مجلة جامعة البعث

للعلوم الهندسية البترولية والكيميائية

مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 44 . العدد 1

1443 هـ - 2022 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

أ. د. ناصر سعد الدين	**رئيس هيئة التحرير**
أ. د. درغام سلوم	**رئيس التحرير**

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

بشرى مصطفى

د. محمد هلال	**عضو هيئة التحرير**
د. فهد شريباتي	**عضو هيئة التحرير**
د. معن سلامة	**عضو هيئة التحرير**
د. جمال العلي	**عضو هيئة التحرير**
د. عباد كاسوحة	**عضو هيئة التحرير**
د. محمود عامر	**عضو هيئة التحرير**
د. أحمد الحسن	**عضو هيئة التحرير**
د. سونيا عطية	**عضو هيئة التحرير**
د. ريم ديب	**عضو هيئة التحرير**
د. حسن مشرقي	**عضو هيئة التحرير**
د. هيثم حسن	**عضو هيئة التحرير**
د. نزار عبشي	**عضو هيئة التحرير**

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

سورية . حمص . جامعة البعث . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : 2138071 31 963 ++

. موقع الإنترنت : www.albaath-univ.edu.sy

. البريد الالكتروني : magazine@ albaath-univ.edu.sy

ISSN: 1022-467X

قيمة العدد الواحد : 100 ل.س داخل القطر العربي السوري

25 دولاراً أمريكياً خارج القطر العربي السوري

قيمة الاشتراك السنوي : 1000 ل.س للعموم

500 ل.س لأعضاء الهيئة التدريسية والطلاب

250 دولاراً أمريكياً خارج القطر العربي السوري

توجه الطلبات الخاصة بالاشتراك في المجلة إلى العنوان المبين أعلاه.

يرسل المبلغ المطلوب من خارج القطر بالدولارات الأمريكية بموجب شيكات باسم جامعة البعث.

تضاف نسبة 50% إذا كان الاشتراك أكثر من نسخة.

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
- طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
- **اذا كان الباحث طالب دراسات عليا:**

يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقته على النشر في المجلة.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:**

يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :**

يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.

- **اذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :**

يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):**

عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1- مقدمة

2- هدف البحث

3- مواد وطرق البحث

4- النتائج ومناقشتها .

5- الاستنتاجات والتوصيات .

6- المراجع.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب – الاقتصاد– التربية – الحقوق – السياحة – التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):**
- عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1. مقدمة.
2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
3. أهداف البحث و أسئلته.
4. فرضيات البحث و حدوده.
5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
7. منهج البحث و إجراءاته.
8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
9. نتائج البحث.
10. مقترحات البحث إن وجدت.
11. قائمة المصادر والمراجع.

7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:

أ- قياس الورق 17.5×25 B5.

ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 – يمين 2.5- يسار 2.5 سم

ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8

ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20

. كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.

ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.

8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.

9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.

10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:

آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة (–) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة.

وفيما يلي مثال على ذلك:

–MAVRODEANUS, R1986– **Flame Spectroscopy**. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد (كتابة مختزلة) وبعدها فاصلة . أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة.

مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases **Clinical Psychiatry News** , Vol. 4. 20 – 60

ج. إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و التقيد

بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة البعث

1. **دفع رسم نشر (20000) ل.س عشرون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.**
2. **دفع رسم نشر (50000) ل.س خمسون الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .**
3. **دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .**
4. **دفع مبلغ (3000) ل.س ثلاثة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.**

المحتوى

اسم البحث	اسم الباحث	الصفحة
دراسة إمكانية إنتاج قماش منسوج ثلاثي الأبعاد بهدف تحسين خصائص مقاومة اللهب	شهد رجوب د راميه المحمد	66-11
دراسة إمكانيَّة إنتاج أقمشة تريكو عرضيَّة ذات مواصفات أوكسيتيك	إيمان زينة وديان عباس د. مصطفى الرشيد الأحمد	98- 67
دراسة تأثير مواصفات الأقمشة على راحة الارتداء للجوارب الرياضية	د .وديان عباس	128-99

جامعة البعث

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية

قسم هندسة الغزل والنسيج

دراسة إمكانية إنتاج قماش منسوج ثلاثي الأبعاد بهدف تحسين خصائص مقاومة اللهب

إعداد:

المهندسة شهد نادر رجوب

المشرف العملي:

الدكتورة المهندسة راميه المحمد

دراسة إمكانية إنتاج قماش منسوج ثلاثي الأبعاد بهدف تحسين خصائص مقاومة اللهب

ملخص البحث:

نتيجة للتطور التكنولوجي الكبير الحاصل في العالم أجمع ومن واقع الظروف السورية والأخطار التي نتعرض لها اليوم كان لابد من العمل وعلى نطاق واسع لتطوير وسائل الحماية، وكون النسيج أحد وأهم تلك الوسائل فقد تم التوجه في هذا البحث لإنتاج أقمشة تقنية ذات تطبيقات صناعية مختلفة، وذلك من خلال إنتاج نسيج ثلاثي الأبعاد ومن ثم معالجته بمواد فوسفورية مؤخرة للهب وتجفيفه بطريقتي التجفيف العادي والميكروويف وإجراء بعض الاختبارات الميكانيكية عليه.

أثبتت النتائج أن فعالية تأخير اللهب تحسنت بشكل كبير من خلال ترابط الجزيئات وتغلغل المادة بالإضافة إلى تحسن في المتانة.

كلمات مفتاحية :

ثلاثي الأبعاد ، خيوط الربط ، تأخير اللهب ، معالجة نهائية ، ملابس حماية

Studying the possibility of producing three dimensional woven fabric in order to improve Flame resistance characteristics

Abstract:

As a result of the great technological development taking place in the whole world and from the reality of the Syrian conditions

And the dangers that we are exposed to today, it was necessary to work on a large scale to develop means of protection Considering that weaving is one of the most important of these means it has been directed to produce technical fabrics with different industrial applications.

And that is by producing a three-dimensional fabric and then treating it with phosphorous materials flame back and drying it by the methods of traditional and microwave drying, and conducting some mechanical tests on it.

The results demonstrated that the flame-retarding efficacy was greatly improved by particle bonding and material penetration as well as an improvement in hardness.

(Keywords):

Three dimensional fabrics , Link Yarns , Delay flame , final processing , Protective clothing

1- مقدمة:

يتكون النسيج من تعاشق نوعين من الخيوط المتعامدة وفق نظام محدد يدعى التركيب النسيجي، تسمى الخيوط الطولية خيوط السداء متوضعة بالاتجاه x والعرضية خيوط الحدف (اللحمة) متوضعة بالاتجاه y، وحياكة السداء والحدف مع بعضها البعض تسمى النسيج.

لكن النسيج كلمة عامة تصنف إلى:

1- نسيج أحادي الطبقة: يستخدم في تصنيع الملابس كالقمصان.

2- نسيج طبقة ونصف: يستخدم في تصنيع البشاكير.

3- نسيج ثنائي الطبقة: يستخدم في تصنيع الأحذية.

4- نسيج ثلاثي الأبعاد: يستخدم في صناعات تتعلق بمجال الفضاء والطيران.

مع التطورات التكنولوجية المختلفة في جميع مجالات الحياة وتزايد الأخطار التي نتعرض لها كخطر التعرض للهب وغيره، فمن الضروري العمل وعلى نطاق واسع لتطوير وسائل الحماية، وكون النسيج أحد أهم تلك الوسائل فلابد من العمل على تطويره وجعله أكثر ملائماً للاستخدامات الخاصة وإنتاج أقمشة تقنية مقاومة للهب

انطلاقاً من تلك المنسوجات العادية المسطحة المكونة من مجموعة واحدة للسداء والحدف، وذلك باعتبار سماكة القماش ذو قيمة اعتبارية بالنسبة لطوله وعرضه وتوضع تلك الخيوط في ثلاث مستويات متعامدة ضمن التركيب النسيجي لتشكيل القماش ثلاثي الأبعاد ولكن بتوفر ميكانزمات لفتح النفس مجهزة بشكل خاص وكذلك ميكانزمات إضافية أي أنها مختلفة إلى حد ما عن الأجهزة العادية، ومن ثم معالجته بما يتناسب مع مجال استخدامه كقماش مقاوم للهب وتجفيفه بعد المعالجة بطريقتي التجفيف العادي والميكروويف ومقارنة النتائج حسب قدرة كل من الطريقتين على تغلغل المادة ضمن النسيج واختيار الأفضل بما يناسب استخدامها في مجال الحماية بعد إجراء اختبار اللهب، ومن ثم تطبيق الإختبارات الميكانيكية (اختبار تحديد قوة القطع والاستطالة– اختبار الإهتراء للقماش– اختبار تحديد نسبة الانكماش بالإتجاه الطولي والعرضي) على عينات النسيج المعالجة وغير المعالجة.

2- هدف البحث:

1- إنتاج أقمشة ثلاثية الأبعاد يمكن استخدامها في العديد من التطبيقات الصناعية.

2- معالجة القماش المنتج بمواد مؤخرة للهب بهدف الحصول على درجة عالية وفعالية أكبر في مقاومة اللهب.

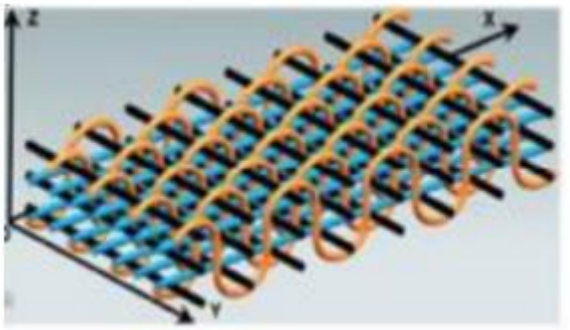
3- الحصول على أقمشة ثلاثية الأبعاد ذات متانة جيدة .

3- الأقمشة ثلاثية البعد: Definition of three-dimensional fabrics woven

يمكن تعريف الأقمشة ثلاثية الأبعاد "3D Fabrics" بأنها الأقمشة التي يمثل فيها سمك القماش قيمة اعتبارية تماماً مثلما يمثل عرضه وطوله، الأمر الذي يختلف عن الأقمشة المنسوجة المكونة من مجموعة واحدة للسداء واللحمة معاً بسلسة من الخيوط الموثقة وتستخدم نمر مختلفة من الخيوط لإنتاج مجموعة واسعة من أقمشة التدعيم ثلاثية الأبعاد ذات الطبقات المتعددة ، تنظم في علاقة بين ثلاث مستويات

متبادلة متعامدة حيث تتشابك الخيوط طولياً في الاتجاه (X) وعرضياً في الاتجاه (Y) ورأسياً في الاتجاه (Z) وهو المسؤول عن إحداث القوة، الصلابة، وكذلك السمك في الهيكل النسيجي.

كما هو موضح في الشكل (1) [10]



الشكل (1) منظور ثلاثي الابعاد لقماش 3D [10]

تتميز الأقمشة ثلاثية الأبعاد بقدرتها على امتصاص الطاقة عندما يتم توزيع الطاقة بشكل متساوٍ على طول الألياف التي تجعلها قادرة على تحمل اختراق الصدمة. [10]

يمكن ربط طبقات الخيوط مع بعضها البعض عن طريق: [13]

أ- **دمج التراكيب البنائية:** حيث يتم ربط خيوط طبقة واحدة إلى طبقة أخرى أو الدمج بين أكثر من تركيب نسيجي مثال: أقمشة الجيوب الهوائية.

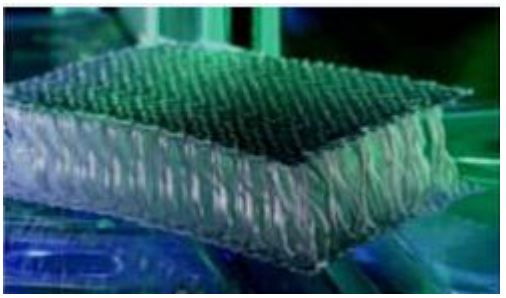
ب- **ترابط التراكيب البنائية:** حيث ترتبط الخيوط بالطبقتين الخارجيتين من الأعلى إلى الأسفل.

4- إنتاج أقمشة ثلاثية الأبعاد متعددة الطبقات:

يمكن تشكيل الأقمشة ثلاثية الأبعاد بإحدى الطرق التالية:

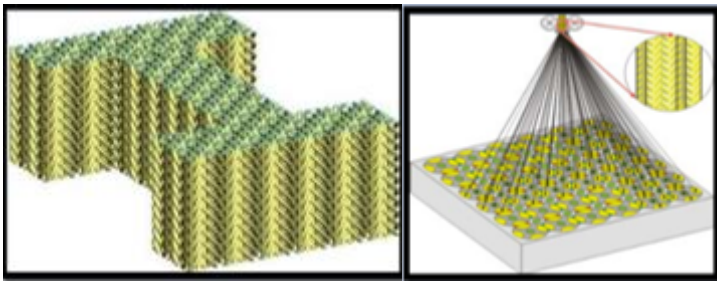
1) الحياكة knitting: الأقمشة المحاكة ثلاثية الأبعاد هي تلك الأقمشة التي نحصل عليها على ألات الحياكة المسطحة باستخدام خيط الربط الذي يصل طبقتين من القماش ويشكل طبقة جديدة تعطي البعد الثالث للقماش.

تتمتع الأقمشة المحاكة ثلاثية الأبعاد بقابليتها العالية للتشكيل، مرونتها العالية، يمكن استخدام الألات الموجودة دون تعديلات كثيرة.[12]



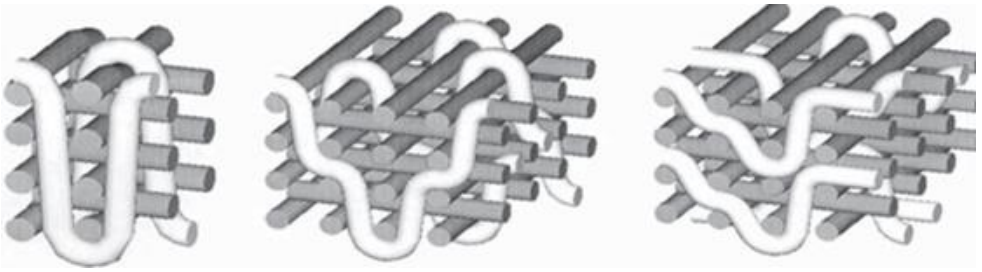
الشكل (2) الهياكل المحبوكة ثلاثية الابعاد[12]

2) التضفير Braiding: نمط تشبيك يتكون من ثلاث فروع أو أكثر من ألياف النسيج، يتم بشبك مجموعتين أفقية وعمودية وذلك بتقاطع الألياف فوق بعضها البعض بحركة متعرجة منتظمة.[12]



الشكل (3) التضفير Braiding في الأقمشة ثلاثية الأبعاد[12]

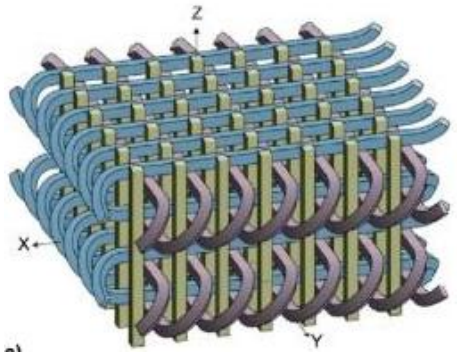
3) النسيج weaving: في النسيج ثلاثي الأبعاد تتقاطع الخيوط المكونة في زوايا مختلفة وبين طبقات مختلفة لتشكيل شبكة ثلاثية الأبعاد أو هيكل يشبه الشبكة.[9]



الشكل (4) قماش منسوج ثلاثي الأبعاد[12]

نتيجة لمواصفات القماش المنسوج 3D تم التوجه لمعالجة هذه الأقمشة لتصبح مقاومة للهب والاحتراق واللهب لاستخدامها عند درجات الحرارة العالية كملابس رجال الإطفاء والمناجم والملابس العسكرية ومستلزمات الطائرة وغيرها.

4) قماش لامنسوج ثلاثي الأبعاد: يتكون من ثلاث مجموعات من الخيوط المختلفة والتي تتمركز في الإحداثيات الثلاثة (x,y,z) دون أن تتداخل مع بعضها البعض، ن ويتم يتم تحديد سمك القماش اللامنسوج ثلاثي الأبعاد من خلال عدد طبقات خيوط السداء والحدف، ويتم امرار خيوط الارتفاع z عمودياً من أعلى وأسفل خيوط اللحمة.



الشكل (5) قماش لامنسوج ثلاثي الأبعاد[12]

– تعتبر جميع الألياف النسيجية الطبيعية منها والصناعية المستخدمة في صناعة أقمشة الملابس، أقمشة الأثاث المنزلي، وغيرها مواد قابلة للاشتعال حيث أن أياً منها لا يتمتع بطبيعته بخاصية صد اللهب ولذلك فإنها تسبب خطر الحريق خلال استخدام المنتجات النسيجية المصنعة منها.

لذلك كان لابد من معالجة القماش المنسوج ثلاثي الأبعاد ضد اللهب لإعطاءه الخواص التالية: [1]

- إعطاء مناعة ضد الاحتراق والتوهج.
- إيجاد المواد المناسبة التي تستخدم بتركيز مقبول حتى لا تؤثر على ملمس الخامة ولا تؤثر في زيادة وزنها.

- إيجاد المركبات المناسبة التي لا تؤثر على متانة الخامة وكذلك سهولة خلطها مع مواد التجهيز الأخرى.
- أن يكون لها ثبات مقبول ضد تأثير الماء والصابون وكذلك ضد المذيبات المستعملة في التنظيف.
- عدم تكوين طبقة تمنع مرور الهواء وبخار الماء.
- ألا يكون لها تأثير فيزيولوجي ضار بالجلد للمستهلك عند استعمالها أو العامل عند تحضيرها.

من أجل تحقيق هذا الهدف ووفقاً للدراسات المرجعية توجد ثلاث طرق لجعل القماش المنسوج مؤخراً للهب:[2]

1- خلط ألياف قادرة بطبيعتها على تأخير اللهب مع الألياف الأخرى أو استخدام هذا النوع من الألياف في صناعة المواد النسيجية.

2- إدخال المواد المؤخرة للهب ضمن البوليمرات ومن ثم الغزل للحصول على ألياف مؤخرة للهب.

3- تطبيق المواد المؤخرة للهب على الأقمشة بتقنية الباد – التجفيف أو الباد – التجفيف – التعتيق.

ومن بين هذه الطرق تستخدم الطريقة الثالثة بشكل واسع. [1]

5- المواد والمعدات المستخدمة في البحث:

5-1-المادة الكيميائية المستخدمة:

المادة المؤخرة للهب التي تم استخدامها في هذا البحث موضحة في الجدول (1)

الجدول (1) يوضح المواد المستخدمة للمعالجة:

حمض الفوسفور	مادة مؤخرة للهب رباعي فوسفات الأمونيوم $((NH4)_2)HPO_4$	يوريا (مادة مساعدة
75gr/L	200gr/L	5gr/L

5-2-الخيوط المستخدمة في النسيج ثلاثي الأبعاد:

-خيوط السداء مصنوعة من البوليستر 150den بكثافة 66 End/cm

-خيوط الحدف: هي خيوط بوليستر بنمرة 300den ويوجد حدف إضافي من الخامة القطنية بنمرة 8Ne وكثافة الحدف الكلية هي 40pick/cm (ثلاث حدفات بوليستر يتبعها خيط قطن وهكذا...).

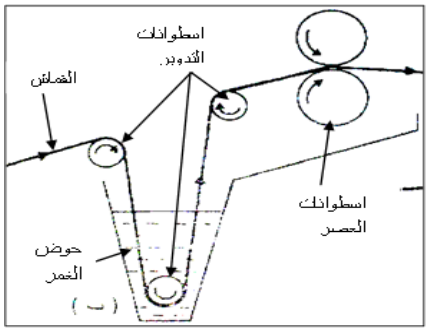
-وزن المتر المربع: إن وزن المتر المربع الواحد من القماش هو $438.1gr/m^2$.

5-3- الأجهزة المستخدمة:

5-3-1-آلة الغمر والعصر (البادر-الفولار) :

المبدأ العام لآلة الغمر والعصر:

- تتكون آلة الغمر والعصر كما هو موضح في الشكل (5) من حوض الغمر الذي يحوي السائل المراد تطبيقه على القماش ، ثم تليه اسطوانات العصر وهي عبارة عن درافيل اسطوانية معدنية مغطاة بطبقة من المطاط ويتراوح عدد الدرافيل من 2 إلى 4 .
- تقوم هذه الاسطوانات بتطبيق ضغط ميكانيكي على القماش ويهدف ذلك إلى نزع الكمية الفائضة من السائل المطبق عن طريق الضغط الميكانيكي على كامل عرض القماش وهذا يؤدي إلى ارتفاع تركيز السائل في القماش وتوزيعه بشكل متجانس على كامل القماش.



الشكل (6) المخطط العام لآلة الغمر أو العصر[1]

5-3-2-حجيرة التجفيف:

هذا الجهاز مقدم من شركة SDL international

الشكل (7) توضيحي لحجيرة التجفيف[1]

ويتيح هذا الجهاز إمكانية التحكم بدرجة الحرارة مع ضبط الزمن (ثانية ،دقيقة ،ساعة) حيث يمكن استخدامه في تجفيف العينات وتعتيقها في درجات حرارة

مرتفعة وضمن فترات زمنية مضبوطة ويمكن استخدام الجهاز لتخزين العينات القماشية.

ويتيح هذا الجهاز إمكانية التحكم بدرجة الحرارة مع ضبط الزمن (ثانية ،دقيقة ،ساعة) حيث يمكن استخدامه في تجفيف العينات وتعتيقها في درجات حرارة مرتفعة وضمن فترات زمنية مضبوطة ويمكن استخدام الجهاز لتخزين العينات القماشية.

(تم اجراء الاختبار في مخبر الكيمياء جامعة البعث)

5-3-3-جهاز المايكروويف:

هي أمواج كهرومغناطيسية ذات ترددات محصورة ضمن المجال من (300MHz) إلى 300GHz أي بين ترددات أمواج الراديو RF والأشعة تحت الحمراء IR بأطوال موجة كبيرة نسبياً بين (1m) و(1mm)

إن طاقة فوتونات المايكروويف منخفضة جداً (0.125 KJ/mol) وذلك بالنسبة للطاقات التقليدية (84-335 KJ/mol) ، وهكذا فإن أمواج المايكروويف لن تؤثر بشكل مباشر على البنية الجزيئية.

الشكل (8) جهاز المايكروويف[1]

5-3-4-جهاز قياس نسبة الانكماش بالاتجاه الطولي والعرضي للأقمشة:

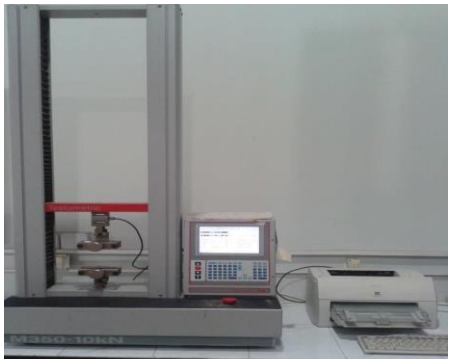
ذو منشأ صيني ، استطاعته 3.5KW ، أبعاده: 25*25mm*18mm

(L*W*H) ، مساحة السطح الحراري الفعال الذي يتم وضع القماشة المختبرة عليه

. 15*15mm

الشكل (9) مقياس نسبة الانكماش[2]

5-3-5-جهاز تحديد قوة القطع والاستطالة:



الشكل (10) جهاز تحديد قوة القطع والاستطالة[2]

المصدر: Testometric M350-10kN BS 2567.

المبدأ: تعتبر مقاومة الأقمشة للانقطاع واستطالتها خلال عمليات الشد من المواصفات الرئيسية للأقمشة.

يتم شد قطعة من القماش على شكل شريط مستطيل بوسائل مناسبة حتى الانهيار ثم يتم تحديد قوة الانقطاع والاستطالَة عند الانهيار إما من خلال الملاحظة المرئية لأدوات القياس المستعملة أو من أجهزة القراءة البيانية التلقائية الحديثة.

التحضيرات: يتم تجهيز ثلاث عينات على الأقل لا يقل قياس كل منها عن (mm300×60) في كل من اتجاهي السداء واللحمة حيث تؤخذ من أماكن مختلفة من القماش.

بعد تكييف العينات ننسل خيوط العرض لتلك الشرائط حتى مسافة mm50 بإزالة عدد متساوي تقريباً من الخيوط من كلا الحاشيتين الطوليتين للعينة.

تم اختبار الشد للعينات الثلاثة على جهاز الشد الموجود في مخبر الغزل التابع لكلية الهندسة الميكانيكية في جامعة حلب، حيث تم اجراء الاختبار بثلاثة تكرارات لكل عينة في كل اتجاه (سداء وحدف) وتم أخذ المتوسط الحسابي للنتائج.

- حمولة الجهاز: 10 KN.
- المسافة الأولية بين الذراعين عند تثبيت العينة 100 mm.
- سرعة الذراع المتحرك 100 mm/min.
- الإجراءات: نضبط البعد بين فكي آلة الاختبار على مسافة 200 mm، نثبت حوالي 50 mm من أحد أطراف العينة عي مركز الفك العلوي ونطبق شد أولي مناسب كما يلي:

1- الوزن السطحي للقماش حتى 200 g/m^2 يستخدم حمل مقداره 2N.

2- الوزن السطحي للقماش من 200 g/m^2 حتى 500 g/m^2 يستخدم حمل مقداره 5N.

3- الوزن السطحي للقماش أكثر من 500 g/m^2 يستخدم حمل مقداره 10N.

نثبت النهاية الحرة للعينة بين الفكوك السفلية ونضبط حركة الملزمة على معدل السرعة 100 mm/minونسجل قوة الانقطاع الناتجة عن الشد والزيادة في الطول بعد انقطاع الاختبار مع إهمال النتائج الحاصلة عندما تنقطع 5m العينة ضمن مسافة 5mm من وجه فكوك الالة.

- نتائج الاختبار:

1- تحسب قوة الانقطاع بالنيوتن لكل عينات الاختبار في اتجاهي الحدف والسداء وتحسب القيمة الوسطى في كل اتجاه.

2- تسجل النسبة المئوية للاستطالة عند الانقطاع لكل من عينات الاختبار في اتجاهي الحدف والسداء وفق العلاقة:

$$L = \frac{\Delta L}{L} \times 100$$

حيث:

E: النسبة المئوية للاستطالة عند الانقطاع.

ΔL: الزيادة في الطول عند الانقطاع بالـ mm.

L: الطول الأصلي للعينة قبل الاختبار أي (200 mm).

وتحسب القيمة الوسطى للاستطالة عند الانقطاع في كل اتجاه.

5-3-6-جهاز مارتندال لتحديد مقاومة القماش للإهتراء وقابلية التكور:

الشكل (11) جهاز مارتيندل[2]

ذو منشأ صيني، أبعاده: *410*600mm*885mm (L*W*H)

عدد الدورات الممكن تشغيلها في الجهاز حتى 20000 دورة

-أجزاؤه:

1) شاشة الكترونية لمعرفة عدد الدورات المنجزة.

2) مقبض عدد (4) لتثبيت العينة المختبرة عليه.

3) صينية معدنية.

4) قماش مخمل على سطحه يتم الاحتكاك مع العينة المختبرة.

5) مجرى له شكل خاص يساعد الصينية على الحركة بشكل دوراني لإجراء عملية الاحتكاك.

-مبدأ عمله:

تحك العينات بمادة حاكة معروفة الخواص بضغط وباتجاهات متغيرة باستمرار، وتُقارن العينات بعينات معيارية، حيث تتم بواسطته معرفة عدد مرات الاحتكاك التي ادت إلى اهتراء العينة.

(تم اجراء الاختبار في مخبر الميكانيك جامعة حلب).

5-3-7-جهاز قياس سماكة الأقمشة THICKNESS-LAB

الشكل (12) جهاز قياس سماكة الأقمشة[2]

جهاز مخبري مؤلف من قرص سفلي يحمل عينة القماش وقرص علوي وأداة تحميل ومؤشر قياس السماكة ، يستخدم لقياس سماكة الأقمشة بقراءة رقمية، وهو مناسب للأقمشة المنسوجة والمحاكة وغير المنسوجة(NONWOVEN) والنسيج التقني والجلود.

قدرة القراءة من 0 وحتى 10 مم، بدقة 0.01 مم.

6-الإجراءات:

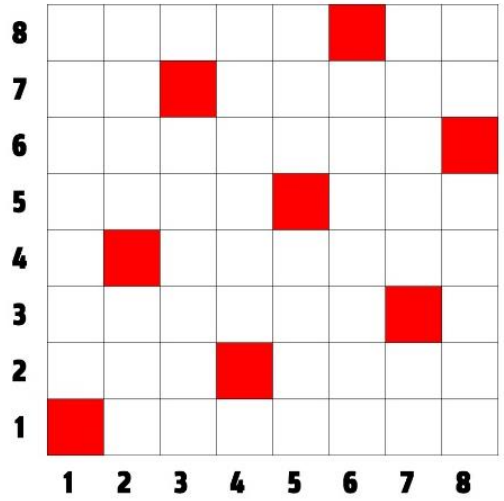
6-1- انتاج النسيج ثلاثي الأبعاد:

تم إنتاج النسيج ثلاثي الابعاد وفق المراحل التالية:

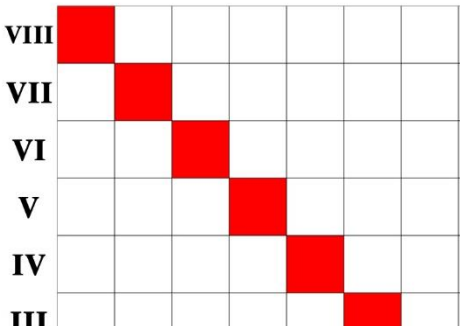
- رسم التصميم على الحاسب

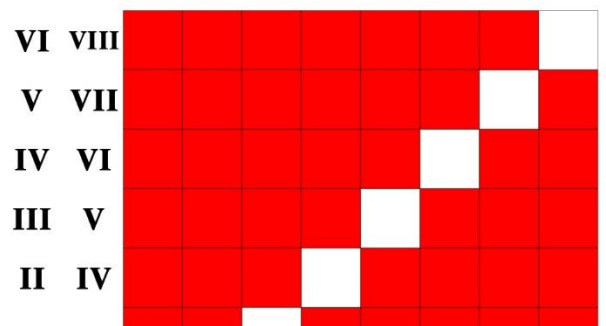
تم رسم التصميم لقماش مكون من طبقتين:

الطبقة العلوية: ساتان 3/8 والطبقة السفلية معكوس المبرد 1/7



الشكل (13) الطبقة العلوية للقماش ساتين 8/3





الشكل (14) الطبقة السفليّة للقماش مبرد يساري 7/1

- إدخال الحياكات المناسبة للتصميم:

تم ادخال الحياكات المناسبة للتصميم المطلوب باستخدام برنامج Ned Graphics وفق مايلي:

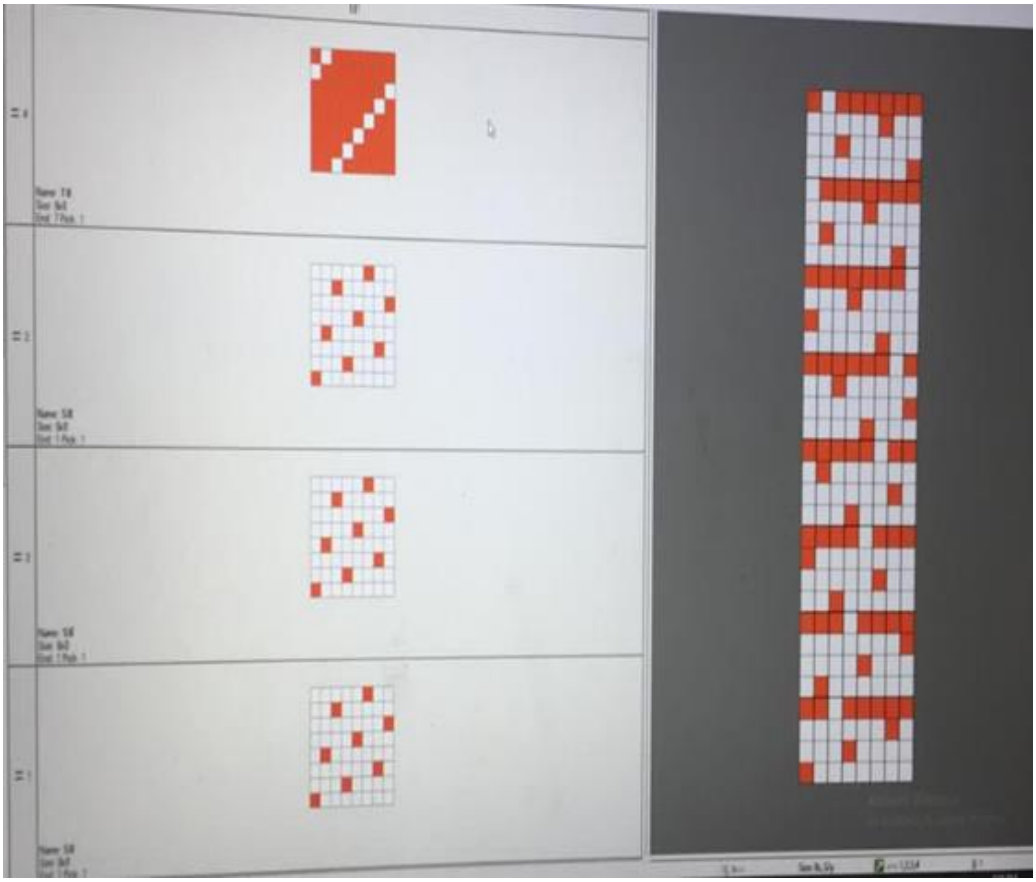
1- ادخال حياكة الطبقة العلوية (ساتان 3/8)

2- ادخال حياكة الطبقة السفلية (المبرد المعكوس 1/7)

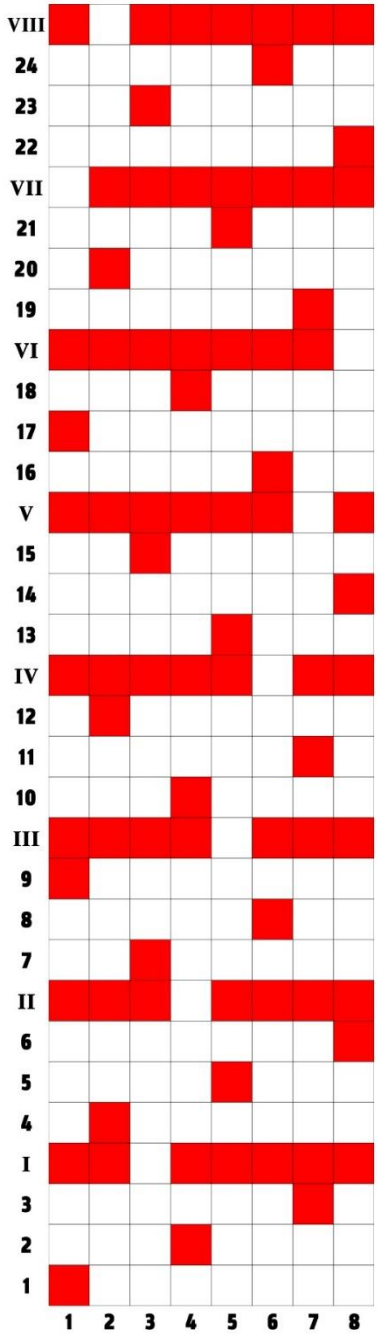
3- يوجد في واجهة البرنامج شريط الأوامر العلوي الموضح في الشكل التالي:

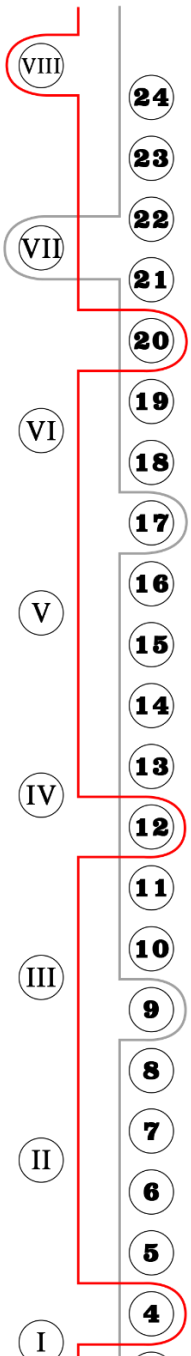
تم النقر على الأمر رقم /7/ (Weft Sequence) في شريط الأوامر ومن خلال هذا الأمر تمت برمجة نظام إدخال الحدفات وفق الترتيب التالي (1,1,1,2) أي (بوليستر،بوليستر،بوليستر،قطن) وذلك بما يتناسب مع التصميم المراد تنفيذه ،ومن ثم النقر على الأمر رقم /1/ (Make Global Weave) لدمج التراكيب

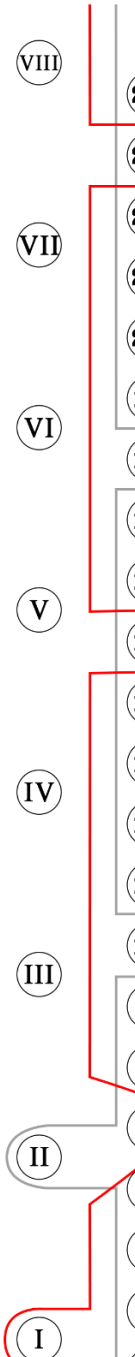
النسيجية المدخلة وفق النظام المحدد والحصول على التركيب النسيجي النهائي كما هو موضح في الشكل رقم (15).

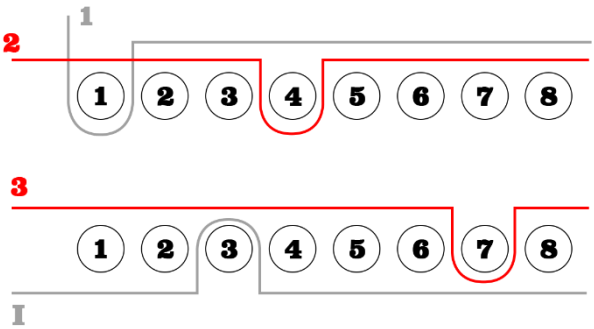


الشكل (15) إدخال الحياكات المناسبة للتصميم على برنامج Ned Graphics


VIII
24
23
22
VII
21
20
19
VI
18
17
16
V
15
14
13
IV
12
11
10
III
9
8
7
II
6
5
4
I
3
2
1
1 2 3 4 5 6 7 8


VIII
24
23
22
VII
21
20
19
VI
18
17
16
V
15
14
13
IV
12
11
10
III
9
8
7
II
6
5
4
I


VIII
VII
VI
V
IV
III
II
I



الشكل (16) ورقة المربعات النهائيّة للتصميم النسيجي ثلاثي الأبعاد

- إنتاج القماش بالتصميم المطلوب على نول النسيج:

تم إنتاج القماش على نول من نوع بيكانول Picanol بلجيكي ذو جاكارد إلكتروني من نوع شتوبلي STAUBLI فرنسي المنشأ.

قوة الجاكارد: 2688 Hooks

الشكل (17) جاكارد إلكتروني

الشكل (18) نول النسيج

حيث تم تقسيم النفس إلى نفسين، النفس العلوي من خيوط (البوليستر) والنفس السفلي من خيوط (قطن، بوليستر) ويتم تعاشق النفسين وفق التصميم النسيجي الموضح في الشكل(16) للحصول على قماش ثلاثي البعد مؤلف من طبقتين، طبقة علوية ساتان وطبقة سفلية معكوس المبرد مرتبطين بخيوط ربط قطنية.

6-2- معالجة النسيج ثلاثي الأبعاد المنتج:

بعد إنتاج النسيج المطلوب تمت معالجة جميع العينات وفق الطرق التالية:

- الطريقة الأولى: غمر في حوض الفولار+ عصر+ تجفيف (مجفف80^0c لمدة 15 دقيقة)

يتم غمر العينات في محلول التشريب لمدة ربع ساعة بدرجة (95^0c) ثم نقوم بالغسيل بالماء البارد وتعصر على الفولار ويتم التجفيف في المجفف بدرجة حرارة (80^0c) لمدة (15) دقيقة ثم التصلب والتعتيق لمدة خمس دقائق فقط في الدرجة (120^0c) وفقاً للأجراء (باد-تجفيف-تعتيق) (pad-dry-cure) ونقوم بإجراء اختبار اللهب.

- الطريقة الثانية: الغمر في حوض الفولار+ عصر+ تجفيف بالمايكروويف (لمدة 4 دقائق عند مستوى الطاقة المنخفضة):

يتم غمر العينات في محلول التشريب لمدة ربع ساعة بدرجة (95^0c) ثم نقوم بالغسيل بالماء البارد وتعصر على الفولار ويتم التجفيف في المايكروويف على الطاقة المنخفضة لمدة(4) دقائق.

3-6- طريقة اختبار مقاومة اللهب:

- اختبار ساندرس:

اشعال عينة قماش معالجة بمؤخرات اللهب لفترة زمنية محددة (12 ثانية) بلهب مباشر ومن ثم إبعاد هذا اللهب وبالتالي فإن الشعلة الناتجة عن اشعال القماش يجب أن تنطفئ ويجب ألا يكون هناك أي توهج لاحق.

- النتائج:

الجدول (2) نتائج اختبار اللهب للعينات المعالجة بالطريقة التقليدية

العينة	النتيجة	نتيجة الاحتراق حسب ساندرس	طول الاحتراق	زمن التوهج
نسيج ثلاثي البعد	ناجحة	انطفاء ذاتي بعد إزالة اللهب	0.14	لايوجد

الجدول (3) نتائج اختبار اللهب للعينات المعالجة بالمايكروويف

العينة	النتيجة	نتيجة الاحتراق حسب ساندرس	طول الاحتراق	زمن التوهج
نسيج ثلاثي البعد	ناجحة	انطفاء ذاتي بعد إزالة اللهب	0.1	لايوجد

مناقشة الجداول:

- نلاحظ من الجداول السابقة أن طول الاحتراق باستخدام التجفيف بالمايكروويف أقل من طول الاحتراق أثناء التجفيف بالطريقة التقليدية (المكواة)، وذلك بسبب أن التسخين التقليدي هو تسخين بطيء وهذا يعني أن سطح المادة يسخن أولاً وبعدها تنتقل الحرارة خلال العينة نحو الداخل والذي يبقى دائماً أبرد من السطح وذلك بدوره يؤثر على تغلغل المادة المؤخرة للهب ضمن عينة النسيج.
- أما التسخين بالمايكروويف هو تسخين بنيوي سريع، فأشعة المايكروويف تتغلغل بسهولة ضمن الجزيئات الداخلية فيتم تسخين جميع الجزيئات بشكل متجانس وذلك يساهم في تغلغل المادة المؤخرة للهب وتوزعها بشكل متجانس ضمن عينة النسيج.

7-الإختبارات الميكانيكية التي تم إجراؤها على النسيج المعالج:

7-1-اختبار تحديد قوة القطع والإستطالة وفق المواصفة القياسية ISO 13934-1:

تم ترميز العينات كالتالي:

D-warp 1: عينة مأخوذة باتجاه السداء غير المعالجة.

D–warp 2: عينة مأخوذة باتجاه السداء التي تم تجفيفها تجفيف عادي (مكواة) بعد المعالجة.

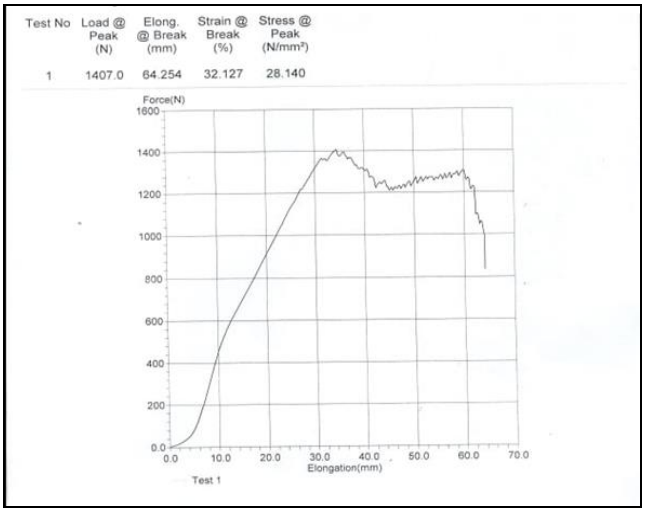
D–warp 3: عينة مأخوذة باتجاه السداء التي تم تجفيفها بالمايكروويف بعد المعالجة.

D–weft 1: عينة مأخوذة باتجاه الحدف غير المعالجة.

D–weft 2: عينة مأخوذة باتجاه الحدف التي تم تجفيفها تجفيف عادي (مكواة) بعد المعالجة.

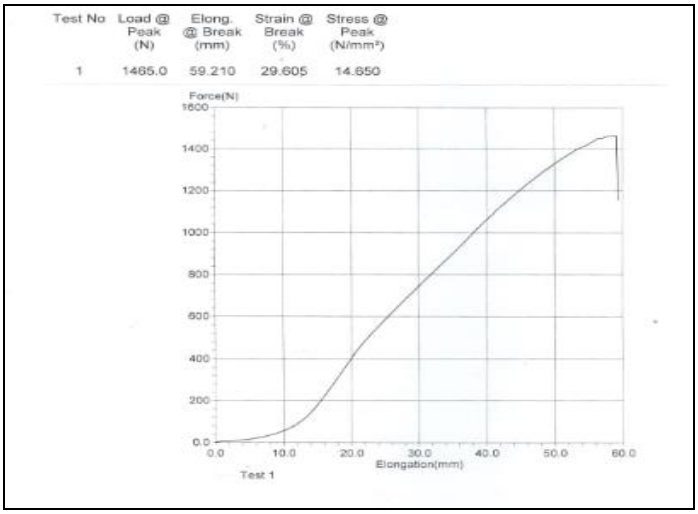
D–weft 3: عينة مأخوذة باتجاه الحدف التي تم تجفيفها بالمايكروويف بعد المعالجة.

والمخططات التالية توضح نتائج الشد لعينة من القماشة مأخوذة بالاتجاه السدائي:



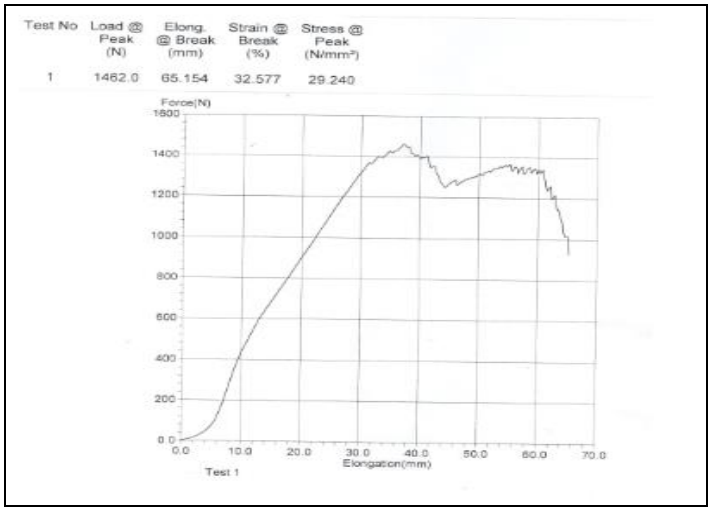
الشكل (19) مخطط قوة الشد للعينة D–Warp 1

من المخطط نجد أنه تم ظهور أول تشوه للعينة عند قوة مقدارها 1407 N وعند استمرار الشد للعينة فقد انهارت بشكل كلي وكانت قيمة الاستطالة عند الانهيار الكلي 64,254 mm.



الشكل (20) مخطط قوة الشد للعينة D–Warp 2

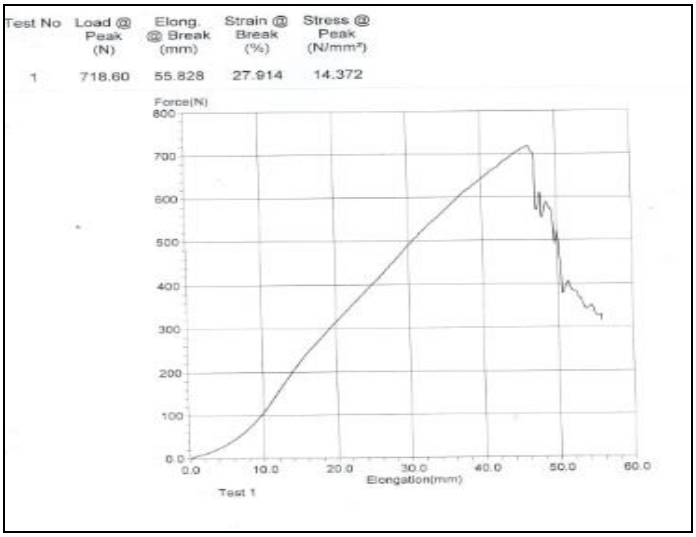
من المخطط نجد أنه تم ظهور أول تشوه للعينة عند قوة مقدارها 1465 N وعند استمرار الشد للعينة فقد انهارت بشكل كلي وكانت قيمة الاستطالة عند الانهيار الكلي 59,210 mm.



الشكل (21) مخطط قوة الشد للعينة D–Warp 3

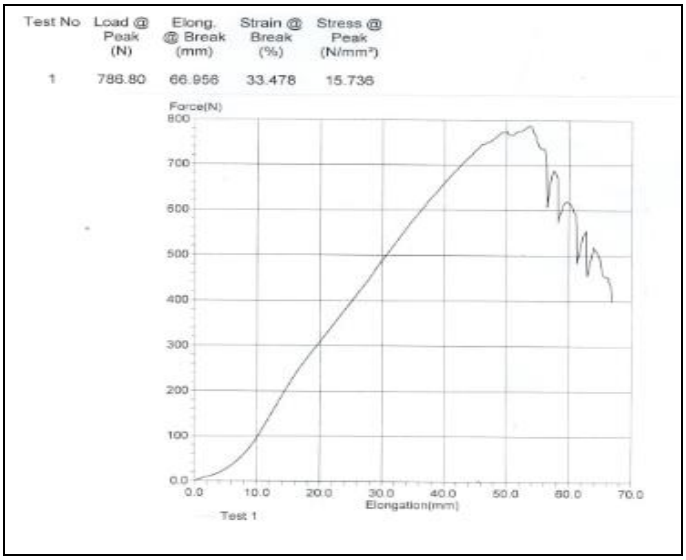
من المخطط نجد أنه تم ظهور أول تشوه للعينة عند قوة مقدارها 1462 N وعند استمرار الشد للعينة فقد انهارت بشكل كلي وكانت قيمة الاستطالة عند الانهيار الكلي 65,154 mm.

والمخططات التالية توضح نتائج الشد لعينة من القماشة مأخوذة بالاتجاه الحدفي:



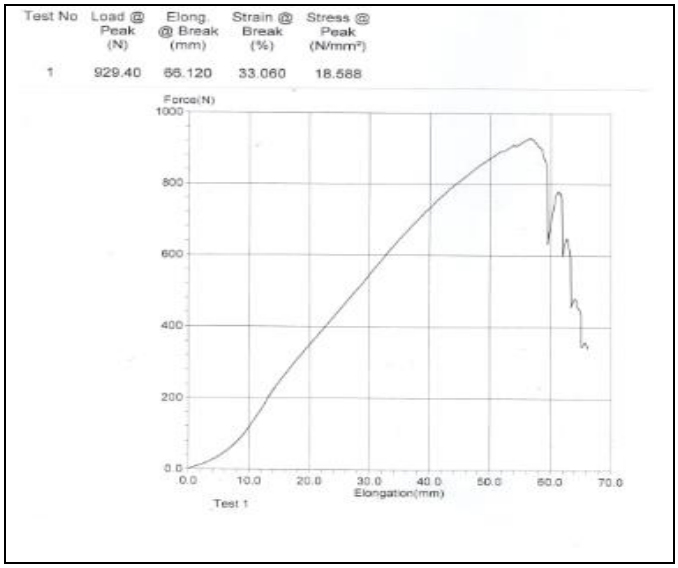
الشكل (22) مخطط قوة الشد للعينة D–weft 1

من المخطط نجد أنه تم ظهور أول تشوه للعينة عند قوة مقدارها 718,60 N وعند استمرار الشد للعينة فقد انهارت بشكل كلي وكانت قيمة الاستطالة عند الانهيار الكلي 55,828 mm.



الشكل (23) مخطط قوة الشد للعينة D–weft 2

من المخطط نجد أنه تم ظهور أول تشوه للعينة عند قوة مقدارها 786,80 N وعند استمرار الشد للعينة فقد انهارت بشكل كلي وكانت قيمة الاستطالة عند الانهيار الكلي 66,956 mm.



الشكل (24) مخطط قوة الشد للعينة 3 D–weft

من المخطط نجد أنه تم ظهور أول تشوه للعينة عند قوة مقدارها 929,40 N وعند استمرار الشد للعينة فقد انهارت بشكل كلي وكانت قيمة الاستطالة عند الانهيار الكلي 66,120 mm.

تم تنظيم متوسط النتائج لقوة الشد والانحراف المعياري في الاتجاه السدائي بعد إجراء خمس اختبارات على كل عينة فكانت النتائج التالي:

الجدول (4) نتائج قوة الشد والانحراف المعياري في الاتجاه السدائي للعينات المعالجة

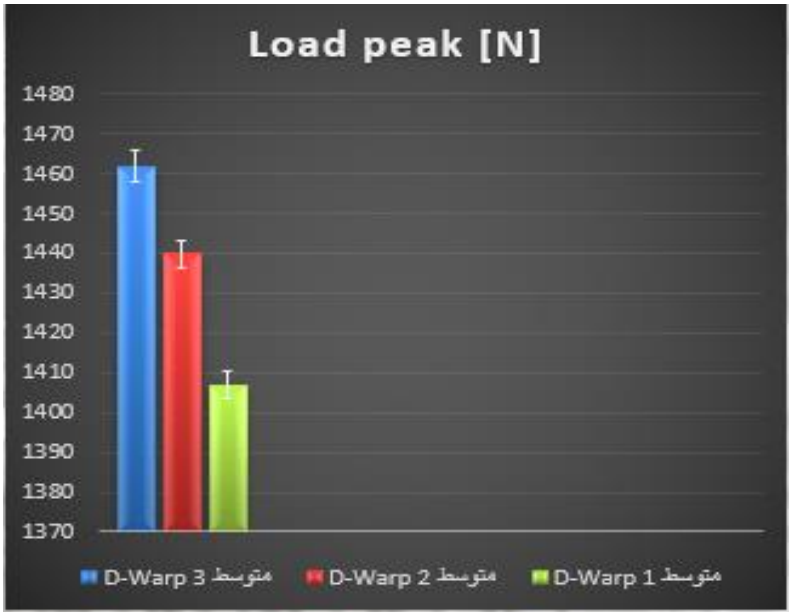
Sample	Load @ Peak [N]	Elongation [mm]	Strain @ Break [%]	Stress@ Peak [N/mm^2]	الانحراف المعياري لقيم الشد	الانحراف المعياري لقيم الاستطالة
D-warp 1	1407	64.254	29.127	23.14	3.57	2.72
D-warp 2	1440	65.154	32.577	28.8	3.46	2.61
D-warp 3	1462	67.382	33.691	29.24	3.74	2.92

تم تنظيم متوسط النتائج لقوة الشد والانحراف المعياري في الاتجاه الحدفي بعد اجراء خمس اختبارات على كل عينة فكانت النتائج التالي:

الجدول (5) نتائج قوة الشد والانحراف المعياري في الاتجاه الحدفي للعينات المعالجة

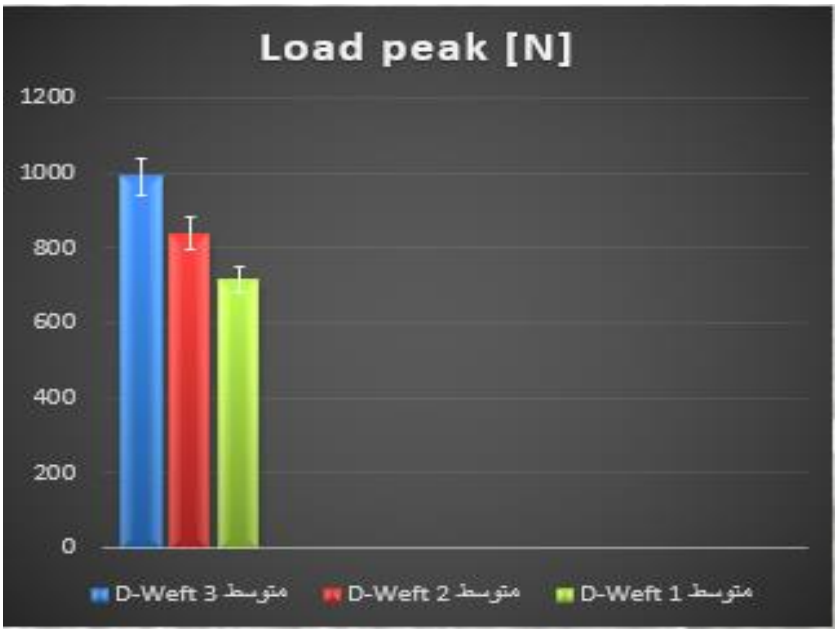
Sample	Load @ Peak [N]	Elongation [mm]	Strain @ Break [%]	Stress@ Peak [N/mm^2]	الانحراف المعياري لقيم الشد	الانحراف المعياري لقيم الإستطالة
D-weft 1	989.2	66.499	33.25	8.892	3.71	2.90
D-weft 2	838.5	54.191	27.059	8.385	3.89	2.61
D-weft 3	714.3	45.269	23.135	7.143	3.49	2.92

وبرسم المخططات للنتائج:

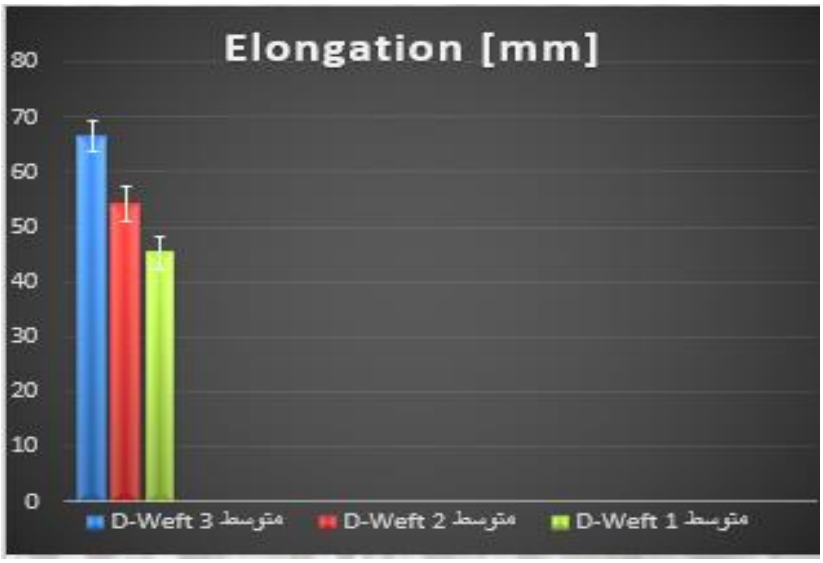


المخطط (25) الحمولة المطبقة في الاتجاه السدائي

المخطط (26) الاستطالة في الاتجاه السدائي



المخطط (27) الحمولة المطبقة في الاتجاه الحدّفي



المخطط (28) الاستطالة في الاتجاه الحدّفي

مناقشة النتائج:

1- من مخططي الشد بالاتّجاه السدائيّ و الحدفيّ واللذّان يعبران عن متوسط القيم لخمس تجارب على نفس طريقة المعالجة للقماش

نستنتج أنّه أثناء تجفيف العيّنة بأشعّة المايكروويف فأنها تحتاج لقوّة كبيرة مقارنةً مع باقي الحالات لكّي يتم انهيار العينة ويعود السبب هنا إلى أنَّ أشعّة المايكروويف قد تؤثّر على البنية الزجاجيّة لألياف البوليستر المكوِّنة لخيوط السداء و الحدف وبالتالي فقد يحصل تغيّير في ترتيب جزيئات المادة تبعاً للأشعّة التي تولّد حرارة عالية داخل المقطع العرضي لليف البوليميري مما يؤدّي إلى زيادة ترابط الجزيئات مع بعضها البعض بواسطة الروابط الكيميائيّة بين الجزيئات.

أمّا من ناحية العينة المجففة بالمكواة (تجفيف عادي) فقد لوحظ أنّها تحتاج لقوّة أكبر من العينة التي لم يحدث عليها أي معالجة وبالتالي نستنتج أنَّ الحرارة المقدّمة من المكواة إلى العيّنة أقل تأثيراً مما هو عليه في حالة التجفيف بأشعّة المايكروويف وبالتالي فإنّ القوة التي تحطم الترابط بين الجزيئات في حالة التجفيف العادي تكون أصغر نسبياً مما هي عليه في حالة التجفيف بأشعّة المايكروويف.

وأخيراً فإنّ العينة التي لم يجرِ عليها أي معالجة هي الأقل قوةً لحدوث تمزّق للقماشة لأنها تخضع لخواص البوليستر الطبيعية.

2- ومن مخططي الاستطالة بالاتّجاه السدائيّ والحدفيّ واللذّان يعبران عن متوسط القيم لخمس تجارب على نفس طريقة المعالجة للقماش

نستنتج أنَّ أعلى قيمة للاستطالة كانت للعينة المجففة بأشعّة المايكروويف بسبب اللدونة الزائدة لجزيئات البوليستر التي تعرّضت لحرارة عالية.

بينما القيمة المتوسطة في المخططين عائدة إلى العينة المجففة بالمكواة (تجفيف عادي) لأنها تتبع القوة اللازمة لقطعها وتتناسب طرداً معها مقارنةً مع العينة المجففة بأشعّة المايكروويف.

وأدنى قيمة للعينة الخاميّة التي تخضع لاستطالة خيوط البوليستر الطبيعية.

إن معالجة العينة بالمادة الفوسفورية وتجفيفها باستخدام المايكروويف قلل من انتشار اللهب لأن المادة المؤخرة للهب توزعت بشكل متجانس على العينات، ويعود ذلك إلى أن التجفيف بالمايكروويف يحد من حركة السوائل وهجرة المواد ضمن النسيج أثناء التجفيف بالإضافة إلى أن التسخين

بالمايكروويف يعمل على تسخين الحجم المعالج بأكمله ويختصر الكثير من الوقت والطاقة.

مع ازدياد كثافة الخيوط والتماسك بينها ضمن القماش المنتج يزداد تغلل المادة المؤخرة للهب مع تحسن ثباتية المعالجة لتأخير اللهب اتجاه الغسيل.

7-2-اختبار الاهتراء للقماش (جهاز مارتيندل) وفق المواصفة القياسية ISO 12947:

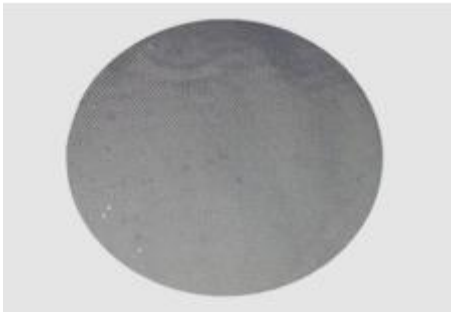
إجراء الاختبار: تم أخذ عينة من القماش المُنتج ثلاثي البعد بشكل دائري قطرها 50 mm ووضعها على جهاز الاختبار وبعد عدة اختبارات تبين أنه عند 3021 دورة(حكة) ظهر أول اهتراء

وزن العينة قبل الاختبار: 0,324 gr

وزن العينة بعد الاختبار: 0,307 gr

مقدار الفقد في الوزن: 5,249 %

نلاحظ من عدد الدورات المؤدية إلى اهتراء العينة أن القماش متين ولم يحصل عليه تغيير كبير في البنية الأساسية والترابط بين الطبقات عند تعرضه لاحتكاك كبير وهذا يلعب دور كبير في متانة القماش المعالج.



الشكل (30) شكل العينة عند ظهور أول اهتراء

الشكل (29) شكل العينة قبل اجراء اختبار الإهتراء

7-3- اختبار تحديد نسبة الانكماش بالاتجاه الطولي والعرضي وفق المواصفة القياسية ISO 3175:

إجراء الاختبار: تم أخذ عينة من القماش المُنتج بشكل مربع أبعاده 100× 100 mm، وتم وضعها على جهاز الاختبار وتعرضت العينات لدرجة حرارة 210 مئوية لمدة 45 ثانية ، وكان مقدار الانكماش الطولي باتجاه السداء والعرضي باتجاه الحدف للقماشة المُنتجة 3%، أي بعد الاختبار أصبحت أبعاد العينة 97×97 mm.

نلاحظ أنه عند تعرض عينة القماش لحرارة عالية لا تتأثر أبعادها بشكل كبير وبالتالي لا تؤثر بشكل سلبي على جسم المرتدي عند استخدامها كقماش مقاوم للهب.

الشكل (31) يظهر شكل العينة التي منها تمت معرفة نسبة الانكماش للقماشة

7-4- اختبار تحديد سماكة القماش وفق المواصفة القياسية ISO 5084:

تم وضع عينة القماش المنسوج ثلاثي الأبعاد على القرص السفلي بشكل حر ومن ثم تطبيق ضغط عليها بواسطة القرص العلوي حتى يصبح سطح العينة العلوي مستو، عندما يلامس القرص العلوي سطح العينة يتم تحويل المسافة

بين القرصين إلى جهاز انفعال بواسطة مؤشر السماكة وبدوره يعطي قيمة السماكة للقماش المختبر.

قيمة السماكة للقماش المنسوج ثلاثي الأبعاد 0.86mm أي أنها ازدادت بمقدار 30 % مقارنة مع سماكة القماش التقليدي.

الاستنتاجات:

- النسيج ثلاثي الأبعاد أعطى أفضل تأخير للهب وأقصر طول احتراق مقارنة مع عينات النسيج المرجعية الموجودة في مراجع سابقة مع تحسن ثباتية المعالجة لتأخير اللهب اتجاه الغسيل.
- استخدام التجفيف بالمايكروويف بعد المعالجة قلل من انتشار اللهب مقارنة بالتجفيف العادي (المكواة) وحد من حركة السوائل وهجرة المواد ضمن النسيج بالإضافة إلى توزيع المادة بشكل متجانس على كامل النسيج.
- التجفيف بأشعة المايكروويف زاد من قوة ومتانة النسيج بسبب زيادة ترابط الجزيئات مع بعضها البعض وبالتالي أصبح النسيج بحاجة لقوة أكبر لكي ينهار مقارنة مع عينات النسيج المجففة بالمكواة وغير المعالجة.

- أعلى قيمة للاستطالة كانت لعينة النسيج ثلاثي الأبعاد المجففة بأشعة الميكروويف بسبب اللدونة الزائدة لجزيئات البوليستر التي تعرضت لحرارة عالية.
- أثناء التجفيف بالمكواة كانت لدونة الخيوط أقل مما هي عليها في حالة المايكروويف لذلك احتاجت العينة قوة انهيار أصغر من العينة المجففة بالمايكروويف.
- العينة غير المعالجة خضعت لخواص البوليستر والقطن الطبيعية حيث لم يطرأ أي تغيير على بنية السلاسل الجزيئية.

المقترحات:

- استخدام نمر خيوط مختلفة لخيوط السداء والحدف وإنتاج أقمشة ثلاثية الأبعاد بكثافات سداء وحدف متغيرة.

- استخدام مستويات طاقة مختلفة للمايكروويف وأزمنة تجفيف مختلفة وملاحظة تأثير تغيرات بارامترات التجفيف على القماش من ناحية المتانة وتأخير اللهب.
- انتاج أقمشة ثلاثية الأبعاد بالاعتماد على ألات التريكو باستخدام حياكة التريكو المتعددة (قطبة أمامية، قطبة خلفية، تضفير، اللغي...الخ).
- استخدام ألياف مختلفة تكون معالجة مسبقاً بمواد مؤخرة للهب (الحرير الصناعي، الصوف، ألياف الأكريليك، فيسكوز...الخ)
- استخدام مواد مؤخرة للهب مختلفة وبتراكيز مختلفة أثناء المعالجة.

المراجع:

1. النجار عهد، بكر؛ حسين، المعالجة النهائية للمنسوجات، الجزء العملي، الطبعة الأولى، منشورات جامعة البعث، 2010

2. بكر؛ حسين، المعالجة النهائية للمنسوجات، الجزء النظري، الطبعة الأولى، منشورات جامعة البعث 2010

3. النجار؛ عهد، دراسة إمكانية تجهيز أقمشة قطنية مقاومة للبلل ومؤخرة للهب، أطروحة ماجستير في قسم هندسة الغزل والنسيج، بإشراف الدكتور زياد سفور، الدكتور أمين طليمات، جامعة البعث، 2014

4-الميرداش؛ لينا، دراسة تحسين خصائص وقابلية الخامات القطنية السورية تجاه مادة الكركمين، أطروحة ماجستير في قسم هندسة الغزل و النسيج، بإشراف الدكتور زياد سفور، جامعة البعث.

5- علا محسن درويش وهند أحمد أمين العبد الله و د. محمد عبد الله الجمل، 2006 اختلاف نظرية التعاشق النسيجي في التراكيب البنائية لأنسجة السادة

وتأثيره على خواص المنتج النهائي. العدد الخامس عشر، مجلة بحوث التربية النوعية بدمياط، جامعة المنصورة.

6- تحقيق البعد الثالث من التصميمات المنسوجة وكيفية الحصول عليها بأساليب نسيجية وفنية مبتكرة، رسالة دكتوراه، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، 2002م.

7- البوشي، أحمد كتاب خواص الألياف كلية الهندسة الميكانيكية، جامعة حلب 2011

8- د. عباس فاضل العموري و د .هاشم علي يسر و د .هادي دويج الزرزور، مراحل الإكمال وتأثيرها على الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للأقمشة القطنية. المجلد84 العدد 1المجلة العراقية للعلوم، كلية العلوم، العراق، جامعة واسط.2011

9- د. رحاب أحمد رضا، 2014 تكنولوجيا النسيج والتراكيب النسيجية. محاضرات منشورة، كلية الاقتصاد المنزلي جامعة أم القرى.

10–الصياد، غادة، الأقمشة ثلاثية الأبعاد المبنية على أساس نسيج مزدوج وقواعد بنائها (2018).

11النجار، عهد، دراسة انتاج أقمشة قطنية مؤخرة للهب باستخدام قشور البيض (2021).

References:

12- Germany, Machine and 3D Woven Spacer Fabric Structures for Lightweight Composites Materials, PhD Thesis, Technical University of Dresden 2007.

13- B K Beheraa, Rajesh Mishra: , New Delhi 110 016, India 2000 "3-Dimensional weaving", Indian Journal of Fibre and Textile Research, Department of Textile Technology, Institute of Technology.

14- Chen. X, Spola. M, Paya. J. G and Mollst. P. S 90 Part I. No. I" Experimental Studies on the Structure and Angle-interlock Woven Structures",Mechanical Properties of Multi-layer Journal of the Textile Institute 1999.

15- Journal Vol 78(9), Chen X, Sun Y and Gong X," Design, Manufacture, and Experimental Analysis of 3D Honeycomb Textile Composites Part I 2008.

دراسة إمكانيَّة إنتاج أقمشة تريكو عرضيَّة ذات مواصفات أوكسيتيك

طالب الدراسات العليا: إيمان محمد زينة

كلية: الهندسة الكيميائية والبترولية – جامعة: البعث

الدكتورة المشرفة: وديان عباس + د. مصطفى الرشيد الأحمد

ملخص البحث:

تُعتَبر تقنيَّة الحياكة العرضيَّة المسطَّحة من التقنيَّات الحديثة والمتوافرة لاستخدامها في إنتاج أقمشة التريكو القابلة للطيّ والتي تمتلك مواصفاتٍ خاصَّةٍ مثل خاصِّيَّة الأوكسيتيك وذلك باستخدام الخيوط التقليديَّة المتوفرة في الأسواق المحليَّة وباستخدام آلة الحياكة المسطَّحة المؤتمتة. تعتمد هذه التراكيب على إنشاء أشكالٍ هندسيَّةٍ محدَّدةٍ على سطح القماش مستوحاةٍ من فنِّ الأوريغامي الياباني (فنّ طيّ الورق) والتي تسمى بالهندسة الأوكسيتيك. تعطي هذه الأشكال الهندسيَّة القماش مواصفاتٍ جديدةٍ وبارامتراتٍ هندسيَّةٍ تختلف عن أقمشة التريكو العرضيَّة العاديَّة، حيث تعتمد هذه الخواصّ على طريقة ترتيب القطب ضمن بنيَّة الحياكة لقماش التريكو.

تمَّ إنتاج عيِّنات البحث باستخدام آلة الحياكة المسطّحة المؤتمتة Shima Seiki وباستخدام برنامج التصميم (SDS–One) وبنوعين مختلفين من القطب لإنتاج عيِّنات ذات تركيب هندسي زيك– زاك بزوايا هندسيّة مختلفة وبخامات متنوعة بالإضافة إلى تغيير عدد القطب الداخلة في تشكيل كل تركيب. أظهرت النتائج أن جميع العيِّنات أبدَّت معدَّل بواسون سالباً وتحمل الخواصَّ الأوكسيتيك المطلوبة والتي تختلف باختلاف زاوية التركيب ونوع الخيط المستخدم وعدد القطب في التركيب.

الكلمات المفتاحيَّة: الحياكة المسطَّحة، الخواصّ الأوكسيتيك، تركيب الحياكة، زاوية التركيب، معدَّل بواسون السالب NPR.

Study of the Possibility of Producing Auxetic Weft Knitting Fabrics

Dr: Wedian Abbas ,Dr: Mostafa Al Ahmad

Eng : Emaan Zaina

Abstract:

In this paper, we present the technique used to produce many foldable flat weft knitting structures with auxetic properties using traditional yarns available in the local markets, and an automated flat knitting machine.

These structures depend on creating specific geometric shapes on the surface of the fabric which is called auxetic geometry, inspired by origami (the Japanese art of paper folding).

The geometric shapes give the fabric new specifications and geometric parameters that differ from traditional weft knitting fabrics, as these properties depend on the method of arranging the stitches within the structure of the knitted fabric.

The research samples were produced using the Shima Seiki automated flat knitting machine with the design software (SDS-ONE) and with two different kinds of stitches to produce samples with Geometric Zig-Zak structures with different geometric angles and several materials as well as changing the number of stitches involved in forming each structure.

The results showed that all samples had a negative Poisson's rate and the required auxetic properties, which differ according to the structure angle, the type of yarn materials, and the number of stitches in the structure.

Key Words:

Flat Knitting, Auxetic properties, Knitting Structure, Structure Angle, Negative Poisson's Ratio NPR.

1- مقدِّمة:

أصبحت الأقمشة في الوقت الحاليّ ذات مجال استخدامٍ واسعٍ جداً ليس فقط في الملابس والعمارة الداخليَّة، بل امتد استخدامها إلى مجالات صنَّاعيَّة وتقنيَّة مختلفة ويعود ذلك بشكلٍ أساسيٍ إلى التطور المتسارع غير المحدود في قطاعات الغزل والنسيج "وخاصَّة الحياكة", إضافةً لدمجها في قطاعاتٍ هندسيةٍ وصنَّاعيَّةٍ مختلفةٍ. وذلك بسبب المزايا الكثيرة التي تقدمها الأقمشة بشكلٍ عامٍ وأقمشة الحياكة التقنيَّة بشكلٍ خاصٍ والتي تتميز بها عن غيرها من المواد، مثل الخواصّ الميكانيكيَّة وقابليَّة التحكم والضبط، سهولة التعامل مع الأقمشة، المرونة العالية، المتانة، وخصائص أخرى.[1] وتُعَّد أقمشة التريكو ذات السلوك الأوكسيتيك فئةً مناسبةً من المواد المستخدمة في هذه التطبيقات. [2]

حيثُ تُعرَّف الأقمشة ذات السلوك الأوكسيتيك بأنها الأقمشة التي تظهر معدَّل بواسون سالباً (NPR)، حيث تبدي هذه الأقمشة سلوكاً ميكانيكيَّاً مختلفاً عن باقي الأقمشة ذات معدَّل بواسون الموجب فعند تعرضها لقوى شدٍّ محوريٍ من أحد المحاور فإنها تتوسع وتزداد أبعادها بالاتجاه الآخر أي بشكلٍ معاكسٍ لسلوك باقي الأقمشة. ويُعّد التأثير الأوكسيتيك مسؤولاً عن إعطاء الأقمشة خصائصاً مضافةً ترفع من الأداء الوظيفيّ لها ومن أهم هذه الخصائص (مقاومة القطع، امتصاص الطاقة، امتصاص وعزل الصَّوت). [3]

1-1: الحياكة المسطَّحة:

تُعَّد تقنيَّة الحياكة المسطَّحة إحدى التقنيَّات الأساسيَّة في إنتاج أقمشة التريكو التي تُعتَبر من أهم أنواع المنسوجات المعروفة منذ زمنٍ، فهي ذات جذورٍ تمتد لعشرات السنين وحتى وقتنا الحاليّ. ويمكن تعريفها بأنها تكنولوجيا تصنيع القماش على أساس استخدام خيطٍ واحدٍ لتغذية جميع الإبر العاملة على الآلة، وحيث تعود تسمية هذا النوع من الحياكة إلى شكل الآلة بالإضافة إلى طريقتها في إنتاج الأقمشة بالمقارنة مع آلات الحياكة السدائيَّة والدائريَّة. [3]

وقد انتَشر هذا النوع من الأقمشة وتراكيبها النسيجيَّة في العصر الحديث انتشاراً سريعاً في صناعة أقمشة الملابس، كما امتد إلى الأقمشة المستخدمة في التنجيد والمفروشات والأقمشة التقنيَّة والصنَّاعيَّة. وذلك بعد دخول التقنيَّات والبرمجيَّات الحديثة التي نقلت هذه الصناعة نقلةً نوعيَّةً وحَسَّنت مواصفاتها ومزاياها.

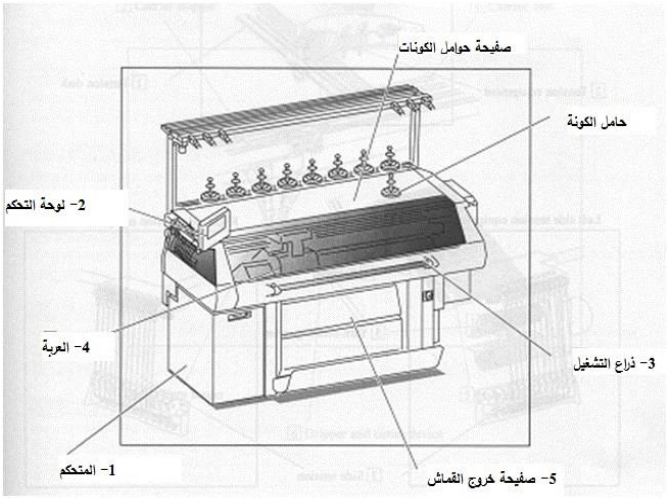
تتميز الحياكة المسطَّحة بخصائصٍ محدَّدة تجعلها مميزةً وملائمةً للاستخدام في المجالات الصحِّيَّة وغيرها من مجالات الاستخدام. من هذه الخصائص: بنى الحياكة، الامتطاطيَّة، نفوذيَّة الهواء، مقاومة التجعّد والانكماش، امتصاص الرطوبة وسهولة الاستعمال وعدم الحاجة للكيّ. [2] بالإضافة إلى ميَّزات أخرى لآلات الحياكة المسطَّحة المؤتمتة نذكر منها:

- رخص ثمنها بالمقارنة مع غيرها من الآلات بالإضافة إلى إنتاجيَّتها العالية.
- قلة العوادم الناتجة عنها بالمقارنة مع طرق أخرى لإنتاج الأقمشة.
- لا تحتاج عدداً كبيراً من اليد العاملة ولا تحتاج إلى عمليات تحضير قبل الإنتاج.
- صغر المساحة اللازمة لتوضع الآلات.
- آلات الحياكة المسطَّحة الحديثة مؤتمتةٌ ومتوافقةٌ بالعمل مع برامج تصميمٍ خاصَّةٍ بها ذات ميَّزاتٍ تُسهل من عملية التصميم والتُعَّديل عليها.

وسنستعرض فيما يلي نموذج لأجزاء إحدى آلات الحياكة المسطحة.

أجزاء آلة الحياكة المسطَّحة:

1- المتحكم (controller) 2- شاشة العمل (operation panel) 3- ذراع الإيقاف (operation bar) 4- العربة (carriage) 5- صفيحة خروج القماش (مع جهاز شدّ (fabric off plate). [2]



الشكل (1) أجزاء آلة الحياكة المسطَّحة

وتمتلك آلات الحياكة المسطَّحة الحديثة مجموعة من الخيارات والميَّزات التي يمكن استخدامها لتصنيع الأقمشة ذات المواصَّفات الخاصَّة ومنها:

- إمكانيَّة اختيار الإبر بشكلٍ فرديٍّ.
- إمكانيَّة نقل القطب بما في ذلك تقنيَّات الربط.
- تحمُّل الإجهاد وإمكانيَّة تبديل الألوان.
- حياكة أنواعٍ مختلفةٍ من القطب في نفس دورة الحياكة، مثل قطب الطلعة الكاملة، قطب النصف طلعة وقطب اللغي.
- تعديلٌ سهلٌ لبارامترات الحياكة أثناء عمليَّة الحياكة، مثل طول القطبة، شدِّ الخيط، شدِّ القماش، تغيير حامل الخيط وسرعة الماكينة.

يعمل هذا النوع من الآلات بتوافق مع برامج تصميم حياكة خاصة به، فمثلاً آلة الحياكة Stoll تعمل مع برنامج تصميم الحياكة M–One، أما آلة الحياكة المستخدمة في بحثنا Seiki Shima فإنها تستخدم برنامج الحياكة SDS–One.

❖ **برنامجSDS–One:**

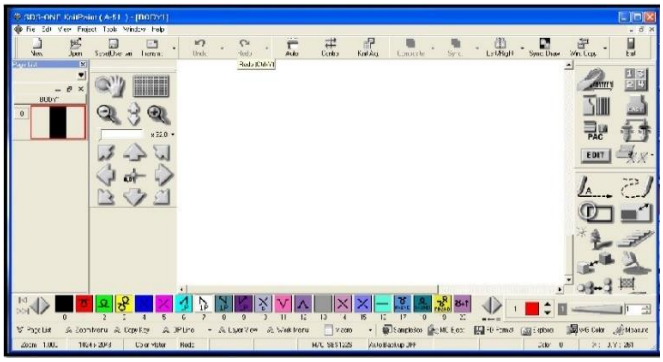
يسمح هذا البرنامج بإنتاج التصميم بالمقاس المحدد ويمكن توظيفه مباشرةً على برنامج التصميم التنفيذيّ دون الحاجة لتعديل المقاسات مرةً أخرى (Rescaling) .كما يسمح بتعديل التصميم وإعادة تلوينه و تخزينه للتعامل معه بصورةٍ متعددةٍ و هذا البرنامج يسمح بإدخال النماذج pattern والأشكال shapes وتجميعها وتعديل مقاساتها وتحريكها وكل أنواع المناورة التي يحتاجها المصمم وهذه الإمكانات باتت تسمح للمصمم بالتفرغ الكامل للعمليَّة الابتكاريَّة. [16] ولبرنامج SDS–Oneعدَّة وظائفٍ هي:

1- التصميم Design.

2- المحاكاة Simulation.

3- البرمجة للعمليَّات الإنتاجيَّة Programming.

4- إنتاج صورةٍ مطبوعةٍ للتصميم تضاهي المنتج بحيث أصبحت أقرب ما يكون إلى صورةٍ الفوتوغرافيَّةٍ للمنتج.



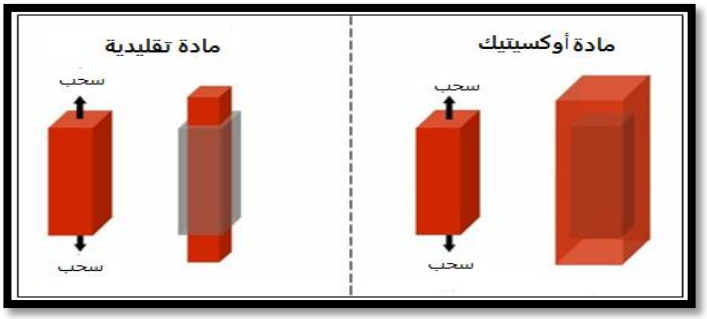
الشكل (2) واجهة برنامج الحياكة SDS-ONE

1-2: أقمشة الأوكسيتيك:

قبل التَّعريف بأقمشة الأوكسيتيك لابدَّ لنا من التَّعريف بمفهوم المواد الأوكسيتيك.

❖ ما هي المواد الأوكسيتيك؟

معظم المواد في الطبيعة لها سلوكٌ محددٌ عند تطبيق قوى الشدِّ باتجاهٍ معينٍ عليها ضمن حدود المرونة، أما بالنسبة للمواد التي تحمل خواصاً أوكسيتيك(غريبة السلوك)فإنها تُظهر سلوكاً مختلفاً تماماً وهذا المصطلح Auxetic مشتقٌ من كلمةٍ يونانيةٍ "AUXETIKOS" يدل على كل "ما يميل إلى الزيادة"، حيث أن المواد ذات السلوك الأوكسيتيك تتمدد عرضيَّاً بدلاً من التقلُّص في حال الشدِّ المحوريِّ الشاقوليِّ لها كما أنها تتضيق عرضيَّاً في حال الضغط الشاقوليّ لها والعكس بالعكس ، أي تُظهر معدَّل بواسون معاكساً بالإشارة للمواد الطبيعيَّة الأخرى والعالم إيفانز هو أول من أطلق عليها هذه التسمية[3]



الشكل (3) مقارنة بين المواد الأوكسيتيك والمواد التقليديَّة.

يعود هذا السلوك إلى البنيَّة الداخليَّة لهذه المواد التي تتكون من أشكالٍ هندسيّةٍ محدَّدةٍ ومفاصل وزوايا، وبحسب الأبحاث الحديثة، فإن هذا السلوك عادةً ما ينتج عن تأثيرٍ مشتركٍ بين البنيَّة الداخليَّة للمادة (الهندسة الداخليَّة) وآلية التشوه التي تخضع لها عندما يتم تطبيق الشدِّ عليها.

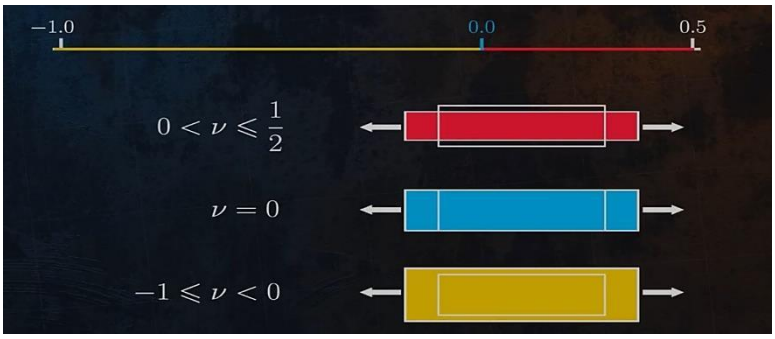
لفهم السلوك الأوكسيتيك للمواد يجب في البداية تعريف معدَّل بواسون:

معدَّل بواسون: هو ثابت مرونةٍ خاليٍ من الواحدات يُعبِر عن تغير أبعاد المادة في الاتجاه الجانبيّ نتيجة تطبيق قوةٍ عليها في اتجاه تطبيق الحمل. وبالتالي فإن معدَّل بواسون هو النسبة السالبة بين الإجهاد الجانبيّ (العرضيّ) للمادة إلى الإجهاد الطوليّ. [4]

:POSSION´S RATIO

$$V = -\frac{\varepsilon_t}{\varepsilon_a} = -\frac{\text{الإجهاد العرضي}}{\text{الإجهاد الطولي}}$$

وتعود إشارة الناقص في قانون معدَّل بواسون لأن التغير العرضي للمادة يكون بالاتجاه المعاكس. في حين أن معظم المواد في الطبيعة لها معدَّل بواسون موجب بين (0) و(0.5). فالمواد الأوكسيتيك هي ذات معدَّل بواسون سالب بين (0 و −1). والمادة التي لها معدَّل بواسون 0 فقط تسمَّى المادة الثابتة مثل الفلين(Cork) . [6]

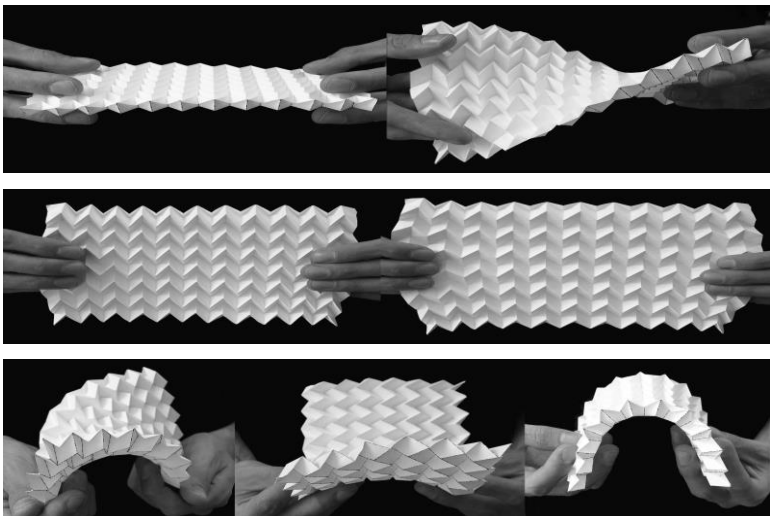


الشكل (4) سلوك المواد تحت الشدِّ المحوريِّ بحسب معدَّل بواسون

❖ **أقمشة الأوكسيتيك:** هي الأقمشة التي تُظهر معدَّل بواسون سالباً، حيث تُبدي هذه الأقمشة سلوكاً ميكانيكيَّاً مختلفاً عن باقي الأقمشة ذات معدَّل بواسون الموجب فعند تعرضها لقوى شدٍّ من أحد المحاور تتوسع بالاتجاه الآخر أي بشكلٍ معاكسٍ لسلوك باقي الأقمشة. [6]

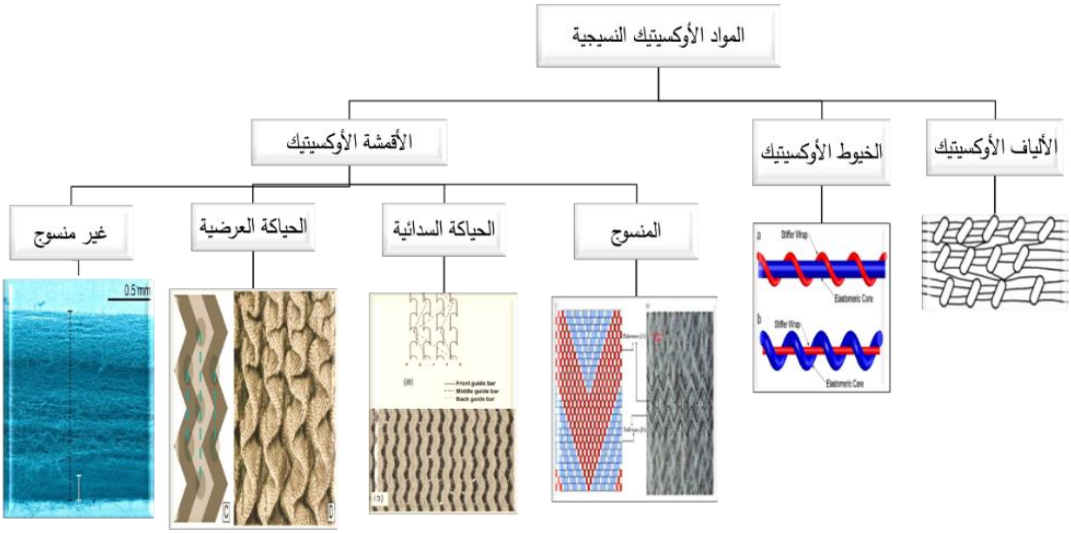
وقد استُوحي هذه النوع من التراكيب الهندسيَّة المستخدمة في أقمشة الأوكسيتيك من بعض المواد الموجودة في الطبيعة كجلد القط، ثدي البقر، الأنسجة العضليَّة والعظميَّة البشريَّة، بعض المعادن الطبيعيَّة كحديد البيريت وبشكلٍ أساسيٍّ من فنّ الأوريغامي الياباني الذي يعتمد على طيِّ الورق للحصول على أشكالٍ زخرفيَّةٍ.

الاستخدام الحديث لكلمة «أوريغامي» كمصطلحٍ شاملٍ لجميع أعمال الطيّ بغض النظر عن المادة المستخدمة، الهدف منها هو تحويل المادة المسطَّحة المستوية إلى الشكل النهائيّ المطويّ من خلال تقنيَّات النَّحت والطيّ. فالعلوم والتكنولوجيا المرتبطة بالهندسة المستوحاة من الأوريغامي جديدةٌ وتتطور بسرعةٍ. ولقد تطورت من المتطلبات الجماليَّة إلى تصميم تراكيب قابلة للطيّ لها خصائصٌ ميكانيكيةٌ مطلوبةٌ في المجال الصناعيِّ، وقد أدَّى ذلك إلى تطبيقاتٍ كثيرةٍ جداً ويُعَّد فهم هذه التصميمات وسلوكها هو الباب الأساسيّ والأهم لفهم سلوك أقمشة الأوكسيتيك القابلة للطيّ. وتُستخدم مبادئ الأوريغامي أيضاً في التعبئة والتغليف وبعض التطبيقات الهندسيَّة الأخرى وأيضاً في الفضاء حيث تستخدمها وكالة ناسا الأمريكيَّة في صنع المركبات الفضائيَّة. [7]



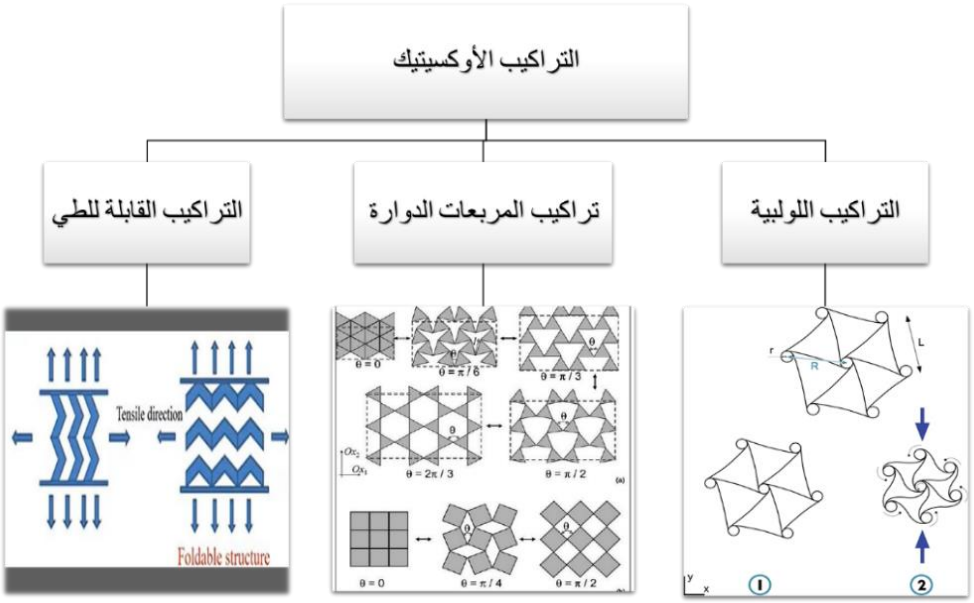
الشكل (5) السلوك الميكانيكيّ لورقة ميورا المستوحاة من هندسة الأوريغامي

وفي محاولةٍ لتقليد التراكيب المورفولوجيَّة الموجودة في الطبيعة من جهةٍ، والتراكيب الهندسيَّة المستوحاة من تقنيَّات هندسة الأوريغامي من جهةٍ أخرى، تم تصميم التراكيب الأوكسيتيك القابلة للطيّ لأغراضٍ متنوعةٍ. حيث تمَّ استخدام تقنيَّات الغزل والنسيج المختلفة لإنتاج أقمشة الأوكسيتيك، سواء كانت تقنيَّة الحياكة أو النسيج أو غير المنسوج، ولكن تقنيَّة الحياكة كانت الأكثر ملائمةً لهذا الغرض بسبب مرونتها الكبيرة.



الشكل (6) تصنيف المواد النسيجية الأوكسيتيك

فقد لاقى استخدام تكنولوجيا الغزل والنسيج والحياكة لإنتاج أقمشة الأوكسيتيك مزيداً من الاهتمام حاليَّاً. وينعكس ذلك في نطاق عمل البحوث المتاحة لاكتشاف الخصائص الأوكسيتيك لمختلف تراكيب الأقمشة. كما تمَّ في السنوات الأخيرة تطوير أقمشة الأوكسيتيك باستخدام أنواع مختلفة من التصميمات والتراكيب كالتراكيب القابلة للطيّ وتراكيب المربعات الدَّوارة والتراكيب اللولبيَّة (الحلزونيَّة) الموضّحة في الشكل أدناه. [6]



الشكل (7) بعض أنواع التراكيب الأوكسيتيك

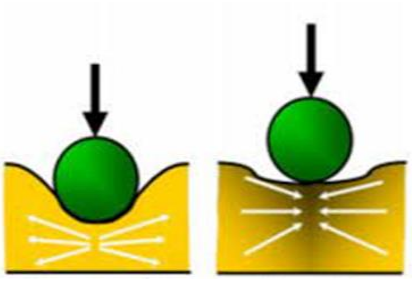
وهنا يجب التفريق بين مصطلح التركيب الهندسيّ للقماش وتركيب الحياكة للقماش، حيث أن تركيب الحياكة بحد ذاته ما هو إلا طريقة تشكيل القطب مع بعضها والذي يعتمد على التراكيب الأساسيَّة للحياكة كتركيب السنغل جورسيه أو الريب والتي تُعَّد تراكيباً أساسيَّةً في تصنيع أقمشة التريكو العرضيّ بشكلٍ عامٍ والتريكو العرضيّ المسطَّح بشكلٍ خاصٍّ والذي تم استخدامه في هذه الدراسة ، أما التركيب الهندسيّ فيقصد به الشكل الهندسيّ الذي يظهر على القماش نتيجة دمج الحياكات المختلفة (تراكيب الحياكة المستخدمة) ، ويمكن أن يتم تسميته في بعض الأحيان بالوحدة التكراريَّة (التكرار) حيث تظهر بعد الحياكة على سطح القماش كشكلٍ متكررٍ(مثلثات أو مربعات أو خلية النحل السداسيَّة) وهي بعض التراكيب الهندسيَّة المسؤولة عن إعطاء السلوك الأوكسيتيك.

بحيث يعتمد تشكيل التركيب الأوكسيتيك بشكلٍ أساسيٍّ على: [6]

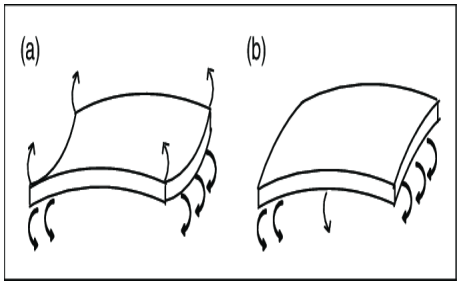
1- قطبة الحياكة: وهي المقياس الصغير لتوضع الخيط ضمن البنيَّة والمكون الأساسيّ للتركيب الأوكسيتيك الهندسيّ. حيث يحدد توازن القوى الداخليَّة ومرونة قطب الحياكة إمكانيَّة الطيّ الذاتيّ للتركيب الهندسيّ.

2- الوحدة التكراريَّة للتركيب الهندسيّ: وهي عبارة عن مجموعةٍ من القطب تعطي أصغر بنيَّةٍ من القماش والتي تُظهر استجابةً للطيّ الذاتيّ وتحمل الخواصّ الأوكسيتيك. وفي حال التركيب الذي استخدمناه في دراستنا فتُشكل الوحدة التكراريَّة بناءً على المحاذاة المتبادلة لقطب الوجه وقطب الخلف. حيث تتوضع قطب الوجه على شكل متوازي أضلاعٍ مجاورٍ لأخر من قطب الخلف. ونتيجة هذا التجاور ينشأ عدم استقرارٍ في القماش ناتجٍ عن قوى داخليَّةٍ تعمل على سحب القماش إلى الداخل أي قوى الطيّ الذاتيّ للقماش الأوكسيتيك.

ويُعّد السلوك الأكثر أهميَّةً والذي تتميَّز به أقمشة الأوكسيتيك أنه أثناء تعرض القماش للشدِّ في الاتجاهات الرأسيَّة أو الأفقيَّة، يتغير ميل الشكل الهندسيِّ الموجود في التركيب وتتوسع الزوايا الموجودة ضمنه فيما يتعلق بالمستوى السطحيِّ للتركيب. يؤدي الشدُّ إلى فتح التركيب بأكمله وبالتَّالي إلى زيادة الأبعاد في كل من الاتجاه الأفقيِّ والعموديِّ وهذا يؤدي إلى الحصول على معدَّل بواسون سالب (NPR) أي إعادة توزع لهندسة الفراغ الموجود ضمن التركيب. يتسبب الحجم المعاد توزيعه في حدوث تغييراتٍ في المظهر الجماليِّ وكذلك في الخصائص الوظيفيَّة مثل العزل الحراريّ، وامتصاص الصَّوت، وامتصاص الطاقة، والصلابة، والمتانة، إلخ. [6]



الشكل (8) مقاومة الضغط المحلي



الشكل (9) قدرة الجسم على تشكيل انحناء

2-أهميَّة وهدف البحث:

تأتي أهميَّة الدراسة في تطوير منتجاتٍ ذات ميزّاتٍ مبتكرةٍ يمكن أن تمثل قيمةً مضافةً مهمةً للقماش دون زيادة تكاليف الإنتاج. وذلك من خلال العمل على التصميم الهندسيِّ ودمج المعرفة والمهارات في مجال الحياكة وتصميمها لذلك تُعَّد محاولة إدخال التراكيب الأوكسيتيك إلى مجال الغزل والنسيج من خطوة هامة جداً حاليَّاً وخاصَّةً لإمكانيَّة استغلال الموارد المتاحة من تقنيَّاتٍ ومواد أوليَّةٍ في الأسواق السوريَّة دون زيادة تكاليف الإنتاج.

- أمّا هدف البحث فيرتكز على دراسة إمكانيَّة إنتاج عيِّنات أقمشة تريكو ذات مواصفات أوكسيتيك وإثبات امتلاكها لهذه الخاصِّيَّة من خلال حساب معدَّل بواسون، بالإضافة لدراسة تأثير تغيير (زاوية التركيب الهندسيِّ للقماش المنتج، عدد القطب في التركيب، أنواع الخامات المستخدمة) على قيمة معدَّل بواسون للقماش وبالتَّالي على الخواصِّ الأوكسيتيك له.

3- الدراسة العمليَّة:

3-1: مواد وطرائق البحث:

❖ **المواد المستخدمة في إنتاج العيِّنات:**

تمَّ استخدام عدَّة أنواعٍ من الخيوط والتي تتوفر بشكلٍ أساسيٍّ في الأسواق السوريَّة والتي تتمتع بخواصٍّ مناسبةٍ للتشغيل على آلة الحياكة المسطَّحة والموضَّحة في الجدول التَّالي:

جدول (1) أنواع ومواصفات الخيوط المستخدمة

نوع المادة الأولية	بولي أميد	بولي أكريليك	ممزوج (بولي أميد 80% / بولي إستير 20%)	قطن 100%
نمرة الخيط (Tex)	16	16	16	16

الأجهزة المستخدمة في إنتاج العيِّنات:

1- آلة حياكةٍ مسطحةٍ إلكترونيَّةٍ (Shima Seiki اليابانيَّة) وباستخدام البرنامج

SDS-ONEالمتوافق مع هذا النوع من الآلات.

الشكل (10) آلة الحياكة المسطَّحة

بارامترات عملية إنتاج العينات:

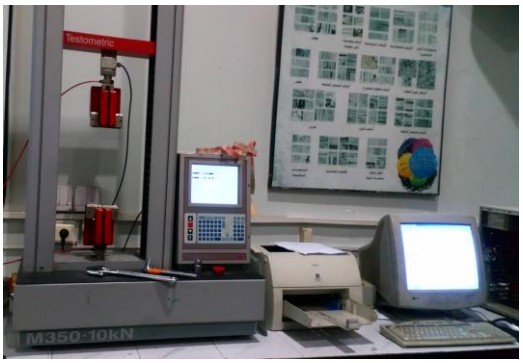
سرعة آلة الحياكة: 100 m/min، الكيج (نعومة الآلة): 7 Needle/inch، عدد الخيوط المُغذات في الإبر: 3 خيوط، وذلك مع تثبيت أبعاد العيِّنات على الماكينة cm^2 (50x50)

الأجهزة المستخدمة في اختبار العيِّنات:

جهاز قياس قوة الشدّ:

تمَّ استخدام جهاز قياس قوة الشدّ الميكانيكيّ من طراز (M350-10KN Testometric) وقد تمَّ توحيد بارامترات الاختبار الذي أُجري لكل العيِّنات حيث تمَّ ضبط سرعة شوط الجهاز على 100 mm/min، وطول المباعدة (المسافة بين الفكين) هو 60 mm، وضمن الشروط القياسية للتجربة بدرجة حرارة الاختبار 2 ± 25 درجة مئويَّة، والرطوبة 5% ± 65%.

- كاميرا فيديو: الكاميرا المستخدمة هي كاميرا CANON تمَّ تسجيل الفيديوهات بدقة 25 صورة/الثانية



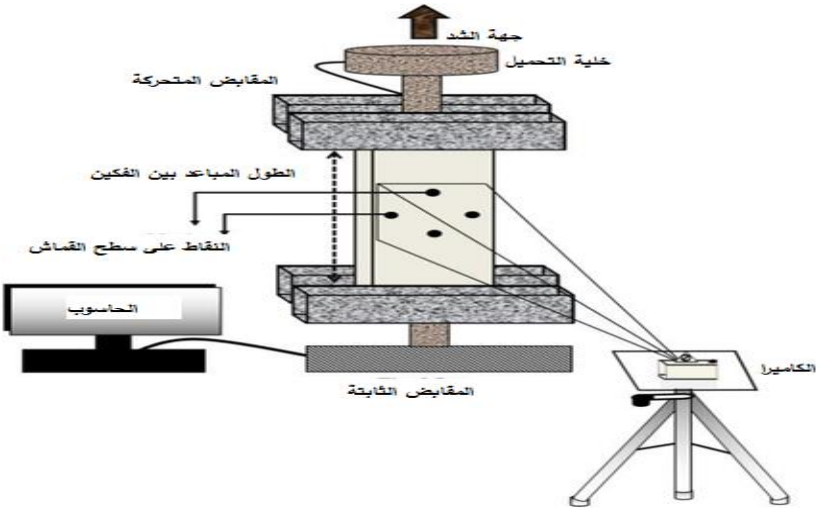
الشكل (11) جهاز اختبار قوة الشدّ

الشكل (12) كاميرا الفيديو

❖ حساب معدَّل بواسون:

يُعرّف معدَّل بواسون (ν) لمادةٍ ما *بأنه* النسبة السالبة للإجهاد العرضيّ إلى الإجهاد الطوليّ في اتجاه تطبيق الحمل (الشدّ).

وللحصول على معدَّل بواسون (ν) للأقمشة التي تمَّ إنتاجها، تمَّ اختبار العيِّنات باستخدام جهاز شدٍّ مزوَّدٍ بكاميرا تصويرٍ رقميَّةٍ من أجل تسجيل التغير اللحظيّ للعيِّنة نتيجة الشدّ المطبق عليها من أجل فتح طيَّات القماش وذلك من أجل دراسة تغير معدَّل بواسون للعيِّنة عن طريق معالجة الصور على برنامج معالجة الصورة ImageJ أي أن تحمل العيِّنة الخواصّ الأوكسيتيك المطلوبة.



الشكل (13) شكل تخطيطي لعملية فرد طيّات القماش بواسطة جهاز الشدّ

يُحسب معدَّل بواسون (ν) وفقاً لما يلي:

معادلة:

$$\gamma = -\varepsilon_t / \varepsilon_a$$

حيث أن ε_a و ε_t هما الإجهاد الطوليّ والعرضيّ على التَّوالي.

$$\varepsilon_t = \frac{\Delta r}{r_0} = \frac{r - r_0}{r_0}$$

$$\varepsilon_a = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0}$$

r: العرض بعد فتح الطيَّات. r_0: العرض في وضع الرَّاحة قبل فتح الطيّات.

L: الطول النهائيّ بعد فتح الطيات. L_0: الطول البدائيّ في وضع الرَّاحة قبل فتح الطيّات.

2-4: تصميم وإنتاج العيِّنات:

في هذا البحث، تمَّ استخدام آلة الحياكة المسطَّحة المؤتمتة Shima Seiki لتصنيع أقمشة الأوكسيتيك التي يفترض أن تتوسع عرضيَّاً عند تعرضها للشدّ الطوليّ. وقد تمَّ استخدام برنامج SDS-1 وتصميم (21) عيِّنة بتركيب زيك -زاك بعدَّة أنواع خيوطٍ وبزاويتين مختلفتين للتركيب الهندسي وعدد قطبٍ مختلفٍ. كما هو موضحٌ في الأشكال التَّالية:

الشكل (14) تركيب الزيك- زاك / خيط ممزوج

الشكل (15) تركيب الزيك- زاك /خيط بولي أكريليك

الشكل (16) تركيب الزيك– زاك /خيط قطن	الشكل (17) تركيب الزيك– زاك /خيط بولي أميد

- ✓ **تركيب الزيك –زاك بزاوية 90°:**

تم إنتاج 15 عيِّنة من هذا التركيب وباستخدام أربع أنواعٍ من الخامات (قطن، ممزوج، بولي أميد وبولي أكريليك) وبعدد قطبٍ مختلفٍ (12X12, 10X10, 8X8)

- ✓ **تركيب الزيك– زاك بزاوية 45°:**

تمَّ إنتاج ست عيِّناتٍ من هذا التركيب حيث استخدمنا ثلاث أنواعٍ من الخيوط لإنتاج العيِّنات (قطن، ممزوج وبولي أميد)، عيِّنتين من كل نوع خيطٍ بعدد قطبٍ مختلفٍ(8X12, 4X12).

مواصفات التراكيب للعيِّنات التي تمَّ تصميمها وإنتاجها موضحة في الجدول رقم (2).

جدول (2) مواصفات عيِّنات الأقمشة المنتجة.

العينة	اللون	نوع الخيط	التركيب	الزاوية	عدد القطب	عدد الخيوط	الكيج needle\inch	السماكة mm	السرعة mm/min
1	خمري	ممزوج	زيك - زاك	90°	8*8	3	7	2.2	100
2	خمري	ممزوج	زيك - زاك	90°	10*10	3	7	2.2	100
3	خمري	ممزوج	زيك - زاك	90°	12*12	3	7	2.2	100
4	خمري	ممزوج	زيك - زاك	90°	6*6	3	7	0.6	100
5	زيتي	بولي أميد	زيك - زاك	90°	12*12	3	7	1.8	100
6	زيتي	بولي أميد	زيك - زاك	90°	8*8	3	7	1.8	100
7	زيتي	بولي أميد	زيك - زاك	90°	10*10	3	7	1.8	100
8	زيتي	بولي أميد	زيك - زاك	90°	6*6	3	7	0.8	100
9	أسود	بولي أكريليك	زيك - زاك	90°	6*6	3	7	0.4	100
10	أسود	بولي أكريليك	زيك - زاك	90°	10*10	3	7	2.1	100
11	أسود	بولي أكريليك	زيك - زاك	90°	8*8	3	7	2	100
12	أبيض / أزرق	قطن	زيك-زاك	90°	12*12	3	7	2.8	100
13	أبيض / أزرق	قطن	زيك-زاك	90°	8*8	3	7	2	100
14	أبيض / أزرق	قطن	زيك-زاك	90°	10*10	3	7	2	100
15	أبيض / أزرق	قطن	زيك-زاك	90°	6*6	3	7	0.8	100
16	خمري	ممزوج	زيك - زاك	45°	12*8	3	7	2.3	100
17	خمري	ممزوج	زيك - زاك	45°	12*4	3	7	2.8	100
18	زيتي	بولي أميد	زيك - زاك	45°	12*8	3	7	2	100
19	زيتي	بولي أميد	زيك - زاك	45°	12*4	3	7	2.8	100
20	أبيض / أزرق	قطن	زيك-زاك	45°	12*8	3	7	2	100
21	أبيض / أزرق	قطن	زيك-زاك	45°	12*4	3	7	2	100

4-مقارنة العيِّنات:

من أجل تحقيق هدف البحث ودراسة تأثير البارامترات التي تمَّ ذكرها سابقاً قمنا بتقسيم العيِّنات وفقاً للبارامترات المدروسة حسب الجداول التَّالية:

- ✓ **أولاً: لدراسة تأثير المادة الأوليَّة قمنا بتثبيت كافة بارامترات الآلة بالإضافة إلى زاوية التركيب وكان المتغير الأساسيّ هو نوع الخامة المستخدمة.**

جدول (3) تصنيف العينات حسب زاوية التركيب

نوع الخامة	زاوية التركيب	عدد القطب
بولي أميد 100%	90	8x8
بولي أكريليك 100%	90	8x8
ممزوج (بولي أميد 80%- بولي إستير 20%)	90	8x8
قطن 100%	90	8x8

- ✓ **ثانياً: لدراسة تأثير زاوية التركيب قمنا بتثبيت كافة بارامترات الآلة بالإضافة لنوع المادة الأوليَّة وكان المتغير الأساسيّ هو زاوية التركيب.**

جدول (4) تصنيف العينات حسب زاوية التركيب

نوع الخامة	زاوية التركيب	عدد القطب
بولي أميد 100%	90	8x8
ممزوج (بولي أميد 80%- بولي إستير 20%)	90	8x8
قطن 100%	90	8x8
بولي أميد 100%	45	12x8
ممزوج (بولي أميد 80%- بولي إستير 20%)	45	12x8
قطن 100%	45	12x8

✓ **ثالثاً: لدراسة تأثير عدد القطب في التركيب قمنا بتثبيت كافة بارامترات الألة بالإضافة لنوع الخامة وكان المتغير الأساسيّ هو عدد القطب في التركيب.**

جدول (5) تصنيف العينات حسب عدد القطب

نوع الخامة	زاوية التركيب	عدد القطب
بولي أميد 100%	90	8x8
بولي أميد 100%	90	10x10
بولي أميد 100%	90	12x12
بولي أكريليك 100%	90	8x8
بولي أكريليك 100%	90	10x10
بولي أكريليك 100%	90	12x12
ممزوج (بولي أميد 80%- بولي إستير 20%)	90	8x8
ممزوج (بولي أميد 80%- بولي إستير 20%)	90	10x10
ممزوج (بولي أميد 80%- بولي إستير 20%)	90	12x12
قطن 100%	90	8x8
قطن 100%	90	10x10
قطن 100%	90	12x12

5-نتائج اختبار العيِّنات:

5-1: حساب معدَّل بواسون:

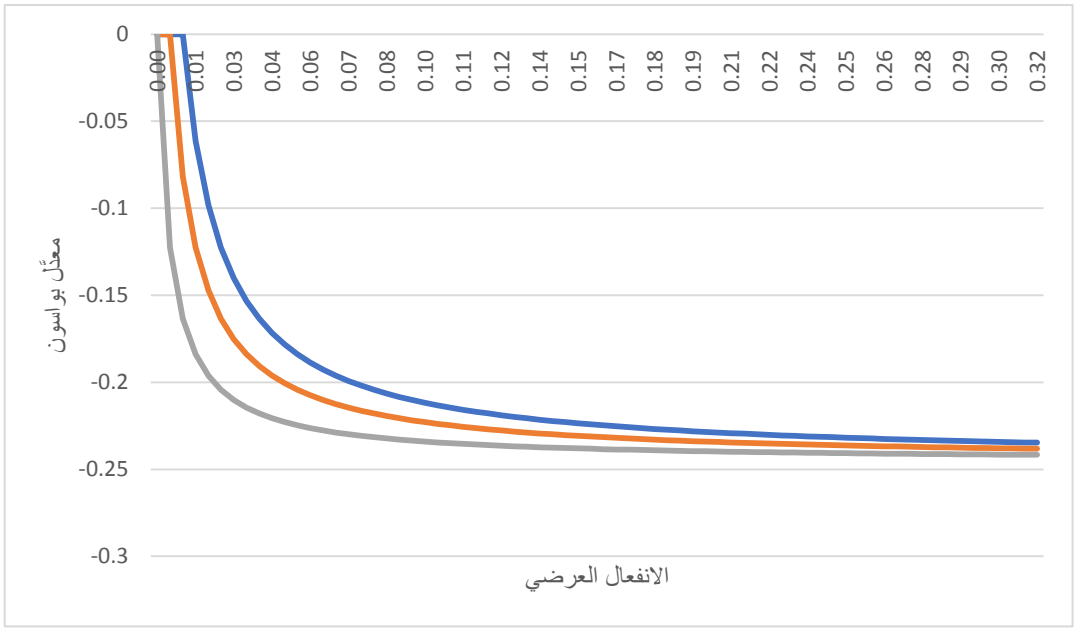
- تمَّ تجهيز العيِّنات الأوكسيتيك (القابلة للطيّ في دراستنا) لحساب معدَّل بواسون عن طريق إضافة نقاط على سطح العيِّنات من أجل حساب التغير في أبعاد العيِّنة بالطول والعرض عند فتح الطيّات لحساب الإجهاد والانفعال وحساب معدَّل بواسون بشكلٍ لحظيٍّ خلال الاستعانة بجهاز الشد لفتح الطيّات عن طريق حركة المقبض المتحرك حيث كان الهدف الأساسيّ للتجربة هو حساب تغير الأبعاد حتى يتمَّ فرد كامل الطيّات وليس قوة الشد المطبقة على القماش حتى الانهيار (القوة اللازمة لفتح الطيات).

- تمَّ إجراء الاختبار لكل عيِّنةٍ ثلاث مراتٍ وأخذ المتوسط الحسابيّ لها من أجل رسم منحنيات معدَّل بواسون للأقمشة المصنَّعة في كلا الاتجاهين الطوليّ والعرضيّ للقماش (أي اتجاه الأعمدة واتجاه الصفوف) لإظهار اتجاهات التباين لمعدَّل بواسون بتطبيق الشدّ المحوريّ بين العيِّنات المدروسة. وتكشف النتائج أن جميع العيِّنات أظهرت معدَّل بواسون سالباً وكانت تحمل الخواصَّ الأوكسيتيك وقد تبيَّن أنه مع الاستمرار بالشدّ فإن التأثير الأوكسيتيك لجميع العيِّنات يصل لقيمة حدّية ثم يبدأ بالانخفاض مع زيادة الشدّ المحوريّ باتجاهي الاختبار.
- مخطط معدَّل بواسون:

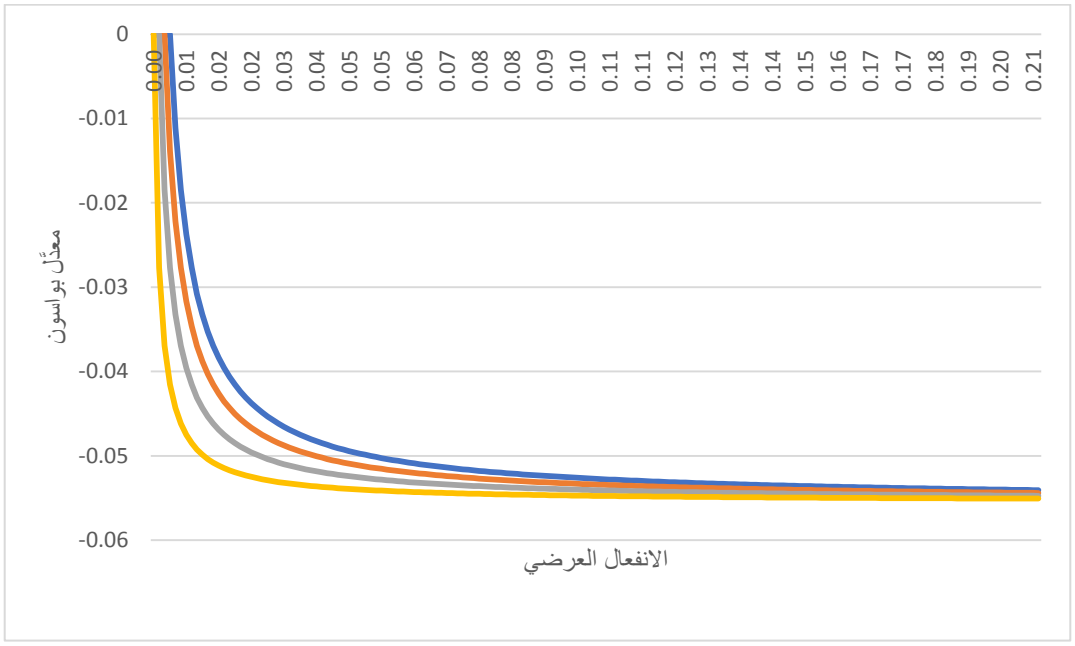
تمَّ احتساب معدَّل بواسون من خلال المعطيات المأخوذة من جهاز الشدّ الميكانيكيّ المستخدم لفك طيّات القماش، وذلك عن طريق تسجيل عمليَّة الشدّ كاملة منذ بداية التشغيل حتى وصول الفكين إلى أقصى حد ممكنٍ من الارتفاع وفك الطيّات في العيِّنات المختبرة باستخدام الكاميرا الرقميَّة. حيث تمَّ تحليل الفيديو إلى صورٍ منفصلةٍ بمعدل 25 صورةٍ في الثانية الواحدة.

تمَّ حساب كل القيم اللازمة لحساب معدَّل بواسون باستخدام برنامج معالجة الصورة Image j والحصول على مخطط التغير اللحظيّ لمعدَّل بواسون / الانفعال العرضيّ مع الزيادة في الشدّ المحوريّ المطبق لجميع العيِّنات كما هو موضح في المثال التَّالي (مخططات معدَّل بواسون للعيِّنة الأولى).

حيث يعبر كل خط من خطوط المخطط عن تغير معدَّل بواسون الناتج عن فتح طيَّة من طيَّات القماش وبالتَّالي التوسع بين النقاط المحددة سابقاً على القماش وتغير البعد بينها نتيجة الشدّ المطبق على العيِّنة. والفرق بين خطوط المخطط الواحد ناتج عن الفاصل الزمنيّ اللازم لفتح كل طيَّة على جهاز اختبار الشدّ.



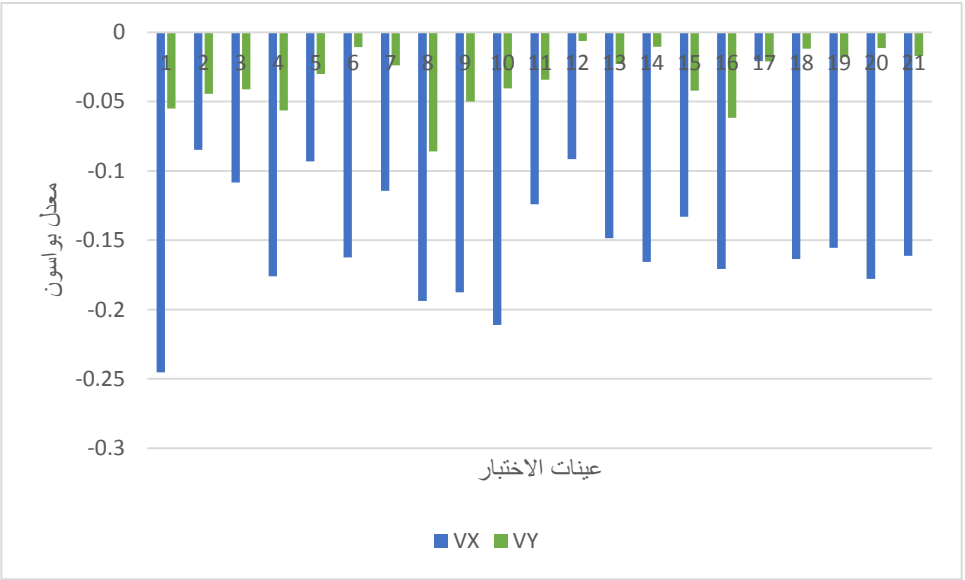
مخطط (1) معدَّل بواسون للعينة الأولى باتجاه الشدّ الطوليّ للعيّنة



مخطط (2) معدَّل بواسون للعيِّنة الأولى عند الشدّ بالاتجاه العرضي للعيّنة

جدول (6) نتائج معدَّل بواسون لجميع العيِّنات

العيِّنة	نوع الخيط	الزاوية	عدد القطب	VX	VY
1	ممزوج	90ْ	8*8	-0.2452	-0.0551
2	ممزوج	90ْ	10*10	-0.0847	-0.0445
3	ممزوج	90ْ	12*12	-0.1083	-0.0412
4	ممزوج	90ْ	6*6	-0.1761	-0.05641
5	أميد	90ْ	10*10	-0.0932	-0.03013
6	أميد	90ْ	12*12	-0.1625	-0.0108
7	أميد	90ْ	8*8	-0.1144	-0.0239
8	أميد	90ْ	6*6	-0.19375	-0.08588
9	أكريليك	90ْ	6*6	-0.1875	-0.05
10	أكريليك	90ْ	10*10	-0.2112	-0.0404
11	أكريليك	90ْ	8*8	-0.12414	-0.03435
12	قطن	90ْ	12*12	-0.09153	-0.00621
13	قطن	90ْ	8*8	-0.14849	-0.02292
14	قطن	90ْ	10*10	-0.16569	-0.01055
15	قطن	90ْ	6*6	-0.13304	-0.042
16	ممزوج	45ْ	12*8	-0.1707	-0.0618
17	ممزوج	45ْ	12*4	-0.02077	-0.02116
18	أميد	45ْ	12*8	-0.1636	-0.0119
19	أميد	45ْ	12*4	-0.1554	-0.01813
20	قطن	45ْ	12*8	-0.1577	-0.0115
21	قطن	45ْ	12*4	-0.16127	-0.01725



مخطط (3) القيم العظمى لمعدَّل بواسون السالب للعينات

حيث: v_x: معدَّل بواسون بالاتجاه الطوليّ (اتجاه الأعمدة).

V_y: معدَّل بواسون بالاتجاه العرضيّ (اتجاه الصفوف).

- نلاحظ أن معدَّل بواسون بالاتجاه الطوليّ له قيمٌ أعلى بكثير من قيم معدَّل بواسون بالاتجاه العرضيّ. ويعود السبب في ذلك لكون أقمشة التريكو العرضيّة لها استطالةٌ عرضيَّةٌ كبيرةٌ بالمقارنة مع استطالتها بالاتجاه الطوليّ.

5-2: نتائج حساب نسبة قابليَّة الطيّ الذاتيّ لتركيب الزيك-زاك:

بداية لابد لنا من التعريف بمصطلح نسبة الطيّ الذاتيّ للتركيب والتي تعبِّر عن قدرة التركيب الهندسيّ على تشكيل طيّات ثلاثيَّة الأبعاد في القماش الأوكسيتيك. وهو ناتج عن القوة الداخليَّة التي تنشأ عن وجود تعاكس في بنيَّة القطب المستخدمة في تشكيل التركيب الهندسيّ على سطح قماش الحياكة المنتج. وتتأثر نسبة الطيّ بعدَّة عوامل أهمها (التركيب الهندسيّ، تركيب الحياكة، عدد القطب في التركيب، المادة الأوليَّة لخيط الحياكة، الرطوبة .... إلخ)

تم قياس العيِّنات بعد الرَّاحة لمدة 24 ساعة ضمن جو المخبر. وقد لوحظ أن نسبة الطيّ بالاتجاه العرضيّ أكبر من نسبة الطيّ بالاتجاه الطوليّ وهذا يعود إلى بنيَّة قماش التريكو العرضيّ واستطالته بالاتجاه العرضيّ.

$$A\% = \frac{(L_0 - L)}{L_0} * 100\%$$

حيث أن:

L_0: الطول قبل الطيّ الذاتيّ (الطول على الآلة)

L: الطول بعد الطيّ الذاتيّ (الطول بعد تشكل الطيّات على سطح القماش بعد الخروج من الآلة والراحة)

- **نتائج نسبة قابليَّة الطيّ الذاتيّ:**

جدول (7) نتائج نسبة الطيَ A%.

العينة	الطول قبل الطيّ الذاتيّ	الطول بعد الطيّ الذاتيّ	A% بالطول	العرض قبل الطيّ الذاتيّ	العرض بعد الطيّ الذاتيّ	A% بالعرض
1	50	37	26	50	29	42
2	50	36	28	50	26	48
3	50	40	20	50	24	52
4	50	34	32	50	32	36
5	50	36	28	50	27	46
6	50	40	20	50	25.5	49
7	50	37.5	25	50	29	42
8	50	35	30	50	33	34
9	50	33	34	50	32	36
10	50	36	28	50	28	44
11	50	34.5	31	50	31	38
12	50	35	30	50	33	34
13	50	38	24	50	30.5	39
14	50	39.5	21	50	28	44
15	50	37	26	50	32	36
16	50	42	16	50	38	24

17	50	38	24	50	36	28
18	50	42	16	50	38.5	23
19	50	41	18	50	38	24
20	50	40	20	50	37	26
21	50	38	24	50	35	30

6- مناقشة النتائج:

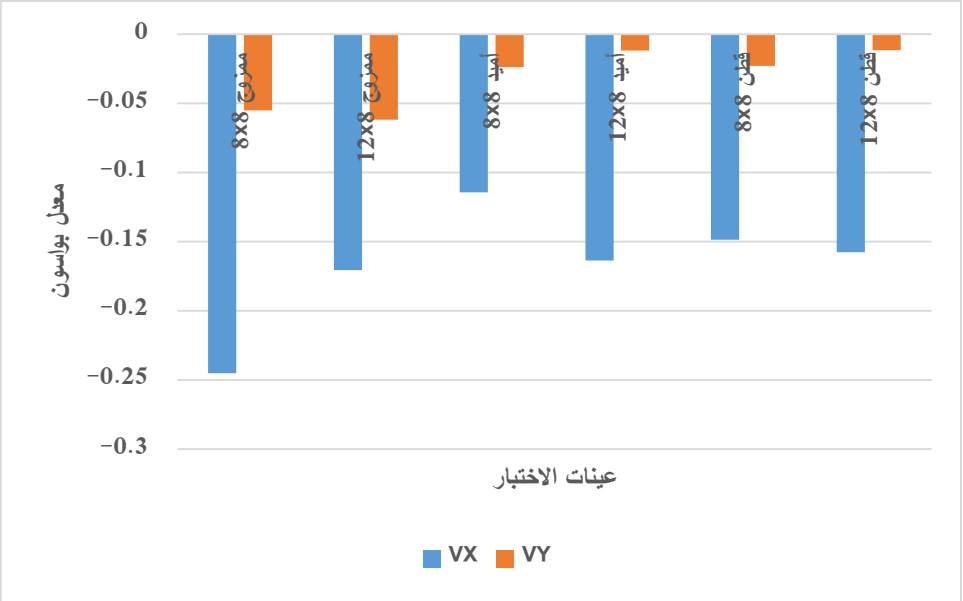
بتحليل نتائج الاختبارات التي سبق ذكرها في الجزء العملي وجدنا ما يلي:

- **دراسة تأثير زاوية التركيب:**

✓ تركيب الزيك –زاك يحمل الخواص الأوكسيتيك وقابليَّة طيٍّ ذاتيٍّ عاليةٍ في كلا الزاويتين كما أنه لهما نسبة طيٍّ ذاتيٍّ عاليةٍ أيضاً ولكن العيِّنات ذات تركيب الزيك –زاك عند زاوية تركيب 90° كان لها نسبة طيّ ذاتيّ أعلى من العيِّنات بزاوية 45° عند نفس عدد القطب ونفس نوع الخيط.

✓ معدَّل بواسون: اختلفت قيم معدَّل بواسون عند الزاويتين المدروستين باختلاف الخيط المستخدم عند نفس عدد القطب للتركيب حيث أن:

بالنسبة للخيط الممزوج كانت العيِّنة ذات الزاوية 90° لها قيمة معدَّل بواسون أعلى من العيِّنة ذات الزاوية 45° من نفس عدد القطب. في حين خيط البولي أميد وخيط القطن كانت قيم معدَّل بواسون في العيِّنات ذات الزاوية 45° أعلى من قيم معدَّل بواسون للعيِّنات من نفس عدد القطب ذات الزاوية 90°. كما هو مبين في المخطط رقم (4)

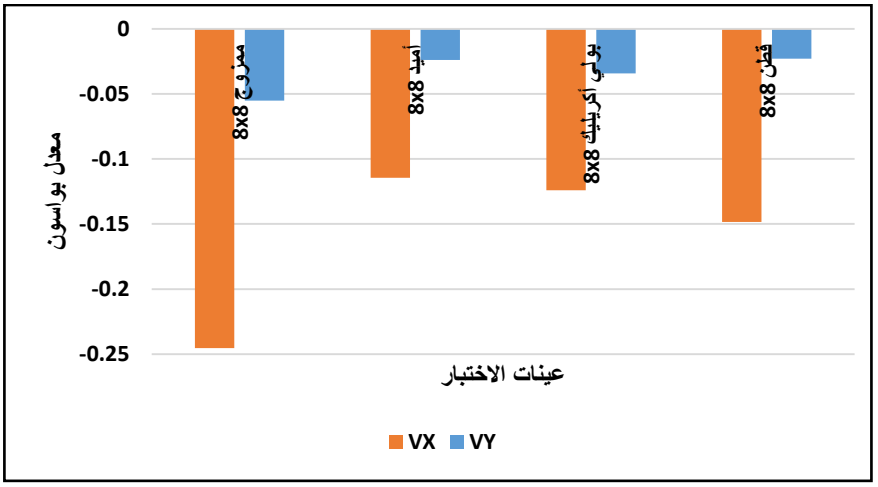


مخطط رقم (4) مخطط مقارنة تأثير زاوية التركيب على معدل بواسون

- **دراسة تأثير نوع الخيط المستخدم:**

✓ نسبة الطيّ الذاتيّ: العيِّنات التي تمَّ إنتاجها باستخدام خيط القطن كان لها ثباتيَّه طيٍّ منخفضةٍ حيث أثر نوع الخيط على ثباتيَّه الطيّات في العيِّنات (الانسداليَّة العالية التي تميز القطن). أما بالنسبة للخيوط الصناعية كانت قابلية الطي عالية.

✓ معدَّل بواسون: قد أظهرت جميع العيِّنات قيم معدَّل بواسون سالباً في كلا الاتجاهين الطوليّ والعرضيّ مع بقاء التأثير حتى وصول فكي الجهاز إلى أقصى حدٍ لهما دون عودة معدَّل بواسون إلى الارتفاع. حيث أن العيِّنات المنتجة باستخدام الخيط الممزوج (بولي أميد 20%، بولي أستر 80%) كان لها قيم معدَّل بواسون أعلى بالاتجاهين الطوليّ والعرضيّ من باقي العيِّنات من الخيوط الأخرى عند نفس عدد القطب وبزاوية تركيب واحدة كما هو موضح في المخطط رقم (5).



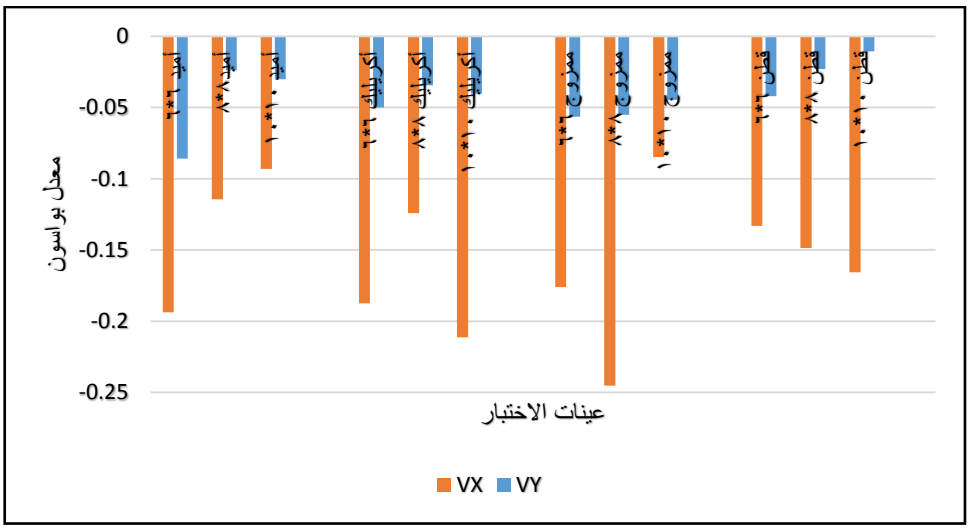
مخطط رقم (5) مخطط مقارنة تأثير نوع الخيط المستخدم على معدل بواسون

- **دراسة تأثير عدد القطب في التركيب:**

✓ إن عدد القطب المستخدم في تصنيع التراكيب له تأثير واضح في تشكيل زاوية التركيب وإعطاء التركيب سلوك طيّ مختلف بالإضافة إلى تأثير أوكسيتيك مختلف أيضاً.

✓ بيَّنت النتائج أن عدد القطب يؤثر على قيم معدَّل بواسون بشكل مختلف بالنسبة لكل نوع من الخيوط المستخدمة كما هو موضح في المخطط رقم (6). حيث أن:

- الخيط الممزوج كان له أفضل معدَّل بواسون عند عدد القطب 8*8، في حين أعطى قيم أقل عند عدد قطب أعلى أو أقل من 8*8.
- خيط البولي أميد أعطى أعلى قيمة معدَّل بواسون عند عدد القطب 6*6 وأصبحت القيم أقل بزيادة عدد القطب في التركيب.
- خيط البولي أكريليك أعطى أعلى قيم معدَّل بواسون عند عدد قطب 10*10 في حين كان أقل عند عدد قطب أقل من 10*10.
- بالنسبة لخيط القطن كانت أفضل قيم معدَّل بواسون عند عدد القطب 10*10 في حين أصبحت قيم معدَّل بواسون أقل كلما كانت عدد القطب أقل في التركيب.

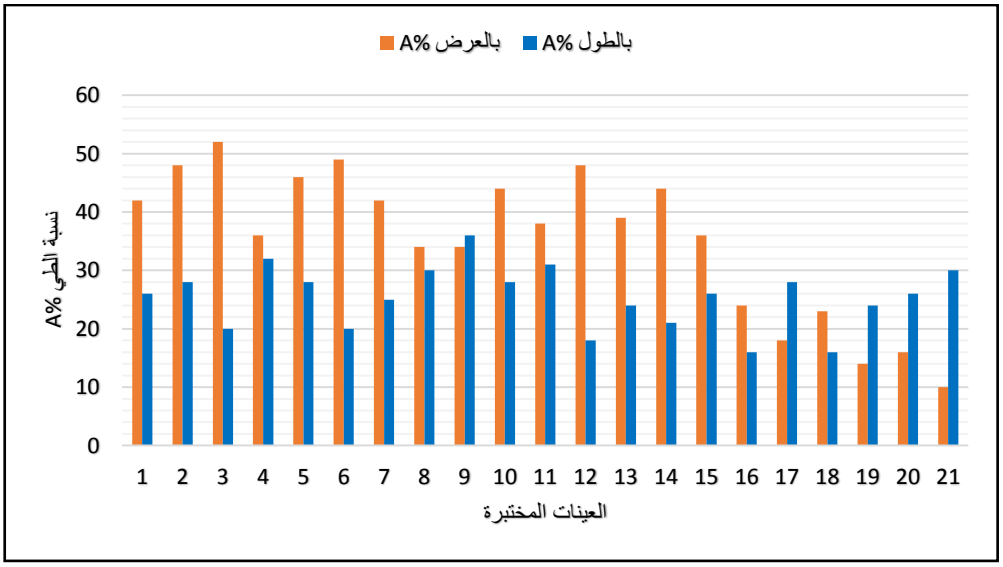


مخطط رقم (6) مخطط مقارنة تأثير عدد القطب في التركيب على معدل بواسون

- **دراسة قابليَّة الطيّ الذاتيّ للعينات المنتجة:**

✓ أظهرت عيِّنات تركيب الزيك–زاك بزاويتي التركيب نسبة طيٍّ ذاتي كبيرة نسبياً والتي اختلفت بشكلٍ ملحوظٍ بين عيِّنات الخيط الواحد مع تغير عدد القطب حيث أنه كلما كان عدد القطب في التركيب أقل كلما زاد الطيّ العرضيّ أكثر من الطيّ الطوليّ في حين تزداد نسبة الطيّ الطوليَّة في العيِّنات ذات القطب الأكثر في التركيب أكثر من الطيّ العرضيّ لها.

✓ وقد أظهرت عيِّنات تركيب الزيك–زاك بزاوية تركيب 90° نسبة طيٍّ كبيرةٍ في حين أظهرت عيِّنات تركيب الزيك–زاك بزاوية تركيب 45° قابليَّة طيٍّ ذاتيٍّ جيدة ولكن كانت نسبة الطيّ لها أقل بالمقارنة مع عيِّنات تركيب الزيك–زاك بزاوية 90° من نفس عدد القطب لنوع الخيط نفسه وبسماكاتٍ عاليةٍ أيضاً كما هو موضح في المخطط رقم (7).



مخطط (7) قيم نسبة الطيّ الذاتيّ للعينات المختبرة

7- الاستنتاجات:

من خلال فهم آليات الطيَ الذاتيّ التي تم إنشاؤها بواسطة استخدام ودمج قطب الوجه والخلف، وزوايا التركيب التي تعطي التراكيب تأثير أوكسيتيك أكثر فاعليَّة، لوحظ أن:

- ✓ استطعنا من خلال هذا البحث تصميم وإنتاج عيِّنات قماش محاك باستخدام برنامج تصميم خاص بآلة حياكة مسطحة مؤتمتة وتطبيق العمل في معمل خاص في مدينة حلب.
- ✓ أثبتت الدراسة إمكانية إنتاج عيِّنات قماش محاك ذات مواصفات أوكسيتيك باستخدام الخامات المتواجدة في السوق السورية وباستخدام آلة حياكة مسطحة الكترونية متوافرة.
- ✓ إن زاوية الأشكال الهندسيَّة للتركيب تلعب دوراً هاماً في إظهار خاصّية الأوكسيتيك، بالإضافة إلى تأثيرها في سلوك الطيّ الذاتيّ للأقمشة المحاكة.
- ✓ إن الخصائص الماديَّة للخيط قد تؤدي إلى تباين في خصائص المنسوجات المصنعة، إلا أنها تظهر تأثيراتٍ أوكسيتيك مختلفة ناتجة عن تغير خامة الخيط المستخدم. حيث أبدت الخيوط الصّناعيَّة تأثيراً أكبر في إعطاء مواصفات الأوكسيتيك من الخامات الطبيعية كالقطن، وكانت الخيوط الممزوجة ذات التأثير الأكبر في إعطاء خاصّية الأوكسيتيك.

- ✓ إن عدد القطب المستخدم في تصنيع التراكيب له تأثير واضح في تشكيل زاوية التركيب وإعطاء التركيب سلوك طيّ مختلف بالإضافة إلى تأثير أوكسيتيك مختلف أيضاً.
- ✓ إعطاء فكرة واضحة عن كيفيَّة دراسة وعمل أقمشة الأوكسيتيك للاستفادة منها في المجالات الحياتيَّة والصنَّاعيَّة باعتبارها باباً جديداً لتطور الأداء الوظيفيّ للأقمشة المحاكة.

8- الاقتراحات والعمل المستقبلي:

بينما تم استخدام أنواع مختلفة من الخيوط بشكلٍ أساسيٍّ في هذا البحث، وجدنا أنه يمكن إنتاج تراكيب مماثلة باستخدام نفس التراكيب الهندسيَّة المقترحة بمجموعةٍ متنوعةٍ من المواد الأوليَّة. للمضيّ قدماً، يمكن العمل على تطوير نموذجٍ إحصائيٍّ يمكن استخدامه للتحقق من صحة ملاحظاتنا ومساعدتنا على التنبُّؤ بسلوك الطيّ بشكلٍ أكبر، بالإضافة إلى وصف التأثيرات المحدَّدة لنوع الخيط على سلوك الطيّ الذاتيّ وعلى الخواص الميكانيكيَّة لكل تركيب من التراكيب المقترحة للمنسوجات المحاكة.

ففي الواقع، لا تزال المنسوجات الأوكسيتيك في مرحلة التطوير. ولا تزال الأبحاث العلميَّة جاريةً لتصميم هذه الأقمشة وإنتاجها وتحسينها وفهمها بشكلٍ صحيحٍ. لذلك نقترح:

- ✓ استخدام تراكيب هندسية أخرى وباستخدام خامات مختلفة عن الخامات التي استخدمناها في دراستنا ومن ثم مقارنة النتائج مع النتائج التي حصلنا عليها.
- ✓ إجراء دراسة موسعة لأهم التطبيقات التي يمكن الاستفادة من أقمشة الأوكسيتيك فيها.
- ✓ استخدم نتائج هذه الدراسة لتطوير تصميماتٍ هندسيَّةٍ للقطب من شأنها أن تعطي تأثير أوكسيتيك للملابس والأجهزة النسيجيَّة الذكيَّة.
- ✓ إنتاج عينات جديدة باستخدام مواد أوليَّة مختلفة عن التي استخدمناها كالصوف والكتان وخيوط صنَاعيَّة أخرى لمعرفة تأثير هذه المواد على الخواصّ الأوكسيتيك للأقمشة.
- ✓ اختبار التراكيب التي أنتجناها باستخدام طرق اختبار جديدة لإدراك تأثير الخواصّ الأوكسيتيك على سلوك الأقمشة المنتجة وتوظيفها في مجالات صنّاعيِّة وحياتيَّة مختلفة.
- ✓ دراسة التصاميم المستقبليَّة من حيث قابليَّة الطيّ والتوسع والأداء تحت الضغط والإجهاد المستمر. باستخدام البارامترات المحدَّدة للطيّات.

- ✓ استخدام الأقمشة المنتجة في مجال ألبسة الحوامل كما يمكن استخدامها في أجزاء معيَّنة من الألبسة الرياضيَّة كمنطقة الكوع والركبة.
- ✓ استخدام الأقمشة القابلة للطيّ في العمارة الداخلية كالحواجز النسيجيَّة والستائر.

References:

1. Spencer, D. J. (2001). *Knitting Technology, A Comprehensive Handbook and Practical Guide*. Burlington: Burlington: Elsevier Science.
2. Dr. Abbas, Wedian, (2017)- Knitting Technology. Syria, Faculty of Chemical and Petroleum Engineering, Department of textile Engineering, Al-Baath University.in Arabic.
3. Evans KE, Nkansah MA, Hutchinson JI, et al, (1991)- Molecular network design. Nature.
4. Alderson KL, Pickles AP, Evans KE, (1994)- Auxetic Polyethylene: The effect of a negative Poisson's ratio on hardness. Acta Metall Mater 42.
5. Grima JN, Gatt R, (2005)- Empirical modelling using dummy atoms EMUDA an alternative approach for studying auxetic structures. Molecular Simulation 31.
6. Rant Darja, Rijavec Tatjana and Pavko, (2013)- Auxetic Textiles.
7. Pibo Ma, Yuping Chang, Andrews Boakye & Gaoming Jiang, (2016). Review on the knitted structures with auxetic effect.
8. Liu P, He C, Griffin A, (1998)- Liquid crystalline polymers as potential auxetic materials: Influence of transverse rods on the polymer mesophase. Abstracts of papers of the American chemical society 216. p. U108.
9. Lee W, Lee S, Koh C, et al, (2010)- Moisture sensitive auxetic materials.
10. Hook P, Evans K, (2006)- How do Auxetic Materials Work.
11. Ugbolue SC, Kim YK, Warner SB, et al, (2014)- Auxetic Fabric Structures and Related Fabrication Methods.
12. Alderson K, Evans K, (1992)- The fabrication of microporous polyethylene having a negative Poisson’s ratio. Polymer.
13. Alderson K, Alderson A, Anand S, et al, (2012)- Auxetic warp knit textile structures. Physical Status Solidi.
14. Miller W, Hook P, Smith CW, et al, (2009)- The manufacture and characterization of a novel, low modulus, negative Poisson’s ratio composite. Composites Science and Technology.
15. Gaspar N, Ren XJ, Smith CW, Grima JN, Evans KE, (2005)- Novel honeycombs with auxetic behavior. Acta Material 53.
16. The Japanese Shima Seiki company catalog.

دراسة تأثير مواصفات الأقمشة على راحة الارتداء للجوارب الرياضية

الدكتورة: وديان عباس

كلية: الهندسة الكيميائية والبترولية جامعة: البعث

ملخص البحث

يعتبر مفهوم راحة الارتداء للملابس مهم جداً، وخصوصاً للملابس الرياضية التي يجب أن تمتلك مستوى جيد من الراحة والأداء العالي ليلبي احتياجات الرياضيين الذين يرتدون هذا النوع من الملابس لفترات طويلة.

انطلاقاً من أهمية هذا الموضوع قمنا بدراسة بعض المواصفات الفيزيائية والميكانيكية لثلاثة أنواع من أقمشة الجوارب الرياضية (Coolmax,Bamboo,Wool) وهي أقمشة تريكو بتركيب سنغل جورسيه ومصنَّعة من ثلاث خامات مختلفة، و تمت دراسة تأثير هذه المواصفات على راحة الارتداء للجوارب ،كما تم إجراء اختبار راحة الارتداء لهذه المنتجات من قبل 35 شخص (مستهلك) متطوّع باستخدام طريقة التحليل الحسي المزاجي. ووجدنا بنتيجة هذه الدراسة أن لبعض مواصفات الأقمشة مثل الامتصاصية وقابلية الانضغاطية وإحساس (البرودة_ حرارة) ونعومة سطح القماش تأثيراً كبيراً على راحة الارتداء بينما لم يكن لنفوذية الهواء تأثيراً واضحاً، كما توصلنا بنتيجة اختبار راحة الارتداء أنَّ الجوارب المصنَّعة من قماش (Bamboo) قد أبدت أعلى مستوى من راحة الارتداء.

كلمات مفتاحية: جوارب رياضية، تريكو، راحة الارتداء، خامات نسيجية،مواصفات فيزيائية وميكانيكية.

Study the Effect of Fabrics Properties on the Wearing Comfort of Sports Socks

Abstract

The concept of garments wearing comfort is very important especially for sportswear, which must have a good level of comfort and high performance to respond to the needs of athletes who wear this type of clothes for long periods. Based on the importance of this topic, we have studied some of the physical and mechanical properties of three types of sports socks fabrics (Coolmax, Bamboo, Wool), which are a knitted fabrics with single jersey structure and made of three different raws, and the effects of these properties on the wearing comfort of socks were studied. The wearing comfort test for these products was also achieved by 35 volunteers (consumers) using the method of hedonic sensory analysis. As a result of this study, we found that some fabric properties such as absorbency, compressibility, feeling (cold – heat) and roughness of the fabric surface had a significant impact on wearing comfort, while air permeability had no a clear effect, and as a result of the wearing comfort test we found that the Bamboo socks showed the highest level of wearing comfort.

Key words: Sport socks, knitting, wearing comfort, textile raws, physical and mechanical properties.

1. مقدمة

تُعتَبر صناعة الملابس بأنواعها محط اهتمام كل الدول في العصر الحديث لأنها دليل الإحساس والحيوية ومقياس لمدى تقدُّم الأمم بالإضافة لدورها في تنمية الدخل القومي للبلاد. إن موضة الملابس ليست فقط مجرد طريقة ترتدي فيها الثياب وإنما من المهم جداً تحقيق الراحة النفسية والفيزيولوجية ومنها راحة الارتداء التي من الضروري لتحقيقها المعرفة الجيدة لخصائص الأقمشة التي نتعامل معها.

عند تصنيع الملابس لا بدَّ من معرفة سلوك القماش إزاء عمليات التصنيع ، ومن الضروري أن نعرف لماذا وكيف تتصرف الأقمشة بطريقة معينة عندما تتعرض لإجهادات مختلفة. حيث أن كل نوع من هذه الإجهادات له أهمية خاصة في دراسة سلوك القماش ومراقبة جودة الملابس وراحة الارتداء للمنتج النهائي[1] ، لذا تمَّ الاتجاه إلى تحليل رد فعل القماش تجاه أي نوع من هذه الإجهادات من خلال الخصائص الميكانيكية والفيزيائية له وهذا مانسعى إليه في بحثنا هذا.

2. دراسة نظرية

1.2. مفهوم الراحة The comfort

يُعتَبر مفهوم الراحة من المفاهيم الشائكة في صناعة الألبسة والذي يدخل في تحديده مجموعة متنوعة من العوامل ، لكن حتى اليوم لايوجد تعريف واضح ودقيق لمفهوم الراحة بشكل عام إلاّ أنه تم اصطلاح بعض التعاريف من قبل مجموعة من الباحثين وبعدة طرق:

- Song : تشير الراحة إلى الطريقة التي يحس بها شخص ما بأن الملابس التي يرتديها مريحة بينما يحس شخص آخر بأن نفس هذه الملابس غير مريحة في نفس شروط الارتداء.[2]

- Fourt and Hollies: وجدوا أن الراحة تشير إلى مجموعة من البارامترات الحرارية والغير حرارية المرتبطة بحالة الارتداء للملابس.[3]
- Li: اعتبر أن الراحة بمفهوم عام هي عبارة عن حالة تفاعل متعددة العوامل الفيزيائية والفيزيولوجية والنفسية، وبأن الراحة تعتمد على الإدراك الشخصي للإحساس البصري، اللمسي، الحراري للحالة النفسية والارتباط بين (جسم- ملبس) وتأثيرات البيئة المحيطة.[4]
- slater : سليتر في عام 1996 ، ذكر بأنَّ معضلة الملابس أن البشر لا يمكنهم العمل بشكل مرضٍ إذا لم يكونوا مرتاحين تماماً، وقسَّم الراحة إلى عدة أنواع[5]
  - الراحة الفيزيائية
  - الراحة الفيزيولوجية
  - الراحة النفسية (راحة الارتداء)
- Apurba : عرّفت راحة الارتداء بأنها الشعور النفسي للشخص المرتدي للملابس تحت ظروف بيئية مختلفة.[6]

إذاً نستطيع القول أنَّ لكلمة "الراحة" مجموعة متنوعة من المعاني التي تتعلق بالملابس والمرتدي حيث تشير كلمة "الراحة" إلى ما يشعر به الفرد، فالراحة هي إدراك الرفاهية بحيث يكون جسم الإنسان في تناغم نفسي وفيزيولوجي وجسدي مع البيئة التي يقع فيها. وتعتبر الملابس جزء لا يتجزأ من ذلك. كما يمكن القول بأنَّ الراحة هي تجربة عاطفية ناتجة عن مجموعة متنوعة من العوامل المتعلقة بالفرد وملابسه والبيئة والتأثيرات المعرفية والنفسية والتعلم والخبرة السابقة.

وبالتالي نجد أن هناك ثلاث وجهات نظر رئيسية لتحليل راحة أي نسيج[3]

1. أن يكون مفهوم الراحة هو "الراحة الحرارية" ، أي الراحة أو الانزعاج المرتبط بكيفية شعور الشخص بالحرارة أو البرودة. مما يجعل من السهل على الشخص وصف الانزعاج باستخدام مصطلحات شائعة مثل "شديدة الحرارة" أو "شديدة البرودة".

2. تفسير الراحة من خلال الأحاسيس اللمسية التي تنتج عن الأقمشة التي تلامس الجلد، فعلى سبيل المثال ، قد تكون الملابس ناعمة أو خشنة عند احتكاكها بالجلد. حيث تعكس الراحة اللمسية ملمس القماش على الجلد و ينشأ هذا الشعور من خلال المستقبلات الحسية في الجلد ، والتي ترتبط بالدماغ عن طريق شبكة من الألياف العصبية.[7]

3. أن نرى الراحة من منظور ملائمة الثوب للجسم (راحة الارتداء)، حيث يمكن لثوب غير مناسب، صغير جداً أو كبير جداً ، أن يعيق الحركة والأداء ، وعلى الرغم من أن التأثير على الراحة قد لا يكون كبيراً ، لكنه يؤثر على التصورات النفسية لمرتديها من خلال التفضيلات الشخصية أو الثقافية فيما يتعلق باتجاهات حجم الموضة والأزياء. القدرة على الحركة والتي تتأثر بشكل أساسي بالملاءمة والسهولة.[4]

2.2 راحة الارتداء Wearing Comfort

إنَّ راحة الارتداء هي حاجة أساسية و عامة للمستهلكين وتعتمد على العديد من العوامل من بينها الراحة الفيزيولوجية الحرارية والراحة الحسية للجلد ومعايير بنية الملابس مثل التصميم والملاءمة.

إن العديد من العوامل كالملاءمة ، المادة ، التصميم... إلخ المتواجدة في نظام الملابس يمكن أن تؤثر على مفهوم الفرد عن الراحة. لكن فهم تأثير خصائص النسيج الفردية على راحة اللباس محدود حالياً. مع الأخذ بعين الاعتبار التفاعلات المختلفة التي تحدث داخل نظام الملابس والتي تساهم في راحة مرتديها.[4]

فالملابس ليست غطاءً سلبياً للجلد ، فهي تتفاعل مع الجسم وتغير مستوى التنظيم الحراري المطلوب، ووفقاً لذلك يختلف هذا التفاعل والتأثير باختلاف الخصائص الفيزيائية للملابس. تشمل خصائص الأقمشة بأنواعها على خصائص ميكانيكية و خصائص نقل الحرارة و الرطوبة وغيرها... هذا ما يسلط الضوء على الحاجة إلى عدة عوامل يجب أخذها في الاعتبار أثناء تقييم الملابس. ففي راحة الارتداء نجد أنّ هناك علاقة وثيقة بين مواصفات الأقمشة وراحة الارتداء حيث يعتبران هما الإجابة المباشرة للنشاط المُتوقَّع والثقافة والبيئة المحيطة، كما إن انطباع الراحة المتولّد عند الشخص مرتبط بشكل قوي باستجابته الفيزيولوجية والنفسية .

3.2 أنواع الأقمشة Fabrics Types

تصنَّف الأقمشة في علم النسيج إلى ثلاث مجموعات أساسية: الأقمشة المنسوجة والأقمشة غير المنسوجة والتريكو.

من بين هذه الأنواع الرئيسية سنقوم بالتعريف بأقمشة التريكو وأنواعها والتي تم استخدامها كمادة للدراسة في هذا البحث.

أقمشة التريكو: هي الأقمشة المحاكة المتكوّنة من وحدة أساسية هي القطبة حيث تشكل مجموعة القطب المتداخلة على طول وعرض القماش بواسطة الإبر أو الصنارة وتكون هذه القطب متتالية الواحدة تلو الأخرى بشكل صفوف عرضيّة أو أعمدة طوليّة تبعاً لتركيب الحياكة لتعطي قماشاً ذو استطالة عالية وتراكيب بنائية مختلفة عن طريق التحكم في نظام وترتيب الإبر ونوع القطب المستخدمة.[8]

تقسم آلات التريكو إلى نوعين رئيسيين:

1. آلات الحياكة السدائية (الطولية)

2. آلات الحياكة العرضية: والتي تنقسم بدورها إلى نوعيين هما الحياكة العرضية الدائرية والحياكة العرضية المسطحة.

إلّا أن الحياكة العرضية الدائرية تنقسم إلى آلات دائرية ذات قطر كبير لإنتاج الأقمشة المختلفة وآلات دائرية ذات قطر صغير لإنتاج الجوارب.

وبالتالي إن الأقمشة المدروسة في بحثنا هي أقمشة تريكو عرضية مُنتجة على آلات الجوارب وبتركيب حياكة سنغل جورسيه.

4.2 مواصفات الأقمشة Fabrics Properties

يتم استخدام الأقمشة المصنوعة من الألياف الطبيعية والصناعية والممزوجة والمستخدمة على نطاق واسع في الملابس والديكور والتطبيقات الصناعية وغيرها.

لذا توفّر القياسات الموضوعية للأقمشة وسيلة علمية لتحديد خصائص الجودة والأداء للأقمشة، وهو ما يشكل الأساس لتوصيف الأقمشة وتطوير المنتج ومراقبة العمليات وضمان الجودة وتحليل فشل المنتج في حال وجوده ، كما يسهل التواصل بين المستهلكين والمصنعين والمصممين والباحثين في مجال النسيج بأكمله.

لذا نرى أنّ الخواص الفيزيائية والميكانيكية لهذه الأقمشة تتأثر بنوع الألياف وبنية الخيوط والتركيب النسيجي، بالإضافة إلى أي معالجة قد يتم تطبيقهاعلى الأقمشة والخيوط.[9]

يتم عادةً تقييم مجموعة من خواص الأقمشة لتطبيقات الاستخدام النهائي المختلفة ونذكر منها:

- الوزن والسماكة (Weight and thickness)
- قوة الشد (Tensile strength)
- قوة التمزق (Tear strength)
- قوة الانضغاط (Burst strength)

- خصائص الانثناء (Stretch properties)
- مقاومة الاحتكاك (Abrasion resistance)
- نفوذية الهواء (Air Permeability)
- قياس خشونة سطح القماش (Fabric Roughness)
- قياس إحساس (الحرارة/ البرودة) للأقمشة (sensation cold– warm)
- قياس خواص انضغاطية الأقمشة (Fabric compressibility)
- قياس خاصية امتصاص(Capillary Absorption)

5.2 التحليل الحسي Sensory Analysis

إن تقييم راحة الارتداء للمنتج المدروس تحتاج إلى إيديولوجية واختبارات محددة وهنا في علم النسيج نلجأ لما يسمى بعلم التحليل الحسي.

1.5.2 تعريف التحليل الحسي:

هو العلم الذ يسمح لنا بتحديد مواصفات المنسوجات بالاعتماد على حواس الإنسان، وهو الأسلوب العلمي الذي يعتمد على الاختبار التجريبي والتحليل الإحصائي لاستخدام حواس الإنسان لتقييم منتجات الأقمشة.[10]

يمكننا هذا النوع من الدراسات من الحصول على معلومات واقعية تعكس رغبات المستهلكين وبالتالي خلق قاعدة بيانات جديدة لتناسب السوق الهدف من خلال تحديد النقاط السلبية ونقاط الخلل واقتراح النقاط الإيجابية لتحسين مواصفات المنتج .

❖ أنواع التحليل الحسي:

يوجد ثلاثة أنواع لاختبارات التحليل الحسي وهي :

- الاختبارات التمييزية

- الاختبارات المزاجية
- الاختبارات التوصيفية

وفي بحثنا تم الاعتماد على الاختبارات المزاجية التي تقوم على الاهتمام برغبات المستهلكين وذلك بناءً على ميولهم الخاصة وشخصيتهم وطريقتهم في تقييم الأشياء.وفي هذا النوع من الاختبارات لانحتاج لوجود لجنة تقييم مختصة ومدرّبة وإنما أشخاص عاديين (مستهلكين).[11]

3. أهميَّة وهدف البحث:

يعاني الكثير من الرياضيين من الإزعاجات الناتجة عن استخدام أقمشة غير مناسبة في تصنيع الملابس التي يرتدونها خلال نشاطاتهم الرياضية مثل الرائحة الكريهة والحكة والوخز واحتباس العرق وصعوبة جفاف الملابس بالإضافة إلى عدم الراحة في الملبس بشكل عام وعدم ملائمته، لذا حاولنا في هذا البحث دراسة أهم المواصفات التي تؤثر على راحة الارتداء في أحد المنتجات الرياضية وهي الجوارب الرياضية. لذلك يتركز هدف البحث في النقاط التالية:

- ✓ قياس بعض المواصفات الفيزيائية والميكانيكية للأقمشة المستخدمة في تصنيع الجوارب والتي تتعلق براحة الارتداء.
- ✓ إجراء اختبار راحة الارتداء للجوارب من قبل مستهلكين متطوعين لهذا العمل باستخدام تقنية التحليل الحسي للوصول إلى تحديد المنتج الأكثر منحاً لراحة الارتداء.
- ✓ دراسة إمكانية وجود بارامترات مشتركة بين القياسات الميكانيكية والفيزيائية للأقمشة والاختبار الحسي لتحديد راحة الارتداء للمنتج المدروس.

4. الدراسة العمليَّة:

يتألف الجزء العملي من قسمين رئيسيين:

- **القسم الأول:** تمَّ فيه قياس مايلي:
- ✓ المواصفات التي تؤثر على الراحة الحرارية مثل قياس نفوذية الهواء وقياس الإحساس (حرارة – برودة).
- ✓ خاصية الامتصاصية الشعرية لتحديد احتباس الماء في القماش.
- ✓ خصائص الانضغاطية (العلاقة بين سماكة القماش وانضغاطيته) باستخدام جهاز Kawabata-FB3.
- ✓ خشونة السطح الذي يؤثر على الراحة اللمسية باستخدام جهاز قياس خصائص السطح Kawabata-FB4
- **القسم الثاني:** تم إجراء اختبار تحليل حسي مزاجي للمنتج المدروس وهو اختبار راحة الارتداء للجوارب الرياضية.

4-1: مواد وطرائق البحث:

4-1-1: الأقمشة المستخدمة في إنتاج الجوارب :

يبين الجدول التالي أنواع ومواصفات الأقمشة المدروسة، ولكن أولاً لابدَّ لنا أن ننوّه قليلاً عن الخامات التالية:

- ألياف ®Coolmax : إن تصنيع أقمشة الكولماكس بدأ في عام 1986 عندما قامت شركة DuPont بتطوير نوع جديد من خيوط البولي استر التي تقوم بإمرار الحرارة والرطوبة بعيداً عن الجسم وقامت هذه الشركة بتسجيل براءة اختراع لهذا النوع من الأقمشة باسم ®Coolmax. بعد انفصال هذه الشركة عن شركائها أصبح هذا القماش هو العلامة التجارية لشركة Invista. وتعتبر الأقمشة المصنَّعة من هذه الألياف أقمشة تقنية ذات أداء عالٍ يستخدم في التجهيزات الرياضية من أجل الراحة والبقاء في حالة جافة وتساهم في تحسين الأداء الفيزيائي للرياضيين الذين يرتدون هذا النوع من الأقمشة.

- ألياف Bamboo: هي عبارة عن ألياف نباتية يتم استخراجها بأكثر من طريقة وتعتبر ألياف سيللوزية معاد تصنيعها ويتمتع هذا الليف بمواصفات عديدة مثل القطن وله كفاءة امتصاص عالية للرطوبة ومضاد للبكتريا بالإضافة إلى ديمومته.
- ألياف الصوف Merino : يُعتبر صوف المارينو من أجود أنواع الصوف، وهو مجعد وناعم تصل نعومته(قطر الليف) إلى 11.5µm، يبلغ طول تيلة الصوف مابينmm (65–100) ويمكن مزجه مع أنواع أخرى، وإن الملابس المصنَّعة منه تكون خفيفة الوزن ولاتسبب الحكة وتجف بسرعة ولاتتجعد ولها عازلية جيدة.

جدول (1) أنواع ومواصفات الأقمشة المستخدمة

اسم القماش	التركيب (الخامات)	نوع القماش	عدد القطب/سم
Bamboo	80% فسكوز 20% بولي أميد	تريكو (سنغل جورسيه)	9
Coolmax	75% بوليستر 25% بولي أميد	تريكو (سنغل جورسيه)	8
wool	85% صوف مورينو 15% بولي أميد	تريكو (سنغل جورسيه)	8

الشكل (1) أشكال الجوارب المنتجة من الأقمشة المدروسة

4-1-2 الأجهزة المستخدمة في اختبار الأقمشة

تمَّ استخدام مجموعة من الأجهزة لقياس بعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية للأقمشة، وتمَّ وضع العينات في الجو القياسي للتجارب، بدرجة حرارة°C 22 ورطوبة قياسية %(61-62)، ومن ثم إجراء التجارب.

- **جهاز قياس نفوذية الهواء FX3300**

تمَّ تعريف نفوذية الهواء وفق المواصفة القياسية الأمريكية ASTM بأنها قيمة تدفق وانسياب الهواء المار بشكل عمودي عبر منطقة معينة (محددة) وتحت ضغط هواء مختلف ومحدَّد بين سطحي المادة وفق زمن محدَّد.[12]

مبدأ الاختبار: قياس كمية الهواء (تيار الهواء) الذي يعبر سطح العينة خلال الزمن المُعطى (المُحدَّد) ولسطح العينة خلال زمن محدَّد.

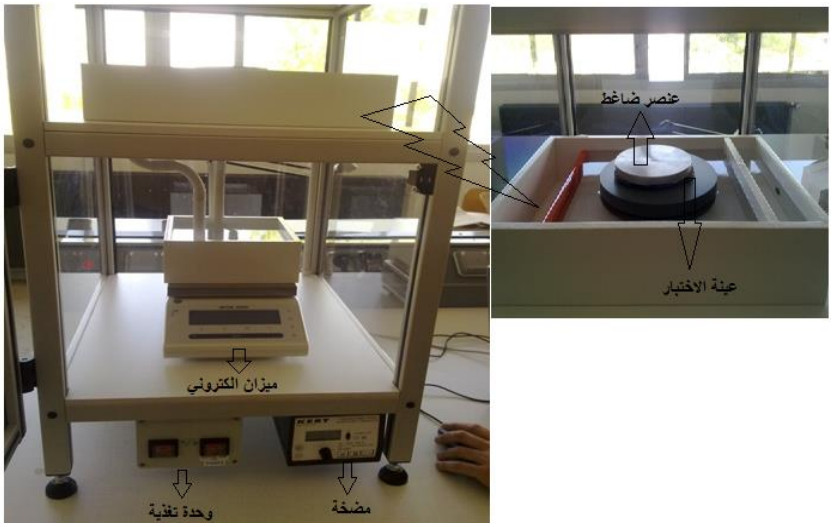
تمَّ إجراء الاختبار وفق المواصفة القياسية الفرنسية AFNOR 07-111، الضغط Pa196 ، المساحة $20\ cm^2$، واحدة القياس $L/m^2/s$، وتم إجراء الاختبار 10 مرات لكل عينة.

الشكل (2) جهاز اختبار نفوذية الهواء

❖ **قياس امتصاصية الماء**

إن الهدف من استخدام هذا الجهاز هو قياس كفاءة الامتصاص الشعري واحتباس السوائل من قبل القماش.

تم إجراء الاختبار ثلاث مرات لكل عينة وعلى الوجه الداخلي للقماش لقياس كمية الماء الممتصة من قبل القماش خلال زمن محدد وصولاً إلى حالة الإشباع وثباتية الامتصاص.

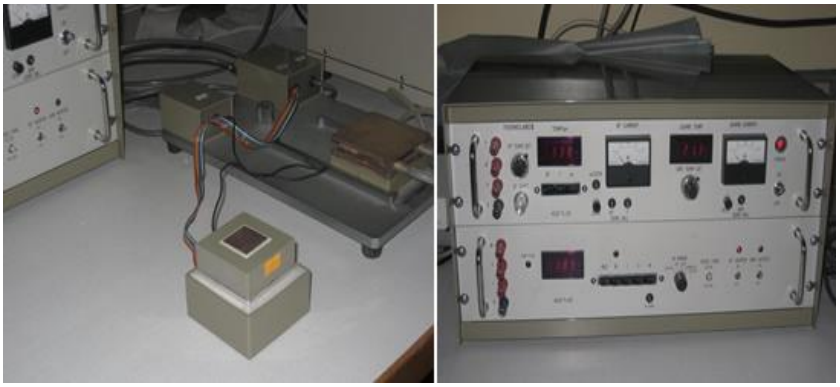


الشكل (3) جهاز قياس امتصاصية الماء

❖ **جهاز قياس إحساس (الحرارة/ البرودة)**

يعيد هذا الجهاز إنتاج الإحساس الفوري بالحرارة والبرودة عندما يلمس الشخص قطعة القماش، ويتم تسجيل القيمة القصوى بعد مرور ثانيتين من التلامس لمحاكاة الأداء الفيزيولوجي للجلد.

تشبه هذه الاستجابة تلك التي يتم الحصول عليها عندما تنتقل الحرارة من سطح الجلد إلى الأعصاب المستشعرة للحرارة الموجودة تحت الجلد، وكلما زادت القيمةالمُقاسة q_{max} كلما زاد الشعور بالبرودة.[13]



الشكل (4) جهاز قياس إحساس (الحرارة_ برودة)

❖ **جهاز قياس انضغاطية القماش**

إنَّ الهدف الأساسي من استخدام هذا الجهاز هو قياس سلوك الانضغاطية لقماش ما تحت تأثير إجهادات ضعيفة، حيث يتم تطبيق ضغط على العينة يتناسب مع وزنها وفق جدول خاص بالجهاز حيث يصل الضغط الأعظمي حتى 4900Pa، وتم قياس سماكة القماش والانضغاطية خلال دورة (راحة_انضغاط) ، ومن البارامترات التي يتم الحصول عليها هي:

- RC%: قابلية استعادة القماش لوضعه قبل الإجهاد
- EMC% : الانضغاطية كنسبة مئوية والتي تم حسابها من القانون التالي :

$$EMC = \frac{T_0 - T_M}{T_0}$$

حيث أن: T_0 هي سماكة القماش الأولية، T_M .هي سماكة القماش بعد تطبيق الضغط

الشكل (5) جهاز قياس انضغاطية القماش

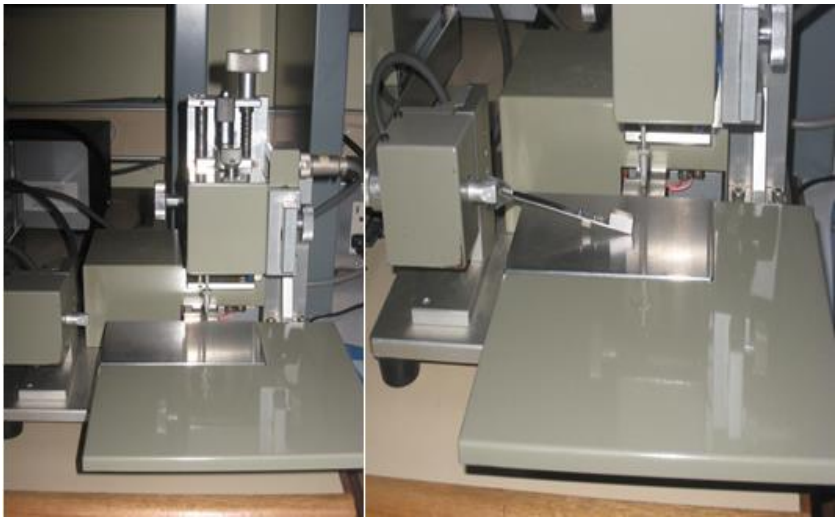
❖ **جهاز قياس حالة سطح القماش**

إنَّ هدف هذا الاختبار هو قياس حالة السطح للقماش والتي تسمح بقياس البارامترات التالية:

- SMD: قياس خشونة السطح وتقاس بالميكرومتر(µm)
- MIU: قياس معامل الاحتكاك
- MMD: الانحراف الوسطي لمعامل الاحتكاك

مبدأ القياس: يتم القياس عن طريق حساس يقوم بإنتاج الإحساس عندما يتم تمرير إصبع اليد على سطح القماش(محاكاة لحركة وإحساس إصبع اليد عند لمس القماش) ويتم القياس بالعلاقة مع الإحساس بالقماش.

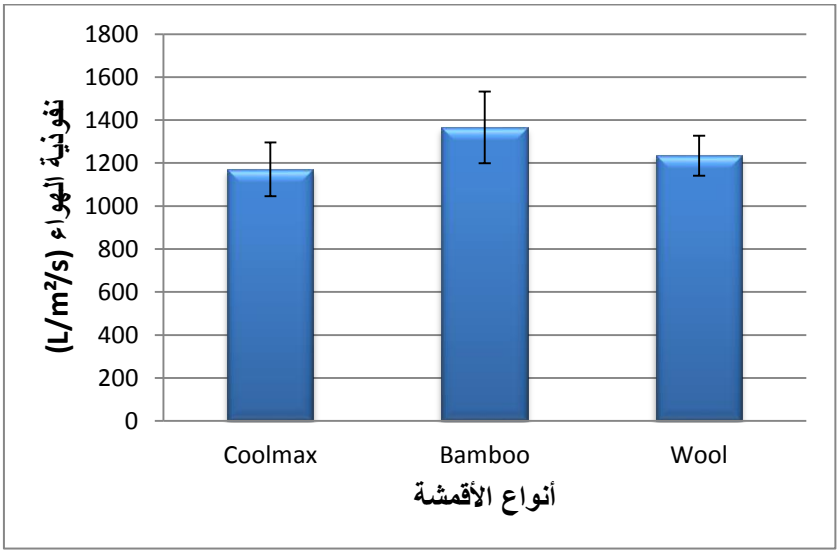
الوزن الذي تمَّ توضيعه على ذراع الحساس هو (400)g وهو يتوافق مع الجدول المخصص لاختيار الأوزان حسب نوع القماش وهو في حالتنا قماش متوسط الوزن.[14]



الشكل (6) جهاز قياس خشونة سطح القماش

2.4 مناقشة النتائج

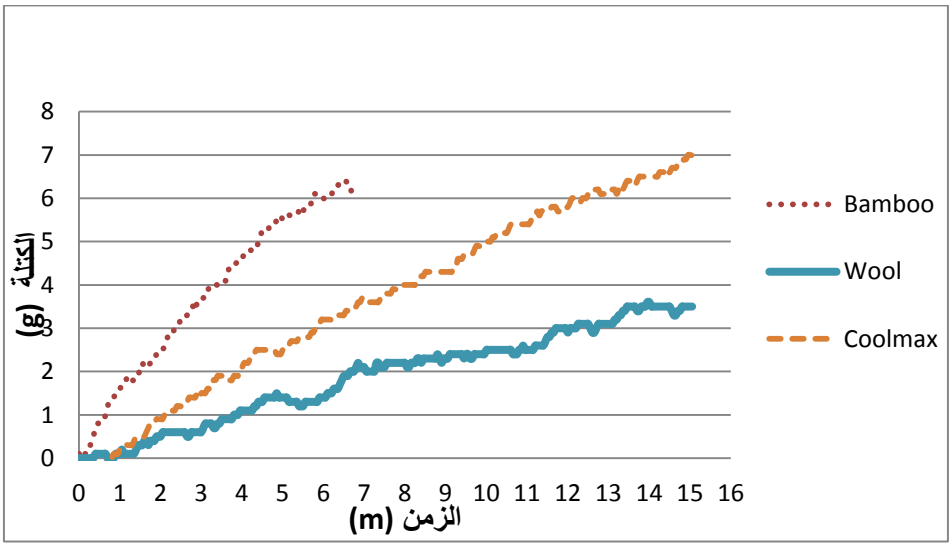
❖ اختبار نفوذية الهواء



الشكل (7) نتائج اختبار نفوذية الهواء

من المخطط أعلاه نلاحظ أن أقمشة البامبو (Bamboo) كان لها النفوذية الأكبر للهواء ونجد أن هذا منطقي لأنها مماثلة في خواصها للألياف القطنية التي تتميز بالنفوذية الجيدة.

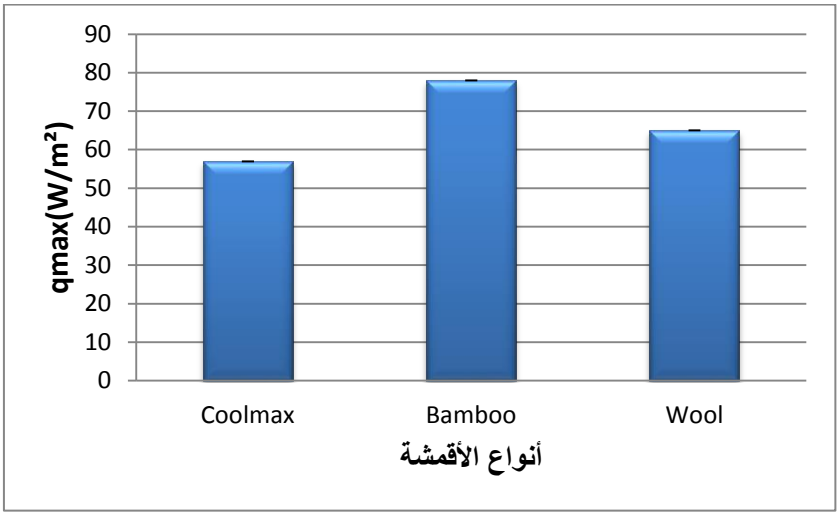
❖ **قياس خاصية الامتصاصية للماء**



الشكل (8) نتائج قياس امتصاصية الأقمشة للماء

بملاحظة مخطط الامتصاصية نلاحظ أنَّ قماش Bamboo وصل إلى حالة الإشباع خلال زمن أقصر من القماشيين الآخرين وبزمن قدره 7 دقائق، بينما وصل قماش الصوف والكولماكسcoolmax إلى حالة الإشباع خلال نفس الزمن تقريباً ولكن بامتصاصية أعلى لقماش coolmax والذي بلغ 7,1 g بينما كانت امتصاصية الصوف 3,5 g، ويمكن تفسير الامتصاصية الأعلى لقماشcoolmax نتيجة استخدام نوع مطوّر خاص من ألياف البوليستر والذي هدفه هو إبقاء القدم في حالة جفاف وإبعاد التعرق عنها.

❖ **اختبار قياس إحساس (الحرارة . البرودة)**

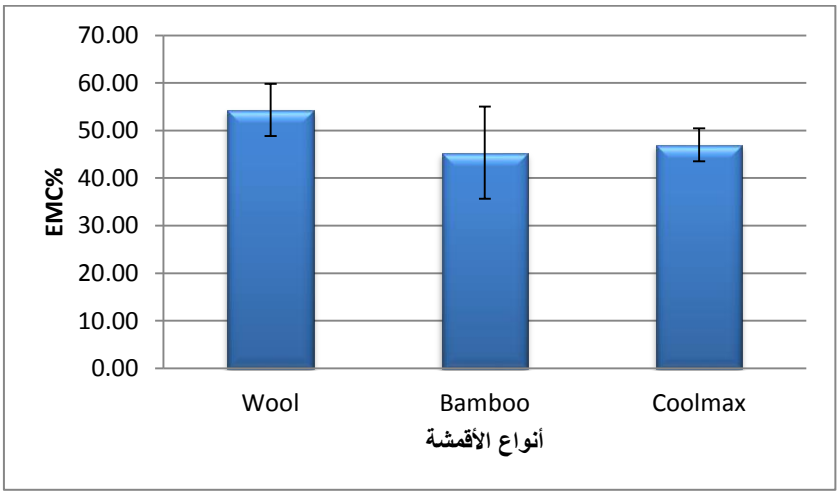


الشكل (9) نتائج قياس كمية الحرارة المارة عبر القماش(q_{max})

من الجدول أعلاه نلاحظ أن لقماش البامبو قيمة q_{max} أكبر وبالتالي هذا القماش يعطي إحساس بالبرودة (الانتعاش) أكثر من القماشين الآخرين.

❖ **قياس انضغاطية القماش Kawabata-FB3**

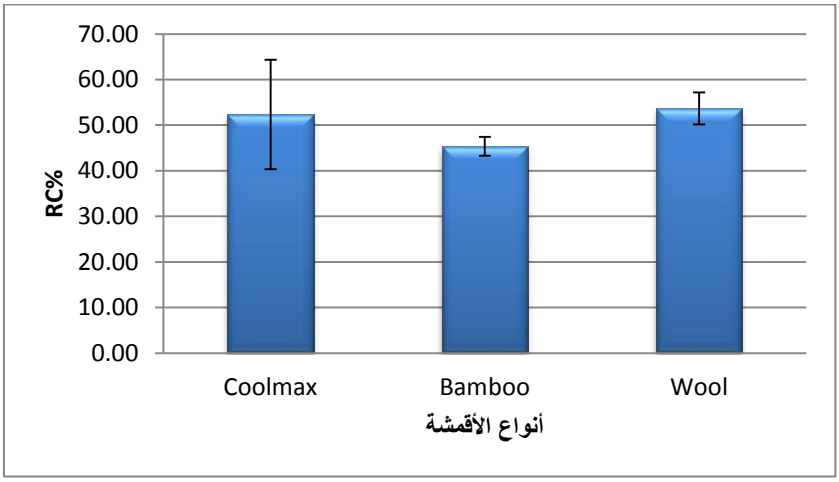
- قياس نسبة الانضغاطية EMC%



الشكل (10) نتائج قياس انضغاطية الأقمشة المُختبرة

بقياس معامل الانضغاطية وجدنا أن القماش الصوفي أبدى معامل الانضغاطية الأكبر وذلك نتيجة للمرونة التي تتمتع بها الألياف الصوفية، بينما كان لقماش البامبو الذي يدخل في تركيبه ألياف الفسكوز الانضغاطية الأقل.

- قياس نسبة الرجوعية RC%



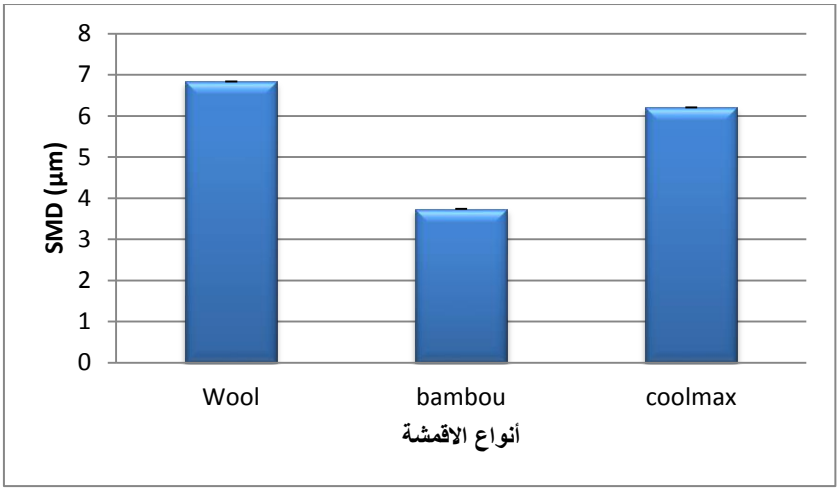
الشكل (11) نتائج قياس نسبة الرجوعية للأقمشة

إنَّ نتائج قياس هذا البارامتر تتناسب مع نتائج قياس الانضغاطية حيث أبدت العينة الصوفية قابلية استعادتها لشكلها الأصلي بعد الإجهاد لانها الأكثر انضغاطيةوذلك متعلق ببنية الألياف الصوفية التي تتمتع بمرونة ورجوعية عالية من الأنواع الأخرى المدروسة.

❖ **اختبار قياس حالة سطح القماش باستخدام جهاز**

- خشونة السطح SMD

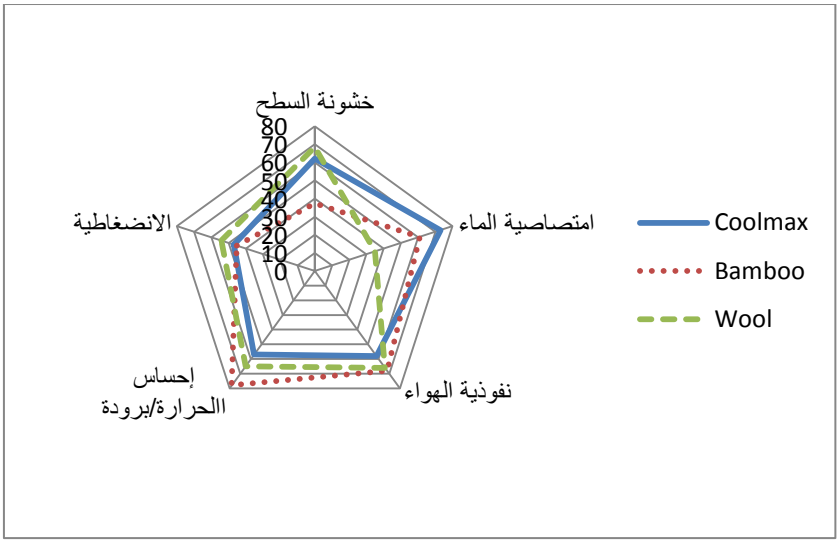
في هذا الاختبار تم قياس خشونة السطح لتصنيف الأقمشة وفق نعومتها وكانت النتائج وفق المخطط التالي:



الشكل (12) قياس الخشونة السطحية للقماش

من المخطط أعلاه نجد أنَّ قماش البامبو أعطى قيمة خشونة أقل وبالتالي كان الأكثر نعومة وهذه النتيجة تتناسب مع نوع خامة هذا القماش وهي الفسكوز بشكل أساسي بينما كان القماش الصوفي ذو السطح الأخشن.

- بعد تمثيل نتائج اختبار المواصفات الفيزيائية والميكانيكية(امتصاصية الماء،خشونة السطح، الانضغاطية،نفوذية الهواء، الإحساس بالبرودة) بشكل نسب، قمنا بإظهار نتائج الاختبارات في الشكل التالي(مخطط رادار):



الشكل (13) نتائج قياس المواصفات الفيزيائية والميكانيكية للأقمشة

من الشكل السابق نلاحظ أن قماش Bamboo يمتلك سطحاً أنعم وامتصاصية جيدة ونفوذية عالية للهواء ويعطي إحساساً بالبرودة (الانتعاش) إلَّا أنه كان الأقل اضغاطية وبالتالي الأقل استرجاعاً لوضعه الأصلي بعد تطبيق إجهاد عليه.

نلاحظ أيضاً من المخطط أنَّ هناك تقارباً في المواصفات بين قماشي Bamboo و Coolmax.

القسم العملي الثاني: تجارب راحة الارتداء للجوارب الرياضية

خطوات العمل :

- ✓ البحث عن أشخاص متطوعين (مستهلكين) للقيام باختبار راحة الارتداء للجوارب المدروسة.
- ✓ تم الحصول على 35 شخص متطوع لإجراء الاختبار (15 امرأة و20 رجلاً).

- ✓ تمَّ إنشاء الاستبيان الخاص براحة الاتداء والذي تضمن مجموعة من الأسئلة، وتوزيعه على المتطوعين مع العينات والإرشادات الخاصة بكيفية إجراء الاختبار وشروطه وطريقة الإجابة على الاستبيان.
- ✓ تمَّ إجراء اختبار راحة الارتداء للجوارب الرياضية المُصنَّعة من الخامات النسيجية الثلاثة المدروسة من قبل المجموعة المتطوعة.
- ✓ تمَّ استخدام المقياس المقسم إلى درجات لتحديد إجابات المتطوعين

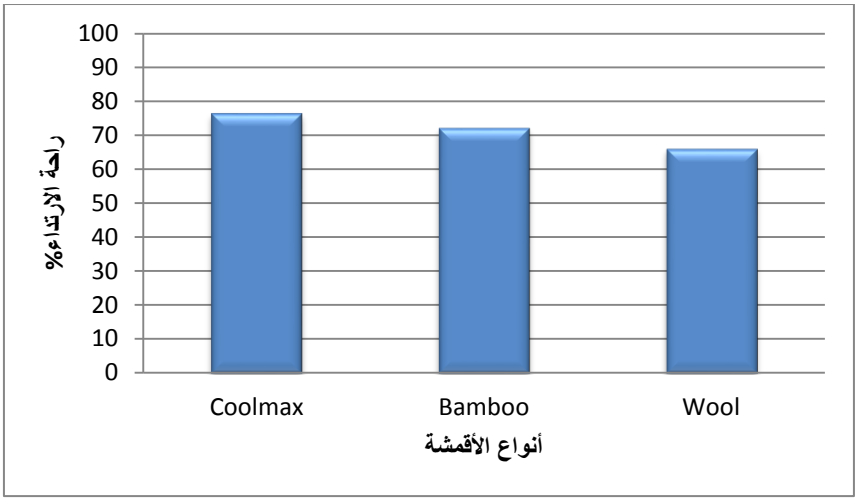
مريح جداً ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ غير مريح على الإطلاق
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

الشكل (14) مثال عن نموذج التقييم لكل من أسئلة الاستبيان

- ✓ تم حساب نتائج التقييم لجميع المساهمين في الاختبار وتحويل الإجابات إلى نسبة مئوية كما هو واضح في الجدول أدناه:

جدول (2) نتائج اختبار راحة الارتداء للجوارب الرياضية

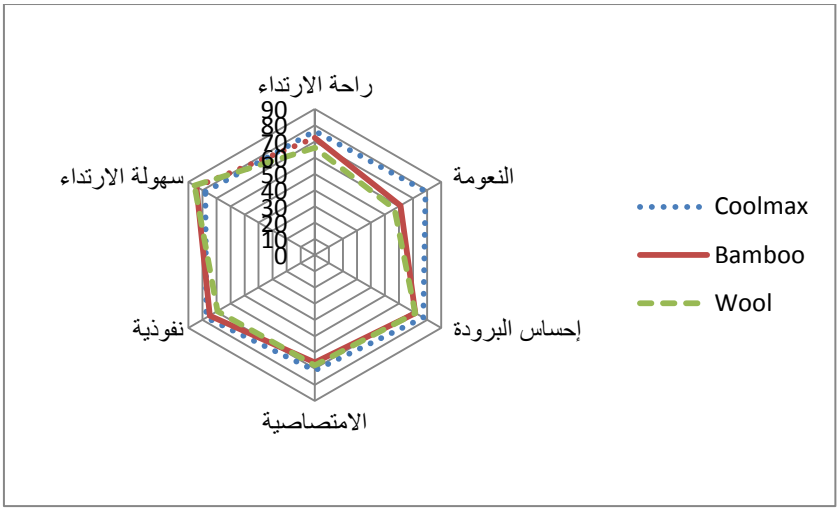
راحة الارتداء			
Coolmax	Bamboo	Wool	نوع القماش
76,54	72,25	66.1	نسبة التقييم%



الشكل (15) نتائج اختبار راحة الارتداء

من المخطط أعلاه ونتيجة الاختبار الحسي لراحة الارتداء والذي شمل أسئلة تقيّم مجموعة من البارمترات التي تخصُّ راحة الارتداء نجد أنَّ قماش Coolmax كان له القيمة الأعلى في منح راحة الارتداء وهو يقارب في تقييمه لأداء قماشBamboo الذي حقق أفضل المواصفات الفيزيائية والميكانيكية بين الأقمشة المدروسة والتي يمكنها أن تمنح الإحساس براحة الارتداء.

- بالنسبة للأسئلة التي تم تقييمها من قبل المستهلكين والتي تتقاطع مع المواصفات الفيزيائية والميكانيكية التي تم اختباروها، فقد تم تمثيلها بالمخطط التالي.



الشكل (16) نتائج الاستبيان الخاص براحة الارتداء

من المخطط أعلاه نلاحظ أنَّ هناك تقارب كبير (شبه تطابق) في التقييم الحسي بين كل من أقمشة البامبو والقماش الصوفي بينما قماش الكولماكس قد تفوق في النعومة على كل من القماشين الآخرين.

دراسة إمكانية وجود ارتباط بين التقييم الفيزيائي والميكانيكي لمواصفات الأقمشة وبين التقييم الحسي المزاجي لراحة الارتداء:

بالمقارنة بين مخططات الرادار لنتائج الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية للأقمشة ونتائج راحة الارتداء للجوارب المدروسة نجد مايلي:

إنَّ أكثر الخواص الفيزيائية والميكانيكية المؤثرة في منح الإحساس بالراحة هي:

1. قابلية القماش لامتصاص الماء وبالتالي امتصاص العرق لتعطي إحساساً بالجفاف وعدم الانزعاج وبالتالي تحقيق الراحة الحرارية التي تعتبر جزءاً من راحة الارتداء.

2 .خشونة السطح والتي عبرنا عنها في اختبار الارتداء بنعومة القماش، والتي أعطت إحساسا بالراحة للمرتدي خلال ساعات طويلة.

3.خواص انضغاطية القماش وقابلية الرجوعية للوضع الأصلي والتي تم التعبير عنها في اختبار الراحة بسهولة الارتداء للجوارب ووجدنا تطابق كبير بالإجابات بين الاختبارات الميكانيكية والفيزيائية وبين الاختبار الحسي لراحة الارتداء.

4.كمية الحرارة المنتقلة عبر سطح القماش والتي تعطي إحساساً بالبرودة (q_{max}) وعبرعنها المستهلكون بالانتعاش وعدم الإزعاج خلال الارتداء للجوارب.

5. لم يكن لنفوذية الهواء تأثير على تقييم المستهلكين لراحة الارتداء.

5 .الاستنتاجات

نستطيع تلخيص نتائج البحث في عدة نقاط أهمها:

- ✓ أعطت الأقمشة المصنعة من مزيج الفيسكوز والبولي أميد (Bamboo) المواصفات الفيزيائية والميكانيكة الأفضل من حيث نفوذية الهواء والإحساس بالبرودة ونعومة السطح.
- ✓ أعطى قماش الصوف نتائج أفضل فيما يخص قابلية الانضغاطية واسترجاع الشكل الأصلي بعد زوال الإجهاد.
- ✓ أعطى قماش (Coolmax) امتصاصية أعلى للماء.
- ✓ بإجراء اختبار راحة الارتداء للجوارب الرياضية وجد المستهلكون أنَّ الجوارب المصنَّعة من قماش (Coolmax) أعطت أفضل شعور براحة الارتداء.
- ✓ نتيجة دراسة العلاقة بين مواصفات الأقمشة المقاسة بأجهزة الاختبار والمواصفات التي تمنح الراحة التي تم تقييمها من قبل المستهليكن وجدنا أن أهم البارامترات التي تؤثر بشكل واضح في راحة الارتداء هي:
  - امتصاصية الماء
  - نعومة السطح (حالة سطح القماش)

- الانضغاطية وقابلية استرجاع الشكل بعد زوال الإجهاد
- الإحساس بالبرودة /الحرارة (كمية الحرارة المنتقلة عبر سطح القماش)

6 .التوصيات والمقترحات

نستطيع من خلال نتائج هذا البحث تقديم بعض الاقتراحات التي يمكن أن تقودنا إلى نتائج أفضل في الدراسات المستقبلية:

- ✓ دراسة المزيد من مواصفات الأقمشة التي يمكن أن يكون لها تأثير على راحة الارتداءمثل الانسدالية وقابلية الانثناء وغيرها...
- ✓ إمكانية زيادة عدد الأقمشة المدروسة ليكون هناك إمكانية لدراسة وجود علاقة رياضية بين مواصفات الأقمشة وراحة الارتداء.
- ✓ زيادة عدد المتطوعين المساهمين في إجراء الاستبيان.
- ✓ دراسة إمكانية تطبيق هذا النوع من الدراسة على منتجات أخرى مختلفة وفي مجالات متنوعة.

المراجع العلمية References

1. **Zavec Pavlinic´, D. and Geršak**, J, 2003- "Investigations of the relation between fabric mechanical properties and behaviour", International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 15 No. 3/4, pp. 231-240.

2. **G.Song**,2011- Improving comfort in clothing, Woodhead Publishing limited,1st Edition.

3. **L. Fourt, R.S. Hollies**, 1971- Clothing: Comfort and Function Dekker (Marcel) Inc,U.S, 263 pages.

4. Li. Y, 2001-The scienc of Clothing comfort, textile progress. 31:1-2, 1-135.

5. **K. Slater**, 1977- Comfort properties of textile. Textile progress, V9,Manchester.

6. **Apurba Das , R. alagirusamy**,2010- chapter: (Psychology and comfort), book, Science in clothing comfort. Woodhead Publishing, India,250P.

7. **D.Bhatia,U.Malhotra**,2016- "Thermo-physiological wear comfort of clothing: an overview. Journal of Textile Science & Engineering.

8. **M. Abd Ghafour**,2014- Studying the effect of Composite Structures of Weft Knitting on the Natural and Mechanical Properties of Outerwear Fabrics. Damietta University.Journal of applied art &science.[In Arabic].

9. **J.Hu**, 2008- Fabric testing, Woodhead Publishing series in Textile.

10.**NF EN ISO5492**,2009- "Analyse sensorielle vocabulaire". AFNOR.

11. **NF EN ISO 13299**,2010- «Analyse sensorielle- méthodologie- Directive générale pour l'etablissement d'un profil sensoriel ».

12. **ASTM**,2003- "Test Methods for water vapor Diffusion Resistance and AIR Flow Resistance OF Clothing Materials Using the Dynamic Moisture Permeation cell"

13. **Kawabata. S, "**Manuel for KES-FB7 thermolabo II, Precise and prompot thermal property measurement instrument".

14. **Kawabata. S, "**Manuel for surface tester KES-FB4". Kato Teach CO, LTD