

بررسی خصوصیات الکتریکی و حرارتی پارچه های حلقوی بافته شده همراه با سیم فیلامنتی فلزی

رها پوریابی¹، انسیه حاجب¹، پدرام پیوندی^{2*}

1- دانشجوی کارشناسی مهندسی تکنولوژی نساجی، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

2* - استادیار، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه یزد، یزد، ایران p_peivandi@yazduni.ac.ir

چکیده

صنعت نساجی امروزه به سوی تولید منسوجاتی پیش می رود که علاوه بر کاربردهای معمول به عنوان حسگر و عملگر مانند تولید گرما در سرما و بالعکس نیز قابل استفاده می باشند از آنجایی که پارچه های حلقوی به طور گسترده ای در تولید پوشاک استفاده می شوند امروزه در زمینه تولید پارچه های رسانا مورد توجه قرار گرفته اند . در این مقاله به بررسی خصوصیات الکتریکی و حرارتی پارچه های حلقوی بافته شده همراه با سیم فیلامنتی فلزی پرداخته شده است برای این منظور نمونه هایی از چند نوع طرح بافت مورد آزمایش قرار گرفتند و رابطه ی بین جریان الکتریکی - زمان، دما - زمان، جریان الکتریکی - نیرو و جریان الکتریکی - کشش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان می دهد که با گذشت زمان، دمای اندازه گیری شده افزایش می یابد. همچنین افزایش فشار، کاهش جریان الکتریکی را به دنبال خواهد داشت. در مورد افزایش کشش روند خاصی مشاهده نشد.

واژه های کلیدی : پارچه های حلقوی، خصوصیات الکتریکی و حرارتی، سیم فلزی

1-مقدمه

با توجه به اینکه کارایی پارچه های حلقوی رسانا بر اساس تغییرات مقاومت الکتریکی آنها در پاسخ به محرک هایی مانند تغییر شکل، دما، رطوبت و ... تعیین می شود. بنابراین پاسخ به این محرک های مقاومتی مبنایی برای تعیین حساسیت این نوع پارچه ها است [1-3]. از آنجایی که مقاومت طولی معادل حلقه ها ثابت می باشد، فاکتور کلیدی در میزان تولید حرارت پارچه های حلقوی رسانا، مقاومت تماسی اورلپ ها است. علاوه بر این طرح بافت نیز یک پارامتر تاثیرگذار در تعیین میزان تولید حرارت این پارچه هاست [4]. تحقیقات انجام شده نشان می دهد که میزان تراکم پارچه و طرح پارچه به ترتیب 90 درصد و 99 درصد بر ضریب هدایت حرارتی تاثیر دارند [5]. همچنین با جاگذاری سیم در منطقه نخ های پرز پارچه های حلقوی دوروسیلندر می توان به تولید پارچه های رسانا دست یافت. از جمله کارهای انجام شده تولید یک لباس مجهز به حسگر و جلیقه حرارتی است که انتقال داده ها میان قطعات اندازه گیری الکترونیکی و حسگرهای حرارتی آن، توسط نخ های حاوی الیاف رسانا صورت می پذیرد [6].

در این تحقیق به بررسی تاثیرات تغییر شکل پارچه در اثر اعمال نیرو و یا کشش بر قابلیت تولید حرارت پارچه های حلقوی رسانا پرداخته و رابطه بین جریان الکتریکی - نیرو، جریان الکتریکی - کشش، جریان الکتریکی - زمان و دما - زمان بیان شده است.

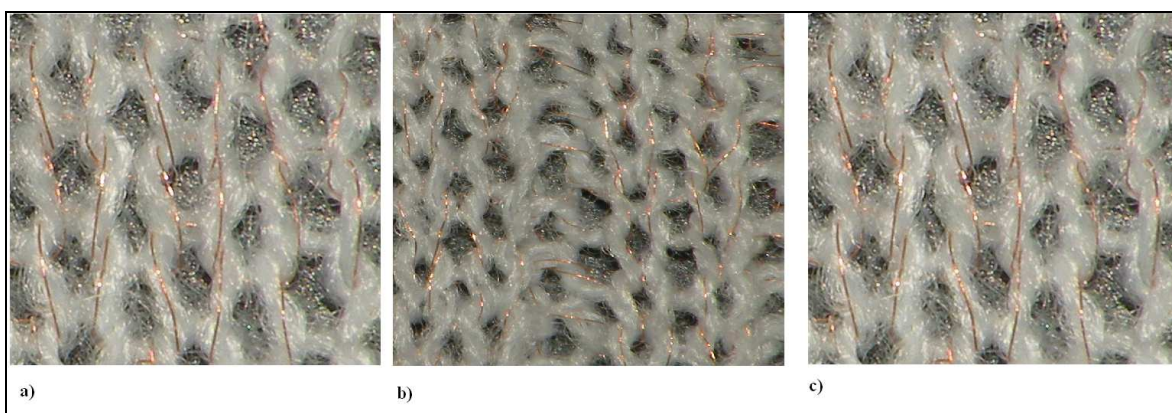
2- روش تحقیق

جهت انجام بررسی تغییر جریان الکتریکی در اثر تغییر شکل پارچه، نمونه پارچه‌هایی بر اساس سه نوع طرح بافت ساده، ریب 1*2 و ریب 2*2 و نمره نخ مشخص انتخاب شده‌اند. خصوصیات فیلامنت فلزی به کار رفته در نمونه‌ها در جدول شماره 1 نشان داده شده است

جدول شماره 1. خصوصیات فیلامنت فلزی

جنس	مس
هدایت الکتریکی	56,000,000 S/m
قطر	70 μm
چگالی	8.96 g/cm ³
وزن خطی	98.78dn
نیروی پارگی	95cN
مدول سختی	44 GPa
تنش نقطه تسلیم	70 MPa
ضریب پواسون	0.33
استحکام کششی	240 MPa
مدول الاستیسیته	110 GPa

تصاویر نمونه‌های بافته شده در شکل‌های زیر نشان داده شده است.



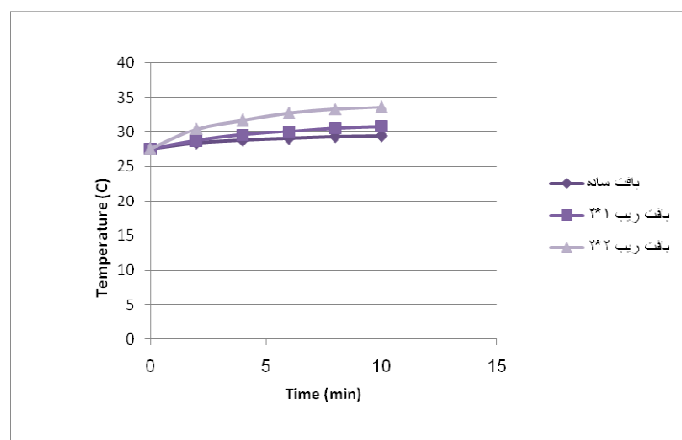
شکل 1 تصاویر نمونه‌های بافته شده (a) نمونه بافت ساده (b) نمونه بافت ریب 1*2 (c) نمونه بافت ریب 2*2

جهت اندازه‌گیری تغییرات جریان نسبت به زمان، ولتاژ 2/5 ولت به دو سر مدار نمونه وصل شد. تغییرات جریان توسط آمپرسنج و تغییرات دما توسط دماسنج دیجیتال اندازه‌گیری گردید. همچنین برای بررسی اثر تغییرات زمان بر روی دما، جریان ثابت 0/25 آمپر به دو سر مدار وصل گردید و تغییرات دما اندازه‌گیری شد. کلیه آزمایشات فوق در محیط ایزوله انجام شدند. در ادامه اثر تغییرات فشار

و کشش بر میزان جریان الکتریکی عبوری از نمونه پارچه مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور فشارهای مختلفی توسط وزنه های 50 گرمی به نمونه پارچه های بافته شده اعمال شد و میزان جریان عبوری از آنها در ولتاژ ثابت 2/5 ولت ثبت گردید. همچنین برای بررسی اثر تغییرات کشش، نمونه پارچه ها توسط دستگاه استحکام سنج و با سرعت (mm/min) 35 تحت کشش قرار گرفتند و تغییرات جریان الکتریکی عبوری از آنها در ولتاژ ثابت 2/5 ولت ثبت شد. برای بررسی تکرار پذیری، هر آزمایش سه بار انجام شد و در نهایت با استفاده از میانگین داده های به دست آمده نمودارهای جریان الکتریکی - زمان، دما - زمان، جریان الکتریکی - نیرو و جریان الکتریکی - کشش رسم شد.

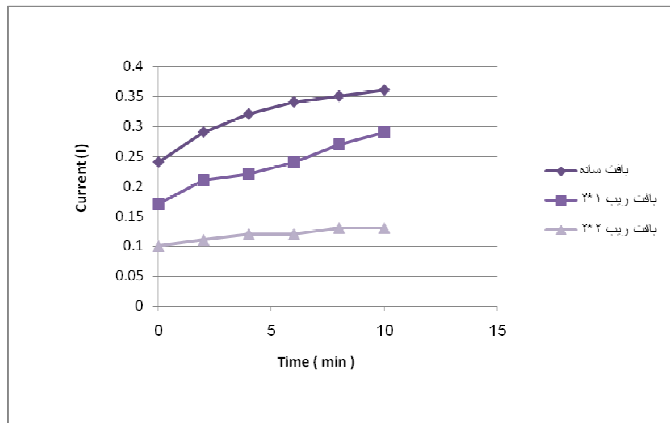
3- نتایج و بحث

در نمودار شکل 2 تغییرات دما نسبت به زمان در جریان ثابت 0/25 آمپر نشان داده شده است.



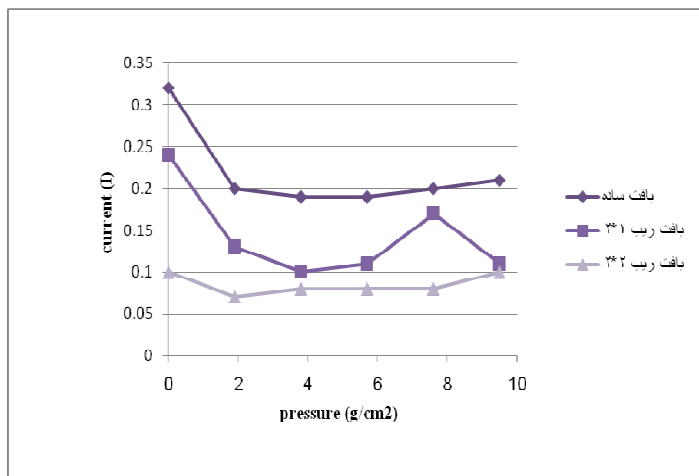
شکل 2 نمودار منحنی تغییرات دما با گذشت زمان

مشاهده می شود که در هر سه نوع بافت با گذشت زمان دمای اندازه گیری شده افزایش می یابد علاوه بر این با مقایسه سه منحنی مشاهده می شود که بافت ریب 2*2 بیشترین و بافت ساده کمترین سرعت افزایش دما را دارند. دلیل این امر می تواند جمع شدگی بیشتر بافت ریب 2*2 در مقایسه با بافت ساده باشد که این مسئله منجر به افزایش تراکم فیلامنت فلزی در واحد سطح می شود و در نتیجه دماسنج دیجیتال دمای بیشتری را نشان خواهد داد. در منحنی شکل 3 تغییرات جریان نسبت به زمان در ولتاژ ثابت 2/5 ولت نشان داده شده است.



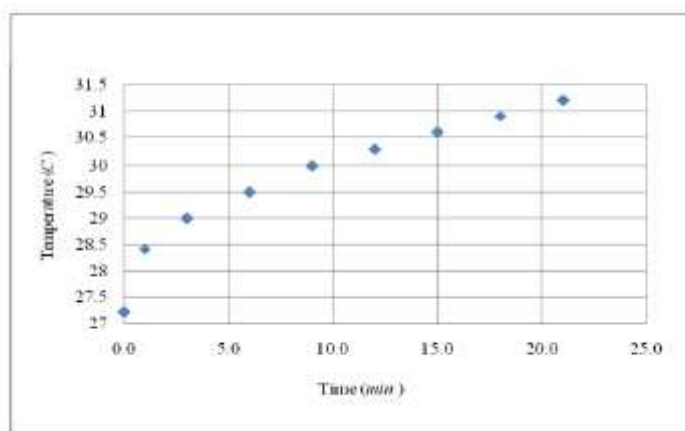
شکل 3 منحنی تغییرات جریان با گذشت زمان

مشاهده می شود که در هر سه نوع بافت با گذشت زمان جریان عبوری از مدار پارچه افزایش می یابد دلیل این امر می تواند کاهش تنش ایجاد شده در نمونه پارچه در اثر گذشت زمان باشد، کاهش تنش ایجاد شده سبب افزایش اتصالات حلقه ها شده در نتیجه امکان اتصال کوتاه در مدار پارچه افزایش می یابد. با افزایش اتصال کوتاه، مقاومت مدار کاهش یافته و جریان عبوری از مدار به مرور زمان افزایش می یابد. علاوه بر این با مقایسه سه منحنی مشاهده می شود که سرعت افزایش جریان عبوری در بافت ریب 2*2 کمتر از سایر بافت ها است. احتمالا تنش موجود در این طرح بافت در ابتدای آزمایش کمتر از سایر بافت ها بوده است. در نمودار شکل 4 تغییرات جریان نسبت به فشار در ولتاژ ثابت 2/5 ولت نشان داده شده است.



شکل 4 نمودار تغییرات جریان نسبت به فشار

مشاهده می شود که تقریباً در هر سه نوع بافت افزایش فشار سبب کاهش جریان عبوری از مدار پارچه می شود. می توان گفت در اثر فشار ابتدا فضای خالی بین نخ ها کم شده، در ادامه سطح مقطع نخ ها از دایره به مستطیل تغییر شکل می دهد. این مسئله ممکن است سبب افزایش فاصله فیلامنت های فلزی با یکدیگر و کاهش احتمال تماس آنها می شود. شیب تند منحنی ها در فشار اولیه ممکن است به دلیل افزایش ناگهانی فشار، روی نمونه پارچه ها باشد. در فشارهای بیشتر، تغییرات جریان در نمونه پارچه ها تقریباً روند مشابهی را نشان می دهد. تغییر ناگهانی جریان در بافت ریب 2*1 احتمالا به دلیل وجود خطا در آزمایش است. در منحنی شکل 5 رابطه بین دما و زمان در ولتاژ 5 ولت نشان داده شده است.



شکل 5 منحنی تغییرات دما با گذشت زمان در پارچه حلقوی با طرح ریب 2*1

شیب تند نمودار در دقایق اولیه نشان دهنده افزایش سریع دمای نمونه می باشد. بعد از 5 دقیقه شیب نمودار به تدریج کاهش می یابد. دلیل این امر می تواند کاهش تدریجی سرعت افزایش جریان عبوری از مدار پارچه باشد. در آزمایش اثر تغییرات کشش بر میزان جریان عبوری روند خاصی مشاهده نشد.

4-نتیجه گیری

نتایج آزمایشات انجام شده حاکی از تاثیر پذیری میزان جریان عبوری از پارچه در اثر تغییر پارامترهای کشش و فشار می باشد. تغییرات جریان در اثر افزایش کشش، روند خاصی را نشان نداد، در حالی که افزایش فشار، با کاهش میزان جریان عبوری همراه بود. مقایسه طرح بافت پارچه ها نشان داد که تغییرات فشار در بافت ساده بیشترین اثر را دارد در حالی که بافت ریب 2*2 خصوصیات حرارتی بهتری را نشان داد. نتایج بدست آمده نشان می دهد که استفاده از پارچه های حلقوی بافته شده همراه با فیلامنت فلزی به عنوان حسگر فشار امکان پذیر می باشد.

5-مراجع

1. De Rossi, D., Santa, A. and Mazzoldi, A., "Wearable Hardware Dressware", *Mater. Sci. Engng C* 7 pp. 31-35, (1999).
2. De Rossi, D., Carpi, F., Lorussi, F., Tognetti, A., Scilingo, E. P., and Mazzoldi, A., "Electroactive Fabrics for Distributed, Conformable and Interactive Systems" *Proc. Of IEEE Sensors 2002, IEEE International Conference On Sensors*, pp.1608-1613, (2002).
3. Smela, E., "Wearable Effect-Emitting Strain Gauge Device", US Patent No. 6360615, (2002).
4. Hui Zhang, Xiaoming Tao, Shanyuan Wang and Tongxi Yu, "Electro-Mechanical Properties of Knitted Fabric Made From Conductive Multi-Filament Yarn Under Unidirectional Extension", *Textile Research Journal*, vol 75, 598 (2005)
5. Uçar N., Yılmaz T., "Thermal Properties of 1×1, 2×2, 3×3 Rib Knit Fabrics", *FIBERS & TEXTILES in Eastern Europe*, Vol.12, 3 (2004)

6. Tao, X., "Wearable Electronics and Photonics". Woodhead Publishing, England (2005)