



## بررسی اثرات جهت تاب نخ و پارامترهای ساختمانی پارچه حلقوی پودی ساده تحت کشش های تک محوری بر روی برخی از خواص مکانیکی آن

حمیدرضا کریمی<sup>۱\*</sup>، محمود صابری<sup>۲</sup>، پیمان میری آهنگرانی<sup>۳</sup>

### چکیده

در این تحقیق، اثرات جهت تاب نخ و پارامترهای ساختمانی پارچه بر خواص کششی پارچه های حلقوی پودی ساده تهیه شده از نخ هائی با تاب Z و S بررسی شده است. در تولید نمونه ها، چیدمان نخ در قفسه ماشین را تغییر داده (یک نخ Z، یک نخ S، یک نخ Z، یک نخ S و یک نخ S، دو نخ Z، دو نخ S) و با این چهار نوع چیدمان در سه طول حلقه متفاوت پارچه هایی تولید گردید. در ادامه خواص کششی نخ و پارچه شامل اندازه گیری استحکام، مدول اولیه و ثانویه بررسی شد. در بررسی های انجام شده در بخش ازدیاد طول و نیرو نتایج حاکی از آن است که مقدار نیرو در اوج (Load at peak) برای نمونه هایی که چیدمان نخ ها در آنها به صورت یک در میان (L<sub>3</sub>) و دو در میان (L<sub>4</sub>) است در هر دو راستای رج وردیف و هر سه طول حلقه بیشتر از نمونه های با چیدمان یک نوع نخ (L<sub>1</sub> و L<sub>2</sub>) می باشد. در مورد مقدار ازدیاد طول در اوج (Elongation at peak)، اثرات نوع چیدمان در نحوه عملکرد پارچه ها مشهود نمی باشد. در بررسی بر روی نمودار های نیرو- ازدیاد طول نمونه ها و تقسیم بندی سه گانه (خطی ابتدایی، غیرخطی و خطی انتهایی) آنها نتایج حاکی از آن است که در بخش ابتدایی نمودار شیب این قسمت با نوع چیدمان چندان در ارتباط نبوده و رفتار نمونه ها در این بخش روند مشخصی را طی نمی کنند. اما در قسمت انتهایی، روند تغییرات به گونه ای است که میزان تغییرات برای نمونه های با چیدمان یک در میان و دو در میان بیشتر از نمونه های با چیدمان ساده است.

**کلمات کلیدی:** جهت تاب نخ، پارامترهای ساختمانی، پارچه حلقوی پودی ساده، خواص مکانیکی

### Abstract

In this paper investigated of the twist direction and structural parameter of plain knitted fabric on some mechanical properties. For this reason knitted plain fabric in three level of loop length and with four arrangement of twist direction in creel of knitting machine (only yarn with S twist direction (L<sub>1</sub>), only yarn with Z twist direction (L<sub>2</sub>), one bobbin with S twist direction and one bobbin with Z twist direction (L<sub>3</sub>), two bobbin with S twist direction and two bobbin with Z twist direction (L<sub>4</sub>)).

The result indicated that: Load at peak (L.P) for the L<sub>1</sub> and L<sub>4</sub> in two directions (wale and course) is greater than L<sub>3</sub> and L<sub>2</sub> but in the elongation at peak (E.P) the result is haywire.

In investigation on Load-elongation curve result indicated that in the first part of the curve (initial modulus) arrangement of bobbin with different twist direction do not show the more effect but in the final part of the curve the samples with L<sub>3</sub> and L<sub>4</sub> respectively showed increased the slope of load-elongation curve.

**Keywords:** Twist direction, structural parameter, plain-weft knitted fabric, mechanical properties.

\*۱. گروه مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران. مسئول مکاتبات: Hrkarimi@iau.au.com

۲. گروه مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران.

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

## ۱. مقدمه

امروزه با توجه به پیشرفت علوم و تکنولوژی منسوجات به عنوان ساختارهای انعطاف پذیر با خصوصیات ویژه جایگاه خود را در حیطه های مختلف زندگی پیدا کرده و گسترش داده اند. در تمامی این موارد، اطلاع از رفتار و خواص مکانیکی منسوج مورد استفاده در هنگام به کار گیری در شرایط و حالات مختلف جهت مصرف نهایی و برآورده کردن عملکرد مورد نیاز بسیار مهم است. خواص مکانیکی را عکس العمل و تغییر شکل در برابر نیرو، بیان کرده و مورد بررسی قرار می دهند. ساده ترین راه، بررسی این خواص تحت کشش های تک محوری است. پارچه های حلقوی پودی دارای قابلیت کششی بالایی بوده، این ویژگی خاص زمانی بعنوان یک مزیت مطرح می شود که از این پارچه ها در تولید مواد با اشکال و فرمهای پیچیده استفاده می گردد [۱ و ۲]. خواص منسوجاتی که از الیاف ساخته می شوند، مانند انواع نخها و پارچه ها بستگی به ارتباط بین خواص الیاف و چگونگی قرار گرفتن آنها دارد. به دلیل این که خواص الیاف به تنهایی خصوصیات نخ و پارچه را نشان نمی دهد، برای درک چگونگی رفتار این ساختارها تنها دانستن خواص الیاف کافی نمی باشد. خواص مکانیکی منسوجات به طور عمده شامل، ضریب انقباض جانبی (ضریب پواسون)، ضریب کشسانی (مدول کشسانی)، افت تنش و... است، که آثار آنها خصوصیات کلی ساختمان بافت را تعیین می کند. برای کاربرد منسوجات به منظور های مختلف باید ویژگیهای کلی آنها را در نظر گرفت. به علت شکل ظاهرو 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 دید طول منسوج را زمانی که نیرو به صورت تدریجی اضافه می شود و همچنین پارامترهایی که پارگی را مشخص می کنند، تعیین نمود [۳].

در تحقیق انجام شده توسط Knapton و همکاران در سال ۱۹۷۰ عوامل موثر بر کاهش طول پارچه حلقوی پودی را مورد بررسی قرار داده و مواردی از جمله کیفیت الیاف، تاب نخ و طول حلقه را گزارش نمودند [۴]. در تحقیقات انجام شده در زمینه پارچه های حلقوی پودی اثر عوامل مختلف بر روی خواص پارچه از جمله spirality را مورد بررسی قرار داده اند و یکی از مهمترین این موارد را جهت تاب نخ اعلام نموده اند [۵-۷]. Parmar نیز اثر پارامترهای نخ شامل تاب، نمره و... را بر روی راحتی و خواص پارچه حلقوی پودی تکمیل شده مورد بررسی قرار داد [۸]. Paek و همکاران رنج های مختلف تاب نخ تولید شده در ماشین چرخانه را بر روی خواص پرز دهی و خواص پارچه مورد بررسی قرار داده اند [۹]. Matsudaira و همکاران اثر تراکم بافت پارچه، نمره و تاب نخ را بر روی خواص زیر دست پارچه مورد بررسی قرار داده اند [۱۰]. De Jong Postle رفتار پارچه های حلقوی پودی ساده تحت کشش های دو محوری را با فرض قرینه بودن ساختار حلقه ها و مستقیم بودن نخ ها ارائه کرده اند و در ادامه توانسته اند خواص ابعادی و کششی پارچه های حلقوی پودی را به کمک روش انرژی بدست آورند. ایشان در ادامه کار خود از این روش جهت بررسی ابعاد و خواص مکانیکی پارچه های حلقوی پودی در شرایط رها

از تنش (Relax) نیز استفاده نموده اند [۱۱]. Leaf و Hepworth با در نظر گرفتن نیروهای اعمال شده در نقاط برخورد نخها در حلقه و همچنین بوجود آمدن جمع شدگی در جهت های رج وردیف در پارچه های حلقوی پودی ساده، یک راه حل عددی جهت اندازه گیری نیرو و کوپل های عمل کننده بر روی نخ ها با توجه به شکل حلقه و ابعاد پارچه بدست آورده اند [۱۲]. De Jone و Postle تغییر شکل ساختار پارچه های تاری- پودی تحت کشش های دو محوری را بررسی کرده اند. آنان در یافتند که یکی از پارامترهای موثر بر منحنی های Load-Extension مقدار جمع شدگی نخ ها می باشد [۱۳]. در تحقیق انجام شده بوسیله Grosberg مدول اولیه پارچه مورد بررسی قرار گرفته و نشان داده شد، که این خاصیت نه تنها به شکل نخ در داخل ساختمان پارچه و مدول خمشی آن وابسته است، بلکه به تاریخچه پارچه نیز وابسته می باشد [۱۴]. 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 کاهشی نیرو به علت استراحت اثر بیشتری در مدول پارچه دارد [۱۰]. در تحقیق انجام شده توسط Leaf رفتار پارچه های تاری پودی با بافت ساده مورد توجه قرار گرفته است. در نهایت فرمولی برای محاسبه مدول در راستای تار و پود پارچه ارائه شده است. که عناصر تشکیل دهنده آن عناصر ساختمانی پارچه و خصوصیات نخ است [۱۵]. همچنین پارچه حلقوی پودی ساده تحت کشش های دو محوری توسط MacRory و همکاران به صورت تئوری مورد بررسی قرار گرفته است [۱۶]. Shanahan و Postle [۱۷] یک مدل ساختمانی دو بعدی برای شکل حلقه در بافت حلقوی پودی ساده در نظر گرفته اند و به کمک آن منحنی های Extension Load- را در جهات رج وردیف محاسبه نموده اند. آنها همچنین فرض کردند که در مراحل ابتدائی، تحت کشش قرار گرفتن پارچه تغییرات در محدوده الاستیک انجام می پذیرد. آنها دریافتند که ثبات شکل حلقه ها در حالت رها از تنش هیچ گونه اثر مشخصی بر روی منحنی های رسم شده Load- Extension ندارد. در نمودارهای رسم شده مشاهده می شود که در قسمت ابتدائی تقریباً همیشه نمودارها خطی بوده و شیب این قسمت، به مقدار نیروهای فشاری جانبی وارد به نخ ها وابسته است. Hepworth [۱۸]، پارچه حلقوی پودی ساده تحت بار گذاری یک محوری و دو محوری در جهات رج و ردیف را بررسی کرده است. نمودارهای Load-Extension در مقادیر مختلف سفتی پارچه محاسبه و رسم شده است و مشاهده می شود که در قسمت های ابتدائی، نمودارهای رسم شده دارای شیب بسیار کمی می باشند. رفتار Load-Extension پارچه های حلقوی پودی هنگامیکه در جهت موازی با ردیف، بار گذاری شده اند توسط Shanahan و Postle [۱۹] بررسی شده است. در این بررسی شکل حلقه به صورت سه بعدی در نظر گرفته شده است. نتایج تجربی برای انواع مختلفی از پارچه های حلقوی پودی از جنس پشم محاسبه شده و با تجربیات مقایسه گردیده است که مطابقت خوبی بین آنها وجود دارد. البته مقادیر محاسبه شده کمتر از مقادیر تجربی است، که علت آنرا اصطکاک بین نخ ها در هنگام سرخوردن آنها بیان کرده اند

Kawabata و همکاران [۲۰]، خواص کششی یک محوری، دو محوری و برشی پارچه های ساده تار پودی را با کمک یک مدل ساختمانی ساده بررسی کرده اند. رفتار تنش-کرنش پارچه تار پودی توسط Taibi و همکاران [۲۱] مورد بررسی قرار گرفته است. Choi و همکاران [۲۲] اثر شرایط بافت را بر روی خواص مکانیکی و زبردست پارچه مورد بررسی قرار داده اند. آنان هیجده نمونه که دارای تنوع در نوع بافت و تراکم هستند، تهیه کردند. با توجه به نتایج حاصله می توان دریافت که خواص کششی پارچه، از جمله استحکام و ازدیاد طول، با افزایش تراکم بافت افزایش می یابد. در تحقیق دیگری [۱] Araujo بر پایه یکسری فرضیات تئوری و آزمایشات تجربی به بررسی رفتار مکانیکی پارچه های حلقوی پودی و کامپوزیت های تقویت شده بوسیله آنها پرداخت. ایشان دریافتند که عواملی از قبیل نوع بافت و جهت انجام آزمایش (رج یا ردیف) بر روی خواص مکانیکی پارچه موثر است. Popper [۲۳] یک واحد ساختمانی از پارچه حلقوی پودی ساده تحت کشش دو محوری را به عنوان مدل هندسی ساختمان بافت انتخاب کرده و مشخص شد که تفاوت بین ساختمان پارچه در حالات استراحت و تحت کشش بستگی به مقدار نیروی به کار رفته جهت تغییر فرم دارد. مهمترین نتیجه حاصله این بود که خواص مکانیکی پارچه حلقوی پودی ساده وابسته به ساختمان آن و قابلیت در هم سر خوردن نخ ها است و با ترکیب خواص ساختمان بافت و خواص کششی نخ می توان به خاصیت نهائی پارچه دست یافت. Epting و Whiteny [۲۴] یک واحد از ساختمان پارچه حلقوی پودی ساده را به صورت سه بعدی در نظر گرفتند. آنان دریافتند که رابطه ای بین میزان نیروی به کار رفته جهت تغییر فرم و پارامترهای پارچه وجود دارد. با توجه به نتایج حاصله مشخص شد که برای نزدیکی بیشتر تجربیات و تئوری، بهتر است که خواص نخ شامل مقاومت خمشی، پیچشی و خواص اصطکاکی آن نیز در نظر گرفته شود. همچنین به علت وجود اصطکاک بین نخ ها تنش غیر مساوی در دو جهت رج و ردیف وجود دارد. در این مطالعه به بررسی اثر جهت و میزان تاب بر روی تغییرات مدول اولیه پارچه حلقوی پودی ساده پرداخته شده است. در این راستا با استفاده از نخ پلی استر-ویسکوز (نمره ۳۰ انگلیسی) که دارای تاب Z و S می باشند، پارچه حلقوی پودی ساده تولید شد و خواص کششی نخ و پارچه شامل اندازه گیری استحکام و مدول بررسی گردید.

## ۲. مواد و روشها

### ۱.۲. تهیه نمونه ها و مراحل استراحت و تکمیل

نمونه های تولید شده در این پژوهش، دارای بافت حلقوی پودی ساده، در ۳ طول حلقه می باشد، که مشخصات آنها در جدول ۱ درج گردیده است. تمام نمونه ها در این بخش با نخ مخلوط پلی استر/ویسکوز با تاب ۷۶۰ (تاب در متر) و جهت تاب مختلف (S و Z) و نمره ۳۰ Ne (20Tex) بر روی ماشین یکروسیلندر حلقوی پودی با گیج ۲۴ و با ۴۸ عدد تغذیه کننده تولید

گردید. لازم به ذکر است که جهت بررسی اثر تاب نخ بر خواص پارچه تولیدی چیدمان نخ در قفسه ماشین بافندگی به روش های مختلف انجام پذیرفته است که بدین شرح است:

حالت اول: تمام بوبین ها با تاب S

حالت دوم: تمام بوبین ها با تاب Z

حالت سوم: بوبین ها یک در میان با تاب S و Z

حالت چهارم: بوبین ها دو در میان با تاب S و Z

نمونه ها در شرایط یکسان پس از ۲۴ ساعت استراحت خشک در دمای محیط قرار گرفته و آزمایشات لازم بر روی آنها

انجام شد.

جدول ۱. پارامترهای ساختمانی پارچه های تولیدی

طول حلقه (mm)	WPC	CPC	چیدمان در قفسه	کد نمونه
۳/۲۲	۱۲/۲۵	۱۷/۷	S	L <sub>11</sub>
۳/۵	۱۰/۷۵	۱۵/۲	S	L <sub>12</sub>
۳/۶۶	۹/۹۸	۱۴/۷	S	L <sub>13</sub>
۳/۲۸	۱۱/۳	۱۷/۸	Z	L <sub>21</sub>
۳/۶۴	۱۱/۲۵	۱۶/۱	Z	L <sub>22</sub>
۳/۸۲	۱۰/۶	۱۵/۱	Z	L <sub>23</sub>
۳/۲۸	۱۰/۲	۱۸/۵	S-Z	L <sub>31</sub>
۳/۵۴	۹/۵	۱۵/۹	S-Z	L <sub>32</sub>
۳/۸۴	۸/۵۵	۱۸/۸	S-Z	L <sub>33</sub>
۳/۲۸	۱۱	۱۸/۴	SS-ZZ	L <sub>41</sub>
۳/۸۴	۹/۸	۱۶/۹	SS-ZZ	L <sub>42</sub>
۳/۸۴	۹/۶	۱۵/۷	SS-ZZ	L <sub>43</sub>

## ۲.۲. مشخصات الیاف

اطلاعات مربوط به طول، ظرافت و نوع الیاف مورد استفاده در آزمایش در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. اطلاعات مربوط به طول، ظرافت و نوع الیاف مورد استفاده

مشخصات نوع الیاف	طول الیاف	ظرافت الیاف	کمپانی و کشور سازنده
	(میلیمتر)	(دنیر)	
پلی استر	۳۸	۱/۵	Huvis کره جنوبی
ویسکوز	۳۷	۱/۷	Lenzing آندونزی

نخهای تولیدی در شرایط یکسان بر روی یک ماشین رینگ ریسیده شدند. مشخصات خط تولید بشرح زیر است:  
 خط ریسندگی بترتیب عبارتند از: ماشین عدل شکن (Bale breaker)، ماشین تغذیه کننده (ERM)، ماشین  
 کاردینگ (Carding). دو مرحله ماشین کشش، ماشین فلایر (Draw frame) و ماشین رینگ.

### ۳.۲. آزمایشات انجام شده بر روی نخ

مشخصات فیزیکی نخ های تولیدی در جدول شماره ۳ نشان داده شده است .

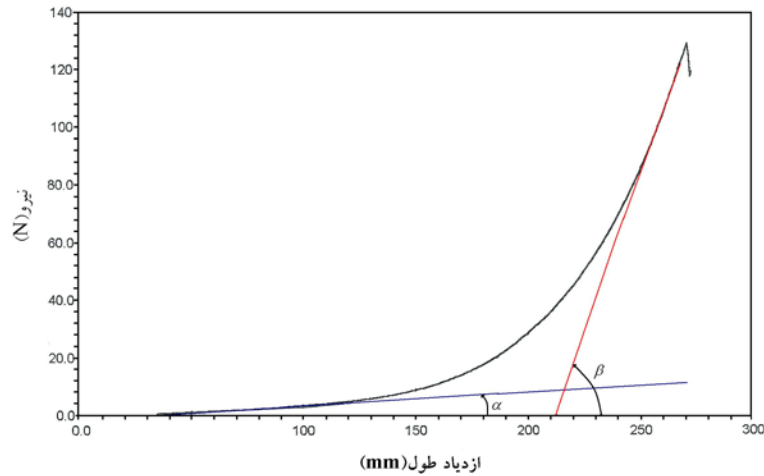
جدول ۳. مشخصات کلی نخ پنبه ای

جهت تاب	ازدیاد طول تا پارگی	نیرو تا پارگی	کار تا حد پارگی	مدول اولیه	تاب نخ	نمره نخ
	(mm)	(N)	(cN/Text)	(cN/Text)	(T/m)	(Ne)
S	۵۶/۴	۳/۴	۰/۸	۱۲۶/۶	۷۶۱	۲۹/۸
Z	۵۸/۵	۴/۱	1	۱۴۱/۶	۷۶۳	۲۹/۹

### ۴.۲. اندازه گیری خواص کششی و مدول اولیه پارچه

نتایج حاصل از آزمایشات خواص کششی در جدول ۳ نمایش داده شده است. همان گونه که از شکل ۱ مشخص است، در 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 قابل دستیابی است. در این جا این مدول تحت عنوان مدول ثانویه (زاویه  $\beta$ ) و شیب ناچیز منحنی درمبداء (زاویه  $\alpha$ ) نیز تحت عنوان مدول اولیه آورده شده است.

در این تحقیق مبنای تقسیم بندی نمودار نیرو ازدیاد طول به سه منطقه نیز مانند مارد فوق الذکر می باشد. شیب ابتدایی (زاویه  $\alpha$ ) را منطقه خطی ابتدایی و شیب نهایی (زاویه  $\beta$ ) را منطقه خطی انتهایی و منطقه بین این دو را منطقه غیر خطی می نامند.



شکل ۱. محاسبه مدول اولیه پارچه

جدول ۴. نتایج مربوط به آزمایش خواص مکانیکی پارچه های تولیدی

Load at Peak (L.P) (N)	Load at Break (L.B) (N)	Elongation at Peak (E.P) (mm)	Elongation at Break (E.B) (mm)	جهت	نمونه
۸۰/۸۴	۳۲/۸۷	۲۰۲/۵	۲۲۰/۵	رج	L <sub>11</sub>
۹۰/۸۷	۲۶/۵۵	۱۲۷	۱۴۱/۷۵	ردیف	
۴۷/۷۹	۲۳/۳	۱۷۳/۳۳	۲۲۲	رج	L <sub>12</sub>
۵۸/۳۳	۱۴/۸۱	۱۴۱/۷۵	۱۶۰	ردیف	
۴۷/۲۴	۲۰/۱۴	۱۷۷/۷۵	۲۲۵/۷۵	رج	L <sub>13</sub>
۴۷/۲۹	۱/۱۸۹	۱۱۱	۱۵۴/۲۵	ردیف	
۷۵/۸۱	۳۸/۹۵	۱۹۳/۷۵	۲۳۱/۷۵	رج	L <sub>21</sub>
۷۹/۷۱	۲/۸۶	۱۷۰	۱۹۷/۲۵	ردیف	
۶۱/۴۷	۲۰/۸۲	۲۰۸/۷۵	۲۶۲/۷۵	رج	L <sub>22</sub>

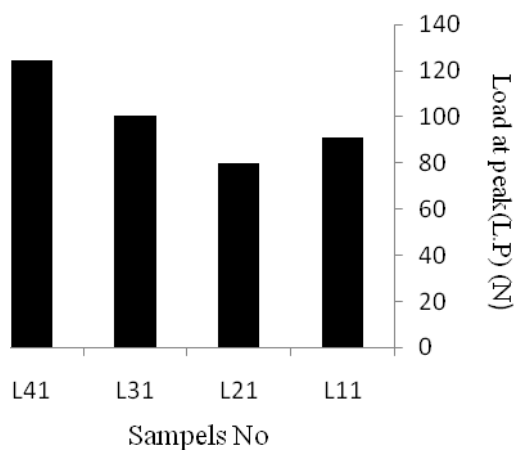
۶۲/۱۴	۲۱/۲۷	۲۱۹/۷۵	۲۴۰	ردیف	
۵۲/۳۱	۲۲/۶۳	۱۹۵	۲۶۲	رج	
۵۷/۰۹	۱۴/۴۶	۱۸۱/۷۵	۲۱۲/۲۵	ردیف	L <sub>23</sub>
۱۴۱/۶۳	۱۸/۴۳	۱۶۲/۶۶	۱۷۴/۶۶	رج	
۱۰۰/۴	۶۰/۹۶	۱۹۱/۵	۱۹۴/۷۵	ردیف	L <sub>31</sub>
۱۲۷/۲۵	۲۷/۱۴	۱۸۶/۷۵	۱۹۸/۷۵	رج	
۱۱۴/۲۲	۲۱/۱۸	۱۴۶/۲۵	۱۵۲/۵	ردیف	L <sub>32</sub>
۱۲۱/۶	۲۷/۱۴	۱۸۷/۲۵	۲۰۲	رج	
۱۰۵/۴۸	۲۰/۳۹	۱۷۵/۵	۱۶۳/۷۵	ردیف	L <sub>33</sub>
۱۶/۱۳۶	۲۳/۳۲	۷۵/۱۸۵	۲۵/۱۹۸	رج	
۱۲۴/۷۱	۶۷/۷۶	۷۵/۱۳۹	۵/۱۴۴	ردیف	L <sub>41</sub>
۱۰۹/۹	۱۷۱۹۹	۱۸۷	۵/۲۰۶	رج	
۱۱۸/۰۵	۱۱۱/۹۳	۱۵۹/۰۹	۳۳/۱۷۸	ردیف	L <sub>42</sub>
۹۲/۱۱۳	۸۲۷/۸	۲۳۹	۷۵/۲۵۲	رج	L <sub>43</sub>
۹۷/۳۷	۵/۳۸	۲۱۸/۷۵	۲۵/۲۲۲	ردیف	

### ۳. مباحث و نتایج

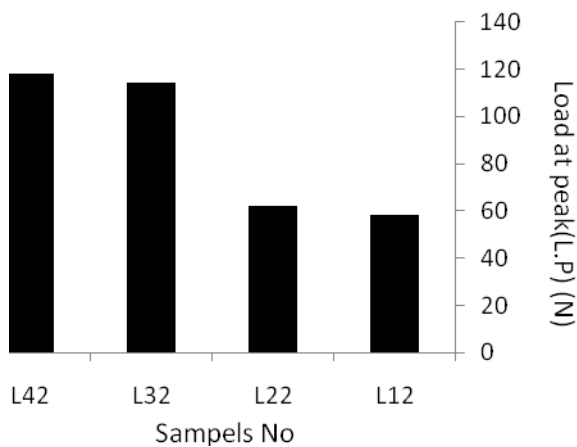
#### ۳.۱. بررسی اثر پارامترهای ساختمانی و چیدمان نخ بر روی نیرو در اوج (Load at peak)

با توجه به اشکال ۲ الی ۷ مشاهده می شود که مقدار نیرو در اوج Load at peak برای نمونه های که چیدمان نخ ها در آنها به صورت یک در میان (L<sub>3</sub>) و دو در میان (L<sub>4</sub>) است در هر دو راستای رج و ردیف و هر سه طول حلقه بیشتر از نمونه های با چیدمان یک نوع نخ (L<sub>1</sub> و L<sub>2</sub>) می باشد. در راستای ردیف در دو طول حلقه یک و دو مقدار Load at peak برای نمونه L<sub>4</sub> بیشتر از نمونه L<sub>3</sub> است در حالیکه در طول حلقه سه روند به عکس است. این مقدار برای نمونه های ساده بدین گونه است که در طول حلقه یک نمونه L<sub>11</sub> بیشتر از نمونه L<sub>21</sub> است، در حالیکه در بقیه طول حلقه این روند به عکس است. این حالت در راستای رج برای نمونه های با چیدمان یک نوع نخ (L<sub>1</sub> و L<sub>2</sub>) تکرار می شود. در حالیکه در این راستا مقدار Load at peak برای نمونه های L<sub>3</sub> در هر سه طول حلقه بیشتر از مقدار مذکور در نمونه L<sub>4</sub> است.

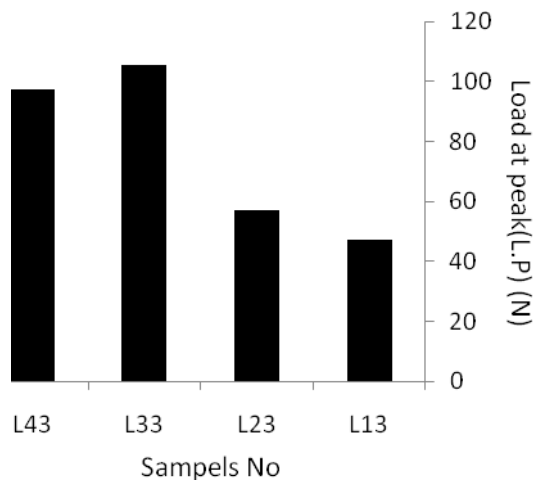




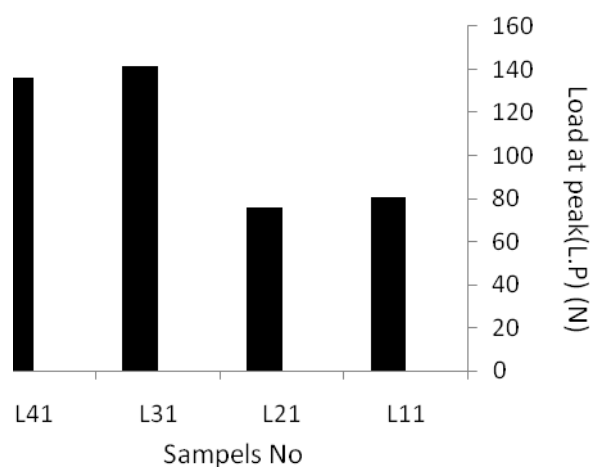
شکل ۲. مقایسه نتایج اندازه گیری Load at peak مربوط به کلیه نمونه ها با طول حلقه اول در راستای ردیف



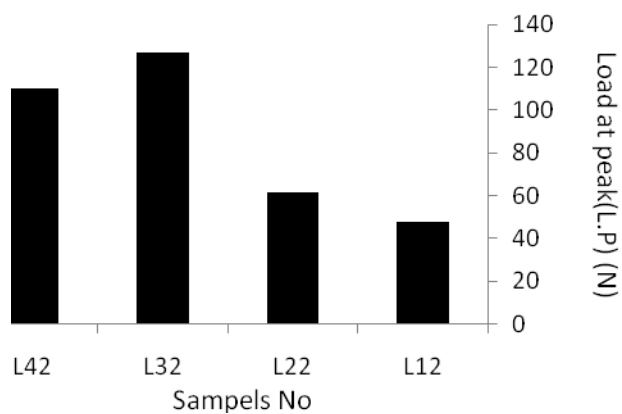
شکل ۳. مقایسه نتایج اندازه گیری Load at peak مربوط به کلیه نمونه ها با طول حلقه دوم در راستای ردیف



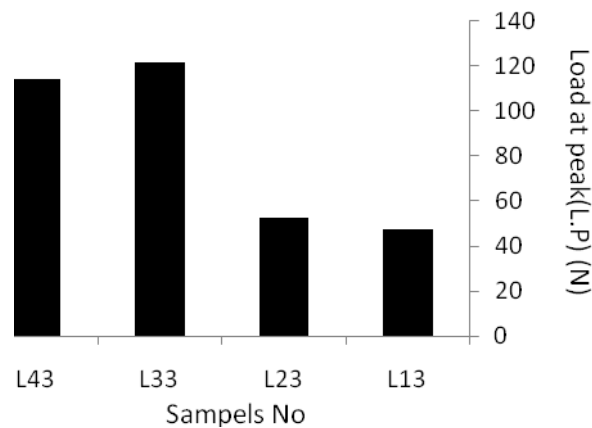
شکل ۴. مقایسه نتایج اندازه گیری Load at peak مربوط به کلیه نمونه ها با طول حلقه سوم در راستای ردیف



شکل ۵. مقایسه نتایج اندازه گیری Load at peak مربوط به کلیه نمونه ها با طول حلقه اول در راستای رج



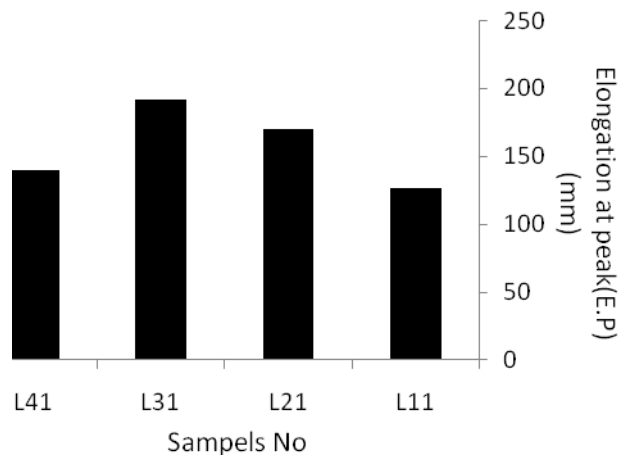
شکل ۶. مقایسه نتایج اندازه گیری Load at peak مربوط به کلیه نمونه ها با طول حلقه دوم در راستای رج



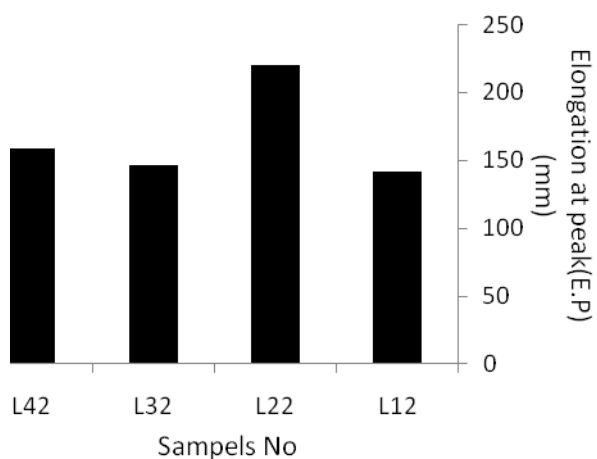
شکل ۷. مقایسه نتایج اندازه گیری Load at peak مربوط به کلیه نمونه ها با طول حلقه سوم در راستای رج

### ۲،۳. بررسی اثر پارامترهای ساختمانی و چیدمان نخ بر روی نیرو در اوج Elongation at peak

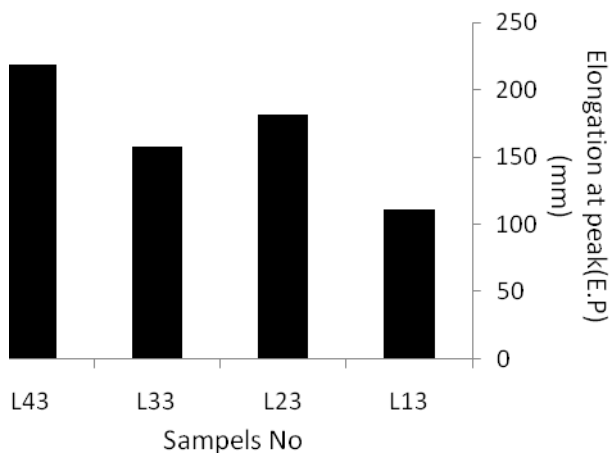
با توجه به اشکال ۸ الی ۱۳ مشاهده می شود که مقدار ازدیاد طول در اوج Elongation at peak برای طول حلقه سوم در راستای رج وردیف دارای رفتاری مشابه هستند بدین گونه که این مقدار به ترتیب در L43 بیشترین سپس در نمونه های L23، L33 و L13 کم می شود. در طول حلقه دوم در هر دو راستای رج وردیف مقدار Elongation at peak برای نمونه L22 بیش از سایر نمونه ها است و در نمونه های با ترکیب چیدمان یک در میان و دودر میان مقدار Elongation at peak بیش از این مقدار برای نمونه L13 است. در طول حلقه اول و در راستای ردیف این مقدار برای نمونه های L11 و L21، L31 افزایشی است، در حالیکه در نمونه L41 این مقدار افت می کند، این روند در راستای رج عکس بوده و برای سه نمونه اول روند نزولی و سپس برای نمونه چهارم شاهد افزایش می باشیم.



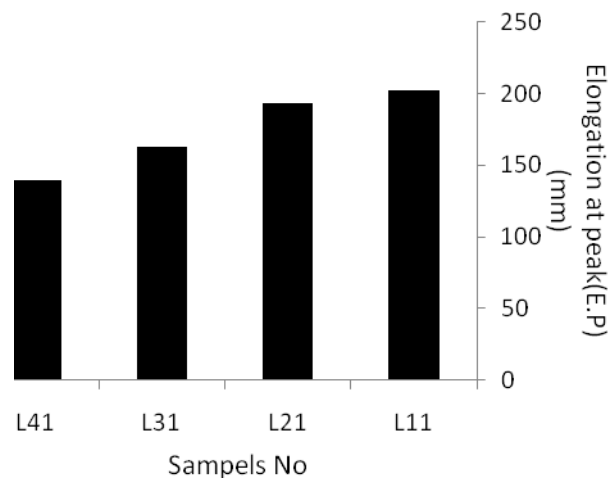
شکل ۸. مقایسه نتایج اندازه گیری Elongation at peak مربوط به کلیه نمونه ها با طول حلقه اول در راستای ردیف



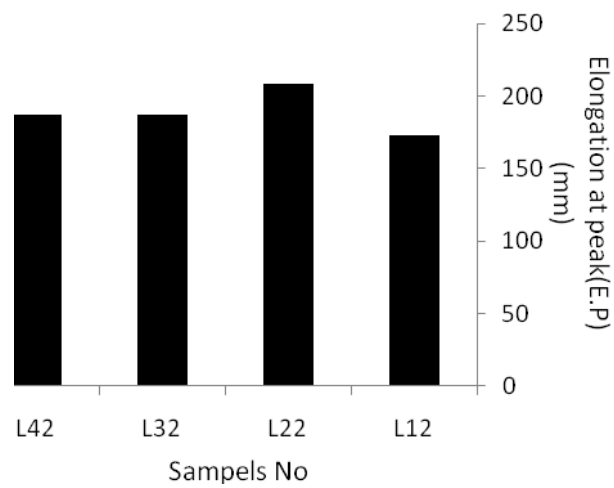
شکل ۹. مقایسه نتایج اندازه گیری Elongation at peak مربوط به کلیه نمونه ها با طول حلقه دوم در راستای ردیف



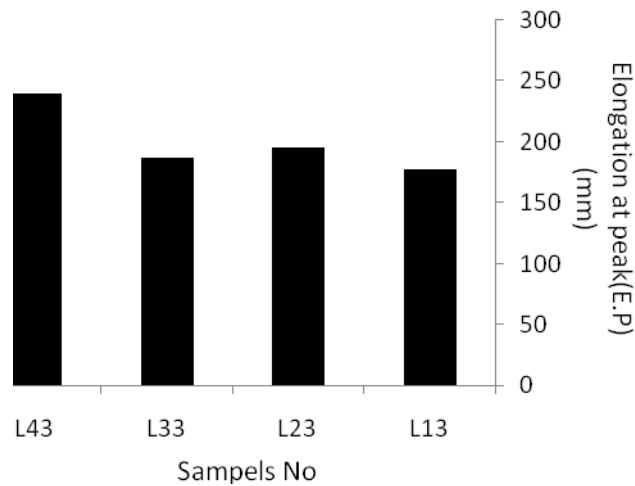
شکل ۱۰. مقایسه نتایج اندازه گیری Elongation at peak مربوط به کلیه نمونه ها با طول حلقه سوم در راستای ردیف



شکل ۱۱. مقایسه نتایج اندازه گیری Elongation at peak مربوط به کلیه نمونه ها با طول حلقه اول در راستای رج



شکل ۱۲. مقایسه نتایج اندازه گیری Elongation at peak مربوط به کلیه نمونه ها با طول حلقه دوم در راستای رج



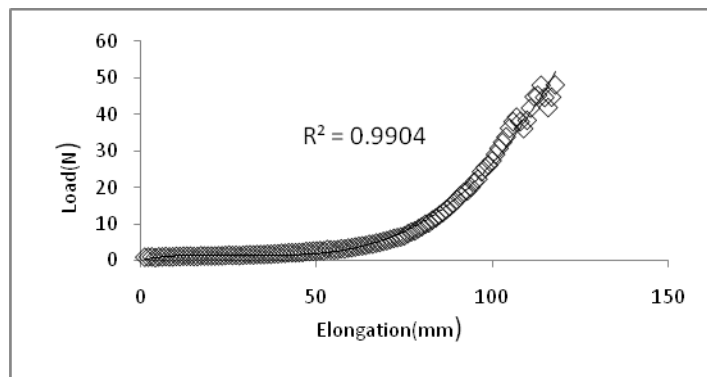
شکل ۱۳. مقایسه نتایج اندازه گیری Elongation at peak مربوط به کلیه نمونه ها با طول حلقه سوم در راستای رج

### ۳.۳. بررسی اثر پارامترهای ساختمانی و چیدمان نخ بر روی شیب نمودار نیرو- ازدیاد طول

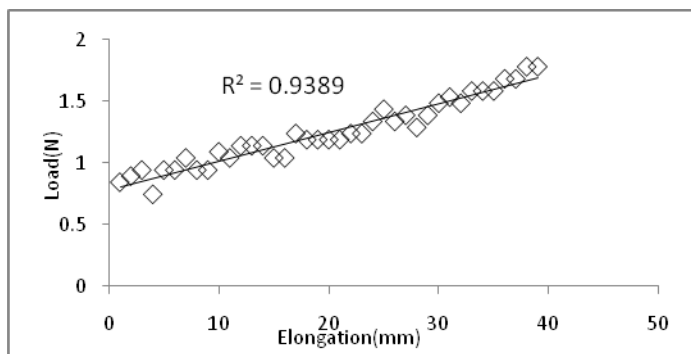
در این بررسی نمودار به سه بخش خطی ابتدایی، غیر خطی و خطی انتهایی تقسیم شده است. در اینجا مبنای بخش بندی را بهترین ضریب رگرسیون شیب نمودار قرار می دهیم.

### ۳.۳.۱. بررسی اثر پارامترهای ساختمانی و چیدمان نخ بر روی شیب نمودار نیرو- ازدیاد طول در راستای ردیف

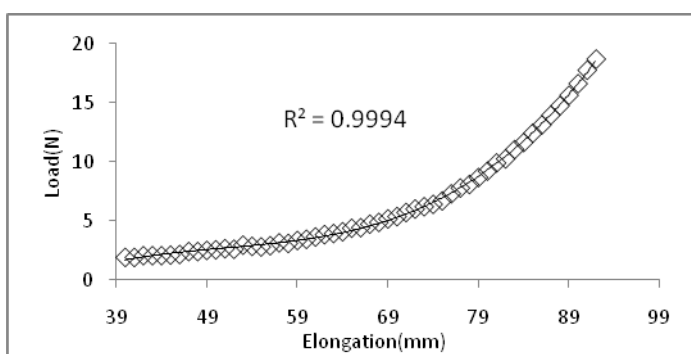
با توجه به نمودار های ۱۴ الی ۱۷ مشاهده می شود که روند تغییرات شیب در بخش خطی ابتدایی نمودار نیرو-ازدیاد طول طبق جدول ۵ و برای بخش خطی انتهایی طبق جدول ۶ است.



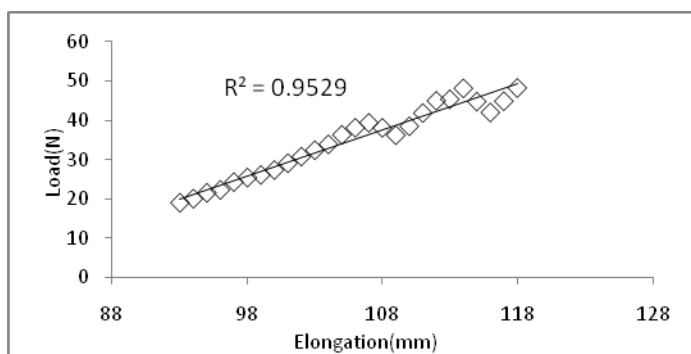
شکل ۱۴. نمودار تغییرات شیب نمودار نیرو ازدیاد طول مربوط به نمونه L<sub>11</sub> راستای ردیف



شکل ۱۵. بخش خطی ابتدایی نمودار نیرو- ازدیاد طول مربوط به نمونه  $L_{11}$  راستای ردیف



شکل ۱۶. بخش غیرخطی نمودار نیرو- ازدیاد طول مربوط به نمونه  $L_{11}$  راستای ردیف



شکل ۱۷. بخش خطی انتهایی نمودار نیرو- ازدیاد طول مربوط به نمونه  $L_{11}$  راستای ردیف

جدول ۵. روند تغییرات شیب در بخش خطی ابتدایی نمودار نیرو ازدیاد طول نمونه ها در راستای ردیف

تغییرات شیب از	طول حلقه اول	طول حلقه دوم	طول حلقه سوم
بیشترین به	L <sub>31</sub>	L <sub>32</sub>	L <sub>13</sub>
کمترین	L <sub>21</sub>	L <sub>12</sub>	L <sub>23</sub>
	L <sub>11</sub>	L <sub>42</sub>	L <sub>43</sub>
	L <sub>41</sub>	L <sub>22</sub>	L <sub>33</sub>

جدول ۶. روند تغییرات شیب در بخش خطی انتهایی نمودار نیرو ازدیاد طول نمونه ها در راستای ردیف

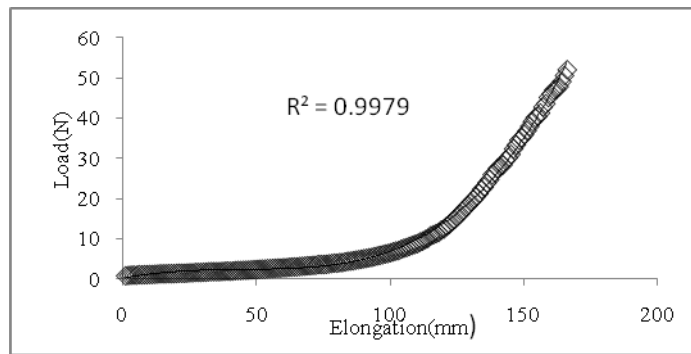
تغییرات شیب از	طول حلقه اول	طول حلقه دوم	طول حلقه سوم
بیشترین به	L <sub>41</sub>	L <sub>42</sub>	L <sub>43</sub>
کمترین	L <sub>31</sub>	L <sub>32</sub>	L <sub>33</sub>
	L <sub>11</sub>	L <sub>22</sub>	L <sub>23</sub>
	L <sub>21</sub>	L <sub>12</sub>	L <sub>13</sub>

طبق نتایج جداول ۵ و ۶ مشاهده می شود که در بخش خطی ابتدایی نمودارها، روند مشخصی وجود نداشته ولی در بخش خطی انتهایی تغییرات شیب برای نمونه های L<sub>4</sub> و L<sub>3</sub> در هر سه طول حلقه به ترتیب بیشتر از نمونه های با چیدمان ساده نخ در قفسه است. در حالیکه در مورد نمونه های با چیدمان ساده نمونه L<sub>2</sub> در طول حلقه دوم و سوم مقدار تغییرات شیب نمودار آن بیش از نمونه L<sub>1</sub> است. در حالیکه این روند در طول حلقه اول بر عکس می باشد.

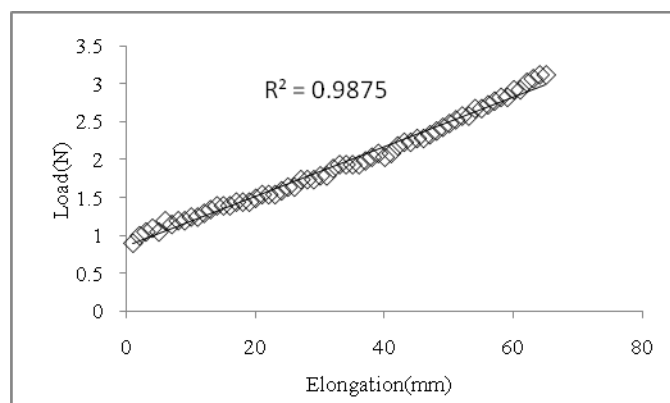
### ۲،۳،۳. بررسی اثر پارامترهای ساختمانی و چیدمان نخ بر روی شیب نمودار نیرو- ازدیاد طول در راستای رج

با توجه به نمودار های ۱۸ الی ۲۱ مشاهده می شود که روند تغییرات شیب در بخش خطی ابتدایی نمودار نیرو-ازدیاد طول طبق جدول ۷ و این روند برای بخش خطی انتهایی طبق جدول ۸ است.

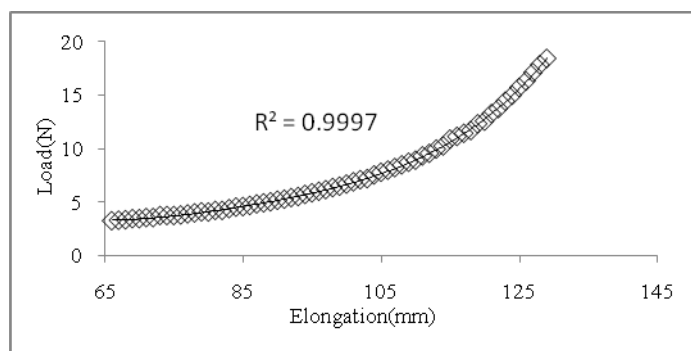




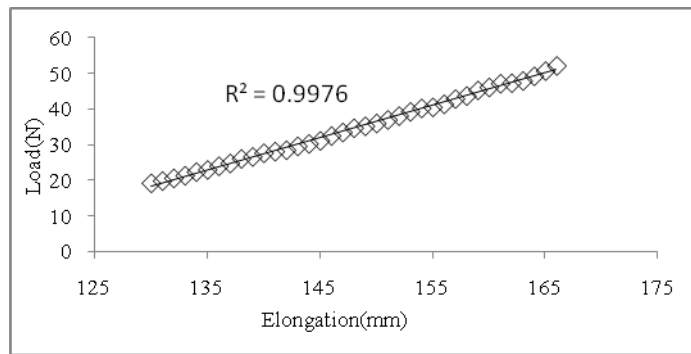
شکل ۱۸. نمودار تغییرات شیب نمودار نیرو- ازدیاد طول مربوط به نمونه L<sub>11</sub> راستای رج



شکل ۱۹. بخش خطی ابتدایی نمودار نیرو- ازدیاد طول مربوط به نمونه L<sub>11</sub> راستای رج



شکل ۲۰. بخش غیرخطی نمودار نیرو- ازدیاد طول مربوط به نمونه L<sub>11</sub> راستای رج



شکل ۲۱. بخش خطی انتهایی نمودار نیرو-ازدیاد طول مربوط به نمونه  $L_{11}$  راستای رج

جدول ۷. روند تغییرات شیب در بخش خطی ابتدایی نمودار نیرو ازدیاد طول نمونه ها در راستای رج

تغییرات شیب از	طول حلقه اول	طول حلقه دوم	طول حلقه سوم
بیشترین به	$L_{31}$	$L_{42}$	$L_{33}$
کمترین	$L_{41}$	$L_{32}$	$L_{13}$
	$L_{11}$	$L_{12}$	$L_{23}$
	$L_{21}$	$L_{22}$	$L_{43}$

جدول ۸. روند تغییرات شیب در بخش خطی انتهایی نمودار نیرو ازدیاد طول نمونه ها در راستای رج

تغییرات شیب از	طول حلقه اول	طول حلقه دوم	طول حلقه سوم
بیشترین به	$L_{31}$	$L_{32}$	$L_{33}$
کمترین	$L_{41}$	$L_{42}$	$L_{43}$
	$L_{21}$	$L_{12}$	$L_{23}$
	$L_{11}$	$L_{22}$	$L_{13}$

طبق نتایج جداول ۷ و ۸ مشاهده می شود که در بخش خطی ابتدایی نمودارها نسبت به تغییرات در راستای ردیف روند مشخص تری دارند اما کماکان نمی توان بطور قطعی در این باره اظهار نظر نمود. در بخش خطی انتهایی تغییرات شیب برای نمونه های  $L_3$  و  $L_4$  در هر سه طول حلقه به ترتیب بیشتر از نمونه های با چیدمان ساده نخ در قفسه است. در حالیکه در مورد نمونه های با چیدمان ساده نمونه  $L_2$  در طول حلقه اول و سوم مقدار تغییرات شیب نمودار آن بیش از نمونه  $L_1$  است، در حالیکه این روند در طول حلقه دوم بر عکس می باشد.

## ۴. نتیجه گیری

در بررسی های انجام شده در بخش ازدیاد طول و نیرو نتایج حاکی از آن است که مقدار نیرو در اوج Load at peak برای نمونه های که چیدمان نخ ها در آنها به صورت یک در میان ( $L_3$ ) و دو در میان ( $L_4$ ) است، در هر دو راستای رج وردیف و هر سه طول حلقه بیشتر از نمونه های با چیدمان یک نوع نخ ( $L_1$  و  $L_2$ ) می باشد. در مورد Elongation at peak اثرات نوع چیدمان در نحوه عملکرد پارچه ها مشهود نمی باشد.

در بررسی نمودار های نیرو- ازدیاد طول نمونه ها و تقسیم بندی سه گانه (خطی ابتدایی، غیرخطی و خطی انتهایی) آنها نتایج حاکی از آن است که در بخش ابتدایی نمودار شیب این قسمت با نوع چیدمان چندان در ارتباط نبوده و رفتار نمونه ها در این بخش روند مشخصی را طی نمی کنند. اما در بخش انتهایی روند تغییرات به گونه ای است که میزات تغییرات برای نمونه های با چیدمان یک در میان و دو در میان بیشتر از نمونه های با چیدمان ساده است. در مجموع می-توان نتیجه گیری کرد که با تغییرات در نوع چیدمان امکان تغییرات در رفتار مکانیکی پارچه ها امکان پذیر می باشد. این تغییرات خود را بیشتر در مدول ثانویه پارچه و نیرو تا اوج نشان می دهند، البته بررسی دقیق تر این مسئله نیاز به انجام آزمایشات و تحقیق جداگانه دارد.

## ۵. منابع

- [1] M.D.Araujo, R.F.Guerio, H.Hong., *Autex Res.Journal.*, Vol.3., No.3., pp.111-123., 2003.
- [2] D.J.Spenser., "Knitting technology"., (Third edition)., Woodhead Publishing., 2011.
- [3] M.Hassanpor dehnavi., "Investigation in tensile properties of warp knitted fabric"., MS.c Thesis., Amir Kabir Univesity., 2006.
- [4] J.J.F.Knapton, S.Richards, W.Fong., *Textile Research Journal.*, Vol.40., pp.543-553., 1970.
- [5] M.D.De Araujo., *Textile Research Journal.*, Vol.59., pp.247-256., 1989.
- [6] P.J.Doyle., *J.Textile Inst.*, Vol.44., pp.561-578., 1953.
- [7] P.J.Doyle., *J.Textile Inst.*, Vol.43., pp.19-35., 1952.
- [8] M.S.Parmar., *Indian J. Fiber Textile Res.*, Vol.24., pp.41-44., 1999.
- [9] S.L.Paek, H.B.Winsor., *Clothing and Textiles Research Journal.*, Vol.6., pp.41-48., 1988.
- [10] M.Matsudaira, K.Nakano, Y.Yamazaki, Y.Hayashi, O.Hayashi., *Journal of the Textile Institute.*, Vol.100., pp.265-274., 2009.
- [11] S.DeJong, R.Postle., *Journal of the Textile Institute.*, NO.10., pp.307-315., 1977.
- [12] B.Hepworth, G.A.V.Leaf., *Journal of the Textile Institute.*, NO.7/8., pp.241-248., 1976.
- [13] S.De Jong, R.Postle., *Journal of the Textile Institute.*, NO.11., pp.350-361., 1977.

- 
- [14] P.Grosberg, S.Kedia., Textiles Research Journal., Vol.1., pp.71-79., 1966.
- [15] B.Mac Rory, J.R.McCarith, A.B.McNarama., Textiles Research Journal., pp.746-760., 1975.
- [16] B.Mac Rory, J.R.McCarith, A.B.McNarama., Textiles Research Journal., pp.233-239., 1977.
- [17] W.J.Shanahan, R.Postel Journal of the Textile Institute., NO.4., pp.254-260., 1973.
- [18] B.Hepworth., Journal of the Textile Institute., NO.4., pp.101-107., 1987.
- [19] W.J.Shanahan, R.Postel., Journal of the Textile Institute., NO.4., pp.200-212., 1972.
- [20] S.Kawabata, M.Niwa, H.Kawai., Journal of the Textile Institute., NO.64., pp.21-46., 1973.
- [21] E.H.Taibi, A.Hammouche, A.Kifani., Textiles Research Journal., Vol.71(7)., pp.582-586., 2001.
- [22] Choi, P.Mee-sung, S.Ashdown., Textiles Research Journal., Vol.70(12)., pp.1033-1045., 2000.
- [23] P.Popper., Textiles Research Journal., pp.148-157., 1966.
- [24] J.M.Whiteny, J.L.Epting., Textiles Research Journal., Vol.1., pp.143-147., 1966.