تأثیر ظرافت و شکل سطح مقطع لیف پلی استر بر روی خصوصیات نخ نتش یابین یارچه‌ها

خلاصه

این مقاله نتایج تحقیقات انجام شده بر روی پارچه های سرژه ۲/۱ حاصل از نخ های پلی استر و مخلوط پلی استر را ارائه نموده تا نقش سازنده ظرافت و نوع سطح مقطع لیف پلی استر را در تعیین زیردست، ظاهر و کاربرد آنها در عملیات تولید پوشاک ارائه نماید. سه سطح مقطع مختلف مثلثی (Trilobal)، چهارضلعی (Tetrakelion)، بیضوی (Scalloped oval) و نیز دایره ای (Circular) انتخاب شده و نمره لیف دارای سطح مقطع دایره ای نیز در این پژوهش متفاوت از سایرین بود. با استفاده از سیستم FAST۱، آزمایشات هدفمندی جهت ارزیابی زیردست و عملکرد دوزندگی پارچه ها توسط استخراج اطلاعاتی در خصوص تغییر شکل پارچه‌ها (مانند فشار، قابلیت کشش، خمش و برش) صورت گرفت. نتایج حاکی از آن بود که پارامترهای فیزیکی و مکانیکی پارچه با شکل لیف (ظرافت و شکل سطح مقطع) تغییر می کنند. هرچه دنیر لیف بیشتر باشد، هر چهار خصوصیت مکانیکی لیف افزایش یافته و شکل پذیری راحت تر می گردد. تأثیر سطح مقطع بسیار ویژه می باشد. سطح مقطع های مثلثی و ستاره ای، نخی سفت تر و پفکی ایجاد نموده که منجر به تولید پارچه های سفت تر، خشک تر و با شکل پذیری بیشتری در مقایسه با پارچه‌های حاصل از آلیاف با سطح مقطع دایره ای قابل قیاس با آنها می گردد. آلیاف با سطح مقطع بیضوی به سبب سختی خمشی و پیچشی کمتر خود، پارچه ای با سختی و شکل پذیری پایین و در عوض با قابلیت فشردگی مناسب و قابلیت ازدیاد طول بالا تولید می‌نمایند. مخلوط نمودن پلی استر و ویسکوز نیز منجر به کاهش سختی خمشی و برشی شده اما قابلیت کشش و شکل پذیری را بهبود می‌بخشد.

کلمات کلیدی: سختی خمشی، دایره ای، قابلیت فشردگی، سطح مقطع، شکل پذیری، سختی برشی، مثلثی، چهارضلعی، بیضوی

مقدمه

زیردست و قابلیت دوخت پارچه به طراحان آن که به دنبال محصولی ویژه برای مورد مصرف خاصی می گردند، کمک شایان توجهی می‌نماید. وجه تمایز منسوجات نسبت به سایر ساختارهای فنی در این است که منسوجات باید در عین دارا بودن انعطاف پذیری، کشسانی، شکل پذیری آسان و استحکام کافی نیز داشته باشند. پدیده ی ظاهر، احساس پارچه هنگام پوشیدن و زیردست پارچه ها حین تولید پوشاک، با دو نوع تغییر شکل تنش پایین همراه می باشد:

- تغییر شکل های داخل صفحه (تغییر شکل دو بعدی در صفحه پارچه طی کشش، فشار و برش).
- تغییر شکل های خارج صفحه (تغییر شکل های خمشی، انحنای سطح سه بعدی برای تار و پود).

تحقیقات قابل توجهی در خصوص مطالعه بر این تغییر شکل ها با تأکید بر مکانیزم، تاثیر پارامترهای ساختمانی و برقراری رابطه آنها با ارزیابی عینی زیردست پارچه، انجام شده است.

Behre ، Lindberg و Dahlberg (۱۹۶۱) و Gibson و Postle (۱۹۷۸)، رفتار خمشی و برشی طیف وسیعی از پارچه های به صورت تجاری تولید شده را به ثبت رساندند.

المان های گوناگون تاثیرگذار بر زیردست پارچه عبارتند از: خصوصیات لیف، انواع نخ، ساختارهای پارچه، روش و نوع فرآیندهای رنگرزی و تکمیلی. در این خصوص، زیردست فریبنده پارچه پلی استر Shingosen ارائه شده توسط تولید کنندگان ژاپنی (Okamoto & Kajiwara ۱۹۹۷) مورد بررسی قرار گرفته و حاکی از آن بود که این پارچه ها شبیه پارچه های پشمی، پنبه ای، ابریشمی و پلی استر می باشند.

به تازگی نیز تاثیر تراکم بافت، تاب نخ و نمره نخ بر خصوصیات زیردست اولیه ی پارچه ها تاری پودی پلی استری مورد بررسی قرار گرفته است (Matsudaira، Nakano، Yamazaki، Hayoshi ۲۰۰۹).

در جستجو برای دستیابی به خصوصیاتی بدیع برای زیردست، بسیاری از تولید کنندگان الیاف، نوع متفاوتی از لیف را تولید نمودند که می‌تواند تغییرات جالب توجهی را ایجاد نماید. تغییر در طول، سطح مقطع، ساختار و ظرافت سطح مورد بررسی واقع شده و تاثیر پارامترهای لیف به ویژه ظرافت و شکل سطح مقطع به طور برجسته ای پررنگ گشته است.

(Matsudaria، Tan & Kondo-۱۹۹۴، Matsudania-۱۹۹۳، wada-۱۹۹۲).

نتایج حاصله گویای این بود که زیردست ابریشمی اساساً توسط استفاده از سطح مقطع های بی قاعده و اثر Peach-Face با استفاده از الیاف فوق ظریف حاصل می گردد. بدین ترتیب، اتخاذ روشی که از طریق آن الیاف ویژه و جدید بتوانند زیردست و قابلیت دوخت پارچه را تحت تاثیر قرار دهند، توجه ویژه ای را به خود جلب نموده است.

تحقیق حاضر مربوط به خصوصیات مکانیکی پارچه های سرژه ۲/۱ در ارتباط با خصوصیات زیردست و رفتاری پارچه حین فرآیند پوشاک بوده و تلاش می کند تا تاثیر شکل سطح مقطع و نمره ی الیاف پلی استر بر خصوصیات مکانیکی تنش پایین پارچه ها را مورد بررسی قرار دهد.

تجربیات

مواد

الیاف پلی استر با چهار نوع سطح مقطع مختلف و نیز چهار نمره در سطح مقطع دایره ای تهیه گشتند. مشخصات این الیاف در جدول ۱ خلاصه شده است. الیاف ویسکوز نیز در دو طبقه ی طولی (۳۸ و ۴۴ میلی متر) برای مخلوط شدن با الیاف پلی استر با طول های مربوطه، تدارک دیده شدند.

جدول ۱- خصوصیات الیاف پلی استر و ویسکوز

شماره سریال	لیف	شکل سطح مقطع	طول (میلی متر)	دانسیته خطی (دسی تکس)	مدول کششی (تکس/سانتی نیوتن)	فاکتور شکل	سختی خمشی (dyne-cm۲)×(۱۰$^{-۳}$)	سختی پیچشی (dyne-cm^{۲})×(۱۰$^{-۳}$)
۱	P۱	دایره ای	۴۴	۱/۳۳	۳۹۰	۱/۰۰	۰۸/۴۲	۳/۸۷
۲	P۲	دایره ای	۴۴	۱/۵۵	۳۸۸	۱/۰۰	۱۰/۶۸	۵/۰۴
۳	P۳	دایره ای	۴۴	۱/۶۶	۳۹۶	۱/۰۰	۱۱/۵۸	۵/۳۳
۴	P۴	دایره ای	۴۴	۲/۲۲	۲۸۸	۱/۰۰	۲۳/۰۸	۸/۱۲
۵	P۵	مثلثی	۴۴	۲/۲۲	۲۹۰	۱/۳۱	۲۰/۱۹	۱۰/۴۵
۶	V۱	معمولی	۴۴	۱/۶۶	۳۴۹	-	۱۳/۹۱	۴/۵۴
۷	P۱	دایره ای	۳۸	۱/۶۶	۳۷۵	۱/۰۰	۱۳/۱۲	۶/۰۱
۸	P۶		۳۸	۱/۶۶	۲۷۱	۱/۵۲	۱۰/۸۳	۲/۹۳
۹	P۷		۳۸	۱/۶۶	۳۹۹	۱/۳۶	۱۲/۷۸	۶/۶۷
۱۰	P۸	دایره ای	۳۸	۰/۹۹	۳۶۲	۱/۰۰	۰۵/۱۶	۲/۲۸
۱۱	V۲	معمولی	۳۸	۱/۶۶	۳۴۸	-	۱۳/۲۷	۴/۳۳

آماده سازی نمونه نخ

دو گروه نخ (هر یک با نمره ی ۱۹/۶۶ تکس) ریسیده شدند: یک گروه از الیاف پلی استر با نمرات مختلف و سطح مقطع دایروی و مخلوط آنها با الیاف ویسکوز متناظر و گروه دیگر الیاف پلی استر با سطح مقطع های مختلف و مخلوط آنها با الیاف ویسکوز هم طول آنها می باشد. نخ های پلی استر میکرودنیر و ویسکوز ۱۰۰ درصد نیز آماده گشتند. نخ های تک لا، دولا شده و در جهت مخالف به میزان ۹۰ درصد تاب نخ تک لا بر روی دولاکنی های رینگ Texmaco تابیده شدند.

فاکتور تاب تکس نخ تک لا نیز ۳۰/۱۴ در نظر گرفته شد، لذا اعمال ۱۷/۲۵ tpi (تاب در اینچ) در جهت Z و دولاکنی با تاب نهایی در جهت S به میزان ۱۵/۶۳ tpi انجام گرفت. خصوصیات نخ در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- برخی از خصوصیات نمونه پارچه ها و اجزای تشکیل دهنده آنها (نخ های تک لا و دولا)

			نخ دو لا			پارچه ها (سرژه ۲/۱)			
						جمع شدگی متوسط	GSM (g/m^2)	عرض نخ مسطح شده (micron)	
شماره نمونه پارچه	نوع لیف و نسبت مخلوط	قطر نخ تک لا (mμ)	ضریب اصطکاک نخ با نخ (μ)	سختی خمشی (cm^2-dyne)	تار	پود	وزن پارچه	تار	پود
S۱	P۱:V۱ (۱۰۰:۰)	۱۷۳	۰/۳۲	۶/۳۲۸	۱۴/۰۰	۱۵/۱۵	۲۱۹	۳۱۵	۳۶۷
S۲	P۱:V۱ (۶۷:۳۳)	۱۷۳	۰/۴۲	۶/۳۲۱	۱۴/۴۵	۱۵/۶۳	۲۱۹	۳۱۹	۳۶۸
S۳	P۲:V۱ (۱۰۰:۰)	۱۷۴	۰/۳۳	۶/۷۹۹	۱۴/۰۴	۱۵/۹۲	۲۲۱	۳۲۶	۳۷۰
S۴	P۲:V۱ (۶۷:۳۳)	۱۷۴	۰/۴۲	۶/۵۳۶	۱۴/۶۲	۱۵/۹۴	۲۲۱	۳۲۹	۳۷۰
S۵	P۳:V۱ (۱۰۰:۰)	۱۷۵	۰/۳۵	۸/۵۳۳	۱۴/۴۰	۱۶/۱۷	۲۲۲	۳۴۰	۳۷۹
S۶	P۳:V۱ (۶۷:۳۳)	۱۷۴	۰/۴۲	۷/۰۱۹	۱۴/۸۴	۱۶/۵۴	۲۲۱	۳۵۵	۳۸۹
S۷	P۴:V۱ (۱۰۰:۰)	۱۷۸	۰/۳۶	۹/۴۶۷	۱۴/۷۶	۱۶/۳۲	۲۲۲	۳۵۲	۳۸۳
S۸	P۴:V۱ (۶۷:۳۳)	۱۷۹	۰/۴۵	۷/۸۲۰	۱۴/۹۷	۱۶/۶۱	۲۲۰	۳۶۷	۳۹۸
S۹	P۵:V۱ (۱۰۰:۰)	۱۸۴	۰/۳۹	۹/۸۲۳	۱۴/۸۶	۱۶/۸۱	۲۲۳	۳۶۲	۴۰۸
S۱۰	P۵:V۱ (۶۷:۱۳)	۱۸۱	۰/۴۲	۸/۱۹۶	۱۵/۶۳	۱۷/۱۱	۲۲۱	۳۷۴	۴۰۹
S۱۱	P:V۱ (۰:۱۰۰)	۱۷۲	۰/۴۵	۶/۹۹۸	۱۴/۷۷	۱۷/۴۵	۲۱۵	۳۴۶	۳۶۰
S۱۲	P۶:V۱ (۱۰۰:۰)	۱۷۷	۰/۳۶	۵/۸۷۸	۱۴/۲۳	۱۴/۵۹	۲۲۴	۳۲۰	۳۶۲
S۱۳	P۶:V۱ (۶۷:۳۳)	۱۷۵	۰/۴۵	۵/۶۵۴	۱۴/۳۳	۱۶/۴۸	۲۲۱	۳۳۵	۴۰۴
S۱۴	P۷:V۱ (۱۰۰:۰)	۱۹۵	۰/۳۸	۵/۰۱۸	۱۲/۴۸	۱۵/۱۱	۲۱۵	۳۴۰	۳۸۸
S۱۵	P۷:V۱ (۶۷:۳۳)	۱۸۹	۰/۴۸	۴/۷۷۵	۱۳/۰۱	۱۶/۶۴	۲۱۶	۳۵۲	۴۰۹
S۱۶	P۸:V۱ (۱۰۰:۰)	۲۰۲	۰/۳۰	۶/۱۳۳	۱۴/۵۹	۱۶/۵۴	۲۱۸	۳۵۲	۴۰۳
S۱۷	P۸:V۱ (۶۷:۳۳)	۱۹۴	۰/۴۳	۵/۷۵۹	۱۵/۴۵	۱۷/۶۱	۲۲۱	۳۶۸	۴۱۴
S۱۸	P۹:V۱ (۱۰۰:۰)	۱۷۳	۰/۳۹	۴/۳۳۲	۱۴/۶۱	۱۶/۳۷	۲۱۶	۳۰۷	۳۵۸
S۱۹	P:V۱ (۰:۱۰۰)	۱۷۲	۰/۴۵	۶/۲۳۲	۱۳/۴۶	۱۷/۸۱	۲۱۵	۳۵۸	۳۶۷

I و II به ترتیب نشان دهنده مقادیر مربوط به تار و پود می باشند.

آماده سازی نمونه پارچه ها و تکمیل تر آنها

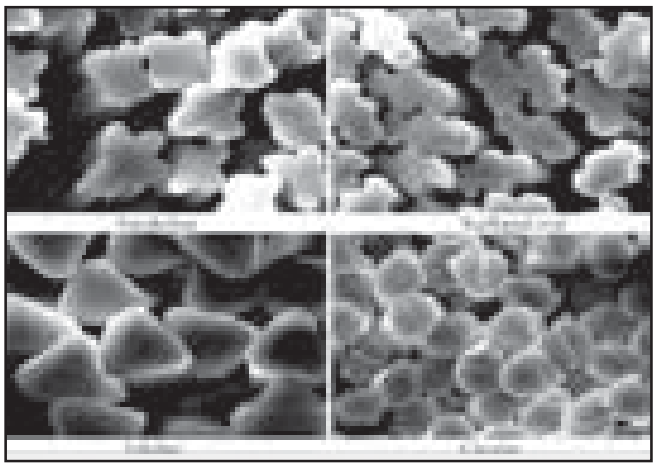
هر یک از نخ های (S ۳۰/۲) (در هر دو جهت تار و پود) برای آماده‌سازی نمونه پارچه ها استفاده شده تا کلید پارامترهای ساختاری را بر مقیاس پیلوت ماشـــین بافندگی یکسان نگه دارد. بدین ترتیب ۱۹ پارچه تولید گردید. نمونه پارچه های خام شســـته شـــده و جهت تکمیل تر از داخل استنتر عبور داده شده تا روغن ریسندگی الیاف از بین برود. پارامترهای ساختاری نمونه پارچه ها در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- پارامترهای ساختاری نمونه پارچه ها

پارامترهای پارچه	مقدار
بافت پارچه	سرژه ۲/۱
EPM PPM (EPI× PPI)	۳۰۷۱×۲۰۴۷ (۷۸×۵۲)
نمره تار	۹۳/۶۳ (۲/تکس)
نمره پود	۹۳/۶۳ (۲/تکس)

تعیین خصوصیات لیف

از ویبروسکوپ Lenzing برای تعیین دانسیته خطی و از Vibrodyne برای تعیین رفتار تنش - کرنش الیاف استفاده گردید. سختی خمشی و پیچشی الیاف با استفاده از ابعاد هندسی سطح مقطع الیاف به کمک میکروگراف های SEM مشاهده شدند. میکروگراف های SEM سطح مقطع های مختلف استفاده شده در این پژوهش، در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- میکروگراف های الکترون پویشی سطح مقطع های الیاف پلی استرگوناگون

خصوصیات نخ

سطوح تاب در نخ های دولا و تک لا با آزمایشگر تاب Eureka و به ترتیب با استفاده از روش های twist – detwist و شمارش مستقیم اندازه گیری شد. همچنین قطر نخ تک بالا با استفاده از MC Leica Q500 و با خواندن قطر ۵۰۰ محل مختلف از طول نخ، تعیین گردید. سختی خمشی کلیه نخ های دولا نیز با استفاده از آزمایشگر (weighted ring stiffness) شرلی (Lawson-Hemphill) محاسبه شد. همچنین ضریب اصطکاک نخ با نخ با استفاده از آزمایشگر از اصطکاک Lowson-Hemphill تعیین گردید. لازم به ذکر است که برای هر نمونه نخ، ۱۰ مرتبه آزمایش صورت گرفت.

پارامترهای فیزیکی پارچه

جمع شدگی نخ تار و پود نیز با استفاده از آزمایشگر کششی اینسترون و تحت استاندارد ASTM D388390 با ده نمونه گیری در هر جهت، تعیین گردید. تراکم تار و پود با استفاده از پود شمار در ۱۰ نقطه مختلف هر نمونه اندازه گیری شد. وزن گرم بر متر مربع پارچه نیز با استفاده از سیستم FAST تعیین گردید. همچنین تصاویر سطح پارچه با کمک MC 500 Leica Q برای اندازه گیری قطر نخ تار وپود در نقاط تقاطع، تهیه شدند.

پارامترهای مکانیکی پارچه

FAST مجموعه ای از ابزارها و روش ها برای اندازه گیری آن دسته از خصوصیات پارچه می باشد که بر کاربرد دوخت پارچه، زیردست و ظاهر پوشاک هنگام پوشیدن آنها تاثیرگذار می باشند. جدول ۴ حاوی خصوصیات گوناگون پارچه و جزئیات شرایط آزمایش می باشد. موارد زیر خصوصیات محاسبه شده پارچه از اندازه گیری های صورت گرفته توسط سیستم FAST می باشد:

۱- سختی خمشی (BR ۲): سختی خمشی پارچه ها بر اساس سیستم FAST از طریق رابطه ی زیر محاسبه می شود:

سختی خمشی (BR)(μNm) = (وزن پارچه) (g/m۲) × (طول خمشی) (۳mm)× ۹۸۰۷× ۶ -۱۰

۲- سختی برشی (SR ۳): سختی برشی در سیستم FAST از ازدیاد طول‌پذیری اریب پارچه تحت بار ۵ gf/cm حاصل می گردد:

سختی برشی (SR)(N/m) = [ازدیاد طول پذیری اریب (٪) / ۱۲۳]

جدول ۴- خصوصیات اندازه گیری شده پارچه توسط سیستم FAST

ویژگی	اندازه گیری ها	وسیله آزمایش	شرایط
وزن پارچه	وزن یک متر مربع از پارچه	روش FAST	مربعی از پارچه به ابعاد cm×30 cm 30
قابلیت فشردگی	ضخامت روی هم رفته	FAST-۱	تحت دو فشار: ۲ gf/cm۲ ۱۰۰ gf/cm۲
خمش	طول خمشی	FAST-۲	آویزان شدن باریکه ای به عرض ۵/۰ سانتیمتر به صورت تیر با زاویه انحراف ۴۱/۵ درجه
کشش	ازدیاد طول پذیری در جهت تار ازدیاد طول پذیری در جهت پود ازدیاد طول پذیری در جهت اریب	FAST-۳	تحت سه بار: ۵ gf/cm۲ ۲۰ gf/cm۲ ۱۰۰ gf/cm۲

۳- ضخامت سطحی (ST ۴)و قابلیت فشردگی: ضخامت سطح به میلی متر با استفاده از تفاوت میان ضخامت در دو سطح فشار ۲ و ۱۰۰ (gf/۲cm) و (T2وT100) اندازه گیری شده و قابلیت فشردگی به صورت ضخامت سطح از درصد ضخامت پارچه در ۲ gf/cm۲ فشار توضیح داده می شود:

ضخامت سطحی (ST)(mm) = T2 – T100

۴- ازدیاد طول (E)[۵]: ازدیاد طول پذیری (به صورت کسر) به ازای واحد اعمالی بار که از 5 gf/cm (E5) تا 20 gf/cm (E20) تغییر می کند. لذا:

ازدیاد طول پذیری (E) = (E5–E20) / ۱۴/۷

۵- شکل پذیری (F)[۶]: شکل پذیری اندازه گیری محدوده ای است که پارچه می‌تواند پیش از buckle شدن، فشرده شود:

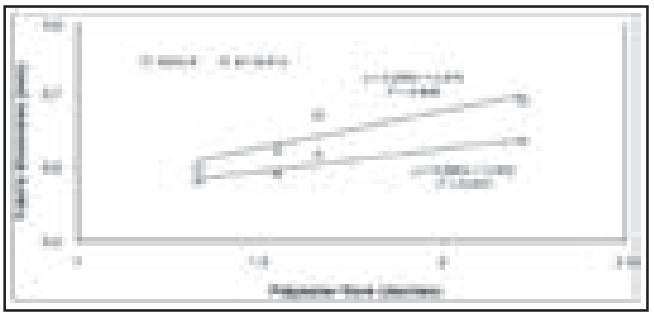
شکل‌پذیری (F) (۲mm) = سختی خمشی (μNm) × (E5–E20) ×۱۰۰/۱۴/۷

بحث و نتایج

ضخامت پارچه

داده های مربوط به ضخامت پارچه در جدول ۲ ارائه شده است. شکل ۲ نشان دهنده ارتباطی مثبت و مستقیم میان ضخامت پارچه (تحت فشار gf/۲cm ۲) و دانسیته خطی لیف پلی استر با ضریب تشخیص ۰/۸۰۸ برای پارچه های پلی استر ۱۰۰٪ و ۰/۸۷۴ برای پارچه های مخلوط P/V ۶۷/۳۳ می باشد. بیشتر شدن قطر نخ و سختی آن که در نتیجه افزایش دنیر لیف می باشد، موجب تولید پارچه با ضخامت بیشتر می‌گردد. پارچه‌های تولید شده از الیاف با سطح مقطع مثلثی به واسطه‌ی

بیشـــتر بودن قطر و ســـختی نخ مربوطه، ضخامت بیشـــتری در مقایسه با پارچه‌های تولید شـــده از الیاف با ســـطح مقطع دایـــروی دارند. به همین ترتیب، الیاف با سطح مقطع های به ترتیب چهارضلعی، دایروی و بیضوی موجب کاهش ضخامـــت پارچه می‌گردند. همچنین انعطاف پذیری بالای نـــخ های حاصل از الیاف با ســـطح مقطع بیضوی، موجب کاهش ضخامت پارچه ی حاصله نســـبت به پارچه های تولید شده از الیاف با سطح مقطع دایروی مشابه می‌شود.



شکل ۲- تاثیر ظرافت لیف پلی استر بر ضخامت پارچه

سختی خمشی

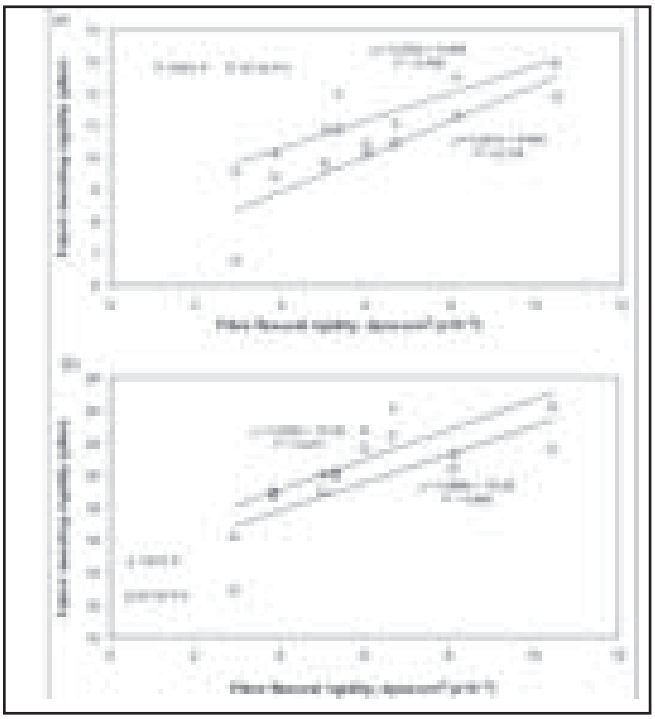
سختی خمشـــی پارچه ها یک ویژگی مکانیکی است که بسیار نزدیک به نرمـــی در زیردســـت پارچه ها و کاربرد آنها در برش و دوخت می باشـــد. داده‌های ارائه شـــده در جداول ۲ و ۵ حاکی از آن اســـت که هر چه دنیر الیاف بیشتر باشد، سختی خمشی نخ ها بیشتر شده و لذا سختی خمشی پارچه های تولید شده از آنها نیز بیشتر می‌گردد. الیاف با سطح مقطع‌های غیر دایروی مانند مثلثی و چهارضلعی، دارای مقاومت خمشـــی بیشـــتری نســـبت به الیاف با ســـطح مقطع دایروی می باشند. این روند در خصوص الیاف بیضوی عکس می باشـــد. ارتباط میان ســـختی خمشـــی پارچه‌ها و ســـختی لیف سازنده در شکل ۳(a) و ۳(b) حاکی از آن است که تعدادی تغییرات وجود دارد که توســـط عواملی جز ســـختی خمشـــی ذاتی الیاف ایجاد شـــده‌اند. این عوامل می تواند ناشـــی از تقابلات درون لیفی نتیجه شده از تغییرات در هندسه ی سطوح لیف باشد (تغییر در دانسیته خطی، قطر و یا شـــکل ســـطح مقطع الیاف)؛ چرا کـــه در مکانیک خمش پارچه، ســـهم ســـختی خمشـــی لیف از طریق محدودیت‌های هندسی در خمش پدیدار می گردد.

بر اساس اطلاعات ارائه شده در جدول (۲)، می توان اظهار نمود که تغییر در اندازه و شـــکل لیف ســـازنده به همراه ســـختی ذاتی می تواند موجب تغییرات در سختی و یا قطر نخ ها یا پوشش ناچیز در پارچه های تاری و پودی بافته شده از آنها گردد که می تواند سختی خمشی پارچه را تغییر دهد. در حقیقت، ســـختی نخ و پوشـــش ناچیز بر فشـــار تماسی در نقاط تقاطع نخ ها تاثیرگذار می باشـــد. هر چه ســـختی نخ و نیز پوشش ناچیز رشته ی عرضی بیشتر باشد، فشار تماسی و لذا انرژی فشاری بیشتری در فرآیند توزیع تجعد (در منطقه خمش هنگامی که پارچه خم می شـــود) مورد نیاز است.

(Gibson&postle، 1978: Grosberg – 1966. Hamburger، platt & Morgan، 1952 – Peirce 1937)

جدول ۵- تأثیر ظرافت و شکل سطح مقطع لیف پلی استر بر شکل پذیری و خصوصیات مکانیکی مربوط به زیردست پارچه ۱۰۰٪ پلی‌استر و ۳۳:۶۷ پلی استر : ویسکوز

شماره پارچه‌مرجع	F-I (۲mm)	F-II (۲mm)	BR-I (Nmμ)	BR-II (Nmμ)	SR (N/m)	T۲ (mm)	T100 (mm)	ST (mm)	قابلیت‌فشردگی (٪)	E-I ($\times10^{-3}$)	E-II ($\times10^{-3}$)
S۱	۰/۲۴۸	۰/۲۵۱	۱۹/۰	۱۰/۱	۶۳/۳۳	۰/۵۹۷	۰/۳۸۲	۰/۲۱۵	۳۶/۰۱	۱۳/۰۵	۲۴/۸۵
S۲	۰/۲۸۴	۰/۳۸۳	۱۸/۷	۹/۴	۵۳/۶۶	۰/۵۸۰	۰/۳۷۸	۰/۲۰۲	۳۴/۸۲	۱۵/۱۸	۴۰/۷۴
S۳	۰/۲۷۲	۰/۲۹۶	۲۰/۰	۱۰/۹	۷۲/۴۲	۰/۶۲۳	۰/۳۹۵	۰/۲۲۸	۳۶/۷۲	۱۳/۶	۲۷/۱۵
S۴	۰/۳۰۱	۰/۴۷۸	۱۹/۰	۹/۸	۵۹/۶۶	۰/۵۹۰	۰/۳۸۴	۰/۲۰۶	۳۴/۹۱	۱۵/۸۴	۴۳/۷۷
S۵	۰/۳۶۳	۰/۳۸۱	۲۰/۲	۱۲/۰	۷۵/۳۳	۰/۶۶۹	۰/۴۲۲	۰/۲۴۷	۳۶/۹۲	۱۸/۱۵	۳۱/۷۵
S۶	۰/۳۷۰	۰/۴۸۷	۱۹/۹	۱۰/۹	۶۲/۰۰	۰/۶۱۶	۰/۴۰۰	۰/۲۱۶	۳۵/۱۷	۱۸/۵۹	۴۴/۶۷
S۷	۰/۳۸۸	۰/۴۳۳	۲۱/۲	۱۲/۵	۸۴/۶۶	۰/۶۸۹	۰/۴۳۰	۰/۲۵۹	۳۷/۵۹	۱۸/۳۰	۳۴/۶۴
S۸	۰/۴۱۳	۰/۵۱۲	۲۰/۳	۱۱/۳	۶۹/۳۳	۰/۶۳۴	۰/۴۰۹	۰/۲۲۵	۳۵/۵۲	۲۰/۳۴	۴۵/۳۰
S۹	۰/۴۲۰	۰/۴۶۷	۲۴/۲	۱۲/۹	۹۴/۳۳	۰/۷۰۱	۰/۴۳۵	۰/۲۶۶	۳۷/۹۴	۱۸/۳۰	۳۶/۲۰
S۱۰	۰/۴۳۵	۰/۵۳۹	۲۱/۶	۱۱/۹	۷۴/۰۰	۰/۶۴۸	۰/۴۲۵	۰/۲۲۳	۳۴/۴۱	۲۰/۳۴	۴۹/۲۹
S۱۱	۰/۳۲۶	۰/۵۱۵	۱۳/۰	۷/۱	۳۳/۰۰	۰/۴۸۰	۰/۳۸۲	۰/۰۹۸	۲۰/۴۱	۲۴/۹۵	۷۲/۵۳
S۱۲	۰/۳۰۹	۰/۵۱۸	۲۲/۷	۱۰/۴	۷۱/۶۶	۰/۶۵۶	۰/۴۳۱	۰/۲۲۵	۳۴/۲۹	۱۳/۵۹	۴۹/۶۵
S۱۳	۰/۳۴۴	۰/۵۷۴	۲۱/۶	۱۰/۱	۶۳/۵۰	۰/۶۱۱	۰/۴۱۰	۰/۲۰۱	۳۲/۸۹	۱۵/۸۷	۵۶/۶۴
S۱۴	۰/۲۷۹	۰/۴۹۸	۱۶/۲	۹/۵	۶۳/۶۶	۰/۶۴۵	۰/۴۱۹	۰/۲۱۶	۳۳/۴۸	۱۷/۲۵	۵۲/۰۷
S۱۵	۰/۳۲۲	۰/۵۰۳	۱۲/۹	۶/۷۳	۵۴/۳۳	۰/۵۹۹	۰/۴۰۳	۰/۱۹۶	۳۲/۷۲	۲۴/۸۹	۷۴/۷۰
S۱۶	۰/۳۲۷	۰/۵۲۹	۲۴/۱	۱۱/۱	۷۶/۰۰	۰/۶۷۲	۰/۴۴۰	۰/۲۳۲	۳۴/۵۲	۱۳/۸۹	۵۰/۲۷
S۱۷	۰/۳۶۳	۰/۵۹۸	۲۲/۳	۱۰/۴	۷۳/۰۰	۰/۶۴۳	۰/۴۲۹	۰/۲۱۴	۳۳/۳۵	۱۵/۹۸	۶۲/۵۷
S۱۸	۰/۲۳۰	۰/۲۹۴	۱۶/۹	۸/۱	۶۲/۱۵	۰/۵۶۰	۰/۳۸۰	۰/۱۸۰	۳۲/۱۴	۱۳/۵۸	۳۶/۳۲
S۱۹	۰/۲۷۸	۰/۴۹۷	۱۱/۲	۵/۹	۲۲/۳۳	۰/۴۷۴	۰/۳۷۵	۰/۰۹۹	۲۰/۸۸	۲۴/۸۹	۸۳/۷۶



شکل ۳- ارتباط میان سختی خمشی لیف و پارچه در جهت تار (a) و پود (b)

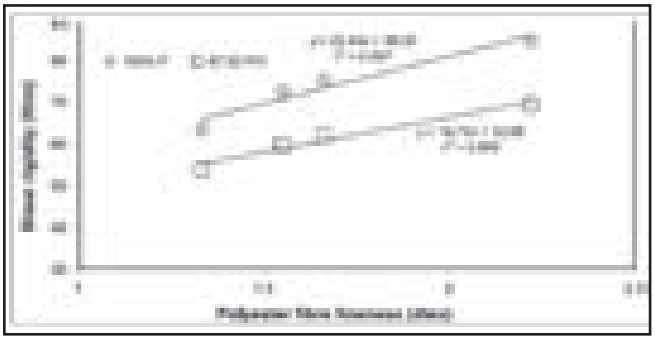
سختی برشی

مقادیر سختی برشی محاسبه شده از ازدیاد طول پذیری اریب پارچه ها که در جدول ۵ ارائه شده است، تاثیر شکل لیف پلی استر و حالت مخلوط را بر خصوصیات پارچه در رابطه با نیروهای برشی بیان می‌کند.

سطح پذیرش تغییر شکل برشی، مطابقت پارچه ها را تعیین نموده که به هر سطح سه بعدی قابل فیت شدن می باشد. عکس ازدیاد طول پذیری اریب، برابر با ضریب سختی نسبت به تغییر شکل برشی می‌باشد.

ضریب همبستگی بالا و مثبت در شکل ۴ نشان دهنده ی رابطه ی مستقیم دانسیته خطی لیف با سختی برشی پارچه بوده و بدین معناست که هر چه لیف ضخیم تر گردد، سختی برشی پارچه بیشتر می شود.

همچنین با توجه به داده های به دست آمده می توان چنین نتیجه گرفت که انحراف از مدور بودن در سطح مقطع لیف منجر به تغییر قابل توجهی در سختی برشی می گردد.

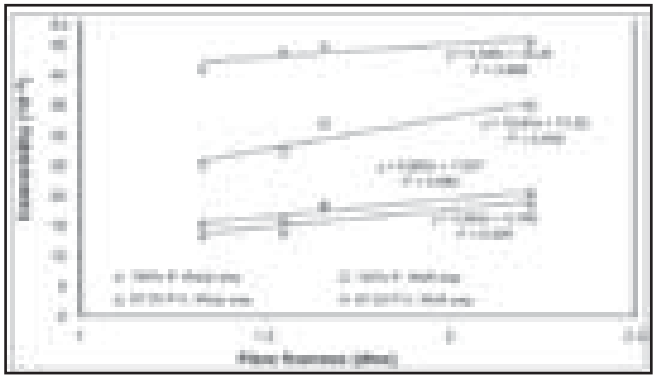


شکل ۴- تاثیر ظرافت لیف پلی استر بر سختی برشی پارچه‌های حاصل از آن

جدول ۲ حاوی قطر نخ، عرض نخ، ضریب اصطکاک نخ با نخ و سختی خمشی نمونه پارچه های مختلف می باشد. با افزایش دانسیته خطی لیف پلی استر، مقادیر سختی خمشی، قطر نخ و ضریب اصطکاک نخ با نخ افزایش یافته که موجب محدود گشتن بیشتر چرخش نسبی دو مجموعه نخ (تار و پود) در نقاط تقاطع می شود.

حین لغزش و یا چرخش نسبی، مقاومت تولید شده توسط نیروهای اصطکاکی و سختی خمشی الاستیک نخ ها تحمیل می گردد. (بر خلاف شبکه های ساده که در آنها هیچ نیروی اضافی جز نیروی اصطکاک مورد نیاز نمی باشد).

سختی خمشی بیشتر (Grosberg و همکارانش، ۱۹۶۸) و قطر بیشتر نخ ها (1937Piece) موجب مقاومت بیشتر در برابر آزادی جابه جایی نخ در طول بارگذاری برشی می گردد. به همین ترتیب، پارچه های متشکل از الیاف با سطح مقطع های مثلثی و چهارضلعی که در شکل ۵ نشان داده شده اند، به واسطه ی سختی خمشی بیشتر و حجیم بودن، سختی برشی بیشتری نسبت به پارچه های متشکل از الیاف با سطح مقاطع های دایروی دارند.



شکل ۵- تاثیر دانسیته خطی لیف پلی استر بر ازدیاد طول پذیری پارچه

از این رو پارچه ها در برابر تغییر شکل برشی سفت (شق) می گردند. اما در پارچه های متشکل از الیاف با سطح مقطع بیضوی، سفتی برشی کمتر می‌تواند به مدول کششی و نیز سختی های خمشی و پیچشی کمر الیاف نسبت داده شود، چرا که نیروی لازم برای تغییر زاویه تقاطع نخ ها باید بر اصطکاک، خمش، کشش و تاب تحمل الیاف و نخ ها غلبه نماید.

سختی برشی کمتر نمونه های مخلوط ویسکوز در مقایسه با نمونه های ۱۰۰ درصد پلی استر، به واسطه ی قطر کاهش یافته ی نخ و نیز سختی خمشی کمتر نخ بوده که موجب مقاومت کمتر در برابر حرکات جانبی می گردد.

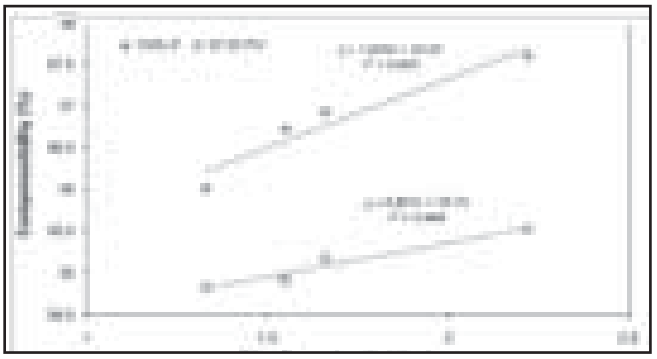
ازدیاد طول پذیری

مقادیر ازدیاد طول پذیری پارچه ها که موجب کشسان شدن آنها می گردد (هنگامی که نیرو از ۵ به ۲۰ (gf/cm) می رسد)، در جدول ۵ خلاصه شده است. به علاوه، هنگامی که دانسیته خطی لیف پلی استر از ۱/۳۳ به ۲/۲۲ دسی تکس (شکل ۵) افزایش می یابد، روند فزاینده ای در مقادیر ازدیاد طول پذیری پارچه‌ها مشاهده می گردد. همچنین پارچه های متشکل از الیاف با سطح مقطع عای غیر دایروی، ازدیاد طول پذیری بیشتری در مقایسه با پارچه های حاصل از الیاف با سطح مقطع های غیر دایروی از خود نشان می دهند. قابلیت بسط یافتن بیشتر

در پارچه های تشکیل شده از الیاف با دانسیته خطی بیشتر و شکل سطح مقطع تغییر یافته، می تواند به حجیم تر بودن نخ های مربوطه و لذا فرو موج نخ، نسبت داده شـود؛ چرا که ازدیاد طول پذیری تنش پایین در طول رشـته ها (تار و پود) اساساً توسط توزیع تجعد کنترل می گردد (Peirce، 1937).
اما در خصوص پارچه های متشکل از الیاف با سطح مقطع بیضوی، علاوه بر عوامل مذکور، مدول کششـی بسـیار کم این لیف نیز موجب کش آمدن آسـان تر آن می‌گردد. بنابراین، ازدیاد طول پذیری پارچه های متشکل از الیاف با سطح مقطع بیضی در بین کلیه الیاف متناظر، بیشتر می باشد.

قابلیت فشردگی

قابلیـت فشـردگی پارچـه بـر نرمـی آن تاثیرگـذار مـی باشـد (Howell، Mieszkis & Tabor، 1959). داده هـای ارائـه شـده در جـدول ۵ حاکی از آن اسـت کـه هنگامی که پارچه ها از الیاف پلی اسـتر بـا دنیر بالا تولید می گردند، قابلیت فشـردگی آنها بهبود می یابد. ضرایب همبسـتگی آماری ارائه شده در شـکل ۶ نیز نشان می دهد که رابطه میان ظرافت لیف و قابلیت فشـردگی پارچه تولیدی، حقیقی می باشد. بر اساس اطلاعات جدول ۵، قابلیت فشـردگی در پارچه های تشکیل شده از الیاف با سـطح مقطع چهارضلعی در هر دو حالت مخلوط (۱۰۰٪ پلی اسـتر و P/V ۶۷/۳۳) در بین کلیه الیاف با سطح مقطع های غیر دایروی، بیشتر می‌باشد. اسـتفاده از سـطح مقطع مثلثی موجب ایجاد قابلیت فشردگی بیشتری در مقایسـه با استفاده از الیاف با سطح مقطع دایروی می گردد. این واکنش به واسـطه ی میزان حجم تولید شده می باشد. همچنین فشردگی داخلی نخ که عاملی تعیین‌کننده در تعیین قابلیت فشـردگی پارچه می باشد، توسط ضریب پوششی نخ کنترل می‌گردد.



شکل ۶- تاثیر ظرافت لیف پلی استر بر قابلیت فشردگی پارچه‌های تولیدی از آن

شکل پذیری

شـکل پذیـری خصوصیتی از پارچه اسـت کـه بیانگر کاربـرد آن طی عملیات دوزندگی می باشـد. راهبردهایی که منجـر به تمایل پارچه به چروک خوردگی طی و یا پس از دوخت می گردد، می تواند از اطلاعات شـکل‌پذیری حاصـل گـردد. جـدول ۵ اطلاعاتی صریـح در خصوص شکل‌پذیری ارائه نموده که نقش واضح شکل و اندازه الیاف پلی استر در پارچه های ۱۰۰ درصد و مخلوط P/V ۶۷/۳۳ را بیان می نماید. افزایش تدریجی دنیر لیف منجر به بهبود شـکل پذیری پارچه می گردد. تا آنجا که به شکل سطح مقطع مربوط می شود، سطح مقطع مثلثی در مقایسه با سطح مقطع دایروی هم ارز، عملکرد بهتری در دوزندگی دارد.
همچنین سطح مقطع چهار ضلعی نسبت به سطح مقطع بیضی و دایروی در خصوص شـکل پذیری، کارکرد بهتری دارد. سهم دنیر و شکل سطح مقطع الیاف در مورد شـکل پذیری می تواند بر اسـاس اطلاعات پارچه (سختی خمشـی و قابلیت فشردگی طولی) در نظر گرفته شود، چرا که شکل پذیری می تواند به صورت محصولی از این دو پارامتر عنوان گردد. ازدیاد طول پذیری پارچه به عنوان یک جانشـین مناسـب برای قابلیت فشـردگی طولی پارچه محسـوب می گردد. علت این امر تشـابه مدول اولیه کشـش و مدول اولیه ی منحنی فشـار می باشد (Dhingra & postte، 1980، Lindberrg etal، 1960). مقادیر شـکل پذیری در پارچه‌های صد در صد ویسکوز کم بوده و شکل پذیری هنگام اختلاط پلی استر با ویسکوز، بهبود می یابد.

نتایج

نتایج حاصله عبارتند از:
۱- سـختی نخ و پفکی بودن آن به طرز قابل توجهی با تغییر در شـکل سـطح مقطع تغییر نموده و هر یک تاثیر چشـمگیری بـر پارامترهای ساختاری پارچه به ویژه درصد چروک و تراکم بافت دارند.
۲- افزایـش دنیـر لیف پلی اسـتر منجر به افزایش ضخامـت و قابلیت فشردگی در هر دو پارچه ای خالص و مخلوط می گردد.
۳- نقش الیاف با سطح مقطع غیر دایروی در ثابت نگه داشتن ضخامت پارچه آشـکار است. استفاده از الیاف با سطح مقطع چهارضلعی، دایروی و بیضی منجر به کاهش ضخامت و قابلیت فشردگی پارچه های تولیدی می گردد.
۴- سـطح مقطع سـه ضلعی و چهارضلعی، نخ پفکی و سفت تری تولید مـی نمایند که منجر به تولید پارچه های سـفت تـری (خمش برش) می‌گردد. الیاف با سـطح مقطع بیضی به واسـطه ی سـختی خمشی و پیچشـی کمتری که دارند، پارچه ای با سـختی و شکل پذیری کمتری تولیـد می نمایند کـه در عوض، ضخامت و فشـردگی متعادل و ازدیاد طول‌پذیری بالایی دارد.
۵- مخلوط نمودن الیاف پلی اسـتر با ویسـکوز موجب کاهش سـفتی می‌گردد (خمش و برش) اما در عوض شکل پذیری و ازدیاد طول پذیری را افزایش می دهد. پارچه های ۱۰۰٪ ویسـکوز سختی خمشی و برشی کمی دارند.

1- Fabric Assurance by simple method
2- Bending rigidity
3- Shear rigidity
4- Surface Thickness
5- Extensibility
6- Formability

منبع:
The Journal of The Textile Institute
Vol. 102، No. 1، January 2011، 31–40