

تأثیر نوع درز بر سختی خمشی پارچه دوخته شده

Effect of Seam Type and Parameters on Fabric Bending Length

فرشته خسروی^{۱*}، صدیقه گرجی^۲، فاطمه موسی‌زادگان^۲ و مسعود لطیفی^۲

۱- تهران، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، دانشکده فنی و حرفه‌ای دختران کاشان (فدک)، ۸۷۱۹۸۴۴۵۵۱

۲- تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی نساجی، ۱۵۸۷۵-۴۴۱۳

چکیده

از عوامل مؤثر بر ظاهر پوشاک، رفتار خمشی و آویزشی پارچه‌ی آن در حین مصرف می‌باشد. اگر چه ویژگی‌های خمشی و آویزشی پارچه مورد استفاده در تعیین رفتار پوشاک نهایی بسیار مؤثر است، ولی در ساختمان پوشاک علاوه بر پارچه عوامل دیگری نظیر نخ دوخت و اتصالات مختلف نیز حضور دارند که هر یک به نوبه‌ی خود می‌توانند رفتارهای مکانیکی آن را تحت تأثیر قرار دهند. در این تحقیق به بررسی تأثیر دو نوع درز لبه‌ی آزاد پارچه‌ها در یک طرف و لبه‌ی آزاد پارچه‌ها در دو سمت مخالف، راستای درز نسبت به محور خمش، مقدار فاصله درز از لبه‌ی آزاد پارچه و موقعیت اتصال افقی در باریکه پارچه بر طول خمشی پارچه دوخته شده پرداخته شده است. برای ایجاد اتصالات از دوخت لاک استیچ که متداولترین دوخت در صنعت پوشاک است، استفاده گردید. نتایج نشان می‌دهد در درز لبه‌ی آزاد پارچه‌ها در یک طرف مقدار سختی خمشی باریکه پارچه بیش‌تر از درز لبه‌ی آزاد پارچه‌ها در دو سمت مخالف است و لذا طول خمشی بزرگ‌تری دارد. همچنین در هر یک از دو نوع درز، طول خمشی اتصالات عمود بر محور خمش بیشتر از اتصالات موازی محور خمش است. تأثیر مقدار فاصله درز از لبه‌ی آزاد پارچه و موقعیت اتصال افقی در باریکه پارچه در هر یک از دو درز نیز مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

مقدمه

خمشی آن می‌شود. با این وجود تأثیر اتصال عمودی بر خواص خمشی پارچه در مقایسه با اتصال افقی بیشتر است. همچنین آزمایشات او نشان می‌دهد که با افزایش فاصله درز از لبه‌ی آزاد پارچه تا ۱۰ میلی‌متر، طول خمشی باریکه پارچه نیز افزایش می‌یابد. به علاوه فاصله اتصال افقی از انتهای آزاد پارچه نیز بر طول خمشی نمونه مؤثر است. به طوری که هر چه اتصال افقی از انتهای آزاد نمونه دورتر می‌شود، طول خمشی نمونه نیز افزایش می‌یابد. در حالی که با نزدیک شدن درز به انتهای آزاد نمونه، مقدار طول خمشی باریکه پارچه کاهش می‌یابد [۱ و ۲ و ۳].

سودا و همکارش برای بررسی تأثیر درز بر خواص خمشی پارچه، از نوارهای باریکی از لایی در لبه پارچه استفاده

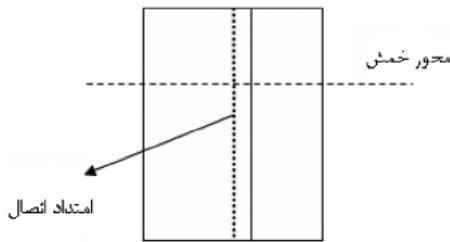
برای ایجاد یک درز، پارچه به قطعاتی برش خورده و سپس توسط نخ دوخت به هم متصل می‌شوند. با ترکیب عوامل مختلف نظیر برش، نحوه‌ی درهم‌رفتگی قطعات و دوخت پارچه، می‌توان اتصالات متفاوتی ایجاد نمود که این امر منجر به ایجاد تفاوت‌های ذاتی در ویژگی‌های کاربردی پارچه از قبیل آویزش و خمش می‌گردد. بررسی اثر درز بر آویزش پارچه می‌تواند به ارزیابی ظاهر نهایی پوشاک تهیه شده از آن کمک نماید. یکی از روش‌های ارزیابی آویزش پارچه و خمش، اندازه‌گیری طول خمشی آن‌ها می‌باشد.

مطالعات جین لیان [۱] نشان می‌دهد که وجود اتصالات عمودی و افقی در باریکه‌ی پارچه سبب تغییر خواص

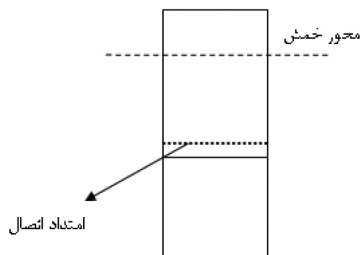
کلمات کلیدی

طول خمشی،
فاصله درز،
موقعیت درز،
نوع درز

* مسئول مکاتبات، پیام نگار: fereshteh87@aut.ac.ir



شکل ۱- درز عمودی

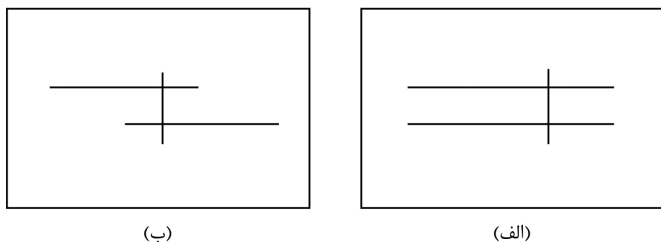


شکل ۲- درز افقی

فاصله‌ی درز از لبه‌ی آزاد پارچه، به فاصله‌ی بین امتداد درز و لبه‌ی برش خورده پارچه اطلاق می‌شود که با S.A نشان داده می‌شود. موقعیت درز افقی در باریکه پارچه بیانگر فاصله درز از یکی از لبه‌های باریکه پارچه است که تحت وزن خودش خم می‌شود و به صورت S.P نمایش داده می‌شود.

مطابق با استاندارد BS3870 درزهای مختلف در هشت دسته طبقه‌بندی شده‌اند. دو نوع درز لبه‌ی آزاد پارچه‌ها در یک طرف و لبه‌ی آزاد پارچه‌ها در دو سمت مخالف در این مطالعه استفاده شده‌اند. درز دولبه‌ی آزاد در یک طرف رایج‌ترین درز مورد استفاده در پوشاک می‌باشد که ساده‌ترین نوع اتصال در این دسته با قرار دادن دو لبه‌ی پارچه بر روی یکدیگر، مطابق با شکل (۳-الف) تشکیل می‌شود.

درز لبه‌ی آزاد پارچه‌ها در دو سمت مخالف ساده‌ترین نوع اتصال دو لبه‌ی آزاد در دو جهت مختلف، توسط قراردادن دو لایه پارچه، به گونه‌ای که در شکل (۳-ب) نشان داده شده، تشکیل می‌شود.



شکل ۳- نمایی از درز (الف) دولبه‌ی آزاد در یک طرف (ب) لبه‌ی آزاد پارچه‌ها در دو سمت مخالف

شرح دستگاه و روش آزمایش

در این تحقیق از پارچه‌ی تار-پودی ۱۰۰٪ پنبه‌ای با وزن واحد سطح

کردند. نتایج حاصل از آزمایش آن‌ها نشان داد که سختی خمشی پارچه در نواحی دارای اتصال با افزایش عرض نوارها و تعداد لایه‌ها افزایش می‌یابد. اگرچه آن‌ها توانستند آویزش پارچه را به صورت سه بعدی به خوبی شبیه‌سازی نمایند، اما در آزمایش‌هایشان از دوخت برای ایجاد اتصال استفاده نکرده‌اند [۴].

پاستل و همکارش نیز به مطالعه خواص خمشی پارچه‌های دارای درز پرداختند و آزمایش‌ها را برای دوراستای مختلف درز یعنی موازی و عمود بر محور خمش و به ازای مقادیر مختلف فاصله درز از لبه آزاد پارچه انجام دادند [۵]. ناچپیان و همکارانش اثر سه نوع درز و همچنین تراکم دوخت را روی میزان آویزش پارچه برای ده نوع پارچه مختلف بررسی کرده‌اند [۶].

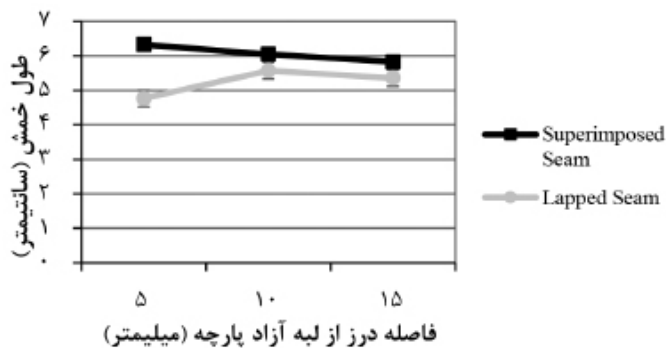
هیوشی و همکارانش تأثیر نوع درز را روی کیفیت درز بررسی کردند. برای اینکار چهار نوع پارچه و چهار نوع درز را انتخاب نموده و استحکام و ضخامت درز را اندازه‌گیری کردند. بازدهی درز و کشش ضخامت درز را برای ارزیابی کیفیت درز محاسبه کردند [۷].

چاوان و همکارانش رفتار خمشی و کششی پارچه بی‌باخت دارای دوخت را مطالعه کرده‌اند. برای اینکار، تأثیر تراکم دوخت، فاصله‌ی خط دوخت و زاویه دوخت را بررسی کرده‌اند. نتایج حاصل از مطالعات آنها نشان داد که زاویه دوخت اثر قابل ملاحظه‌ای روی خواص خمشی و کششی دارد. برای تراکم دوخت، اگرچه تأثیر آن برای یک دامنه مشخص قابل ملاحظه نیست، اما از الگوی مشابه برای زوایای دوخت مختلف پیروی می‌کند [۸]. شوکان و همکارش رفتار خمشی اتصال اولتراسونیک روی پارچه‌های تار-پودی را ارزیابی کرده‌اند. رفتار خمشی در این روش با تغییر پارامترهایی مانند نوع پارچه، نوع اتصال، نوع غلتک، سرعت ایجاد اتصال آزمون شده است. نتایج حاصل از مطالعات آنها نشان داد مقادیر طول خمشی پارچه‌های دوخته شده با روش اولتراسونیک بالاتر از مقادیر طول خمشی پارچه‌های دوخته شده به روش متعارف است و تأثیر نوع اتصال روی طول خمشی نیز از لحاظ آماری معنی‌دار ارزیابی شده است [۹].

در این تحقیق به بررسی تأثیر دو نوع درز لبه‌ی آزاد پارچه‌ها در یک طرف و لبه‌ی آزاد پارچه‌ها در دو سمت مخالف، که به ترتیب با S.S و L.S نمایش داده می‌شوند، در دوراستای نسبی عمودی و افقی و به ازای مقادیر مختلف فاصله درز از لبه‌ی آزاد پارچه و موقعیت اتصال افقی در باریکه پارچه بر طول خمشی پارچه دوخته شده پرداخته می‌شود. برای ایجاد اتصال در باریکه‌های پارچه از دوخت لاک استیج که رایج‌ترین نوع دوخت مورد استفاده در صنعت پوشاک است استفاده شد.

تجربیات

درزهای مختلف را می‌توان بر اساس راستای آن‌ها نسبت به محور خمش پارچه به چهار دسته تقسیم نمود که عبارت هستند از: اتصال عمودی، اتصال افقی، اتصال شعاعی و اتصال دایره‌ای [۱۱]. با توجه به کثرت استفاده از درز عمودی و افقی در قسمت‌های مختلف یک پوشاک، در این تحقیق از این دو درز استفاده شد. تصویر نمایشی درزهای عمودی و افقی در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.



شکل ۴- مقایسه طول خمشی درزهای S.S و L.S در جهت عمود بر محور خمش در مقادیر S.A ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌متر

نتایج

تأثیر نوع اتصال بر طول خمشی پارچه

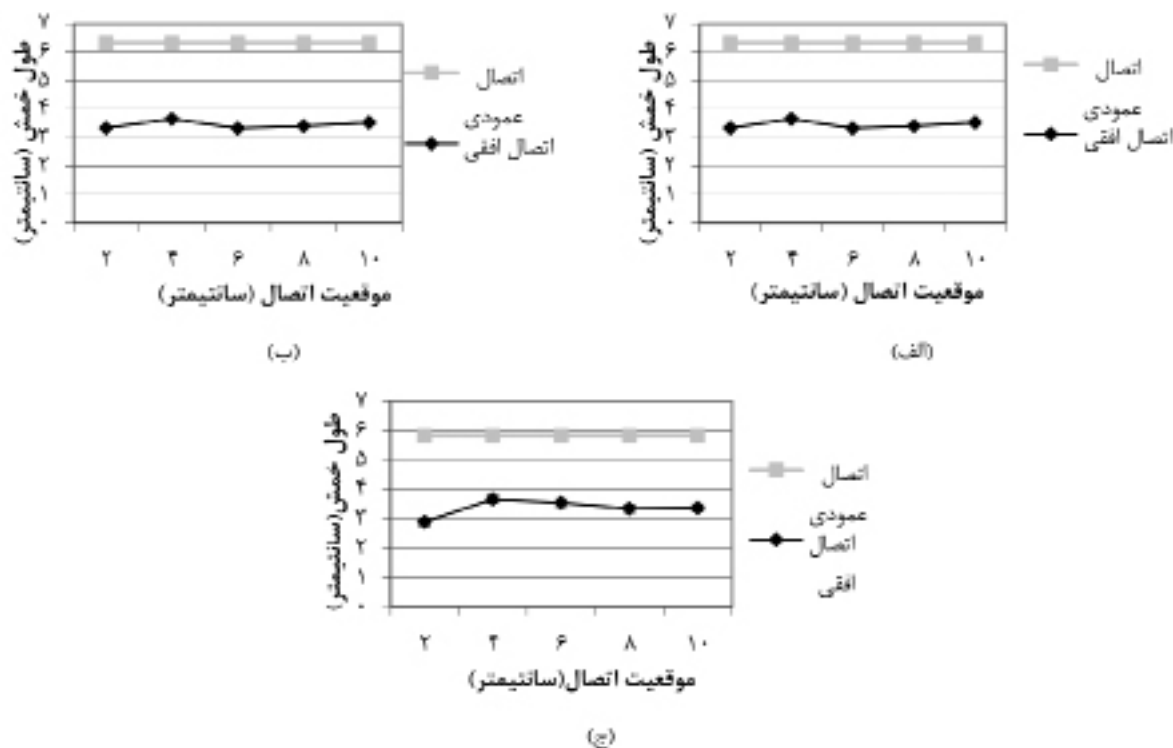
برای بررسی تأثیر دو دوخت S.S و L.S بر طول خمشی باریکه پارچه، مقدار طول خمشی پارچه برای هر کدام از این دو دوخت در دو راستای عمودی و افقی و به ازای فواصل ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌متری از لبه آزاد پارچه اندازه‌گیری گردید. همچنین برای اتصالات افقی، موقعیت درز نسبت به یک لبه پارچه از ۲ تا ۱۰ میلی‌متر تغییر نمود. نمودار مربوط به تغییرات طول خمشی دو اتصال در وضعیتی که عمود بر محور خمش قرار دارند با هم مقایسه شدند. همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده است مقدار طول خمشی باریکه دارای اتصال S.S بیشتر از اتصال L.S است

۱۵۵/۸۴ gr/m²، ضخامت ۰/۳۹ میلی‌متر، تراکم تار ۲۰/۵ تار در سانتی‌متر و تراکم پودی ۲۴ پود در سانتی‌متر استفاده شده است. نخ دوخت مورد استفاده برای ایجاد اتصال ۱۰۰٪ پلی‌استر و با نمبر Nm ۴۰/۲ است. دوخت‌ها توسط ماشین دوزندگی آدلر مدل ۲۷۱ ساخت کشور آلمان انجام گرفته‌اند.

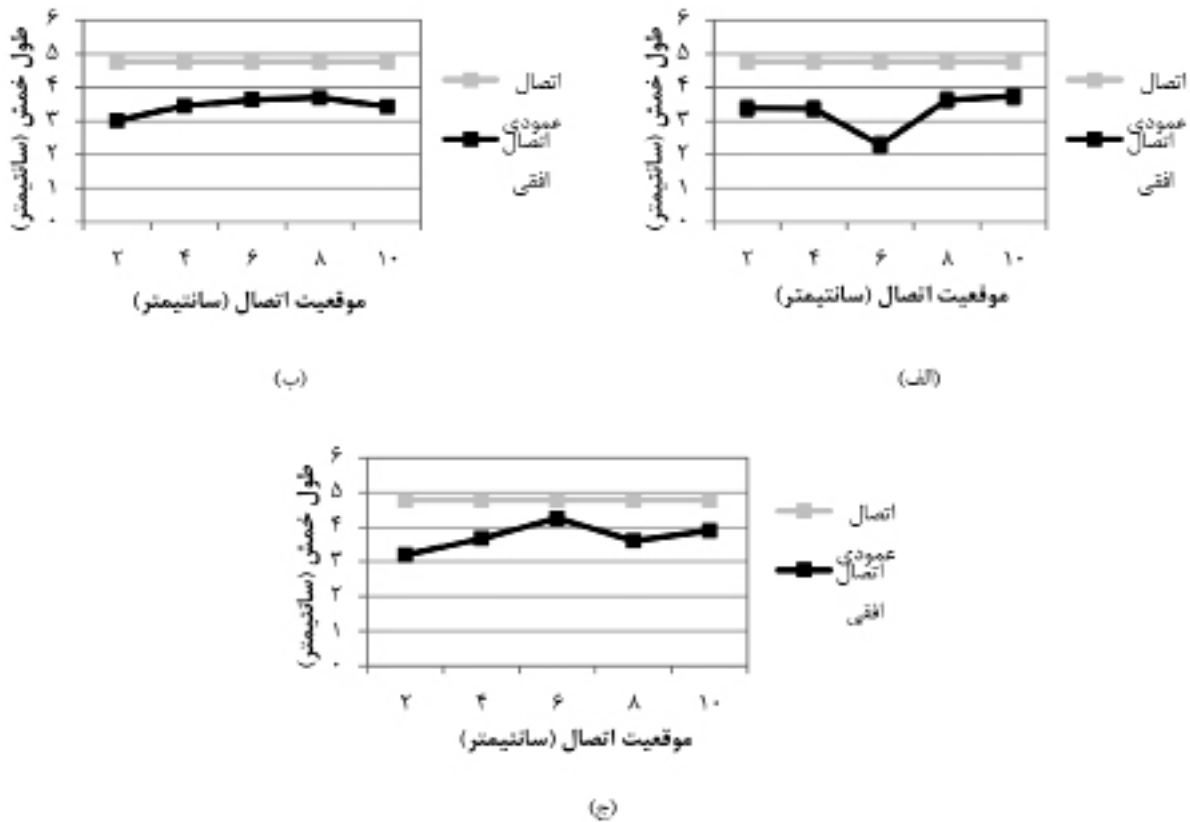
سرعت ماشین دوخت ۱۰۰۰ دور در دقیقه تنظیم شده است. برای دوخت نمونه‌ها از طول دوخت ۳ میلی‌متری استفاده شده است و به این ترتیب تراکم دوخت معادل ۳/۳۳ بخیه در سانتی‌متر می‌باشد. برای اندازه‌گیری طول خمشی نمونه‌ها، از دستگاه اندازه‌گیری سختی خمشی شرلی استفاده شده است.

در این تحقیق به بررسی اثر نوع و موقعیت اتصال و مقدار فاصله‌ی درز از لبه‌ی آزاد پارچه بر طول خمشی باریکه پارچه پرداخته می‌شود. از این رو از میان اتصالات متنوعی که وجود دارد، با توجه به کثرت کاربرد و امکانات موجود دو نوع اتصال دو لبه‌ی آزاد پارچه در یک طرف و دو لبه‌ی آزاد پارچه در دو جهت مخالف انتخاب شده‌اند.

در هر یک از این اتصالات دو نوع اتصال عمودی و افقی (از نظر موقعیت آن نسبت به محور خمش) ایجاد می‌شود. در مورد اتصالات عمودی ۳ مقدار فاصله‌ی درز از لبه‌ی آزاد پارچه ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود و موقعیت اتصال نیز در تمامی نمونه‌های عمودی در وسط باریکه پارچه در نظر گرفته شده است. در اتصالات افقی نیز ۵ موقعیت اتصال ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ میلی‌متر ایجاد می‌شود که در هر یک از آن‌ها ۳ مقدار فاصله‌ی درز از لبه‌ی آزاد پارچه ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۵- مقایسه اتصال‌های عمودی و افقی در درز S.S برای S.P‌های مختلف (الف) S.A = ۵mm، (ب) S.A = ۱۰mm و (ج) S.A = ۱۵mm



شکل ۶- مقایسه اتصال‌های عمودی و افقی در درز L.S برای S.P.های مختلف، الف) S.A = 5mm، ب) S.A = 10mm و ج) S.A = 15mm

موجود در جهت عمود بر محور خمش بیشتر از درزهای موازی با محور خمش است و این بدین معنی است که سختی خمشی این درزها به واسطه هندسه دوخت افزایش یافته است. به همین دلیل طول خمشی آن‌ها نیز افزایش یافته است.

تأثیر S.A بر طول خمشی پارچه

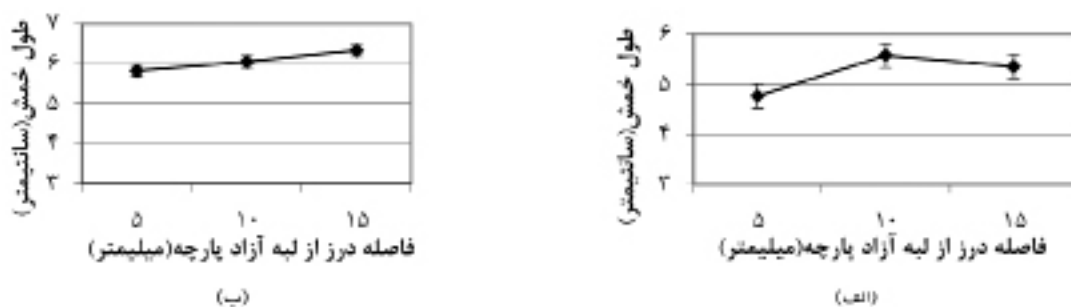
در شکل ۷ تأثیر مقدار S.A بر طول خمشی پارچه برای دو درز L.S و S.S در جهت عمود بر محور خمش باریکه پارچه نشان داده شده است. همانطور که در بخش ۴ ذکر شد موقعیت اتصال در اتصالات عمودی، در وسط باریکه پارچه در نظر گرفته شده است. ملاحظه می‌شود که با افزایش مقدار S.A، طول خمشی نیز روندی صعودی را طی می‌کند. آزمون آنالیز واریانس نیز برای هر دو درز انجام شده است که برای مقدار آلفای 0.05، مقدار شاخص

که اختلاف آن‌ها در حالتی که مقدار S.A کمتر است، چشمگیر می‌باشد. جهت آزمون معناداری اختلاف بین داده‌ها، آزمون آنالیز واریانس نیز انجام شده است که برای مقدار آلفای 0.05، مقدار شاخص sig در آن 0.000 به دست آمده است که بیانگر آن است که اختلاف بین این دو اتصال به ازای تمامی مقادیر S.A معنی‌دار است.

تأثیر جهت درز نسبت به محور خمش بر طول خمشی پارچه

در این بخش تأثیر جهت درز برای درز S.S و L.S به صورت جداگانه و تحت دیگر شرایط دوخت یعنی S.A و S.P بر طول خمشی پارچه مورد بررسی قرار گرفت.

همان‌طور که در شکل‌های ۵ و ۶ مشاهده می‌شود، به ازای تمامی مقادیر S.A و S.P و برای هر دو درز S.S و L.S، همواره طول خمشی درزهای



شکل ۷- تأثیر S.A روی طول خمش در اتصال عمودی الف) L.S ب) S.S

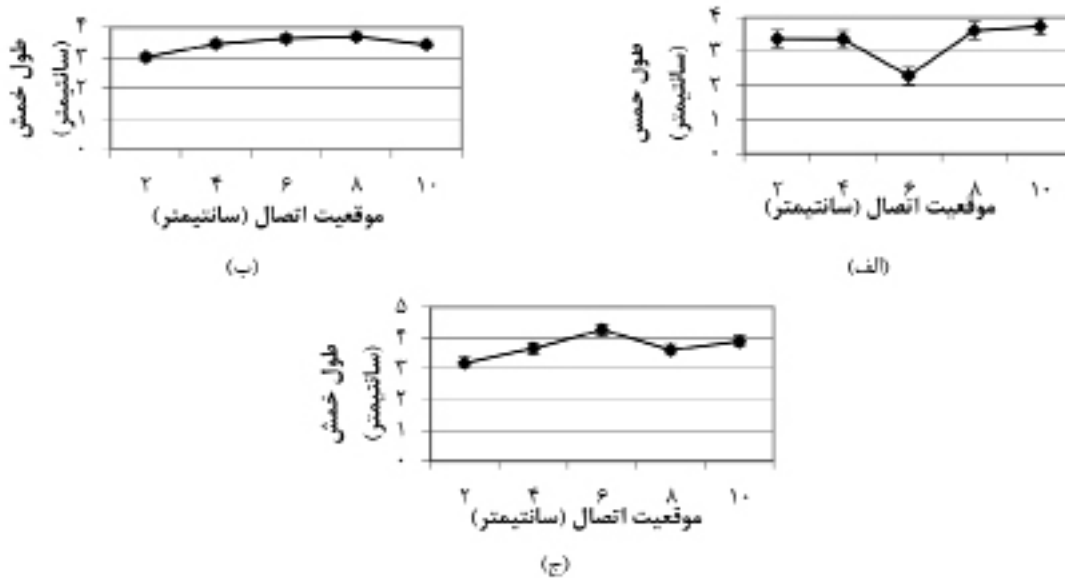
شده است. همچنین به دلیل متقارن بودن نمونه، دامنه تغییرات آن از انتهای آزاد نمونه تا وسط نمونه در نظر گرفته شده است که نتایج آن در شکل‌های ۸ و ۹ نشان داده شده است.

مشاهده می‌شود که در هر دو درز با افزایش مقدار S.P، یعنی با دور شدن دوخت از انتهای آزاد باریکه پارچه، طول خمشی روندی افزایشی را طی می‌کند. این اختلاف با آزمون آنالیز واریانس انجام شده نیز اثبات شده است و مقدار احتمال آن $0/000$ به دست آمده است.

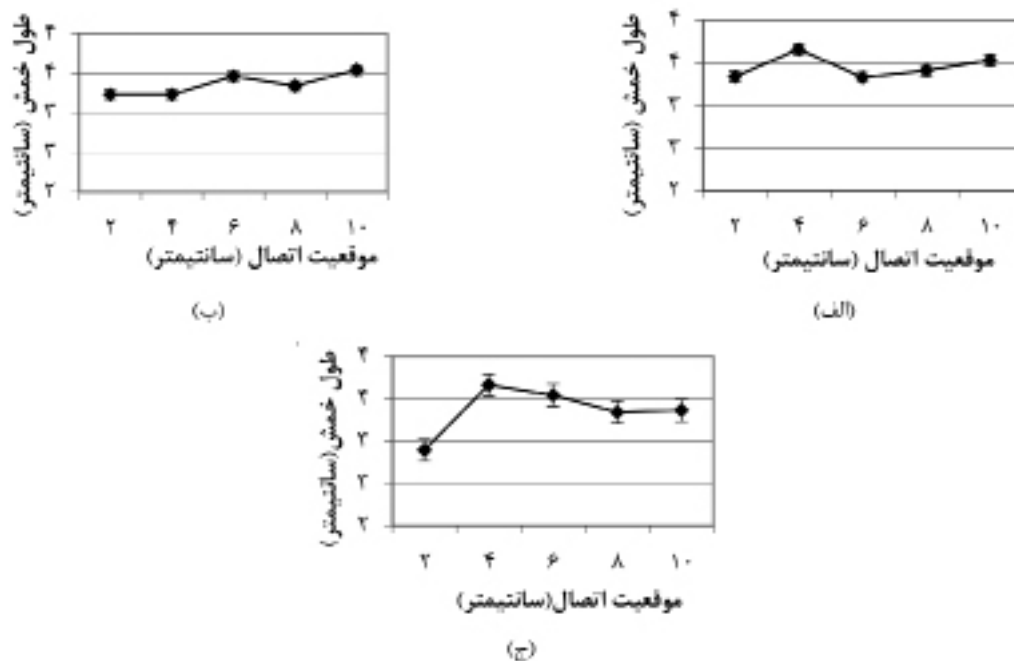
مقدار احتمال در آن $0/000$ به دست آمده است که بیانگر آن است که اختلاف بین داده‌ها در هر دو درز به ازای تمامی مقادیر S.A معنی‌دار است.

تأثیر S.P در اتصال افقی بر طول خمشی پارچه

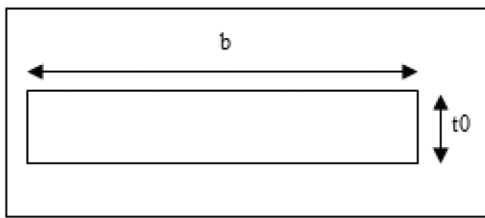
از آن جایی که فاصله درز نسبت به لبه پارچه که در معرض خمش قرار می‌گیرد، در درزهایی که موازی محور خمش قرار دارند می‌تواند تغییر نماید، بنابراین تأثیر این عامل فقط برای این حالت از درزها بررسی



شکل ۸- تأثیر S.P بر طول خمش درز L.S- (الف) S.A = 5mm، (ب) S.A = 10mm و (ج) S.A = 15mm



شکل ۹- تأثیر S.P بر طول خمش درز S.S- (الف) S.A = 5mm، (ب) S.A = 10mm و (ج) S.A = 15mm



شکل ۱۰- تصویر نمایشی سطح مقطع پارچه بدون اتصال

درز تغییر می‌نماید. لذا جهت بررسی تأثیر ممان دوم سطح بر سختی پارچه تنها به محاسبه مقدار ممان برای اتصالات عمود بر محور خمش پرداخته شده است که در آن‌ها شکل سطح مقطع در طول امتداد باریکه پارچه ثابت و به صورت سطح مقطع اتصال است. در شکل ۱۱ تصویر نمایشی ساده شده از سطح مقطع دو درز S.S و L.S نشان داده شده است. ممان دوم سطح برای درز S.S از رابطه (۲) به دست می‌آید:

$$I_{\bar{y}} = \bar{I}_i + A_i \times d_i^2 \Rightarrow I_{seam} = \frac{1}{6} s t_0^3 + (2s t_0) \left(\bar{y} - \frac{t_0}{2} \right)^2 + \frac{1}{6} t_0^4 + 2t_0^2 \left(\bar{y} - \frac{3}{2} t_0 \right)^2 + \frac{1}{12} b t_0^3 + b t_0 \left(\bar{y} - \frac{5}{2} t_0 \right)^2 \quad (3)$$

که در آن:

$$\bar{y} = \frac{2s t_0 + 6t_0^2 + 5b t_0}{4s + 4t_0 + 2b}$$

همچنین مقدار ممان دوم سطح برای درز L.S از رابطه (۳) به دست می‌آید:

$$I_{seam} = \frac{1}{3} (l + 2s) t_0^3 \quad (4)$$

در این روابط، ضخامت پارچه، مقدار S.A و عرض باریکه می‌باشند. با توجه به این که همه این عوامل در نمونه‌های مختلف مشخص است، می‌توان مقدار ممان سطح را برای هر یک از اتصالات و به ازای مقادیر مختلف S.A محاسبه نمود که نتایج آن در جدول (۱) نشان داده شده است.

محاسبه‌ی ممان دوم سطح و تحلیل نتایج

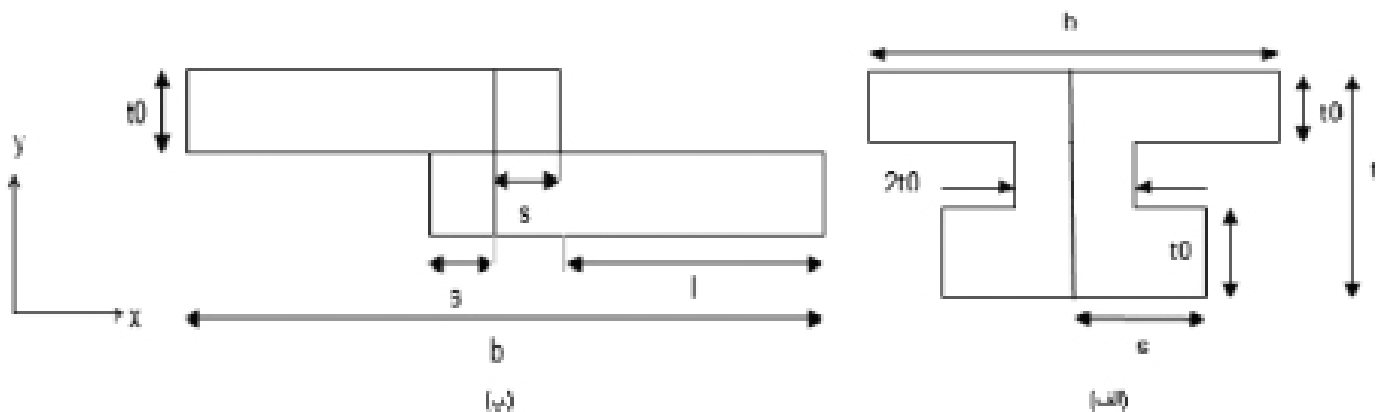
بر اساس نظریه‌ی خمش ساده، مقدار ممان لازم برای خمش یک باریکه پارچه، از رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$M = \frac{E}{R} I = \frac{B}{R} \quad (1)$$

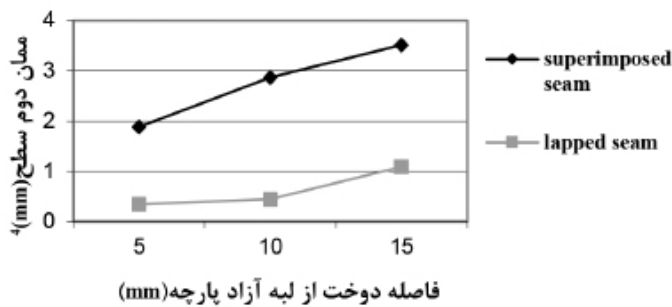
که در آن E مدول یانگ، R شعاع انحنا، I ممان دوم سطح و B سختی خمشی است. تابع $\int y^2 \delta A$ ممان دوم سطح، I ، برای مقطع عرضی نامیده می‌شود که در آن δA سطح المان مقطع عرضی در فاصله y از محور خنثی است. محور خنثی یک خط افقی است که از مرکز ثقل مقطع عرضی نمونه عبور می‌کند و در آن تنش‌های وارد بر نمونه صفر است. قابل توجه است که ممان خمشی با ممان دوم سطح مقطع عرضی تغییر می‌کند [۱۰]. با توجه به رابطه (۱) روشن است که مقدار B ، سختی خمشی پارچه برابر EI است. از آن جایی که هدف این مطالعه تأثیر عامل‌های دوخت بر طول خمشی باریکه پارچه است، بنابراین بررسی تغییرات سختی خمشی هر یک از نمونه‌ها نتایج مفیدی را ارائه می‌نماید. به طوری که با افزایش سختی خمشی نمونه، انتظار داریم که طول خمشی آن هم افزایش یابد. با توجه به شکل سطح مقطع پارچه بدون دوخت که به صورت مستطیل است، مقدار ممان دوم سطح آن از رابطه (۲) محاسبه می‌شود و مقدار آن برای پارچه برابر $bt_0^3/12$ می‌باشد.

$$I = \frac{b t_0^3}{12} \quad (2)$$

همان طور که قبلاً نیز گفته شد، برای ایجاد همه‌ی نمونه‌ها از یک نوع پارچه استفاده شده است. بنابراین مقدار مدول یانگ ماده در حین آزمایشات تغییر نکرده است. اما با توجه به هندسه قرارگیری پارچه که با دو درز متفاوت است، انتظار داریم که مقدار ممان سطح دو نوع اتصال با هم تفاوت داشته باشند. با توجه به این که در درزهای موازی محور خمش (اتصالات افقی)، درز تنها در یک نقطه از باریکه پارچه قرار دارد و سایر قسمت‌های آن به صورت یک لایه پارچه است، بنابراین در این وضعیت شکل سطح مقطع پارچه در امتداد آن به صورت مستطیل است و فقط در قسمت مربوط به



شکل ۱۱- تصویر نمایشی سطح مقطع درز (الف) S.S (ب) L.S



شکل ۱۲- مقایسه ممان دوم سطح برای دو دوخت دو لبه آزاد پارچه در دو سمت مخالف و دو لبه آزاد پارچه در یک طرف

درزها چون محل دوخت تنها در یک بخش از باریکه پارچه قرار گرفته است، توزیع وزنی در طول باریکه پارچه یکنواخت نیست. در واقع وزن پارچه در ناحیه اتصال به دلیل وجود بیش از یک لایه پارچه افزایش یافته است. بنابراین هر چه مقدار این نیروی افزایش یافته به سر آزاد باریکه پارچه نزدیکتر می‌شود، باعث خمش سریع آن می‌شود که این امر موجب کاهش طول خمشی نمونه می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد که با توجه به هندسه پارچه‌ها در درز S.S مقدار سختی خمشی آن بیشتر از درز L.S است و لذا طول خمشی بزرگ‌تری دارد. همچنین در هر یک از دو نوع درز، طول خمشی اتصالات عمود بر محور خمش بیشتر از اتصالات موازی محور خمش است. ملاحظه گردید که با افزایش مقدار S.A در هر یک از دو درز به دلیل افزایش سختی خمشی نمونه، طول خمشی آن نیز افزایش می‌یابد. همچنین در اتصالات افقی با نزدیک شدن محل درز به سر آزاد باریکه پارچه، به دلیل اعمال نیروی وزن بیشتر بر سر آزاد پارچه، مقدار طول خمشی کاهش می‌یابد.

تشکر و قدردانی

از زحمات تمامی کسانی که در تهیه و تدوین این مقاله به ما یاری رساندند، سپاسگزاریم.

مراجع

- Jinlian, Hu. , Structure and mechanics of woven fabrics, Cambridge England, The Textile Institute – Woodhead Publishing, 210-240, 2004
- Jinlian, Hu., Siuping, C., Ming tak, Lo. , Effect of seams on fabric drape, Int. J. Cloth. Sci. Tech., 9, 3, 200, 1997.

جدول ۱. نتایج حاصل از محاسبه‌ی ممان دوم سطح

۱۵	۱۰	۵	S.A(mm)	
۳/۵۱۲	۲/۸۶۳	۱/۸۸	S.S	I(mm ⁴)
۱/۰۸۸	۰/۴۴۵	۰/۳۴۶	L.S	

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، با توجه به هندسه درزها، مقدار ممان دوم سطح درز S.S بیشتر از درز L.S است. همچنین با توجه به شکل ۱۲، با افزایش مقدار S.A مقدار ممان دوم سطح در هر دو درز افزایش می‌یابد.

با توجه به مقادیر بدست آمده برای ممان دوم سطح پارچه‌ی بدون اتصال و پارچه‌های دوخته شده، مشاهده می‌شود که ممان دوم سطح در نمونه‌ی بدون اتصال کمتر از ممان دوم سطح برای پارچه‌های دارای اتصال می‌باشد. از طرفی با توجه به مقادیر بدست آمده برای ممان دوم سطح پارچه‌های دوخته شده مشاهده می‌شود که ممان دوم سطح در نمونه‌های دارای درز S.S بیش‌تر از نمونه‌های دارای درز L.S است که این امر موجب افزایش سختی این نمونه‌ها می‌شود. به این ترتیب انتظار داریم که طول خمشی نمونه‌های دارای اتصال S.S بیش‌تر باشد که نتایج حاصل از آزمایشات تجربی (شکل ۳) مؤید این نتیجه است.

همچنین نظر به این که مقدار ممان دوم سطح در اتصالات موازی محور خمش ترکیبی از ممان دوم سطح پارچه و درز مورد نظر است و همان طور که ملاحظه گردید مقدار ممان دوم سطح برای پارچه کم‌تر از ممان دوم سطح هر یک از درزها است، به نظر می‌رسد مقدار سختی خمشی اتصالات عمود بر محور خمش بیش‌تر از اتصالات موازی محور خمش باشد. زیرا شکل سطح مقطع در امتداد این نمونه‌ها یکنواخت و به صورت سطح مقطع درز است. به این ترتیب همان طور که آزمایشات تجربی نیز نشان می‌دهد، مقدار سختی خمشی و در نتیجه طول خمشی اتصالات عمود بر محور خمش بیش‌تر است.

با توجه به شکل ۱۱، مقدار ممان دوم سطح در هر دو درز با افزایش مقدار S.A، افزایش می‌یابد و لذا انتظار می‌رود که با افزایش مقدار S.A طول خمشی نمونه‌ها در هر دو نوع درز S.S و L.S افزایش یابد. نتایج تجربی نیز نشان می‌دهد که با افزایش مقدار S.A طول خمشی باریکه پارچه روند افزایشی را طی می‌کند.

در اتصالات موازی محور خمش، با توجه به نتایج تجربی با نزدیک شدن محل درز از سر آزاد پارچه مقدار طول خمشی افزایش می‌یابد. در این

5. Dhingra, R.C., Postle, R., Some aspects of the tailor ability of woven and knitted outerwear fabrics, *Cloth. Res. J.*, 8, 59-76, 1980-1981.
6. Nachiappan, S., Gnanavel, P., Ananthakrishnan, T, Effect of seams on drape of fabrics, *An Int. Multi-Disciplinary J.*, 3, 3, 2009.
7. Shi, H., Zhang, L., Wang, J., Influence of seam types on seam quality of outdoor clothing, *Int. J. Cloth. Sci. Tech.*, 29, 553- 565, 2017.
8. Chavhan, M.V., Rao Ch., G., Kumar M., S.J., Tensile and bending behaviour of stitched nonwoven fabric, *Int. Conf. on emerging trends in traditional & technical textiles*, Nit Jalandhar (India), 2014.
9. Şevkan M., A., Tiber, B., Evaluation of bending rigidity behaviour of ultrasonic seaming on woven fabrics, *17th World Textile Conf. AUTEX*, 2017
۱۰. پوپوف، ایگور؛ مقاومت مصالح، لعل خو، ح، چاپ سوم، تهران: انتشارات اسکار، صفحات ۱۶۶-۱۶۸، ۱۳۷۵