



مجله علمی پژوهشی علوم و تکنولوژی نساجی
سال سوم، شماره چهارم، بهار و تابستان ۸۷
رسید: تابستان ۸۹، پذیرش: تابستان ۸۹

بررسی و مدلسازی رفتار جهندگی پارچه های فاستونی با استفاده از طرح عاملی چند متغیره (MFD)

عمادالدین هزاوه ای^۱، پیمان ذوالقرنین^۲

چکیده:

در این مقاله رفتار جهندگی پارچه های فاستونی که بصورت پوسته استوانه ای در بین دو فک قرار گرفته بر اساس نسبت انرژی برگشت به انرژی رفت در یک سیکل پیچشی رفت و برگشتی با توجه به پارامترهای ساختاری پارچه در ۶ نمونه پارچه فاستونی به روش C.R.E مورد بررسی قرار گرفت.

به همین منظور با استفاده از دستگاه تست نیروی پیچشی انرژی رفت و برگشت با استفاده از نرم افزار Matlab اندازه گیری گردید.

نتایج نشان داد که پارامترهای درصد مخلوط الیاف و نمره نخ بیشترین تاثیر را بر روی ضریب جهندگی داشته بطوریکه با افزایش میزان لیف پشم در پارچه های فاستونی میزان جهندگی پارچه در دو جهت تار و پود افزایش پیدا کرده، همچنین با ظریفتر شدن نمره نخ میزان جهندگی در دو جهت تار و پود افزایش پیدا میکند. با توجه به نتایج بدست آمده از طرح عاملی چند متغیره ضریب همبستگی بین درصد مخلوط و نمره نخ با ضریب جهندگی در جهت تار در حدود ۹۴٪ و این مقدار برای جهت پودی ۹۹/۵٪ می باشد.

واژه های کلیدی: جهندگی پارچه های فاستونی، پارامترهای ساختاری پارچه، سیکل پیچشی رفت و برگشتی، طرح عاملی چند متغیره.

Abstract

Regarding to this research resilience of worsted fabrics based on hysteresis in one torsional force with attending to structural parameter of 6 fabric samples in C.R.E method has been evaluated. For this reason, with using of wrinkle tester by modifying on it software, hysteresis energy was measured in Matlab software.

Results showed that yarn percentage of combination and yarn count have a greater influence on resilience coefficient as climbing up of yarn percentage, resilience amount has been increased in weft and warp direction. In the other hand with making delicate of yarn count consequently resilience coefficient has been ascended in weft and warp direction. Results were taken from multivariate factorial design method showed that correlation of coefficient of yarn percentage and yarn count for estimating of warp resilience coefficient was almost 94% and so this amount for some parameters in weft direction was 99.5%.

Keywords: Resilience of worsted fabrics, Fabric's structural parameter, Hysteresis, CRE method, Multiple factorial design.

*۱. گروه مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران.

مسئول مکاتبات: E-Hezaveh@iau-arak.ac.ir

۲. دانش آموخته و کارشناس ارشد نساجی، گروه مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران.

۱. مقدمه

از خصوصیات ورقها و پوسته های ویسکو الاستیک جهندگی آن در مقابل اعمال تنش های وارده بوده که این مساله با تعمیمی برای پارچه های تار پودی نیز قابل بررسی است. لذا بررسی و تعیین ضریب جهندگی پارچه های تار پودی در مقابل کرنشهای پیچشی در یک سیکل رفت و برگشتی امری ضروری به نظر میرسد.

رفتار کمانش، خمش و افتادگی پارچه های تار و پودی بر کارایی آن در هنگام تولید و استفاده از آن در محصول نهایی تاثیر گذار است. این خصوصیات بویژه هنگامیکه پارچه از استحکام کمی برخوردار است با یک نیروی کم تغییر شکل زیادی را از خود نشان میدهد [۱].

هزاه ای و همکارانش یک روش جدید در مطالعه ی رفتار پیچشی پارچه های فاستونی در زوایای مختلف و در کرنشهای پیچشی متفاوت ارائه نمودند. آنها دریافتند که افزایش نیروی پیچشی با افزایش زاویه ی پیچش ارتباط مستقیم دارد [۲].

گران فست و گالگلیاردی نشان دادند که در اثر تاخوردن پارچه کرنشهایی در آن بوجود می آید. [۳]. همچنین آنها ابتدا پدیده چروک خوردگی یک ماده را آزمایش و بعد چگونگی رفتار پارچه ها در چروک خوردن را مشاهده کردند. آنها دریافتند که اگر به یک تکه چوب یا یک ماده پیوسته تنش های خمشی اعمال کنیم، اگر تغییر شکلهای بوجود آمده در اثر تا خوردن از محدوده ی الاستیک مواد تخطی کند ممکن است یک چین یا چروک خوردگی پایدار شکل بگیرد.

امیر بیات وهرل معتقدند تفاوت در خصوصیات مکانیکی کاغذ و منسوجات برای مناسب بودن آنها در استفاده های خاص بسیار پر اهمیت است. آنها در بررسی تغییر شکل ها نشان دادند که فشردن یک تکه پارچه یا کاغذ منجر به تاخوردن آنها در جهات مختلف می شود [۴].

علاقه ی شایانی در مورد توانایی پیش بینی و تخمین برگشت از چروک پارچه هایی که از ترکیب دو نوع الیاف تولید شده اند، از مشخص بودن دو نوع پارچه از هر کدام از الیاف وجود دارد. همچنین این تمایل جهت ساده سازی معادلات خطی از نسبت ترکیبات در بیان برگشت از چروک نیز وجود دارد [۵].

چاپمن معتقد است رفتار بازگشت از چروک در پارچه مخلوط از الیاف مختلف رابطه ی مستقیمی با شرایط دما و رطوبت بازیافتی دارد. و همچنین بازگشت از چروک پارچه رابطه ی مستقیم با خصوصیات ویسکو الاستیکی الیاف دارد [۷، ۶، ۸].

شیخ زاده و همکارانش پارامترهای چروک خوردگی پارچه های فاستونی را مطالعه نمودند [۹]. آنها در یافتند که پارامترهای چروک پذیری پارچه در حالت تار نسبت به حالت پودی پارچه کاملا متفاوت است. همچنین دریافتند که با افزایش درصد پلی استر موجود در پارچه مقدار نیروی چروک پذیری به طور قابل ملاحظه ای افزایش می یابد.

در این تحقیق تاثیر برخی پارامترهای ساختاری پارچه از جمله ترکیب درصد مخلوط الیاف، نمره نخ، تراکم تار و پودی، ضخامت پارچه و طرح بافت بر روی جهندگی پارچه های تار پودی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه در این تحقیق پدیده هایی نظیر کمانش، کمانش برشی، برش خالص و خمش روی می دهد بررسی ضریب جهندگی در یک سیکل رفت و برگشت پیچشی می تواند به عنوان یک فاکتور فیزیکی مهم مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به بررسی به عمل آمده در رابطه با این موضوع کارهای تحقیقاتی زیادی صورت نگرفته است.

۲. آزمایشات و روشها:

۲.۱. مواد

۶ نمونه پارچه فاستونی پلی استر- پشم با طرح بافت T2/1 با مشخصات ارائه شده در جدول ۱ در شرکت ایران مریوس تولید گردید.

جدول ۱. مشخصات ساختاری پارچه های فاستونی

نمونه	نمره نخ (متریک)	درصد مخلوط (%)		وزن پارچه (گرم/متر مربع)	تراکم پارچه		ضخامت (میلیمتر)
		پلی استر	پشم		پودی	تاری	
۱	۴۰/۲	۴۵	۵۵	۲۵۶	۱۸	۲۹	۰/۶۶۴
۲	۴۰/۲	۲۰	۸۰	۲۶۰	۱۸	۲۸/۵	۰/۵۸۶
۳	۴۸/۲	۴۵	۵۵	۲۲۲	۲۱	۲۹	۰/۵۷
۴	۴۸/۲	۲۰	۸۰	۲۲۱	۱۹/۵	۲۸/۸	۰/۶۷
۵	۶۰/۲	۲۰	۸۰	۲۱۳	۲۲	۳۶	۰/۵۴۳
۶	۶۰/۲	۴۵	۵۵	۲۲۵	۲۶	۳۴/۵	۰/۵۹

۲.۲. روشها

نمونه ها در ابعاد ۲۹۰×۱۶۰ میلی متر متر در دو جهت تار و پود بریده شده و در شرایط استاندارد محیط آزمایشگاه به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت. شرایط استاندارد در جه حرارت ۲۵ درجه سانتیگراد و ۶۵ درصد رطوبت نسبی در نظر گرفته شد. سپس بوسیله ی دستگاه آزمون گر نیروی پیچشی پارامترهای کمی مورد نظر اندازه گیری شد [۲۰۱۰]. تعداد تکرار آزمایش برای هر پارچه ۵ مرتبه در جهت تار و ۵ مرتبه در جهت پود می باشد. سرعت دستگاه ۴step/sec تنظیم و به طور ثابت عمل گردید.

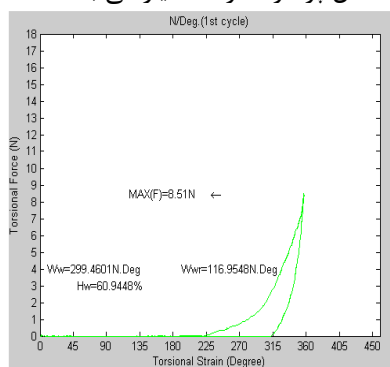
جهت کنترل و نمایش اطلاعات از نرم افزار Labview6 ساخت شرکت National-instrument استفاده شد. این برنامه با توجه به فرامینی که از کاربر دریافت می کند، دستگاه را با سرعت‌های مختلف در یک سیکل رفت و برگشتی به حرکت درآورده و موجب حرکت فک فوقانی بر روی شفت مارپیچی با نرخ پیچش ۹۰.۱ دور بر متر می گردد. همچنین انرژی رفت و برگشت با استفاده از نرم افزار Matlab اندازه گیری گردید. میانگین مقادیر بدست آمده برای ضریب جهندگی با استفاده از رابطه ی شماره ۱ و در جدول ۲ ارائه شده است. در شکل ۱ نمودار شماتیک منتج شده از نرم افزار در خصوص نمونه ۵ نشان داده شده است.

$$\text{Resilience \%} = \frac{W_{wr}}{W_w} \times 100 \quad (1)$$

که در آن W_{wr} مقدار انرژی در سیکل برگشت ، W_w مقدار انرژی در سیکل رفت می باشد.
جدول ۲. مقدار ضریب جهندگی و انرژی رفت بدست آمده از نمونه ها.

نمونه	ضریب جهندگی		انرژی رفت	
	پودی	تاری	پودی	تاری
۱	۳۵/۷۱	۴۲/۶۴	۱۴۴/۰.۸	۴۳۷/۴
	(۱۱/۴۲)	(۱/۸۴)	(۰/۳۱)	(۴/۷۹)
۲	۳۵/۴۶	۴۳/۷۶	۳۲۰/۳۸	۴۴۹/۵۸
	(۷/۷۵)	(۲/۹۴)	(۰/۶۵)	(۰/۱۵)
۳	۳۴/۲۷	۴۲/۴۸	۴۰۸/۶۹	۳۸۸/۳۴
	(۱۲/۸۷)	(۲/۶۷)	(۰/۸۲)	(۰/۳۶)
۴	۳۲/۹۶	۴۴/۳۴	۱۲۳/۱۳	۵۷۳/۸۹
	(۷/۲۹)	(۲/۶)	(۰/۸۷)	(۰/۳۲)
۵	۳۸/۶۷	۴۶/۱۸	۲۲۱/۷۱	۲۹۷/۸۸
	(۱۳/۱۹)	(۱/۵۹)	(۰/۷۳)	(۱۵۴/۴۱)
۶	۳۹/۹۹	۴۳/۸۱	۲۳۴/۶۳	۳۲۰/۷۳
	(۱۵/۶۶)	(۲/۶۱)	(۰/۶۲)	(۵۱/۳)

*اعداد داخل پرانتز انحراف معیار می باشد.



شکل ۱. نمودار شماتیک انرژی رفت و برگشت برای نمونه ۵.

جهت ارزیابی تاثیر پارامترهای ساختاری از روشهای آماری طرحهای عاملی چند متغیره استفاده گردید. برای این منظور از نرم افزار های Minitab نگارش ۱۵ و SPSS نگارش ۱۱ نیز جهت ارزیابی آماری و مدلسازی و برازش داده ها استفاده گردید. ضریب جهندگی به عنوان متغیر و پارامترهای ساختاری نظیر نمره نخ، تراکم تار و پودی، ضخامت پارچه، وزن پارچه و درصد مخلوط الیاف در نخ و پارچه به عنوان متغیر مستقل تعریف گردیدند. همچنین پارامترهای نمره و درصد مخلوط به عنوان متغیرهای کنترل شده و تراکم تار و پودی، ضخامت پارچه، وزن پارچه به عنوان متغیرهای کنترل نشده در نظر گرفته شده است. جهت ارزیابی متغیرهای کنترل شده از طرح عاملی چند متغیره که دو عامل نمره نخ و درصد مخلوط به ترتیب با سه و دو سطح متفاوت استفاده شده است. جهت ارزیابی متغیرهای کنترل نشده از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده گردید

تحلیل واریانس مفیدترین تکنیک در زمینه ی استنباط آماری است [۱۱،۱۲]. تجزیه و تحلیل واریانس یا به طور مناسبتر تجزیه و تحلیل نسبت به میانگین، عبارت از افراز کل تغییرات موجود در مجموعه ی داده ها به مولفه هاست. هر مولفه ای به یک علت قابل شناسایی بوده یا به یک منبع تغییر نسبت داده میشود. بعلاوه، یک مولفه، تغییر حاصل از عاملهای کنترل نشده و خطاهای تصادفی مربوط به اندازه های پاسخ را نشان میدهد [۱۳].

۳. نتایج و مباحث

در این قسمت ابتدا تاثیر پارامترهای وزن پارچه، تراکم تار و پودی و ضخامت پارچه به روش آنالیز واریانس یک طرفه و سپس پارامترهای نمره نخ و درصد مخلوط پارچه بوسیله روش طرح عاملی چند متغیره بر روی ضریب جهندگی پارچه ها بررسی میگردد. پس از بررسی نتایج به صورت جدول آنالیز واریانس (ANOVA)، جدول رگرسیون بدست آمده از طرح عاملی بدست آمد. جدول ۳ الی ۵ نتایج بدست آمده از آزمونهای انجام شده را برای ضریب جهندگی نمونه ها در جهت تار و پودی نمایش میدهند.

جدول ۳. نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه برای ضریب جهندگی نمونه ها در جهات تار و پود.

متغیر پاسخ	نتایج آزمون آنالیز واریانس							
	وزن پارچه		تراکم تار (ends)		تراکم پودی (picks)		ضخامت پارچه	
	F	P-value	F	P-value	F	P-value	F	P-value
ضریب جهندگی در جهت تار	۰/۵۸۴	۱/۸۶۴	۰/۷	۰/۷۴۳	۰/۷۰۴	۰/۷۴	۱/۰۶۶	۰/۵۹۸
ضریب جهندگی در جهت پود	۱/۴۰۹	۰/۲۹۳	۰/۶۸۶	۰/۷۵۵	۱/۷۰۱	۰/۱۳۵	۳/۶۸۴	۰/۲۳۶

نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک طرفه نشان میدهد که تاثیر گذاری هیچ کدام از پارامترهای کنترل نشده در سطح معنی داری ۹۵٪، معنی دار نیست. این نکته حاکی از اینست که تغییرات میانگین پارامترها در جهت های تار و پودی اختلاف چندانی نداشته است.

جدول ۴ نتایج آزمون واریانس توسط طرح عاملی چند متغیره برای ضریب جهندگی نمونه‌ها در جهات تار و پود.

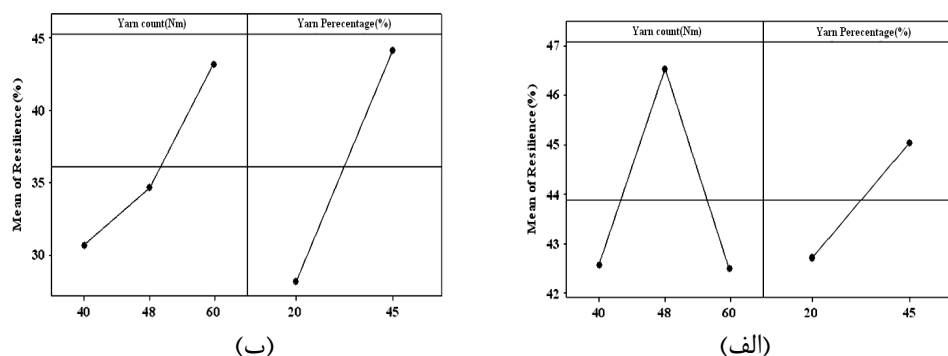
پارامترها	نتایج آزمون آنالیز واریانس			
	ضریب جهندگی در جهت تار		ضریب جهندگی در جهت پود	
	F	P-value	F	P-value
X_1	۱۰۳/۵۱	۰/۰۰۰	۵۹۸/۰۹	۰/۰۰۰
X_2	۷۸/۳۲	۰/۰۰۰	۲۸۳۰/۸۵	۰/۰۰۰
$X_1 \times X_2$	۲۶/۳۳	۰/۰۰۰	۵۲۳/۱۱	۰/۰۰۰

نتایج بدست آمده از جدول ۴ تاثیرگذاری پارامترهای نمره و درصد مخلوط نخها را به طور جداگانه و همزمان بر ضریب جهندگی در جهت های تار و پودی تصدیق مینماید. از اینرو مدل طرح عاملی چند متغیره توسط پارامترهای موثر بر متغیرهای پاسخ بدست آمده که در جدول ۴ مشخصات آن آورده شده است.

جدول ۵. نتایج رگرسیون طرح عاملی چند متغیره برای ضریب جهندگی نمونه‌ها در جهات تار و پود.

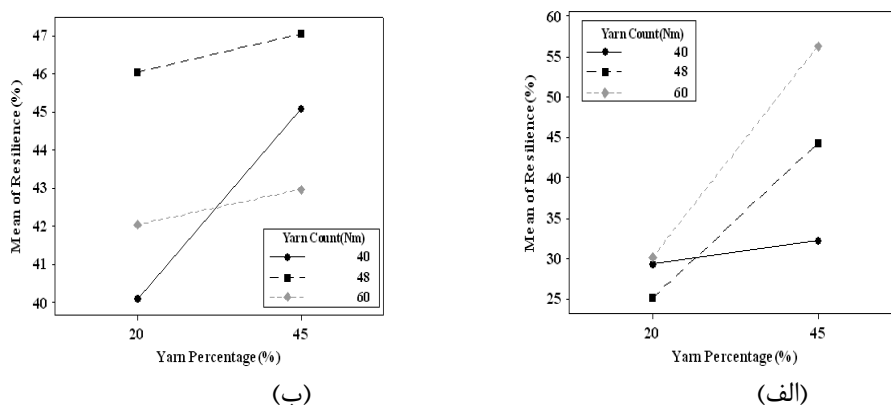
جملات	پارامترهای رگرسیون			
	ضریب جهندگی در جهت تار		ضریب جهندگی در جهت پود	
	ضرایب	R-square	ضرایب	R-square
ثابت	۴۳/۸۷۳۳		۳۶/۱۸	
X_1	-۱/۲۸۸۳	۹۳/۳۷	-۵/۵	۹۹/۵۳
X_2	۲/۶۶۶۷		-۱/۵۳	
$X_1 \times X_2$	-۱/۱۶		-۸/۰۴۳۳	

نتایج حاصل از جدول ۵ حاکی از این موضوع است که مدل بدست آمده توسط پارامترهای تاثیر گذار به خوبی برای پیشگویی متغیرهای پاسخ عمل نموده و بر داده های تجربی منطبق گردیده است. R-square بدست آمده از تحلیل واریانس رگرسیون این مطلب را به خوبی عنوان مینماید. از اینرو شکلهای ۲ تا ۴ نتایج تحلیل های انجام شده را نمایش میدهند.



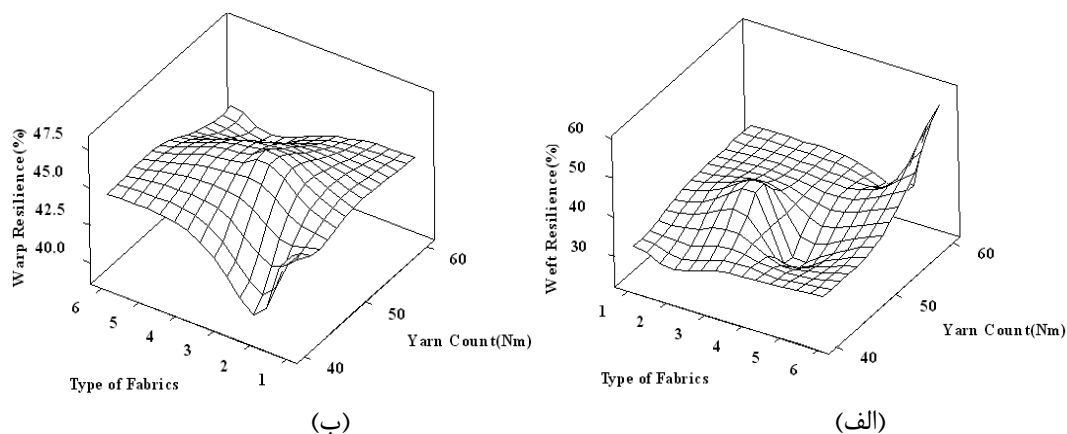
شکل ۲. تاثیرات اصلی متغیرهای نمره نخ و درصد مخلوط نخها بر ضریب جهندگی تار، (الف) بر ضریب جهندگی پودی، (ب) بر ضریب جهندگی تار.

نتایج حاصل از شکل بالا نشان می‌دهد که تاثیرات مستقیم درصد مخلوط در هر دو جهت تار و پودی به صورت افزایشیست، این بدان معنی است که با افزایش درصد مخلوط نخ از ۲۰٪ به ۴۵٪ پشم تاثیرات شایانی را در افزایش ضریب جهندگی نمونه‌ها در هر دو جهت تار و پودی گذاشته است اما این تاثیر بر روی ضریب جهندگی تار بیشتر مشاهده می‌گردد. همچنین با توجه به شکل الف تاثیر نمره نخ بر روی ضریب جهندگی تار ثابت افزایشی داشته اما تاثیر این پارامتر بر ضریب جهندگی پودی ابتدا افزایش و سپس کاهش نشان می‌دهد.



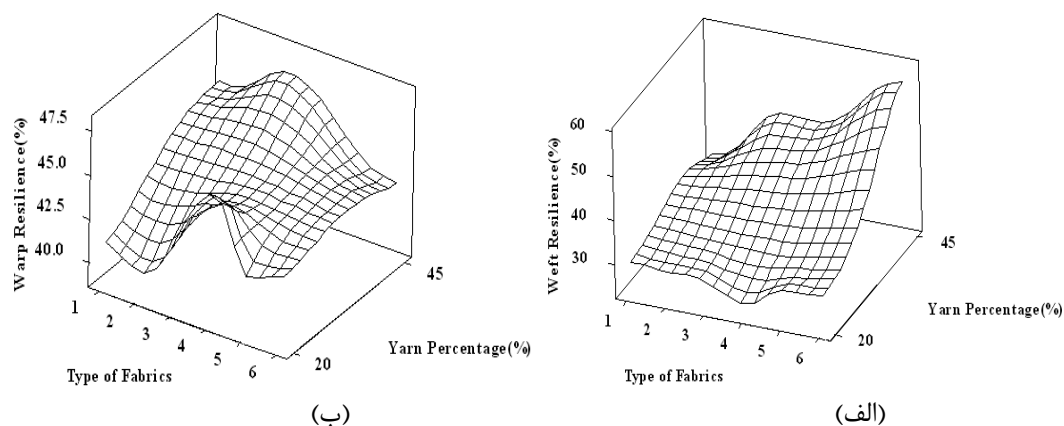
شکل ۳. تاثیرات متقابل متغیرهای نمره نخ و درصد مخلوط نخها، (الف) بر ضریب جهندگی پودی، (ب) بر ضریب جهندگی تار.

بررسی‌های انجام شده در شکل ۳ نتایج شکل ۲ را دقیقتر عنوان می‌نماید، از اینرو شکل ۳ تغییرات درصد مخلوط و تاثیر آن را بر ضریب جهندگی در دو جهت تار و پود اینگونه بیان میکند که این پارامتر در هر دو متغیر پاسخ تاثیرات افزایشی را داشته و لذا این تغییرات در نمرات مختلف نخ تفاوت‌هایی را نشان می‌دهند. تغییرات درصد مخلوط در نمره نخ ۴۰ متریک برای ضریب جهندگی در جهت تار افزایش بیشتری را نسبت این مقدار در جهت پود نشان می‌دهد در صورتی که در نمره نخ ۶۰ متریک این موضوع کاملاً متغایر بوده و مقدار تاثیر درصد مخلوط نمونه‌ها با نمره ۶۰ در جهت تار افزایش کندتری را در مقابل همین مقدار در جهت پودی نشان می‌دهد.



شکل ۴. منحنی سه بعدی تاثیر متغیر نمره نخ در نمونه‌های مختلف (الف) بر ضریب جهندگی پودی، (ب) بر ضریب جهندگی تاری.

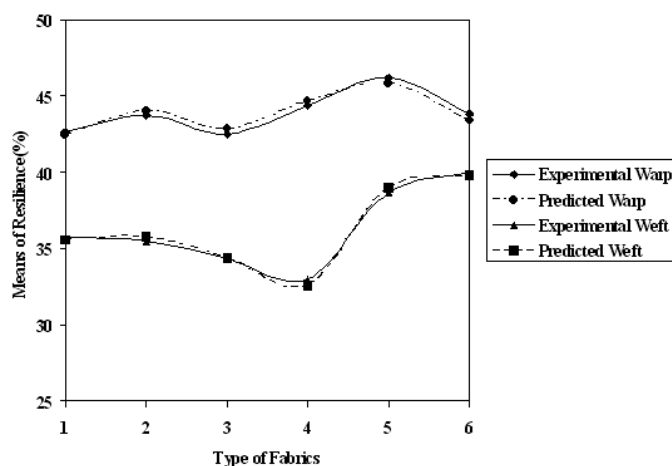
شکل ۴ نشان می‌دهد که با توجه به نمره نخ نمونه‌ها، نمونه‌ی شماره ۲ کمترین و نمونه‌ی ۴ بیشترین مقدار ضریب جهندگی در جهت تاری را از خود نشان می‌دهند. این در حالیست که نمونه‌ی ۶ بیشترین و نمونه‌ی ۲ کمترین ضریب جهندگی در جهت پودی را دارا میباشند.



شکل ۵. منحنی سه بعدی تاثیر متغیر درصد مخلوط در نمونه‌های مختلف (الف) بر ضریب جهندگی پودی، (ب) بر ضریب جهندگی تاری.

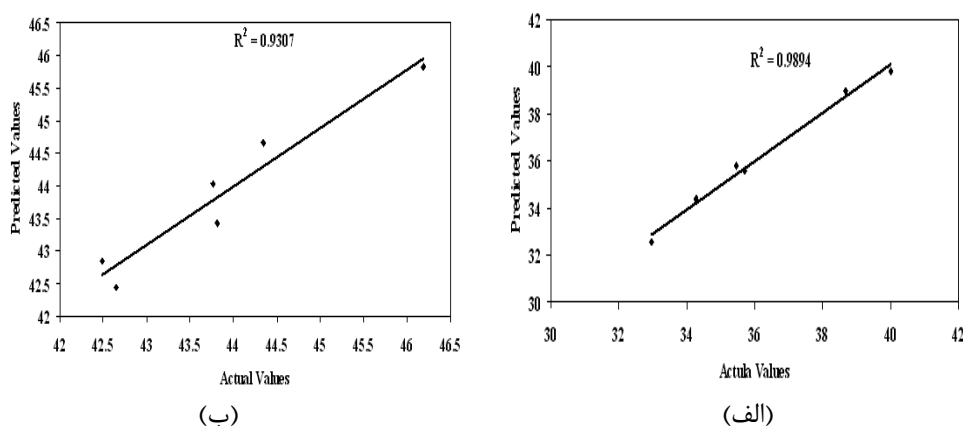
نتایج حاصل از شکل ۵ را اینگونه میتوان توصیف کرد که با توجه به درصد مخلوط نمونه‌ها، نمونه‌ی شماره ۶ با بیشترین ترکیب درصد الیاف پشم بیشترین و نمونه‌ی ۴ با کمترین ترکیب درصد الیاف پشم کمترین ضریب جهندگی در جهت پود را داشته از طرف دیگر نمونه شماره ۳ با بیشترین مقدار ترکیب درصد الیاف پشم بیشترین و نمونه ۲ با کمترین مقدار الیاف پشم کمترین مقدار ضریب جهندگی در جهت تاری را نشان می‌دهند.

نتایج حاصل از مدل ارائه شده بوسیله روش طرح عاملی چند متغیره در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ۶. مقایسه ی پیش بینی مدل‌های بدست آمده توسط طرح عاملی چند متغییره در نمونه های مختلف بر ضریب جهندگی تار و پودی.

شکل ۶ نشان میدهد که مدل ارائه شده برای پیش بینی و ارزیابی پارامترهای تاثیر گذار بر ضریب جهندگی در دو جهت پود و تار به خوبی با با مقادیر متغییرهای پاسخ تطابق دارند. از اینرو داده های تجربی در مقابل داده های تخمین زده شده توسط مدل طرح عاملی چند متغییره در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۷. ضریب همبستگی بین داده های تجربی و تخمین زده شده، توسط مدل بدست آمده از طرح عاملی چند متغییره، (الف) برای ضریب جهندگی پودی، (ب) برای ضریب جهندگی تار.

از شکل ۷ می توان دریافت که داده های تخمین زده شده توسط مدل با داده های تجربی همبستگی بسیار خوبی داشته به طوری که R-square بدست آمده این موضوع را قویا تصدیق مینمایند. از این رو از مدل های ارائه شده میتوان برای ارزیابی نمونه های مجهول در دامنه تغییرات و شرایط نمونه های مورد ارزیابی در این تحقیق استفاده نمود.

۴. نتیجه گیری

هدف از این تحقیق بررسی جهندگی پارچه های فاستونی که در محیطهای مهاجم مانند محیطهایی که کرنشهای پیچشی به آنها اعمال میگردد بود.

به همین منظور، جهندگی پارچه های فاستونی بر اساس نسبت انرژی برگشت به انرژی رفت در یک سیکل پیچشی رفت و برگشتی با توجه به پارامترهای ساختاری پارچه در ۶ نمونه پارچه فاستونی مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از

دستگاه تست نیروی پیچشی و با تغییراتی در نرم افزار برنامه، انرژی رفت و برگشت با استفاده از نرم افزار Matlab اندازه گیری گردید. همچنین جهت ارزیابی تاثیر پارامترهای ساختاری از روشهای آماری استفاده شد.

نتایج نشان داد که پارامترهای درصد مخلوط و نمره نخ بیشترین تاثیر را بر روی ضریب جهندگی داشته بطوریکه با افزایش درصد مخلوط لیف پشم میزان جهندگی نمونه ها در دو جهت تار و پود افزایش پیدا کرده همچنین با ظریفتر شدن نمره نخ میزان جهندگی در دو جهت تار و پود افزایش پیدا میکند. همچنین با توجه به نتایج بدست آمده از طرح عاملی چند متغیره ضریب همبستگی بین درصد مخلوط و نمره نخ با ضریب جهندگی در جهت تار در حدود ۹۴٪ و این مقدار برای جهت پودی ۹۹/۵٪ می باشد.

۵. تشکر و قدردانی

در این قسمت لازم است از حمایت‌های مسئولین دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک در انجام این طرح پژوهشی و تحقیقاتی تحت عنوان بررسی و مدل‌سازی رابطه ضریب جهندگی با نیروی پیچشی و پارامترهای ساختاری پارچه در یک سیکل رفت و برگشت در پارچه های تار پودی تشکر و قدردانی گردد.

۶. مراجع

- [1] Amirbayat J.; and Hearle J.W.S.; " J. Tex. Inst., **80**, 51, 1989.
- [2] E. Hezavehi, S Shaikhzadeh Najar, Hoseini Hashemi Sh, Rashidi A, , Amirkabir Journal, **19(68-D)**, 2008, 63.
- [3] I. J. Grunfest and D. D. Gagliardi., Ind. Eng. Chem., **41(4)**, 1949, 760.
- [4] J. Amirbayat and M. J. Alagha., J. Textile Inst. **87(2)**, 1996, 349.
- [5] A. G. De Boos, F. W. Jones, J. D. Leeder and D. S. Taylor, Proc. V. International Woll Textile Res. Conf. Aachen, 1975.
- [6] B. M. Chapman, J. Appl. Polyme. Sci. **18**, 1974, 3523.
- [7] B. M. Chapman, Textile Res. J. **44**, 1974, 531.
- [8] B. M. Chapman, Textile Res. J. **46**, 1976, 113.
- [9] C.J. Salter, L.G. Stephens, G.J. Higgeson and M.J. Samuelsdorff., J. Textile Inst. **87(1)**, 1196, 166.
- [10] S, Shaikhzadeh Najar., E, Hezavehi., Sh, Hoseini Hashemi., A., Rashidi International Journal of Clothing Science and Technology, **21**, 2009.
- [11] D.C. Montgomery., "Design and Analysis of Experiment", 4th Edition., John Wiley & Sons, New York, 1997.
- [12] B.J. Winer., " Statistical Principle in Experimental Design", Second Edition, McGraw-Hill, New York, pp.191, 343-351, 1971.
- [13] G. K. Bhattacharyya, R. A. Johnson., "Statistical Concept and Methods", John Wiley & Sons, 1997.