

بهبود ویژگیهای تکسچره شدن نخ یکسره پلی پروپیلن با استفاده از آمیزه‌های پلیمری آن با پلی آمید ۶ و پلیمرهای بلورمایع

میرهادی سیداصفهان^۱، علی خسروشاهی^{۲*}

۱. دانشیار و عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
۲. دکتری نساجی، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

چکیده:

تاثیر استفاده از دو نوع افزودنی پلیمری، با ماهیت متفاوت (پلی آمید ۶ و پلیمر بلور مایع)، بر بهبود قابلیت تکسچره شدن نخ یکسره پلی پروپیلن مورد بررسی قرار گرفت. مشخص شد کاهش تبلور نخ تغذیه تنها عامل موثر بر بهبود تکسچره شدن نبوده، بلکه نوع و مقدار افزودنی و تاثیر آنها بر ساختار داخلی لیف و آرایش زنجیرهای مولکولی هم مؤثر هستند. پلیمرهای بلورمایع با زنجیرهای سخت مولکولی خود میتوانند بر بهبود قابلیت تکسچره شدن مؤثر باشند. آمیخته‌های پلیمری دارای پلی آمید ۶ مشروط بر آنکه به نحو مناسبی در ماتریس پلی پروپیلن پراکنده و اتصالات خوبی با آن ایجاد کنند (در اثر حضور سازگارکننده) قابلیت تکسچره شدن را بهبود می‌بخشند. ولی در حال تاثیر ماتریس پلی پروپیلن بر قابلیت تکسچره شدن حائز اهمیت بوده و لازم است نسبت به اصلاح آن نیز اقدام شود.

واژگان کلیدی: آمیزه پلی پروپیلن/پلی آمید ۶، آمیزه پلی پروپیلن/نایلون ۶، آمیزه پلی پروپیلن/پلیمر بلور مایع، لیاف آمیزه پلیمری، نخ آمیزه پلیمری، تکسچرایزینگ.

مقدمه:

به منظور ایجاد موج در لیاف که سبب بهبود ویژگیهای عایق حرارتی، نفوذناپذیری هوا، قدرت پوشش دهی، زبردست نرم، حجیم بودن و در برخی موارد افزایش رطوبت پذیری، نسبت به نخهای اولیه شده و آنها را مناسب برای کاربردهای پوشاک می‌سازد، نخهای فیلامنتی نوریس (as-spun) پس از طی فرآیند کشش تکسچره می‌گردند تا در آنها ایجاد موج شود. برای تولید نخهای تکسچره، روشهای بسیاری وجود دارد، ولی روش تاب مجازی (false twist) با توجه به ویژگیهای خاص آن مورد توجه بیشتری است [۱-۳]. این روش یک فرآیند ترمومکانیکی بوده، شامل عملیاتی است که در طی آن لیف تا نزدیکی نقطه ذوب آن حرارت داده می‌شود، که در اثر آن قسمتی از بلورها ذوب شده، پیوندهای میان واحدهای مولکولی سست شده و از بین می‌رود و آرایش یافتگی مولکولی جدیدی را امکان پذیر می‌سازد. در همین زمان فیلامنتها که تحت تاثیر تاب قرار گرفته‌اند پس از سرد شدن، پیوندهای جدیدی میان واحدهای مولکولی آنها ایجاد گشته (تبلور مجدد) و لیف را در شکل جدید خود باقی نگاه می‌دارند.

پلی پروپیلن بدلیل تبلور بالا، ضریب هدایت حرارتی پایین، ظرفیت حرارتی بالا، دمای انتقال شیشه‌ای کمتر و ساختمان مولکولی فشرده تر با زنجیرهای طویل مولکولی (در مقایسه با پلی آمید و پلی استر) دارای قابلیت تکسچره شدن متوسطی است. اضافه نمودن پلیمر دوم به آن می‌تواند خصوصیات آنرا از این نظر تا حدی بهبود بخشد. این جزء پلیمری نه تنها به واسطه ویژگیهای خود، بلکه به دلیل اثراتی که بر ساختار لیف می‌گذارد مؤثر خواهد بود. پلیمر دوم حتی در مقدار کم، می‌تواند موجب تغییرات اساسی در خواص لیف شود، که بستگی به نوع

* مسئول مکاتبات، پیام نگار: khosroshahi_a@yahoo.com

پلیمر، شرایط افزودن آن به پلی‌پروپیلن و ویژگی‌های آمیخته‌پلیمری حاصل داشته و لیفی که بدین ترتیب تولید می‌شود، لیف آمیخته پلیمری (polyblend fiber) نامیده می‌شود.

میزان تبلور، آرایش یافتگی بلورها و شکل آنها از عوامل مؤثر بر کیفیت تکسچره‌شدن نخ پلی‌پروپیلن عنوان شده‌اند. تبلور بالای پلی‌پروپیلن (بدون توجه به شکل بلور) توسط Sengupta و Mukhopadhyay, Sen [۴] و از نظر شکل بلورها توسط مجتهدی [۳] مورد مطالعه قرار گرفته است. Sengupta و همکارانش [۴-۶] تبلور بالا و ضریب هدایت حرارتی پایین در پلی‌پروپیلن را دو عامل محدود کننده بر قابلیت تکسچره‌شدن آن به روش تاب مجازی دانسته، لذا کاهش تبلور در نخ تغذیه (feed yarn) پلی‌پروپیلن را یکی از راه‌های اساسی بهبود قابلیت تکسچره‌شدن آن عنوان کردند. بررسی‌های آنها نشان داد تبلور نخ تغذیه اهمیت زیادی در بهبود تکسچره‌شدن دارد. همچنین این تبلور نخ قبل از تکسچره‌شدن است که بر سختی موج مؤثر بوده و میزان آن پس از تکسچره‌کردن از اهمیت چندانی در این مورد برخوردار نیست. لذا برای کاهش تبلور در نخ پلی‌پروپیلن، مقدار کمی پلی‌استر و یا پلی‌استایرن (۲٪ و ۵٪) را قبل از ذوب‌ریسی به آن افزودند، تا بدینوسیله از تبلور آن بکاهند.

Zhong و Qi ، Jiang ، Cao [۳] در کنار میزان تبلور ، آرایش یافتگی و شکل بلورها را نیز بر تکسچره‌شدن نخ پلی‌پروپیلن مؤثر دانسته، با توجه به مکانیزم تغییر شکل در تکسچره‌کردن نخ فیلامنتی توضیح دادند که الاستیسیته موج (crimp elasticity) ارتباط بسیار نزدیکی با سختی فیلامنت‌های نخ تغذیه (ناشی از آرایش یافتگی، تبلور و کامل‌بودن بلوری آنها) خواهد داشت. آرایش یافتگی بیشتر، سختی بالاتری را در فیلامنت‌های کشیده‌شده در پی خواهد آورد. همچنین تبلور بیشتر و کامل‌بودن ساختار بلوری در فیلامنت‌های کشیده‌شده قطعات ماکرومولکولی فشرده‌تری را ایجاد می‌نماید، از اینرو فضای آزاد کاهش یافته، در اثر آن از حرکات زنجیرهای مولکولی کاسته می‌شود. بنابراین الاستیسیته موج با افزایش آرایش یافتگی، تبلور و کامل‌بودن بلورها، در فیلامنت‌های کشیده شده کاهش می‌یابد. آنها بیان داشتند که کاهش تبلور و آرایش یافتگی نخ مورد استفاده، کاهش اندکی (۱-۲٪) در الاستیسیته موج نخ‌های تکسچره‌شده به روش تاب مجازی را در پی داشته، در حالی که تغییر ساختار بلوری مؤثرتر بوده و برای نخ تغذیه با ساختار پاراکریستالی، الاستیسیته موج ۸-۴٪ بیشتر از نخ با ساختار منوکلینیک است. تاثیر ساختار بلوری بر خواص موجی نخ یکسره پلی‌پروپیلن از سوی مجتهدی [۳] نیز تایید شده، ولی نخ تغذیه با ساختار منوکلینیک بهتر از ساختار پاراکریستالی عنوان شده است.

استفاده از مقادیر کم (حدود ۵٪) از پلیمری دیگر می‌تواند تاثیرات قابل توجهی را، نه صرفاً به واسطه حضور خود (بلکه در نتیجه اثراتی که بر ساختار لیف حاصل بجای می‌گذارد) بر خواص لیف بگذارد. تاثیر افزودنی بر سایر خواص آمیخته تنها ناشی از خواص خود آن جزء نبوده، بلکه ساختار لیف در اثر وجود مقدار کمی از آن تغییرات قابل ملاحظه‌ای می‌نماید، که بیشتر ناشی از تغییر در مقدار و سرعت تبلور، شکل بلورها، آرایش یافتگی، فواصل میان زنجیرهای مولکولی و عواملی از این قبیل که در ساختار داخلی لیف مؤثرند است. بدین منظور تاثیر دو گروه خاص از افزودنی‌ها بر خواص نخ یکسره پلی‌پروپیلن می‌توانند مورد بررسی قرار گیرد. دسته اول پلیمرهای بلور مایع و گروه دوم شامل پلی‌آمید است. زنجیر مولکولی در پلی‌آمید از انعطاف‌پذیری بالاتری نسبت به پلی‌پروپیلن برخوردار است، در حالیکه زنجیرهای مولکولی در پلیمر بلور مایع سخت (rigid) بوده و انعطاف‌پذیری بسیار کمتری نسبت به پلی‌پروپیلن و پلی‌آمید دارند [۱۲-۷].

– مواد اولیه و شرایط انجام آزمایشات

نخ نوریس (as-spun) پلی‌پروپیلن خالص (نوع V30S تولید الیاف از پتروشیمی اراک با شاخص ذوب ۱۶g/10min) و آمیزه‌های آن با ۳،۱ و ۵ درصد پلیمر بلور مایع Vectra LKX 1170 (از هوخست)، ۳،۱ و ۵ درصد پلی‌آمید (نوع شفاف تولید الیاف از شرکت الیاف با وزن مولکولی ۱۶۰۰۰) و ۳ و ۵٪ پلی‌آمید (به نسبت مساوی با سازگارکننده Orevac CA100، پلی‌پروپیلن گرافت‌شده با ۱٪ انیدرید مالئیک) در دمای ۲۶۰°C و پلی‌پروپیلن خالص و آمیزه‌های آن با ۱ و ۳ درصد پلیمر بلور مایع Vectra B 950 (از هوخست) در دمای ۲۹۰°C (بعلت نقطه ذوب بالای این پلیمر بلور مایع) ذوب‌ریسی شدند. پلیمر اصلی و افزودنی‌ها بصورت گرانول با یکدیگر مخلوط شده و برای جلوگیری از تاثیر الکتریسیته ساکن بر جداسازی آنها، دستگاه اتصال زمین گردید. نخ نوریس با نمره حدود ۱۴۰ دسی‌تکس و ۳۶ فیلامنت در سرعت ذوب‌ریسی ۲۰۰۰m/min، تهیه، پس از کشش توسط دستگاه تکسچرایزر Scrag CS12 در دمای ۱۴۵°C، زمان تماس ۸۱/۰ ثانیه، تاب درمتر ۲۹۵۳، نسبت کشش یک و ۷٪ تغذیه اضافی تکسچره شد.

– اندازه‌گیری استحکام – از دیاد طول

اندازه‌گیری استحکام و ازدیاد طول با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری STATIMAT-M ساخت TEXTTECHNO با استفاده از یک Load cell ، ۱۰ N ، طول آزمون ۱۰۰ mm ، سرعت ۱۰۰ mm/min و تحت بار اولیه (preload) ، ۰/۱ cN/Tex (برای برطرف نمودن موج) به روشهای ذکر شده در روش آزمون ASTM D-2256 صورت پذیرفت .

- خواص موج

اندازه‌گیری بر اساس روش آزمون « تعیین پارامترهای فرو موج نخهای فیلامنتی تکسچره » Determination of parameters for the crimp of textured filament yarn (DIN 53840 Part 1)) تحت دمای ۸۰ °C و زمان ۱۰ دقیقه برای گسترش موج در نخ (توصیه شده برای پلی‌پروپیلن در مراجع [۳ و ۱۳]) صورت گرفت [۱۴].

- جمع‌شدگی نخ (Shrinkage)

جمع‌شدگی نمونه‌ها در هوای داغ ۱۳۰ °C و زمان ۱۵ دقیقه اندازه‌گیری شد . آزمون‌ها قبل از اندازه‌گیری طول در هر مرحله (قبل و بعد از حرارت دیدن) برای ۱۰ ثانیه تحت بار ۰/۵ cN/Tex قرار داده شد.

- گرماسنجی روبشی تفاضلی (DSC)

رفتار حرارتی نخهای کشیده و تکسچره شده با استفاده از یک DSC مدل ۹۱۰ ساخت Dupont تعیین شد. نمونه‌ها از دمای ۳۰ °C و با سرعت ۱۰ °C /min تا دمای ۳۰۰ °C حرارت داده شده، برای هر یک درصد تبلور (X_{DSC}) تعیین گردید.

تاثیر آمیخته‌های پلیمری بر خواص نخ تکسچره‌شده

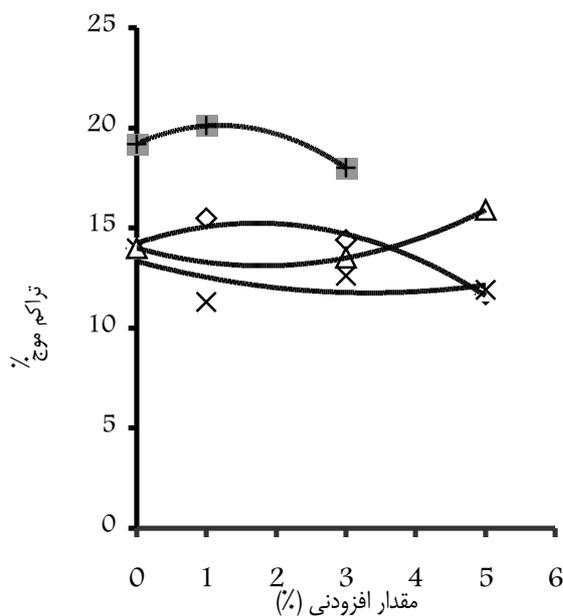
در جدول ۱ و ۲ تاثیر افزودنیهای مورد استفاده بر خواص فیزیکی و موجی نخ تکسچره‌شده نشان داده شده است. پلی‌پروپیلن خالص ذوب‌ریسی شده در ۲۶۰ °C که در این قسمت به‌عنوان مبنا در نظر گرفته شده و دارای تراکم موج ۱۴٪ است در حالیکه برای پلی‌پروپیلن ذوب‌ریسی شده در ۲۹۰ °C تراکم موج به ۱۹/۲٪ رسیده و نشانگر تاثیر خصوصیات ماتریس (در اینجا ناشی از دمای بالاتر ذوب‌ریسی) بر خواص موجی نخ

جدول ۱- نتایج آزمایشهای نمونه‌های نخ تکسچره‌شده ۱۰۰٪ پلی‌پروپیلن و آمیخته‌های آن با Vectra Lkx1170 و پلی‌آمید ۶ (با و بدون سازگارکننده) ذوب‌ریسی در دمای ۲۶۰ °C.									
۹۵	۹۷	۹۵	۹۷	۹۹	۹۵	۹۷	۹۹	۱۰۰	نسبت پلی‌پروپیلن
-	-	-	-	-	۵	۳	۱	-	نسبت Vectra Lkx1170
۵	۳	۵	۳	۱	-	-	-	-	نسبت پلی‌آمید ۶
۵	۳	-	-	-	-	-	-	-	نسبت سازگارکننده Orevac
الف (خواص فیزیکی نخ									
۳۴/۵	۲۹/۵	۳۰/۲	۳۰/۳	۲۸/۷	۱۶	۲۳/۶	۳۴/۸	۳۲	ازدیاد طول پارگی (%)
۲/۸۳	۲/۹۲	۳/۰۶	۲/۹۴	۲/۷۰	۱/۴۳	۲/۴۲	۲/۹۶	۲/۹۹	استحکام (cN/dtex)
۷۱	۷۳	۷۰	۷۰	۷۰	۷۴	۷۵	۷۵	۷۲	نمره نخ (dtex)
۵/۳	۴/۰	۶/۱	۵/۷	۷/۳	۶/۶	۶/۱	۶/۶	۵/۴	جمع‌شدگی (%)
۱۵/۹	۱۳/۵	۱۱/۹	۱۲/۶	۱۱/۳	۱۱/۷	۱۴/۴	۱۵/۵	۱۴/۰	تراکم موج (%)
۷/۵	۶/۹	۵/۴	۵/۹	۵/۲	۷/۲	۷/۱	۷/۹	۶/۵	مدول موج (%)
۸۷/۵	۸۷/۸	۸۲/۰	۸۴/۲	۸۴/۳	۸۰/۹	۸۷/۱	۸۱/۵	۸۱/۳	پایداری موج (%)
ب (آزمایش DSC									
۴۴/۷	۳۷/۸	۱۴/۷	۶۶/۷	۵۴/۴	۳۳/۵	۳۳/۸	۳۶/۷	۳۵/۹	X _{DSC} (%) نخ کشیده شده
۲۶/۸	۴۶/۷	۳۴/۰	۴۰/۴	۴۳/۰	۴۳/۲	۴۳/۷	۳۰/۸	۵۶/۴	X _{DSC} (%) نخ تکسچره‌شده

است. برای آمیخته ۱٪ Vectra B950 تراکم موج با افزایش کمی به ۲۰/۱٪ رسیده در حالی که برای آمیخته دارای ۳٪ Vectra B950 تراکم موج از پلی پروپیلن خالص هم کمتر شده است.

تراکم موج نمونه‌های ذوب‌ریسی در ۲۶۰°C نشان می‌دهد که ۱٪ و ۳٪ Vectra Lkx1170 (به ترتیب با ۱۵/۵٪ و ۱۴/۴٪) تراکم موج بالاتری را نسبت به پلی پروپیلن خالص دارند درحالی‌که برای نمونه ۵٪ آن، تراکم موج با کاهش زیادی به ۱۱/۷٪ رسیده است. نمونه ۱٪ Vectra Lkx1170 از نظر خواص استحکامی تفاوت قابل ملاحظه‌ای با پلی پروپیلن خالص نداشته، مناسب برای کاربردهای نساجی هست. ولی با افزایش مقدار افزودنی به ۳ و ۵ درصد خواص استحکامی کاهش یافته، برای نمونه ۵٪ Vectra Lkx1170 علاوه بر تراکم موج کمتر، استحکام پایین‌تر آنرا نامناسب برای کاربردهای نساجی می‌سازد.

برای نمونه‌های با پلی‌آمید ۶ (بدون سازگارکننده) تراکم موج کمتر از پلی پروپیلن خالص است (۱۲/۶٪ - ۱۱/۳٪) ولی با سازگار کننده، تراکم موج افزایش یافته، در ۵٪ پلی‌آمید ۶ با سازگارکننده تراکم موج به ۱۵/۹٪ می‌رسد، که بیشترین تراکم موج در میان تمامی نمونه‌های ذوب‌ریسی شده در ۲۶۰°C است (شکل ۱).



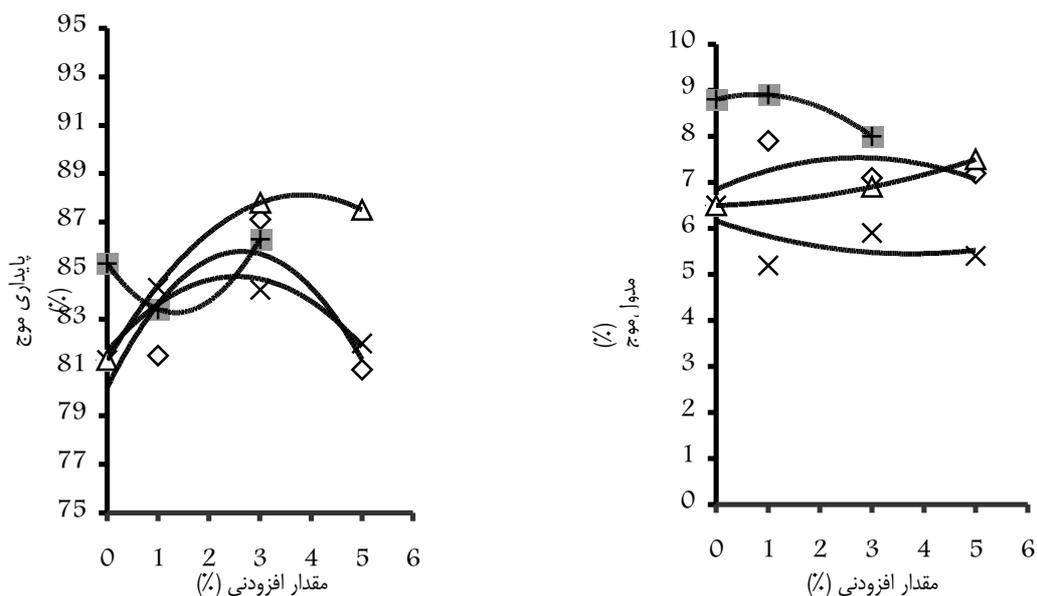
شکل (۱) - نمودار تغییرات تراکم موج نسبت به مقدار افزودنی برای نخ تکسچره شده (PP/Lkx1170, PP/PA6, ×, PP/PA6/Orevac, +) و Vectra B950.

جدول ۲- نتایج آزمایش‌های نمونه‌های نخ تکسچره شده ۱۰۰٪ پلی پروپیلن و آمیخته‌های پلی پروپیلن با Vectra B950 ذوب‌ریسی در دمای ۲۹۰°C.			
نسبت پلی پروپیلن	۹۷	۹۹	۱۰۰
نسبت Vectra B950	۳	۱	-
الف) خواص فیزیکی نخ			
ازدیاد طول پارگی (%)	۲۵/۸	۲۵/۸	۳۴/۳
استحکام (cN/dtex)	۲/۱۳	۲/۹۳	۳/۱۲
نمره نخ (dtex)	۶۸	۶۸	۶۷
جمع شدگی (%)	۵/۷	۵	۵/۶
تراکم موج (%)	۱۸/۰	۲۰/۱	۱۹/۲
مدول موج (%)	۸/۰	۸/۹	۸/۸
پایداری موج (%)	۸۶/۳	۸۳/۴	۸۵/۳
ب) آزمایش DSC			
X _{DSC} (%) نخ کشیده شده	۴۸/۱	۶۴/۴	۴۶/۴
X _{DSC} (%) نخ تکسچره شده	۴۸/۳	۶۳/۶	۵۷/۸

بررسی تغییرات مدول موج نمونه‌های مختلف نشان می‌دهد، همانند تراکم موج، با افزایش دمای ذوب‌ریسی مدول موج بیشتر شده است (شکل ۲). پلی پروپیلن خالص ذوب‌ریسی شده در ۲۶۰°C (بعنوان مبنا) دارای مدول موج ۶/۵٪ است در حالی که برای نمونه ذوب‌ریسی شده در ۲۹۰°C، ۸/۸٪ است. برای ۱٪ Vectra B950 مدول موج ۸/۹٪ است که تفاوت معنی داری با پلی پروپیلن خالص ندارد، ولی برای مقدار ۳٪ آن مدول موج کاهش یافته و به ۸٪ می‌رسد.

برای نمونه‌های ذوب‌ریسی شده در ۲۶۰°C، آمیخته‌های دارای Vectra Lkx1170 مدول موج بالاتری نسبت به پلی پروپیلن خالص دارند. بالاترین مقدار مربوط به نمونه ۱٪ Vectra Lkx1170 با مدول موج ۷/۹٪ است، ولی پس از آن با افزایش مقدار پلیمر بلور مایع مذکور، از مدول موج کاسته شده ولی همواره بالاتر از پلی پروپیلن خالص است، که با توجه به خواص پلیمرهای بلور مایع و تاثیر آنها بر افزایش مدول نخ، چندان دور از انتظار نیست. همانند تراکم موج، نمونه‌های دارای پلی‌آمید ۶ (بدون سازگار کننده) مدول موج کمتری نسبت به پلی پروپیلن خالص دارند، در حالی‌که نمونه‌های پلی‌آمید ۶ با سازگارکننده دارای مدول موج بیشتری نسبت به پلی پروپیلن خالص هستند.

نمونه ۵٪ پلی آمید ۶ و سازگار کننده با مدول موج ۷/۵٪ هنوز مدول موج کمتری نسبت به ۱٪ Vectra Lkx1170 دارد و نشان می‌دهد که پلیمر بلور مایع و ساختار ویژه آن (حتی در مقدار بسیار کم) چه تاثیر بالایی بر مدول موج دارد. شکل (۳) تاثیر نوع و مقدار افزودنی بر پایداری موج را نشان می‌دهد. در اینجا، هنوز هم پلی پروپیلن خالص ذوب‌رسی شده در ۲۹۰°C از پایداری موج بالاتری نسبت به نمونه ذوب‌رسی شده در ۲۶۰°C برخوردار است (۳/۸۵٪ در برابر ۳/۸۱٪)، ولی اختلاف بین آنها نسبت به تراکم و مدول موج کمتر است. برای Vectra B950 و پلی پروپیلن خالص ذوب‌رسی در ۲۹۰°C روند مشخصی دیده نمی‌شود. با اضافه شدن به مقدار این پلیمر بلور مایع ابتدا از پایداری موج کاسته و سپس افزایش یافته است.



شکل (۳) - نمودار تغییرات پایداری موج نسبت به مقدار افزودنی برای نخ تکسچره شده (PP/Lkx1170 , PP/PA6 , PP/PA6/Orevac , Δ PP/PA6/Orevac و + PP/Vectra B950).

شکل (۲) - نمودار تغییرات مدول موج نسبت به مقدار افزودنی برای نخ تکسچره شده (PP/Lkx1170 , PP/PA6 , × PP/PA6 , + PP/Vectra B950 و Δ PP/PA6/Orevac).

در نمونه‌های ذوب‌رسی در ۲۶۰°C، پلی پروپیلن خالص دارای پایداری موج ۳/۸۱٪ است. ۱٪ Vectra Lkx1170 تفاوت معنی‌داری با پلی پروپیلن خالص نداشته و به نظر می‌رسد که بر پایداری موج تاثیری ندارد. ولی برای نمونه ۳٪ آن، پایداری موج به ۱/۸۷٪ رسیده، با افزایش آن به ۵٪ پایداری موج به سطح ۹/۸۰٪ (یعنی کمتر از پلی پروپیلن خالص) کاهش می‌یابد. نمونه‌های دارای پلی آمید ۶ (بدون سازگار کننده) اگرچه دارای پایداری موج بالاتری نسبت به پلی پروپیلن خالص هستند، ولی این تفاوت کم است. پایداری موج برای پلی آمید ۶ با سازگار کننده بالاتر از کلیه نمونه‌های دیگر می‌باشد.

تاثیر سازگار کننده بر بهبود خواص تکسچره شدن نخ آمیخته پلیمری پلی پروپیلن/ پلی آمید ۶ قابل توجه بوده، ناشی از نقش آن بر پراکنده سازی بهتر جزء پلی آمید ۶ و فراهم نمودن امکان اتصال آن با ماتریس پلی پروپیلن است. در غیاب سازگار کننده جزء پلی آمیدی تاثیر منفی بر ویژگی‌های مذکور خواهد داشت. مقایسه تاثیر افزودنیها بر سه خاصیت موجی فوق‌الذکر نشان می‌دهد، بدون توجه به نوع و مقدار افزودنی، ماتریس پلی پروپیلن بیشترین تاثیر را بر روی تراکم و مدول موج دارد، در حالیکه اثر آن بر پایداری موج کمتر بوده و این افزودنیها هستند که بیشترین تاثیر را در این قسمت می‌گذارند.

مقایسه نتایج حاصل از آزمایش DSC نمونه‌های نخ کشیده شده، با نتایج آزمایش‌های مربوط به خواص موجی نخ‌های تکسچره شده (جداول ۲ و ۱) هیچگونه رابطه خاصی را میان خواص موجی با میزان تبلور نخ کشیده شده نشان نمی‌دهد، البته این بدان معنی نیست که میزان

تبلور در نخ کشیده شده هیچگونه تاثیری بر خواص موجی و کیفیت تکسچره شدن ندارد، بلکه برای یک نمونه خاص با تغییر میزان تبلور، خواص موجی آن هم می‌تواند تغییر کند. ولی آنچه که در این میان حائز اهمیت است، تاثیر جداگانه دیگری مربوط به ویژگیهای ماده افزودنی است که تقریباً بطور مستقل از میزان تبلور بر روی خواص موجی نخ مؤثر است. بنابراین بهبود قابلیت تکسچره شدن تنها تابع میزان تبلور در نخ کشیده شده آمیخته پلیمری نبوده و تابع خواص و تاثیر جزء افزودنی بر ساختار داخلی لیف هم هست. مقایسه دو نمونه پلی‌پروپیلن خالص ذوب‌ریسی در 260°C و 290°C دلیل دیگری بر این مدعاست، که از یک نوع پلی‌پروپیلن ولی در دو دمای متفاوت ذوب‌ریسی شده‌اند. با در نظر گرفتن دمای ذوب ریسی بیشتر برای نمونه 290°C میزان تخریب مولکولی آن می‌بایست بیشتر از نمونه 260°C باشد. لذا در اثر تخریب حرارتی بیشتر طول زنجیرهای مولکولی کوتاهتر و توزیع وزن مولکولی باریکتر شده است. اندازه گیری تبلور آنها نشان می‌دهد تبلور نخ کشیده شده برای نمونه 290°C ، $46/4\%$ و نمونه 260°C ، $35/9\%$ است. بنابراین چنانچه تنها میزان تبلور بر قابلیت تکسچره شدن مؤثر بود، نمونه 260°C با تبلور کمتر، می‌بایست دارای خواص تکسچره بهتری باشد، در حالیکه عکس آن اتفاق افتاده است. زیرا زنجیرهای مولکولی کوتاهتر، در مراحل ذوب‌ریسی و کشش راحت‌تر و بهتر از زنجیرهای طولیتر باهم موازی شده، در مرحله تکسچره کردن نیز با انرژی کمتری از حالت اولیه خود (صاف و بدون موج) به حالت ثانویه (دارای موج) تغییر شکل می‌دهند. با توجه به شرایط یکسان برای تکسچره کلیه نمونه‌های نخ کشیده شده، نمونه مذکور زودتر انرژی لازم برای تغییر شکل را دریافت نموده، در حالت جدید خود بهتر تثبیت می‌شود. بنابراین علاوه بر میزان تبلور، ساختار داخلی لیف، انرژی لازم برای تغییر شکل زنجیرهای مولکولی و سهولت تغییر شکل آنها به حالت جدید هم بر قابلیت تکسچره شدن نخ مؤثرند. نتیجه‌گیریهای حاصل از این تحقیق و مقایسه آن با کارهای Sengupta و همکارانش [۶] نشان می‌دهد که در مورد نخ تهیه شده از آمیخته پلیمرها اگرچه جزء افزودنی بر میزان تبلور تاثیر گذاشته و آنرا کاهش می‌دهد، ولی تبلور تنها عامل مؤثر نیست. یکی از مهمترین این عوامل (که در واقع در ارتباط با انرژی مورد نیاز برای تغییر شکل نخ هست) انرژی لازم برای تغییر شکل زنجیرهای مولکولی و شکل‌گیری آنها در حالت جدید (در اثر تکسچره کردن) است. این عامل در واقع بیانگر برآیند کلی انرژی مورد نیاز برای تغییر شکل فیلامنتها و شکل‌گیری آنها در حالت جدید بوده، تابع میزان تبلور، ساختمان بلوری (انرژی لازم برای ذوب قسمتی از بلورها)، آرایش یافتگی زنجیرهای مولکولی و انعطاف پذیری آنها (قابلیت شکل‌گیری زنجیرهای مولکولی در حالت جدید) است.

نتایج حاصل از اندازه گیری خواص موجی نخهای تکسچره تهیه شده از آمیخته پلی‌پروپیلن با افزودنیهای مختلف نشان می‌دهد که افزودنیهای با زنجیر سخت مولکولی (مانند پلیمر بلور مایع Vectra Lkx1170) می‌توانند قابلیت تکسچره شدن پلی‌پروپیلن را بهبود بخشند، زیرا این افزودنیها با حضور در ماتریس کمک به تقویت آن و شکل‌گیری در حالت جدید (تکسچره شده) و حفظ آن مینمایند، مشروط بر آنکه اتصال خوبی میان آنها و ماتریس وجود داشته و به شکل مناسبی در آن پراکنده شده باشند. در حالیکه افزودنی با زنجیر انعطاف‌پذیر مانند پلی‌آمید ۶، سبب کاهش قابلیت تکسچره شدن می‌گردد. ولی چنانچه همین جزء پلی‌آمیدی دارای اتصالات خوبی با ماتریس باشد (به کمک سازگارکننده) قابلیت تکسچره شدن را بهبود بخشیده، حتی بهتر از پلی‌پروپیلن خالص می‌نماید. توجه به ویژگیهای موجی آمیخته‌های پلی‌پروپیلن با Vectra Lkx1170 نشان می‌دهد، بطور کلی بهترین حالت مربوط به نمونه ۱٪ آن است، که با برخورداری از پراکندگی بهتر، فیبریل‌های نازکتر (ناشی از مقدار کمتر آن نسبت به نمونه‌های با مقدار بیشتر پلیمر بلور مایع مذکور)، ویژگیهای موجی را بهتر نموده است. زیرا زنجیرهای سخت آن در شرایط تکسچرایزینگ براحتی تغییر شکل داده ولی پس از تغییر شکل و قرارگیری در محل جدید دیگر به راحتی تغییر فرم نداده و پایداری بهتری به سیستم می‌بخشند. البته در این میان غلظت بهینه‌ای برای هر نوع افزودنی وجود دارد که در آن غلظت بهترین تاثیر را بر خواص تکسچره شدن خواهد گذاشت. این غلظت بحرانی برای پلیمر بلور مایع Vectra Lkx1170 در حدود ۱٪ است. در حالیکه برای پلی‌آمید ۶ مقدار بهینه ۵٪ (با حضور سازگارکننده) می‌باشد.

نتیجه‌گیری

میزان تبلور تنها عامل مؤثر بر خواص تکسچره شدن نخ پلی‌پروپیلن نیست، زیرا با توجه به تنوع افزودنیهای بکار برده شده مشخص شد با تغییر نوع افزودنی، حتی در میزان تبلور تقریباً یکسان خواص موجی متفاوت خواهند بود. بنابراین عامل مهم دیگری وجود دارد، که همانا ساختار داخلی لیف است که بر این امر تاثیر گذار بوده، پلیمرهای افزوده شده با تاثیر بر زنجیرهای مولکولی و چگونگی قرارگیری آنها سبب این تغییر می‌گردند. حضور زنجیرهای سخت پلیمری (مانند پلیمرهای بلور مایع)، نحوه پراکندگی افزودنی در ماتریس، چسبندگی بهتر و

بیشتر میان اجزاء (در کنار تاثیر ناشی از کاهش تبلور در اثر حضور جزء دوم پلیمری) و یا موازی تر شدن زنجیره‌های مولکولی (در اثر دمای بالاتر در ذوب‌ریسی) همه در شرایط تبلور تقریباً یکسان کمک به بهتر شدن خواص موجی می‌نمایند. آمیخته دارای ۵٪ پلی‌آمید ۶ و سازگارکننده، بالاترین بهبود را در خواص موجی در مقایسه با سایر افزودنیها ایجاد نموده‌است. البته در این میان تاثیر خواص ماتریس پلی‌پروپیلن به عنوان جزء اساسی آمیخته در هر حال غیرقابل چشم‌پوشی است. از اینرو برای بهبود خواص موجی در نخ یکسره، بهتر است نسبت به اصلاح ماتریس و استفاده از افزودنی مناسب بطور همزمان اقدام شود.

- مراجع

References :

- 1- H. J. Koslowski, "40 years of PP fibers", Chemical fibers international, 2000, 50, 150-151
- 2- M. Ahmed, " polypropylene fibers Sic. & Tech. ", Elsevier, New York, ISBN 0-444-4209-8, 1982.
- 3- M. R. Mohaddes Mojtahedi, " False twist texturing of polypropylene yarns ", PhD. Thesis, Leeds university, 1996.
- 4- A. K. Sengupta, K. Sen and A. Mukhopadhyay, " False twist texturization of polypropylene multifilament yarns. Part I: Time –temperature effects ", Textile Research J., 1986, 281-286.
- 5- A. K. Sengupta, K. Sen and A. Mukhopadhyay, " False twist texturization of polypropylene multifilament yarns. Part II: Reducing feeder yarn crystallinity through tension annealing ", Textile Research J., 1986, 389-391.
- 6- A. K. Sengupta, K. Sen and A. Mukhopadhyay, " False twist texturization of polypropylene multifilament yarns. Part III: Reducing feeder yarn crystallinity through melt blending with small amounts of polyester and polystyrene ", Textile Research J., 1986, 425-428.
- 7- Y. Qin, D. L. Brydon, R.R. Mather and R.H. Wardman, " Fibers from polypropylene and liquid crystal polymer blends: 1. Effect of LCP concentration ", Polymer, 1993, 34(6), 1196-1201.
- 8- Y. Qin, D. L. Brydon, R.R. Mather and R.H. Wardman, " Fibers from polypropylene and liquid crystal polymer blends: 2. Effect of extrusion and drawing conditions ", Polymer, 1993, 34(6), 1202-1206.
- 9- Y. Qin, D. L. Brydon, R.R. Mather and R.H. Wardman, " Fibers from polypropylene and liquid crystal polymer blends: 3. A comparison of polyblend fibers containing Vectra A900, Vectra B950 and Rodrun LC3000 ", Polymer, 1993, 34(17), 3597-3604.
- 10- Y. Qin, M.M. Miller, D. L. Brydon, J. M. G. Cowie, R.R. Mather and R.H. Wardman, " fiber drawing from blends of PP and LCP ", Textile Asia, Dec. 1996, 54-56.
- 11- Y. Qin, D. L. Brydon and R.R. Mather, " production of thermally stable polypropylene fibers ", J. Applied Polym. Sci., 1996, 61, 1287-1292.
- 12- J. G. Tomka, " Fibre engineering – the way ahead ", international textile conference, Tehran, may 1992.
- 13- B. Wulforth and K. Miere, Chemifasern & textilindustries, 1990, 40/92(4), 3206.
- 14- Deutsch Norm, DIN 53840 part 1, " Determination of parameters for the crimp of textured filament yarns ", 1983.