الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها

ماجستير تكنولوجيا نسيج

النمذجة الرياضية لانكماش الأقمشة المنسوجة

دراسة مقدمة لنيل درجة الماجستير في هندسة تكنولوجيا النسيج

إعداد:

م. وفاء سليم معروف

إشراف:

الدكتور المهندس خليل الحلبي

دكتور مدرس في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، قسم ميكانيك الصناعات النسيجية،

جامعة دمشق.

2024

قرار الحكم

تُقفت هذه الرسالة بعنوان:

النمذجة الرياضية لانكماش الأقمشة المنسوجة"

" Mathematical modeling for woven Fabric Shrinkage"

وأجيزت يوم الثلاثاء بتاريخ 2024/8/13 من قبل السادة أعضاء لجنة الحكم التالية أسماؤهم:

الاسم	المرتبة العلمية	الصفة عضواً أو مشرفاً	التوقيع
الدكتور طاهر رجب قدار	الأستاذ في قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها	عضواً	
الدكتور خليل الحلبي	المدرس في قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها	عضواً ومشرفاً	
الدكتور محمد أبو عصفور	محاضر متعاقد في قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها	عضواً	

أجريت التعديلات المطلوبة وأصبحت الرسالة جاهزة لمنح درجة الماجستير في تكنولوجيا النسيج.

تصريح خطي

أنا الموقع أدناه أصرح بعلمي الكامل وقبولي:

1. أنّ كل ما ينتج عن البحث والأطروحة هو ملكية فكرية ومالية بالتشارك مع جامعة دمشق، وأنا ألتزم بأخذ موافقة الجامعة في حال رغبتي في نشر البحث أو الرسالة أو جزء منها نصاً أو مضموناً خارج إطار الجامعة (من دور نشر أو مكتبات أو مواقع إلكترونية وغيرها من وسائل النشر).

2. أنه لا يوجد أي جزء من هذه الرسالة تم اقتباسه من عمل علمي آخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في جامعة دمشق أو أية جامعة أو معهد تعليمي داخل الجمهورية العربية السورية أو خارجها.

الاسم والتوقيع

م. وفاء معروف

شكر وتقدير

أتوجه بجزيل الشكر للأساتذة في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية جامعة دمشق وأخص بالذكر أعضاء الهيئة التدريسية والفنية في قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وأعضاء لجنة الحكم على رسالة الماجستير

رئيس القسم الدكتور طاهر رجب قدار والدكتور خليل الحلبي والدكتور محمد أبو عصفور

وشكر خاص للمشرف الذي كان له الفضل الكبيرالدكتور **خليل الحلبي**

المهندس **يحيى السمكري**

المهندس **محمد علي بلوق**

والمهندسة شذى صالح

وشكر للإدارة الشركة العامة التجارية الصناعية المتحدة (خماسية)

الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

بسم الله أبدأ طريقاً أحببته حبّ أسمى درجات العشق ..

بنور الله وتوفيقه انتقيت الصّبر والتوكّل عنواناً لمسيرتي ...

الحمد لله والشكرُ له مشيئته التي تبقى دوماً نعم الاختيار وخير السبيل ....

(وتوكّل على الله وكفى بالله وكيلاً)..... صدق الله العظيم

إلى أطهر وأحن قلب، إلى روح والدي التي لم تفارقني أبداً، والله إني لو قضيت عمري كله أدعو لك لن أوفيك حقك ف كنت نعم الأب ونعم الصديق ونعم السند ونعم المرشد، (أحبكَ بحجم الغياب الذي حال بيننا).

إلى من نشكر الله كل يوم على وجودها في حياتنا شمعة لا تنطفئ ونبع لا ينضب من الخير والمحبة (أمي الحبيبة)

إلى من وجوده يعني الكثير ويختصر الجميع إلى من شاركني لحظات الألم والأمل إلى السند ورفيق الدرب ... (يوسف)

إلى من أرى التفاؤل بعينيها والسعادة في ضحكاتها.. (علا)

إلى من شاركوني أجمل أيام حياتي وكانوا رفاق دربي لكم مني كل الشوق والحب الدائم

فهرس المحتويات Table of Contents:

مصطلحات البحث 14

الملخص 15

الإطار العام 16

للأطروحة 16

مقدمة البحث: 17

الإشكالية البحثية: 18

تساؤلات البحث: 18

فرضيات البحث: 19

مسلّمات البحث: 19

هدف البحث: 19

أهمية البحث: 20

مبررات البحث: 20

حدود البحث: 20

منهجية البحث وأدواته: 21

مكونات البحث: 21

الفصل الأول 23

الإطار النظري للبحث 23

1-1- تمهيد (Preface): 24

1-2- الألياف القطنية : 26

1-2-1- التركيب الكيميائي للألياف القطنية: 26

1-2-2- الخواص الفيزيائية للقطن : 27

1-3- مرحلة التحضير والصباغة والتجهيز النهائي: 29

1-3-1- عملية التنشية (Sizing Process) : 29

1-3-2- عملية إزالة النشاء (Desizing) : 30

1-3-3- عملية الغلي والبياض (Boiling Process): 31

1-3-4- عملية الصباغة (Dyeing Process): 33
1-3-5- عملية التجهيز النهائي (Finishing Processing): 34
1-4- ظاهرة الانكماش (SHRINKAGE PHENOMENON): 36
1-4-1- تعريف ظاهرة الانكماش: 36
1-4-2- أنواع انكماش الأقمشة المنسوجة: 37
1-4-3- العوامل المؤثرة على معدل الانكماش: 38
1-4-4- آلية انكماش النسيج: 39
1-4-5- طرائق معالجة انكماش النسيج: 41
1-4-6- الأسس النظرية لاختبارات الانكماش: 43
1-5- الخلاصة (CONCLUSION): 44
الفصل الثاني 45
الدراسات المرجعية 45
2-1- تمهيد: 46
2-1-1- تأثير التركيب النسيجي على الأقمشة المنسوجة: 46
2-1-2- البارامترات المختلفة للأقمشة المنسوجة وتأثيرها على انكماش الأقمشة: 50
2-1-3- المعالجات الحرارية للأقمشة المنسوجة: 56
2-2- الخلاصة (CONCLUSION): 62
الفصل الثالث 64
منهج البحث وإجراءاته 64
3-1- تمهيد (PREFACE): 65
3-2- المواد الأولية المستعملة (RAW MATERIALS USED): 65
3-3- التجهيزات المستعملة(THE EQUIPMENT USED) : 67
3-3-1- الأنوال المستخدمة في إنتاج القماش: 67
3-3-2- آلة الجكر (JP70): 69
3-3-3- آلة الرام: 70
3-4- طريقة حساب نسب تغير الأبعاد: 70
3-4-1- قياس نسبة تشريب القماش الخام: 70

3-4-2- قياس نسبة الانكماش الرطب الناتجة عن عملية التجهيز النهائي: 71
3-4-3- إجراء اختبار الانكماش النهائي: 72
3-5- العوامل المدروسة (STUDIED FACTORS): 75
3-6- نتائج النمذجة الإحصائية والمناقشة (STATISTICAL MODELING RESULTS AND DISCUSSION): 76
3-6-1- نتائج قياس نسبة التشريب %: 77
3-6-2- نتائج قياس نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز: 78
3-6-3- نتائج قياس نسبة الانكماش: 78
3-6-4- دراسة نوع الخامة: 79
3-6-5- تشكيل النماذج الرياضية واختبار أهميتها: 81
3-6-5-1- تأثير كثافة السداء على نسبة تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة: 82
3-6-5-2- تأثير كثافة اللحمة على نسبة تشريب القماش الخام باتجاه السداء: 85
3-6-5-3- تأثير نمرة السداء واللحمة على انكماش القماش الخام باتجاهي السداء واللحمة: 86
3-6-5-4- تأثير وزن المتر المربع على نسبة تشريب القماش الخام باتجاهي السداء واللحمة: 88
3-6-5-5- النمذجة الإحصائية لعلاقة نسبة تشريب القماش الخام ونسبة الانكماش الرطب للقماش الناتج عن عملية التجهيز: 91
3-6-5-6- النمذجة الإحصائية لعلاقة الانكماش الرطب للقماش الناتج عن عملية التجهيز والانكماش النهائي الناتج عن عملية الغسيل: 93
3-6-6- الدراسة الاقتصادية: 96
الفصل الرابع 99
النتائج والتوصيات والمقترحات 99
4-1 خاتمة البحث: 100
4-2 نتائج البحث: 100
4-3 التوصيات والمقترحات: 101
المراجع: 103
ABSTRACT 106

قائمة الجداول List of Tables

عنوان الجدول	رقم الصفحة
الجدول (2-1): معامل التغطية.	47
الجدول (3-1): مواصفات عينات الأقمشة القطنية.	67
الجدول(3-2) : نتائج قياس نسبة التشريب للقماش الخام باتجاهي السداء واللحمة.	77
الجدول(3-3): نتائج قياس نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاهي السداء واللحمة.	78
الجدول (3-4) : نتائج قياس نسبة الانكماش للقماش باتجاهي السداء واللحمة.	79
الجدول(3-5) : مواصفات عينات الأقمشة الممزوجة (65% قطن، 35% بولي أستر).	79
الجدول(3-6): نتائج قياس نسبة الانكماش للأقمشة القطنية والأقمشة الممزوجة (65% قطن، 35% بولي أستر).	80
الجدول (3-7) : نتائج تحليل الارتباط.	83
الجدول (3-8) : نتائج تحليل (ANOVA).	84
الجدول (3-9) : جدول المعاملات.	84
الجدول (3-10) : علاقة المتغيرات (كثافة السداء واللحمة ونمرة السداء واللحمة ووزن المتر المربع) ونسبة تشريب القماش الخام باتجاهي السداء واللحمة.	90
الجدول(3-11) : علاقة نسبة تشريب القماش الخام ونسبة الانكماش الرطب للقماش الناتج عن عملية التجهيز.	92
الجدول(3-12): علاقة نسبة الانكماش الرطب للقماش الناتج عن عملية التجهيز والانكماش النهائي الناتج عن عملية الغسيل.	94
الجدول (3-13) : المعادلات الرياضية للتنبؤ بالبارامترات قماش الشادر اعتماداً على الانكماش باتجاه اللحمة.	97
الجدول (3-14) : المعادلات الرياضية للتنبؤ بالبارامترات قماش الشادر اعتماداً على الانكماش باتجاه السداء.	97
الجدول (3-15) : الاشتراطات العامة والميكانيكية لأحد أصناف الشوادر الشائعة.	97

قائمة الأشكال List of Figures

عنوان الشكل	رقم الصفحة
الشكل (1-1): الخطوات الأساسية في تصنيع القماش.	25
الشكل (1-2): الشكل العام للقطن الخام.	26
الشكل (1-3): البنية السيللوزية والروابط الهيدروجينية بين السلاسل.	27
الشكل (1-4): آلة الرام.	36
الشكل (1-5): انكماش الأقمشة المنسوجة (a) قبل الترطيب (b) بعد الترطيب.	40
الشكل (1-6): آلة السنفرة (Sanforizing).	43
الشكل (2-1): تأثير التراكيب النسيجية المختلفة على انكماش السداء واللحمة.	49
الشكل (2-2): مخطط التبعثر الذي يوضح العلاقة بين عدد مرات الغسيل والانكماش.	50
الشكل (2-3): تأثير المتغيرات (نسبة الإسباندكس-عدد الشعيرات في المقطع العرضي-نمرة الخيط) على معدلات انكماش القماش في اتجاهي السداء واللحمة.	51
الشكل (2-4): خصائص الانكماش لأقمشة الدنيم ذات نسب المزج المختلفة.	53
الشكل (2-5): تأثير كثافة السداء واللحمة على الانكماش باتجاه السداء واللحمة.	54
الشكل (2-6): تأثير التركيب النسيجي (مبرد وساتان 7/1) على الانكماش باتجاه السداء.	55
الشكل (2-7): تأثير شد خيوط اللحمة على الانكماش باتجاه السداء.	55
الشكل (2-8): سلوك انكماش أقمشة المجموعة الأولى في اتجاه السداء WD واللحمة FD.	57
الشكل (2-9): سلوك انكماش أقمشة المجموعة الثانية في اتجاه السداء WD واللحمة FD.	57
الشكل (3-1): عينات الأقمشة.	66
الشكل (3-2): نول سو لزر (P 7150).	68
الشكل (3-3): نول سو لزر (PU 720).	68
الشكل (3-4): آلة الجكر.	69
الشكل (3-5): طريقة تحديد أبعاد عينة القماش.	73
الشكل (3-6): الغسالة المستخدمة في اختبار الانكماش	73
الشكل (3-7): العلاقة بين المتحول التابع (نسبة تشريب اللحمة) والمتحولات المستقلة المدروسة.	81
الشكل (3-8): العلاقة بين المتحول التابع (نسبة تشريب السداء) والمتحولات المستقلة	82

المدروسة.	
الشكل (3-9): تأثير كثافة السداء على نسبة تشريب اللحمة.	83
الشكل (3-10): تأثير كثافة اللحمة على نسبة تشريب السداء.	85
الشكل (3-11): تأثير نمرة السداء واللحمة على نسبة تشريب السداء.	87
الشكل (3-12): تأثير نمرة السداء واللحمة على نسبة تشريب اللحمة.	87
الشكل (3-13): تأثير وزن المتر المربع على نسبة تشريب السداء.	89
الشكل (3-14): تأثير وزن المتر المربع على نسبة تشريب اللحمة.	89
الشكل(3-15): العلاقة بين نسبة تشريب القماش الخام ونسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه السداء.	92
الشكل(3-16): العلاقة بين نسبة تشريب القماش الخام ونسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه اللحمة.	93
الشكل(3-17): العلاقة بين نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز ونسبة الانكماش باتجاه السداء.	95
الشكل(3-18): العلاقة بين نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز ونسبة الانكماش باتجاه اللحمة.	95

قائمة المعادلات

اسم المعادلة	رقم الصفحة
(3-1) علاقة حساب نسبة تشريب القماش باتجاه اللحمة.	70
(3-2) علاقة حساب نسبة تشريب القماش باتجاه السداء.	71
(3-3) علاقة حساب نسبة انكماش الرطب القماش باتجاه اللحمة.	71
(3-4) علاقة حساب نسبة انكماش الرطب القماش باتجاه السداء.	72
(3-5) علاقة حساب نسبة انكماش القماش.	74
(3-6) المعادلة القياسية للتنبؤ بنسب تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة اعتماداً على كثافة خيوط السداء.	84
(3-7) المعادلة القياسية للتنبؤ بنسب تشريب القماش الخام باتجاه السداء اعتماداً على كثافة خيوط اللحمة.	85
(3-8) المعادلة القياسية للتنبؤ بنسب تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة اعتماداً على نمر خيوط السداء واللحمة.	86
(3-9) المعادلة القياسية للتنبؤ بنسب تشريب القماش الخام باتجاه السداء اعتماداً على نمر خيوط السداء واللحمة.	86
(3-10) المعادلة القياسية للتنبؤ بنسب تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة اعتماداً على وزن المتر المربع.	88
(3-11) المعادلة القياسية للتنبؤ بنسب تشريب القماش الخام باتجاه السداء اعتماداً على وزن المتر المربع.	88
(3-12) المعادلة القياسية للتنبؤ بنسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه اللحمة اعتماداً على تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة.	91
(3-13) المعادلة القياسية للتنبؤ بنسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه السداء اعتماداً على تشريب القماش الخام باتجاه السداء.	91
(3-14) المعادلة القياسية للتنبؤ بنسبة الانكماش النهائي باتجاه اللحمة اعتماداً على نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه اللحمة.	94
(3-15) المعادلة القياسية للتنبؤ بنسبة الانكماش النهائي باتجاه السداء اعتماداً على نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه السداء.	94

(3-16) علاقة حساب قيمة الوفر.	94

مصطلحات البحث

المصطلح باللغة العربية	مقابله باللغة الإنكليزية
النمذجة	Modelling
النمذجة الإحصائية	Statistical Modeling
الانحدار	Regression
الانحدار الخطي المتعدد	Multiple liner regression
تحليل التباين	Analysis Of Variance (ANOVA)
المعاملات	Coefficients
عكسي	Inverse
خطي	Linear
تربيعي	Quadratic
التشريب	Crimp
المعالجة النهائية	Finishing processing
الانكماش	Shrinkage
وزن المتر المربع	Weight per square mater
النمرة	Count
كثافة	Density

الملخص

هناك العديد من الخواص التي تؤثر على جودة الملابس وأدائها، منها المتانة والشد والتمزق والاحتكاك وثبات الألوان ومقاومة الأقمشة للانكماش الذي يحدث نتيجة عمليات الغسيل والتجفيف والكي.

يهدف البحث إلى توصيف التشريب الناتج عن عمليات النسيج والانكماش الرطب الناتج عن التجهيز والانكماش بعد الغسيل وفهمه، وذلك من خلال وضع العلاقات التكنولوجية والإحصائية التي تساعد الصناعيين على ضبط عملية الانكماش؛ والحصول على الخصائص المرغوبة لاستعمالها، حيثُ تم اختبار تأثير المعاملات وتحليلها (كثافة السداء واللحمة ونمر خيوط السداء واللحمة ووزن المتر المربع) للأقمشة على التشريب باتجاهي (السداء واللحمة)، وعلاقة نسبة تشريب القماش الناتج عن عمليات النسيج مع نسبة الانكماش الرطب للقماش الناتج عن عمليات التجهيز، وعلاقة الانكماش الرطب مع الانكماش النهائي بعد الغسيل، وأُجريت النمذجة الإحصائية للنتائج باستعمال برنامج (SPSS).

أظهر تحليل النتائج أن وزن المتر المربع من القماش له تأثير إيجابي على نسبة التشريب، حيثُ أظهرت الأقمشة ذات وزن المتر المربع الأعلى أخفض نسبة انكماش لأن النسيج يحتوي نقاط تشابك قصوى وتكون أكثر صلابة وبالتالي تتقلص بشكل أقل، إضافة إلى ذلك فإن استخدام خيوط مزوية في عملية تصنيع القماش قلل من نسبة الانكماش مقارنة بالخيوط المفردة، وذلك لأن زيادة عدد البرمات تقلل الفراغات إلى الحد الأدنى بين الخيوط المزوية وبالتالي تقلل من الانكماش. وتبين وجود علاقة تربط بين نسبة التشريب ومعدل الانكماش الرطب إضافة لعلاقة تربط معدل الانكماش الرطب بمعدل الانكماش. وأخيراً تم تشكيل نموذج رياضي للتنبؤ بانكماش الأقمشة المنسوجة.

الكلمات المفتاحية: التشريب، التجهيز النهائي، الانكماش، النمذجة الإحصائية.

الإطار العام

للأطروحة

مقدمة البحث:

تعتبر صناعة الغزل والنسيج واحدة من بين أقدم الصناعات التي عرفها الإنسان وقد شهدت تطوراً كبيراً على مر العصور لذا أمكن استخدام المنتجات النسيجية على اختلاف أنواعها في مجالات متنوعة كالطب والصناعة والتطبيقات الهندسية وغيرها الكثير [1] .

تعتبر عملية النسيج وإنتاج الأقمشة عموماً والمنسوجة على وجه التحديد حلقة في سلسلة الصناعات النسيجية وكثيرة هي العوامل التي تؤثر عليها بدءاً من إنتاج القماش الخامي ومروراً بعمليات التجهيز النهائي وصولاً للقماش المجهز والذي يجب أن تراعي مواصفاته متطلبات الزبائن وهذا ما يدفع الشركات العاملة في مجال النسيج إلى تحسين هذه المواصفات بغية تعزيز قدرتها التنافسية وذلك من خلال توظيف الأساليب العلمية الحديثة في هذه الصناعة مستفيدة من التقدم الكبير الذي حدث في مجال العلوم والتكنولوجيا.

تتعدد مواصفات جودة الأقمشة من الخصائص الميكانيكية كخصائص قوى الشد والاستطالة ومقاومة التمزق والاهتراء إلى خصائص المظهرية كاللمعان والانسدال والملمس ومقاومة الحبحبة وغيرها. إلا أن ظاهرة تغير أبعاد القماش أثناء التصنيع والاستخدام النهائي تعتبر من أهم المشاكل التي تسبب قلقاً لمستخدمي الأقمشة وللمصنعين على حد سواء، فمع تطور الحياة تطورت متطلبات جودة الألبسة ودعت الحاجة إلى ضرورة الحفاظ عليها أطول فترة ممكنة خلال الاستخدام. إذ يمكن لأبعاد الأقمشة أن تتغير بفعل عمليات الغسيل المتكرر وهذا قد يؤدي لجعله غير قابل للاستخدام.

إن عمليات ضبط المعايرة اللازمة خلال مراحل إنتاج الأقمشة المنسوجة والحد من تغير أبعادها أو جعله مقبولاً ضمن حدود معينة تبعاً للصنف المنتج يشكل هاجساً للمصنعين ومن هنا برزت الحاجة لنمذجة سلوك تغير أبعاد الأقمشة النسوجة بالاستفادة من العلوم الرياضية ومنها علم الإحصاء وهذا ما تم العمل عليه في هذا البحث.

الإشكالية البحثية:

يعتبر أي منتج صناعي على درجة عالية من الجودة إذا كانت خواصه (مواصفاته) ملائمة لكي يقوم بأداء الوظيفة المطلوبة منه كما يتوقعها الزبون، وهناك العديد من الخواص التي تؤثر على جودة الملابس وأدائها، منها ثبات أبعاد النسيج.

ويشير ثبات أبعاد النسيج إلى المدى الذي يحتفظ به النسيج بأبعاده الأصلية أثناء وبعد عملية التصنيع وعندما يكون قيد الاستخدام من قبل الزبون، حيث يؤدي انخفاض أبعاد النسيج إلى انكماش النسيج الذي يؤثر على أداء الملابس أثناء استخدامها ويمكن أن يجعل الملابس غير قابلة للاستخدام. تُلحظ ظاهرة الانكماش بصورة كبيرة، وتتأثر بعوامل عدة أبرزها الرطوبة والحرارة التي لا غنى عنها في الحياة اليومية، كما أن تغير الأبعاد مرتبط بنسب التشريب التي تحدث للقماش الخام ونسب الانكماش الرطب أثناء عمليات التجهيز النهائي وبنهاية الأمر فقد:

1- تحدث تغيرات في أبعاد النسيج، لتصبح خارج الحدود المسموح بها، خاصة بعد عمليات الغسيل والكوي.

2- يصبح القماش المنسوج غير قابل للاستخدام.

تساؤلات البحث:

حيث يمكن في نهاية البحث الوصول إلى إجابات عن الأسئلة المتوقعة:

1. ما هو أثر بارامترات القماش على تشريب القماش؟
2. ما مدى تأثير تشريب القماش الخام على نسبة انكماش الرطب القماش الجاهز؟
3. هل يمكن التنبؤ بتشريب القماش الخام اعتماداً على بارامترات القماش المختلفة؟
4. هل يمكن التنبؤ بانكماش القماش النهائي اعتماداً على الانكماش الرطب للقماش الجاهز والبارامترات المختلفة للقماش من كثافة خيوط السداء واللحمة ووزن المتر المربع ونمرة السداء واللحمة؟

فرضيات البحث:

1. إن حدوث تغيرات في أبعاد النسيج خاصة بعد عمليات الغسيل والكوي، سيؤثر على أداء الملابس أثناء الاستخدام، ولابد من معايرة هذه التغييرات لضبط عملية التصنيع والمعالجة.
2. يمكن الحفاظ على مواصفات المنتج النسيجي لفترة طويلة من الزمن خلال مراحل تصنيعه واستهلاكه. وذلك من خلال دراسة العوامل المؤثرة على خاصية تغير الأبعاد وتحليل البيانات.
3. يمكن التوصل لنماذج رياضية تربط نسب تغير أبعاد القماش الخام على النول (التشريب) بالعوامل المستقلة المؤثرة على التشريب.
4. يمكن التوصل لنماذج رياضية تربط نسب تغير الأبعاد (التشريب والانكماش الرطب والانكماش) ببعضها.

مسلّمات البحث:

تم الاستدلال ببارامترات القماش المختلفة من كثافة ونمر خيوط السداء واللحمة ووزن المتر المربع للوصول إلى نسب تشريب القماش على النول، ونسب انكماش الرطب القماش بعد عملية التجهيز ونسب انكماش القماش بعد الغسيل ليتم الوصول إلى معادلات رياضية تفيد بالتنبؤ بانكماش القماش المنسوج.

هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى:

- ❑ دراسة العوامل المؤثرة على خاصية انكماش الأقمشة المنسوجة.
- ❑ التخلص من قلق المستخدمين حول التشوه الذي يسببه الانكماش والمنتجات المصنوعة منها.
- ❑ التوصل لأفضل نوع خامة وأفضل بارامترات الخيط مما يحقق أكثر مقاومة لخاصية الانكماش.
- ❑ تشكيل نموذج رياضي للتنبؤ بانكماش الأقمشة المنسوجة، انطلاقاً من إجراء قياس نسبة التشريب على النول لأصناف أقمشة مختلفة.

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث كأهمية صناعية للحفاظ على شكل المنتج النسيجي ومواصفاته لفترة طويلة من الزمن في أثناء مراحل تصنيعه واستهلاكه الذي يعدُّ مطلباً أساسياً لقطاع الصناعة النسيجية؛ ومن ثم:

- لدراسة معدلات انكماش الأقمشة عبر مراحل الإنتاج المختلفة.
- المساعدة في الحفاظ على أبعاد الأقمشة أثناء الاستخدام النهائي.
- الوصول للضبط الأمثل للعوامل المتعلقة بتعليمات العناية بالمنتج النسيجي للحد من خاصية الانكماش.

مبررات البحث:

إن مبررات البحث الحالي تتبلور في الحاجة إلى توصيف الانكماش حيث تتعدد العوامل المؤثرة على انكماش الأقمشة من اختلاف المادة الأولية، التركيب النسيجي، ووزن المتر المربع، بارامترات الخيوط (نمرة الخيوط وكثافة الخيوط) اتجاه الانكماش (السداء، اللحمة)، ومنها ما يؤثر بشكل كبير على الانكماش ويجعله عالٍ وغير متسق، يسمح التحليل المتعمق للبيانات وتطوير نموذج رياضي للتنبؤ بانكماش الأقمشة بفهم أفضل لهذه الخاصية وإتاحة التحكم بمعدلات انكماش الأقمشة.

فمن خلال البحث الحالي دُرِسَ تأثير بعض بارامترات عملية النسيج، وعملية التجهيز على انكماش الأقمشة القطنية بغية تحسين المواصفات عبر الفهم الدقيق لتتغير أبعاد هذه الأقمشة بعد عملية النسيج وأيضاً عملية التجهيز.

حيثُ تعدّ المنسوجات القطنية من أكثر أنواع الأقمشة شيوعاً، وتستعمل في النسيج والحياكة، وصناعة المفروشات المنزلية، كما أنها الأكثر عرضة لتغير الأبعاد.

حدود البحث:

تمثلت حدود البحث في دراسة عينات أقمشة قطنية 100% من خطوط إنتاج الشركة العامة التجارية الصناعية المتحدة (خماسية) في الجمهورية العربية السورية.

منهجية البحث وأدواته:

في هذا البحث اعتمد المنهج التجريبي والمنهج التحليلي حيث:

- وضِعت فرضيات حول ظاهرة الانكماش والتغيرات في الأبعاد التي ممكن أن تحدث بعد عملية النسيج وبعد عملية التجهيز، وبعد عملية الغسيل.
- أُخِذَتْ عينات مختلفة من الأقمشة بعد عملية النسيج، وبعد عملية التجهيز، وذلك بغية توصيف تغير أبعاد الأقمشة نتيجة عملية النسيج ونتيجة عملية التجهيز.
- أُجريت التجارب الأولية على عينات النسيج المأخوذة بعد عملية النسيج؛ وفق المتغيرات (كثافة خيوط السداء واللحمة، نمرة خيوط السداء واللحمة، وزن المتر المربع)؛ ومن ثم قياس الانكماش الرطب الناتج عن عملية التجهيز.
- تم إجراء اختبار الانكماش على الأقمشة وفق المواصفات القياسية السورية (م ق س 1896 عام 2010) [2].
- حُلّلت النتائج؛ بوساطة برنامج التحليل الإحصائي (Statistical Package for Social Sciences) "SPSS" لكل من المرحلة الأولى لقياس تشريب القماش الخام، والمرحلة الثانية لقياس انكماش الرطب القماش الجاهز، والمرحلة الثالثة بعد انتهاء عملية التصنيع.
- رُسِمَت المخططات وأُوجدت العلاقات الرياضية بين المتغيرات المدروسة لكل المراحل السابقة، ومناقشة النتائج.

مكونات البحث:

قُسِم البحث إلى أربعة فصول، أُشير في الفصل الأول إلى الإطار النظري للبحث ففي هذا الفصل رُكّز على شرح عام للخطوات الأساسية لتصنيع الأقمشة، الألياف القطنية وخضائصها الفيزيائية، والتراكيب النسيجية

للأقمشة ومرحلة الصباغة والتجهيز (التنشية وعملية إزالة النشاء وعملية الغلي والبياض و الصباغة)، والتعريف بظاهرة الانكماش التي تعتبر من معايير جودة المنتج النهائي وأنواعها وأسبابها، والأسس النظرية لاختبار القماش.

أما الفصل الثاني، فقد استعرض الدراسات المرجعيّة العلميّة التي قامت بالبحث في خاصية الانكماش للأقمشة المنسوجة، وقُسِمت الدراسات حسب الموضوع إلى ثلاث مجموعات (دراسات عن تأثير التركيب النسيجي على الأقمشة المنسوجة، ودراسات عن البارمترات المختلفة للأقمشة المنسوجة وتأثيرها على انكماش الأقمشة، دراسات عن المعالجات الحرارية للأقمشة المنسوجة).

أما الفصل الثالث، فقد خصص للجانب التطبيقي الذي تضمن المواد الأولية المستعملة، وقياس نسبة التشريب للأقمشة الخام على نول النسيج، والانكماش الرطب للقماش الجاهز بعد عملية التجهيز، وإجراء اختبار الانكماش بعد الغسيل، وإجراء النمذجة الإحصائية المناسبة للحصول على نموذج رياضي للتنبؤ بانكماش الأقمشة.

ثم استعرضت خاتمة البحث، والتوصيات، والمقترحات في الفصل الرابع والأخير من البحث.

الفصل الأول

الإطار النظري للبحث

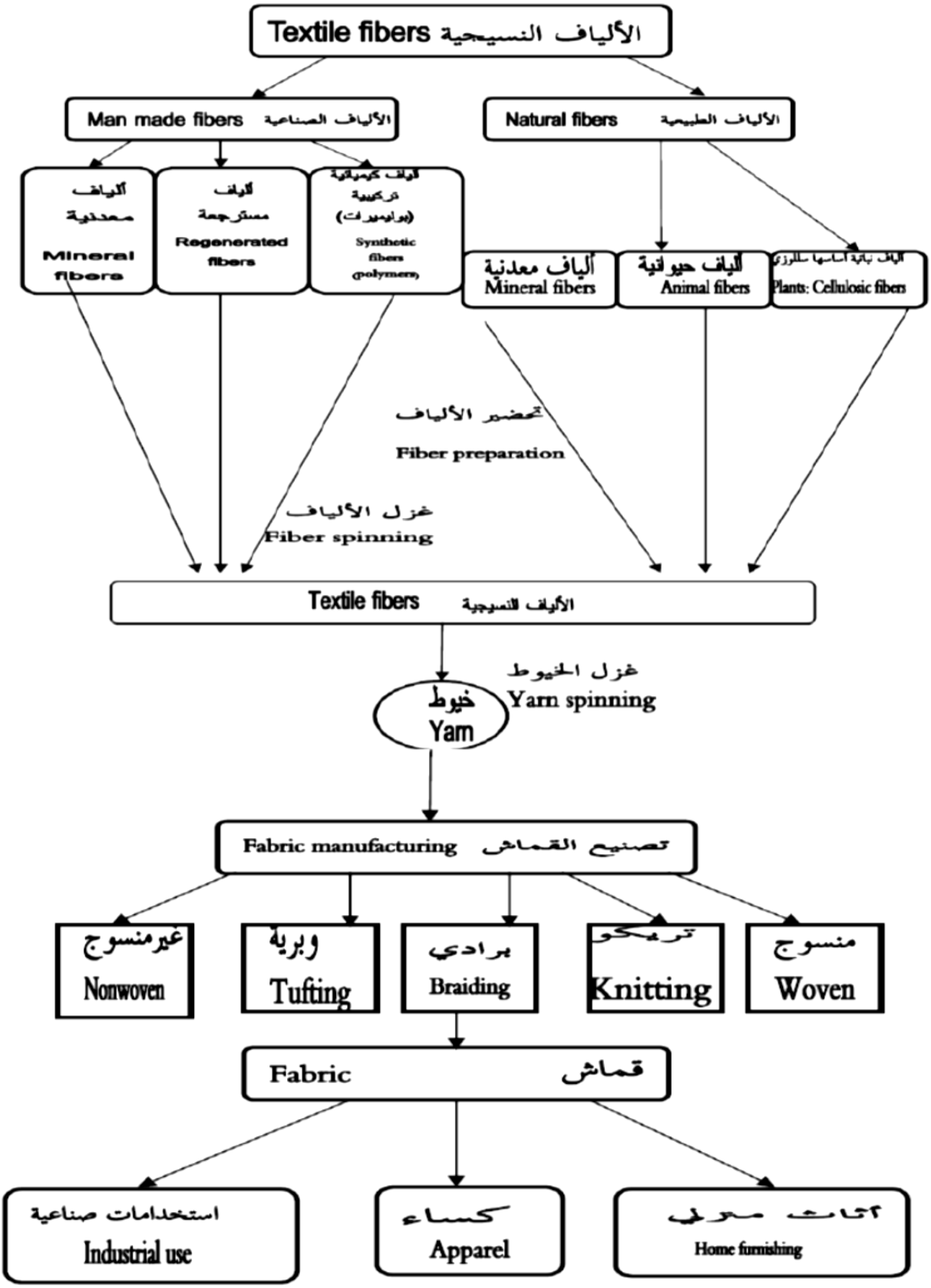
1-1- تمهيد (Preface):

يعتبر النسيج أو القماش مادة مرنة ويتم إنتاجه من ألياف الغزل الخام الذي يتكوّن من ألياف طبيعية مثل الصوف والكتّان والقطن والقنب وغيرها من المواد أو ألياف صنعية تشكل البولميرات مصدرها ومعظمها مشتق من النفط، كما يتكون النسيج من مجموعتين من الخيوط إحداهما تسمى مجموعة السداء والأخرى تسمى اللحمة ويتعاشقان معاً بطرق مختلفة لتكوين القماش، ومثال لهذا النوع أقمشة القمصان أو السجاد.

توجد عدة طرائق لتصنيع القماش تعتمد على المواد الأولية والتجهيزات والآلات المستخدمة وعمليات الضبط لعناصر التحكم والمراقبة ضمن العمليات المحددة. إن تحديد مواصفات القماش يعتمد على متطلبات الأداء المفترضة للاستخدام النهائي والخصائص الجمالية المطلوبة من قبل المستخدم النهائي، مع الأخذ بالاعتبار الكلفة والسعر. تستخدم الأقمشة المنسوجة في تطبيقات عديدة كالملابس، والأثاث المنزلي، والاستخدامات الصناعية وغيرها.

بعد تشكيل القماش، يخضع عادةً لعمليات الإنهاء والصباغة، التي يتم فيها تغيير مواصفات القماش الخام وفقاً للاستخدام النهائي [3].

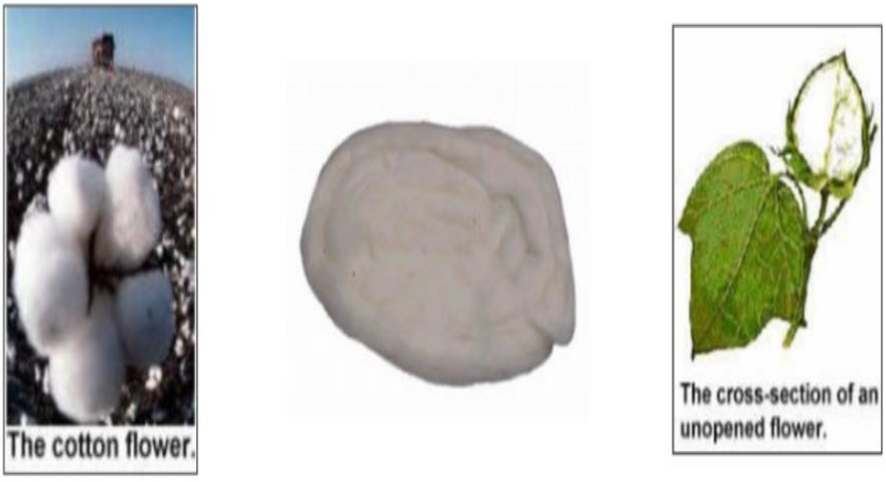
يبين الشكل (1-1) الخطوات الأساسية في تصنيع القماش.



الشكل (1–1) الخطوات الأساسية في تصنيع القماش[3]

1-2- الألياف القطنية :

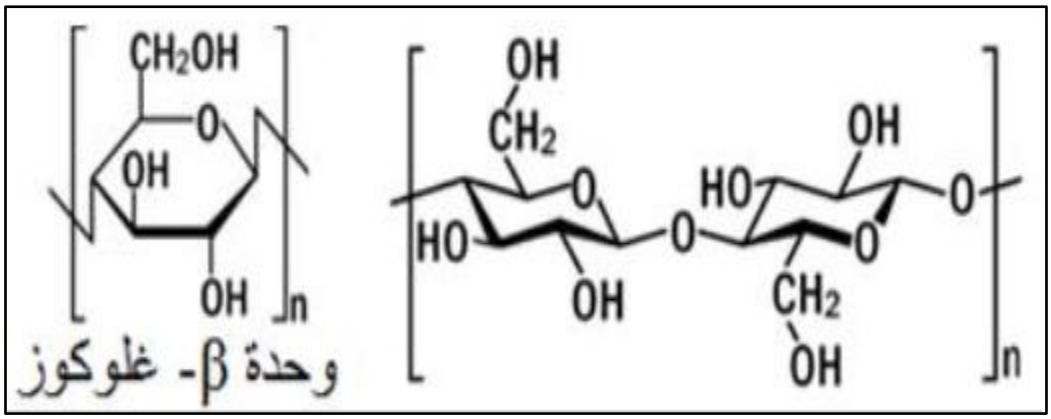
يشكل القطن واحداً من أهم الألياف النسيجية الطبيعية المستخدمة في الصناعات النسيجية وألياف القطن هي عبارة عن شعيرات مستطيلة وحيدة الخلية تؤخذ من بذور القطن. يشكل السيللوز المادة الرئيسية في الألياف القطنية كما تحتوي الألياف على نسبة بسيطة من مواد أخرى مثل: البكتين، الرماد، الشمع، الأحماض العضوية، البروتين، الأصباغ، الأملاح المعدنية، المواد السكرية وغيرها ويوضح الشكل (1-2) الشكل العام للقطن الخام [4]



الشكل (1-2) الشكل العام للقطن الخام [4].

1-2-1- التركيب الكيميائي للألياف القطنية:

يعطي السليلوز الرمز العام ($C_6H_{10}O_5$)، ويتكون جزئ السليلوز من عدد كبير جداً من وحدات جزيئات الغلوكوز (حوالي 4000-6000 جزئ) والتي ترتبط مع بعضها البعض بروابط غلوكوزية قوية وتحتوي كل منها على ثلاث مجموعات ايدروكسيل (OH) حرة وهي التي تعطي السليلوز الكثير من الخواص الكيميائية مثل القدرة على امتصاص الرطوبة والأصباغ وتعطيه أيضاً قابلية للتفاعل مع كثير من المعالجات الكيميائية المختلفة [5]. يوضح الشكل (1-3) البنية السيللوزية لشعيرات القطن والروابط الهيدروجينية بين السلاسل.



الشكل (1-3) البنية السيللوزية لشعيرات القطن والروابط الهيدروجينية بين السلاسل[6].

1-2-2- الخواص الفيزيائية للقطن :

من خواص شعيرات القطن الفيزيائية:

الشكل واللون واللمعان: تعتبر شعيرات القطن غير منتظمة في العرض حيث يتراوح عرضها بين 12-20 ميكرون والجزء المركزي للشعيرة أعرض من طرفها وهذا يعتمد على ظروف نمو الشعيرة ويتراوح طول شعيرة القطن 0.5-2.5 بوصة وكلما كانت الشعيرة أطول وأرفع كلما كانت مناسبة أكثر لصناعة الغزول والحصول على الأقمشة بجودة عالية.

يختلف لون شعيرات القطن من الأبيض إلى الرمادي وأغلب أنواع القطن لونه أبيض كريمي، ويؤثر لون القطن على رتبته ويمكن إزالة لون القطن بعمليات التبيض كما يسهل صباغته بالألوان المختلفة، ولمعان القطن منخفض إذا لم يتم تجهيزه ببعض العمليات مثل المرسزة.

المتانة والقوة: متانة شعيرة القطن في حدود بين(3-5) غرام/دينير أي تعتبر من متوسطة إلى فوق متوسطة وترجع متانة القطن إلى وجود مادة السليلوز التي تمثل 90% من وزن الشعيرة، وتزداد قوة الشعيرة عندما تبتل في حدود (10-20) % من قوتها وهي جافة وهذا يعني أن العناية بالشعيرة عند التعرض للابتلال لا تحتاج تعديل أو معالجة.

الاستطالة ومقاومة الضغط: تستطيل شعيرة القطن حتى (3-7) % عند نقطة القطع، والقطن غير مرن نسبياً مع قابلية الرجوعية حوالي 75% عند 2% امتداد (Extension) وتصل إلى 50% عند 5% امتداد، أما

مقاومة الضغط (Resiliency) فإنها منخفضة، ويؤدي انخفاض الخواص الثلاثية إلى سهولة كرمشة الأقمشة القطنية وذلك فإنها تحتاج إلى بعض التجهيزات والتي قد تسبب قلة قوة شد هذه الأقمشة إلا أنها تساعد على سهولة العناية بها ونعومة سطحها.

الكثافة: تعتبر كثافة القطن عالية بالمقارنة بالألياف شائعة الاستعمال وتصل من 1.54 إلى 1.56 غرام/سم^3 .

اكتساب الرطوبة: تصل نسبة اكتساب القطن للرطوبة في الظروف القياسية إلى 8.5% وتبلغ حوالي (25-27)% إذا كانت الرطوبة النسبية 100% مما يؤدي إلى زيادة الوزن، وتزداد قوة الشعيرات ومرونتها وهي مبتلة عنها وهي جافة.

وهذه الخاصية تجعل الملابس القطنية مريحة أثناء الإرتداء ولذلك تعتبر خامة القطن من أنسب الخامات لصناعة الملابس الداخلية والصيفية لامتصاص العرق، كما أنها تجعل القطن لا يكّون أي شحنات استاتيكية لاحتفاظه بقدر وافر من الرطوبة.

ثبات الأبعاد: تعتبر الشعيرات القطنية ثابتة نسبياً، ومع ذلك فإن الأقمشة القطنية تميل للانكماش نتيجة الإجهادات الأخرى كالرطوبة التي يتعرض لها كلا من الخيط والقماش أثناء التصنيع ولذلك فهي تحتاج لمعالجة تجعلها أقل تعرضاً للانكماش أثناء الاستعمال والعناية [4].

تؤثر خصائص الشعيرات القطنية بنسبة كبيرة على جودة الغزول المنتجة إضافة لعوامل أخرى كأنظمة إنتاج هذه الغزول وعمليات التحضير على الألياف أثناء عملية الغزل. بعد ذلك تستخدم الغزول المنتجة في عملية النسيج التي تسبق بعمليات تحضيرات النسيج كالتدويرات والتسدية ثم التنشية لتحول هذه الخيوط إلى قماش خام على الأنوال حيثُ تتقاطع مع خيوط اللحمة ببناء هندسي معين يعرف بالتركيب النسيجي تعتبر التراكيب النسيجية من أحد المؤثرات الهامة على خواص الأقمشة المنسوجة والتي تختلف باختلاف طريقة التعاشق بين خيوط السداء واللحمة،

من أهم التراكيب النسيجية:

النسيج السادة (PLAIN WEAVE):

يعد النسيج السادة من أسهل الأنسجة وأبسطها ولذلك فهو أقل تكلفة.

نسيج المبرد (TWILL WEAVE):

يعتبر ثاني التراكيب النسجية استخداماً ويختلف فى مظهره عن النسيج السادة نتيجة لطريقة بنائه وتداخل خيوطه مع بعضها فهو يعطي سطحاً مميزاً للأقمشة يظهر على شكل خيوط مائلة، وفيه تتعاشق خيوط السداء مع خيوط اللحمة فى زوايا 45° في المبارد العادية أو أقل أو أكبر فى المبارد الممتدة [5].

نسيج الساتان (SATEEN WEAVE):

يعتبر نسيج الساتان ثالث أنواع التراكيب النسجية البسيطة بعد النسيج السادة ونسيج المبرد، ويتميز نسيج الساتان بصفة عامة بسطح لامع نتيجة لتفرقه مواضع تقاطع السداء واللحمات أو نتيجة لقلة عدد التقاطعات مما يسمح بزيادة انعكاس الضوء على القماش

بهدف تحويل القماش الخامي إلى قماش مُعدّ للاستخدام النهائي هناك سلسلة من المراحل التي يجب أن يمر بها. بعض هذه المراحل جوهرها ميكانيكي، كيميائي أو حراري تعرف بعمليات التجهيز النهائي.

1-3- مرحلة التحضير والصباغة والتجهيز النهائي:

إن مرحلة التحضير والصباغة والتجهيز النهائي هي جوهر الصناعات النسيجية حيث أن مصطلح تجهيز يستخدم لجميع العمليات التي تجري على الخامات النسيجية بدءاً من خروجها من النول إلى أن تصل إلى يد المستهلك والهدف منه تحسين مظهرية الخامات وإكسابها خواصاً إضافية تحقق قيم مضافة عالية تتفق مع متطلبات الاستهلاك.

1-3-1- عملية التنشية (Sizing Process) :

تتم إضافة مادة النشاء إلى خيوط السداء التي تسبق عملية النسيج وذلك بهدف زيادة متانة خيوط السداء حيث يتم تشريب الخيوط بالمواد النشوية اللازمة التي تقوم بملء الفراغات بين الشعيرات وتلصقها وتنظمها على محور موحد وبالتالي إلى زيادة المتانة وتقليل عدد التقطعات لهذه الخيوط على الأنوال أثناء العملية الإنتاجية

وبالتالي تقليل زمن التوقفات لها وبالتالي التأثير الإيجابي على العملية الإنتاجية. وتلعب كفاءة عملية التنشية دوراً كبيراً في العملية الإنتاجية، وأيضاً في مظهر الأقمشة الخارجة من النول مباشرة.

تقسم مواد التنشية إلى:

1- مواد نشوية طبيعية المصدر (ذرة، بطاطا، قمح، أرز.....)

2- مواد نشوية معدلة (الديكسترين) حيث تخفض درجة البلمرة إلى درجة تصبح ذوابة بالماء بدرجة حرارة (180-190) درجة مئوية بوجود (حمض الكبريت) بنسبة (0.5-1) %

3- مشتقات السيللوز وأهمها كربوكسي ميتيل السيللوز (Carboxy methyl cellulose)

4- مواد نشاء صناعية مثل: بولي فينيل الكحول، بولي فينيل الأكرليك.

تضاف إلى مواد التنشية مواد أخرى مثل:

1- مواد للتطرية لجعل فيلم البوش أكثر مرونة وقوة ضد عمليات الثني، وجعل الخيوط ناعمة وتقليل الإجهادات بين الخيوط، وتساعد مواد البوش على التغلغل، وتحسين ملمس الأقمشة المنتجة.

2- مواد حافظة تضاف إلى النشاء لضمان عدم حدوث عفن أثناء تخمر الغشاء غير المستخدم (المطبوخ) ضماناً لعدم انتشار روائح نتيجة ذلك.

3- مواد مبللة كاتونية أو أنيونية حسب ما يتناسب مع طبقة الوسط ويضمن الحصول على كفاءة تنشية عالية.

4- مواد شمعية لحفظ مادة البوش والتقليل من الاحتكاك ومنع تساقط مادة النشاء والتقليل من الإجهادات والاحتكاك مع المواكيك والأجزاء الأخرى المتحركة من النول.

1-3-2- عملية إزالة النشاء (Desizing) :

تعتبر عملية إزالة النشاء أول العمليات الرطبة التحضيرية لعمليات الصباغة والطباعة وتهدف هذه العملية إلى إزالة المواد النشوية الموجودة على خيوط السداء لأن بقاء هذه الطبقة يشكل طبقة عازلة على سطح

الشعيرات تمنع تشرب هذه الشعيرات بالمواد الكيميائية والمساعدة وغيرها التي تستخدم في عمليات التحضير اللاحقة.

طرق إزالة النشاء:

1- التحليل المائي بالأحماض وتستخدم الأحماض غير العضوية بتركيز منخفض حوالي (0.5-1)% بحرارة حوالي (40) درجة مئوية وزمن من (10-12) ساعة ولا ينصح بهذه الطريقة كونها خطرة بسبب ضعف مقاومة السيللوز للحموض المعدنية.

2- التحلل المائي بالقلويات مثل ماءات الصوديوم (NaOH) ويستخدم بتركيز (0.5-1) % خلال زمن (20-30) ساعة وحرارة حوالي (80) درجة مئوية مردود هذه الطريقة قليل بسبب الفترة الزمنية اللازمة لذلك.

3- طريقة الإزالة بالانزيمات (Enzymes) هي الطريقة الأكثر شيوعاً والأنزيمات هي عبارة عن مواد بروتينية تتكون بواسطة كائنات عضوية دقيقة مكونة من أصل حيواني أو نباتي اختصاراً للوقت ولا تؤثر على متانة الألياف.

1-3-3- عملية الغلي والبياض (Boiling Process):

تهدف عملية الغلي إلى إزالة المواد الغير السيللوزية الموجودة مع الألياف القطنية بشكل طبيعي وتزيل أيضاً الشوائب التي التحقت بالسيللوز أثناء مراحل تصنيعه المختلفة في مرحلة الغزل والنسيج (غبار، بذور، شحوم، زيوت.....) كما تزيل أيضاً وبشكل جزئي بقايا قشور جوزة القطن.

يتألف محلول الغلي من المواد التالية:

1- مادة قلوية ويستعمل في أغلب الأحيان ماءات الصوديوم.

2- مواد صابونية.

3- مواد مرجعية (دي سولفيت) لمنع تأثير الأوكسجين في حال وجوده في مكنات الغلي.

4- مواد مشتتة.

5- مواد لخفض قساوة الماء.

تتم عملية الغلي إما تحت الضغط الجوي العادي في حرارة الغليان أو في تجهيزات مغلقة تحت ضغط (4-2.5) ضغط جوي وفي حرارة (120-110) درجة مئوية وتستمر عملية الغلي (6-2) ساعات ويتم تفريغ حوض الغلي من الأسفل إلى الأعلى حيث تشطف الأقمشة بالماء الفاتر ثم بالماء البارد وثم يتم التحميض لإزالة بقايا المواد القلوية وإزالة الترسبات التي تتشكل من وجود أملاح في المياه المستخدمة تشطف بعدها الأقمشة للتخلص من الحمض.

بعد الانتهاء من مرحلة الغلي تجري عملية البياض على الأقمشة المغلية وهي مبلولة في نفس تجهيزات الغلي وتهف عملية البياض إلى تبيض الأقمشة من خلال إزالة الملونات الطبيعية وإزالة ما تبقى من بقايا جوزة القطن.

من المواد التي تستخدم في عملية البياض:

1. المركبات الكلورية: وأشهرها استخداماً هو هيبوكلوريد الصوديوم.
2. المركبات الأوكسجينية: تستخدم في عملية البياض مواد مؤكسدة تطلق الأوكسجين الوليد الذي يتفاعل مع جزيئات الملونات الموجودة محولاً إياها إلى مواد ذوابة في الماء ومثال على هذه المواد الأوزون فوق الأكاسيد فوق الأملاح وفوق الحموض وأشهرها استخداماً الماء الأوكسجيني.

<u>البياض على الاستمرار:</u>

يدمج العمليتين (الغلي والبياض) في عملية واحدة ويتميز بالإنتاجية العالية وثبات مواصفات الأقمشة المنتجة والتوفير في المواد والمياه.

يحتوي محلول البياض المستمر على ما يلي:

1) (15-20 g/l) ماء أوكسجيني
2) (3-5 g/l) ماءات الصوديوم
3) (2-5 g/l) مادة مبللة
4) (1-3 g/l) منظم

يتم تشريب الأقمشة القطنية بالمحلول السابق بدرجة تشريب (% 120–80) تدخل الأقمشة بعد تشريبها إلى المبخرة تعالج بالبخار المشبع في حرارة (°C 102–100) ثم تمر على مجموعة من أحواض الغسيل والتحميض بحمض عضوي (حمض الخل).

تعمل آلات البياض على الاستمرار بسرعة تصل إلى (100m/mit) حسب سماكة وعرض الأقمشة المعالجة.

1-3-4- عملية الصباغة (Dyeing Process):

الصباغة هي عملية تلوين الألياف النسيجية لتصبح مادة التلوين جزءً لا يتجزأ من هذه الألياف بحيث تحتفظ هذه الألياف باللون الذي اكتسبته حتى ولو تعرضت لضوء الشمس أو البلل أو الاحتكاك أو الكي وذلك بنتيجة ارتباط مواد الصباغة بعلاقة فيزيائية أو كيميائية بالألياف النسيجية.

تجري عملية الصباغة في محاليل مائية لتلوين ألياف النسيج بأشكالها المختلفة (شعيرات، خيوط، أقمشة) باللون المطلوب باستخدام الألوان والمجموعات المختلفة من الأصبغة والتي هي عبارة عن مركبات كيميائية أو فيزيائة بهذه الألياف، بحيث تتم هذه العملية وفقاً لما هو مطلوب من انتظام وتجانس للون، بالإشارة إلى أنه يجي تحقيق صفات الثباتية المختلفة بعد صباغة الخامات المختلفة لتكون مناسبة لظروف الاستخدام في مختلف المجالات.

وتتوقف عملية الصباغة وسرعتها على العوامل التالية:

1. بنية الألياف النسيجية الطبيعية منها والصناعية وتركيبها
2. بنية الأصبغة ودرجة ذوبانها بالماء ونوعية المجموعات الوظيفية الكيميائية التي تحتويها هذه الأصبغة.
3. قابلية ألياف النسيج للصباغة.
4. تركيز المحلول الصباغي.
5. درجة حرارة حمام الصباغة والزمن اللازم للصباغة.
6. درجة حموضة المحلول الصباغي.
7. تركيز الأملاح والمواد الكيميائية والمساعة الضرورية لعملية الصباغة.

تتم عملية الصباغة عبر مراحل ثلاث:

1. مرحلة الهجرة: وهي انتقال جزيئات الصباغ من المحلول الصباغي إلى السطح البيني المشترك مع الألياف النسيجية ثم الامتزاز على سطح هذه الألياف.
2. مرحلة النفوذية: هي نفوذ جزيئات الصباغ من سطح النسيج إلى داخل الألياف إلى الفراغات البنيوية وصولاً إلى السلاسل المشكلة للألياف عبر المنطقة غير المتبلورة والمسامات.
3. مرحلة الارتباط (التثبيت): ترتبط جزيئات الصباغ مع الألياف النسيجية برابطة أو أكثر حسب نوع الصباغ ونوع الألياف والتي قد تكون عبارة عن رابطة شاردية أو رابطة مشتركة أو رابطة هيدروجيني[6].

1-3-5- عملية التجهيز النهائي (Finishing Processing):

إن التجهيز النهائي يحتوي على عدد كبير من أنواع عمليات التجهيز ويقسم إلى :

التجهيز الميكانيكي: ويشمل على العمليات التالية:

- الصقل
- ضبط العرض والانكماش الرطب
- التجهيز على الرام
- التنفيش
- التبخير
- الحلاقة

والتجهيز الكيميائي: ويندرج تحت هذا النوع العمليات التالية:

- التطرية
- المعالجة بالأنزيم
- المعالجة ضد البكتريا
- المعالجة ضد الحريق

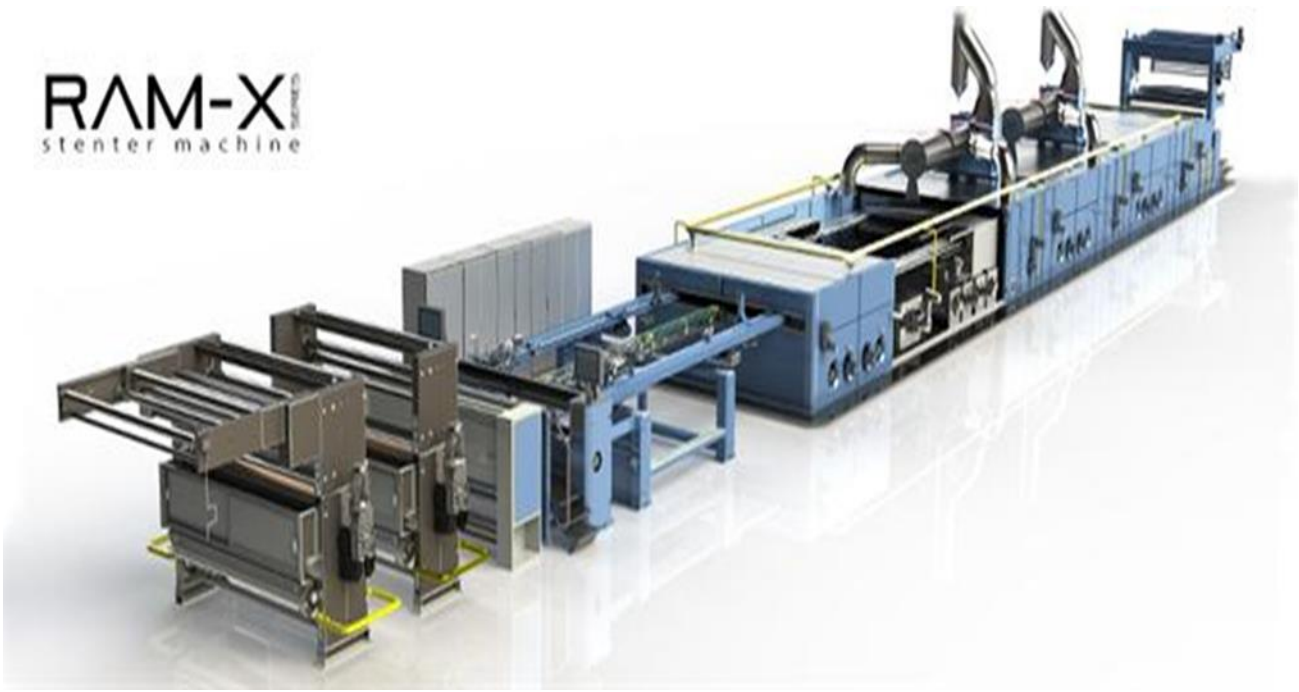
- المعالجة ضد الكهرباء الساكنة
- معالجة ضد البلل (زيت).

آلة الرام

تستخدم لتجفيف الأقمشة العادية وأقمشة التريكو وفي نفس الوقت للوصول إلى العرض المطلوب عن طريق فتح العرض بواسطة ملاقط متوضعة على سكتين متوازيتين، يوجد في مقدمة الآلة عادة حوض تشريب مع جهاز عصير (فولار) ويستخدم هذا الفولار لتشريب الأقمشة بما يلزم من مواد تجهيز نهائي (تثقيل– تطرية).

يوجد نوع من الرامات يمكن أن يكون مجهزاً بأسلوب أخر لمسك القماش من طرفيه بواسطة صفائح معدنية مجهزة بأبر بدلاً من الملاقط وفي هذه الحالة تعتبر هذه المجففات تجهيزات للمعالجة الحرارية ضد الانكماش حيث يدخل القماش وهو مبلول إلى غرف التجفيف وهو متماوج مما يسمح له بالانكماش أثناء التجفيف أي أن طول القماش الداخل إلى غرف التجفيف أعلى من طول القماش الخارج من غرف التجفيف والفرق بين هذين الطولين يحدد نسبة الانكماش التي يتعرض بها القماش أثناء التجفيف في الاتجاه الطولي. أما الانكماش في الاتجاه العرضي يمكن تثبيته من خلال الإبقاء على عرض القماش الداخل دون تعريضه لقوى شد أو قوى فتح العرض.

يبين الشكل (1–4) مخططاً لآلة الرام



الشكل (1-4) آلة الرام

يتم تخليص المادة النسيجية من الرطوبة بواسطة تيارات من الهواء الساخن الذي يتحرك بواسطة مراوح حيث يصطدم الهواء أولاً بمشعات (مبدلات حرارية) يتم تسخينها بواسطة بخار الماء المحمص وقد تصل حرارة الهواء إلى حوالي (250-180) درجة مئوية وهذا المستوى يلزم لإجراء عمليات التثبيت الحرارية لعدد من عمليات التجهيز الكيميائي يتم تسخين المبادلات الحرارية بالزيت الحار الذي يتم تسخينه بواسطة مراجل مرفقة مع آلة الرام.

1-4- ظاهرة الانكماش (SHRINKAGE PHENOMENON):

1-4-1- تعريف ظاهرة الانكماش:

يمكن تعريف مصطلح الانكماش "Shrinkage" على أنه التغيير في الأبعاد زيادةً (تمدداً growth) أو نقصاناً (تقلصاً contract)؛ وذلك نتيجة تعرض الخامة النسيجية لإجهادات ميكانيكية (قوى شد أو ضغط أو احتكاك) أو كيميائية (غسيل أو معالجة بالمواد الكيميائية لأغراض مختلفة) أو حرارية (تعرض للحرارة خلال التنظيف أو الكوي).

يعرف الانكماش **(للخيوط أو للأقمشة)** بأنه التغيير في الأبعاد في أي نوع من المعالجة الرطبة أو المعالجة الحرارية.

1-4-2- أنواع انكماش الأقمشة المنسوجة:

يقسم الانكماش إلى نوعين أساسيين: انكماش البناء(Construction Shrinkage) ، وانكماش المعالجة (Processing Shrinkage).

انكماش البناء (نسبة التشريب) (Construction Shrinkage):

بعد تصنيع النسيج القطني على ماكينة الحياكة أو نول النسيج، فإنه يتمتع بخصائص تعتمد فقط على متغيرات بناء الخيوط المستخدمة، ويمكن اختبارها لمواصفات مختلفة بما في ذلك الانكماش. يتم تعريف نوع الانكماش المقاس عند هذه النقطة على أنه نسبة التشريب. يتم تعريف نسبة التشريب على أنه مقدار التغير في الأبعاد في النسيج بناءً على متغيرات البناء المستخدمة في إنشاء القماش فقط. يتم قياسه بعد التصنيع ولكن قبل العمليات اللاحقة.

الانكماش الرطب (الكشش) (Processing Shrinkage):

جميع خطوات المعالجة في قسم الصباغة والإنهاء تؤثر على أبعاد المنتج. بعض التقنيات لها تأثير أكبر من غيرها، تؤدي هذه الخطوات إلى نشوء الانكماش الرطب، والذي يمكن تعريفه على أنه تغيير الأبعاد الذي تضيفه العملية إلى نسبة تشريب النسيج أو تزيله منه، وبالتالي يغير الانكماش المتبقي وفقاً لذلك. تتأثر أبعاد الطول والعرض، في أغلب الأحيان، يتم تمديد الطول وتقليل العرض أثناء المعالجة الرطبة. يتكون بعض هذا الانكماش من انكماش مرن ويمكن استرجاعه بسهولة بينما قد لا يتم استرداد بعض التغير في الأبعاد، بسبب تجاوز الحدود المرنة للنسيج كما تم بناؤه [7] .

إن نسبة تغير أبعاد النسيج هي النسبة المئوية لتغير أبعاد عينة الاختبار باتجاه السداء أو اللحمة إلى أبعاد العينة قبل الغسيل.

تكون نسبة تغير الأبعاد سالبة إذا حصل انكماش للنسيج وموجبة إذا استطال.

بينما ينشأ **انكماش الالتصاق (التلبيد الرطب) (Felting)** بسبب تعرض النسيج للرطوبة والحرارة العالية، ويحدث هذا الانكماش في أقمشة الصوف والألياف الحيوانية المبتلة في صورة ألياف أو غزول أو نسيج ويعزى إلى حركة ميكانيكية متكررة من أي نوع؛ وخاصة إذا كانت الحركة الميكانيكية مصحوبة بعملية ضغط يطبق ويزال في حركات متتالية، وهذا يؤدي إلى تغيير في طبيعة الخامة من حيث المظهر والخواص الطبيعية، كما يفقد التركيب النسيجي وضوحه مع زيادة سماكته، وفقد جزء من امتطاطيته وسماحيته لنفاذ الهواء[7] .

1-4-3- العوامل المؤثرة على معدل الانكماش:

وفقاً لأسس انكماش النسيج، فإن المتغيرات المؤثرة في انكماش النسيج لها ارتباط بأنواع المواد الخام والهيكل التنظيمي وظروف المعالجة وخصائص النسيج الأخرى.

- تكوين الألياف: تختلف درجة الانكماش عبر الألياف والمنسوجات ويتم تحديدها بشكل أساسي من خلال الصفات المحبة للماء للألياف أو قدرات امتصاص الرطوبة. سوف تتوسع الألياف الموجودة في النسيج ذي الامتصاص العالي للرطوبة بعد الغمر، مما يزيد القطر، ويقصر الطول، ويكشف عن حالة الانكماش. على سبيل المثال، تمتص ألياف الفسكوز الكثير من الماء. ولذلك فإن هذا النوع من الأقمشة الماصة للرطوبة سوف ينكمش كثيراً بعد الغسيل. البوليستر والبولي بروبيلين هي أمثلة على المنسوجات الصناعية.
- هيكل القماش: يتميز القماش بهيكل تنظيمي متنوع. فإن كان شد النسيج منخفضاً، والنسيج ضيقاً وسميكاً، فإن معدل انكماش النسيج منخفض؛ بينما إن كان الشد مرتفعاً، والنسيج فضفاض ورقيق، ويكون معدل انكماش النسيج مرتفعاً. يختلف معدل الانكماش باختلاف كثافة خيوط القماش.
- الحرارة والرطوبة: التعرض للحرارة والرطوبة يمكن أن يؤدي إلى انكماش النسيج. يمكن أن يؤدي غسل الأقمشة بالماء الساخن أو تجفيفها في درجات حرارة عالية إلى تقلص الألياف مما يؤدي إلى انكماشها. وبالمثل، يمكن أن تساهم الرطوبة الزائدة في الانكماش أيضاً، خاصة في الألياف الطبيعية.

- تأثير عملية التصنيع: يمكن أن تؤدي العمليات الميكانيكية أثناء الغسيل أو التجفيف، مثل العصر عالي السرعة أو التجفيف بالمجفف، إلى انكماش الأقمشة. يمكن أن يؤدي الاحتكاك المتكرر للنسيج وحركته على نول النسيج إلى حصول تشريب للأقمشة المنسوجة [8].

كذلك فإن العوامل التالية تؤثر على انكماش النسيج

- تعرض الخيوط طوال عملية النسيج إلى الشد.
- تقوم الآلة بسحب القماش بشكل لا يمكن تجنبه أثناء عمليات تجهيز القماش (الصباغة والطباعة والإنهاء). وبالتالي يحدث شد في النسيج.
- عندما يتم غسل القماش وتجفيفه، يتم تحرير الشد في المادة، مما يؤدي إلى انكماش. حتى لو كانت عينة القماش مبللة في الماء طوال الليل، فإنها ستتقلص [8].

يمكن تلخيص أسباب الانكماش بما يلي:

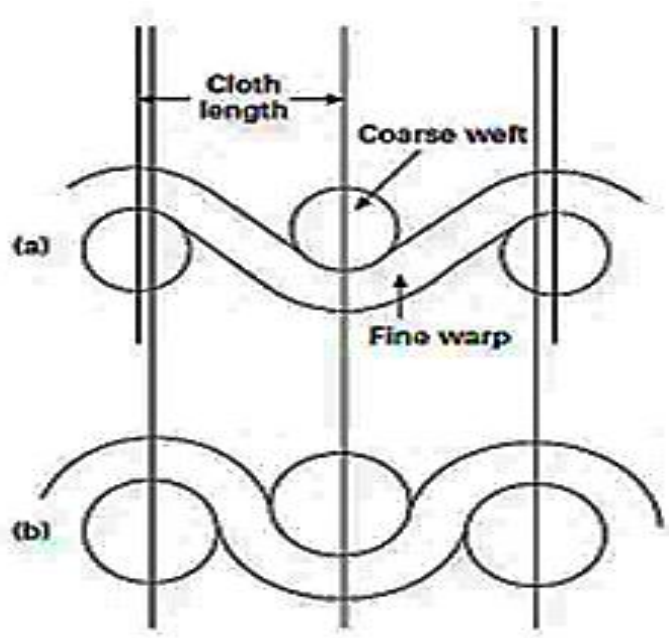
(1) الألياف المختلفة وأنسجتها لها درجات مختلفة من الانكماش، ويعتمد ذلك بصورة أساسية على خصائص الألياف المحبة للماء فهذه الأخيرة لديها درجة أكبر من الانكماش، مثل القطن والقنب والفسكوز والألياف الأخرى؛ أما الألياف الكارهة للماء لديها تقلص بدرجة أقل، مثل الألياف الاصطناعية.

(2) عندما تكون الألياف في حالة رطبة، تتضخم الألياف بسبب محلول الغمر؛ مما يجعل قطر الألياف أكبر. على سبيل المثال، على القماش، يُزاد نصف قطر انحناء الألياف للنقطة المتداخلة للنسيج؛ مما يؤدي إلى تقصير طول النسيج. على سبيل المثال، انتباج ألياف القطن تحت تأثير الماء، وتزداد مساحتها المقطعية بنسبة 40– 50% ويزداد طولها بنسبة 1–2%؛ بينما تتقلص الألياف الاصطناعية؛ بوساطة الحرارة، مثل الماء المغلي، وما إلى ذلك، بصورة عامة حوالي 5%.

1-4-4- آلية انكماش النسيج:

إن آلية انكماش الأقمشة المصنوعة من خيوط محبة للماء. تعتبر بمثابة تغيير في تباعد الخيوط. عند تبليل القماش، حيث تمتص الألياف الموجودة في الخيط الماء ويسبب ذلك انتفاخاً في الألياف والخيوط. عادة

يمكن توقع زيادة بنسبة 10% في قطر الخيط. ومع ذلك، فإن الانتفاخ العرضي للألياف يؤدي إلى انكماش طولي بنسبة 1% فقط. يمكن أن يؤدي انكماش الخيط، المرتبط بعدد البرمات التي يتعرض لها الخيط أثناء الغزل، إلى مزيد من الانكماش ولكنه يمثل انكماشاً بنسبة 2% فقط في الأقمشة النموذجية. يكمن تفسير انكماش القماش في بنية القماش. ويبين الشكل (1–5) تكراراً واحداً على طول السداء. عندما يتم تبليل القماش، يزداد قطر الخيط. إذا كانت خيوط اللحمة المتقاطعة ستظل على نفس المسافة متباعدة كما هي في الحالة الجافة، فيجب أن يمتد السداء. لكن في الواقع، تقترب خيوط اللحمة من بعضها البعض حتى يظل خيط السداء بنفس الطول. لذلك ينكمش القماش في اتجاه السداء. وهذا الأمر مماثل لعملية حدوث الانكماش باتجاه اللحمة. السبب الرئيسي لانكماش النسيج بسبب انتفاخ الخيوط عند البلل هو أن خيوط اللحمة السميكة تتطلب مساحة أكبر لتمكين الألياف من المرور فوق وتحت خيوط السداء المنتفخة. يتخذ اللحمة مساراً متموجاً ويقلص القماش. يبين الشكل (1–5) آلية حدوث انكماش الأقمشة المنسوجة.



الشكل (1–5): انكماش الأقمشة المنسوجة (a) قبل الترطيب (b) بعد الترطيب [9].

وجد أنه عندما يمتص النسيج الماء فإن الانتفاخ العرضي للألياف والخيوط يؤدي لحدوث الانكماش بثلاثة طرائق: انكماش الألياف الطولية، وانكماش الخيوط، والتجعيد. يتم توضيح آلية حدوث التجعيد في الشكل (1–5)، والذي يمثل موضع خيوط السداء واللحمة قبل التبليل.

ويظهر أيضاً انتفاخ كلا الخيوط عند تبليل القماش. لكي يحافظ القماش على نفس الأبعاد الخارجية التي كان عليها قبل الترطيب، أي لا ينكمش على الإطلاق، يجب أن تمتد خيوط السداء بطول معين. سيكون التمدد ضرورياً لخيوط اللحمة للتنقل حول خيوط السداء المنتفخة. هناك آلية أبسط من حيث الطاقة تستوعب المسار المتزايد لخيوط السداة. في هذه الآلية، تقترب خيوط اللحمة من بعضها البعض ويظل طول مسار السداء كما هو. وبالمثل، فإن زيادة قطر خيوط اللحمة تؤدي إلى حركة خيوط السداء بشكل أقرب إلى بعضها البعض. ولهذا السبب، لوحظ انكماش النسيج في كلا الاتجاهين. يتضح من هذا الوصف أن بنية القماش لها تأثير كبير على استجابة القماش للبلل.

أما عدد برمات الخيط، قطر الخيط ونمرته لها بعض التأثير، ولكن تباعد الخيوط (درجة التجعيد) هو العامل الأكثر أهمية. وبالتالي، فإن المسافات الأقرب بين الخيوط والخيوط المضغوطة نسبياً تعطي تأثيرات انكماش أكبر [9].

1-4-5- طرائق معالجة انكماش النسيج:

تطبق هذه المعالجات على الأقمشة لتقليل الانكماش أثناء الغسيل اللاحق من قبل المستهلك، تتضمن هذه العمليات تقنيات مختلفة لتثبيت الألياف وتعيين أبعاد القماش، مما يضمن احتفاظ المنتج النهائي بشكله وحجمه.

1) المعالجة الميكانيكية

عملية ميكانيكية تستخدم على نطاق واسع تنطوي على ضغط القماش لمنعه من الانكماش أثناء الغسيل.

الخطوات:

- الترطيب: يتم ترطيب القماش أولاً بالماء أو البخار.
- الضغط: ثم يتم تغذية القماش المبلل من خلال سلسلة من الأحزمة المطاطية والبكرات الساخنة التي تضغط على القماش.
- التجفيف: يتم تجفيف القماش وتبريده.

المزايا:

- ✓ فعال للأقمشة المنسوجة مثل القطن والجينز.
- ✓ يوفر ثبات الأبعاد.

2) المعالجة الكيميائية

تستخدم المعالجات الكيميائية لتثبيت الألياف ومنع الانكماش، ويتم استخدام مواد كيميائية فعالة تتفاعل مع بعضها أو مع الجذور النشطة في السيللوز (OH) تشكل في مرحلة التثبيت الحراري شبكة في جميع اتجاهات سطح القماش تحميه من الانكماش.

الخطوات:

- التطبيق: يتم تطبيق المواد الكيميائية (مثل مشتقات الميلامين واليوريا) على القماش.
- المعالجة: يتم تسخين القماش لمعالجة المواد الكيميائية وتثبيت الألياف.
- الغسيل: يتم غسل القماش لإزالة أي مواد كيميائية متبقية.

المزايا:

- ✓ يمكن دمجه مع عمليات المعالجات الأخرى.
- ✓ فعال لأنواع مختلفة من الألياف.

3) المعالجة الحرارية

تستخدم المعالجات الحرارة بشكل شائع للألياف الصناعية لتثبيت أبعادها.

الخطوات:

- التدفئة: يتعرض القماش لدرجات حرارة عالية في بيئة مضبوطة.
- التبريد: ثم يتم تبريد القماش بسرعة لضبط أبعاده.

المزايا:

- ✓ فعال للألياف الصناعية مثل البوليستر والنايلون.

- ✓ يوفر ثباتاً في الأبعاد.

آلة السنفرة (Sanforizing machines):

هي آلة معالجة الأقمشة ضد الانكماش الجزء الأول من هذه الآلة تعالج الانكماش بالاتجاه العرضي بتعريض القماش للاستطالة بالاتجاه الطولي تحت تأثير بخار الماء للوصول للعرض النهائي ثم يدخل القماش في الجزء الثاني بين حصيرة من اللباد وطنبور مغطى بطبقة من اللباد يدخل القماش قسرياً بين الطنبور وحصيرة من اللباد فتضغط خيوط اللحمة إلى بعضها مشكلة انكماشاً قصرياً بالاتجاه الطولي ويخرج القماش من آلة السنفرة غير قابل للانكماش طولياً أو عرضياً. يبين الشكل (1-6) آلة السنفرة (Sanforizing).

الشكل (1-6): آلة السنفرة (Sanforizing).

1-4-6- الأسس النظرية لاختبارات الانكماش:

أُبتكرَ عددٌ من طرائق الاختبار لقياس الانكماش التي تعتمد القبول والرفض للبيانات التي جُمِعَت. علاوة على ذلك، يمكن أن يسمح التحليل المتعمق لهذه البيانات بفهم أفضل لأسباب الانكماش غير المنتظم أو العالي. يمكن أن يؤثر الفهم الأفضل للانكماش في تقانات الإنتاج لجعل ظاهرة الانكماش قابلة للإدارة. في الواقع، يمكن بعد ذلك تعيين مواصفات أكثر واقعية لمنتج نهائي للنسيج أو الملابس بناءً على المعرفة المكتسبة. حيث أنه

يمكن أن تؤثر هذه المعرفة في مواصفات المنتج الأخرى، مثل الوزن والعرض؛ فضلاً عن تحديد تخطيط أنماط الملابس [7].

1-5- الخلاصة (CONCLUSION):

إن معرفة الانكماش وأسبابه هو مفتاح السيطرة عليه. يعتبر التخطيط والهندسة المتبادلين للمنتج هو الوصفة الوحيدة للنجاح. من أجل تلبية مواصفات المنتج، يجب اختيار الخيوط الصحيحة، وإعدادات النول، وعمليات الصباغة والإنهاء. تعتبر المواصفات والاختيارات غير الصحيحة لطرائق المعالجة سبباً لعدم السيطرة على انكماش الأقمشة.

الفصل الثاني

الدراسات المرجعية

2-1- تمهيد:

هناك عددٌ من الدراسات المرجعيّة العلميّة التي تم من خلالها البحث في خاصية الانكماش للأقمشة المنسوجة، ومجموعة العوامل المؤثرة فيها، والمعالجات الحرارية لهذه الأقمشة. يمكن أن تقسم الدراسات المرجعيّة حسب الموضوع إلى:

- تأثير التركيب النسيجي على الأقمشة المنسوجة.
- البارامترات المختلفة للأقمشة المنسوجة وتأثيرها على انكماش الأقمشة.
- المعالجات الحرارية للأقمشة المنسوجة.

2-1-1- تأثير التركيب النسيجي على الأقمشة المنسوجة:

الدراسة المرجعيّة الأولى: تأثير عامل التغطية على الخصائص الفيزيائية للأقمشة المنسوجة (2022):

قام (Islam) وزملاؤه بدراسة تأثير معامل التغطية على الخصائص الفيزيائية للأقمشة المنسوجة. حيث تم استخدام الأقمشة القطنية المنسوجة بنسبة 100%. تم استخدام تسعة أنواع من الأقمشة ذات تراكيب نسيجية مختلفة مثل السادة (1/1) والمبرد (3/1) والساتان (4/1) أثناء إجراء الاختبارات. تم قياس عوامل التغطية للعينات بمعادلة مناسبة باستخدام قيم معامل التغطية ويظهر الجدول (2-1).

تبين من النتائج أن الأقمشة المنسوجة العادية (السادة) أظهرت أقصى معامل تغطية مقارنة بأقمشة المبرد والساتان. كان ذلك بسبب أن النسيج العادي يحتوي على نقاط تشابك قصوى مقارنة بالتراكيب النسيجية الأخرى.

نتيجة الدراسة: تبين من البحث أن النسيج القطني يميل إلى الانكماش أثناء الغسيل بالماء العادي في المنزل أو في الصناعة. وقد لوحظ أيضاً أن الأقمشة القطنية ذات معامل التغطية الأكبر تتقلص بشكل أقل عندما تكون مضغوطة أكثر. إذا كانت قيمة معامل التغطية أقل، تحصل الخيوط على مساحة كافية لتتقلص. لهذا السبب، فإن النسيج ذا معامل التغطية الأقل يعرض قدراً أكبر من قيمة الانكماش. لوحظ أن نسيج الساتان أعطى الحد الأقصى لقيمة الانكماش بنسبة 3%- مقارنة بالنسيج السادة والمبرد، بينما أظهر النسيج العادي أقل قيم انكماش بنسبة 0.5%- [10]

الجدول (2-1) معامل التغطية للعينات المستخدمة بالبحث

رقم العينة	التركيب النسيجي	معامل التغطية (KC)
1	سادة (1/1)	24.38
2	سادة (1/1)	25.18
3	سادة (1/1)	25.89
4	مبرد (3/1)	19.40
5	مبرد (3/1)	20.04
6	مبرد (3/1)	20.60
7	ساتان (4/1)	16.91
8	ساتان (4/1)	17.47
9	ساتان (4/1)	17.96

الدراسة المرجعيّة الثانية: تأثير بارامترات هيكل القماش على ثبات الأبعاد بعد الغسيل المنزلي (2022):

قام (Longurova) وزملاؤه بدراسة تأثير بارامترات بنية النسيج على ثبات الأبعاد للنسيج القطني المنسوج بنسبة 100% بعد خمس دورات من الغسيل المنزلي. تم تعريض عشرة أقمشة قطنية ذات تراكيب نسيجية مختلفة (سادة، مبرد 1/2، مبرد1/3) (كثافة الخيط، نمرة الخيوط tex، عامل التغطية) لخمس دورات من عملية الغسيل المنزلية وتجفيفها. تم قياس التغيرات في أبعاد الأقمشة بعد كل دورة غسيل وتجفيف ثم تم التعبير عنها كنسبة مئوية من الأبعاد الأولية. تم فحص ثبات الأبعاد للأقمشة وفقًا لمعيار ISO 3759:2011. تم تعريض جميع الأقمشة لجو قياسي، درجة حرارة 20 ± 2 درجة مئوية، رطوبة نسبية 65% لمدة 24 ساعة. تم غسل العينات وتجفيفها وفقاً لإجراءات الاختبار القياسية للغسيل والتجفيف المنزلي EN ISO 6330:2012. تم تعريض العينات لخمس دورات غسيل وتجفيف.

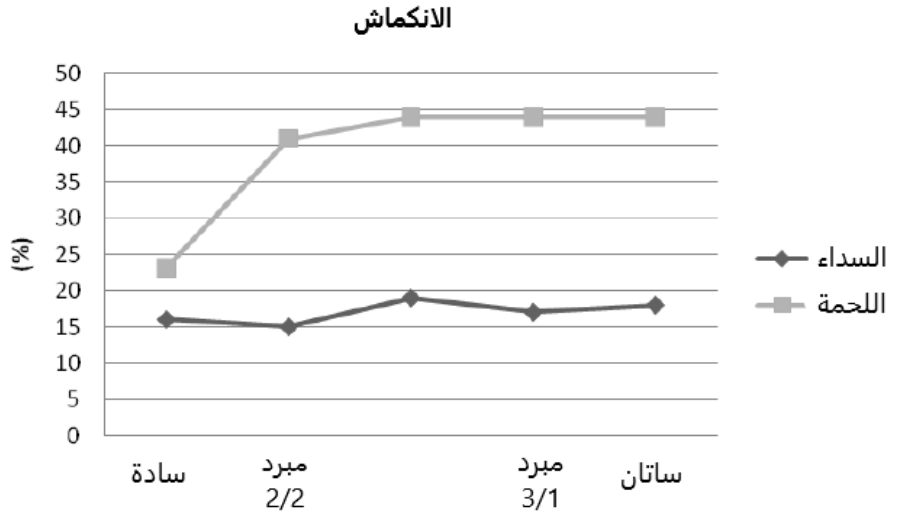
نتيجة الدراسة: أظهرت النتائج التجريبية أن الانكماش يحدث في جميع الأقمشة العشرة، وهو أعلى في السداء منه في اتجاه اللحمة. تم استخدام التحليل الإحصائي لتحديد العلاقات بين انكماش النسيج وبارامترات بنية النسيج. أظهرت النتائج أن انكماش النسيج يرتبط ارتباطاً خطياً بعامل التغطية والتركيب النسيجي حيثُ كانت نسبة الانكماش أقل في الأقمشة ذات التركيب النسيجي السادة مقارنة بأقمشة المبرد لأن أقمشة السادة تحتوي على خيوط معبأة بشكل وثيق وتقلص أقل قليلاً من أقمشة المبرد (1/2 أو 1/3) وهي أقل إحكاماً ولها طول تعويم للخيوط أكبر قليلاً [11].

الدراسة المرجعيّة الثالثة: تأثير تصميم التركيب النسيجي على خصائص الانكماش للأقمشة المرنة (2019):

قام (Pannu) وزملاؤه بدراسة تأثير التراكيب النسيجية المختلفة على خصائص الاستطالة والانكماش للأقمشة المرنة (القطن / الإسباندكس)، حيث تم استخدام خيوط القطن للسداء، الألياف القطن والإسباندكس في اتجاه اللحمة، استخدام أربعة تراكيب نسيجية مختلفة (سادة، مبرد 2/2، مبرد 3/1، ساتان 4/1) والحفاظ على جميع البارامترات الأخرى. يمكن استخدام النتائج التي تم الحصول عليها في تصميم الأقمشة عالية التمدد.

نتيجة الدراسة: يوضح الشكل (2–1) أن التركيب النسيجي له تأثير كبير على قيم الانكماش، أظهرت الهياكل المنسوجة ذات العدد الأكبر من التشابك انكماشاً أقل. لهذا السبب، ينتج عن عينة النسج العادي انكماش أقل للحمة مقارنة بالتراكيب النسيجية الأخرى.

أيضاً، لا يوجد فرق معنوي في انكماش السداء بين العينات الخمس من التراكيب النسيجية المختلفة. يمكن أن يُعزى السبب إلى حقيقة أن خيوط السداء تظل مشدودة طوال عملية النسيج دون أي تمييز في بنية النسيج. بينما يتم تطبيق الشد في اتجاه اللحمة بواسطة المقابض. بعد مرور القماش على المشط. عندما يبلل هذا القماش المنسوج، يحاول كلا الخيوط الاسترخاء إلى حالة أكثر استقراراً. التجعيد الموجود بالفعل في خيوط اللحمة يحد من تقلص خيوط السداء. وبالتالي، يكون انكماش السداء أقل من انكماش اللحمة. يكون هذا التأثير أكثر وضوحاً في النسيج الذي يحتوي على خيوط إسباندكس في خيوط اللحمة [12] .



الشكل (2–1) تأثير التراكيب النسيجية المختلفة على انكماش السداء واللحمة [12].

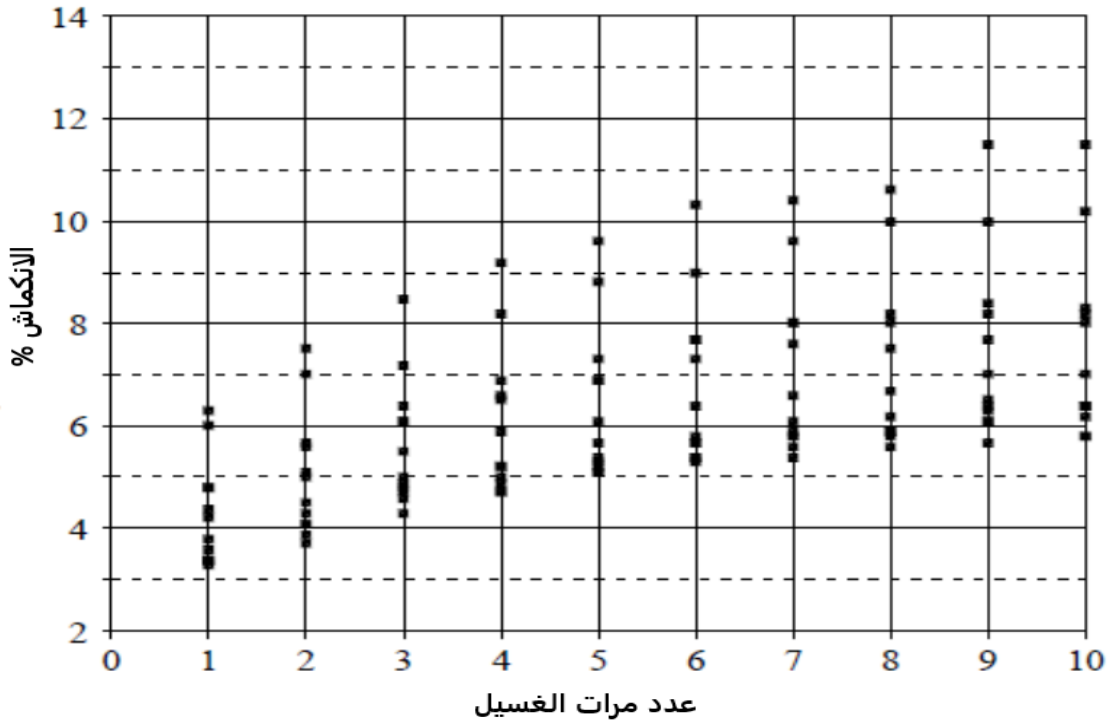
الدراسة المرجعيّة الرابعة: تأثير نوع النسج على ثبات الأبعاد للأقمشة المنسوجة (2008):

قام (Topalbekirog) وزملاؤه بدراسة تأثير نوع النسج (التركيب النسيجي) على ثبات أبعاد الأقمشة القطنية المنسوجة حيث توصلوا إلى أن فهم حجم هذا التأثير ينتج المزيد من المعرفة باستقرار الأبعاد أثناء الاستخدام. تم دراسة تأثير أنماط النسيج على خاصية ثبات الأبعاد للأقمشة المنسوجة، وفحص خصائص ثبات الأبعاد للأقمشة المنسوجة القطنية بنسبة 100%. تم نسج 12 قماشاً منسوجاً بمشتقات نسج مختلفة (مشتقات السادة والمبرد، وساتان) وخيوط مغزولة ممشطة Ne 30/1. وتم بعد ذلك غسل هذه العينات وتجفيفها وفقاً لإجراءات الاختبار القياسية للغسيل والتجفيف المحلي، ومن ثم أجري قياس قيم الانكماش ثم التعبير عنها كنسبة مئوية من الأبعاد الأولية.

نتيجة الدراسة: لوحظ أن التركيب النسيجي له تأثير كبير ومهم على السلوك البعدي للأقمشة المنسوجة. عند مستوى دلالة إحصائي 1%. وتبين أنه كلما كانت بنية النسيج متوازنة أكثر والتركيب ذات عدد كبير من التشابك كلما كانت قيم الانكماش أقل. يبين الشكل (2–2) مخطط التبعثر الذي يوضح العلاقة بين عدد مرات الغسيل والانكماش.

بالإضافة إلى ذلك، تزداد قيم الانكماش من خلال عمليات الغسيل المتتالية ولكن سلوك ثبات الأبعاد للعينات لا يختلف كثيراً. تنتمي قيم الانكماش الأعلى والأدنى إلى نفس العينات في أول عملية غسيل كما يوضح الشكل

(2–2). أظهر تحليل ارتباط بيرسون أن هناك علاقة مهمة وموجبة بين عدد قيم الغسيل والانكماش. هذا يعني أن زيادة عدد مرات الغسيل تسبب انكماشاً أكبر [13].



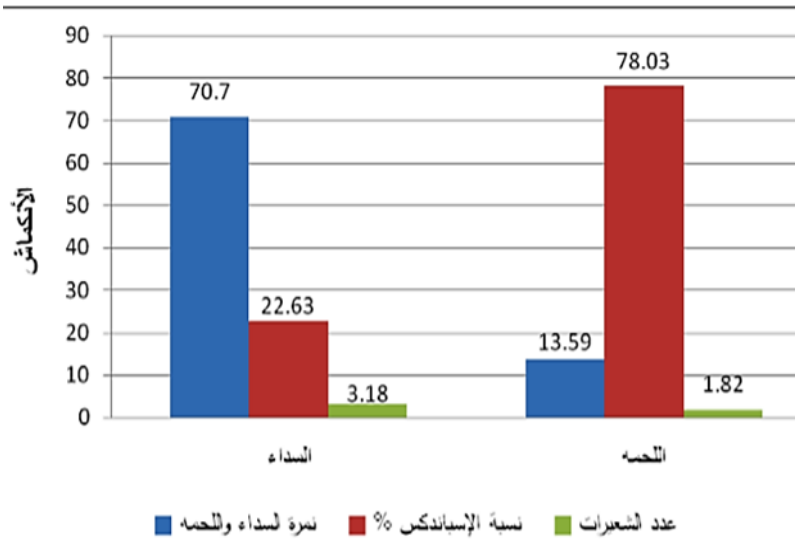
الشكل (2–2) مخطط التبعثر الذي يوضح العلاقة بين عدد مرات الغسيل والانكماش [13].

2–1–2– البارامترات المختلفة للأقمشة المنسوجة وتأثيرها على انكماش الأقمشة:

الدراسة المرجعيّة الخامسة: تأثير نسبة الإسباندكس على انكماش الأقمشة المنسوجة المصنوعة من خيوط البوليستر (2019):

قام أحمد بدراسة نتائجُ تأثير نسبة الإسباندكس على الانكماش في اتجاه السداء واللحمة للأقمشة المنسوجة المصنعة من خامة البولي أستر وتحديد فاعلية تأثير كل عنصر من عناصر التركيب البنائي للخيوط الإسباندكس المتمثلة في (نسبة الإسباندكس– عدد الشعيرات في المقطع العرضي– نمرة الخيط) للتوصل لأفضل معدلات انكماش الأقمشة وقد تم نسج عينات التجارب باستخدام خيوط إسباندكس من نمرتين (150 دنيير– 75 دنيير) لكل من السداء واللحمة وتم إجراء الاختبارات المعملية للانكماش، كذلك تم تحليل نتائج الاختبارات للخواص المختبرة بواسطة تحليل التباين وتم التوصل إلى حساب معامل الارتباط المتعدد بين كل من

المتغيرات المستقلة (نسبة الإسباندكس– عدد الشعيرات في المقطع العرضي– نمرة الخيط) وبين خاصية الانكماش كمتغير تابع، وتم استنتاج معادلات الانحدار المتعدد بين المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة إلى جانب تحديد مدى مساهمة كل متغير من المتغيرات المستقلة من خلال اختبار معدلات المساهمة لتداخل فعل المتغيرات المستقلة على المتغيرات التابعة.



الشكل (2–3) تأثير المتغيرات (نسبة الإسباندكس– عدد الشعيرات في المقطع العرضي– نمرة الخيط) على معدلات انكماش القماش في اتجاهي السداء واللحمة [14].

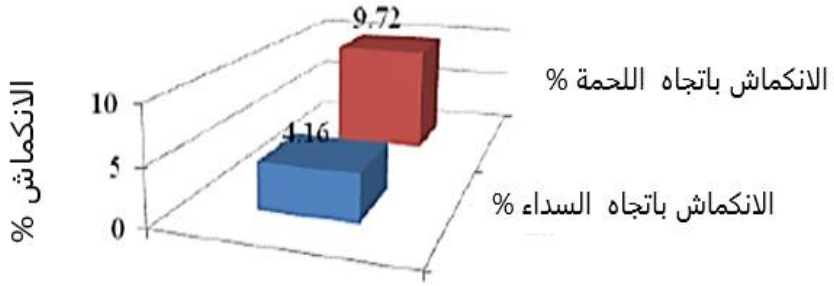
أثبت هذا البحث أن خواص الانكماش تعتمد على محتوى ألياف الإسباندكس بدرجة عالية لزيادة نسبة الإسباندكس في انكماش الأقمشة في اتجاه اللحمة وأظهرت أيضاً أن نمرة الخيط 150 دنيير كان لها التأثير الأكبر على انخفاض خاصية الانكماش في اتجاه السداء للأقمشة المنسوجة كما موضح في الشكل (2–3)، وأثبتت نتائج التحليل الإحصائي وجود علاقة طردية بين نسبة الإسباندكس والانكماش في اتجاهي السداء و اللحمة، وأثبتت النتائج أيضاً أهمية الوقوف على معدلات تأثير المتغيرات المستقلة على انكماش القماش في اتجاهي السداء و اللحمة حيث يمكن من خلالها التحكم في معدلات انكماش القماش في اتجاهي السداء و اللحمة تبعاً لمتطلبات التشغيل والمواصفة المستخدمة للمنتج النهائي [14].

الدراسة المرجعيّة السادسة: دراسة تغير خصائص الانكماش بناءَ على التغيير في تركيبة أقمشة الدنيم المصنوعة من القطن والبوليستر والإسباندكس(2019):

قام (Islam) وزملاؤه في هذه الدراسة بالتحقق من خصائص الانكماش لأقمشة الدنيم المصنوعة من القطن والبولستر والإسباندكس وذلك باستخدام ثلاثة أنواع (65% قطن، 32% بولي أستر، 3% إسباندكس)، (75% قطن، 18% بولي أستر، 7% إسباندكس)، (85% قطن، 6% بولي أستر، 9% إسباندكس)، تم إجراء اختبارات الانكماش وفقاً لطريقة الاختبار AATCC 135 :2013 (American Association of Textile Chemists and Colorists).

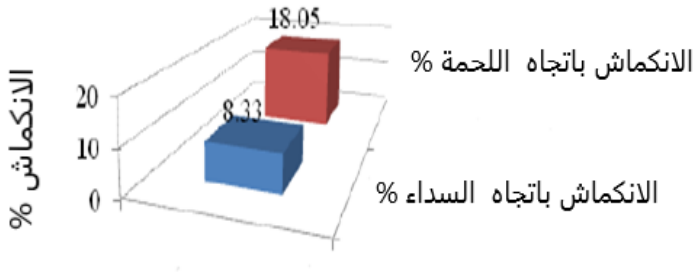
نتيجة الدراسة: يتضح من الشكل (2–4) أن قيم الانكماش كانت أكثر للأقمشة ذات المحتوى العالي من ألياف الإسباندكس.

كما لوحظ أن قيم الانكماش كانت أكثر للأقمشة ذات المحتوى الأعلى من القطن ولكن قيم الانكماش كانت أقل للأقمشة ذات المحتوى العالي من البوليستر، والسبب هو أن الأقمشة القطنية تميل إلى الانكماش عندما تلامس الماء، تتقلص ألياف القطن في الماء لأنها تمتص الماء، عندما يمتص القطن الماء فإنه ينتفخ ويزيد العرض ويحدث نقص في الطول وبالتالي يحدث الانكماش، وتزداد نسبة الانكماش مع ارتفاع درجة حرارة الماء، تتقلص ألياف الإسباندكس أكثر عندما يتم تطبيق درجة الحرارة إما في الماء الساخن أو في حجرة البخار، يساعد محتوى الإسباندكس العالي الألياف القطنية على الانكماش أكثر من حالتها الأصلية عند غمرها في الماء، ولهذا السبب يعطي محتوى الإسباندكس العالي بألياف القطن مزيداً من قيم الانكماش. لذلك، كلما زاد محتوى ألياف الإسباندكس، زادت قيم الانكماش. من ناحية أخرى، لا ينتفخ البوليستر الصناعي في الماء ولا يتقلص عند ملامسته للماء. لذلك، كلما زاد محتوى البوليستر، قلت نسبة الانكماش [15].



نسبة انكماش النوع الأول (%)

نسبة انكماش النوع الثاني (%)



نسبة انكماش النوع الثالث (%)

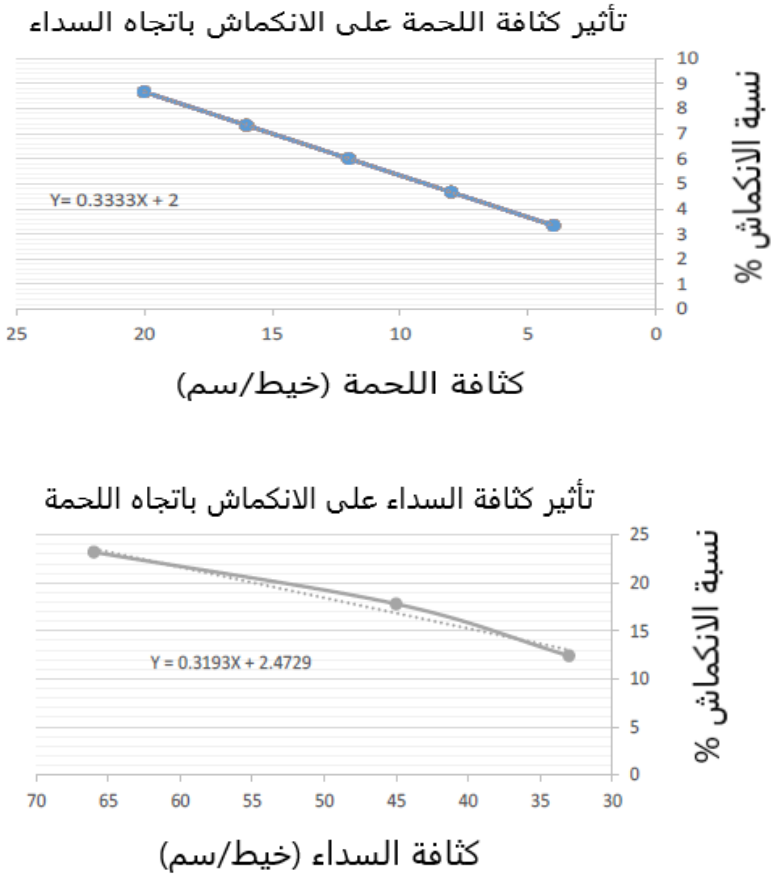
الشكل (2-4) خصائص الانكماش لأقمشة الدنيم ذات نسب المزج المختلفة [15].

الدراسة المرجعيّة السابعة: تأثير متغيرات السداء واللحمة على نسبة انكماش النسيج (2015):

قام (Kadi) وزميله بدراسة نسبة انكماش النسيج في كلا الاتجاهين (السداء واللحمة)، من خلال دراسة تأثير كل من متغيرات السداء واللحمة على نسبة الانكماش، هذه المتغيرات هي الكثافة حيثُ كانت كثافة خيوط السداء (66-45-33) خيط/سم، كثافة خيوط اللحمة (20-16-12-8-4) خيط/سم. ونمرة خيوط السداء

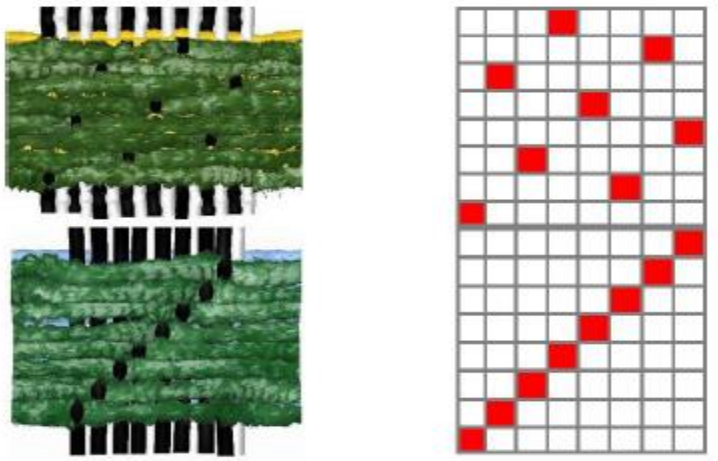
(70–100–150 Denier) وتم استخدام أنواع مختلفة من خيوط اللحمة (خيوط شانيل وبولي بروبلين وخيوط قطن توربيني). والتركيب النسيجي (مبرد 1/7،ساتان 1/7، مبرد 15/1،أطلس 15/1) وشد خيوط السداء واللحمة كان ضمن المجال (12–20 cN) وتم باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS نمذجة النتائج والحصول على الصيغة لحساب نسبة انكماش النسيج التي تأخذ في الاعتبار جميع المتغيرات السابقة.

نتيجة الدراسة: بعد اختبار أنواع مختلفة من هذه المتغيرات وجد أن علاقة كثافة اللحمة مع نسبة الانكماش نحو السداء هي علاقة موجبة، السبب في ذلك هو أن زيادة كثافة اللحمة تزيد من طول خيط السداء الذي يتداخل مع مسار خيط اللحمة، وأيضاً تعد كثافة السداء مع نسبة الانكماش باتجاه اللحمة علاقة إيجابية وذلك عندما يزيد عدد خيوط السداء لكل وحدة طول يزيد عدد تقاطعات اللحمة، وبالتالي تزداد نسبة الانكماش نحو اللحمة كما يوضح الشكل (2–5).

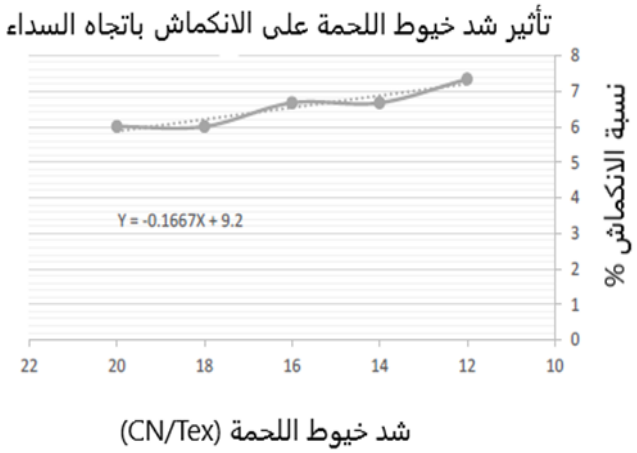


الشكل(2–5) تأثير كثافة السداء واللحمة على الانكماش باتجاه السداء واللحمة[16].

ولا يوجد تأثير لنوع التركيب النسيجي ساتان أو مبرد على نسبة انكماش القماش في كلا الاتجاهين. لأنه إذا كان عدد تقاطعات النسج متشابهة يجب أن يكون لها نفس التأثير على نسبة الانكماش نحو خيوط السداء واللحمة. الاختلاف الوحيد بين الساتان والمبرد هو الاختلاف في توزيع التقاطع بين نقاط خيوط اللحمة والسداء. كما يوضح الشكل (2–6).



الشكل(2–6) تأثير التركيب النسيجي (مبرد وساتان 1/7) على الانكماش باتجاه السداء[16].



الشكل (2–7) تأثير شد خيوط اللحمة على الانكماش باتجاه السداء[16].

بينما توضح العلاقة مقدار تعويم النسج وشد خيوط اللحمة مع نسبة الانكماش نحو السداء هو علاقة عكسية، يتضح من الشكل (2–7) أن العلاقة العكسية بين نسبة الانكماش نحو السداء وشد اللحمة ومع ذلك، فإن تأثير شد اللحمة على انكماش النسيج باتجاه السداء هو تأثير طفيف، حيث يكون الفرق بين أعلى نسبة انكماش وأقل نسبة 1%، والسبب في أن شد اللحمة المتزايد سيضغط على خيط السداء فقط في نقطة النسج[16].

2-1-3- المعالجات الحرارية للأقمشة المنسوجة:

الدراسة المرجعيّة الثامنة: تأثير استخدام الخيوط المطاطية وغير المطاطية في السداء على سلوك الانكماش وسلوك التمدد للأقمشة المنسوجة ثنائية التمدد (2023):

قام (Jiaing) وزملاؤه بمقارنة تأثير استخدام خيوط مطاطية للحمة وخيوط مطاطية وغير مطاطية بديلة في السداء على خصائص الأقمشة المنسوجة ثنائية التمدد أثناء استخدام خيوط مرنة في اتجاه اللحمة. تم تصميم وإنتاج ستة أنواع من الأقمشة وتنقسم هذه الأقمشة إلى مجموعتين، وتتضمن كل مجموعة ثلاثة أقمشة تعتمد على بنية القماش أو التركيب النسيجي وهي سادة 1/1 ومبرد 3/1 وساتان 4/1

وتضم المجموعة الأولى: خيوط مطاطية لكل من السداء واللحمة، بينما تشمل المجموعة الثانية: خيوط مطاطية للحمة وخيوط مطاطية وغير مطاطية للسداء.

حيث أن نمرة وخصائص الخيوط المطاطية هي (14.8 Tex خيوط من ألياف قطنية مغزولة مع الإسباندكس 40 Denier، الاستطالة 35.15 mm عند الحمل 2.06 N)، بينما خصائص الخيوط غير المطاطية هي (14.8 Tex خيوط من ألياف قطنية، الاستطالة 16.33 mm عند الحمل 2.51 N).

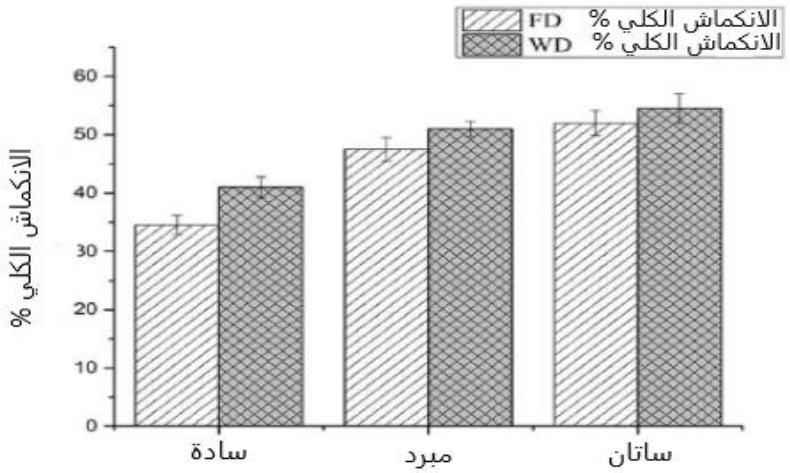
بعد النسيج، تم غسل الأقمشة التي تم الحصول عليها أولاً لمدة 45 دقيقة تقريباً بماء فاتر (40 ºC– 45ºC)، ثم تم تجفيفها والسماح لها بالاسترخاء عند درجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة، بعد الاسترخاء تم قياس سماكة القماش وانكماش الأقمشة.

نتيجة الدراسة: يوضح الشكل (2-8) و (2-9) نتائج اختبار الانكماش لمجموعتي القماش. أظهرت الأقمشة في المجموعة الأولى انكماشاً أعلى في اتجاه السداء (WD) مقارنةً باتجاه اللحمة (FD). على العكس من ذلك، أظهرت أقمشة المجموعة الثانية انكماشاً أعلى في اتجاه اللحمة (FD) مقارنةً باتجاه السداء (WD).

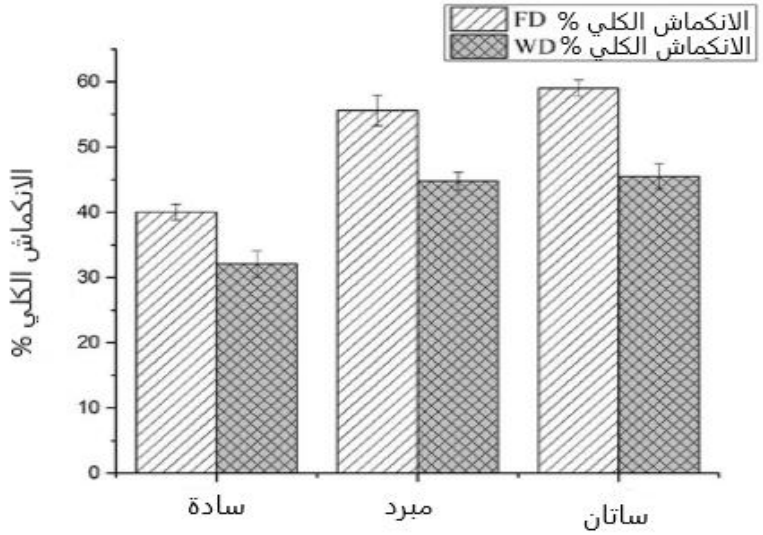
بالنسبة للمجموعة الأولى، يمكن أن يعزى الانكماش الأعلى في السداء إلى حقيقة أن خيوط السداء تخضع لضغوط وقوى شد أعلى أثناء النسيج وكذلك أثناء عملية النسيج والتسدية مقارنة باللحمة. لذلك، يتم نسج خيوط السداء المطاطية في المجموعة الأولى تحت ضغط عالٍ أثناء النسيج مقارنة بخيوط اللحمة وعند الاسترخاء

تقلصت خيوط السداء أكثر مقارنة بخيوط اللحمة. إن الانكماش العالي على طول السداء، يحد أو يوازن انكماش هذه الأقمشة في اتجاه اللحمة مما يؤدي إلى انكماش أصغر على طول اللحمة بسبب تأثير موازنة الانكماش.

بالنسبة للمجموعة الثانية، يتم استخدام خيوط مطاطية وغير المطاطية البديلة في اتجاه السداء مما أدى إلى انكماش أقل على طول هذا الاتجاه. تأثير موازنة الانكماش على طول اتجاه اللحمة أصغر في هذه المجموعة، وبالتالي فإن الأقمشة أكثر عرضة للتقلص على طول اتجاه اللحمة الذي يحتوي على خيوط مطاطية. لذلك، هناك انكماش أعلى على طول اتجاه اللحمة في أقمشة المجموعة الثانية [17] .



الشكل (2–8) سلوك انكماش أقمشة المجموعة الأولى في اتجاه السداء WD واللحمة FD [17].



الشكل (2–9) سلوك انكماش أقمشة المجموعة الثانية في اتجاه السداء WD واللحمة FD [17].

الدراسة المرجعيّة التاسعة: خصائص استطالة الأقمشة المنسوجة مع خيوط PBT المدمجة (2021):

قام (Zupin) وزملاؤه بدراسة خصائص الانكماش للأقمشة المنسوجة مع خيوط PBT. تم استخدام خيوط بولي بيوتيلين تيريفثالات (PBT) مختلفة (خيوط PBT متعددة الشعيرات، CO / PBT: خيوط قطنية أساسية مع PBT، و CV / PBT: خيوط فسكوز مع PBT). تتميز خيوط PBT بخصائص مرنة كامنة، والتي تصبح مرئية بعد المعالجة الحرارية من خلال عملية التجهيز النهائي. وكان لكل نوع ثلاثة تراكيب نسيجية مختلفة (مبرد $\frac{1\ 2}{1\ 2}$ ، مبرد 2/2، مبرد 3/3)، تمت معالجة الأقمشة المنسوجة حرارياً في ماء مقطر ومغلي لمدة 30 دقيقة ثم جففت لمدة 24 ساعة على سطح مستوٍ في حالة خالية من الشد. وأعدت مجموعتان من العينات مجموعة عولجت أما الثانية لم تعالج. تم إجراء مقارنات بين المجموعات لتحديد الفرق في الخواص الفيزيائية–الميكانيكية.

نتيجة الدراسة: تكون الأقمشة قبل المعالجة بخواص مماثلة لخواص الأقمشة التقليدية غير المرنة، أما بعد المعالجة، تتغير الخواص الفيزيائية حيثُ يتأثر تقلص الأقمشة بالعديد من العوامل، مثل نوع النسيج وكثافة الخيط، ويؤدي إلى تغيير كثافة السداء في الأقمشة المختبرة بنسبة 15% في المتوسط، بينما تتغير كثافة اللحمة بنسبة 5% فقط. وذلك بسبب إضافة خيوط PBT في اتجاه اللحمة وتتقلص بعد المعالجة، مما يؤثر على كثافة السداء في القماش. وتظهر النتائج أن أعلى تغير في الكثافة في الحياكة 3، حيث أن الطفو هو الأعلى وبالتالي، فإن الانكماش هو الأعلى أيضاً. أظهرت النتائج أن خيوط PBT متعددة الشعيرات وخيوط CV/PBT لها نفس التأثير تقريباً على انكماش النسيج باتجاه اللحمة حيث تبلغ 19% بينما انكماش CO/PBT أقل بنسبة 13% لأنه تم استخدام خيوط PBT كقلب والخيط المغلف قطني يحتوي على عدد كبير من البرمات، فلا يمكن أن يتقلص الخيط في اللب أثناء المعالجة، مما يمنع زيادة الانكماش عند معالجتها في الماء المغلي [18] .

الدراسة المرجعيّة العاشرة: تحقيق الانكماش الأمثل للأقمشة القطن والإسباندكس المنسوجة عن طريق ضبط درجة الحرارة (2020):

قام (Islam) وزملاؤه بدراسة مدى تحقيق قيم الانكماش المثلى للأقمشة المنسوجة من ألياف مختلفة من خلال ضبط الحرارة باستخدام آلة الرام. اعتمدت الدراسة على استخدام ثلاثة أنواع من الأقمشة المنسوجة من القطن بمحتوى ألياف مختلفة (97% قطن، 3% إسباندكس)، (98% قطن، 2% إسباندكس)، (99% قطن، 1% إسباندكس). يعني أن نمرة خيوط السداء هي 16 Ne، ونمرة خيوط اللحمة هي 10 Ne، تم إدخال إسباندكس على اللحمة ومن خلال ضبط الحرارة حيث تراوحت درجات الحرارة المتنوعة من 160 °C إلى 200 °C حيث تم تطبيق درجة حرارة عالية لتسخين الأقمشة ذات الوزن الثقيل وتم تطبيق درجة حرارة أقل نسبياً لتسخين الأقمشة ذات الوزن الأقل. تم إجراء اختبار الانكماش للأقمشة وفقاً لطريقة الاختبار المقدمة من قبل AATCC 135:2008.

نتيجة الدراسة: تعتمد قيم الانكماش على مدى ضبط الحرارة للأقمشة المنسوجة من ألياف الإسباندكس، وصلت قيم انكماش بنية النسيج (98% قطن، 2% إسباندكس) في درجات حرارة مختلفة لإعداد الحرارة عند تسخين القماش بدرجة حرارة 170 °C إلى 6.08 % – باتجاه السداء ونتيجة الانكماش باتجاه اللحمة بنسبة 11.11 % –، وعند تسخين القماش بدرجة 180 °C كانت نتيجة الانكماش باتجاه السداء 5.33 %– وانكماش اللحمة 9.28 % –، وعند تسخين القماش بدرجة 190 °C كانت نتيجة الانكماش باتجاه السداء 4.11 % – وانكماش اللحمة 8.00 % –. وعندما لا يتم تسخين القماش بأي درجة حرارة، فإنه يعرض قيم انكماش السداء بنسبة 7.06 % – وقيم انكماش اللحمة بنسبة 14.22 % –. تم تحقيق قيم الانكماش المثلى باتجاهي السداء واللحمة عندما تم تسخين الأقمشة بدرجة حرارة 190 °C. لوحظ أن قيم الانكماش تتناقص مع زيادة درجة الحرارة. يمكن أن يؤدي ارتفاع درجة الحرارة في الأقمشة المنسوجة المصنوعة من الإسباندكس والقطن إلى إتلاف الخصائص المرغوبة الأخرى للأقمشة مثل المرونة والتمدد والقوة. لذلك يجب تطبيق الحرارة في الأقمشة بطريقة لا تعيق الخصائص الأخرى للأقمشة المصنوعة من القماش [19].

الدراسة المرجعيّة الحادية عشر: دور ضبط الحرارة والمعالجة النهائية على الخواص الميكانيكية ومؤشر سلوك النسيج المطاطي (2020):

قام (Pannu) بدراسة تأثير ضبط الحرارة على الخواص الميكانيكية للأقمشة المنسوجة المحتوية على ألياف الإسباندكس. تُعد معالجة ضبط الحرارة الممنوحة للأقمشة القابلة للمط عاملاً مهماً في تحديد خصائص الراحة الميكانيكية النهائية للملابس. ومع ذلك، فإن المعالجة النهائية تؤثر أيضاً على الخصائص الميكانيكية للنسيج وكذلك مؤشر سلوك النسيج المطاطي. تم استخدام خيوط السداء القطنية 100% وكانت خيوط اللحمة عبارة عن خيوط مغزولة بنواة ألياف إسباندكس مغلفة بالقطن (70% قطن، 30% إسباندكس). تم تقسيم عينة النسيج إلى ثلاثة أقسام كل منها يتبع مسار معالجة مختلف وتم ترميزها وفقاً لذلك على النحو التالي:

WH: قماش رمادي بدون ضبط حرارة.

HP: تم ضبط حرارة القماش الرمادي ثم تمت معالجته.

PH: قماش رمادي مُعالج مسبقاً ثم ضبط حراري.

حيثُ كانت درجة الحرارة المستخدمة لضبط الحرارة 190 °C مع سرعة 55 m/min. كانت درجات الحرارة للمعالجة والمرسزة 98 °C و 60 °C على التوالي مع سرعة 90 m/min.

تُظهر الأقمشة التي لا تحتوي على ضبط حراري قيماً أعلى لجميع الخواص الميكانيكية المطلوبة للملابس، أي استطالة أعلى، وقوة شد وتمزق أكبر، ولكن دون أي زيادة ملحوظة في إمكانية الانكماش في كل من اتجاهات السداء واللحمة.

يبين سلوك الانكماش باتجاهي السداء واللحمة أن هناك انخفاضاً إجمالياً في نسبة الانكماش في عمليات المعالجة والصباغة وعملية الإنهاء. تُظهر العينات نفس اتجاه السداء ولكن هناك تحكم مسبق في انكماش اللحمة في حالة ضبط الحرارة ثم معالجة العينة أكثر من العينات الأخرى. بعد الإنهاء، تُظهر العينات الثلاث نفس قيم الانكماش للسداء واللحمة نسبياً مما يعني أن مسار المعالجة المختلفة ليس له تأثير كبير على انكماش النسيج [20].

الدراسة المرجعيّة الثانية عشر: تأثير خيوط الإسباندكس من خيوط اللحمة المحورية على خصائص الأقمشة المنسوجة المعالجة ضد الامتطاط (2020):

قام (Pannu) بدراسة تأثير تغيير محتوى الألياف في خيوط الغزل الأساسية على الخصائص الوظيفية للأقمشة المنسوجة المطاطية، ومعرفة ما إذا كانت خصائص التمدد والانكماش والخصائص الفيزيائية المختلفة للأقمشة المنسوجة المرنة تعتمد على تغيير نسبة ألياف الإسباندكس، بالنسبة لخيوط السداء تم استخدام خيوط قطنية 100% ،نمرة Ne 20/1 وكثافة خيوط السداء 42 خيط/سم ، البارامتر الرئيسي الذي تم فحصه في هذه التجربة هو المحتوى المتغير للإسباندكس في النسيج، أي 3% ,2.5% ,2% ,1.5% ,1% ، تم الحصول عليها باستخدام ألياف إسباندكس مختلفة 140 ,105 ,70 ,40 (دنيير) ثنائية النواة على التوالي في خيوط نسيج اللحمة. تمت معالجة الأقمشة واختبار عينات النسيج بحثاً عن الخصائص الميكانيكية المهمة بما في ذلك نمرة الخيوط وعرض النسيج والانكماش والخصائص الوظيفية للنسيج مثل قوة الشد وقوة التمزق، تم إجراء هذه الاختبارات بعد كل مرحلة معالجة. لذلك، يمكن الكشف عن تأثير كل من عملية الإنهاء ونسبة ألياف الإسباندكس على خصائص النسيج.

نتيجة الدراسة: أوضحت الدراسة أن انخفاض نسبة الانكماش في جميع العينات نتيجة عمليات المعالجة المسبقة والصباغة والتجهيز النهائي، وذلك في الأقمشة القابلة للتمدد في اتجاه اللحمة فقط، حيثُ ينتج عن المعالجة الرطبة انكماش ملحوظ في العرض بسبب تحرير الشد المؤقت في الخيوط مما يوفر مساحة أكبر للإسباندكس للتمدد تحت الشد. يشير هذا الاسترخاء إلى انخفاض في انكماش اللحمة. بعد ضبط الحرارة، يتم تثبيت خيوط ألياف الإسباندكس في مرحلة أكثر استرخاءً وبالتالي ترك القماش مع احتمال أقل للتقلص العرضي. بعد عملية الإنهاء، لا يمكن ملاحظة أي تغيير كبير في قيمة انكماش اللحمة كتأثير لتغيير نسبة ألياف الإسباندكس في خيوط اللحمة، يمكن ملاحظة انخفاض تدريجي في انكماش السداء من النسيج الرمادي إلى المعالجة النهائية. السبب المحتمل للانكماش الأولي هو تخفيف الشد المؤقت في الخيوط عند مواجهة الماء أثناء المعالجة. وجدت الدراسات السابقة أن زيادة محتوى ألياف الإسباندكس يؤدي إلى زيادة الاسترخاء [21] .

2-2- الخلاصة (CONCLUSION):

عُرِضَ في هذا الفصل الدراسات المرجعيّة العلمية التي أُجريت على خاصية الانكماش للأقمشة المنسوجة حيث لُحِظَ الآتي:

- أكدت الدراسات المرجعية أن التركيب النسيجي له تأثير كبير على قيم الانكماش، حيثُ أظهرت الهياكل المنسوجة ذات العدد الأكبر من التشابك انكماشاً أقل، لأنه كلما كانت بنية النسيج متوازنة أكثر والتركيب ذات عدد كبير من التشابك كلما كانت قيم الانكماش أقل.
- أن النسيج الذي يحتوي على عامل تغطية أقل يعرض قدراً أكبر من قيمة الانكماش، لأن الخيوط تحصل على مساحة كافية لتتقلص.
- يتأثر انكماش الأقمشة بالعديد من العوامل (نمرة وكثافة الخيوط وشد خيوط السداء واللحمة) حيث تبين أن هناك علاقة طردية بين كثافة الخيوط والانكماش وعلاقة عكسية بين شد الخيوط والانكماش، لأنه بزيادة الشد سيزيد الضغط على نقاط الاتصال بين خيوط السداء واللجمة ويقلل الانكماش.
- أكدت الدراسات السابقة مدى ارتباط انكماش النسيج بمحتوى الألياف المختلفة. فمثلاً الأقمشة القطنية تميل إلى الانكماش عندما تلامس الماء، تتقلص ألياف القطن في الماء لأنها تمتص الماء، بينما البوليستر الصناعي لا ينتفخ في الماء ولا يتقلص عند ملامسته للماء.
- تؤكد الدراسات المرجعية أن الانكماش يكون أعلى للخيوط الطبيعية مقارنة بالخيوط الصنعية، وذلك لأن الخيوط الصنعية ذات سطوح كريستالية.
- تؤكد الدراسات المرجعية أن الانكماش يزداد بزيادة نسبة الإسباندكس في الأقمشة المنسوجة. تتقلص وذلك لأن ألياف الإسباندكس تتقلص أكثر عندما يتم تطبيق درجة الحرارة إما في الماء الساخن أو في حجرة البخار، حيثُ أن محتوى الإسباندكس العالي مع الألياف القطنية يساعد على الانكماش أكثر من حالتها الأصلية عند غمرها في الماء.
- الخواص الفيزيائية للأقمشة المنسوجة غير المعالجة تختلف عن الخواص للأقمشة المعالجة.

- تعتمد قيم الانكماش على مدى ضبط الحرارة للأقمشة المنسوجة عند عملية التجهيز، لأن تطبيق درجة الحرارة المناسبة لم يسمح للألياف المرنة بمزيد من الضغط، ونتيجة لذلك؛ لا يمكن أن يتقلص جزء ألياف الإسباندكس أكثر عندما يتلامس مع الماء.
- يؤثر تركيب الخيوط على السماكة وسلوك الشد وانكماش الأقمشة المنسوجة باتجاه السداء واللحمة.
- أُعتمد على أسلوب واضح ومحدد، وهو قياس الانكماش وفق المواصفة القياسية AATCC 135.
- مسار المعالجة المختلفة ليس له تأثير كبير على انكماش النسيج. حيثُ يوجد انخفاض عام في نسبة الانكماش في عمليات المعالجة المسبقة والصباغة، وبالرغم من وجود تحكم مبكر في انكماش اللحمة في حالة ضبط الحرارة، تظهر نفس قيم الانكماش للسداء واللحمة نسبياً.

الفصل الثالث

منهج البحث وإجراءاته

3-1- تمهيد (PREFACE):

تهتم الدراسة العملية بتوصيف تغير أبعاد الأقمشة المنسوجة رياضياً بعد عملية النسيج والتجهيز النهائي.

حيث أُجري على مراحل عدة:

- المرحلة الأولى: تحديد المتغيرات الأساسية من كثافة خيوط السداء واللحمة، نمرة خيوط السداء واللحمة، وزن المتر المربع وتأثيرها على قيم التشريب الناتج عن عملية النسيج.
- المرحلة الثانية: دراسة الانكماش الناتج عن عملية التجهيز النهائي "الانكماش الرطب"، وقياس الانكماش النهائي "الانكماش بعد الغسيل" وفق المواصفة القياسية السورية (م ق س 1894لعام 1997م ق س 1895 لعام 2010)
- المرحلة الثالثة: إجراء النمذجة الإحصائية المناسبة للحصول على نماذج رياضية للتنبؤ بنسب تغير أبعاد الأقمشة المختارة في المراحل المختلفة.

3-2- المواد الأولية المستعملة (RAW MATERIALS USED):

حُدّد نوع المادة الأولية للأقمشة المراد اختبارها، وهي أقمشة قطنية 100%؛ وذلك لما لها من خواص تساعد على فهم الدراسة، وهي من أكثر الأقمشة المتنوعة استخداماً وتستخدم في أغلب المجالات (حيث يتم استخدامها بشكل أساسي في ملاءات الأسرة والستائر). وتم كذلك استخدام أقمشة ممزوجة (65% قطن 35% بولي أستر) من أجل الوصول إلى أفضل خامة من حيث الانكماش الأقل.

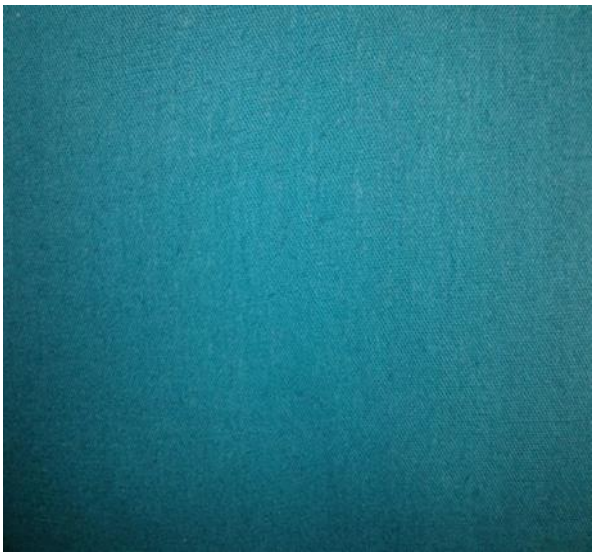
العينات (Samples):

أُخِذَت عينات الأقمشة من إحدى خطوط إنتاج الشركة العامة التجارية الصناعية المتحدة (الخماسية) في الجمهورية العربية السورية وذلك للأقمشة الأكثر طلباً في الأسواق حسب الشركة وهي الأقمشة المقلمة، الأقمشة المصبوغة، أقمشة الشادر والأقمشة الممزوجة (65% قطن 35% بولي أستر)، يوضح الشكل (3-1) ويوضّح الجدول (3-1) مواصفات عينات الأقمشة القطنية المستخدمة في الدراسة.

الأقمشة المقلمة

(سادة)

Ne(16/1)



أقمشة مصبوغة

(سادة)

Ne(16/1)

أقمشة الشادر

(سادة)

Ne(12/3)

قماش ممزوج (65% قطن 35% بولي أستر)

(مبرد)

Ne(30/2)

الشكل (3-1): عينات الأقمشة المستخدمة في البحث.

الجدول (3-1): مواصفات عينات الأقمشة القطنية

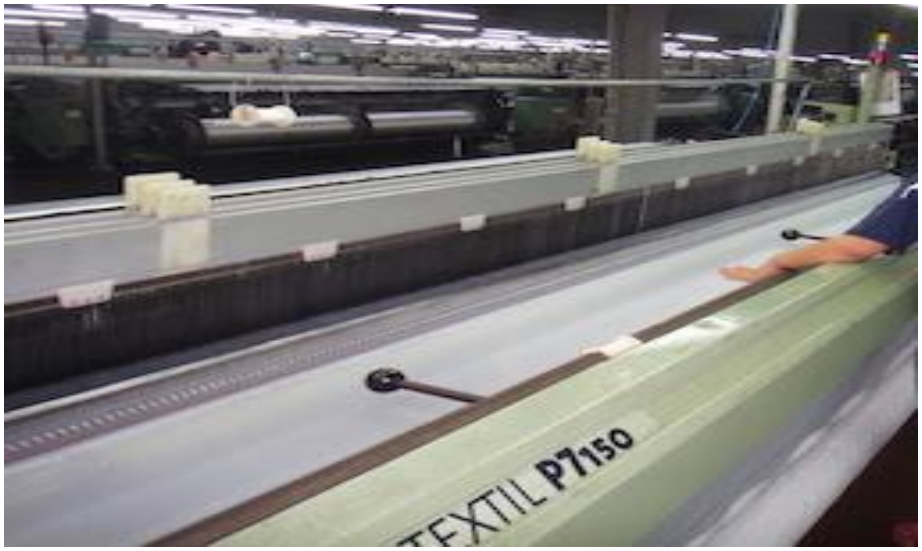
رقم العينة	كثافات الخيوط (خيط / cm)		نمرة الخيوط (Ne)		وزن المتر المربع (g/m^2)
	السداء	اللحمة	السداء	اللحمة	
1	18	10	12/3	12/3	480.00
2	18	13	12/3	12/3	515.78
3	17	13	12/4	12/4	638.15
4	18	10	12/3	12/3	504.50
5	20	17	16/1	16/1	144.50
6	23	12	16/1	16/1	136.15
7	22	15	16/1	16/1	152.19
8	20	19	16/1	16/1	149.74

3-3- التجهيزات المستعملة(THE EQUIPMENT USED) :

تم إنتاج عينات القماش على الأنوال الموجودة في الشركة العامة التجارية الصناعية المتحدة (الخماسية) كذلك تمت عمليات الإنهاء على الآلات الموجودة في ذات الشركة. أما الاختبارات اللازمة لتوصيف هذه الأقمشة فقد تمت بالاعتماد على الأجهزة المخبرية الموجودة في مخابر مركز الاختبارات والأبحاث الصناعية، ووفق المواصفات القياسية المعتمدة لها.

3-3-1- الأنوال المستخدمة في إنتاج القماش:

تم إنتاج عينات أقمشة الشادر على نول سو لزر (P 7150) كما هو موضح في الشكل (3-2) حيث تم إنتاج عينة قماش الشادر الأولى بعرض (165 cm) بينما عينة قماش الشادر الثانية بعرض (150 cm)، وعينة قماش الشادر الثالثة بعرض (193 cm) بينما العينة الرابعة بعرض (155 cm).



الشكل (3-2): نول سو لزر (P 7150).

الشكل (3-3): نول سو لزر (PU 720).

وتم إنتاج عينات الأقمشة المقلمة والمصبوغة على نول سو لزر (PU 720) كما هو موضح في الشكل (3-3) حيث تم إنتاج عينة قماش المقلم (العينة الخامسة) بعرض (220 cm) بينما عينة قماش المقلم (العينة السادسة) بعرض (213 cm).

تم إنتاج عينة القماش المصبوغ العينة السابعة بعرض (205 cm) وعينة القماش المصبوغ العينة الثامنة بعرض (200 cm).

3-3-2- آلة الجكر (JP70):

تستخدم أحواض آلة الجكر (compy jigger jp 70) للعمليات الغلي والصباغة. يوضح الشكل (3-4) شكل آلة الجكر.

الشكل (3-4): آلة الجكر.

عملية الغلي:

تتم عملية الغلي باستخدام أحواض آلة الجكر وتتم معالجة القماش باستخدام مادة قلوية (ماءات الصوديوم) ومادة صابونية بدرجة حرارة ^{o}C 100 لمدة (60 دقيقة)

التبيض:

باستخدام المركبات الأوكسيجين ماء أوكسجيني g/l 8-2 وماءات الصوديوم ومادة مبللة ومواد ضد الرغوة بدرجة حرارة ^{o}C 95 لمدة (60 دقيقة)

الصباغة:

باستخدام أصبغة مباشرة حيثُ يتم وضع العامل المبلل ثم الصباغ بدرجة حرارة ^{o}C 40 ثم يتم رفع الحرارة حتى ^{o}C 95 وتتم إضافة كلوريد الصوديوم على دفعات لمدة 30 دقيقة.

أُجري لأقمشة الشادر بعد الانتهاء من عملية النسيج عملية الغلي والصباغة بينما الأقمشة المقلمة عملية الغلي في حين أُجري للأقمشة المصبوغة عملية غلي وبياض ثم عملية صباغة.

3-3-3- آلة الرام:

تستخدم آلة الرام (BRUCKNER) للتجفيف الأقمشة العادية وأقمشة التريكو وفي نفس الوقت للوصول إلى العرض المطلوب عن طريق فتح العرض بواسطة ملاقط متموضعة على سكتين متوازيتين، وتكون عادة مجهزة في مقدمتها بحوض تشريب مع جهاز عصير (فولار) ويستخدم هذا الفولار لتشريب الأقمشة بما يلزم من مواد التجهيز النهائي بهدف (التثقيل-التطرية).

يدخل القماش وهو مبلول إلى غرف التجفيف وهو متماوج مما يسمح له بالانكماش أثناء التجفيف أي أن طول القماش الداخل إلى غرف التجفيف أعلى من طول القماش الخارج من غرف التجفيف والفرق بين هذين الطولين يحدد نسبة الانكماش التي يتعرض بها القماش أثناء التجفيف في الاتجاه الطولي. أما الانكماش في الاتجاه العرضي يمكن تثبيته من خلال الإبقاء على عرض القماش الداخل دون تعريضه لقوى شد أو قوى فتح العرض.

3-4- طريقة حساب نسب تغير الأبعاد:

سيتم حساب نسب تغير الأبعاد الحاصلة للقماش الخام (نسبة التشريب) ونسبة الانكماش الرطب الحاصلة بفعل عمليات التجهيز النهائي وصولاً لحساب نسب الانكماش بعد عملية الغسيل.

3-4-1- قياس نسبة تشريب القماش الخام:

تم قياس نسبة التشريب للقماش على نول النسيج وذلك وفق الاختبارات المعملية حيثُ تم قياس عرض القماش على المشط ثم قياس عرض القماش على مطواة القماش لحساب نسبة تشريب القماش باتجاه اللحمة وفق العلاقة (3-1):

$$\text{نسبة تشريب القماش باتجاه اللحمة \%} = \frac{\text{عرض القماش على مطواة النسيج} - \text{عرض مشط السداء}}{\text{عرض القماش على مطواة النسيج}} \times 100 \quad (3-1).$$

علاقة حساب نسبة تشريب القماش باتجاه اللحمة %

وتم قياس التشريب الخام باتجاه السداء حيثُ تم تحديد طول خيط السداء قبل النسيج على مطواة السداء وذلك قبل التعرض لأي نوع من الاحتكاك مع أجزاء النول، وتم اختيار الطول المستخدم في المعمل بحيث يساوي 50 cm، لتقليل قياس معدل الخطأ. ومن ثم قيس هذا الطول في القماش الخام المنتج وبذلك تحسب نسبة التشريب باتجاه السداء وفق العلاقة (3−2):

$$\text{نسبة تشريب القماش باتجاه السداء \%} = \frac{50 - \text{الطول في القماش الخام}}{50} \times 100 \quad (3-2).$$

علاقة حساب نسبة تشريب القماش باتجاه السداء %

يمكن إنجاز حساب نسبة التشريب للعينة الأولى بالاتجاهين اعتماداً على العلاقتين (3−1) و (3−2) بحيث:

نسبة التشريب باتجاه اللحمة =

$$\frac{162 - 165}{165} \times 100 = -1.8\%$$

ونسبة التشريب باتجاه السداء:

$$\frac{48.4 - 50}{50} \times 100 = -3.2\%$$

ويكون الحساب بنفس الطريقة للباقي العينات.

3−4−2− قياس نسبة الانكماش الرطب الناتجة عن عملية التجهيز النهائي:

تم حساب نسبة الانكماش الرطب للقماش الناتج عن عملية التجهيز حسب الاختبارات المعملية حيثُ تم حساب انكماش الرطب القماش باتجاه اللحمة عن طريق قياس عرض القماش بعد الانتهاء من عملية التجهيز وعرض القماش بعد عملية النسيج وذلك وفق العلاقة (3−3).

$$\text{نسبة الانكماش الرطب باتجاه اللحمة} = \frac{\text{عرض القماش بعد عملية التجهيز} - \text{عرض القماش على مطواة النسيج}}{\text{عرض القماش بعد عملية التجهيز}} \times 100 \quad (3-3)$$

علاقة حساب نسبة انكماش القماش الرطب باتجاه اللحمة %

وتم قياس الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه السداء حيثُ تم تحديد طول السداء قبل عملية التجهيز، حيثُ تم اختيار الطول المستخدم في المعمل بحيث يساوي 50 cm، لتقليل قياس معدل الخطأ. ومن ثم قيس هذا الطول بعد عملية التجهيز النهائي، وبذلك تحسب نسبة التشريب باتجاه السداء وفق العلاقة (3-4):

$$\text{نسبة انكماش القماش الرطب باتجاه السداء \%} = \frac{50 - \text{الطول في القماش الجاهز}}{50} \times 100 \quad (3-4).$$

علاقة حساب نسبة انكماش القماش الرطب باتجاه السداء %

يمكن إنجاز حساب نسبة الانكماش الرطب للعينة الأولى بالاتجاهين اعتماداً على العلاقتين (3-3) و (3-4) بحيث:

نسبة الانكماش الرطب باتجاه اللحمة =

$$\frac{159 - 162}{162} \times 100 = -1.8\%$$

ونسبة الانكماش الرطب باتجاه السداء=

$$\frac{48.6 - 50}{50} \times 100 = -2.8\%$$

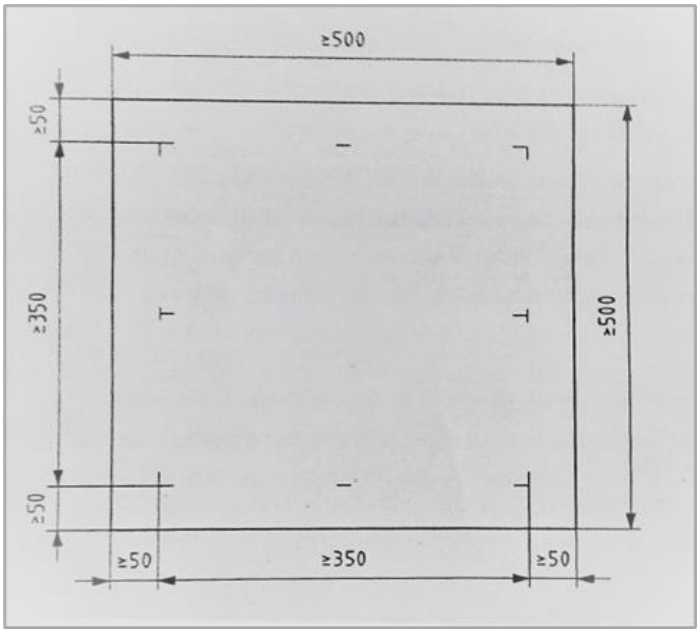
ويكون الحساب بنفس الطريقة للباقي العينات.

3-4-3- إجراء اختبار الانكماش النهائي:

يتضمن حساب انكماش النسيج قياس التغيرات في أبعاد النسيج قبل وبعد عملية الاختبار وذلك وفق المواصفة القياسية السورية (م ق س 1894 لعام 2010) وفق الخطوات التالية:

أولاً: تحضير عينة النسيج

يعد تحضير عينة القماش الخطوة الأولى في إجراء اختبار انكماش النسيج، نقوم بوضع علامات على قطعة القماش وفق الشكل (3-5).



الشكل (3-5): طريقة تحديد أبعاد عينة القماش.

ثانياً: عملية الاختبار

الشكل (3-6): الغسالة المستخدمة في اختبار الانكماش.

تغسل وتجفف عينات الاختبار حسب "أحد الإجراءات المحددة في م ق س 1895 لعام 1997" حيثُ تم استخدام غسالة أفقية من النوع A6 الحركة خلال التسخين (معتدلة) والحمل الإجمالي "الكتلة الجافة" (2kg) درجة الحرارة لملء ماء الغسيل والشطف (3±40) وقت الغسيل 13 دقيقة ومن ثم 4 مرات شطف الشطف الأول والثاني لمدة 3 دقائق عندما يكون مستوى السائل 13 cm والشطف الثالث والرابع لمدة دقيقتين عند مستوى سائل 13 cm.

ثالثاً: القياس النهائي

عند اكتمال عملية الاختبار، نقوم بإزالة عينة القماش بعناية من جهاز الاختبار، نتركه ليجف بمجرد أن تجف، نقوم بقياس أبعاد عينة النسيج مرة أخرى.

رابعاً: الحساب

نحسب نسبة انكماش النسيج بالاعتماد على العلاقة (3-5):

$$\text{Shrinkage \%} = \frac{X_T - X_0}{X_0} .100 \quad \text{.....(5-3)}$$

علاقة حساب نسبة انكماش القماش.

حيثُ أن:

X_T : البعد المقاس بعد الغسيل (mm)

X_0 : البعد الأصلي (mm)

تسجل تغيرات القياسات بشكل منفصل كنسبة مئوية من القيم الأصلية وتستخدم إشارة (+) للتعبير عن التمدد وإشارة (−) للتعبير عن الانكماش.

يمكن إنجاز حساب نسبة الانكماش الرطب للعينة الأولى بالاتجاهين اعتماداً على العلاقة (3-5) بحيث:

نسبة الانكماش باتجاه اللحمة=

$$\frac{347 - 350}{350} \times 100 = -0.85\%$$

نسبة الانكماش باتجاه السداء=

$$\frac{337 - 350}{350} \times 100 = -3.7\%$$

ويكون الحساب بنفس الطريقة للباقي العينات.

3-5- العوامل المدروسة (STUDIED FACTORS):

تم الاعتماد في الدراسة العملية لحساب نسبة التشريب على العوامل التالية كثافة خيوط السداء واللحمة، نمرة خيوط السداء واللحمة، وزن المتر المربع وذلك انطلاقاً من الدراسات المرجعية وإمكانية توفر العينات ومن ثم درست العلاقة بين نسب تشريب القماش والانكماش الرطب للقماش الناتج عن عملية التجهيز وكذلك على انكماش القماش النهائي، وتتوضح هذه العوامل في مصفوفات النمذجة التي تخص الانكماش على نحوٍ مفصل لاحقاً، وهي كما يأتي:

1. عامل كثافة السداء (Warp density):

دُرِسَ تأثير عامل كثافة خيوط السداء، كانت كثافات السداء للعينات التي تم اختبارها (17, 18, 20, 23) خيط/سم وهذا النطاق يغطي كثافات السداء لأنواع مختلفة من الأقمشة مثل الشوادر والقماش المقلم والمصبوغ، وأُعطِيَ رمز X_1 للدلالة على كثافة خيوط السداء.

2. عامل كثافة اللحمة (Weft density):

كثافات اللحمة للعينات التي تم اختبارها (10, 12, 13, 17, 19) خيط/سم؛ وأُعطِيَ رمز X_2 للدلالة على كثافة خيوط اللحمة.

3. عامل النمرة (Count):

إن نمرة خيوط اللحمة والسداء للعينات التي تم اختبارها هي (Ne 16/1, 12/4, 12/3)، وأُعطِيَ رمز X_3 للدلالة على نمر خيوط السداء واللحمة.

4. عامل وزن المتر المربع (Weight per square meter):

وزن المتر المربع للعينات التي تم اختبارها ضمن المجال ($136.15 - 515.78\ g/m^2$)، وأُعطِيَ رمز X_4 للدلالة على وزن المتر المربع للقماش الخام.

3-6- نتائج النمذجة الإحصائية والمناقشة (STATISTICAL MODELING RESULTS AND DISCUSSION):

أُجريت النمذجة الإحصائية باستعمال برنامج (SPSS) statistical package for social Sciences، النظام الإحصائي SPSS: هو أحد التطبيقات الإحصائية، وهو عبارة عن مجموعة من القوائم والأدوات التي يمكن عن طريقها إدخال البيانات التي يحصل عليها الباحث العلمي عن طريق الاستبيانات أو المُقابلات أو المُلاحظات، ومن ثم القيام بتحليلها (التحليل الإحصائي)، ويعتمد النظام الإحصائي SPSS على المعلومات الرقمية، ويتميز البرنامج بقدرته الكبيرة على مُعالجة البيانات التي يتم مدُّه بها، ويمكن استخدامه في جميع مناهج البحث العلمي. لأن عند القيام بجمع المعلومات والبيانات المتعلقة بمناهج البحث العلمي فإن الأمر يتطلَّب بعض الأدوات التي تساهم في عملية التصنيف، ومن ثم التحليل، والوصول إلى النتائج التفسيرية لافتراضات البحث المقدمة من الباحث العلمي، ويُعد النظام الإحصائي SPSS من أبرز الأدوات التي تستخدم في ذلك، حيث يقوم البرنامج بوصف المتغيرات، وبالتالي تعميم ما يتم التوصل إليه من نتائج على مجتمع الدراسة.

وطُبّق تحليل الانحدار (Regression) والذي يستخدم للتنبؤ بقيمة المتغير التابع من خلال مجموعة من المتغيرات المستقلة وذلك من خلال تمثيل العلاقة بين المتغير التابع والمتغير المستقل، وذلك لدراسة أثر العوامل المدروسة في الانكماش، ومن ثم تحليل النتائج، ودراسة العلاقة بين جميع المتغيرات المستقلة، والتأثير المتبادل فيما بينها.

أُجريَ العمل التجريبي للنمذجة على ثلاث مراحل:

- ✓ **المرحلة الأولى:**

تم دراسة علاقة المتغيرات (كثافة السداء واللحمة ونمرة السداء واللحمة ووزن المتر المربع) الموضحة بالجدول (3-1) بنسبة تشريب القماش الخام الموضحة بالجدول (3-2).

✓ **المرحلة الثانية:**

دُرِسَت العلاقة بين نسبة تشريب القماش الخام الموضّحة بالجدول (3-2)، ونسبة الانكماش الناتج عن عملية التجهيز النهائي "الانكماش الرطب" الموضحة بالجدول (3-3).

✓ **المرحلة الثالثة:**

دُرِسَت العلاقة بين نسبة الانكماش الناتج عن عملية التجهيز النهائي " الانكماش الرطب" الموضحة بالجدول (3-3)، والانكماش النهائي الناتج عن اختبار الانكماش الموضح بالجدول (3-4).

3-6-1- نتائج قياس نسبة التشريب %:

تم قياس نسب التشريب لعينات القماش اعتماداً على العلاقتين (3-1) و (3-2) حيثُ يوضّح الجدول (3-2) نتائج قياس نسبة التشريب للقماش الخام باتجاهي السداء واللحمة:

الجدول (3-2): نتائج قياس نسبة التشريب للقماش الخام باتجاهي السداء واللحمة

رقم العينة	الصنف	نسبة تشريب القماش الخام (%)	
		باتجاه اللحمة	باتجاه السداء
1	شادر	-1.8	-3.2
2	شادر	-1.2	-3
3	شادر	-1.2	-3.5
4	شادر	-2.1	-4
5	مقلم	-3.5	-7.2
6	مقلم	-2.7	-6.3
7	مصبوغ	-6.8	-7.2
8	مصبوغ	-6	-7.6

3-6-2- نتائج قياس نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز:

الجدول (3-3): نتائج قياس نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاهي السداء واللحمة:

عدد العينات	الصنف	نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز (%)	
		باتجاه اللحمة	باتجاه السداء
1	شادر	- 1.8	-2.8
2	شادر	- 1.2	-2.2
3	مقلم	- 5.9	-9.2
4	مقلم	-7.8	-11.4
5	مصبوغ	- 7	-10.2
6	مصبوغ	- 6.7	-9.8

تم قياس نسب الانكماش الرطب لعينات اعتماداً على العلاقتين (3-3) و (3-4) حيثُ يوضح الجدول (3-3) نتائج قياس نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز الناتج عن عملية التجهيز النهائي.

3-6-3- نتائج قياس نسبة الانكماش:

تم قياس نسب الانكماش اعتماداً على العلاقة (3-5) وذلك وفق المواصفة القياسية السورية (م ق س 1895 لعام 2010) النتائج موضحة بالجدول (3-4).

الجدول (3-4): نتائج قياس نسبة الانكماش للقماش باتجاهي السداء واللحمة:

عدد العينات	الصنف	نسبة انكماش القماش (%)	
		باتجاه اللحمة	باتجاه السداء
1	شادر	- 0.84	- 3.7
2	شادر	- 0.85	- 2.85
3	مقلم	- 5.10	-5.14
4	مقلم	- 5.71	- 6.57
5	مصبوغ	- 2.00	- 6.30
6	مصبوغ	- 3.20	- 5.60

3-6-4- دراسة نوع الخامة:

لبيان دراسة نوع الخامة تم إجراء اختبار انكماش القماش على عينات ممزوجة (65% قطن، 35% بولي أستر) بعد فحص بارامترات النسيج المبينة بالجدول (3-5):

الجدول (3-5): مواصفات عينات الأقمشة الممزوجة (قطن 65%، بولي أستر 35%):

عدد العينات	التركيب النسيجي	الكثافة (خيط/سم)		النمرة (Ne)		وزن المتر المربع (g/m^2)
		السداء	اللحمة	السداء	اللحمة	
1	مبرد (1/2)	35	20	30/2	30/2	257
2		37	20	30/2	30/2	261.4
3		40	21	30/2	30/2	264.8

يبين الجدول (3-6) نتائج اختبار الانكماش بعد الغسيل وفق (م ق س 1895 لعام 2010).

الجدول (3-6): نتائج قياس نسبة الانكماش للأقمشة القطنية وللأقمشة الممزوجة (65% قطن، 35% بولي أستر):

عدد العينات	المادة الأولية	الصنف	نسبة انكماش القماش (%)	
			السداء	السداء
1	100% قطن	شادر	- 3.7	- 0.84
2	100% قطن	شادر	- 2.85	- 0.85
3	100% قطن	مقلم	-5.14	- 5.10
4	100% قطن	مقلم	- 6.57	- 5.71
5	100% قطن	مصبوغ	- 6.30	- 2.00
6	100% قطن	مصبوغ	- 5.60	- 3.20
7	65% قطن، 35% بولي أستر	عسكري	-1.5	-1
8	65% قطن، 35% بولي أستر	عسكري	-2	-1.5
9	65% قطن، 35% بولي أستر	عسكري	-1	-0.7

من الجدول (3-6) يتبين أن قيم الانكماش للأقمشة الممزوجة (قطن 65%، بولي أستر 35%) أقل من قيم الانكماش للأقمشة القطنية (قطن 100%)، وهذا يتفق مع الدراسات المرجعية [17] [18].

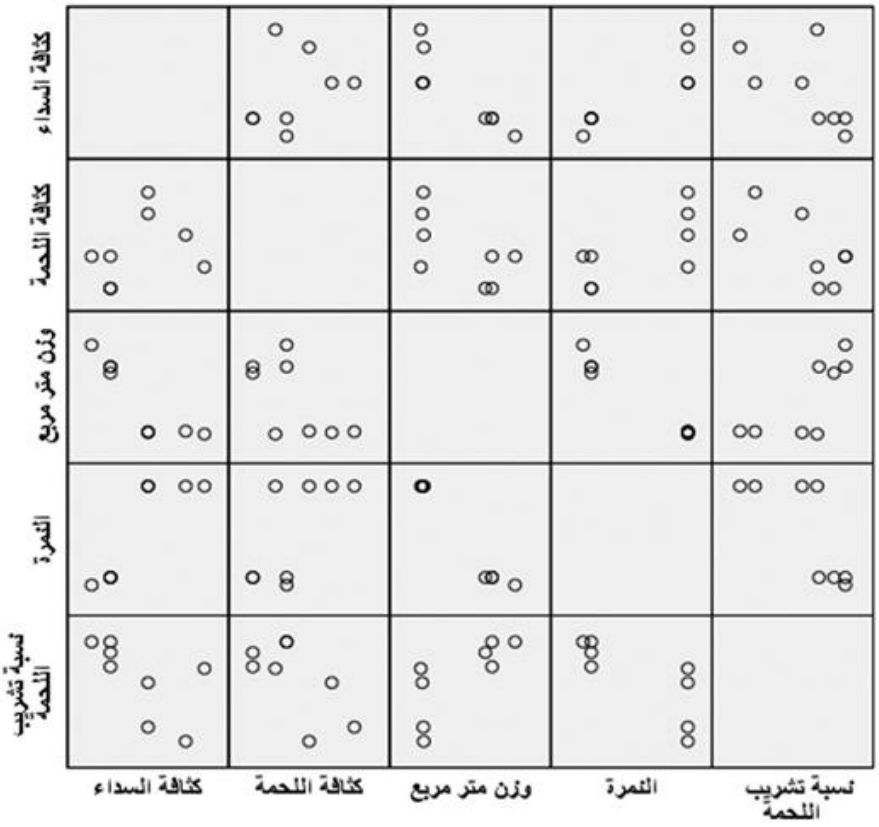
إن الأقمشة القطنية تميل إلى الانكماش عندما تلامس الماء، حيثُ تتقلص ألياف القطن لأنها تمتص الماء، عندما يمتص القطن الماء فإنه ينتفخ ويزيد العرض ويحدث نقص في الطول وبالتالي يحدث الانكماش. بينما البولي أستر الصناعي لا ينتفخ في الماء ولا يتقلص عند ملامسته للماء. لذلك، الأقمشة الممزوجة تكون نسبة انكماشها أقل من الأقمشة القطنية.

3-6-5- تشكيل النماذج الرياضية واختبار أهميتها:

تم إجراء اختبار الانحدار الخطي المتعدد (Multiple linear regression) يستخدم للتنبؤ بقيمة المتغير التابع من خلال مجموعة من المتغيرات المستقلة وذلك من خلال تمثيل العلاقة بين المتغير التابع والمتغير المستقل.

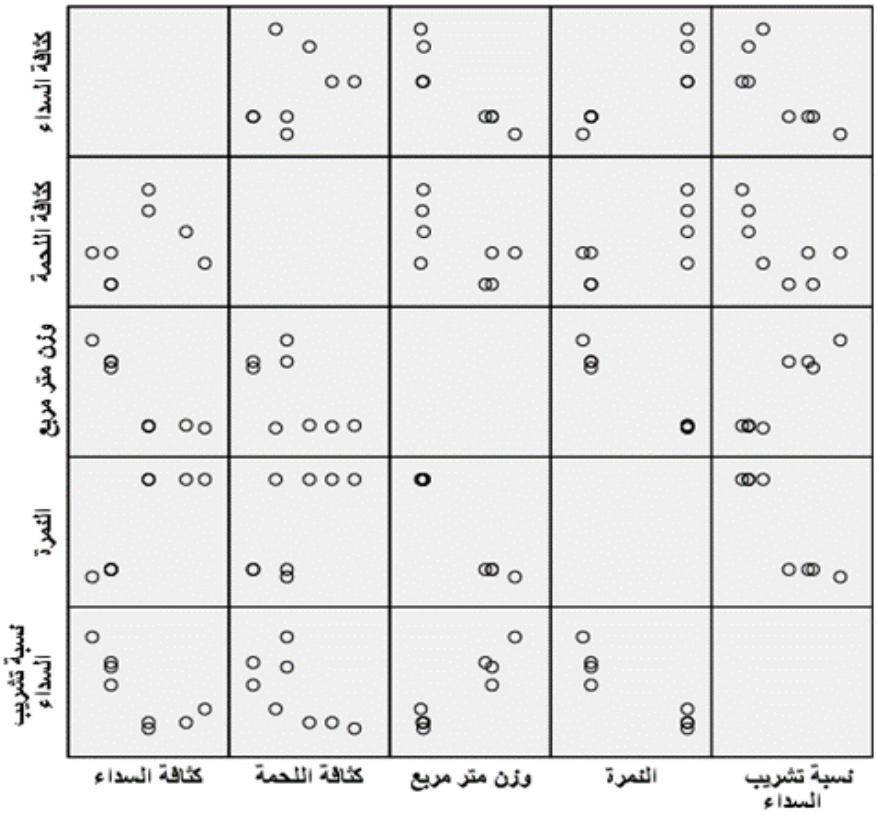
ومن التحليل نستنتج أنه لا يوجد أي معالم لإيضاح النموذج الرياضي المتشكل حيث كانت قيمة Sig = 0.34 > 0.05 أي لا يوجد أي أهمية للموديل الرياضي المتشكل.

تم تجريب أكثر من علاقة رياضية (لوغاريتمية، أسية، قطعية و...) للوصول إلى أفضل علاقة رياضية، بين المتحولات التابعة (نسبة تشريب القماش الخام باتجاه السداء وتشريب القماش الخام باتجاه اللحمة) كتابع للمتحولات المستقلة المدروسة (كثافة السداء واللحمة ونمرة السداء واللحمة ووزن المتر المربع) ويبين الشكلان (3-7) و (3-8) أهم أشكال العلاقة التي تم الحصول عليها.



الشكل (3-7): العلاقة بين المتحول التابع (نسبة تشريب اللحمة) والمتحولات المستقلة المدروسة.

يبين الشكلين (3–7) و (3–8) مخطط تبعثر المصفوفة والذي يمكن من خلاله مشاهدة أشكال العلاقة التي تربط نسب التشريب بكلا الاتجاهين (السداء واللحمة) بالعوامل المدروسة (كثافة السداء، كثافة اللحمة، وزن المتر المربع، النمرة) حيثُ نلاحظ وجود معالم علاقة واضحة للمتحول التابع والعوامل المستقلة لكنها ليست ذات منحى خطي وسيتم العمل على إيجاد النماذج الرياضية وتوضيح الأشكال البيانية الأكثر أهمية لاحقاً.

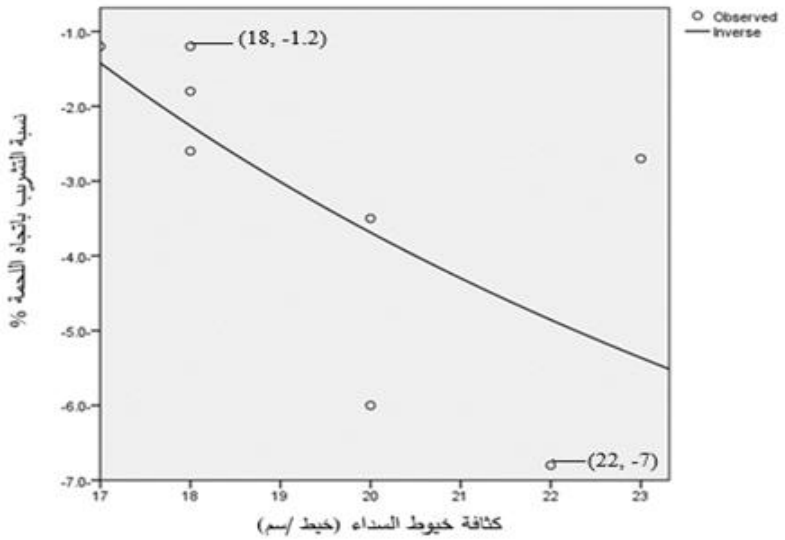


الشكل (3–8): العلاقة بين المتحول التابع (نسبة تشريب السداء) والمتحولات المستقلة المدروسة

3–6–5–1– تأثير كثافة السداء على نسبة تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة:

كثافات السداء للعينات التي تم اختبارها (10, 12, 13, 17, 19) خيط/ سم وهذا النطاق يغطي كثافات السداء لأنواع مختلفة من الأقمشة مثل الشوادر والقماش المقلم والمصبوغ.

بتحليل النتائج نلاحظ من الشكل (3–9) نلاحظ أنه بزيادة كثافة السداء تزداد نسبة التشريب باتجاه اللحمة لأنه عندما يزيد عدد خيوط السداء لكل وحدة طول يزيد عدد تقاطعات اللحمة، وبالتالي تزداد نسبة التشريب باتجاه اللحمة. وهذا ما يفسر أن بزيادة كثافة خيوط السداء يزداد التشريب باتجاه اللحمة.



الشكل (3-9): تأثير كثافة السداء على نسبة تشريب اللحمة.

استعمل معامل الارتباط (R) لقياس درجة الارتباط بين المتغيرات كثافة السداء ونسبة تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة كما يوضح الجدول (3-7) حيثُ توضح قيمة R square دليل الارتباط حيث أنه يمكن التنبؤ بنسبة 43% من نسبة تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة اعتماداً على كثافة خيوط السداء، وتعتبر القدرة التفسيرية لهذا الموديل غير جيدة وهذا ما يوضحه جدول (ANOVA) الجدول (3-8).

الجدول (3-7) نتائج تحليل الارتباط

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.660	.435	.341	1.720

The independent variable is كثافة السداء.

يبين تحليل التباين Analysis of Variation (ANOVA) قيمة sig التي توضح مدى أهمية هذه العلاقة حيث تمت مقارنة قيمة sig عند مستوى دلالة إحصائي 5% حيث تظهر قيمة Sig = 0.07 > 0.05 أي لا يوجد أهمية إحصائية للموديل الرياضي المتشكل كما هو موضح بالجدول (3-8).

الجدول (3-8) نتائج تحليل (ANOVA)

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	13.699	1	13.699	4.629	.075
Residual	17.756	6	2.959		
Total	31.455	7			

The independent variable is كثافة السداء.

ويبين جدول المعاملات معاملات الموديل الرياضي المتشكل B وتظهر قيمة sig اختبار الثوابت ومدى أهمية هذه الثوابت في الموديل الرياضي وذلك عند مستوى دلالة إحصائي 5% حيث أن أهمية الثابت في المعادلة هي 0.05 > 0.038 أي يوجد أهمية للثابت المتشكل في المعادلة كما يوضح الجدول (3-9)

الجدول (3-9): جدول المعاملات

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
كثافة السداء / 1	256.853	119.384	.660	2.151	.075
(Constant)	-16.531-	6.214		-2.660-	.038

النموذج الرياضي التنبؤي بنسبة تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة، اعتماداً على كثافة خيوط السداء، وكانت النتائج موضّحة بالمعادلة (3-6).

$$Y_1 = -16.531 + 256.853/X_1 \quad \text{.....(6-3)}$$

المعادلة القياسية للتنبؤ بنسب تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة اعتماداً على كثافة خيوط السداء.

3-6-5-2- تأثير كثافة اللحمة على نسبة تشريب القماش الخام باتجاه السداء:

كثافات اللحمة للعينات التي تم اختباره (10, 12, 13, 17, 19) خيط/ سم بتحليل النتائج نلاحظ من الشكل (3-10) نلاحظ أن زيادة كثافة اللحمة ستزيد من نسبة تشريب النسيج وسبب ذلك هو زيادة كثافة اللحمة يزيد من طول خيط السداء الذي يتداخل مع مسار خيط اللحمة.

استعمل معامل الارتباط (R) لقياس درجة الارتباط بين المتغيرات كثافة اللحمة ونسبة تشريب القماش الخام باتجاه السداء حيثُ توضح قيمة R square دليل الارتباط حيث أنه يمكن التنبؤ بنسبة 39% من نسبة تشريب القماش الخام باتجاه السداء اعتماداً على كثافة خيوط اللحمة.

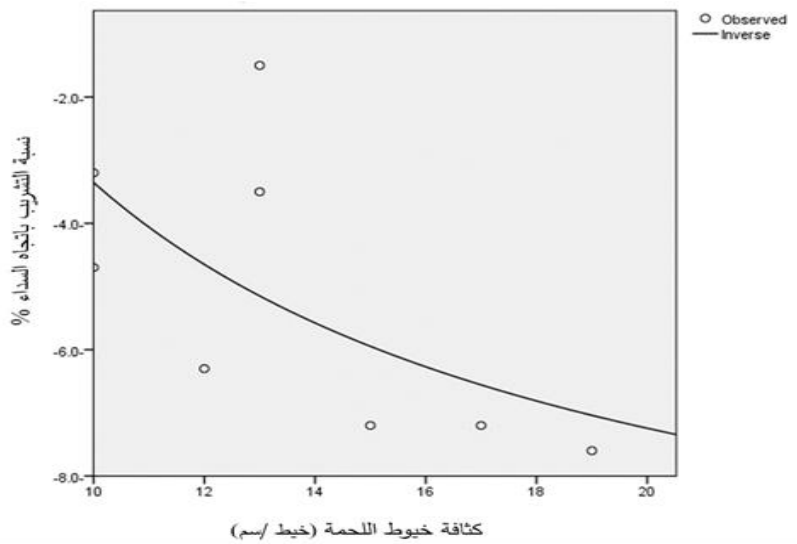
يبين تحليل التباين (ANOVA) قيمة sig التي توضح مدى أهمية هذه العلاقة حيث تمت مقارنة قيمة sig عند مستوى دلالة إحصائي 5% حيث تظهر قيمة Sig = 0.09 > 0.05

النموذج الرياضي التنبؤي بنسبة تشريب القماش الخام باتجاه السداء، اعتماداً على كثافة خيوط اللحمة، موضّح بالمعادلة (3-7).

$$Y_2 = -11.134 + 77.808/X_2 \quad \text{.....(7-3)}$$

المعادلة القياسية للتنبؤ بنسب تشريب القماش الخام باتجاه السداء اعتماداً على كثافة خيوط اللحمة.

إن أهمية الثابت في المعادلة هي 0.05 > 0.038 أي يوجد أهمية للثابت المتشكل في المعادلة.



الشكل (3-10): تأثير كثافة اللحمة على نسبة تشريب السداء.

3-6-5-3- تأثير نمرة السداء واللحمة على انكماش القماش الخام باتجاهي السداء واللحمة:

نمر خيوط السداء واللحمة للعينات التي تم اختبارها هي (Ne 1/16 ,4/12 ,3/12) بتحليل النتائج نلاحظ من الشكلين (3-11) و (3-12) أنه بزيادة النمرة يزداد انكماش النسيج حيثُ عندما يكون الخيط مزوي يكون الانكماش أقل من الخيط المفرد، لأنه كلما كان الخيط مزوي كانت قوة الشد أكبر، والأمر يعود لتماسك الألياف على بعضها وإعطائها برمات عند الزوي وتؤدي زيادة شد الخيوط إلى زيادة الضغط على خيط اللحمة بحيث تعيق تشكل ثنيات أثناء التشابك مع خيط السداء، وبالتالي تقليل طول خيط اللحمة المستهلك.

استعمل معامل الارتباط (R) لقياس درجة الارتباط بين المتغيرات نمر السداء واللحمة ونسبة تشريب القماش الخام باتجاهي السداء واللحمة حيثُ توضح قيمة R square دليل الارتباط حيث أنه يمكن التنبؤ بنسبة 59% من نسبة تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة، وبنسبة 92% باتجاه السداء، اعتماداً على نمرة الخيوط.

يبين تحليل التباين (ANOVA) قيمة sig التي توضح مدى أهمية هذه العلاقة حيث تمت مقارنة قيمة sig عند مستوى دلالة إحصائي 5% حيث تظهر قيمة 0.05 > 0.02 = Sig وبذلك يوجد أهمية للموديل الرياضي المتشكل (0.05 > 0 = Sig) للتنبؤ بتشريب القماش باتجاه اللحمة اعتماداً على النمرة.

النموذج الرياضي التنبؤي بنسبة تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة، اعتماداً على نمر خيوط السداء واللحمة، موضّحة بالمعادلة (3-8). بينما النموذج الرياضي التنبؤي بنسبة تشريب القماش الخام باتجاه السداء موضّح بالمعادلة (3-9).

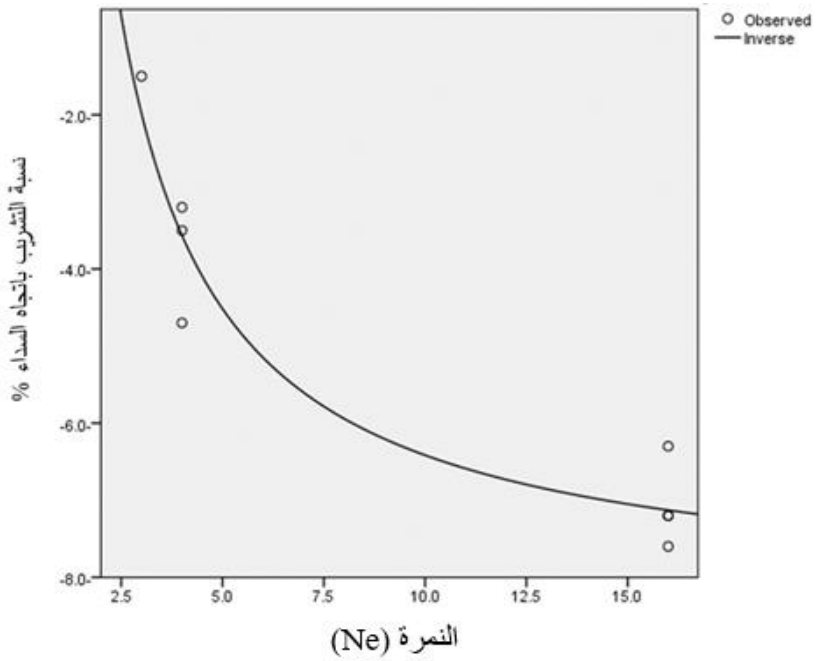
$$Y_1 = -5.602 + 14.264/X_3 \quad \text{.....(3-8)}$$

المعادلة القياسية للتنبؤ بنسب تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة اعتماداً على نمر خيوط السداء واللحمة.

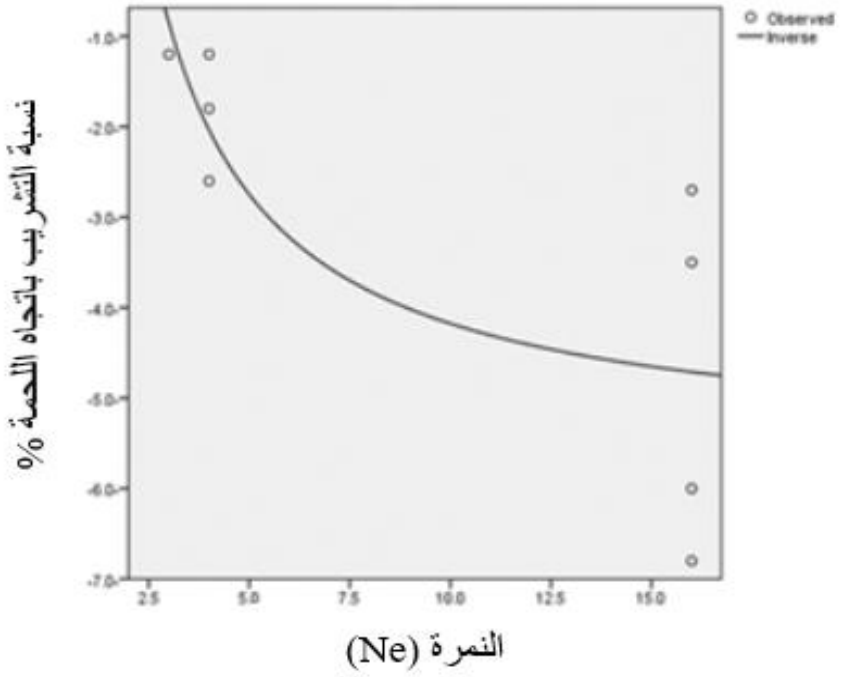
$$Y_2 = -8.316 + 18.996/X_3 \quad \text{.....(3-9)}$$

المعادلة القياسية للتنبؤ بنسب تشريب القماش الخام باتجاه السداء اعتماداً على نمر خيوط السداء واللحمة.

إن أهمية الثابت في المعادلة (3–8) هي 0.05 > 0.001 أي يوجد أهمية للثابت المتشكل في المعادلة، وأهمية الثابت في المعادلة (3–9) هي 0.05 > 0 أي يوجد أهمية للثابت المتشكل في المعادلة.



الشكل (3–11): تأثير نمرة السداء واللحمة على نسبة تشريب السداء.



الشكل (3–12): تأثير نمرة السداء واللحمة على نسبة تشريب اللحمة.

3-6-5-4- تأثير وزن المتر المربع على نسبة تشريب القماش الخام باتجاهي السداء واللحمة:

وزن المتر المربع للعينات التي تم اختبارها ضمن المجال ($136.15-515.78\ g/m^2$) بتحليل النتائج إحصائياً نلاحظ من الشكلين (3-13) و (3-14) أن بزيادة وزن المتر المربع يقل الانكماش باتجاهي السداء واللحمة لأن النسيج ذات الوزن الأعلى يحتوي على نقاط تشابك قصوى ومعامل تغطية عالٍ كما أن الأقمشة تتقلص بشكل أقل عندما تكون أكثر صلابة. حيثُ يمكن التنبؤ بنسبة 57% و80% بتشريب اللحمة والسداء على التتالي.

استعمل معامل الارتباط (R) لقياس درجة الارتباط بين المتغيرات وزن المتر المربع ونسبة تشريب القماش الخام باتجاهي السداء واللحمة حيثُ توضح قيمة R square دليل الارتباط حيث أنه يمكن التنبؤ بنسبة 57% من نسبة تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة، وبنسبة 80% باتجاه السداء، اعتماداً على وزن المتر المربع.

يبين تحليل التباين (ANOVA) قيمة sig التي توضح مدى أهمية هذه العلاقة حيث تمت مقارنة قيمة sig عند مستوى دلالة إحصائي 5% حيث تظهر قيمة $0.05 > 0.02 = Sig$ وذلك للعلاقة وزن المتر المربع بتشريب القماش باتجاه اللحمة أي يوجد أهمية للموديل الرياضي المتشكل و$0.05 > 0.002 = Sig$ وذلك للعلاقة وزن المتر المربع بتشريب القماش باتجاه اللحمة أي يوجد أهمية للموديل الرياضي المتشكل.

النموذج الرياضي التنبؤي بنسبة تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة، اعتماداً على وزن المتر المربع، موضّحة بالمعادلة (3-10). بينما النموذج الرياضي التنبؤي بنسبة تشريب القماش الخام باتجاه السداء موضّح بالمعادلة (3-11).

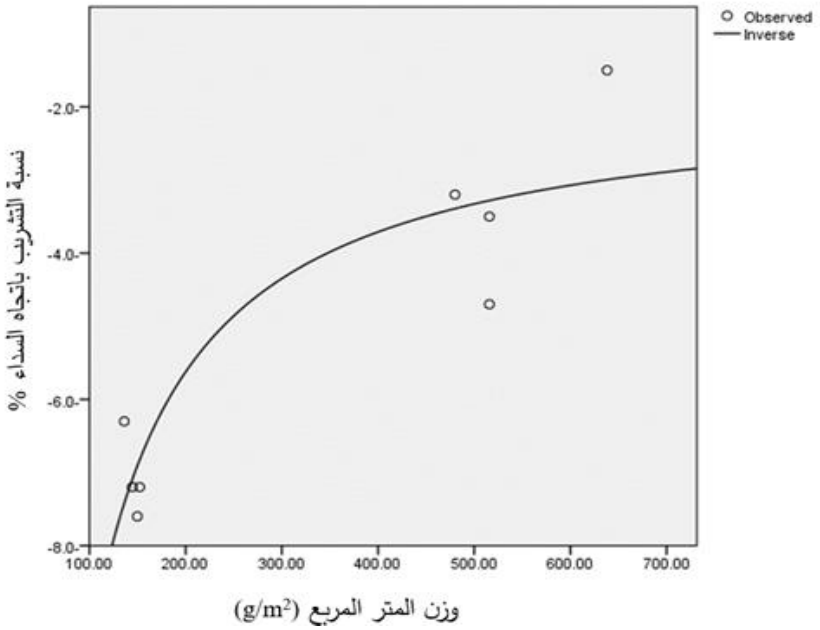
$$Y_1 = -5.791 + 0.008\ X_4 \quad \text{.....(10-3)}$$

المعادلة القياسية للتنبؤ بنسب تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة اعتماداً على وزن المتر المربع.

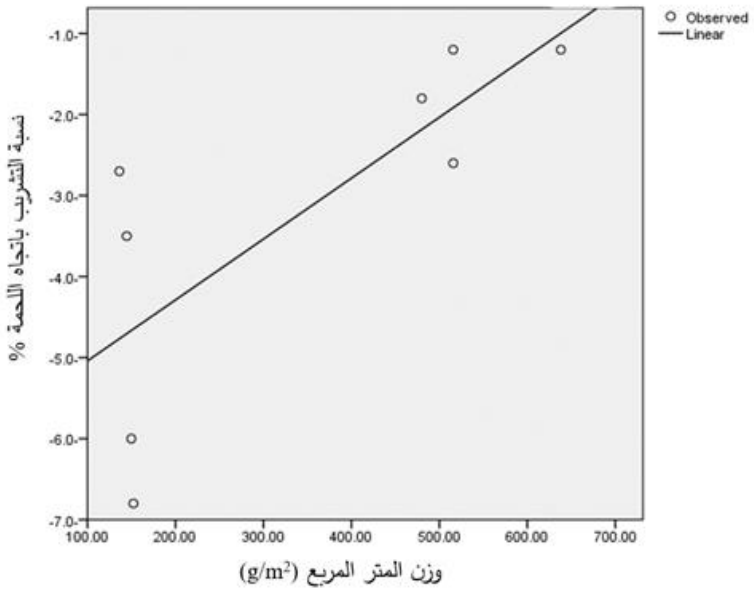
$$Y_2 = -1.796 - 765.622/X_4 \quad \text{.....(11-3)}$$

المعادلة القياسية للتنبؤ بنسب تشريب القماش الخام باتجاه السداء اعتماداً على وزن المتر المربع

إن أهمية الثابت في المعادلة (3–10) هي 0.05 > 0.001 أي يوجد أهمية للثابت المتشكل في المعادلة، وأهمية الثابت في المعادلة (3–11) هي 0.05 > 0.048 أي يوجد أهمية للثابت المتشكل في المعادلة.



الشكل (3–13): تأثير وزن المتر المربع على نسبة تشريب السداء.



الشكل (3–14): تأثير وزن المتر المربع على نسبة تشريب اللحمة.

بدراسة علاقة المتغيرات (كثافة السداء ونمرة السداء واللحمة ووزن المتر المربع) ونسبة تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة، كما هو مبين في الجدول (3–10) أهمية هذه المتغيرات، نلاحظ أن نمرة الخيوط يليها وزن المتر المربع هي العوامل الأكثر أهمية في تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة وكذلك باتجاه السداء.

حيثُ يلخص الجدول (3-10) النماذج الرياضية التي تم التوصل إليها مع اختبار أهمية القدرة التفسيرية لها.

الجدول (3-10): علاقة المتغيرات (كثافة السداء واللحمة ونمرة السداء واللحمة ووزن المتر المربع) ونسبة تشريب القماش الخام باتجاهي اللحمة والسداء:

علاقة كثافة السداء (X_1) على تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة (Y_1):	Sig = 0.07 > 0.05	لا يوجد أهمية للموديل الرياضي المتشكل
	R square = 43%	العلاقة الرياضية: Inverse
	$Y_1 = -16.531 + 256.853/X_1$	
علاقة نمرة السداء واللحمة (X_3) على تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة (Y_1):	Sig = 0.02 < 0.05	يوجد أهمية للموديل الرياضي المتشكل
	R square = 59%	العلاقة الرياضية: Inverse
	$Y_1 = -5.602 + 14.264/X_3$	
علاقة وزن القماش (X_4) على تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة (Y_1):	Sig = 0.02 < 0.05	يوجد أهمية للموديل الرياضي المتشكل
	R square = 57%	العلاقة الرياضية: Linear
	$Y_1 = -5.791 + 0.008\ X_4$	
علاقة كثافة اللحمة (X_2) على تشريب القماش الخام باتجاه السداء (Y_2):	Sig = 0.09 > 0.05	لا يوجد أهمية للموديل الرياضي المتشكل
	R square = 39%	العلاقة الرياضية: Inverse
	$Y_2 = -11.134 + 77.808/X_2$	
علاقة نمرة السداء واللحمة (X_3) على تشريب القماش الخام باتجاه السداء (Y_2):	Sig = 0 < 0.05	يوجد أهمية للموديل الرياضي المتشكل
	R square = 92%	العلاقة الرياضية: Inverse
	$Y_2 = -8.316 + 18.996/X_3$	
علاقة وزن القماش (X_4) على تشريب القماش الخام باتجاه السداء (Y_2):	Sig = 0.002 < 0.05	يوجد أهمية للموديل الرياضي المتشكل
	R square = 80%	العلاقة الرياضية: Inverse
	$Y_2 = -1.796 - 765.622/X_4$	

3-6-5-5- النمذجة الإحصائية لعلاقة نسبة تشريب القماش الخام ونسبة الانكماش الرطب للقماش الناتج عن عملية التجهيز:

عند تبليل القماش، تمتص الألياف الموجودة في الخيط الماء ويسبب انتفاخ الألياف والخيوط وإن زيادة قطر خيوط اللحمة تؤدي إلى حركة خيوط السداء بشكل أقرب إلى بعضها البعض. ولهذا السبب، لوحظ انكماش النسيج في اللحمة. وذلك على آلة الجكر يحدث شد عالي باتجاه خيوط السداء فيحدث امتداد لخيوط السداء.

ثم يدخل القماش وهو مبلول إلى غرف التجفيف على آلة الرام وهو متماوج مما يسمح له بالانكماش أثناء التجفيف أي أن طول القماش الداخل إلى غرف التجفيف أعلى من طول القماش الخارج من غرف التجفيف والفرق بين هذين الطولين يحدد نسبة الانكماش التي يتعرض بها القماش أثناء التجفيف في الاتجاه الطولي.

بدراسة العلاقة بين نسبة تشريب القماش الخام ونسبة الانكماش الرطب للقماش الناتج عن عملية التجهيز كما هو موضح في الجدول (3-11)، نلاحظ إنه يمكن التنبؤ بانكماش الناتج عن عملية التجهيز باتجاه اللحمة اعتماداً على نسبة التشريب القماش الخام بنسبة 93% باتجاه اللحمة وبنسبة 96% باتجاه السداء. ويوجد أهمية إحصائية للموديلات الرياضية المتشكلة عند مستوى إحصائي 5%.

النموذج الرياضي التنبؤي بنسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه اللحمة اعتماداً على تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة، موضّحة بالمعادلة (3-12)، بينما النموذج الرياضي التنبؤي بنسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه السداء اعتماداً على تشريب القماش الخام باتجاه السداء موضّح بالمعادلة (3-13).

$$Z_1 = 5.122 + 5.497\ Y_1 + 0.561 Y_1^2 \quad \text{.....(12-3)}$$

المعادلة القياسية للتنبؤ بنسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه اللحمة اعتماداً على تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة.

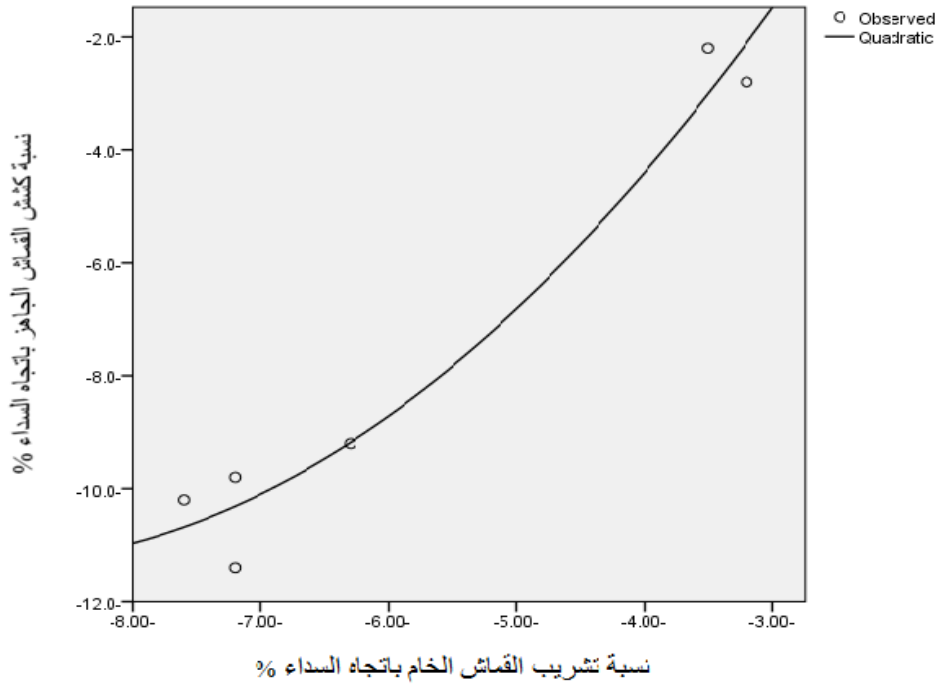
$$Z_2 = 10.377 + 4.723\ Y_2 + 0.257\ Y_2^2 \quad \text{.....(13-3)}$$

المعادلة القياسية للتنبؤ بنسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه السداء اعتماداً على تشريب القماش الخام باتجاه السداء.

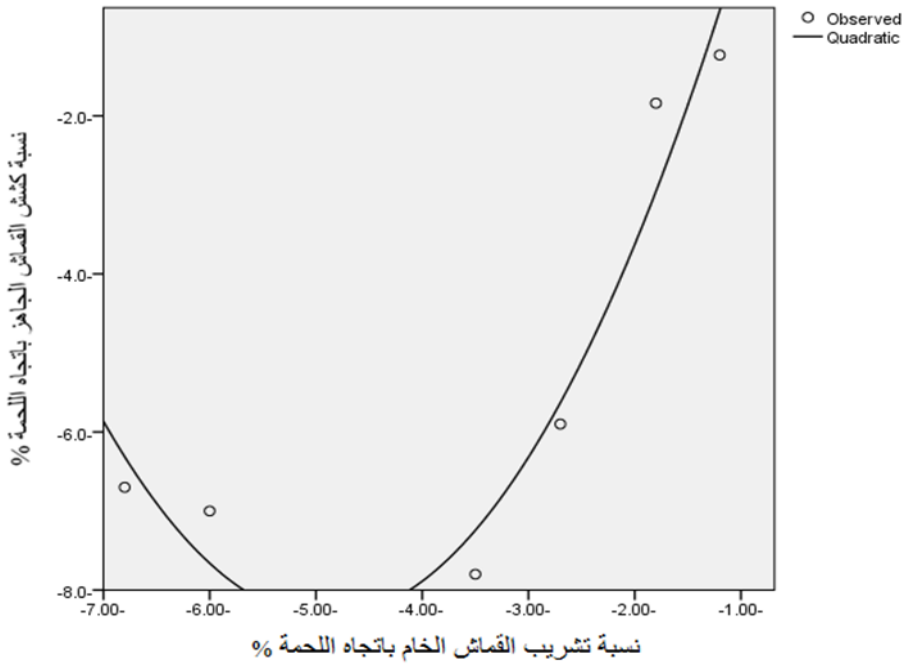
وتبين من الأشكال (3-15) و (3-16) أن العلاقة التي تربط بين نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز ونسبة تشريب القماش هي علاقة طردية أي كلما كانت نسبة تشريب القماش على نول النسيج عالية تكون نسبة الانكماش " الانكماش الرطب" الناتج عن عملية التجهيز عالية.

الجدول (3-11): علاقة نسبة تشريب القماش الخام ونسبة الانكماش الرطب للقماش الناتج عن عملية التجهيز:

الانكماش الرطب الناتج عن عملية التجهيز باتجاه اللحمة (Z_1):	Sig = 0.016 < 0.05	يوجد أهمية للموديل الرياضي المتشكل
	R square = 93%	العلاقة الرياضية: Quadratic
	$Z_1 = 5.122 + 5.497\ Y_1 + 0.561 Y_1^2$	
الانكماش الرطب الناتج عن عملية التجهيز باتجاه السداء (Z_2):	Sig = 0.006 < 0.05	يوجد أهمية للموديل الرياضي المتشكل
	R square = 96%	العلاقة الرياضية: Quadratic
	$Z_2 = 10.377 + 4.723\ Y_2 + 0.257\ Y_2^2$	



الشكل (3-15): العلاقة بين نسبة تشريب القماش الخام ونسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه السداء.



الشكل (3-16): العلاقة بين نسبة تشريب القماش الخام ونسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه اللحمة.

3-6-5-6- النمذجة الإحصائية لعلاقة الانكماش الرطب للقماش الناتج عن عملية التجهيز والانكماش النهائي الناتج عن عملية الغسيل:

إن الخيوط تمتد طوال عملية النسيج، مما يؤدي إلى ارتفاع الشد في القماش المنسوج ويحدث سحب القماش بشكل لا يمكن تجنبه أثناء عمليات الصباغة والإنهاء، وبالتالي أيضاً يحدث شد في النسيج، وعندما يتم غسل القماش وتجفيفه، يتم تحرير الشد في القماش، مما يؤدي إلى حصول الانكماش.

بدراسة العلاقة بين نسبة الانكماش الرطب للقماش الناتج عن عملية التجهيز والانكماش النهائي الناتج عن عملية الغسيل كانت نتائج موضحة وفق الجدول (3-12)، نلاحظ إنه يمكن التنبؤ بانكماش الناتج عن عملية الغسيل باتجاه اللحمة اعتماداً على نسبة الانكماش الرطب للقماش الناتج عن عملية التجهيز بنسبة 59% باتجاه اللحمة وبنسبة 92% باتجاه السداء.

النموذج الرياضي التنبؤي بنسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه اللحمة اعتماداً على تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة، موضّحة بالمعادلة (3-14). بينما النموذج الرياضي التنبؤي بنسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه السداء اعتماداً على تشريب القماش الخام باتجاه السداء موضّح بالمعادلة (3-15).

$$E_1 = -0.043 + 0.573\ Z_1 \quad \text{.....(14-3)}$$

المعادلة القياسية للتنبؤ بالانكماش النهائي باتجاه اللحمة اعتماداً على نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه اللحمة.

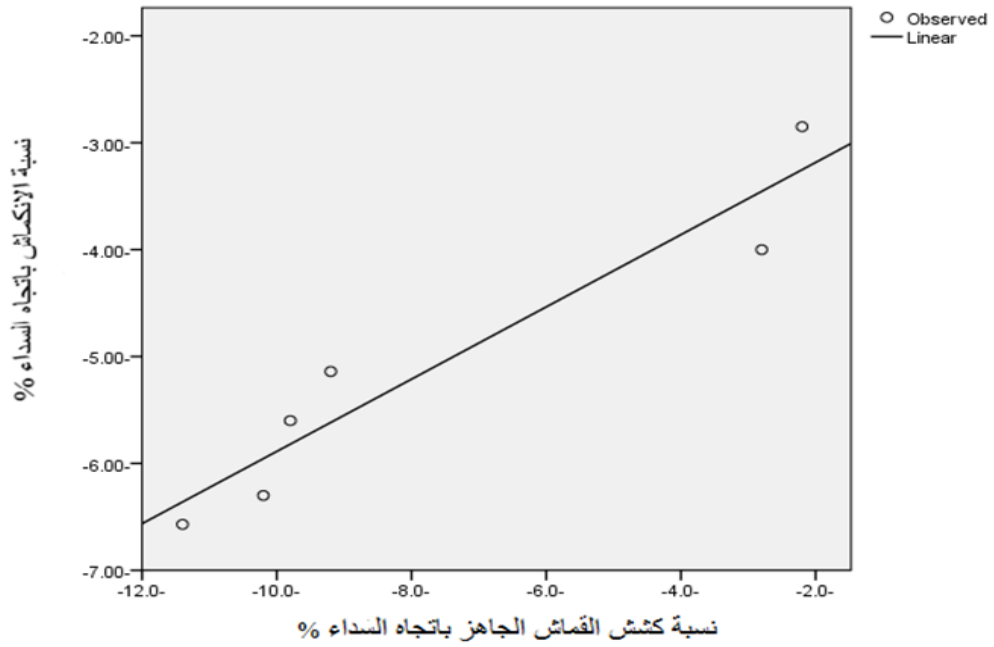
$$E_2 = -2.509 + 0.338\ Z_2 \quad \text{.....(15-3)}$$

المعادلة القياسية للتنبؤ بالانكماش النهائي باتجاه السداء اعتماداً على نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه السداء.

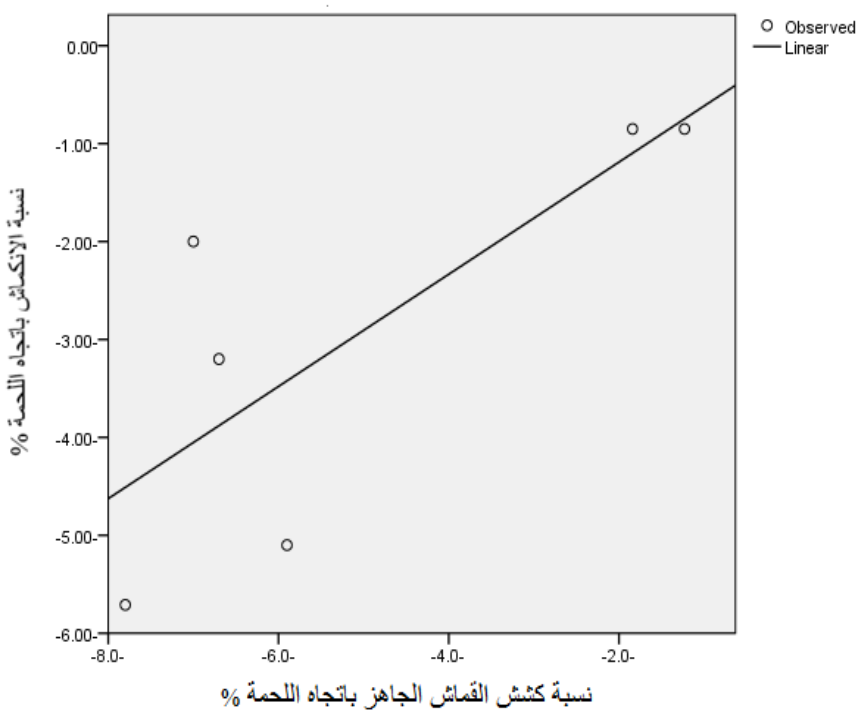
وتبين من الأشكال (3-17) و (3-18) أن العلاقة التي تربط بين نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز ونسبة انكماش النهائي هي علاقة طردية أي كلما كانت نسبة الانكماش " الانكماش الرطب" الناتج عن عملية التجهيز عالية، كانت نسبة الانكماش الناتج عن عملية الغسيل عالية أيضاً.

الجدول (3-12): علاقة الانكماش الرطب للقماش الناتج عن عملية التجهيز والانكماش النهائي الناتج عن عملية الغسيل:

الانكماش الناتج عن عملية الغسيل باتجاه اللحمة (E_1):	Sig = 0.07 > 0.05	لا يوجد أهمية للموديل الرياضي المتشكل
	R square = 59%	العلاقة الرياضية: Linear
	$E_1 = -0.043 + 0.573\ Z_1$	
الانكماش الناتج عن عملية الغسيل باتجاه السداء (E_2):	Sig = 0.023 < 0.05	يوجد أهمية للموديل الرياضي المتشكل
	R square = 92%	العلاقة الرياضية: Linear
	$E_2 = -2.509 + 0.338\ Z_2$	



الشكل (3–17): العلاقة بين نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز ونسبة الانكماش باتجاه السداء.



الشكل (3–18): العلاقة بين نسبة الانكماش الرطب للقماش الجاهز ونسبة الانكماش باتجاه اللحمة.

3-6-6- الدراسة الاقتصادية:

لبيان كيفية الاستفادة من النماذج الرياضية تم إجراء دراسة اقتصادية لبيان الفائدة المرجوة من تطبيق هذه النماذج عملياً مع بيان جانب الوفر الذي يمكن تحقيقه، تم أخذ عينة قماش الشادر الثالثة ذات وزن المتر المربع 638.15 g/m^2 لأنها محققة لشروط المواصفة الخاصة بالشوادر رقم 241 لعام 1981 [22]، وذلك من حيث وزن المتر المربع كعينة مرجعية لدراسة الاقتصادية وكذلك فقد تم الاعتماد على وزن المتر المربع كعامل مستقل للتنبؤ بقيمة الانكماش نظراً لأهميته من الناحية الإحصائية مقارنةً بعاملي نمرة وكثافة السداء واللحمة ويبين الجدول (3-13) المعادلات الرياضية للتنبؤ ببارامترات قماش الشادر اعتماداً على الانكماش باتجاه اللحمة وهو مهم من الناحية الإحصائية عند مستوى دلالة إحصائية $\alpha = 10\%$، ويظهر الجدول (3-14) المعادلات الرياضية للتنبؤ ببارامترات قماش الشادر اعتماداً على الانكماش باتجاه السداء وذلك عند مستوى دلالة إحصائية $\alpha = 5\%$.

وحسب المواصفة القياسية السورية لأقمشة الشادر 241 لعام 1981 التي تتضمن الاشتراطات العامة والميكانيكية لأصناف الشوادر كما هو موضح بالجدول (3-15). وبفرض أن الانكماش باتجاه اللحمة $E_1 = -1$ % والانكماش باتجاه السداء $E_2 = -2$ % فإن النمرة(X_3) والوزن(X_4) للعينات المقترحة من النموذج الرياضي مطابقة للمواصفة القياسية السورية، وكثافة اللحمة(X_2) ضمن حدود التفاوت المسموح به وهو ألا تزيد نسبة التفاوت (3-%) من متوسط عدد خيوط السداء واللحمة.

الجدول (3-13): المعادلات الرياضية للتنبؤ بالبارامترات قماش الشادر اعتماداً على الانكماش باتجاه اللحمة:

الانكماش الرطب للقماش الجاهز باتجاه اللحمة (%)	$Z_1 = -1.6701$	$E_1 = -0.043 + 0.573\ Z_1$
نسبة تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة (%)	$Y_1 = -1.50$	$Z_1 = 5.122 + 5.497\ Y_1 + 0.561 Y_1^2$
كثافة السداء (خيط / سم)	$X_1 = 17$	$Y_1 = -16.531 + 256.853/X_1$
نمرة السداء واللحمة (Ne)	$X_3 = 3.4$	$Y_1 = -5.602 + 14.264/X_3$
وزن المتر المربع (g/m^2)	$X_4 = 536.37$	$Y_1 = -5.791 + 0.008\ X_4$

الجدول (3-14): المعادلات الرياضية للتنبؤ بالبارامترات قماش الشادر اعتماداً على الانكماش باتجاه السداء:

انكماش القماش الجاهز باتجاه السداء (%)	$Z_2 = -1.505$	$E_2 = -2.509 + 0.338\ Z_2$
انكماش القماش الخام باتجاه السداء (%)	$Y_2 = -3.008$	$Z_2 = 10.377 + 4.723\ Y_2 + 0.257\ Y_2^2$
كثافة اللحمة (خيط / سم)	$X_2 = 9.5$	$Y_2 = -11.134 + 77.808/X_2$
نمرة السداء واللحمة (Ne)	$X_3 = 3.5$	$Y_2 = -8.316 + 18.996/X_3$
وزن المتر المربع (g/m^2)	$X_4 = 588$	$Y_2 = -1.796 - 765.622/X_4$

الجدول (3-15): الاشتراطات العامة والميكانيكية لأحد أصناف الشوادر الشائعة:

المواصفات الاسمية للقماش	المواصفات الرقمية للقماش
نمرة خيط السداء	(50×3 Tex) مزوي
نمرة خيط اللحمة	(50×3 Tex) مزوي
متوسط عدد خيوط السداء في 10 سم	177 خيط
متوسط عدد خيوط اللحمة في 10 سم	126 خيط
متوسط المتر المربع	524

وبذلك يكون وزن المتر المربع الواحد من قماش الشادر المنتج والمحسوب اعتماداً على النماذج الرياضية الذي تم التوصل إليها هو 588 g وبما أن وزن المتر المربع للعينة المرجعية 638.15 g فإذا كان سعر 1kg من الخيوط القطنية المستخدمة 85000 ليرة سورية يضاف إليها تكلفة سعر عملية الزوي 12000 ليرة سورية فإن سعر 1g من الخيط هو 97 ليرة سورية فإن سعر العينة المرجعية (P_0) يساوي 61900 ليرة سورية وسعر العينة المتنبئ بها (P_1) يساوي 57036 ليرة سورية.

بالتالي تكون قيمة الوفر %(g) تحسب بالعلاقة (3-16):

$$g = \frac{P0 - P1}{P1} \times 100 \qquad \text{.....(16-3)}$$

علاقة حساب قيمة الوفر.

بالتعويض بالعلاقة نجد أن

$$g = \frac{61900 - 57036}{61900} \times 100$$

$$g = 7.2\%$$

فإن العينة المقترحة تحقق نسبة وفر بمقدار 7.2%.

وبذات الطريقة للعينة الثانية المقترحة فإن نسبة الوفر هي 16%.

الفصل الرابع

النتائج

والتوصيات والمقترحات

4-1 خاتمة البحث:

في الختام بعد أن تم العمل دراسة تأثير كل من متغيرات السداء واللحمة (كثافة السداء وكثافة اللحمة ونمرة خيوط السداء واللحمة ووزن المتر المربع) على نسبة الانكماش، وتشكيل نماذج رياضية للتنبؤ بانكماش الأقمشة المنسوجة اعتماداً على هذه المتغيرات وبيان أهمية هذه النماذج وأيضاً أظهرت المخططات علاقة المعاملات بنسب التشريب والانكماش الرطب والانكماش والتي تمكن من تحديد أهم هذه العوامل وتأثيرها على نسب التشريب.

4-2 نتائج البحث:

خلص البحث إلى مجموعة من النتائج والمقترحات على المستوى التحليلي النظري وعلى المستوى التطبيقي من خلال تحليل البيانات للعينات المدروسة وهي كالتالي:

- إن كثافة السداء تؤثر على نسبة تشريب القماش الخام باتجاه اللحمة وذلك لأنه عندما يزيد عدد خيوط السداء لكل وحدة طول يزيد عدد تقاطعات اللحمة.
- إن زيادة كثافة اللحمة ستزيد من نسبة تشريب القماش الخام باتجاه السداء، لأنه بزيادة الكثافة يزيد من طول خيط السداء الذي يتداخل مع مسار خيط اللحمة.
- وزن المتر المربع يؤثر على نسبة تشريب القماش الخام باتجاهي السداء واللحمة وهنالك أهمية إحصائية بنسبة 80% و57% على التوالي للتنبؤ بنسب التشريب حيثُ أنه بزيادة وزن المتر المربع يقل التشريب باتجاهي السداء واللحمة لأن النسيج يحتوي على نقاط تشابك قصوى ومعامل تغطية عالٍ كما أن الأقمشة تتقلص بشكل أقل عندما تكون أكثر صلابة.
- نمر الخيوط تؤثر على تشريب القماش الخام باتجاهي السداء واللحمة وهنالك أهمية إحصائية بنسبة 92% و59% للتنبؤ بقيم التشريب. كذلك فإن استخدام الخيط المزوي في القماش أعطى نسب تشريب أقل مقارنة بالخيط المفرد.

- التوصل لأفضل نماذج رياضية لعلاقة المتغيرات (كثافة السداء واللحمة ونمرة السداء واللحمة ووزن المتر المربع) بتشريب القماش الخام باتجاهي السداء واللحمة.
- أظهرت المخططات التي تم الحصول عليها علاقة المعاملات بصورة مستقلة بنسب التشريب بكلٍ من اتجاهي السداء واللحمة بشكل يمّكن من فهم العلاقة، ومن ثم استعمال تلك المخططات في الواقع العملي.
- يوجد علاقة بين الانكماش الرطب للقماش الناتج عن عملية التجهيز وتشريب القماش على نول النسيج وكانت الأهمية الإحصائية بنسبة 96% باتجاه السداء و93% باتجاه اللحمة.
- يوجد علاقة بين الانكماش بعد الغسيل والانكماش الرطب بعد عملية التجهيز وكانت الأهمية الإحصائية بنسبة 96% باتجاه السداء.
- بفهم العوامل المدروسة نصل فهم خواص انكماش القماش، وبالتالي رفع مستوى جودته.
- يوجد أهمية اقتصادية من تطبيق النماذج الرياضية عملياً حيثُ يمكن أن تحقق نسبة وفر حوالي 8.5%.

4-3 التوصيات والمقترحات:

التوصيات:

- ✓ يوصى بدراسة عوامل أخرى كشد خيوط السداء واللحمة على نول النسيج وتثبيت بارامترات النسيج الأخرى لبيان أثر الشد على انكماش القماش المنسوج.
- ✓ يوصى بدراسة الخصائص الميكانيكية للأقمشة قبل وبعد التعديل الذي أعطاه النموذج الرياضي مع ملاحظة إن التعديل أعطى مواصفات قماش ضمن المواصفة القياسية السورية.
- ✓ يمكن الاستفادة من نتائج البحث الحالي في إنتاج أصناف من الأقمشة بكثافات ووزن متر مربع جديد يعود بالفائدة الاقتصادية للمنشأة.

المقترحات:

- ✓ دراسة تأثير المعالجات الكيميائية المستخدمة في عملية التجهيز على انكماش القماش.
- ✓ وضع تصورات جديدة لإنتاج أقمشة قطنية بمواصفات جديدة، ودراسة طرق الاعتناء بهذه المنتجات.

المراجع:

[1] هاشم، أشرف محمود.(2004)، "**علم النسيج**"، كلية الاقتصاد المنزلي، جامعة المنوفية.

[2] المواصفة القياسية السورية. (SNS 1894:2010). " **تحديد تغير الأبعاد بالغسيل والتجفيف "المراجعة الأولى**".

[3] قدار، طاهر. (2019)، "**تقانة النسيج 2**"، منشورات جامعة دمشق.

[4] قدار، طاهر. (2019)، "**المواد الأولية النسيجية الطبيعية**"، منشورات جامعة دمشق.

[5] حمدي حامد سعد حمد, ن., عبدالغني رمضان, ع., عبدالرحيم, السيد زلط, علي, عبدالله الجمل, & محمد. (2012). "**طباعة وتجهيز الأقمشة القطنية باستخدام مواد آمنة بيئياً**". مجلة بحوث التربية النوعية, 2012(26) , 387-414.

[6] عبد الوهاب رفاعي، بلال، قرة بت، ف (2017): "**تقنيات الصباغة والطباعة النسيجية**" ، منشورات جامعة دمشق.

[7] ISP (2004). "**A Guide To Improved Shrinkage Performance Of Cotton Fabrics",** 6399 Weston Parkway, Cary, North Carolina, 27513 • Telephone (919) 678-2220.

[8] Hayavadana, J. (Ed.). (2016). **Woven fabric structure design and product planning**. CRC Press. Woven Textile Structure: Theory And Applications By B. K. Behera and P. K. Hari

[9] Behera, B. K., & Hari, P. K. (2010). **Woven textile structure: Theory and applications**. Elsevier.

[10] Islam, S., Akter, S., & Ahmed, S. (2022). **Influence of cover factor on the physical properties of woven fabrics**. Journal of Textiles and Polymers, 10(1), 57-63.

[11] Longurova[1], S. G., Jordeva[1], S., Zhezhova[1], S., Kuzmanoska[1], V. D., Mojsov, K., & Andronikov, D. (2022). **The effect of fabric structure parameters on dimensional stability after domestic washing**. Tekstilna industrija, 70(2).

[12] Pannu, S., Jamdigni, R., & Behera, B. K. (2019). **Influence of weave design on shrinkage potential of stretch fabric**. Int. J, 360, 1025-1035.

[13] Topalbekiroğlu, M., & Kübra Kaynak, H. (2008). The effect of weave type on dimensional stability of woven fabrics. International Journal of Clothing Science and Technology, 20(5), 281-288.

[14] أحمد، هيثم عبد الدايم. (2019). "**تأثير نسبة الإسباندكس على انكماش الأقمشة المنسوجة المصنوعة من خيوط البوليستر**"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، 5 (19)،730- 746.

[15] Islam, S., Tasnim, N., & Islam, T. (2019). **Investigation of the change of the shrinkage properties in contradiction to the change of the composition of cotton polyester spandex denim fabrics.** J. Text. Eng. Fashion Technol, 5(10.15406).

[16] Kadi, N & Karnoub, A**.** (2015). **"The Effect of Warp and Weft Variables on Fabric's Shrinkage Ratio"**. Journal of Textile Science & Engineering**,** 5 (2).

[17] Jiang, L., Zulifqar, A., Hai, A. M., Anwar, F., Hu, H., Liu, F., & Chen, H. (2023). **Effect of using alternate elastic and non-elastic yarns in warp on shrinkage and stretch behavior of bi-stretch woven fabrics**. Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 18, 15589250221137897.

[18] Zupin, Ž., Dimitrovski, K., Hladnik, A., & Kostajnšek, K. (2022). **Elongation properties of woven fabrics with incorporated PBT yarns**. The Journal of The Textile Institute, 113(5), 846-856.

[19] Alam, Islam and Akter. (2020). "**Achieving Optimal Shrinkage of Cotton Spandex Woven Fabrics by Apposite Heat Setting Temperature**". Austin Publishing Group, Volume: 5 (2): 1049 .

[20] Pannu, S., Ahirwar, M., Jamdigni, R., & Behera, B. K..(2020) **" Role of heat setting and finishing treatment on mechanical properties and hand behavior of stretch fabric"** Journal of Textile Engineering & Fashion Technology, Volume: 6, issue: 5, page(s): 169-177.

[21] Pannu, S., Ahirwar, M., Jamdigni, R., & Behera, B. K. (2020). **Effect of spandex denier of weft core spun yarn on properties of finished stretch woven fabric.** International Journal of Engineering Technologies and Management Research, 7(7), 21-32.

[22] المواصفة القياسية السورية. (SNS 241:1981). " **قماش القلوع "الشوادر**".

ABSTRACT

There are many properties that affect the quality and performance of fabrics, including durability, tensile strength, tear resistance, friction, color fastness, and fabric resistance to shrinkage that occurs as a result of washing, drying, and ironing.

The research aims to characterize and understand the crimp resulting from weaving process, the Processing Shrinkage resulting from finishing process and the shrinkage after washing, by establishing technological and statistical rela-tionships that help industrialists to control shrinkage and obtain the desired characteristics for use

The effect of parameters (density of warp and weft, count of warp and weft yarns, and weight per square meter) of cotton fabrics on directional impregnation (warp and weft), and are related crimp ratio resulting from weaving process with the ratio of constract resulting from finishing process, and the relationship of the constract with the final shrinkage after washing, statistical modeling of the results was conducted using SPSS software.

Analysis the results showed that the weight of square meter has a positive effect on crimp rate. Fabrics with a higher weight per square meter showed the lowest shrinkage rate because the fabric has maximum entanglement points and is more rigid and therefore shrinks less. Moreover, using folded yarns in fabric manufacturing, consequently thick yarn counts, presented lower shrinkage rate comparing with single yarns. This is because increasing the number of twists reduces the voids to a minimum between the thick yarn counts and thus reduces shrinkage. and relationship between crimp rate and the Processing Shrinkage rate, and between Processing Shrinkage rate with the shrinkage rate was also obtained. Finally, a mathematical model was formed to predict the shrinkage of woven fabrics

Key words: Crimp, finishing processing, Shrinkage, Statistical Modeling.

Syrian Arab Republic
Damascus University
Faculty of Mechanical & Electrical Engineering
Department of Mechanical Engineering of Textile Industries and their Technologies
Master of Weaving Technology

Mathematical modeling for woven Fabric Shrinkage

A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Weaving Technology

By:

Eng. Wafaa Saleem Marouf

Supervisor:

Dr.Eng. Khalil Alhalabi

Lecturer in the Department of Mechanical Engineering of Textile Industries and their Technologies - Damascus University

2024