص شده است که پلیمر خالص در این بررسی دارای میزان HDT حدود 98 درجه سانتی‌گراد می‌باشد. با افزودن مواد چوبی این میزان دارای تغییرات محسوسی می‌باشد. نتایج نشان داده است که در حالت استفاده از 40 درصد الیاف استبرق میزان HDT به میزان قابل توجهی افزایش داشته است که می‌تواند مقاومت بسیار مناسبی در برابر کجی در زمان بروز تغییرات حرارتی تا محدوده 115 درجه سانتی‌گراد از خود نشان دهد. عدم اختلاط مناسب و ترشوندگی کمتر سبب کاهش میزان HDT در چندسازه چوب پلاستیک با استفاده از درصدهای کمتر الیاف استبرق شده است.



شکل 8 – اثر درصد الیاف استبرق بر تأثیر کجی چندسازه چوب پلاستیک بر اثر حرارت‌دهی



شکل 9 – اثر درصد جفت‌کننده بر تأثیر کجی چندسازه چوب پلاستیک بر اثر حرارت‌دهی

جفت‌کننده تأثیر بسزایی بر فاکتور HDT داشته و میزان بالای HDT در 3 درصد جفت‌کننده در مقایسه با نمونه بدون جفت‌کننده نشان‌دهنده فصل مشترک قوی و سازگاری جهت اتصال دارد. البته به‌علت ترشوندگی بهتر الیاف در حضور جفت‌کننده و فصل مشترک قوی بین

www.SID.ir

الیاف و پلی‌پروپیلن بوده است. در نمونه‌های بدون جفت‌کننده و با جفت‌کننده کمتر میزان HDT عملکرد ضعیف‌تری از خود بجا گذاشته که سبب عدم اختلاط مناسب‌تر و ترشوندگی الیاف می‌شود.

بحث

در این تحقیق استفاده از الیاف استبرق در ساخت چندسازه چوب پلاستیک به‌همراه پلی‌پروپیلن مورد توجه قرار گرفته است. اثرات درصد الیاف در چهار سطح (10، 20، 30 و 40 درصد) و جفت‌کننده مالییکی (MAPP) در سه سطح (صفر، 1/5 و 3 درصد) بر خواص مکانیکی (مقاومت و مدول‌کششی، خمشی و مقاومت به ضربه فاقدار) و خواص حرارتی در برابر کجی در زمان تغییرات دمایی (HDT) چندسازه چوب پلاستیک بررسی شده است. نتایج نشان داده است که:

- استفاده از 40 و 30 درصد الیاف استبرق به‌ترتیب سبب افزایش خواص مکانیکی چندسازه نسبت سایر تیمارها شده است.
- میزان جفت‌کننده 3 درصدی سبب افزایش مقاومت‌های مکانیکی نسبت به جفت‌کننده 1/5 درصد و بدون جفت‌کننده شده است.
- استفاده از 40 درصد الیاف استبرق، میزان HDT را به میزان قابل توجهی افزایش داده است که می‌تواند مقاومت بسیار مناسبی در برابر کجی در زمان بروز تغییرات حرارتی تا محدوده 115 درجه سانتی‌گراد از خود نشان دهد.
- جفت‌کننده MAPP تأثیر بسزایی بر فاکتور HDT داشته و میزان بالای HDT در 3 درصد جفت‌کننده در مقایسه با نمونه بدون جفت‌کننده نشان‌دهنده فصل مشترک قوی و سازگاری جهت اتصال دارد. البته به‌علت ترشوندگی بهتر الیاف در حضور جفت‌کننده و فصل مشترک قوی بین الیاف و پلی‌پروپیلن بوده است. در نمونه‌های بدون جفت‌کننده و با جفت‌کننده کمتر میزان HDT عملکرد ضعیف‌تری از خود بجا گذاشته که سبب عدم اختلاط مناسب‌تر و ترشوندگی الیاف می‌شود.

منابع مورد استفاده

-Annual book of ASTM standards. 1999. American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428, United States
-Hristove, V.N., Vasileva, S.T., Krumova, M. and Michler, R. 2004. Deformation mechanisms and mechanical properties of modified polypropylene/wood fiber composites. *Journal of Polymer Composites*. 25(5). 1015-1022.
-Krzysik, N. and Yangquiest, B. 1991. Dependence of the mechanical properties of wood flour polymer composites on the moisture content. *Journal of Applied Polymer Science*, 68. 2069-2076.
-Meyrs EG, Chahyadi IS, Gonzalez C, Coberly CA. 2003. Wood fibres/polymer composites: fundamental concepts, processes, and material options. Forest Product Society, Madison, USA
-Morreale M, Scaffaro R, Maio A, La Mantia FP. 2008. Effect of adding wood flour to the physical properties of a biodegradable. Compos Part A 39:503–513
-Nachtigall, S.M.B., Cerveira, G.S., Rosa, S.M.L. 2007. New polymeric-coupling agent for polypropylene/ wood-flour composites. Polymer Testing 26. pp: 619–628.
-Shakeri, A. and Omidvar, A., 2006. Investigation on the Effect of Type, Quantity and Size of -Straw Particles on the Mechanical Properties of Crops Straw-High Density Polyethylene Composites *Polym. Polym. Compos*., 9, 301-308.
-Stark NM, Rowlands RE. 2003. Effects of wood fiber characteristics on mechanical properties of wood/ polypropylene composites. Wood Fiber Sci 35:167–174
-Wang S-Y, Yang T-H, Lin L-T, Lin C-J, Tsai M-J (2007) Properties of low formaldehyde-emission particleboard made from recycled wood-waste chips sprayed with PMDI/PF resin. Build Environ 42:2472–2479

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation on mechanical and thermal properties of giant milkweed (*Calotropis persica*) fibers -plastics composites

Nourbakhsh, A.[1] *, Kargarfard, A.[2], Golbabaei, F.[3] and Kouhpayehzadeh, M.[4]

1*- Corresponding author, Associate Prof., Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, E-mail: nourbakhsh_amir@yahoo.com
2- Associate Prof., Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
3- Scientific member, Wood and Forest Products Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
4- Scientific member of Islamic Azad University (pishva -Varamin) branch

Received: Dec., 2012 Accepted: Feb., 2014

Abstract

The suitability of using Iranian grown giant milkweed fibers (GFs) as a new raw material for thermoplastic composites was investigated. The polypropylene (PP) was used as the matrix polymer and the maleated polypropylene, Epolene G- 3003^{TM}, was used as coupling agent. In the sample preparation, four levels of fiber loading (10, 20, 30, and 40 wt%) and three levels of coupling agent content (0, 1.5, and 3 wt%) were applied and the mechanical properties of composites are analyzed. GF/PP composites were prepared by a melt compounding process in a twin-screw extruder followed by injection molding. The results showed that with the addition of coupling agent, both tensile and flexural properties improved considerably compared with control specimens (without coupling agent). As expected, notched Izod impact strength was significantly decreased as the mixing ratio of fiber increased. The results of the present study revealed that composites with good strength properties could be successfully developed using GF as the reinforcing agent. The Heat Deflection Temperature (HDT) is determined following the test procedure outlined in ASTM. High HDT in this study showed that coupling agent at3 wt% and fiber loadiny either 30 or 40 wt% were superior compared with other treatments.

Key words: Giant milkweed, maleated polypropylene, heat deflection temperature, twin-screw extruder, fiber plastics composites.

Archive of SID

www.SID.ir