

بررسی تأثیر تیمار شیمیایی باگاس بر خواص مکانیکی چندسازه حاصل از باگاس تیمار شده و پلی اتیلن بازیافتی

حبیب ا... خادمی اسلام^۱، راضیه باغبانی*^۲، اسماعیل قاسمی^۳ و بهزاد بازیار^۴

۱- دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی،

۲- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

پست الکترونیکی: rbaghebani@yahoo.com

۳- دانشیار گروه پلیاستیک پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

۴- استادیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۰

چکیده

در این تحقیق مقاومت و مدول خمشی، مقاومت کششی چندسازه پلی اتیلن بازیافتی و باگاس تیمار شده مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور آرد باگاس (۴۰ مش) با هیدروکسید سدیم ۱۰ درصد در ۴۵ دقیقه تیمار گردید. چندسازه‌ها با ترکیب باگاس خام و تیمار شده در دو سطح ۲۶ و ۴۶ درصد، پلی اتیلن بازیافتی و خام به روش قالب‌گیری تزریقی ساخته شدند. نتایج خواص خمشی مواد مرکب ساخته شده از باگاس تیمار شده به طور معنی‌داری بالاتر از نمونه‌های ساخته شده از الیاف تیمار نشده بود. همچنین مقاومت کششی چندسازه‌ها با اصلاح شیمیایی الیاف باگاس بهبود یافت. با افزایش الیاف از ۲۶ درصد به ۴۶ درصد مقاومت خمشی، مدول خمشی و مقاومت کششی افزایش یافت. با وجود این، به طوری که خواص خمشی و کششی چندسازه‌های ساخته شده با زمینه پلیمری بازیافتی تقریباً برابر با چندسازه‌های با زمینه پلیمری خام بود.

واژه‌های کلیدی: تیمار قلبایی، الیاف باگاس تیمار شده، پلی اتیلن بازیافتی .

مقدمه

مهم با استفاده از موادی که اکنون ضایعات تلقی می‌گردد میسر می‌شود. بنابراین تلاش‌های گسترده‌ای در جهت بازیافت پلیاستیک‌های مصرفی و کاربرد مجدد آن به منظور جلوگیری از صدمات بیشتر به محیط‌زیست انجام شده است. به طوری که در ایالات متحده در سال ۲۰۰۹ میزان ۳۳/۸ درصد از ۲۴۳ میلیون زباله جامد تولید شده بازیافت گردید و از این میزان بازیافت، ۲۸/۹ درصد مربوط به بازیافت پلی اتیلن بوده است (Agency, 2009).

گسترده‌ای کاربرد و مصرف روزافزون پلیاستیک در دهه‌های اخیر به عنوان یکی از دستاوردهای مهم علمی، سبب تشکیل حجم عظیمی از زباله جامد (۲۵ تا ۳۰ درصد حجمی زباله جامد) شده است که اثرهای نامطلوبی بر محیط‌زیست گذاشته است (Adhikary, 2008). از این رو فشار زیادی در زمینه بازیافت روی صنعت وجود دارد. واضح است که باید چرخه زندگی مواد افزایش یابد، این

در این زمینه اصلاح چوب و مواد لیگنوسلولزی فناوری نوینی است که اصولاً به تغییر ساختار اساسی آنها می‌پردازد (قربانی کوکنده، ۱۳۸۷ و محبی، ۱۳۸۲).

بنابراین فرایندهای اصلاح چوب با هدف ۱- بهبود در جذب رطوبت، ۲- تثبیت ابعاد، ۳- افزایش مقاومت در برابر پوسیدگی و تخریب بیولوژیک، ۴- بهبود خواص هوازادگی، ۵- بهبود خواص حرارتی و غیره انجام می‌گردد (محبی، ۱۳۸۲).

با تیمار قلیایی الیاف، باگاس در هیدروکسید سدیم ۱۰ درصد در زمان ۱ ساعت و در صفر درجه سانتی‌گراد، مورفولوژی فیبرها پس از انجام تیمار به طور مشخصی تغییر می‌یابد. طول و قطر فیبرها کاهش و سطح فیبرها انحنادار، نامنظم و زیر و در نتیجه تخلخل در سطح ایجاد می‌گردد و این تخلخل ممکن است سبب نفوذ پلیمر به داخل الیاف و ایجاد چسبندگی بیشتر پلیمر و الیاف گردد (Bertoti, 2008).

تیمار قلیایی با هدف ایجاد ارتباط قوی بین الیاف طبیعی و پلاستیک‌ها با هیدروکسید سدیم ۴ درصد برای ۴۵ ثانیه برای الیاف کتان انجام شد و نتایج حکایت از افزایش ۳۰ درصد مقاومت‌های مکانیکی داشت (Van de Weyenberg, 2006).

بنزوئیک اسید برای اصلاح شیمیایی الیاف باگاس در مواد مرکب زمینه پلی‌وینیل کلراید به‌کار برده شد و مشاهدات نشان می‌داد که مقاومت کششی چندسازه تا ۳۵ درصد افزایش یافت، به طوری که چندسازه‌های حاوی الیاف تیمار نشده مقاومت کششی برابر با ۳۸ مگاپاسکال و چندسازه حاوی الیاف تیمار شده مقاومت کششی برابر با ۵۲ مگاپاسکال داشتند (Zheng, 2007).

از سوی تیمارهای قلیایی که در غلظت‌های مختلفی در دامنه ۱۰ تا ۲۵ درصد در زمان‌های ۱-۳۰ دقیقه برای الیاف کتان

از سوی چوب به‌عنوان ماده اصلی در تهیه مبلمان، دکوراسیون داخلی، بناهای صنعتی و ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و افزایش تقاضا در دنیا برای چوب، زمینه کمبود آن را پدید آورده است. بنابراین نیاز فوری برای جایگزینی آن با ماده‌ای مشابه و رقابت‌پذیر وجود دارد. چندسازه چوب پلاستیک در این راه جایگزین مناسبی می‌باشد و در سال‌های اخیر گسترش یافته است (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۹). از مزایای چندسازه‌های پلیمری کاربرد ضایعات در آنها و رسیدن به اهدافی از جمله کاهش نگرانی‌های زیست‌محیطی، کاهش مصرف پلاستیک و پلیمرهای معمولی آلاینده محیط‌زیست از طریق تولید ماده‌ای با دارا بودن خاصیت تخریب بیولوژیکی در طبیعت و دارا بودن قابلیت بازیافت و در عین حال دوام، سختی و انبساط خطی مناسب، ماده‌ای سبک با قابلیت حمل آسان، مقاوم در برابر فرسودگی و خوردگی، پایداری ابعادی (حداقل تغییرشکل زیر فشار بار) و ... می‌باشد.

کاربرد الیاف طبیعی از یک سو فرصتی برای به‌کارگیری منبع عظیمی از مواد تجدیدپذیر را فراهم می‌کند و از سوی دیگر از قابلیت مناسبی برای تولید چندسازه‌ها برخوردار می‌باشد. البته مشکلاتی از قبیل ناپایداری و تغییر ابعاد ناشی از جذب رطوبت، تخریب توسط عوامل مخرب زنده، تخریب بر اثر نورفراابنفش، اسیدها و بازها، قابلیت بالای اشتعال از ویژگی‌های محدودکننده در کاربرد این مواد هستند.

کاربرد فیبرها نقش عمده‌ای را در مقاومت مواد مرکب با اثر در انتقال تنش بین فیبر و ماتریس ایفا می‌کند. به طوری که مشکلات ناشی از خاصیت غیر قطبی پلیمر و قطبی بودن نیز با اصلاح سطح پلیمر یا فیبرها مرتفع می‌گردد (Li, 2000 و Gauthie, 1997).

پلی اتیلن ضایعاتی (gr/10min) ۱۷/۵۴ بود. پلی اتیلن گرفت شده با انیدریدمالئیک به عنوان یکی از سازگارکننده های مرسوم و مناسب به منظور بهبود چسبندگی بین پلی اتیلن آبگریز (غیرقطبی) و آرد باگاس آبدوست (قطبی) استفاده شد.

باگاس یا تفاله نیشکر با نام علمی (*Saccharum L.*) از کارخانه هفت تپه خوزستان تهیه و پس از انتقال به آزمایشگاه توسط آسیاب چکشی آسیاب شده و برای یکنواختی اندازه ذرات با استفاده از الک الکتریکی از الک ۴۰ مش عبور داده شد. به منظور جلوگیری از تأثیر منفی رطوبت بر اتصال بین پرکننده و ماتریس پلیمر، الیاف الک شده در دمای 5 ± 80 درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت در داخل آون (اتو) خشک گردید.

تیمار باگاس: الیاف در یک ظرف استیل ضد زنگ در محلول ۱۰ درصد NaOH برای مدت ۴۵ دقیقه خیسانده شد. سپس به طور کامل با آب شستشو داده شد تا NaOH اضافی از الیاف زدوده شود و سرانجام شستشوی نهایی با آب محتوی کمی اسید استیک (۱درصد) انجام گردید و بعد الیاف تیمار شده به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه در آون خشک شد.

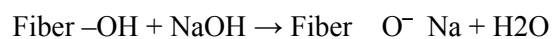
ترکیب مواد

به منظور بررسی اثر تیمار در خواص چندسازه چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن بازیافتی، باگاس تیمار شده و خام با نسبت های ۲۶ درصد و ۴۶ درصد با پلی اتیلن بازیافتی و خام و ۳ درصد سازگارکننده پلی اتیلن پیوند شده با مالئیک انیدرید و ۴ درصد نانورس Cloisite 30B تولید شرکت SOUTHERN CLAY طبق مشخصات ذکر شده در جدول

انجام شده بود، نشان داد که بهینه نتایج در غلظت ۱۶ درصد هیدروکسیدسدیم است. و غلظت بالای هیدروکسیدسدیم منجر تخریب ساختمان کریستالی و تنها تبدیل جزئی به کریستال سلولز دو می گردد (Borysiak, 2003).

با توجه به اینکه در الیاف طبیعی سلولز بخش عمده ای از ترکیب می باشد، با دارا بودن سه گروه هیدروکسیل عاملی، نقش عمده ای را در واکنش ها بازی می کند. معمولاً تیمار قلیایی باعث واکنش و اکسیدگی فیبریل های سلولز می گردد. یون های Na^+ موجود در هیدروکسید سدیم باعث باز شدن منافذ بین شبکه ها و پراکندگی آنها می گردد و از این رو انجام واکنش سلولز با NaOH طبق فرمول ۱ منجر به واکنش و اکسیدگی می شود (Bertoti, 2008).

فرمول ۱- ترکیب باگاس طی تیمار قلیایی



نتایج تحقیقات مختلف Adhikary و همکاران (۲۰۰۷)، Selke و همکاران (۲۰۰۴) و حمیدی نیا (۱۳۸۴) نشان داده است که استفاده از پلی اتیلن بازیافتی نیز به مانند پلی اتیلن خام برای استفاده در مواد مرکب چوب با ۲۰٪ مناسب بوده است. این بررسی با هدف تعیین اثر تیمار قلیایی در چندسازه باگاس، پلی اتیلن بازیافتی و نانورس انجام شد.

مواد و روشها

پلی اتیلن سنگین از کارخانه پتروشیمی اراک با شاخص جریان مذاب (gr/10min) ۱۳/۵۴ خریداری شد و پلی اتیلن سنگین (HDPE^۱) ضایعاتی از دوبار اکستروژن پلی اتیلن خام تهیه گردید. شاخص جریان مذاب (MFI^۲)

1- High Density Polyethylen
2- Melt Flow Index

از خروج گرانول‌ها از خشک‌کن برای تهیه نمونه‌های مورد استفاده در آزمون‌های مکانیکی کشش و خمش از دستگاه قالب‌گیری تزریقی نیمه صنعتی مدل EM80 ساخت شرکت اصلانیان واقع در پژوهشگاه پلیمر استفاده گردید. مراحل ساخت نمونه‌ها به این شرح بود که ابتدا گرانول‌ها به داخل سیلندر تزریق ریخته شد و پس از ذوب گرانول‌ها با فشار زیاد به داخل قالب شلیک گردید. دمای سیلندر تزریق در هر سه ناحیه ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد، فشار تزریق ۵۰ بار و زمان دوره تزریق ۷۵ ثانیه در نظر گرفته شد.

۱ با هم مخلوط شدند. فرایند اختلاط مواد با دستگاه مخلوط‌کن HAAKE BUCHLER در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران با دمای اختلاط ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد، سرعت اختلاط ۶۰ دور در دقیقه و زمان رسیدن به گشتاور ثابت نهایی اختلاط ۱۲ دقیقه انجام شد. نمونه‌های حاصل از دستگاه مخلوط‌کن برای تزریق در دستگاه قالب‌گیری تزریقی با دستگاه خردکن نیمه صنعتی شرکت WIESER مدل WG-LS200/200 خرد شده و بعد گرانول‌های بدست‌آمده به مدت ۲۴ ساعت در خشک‌کن با دمای ۱۰۰ درجه قرار گرفتند. پس

جدول ۱- مشخصات تیمار و سطوح متغیرها

ردیف	کد نمونه	باگاس خام (%)	باگاس تیمار شده (%)	پلی اتیلن باز یافتی (%)	پلی اتیلن خام (%)	نانورس (%)	مالٹیک انیدرید (%)
۱	VPB1T	۰	۲۶	۰	۶۷	۴	۳
۲	VPB1	۲۶	۰	۰	۶۷	۴	۳
۳	RPB1T	۰	۲۶	۶۷	۰	۴	۳
۴	RPB1	۲۶	۰	۶۷	۰	۴	۳
۵	VPB2T	۰	۴۶	۰	۴۷	۴	۳
۶	VPB2	۴۶	۰	۰	۴۷	۴	۳
۷	RPB2T	۰	۴۶	۴۷	۰	۴	۳
۸	RPB2	۴۶	۰	۴۷	۰	۴	۳
۹	RP	۰	۰	۱۰۰	۰	۴	۰

بررسی خواص مکانیکی

آزمون خمش مطابق آیین‌نامه D ۷۹۰ استاندارد ASTM انجام شد. آزمون کشش طبق آیین‌نامه D۶۳۸ استاندارد ASTM بر روی نمونه‌های M-I دمبلی و با سرعت بارگذاری با ۵mm/min انجام شد. برای انجام آزمون کشش و خمش از دستگاه (INSTRON) مدل ۴۴۸۹ استفاده گردید. نتایج حاصل از آزمون‌های خمش و کشش در قالب طرح کاملاً تصادفی و توسط نرم‌افزار

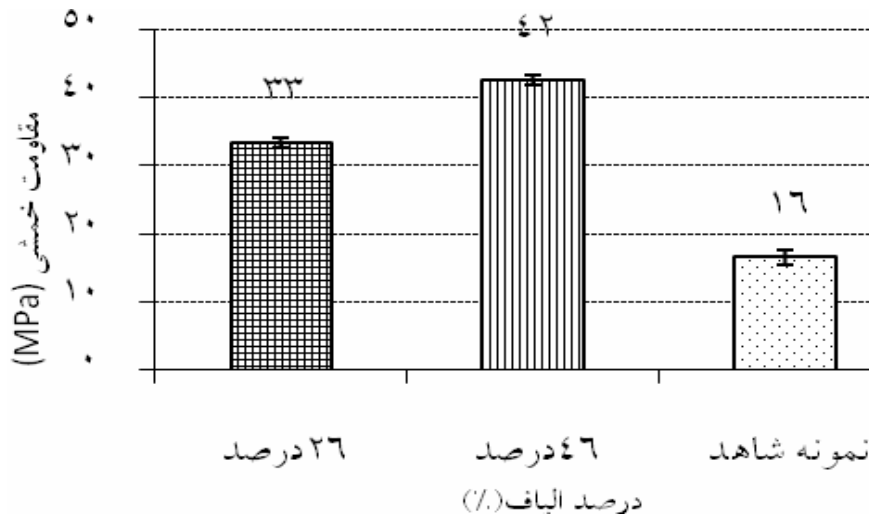
Spss مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت تأثیر مستقل و متقابل هر یک از عوامل متغیر بر خواص مورد بررسی در سطح اعتماد ۹۵٪ مورد بحث قرار گرفت.

نتایج

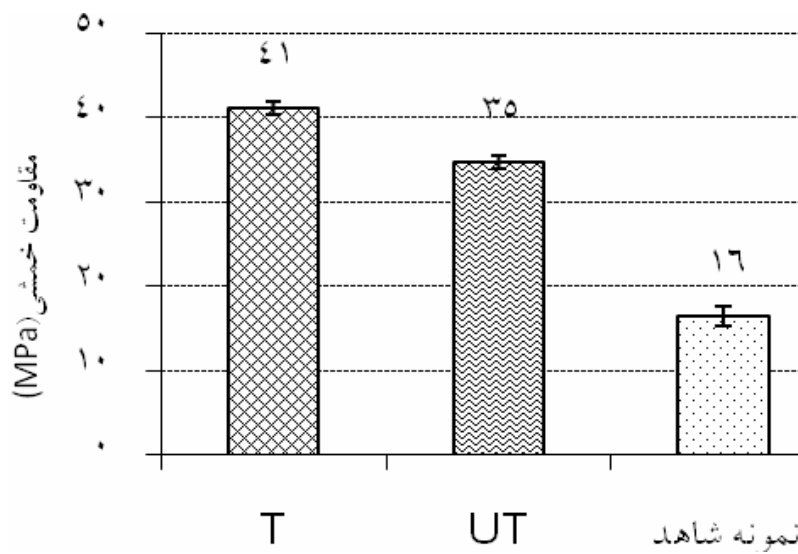
مقاومت خمشی

جدول ۲ اثر مستقل و متقابل درصد لیاف (۲۶ و ۴۶ درصد)، اثر تیمار و نوع پلی اتیلن بر مقاومت خمشی چندسازه

را در سطح اعتماد ۹۵٪ نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۳ اثر مستقل درصد الیاف در سطح ۹۵٪ معنی‌دار می‌باشد.



شکل ۱- تأثیر مستقل درصد الیاف بر مقاومت خمشی



شکل ۲- تأثیر مستقل اثر تیمار قلیایی بر مقاومت خمشی نمونه‌ها

صعودی داشته و افزایش آن از نظر آماری معنی‌دار بوده است. به طوری که چندسازه‌های حاوی ۴۶ درصد باگاس

همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود با افزایش مقدار باگاس، مقدار مقاومت خمشی چندسازه سیر

نسبت به چندسازه‌های حاوی ۲۶ درصد مقاومت بیشتری داشته و دلالت بر این موضوع دارد که مقدار باگاس در ایجاد تغییر در مقاومت خمشی نقش اساسی دارد. بنابراین در درصد الیاف بیشتر (۴۶ درصد) میزان مقاومت خمشی افزایش یافت.

مطالعه نمونه‌های تیمار شده (T) و تیمار نشده (UT) با شرایط یکسان نوع پلی‌اتیلن و درصد الیاف باگاس در شکل ۲ نشان می‌دهد که در نمونه‌های تیمار شده مقاومت خمشی به طور معنی‌داری بالاتر از نمونه‌های تیمار نشده بوده و اثر تیمار از نظر آماری معنی‌دار بوده است. تیمار الیاف سبب افزایش ۱۷ درصدی مقاومت خمشی در نمونه‌های ساخته شده از الیاف تیمار شده نسبت به نمونه‌های ساخته شده از الیاف بدون تیمار گردیده است.

تأثیر مستقل اثر تیمار قلیایی بر مدول خمشی چندسازه (شکل ۴) در سطح اعتماد ۹۵٪ دارای اختلاف معنی‌داری است، به طوری که تیمار الیاف سبب افزایش ۱۴ درصدی مدول خمشی در نمونه‌های ساخته شده از الیاف تیمار شده (T) نسبت به نمونه‌های ساخته شده از الیاف بدون تیمار (UT) گردیده است. و بیانگر این موضوع است که تیمار در ایجاد تغییر در مدول خمشی نقش اساسی دارد.

اثر متقابل درصد الیاف و تیمار نشان داد که با افزایش هر دو عامل مقاومت خمشی نمونه‌ها افزایش می‌یابد و این دو متغیر تأثیر متقابل بر هم ندارد و تأثیر متقابل دو عامل بر مقاومت خمشی چندسازه در سطح اعتماد ۹۵٪ دارای اختلاف معنی‌داری نیست.

همچنین با تیمار نمونه‌ها مدول خمشی به طور معنی‌داری در نمونه‌های حاوی درصد الیاف ۲۶ درصد نسبت به نمونه‌های بدون تیمار افزایش یافت. البته ترکیب‌های با درصد الیاف ۴۶ درصد افزایش معنی‌داری مشاهده نشد.

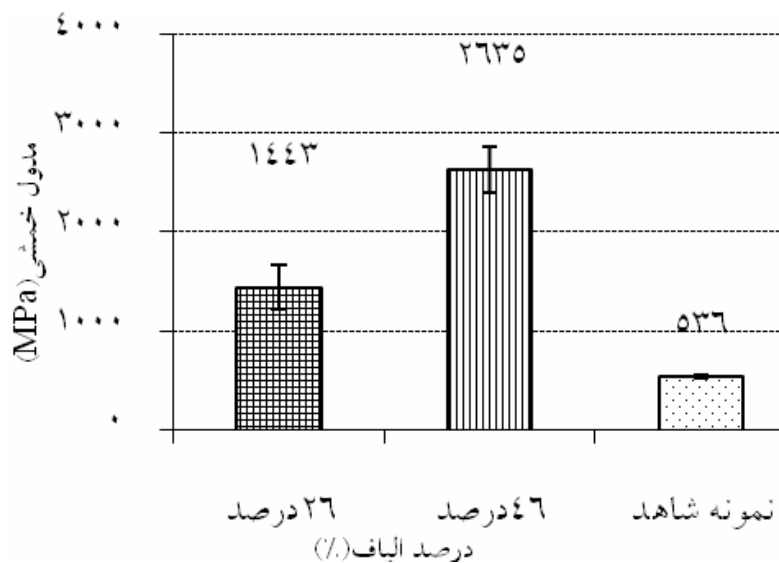
همچنین بررسی نوع پلی‌اتیلن بیانگر آن است که کاربرد پلی‌اتیلن بازیافتی به جای پلی‌اتیلن خام در نمونه‌ها در مقاومت خمشی آنها، اختلافی را نشان نمی‌دهد.

تأثیر متقابل متغیرها یعنی درصد الیاف و تیمار بر مدول خمشی چندسازه در سطح اعتماد ۹۵٪ دارای اختلاف معنی‌داری نیست.

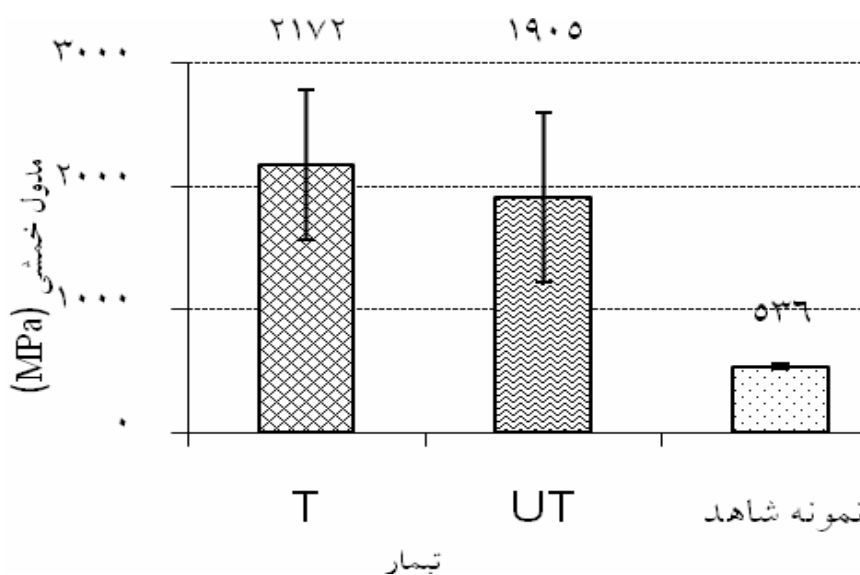
نتایج تجزیه واریانس در جدول ۳ نشان می‌دهد که تأثیر مستقل درصد الیاف بر مدول خمشی چندسازه در

مدول خمشی

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۳ نشان می‌دهد که تأثیر مستقل درصد الیاف بر مدول خمشی چندسازه در



شکل ۳- اثر مستقل درصد الیاف بر مدول خمشی نمونه‌ها



شکل ۴- اثر مستقل تیمار باگاس بر مدول خمشی نمونه‌ها

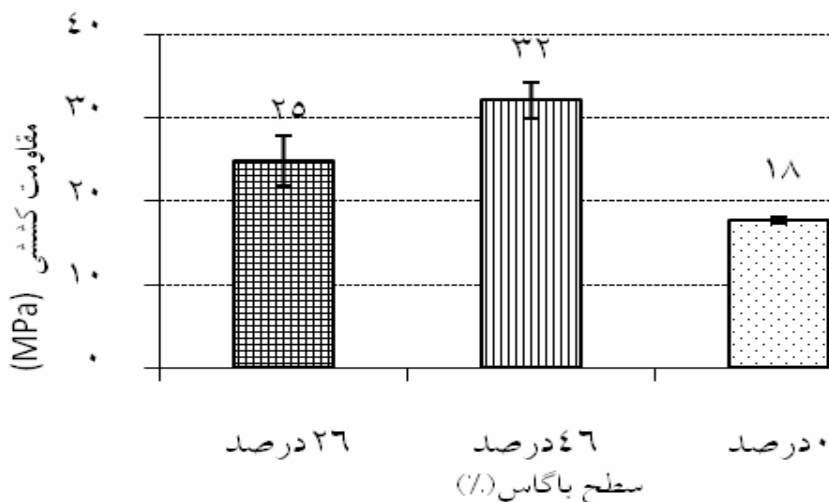
ترکیب‌های با پلی‌اتیلن خام به طور جزئی بالاتر از پلی‌اتیلن بازیافتی بود ولی از نظر آماری معنی‌دار نبود.

پلی‌اتیلن بازیافتی یا خام در مدول خمشی تأثیر معنی‌داری ندارد، به طوری که در تیمارها با شرایط یکسان تیمار و سطح باگاس، تیمارهای حاوی پلی‌اتیلن بازیافتی و خام مقاومت یکسانی نشان دادند. البته مدول خمشی در

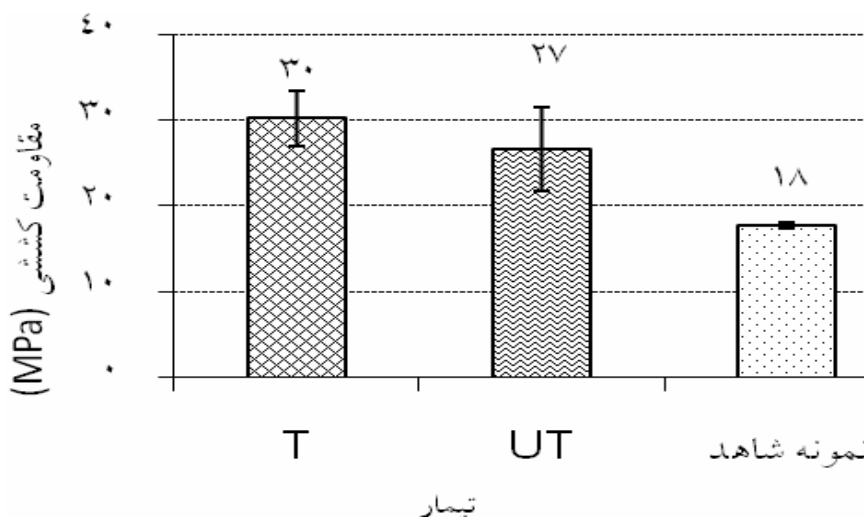
مقاومت کششی

جدول تجزیه واریانس ۳ نشان می‌دهد که اثر مستقل درصد الیاف بر مقاومت کششی چندسازه در سطح اعتماد ۹۵٪ دارای اختلاف معنی‌داری است. با توجه به اینکه دو سطح باگاس ۲۶ و ۴۶ درصد در ترکیب چندسازه‌ها وجود دارد، در نمونه‌هایی که مقدار باگاس افزایش یافته است در

شرایط یکسان تیمار و نوع پلی‌اتیلن مقاومت کششی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافته است. و اثر مستقل تیمار بر مقاومت کششی نمونه‌ها معنی‌دار بوده، به طوری که طبق شکل ۶ افزایش قابل توجه مقاومت کششی در نمونه‌های تیمار شده مشاهده می‌شود.



شکل ۵- اثر مستقل درصد الیاف بر مقاومت کششی نمونه‌ها



شکل ۶- اثر مستقل تیمار بر مقاومت کششی نمونه‌ها

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مقاومت‌های مکانیکی چندسازه‌ها

متغیر	مقاومت خمشی	مدول خمشی	مقاومت کششی
اثر مستقل درصد الیاف	*	*	*
اثر مستقل تیمار	*	*	*
اثر مستقل نوع پلی اتیلن	**	**	**
اثر متقابل تیمار و درصد الیاف	**	**	*

* معنی دار - ** معنی دار نیست

دادند طول فیبرها برای تیمارهای قلیا، استیلاسیون و الیاف تیمار نشده به ترتیب ۷/۳، ۶/۵ و ۷ و قطر فیبرها را ۲/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ گزارش کردند که بیشترین افزایش ضریب ظاهری را در اثر تیمار قلیا نشان داد (Bertoti, 2008).

نتیجه فیبریلایسیون قطر فیبرها کاهش و نسبت L/D افزایش یافت که افزایش در نسبت قطر به طول فیبر باعث توسعه منطقه سطحی تماس با ماتریس پلیمر شده و در عین حال سبب بهبود چسبندگی ماتریس- فیبر شده که سبب بهبود خواص مکانیکی و کاهش خواص جذب آب چندسازه می‌گردد (Selke et al., 2004).

در نتیجه می‌توان گفت با این تیمار فضای تخلخل ایجاد و این پدیده سبب نفوذ بهتر پلاستیک در ساختمان سلولی می‌گردد و در نتیجه چندسازه تحت تأثیر خواص فیبر قرار می‌گیرد.

در درصد الیاف بیشتر (۴۶ درصد) میزان مقاومت و مدول خمشی افزایش یافت. به طوری که بیشترین میزان مقاومت خمشی در ترکیب‌های VPB2T با پلی اتیلن خام و ۴۶ درصد الیاف تیمار شده و RPB2T با پلی اتیلن بازیافتی و ۴۶ درصد الیاف تیمار شده مشاهده شد. مدول خمشی در نمونه‌های دارای درصد الیاف باگاس ۴۶ درصد بالاتر از نمونه‌های دارای درصد الیاف باگاس ۲۶ درصد بود. به نحوی که در مقایسه دو تیمار VPB1T و VPB2T که از

تأثیر متقابل درصد و تیمار باگاس بر مقاومت کششی چندسازه در سطح اعتماد ۹۵٪ دارای اختلاف معنی داری است و این دو عامل در ایجاد تغییرات در مقاومت کششی دارای نقش اساسی است.

بحث

اثر تیمار قلیایی الیاف در پلی اتیلن بازیافتی و خام با دو درصد الیاف در مجاورت نانورس مورد بررسی قرار گرفت. تیمار قلیایی الیاف به طور معنی داری باعث افزایش مقاومت خمشی، مدول خمشی و مقاومت کششی چندسازه‌ها گردید. در نمونه‌هایی با شرایط یکسان الیاف و نوع پلی اتیلن، نمونه‌های تیمار شده به طور معنی داری مقاومت‌های بالاتری را نشان دادند. در تیمار قلیایی، NaOH با گروه‌های هیدروکسیل همی سلولوز و سلولز واکنش می‌دهد و فیبرهای ماده لیگنوسلولزی به فیبریل‌ها تبدیل می‌شوند و فیبریل‌ها که قبل از تیمار در هم تنیده شده‌اند بعد از تیمار به بخش‌های کوچکتر تبدیل می‌شوند. در واقع پدیده فیبریلایسیون اتفاق می‌افتد. در نتیجه فیبریلایسیون، سطح مؤثر برای اتصال با ماتریکس افزایش می‌یابد و چسبندگی بین مولکولی بهبود می‌یابد (Cao, Bertoti و همکاران (۲۰۰۸) بر روی الیاف باگاس انجام

مدول خمشی ترکیب VPBIT که در آن الیاف تیمار شده به کار برده شد به میزان ۳۰ درصد نسبت به VPB1 بیشتر بود؛ و مدول خمشی ترکیب RPBIT با ۲۶ درصد الیاف تیمار شده و پلی اتیلن بازیافتی به میزان ۲۴ درصد نسبت به نمونه RPB1 بدون تیمار افزایش نشان داد.

مدول خمشی در ترکیب‌های با پلی اتیلن خام به طور جزئی بالاتر از پلی اتیلن بازیافتی است، اما از لحاظ آماری معنی دار نیست. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات Kamdem و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت داشت (که خواص مواد مرکب ساخته شده از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب حاصل از چوب‌های تیمار شده با CCA را مورد مطالعه قرار دادند) و نتایج آنها نشان داد که مقاومت خمشی و جذب آب مواد مرکب ساخته شده از پلی اتیلن خام و بازیافتی تفاوت معنی داری باهم ندارد. اما مدول الاستیسیته مواد ساخته شده از پلی اتیلن خام بیشتر از پلی اتیلن بازیافتی است و همچنین با نتایج حاصل از تحقیق حمیدی‌نیا (۱۳۸۴) و Adhikary و همکاران (۲۰۰۷) که مقایسه بین پلی اتیلن بازیافتی و خام را با الیاف بدون تیمار انجام دادند، مطابقت داشت.

تیمار الیاف به طور معنی داری باعث افزایش مقاومت کششی چندسازه‌ها گردید. در نمونه‌هایی با شرایط یکسان الیاف و نوع پلی اتیلن نمونه‌های تیمار شده به طور معنی داری مقاومت‌های بالاتری را نشان دادند. مقایسه دو نمونه ساخته شده از پلی اتیلن بازیافتی و درصد الیاف ۴۶ درصد اما با الیاف تیمار شده در نمونه RPB2T مقاومت کششی برابر با $32/7$ (MPa) بود و در نمونه با الیاف تیمار نشده RPB2 برابر با $29/15$ (MPa) بود که به میزان ۹ درصد افزایش داشت. تیمار قلیا با زدودن ناخالصی‌ها زمینه سازگاری ساختمان مولکولی روی سطح فیبرها را فراهم می‌آورد (Borysiak, 2003).

لحاظ نوع پلی اتیلن و شرایط تیمار یکسان می‌باشد، تنها میزان باگاس در ترکیب دوم افزایش یافت و میزان مدول خمشی تا ۷۶ درصد افزایش نشان داد؛ که می‌تواند به دو دلیل باشد: ۱- مواد لیگنوسلولزی خاصیت کشسانی بالاتری نسبت به پلاستیک‌ها دارند و در تبادل تنش نقش مؤثرتری دارند و افزایش درصد الیاف با تبادل تنش بهتر باعث افزایش خواص مقاومتی چندسازه حاصل می‌شوند. ۲- در مواد مرکب مقاومت و مدول خمشی الیاف و پلیمر جمع شونده‌اند، بنابراین مقاومت خمشی چوب پلاستیک نسبت به پلاستیک خالص افزایش می‌یابد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین مدول خمشی مواد مرکب بستگی به مدول اجزای تشکیل دهنده آن دارد به طوری که مدول الاستیسیته الیاف بیشتر از پلیمر خالص است. مدول خمشی HDPE خالص دامنه تقریبی ۱۶۸۰-۸۷۵ مگاپاسکال دارد. چندسازه ۵۰ درصد پلی اتیلن سنگین و ۵۰ درصد الیاف چوب که در آن هر دو ماده به بهترین وجه مخلوط شده باشند و الیاف در جهت طولی قرار گرفته باشند مدول خمشی هر دو ماده وضع جمع شونده پیدا می‌کند و مدول خمشی چندسازه تقریباً ۵۷۷۵ مگاپاسکال خواهد بود (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۹).

مطالعه نمونه‌های تیمار شده و نشده با شرایط یکسان نوع پلی اتیلن و سطح باگاس نشان می‌دهد که در نمونه‌های تیمار شده مقاومت خمشی به طور معنی داری بالاتر از نمونه‌های تیمار نشده بوده است.

مدول خمشی نمونه‌های تیمار شده در درصد الیاف کمتر (۲۶ درصد) با شرایط یکسان نوع پلی اتیلن به طور معنی داری نسبت به نمونه‌های تیمار نشده بالاتر بود و مقایسه دو ترکیب VPB1 و VPBIT با شرایط یکسان نوع پلی اتیلن و درصد الیاف نشان می‌دهد که

مقاومت کششی نمونه‌های VPB2T, VPB2 RPB2T بالاتر از نمونه‌های دیگر و تقریباً مشابه می‌باشد. بنابراین نوع پلی‌اتیلن تأثیر ندارد. از آنجا که خواص مکانیکی ترکیب چندسازه بیشتر به خواص مکانیکی فیبر وابسته است تا خواص مکانیکی پلیمر (Yam, 1990)، می‌توان بیان داشت که تیمار در بالا بردن کیفیت پلی‌اتیلن بازیافتی نقش دارد.

منابع مورد استفاده

- ابراهیمی، ق. و رستم‌پور، ا. ۱۳۸۹. چند سازه چوب-پلاستیک (ترجمه)، انتشارات دانشگاه تهران، تالیف آناتول آ. کلیوسوف
- حمیدی‌نیا، ا. ۱۳۸۴. امکان‌سنجی استفاده از ضایعات پلاستیک و خاک اره در ساخت مواد مرکب چوب-پلاستیک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تربیت مدرس
- قربانی کوکنده، م.، دوست حسینی، ک.، کریمی، ع. و محبی، ب. ۱۳۸۷. تأثیر استیله کردن ذرات چوب بر انتقال حرارت در سیکل پرس و خواص مکانیکی تخته خرده چوب، نشریه دانشکده منابع طبیعی، دوره ۶، شماره ۱.
- محبی، ب. ۱۳۸۲. اصلاح چوب و مواد لیگنوسلولزی و فن آوری های شان، همایش ملی فرآوری و کاربرد مواد سلولزی. ۱۰-۹ مهرماه رضوان شهر ۴۰۵-۴۰۸/۱۲
- Adhikary, A., Shusheng Pang A., Mark P. and Staiger, b., 2008. Dimensional stability and mechanical behavior of wood-plastic composites based on recycled and virgin high-density polyethylene (HDPE), *Composites:Part B(39):807-815*.
- Bertoti, A., Luporini, S., Azevedo Esperidi, M., 2008. Effects of acetylation in vapor phase and mercerization on the properties of sugarcane fibers, *Carbohydrate polymer 77:20-24*
- Borysiak, S. and Garbarczyk, J., 2003. Applying the WAXSmethode to estimate the supermolecular structure of cellulose fibres after mercerisation. *Fibres Textiles Eastern Europe 11(5):104-6*.
- Cao, Y., Shibata, S. and Fukumoto, I., 2006. Mechanical properties of bridgeable composite reinforced with bagasse fiber before and after alkali treatment, *Compos. A, 37:423-429*.
- Gauthie, C., Joly, A.C., Coupas, H., Gauthier, M. and Escoubes, M., 1997. *Polymer composites. 19, 3,287-300*
- با افزایش درصد الیاف به ۴۶ درصد مقاومت کششی افزایش یافت، به طوری که با نتایج Yam و همکاران (۱۹۹۰) مطابقت داشت (که خواص مکانیکی چندسازه‌های ساخته شده از پلی‌اتیلن سنگین بازیافتی و الیاف صنوبر را مطالعه و نتیجه‌گیری کردند)، به نحوی که با افزایش الیاف، مقاومت کششی این چندسازه‌ها بهبود می‌یابد. Cao.Y و همکاران (۲۰۰۶) اعلام نمودند در چندسازه‌های ساخته شده از پلی‌اتیلن سنگین و باگاس با افزایش الیاف از ۲۰ به ۶۵ درصد مقاومت کششی چندسازه‌ها از ۱۶/۵ به ۲۳/۵ درصد افزایش یافت.
- نمونه‌های ساخته شده از پلی‌اتیلن بازیافتی ۹۰٪ کششی بالاتری در اثر متقابل با درصد الیاف نشان داد و مقاومتی مشابه با پلی‌اتیلن خام را سبب شد و زمانی که درصد الیاف کمتر می‌باشد سبب افزایش مقاومت کششی شده اما در درصد الیاف بالا مقاومت کششی تغییری نداشته است. به نحوی که دو ترکیب VPB2T و VPB2 با پلی‌اتیلن خام و ۴۶ درصد الیاف تیمار شده و تیمار نشده دارای مقاومت کششی برابر بوده است. نوع پلی‌اتیلن (بازیافتی، خام) در ترکیب‌ها تفاوت چندانی نداشت و پلی‌اتیلن بازیافتی به مانند پلی‌اتیلن خام مناسب مصرف می‌باشد؛ یکی از دلایل مناسب بودن پلی‌اتیلن بازیافتی ممکن است به این دلیل باشد که شاخص جریان مذاب پلی‌اتیلن خام پایین‌تر از پلی‌اتیلن بازیافتی است، چون الیاف باعث کاهش شاخص جریان مذاب پلاستیک می‌گردد. بنابراین احتمال دارد یکی از اثرات مثبت استفاده از الیاف در پلاستیک ضایعاتی از طریق کاهش شاخص جریان مذاب پلی‌اتیلن بازیافتی باشد (Mehmood, 2010; Li, 2000; Lin, 2002).

- Selke SE. and Wichman I., 2004. Wood fibre/polyolefin composites. *ComposPart A: Appl Sci Manufact* 35:321–6
- Van de Weyenberg, I., Chi Truong, T., Vangrimde, T. and Verpoest I., 2006. Improving the properties of UD flax fibre reinforced composites by applying an alkaline fibre treatment. *composites part A*; 37:1368-1376
- Yam, KL., Gogai, BK., Lai, CC. and Selke, SE., 1990. Composites from compounding wood fibers with recycled high-density polyethylene. *Polym Eng Sci*; 30(11):693–9.
- Zheng, Y-T, Cao, DR., Wang, DS. and Chen, JJ., 2007. *Compos.A*:38-20.
- <http://www.u.s.environmental protection Agency> (2009)
- Kai Yeh, Shu., Agarwal, S., Gupta, and Rakesh, K., 2009. Wood–plastic composites formulated with virgin and recycled ABS. *Composites Science and Technology* 69: 2225–2230
- Kandem, DPJH., Cui, W., Freed, J. and Matuana LM., 2004. Properties of woodplastic composites made of recycled HDPE and wood flour from CCA-treated wood removed from service. *Compos Part A: Appl SciManufact*; 35:347–55
- lin, M., Huang, J., Shen, H., Kuan, H, Chen-chi, M., Ma, Lin, J., Wen-chi chang, 2002. Processability, morphological and mechanical properties of wood fiber reinforced recycled polyolefin composites, *Journal of Applied Polymer Science*, 85:2824–2832
- Li, Y., Mai, Y.-W., and Ye, L., 2000. Sisal fibre and its composites: A review of recent developments. *Composites Science and Technology* 60:2037–2055.
- Mehmood, A., khaliq and Ranjha venice, S.A., 2010. The use of post consumer woodwaste for the production of wood plastic composite: A reviews: Third International Symposium on Energy from Biomass and Waste

Effect of bagasse chemical treatment on the mechanical properties of composites based on treated bagasse/recycled polyethylene

Khademi Eslam, H.¹, Baghbani, R.^{2*}, Ghasemi, E.³ and Baziar, B.⁴

1-Associate Prof., Wood and Paper Science and Technology Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2*-Corresponding Author; M.Sc, Wood and Paper Science and Technology Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, e-mail; rbaghebani@yahoo.com

3-Associate Prof., Plastic Department, Iran Polymer and Petrochemical Institute, Tehran, Iran

4-Assistant Prof., Wood and Paper Science and Technology Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: Feb., 2012

Accepted: Dec., 2012

Abstract

Flexural strength, modulus and tensile strength of composites made from treated bagasse flour/recycled polyethylene was investigated. Bagasse flour (40 mesh particles) was treated with 10% hydroxide sodium for 45 minutes. Then, the composites were manufactured using injection molding method using both treated and virgin bagasse flour as filler (46 and 26%), and recycled and virgin polyethylene as matrix. Flexural strength of the composites made from treated fiber was superior to the relevant untreated fibers. Chemical modification of bagasse fiber improved the tensile strength. Increasing the fiber ratio from 26 to 46%, increased the flexural strength, modulus and tensile strength of the composite. Flexural and tensile properties of the composites produced using recycled HDPE were identical to those based on virgin HDPE.

Key words: Alkali treatment, bagasse fiber, recycled polyethylene