بررسي ويژگي‌هاي مكانيكي و ريخت‌شناسي چندسازه‌هاي الياف سلولزي-پلي‌پروپيلن اصلاح شده با الاستومر[۱و۲]

سيدكاظم حسيني[۳] قنبر ابراهيمي[٤] عليرضا شاكري[٥]

چكيده

موضوع اين تحقيق بررسي اثر يك نوع اصلاح‌كننده مقاومت به ضربه بر روي ويژگي‌هاي مكانيكي و ريخت‌شناسي پلي‌پروپيلن پرشده با الياف سلولزي بود. اصلاح‌كننده مقاومت به ضربه مورد استفاده **EPDM** (اتيلن پروپيلن دي ان كوپليمر) و الياف سلولزي شامل آلفا سلولز و الياف بازيافتي كاغذ باطله بود. الاستومر (اصلاح كننده) در سه سطح ۵، ۷/۵، ۱۰ درصد وزني با چندسازه مخلوط شد و ميزان پركننده در سطح ۳۵ درصد وزني بود. نتايج نشان دادند كه با افزودن الاستومر مقاومت به ضربه فاقدار، كرنش‌هاي خمشي و كششي افزايش يافتند اما مقاومت كششي، مدول الاستيسيته كاهش يافتند. اصلاح‌كننده روي سختي اثر قابل توجهي نداشته است. همچنين پركننده‌ها باعث بهبود در مقاومت كششي، مقاومت خمشي و سختي شدند و مدول الاستيسيته را افزايش دادند اما در مقاومت به ضربه فاقدار و كرنش‌هاي كششي و خمشي كاهش ايجاد كردند. در واقع افزودن ۱۰درصد الاستومر به چندسازه بالاترين مقاومت به ضربه را ايجاد كرده است؛ درحالي‌كه براي مقاومت كششي، مقاومت خمشي، سختي و مدول الاستيسيته بالاترين مقادير مربوط به تيمارهايي با صفر درصد الاستومر (بجز پليمرهاي خالص) بود. همچنين براي مطالعه سطوح بينابيني الياف سلولزي و پليمر و چگونگي توزيع الياف از ميكروسكوپ الكتروني پويشي **(SEM)** استفاده گرديد.

واژه‌هاي كليدي: *الياف‌سلولزي، اصلاح‌كننده‌ضربه(الاستومر)، آلفاسلولز، الياف‌كاغذباطله، پلي‌پروپيلن، چندسازه، ريخت‌شناسي، سطوح بينابيني.*

[۱]- تاريخ دريافت مقاله: ۸۰/۱۲/۱۸، تاريخ پذيرش مقاله ۸۲/۲/۲۲.

[۲]- اين بررسي با استفاده از اعتبارات معاونت پژوهشي دانشگاه تهران انجام شده است.

[۳]-كارشناس ارشد علوم و صنايع چوب و كاغذ

[٤]-استاد دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران(**E-mail:ebrhimi@nrf.ut.ac.ir**)

[٥]-مربي دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي گرگان.

مقدمه

يكي از وسيع‌ترين زمينه‌هاي تحقيق، تركيب الياف طبيعي با پليمرهاي گرما نرم است (٦) چون قيمت پلاستيك نسبت به چندسال گذشته افزايش يافته است، افزودن الياف يا پودر طبيعي به پلاستيك‌ها باعث كاهش هزينه‌ها در صنعت پلاستيك (در برخي موارد باعث افزايش توليد) مي‌شود. بيشترين تحقيق بر روي سازگاركننده‌هايي تمركز يافته است كه باعث تركيب بهتر پلاستيك‌هاي آب گريز و الياف آبدوست مي‌شوند. تلاش سال‌هاي اخير پژوهشگران در كاهش زيان‌هاي زيست‌محيطي مواد نيز موجب توجه هرچه بيشتر به اينگونه مواد شده است (٥).

پلي‌پروپيلن داراي مقاومت به ضربه ضعيفي است (٢) و در همه تحقيقات گذشته نيز مشخص شده كه حضور الياف سلولزي به‌عنوان پركننده و تقويت‌كننده باعث كاهش در مقاومت به ضربه چندسازه حاصل مي‌شود (٥) براين اساس پژوهشگران كوشيده‌اند تا با استفاده از انواع اصلاح‌كننده، مقاومت به ضربه اين گونه مواد را افزايش دهند.

در دماهاي پايين، مقاومت به ضربه پلي‌پروپيلن را مي‌توان با استفاده از هم بسپارهاي پلي‌پروپيلن، افزودن الاستومرها، يا هم بسپارش با اتيلن افزايش داد. متداولترين اصلاح‌كننده مقاومت به ضربه براي پلي‌پروپيلن، هم بسپار اتيلن-پروپيلن (EPM) يا اتيلن پروپيلن داين (EPDM) مي‌باشند (٤-٢). در تحقيق حاضر نيز از اين ماده به‌عنوان اصلاح‌كننده مقاومت به ضربه استفاده شد.

مواد و روش‌ها

در اين تحقيق از مواد زير استفاده شده است.

پليمر: پلي‌پروپيلن بندر امام خميني با شاخص مذاب ١٦ گرم بر ده دقيقه.

الاستومر: ماده مورد استفاده اتيلن پروپيلن دي ان كوپليمر (EPDM) Vistalon ٥٠٠ ساخت شركت Exxon بوده است.

سازگاركننده: به‌عنوان ماده‌سازگاركننده و جفت‌كننده از پلي‌پروپيلن پيوند يافته با مالئيك انيدريد ٩٨درصد ساخت شركت Merk استفاده شد. اين ماده در بخش پلاستيك پژوهشگاه پليمر ايران تهيه گرديد و اسيد مالئيك آن در حد ٦ درصد بوده است.

آغازگر: از دي كوميل پروكسيد (٩٨درصد ساخت شركت Merk) به‌عنوان آغازگر براي توليد راديكال استفاده گرديد.

الياف سلولزي: الياف مورد استفاده شامل آلفاسلولز لينتر پنبه (محصول كارخانه لينتر پاك بهشهر با ٩٨درصد سلولز)و الياف بازيافتي از روزنامه‌هاي موجود در كشور بوده است.

آماده‌سازي الياف:الياف مورداستفاده‌ابتدا در خشك‌كن با دما C ١٠٠° به مدت ٢۴ ساعت خشك شدند و پس از آسياب‌كردن و عبور از الك ۵٠ مش (٣٠٠ميكرون) به‌كارگرفته شدند كه در مورد الياف روزنامه يك مرحله اضافي جداسازي الياف (در مرحله اول) در آب توسط همزن آزمايشگاهي نيز وجود داشت.

فرآيند اختلاط: عمليات اختلاط در يك دستگاه مخلوط‌كن بنبوري از نوع HAAKE مدل ٢٠٠٠ PL در دماي C°١٩٠ و سرعت ٣٠ دور در دقيقه صورت گرفت. ابتدا پلي‌پروپيلن به همراه ۵درصد آنتي اكسيدان TMQ (١٠-١٠ساخت شركت Bayer) به مخلوط‌كن اضافه شد. بعد از ذوب شدن مالئيك انيدريد و ١درصد و دي كوميل پروكسيدبه آن اضافه شد. بعد از دو دقيقه EPDM به مقدار تعيين شده به ماده مذاب حاصل اضافه شد و در آخرين مرحله الياف سلولزي به مخلوط‌كن وارد گرديد. اين چرخه اختلاط حدود١٠ دقيقه به‌طول انجاميد.

كنترل رطوبت: حد رطوبت در فرآيندهاي ساخت پلاستيك بسيار محدود است. هرگونه رطوبت موجود در تركيب الياف پلاستيك بخار شده و موجب حالت اسفنجي در محصول مي‌شود. بنابراين قبل از اختلاط مواد، الياف در يك خشك‌كن با دماي C° ٣±١٠٠ به مدت ٢۴ ساعت قرار داده شدند.

ساخت نمونه‌هاي آزموني: پس از اختلاط مواد، چندسازه بي‌شكل توليد شده پس از سرد شدن دوباره

آسياب شده و به دستگاه قالب‌گير تزريقي منتقل شد در اين دستگاه پس از ذوب مجدد ماده مذاب به درون قالب تزريق شد و نمونه‌هاي موردنظر براي آزمون‌هاي مختلف تهيه شدند.

جدول ۱- درصد وزني اجزاي چندسازه در تيمارهاي مختلف

شماره تيمار	تيمار	درصد **PP**	درصدالياف	درصد**EPDM**
۱	PP	۱۰۰	۰	۰
۲	CF°	۶۲/۴	۳۵	۰
۳	CF/E%۵	۵۷/۴	۳۵	%۵
٤	CF/E%۷/۵	۵۴/۹	۳۵	%۷/۵
۵	CF/E%۱۰	۵۳/۴	۳۵	%۱۰
٦	WP	۶۲/۹	۳۵	۰
۷	WP/E%۵	۵۷/۴	۳۵	%۵
۸	WP/E%۷/۵	۵۴/۹	۳۵	%۷/۵
۹	WP/E%۱۰	۵۳/۴	۳۵	%۱۰

PP: پلي پروپيلن، WP=الياف بازيافتي روزنامه، CF=الفاسلولز E=الاستومر سازگارکننده (MA) درسطح ۲درصد مي‌باشد.

آزمون‌هاي مکانيکي: در اين تحقيق آزمون‌هاي کشش و خمش به‌ترتيب مطابق با آيين‌نامه‌هاي D638 و D790 و آزمون‌هاي سختي و ضربه فاقدار مطابق با آيين‌نامه‌هاي D2240 و D256 از استاندارد ASTMانجام شده است.

حداقل ۳ تکرار از هر تيمار مورد آزمون قرارگرفتند و نتايج در قالب طرح کاملا تصادفي تجزيه و تحليل شدند. مقايسه ميانگين‌ها نيز با استفاده از آزمون دانکن صورت گرفت. همچنين تيمارهاي حاوي الاستومر و الياف سلولزي متفاوت به‌صورت گروهي مقايسه شدند. (در سطوح يك و پنج درصد).

نتايج

مقاومت به ضربه فاقدار

تجزيه واريانس داده‌هاي حاصل از آزمون ضربه تفاوتي معني‌دار در سطح ۵درصد بين تيمارهاي مختلف نشان مي‌دهد(جدول ۲).

جدول ۲- تجزيه واريانس مقادير مقاومت به ضربه فاقدار

منبع تغييرات	درجه آزادي	مجموع مربعات	ميانگين مربعات	مقدار آماره **F**	سطح معني‌داري
تيمار	۸	۱۷۶۵/۰۵۳	۲۲۰/۶۳۲	۷/۸۶۶	۰/۰۰۰۲
خطا	۱۸	۵۰۴/۸۸۱	۲۸/۰۴۹		
کل	۲۶				

مقايسه ميانگين‌ها نيز نشان مي‌دهد که افزودن الياف سلولزي موجب کاهش در مقاومت به ضربه مي‌گردد و افزودن الاستومر باعث افزايش در اين مقاومت مي‌شود اما با همه اين تغييرات فقط تيمارهاي ۵ و ۹ با ده درصد الاستومر داراي تفاوتي معني‌دار با ساير تيمارها هستند همچنين مقايسه گروهي تيمارهاي حاوي مقادير يکسان الاستومر و الياف سلولزي متفاوت اختلاف معني‌داري نشان نمي‌دهد(شکل۱).

شكل ۱-تغييرات مقاومت به ضربه فاقدار در تيمارهاي مختلف

در توجيه رفتار چندسازه بايد گفت الياف سلولزي نقاطي با تمركز تنش بالا ايجاد مي‌كنند كه ترك‌ها درست از همين نقاط (دقيقا در نوك الياف) كه ضعيف‌تر هستند شروع مي‌شود (۴) اما الاستومرهاي پراكنده در ماده مركب بر اساس يك تئوري معتبر اولا مانع ايجاد ترك‌هاي بزرگ مي‌شوند ثانيا ترك‌هاي ريز در الاستومر شروع و در خود آن نيز پايان مي‌پذيرد (۱).

مقاومت خمشي

جدول (۳) نشان مي‌دهد كه بين مقادير مقاومت خمشي در تيمارهاي مختلف در سطح ۱درصد تفاوت معني‌دار وجود دارد.

جدول ۳-تجزيه واريانس مقادير مقاومت خمشي

منبع تغييرات	درجه آزادي	مجموع مربعات	ميانگين مربعات	مقدار آماره F	سطح معني‌داري
تيمار	۸	۲۸۷/۷۵۱	۳۵/۹۶۹	۹/۹۰۲	۰/۰۰۰
خطا	۱۸	۶۵/۳۸۶	۳/۶۳۳		
كل	۲۶				

مقايسه ميانگين‌هاي تيمارهاي مختلف نشان مي‌دهد كه كاربرد الياف سلولزي به‌طور معني‌داري باعث افزايش مقاومت به خمش مي‌گردد همچنين با افزايش مقدار الاستومر مقاومت به خمش سيري كاهشي مي‌يابد اما فقط

تيمارهاي حاوي ده درصد الاستومر (تيمارهاي ۵ و ۹)داراي اختلاف معني‌داري با تيمارهاي شاهد خود يعني ۲ و ۶ هستند و مقايسه گروهي تيمارهاي حاوي الياف سلولزي متفاوت نيز تفاوت معني‌دار نشان نمي‌دهد (شكل۲).

چنين به نظر مي‌رسد كه بهبود اتصالات در ناحيه بينابيني توسط مالئيك انيدريد و نيز مقاومت خمشي مناسب خود الياف سلولزي باعث افزايش اين مقاومت به هنگام تقويت با الياف سلولزي مي‌گردد درحالي‌كه حالت انعطاف‌پذيري و الاستيك اصلاح كننده (EPDM) سبب

شكل ۲- تغييرات مقاومت خمشي در تيمارهاي مختلف

مي‌شود باركمتري به هنگام اعمال خمش توسط ماده مركب تحمل شود.

مقاومت كششي

نتايج حاصل از آزمون كشش نشان مي‌دهد كه ميزان مقاومت تيمارهاي مختلف در سطح ۱درصد داراي تفاوت معني‌دار است (جدول ٤).

جدول ٤-تجزيه واريانس مقادير مقاومت كششي

منبع تغييرات	درجه آزادي	مجموع مربعات	ميانگين مربعات	مقدارآماره F	سطح معني‌داري
تيمار	۸	۱۷٤/۳۳٦	۲۱/۷۹۲	٤/۷۷۹	۰/۰۰۲۸
خطا	۱۸	۸۲/۰۸٦	٤/٥٦۰		
كل	۲۶				

مقايسه ميانگين‌ها نشان مي‌دهد كه كاربرد الياف سلولزي باعث افزايش مقاومت كششي مي‌شود اما اين افزايش معني‌دار نيست و با افزايش الاستومر از مقدار مقاومت به كشش كاسته مي‌شود كه فقط تيمارهاي باده درصد EPDM با تيمارهاي شاهد خود (تيمارهاي ٢ و ٦) داراي اختلاف معني‌دار هستند. همچنين مقايسه گروهي تيمارهاي حاوي مقادير يكسان الاستومر و الياف سلولزي متفاوت هيچگونه تفاوت معني‌داري نشان نمي‌دهد(شكل٣).

افزايش درمقاومت كششي به معني اين است كه تنش از پليمر زمينه (پلي‌پروپيلن) به‌خوبي به الياف سلولزي انتقال يافته است اصولا مقاومت كششي پليمرهاي پرشده را مي‌توان با استفاده از سازگاركننده‌هايي كه اتصالات را در

شكل ٣-تغييرات مقاومت كششي در تيمارهاي مختلف

ناحيه بينابيني بهبود مي‌بخشند، افزايش داد (٥). همچنين انعطاف‌پذيري و الاستيسيته زيادتر اصلاح‌كننده باعث چنين واكنشي در چندسازه مي‌گردد.

كرنش كششي

جدول (٥) نشان مي‌دهد كه بين تيمارهاي نه گانه در سطح يك درصدتفاوت معني‌دار وجود دارد.

جدول ٥- تجزيه واريانس مقادير كرنش كششي

منبع تغييرات	درجه آزادي	مجموع مربعات	ميانگين مربعات	مقدارآماره F	سطح معني‌داري
تيمار	٨	٦١/٣٠٩	٧/٦٦٤	٢١/٤٢٠	٠/٠٠٠٠
خطا	١٨	٦/٤٤٠	٠/٣٥٨		
كل	٢٦				

مقايسه ميانگين‌ها حاكي از آن است كه كاربرد الياف سلولزي باعث كاهش معني‌دار در كرنش كششي نمونه‌ها شده است و افزايش الاستومر كرنش كششي را افزايش داده است اما فقط تيمار شماره ٥ با ده درصد الاستومر با تيمارشاهد خود (تيمار شماره ٢) تفاوت معني‌دار دارد. مقايسه گروهي تيمارهاي حاوي مقادير يكسان الاستومر و

الياف سلولزي متفاوت نشان مي‌دهد كه داراي اختلاف معني‌دار در سطح ۱درصد هستند(٤).

در توجيه رفتار فوق بايد گفت بهبود اتصالات و تشكيل پيوندهاي كووالانسي (بجاي پيوندهاي ضعيف واندروالس بين زنجيرهاي پليمر) باعث كاهش كرنش به هنگام افزودن الياف سلولزي مي‌شود و برعكس حالت الاستيك و انعطاف‌پذير اصلاح كننده باعث افزاي[illegible]

شكل ٤- تغييرات كرنش كششي در تيمارهاي مختلف

افزودن آن مي‌شود.

كرنش خمشي

جدول (٦) نشان مي‌دهد كه بين تيمارهاي مختلف اختلاف معني‌داري در سطح ۵ درصد وجود دارد.

جدول ٦- تجزيه واريانس مقادير كرنش خمشي

منبع تغييرات	درجه آزادي	مجموع مربعات	ميانگين مربعات	مقدارآماره F	سطح معني‌داري
تيمار	۸	۰/۰۰٤	۰/۰۰۱	٤۷/۰۸۹	۰/۰۰۰
خطا	۱۸	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰		
كل	۲۶				

آزمون دانكن ميانگين داده‌ها حاكي از آن است كه افزودن الياف سلولزي باعث كاهش معني‌دار در كرنش نمونه‌ها مي‌شود. اما افزودن الاستومر كرنش خمشي را افزايش داده است به نحوي كه با تيمارهاي بدون الاستومر داراي تفاوت معني‌دار هستند. همچنين مقايسه گروهي تيمارها تفاوت معني‌دار در سطح اعتماد ۹۹درصد نشان مي‌دهد(شكل ۵).

۵- تغييرات كرنشي خمشي در تيمارهاي مختلف

علت اين رفتار چندسازه را بايد در بهبود اتصالات الياف سلولز و پليمر و مقاومت خمشي بالاي خود الياف سلولزي همچنين انعطاف‌پذيري الاستومر جستجو كرد.

سختي

جدول تجزيه واريانس داده‌هاي آزمون سختي مشخص مي‌كند كه بين تيمارهاي مختلف درسطح اعتماد ۹۵درصد اختلافي معني‌دار وجود دارد (جدول ۷).

جدول ۷- تجزيه واريانس مقادير سختي

منبع تغييرات	درجه آزادي	مجموع مربعات	ميانگين مربعات	مقدارآماره F	سطح معني‌داري
تيمار	۸	۳۸/۰۷٤	٤/۷۵۹	۳/٤۷۳	۰/۰۱۳٤
خطا	۱۸	۲٤/٦٦۷	۱/۳۷۰		
كل	۲۶				

آزمون ميانگين‌ها نشان‌مي‌دهد كه حضور الياف سلولزي باعث افزايش سختي گرديده است؛ اما اين افزايش فقط در مورد الياف روزنامه معني‌دار است. همچنين افزودن الاستومر هيچگونه افزايش يا كاهش منظم و معني‌داري درسختي به‌وجود نياورده است(شكل ٦).

شكل ٦-تغييرات سختي در تيمارهاي مختلف

مي‌توان گفت كه افزايش سختي هنگام افزودن الياف سلولزي به‌دليل ماهيت سخت‌تر الياف است، اما به نظر مي‌رسد كه دامنه پنج درصد تغيير درمقدار الاستومر بسيار كمتر ازآن است كه تغيير مشهودي در مقدار سختي به‌وجود آورد.

مدول الاستيسيته

جدول (۸) نشان مي‌دهد كه بين تيمارهاي مختلف در سطح يك درصد اختلاف معني‌داري وجود دارد.

جدول ۸- تجزيه واريانس مقادير مدول الاستيسيته

منبع تغييرات	درجه آزادي	مجموع مربعات	ميانگين مربعات	مقدارآماره F	سطح معني‌داري
تيمار	۸	١٣٦٤٥١٦٦/٢٨٤	١٧٠٥٦٤٥/٧٨٦	١٦/٩٣٢	۰/۰۰۰۰
خطا	۱۸	١٨١٣٢٤١/١٣١	١٠٠٧٣٥/٦٢		
كل	۲۶				

مقايسه ميانگين تيمارهاي مختلف گوياي آن است كه افزودن الياف سلولزي باعث افزايش مدول الاستيسيته مي‌گرددوحضورالاستومر سبب كاهش در مقدار الاستيسيته مي‌شود اما تغييرات معني‌دار نيست(شكل۷).

اين رفتار چندسازه نشان مي‌دهد كه تركيب حاصله از ويژگي‌هاي پليمر خالص با افزودن الياف سلولزي دور شده و به خواص الياف سلولزي نزديك شده است كه مطابق قانون مخلوطها مي‌باشد. همچنين تاثير متفاوت اصلاح‌كننده را نيز بايد در ماهيت انعطاف‌پذير خود آن جستجو كرد چنانكه ذرات الاستومر هنگام كشش چندسازه رفتاري نزديك به پليمر خالص به آن مي‌دهند.

شكل ۷- تغييرات مدول الاستيسيته در تيمارهاي مختلف

ريخت‌شناسي

به منظور مطالعه سطوح شكست و ناحيه بينابيني پليمر و الياف سلولزي تصاويري الكتروني از سطح شكست نمونه بدون مالئيك انيدريد و الاستومر (شكل ۸) و نمونه حاوي آنها (شكل ۹) از نمونه‌هاي شكسته شده در دماي اتاق تهيه شد. در شكل (۸) محيط پيوسته پلي‌پروپيلن به همراه الياف سلولزي تقويت‌كننده ديده مي‌شوند. همانطور كه ملاحظه مي‌شود هنگام شكست نمونه، الياف سلولزي به‌صورت سالم از جاي خود در پليمر زمينه خارج شده‌اند و نيز فواصل و شكاف‌هايي اطراف الياف سلولزي وجود دارد كه به‌معني برهم‌كنش ضعيف بين سطح الياف سلولزي و زمينه پلي‌پروپيلني به دليل عدم وجودمالئيك انيدريد به‌عنوان جفت‌كننده مي‌باشد.

شكل ۸- تصوير *SEM* سطح شكست نمونه فاقدالاستومر و مالئيك انيدريد

شكل ۹- تصوير *SEM* سطح شكست نمونه حاوي الاستومر و مالئيك انيدريد

تمايز آشكاري بين شكل (۹) با شكل پيشين وجود دارد به اين معني كه پيوستگي و اتصال نسبتا خوبي بين الياف سلولز و پليمر مشاهده مي‌گردد و در ناحيه حد واسط كمتر فاصله و عدم اتصال ديده مي‌شود و عمل دربرگرفتن الياف سلولزي توسط پليمر بسيار بهتر صورت گرفته است و نيز ديده مي‌شود كه شكست در الياف سلولزي اتفاق افتاده است و همچنين اختلافي از نظر پراكنش الياف در دو تصوير وجود ندارد و هر دو كم و بيش شبيه هم هستند.

بحث و نتيجه‌گيري

چنانچه در جداول و نمودارهاي تهيه شده دقت شود ملاحظه مي‌شود كه الياف سلولزي و الاستومر درست عكس هم عمل مي‌كنند و بهبود مقاومت‌ها در يكي باعث كاهش مقاومت‌ها در ديگري مي‌شود. بجز در مورد سختي كه تغيير پنج درصد در مقدار الاستومر هيچ گونه تغيير معني‌داري ايجاد نكرده است.

بنابراين با توجه به نتايج حاصله مي‌توان گفت براي مقاصد عملي آنجا كه هدف افزايش مقاومت كششي،

مقاومت خمشي، سختي و يا مدول الاستيسيته مي‌باشد و درعين حال كاهش هزينه‌هاي تهيه ماده گرما نرم را منظور داريم تنها استفاده از الياف سلولزي به‌عنوان پركننده و تقويت‌كننده مطلوب مي‌باشد. يعني تيمارهايي كه فاقد الاستومر هستند و آنگاه كه بهبود مقاومت به ضربه همراه كم‌كردن هزينه‌ها موردنظر ماست بايد چندسازه تقويت شده با الياف سلولزي كه درآن الاستومر به‌كار رفته است مورد توجه قرار گيرد.

منابع

۱-حسين نيا، كامران، ۱۳۷٦. بهبود خواص ضربه‌اي پلي پروپيلن با لاستيك اتيلن پروپيلن، پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشگاه تهران و پژوهشگاه پليمر ايران، ص ۲۱۵.

2-Bucknall, C.B., 1977. Toughened Plastics, Applied Science Publications , London., 13 pp.

3-Inoue, T., T. Suzuki. 1995 The Effect of the Crosslinking of Dispers EPDM Particles on the Impact of PP/EPDM Blends, J. Appl. Polym. Sci., 56, 1113-1125.

4-Kesari, J & R. Salovey 1984. In polymer Blends and Composites in Multiphase Systems, C.D. Han, Ed., American Chemical Society Washington, DC

5-Nielson, L.E., 1974. Mechanical Properties of Polymers and Composites, Vol. 2, Marcel Dekker, NewYork. 592pp.

6-Rwell, R.M., A.R. Sanadi, D.F. Caulfield & R.E., Jacobson. 1998 Utilization of Natural Fibers in Plastic Composites:Problems and Opportunities, Forest Products Journal, 41(2):75-81.

7-Sanadi, A.R., D.F. Caulfield & R.M. Rowell. 1994. Reinforcing Polypropylene with Natural Fibers .Plastic Engineering. 60(4):27-31.

Mechanical Properties, and Morphology of Impact Modified Polypropylene Cellulose Fiber Composites

S.K. Hoseini[1] **Gh.Ebrahimi**[2] **A. Shakeri**[3]

Abstract

The objective in this study was to investigate the effect of a combination of impact modifiers on the mechamical properties as well as morphology of cellulose fiber polypropylene composite. The impact modifier was EPDM (Ethylene – Propylene Dien Copolymer) while the fibers being of alphacellulose and wastepaper origin. The elastomer (modifier) was mixed with composite at 5, 7.5 and 10 percent by weight. The fillers were mixed with Polypropylene at 35% (by weight).

Results indicated that notched impact strength, tensile and bending strains increased when the elastomer added, but tensile strength, bending strength and modulus of elasticity decreased. The impact modifier did not affect hardness. Adding the fibers improved tensile strength, bending strength, hardness, and modulus of elasticity, but impact strength, tensile and bending strains decreased.

In fact, the highest impact strength was obtained by adding 10% elastomer to the composites, however, the highest values for tensile strength, bending strength, hardness and modulus of elasticity were related to treatments with no elastomer (except the pure polymer)

Also, to examine the fibers and polymer interfacial surface as well as dispersion of the fibers within the matrix, the samples were studied through scanning electron microscopy (SEM)

Key word: Cellulose fibers, Impact modifier (Elastomer), Alpha-cellulose, Composite, Polypropylene, Wastepaper fibers, Morphology , Interface.

[1] *-Senior Expert, Wood and Paper Science and Industries*
[2] *-Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran*
[3] *-Staff Member, Agricultural and Natural Resources University of Gorgan.*