



بهینه‌سازی کیفیت حاشیه پارچه بافته شده از نخ خود تکسچره به روش تاگوچی

محمود داداش | مقداد کمالی مقدم | حسین عابدی | مسعود خلیلی

چکیده

بافندگی پارچه‌های بافته شده از نخ خود تکسچره با تاب بسیار بالا با استفاده از ماشین‌های بافندگی بدون ماکو نیازمند توجه ویژه است. حاشیه پارچه، یکی از پارامترهای بسیار مهم در کیفیت این نوع پارچه‌ها می‌باشد. به طوری که در اثر فرایندهای حرارتی و تکمیلی دچار تغییر می‌شود لذا بررسی پارامترهای اثرگذار بر کیفیت حاشیه پارچه طی مرحله بافندگی با در نظر گرفتن شرایط عملیاتی حرارتی و تکمیلی حائز اهمیت است.

در این تحقیق، ۵ فاکتورهای اثرگذار بر کیفیت حاشیه در مرحله بافندگی از قبیل زاویه بسته شدن دهنه، عرض حاشیه پارچه، فشار قاب تمپل، درجه عملکرد حاشیه برگردان و درجه سوزن در سه سطح با استفاده از طراحی آزمایش به روش تاگوچی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که زاویه بسته شدن دهنه در ماشین بافندگی بیشترین تأثیر را بر کیفیت حاشیه پارچه تکمیلی دارد.

۱- مقدمه

نخ‌های فیلامنتی خود تکسچره (جمع‌شدگی دوگانه) که امروزه در صنایع بافندگی تاری پودی و حلقوی سهم مهمی از بازار نخ را به خود اختصاص داده است گروهی از نخ‌های فیلامنتی به شمار می‌روند که بدون استفاده از فرایند تکسچرایزینگ و با اعمال عملیاتی حرارتی و تکمیلی روی پارچه‌های بافته شده از آنها، حالت نخ‌های تکسچره در پارچه ایجاد می‌کنند.

در این نخ‌ها دو لیف با جمع‌شدگی حرارتی متفاوت با استفاده از جت هوای فشرده به هم متصل می‌شوند. به منظور بافیت پارچه‌های با کاربرد ویژه، از نخ‌های خود تکسچره با تاب بالا نظیر تاب‌های ۱۶۰۰ تا ۳۰۰۰ تاب در متر استفاده می‌شود.

بافندگی این پارچه‌ها با استفاده از ماشین‌های بافندگی با مکانیسم پود گذاری بدون ماکو امکان‌پذیر است. در ماشین‌های بافندگی بدون ماکو از آنجایی که نخ پود پس از هر پود گذاری بریده می‌شود حاشیه‌های هر دو طرف پارچه به صورت ریشه‌دار هستند. در اینگونه موارد به حاشیه‌های خاصی نیاز است تا از شکافتن نخ‌های تار کناره پارچه جلوگیری شود.

یکی از این روش‌ها، حاشیه برگردان است که در آن لبه‌های نخ پود با ابزار برگردان در داخل دهنه بعدی پارچه بافته می‌شود در نتیجه تراکم پودی در حاشیه‌ها دو برابر می‌شود.

با توجه به اینکه تراکم پودی حاشیه نسبت به زمینه دو برابر اسیت و از طرفی نخ مورد مصرف نخ خود تکسچره با تاب بسیار بالا است لذا در فرایندهای حرارتی و تکمیلی، جمع‌شدگی بافت حاشیه نسبت به زمینه متفاوت خواهد بود و این تفاوت منجر به چروکیدگی و ناهمواری سطحی پارچه می‌شود.

۲- تجربیات/ تئوری

با توجه به بیان مسئله لازم است که پارامترهای مختلف بافندگی بررسی شده و روش مناسب انتخاب شود. بدیهی است که برای حل این مسئله باید از مهندسی کیفیت استفاده کرد و یکی از ابزارهای مهندسی کیفیت طراحی آزمایش است. به منظور بررسی اثر پارامترهای بافندگی بر کیفیت حاشیه پارچه طی عملیاتی تکمیلی از طراحی آزمایش به روش تیاگوچی استفاده شد.

در این آزمایش، ۵ فاکتور هر کدام با ۳ سطح انتخاب شدند. بدین منظور برای هر فاکتور سه سطح (به صورت عددی) بر مبنای شرایط کاری متعارف بافندگی مطابق با جدول ۱ تعریف شد.

از آنجاکه در این تحقیق، برهم‌کنشی بین عوامل در نظر گرفته نمی‌شود، بنابراین، درجه آزادی کل آزمایش از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\text{درجه آزادی کل آزمایش: تعداد فاکتور} \times (\text{تعداد سطح} - 1)$$

برای انتخاب آرایه متعامد مناسب، درجه آزادی آرایه متعامد باید از درجه آزادی کل

جدول ۱. فاکتورها و سطوح تحت بررسی در بافندگی پارچه چادر مشکی

ردیف	فاکتورها	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳
۱	درجه عملکرد حاشیه برگردان	۱۰	۲۰	۳۰
۲	فشار قاب تمپل	۱/۵	۲/۵	۳
۳	درجه سوزن تمپل	۱	۲	۳
۴	زاویه بسته شدن دهنه	۳۰۹	۳۱۵	۳۲۱
۵	عرض حاشیه پارچه (میلی‌متر)	۱۲	۱۳	۱۴



جدول ۲- طراحی آزمایش به روش تاگوچی

Exp.No	متغیرها				نتایج خروجی			
	حاشیه برگردان	فشار قاب	درجه سوزن	زاویه دهنه	عرض حاشیه	درجه حاشیه	عرض پارچه	SN Ratio
1	10	1.5	1	309	12	4	108.3	12.0412
2	10	1.5	1	309	13	4	111.3	12.0412
3	10	1.5	1	309	14	1	110	0.0000
4	10	2.5	2	315	12	4	109	12.0412
5	10	2.5	2	315	13	2	111.5	6.0206
6	10	2.5	2	315	14	2	110.5	6.0206
7	10	3	3	321	12	3	109.6	9.5424
8	10	3	3	321	13	3	111.6	9.5424
9	10	3	3	321	14	2	111.5	6.0206
10	20	1.5	2	321	12	2	109	6.0206
11	20	1.5	2	321	13	3	111.6	9.5424
12	20	1.5	2	321	14	1	110.8	0.0000
13	20	2.5	3	309	12	3	108.4	9.5424
14	20	2.5	3	309	13	3	111	9.5424
15	20	2.5	3	309	14	3	110.6	9.5424
16	20	3	1	315	12	4	108.5	12.0412
17	20	3	1	315	13	3	111.7	9.5424
18	20	3	1	315	14	3	111	9.5424
19	30	1.5	3	315	12	3	108	9.5424
20	30	1.5	3	315	13	3	111.3	9.5424
21	30	1.5	3	315	14	3	111.4	9.5424
22	30	2.5	1	321	12	3	111.7	9.5424
23	30	2.5	1	321	13	3	111.3	9.5424
24	30	2.5	1	321	14	2	111.2	6.0206
25	30	3	2	309	12	2	110.9	6.0206
26	30	3	2	309	13	2	111	6.0206
27	30	3	2	309	14	3	111	9.5424

استفاده می‌کند. منظور از S یا سیگنال، اثر پارامترهای قابل کنترل و منظور از N یا نویز، اثر عوامل اغتشاشی اسیت. بنابراین، مقادیر بالاتر برای نسبت S/N همواره بهتر بوده و بیانگر آن است که متغیر پاسخ بیشتر تحت تأثیر متغیرهای قابل کنترل است تا اغتشاشی. نحوه محاسبه نسبت S/N به شرح زیر است که در آن MSD (Mean Square Deviation) برابر با میانگین مجذور انحراف از مقدار هدف مشخصه کیفی اسیت. با توجه به اینکه متغیر پاسخ از چه نوعی باشد نحوه محاسبه این مقدار متفاوت خواهد بود. هدف از تحلیل تاگوچی بهینه کردن فرم حاشیه پارچه پس از عملیات تکمیل است. بنابراین برای بهینه کردن این عامل باید بالاترین میانگین نسبت سیگنال به نویز مربوط به فرم حاشیه پارچه را در تحلیل مورد توجه قرار داد. پس از محاسبه مقادیر فرم حاشیه مربوط به هر آزمایش، تحلیل آماری صورت گرفت که نتایج سیگنال به نویز هر آزمایش و نسبت سیگنال به نویز فاکتورها و رتبه‌بندی آنها در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.

آزمایش بزرگتر یا مساوی باشد. براین اساس آرایه متعامد درونی $L_{27}(3^3)$ فرمول به کار برده شده است.

آرایه متعامد، یک روش طراحی آزمایش استاندارد ویژه‌ای است که به تعداد آزمایش اندک برای یافتن فاکتورهای موثر بر خروجی نیازمند است. بر اساس آزمون تاگوچی، آرایه متعامد L_{27} بدین منظور طراحی شد. به عبارتی، ۲۷ پارچه با طول مشخص بر اساس جدول ۲ بافته شد. خروجی این آزمایش، شکل حاشیه پارچه و عرض پارچه پس از عملیات تکمیلی است.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها لازم است که شکل حاشیه پارچه دارای مقیاس عددی باشد. حاشه خوب عدد ۴، حاشیه متوسط عدد ۳، حاشیه بد عدد ۲ و حاشیه بسیار بد عدد ۱ در نظر گرفته شده است.

۳- بحث و نتایج

بر اساس جدول آرایه متعامد، آزمایش‌ها انجام شد و نتیجه آن در جدول ۲ ارائه شده است. معمولاً برای اثبات پایایی نتایج، باید از تکرار آزمایش‌ها استفاده کرد اما تاگوچی برای تحلیل نتایج، به جای میانگین گرفتن از تکرارها، از نسبت S/N

دلنا: اختلاف مقدار بیشینه و کمینه است
شکل ۱، نسبت سیگنال به نویز فاکتورهای تاگوچی برای حاشیه پارچه تکمیلی



جدول ۳- نسبت سیگنال به نویز و رتبه بندی فاکتورها برای بهینه کردن حاشیه پارچه

عرض حاشیه	زاویه دهنه	درجه سوزن	فشار قاب	زاویه عملکرد حاشیه برگردان	نسبت سیگنال به نویز
۸/۶۴۶	۹/۵۹۳	۸/۲۵۵	۸/۹۲۴	۷/۵۸۶	سطح ۱
۸/۹۲۴	۹/۰۳۷	۹/۳۱۵	۶/۸۰۳	۸/۶۴۶	سطح ۲
۷/۳۰۸	۶/۲۴۸	۷/۳۰۸	۹/۱۵۱	۸/۶۴۶	سطح ۳
۱/۶۱۶	۳/۳۴۵	۲/۰۰۷	۲/۳۴۸	۱/۰۶۰	دلتا
۴	۱	۳	۲	۵	رتبه

است. عرض حاشیه پارچه نیز همانند درجه سوزن در سطح ۲ یعنی عرض ۱۳ میلی متر دارای بیشترین نسبت سیگنال به نویز می باشد. بیشترین سیگنال به نویز مربوط به عملکرد حاشیه برگردان، سطح ۳ یعنی ۳۰ درجه است. هر چند که اختلاف سطح ۳ با سطح ۲ بسیار اندک است و می توان دو سطح را برای ایجاد حاشیه پارچه مناسب ارزیابی کرد. بر اساس بهینه شرایط تولید، تاگوجی فاکتورها و سطوح زیر را پیشنهاد می کند: عرض حاشیه ۱۳ میلی متر، زاویه بسته شدن دهنه ۳۰۹ درجه، درجه سوزن ۲، فشار قاب تمپل ۳ میلی متر و درجه عملکرد حاشیه برگردان ۳۰ درجه. به منظور کمی نمودن تأثیر عوامل روی نسبت S/N آنالیز واریانس (ANOVA) انجام شد (جدول ۴) آزمون معنی داری یک روش معمول آماری است که با مقایسه مقادیر نسبت های F محاسبه شده برای هر عامل با مقداری که از جدول استاندارد تهیه می شود، معنی دار بودن عوامل را روی معیار عملکرد در یک سطح تشخیص معین آلفا بررسی می نماید. با توجه به نتایج جدول ۴ مشاهده می شود که مقادیر نسبت های F تمام عوامل از $F(4, 16, 0.05) = 5.85$ استاندارد کمتر است و این بدین معنی است که متغیرها اثر معناداری بر حاشیه پارچه ندارند. از طرفی، از مقدار P جدول آنالیز واریانس نسبت S/N می توان نتیجه گرفت که زاویه بسته شدن دهنه روی کیفیت حاشیه پارچه (با قابلیت اطمینان ۹۵ درصد) اثر گذار است.

۴- نتیجه گیری

پارچه بافته شده از نخ های خودتکسچره با تاب بالا به وسیله ماشین های بافندگی با مکانیزم پودگذاری ریبیری نیازمند دقت و توجه خاص به ویژه در حاشیه پارچه است به طوری که به دلیل تراکم بالای پود در حاشیه نسبت به زمینه و جمع شدگی زیاد نخ خود تکسچره این احتمال وجود دارد که حاشیه پارچه ناهموار و دچار چروکیدگی شود. در این تحقیق پارامترهای اثر گذار بر کیفیت حاشیه از قبیل زاویه بسته شدن دهنه، عرض حاشیه، درجه سوزن، زاویه عملکرد حاشیه برگردان و فشار قاب تمپل با استفاده از طراحی آزمایش به روش تاگوجی بررسی شد. نتایج نشان داد که زاویه بسته شدن دهنه بیشترین تأثیر را بر کیفیت حاشیه پارچه دارد و سایر پارامترها اثر معناداری ندارد.

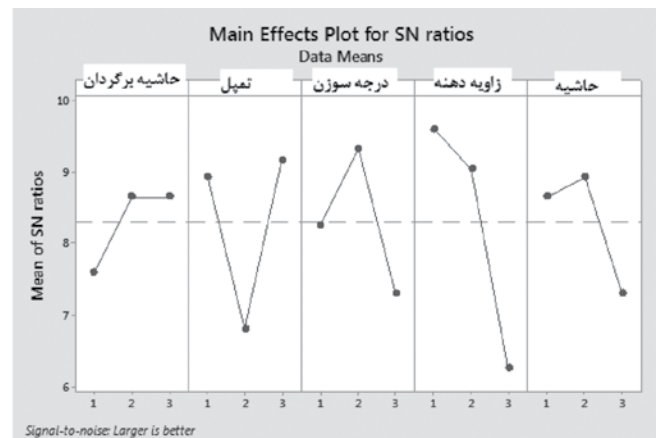
پی نوشت:

- ۱- سرپرست بافندگی شرکت نساجی حجاب شهرکرد و عضو جامعه متخصصین نساجی ایران
- ۲- سرپرست تحقیق و توسعه شرکت نساجی حجاب شهرکرد و عضو جامعه متخصصین نساجی ایران
- ۳- مدیر مهندسی صنعتی شرکت نساجی حجاب شهرکرد و عضو جامعه متخصصین نساجی ایران
- ۴- مسئول فنی بافندگی شرکت نساجی حجاب شهرکرد ایران

را نشان می دهد. تغییر سطوح تمام فاکتورها بر فرم حاشیه پارچه تأثیر دارد. ترتیب اهمیت فاکتورهای اثر گذار بر فرم حاشیه پارچه با توجه به نتایج جدول ۳ به ترتیب عبارتند از:

۱: زاویه دهنه، ۲: فشار قاب تمپل، ۳: درجه سوزن، ۴: عرض حاشیه پارچه، ۵: زاویه عملکرد حاشیه برگردان.

نسبت سیگنال به نویز مربوط به زاویه بسته شدن دهنه بسیار متأثر از سطوح انتخابی است به طوری که سطح ۱ یعنی زاویه بسته شدن دهنه ۳۰۹ درجه دارای بیشترین سیگنال به نویز است و اختلاف آن با دو سطح دیگر بسیار زیاد است. بیشترین سیگنال به نویز مربوط به فشار قاب تمپل سطح ۳ یعنی ۳ میلی متر می باشد. نسبت سیگنال به نویز بعدی مربوط به سطح ۱ یعنی ۱ میلی متر است. بر اساس شکل ۲، نسبت سیگنال به نویز درجه سوزن با افزایش درجه سوزن کاهش می یابد به طوری که بیشترین مقدار در سطح ۲ یعنی درجه ۲ به دست آمده



شکل ۱. نسبت سیگنال به نویز فاکتورهای تاگوجی در سطوح سه گانه

جدول ۴. نتایج آنالیز واریانس S/N

منبع	درجه آزادی	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
حاشیه برگردان	۲	۶/۷۴۵	۶/۷۴۵	۳/۳۷۳	۰/۴۳	۰/۶۵۸
فشار قاب تمپل	۲	۳۰/۱۸۳	۳۰/۱۸۳	۱۵/۰۹۱	۱/۹۳	۰/۱۷۸
درجه سوزن	۲	۱۸/۱۴۳	۱۸/۱۴۳	۹/۰۷۲	۱/۱۶	۰/۳۳۹
زاویه بسته شدن دهنه	۲	۵۷/۸۳۱	۵۷/۸۳۱	۲۸/۹۱۶	۳/۶۹	۰/۰۴۸
عرض حاشیه	۲	۱۳/۴۳۱	۱۳/۴۳۱	۶/۷۱۶	۰/۸۶	۰/۴۴۳
خطای آزمایش	۱۶	۱۲۵/۴۱۱	۱۲۵/۴۱۱	۷/۸۳۸		
جمع کل	۲۶	۲۵۱/۷۴۵				