



## بررسی تاثیر دما بر خصوصیات اصطکاکی بافت های حلقوی پودی ساده پنبه ای در محیط های نسبتا خشک

علی عرشی<sup>۱\*</sup>، علی قوس قانی<sup>۲</sup>، علی اصغر اصغریان جدی<sup>۳</sup>

### چکیده :

هدف از این تحقیق، بررسی تغییرات درجه حرارت محیط بر میزان نرمی و رفتار اصطکاکی پارچه های حلقوی پودی ساده پنبه ای می باشد. از آن جا که این نوع بافت ها، به طور مستقیم در تماس با پوست بدن می باشند، لازم است تا تاثیر دما بر روی احساس راحتی و مطبوعیت پارچه های مذکور مشخص گردد. به منظور دستیابی به این هدف، بافت های حلقوی پودی ساده پنبه ای، در معرض دماهای متفاوت ( $0^{\circ}\text{C}$  ،  $25^{\circ}\text{C}$  و  $50^{\circ}\text{C}$ ) و رطوبت نسبی ثابت ( $\text{rh}=25\%$ ) قرار داده شدند. سپس پارامترهای اصطکاکی آنها به روش اندازه گیری اصطکاک بدست آمدند. نتایج نشان داد که نرخ درجه حرارت به طور معنی داری بر رفتار اصطکاکی این بافتها تاثیر دارد. در واقع با ازدیاد دما (در  $\text{rh}=25\%$ ) مقدار مقاومت اصطکاکی این بافت ها افزایش می یابد. همچنین دیگر نتایج مشخص نمود که بیشترین مقادیر تفاوت اصطکاک استاتیکی و دینامیکی تحت شرایط رطوبتی خشک، در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  رخ می دهد.

**کلمات کلیدی:** پارچه حلقوی پودی ساده پنبه ای، درجه حرارت، مقاومت اصطکاکی، همواری

### Abstract:

The purpose of this research is the investigation of the variations of temperature on softness and frictional behavior of plain knitted cotton fabrics. Because of these fabrics directly contact to body skin, therefore it is necessary to determine the temperature influence on the perception of fabrics and pleasantness.

To consider this purpose, the cotton plain knitted fabrics as subjected to different temperature ( $0^{\circ}\text{c}$ ,  $25^{\circ}\text{c}$  and  $50^{\circ}\text{c}$ ) and the constant relative humidity ( $\text{rh}=25\%$ ). Then the frictional parameters were obtained by using of methods friction (Ajayi 1992).

The results showed that temperature rate significantly affect on frictional properties. Intact, increased temperature (in  $\text{rh}=25\%$ ) increase the resistance friction plain knitted cotton fabrics. Also other results determine that the most of values between frictional statics and dynamic in dry humidity conditions occurred at  $25^{\circ}\text{c}$ .

**Key words:** Cotton plain weft knitted fabric, Temperature, Frictional resistance, Smoothness

\*۱. گروه مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، مازندران، ایران.

مسئول مکاتبات: Ali\_Arshi58@yahoo.com

۲. دانش آموزخته و کارشناس ارشد مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.

۳. دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.

## ۱. مقدمه

خصوصیات فیزیکی و مکانیکی پارچه همچون نرمی، صافی و سفتی قادرند ماهیت بافت را جهت ارزیابی کیفی و زیردست پارچه تعیین کنند. معمولاً پارچه های با قابلیت فشردگی بالا به عنوان پارچه نرم و پارچه های با مقاومت اصطکاکی کم به پارچه صاف تعبیر می شود. بنابراین اصطکاک به عنوان یک مشخصه تعیین سطح به میزان مقاومتی اتلاق می شود که هر پارچه در برابر حرکت مکانیکی در خلاف جهت مسیر از خود نشان می دهد. [۱،۲،۳،۴]

قوانین اصطکاک مشتمل بر دو نظریه ناهمواری سطحی و دیگری چسبندگی بین سطوح استوار می باشند که بنا به باور آمانتون<sup>۱</sup> اصطکاک به دلیل نیرویی است که برای حرکت یک سطح بر روی نایکنواختی های سطح دیگر نیاز می باشد، اما نظریه کولمپ<sup>۲</sup>، این پدیده را به واسطه نیروهای جاذبه بین اتمهای دو سطح یا نیروهای الکترواستاتیکی می دانست [۵].

تحقیقات بیشتر پیرامون اصطکاک نشان داد که مقاومت اصطکاکی میان دو سطح در حال تماس ناشی از هر دو عمل تداخل مکانیکی بین دو سطح و تمایل به چسبندگی بین برجستگی های درگیر شده می باشد.

Howell و Makinson به منظور اندازه گیری نیروی اصطکاکی مواد نساجی رابطه توانی  $F=KN^n + a$  را پیشنهاد دادند که K بیانگر ثابت اصطکاک، N بار عمودی سطح، n شاخص اصطکاک و a چسبندگی بین سطوح در تماس می باشد [۶،۳]. به طور کلی لغزش هر جسم روی دیگری تحت بار عمودی یکنواخت توسط پدیده ایست-رو تعیین می گردد. از نمودارهای ایست-رو<sup>۳</sup> می توان پارامترهای اصطکاکی را استخراج نمود که از مهمترین آنها، نیروی اصطکاک به شمار می روند و بدین وسیله رفتار اصطکاکی پارچه ها مورد بررسی و مطالعه قرار می گیرند [۷،۳].

حرکت ایست-رو ناشی از تماس مواد در سطوح نانو<sup>۴</sup>، میکرو<sup>۵</sup>، ماکرو<sup>۶</sup> و محیطی (چسبندگی<sup>۷</sup>) می باشند. مقادیر پارامترهای اصطکاکی (بدست آمده از نمودار ایست-رو) هر پارچه به عوامل مختلفی همچون متغیرهای ساختمانی، متغیرهای آزمایشات و متغیرهای محیطی بستگی دارد. از متغیرهای ساختمانی می توان به تراکم و ساختار بافت همچنین، نوع، تاب و نمره نخ اشاره نمود. متغیرهای آزمایشات شامل سرعت و جهت حرکت پارچه بر پارچه، تعداد دفعات حرکت و فشار عمودی سطح و متغیرهای محیطی نیز نظیر جنس بافت ها و میزان درجه حرارت و رطوبت نسبی محیط به شمار می رود [۱۸].

اصول اندازه گیری اصطکاک مطابق روش Ajayi بر اساس حرکت یک لغزنده توسط فک متحرک دستگاه اینسترون بر روی صفحه عرضی افقی استوار می باشد [۸]. ایشان در بررسی پارامترهای اصطکاکی نقش عواملی همچون فشار عمودی سطح، سرعت لغزنده، تراکم، جنس و ساختار بافت را مورد بررسی قرار داد. [۸،۹،۱۰]. همچنین تحقیقات Elder و Ajayi پیرامون تأثیر فشردگی بر روی پارچه های تاری-پودی و حلقوی پودی نشان داد که با ازدیاد فشار وارد بر نمونه ها ضریب اصطکاک افزایش و تفاوت مقادیر  $F_s-F_k$  نیز بیشتر می شود. به گونه ای که از مقایسه مقادیر  $F_s-F_k$  میان بافتها بیان داشتند که بافت های حلقوی پودی ساده پنبه ای ( $KC_2$ ) دارای بیشترین  $F_s-F_k$  و بافت های تاری پودی تافته پنبه ای ( $C_2$ ) از کمترین این مقدار برخوردار هستند. [۱۰].

مطالعات Harlock و Ramkumar در خصوص بررسی اثر طول حلقه بر پارامترهای اصطکاک بافت های حلقوی پودی نشان داد که با افزایش طول حلقه ها (کاهش تراکم بافت) سفتی پارچه کمتر شده و حلقه ها تموج بیشتری داشته در نتیجه انرژی حرکتی و میزان مقاومت استاتیکی اصطکاک بیشتر می شود. [۱۰].

در زمینه بررسی اثر طرح و ساختمان بافت بر پارامترهای اصطکاکی، جدی و همکارانش با بدست آوردن معادله شاخص ناهمواری ساختمانی پارچه ( $FSAI$ )<sup>۱</sup> توانستند ارتباط میان ساختمان بافت و پارامترهای اصطکاکی را در بافت های تاری-پودی، حلقوی پودی و حلقوی تاری به دست آورند. در واقع با افزایش شاخص ناهمواری میزان مقاومت اصطکاکی بافت ها بیشتر می شود. [۱۲،۱۳،۱۴]. ایشان در بررسی مقاومت حرکتی پارچه های حلقوی پودی ملاحظه کردند که نیروی استاتیکی سطوح بافت در جهت رج بر رج بیش از جهت ردیف به ردیف است. لذا پی بردند که عامل اصلی مقاومت در برابر حرکت دو پارچه بر روی هم می تواند ناشی از درهم رفتگی حلقه ها باشد. همچنین ایشان با بررسی تأثیر مسیر حرکت و جنس بافت بر روی خواص اصطکاکی پارچه های حلقوی پودی دریافتند که دلیل افزایش نیروهای اصطکاک استاتیکی و دینامیکی بافت های حلقوی پودی پنبه ای نسبت به پلی استری در جهت حرکتی ردیف بر ردیف، ناشی از ضریب اصطکاک بالای نخ پنبه ای با

خودش می باشد، در حالی که در جهت حرکتی رج به رج، به دلیل وجود پرزهای بلند بر سطح پارچه های پنبه ای و کاهش عمق ناهمواری، مقادیر نیروهای اصطکاک استاتیکی و دینامیکی بافت های پنبه ای کمتر از پلی استری شده است. همان گونه که قبلاً نیز بیان شده در مطالعه فاکتورهای موثر بر خواص اصطکاکی پارچه ها نمی توان نقش متغیرهای محیطی را نادیده گرفت. در خصوص ارزیابی رفتار پارچه Mechel پیشنهاد کرد که تشخیص راحتی زمانی صحیح می باشد که تعداد نقاط تماس میان پارچه و پوست و یا دو سطح پارچه کم بوده و همچنین سطوح نیز کاملاً خشک باشند. [۱۵].

بررسی های Gwosdow و همکارانش پیرامون اثر آب و هوا بر ضریب اصطکاک پارچه با پوست نشان داد که در محیط گرم و مرطوب نیروی کشیدن پارچه بر روی پوست بیشتر می شود. ایشان در توجیه این رفتار اظهار داشتند که وجود رطوبت روی هر سطح می تواند سبب افزایش نقاط تماس میان سطوح و افزایش مقاومت اصطکاکی شود. تحقیقات Kothari و Apurba پیرامون ضریب اصطکاک پارچه بر پارچه نشان داد که عامل ساختار هندسی نقش مهمی در ایجاد اصطکاک ایفا می کند به گونه ای که ایشان دریافتند که با افزایش جزء پنبه ای مقدار پرز آلودگی و ناهمواری سطحی پارچه های بیشتر شده و این افزایش ارتفاع فرو موج ها سبب درگیری و چسبندگی بیشتر بین پارچه ها می شود. [۱۶]. همچنین مطالعات Frontczak و Snycrski نشان داد که الیاف پنبه علاوه بر قابلیت جذب و حفظ و نگهداری آب، به سبب سطح ناهموار قادر به انتقال و دفع رطوبت و دما به هوا می باشند [۱۷].

در تحقیق اخیر، تلاش گردید تا تاثیرات مستقل درجه حرارت محیط بر مقاومت اصطکاکی و میزان چسبندگی سطوح حرکتی پارچه های حلقوی پودی پنبه ای مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد، برای این هدف، سه درجه حرارت با بازه های دمایی برابر نسبت به هم انتخاب شدند. پس از قرار دادن هر یک از نمونه بافت های حلقوی پنبه ای در معرض دماهای مذکور، پارامترهای اصطکاکی ناشی از آزمایشات اصطکاک استخراج و مورد مطالعه قرار گرفتند.

## ۲. تجربیات

به منظور انجام تحقیقات، بافت های مورد آزمایش از یک سری نخ های ۱۰۰٪ پنبه ای نمره ۳۰ تکس با استفاده از یک ماشین گردباف یکرو سیلندر (جوراب باف) تهیه شدند که مشخصات آن در جدول (۱) ارائه شده است. همچنین برخی مشخصات ساختمانی بافت ها در حالت خام در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات ماشین گرد باف حلقوی پودی

نوع ماشین حلقوی	تعداد ابزار (عدد)	قطر سیلندر (اینچ)	گیج ماشین (G)	دور بر دقیقه ماشین (R.P.M)	مکانیزم باز کننده نخ
یکرو سیلندر	۶	۳/۵	۱۱	۲۳۰	مثبت

جدول ۲- برخی مشخصات ساختمانی بافت های حلقوی پودی پنبه ای در حالت خام

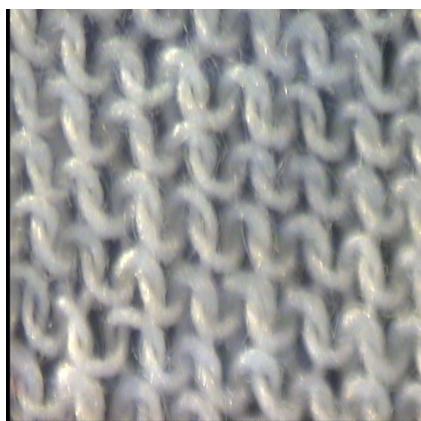
تراکم عرضی (WPC)	تراکم طولی (CPC)	تراکم سطحی (SD)	عرض بافت (Cm)	K <sub>C</sub>	K <sub>W</sub>	K <sub>S</sub>
۱۰	۱۰	۱۰۰	۱۲/۱۶	۴/۶۹	۴/۶۹	۲۱/۹۵

$K_C$  معرف مقدار ثابت تراکم طولی حلقه،  $K_W$  معرف مقدار ثابت تراکم عرضی حلقه و  $K_S$  نیز معرف مقدار ثابت تراکم سطحی حلقه می باشند، همچنین آنها از پارامترهای ابعادی پارچه های حلقوی محسوب می شوند. جهت جداسازی روغن های صنعتی از سطح پارچه و همچنین ثبات ابعادی و رفع چروک سطحی پارچه، بافت های مذکور به مدت ۳۰ دقیقه در معرض دترجنت و آب گرم  $90^{\circ}\text{C}$  تحت عملیات شستشو و سپس تکمیل قرار گرفتند برخی مشخصات ساختمانی بافت های حلقوی پودی پنبه ای در حالت استراحت کامل در جدول (۳) ارائه شده است.

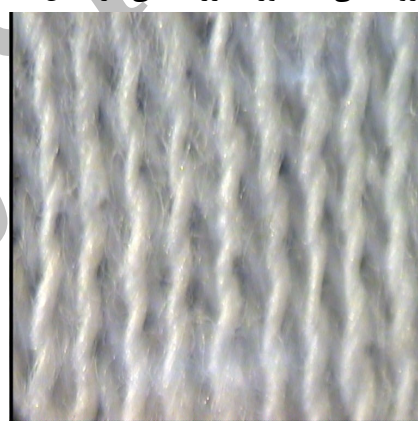
جدول ۳- برخی مشخصات ساختمانی بافت های حلقوی پودی پنبه ای در حالت استراحت کامل

$K_S$	$K_W$	$K_C$	عرض بافت (Cm)	تراکم سطحی (SD)	تراکم طولی (CPC)	تراکم عرضی (WPC)	طول حلقه (Cm)
۲۸/۸۹	۵/۸۴	۴/۹۴	۸/۸۸	۱۴۳	۱۱	۱۳	۰/۴۵

به منظور درک دقیقتر و تحلیل صحیح تر از ناهمواری های سطحی بافت پنبه ای تصویر سطحی بافت پنبه ای از سمت پشت و روی فنی به صورت بزرگنمایی در شکل (۱) نمایش داده شده است.



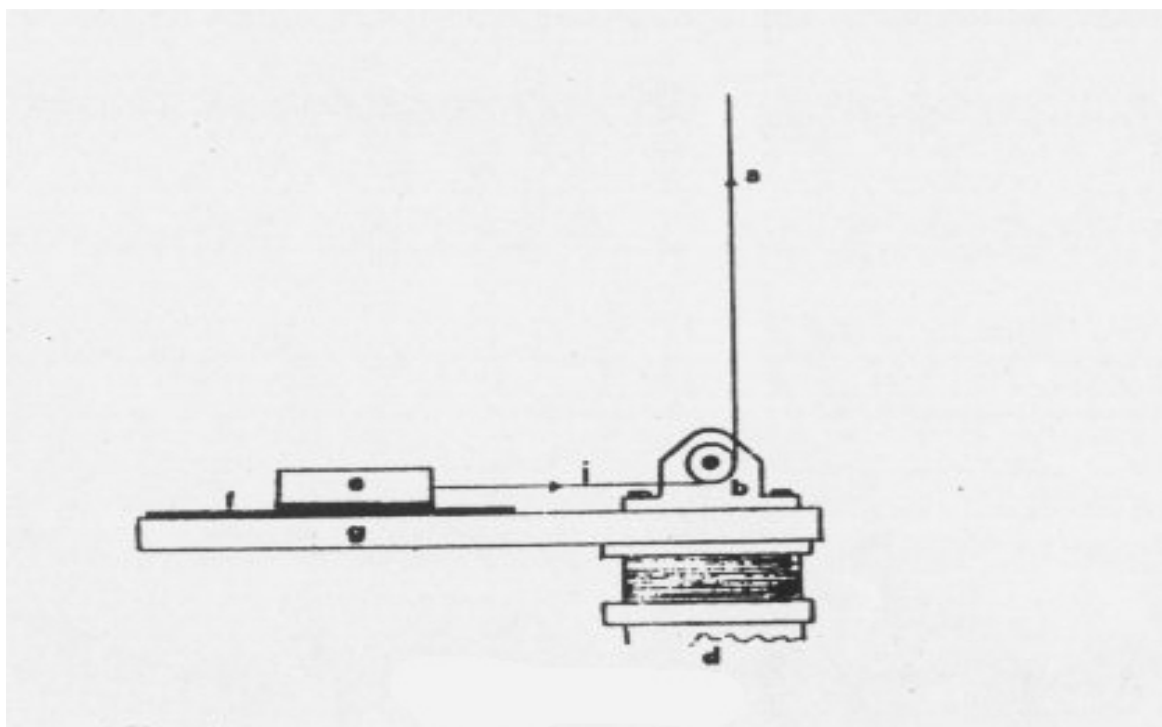
(ب) پشت فنی پارچه



(الف) روی فنی پارچه

شکل ۱- نمایش ساختمانی شکل روی فنی (الف) و پشت فنی (ب) بافت حلقوی پنبه ای ساده

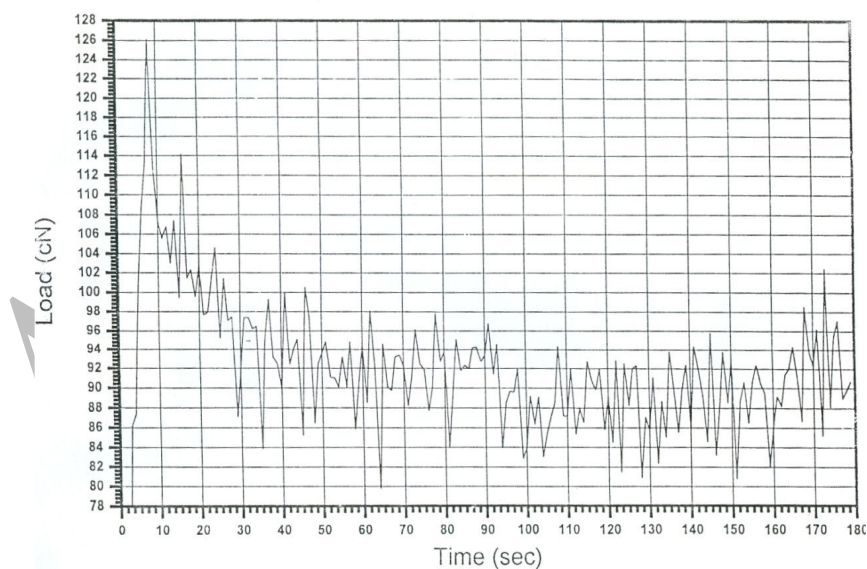
جهت انجام آزمایش اصطکاک پارچه، از یک دستگاه اینسترون مدل (شرلی) با یکسری تجهیزات اضافی استفاده گردید، بدین ترتیب که هر نمونه پارچه به صورت کاملاً صاف، تحت تنش جزئی بر روی صفحه افقی از جنس پرسپکس<sup>۱</sup> (به ابعاد  $30 \times 10$  سانتیمتر مربع) قرار می گرفت. همچنین بر روی صفحه افقی یک لغزنده به ابعاد  $6 \times 5$  سانتیمتر مربع با جنس مشابه صفحه افقی قرار داشت البته روی سطح پایینی لغزنده نیز از نمونه های مشابه بافت پنبه استفاده شد. به منظور ثابت نگه داشتن نمونه ها بر روی سطوح لغزنده و صفحه افقی از چسب های دو طرفه استفاده گردید. جهت احساس تماس دقیق تر سطوح پارچه بر روی هم فشار عمودی سطح حدود  $2/77 \text{ CN/cm}^2$  (سانتی نیوتن بر سانتیمتر) و برابر با فشار عمودی سطح محققین قبلی در نظر گرفته شد [۱۶]. اساس کار بر حرکت خطی لغزنده با سرعت  $60 \text{ mm/min}$  بر روی صفحه عرضی استوار بود. در شکل (۲) نمای عرضی از دستگاه مورد استفاده در آزمایشات اصطکاک پارچه (با روش Ajayi) ارائه شده است. همزمان یک کامپیوتر متصل به خروجی اینسترون تغییرات نیرو- زمان را بر حسب گرم نیرو بر ثانیه نمایش می داد. منحنی های بدست آمده به نمودارهای ایست- رو معروف اند که در شکل (۳) یک نمونه از این نمودارها نشان داده شده است.



شکل ۲-نمای عرضی از دستگاه اندازه گیری اصطکاک پارچه [ ۸ ]

لغزنده  $e=$  ، ریسمان  $i=$  ، پارچه  $f=$  ، صفحه عرضی  $g=$  ، قرقره متصل به فک ثابت  $b=$  ، فک متحرک  $a=$

## STICK-SLIP DIAGRAM



شکل ۳-نمودار اثر اصطکاکی برای پارچه حلقوی پودی ساده

جهت بررسی اثر دمای محیط بر خواص اصطکاکی بافت حلقوی پودی پنبه ای، نمونه های آزمایش در داخل یک کابین ایزوله قرار گرفته بطوریکه در این کابین امکان تنظیم دقیق میزان درجه حرارت و رطوبت نسبی محیط آزمایش به صورت کاملاً مستقل از هم ایجاد می شد. نحوه کار بدین گونه بود که پس از بستن نمونه ها به لغزنده و صفحه عرضی از سمت روی فنی پارچه و قراردادن آنها درون محفظه کابین، امکان انتقال حرکت از فک متحرک دستگاه اینسترون به لغزنده با استفاده از

یک ریسمان کشش ناپذیر فراهم گردید. در این تحقیق در بازه دمایی ۵۰-۰ درجه سانتیگراد، تعداد ۳ نقطه دمایی با طول گام ۲۵ انتخاب شدند.

البته به منظور عدم تأثیرگذاری رطوبت نسبی بر رفتار اصطکاکی بافت ها، میزان رطوبت محیط آزمایش به حالت نسبتاً خشک ( $Rh=25\%$ ) تنظیم گردید. با ایجاد شرایط دلخواه محیطی، نمونه های آزمایش بمدت ۳۰ دقیقه تحت عملیات آماده سازی قرار گرفتند و سپس پارامترهای اصطکاکی از نمودارهای ایست-رو استخراج شدند. برخی پارامترهای اصطکاکی مهم عبارتند از:

الف) نیروی اصطکاک استاتیکی ( $F_s$ ) شامل بلندترین پیک منحنی است و معمولاً در ابتدای حرکت لغزنده ظاهر می شود [۷].

ب) نیروی اصطکاکی دینامیکی ( $F_k$ ) که برابر با میانگین از تمام نقاط ماکزیمم و مینیمم (به جزء نقطه  $F_s$ ) می باشد [۷].

ج) اختلاف مقادیر اصطکاک استاتیکی و دینامیکی ( $F_s-F_k$ ) شامل تفاضل میان نیروی اصطکاک استاتیکی و دینامیکی است و معرف شاخص صافی و همواری پارچه نیز می باشد. در واقع با کاهش میزان اختلاف پارامتر مذکور سطح پارچه هموارتر به نظر می رسد. [۱۳، ۱۴، ۱۲، ۷].

### ۳. نتایج و بحث

نتایج تجربی بدست آمده از پارامترهای اصطکاکی برای کلیه نقاط دمایی مذکور در جدول (۴) ارائه شده است. به منظور امکان بررسی دقیق و کاهش اثرات خطا بر نتایج، آزمایشات در جهت حرکتی ردیف بر ردیف پارچه و با سه تکرار انجام شدند.

جدول ۴- نتایج خواص اصطکاکی پارچه های حلقوی پودی ساده پنبه ای

درجه حرارت			$T_2=25^\circ\text{C}$					$T_1=0^\circ\text{C}$					$T_3=50^\circ\text{C}$	
رطوبت نسبی		پارامترهای اصطکاکی	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>
		$F_s(\text{gf})$	۱۲۵/۲۶	۱۲۷/۱۴	۱۲۸/۸	۱۲۵/۷۳	۱۵۰	۱۵۰/۵۳	۱۴۹/۱۳	۱۴۹/۹	۱۵۶/۵	۱۵۷/۱۴	۱۵۸	۱۵۷/۲۱
۲۵٪		$F_k(\text{gf})$	۹۱/۶۱	۹۲/۷۵	۹۲/۱۷	۹۲/۱۸	۱۱۰/۴۵	۱۱۳/۲۱	۱۱۱	۱۱۱/۵۵	۱۳۳/۶۱	۱۳۲/۲۵	۱۳۳	۱۳۲/۹۵
		$F_s-F_k(\text{gf})$	۳۳/۶۵	۳۴/۳۹	۳۲/۶۳	۳۳/۵۶	۳۹/۵۵	۳۷/۳۲	۳۸/۱۳	۳۸/۳۳	۲۲/۸۹	۲۴/۸۹	۲۵	۲۴/۲۶

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS(16) انجام گرفت و کلیه مقایسه ها با انجام آزمون آنوا<sup>۱۱</sup> و سپس توکی<sup>۱۱</sup> در سطح اطمینان ۹۵٪ تست شدند. همان گونه که قبلاً نیز بیان شد، مطالعه تأثیر دما بر رفتار اصطکاکی سطوح بافت های حلقوی پودی پنبه ای، از سمت روی فنی پارچه و در جهت حرکتی ردیف بر ردیف انجام گردید. بررسی نتایج آزمون های آنوا و توکی ناشی از تأثیر میزان دمای محیط بر پارامترهای اصطکاکی در جداول (۵) و (۶) ارائه شده است.

جدول ۵- نتایج آزمون آنوا بر اثر تغییرات دما بر پارامترهای اصطکاکی پارچه ها در رطوبت نسبی ۲۵٪

کد(درجه حرارت)	$F_k$ (gf)	$F_s$ (gf)	$F_s-F_k$ (gf)
T <sub>1</sub>	*	*	*
T <sub>2</sub>	*	*	*
T <sub>3</sub>	*	*	*

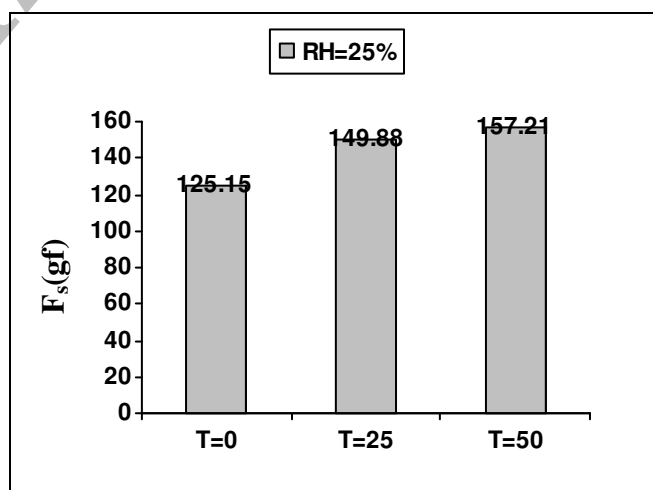
\* : معنی دار - : بدون معنی

جدول ۶- نتایج آزمون توکی بر اثر تغییرات دما بر پارامترهای اصطکاکی پارچه ها در رطوبت نسبی ۲۵٪

کد	$F_s$ (gf)			$F_k$ (gf)			$F_s-F_k$		
دما	۰ °C	۲۵ °C	۵۰ °C	۰ °C	۲۵ °C	۵۰ °C	۰ °C	۲۵ °C	۵۰ °C
۱	۱۲۵/۷۴	۹۲/۱۷		۲۴/۲۶					
۲	۱۴۹/۸۸	۱۱۱/۵۵	۳۳/۵۷						
۳	۱۵۷/۲۱	۱۳۲/۹۵	۳۸/۳۳						

### ۱.۳. بررسی تأثیر دما بر مقاومت استاتیکی اصطکاک ( $F_s$ )

با توجه به نتایج آزمون توکی جدول (۶) ملاحظه می شود که در پارچه های حلقوی پودی پنبه ای با افزایش میزان دمای محیط آزمایش، مقادیر مقاومت استاتیکی دچار افزایش شده است. در واقع ازدیاد دما در این نوع بافت ها سبب بیشتر شدن نیروی اصطکاکی آستانه حرکت می گردد. در شکل (۴) تأثیر درجه حرارت محیط بر مقاومت استاتیکی ( $F_s$ ) بافت پنبه ای نمایش داده شده است از آنجا که سطوح بافت پنبه ای در کلیه نقاط دمایی مذکور به دلیل رطوبتی نسبی  $Rh=25\%$ ، تقریباً خشک می باشند، لذا می توان به طور دقیق، نقش دما را بر بروز این رفتارها مورد بررسی قرار داد. بنابراین با افزایش دمای محیط از  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  به  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  و سپس  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  از میزان جذب رطوبت (بازیافتی) درون الیاف کاسته شده که در نتیجه این امر سبب کاهش تورم قطری و سطح مقطع الیاف شده و پیچ و تاب الیاف سطحی پارچه بیشتر شده و همین عامل منجر به افزایش درگیری مکانیکی بین الیاف دو سطح پارچه می شود و به تبع آن نیروی آستانه حرکت میان سطوح بافتها افزایش یافته و در نتیجه بر میزان مقاومت استاتیکی افزوده می شود.

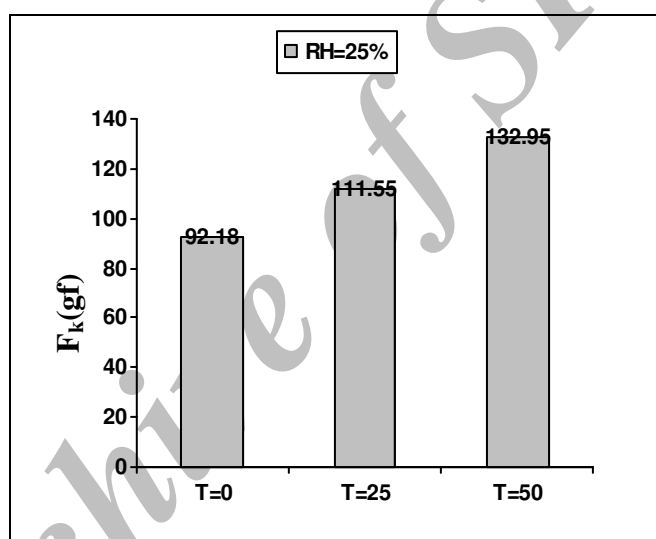


شکل ۴- تأثیر درجه حرارت بر نیروی اصطکاک استاتیکی ( $F_s$ ) تحت شرایط رطوبتی نسبتاً خشک ( $RH=25\%$ )

هر چه روند افزایش دمای محیط تداوم یابد سبب شده تا سطح پارچه پنبه ای بیشتر خشک شده و بیرون زدگی الیاف پنبه ای از سطح پارچه نیز بیشتر گردد، در نتیجه در هم روی و درگیری مکانیکی بین الیاف سطوح پارچه در سطح میکرو<sup>۵</sup> افزایش یافته و به دنبال آن میزان مقاومت استاتیکی بیشتر می شود. البته این نتیجه با نظر محققین قبلی (در زمینه اصطکاک پوست با پارچه تحت شرایط محیطی گرم و مرطوب) مطابقت داشت [۱۵].

### ۲.۳. بررسی تأثیر دما بر مقاومت دینامیکی اصطکاک ( $F_k$ )

همان گونه که در جدول (۶) مشاهده می شود، با ازدیاد دمای داخل کابین، نیروهای اصطکاک دینامیکی بین سطوح بافت ها نیز بیشتر می شوند. بنابراین سطوح بافت در اثر پدیده افزایش حرارت، علاوه بر صرف نیروی بالاتر در شروع حرکت، جهت ادامه حرکت نیز نیازمند انرژی جنبشی بیشتری می باشند در شکل (۵) تأثیر درجه حرارت محیط بر مقاومت دینامیکی اصطکاک ( $F_k$ ) بافت پنبه ای نشان داده شده است.



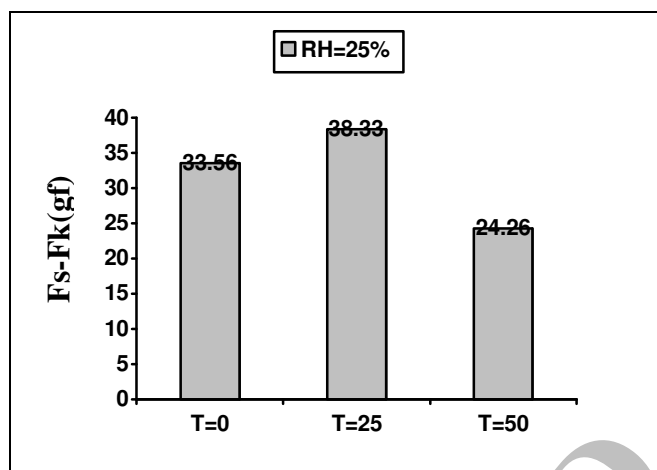
شکل ۵- تأثیر درجه حرارت بر نیروی اصطکاک دینامیکی ( $F_k$ ) تحت شرایط رطوبتی نسبتاً خشک (RH=25%)

هر چند که افزایش دما باعث کاهش نرخ رطوبت بازیافتی، کوچکتر شدن تورم قطری الیاف و در نتیجه کم شدن سطح تماس میان بافتها می شود، اما در عوض افزایش بیرون زدگی الیاف سطح پارچه ها (ناشی از ازدیاد دما) نهایتاً منجر به درگیری مکانیکی بیشتر و بالا رفتن مقدار نیروی اصطکاک دینامیکی می گردد. خاطر نشان می شود که هر چه میزان سرعت حرکت لغزنده پایین بیاید مقاومت حرکتی سطوح بر روی هم افزایش بیشتری نشان خواهد داد. [۸،۹،۱۰].

### ۳.۳. بررسی تأثیر دما بر تفاوت مقادیر نیروهای استاتیکی و دینامیکی اصطکاک ( $F_s - F_k$ )

با مراجعه به جدول (۶) و نتایج آزمون توکی می توان این گونه بیان داشت که در بین دماهای مذکور بیشترین میزان بافت های پنبه ای، در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  و کمترین آن نیز متعلق به دمای  $50^{\circ}\text{C}$  می باشد. در شکل (۶) تأثیر درجه حرارت محیط بر همواری سطوح بافت های پنبه ای حلقوی پودی نمایش داده شده است.





شکل ۶- تأثیر درجه حرارت بر پارامتر  $F_s-F_k$  تحت شرایط رطوبتی نسبتاً خشک (RH=25%)

همان گونه که قبلاً نیز بیان شد، از جمله دلایل انتخاب میزان رطوبت نسبی  $Rh=25\%$  برای کلیه حالات آزمایش، حذف نقش رطوبت نسبی بر خواص صافی و همواری بافت های پنبه ای می باشد تا بتوان به طور دقیق تر تاثیر دما را بر بروز این خواص مورد بررسی قرار داد. با مقایسه میزان  $(F_s-F_k)$  پارچه پنبه ای در دمای  $0^\circ\text{C}$  و  $25^\circ\text{C}$  می توان دریافت که در دمای  $0^\circ\text{C}$ ، میزان رطوبت باز یافتی موجود درون الیاف پنبه بیشتر از سایر دماهای مذکور است که این امر سبب افزایش تورم قطری الیاف و بالا رفتن سطح تماس بین دو پارچه می شود؛ اما بتدریج با افزایش میزان دما به  $25^\circ\text{C}$ ، نرخ رطوبت باز یافتی پایین آمده و سبب کاهش تورم قطری و تعداد نقاط تماسی شده، در مجموع میزان ناهمواری سطحی بیشتر می شود.

البته بیرون زدگی های کم الیاف (آزاد) سطحی (در اثر ازدیاد دمای  $50^\circ\text{C}$ ) می تواند به پر شدن شیارهای ناشی از ساختمان بافتها کمک نموده و میزان همواری سطوح حرکتی و در نهایت صافی سطح پارچه را نیز افزایش دهد. هرچند ازدیاد دمای محیط از  $25^\circ\text{C}$  به  $50^\circ\text{C}$ ، می تواند منجر به خشکی شدید لیف پنبه و بارهای الکتریسیته در الیاف سطحی شده این امر میزان مقاومت استاتیکی و دینامیکی سطوح پارچه را (ناشی از این پدیده) بالا می رود. از سویی دیگر با بیشتر شدن دما از  $25^\circ\text{C}$  به  $50^\circ\text{C}$ ، مقدار جذب رطوبت و تورم قطری الیاف کاهش یافته این عامل سبب افزایش میزان همواری سطحی الیاف آزاد در هم روی و درگیری مکانیکی بین دو سطح پارچه می گردد، در نهایت این افزایش همواری سطحی می تواند سبب کاهش شدید مقدار نیروی  $(F_s-F_k)$  بافتها در دمای فوق شود.

#### ۴.۳. مقایسه نرخ تغییرات پارامترهای اصطکاکی در تغییر حالت های دمایی مختلف

با مشاهده جدول (۷) و مقایسه داده های بدست آمده از میزان تغییرات نیروی اصطکاک استاتیکی بین دماهای مذکور نتیجه می شود که با توجه به یکسان بودن طول گام  $25$  میان سه دمای مورد نظر، مقدار اختلاف نیروی اصطکاک استاتیکی در دماهای  $0^\circ\text{C}$  به  $25^\circ\text{C}$  بیش از سه برابر میزان اختلاف نیروی اصطکاک استاتیکی از دمای  $25^\circ\text{C}$  به  $50^\circ\text{C}$  می باشد.

جدول ۷- مقایسه میان اختلاف مقادیر پارامترهای اصطکاکی در بافت های پنبه ای حلقوی پودی تحت دماهای مختلف

$T_1=0^{\circ}\text{C}, T_3=50^{\circ}\text{C}$		$T_2=25^{\circ}\text{C}, T_3=50^{\circ}\text{C}$		$T_2=25^{\circ}\text{C}$	$T^{\circ}\text{C}$
					$T_1=0^{\circ}\text{C}$
					RH%
۳۲/۰۶	۷/۳۳	۲۴/۷۳	$\Delta F_s$		
۴۰/۷۷	۲۱/۴	۱۹/۳۷	$\Delta F_k$		۲۵٪
۹/۳	۱۴/۰۷	۴/۷۷	$\Delta F_s - F_k$		

افزایش تدریجی دما از  $0^{\circ}\text{C}$  به  $25^{\circ}\text{C}$  با توجه به بالا بودن فشار عمودی سطح ( $2/77 \text{ CN/cm}^2$ ) و با گذشت زمان ۳۰ دقیقه (روی هم بودن سطوح)، به دلیل میزان رطوبت بازیافتی بیشتر، شرایط ایجاد برای کشش سطحی و چسبندگی سطوح بافت در این بازه بسیار مناسب بوده و همچنین بیرون زدگی جزئی الیاف پنبه ای نیز تا حدودی به افزایش تعداد نقاط تماسی سطوح کمک نموده که منجر به افزایش میزان نیروهای اصطکاکی آستانه حرکت ( $F_s$ ) می شود. اما افت میزان تغییرات مقاومت استاتیکی بافت در نتیجه کاهش شدید رطوبت بازیافتی درون الیاف از دمای  $25^{\circ}\text{C}$  به  $50^{\circ}\text{C}$  سبب کاهش نقاط اتصال سطوح بافت و پایین آمدن نیروهای اصطکاک در لحظه شروع حرکت می شود. به طور کلی با افزایش میزان دما از  $0^{\circ}\text{C}$  به  $50^{\circ}\text{C}$  به علت افزایش ۵۰ درجه ای دمای محیط بیشترین میزان کاهش تورم قطری الیاف و نیز افزایش تجعد و درگیری الیاف رخ داده و نهایتاً بالاترین میزان تغییرات نیروی اصطکاک استاتیکی مشاهده می گردد.

با مراجعه به جدول (۷) و ملاحظه مقدار یکسان تغییرات نیروهای دینامیکی اصطکاک در دماهای  $0^{\circ}\text{C}$  و  $25^{\circ}\text{C}$  و  $50^{\circ}\text{C}$  نتیجه می شود که روند افزایش نیروهای دینامیکی اصطکاک حین افزایش دماهای موردنظر به صورت کاملاً خطی بوده و همبستگی بسیار خوبی با (ازدیاد) دمای محیطی نشان می دهد. با افزایش دمای محیط مقدار جذب رطوبت و تورم الیاف کاهش یافته و بدنبال آن افزایش تجعد و درگیری مکانیکی الیاف در حین حرکت دو سطح پارچه روی هم سبب شده منحنی های ایست-رو در سطح بالاتری حرکت کنند.

با نگاهی بر مقادیر ( $F_s - F_k$ ) بافت های پنبه ای و میزان تغییرات آنها در دماهای مختلف می توان نتیجه گرفت که حین افزایش دما از  $0^{\circ}\text{C}$  به  $25^{\circ}\text{C}$ ، همواری سطوح تا حدودی کاهش نشان می دهد، اما با افزایش دما از  $25^{\circ}\text{C}$  به  $50^{\circ}\text{C}$ ، نرخ میزان تغییرات ( $F_s - F_k$ ) نسبت به حالت قبل بیش از سه برابر حالت قبلی می شود. اما افزایش تدریجی میزان دما از  $25^{\circ}\text{C}$  به  $50^{\circ}\text{C}$  درجه به سبب کاهش ناهمواری های سطحی ناشی از پرشدگی شیارهای سطوح بافت، میزان ناصافی بافت های پنبه ای را تا حد زیادی دچار کاهش می کند این موضوع با نظر محققین قبلی نیز مطابقت داشت [۱۵].

#### ۴. نتیجه گیری

خصوصیات اصطکاکی بافت های حلقوی پودی ساده پنبه ای با تغییر میزان دمای محیط ( $0^{\circ}\text{C}$ ،  $25^{\circ}\text{C}$  و  $50^{\circ}\text{C}$ ) دچار دگرگونی می شوند. با انجام آزمایشات اصطکاکی بر سمت روی فنی پارچه، در جهت ردیف بر ردیف نتیجه شد که هنگام افزایش دمای محیط بر مقادیر مقاومت استاتیکی و دینامیکی اصطکاک سطوح افزوده می شود. البته به سبب نقش عواملی همچون چسبندگی، نیروهای الکترواستاتیکی، نیروهای تغییر شکل و نیروهای بین مولکولی؛ نرخ تغییرات مقاومت استاتیکی در افزایش دمای  $0^{\circ}\text{C}$  به  $25^{\circ}\text{C}$  بیش از سه برابر تغییرات مقاومت استاتیکی از حالت  $25^{\circ}\text{C}$  به  $50^{\circ}\text{C}$  می باشند. همچنین بیشترین مقادیر ( $F_s - F_k$ ) حاصل از سطوح بافت های پنبه ای، در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  می باشد، اما نرخ تغییرات این پارامتر اصطکاکی در بافت های پنبه ای میان دماهای  $25^{\circ}\text{C}$  و  $50^{\circ}\text{C}$  به بیش از سه برابر تغییر خواص نرمی بین دماهای  $0^{\circ}\text{C}$

۰ و  $25^{\circ}\text{C}$  می باشد، این افزایش سه برابری شاید به دلیل شدت بیرون زدگی الیاف آزاد و پرشدن شیارها و حفره های بین سطوح در بازه دمایی  $25^{\circ}\text{C}$  به  $50^{\circ}\text{C}$  باشد.

#### منابع :

- [1]. Ajayi. J. O; "Fabric Smoothness, Friction and Handle", Textile. Res. J. **62(1)**, 52 ,1992.
- [2]. A.S.T.M Book., Section 7. PP 685,1986.
- [3]. Ajayi, J.O., PhD Thesis. University of Strathclyde.,1988.
- [4]. Carr, W.W., Posey, J.E and Ticher, W.C; "*Frictional Characteristics of Apparel Fabrics*", Text. Res. J. **58**, 129,1988.
- [5]. Galuszynski.S. Text.Institute. **42**, T521,1981.
- [6]. Howell. H.G; "The General Case of Friction of a String Round a Cylinder", J.Text. Inst., **44**, T 359 ,1953.
- [7]. Hearl.J.W.S and Husain.A.K.M. "*Studies in Needled Fabrics. Part VIII the Effect of Friction on the Processing and Properties of Needle-Bonded Fabrics*" J.Text. Inst. J. **62**, **68**, **107**,1971.
- [8] Ajayi, J. O., "Effect of Fabric Structure on Frictional", Textile. Res. J. 62(1), 52 ,1992.
- [9]. Ajayi, J.O., Elder. H.M., "Resolution of the Stick-Slip Friction Trace of Fabrics", J. Text. Inst., **86 (4)**, 600 ,1995.
- [10]. Ajayi, J.O., and Elder, H.M; "Fabric Friction, Handle, and Compression". J. Text. Inst, **88**, **232-241**, 1997.
- [11].Harlock, S, C, Ramkumar, S.S; "A Study of Handle Characteristics of Cotton Rib Knitted Fabrics". Text.Inst.machinery .**149** ,1997.
- [12]. Jeddi, Ali A.A. Shams, S., Nosraty, H., and Sarsharzadeh, A.; "*Relation between Fabric Structure and Friction part I: Woven Fabric*". J. Text. Inst,2002.
- [13].Jeddi, Ali A.A. Khorram-toussi. Z, Maleki. V and Yazdanifar. "Relations between Fabric Structure and Friction part II: Weft Knitted Fabrics". J. Text. Inst, 2003.
- [14]. Jeddi Ali A.A. Arshi.A., Maleki. V and Fakhr.V; "Relations between Fabric Structure and Friction part III: Warp Knitted Fabrics". J. Text. Inst, 2006.
- [15].Gwodsow, A.R. Stevens, L.G Berglund, and J.A. J. Stolwijk., "Skin Friction and Fabric Sensations in Neutral and Warm Environments". Textile Res. J. **44**, PP. 574-580,1986.
- [16]. Apurba, .D, .Kohtahri. V and Nagara. Ju. Vandana, "A Study on Frictional characteristics on woven fabrics". Autex Research Journal, Vol-5, No3, September 2005.
- [17]. Marek Snyckerski, Izabela Frontczak-Wasiak; "Functional Woven Fabrics with Controlled Friction Coefficients Prevent sing bed ores". Autex Research Journal, Vol. **4**, No3, September 2004.