



مجله علمی پژوهشی علوم و تکنولوژی نساجی

سال چهارم، شماره اول، پاییز و زمستان ۸۷

رسید: بهار ۸۹، پذیرش: پاییز ۸۹

اثر ابعاد نمونه و طول حلقه بر رفتار کمانش برشی پارچه های حلقوی پودی ساده

ندا ربیعی^۱، سعید شیخ زاده نجار^{۲*}، آرزیتا آسایش^۳، علی اصغر اصغریان جدی^۴

چکیده

این مقاله به بررسی تأثیر ابعاد نمونه و نیز طول حلقه بر رفتار کمانش برشی پارچه حلقوی پودی ساده می پردازد. جهت ایجاد کمانش بر روی پارچه، از روش اعمال برش استفاده شد. بدین منظور دستگاهی طراحی و ساخته شد که از طریق آن بتوان روی نمونه پارچه، برش اعمال کرد. سپس کمانش های ناشی از برش مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. همچنین با سوار کردن دستگاه ساخته شده روی دستگاه استحکام سنج، نمودار های تنش-کرنش برشی رسم و برخی پارامتر های برش نیز، مورد بررسی قرار گرفتند. در این تحقیق از پارچه حلقوی پودی ساده ۳۵٪ پنبه- ۶۵٪ پلی استر در دو طول حلقه استفاده شده است. سه اندازه برای نمونه با نسبت های مختلف پهنا به طول (w/l) در نظر گرفته شده، همچنین برش در دو جهت موازی با رج و ردیف بر روی نمونه ها اعمال گردید.

با تجزیه و تحلیل نتایج از طریق آنالیز واریانس، مشخص شد که با زیاد شدن نسبت پهنا به طول نمونه و نیز با بزرگ شدن طول حلقه، پارامتر های کمانشی و برشی (شامل تنش و کرنش برشی در شروع و حداکثر کمانش و نیز هیستریزیس) افزایش می یابد. همچنین نتایج نشان دادند تعداد موج ها در برش موازی ردیف و رج متفاوت بوده ولی این موج ها در دو طول حلقه تقریباً مشابه یکدیگر هستند.

کلمات کلیدی: کمانش، برش، پارچه حلقوی پودی ساده، ابعاد نمونه، طول حلقه، موج های کمانشی

Abstract

This paper is focused on the effect of dimension and loop length of shear buckling behavior of plain weft-knitted fabrics. For creating buckling on fabric, shear method was used. To achieve this purpose, an apparatus was designed and constructed in order to apply shear on the fabric sample. Then the buckling waves caused by shearing were studied. Also by mounting shearing apparatus on tensile tester, shear-hysteresis curves were obtained. Some shear parameters obtained from diagrams, were studied. In this research, plain knitted fabric (35% cotton – polyester 65%) in two loop lengths was used. Three dimensions for fabric samples with different (w/l) width to length ratio were considered. Also shearing in two wale and course directions was applied.

The experimental results of shear buckling parameters were statistically analyzed using ANOVA. It was found that with increasing width to length ratio of fabric samples, and with enlarging loop length, buckle and shear parameters (content of shear stress and strain at start and maximum of buckling, and hysteresis) are increased. The results also showed that the number of buckling waves along two wale and course directions is different. However for two different loop lengths, buckling waves are almost similar.

Key word: buckling, shear, plain weft-knitted fabric, dimension, loop length

۱- دانش آموخته و کارشناس ارشد مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

*۲- دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران. مسئول مکاتبات: Saeed@aut.ac.ir

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

۴- دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.

۱. مقدمه

در مصرف لباس، کمناش پدیده ای معمول است. به عنوان مثال خم کردن آستین، خم کردن پا و حتی تا کردن لباس موجب کمناش پارچه می شود. [۱] کمناش در پارچه به طور تنگاتنگی با راحتی و زیبایی لباس های دوخته شده در ارتباط است. هدف از تحلیل کمناش در واقع بررسی میزان شکل پذیری پارچه ها می باشد تا مشخص شود با اعمال یک نیروی مشخص، مقدار تغییر طول چقدر خواهد بود تا میزان انعطاف پذیری پارچه های مختلف را برای انتخاب پارچه های مناسب در مصارف مورد نظر بسنجیم. [۲] در فرآیند دوخت یک تکه صاف پارچه، برش قطعاً در سطح سه بعدی اتفاق می افتد. این قابلیت پارچه برای تغییر شکل در صفحه آن، نه فقط از جهت دوزندگی بلکه در زیر دست پارچه نیز اهمیت دارد. همانطور که تنش برشی افزایش می یابد، پارچه از نقطه ای شروع به تغییر شکل در خارج از صفحه خودش می نماید یعنی کمناش روی می دهد و نیروی برشی که در آن نیرو، پارچه شروع به کمناش می کند را نیروی برش بحرانی می گویند. [۳]

تا کنون کارهای تجربی روی برش پارچه، بیشتر روی پارچه های تار-پودی [۴-۱۴] انجام گرفته و کمتر به پارچه های حلقوی پرداخته شده است. مطالعه رفتار برش باید به پارچه های حلقوی بدلیل استفاده فراوان آن ها در کاربرد های مختلف، گسترش یابد. در این تحقیق، از پارچه حلقوی پودی دارای ساختمان بافت ساده و جنس پنبه - پلی استر استفاده شده که این نوع پارچه، برای تولید البسه زیر، ورزشی و جوراب مناسب می باشد. [۱] و نتایج بدست آمده می تواند برای این نوع پوشاک قابل استفاده باشد. برای تعمیم این نتایج به پارچه های دیگر، می بایست آزمایشاتی روی پارچه های مربوطه انجام شده و نتایج مورد مقایسه و بررسی قرار گیرد. در پرداختن به ویژگی های برشی ساختار پارچه، Treloar [۱۵] به روش های معمولی به پارامترهای تجربی گوناگون در ساختار پارچه های تار-پودی پرداخت و روی مسائل اساسی متعددی در اندازه گیری ویژگی های برشی تأکید کرد. هر چند بعضی مسائل تجربی در نظر گرفته شده توسط Treloar، دارای اهمیت زیادی است و می تواند به برش پارچه های حلقوی تعمیم پیدا کند. Carnaby&Postle [۱۶] به مقایسه خصوصیات برشی ساختارهای مختلف پارچه مانند تار-پودی، بی بافت و حلقوی پرداخته اند. تقریباً در همه کارهای انجام شده قبلی در زمینه برش پارچه، مقدار کرنش برشی تا ظاهر شدن کمناش در نظر گرفته شده بود و تنش کششی در طول آزمایش برش بر روی نمونه، برای جلوگیری از وقوع کمناش در پارچه، اعمال شده بود. در این تحقیق، با حذف تنش کششی، کمناش برشی پارچه مورد مطالعه قرار گرفت و موج های کمناشی از نظر تعداد و عمق به ماکزیمم مقدار خود رسیدند و اضافه طول برشی مربوط به آن ها مورد بررسی قرار گرفتند.

۲. مواد و آزمایشات

۱.۲. مواد آزمایش

در این تحقیق، جهت تولید پارچه حلقوی پودی با بافت ساده از نخ ریسیده شده چرخانه ای (۳۵/۶۵ پلی استر/پنبه) با نمرة ۳۰/۱Ne و تاب در متر (TPM) ۲۳۴/۷۶ استفاده گردید. این پارچه در دو طول حلقه متفاوت و بر روی ماشین گردبافت یکرو سیلندر (Textima) دارای قطر دهانه ۳۰ اینچ، گیج ۲۴، ۴ پایه سوزن و ۹۶ ابزار بافته شد. شستشوی پارچه ها در ماشین لباسشویی خانگی انجام گرفت. حمام شستشو شامل آب ۶۰°C و دترجنت به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد. سپس در یک سطح صاف پهن و خشک گردیدند. پارامترهای ساختمانی اندازه گیری شده پارچه شامل طول حلقه، وزن، ضخامت، تراکم بافت در جدول ۱ آورده شده است. استحکام کششی نخ مورد استفاده، در جدول ۲ نشان داده شده اند.

جدول ۱. مشخصات فیزیکی پارچه ها

کد نمونه	طول حلقه (mm)	وزن در واحد سطح (g/m ²)	تراکم رج (c.p.c)	تراکم ردیف (w.p.c)	تراکم بافت (s.d)	ضخامت (mm)
Ps	۲/۷ (۰/۰۱)	۱۴۸/۸۷ (۰/۰۲۱)	۲۰/۱۶ (۰/۰۲۵)	۱۲/۳۲ (۰/۰۱۳)	۲۴۸/۳۷ (۰/۰۳۵)	۰/۵۳ (۰/۰۲۴)
PI	۳/۱۱ (۰/۱۷)	۱۳۵/۹۲ (۰/۰۱۴)	۱۸/۴۸ (۰/۰۲۱)	۱۲/۰۸ (۰/۰۱۴)	۲۲۳/۲۳ (۰/۰۲۹)	۰/۵۶ (۰/۰۲۹)

عددهای داخل پرانتز، نشان دهنده انحراف استاندارد می باشد.

Ps: پارچه با بافت ساده و طول حلقه کوچک ; PI: پارچه با بافت ساده و طول حلقه بزرگ

جدول ۲. خصوصیات استحکام کششی نخ

ازدیاد طول تا پارگی (mm)	انرژی تا پارگی (N.m)	نیرو تا پارگی (N)	کرنش تا پارگی (%)	مدول اولیه (cN/Text)	استحکام (cN/Text)	ردیف
۳۹/۵۲۴	۰/۰۵۸۴	۲.۱۵۹	۷/۸۸۳	۱۷۶/۷۶	۱۲/۷۸۹	میانگین
۲/۷۸۵	۰/۰۰۶۴	۰.۶۳۰۴	۰/۵۵۴	۳۴/۳۷	۰/۶۸۸	انحراف
						استاندارد
۷/۰۵	۱۰/۹۴	۲۹/۲۰	۷/۰۳	۱۹/۷۷	۵/۳۸	Cv%

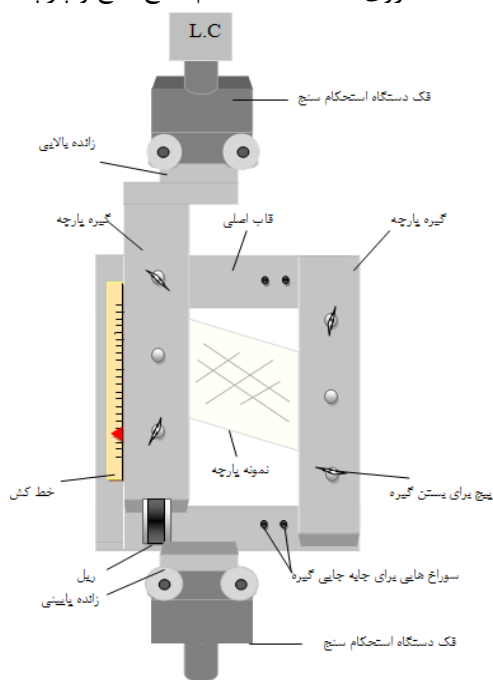
۲.۲. معرفی دستگاه اندازه گیری خواص کمانش برشی پارچه

جهت اعمال برش بر روی پارچه و ایجاد کمانش از طریق آن، دستگاهی طراحی و ساخته شده است. این دستگاه را می توان بر روی دستگاه استحکام سنج سوار کرده و نمودارهای تنش-کرنش برشی را از طریق آن ثبت و مورد بررسی قرار داد. تصویر دستگاه سوار شده بر روی دستگاه استحکام سنج در شکل ۱ آورده شده است. شماتیک دستگاه طراحی شده نیز در شکل ۲ آمده است.

این دستگاه از یک قاب اصلی مستطیل شکل تشکیل شده که دو گیره پارچه بر روی دو ضلع آن قرار داده شده اند. یکی از این گیره ها مستقیماً بر روی قاب نصب و ثابت شده است و گیره دیگر بر روی ریلی که در یک ضلع دستگاه تعبیه شده، قرار گرفته و می تواند به سمت بالا و پایین حرکت کند. خط کشی کنار این گیره متحرک روی قاب در نظر گرفته شده تا مقدار کرنش برشی را از طریق آن مورد بررسی قرار داد. دو زائده در قسمت بالایی و پایینی دستگاه قرار داده شده تا بتوان از طریق آن ها دستگاه را روی فک های پارچه دستگاه استحکام سنج سوار کرده و توسط آن برش اعمال کرد. فک بالایی دستگاه استحکام سنج به load-cell وصل می باشد. به منظور قرار دادن نمونه های با ابعاد متفاوت، گیره های ثابت را می توان در سه مکان مختلف پیچ کرد. با بستن نمونه بین دو گیره که داخل هر کدام از گیره ها به منظور ثابت نگه داشتن نمونه حین آزمایش عاج دار شده است، می توان عمل برش را روی نمونه شروع کرد. در جدول ۳، ابعاد مختلف نمونه ها و نیز ازدیاد طول مربوط به هر کدام آورده شده است.



شکل ۱. تصویر دستگاه قرار داده شده روی دستگاه استحکام سنج نخ و پارچه در هنگام آزمایش



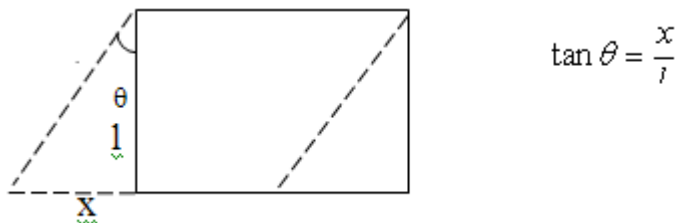
شکل ۲. شماتیک دستگاه ساخته شده جهت شکل آزمون برش

جدول ۱.۳ ابعاد مفید نمونه ها و ازدیاد طول مربوط به آن ها

ابعاد نمونه	پهنا (mm)	طول (mm)	ازدیاد طول (mm)
۱	۱۰۰	۵۰	۱۳
۲	۱۰۰	۷۰	۱۹
۳	۱۰۰	۱۰۰	۲۷

جهت تنظیم ازدیاد طول اعمال شده به پارچه برای اعمال برش، ابتدا با انجام آزمایشات اولیه مختلف روی نمونه ها جهت رسیدن به ماکزیمم کمانش، زاویه برش های مختلف (θ) بدست آمده و یادداشت گردید. با میانگین گیری بین θ های بدست آمده، نهایتاً $\theta = 15^\circ$ برای پارچه حلقوی پودی تا رسیدن به ماکزیمم کمانش در نظر گرفته شد. در حالی که کاواباتا

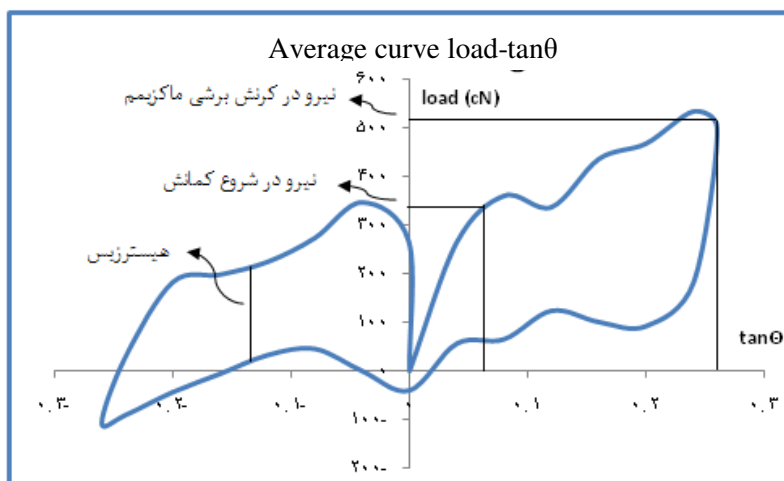
مقدار θ را برای پارچه های تار-پودی تا شروع کمانش $\theta=8^\circ$ در نظر گرفته بود. با قرار دادن $\theta=15^\circ$ و l (طول نمونه) برای ابعاد مختلف، مقدار x یعنی ازدیاد طول برشی مربوطه (مقدار جا به جایی گیره متحرک دستگاه) بدست می آید. (شکل ۳)



شکل ۳. محاسبه θ در برش پارچه

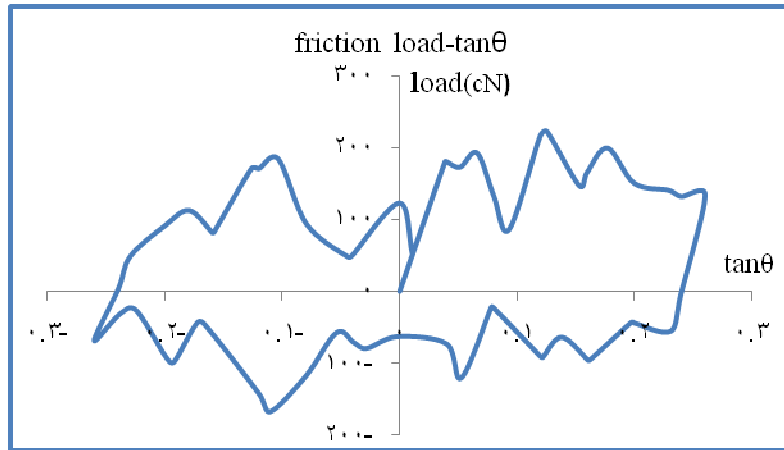
۳.۲. آزمایشات انجام شده جهت بررسی رفتار برشی پارچه

جهت انجام آزمایشات پس از شستشو و خشک شدن پارچه، نمونه ها با ابعاد مشخص طبق جدول ۳ بریده شدند. برای قرار گیری راحت تر نمونه داخل گیره، ۵ سانتی متر از دو طرف اضافه تر اندازه گیری و بریده شده، نمونه ها را با حرارت ملایم اتو کرده تا لول خوردگی ها صاف شوند و راحت تر بتوان آن ها را روی دستگاه قرار داد. سپس نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در محیط آزمایشگاه (دمای 22 ± 2 و رطوبت ۳۲٪) قرار گرفتند تا استراحت کنند. به منظور قرار گیری صاف و بدون چروک نمونه ها، کشش اولیه مشخص و ثابتی به اندازه $52/83$ گرم به همه آن ها در حین قرار گرفتن بین گیره های دستگاه وارد شد. با بستن گیره های دستگاه و سوار کردن آن بر روی دستگاه استحکام سنج، می بایستی تنظیمات لازم روی دستگاه استحکام سنج برای انجام آزمایشات برش، اعمال شود. سرعت دستگاه به مقدار 5 cm/min تنظیم گردید. به منظور بدست آوردن نمودار هیستریزس نیرو - ازدیاد طول (برشی) دستگاه روی حرکت سیکلی رفت و برگشت در دو مرحله و روی ازدیاد طول مربوطه تنظیم گردید. آزمایشات برای ۳ اندازه نمونه، ۲ طول حلقه و در ۲ جهت برش (موازی رج و ردیف) انجام شدند. برای هر نمونه ۳ بار آزمایشات تکرار شدند و نمودار میانگین برای هر کدام رسم گردید. یکی از نمودارهای بدست آمده بطور نمونه در شکل ۴ آورده شده است. از طریق نمودار، پارامترهایی چون تنش در شروع کمانش، هیستریزس و تنش در کرنش برشی نهایی محاسبه شده اند.



شکل ۴. نمودار میانگین برای پارچه 10×5 طول حلقه ۳.۱۱ (mm) (برش موازی ردیف)

با توجه به اینکه دستگاه برش ساخته شده، دارای اصطکاک می باشد و اصطکاک عامل مؤثری روی نتایج آزمایشات است، لذا با سوار کردن دستگاه روی دستگاه استحکام سنج، آزمایش برش، بدون قرار دادن نمونه پارچه انجام شد و نمودار اصطکاک متناظر با مقادیر هر پارامتر طبق نمودار کم شد تا مقدار هر پارامتر با کم کردن اصطکاک از آن به مقدار واقعی نزدیک تر شود. یکی از نمودار های اصطکاک بدست آمده، در شکل ۵ ملاحظه می شود.



شکل ۵. نمودار اصطکاک دستگاه در حین آزمایش برش (بدون نمونه)

مقادیر هیستریزیس، تنش برشی در شروع کمانش و تنش برشی در کرنش برشی ماکزیمم در جدول ۴ آورده شده است. لازم به ذکر است که مقدار هیستریزیس از میانگین گیری مقادیر هیستریزیس در چهار نقطه مشخص در هر نمودار بدست آمده است.

مقدار کرنش برشی در شروع کمانش با انجام آزمایشات کمانش که در بخش ۲-۴ توضیح داده خواهد شد، بدست آمده سپس از طریق نمودار، تنش مربوط به آن بررسی و محاسبه شده است.

$$\tan\theta = \frac{\bar{x}}{l} = \text{کرنش برشی} \quad \text{و} \quad \text{پهنای نمونه} / \text{نیرو} = \text{تنش برشی}$$

که \bar{x} در اینجا میانگین x ها در ۱۰ بار تکرار آزمایش و عبارتی مقدار جابه جایی بر حسب میلی متر می باشد و l طول نمونه است. مقدار l با توجه به ابعاد نمونه ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ میلی متر می باشد.

در اینجا مقدار نیرو در صورت کسر برابر نیرو در نمودار اصلی منهای نیروی اصطکاک نظیر آن و بر حسب سانتی نیوتن می باشد و پهنای برای همه نمونه ها ۱۰ سانتی متر است.

جدول ۴. پارامتر های برش بدست آمده از طریق نمودار نیرو- کرنش برشی

طول حلقه (۲.۷ mm)			طول حلقه (۳.۱۱ mm)			پارامترهای برش ابعاد نمونه
تنش در کرنش برشی ماکزیمم (cN/cm)	هیستریزیس %	تنش در شروع کمانش (cN/cm)	تنش در کرنش برشی ماکزیمم (cN/cm)	هیستریزیس %	تنش در شروع کمانش (cN/cm)	
۱۸/۴۹	۱۱۲/۲	۷/۷۸	۲۷/۵۲	۱۵۳/۱	۱۶/۸۶	w ۵×۱۰
(۰/۸۶)	(۱۹/۸۵)	(۲/۱۳)	(۵/۵۳)	(۳۱/۴۸)	(۲/۸۹)	
۲۷/۳۵	۷۵/۲	۲۱/۳۵	۲۴/۴۲	۱۱۱/۸	۱۹/۴۴	c ۵×۱۰
(۲/۹۲)	(۱۶/۳۵)	(۱/۸۹)	(۱/۸۵)	(۲۲/۶۹)	(۱/۲۴)	
۷/۷۹	۷۸/۳	۲/۹۰	۱۰/۴۶	۸۴/۲	۱۱/۸۳	w ۷×۱۰

(۰/۵۳)	(۱۴/۳۸)	(۱/۴۲)	(۳/۹۶)	(۱۵/۶۴)	(۵/۴۸)	cV×1۰
۱۴/۲	۳۸/۷	۴/۰۲	۱۷/۸۷	۸۵/۸	۱۶/۷۷	
(۱۰/۵۲)	(۱۱/۵۲)	(۱/۹۵)	(۲/۹۹)	(۱۷/۴۸)	(۲/۴۸)	w 1۰×1۰
۵/۴۱	۶۸/۳	۴/۲۶	۴/۷۲	۷۱/۱	۴/۳۴	
(۳/۸۳)	(۱۸/۱۹)	(۰/۶۹)	(۲/۳۴)	(۲۰/۲۸)	(۲/۵۳)	c 1۰×1۰
۱۷/۹۲	۱۹/۶	۳/۲۲	۱۱/۷۷	۳۱/۴	۱/۱۳	
(۸/۸۵)	(۳/۹۷)	(۲/۸۸)	(۴/۴۷)	(۱۰/۴۸)	(۰/۷۷)	

W برش به موازات ردیف و C برش به موازات رج می باشد.

اعداد داخل پرانتز انحراف استاندارد می باشد.

۴.۲. آزمایشات انجام شده جهت بررسی رفتار کمانش برشی پارچه

این آزمایشات با استفاده از دستگاه برش طراحی شده و بدون سوار کردن آن روی دستگاه استحکام سنج انجام شده است. بعد از بستن نمونه های استراحت یافته روی دستگاه، گیره متحرک را به آرامی و تقریباً با سرعت یکنواخت به سمت بالا حرکت داده تا زمانی که اولین اثرات کمانش روی پارچه نمایان شود. در این لحظه عدد نشان داده شده توسط شاخص نصب شده روی خط کش را یادداشت کرده که این عدد همان ازدیاد طول مربوط به نقطه شروع کمانش در حرکت رفت می باشد. سپس حرکت گیره را ادامه داده تا جایی که موج های ایجاد شده روی نمونه به حداکثر تعداد و عمق خود برسند. این نقطه از آن جایی تشخیص داده شد که با کمی کشش بیشتر، عمق موج ها شروع به کم شدن می کرد. این نقطه، به عنوان ازدیاد طول مربوط به حداکثر کمانش در حرکت رفت، یادداشت گردید.

سپس جهت حرکت گیره را عکس کرده و به سمت پایین حرکت داده شد تا جایی که موج های ایجاد شده روی پارچه از بین رفته و چروک ها صاف شوند. با ادامه این حرکت، مانند حرکت رفت، ازدیاد طول مربوط به نقطه شروع و حداکثر کمانش در حرکت برگشت مشاهده و یادداشت گردیدند. این آزمایش، یکبار در جهت رج و یکبار در جهت ردیف نمونه ها انجام شد. در هر طول حلقه برای هر اندازه نمونه و در هر جهت برش، ۱۰ بار این آزمایش تکرار شد و بین مقادیر بدست آمده میانگین گرفته شد. با تقسیم مقادیر میانگین ازدیاد طول هر نمونه بر طول همان نمونه، مقدار کرنش برشی ($\tan\theta$) بدست آمده که در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۵. مقادیر کرنش برشی ($\tan\theta$) در شروع و حداکثر کمانش در سیکل های رفت و برگشت

طول حلقه (mm) ۲.۷				طول حلقه (mm) ۳.۱۱				پارامتر های کمانش برشی
کرنش	کرنش	کرنش	کرنش	کرنش	کرنش برشی	کرنش	کرنش	
در حداکثر کمانش (حرکت برگشت)	در شروع (حرکت برگشت)	در حداکثر کمانش (حرکت رفت)	در شروع (حرکت رفت)	در حداکثر کمانش (حرکت برگشت)	در شروع (حرکت برگشت)	در حداکثر کمانش (حرکت رفت)	در شروع (حرکت رفت)	
۰/۲۷	۰/۰۱۸	۰/۲۸	۰/۰۶	۰/۳۴	۰/۰۴	۰/۳۲	۰/۰۷	w ۵×1۰
(۰/۱۲)	(۰/۰۰۸)	(۰/۱۱)	(۰/۰۱)	(۰/۰۹)	(۰/۰۲)	(۰/۰۸)	(۰/۰۱)	
۰/۲	۰/۰۱۷	۰/۲۱	۰/۰۹	۰/۲	۰/۰۳	-	۰/۰۸	c ۵×1۰
(۰/۱۵)	(۰/۰۰۸)	(۰/۱۳)	(۰/۰۳)	(۰/۱)	(۰/۰۱)		(۰/۰۳)	

۰/۲۴	۰/۰۱۷	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۲۸	۰/۰۳	۰/۲۷	۰/۰۶	W ۷×۱۰
(۰/۱)	(۰/۰۱)	(۰/۱۳)	(۰/۰۲)	(۰/۱۱)	(۰/۰۱)	(۰/۰۶)	(۰/۰۲)	
۰/۲۱	۰/۰۲	۰/۲۴	۰/۰۶	۰/۲	۰/۰۲	۰/۲۱	۰/۰۶	c ۷×۱۰
(۰/۱۳)	(۰/۰۱)	(۰/۱۲)	(۰/۰۲)	(۰/۱)	(۰/۰۱)	(۰/۱۱)	(۰/۰۲)	
۰/۱۹۹	۰/۰۱	۰/۱۹	۰/۰۴	۰/۲۲۶	۰/۰۲۴	۰/۲۲	۰/۰۴	W ۱۰×۱۰
(۰/۰۶)	(۰/۰۰۵)	(۰/۰۸)	(۰/۰۲)	(۰/۰۹)	(۰/۰۴)	(۰/۰۹)	(۰/۰۲)	
۰/۱۹۷	۰/۰۱۸	۰/۲	۰/۰۴	۰/۲۰۱	۰/۰۲۲	۰/۲۱	۰/۰۴	c ۱۰×۱۰
(۰/۰۹)	(۰/۰۰۸)	(۰/۱)	(۰/۰۲)	(۰/۰۹)	(۰/۰۱)	(۰/۰۸)	(۰/۰۱)	

W برش به موازات ردیف و C برش به موازات رج می باشد.

اعداد داخل پرانتز انحراف استاندارد می باشد.




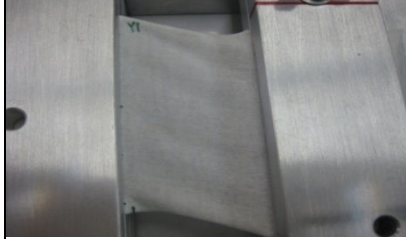
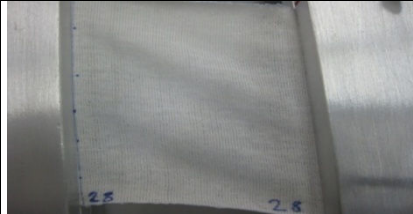







در همه دفعات تکرار آزمایشات، علاوه بر پارامترهای کمانشی، تعداد موج های مشاهده شده در حداکثر کمانش در حرکت رفت و برگشت نیز مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تعداد موج های مشاهده شده در ده بار تکرار هر آزمایش در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶. تعداد موج های مشاهده شده در کمانش برشی نمونه های مختلف

طول حلقه (mm) ۲.۷			طول حلقه (mm) ۳.۱۱			تعداد موج ها ابعاد نمونه
تعداد تکرار های مشاهده شده	تعداد موج ها در حرکت برگشت	تعداد موج ها در حرکت رفت	تعداد تکرار های مشاهده شده	تعداد موج ها در حرکت برگشت	تعداد موج ها در حرکت رفت	
۳	۲	۳	۹	۳	۳	W ۵×۱۰
۷	۳	۳	۱	۳	۴	
۲	۵	۲				
۲	۳	۴				
۴	۵	۵	۱۰	۵	بدون کمانش	c ۵×۱۰
۱	۴	۵				
۱	۵	۴				
۱	۳	۳	۶	۲	۲	
۲	۲	۳				W ۷×۱۰
			۴	۲	۳	
۷	۲	۲				
۶	۴	۴	۲	۵	۴	
			۱	۴	۵	c ۷×۱۰
۳	۵	۴	۲	۴	۳	
۱	۴	۵	۵	۴	۴	
۱۰	۲	۲	۸	۲	۲	W ۱۰×۱۰
			۲	۱	۲	
۳	۴	۴	۱	۱	۲	
			۱	۴	۲	
۱	۳	۴	۵	۴	۴	c ۱۰×۱۰
۴	۳	۳	۱	۳	۳	
۲	۴	۳	۲	۳	۴	

یک نمونه از تصاویر گرفته شده در هنگام کمانش برای هر حالت، در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷. موج های ایجاد شده در اثر کمانش برشی در طول حلقه، ابعاد و جهت های برش مختلف

طول حلقه / اندازه پارچه	طول حلقه ۳.۱۱ (mm)	طول حلقه ۲.۷ (mm)
۵×۱۰ W		
۵×۱۰ C		
۷×۱۰ W		
۷×۱۰ C		
۱۰×۱۰ W		
۱۰×۱۰ C		

۳. تجزیه و تحلیل نتایج

با استفاده از آنالیز واریانس و تست ANOVA که بر روی داده های حاصل از آزمایشات انجام شد، نتایجی بدست آمد که به طور خلاصه در جدول ۸ آورده شده است.

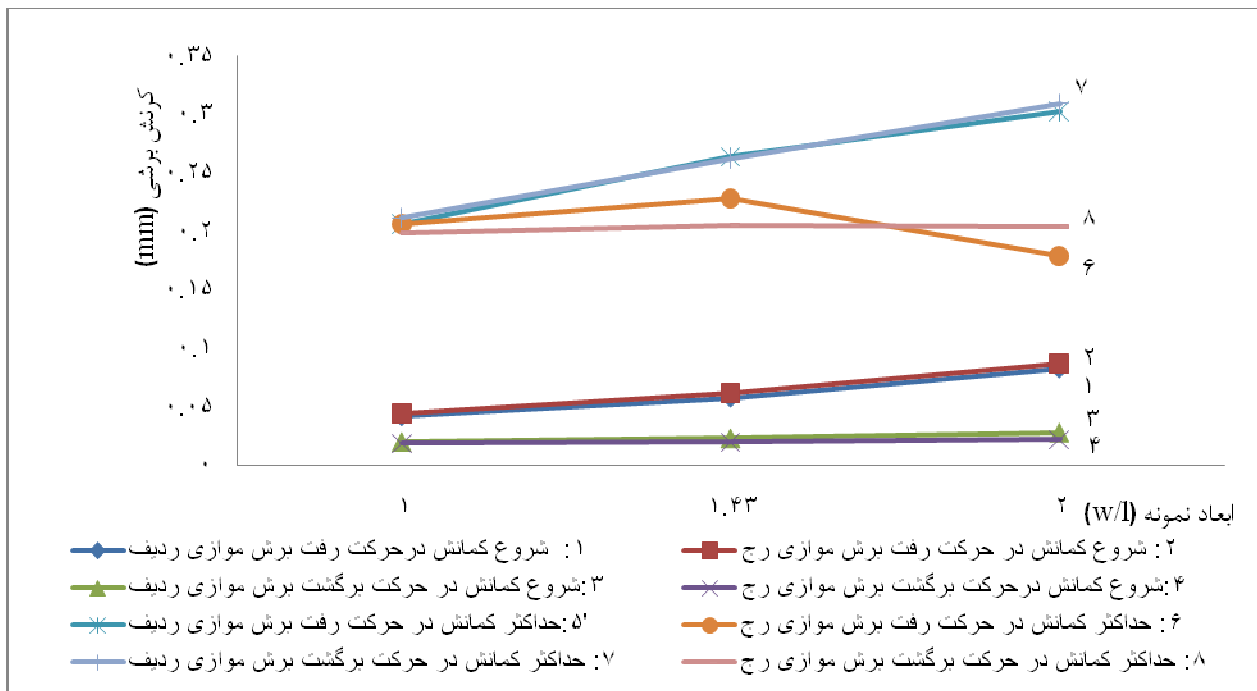
جدول ۸. نتایج تجزیه و تحلیل آماری (ANOVA) مربوط به اثر ابعاد و طول حلقه بر روی پارامترهای کمانش برشی

پارامترهای کمانش برشی								پارامترهای تیماری
تنش در کرنش برشی ماکزیمم	تنش در شروع کمانش	هیستریزیس	کرنش برشی حداکثر کمانش (حرکت برگشت)	کرنش برشی درشروع کمانش (حرکت برگشت)	کرنش برشی درحداکثر کمانش (حرکت رفت)	کرنش برشی درشروع کمانش (حرکت رفت)	$\hat{\sigma}^2$	
*	*	*	*		*	*	$\hat{\sigma}^2$	ابعاد نمونه
۰/۱۰۰	۰/۰۱۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۳۵	۰/۰۰	۰/۰۰	$\hat{\sigma}^2$	
*	*	*	*		*	*	$\hat{\sigma}^2$	طول حلقه
۰/۰۰۷	۰/۰۰	۰/۰۴۷	۰/۶۵۸	۰/۷۹۹	۰/۰۰	۰/۰۰	$\hat{\sigma}^2$	
			*	*	*		$\hat{\sigma}^2$	ابعاد و طول حلقه بطور همزمان
۰/۱۱۱	۰/۰۶۸	۰/۸۱۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۳۳۷	$\hat{\sigma}^2$	
			*	*	*		$\hat{\sigma}^2$	
۰/۱۰۵	۰/۰۷۱	۰/۱۳۸	۰/۹۷۵	۰/۰۱۰	۰/۰۰	۰/۵۵۱	$\hat{\sigma}^2$	
			*				$\hat{\sigma}^2$	
۰/۳۴۷	۰/۲۱۳	۰/۰۷۶	۰/۰۱۳	۰/۱۱۸	۰/۲۸۱	۰/۳۳۷	$\hat{\sigma}^2$	
	*		*	*	*		$\hat{\sigma}^2$	
۰/۸۱۰	۰/۰۰۲	۰/۰۶۷۵	۰/۶۳۶	۰/۴۸۰	۰/۰۰	۰/۳۳۴	$\hat{\sigma}^2$	

تذکر: با توجه به این که شرط اثر داشتن هر عامل (ابعاد، طول حلقه و هر دو به صورت همزمان) روی متغیر پاسخ (پارامترهای کمانش برشی) این است که دارای $< 0/05$ سطح معنی داری باشد، عواملی که مؤثر هستند با علامت * متمایز شده اند.

۱،۳. تاثیر ابعاد نمونه بر پارامترهای کمانشی و برشی

مطابق با جدول ۸، ابعاد نمونه بر پارامترهای کمانشی در سیکل رفت و بر پارامترهای برشی مؤثر واقع شده است. اما نتایج مربوط به شروع کمانش در حرکت برگشت در جهات رج و ردیف و حداکثر کمانش در حرکت برگشت در جهت رج از نظر آماری با اهمیت نمی باشند. پارامترهای کمانش برشی بر حسب ابعاد پارچه به صورت نمودار در شکل های ۶ و ۷ نشان داده شده اند.



شکل ۶. نمودار کرنش های برشی در حالات مختلف کماتش



شکل ۷. نمودار پارامتر های تنش و هیستریزس برشی بر حسب ابعاد نمونه

با بررسی نمودار های پارامتر های کماتشی و برشی بر حسب ابعاد نمونه، مشخص می شود که پارامتر هایی که ابعاد نمونه روی آن ها موثر واقع شدند، همگی با بالا رفتن نسبت (w/l) (نسبت پهنا به طول نمونه) و تبدیل شدن آن از شکل مربع به مستطیل، افزایش یافته اند. در مطالعات انجام شده روی این پارامتر ها، مشاهده شد که با زیاد شدن نسبت w/l و مخصوصاً در نمونه با $w/l = 2$ ، موج های کماتشی دیرتر ظاهر شدند و به تبع آن با تأخیر در ظهور موج های کماتشی، در

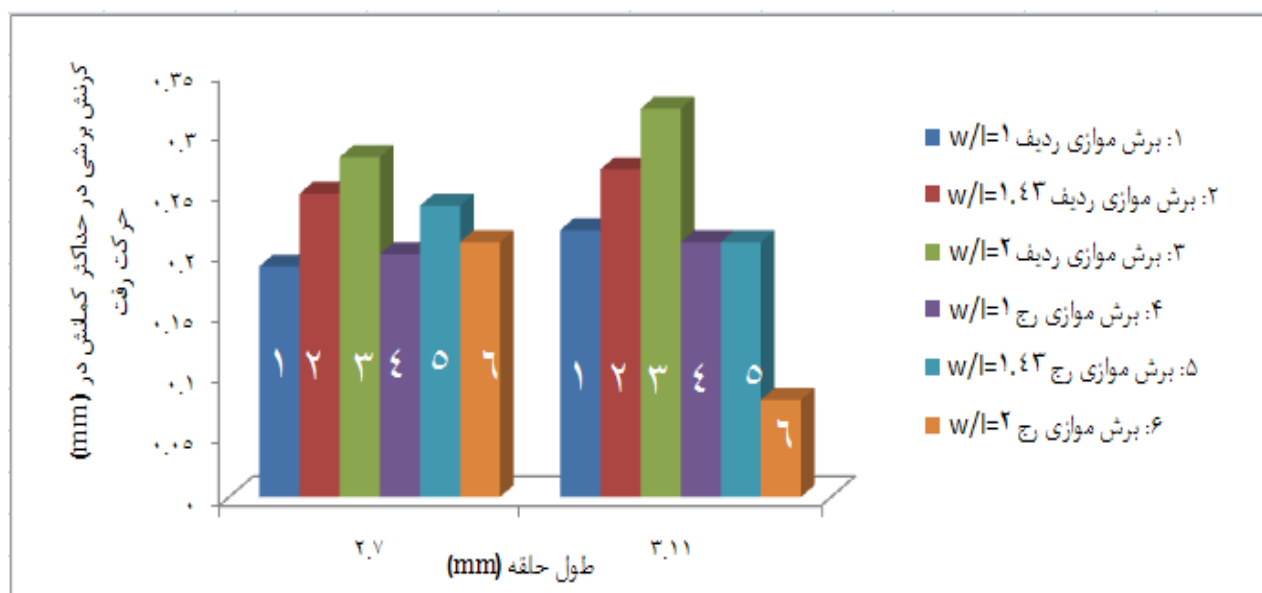
رسیدن به حداکثر کمانش نیز نسبت به سایر نمونه ها تأخیر ایجاد شد. طبق مشاهدات حین آزمایش، در نمونه با $w/l = 2$ این موج ها به طور همزمان و یکسان و با فواصل تقریباً مساوی و با زاویه 45° در سطح نمونه ایجاد شدند و دلیل آن را طبق بررسی های Treloar [۱۶]، می توان توزیع یکنواخت تنش در سطح نمونه دانست که با زیاد شدن نسبت w/l ، به آهستگی توزیع تنش یکنواخت تر می گردد و شروع کمانش را به تأخیر می اندازد و با زیاد شدن کرنش برشی، تنش برشی نیز افزایش می یابد یعنی تنش برشی در شروع کمانش با زیاد شدن نسبت w/l در نمونه، افزایش می یابد و چون پارامتر های کمانشی و برشی بررسی شده روی هم موثر واقع می شوند، تنش در کرنش برشی ماکزیمم نیز با افزایش نسبت w/l در حال افزایش است. با افزایش این تنش ها در سیکل برگشت، افت انرژی بیشتری اتفاق می افتد. لذا هیستریزیس نیز روندی مانند دیگر پارامتر ها دارد. و در نمودار پارامتر هایی که ابعاد روی آن ها موثر است، حرکت صعودی آن ها واضح به نظر می رسد. البته روند صعودی در نمودار های تنش مشهود تر از نمودار های کرنش می باشد.

نتایج آزمایشات در حالتی که برش موازی ردیف انجام شده است، مشابه با برش موازی رج می باشد. فقط در بررسی کرنش برشی در حداکثر کمانش در حرکت رفت (برش موازی رج) مشاهده می شود که در نمونه با $w/l = 2$ ، نمونه به حداکثر کمانش خود نمی رسد. این نمونه با اعمال برش روی آن و افزایش کرنش برشی، در حالت شروع کمانش باقی ماند و علائم شروع کمانش (چروک های بسیار ریز)، هرگز به موج های کمانشی تبدیل نشد. و نمونه مقاومت قابل توجهی از خود نشان داد. بنابراین ابعاد پارچه روی این پارامتر موثر واقع نشد. نتیجه ای که در کل می توان گرفت این است که با بالا رفتن نسبت w/l و تبدیل نمونه از شکل مربع به مستطیل، مقاومت پارچه نسبت به بروز کمانش افزایش می یابد و این امر، سایر پارامتر ها را تحت الشعاع قرار می دهد و در نتیجه مقاومت برشی نیز افزایش می یابد.

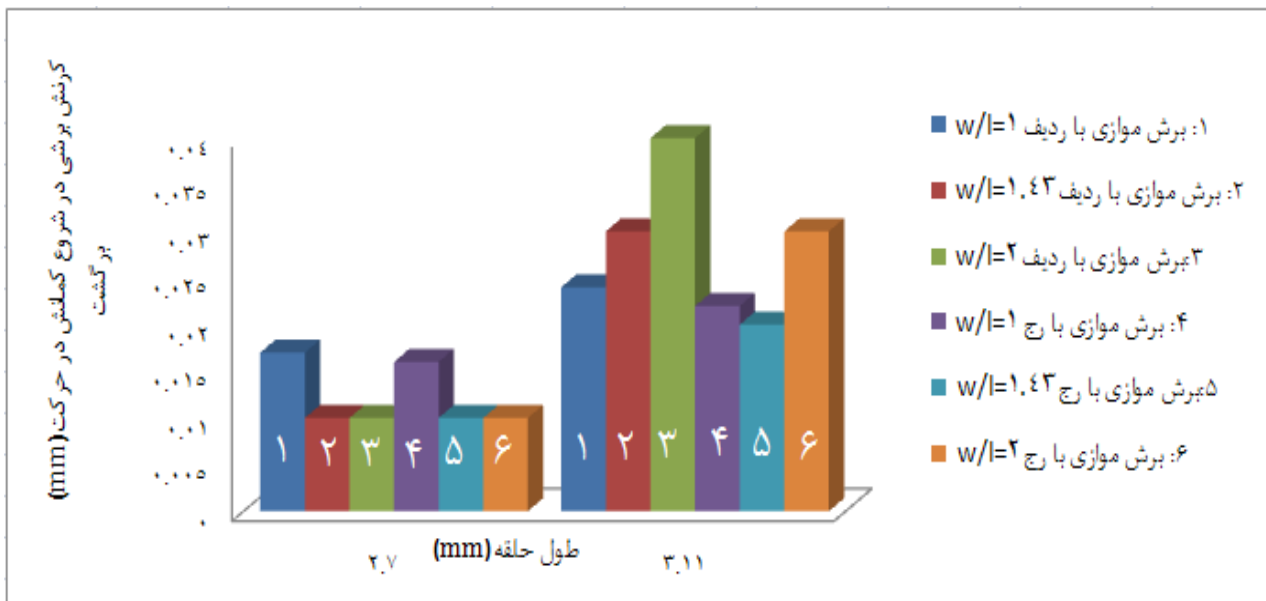
۲.۳. تاثیر طول حلقه بر پارامتر های کمانشی و برشی

طول حلقه بر بعضی پارامتر های کمانشی مانند کرنش برشی در حداکثر کمانش در حرکت رفت (برش موازی ردیف و رج)، شروع کمانش در حرکت برگشت (برش موازی ردیف و رج) و نیز بر کرنش برشی در حداکثر کمانش در حرکت برگشت (برش موازی ردیف)، موثر واقع شده است. از طرف دیگر، تاثیر معنی داری بر پارامتر های برشی ندارد.

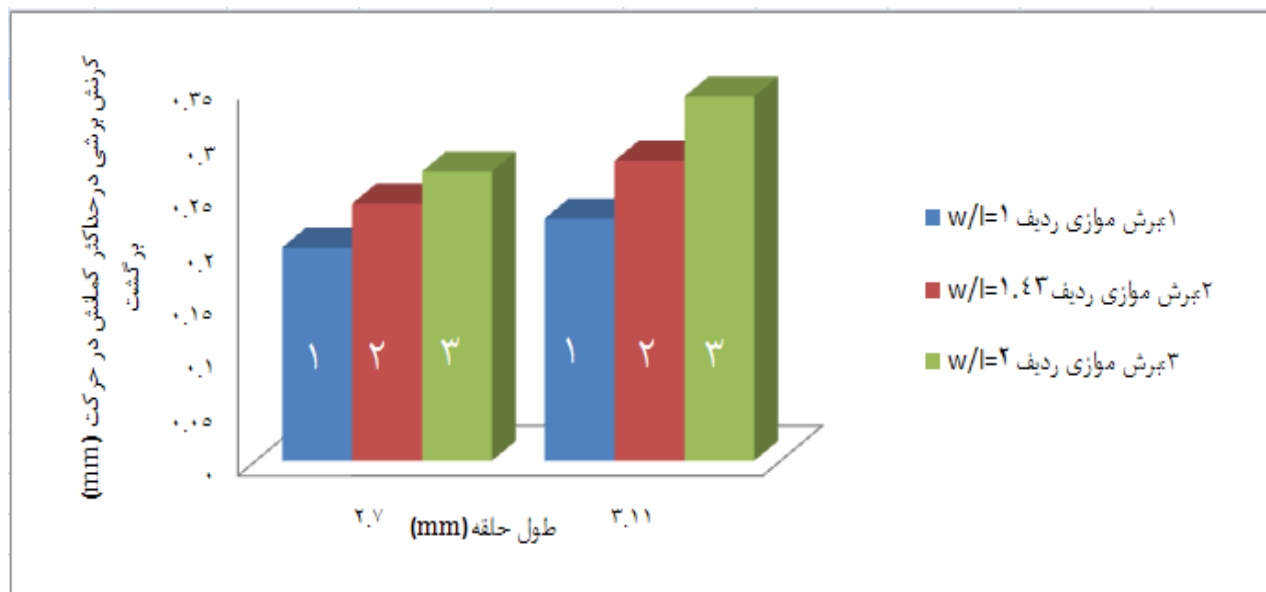
نتایج به حاصل در شکل های ۸ و ۹ و ۱۰ نمایش داده شده است.



شکل ۸. نمودار مربوط به کرنش برشی در حداکثر کمانش در حرکت رفت بر حسب طول حلقه



شکل ۹. نمودار مربوط به کرنش برشی در شروع کمانش در حرکت برگشت بر حسب طول حلقه



شکل ۱۰. نمودار مربوط به کرنش برشی در حداکثر کمانش در حرکت برگشت بر حسب طول حلقه

در شکل های ۸ و ۹ و ۱۰، نمودار پارامترهایی رسم شده اند که طول حلقه روی آن پارامترها موثر واقع شده است. با بررسی این نمودارها مشخص می شود که در شکل ۸، زمانی که برش موازی ردیف پارچه صورت می گیرد، روند نمودار با بزرگ شدن طول حلقه، افزایشی است و در برش موازی رج، این روند کاهشی می باشد. در شکل های ۹ و ۱۰، هم در برش موازی رج و هم در برش موازی ردیف، با بزرگ شدن طول حلقه، روند افزایشی را در نمودارها شاهد هستیم. در واقع با بزرگ شدن طول حلقه و کاهش فاکتور سفتی پارچه، بین حلقه ها فضای بیشتری برای جا به جاشدن وجود دارد. بنابراین آزادی

حلقه ها برای جا به جایی افزایش می یابد لذا انعطاف پذیری افزایش یافته و پارچه برای رسیدن به شروع و حداکثر کمانش، باید تحت کرنش بیشتری قرار بگیرد.

طول حلقه به طور واضح یکی از عوامل موثر روی هیستریزیس می باشد. و نتیجه گرفته شده در این تحقیق به دلیل اصطکاک دستگاه، و ایجاد خطا در آزمایش، خلاف این موضوع را نشان میدهد.

۳.۳. تجزیه و تحلیل تعداد موج ها

با مشاهده جدول ۶ و نیز مشاهده تعداد موج های ایجاد شده روی نمونه می توان دریافت که:

- در نمونه هایی که برش موازی رج صورت می گیرد، تعدد حالات اتفاق می افتد یعنی با تکرار آزمایش در نمونه های مشابه، نتایج متفاوتی بدست می آید. در حالی که در نمونه هایی که برش موازی ردیف صورت می گیرد، نتایج ثابت و پایدارتری بدست می آید بطوریکه می توان تعداد موج معینی را در حرکت رفت و برگشت به نمونه با ابعاد مشخص نسبت داد و نیز موج ها یکنواخت تر، یکسان تر و با فواصل مساوی در طول نمونه ایجاد شدند.
- در نمونه 5×10 در طول حلقه 3.11 (mm) زمانی که برش موازی رج انجام گرفته، نمونه در حالت شروع کمانش در طول برش باقی ماند به این معنا که چروک های بسیار بسیار ریزی که در نمونه های دیگر به موج های کمانشی در حین برش تبدیل شدند، در این نمونه به همان حالت اولیه باقی ماندند و امکان شمارش آن ها نبود یا شاید بتوان گفت که برش در این نمونه ها، بدون کمانش بوده است. اما در طول حلقه $2/7$ (mm) در نمونه 5×10 ، کمانش ایجاد شد. در سایر حالات، تفاوت محسوسی بین دو طول حلقه مشاهده نشد.
- با تغییر ابعاد نمونه روال ثابت و مشخصی بین تعداد موج های ایجاد شده، دیده نشد. فقط می توان استنباط کرد که در نمونه مربعی (برش موازی ردیف)، کمترین تعداد موج ها را نسبت به دیگر حالات داریم که البته این موج ها دارای عمق بیشتری نیز می باشند.

۴. نتیجه گیری

در این تحقیق، دستگاهی جهت مطالعه و اندازه گیری رفتار برش و همچنین کمانش برشی پارچه های حلقوی پودی طراحی و ساخته شد. این دستگاه را می توان بر روی دستگاه استحکام سنج نصب نمود و منحنی هیستریزیس برشی پارچه ها را هم زمان با اعمال کرنش برشی ترسیم کرد.

نتایج آزمایشات در بخش مطالعه رفتار برشی پارچه ها نشان می دهد که:

ابعاد و طول حلقه به طور کلی عوامل مؤثر در پارامتر های کمانش برشی می باشند. این پارامتر ها همه به یکدیگر وابسته بوده و روی هم اثر می گذارند.

- با افزایش نسبت w/l نمونه ها و تغییر شکل آن ها از مربع به مستطیل، پارامتر هایی چون تنش و کرنش برشی در شروع و حداکثر کمانش و نیز هیستریزیس در برش موازی ردیف و رج، افزایش می یابند.
- با افزایش طول حلقه، کرنش برشی در شروع کمانش در سیکل برگشت و کرنش برشی در حداکثر کمانش در سیکل رفت و برگشت در برش موازی رج و ردیف، افزایش می یابد. طول حلقه در این آزمایشات روی تنش ها و هیستریزیس مؤثر واقع نشد.

با بررسی تعداد موج های کمانشی در سیکل های رفت و برگشت نتیجه گرفته شد که :

- در نمونه هایی که برش موازی رج صورت گرفت، تعدد حالات اتفاق افتاد یعنی با تکرار آزمایش در نمونه های مشابه، نتایج متفاوتی بدست آمد. در حالی که در نمونه هایی که برش موازی ردیف صورت می گیرد، نتایج ثابت و پایدارتری بدست آمد بطوریکه می توان تعداد موج های معینی را در حرکت رفت و برگشت به نمونه با ابعاد مشخص نسبت داد و نیز موج ها یکنواخت تر، یکسان تر و با فواصل مساوی در طول نمونه ایجاد شدند.

- در همه حالات، موج های کمانشی تقریباً به طور مشابه در دو طول حلقه مشاهده شد. تنها استثنا در نمونه با $w/l = 2$ در طول حلقه $3/11$ (mm) در برش موازی رج، اتفاق افتاد که در اثر کرنش برشی، موج های کمانشی ایجاد نشدند.

با توجه به اینکه برخی آزمایشات به صورت دستی انجام شدند و لذا دارای خطای زیادی می باشند، پیشنهاد می شود از روش پردازش تصویر برای بررسی دقیق تر پارامتر هاو موج های کمانشی، استفاده شود و نیز دلیل اثر نداشتن ابعاد یا طول حلقه روی بعضی پارامتر ها مانند اثر نداشتن طول حلقه روی هیستریزس، را می توان اصطکاک زیاد دستگاه و خطای ناشی از آن دانست که می توان پیشنهاد کرد که با اصلاح دستگاه، این خطا را در آزمایشات بعدی به حداقل رساند.

۵. منابع

[۱] د.اسپنسر، " مکانیزم بافندگی حلقوی پودی"، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، پائیز ۱۳۸۱.

- [1] j.w.s. Hearle, p. Grosberg , S.Backer., "Structural Mechanics of fibres, yarns , fabrics., john wiley&Sons.Intersince"., 1969.
- [2] Y.T. Zhang, Y.B Fu., Vol **38**., pp.1895-1906., 2000.
- [3] G Nhan., Text.Res.J., Vol **55** .,pp.744-749., 1985.
- [4] B. Behre., Text.Res.J., Vol **31**., pp.87-93., 1961.
- [5] G.E. Cusick., J.Text.Inst., Vol **52**., p.p.395-406., 1961.
- [6] Cusick G.E., Text.Res.J., Vol **34**., p.p.1102., 1964
- [7] P.Grosberg, B.J .Park.,Text.Res.J., Vol **36**., pp.420-431., 1966.
- [8] P.Grosberg ,G.A.V. Leaf , B.J Park., Text.Res.J., Vol **38**., pp.1085-1100., 1968.
- [9] P. Grosberg, B.Park., Text.Res.J., Vol **38**., pp.1205-1207., 1968.
- [10] W.F Kilby., Text.Res.J., Vol **31**., pp. 72-73., 1961.
- [11] J. Lindberg , B. Behre,B.Dahlberg.,Text.Res.J., Vol **31**., pp.99-122., 1961.
- [12] B. Morner ,E.Olofsson., Text.Res.J., Vol **27**., p.p.611., 1957.
- [13] M.S. Spivak , L.R.G Treloar.,Text.Res.J., Vol **38**., p.p.963-971., 1968.
- [14] G.E. Cusick , J.W.S. Hearle , R.I.C. Michie , R.H.Peters , P.J Stevenson., J.Text.Inst., Vol **54**., pp.52-74., 1963.
- [15] L. R. G Treloar.,J. Text.Inst.,Vol **56**., p.p.533-550., 1965.
- [16] G. A. Carnaby, R. Postle., J.Text.Inst., Vol.**65**.,p.p.87-101., 1974.