تکنولوژی نساجی

اثر ظرافت الیاف و سرعت ریسندگی روی خواص نخ پلی‌استر ورتکس

مترجم: امین رضایی

چکیده

خواص نخ ورتکس تولید شده از الیاف پلی‌استر با ظرافت و سرعت‌های ریسندگی مختلف بررسی شده است. الیافی با ٤ ظرافت مختلف (۰/۹، ۱/۱، ۱/۳ و ۱/۵ دسی تکس) برای تولید نخ‌های پلی‌استر ورتکس ۲۰ تکس با ۵ سرعت ریسندگی مختلف (۳۲۰، ۳٤۰، ۳٦۰، ۳۸۰ و ٤۰۰ متر بر دقیقه) مورد استفاده قرار گرفت و سپس این نخ‌ها از نظر خواص مرتبط با نایکنواختی، استحکام کششی و پرزینگی مورد آزمایش قرار گرفتند. از روش‌های رگرسیون چند متغیره خطی برای برآورد ویژگی‌های کیفی نخ استفاده شد. ملاحظه شد که ظرافت الیاف و سرعت ریسندگی تاثیری در استحکام کششی نخ ورتکس ندارد. نایکنواختی نخ برای الیاف ضخیم‌تر (۱/۵ دسی تکس) بیشترین و برای الیاف ظریف‌تر (۰/۹ دسی تکس) کمترین است. کمترین مناطق نازک برای الیاف ۰/۹ دسی تکس مشاهده شد. شاخص پرزینگی (H) تا رسیدن ظرافت به ۱/۱ دسی تکس کاهش یافته و با ظریف‌تر شدن بیش از این مقدار افزایش می‌یابد. با این حال، پرزینگی Zweigle (۱ میلی-متر) با ظریف‌تر شدن الیاف کاهش می‌یابد. سرعت ریسندگی ورتکس تنها روی مقادیر پرزینگی تاثیرگذار است.

مقدمه

اخیراً صنعت نساجی توجه خود را روی قابلیت تولید بیشتر، مصرف انرژی کمتر و نیاز کمتر به کارگر متمرکز کرده است. ریسندگی ورتکس امکان تولید نخ‌هایی با ساختار مشابه نخ رینگ را با ترکیبی از الیاف مغذی و الیاف پیچیده شده به دور آن فراهم می‌کند.

ویژگی‌های مکانیکی نخ‌های تولید شده از الیاف کوتاه تحت تاثیر ساختار نخ قرار دارد که به وسیله آرایش الیاف در سطح مقطع نخ تعیین می‌شود. ویژگی‌های بسیاری مانند استحکام کششی، ازدیاد طول تا پارگی، پرزینگی و نایکنواختی نخ‌های ریسیده شده، به توزیع الیاف در امتداد سطح مقطع بستگی دارد. آرایش الیاف و توزیع آن‌ها تا حد زیادی تحت تاثیر تعداد الیاف موجود در سطح مقطع است که توسط ظرافت الیاف انتخاب شده تعیین می‌شود. کارهای زیادی در زمینه آرایش الیاف در نخ ورتکس انجام شده است، اما هیچ کدام از آن‌ها به بررسی اثر سرعت ریسندگی و ظرافت الیاف روی ساختار و ویژگی‌های کیفی نخ‌های پلی‌استر ورتکس نپرداخته است. کسب اطلاعات مربوط به ظرافت و طول الیاف و همچنین سرعت ریسندگی ورتکس و خواص نخ نیاز به بررسی‌های اصولی دارد.

این مقاله نتایج آزمایشات انجام شده برای ایجاد درکی بهتر از اثر ظرافت الیاف پلی‌استر روی خواص نخ ورتکس را گزارش می‌دهد. علاوه بر این اثر سرعت ریسندگی ورتکس روی خواص نخ ورتکس نیز با ظرافت‌های مختلف بررسی شد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه‌های نخ ورتکس

نخ‌های مورد استفاده در این مطالعه با استفاده از ماشین ریسندگی ورتکس تولید شد. ۴ ظرافت مختلف از الیاف پلی‌استر (۰/۹، ۱/۱، ۱/۳ و ۱/۵ دسی

جدول ۱، مشخصات الیاف پلی‌استر

ازدیاد طول در پارگی، ٪	استحکام کششی، cN/tex	دانسیته خطی، dtex	طول، میلی‌متر	مقطع عرضی لیف	لیف
۱۸±۵	۶/۰±۰/۴	۰/۹	۳۸	دایره‌ای نیمه کدر	پلی‌استر
۲۰±۵		۱/۱			
۲۲±۵	۵/۹±۰/۴	۱/۳			
۲۴±۵		۱/۵			

جدول ۲، پارامترهای دستگاه ورتکس

سرعت تحویل	۳۲۰~۴۰۰
کشش کل	۲۱۴
کشش اصلی	۳۰
کشش اولیه	۳
نرخ تغذیه	۰/۹۶
نرخ برداشت	۱/۰۳
کندانسور، mm	۴/۰
گیج، mm	۴۱–۴۵
نازل	۵ حفره
فاصله نازل، mm	۲۰/۰
دوک، mm	۱/۱
نوار جداکننده، mm	۲/۴
فشار نازل	۰/۵۰

تکس) مورد استفاده قرار گرفتند. طول همهٔ این الیاف ۳۸ میلی‌متر انتخاب شد. مشخصات این الیاف در جدول ۱ آمده است. تبدیل الیاف به فتیله‌های ممتد با استفاده از دستگاه Rieter drawframe D40 و با سرعت تحویل ۵۰۰ متر بر دقیقه انجام شد. سه مسیر کشش برای فتیله در نظر گرفته شده بود به طوری که دانسیته خطی فتیله نهایی ۴/۲۲ کیلو تکس باشد. فتیله‌ها توسط دستگاه ریسندگی ورتکس موراتا (MVS 861) به نخ‌های پلی‌استر ۲۰ تکس تبدیل شدند. ۵ سرعت مختلف از ۳۲۰ متر بر دقیقه تا ۴۰۰ متر بر دقیقه برای هر ۴ نمونه الیاف استفاده شد. پارامترهای دستگاه که برای تولید این نخ‌های ورتکس استفاده شد در جدول ۲ آمده است.

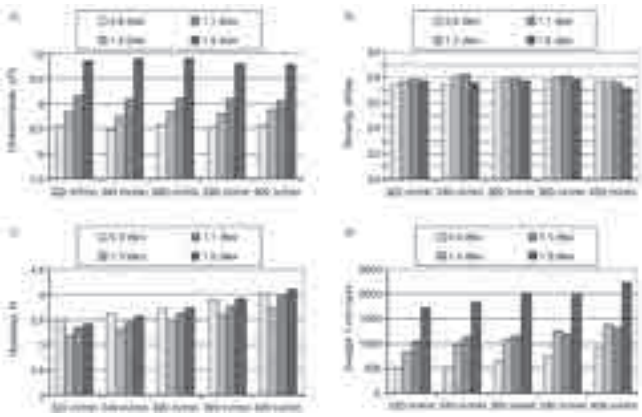
روش‌های آزمایش

همهٔ نمونه‌های نخ از نظر نایکنواختی، عیوب و شاخص پرزینگی H توسط دستگاه Uster Tester UT5 مورد آزمایش قرار گرفتند. استحکام کششی و درصد ازدیاد طول تا پارگی با استفاده از دستگاه Uster Tensorapid UTR4 محاسبه شد. پرزینگی با شمارش تعداد الیاف خارج شده توسط دستگاه Zweigle Hairiness Tester (Model G567) اندازه‌گیری شد.

خواص نایکنواختی با استفاده از دستگاه Uster Tester UT5 و در سرعت ۴۰۰ متر بر دقیقه به مدت ۲/۵ دقیقه ارزیابی شد. خواص استحکام کششی نخ‌ها با استفاده از دستگاه Uster Tensorapid در سرعت ۵۰۰۰ متر بر دقیقه محاسبه شد. ۲۰ مشاهده برای هر نمونه نخ انجام شد و سپس میانگین آن‌ها محاسبه شد. اندازه–گیری پرزینگی نخ‌های ورتکس با هر دو دستگاه Uster Tester 5 و Zweigle Hairiness Tester Zweigle G567 انجام شد. الیاف خارج شده با استفاده از دستگاه Zweigle G567 برای یک طول ۱۰۰ متری از هر نمونه و در سرعت ۵۰ متر بر دقیقه تعیین شدند.

روش‌های آماری

آنالیز رگرسیون متداول‌ترین روش آماری مورد استفاده برای برآورد ارتباط بین یک متغیر وابسته و یک یا چند متغیر مستقل است. ارتباط کمّی بین خواص منسوجات را می‌توان با این آنالیز رگرسیون توصیف کرد. روش آنالیز رگرسیون چند متغیره برای نشان دادن رابطه بین ظرافت لیف، سرعت ریسندگی (متغیرهای مستقل) و خواص نخ (متغیر وابسته) انتخاب شد. آنالیز آماری نشان داد که یک رابطه تقریباً خطی بین ظرافت لیف و بعضی از خواص نخ وجود دارد. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار MATLAB نسخه ۷ انجام شد.



شکل ۱، اثر ظرافت الیاف روی: a) نایکنواختی؛ b) استحکام کششی؛ c) شاخص پرزینگی و d) پرزهای Zweigle mm۱ نخ پلی‌استر ورتکس در سرعت‌های ریسندگی مختلف.

نتایج و بحث

بی‌نظمی و عیوب جرمی

نتایج نایکنواختی نخ و عیوب بسیار حساس مربوط به ۵ سرعت مختلف در جدول ۳ مشاهده می‌شود. مشاهده شد که نخ ورتکس تهیه شده از الیاف پلی‌استر ظریف‌تر نا یکنواختی کمتر و نخ تهیه شده از الیاف ضخیم‌تر بیشترین مقدار نایکنواختی را نشان می‌دهد. شکل ۱.a نشان می‌دهد که زمانیکه الیاف پلی‌استر ضخیم‌تر می‌شوند، نایکنواختی نخ پلی‌استر تولید شده با ریسندگی ورتکس بیشتر می‌شود. جالب است که افزایش سرعت ریسندگی از ۳۲۰ تا ۴۰۰ متر بر دقیقه هیچ اثری روی نایکنواختی نخ ندارد. CVm(1m)٪ نخ‌های ورتکس تهیه شده از الیاف پلی‌استر با ۴ ظرافت مختلف نشان می‌دهد که نخ تهیه شده با الیاف پلی‌استر ۱/۱ دسی تکس مقادیر CVm(1m)٪ کمتری نسبت به دیگر ظرافت‌ها دارد. CVm(1m)٪ بالاتر نخ تهیه شده با الیاف ۰/۹ دسی تکس ممکن است به دلیل آشفتگی در شکل‌گیری نخ در دهانه دوک، در نتیجه تعداد بیشتر الیاف در سطح مقطع با شد.

عیوب بسیار حساس نخ که غالباً اتفاق می‌افتند، در پارچه‌های تهیه شده از نخ‌های رینگ به ندرت قابل تشخیص است، در حالیکه در مورد نخ‌های ورتکس به دلیل پرزینگی کمتر آن‌ها و ظاهر آشکارتر پارچه، اثر عیوب بسیار حساس نخ اهمیت بالایی دارد. مناطق نازک بسیار حساس (۳۰٪–) نخ ورتکس تهیه شده از الیاف پلی‌استر ۰/۹ دسی تکس ۶۰٪ کمتر از نخ‌های تهیه شده از الیاف ۱/۵ دسی تکس است. نتایج نشان می‌دهد که هر چه الیاف ظریف‌تر باشند، مناطق نازک کمتر خواهند بود. سرعت ریسندگی تاثیر خاصی روی میزان مناطق نازک در هیچ یک از موارد ندارد. همچنین مناطق ضخیم بسیار حساس (۳۵٪+) نیز تحت تاثیر ظرافت الیاف هستند.

جدول ۳، اثر ظرافت الیاف روی خواص نخ ورتکس در ۵ سرعت ریسندگی مختلف از ۳۲۰-۴۰۰ متر بر دقیقه؛ نمره نخ ۲۰ تکس

خاصیت	سرعت ریسندگی، m/min																			
	۳۲۰				۳۴۰				۳۶۰				۳۸۰				۴۰۰			
ظرافت لیف، dtex	۰/۹	۱/۱	۱/۳	۱/۵	۰/۹	۱/۱	۱/۳	۱/۵	۰/۹	۱/۱	۱/۳	۱/۵	۰/۹	۱/۱	۱/۳	۱/۵	۰/۹	۱/۱	۱/۳	۱/۵
نمره نخ، tex	۱۹/۶۷	۱۹/۷۰	۱۹/۷۱	۱۹/۷۲	۱۹/۶۷	۱۹/۷۷	۱۹/۷۶	۱۹/۶۷	۱۹/۶۹	۱۹/۷۵	۱۹/۷۹	۱۹/۶۹	۱۹/۶۶	۱۹/۷۲	۱۹/۶۶	۱۹/۶۳	۱۹/۶۸	۱۹/۷۲	۱۹/۶۸	۱۹/۶۳
CV% نمره نخ	۰/۶۱	۰/۴۳	۰/۴۲	۰/۴۷	۰/۳۷	۰/۴۱	۰/۳۸	۰/۴۹	۰/۴۷	۰/۵۸	۰/۴۶	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۵۴	۰/۵۰	۰/۴۱	۰/۶۶	۰/۳۸	۰/۴۶	۰/۲۴
استحکام کششی، cN/tex	۲۷/۴۷	۲۷/۷۴	۲۷/۸۸	۲۷/۷۲	۲۷/۴۲	۲۸/۱۵	۲۸/۲۷	۲۷/۶۷	۲۷/۶۴	۲۷/۹۲	۲۷/۹۱	۲۷/۷۶	۲۷/۸۰	۲۸/۰۶	۲۸/۱۷	۲۷/۸۹	۲۷/۶۹	۲۷/۷۴	۲۷/۵۸	۲۷/۱۸
ازدیاد طول در پارگی، ٪	۸/۴۰	۸/۹۴	۹/۰۸	۹/۳۹	۸/۳۶	۹/۰۵	۹/۱۳	۹/۱۸	۸/۳۵	۸/۹۶	۹/۰۱	۹/۱۵	۸/۳۹	۸/۸۶	۹/۰۱	۹/۱۱	۸/۳۹	۸/۷۴	۸/۸۶	۸/۹۴
نایکنواختی، U٪	۸/۵۷	۸/۸۴	۹/۱۶	۹/۸۶	۸/۴۸	۸/۷۶	۹/۰۹	۹/۸۹	۸/۵۶	۸/۸۴	۹/۱۱	۹/۸۹	۸/۵۴	۸/۸۰	۹/۱۰	۹/۸۱	۸/۵۶	۸/۸۷	۹/۰۵	۹/۷۹
CVm ٪(۱m)	۳/۲۲	۲/۸۲	۲/۹۷	۳/۲۰	۳/۲۶	۲/۷۵	۲/۹۲	۳/۲۳	۳/۲۹	۲/۸۰	۲/۹۲	۳/۴۵	۳/۲۸	۲/۸۴	۲/۹۷	۳/۳۶	۳/۲۳	۲/۸۸	۲/۸۸	۳/۳۱
ظریف (-۳۰٪)	۴۸۳	۵۸۸	۷۶۷	۱۱۷۰	۴۲۱	۵۲۹	۷۴۷	۱۱۸۶	۴۲۵	۵۷۳	۷۴۰	۱۱۸۷	۴۴۴	۵۳۳	۷۲۸	۱۱۹۲	۴۳۵	۵۴۳	۷۰۳	۱۱۲۵
ضخیم (+۳۵٪)	۲۸	۴۷	۶۰	۱۱۹	۳۵	۵۰	۶۲	۱۱۲	۳۸	۵۷	۵۷	۱۰۵	۴۴	۶۰	۵۴	۹۴	۵۷	۶۶	۶۰	۸۷
نپ (+۱۴۰٪)	۲۴	۱۱	۱۲	۱۲	۱۹	۹	۱۲	۱۲	۱۷	۸	۱۰	۱۰	۱۵	۷	۸	۸	۱۲	۷	۷	۵
پرزینگی، H	۳/۴۹	۳/۱۸	۳/۳۳	۳/۴۱	۳/۶۲	۳/۳۲	۳/۴۵	۳/۵۷	۳/۷۳	۳/۴۵	۳/۶۲	۳/۷۴	۳/۸۸	۳/۵۹	۳/۷۷	۳/۹۱	۴/۰۲	۳/۷۴	۳/۹۷	۴/۱۰
sh	۰/۶۹	۰/۵۹	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۷۲	۰/۶۱	۰/۶۳	۰/۶۴	۰/۷۲	۰/۶۳	۰/۶۵	۰/۶۷	۰/۷۶	۰/۶۶	۰/۶۹	۰/۷۰	۰/۷۸	۰/۶۹	۰/۷۳	۰/۷۴
پرزهای mm۱ Zweigle	۴۶۶	۸۲۸	۱۰۵۲	۱۷۱۹	۵۳۸	۹۸۵	۱۱۳۰	۱۸۳۵	۶۵۲	۱۰۸۶	۱۱۶۶	۲۰۱۳	۷۲۹	۱۲۳۱	۱۱۹۰	۲۰۱۰	۹۰۳	۱۳۸۳	۱۲۹۵	۲۲۳۹
پرزهای mm۲ Zweigle	۹	۱۹	۳۰	۷۱	۱۰	۲۷	۳۵	۷۲	۱۷	۳۸	۴۱	۸۱	۱۸	۴۲	۴۴	۹۱	۲۴	۵۱	۵۳	۱۱۱
پرزهای mm۳ Zweigle	۰/۳	۱/۷	۱/۲	۵/۲	۰	۲	۳	۶	۰	۳	۳	۴	۱	۴	۴	۸	۲	۴	۵	۹
مقدار S3 Zweigle	۱/۷	۱/۷	۱/۵	۶/۰	۰/۳	۲/۲	۳	۷/۸	۰	۳/۳	۴/۲	۵/۳	۱	۴/۲	۴/۵	۹/۰	۲/۲	۴/۷	۵/۲	۱۰/۸

الیاف ضخیم‌تر به دلیل تعداد الیاف کمتر در سطح مقطعشان مناطق ضخیم بیشتری دارند. سرعت ریسندگی تا حدودی روی مناطق ضخیم اثرگذار است که به ظرافت الیاف وابسته است. الیاف ضخیم‌تر تمایل بیشتری به تشکیل نخ در سرعت‌های بالا دارند و مناطق ضخیم کمتری را در سرعت‌های بالا نسبت به سرعت‌های پایین ایجاد می‌کنند. به این دلایل، مناطق ضخیم با افزایش سرعت در تولید نخ از الیاف ضخیم‌تر (۱/۵ دسی تکس) به طور خطی کاهش می‌یابند. با این حال، الیاف ظریف‌تر عکس این نتایج را نشان می‌دهند. الیاف ۰/۹ و ۱/۱ دسی تکس با افزایش سرعت ریسندگی افزایشی را در مناطق ضخیم نشان می‌دهند که ممکن است به دلیل تعداد الیاف بیشتر در سطح مقطعشان باشد، که منجر به آشفتگی در چرخش الیاف در محدوده نازل در سرعت‌های بالا می‌شود. نخ‌های ورتکس تهیه شده از الیاف ۱/۳ دسی تکس در سرعت‌های ریسندگی مختلف سطوح ثابتی از مناطق ضخیم را نشان می‌دهند.

میزان نپ نخ ورتکس تهیه شده از الیاف با ظرافت‌های مختلف نشان می‌دهد که ظرافت الیاف تاثیر مشخصی روی میزان نپ دارد. میزان نپ بسیار حساس (۱۴۰٪+) الیاف پلی‌استر ظریف (۰/۹ دسی تکس) بالاتر از الیاف پلی‌استر ضخیم‌تر است. با افزایش سرعت ریسندگی دستگاه ورتکس، میزان نپ هر ۴ نوع الیاف مورد استفاده شروع به کاهش می‌کند. در تشکیل نخ ورتکس، دسته‌های الیاف تحت تاثیر جریان هوای مارپیچ گردابی قرار گرفته و در نوک سوزن خارج شده از محور مرکزی دهانه در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. کاهش در سطح نپ ممکن است به دلیل ترکیب سرعت بالاتر و جریان هوای گردابی باشد که منجر به خارج شدن نپ از دسته‌های الیاف در حال حرکت به داخل محفظه مکش ضایعات می‌شود.

معادلات رگرسیون چند متغیره که ظرافت الیاف، سرعت ریسندگی و خواص نخ را به یکدیگر ربط می‌دهند در جدول ۴ آمده است. ضریب تشخیص، R^2، میزان پراکندگی متغیر وابسته را که توسط مدل رگرسیون ارائه شده

است، تعیین می‌کند. ملاحظه شد که متغیرهای مستقل تاثیر زیادی روی نایکنواختی (R^2-۰/۹۲۷) و مناطق نازک (R^2-۰/۹۰۶) دارند. از طرف دیگر، یک رابطه متوسط بین مناطق ضخیم نخ ورتکس (R^2-۰/۷۰۷)، ظرافت لیف و سرعت ریسندگی وجود دارد.

CVm(1m)٪ (R^2-۰/۰۱۳) و میزان نپ (R^2-۰/۳۴۴) با این پارامترها قابل توضیح نیستند. معادلات رگرسیون نشان می‌دهد که نایکنواختی نخ و مناطق نازک وابستگی زیادی به ظرافت لیف دارند، و به دنبال آن‌ها مناطق ضخیم قرار دارد. سرعت ریسندگی تاثیری روی نایکنواختی و مناطق نازک ندارد. شکل ۳ نمودار پراکندگی مقادیر پیش‌بینی شده را در مقابل مقادیر تجربی و خط

جدول ٤، معادلات رگرسیون برای ظرافت الیاف، سرعت ریسندگی و خواص نخ

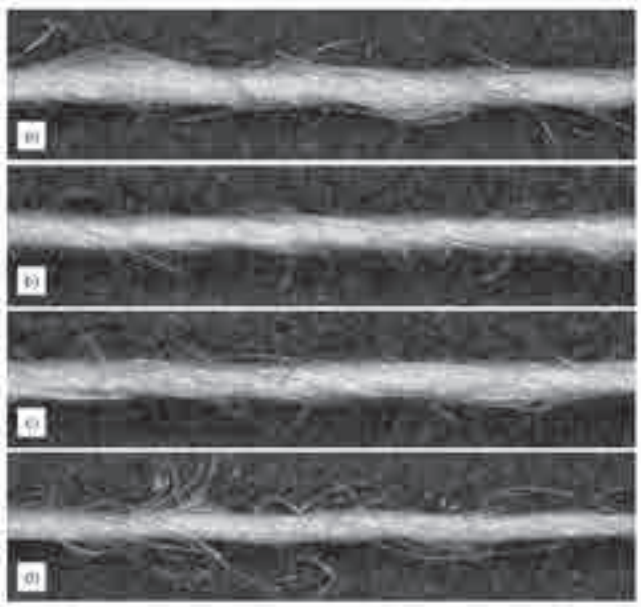
R^2	معادله رگرسیون	خاصیت
۰/۰۱۹	y=۰/۰۸۰۳(f) − ۰/۰۰۱۱(s) + ۲۸/۰۶۵۸	استحکام کششی، cN/tex
۰/۷۳۸	y=۱/۱۶۴۰(f) − ۰/۰۰۲۶(s) + ۸/۴۱۹۴	ازدیاد طول در پارگی، ٪
۰/۹۲۷	y=۲/۰۹۴۰(f) − ۰/۰۰۰۴(s) + ۶/۶۹۲۸	نایکنواختی، U٪
۰/۰۱۳	y= ۰/۱۳۳۲(f) + ۰/۰۰۰۶(s) + ۲/۷۰۲۶	CVm (1m)٪
۰/۹۰۶	y=[۱/۱۸۸۲(f) − ۰/۰۰۰۵(s) − ۰/۵۲۳۷]×۱۰^{۳}	ظریف (۳۰٪−)
۰/۷۰۷	y=۹۰/۸(f) + ۰/۰۲۳۵(s) − ۵۰/۶۵۱۷	ضخیم (۳۵٪+)
۰/۳۴۴	y= −۹/۳(f) − ۰/۰۰۴۴(s) + ۲۴/۰۵۱۷	نپ (۱۴۰٪+)
۰/۷۰۹	y=۰/۰۸۰۷(f) + ۰/۰۰۷۵(s) + ۰/۸۳۱۶	پرزینگی، H
۰/۶۰۸	y=−۰/۰۸۲۳(f) + ۰/۰۰۱۴(s) + ۰/۲۶۹۳	sh
۰/۸۹۲	y=[۲/۰۲۳۷(f) + ۰/۰۰۵۵(s) − ۳/۱۷۶۸]×۱۰^{۳}	پرزهای Zweigle mm۱
۰/۸۷۳	y=۱۰۶/۹۶۶۷(f) + ۰/۳۴۱۵(s) − ۲۰۷/۱۵۱۷	پرزهای Zweigle mm۲
۰/۸۶۶	y=۸/۶۳۳۳(f) + ۰/۰۳۵۰(s) − ۱۹/۶۷۶۷	پرزهای Zweigle mm۳
۰/۸۲۵	y=۱۰/۲۳۳۳(f) + ۰/۰۳۵۲(s) − ۲۱/۱۵۵۰	مقدار S3 Zweigle

رگرسیون مدل ما را برای نایکنواختی و عیوب بسیار حساس نشان می‌دهد.

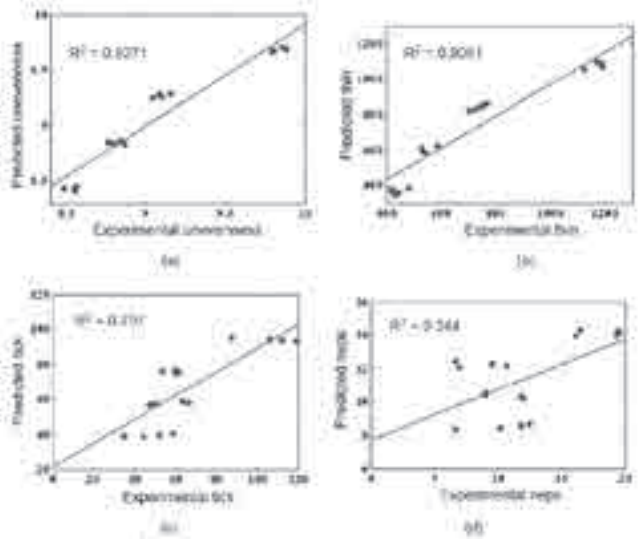
خواص کششی

خواص کششی نخ پلی‌استر ورتکس تهیه شده از الیاف با ظرافت‌های مختلف نیز در جدول ۳ مشاهده می‌شود. با توجه به شکل ۱.b مشخص می‌شود که استحکام کششی نخ ورتکس تحت تاثیر ظرافت الیاف و سرعت ریسندگی نیست. نتایج مربوط به درصد ازدیاد طول نشان می‌دهد که الیاف ضخیم‌تر ازدیاد طول بیشتری دارند. همچنین سرعت ریسندگی بالاتر باعث تولید نخ‌های با قابلیت کشش کمتر می‌شود که دلیل آن میزان تاب کمتر در ساختار نخ در سرعت‌های بالاتر است. این روند در مورد الیاف ۱/۳ و ۱/۵ دسی تکس مشاهده شد. در مورد الیاف ۰/۹ و ۱/۱ دسی تکس این روند مشاهده نشد که ممکن است به دلیل تعداد الیاف بیشتر در سطح مقطع باشد که می‌تواند در ایجاد تاب مورد نیاز حتی در سرعت‌های بالا کمک کند .

آنالیزهای آماری نشان می‌دهد که استحکام کششی (R2=۰/۰۱۹) تحت تاثیر ظرافت لیف و سرعت ریسندگی نیست. از طرف دیگر، این پارامترها اثر متوسطی روی درصد ازدیاد طول (R2=۰/۷۳۸) دارند. معادلات رگرسیون نشان می‌دهد که درصد ازدیاد طول تنها به ظرافت لیف وابسته است. شکل ۴ مدل رگرسیون استحکام کششی و درصد ازدیاد طول را نشان می‌دهد که



شکل ۲، ساختار نخ پلی‌استر ورتکس ۲۰ تکس تهیه شده از الیاف با ظرافت‌های مختلف: a) ۰/۹ dtex، b) ۱/۱ dtex، c) ۱/۳ dtex، d) ۱/۵ dtex.



شکل ۳، ضریب تشخیص R^2 : a) نایکنواختی، u٪، b) ظریف (۳۰٪−)، c) ضخیم (۳۵٪+)، d) میزان نپ (۱۴۰٪+).

در آن مقادیر استحکام کششی در اطراف خط رگرسیون به طور گسترده‌ای پخش شده‌اند

پرزینگی

به طور کلی، نخ ورتکس پرزینگی بسیار کمتری از نخ‌های رینگ و متراکم تهیه شده از الیاف یکسان دارد. تغییرات شاخص پرزینگی نخ ۱۰۰٪ پلی‌استر

ورتکس تهیه شده از الیاف با ظرافت و سرعت‌های ریسندگی مختلف در شکل ۱.c مشاهده می‌شود. به طور کلی با افزایش سرعت ریسندگی پرزینگی افزایش می‌یابد. نتایج نشان می‌دهد که نخ‌های تهیه شده از الیاف ۱/۱ دسی تکس کمترین شاخص پرزینگی را در تمام سرعت‌های ریسندگی در مقایسه با دیگر الیاف دارند. شاخص پرزینگی با ضخیم‌تر شدن و ظریف‌تر شدن الیاف نسبت به الیاف ۱/۱ دسی تکس تمایل به افزایش را نشان می‌دهد. افزایش در شاخص پرزینگی برای الیاف ظریف‌تر (۰/۹ دسی تکس) ممکن است به دلیل پیچیده شدن نایکنواخت الیاف به دور بدنه اصلی نخ باشد. در ارزیابی میکروسکوپی نیز نتایج یکسانی برای نخ‌های ورتکس تهیه شده از الیاف با ظرافت‌های مختلف حاصل شد که در شکل ۲ مشاهده می‌شود. پرزهای خارج شده با طول ۱ میلی‌متر که توسط دستگاه Zweigle hairiness tester (G567) اندازه‌گیری شدند در شکل ۱.d مشاهده می‌شود.

نتایج پرزینگی بر حسب طول که در جدول ۳ آمده است نشان می‌دهد که مقدار کمی پرزهای با طول ۳ میلی‌متر و بیشتر در نخ‌های ورتکس وجود دارد که در نتیجه می‌توان آن‌ها را به عنوان نخ‌های بدون پرز در نظر گرفت. با کاهش ظرافت الیاف کاهش قابل ملاحظه‌ای در پرزهای ۱ میلی‌متری مشاهده می‌شود. پرزهای ۱ میلی‌متری نخ ورتکس تهیه شده از الیاف ضخیم‌تر (۱/۵ دسی تکس) ٪۳۶۰ بیشتر از نخ‌های تهیه شده با الیاف ظریف‌تر (۰/۹ دسی تکس) است. صرف نظر از ظرافت الیاف، سرعت ریسندگی تاثیر مستقیمی روی پرزهای خارج شده دارد. با افزایش سرعت ریسندگی، کاهش در میزان تاب در ساختار نخ باعث افزایش تعداد پرزهای خارج شده می‌شود.

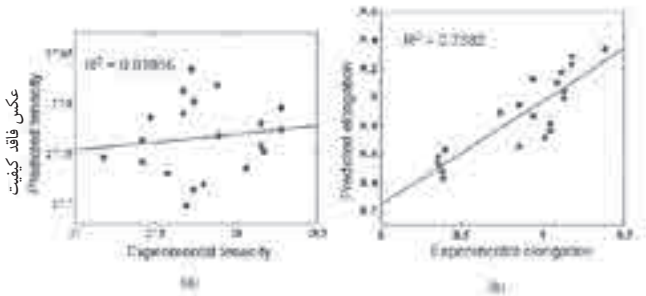
شکل ۵ نمودار پراکندگی مقادیر پیش‌بینی شده را در مقابل مقادیر تجربی و خط رگرسیون مدل ما را برای پرزینگی نخ ورتکس و پرزهای Zweigle نشان می‌دهد. مقدار R^2 برای شاخص پرزینگی در حد متوسط (R^2=۰/۷۰۹) بود، در حالیکه برای پرزهای Zweigle مقدار بیشتری (R^2=۰/۸۹۲) را نشان داد. معادلات رگرسیون نشان داد که ارتباطی قوی بین ظرافت الیاف و پرزهای Zweigle وجود دارد که به مقدار کمتری برای سرعت ریسندگی نیز وجود دارد.

نتیجه‌گیری

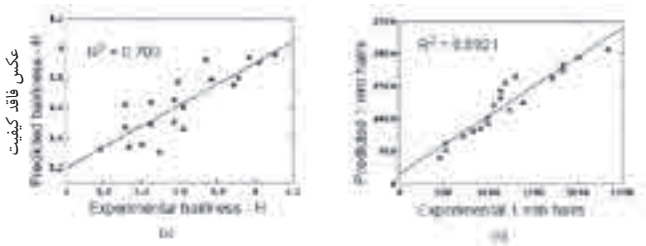
۱- برای ویژگی‌های با قاعده مانند نایکنواختی، و مناطق نازک و ضخیم، مقادیر بهتری با الیاف پلی‌استر ظریف‌تر به دست می‌آید که نشان دهنده این است که تعداد الیاف موجود در سطح مقطع تاثیر زیادی روی خواص یکنواختی نخ ورتکس دارد. استفاده از الیاف ظریف در مقایسه با الیاف ضخیم‌تر یکنواختی بهتری را در تمام سرعت‌های ریسندگی ایجاد می‌کند. سرعت ریسندگی تاثیری روی یکنواختی نخ ورتکس تهیه شده از الیاف با ظرافت‌های مختلف ندارد. با این حال، در نخ‌های تهیه شده از الیاف ظریف‌تر، تعداد بیشتر الیاف در سطح مقطع باعث ایجاد آشفتگی در تولید نخ ممتد در منطقه نازل شده و در نتیجه CVm (1m)٪ بالاتری را ایجاد می‌کند. CVm(1m)٪ نخ پلی‌استر ورتکس برای الیاف پلی‌استر ۱/۱ دسی تکس کمتر است و پس از آن با ضخیم‌تر شدن الیاف افزایش می‌یابد. الیاف ظریف‌تر منجر به ایجاد مناطق نازک و ضخیم کمتری می‌شوند که به دلیل تعداد الیاف بیشتر در سطح مقطع نخ است. میزان نپ نخ پلی‌استر ورتکس با افزایش سرعت ریسندگی اندکی کاهش می‌یابد که به دلیل خارج شدن نپ‌ها از بدنه نخ در سرعت‌های بالا است. الیاف ظریف‌تر نپ-های بیشتری را به دلیل ایجاد آشفتگی در تشکیل ساختار نخ تولید می‌کنند.

۲- هیچ رابطه خاصی بین ظرافت الیاف و استحکام کششی نخ ورتکس وجود ندارد. استحکام کششی نخ پلی‌استر ورتکس تحت تاثیر ظرافت الیاف و سرعت ریسندگی قرار ندارد. نتایج مشابه توسط تحقیقات قبلی نیز به اثبات رسیده است. نخ ورتکس تهیه شده از الیاف ضخیم‌تر درصد ازدیاد طول بیشتری را نسبت به الیاف ظریف‌تر نشان می‌دهد. درصد ازدیاد طول نخ ورتکس تهیه شده از الیاف ظریف‌تر (۰/۹ و۱/۱ دسی تکس) تحت تاثیر سرعت ریسندگی نیست در حالیکه برای الیاف ضخیم-تر (۱/۳ و ۱/۵ دسی تکس) با افزایش سرعت ریسندگی خواص ازدیاد طول کاهش می‌یابد. عملکرد نخ ورتکس در مرحله بعد از ریسندگی نیاز به مطالعه بیشتر دارد تا اثر واقعی خواص کششی نخ مشخص شود.

۳- خ ورتکس تهیه شده از الیاف ۱/۱ دسی تکس شاخص پرزینگی کمتری را نشان می‌دهد در حالیکه الیاف ۰/۹ دسی تکس به دلیل ساختار نایکنواخت نخ شاخص پرزینگی بیشتری دارند. نخ تهیه شده از الیاف ضخیم‌تر از ۱/۱ دسی تکس نیز افزایش در شاخص پرزینگی را نشان می‌دهد. نتایج آزمون-گر Zweigle نشان می‌دهد که الیاف ظریف‌تر پوشش بیشتری روی ساختار نخ نسبت به الیاف ضخیم‌تر ایجاد می‌کنند و پرزهای خارج شده بسیار کمتری را نیز خواهند داشت. سرعت ریسندگی یک رابطه خطی با پرزهای خارج شده از نخ پلی‌استر ورتکس دارد. میزان پرزینگی با افزایش سرعت ریسندگی و کاهش ظرافت الیاف افزایش می‌یابد.



شکل ٤، ضریب تشخیص R^2 : a) استحکام کششی cN/tex، b) درصد ازدیاد طول



شکل ۵، ضریب تشخیص R^2 : a) پرزینگی، b) پرزهای ۱ میلی‌متری Zweigle