

بررسی رفتار کششی پارچه های تاری پودی تحت بارهای تک محوری

صالح نادریان

کارشناس ارشد مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران

حمید رضا کریمی*

استادیار، باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران

محمد آزادیان

کارشناس ارشد مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران

رسید: ۱۳۹۰/۰۴/۲۰، پذیرش: ۱۳۹۰/۰۹/۰۳

چکیده

در این مقاله رفتار پارچه تاری-پودی ساده تحت کشش های تک محوری مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور نمونه هائی از پارچه تاری پودی ساده (۱۵ نمونه) با خواص مختلف از جمله نوع مواد (۵۰٪ پنبه و ۵۰٪ پلی استر) و نمره نخ متفاوت پود تهیه شدند. نتایج نشان می دهد هنگامی که پارچه در جهت تاری کشیده می شود با افزایش تراکم پودی برای هر دو نمونه با نمره نخ پود یکسان، استحکام افزایش و ازدیاد طول تا حد پارگی کاهش می یابد؛ و هنگامی که پارچه در جهت پودی کشیده می شود با افزایش تراکم پودی، استحکام افزایش و در نمونه های با نمره نخ پود یکسان ازدیاد طول تا حد پارگی افزایش می یابد.

کلمات کلیدی: کشش های تک محوری، پارچه تاری-پودی، خواص کششی.

Archive of SID

*. مسئول مکاتبات : hrkarimi@iau-arak.ac.ir

مجله علمی پژوهشی فناوری نساجی

سال ششم- شماره دوم- بهار و تابستان ۹۰

www.tstj.ir

info@tstj.ir



www.SID.ir

۱. مقدمه

شد که نه تنها این مقدار به سختی خمشی نخ و هندسه بافت بستگی دارد، بلکه به سابقه مکانیکی یا جزء نیرو وابسته است [۱۰].

Dhingra و همکارش در سال ۱۹۸۱، خواص کششی و ویژگی های خمشی در پارچه های بافته شده از پشم و پشم/پلی استر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که خواص کششی و خمشی پارچه تا حد زیادی به چگالی خطی، میزان فر و موج نخ بر اساس تغییر شکل نخ در واحد ساختمان پارچه بستگی دارد [۱۱].

Spivak و همکارش در سال ۱۹۶۸، آنالیزی بر اساس آزمایشات هندسی برای پارچه های بافت تافته بر اساس اندازه گیری تنش و کرنش انجام دادند. از مقایسه داده ها در تنش معمولی مشخص شد که انحراف های میزان تغییر پذیری بستگی به نوع ساختار مورد آزمایش دارد [۱۲].

Lasi در سال ۲۰۰۰، خواص مکانیکی ساختار Stched-bonded در دو تراکم متفاوت را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که ۱۰۰ درصد پارگی نخ تا بیشتر به مسیر قرار گیری نخ پود بستگی دارد و ۵۰ درصد ازدیاد طول برای هر دو نمونه مربوط به طرز قرار گیری الیاف دارد [۱۳].

در تحقیق دیگر، خواص خمشی ساختار بافت تافته مورد ارزیابی قرار گرفته شد. نتایج چشمگیری در ساختار های متراکم بافت بدست آمد [۱۴].

Hamilton در سال ۱۹۶۴، از الگوی Peirce و همکارش برای اندازه گیری استحکام پارچه از ساختار بافت تافته بعنوان بافت پایه استفاده نمود و آنرا برای بافت های دیگر تعمیم داد [۱۵].

در تحقیق دیگر، دو نظریه در مورد چگونگی بافت پارچه ارائه شد. یکی اینکه مولفه های کشش در رول پارچه ضعیف باشد تا میزان تنش به نخ ها کمتر باشد و دیگر اینکه ساختار پارچه بافت ساده داشته باشد و از فیلامنت های رزین دار برای آزمایش استفاده شود. داده های نتایج تجربی و نتایج تئوری در این آزمایش نزدیک بهم شدند [۱۶].

Jeong و همکارش در سال ۲۰۰۱، یک مدل سه بعدی ارائه دادند تا تغییرات ساختار متراکم بافت در جمع شدگی پارچه را بررسی کنند. نتایج نشان داد که میزان جمع شدگی پارچه بستگی به ساختار بافت و پارامترهای نخ دارد و میزان جمع شدگی پارچه با نسبت ضریب پواسون نخ افزایش پیدا می کند [۱۷].

Keefe در سال ۱۹۹۴، مدل سه بعدی و دو بعدی برای ساختار بافت پارچه پیش بینی کرد. در مدل ارائه شده سطح مقطع نخ را بصورت بیضی شکل فرض کرد. او الگوی بافت ساده را بعنوان الگوی پایه در نظر گرفت [۱۸]. همچنین محققین دیگری از روشهای تجربی و تئوری استفاده نموده اند [۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳].

یکی از مهمترین خواص مکانیکی، ازدیاد طول تا حد پارگی است، که در بیشتر تحقیقات قبلی بطور جداگانه مورد بررسی قرار نگرفته است و تحقیقات بیشتر بر روی خواصی مانند پیش بینی، نمودار ازدیاد طول-پارگی در قسمت خطی، اندازه گیری مدول اولیه و غیره این موارد بوده است. در این مقاله سعی شده است که این خاصیت بطور جداگانه و بطور دقیق تر مورد بررسی قرار گیرد.

۲. مواد و آزمایشات

جهت انجام آزمایشات نمونه های پارچه تار پودی در تراکم های

خواص مکانیکی را اینطور می توان تعریف کرد: عکس العمل و تغییر شکل در برابر نیرو. به علت شکل ظاهر و اکثر کاربردها، خواص مکانیکی در امتداد طول پارچه، یعنی رفتار الیاف وقتی نیرو در جهت طول به آنها وارد می شود بسیار حائز اهمیت است. برخی از خصوصیات ساختاری پارچه در تعیین استحکام آن نقش مهمی دارند که یکی از جمله مهمترین آنها استحکام خود الیاف سازنده پارچه است. جنس، تاب، قطر نخ، ساختار پارچه و تراکم در جهات تار و پود نیز در رفتار کششی پارچه موثر می باشند. علاوه بر موارد ذکر شده نحوه انجام آزمایش نیز عاملی تاثیر گذار است که در این میان می توان به سرعت اعمال نیرو اشاره کرد خصوصیات مکانیکی محصول مورد استفاده در هر یک از کاربردهای ذکر شده نه تنها به ساختار پارچه، خصوصیات نخ و الیاف و غیره، وابسته است، که به پیشینه پارچه و یا به زبان ساده تر نیروهای اعمالی در حین عملیات تهیه و تولید نیز وابسته است. به همین دلیل، شناخت و بررسی پیشینه پارچه برای پیش بینی خصوصیات مواد مزبور، ضروری می باشد. در بررسی خواص مکانیکی پارچه های تار پودی عواملی از قبیل تنوع طرح بافت، نوع مواد بکار رفته در تار و پود و غیره در نظر گرفته شده است [۲، ۳، ۴].

Araujo و همکارانش در سال ۲۰۰۳، پس از بررسی تحقیقات انجام شده ی تئوری بر روی رفتار مکانیکی پارچه های حلقوی پودی و کامپوزیت های تهیه شده از این نوع پارچه که با الیاف شیشه بافته شده پرداخته اند. نتایج حاصله نشان دهنده تطابق خوبی بین نتایج نظری و تجربی است [۴].

Seo و همکارانش در سال ۱۹۹۳، خواص مکانیکی پارچه های تهیه شده از نخ های ریسیده شده در سیستم های مختلف ریسندگی تحت کشش های تک محوری مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می دهد که پارامترهای نخ و ساختار بافت در زمان کشش پارچه تاثیر متقابل دارند [۵].

Kovar و همکارش در سال ۲۰۰۹، خواص پارگی (Rapture) پارچه تحت زوایای مختلف را برای پارچه های با طرح بافت تافته مدل سازی کردند. نتایج نشان می دهند که پارامترهایی از قبیل خواص کششی نخ، تراکم تار و پود و زاویه اعمال نیرو در این مورد از اهمیت برخوردار هستند. با مقایسه نتایج تجربی و تئوری مطابقت خوبی بین این نتایج دیده شد [۶].

Pan و همکارش در سال ۱۹۹۳، رفتار مکانیکی نخ ها در حالت آزاد (خارج از پارچه) از دو جنبه تئوری و تجربی با استفاده از یک الگوی پیشرفته برای ساختارهای بی بافت مورد بررسی قرار دادند، که این کار تاثیر متقابل نخ را در یک ساختار بخوبی نشان داد [۷].

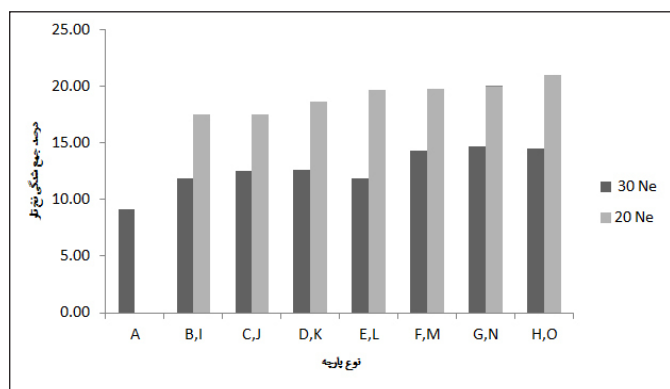
Salem و همکارانش در سال ۱۹۹۵، یک مدل هندسی، برای پیش بینی نمودارهای تنش-کرنش پارچه پلی استر در کرنش های کوچک ارائه نموده اند. نتایج خوبی در این زمینه حاصل شد [۸].

Hadizadeh و همکارش در سال ۲۰۰۹، مدل شبکه عصبی برای رفتار اولیه نیرو-ازدیاد طول پارچه های بافت ساده و مشتق شده از آن ارائه کردند. نتایج حاصل از تجربیات و تئوری مطابقت بسیار خوبی از خود نشان می دهند [۹].

Grosberg و همکارش در سال ۱۹۶۶، مقدار مدول اولیه پارچه در نمودار نیرو - ازدیاد طول مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند؛ و نشان داده

سانتیمتر روی پارچه علامت گذاری شد، سپس از هر نمونه (در راستای تار و پود) تعداد ۱۰ نخ از پارچه خارج گردید. برای محاسبه فر و موج نخ (Crimp)، نخ ها باید تحت یک نیروی مشخص قرار گیرند. مقدار این وزنه ها برای نخ پنبه ۲۰ Ne و ۳۰ Ne به ترتیب ۹/۹ و ۷/۹۴ گرم و برای نخ پلی استر ۵/۵۶ گرم محاسبه شده است. این آزمایش برای هر نمونه ۳۰ بار انجام شد. نتایج میانگین حاصل از این عملیات در جدول ۲ ارائه شده است.

با توجه به جدول ۲، شکل‌های ۱ تا ۴ میزان در صد جمع شدگی پارچه را در قبل و بعد از شستشو (در جهت تار و پود) نمایش می دهد.



شکل ۱. میزان درصد جمع شدگی پارچه (قبل از شستشو در جهت تار)

مختلف و با نمرات مختلف پود در نظر گرفته شده است که در جدول ۱ ارائه شده است.

| نوع نخ | جنس نخ | نمره نخ | تاب نخ (TPI) |
|--------|------------------|---------|--------------|
| نخ پود | پنبه | ۲۰ Ne | ۱۵/۶۵ |
| | | ۳۰ Ne | ۱۹/۱۷ |
| نخ تار | فیلامنت پلی استر | ۱۰۰ Den | --- |

پارچه های خام در یک ماشین لباسشویی خانگی در آب با درجه ۴۰ درجه سانتیگراد به همراه کمی مواد شوینده به مدت ۹۰ دقیقه شستشو داده شد. پس از شستن نمونه ها آنها را به مدت ۲۴ ساعت در یک سطح صاف و بصورت صاف قرار گرفتند تا خشک شوند.

۳. نتایج و مباحث

۳.۱. اثر تغییر تراکم پودی و خواص مکانیکی
در ابتدا برای محاسبه میزان درصد جمع شدگی نخ های تار و پود در پارچه ها از رابطه (۱) استفاده شده است.

$$(1) \quad 100 \times \frac{\text{طول علامت گذاری نخ داخل پارچه} - \text{طول نخ خارج شده از بافت}}{\text{طول علامت گذاری نخ داخل پارچه}} = \text{میزان درصد جمع شدگی در اثر بافت}$$

جهت اندازه گیری طول نخ قبل و پس از عملیات شستشو بر روی هر یک از نمونه ها در راستای تار ۳۰ سانتیمتر و در راستای پود ۵۰

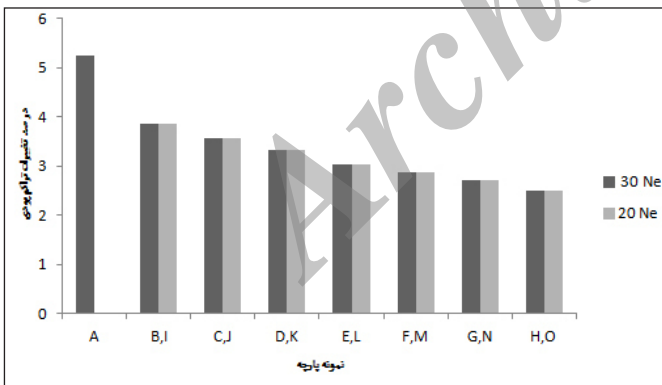
جدول ۲. نتایج اندازه گیری طول نخ تار و پود خارج شده از پارچه

| مشخصات نمونه | طول نخ تحت بار (cm) | | فر و موج ناشی از بافت (%) | |
|--------------|---------------------|--------------|---------------------------|--------------|
| | قبل از شستشو | بعد از شستشو | قبل از شستشو | بعد از شستشو |
| | پود | تار | پود | تار |
| | (Lf) | (Lw) | (wf) | (ww) |
| A | ۵۳/۲ | ۳۲/۷۵ | ۵۴/۴۵ | ۳۲/۷۵ |
| B | ۵۳/۴۵ | ۳۳/۵۵ | ۵۳/۴۵ | ۳۳/۵۵ |
| C | ۵۳/۶ | ۳۳/۷۵ | ۵۷/۶۵ | ۳۳/۰۵ |
| D | ۵۳/۳ | ۳۳/۸ | ۵۷/۲ | ۳۳/۸ |
| E | ۵۴/۱ | ۳۳/۵۵ | ۵۸/۲ | ۳۳/۲۵ |
| F | ۵۳/۴ | ۳۴/۳ | ۵۷/۷ | ۳۳/۵۵ |
| G | ۵۳/۱ | ۳۴/۳ | ۵۷/۸ | ۳۳/۶ |
| H | ۵۳/۱۵ | ۳۴/۳۵ | ۵۷/۷۵ | ۳۳/۲۵ |
| I | ۵۲/۲ | ۳۵/۲۵ | ۵۵/۵۵ | ۳۴/۱۵ |
| J | ۵۲ | ۳۵/۲۵ | ۵۵/۷ | ۳۴/۲۵ |
| K | ۵۲/۱۵ | ۳۵/۶ | ۵۴/۹ | ۳۵/۰۵ |
| L | ۵۲/۳۵ | ۳۵/۹ | ۵۵/۰۵ | ۳۴/۹ |
| M | ۵۲/۲۵ | ۳۵/۹۵ | ۵۵ | ۳۵/۰۵ |
| N | ۵۲/۵ | ۳۶ | ۵۵/۷ | ۳۴/۶ |
| O | ۵۲/۵ | ۳۶/۲ | ۵۵/۴۵ | ۳۴/۶ |

جدول ۳. بررسی تراکم تار و پود در قبل و بعد از شستشو

| مشخصات نمونه | قبل از شستشو | | بعد از شستشو | | در صد تغییرات تراکم تار | در صد تغییرات تراکم پودی |
|--------------|---------------------|-------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|
| | پود در سانت در سانت | تار در سانت | پود در سانتیمتر | تار در سانتیمتر | | |
| | در سانت | در سانت | در سانتیمتر | در سانتیمتر | | |
| A | ۱۹ | ۳۸ | ۲۰ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۵/۲۶ |
| B | ۲۶ | ۳۸ | ۲۷ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۳/۸۵ |
| C | ۲۸ | ۳۸ | ۲۹ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۳/۵۷ |
| D | ۳۰ | ۳۸ | ۳۱ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۳/۳۳ |
| E | ۳۳ | ۳۸ | ۳۴ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۳/۰۳ |
| F | ۳۵ | ۳۸ | ۳۶ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۲/۸۶ |
| G | ۳۷ | ۳۸ | ۳۸ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۲/۷ |
| H | ۴۰ | ۳۸ | ۴۱ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۲/۵ |
| I | ۲۶ | ۳۸ | ۲۷ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۳/۸۵ |
| J | ۲۸ | ۳۸ | ۲۹ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۳/۵۷ |
| K | ۳۰ | ۳۸ | ۳۱ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۳/۳۳ |
| L | ۳۳ | ۳۸ | ۳۴ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۳/۰۳ |
| M | ۳۵ | ۳۸ | ۳۶ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۲/۸۶ |
| N | ۳۷ | ۳۸ | ۳۸ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۲/۷ |
| O | ۴۰ | ۳۸ | ۴۱ | ۴۰ | ۵/۲۶ | ۲/۵ |

همانگونه که از نتایج جدول ۳ قابل مشاهده است، به غیر از نمونه A مابقی نمونه های تهیه شده از نخ پود با نمره ۲۰ Ne و نخ پود با نمره ۳۰ Ne بطور دو به دو قابل مقایسه هستند. بدین منظور نمونه O,H و I,B ,J,C ,K,D ,L,E ,M,F ,N,G مشابه هستند.

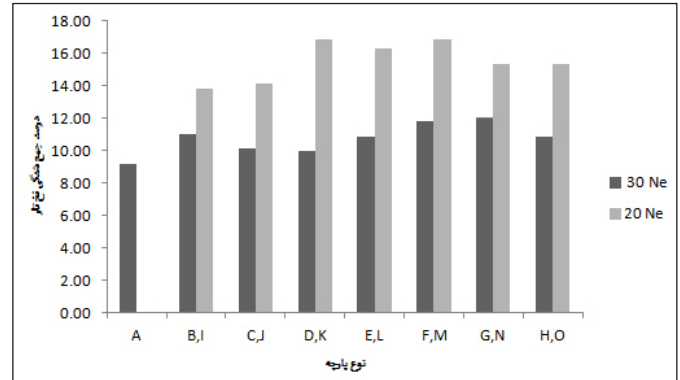


شکل ۵. در صد تغییرات تراکم پودی-نمره نخ

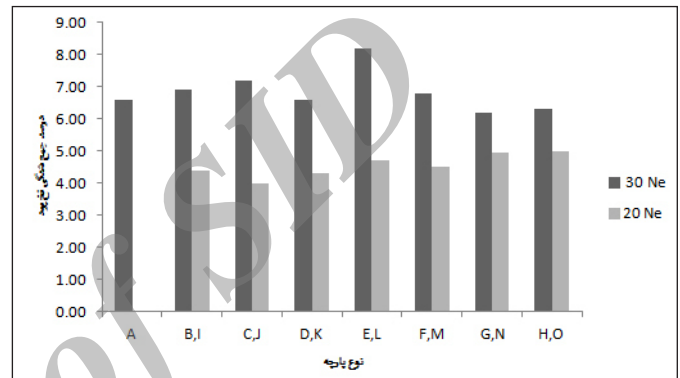
شکل ۵ درصد تغییرات تراکم پودی پارچه ها را نمایش داده است. از آنجا که تراکم تار در نمونه ها ثابت و تراکم پودی پارچه ها را نمایش داده است. از آنجا که تراکم تار در نمونه ها ثابت و تراکم پودی پارچه ها را نمایش داده است. از آنجا که تراکم تار در نمونه ها ثابت و تراکم پودی پارچه ها را نمایش داده است.

۳.۳. اثر تغییر تراکم پودی بر روی خواص مکانیکی

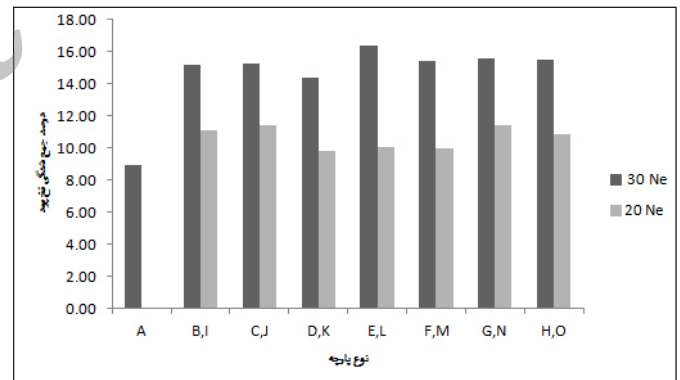
از جمله مباحث مورد بررسی در خصوصیات مکانیکی، بحث استحکام



شکل ۲. میزان درصد جمع شدگی پارچه (بعد از شستشو در جهت تار)



شکل ۳. میزان درصد جمع شدگی پارچه (قبل از شستشو در جهت پود)



شکل ۴. میزان درصد جمع شدگی پارچه (بعد از شستشو در جهت پود)

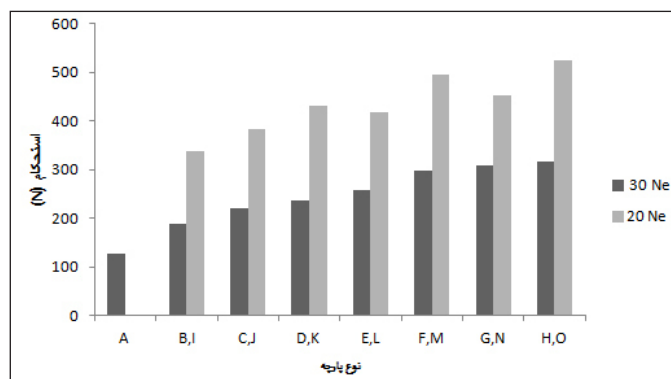
از شکل های ۱ و ۲ در می یابیم که میزان درصد جمع شدگی نخ تار (قبل و بعد از شستشو) برای نخ های ۲۰ Ne نسبت به نخ های ۳۰ Ne بیشتر می باشد، در صورتیکه در شکل های ۳ و ۴ عکس این عمل دیده می شود و در هر یک از نمودارهای بیان شده با افزایش تراکم میزان درصد جمع شدگی نخ تار و پود (قبل و بعد از شستشو) افزایش می یابد.

۲.۳. اثر عملیات شستشو بر روی خواص فیزیکی

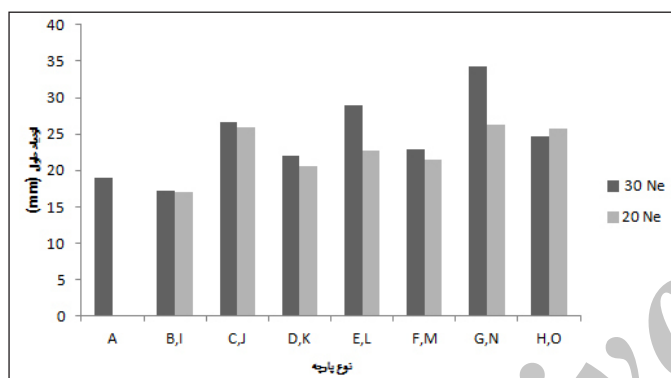
جهت محاسبه میزان تغییرات، تراکم تار و پودی پارچه در قبل و بعد از شستشو اندازه گیری گردید، که طبق رابطه (۲) محاسبه شده است. نتایج حاصل از این آزمایشات در جدول ۳ نمایش داده شده است.

$$(۲) \times 100 = \frac{\text{تراکم (پود یا تار) قبل از شستشو} - \text{تراکم (پود یا تار) بعد از شستشو}}{\text{تراکم (پود یا تار) قبل از شستشو}} \times 100$$

همچنین نمونه های با نخ پود ضخیم تر (۲۰ Ne) ازدیاد طول کمتری نسبت به نمونه های با نخ پود ظریفتر (۳۰ Ne) می باشند (به جزء نمونه H و O).



شکل ۸. استحکام پارچه ها در جهت پودی



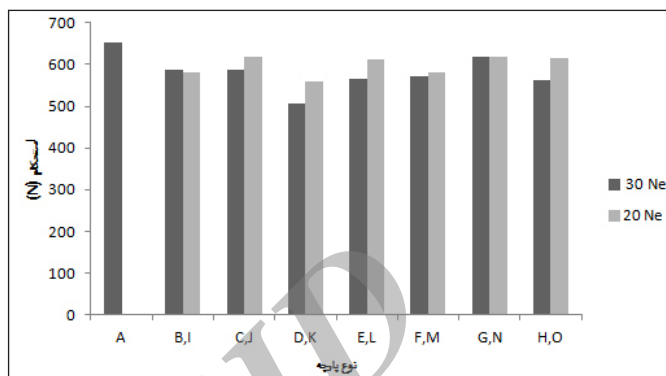
شکل ۹. ازدیاد طول پارچه ها در جهت پودی

۴. نتیجه گیری

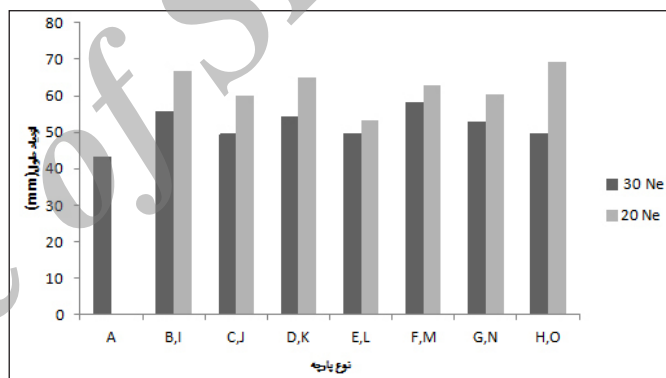
در این مقاله خواص مکانیکی پارچه تار-پودی مورد بررسی قرار گرفت. نمونه هایی از پارچه ساده تار پودی با نمره تار یکسان و نمرات و تراکم پودی متفاوت بافته شدند و ازدیاد طول آنها بررسی شد. نتایج نشان می دهد که ازدیاد طول پارچه بطور کلی وابسته به عوامل نخ و عوامل پارچه دارد، که عوامل نخ خواصی از جمله فرو موج نخ، طول نخ در راستای تحت کشش، ازدیاد طول تا حد پارگی نخ می باشد و عوامل پارچه شامل میزان تغییرات در ابعاد پارچه یا همان تغییرات ناشی از کشش در یک جهت (jamming) در ساختمان بافت به علت کشش های تک محوری است. با توجه به نتایج تئوری بدست آمده می توان مشاهده کرد که، میزان ازدیاد طول پارچه در راستای تار بیشتر از راستای پود است. همچنین با توجه به نتایج حاصله مشاهده می شود که میزان اختلاف مقادیر تئوری و ازدیاد طول تا حد پارگی در جهت تار کمتر از این اختلافات در جهت پود است. این مورد را می توان به ساختمان نخ تار و پود نسبت داد، چون نخ تار فیلامنتی و نخ پود ریسیده شده می باشد و در نخ ریسیده شده عوامل بسیار زیادی در ازدیاد طول تا حد پارگی آن موثر می باشند و این امر باعث می گردد رفتار آن در داخل پارچه نیز پیچیده تر گردد.

۵. منابع

پارچه می باشد. برای انجام آزمایش، ابتدا از هر نمونه پارچه به تعداد ۵ نمونه در جهت تار و ۵ نمونه در جهت پود با ابعاد ۱۵×۵ سانتیمتر مربع برش زدیم. سرعت دستگاه استحکام سنج ۳۰۰ میلی متر بر دقیقه انتخاب گردید. نتایج حاصل از آزمایشات در شکل های ۶-۹ نشان داده شده است.



شکل ۶. استحکام پارچه ها در جهت تاری



شکل ۷. ازدیاد طول پارچه ها در جهت تاری

شکل ۶، مقایسه دو به دو پارچه هایی با نمرات پود متفاوت که دارای تراکم پودی یکسان هستند را نشان می دهد. هنگامی که پارچه در جهت تار کشیده شود، پارچه ای با نخ پود ظریفتر (۳۰ Ne) نسبت به پارچه ای با نخ پود ضخیم تر (۲۰ Ne) دارای استحکام کمتری می باشد (به غیر از دو نمونه B و I). همچنین با افزایش میزان تراکم پودی برای هر دو دسته دارای نمره نخ پود یکسان، استحکام نیز افزایش می یابد.

شکل ۷ ازدیاد طول پارچه در جهت تار را نمایش می دهد. همانگونه که در شکل دیده می شود، در نمونه های با نخ پود ضخیم تر (۲۰ Ne) دارای ازدیاد طول تا حد پارگی بیشتری نسبت به نمونه های دارای نخ پود ظریفتر می باشد.

شکل ۸ میزان استحکام نمونه ها در جهت پودی را نمایش می دهد. همانگونه که در شکل مشاهده می شود با افزایش تراکم، استحکام نیز در نمونه ها افزایش پیدا کرده است. همچنین میزان استحکام در نمونه ها با نخ پود ضخیم تر (۲۰ Ne) بسیار بیشتر از نمونه های با نخ پود ظریفتر (۳۰ Ne) است.

ازدیاد طول برای هر دو دسته نمونه پارچه در شکل ۹ نمایش داده شده است. در این شکل مشاهده می شود که در نمونه های با نمره نخ پود برابر با افزایش تراکم، مقدار ازدیاد طول تا حد پارگی افزایش می یابد.

- [23] H.Tavanai, "Fibre Physics", Member of Faculty Isfahan University of Technology., 1376.
- [1] M.Hassanpor Dehnavi., "Study of Tensile Properties leaky Warp-Knitted Fabrics", MSc, *Amir Kabir University.*, 1385.
- [2] F.Dadashian., V.Godarzi., "Physical Testing of Fabric", *Amir Kabir University.*, 1384.
- [3] P.Noorpanah., "The Fabrication and Fiber Physics Properties of textiles physical", *Amir Kabir University.*, 1379.
- [4] M.De Araujo, R.Fan guerio, H.Hong., *Autex Research Journal.*, **3**(3):111-123., 2003.
- [5] H.Seo, M.L.Realff, N.Pan, M.Boyce, P.Schwartz, S.Backer., *Textile Research Journal.*, **63**(3):123-134., 1993.
- [6] R.Kovar, B.Gupta., *Textile Research Journal.*, **79**(6):506-516., 2009.
- [7] N.Pan, M.Y.Yoon., *Textile Research Journal.*, **63**(11):629-637., 1993.
- [8] E.Salem, R.Johnson, M.Mohamed., *Textile Research Journal.*, **65**(4):185-196., 1995.
- [9] M.Hadizadeh, A.Jeddi, M.Amani Tehran., *Textile Research Journal.*, **79**(17):1599-1609., 2009.
- [10] P.Grosberg, S.Kedia., *Textile Research Journal.*, **1**:71-79., 1966.
- [11] R.C.Dhingra, S.De Jong, R.Postle., *Textile Research Journal.*, **51**(12):759-768., 1981.
- [12] S.M.Spivak, L.R.G.Treloar., *Textile Research Journal.*, **38**(9):963-971., 1968.
- [13] V.Lasi'c., *International Journal of Polymeric Materials.*, **47**(4):625 – 631., 2000.
- [14] S.De Jong, R.Postle., *Journal of the Textile Institute.*, **68**(11):362 – 369., 1977.
- [15] J.B.Hamilton., *Journal of the Textile Institute Transactions.*, **55**(1):66 – 82., 1964.
- [16] G.Baser., *Journal of the Textile Institute.*, **80**(4):521 – 535., 1989.
- [17] Y.J.Jeong, T.J.Kang., *Journal of the Textile Institute.*, **92**(1):1 – 15., 2001.
- [18] M.Keefe., *Journal of the Textile Institute.*, **85**(3):350 – 358., 1994.
- [19] F.T.Peirce., *Journal of the Textile Institute.*, **28**:45-96., 1937.
- [20] G.A.V.Leaf, H.Kandil., *Journal of Textile Institute.*, **1**:1-7., 1980.
- [21] S.De Jong, R.Postle., *Journal of the Textile Institute.*, **68**(11):350 – 361., 1977.
- [22] H.Behzadan, Sh.Vazir Daftari., "Mechanism and Technology of The Textile Machines", *Amir Kabir University.*, 1385.