تکنولوژی نساجی

اثر ظرافت الیاف و سرعت ریسندگی روی خواص نخ پلی‌استر ورتکس

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 میلی‌متر) 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 تکس) مورد استفاده قرار گرفتند. طول همه این الیاف ۳۸ میلی‌متر انتخاب شد.

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		۵/۱			

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

همه نمونه‌های نخ از نظر نایکنواختی، عیوب و شاخص پرزینگی H توسط دستگاه Uster Tester UT5 مورد آزمایش قرار گرفتند.

جدول ۲- پارامترهای دستگاه ورتکس

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

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 Hairi-ness 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 Ten-sorapid در سرعت ۵۰۰۰ متر بر دقیقه محاسبه شد. ۲۰ مشاهده برای هر نمونه نخ انجام شد و سپس میانگین آن‌ها محاسبه شد. اندازه‌گیری 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.

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

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

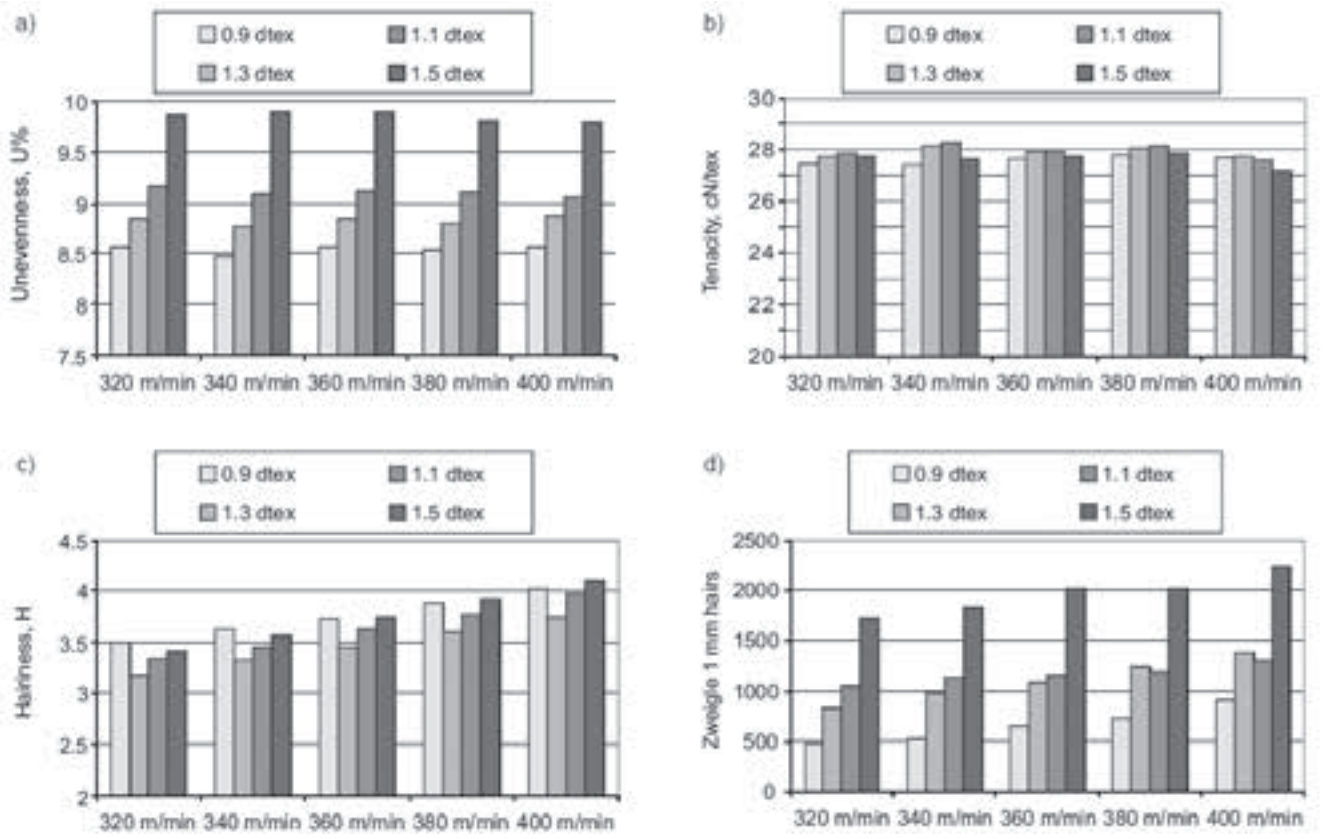
خاصیت	۳۲۰				۳۴۰				۳۶۰				۳۸۰				۴۰۰			
ظرافت لیف، dtex	۰/۹	۱/۱	۱/۳	۱/۵	۰/۹	۱/۱	۱/۳	۱/۵	۰/۹	۱/۱	۱/۳	۱/۵	۰/۹	۱/۱	۱/۳	۱/۵	۰/۹	۱/۱	۱/۳	۱/۵
نمره نخ، tex	۱۹/۶۷	۱۹/۷۰	۱۹/۷۱	۱۹/۷۲	۱۹/۶۷	۱۹/۷۷	۱۹/۷۶	۱۹/۶۷	۱۹/۶۹	۱۹/۷۵	۱۹/۷۹	۱۹/۶۹	۱۹/۶۶	۱۹/۷۲	۱۹/۶۶	۱۹/۶۳	۱۹/۶۸	۱۹/۷۲	۱۹/۶۸	۱۹/۶۳
CV٪ نمره نخ	۰/۶۱	۰/۴۳	۰/۴۲	۰/۴۷	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 (1m)٪	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 mm1 Zweigle	۴۶۶	۸۲۸	۱۰۵۲	۱۷۱۹	۵۳۸	۹۸۵	۱۱۳۰	۱۸۳۵	۶۵۲	۱۰۸۶	۱۱۶۶	۲۰۱۳	۷۲۹	۱۲۳۱	۱۱۹۰	۲۰۱۰	۹۰۳	۱۳۸۳	۱۲۹۵	۲۲۳۹
پرزهای mm2 Zweigle	۹	۱۹	۳۰	۷۱	۱۰	۲۷	۳۵	۷۲	۱۷	۳۸	۴۱	۸۱	۱۸	۴۲	۴۴	۹۱	۲۴	۵۱	۵۳	۱۱۱
پرزهای mm3 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

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 (۱ m) 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 (۱ m) کمتری نسبت به دیگر ظرافت‌ها دارد. ٪CVm (۱ m) 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 باشد.

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. 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



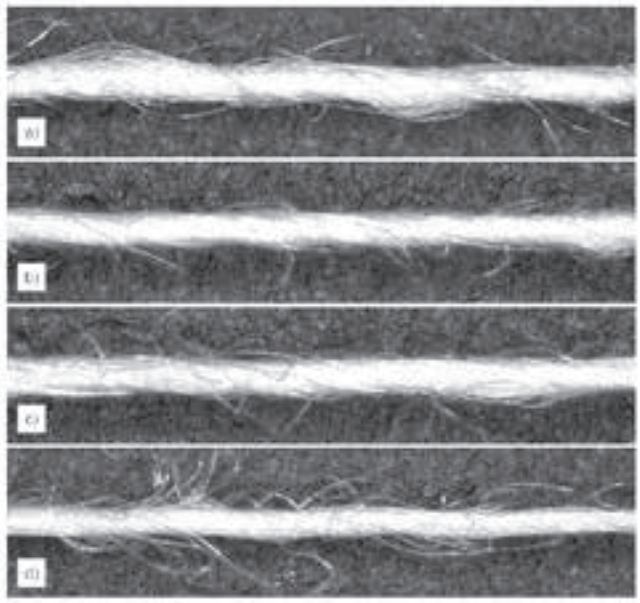
شکل ۱، اثر ظرافت الیاف روی: a) نایکنواختی؛ b) استحکام کششی؛ c) شاخص پرزینگی و d) پرزهای Zweigle 1 mm نخ پلی‌استر ورتکس در سرعت‌های ریسندگی مختلف.

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

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

خاصیت	معادله رگرسیون	R^2
استحکام کششی، cN/tex	$y = ۰/۰۸۰۳(f) - ۰/۰۰۱۱(s) + ۲۸/۰۶۵۸$	۰/۰۱۹
ازدیاد طول در پارگی، ٪	$y = ۱/۱۶۴۰(f) - ۰/۰۰۲۶(s) + ۸/۴۱۹۴$	۰/۷۳۸
نایکنواختی، U٪	$y = ۲/۰۹۴۰(f) - ۰/۰۰۰۴(s) + ۶/۶۹۲۸$	۰/۹۲۷
CVm (1m)%	$y = ۰/۱۳۳۲(f) + ۰/۰۰۰۶(s) + ۲/۷۰۲۶$	۰/۰۱۳
ظریف (۳۰٪-)	$y = [۱/۱۸۸۲(f) - ۰/۰۰۰۵(s) - ۰/۵۲۳۷]\times۱۰^{۳}$	۰/۹۰۶
ضخیم (۳۵٪+)	$y = ۹۰/۸(f) + ۰/۰۲۳۵(s) - ۵۰/۶۵۱۷$	۰/۷۰۷
نپ (۱۴۰٪+)	$y = -۹/۳(f) - ۰/۰۰۴۴(s) + ۲۴/۰۵۱۷$	۰/۳۴۴
پرزینگی، H	$y = ۰/۰۸۰۷(f) + ۰/۰۰۷۵(s) + ۰/۸۳۱۶$	۰/۷۰۹
sh	$y = -۰/۰۸۲۳(f) + ۰/۰۰۱۴(s) + ۰/۲۶۹۳$	۰/۶۰۸
پرزهای Zweigle 1 mm	$y = [۲/۰۲۳۷(f) + ۰/۰۰۵۵(s) - ۳/۱۷۶۸]\times۱۰^{۳}$	۰/۸۹۲
پرزهای Zweigle 2 mm	$y = ۱۰۶/۹۶۶۷(f) + ۰/۳۴۱۵(s) - ۲۰۷/۱۵۱۷$	۰/۸۷۳
پرزهای Zweigle 3 mm	$y = ۸/۶۳۳۳(f) + ۰/۰۳۵۰(s) - ۱۹/۶۷۶۷$	۰/۸۶۶
مقدار Zweigle S3	$y = ۱۰/۲۳۳۳(f) + ۰/۰۳۵۲(s) - ۲۱/۱۵۵۰$	۰/۸۲۵



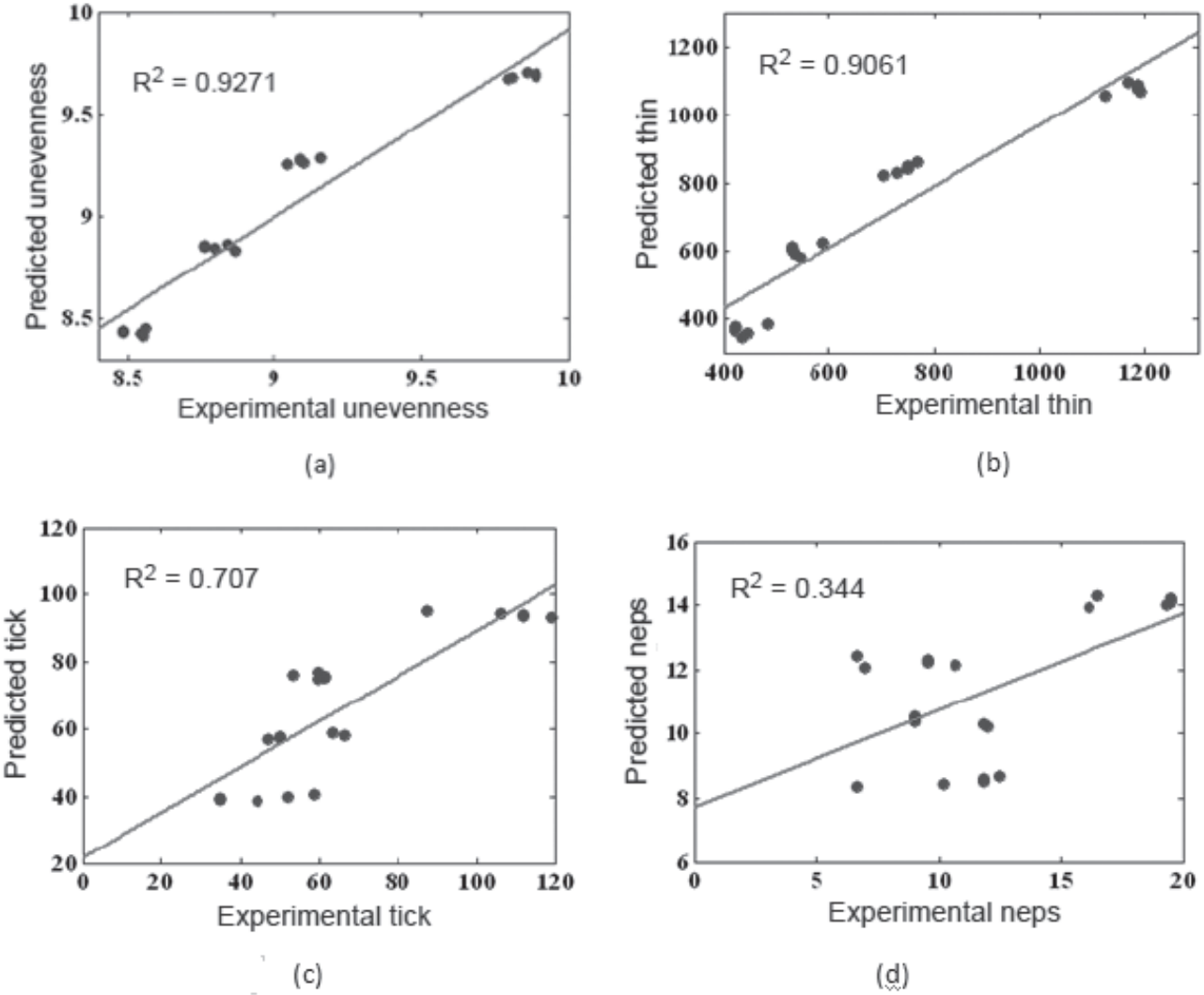
شکل ۲- ساختار نخ پلی‌استر ورتکس ۲۰ تکس تهیه شده از الیاف با ظرافت‌های مختلف: a) ۰/۹ dtex، b) ۱/۱ dtex، c) ۱/۳ dtex، d) ۱/۵ dtex.

کـه متغیرهـای مسـتقل تاثیـر زیـادی روی نایکنواختـی (R^2=۰/۹۲۷) و مناطـق نـازک (R^2=۰/۹۰۶) دارنـد. از طـرف دیگـر، یـک رابطـه متوسـط بیـن مناطـق ضخیـم نـخ ورتکـس (R^2=۰/۷۰۷)، ظرافـت لیـف و سـرعت ریسـندگی وجـود دارد.

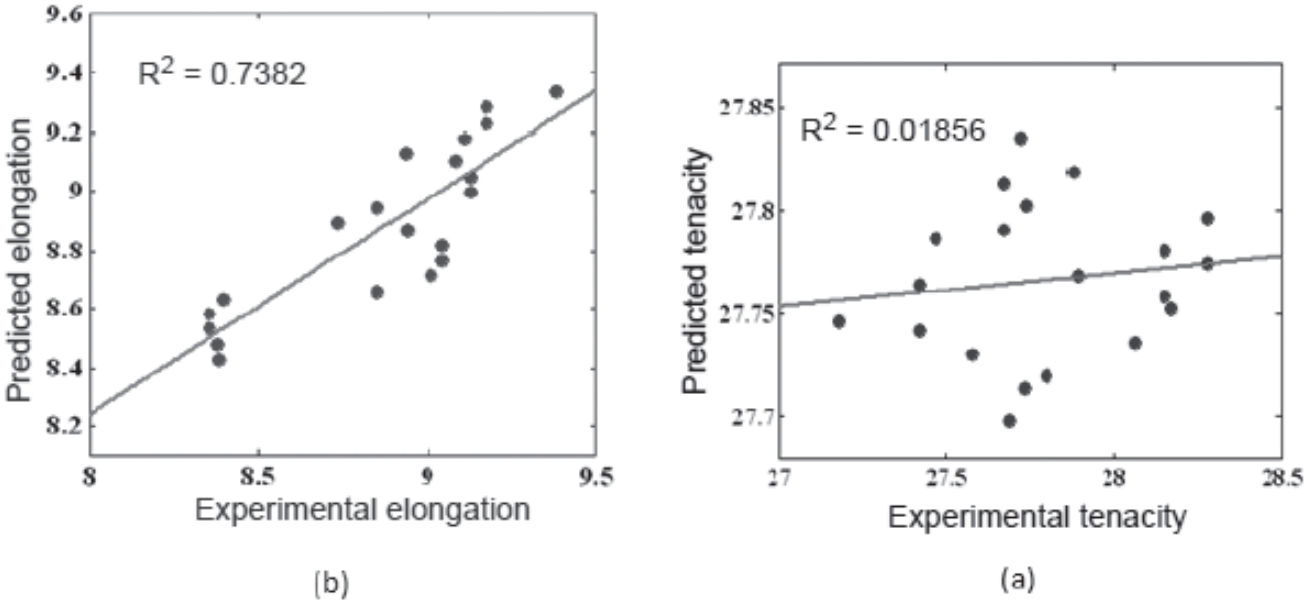
CVm (۱ m)٪ (R^2=۰/۰۱۳) و میـزان نـپ (R^2=۰/۳۴۴) بـا ایـن پارامترهـا قابـل توضیـح نیسـتند. معـادلات رگرسـیون نشـان می‌دهـد کـه نایکنواختـی نـخ و مناطـق نـازک وابسـتگی زیـادی بـه ظرافـت لیـف دارنـد، و بـه دنبـال آن‌هـا مناطـق ضخیـم قـرار دارد. سـرعت ریسـندگی تاثیـری روی نایکنواختـی و مناطـق نـازک نـدارد. شـکل ۳ نمـودار پراکندگـی مقادیـر پیش‌بینـی شـده را در مقابـل مقادیـر تجربـی و خـط رگرسـیون مـدل مـا را بـرای نایکنواختـی و عیـوب بسـیار حسـاس نشـان می‌دهـد.

خواص کششی

خـواص کششـی نـخ پلی‌اسـتر ورتکـس تهیـه شـده از الیـاف بـا



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



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

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 (R^2=۰/۰۱۹) تحت تاثیر ظرافت لیف و سرعت ریسندگی نیست. از طرف دیگر، این پارامترها اثر متوسطی روی درصد ازدیاد طول (R^2=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 در آن مقادیر استحکام کششی در اطراف خط رگرسیون به طور گسترده‌ای پخش شده‌اند.

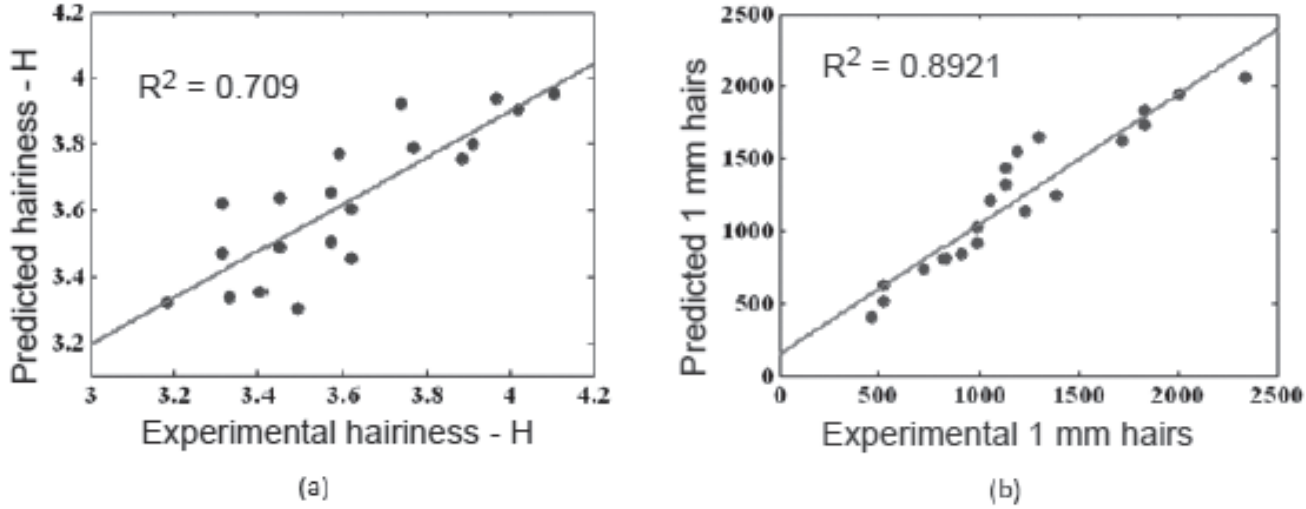
پرزینگی

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



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

نـخ باعـث افزایـش تعـداد پرزهـای خـارج شـده می‌شـود.
شـکل ۵ نمـودار پراکندگـی مقادیـر پیش‌بینـی شـده را در مقابـل مقادیـر تجربـی و خـط رگرسـیون مـدل مـا را بـرای پرزینگـی نـخ ورتکـس و پرزهـای Zweigle نشـان می‌دهـد. مقـدار R^2 بـرای شـاخص پرزینگـی در حـد متوسـط (R^2=۰/۷۰۹) بـود، در حالیکـه بـرای پرزهـای Zweigle مقـدار بیشـتری (R^2=۰/۸۹۲) را نشـان داد. معـادلات رگرسـیون نشـان داد کـه ارتباطـی قـوی بیـن ظرافـت الیـاف و پرزهـای Zweigle وجـود دارد کـه بـه مقـدار کمتـری بـرای سـرعت ریسـندگی نیـز وجـود دارد.

نتیجه‌گیری

۱- بـرای ویژگی‌هـای بـا قاعـده ماننـد نایکنواختـی، و مناطـق نـازک و ضخیـم، مقادیـر بهتـری بـا الیـاف پلی‌اسـتر ظریف‌تـر بـه دسـت می‌آیـد کـه نشـان دهنـده ایـن اسـت کـه تعـداد الیـاف موجـود در سـطح مقطـع تاثیـر زیـادی روی خـواص یکنواختـی نـخ ورتکـس دارد. اسـتفاده از الیـاف ظریـف در مقایسـه بـا الیـاف ضخیم‌تـر یکنواختـی بهتـری را در تمـام سـرعت‌های ریسـندگی ایجـاد می‌کنـد. سـرعت ریسـندگی تاثیـری روی یکنواختـی نـخ ورتکـس تهیـه شـده از الیـاف بـا ظرافت‌هـای مختلـف نـدارد. بـا ایـن حـال، در نخ‌هـای تهیـه شـده از الیـاف ظریف‌تـر، تعـداد بیشـتر الیـاف در سـطح مقطـع باعـث ایجـاد آشـفتگی در تولیـد نـخ ممتـد در منطقـه نـازل شـده و در نتیجـه CVm(1m)٪ بالاتـری را ایجـاد می‌کنـد. CVm(1m)٪ نـخ پلی‌اسـتر ورتکـس بـرای الیـاف پلی‌اسـتر ۱/۱ دسـی تکـس کمتـر اسـت و پـس از آن بـا ضخیم‌تـر شـدن الیـاف افزایـش می‌یابـد. الیـاف ظریف‌تـر منجـر بـه ایجـاد مناطـق نـازک و ضخیـم کمتـری می‌شـوند کـه بـه دلیـل تعـداد الیـاف بیشـتر در سـطح مقطـع نـخ اسـت. میـزان نـپ نـخ پلی‌اسـتر ورتکـس بـا افزایـش سـرعت ریسـندگی اندکـی کاهـش می‌یابـد کـه بـه دلیـل خـارج شـدن نپ‌هـا از بدنـه نـخ در سـرعت‌های بـالا اسـت. الیـاف ظریف‌تـر نپ‌هـای بیشـتری را بـه دلیـل ایجـاد آشـفتگی در تشـکیل سـاختار نـخ تولیـد می‌کننـد.

۲- هیـچ رابطـه خاصـی بیـن ظرافـت الیـاف و اسـتحکام کششـی نـخ ورتکـس وجـود نـدارد. اسـتحکام کششـی نـخ پلی‌اسـتر ورتکـس تحـت تاثیـر ظرافـت الیـاف و سـرعت ریسـندگی قـرار نـدارد. نتایـج مشـابه توسـط تحقیقـات قبلـی نیـز بـه اثبـات رسـیده اسـت. نـخ ورتکـس تهیـه شـده از الیـاف ضخیم‌تـر درصـد ازدیـاد طـول بیشـتری را نسـبت بـه الیـاف ظریف‌تـر نشـان می‌دهـد. درصـد ازدیـاد طـول نـخ ورتکـس تهیـه شـده از الیـاف ظریف‌تـر (۰/۹ و۱/۱ دسـی تکـس) تحـت تاثیـر سـرعت ریسـندگی نیسـت در حالیکـه بـرای الیـاف ضخیم‌تـر (۱/۳ و ۱/۵ دسـی تکـس) بـا افزایـش سـرعت ریسـندگی خـواص ازدیـاد طـول کاهـش می‌یابـد. عملکـرد نـخ ورتکـس در مرحلـه بعـد از ریسـندگی نیـاز بـه مطالعـه بیشـتر دارد تـا اثـر واقعـی خـواص کششـی نـخ مشـخص شـود.

۳- نـخ ورتکـس تهیـه شـده از الیـاف ۱/۱ دسـی تکـس شـاخص پرزینگـی کمتـری را نشـان می‌دهـد در حالیکـه الیـاف ۰/۹ دسـی تکـس بـه دلیـل سـاختار نایکنواخـت نـخ شـاخص پرزینگـی بیشـتری دارنـد. نـخ تهیـه شـده از الیـاف ضخیم‌تـر از ۱/۱ دسـی تکـس نیـز افزایـش در شـاخص پرزینگـی را نشـان می‌دهـد. نتایـج آزمون-گـر Zweigle نشـان می‌دهـد کـه الیـاف ظریف‌تـر پوشـش بیشـتری روی سـاختار نـخ نسـبت بـه الیـاف ضخیم‌تـر ایجـاد می‌کننـد و پرزهـای خـارج شـده بسـیار کمتـری را نیـز خواهنـد داشـت. سـرعت ریسـندگی یـک رابطـه خطـی بـا پرزهـای خـارج شـده از نـخ پلی‌اسـتر ورتکـس دارد. میـزان پرزینگـی بـا افزایـش سـرعت ریسـندگی و کاهـش ظرافـت الیـاف افزایـش می‌یابـد.