المواد الأولية النسيجية الطبيعية

(الجزء النظري)

السنة الثانية

قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها

منشورات جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

المواد الأولية النسيجية الطبيعية

(الجزء النظري)

الدكتور المهندس
طـاهر رجـــب قـــدار
أستاذ في قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها

1441 -1440 هـ
2019 – 2018 م

جامعة دمشق

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفهرس Contents	الصفحة
الفهرس Contents	5
المقدمة Introduction	11
الفصل الأول **أهمية الألياف النسيجية وتصنيفها** **Importance of Textile Fibers and their Classification**	13
1-1 تطور استعمال المواد الأولية النسيجية.	13
1-2 الخواص المطلوبة في الألياف النسيجية.	17
1-3 أنواع وتصنيف الألياف النسيجية.	27
الفصل الثاني **الألياف النباتية البذرية (السللوزية)** **Seed Plant Fibers (Cellulose)**	35
تمهيد	35
2-2 القطن	35
2-1-1 أنواع القطن.	36
2-1-2 عملية الحصول على ألياف القطن(حلج القطن).	39
2-1-3 فرز القطن .	50
2-1-4 خواص ألياف القطن.	54
2-1-5 استعمالات الألياف القطنية .	75
2-1-6 العلاقة بين خواص ألياف القطن وجودة المنتج القطني .	75
2-2 ألياف بذرية أخرى.	77
2-2-1 ألياف الكابوك Kapok Fibers.	77

2-2-2 ألياف جوز الهند coconut (ألياف الكوار Coir Fibre).	80
الفصل الثالث **الألياف اللحائية Bast Fibers**	81
3-1 تمهيد	81
3-2 ألياف الكتان	82
3-2-1 بنية وخواص الكتان	82
3-2-2 عملية الحصول على ألياف الكتان	85
3-2-3 العلاقة بين خواص ألياف الكتان وجودة المنتج المصنع منها	90
3-3 ألياف الجوت	91
3-3-1 عملية الحصول على ألياف الجوت	91
3-3-2 خواص ألياف الجوت واستعمالاته	92
3-4 ألياف القنب	92
3-4-1 عملية الحصول على ألياف القنب	92
3-4-2 خواص ألياف القنب واستعمالاته	96
3-4-3 استعمالات ألياف القنب	97
3-5 ألياف لحائيه أخرى	97
الفصل الرابع **الألياف الورقية Leaf fibers**	105
تمهيد	105
4-1 ألياف السيزال	105
4-1-1 عملية الحصول على ألياف السيزال.	105
4-1-2 خواص ألياف السيزال.	105

4-1-3 استعمالات ألياف السيزال.	106
4-2 ألياف المانيلا	106
4-2-1 عملية الحصول على ألياف المانيلا.	106
4-2-2 خواص ألياف المانيلا.	107
4-2-3 استعمالات ألياف المانيلا.	107
4-3 ألياف أوراق الأناناس (ألياف بينا Pina Fibers)	107
4-3-1 عملية استخراج ألياف أوراق الأناناس ((ألياف بينا (Pineapple(Pina) Fibers	108
4-3-2 خواص ألياف أوراق الأناناس	109
4-3-3استعمالات ألياف أوراق الأناناس	109
4-4 ألياف النخيل	109
4-4-1 عملية الحصول على ألياف النخيل.	109
4-4-2 خواص ألياف النخيل.	110
4-4-3 مجال الاستخدام ألياف النخيل.	111
4-5 ألياف ورقية أخرى.	112
الفصل الخامس **الألياف الحيوانية (البروتينية)** **Animal Fibers(Protein Fibers)**	113
5-1 أنواع الألياف الحيوانية	113
5-2 ألياف الصوف	114
5-2-1 المصادر وعملية الحصول على الألياف الصوفية.	114
5-2-2 تركيب ألياف الصوف.	134

5-2-3 خواص ألياف الصوف.	133
5-2-4 استعمالات ألياف الصوف.	148
5-3 ألياف شعر الموهير	149
5-3-1 المصادر وعملية الحصول على ألياف الموهير.	150
4-3-2 خواص ألياف الموهير.	150
4-3-3 استعمالات ألياف الموهير.	151
5-4 ألياف شعر الكشمير	151
5-4-1 المصادر وعملية الحصول على ألياف الكشمير.	151
4-4-2 خواص ألياف الكشمير.	152
4-4-3 استعمالات ألياف الكشمير.	153
5-5 ألياف الحرير الطبيعي	153
5-5-1 المصادر وعملية الحصول على ألياف الحرير الطبيعي.	153
5-5-2 خواص ألياف الحرير الطبيعي.	165
5-5-3 استعمالات ألياف الحرير الطبيعي.	170
5-6 ألياف حيوانية أخرى	171
الفصل السادس **الألياف المعدنية Mineral Fibers**	173
تمهيد	173
6-1 ألياف الأسبستوس	173
6-1-1 أنواع ألياف الأسبستوس.	173
6-1-2 عملية استخراج ألياف الأسبستوس.	174
6-1-3 خواص ألياف الأسبستوس.	175
6-1-4 استعمالات ألياف الأسبستوس.	176

6-2 الصوف الصخري	177
6-2-1 تكنولوجيا صناعة الصوف الصخري	177
6-2-2 خواص ألياف الصوف الصخري	182
6-2-3 مجالات استخدام الصوف الصخري	187
6-2-4 إنتاج الصوف الصخري في سورية	189
6-3 الألياف الزجاجية	195
6-3-1 عملية استخراج ألياف الزجاج.	195
6-3-2 أنواع الألياف الزجاجية.	195
6-3-3 خواص الألياف الزجاجية.	196
6-3-4 استعمالات الألياف الزجاجية.	197
6-4 ألياف معدنية أخرى: - **النحاس** - **الذهب، الفضة، الألمنيوم، القصدير.**	197

الفصل السابع **اختبارات الألياف النسيجية الطبيعية** **Natural Textile Fiber Testing**	199
تمهيد	199
7-1 الاعتيان وتفسير نتائج الاختبارات	199
7-2 طرق التعرف على الألياف النسيجية	205
7-3 اختبار طول الألياف (Fiber Length)	225
7-4 اختبار نعومة الألياف (Fiber Fineness)	242
7-5 اختبار نضج الألياف (Fiber Maturity)	250
7-6 اختبار نسبة النبس (Neps)	251

7-7 اختبار متانة الألياف النسيجية (Fiber Tensile Properties)	255
7-8 اختبار رطوبة الألياف (Fiber Moisture)	263
7-9 اختبار نسبة الشوائب والأوساخ (Trash Content)	274
7-10 اختبار لون الألياف (Fiber Color)	276
7-11 اختبار محتوى الألياف من الزيت (The Oil Content in Fibers)	278
7-12 جهاز فحص الشعيرات المكثف(HVI)High Volume Instrument	280
المصطلحات العلمية الأجنبية ومرادفاتها باللغة العربية	287
المراجع العلمية العربية والأجنبية	291

المقدمة Introduction

تتزايد الحاجة باستمرار للمنتجات النسيجية ويرتبط إنتاج المنسوجات بشكل كبير بتنوع المواد الأولية النسيجية وطرق تصنيعها.

تؤثر الخامات النسيجية بشكل كبير على نوع الأقمشة وجودتها من حيث الخصائص الفيزيائية- الميكانيكية ومظهرية للقماش، وبالتالي من الضروري التعرف على بنية الألياف وخواصها كونها تشكل الأساس في تحديد نوع عمليات التحضير والتصنيع لهذه الألياف، ومعرفة التغيرات التي تطرأ على خصائصها وذلك لإنتاج أقمشة مرغوبة، ومقاومة للتجعد وسهلة الاستخدام والغسيل، وبعبارة أخرى تلبي المقولة (اغسل والبس).

وكي لا تؤثر عمليات التصنيع على الخصائص الهامة للألياف الطبيعية، مثل المتانة، الامتصاصية للماء، الملمس الناعم والمرونة. من الضروري المعرفة العميقة لبنية الألياف وخصائصها الكيميائية والفيزيائية، لأجل مراقبة الحدود المسموحة لتلك التغيرات.

إن دراسة خواص الألياف تتيح لمهندس الغزل والنسيج تحديد مدى تأثير الخصائص الفيزيائية والتكنولوجية للألياف على البنية المورفولوجية (المتعلقة بالشكل) والتركيب الكيميائي للمواد ذات الجزيئات الكبيرة Macromolecular التي تتكون منها.

فمن الضروري بالنسبة لمهندس النسيج التكنولوجي معرفة كيفية تحضير فئة معينة من الألياف النسيجية الطبيعية وتصنيعها، وذلك لأن تعقيدات العمليات والمراحل التكنولوجية تتطلب معرفة طريقة سلوك الألياف تحت تأثير مختلف أنواع الإجهادات الميكانيكية، عندما تصنع هذه الألياف بمفردها أو عندما تصنع مع خلائط من الألياف الطبيعية، لذلك فإنه من الضروري تحديد وتوجيه العمليات ضمن المخطط التكنولوجي للتصنيع بالعلاقة مع بنية الألياف النسيجية الطبيعية وتركيبها وخصائصها، وهذا الأمر يشكل العنصر الأساسي لاستمثال تكنولوجيا الصناعات النسيجية والحصول على منتجات ذات جودة عالية ومن هنا يبدو جلياً الأثر الكبير للخامات النسيجية على المنتجات النسيجية .

الهدف من الكتاب، دراسة المواد الأولية النسيجية الطبيعية.

يحتوي هذا الكتاب على مقدمة وسبعة فصول. يتضمن الفصل الأول أهمية الألياف النسيجية وتصنيفها، تطور استعمال المواد الأولية النسيجية، الخواص المطلوبة في الألياف النسيجية، أنواع وتصنيف الألياف النسيجية .

يتضمن الفصل الثاني الألياف النباتية البذرية (السللوزية) وبشكل رئيسي القطن وألياف بذرية أخرى، كما يتضمن عملية الحصول على الألياف وخواصها واستعمالاتها.

يعالج الفصل الثالث الألياف اللحائية من حيث أنواعها كالكتان، الجوت، القنب وألياف لحائيه أخرى .

يحتوي الفصل الرابع على الألياف الورقية مثل ألياف السيزال، المانيلا، الأناناس، النخيل وألياف ورقية أخرى. كما يتضمن عملية استخراج الألياف وخواصها واستعمالاتها.

يعالج الفصل الخامس الألياف الحيوانية(البروتينية)، كالصوف، الموهير، الكشمير، الحرير الطبيعي وألياف حيوانية أخرى، واستخراج الألياف وخواصها واستعمالاتها.

يتضمن الفصل السادس الألياف المعدنية كالأسبستوس، ألياف الزجاج وألياف أخرى.

يعالج الفصل السابع اختبارات المواد الأولية النسيجية كالأعيان وتفسير النتائج، طرق التعرف على الألياف النسيجية، اختبار طول الألياف، النعومة، درجة النضج، نسبة النبس، المتانة، الرطوبة، نسبة الشوائب والأوساخ، اللون، محتوى الألياف من الزيت وجهاز الفحص المكثف الألياف (HVI).

يتضمن الكتاب قائمة بالمصطلحات العلمية والمراجع العلمية العربية والأجنبية.

إن إنجاز هذا الكتاب لم يكن ممكناً لولا التعاون البناء الذي أبداه جميع من التقيتهم في مواقع العمل الميدانية دون تحديدها، وهم كثر على مختلف مستوياتهم الوظيفية والعملية.

وآمل من الله أن يكون هذا الكتاب مفيداً للوطن والإنسانية.

وإن المؤلف يعرب سلفاً عن شكره وامتنانه لكل من يقدم ملاحظة أو انتقاداً بناءً، وسوف يأخذها بعين الاعتبار عند تدريس المقرر وإعادة طباعته.

والله والوطن من وراء القصد

دمشق 1/6/ 2018 المؤلف: **الأستاذ الدكتور المهندس**

طـــاهر رجـــب قـــدار

الفصل الأول

أهمية الألياف النسيجية وتصنيفها

Textile Fibers Importance and their Classification

1-1 تطور استعمال المواد الأولية النسيجية

كانت الألياف الطبيعية (قطن، صوف، حرير) تشكل قبل الثورة الصناعية، التي بدأت مع نهاية القرن الثامن عشر، المادة الأولية الأساسية المستخدمة في صناعة الغزل والنسيج والوحيدة المتوفرة في تلك الفترة تقريباً .

في تلك الحقبة الزمنية كانت الألياف الصوفية تشكل نسبة 77% من الإنتاج العالمي. وتشكل ألياف القنب والكتان نسبة 18% وألياف القطن 5%، وتميزت تلك الفترة بالعمل اليدوي في هذه الصناعة.

بعد نهاية القرن الثامن عشر ومع بداية الثورة الصناعية تزايدت الاختراعات في مجال الصناعة وتعددت مجالاتها. حيث ظهرت مكنة الغزل عام 1769م . وتم اختراع النول الآلي عام 1785م، وفي عام 1792 م أدى ظهور آلات حلج الأقطان إلى ازدياد حجم الإنتاج العالمي لألياف القطن، حيث وصل حجم انتاج القطن إلى 81% من حجم الإنتاج العالمي للألياف، وانخفض حجم انتاج ألياف الصوف إلى 13% ووصل حجم الإنتاج العالمي للألياف اللحائية (قنب، جوت، الخ..) إلى 6%.

في تاريخنا المعاصر شهدت الصناعات الكيميائية تطوراً كبيراً نجم عنه ظهور مجموعة واسعة من الألياف النسيجية ذات المصدر الكيميائي إضافة للمنتجات الكيميائية الأخرى كالجلد الصناعي، المواد البلاستيكية، الكاوتشوك الصناعي وأنصاف النواقل الكهربائية .

ومن جديد وتحديداً عام 1969م تغيرت بنية الإنتاج العالمي من الألياف النسيجية حيث بلغ حجم الإنتاج العالمي من الألياف الكيميائية 38%، ومن الألياف القطنية 54%، ومن ألياف الصوف والقنب والجوت 8%.

لقد أدى تطور الصناعات الكيميائية إلى انتاج ألياف ذات أساس نباتي أو حيواني بطرائق كيميائية وهي ما تدعى الألياف التحويلية(الألياف المحورة Fibres).

Synthetic Fibres

النفط.

يبين الجدول (1-1) تطور الإنتاج العالمي للألياف الكيميائية حتى نهاية القرن العشرين.

الجدول1-1: تطور بنية الإنتاج العالمي من الألياف الكيميائية حتى عام 2000.[23]

العام / نوع المادة	1960	1970	1980	1990	2000
الألياف الكيميائية	القيم بالنسبة المئوية(%)				
ألياف محورة Fibres	80	45	25	15	10
ألياف صنعية Synthetic Fibres	20	55	75	85	90
الإجمالي	100	100	100	100	100

1-1-1 تطور بنية الإنتاج العالمي من الألياف النسيجية:

يتضمن الجدول(1-2) تطور حجم الإنتاج العالمي من الألياف النسيجية خلال الفترة من 1960-2000 .

الجدول 1-2 : تطور حجم الإنتاج العالمي من الألياف النسيجية[23]

العام / نوع المادة	1960	1970	1980	1990	2000
الألياف النسيجية	القيم بالنسبة المئوية(%)				
القطن	68	54	42	29	22
الصوف	10	7	6	5	4
الألياف المحورة Fibres	17	16	12	9	7
الألياف الصنعية Synthetic Fibres	5	23	40	57	67
الإجمالي	100	100	100	100	100

لقد شهد الإنتاج العالمي تطوراً في إنتاج ألياف القطن حيث بلغ الإنتاج للموسم الزراعي 1978/1977م أكثر من 13.5 مليون طن من ألياف القطن، لم تنتج من زيادة المساحات المزروعة وإنما من زيادة إنتاجية الهكتار الواحد بسبب استخدام تقانات الزراعة المتطورة .

السؤال الذي يطرح نفسه دائماً وبشكل مُلحّ هو : كيف نُفعّل البحث عن مصادر جديدة للألياف النسيجية تلبي متطلبات الأعداد الكبيرة المتزايدة من البشر .

وهنا يجب التأكيد على أن المنجزات العلمية الصناعية، والبحثية يمكن أن تسهم بشكل كبير لحل المشكلة وتخطي الحدود الزراعية-البيولوجية والاقتصادية التي تمكن من زيادة الإنتاجية من الخامات النسيجية. إن توزع مراكز إنتاج الألياف الطبيعية عالمياً غير منتظم مما أدى إلى إيجاد مراكز إنتاج للألياف الكيميائية، في الدول المتقدمة صناعياً، لا تقل أهمية عن المراكز الطبيعية لإنتاج الألياف الطبيعية.

1-1-2 تطور إنتاج الخامات النسيجية في سورية وآفاقها المستقبلية

تُنتَج في القطر العربي السوري أنواع متعددة من الألياف النسيجية مثل القطن، الصوف، الحرير الطبيعي، شعر الماعز، وبر الجمال وغيرها بكميات تتفاوت من نوع لآخر. إلا

أن الألياف الأساسية المحلية التي تعتمد عليها الصناعات النسيجية في سورية هي: (القطن، الصوف، الحرير الطبيعي).

فألياف القطن عرفت تاريخياً منذ أكثر من 2000 عام ق. م ويؤكد المؤرخون أن زراعة القطن وتصنيع الأنسجة منها عرفت في سورية قبل الميلاد وأُنشأت معامل غزل القطن بعد عام 1930م وانتشرت بشكل كبير في أواخر القرن العشرين.

ينتج في سورية قطن متوسط التيلة نوع أوبلاند Type Upland ويمتاز بمتانة ولمعان الألياف التي يتراوح طولها بين 28–32 مم.

إن إنتاج سورية من القطن في تزايد مستمر ويعود ذلك إلى زيادة إنتاجية الهكتار الواحد بسبب استخدام التقانات الحديثة في الزراعة، وليس بسبب زيادة المساحات المخصصة لزراعة القطن فقد بلغ إنتاج سوريا من القطن المحبوب للموسم الزراعي بين عامي1989–1990م بحدود 360 ألف طن يتم حلجها بالكامل في محالج المؤسسة العامة لحلج وتسويق الأقطان بالقطر وينتج عن ذلك بحدود 12800 طن ألياف قطنية و230000 طن بذور يستخدم منها 23000 طن لأجل الزراعة والباقي يستخدم لتصنيع الزيوت، كما بلغ إنتاج القطر من القطن المحبوب للموسم الزراعي 9519/1994 م تقريباً 660000 طن، في حين بلغ إنتاج العام 2001/2000م 1 مليون طن تقريباً، تشكل الألياف منها نسبة 35– 38 % .

تتراوح كمية إنتاج القطر من الألياف الصوفية بين 10–14 ألف طن سنوياً يستخدم منها قسم ضئيل لإنتاج الخيوط الصوفية في معمل أصواف حماه بعد مزجه بالصوف النيوزلندي بنسب محددة، حيث تبلغ الطاقة الإنتاجية للشركة العامة للأصواف بحماة 2534 طن صوف مغسول تقريباً و603 طن خيوط صوفية يتم انتاجها بطريقة الغزل النصف ممشط .

ويتم استخدام الكميات المتبقية في صناعات حرفية محلية متعددة وأما الباقي فيعد للتصدير الخارجي.

كما ينتج القطر كميات قليلة من الحرير الطبيعي في المناطق الجبلية التي تشتهر بزراعة شجر التوت مثل (إدلب، اللاذقية، طرطوس، مصياف، الدريكيش وغيرها) وتتراوح

كمية الإنتاج المحلي بين 10-16 طن سنوياً يتم معالجتها واستخراج الخيوط الحريرية منها في الشركة العامة للحرير الطبيعي بالدريكيش. إلا أن حجم الإنتاج متغير باستمرار وقد انخفض عام 2004 إلى أقل من 1 طن حرير، نظراً للصعوبات التي يعاني منها المعمل.

يتم حلج القطن في عدة محالج في الرقة وحماه وحلب ودير الزور والرصافة. ويتم جمع الصوف، وغسله، وغزله في حماه أما الحرير الطبيعي فيتم إنتاجه في الدريكيش .

يتم غزل نسبة كبيرة من هذه الألياف، ونسج الخيوط الناتجة منها في 28 شركة غزل ونسيج عامة كبيرة الحجم تتبع إدارياً للمؤسسة العامة للصناعات النسيجية ومقرها دمشق، شارع الفردوس وأكثر من 5000 شركة خاصة صغيرة ومتوسطة الحجم تتبع إدارياً لمديريات الصناعة بالمحافظات ومديرية القطاع الخاص بوزارة الصناعة.

تتوزع شركات القطاع العام والخاص لإنتاج الغزل والنسيج في معظم محافظات القطر العربي السوري .

1-2 الخواص المطلوبة في الألياف النسيجية

تُعَدّ المواد الأولية النسيجية العنصر الأساسي للخيوط والأقمشة، فهي تلعب دوراً كبيراً في تحديد مظهر القماش وتكوينه، لذا يجب أن تتوفر فيها صفات عدة لتجعلها صالحة للاستخدام في صناعة الغزل والنسيج، ويعتمد ذلك على الخواص الطبيعية للألياف وتركيبها الداخلي [10].

تُعَدّ الشعيرة النسيجية المستمرة أو القصيرة Continuous Fiber(Filament) or Staple Fiber وحدة من وحدات المادة والتي عادةً ما يكون طولها 100 مرة على الأقل قدر ثخانتها، وفي العادة تكون الشعيرات ذات طول يصل إلى عدة آلاف من قدر سمكها كما في الصوف وغيرها .

معظم الشعيرات المستخدمة في صناعة الملابس يتراوح طولها 15-150 مم مع بعض الاستثناءات: فمثلاً الكتان يصل طول شعيراته إلى 500 مم، أما قطر الشعيرات فيتراوح بين 10-50 ميكرومتر، أما الشعيرة المستمرة Filament فهي شعيرة طويلة جداً يتراوح

طولها بين عدة مئات من الأمتار كما في الحرير الطبيعي إلى عدة آلاف من الأمتار كما في حالة الألياف الصناعية التي لا تختلف في سمكها عن الألياف القصيرة .

أولاً : الخواص الطبيعية للألياف Natural Properties of Fiber

أ- الخواص الطبيعية للألياف المتعلقة بالمظهر :

1- البنية الفيزيائية للألياف Physical structure وتشمل كل من :

- **الطول Length** : قصر الشعيرات عن 15 مم لا يتيح لها الطول الكافي لإمكانية برمها على شكل طولي ذي تماسك وانتظام واتزان بما لا يسمح بتكوين بناء خطي صحيح، والشعيرات التي طولها أكبر من 150 مم قد تحتاج إلى آلية ميكانيكية خاصة للغزل، مما يضيف تكلفة أكبر لغزلها بصورة خيوط، أما الشعيرات المستمرة فإنها شديدة الطول ويتم بتجميعها فقط تكوين الخيوط .

- **القطر Diameter** : إذا نقص قطر الشعيرة عن 10 ميكرون فان الشعيرة تبدو رقيقة للغاية مما لا يجعلها صالحة لتكوين بناء خيط صحيح، وعلى العكس إذا زاد قطر الخيط عن 50 ميكرون فإن ذلك لا يتيح إلا تكوين خيوط سميكة جداً وخشنة جداً فلا تعطي قماشاً صالحاً لصناعة الألبسة .

- **النسبة بين طول الشعيرة وقطرها** : تحدد هذه النسبة ما إذا كانت الشعيرة النسيجية ملائمة لعملية الغزل في صورة خيط صحيح البناء أم لا، شرط أن تكون مطابقة لمتطلبات الطول والسمك السابق، أقل نسبة ممكنة أن يكون عرض الشعيرة على طولها : 350/1، وإذا قلت عن ذلك فان ذلك يشير إلى أن الشعيرة لن تحتمل عملية البرم أثناء تصنيع الخيط بشكل صحيح. إذا وصلت هذه النسبة إلى 1000/1 أو أكثر فإن ذلك يعتبر مؤشراً على سهولة غزلها بشكل خيط صحيح البنية .

- **المظهر السطحي Surface Contour**: هو محيط السطح الخارجي: دائري، كلوي.

- **التجعد Crimp** : تغير الشكل الخارجي والبنيوي نتيجة الإجهاد .

- **الشكل Shape** : شكل السطح الخارجي: أملس، خشن.

وجميعها عوامل تؤثر على :

- الخشونة Roughness
- نعومة الملمس Smoothness
- الليونة Softness
- مقاومة الانساخ Soil Resistance

2- البريق Luster: وينتج البريق (وهو أكثر من اللمعان Shine) نتيجة انعكاس الضوء من سطح ما، غير أن كمية الضوء المنعكسة تختلف باختلاف الألياف ، حيث يزداد بزيادة نعومتها واستدارتها وقلة البرمات فيها .

يعتبر البريق مقياساً ذاتياً غير موضوعي لانعكاس الضوء الساقط على الشعيرة القصيرة أو الطويلة أو القماش، وزيادة انعكاس الضوء الساقط على الشعيرة وانتظاميته تعني زيادة لمعان الشعيرة، وكلما كانت الشعيرة أقل لمعاناً أو أكثر إعتاماً فان ذلك يدل على أنها أقل تعادلاً في انعكاس الضوء الساقط وأكثر تشتيتاً للضوء الساقط عليها.

من المعروف أن القطن له بناء يحتوي على التواءات في الشعيرة والصوف له تركيب سطحي محرشف ينتج عن هاتين الشعيرتين تشتت الضوء الساقط عليهما وبالتالي تكون الشعيرات عاتمة، أما ألياف الكتان أو اللحائية تكون أكثر استواء وأكثر انتظاما وكذلك القطن (الممرسز) والحرير الطبيعي تعطي هذه الشعيرات لمعاناً مميزاً بسبب الانعكاس المنتظم للضوء الساقط عليها .

في الشعيرات الصناعية يمكن التحكم بدرجة اللمعان بصورة مطلقة وذلك عن طريق التحكم بشكل المقطع العرضي .

حيث أن الشكل الدائري المنتظم للمقطع العرضي يعطي درجة لمعان عالية إلا أن الشعيرات تلتصق بالجلد عند ملامستها له مما يزيد الاحتكاك ويعطي إحساساً بعدم الراحة للشخص الذي يرتديها فكلما قلت مسافة الالتصاق بين الجلد والشعيرات كلما زاد الإحساس بالراحة، ولذلك يوجد توجه عالمي حالياً لإنتاج ألياف صناعية يكون المقطع العرضي فيها مختلفاً بحيث يعطي أقل مساحة التصاق وتحقيق باقي المتطلبات المطلوبة في الشعيرة مثل النعومة و اللمعان .

الشكل 1-1 : ألياف ذات المقطع العرضي الدائري

نظرياً هذا الشكل من المفروض أن يعطي لمعاناً قليلاً لأن الضوء لا ينعكس بشكل منتظم ولكن في الحقيقة يعطي لمعاناً قوياً لأنه عندما يتم برم هذه الشعيرات داخل خيط القماش فان شكلها الدائري يعطيها قابلية عكس الضوء بشكل منتظم .

ليف صناعي مقطع عظم الكلب (ليكراLycra،أورلونOrlon)	ليف قطن إهليليجي	ليف حرير طبيعي مثلثي

الشكل 1-2 : ألياف ذات مقاطع عرضية مختلفة

نظرياً هذه الأشكال الثلاثة يجب أن تكون شديدة اللمعان لأنها تعكس الضوء بشكل منتظم ولكن في الحقيقة عندما يتم برم هذه الشعيرات تلتوي حول نفسها وبالتالي لا يتم عكس الضوء الساقط عليها بشكل منتظم فتبدو ذات لمعة قليلة .

3- الكثافة والوزن النوعي Density and Specific Gravity :

الكثافة هي مقياس لوزن الشعيرات في وحدة الحجم، وتقاس بالغرامات في سنتيمتر مكعب (غ /سم^3).

والوزن النوعي فهو النسبة بين كتلة الألياف وكتلة حجم مساوٍ من الماء عند درجة 4°م.

تبلغ الكثافة النوعية للقطن وسطياً 1.52-1.55غ/سم^3 وهي بذلك تكوّن أكثر أنواع الألياف النسيجية الطبيعية وزناً. وسنأتي على ذكر الألياف الأخرى كالصوف الصخري والأسبستوس وغيرها في الفصول اللاحقة.

4- نفاذية الضوء والشفافية Light Permeability :

الألياف النافذة للضوء قد تكون غير شفافة فالحرير الطبيعي والألياف الصناعية عندما تكون ذات لمعان براق فإنها تكون نافذة للضوء أما القطن والكتان والصوف والشعيرات الصناعية عديمة اللمعان(المطفية) فإنها تميل إلى العتمة، ولكن إذا ما تم تصنيع هذه الألياف على شكل أقمشة بين خفيفة الوزن وخفيفة جداً فان رقة هذه الأقمشة تجعلها نافذة للضوء. مثال على ذلك أقمشة ثياب السهرة والحفلات الشفافة، ومن غير شك فإن قبول الألياف النافذة للضوء أو الأقمشة المنسوجة النافذة للضوء يتوقف على طبيعة المجتمعات البشرية وأعرافها، إلا أن زيادة استخدام الألياف الصناعية في السنوات الماضية زاد من إنتاج الألياف الصناعية المعتمة حتى في أوروبا وذلك تلبية لمتطلبات الحشمة الفطرية عند الإنسان .

5- **اللون Color**: يفضل أن تكون الشعيرات بلا لون أو بيضاء، والشعيرات الطبيعية والصناعية غير اللامعة بيضاء في عمومها أو بلا لون، وعموماً، في صناعة الغزل، تُفضّل الشعيرات القصيرة أو الطويلة البيضاء أو التي بلا لون لنتمكن من صباغتها بأي درجة لونية وبكفاءة عالية .

ب الخواص الطبيعية المتعلقة بمدى تحمل الألياف والشعيرات Durability :

1- القوة Strength: وتُحدّد قوة الألياف والشعيرات بمدى قدرتها على مقاومة الجهد والضغط المؤثر عليها، ويعبر عنها بقوة الشد Tensile Strength (وتقاس بالكغ أو

النيوتن/سم²)، أو المتانة Tenacity (وتقاس بالغرام/دينيير للألياف الصناعية) وبالغرام/التكس للألياف الطبيعية .

وتعود متانة الألياف بشكل أساسي إلى طول البوليميرات ودرجة الانتظامية وقوة الروابط بين السلاسل لذا فزيادة طول البوليمير تعطي فرصة أكبر لتكون المناطق المتبلورة وتكوين الروابط بين السلاسل وهذا يعطي متانة أعلى للألياف مع زيادة صلابتها .

2- مقاومة الاحتكاك Abrasion Resistance :

وهي قدرة الألياف على تحمل الاحتكاك أو (البلى) الناتج عن عمليات الإنتاج أو الاستخدام اليومي، وتعتمد على مرونة السلاسل الجزيئية وصلابة الطبقة الخارجية للألياف أو الألياف نفسها.

3- التماسك والاندماج Cohesiveness :

وهي خاصية ذات أهمية كبيرة عند غزل الألياف القصيرة Staple Fibers فهي تحدد قابلية الألياف، وقدرتها على التماسك، وتعلق كل منها بالآخر أثناء عمليات الانتاج (الغزل).

4- الانثنائية (اللدونة) Flexibility :

وتعني سهولة الانحناء أو التشكيل Bending or shaping ويساعد ذلك على سهولة البرم والزوي.

5- الصلابة ونعومة الملمس Stiffness and rigidity :

وهي عكس الانثنائية، وهي مقاومة الانحناء (مقاومة برم الخيط) أو الكرمشة وتؤثر على قوام الأقمشة المصنوعة منها.

6- المرونة Elasticity :

وهي تعني قدرة الخامة على استعادة شكلها بمجرد زوال المؤثر الذي أحدث مطاطية الخامة، وإن كانت خامات النسيج لا تعود إلى شكلها الأصلي تماماً بل إلى شكل قريب منه، وهذا يعود إلى قوة الروابط التي تسمح بإعادة البولمير لوضعه الأصلي . فالمناطق المتبلورة في الألياف تميل لأن تكون صلبة وغير مرنة ويعود ذلك إلى حركة البوليمير

القليلة وبالتالي فإنّ ثني هذه الألياف أو شدها يؤدي إلى انقطاع البوليمير مسبباً بذلك عيباً دائماً في النظام البوليميري، حيث سيكون ضعيفاً في الجزء الذي انقطع فيه مما يؤدي إلى تجعد الألياف، على عكس النظام الذي يحتوي على المناطق غير المتبلورة حيث يحوي مسافات بينية كافية تسمح بحركة البوليمير عندما يتم ثني الألياف أو شدها. فإذا كان النظام البوليميري يرتبط ببعضه عن طريق روابط ضعيفة فان تحرك البوليمير سيحدث عند حدوث ثني أو شد لأن هذه الروابط من الممكن أن تتكسر بسهولة.

7- الرجوعية Resiliency :

هي قدرة الألياف على استعادة حالتها الأصلية بعد فترة من الزمن تعرضت فيه لمؤثرات مختلفة، وتؤثر هذه الخاصية على مقاومة الأقمشة للكرمشة، ويرجع ذلك إلى التركيب الجزيئي والسلاسل الجانبية والروابط العرضية .

8- استعادة الثخانة Thickness Restore:

هي قدرة الألياف وبالتالي الأقمشة على استعادة ثخانتها بعد زوال الضغط المطبق عليها، وهي خاصية تكسب الأقمشة إسفنجية وقدرة على استعادة الوضع الأولي.

9- الزحف (تأخر المرونة) Creep :

هي تأخر استعادة القماش لشكله بعد زوال الاجهاد، ويرجع ذلك إلى نقص في السلاسل الجانبية والروابط العرضية وعدم تناسقها، وقد يؤدي ذلك إلى وجود خطوط في الصباغة Streak dyeing ولمعان بالأقمشة Shiners in fabric .

10- التغطية Cover

هي القدرة على ملء الفراغ وتنتج من شكل القطاع العرضي للشعيرة مع وجود تقلصات أو تموجات أو برمات بها، وهي تساعد على الدفء(العزل الحراري).

ج- الخواص الطبيعية المرتبطة بالاستعمال :

1- الثبات Stability: ويعني الاحتفاظ بالشكل والحجم .

2- الامتصاص Absorption: وهي قدرة الألياف على الاحتفاظ بقدر معين من ماء الرطوبة، ويعبر عنها بالنسبة المئوية للرطوبة الرسمية Percentage of moisture

regain، والتي تعني النسبة المئوية التي تمتصها الألياف من ماء رطوبة الجو المحيط بها تحت ظروف قياسية من الحرارة والرطوبة (درجة حرارة 20-25 °م ونسبة رطوبة 65-70%)، وتعتمد نسبة الامتصاص على المجموعات الهيدروكسيلية والمناطق المتبلورة، كما أنها تؤثر على قابلية الألياف للصباغة، وتكوين الكهرباء الاستاتيكية والتلوث والشعور بالراحة والدفء.

وتعود خاصية امتصاص الماء hygroscopic nature إلى قطبية البولميرات المكوّنة للألياف، ونسبة المناطق المتبلورة وغير المتبلورة، فالألياف الماصة للماء تحوي على نسبة أكبر من المناطق غير المتبلورة المحتوية على روابط قطبية وهذه المناطق تسمى المناطق الهيدروفيلية hydrophilic، وعلى العكس من ذلك فالألياف التي تحتوي مناطق متبلورة تكون أقل امتصاصاً للماء حتى بوجود بوليميرات قطبية، ويطلق عليها اسم الألياف الهيدروفوبية(غير ماصة للماء)Hydrophobic. هذه الألياف طاردة للماء وتقوم بتشكيل الشحنات الإستاتيكية، وهذا يؤدي إلى مشاكل في التصنيع وعدم راحة في الملبس، وهذه الشحنات الكهربائية الإستاتيكية عندما تتكون في الألياف تجعلها جافة وعديمة الامتصاص للرطوبة.

3- الابتلال Wicking or Wetting: هو قدرة الألياف أو الخامة على نقل الرطوبة على سطحها ومدى مقدار انتشار الماء فوق الألياف أو خلال مسامات النسيج في الوقت الذي لا تمتص فيه الألياف مقداراً كبيراً من هذا الماء .

4- قابلية تغير الشكل (التعجن) Plasticity : هي الخاصية التي تمكننا من إحداث تشكيل مؤقتSemi Permanently أو دائم Permanently بالخامة سواءً باستخدام الرطوبة أو الحرارة أو الضغط .

5- التكور Pilling : تكوّن حبحبة في نهاية الألياف (الشعيرات) على سطح القماش تؤثر على المظهر الجمالي للقماش.

6- مقاومة التغير بمرور الزمن(البلى) Aging Resistance .

7- التوصيل الكهربائي Electrical conduction: هو القدرة على نقل الشحنات الكهربائية، وترجع إلى التركيب الكيميائي للخامة (ألياف، خيوط، أقمشة)، والتي يتسبّب ضعفها في التصاق القماش بالجسم .

8- قابلية التلبد Felt ability: هي قابلية ألياف الخامة على التداخل معاً نتيجة التكوين الحراشيفي للصوف فقط ، مما يستلزم عناية خاصة عند الغسيل .

9- قابلية الاشتعال Flammability : وهي ترجع إلى التكوين الكيميائي للخامة .

10- القدرة على توصيل الحرارة Heat conductivity : وتعتمد على شكل المقطع العرضي ووجود تقلصات بشعيرات الخامة، مما يؤدي إلى الاحساس بالدفء.

11- الخواص الحرارية للألياف Thermal properties: وهي سرعة التأثر بالحرارة Heat sensitivity، ويقصد بالخواص الحرارية للشعيرات النسيجية بأنها درجة الحرارة التي تبدأ عندها الألياف بالليونة والانصهار وتعتبر درجة الحرارة هذه مقياساً نسبياً لمقاومة الألياف للحرارة . ومن هذا المعيار نحصل على درجات الحرارة المناسبة والآمنة للألياف أثناء العمليات الصناعية والاستخدام والتي يتم فيها معالجة الأقمشة من تجهيز نهائي وغيره وكذلك من عمليات الكي أثناء التصنيع وفي المنزل التي تقضي تعريض الخامات النسيجية للحرارة.

درجات الحرارة التي تلين عندها الألياف الصناعية وبعدها تبدأ بالذوبان يعود سببها إلى المناطق المتبلورة وطول هذه البوليميرات وأنواع الروابط الموجودة بين البوليميرات وعددها، فكلما زادت المناطق المتبلورة زاد طول السلسلة البوليميرية وازدادت الروابط المكونة للبوليميرات وبالتالي زادت الحاجة لطاقة حرارية أعلى لفصل هذه البوليميرات عن بعضها وبالتالي الوصول إلى لدرجة الحرارة التي تلين وتنصهر عندها الألياف الصناعية.

ما تقدم ينطبق على الألياف الصناعية أما الألياف الطبيعية أو المحوّلة فلا ينطبق عليها مثل هذا الكلام لأنه لا يحدث عليها مثل هذه الأشياء من ليونة وذوبان عند درجات الحرارة العالية.

12- مقاومة ضوء الشمس UV Resistance: هي القدرة على مقاومة انحلال الألياف بتعرضها لضوء الشمس، وهي خاصة ضرورية لمتانة الأقمشة المستخدمة خارج المبنى كستائر واجهات المحال وأية أقمشة مستخدمة في العراء .

13- **الخواص الكيميائية Chemical Properties:** وتتعلق بمقاومة الألياف لتأثير المواد الكيميائيةChemical reactivity، كالأحماض والقلويات والمذيبات والعوامل المؤكسدة .

ويعود النشاط الكيميائي للألياف إلى نسبة المناطق المتبلورة إلى المناطق غير المتبلورة . فالألياف التي تكون فيها نسبة المناطق المتبلورة كبيرة تميل لأن تكون ذات مقاومة كيميائية أعلى من التي تحتوي على نسبة مناطق غير متبلورة كبيرة، إذا فالألياف ذات المناطق المتبلورة تمنع دخول الجزيئات بينها وتجعل عمليات الصباغة والطباعة وغيرها أصعب.

14- مقاومة العفن Mildew resistance والعثة Moth: مما يتطلب عناية خاصة عند التخزين، كما يتطلب معالجات خاصة لبعض الألياف لتحسينها .

ثانياً : التركيب الداخلي للألياف Internal Structure of Fibers :

كما يسمى التركيب الميكروني Microscopic structure. يمكن تقسيم الخامات النسيجية على أساس التكوين الكيميائي لها فبينما تتكون بعض الخامات من مركب كيميائي واحدHomo polymers فإن بعضها يتكون من مركبين مختلفين Co-polymers والآخر يتكون من عدة مركبات مرتبطة بسلاسل دقيقة Graft-polymers. وتتكون مادة الألياف من جزيئات مرتبة خيطية التركيب (ذات طول كبير) وتتكون تلك الجزيئات من وحدات كيميائية بسيطة (مونوميرات) تتصل مع بعضها بواسطة روابط كيميائية مكونة سلسلة طويلة، وتتجمع السلاسل في بعض أجزائها مكونة مناطق متبلورة Oriented، وترتبط تلك السلاسل الجزيئية مع بعضها بروابط هيدروجينية عرضية Hydrogen bonds أو بقوى فاندرفالز Van der waals forces،والتي تشبه تلك القوى الجاذبية المغناطيسية لبرادة الحديد.

وتتكون الروابط الهيدروجينية من جذب ذرات الهيدروجين الموجبة (في أحد السلاسل) لذرات الاكسجين السالبة أو النتروجين الموجودة في سلسلة مجاورة .

أما قوى فاندرفال فهي مشابهة غير أن روابطها أضعف، ويمكن رؤية السلاسل الجزيئية وترتيبها عن طريق التحليل بأشعة X ray، وإن معنى تقارب السلاسل وجود روابط قوية.

وتختلف الألياف في تناسق السلاسل الجزيئية فيها، وترتيبها وتبلورها، حتى إنه ينبغي إجراء عملية سحب للألياف الصناعية المستمرة المنبثقة من ثقوب المغزل، لإعادة ترتيب جزيئاتها غير المنسقة والموزعة توزيعاً عشوائياً، ويوضح الشكل (1-3) اختلاف الألياف في تناسقها وتبلورها.

الشكل (1-3-A) جزيئات الخامة غير المنسقة والموزعة توزيعا عشوائيا	الشكل (1-3-B) جزيئات ألياف صناعية وقد أعيد ترتيبها بعد عملية السحب

1-3 أنواع الألياف النسيجية وتصنيفها

Types and Classification of Textile Fibers

التصنيف الأساسي للخامات النسيجية يعتمد على طبيعة البوليمير الذي يشكل نوع الشعيرة . من وجه النظر هذه تقسم الخامات النسيجية إلى مجموعتين أساسيتين هما:

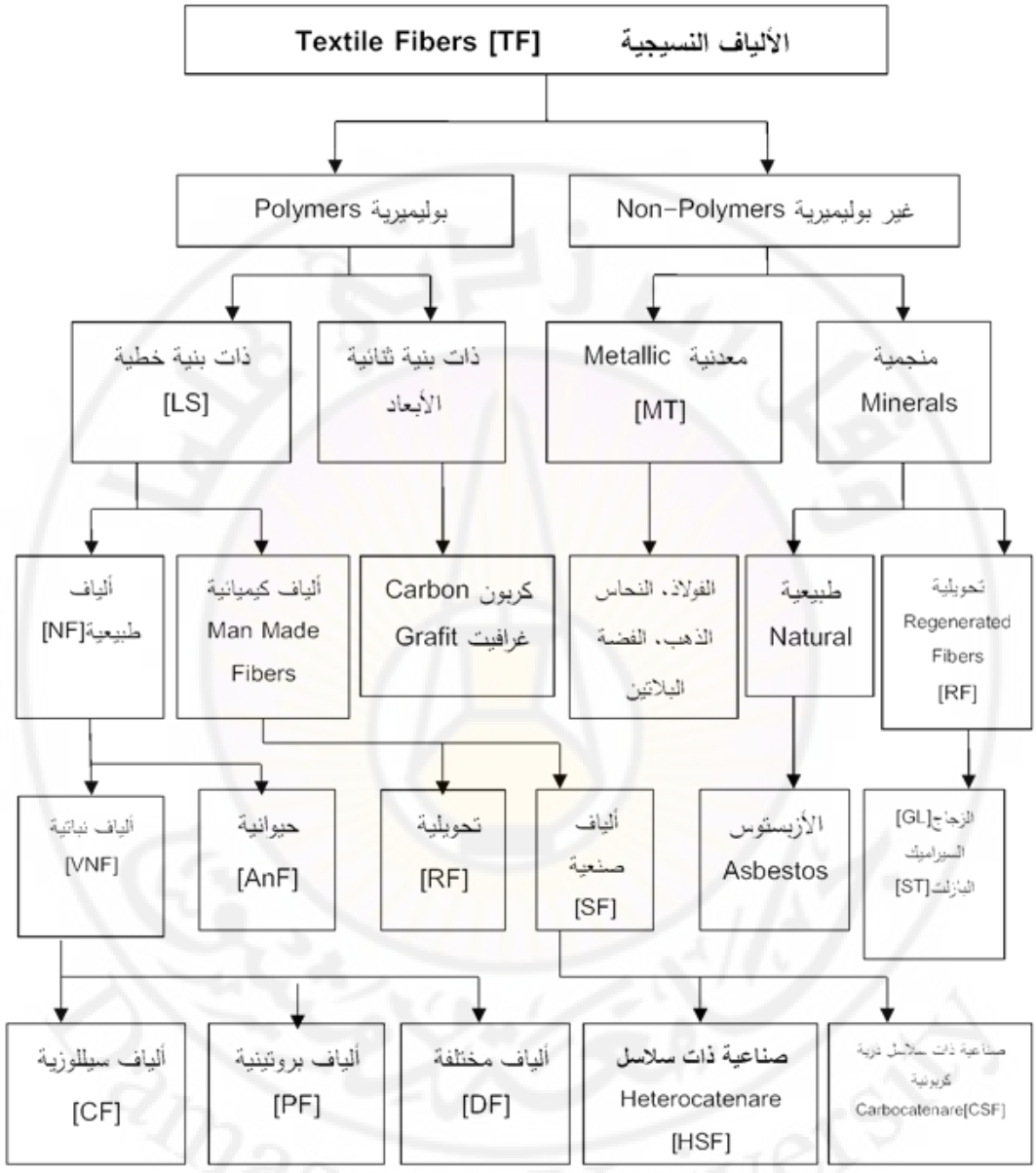
A-مجموعة الألياف النسيجية الطبيعية :

المكونة من البوليميرات الطبيعية ذات بنية ليفية غير قابلة للتحويل.

B- مجموعة الألياف النسيجية الصنعية :

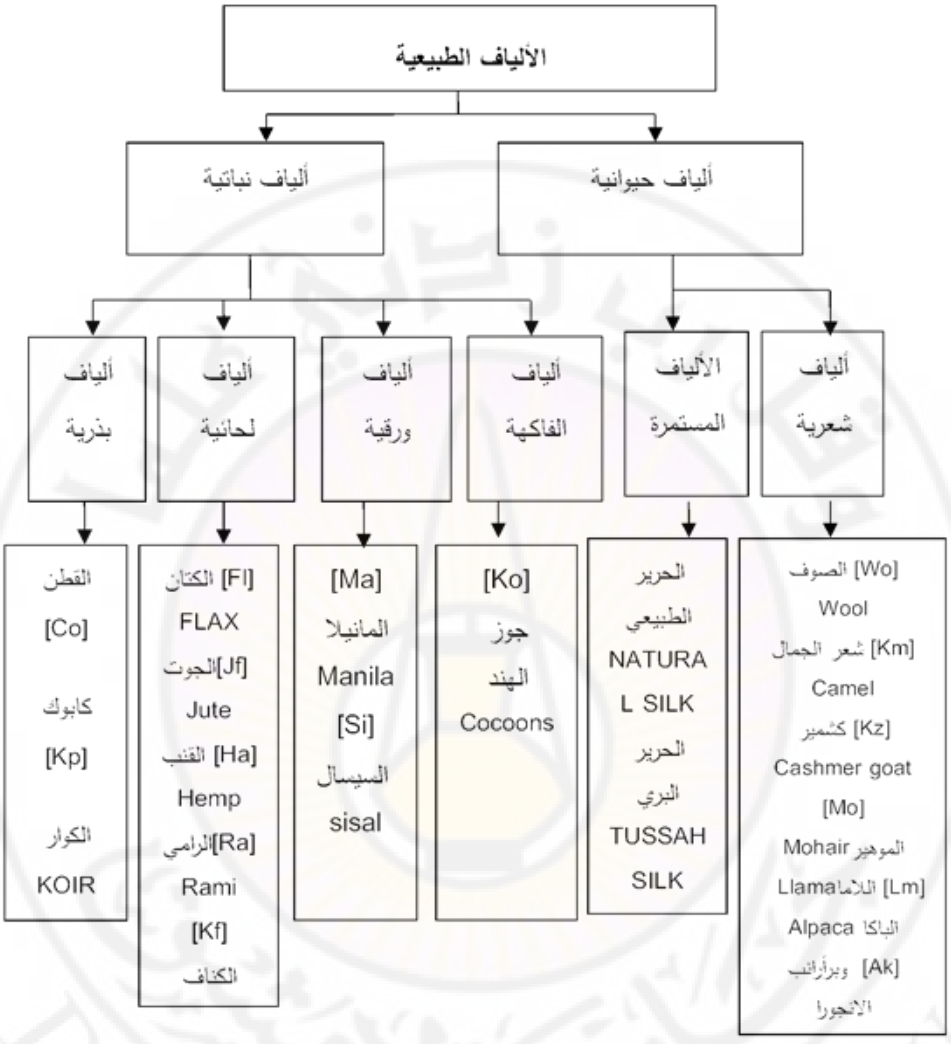
تتكون من البوليميرات الطبيعية التي تعرضت بعد معالجات كيميائية أو كيميائية-فيزيائية، لسلسلة من التحولات غير الأساسية للبنية البوليميرية الأساسية، بهدف جعلها قابلة للتحول إلى ألياف، وفي هذه الحالة تسمى الألياف بالألياف التحويلية وتنتج من ترتيب البوليميرات بشكل جديد بواسطة طرائق الغزل الخاصة بتلك البوليميرات، وتدعى الألياف الناتجة بالألياف الصناعية.

المخطط (1-4) يظهر لنا التصنيف العام للألياف النسيجية، لكن التصنيفات وفقاً لأنواع الألياف في كل مجموعة يمكن متابعتها في المخطط (1-5) مخطط تصنيف الألياف الطبيعية والمخطط (1-6) مخطط تصنيف الألياف الكيميائية وفي المخطط (1-7-a) للألياف الصنعية والمخطط (1-7-b) للخامات ذات السلاسل الكربونية .



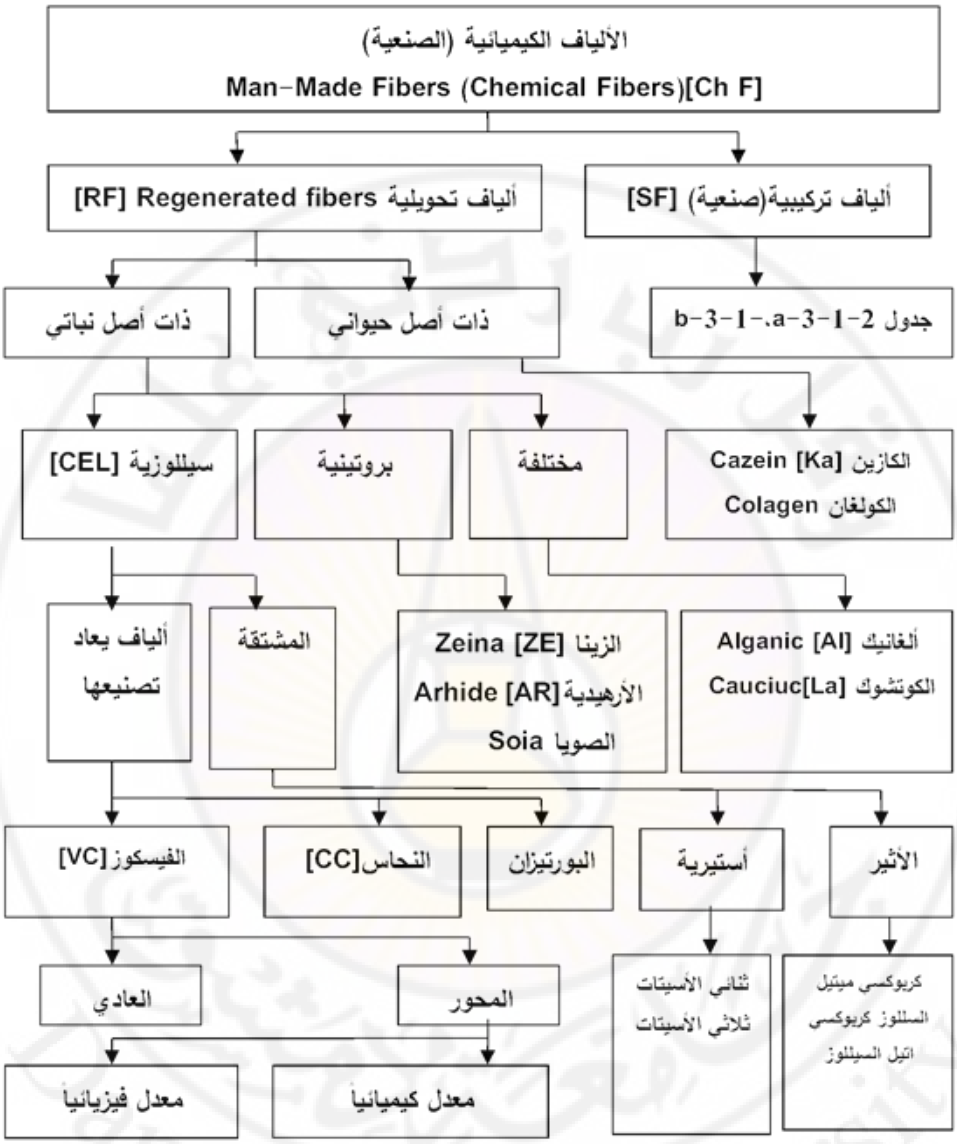
الشكل 1-4 : مخطط تصنيف الألياف النسيجية

ملاحظة: الحروف الكبيرة تمثل اختصار مجموعات الألياف باللغة الإنكليزية



الشكل 1-5 : مخطط تصنيف الألياف الطبيعية

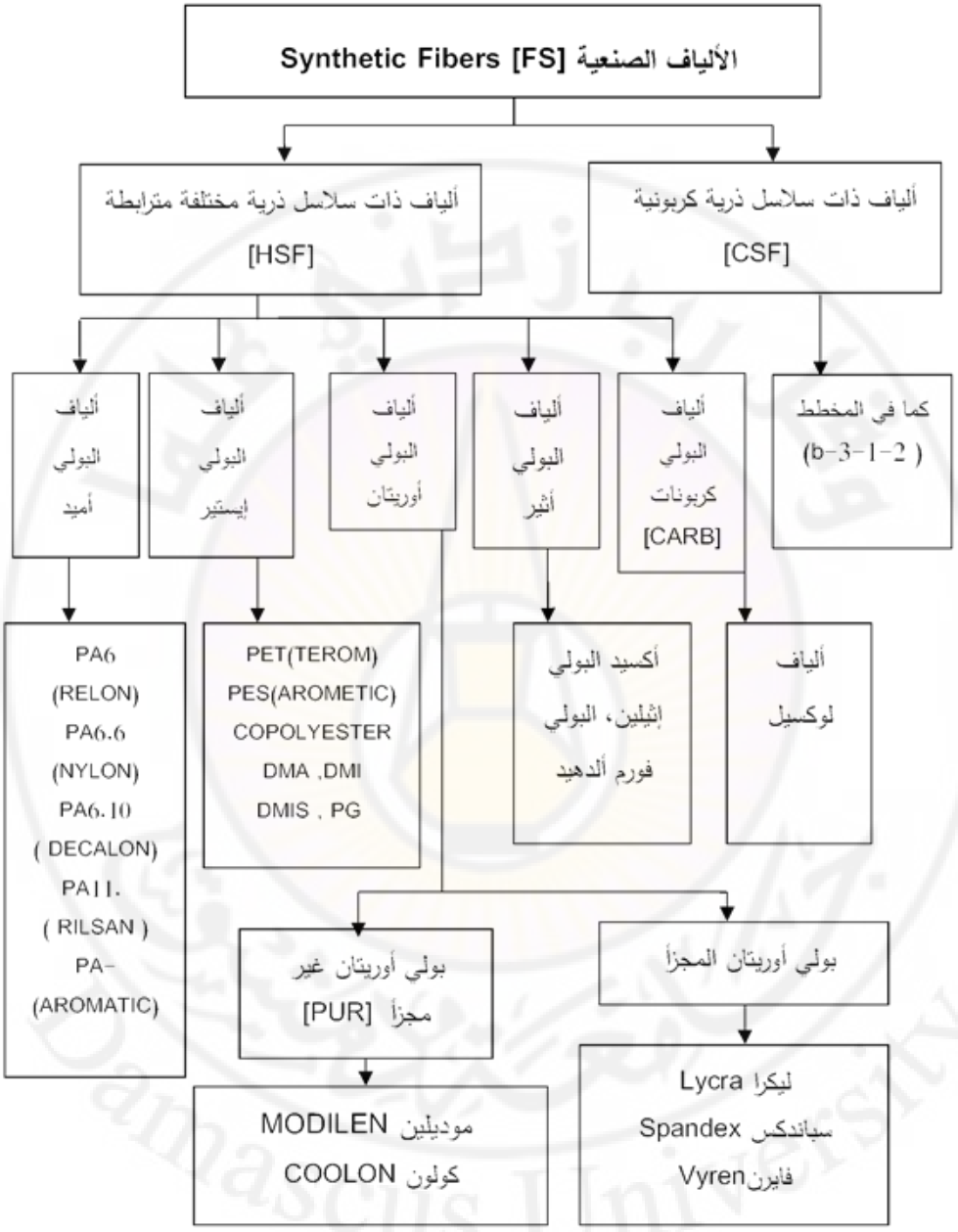
ملاحظة: الألياف الطبيعية المرمزة بأحرف كبيرة يتبعها حرف صغير وموضوعة ضمن أقواس مستقيمة (هي رموز تقليدية متفق عليها مأخوذة من المواصفات القياسية الألمانية: DIN 60001-1970 .



الشكل 1-6: مخطط تصيف الألياف الكيميائية

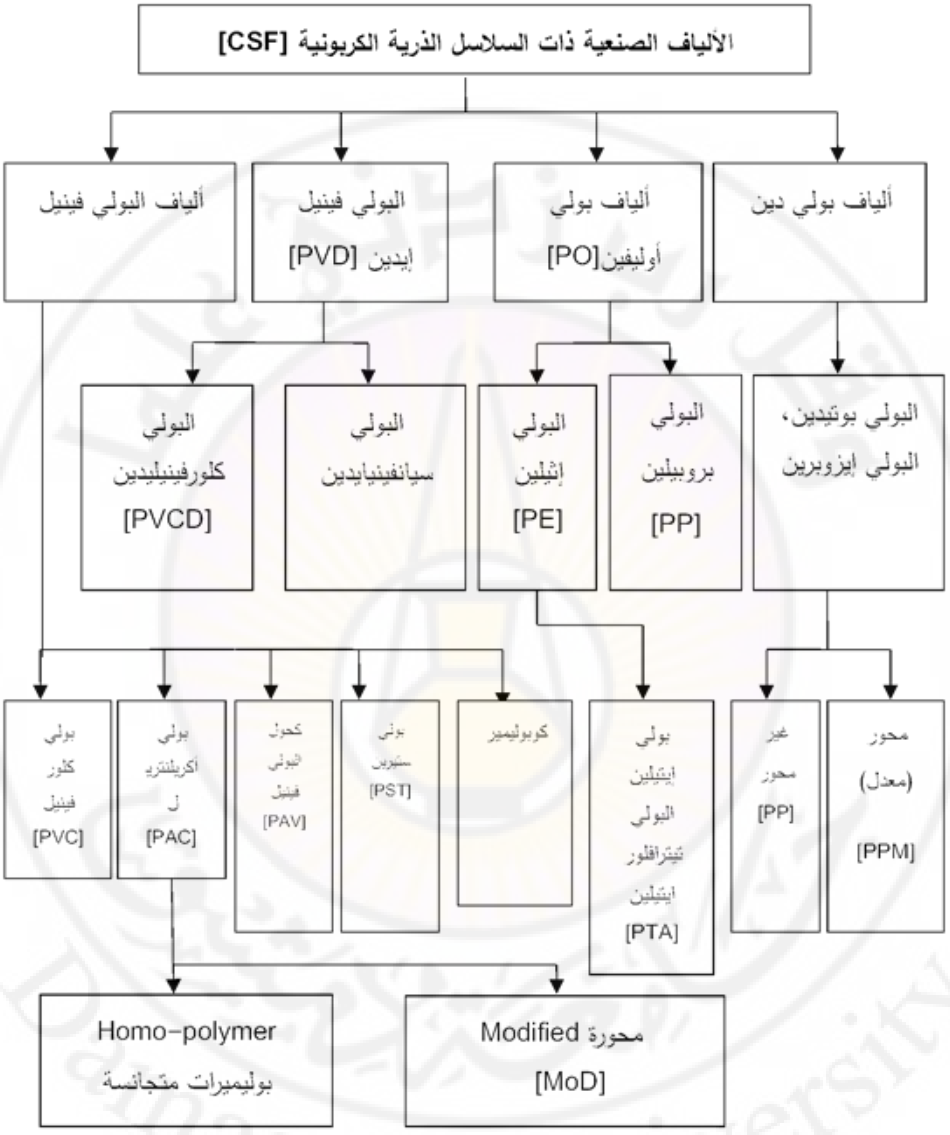
ملاحظة: بالنسبة للرموز التي تدل على اختصار أسماء الألياف الصناعية والتحويلية الموجودة ضمن قوسين متوسطين مأخوذة من المقياس الدولي:

ISO (Textil Verdlunq 4.mr,1969)



الشكل 1-7-a: مخطط تصنيف الألياف الصنعية

- ألياف ذات سلاسل ذرية مختلفة مترابطة [HSF] Heterocatenare Synthetic Fibers
- ألياف ذات سلاسل ذرية كربونية [CSF] Carbocatenare Synthetic Fibers



الشكل I-7- b: مخطط تصنيف الألياف الصنعية ذات السلاسل الذرية الكربونية

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثاني

الألياف النباتية البذرية (الألياف السللوزية)

Seed Plant fibers(Cellulosic fibers)

تمهيد

تنتمي الألياف البذرية Seed fibers إلى الألياف الطبيعية النباتية البذرية، التي تضم القطن cotton بشكل أساسي، وألياف بذرية أخرى مثل: ألياف جوز الهند وتسمى ألياف الكوار (Ccoconut, coir)، وألياف الكابوك Kapok Fibers .

2-1 القطن Cotton

يشكل القطن واحداً من أهم الألياف الطبيعية النسيجية المستخدمة في الصناعات النسيجية. يزرع القطن في المناطق الاستوائية Tropical region، ويبلغ ارتفاع شجيرة القطن من 75-125 سم. تغطي ألياف القطن البذور وكلها تحتويها اللوزة Pod or poll، وتحمل كل بذرة حوالي 4000 شعيرة. وتنمو الشعيرات عبر مراحل نموها المختلفة، وبازدياد كتلتها تنفجر اللوزة وتتعرض الألياف لآثار الشمس والحرارة والرياح ويحدث للألياف ما يسمى بالانهيار Collapse من شكلها الاسطواني قبل تفتح اللوزة إلى شريط به التواءات Convulsions وبمقطع عرضي اشبه بالكلية Kidney-like. لذلك ينبغي جني القطن في وقت مناسب حتى لا تتعرض الألياف للمؤثرات الخارجية لفترة طويلة تضر بخصائصها الفيزيائية، ونظراً لأن اللوزات لا تتفتح كلها في وقت واحد فإن جني القطن يتم في مرتين أو ثلاث مرات على الأكثر [11] .

وألياف القطن هي شعيرات مستطيلة وحيدة الخلية، تؤخذ من على بذور القطن [23].

تشكل شجيرة القطن جزءاً من عائلة المالفاسي Malvacee نوع جوسيبيوم Gossypium، ويوجد عالمياً أكثر من 40 صنفاً من القطن تزرع في مناطق مختلفة من العالم، وتتميز عن بعضها بنوعية الألياف المنتجة وكميتها، ومدة الدورة الزراعية، أو

بشكل شجيرة القطن وطولها، أو بالشروط الطبيعية، أو بتكنولوجية الزراعة الخاصة بإنتاج القطن، لا توجد بين هذه الأصناف حدود معرفة بشكل دقيق، إلا أنه ينتج بشكل واسع وكبير ثلاثة أنواع .

2-1-1 أنواع القطن

1- الجوسيبيوم هيرسوتيوم (Gossipium hersutum).

2- الجوسيبيوم هيرباسيوم (Gossipium herbaceum).

4- الجوسيبيوم باربادينسي (Gossipium barbadense).

1- الجوسيبيوم هيرسوتيوم (gessypium hersutum):

وهو الصنف الأكثر انتشاراً، يزرع في الولايات المتحدة الأميركيةUSA، جمهوريات الاتحاد السوفيتي سابقاً، المكسيك، البرازيل، الأرجنتين، تركيا، باكستان، الهند، وجنوب أوربا، وسوريا.

ويتميز بدورة حياته النباتية الزراعية القصيرة، وطول التيلة المتوسط 25-35 مم وثخانة الشعيرات بين 20-23 ميكرون ودرجة النضج للشعيرات كبيرة .

2- الجوسيبيوم هيرباسيوم (gossypium herbaceum):

أصل هذا الصنف من الهند ويزرع في الصين، اليابان، وأسيا الوسطى دورة حياته النباتية الزراعية أطول ، أليافه قصيرة ودرجة النضج صغيرة .

عندما تنضج جوزة القطن تتصلب دون أن تفتح الأمر الذي يؤدي أن القطن المجني الناتج يحتوي على شوائب كثيرة وعلى الأخص أجزاء من جدران جوزة القطن بعد عملية الحلج.

3-الجوسيبيوم الباربادينسي (gessypium barbadense):

دورة حياته النباتية الزراعية طويلة ومردوده الإنتاجي أقل من صنف الهيرباسيوم، لكن طول تيلته أكبر ويتراوح بين (35-51) ملم، ناعم جداً، حريري الملمس، ودرجة نضج الشعيرات كبيرة . يزرع هذا الصنف بدرجة أكبر في جمهوريات

الإتحاد السوفيتي السابق مثل أوزباكستان، طاجاكستان، تركمانستان، ومصر والولايات المتحدة الأميركية (USA) والبيرو وأفريقيا الوسطى .

إن أشهر أصناف هذا النوع من القطن هو الكرنك Karnak وأشموني Achmuoni وبذرة آيسلندا....إلخ.

- تشكل ألياف القطن على الشجرة :

تتشكل ألياف القطن على البذور وتتكون كل ليفة (شعيرة) من خلية تأخذ في الاستطالة والنمو على جدار البذرة . تحتوي جوزة القطن من 3-5 حجرات (فصوص) ، تحتوي كل منها على بذور يتراوح عددها من 2-6 بذور يوجد على كل منها 20 ألف شعيرة تقريباً ويوجد داخل الحجرة أكثر من 120 ألف شعيرة . كما هو مبين في الشكل (2-1) .



ألياف نبات القطن قبل القطاف	بذور القطن

الشكل 2-1: شكل شجرة وألياف وبذور القطن

ونبين في الشكل (2-2) تطور نمو شعيرة القطن وخصائصها الأساسية خلال فترة النمو (60) يوماً اعتباراً من تاريخ سقوط الزهرة وحتى النضج.

1- طول الشعيرة.
2- النعومة بالنمرة المترية.
3- مقاومة الشعيرة.
4- قطر الشعيرة.

الشكل 2-2: تطور شعيرة القطن والخصائص الأساسية على النبات

من الشكل يلاحظ أن طول الشعيرة ينمو بسرعة في العشرين يوماً الأولى وبعدها يبقى الطول ثابتاً، وبعد 50 يوماً تجف الجوزة وتتفتح، أما الشعيرة فإنها تتقلص قليلاً بسبب الجفاف وبالتالي ينقص طولها قليلاً .

- تكون نعومة الشعيرات خلال العشرين يوماً الأولى كبيرة جداً، لأنه خلال هذه الفترة تتشكل الجدران الأولية وبعد ذلك تبدأ الشعيرة بالتطور، ولكن بالتوضع اليومي لطبقات السيللوز، وكنتيجة طبيعية يؤدي ذلك إلى زيادة كتلة المادة، وتنخفض بالتالي نعومة الشعيرات.

- تتشكل مقاومة الشعيرة بعد 20 يوماً وتنمو بطريقة أكثر ثباتاً في البداية. لكن خلال الفترة 40-50 يوماً تزداد بسرعة أكبر وبالفترة الأخيرة تبقى ثابتة.

- قطر الشعيرة يصل إلى حده النهائي خلال 24 يوماً و يبقى بعد ذلك ثابتاً.

يتم فصل شعيرات القطن عن البذور في معامل حلج الأقطان ويتم ذلك بوساطة آلات خاصة تدعى آلات حلج القطن .

2-1-2 عملية الحصول على ألياف القطن(حلج القطن)

مازال القطن يعتبر عموماً من أهم الألياف في الصناعات النسيجية، وهو يحتل مكانة مرموقة سواءً يتم تصنيعه بمفرده أو مخلوطاً Blended مع ألياف تركيبية لتحقيق مزايا معينة في الغزول المخلوطة .

وبما أن زراعة القطن تتم المناطق الاستوائية فإن القطن يحتاج لموسم طويل دافئ . يزرع القطن في سوريا في مساحات واسعة في المنطقة الوسطى ومنطقة الجزيرة وشمال سوريا، وقد وصل إنتاج القطن في سوريا إلى 1 مليون طن قطن محبوب قبل عام 2011، يتم حلجها في محالج القطن السورية. لكن تراجع بعد عام2011 بسبب الظروف التي تمر بها سوريا والحرب الكونية التي تتعرض لها البلاد، ليعود بوتيرته المعهودة لاحقاً.

الأصناف التي تزرع في سوريا هي القطن متوسط التيلة نوع أوبلاند، وينتمي إلى عائلة الجوسيبيوم هيرسوتيوم (Gossipium hersutum)، حيث يبلغ طول التيلة من 30-34 ملم. وينطوي تحت هذا الاسم القطن متوسط التيلة من النوع الأمريكي صنف Acala بطول 26-29 ملم.

2-1-2-1 جني القطن Cotton Picking

يجري قطاف القطن بطريقتين هما:

- **القطاف اليدوي:** ينفذ عندما تنضج وتتفتح 60% من الجوزات، وذلك على 2-3 دفعات، ويتميز بنظافة القطن والرتبة العالية والسعر الجيد. ويقطف العامل نحو 60 كغ يومياً.

- **القطاف الآلي:** وينفذ مرة واحدة باستخدام آلات القطاف بالتجريد stripping type ومرتين باستخدام آلات القطاف المغزلية picker-type، الأولى عند تفتح أكثر من50-60% من الجوزات، والثانية عند تفتح نحو 80-90 % من الجوزات المتبقية. ويعود السبب في إجراء القطاف الآلي إلى زراعة مساحات واسعة وقلة الأيدي العاملة وارتفاع أجورها، والخوف من أمطار الخريف. وقد يترتب على القطاف الآلي نفقات إضافية كاستخدام مسقطات الأوراق defoliation material أو مجففات الأوراق leaf desiccants لزيادة كفاءة الآلة. يكون القطن الناتج من هذا القطاف كثير الشوائب ومنخفض الرتبة والسعر.



الشكل 2-3 : آلة جني القطن

يتم جني القطن في سوريا يدوياً بشكل أساسي وهذه الطريقة Hand picking رغم ضآلة إنتاجها وما تحتاج إليه من عمالة كبيرة إلا أنها تتميز عن الجني الآلي بجودة محصول القطن وخلوه من الشوائب والعيوب. وهناك طريقتان للجني اليدوي، إما بالطريقة التقليدية فيتم جني المحصول دون اعتبارات لحالة الجوزة خلافاً للجني المحسن، الذي بموجبه يتم انتقاء اللوزات بعد التفتح حسب مراحل نضجها، ولكن، بين أول لوزة وآخرها، يكون قد انقضى زمن طويل يمتد لأسابيع عديدة، وبالتالي فإن جني المحصول كله في جنية

واحدة يفرز أقطاناً متدنية وغير متجانسة، حيث أن اللوزات مبكرة النضج تظل لوقت طويل في انتظار الجني، وفي هذه الأثناء تكون تعرضت لعوامل الحرارة والرياح والتلوث بأوراق الشجر والرمال مما يهدر قيمتها وذلك عند تأخر جنيها لتجنى بعد اكتمال نضج جميع اللوزات لتجنى كلها في مرة واحدة .

ولتفادي هذا الخلل فإنه يجب أن يتم جني القطن على مراحل عدة. وقد أثبتت التجارب أنّ جني القطن في ثلاث مرات هو ما يحقق جودة أعلى للقطن. وأنّ الجنيات المتأخرة طويلاً بعد الجنية الأولى تسفر عن شعيرات منخفضة الرتبة إذ إنه كلما تأخر في بعض اللوزات تتعرض ألياف القطن للعوامل الجوية المختلفة آنفة الذكر، ويفقد القطن لمعانه Luster ويفقد بعض متانته [50].

ولقد دلت التجارب الحقلية أن طريقة الجني المحسن للقطن أعطت نتائج إيجابية في تحسين جودة القطن. يُلخّص الجني المحسن في جني فصوص القطن الكاملة التفتيح والسليمة، والخالية من أي إصابات بالحشرات والأمراض مثل ديدان اللوز . كذلك يراعى أن لا يكون القطن ملوثاً بالعسلة honey–dew وأن يكون خالياً من الشوائب مثل أوراق النباتات الجافة، ولقد حقق الجني المحسن نتائج إيجابية في خواص القطن الفيزيائية بتحسين خواص الطول للألياف داخل عينات الجني المحسن بالمقارنة مع العينات التي تم جنيها بالطريقة التقليدية التي لا تراعى فيها العناية والتركيز على جودة ألياف القطن قبل جنيها بأن يتم الجني لكل لوزات القطن دون مراعاة لحالاتها .

2-1-2-2 حلج القطن Cotton Ginning :

هو مجموعة عمليات حرارية وهوائية وميكانيكية، تفصل بوساطتها شعيرات القطن عن البذور مع المحافظة على خصائصهما التقنية، ويتأثر معدل الحليج بعوامل عدة، هي: نوع القطن وخصوبة التربة وطريقة الحلج ويراوح بين 20 و25% للأقطان الآسيوية والإفريقية وبين 35 و41% للأقطان الأمريكية وبين 29 و34% للأقطان المصرية. ويحسب معدل الحلج بالمعادلة الآتية:

$$\text{معدل الحلج} = \frac{\text{وزن القطن المحلوج}}{\text{وزن القطن المحبوب}} * 100$$

ويحلج القطن بإحدى طريقتين هما الحلج الأسطواني والحلج المنشاري.

الحلج الاسطواني Ginning Roller

تحلج به الأقطان طويلة التيلة مثل القطن المصري الطويل التيلة للمحافظة على شعيرات القطن من التقطع، ويتميز الجهاز بصغر حجمه وبساطته وسهولة التعامل معه من حيث تشغيله وفكه وتركيبه وكشف أعطاله، والأقطان المحلوجة الناتجة منه تكاد تكون طبيعية من حيث الطول والمتانة وغيرها من المواصفات.

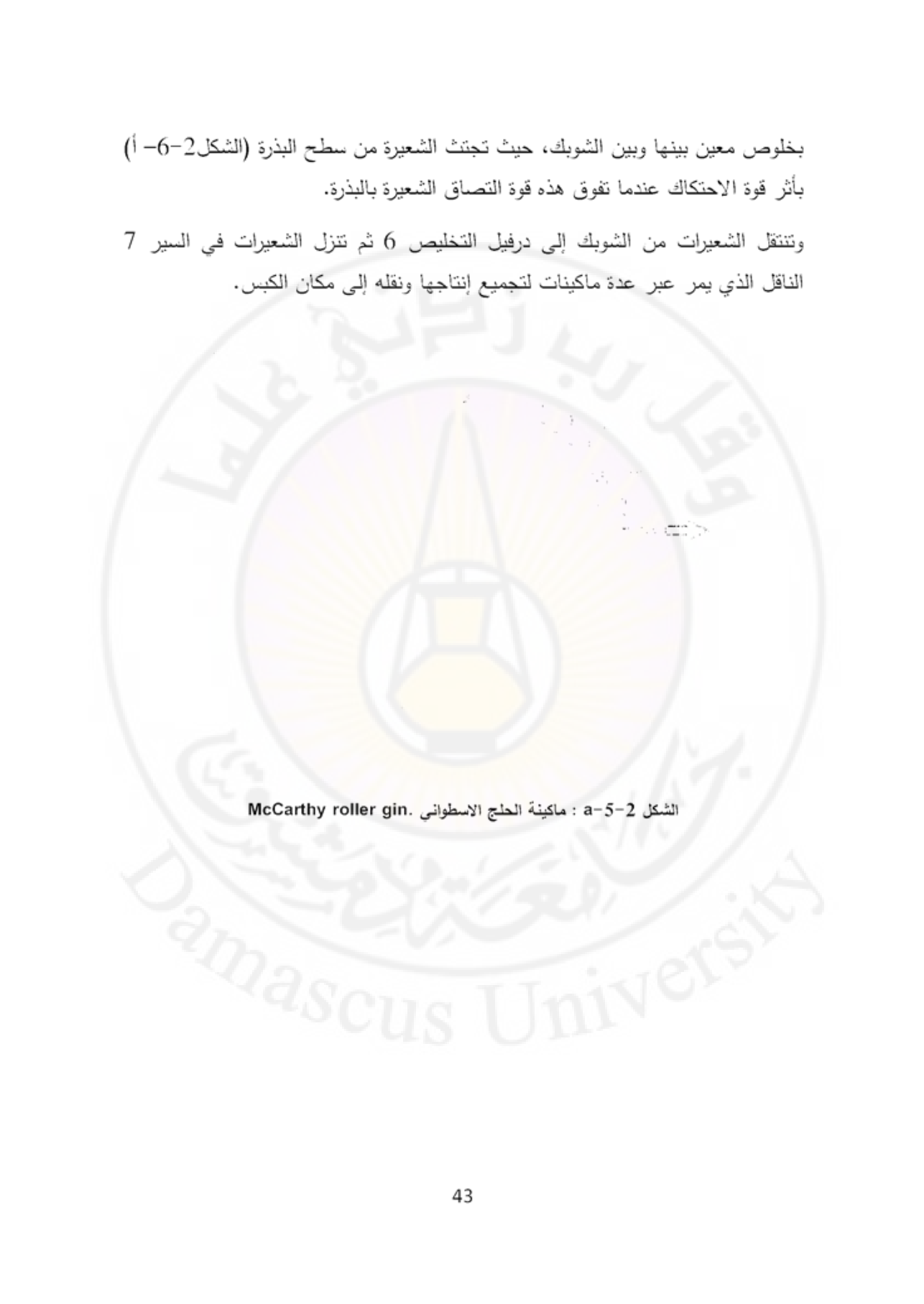


الشكل 2-4: آلة حلج القطن

تتكون ماكينة الحليج الاسطواني Macarthy Gin كما هو موضح بالشكل: 2-5-a . تتم التغذية بالقطن من حصيرة البذور Pusher Board إلى منطقة الحليج ، حيث يقوم الشوبك **Ginning Roller** المغطى بسطح جلدي خشن، وبموجب الحركة الدورانية للشوبك في اتجاه عكس عقارب الساعة فإن سطح الشوبك Roller Covering يقوم بفصل الشعيرات عن البذور التي تتواجد خلف السكينة العليا الثابتة Stationary Knife

بخلوص معين بينها وبين الشوبك، حيث تجتث الشعيرة من سطح البذرة (الشكل2-6- أ) بأثر قوة الاحتكاك عندما تفوق هذه قوة التصاق الشعيرة بالبذرة.

وتنتقل الشعيرات من الشوبك إلى درفيل التخليص 6 ثم تنزل الشعيرات في السير 7 الناقل الذي يمر عبر عدة ماكينات لتجميع إنتاجها ونقله إلى مكان الكبس.



الشكل 2-5-a : ماكينة الحلج الاسطوانى .McCarthy roller gin

الشكل 2-5-b : مبدأ عمل ماكينة الحلج الاسطواني .Principle of the McCarthy1840 Roller Gin

الشكل 2-5-b : ماكينة الحلج الاسطواني .McCarthy roller gin
Double Roller Ginning Machine.5HP and 1440 RPM

هذا وتعمل السكين العليا الثابتة مع السكين السفلى المتحركة 9 Reciprocating Knife التي تتحرك حركة ترددية بموجب الحركة الدورانية للكرنك 10 حول مركز حركته (م) بحيث تدور النقطة ن1 من الكرنك في دائرة نصف قطرها طول الكرنك وتمثل ن1 في ذات الوقت الطرف الأسفل للذراع 11، بينما تمثل النقطة ن2 الطرف الآخر لذراع الكرنك، حيث أن ن2 تتحرك حركة عمودية إلى أعلى وأسفل وتتحرك معها السكين السفلى، إذ أن ن2 هي نقطة الوصل بين الذراع والسكينة السفلى.

وبموجب الخلوص بين ن3 للسكين السفلى و ن4 للسكين العليا 12 تضرب البذور المغذات لمنطقة الحلج، وبذا تساهم عملية الضرب هذه في عملية الحلج بأن يقوم الشوبك 3 بموجب الخلوص 5 بينه وبين السكين العليا باجتثاث الشعيرات من سطح البذور، حيث تنزل الشعيرات إلى السير الناقل بواسطة درفيل التخليص 6 .

تُشفَط البذور خلف منطقة الحلج وتُجمَع بحكم ملاءَمة سطحها. تستخدم مباشرةً في معاصر الزيوت دون إخضاعها لعملية إزالة الزغب Delinting، كما يحدث في القطن المحلوج منشارياً [1] .

2-1-2-3 ضبط ماكينة ماكارثي :

خلافاً لماكينة الحلج المنشاري فإن ماكينة ماكارثي يجب أن تخضع لمعايرات مختلفة [1] ومن الأهمية بمكان إجراء ضبط المكنة بدقة للحصول على أفضل النتائج بالنسبة لخواص القطن وهي كما يلي (الشكل2-5) :

- ينبغي أن يكون الخلوص 5 بين الشوبك والسكين العليا في أدنى مستوى يسمح بمرور الشعيرات دون تقصف، كما أنه لا ينبغي أن يكون أكثر من الحد المناسب بحيث يسمح بمرور أجزاء مكسرة من البذور، وبذا يكون ناتج الحليج في كلا الحالتين مهدداً لرتبة القطن Cotton grade.
- المسافة العمودية overlap بين السكين السفلى والسكين العليا يجب أن تتناسب وطول تيلة القطن وكذلك المسافة الأفقية ن3- ن4 .

- المسافة بين حصيرة البذور والسكين العليا هي أيضاً نقطة ضبط Setting Point .

ومن الأهمية بمكان إزالة البذور من منطقة الحليج أولاً بأول إذ أن بقاء البذور في هذه المنطقة يؤثر سلباً على خواص الألياف بتقطيع الألياف وبتخفيض طولها تقل رتبة القطن حيث تزداد نسبة الشعيرات القصيرة .

الحلج المنشاري Saw Ginning:

يستخدم هذا النوع لحلج الأقطان متوسطة الطول والقصيرة . ويستخدم فيه بدلاً عن الشوبك الأسطوانة بالغطاء الجلدي كما في الحلج الأسطواني، تستخدم في الحليج المنشاري مجموعة من الأقراص المنشارية يصل عددها إلى ثمانين قرصاً مسنّناً .

ويتميز الجهاز بكثرة أجزائه وتعددها والتي تعمل مع بعضها كوحدة متكاملة وعطل أي وحدة منها يترتب عليه توقف عمل الجهاز بكامله، والأقطان المحلوجة الناتجة منه أعلى رتبة نتيجة تعدد أجهزة التنظيف والمراحل التي يمر بها القطن المحبوب قبل وصوله إلى أقراص الحلج المنشارية وخروجه منها مكبوساً في بالات يراوح وزنها بين 200 و220 كغ .

في سورية تتركز صناعة الحلج في محافظة حلب، وتنتج محافظات الحسكة والرقة ودير الزور أكثر من 50% من القطن السوري. وتبعاً لصنف القطن وطول التيلة فإن استخلاص الألياف من اللوزة يتم بإحدى طريقتين: طريقة الحلج الاسطواني Roller ginning، وذلك بالنسبة للأقطان الناعمة فائقة الطول. أما الطريقة الثانية فهي طريقة الحلج المنشاري، وهي تستخدم للأقطان المتوسطة الطول، وأحياناً يحلج هذا الصنف بواسطة الحليج الأسطواني في حالة إذا ما أريدَ تحقيق جودة أعلى للألياف، أما الألياف القصيرة فهي تحلج بالحليج المنشاري بصفة أساسية.

ويصل القطن المحبوب (القطن الزهر) Seed Cotton من الحقول بعد جنيه إلى المحلج وقد تمت تعبئته في أكياس الخيش الكبيرة C–Twills، ويتم في سورية ترحيلها للمحلج بواسطة الشاحنات والجرارات. وعند وصول القطن إلى ساحات المحالج يتم فرزه

على درجات، ويتم تجميع كل درجة على حده، ثم يتم إدخال القطن إلى داخل المحلج، حيث يتم حلج كل درجة على حدة، وتعتبر مرحلة الحليج مرحلة هامة في إعداد القطن لتحقيق مستويات الجودة المطلوبة لتأهيل القطن للمنافسة في الأسواق الدولية .

تثبت الأقراص 1 (الشكل 2-6) على عمود أفقي 2 وهي في حركتها الدورانية تحمل الألياف في أسنانها وتتواجد الأقراص بين شبكة من الجرائد التي مهمتها حجز البذور لأن المسافة بين شبكة الجرائد الحديدية صغيرة ولا تسمح بمرور البذور بينها ولكنها تسمح بمرور الألياف العالقة بأسنان الأقراص المنشارية وبواسطة شفط الهواء 4 يتم تجميع الألياف 5 وإمدادها لمكان الكبس و تنزلق البذور على سطح شبكة الجرائد وتسقط حيث تجمع في 6 . تستخدم فرشاة 7 لتقليع الألياف من على أسنان الأقراص المنشارية بحيث تشفط بالهواء إلى حيث ينم كبسها في بالات للتصدير أو إرسالها إلى مصانع الغزل المحلية .

وبدلاً عن التخليص بواسطة الفرشاة 7 يستخدم شفط الهواء لتخليص الألياف من أسنان الأقراص.

الشكل 2-6-a : رسم تخطيطي لماكينة الحليج المنشاري Saw Ginning



الشكل 2-6-b : رسم تخطيطي لماكينة الحلج المنشاري Saw Ginning

تغذى الآلة بالأقطان من الشلال C ويتم سحب القطن بواسطة مجموعة من الأقراص المنشارية a يصل عددها إلى ثمانين قرصاً مسنناً، تدور باتجاه عقارب الساعة . حيث يتم فصل البذور لتتساقط إلى الأسفل خلف منطقة تخليص الألياف . أما الألياف فينم تخليصها عن المسننات المنشارية بواسطة مسنن يدور عكس عقارب الساعة لتوضع على السير الذي يقودها إلى منطقة التجميع والتغليف. ويبين الشكل 2-7- C محلجاً يتضمن ماكينات الحلج المنشاري.



الشكل C-6-2 : آلات حلج القطن المنشاري Saw Ginning

Cotton Seed Saw Ginning Delinter Machines

Shandong Swan Cotton Industrial Machinery Stock Co., Ltd. -WeiKu.com

أثر الحلج المنشاري على الألياف :

تتعرض الألياف في الحلج المنشاري إلى معاملة أكثر خشونة، مما في الحلج الاسطواني، ذلك أن الألياف لا تنزع من سطح البذرة بمعامل الاحتكاك مع سطح الشوبك بل تقوم الأقراص المنشارية في الحلج المنشاري يضرب الشعيرات بعيداً عن سطح البذرة. في الحلج الأسطواني تجتث الشعيرة من سطح البذرة (الشكل2-7- أ) بأثر قوة الاحتكاك عندما تفوق هذه قوة التصاق الشعيرة بالبذرة. وبذلك تكون الأقطان المحلوجة بهذه الطريقة ملساء خالية من بقايا الألياف التي يطلق عليها زغب Linters، كما يحدث في الحلج المنشاري، حيث أن الشعيرة تضرب في مختلف الأماكن مخلفةً طولاً قصيراً ملتصقاً بالبذرة،(الشكل 2-7- ب) : الزغب Linters، وتتعرض الألياف لمعاملة قاسية.

الشكل 2-7 مكان فصل الشعيرة من البذور

وتتأثر جودة الألياف بالحلج المنشاري تبعاً للعوامل التالية :

- هندسة الأقراص المنشارية وحالتها.
- عدد الأقراص المنشارية
- السرعة الدورانية للأقراص .
- المسافة بين الأقراص وشبكة الجرائد، بحيث تكون في أدنى مستوى لتسمح بمرور الألياف وتحجز البذور، ولا تكون كبيرة لتسمح بمرور البذور والشوائب .
- الظروف الجوية داخل المحلج من حرارة ورطوبة نسبية بحيث تسمح بنسبة استعادة regain % 8.5 لتسهيل عملية الحلج وحماية الألياف من التقصف . هذا قد ثبت أنه في عملية الحلج المنشاري، حتى لو تمت عملية الحلج بكفاءة لا بد من تأثّر الخواص الفيزيائية للقطن. وركّز على ضرورة ضبط الحلج الأسطواني لتحقيق أفضل النتائج. وهناك عدد كبير جداً من المهتمين في هذا المجال اهتموا بدراسة تأثير الحلج على الخواص الفيزيائية للقطن .

2-1-3 فرز القطن Cotton classification

بما أن القطن يشكل أكبر نسبة من الألياف الطبيعية النسيجية في العالم فإنه لابد من وضع أسس دقيقة لفرز وتحديد رتب ومواصفات الأقطان لتسهيل التعامل التجاري والتكنولوجي بالنسبة لمختلف الأقطان، ولذلك وضعت مقاييس ثابتة وأسس تختلف من

بلد لآخر في العالم وتحولت هذه المقاييس إلي رتب مستويات الجودة حتى أصبحت هذه الرتب أساساً لتحديد السعر وضوابط العقود التجارية في أسواق القطن العالمية .

ينقسم فرز القطن إلى نوعين فرز القطن الزهرة Seed Cotton وفرز القطن الشعرة Lint Cotton، ويمثل الأخير فرز الأقطان التجارية ويحرص الفرّاز cotton classifier على مطابقة نتائج العينات المفروزة مع نتائج قياسية في صناديق قياسية Standard Boxes والتي تحدد رتبة القطن وخواصه الغزلية .

وأسس الفرز في كافة البلدان المنتجة للقطن متقاربة وكلها تلتقي في هدف واحد هو تحديد رتبة وقيمة القطن فمثلاً في مصر يتبع نظام النموذج Export Type ونظام الرتبة التي تعتمد على المظهر واللون والمواد الغريبة والخواص الفيزيائية للشعيرات .

وفي الولايات المتحدة فإنه يتم التعامل بالأسس التالية :

- الرتبة Grade ويشمل اللون والمظهر والشوائب .
- طول التيلة Staple Length .
- قيمة المايكرونير : فمثلا قطن أوبلاند Upland يعطي قيمة مايكرونيير 3.5-4.0 مايكروغرام/بوصة فإذا قلت القيمة عن 3.5 تفرض غرامة وإذا زادت عن 4.5 تعتبر أقطانا خشنة. أما إذا كانت قراءة المايكرونير 3.8-4.2 فإنها تعتبر نتيجة جيدة وتستحق التحفيز .

في سوريا يتم الفرز إلى الرتبة/ X /اكسترا وهي الرتبة الأعلى، يليها الرتبة / 0 / زيرو، يليها الرتبة/1/ واحد، الرتبة/2/ اثنان، يليها الرتبة/3/ ثلاثة وهي الرتبة الأدنى (الجدول 2-1).

أما في السودان فإن أسس الفرز هي مزيج من الأسس المصرية والأمريكية وقد تداخلت فيها عوامل الرتبة Grade التي تعبر عن مظهرية القطن ولونه ودرجة الشوائب مضافاً إلى كل ذلك مجموع المواصفات الغزلية الأخرى التي تحددها الخواص الفيزيائية للألياف لتحديد الخاصية الغزلية Spinability. ويوضح الجدول 2-1 مقارنة لأسس فرز القطن في كل من الاتحاد السوفيتي سابقاً وسورية والسودان ومصر والولايات المتحدة .

جدول 2-1: درجات الفرز الأساسية في كل من الاتحاد السوفيتي سابقاً وسورية والسودان ومصر والولايات المتحدة

الدرجة/الرتبة Grade				
سورية	الاتحاد السوفيتي سابقاً	السودان	مصر	الولايات المتحدة
الرتبة/ X /اكسترا وهي الرتبة الأعلى	0	1	Extra	Middle fair
الرتبة / 0 / زيرو	I	2	Fully good	Strict good middling
الرتبة/ 1 / واحد	II	3	Good	Good middling
الرتبة/ 2 / اثنان	III	4	Fully good fair	Strict middling
الرتبة/3/ ثلاثة وهي الرتبة الأدنى	IV	5	Good fair	Middling
-	V	6	Fully fair	Strict low middling
-	VI	C6B	-	Low middling
		D6B	-	Strict good ordinary
		-	-	Ordinary

يبين الجدول أعلاه ترتيب الرتب تنازلياً من أعلى لأقل درجة في كل بلد. والقطن السوداني فائق الطول له ست رتب وهناك رتب وسيطة فمثلاً الرتبة الثانية تنقسم إلى X2 B و 2B بالمثل الرتب الأخرى حتى الرتبة السادسة X6B و 6B . أما C6B فتعني الرتبة السادسة و c ترمز إلى Clean و D6B تعني رتبة القطن الذي به أوساخ Dirty- D. كذلك يتبع هذا النظام الرقمي في السودان لتحديد الرتب بالنسبة للقطن طويل التيلة، وقطن متوسط التيلة.

إن 65-70 % من عمليات إعداد القطن تتم بالمحالج وذلك بفرز كل درجة علي حده وحصر المستويات الموحدة ومهمة فراز القطن مراقبة فرز الدرجات وإدخال القطن للمحالج ومتابعة حركته بدقة. وكذلك متابعة أداء دولاب الحلج من حيث العيارات والسرعات والنواحي الفنية السليمة عموماً .

توزع أصناف القطن المعتمد زراعتها في سورية إلى :

- صنف القطن حلب 1/33.
- صنف القطن رقة 5.
- صنف القطن دير الزور 22.
- صنف القطن حلب 90.
- صنف القطن حلب 118.
- صنف القطن الرصافة.

يتألف مقياس تصنيف القطن السوري من خمسة رتب أساسية (الجدول 2-2) ، وتقسم الرتبة الواحدة الى أربعة أرباع ، وتحدد الرتبة بعوامل ثلاث:

- اللون : وهو العامل المرجح، ويتصف القطن السوري باللون الأبيض الكريمي وهو صفة النضج والاكتمال، وهو صفة الرتب العليا ويتدرج نزولا" الى اللون الأبيض نزولا" الى الأبيض الرمادي أو المبقع في الرتب المتدنية.
- الشوائب النباتية: وهي الناتجة عن أوراق وأفرع نبات القطن والجوزات أثناء عملية القطاف، وتقل نسبة الشوائب بالرتب العليا وتزداد النسبة كلما انخفضت الرتبة .

التحضير والإعداد: حيث تتعرض شعرة القطن لجملة من العوامل الميكانيكية بدءا" من عملية القطاف وانتهاء" بعمليات الحلج والغزل وتتكون نتيجة لهذه العوامل عقد وتجمعات ألياف تسيء بزيادتها الى شعرة القطن وتؤثر على الخيوط الغزلية والأنسجة الناتجة وصباغتها.

- شروط تخزين القطن :

عند تخزين القطن لفترة طويلة يجب التقيد بشروط التخزين وقد بينت الدراسات أن القطن يمكن أن يخزن لمدة تزيد عن 600 عام ضمن الشروط النظامية بفقدان لا يزيد عن 20 % من مقاومته ومن هذه الشروط :

1- أن يكون المكان نظيفاً .

2- المحافظة على الشروط النظامية للرطوبة والحرارة للتخزين رطوبة لا تزيد عن 20% وفي حالات التخزين القصير مع وجود حرارة مرتفعة 70 %.

3- أن يكون إدخال البالات وإخراجها سهلاً .

4-تنظيم سجلات دقيقة وتنظيم البالات بحيث يعرف تواريخ إدخالها وتواريخ إخراجها من المستودعات.

2-1-4 خواص ألياف القطن

1- البنية الجزيئية والشعرية الدقيقة لشعيرات القطن:

تتكون كافة الألياف الطبيعية النباتية من السيللوز، وتعتبر ألياف القطن مكونة بالكامل من السيللوز لأن كافة المواد الأخرى الموجودة معها توجد بكميات قليلة .

يشكل السيللوز المادة الرئيسية في الألياف القطنية بنسبة (95-98)%، وبالتالي فإن كافة خصائص ألياف القطن محددة حقيقةً من خصائص السيللوز. كما تحتوي الألياف على نسبة بسيطة من مواد أخرى مثل: البكتين 0,9 %، الرماد 1.2%، الشمع 0.6 %، الأحماض العضوية، البروتين 1.3 %، الأصباغ والأملاح المعدنية 1.9 %، المواد السكرية وغيرها. وبعد المعالجة الكيميائية للقطن وإجراء عملية التبييض تزداد نقاوته فتصل إلى 99% تقريباً .

إن معرفة البنية الجزيئية البسيطة والمركبة لألياف القطن تشكل القاعدة المعرفية لتوضيح سلوك الشعيرات في المراحل التكنولوجية المختلفة أثناء التصنيع .

إن البنية الجزيئية الأولى للسيللوز تشير إلى شكل البنية الكيميائية، وإلى شكل توضع الذرات، التي تتكون في الوحدة البنيوية. لكن الوحدة البنيوية للجزيئات الماكروية (الضخمة) للسيللوز تتكون من (أنهيدرو- ديكيسترو- غلوكوز Anhedro-Dekextru

Glucoza -) . فهي تحوي على ثلاث مجموعات (OH-) حرة، من بينها مجموعة أولية (C-6) أساسية ومجموعتان ثانويتان (C-2, C-3)، وتختلف هذه المجموعات عن بعضها كثيراً من ناحية تفاعلاتها.

الوحدات الأساسية (وحدة الجلوكوز Glucose Unit) ترتبط مع بعضها الواحدة تلو الأخرى في السلاسل الجزيئية بواسطة روابط جلوكوزية في وظيفة β(1-4) بواسطة نقاط التحام أوكسيجينية، مفتولة بمقدار (180) درجة الواحدة أمام الأخرى. وبناءً على ذلك يمكن أن يأخذ السيللوز الشكل المبين بالشكل 2-8:

الشكل 2-8 : بوليمير السيللوز (القطن)

إن هذا الشكل المقدم من قبل العالم (هورث Howorth) كان ومازال مقبولاً من قبل معظم الباحثين ومطبقاً بنجاح في التطبيقات العملية التقنية. إلا أن البنية الحقيقية للسيللوز لا تشكل فقط (تشعبات) من نفس النوع، لكن من الممكن على سبيل المثال أن تغيب مجموعات الـ(OH) الأساسية أو أن بعض مجموعات الـ (OH)، تتأكسد في المجموعات الألدهيدية أو الكربوكسيلية و بنفس الوقت من الممكن تجزئة الفروع وعبورها إلى البنية الخطية.

في هذه الحالات فإن عيوب البنية الكيميائية تؤدي إلى إضعاف النظام البنيوي ككل وإلى ظهور تشققات (مناطق أو نقاط ضعيفة) في البنية الأحادية الترتيب .

2- البنية الشعرية الدقيقة للسيللوز:

تظهر لنا هذه البنية شكل الشعيرة المؤلفة من عدد من جزيئات Supramolecular وحالة وجودها، وتشكيل الوحدات الثانوية، شكل الروابط بين السلاسل الجزيئية، والأنواع

الأخرى للروابط بين الجزيئات الكبيرة (الضخمة) أو بين الوحدات البنيوية، الخلية الأساسية الكريستالينية وكذلك أبعاد المناطق الأمورفية (غير المتبلورة) والكريستالينية المتبلورة (Crystalline) .

تظهر شعيرة القطن تحت المجهر كشعيرة رفيعة جداً منتظمة يتراوح طولها بين (10-65) مم وفقاً لجودة الشعيرة وكلما زاد طول الشعيرة كلما كان غزلها أسهل إلى خيوط أكثر نعومة وأكثر متانة ويؤدي ذلك إلى إنتاج أقمشة أكثر راحة ومتانة وذات مظهر أكثر جاذبية، تعتبر شعيرات القطن من أرفع الشعيرات الشائعة ويتراوح قطر شعيرة القطن بين 11-22 ميكرومتر، وتسمح بذلك بإنتاج أقمشة قطنية رفيعة وخفيفة الوزن على الرغم من حقيقة أنها ثقيلة الوزن .

يتميز ليف القطن بأنها شعيرة رفيعة جدا مع تغيرات طفيفة في قطرها ولا تعتبر علاقة قطرها بطولها حرجة كما في حالة الألياف النسيجية الأخرى كالصوف .

النسبة بين الطول إلى العرض في شعيرة القطن للأنواع الجيدة الطويلة هي: 6000/1 ، أما للشعيرات القصيرة فهي: 350/1 . كلما زادت هذه النسبة كلما كانت إمكانية غزله أسهل .

تظهر شعيرة القطن تحت المجهر مثل الشريط المبروم أو الأنبوبة الملوية وهذه البرمات أو الالتفافات يطلق عليها Convolution وهي ما تميز شعيرة القطن تحت المجهر. نهاية الشعيرة من ناحية البذرة لا تكون منتظمة لأن قطع الشعيرة عن البذرة قد تم منها خلال عملية الحلج. عند اتصالها بالقشرة الخارجية للبذرة. وبذلك فإن الجزء الأساسي من الشعيرة يتراوح ما بين ثلاثة أرباع إلى 16/15 من طولها وهو منتظم بدرجة كافية وبجدار سميك، وتسمى القناة التي تتوسط الشعيرة تجويف أو قناة Lumen.

3- البنية الثانوية (Secondary Structure):

- تكوين السلاسل السيللوزية (Conformation of Cellulose Canteens):

لقد شكلت البنية الثانوية للسيللوز موضوعاً لدراسات عدّة على مدى السنوات الماضية , بدءاً من دراسات العالمين ك. ماير (K. Meyer) و هـ. مارك (H.Mark) اللذين

افترضا بنية مستوية لحلقات الجولوكوبيرانوزيك (Glucopiranozic) بعد ذلك ك. ماير و ل. ميش (L.Mish) قدما بعض الإضافات على هذه البنية بمعنى أن حلقات الغولوكوبيرانوزيك. يمكن أن تأخذ شكل الكرسي وعندما تكون السلاسل غير مجهدة Relaxed أي غير مشدودة ، مع المحافظة على نفس نقاط توضع الأوكسجين أمام محور الحلقات(الشكل 2-9).

الشكل 2-9 : شكل البنية الثانوية للسيللوز

هذا يتوافق بشكل كبير مع البنية البلورية (Crystalline) .

إذاً في البداية، تم البرهان على وجود الروابط الهيدروجينية من نوع (Intercatener)، بين السلاسل التي تتشكل بين مجموعات الـ (HO-) للسلاسل المجاورة، كما لم تستبعد إمكانية تشكيل هذه الروابط بين السلاسل، وبهذا المعنى فإن النموذج المفترض من قبل ب. أش. هيرمان عام 1949 م يحدد بشكل واضح وجود تفاعل (Interaction) بين الـ (OH-) من ذرة الكربون الثالثة (3) وذرة الأكسجين من الحلقة المجاورة (رابطة الأسيتات) ، الشكل 2-10.

الشكل2-10 : نموذج ب.أش.هيرمان.

لقد أجريت على هذا النموذج سلسلة من التعديلات من قبل العالمان ج. شامبتير (G.Chambetier) و أ. باريسوت (A.Paresot) موضحين وجود روابط هيدروجينية

بين الجزيئات، ويمكن أن تظهر بين الأكسجين في (الجسر Bridge) و(C6) (OH−) بين الأكسيجين من الحلقة و(C3)(OH−)الخارجية مع (C6)(OH−). وهذا يوضح دوران الحلقة الجلوكوبيرانوزية. وبالنهاية بين مجموعات (OH−) من ذرة الكربون (C2) أو (C3) مع (OH) من ذرة الكربون C6.

إن الالتحام الجزيئي بين سلاسل السيللوز المجاورة محقق بواسطة الجسور الهيدروجينية التي تتشكل بين مجموعات الـ (C6) OH− التي بقيت حرة أو بين OH(C2). أو أي منها إن وجدت فيما بينها شروط تشكيل هذه الروابط .

4- العناصر البنيوية لشعيرة القطن:

إن العناصر البنيوية لشعيرة القطن تبدو كما في الشكل (2-11) الذي يبين مقطعاً عرضياً ومقطعاً طولياً متدرجاً ، وهي :

الطبقة الأولى : الشعيرة الدقيقة

الطبقة الثانية : الشعيرة الأولية

الطبقة الثالثة : الشعرة

الطبقة الرابعة : الجدار الأولي

الطبقة الخامسة : القشرة الخارجية

الشكل 2-11 : يبين مقطعاً عرضياً ومقطعاً طولياً متدرجاً

تختلف كل طبقة عن الثانية من حيث الثخانة وبنية الشعيرة وفقاً للترتيب التالي:

1- سلاسل سيللوزية، يتراوح عددها بين20-40 سلسلة، تشكل الشعيرة الدقيقة تتراوح ثخانتها من80-100 ميكرون .

2- خمس شعيرات دقيقة تشكل شعرة أولية (جديلة من الشعيرات الدقيقة) بثخانة تتراوح بين 1000-3000 ميكرون .

3- مجموعة من الشعيرات الدقيقة(مغلفة بمظلة سيللوزية ذات بنية غير بلورية) تشكل الشفرة والتي ثخانتها 5.4 ميكرون .

4- من 20-25 شفرة (في شعيرة طبيعية) تشكل جدار ثانوي تتبع ثخانته عدد الشفرات الشعرية، وهي أيضاً مغلفة بمظلة سيللوزية غير بلورية .

5- الغلاف الخارجي .

البنية المورفولوجية لشعيرة القطنCotton Morphology Structure

يعني علم الهستولوجيا Histology بدراسة الأنسجة العضوية Organic tissues بينما المورفولوجيا تعني بدراسة الشكل Form المميز للكائنات والأشياء . اي الشكل الهندسي للألياف هنا .

شعيرة القطن عبارة عن خلية واحدة Mono-cell تتكون من القشرة التي تمثل الغلاف الخارجي من القشرة Cuticle (الشكل2-12) يليها الجدار الأولي Primary wall، ثم الجدار الثانوي Secondary wall الذي يمثل الجسم الأساسي للشعيرة والذي يترسب فيه السيلولوز المادة الكيميائية الأساسية لشعيرة القطن ، وذلك في شكل طبقات متتالية ويتوسط الشعيرة قناة Lumen وهي المحتوية على مادة البروتوبلازما العصارة التي تمد الشعيرة بالغذاء. وتوضح الأشكال المايكروسكوبية(2-12) المقطع العرضي المستدير للشعيرة وهي داخل اللوزة قبل تفتحها .

الشكل 2-12: المقطع العرضي المستدير للشعيرة وهي داخل اللوزة قبل تفتحها	الشكل 2-13: شكل الشعيرة بعد تفتح اللوزة

يظهر الشكل 2-12 البنية المايكروسكوبية للمقطع العرضي المستدير للشعيرة وهي داخل اللوزة قبل تفتحها، بينما يوضح الشكل 2-13 شكل الشعيرة بعد تفتح اللوزة وتعرضها لظروف الجو الخارجية من أشعة الشمس التي تؤدي إلى انهيار Collapse الشعيرة ويتحول شكلها الاسطواني (الشكل 2-14) إلى شكل شريط حلزوني Twisted Ribbon به التفافات Convulsions (الشكل 2-15) ومقطعه العرضي شبيه بالكلية.

الشكل 2-14 : اسطواني بمقطع داني	الشكل 2-15: حلزوني بمقطع كلوي

- البنية ثنائية الأضلاع للجدار الثانوي لشعيرة القطن

الأبحاث المنجزة بواسطة المجاهر الألكترونية من قبل P.Kassenbeck [51]، على المقطع العرضي لشعيرة القطن بينت أن الجدار الثانوي لشعيرة القطن مقسمة في ثلاث مناطق منفصلة والتي تختلف عن بعضها من حيث مداخلها وتفاعلاتها (الشكل 2-16).

الشكل 2-16 : المقطع العرضي لشعيرة القطن يبين أن الجدار الثانوي لشعيرة القطن مقسم في ثلاث مناطق منفصلة

وبناءً على الاعتبارات المتعلقة بالبنية الدقيقة والمورفولوجيا تم تمثيل نموذج شعيرة القطن ثنائية الأضلاع.

2-1-3 خواص ألياف القطن

من المعروف أن شعيرات القطن لا تتطور كلها في الوقت نفسه على النبات. ولذلك، فإن الشعيرات المتوضعة على قاعدة النبات والتي تكون أقرب إلى ساق النبات تصل إلى النضج قبل التي تكون في قمة النبات. وأيضاً فإن الشعيرات الموجودة بنفس اللوزة، أو على نفس البذرة، لا تتطور بالوقت نفسه.

1- نضج الشعيرة Fiber Maturity درجة نضج الشعيرة من العوامل المحددة لرتبة القطن وبالتالي قيمته التجارية إذ إن الفرق بين الشعيرة الناضجة وغير الناضجة هو أن

مقدار ترسيب السيلولوز في جدار الشعيرة الناضجة أكبر بالمقارنة مع الشعيرة غير الناضجة .

وبالتالي فإن الأخيرة تفتقر إلي المتانة مما يتوجب إعطاؤها قدراً أكبر من البرم في مرحلة الغزل النهائي لزيادة متانة الخيط وهذا يعني تخفيض إنتاجية ماكينة الغول النهائي لأن إنتاجيتها تتناسب عكسيا مع مقدار البرم. هذا بالإضافة للتدني الناتج من القطوعات المتكررة بسبب ضعف الشعيرة .

وبما أن نعومة الشعيرات تقاس بجهاز المايكرونير، حيث أنه من المعروف عموماً أنّ قيمة المايكرونير Micronaire Value(Mv) (µg/in) البسيطة تعني أليافاً ناعمة والعكس صحيح وذلك بحكم قياس الشعيرة الهندسي إذ إن مساحة السطح النوعية لكمية معينة من الشعيرات تكون أكبر للألياف الناعمة، وبالتالي تشكل مقاومة أكبر لسريان الهواء خلال الألياف، وبالتالي يسجل الجهاز قراءة أقل. إلا أن قيمة الميكرونير (Mv) يجب أن تؤخذ بالحذر إلى جانب التعبير عن النعومة فإن لها علاقة وثيقة بنضج الشعيرة. وللتدليل على ذلك تفترض ليفين (شعيرتين) أ و ب في شكل 2-17 بدرجة نضج ن1 و ن2 على التوالي أي أن الليفين يمكن أن يمثلا صنفاً معيناً من القطن Cotton type ولكن بدرجتين Grades مختلفتين .

الشكل 2-17- أ: شعيرة غير ناضجة ن1< 1	الشكل 2-17- ب : شعيرة ناضجة ن2 > 1
ن = درجة نضج . أ و ب تمثلان صنفا واحدا من القطن	

تبدو الشعيرة أ غير ناضجة صماء وبعد نضجها تأخذ الشكل ب، حيث تتكون قناة Lumen في وسط الشعيرة . هاتان الشعرتان من الممكن أن يكون لهما نفس الوزن في واحدة طول معينة. وهذا ما تمثله أساساً قراءة المايكرونير فهي تعني وزن W بالمايكرغرام لشعيرة طولها بوصة واحدة، فإذن بافتراض W1=W2 وبافتراض الشكل

المستدير للشعيرتين للتبسيط (الشكل 2-18) يمكن إيجاد العلاقة التالية بين قيمة المايكرونير (Mv) ونضج الشعيرة .



أ: شعيرة غير ناضجة	ب : شعيرة ناضجة
الشكل 2-18: أ: شعيرة غير ناضجة و ب : شعيرة ناضجة	

العلاقة بين قراءة المايكرونير ونضج الشعيرة :

من الوزن الثابت w لطول شعيرة معين L وم A1,A2 مساحة المقطعين العرضيين أ و ب على التوالي نحصل على :

$$A1\ L\ y1 = A2\ L\ y2 = W$$

حيث L طول ثابت للشعيرتين 1 و2 بدرجة نضج ن1 و ن2 علي التوالي حيث ن1 < ن2 ، **y1, y2**= الوزن النوعي Specific weight ويمكن افتراضها متساويتين وعليه فإن المساحتين A1 و A2 تكونان متساويتين وبما أن A1 تمثل مساحة دائرة بقطر d1 و A2 تمثل مساحة حلقة بقطر d2 فإذن d1<d2 وبالتالي يكون المقطع العرضي للشعيرة الناضجة أكبر من مقطع الشعيرة غير الناضجة بالرغم من أن الشعيرتين لهما نفس الوزن في طول معين أي نفس قيمة المايكرونير وهذا دليل علي تأثير نضج الشعيرة بقيمة المايكرونير وعليه فإن قيمة المايكرونير يجب أن لا تؤخذ بمعزل عن نضج الشعيرة بل يجب أن تفهم على أنها تعبر عن مقدار نعومة الشعيرة ونضجها في ذات الوقت.

ولقياس نضج الشعيرة يستخدم اختبار الكوستكير causticaire test باستخدام الصودا الكاوية NaoH حيث يظهر الاختبار الميكروسكوبي للألياف كمية الألياف الناضجة

والألياف غير الناضجة والميتة. وهذا الاختبار عادة لا يلجأ إليه الغزال ضمن الاختبارات العادية في مخبر ضبط الجودة بمصنع الغزل ولقد ظهر جهاز شيرلي FM لقياس النعومة والنضج في آن واحد ،ثم ظهر مؤخراً جهاز HVI لهذا الغرض.

- العلاقة بين قراءة المايكرونير والقياس الهندسي للمقطع العرضي للشعيرة :

وعلى صعيد آخر فإن القياس الهندسي لقطر الشعيرة هو الذي يؤثر علي قيمة المايكرونير من ناحية خاصية مساحة السطح النوعي للشعيرات ولتوضيح ذلك نفترض شعيرتين أ و ب (الشكل 2-19) لهما درجتا نضج متساويتان، وكلاهما ناضجتان بدرجة نضج ن-1.

أ: شعيرة ناضجة	ب : شعيرة ناضجة

الشكل 2-19: أ -شعرتان بدرجة نضج متساوية ونعومتين مختلفتين تمثلان صنفين مختلفين من القطن

هذه الحالة للشعيرتين أ و ب اللتين تمثلان صنفين مختلفين من الأقطان أحدهما سميك أ والثاني ناعم ب في مقارنة لقيم المايكرونير تحكمها خاصية مساحة السطح النوعية specific surface area ولقياس قيمة المايكرونير للصنفين من القطن (الشكل 2-19) يؤخذ وزن محدد لكل من صنفي القطن وبما أن مساحة السطح النوعي في الشعيرات الناعمة ب أكبر من الصنف أ فإنّ هذا يشكل مقاومة لسريان الهواء خلال الشعيرات الناعمة وبالتالي تكون قراءة المايكرونير للألياف الناعمة أقل . وبما أن النضج في الحالتين متساو فإن قيم المايكرونير للصنفين من القطن تعبران تعبيراً مباشراً عن خاصية النعومة فقط حيث أصبح الأثر المباشر علي قراءة المايكرونير هو بأثر الفيض الهوائي air flow محكوما فقط بالخاصية المورفولوجية للشعيرة المتمثلة في قطر الشعيرة أي حجم المقطع العرضي للشعيرة وليس بأثر النضج كما كان في الحالة السابقة.

2- النعومة Fineness: نعومة الألياف هي التي تحدد النعومة، أو نمرة الخيط الذي يمكن إنتاجه وتضع حداً للغزل Spinning Limit بالإضافة لخواص أخرى للغزول مثل المتانة، الانتظامية، اللمعة في القماش وخواص أخرى .

ونظراً لأنّ ألياف القطن ليس لها شكل مستدير كألياف الصوف بل شكلها أشبه بالكلية Kidney-Like ، فإنه يصعب قياس نعومة الشعيرة بطريقة مباشرة كما يحدث في شعيرة الصوف. ولقد وجد أن الطريقة غير المباشرة باستخدام جهاز المايكرونير قد برهنت على نتائج عملية وهي معممة على نطاق العالم. وتقاس نعومة القطن بقيمة المايكرونير Micronaire Value ويعمل هذا الجهاز بطريقة الانسياب الهوائي Air-Flow Method وتعبر قيمة المايكرونير عن الوزن بالمايكروغرام (غ) لشعيرة طولها بوصة واحدة.

وعموماً فإن الألياف الناعمة نعومتها 3-4 مايكروغرام/بوصة والمتوسطة النعومة 4-5 والخشنة أكثر من 5 وقد تصل الى 8 كما في القطن الهندي .

ويمكن حساب نمرة الشعيرة من قيمة المايكرونير بالمعادلة التالية :

نمرة الشعيرة المترية:

$$Nmf = 25400 \div MV \quad (m/g)$$

حيث أن :

Nmf : نمرة الشعيرة المترية.

MV : هي قيمة المايكرونير .

و 25400 : ثابت Constant .

فإذا افترضنا قيمة المايكرونير 4 فإن نمرة الشعيرة تصبح:

$$Nmf = 25400 \div 4 = 6350 \quad (m/g)$$

ويمكن استنباط هذا كما يلي:

X4 غرام وزن شعيرة طولها 1 بوصة أي 0.0254 متر

1 غرام وزن شعيرة طولها 1 بوصة X

$$X = \frac{1*0.0254}{6^{-}10*4} = \frac{25400}{4} = \frac{25400}{MV} = 6350$$ متر/غرام.

إذ أن س هي النمرة المترية للشعيرة وهي تساوي ينص التعريف طول الشعيرة بالأمتار الذي يزن غراماً واحداً.

3- الطول Fiber Length: تعتبر خاصية الطول في الألياف وبالأخص توزيع الطول في مادة الألياف من أهم الخواص إذ أن الطول يحدد قابلية الغزل Spinnability للشعيرات، نمرة الخيط، متانة الخيط، إنتظاميته، نسبة التشعر Hairiness، اللمعةLuster، نسبة العوادم، الإنتاجية Productivity الخ.

عموماً ألياف القطن الطويلة هي الأكثر نعومة ولذلك نتحدث عن ارتباط سلبي Negative Correlation أو علاقة عكسية بين الخاصيتين بمعنى أنه كلما كانت ألياف القطن طويلة كلما كانت ناعمة أو صغيرة المقطع العرضي فالعلاقة هي بين كبر المقطع الطولي وصغر المقطع العرضي وهذه الخاصية هي تماما عكس العلاقة بالنسبة للصوف. حيث أن الارتباط للصوف هو ارتباط موجب positive correlation فالأصواف الطويلة هي الأخشن أو الأكبر قطراً في مقطعها العرضي هذا ويقاس طول الشعيرات بعدة أجهزة كجهاز HVI وجهاز الفيبروجراف وجهاز الأمشاط .

ويقاس طول الشعيرة بطول التيلة Staple Length وهو ما يحدده عامل فرز القطن (الفراز) Cotton Classifier بالقياس التقليدي اليدوي ويقابل هذا القياس قياس جهاز الفيبروغراف الذي يحدد الطول المتوسط للنصف الأطول من الشعيرات Upper Half Mean Length وهذا يعادل الطول الفعال Effective Length الذي يتحدد بواسطة جهاز الأمشاطComb Sorter وهو الذي تتم عملية ضبط أجهزة السحب على أساسه.

نسبة الشعيرات القصيرة Percentage of Short Fibers: نسبة الشعيرات القصيرة في القطن تعتمد على طريقة حلج القطن والقاعدة العامة أن الشعيرات الطويلة تحلج بطريقة الحلج الأسطواني بينما الأقطان القصيرة والمتوسطة يستخدم لها الحلج المنشاري. وكما سبق التنويه له فإنه بالنسبة للحلج الأسطواني ينبغي إجراء مختلف عمليات الضبط

بدولاب الحلج حتى لا تنخفض جودة الألياف ومن ضمن آثار المعايرات كمية الشعيرات القصيرة زيادة أو نقصاناً .

وتعرف الشعيرات القصيرة على أنها شعيرات يقل طولها عن نصف بوصة (13 ملم) وقد تصل نسبتها إلى 15% وبعض الأجهزة تعطي تقديراً مباشراً لهذه الصفة ولكنها تعطي معامل الشعيرات القصيرة Short Fiber Index كجهاز الفيبروغراف .

وللشعيرات القصيرة أثرها في تحديد الخواص الغزلية للقطن والتي بموجبها تحدد جودة الغزول وكفاءة التشغيل حيث أنها تؤثر على الآتي :

- زيادة نسبة الشعيرات القصيرة تفرز كمية كبيرة من عوادم التسريح .
- تزال كمية كبيرة جداً من الشعيرات القصيرة 15-20% في مرحلة التمشيط ولذلك تصل نسبة العوادم الإجمالية في مصنع غزل ممشط إلى 25 %.
- عادة ما تكون الشعيرات القصيرة طافية بين خطوط درافيل السحب وتسبب ما يسمى بموجات السحب Drafting Waves وهي التي تؤدي إلي انخفاض في جودة المادة سواء أكانت شريطاً Sliver أم مبروماً Roving أم غزلاً نهائياً Yarn في نهاية عمليات الغزل .
- تزلق الشعيرات القصيرة داخل جسم الخيط وذلك لقلة الترابط السطحي بين بعضها البعض وفي حالة تعرض الخيط لمؤثرات قوى خارجية فإنه يكون قليل المقاومة لهذه المؤثرات بحكم انزلاق الشعيرات القصيرة وبالتالي تقل متانة الخيوط عموماً .

4- البرم الطبيعي لشعيرة القطن Natural Twisting of Cotton Fiber

وهي صفة خاصة بألياف القطن. يختلف عدد الالتواءات في شعيرة القطن تبعاً لصنف القطن ومصدره فمثلاً بالنسبة للقطن الهندي يبلغ عددها 150 في البوصة بينما بالنسبة لقطن سي ايلاند Sea Island يصل عدد الالتواءات الى 350 في البوصة أي أنه كلما زادت نعومة الشعيرة كلما زاد عدد الالتواءات في البوصة ويمكن تفسير هذا بانه كلما كانت الشعيرة طويلة وناعمة كقطن سي أيلاند Sea Island كلما كانت مقاومتها

للانهيار أقل بينما تكون الألياف السميكة القصيرة اكثر مقاومة لعوامل اللي Torsion أو البرم Twist .

وفي كل اثنتين أو ثلاثة التواءات بطول الشعيرة فإن اتجاه البرم يتغير من اليمين الى اليسار ثم الى اليمين وهكذا. ويعتبر هذا البرم المتكرر بطول الشعيرة من العوامل المساعدة في عملية الغزل وتماسك ألياف القطن وترابط سطحي كبير لتداخل الشعيرات مع بعضها البعض مما يؤدي الى الإحكام السطحي بين الشعيرات وهذا عكس ما يحدث في الالياف الملساء .

البنية الحلزونية لألياف القطن Febrile Spiral Structure of Cotton Fibers:

ليست شعيرة القطن طولاً من قطعة صلبة وإنما تتكون من مجموعة ليفيات Fibrils متناهية الدقة.

تلتف الجسيمات حول بعضها البعض داخل الشعيرة بنفس الطريقة الحلزونية التي تلتف بها الشعيرات داخل الخيط وتتكون شعيرة القطن من آلاف الطبقات الدائرية من هذه الفتيلات وهي مرتبة في شكل حلزوني يكسب الشعيرة خاصية الصلابة ومقاومة المؤثرات الناتجة عن الاستخدام المتكرر.

2-1-4 الخصائص الميكانيكية لألياف القطن Mechanical Properties

متانة الألياف Fiber Tenacity: متانة الألياف هي التي تحدد الخواص الميكانيكية للغزول وتحدد مسلك المادة خلال التشغيل بحيث تقل نسبة القطوعات خاصة في مرحلة الغزل النهائي.

وبالتالي تحدد كفاءة تشغيل الغزل وهي تفرز غزولاً جيدة، وهي التي تحدد كفاءة تشغيل النول والخواص الميكانيكية للأقمشة في النهاية.

تقاس متانة الشعيرات بجهازين جهاز برسلي الذي يحدد قوة قطع Breaking or Rupture Strength لخصلة من الشعيرات Fibres Bundle وذلك بتحديد معامل برسلي Presley Index المعبر عن متانة الشعيرات بحيث يمكن ترتيب خاصية المتانة من أعلي إلى أقل درجة وفي هذا الجهاز فإن المسافة بين الفكين تساوي صفرا خلافا لما

هو معمول به في جهاز الإستلوميتر Stelometer الذي يقيس متانة الألياف، واستطالتها وأن المسافة بين الفكين هي 0 صفر، و 3.175 مم (8/1 بوصة) في الجهازين على التوالي تعبيراً عن المسافة بين الفكين التي تثبت بينهما خصلة الشعيرات. عموماً يعتبر القطن متوسط المتانة إذا تبلغ متانته 3-5 غرام /دينير.

الاستطالة Elongation: لا يتمتع القطن باستطالة كبيرة وتبلغ 5-10% عند القطع وتفوق استطالة الكتان وذلك بسبب ترتيب الجزيئات حيث أن المنطقة البلورية Crystalline المرتبة في ألياف القطن تقل عنها في الكتان وبالتالي تتفوق المنطقة غير المرتبة للجزيئات Amorphous في القطن على تلك في الكتان وهي التي تسمح باستطالة أكبر. بالمقارنة مع ألياف نباتية أخرى مثلاً ألياف رايون الفيسكوز فإن الأخيرة هي الأقل متانة دون القطن والكتان والأعلى استرجاعا فوق الكتان والقطن وبالتالي يحتل القطن المرتبة الوسطى بين ألياف رايون الفيسكوز والكتان، حيث أن الكتان هو الأعلى متانة يليه القطن ثم رايون الفيسكوز وهو، أي الكتان في الوقت نفسه الأقل استرجاعاً فهو دون القطن وكلاهما دون رايون الفيسكوز.

بالمقارنة مع الصوف فإن الصوف يتمتع باستطالة أكبر من القطن وذلك بسبب المرونة في الطبقة الليفية Cortex وهي المكون الأساسي لشعيرة الصوف والتي تتمتع بالرجوعية بأثر يشبه تأثير النابض Spring Effect ويتمتع الصوف برجوعية Elastic Recovery أكبر من القطن حيث تبلغ نسبة الرجوعية 74 % عند استطالة قدرها 2%.

5-1-2 الخواص الفيزيائية الأخرى Another Physical Properties:

خاصية امتصاص الرطوبة Hygroscopic Properties:

يتميز القطن بامتصاص الرطوبة Hygroscopic ولهذه الخاصية أهمية كبيرة من الناحيتين التجارية والتكنولوجية في تداول القطن. من الناحية التجارية ينبغي أن يكون القطن برطوبة مكتسبة regain 8.5%، وهي النسبة المخولة لبائع القطن أن يبيع بها القطن وملزمة للمشترى.

فإذا صدر قطن مثلاً بنسبة اكتساب 5% فإن هذا يعني فقداناً لعائد مبيعات الشركة بنسبة 3.5%، وكان يمكن تجنب هذا الفرق بإضافة الماء (ترطيب القطن) وهو لا يكلف شيئاً بالنسبة لقيمة القطن.

أما فيما يختص بالناحية التكنولوجية فإن عدم احتواء ألياف القطن على نسبة معقولة من الرطوبة يتسبب في مشاكل تصنيع، لأن القطن الجاف يتعرض لظاهرة الكهرباء الساكنة Static Electricity ولها مضار كبيرة في التشغيل حيث تتسبب في التفاف Overlapping الشعيرات حول درافيل السحب. وكذلك تؤدي إلي تنافر الشعيرات عن بعضها البعض بنشوء قوى تنافر Repulsive Forces بينها مما ينتج عنه تقصف Exfoliation الشعيرات وبالتالي زيادة الزغبار Fiberfly في صالة الغزل وزيادة العوادم والإضرار ببيئة العمل. والكهرباء الساكنة تظل في مكان توليدها بمختلف أجزاء الماكينات ولا يمكن إزالتها إلا بزيادة الرطوبة في الشعيرات، حيث يؤدي هذا إلى تحسين خاصية التوصيل الكهربائيElectrical Conductivity في الألياف يمكن تفريغ الشحنة الكهربائية الساكنة عبر الألياف إلى خارج مكان تكوينها عن طريق المزج.

الخواص الكهربائية للقطن Electrical Properties:

تتغير الناقلية الكهربائية للقطن وفقاً لمحتواه من الماء، وبقدر ما يكون هذا المحتوى كبيراً بقدر ما تكون الناقلية الكهربائية كبيرة، والقدرة على العزل الكهربائي تنخفض. وبنفس المعنى تتغير الناقلية الحرارية .

يتميز القطن بانخفاض الشحنات الكهربائية الإستاتيكية التي تنجم عن احتكاك الشعيرات مع بعضها البعض .

اللون Color: لا تقل أهمية اللون لمادة القطن عن باقي الخواص الفيزيائية والكيميائية فلون القطن يتراوح بين (أبيض ناصع، أبيض، سكري، أسمر، أسمر مائل للخضرة) ويفقد القطن لمعانه إذا تعرض لمدة طويلة لأشعة الشمس وحرارتها، ويعتمد لون الشعيرة على ما يلي:

1- نوع القطن .

2- البيئة المزروع فيها .

3- طبيعة الأرض .

وهذه العوامل تؤثر على كميات البروتين والمعادن التي تتشكل في الشعيرة وبالتالي تؤثر على اللون، تعتبر الأقطان المصرية متميزة بلمعة واضحة بسبب طول الشعيرة التي تعكس لوناً أكثر إلا أن هذه المميزة ليست ذات أهمية مقارنة مع الألياف الصناعية .

إذا تعرضت ألياف القطن إلى درجات حرارة منخفضة (البرودة) وصاحب ذلك رطوبة يؤدي ذلك إلى حدوث أضرار جسيمة ويعرض القطن للاصفرار، وكذلك سقوط الأمطار على القطن بعد نضجه وقبل جنيه يؤثر سلباً على القطن ويؤدي إلى اصفراره .

يمكن تمييز اختلاف ألوان القطن بالعين المجردة. ويمكن قياسها بواسطة الأجهزة المخبرية الخاصة بقياس درجة بياض القطن .

صباغة ألياف القطن وثبات اللون: إن صباغة ألياف القطن من العمليات السهلة نسبياً ويصبغ القطن بالصبغات الآزوتية والأصبغة المباشرة والنشطة والكبريتية وغيرها. وسبب سهولة صباغة ألياف القطن تعود إلى قطبية نظامه البوليميري، هذه القطبية سوف تجذب أي جزيء صبغي قطبي داخل النظام البوليميري للألياف. لكن جزيئات الصبغة لا تدخل إلا في المسافات البينية الواسعة الموجودة في المناطق غير المتبلورة في الألياف .

الخواص الكيميائية للقطن Chemical Properties of Cotton:

من الأهمية بمكان لأجل تكنولوجيا المعالجات الكيميائية للنسيج السيلولوزي معرفة التغيرات التي قد تحصل على النسيج تحت تأثير العوامل الكيميائية .

الانتفاخ : هو عملية فيزيائية ناتجة عن امتصاص كمية أكبر من السائل من قبل منتج كبير الجزيئة.

- تحطم السلولوز بتأثير العوامل الفيزيائية والكيميائية العضوية Biochemical :

1- التحطم الضوئي الكيميائي Photochemical Destruction:

تؤثر أشعة الشمس Sun light على القطن فتقل متانة المنتجات القطنية نتيجة لتعرضها لأشعة الشمس ويتحول لونها إلى الأصفر نتيجة تأثير الأشعة فوق البنفسجية Ultra Violet Rays .

يتكون الضوء المرئي من ألوان الطيف (بنفسجي، نيلي، أزرق، أخضر، أصفر، برتقالي أحمر) وتعد الأشعة فوق البنفسجية والتي يتراوح طول موجتها بين 2500–4000 أنغستروم أشد الأشعة في الضوء المرئي تأثيرا على المنسوجات، حيث تسبب الأشعة البنفسجية قصيرة الموجة (2537 أنغستروم) تحليلاً ضوئياً للسيللوز، وذلك كون الضوء الممتص يسبب تحطيم الروابط بين الذرات الكربونية (C–C) وذرات الكربون أوكسجين (C–O) .

ويتسبب امتصاص الضوء في إطلاق قدر من الطاقة الضوئية تنتقل إلى جزيئات الأوكسجين في الجو المحيط بها مما يؤدي إلى تحويل الأوكسجين في الجو المحيط إلى الأوزون، الذي يتفاعل مع بخار الماء مكّوناً فوق أوكسيد الأيدروجين الذي يسبب تحلل السيللوز .

وقد تتسبب بعض الصبغات في امتصاص الضوء وبالنتيجة إطلاق طاقة تحلل السيللوز نتيجة تحويل الأوكسجين إلى أوزون .

2- التحطم الحراري للسلولوز Thermal destruction:

يتحمل القطن درجات عالية من الحرارة دون أن تؤثر عليه إلا من انكماش في الشعيرات بنسبة حوالي 2%. يحترق القطن بسرعة ويحدث الحريق رائحة كرائحة الورق المحروق ويخلف كمية بسيطة من الرماد الأبيض.

أما إذا تعرض القطن طويلاً لحرارة 150 درجة مئوية (300 فهرنهايت) فإنه يتحلل بالتدريج. أما إذا بلغت درجة الحرارة 246 درجة مئوية فإنها تحدث تلفاً سريعاً في القطن. وعموماً فالحرارة التي يتعرض لها القطن أثناء معاملته بالعمليات المبللة فإنها لا تؤثر عليه .

يتأثر القطن بأشعة الشمس فتقل متانة الخيوط والأقمشة القطنية باستمرار كنتيجة لتعرضها لأشعة الشمس ويصفر لونها بأثر الأشعة فوق البنفسجية Ultra Violet Rays. أما بالنسبة للأقطان المصابة بالندوة العسلية Honey–Dew فإن أشعة الشمس تُؤكسد العسلة في حالة التعرض لزمن طويل وهذا ما يجعل تشغيل القطن ممكنا في ظروف الرطوبة العالية كفترة الخريف لأن القطن المصاب بالعسلة يستحيل تشغيله إلا في ظروف معينة بحيث لا تتعدي الرطوبة النسبية 40 % ودرجة الحرارة حوالي 28–30 درجة مئوية ومحتوي رطوبة 10–12 غ /كيلوغرام من الهواء الجاف وذلك يعتمد على درجة الإصابة بالندوة العسلية .

3– التفكك الكيميائي البيولوجي (تأثير الأحياء الدقيقة)

في أوساط مختلفة يمكن أن تتفكك الألياف السيللولوزية تحت تأثير البكتيريا والأحياء الدقيقة .

4– تفكك السيللولوز تحت تأثير العوامل الكيميائية العضوية Organic Solvents

يقاوم القطن معظم المحاليل العضوية التي تستخدم في التنظيف والعناية بالمنسوجات القطنية وإزالة البقع منها لكن القطن يذوب في بعض المحاليل العضوية مثل هيدروكسيد النحاس النشادري **Cuprammonium** Hydroxide وكوبري إيتيلين دي أمين Copper Ethylenediamine، ويقتصر استخدام هذه المحاليل على الاختبارات الكيميائية التي تجرى للتعرف على خامات القطن.

5– تأثير القلويات Alkalis effect

لا يتأثر القطن بالقلويات المخففة سواء أكانت في وسط بارد أم وسط ساخن وتستخدم الصودا الكاوية NaOH وكربونات الصوديوم Na_2CO_3 (Soda Ash) في عملية التبيض. وفي حالة تعرض القطن للقلويات المركزة فإنها تحدث بالقطن تغييرات في خواصه الكيماوية والفيزيائية وذلك من الوجهة المورفولوجية كما في عملية المرسزة حيث تكتسب الشعيرة الشكل المستدير في مقطعها العرضي بدلاً عن شكلها الكلوي–Kidney

like وبذا تستعيد الشعيرة شكلها المستدير الذي كانت عليه داخل اللوزة قبل تفتحها وتعرضها لأشعة الشمس وللمؤثرات الخارجية الأخرى .

6- تأثير الأحماض Acids Effect

يتأثر القطن إلى حد كبير بالأحماض المعدنية المركزة التي تؤدي لتلف القطن تماماً وتحلله ولذوبانه. أما الأحماض المخففة في درجة حرارة منخفضة فإنها قليلة الأثر على ألياف القطن أما إذا ارتفعت الحرارة فإن هذا سيضعف القطن ويحوله إلى هايدروسليلوز .

7- تأثير المواد المؤكسدة Effect of Oxidizer Agents

لا يتأثر القطن بالمواد المؤكسدة بل إنّ تبيض القطن يعتمد على هذه المواد مثل هيبوكلوريت الصوديوم NaOCL وماء الأكسجين هيدروجين بيراوكساید H2O2. واستخدام هيبوكلوريت الصوديوم هو الأكثر استخداماً بالنسبة لألياف القطن نظراً للانخفاض في الطاقة اللازمة للتبيض، حيث يتم التبييض عن طريق الأكسجين الذري النشط وهو الذي يقوم بعملية التبييض وهو يخرج عند درجة حرارة الغرفة مما يجعل هذه الطريقة الأفضل والأكثر اقتصادية للإنتاج.

وينبغي إزالة هذه المواد المؤكسدة مباشرة بعد عملية التبيض إذ أنها إذا ظلت لفترة طويلة في القطن فإنه سيفقد خواصه ويمكن أن يتحلل إلي ثاني أكسيد الكربون.

مشتقات السلولوز Cellulose Derivatives

- استرات السلولوز Cellulose Esters
- كسانتوجينت السلولوز Cellulose Xantogenats
- أسيتات السلولوز Cellulose Acetates
- إيتير السلولوز Cellulose Eteres
- كاربوكسيميثيل السلولوز Cellulose Carboximithel(CMC)
- هيدروكسي أيتيل السلولوز Hidroxiethelcellulose(HEC)

تغيير السلاسل الجزيئية السلولوزية عن طريق التفاعلات الكيميائية: إن إمكانية تغيير المجموعات الوظيفية للسلولوز أدى إلى الحصول على مواد ذات بنية جديدة وسلسلة من السلاسل الجزيئية الجديدة .

2-1-5 استعمالات الألياف القطنية

2-1-7 العلاقة بين خواص ألياف القطن وجودة المنتج المصنع من الألياف القطنية

إن للخواص الطبيعية والكيميائية للألياف القطنية أهمية كبرى في تحديد صلاحيتها للصناعة، وكذلك في تحديد خواص المنتجات المصنعة منها، ولاستخدام الألياف القطنية في صناعة الغزل والنسيج لابد من توفر خواص معينة بالألياف حتى تصلح لعملية الغزل، وأهم هذه الخواص هي الطول والمتانة والمرونة، هذه الخواص الثلاثة مهمة لتسهيل التفاف الألياف معاً في خيوط الغزل، وهناك حد أدنى من كل هذه الصفات لا يمكن غزل الألياف دونه وتحقيق الجودة المطلوبة فيها .

ومن الخواص المهمة التي تعطيها الألياف للمنتج المصنع منها الراحة عند الاستعمال، فالملابس القطنية من الملابس المريحة للجسم إذ لا تسبب أي مضايقات، فهي تمتص العرق بسرعة من الجسم لما لها من خاصية عالية لامتصاص الرطوبة لذلك تفضل كملابس داخلية، بخلاف بعض الألياف الصنعية المهمة كالنايلون والأورلون، والداكرون، فليس لها قدرة عالية على امتصاص الرطوبة كالقطن.

سهولة صبغ القطن وتثبيت هذه الصباغة على الألياف، تجعل من السهل إنتاج أقمشة متعددة الألوان وذات نقوش جميلة.

لا تولد الألياف القطنية الشحنات الكهربائية الساكنة نتيجة الاحتكاك مما يضفي خاصية إيجابية على المنتج المصنع منها.

تتطلب جودة الخيوط والأقمشة خواصاً محددة في الألياف. لذا نبين خواص كل من الألياف، الخيوط، والأقمشة الرئيسية، والتي يمكن تغييرها في بنية القماش المنسوج الجدول (2-2) .

الجدول 2-2: يوضح الخواص والمعايير التي يمكن اختيارها أو تغييرها لضبط بنية القماش المنسوج

خواص الألياف	خواص الخيوط	خواص الأقمشة
اللون	النوع (مفرد ، مجدول،غزل حلقي، شعيرات مستمرة ، بناء نسجي)	* كثافة اللحمة في وحدة الطول
التجعد	طريقة الغزل (حلقي، الطرف المفتوح،النفث الهوائي،الاحتكاك)	* كثافة السداء في وحدة الطول
شكل المقطع العرضي	المحتوى من الألياف (صافي أو ممزوج)	* التركيب النسيجي
الكثافة	مجدول	* خواص الأداء:
اللمعان	مستوى الزوي و الاتجاه	مقاومة الاحتكاك
النوع(شعيرة، ألياف مستمرة... الخ)	التلون	الامتصاصية
قابلية الصباغة	التشعر	المقاومة الكيميائية
قوة الشد و الاستطالة	الكتلة الحجمية	ثبات اللون
النعومة	الكثافة الخطية	الكرمشة
عملية الإنهاء	قوة الشد	المتانة
الصنف (النوع)	الاستطالة	الامتطاطية

الرتبة	مقاومة الاحتكاك	مقاومة / تثبيط اللهب
الطول و توزعه	الصلابة	مقاومة التعفن
محتوى الرطوبة	الخواص الحرارية	مقاومة العث
المرونة	–	مقاومة الزيت / الشحم
الانكماش	–	مقاومة التقشر
قابلية الذوبان	–	المرونة
الصلابة	–	قابلية استعادة الشكل
–	–	مقاومة الكرمشة
–	–	النعومة (نعومة الملمس)
–	–	مقاومة الانساخ
–	–	قوة الشد
–	–	مقاومة الامتطاط
–	–	مقاومة الطقس
–	–	مقاومة التجعد
–	–	* الوزن

2-2 ألياف بذرية أخرى

2-2-1 ألياف الكابوك Kapok Fibers

الاسم العلمي لشجرة الكابوك Ceiba pentandra . وألياف الكابوك هي نوع آخر من الألياف النباتية البذرية، أشجار الكابوك عالية ذات ارتفاع كبير يصل إلى 15 م تقريباً وكما هي الحالة في نبات القطن فإن بذوره تحاط بالألياف (الشكل 2-20).

لكن طريقة فصل ألياف الكابوك عن البذور لا تحتاج إلى عمليات حلج بل تفصل الألياف عن البذور لوحدها بعد الجفاف بسهولة، وألياف الكابوك خفيفة جداً ولها خاصية الطفو وتستخدم ألياف الكابوك لتصنيع سترات النجاة للطائرات والتنجيد.

ألياف الكابوك هي ألياف وحيدة الخلية يمكن تحويلها إلى خيوط وأقمشة منسوجة، وهي تحتوي بكثرة على مادة اللجنين بشكل عام التي تجعل منها أكثر مقدرة على التقصف من غيرها وتضعف مقاومتها واستطالتها ولهذا السبب تستخدم ألياف الكابوك أكثر كمادة مالئة في القماش، فقط في المنسوجات ذات الاستخدام المنزلي غير الماصة للماء والتي لا تشجع على نمو الأحياء الدقيقة.

ويختلف الكابوك عن القطن بأن أليافه لا تنمو على البذرة، بل تنمو داخل الثمرة وتشكل ناتجاً للقشرة وليس للبذرة .

إن مختلف أنواع الكابوك تنمو كنبات بري استوائي في أفريقيا أو كنبات أهلي يمكن زراعته وتربيته في (جاوا، الفلبين، الهند، مدغشقر، أميركا الوسطى) وتقدم جاوا لوحدها 75% من حجم الإنتاج العالمي للكابوك .

تشبه ألياف الكابوك الألياف القطنية، لكنها أكثر لمعاناً تميل بلونها نحو الاصفرار، مقاومتها صغيرة وخفيفة جداً كونها تحتوي على كميات كبيرة من الهواء في لبها وهي غير نفوذة للماء أي لا تكتسب الرطوبة ولهذا تستخدم في صناعة الفرش والمخدات في المناطق الرطبة جداً، إن الفرش المحشوة بالكابوك تكون مريحة ولا تسمح بنمو الحشرات والأحياء الدقيقة بداخلها.



بذور الكابوك



بذور الكابوك



شجرة الكابوك



شجرة الكابوك

الشكل 2-20 : ألياف الكابوك Kapok[45]

خواص ألياف الكابوك Kapok

الكابوك ذو ناقلية ضعيفة للحرارة، وطول الألياف يتراوح بين (10-30) ملم وثخانة الشعيرة (20-30) ميكرون .

بنية الشعيرة تظهر قناة داخلية عريضة جداً ممتلئة بالهواء لكن جدران الشعيرة ناعمة جداً من (1-2) ميكرون. يتكون التركيب الكيميائي للكابوك من:

- السللولوز 75%
- الماء 11%
- الرماد 2.6%
- شموع ودهون 1.5%
- ليجنين 12.9%

وبسبب المحتوى العالي للألياف من مادة اللجنين فإن الألياف تعطي تفاعلات خاصة بالشعيرات (الليجنو- سيللوزية) .

وبسبب المحتوى العالي للهواء فالشعيرات ذات كثافة ظاهرية صغيرة تتراوح بين (0.054-0.40) غ/سم^3 وتستخدم لخياطة أحزمة ستر النجاة وستر النجاة، (350 غ كابوك فقط يمكن أن تحمل إنسان). وتستخدم ألياف الكابوك للعزل الحراري.

2-2-2 ألياف جوز الهند coconut (ألياف الكوار Coir Fibre)

ألياف جوز الهند هي نوع آخر من الألياف البذرية تتميز بصلابة عالية ومقاومة عالية للثني ومقاومة للكرمشة وذات مقاومة عالية للاحتكاك (الشكل 2-21 ، والشكل 2-22) .

تستخدم ألياف الكوار لصناعة الحصر، وحشوات الفرش .

الشكل 2-21 : ألياف جوز الهند coir، coconut	الشكل 2-22 : فرشات مصنوعة من ألياف جوز الهندcoir، coconut

الفصل الثالث

الألياف اللحائية Baste Fibers

3-1 أنواع الألياف اللحائية

عرفت الأقمشة وغيرها من المنسوجات منذ أقدم العصور حيث تمكن الإنسان من استخلاص الألياف اللحائية من النباتات وغزلها ومن ثم تصنيع الملبوسات وأكياس الخيش وغيرها من الأقمشة التي يحتاجها . ويعتقد أن ألياف الكتان هي أقدم الألياف النباتية التي عرفها الإنسان وتعود لأكثر من 5000 عام، حتى وقتنا الحاضر تم استخلاص الألياف اللحائية من أكثر من 1000 نوع من النباتات اللحائية، لكن الأصناف المهمة منها، والتي يفاد منها فعلياً لصناعة النسيج تشكل حوالي 20 صنفاً من حيث جودتها وريعية تصنيعها من بين الأصناف الأكثر انتشاراً في صناعة النسيج. وتشكل المجموعات التالية، المرتبة حسب الجودة والريعية. أهم أصناف الألياف اللحائية المستخدمة في الصناعات النسيجية :

1. الكتان Flax
2. القنب بالإنجليزية (Hemp)
3. الجوت Jute
4. الرامي Ramie
5. الكناف Kenaf

تراجع الإنتاج العالمي من الألياف اللحائية في السنوات الأخيرة ، بسبب زيادة إنتاج الألياف الكيميائية إلا أن بحوثاً علمية هامة تجري لأجل تحسين أصناف النباتات اللحائية بهدف زيادة محتواها من الألياف النسيجية، مثل هذه الأبحاث تجري في كل من (إيطاليا، فرنسا، بلغاريا، روسيا، هنغاريا، رومانيا، ومصر) . إن النتائج الأولية لهذه الأبحاث أدت إلى زيادة محتوى النباتات من الألياف النسيجية من16-24% فأكثر من ذلك.

تقسم الألياف اللحائية من وجهة نظر تقنية إلى ثلاث مجموعات وفقاً لدرجة الليونة.

1. **ألياف ناعمة (طرية):** ومنها يمكن تصنيع خيوط وأقمشة بنعومات مختلفة وأنواع من الأقمشة الرقيقة والثخينة وتستخلص هذه الألياف من نباتات الكتان والرامي.
2. **الألياف الخشنة:** مثل الجوت, الكناف...إلخ وهي ألياف خشنة وأكثر صلابة وتستخدم لتصنيع المنسوجات الثخينة مثل (الأكياس، الحبال، خيوط الخياطة الثخينة).
3. **ألياف خشنة جداً:** وهي ألياف تستخرج من المانيلا والسيسال وهي خشنة جداً وتستخدم لصناعة السجاد الثخين و الحبال .

هذه التقسيمات الثلاث ليست نهائية ومطلقة بل يمكن تصنيع أصناف من الخيوط والمنسوجات، من الأنواع الثلاثة بجودة مختلفة.

تنتشر زراعة النباتات اللحائية في بلدان متعددة من العالم في (أوربا، شرق آسيا، أمريكا، بلاد البحر الأبيض المتوسط) وهذه النباتات تنمو عادة في البلدان ذات الأجواء الرطبة الغائمة ولا تنمو في الأجواء الحارة وذات الهطولات المطرية القليلة.

استخدم الفراعنة الكتان لأغراض متعددة مثل لف جثث المومياء المحنطة و صناعة شباك الصيد والبسط والستائر والألبسة .

3-2 ألياف الكتان Flax Fibers

3-2-1 بنية وخواص ألياف الكتانFlax Fibers

3-2-1-1 البنية المورفولوجية لساق النبات اللحائي

تحتوي بنية ساق النباتات اللحائية على مناطق مستقلة وهي (الشكل 3-1) :

1- القشرة.
2- الألياف اللحائية وتشكل 5% من ساق النبات .
3- منطقة خشبية وتشكل 95% من الساق

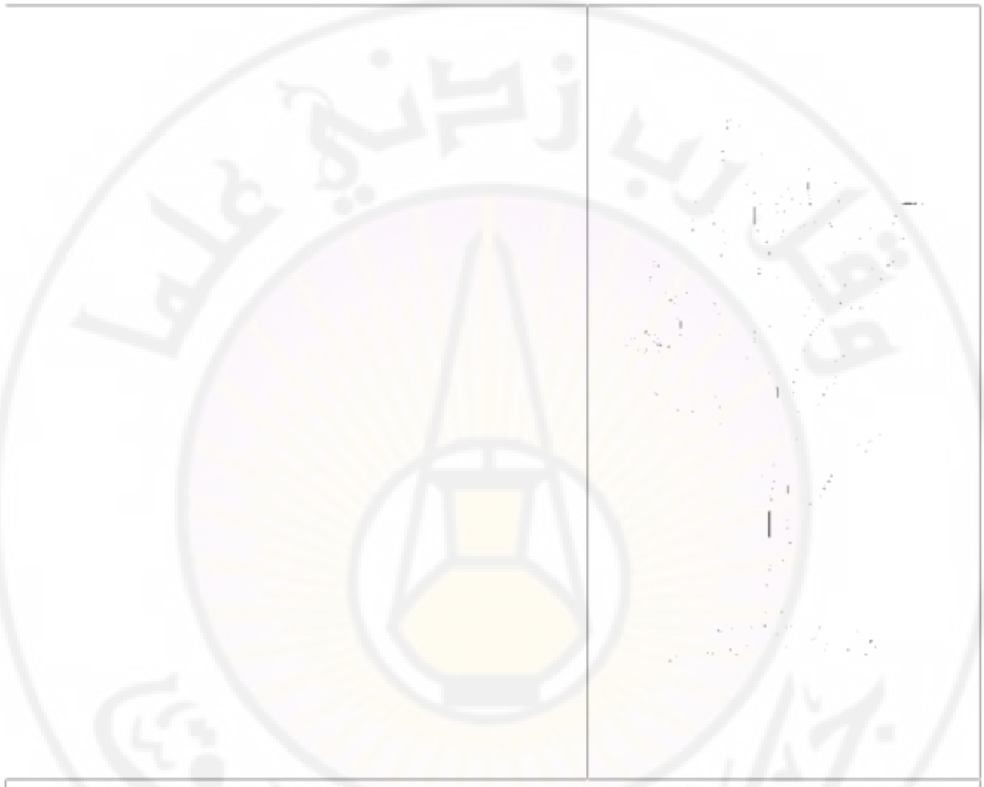
4- اللب ويحتوي على العصارة(بروتوبلاسما Protoplasma) وتمد النبات بالغذاء أثناء فترة النمو .

الشكل 3-1: شكل طولي ، ومقطع عرضي في ألياف الكتان

سطح ألياف الكتان أملس خال من الإلتواءات وتبدو عليه بعض العقد كما في (الشكل 3-2):

الشكل 3-2: مقطع طولي في ألياف الكتان

ألياف الكتان ذات لون أبيض مصفر أو بني فاتح أو رمادي ويتراوح طول ألياف الكتان بين (15–100) سم ويتراوح طول التيلة التي تتكون منها الألياف بين (25–34) ملم ومتوسط طول الألياف (40–60) سم. ويبين الشكل 3–3 شكلاً عاماً لنبات الكتان.



الشكل 3–3: الشكل العام لنبات الكتان Flax Plant

3–2–1–2 التركيب الكيميائي:

تتكون ألياف الكتان بشكل رئيسي من مادة السيللوز وتصل إلى نسبة 70% من إجمالي المواد وتصل هذه النسبة إلى 99% بعد تنقية الألياف من الشوائب وإجراء عملية التبييض.

إلا أن المركبات الكيميائية التي تدخل في تركيب الساق يزيد عددها على(50) مادة كيميائية مختلفة وتحتوي على عناصر أساسية هي الكربون C، الأكسجين O، الآزوت

N، الكبريت S ومواد معدنية أخرى مثل البوتاسيوم K، المنغنيزيوم Mg ، الألمنيوم Al ، الحديد Fe، نحاس Cu...إلخ.

إن مقدار نسبة السيللوز في ساق النبات لا تعطي مؤشراً على جودة الألياف، لأن المادة السيللوزية موجودة في النسيج الخشبي للساق وكذلك في الألياف وعلى الرغم من أن السيللوز يشكل المادة الرئيسية فإنه يوجد مع مواد أخرى مثل الليجنين، البكتين، السكريات، المواد الشمعية وغيرها. تلعب المواد البكتينية دور المواد اللاصقة بين الخلايا وبين جدائل الألياف والجزء الخشبي من الساق.

إن إزالة المواد البكتينية من الساق في عملية التذويب يؤدي إلى فصل مجموعات الألياف عن بعضها .

3-2-2 عملية استخراج ألياف الكتان Flax Fibers

- زراعة الكتان Flax

الاسم العلمي للكتان: usitatissmum Linum

الاسم الانجليزي: Flax

العائلة:Liniaceae

الوصف النباتي:

الجذر : وتدي، قصير يحمل عدداً قليلاً من الجذور الثانوية .

الساق: وهي تعتبر أهم جزء اقتصادي في الكتان، ارتفاع النبات 120 سم، المنطقة السفلية .

الاوراق: بسيطة، جالسة كاملة الحافة متبادلة على الساق .

الزهرة: خنثي لونها من الأبيض إلى البنفسجي.

التلقيح: ذاتي

الثمرة : - كبسولة بداخلها 5 مساكن كل مسكن به بذرتين .

- علبة تتفتح تفتحاً حاجزياً .

البذرة: بيضيّة الشكل، اللون بني غامق، نسبة الزيت 35-45 % ويطلق عليه الزيت الحار.



الشكل 3-4: شكل ألياف الكتان (Navadin Ian Linum Usitatissimum)

والكتان نبات عشبي حولي ، يختلف التفريع حسب الغرض (الشكل 3-4) :

1- كتان الألياف : يكون به التفريع قليلاً ويكون قمياً .

2- كتان البذور : التفريع على طول ساق النبات.

3- كتان ثنائي الغرض : التفريع قمي كثيف وقاعدي قليل.

الموطن الاصلي: منطقة وسط آسيا وتشمل شمال غرب الهند وأفغانستان وكشمير وبنجاب وبعض الولايات الروسية واريتريا والصومال .

ميعاد الزراعة: أنسب ميعاد لزراعة محصول الكتان هو النصف الأول من شهر نوفمبر على ألا يتجاوز الأسبوع الثالث من هذا الشهر حيث أن التأخير عن ذلك يؤدى إلي نقص تدريجي في كلا المحصولين: القش والبذرة قد يصل إلى 30 % عند الزراعة في منتصف شهر ديسمبر.

طريقة الزراعة: وتتم زراعة الكتان بطريقتين وهما (طريقة البذار، باستخدام المكننة).

أ- **طريقة البذار:** هي الطريقة الشائعة في زراعة الكتان حتى الآن وذلك لعدم توفر آلات التسطير حيث تنثر البذور في الشرائح الطولية للأرض في اتجاهين متعامدين لضمان انتظام توزيع البذار ويفضل أن يقوم بهذه العملية الأفراد المدربين على نثر البذار حتى يكون هناك تجانس في توزيع البذار مما يتحقق معه تجانس في طول نباتات الكتان وسمكها. ثم تقطع الأرض بالقنى والبتون العرضية حسب درجة خدمة الأرض واستوائها إلى أحواض يتراوح طولها من 1.5-2 قصبة .

ب- **استخدام المكننة Use of Mechanization:** يعتبر استخدام آلات التسطير في زراعة الكتان هي الطريقة الحديثة المثلى حيث أنها تحقق عدة أغراض منها:

1- خفض تكاليف الإنتاج خاصة في زراعة المساحات الكبيرة.

2- ضمان توزيع البذور بالحقل توزيعاً جيداً وعلى مسافات منتظمة 7.5 سم بين السطر والأخر مما يتحقق معه انتظام نمو النبات والحصول على نباتات منتظمة السمك.

3- توفير غطاء مناسب مع عمق ثابت للبذور مما يؤدى بالضرورة إلى ارتفاع نسبة الإنبات وتجانس في النمو.

4- سهولة نقاوة الحشائش عنه في حالة الزراعة البدار حيث يسهل مرور المزارع بين السطور دون حدوث أضرار ميكانيكية لنباتات الكتان. وعموماً يجب إجراء عملية الري (ريه بالزراعة) على البارد في اليوم التالي مباشرة في حالة الزراعة البدار أما في حالة الزراعة بالمكننة فانه يمكن إجراء عملية الري بعد الانتهاء من الزراعة مباشرة .

-عملية استخراج ألياف الكتان Extraction of Flax Fibers

المرحلة الأولى : الحصاد Harvest يتم حصاد نبات الكتان قبل نمو البذرة وذلك للحصول على أنواع جيدة من الألياف ويزرع الكتان لهدفين :

أ- الهدف الأول هو : الحصول على الألياف وبالتالي يتم حصاده قبل نمو البذرة.
ب- الهدف الثاني هو : الحصول على البذور إضافة إلى الألياف وفي هذه الحالة يترك النبات حتى يكتمل نموه قبل الحصاد ويتم الحصول على ألياف خشنة من هذا النوع من الكتان تستخدم للمنسوجات الثخينة كالسجاد وغيره.
يتم حصاد الكتان إما يدوياً وهي الطريقة المفضلة للمحافظة على الألياف وقلع النبات بهدوء من التربة بحيث يكون متجهاً نحو الأعلى، ويجمع على شكل حزم مرصوصة ويستند بعضها إلى بعض أو يقطع بوساطة أدوات حادة أو يحصد ميكانيكياً.

المرحلة الثانية: فصل الثمار عن الساقSeparate the Fruits from the leg

الهدف من هذه العملية فصل الثمار عن الساق وتتم هذه العملية بوساطة مدقات أو أمشاط صلبة وبعض الآلات.
وبعد عملية فصل الثمار تجمع السيقان على شكل حزم وتجمع على شكل أكوام لتجفف وتجهز لعملية التعطين.

المرحلة الثالثة : مرحلة استخلاص ألياف الكتانExtraction of flax fibers

يتم فصل الألياف عن الساق بطرق مختلفة فيزيائية، كيميائية ، ميكانيكية ، بيولوجية . إن عملية التعطين هي عملية فصل الألياف من المادة الصمغية (البكتين) التي تربط الألياف بعضها ببعض بواسطة الندى أو الماء أو بالتعطين الكيميائي وتدعى طريقة التعطين (Retting) . إن عملية فصل الألياف بالطرق الميكانيكية تدعى التقشير (Decortication).

- طريقة التعطين بالندىRetting With Dew :

توضع سيقان الكتان التي يبلغ طولها حوالي مترين وأكثر في طبقات فوق الأرض وتغطى بالحشائش وتحت تأثير الندى والشمس والمطر ورش الماء عند الضرورة (قلة

الندى) تترك لمدة ثلاثة أو أربعة أسابيع يتم تقليب الكتان ورشه بالماء طيلة تلك الفترة وبعد ذلك يترك ليجف ومن ثم يتم نزع اللحاء عن الساق ويجفف ثم يعبأ ويدخل إلى المعمل لأجل التصنيع ويمكن أن تتم هذه العملية بشكل آلي وتتم عملية التعطين بالندى في (ألمانيا، رومانيا).

- التعطين بالماء Retting With Water :

وتتم هذه العملية إما بوساطة الماء الجاري أو الراكد.

تتم عملية التعطين بالماء الجاري في البلدان التي تكثر فيها الأنهار مثل(بنغلادش، الهند، باكستان) وفي هذه الطريقة تحزم سيقان الكتان وتوضع في طريق الماء، وبعد عدة أسابيع يتم سلخ اللحاء عن الخشب، ويمكن أن تعد أحواض خاصة لعملية التعطين في مجرى الماء الجاري على أن تأخذ أوضاعاً عمودية تؤمن غمر الكتان كلياً بالماء ويمكن ربط الحزم بأثقال حتى لا تطفو الجذوع على سطح الماء نتيجةً للتعطين تصبح أخشاب السيقان هشة مغطاة بطبقة خضراء ، بعد انتهاء مدة التعطين يؤخذ الكتان ويجفف بعض الوقت بالعراء ويفصل اللحاء عن الخشب.

إن عملية التعطين بالماء الراكد تتم بوضع الكتان في برك ومستنقعات لمدة أسبوعين في حال تم التعطين في مناطق حارة ، ولمدة أربعة أسابيع إذا تم التعطين في المناطق الباردة ويعتمد طول المدة على مدى فاعلية المؤثرات الجوية لذلك تحدد المدة وفقاً للتجربة ويتطلب الأمر مراقبة النبات بشكل جيد لتقدير حالة التعطين واستخراجه من الماء يترك بعد ذلك النبات ليجف ويفصل اللحاء عن الساق وينقل للعمليات اللاحقة من الجدير بالذكر أنه يتم الاستفادة من الأخشاب الناتجة عن التعطين في صناعة الورق أو الكرتون أو الخشب المضغوط وغيرها.

- التعطين بالمواد الكيميائية Chemical Retting

يعامل الكتان في هذه الطريقة ببعض المواد الكيميائية لمحاليل الصودا الكاوية أو كربونات الصوديوم أو الأحماض أو الصابون حيث تغمر السيقان في حمض كبريتيك مخفض لمدة ساعة على الأكثر ثم تغسل السيقان بالصودا لإذابة مادة البكتين ثم يتم

تجفيف السيقان وتعبئتها في بالات للنقل وتعتبر الألياف المستخرجة بطريقة التعطين الكيميائي أقل جودة من الألياف المستخرجة بطريقة التعطين الطبيعي كما تستخدم بعض أنواع البكتيريا وزراعتها في أحواض التعطين للحصول على نتائج مجدية وجيدة لعملية التعطين.

- **فصل الألياف بدون تعطين Separation of Fibers without Retting**

وتستخرج الألياف في هذه الحالة بالطرق الميكانيكية بواسطة آلات خاصة بفصل الألياف عن السيقان ، وغزلها إلى خيوط رفيعة بعد عملية الغلي بالماء ويكون الخيط على شكل خيط مبروم لإزالة المواد الصمغية من بين مجموعة الألياف .

- **المرحلة الرابعة : التكسير والتنفيض Crushing and Flooding**

الهدف من هذه العملية هو فصل الحزم الليفية عن خشب ساق النباتات ويسهل إجراء هذه العملية بعد عملية التعطين وتجري هذه العملية إما يدوياً بوساطة الدق أو بوساطة مكنات تدعى آلات تكسير حيث يمر ساق الكتان بين أسطوانات آلة ذات أسنان حيث يتم تكسير الساق بشكل كامل وتحويله إلى قطع صغيرة يسهل فصلها إلى ألياف ولقد طُوّرت عملية التكسير والتنظيف حيث توجد آلات حديثة للقيام بعمليتي التكسير والتنظيف معاً.

- **المرحلة الخامسة : التمشيط Combing**: الهدف من التمشيط فصل وإزالة ما تبقى من القش والألياف القصيرة وإعطاء الألياف المرونة والاستقامة. وتتم العملية بشد الألياف بين أسنان الأمشاط فتخرج مستقيمة ومتراصة جانب بعضها البعض.

- **المرحلة السادسة : الفرز Sorting** : تتم عملية فرز ألياف الكتان يدوياً وتعتمد على خبرة الفراز وتحدد جودة الكتان من عدة عوامل أهمها (طول الليفة، النظافة، النعومة، المرونة، اللون، المتانة) ويُعبَّأ كل صنف منفصلاً حسب كل درجة.

3-2-3 العلاقة بين خواص ألياف الكتان وجودة المنتج المصنع منها

تمتاز ألياف الكتان بمتانة عالية تزيد عن 6غ/دينيير وتبلغ استطالة الألياف للشد 2.7-3% وهي أقل من استطالة القطن، إن الأقمشة المصنوعة من الكتان عرضة

للتجعد بسبب المرونة القليلة للألياف، حيث أن خاصية الرجوعية للألياف تكون حوالي 65%، وبترطيب المنسوجات الكتانية والكي تستطيع الألياف والقماش استعادة أبعادها وحجمها الطبيعي.

إن الخواص الأخرى للكتان مثل المقاومة للحرارة والمواد الكيميائية والكهرباء الساكنة والتأثيرات البيولوجية تشبه خواص كافة الألياف السيللوزية.

وتعتبر ألياف الكتان أفضل الألياف اللحائية وتليها بالجودة باقي أنواع الألياف اللحائية السالفة الذكر مثل (القنب، الجوت، الرامي، الكناف) وما تم ذكره ينطبق على هذه الأصناف بدرجات متفاوتة قليلاً.

3-3 ألياف الجوت Fibers

3-3-1 عملية استخراج ألياف الجوت

الجوت أو الجوتة أو قنب كلكتا أو القنب الهندي، هو نبات ينمو في المناطق الاستوائية

(5-3



الشكل 3-5: ألياف جوت تم تجفيفها بعد نقعها بالماء لكي تلين أليافها وترق على جانب الطريق

3-3-2 خواص ألياف الجوت واستعمالاته:

تمتاز ألياف الجوت باللمعان ونعومة السطح، إلا أنها تفقد لمعانها بالتخزين. والجوت سريع العطب في الجو الرطب بسبب نمو البكتيريا والعفن، ويحتفظ الجوت في الأحوال العادية بمقدار 14% من الرطوبة. يذوب الجوت في الأحماض والقلويات ويكون أكثر ذوبانًا في الأحماض.

3-3-3 استعمالات ألياف الجوت:

يصنع من ألياف الجوت العديد من المصنوعات، كالحبال والأحذية والحقائب والأقمشة الخشنة التي تستعمل عبوات نسيجية لتعبئة المحاصيل الزراعية كالأكياس، وتستخدم في صناعة السجاد والموكيت.

3-4 ألياف القنب Cannabis Fibers

3-4-1 عملية استخراج ألياف القنب:

القنّب هو الاسم الشائع لنباتات من جنس القنب الهندي cannabis، تتبع الفصيلة القنبية.

يشار إلى القنب المزروع لغير أغراض المخدرات بالقنب الصناعي، ويستخدم في صناعة الألياف لاستخدامها في طائفة واسعة من المنتجات، وكذلك الجوانب الغذائية للبذور وكذلك من أجل الزيت . القنب البري عادة ما يكون سلالة من القنب الطبيعي أو البذور التي نجت من عملية الحصاد ونمت لوحدها.

الألياف هي واحدة من أهم الأجزاء في نبات القنب، ومن الشائع أن تدعى ألياف لحائية بالإنجليزيةBast Fiber : وهي تنمو على السطح الخارجي لساق النبات الخشبي الداخلي، وتحت الجزء الخارجي (اللحاء). تعطي الألياف اللحائية قوة للنباتات، وهذا ينطبق بصورة خاصة في نبات القنب. يمكن لألياف القنب أن تبلغ طولاً من 0.91 متر (3 أقدام) إلى 4.6 متر (15 قدم)، وتكون الألياف على طول النبات. واعتماداً على العملية المستخدمة لإزالة الألياف من ساق النبات، فقد تكون الألياف بلون أبيض قشدي، أو بني، أو رمادي، أو أسود، أو أخضر (الشكل 3-6).

لقد انخفض إنتاج القنب من أجل أليافه بشدة خلال القرنين الماضيين، ولكن قبل الثورة الصناعية، كانت ألياف القنب ذات شعبية لأنها قوية وتنمو بسرعة، وهي تنتج 250 % أكثر من ألياف القطن، و 600 % أكثر من ألياف الكتان عندما تنمو على نفس الأرض. ينتج القنب الصناعي(المزروع لأغراض صناعية) في العديد من البلدان في جميع أنحاء العالم. المنتجون الرئيسيون كندا، فرنسا، والصين. الولايات المتحدة هي الدولة الصناعية الوحيدة التي تواصل في حظر القنب الصناعي. ففي حين أن القنب يستورد إلى الولايات المتحدة أكثر من أي بلد آخر، فإن حكومة الولايات المتحدة لم تميز بين الماريجوانا والقنب عديم التأثير النفساني والمستخدم لأغراض تجارية وصناعية.



الشكل 3-6: نبات القنب في مرحلة النضجHemp plant in maturity

الحصاد وتعطين النباتات Harvest and Retting Plants:

تنضج النباتات المذكرة قبل المؤنثة بنحو ثلاثة أسابيع، ويجري حصادها مع نهاية إزهارها. وتُحصَد النباتات المؤنثة بعد إثمارها للحصول على الألياف والأوبار الناعمة والمتينة. وتؤخَّر عملية الحصاد حتى نضج الثمار وجفاف الأوراق والنورات وانخفاض نسبة الرطوبة في حبوبها بغية إنتاج البذور (الشكل3-6). ينتج الهكتار الواحد 8.6 طن من السوق الخشبية منها نحو 1000.800 كغ أليافاً و1000.200 كغ بذوراً.

تحصد النباتات يدوياً أو آلياً (الشكل3-7) على ارتفاع 8-10سم فوق سطح الأرض، وتربط السيقان مع بعضها في حزم وتترك لتجف في الحقل مع تقليبها ولحين نقلها للتعطين.



الشكل 3-7: حصاد القنب آلياً

تهدف عملية التعطين إلى فصل الألياف عن الساق الخشبي بهضم المادة البكتينية التي تربط الألياف بالساق، وتتم العملية طبيعياً في الحقل مباشرة، أو في أحواض خاصة بالماء الساخن الجاري أو بالطرائق الكيمياوية.

توضع نباتات القنب بعد حصادها في طبقات رقيقة لتعريضها للندى والأمطار، ولفعل الأحياء الدقيقة من فطور وبكتيريا، وتقلب بمعدل مرة واحدة كل أسبوع في التعطين الطبيعي الذي يستمر 2-3 أسابيع، أو أن توضع حزمه أفقياً في تيار من الماء الجاري وتثبت بكتل حجرية بهدف غمرها بالماء مدة 10-12 يوماً في فصل الصيف؛ لهضم المادة البكتينية (بالبكتيريا اللاهوائية) في درجة 21° م ومدة 15يوماً، وذلك عند انخفاض الحرارة إلى نحو (10-12° م)، أو أن توضع عمودياً في خزانات أو أحواض لغمرها بالماء الساخن (36-38°م) مدة تسع ساعات حيث يجري تغيير الماء بعدها، وتستمر عملية التعطين مدة ثلاثة أيام في درجة 30° م. ويمكن إجراء عملية التعطين بالمواد

الكيمياوية مثل حمض الكبريت، أو كربونات الصوديوم، أو الصودا الكاوية، لإزالة المادة البكتينية، ويعتقد أن لهذه المواد آثاراً سلبية في نوعية الألياف.

تمر النباتات بعد عملية التعطين بالمراحل الآتية:

- **التكسير Cracking**: ويهدف إلى تفتيت الساق الخشبي من دون الإضرار بالألياف، ويجرى يدوياً أو ميكانيكياً أو بوضع الحزم على الطرق لتمر فوقها السيارات والعربات.

- **التقشير Peeling**: ويهدف إلى فصل الألياف عن القطع .

- **التمشيط**: ويهدف إلى فصل الألياف عن بعضها وإزالة الشوائب العالقة بها باستخدام أمشاط خاصة، وتفرز أولاً الألياف الطويلة والرفيعة الناعمة، ثم الأوبار القصيرة الخشنة.

- **الفرز والتعبئة Sorting and packing**: وتهدف إلى فرز الألياف وفق الخصائص والصفات الظاهرية و(التكنولوجية) (الطول، النعومة، المتانة، الوزن النوعي، اللون ونسبة الشوائب)، ووضعها في رتب متدرجة وتعبئتها.

3-4-2 خواص ألياف القنب Characteristics of Hemp Fibers :

ألياف القنب سمراء داكنة إلى بنية اللون، وهي ليست دقيقة ورفيعة كما هي الحال في ألياف الكتان.

متانة القنب (5.8-6.8 غرام/دنيير) مقارنةً بتلك التي تخص ألياف الكتان، وهذه الألياف عالية المتانة لا تبلى بسهولة عندما تتعرض للمياه. ألياف القنب مقاومة للحشرات ولكنها تتضرر بالعفن. ضوء الشمس يؤثر على القنب بالطريقة نفسها التي يؤثر فيها على القطن.

الخصائص الكيميائية للقنب مماثلة لتلك التي للقطن وللكتان .تحل القلويات الساخنة والمركزة ألياف القنب، ولكن القلويات الممددة الباردة أو الساخنة لا تضر الألياف. وفيما عدا الحموض الضعيفة والباردة، فإن الحموض المعدنية تخفض من المتانة، ثم يمكنها تدمير الألياف نهائياً. لا تضر مواد القصر (المبيضات)، ومذيبات التنظيف العضوية، القنب إذا استخدمت بطريقة سليمة.

للقنب قابلية امتصاص جيدة. ويصل محتوى الرطوبة إلى 12%، ويمكن لألياف القنب أن تمتص رطوبة تصل إلى30%من وزنها. بينما القطن11%-7 والفسكوز17%-11.

3-4-3 استعمالات ألياف القنبUses of Hemp Fibers :

استخدمت ألياف القنب في صناعة الورق. وتستخدم لصنع قماش لوحات الرسم الزيتية. وقد كان للقنب شعبية كبيرة لأن له الكثير من الاستخدامات. فقد استخدم نوع قنب مانيلا في الحبال. واستولى الخيش المصنوع من الجوت على سوق الأكياس. وقد بدأت صناعة الورق باستخدام لب الخشب.

وتحولت صناعة السجاد إلى الصوف، والسيزال، والجوت، ثم النايلون. وتطبيقات الشبكات استولى عليها القطن والمواد التركيبية. ويعتقد أن إنتاج الورق المصنوع من القنب في العالم يبلغ نحو120000 طن في السنة في عام 1991 الذي كان نحو 0.05 % من حجم الإنتاج العالمي السنوي.

تستخدم ألياف القنب اليوم في الحبال، والخيوط المبرومة، وكذلك في الأكياس وأقمشة التغطية المتينة التي لا تبلى بسرعة. يصنع القنب ضمن أقمشة رقيقة تستخدم لتغطية الجدران والستائر.

3-5 ألياف لحائيه أخرى Other Baste Fibers

إضافة إلى الألياف اللحائية السابقة : الكتان والجوت والقنب، توجد الأنواع التالية :

1-جلجل Kenaf : اسم يطلق على عدد كبير من النباتات الليفية حتى الخشنة منها، وأهم أنواع الجلجل الناعمة هي الجلجل العادى أو الجلجل الأفرنجى واسمه اللاتيني "كونابيس ساتيفا" والجلجل البلدى واسمه اللاتيني"هيبيسكس كانابينس" وجلجل سان واسمه اللاتيني " كورتولا ريا جينسيا " تستعمل الألياف اللحائية لنبات الجلجل في صناعة الغزل.

2-رامي Ramie : هو نبات مزهر من عائلة القراص، موطنه شرق آسية وهي نباتات عشبية ذات الحولين تنمو لتصل 1- 2.5 م في الطول؛ الأوراق على شكل قلب، بطول

7–15 سم، وعرض 6–12 سم، وهي بيضاء على الجانب السفلي مع فروة شعرية قصيرة وكثيفة، وهذا يعطيها المظهر الفضي؛ وخلافًا للقراص، فالشعر غير لاسع. الرامي الحقيقي أو العشب الصيني كما يدعى أو رامي الأبيض هو نبات يزرع في الصين . وهناك نوع ثان، ويعرف برامي الأخضر أو ريا ويعتقد أنه نشأ في شبه جزيرة الملايو وهذا النوع ذو أوراق أصغر وخضراء من الطرف السفلي ويبدو أنه أكثر ملاءمة للظروف الاستوائية.

خصائص ألياف الرامي: الرامي هو أحد أقوى الألياف الطبيعية. وهو يبدي قوة أكثر عندما يكون رطبًا. لكنها ليست متينة كغيرها من الألياف، ولذلك عادة ما تستخدم ممزوجة مع ألياف أخرى مثل القطن أو الصوف. وتعرف ألياف الرامي بقدرتها على حفظ شكلها، والحد من التجعد، وتبدي مظهرًا براقًا حريريًا للأقمشة المصنوعة منها. وألياف الرامي مشابهة لألياف الكتان في الامتصاص، والكثافة، والمظهر المجهري. بيد أنها لا تصبغ كما القطن. وبسبب نسبة التبلور العالية لألياف الرامي، فهي متيبسة، وهشة، ويمكن أن تتكسر إذا ثنيت في نفس المكان لعدة مرات؛ وهي تفتقر إلى المرونة والاستطالة.

مجال استخدام ألياف الرامي: إن لألياف الرامي استخدامات محدودة في النسيج بالرغم من قوتها. استخراج ألياف الرامي وتنظيفها عملية مكلفة، ويعود ذلك أساسًا إلى الخطوات العديدة التي تشمل الكشط، والسحق، والتسخين، والغسل، أو التعرض للمواد الكيميائية.

وهي تحتاج إلى فصل الألياف الخام من الصمغيات (الراتنجات) اللاصقة التي تغلفه. غزل الألياف عملية صعبة بسبب هشاشة الألياف، وانخفاض مرونتها؛ وعملية النسج معقدة بسبب السطح الشعري للخيوط الناتجة عن عدم التماسك بين الألياف. الاستخدام الأكبر لألياف الرامي يعتمد على تحسين أساليب التصنيع، وتطويرها. تستعمل ألياف الرامي في صنع منتجات مثل خيوط الخياطة، ومواد

التغليف، وشباك الصيد، والأقمشة المستخدمة في الترشيح . كما أنها تستخدم في أقمشة الأثاث المنزلي (التنجيد، ولوحات الرسم الزيتي)، والملابس، في كثير من الأحيان تمزج مع غيرها من ألياف النسيج (على سبيل المثال عندما تمزج مع الصوف، فإن الانكماش يقل إلى حد كبير بالمقارنة مع من الصوف الخالص). تستخدم الألياف الأقصر والعوادم في صنع الورق. يستخدم الرامي كنباتات للزينة في شرق آسية.

تتصدر الصين إنتاج الرامي وتصديره بشكل أساسي إلى اليابان وأوروبة. هناك دول آخرى منتجة لألياف الرامي وهي تايوان، الفلبين، والبرازيل. توجد نسبة مئوية صغيرة من الرامي المنتج متاحة في السوق الدولية.

وتعتبر اليابان وألمانيا وفرنسا والمملكة المتحدة هي البلاد المستوردة الرئيسية، وما تبقى من الإنتاج يستخدم محليًا.

3-ألياف الخيزران Bamboo Fibers

الخيزران Bamboo: هو اسم لأكثر من ألف نوع من أنوع الأعشاب العملاقة ذات جذوع شبه خشبية.

أغلب أنواع الخيزران ذات جذوع مجوفة ومقسمة إلى عقد أو مفاصل(الشكل3-8)، وقد استخدم الصينيون سيقان نبات الخيزران (البامبو) المجوفة في صناعة الورق منذ ألفي عام. كما يستخدم الخيزران في صناعة بعض قطع الأثاث المنزلي العملية، وينبت الخيزران في كل القارات عدا أوروبا والقارة القطبية الجنوبية.



الشكل 3-8 : نبات الخيزران Bamboo Plant

ويمكن زراعة الخيزران ويفضل زراعته في الجو المعتدل في وجود الأمطار ولكن لا مشكلة من زراعته صيفاً بشرط حمايته من أشعة الجو وحرارته بوضعه تحت الظلال.

ينبت الخيزران في كل القارات ماعدا قارة أوروبا والقارة القطبية الجنوبية. وأغلب أنواع الخيزران ذات جذوع مجوفة ومقسَّمة إلى عقد أو مفاصل.

وينقسم أكثر من 10 جنساً إلى حوالي450 نوعاً. يعتبر الخيزران من أسرع النباتات نمواً فقد وجد أن بعض أنواعه تنمو بمعدل 91 سم في اليوم. معدلات النمو حوالي 100 سم (39 بوصة) في غضون 24 ساعة. بعض أكبر أنواع الخيزران يمكن أن تنمو أكثر من 30 متراً (98 قدم) وهي طويلة القامة. أصغر أنواع الخيزران تصل إلا عدة بوصات.

إنتاج ألياف الخيزران Bamboo Fibers

هناك طريقتان لإنتاج الألياف من الخيزران طورت كلتاهما في الصين.

الطريقة الأولى: هي عملية ميكانيكية مشابهة لتلك المستخدمة في معالجة الكتان أو القنب؛ يتم سحق السيقان ثم تحللها إنزيمات طبيعية، ما يسمح بالحصول على الألياف ممشطة.

الطريقة الثانية :

تَستخدم في تقسيم الألياف طريقة ميكانيكية مع استعمال لمواد كيميائية تشمل الكبريت، ثاني كبريتيد الكربون والأحماض القوية.

ألياف الخيزران استخدمت لصنع الورق في الصين منذ عصور مبكرة. وللجودة العالية للورق المصنوع يدويا، لا تزال تنتج بكميات صغيرة. ورق الخيزران الخشن لا يزال يستخدم في طقوس الكثير من المجتمعات الصينية.

الخصائص والميزات:

1. أكثر ليونة من القطن، يشبه النسيج المصنوع من ألياف الخيزران أقمشة مزيج الكشمير والحرير.
2. امتصاصية الرطوبة جيدة.
3. أقمشة الخيزران مضادة للجراثيم الطبيعية و البكتيريا.
4. الملابس مريحة تجعل مرتديه يشعر بالبرودة ومفضلة في فصل الصيف الحار.
5. طبيعة الألياف المقاومة للأشعة فوق البنفسجية جعلتها مناسبة لحماية الملابس الصيفية من تأثير الأشعة فوق البنفسجية.

مجال استخدام ألياف الخيزران Bamboo

استخدم الصينيون سيقان نبات الخيزران (البامبو) المجوفة في صناعة الورق منذ ألفي عام. كما يستخدم الخيزران في صناعة أجمل وأبسط قطع الأثاث المنزلي العملية(الشكل **3-9**). وقد استخدمه العرب المسلمون في صناعة أعواد الرماح وغيرها من أسلحة الحرب.

و تصنع من نبات الخيزران (البامبو) آلة موسيقية تسمى الـ (شينوبويه) وهي شبيهة بالناي، كما تصنع من الخيزران لوحات فنية رائعة الجمال وأدوات للمطبخ، كما يستخدم في المجالات التالية:

1. الملابس وتشمل البلوزات، ألبسة الحمام، الملابس الداخلية، تي شيرت، الجوارب.

2. نظراً لطبيعتها المضادة للبكتيريا/ فالأقمشة غير المنسوجة منها تستخدم بشكل واسع في مجال مواد النظافة مثل فوط صحية، أقنعة، فراش، الغذاء، التعبئة، أكياس.
3. تستخدم الأقمشة المصنوعة من ألياف الخيزران في أقمشة الزينة كالستائر، أغطية التلفزيون، ورق الجدار وأغلفة الأريكية والمفروشات ..
4. منتجات الحمام: منشفة ورداء الحمام.



الشكل 3-9 : استخدام الخيزران في صناعة الأثاث المنزلي

4- القنب الهندي (Crotalaria juncea, Indian hemp, sann hemp)

القنّب هو الاسم الشائع لنباتات من جنس القنب الهندي(cannabis) ، تتبع الفصيلة القنبية.

كثيرًا ما يستخدم الاسم للإشارة فقط لزراعة سلالة القنب لأغراض صناعية (غير المخدرات). للقنب الصناعي استخدامات كثيرة، بما فيها الورق، والمنسوجات، واللدائن القابلة للتحلل الحيوي، والغذاء، والوقود. وهي واحدة من أسرع المصادر الطبيعية المعروفة نموًا، وواحدة من أبكر النباتات المستأنسة المعروفة .كما أنه يتماشى بالتوازي مع فكرة المستقبل الأخضر.

صناعة الألياف لاستخدامها في طائفة واسعة من المنتجات، وكذلك الجوانب الغذائية للبذور وكذلك من أجل الزيت .القنب البري عادة ما يكون سلالة من القنب الطبيعي أو البذور التي نجت من عملية الحصاد ونمت لوحدها.

ينتج القنب الصناعي في العديد من البلدان في جميع أنحاء العالم. المنتجون الرئيسيون هم كندا، فرنسا، والصين.الولايات المتحدة هي الدولة الصناعية الوحيدة التي تواصل في حظر القنب الصناعي. ففي حين أن القنب يستورد إلى الولايات المتحدة أكثر من أي بلد آخر، فإن حكومة الولايات المتحدة لم تميز بين الماريجوانا والقنب عديم التأثير النفساني والمستخدم لأغراض تجارية وصناعية.

الألياف هي واحدة من أهم الأجزاء في نبات القنب، ومن الشائع أن تدعى ألياف لحائيةBast Fiber، وهي تنمو على السطح الخارجي لساق النبات الخشبي الداخلي، وتحت الجزء الخارجي (اللحاء). تعطي الألياف اللحائية قوة للنباتات، وهذا ينطبق بصورة خاصة في نبات القنب. يمكن لألياف القنب أن تبلغ طولاً من0.91 متراً إلى 4.6 متراً، وتكون الألياف على طول النبات. واعتمادًا على العملية المستخدمة لإزالة الألياف من ساق النبات، فقد تكون الألياف بلون أبيض قشدي، بني، رمادي، أسود، أو أخضر.

ستخدم ألياف القنب اليوم في الحبال، والخيوط المبرومة، وكذلك في الأكياس وأقمشة التغطية المتينة التي لا تبلى بسرعة. يصنع القنب ضمن أقمشة رقيقة تستخدم لتغطية الجدران والستائر. ألياف القنب سمراء داكنة إلى بنية اللون، وهي ليست دقيقة ورفيعة كما هي الحال في ألياف الكتان.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الرابع

الألياف الورقية Leaf Fibers

تمهيد

توجد الألياف الورقية في كافة أوراق النباتات. إلا أنه يمكن استخلاص الألياف النسيجية من بعض هذه الأوراق لأجل عمليات التصنيع والاستخدام كمواد نسيجية نذكر منها (السيزال، المانيلا، الأناناس، ألياف النخيل، الأباكا والبينا..).

4-1 ألياف السيزال Sisal Fibers

4-1-1 عملية استخراج ألياف السيزال

توجد نباتات السيزال في المناطق الحارة كالمكسيك، أفريقا، جنوب أميركا، وشرق أفريقيا، والبرازيل وسومطرة. والألياف المستخرجة منه من أهم النباتات الورقية وينتمي نبات السيزال إلى عائلة أجاف سيزلان وللحصول على الألياف من الأوراق يتم فصل الألياف من المادة الخضراء لسطح الأوراق (الكلوروفيل) وما فيها من عصارة ومواد صمغية. يتم إزالتها بوساطة الدق والهرس والغسيل بالماء، تجفف بعد ذلك وتستخدم كمواد أولية لأجل تصنيع الغزول، بهدف تصنيع الحصائر وأرضيات السجاد وتدعى هذه الطريقة في الحصول على الخامات النسيجية بالتقشير.

4-1-2 خواص ألياف السيزال Characteristics of Sisal Fibers

الاسم العلمي أغاف سيزال Agave Sisalana:

وهو نوع من النباتات يتبع جنس الأغاف من الفصيلة الهليونية. تستعمل كلمة السيزال للتعبير عن عدد من نباتات الفصيلة الصبارية التي تستخرج الألياف من أوراقها وموطنها الأصلي دول الكاريبي ومنها إلى أنحاء العالم وينمو النبات في المناطق الرطبة الحارة.

البنية النباتية Plant Structure : جذع النبات غليظ وقصير مع هالة كبيرة من الأوراق السميكة شكل المقطع العرضي للورقة مقعر وهي مكونة من عدة طبقات : البشرة الخارجية ،والقشرة، والأنسجة النباتية. وتتوضع الألياف حول أوعية الورقة على شكل منجلي. يُصنّع فور قطع الأوراق وتجفف وتفصل الألياف والشعيرات من المواد اللاصقة ثم تجفف بعد غسيلها ومعالجتها بشكل جيد بالمواد الكيميائية. طول الليف يتراوح بين 100-125 سم

- **التركيب الكيميائي:** يشبه السللوز ويتضمن : بكتين، سللوز، خشبين. ومواد أخرى قابلة للانحلال.

4-1-3 استعمالات ألياف السيزال

تستخدم ألياف السيزال في تصنيع الحصائر وأرضيات السجاد.

4-2 ألياف قنب المانيلا Manila أو الأباكا Abaca

4-2-1 عملية استخراج ألياف المانيلا

يتم الحصول على ألياف المانيلا manila أو الأباكا abaca كخامات نسيجية من أشجار العائلة الموزية وهي تشبه إلى حد كبير شجر الموز(الفاكهة) ويصعب التفرقة بينهما. ينمو شجر الأباكا بشكل أساسي في الفلبين، وتتم زراعته في المكسيك، غواتيمالا، وغيرها، ويتم الحصول على الألياف من شجر الأباكا بنفس الطريقة المستخدمة في أشجار السيزال أي بواسطة التقشير.

- **قنّب مانيلاً :**

نبات يزرع في بورنيو والفلبين وسومطرة من أجل أليافه. ينمو هذا النبات إلى ارتفاع ستة أقدام وله أوراق ضخمة مستطيلة. وتنمو أوراق قنب مانيلا على الساق، وتكون قاعدة الأوراق غمدًا (غطاء) حول الساق. وتحتوي الأغماد على الألياف القيّمة. وتتراوح أطوال الألياف السميكة بين متر ونصف المتر إلى ثلاثة أمتار ونصف المتر.

أصل الاسم: يباع اللّيف بعدَ فصله تحت اسم مانيلا، يأخذ اللّيف اسمه من أكبر مدن الفلبين.

- **الحصاد:** يحصد المزارعون حقول القنب كل ثلاثة إلى ثمانية أشهر. ويقطعون النبات الذي اكتمل نضجه، لكنهم يتركون الجذور لتنمو من جديد. وبذا تنمو نباتات جديدة وتُفْصَل أغماد الأوراق بعد سلخها وتعريتها.

4-2-2 خواص ألياف المانيلا

المانيلا

تتكون ألياف المانيلا أساساً من سليلوز النبات والخشبين ومادة البكتين.

4-2-3 استعمالات ألياف المانيلا

وتستخدم ألياف الأباكا في صناعة الحصائر والحبال وتمتاز ألياف الأباكا بمتانتها وطولها وتستخدم لتصنيع الخيوط بشكل مستقل أو ضمن خلائط مع ألياف أخرى لصناعة المنسوجات الخاصة بالألبسة الجاهزة والخارجية. يبين الشكل (4-1) حبلاً من ألياف الأباكا مانيلا .

الشكل 4-1 : حبل من الياف الأباكا مانيلا Manila fiber abaca rope

4-3 ألياف أوراق الأناناس (ألياف بينا Pina fibers)

ألياف بينا Piña : هي ألياف تصنع من أوراق الأناناس وتستخدم عموماً في الفلبين (الشكل 4-2) و (الشكل 4-3).



الشكل 4-2 : نبات الأناناس مبين علية الأوراق والثمر



الشكل 4-2 ألياف مستخرجة من نبات الأناناس (ألياف بينا Pina fibers)

4-3-1 عملية استخراج ألياف أوراق الأناناس (ألياف بينا Pina fibers)

يتم الحصول على ألياف البينا من نبات الأناناس الذي ينمو في الفلبين وهي ذات انتشار قليل عالمياً.

تقطع الأوراق من نبات الأناناس ثم تسحب الألياف أو تفصل أو تقشط من الأوراق. ومعظم الألياف تكون طويلة وقصفة.

وأحياناً تغزل ألياف البينا مع الحرير أو البوليستر لتصنيع النسيج . يكون النسيج النهائي خفيف الوزن، وسهل العناية وذو مظهر أنيق شبيه بالكتان. وتعقد كل مجموعة من الألياف مع بعضها لتشكل شعيرات طويلة ثم تنسج يدوياً لتصنيع الألبسة.

4-3-2 خواص ألياف أوراق الأناناس (ألياف بينا Pina fibers)

تتمتع ألياف البينا بمتانتها ونعومتها ومرونتها وهي طرية وعالية اللمعان ، ويتراوح طول الليفة من (5-10) سم، وتكون بيضاء أو عاجية اللون . وألياف البينا ذات مقاومة ضعيفة للأحماض .

4-3-3 استعمالات ألياف أوراق الأناناس (ألياف بينا Pina fibers)

أهم استخدام لنسيج البينا هو صناعة الأزياء الرسمية الشائعة في الفلبين وعلى الأخص الزي الذي يدعى "بارونغ تاغالوغ". ويستخدم أيضاً في بياضات الطاولة، والحقائب، والحصر وتستخدم لصناعة المنسوجات الزخرفية المطرزة المستخدمة في اللباس الخارجي وفي صناعة الحبال، وهي تستخدم عندما نكون بحاجة إلى خفة الوزن مع الحاجة إلى إمكانية تمزيق القماش وأشياء أخرى.

4-4 ألياف النخيل

4-4-1 عملية استخراج ألياف النخيل.

توجد أنواع أخرى من الألياف الورقية كألياف أوراق النخيل وتسمى الألياف الكرنيه. ويتم إنتاج هذه الألياف في (شمال أفريقيا، المغرب، الجزائر) وتسمى الألياف الأفريقية ويتم تصديرها إلى الدول الأوربية .

الشكل 4-3 : شجرة النخيل

كما تتوفر ألياف النخيل بكثرة في العراق وسلطنه عمان نظراً لكونها من البلدان التي تتوفر فيها أشجار النخيل بكثرة.

4-4-2 خواص ألياف النخيل:

تستخدم ألياف النخيل (الشكل 4-3) بشكلها الخام في الصناعة لكلفتها المنخفضة وخواصها الميكانيكية والحرارية الجيدة، كما يمكن أن يتم تحويلها إلى أنواع جديدة من الألياف ومنها الحرير الصناعي.

الشكل 4-4 : ألياف النخيلPalm fibers

4-4- 3 مجال الاستخدام ألياف النخيل:

تستخدم ألياف النخيل بمجموعة من الحِرَف اليدوية. فهناك صناعة الأقفاص الخشبية من جريد النخيل، وصناعة السلال بأنواعها. وصناعة السلب (الأحبال) من ألياف النخيل بعد جدلها، ولهذه الحبال وحدها العديد من الاستخدامات، فهي تدخل في صنع القُفف. والقفف وعاء كبير جامع قد لا يستطيع شخص واحد أن يحمله ممتلئاً.

صناعة(الضهار) أيضاً تستخدم الأسلاب، والضهار كلمة عامية تعود إلى ظهر الإنسان، لكن المقصود منها هو ذلك الحزام الذي يحيط به طالع النخل نفسه حاضناً النخلة أثناء صعوده وهبوطه إليها، من أجل جني التمر أو التلقيح أو العلاج والتسميد. وهو يجدل من خوص النخيل، ويكون على شكل مستطيل عريض نسبياً.

وفي مجال البناء يدخل ليف النخيل المجدول في تدعيم جريد النخل الذي يستخدم في سقف أسطح المباني الطينية، حيث تطرح فوق عروق الخشب أو عروق النخل.

أما أشهر المنتجات التي تُصنع من ألياف النخيل فهي (مقشة ألياف النخيل) التي هي عبارة عن الأفرع الرفيعة المتينة التي كانت تحمل البلح قبل جنيه من النخلة.

4-5 ألياف ورقية أخرى: Other Leaf Fibers

ألياف الدوم Hyphaene Fibers :

كما تستخرج الألياف من أوراق أشجار الدوم التي تنمو في شرق السودان وإثيوبيا. وتشبه أشجار النخيل(الشكل4-6) ولها نفس الاستخدامات المذكورة أعلاه للألياف الورقية [2] .



الشكل 4-7 : شجرة الدوم Hyphaene Tree

والدوم شجرة من فصيلة النخيل تنمو الى 20 م، ويتفرع ساقها تفرعاً ثنائياً، يصل عدد الأوراق الى 30 على قمة كل فرع، وهي مروحية الشكل، مفصَّصة، فصوصها رمحية الى شريطية، ويحمل عنق الورقة اشواكاً معقوفة الى أعلى، والأزهار أحاديه الجنس، أي إن هناك اشجاراً ذكرية وأشجاراً انثوية. ويصل طول الثمرة الى 10 سم وعرضها الى 8 سم، وهي مكوَّرة مضلَّعة رباعيه الزوايا، تؤكل طبقتها الخارجية حتى بعد جفافها وحملها الى الأسواق ومكوثها .

وقد أقيم مصنعاً في مدينة أجوردات في إثيوبيا لتصنيع ألياف الدوم التي يتم استخراجها بالطريقة الميكانيكية (التقشير) من الأوراق.

الفصل الخامس

الألياف الحيوانية (البروتينية)

Animal Fibers (Proteinase Fibers)

5-1 أنواع الألياف الحيوانية

هي ألياف طبيعية ذات أصل حيواني ويطلق عليها أسم ألياف بروتينية وتنقسم إلى الأنواع التالية:

- الصوف (Wool)
- الموهير (Mohair)
- شعر الجمل(Camel Hair)
- شعر المعزة الفارسية(Persian Goat Hair)
- اللاما
- هواريزو (Huarizo)
- فكونة
- غواناكو (Guanaco)
- ألياف الفرو (Fur fibers)
- الحرير (Silk)
- ألبكة(Albaca)
- أنغورا
- كشمير
- قصاب(Catgut)
- شعر الكلب(Chiengora)
- حرير العنكبوت

5-2 ألياف الصوف Wool Fibers

5-2-1 المصادر وعملية الحصول على الألياف الصوفية

ينتج الصوف في العديد من الدول، ومن أهم الدول الرائدة في إنتاج الصوف مرتبةً حسب الإنتاج هي: (أستراليا، نيوزيلندا ،الصين، روسيا، الأرجنتين، جنوب أفريقيا، أميركا، الهند، الباكستان، إنكلترا). يبلغ الإنتاج العالمي من الصوف الخام ما يقرب من 3.1 مليون طن متري سنوياً.

وتختلف خواص الصوف وفقاً لاختلافات المناخ والظروف البيئية التي تربى فيها الحيوانات من أهم مصادر الصوف أغنام المرينو Merino وموطنها الأصلي أسبانيا، إلا أنها منتشرة في (أستراليا، نيوزيلندة) وغيرها. وتتميز أليافها بالنعومة العالية حيث تبلغ 264 ميلي تكس للأنواع الجيدة و 2000 ميلي تكس للأنواع الخشنة، ويبلغ قطر شعيرة الصوف الناعمة 15 ميكرون في حين يبلغ في الأصواف الخشنة 90 ميكرون.

ومن مصادر الصوف الأخرى (من غير الأغنام) شعر ماعز الموهير وماعز الكشمير ووبر الجمال وحيوانات أخرى.

5-2-1-1 طريقة جز الصوف من الحيوانات

How to cut wool from animals

كان الصوف يجز قديماً من على الحيوانات بطرق يدوية ولا يزال يجز يدوياً في مناطق متعددة (الشكل5-1)، إلا أنه يتم حالياً جز الصوف آلياً، وتصل استطاعة الآلة إلى جز (200) رأس غنم يومياً.

وتختلف نوعية الصوف من خروف لآخر كما تختلف نوعية ونعومة الصوف ضمن الجزة الواحدة من منطقة لأخرى على جسم الخروف (أو الغنمة)، فالصوف الذي يجز من على الرأس والبطن والمؤخرة يكون أدنى رتبةً من الصوف الذي يجز من على الأكتاف والجوانب.



أ-جز الصوف يدوياً



ب-جز الصوف آلياً

الشكل 5-1: عملية جز الصوف

ويبين الشكل(5-2) مكنة لجز الصوف.

الشكل 5-2: مكنة جز الصوف

ومن جهةٍ أخرى يختلف الصوف الذي يجز من الخروف الحي والذي ينتزع من جسم الخروف الميت، ويطلق على عملية أخذ الصوف من على الخروف الحي عملية (الجز) ويسمى الصوف الناتج (الصوف الجز) ويطلق على عملية أخذ الصوف من على الخروف الميت عملية (النزع)، أو عملية سحب الصوف ويسمى الصوف الناتج (الصوف السحب) .

يتم قلع شعيرات الصوف من على جلد الخروف الميت بعدة طرق :

1- بوساطة نقع الجلد بالماء الساخن .

2- بوساطة تغطية الجلد بعجينة مكونة من الكلس وكبريتات الصوديوم بحيث تنفذ هذه المواد إلى الجلد وتحلل القشرة الخارجية المحيطة بالشعيرة فيسهل قلعها بوساطة اليد .

إن الصوف السحب أقل درجةً ومرتبةً من الصوف الجز ويتم خلطه مع عوادم التمشيط والصوف المعاد تشغيله أو المعاد استخدامه لصنع أصناف رخيصة من المنسوجات والحرامات.

يوجد الصوف بثلاث حالات في الاستخدام:

1- صوف الشعيرات المستخدمة لأول مرة : ويمكن أن تشمل التسمية الصوف المصنع على هيئة خيوط ولكن لا تشمل عملية النسيج والتلبيد.

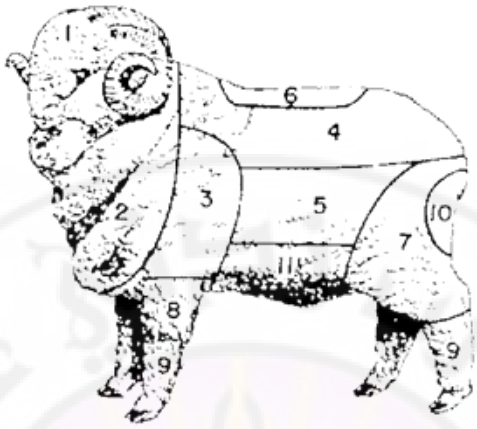
2- الصوف المعاد تشغيله: يقصد به الشعيرات الناتجة عن عمليات التشغيل (العوادم)، ويمكن تشغيله مرة أخرى لإنتاج خيوط مسرحة ثخينة.

3- الصوف المعاد استعماله : هو الصوف الذي تم نسجه أو حياكته وتلبيده واستعماله من قبل المستهلك ثم أعيد تنظيفه وتحويله إلى شعيرات وخلطه مع شعيرات أخرى لغزله ونسجه مرة أخرى.

5-2-1-2 تحضير جزة الصوف وتقييم الجودة وعمليات التصنيع

Quality Evaluation and Manufacturing Processes of Wool

هناك 11 نوعاً من الصوف على جزة الصوف الواحدة (سلالات صوفية رقيقة ومتوسطة)، وكلها تختلف في القيمة للمستخدم النهائي [42]. وفقاً لكتيب الصوف الأمريكي American Wool Handbook، لا يوجد نوعان من جزة الأصواف، حتى من نفس النوع من الأغنام ومن نفس المنطقة، متشابهين في الجودة والكمية. ما لم يتم تحديد حواف جزة الأصوافskirted وتصنيفها graded، وفرزها sorted، لن يكون منتج الصوف النهائي مربحًا profitabl أو متسقًا consistent . يبين هذا الرسم الأصواف الناعمة من أغنام رامبوييهRambouillet أو ميرينو Merino. تحدد الأرقام الأجزاء المختلفة على الحيوان التي تحمل الأنواع المختلفة الممكنة من نوع واحد من جزة الصوف wool fleece،[36] .



الشكل 5-3 : أرقام وأجزاء جزة الصوف

الأرقام وأسماء الأجزاء المقابلة لها على رسمة الجزة هي كما يلي :

1. صوف القنزعة حلية للرأس **Top Knot**: تحتوي هذه المنطقة على صوف متدنٍّ **inferior wool** خفيف للغاية وقصير ووسخ.

2. صوف الرقبة**Neck wool** : هذا الصوف هو خفيف جداً وطويلة التيلة. وغالبًا ما يحتوي على كتل خشنة متكتلة من الصوف السفلي في الطيات.

3. صوف الكتف**Shoulder wool**: يتم الحصول على أفضل الصوف الذي ينمو على الأغنام من الكتف. عادة ما يأخذ قضاة الأغنام Sheep judges الصوف الكتفي كمعيار ويرون كيف يقارن الصوف في الأجزاء الأخرى من الأغنام به.

4. صوف الجزة**Fleece wool**: تحتوي هذه المنطقة على صوف متوسط جيد وخالٍ من المواد النباتية.

5. صوف الصدر **Breast wool**: هذا الصوف مماثل لصوف الكتف، لكنه عادة ما يكون أثقل قليلاً في حالة.

6. صوف الظهر **Back wool**: يميل هذا الصوف إلى أن يكون مفتوحاً، معالج اللون بالتعريض للهواء، وعطري الرائحة .

7. صوف الفخذ **Britch wool**: هذا صوف خشن أكثر من الأجزاء الأخرى من جزة الصوف ويميل إلى أن يكوّن أليافاً خشنة kempy. ويمكن أيضاً أن يكون هذا الصوف متلبداً matted و/أو مغطى بالقشور burrs والبذور seeds .

8. قطعة الذراع **Arm piece** : هذا الصوف قصير جداً وله حواف قصيرة جداً ومفتوحة من الألياف (fribby) ؛ القشور والبذور تتجمع بشكل كبير على هذا الجزء من الصوف.

9. السيقان المُشعرة **Hairy Shanks** : توجد في هذه المناطق ألياف شعرية أو خشنة تحتوي على القليل من الصوف، عندما يتم مزجها مع غيرها من الأصواف، فإنها تستخدم لتصنيع سلع ذات جودة منخفضة مثل السجادRugs .

10. الصوف الملون Stained Wool: هذا الصوف يوجد في مناطق مختلفة في الجزة وهو مغاير للون الأبيض .

11. صوف البطن **Belly wool**: هو صوف طويل وكثيف، وعادة ما يحوي قشوراً وبزور عالقة .

عمليات تصنيع الصوف Wool Manufacturing Processes

أ- تحديد حواف جزة الصوف (فصل الأجزاء السفلية للجزة) Wool Skirting، تحديد الدرجة(الرتبة) Grading، التصنيف Classing، والفرز Sorting :

هذه هي أنشطة ما بعد القص التي يمكن أن تعزز قيمة أي جزء من جزة الصوف wool clip. ومع ذلك، ما لم يكن الأشخاص الذين يؤدون هذه العمليات مدربين ومهرة، يمكن أن تحدث أضرار وخسائر اقتصادية.

1- تحديد حواف جزة الصوف Wool Skirting : هو ممارسة فصل جميع الأجزاء الصوفية السفلى (الرأس، والساق السفلية، والبطن والصوف) وأي ألياف ملوثة عن بقية جزة الصوف عند القص. وتسمى منتجات جزة الصوف المحددة الحواف بالصوف المحدد الحواف. بما أن هناك اختلافات كبيرة بين الجزة المفصولة Skirts

من مناطق الجسم المختلفة، فيجب تغليفها بشكل منفصل لأسباب فنية واقتصادية. يميل الصوف من أعلى الرأس والفك والخدين إلى القصر، وأحيانًا يكون ملوثًا بشدة بالمادة النباتية. وعادة ما يكون صوف البطن Belly wool أقل قدرة إنتاجية yielding ويمكن أن يكون أكثر نعومة أو خشونة من الجزء الأكبر من جزة الصوف. كما أنه يميل إلى احتواء المزيد من ملوثات الألياف النباتية والخضراء والملونة. فصوف الساق الأسفل قصير ويميل إلى أن يتكون في الغالب من الليف الخشن. الجزة المنظفة الأقل قيمة تحتوي على ألياف وعلامات ملونة. الألياف في هذه الجزة متفاوتة في الطول، وينتج عن تجفيف scouring هذه الألياف إنتاجية منخفضة نسبيًا للصوف منخفض الجودة. بما أن مصطلح الفصل skirting يعني عموماً إزالة كل الصوف الذي لا يتطابق مع الجزء الأكبر من جزة الصوف، والصوف القصير، والقطع المتلبدة ، والطلاء ، وقطع الجلد skin pieces، ومناطق جزة الصوف الملوثة بشدة بالمادة النباتية، وخاصة الصوف الملون (الملون والمصبوغ) تقع كلها في فئة الفصل والتنظيف skirts category .

2- **التدريج (الرتب) Grading**: تختلف جزز الصوف في العديد من الخصائص القابلة للقياس: النعومة، الناتج yield، الطول، القوة، اللونcolor، ملوثات المواد النباتية. عندما يتم تجميع الأصداف وفقًا لأي من هذه الخصائص أو جميعها، فإن العملية تسمى التدريج(تحديد الرتب). يمكن تصنيف جزز الصوف من قبل المزارع، أو المستودع، أو الجمعية التعاونية ، أو منشأة التنظيف scouring facility، أو المنشأةmill . أهم قياس لجودة الصوف هو "قطر الألياف fiber diameter"، وغالبا ما يطلق عليه الصنف أو الرتبة grade. يرتبط متوسط قطر الألياف وتغير قطر الألياف بشكل مباشر بأنواع الغزل والنسيج التي يمكن تصنيعها. لذلك، يعتبر قطر الألياف هو المعيار الأساسي المستخدم في تحديد سعر الصوف الخام أو المشحوم. وعادة ما تكون الألياف الناعمة مطلوبة في الأقمشة الأكثر تكلفة، وعادة ما تتطلب أسعاراً أعلى. للاستفادة من فروق الأسعار هذه، يجب تصنيف الصوف ووضعه في الكثير من مجموعات القياساتMore Uniform lots. ثاني أهم

مقياس الأبعاد للصوف هو "الطول. طول الألياف هو عامل محدد يشير إلى ما إذا كان يمكن استخدام الصوف من درجة معينة في عمليات التصنيع "الصوفية المسرحة Woolen أو"الصوفية الممشطة Worsted". عملية تصنيع الصوف المشط Worsted هي العملية التي تتطلب "تمشيطاً Combing". ينتج عنها خيوطًا أكثر نعومة وأقوى بالمقارنة مع الخيوط المنتجة في نظام الصوف المسرح. تتطلب الماكينة المستخدمة في التمشيط الحد الأدنى من طول الألياف لكل من الدرجات. ولأن الخيوط الممشطة عادة ما تكون أكثر قيمة من الخيوط الصوفية المسرحة، فإن الألياف التي تكون طويلة بما يكفي لتمشيطها هي أكثر قيمة من الألياف القصيرة. وتسمى الألياف قصيرة جداً لتمشيطها "صوف الملابس. الطول أيضاً له تأثير مباشر على العائد من جزة الصوف. عادة ما ينتج عن "جزز الصوف ذات الألياف الأطول كمية أكثر من الجزز ذات الألياف "القصيرة.

3- **التصنيفClassing**: مصطلح التصنيف نشأ في أستراليا، ولكنه يستخدم ليعني بشكل أساسي كلمة التدريج نفسها في العديد من مناطق الولايات المتحدة United States .

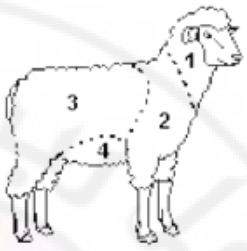
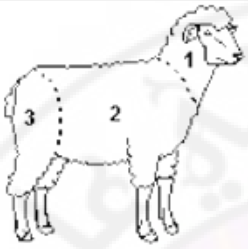
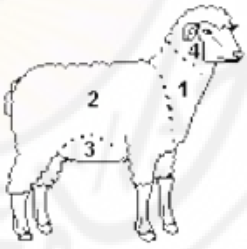
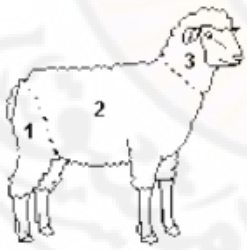
4- **الفرزSorting**: عندما تُقسّم جزز الأصواف الفردية مرة أخرى إلى مجموعات فرعية وفقاً لأي من الخصائص المذكورة أعلاه أو كلها ، تسمى هذه العملية الفرز . يتطلب الفرز مهارة أكثر من التدريج أو تنظيف حواف الجزة من البقايا . وبسبب مستوى المهارة المطلوبة، عادة ما يكون الفرز وظيفة يقوم بها تاجر صوف متخصص، أو شركة النسيج نفسها.

اتخاذ القرارت بخصوص فصل الأجزاء السفلية لجزة الصوف والتدريج

:Skirting and Grading Decisions

هذه القرارات هامة ويجب أن تتم بطريقة متينة(ملائمة) Consistent Manner. الممارسة والتجربة ضرورية. كما يمكن أن تكوّنَ الأشكال والمعلومات المبينة بالشكل(5-

4) الذي يتضمن توزّع أجزاء جزة الصوف حسب الكثافة، النعومة ،الغلة وطول الألياف نقطة بداية مفيدة.

الكثافةDENSITY	النعومة FINENESS
	
ثلاث مجموعات من كثافة الألياف مرتبة من الأكثر كثافة الى الأقل كثافة: 1-صوف الرأس The Head Wool 2-الصوف الرقبة والأرداف The neck and sholder Wool 3-صوف الجزء الأعظم The Dominant Wool 4-صوف البطن The Belly Wool	ثلاث مجموعات من النعومة بالترتيب من الأنعم إلى الأخشن: 1-صوف الرأس The Head Wool 2-الصوف الغالب أو الضخم على الجسم The Dominant Or Bull Wool On the body 3-صوف السرج والمؤخرة . The rumb and britch wool
النائج من الصوف النظيف CLEANWOOL YIELD	**الطول LENGTH**
	
أربع مجموعات من الغلة، بالترتيب من أعلى نسبة غلة إلى أقل نسبة غلة : 1-صوف الرقبة The Neck Wool 2-صوف الجزء الأعظم Wool Dominant 3-صوف البطن The Belly Wool و 4-صوف الرأس الصوف The Head Wool	ثلاث مجموعات من طول الليف بالترتيب من الأطول إلى الأقصر : 1-صوف طوق المؤخرة Britch Wool 2- صوف الجزء الأعظم Dominant Wool 3-صوف الرأس The head wool

الشكل 5-4 : توزع أجزاء جزة الصوف حسب الكثافة، النعومة ،الإنتاجية وطول الألياف[36]

فصل الأجزاء السفلية لجزة الصوف(تحديد حواف جزة الصوف)**Fleece Skirting:**

يعد تحضير الصوف مهماً في الحفاظ على جودة جزة الألياف الحيوانية Animal fiber clip. هذه الخطوة تعكس موقف المُنتج في تسويق منتج مفيد سواءً للصناعة أو الأفراد. يتم تأسيس سمعة لجزة الصوف سواءً كانت على خط التدريج Grading line في مستودع كبير، في مصنع معالجة، أو يتم استخدامها من قبل مؤسسة أعمال منزلية .

الشكل 5-5 : طاولة تحديد حواف جزة الصوف

ويشار أحياناً إلى عملية "تحديد حواف جزة الصوف"، بأبسط طريقة له، باسم "تحديد حواف جزة الصوف الأرضي" و/أو "تحديد حواف جزة الصوف على الطاولة"(الشكل 5-5). في عملية تحديد حواف جزة الصوف الأرضي حيث يتم إزالة صوف البطن، الرأس، والساق قبل لف جزة الصوف أو حزمها. تحديد حواف جزة الصوف على الطاولة يتطلب نقل الجزة من على الأرض ونشرها على طاولة التحديد. يمكن للشخص الماهر إزالة جزة الصوف من الأرض وقلب الجزة على الطاولة مع نفض خفيف للجزة. عادة ما تكون طاولة تحديد حواف جزة الصوف A skirting table بعرض 5 أقدام وطولها 8-10 أقدام. وهناك نوع آخر من منضدة تحديد حواف جزة الصوف وهو دائري أو دائري بقطر لا يقل عن 6 أقدام أو أكثر. إحدى الطرق الشعبية تستخدم في بنيتها الأنابيب

البلاستيكية 1 بوصة متباعدة 1 بوصة. هذا يسمح للقطع الثانوية والأوساخ والمادة النباتية بالوصول إلى الأرض. ومثال على هذ الطاولة مبين في الشكل (5-5).

نظام تحديد حواف جزة الصوف على الطاولة Table Skirting Protocol:

يفترض أن صوف البطن والرأس والساق قد أزيل على أرضية القص.

- إزالة الصوف الذي لا يتطابق مع الجزء الأكبر من الصوف. الإدارة الجيدة لعوادم الصوف يعني تحديد حواف الجزة بشكل خفيف جداً. يجب أن تزال الأوساخ دائماً. كما يجب إزالة الحواف المبللة بالعرق أو العقد الناتجة عن العرق، والصوف القصير، والأجزاء المتلبدة حول حافة جزة الصوف. لا تقم بإزالة صوف الجزة الجيد بعملية تحديد حواف الجزة.
- يجب إزالة قطع الجلد Skin Pieces والمجموعات من البذور Clumps of Seed أو القطع المكسرة sticks داخل الصوف. يجب إزالة البقع Stains مثل تعفن الصوف والبقع البكتيرية لأنها لن تنظف بالغسيل.
- يجب إزالة الخرزات الخشنة المحملة بالجزة.
- جميع الصوف الأسود black wool، مهما كان صغيراً ، يجب سحبه والاحتفاظ به منفصلاً. بعض الألياف السوداء يمكن أن تقلل من جودة دفعة كاملة من الصوف.

سيكلف تحديد الجزة بشكل كبير الكثير من الأموال التي تشكل خسارة المنتج(مربي الأغنام)، لأنه يضيع في بعض الأحيان صوف الجزة الجيد في القطع التي تم إبعادها . على سبيل المثال، يجب إزالة صوف العنق إذا كان يحتوي على مادة نباتية بكمية كبيرة أو إذا كان أقل نظافة بالنسبة لبقية صوف الجزة .

توضح هذه الصورة المبينة بالشكل(5-6-a+b) إجراء تحديد حواف الجزة على منضدة مستديرة.

الشكل 5-6 -a: عملية تحديد حواف جزة الصوف على طاولة مستديرة

أجزاء جزة الصوف محددة الحوافFleece Skirting Sections:

الشكل 5-6-b: أجزاء جزة الصوف محددة الحوافFleece Skirting Sections [36]

(الساق)Shanks ،sweaty صوف الساق: قصير وخشن، صوف البطن Belly ،صوف الكتف Shoulder wool، صوف الرقبةNeck runner، صوف الجزعة Topknote، صوف الفكJaw piece ، الصوف الشانكSticky ،Sanday or mushy black صوف أسود طري ، صوف المخرة ملوثStains .

تحديد رتبة الصوف(تدرج الصوف) Grading Wool: في الولايات المتحدة الأمريكية يتم تصنيف الصوف باستخدام واحدة من ثلاث طرق:

1- **النظام الأمريكي أو نظام السلالةThe American or Blood System:**
هذا نظام قديم يتم فيه تصنيف الصوف حسب كمية أو نسبة "الصوف الناعم" للأغنام (سلالة ميرينو/رامبويليه) التي توجد في الجزة. على سبيل المثال، إذا تم تربية النعجة "الرتبة" من ميرينو الأصيلة، فإن الحمل من هذا التزاوج سوف ينتج نصف الجزة سلالياً أو صوفاً. حالياً، تشير الأسماء إلى قطر الألياف. مع هذا المعيار، يشير "ناعم" إلى قطر الألياف، وليس إلى الجودة الشاملة للصوف.

2- **النظام البريطانيBritish أو بريدفورد Bradford أو نظام نمرة الغزل Spinning Count System** : يعتمد هذا على كمية الشلل (Hanks) من خيوط الغزل التي يمكن غزلها من 1 رطل من الصوف المغسول. واحد شلة Hanks =560 يارد من الخيط. إذا كانت درجة أغنام الرامبوليت S64 (درجة ناعمة)، ثم 1 رطل من الصوف النظيف من تلك الأغنام سوف تنتج أكثر من32186.88 متراً (20 ميلاً) من الغزل (64X560 ياردة من خيط الغزل). أرقام الدرجات لهذا النظام هي أرقام منتظمة دائمًا، مع أن أدنى الأرقام هي s36 شلة Hanks وأعلى الأرقام s120 شلة Hanks. مع هذا النظام سيكون الرقم الأكبر ممثلاً للصوف الأكثر نعومة. المشكلة في هذا النظام هي أن هناك العديد من المتغيرات التي تؤثر على النتائج.

3- **نظام النمرة الميكرونيةThe "Micron Count" System:** تم تطوير هذا النظام في الولايات المتحدة حوالي 1966-1967. ويستند إلى قياسات الميكرون الفعلية التي اتخذت مع وحدة microprojection (التكبير X500). (واحد ميكرون = 1/25400 من البوصة). عموماً، فإن معظم مناطق إنتاج الصوف الرئيسية في العالم تستخدم هذا النظام. يعتبر نظاماً موضوعياً لأنه يستخدم القياسات العلمية للمساعدة في تحديد رتب الصوف (التدريج).

تقليدياً، فإن الطريقة القياسية لقياس هذه الألياف هي من خلال تقنية الـ Microprojection، حيث يتم عرض المقاطع الطولية القصيرة للألياف على شاشة عند تكبير 500 مرة. تمتلك آلات التحليل الكهروضوئيElectro-optical والصوري

image القدرة على قياس 2000 ليف. يتم احتساب المتوسط، جنباً إلى جنب مع الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف. يتم جمع كل هذه المعلومات وحسابها وطباعتها باستخدام مدرج تكراري histogram في أقل من 3 دقائق (الشكل 5-7).

الشكل 5-7: مدرج تكراري histogram لحساب متوسط طول ألياف الصوف ، جنباً إلى جنب مع الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف.

جهاز محلل القطر الليفي البصري 100 (OFDA100) يقوم بتحليل 2 ملم من العينة الأصلية المغسولة. هذه الألياف تنتشر تلقائياً على شريحة زجاجية وتحميلها في OFDA يمكن لجهاز القياس OFDA قياس 4000 ليفاً في حوالي 30 ثانية. إن أحدث آلة OFDA، OFDA2000، هي وحدة محمولة يمكنها تحليل الصوف المشحوم وشكل القطر على طول الليف. يسمح OFDA2000 للمنتج بتحليل حوالي 800 عينة في 8 ساعات.

يَستخدم الماسح الضوئي Sirolan-Laserscan عينة فرعية مغسولة من 20 غ من أجل قياس قطر الألياف. يتم أخذ العينة باستخدام بطاقة Shirley Analyzer لإزالة المادة النباتية وخلط الألياف في شبكة مفتوحة. تنقسم الشبكة إلى أربعة أقسام وتوضع في مجموعة صغيرة من الألواح فوق الماسح الليزي. تسقط القصاصات في Laserscan ويتم خلطها تلقائيًا في محلول داخل الأداة. يقيس الماسح الألياف من كل قسم من الأقسام الأربعة لما مجموعه 4000 ليفاً.

ب- التعبئةPackaging: تتطلب عملية التعبئة بالأكياس التقليدية والأصلية (OB) أن يتم وضع صوف البطن وربما السيقان والرأس على جزة الصوف قبل أن يتم لفه كله إلى كرة. يجب أن تكون أطراف الألياف من الداخل وكتف الصوف من الخارج. عندما تكون عبوات تغليف الجزة موحدة أو من درجة واحدة، فقد أصبح من الممارسات الشائعة عدم ربط جزة الصواف. عندما يتم تجميع جزز الصفوف من الرتب المتغيرة معاً، عادة ما تكون الجزز الملفوفة مربوطة بسلسلة من الورق. هذا يساعد في التدريج والفرز في مصنع النسيج. ثم توضع جزز الأصواف الملفوفة في أكياس الخيش الجديدة والنظيفة وتعبئتها من خلال الضرب بالأرض. هذه الأكياس قد تحتوي على 200-300 رطلاً من الصوف المشحوم grease wool اعتماداً على كيفية تعبئة الأكياس (التعبئة بالضرب أو بالتوضيب الهيدروليكي).

العديد من كبار المنتجين في الولايات المتحدة الأمريكية والدول الغربية التي يتم فيها بيع المقاطع الفردية عن طريق القياس الموضوعي (نظام ميكرون) والوصف، تتم التعبئة في أكياس البولي اثيلين المربعة "Ausi-packs ."هذه هي التعبئة الهيدروليكية ويمكن أن تزن 400-800 رطلاً.

ج- تنظيف وغسيل الصوفScouring and Cleaning the Wool

1- العمليات التجارية واسعة النطاقLarge Scale Commercial Operations: التنظيف هو إزالة الشوائب من الصوف الشحمي. تقليدياً، تتكون سلسلة عمليات إزالة الشوائب من أربعة إلى خمسة خزانات أو أوعية مستطيلة يتم التحكم فيها بعناية في درجة الحرارة، وتدفق المياه، والمنظف، ووزن الصوف الذي يمر عبر المجموعة. ويختلف وزن جزة الصوف المشحوم عن المغسول في الساعة في وحدة تجارية كبيرة ، فهو يتخفض للتقلص الثقيل، من 3600 رطل إلى 2400 رطلاً لانكماش منخفض أو لصوف ذي عائد مرتفع.

2- عملية صغيرة الحجم Small Scale Operation: يشتمل نظام غسيل الصوف الصغير الحجم بشكل عام على منتج واحدProducer. ويمكن أن تشمل التعاونية الإنتاجية منتج صغير و/أو منتج أخر من الجوار. تم استخدام كل شيء من أحواض الغسيل القياسية إلى الغسالات التجارية لغسل الصوف في هذه العمليات الصغيرة الحجم.

الكربنة Carbonization : تتم إزالة المواد النباتية العالقة بالصوف بإذابتها بوساطة تأثير حامض معدني مثل حمض الكبريتيك (H_2SO_4) وتسمى هذه العملية بالكربنة (التفحيم) (Carbonization) ، ويغسل الصوف لتنقية الألياف من بقية الشوائب وتهيئته لعمليات الغزل.

وتستخدم بعض المذيبات لإذابة الدهون العالقة بالصوف إذا كانت غير قابلة للذوبان في الماء. وتتم إذابة الشوائب (قشور، حشائش) الملتصقة بالصوف بإذابتها بحامض معدني إذ أن الصوف يقاوم الأحماض المعدنية.

د- التسريح Carding: يحل disentangles ويفصل ألياف الصوف. تتم إزالة بعض المواد النباتية أيضاً خلال هذه العملية. ينتج عن عملية التسريح شريط من الصوف يشبه الحبل، يتم تحضيرها للتمشيط أو لاستخدامها مباشرة في عملية الغزل. كما يمكن إجراء عمليات التسريح باليد، وتتوفر عدة أنواع من آلات التسريح التي يتم تشغيلها يدويًا.

هـ- التمشيط Combing: يزيل التمشيط المواد النباتية وكذلك الألياف القصيرة والمتشابكة من الصوف. في الوقت نفسه، ترتَّب الألياف الطويلة في تكوين متوازٍ أكثر أو أقل، وتشكيل حبل مستمر، مبروم من الصوف الممشط. تسمى الألياف القصيرة المزالة عوادم التمشيط. عملية التمشيط ضرورية لعملية الصوف الناعم worsted process. ومع ذلك، فإن عملية غزل الصوف المسرح Woolen Process لا تتطلب التمشيط قبل الغزل. ويمكن أن تتم هذه العملية أيضًا باستخدام أدوات صغيرة تعمل بالطاقة البشرية.

و- الغزلSpinning : الغزل هو الخطوة النهائية في الحصول على نمرة خيوط الغزل المطلوبة. تتضمن هذه العملية إدخال كمية محددة سلفًا واتجاه البرم ثم وضع الغزل في عبوة(كونة) مناسبة. يتم تحقيق الغزل عادة على هياكل كبيرة ومتعددة المواقع. هذه الهياكل لديها سرعات متعددة لاستيعاب الغزل من مجموعة من أحجام الغزل ومستويات البرم. ثم يتم تقييم الخيوط النهائية من حيث التجانس ، القوة وغيرها من الخصائص الهامة. هناك أيضاً العديد من وحدات الغزل اليدوية المتاحة للنساجين weavers وعمال التريكو knitters.

ل- النسيج والحياكةWeaving and Knitting: النسيج Weaving هو التداخل بين مجموعتين من الغزل لتشكيل القماش الذي يمكن من خلاله إنتاج الأنواع المختلفة من المنتجات الصوفية. الحياكة Knitting هي التداخل بين الغزل في سلسلة من الحلقات المتصلة بواسطة الإبر لتشكيل القماش. يتم إنتاج خيوط الحياكة اليدوية والحياكة الآلية. تتخصص آلات الحياكة المتخصصة في إنتاج الجوارب والقفازات وقطع القماش المواكبة للموضة الخاصة بالارتداء بالكامل من المواد التي لا تحتوي على نقش (الفراغات).

م- التشطيب والإنهاء Finishing : من وجهة النظر الفنية، كل شيء يحدث للقماش الصوفي بعد ترك النول حتى يصبح جاهزاً للقص يعتبر بمثابة التشطيب والإنهاء. يتم تطوير الكثير من جماليات الصوف في هذه المراحل. تتميز عمليات التشطيب بصفة عامة بالميكانيكية والمائية (بما في ذلك الصباغة) والمواد الكيميائية.

سلالات الأغنام وخصائصها الصوفية:

Sheep Breeds and Their Wool Characteristics:

أهم السلالات المنتجة للصوف

- **أغنام الصوف الناعم:** ومن أهمها عرق المرينو الإسباني المنشأ، وينتشر في كثير من البلدان التي تعنى بإنتاج الصوف الناعم. توجد منه عدة سلالات من أهمها ديلين مرينو Delaine Merino التي يبلغ وزن الكبش منها نحو

110.80 كغ وينتج نحو 11.5كغ من الصوف الناعم، في حين يبلغ وزن النعجة نحو 80.55 كغ، وتنتج نحو 9.5 كغ من الصوف الناعم، طول ليفة الصوف نحو 10.6سم ونسبة الصوف الصافي نحو 60.45%.

- **أغنام الصوف المتوسط النعومة:** تعد بريطانيا الموطن الأصلي لهذه الأغنام، ومن أهم عروق هذه المجموعة اللستر Leicester والشروبشير Shropshire، والهمبشير Hampshire ، وأغنام شمالي القفقاس وغيرها.
- **أغنام الصوف الخشن:** يدخل تحت هذه المجموعة معظم الأغنام في الوطن العربي كعرق العواس وبعض العروق الأجنبية كالتوشينوف والبلباس وغيرها[46].

يبين الجدول 5-1 : سلالات الأغنام وخصائصها الصوفية.

الجدول 5-1: سلالات الأغنام وخصائصها الصوفية [36].

سلالات الأغنام Sheep Breeds	قطر الألياف Diameter (microns)	وزن الجزة الدهنية Grease Fleece Weight(pounds)	ناتج الجزة النظيفة Clean Fleece Yield (%)
Border Leicester	38 – 30	8 – 12	60 – 70
Cheviot	33 – 27	5 – 8	50 – 65
Columbia	30 – 23	9 – 14	45 – 55
Corriedale	31 – 24	9 – 14	45 – 55
Debouillet	23 – 18	9 – 14	45 – 55
Delaine-Merino	22 – 17	9 – 14	40 – 50
Dorset	33 – 27	5 – 8	50 – 65
Finnsheep	31 – 24	4 – 8	50 – 70
Hampshire	33 – 25	5 – 8	50 – 60

Lincoln	41 – 34	10 – 14	55 – 70
Montadale	30 – 25	5 – 9	45 – 60
Oxford	34 – 30	5 – 8	50 – 60
Rambouillet	23 – 19	9 – 14	45 – 55
Romney	39 – 32	8 – 12	55 – 70
Shropshire	33 – 25	5 – 8	50 – 60
Southdown	29 – 24	5 – 8	40 – 55
Suffolk	33 – 26	4 – 8	50 – 60
Targhee	25 – 21	9 – 14	45 – 55

5-2-1-3 التركيب الكيميائي لألياف الصوف

يتكون الصوف من الطبقة الليفية وتشكل حوالي 90 % من كتلة الشعيرة وتتكون من مادة الكيراتين Keratin وقد تم ذكر العناصر التي يتكون منها الكيراتين وإلى جانب الكيراتين فإن شعيرة الصوف تحتوي على شوائب ومكونات أخرى ومن ضمن هذه المكونات مواد معدنية كالآتي [30-33]:

- أكسيد البوتاسيوم (Potassium Oxide) 31.1 % .
- أكسيد الصوديوم (Sodium Oxide) 8.2 %.
- أكسيد الألمنيوم وأكسيد الحديد (Ferrous Oxide+Aluminum Oxide) 12.3%.
- سيليكا (Silica) 5.8 %.
- حامض كربونيك (Carbonic Oxide) 4.2 %.
- ثالث أكسيد الكبريت 20.5 %
- ويحتوي الكراتين على العديد من الأحماض الأمينية وهي الوحدات التي يبنى منها البروتين وتترابط هذه الوحدات بالرابطة الببتيدية .

التكوين الجزيئي لبروتين الصوف هو سلسلة من الأحماض الأمينية متصلة كلها بواسطة روابط أو سلاسل ملحية وروابط كبريتية، وتحتوي هذه الأحماض الأمينية على مجموعة واحدة على الأقل من كل المجموعة الأمينية (=NH2-) وهي مجموعة قاعدية والمجموعة الكربوكسيلية (-COOH -) وهي مجموعة حامضية.

5-2-3 خواص ألياف الصوف Characteristics of wool fibers

5-2-3-1 الخواص الفيزيائية للصوف Physical properties of wool :

تعتبر الخواص الفيزيائية والكيميائية للصوف من العوامل المحددة لرتبته ومن هذه الخواص: النعومة، الطول، المتانة، الرجوعية، اللون، التموج، المظهر العام، العازلية الحرارية، الكثافة...إلخ.

1- الطول Length :

يقصد بطول الصوف صفتان هما:

1- طول الخصلة staple length : ويقاس على الحيوان قبل الجز أو بعده في المعمل، ويجرى ذلك على عدة خصل من دون شدها، ثم يحسب متوسطها. وهذا ما يسمى بالطول الطبيعي للصوف.

2- طول الليفة fiber length : بعد الجز، يقاس طول كل ليفة على حدة، بعد شدها تماماً، كي تختفي كل تموجاتها، ثم يؤخذ المتوسط الحسابي لقياسات عدة، وهو ما يسمى بالطول الحقيقي.

إن أنواع الشعيرات الصوفية كثيرة وتعتمد على نوع الحيوان والمدة بين حلاقتين. إن العلاقة بين طول الشعيرة ونعومتها علاقة طردية موجبة أي كلما زاد الطول الشعيرات الصوفية زادت خشونتها. وطول الشعيرات الصوفية من نوع مارينو يصل إلى (50-75) ملم فهي شعيرات قصيرة، أما شعيرات الصوف نوع لنكولين يصل طولها إلى (400) ملم وتتميز بالخشونة، والعلاقة بين طول شعيرة الصوف ونعومتها على عكس العلاقة بين طول شعيرة القطن ونعومتها السالبة، ذلك أن ألياف القطن كلما زاد طولها نقص قطرها، أي زادت نعومتها فالرابطة سالبة أو العلاقة عكسية بين الطول والقطر.

2- الرجوعية الاستطالة Resilience: يتميز الصوف بخاصية الرجوعية أي عودة الشعيرات إلى حجمها الأصلي وهو السبب الرئيسي في احتفاظ الألياف الصوفية بمظهرها دون أن تتكرمشCreasing. ويرجع ذلك إلى الطبقة الليفية والتي تزيد المرونة بزيادتها، تصل الاستطالة في الشعيرات الصوفية إلى 40% عند تعرضها للإجهاد وتزداد استطالة عندما يكون الصوف رطبا فتصل إلى 70%. في حين أن أعلى نسبة للرجوعية في باقي الألياف 50% باستثناء النايلون.

3- النعومة Fineness: تأخذ النعومة أو ثخانة الشعيرة قيما متغيرة تتراوح ضمن المجال 10-55 ميكرون وذلك تبعا لنوع الأغنام والجنس والعمر ومنطقة وجود الشعيرات على جسم الحيوان ويمكن تقسيم النعومة إلى المجالات التالية :

1- الصوف الناعم: وتتراوح ثخانة الشعيرات الوسطية بين 20- 26 ميكرون .
2- الصوف نصف الناعم: تتراوح ثخانة الشعيرات الوسطية بين26.1-33 ميكرون.
3- الصوف نصف الخشن: تتراوح ثخانة الشعيرات الوسطية بين26.1-40 ميكرون.
4- الصوف الخشن : وتتراوح ثخانة الشعيرات الوسطية بين 40-55 ميكرون.

4- التموج Corrugation(Undulation): تتميز شعيرات الصوف بكثرة الانثناءات في الطول، فشعيرة الصوف نوع ميرنو يوجد فيها أكبر عدد من الانثناءات في واحدة الطول. أما الشعيرات الثخينة فإن عدد الانثناءات فيها تنخفض [2].

5- الامتصاصية للرطوبة (Hygroscopic): تعتبر شعيرات الصوف من أكثر الشعيرات امتصاصية للماء، فالصوف يمتص في الشروط المناخية القياسية 18% ماء من وزنه. مما يجعل عملية صباغة الصوف أكثر سهولة. وهذا يعود لوجود، عدد كبير ومختلف من المجموعات القطبية وسيادة المناطق غير المرتبة (amorphous) في البنية فهي تحتل مساحة واسعة من شعيرة الصوف، وبما أن المنطقة المتبلورة crystalline في الشعيرة تكون متراصة وموازية لمحور الشعيرة وهي التي تساهم في زيادة متانة الشعيرات فإن المنطقة غير المرتبة Amorphous تساهم في زيادة المطاطية

والاستطالة للشعيرات وتسمح بنفاذ الرطوبة إلى داخل الشعيرات. وهذا هو سبب قدرة الصوف الكبيرة لامتصاص الرطوبة.

6- الناقلية الحرارية Thermal conductivity: الناقلية الحرارية لشعيرات الصوف منخفضة بالمقارنة مع باقي الشعيرات النسيجية الأمر الذي يجعلها عوازل حرارية جيدة .

- **المتانة Tenacity**: تتراوح مقاومة شعيرة الصوف للقطع بين 6-18 غ/شعيرة للشعيرات الناعمة وتصل إلى 20 غ/شعيرة .

تعتبر متانة الألياف الصوفية أقل من معظم الألياف النسيجية وتتأثر متانة الشعيرات الصوفية بالرطوبة وكلما زادت الرطوبة تنخفض المتانة وتبلغ المتانة 1-1.7 غرام/دينير في الحالة الجافة و 0.7-1.5 غرام/دينيير في الحالة الرطبة .

التلبد Felting: يتلبد الصوف نتيجة لوجود الحراشف على الألياف الصوفية، ويكون شكلها قابلاً للتغيير بسهولة، ولها مقدرة جيدة على استعادة شكلها الأصلي إلى ما كان عليه قبل تغييره. ويعد التلبد من الصفات الصناعية المهمة للصوف .

وهي عملية تجرى على الألياف الصوفية أو شعر الحيوانات ليتماسك بعضها مع بعض وتكوّن اللباد .

الغزارة : تتحدد غزارة الصوف بعدد الألياف الموجودة على وحدة مساحية من الجلد، ويرتبط وزن الجزة الخام طرديّاً بها.

الطراوة : تختلف طراوة الصوف بحسب العرق والجنس والحيوانات ضمن القطيع، ويكون الصوف الناعم أكثر طراوة من الصوف الخشن.

تأثير الحرارة على الصوف The Effect of Heat on the Wool

في مختلف مراحل تصنيع الصوف مثل التجفيف، التثبيت، الكوي، تؤثر الحرارة على الألياف وإن الاستخدام غير المناسب للحرارة على الصوف يؤدي إلى تخريب أو أصفرار لونها وتعتمد درجة تأثير الحرارة على الصوف على مدة التأثير الحراري،

ومحتوى الصوف من الماء المتبقي من المواد الحمضية أو القلوية في الألياف وكذلك على كمية الأكسجين في الجو المحيط .

- تأثير الأحياء الدقيقة على الصوف Effect of Microorganisms on Wool

يمكن لبعض أنواع البكتريا والحشرات أن تهاجم الشعيرات الصوفية وتخريبها إذا كانت الظروف المناخية ملائمة لذلك فإن الشوائب الموجودة أو المرافقة للصوف (مثل المواد الطبيعية التي ترافق الصوف) أو بعض المواد مثل الصابون، الزيوت، ضمن شروط الحرارة والرطوبة المناسبة، تشجع على نمو البكتريا والحشرات التي تؤدي إلى تآكل الصوف. وذلك عن طريق هدرجة الروابط بين السلاسل الجزيئية. لوقاية الصوف من هذه الحشرات وعلى الأخص العت، يُعالَج الصوف بطرائق مختلفة للوقاية الآنية أو الدائمة .

- ترميز الصوف Wool coding: يرمز لشلة الصوف (هانك Hank) بالحرف (H) يوضع على يسار رقم رتبة الصوف بينما يرمز له بالحرف (s) في اللغة الإنكليزية التي يمثلها عدد شلل الرطل الواحد على أن يكون طول الشلة 560 ياردة . وبالتالي كلما ارتفعت رتبة الصوف زاد عدد الشلل للرطل وكان الصوف رفيعاً .

ويمكن تحديد رتب الصوف على النحو التالي **[36]:**

الرتبة	اسم الصوف	النعومة (ميكرون)
1	صوف المارينو 80 (80 شلة Hank 80 H)	17
2	صوف كروس برد ناعم 60-56 H. Cross breed sheep	24
3	صوف كروس برد متوسط 56-48 H.	32
4	كروس برد خشن 48-36 H.	40
5	صوف السجاد 36-22 H.	70

لقد اتخذ رقم الرتبة مقياساً لدرجة الجودة وتحديد القيمة التجارية للصوف وتقاس درجة رفع عينة من الصوف بالميكرون* (وهي وحدة قياس القطر = 10^{-6}متر) وتقاس بواسطة الميكروسكوب Microscope Projection . لحماية المستهلك من الغش حددت وكالة الاتحاد التجاري الأمريكيةFederal Trade Commission ضرورة توضيح مواصفات الصوف ونسبته ومصدره على بطاقة (Label) يتم تثبيتها بالملابس لتوضيح ذلك للمستهلك.

*الميكرومتر هو وحدة طول في النظام الدولي للوحدات تعادل جزء من مليون من المتر، رمزه مكم(بالإنجليزية µm) :

1 ميكرومتر = متر، ويسمى أحياناً ميكرون.

الكثافة النوعية للصوف: تبلغ الكثافة النوعية للصوفg/cm^3 1.31.

5-2-3-2 شكل ألياف الصوف وبنيتها Form and structure of wool fibers

-التركيب الميكروسكوبي للصوف Microscopic composition of wool:

تتكون الليفة الصوفية المكتملة النمو والنضج من طبقتين أو ثلاث طبقات وهي:

1- الطبقة الخارجية: وهي حرشفية قرنية مفلطحة مختلفة الأشكال، متراصة بعضها بجانب بعض، تكسب الليفة اللمعة والملمس الناعم، وتحميها من المؤثرات الخارجية.

2- الطبقة السنجابية: ويوجد فيها فراغات يمكن أن تحجز الماء فيها، وتمكن مكونات الليفة من الانزلاق على طول محور الليفة عند شد طرفها والعودة إلى وضعها الطبيعي حين إزالة الشد عنها.

3- الطبقة النخاعية: وهي تبدو في وسط الليفة الصوفية الخشنة أو الميتة، كمنطقة معتمة على شكل خيط متقطع أو متصل، ويندر وجودها في الألياف الصوفية المتوسطة النعومة، ولا توجد في الألياف الناعمة (الشكل 5-8).

تظهر شعيرة الصوف تحت المجهر مجعدة غير ملتوية فيها حراشف وتحتوي الشعيرات الدقيقة على عشر حراشف في الـ cm بينما الشعيرات السميكة تحتوي على حوالي 4

حراشف في الـ cm عدد حراشف في وحدة الطول يتخذ كمقياس للتعبير عن طول شعيرة الصوف وسمكها، شكل شعيرة الصوف المميز بالحراشف يمنعها من الالتصاق والتراص بجانب بعضها وذلك أثناء تحويل الشعيرات إلى خيط. خاصية الدفء المعروفة في الألياف الصوفية سببها الفراغات الهوائية الموجودة في الشعيرة نتيجة الحراشف والفراغات الهوائية بين الشعيرات نتيجة عدم تراصها بعضها مع بعض أكثر منها طبيعية في الشعيرات.

الشكل 5-8: المظهر الطولي لشعيرات الصوف

خاصة المرونة للألياف الصوفية سببها الطبيعة المرنة للألياف الصوفية ويعود ذلك إلى الطبقة النخاعية ذات البنية النابضية (الشكل 5-8) التي تجعل شعيرة الصوف تستعيد وضعها الأصلي بعد زوال القوة المؤثرة عليها. خشونة شعيرة الصوف تسبب الشعور بالوخز أو الخشونة عند ملامستها مباشرة للجلد مما يؤدي إلى تنشيط الدورة الدموية للجلد وارتفاع درجة حرارة المرتدين للألبسة الصوفية لذلك يعتبر ارتداء الألبسة الصوفية في الأجواء الحارة غير مريحة .

اللون: يتميز الصوف بالألوان التالية أبيض مصفر- كريم فاتح ويعود ذلك إلى بولمير الصوف وقدرته على تكثيف أشعة الشمس حيث يتم تحويل الضوء الساقط بحيث ينعكس باللون الأصفر فتظهر شعيرات الصوف باللون الأبيض المصفر.

اللون الكريمي والكريمي الغامق يعود أساساً إلى تحلل البولميرات على الشعيرة حيث أن بولميرات الصوف تعتبر حساسة جدا للأوكسجين و للملونات .

لمعان الصوف: تحتوي شعيرات الصوف الطويلة والخشنة على عدد قليل من الحراشف مما يساعد على انعكاس الضوء الساقط عليها بسهولة مما يؤدي إلى زيادة لمعان الشعيرة.

المظهر الميكروسكوبي الطولي لألياف الصوف: تظهر على سطح الليف الحراشف وتتعشق مع بعضها البعض. تظهر شعيرة الصوف من ناحية الجذر وتسمى root end أي نهاية الشعيرة من جهة الجذر، تظهر متعددة الزوايا بسبب حلق أو قص الشعيرة. أما الطرف الآخر لقص الشعيرة ويسمى Tip end فان شكله لا يوجد فيه زوايا متعددة، ويختلف من نوع إلى آخر حسب مكان التربية والبيئة المحيطة [5,6].القطاع العرضي لشعيرة الصوف بيضوي (الشكل5-9)،[36].

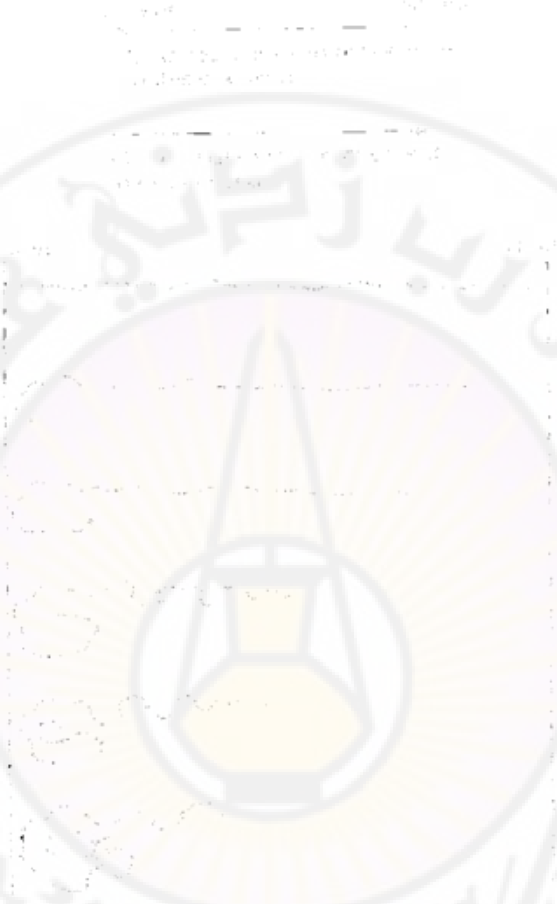


الشكل 5-9 : شكل شعيرة الصوف بواسطة جهاز الميكروسكوب

توبير الصوف Wool pilling أو تكور الصوف Wool balling: وهو ميل ألياف الصوف إلى التشابك مع بعضها مكونةً كراتٍ صغيرةً على سطح القماش. يحدث توبير الصوف في الشعيرات القصيرة فقط ويعود ذلك إلى الانكماش الطولي والعرضي لشعيرات الصوف والخاصية المطاطية لشعيرات الصوف، إن التركيب المطاطي لشعيرة الصوف ناقلة الاحتكاك يؤدي إلى ميول الشعيرة للتحرك باتجاه الرأس Tip end أكثر من جذر الشعيرة Root end ومقاومة الشعيرة للحركة بالاتجاه Tip end تكون كبيرة لذا يوجد احتمال تجعد الشعيرات والتفافها حول بعضها البعض(الشكل 5-10). الاختلاف في الاحتكاك بين الطرفين يسمى التأثير الاحتكاكي الموجه .

عند غسيل الصوف وأثناء وجوده في مكان رطب تميل الشعيرات للحركة بالاتجاه root end ومقاومة الشعيرة للحركة قليلة لهذا الاتجاه فتتكور الشعيرة على بعضها ويحدث التوبير .

درجة الحرارة والأحماض والقلويات تساعد الصوف على التوبير .



الشكل 5-10 : عملية توبير الصوف (تكور الصوف)

- بوليمير الصوف Wool Polymer:

هو الكيراتين بالإضافة إلى مجموعات جانبية وله شكل حلزوني والمجموعة الفعالة فيه هي مجموعة الأمين، لا يمكن معرفة درجة بلمرة الصوف بسبب عدم معرفة خطوات تشكيل بوليمير الصوف. يتكون بوليمير الصوف من عشرين نوعاً من الأحماض الأمينية ترتبط مع بعضها عن طريق الرابطة الببتيدية. يصل طول بوليمير الصوف إلى 140 ميكرومتر وثخانته إلى 1 ميكرومتر .

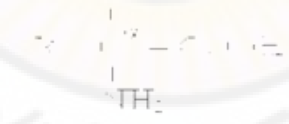
في الحالة العادية يأخذ البوليمير شكلاً حلزونياً ويسمى α الكيراتين، وفي الحالة المطاطية بعد الشد يأخذ تركيب بولمير الصوف شكلاً غير ملتوٍ مستقيم يسمى β الكيراتين .

ويعود تعقيد تركيب الصوف إلى المجموعات الكيميائية المختلفة التي يتكون منها وقوى الترابط بين البوليميرات مثل الرابطة الببتيدية والرابطة الهيدروجينية.

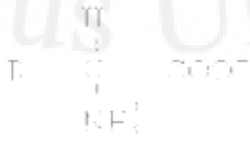
بعض مجموعات الصوف تحتوي على –COOH كمجموعة جانبية وبوليميرات الصوف الأخرى تحتوي مجموعات أمينو NH_2^+ فتنشأ بينها رابطة ملحية ولدينا الرابطة السيستينية وهي رابطة بين ذرتي كبريت الموجودة بالحمض الأميني لبوليمير الصوف وهذه الرابطة توجد فقط في الصوف.

الأحماض الأمينية Amino acids

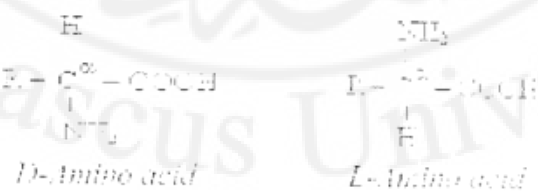
بعد التحليل الكامل للبروتينات على اختلاف أنواعها والتي هي عبارة عن جزيئات طويلة وجد أنها عبارة عن تجمع وحدات بنائية سميت بالأحماض الأمينية لأن تركيبها الكيميائي يحتوي على مجموعة كربوكسيلية ومجموعة أمينية. والصيغة العامة للأحماض الامينية يمكن كتابتها على النحو التالي:



ونظراً لكون الأحماض الأمينية لا توجد في الوضع الذي يحوي على مجموعة أمينو حرة عند أحد طرفي الحمض ومجموعة كربوكسيل عند طرفه الآخر إذ يحدث انتقال لبروتون من مجموعة الكربوكسيل إلى مجموعة الأمينو على النحو التالي



ويلاحظ من خلال الصيغة المذكورة أن مجموعة الامين NH_2 - تم ارتباطها بالذرة الكربونية التي تلي مجموعة الكربوكسيل مباشرة (COOH –) ألفاً كربون وبناء على ذلك تسمى هذه الوحدات ألفاً أحماض امينية a– amino acids ، ويختلف كل حمض أميني عن الآخر في محتوي مجموعة R –التابعة له، أي التركيبية الكيميائية للسلسلة الجانبية للحمض الأميني، وبناء على الاختلاف في تركيب المجموعة R تتواجد أعداداً من الأحماض الأمينية كل منها يختلف عن الآخر في صفاته الفيزيائية والكيميائية ويرجع هذا الاختلاف كما ذكرنا إلى تركيب السلسلة الجانبية للحمض الأميني والتي يرمز لها بالرمز R–، مع مراعاة أنّ الحمض الأميني البرولين والهيدروكسي برولين يحتوي كل منهما على مجموعة أمينو (Imino group) ضمن التركيب الحلقي بدلاً من المجموعة الأمينية (Amino group) المكونة لتركيب الأحماض الأمينية الأخرى، ويلاحظ أن ذرة الكربون إلفاً المتواجدة في كل الأحماض الأمينية تقريباً هي من النوع غير المتماثل ما عدا الحمض الأميني جليسين، وعلى ذلك فالأحماض الأمينية Amino acids مركبات نشطة ضوئياً، منها ما هو يساري ومنها ما هو يميني حسب التركيب الداخلي للجزيء، وبحسب تواجد مجموعة الأمينAmino group المرتبطة بالذرة الكربونية ألفاً، يكون الحمض الأميني إما من النوع (D) أو من النوع (L) فإذا كانت مجموعة الأمين (– NH_2) تقع على جهة اليمين من المجموعة الكربوكسيلية فالحمض الأميني يرمز له بالرمز (D) وإذا كانت مجموعة الأمين ($-NH_2$) تقع إلى اليسار من المجموعة الكربوكسيلية فيرمز للحمض الأميني في هذه الحالة بالرمز (L) والصيغة التالية توضح النمط D – و L للأحماض الأمينية:



D-Amino acid L-Amino acid

حيث أن :

R: تشكل ضلعاً جانبياً متوضعاً بشكل عمودي على الاتجاه الطولي للأضلاع البروتينية. إذا أخذنا بالاعتبار النشاط التفاعلي للجذر R (الضلع الجانبي)، فإنه يمكن تقسيم الأحماض الأمينية إلى ست أنواع تحت اسم الأحماض الأمينية ذات المجموعات الجانبية وهي:

1- لا قطبية (غير قابلة للتفاعل) .

2- ذات صفة حامضية .

3- ذات صفة قاعدية .

4- ذات مجموعات ملحية .

5- ذات مجموعات ذات محتوى كبريتي .

6- مجموعات أخرى .

إن تحديد طبيعة الأحماض الأمينية ومحتواها في الصوف تم تنفيذه من قبل كورفيلد وروبسون Corfield and Robson عام 1955م باستخدام طريقة الكروماتوغراف Cromatografe.

إن التركيب الكيميائي (الصيغة الكيميائية) للأحماض الأمينية وكمياتها المحتواة ضمن عينة من الصوف نوع ميرينوس Merinos وفقاً لكورفيلد وروبسون Corfield and Robson نجدها في جداول الصيغ الكيميائية للصوف[23] .

يوضح الشكل(5-11) تشكيل روابط الديسولفيد (الكبريتية): a بين بوليميرين من الصوف، و b على طول بوليمر الصوف .

الشكل 5-11: يوضح تشكيل الروابط الديسولفيد (الكبريتية)

a -بين بوليميرين من الصوف b -على طول بوليمر الصوف

كما يوضح الشكل 5-12 : الرابطة السيستينية(الكربوكسيلية)، ومجموعة الأمينو لبولمير الصوف .

الشكل 5-12 : الرابطة السيستينية في بولمير الصوف ، ومجموعة الأمينو لبولمير الصوف .

كما يوضح الشكل 5-13 الشكل الحلزوني لبوليمير الصوف .



الشكل 5-13 : الشكل الحلزوني لبوليمير الصوف .

ويبين الشكل 5-14 : الرابطة الهيدروجينية لبوليمير الصوف .

الشكل 5-14 : الرابطة الهيدروجينية لبولمير الصوف

5-2-4 استعمالات ألياف الصوفWool

تستعمل ألياف الصوف في مجالات متعددة لصناعة الخيوط والأقمشة وغيرها . وتُصنع من الصوف أنسجة قوية تُستخدم في صناعة الأغطية(البطانيات) والملابس والسجاد وغير ذلك. والمنسوجات الصوفية سهلة التنظيف، كما أنها تقاوم الانكماش وتحافظ على رونقها وجمالها، كما يمتص الصوف الرطوبة. وهو عازل لكل من البرودة والحرارة. وتجعل هذه الخصائص الصوف مفضلاً في صناعة المعاطف والسترات والقُفَّازات والجوارب، وغيرها من الملابس.

والألياف الصوفية أسطوانية الشكل تقريباً وتساعد الطبقات السطحية على استواء الألياف وتلاحمها بتأثير الحرارة والرطوبة والضغط، وتسمى هذه الخاصية للأنسجة الصوفية بالتلبيد. ويزيد التلبيد من مقاومة الأنسجة الصوفية وقدرتها على التحمل، كما تُسهل تلك الخاصية عملية تصنيع اللباد من الصوف. يُلزم القانون كل دولة تنتج الملابس الصوفية بوضع علامة تدل على درجة نقاء الصوف في المنسوجات الصوفية، كما وُضِعَت أيضاً علامات إرشادية من أجل تعريف المنتجات الصوفية وتصنيفها.

يدخل ضمن الأصواف أيضاً ألياف أخرى مثل الألبكة المأخوذة من حيوان الألبكة (نوع من أنواع حيوان اللاما)، ووبر الجمال والكشمير من ماعز الكشمير، والموهير، من ماعز أنجورا، وكذلك الفكونة من حيوان الفِكّونة او الفيكونيا Vicugna (حيوانات تشبه اللاما).

5-3 ألياف شعر الموهير Mohair

هي شعر ماعز الأنغورا Hair of the Angora goat (الشكل5-15) الذي يعيش في تركيا وجنوب أفريقيا وأمريكا ويعرف بالموهير ويطلق عليه تجاوزاً صوف الموهير لنعومته. مدينة تكساس أكبر مناطق الإنتاج عالمياً لهذا النوع من الألياف .



الشكل 5- 15 : ماعز الأنغورا التي يؤخذ منها صوف الموهير

يختلف طول الليف حسب فترة القص ويتميز بقطاعه المستديرة وندرة وجود الحراشف والتموجات على سطح الشعيرة، ويحتوي على أنابيب هوائية بين الخلايا تكسبه خفة الوزن ويمتاز بلمعة تشبه لمعة الخيوط الحريرية بسبب عدم وجود التموجات على سطحه ونعومة سطحه التي تساعده على عدم اتساخه وهو يشبه في خواصه الصوف وهو من أكثر الألياف النسيجية مقاومة للضغط. ويصنع منه خيوط أو نسيج مشابهة للحرير

5-3-1 المصادر وعملية الحصول على ألياف الموهير Mohair

الموهير Mohair كلمة ذات أصل عربي من كلمة "المخير، وهو نوع من لباس الشعر. ألياف الموهير دقيقة القطر حوالي 25-45 ميكرون. وهي واحدة من أقدم ألياف النسيج المعروفة. وهي متينة ومرنة ومعروفة بلمعانها وبريقها، وتستخدم في الألياف الممزوجة لتضفي هذه الصفات إلى النسيج . كما يصبغ الموهير جيداً. وهو من الألياف الحارة أيضاً بفضل خصائصها العازلة. وهي متينة، وتمتص الرطوبة، ومقاومة للّهب والمَطّ، ومقاومة للتجعد.

يتركب الموهير في معظمه من الكيراتين، وهو بروتين موجود في شعر جميع الثدييات وصوفها وجلدها وقرونها. ولألياف الموهير حراشف مثل الصوف ولكنها غير مكتملة ولهذا لا يتلبد الموهير مثل الصوف. يزداد قطر ألياف الموهير مع تقدم الماعز بالسن. إذن تستخدم الشعيرات الناعمة من الماعز الصغيرة في بعض التطبيقات مثل الملابس، وتستخدم الشعيرات الثخينة من الماعز الكبيرة في السجاد والنسيج الثقيل المستخدم في الألبسة الخارجية. ويجب عدم الخلط بين الموهير والفرو المصنوع من أرنب الأنغورا والذي يسمى صوف الأنغورا .

5-3-2 خواص ألياف الموهير Characteristics of mohair fibers

5-3- 3 استخدامات ألياف الموهير Uses Mohair fibers

5-4 ألياف الكشمير Cashmere Hair

الكشمير هو ماعز **Cashmere Goat** يربى في كشمير والصين والتبت ومنغوليا ويختلف لون الشعر من الأبيض إلى الرمادي وهو ناعم جداً ويتجاوز بنعومته الصوف لا يوجد في الشعيرات تموجات، والشعيرات قصيرة ويوجد نوع من ألياف الكشمير (كشمير سبيك) طويلة وثخينة (80 ميكرون).

5-4-1 المصادر وعملية الحصول على ألياف الكشمير

يجمع الكشمير (الشكل 5-16) خلال موسم استبدال الشعر في الربيع، حيث يتساقط شعر الماعز طبيعيًا والذي كان يشكل حاميًا للماعز خلال فصل الشتاء في النصف الشمالي من الكرة الأرضية يتساقط شعر الماعز على مدى فترة تبدأ في وقت مبكر من آذار/ مارس، وآخر شهر أيار/ مايو.

في بعض المناطق، تزال كمية من الشعر المختلط من الفروة والشعر الخشن يدويًا باستخدام مشط خشن يسحب خصل الألياف من الحيوان عند تمشيط جزته الصوفية. ويكون للألياف المجموعة مردود أعلى من الكشمير الخالص بعد غسل الألياف وفصلها(Dehairing). يجز بعدها الشعر الخامي الخشن من الحيوان ويستخدم غالبًا في



الشكل 5-16 : ماعز الكشمير Cashmere Goat

تصنيع الفراشي، والحواشي وغيرها من الاستخدامات في غير الملابس. عادة ما يجز صوف الحيوانات في إيران، وأفغانستان، ونيوزيلندا، وأستراليا، مما يؤدي إلى زيادة محتوى الشعر الخشن وانخفاض مردود الكشمير الخالص. في أمريكا، أكثر الوسائل شعبية هي التمشيط. تستغرق هذه العملية أسبوعين ولكن، مع الخبرة يمكن تمشيط الصوف خلال أسبوع.

5-4-2 خواص ألياف الكشمير Characteristics of cashmere fibers

صوف الكشمير Cashmere wool ويطلق عليه ببساطة الكشمير، ويعرف ببعض الأحيان باسم بشمين، وهي ألياف من ماعز الكشمير. وكلمة كشمير مستمدة من إقليم كشمير. صوف الكشمير ذو بنية دقيقة وقوية، وخفيفة وناعمة؛ وتصنع منها ملابس دافئة للغاية، وأكثر دفئاً مما يعادل وزنها من صوف الخراف.

قانون الولايات المتحدة لوسم المنتجات الصوفية لعام 1939 يعرّف ألياف الكشمير بأنها ألياف دقيقة تنتجها ماعز الكشمير كابرا هيركوس لانيجر Capra hircus laniger مع قطر متوسط للألياف لا يتجاوز 19 ميكرون، ولا يحتوي على أكثر من 3% (من الوزن) من ألياف الكشمير ذات قطر متوسط لا يتجاوز 30 ميكرون .وأضاف

معهد مصنعي شعر الجمل والكشمير شرط أن يكون معامل التغير حول المتوسط الحسابي لا يتجاوز 24 %.

تتميز ألياف الكشمير بأنها ألياف لينة. وتجدر الإشارة إلى أنها توفّر عزلاً طبيعياً خفيف الوزن بدون تضخيم حجمي. وهي ألياف عالية التكيف مع الأهداف المرجوة منها وسهلة التشكيل لتكون خيوطًا ثخينة أو رفيعة، وأقمشة خفيفة أو ثقيلة الوزن.

الألوان الطبيعية الأصلية لصوف الكشمير غير المصبوغة تتراوح بين الرمادي، والبني والأبيض.

4-4-3 استعمالات ألياف الكشميرCashmere goat

.

5-5 ألياف الحرير الطبيعي Natural silk

5-5-1 المصادر وعملية الحصول على ألياف الحرير الطبيعي

5-5-1-1 تطور إنتاج الحرير

استخدم الإنسان الحرير الطبيعي لصناعة الألبسة منذ أقدم العصور، حيث قام بتربية دودة القز، وقد كانت تربية دودة القز ولفترة طويلة حكراً على الطبقات النبيلة الحاكمة التي اهتمت بها بشكل كبير وكانت تربى دودة القز داخل أروقة قصور الحكام في الصين ، التي تعد المنشأ الرئيسي لتربية دودة الحرير، حرصاً على عدم تسرب هذه التربية إلى طبقات الشعب أو إلى دول أخرى ويذكر المؤرخون الصينيون أن تربية دودة القز بدأت في عام 2640 ق.م على يد الإمبراطورة، إلا أن تربية دودة القز تسربت مع الزمن إلى كوريا واليابان والهند وأسبانيا وبلاد البحر الأبيض المتوسط ومنها سورية ولبنان وبعدها إلى الشرق الأقصى نظراً لملاءمة المناخ لتربية دودة القز، وازدهرت تربية دودة القز في اليابان في القرن الثامن عشر حتى أصبح إنتاج الحرير في تلك الحقبة المصدر الرئيسي للثروة القومية في اليابان والتي بنيت على أساسها النهضة الصناعية.

وعلى الرغم من منافسة خيوط الحرير الصناعي للحرير الطبيعي إلا أن سعر الحرير الطبيعي آخذٌ في الازدياد نظراً لمواصفاته الفنية الرائعة.

يعتبر الحرير الطبيعي من أرقى الألياف الطبيعية، ويبلغ الإنتاج العالمي من شرانق الحرير حوالي 812133 طن، وتأتي الصين في مقدمة الدول المنتجة بنسبة 76% من حجم الإنتاج العالمي، وتأتي الهند بعدها ويبلغ إنتاجها 16% من حجم الإنتاج العالمي، حيث يبلغ حجم إنتاج الخيوط الحريرية 100 ألف طن وتتصدر الصين والهند قائمة المنتجين العالميين ويبلغ إنتاج القطر العربي السوري حوالي 10 طن سنوياً من الخيوط الحريرية.

5-5-1-2 واقع إنتاج الحرير الطبيعي بالعالم :

يعتبر الحرير الطبيعي من أرقى الألياف الطبيعية في العالم والذي يحظى بإقبال كبير من المستهلكين في العالم. يبين الجدول5-2 أهم الدول المنتجة للشرانق في العالم وكمية إنتاجها السنوي.

الجدول 5 -2 : أهم الدول المنتجة للشرانق في العالم وكمية إنتاجها السنوي للعام 1997

الرقم	اسم الدولة	كمية الإنتاج (طن/سنة)
1	الصين	619000
2	الهند	129685
3	البرازيل	19134
4	تايلاند	15565
5	اليابان	11212
6	فيتنام	11000
7	تركيا	7200
8	جورجيا	500
9	بلغاريا	156

10	سوريا	65
11	رومانيا	42
12	سيريلانكا	39
13	اليونان	29
14	إيطاليا	27
15	مصر	24
16	دول أخرى	4935
	المجموع الكلي	812133

ويبلغ حجم الإنتاج العالمي من الخيوط الحريرية حوالي 100 ألف طن تأتي الصين في مقدمة المنتجين حيث تنتج حوالي 72% من الإنتاج العالمي .

ونبين في الجدول (5-3) الدول المنتجة للخيوط الحريرية وكمية إنتاجها السنوي.

الجدول 5 -3 : الدول المنتجة للخيوط الحريرية وكمية إنتاجها السنوي1997

الرقم	اسم الدولة	كمية الإنتاج (طن/سنة)
1	الصين	71845
2	الهند	14000
3	اليابان	4254
4	الاتحاد السوفييتي(سابقاً)	4000
5	البرازيل	2326
6	كوريا الشمالية	1200
7	فيتنام	1000
8	كورية الجنوبية	600
9	تايلاند	450
10	سوريا	10

11	دول أخرى	490
	المجموع الكلي	100175

5-5-1-3 إنتاج الحرير الطبيعي في سورية:

يعتبر القطر العربي السوري من الدول العريقة في تربية دودة القز، حيث عرفت تربية دودة الحرير في سوريا منذ القرن الأول الميلادي من خلال القوافل التجارية التي تنقل السلع من الصين إلى الأسواق الأوربية مارةً بالمدن السورية حيث عرف طريق هذه القوافل بطريق الحرير.

تنتشر تربية دودة الحرير في الوقت الحاضر في سوريا بمناطق الدريكيش والشيخ بدر وبعض قرى القدموس ومشتى الحلو بمحافظة طرطوس بشكل رئيسي مع بعض المناطق الأخرى مثل مصياف وبعض مناطق حمص وحماه واللاذقية لكن بشكل بسيط، ونظراً لوجود معمل الحرير الطبيعي في الدريكيش فمن الطبيعي أن تتركز تربية دودة القز في المناطق المجاورة له بشكل أساسي.

وتعتمد تربية دودة القز على أوراق أشجار التوت، ولقد بلغ عدد أشجار التوت في المحافظات المنتشرة فيها هذه التربية حتى عام 1997م الأعداد المبينة بالجدول(5-4).

الجدول 5 -4 : عدد أشجار التوت

المحافظة	المساحة/ دونم	العدد/شجرة
حمص	210	6000
طرطوس	3380	95100
حماة	1420	49700

وتتولى شركة الحرير الطبيعي في الدريكيش مهمة الإعلان وفتح باب الاكتتاب على بيوض الحرير الطبيعي للموسم الربيعي في شهر آب من كل عام وفق حاجة المزارعين في هذه المناطق، ويتم استيراد البيوض عن طريق المؤسسة العامة للصناعات النسيجية, حيث تصل البيوض في منتصف شهر نيسان وتقوم الشركة بتوزيعها على المزارعين المكتتبين. ويبين الجدول 5-5 عدد علب البيوض وإنتاجها من الشرانق للعام 1997.

الجدول 5 -5 : عدد علب البيوض وكمية إنتاجها السنوي للعام 1997

العام	عدد علب البيوض زنة(11.7)غ	الإنتاج الإجمالي (طن)
1995	2300	73.6
1996	1400	24.8
1997	1250	40
1998	1300	42

تبدأ فترة حضانة البيوض لدى الفلاحين بعد استلامها فوراً وبشكل فردي ولمدة أسبوع تقريباً، وذلك بتوفير ظروف الحضانة اللازمة (حرارة-رطوبة-اضاءة) لمدة ثلاثة أيام وبعدها يتم التعتيم على البيوض لمدة ثلاثة أيام تالية حيث تعرض للضوء لمدة (4) ساعات صباحاً وتكون نسبة الفقس 90% وبعد ذلك تبدأ مرحلة تربية اليرقات بعد الفقس مباشرةً والتي تمر بخمسة أطوار ومدتها 26 يوماً تستهلك خلالها اليرقة الواحدة (25)غ من ورق التوت المفروم، وبالتالي فإن علبة البيوض الواحدة سعة (20) ألف بيضة تستهلك يرقاتها (500) كغ من ورق التوت وفي نهاية الطور الخامس تبدأ مرحلة التشرنق وتستمر لمدة 8 أيام حيث يبدأ قطف الشرانق وجمعها ونقلها إلى مراكز التسويق التي تفتحها الشركة لهذه الغاية وبهذا تكون مدة توزيع البيوض وحتى توزيع الشرانق بحدود 40 يوماً.

إن دونم واحد من أشجار التوت يعطي 1400 كغ من أوراق التوت في موسمي الربيع والخريف بواقع 800 كغ في الربيع و 600 كغ في الخريف.

يبلغ مردود علبة البيوض الواحدة زنة 11.7غ حوالي 32 كغ شرانق والتي ينتج عنها 4.57 كغ خيوط حرير.

5-5-1-4 أنواع الحرير الطبيعي

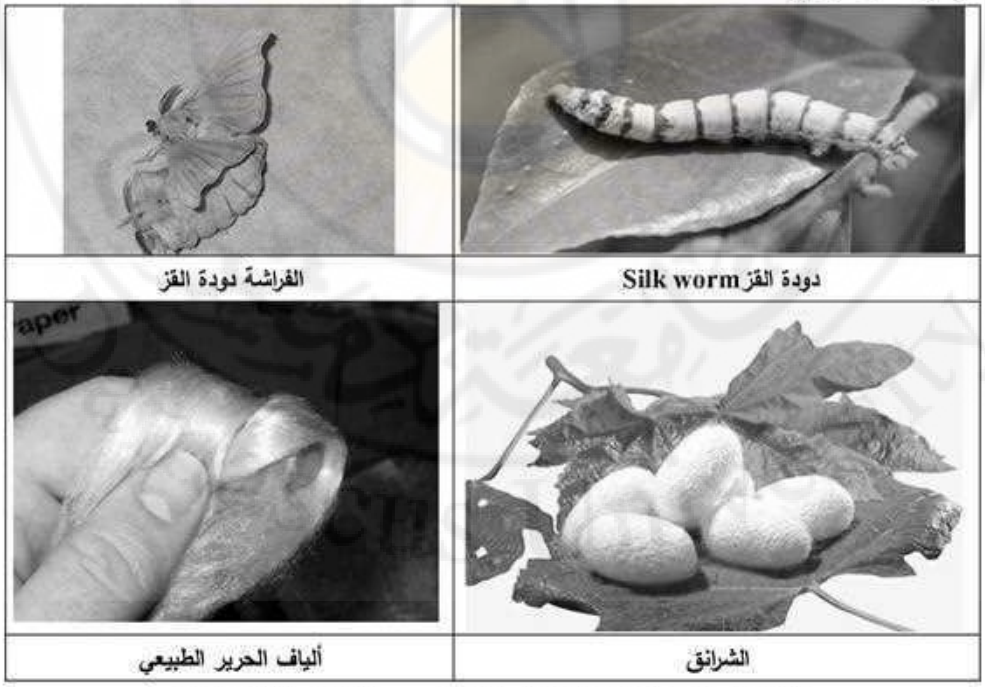
1. **حرير مزروع** :يمكن زراعة الحرير بصورة تجارية غالبًا من دودة القز الكبيرة البيضاء ذات الأجنحة المخططة بالسواد. حجمها كبير نسبيا وجسمها قصير وأرجلها ضخمة وتتغذى على أوراق شجرة التوت.

2. **الحرير البري** لونه الطبيعي بني أو أصفر غامق، يستخرج من ديدان القز التي تتغذى على أوراق شجرة البلوط ، وتنمو في الصين والهند، ويصعب تبييض الحرير البري بسبب لونه، كما أنه أقل لمعانا من الحرير المزروع، وغالبا يخلط مع ألياف أخرى. وتعد الصين وبعض دول الاتحاد السوفياتي سابقا مثل أوزبكستان الدول المتصدرة لإنتاج الحرير[49] .

دودة القز Silkworm :

أهم أنواع الحرير هو من إفراز دودة القز (Mulberry Silk Worm) أو (Bombyx Mori) وهي دودة أليفة موطنها الأصلي الصين كما تعتبر اليابان من المصادر الهامة للحرير.

وتوجد حشرات أخرى تفرز الحرير الطبيعي ولكنها أقل أهمية، ويصنف حرير هذه الحشرات بالحرير البري (Wild) أو توسا (Tussah). ويبين الشكل(5-17) دودة القز والفراشة والشرانق .



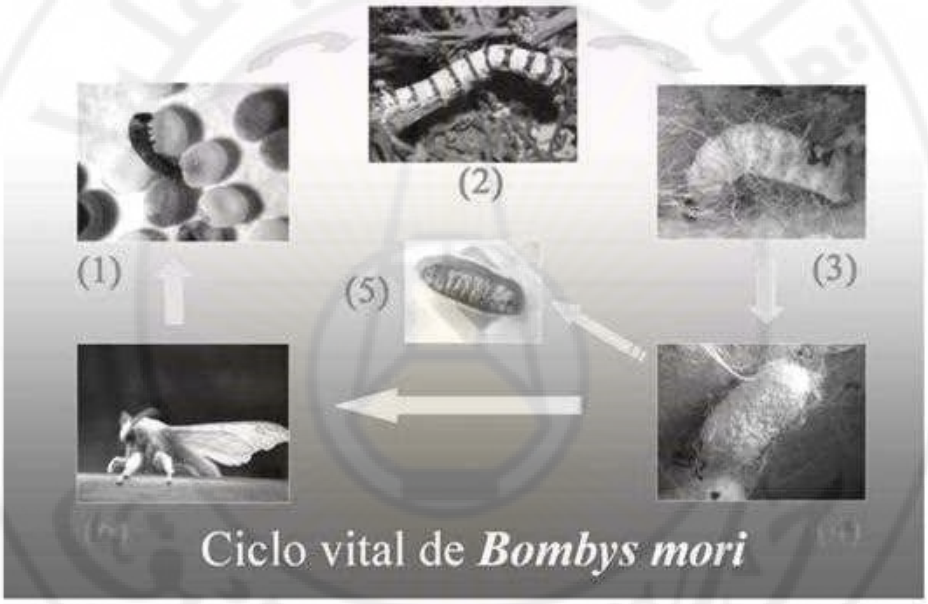
الشكل 5-17 :الشكل العام لدودة وفراشة الحرير والشرانق والألياف [38]

- **تشكيل ألياف الحرير الطبيعي وتكوين الشرانقCocoons :**

تمر عملية تشكيل شعيرة الحرير بأربعة مراحل وفقاً لما يلي:

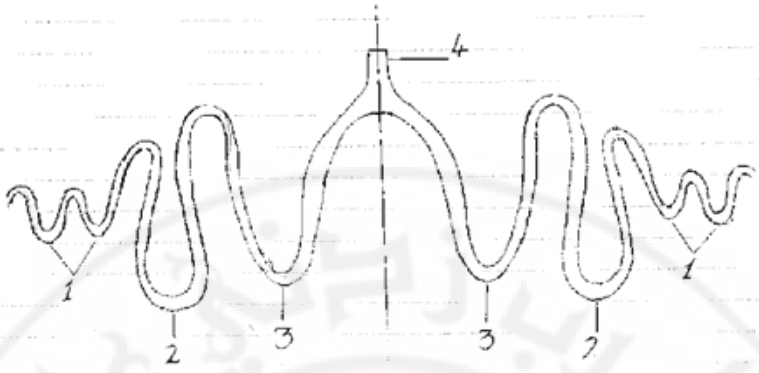
البيضة ← اليرقة ← العذراء ← الفراشة

ويبن الشكل: 5-18 دورة حياة دودة القز بومبيكس موري، والفراشة الحرير وشكل الشرانق .



الشكل 5-18 : دورة حياة دودة القز بومبيكس موري ، والفراشة الحرير وشكل الشرانق.

يوجد في جسم دودة الحرير نظام مكون من غدتين لعابيتين orifices spinnerets متناظرتين متوضعتين في أربعة مناطق منفصلة. ويبدو النظام الغددي لدودة القز كما في الشكل(5-19).



الشكل 5-19: النظام الغددي لدودة القز[23]

ويتكون النظام من المنطقة الخارجية (1) حيث تتشكل فيها مادة الفيبروين fibroin اللزجة، وفي المنطقة الثانية (2) تتجمع مادة الفيبروين، وتفرز المادة الصمغية (السيريسين sericin)، في المنطقة الثالثة (3) تتم عملية الغزل وتتكون من مغزلين متوازيين، وتحدث فيها عملية ترقيق (تنعيم) للمادة اللزجة وتوجيه السلاسل الجزئية الشعرية التي تغلف بمادة السيريسين الصمغية.

وفي المنطقة الرابعة (4) منطقة التقاء المغزلين وبَثْق (إفراز) المادة (الخَيْطَان) بوسط حمضي، ويلتحم الخيطان بمجرد تعرضهما للجو الطبيعي، وتخرج مادة السيريسين من غدتين أخريين غير غدتي إفراز الحرير وتوجدان بالقرب من بعضهما.

تفرز دودة القز الحرير في شكل سائل من غدتين لعابيتين orifices spinnerets كل غدة تفرز على حده، ويسمى السائل فيبروين fibroin وهو المادة الأساسية للحرير. وبمجرد خروج السائل من الغدتين اللعابيتين ينم تجميعه coagulation عند تعرضه للهواء وفي نفس الوقت تفرز الدودة مادة صمغية (السيريسين sericin) تخرج من غدتين منفصلتين بالقرب من الغدتين اللعابيتين وتحيط المادة الصمغية بالخيطين وتربط بينهما. وبذا يتكون الخيط عند تجمعه من الفبروين وهي المادة البروتينية الأساسية المكونة للحرير ومن المادة الصمغية السيريسيت المحيط بالخيطين. وتتغذى دودة القز على أوراق التوت Mulberry tree [1] .

أما الحرير البري فهو من إفراز حشرات برية تسمى Anthereae Militha . وتعيش في المناطق البرية wild في الهند وشمال شرق الصين. وهي دودة أكبر حجماً من دودة القز الأليفة حيث يبلغ طولها 15سم، وهو ضعف طول الدودة الأليفة تقريباً وتتغذى الدودة البرية على أوراق الشوفان oats في الأماكن المكشوفة .

تغزل دودة القز الخيطين في حركة شبيهة بالحرف 8 طول كل خيط 600- 1000م حسب ظروف تربية وغذاء الدودة. ويلف الخيطان حول الدودة وتتكون في النهاية الشرنقة cocoon التي بغلف الدودة تماماً. وترقد بداخلها لمدة عشرة أيام تقريباً أو أكثر وتتحول الدودة إلى فراشة إما أن تخترق الشرنقة لتخرج لأجل اللقاح والتكاثر، حيث تضع الأنثى سبعمائة بيضة وعند خروج الفراشة من الشرنقة تحدث ثقباً في الشرنقة وبذا لا تصلح الخيوط منها لأن تكون خيوط مستمرة بل يصنع حرير الشرانق المثقوبة بنظام القطن cotton system كألياف قصيرة staple fibers ما يسمى بالحرير الجاب chappe silk. أو أن يتم قتلها للحصول على خيوط الحرير المستمرة قبل اختراق الشرنقة، وذلك بغلي الشرانق في ماء ساخن بدرجة 70م° وذلك تمهيداً بفك الحرير بإذابة المادة الصمغية السيريسين، ويتم فك الشرانق بعملية تدوير تسمى reeling .

وتجمع الشرانق بالنسبة لدودة القز البومبكس موري من الأماكن المعدة لها في حظائر التربية، بينما بالنسبة للحرير البري فإنها تجمع من الأشجار والأعشاب المتفرقة في الأماكن المفتوحة. وتُربَّى دودة القز تحت عناية ورقابة مكثفة في ظروف حرارة ورطوبة وتهوية سليمة مع الاهتمام البالغ بالنظافة والغذاء. وتُتَّبع اليوم أساليب غاية في الدقة، في المزارع الحديثة للحرير sericulture بالنسبة لتصميم أماكن التربية والتغذية والرقابة على صحة الدود بما يشبه العناية والدقة في مستشفيات حديثة [10] .

5-5-1-5 فرز الشرانق Sort cocoons

تتميز شرانق دودة القز باللون الأبيض والأصفر بالمقارنة مع اللون البني الفاتح لشرانق الحرير البري توساه، مما يجعل تبييض هذا الحرير من الصعوبة التي لا تخلو من الأضرار بالألياف. يبلغ طول الشرنقة في الحرير الأليف من البومبكس موري 2.5- 3

سنتمتراً وهي أصغر حجماً من شرانق الحرير البري من دودة الانثريا التي تفوق الدودة الأليفة في حجمها حيث يبلغ طولها 15 سم وهو تقريباً ضعف طول الدودة الأليفة.

تجمع الشرانق وتفحص لاستبعاد الشرانق المثقوبة عند خروج الفراشة للتكاثر وتصنع كل هذه الشرانق بنظام الشعيرات القصيرة Staple Fibres .

ومن هذه الشرانق المستبعدة من عملية فك الحرير للحصول على الخيوط المستمرة فهي الشرانق من الدودة المريضة حيث أن الشرنقة تكون كبيرة الحجم فاقدة للتماسك وتكون طبقات الشعيرات مفككة بحيث أنها لو أخضعت لعملية الفك والتدوير Reeling فإن الخيوط سوف لن تسحب في شكل خطي بل تتزلق طبقات كاملة من الشرنقة ما يسمى بـ sloughing-off وهذا يعيق عملية التدوير ولا يمكّن من إنتاج خيوط مستمرة ، وتتبني عملية فرز الشرانق على خبرة مكتسبة وموروثة، ومن ضمن مؤشرات فرز الشرانق أن سطح الشرنقة يجب أن يكون صلباً ومتماسكا وطبقات الحرير كثيفة ومتماسكة وغير مفككة وأن يكون لون الشرنقة ناصعاً. كما أن حجم الشرنقة أيضاً من محدّدات الجودة.

5-5-1-6 نمرة خيط الحرير وإعداده للنسيج [3, 4]

قد تبلغ نمرة الشعرة المفردة حتى 13 دينير، وهذه الشعيرات المفردة لا يمكن نسجها مباشرة ولذلك تجمع عدة شرانق 5-25 أو أكثر لتكوين خيط ذي نمرة ومتانة كافية لاجتياز عمليات التصنيع حتى مرحلة عمل القماش. وإذا افترضنا قماشاً من الحرير من خيوط بتجميع عشر شرانق مثلاً فإن نمرة الخيط تصبح 132 دينير وهذا ما يعادل 14.7 تكس أو 68 بالترقيم المتري Nm ما يعادل Ne40 وهذه النمرة هي المناسبة لقماش البوبلين مثلاً من القطن الرفيع (3.5-4 مايكروغرام/بوصة قيمة مايكرونير).

أن عملية فك الحرير عملية مازالت تمارس في الصين وخلافها كممارسة منزلية ضمن الصناعات الصغيرة cottage industry إلا أن هذه العملية أصبحت اليوم تتم في مصانع الحرير الحديثة بعناية ودقة وماكينات غاية في الدقة وعمالة فائق المهارة .

5-5-1-7 فك الحرير عن الشرانق: عملية فك الحرير تتم تحت رقابة فائقة باستخدام ماكينات مصممة خصيصاً بعناية ودقة، حيث توضع الشرانق في ماء ساخن وتستخدم

فرشاة متحركة تلتقط أطراف الخيوط من مجموعة الشرانق. بعد ذلك تجمع أطراف الخيوط وتوضع في دليل، ويتم تدوير الخيوط بعملية تسمى reeling وهذه العملية دقيقة جداً وتحتاج لعمالة ماهرة للعمل على هذه الماكينات الدقيقة، والمهم في عملية التدوير الرقابة المكثفة من العمال، بحيث يتم توصيل الشرانق بصفة مستمرة في حالة القطوعات حفاظاً على انتظامية الخيط وثبات قطره. هذا وفي عملية تجميع الألياف وسحبها لبكرة التدوير فإن الألياف تتلقى البرم وتسمى هذه العملية throwing والخيط throw yarn .

ويبين الشكل 5-20 مراحل الحصول على ألياف وخيوط الحرير الطبيعي المستمرة موضحاً علية اسم كل مرحلة .

الشكل 5-20: مراحل الحصول على ألياف وخيوط الحرير الطبيعى المستمرة

وتجري عملية تطبيق Doubling ثم عملية زوي Twisting على خيوط الحرير الخام للحصول على أنواع الخيوط ذات النمر المختلفة واهمها الأنواع التالية [9] .

1- خيوط الحرير الخام Singles : والتي تتكون من 3-8 شعيرات Filaments وقد يجري عليها برم وزوي خفيف وتستعمل كخيوط سداء أو لحمة في أقمشة التريكو .

2- حرير الترام Trame: حيث يجمع خيطين أو أكثر من الحرير الخام وتطبق معاً ثم تزوى بواقع 100-200 برمة في المتر، وتستخدم في خيوط اللحمة فهي أقل جودة Less perfect fibers .

3- خيوط الأورغانزين Organzine: وهي تتكون من خيطين أو أكثر من الحرير الخام، ويبرم كل خيط على حدة في اتجاه (Z) بواقع 400-600 برمة/م ثم تطبق الخيوط ويتم برمها في الاتجاه (S) بواقع 300-600 برمة/م.

وتستخدم تلك الخيوط في السداء لما يتطلبه من قوة، ولذا تصنع خيوط الأورغانزين من أجود الشعيرات Best and strongest fibers .

4- خيوط جيرينادين Gerenadine: وهي خيوط مشابهة لخيوط الأورغانزين غير أن برمها الشديد حوالي 1800 برمة/المتر يجعلها عاتمة(مطفية) .

5- خيوط بويل Poil: وهي خيوط خام مفردة Single تبرم عادةً في اتجاه (Z) بواقع 1500 برمة/م.

6- خيوط الكريب Crepe: وهي تتكون من خيطين حتى ثمان خيوط مفردة Single تطبق ثم تزوى زوياً شديداً 2400-4000 برمة/م وتعرض للبخار لتثبيت برمتها، وتستخدم في خيوط اللحمة لأقمشة الكريب المعروفة مثل: الكريب دي شين Crep de chine، الكريب ساتان Crepe satin، الكريب جورجيت Crepe Georgette (الذي تستخدم فيه الخيوط في كل من السداء واللحمة) والكريب ماروكين Crepe Marocain.

7- الحرير المغزول West silk: نحصل عليه من الشرانق المثقوبة وبقايا عملية الحل، حيث تقطع شعيرات الحرير بعد إزالة الصمغ منها إلى أطوال 7-20 سم ويجرى عليها عمليات التمشيط والسحب والبرم والزوي .

8- حرير التوساه Tussah silk: ونحصل عليه من شرانق الديدان البرية المعروفة بالتوساه (من أصل هندي وصيني) وتكون معظم الشرانق مثقوبة لخروج الفراشات منها، ولذا فإن الشعيرات تكون قصيرة وخشنة ولونها يميل إلى الاصفرار .

9- حرير ديوبيون Duppion silk: وينتج من اتحاد نوعين من الدود في تكوين الشرنقة، ويتميز بعدم انتظام قطر خيوطها، وتستخدم في انتاج أقمشة حريرة تشبه الكتان تستخدم في ملابس السيدات والبدل الرجالي .

ويمتاز الحرير الطبيعي بعدة صفات منها :

- النعومةSmoothness والسخاء Soft والملمس اللطيف Luxurious texture فلا يسبب الحساسية للجلد، كما تساعد على عدم اتساخها بسرعة .
- يعتبر الحرير من أقوى الخامات الطبيعية ويمتاز بقوة تحمل عالية Durability تتراوح بين 3.5- 5 غ/دينيير في حالة الجفاف وتنخفض قليلاً عند البلل.
- قدرته على الاحتفاظ بشكله واستعادته Good resiliency .
- مطاطية ومرونة عالية High elasticity .
- خفة وزنه إذ تبلغ كثافة الحرير الخام 1.30-1.37غ/دينيير والحرير المزال منه الصمغ 1.25 غرام/دينيير .
- قدرته على امتصاص الرطوبة بنسبة تصل 11% مما يزيد الاحساس بالراحة عند الاستعمال.
- موصل رديء للكهرباء ولذا تستخدم شعيراته كمادة عازلة للأسلاك الكهربائية .
- موصل رديء للحرارة مثل الصوف ويلعب وزن القماش دوراً في نقل الحرارة، حيث تشعرنا الأقمشة الثقيلة في الملابس للإحساس بالدفء.

تثقيل الحرير Silk weight: يتكون الحرير من مادة الفيبروين بنسبة 75% ومادة صمغية بنسبة 20-23 % وشمع ودهون 1.5 % وأملاح معدنية بنسبة 1.5 % .

ويتم التخلص من المادة الصمغية بعملية غلي، ولذا يعوض مقدار ما تفقده الخيوط من مادة السيريسين بإضافة بعض المثقلات مثل أملاح الحديد والقصدير، غير أن المزيد منها يسبب ضعف الشعيرات ويزيد من سرعة تآكلها ، وزيادة استعداد القماش للتجعد، ولذا فإن الأقمشة الحريرية المثقلة تتأثر عند طيها (حتى ولو كانت في ظروف تخزين جيدة) وتتكون الكسرات. غير أن لعملية التثقيل عيب تكوين البقع المائية Water

spotting الناتجة من هجرة المواد المثقلة وتجمعها حول قطرات الماء، لذا فقد قل استخدام الحرير المثقل.

5-5-2 خواص ألياف الحرير الطبيعي Silk properties

الخواص المورفولوجية Morphological properties

يتضح من الفحص المجهري لألياف الحرير أن المقطع العرضي للألياف (شكل 5-21) هو عبارة عن مثلثات مستديرة الأركان Triangle with rounded corners بينما المقطع الطولي للشعيرة (الشكل 5-22) يبدو اسطوانياً وناعماً وشفافاً. ويكتسب الحرير النعومة وطراوة الملمس بعد إزالة مادة السيريسين الشكل (5-21-أ). التي قبل إزالتها تجعل الفيبروبين خشن الملمس وغير منتظم وعند خروج الشعيرتين المستمرتين (الخيطين) من غدتي الدودة فإن قاعدتي الشعيرتين المستمرتين (الخيطين) تكونان متجاورتين كما في الشكل (5-21 - ب).

هذا وخيوط الحرير طويلة وناعمة وقد يصل طول الخيط من 1000 إلى 2000 متراً إلا أنه في المتوسط فهو حوالي 600-1000 متر ويبلغ قطر الشعيرة 15 ميكرون. ويتمتع الحرير الأليف بنعومة الملمس واللمعة lustrous بينما الحرير البري باهت اللون dull .

الشكل 5-21: المقطع العرضي لحرير البومبكس	الشكل 5-22 : مقطع طولي للشعيرة

أما الحرير البري فيبدو في القطاع العرضي للشعيرة (الشكل5-23) غير منتظم بطول الشعيرة ويؤثر هذا في الأقمشة المصنعة من التوساه، حيث يبدو المقطع الطولي للشعيرة (الشكل 5-24) غير منتظم وتظهر فيه أماكن منتفخة وهو عبارة عن شريط مسطح غير متناسق وبه مجارٍ وشقوق خطية linear marks بطول الشعيرة .

الشكل 5-23:المقطع العرضي لحرير التوساه[1]	الشكل 5-24: مقطع طولي لحرير التوساه

التركيب والخواص الكيميائية للحرير

يتركب الحرير من المواد الكيميائية المبينة بالجدول(5-6).

الجدول 5-6: المواد الكيميائية التي يتركب الحرير

العنصر	النسبة (%)
فيبروبين fibroin	75
السيريسين sericin	20-23
شمع ودهون	1.5
أملاح معدنية	1.5

يعتبر الفيبروبين هو المادة الأساسية المكونة للحرير وهي مادة بروتينية مثل الكيراتين التي يتركب منها الصوف وتتكون من عدد كبير من الأحماض الأمينية المتكاثفة والمتحدة بواسطة المجموعات الببتيدية peptide groups ومن أهم الأحماض الأمينية

التي تدخل في تركيب الفيبروين هو االبتروزين petrozine، الأنالين analine، الجليسين glycine والسيرين serine ووجه إختلاف الحرير من الصوف أن الفيبروين لا يشتمل على الأحماض الأمينية الكبريتية السيستينية sestin واحتواء الصوف على الكبريت يتمثل في صورة نسبة كبيرة من الحامض الأميني السيستيني.

أثر الكيماويات على الحرير Effect of chemicals on silk

التأثر بالأحماض Effect of acids: كما هو الحال في ألياف الصوف فإن الحرير لا يتأثر بالأحماض المخففة فهي تضفى عليه لمعة ولا تحدث تلفاً في الألياف. إلا أن الأحماض المعدنية المركزة تجعل الحرير يتحلل إلى أحماض أمينية بسيطة. أما الأحماض العضوية فإن الحرير يمتصها بسهولة مثل حامض التانيك وعلى ذلك فهي تستخدم في التجهيزات النهائية وصباغة الحرير.

تأثير القلويات Effect of alkali: يتأثر الحرير باستخدام الصودا الكاوية المركزة NaOH ويفقد الحرير متانته ولمعته ويذوب الحرير في القلويات المركزة في حالة تسخينها. أما القلويات غير المركزة مثل الصابون فإنها لا تؤثر على الحرير إلا إذا استمر زمن التعرض لمدة طويلة .

تأثير المواد المؤكسدة Oxidizing Agents: المواد المؤكسدة تؤثر على الحرير فلا ينبغي تبييض الحرير مثلاً بهيبوكلوريت الصوديوم لأنها تؤدي إلى ليونة الحرير وتلفه، كما ينبغي الحرص عند استخدام ماء الأكسجين H2O2 hydrogen peroxide في عمليات تبييض الحرير .

أثر المحاليل العضوية Organic Solvents: ليس للمحاليل العضوية أثر على الحرير كحمض التنيك Tannic acid الذي يستخدم للنظافة وإزالة البقع وليس له أثر يؤدي إلى تلف الحرير .

الخواص الفيزيائية للحرير Physical properties of silk

المتانة Tenacity: يتمتع الحرير بمتانة عالية 4.2-5.1 غ/دينير وهو جاف وعندما يتعرض للبلل فإن المتانة عند البلل wet strength تقل بنسبة 15% .

الاستطالة والرجوعية Elongation and Resiliency: للحرير استطالة متوسطة تبلغ 15-25% عندما يكون جافاً و33% للحرير الرطب . وعندما يتعرض الحرير لاستطالة نسبية قدرها 2% فإن رجوعية الحرير elastic recovery تبلغ 92% ويعني هذا أن الحرير لا يرجع كلياً لطوله الأصلي.

الاسترجاع Resiliency: للحرير خاصية متوسطة للاسترجاع حيث أن سرعة الاسترجاع من الكرمشة أقل بالمقارنة مع الصوف .

ثبات الأبعاد Dimensional Stability: الأقمشة الحريرية لها ثبات بعدي جيد حيث يقاوم الحرير الشد stretch والانكماش shrinkage في حالة الغسيل ولو حدث انكماش للحرير عند البلل فإن معاملته بالبخار تجعله يستعيد شكله.

اكتساب الرطوبة Moisture Regain: تبلغ نسبة الاكتساب القياسي عند الحرير 11% وعند التشبع يستطيع الحرير أن يمتص ثلث وزنه أي نسبة 33% وتساعد هذه الخاصية في عمليات صباغة الحرير وتجهيزه . يمتص الحرير خلافاً للألياف الأخرى شوائب كأملاح معدنية وقد يكون هذا ضاراً يؤدي لإضعاف الحرير وإهدار جودته .

الخواص الحريرية Thermal Properties: مثل الصوف يحترق الحرير برائحة الريش المحروق ويتحمل الحرير حرارة 135°م (275ف) حتى لفترة طويلة من التعرض ولكن إذا ارتفعت الحرارة إلى 177°م (350ف) فإن هذا يتلف الألياف. وفي حالة كي الحرير بحرارة أكثر من 150°م فإن لون الحرير يتغير ويظهر هذا بوضوح على سطح القماش .

الكثافة Density: تبلغ الكثافة الحرير 1.25-1.34غ/سم^3 تبعاً لمصدره.

الخاصية الكهربائية Electrical property:

يعتبر الحرير عازلاً كهربائية ولذلك يستخدم في تغطية أسلاك الكهرباء ولأن الحرير موصل ردئي للكهرباء فإن هذا يجعل الحرير عرضة لتوليد الكهرباء الساكنة .

أثر ضوء الشمس Effect of sunlight: لأشعة الشمس أثر ضار على الحرير حيث تؤدي إلى تحلله بتعرضه لعملية أكسدة تؤدي إلى تلف الألياف ولذلك يحتاج الحرير لعناية خاصة في التخزين حتى لا تتعرض الأقمشة للأكسجين في الهواء فيتسبب في التحلل التدريجي للحرير مما يستوجب حفظها في جو مغلق .

5-5-3 استعمالات ألياف الحرير الطبيعي

الحرير من أقوى الألياف الطبيعية، إذ أن خيطه أقوى من شعيرة فولاذية للقطر ذاته، وله مرونة عالية عند شده، ويستعيد أبعاده الأصلية عند إزالة قوة الشد المؤثرة عليه. الحرير يسمى ملك الألياف لأن بريقه الطبيعي لا يتوافر إلا في القليل من الألياف الأخرى.

يستخدم لصناعة الملابس، والملابس الحريرية خفيفة الوزن جداً وأدفأ من الملابس المصنوعة من القطن أو الكتان أو الحرير الصناعي ويمكن كي الحرير بسهولة فهو مقاوم للانكماش.

استخدام الحرير والعناية به The use of silk and take care of it

عند استخدام الأقمشة الحريرية ينبغي مراعاة العوامل التالية :

- يفضل استخدام الغسيل الجاف dry cleaning للملبوسات الحريرية أو توخي الحذر عند غسيلها بأن يتم ذلك باستخدام صابون يخفف أو منظف تركيبي synthetic detergent في ماء دافئ وليس ساخن.
- عند تبييض الحرير ينبغي الحذر عندما تستخدم المواد المؤكسدة مثل هيبوكلوريت الصوديوم وكذلك عدم استعمال مواد تحتوي على الكلوريد مثل حامض الهيدروكلوريك (HCL) .
- يتأثر الحرير بالعرق ويتغير لونه وبما أن الحرير يتأثر بمادة الكلوريد فإنه ينبغي الحذر عند استعمال المواد المزيلة للعرق لأنها تحتوي على كلوريد الألمنيوم وفيه مادة قد تؤدي لتلف الحرير .

5-6- ألياف حيوانية أخرى Other animal fibers

1- شعر الجمل Camel :

نحصل على الشعر من الجمل بالتمشيط أو القص وذات لون الرمال أو الصفر الرمادي لونها محبوب وغالباً لا يصبغ .

يستخدم في صناعة الألبسة الناعمة كخليط مع الصوف وصناعة الأردية الخارجية الثخينة مثل المانطو، وحشوات كونها خفيفة ودافئة. تكثر تربية الجمال الذي ينتج الوبر وخاصة الجل ذو الصنمين في منغوليا والتبت .

2- شعر اللاما والباكا Lama And Alpaca:

وهي من عائلة الجمال تعيش في جنوب أمريكا، يتراوح طول الشعر بين 20-30سم ويمتاز بنعومته ولمعته وطراوته وتتراوح ألوانه بين البني الفاتح والغامق والرمادي والأسود.

3- الأنجورا Angora:

هي أرانب تعيش في فرنسا يتميز شعرها بدقته وطراوته وخفته (Fluffy) وطوله ولونه الأبيض الصافي .

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل السادس

الألياف المعدنية Metallic Fibers

تمهيد

الألياف المعدنية كالأسبست أو الأميانت تتألف من ألياف يتم استخراجها من مناجم خاصة، وهي مواد غير عضوية تحتوي على العديد من المعادن الطبيعية التي يدخل في تركيبها أملاح السيليكات إلا أنها تختلف عن بعضها في التركيب الكيميائي والخواص الطبيعية. وتوجد الألياف المعدنية إضافة لألياف الأسبست في أشكال مختلفة الصزف الصخري والليلياف الزجاجية وغيرها.

6-1 ألياف الأسبست Asbestos Fibers

6-1-1 أنواع ألياف الأسبست Asbestos Fibers Types :

الأسبست أو الأميانت هو مجموعة معادن من زمرة التريموليت. تتألف من ألياف يتم استخراجها من مناجم خاصة، وهي مواد غير عضوية تحتوي على العديد من المعادن الطبيعية التي يدخل في تركيبها أملاح السيليكات إلا أنها تختلف عن بعضها في التركيب الكيميائي والخواص الطبيعية لاختلاف كميات المغنيزيوم والحديد والصوديوم والأوكسجين والهيدروجين فيها.

الكيميائيّة للأسبست $Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4$.

Na

6-1-2 عملية استخراج ألياف الاسبست

The Process of Extracting Asbestos Fibers

تستخرج ألياف الأسبستوس من مصادر صخرية وتسمى أسبست Asbestos وهي المادة المعدنية الطبيعية الوحيدة التي تستخدم في الأغراض النسيجية. تم اكتشاف كميات كبيرة من الأسبست في القرن التاسع عشر في كندا وجنوب أفريقيا. توجد أنواع كثيرة من الصخور التي يمكن تستخرج منها الألياف المعدنية الصالحة للأغراض النسيجية. لكن عدداً قليلا منها توجد له جدوى اقتصادية وقد ثبت أن نوعاً واحداً منها من

الألياف الصخرية يصلح كألياف نسيجية وهو ألياف الكرايوتايل Chrysotile، حيث تمثل هذه المادة 95% من الأسبست الصالح لأغراض نسيجية، خاصة في مجال الأقمشة الصناعية Industrial Fabrics الواقية ضد الحريق لاستخدامها بواسطة فِرق المطافي Fire Brigacle. وتتمتع هذه الأقمشة بمقاومة عالية جداً ضد النار. تتكون مادة الكرايسوتايل Chrysotile من سلكات الماغنزيوم المموه:

Hydrated Magnesium Silicate $[Mg_3Si_2O_5(OH)_4]$

وتتم عملية استخلاص ألياف الأسبست من الصخور البازلتية باتباع الخطوات التالية :

1- جمع الصخور البازلتية أو الصخور التي تحتوي على الأسبست (الكريسونيل).

2- تنقية الصخور وتخليصها من الشوائب .

3- تكسير الصخور وتحويلها إلى حصيات صغيرة

4- نقل الحصى إلى الفرن وصهرها وتحويلها إلى عجينة

5- تحويلها إلى شعيرات لا نهائية مستمرة أو شعيرات قصيرة.

6- تحويله إلى فرشات أو أنابيب أو خيوط على حوامل خاصة.

6-1-3 خواص ألياف الاسبستوس Characteristics of Asbestos Fibers

تتمتع ألياف الأسبست (الكرايسوتايل) بخواص كثيرة تؤهلها لأن تكون صالحة للاستخدامات النسيجية ومن هذه الخواص الآتي :

1- متانة عالية تبلغ 2.5-3.1 (غ/دينير).

2- طول مناسب يمكن من غزلها لغزول مختلفة.

3- مقاومة عالية ضد الحريق حيث تنصهر الألياف في درجة حرارة عالية تبلغ 1520°. وحتى عندما تتعرض لدرجة حرارة عالية جداً لزمن بسيط فإن الألياف لا تتعرض لتلف مما يجعل أقمشة الأسبست صالحة لصنع الأقمشة الواقية لرجال المطافي.

4- المقاومة العالية للكيماويات .

5- تتمتع الألياف بملمس طري وهي ناعمة جداً ويبلغ قطرها 2/1 ميكرون، وهي ألياف معدنية بلورية مضلعة السطح ذات مقطع عرضي مربع .

6- كثافة ألياف الأسبستوس 2.5-2.8 غ/سم^3 وهي من أثقل الألياف النسيجية .

7- حسب مصادر الألياف فإن لونها يمكن أن يكون أصفراً أو رمادياً أو أخضراً.

8- لقد ثبت أنّ لألياف الأسبست آثاراً ضارةً على صحة الإنسان حيث تُسبّب سرطان الرئة، ولذلك انحسر الإقبال على ألياف الأسبست. وقد صدرت قوانين في أمريكا بحظر استخدام مادة الأسبست واستبداله بألياف أخرى .

6-1-4 استعمالات ألياف الأسبستUses of Asbestos Fibers

يستخدم الأسبست في عدة مجالات نذكر منها :

1- قماش فرامل السيارات.

2- مرشحات الكيماويات والأحماض والسوائل لأن السوائل تسبب صدأ المرشحات المعدنية.

3- يستخدم الأسبست في تغليف أنابيب البخار وعزلها، وعمل فتيلات المصابيح Lamp Filaments.

4- يستعمل في صنع الستائر بالمسارح لمقاومته العالية للحريق .

بدائل الأسبستوس Substitutes of asbestos:

لقد ثبت منذ أكثر من 40 سنة (في السبعينات) أن للأسبست مضاراً على صحة الإنسان ولذلك بدأ التفكير في بدائل أخرى أكثر أماناً. وقد تم التوصل أن ألياف الكاتيول نوفولويد Kynol novoloid يمكن أن تكون بديلاً لألياف الأسبست حيث تشمل على 85% بالوزن من مادة نوفولاك Novolac وذلك بنص لوائح هيئة التجارة الاتحادية الأمريكية American Federal Trade Commission.

من بدائل الأسبستوس أيضاً :

- ألياف نوماكس أراميد Nomax Aramid .
- ألياف الكربون .

6-2 الصوف الصخري Rock Wool

ويُطلق عليه أيضاً الصوف المعدني أو الألياف المعدنية أو ألياف معدنية من صنع الإنسان. وهو عبارة عن ألياف مصنوعة من المعادن الطبيعية أو الاصطناعية. يستعمل الصوف الصخري بكفاءة عالية في تطبيقات العزل الحراري والعزل الصوتي ومنع انتشار الحريق حيث يوفر جميع هذه المزايا في وقت واحد وذلك لتميزه بمعامل توصيل حراري منخفض جداً ولقدرته العالية على امتصاص الموجات الصوتية الساقطة عليها.

تم اختراع الصوف الصخري لأول مرة في عام 1840 في ويلز، بريطانيا من قبل إدوارد باري، إلا أنه فشل في إنتاجه تجارياً. وقد أنتج لأول مرة تجاريا في عام 1871 في أوسنابروك في ألمانيا.

6-2-1 تكنولوجيا صناعة الصوف الصخري

تعتبر الصخور البازلتية البركانية هي (المواد الأولية) في تصنيع الصوف الصخري حيث يتم جمعها ونقلها إلى المعمل ليتم صنع الصوف الصخري على عدة مراحل بحيث يمر أولاً بمرحلة إنتاج الليف ويتم ذلك على عدة خطوات ومن ثم مرحلة هندسة الليف لينتهي أخيراً بحزم وتغليف الصوف المصنع وتسويقه على عدة أشكال (الألواح، اللفائف، الفرشات، مغلفات الأنابيب، الصوف السائب) ويتم إنتاج هذه الأنواع بأبعاد وكثافات متفاوتة حسب الطلب [44].

تتكون عملية تصنيع الصوف الصخري من المراحل التالية:

يبين (الشكل 6-1) مراحل تصنيع الصوف الصخري.



الشكل 6-1 : مراحل تصنيع الصوف الصخري

أولاً : مرحلة إنتاج الليف :

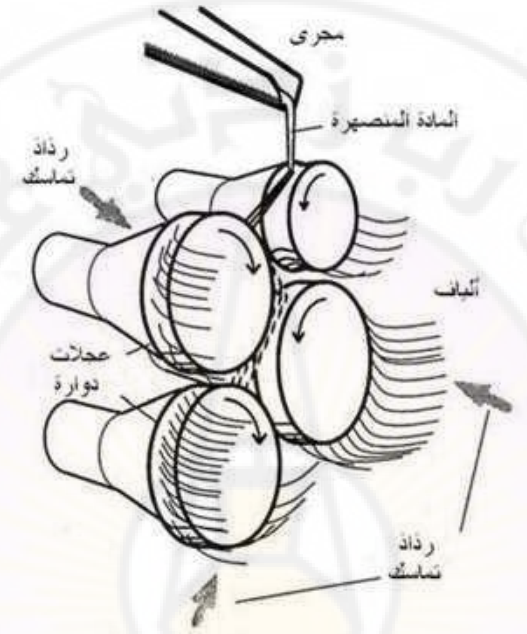
1. بعد جمع المواد الأولية (الصخور البازلتية) واختيار الأحجام المناسبة تُلقى صخور البازلت البركانية من الأعلى في أفران حرارية خاصة بالصهر (ذات شكل عامودي) كما هو موضح في الشكل (6-1).

لتدخل في مرحلة التسخين في البداية حيث تكون درجة حرارة الغاز 500 درجة مئوية وتدريجياً تبدأ الصخور بالانصهار نتيجة ارتفاع حرارة الغاز في الفرن إلى 1500 درجة مئوية حيث تبدأ بالانصهار نزولاً حتى وصولها إلى حوض تتجمع فيه المادة المنصهرة الناتجة عن العملية.

الشكل 6-2: أفران حرارية خاصة بالصهر (ذات شكل عامودي)

2. تسكب المادة المنصهرة بالتدريج عن طريق مجرى على أربعة أقراص فولاذية تدور بسرعة 4800 دورة/دقيقة وبالتالي نتيجة ضغط الهواء الحاصل بين العجلات تبدأ المادة المنصهرة بالبرود والتحول إلى ألياف وشعيرات وتتضمن عملية الدوران ضخ رذاذ من مادة راتنج الفينول فورماليهايد لضمان تماسك هذه الألياف والشعيرات الناتجة عن العملية ومنع حدوث أي شروخ فيها وإكساب المنتج المرونة كما يضاف بكمية قليلة جداً زيت

لمنع حدوث الغبار وتقوية مقاومة المنتج الطبيعية للالتصاق بالمياه والرطوبة، كما هو موضح في الشكل (6-3).



الشكل 6-3: مجرى من أربعة أقراص فولاذية لتشكيل الألياف الصخرية

ثانياً: مرحلة هندسة الليف: تشبه عملية إنتاج الصوف الصخري إنتاج حلوى الشعر (غزل البنات) كما في الشكل (6-4). تجمع الألياف وتكبس بطريقة آلية أوتوماتيكية الشكل (6-5).



الشكل (6-4:ألياف الصوف الصخري



الشكل 6-5: تشكيل فرشات الصوف الصخري

تنتج أيضاً ألواح بسماكات وكثافات مختلفة تتراوح من 3 سم إلى 10 سم ومن كثافة 40 كغ/م^3 إلى 170 كغ/ م^3 كما في الشكل (6-6) ويلاحظ هنا الاختلاف الكبير، حيث يتحول الصخر أثناء عملية الإنتاج من كثافة 3000 كغ / م^3 إلى 40 كغ/ م^3.

الشكل 6-6: ألواح عزل مصنوعة من الصوف الصخري

ثالثاً: مرحلة تسويق: يتم تجميع الألياف على خطوط إنتاج خاصة ويتم تجميعها في عدة أشكال مثل :الألواح، اللفائف، الفرشات، مغلفات الأنابيب، الصوف السائب ويتم إنتاج هذه الأنواع بأبعاد وكثافات متفاوتة حسب الطلب كما في الشكل (الشكل 6-7).

الشكل 6-7 : منتجات الصوف الصخري

6-2-2 خواص الصوف الصخري

1. **موصلية حرارية منخفضة:** يعتبر الهواء الساكن من أكثر المواد عزلاً للحرارة حيث يحتوي لوح الصوف الصخري ذو الكثافة المتوسطة على ما مقداره 25.000 كيلومتر من الشعيرات، تقوم هذه الشعيرات بتشكيل عدد كبير جداً من الفجوات الهوائية المحبوسة بينها والتي بدورها تعيق انتقال الحرارة عبرها بشدة معطية منتجاً ذا موصلية حرارية منخفضة[19, 22] .

2. **عازل صوتي فعال:** عند تركيب الصوف الصخري داخل الجدران فإنه يعمل على التقليل من نسبة الصوت المنتقل عبر القاطع إلى الجهة المجاورة وقد تم اختبار عدة قواطع جبسيه بداخلها صوف صخري طبقاً للمواصفة ASTM E90 حيث أظهرت رتبة انتقال صوت منخفضة جداً.

3. **معامل امتصاص صوت مرتفع:** يتميز الصوف الصخري بأنه ذو خلايا مفتوحة وهو ما يمكنه من امتصاص معظم الموجات الصوتية الساقطة عليه، وقد تم اختبار امتصاص الصوت لعدة أنواع من الصوف الصخري وذلك طبقاً للمواصفة ASTM C423، حيث أظهرت النتائج معامل امتصاص صوتي مرتفع جداً.

4. **غير قابل للاحتراق:** تتميز شعيرات الصوف الصخري بخلوها من المواد العضوية ما جعلها تحافظ على وزنها عند تعرضها للحريق وقد تم اختبار الصوف الصخري بالمواد المعتمدة للاستخدام بالسفن وأثبتت أنه مادة غير قابلة للاحتراق، الشكل (6-8) .

الشكل 6-8: مادة غير قابلة للاحتراق

5. غير قابل لامتصاص الرطوبة والمياه: للرطوبة تأثير سلبي على الموصلية الحرارية للمواد العازلة وتعتبر شعيرات الصوف الصخري غير عاشقة للمياه كما يتم معالجة الشعيرات بمواد خاصة لزيادة فعالية مقاومتها للرطوبة وقد تم اختبار هذه الميزة بوضع المنتج في ظروف رطوبة عالية جداً لمدة أربعة أيام و تبين أنه لا يميل إلى امتصاص الرطوبة قطعياً.

6. لا يتأثر بمرور الزمن: حيث أن الصوف الصخري يتكون من شعيرات طبيعية مستقرة كيميائياً وبالتالي فإن أداءه في العزل الحراري والصوتي لا يتغير وذلك نتيجة لمحافظة المنتج على خواصه الطبيعية

7. غير ضار صحياً: تتميز شعيرات الصوف الصخري بعدم قابليتها للاستنشاق وخلوها من مركبات الأسبستوس وبالتالي تم تصنيفه ضمن مجموعة المواد الغير مسببة للسرطان من قبل الوكالة العالمية لأبحاث السرطان IARC.

8. غير ضار بالبيئة: لا ينتج عن عملية تصنيع الصوف الصخري أي مخلفات صناعية ضارة بالبيئة.

9. خامل حيوياً: الصوف الصخري مادة غير عضوية وخاملة حيوياً لأنها مصنعة من الصخور البركانية وبالتالي تعتبر وسطاً غير ملائم قطعياً لنمو الفطريات والبكتيريا والقوارض وقد تم اختبارها حسب المواصفات الأمريكية .

10. متوافق مع مواد البناء المختلفة: التركيب الكيميائي للصوف الصخري يتكون من أكاسيد السليكا والألمنيوم والكالسيوم. وتعتبر هذه المواد المكون الرئيسي لمعظم المواد الإنشائية مثل الاسمنت, الطوب, والجبس. وعليه فان الصوف الصخري يكون ملائما للاستخدام مع هذه المواد.

11. خفيف الوزن وسهل المناولة: ينتج الصوف الصخري بكثافات مختلفة من 30-240 كجم/م^3 ولكل من هذه الكثافات استخدامه المناسب, وعليه فإن أقصى كثافة للصوف الصخري تمثل 10-15% من كثافة المواد الإنشائية وبالتالي فإن استخدام الصوف الصخري لا يشكل عبئاً وزنياً على المنشأة.

12. مرونته المرتفعة: وهذا ما يساعد كثيراً في عملية التركيب خاصة عند ملء الفراغات, ولا يحتاج الصوف الصخري إلى أدوات معقدة لتشكيله ليتناسب مع الاستخدام المطلوب حيث أن المشرط أو السكين تؤدي الغرض.

الخواص الكيميائية للصوف الصخري

أ- غير عضوي

ب- يتركب بصورة أساسية من السليكا والالومينا كما في التركيب الأصلي للبازلت بحيث تقوم الأكاسيد المقاومة للحرارة بتنشيط استقرار وثبات المنتج عند درجة الحرارة العالية.

ت- يزيد أوكسيد الألمنيوم من لزوجة المنتج ومن مقاومته الكيماوية. أما أكاسيد الكالسيوم والماغنيسيوم والتيتانيوم فإنها تزيد من مقاومة المنتج للمياه ولحدوث التآكل.

ث- تعادل كيميائيا. لا يشجع ولا يسبب حدوث التآكل للمعادن الملاصقة له.

ج- لا يحتوى على الكلوراید ولا على الكبريتات ولا على الأسبستوس.

التركيب الكيميائي للصوف الصخري

يبين الجدول (6-1) التركيب الكيميائي للصوف الصخري بنسبة مئوية في الوزن

الجدول 6-1: التركيب الكيميائى للصوف الصخري بنسبة مئوية فى الوزن

م	النسبة المئوية	الصيغة الكيميائية	اسم المركب
1	49.79 %	SiO2	سليكا
2	14.02 %	Al2O3	الومينا
3	15.05 %	Fe2O3	اوكسيد الحديد
4	10.23 %	CaO	اوكسيد الكالسيوم
5	5.25 %	MgO	مغنيسيا
6	1.83 %	Na2O	اوكسيد الصوديوم

7	1.01 %	K2O	اوكسيد البوتاسيوم
8	2.66 %	TiO2	اوكسيد التيتانيوم
9	00.00 %	CL--	كلوريد
10	00.00 %	SO3--	كبريتات

خواص وأداء منتجات الصوف الصخري:

أداء الصوف الصخري في الحماية من الحريق:

أ- تصنيف مادة الصوف الصخري طبقا للمقاومة من الحريق: لا يحترق، لا يلتهب، لا يشتعل .

ب- درجة الحرارة العملية: 750 درجة مئوية.

ت- درجة حرارة انصهار الشعيرات: أكبر من 1000 درجة مئوية.

ث- زمن الحريق: ≥ 130 دقيقة عند عزل الفراغات.

ج- معامل إحداث الدخان: صفر. (قليل جداً بسبب النسبة القلية جداً من المواد المضافة الرابطة).

ح- معامل الحرارة النوعية: 0.13 كيلو كلوري / كغ كلفن.

خ- الموصلية الحرارية: تعتمد على كثافة المنتج وعلى متوسط درجات الحرارة وتتراوح من (0.029) إلى (0.039) واط / متر. كلفن لمتوسط درجات حرارة من (صفر إلى 120 درجة مئوية) وكثافة 100 كغ/ م^3

مقاومة الصوف الصخري للمياه

أ- تصنيف مادة الصوف الصخري طبقا لمقاومة الالتصاق بالمياه : مقاوم للالتصاق، طارد للمياه .

ب- تأثير الرطوبة على ثبات المنتج: لا يوجد، والسبب أن الرطوبة سوف تتبخر تماما تاركة شعيرات الصوف الصخري مع خواصها العازلة الأصلية.

ت- أقصى امتصاص للرطوبة بين طبقات العزل :لا يوجد .

خواص العزل الصوتي لمنتجات الصوف الصخري

– بسبب البناء التركيبي للشعيرات ووجود الهواء والفجوات فإن منتجات الصوف الصخري تُعطَى خواص عزل صوتي ممتازة كما أن قيمة معامل تخفيض الضوضاء يعتمد على كثافة المنتج وسمك العزل والقيمة تتراوح عموما من 85% إلى 100%.

خواص الصوف الصخري في مقاومة التآكل :

معامل PH لقياس الحامضية والقاعدية : 6.9 أو قاعدية بصورة طفيفة متعادل كيميائياً.

احتواء الكلورايد: لا يوجد

احتواء الكبريتات: لا يوجد

احتواء المواد العضوية: لا يوجد

احتواء الأسبستوس: لا يوجد

احتواء ايون الفلورايد: قليل جداً (نسبة مقبولة)

امتصاص الرطوبة: قليل جداً (0.02% بالحجم في نسبة رطوبة جوية 92% لمدة 72ساعة) وتعتبر مادة طاردة للمياه

خواص الأمان البيئي والصحي لمنتجات الصوف الصخري(الجدول 6-2):

الجدول 6-2: خواص الأمان البيئي والصحي لمنتجات الصوف الصخري

المنشأ	المعدن الطبيعي لصخور البازلت
شعيرات البازلت	من 95 إلى 100%
زيت مانع الغبار	أقل من 0.5%
احتواء المواد العضوية	غير عضوية
راتنج الفينول فورمالديهايد الرابط	من صفر إلى 5% وزناً (يعتمد على نوع المنتج)
مستوى انتشار الشعيرات	اقل من 1 شعيرة في السنتيمتر المكعب الواحد
مجموع الأكاسيد القاعدية الأرضية	أكبر من 18% وزناً
انبعاث الرائحة	لا يوجد

- منتجات الصوف الصخري يجب أن تكون خالية من الغازات الضارة بالبيئة مثل CFC, HCFC أو أي غازات ضارة بطبقة الأوزن أو مسببة للانحباس الحراري.
- منتجات الصوف الصخري لا تحترق ولا تشتعل ولا تؤدى إلى انتشار اللهب أو الاحتراق السطحي وتتحمل درجة حرارة عالية 750 درجة مئوية ودرجة انصهار الشعيرات أكبر من 1000 درجة مئوية ويجب أن تتطابق متطلبات الأمان في مقاومة الحريق دون أي أضرار صحية .

خاصية التطابق الانشائي لمنتجات الصوف الصخري: بسبب احتواء التركيب الكيميائي لمنتجات الصوف الصخري على نفس الأكاسيد المعدنية والموجودة في تركيبات معظم مواد البناء لذلك تعتبر منتجات الصوف الصخري متطابقة إنشائيا مع معظم تلك المواد

خاصية مقاومة الانضغاط لمنتجات الصوف الصخري:

تعتمد مقاومة الانضغاط لمنتجات الصوف الصخري على كثافتها، عموماً لا يحدث تمدد أو تشقق عندما يتعرض المنتج إلى أثقال بالإضافة إلى أن المنتج تزداد متانته بزيادة الأثقال المسلطة عليه.

6-2-3 مجال استخدام الصوف الصخري

1-عازل للحرارة 2-أسطوانات عالية الضغط (مثل أسطوانات الغاز والصهاريج). 3-شفرات الطاحونة الهوائية
4-أعمدة المصابيح 5-جسم السفينة 6-هيكل السيارات
7-معدات الرياضة 8-مقو للإسمنت (مثلاً الجسور والمباني). 9-رباط في جدار التجويف

6-2-4 تكنولوجيا إنتاج الصوف الصخري في سورية

يتم إنتاج الصوف الصخري في سوريا في معمل حمص التابع لمؤسسة الإسكان العسكرية الفرع /122/ في المنطقة الوسطى، جنوب مدينة حمص. ونبين فيما يلي لمحة مختصرة عن المعمل.

1- توصيف المعمل

- أنشئ المعمل في العام 1985 من قبل شركتي (ريفيربري وكاما ميكانيكا الايطاليتيين)
- طاقته الانتاجية الحالية (200) طن شهرياً من مادة الصوف البازلتي .
- المادة الأولية المستخدمة هي الحجر البازلتي المكسر بأبعاد 3-7سم.
- الوقود المستخدم في فرن الصهر هي مادة الفيول بمعدل 2 طن/اليوم (24 ساعة عمل).
- لايزال المعمل ينتج الصوف الصخري دون توقف.

المواد المساعدة:

- في إنتاج الفرشات (مادة الزيت المستحلب) وتستخدم لتثبيت الغبار وإعطاء مرونة لألياف الصوف.

- في إنتاج الأنابيب المسبقة الصنع (مادة الريزين فيول فورمالدهيد) كمادة رابطة بين ألياف الصوف.

يتم إنتاج الصوف وفقاً للمواصفة القياسية السورية رقم /981/ لعام 1992 علماً أن المواصفة أعدت بالاستئناس بالمواصفة اليابانية (JISA9504-1989) والمواصفة الأمريكية (ASTMC553-1977).

2 مكونات المعمل:

ا. **خط إنتاج الفرشات** : الإنتاج فرشات من الصوف البازلتي بعرض 100-120سم وسماكة 2.5-15سم وكثافة 30-130كغ/م3 وبوزن وسطي للفرشة 25-30 كغ معبأة بأكياس على شكل لفائف ويمكن تغليف الفرشات حسب رغبة الزبون بـ (ورق كرافت، ورق زفتي، شبك معدني، ورق زجاجي وورق المنيوم).

2. **خط الأنابيب:** لإنتاج أنابيب من الصوف البازلتي بأقطار من 1- 25.4 سم وكثافة من 60-150كغ/م3 حسب الطلب وهذا الخط متوقف حالياً ؛ حيث جرى تشغيله فيما سبق وتبين أنه غير اقتصادي لصعوبة تسويق منتجاته وارتفاع نسبة الهدر التي ترافق عمليات التهذيب أثناء الإنتاج، إضافة إلى الحاجة لمادة الريزين .

3 -نظام عمل المعمل وخط الانتاج :

- يعمل المعمل بنظام عمل متواصل، يستمر بين 6-5 أشهر وعلى مدى 24 ساعة دون انقطاع.
- عدد العمال70 سبعون عاملاً بنظام ورديات.
- يجري توقيف المعمل بعدها بسبب تأكل بطانة الفرن ليصار الى تعميرها من جديد وبنفس الوقت تتم صيانة بقية الآلات استعداداً لاستئناف العمل.

4- المخطط التكنولوجي لمعمل الصوف الصخري

يبين الشكل(6-9) المخطط التكنولوجي لمعمل الصوف الصخري بحمص.





الشكل 6-9: المخطط التكنولوجي لمعمل الصوف الصخري بحمص.

المواصفات الفيزيائية والكيميائية للصوف الصخري المنتج:

المواصفات الفيزيائية :

- الحرارة النوعية 0.20 KCAL / Kg.c
- عامل الانتقال الحراري : (0,034-0.28) KCAL / M.H.C
- لا يحدث أي امتصاص للرطوبة في جو تتراوح نسبة الرطوبة فيه 65-100%
- يتحمل درجة حرارة حتى 900% درجة مئوية
- يحقق عزلاً صوتياً حتى 90% إذا استُعمل لوح من الصوف بسماكة 10 سم

المواصفات الكيميائية :

- مقاوم للحموضة والقلويات
- خالٍ من المواد المشعة ولا يسبب أي تلوث جرثومي

منتجات الصوف الصخري العازل :

يوجد في المعمل خطا إنتاج للمواد العازلة وهما:

- خط انتاج الفرشات العازلة.
- خط انتاج الأنابيب العازلة.

تنتج المنتجات التالية :

أولاً : الفرشات العازلة ولها عدة أنواع وهي:

-فرشاة الألياف المغراة FIBRISOL لفائف على شكل فرشات متلاصقة بالريزين بعرض نتر واحد والطول حسب الطلب وهي ذات امتصاص ممتاز للصوت والضجيج (الاستعمالات : عزل الأبنية والعزل الصناعي)	
-فرشات الألياف اللبادية FIBROFEL لباد من الصوف الصخري ذو ألياف طويلة غير مخيطة وغير مدعمة , مصنوعة بشكل لفائف حسب القياسات الخاصة عند الطلب (الاستعمالات: عزل وحدات التدفئة وعزل تمديدات الماء الحار والبارد...إلخ)	
-فرشات حشو عازلة 1: FIBROMAT 1 حشوة من ألياف الصوف الصخري الطويلة المخيطة ب 11 درزة من الخيوط القطنية البيضاء دون تدعيم مصنعة بلفائف بقياسات 1x3 و 1x10 و 1x50 م (ويمكن تصنيع القياسات الخاصة عند الطلب (الاستعمالات : عزل أسقف الأبنية بشكل عام , الصفائح السندويشية، الأسقف المستعارة، الأبنية مسبقة الصنع، مصانع القدرة الحرارية، أفران	

الطلاء الحراري ...إلخ)	
- فرشات حشو عازلة 2 : FIBROMAT 2 حشوة من ألياف الصوف الصخري الطويلة المخيطة بـ11 درزة من الخيوط القطنية البيضاء مدعمة بورق لباد زفتي مصنعة على شكل لفلائف بقياس 10x1 و 5x1 و 3x1م (الاستعمالات: أسقف الحظائر والأماكن الزراعية، جدران السقائف ومولدات البخار والصهاريج والثلاجات).	
-فرشات حشو عازلة 3 : FIBROMAT 3 حشوة من ألياف الصوف الصخري الطويلة المخيطة بـ 11 درزة من الخيوط القطنية البيضاء مدعمة بورق مقطرن مصنعة على شكل لفائف بقياس 10x1 و 5x1 و 3x1م (الاستعمالات: إضافة إلى الاستخدامات السابقة يمكن استخدام هذا النموذج كأغطية سقائف صناعية وفي عزل الأبنية السكنية والصهاريج والسيارات و أنابيب الغاز والماء).	
-فرشات حشو عازلة 4 : FIBROMAT 4 حشوة من ألياف الصوف الصخري الطويلة المخيطة بـ11 درزة من الخيوط القطنية البيضاء مدعمة بورق من الصوف الزجاجي مصنعة على شكل لفائف بقياسات 10 و 5x1 و 3x1م (الاستعمالات: يناسب بشكل خاص الصفائح السندويشية والمولدات البخارية والهوائية	

والاستعمالات المنزلية)	
-فرشات حشو عازلة FIBROMAT 5 : 5 حشوة من ألياف الصوف الصخري الطويلة المخيطة بـ11 درزة من الخيوط القطنية البيضاء مدعمة بورق الكرافت مصنعة على شكل لفائف بقياسات 10 و1x5 و 1x3م (الاستعمالات : جميع استعمالات فراشت الحشو 3 وبشكل خاص أغطية السقائف الصناعية ويمكن الاختلاف في نوعية ورق الكرافت الداعم والذي يؤدي إلى التصاق أفضل على السطوح البيتونية).	
-فرشات حشو عازلة FIBROMAT 6 : 6 حشوة من ألياف الصوف الصخري الطويلة المخيطة بـ11 درزة من الخيوط القطنية البيضاء مدعمة بكرتون محزز مصنعة برولات من قياس 10 و1x5 و1x3م. الاستعمالات : يناسب بشكل خاص التمديدات البخارية وأنابيب الماء الحارة والبارة.	
-فرشات حشو عازلة FIBROMAT 7 : 7 حشوة من ألياف الصوف الصخري الطويلة المخيطة بـ11 درزة من الخيوط القطنية البيضاء مدعمة برقائق الألمنيوم مصنعة على شكل لفائف بقياس 10 و1x5 و 1x3م. (الاستعمالات: يناسب بشكل خاص العزل المقاوم للتكاثف، الاستعمالات المنزلية والمولدات	

الهوائية).	
-فرشات حشو عازلة FIBROMAT 8 : 8 حشوة من ألياف الصوف الصخري الطويلة المخيطة بـ11 درزة من الخيوط القطنية البيضاء مدعمة بشكة سلكية مغلفنة صنعت على شكل لفائف من قياس 10 و 5x1 و 3x1م (الاستعمالات: الجدران الخارجية والقواطع الداخلية، بناء السفن، الأبنية مسبقة الصنع، عزل الأفران).	

مواصفات الفرشات العازلة:

- السماكة 120 – 20 : ملم
- الكثافة 120 – 30 : كغ/م^3
- درجة حرارة الاستعمال 700–0 : درجة مئوية
- عامل الانتقال الحراري 0.14–0.03 : وات/ م درجة مئوية

ثانياً- الأنابيب العازلة Insulating tubes: ويدخل في تركيبها الصوف الصخري المغرى، ويتم إنتاجها بأقطار داخلية مختلفة من 25–1/2 إنش وسماكات وكثافات متعددة بحسب رغبة الزبون، الشكل(6–10).

الشكل 6–10: الأنابيب العازلة ويدخل في تركيبها الصوف الصخري المغرى

ويتعلق عامل الانتقال الحراري بسماكة المادة العازلة وكثافتها ودرجة حرارة السطح المعزول.

6-3 الألياف الزجاجية Glass fibers

6-3-1 عملية استخراج وتصنيع الألياف الزجاجية

تم استخدام الزجاج كخيوط صناعية نسيجية عام 1930، وأنتج تجارياً في سنة 1938، ويتم الحصول عليه من بعض أنواع الرخام والمرمر. يتم تصنيع الألياف الزجاجية بعمليات خاصة وفق المراحل التالية :

1- جمع الصخور.

2- فصل الشوائب وتنقيته .

3- تذويب أحجار الزجاج في أفران كهربائية خاصة مجهزة بمخزات على شكل قمع مصنوع من معدن درجة انصهاره أعلى من الزجاج .

4- يخرج الزجاج المنصهر تحت تأثير ثقله ويندفع من فتحات في أسفل الخزان مركب عليها مخاريط ذات ثقوب بأقطار معينة حيث يخرج من كل ثقب خيط مستمر .

5- يتم دمج عدد من هذه الخيوط لتشكل حزمةً أو خيطاً بقطر معين وتُلَفّ هذه على بكرات خاصة بعد أن توضع بها البرمات. بعدئذ يتم عمل خيوط أو حبال بآلات خاصة، وتكون سرعة آلة اللف أكبر من سرعة الجريان، بحيث يتم سحب الخيط المستمر.

6-3-2 أنواع الألياف الزجاجية :

يستخرج نوعين من الألياف الزجاجية هما:

أ- **ألياف مستمرة:** وتنتج بطريقة البثق. يمكن التحكم في القطر الخارجي لليف بواسطة أحدى الوسائل التالية :

1- تنظيم درجة الحرارة وتحديد درجة اللزوجة للعجينة.

2- قطر الفتحات التي تندفع منها العجينة.

3- معدل سرعة اندفاع العجينة (مقدار) السحب .

ب- ألياف مقطعة: فإنه يتم الحصول على شعيرات مقطّعة بسحب الزجاج بواسطة الهواء المضغوط عبر الفتحات الموجودة في قاعدة الفرن ويتم تقطيع الألياف المستمرة بالهواء المضغوط إلى شعيرات يتراوح طولها 8-15 بوصة يتم تحويلها إلى شريط ثم إلى خيط بواسطة الآلات المستعملة في غزل الشعيرات الطويلة .

6-3-3 خواص الألياف الزجاجية تمتاز شعيرات الزجاج بالخصائص التالية :

1- مقاومة للنار .

2- أكثر متانة من شعيرات القطن أو الفيبران .

3- تبلغ متانة الزجاج 6.3- 6.9 غ/دينير في الحالة الجافة وتقل بنسبة 5-15% في الحالة الرطبة.

4- المرونة: تبلغ نسبة الاستطالة 3-4%

5- الزجاج لا يمتص الماء إطلاقاً .

6- ليس لها رائحة .

7- مقاومة للبكتريا.

8- لا تتأثر بالحرارة أو أشعة الشمس .

9- تتأثر بالأحماض والقلويات .

10- تحت المجهر تظهر شعيرات الزجاج شفافة (نصف شفافة) متناسقة ودائرية المقطع منتظمة تقريباً .

11- يمكن صباغ الزجاج عندما يكون عجينة أو عندما يكون خيطاً أو قماش بنفس الطريقة التي تجري على القطن أو الفيبران .

12- تختلف عملية التجهيز النهائي فهي تختلف باختلاف الغرض الذي تستعمل لأجله إما لغرض صناعي أو للاستعمال الشخصي .

13- تعالج الخيوط والأقمشة الزجاجية بحيث تعطي للقماش ملمساً جيداً ومقاوماً للاهتراء والتجعد .

14- إن الأقمشة التي تُنسَج من الخيوط المستمرة تكون أخفّ وأقوى وأكثر لمعاناً من الأقمشة التي تنسج من خيوط من شعيرات متقطعة .

6-3-4 استعمالات الألياف الزجاجية

يستعمل على شكل خيوط أو أقمشة زجاجية في صناعة السجاد، والعزل للصوت والحرارة، (فالهواء المحجوز بين الألياف يجعل منها مادة عازلة جيدة) وصناعة الأنسجة المقاومة للحرارة، ويستخدم في صناعة أنسجة مقاومة للتآكل وأنسجة عالية القوة. ومجموعات الألياف الزجاجية المتموجة كثيرة الاستعمال أيضا في صناعة الستائر الخارجية وبناء البيوت الزجاجية.

ولدائن الألياف الزجاجية المقوّاة متينة جداً وخفيفة الوزن، ويمكن صياغتها في قوالب وتشكيلها وصَبِّها لاستعمالات مختلفة. ويَستعمِل المُصنعون لدائن الألياف الزجاجية المقوّاة في صناعة هياكل السيارات والقوارب، وفي إطارات النوافذ وصنانير صيد السمك، وأجزاء من المَرْكبات الفضائية. والألياف المُستعملة لتقوية اللدائن من الممكن أن تكون مغزولة معها أو مخلوطة بها أو مجدولة في خيوط منفردة. وبناء على الشكل المستعمل منها، يتوقف نوع المنتجات النهائية وسعرها. كما يستخدم في أسلاك الانترنت وهي أسلاك فائقة السرعة مقارنةً بأسلاك النحاس البطيئة.

6-4 ألياف معدنية اخرى:

تستخرج ألياف معدنية أخرى كالنحاس، الذهب، الفضة، الألمنيوم، والقصدير .

النحاس Copper :

التطبيقات الرئيسية من النحاس هي الأسلاك الكهربائية (60 %) والسباكة (20 %)، والآلات الصناعية (15 %). يستخدم النحاس في الغالب كمعدن نقي، ولكن عندما يتطلب الأمر قدرًا أكبر من الصلابة، يتم وضعه في سبائك مثل النحاس والبرونز (5% من إجمالي الاستخدام). لأكثر من قرنين، استخدم الطلاء النحاسي على هياكل القوارب للسيطرة على نمو النباتات والمحار. يستخدم جزء صغير من

إمدادات النحاس للمكملات الغذائية ومبيدات الفطريات في الزراعة. ومن الممكن تصنيع الآلات من النحاس، على الرغم من أنّ السبائك المفضلة منها، تُخصّص لاستخدامها بشكل جيد في صنع الأجزاء المعقدة.

الأسلاك والكابلات النحاسية Copper wire and cable

على الرغم من المنافسة من مواد أخرى، لا يزال النحاس هو الموصل الكهربائي المفضل في جميع فئات الأسلاك الكهربائية تقريباً باستثناء نقل الطاقة الكهربائية العلوية حيث يفضل الألومنيوم غالباً. تستخدم الأسلاك النحاسية في توليد الطاقة، ونقل الطاقة، وتوزيع الطاقة، والاتصالات السلكية واللاسلكية، ودوائر الإلكترونيات، وأنواع لا حصر لها من المعدات الكهربائية. الأسلاك الكهربائية هي أهم سوق لصناعة النحاس. وهذا يشمل أسلاك الطاقة الهيكلية، كابل توزيع الطاقة، سلك الأجهزة، كابل الاتصالات، سلك السيارات والكابلات، والأسلاك المغناطيسية. يتم استخدام نصف النحاس المستخرج من الأسلاك الكهربائية وموصلات الكابلات. تعتمد العديد من الأجهزة الكهربائية على الأسلاك النحاسية بسبب كثرة الخصائص المفيدة الكامنة، مثل الموصلية الكهربائية العالية ، قوة الشد، الليونة، مقاومة الزحف (التشوه)، مقاومة التآكل، التمدد الحراري المنخفض، الموصلية الحرارية العالية، سهولة اللحام، سهولة الحركة وسهولة التركيب.

لفترة قصيرة من أواخر الستينات حتى أواخر السبعينات، تم استبدال الأسلاك النحاسية بأسلاك الألومنيوم في العديد من مشاريع بناء المساكن في أمريكا. تم تورط الأسلاك الجديدة في عدد من حرائق المنازل وعادت الصناعة إلى النحاس.

الفصل السابع

اختبارات الألياف النسيجية الطبيعية

Natural Textile Fibers Testing

تمهيد

يرتبط إنتاج المنسوجات بشكل كبير بتنوع الألياف النسيجية وطرق تصنيعها. فالألياف النسيجية تؤثر بشكل كبير على نوع المنتج النهائي من حيث الجودة والخصائص الفيزيائية الميكانيكية والمظهرية للقماش، وبالتالي من الضروري التعرف على بنية الألياف وخواصها. إن طرائق ووسائل دراسة خواص الألياف وضبط ومراقبة جودتها هي محور هذا الفصل. إنه من الضروري معرفة كيفية تحضير عينة من الألياف النسيجية للاختبار واستعمال الأجهزة المخبرية وطريقة تحليل النتائج. وهذا الأمر يشكل العنصر الأساسي لنجاح الصناعات النسيجية والحصول على منتجات ذات جودة .

7-1 الاعتيان وتفسير نتائج الاختبارات

Sampling and Interpretation of Test Results

7-1-1 أخذ العينات Sampling:

إن اختيار كمية صغيرة من المادة النسيجية للاختبار تدعى أخذ العينات أو الاعتيان. ونظراً لأن الاختبارات النسيجية تستهلك وتتلف المواد، فانه من الضروري اختيار العينات لاختبار خصائص متعددة [29-25].

- **طريقة أخذ العينات Sampling procedure:** بما أنه يتم أخذ عينة صغيرة فقط من الألياف وتختبر لتقييم خصائص المجموعة (الإرسالية)، وبالتالي من الضروري

سحب العينة بحيث تعبر عن كامل المجموعة في الصناعات النسيجية. إن أخذ العينات من القطن يتم على ثلاث مراحل منفصلة هي :

1- عينات البالة The Bale Samples (Bulk Samples)
2- العينات الأساسية Basic Samples
3- العينات المخبرية The Laboratory Samples

1- أخذ العينات من البالات Sampling from Bales (Bulk Sample)

عندما يتم شراء عدد كبير من بالات القطن من أماكن مختلفة، يتم اختيار بعض البالات بشكل عشوائي بحيث تمثل كافة البالات **Bulk**. ويتضمن الجدول(7-3) عدد البالات التي يجب اختيارها من المجموعة Lot (الإرسالية، الشحنة).

الجدول 7-3: عدد البالات التي يجب اختيارها من الإرسالية.

كمية الإرسالية Bulk size (بالة Bales)	حجم العينة Sample size (بالة Bales)
حتى 50	2
100-51	4
150-101	7
300-151	13
500-301	20
1000-501	32
1001- فما فوق	40

2- العينة الأساسية: Basic Sample: تحضر العينة الأساسية من البالات التي تم اختيارها كما يلي :

من كل بالة يتم سحب ملء اليد قطن من مناطق مختلفة من البالة بحيث تشكل عينة ممثلة للبالة. وتمزج هذه العينات بشكل جيد حتى تشكل عينة معبّرة متجانسة. وبشكل مشابه، يتم تحضير عينة ممثلة متجانسة من كل بالة تم اختيارها. هذه العينات يمكن

اختبارها بشكل منفصل، إذ إن التغير من بالة لبالة أخرى ضرورياً. ومن جهة أخرى يمكن مزج كافة العينات مع بعضها حتى تشكل عينة واحدة متجانسة تمثل كافة العينات في دفعة مجموعة البالات (الإرسالية). إن الكمية الكلية للعينة المحضرة يجب أن تكون حوالي واحد كيلو غرام .

3- **تحضير العينة المخبرية Laboratory Sample:** إن العينة النهائية التي ستجرى عليها الاختبارات تدعى العينة المخبرية. يتم سحب العينة المخبرية من العينة الأساسية. لهذا الهدف، يتم تقسيم العينة الأساسية إلى 32 قسماً متساوياً. من كل قسم، يتم سحب ندفة صغيرة من الألياف (مجموعة ألياف صغيرة). ويتم مزج كافة هذه الندفات مع بعضها حتى تمثل عينة واحدة متجانسة تزن بحدود 200-500 ملغ. عندئذ يتم تفتيح هذه العينة وجمعها وسحبها عدة مرات حتى تمثل العينة الناتجة العينة الأساسية. يجب الحرص أثناء تحضير العينة على مزج المجموعات جيداً. وعدم إصابة الشعيرات بعطب أو قطع أو استطالة.

إن العينة المحضرة بهذه الطريقة تستخدم في اختبارات تصنيف القطن Baer Sorter، تحديد درجة النضج Maturity والنعومة Fineness. إن إجراءات تحضير العينة لاختبارات أخرى مثل تحديد قوة شد الشعيرة على جهاز برسليPressley، الستيلوميتر Stelometer، الميكرونير Micronaier، الفيبروغرافFibrograph، وتحليل نسبة الشوائب Trash Analyser، يجب أن تُنفَّذ وفقاً للطرائق المحددة بدليل تشغيل الجهاز (تعليمات تشغيل الجهاز Instruction manuals).

إن كمية العينة الكيلة والضرورية لهذه الاختبارات يجب أن تحضر من العينة الأساسية بالطريقة السابقة نفسها (تحضير العينة الصغيرة).

الفرق الوحيد هو أن الكمية المسحوبة من كل جزء يمكن أن تكون أكبر بحيث تكون الكمية الكلية المسحوبة مساوية للوزن المقترح في أدلة تشغيل هذه الأجهزة .

إن دقة نتائج الاختبار تعتمد على عدد الاختبارات المنفذة. إن عدد الاختبارات الضرورية لكل خاصية ودرجة الثقةReliability بالمتوسط الحسابيThe mean الناتج، مصطلح الاختلافات الحرجة Critical Differences معطاة في الجدول7-4:

الجدول 7-4: عدد الاختبارات والانحراف الحرج (%) لخصائص الألياف المختلفة

نوع الاختبار	عدد الاختبارات والشروط	الانحراف الحرج (%)	جهاز الاختبار
الطول الفعال (Effective Length)	2 نموذج/عينة 2Patterns/Sample	4	Baer sorter
الطول المتوسط (Mean length)	2 نموذج/عينة 2Patterns/Sample	4	Bean sorter
طول الغزل 2.5 %Span length	4 أمشاط/عينة 4 Combs/Sample	4	Digital Fibrograph
طول الغزل 50 %Span length	4 أمشاط/عينة 4 Combs/Sample	4	Digital Fibrograph
نسبة التجانس Uniformity Ratio	4 أمشاط/عينة 4 Combs/Sample	4	Digital Fibrograph
قيمة النعومة Micronaire value	4 ندفات/عينة 4 Plugs /Sample	6	Micronaire
قوة شد الألياف(المسافة بين الفكين3 مم) Fiber strength(3 mm gauge)	10 قطوعات/عينة 10 Breaks/Sample	5	Stelometer or Pressley
درجة النضج Maturity Coefficient	600 ليفة/عينة 600Fibers/Sample	7	Microscope
نسبة محتوى الشوائب Coefficient Trash content	8 اختبارات/عينة 8 Tests/Sample	8	Trash Analyzer

- **مثال تطبيقي** : كانت نتيجة الاختبار على جهاز الفيبروغراف الرقمي Digital Fibrogragh لعينتين من القطن A-B كما يلي :

Cotton A : 2.5% span length =35 mm

Cotton B : 2.5% span length =31 mm

إن القطن A أليافه أطول بشكل واضح من القطن B ؟

الاختلاف بين A –B هو : 35–31 = 4 mm

الاختلاف الحرج =4 % من المتوسط الحسابي من B و A (من الجدول 7–4) .

المتوسط الحسابي من A و B :

$$\text{Mean of A and B} = \frac{35 + 31}{2} = 33mm$$

لذلك يكون الاختلاف الحرج :

$$\text{Critical Difference} = \frac{33x4}{100} = 1.32 \text{ mm}$$

بما أن الاختلاف بين عينتي القطن A و B (4mm) أكبر من الاختلاف الحرج 1.32 mm، (الجدول 7–4)، فان ألياف القطن A هو أطول من ألياف القطن B .

– تحضير العينات لجهاز الفحص المكثف HVI900

Sampling scheme for HVI 900 testing

إن الهدف الرئيسي لطريقة تحضير العينة هذه هو ضمان أن المادة الأولية المشتراة مناسبة لمتطلبات المعمل. إن طريقة تحضير العينة للاختبار يجب أن تأخذ بالحسبان التغير في خصائص جودة القطن بالإضافة إلى خطأ تحضير العينة .

نظراً لأن حجم عينة المورد (Supplier Sample) صغيرة والمعمل يجب ألا يرفض العينة الجيدة في المرحلة الأولى ذاتها، فإنه يُقترح لتقييم الارتياب ولقبول العينة مستوى الثقة 95% (Mean± 2CV x Mean/$\sqrt{n}$). على كل حال، في حالة الإرسالية، لكي نجعل قبول الجودة السيئة في مستوى منخفض ينصح بمستوى الثقة 99%، على سبيل المثال: (±3CV x Mean/$\sqrt{n}$)، إذ إن CV هو معامل الاختلاف و n هو عدد القراءات. عدد العينات المقترح هو(4) لعينة مقدمة من قبل المورد و(10) لعينة مسحوبة من الإرسالية لأجل الطول المقاس Span length 2.5%، قوة شد حزمة من

الألياف، النعومة (الميكرونيير). إن الارتياب المقبول هو (±1، ±2، ±0.2) على التوالي[26].

شروط اجراء الاختبار(بيئة الاختبار)Testing Atmosphere

بما أن عدداً كبيراً من خواص الألياف النسيجية تتأثر بشروط الجو المحيط Ambient Atmosphere Conditions، فإنه تم اعتماد الشروط التالية لأجل إجراء الاختبارات على المواد النسيجية :

الرطوبة النسبية ,Relative humidity 2% ±65%

الحرارة ,Temperature 2°C ±20°C

تفسير وتطبيق نتائج اختبار الألياف النسيجية

Interpretation and Application of Fiber Test Results

اختبار الألياف لا ينتهي بمجرد انتهاء الاختبارات ذاتها. بل تحتاج نتائج الاختبارات إلى تفسير مناسب، وبتطبيق هذه النتائج فإن خواص المنتجات المصنعة منها، على سبيل المثال الخيوط أو الأقمشة يجب أن يتم التنبؤ بها وضبطها. مالم تستخدم نتائج الاختبارات بشكل ملائم فإن الهدف الرئيسي للاختبارات يصبح غير فعال .

إن الفوائد من التحليل والتطبيق المناسب لنتائج الاختبارات هو :

- يمكن تخفيض كلفة المنتج.
- بالاختيار الملائم للألياف يمكن هندسة خصائص الخيوط .
- يمكن المحافظة على محتوى الجودة للخيوط والقماش .
- يمكن اختيار عوامل العمليات الملائمة للحصول على الجودة المثالية للمنتجات.

تأثير عوامل الألياف على خواص الخيوط وعلى أداء العمل يتغير مع الظروف المحيطة. ويختلف تأثيرها أيضاً حسب نظام الغزل المتبع كل على حدة.

7-2 طرق التعرف على الألياف النسيجية Fibers Identification

عند شراء المواد الأولية النسيجية أو عند تحليل عينات من القماش يطلب غالباً تحديد نوع المواد الأولية النسيجية التي تتكون منها الخيوط. كما أنه يطلب لأغراض متعددة تحليل المواد الأولية النسيجية للتعرف على الخامات التي تتكون منها. ولتنفيذ هذه التحاليل توجد طرائق عدّة مستخدمة للتعرف على الخامات النسيجية وتمييزها بعضها عن بعض، ولقيام المحلل بإجراء تحليل دقيق وإعطاء نتائج موثقة ومسؤولة يمكن أن يستخدم بعض هذه الطرق لإجراء الاختبارات وقد تكون كافة الطرق المعروفة ضرورية للتوصل إلى نتيجة مقنعة في تحديد نوع الخامات .

إلا أنه يكتفى أحياناً باستخدام بعض الطرق في التحليل وذلك حسب الغاية المطلوبة من التحليل وحسب الإمكانات الفنية والمخبرية والوسائل المتاحة لإجراء التحاليل .

توجد بعض طرق الاختبار الأولية لإجراء التحاليل كالحرق والحواس وبهذه الوسائل نستطيع تحليل المواد الأولية النسيجية بناء على خواصها المتعلقة بالرائحة والمظهر والملمس، إلا أن النتائج لا تكون دقيقة ومؤكدة .

الصعوبة الأكبر التي تصادف المحلل عندما يقوم بتحليل عينات مكونة من خليط مكون من ألياف مختلفة بطرق الاختبار الأولية، حيث يصعب تحديد نسبة المزج لكل نوع من الألياف المكونة للخليط لذلك يجب اللجوء إلى الاختبارات الكيميائية الكمية لتحديد نسب الخلط بدقة.

7-2-1 تحديد طبيعة المواد الأولية النسيجية

لتحديد طبيعة المواد الأولية النسيجية سواء أكانت على شكل ألياف أو عينة من القماش، فإنه في حالة العينة القماش يتم تنسيل خيوط السداء واللحمة وفقاً للمواصفة القياسية السورية (م.ق.س1993/71)، بحيث تشمل كل أنواع الخيوط التي يتكون منها نظامي الخيوط للسداء واللحمة، ويتم تحويلها إلى شعيرات ويتم استخدام الطرائق الأساسية للفحص والتحليل والتحقق المتبعة بشكل منفصل أو مشترك لتحديد نوع الألياف النسيجية التي يتكون منها كل نوع من الخيوط .

إعداد عينة القماش للتحليل: إضافة لما ورد ذكره يمكن اتباع الخطوات التالية لتحضير وإعداد عينة القماش للتحليل:

1- نقص قطعة قماش قياس 10×10 سم بموازاة خيوط اللحمة والسداء.

2- نقوم بتنسيل خيوط السداء وخيوط اللحمة من العينة حتى نحصل على خيط كامل.

3- نترك مسافة 1-2 سم من أسفل ومن أحد جوانب عينة التحليل، ونقوم بتنسيل 1سم من خيوط السداء وخيوط اللحمة لترك فراغين أحدهما بين خيوط اللحمة . والثاني بين خيوط السداء، ونستفيد من هذه العملية أيضاً معرفة عدد خيوط السداء وعدد خيوط اللحمة بالسنتمتر ونبين تحضير وإعداد عينة القماش للتحليل في الشكل (7-1) .



الشكل 7-1: تحضير وإعداد عينة القماش للتحليل

طرائق تحديد طبيعة المواد الأولية النسيجية

7-2-1-1 التحليل بواسطة اختبار الاحتراق: تستخدم هذه الطريقة للتعرف على الألياف وذلك بملاحظة سلوك كل خامة عند الاحتراق، فبعضها يشتعل والبعض الآخر

ينصهر وتنبعث منها رائحة مميزة أثناء الحريق، ويختلف شكل الرماد المتبقي بعد الاحتراق ولونه[2] .

وللقيام بهذا الاختبار تؤخذ قطعة صغيرة من الخامة المطلوب اختبارها ويتم حرقها بعد مسكها باليد بوساطة لهب من مصدر للنار، وتحتاج هذه العملية إلى خبرة في طريقة أخذ العينة وملاحظة طريقة الاحتراق ورائحة الاحتراق، شكل الاشتعال، كمية الرماد المتبقي، شكل نهاية الجزء المحروق من العينة.

وقد تكون العينة مكونة من نوع واحد من الألياف، أو أنها تحتوي على عدة أنواع من الألياف الممزوجة، بعضها مع البعض الآخر.

عندما تكون العينة من مصنوعة من الألياف الصافية ومن نوع واحد من الخامات، عندئذٍ يسهل التعرف على نوع الألياف بطريقة أو أكثر بحسب الحاجة، أما إذا كانت العينة مكونة من خليط من عدة أنواع فيجب عند ذلك اتباع الاختبارات الكيميائية والمجهرية وغيرها للتحديد الدقيق لنوع الألياف ونسبها، ويمكن أن نلاحظ عند الاحتراق وحسب نوع الخامة الأمور التالية:

أ- **للألياف النباتية (أصل سللوزي):** يحدث احتراق سريع يرافقه انبعاث رائحة تشبه رائحة الورق المحترق، ويكون المتبقي رماداً.

ب- **للألياف الحيوانية (أصل كيراتيني):** عند تعرض الألياف للحريق تتقلص ثم تشتعل محترقة مع انبعاث رائحة الريش المحروق، ويتبقى كتلة هشة من لون أسود يمكن فركها باليد.

ج - الألياف الصناعية:

- الفسكوز: سلوكها مشابه لسلوك الألياف النباتية.
- رايون الأسيتات: تنصهر ثم تحترق مع تصاعد رائحة عطرية وتتبقى خرزة صلبة نوعاً ما بعد نهاية الاحتراق.
- ألياف البولي أميد (النايلون): ينصهر وينكمش بعيداً عن اللهب ثم يشتعل وتتبقى خرزة صلبة جداً مستديرة الشكل.

- البوليستر : تنصهر وتتكمش بعيداً عن اللهب ثم تحترق ببطء مع تصاعد رائحة نفاذة ويتبقى خرزة صلبة سوداء مستديرة بعد انتهاء الاحتراق.
- البولي أكريليك: ينكمش بعيداً عن اللهب ويحترق دون انصهار، مع تصاعد رائحة وتتبقى خرزة صلبة سوداء غير منتظمة .

7-2-1-2 التحليل بواسطة الفحص المجهري

للتعرف على المواد الأولية النسيجية بواسطة الفحص المجهري تحضر عينات من الألياف ويجري فحص قطاع عرضي وآخر طولي تحت المجهر (الميكروسكوب)، ويمكن التعرف على نوع الألياف من شكلها العام بالمقارنة مع صور قياسية توضح أشكال المقاطع الطولية والعرضية لمختلف أنواع الألياف النسيجية، والمبينة في الأشكال (من 7-2 حتى 7-8).

الكتان	قطن ممرسز	قطن غير ممرسز

الشكل 7-2 : صور قياسية توضح أشكال مقاطع طولية وعرضية للكتان والقطن

رامي	جوت	قنب

الشكل 7-3 : صور قياسية توضح أشكال مقاطع طولية وعرضية لمختلف للرامي والجوت والقنب

اسبستوس	حرير طبيعي بري توساه	حرير طبيعي



موهير	صوف	فورميوم

الشكل 7-4 : صور قياسية توضح أشكال مقاطع طولية وعرضية لمختلف أنواع الألياف النسيجية



أكريليك	تري أسيتات	أسيتات، ثانوية



نايلون، معدل بنسبة منخفضة، تريلوبال	نايلون، لماع	مودا أكريليك

الشكل 7-5 : صور قياسية توضح أشكال مقاطع طولية وعرضية لمختلف أنواع الألياف النسيجية



بوليستر	بولي إيتيلين عالي الكثافة	بولي إيتيلين متوسط الكثافة

رايون فيسكوز	رايون كوبرا أمونيوم	بوليستر

الشكل 7-6 : صور قياسية توضح أشكال مقاطع طولية وعرضية لمختلف أنواع الألياف النسيجية

الشكل 7-7 : صور قياسية توضح أشكال مقاطع طولية وعرضية لمختلف أنواع الألياف النسيجية

7-2-1-3 التحليل بواسطة الذوبان في المواد الكيميائية

تساعد طريقة التحليل بواسطة المواد الكيميائية على معرفة نوع الألياف المكونة للعينة وذلك بناءً على تحديد مدى تأثر كل نوع من الخامات النسيجية بالمواد الكيميائية. فبعض الألياف تذوب بالأحماض وبعضها الآخر يذوب بالقلويات وتسلك سلوكاً مميزاً تجاه مواد كيميائية متعددة.

قابلية الخامة للذوبان والانحلال: تبين الجداول(من7-5 إلى7-9) مدى قابلية المواد الأولية النسيجية للإذابة في المحاليل المختلفة سواء في درجة حرارة الغرفة أو عند الغليان عند استخدام بعض طرائق الفحص للتمييز بينها.

وفيما يلي مدلول الرموز الموجودة بالجداول (من 7-5 إلى 7-9):

2: ذوبان الشعيرات فقط .

3 : إذابة عند الغليان .

BP : عند غليان المذيب .

– : لا تبدي الشعيرات أي تغيير .

(–) : حدوث تغيير طفيف .

+ : ذوبان الشعيرات تماماً خلال 15 دقيقة .

(+) : ذوبان بطيء أو غير كامل .

(±) : نتيجة غير واضحة .

* : ظهور رواسب معينة عند تبريد المحلول أو تخفيفه بالماء .

Z : تحلل الخامة إلى شظايا صغيرة .

K : تجمع واضح للشعيرات وقد تبدو كتلة ذائبة .

S : ظهور تلوث على جدار الأنبوبة .

Q : تضخم الشعيرات .

(Q) : حدوث انتفاخ بسيط يظهر تحت الميكروسكوب .

F : لا لون للخامة أو المحلول أثناء الاختبار .

1: لا تذوب جميع أنواع البولي فينيل كلوريد .

++ : المادة النسيجية تذوب وينصح باستعمال طريقة التحليل المقابلة .

– : المادة النسيجية لا تذوب وينصح باستعمال طريقة التحليل المقابلة .

+ : المادة النسيجية تذوب .

– : المادة النسيجية لا تذوب .

0 : لا يصلح باستعمال الطريقة المقابلة إذا كانت المادة النسيجية متواجدة في الخليط .

الجدول7-5 : تأثير المذيبات المستعملة في طرق التحليل على المواد النسيجية

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الجدول7-6 : تأثير المذيبات المستعملة في طرق التحليل على المواد النسيجية

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الجدول 7-7 : تأثير المذيبات المستعملة في طريقة التحليل على المواد النسيجية

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الجدول 7-8 : تأثير المذيبات المستعملة في طرق التحليل على المواد النسيجية

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الجدول 7-9 : تأثير المذيبات المستعملة في طرق التحليل على المواد النسيجية

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

- **مثال على إجراء التحليل بواسطة الذوبان بالمواد الكيميائية** [2]

لدينا خمس عينات من الخيوط بيانها كالتالي:

- قطن/ رايون (خام)
- قطن100% (أحمر)
- صوف 100% كاكي (أزرق)
- بوليستر (أبيض)
- بولي أكريليك (بيج)

طريقة التحليل:

- تؤخذ قطع صغيرة من الألياف وتوضع في دورق جاف ونظيف ويضاف عليها محلول هيدروكسيد الصوديوم (صودا كاويةNaOH) تركيز (5%) مع التسخين حتى الغليان فإن العينة الصوف (اللون الأزرق) تذوب.

- تؤخذ قطعة صغيرة أخرى من الألياف ونضيف عليها محلول كلوريد الخارصين[هيدروكسيد الزنك، الصيغة $Zn(OH)_2$] مع حمض الفورميك( ) Formic acid (20 :80 بالوزن) مع التسخين فيذوب الرايون (الخام) عند الدرجة 40م°، ثم يذوب البولي أكريليك عند الدرجة 70م°.

- تؤخذ قطع صغيرة أخرى من الألياف ويضاف عليها الفينول المائي (20غ فينول+ 80 سم^3 ماء) يذوب البوليستر (الأبيض) عند درجة حرارة 70م°. منه نحصل على أنواع الألياف.

تحديد كميات الألياف في مخاليط الألياف الثنائية كيميائياً:

Binary Fiber Mixtures Quantitative Chemical Analysis

يتم تحديد كميات الألياف في المخاليط الثنائية بإزالة إحدى المكونات ومن ثم وزن الراسب المتبقي وبعد ذلك حساب نسبة العنصر المذاب من نقصان الكتلة .

تحتوي بعض مخاليط الألياف والمنسوجات المجهزة على زيوت ودهون وشموع وراتنجات ومواد التجهيز الأخرى، التي تضاف لإكساب المنسوجات بعض الخصائص مثل مقاومة الكرمشة أو طرد الماء، وقد تتفاعل هذه المواد مع الكاشف المستخدم، كما يوجد احتمال قابلية ذوبان مثل هذه المواد أثناء عملية التحليل ويتم حسابها بطريقة الخطأ ضمن مكونات الألياف المذابة ولهذا السبب يجب إزالتها قبل إجراء عملية التحليل للعينة.

ويجب اختيار الكواشف (المواد الكيميائية) التي لا تؤثر على الألياف غير القابلة للذوبان قدر المستطاع. لهذا السبب يجب التعرف على الألياف الموجودة في الخلطة قبل إجراء عملية التحليل. وتعالج العينة المعدة للتحليل بغسلها في جهاز الاستخلاص سوكسهلت soxhlet باستخدام مستقطر بترولي خفيف ثم يترك بعدها ليتبخر وتغسل في الماء ثم يتم التخلص من الماء الزائد بالعصر أو بطريقة الطرد المركزي، بعد ذلك تترك العينة لتجف في الهواء [1,9,10,11,12,13].

تؤخذ من عينة التحليل المخبرية والمعالجة أولياً عينة تزن 1غ تقريباً وتقطع إلى أطوال قدرها 10 mm تقريباً ويضاف إليها الكاشف المناسب وفقاً للمواصفة وطريقة الاختبار، ثم يصفى المحلول بواسطة بوتقة ترشيح سبق وزنها ثم تجفف وتوزن. يتم الحصول على نسبة العناصر المذابة بحساب الفرق في الوزن مضافاً إليه نسبة الرطوبة المتفق عليها.

ويمكن توضيح الكواشف المستخدمة في تحليل الخلطات على النحو التالي :

- مخاليط الاسيتات Acetate مع بعض الألياف الأخرى: تذاب الاسيتيت بالاسيتون Aceton.

- مخاليط لبعض الألياف البروتين Protein مع بعض الألياف الأخرى : تذاب ألياف البروتين مع بعض الألياف الأخرى بهيبوكلوريت الصوديوم Alkaline Sodium Hypochlorite .

- مخاليط ألياف الفسكوز Viscose مع بعض الألياف الأخرى: تذاب ألياف الفسكوز بمحلول خارصينات الصوديوم Sodium Zincate أو حامض النمليك وكلوريد الخارصين Formic Acid And Zinc Chloride .

- مخاليط ألياف النايلون Nylon مع بعض مخاليط الألياف: يذاب عديد الاميد بحمض النمليك المائي Aqueous Formic Acid .

-مخاليط ألياف الخلات والخلات الثلاثية Acetate And Triacetate Fiber: يذاب بالاسيتون المائي تركيز Aqueous Acetone%70 أو إيثانول البنزين Benzyle Alcohol.

- مخاليط ألياف الثلاثية ( ) مع بعض الألياف الأخرى: تذاب بثنائي كلور الميثان (كلوريد الميثان) Dichloromethane .

- مخاليط ألياف السليلوز Cellulose وعديد الاستر Polyester: تذاب ألياف السليلوز بحمض الكبريتيك تركيز 75% Sulphuric Acid %75 .

- مخاليط ألياف الاكريليك Acrylic وبعض الألياف الأخرى: تذاب ألياف الاكريليك بثنائي ميثيل فورم أميد عند درجة 90° 90°-95° At Dimethy Formamide .

- مخاليط ألياف عديد البروبلين Polypropylene مع بعض الألياف الأخرى : تذاب في الزايلين المغلي Boilling Xylene .

- مخاليط الحرير الطبيعي Silk مع الصوف Wool: تذاب ألياف الحرير الطبيعي بحامض كبريتيك تركيز 75% Sulphuric Acid %75 .

- جهاز تحليل الألياف والخيوط والمنسوجات

Fiber,Yarn,Waving Analyze Machine

أولاً: مكونات الجهاز: يتكون الجهاز من الأجزاء التالية الشكل (7-8- a+b) :

1. مجهر ضوئي.
2. جهاز كمبيوتر وطابعة ملونة .
3. مجموعة تصوير رقمية Digital .
4. مجموعة تصوير تلفزيونية مع مجموعة تغذية كهربائية .
5. شاشة ملونة .

ثانياً: طريقة الاختبار:

1- نتأكد من توصيل التيار الكهربائي إلى الجهاز .



الشكل 7-8- a : جهاز تحليل الألياف والخيوط و المنسوجات

الشكل 7-8- b : مجهر تحليل الألياف والخيوط و المنسوجات

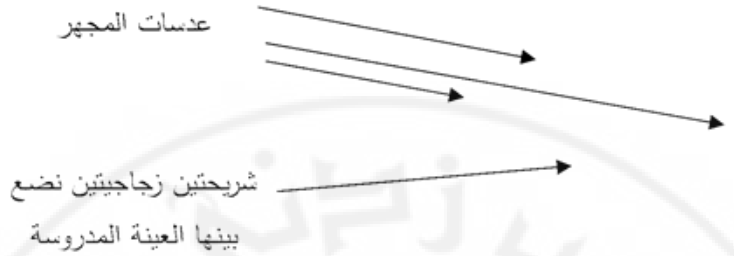
2- يتم تشغيل المجهر ومعايرة شدة الإضاءة أو خفضها .

3- نتأكد من أن محور تغير الأنبوب البصري (غير موضح في الصورة) موضوع على وضعية العدسة العينية (أي يكون للداخل) أما بوضعية التصوير بالكاميرا يكون للخارج .

4- نضع العينة بين الشريحتين الزجاجيتين على منصة المشاهدة ثم نضبط مساحة الرؤية عن طريق الدولابين المتعلقين بالمركبتين الأمامية والجانبية .

5- يجب اختيار العدسة التي تتناسب مع العينة المحضرة .

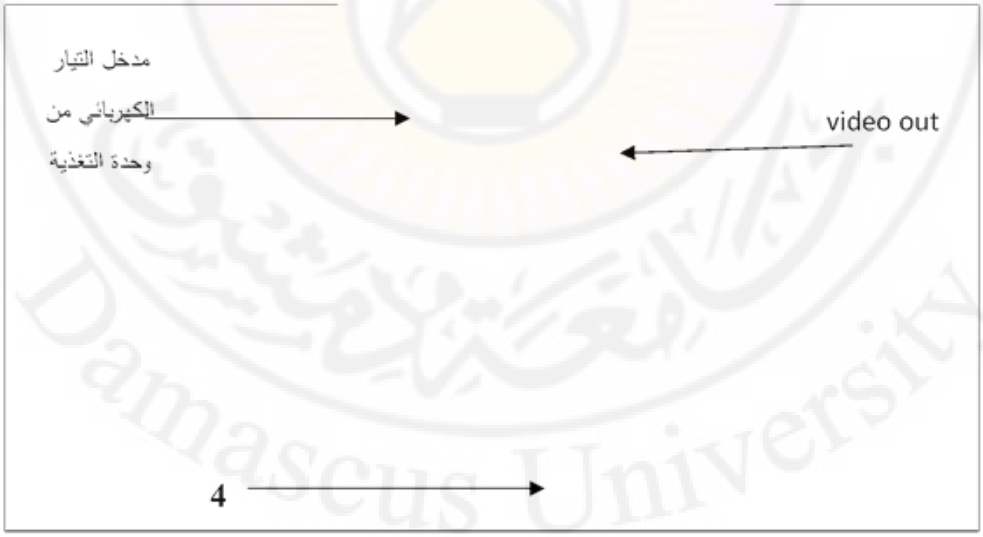
6- نقوم بتغيير المسافة الشاقولية بين العدسة المناسبة والشريحة التي تحمل العينة (تغير المسافة يكون لضبط الرؤية الأكثر وضوحاً).



الشكل 7-9: المجهر

استخدام الكميرا: تركب الكاميرا في الموضع (4) وتثبت بشكل جيد (الشكل 2-4) . تغذى الكاميرا بالتيار الكهربائي عن طريق مجموعة التغذية الموصولة بدورها بالتيار الكهربائي. نصل كبل الربط بين الكاميرا والحاسب .

بعد ضبط الرؤية الأكثر وضوحاً نقوم بسحب محور تغيير الأنبوب البصري إلى الخارج لنقل الصورة إلى الشاشة .



الشكل 7-10: الكاميرا

تقييم النتائج : تتم مقارنة النتائج مع صور معيارية موجودة مع الجهاز، ومطابقتها لتحديد نوع الألياف .

3-7 اختبار طول الألياف Fiber Length

يعدّ طول الألياف ذا أهمية كبيرة نظراً لتأثيره على مظهرية الخيوط وبالتالي على الأقمشة المنتجة منها، كما يؤثر على المعايرات في الآلات المستخدمة في خط الغزل في مراحل التشغيل المختلفة بدءاً من التفتيح فالكرد، فالسحب، فالبرم والغزل [9,10].

التعاريف المتعلقة بطول الألياف

- **متوسط الطول Mean length:** هو متوسط أطوال جميع الألياف في العينة المختبرة.
- **الطول الاعظمي Maximum length:** هو الطول الأقصى للألياف ويتوافق مع أعلى نقطة على خط العينات في المخطط البياني لتصنيف الألياف بالأمشاط (كومب سورتر comb sorter) بالنسبة للألياف القطنية .
- **الطول الفعال Effective length:** هو طول الألياف عند الربع الأعلى للتوزيع التكراري بعد حذف جزء من الألياف القصيرة، هو مقياس يمثل الألياف الطويلة بالعينة.
- **منحنى توزيع الأطوال Length Distribution Diagram:**

هو خصلة من الألياف تم ترتيبها على شكل منحني، يمثل محوره الرأسي الطول ومحوره الأفقي التوزيع، والبعد العمودي بين أي نقطة على المنحنى وخط القاعدة يمثل الطول المستقيم للألياف عند هذه النقطة .

- **الطول عند الربع الأعلى Upper Half mean length:** هو التجمع التكراري لأطوال مجموعة أوزان .
- **توزيع أطوال الألياف Fiber length Distribution:** هو التمثيل البياني أو الجدولة للنسبة أو النسبة المئوية (بالعدد أو بالوزن للألياف) ذات الأطوال المختلفة .

-**جدول تكراري Frequency Table**: تلخيص البيانات يوضح القيم الأصلية بترتيب تصاعدي مع تجميع القيم المتساوية المتقاربة في مجموعات .

- **الألياف القصيرة: short fibers**: هو مقدار الألياف ذات الأطوال التي تقل عن طول اختياري يساوي غالباً نصف الطول الفعال .

- **معامل اختلاف أطوال الألياف coefficient of length variation**: هو مقياس لاختلاف طول الألياف في العينة .

- **طول التيلة Staple length**: هو طول عينة من الألياف مقاسه بالطريقة اليدوية , ويمثل الطول الظاهري .

- **الطول المقاس Span length**: هو طول المجموعة الظاهرة في قياس أطوال الألياف والذي يتناسب مع الطول الكلي لتيلة العينة المختبرة .

طرق قياس طول الألياف (نظام قطني):

يمكن قياس أطوال الألياف بالطرق التالية :

1- باستخدام جهاز تصنيف الألياف بالأمشاط Comb sorter method

2- باستخدام جهاز الأمشاط (شيرلي) .

3- باستخدام جهاز الفيبروغرافDigital fibragh مبدأ عملية المسح الضوئي.

4- باستخدام جهاز الفحص المكثف (HVI) High Volume Instrument.

5- باستخدام نظام المعلومات المتقدم للألياف(AFIS)

Advanced Fiber Information System

1- باستخدام جهاز تصنيف الألياف بالأمشاط Comb Sorter Method

تستخدم هذه الطريقة لتحديد أطوال الألياف القصيرة والمتوسطة التي تغزل بنظام القطن على شكل خام أو أثناء مراحل التصنيع، وتوزيع أطوالها. إذ تستخدم البيانات الناتجة في دراسات أبحاث الطول للتحقق من تغيير توزيع الأطوال في عملية الجني والتشغيل في المعامل والأغراض البحثية الأخرى.

أساس الاختبار:

- جهاز تصنيف ألياف يتكون من مجموعتين من الأمشاط المتوازية يستخدم لاستقامة الألياف ورصها لعينة اختبار وزنها 75 ميليغرام .
- تسحب الألياف من أحد المجموعتين وتنقل إلى مجموعة الأمشاط الثانية بحيث يرص طرف كل ليفة عمودياً على قاعدة المشط، ويكرر ذلك ثلاث مرات .
- بعد سحب الألياف من الأمشاط للمرة الثالثة، ترص (ترسب) بترتيب الأطوال على لوحة لمخمل(القطيفة)، يتناسب لونها مع لون الألياف المختبرة (لوحة سوداء غالباً).

نتيجة لعملية ترسيب الألياف يتكون منحني بياني ، يتم نقله إلى ورق رسم بياني ، حيث يتم دراسته.

- توزع مجاميع الألياف التي تقع داخل نفس فترة الطول .

من بيانات الوزن والطول يحسب متوسط الطول ومعامل اختلافه والطول عند الربيع الأعلى .

- شرح تركيب جهاز تصنيف الألياف بالأمشاط كوم سورتر Comb Sorter

طريقة أجراء الاختبار :

أولاً : منحني توزيع الأطوال:

يتم تقسيم المنحني كما هو مبين في الشكل (7-10).



الشكل 7-10: منحنى توزيع أطوال الشعيرات بالمشط Comb Sorter Diagram

- تحليل منحني توزيع أطوال الشعيرات Analysis of Sorter Diagram

توزيع أطوال الألياف Fiber Length Distribution :

يبين الشكل(7-11) منحنى توزيع الألياف وطريقة تحليل المنحنى .

Mean length (x 1/8) in.	= (Sum of base line readings / Base line length) = (453.2 / 64) = 7.1
Mean length (x 1/32 in.)	= 4 x 7.1 = 28.4

Comb sorter diagram analysis:
Staple length US" + 3/32" = EL" (34/32" - 39/32")
Staple length US"+ 1/8" = EL" (longer cotton)
Staple length US" + 1/16" = EL" (shorter cotton)
Staple length US" = 0.91 × EL"
Staple length Uk"- 1/32" = EL" (long staple)
Staple length Uk" + 1/32" = EL" (medium staple)
"Effective length is a characteristic of the bulk of the longer fibres".

الشكل 7- **11** : منحني تحليل توزيع الأطوال:**Analysis of Sorter Diagram**

ثانياً : منحنى الأوزان :

- تمشط عينة الاختبار (75 مليغرام)بنفس طريقة منحنى الأطوال.
- يسحب مجموعات من الألياف ذات أطوال معروفة بمقاس 3مم بين كل مجموعتين ، وتوضع على لوحة من المخمل ، مع مراعاة ترك مسافة بين كل مجموعة والتي تليها .
- توزن كل مجموعة طول لأقرب 0.5 ميليغرام .
- تدون النتائج في جدول تكراري كما في الجدول (7-10)

الجدول 7-10: النتائج في الجدول التكراري

حدود الفئه بوصة (25.4مم)	مركز فئات الطول (ل)	وزن المجموعة(غ) و	ل²	تجميع تكراري للوزن	النسبة المئوية من إجمالي العينة
1.375	23	4	529	4	5.31
1.250	21	11.6	441	15.6	20.74
1.125	19	18.9	361	34.5	45.88
1.0	17	13.2	289	47.7	63.43
0.875	15	9	225	56.7	75.40
0.750	13	5.1	169	61.8	82.18
0.625	11	3.8	121	65.6	87.23
0.500	9	1.7	81	67.3	89.49
0.375	7	3.2	49	70.5	93.75
0.250	5	2.3	25	72.8	96.81
0.125	3	1.6	9	74.4	98.94
0.000	1	0.8	1	75.2	100
المجموع		75.2			

مجموع ول= 1217.000

مجموع ول² =215.200

من النتائج التي يتضمنها الجدول يتم اجراء حسابات الأطوال :

أ-الطول عند الربيع الاعلى :

الطول عند الربيع الاعلى= التجميع التكراري لأكبر مجموعة أوزان = 34.5

ب- ربع مجموع الأوزان = 75.2÷4 = 18.8

ج – الفرق (بند أ – بند ب) = 34.5-18.8 = 15.7

د – التصحيح = (الفرق x حدود الفئة) ÷ (وزن مجموعة الطول عند الربيع الاعلى)

حدود الفئة = 0.125

إذن التصحيح = (0.125x15.7) ÷18.9 = 0.1038

هـ – طول مجموعة الربيع الأعلى = 1.1250

و – الطول عند الربيع الأعلى = (بند د + بند هـ)

= 1.1250 + 0.1038 =1.2288

2 – الطول المتوسط = مج(ول)÷(مج و x16)

= 1217÷(16x75.2) = 1.011469

3 – التباين :

أ – مج (ول²)– مج(و)x256=21583.2÷5.2x256

= 1.121135

ب – (الطول المتوسط)² = 1.023070

ج – التباين = بند (أ) – بند(ب)

0.098065 = 1.023070–1.121135

4 – الانحراف المعياري = الجذر التربيعي للتباين = الجذر التربيعي

0.313=0.098065

5– معامل الاختلاف = (الانحراف المعياري ÷المتوسط)x100=20.95%

نسبة الألياف القصيرة = 100–النسبة المئوية للتجمع التكراري لمجموعة طول 9

(عند1/2") = 100–89.49= 10.51

يبين الشكل 7-12 طريقة الخصل المثبتة (طريقة وزنها).

E) Clamped tuft method (Weighing method):

Clamping.

Combining to remove loose un gripped fibres.

The protruding tufts are cut from edge of the clamp and weighed.

The clamps then opened and fibres in side clamps are weighed separately.

Mean fibre length / Total mass = (W x Total mass of combed tuft) / mass of clamped fibre

where **W** is the width of clamp



الشكل 7-12: طريقة الخصل المثبتة (طريقة وزنها)

- **جهاز اختبار طول الألياف بالأمشاط:**

1- الأجزاء الرئيسية للجهاز :

- وحدة القياس ME - جهاز التمشيط ووضع العينة SP
- حاسب CPU - ملحقات الجهاز ومزود الطاقة AC

2- مبدأ عمل الجهاز: هو جهاز إلكتروني، ياباني الصنع، يعمل على قياس توزيع أطوال الشعيرات، ويعتمد مبدأ عمل الجهاز على التأثير على خلية ضوئية كهربائية وذلك من خلال تفسير الضوء الساقط على الخلايا الضوئية من مصباح متوهج على شكل أنبوب فلوريسنت. إذ تؤخذ عينة من الأقطان ويتم وضعها في حجرة مخصصة، ثم يتم

رفعها نحو الأعلى ومن خلال مقبض يثبت فيه مشط يتم نزع مجموعة من الشعيرات على كامل عرض المشط، بعد ذلك يرفع المشط ليوضع في جهاز الاختبار إذ تكون الشعيرات ممسوكة في مشط بين المصباح والخلية فيمر الضوء بكمية معينة تعتمد على طول الشعيرات الموجودة وعددها.

تعتمد الخلية الضوئية على تحويل الاختلاف في شدة الضوء إلى اختلاف في شدة التيار الذي يمر في دارة كهربائية ويتم وصل الجهاز إلى حاسب لترجمة هذه الإشارات إلى أرقام والنتائج والخط البياني لهذه النتائج، تعاد التجربة عدة مرات وتؤخذ القراءة الوسطية لمجموع النتائج.

3- مدلولات المصطلحات والرموز (الشكل7-13) :

SFC% (نسبة الشعيرات القصيرة الأقل من 0.5 بوصة أي ما يعادل12.7 مم).

SL 2.5% (الطول الفعال للشعيرات).

UR% (درجة الانتظامية).

ML (الطول المتوسط للشعيرات).

UHM (الطول الأكبر من الطول المتوسط).

UI% (معامل انتظام الشعيرات).

CV% (معامل اختلاف طول الشعيرات).

الشكل 7 -13: تقرير اختبار طول الألياف

العلاقات بين هذه الرموز :

$$UI\ \% = \frac{ML}{UHM} * 100$$

$$UR\% = \frac{SL50\%}{SL2.5} * 100$$

$$CV\ \% = \frac{SFC\%}{SL2.5\%} * 100$$

التقييم العالمي لاختبار طول الشعيرات:

- القصيرة < 0.99 inch
- المتوسطة : 1.10-0.99 inch
- الطويل: 1.26 -1.11 inch
- الطويلة جداً > 1.26 inch

التقييم العالمي لاختبار درجة الانتظامية:

- منخفضة جداً : اقل من 77
- منخفضة : 77 – 79
- متوسطة : 80 – 82
- عالية : 83 – 85
- عالية جداً : أعلى من 85

2- باستخدام جهاز الأمشاط (شيرلي):Shirley Photoelectric Stapler

يتكون من مجموعتين من الأمشاط واحدة عليا وأخرى سفلى، تختلف من حيث عدده، وعدد الأسنان بالسنتيمتر وفقاً لنوع الخامة النسيجية المستخدمة.

الشكل 7-14: جهاز الأمشاط (شيرلى):Shirley Photoelectric Stapler

ترجمة الشروحات على الشكل 7-14:

شريحة مزدوجة	Double slide	خلية كهروضونية C1	Photoelectric Cell C1
حركة بدء السير الناقل	Belt Start Moving	خلية كهروضونية C2	Photoelectric Cell C2
		حافة حامل وسادة الألياف	Pad holding fringe of fibers

جهاز الأمشاط (شيرلي): Shirley Photoelectric Stapler

طريقة الفحص:

- يتم وضع الجهاز بحيث تكون الأمشاط العلوية أمام القائم بعملية الفحص.
- توضع عينة الألياف المعدة للاختبار بين أسنان الأمشاط السفلية، من الجهة اليمينية ويتم ضغطها بواسطة أداة ضغط خاصة مرفقة مع الجهاز.
- تمشط خصلة الألياف بين أسنان الأمشاط وذلك بسحبها على أجزاء بوساطة الملقط الخاص بذلك، ويتم تثبيتها على الجهة اليسارية من الأمشاط السفلية، إذ تكون بداية الألياف واحدة في أحد جانبي المشط مع الضغط عليها نحو الداخل.
- نقوم بعد ذلك بتنزيل الأمشاط العلوية على الأمشاط السفلية، ثم يتم تدوير الجهاز 180 درجة .

- يتم رفع مشط من المجموعة العلوية، وينزل مشط من المجموعة السفلية، بالتبادل حتى تظهر أطراف أطوال الألياف .
- نقوم بسحب الألياف الظاهرة بواسطة الملقط، وتوضع وترص على لوحة مغطاة بالمخمل الأسود، ويراعى وجود أطراف الألياف على خط مستقيم واحد .
- بعد الانتهاء من سحب جميع الألياف الظاهرة، يتم تنزيل هذا المشط، فتظهر أطراف الألياف التي تليه في الطول فتسحب ويتم رصها إلى جانب الألياف السابق سحبها .
- وهكذا يتم تكرار العملية ليتم تنزيل كافة الأمشاط وسحب الألياف، فيتشكل بذلك منحنى الطول على لوحة المخمل السوداء. يمثل المحور الرأسي في هذا المنحنى طول الألياف ويمثل المحور الأفقي توزيع طول الألياف .

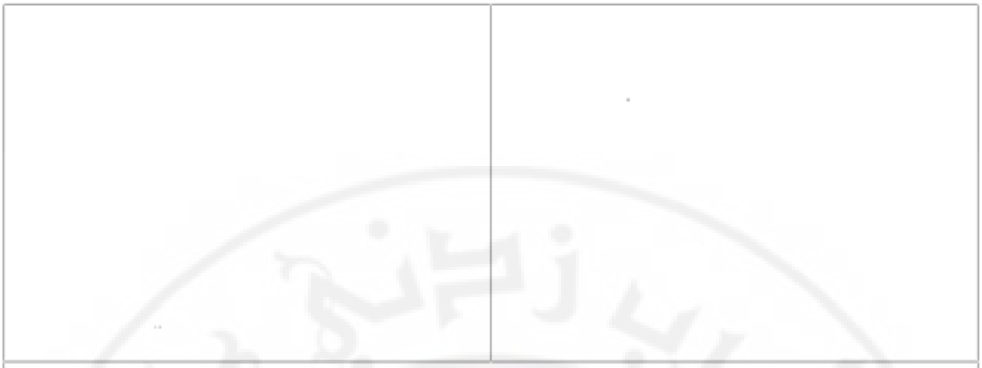
الحسابات: تتبع في تحديد الطول الفعال والنسبة المئوية للألياف القصيرة، ومعامل اختلافها، نفس الطريقة المستخدمة في جهاز كومب سورتر .

$$\text{الطول المتوسط} = \frac{\text{المساحة الكلية للمنحني}}{\text{طول القاعدة}}$$

3- باستخدام جهاز الفيبروغراف Fibrograph

هذا الجهاز يستخدم لتحديد طول الألياف وانتظاميتها، وذلك لألياف القطن غير الممزوج، سواءً كان خاماً أو على شكل شريط، أو عوادم ويبين الشكل(7-15-a) الجهاز وملحقاته.

مبدأ العمل: يعتمد مبدأ عمل الجهاز على اختلاف كمية الضوء النافذة من خلال مشط جهاز الفيبروغراف وفقاً لكثافتها، أو كمية الألياف في وحدة المساحة، إذ يزداد نفاذ الأشعة من الضوء ذو شدة معينة، كلما قلت كمية الألياف، والعكس صحيح (الشكل 7-15-b).



الشكل 7- 15-a : جهاز الفيبروغراف Photoelectric Method (Fibro graph)

الشكل 7- 15-b: طريقة الفيبروغراف Photoelectric Method (Fibro graph)

الفرضيات Assumptions:

1- يتم الإمساك بالألياف على المشط بالتناسب مع الطول مقارنة مع الطول الكلي لجميع الألياف في العينة (الألياف الأطول لها فرصة أكبر)، (الشكل 7-16).

I. A fibre is caught on the comb in proportion to its length as compared with the total length of all fibres in the sample (longer fibres has greater chance)

الشكل 7-16 : توضيح الطول المقاس Span Length

ويبين الشكل (7- 17) مخطط توزع طول الألياف.

II. The point where it is caught is at random along its length.
Distance traveled from base line : مسافة الانتقال من خط الأساس
Floating fibre (%) = [2.5%SL / L – 0.975} × 100
U.R. = (50%SL / 2.5% SL) × 100 [approx. 40-50% for normal cotton]
Where L = avg. length of fibre الطول المتوسط لليف

الشكل 7- 17: مخطط توزع طول الألياف

Span Length الطول المقاس Percentage of fibers نسبة الألياف

Distance traveled from base line المسافة انطلاقاً من خط القاعدة

النقطة التي يتم اكتشافها هي عشوائية بطولها

The point where it is caught is at random along its length.

Floating fibre (%) = [2.5%SL / L – 0.975} × 100 الألياف الطافية

U.R. = (50%SL / 2.5% SL) × 100 [apprx. 40-50% for normal cotton]

Where L = avg. length of fibre: متوسط طول الليف

يتم بواسطة الجهاز قياس الأطوال التالية :

- **الطول المقاس المعلق % 2.5 Span Length** (2.5%SL): وهو الطول الذي يتجاوز بنسبة 2.5% من الألياف. وهو يشكل طول المسافة الممتدة من حد المشط الحامل للألياف إلى النقطة التي يمتد بعدها 2.5% فقط من هذه الألياف .

- **الطول المقاس % 50 Span Length** (50%SL): وهو الطول الذي يتجاوز بنسبة 50% من الألياف. وهو يشكل طول المسافة الممتدة من حد المشط الحامل

للألياف إلى النقطة التي يمتد بعدها % 50 من هذه الألياف، ويشكل المتوسط الحسابي لأطوال الألياف .

- **نسبة الانتظام** (U.R.%):

أعلى من 80 %	منتظم
76– 80 %	متوسط الانتظام
71 – 75 %	انتظام طفيف

- **نسبة الألياف القصيرة:** (نسبة الألياف الأقصر من 1/2 بوصة).

وهي علاقة بين كمية الألياف عند نقطة 1/2 بوصة من منحنى الفيبروغراف وكمية الألياف عند وضع البداية 0.150 بوصة.

- **طريقة عمل جهاز الفيبروغراف** :

يوضع مشط الاختبار مفتوحاً في مكانة في جهاز إعداد العينةFibro sampler الملحق بجهاز الفيبروغراف .

- توضع العينة المخبرية المكيفة داخل جهاز إعداد العينات .
- يضغط على العينة باليد اليسرى باتجاه السطح المثقب في جهاز إعداد العينة، بينما تحرك اليد اليمنى الذراع المحوري باتجاه عقرب الساعة .
- يغلق المشط قبل رفعه من مكانه، استعداداً للفحص على جهاز الفيبروجراف .
- يحضر مشطان أو أربعة أمشاط من كل عينة مخبرية فرعية .
- يشغل الجهاز ويترك فترة زمنية كافية للوصول إلى حالة الثبات الإلكتروني .
- يعاير الجهاز باستخدام ألواح السلوفان .
- يثبت مشط عينة الاختبار في مكانه بجهاز الفيبروغراف، إذ تتجه أليافه إلى أسفل .
- تفرش الألياف بالفرشاة الخاصة بالجهاز للعمل على استقامتها وتوزيعها وإزالة الألياف غير الممسوكة، دون التعرض لتوزيع الألياف في أسنان المشط .
- ينزل غطاء الإضاءة ويلاحظ ضرورة قراءة عداد الكمية بين 1.200–1.600 للدلالة على مناسبة العينة وتجانسها.

- تسجل قراءات الطول بالبوصة لأقرب رقمين عشريين أو بالمليمتر لأقرب رقم عشري واحد.

يتم رسم منحنى التوزيع التكراري .

الحسابات :

- متوسط الطول عند 2.5 % .
- متوسط الطول عند 50 %

$$\text{نسبة الانتظامية} = \frac{\text{متوسط الطول عند 50 \%}}{\text{متوسط الطول عند 2.5\%}} * 100$$

$$\text{نسبة الألياف الأقصر من 1/2 إنش} = \frac{a}{\text{الكمية عند 0.150}} * 100$$

a–تؤخذ من منحنى الفيبروغراف

$$\text{نسبة الألياف الأقصر من 1/2 إنش (من قراءة العداد)} = \frac{\text{(الكمية)0.150إنش– 4(الكمية) إنش 0.45 +3 (الكمية)0.55 إنش}}{\text{الكمية عند 0.150 إنش}} \times 100$$

$$\text{دليل الألياف العائمة عند\%} = 1 - \frac{\text{الطول عند 2.5 \%}}{2\left(\text{الطول عند 50 \%} - 0.075\right)} * 100$$

4– باستخدام جهاز الفحص المكثف High Volume Instrument (HVI):

في هذا الجهاز يتم قياس خصائص متعددة للألياف مثل الطول، المتانة، النعومة اللون، ونسبة الشوائب. في وحدة قياس الطول يقاس طول الألياف في شكل عينة ألياف غير مصطفة Non–aligned fibers. إن تحضير العينة يتضمن التمشيط لأجل جعل الشعيرات مستقيمة ومتوازية، ويتضمن التنفيض والتنظيف brushing إزالة تجعدات

الألياف. في حالة التحكم بالحركة Motion Control HVI، فإن عينة الألياف، تدخل الألياف على مراحل خلال شق داخل الغرفة المفرغة من الهواء Vacuum Chamber. التفريغ Vacuum في حجرة الاختبار يزداد بازدياد إغلاق الشق بخصلة tuft الألياف المثبتة (المكبوسة). إن التغير في التفريغ Vacuum يتناسب مع زيادة كتلة الألياف في وحدة العينة. يقوم حساس عالي الحساسية بتحويل التغيرات في الفراغ إلى اشارات كهربائية . يتضمن التقرير الناتج من الجهاز : الطول عند الربيع الأعلى Upper Half Mean Length، الطول المتوسط mean length، دليل التجانس Uniformity Index، محتوى الألياف القصيرة short fiber content، الطول المقاس Span Length. دليل التجانس هو النسبة بين الطول المتوسط والطول عند الربيع الأعلى ويعبر عنه بالنسبة المئوية كما يلي:

$$\text{Uniformity Index} = \frac{\text{Mean Length}}{\text{Upper Half Mean Length}} * 100$$

محتوى الألياف القصيرة يعطى بالنسبة المئوية للألياف وبالوزن للألياف التي طولها أقل من 2/1 إنش.

5- باستخدام نظام المعلومات المتقدم للألياف(AFIS)

Advanced Fiber Information System

تستخدم طريقة النظام المتقدم للمعلومات عن الألياف(AFIS) لقياس طول الألياف، والجهاز من تصنيع شركة أوستر Zellwger Uster ، وتعتمد هذه الطريقة على معالجة الألياف هوائياً-ميكانيكياً بشكل مشابه لعملية الفتح والتسريح. حيث يتم تتبع تتابع الألياف بحساسات كهرو ضوئية. وعندئذٍ تعالج بمعالجات حاسوبية عالية السرعة. وتعطي بعدئذٍ تقريراً بالنتائج .

4-7 اختبار نعومة الألياف النسيجية Fiber Fineness Testing

يتم تحديد نعومة الألياف لتحديد أفضل الخلطات، وتحديد طريقة إنتاج الغزول، إضافة إلى عدة عوامل مرتبطة بنعومة الألياف، مثل: متانة الخيوط وانتظاميتها، كفاءة التنظيف، قابلية الألياف لتشكيل العقد، نمرة الخيط، لمعان الخيط، برمات الخيط، عملية تجهيز الأقمشة وبعبارة أخرى جودة الخيوط والمنتج النهائي .

التعاريف المتعلقة بالنعومة :

الكثافة الخطية Fineness: خاصية الرفع للألياف ويعبر عنها بالقطر .

الكثافة الخطية للألياف Fiber Fineness:

النمرة بالتكس $T=\frac{m}{l}$ $[\frac{g}{Km}]$

ويمكن التعبير عنها بوحدات مختلفة؛ مثل ملغ/ بوصة، ملغ/ 10م، ملغ /100000 سم، وتعتبر الأخيرة الأكثر شيوعاً، وهو ما يسمى بالوحدات العالمية للكثافة الطولية للألياف (تكس).

وحدة التكس=9 وحدات دينير denier

وحدة التكس = 10 وحدات ديسيتكس dtex

ونبين فيما يلي طرق اختبار نعومة الألياف :

1- طريقة جهاز الميكرونير (قراءة الميكرونير) .
2- طريقة جهاز الفيبروسكوب(الإسقاط المجهري) .
3- طريقة القطع والوزن (وزن وحدة الطول)
4- الطريقة الكهروضوئية

1-4-7 الطريقة الهوائية (جهاز الميكرونير Micronaier):

تستخدم هذه الطريقة لتعيين نعومة ألياف عينات القطن أو الصوف النظيفة من البالة، الملف، الشريط، أو العوادم بعد تنظيفها، وذلك بقياس مقاومة الألياف لمرور الهواء. تقدر

النعومة بالميكرونير في حالة استخدام مقياس القطن، وبمتوسط قطر الليفة(μ) في حالة استخدام مقياس الصوف .

مبدأ الاختبار: توضع كتلة معلومة من الألياف في مكان محدد وتضغط في حجم ثابت. ثم يمرر هواء تحت ضغط ثابت خلال العينة المختبرة. عند ثبات فرق الضغط بين وجهي العينة، يزداد معدل مرور الهواء كلما زاد قطر الألياف، ويقل المعدل كلما زادت نعومة الألياف. تتحرك عوامة إلى أعلى أو إلى أسفل داخل أنبوبة مدرجة حسب كمية الهواء المار، أي حسب مقاومة الألياف لمرور الهواء .

جهاز قياس نعومة القطن The Cotton Fineness Meter

- **المكونات: الجهاز يتكون الجهاز** (الشكل 7-18):

1- واجهة أمامية مجوفة تحتوي على أنابيب قياس الضغط والتدفق.
2- مسطرة مدرجة تؤمن القراءة المباشرة لقيم الميكرونير.
3- مانومتر.
4- زجاجة الإمداد الخاصة.
5- المضخة.

جهاز قياس نعومة ألياف القطن The Cotton Fiber Fineness Tester	جهاز قياس نعومة ألياف الصوف Wool Fiber Fineness Tester

الشكل 7-18-a: جهاز قياس نعومة الألياف Fiber Fineness Tester

الشكل 7-18-b: جهاز قياس نعومة ألياف القطن بالدفق الهوائي

- **طريقة الاختبار:** يتم الاستعمال الدقيق للجهاز والقياسات المحددة بوساطته وفقاً للمواصفة BS3181:1987 الجو القياسي للاختبار كما هي محددة في المواصفة BS:1051، والمواصفة القياسية السورية.

3-1 تحضير العينات المختبرة

1- نختار عينات اختبار من نماذج المخبر أو البالة وذلك بأخذ 16 قطعة على الأقل عشوائياً بحيث تكون صغيرة وعلى شكل كرات متساوية تقريباً وإذا كانت العينة من القطن الخام فان النفايات الثقيلة مثل الرمل والبذور والقطع الكبيرة من الساق والأوراق (المحتوى من القطع الصغيرة والأوراق يجب ألا تؤثر على نتيجة الاختبار) .

2- نقوم بوزن 5غ من العينة المختبرة على ميزان حساس مناسب للحصول على درجة مناسبة من الدقة عند الاختبار وفق المعيار البريطاني ($\pm 0,2\%$).

3- **اختبار العينة** :ضع العينة المختبرة الموزونة في حامل العينة وقم بتنفيشها بالأصابع لفك العقد .

لا تضع العينة داخل الحامل دفعة واحدة بل ضعها تدريجياً دافعاً إياها نحو الأسفل بالأصابع بحيث تكون الكثافة متجانسة .

4- قم بإيلاج المقبض واضغطه نحو الأسفل على العينة ثم قم بإدارته حتى يصبح في وضع الإغلاق .

5- يجب التأكد من أن صمام التحكم بالهواء K مغلق تماماً ثم قم بتشغيل المضخة .

6- نفتح صمام التحكم ببطء حتى يهبط السائل في المانومتر إلى العلامة السفلية المحددة j تؤخذ القراءة من أعلى الجسم الطافي في الوقت الذي تكون فيه الحافة السفلية للسطح المقعر على خط واحد مع العلامة العلوية المحددة J على ميزان المانومتر .

7- أغلق صمام التحكم وحرر المقبض وأخرج العينة من الحامل .

8- كرر الاختبار كما وصف أعلاه ونأخذ قراءة ثانية .

9- كرر طريقة الاختبار على واحدة أو أكثر من العينات الموزونة من النموذج نفسه واحسب المتوسط الحسابي للنعومة لهذه القيم الجدول(7-11).

الجدول 7-11: الجهاز والواحدات

الجهاز المستخدم	الواحدات	مجال قيمة الميكرونير	كتلة العينة(غ)
الميكونيير	قراءة ميكرونير	8-2.4	5

جهاز ويرا Wira لفحص نعومة القطن:

هو عبارة عن جهاز الكتروني بالكامل مزود بلوحة الكترونية وبمفاتيح تعتمد مبدأ اللمس في عملها وهذا الجهاز عبارة عن جهاز صغير الحجم مزود بفتحة مثقبة تغلق من الخارج وبمضخة هوائية لتطبيق ضغط معين على الألياف حين اختبارها. الجهاز يعتمد مبدأ تطبيق ضغط معين على الألياف وذلك من خلال ثقوب صغيرة موجودة في أسفل حجرة الاختبار كما أنه يعمل على تنظيف الألياف من بعض الغبار العالق قبل الاختبار.

الوظيفة: قياس نعومة الشعيرات ودرجة نضجها .

إجراء التجربة:

- أخذ عينة بوزن 2.5 غ

- تفتيح العينة ووضعها في مكان التجربة.
- نضغط:

Test -3 Enter -2 PUMP -1

وبهذا يقوم الجهاز بإجراء الفحص الكامل لنعومة الشعيرات ودرجة نضجها .

ويعطي النتائج على الشكل التالي:

1- قراءات النعومة واختبارها دائماً الرقم الثاني Enter.

2- تظهر قراءة الضغط نضغط Enter.

3-تظهر قراءة درجة النضج والنعومة وبهذا تكون قد انتهت التجربة .

من أجل التجربة الثانية نضغط RESET ثم TEST وهكذا حتى الانتهاء من عدد التجارب المقررة نضغط ESC للعودة إلى الشاشة الرئيسية .

ثم نقارن النتيجة بالنتائج التالية :

- ناعمة جداً :3 - ناعمة: 3.9 - متوسطة: 4.9
- خشنة: 5.9 - خشنة جداً: 6

الشكل7-19: جهاز WIRA الالكتروني لفحص درجة النعومة و النضج للشعيرات

WIRA Electronic Cotton Fineness & Maturity Meter

يعمل جهاز WIRA لتحديد نعومة ودرجة نضج القطن على مبدأ جريان الهواء. وزن عينة القطن 2.5 غ تُضغط إلى قيمتين محددتين إذ يوجد مستويان مختلفان لجريان الهواء، طريقة الفحص مطابقة للمواصفة القياسية السورية وللمعايير الدولية الآتية:

EN ISO 10306 :1995 ,BS3181 ASTM D 3813, ASTM D 1448 and ISO 2403 DIN 53943 .

7-4-2 طريقة جهاز الإسقاط المجهري (الفيبروسكوب Fibroscopie) .

تستخدم هذه الطريقة في حالة الشعيرات المستديرة وشبه المستديرة وتستخدم خصيصاً لتحديد نعومة شعيرات الصوف، حيث أن نعومة شعيرات الصوف تعطى على أساس قطر مقطعها [15].

بما أن قطر شعيرات الصوف عالي التشتت يجب أخذ عينة ممثلة وإجراء عدد كبير من قراءات قطر الشعيرات. تُقَصّ شعيرات صوف، طولها قطعاً حوالي 0.5-1.0مم وتمزج مع بعضها ثم توزع إلى حقول ويؤخذ من كل حقل عدد من القطع وتوضع على شريحة مجهر. يستعمل للتظهير سائل لا يؤدي إلى انتفاخ الشعيرات مثل الغليسيرين المدد .

المجهر مجهز بشاشة إسقاط مقسمة إلى خطوات طولية وعرضية. يحسب تكبير المجهر من إسقاط شريحة مجهرية تتضمن تقسيماً ميكرونياً لملمترين. تسقط بعدئذٍ عينة الاختبار على شاشة المجهر ويبدأ قياس الشعيرات من الزاوية العلوية اليسرى للعينة . تحرك العينة نحو اليمين ويقرأ قطر كل شعيرة تظهر على الشاشة. تحرك بعدئذٍ شريحة العينة مقدار (1) مم عمودياً ويقرأ قطر كل شعيرة تظهر على الشاشة أثناء تحريك العينة أفقياً هكذا حتى انتهاء كامل العينة، دون إهمال أي قطر يظهر على الشاشة. يحسب من القراءات الفردية متوسط قطر الشعيرات ومعامل الاختلاف ومجال الثقة.

قد يحدث أن لا يظهر طرفا الشعيرة واضحين في آن واحد وهذا أمر طبيعي في الاختبار المجهري ويتعلق بانكسار الضوء. يعيِّر المجهر في هذه الحالة بحيث يظهر أحد طرفي الشعيرة واضحاً ويقدر الطرف الآخر للشعيرة على أنه منتصف الطرف الواضح تماماً.

إن العدد الكلي للقراءات يحدد على ضوء مجال الثقة والضمان الإحصائي المطلوبين .

7-4-3 طريقة القطع والوزن (وزن وحدة الطول) Gravimetric Method

تؤخذ من عينة جماعية من إرسالية الشعيرات المراد اختبارها (10) عينات اختبار وزن كل منها بضع ملغرامات. توازى شعيرات عينة الاختبار دون حصول الشعيرات على استطالة أو عطب. تقص بعدئذٍ الشعيرات ضمن وسطها بطول محدد بواسطة جهاز قطع تيلة (ليف) وإن لم يتوفر فبوضع العينة بين مسطرتين مختلفتي العرض وقطع الشعيرات البارزة عن المسطرة الأضيق على أن تكون الشعيرات عمودية تماماً على المسطرة .

تؤخذ من كل حزمة شعيرات من عينات الاختبار بعد قطعها حوالي (50) شعيرة. توزن كل مجموعة شعيرات على انفراد. تحسب نعومة الشعيرات من طول القطع وعدد الشعيرات الموزونة ووزنها على النحو التالي :

$$\mathrm{Tt} = \frac{G.10^6}{L.Z} mtex$$

إذ أن :

Tt: نعومة الشعيرات (ميلي لتكس).

L: طول القطع (مم).

G: وزن الشعيرات (ملغ).

Z: عدد الشعيرات الموزونة .

$$Td = + \frac{G.9.10^3}{LZ} den$$

إذ إنّ :

Td: نعومة الشعيرات (الدنيير).

يحسب من مجموع القراءات متوسط نعومة الشعيرات ومجال الثقة بالمتوسط . يجب ان لا يتجاوز نصف السعة النسبية لمجال (2%) وإلا يُزاد عدد القراءات (عدد عينات الاختبار) حتى تحقق مجال الثقة المذكور حسب الضمان الإحصائي المطلوب المعبر عنه من خلال قيمة (t) .

مثال : طول القطع = 50 مم.

وكان عدد الشعيرات الموزونة من كل عينة 50 شعيرة .

وكان وزن كل عينة من العينات العشر كما في الجدول (7-12).

الجدول 7-12: وزن العينات العشر

رقم	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
وزن الحزمة	0.833	0.887	0.825	0.801	0.812	0.798	0.788	0.835	0.795	0.775

يتم حساب النعومة بالتكس Tt بالعلاقات التالية:

$$\mathrm{Tt} = \frac{0.815.10^6}{50.50} = 325mtex$$

$$P = t\frac{CV}{\sqrt{n}} = \pm 2.26\frac{2.556}{\sqrt{10}} = 1.82 < 2$$

إذ أن :

n: عدد القراءات (عينات الاختبار).

CV: معامل الاختلاف لمجموع القراءات .

P: نصف السعة النسبية لمجال الثقة .

t: ثابت ستودنت Student (توزع t) ويؤخذ من الجداول الإحصائية حسب الضمان الإحصائي المطلوب وعدد درجات الحرية f=n-1 .

حيث أن: $t_{\alpha,f} = t_{5\%,f=9} = 2.26$

على ذلك فإن السعة النسبية لمجال الثقة بمتوسط نعومة الشعيرات أقل من (2%) بضمان إحصائي مقداره (95%)، وبذلك فإن الاختبار مضمون إحصائياً ولا يحتاج إلى زيادة عدد عينات الاختبار .

7-4-4 الطريقة الكهروضوئية Opto Electrical Method: تستخدم طريقة النظام المتقدم للمعلومات عن الألياف(AFIS) لتحديد النعومة، وتعتمد هذه الطريقة على تحديد قطر ألياف القطن وتعطي تقريراً بالنتائج .

7-5 اختبار نضج ألياف القطن Fibers Maturity

نضج ألياف القطن Fibers Maturity، هي وحدة قياس تطور ألياف القطن وهي خاصية هامة جداً. يمكن أن تتغير درجة النضج ضمن البذرة نفسها.

تستخدم عدة طرق لقياس درجة نضج القطن، ويمكن تصنيفها ضمن طريقتين رئيسيتين هما الطريقة المباشرة والغير مباشرة .

7-5-1 تحديد درجة النضج بالطرق المباشرة Direct Method

1- التحليل الميكروسكوبي بالانتفاخ بالصودا الكاوية

Microscopic Analysis by Caustic Soda Swelling

2- نسبة الألياف الناضجة Percentage of Mature Fibers

3- طريقة معامل النضج Maturity Coefficient

4- نسبة النضج Maturity Ratio

7-5-2 تحديد درجة نضج القطن بالطرق غير المباشرة Indirect Method

1- طريقة الضوء القطبي Polarised Light Method

2- اختبار الصباغة التفاضلية Differential Dyeing Test

3- طريقة تدفق الهواء Air Flow Method

4- طريقة الكوستيكر Causticare Method

في هذه الطريقة: درجة النضج هي نسبة معدل سريان الهواء خلال عينة محددة الوزن والحجم قبل معالجتها بماءات الصوديوم إلى معدل سريان الهواء خلال ذات العينة بعد معالجتها بماءات الصوديوم .

5- طريقة الرسم البياني الرقمي للألياف Digital Fibrograph Method

6-باستخدام النظام المتقدم للمعلومات عن الألياف(AFIS)

Maturity by Advanced Fiber In formation System

تستخدم طريقة النظام المتقدم للمعلومات عن الألياف(AFIS) لقياس النضج، وتعتمد هذه الطريقة على تقانات القياس الضوئية لقياس نضج الشعيرة المفردة بحساسات ضوئية، والمعالجة بمعالجات حاسوبية عالية السرعة وإعطاء تقرير بالنتائج .

7-6 اختبار نسبة النبسNeps

النبس هو عقد صغيرة أو ألياف متشابكة tangled fibers . في القطن، عموماً يتكون النبس من الألياف الميتة أو غير الناضجة. أيضاً هذه يمكن أن تتكون من العمل غير الملائم في أي مرحلة من مراحل المعالجة. إن الألياف ذات المحتوى الأكبر من الألياف القصيرة والألياف غير الناضجة من المحتمل أن تنتج كثيراً من النبس خلال المعالجات الميكانيكية. بصورة عامة، ينقسم النبس إلى مجموعتين رئيسيتين: نبس المواد الأولية (أ)، ونبس المعالجات (ب).

7-6-1 طرق تقييم النبس Methods of Estimation of Neps

يعبر عن النبس عادةً بعدد النبس في واحد غرام من الألياف. توجد طرق متعددة لقياس محتوى الألياف من النبس، ممكن في مرحلة الخلط mixing stage، التسريح، السحب، البرم، وكذلك في مرحلة الغزل النهائي .

1- الطريقة اليدوية Manual Counting :

2- صفيحة المعايرة شيرليShirley Template

3- جهاز اختبار النبس شيرلي Shirley Neps Tester

4- نظام المعلومات المتقدم للألياف Advanced Fiber Information System AFIS

5- اختبار تلوث الألياف Lintronics Fibre Contamination Tester(FCT)

5- اختبار النبس بجهاز Premier ART Tester(FCT)

جهاز فحص النبس في القطن بواسطة USTER AFIS-N

1. **وظيفة الجهاز:** يقوم هذا الجهاز بفحص عدد النبس في شعيرات القطن في كل المراحل التي تسبق غزل الخيط (قطن خام، شريط، مبروم).

2. **أقسام الجهاز:** يتكون الجهاز من حساس لقياس حجم النبس والقشور الموجودة في بعض الشعيرات، شوبك لتفتيح شعيرات القطن، ميزان، شاشة ، طابعة ، كمبيوتر لتحليل النتائج.

3. **طريقة عمل الجهاز:**

- يحتاج الجهاز إلى/5/ دقائق للتحمية.
- يتم وزن العينة إذ يكون وزنها بين (0.40-0.60)غ.
- يتم تحضير الطول حسب الوزن وحسب ما يحدده الجهاز.
- توضع العينة على صفيحة التغذية.
- تقوم أسطوانة التفتيح بتفتيح مجموعة الشعيرات إلى شعيرات أحادية وتفصل الشوائب والغبار والنبس عبر شفطها بأقنية خاصة, وعبر هذه الأقنية تمر الشعيرات والنبس خلال حساس ضوئي يحدد أحجام النبس ويتم نقل النبضة الناجمة عن النبس إلى إشارة كهربائية تنقل إلى الكمبيوتر بهدف تقييم النتائج.
- عدد الفحوصات للعينة: من 5-10 عينات.

4. **مبدأ عمل الحساس الضوئي:** الحساس الضوئي هو عبارة عن ديود ليزري مؤلف من مرسل يرسل أشعة إلى مستقبل. وخلال مرور الأشعة من المرسل تصطدم بالنبس، فيقوم النبس حسب حجمه بحجب الأشعة المرسلة عن المستقبل وبالتالي تنشأ تغيرات بالتوتر حسب حجم النبس تختلف عن تغيرات شعيرات القطن وبالنتيجة يتشكل منحني للشعيرات مختلف عن منحني النبس، مع العلم أن سرعة تدفق هواء الشفط يجب أن يكون ثابتاً.

يقوم الجهاز بفحص القطن 100%، خيط ممزوج بنسبة 50/50%، خيط ممزوج 65/35%، خيط ممزوج 20/80%، فسكوز.

5. نتائج التجربة على جهاز AFIS-N :

تظهر النتائج على الجهاز كما يلي:

1. Weight وزن العينة (بالغرام).
2. قياس النبس.
3. عدد النبس ويعبر عنه بعدد النبس بالغرام Nep (cnt/g).
4. قياس القشور.
5. عدد القشور ويعبر عنها كعدد (كمية) في الغرام Nep (cnt/g).
6. القيم المتوسطة للنتائج .
7. معامل الاختلاف27%.

وتظهر النتاج على شكل تقرير تتم طباعته كما هو مبين في الجدول (7-13).

الجدول 7-13 : تقييمات جهاز النبس:AFIS-N لشريط آلة الكرد(التصسريح)

AFIS							
VFM%	MAT	SFCSS n	TRASH	DUST	SCN	NEP	(%)
0.7	0.95	17	35	155	15	135	5%
0.8	0.92	22	50	250	22	210	25%
1.4	0.9	24	65	390	26	250	50%
2.1	0.88	28	87	494	31	290	75%
3.7	0.89	32	160	980	42	385	95%

حيث أن:

NEP: النبس.

SCN: النبس الناتج عن جوزة القطن.

Dust: الغبار.

Trash: القشور.

SFCn: الألياف القصيرة المحتواة(Short Fiber Content).

VFM%: نسبة القشور.

وتمثل النسب المئوية(%) في العمود الأيمن من الجدول مستويات الجودة حسب جداول تقييمات أوستر.

يبين الجدول(7-14) نتائج اختبار النبس في مرحلة التسريح والسحب.

الجدول7-14: نتائج اختبار النبس في مرحلة التسريح والسحب

Open-End (O.E) NEPS							
CARD SLIVER				FINSHER SLIVER			
5%	25%	50%	75%	5%	25%	50%	75%
75	105	180	210	75	105	180	210

إذ إن:

CARD SLIVER: شريط الكرد.

FINSHER SLIVER: شريط السحب.

يبين الجدول (7-15) نتائج اختبار النبس في البالة ومرحلة التسريح .

الجدول 7-15 : نتائج اختبار النبس في البالات ومرحلة التسريح.

O.E NEPS							
BALE				CARD SLIVER			
5%	25%	50%	75%	5%	25%	50%	75%
135	210	250	290	380	480	550	630

حيث أن :

BALE: البالة.

Card MAT: حصيرة الكرد.

7-7 اختبار متانة الألياف النسيجية Tensile Properties

تعتبر متانة الألياف عموماً بعد طول الألياف والنعومة من حيث ترتيب الأهمية بين خصائص الألياف. ولأجل أنظمة الغزل غير التقليدية Unconventional Spinning Systems، متانة الألياف هي الخاصية الأكثر أهمية .

تعتبر متانة ألياف القطن من العوامل المحددة لمتانة الخيط، وبالتالي متانة الأقمشة النهائية، فكلما زادت متانة الألياف زادت متانة الخيط والأقمشة، وبالتالي يقل عدد التقطعات أثناء الغزل والنسيج وتزداد إنتاجية الآلات.

بشكل عام، تدل متانة الليف Fiber strength على قوة الشد القصوى التي يتحملها الليف قبل أن ينقطع. ويمكن التعبير عنها بقوة القطع Breaking strength أو الحمل Load، المتانة Tenacity(قوة القطع لواحدة النعومة) الخ. الاستطالة عموماً تعبر عن النسبة المئوية لاستطالة الليف عند القطع .

7-7-1 تعاريف متعلقة بخواص المتانة:

Terms Related to Tensile Properties

- قوة قطع الليفة Fiber Breaking: القوة اللازمة لإحداث القطع في الألياف منسوبة إلى مساحة مقطع الألياف بالمليمتر المربع .
- المتانة (قوة الشد النسبية Tenacity) للألياف: القوة اللازمة لقطع الألياف منسوبة إلى الكثافة الخطية للشعيرة وتقدر بـ غ/ تكس، أو غ/ دينير .
- الشد الابتدائي Pretension: شد معين يؤثر على العينة لتهيئتها قبل إجراء الاختبار.
- طول العينة بين ماسكين لإجراء اختبار شد: المسافة بين ماسكين لإجراء الاختبار.
- استطالة القطع % Breaking Elongation : نسبة الزيادة في الطول الناتجة في العينة عند القطع بالنسبة للطول الأصلي .
- المتوسط Mean: نتيجة حاصل جمع ناتج بعض القراءات مقسوماً على عددها .
- الانحراف المعياري Standard deviation: قياس مدى تشتت القراءات الفردية عن متوسطها بمجموع انحرافات القيم عند المتوسط.

– معامل الاختلاف CV%: قياس للاختلاف النسبي للتشتت – النسبة المئوية للانحراف المعياري منسوباً للمتوسط .

–دليل بريسلى Pressley Index: الثقل القاطع للألياف بالرطل مقسوماً على وزن الألياف بالملليغرام (في حالة ما، يكون طول العينة بين الفكين في جهاز بريسلي يساوي صفر).

7-7-2 اختبار متانة خصلة من الألياف Bundle Fiber Strength Testing

تستخدم هذه الطريقة لتحديد قوى الشد أو المتانة (قوة الشد النسبية) لخصلة ألياف مسطحة، بطول معلوم من ألياف القطن الخام، أو أثناء مراحل التشغيل. تقدر المتانة (قوة الشد النسبية) بوحدات ملي نيوتن/تكس mN/tex أو غ ث/ دينير gf/den.

المتانة بوحدات ملي نيوتن/ تكس= 9.81 غ ث/ تكس

تستخدم لهذه الغاية عدة طرق منها : جهاز برسليي Pressley ، وجهاز ستيلومتر The Stelometer .

1- جهاز برسلي لاختبار متانة خصلة من الألياف Pressley Fiber Bundle Strength Tester

وظيفة الجهاز: يقوم جهاز برسلي باختبار قوة الشد لخصلة من الشعيرات المتوازية والمثبتة بين فكين، (الشكل 7-20).

جهاز برسلي لاختبار متانة خصلة من الألياف مع كافة ملحقاته



مخطط جهاز برسلي لاختبار متانة خصلة من الألياف :

مشبك سفلي Top Clamp C2 ، مشبك علوي Top Clamp C1 ، مسطرة متدرجةGradueted beam

وزن منزلق Rolling Weight ، شريط من الألياف Ribbon of Fiber.

الشكل 7-20: جهاز برسلي لاختبار متانة خصلة من الألياف Pressley Fiber Bundle Strength Tester

تحضير العينة: يتم اختبار مجموعة صغيرة من الشعيرات بطريقة عشوائية من القطن من أماكن مختلفة ويتم تمشيط الشعيرات بوساطة مشط يدوي وتشكيلها على هيئة خصلة مبسطة متوازية الشعيرات بعرض حوالي 4/1 سم .

تثبت الخصلة بين الفكين المركبين على ملزمة خاصة ويشد عليها بدرجة معينة، وتقص الشعيرات الخارجية البارزة من طرفي الفكين ويثبت الفكان في الجهاز .

مبدأ عمل الجهاز :

- يعتمد في عمله على انزلاق ثقل معين على رافعة مدرجة متمفصلة، إذ يتصل أحد طرفيها بالفك العلوي في حين أن الفك السفلي ثابت .

- بعد تحضير العينة بين الفكين يثبت الفكان في مكانهما بالجهاز ، وتتم معايرة ميزانية الجهاز بالاستعانة بميزان زنبقي موجود على الرافعة، وفي هذه الحالة يكون وضع الرافعة مائلاً على المستوي الأفقي بدرجات قليلة جداً.

- في البداية يكون الثقل W مثبتاً في مكانه، وعند البدء بالاختبار يحرر الثقل فيتدحرج ضاغطاً على ذراع الرافعة للأسفل مما يؤدي إلى رفع الطرف الأخر للرافعة والمتصل

بالفك العلوي، وباستمرار تدحرج الثقل يتزايد الحمل على العينة حتى تصبح القوة المؤثرة عليها كافية لقطعها، ولدى انقطاع العينة يتوقف الثقل فوراً، ويمكن قراءة مقدار الحمل بالرطل الإنكليزي على تدريجات الرافعة. ينزع الفكان من الجهاز وتستخلص الشعيرات من الفكين وتوزن بدقة .

- باستخدام المسافة بين الفكين صفر، فإن :

$$\text{متانة القطع (دليل برسلي)} = \frac{\text{الحمل القاطع بالرطل}}{\text{وزن العينة (ملغ)}}$$

- في حالة المسافة بين الفكين 8/1 بوصة فإن :

$$\text{نسبة برسلي} = \frac{\text{الحمل القاطع بالرطل}}{\text{وزن الشعيرات (ملغ)}}$$

دليل قوة الشعيرات = (نسبة برسلي/3.19) *100

ويمكن حساب قوة الشد النسبية(غ/تكس) من المعادلة : [5.36 × دليل برسلي]

2- طريقة الستيلومتر Stelometer Fiber Bundle Strength Tester

يستخدم الجهاز لتحديد متانة خصلة من ألياف القطن. اسم الجهاز مكون من كلمتين هما المتانة Strength والاستطالة Elongation وهما الخاصيتين اللتين يمكن قياسهما بواسطة هذا الجهاز .

فكرة عمل جهاز الستيلومتر :

- خصلة متوازية ومسطحة من الألياف مثبتة بين فكي الجهاز، بمسافة قياس صفر أو 1/8 بوصة، تعرض لزيادة في قوة الشد بمعدل تحميل ثابت إلى أن يتم القطع.
- تعين قوة قطع الألياف بالقراءة المباشرة على تدرج من 2 إلى 7 كغ .
- تعين النسبة المئوية لاستطالة الألياف لطول قياس بالقراءة المباشرة على تدرج من صفر إلى 40%

يظهر الشكل (7-21) الأجزاء الرئيسية لجهاز الستيلومتر.

الجهاز المستخدم : جهاز بندولي لقياس شد واستطالة خصلة من ألياف القطن ملحق به الآتي :

- ميزان حساس سعة 3 أو 5 ملليغرام ودقة 0.01 ملليغرام(مع المسافة بين الفكين = 0).
- ميزان حساس سعة 5 أو 10 ملليغرام ودقة 0.01 ملليغرام(مع المسافة بين الفكين = 1/ 8إنش).
- منجلة تثبيت الفكين عند وضع الخصلة .
- أداة قطع .
- مفك ربط.
- ملقط .
- فكوك وفواصل .
- مشط دقيق : 20 سن/سم .
- مشط واسع : 3سن /سم .



، عارضة Beam ، عينة Sample ، فكي الضغط Pressly Jaws ، مقياس القوة Strength Scale
، دوران العارضة Beam Rotation ، دبوس الاستشعار Sensing pin
جهاز تخميد الصدمة Dashpot ، مركز ثقل العارضة Center of gravity of beam



الشكل 7-21 : الاجزاء الرئيسية لجهز الستيلومتر

Fiber Bundle Strength Tester (Stelometer)

إعداد الجهاز :

- اضبط الجهاز في مستوى أفقي وذلك بضبط ميزان الماء الخاص بالجهاز بواسطة قلاووظ أسفل جهة اليمين .
- ضع شريحة معدنية رقيقة بين الفكين لمنع انفصالهما .
- ضع الفكوك في مكانها بالجهاز .
- حرر بندول الجهاز بضغط السقاطة .
- راقب الزمن المطلوب لوصول مؤشر الحمل إلى القيمة 7 كغ .
- اضغط الصمام الصغير المتصل بأسطوانة التحكم حسب الرغبة إلى معدل تحميل 1 كغ ث .
- أمسك البندول عندما يقرأ المؤشر الأول 2 كغ وذلك بالقبض على رأس الجهاز، وراقب موضع مؤشر الاستطالة، الذي لا بد من وجوده على الخط الأحمر الأول يسار الصفر .

- في حالة الحاجة إلى تغيير موضع مؤشر الاستطالة، فك قلاووظ الضبط الموجود برأس الجهاز وحركه حتى الوصول إلى القيمة الصحيحة المطلوبة ثم أعد ربطه .

تشغيل الجهاز :

- يُعَد فكي الجهاز وبينهما عينة الاختبار بنفس الطريقة المتبعة مع جهاز بريسلي .
- يعاير تدرج القوة بالكيلوغرام لأقرب 0.01 كغ، ويعاير تدرج الاستطالة كنسبة مئوية لأقرب 0.1 % .
- إذا قل حمل القطع عن 3 كغ تستبعد عينة الاختبار ويجري اختبار جديد بعينة اختبار جديدة .
- يثبت الفكين في الجهاز، يضبط على السقاطة، فيتحرك البندول وتزداد القوة على الألياف بمعدل ثابت حتى القطع .
- تسجل قراءة حمل القطع مباشرة بالكيلوغرام .
- تسجل قراءة الاستطالة مباشرة .
- تنقل الألياف المقطوعة بواسطة الملقط إلى الميزان، ويسجل وزنها.

حسابات النتائج :

باستخدام المسافة بين الفكين = 1/8 إنش ووزن الليف بالملليغرام تحسب المتانة بالعلاقة التالية:

$$Tenacity\ in\ g/tex = \frac{\text{Breaking load in kg x1.5x10}}{\text{Sample weight in mg}}$$

طول العينة يكون 1.5 سم عندما يستخدم بين الفكين طول 1/8 إنش (تقريباً 3 مم)، بالتالي أن 1.5 سم موجودة في الصيغة .

باستخدام المسافة بين الفكين = صفر، سوف يستخدم 1.18 على سبيل المثال طول العينة يكون 1.18 سم تحسب الاستطالة عند القطع بالعلاقة التالية:

$$Breaking\ elongation\% = \frac{(\text{length at breaking load} - nominal\ gauge\ length)}{nominal\ gauge\ length\ X\ 80}$$

لأجل المسافة بين الفكين $nominal\ gauge$ 1/8 انش(3.2 مم)

$$Breaking\ elongation\% = \text{length at breaking load in inches} - 0.125\ X\ 640$$

وكما اعتُمد في المواصفة الدولية ASTM D 1445 –75 فإن هذا العامل 0.8 يُتضمن في العلاقة الرياضية لحساب استطالة القطع لتعويض انزلاق الألياف في الفكين.

3- طريقة جهاز الفحص المكثف High Volume Instrument (HVI)

3-7-7 اختبار متانة الليف المفرد Single Fiber Strength Testing

تستخدم هذه الطريقة لتقدير متانة جميع أنواع الألياف المجعدة ، بواسطة اجهزة قياس ذات معدل تحميل ثابت، أو معدل استطالة ثابت، بأطوال قياس (طول العينة بين الفكين) 10،20،50 ملليمتر، باستخدام شد ابتدائي أو باستخدام الشعيرة في الحالة المسترخية.

طرق اختبار الليفة المفردة Single Fiber Testingتتم بإحدى الطرق التالية :

1- باستخدام جهاز ذو معدل تحميل ثابت أو معدل استطالة ثابت.

2- باستخدام جهاز ميكرو 50 لقياس متانة الليف. وهو جهاز لقياس قيمة الشد والاستطالة لليفة مفردة.

1- باستخدام جهاز ذو معدل تحميل ثابت أو معدل استطالة ثابت:

مبدأ الاختبار: جهاز ذو معدل تحميل ثابت أو معدل استطالة ثابت حتى القطع . يعين حمل القطع استطالة القطع وخواص الشد، أما باقي الخواص كالمتانة والكثافة الطولية ومساحة القطع لكل عينة اختبار (Specimen) أو متوسط العينات(Sample) فإنها تقدر بالطريقة المناسبة .

2- باستخدام جهاز ميكرو 50 لقياس متانة الليف.

- جهاز لقياس قيمة الشد والاستطالة لليفة مفردة، كما يمكن ضبطه إجراء اختبار دورة الاستطالة (Extension Cycle) واختبار دورة التحميل (Load Cycling).
- الجهاز مزود ببرنامج خاص وخلية تحميل قدرها 0.5 g، كما يمكن توصيله بحاسوب لطبع النتائج .
- المسافة بين الفكين متغيرة حتى 15 مم .
- تقرأ نتائج الحمل والاستطالة من العدادات مباشرة .
- يمكن توصيل الجهاز بملحق خاص لاختبار الشعيرة في الحالة المبللة .

7-8 اختبار رطوبة الألياف Fiber Moisture Testing

7-8-1 التعاريف المتعلقة بالرطوبة والوزن المصحح

1- الرطوبة Humidity : هي نسبة كمية بخار الماء الفعلية الموجودة في حجم معين من الهواء عند درجة حرارة معينة إلى كمية بخار الماء التي يمكن أن يتشبع بها ذلك الحجم من الهواء عند درجة الحرارة نفسها. وهذه الرطوبة ضرورية في صالات الصناعات النسيجية .

2- الرطوبة النسبية Relative Humidity: هي النسبة بين ضغط بخار الماء الموجود فعلاً وبين ضغط بخار الماء المشبع عند درجة الحرارة نفسها ويعبر عن هذه النسبة مئوياً، وبعبارة أخرى هي النسبة بين كمية بخار الماء في الجو المقاس رطوبته وكمية الماء الإشباعي بدرجة الحرارة نفسها وتقاس بالنسبة المئوية.

3- رطوبة المادة النسيجية: هي النسبة المئوية الوزنية للماء في المادة [2].

4- الرطوبة الحقيقية (Ur) للمادة النسيجية: هي كمية الماء في المادة ذاتها منسوبة إلى وزن المادة المجففة حتى ثبات الوزن ويعبر عنها بالنسبة المئوية ويطلق عليها اسم الرطوبة المكتسبة (Moisture regain).

5- الرطوبة القانونية (المضاف التجاري أو الرطوبة التجارية Uc،rc): هي كمية الماء التي تتوافق وطبيعة المادة منسوبة إلى وزن المادة النسيجية المجففة حتى ثبات الوزن وتحسب بنسبة مئوية، إذاً الرطوبة التجارية هي نسبة مئوية من الوزن الجاف للمادة النسيجية متعارف عليها تجارياً وتضاف إليه عند حساب الوزن التجاري أو النمرة المصححة أو وزن المتر المصحح لقاء الرطوبة، وتطبق على كافة أنواع إرساليات المنتجات النسيجية بمختلف أشكالها، ويبين الجدول(7-16) بعض قيم الرطوبة التجارية وفقاً للمواصفة القياسية السورية (م.ق.س 504 /1979).

6- الوزن القائم للإرسالية: الوزن القائم للإرسالية أو الكتلة القائمة (Gross weight or Gross mass) هو وزن المادة النسيجية بما فيها من الرطوبة الحقيقية ومواد التحميل مضافاً إليها وزن الكونة الفارغة أو المواسير... إلخ ومواد التغليف (ورق، كرتون، حبال، علب) .

7- الوزن الصافي أو الكتلة الصافية (Net weight or Net mass): هو وزن المادة النسيجية بما فيها من الرطوبة الحقيقية ومواد المعالجة دون وزن الأنابيب أو مواسير اللف ودون وزن مواد التعبئة والتغليف.

8- المادة النسيجية المجففة: هي وزن المادة النسيجية المجففة حتى ثبات الوزن.

9- الوزن التجاري (Commercial weight): هو وزن المادة النسيجية المجففة مضافاً إليها الرطوبة القانونية (المضاف تجاري أو الرطوبة التجارية) المقررة بها.

الجدول7-16: بعض قيم الرطوبة التجارية وفقاً للمواصفة القياسية السورية (م ق س504 /1979)

نوع الألياف	المادة النسيجية	Ru أو % Uc	ملاحظات
سيليلوزية طبيعية Natural Cellulosic	القطن	8.5	.
	كتان Linen، قنب، رامي Ramie	12	.
	جوت Jute	13.75	.
	سيزال Sisal ، مانيلا	12	ألياف لحائية تمتد

			طولياً خلال أوراق النبات
حيوانية Animals	الصوف Wool	–	.
	مغسول، عوادم تمشيط، عوادم خرق	17	غير مزيت
	أشرطة، خيوط ممشطة ومسرحة	18.25	مزيت
	حرير طبيعي Silk	11	.
سيليلوزية مرتجعة	شعيرات الفسكوز والنحاس النشادري	.	.
	ندفات أشرطة خيوط	11	غير مزيت
	ندفات أشرطة خيوط	13	مزيت
	حرير الفسكوز والنحاس النشادري	11	غير مزيت
	حرير الفسكوز والنحاس النشادري	13	مزيت
	شعيرات وحرير الأسيتات	.	.
	ندفات(نثر) وخيوط	6	غير مزيت
	ندفات(نثر) وخيوط	9	مزيت
	خيوط الورق	.	
	خيوط	15	
	خيوط مع حرير الفسكوز	18	
صناعية Synthetic	بولي فينيل كلورايد (ندفات،أشرطة،خيوط)	1	
	شعيرات البولي أميد (ندفات، أشرطة، خيوط)	4.5	
	حرير البولي أميد خيوط (Threads)	5.75	
	بولي أكريل نتريل(ندفات، أشرطة، خيوط)	2.5	
	شعيرات البولي استر (ندفات، أشرطة، خيوط)	0.4	
	حرير البولي صناعي	1	

7-8-2 طريقة تقدير نسبة الرطوبة والوزن المصحح للإرسالية

يتم حساب نسبة الرطوبة وفقاً للمواصفات القياسية العالمية ومنها المواصفة القياسية السورية (م.ق.س 71/12) [8].

توجد عدة طرائق لحساب نسبة الرطوبة وتقديرها والوزن المصحح للإرساليات في الخامات والمنتجات النسيجية، وتتضمن معظم المواصفات القياسية الدولية والمواصفات القياسية السورية جداول النسب المئوية للرطوبة المكتسبة المقررة لكل نوع من الخامات النسيجية[23].

1- طريقة حساب النسبة المئوية للرطوبة المكتسبة Moisture Regain(R):

النسبة المئوية للرطوبة المكتسبة هي نسبة وزن الماء الممتص في العينة إلى وزنها الجاف، وتحسب بالعلاقة التالية :

$$R=100W/D$$

حيث أن :

R : النسبة المئوية للرطوبة المكتسبة.

W : وزن الماء في العينة ويساوي حاصل طرح وزن العينة قبل التجفيف وبعده .

D : الوزن الجاف للعينة (في الفرن)

2- الرطوبة المكتسبة المقررة: الرطوبة المكتسبة المقررة هي نسبة مئوية معترف بها للرطوبة المكتسبة لكل نوع من خامات، ومنتجات الغزل والنسيج تستعمل في حساب الوزن المصحح للإرسالية من وزنها وهي جافة .

3- الوزن المصحح للإرسالية: هو الوزن المحسوب على أساس الوزن الجاف مضافاً إليه نسبة الرطوبة المكتسبة المقررة.

4- طريقة حساب النسبة المئوية للرطوبة Moisture Content (M) : النسبة المئوية للرطوبة هي نسبة وزن الماء الممتص في العينة إلى وزنها الكلي قبل التجفيف وتحسب بالعلاقة التالية:

$$M=100W/(D+W)$$

حيث أن :

W : وزن الماء في العينة ويساوي حاصل طرح وزن العينة قبل التجفيف وبعده .

D: وزن عينة الاختبار بعد التجفيف.

7-8-3 طريقة قياس رطوبة الألياف :

يتكون الجهاز من العناصر التالية :

1- فرن كهربائي يشترط أن يكون مزوداً بما يلي:

أ- وحدة تسخين كهربائية يمكنها رفع درجة الحرارة إلى 100 درجة مئوية في حدود دقيقتين.

ب- جهاز خاص للتحكم في درجة الحرارة بين 100- 115 درجة مئوية.

ت- محرك متصل بمروحة تعمل على مرور تيار الهواء الساخن خلال العينة.

ث- أوعية أسطوانية خاصة ذات ثقوب تتسع لعينات تزن كل منها 500 غ أو أكثر، وأبعاد الوعاء الذي يمكن أن يحقق هذا الغرض قطره 30 سم وارتفاعه 40 سم تقريباً.

ج- ميزان حساس يسجل الوزن تلقائياً تبعاً للنقص في وزن العينة.

ح- هذا وتتم عملية التجفيف بواسطة المروحة التي تدار بالمحرك، فيمر الهواء بوحدة التسخين، ثم خلال العينة موضوع الاختبار، ومنها إلى حجرة التجفيف الأولية الخاصة بالعينة الاحتياطية، ثم إلى خارج الفرن.

2- ميزان لا تتعدى نسبة الخطأ فيه ± 0.05 % من وزن العينة.

- طريقة العمل:

1- تنتخب عينات من الإرسالية أثناء وزنها بطريقة تضمن سلامة تمثيل العينة المنتجة للإرسالية كلها، ثم توزن العينات في الحال، أو توضع في أوعية محكمة الإغلاق سبق وزنها، ثم توزن بعد ذلك.

2- تجفف العينات إلى أن يثبت وزنها في الفرن عند درجة حرارة تتراوح بين 105-110 درجة مئوية ويعتبر الوزن قد ثبت عندما توزن العينة مرتين متتاليتين، بين كل وزنة وأخرى مدة 20 دقيقة، على ألا يزيد الفرق في الوزن على 0.05 % من وزن آخر وزنة للعينة.

3- توزن العينات دون إخراجها من الفرن بعد إيقاف تيار الهواء، أو توزن على الميزان في أوعية محكمة الإغلاق بعد أن تبرد وذلك عند الضرورة وفي حال عدم توفر ميزان ضمن الفرن.

7-8-4 حساب الوزن المصحح للإرسالية

الوزن الجاف للإرسالية = ن × ب / و

حيث أن :

ن : وزن الإرسالية عند الاستلام.

ب : وزن العينة بعد تجفيفها .

و : وزن العينة قبل تجفيفها .

الوزن المصحح = جـ (100 + ر) / 100

حيث أن :

جـ : الوزن الجاف للإرسالية .

ر: النسبة المئوية للرطوبة المكتسبة المقررة للخامة.

نموذج حساب الوزن المصحح للإرسالية	
تسجل القراءات والنتائج أثناء القياس على النموذج /1/	
اسم المنشأة :	
نموذج (1) – نتائج اختبار	
نسبة الرطوبة المكتسبة وتقدير الوزن المصحح للإرسالية	
نوع الخامة :.....	شكل العينة: .....
الرقم:	

الوزن الأصلي لعينة الاختبار (و): ..... غ ثقلي ساعة الوزن	
وزن عينة	1: .....
الاختبار أثناء	2:.....
التجفيف	3: .....
بالغرام الثقلي	4: .....
	5: .....
	6: .....
الوزن الجاف الثابت لعينة الاختبار (ب) = ... غ ثقلي	

النسبة المئوية للرطوبة المكتسبة = {(و – ب)/ب} × 100 = ...(%)

الوزن الصافي لكامل الإرسالية تسليم المعمل (ن) = ... كغ ثقلي

الوزن الجاف الصافي للإرسالية (جـ) = ن×(ب/ و) = ... كغ ثقلي

الوزن المصحح للإرسالية = جـ×(100+ ر)/100 = ... كغ ثقلي

حيث أن :

ر = النسبة المئوية للرطوبة المقررة للخامة .

منفذ التحليل رئيس المخبر

الاسم والتوقيع: الاسم والتوقيع:

التاريخ: / /2018

* * * * * * *

7-8-5 حساب الرطوبة المكتسبة المقررة للخامات والمنتجات الممزوجة:

تختلف نسبة الرطوبة المكتسبة المقررة في حال الخامات والمنتجات الممزوجة حسب نوع الخامات المكونة لها ونسبها، ويمكن حساب النسبة المئوية للرطوبة المكتسبة في هذه الحالة كما يلي :

أ . تحدد النسبة المئوية لكل نوع من هذه الخامات في الممزوج.

ب . تحدد النسبة المئوية للرطوبة المكتسبة المقررة لكل نوع من هذه الخامات.

ج . تحسب النسبة المئوية للرطوبة المكتسبة حسب المعادلة الآتية :

$$م = \frac{(س\% \times رس) + (ع\% \times رع) + (ص\% \times س\%) + ...}{س\% + ع\% + ص\% + ...}$$

حيث أن:

م: النسبة المئوية للرطوبة المكتسبة المقررة في الممزوج .

س %، ع %، ص % .... = النسب المئوية للخامات: أ، ب، ج على التوالي في الممزوج.

رس، رع، رص ..... = النسب المئوية للرطوبة المكتسبة المقررة لكل من هذه الخامات.

ملاحظة: النسبة المئوية للرطوبة المكتسبة المقررة لخامة الإرسالية هي النسبة المئوية الواردة في الجدول (7-17).

الجدول7-17 :النسب المئوية للرطوبة المكتسبة المقررة لمختلف الخامات والمنتجات النسيجية حسب المواصفة القياسية السورية (م.ق.س 1971/12)

نوع الخامـــــة	النسب المئوية للرطوبة المكتسبة المقررة
شعيرات أسيتات السليلوز	9 *
شعيرات قصيرة من أسيتات السليلوز (شعيرات أو توبس . إلخ)	2 *
توبس وغزل مصنوع من شعيرات أسيتات السليلوز القصيرة على طريقة الصناعة الصوفية	6
قطن	8.5
شعيرات سيليلوز مجدد مصنوعة على طريقة النحاس النشادري	13 *
شعيرات قصيرة من السليلوز المجدد على طريقة النحاس	13 *

النشادري (شعيرات أو توبس ..إلخ)	
توبس وغزل مصنوع من شعيرات السليلوز المجدد بطريقة النحاس النشادري القصيرة على طريقة الصناعة الصوفية	11
كتان	12
قنب	12
خيش (جوت)	13.75 *
نايلون (بولي أميد)	4.5
شعيرات نايلون قصيرة (شعيرات أو توبس ...إلخ)	7.5 *
توبس وغزل مصنوع من شعيرات النايلون القصيرة على طريقة الصناعة الصوفية	4.5
حرير طبيعي	11
شعيرات فيسكوزية	13 *
شعيرات فيسكوز قصيرة (شعيرات أو توبس ... إلخ) مغزولة على آلات غزل القطن	13 *
توبس وغزل مصنوع من شعيرات فيسكوز قصيرة . على طريقة الصناعة الصوفية	11
صوف:	
صوف مغسول	16
توبس جافة ممشطة	18.25
توبس ممشطة معالجة بالزيت	19
غزل (مسرح)	18.25
غزل (ممشط)	18.25
بولي استر خام	3
بولي استر مغزول	1.5
بولي أكريل	1.5

ملاحظة1 : في بعض الحالات تحتوي الخامات والمنتجات النسيجية على مواد معالجة (نشوية، شحمية، زيوت ... إلخ)، وفي هذه الحالات تزال جميع هذه المواد من العينات وفقاً للمواصفة القياسية السورية رقم /1971/10.

ويحسب الوزن المصحح للإرسالية في هذه الحالات بإضافة النسبة المئوية للرطوبة المكتسبة المقررة (أو المتفق عليها) ، ونسب السماح الخاصة بالمواد المشار إليها إلى الوزن الجاف للإرسالية والخالي من هذه المواد.

ملاحظة 2: تتضمن هذه القيم نسب التسامح الخاصة بالشحوم والمواد الأخرى.

* في حالة غزل ونسيج الجوت نحصل على الوزن الجاف بعد إزالة مواد التشحيم، وعلى ذلك يحسب الوزن المصحح للإرسالية على أساس الوزن الجاف + الرطوبة المكتسبة المقررة والنسبة المئوية .

7-8-6 حجرة التكييف الهوائي HUMIDTY CABINET

أ- حجرة ترطيب SHC28 Humidity Cabinets:

يتم التحكم بالرطوبة بواسطة بخار الماء منخفض الضغط (الشكل 7-22-a)، ومتاحة بالنماذج القياسية، تستوعب المزيد من العينات لاختبار التطبيقات في مجال التكنولوجيا الحيوية والمختبرات الصناعية، ومنها النسيجية. حجرات(وحدات) تأتي مع ستة رفوف من الصلب غير القابل للصدأ وتحتفظ بحد أقصى 16 رفاً.

تخلق الحجرة حالة جوية من درجات الحرارة والرطوبة المختلفة لاختبار العينات المحددة تحت تلك الشروط الجوية.

يقوم بخار الماء ذو الضغط المنخفض بحقن الماء المشبع في مجرى الهواء المعاد تدويره للتحكم في الرطوبة.

يتم الحفاظ على درجة الحرارة والرطوبة الموحدة بواسطة تكنولوجيا تدفق الهواء الأفقية .

تشتمل الحجرة على: نظام التحكم في المعالجات الدقيقة، التصميم الداخلي المقاوم للصدأ، وحدة تحكم احتياطية عالية التحمل 6 رفوف.

a- حجرة ترطيب SHC28 Humidity Cabinets Humidity controlled by low-pressure water vapor	b- حجرة ترطيب إنتاج شركة
الشكل 7-22 : حجرة الترطيب	

ب- **حجرة ترطيب** WIRA (الشكل 7-10- b):

1- المفتاح الرئيسي

2- مفتاح التحكم بدرجة الحرارة .

3- مصباح مؤشر التسخين.

4- مقياس الرطوبة

5- باب زجاجي.

5- رفوف زجاجية تثبت في المجاري المناسبة .

6- الهيكل الرئيسي مصنوع من الستانلس ستيل Stainless steel.

للحصول على الرطوبة الملائمة توجد مع كل حجرة ترطيب قائمة بالمواد الصلبة والسائلة لتعطي مجالاً واسعاً من الرطوبة .

7-9 اختبار نسبة الشوائب والأوساخ Trash Content

جهاز ناتي NATI لفحص الشوائب والنبس: يتم بواسطة الجهاز قياس الشوائب والنبس في البالات وفي شريط الكرد والتمشيط والسحب.

تفيد المعلومات المأخوذة منه في تحديد جودة ونوعية المادة في البالات وعوامل تلف كسوة آلات الكرد،(الشكل7-23).

الشكل 7-23: جهاز ناتي لفحص الشوائب والنبس

NATI Neps and Trash tester

الوحدات التي يأخذ بها : يأخذ بالوزن للبالات 1.1 g

- وبالطول للأشرطة إذ يؤخذ الطول الموافق لوزن 1 كغ .

الأجزاء الرئيسية للجهاز:

1- صندوق العوادم

2- صندوق تجميع الأقطان بعد الاختبار

3- شاشة التحكم والمعايرة وإظهار النتائج

4- اسطوانة التغذية والتفتيح (أسطوانة منشارية)

5- مكان وضع العينة المراد اختبارها

6- فلتر الهواء

7- حساس خاص بإيقاف الجهاز عند انقطاع العينة

8- مزود الطاقة

9- طابعة لإظهار النتائج

قراءة تقرير نتائج الاختبار:

نتيجة اختبار النبس والشوائب في شريط الكرد لثلاث عينات كما يلي:

Trash > 0.25 مم الشوائب التي أقطارها أكبر من 0.25 مم ، وأقل من 0.5 مم

Trash > 0.5 مم الشوائب التي أقطارها أكبر من 0.5 مم

Neps > 0.5 مم العقد التي أقطارها بين 0.5 -0.7 مم

Neps > 0.7 مم العقد التي أقطارها بين 0.7 - 1 مم

Neps > 1 مم العقد التي أقطارها تزيد عن 1 مم

طريقة إجراء الاختبار ومبدأ عمل الجهاز:

يتم تشغيل الجهاز حيث يدور المحرك الذي ينقل الحركة إلى التوربين الذي ينقل الحركة الدورانية إلى أسطوانة ذات أسنان منشارية تعمل على تفتيح الأقطان لدرجة كبيرة ومن ثم إلى أسطوانة التغذية، إذ يتم نتيجة ضغط الهواء في الآلة ونتيجة الفرق في الوزن بين الشوائب والعقد وبين شعيرات القطن الأقل وزناً إلى تجميع الشوائب والنبس في صندوق الشوائب الذي يقع في أعلاه مكثفة يتم بواسطتها عد النبس والأوساخ وقياس أقطارها، بينما تنتقل الأقطان الخالية من الأوساخ إلى صندوق التجميع .

كيفية فحص العينات ومعرفة كفاءة تنظيفها وعدد العقد فيها :

- يتم أخذ عينة ذات وزن 1.1 غ على ميزان إلكتروني .
- نضع العينة في مكانها المخصص .
- يشغل الجهاز حتى تتم عملية الاختبار .
- تؤخذ الأقطان الناتجة من صندوق التجميع وتوزن على الميزان الإلكتروني .

أهمية نتائج الاختبار: إن معرفة نسبة الشوائب تمكننا من معرفة كفاءة التنظيف في مراحل الغزل المختلفة.

ملاحظات :

- إن زيادة نسبة الشوائب عن حدها ينتج عن ضعف كفاءة التنظيف في الآلة وبالتالي لا بد من إجراء الصيانة والمعايرة لآلات الإنتاج .

- إن معرفة عدد النبس له أهمية كبيرة في الأقطان لمعرفة جودتها .

$$\text{كفاءة التنظيف} = \frac{\text{نسبة الشوائب في المرحلة المتأخرة} - \text{نسبة الشوائب في المرحلة المتقدمة}}{\text{نسبة الشوائب في المرحلة المتأخرة}}$$

- من الإصدارات الحديثة الجهاز BNATI NEPS TRASH TESTER3280 وهو مناسب للقطن Cotton وشريط الالياف الصناعية والمخلوطة Synthetic and Blended Slivers بالإضافة إلى المادة القطنية الخامRaw Cotton .

يقوم جهازNATI بقياس النبسNeps والأوساخ Trash في فئات أحجام مختلفة عن طريق نظام كهروضوئي (الشكل 7-24).

الشكل 7-24: جهاز ناتي لفحص الشوائب والنبس

Mesdan-3280 BNATI NEPS TRASH TESTER

7-10 اختبار اللون للألياف النسيجية Color Fibers Testing

- جهاز قياس اللون LUCI 100-DR LANGE

1- الجهاز الذي سنقوم بعرضه هنا ألماني الصنع، إنتاج شركةDR LANGE.

2- مهمة الجهاز: قياس شدة الألوان في العينة سواء أكانت بشكل شعيرات أو خيوط أو أقمشة، أو ورق (الشكل 7-25) .

3- مبدأ عمل الجهاز: يعتمد على مبدأ انعكاس الضوء من خلال العينة إذ إنه عند كل طول موجة نحصل على نسبة انعكاس معينة، وبعد جمع جميع النسب نحصل على القراءات المطلوبة .



الشكل 7-25 : جهاز قياس اللون

LUCI 100-The professional colorimeter-DR LANGE

4- عوامل الجهاز :

L : يدل على شدة البياض في العينة

a : يدل على شدة اللون الأحمر والأخضر في العينة

-a : شدة اللون الأخضر + a : شدة اللون الأحمر

b : يدل على شدة اللون الأصفر والأزرق في العينة

-b : شدة اللون الأزرق + b : شدة اللون الأصفر

yi : معامل اللون الأصفر wi : معامل اللون الأبيض

Rt : يعبر عن نسبة الانعكاس E : منقطة اللون الكلي

ΔH : اختلاف الشكل

5- طريقة عمل الجهاز: بعد إجراء معايرة الجهاز نقوم بوضع العينة المراد فحصها في أسطوانة صغيرة مسدودة من الأسفل، مخصصة لهذا الغرض ومن ثَمّ نقوم بوضع هذه الأسطوانة، التي بداخلها العينة المراد فحصها فوق فتحة إصدار الضوء، ومن ثَمّ تصدر النتائج على شاشة الجهاز، ثم نقوم بإعطاء أمر الطباعة لهذه النتائج .

6- تعليمات عامة لإجراء الاختبارات بواسطة الجهاز

بما أن LUCI 100 جهاز بصري متطور، وفي جميع الأحوال أثناء تجهيز الجهاز واستعماله تجنب التالي:

- لا يُستخدم الجهاز تحت ضوء الشمس مباشرة.
- لا يُسمح للماء أو للغاز سريع الاشتعال والمواد المعدنية أنْ تدخل للجهاز .
- لا يُستخدم الجهاز في جوّ رطب أكثر من اللازم أو محاطٍ بالاهتزازات أو الغبار.

7-11 اختبار محتوى الألياف من الزيت The Oil Content in Fibers

جهاز استخلاص الزيت من الألياف ELECTRONIC OIL EXTRACTOR

1- **مكونات الجهاز** : يتكون الجهاز من الأجزاء الآتية (الشكل7-26) :

1- الثقل . 2- المذيب. 3- أنبوب استخلاص. 4- العينة .

5- المكبس. 6- سدادة قطن أو صوف . 7- الصحن .

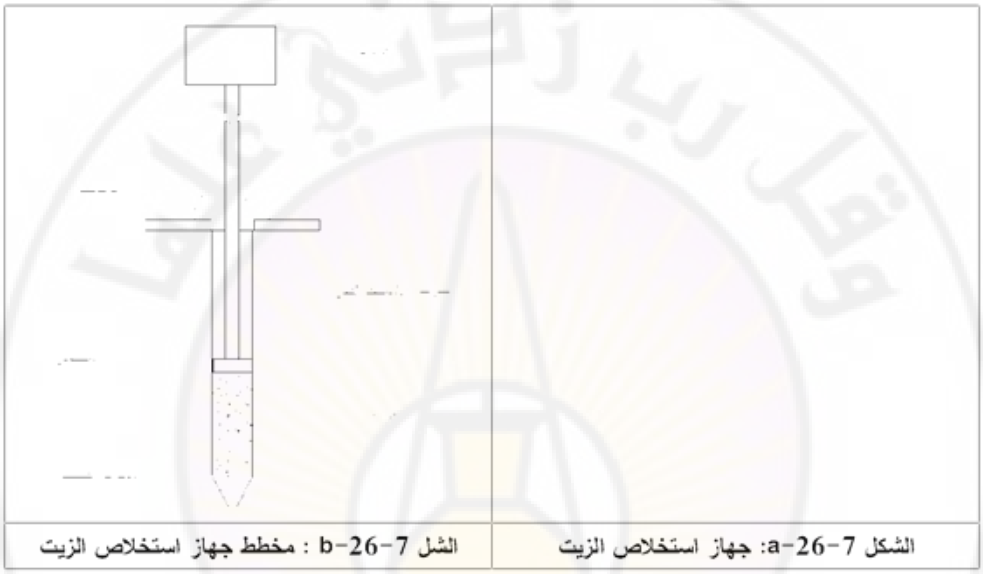
2- **طريقة العمل (الاختبار):** يبين الشكل(7-26) جهاز استخلاص الزيت وترتيب العينة والمكبس في أنبوب الاستخلاص :

يجب على الأقل إجراء اختبارين للعينات المحضرة من المواد الواجب تحليلها، وإن تكييف المواد في جو المخبر قبل وزن العينات كافٍ من أجل معظم الحالات، ويمكن بشكل خاص تكييف العينات في الشروط القياسية قبل الوزن .

1- نضع سدادة صغيرة من ألياف القطن أو الصوف في أنبوب الاستخلاص ونكبسها إلى الأسفل بشكل محكم باستخدام المكبس كي تمنع خروج أي جزيئات مادية من العينة.

2- تُغذى عينة الصوف التي تزن (2±0.01)غ (أو أية مادة أخرى يجب أن تُختبر) إلى أنبوب الاستخلاص بشكل متتابع على دفعات إذ نقوم بكبسها إلى الأسفل بوساطة المكبس وإن عملية وضع العينة وكبسها يجب أن تكون بحيث أن 10 مل من المحلول تستغرق (5-10) دقائق حتى تترشح خلال العينة، يكون المكبس والكتلة توضع في مكانها على الجهاز.

3- نضيف 10 مل من ثنائي كلور الميتان إلى الفنجان (مكان صب المذيب) في أعلى الأنبوب وننتظر حتى تترشح خلال العينة، إن المحلول المستخلص يقطر في الصينية التي وُزنت مسبقاً. وإن وضع كمية قليلة من المذيب على الصينية قبل البدء بالاستخلاص يساعد في تجنب الطرطشة أو التسخين الزائد .



الشكل 7-26-a: جهاز استخلاص الزيت | الشل 7-26-b : مخطط جهاز استخلاص الزيت

4- عندما يتوقف المحلول عن التدفق من الأنبوب نحرر المكبس مع الوزن الذي فوقه ليضغطَ على العينة ويزيل المذيب من العينة، وعندما يتبخر المحلول بشكل كامل نتابع تسخين الصينية لأكثر من 10 ثوانٍ قبل أن نرفعها عن جهاز التسخين .

5- نترك الصينية كي تبرد لمدة دقيقة ونعيد وزنها، إذ يُحسب المحتوى الزيتي في العينة اعتماداً على الفرق في وزن الصينية قبل وبعد الاستخلاص.

إنّ طريقة الاستخلاص هذه هي الطريقة الأكثر مناسبة لاستخلاص الصوف المحلول (شعيرات) والأشرطة الممشطة ويمكن أن تُستخدم من أجل الغزول، وهي غير مناسبة للأقمشة ما لم تحلل إلى الغزول المصنعة منها أولاً، وذلك لتسهيل وضع العينة بانتظام في أنبوب الاستخلاص.

3- التقرير (النتائج): إن محتوى المادة القابلة للاستخلاص بوساطة المذيب في المادة يجب أن يُحسب كنسبة مئوية من أحد الأوزان التالية :

1 – الأصل : الوزن المكيف للعينة .

2 – الوزن الجاف للعينة قبل الاستخلاص .

3 – وزن العينة قبل الاستخلاص بعد إضافة نسبة الاسترداد النظامية المسموح بها. إن الوزن الجاف لعينة الاستخلاص من أجل الطريقتين (2 و 3) يجب أن يُحسب بتسخين العينة حتى ثبات الوزن عند درجة الحرارة (105– 108) ° درجة مئوية، و من الأفضل أن تتم العملية في فرن مُهَوىً.

هاتان الطريقتان غير قابلتين للتطبيق بالنسبة للعينات الحاوية على نسبة كبيرة من المواد غير الليفية، غير القابلة للانحلال في المذيب كالرمل .

من أجل الطريقة (1) :

$$\text{نسبة المادة القابلة للانحلال في المذيب \%} = \frac{e \times 100}{W}$$

من أجل الطريقة (2) :

$$\text{نسبة المادة القابلة للانحلال في المذيب \%} = \frac{e \times 100}{W_d + e}$$

من أجل الطريقة (3) :

$$\text{نسبة المادة القابلة للانحلال في المذيب \%} = \frac{e \times 100}{(W_d + e)1 + R/100}$$

إذ إن :

W: وزن عينة الاختبار قبل الاستخلاص (غ).

e : وزن المادة الدهنية المستخلصة .

W_d: الوزن الجاف لعينة الاختبار (غ).

R: نسبة الاسترداد النظامية المسموح بها .

يجب أن نحسب المتوسط لنتائج تجربتين أو أكثر .

12-7 جهاز فحص الشعيرات المكثّف HIGH VOLUM INSTRUMENT(HVI)

1- مجال استخدام الجهاز: يستخدم الجهاSpinlab HVI900 لفحص الخواص المتعددة للألياف النسيجية هي الطولLength، قوة الشد والاستطالة Strength and

Elasticity، النعومة Fineness (الميكرونيير)، اللون Color، الشوائب Trash، انتظام الطولLength Uniformity Ratio في مدة أقل من دقيقة. كما يستخدم الجهاز للحصول على درجة نضج الألياف ونسبة المواد السكرية مع الأجهزة المزودة بوحدة (950 NIR). تستخدم نتائج الاختبارات لتحديد مستوى جودة الألياف القطنية مما يساعد على تسويق القطن على أساس علمي. واختيار الألياف القطنية المناسبة لخطوط الإنتاج في الغزل ومواصفات الخيوط المراد إنتاجها.

2- مكونات جهاز Spin lab HVI 900:

يتكون الجهاز من الأجزاء الآتية (الشكل(2-27-a) :

-حجرة تحتوي على وحدة المتانة و الطول.

- حجرة تحتوي على وحدات الميكرونيير/اللون/الشوائب.

- لوحة المفاتيح

- ميزان.

- شاشة عرض Monitor، ويتم بوساطة المونيتور عرض قائمة الاختيارات وتعليمات التشغيل ونتائج الاختبارات.

الشكل 7-27- a : جهاز الفحص المكثف نصف الأوتوماتيكيHVI 900

يمكن أن يتكون جهاز HVI 900 من أي من التكوينات الآتية لوحدات القياس:

1- وحدة طول/متانة.

2- وحدة ميكرونيير.

3- وحدة قياس درجة النضج ونسبة المواد السكرية (NIR 950).

وحدة الطول/المتانة: يمكن بوساطة هذه الوحدة القيام بما يأتي:

- تحديد طول الألياف ودرجة انتظاميتها ضوئياً.
- تحديد المتانة عن طريق قياس قوة الشد اللازمة لقطع عينة معلومة الوزن.
- حساب الاستطالة والطول المتوسط للمسافة التي تمتد بها الألياف قبل القطع.
- حساب قمة عمل شد(Work Peak)، العمل الكلي، نسبة التجعيد، معامل الألياف (Fiber Modulus).

أ- أساس قياس طول الألياف: يتم قياس الطول وتحليل الفيبروغراف بالأساس نفسه المستخدم في جهاز الفيبروغراف لقياس الطول.

ب- أساس قياس المتانة: الأساس نفسه المستخدم في جهاز ستيلوميتر، إن قياس المتانة يتم على العينة نفسها التي تم عليها قياس الطول، بطول قياس يساوي 8/1 بوصة بين الفكين.

ملاحظة: إن الاختلاف بين جهاز HVI 900 الأوتوماتيكي والنصف أوتوماتيكي يكمن في طريقة تحضير العينة.

وحدة الميكرونيير:

يتم تعيين قيمة الميكرونيير بقياس مقاومة مرور الهواء خلال كتلة من الألياف معلومة الوزن والمضغوطة في حجرة ذات حجم ثابت.

وحدة قياس اللون/الشوائب:

أ- قياس اللون: يستخدم الميتان لإضاءة العينة أثناء الاختبار، لقياس مركبتي لون القطن؛ البياض (Lightness) والاصفرار (Yellowness).

- يمرر ضوء منعكس خلال فلاتر، ويتم انحرافه بوساطة Photo Diodes.
- يقدر درجة البياض كنسبة مئوية للانعكاس (Rd)، ويقدر الاصفرار على مقياس هانز (+b).ثم تحول قيم البياض والاصفرار إلى رتب لون كودية وفقاً لأقطان أوبلاند وبيما الأميركية.

ب- قياس الشوائب: هو عبارة عن معالج (Processor) أوتوماتيكي لتصوير الفيديو، يقوم بقياس نسبة كمية الأجزاء النباتية المرئية أو الشوائب في عينة القطن. تقسم الصورة إلى ثلاثة قياسات هي: مساحة الشوائب-عدد الشوائب التي يساوي قطرها (0.01 بوصة أو أكبر) - كود الشوائب أو الأرقام.

وحدة قياس النضج/المواد السكرية (NIR):

تتكون وحدة اللون/الشوائب، ووحدة (NIR) من وعاء لوضع العينة ووعاء لضغط هواء ثابت القيمة أثناء الاختبار.

تقدم وحدة (NIR) بقياس نضج الألياف ونسبة المواد السكرية فيها بدلالة سمك الجدار عن طريق كمية الهواء الممتص أو المنعكس عند طول محدد للموجات، ويمكن حساب النعومة لمعرفة النضج والميكرونيير.

الشكل 7-27-b : جهاز الفحص المكثف USTER HVI 900 Automatic

إنّ ضبط التكلفة يُعدّ أمراً حاسماً في صناعة الغزل اليوم، وتشكل كلفة المادة الأولية الجزء الأكبر منها، لذلك من المهم معرفة ما إذا تم شراء المادة الأولية الصحيحة بالسعر المناسب ، يساعد استخدام جهاز أوستر USTER® HVI 1000 ، على ذلك باعتباره وسيلة اختبار القطن القياسية ، والتي تطبق في تجارة القطن الدولية. وتعمل وفقاً للبرنامج القياسي الدولي للصناعة ، المستخدم في عمليات تصنيف القطن الرئيسية .

الشكل 2-28: جهاز أوستر USTER® HVI 1000

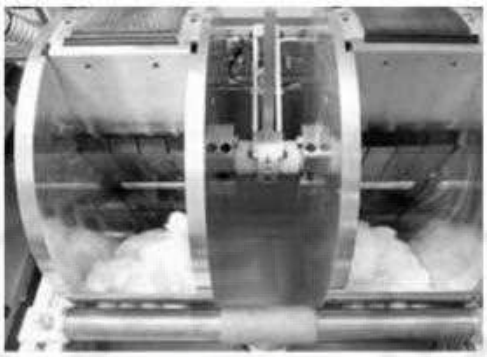
6- الطاقة الإنتاجية للجهاز يمكن اختبار 700 عينة/8 ساعات وردية، باستخدام إجراءات إدارة عينات مناسبة.

نظام أوستر USTER® HVI 1000 M 1000، يتوافق مع المتطلبات الإنتاجية العالية لمعامل الغزل الضخمة. وهو يقيس عوامل الجودة الهامة: النعومة، طول التيلة، انتظامية الطول، المتانة، اللون، والشوائب، ومعلومات إضافية عن الألياف القصيرة، نضج القطن، ومحتوى رطوبة العينات. هذه البارامترات (العوامل) تقاس بدرجة عالية من الدقة والضبط وفقاً للمواصفات العقدية .

الشكل 7-29: جهاز أوستر USTER® HVI 1000

7- سرعة ودقة تصنيف القطن:

جهاز أوستر USTER® HVI 1000 M 1000 يمكنه اختبار أكثر من 1000 عينة في 8 ساعات وردية، باستخدام إجراءات إدارة العينات المناسبة. و يُعدّ حلاً مناسباً للمصانع التي تستخدم كميات ضخمة من القطن وتحتاج لتصنيفها بسرعة ودقة عالية .



الشكل 7-30 : جهاز أوستر USTER® HVI 1000

10- **تطبيقات أوستر USTER® HVI 1000:** يقدم هذا النظام المتقدم جميع المعلومات الضرورية واللازمة لجميع فروع صناعة النسيج، وذلك لتحسين الجودة وزيادة الإنتاجية وتحقيق العديد من الفوائد في المجالات الآتية:

1- أبحاث الألياف .

2- تحقيق ربح صافي كبير لمنتجي القطن .

3- قياس التغيرات التي طرأت على ألياف القطن خلال المعالجة في المحالج.

4- تصنيف الأقطان .

5- تقييم مستويات جودة القطن .

6- تسويق القطن .

7- تحقيق أفضل خلط ممكن للمواد الخام الأولية .

8- التصنيع الأمثل للألياف .

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المصطلحات العلمية Scientific Terms :

اللغة العربية		اللغة الانكليزية English
خيط مُصوَف	A	Abraded filament yarn
حمض الفورميك أو حمض النمليك		(باللاتينية)
ألياف الأكريلات		Acrylic fibers
أستراكَان : نوع من الفراء الفاخر		Astrakhan
أحزمة	B	Belts
مقاومة الانحناء		Bending strength
قماش بوكليه		Boucle fabric
سجاد بوكليه		Boucle carpet
شمواه		Buckshine
قماش محفور		Burn-out fabric
وبر الجمل	C	Camel hair
خيط الكشمير		Cashmere yarn
ألياف الكازين (الصوف الصناعي)		Casein fibers
	D	
سجاد دونجَال(إقليم دومجال بأيرلندا)		Donegal carpet
خيوط السداء	E	Ends
خيط زخرفي	F	Fancy yarn
الأقمشة		Fabric
لَباد		Felt
تلبيد		Felting
ألياف		Fibers
جَزَّة الصوف		Fleece(wool fleece)

Gauze weave	G	نسيج شبيكة
Grilon fibres		ألياف الغريلون
Hair	H	شعر
Hairly		قماش موبر
Handmade kilim of wool weft		نسيج يدوي الصنع لحمته من صوف
Imitation fur	I	تقليد الفراء
Inch		بوصة
Indirect		غير مباشر
Infra-red drying		التجفيف بالأشعة دون الحمراء
Jute(or kenaf)	J	الجوت (أو التيل)
Kapok	K	كَابوك
Kemps		شعر متصلب(كمب)
Kenaf		تيل
Kapron fibres		ألياف الكابرون
Kilim		بساط
Lamb's wool	L	صوف حملان
Lambskin		فروة خروف
Linen		كتان
Longer stapled fleeces		جَزز الصوف ذات الألياف الأطول
Mat	M	حصير
Merino wool		صوف مارينو
Milling process		عملية التلبيد
Mohair		شعر الموهير
Mohair yarn		خيط الموهير

Moisture content		نسبة الرطوبة(محتوى الرطوبة)
	N	
	O	
	P	
Pile		الوبرة
Quality assurance (QA)	Q	ضمان الجودة
Raising	R	توبير
Rayon		
Rock wool		صوف صخري
Resin		الراتينَج أو الصمغ أو القلفونة Resin
Rope		حبل
Shearing	S	جَزَّ: جَزَّ أو قص الصوف من على الأغنام.
Sheep`s wool		صوف الغنم
Sea Island cotton		قطن سي أيلند
Sheep's wool		صوف الغنم
Sisal		السيزال
Shrinkge		انكماش
Short stapled fleeces		الجزز ذات الألياف "القصيرة
Skirting		عوادم الجز (جزة الصوف)
Tannic acid	T	حمض التنيك أو التانين
Thread		خيط
Thermal insulation boards		ألواح العزل الحراري
Thermal conductivity		الناقلية الحرارية

Undyed	U	غير مصبوغ
Uniform		زي موحد
Union fabric		قماش مخلوط
Upholstery		مفروشات
Vegetable dye	V	صبغة نباتية
Velvet		قطيفة (مخمل)
Velvet pile carpet		سجاد قطيفة (المخمل)
Vicuna wool		صوف فيكونا
Virgin wool		صوف بكر
Weft – Wrapping	W	اللحمة المُدثِرة
Wilton carpet		سجاد ويلتون(سجاد ميكانيكي)
Wool		الصوف
woolen fabric		قماش صوفي مسرح
worsted fabric		قماش صوفي ممشط
X- 51 creslan fibers	X	ألياف الكريسلان (إكس 51)
Yarn	Y	الخيط
Yield		العائد
yield of a fleece		غلة جزة الصوف
Zefran fiber	Z	ألياف الزفران
Z-twist yarn		خيط برم يمين (خيط برم Z)

المراجع العلمية References

أولاً : المراجع العربية:

1- عباس يوسف أحمد أبو سالمة، المواد الخام النسيجية- مصادرها وخواصها، جامعة الجزيرة طباعة شركة مطابع السودان للعملة المحدودة الخرطوم، الطبعة الأولى، عام 1999م.

2- إيهاب حيدر شيرازي، تحليل المنسوجات، مطبعة دار التعاون، القاهرة، 1999م.

3- ريم منصور الأطرش، كتاب الحرير في سورية، لواء إسكندرون، سورية ولبنان، من منشورات وزارة الثقافة السورية 1996م، وهو باللغتين العربية و الفرنسية.

4- فوقية عباس قطبي، الحرير الطبيعي: حاضره ومستقبله، مركز البحوث الزراعية بمصر، الطباعة والنشر: مركز النشر لجامعة القاهرة، 1993 م.

5- أحمد فؤاد النجعاوى، تكنولوجيا صناعة الصوف (غسيل، صباغة، طباعة، تجهيز)، الناشر: منشأة المعارف بالإسكندرية، جلال حزى وشركاه، الطبعة الأولى، 1986 م.

6- محمد عبد الله الجمل، الأسس العلمية في طبيعة المنسوجات، كلية الفنون، جامعة القاهرة، 2004 م.

7- مجدي العارف، معجم المصطلحات والتعاريف الفنية في الصناعات النسيجية، منشورات صندوق دعم الغزل والنسيج، مركز تطوير الصناعات النسيجية، القاهرة، الطبعة الثالثة، 2004 م.

8- المواصفة القياسية السورية م.ق.س 1984/306، الاختبارات النسيجية، تحديد الرطوبة وحساب الوزن التجاري . هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية .

7- أ. لو. شينفر، كراس ندوة أجهزة الاختبار من الألياف حتى الخيط، أوستر زيلفجر، الإسكندرية ، 1996 .

8- عبد المنعم صبري، رضاء صالح شرف، معجم مصطلحات الصناعات النسيجية، الناشر أورسولا هانسين، جمهورية ألمانيا الديمقراطية، 1975 .

9- محمد أحمد سلطان، سامية علي رزق، هند العوام، طرق فحص الألياف النسيجية والخيوط، منشورات صندوق دعم صناعة الغزل والمنسوجات، مركز تطوير الصناعات

النسيجية، البرامج التدريبية الفنية، جمهورية مصر العربية،2004 م .
10- محمد أحمد سلطان، الخامات النسيجية، الناشر منشأة المعارف بالإسكندرية، جلال حزي، 1990 م .
11- طاهر قدّار، المدخل إلى إدارة الجودة الشاملة والإيزو ISO 9000، دار الحصاد للطباعة والنشر والتوزيع، دمشق، 1997 .
12- طاهر قدّا، تحليل المنسوجات، لطلاب السنة الخامسة بقسم هندسة الغزل والنسيج، منشورات جامعة البعث، سورية ، حمص ، 2010-2011 م.
13- طاهر قدّار، ضبط ومراقبة جودة الإنتاج، لطلاب السنة الخامسة بقسم هندسة الغزل والنسيج، منشورات جامعة البعث، سورية، حمص، 2008-2009 م.
14- كاتلوك أجهزة وايرا لاختبارات النسيج، بريطانيا، 2009.
15- كميليو مقدسي، محمود جعمور، الاختبارات النسيجية، مؤسسة التنضيد والتصوير" دبس"، دمشق 2002.
16- كاتلوك أجهزة اختبار للصناعات النسيجية، ميسدان Mesdan إيطاليا، مدينة سالو .
17- كاتلوك أجهزة اختبار للصناعات النسيجية، مخابر شركة كيسوكي، اليابان، 2009.
18- كاتلوك أجهزة اختبار الصناعات النسيجية، شركة SDL ATLAS، إنكلترا، 2005.
19- المواصفة القياسية السورية م.ق.س 1992/981، مواد العزل الحراري: الصوف الصخري- الأنواع ، المتطلبات، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية .
20- المواصفة القياسية السورية م.ق.س 1991/982، مواد العزل الحراري : الصوف الصخري- الأنواع ، الاختبارات، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية .
21 – المواصفة القياسية اليابانية: JIS A 95-1989 ، مواد العزل الحراري.
22 – المواصفة القياسية الأمريكية: ASTM C 553-1977 ، مواد العزل الحراري.

ثانياً : المراجع الأجنبية:

23.Otilia Malcomete, Materie Prime Textile, Tipar Rotaprint, Institutul Politehnic Iasi, Facultatea de Tehnologia si Chimia Textilelor, Romania, Iasi, 1983.
24. , 1986 Textile fibers, dyes, finishes, and processes

Published in the United States of America by Noyes Publications.
25.Mario, Bona, Textile Quality, physical methods of product and process control,Texilia, Istituto per la Tradizionee la Tecnoloqia Tessile S.P.A, printed by:Nuova oflito,Mappano,1994,Torino, Italy.
26.Arindam, Basu, Revised Edition,Textile Testing, Fibre, Yarn & Fabric, Published b :The South India Textile Research Association, India. Printed by: M/s.Shristi Impression, 2006, India.
27.Robert, L. Kelleher, The test methods on textile fabrics, The Manchester Metropolitan University, Hollings University, Department of Clothing Design & Technology, 1993-1995.
28.USTER TESTER 4-SX,The yarn inspection system, Technical Data, December, 2005.
29.John.E.Book,B.Sc.,F.T.I, Principles of Textile Testing, An Introduction to Physical Methods of Testing Textile Fibers, Yarns and Fabrics, Heywood Books, London, Third edition,1968.
30.Neta,Mircea, Proiectaera Amestecurilor in Indusrtria Linii, Intreprinderea Poligrafica, Oltenia, Craiova, 1977.
31.Savel Ifrim, Chimia Linii, Editura Tehnica, Bucurest, 1979 .
32.W S Simpson and G H Crawshaw, Wool: Science and technology, Published by Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, Cambridge CB1 6AH, England, and Published in North America by CRC Press LLC, Boca Raton FL 33431, USA, 2002.
33.Adanur, S., Handbook of Weaving, Technomic Publication Co., B.S., M.S., Ph.D. Department of Textile Engineering, Auburn University, Alabama, USA, 2001.
34.Giamal AldeenAbd-Albakri, Cotton Ginning, Aleskandarih University, 1985.
35. 51. P. Kassenbeck, Bilateral Structure of Cotton Fibers as Revealed by Enzymatic Degradation, Textile Research Journal, Vol 40, Issue 4, 1970, First Published April 1, 1970 Research Article.
36. Wool-Quality Evaluation and Manufacturing Processes, A988. http://www.infovets.com/books/smrm/A/A988.htm

اللجنة العلمية :

- الأستاذ الدكتور المهندس معن الحوراني
- الأستاذ المساعد الدكتور المهندس باسل يونس
- الدكتور المهندس خليل الحلبي

التدقيق اللغوي:

الدكتورة لميس داود

كلية الآداب والعلوم الإنسانية بجامعة دمشق

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات