

القوى الديناميكية المؤثرة في الخيط في مرحلة الغزل الحلقي

م. محمد ياسر جحي *

د. محمد أبو عصفور ***

د. عيسى مراد **

الملخص

في عملية الغزل الحلقي ينتج شد الخيط بشكل رئيس عن دوران الدبلة وطول البالون L_b وحركتهما حول المحور الشاقولي المنطبق على محور المردن ومن أجل لف الخيط الناتج عن العملية التكنولوجية بشكل آمن ومن دون حدوث تقطعات يجب أن تكون قوة شد الخيط (متانته) أكبر من مجموع القوى الديناميكية الناتجة عن هذه العملية في آلة الغزل الحلقي إذ يجب التغلب أيضاً على القوى الستاتيكية المتولدة والمتمثلة بالقوة الاحتكاكية الناشئة بين إطار الحلقة وجسم الدبلة الداخلي فضلاً عن تأثير الدبلة على جسم الخيط والتغلب على مقاومة الهواء التي تعيق حركة الدبلة ومقاومة الهواء المؤثر في جسم البالون المتشكك فضلاً عن قوى أخرى متولدة في أثناء تشكيل الخيط. قوى شد الخيط خلال مرحلة الغزل الحلقي متولدة في ثلاثة أجزاء أساسية هي:

- مجال تشكل الخيط: وهو المجال المحصور بين سلندرات التوريد في جهاز السحب وموجه الخيط .
 - مجال اللف: وهو المجال المحصور بين الدبلة والماسورة.
 - مجال تشكل البالون: وهو المجال المحصور بين موجه الخيط و الدبلة.
- إذ إنّ شد الخيط يتغير بشكل ملحوظ بالعلاقة مع قطر اللف (يزداد الشد كلما قل قطر اللف).

الكلمات المفتاحية: مجال تشكل الخيط - مجال اللف - مجال تشكل البالون.

* أعد هذا البحث في سياق رسالة الماجستير للمهندس محمد ياسر جحي بإشراف الدكتور عيسى مراد ومشاركة الدكتور محمد أبو عصفور - قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق .

** قسم هندسة الميكانيك العام كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية جامعة دمشق .

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

1. المقدمة

أسباب انقطاع الخيط. إذ تعدُّ تقطعات الخيط بشكل خاص من الأمور التي لا بدَّ من تلافيتها، لأن التقطعات الكثيرة للخيوط تسيء إلى مواصفاتها وتستهلك زمناً لوصولها وتقلل المردود وتزيد من العبء على العامل والآلة. ومن أجل لف الخيط الناتج عن العملية التكنولوجية بشكل آمن ومن دون حدوث تقطعات يجب أن تكون قوة شد الخيط (متانته) أكبر من مجموع القوى الديناميكية الناتجة عن هذه العملية في آلة الغزل الحلقي إذ يجب التغلب أيضاً على القوى الستاتيكية المتولدة والمتمثلة بالقوة الاحتكاكية الناشئة بين إطار الحلقة وجسم الدبلة الداخلي فضلاً عن تأثير الدبلة في جسم الخيط والتغلب على مقاومة الهواء التي تعيق حركة الدبلة (هذا العامل تابع لنوع الدبلة وشكلها) ومقاومة الهواء المؤثر في جسم البالون المتشكل فضلاً عن قوى أخرى متولدة في أثناء تشكيل الخيط .

4. طريقة البحث

ومن أجل تسهيل هذه الدراسة نعمل على تجزئة مجال الغزل الحلقي إلى ثلاثة أجزاء أساسية:

a. مجال تشكل الخيط (Yarn forming zone): وهو المجال المحصور بين اسطوانات التوريد في جهاز السحب (The front roller) ودليل الخيط (The guide yarn) .

b. مجال اللف (Winding zone): وهو المجال المحصور بين الدبلة (Traveler) والماسورة (The bobbin forming zone)

c. مجال تشكل البالون (Balloon forming zone): وهو المجال المحصور بين دليل الخيط (The guide yarn) والدبلة (Traveler).

a. منطقة تشكل الخيط (Yarn formation zone):

في منطقة تشكل الخيط يدعى الشد بشد الغزل (Spinning tension) ويرمز له بـ T_s ويتحول هذا

يعدُّ الحصول على الخيط من آلات الغزل المرحلة النهائية في العملية التكنولوجية التي تهدف إلى تحويل شعيرات القطن إلى خيوط. الهدف من مرحلة الغزل هو الحصول من المبروم أو شريط السحب على المنتج النهائي لقسم الغزل ألا وهو الخيط الذي يتصف بصفات محددة (نمرة، قوة شد، انتظامية، عدد البرمات.....) يتلخص جوهر عملية الغزل في أن المبروم على آلة الغزل يُسحب ويُرفع حتى النمرة المطلوبة وبعدها يُعطى برمات معينة لتكسبه المتانة اللازمة ويتحول بذلك إلى خيط يُلف على ماسورة ثم يُنقل إلى مرحلة لف الكون ثم فيما بعد إلى المراحل اللاحقة كالنسيج أو التريكو أو الخياطة....

2. أهمية البحث

يعدُّ الشد المتولد في الخيط الناتج عن عملية الغزل الحلقي فضلاً عن انتشار البرمات فيه من أهم النواحي التكنولوجية القابلة للدراسة في آلات الغزل الحلقي ونتيجة انتشار البرمات على الطول الناتج عن اسطوانات التوريد في جهاز السحب ونتيجة لتأثير قوى الطرد المركزية في كامل طول البالون فضلاً عن تأثير عملية لف الخيط في ماسورة الغزل وتأثير قوى أخرى ناتجة عن إجراء العملية التكنولوجية يؤدي ذلك إلى توليد قوى شد الخيط ولفهم آلية توليد قوى شد الخيط لا بدَّ من دراسة القوى الديناميكية والستاتيكية المؤثرة في الأجزاء المتحركة في آلة الغزل الحلقي التي تكون على تماس مباشر مع المغزل.

3. هدف البحث

هَدَفَ البحث إلى دراسة القوى الديناميكية والستاتيكية المؤثرة في الأجزاء المتحركة في آلة الغزل الحلقي التي تكون على تماس مباشر مع المغزل بغية تحديد العوامل المؤثرة على شد الغزل وتحديد تأثيرها في جودته وتحديد

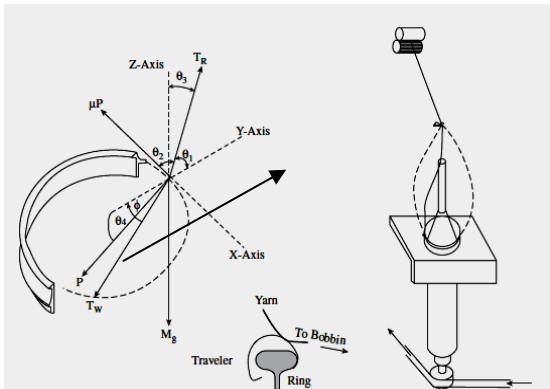
ε : معام يتعلّق بطبيعة جريان الهواء .

d : قطر الخيط المشغّل. [mm]

V_f : سرعة التوريد لجهاز السحب [m/s]

ونظراً إلى أنّ سرعة التوريد ذات قيمة صغيرة إذا ما قورنت بالسرعة الخطية الناتجة عن دوران الدبلة لذلك يمكن إهمال القوة الناتجة من خلال تأثير الهواء في كامل طول الخيط في هذه المنطقة أمّا توازن قوة التقوس فتعود إلى صلابة المادة الأولية المشكلة للخيط التي يمكن إهمالها أمام قيمة قوة الشد T_0 بسبب قيمتها الصغيرة نسبياً فضلاً عن انتشار البرمات السريع على كامل الطول. بالنهاية تكون القوة T_0 هي القوة الفاعلة في هذا المجال.

b. منطقة اللف (Winding zone) : من المعلوم أنّ الدبلة (Traveler) تقوم بالضغط على الجزء السفلي من إطار الحلقة (ring flange) ومن ثمّ هناك منطقة احتكاك بينهما مع وجود معامل احتكاك μ تابع لنوع المعدن لكل من الدبلة وإطار الحلقة وهناك قوة رد فعل إطار الحلقة على الدبلة متمثلة بقوة ذات حامل عمودي على سطح التلامس بينهما بحيث يكون منحنى قوة الاحتكاك عمودياً على منحنى رد الفعل وبعكس جهة الحركة.



الشكل (1) يوضح القوى المؤثرة في الدبلة أثناء إجراء عملية اللف على الماسورة

الشد إلى شد قمة البالون عند دليل الخيط (The guide yarn) الذي يرمز له بالرمز T_0 ويعطى بالعلاقة الآتية:

$$T_0 = T_s - e^{k-\theta} \quad [5] \quad 1$$

إذ إنّ :

T_0 : قوّة شد الخيط بعد دليل الخيط مباشرة [CN].

T_s : قوّة شد الغزل [CN].

K : معامل الاحتكاك بين جسم الخيط ومعدن الموجه.

θ : زاوية تلامس جسم الخيط مع الموجه [rad]

على الرغم من أنّ الخيط يدور حول المحور الداخلي لدليل الخيط (The guide yarn) وهو يدور بسرعة الدبلة وبسبب أنّ نصف قطر دليل الخيط ذو قيمة صغيرة جداً يمكن إهمال القوى المركزية الناتجة عن العملية التكنولوجية كما أنّ حركة الخيط في المنطقة الواقعة بين الموجه واسطوانات التوريد لجهاز السحب متعلقة بسرعة الخيط الخطية ومن ثمّ القوى المأخوذة بالحسابان في هذه المنطقة هي:

- قوة تأثير الهواء في كامل طول الخيط ضمن المنطقة السابقة.
- قوة الاحتكاك الستاتيكية الناتجة عن احتكاك جسم الخيط بالسطح الداخلي لمعدن الموجه.
- قوة عطالة الخيط التي تقاوم انحناءه نتيجة لتشكيل البالون في المجال الآتي.

إن مقاومة الهواء (Air drag) تتناسب ومربع السرعة الخطية للخيط (من جهة اسطوانات التوريد) وفق العلاقة الآتية:

$$AD = \frac{1}{2} p_A - \varepsilon \cdot d \cdot V_f^2 \quad (2) \quad [5]$$

إذ إنّ :

AD : مقاومة الهواء .

p_A : الكثافة النوعية للهواء [kg/mm^3]

$$C = M \cdot R \cdot W^2 \quad (4)$$

نتيجة لتأثير هذه القوة عند مركز ثقل الدبلة ينشأ الاحتكاك بين الدبلة وإطار الحلقة وتتشكل القوى الستاتيكية آفة الذكر .

R: نصف قطر الحلقة (Ring radius) .

M: كتلة الدبلة (mass of traveler) .

• قوة كوريوليس الناتجة عن الحركة النسبية بين الدبلة والماسورة .

• قوة تأثير الهواء في كتلة الخيط الواصل بين نقطة اللف والدبلة.

ونظراً إلى أن فرق السرعة الدورانية بين الدبلة والماسورة ذات قيمة صغيرة يمكن إهمال تأثير قوة كوريوليس وعدم الأخذ بها ضمن دراسة القوى

μ : معامل الاحتكاك (Friction coefficient) بين الدبلة وإطار الحلقة وتعلق قيمته عكساً بكتلة الدبلة:

• عندما تكون μ صغيرة يجب أن تكون كتلة الدبلة كبيرة .

• عندما تكون μ كبيرة يجب أن تكون كتلة الدبلة صغيرة .

• عندما تكون μ ثابتة فإن شد الخيط يكون تابعاً لكتلة الدبلة فإن اختيار الدبلة سوف يعتمد على قيمة الشد الأعظمي الذي سوف يكتسبه الخيط في أثناء عملية اللف على جسم الماسورة.

يبين الشكل (1) القوى التي تعمل على توليد قوة شد الخيط في هذه المنطقة وهي:

• قوة شد الخيط عند اللف T_w :

تعتمد قيمة قوة شد الخيط في منطقة اللف اعتماداً أساسياً على نصف قطر الماسورة في أثناء عملية بنائها في حين أنه في منطقة تشكل البالون يعتمد شد الخيط على طول البالون الواقع بين الدبلة والدليل (يشار له عادة بشد البالون) إذ إن قوة الشد في هذه الحالة تزداد بازدياد نصف القطر الأعظمي للبالون وذلك نتيجة لتأثير قوة الطرد المركزية الناتجة عن دوران الدبلة أمّا قوة شد البالون عند الدبلة فهي متعلقة بقوة شد الخيط عند اللف وفق علاقة أولر في الشد:

$$T_w = T_R e^{g.a} \quad (3) [6]$$

إذ إن:

T_w : قوة شد الخيط عند اللف .

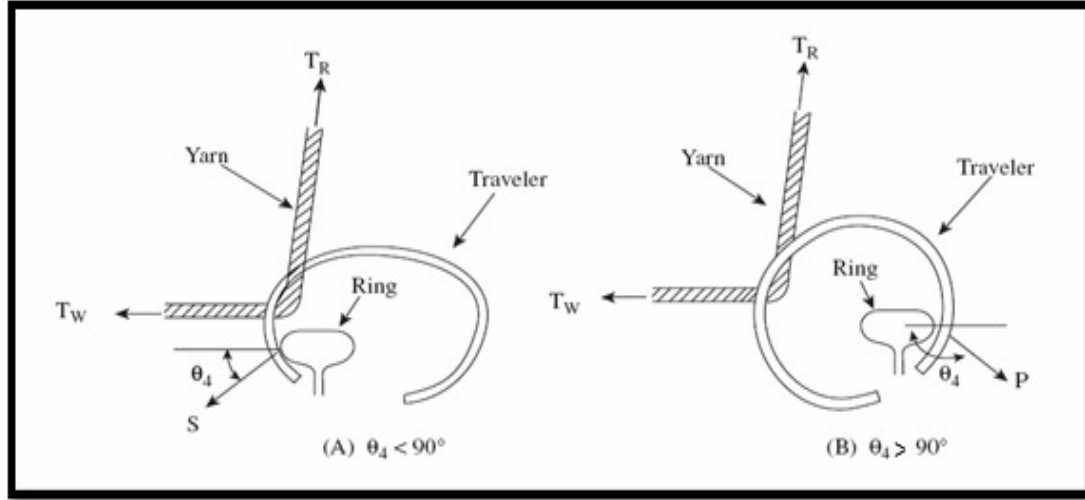
T_R : قوة شد البالون عند الدبلة.

g: معامل الاحتكاك بين جسم الخيط والسطح الداخلي للدبلة .

α : الزاوية بين الخيط والدبلة.

• قوة الطرد المركزية الناتجة عن دوران المردن والدبلة (C):

التي تعطى بالعلاقة الآتية:



الشكل (2) يبيّن موضعين مختلفين للدبلة في أثناء دورانها حول محور المردن والحلقة

إذ إنّ :

ونظراً إلى أن موضع الدبلة يعتمد على كتلتها نميز ما يأتي :

φ : هي زاوية ميل قوة الشد T_w عن المحور Y- Axis وهي موضحة بشكل واضح في الشكل (1). ونظراً إلى أن قيمة معامل الاحتكاك μ تتناسب طردياً مع السرعة الزاوية للماسورة لأن زيادة السرعة الدورانية تؤدي إلى ازدياد قوة الطرد المركزية مما يؤدي إلى زيادة ضغط الدبلة على إطار الحلقة ومن ثمّ ازدياد قوة رد الفعل وازدياد قوة السحب الاحتكاكي.

• عندما تكون الدبلة ذات وزن خفيف فإن قيمة الزاوية θ_4 سوف تكون أقل من 90° بالتالي قيمة المقدار $\cos \theta_4$ تكون ذات إشارة موجبة ومن ثمّ قيمة قوة الطرد المركزية أكبر من قوة شد اللف وتسمى هذه الحالة حالة الطرد الخارجي (Outside tracking) ويكون الاحتكاك في القطاع الداخلي لإطار الحلقة .

c. منطقة تشكل البالون (Balloon forming zone) :

القوى المؤثرة في الخيط في هذه المنطقة هي :

• عندما تكون الزاوية θ_4 أكبر من 90° تكون قيمة المقدار $\cos \theta_4$ سالبة ومن ثمّ تكون قيمة الشد عند اللف أكبر من قوة الطرد المركزية الأمر الذي يؤدي إلى اتجاه الدبلة نحو الخارج والاحتكاك يكون في القطاع الخارجي لإطار الحلقة.

• قوة كوريوليس (The coriolis force) : هي قوة ناشئة نتيجة لوجود الحركة النسبية بين الدبلة و اسطوانات التوريد (لوجود فرق السرعة الخطية العالي) ونتيجة لذلك فإنّ جسم الخيط سوف يتحرك بحركة حلزونية بدءاً من نصف القطر الأصغر ونصف القطر الذي يليه نتيجة لتأثير ثلاث مركبات للسرعة كما في الشكل (3) وهي :

نلاحظ مما سبق أنّ قيمة الشد T_w ذات قيمة موجبة بشكل دائم مهما كانت قيمة الزاوية θ_4 وتتحقق عملية الغزل الحلقي عندما تتحقق المتراحة الآتية :

$$\mu \cdot \cos \varphi > \sin \varphi \cdot \cos \theta_4$$

و منه :

$$\mu \cdot \cos \varphi > \sin \varphi \cdot \cos \theta_4$$

القوة المؤثرة في العنصر المدروس التي تسبب زيادة قيمة الطاقة الحركية هي مركبة قوة كوريوليس المرتبطة بالسرعة الدائرية للبالون.

أما المركبة الثانية من هذه القوة فهي تؤثر بشكل شعاعي داخلي في العنصر المدروس وهي تتعلق بسرعة انتقال العنصر من الموجه وحتى الدبلة .

مركبة القوة الشعاعية الناتجة عن السرعة الشعاعية تعطى بالعلاقة الآتية:

$$EK = \frac{1}{2} . m . dl . r^2 . \omega^2 \quad [5]$$

أما القوة المماسية الناتجة عن السرعة المماسية لجسم البالون فهي تعطى بالعلاقة الآتية:

$$F_t = 2 . m . V_{tr} . \omega$$

ونظراً إلى أنه في عملية الغزل الحلقي تكون السرعة الدورانية للمردن أكبر بكثير من السرعة الدورانية لأسطوانات توريد جهاز السحب، فإن مركبات قوة كوريوليس يمكن إهمالها .

وشكل مماثل فإن لقوة تأثير الهواء مركبتين هما:

• القوة المؤثرة في جسم خيط البالون .

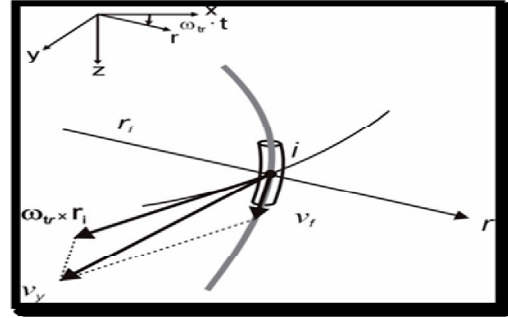
• مقاومة الهواء لدوران العنصر المدروس

تكون المركبة الثانية متناسبة مع مربع السرعة الدورانية وهي ذات أهمية كبيرة في دراستنا، لأن ممانعة جسم البالون لتأثير الهواء تكسبه متانة إضافية حيال خضوعه لإجهادات الشد، كما أن تأثير الهواء يكون ذا قيمة ثابتة في كامل طول خيط البالون وذلك باعتبار (أن الخيط عبارة عن جسم اسطواني منتظم المقطع وثابت القطر على كامل الطول) ومن ثم يمكن حساب القيمة التقريبية لقوة تأثير الهواء من خلال القانون الآتي:

$$AD = \frac{1}{2} . P_A . \varepsilon . d . V_f^2 \quad (6) [5]$$

إذ إن :

P_A : كثافة الهواء المحيط بجسم البالون.



الشكل (3) القوى المؤثرة في الخيط في منطقة تشكل البالون

- السرعة الشعاعية V_y .

- السرعة المماسية لمحيط البالون V_{tr} .

- السرعة الشاقولية التي تتجه باتجاه الدبلة والحلقة V_f بحيث تكون القوتان السابقتان مقترنتين بحركة خيط البالون .

• وزن العنصر المدروس (Weight of studied unit) .

• قوة تأثير الهواء (Air drag force) المعاكسة لحركة الخيط .

• مقاومة النثي التي يبديها جسم الخيط الناتجة عن صلابة المواد الأولية المكونة للخيط الناتج فعند حركة الجزء العنصري من خيط البالون بدءاً من نصف القطر الصغير إلى نصف القطر الأعظمي ، سوف يؤدي ذلك إلى إحداث ازدياد في قيمة الطاقة الحركية (Kinetic energy) التي تعطى وفق العلاقة الآتية :

$$EK = \frac{1}{2} . m . dl . r^2 . \omega^2 \quad (5)$$

والعكس بالعكس .

إذ إن :

r : البعد القطبي للعنصر المدروس عن المحور الشاقولي

ω : السرعة الدورانية لخيط البالون وهي نفسها

السرعة الدورانية للدبلة .

m : كتلة خيط البالون .

- ε : معامل تأثير الهواء تابع للسرعة النسبية ولقطر الخيط وللزوجة الديناميكية للهواء.
- d : قطر الخيط .
- V_f : السرعة الطبيعية للعنصر المدروس وهي نفسها سرعة انتقال العنصر من الموجه وحتى الدبلة.
- أمّا من الناحية العملية، فإن تأثير الهواء لا يكون منتظماً على كامل طول خيط البالون ويعود السبب في ذلك إلى وجود ظاهرة التشعر (Hairiness) بحيث تعمل أطراف الشعيرات الجانبية على حدوث اختراق في الحيز الهوائي المحيط بخيط البالون ومن ثمّ اختلاف مساحات تأثير الهواء في جسم الخيط.
- أمّا بالنسبة إلى وزن العنصر المدروس فيمكن إهماله كون أنه ذا قيمة صغيرة جداً، ونظراً إلى أن العنصر تام المرونة من ثمّ يمكن إهمال كل من الوزن وقوة النثني.
- 5. تقطعات الخيط في صناعة الغزول**
- تعدّ تقطعات الخيط في صناعة الغزول بشكل عام وفي قسم الغزل النهائي بشكل خاص من الأمور التي لا بدّ من تلافيها، لأن التقطعات الكثيرة للخيوط تسيء إلى مواصفاتها وتستهلك زمناً لوصولها وتقلل المردود وتزيد من العبء على العامل والآلة.
- الأسباب الرئيسة التي تؤدي إلى تقطعات عالية على آلة الغزل النهائي يمكن تقسيمها إلى ما يأتي:
- 1 - تقطعات ناتجة عن المادة الأولية:**
- عدم الاختيار الصحيح للمادة الأولية.
 - عدم انتظامية الشريط المبروم والعيوب فيه.
 - تجمع الزغبار والشعيرات على أجزاء من الآلة مما يعرقل من دورانها.
- 2 - تقطعات ناتجة عن الآلة:**
- عدم معايرة الأجزاء المختلفة للآلة بشكل دقيق.
- تلف الحلقات الفولاذية التي تدور عليها الزردة.
 - عدم تطابق مركز كل من موجه الخيط والمردن والأسوارة والحلقة الفولاذية مع بعضها.
 - السرعة الزائدة للمردن.
 - انزلاق الماسورة من على المردن في أثناء دورانه.
 - انزلاق شريط (قشاط) المردن أو خروجه عن مكانه.
 - تجمع الشحم أو الزيوت أسفل الحلقة.
 - خروج الزردة من مكانها أو تلفها نتيجة احتكاكها بالحلقة في أثناء دورانها.
 - ثقل الزردة الذي يؤدي إلى زيادة الشد في الخيط ومن ثمّ انقطاعه، أي عدم تناسب نمره الزردة مع نمره الخيط المنتج.
 - وضع منظفات الزردة قريبة جداً من الحلقة الفولاذية مما يؤدي إلى انقطاع الخيط.
 - اهتزاز المرادن أو المواسير.
 - الحوامل السيئة لبكر الشريط المبروم.
 - الحركة غير الصحيحة لموجه الخيط قبل جهاز السحب.
 - الوضع السيئ لسطوح السلندرات أو الروليات.
 - تآكل الجلد في جهاز السحب.
 - السحب غير متناسب مع طول الشعيرات مما يؤدي إلى انقطاعها.
 - الحركة غير المنتظمة للسلندرات أو الروليات.
 - التقطعات الناتجة بسبب عدم المراقبة الصحيحة لنظام الرطوبة والحرارة في قسم للغزل. وأخيراً يمكن القول: إنّ اختبار المادة الأولية بشكل صحيح، والتنظيم الجيد للعملية الإنتاجية، وتطبيق قواعد الاستثمار الصحيح فنياً، من شأنه أن يؤدي إلى الإقلال من التقطعات وجعلها شبه

معدومة، وإنَّ تنظيم شد الخيط من أهم العوامل المؤثرة في تقليل التقطعات.

6. النتائج التجريبية والقياسات

أجريت الاختبارات على مواسير من خيوط الغزل الحلقي ذات نمرة $N_{eb}12$

لقياس قوة الشد في الخيط التي تعدُّ من أهم الاختبارات للخصائص الميكانيكية للخيوط بحسب ما يأتي:

(أ) على مستوى الماسورة الواحدة :

أُخذت إحدى المواسير عشوائياً من آلة الغزل الحلقي وقد اختيرت على الشكل الآتي:

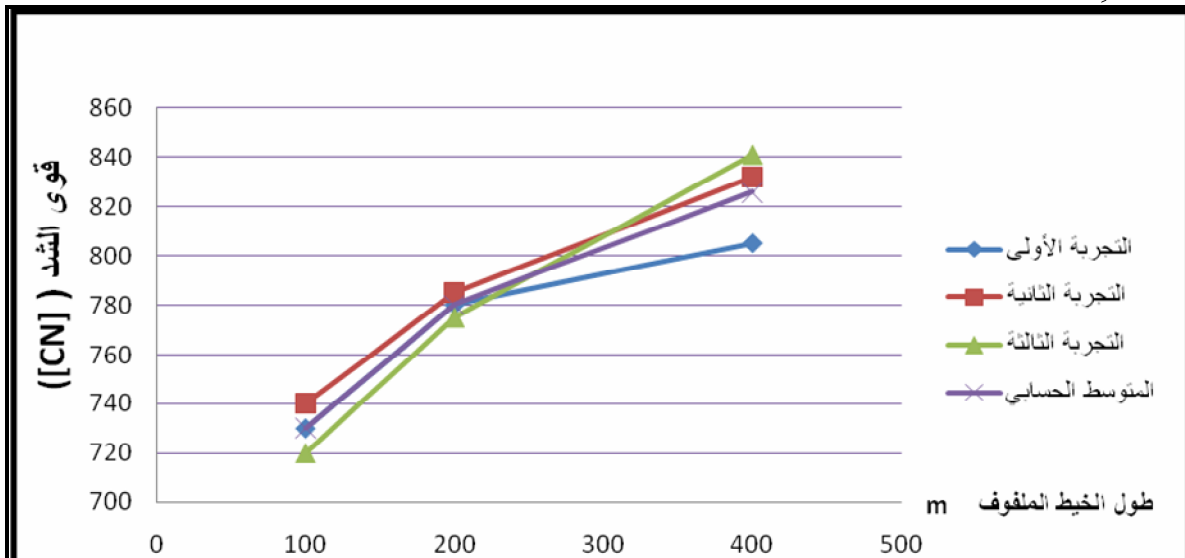
- أزيلت طبقتان من الخيوط من سطح الماسورة الخارجي من أجل التخلص من تأثير العوامل الخارجية .
- أُخذت مجموعة من العينات قدرها 3 بطول 50 cm بعد لفتين من السطح الخارجي بعد نحو 100 m .
- بعد نحو 200 m من العينات السابقة، أُجري الاختبار على 3 عينات أخرى بطول 50 cm .
- بعد نحو 400 m من العينة السابقة، أُجري الاختبار على 3 عينات بطول 50 cm .

فكانت النتائج كما في الجدول (1):

الجدول (1) يبيّن قيم قوى الشد للماسورة المدروسة.

العينة	بعد لفتين من سطح الماسورة	بعد 200 m	بعد 400 m
التجربة الأولى	730 [CN]	780 [CN]	805 [CN]
التجربة الثانية	740 [CN]	785 [CN]	832 [CN]
التجربة الثالثة	720 [CN]	775 [CN]	841 [CN]
المتوسط الحسابي	730 [CN]	780 [CN]	826 [CN]

وقد مُثِّلت النتائج بيانياً وفق الشكل (4):



الشكل (4) العلاقة بين قيم قوى الشد بين طبقات الماسورة الداخلية والخارجية

- نلاحظ من المنحنيات البيانية أن شد الخيط يتغير بشكل ملحوظ بالعلاقة مع قطر اللف (يزداد الشد كلما قل قطر اللف)
- يعود السبب في ذلك إلى انخفاض السرعة الخطية للدبلة، مما يؤدي إلى الانخفاض في عدد البرمات ومن ثمّ تغيير قوة الشد في الخيط.
- (ب). على مستوى مجموعة من المواسير :
تم هذا الاختبار وفق الشروط الآتية:
• طول العينة الأولي:
- عدد المواسير المأخوذة للاختبار: $K = 7$.
- عدد عينات الاختبار من كل ماسورة: $I = 5$ ومن ثمّ يكون عدد العينات الكلية: $(n = 5 \cdot 7 = 35)$ وهو من وجهة نظر علم الإحصاء وضبط الجودة عدد كافٍ لنعدّ أن توزع القيم تسلك سلوك التوزع الطبيعي الذي يأخذ شكل الجرس [3]، وعند قياس قيم قوة الشد لهذه العينات نتج لدينا الجدول الآتي:
- . $L_v = 50 \text{ cm}$

الجدول (2) نتائج الاختبار لقوى الشد على المواسير المدروسة فضلاً عن التباين بين القراءات S_i للماسورة الواحدة.

العينة الماسورة	1	2	3	4	5	S_i^2	$(\bar{X}_2 - \bar{X})^2$
1	$(g_f) 802$	$(g_f) 831$	$(g_f) 778$	$(g_f) 770$	$(g_f) 734$	$(g_f)^2 1315$	190.44
2	$(g_f) 735$	$(g_f) 767$	$(g_f) 748$	$(g_f) 757$	$(g_f) 844$	$(g_f)^2 1840.7$	707.56
3	$(g_f) 818$	$(g_f) 970$	$(g_f) 722$	$(g_f) 788$	$(g_f) 777$	$(g_f)^2 8714$	331.24
4	$(g_f) 888$	$(g_f) 799$	$(g_f) 842$	$(g_f) 797$	$(g_f) 774$	$(g_f)^2 2048.5$	538.24
5	$(g_f) 710$	$(g_f) 717$	$(g_f) 734$	$(g_f) 680$	$(g_f) 730$	$(g_f)^2 459.2$	6822.76
6	$(g_f) 892$	$(g_f) 739$	$(g_f) 883$	$(g_f) 811$	$(g_f) 959$	$(g_f)^2 086.2$	3600
7	$(g_f) 826$	$(g_f) 842$	$(g_f) 776$	$(g_f) 849$	$(g_f) 799$	$(g_f)^2 913.3$	466.56
						المجموع	12656.8

إذ إنه (g_f) هو نفسه (CN)

ويعطى المتوسط الحسابي \bar{X}_i لقوة الشد للعينات ضمن الماسورة الواحدة بحسب القانون:

$$\bar{X}_i = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (7) [3]$$

$$S_i^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_i)^2}{n-1} \quad (8) [3]$$

إذ إن:

$$\Rightarrow S_e^2 = \frac{10547.33 - 3199.2743}{5} = 1469.61114 (g_f)^2$$

$$\Rightarrow S_e = \sqrt{S_e^2} = \sqrt{1469.61114} = 38.336 (g_f)$$

1-6- اختبار معامل التجانس F_B :

يمكن حساب معامل التجانس F_B

من خلال القانون الآتي:

$$F_B = \frac{S_b^2}{S_w^2}$$

$$\Rightarrow F_B = \frac{10547.33}{1469.61114} = 7.17695295$$

ومن أجل ضمان إحصائي مقداره 95 %

يمكن استخراج القيمة الحدية F من الجداول

إذ إن القيم الحدية الثانوية f_1 و f_2 :

يمكن حسابها من خلا القوانين الآتية:

$$f_1 = K - 1$$

$$\Rightarrow f_1 = 6$$

$$f_2 = K.(t-1)$$

$$\Rightarrow f_2 = 7.(4) = 28$$

ومن ثم يكون لدينا: $f = 2.44$ [3]

$$\Rightarrow F < F_B$$

ومن ثم المادة غير متجانسة من حيث قوة الشد .

6-2- المقارنة بين قوى الشد في الخيط للماسورتين

1و2:

ويحسب متوسط قوة الشد للعينات المأخوذة من خلال القانون الآتي:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_{ij}}{K.t}$$

إذ إن:

\bar{X} : القيمة المتوسطة لقوى الشد الكلية .

K: عدد المواسير المستخدمة في الاختبار .

L: عدد العينات المأخوذة من كل ماسورة .

ومن ثم يكون لدينا:

$$\bar{X} = \frac{802 + 831 + \dots + 849 + 799}{7 \times 5} = 796.8 (gf)$$

أما التباين بين المواسير فيحسب من العلاقة:

$$S_b^2 = \frac{\sum (\bar{X}_i - \bar{X})^2}{K - 1}$$

إذ إن:

S_b^2 : التباين بين المواسير .

$$\Rightarrow S_b^2 = \frac{12656.8}{6} = 10547.33 (g_f)^2$$

ويمكن حساب التباين ضمن المواسير

من خلال القانون الآتي:

$$S_w^2 = \frac{\sum S_i^2}{K}$$

إذ إن:

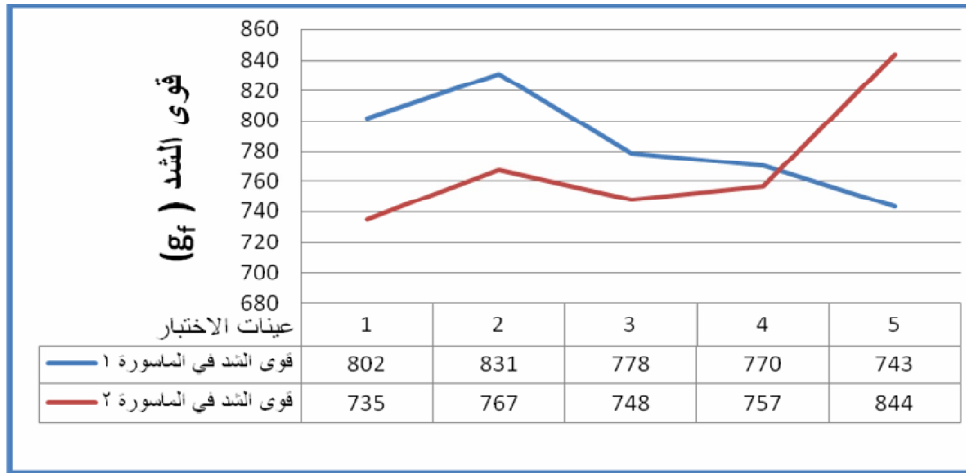
S_w^2 : التباين ضمن المواسير .

$$\Rightarrow S_w^2 = \frac{22394 .9}{7} = 3199 .2743 (g_f)^2$$

فيكون التباين الفعلي بين المواسير:

$$S_e^2 = \frac{S_b^2 - S_w^2}{t} \quad [3]$$

S_e^2 : التباين الفعلي بين المواسير .



الشكل (5) مقارنة بين قوى الشد بين الماسورتين الأولى والثانية

للتشريط الناتج عن جهاز السحب، ومن ثمَّ وجود حالة سحب جزئي في هذه المنطقة.
6-3- كما أجريت القياسات على مواسير من خيوط الغزل الحلقي ذات نمر مختلفة على آلات الغزل القديمة والجديدة:

وتم الحصول على النتائج الآتية:

أ - الآلات القديمة:

▪ إن عدد التقطعات على آلات الغزل القديمة من أجل 300 مردن (80-85) تقطع في الوجبة الواحدة.

ب - الآلات الجديدة:

- عدد التقطعات على آلات الغزل الجديدة حسب النمرة.
- من أجل نمرة =12 NE في الوجبة الواحدة 54 تقطعاً.
- من أجل نمرة =16 NE في الوجبة الواحدة 60 تقطعاً.
- من أجل نمرة =24 NE في الوجبة الواحدة 78 تقطعاً.
- إذ إنَّ الجديدة تقطعاتها أقل، ومن ثمَّ فإن ذلك يؤدي إلى:
- تخفيف جهد العمال في وصل الخيط المقطوع.
- تقليل الهدر في أثناء قطع الخيط فعند قطع الخيط يذهب الخيط المبروم إلى العوادم.

نلاحظ من المنحنين البيانيين أن العينات غير متجانسة من وجهة نظر هندسية، ويعود السبب في ذلك إلى اختلاف العيوب من مبروم إلى آخر في أثناء عمليات تحضيرات الغزل واختلاف توزع الكثافات الخطية بينها نتيجة لتغير الظروف التشغيلية بين الآلات مثلاً في مرحلة البرم:

- (1) اختلاف عيار مجالات السحب بين الرؤوس .
- (2) اختلاف قيم الضغوط المؤثرة في السلندرات العلوية في مجالات السحب .
- (3) يؤدي عطب ميكانيكي في أحد مسننات نقل الحركة إلى اختلاف سرعات سلندرات جهاز السحب ومن ثمَّ اختلاف كميات سحب أجهزة السحب في الآلة اختلال دوران سلندرات السحب المعدنية وعدم دورانها حول المحور العام لها.
- (4) عطب في رولمانات سلندرات السحب وخاصة في الطبقات الكاوتشوكية المغطية للسلندرات العلوية .
- (5) الشد غير المنتظم بين طرفي المبروم في المنطقة الواقعة بين اسطوانات التوريد والرأس العلوي للفانوس الأمر الذي يؤدي إلى اختلاف البرمات الأولية المعطاة

7. النتائج

■ نلاحظ من خلال الاختبارات السابقة أنّ بارامترات عوامل الخيط (انتظاميّة، قوة شد، انتظاميّة الخ) هي عوامل مترابطة مع بعضها بعضاً وتتعلّق بكل جزء من أجزاء آلة الغزل الحلقي وهي ذات تأثير كبير على خصائص المنتج بعد عمليّات النسيج والإنهاء والصباغة، وهي عوامل تؤثر في إنتاجيّة المراحل اللاحقة سواء في عمليّات تحضير النسيج أو مرحلة النسيج وتشكيل القماش المنسوج .

■ يتعرض الخيط لأعلى قيمة شد بين الدبلة والحلقة. الشد في مجال الدبلة / دليل الخيط هو أقلّ تقريباً بمقدار 1,5 - مرة من شد الخيط في المجال (الدبلة / الماسورة). شد الخيط بين دليل الخيط واسطوانة التوريد وعلى الرغم من أنّه أقلّ بمقدار 2,5 مرة من الشد بين الدبلة والماسورة، إلاّ أن تأثيره يكون ملحوظاً، نظراً إلى أنه مطبق على مادة ضعيفة غير متماسكة.

■ شد الخيط يتغيّر بشكل ملحوظ بالعلاقة مع قطر اللف (يزداد الشد كلما قلّ قطر اللف).

■ الفرق بشد الخيط للقطر الأعلى والأدنى للف غير ثابت، فهو يزداد بازدياد ارتفاع البالون.

■ أبعاد البالون (بالطول والانتفاخ) الناتج عن دوران المردن والدبلة، أو تغيّره من مدة إلى أخرى، يعبر - إلى حد كبير - عن طبيعة شد الخيط وهو مؤشر أولي لمعرفة مستوى جودة الخيط الناتج، فالبالون المتطاوّل على حساب انتفاخه، يدلنا على وجود شد عال بلف الخيط على الماسورة، وارتفاع بعدد البرمات وقساوة لف وكثافة لف عالية على الماسورة، والعكس صحيح، وكلتا الحالتين تعذّان من عيوب الغزل الحلقي، ممّا يعني ضرورة البحث عن طرائق لتثبيت العوامل المناسبة المؤثرة بقيمة شد الخيط بما فيه لتحقيق التوازن والاستقرار الأمثل للشد على كامل مسار الخيط بدءاً من اسطوانة التوريد حتى الماسورة.

■ لحالة الوضع العلوي لحامل الحلق مع عدد لفات أقلّ وبشبات موضع دليل الخيط، فإنّ البالون يتناقص ويصبح

أكثر استقامة، أي إنّ الزاوية بينه وبين خط مماسه عند دليل الخيط وعند الدبلة تزداد حتى في حالة القوة النابذة الضعيفة، ويزداد أيضاً شد الخيط.

■ منطقة الاحتكاك بين إطار الحلقة و جسم الدبلة الداخلي كانت وما زالت أكثر المناطق دراسة من قبل الشركات المصنعة لآلات الغزل الحلقي، لأنّها التي تسبب محدوديّة سرعة المردن الدورانيّة نتيجة لاحتراق الدبلة عند السرعات العالية جداً .

8. المقترحات

■ لتخفيض شد الخيط إلى شد ثابت يجب تخفيض وزن الدبلة، وتخفيض تشتت الخيط يمكن تحقيقه بتثبيت جيد لوضعية المغزل والحلقة ودليل الخيط وبنظافة أعلى للمادة، وكذلك باستخدام المنظمات الأوتوماتيكية لسرعة المغزل (انفيرتور).

■ وجوب التأكّد من عيارات مجالات السحب لرؤوس آلات الغزل الحلقي، لتفادي الزيادة الكبيرة في قيمة عدم الانتظامية (الذي يؤدي إلى تغيّر عدد البرمات ومن ثمّ تغيّر قوة الشد) وذلك بحسب الطول الفعّال للشعيرات المشغلة.

■ التأكّد من الدوران المركزي لسلندرات جهاز السحب السفلية وعدم وجود خلل في الرولمانات الواصلة بين أجزاء السلندرات المعدنية.

■ وجوب تطبيق الضغط بقيمته المحددة على السلندرات العلوية وذلك بحسب المواد المشغلة.

■ التأكّد من سلامة سطوح الطبقات المطاطية العلوية منعاً من حدوث تراكم الشعيرات والنفافها على سطحها مما يسيء إلى جودة الخيط المشغل.

■ التأكّد من صلاحية نوع الدبلة لنمرة المادة الأوليّة للمغزل المشغلة ونوعها.

■ وجوب التأكّد من سلامة السطح المعدني للحلقات للحيلولة دون تأثر حركة الدبلة الدورانية في أثناء العملية التشغيليّة.

- J., 23, T657, 1953.
14. Pad field, D. G., A note on friction between yarn and package, J. Text. Inst., 46, T71, 1955.
 15. Lindner, G., Leipziger Monatscherft fur Textile Industry, 213, 1910.
 16. Grishin, P. F., Platt's Bulletin, 8, 161, 240, and 333.
 17. Honneger, E. and Fehr, A., Effect of accessory influences on ring spinning of cotton and spun rayon, J. Text. Inst., 38, 353, 1947.
 18. Brace well, G. M. and Greenhalgh, K., Dynamical analysis of spinning balloon, J. Text. Inst., 44, T266, 1953.
 19. De Barr, A. E., The physics of yarn tensions and balloon shapes in spinning, winding and similar processes, J. Text Inst., 51, T17, 1960.
 20. De Barr, A.E., The role of air drag in ring spinning, J. Text Inst., 49, T58, 1958.
 21. De Barr, A. E., A descriptive account of yarn tension and balloon shapes in ring spinning, J. Text. Inst., 49, T58-T88, 1958.

المراجع:

- 1 - الدكتور المهندس طاهر رجب قدار، ضبط ومراقبة جودة الإنتاج مطبعة جامعة البعث 2010.
- 2 - الدكت ور المهند دس طاهر رجب قدار، تحليل المنسوجات مطبعة جامعة البعث 22011.
- 3 - الدكت ور المهند دس كميليو مقدسي، الاختبارات النسيجية، مؤسسة التنضيد التصوير "دبس"، دمشق 2003.
- 4 - الدكت ورالمهندس محمد أحمد سلطان، ميكانيكا آلات غزل القطن، مطبعة الانتصار، جامعة المعارف بالإسكندرية 1992
5. Carl,A.Lawrence,Fundamental of Spun Yarn Technology, Wood Head, Publishing, Limited , Cambridge England, 2003.
6. Peter,R.Lord,HandBook of Yarn Production, Technology, Science and Economics, Wood Head, Publishing ,Limited ,Cambridge England,2003.
7. Escher, R., Theory of the ring spindle, Der Civiingineur, 1883, 29,448
8. De Barr, A. E., A descriptive account of yarn tensions and balloon shapes in ring spinning, J. Text. Inst., 49, T58-T88, 1985
9. Mack, C., Theoretical study of ring and cap spinning balloon curves (with and without air-drag), J. Text. Inst., 44(11), T483-T498, 1953.
10. Lisini, G. G., Toni, P., Quilghini, D., and Campedelli, V. L. D., A comparison of stationary and non-stationary mathematical models for the ring-spinning process, J. Text. Inst., 4(83), 550-559, 1992.
11. Crank, J., A theoretical investigation of cap and ring spinning systems, Text. Res. J., 23, T266, 1953.
12. Crank, J. and Whitmore, D. D., The influence of friction and traveler weight in ring spinning, Text. Res. J., 24, T1006, 1954.
13. Crank, J. and Whitmore, D. D., Balloon diameter and thread tensions calculated for different cap spinning conditions, Text. Res.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2011/9/18.