روشی نوین برای اندازه گیری نیروی اصطکاک بین الیاف پنبه (۵۰۳)

شهرام نوروزیه[۱] ، آرتان سینوامری[۲] ، جان ایو درن[۳]

چکیده

یکی از پارامترهایی که در طول مراحل ریسندگی از تمیز کردن تا تهیه نخ نقش مهمی را بر عهده دارد نیروی اصطکاک بین الیاف می باشد. در این مقاله با استفاده از یک متد نو و یک ابزار جدید بنام اندازه گیر نیروی اصطکاک در شرایط استاتیک، نیـروی اصطکاک بین الیاف اندازه گیری و اثر این نیرو روی نخ تولیدی مطالعه شد. این دستگاه روی سه رقم پنبه ایرانی آزمایش گردیـد. نتایج نشان داد که نیروی اصطکاک بطور غیر مستقیم روی مقاومت گسیختگی نخ اثر می گذارد. نیروی اصطکاک بطـور مـستقیم سبب افزایش درصد نایکنواختی نخ شده و این درصد نایکنواختی است که میزان مقاومت گسیختگی نخ را تعیین می کند.

کلیدواژه: اصطکاک، الیاف، پنبه

۱- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات پنبه، پست الکترونیک: snowrozieh@gmail.com

2- Dr Artan Sinoimeri , University Haute Alsace

3- Pro jean-yves Drean , University Haute Alsace

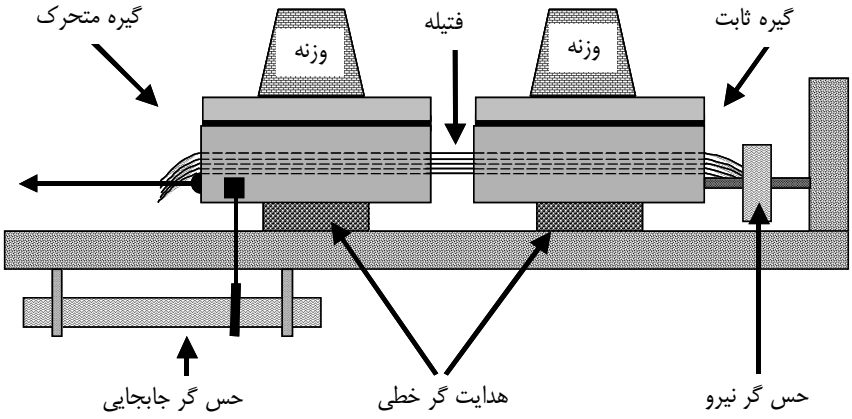
مقدمه

پیش بینی کیفیت نخ تولید شده بر اساس خصوصیات کیفی الیاف یکی از گسترده ترین موضوعات تحقیقاتی در زمینه نساجی می باشد. این موضوع از دو جهت دارای اهمیت می باشد، از نظر اقتصادی برای کارخانه های نساجی و از نظر تحقیقاتی برای انتخابگران ارقام بمنظور تولید ارقام مناسب ریسندگی. یکی از پارامترهایی ه در طول مراحل ریسندگی از تمیز کردن تا تهیه نخ نقش مهمی را بر عهده دارد نیروی اصطکاک بین الیاف می باشد. این نیرو در بعضی از مراحل مفید و در بعضی از مراحل مخل پروسه تولید می شود. انچه مسلم است انستکه نیروی اصطکاک در میزان استحکام فتیله (اولین مرحله تهیه نخ می باشد که از حدود ۳۰-۱۴ هزار فیبرکنار هم قرارگرفته تشکیل شده ست) و استحکام نخ نقش موثری را بازی می کند. کارهای زیادی در ارتباط با اندازه گیری نیروی اصطکاک بین الیاف با روشهای مختلف صورت گرفته است. در بعضی از این روشها نیروی اصطکاک یک فیبردر تماس با یک فیبر دیگر یا با یک جسم دیگر اندازه گیری شد. روش شناخته شده در این رده بندی متد پیچش دو فیبر لیندبرگ می باشد[3]. در این روش دو فیبر به تعداد مشخص پیچیده شده و نیروی لازم برای کشیدن یکی از فیبرها نشان دهنده نیروی اصطکاک بین دو فیبر می باشد. باسو تغییرات نیروی اصطکاک را در تماس با یک حس گر میله ای اندازه گیری کرد[1]. پوستل نیروی اصطکاک را بر اساس نیروی لازم برای بیرون کشیدن یک فیبر از درون یک توده فشرده شده محاسبه کرد[6]. در روش دیگر سعی شد نیروی اصطکاک در مجموعه ای از الیاف اندازه گیری شود. رایج ترین متد در این گروه روش لرد میباشد[4]. دو دسته یکنواخت فیبر تحت وزنهای مشخص فشرده شده و نیروی لازم برای به حرکت درآوردن یکی از این دسته ها نشان دهنده نیروی اصطکاک بین دو دسته می باشد. الموقازی روش لرد را بهبود بخشیده و به کمک ابزارهای دقیق اندازه گیری نیروی بین دو دسته را اندازه گیری نمود[2]. بر اساس مطالعات انجام شده روشهای اندازه گیری گذشته نیاز به تهیه یک فیبر یا یکی دسته یکنواخت فیبر دارد که این بسیار وقت گیر و تولید کننده خطا می باشد.

از سوی دیگر مطالعه اثر نیروی اصطکاک بر روی نخ تولیدی غیر ممکن یا بصورت غیر مستقیم می باشد. بر این اساس نویسندگان مقاله با استفاده از یک متد نو و یک ابزار جدید نیروی اصطکاک را روی فتیله اندازه گیری کرده و اثر این نیرو را روی نخ حاصل از این فتیله مطالعه نمودند. لازم به ذکر است که بعد از تمیز کردن پنبه توسط دستگاهی خاص، فیبرهای پنبه پس از کمی کشیده شدن کنارهم قرار گرفته که نتیجه آن باندی یکنواخت از فیبر پنبه می باشد که فتیله (**Sliver**) نامیده شده است. میزان قرارگیری الیاف روی همدیگر در فتیله توسط واحدی به نام تکس اندازه گیری می شود. یک تکس وزن ۱۰۰۰ متر از فتیله یا نخ به گرم می باشد. فتیله پس از چند بار کشیده شدن در نهایت تابیده شده و نخ تولید می گردد. مزیت این روش نسبت به روشهای گذشته اینست که با اندازه گیری نیروی اصطکاک بین الیاف پنبه در فتیله و تولید نخ از همین فتیله می توان اثر نیروی اصطکاک بین الیاف را در کیفیت نخ تولیدی مقایسه نمود.

اد و روشها

برای اندازه گیری نیروی اصطکاک بین الیاف درفتیله از دستگاهی ابداعی بنام اندازه گیر اصطکاک در شرایط استاتیک (**Static Friction Tester**) استفاده شد که از این پس بنام **SFT** نام برده می شود. اساس این دستگاه بر اندازه گیری نیروی لازم برای گسیختگی یک فتیله فشرده شده می باشد. این دستگاه از دو گیره یک شکل مطابق شکل ۱ تشکیل شده است. هر دو گیره روی یک هدایت گر خطی نصب شده اما در عمل یکی از گیره ها ثابت می باشد در حالی که دیگری با کمک یا هدایت گر خطی روی ریل می لغزد. روش اندازه گیری بدین نحو می باشد ه یک تکه فتیله پنبه به طول ۲۵ سانتی متر در کانال بین دو گیره در حالتیکه بین دو گیره فاصله نیست قرار داده می شود. فتیله توسط قسمت بالایی گیره گرفته شده و سپس فتیله با کمک دو وزنه یکسان که روی قسمت بالایی دو گیره قرار می گیرد، فشرده می شود. گیره متحرک با سرعت ثابت ۲۰ میلی متر بر دقیقه کشیده می شود، الیاف پنبه در اثر حرکت گیره متحرک شروع به لغزیدن روی همدیگر کرده در نتیجه نیروی گسیختگی فتیله که در واقع نیروی اصطکاک بین الیاف می باشد توسط حسگر نیرو اندازه گیری می شود. یک حس گر جابجایی بدون تماس نیز جابجایی گیره متحرک را اندازه می گیرد.



شکل ۱- تصوی شماتیک دستگاه اندازه گیر اصطکاک در شرایط استاتیک

این دستگاه بر روی سه رقم پنبه ایرانی به شماره های ۵۰، ۵۱ و ۵۲ آزمایش شد. مشخصات کیفی این ارقام در جدول ۱ ذکر شده است. این ارقام بعد از تمیز شدن و طی مراحل آماده سازی به صورت فتیله با اندازه ۵ کیلو تکس تهیه شد. فتیله های این ارقام به اندازه های ۲۵ سانتی متری بریده شده و جهت رسیدن به شرایط استاندارد رطوبت و دمای به مدت ۲۴ ساعت در آزمایشگاه قرار گرفت. با توجه به ازمایشات گذشته روی این دستگاه **[5]** نتایج نشان اد که سرعتهای مختلف گیره متحرک اثر معنی داری روی نیروی اصطکاک بین الیاف ندارد در نتیجه سرعت ۲۰ میلی متر بر دقیقه که از نظر آزمایشگاهی شرایط استاتیک می باشد برای آزمایشات در نظر گرفته شد و به همین دلیل دستگاه به اندازه گیر اصطکاک در شرایط استاتیک نامگذری شد. از طرف دیگر اثر وزنه های مختلف روی میزان نیروی اصطکاک بسیار معنی دار می باشد. بنابر این فتیله ها تحت فشار ۸ وزنه مختلف از ۱۵۰۰ تا ۵۰۰۰ گرم با افزایش ۵۰۰ گرمی در شش تکرار توسط **SFT** آزمایش گردید و نیروی اصطکاک بین الیاف اندازه گیری شد.

جدول ۱- خوصیات کیفی الیاف سه رقم پنبه

پنبه	طول الیاف mm	CVطول الیاف %	الیاف کوتاه mm	دانسیته خطی فیبر mtex	رسیدگی
50	26/0[a]	30/4	4/5[b]	185/5[b]	0/93[b]
51	25/7[a]	33/0	5/4[a]	170/3[a]	0/91[a]
52	28/3[a]	28/2	2/7[c]	188/5[b]	0/98[c]

اعداد با حروف مشابه در ستون اختلاف معنی داری با هم ن رند.

با قیمانده فتیله ها پس از طی مراحل نخریسی تبدیل به نخ با سه اندازه ۲۰، ۲۵ و۳۰ تکس شده و مقاومت به گسیختگی آنها در ۶۰ تکرار اندازه گیری شد. میانگین مقاومت گسیختگی برای اندازه های مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است.

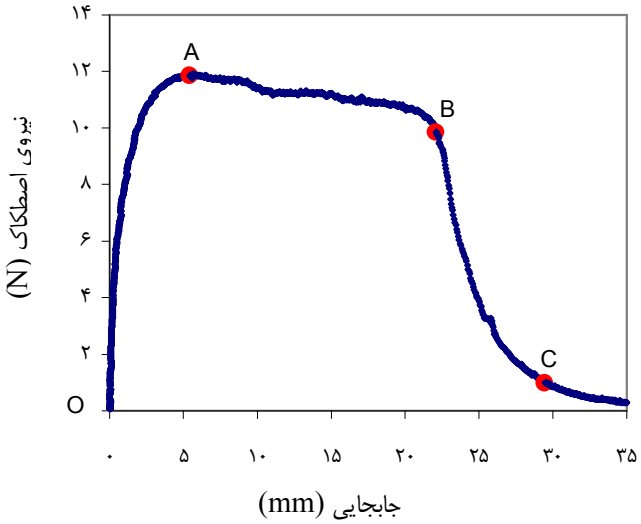
جدول ۲- مقاومت نخ به گسیختگی (cN/tex) برای سه رقم پنبه

پنبه	مقاومت گسیختگی نخ tex ۲۰	مقاومت گسیختگی نخ tex ۲۵	مقاومت گسیختگی نخ tex ۳۰
50	13/06 [b]	13/52 [b]	14/52 [c]
51	14/32 [ab]	14/29 [b]	15/34 [b]
52	16/10 [a]	17/33 [a]	16/73 [ab]

اعداد با حروف مشابه در ستون اختلاف معنی داری با هم ندارند

نتایج و بحث

همانطور که جدول ۱ نشان می دهد طول الیاف از ۲۶ تا ۲۸/۳ میلیمتر متغییر می باشد این الیاف جزو الیاف با طول متوسط میباشند. مقایسه میانگینها در سطح ۵٪ خطا نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین طول الیاف وجود ندارد. کمترین الیاف کوتاه متعلق به رقم ۵۲ می باشد د ر حالیکه این رقم دارای بلندترین طول وزنی الیاف می باشد. این مقادیر از نظر استاتیکی در سطح ۵٪ دارای اختلاف معنی داری می باشند. بر اساس میانگین دانسیته خطی الیاف رقم ۵۱ دارای باریکترین فیبر و رقم ۵۲ ارای ضخمیترین فیبر می باشد. از نظر آماری ارقام ۵۰ و ۵۲ دارای دانسیته خطی مشابه هم می باشند. رسیدگی الیاف نشان می دهند که ساختار دیوار ثانویه الیاف خوب بوده و الیاف از رسیدگی بالایی برخوردار هستند. جدول ۲ مقاومت گسیختگی نخ را نشان میدهد. همانطور که دیده می شود برای سه رقم پنبه، مقاومت گسیختگی نخ در اندازها ی ۲۰، ۲۵ و ۳۰ tex بطور نامنظمی با همدیگر اختلاف معنی دار دارند این در حالیست که طول الیاف که از مهمترین پارامتر در تعیین میزان مقاومت گسیختگی نخ می باشد برای سه رقم در سطح خطای ۵٪ اختلافی نشان نمی دهد (جدول ۱). علت این بی نظمی در مقاومت گسیختگی نخ می تواند مربوط به میزان نیروی اصطکاک بین الیاف پنبه باشد. برای اندازه گیری نیروی اصطکاک بین الیاف ار دستگاه SFT استفاده شد. منحنی نیرو به جابجایی گیره متحرک در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطور که شکل ۲ نشان می دهد می توان این منحنی را به سه قسمت تقسیم کرد. در قسمت OA نیرو به صورت خطی با جابجایی گیره متحرک افزایش یافته تا به نقطه A می رسد. در قسمت OA الیاف کشیده شده و در نزدیکی نقطه A تمام الیاف به صورت کشیده قرار ارند. بعد از نقطه A با جابجایی گیره متحرک الیاف روی همدیگر می لغزند. چون در یک فتیله الیاف به طولهای مختلف وجود دارد با جابجایی گیره متحرک الیاف کوتاهتر ار درون گیره ها خارج شده در نتیجه تعداد الیاف درگیر در بین دو گیره که تعیین کننده نیروی اصطکاک می باشد کاهش می یابد. با کاهش تعداد فیبر در مقطع فتیله نیرو کم شده تا این که نیروی اصطکاک به نقطه B می رسد. بعد از نقطه B هیچ فیبری بین دو گیره درگیر نبوده در نتیجه نیرو به سرعت به سمت صفر حرکت می کند. نیروی که در قسمت BC اندازه گیری میشود نیروی چسبندگی بین الیاف نامیده می شود. بعد از نقطه C فتیله به دو قسمت کاملا مجزا تقسیم می شود.



شکل ۲- منحنی نیروی اصطکاک بین الیاف و جابجایی گیره متحرک

بنابر مطالعه انجام شده توسط نوروزیه [5] جهت مدلیزه کردن نیروی اصطکاک بین الیاف، می توان نیروی اصطکاک بین الیاف F را بر اساس اندازه فتیله T و نیروی فشاری روی فتیله W به صورت زیر مدل کرد:

$$\frac{F}{T} = K\left(\frac{W}{T}\right)^{n}$$

بهترین نقطه برای مدلیزه کردن نیروی اصطکاک نقطه A میباشد. چون دراین نقطه تمام الیاف درمقطع فتیله، تحت تاثیر وزنه ها فشرده شده در نتیجه اندازه فتیله و نیروی فشاری روی الیاف مشخص می باشد. بنا بر تست انجام شده توسط SFT ، تحت شرایط ذکر شده در قسمت مواد و روشها، مقادیر ضرایب مدل برای هر پنبه محاسبه و در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول۳- ضرایب مدل اصطکاک بین الیاف برای سه رقم پنبه

پنبه	K	n
50	0/774	1/005
51	0/785	1/015
52	0/736	1/012

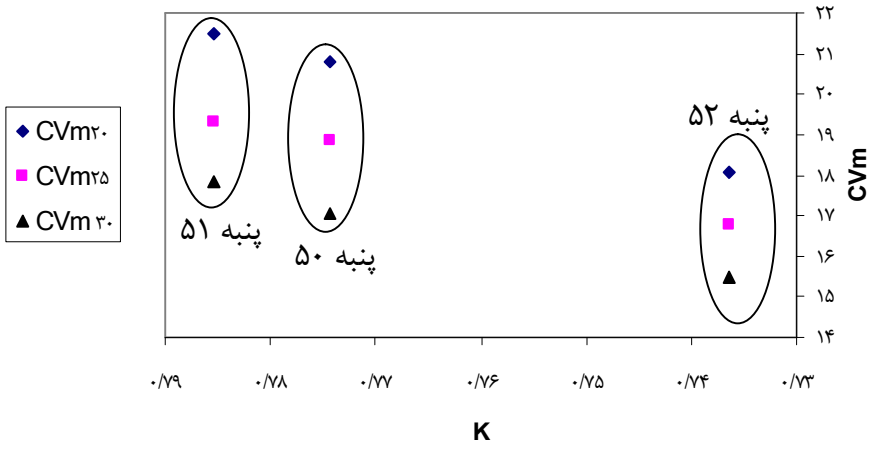
همانطور که جدول ۳ نشان می دهد بر خلاف انتظار نیروی اصطکاک در دو رقم ۵۰ و ۵۱ بیشتر از رقم ۵۲ می باشد در حالیکه مقاومت گسیختگی نخ در رقم ۵۲ در سه اندازه ۲۰، ۲۵ و ۳۰ tex بیشتر از دو رقم ۵۰ و ۵۱ است (جدول ۲). یک مطالعه دقیق روی ضرایب همبستگی بین پارامترهای مربوط به کیفیت الیاف و نخ (جدول ۴)، رابطه بین اصطکاک بین الیاف و مقاومت نخ را آشکار کرد.

جدول ۴ نشان می دهد ضریب K موثر تر از ضریب n در مقاومت گسیختگی می باشد. اثر n روی درصد نا یکنواختی نخ بسیار ضعیف می باشد. در صورتیکه اثر K روی درصد نایکنواختی بسیار قوی می باشد. همچنین اثر K روی درصد نایکنواختی بسیار قوی تر از اثر K روی مقاومت گسیختگی نخ می باشد. ضریب همبستگی منفی بین مقاومت گسیختگی نخ و درصد نایکنواختی، بیان می نماید که با افزایش نایکنواختی مقاومت گسیختگی کاهش می یابد.

جدول ٤- ضریب همبستگی بین پارامترهای K ، n ، مقاومت گسیختگی نخ و درصد نایکنواختی

	K	n	مقاومت گسیختگی نخ (tex)		
			۲۰	۲۵	۳۰
K	1				
n	0/0348	1			
مقاومت گسیختگی نخ ۲۰ tex	-0/802	0/570	1		
مقاومت گسیختگی نخ ۲۵ tex	-0/918	0/365		1	
مقاومت گسیختگی نخ ۳۰ tex	-0/830	0/529			1
درصد نایکنواختی نخ ۲۰ tex	0/99	0/016	-0/812		
درصد نایکنواختی نخ ۲۵ tex	0/999	-0/020		-0/938	
درصد نایکنواختی نخ ۳۰ tex	0/994	0/141			-0/766

از طرفی مقایسه بین اثر K و درصد نایکنواختی برای هر پنبه، شکل ۳، نشان می دهد که درصد نایکنواختی (CVm) بطور خطی با افزایش K افزایش می یابد. نتیجه دیگری که از شکل ۳ حاصل می شود اینست که با افزایش اندازه نخ، درصد نایکنواختی برای هر رقم پنبه کاهش می یابد. اثر سایر پارامترها مانند طول الیاف، رسیدگی الیاف، مقدار چربی الیاف اثر معنی داری روی مقاومت نخ از خود نشان نداد.



شکل ۳- اثر ضریب K روی درصد نایکنواختی نخ (CVm) برای سه رقم پنبه

نتیجه گیری

با توجه به نتایج ذکر شده در بخش نتایج و بحث می توان گفت که اگرچه نیروی اصطکاک بین الیاف بعنوان نیروی نگهدارنده الیاف در کنار هم باید نقش موثری در میزان استحکام نخ داشته باشد ولی نیروی اصطکاک بین الیاف سبب می شود که الیاف در طی مراحل تولید نخ نتوانند به آسانی بر روی یکدیگر بلغزند. در نتیجه با افزایش نیروی اصطکاک بین الیاف، نایکنواختی در نخ افزایش می یابد. افزایش نایکنواختی نخ به معنی افزایش تعداد نقاط ضعیف در نخ می باشد. هرچه تعداد نقاط ضعیف در نخ افزایش یابد احتمال گسیختن نخ افزایش می یابد. بعبارتی با افزایش نایکنواختی، استحکام نخ کاهش می یابد. بنابر این نیروی اصطکاک بین الیاف بطور غیر مستقیم روی مقاومت گسیختگی نخ اثر می گذارد. نیروی اصطکاک بطور مستقیم سبب افزایش درصد نایکنواختی نخ شده و این درصد نایکنواختی است که میزان مقاومت گسیختگی نخ را تعیین می کند.

پیشنهادات

تست دستگاه SFT روی الیاف دیگر به منظور بررسی مدل پیشنهادی

تست دستگاه SFT روی ارقام بیشتری از پنبه و مقایسه نتایج

مطالعه میکروسکوپیک بر روی سطح الیاف پنبه

فهرست منابع

1- Basu, S.C., Hamza, A.A., and Sikorski, J., 1978, The friction of cotton fibers, Journal of Textile Institute, V(69), 68-75 .

2- EL Mogahzy, E. and Broughton, R.M., 1993, A new approach for evaluating the frictional behavior of cotton fibers, Textile Research Journal, V(63), 465-475.

3- Lindberg, J. and Gralen, N., 1948, Measurement of friction between single fibers, part II: Frictional properties of wool fibers measured by the fiber-twist method, Textile Research Journal, V(18), 287-301.

4- Lord, E., 1955, Frictional forces between fringes of fibers, Journal of Textile Institute, V(46), 41-58.

5- Nowrouzieh S., Sonoimeri A., Drean J-Y. and Frydrych R., 2007, A new method of measurement of the inter-fiber force, Textile Research Journal, V(77), 489-497.

6- Postle, L.J. and Ingham, J., 1952, The measurement of inter fibers friction in sliver, Journal of Textile Institute, V(43), 77-90.