



مجله علمی پژوهشی علوم و تکنولوژی نساجی

سال چهارم ، شماره اول ، پاییز و زمستان ۸۷

رسید: زمستان ۸۸ ، پذیرش: پاییز ۸۹

بررسی خواص کششی پارچه های حلقوی ریب ۱×۱

کریم بدری^۱، حمیدرضا کریمی^{۲*}، علی اصغر اصغریان جدی^۳

چکیده

هدف پژوهش حاضر تجزیه و تحلیل رفتار پارچه حلقوی ریب ۱×۱ تحت کشش تک محوری می باشد. بدین منظور از مدل ارائه شده جهت پیش بینی مدول اولیه پارچه حلقوی پودی ساده جهت پیش بینی مدول اولیه نمونه ها و مقایسه با مقادیر حاصل از تجربیات استفاده شده است. در همین راستا نمونه های از پارچه ریب ۱×۱ با نخ پلی استر با نمره ۱۰۰ دنیر ۴۸ فیلامنت در پنج طول حلقه تولید گردید. مقایسه نتایج تجربی و تئوری نشان دهنده اختلافات قابل توجه ای بین این مقادیر است و میزان این اختلافات درجهت ردیف بیش از جهت رج می باشد.

در بخش دیگری از این پژوهش مقادیر ضریب پواسون یا ضریب انقباض جانبی پارچه ها را نیز به روش عملی اندازه گیری کرده و روند تغییرات این ضریب در زمان های مختلف مطالعه گردیده است. نتایج حاصل نشان می دهند که، مقدار ضریب انقباض جانبی نسبت به زمان در کلیه نمونه ها در هر دو راستای رج و ردیف افزایش می یابد و مقادیر آن برای کلیه نمونه ها در راستای ردیف بیشتر از راستای رج می باشد.

کلمات کلیدی: پارچه های حلقوی، ریب ۱×۱، مقاومت خمشی، ساختمان بافت، کشش، ضریب انقباض جانبی، طول حلقه، مدل تئوری

ABSTRACT

The goal of our research works is to analysis of load-extension behavior of 1×1 rib fabric subjected to uniaxial tensile in either direction. We used the theoretical model of plain knitted modulus to compare with experimental results. For this purpose, we produced five 1×1 rib fabric with different stitch length. These fabrics were produced from polyester filament yarn of count 100/48 den on circular knitting machine. The results show that there is a significant difference between theoretical and experimental values of initial modulus. However, this difference in wale direction is more than course direction.

In other part of this research, the Poisson's ratio was measured experimentally and their trend against time has been studied. We concluded that the values of Poisson's ratio are increase with time in both course and wale directions and its values are higher in wale direction than course direction.

Keyword : knitted fabrics, Rib 1×1, bending rigidity, fabric structure, Tensile, Poisson's ratio, loop length, theoretical model

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

*۲. گروه مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی اراک، باشگاه پژوهشگران جوان، اراک، ایران. مسئول مکاتبات: Hrkarimi@iau-arak.ac.ir

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

۱. مقدمه

امروزه منسوجات به عنوان ساختارهای انعطاف پذیر با کارایی ویژه بیش از پیش جایگاه و نقش خود را در زندگی بشر پیدا کرده اند در این میان پارچه های حلقوی پودی به علت استفاده در مصارف پزشکی، کشاورزی، صنایع خودروسازی، صنعت راه سازی و استفاده در کامپوزیت از اهمیت زیادی برخوردارند. در تئوری پارچه های حلقوی ریب 1×1 پس از استراحت دو برابر ضخامت و نصف عرض پارچه حلقوی ساده یک رو سیلندر، در شرایط یکسان را دارند و همچنین قابلیت کشش و برگشت عرضی تا دو برابر بافت حلقوی ساده را دارد. بافت حلقوی ریب 1×1 در حالت استراحت، حداکثر تا ۳۰ درصد تغییر عرضی (در مقایسه با عرض آن در هنگام بافت) پیدا می کند. ساختمان بافت ریب قابلیت کشش و خاصیت گرمایی بهتری نسبت به بافت ساده دارد [۱].

یکی از مهمترین خواص مکانیکی، خواص کششی (نوع رفتار در مقابل نیرو و تغییر شکل آنها) می باشد. ساده ترین راه عملی برای مطالعه این خواص بررسی عکس العمل در برابر نیروی اعمال شده و تغییر شکل ناشی از آن می باشد. به علت شکل ظاهر و اکثر کاربردها، خواص مکانیکی در امتداد طول آنها، یعنی رفتار آنها وقتی نیرو در جهت طول به آنها وارد می شود بسیار حائز اهمیت است. در این حالت به راحتی می توان از دیاد طول منسوج را زمانی که نیرو به صورت تدریجی اضافه می شود و همچنین پارامترهایی که پارگی را مشخص می کنند، تعیین نمود. اطلاع از خواص مکانیکی در پیش بینی رفتار نهایی و محدوده کاربرد آن برای مصرف کننده کالا، از اهمیت زیادی برخوردار است. خواص مکانیکی منسوجات به ۳ فاکتور لیف، نخ، پارچه و ارتباط داخلی آنها وابسته است.

Grosberg و همکارانش [۲] از روش انرژی و بر اساس قضیه کاستلیانو مدول اولیه پارچه های تاری - پودی مورد بررسی قرار داده و نشان داده شده است، که مدول اولیه فقط به شکل نخ در داخل ساختمان پارچه و مدول خمشی آن وابسته نیست، بلکه به تاریخچه پارچه نیز بستگی دارد. آنها دریافتند که عملیات انجام شده جهت استراحت پارچه نه تنها باعث کاهش نیروهای موجود در پارچه می شود، بلکه شکل ساختمان پارچه نیز تغییر می کند، که این تغییرات در ساختمان نسبت به تغییرات کاهش نیرو به علت استراحت، اثر بیشتری در مدول پارچه دارد. Leaf و همکارانش [۳] از روش انرژی و بر اساس قضیه کاستلیانو تجزیه تحلیل رفتار پارچه های تاری - پودی با بافت تافته را انجام داده و در نهایت فرمولی برای محاسبه مدول در راستای تاری و پودی پارچه ارائه شده است. که عناصر تشکیل دهنده آن عناصر ساختمانی پارچه و خصوصیات نخ است. در مراحل ابتدایی نخ غیر قابل فشردگی و غیر قابل کشیدگی در نظر گرفته شده است، که اختلافاتی در نتیجه تئوری و عملی مشاهده می شود. در تصحیح انجام شده نخ قابل فشردگی در نظر گرفته می شود (اما همچنان غیر قابل کشیدگی می باشد)، همچنین از زوایای بافت پیشنهاد شده توسط پیرس استفاده گردید. نتیجه این فرضیات جدید منجر به کاهش اختلاف بین نتایج تئوری و عملی می گردد. Onal و همکارانش [۴] در تحقیق خود یک مدل هندسی برای پارچه های سه بعدی ترکیبی متشکل از بافت تاری پودی و حلقوی ارائه داده اند، تا بتوانند به کمک آن طول حلقه، مقدار نخ مصرفی و ضخامت پارچه را پیش بینی نمایند. Adanur و همکارانش [۵] با استفاده از روش انرژی و بر اساس قضیه کاستلیانو مدول جهت تخمین مدول یانگ و از دیاد طول پارچه های سه بعدی هیبریدی ارائه نمودند. در محاسبات انجام شده خصوصیات نخ مانند فشردگی، کشسانی و سختی خمشی مد نظر قرار گرفته است. نتایج حاصل از آزمایشات نشان می دهد که مدل مکانیکی ارائه شده قابلیت تخمین مدول یانگ در این نوع پارچه را داراست. Karimi و همکارانش [۶]، به بررسی تئوری رفتار پارچه حلقوی پودی ساده پرداخته اند، برای این منظور از روش انرژی و بر اساس قضیه کاستلیانو مدول اولیه پارچه مورد بررسی قرار گرفته است. خصوصیات از نخ مانند فشردگی، کشسانی و سختی خمشی، علاوه بر خصوصیات پارچه مانند، طول حلقه، فاکتور سفتی و فضای رج و ردیف مد نظر قرار گرفته اند. مقدار مدول اولیه در راستای ردیف بیشتر از راستای رج می باشد، که این مورد را به تاثیر مقاومت اصطکاکی در تغییر شکل پارچه ها نسبت داده اند. Choi و همکارانش [۷] به بررسی تغییرات خصوصیات مکانیکی در پارچه های حلقوی پودی ریب با توجه به خواص ساختمانی پرداخته و در نهایت رابطه ای بین زیر دست، ساختمان بافت و تراکم بافت ارائه نموده اند، برای اندازه گیری خواص مکانیکی وزیر دست پارچه ها از دستگاه KES_F استفاده نموده اند. Chen و همکارانش [۸] نیز به بررسی تغییرات خصوصیات مکانیکی در پارچه های حلقوی پودی در رابطه با زیر دست

آنها پرداختند. آنها برای اندازه گیری خواص مکانیکی وزیر دست پارچه ها از دستگاه KES استفاده کرده اند. خواص کششی مورد بررسی در این دستگاه قسمت کشش خطی، انرژی کششی و خاصیت کششی می باشند.

مقدار قدر مطلق نسبت کرنش عرضی به کرنش طولی یا محوری را به افتخار ریاضی دان فرانسوی سیمون دنیس پواسون نسبت پواسون نامند. به تعبیری دیگر هنگامیکه نمونه ای تحت بار قرار می گیرد، مادام اینکه از حد کشسانی ماده تجاوز نشود، تنش - کرنش حاصل، از قانون هوک تبعیت می کند. در تمام ماده های مهندسی افزایش طول حاصل از نیروی کششی محوری، در راستای این نیرو با خود یک انقباض در راستای عرض به همراه دارد. قدر مطلق نسبت کرنش جانبی به کرنش محوری، ضریب پواسون نامیده می شود، که معمولاً با ν نمایش داده شده و اغلب برای ارتباط کرنش ها در دو جهت عمود برهم استفاده می شود [۹].

تحقیقات نشان می دهد که برای مواد همگن، همه سو یکسان و ارتجاعی، نسبت کرنش های عرضی به کرنش های طولی، حاصل از نیروی محوری مقداری ثابت می باشد. این پارامتر همانند ضریب ارتجاعی از مشخصات مکانیکی مواد می باشد. علامت منفی مبین این است که برای مواد معمول این مقدار همیشه مقداری مثبت است. آزمایشات نشان می دهند که این مقدار برای مواد مختلف در محدوده بسیار کوچکی بین ۰/۲۵ تا ۰/۳۵ تغییر میکند. که در حالت شدیدتر مقادیر ۰/۱ برای بتن و ۰/۵ برای لاستیک به دست آمده است. عدد ۰/۵ بزرگترین مقدار ممکن برای مواد همه سو یکسان می باشد و دلالت بر عدم تغییر حجم در هنگام تغییر شکل دارد [۱۰]. ضریب پواسون معمولاً برای ارتباط دادن تغییر شکل در دو جهت عمود بر هم استفاده می شود، اما در مکانیک منسوجات، واژه ارتباط دهنده بین تغییر شکل های طولی و عرضی مورد استفاده قرار گرفته، این واژه ضریب انقباض جانبی است و هدف از استفاده این واژه به جای ضریب پواسون در منسوجات، به این دلیل است که، رفتار غیر خطی و ماهیت تغییر شکل غیر الاستیک این مواد مشخص شود [۱۱]. برای تعیین ضریب انقباض جانبی روش های تئوری و تجربی مورد استفاده قرار گرفته است. تعیین ضریب انقباض جانبی تئوری کار مشکلی است، به علت این که، تعیین خصوصیات نیروهای فشاری در ساختارهایی که در یک زاویه ۹۰ درجه نسبت به جهت نیروهای اعمالی قرار گرفته اند، سخت است. محققین بسیاری تلاش نموده اند که روابطی تئوری برای پیش بینی ضریب انقباض جانبی ارائه نمایند، ولی به دلیل اینکه اطلاعات جزئی تر در مورد الیاف و ماهیت پیوند های موجود در آنها و همچنین ساختمان منسوجات همیشه به سهولت در دسترس نمی باشند این روش دارای پیچیدگی های است. از مشکلاتی دیگری که در بحث تئوری پیش می آید، پدیده جمینگ (Jamming) است که یک فاکتور محدود کننده برای کرنش های جانبی است. از این رو به نظر می رسد روش های تجربی بهترین راه برای بر آورد ضریب انقباض جانبی باشند [۱۲].

۲. مواد و آزمایشات:

۲.۱. مواد

جهت بررسی خواص مکانیکی در پارچه های حلقوی پودی ریب ۱×۱، بانخ پلی استر فیلامنتی تکسچره شده ۱۰۰/۴۸ دنیر بر روی ماشین دو رو سیلندر حلقوی پودی قطر سیلندر ۳۰ اینچ در ۵ طول حلقه با گیج ۲۰ و ۴ عدد تغذیه کننده مثبت تولید گردید.

برای شستشوی نمونه ها از ماشین لباسشویی خانگی استفاده گردید، حمام شستشو شامل آب و مواد شوینده بوده و دمای آن ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۸۰ دقیقه شسته شده اند. سپس نمونه ها در یک سطح صاف پهن کرده و در مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. مشخصات پارچه های ریب در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. پارامترهای ساختمانی پارچه پلی استر

کد نمونه	C_U (cm)	W_U (cm)	S_U (cm ²)	$C=1/C_U$ (mm)	$W=1/W_U$ (mm)	L_U (mm)
L ₁	۱۷/۶۸(۰/۰۰۱۹)	۱۳/۲۰ (۰/۰۰۱۵)	۲۳۳/۳۷	۰/۵۶۵	۰/۷۵۷	۵/۰۶(۰/۰۱۵)
L ₂	۱۵/۴۰(۰/۰۰۱۵)	۱۳/۲۰ (۰/۰۰۲۲)	۲۰۳/۲۸	۰/۶۴۹	۰/۷۵۷	۵/۴۷(۰/۰۱۹)
L ₃	۱۴/۱۲(۰/۰۰۱۵)	۱۳/۲۸ (۰/۰۰۱۶)	۱۸۷/۵۱	۰/۷۰۸	۰/۷۵۳	۵/۸۸(۰/۰۲۳)
L ₄	۱۳/۲۰(۰/۰۰۱۶)	۱۳/۲۰ (۰/۰۰۱۶)	۱۷۴/۲۴	۰/۷۵۷	۰/۷۵۷	۶/۳۴(۰/۰۲۱)
L ₅	۱۲/۶۰(۰/۰۰۲۰)	۱۲/۸۰	۱۶۱/۲۸	۰/۷۹۳	۰/۷۸۱	۷۵/۶(۰/۰۲۸)

C_U : تعداد واحدهای ساختمانی رج در واحد طول بافت cm
 S_U : تعداد واحدهای ساختمانی در واحد سطح پارچه cm²
 L_U : مقدار نخ مصرفی در یک سلول از ساختمان بافت cm
 W_U : تعداد واحدهای ساختمانی ردیف در واحد عرض بافت cm
 اعداد داخل پرانتز نشاندهنده مقدار انحراف معیار است

۲.۲. اندازه گیری مشخصات کلی نخ

برای محاسبه ضریب اصطکاک نخ طبق روش استاندارد (ASTM D3108-89) استفاده گردیده و سرعت عبور نخ ۳۰ متر در دقیقه انتخاب گردید. برای اندازه گیری این ضریب از دستگاه Shirley Electronic Friction & Hairiness Tester مدل (Y096/098) استفاده شدو تعداد ۵ آزمایش به عمل آمد. اطلاعات حاصل از آزمایشات مربوط به ضریب اصطکاک نخ در جدول ۲ آورده شده است.

Liversey, Owen در سال ۱۹۶۴ با استفاده از روش تجربی و با کمک دستگاهی که خودشان ابداع کرده بودند، توانستند پسماند خمشی پارچه ها را اندازه گیری کنند و آنرا، دستگاه خمش سیکی نام نهادند [۱۳]. سپس آجلی این دستگاه راه صورتی ساخت که کار را با آن بسیار آسان شد و با استفاده از رایانه تمام تحلیل ها و نمودارهای مورد نیاز را از نمونه مورد نظر گرفته و بصورتی در آورده که در نرم افزار های دیگر قابل تحلیل باشد [۱۴]. در صورتی که روند انجام آزمایش در دستگاه ساخته شده توسط Liversey, Owen به این صورت بود که ابتدا صفحه به اندازه ۱۰ درجه چرخیده و اطلاعات توسط شخص آزمایشگر برداشت می شده و سپس دوباره ۱۰ درجه دیگر چرخانده و اطلاعات ثبت می گردد، سختی خمشی نخ (B) از دستگاه Shirley Cyclic Bending Tester استفاده شده در جدول ۲ آورده شده است.

برای محاسبه قطر نخ (D) نخ را روی یک لامل قرار می دهیم برای باز کردن تجعد نخ در هنگام نمونه گیری برای محاسبه قطر نخ، نیروی ۰/۵ (g/tex) بر نخ اعمال شده است. در بالا و پایین نخ چسب می زنیم تا حالت کشیده نخ از بین نرود در روی هر لامل ۴ نخ قرار داده و روی نخ ها را با لاملی دیگر می پوشانیم. سپس توسط میکروسکوپ پروژکتیو ۴۰۱۴ قطر نخ را بدست می آوریم. تعداد لامل های تهیه شده ۱۰ لامل می باشد و هر لامل را ۱۲ بار خوانده می شود، نتایج قطر نخ جدول ۲ آورده شده است جهت محاسبه برای محاسبه مقدار مدول اولیه نخ از دستگاه استحکام سنج (SDL micro250) و منحنی نیرو-ازدیاد طول حاصل استفاده گردیده است. تعداد ۲۰ آزمایش انجام گرفته است و مقادیر مدول اولیه و همچنین سایر خواص مکانیکی از میانگین مقادیر حاصل از آزمایشات بدست آمده اند، که در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. مشخصات کلی نخ پلی استر

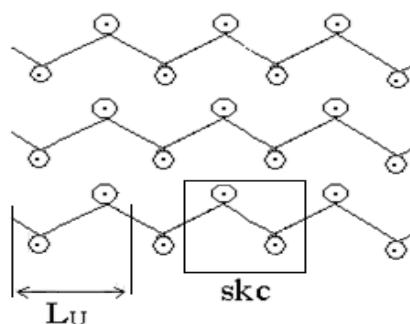
قطر نخ (D) (mm)	سختی خمشی نخ (B) (N.mm2)	اصطکاک نخ (μ)	مدول اولیه (E_y) (N/mm)	تنش مخصوص (CN/Tex)	کرنش تا پارگی (%)	نیرو تا پارگی (N)	ازدیاد طول تا پارگی (mm)
۰/۳۱۷(۰/۰۴۲۱)	۰/۰۰۵(۰/۰۰۰۶)	۰/۲۱(۰)	۰/۰۵۷(۰/۰۰۳۷)	۳۵/۹۸۱(۰/۴۷۵)	۲۲/۱۱۴(۰/۳۵۶)	۳/۷۵۹(۰/۱۰۱)	۱۱۰/۸۸۰(۱/۸۲۴)

اعداد داخل پرانتز نشاندهنده مقدار انحراف معیار است

۳،۲. اندازه گیری مشخصات کلی پارچه

۱،۳،۲. اندازه گیری طول حلقه

برای اندازه گیری طول حلقه در ۵۰ سانتی متر از پارچه تعداد حلقه ها شمارش گردید. این آزمایش ۱۰ بار تکرار گردید. سپس نخ علامت گذاری شده از داخل ساختمان بافت خارج شده و انتهای نخ بوسیله گیره ای ثابت نگهداشته و به انتهای دیگر آن یک وزنه ده گرمی آویزان می شود، تا موج ناشی از بافت را باز کند، بدین ترتیب طول نخ در حالت کاملاً صاف را اندازه گیری می کنیم، حال با توجه به روابط زیر می توان طول حلقه را بدست می آورد. در شکل ۱ skc و L_U در بافت ریب نشان می دهد.

شکل ۱. skc و L_U در بافت ریب [۱]

$$L_U = \frac{l}{n} \quad (1)$$

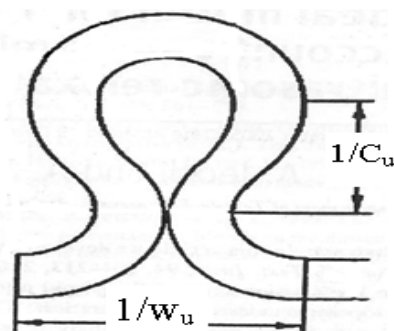
L_U : طول حلقه مصرفی یک واحد ساختمانی بافت

l : طول نخ مصرفی در حلقه های شمارش شده

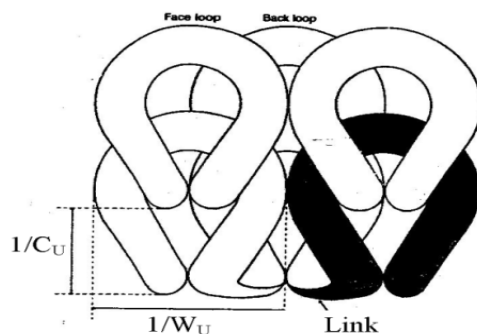
n : تعداد حلقه های شمارش شده در ۵۰ cm از یک سمت پارچه

۲.۳.۲. تراکم رج وردیف

برای اندازه گیری تراکم رج و ردیف شمارش درنمونه هایی با ابعاد 25×25 سانتی متر انجام شده است. این آزمایش طبق روش استاندارد (BS5441:1988 British Standard) صورت گرفت و نتایج حاصل از ده بار آزمایش در جدول ۱ و نحوه شمارش تراکم رج وردیف در شکل های ۲ و ۳ نشان داده شده $1/W_u$: فاصله ردیف و $1/C_u$: فاصله رج می باشند.



شکل ۳ تراکم رج وردیف [۱۵]



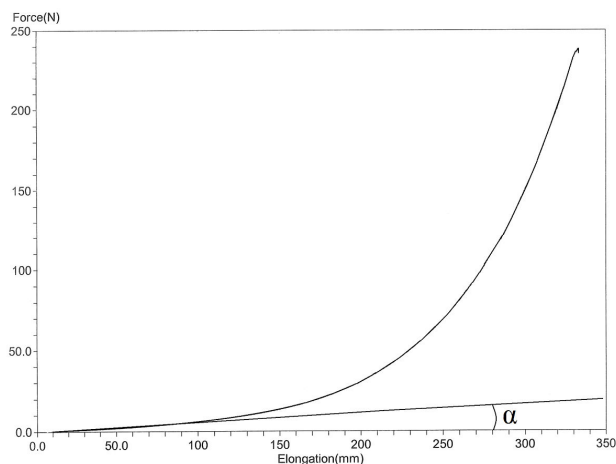
شکل ۲. پارامترهای ساختمانی در بافت ریب [۱۵]

۳.۳.۲. اندازه گیری استحکام در جهت رج وردیف

برای اندازه گیری استحکام پارچه در راستای رج وردیف از دستگاه SDL مدل (micro 250) (که بر اساس نرخ ثابت ازدیاد طول (C.R.E) کار می کند)، استفاده شد. آزمایش ها مطابق با روش استاندارد (ASTM D2594-99a) انجام شده و از هر نمونه ۵ آزمایش به عمل آمد. طول اولیه نمونه ها که بین دو فک ثابت و متحرک دستگاه قرار می گیرد ۱۰ سانتی متر بوده و عرض پارچه ها ۵ سانتی متر است. سرعت فک متحرک نیز به نحوی انتخاب گردید که نمونه های مورد آزمایش در زمان 3 ± 20 ثانیه گسیخته شوند (300 mm/min) و نتایج در جدول ۳ درج گردیده است.

۴.۳.۲. اندازه گیری مدول اولیه پارچه

در شکل ۴، ابتدا با نیروی بسیار کم، ازدیاد طول زیادی داریم. این موضوع به دلایل تجمع و موج پارچه، لغزش و حرکت نخ ها در ساختمان پارچه و جابجایی حلقه ها می باشد، تا اینکه نخ ها کاملاً در راستای نیرو قرار گیرند. در این هنگام همان گونه که ملاحظه می شود، افزایش ناگهانی و زیادی در شیب منحنی دیده می شود و این افزایش تا لحظه پارگی ادامه دارد. مدول پارچه نیز از روی همین منحنی نیرو-ازدیاد طول شیب منحنی درمبداء (زاویه α) نیز تحت عنوان مدول اولیه آورده شده است. از هر طول حلقه ۵ نمونه در راستای رج و ۵ نمونه در راستای ردیف مورد آزمایش قرار می گیرند، میانگین مقادیر حاصل مدول اولیه تجربی نمونه ها در راستای مربوطه را نشان می دهند. نتایج حاصل در جدول ۳ درج گردیده است.



شکل ۴. محاسبه مدول اولیه پارچه

جدول ۳. نتایج مربوط به آزمایش خواص مکانیکی پارچه های پلی استر ریب

مدول اولیه اندازه گیری شده (N/mm)	تنش پارگی (N/mm ²)	کرنش تا پارگی (%)	نیرو تا پارگی (N)	ازدیاد طول تا پارگی (mm)	جهت	نمونه
۰/۰۲۰۶(۰/۰۰۱۶)	۲/۶۹(۰/۴۱۷)	۴۵۲/۵۳(۲۳/۷۱۱)	۱۳۴/۶۲(۲۰/۸۶۵)	۴۵۲/۵۳(۲۳/۷۵)	رج	L _۱
۰/۴۵۵۲(۰/۰۲۲۸)	۸/۶۵(۱/۶۱۵)	۸۴/۲۳(۴/۴۸۷)	۴۳۲/۸۴(۲۰/۷۸۳)	۸۴/۲۳(۴/۴۸۷)	ردیف	
۰/۰۱۳۰(۰/۰۰۰۶)	۱/۹۸(۰/۲۱۷)	۴۸۰/۲۸(۱۸/۱۳۷)	۹۹/۴۷(۱۰/۸۹۲)	۴۸۰/۸۲(۱۸/۱۳۷)	رج	L _۳
۰/۳۷۲۱(۰/۰۲۴۳)	۶/۵۳(۱/۸۳۵)	۷۹/۶۲(۲/۱۵۶)	۳۲۶/۷۸(۹۱/۷۹۲)	۷۹/۶۲(۲/۱۵۶)	ردیف	
۰/۰۱۱۰(۰/۰۰۰۹)	۱/۷۰(۰/۱۴۲)	۵۳۳/۷۶(۹/۷۹۹)	۸۵/۲۹(۷/۱۲۴)	۵۳۳/۷۶(۹/۷۹۹)	رج	L _۳
۰/۳۳۸۴(۰/۰۱۸۳)	۷/۰۹(۱/۴۶۵)	۷۹/۲۰(۳/۴۱۱)	۳۵۴/۷۸(۷۳/۲۷۷)	۷۹/۲۰(۳/۴۱۱)	ردیف	
۰/۰۰۸۱(۰/۰۰۰۴)	۱/۳۰(۰/۱۰۸)	۵۳۷/۲۵(۲/۳۴۱)	۶۵/۱۰(۵/۴۴۸)	۵۳۷/۲۵(۲/۳۴۱)	رج	L _۴
۰/۲۸۷۳(۰/۰۲۲۳)	۷/۶۰(۰/۹۰۰)	۸۲/۷۰(۳/۵۰۱)	۳۸۰/۳۴(۴۵/۰۰۳)	۸۲/۷۰(۳/۵۰۱)	ردیف	
۰/۰۰۷۵(۰/۰۰۰۲)	۱/۰۵(۰/۱۴۲)	۵۳۴/۸۲(۵/۱۰۹)	۵۲/۸۸(۷/۱۱۷)	۵۳۴/۸۲(۵/۱۰۹)	رج	L _۵
۰/۰۰۶۸(۰/۰۱۴۶)	۶/۸۱(۱/۴۸۷)	۱۰۱/۹۸(۱/۴۸۳)	۳۴۰/۷۸(۷۴/۳۹۷)	۱۰۱/۹۸(۱/۴۸۳)	ردیف	

اعداد داخل پرانتز نشاندهنده مقدار انحراف معیار است

۵.۳.۲. اندازه گیری ضخامت پارچه

اندازه گیری ضخامت پارچه با استفاده از دستگاه ضخامت سنج شرلی (SDL) ۱۹۸۰ این آزمایش طبق روش استاندارد (ASTM D ۱۷۷۷- ۶۶۴) دانشگاه صنعتی امیر کبیر انجام شد. نتایج حاصل از ۱۰ بار تکرار آزمایش برای هر نمونه در جدول ۴ نشان داده.

۶.۳.۲. اندازه گیری وزن پارچه

برای اندازه گیری وزن پارچه ابتدا نمونه های به ابعاد ۱۰×۱۰ آماده کردیم و این آزمایش طبق روش استاندارد (ASTM D 3776) با استفاده از ترازو دیجیتالی دقیق نمونه ها را وزن می کنیم ، پس از ۱۰ بار آزمایش برای طول حلقه که نتایج در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴. نتایج مربوط به اندازه گیری ضخامت و وزن پارچه

L5	L4	L3	L2	L1	کد نمونه
۰/۷۸۱(۰/۰۱۱۹)	۰/۷۵۶(۰/۰۰۸۴)	۰/۷۰۷(۰/۰۱۰۵)	۰/۶۸۶(۰/۰۰۶۹)	۰/۶۶۴(۰/۰۰۹۶)	ضخامت پارچه (mm)
۱/۹۹ (۰/۰۰۵۸)	۱/۲۱۲(۰/۰۰۵۲)	۱/۲۳۸ (۰/۰۰۴۶)	۱/۲۶۳ (۰/۰۰۵۲)	۱/۳۲۴ (۰/۰۰۷۳)	وزن پارچه (gr)

اعداد داخل پرانتز نشاندهنده مقدار انحراف معیار است

۳. محاسبه تئوری مدول اولیه

جهت محاسبه مقادیر تئوری مدول اولیه پارچه های مورد آزمایش در راستای رج و ردیف از روابط ارائه شده برای پارچه های حلقوی پودی ساده [۶] استفاده شده است. جهت محاسبه مدول اولیه در راستای رج از رابطه ۳ استفاده گردیده است.

$$E_1 = \frac{-\frac{4L_1 \sin^2 \alpha_1}{\lambda} * 2 * C * \sin \theta}{\left[\left(\frac{2L_1 \cos^2 \alpha_1 (1 + e^{-2\theta})}{\lambda} + \frac{(2L_2 e^{-2\theta}) + (L_3 + L_4)}{\lambda} \right) * \left(-\frac{4L_1 \sin^2 \alpha_1}{\lambda} \right) \right] * W + \left(\frac{2}{\lambda} L_1 \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 (1 + e^{-\theta}) \right)^2} \quad (2)$$

$$E_2 = \frac{-\frac{4L_1 \sin^2 \alpha_1}{\lambda} * W}{\left[\left(\frac{2L_1 \cos^2 \alpha_1 (1 + e^{-2\theta})}{\lambda} + \frac{(2L_2 e^{-2\theta}) + (L_3 + L_4)}{\lambda} \right) * \left(-\frac{4L_1 \sin^2 \alpha_1}{\lambda} \right) \right] * C + \left(\frac{2}{\lambda} L_1 \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 (1 + e^{-\theta}) \right)^2} \quad (3)$$

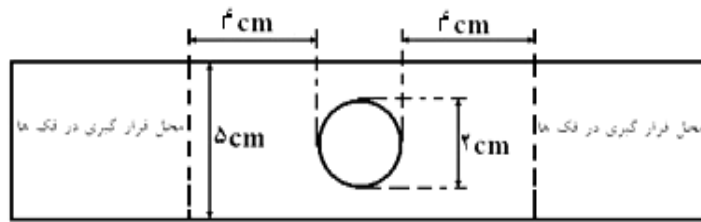
در این روابط C فاصله رج، W فاصله ردیف، E_y مدول اولیه نخ، B سختی خمشی نخ، μ ضریب اصطکاک نخ، D قطر نخ،

$$L_5 + L_6 = \frac{W}{2} - \frac{2D}{\sin \theta}, \quad L_4 = L_6 + L_7, \quad L_3 = L_5 + L_7, \quad L_2 = \frac{C - D}{2 \sin \theta}, \quad L_1 = \frac{D}{\sin \theta \cos \alpha_1}, \quad \tan \alpha_1 = \frac{\sin \theta}{2}$$

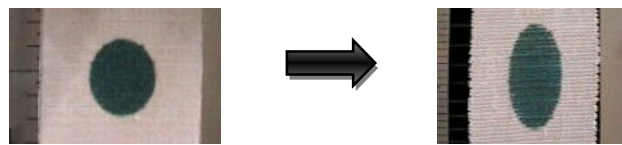
و $L_7 = \frac{D}{2 \sin \theta} (1 + \cos \theta)$ می باشند. تعدادی از المان ها در شکل ۴ نشان داده شده اند. [۶].

۴. نحوه محاسبه ضریب انقباض جانبی پارچه

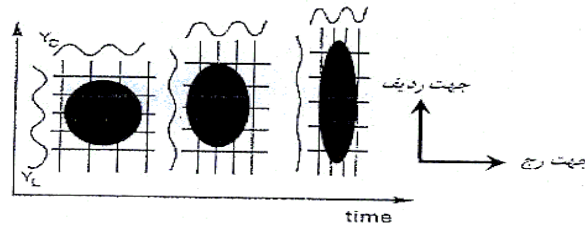
نمونه های مورد آزمایش با ابعاد مطابق شکل ۵ تهیه می شوند. برای از بین رفتن اثر لبه ها به کمک یک شابلون، دایره ای به روش مهر زنی در مرکز نمونه چاپ شده است. این نمونه گیری در دو جهت رج و ردیف انجام شده است. سپس پارچه را در درون فک دستگاه استحکام سنج (Micro 250SDL) قرار داده و در حین کشش از آن فیلمبرداری می گردد. فیلم حاصله را به کمک نرم افزار Windows Movie Maker به صورت عکس در فواصل زمانی با گام های مشخص تقسیم بندی نموده و سپس به کمک نرم افزار Adobe Photoshop تغییرات ابعادی نمونه ها را اندازه گیری می نمایم. شکل نمونه ای از عکس های تهیه شده از پارچه در حال کشش و شکل ۷ این امر را به صورت شماتیک نشان داده است. همانطور که مشاهده می شود، دایره رسم شده بر روی پارچه حین کشش تغییر فرم داده و قطری از دایره که در امتداد نیرو قرار دارد، ازدیاد طول پیدا کرده و قطر عمود بر آن کاهش طول می دهد.



شکل ۵. نحوه نمونه گیری جهت آزمایش اندازه گیری ضریب انقباض جانبی پارچه (ضریب پواسون)



شکل ۶. نمونه عکس های تهیه شده از پارچه ها در حین آزمایش جهت اندازه گیری ضریب انقباض جانبی پارچه



شکل ۷. نمای شماتیک تغییر شکل پارچه تحت کشش تک محوری ودایره رسم شده بر روی آن [۱۶]

به منظور بررسی اثر ساختمان بافت بر روی مقدار ضریب انقباض جانبی، اطلاعات حاصل از نمونه های $L1$ و $L2$ و $L3$ و $L4$ و $L5$ مورد بررسی قرار گرفته است.

پس از اندازه گیری ضریب انقباض جانبی طبق روش شرح داده شده و با توجه به نتایج حاصله مقدار ضریب انقباض جانبی در زمانهای ۵ تا ۲۵ ثانیه در جهت رج و ۵ تا ۱۰ ثانیه در جهت ردیف دارای اغتشاشاتی می باشد ، به همین علت جهت صحت بررسی ها از این مقادیر در محاسبات صرفنظر شده است.

۵. تجزیه و تحلیل نتایج

جهت اندازه گیری میزان خطا موجود مابین مقادیر تئوری و تجربی از رابطه ۴ استفاده شده است. نتایج حاصل در جدول ۵ نمایش داده می شود.

$$\text{درصد خطا} = \frac{\text{مقدار عملی} - \text{مقدار تئوری}}{\text{مقدار تئوری}} * 100 \quad (۴)$$

جدول ۵. مقایسه نتایج اندازه گیری مدول اولیه تئوری و تجربی پارچه های پلی استر

کد نمونه	مقدار مدول تجربی		مقدار مدول تئوری		درصد خطا	
	E_1 (N/mm)	E_2 (N/mm)	E_{1T} (N/mm)	E_{2T} (N/mm)	$E_{1T} \& E_1$	$E_{2T} \& E_2$
L ₁	۰/۴۵۵۲	۰/۰۲۰۶	۰/۰۸۱۶	۰/۰۷۹۹	-۴۲۸%	۷۴%
L ₂	۰/۳۷۲۱	۰/۰۱۳۰	۰/۰۹۶۶	۰/۰۵۸۹	-۲۸۴%	۷۷%
L ₃	۰/۳۳۸۴	۰/۰۱۱۰	۰/۱۰۳۷	۰/۰۴۸۶	-۲۲۶%	۷۷%
L ₄	۰/۲۸۷۳	۰/۰۰۸۱	۰/۱۰۶۸	۰/۰۴۲۳	-۱۶۹%	۸۰%
L ₅	۰/۲۲۵۹	۰/۰۰۶۸	۰/۱۰۲۸	۰/۰۳۹۲	-۱۱۷%	۸۲%

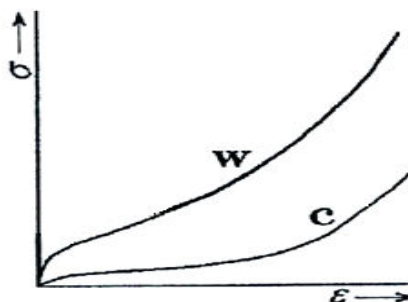
E_1 : مقدار مدول تجربی در جهت ردیف E_{1T} : مقدار مدول تئوری در جهت ردیف

E_2 : مقدار مدول تجربی در جهت رج E_{2T} : مقدار مدول تئوری در جهت رج

۱.۵. بررسی نتایج حاصله مربوط به مدول اولیه :

با توجه به نتایج تئوری بدست آمده برای مدل ها، با استفاده از مدول تئوری می توان مشاهده کرد که میزان مدول اولیه تجربی در هر دو راستای رج و ردیف با افزایش طول حلقه و کاهش تراکم حلقه در واحد سطح کاهش می یابند. میزان مدول اولیه تئوری در راستای ردیف بیشتر از راستای رج می باشد. با کاهش تراکم بافت، ثبات ابعادی نیز کاهش یافته، پارچه راحت تر کشیده شده و کشسانی بالاتری دارد، در نتیجه مقدار مدول کاهش می یابد. همچنین پارچه های ریب در راستای رج قابلیت کشسانی بالاتری دارند. بنابراین می توان نتیجه گرفت که مقدار مدول در راستای رج کوچک تر می باشد [۷].

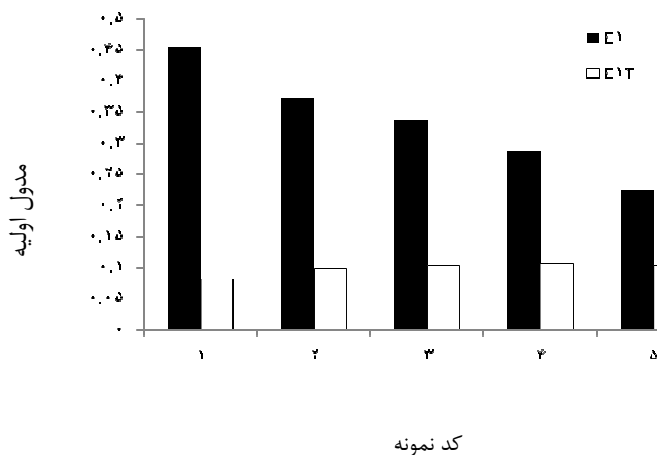
Kovar [۱۷] در تحقیقات خود بر روی پارچه های حلقوی پودی نشان داد که به علت تفاوت نیروهای حاصل از اصطکاک در دو جهت رج و ردیف شکل نمودار تنش - کرنش متفاوت بوده و در نتیجه میزان مدول اولیه نیز متفاوت می باشد. شکل ۸ به عبارت دیگر میزان مدول اولیه در جهت ردیف بیشتر از مدول در جهت رج است.



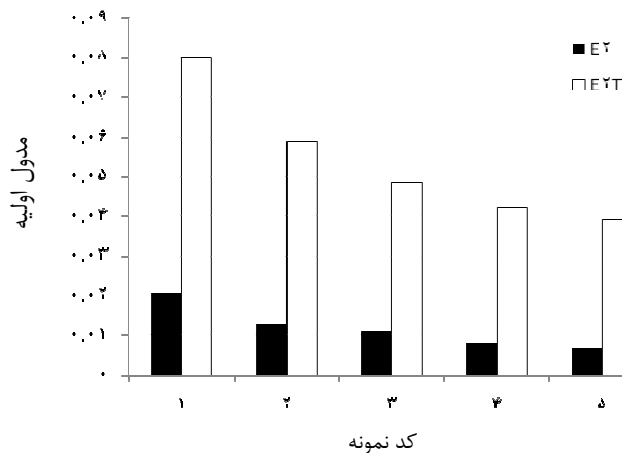
شکل ۸. اثر لغزیدن نخ بر نخ و جهت اعمال نیرو بر روی نمودار تنش - کرنش پارچه حلقوی پودی [۱۷]

نتایج تجربی مدول های پارچه در دو جهت رج و ردیف نیز همین روند را نشان می دهند که در جدول ۵ نشان داده شده است.

بنابراین نتایج تئوری ارائه شده و تجربیات بدست آمده در این تحقیق با نظر Kovar [۱۷] هماهنگی دارد. نتایج پژوهش را تایید می نماید. اگرچه با توجه به نتایج حاصله قابل مشاهده است که اختلاف بین مقادیر تئوری و تجربی در جهت ردیف به مراتب بیشتر از جهت رج می باشد. همانطور که از نتایج تجربی قابل مشاهده است، مقدار مدول تجربی در راستای ردیف بیشتر از راستای رج می باشد و با نظریات محققین قبلی [۱۷ و ۸۶] مطابقت دارد. با توجه به نتایج حاصله قابل مشاهده است که اختلافات بین مقادیر تئوری و تجربی در جهت ردیف بیشتر از این اختلافات در جهت رج می باشد. نتایج حاصل در شکل‌های ۹ و ۱۰ نشان داده شده است.

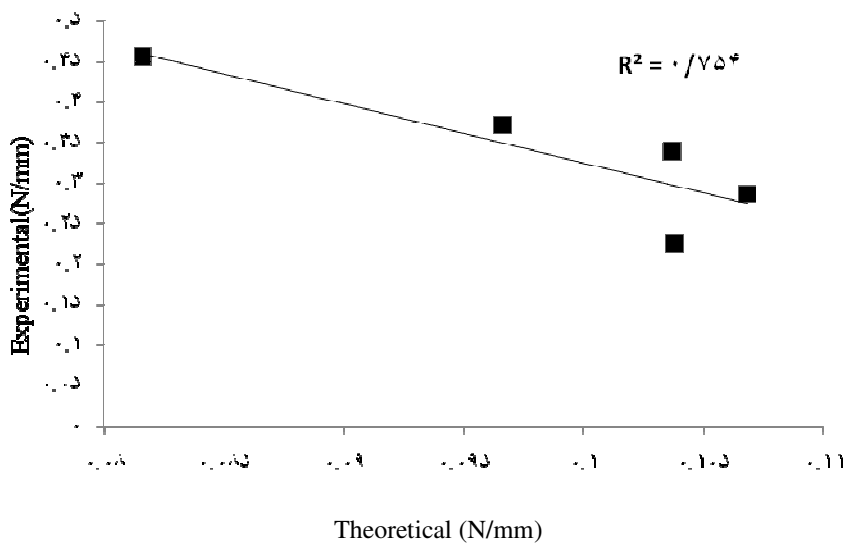


شکل ۹. مقایسه نتایج اندازه گیری مدول اولیه تئوری و تجربی پارچه در جهت ردیف

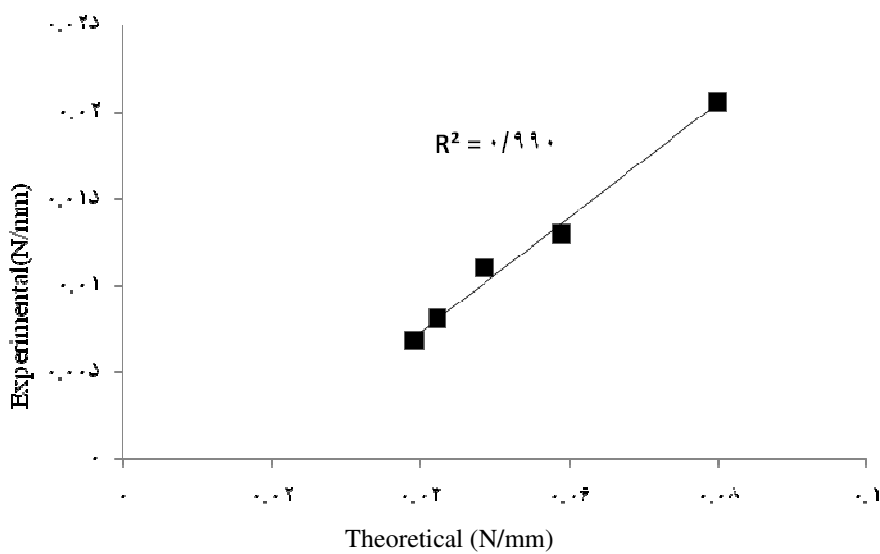


شکل ۱۰. مقایسه نتایج اندازه گیری مدول اولیه تئوری و تجربی پارچه در جهت رج

شکل‌های ۱۱ و ۱۲ همبستگی بین مقادیر تئوری و عملی مدول اولیه پارچه در جهت رج و ردیف نشان می دهند. همانطور که مشاهده می گردد همبستگی مقادیر تئوری و عملی مدول اولیه پارچه در جهت ردیف (E1 & E1T) برابر $R^2=0.757$ می باشد (شکل ۱۱) برای جهت رج و (E2 & E2T) برابر $R^2=0.99$ (شکل ۱۲) می باشد. لذا می توان گفت که روند تغییرات نتایج تئوری و تجربی در جهت ردیف همبستگی خوب و در جهت رج همبستگی بسیار بالایی با یکدیگر دارند.



شکل ۱۱. همبستگی بین مقادیر تئوری و تجربی مدول اولیه پارچه در جهت ردیف (E_1 & E_{1T})



شکل ۱۲. همبستگی بین مقادیر تئوری و تجربی مدول اولیه پارچه در جهت رج (E_2 & E_{2T})

۲.۵. بررسی دلایل اختلاف بین مقادیر تئوری و تجربی مدول اولیه :

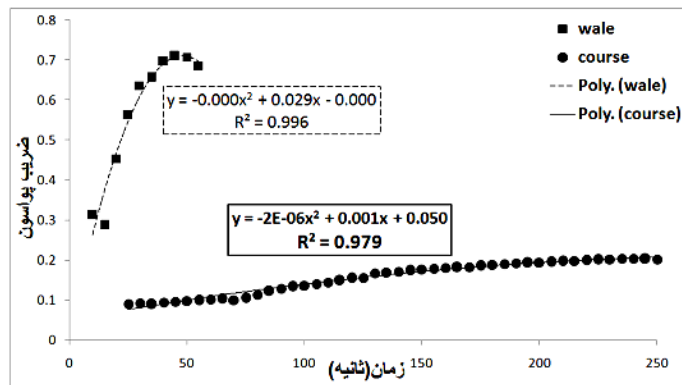
میزان اختلاف مقادیر در جهت ردیف بالاتر از جهت رج است، که علت این امر می توان ناشی از موارد زیر باشد :

- در مدول ارائه شده پارچه های حلقوی پودی ساده مدل ساختمانی مورد نظر شامل یک واحد ساختمانی است ، درحالیکه در این بافت (ریب ۱×۱) واحد ساختمانی دو حلقه است، یکی در صفحه و دیگری در سیلندر شکل گرفته است. به این علت تعداد المان های دیگر مخصوصاً در جهت ردیف بیشتر از المان های مدل پارچه حلقوی پودی ساده است.

- به علت تفاوت تعداد المان های ساختمانی ، در هنگام بارگذاری روی پارچه این تفاوت ساختمانی خود را بیشتر نشان داده و با توجه به این که در جهت ردیف شکل حلقه و تعداد المان ها و تعداد نیروهای درگیر ۲ المان با بافت حلقوی پودی ساده متفاوت می باشد. به همین علت مقدار مدول در این جهت نیز تفاوت فاحش نسبت به مقدار تئوری از خود نشان می دهد. در حالی که در جهت رج حلقه ها در داخل همدیگر قرار گرفته اند و برای اینکه حلقه ها از بین هم خارج شوند، تنها نیروی مقاومت کننده اصطکاک می باشد. در اینجاشکل حلقه و میزان درگیری آنها شبیه به شکل حلقه و میزان درگیری در جهت رج بافت حلقوی پودی ساده می باشد. به این علت مقدار خطا کم می باشد و تفاوت مقادیر تئوری و تجربی در این جهت کوچکتر است.

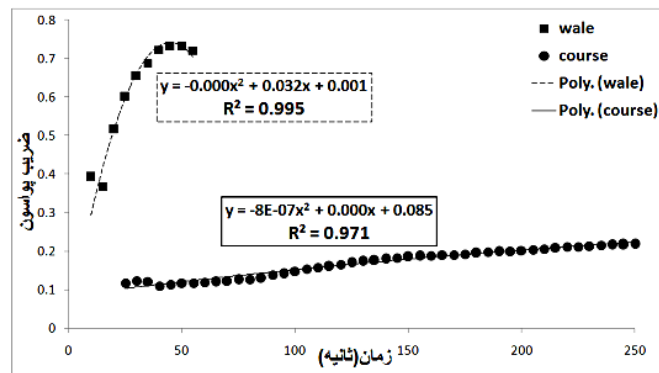
۳.۵. بررسی نتایج حاصله ضریب انقباض جانبی :

شکل ۱۳، تغییرات ضریب انقباض جانبی در راستای رج و ردیف در مقابل زمان را برای نمونه L_1 نشان می دهد. ضریب همبستگی بین مقادیر ضریب انقباض جانبی محاسبه شده و زمان برای نمونه در راستای رج برابر $R^2 = 0.979$ می باشد. همچنین این ضریب همبستگی بین ضریب انقباض جانبی برای نمونه در راستای ردیف برابر $R^2 = 0.996$ می باشد. همانطور که مشاهده می گردد، این همبستگی برای دو حالت مقدار بالایی می باشد.



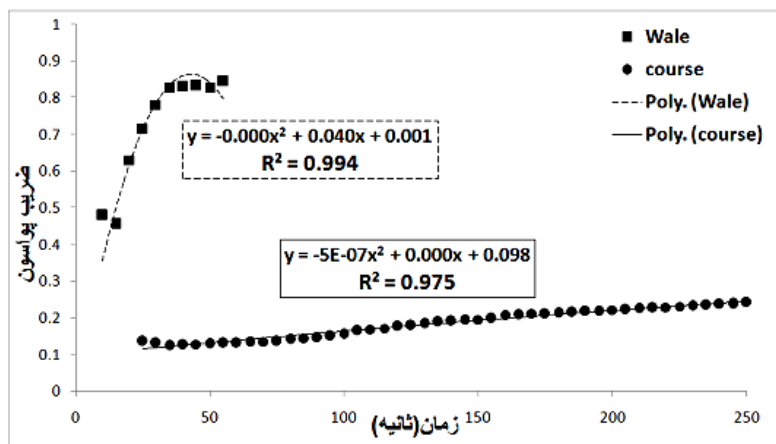
شکل ۱۳. مقادیر ضریب انقباض جانبی نمونه های در راستای رج و ردیف در مقابل زمان برای نمونه L_1

همانگونه که در شکل ۱۴ مشاهده می شود ضریب انقباض جانبی در راستای رج و ردیف در مقابل زمان برای نمونه L_2 به ترتیب برابر $R^2 = 0.971$ و $R^2 = 0.995$ می باشد.



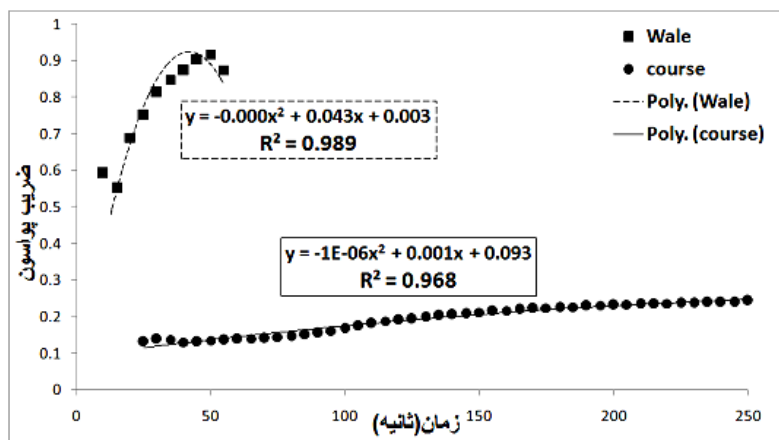
شکل ۱۴. مقادیر ضریب انقباض جانبی نمونه های در راستای رج و ردیف در مقابل زمان برای نمونه L_2

همچنین تغییرات ضریب انقباض جانبی نمونه های در راستای رج و ردیف در مقابل زمان را برای نمونه L_3 در شکل ۱۵ نمایش داده شده است. مقادیر ضریب همبستگی برای این نمونه در راستای رج برابر $R^2=0/975$ و در راستای ردیف برابر $R^2=0/994$ می باشد.



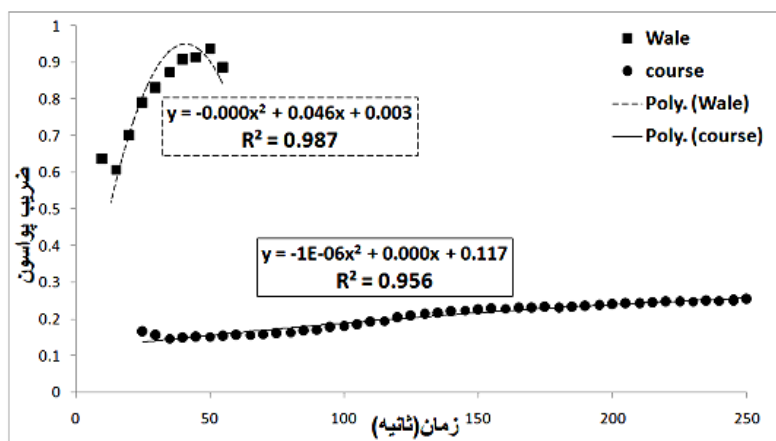
شکل ۱۵. مقادیر ضریب انقباض جانبی نمونه های در راستای رج و ردیف در مقابل زمان برای نمونه L_3

در شکل ۱۶ میزان تغییرات ضریب انقباض جانبی در برابر زمان، نمونه L_4 در راستای رج و ردیف با ضرایب همبستگی $R^2=0/968$ و $R^2=0/989$ به ترتیب در راستای رج و ردیف قابل مشاهده است.



شکل ۱۶. مقادیر ضریب انقباض جانبی نمونه های در راستای رج و ردیف در مقابل زمان برای نمونه L₄

شکل ۱۷ نیز تغییرات ضریب انقباض جانبی در راستای رج ردیف در مقابل زمان را برای نمونه L₅ نشان می دهد. همانگونه که در شکل قابل مشاهده است میزان ضریب همبستگی بین مقادیر ضریب انقباض جانبی محاسبه شده و زمان کشش اعمال شده برای نمونه در راستای رج برابر $R^2=0/۹۵۶$ می باشد. این مقدار در راستای ردیف برابر $R^2=0/۹۸۷$ می باشد.



شکل ۱۷. مقادیر ضریب انقباض جانبی نمونه های در راستای رج و ردیف در مقابل زمان برای نمونه L₅

با توجه به نتایج حاصله از آزمایشات می توان مشاهده کرد که مقدار ضریب انقباض جانبی پارچه ها در هر دو راستا در گام های زمانی ۲۵ تا ۲۵ ثانیه داری اغتشاشاتی است که علت این امر را می توان ناشی از عواملی مختلفی از جمله لغزش نخ ها و ... در ابتدای وارد شدن کشش پارچه دانست. همانطور که نتایج نشان می دهد روند تغییرات ضریب انقباض جانبی نسبت به زمان در کلیه نمونه ها در هر دو راستای رج و ردیف افزایشی می باشند، بطوریکه مقادیر این ضریب در راستای ردیف بیشتر از راستای رج

است. همچنین میزان ضریب همبستگی بین مقادیر ضریب انقباض جانبی محاسبه شده و زمان برای کلیه نمونه ها مقدار بالایی می باشد. مقادیر ضریب انقباض جانبی برای کلیه نمونه ها در راستای ردیف بیش از راستای رج می باشد، که با نتایج تحقیقات Choi [۷] هماهنگی دارد.

ضریب پواسون در پارچه ریب مقدار ثابتی ندارد و در زمانهای متفاوت و یا کشش های متفاوت دارای تغییرات آماری می باشد. بنابراین جهت بررسی بیشتر نتایج و تجزیه و تحلیل آماری بر روی نمونه ها، تست ANOVA انجام پذیرفت و به کمک روش دانکن و توکی برای مقادیر ضریب پواسون محاسبه شد در روش دانکن مقادیر ضریب پواسون در جهت رج به ۳۵ طبقه مختلف و در روش توکی مقادیر ضریب پواسون به ۳۱ طبقه مختلف تقسیم بندی گردید. همچنین به کمک روش دانکن و توکی مقادیر ضریب پواسون در جهت ردیف نیز محاسبه شد که هر دو به ۹ طبقه مختلف تقسیم بندی گردید. نتایج حاصله نشانده این است که مقدار ضریب پواسون متناسب با زمان تغییر می کند.

۶. نتیجه گیری

در این تحقیق به کمک مدل ارائه شده جهت پیش بینی مقدار مدول اولیه پارچه حلقوی پودی ساده، مقادیر مدول را در راستای رج و ردیف برای پارچه ریب ۱×۱ محاسبه نمودیم. سپس مقادیر مدول اولیه را از روش تجربی نیز بدست آوردیم و با مقادیر تئوری مقایسه کردیم. نتایج حاصله تفاوت های را نشان می دهد که این تفاوت ها ناشی از عوامل مختلفی است، که عبارتند از:

- تفاوت در واحد های ساختمانی که در نتیجه تعداد المان ها و مقادیر نیروها متفاوت می باشد.
- این تفاوت در راستای رج نسبت به راستای ردیف کمتر است. زیرا در این راستا مقاومت پارچه تنها ناشی از سر خوردن حلقه ها از داخل یکدیگر است، در حالیکه در راستای ردیف اینگونه نمی باشد.
- بطور کلی این نتایج حاصل شد که:
- مدل تئوری پیش بینی مدول اولیه برای پارچه های حلقوی ساده جهت پیش بینی مدول در پارچه های حلقوی ریب در جهت ردیف به هیچ وجه قابل قبول نمی باشد.
- مدل مذکور برای پیش بینی مدول اولیه پارچه های ریب در جهت رج، با حدود حداکثر ۷۵٪ اختلاف تا حدی قابل کاربرد است.
- مقدار ضریب انقباض جانبی نسبت به زمان در کلیه نمونه ها در راستای رج و ردیف افزایش می یابد.
- مقادیر ضریب انقباض جانبی برای کلیه نمونه ها در راستای ردیف بیشتر از راستای رج می باشد.

۷. منابع:

[۱] د. اسپنسر، مکانیزم بافندگی حلقوی پودی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۸۰-، ۷۳ (۱۳۷۹)

- [2]. P. Grosberg, S. Kedia., Text. Res. J., Vol. 1 .,pp.71-79.,1966.
- [3]. V.Leaf, H. Kandil ., J. Text. Inst., Vol.1, pp.1-7.,1980.
- [4]. L.Onal, S.Adanur., Text. Res. J., Vol.74(10),pp. 865-871., 2004.
- [5]. Adanur, L. Onal. , Text. Res. J.,Vol.74.,pp. 865., 2004.
- [6]. H. Karimi, A.A.A.Jeddi, A.Rastgoo., J. Text. Inst., Vol.100 (1), pp.18-27.,2009.
- [7]. P.Chen, L.Barker, R, W.Smith, B.Scruggs, Text. Res. J., Vol.62, No.4., pp.200-211., 1992.
- [8]. M. Choi, P.Ashdown.,Text. Res. J., Vol.70(12) ., 2000.

- [۹]. اف.بیر. جانسون، مقاومت مصالح، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۷۰.
- [10]. م.حسینی، پایان نامه دکتری، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر ۱۳۸۴.
- [11]. S.Bais-Singh, D.Anandjiwala, C.Goswami., Text. Res. J., Vol. 66(3), pp. 131-140., 1996.
- [12]. R. Postle, and S.Dejong ., Journal of Textile, Machinery society of Japan., Vol.34, pp.344., 1981.
- [13]. G. Livesey, D.Owen., J. Text. Inst., Vol.55., pp. 516., 1964.
- [14]. س.آجلی، "بررسی تاثیر بافت پارچه های حلقوی تار بر رفتار خمشی آن به کمک یک مدل ریاضی"، پایان نامه دکتری، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۸۶.
- [15]. A.A. A. Jeddi, A.Zareian., J. Text. Inst., Vol.97., No.6., pp. 475-482., 2006.
- [16]. م.حسن پور دهنوی، "مطالعه خواص کششی پارچه های حلقوی تار سوراخ دار"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۸۵.
- [17]. R. Kovar., International Textile Clothing and Design Conference., University of Zagreb., Dubrovnik., Croatia., 2002.