

تحديد قوة شد الليف والحزمة والخيط ودراسة العلاقة فيما بينها وتقدير متانة الخيط

م. رياض خلف*

د.م. بديع زريقة***

د.م. ماجد قاسو**

المخلص

هَدَفَ البحث إلى إيجاد العلاقات بين قوة شد الليف والحزمة الليفية والخيط. وإيجاد أسلوب بسيط نسبياً يساعد على تقدير متانة الخيوط، تكون فيه قيم معامل الاختلاف (CV) لمواصفات الخيط معطاة ضمن الحدود المتفق عليها. إذ تجنب تكاليف الأساليب التجريبية، وفي هذا البحث أُخِذَ بالحسبان تأثير بعض العوامل المهمة مثل طول الليف ونعومته وبرم الخيط ونمرته. وتم التأكيد من صحة النتائج بواسطة البيانات التجريبية المنجزة في قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية بجامعة دمشق، وكذلك في الشركة الخماسية بدمشق. كما يقدم البحث توصيات ومقترحات إذا عُمِلَ بها تساعد على تقدير متانة الخيط مباشرة دون إجراء الاختبارات اللازمة لذلك.

الكلمات المفتاحية:

قوة الشد - الليف - الحزمة - الخيط - معامل الاختلاف - طول - برم - الكثافة الخطية (النمرة) .

* أعد هذا البحث في سياق رسالة الماجستير باختصاص تكنولوجيا الغزل - قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق.

** محاضر في قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق

*** أستاذ مساعد في قسم هندسة الإلكترونيات والاتصالات - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق

1- المقدمة: Introduction

يتكون الخيط بشكل مبسط من حزمة من الألياف تُبْرَم لتشكل الخيط، ومن ثمَّ تعتمد خصائص الخيط على عدد الألياف وعدد البرمات وعلى خصائص هذه الحزمة من الألياف.

نظراً إلى التباين في متانة الألياف فإن قوة القطع لحزمة من الألياف المتوازية أصغر من قوة القطع للألياف المشكلة لها، فضلاً عن ذلك، لا يمكن التنبؤ بمتانة الخيط من خلال التنبؤ بمتانة حزمة الألياف المتوازية، وهذا يعود إلى عدد تأثير تداخل الليف مهماً، وكذلك بسبب أن الألياف جميعها متوازية مع محور الحزمة (اتجاه التحميل) فيكون تأثير ميل الليف معدوماً. فضلاً عن ذلك يعدُّ التنبؤ بمتانة البنية الليفية غير مشابه أو مساوٍ للتنبؤات الحسابية لها إذ إنَّ متانة المادة ليست كمية متوسطة الحجم ولكنها تعدُّ، إلى حد ما، كمية كبيرة تُحدد بواسطة المقطع العرضي الأضعف للبنية ولهذا يسمى بالرابط النظري الأضعف وقد شُرح أول مرة من قبل العالم Peirce [13] عام 1926 ثم جرى التحقق منه ونُقِشَ من قبل العديد من الباحثين [22،18،8]، وكذلك دُرِسَتِ العلاقة بين قوة شد الليف وقوة شد الخيط من قبل العديد من الباحثين أيضاً [25،21،17،16،15،14،12،9،5].

في عام 1978 اقترح كلُّ من Harlow وPhoenix [6] مفهوم نموذج سلسلة الحزم لمتانة البنية الليفية، وذلك لحل مشكلة الطبيعة الإحصائية لمتانة الشعيرات الفردية، بحيث يؤخذ بالحسبان تأثير الطول في متانة الشعيرة كما هو الحال في آلية توزيع الحمل خلال تحطيم البناء. ووسع Phoenix [14] أسلوبه ليشمل تحليل الحزم الليفية المبرومة؛ وذلك عن طريق دمج المسارات الحلزونية للليف ضمن النموذج الذي يعمل عليه. إن استبعاد تأثيرات تداخلات الليف مثل احتكاك الألياف والتقيدات الجانبية في النموذج الذي يعمل عليه، ذلك كلُّه أدى إلى الحد من دقة نظريته في تطبيق التنبؤات. لذلك في هذا البحث قمنا بمناقشة العلاقة بين متانة الألياف

الفردية ومتانة الحزمة والخيط بالاعتماد على النظريات المتوافرة، ومن ثمَّ قُورِنَتِ التنبؤات النظرية بالبيانات التجريبية المنجزة في مخبر قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية بجامعة دمشق ومخبر الشركة الخماسية المتحدة.

- مشكلة البحث: Research Problem

إن المشكلة الرئيسة والكلاسيكية في المواد النسيجية هي تحديد العلاقة بين قوة شد الألياف والحزمة والخيط، ومن ثمَّ فإن إيجاد هذه العلاقة يعدُّ ذا أهمية كبيرة سواءً من الناحية النظرية أو العملية.

2- الجزء النظري:

1-2 الخصائص المحددة لجودة ألياف القطن (Cotton Fibers Quality Properties):

2-1-1 طول الألياف (Fiber Length) [24،23،22]:

- تعدُّ خاصية طول ألياف القطن إحدى أهم الخصائص التي تحدد قابلية القطن للغزل، كما تؤدي دوراً مهماً في تحديد نمره الخيط الناتج وامتنته وانتظاميته ونسبة تشعره وكفاءة عملية الغزل ونسبة العوادم (خاصة بالنسبة إلى الغزول الممشطة) وعادة ما تكون الألياف الطويلة أكثر نعومة.

يستخدم عادة مصطلح طول التيلة (Staple Length) لقياس الشعيرات ومقارنتها من حيث الطول، كما تتصف خاصية طول التيلة بالتنوع، وبشكل عام فإن تعرض نبات القطن لدرجات حرارة عالية أو نقص التغذية والتنظيف المفرط في أثناء عمليات الحليج يؤدي إلى انخفاض الطول. ويمكن تقسيم الأقطان من حيث طول التيلة إلى الأنواع الآتية:

1- قطن طويل التيلة (Long Staple Fibers): ويراح طول الشعيرات بين (40-50 mm) وينتمي إليه القطن المصري، ويستخدم في صناعة أجود أنواع الأقمشة التي تتميز بنعومة الملمس والمعان.

- يوجد اختلاف كبير في الطول بين الشعيرات من بذرة إلى أخرى ومن نبات إلى نبات، وبذلك نستنتج أن بالة القطن التي تحتوي على أقطان مأخوذة من مناطق مختلفة بعيدة عن بعضها وجمعت في مواعيد مختلفة تحتوي شعيرات على درجة كبيرة من الاختلاف في الطول؛ ولذلك يجب التركيز على تعدد العينات المأخوذة من البالات عند الفحص لضمان دقة النتائج (وفق المواصفة القياسية السورية أو المواصفات الدولية لأخذ العينات - ISO 10306 - ISO 2060).

ويمكن القول: إنَّ درجة انتظامية أطوال الشعيرات عامل أهم من الطول لأنه ذو تأثير أكبر في مظهرية الخيوط والأقمشة، كما أنه يؤدي دوراً مهماً في تحديد درجة تشعر الخيوط.

2-1-3 النعومة (Fineness) [25،24،23]:

وهي الخاصية التي تحدد نمره الخيوط التي يمكن إنتاجها من خلال عدد الشعيرات المكونة للخيوط كما تؤدي دوراً مهماً في تحديد المتانة من خلال مساحة السطح النوعي للشعيرات، ومن ثمَّ مساحة سطح الاحتكاك فضلاً عن خصائص أخرى كالانتظامية واللمعان، ونظراً إلى الألياف القطنية غير مستديرة المقطع يستخدم الجريان الهوائي لقياس النعومة وتُقاسُ بوحدة الميكرونيير وتعبر قيمة الميكرونيير عن وزن شعيرة طولها بوصة واحدة بالميكروغرام.

وتظهر اختلافات النعومة بين الأقطان حتى ضمن الجوزة الواحدة، ويلاحظ أن النعومة العالية غير مفضلة على حساب درجة النضج لأن ذلك يؤدي إلى ظهور عيوب صناعية تظهر في الإنتاج، كالعقد لذلك تعدُّ أفضل الألياف التي تكون جدرانها سميكة وقطرها التقريبي صغيراً.

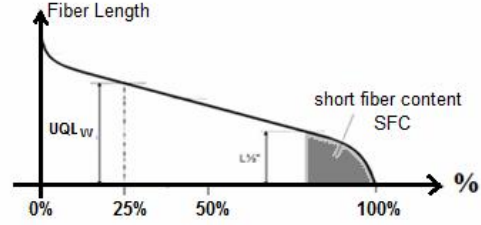
2-1-4 درجة النضج (Maturity Ratio) [25،24،23]:

يعبر عنها بالنسبة بين الشعيرات الناضجة إلى إجمالي الشعيرات كنسبة مئوية، ويجب ألا تقل عن (80%) إذ إنَّ تدني درجة النضج يعني تدني نسبة السيللوز في تركيب

2- قطن متوسط طول التيلة (Medium Staple Fibers): ويراوح الطول بين (20-40 mm) ويعدُّ القطن السوري متوسط طول التيلة ويعدُّ هذا النوع أقل نعومة من النوع السابق.

3- قطن قصير التيلة (Short Staple Fibers): يكون طول الشعيرات أقل من (20 mm) ومنه القطن الهندي والصيني والعراقي والإيراني، ويتصف هذا النوع من القطن بالخشونة مقارنة بالأنواع الأخرى.

- يبين الشكل (1) التوزيع التقريبي لأطوال شعيرات القطن ضمن حزمة من الشعيرات (أو الألياف)، إذ يمثل المحور العمودي أطوال الشعيرات في حين يمثل المحور الأفقي النسبة المئوية لتوزع الأطوال ويجري الاهتمام عادة بقيمة الطول المتوسط للنصف الأطول من الشعيرات (UQL_w) ومحتوى الشعيرات القصيرة الأقصر من نصف بوصة (المنطقة المظللة على المخطط).



الشكل (1) توزع أطوال الشعيرات التقريبي في حزمة من الشعيرات

2-1-2 درجة انتظامية الطول (Length Uniformity Degree) [25،24،23]

يعبر عن درجة انتظامية الطول بواسطة النسبة بين الطول المتوسط والطول المتوسط للنصف الأطول من الشعيرات (UQL_w) كنسبة مئوية، فإذا كانت الألياف كلها متساوية بالطول تكون درجة الانتظامية (100%) وفي الحالة الطبيعية يوجد اختلاف بالطول فالنسبة دوماً أصغر من ذلك، ويلاحظ أن الأقطان ذات درجة الانتظامية المنخفضة تحتوي شعيرات قصيرة بنسبة عالية، وتكون صعبة المعالجة وينتج عنها خيوط رخيصة منخفضة الجودة.

وقابلية التقصف كما تحدد الإنتاجية فهي تؤثر في نسبة القطوعات خاصة في مرحلة الغزل النهائي ومن ثمَّ تحدد كفاءة عملية الغزل، ويتميز القطن بمتانة عالية إذ يمكن برم شعيراته إلى ما يقارب (500) مرة دون أن تنقطع وتزداد متانة القطن عند الابتلال بالماء بنسبة (30%) بعكس الألياف الأخرى التي تفقد جزءاً كبيراً من متانتها بحالة البلل.

عادة ما تكون الأقطان طويلة التيلة أعلى من حيث المتانة النسبية من الأقطان القصيرة الخشنة إذ تعود متانة الألياف بشكل أساسي إلى طول السلاسل البوليميرية ودرجة الانتظامية وقوة الترابط العرضي بين السلاسل، لذا زيادة طول السلاسل البوليميرية تؤدي إلى فرصة أكبر لتكوين المناطق المتبلورة والروابط بين السلاسل؛ مما يعطي متانة أعلى للألياف. وتقاس قوة الشد عادة بوحدات مثل (N أو gf).

تطبق قياسات قوة الشد على العينات نفسها المستخدمة في تحديد طول الألياف حيث تمسك العينة بين فكين وتحدد القوة المطلوبة لفصل الألياف عن بعضها ويعبر عن المتانة بوحدة (gf/denier أو gf/tex).

2-1-6 الاستطالة (Elongation) [25،24،23]:

وهي الزيادة الحاصلة في طول الألياف عندما تتعرض لقوة شد حتى القطع، وبشكل عام فإن القطن يعدُّ أفضل الألياف السيللوزية من حيث الاستطالة نتيجة ارتفاع نسبة السيللوز فيه، وتزداد الاستطالة بازدياد درجة الرطوبة في القطن، وهي خاصية مهمة من أجل تحمل الإجهادات الحاصلة في أثناء عملية التصنيع.

وتحدد الاستطالة بالمعادلة (1) الآتية:

$$E(\%) = \frac{L_1 - L}{L} \times 100 \quad \dots (1)$$

إذ إن:

E: الاستطالة (%)

L₁: طول الشعيرة عند القطع

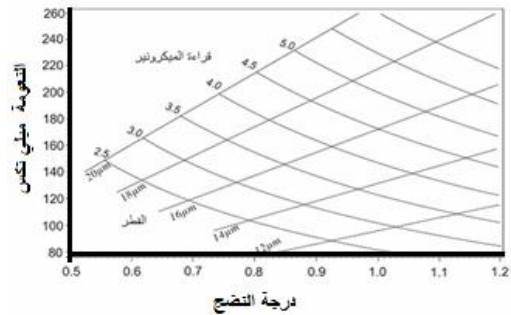
L: الطول الأصلي للشعيرة

الشعيرات؛ ومن ثمَّ انخفاض درجة امتصاصها للسوائل والأصبغة.

شعيرات القطن الناضجة هي التي تكون جدرانها سميكة بحيث تعطي قطاعاً عرضياً ممثلاً، ويمكن تمييز الأنواع المختلفة من درجات النضج باستخدام الصودا الكاوية إذ يظهر الاختبار نسبة الشعيرات الناضجة وغير الناضجة والميتة، وهذا الاختبار عادة لا يستخدم في معامل الغزل بل يُجرى الاختبار حالياً بواسطة جهاز (WIRA) أو جهاز (HVI) وغيرها من الأجهزة، ومن الضروري تحديد درجة النضج لأنها تؤثر في متانة الخيط ومن ثمَّ في قيمته التجارية.

إن الفرق بين الشعيرة الناضجة وغير الناضجة هو أن مقدار ترسيب السيللوز في جدار الشعيرة الناضجة أكبر، ومن ثمَّ متانتها أعلى، كما أن الشعيرات غير الناضجة تحتاج إلى عدد أكبر من البرمات في مرحلة الغزل النهائي لزيادة متانة الخيط؛ وهذا يعني انخفاض إنتاجية آلة الغزل كما أن الشعيرات غير الناضجة تسيء إلى مظهرية الخيط النهائي.

وبيّن الشكل (2) طريقة تحديد درجة النعومة ودرجة النضج بالاعتماد على قراءة الميكرونير عند معرفة القطر التقريبي للشعيرات.



الشكل (2) تحديد النعومة ودرجة النضج من قراءة الميكرونير

2-1-5 قوة الشد (Strength) [25،24،23]

يقصد بها مدى مقاومة الشعيرات لقوى القطع المختلفة التي تتعرض لها، وهي التي تحدد الخصائص الميكانيكية للغزل

$$\langle \sigma_f \rangle = (L_f \times \alpha)^{\frac{-1}{\beta}} \times r \times \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \dots (2)$$

وقيمة الانحراف المعياري (Standard Deviation) σ_f لقوة شد الليف هي:

$$\Theta_f = \langle \sigma_f \rangle \left(\frac{r \times (1 + \frac{2}{\beta})}{r^2 \times (1 + \frac{1}{\beta})} - 1 \right)^{\frac{1}{2}} \dots (3)$$

إذ إن:

σ_f : قوة شد الليف.

L_f : طول الليف.

r : قطر الليف.

α : بارامتر (أو عامل) المقياس (متغير).

β : بارامتر (أو عامل) يتعلق بشكل الليف (متغير).

وكل منهما مستقل عن طول الليف L_f .

Θ_f : قيمة الانحراف المعياري لقوة شد الليف.

تظهر العلاقة (2) بوضوح أنه عند نقصان طول الليف

L_f تزداد قوة الشد الإحصائية لليف. ويمثل بارامتر شكل

الليف β تشتت قوة شد الليف على طولها؛ ولذلك نجده

متغيراً بشكل كبير. تشير القيمة العظمى لـ β إلى التباين

الصغير في قوة شد الليف أي تشير إلى انتظامية الألياف.

وعندما $\alpha \rightarrow \beta$ لن يكون هناك أي تباين في قوة شد الليف

وعندها يصبح متوسط متانة الليف مستقلاً عن طولها.

بشكل عام تكون قيمة β بين (4 - 2) وذلك بالنسبة إلى

الألياف الجافة في حين تعدّ القيمة 20 مناسبة للمواد الطرية

واللدنة [2].

إذاً يعمل الليف في أثناء عمليات شد الخيط كسلسلة من

القطع إذ تُشدّ كل قطعة حتى الوصول إلى القطع، ونظراً

إلى أن طول القطعة التي حُدِّتْ أو عُرِّفَتْ بالطول الحرج L_c

يتناقص بزيادة الضغط الجانبي فإن قوة الشد لقطع الليف

ستزداد وفقاً لعلاقة الليف (الطول - قوة الشد).

9-1-2 قوة الشد الإحصائية لحزمة الألياف المتوازية [4]:

7-1-2 ظاهرة التكسر وطول الليف الحرج (L_c):

نحن نعلم أن خصائص الألياف الأساسية في الخيط تُختَبَرُ قبل دمجها في بنية الخيط، وسوف تؤثر كل من بنية الخيط ووضعيته ومئاته في السلوك الميكانيكي لليف بطريقتين:

الأولى: بسبب خضوع الليف خلال وجوده في الخيط إلى ظروف تحميلية متعددة المحاور فضلاً عن وجود ضغط جانبي عليه ومن ثمّ هذا كلّهُ يؤدي إلى - كما هو متوقع - سلوك مختلف لليف عن حالة الشد المحورية [12،19].
الثانية: بسبب ظاهرة التكسر، إذ بسبب وجود الضغط الجانبي لليف فإن هذا الليف يسلك سلوك سلسلة من القطع الميكانيكية المستقلة.

كل منها تملك خصائص ميكانيكية تختلف عن الأخرى ضمن الليف الواحد، وهذا يؤدي إلى عدم انتظامية الليف، ومن هنا يظهر سبب تأثير طول الليف؛ ولذلك نجد أن هذا الليف ينقطع عدة مرات ضمن الخيط وفي أثناء شد الخيط يستمر الليف بالانقطاع حتى يصل طول قطع الليف إلى القيمة الصغرى التي يصعب قطعها [10،19]، وهنا نحصل على ما يسمى بالطول الحرج L_c (Critical Length). كما يجب أن ننوه إلى أن حدوث عملية التكسر خلال شد الخيط ليست حتمية، لأن ذلك يعتمد على عدة عوامل مثل خصائص الليف وعوامل الخيط البنيوية مثل تباينات أطوال الألياف ونمرة الخيط وعدد برماته. في حين نلاحظ حدوث عملية التكسر في الخيوط ذات الشعيرات الرقيقة. ولكن فيما يبدو لا توجد تجارب حتى الآن تُظهر حدوث هذه العملية في أثناء تشقق الخيوط العادية.

8-1-2 قوة الشد الإحصائية لليف مقارنة بطوله [2،3،13]:

استخدم Coleman [3] نظرية الرابط الأضعف باستخدام ألياف ذات طول معطى L_f ومن ثمّ فإن القيمة المتوقعة لقوة شد الليف σ_f هي [13]:

$$\langle \sigma_y \rangle = \eta_q \eta \beta^{-\frac{1}{\beta}} \exp\left(\frac{-1}{\beta}\right) L V_f (L_c a) \dots (6)$$

أثبت Pan [12] أنه من أجل التطبيقات العملية وعند تجاوز برم الخيط القيمة الدنيا له أي $1 \rightarrow \eta_L$ يمكن في هذه الحالة تجاهل تأثير معامل الطول الفعال للألياف عندها نحصل على العلاقة التالية:

$$\langle \sigma_y \rangle = \eta_q \beta^{-\frac{1}{\beta}} \exp\left(\frac{-1}{\beta}\right) V_f (L_c a) \dots (7)$$

تبرهن النظرية الإحصائية بسهولة وجود علاقة تربط بين الانحراف المعياري للخيط Θ_y والانحراف المعياري للحزمة المتوازية Θ_b وهي:

$$\Theta_y = V_f \eta_q \Theta_b \dots (8)$$

وعندما تكون زاوية سطح الخيط الحزونية $q=0$ أي عندها يكون $\eta_q = 1$ (معامل ميل الليف) وحجم احتكاك الألياف $V_f = 1$ ونحصل بذلك على حالة الحزمة المتوازية (أي من دون برم للشعيرات) عندها تصبح قيمة Θ_y مساوية لقيمة Θ_b [12].

11-1-2 العلاقات بين قوة شد الليف والحزمة والخيط [12,3]:

حددت النسبة بين المتانات المتوقعة لكل من الليف وحزمة الألياف بما يُعرف بعامل كوليمان [3] Coleman (φ):

$$\varphi = \frac{\langle \sigma_f \rangle}{\langle \sigma_b \rangle} = (\beta)^{\frac{1}{\beta}} \exp\left(\frac{1}{\beta}\right) r \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) > \dots (9)$$

يحدد العامل (φ) وبناء على قيمة (β) فعالية الانتقال من قوة شد الليف إلى قوة شد الحزمة. وتشير القيمة الكبيرة لـ (φ) أو (β) إلى وجود تضارب أو تعارض كبير بين قوة شد الليف وقوة شد الحزمة أي إنَّ قيمة كبيرة للنسبة $\frac{\langle \sigma_f \rangle}{\langle \sigma_b \rangle}$ تعني فعالية انتقال ضعيفة من قوة شد الليف إلى قوة شد الحزمة.

كما يمكن تحديد العلاقة بين قوة شد الخيط وقوة شد حزمة الألياف من خلال النسبة أو العلاقة الآتية:

$$\frac{\langle \sigma_y \rangle}{\langle \sigma_b \rangle} = \left(\frac{L_f}{L_c}\right)^{\frac{1}{\beta}} V_f \eta_q \dots (10)$$

وبشكل واضح تبيّن أن نسبة الطول $\frac{L_f}{L_c}$ تمثل التأثير بوجود عملية التكسر أو عدم وجودها. ويمكننا الحصول على

نعدُّ أن الحزمة مشكلة من عدد كبير من الألياف المتوازية N وبطول متساو L_f وبسبب أن هذه الحزمة متوازية وعدم وجود أي برم نستطيع أن نتوقع أن الألياف جميعها تملك الجهد نفسه المطبق على الحزمة، ومن الواضح أنه في حال كان للألياف جميعها قوة القطع نفسها فإن قوة شد الحزمة ستساوي قوة شد الألياف. ونظراً إلى أنه واقعياً يوجد تشتت معين في قوة القطع بالنسبة إلى الألياف فإن قوة شد الحزمة ستقترب وفق Daniels [4] التوزيع الطبيعي.

وبالاعتماد على تحليل Daniels [4] فإن القيمة المتوقعة لقوة شد الحزمة $\langle \sigma_f \rangle$ ترتبط بخصائص الليف كالاتي:

$$\langle \sigma_f \rangle = (L_f a \beta)^{\frac{1}{\beta}} \exp\left(\frac{-1}{\beta}\right) \dots (4)$$

وقيمة الانحراف المعياري Θ_b لقوة شد الحزمة هي:

$$\Theta_b^2 = \beta^{-\frac{2}{\beta}} \left[\exp\left(\frac{-1}{\beta}\right) \right] \left[1 - \exp\left(\frac{-1}{\beta}\right) \right] N^{-1} \dots (5)$$

إذ إن:

Θ_b : قوة شد الحزمة.

Θ_b : قيمة الانحراف المعياري لقوة شد الحزمة.

N : عدد الألياف المتوازية.

بالمقارنة بين العلاقات (2) و (4) وبسبب التشتت في خصائص الليف نجد أن قوة شد الحزمة $\langle \sigma_b \rangle$ أقل من قوة شد الليف $\langle \sigma_f \rangle$. وهذا الفرق سيتقلص عندما $\rightarrow \infty$ β والدليل القوي على التناقص بين قوة شد الليف وقوة شد الحزمة يتشكل من خلال شذوذ الليف (أي من عدم الانتظامية) [4].

10-1-2 قوة الشد الإحصائية للخيط [12]:

بسبب التكسر المحتمل في أثناء عملية شد الخيط، نعدُّ أن الخيط هو سلسلة من الحزم الليفية بطول L_c فنحصل على قوة شد الخيط المتوقعة $\langle \sigma_y \rangle$ وذلك باستبدال طول الليف L_f في العلاقة (3) بالطول الحرج L_c . فضلاً عن ذلك ومن أجل الخيط الحقيقي يجب الأخذ بالحسبان حجم الاحتكاك بين الألياف V_f ، ومعامل الاتجاه الفعال للألياف η_q وذلك لعكس تأثير ميل الليف، ومعامل الطول الفعال للألياف η_L لعكس تأثير طول الليف الحقيقي، ومن ثمَّ يمكن التعبير عن قوة شد الخيط المتوقعة $\langle \sigma_y \rangle$ وبوجود برم طبيعي للخيط بالعلاقة الآتية [12]:

القطن السوري والتكنولوجيا الحديثة لصناعة الغزل وهذه المسألة هي أحد أهداف التجارب العملية لموضوع البحث).
متانة الخيط المتوقعة (D_y (CN/tex) في نظام الغزل الحلقي
القطني تحسب من المعادلة (13):

$$D_y = D_f \times K \times \mu \times \left(1 - \frac{5}{L_f}\right) \times \left[1 - 0.0375 \times H - \left(\frac{2.65}{\sqrt{T_f}}\right)\right] \quad (13)$$

إذ إن:

(D_y): المتانة النسبية المتوقعة للخيط المنتج (CN/Tex).

(D_f): المتانة النسبية الوسطية للشعيرات (CN/Tex).

(L_f): طول التيلة الوسطي للشعيرات (mm).

(T_f): النمرة الوسطية للخيط الناتج (Tex).

(T_f): النمرة الوسطية للشعيرات في الخطة (Tex).

(H): درجة عدم الانتظامية النوعية للخيط وتعبر عن نظام

الغزل المتبع، فهي للغزل الممشط (4-3.5) والمسرح (5-4.5).

(μ): ثابت يعبر عن الحالة الفنية للخيط الإنتاجي (1.1 - 0.85).

(K): معامل تصحيح البرم ويتحدد بالعلاقة مع الفرق بين

ثابت البرم الفعلي للخيط وثابت البرم الحرج (الحددي) أي

($\alpha_c - \alpha$)؛ وذلك من الجدول (1):

الجدول (1) تحديد معامل تصحيح البرم (k)

$\alpha_c - \alpha$	K	$\alpha_c - \alpha$	K	$\alpha_c - \alpha$	K	$\alpha_c - \alpha$	K
-15.8	0.7	-4.74	0.96	3.16	0.99	15.8	0.88
-12.6	0.8	-3.16	0.98	4.74	0.98	18.9	0.85
-9.48	0.86	-1.58	0.99	6.32	0.96	22.1	0.82
-9.7	0.91	0	1	9.48	0.94	25.3	0.79
-6.32	0.94	-	-	12.6	0.91	-	-

ثابت البرم الفعلي للخيط يحدد من جداول خاصة إذ يُحدَّد

ثابت البرم من عدد البرمات بحسب المعادلات (14 - 15):

$$T_i = \alpha \times \sqrt{Ne} \quad (14)$$

$$T_m = T_i \times 39.37 \quad (15)$$

(T_i): عدد البرمات بالإنش.

(T_m): عدد البرمات بالمتري.

(α): ثابت البرم الفعلي.

(Ne): النمرة الإنكليزية للخيط المنتج.

- ثابت البرم الحدي (α_c) يحسب من العلاقة (16):

$$\alpha_c = 0.316 \times \left[(1120 - 70 \times P_f) \times \left(\frac{P_f}{L_f} \right) + \left(\frac{57.2}{\sqrt{T_f}} \right) \right] \quad (16)$$

النسبة بين قوى الشد المتوقعة لكل من الخيط والألياف
المكونة له من خلال العلاقات (2) و (7) و (9) كالاتي [12]:

$$\frac{\langle \sigma_r \rangle}{\langle \sigma_f \rangle} = \left(\frac{L_f}{L_c} \right)^{\frac{4}{\beta}} \frac{V_f \eta q}{\beta^{\frac{4}{\beta}} \exp\left(\frac{1}{\beta}\right) r \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)} = \left(\frac{L_f}{L_c} \right)^{\frac{4}{\beta}} \frac{V_f \eta q}{\varphi} \quad \dots (11)$$

12-1-2 الطرائق الرياضية المستخدمة في تحديد المتانة
النسبية المتوقعة للخيط الناتج [12]:

هناك دراسات أكاديمية عديدة قام بها باحثون من أجل
التوصل إلى علاقات رياضية محددة تسهل أتمتة عملية
الاختيار الصحيح والاقتصادي لخطة القطن، وتساعد على
تحديد رتب القطن التي تناسب تنفيذ الخطة الإنتاجية
للحصول على غزول بالموصفات الفنية المطلوبة وتحقيق
الجدوى الاقتصادية بأقل التكاليف الممكنة.

- توصل باحثون إلى معادلة عامل توافقية الألياف للغزل
(Spinning Consistency Index) (12) وهي [12]:

$$SCI = -414.67 + (2.9 \times Str) - (9.32 \times Mic) + (49.17 \times Len) + (4.74 \times Uni) + (0.65 \times Rd) + (0.36 \times b) \quad \dots (12)$$

إذ إن:

(Str): قوة شد الألياف.

(Mic): قيمة الميكرونيير.

(Len): الطول المتوسط.

(Uni): درجة انتظامية الطول.

(Rd, +b): درجتا الانعكاس والاصفرار اللتان تحددان درجة
اللون.

ومن الطرائق الرياضية التي لاقت تطبيقاً عملياً ناجحاً هي
العلاقة التجريبية للباحث الروسي (SALAVIOV) [12]
ولكن استخدامها انحصرت بصناعة الغزل الحلقي المسرح
والممشط فقط، في حين تحتاج هذه الطريقة إلى التطوير أو
اشتقاق طرائق أخرى ملائمة لأنظمة الغزل المختلفة كالغزل
التوربيني والهوائي وغيرها من أنظمة الغزل.

- وتعتمد هذه الطريقة على تحديد المتانة النسبية المتوقعة
للخيط نظراً إلى أن عامل المتانة النسبية للخيط من أهم
مؤشرات جودة الغزل (هذه الطريقة غير متبعة في مصانع
الغزل المحلية وتحتاج إلى تجارب لتطويرها بما يتلاءم مع

ISO 10306:1995، ASTM D 1448-97، BS 3181:1987 (2002)

الأبعاد (560×400×240 mm) والتردد (60/50 هرتزاً).

الأجزاء الرئيسية للجهاز:

(a) حجرة ذات غطاء لوضع الشعيرات فيها، وتكون قاعدتها مثقبة للسماح بمرور الهواء.

(b) معالج دقيق لإجراء الحسابات المطلوبة.

(c) لوحة مفاتيح ناعمة الملمس.

(d) شاشة عرض كريستالية لعرض النتائج.

(e) حساسات التدفق والضغط الإلكترونية.

(f) حساسات لقياس درجة الحرارة والرطوبة أوتوماتيكياً.

3-1-3 جهاز قياس متانة الشعيرات الفظنية (Pressley):

الشركة الصانعة (Mesdan-Lab) الإيطالية، سنة الصنع

(2002)، واحدة الوزن التي يعمل بها الجهاز (الرطل)،

الوزن الأعظمي للقياس (21 رطلاً). الأبعاد (125

×330×100 mm) والتردد (60/50 هرتزاً).

4-1-3 جهاز قياس متانة الخيط (Tenso-lab10):

جهاز إلكتروني يعمل على نظام (C.R.E) لفحص متانة

الخيط، مزود بخلية استطاعتها Kg (0 - 10)، المسافة القابلة

للتغير بين الفكوك cm (5 - 50) بالنسبة إلى الخيوط، سرعة

الشد المستمرة القابلة للتعبير تراوح بين (500 -

20)، الجهاز مزود بحاسب مع طباعة لإعطاء البيانات

الإحصائية المطلوبة، يعمل الجهاز وفق الستاندترات العالمية

(ASTM E 4, DIN 51221/1, BS EN 1000 2/2) الأبعاد (1300

×570×520 mm) والوزن (95 Kg) والتردد (60/50 هرتزاً).

2-3 أجهزة الاختبار في مخبر قسم ميكانيك الصناعات

النسيجية وتقاناتها بجامعة دمشق:

1-2-3 جهاز الشلة الإلكترونية لقياس نمره الخيط

(Y219BM Wrap Reel Electronic):

الشركة الصانعة SDLATLAS الإنكليزية من الاتحاد

الأوروبي، ينتج شلة من الخيوط ذات طول محدد 100 m

بحيث كل دورة له تنتج متراً واحداً من الخيط، مزود بـ 7

حوامل للكونات مع وجود أدلة لتحديد مسار الخيط للشد

الأولي، الجهاز مزود بعداد رقمي يظهر عدد اللفات التي

تلف على الجهاز، يعمل وفق الستاندترات العالمية الآتية:

ISO 2060، BS 2010، ASTM D 1907/2260، DIN

(P_f): قوة الشد الوسطية للشعيرات ($P_f = D_f \times T_f$).

وعند إجراء تجارب عملية للتحقق من صحة المعادلة السابقة تبين وجود اختلاف في النتائج بين القيم المتوقعة والقيم الناتجة؛ لذلك قام بعض الباحثين المحليين بالعمل على إدخال درجة انتظامية الطول للألياف (UD%) التي تحسب من المعادلة (17) لنحصل على معادلة سوليفوف بعد التعديل (18):

$$\beta = 1.3 + \left(\frac{UD-40}{100} \right) \quad (17)$$

$$D_f = D_f \times X \times \beta \times \beta \times \left(1 - \frac{5}{L_f} \right) \times \left[1 - 0.0375 \times H - \left(\frac{2.65}{T_f} \right) \right] \quad \dots (18)$$

وبإدخال درجة انتظامية الطول أصبحت النتائج متقاربة جداً لكن المعادلة بحاجة أيضاً لبعض التعديل وهو ما سيبحث في بحوث لاحقة [12].

3- الجزء التطبيقي: Practical Side

أجريت الاختبارات جميعها في جو قياسي بدرجة حرارة

(20 ± 2) درجة مئوية ورطوبة نسبية (65 ± 5) % على

الأجهزة الموجودة في كل من مخبر الشركة الخماسية

ومخبر قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها.

1-3 أجهزة الاختبار في مخبر الشركة الخماسية بدمشق:

1-1-3 جهاز قياس طول الشعيرات القطنية (Classifiber

: Model KCF/LS)

الشركة الصانعة (Mesdan - Lab)، سنة الصنع

(2002)، التردد (60/50 هرتزاً)، الطول الأعظمي

للقياس (50 mm)، زمن الاختبار الواحد (20 ثانية).

الأجزاء الرئيسية للجهاز:

(a) وحدة القياس (KCF/LS-ME) ذات الأبعاد

(488×420×129 mm) والوزن (14 Kg).

(b) جهاز التمشيط وتحضير العينة (KCF/LS - SP) ذات

الأبعاد (600×275×190 mm) والوزن (11.5 Kg) وفيه

عرض المشط 150 mm.

(c) حاسب (KCF/LS - CPU).

(d) ملحقات الجهاز ومزود الطاقة (KCF/LC - AC).

2-1-3 جهاز قياس النعومة ودرجة النضج (Wira):

الشركة الصانعة (Mesdan - Lab) الإيطالية، سنة الصنع

(2002)، يعمل وفق الستاندترات العالمية الآتية:

28.26	25.45	المتانة النسبية المتوقعة للخيوط النهائي (CN/tex)
24	24	نمرة الخيط المنتج (Ne)

التجربة الثانية: كانت البيانات الناتجة بحسب الجدول (3).

الجدول (3) نتائج تجارب المرحلة الثانية من الدراسة العملية

23	23	13m	13x	الرتب المستخدمة
26.6	26.6	26.7	25.9	طول التيلة (mm)
29.8	29.8	28.3 5	28.7 0	الطول الفعال (mm)
89.25	89.25	93.3	91.5	درجة انتظامية الطول (%)
31.17	31.17	31.2 2	29.8 1	المتانة النسبية للشعيرات (CN/tex)
4.22	4.22	4.11	4.21	النعومة (ميكرونيير)
20.89	17.30			المتانة النسبية المتوقعة للخيوط النهائي (CN/tex)
12	12			نمرة الخيط المنتج (Ne)

وبعد تطبيق العلاقة ضمن خطوط الغزل في الشركة الخماسية تم التوصل إلى النتائج الموجودة في الجدول (4) المتضمن التجارب الآتية:

التجربة الأولى: متوسط نمرة الخيط (Ne= 2.21) أو (Tex=48.30)، عدد البرمات الوسطي (562)، نظام الغزل المتبع حلقي مسرح.

التجربة الثانية: متوسط نمرة الخيط (Ne=11.99) أو (Tex=49.20)، عدد البرمات الوسطي (582)، النظام حلقي مسرح.

التجربة الثالثة: متوسط نمرة الخيط (Ne=24.48) أو (Tex=24.10)، عدد البرمات الوسطي (908)، النظام حلقي مسرح.

التجربة الرابعة: متوسط نمرة الخيط (Ne=23.98) أو (Tex=24.60)، عدد البرمات الوسطي (914)، النظام حلقي مسرح.

الجدول (4) نتائج الاختبارات لتحديد المتانة النسبية المتوقعة للخيوط

النهائي والمقارنة بالمتانة النسبية الفعلية

4	3	2	1	البارامترات
24.60	24.10	49.20	48.30	نمرة الخيط النهائي T_y (tex)
0.168	0.164	0.167	0.169	النمرة الوسطية للشعيرات

53830، الأبعاد (570×480×420 mm) والوزن: 40 Kg والتردد (60/50 هرتزاً).

الميزان: المصدر من شركة Ohaus السويسرية .

مجال الوزن: حتى 600 g، الدقة: ± 0.01 g والميزان متصل مع حاسب عبر مخرج RS232.

نظام حساب النمرة Count System

النظام مؤلف من حاسب وميزان وطابعة.

ومن خلال البرنامج الموجود في الحاسب المرفق يقوم أوتوماتيكياً بحساب النمرة وفق أغلب الستاندترات العالمية لأنظمة النمرة المستخدمة من أجل الخيط والمبروم والشريط.

2-2-3 جهاز قياس البرمات:

Electronic Twist-Tester (Twist Lab - code 2531C)

جهاز رقمي يظهر عدد البرمات حتى 9999 Turn/m، المسافة بين الفكين 500 mm، يعمل الجهاز وفق الستاندترات العالمية (ISO 2061 . ASTM 1422/1423 ,DIN 53832, BS)، الأبعاد (106×30×22 mm) والوزن (9.8 Kg).

4- النتائج والمناقشة: Results and discussion

1-4 النتائج:

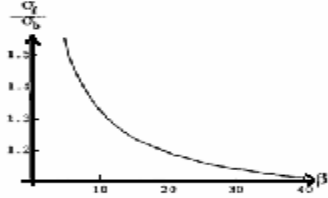
أُجْرِيَ في هذا البحث بإجراء عدد كبير من الاختبارات والتجارب في كل من مخبر الشركة الخماسية ومخبر قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها، من خلال فحص مواصفات الألياف والخيوط الناتجة منها وضعت بعض النتائج في كل من الجدول (2) والجدول (3). واختيرت تجربتان فقط على خيوط ذات نمرة (12، 24) وهي المنتجة حالياً في الشركة الخماسية على آلات الغزل الحلقي من نوع مارزولي (Marzoli).

التجربة الأولى: كانت البيانات الناتجة بحسب الجدول (2).

الجدول (2) نتائج تجارب المرحلة الأولى من الدراسة العملية

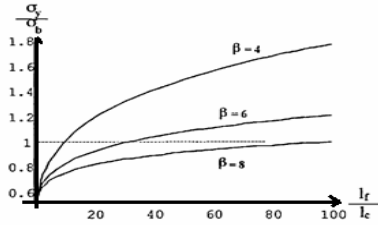
23	23	13m	13x	الرتب المستخدمة
23.28	23.28	23.8	24.7	طول التيلة (mm)
27.45	27.45	27.2	28.2	الطول الفعال (mm)
84.54	84.54	87.95	86.58	درجة انتظامية الطول (%)
28.32	28.32	29.2	28.53	المتانة النسبية للشعيرات (CN/tex)
4.21	4.21	4.42	4.26	النعومة (ميكرونيير)

الليف، ومن ثمَّ تقود إلى قيمة صغيرة لـ β أو فعالية انتقال متانة الليف كبيرة أو بمعنى آخر زيادة متانة حزمة الليف.



الشكل (3) تأثير β في النسبة $\frac{\sigma_f}{\sigma_c}$

وبعدها نستطيع وضع نسبة المتانة $\frac{\sigma_f}{\sigma_c}$ في العلاقة (9) مقابل نسبة الطول $\frac{L_f}{L_c}$ في ثلاثة مستويات لـ β ، كما هو واضح في الشكل (4):



الشكل (4) تأثيرات النسبة $\frac{L_f}{L_c}$ في النسبة $\frac{\sigma_f}{\sigma_c}$

في ثلاثة مستويات لـ β

نلاحظ من الشكل أن المحور العمودي يقع في الموضع $\frac{L_f}{L_c} = 1$ على المحور الأفقي - بدلاً من مبدأ الإحداثيات - كما يشير الشكل إلى أنه عند عدم حدوث عملية التكرس خلال تمزق الخيط عندها يكون $\frac{L_f}{L_c} = 2$ وعندها تكون النسبة $\frac{\sigma_f}{\sigma_c}$ تحت 0.6، مع استقلال ثابت لـ β . على أي حال عند حدوث التكرس فإن القيمة الصغرى لـ β تعني أن الليف أكثر جفافاً، ومن ثمَّ سينتج عن ذلك نسبة متانة أعلى $\frac{\sigma_f}{\sigma_c}$ أو خيط أقوى. نلاحظ أن متانة الخيط يمكن أن تكون أكبر من متانة حزمة الليف أي: $\frac{\sigma_f}{\sigma_c} > 1$ وذلك عند حدوث عملية التكرس وكانت قيمة β صغيرة كافية.

أخيراً: نضع النسبة $\frac{\sigma_f}{\sigma_c}$ مقابل النسبة $\frac{L_f}{L_c}$ في الشكل (5)، عندما لا يكون تأثير الضغط الجانبي كبيراً بشكل كافٍ لحدوث عملية التكرس أو أن تأثير عملية التكرس كان صغيراً

T_f (tex)				
5	5	5	5	الثابت (H) بحسب نوع نظام الغزل المتبع
0.95	0.95	0.85	0.85	الثابت (μ) بحسب الحالة الفنية للخيط الإنتاجي
22.94	26.44	25.91	26.25	الطول الوسطي للشعيرات L_f (mm)
82.4	90.5	92	89	درجة انتظامية الطول UD%
1.724	1.805	1.82	1.79	ثابت درجة انتظامية طول الشعيرات β
27.106	30.9	30.64	30.51	المتانة النسبية الوسطية للشعيرات D_f (CN/tex)
4.72	4.75	4.25	3.35	ثابت البرم الفعلي α
5.3	4.99	4.93	4.86	ثابت البرم الحدي α_c
1	1	1	0.9	معامل تصحيح البرم K
20.53	25.55	15.67	17.34	المتانة النسبية المتوقعة D_y (CN/tex)
16.08	20.77	13.58	14.56	المتانة النسبية الفعلية D_{y1} (CN/tex)

2-4 مناقشة النتائج التجريبية:

أفيد من البيانات التجريبية المرجعية من بحث Sasser [20] حيث يمكن العودة إلى هذا البحث للحصول على تفاصيل القياسات والبيانات. وللمناقشة نحتاج إلى تقدير كل من α و β إذ يمكننا القيام بذلك باستخدام تقنية الاحتمال (الترجيح) الأعظمي [1] بالاعتماد على البيانات التجريبية. وجدنا أن ألياف القطن جافة بما فيه الكفاية وحصلنا على التقدير المقبول لـ:

$$\beta = 6.143 \text{ و } \alpha = 1.11 \times 10^{-11}$$

بعدها ومن خلال المرجع Pan [11] قمنا بتقدير كل من حجم احتكاك الليف $V_f = 0.6$ ومعامل فعالية اتجاه الليف $\eta q = 0.8$ وذلك في لحظة تقطع الخيط.

أولاً: تظهر العلاقة (10) من جديد أن قوة شد الليف هي دوماً أكبر من متانة حزمة الليف، نستطيع توضيح العلاقة بين β و α من خلال الشكل (3) الذي يظهر من أجل شكل الليف المعطى أن القيمة الكبيرة لـ β تعني انتظامية أكبر

عن عدد الألياف N في كلتا الحالتين لاستخدام العلاقتين (5) و (8). فضلاً عن ذلك من جهة أولى يؤدي برم الخيوط إلى قابلية اختلاف شكلها بشكل كبير نتيجة تأثير التنقلات العشوائية للألياف، وهذا التأثير موجود في الخيوط بشكل أكبر مما هو عليه في حزمة الألياف، كما وضح ذلك في بحوث Phoenix [14]، ومن جهة أخرى يؤدي البرم إلى تسهيل عملية تغيير البنية؛ وذلك عن طريق لي الألياف مع بعضها بعضاً، مما يؤدي إلى تشكيل نقاط أو بقع أكثر ضعفاً.

الجدول (5) التنبؤ والنتائج التجريبية

CV	$\langle 6y \rangle$	$\langle 6y \rangle$	$\langle 6f \rangle$	
	$\langle 6b \rangle$	$\langle 6f \rangle$	$\langle 6b \rangle$	
18.96	0.54	0.37	1.70	المحسوبة
16.50	0.73	0.37	1.99	التجريبية (حلقي)
16.50	0.60	0.31	1.99	التجريبية (توربيني)

أحد العوامل المفتاحية هو نسبة الطول $(\frac{L_f}{L_c})$. إن عملية التكسر لا تحدث في حالة الخيط الرخو أو ذي القطر الصغير أو عند انخفاض الضغط الجانبي، أي عندما يكون $\frac{L_f}{L_c} = 2$ وستكون فعالية نقل متانة الليف إلى متانة الخيط منخفضة، من جهة أخرى إذا كان ارتباط ليف - ليف كبيراً بما فيه الكفاية أو زيادة عدد البرمات أو العوامل الأخرى مثل مقدار الزوي والتطبيق أو إدخال مواد كيميائية تساعد على تماسك الألياف، تلك العوامل كلها ستساعد في حدوث عملية التكسر أي:

$\frac{L_f}{L_c} \gg 2$ وهنا ستكون متانة الخيط الناتجة كبيرة بشكل ملحوظ [7].

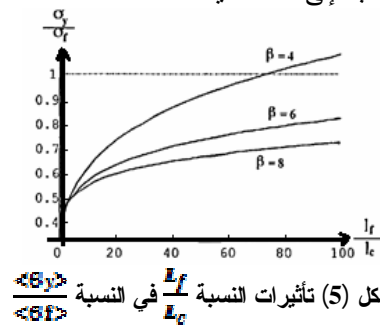
5- المقترحات والتوصيات:

Suggestions and Recommendations

a. يمكن التنبؤ بالعلاقات التي تربط قوة شد الليف والحزمة والخيوط باستخدام التقريب النظري الوارد في هذا البحث. وتحديد فعالية انتقال متانة الليف إلى متانة الخيط بشكل رئيس من خلال عاملين وهما حدوث عملية التكسر وتباينات متانة الليف. في حال كان تماسك ليف-ليف في الخيط ضعيفاً فإن عملية التكسر لن تحدث، عندها ستكون

نقول في هذه الحالة إن: $(\frac{L_f}{L_c} \leq 3)$ في الشكل (5). إن متانة الخيط يمكن أن تكون أقل من $\frac{1}{3}$ متانة الليف بالاعتماد على قيمة β وكذلك إن زيادة قيمة β (أي زيادة انتظامية الليف) سوف تزيد من متانة الخيط.

على أي حال عندما يكون الضغط الجانبي كبيراً سوف تقود عملية التكسر إلى $\frac{L_f}{L_c} > 5$ عندها تكون هناك زيادة في جفافية الليف (β صغيرة) وهذا سوف يؤدي إلى إنتاج خيط أكثر قوة بالنسبة إلى متانة الليف.

الشكل (5) تأثيرات النسبة $\frac{L_f}{L_c}$ في النسبة $\frac{\sigma_f}{\sigma_c}$

في ثلاثة مستويات لـ β

أماً في الحالات التي يكون فيها الضغط الجانبي كبيراً جداً (وهي حالات غير محببة) ستحدث عملية التكسر بسرعة، وعندها ستكون النسبة $\frac{L_f}{L_c}$ كبيرة جداً - مثل حالات الدمج - عندها يمكن أن تصبح متانة الخيط من الناحية النظرية أكبر من متانة الليف [21].

وبعد حساب كل من النسب ومعامل الاختلاف CV تم التوصل إلى الجدول (5) لقيم هذه النسب و CV، بحيث وثق Sasser [20] أن متوسط متانات الخيوط الحلقية والخيوط التوربينية هي فقط 37% و 31% على التوالي من متوسط متانة الليف.

يمكن التنبؤ بهذه النتائج فقط في حال كان $\frac{L_f}{L_c} = 2$ ، ولهذا تنقطع الألياف في الخيط مرة واحدة فقط ولا تحدث عملية التكسر. وهكذا حددت قيمة $\frac{L_f}{L_c}$ في حساباتنا. من خلال الجدول (5) نرى أن التنبؤ النظري يقترب من النتائج التجريبية نوعاً ما وذلك للبنية المعقدة للخيوط. إن حساب CV باستخدام متوسط المتانة الذي تم التنبؤ به وقيمة الانحراف المعياري SD (Standard Deviation) لليف يقترب من الحساب التجريبي. لا نستطيع التنبؤ بقيم SD أو CV لكل من حزمة الليف والخيوط إذ إننا لا نملك أي معرفة

فعالية انتقال متانة الليف إلى متانة الخيط نحو $\frac{1}{3}$. هناك مستوى حرج للنسبة $\frac{L_f}{L_g}$ إذ تحت هذه النسبة سيينتج عن الليف الجاف خيط ضعيف وفوق هذه النسبة يكون العكس صحيحاً سوف يقود الليف الجاف - مع وجود قيمة صغيرة لـ β - إلى خيط أقوى.

b. لأجل خيوط قطن متشابهة يمكن تجاهل تأثير التكرس عندها تكون نسبة الطول $\frac{L_f}{L_g} = 2$.

c. إن زيادة نسبة النيبس وعدم الاهتمام بمحتوى الرطوبة في القطن خلال المراحل التكنولوجية المختلفة يؤدي إلى انخفاض المتانة النسبية للشعيرات وزيادة نسبة القطوعات.

d. لاحظنا انخفاض المتانة النسبية للخيط النهائي نتيجة انخفاض المتانة النسبية للشعيرات (التي تزداد بازدياد الرطوبة) وهذا ما أكدته علاقة سولفيوف التي تحدد المتانة النسبية المتوقعة للخيط النهائي؛ لذلك يجب الانتباه إلى تكييف باللات القطن والصالوات الإنتاجية بالكامل للحصول على المواصفات العالية للخيوط وأهمها المتانة النسبية الفعلية للخيط النهائي.

e. إن العلاقات السابقة هي علاقات تقريبية لكنها على درجة عالية من الأهمية لأنها تعطي نتيجة تقريبية للمتانة النسبية للغزول بحسب نظام الغزل المتبع.

مع هذه المعلومات وبوجود النتائج النظرية التي هي مقبولة بشكل عام وتكون قريبة من النتائج التجريبية عندها نستطيع وبسرعة تقدير متانة خيط القطن بشكل عملي.

6- المراجع العلمية*

- Under Localized Load-Sharing Among Fibers, Textile Res. J. 51,408 (1981).
16. Platt, M. M., Mechanics of Elastic Performance of Textile Materials, Part 111: Some Aspects of Stress Analysis of Textile Structures-Continuous Filament Yams, Textile Res. J. 20, 1 (1950).
 17. Ramey, H. H., Jr., Lawson, R., and Worley, S., Jr., Relationship of Cotton Fiber Properties to Yarn Tenacity, Textile Res. J. 47, 685 (1977).
 18. Realf, M. L., Seo, M., Boyce, M. C., Schwarts, P., and Backer, S., Mechanical Properties of Fabrics Woven from Yams Produced by Different Spinning Technologies: Yam Failure as a Function of Gauge Length, Textile Res. J. 61, 517 (1991).
 19. Realf, M. L., Pan, N., Seo, M., Boyce, M. C., Backer, S., A Stochastic Simulation of the Failure Process and Ultimate Strength of Blended Continuous Yams, Textile Res. J. 70, 415 (2000).
 20. Sasser, P., Shofner, C. K., Chu, Y. T., Shofner, F. M., and Townes, M. G., Interpretations of Single Fiber, Bundle, and Yarn Tenacity Data, Textile Res. J. 61, 681 (1991).
 21. Sullivan, R. R., A Theoretical Approach to the Problem of Yam Strength, J. Appl. Phys. 13, 157 (1942). Watson, A. S., and Smith, R. L., An Examination of Statistical Theories for Fibrous Materials in the Light of Experimental Data, J. Muter. Sci. 20, 3260 (1985).
 22. م. رزق سامية علي، م. العوام هند، 2004 - طرق فحص الألياف النسيجية والخيوط. الطبعة الأولى، دار الكتب والوثائق القومية، جامعة الإسكندرية.
 23. د. قدار طاهر، 2009 - ضبط ومراقبة جودة الإنتاج، المواد الأولية الطبيعية، الفصل الأول. الطبعة الأولى، كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية، جامعة البعث.
 24. د. قدار طاهر، 2011 - تحليل المنسوجات، خامات النسيج وخواصها. الطبعة الأولى، كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية، جامعة البعث.
 1. Bury, K. V., in "Statistical Models in Applied Science," John Wiley and Sons, NY, 1975.
 2. Chou, T. W., "Microstructural Design of Fiber Composites," Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 1992.
 3. Colman, B. D., On the Strength of Classical Fibers and Fiber Bundles, J. Mech. Phys. Solids 7, 60 (1958).
 4. Daniels, H. E., The Statistical Theory of the Strength of Bundles of Threads, Proc. R. SOC. A183,405 (1945).
 5. Hamburger, W. J., The Industrial Application of the Stress-Strain Relationship, J. Textile Inst. 40, 700 (1949).
 6. Harlow, D. G., and Phoenix, S. L., The Chain-of-Bundle Probability Model for the Strength of Fibrous Materials, I: Analysis and Conjectures. J. Compos. Materials 12, 195 (1978).
 7. Hearle, J. W. S., Grosberg, P., and Backer, S., "Structural Mechanics of Yarns and Fabrics," vol. 1, Wiley-Inter-science, NY, 1969.
 8. Hussain, G. F. S., Nachane, R. P., Kishna Iyer, K. R., and Srinathan, B., Weak-Link Effect on Textile Properties of Cotton Yams, Textile Res. J. 60, 69 (1990).
 9. Kemp, A., and Owen, J. D., The Strength and Behavior of Nylon/Cotton Blended Yams Undergoing Strain, J. Text. Inst. 46, T-684 (1955).
 10. Monego, C. J., and Backer, S., Tensile Rupture of Blended Yams, Textile Res. J. 38, 762 (1968).
 11. Pan, N., Development of a Constitutive Theory for Short Fiber Yams: Mechanics of Staple Yarn Without Slippage Effect, Textile Res. J. 62, 749 (1992).
 12. Pan, N., Salaviov., Katrina., Prediction of Statistical Strengths of Twisted Fiber Structures, J. Mater. Sci. 28, 6107 (1993).
 13. Peirce, F. T., Tensile Tests for Cotton Yams, V: "The Weakest Link"-Theorems on the Strength of Long and of Composite Specimens, J. Textile Inst. 17, 355 (1926).
 14. Phoenix, S. L., Statistical Theory for the Strength of Twisted Fiber Bundles with Applications to Yams and Cables, Textile Res. J. 49, 407 (1979).
 15. Pitt, R. E., and Phoenix, S. L., On Modeling the Statistical Strength of Yarns and Cables

25. د. مقدسي كميليو، 2003 - الاختبارات النسيجية،
الطبعة الأولى، مؤسسة التنضيد التصوير (دبس)،
دمشق.

- ترجمة المراجع العربية:

26. Dr. Kaddar, Taher, 2009. Quality Monitoring and control of Production, Natural Raw Material, First Edith. Faculty of Chemical and Petroleum Engineering, AL-Baath University .
27. Eng. Makdisi, Kamilo, 2003. Textile Tests, First Edith, Damascus .
28. Dr. Rezek, Ali , Eng. Al-Awam, Hined, 2004. Tests of Fibers and Yarn. First Edith, AL-Eskandaria University.
29. Dr. Kaddar, Taher, 2011. Weaving Analyzing, Raw Materials and their Propriety, First Edith. Faculty of Chemical and Petroleum Engineering, AL-Baath University .