تکنولوژی نساجی

استحکام نخ‌های رینگ، تجمعی، سولو و سایروریسیده شده با توجه به پارامترهای ساختاری نخ

پرهام سلطانی[1*]، مجید صفرجوهری[2]

چکیده:

خصوصیات نخ‌های ریسیده شده به میزان قابل توجهی به خصوصیات الیاف و ساختار نخ بستگی دارد. سیستم ریسندگی نیز تأثیر بسزایی بر ساختار نخ دارد. اصلاحات انجام شده بر روی سیستم‌های ریسندگی منجر به بهبود چشمگیر در ساختار نخ شده است. سیستم‌های ریسندگی سایرو، سولو و تجمعی از جمله سیستم‌های نوینی هستند که منجر به پیشرفتی عظیم در تکنولوژی ریسندگی شده‌اند. از آنجا که مهاجرت الیاف تأثیر بسزایی بر روی رفتار مکانیکی نخ‌های ریسیده شده دارد، به منظور درک بهتر ساختار نخ و رفتار مکانیکی آن بررسی مهاجرت الیاف ضروری به نظر می‌رسد. هدف از مقاله حاضر بررسی مهاجرت الیاف در نخ‌های ریسیده شده سایرو، سولو و تجمعی تاب‌های مختلف و تأثیر آن بر استحکام این نخ‌ها است. نتایج نشان می‌دهند که نخ‌های سایرو دارای بیشترین مهاجرت هستند و پس از آن نخ‌های تجمعی، سولو و رینگ قرار دارند. مشخص شد که نخ‌های سایرو و رینگ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین استحکام هستند.

مقدمه

سیستم ریسندگی رینگ علی‌رغم برخورداری از محاسن زیاد، دارای معایبی است که همین امر باعث شده محققین در دهه‌های اخیر توجه بیشتری به روش‌های نوین ریسندگی داشته باشند، هرچند که با وجود این معایب، هنوز سهم عمده‌ای از تولیدات نخ جهان توسط این سیستم تولید می‌گردد [۱]. سه سیستم ریسندگی سایرو، سولو و تجمعی از جمله سیستم‌های نوینی هستند که در دهه‌های اخیر به صنعت نساجی معرفی شده‌اند. سیستم ریسندگی سولو در سال ۱۹۹۸ توسط مراکز تحقیقاتی CSIRO، Woolmark و WRONZ طراحی و ابداع گردید و در ایتمای پاریس سال ۱۹۹۹ در معرض عموم قرار گرفت و به صنعت نساجی معرفی شد [۲]. تاکنون تحقیقات متعددی بر روی نخ‌های سولو صورت گرفته است [۴-۲]. تقریباً اکثر این مطالعات بر روی پرزینگی این نخ‌ها و مزیت آنها نسبت به نخ رینگ در فرآیندهای مختلف نساجی متمرکز بوده است [۳،۲]. این مطالعات نشان داده‌اند که نخ‌های سولو دارای پرزینگی به مراتب کمتری نسبت به نخ‌های رینگ هستند.

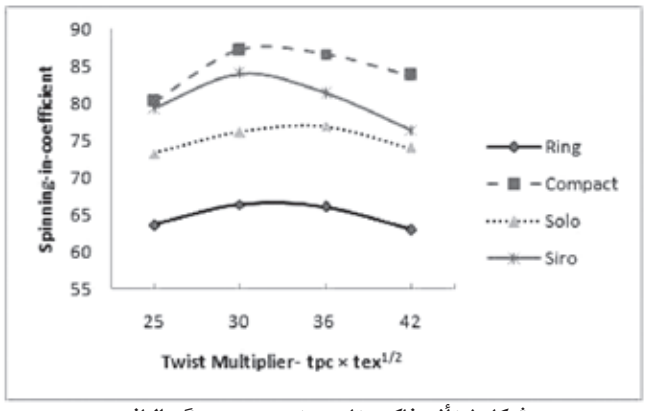
اولین بار در سال ۱۹۵۴ میلادی تحقیقات دانشمندان بر روی ریسندگی نخ با دو نیمچه‌نخ توسط Ewald و Landstreet [۵] صورت گرفت. در ادامه تحقیقات، روش ریسندگی سایرو در سال ۷۶-۱۹۷۵ توسط مؤسسه CSIRO ابداع گردید [۶]. تحقیقات متعددی بر روی استحکام نخ‌های سایرو صورت گرفته است [۷-۹] که این تحقیقات در برخی موارد نتایجی متناقض ارائه نموده‌اند. با این حال اکثر این مطالعات نشان داده‌اند که نخ‌های سایرو دارای خصوصیات فیزیکی و مکانیکی به مراتب بهتری نسبت به نخ‌های رینگ هستند.

سیستم ریسندگی تجمعی در دهه‌ی اخیر پا به عرصه‌ی ظهور نهاد و در مدت کوتاهی تحولات چشمگیری را به خود دیده است. در همین مدت طرح‌های مختلفی از این سیستم توسط سه شرکت Rieter، Zinser و Suessen ارائه گردید. نتایج مطالعات صورت گرفته و بر روی نخ‌های تجمعی بیانگر این نکته است که این نخ‌ها دارای پرزینگی به مراتب کمتری نسبت به نخ‌های رینگ می‌باشند [۱۰-۱۲].

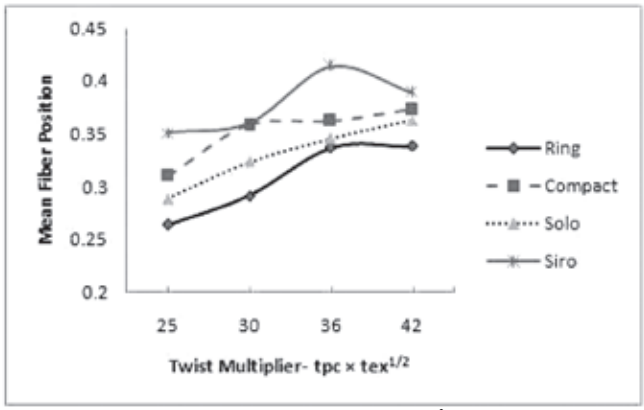
علی‌رغم مطالعات گسترده بر روی سه سیستم ریسندگی سایرو، سولو و تجمعی، تاکنون هیچ تحقیقی بر روی مقایسه این سه سیستم با یکدیگر صورت نگرفته است. بنابراین مقاله حاضر به بررسی سیستم‌های ریسندگی رینگ، تجمعی، سولو و سایرو می‌پردازد و استحکام این نخ‌ها را با توجه به پارامترهای ساختاری نخ، مهاجرت الیاف و تاب نخ مورد بررسی قرار می‌دهد.

روش تحقیق

نخ‌های تجمعی با استفاده از سیستم مغناطیسی RoCoS تولید شدند. ابتدا نخ‌های سایرو در پنج فاصله مختلف با ۴ فاکتور تاب تولید شدند و پس از تعیین استحکام، نخ تولید شده در فاصله رشته ۸ میلیمتر به عنوان نخ بهینه برای مقایسه با سایر نخ‌ها تعیین گردید. سپس نخ‌های آزمایشی حاوی الیاف ردیاب با سه رنگ متفاوت در ۴ فاکتور تاب تولید شد و استحکام آنها طبق استانداردهای رایج تعیین استحکام نخ‌های ریسیده شده از الیاف استیپل مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه با توجه به شکل الیاف در نخ‌های آزمایش شده، پارامترهای مهاجرت و یکنواختی این نخ‌ها، نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این پژوهش از الیاف لایوسل سفید رنگ استفاده شد که به منظور بررسی پارامترهای مهاجرت جهت بررسی مسیر عبور الیاف حدود ۱/۸ درصد الیاف لایوسل رنگ شده در مرحله حلاجی افزوده شد. جهت مشاهده الیاف ردیاب از ماده متیل سالسیلات که دارای ضریب شکستی نزدیک به الیاف لایوسل سفید رنگ است استفاده گردید. به منظور تعیین پارامترهای استحکام، دستگاه اینسترون مورد استفاده قرار گرفت و در ادامه توسط دستگاه اوستر یکنواختی نخ‌ها تعیین شد و سپس تعداد نقاط ضخیم، نازک و نپ اندازه‌گیری شد.



شکل ۱. تأثیر فاکتور تاب بر ضریب ریسندگی الیاف



شکل ۲. تأثیر فاکتور تاب بر موقعیت متوسط الیاف

نتایج و بحث

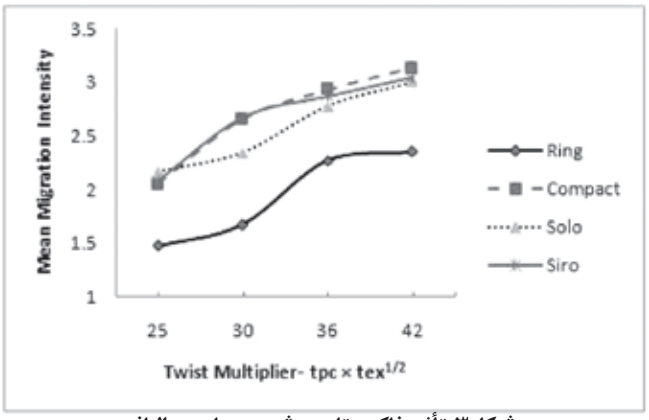
شکل ۱ تأثیر فاکتور تاب بر ضریب ریسندگی الیاف در نخ‌های سایرو، سولو، تجمعی و رینگ را نشان می‌دهد. همان گونه که مشاهده می‌شود برای هر ۴ سیستم ریسندگی، با افزایش فاکتور تاب ضریب ریسندگی افزایش و پس از آن کاهش می‌یابد. با افزایش تاب تنش بیشتری به الیاف اعمال شده و در نتیجه تجعد الیاف باز شده و ضریب ریسندگی افزایش می‌یابد. با افزایش بیشتر تاب الیاف با زاویه بیشتری نسبت به محور نخ قرار گرفته و لذا ضریب ریسندگی کاهش می‌یابد. همچنین نتایج نشان می‌دهند که نخ‌های تجمعی دارای بالاترین ضریب ریسندگی و نخ‌های رینگ دارای کمترین ضریب ریسندگی می‌باشند.

شکل‌های ۲ تا ۴ تأثیر فاکتور تاب را بر پارامترهای مهاجرت الیاف در نخ‌های سایرو، سولو، تجمعی و رینگ نشان می‌دهند. مقدار موقعیت متوسط الیاف در نخ‌های مختلف در شکل ۲ نشان داده شده است. این پارامتر بیان‌کننده‌ی میانگین موقعیت شعاعی یک لیف در سطح مقطع نخ است و هرچه بیشتر باشد به این معنی است که لیف از لایه‌های خارجی به سمت مغزی نخ آمده و در نتیجه تعداد لایه‌های بیشتری را درنوردیده است. لذا می‌توان نتیجه گرفت که هرچه موقعیت متوسط الیاف بیشتر باشد، استحکام نخ نیز بیشتر خواهد شد. نتایج نشان می‌دهند که نخ‌های سایرو دارای بیشترین موقعیت متوسط الیاف هستند و پس از آن نخ‌های تجمعی، سولو و سایرو قرار دارند. شکل ۳ تأثیر فاکتور تاب را بر شدت مهاجرت الیاف نشان می‌دهد. این شاخص نرخ تغییرات موقعیت شعاعی یک لیف مهاجر را نشان می‌دهد. هرچه این نرخ تغییرات بیشتر باشد، تعداد دفعاتی که لایه‌ها به هم متصل می‌شود بیشتر و لذا استحکام نخ بیشتر خواهد بود. نتایج نشان می‌دهند که برای همه نخ‌ها با افزایش فاکتور تاب شدت مهاجرت افزایش می‌یابد. نخ‌های سایرو و تجمعی دارای بیشترین شدت مهاجرت و نخ رینگ دارای کمترین شدت مهاجرت هستند.

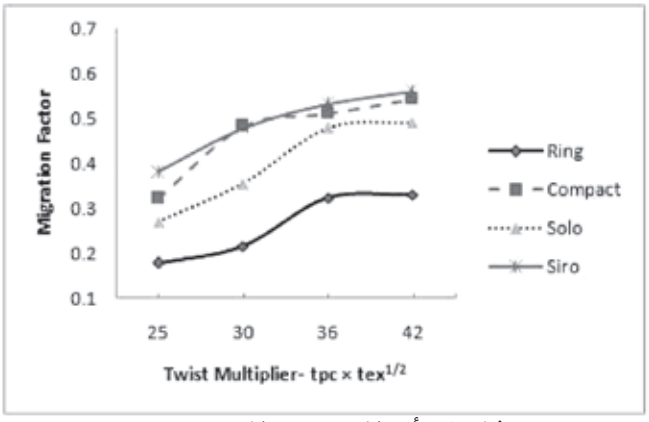
فاکتور مهاجرت که شاخصی از مهاجرت کلی الیاف در نخ است از حاصل ضرب شدت مهاجرت در دامنه مهاجرت به دست می‌آید. مقادیر فاکتور مهاجرت برای نخ‌های مختلف در شکل ۴ نشان داده شده‌اند. همان گونه که مشاهده می‌شود، نخ‌های سایرو و تجمعی دارای بیشترین فاکتور مهاجرت هستند و پس از آنها نخ‌های سولو و تجمعی قرار دارند.

علت تفاوت در میزان مهاجرت الیاف در مکانیزم تولید نخ در ۴ سیستم مذکور است. در سیستم ریسندگی رینگ به علت اختلاف تنش اعمالی در مثلث تاب، الیاف کناری مثلث تاب بیشترین و الیاف مرکزی کمترین جابجایی را دارند. از آنجا که در سیستم ریسندگی سایرو، دو رشته در فاصله‌ای مشخص قرار گرفته‌اند، بنابراین اختلاف تنش اعمال شده به الیاف به مراتب بیشتر از اختلاف تنش اعمالی به الیاف در مثلث ریسندگی سیستم رینگ است. لذا الیاف اجباراً جابجایی بیشتری خواهند داشت و درهم‌رفتگی آنها نیز بیشتر خواهد بود و بنابراین انتظار می‌رود که پارامترهای مهاجرت الیاف در نخ سایرو از نخ رینگ بیشتر باشد.

همچنین علاوه بر مکانیزم اختلاف تنش که سبب مهاجرت الیاف در نخ‌های سیستم‌های ریسندگی رینگ و سایرو می‌شود، مهاجرت الیاف در سیستم ریسندگی



شکل ۳. تأثیر فاکتور تاب بر شدت مهاجرت الیاف

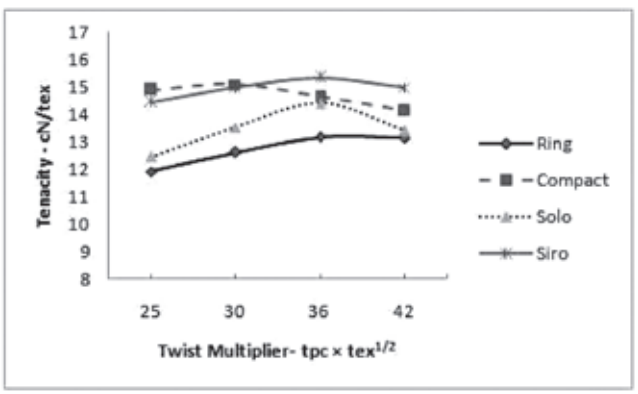


شکل ٤. تأثیر فاکتور تاب بر فاکتور مهاجرت

سایرو به علت مکانیزم محبوس شدن بین دو رشته نیز صورت می‌گیرد [۱۲].
با استفاده از غلتک سولو، تاب اعمال شده سبب می‌گردد که الیاف در هریک از لایه‌های تفکیک شده ابتدا حول محور آن لایه تابیده شوند و در نهایت همگی به هم ملحق شده و نخ نهایی تولید گردد. به این ترتیب با ممانعت از انتقال تاب به زیر غلتک‌های تولید، لایه‌های خروجی در زوایا و طول‌های مختلف به یکدیگر می‌پیوندند و ساختاری از الیاف گیر کرده درهم با تاب‌های موضعی مختلف به وجود می‌آورند. با ادامه‌ی این روند مهاجرت در الیاف افزایش می‌یابد. و الیاف با یکدیگر درگیر شده و ساختاری از الیاف گیر کرده درهم تولید می‌شود. [۴]. مشابه مکانیزم تولید نخ رینگ در سیستم ریسندگی تجمعی نیز اتفاق می‌افتد، با این تفاوت که تمامی مراحل فوق در یک فاصله‌ی بسیار کوتاه در مثلث ریسندگی صورت می‌گیرد. به محض این که الیاف لایه‌های خارجی خط تماس غلتک‌ها را رها کنند، تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرند و لذا الیاف به سمت لایه‌های داخلی مهاجرت می‌نمایند. این بدین علت است که تنها طول بسیار کوتاهی از الیاف تحت تنش ناگهانی قرار می‌گیرد، در نتیجه نرخ تغییرات موقعیت شعاعی الیاف در نخ تجمعی بالاتر از نرخ تغییرات موقعیت شعاعی الیاف در نخ رینگ خواهد بود [۱۰، ۱۱].
نتایج شکل ۵ نشان می‌دهند که نخ‌های سایرو دارای بیشترین مقدار استحکام می‌باشند و پس از آن نخ‌های تجمعی، سولو و رینگ قرار دارند. در میان نخ‌های آزمایش شده، نخ سایرو در فاصله‌ی ۸ میلیمتر و فاکتور تاب ۳۶ بیشترین استحکام را در مقایسه با سایر نخ‌ها به خود اختصاص داده است که دلیل آن احتمالاً بالاتر بودن پارامترهای مهاجرت در این نخ در مقایسه با سایر نخ‌های اشاره شده و نیز ضریب ریسندگی بالای آن می‌باشد. همچنین این نخ در مقایسه با نخ‌های دیگر دارای کمترین تعداد نقاط نازک بوده و یکنواختی آن نیز بسیار بالاتر از نخ‌های رینگ تولید شده می‌باشد. علت استحکام بالاتر نخ‌های تجمعی نسبت به نخ‌های سولو احتمالاً ضریب ریسندگی بالاتر و نیز مهاجرت بیشتر الیاف در این نخ‌ها است، ضمن آنکه این نخ‌ها در مقایسه با نخ‌های دیگر دارای کمترین تعداد نپ و نقاط ضخیم نیز می‌باشند.

نتیجه‌گیری

در مقاله حاضر تلاش گردید با توجه به مطالعات صورت گرفته بر روی استحکام نخ‌های ریسیده شده از الیاف استیپل و با توجه به روش‌های به کار رفته و تعمیم آنها بر روی نخ‌های تولید شده بر روی سیستم سایرو، سولو و تجمعی و مقایسه‌ی نتایج با نخ‌های رینگ و ارزیابی نتایج، تحقیقی جامع ر این زمینه صورت گیرد.



شکل ۵. تأثیر فاکتور تاب بر استحکام

نتایج نشان می‌دهند که در شرایط آزمایش شده، نخ‌های سایرو بیشترین استحکام را از خود نشان می‌دهند و نخ‌های تجمعی، سولو و رینگ از این لحاظ در مرتبه بعد قرار دارند. بیان گردید که دلیل این امر احتمالاً تفاوت مقادیر پارامترهای مهاجرت الیاف در این نخ‌ها است که این امر به علت مکانیزم متفاوت مهاجرت در این نخ‌ها و تغییر در اندازه و هندسه مثلث ریسندگی است.

پی‌نوشت

۱دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران
۲دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران
* Parham-aut@aut.ac.ir

مراجع

[1] Klein, W., Short Staple Spinning Series, manual of textile technology, Vol 5., New Spinning System, Textile Institute, UK, 1993.

[2] Prins, M., Lamb, P., and Finn, N., Solospun The Long Staple Weavable Singles Yarn, Textile Institute 81st World Conference, Melbourne, April 2001.

[۳] فراتی. الف، جوهری. م. ص.، "تولید نخ فاستونی با استفاده از سیستم ریسندگی سولو و مقایسهٔ برخی از خواص نخ تولیدی آن با نخ‌های مشابه" پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۱۳۸۰.

[4] Cheng, L., Fu, P., and Yu, X., Relation between Twist Amplitude and Breaking Strength of Solospun Yarns,Textile Res. J. Vol 74, No 4, 351-353, 2004.

[5] Landstreet, C. B., and Ewald, P. H. R., Double-Trumpet Spinning, Textile Industry, 114-117, May 1953.

[6] Morgan, W. V., Sirospun Long Staple Spinning, New Spinning Technologies for Long Staple Fibers, Wira, 1982.

[7] Natarajan, K. S., A Study of the Characteristics of Siro Spun Yarns Produced on the Short Staple System, PHD Thesis, Anna University, 1985.

[8] Ishtiaque, S. M., Dhawan, K., Saxeila, A., and Prakash, J., Structural Mechanics of Double Roving Feed Yarn, Textile Asia, September, (118-121), 1988.

[9] Cheng, K. P. S., and Sun, M. N., Effect of Strand Spacing and Twist Multiplier on Cotton Sirospun Yarn, Textile Res. J. Vol 68., No 7, (520-527), 1998.

[10] Basal, G., The Structure and Properties of Vortex and Compact Spun Yarns, Fiber and Polymer Science, PHD Thesis, 2003.

[11] Basal, G., and Oxenham, W., Comparison of Properties and Structures of Compact and Conventional Spun Yarns, Textile Res. J. Vol 76., No 7, 567-575, 2006.

[12] Plate, D. E. A., and Feehan, J., An Alternative Approach to Two-fold Weaving Yarn, Part I, Journal of the Textile Institute, No. 4, 1983, 99-106, 1983.