دراسة الخصائص الميكانيكية لحياكة المنسوجات التقنية المستخدمة لأغراض عالية الأداء

إعداد

أ.د/ فوزي سعيد ذكي شريف
أستاذ بقسم الملابس والنسيج
كلية الاقتصاد المنزلي– جامعة المنوفية

د/ هاجر علي عبد الفتاح مصطفى النادي
مدرس بقسم الاقتصاد المنزلي
كلية التربية النوعية – جامعة الاسكندرية

مجلة بحوث التربية النوعية ـ جامعة المنصورة
عدد (٨٣) ـ مايو ٢٠٢٤

دراسة الخصائص الميكانيكية لحياكة المنسوجات التقنية المستخدمة لأغراض عالية الأداء

إعداد

أ.د/ فوزي سعيد ذكي شريف * د/ هاجر علي عبد الفتاح مصطفى النادي **

الملخص

تعتبر المنسوجات التقنية من أكثر المنسوجات شيوعًا في الوقت الحالي نظرًا لتغطيتها قطاع كبير من التطبيقات الحديثة التي تعتمد على المكون النسجي كمكون أساسي، وتعتبر الخامة المطلاة بمادة البولي فينيل كلورايد PVC من أبرز أمثلة المنسوجات التقنية و أوسعها انتشارا. و نظرا للخصائص الخاصة لتلك الخامة فإنها تحتاج الي أساليب خاصة من الحياكة تتناسب مع طبيعتها. لذلك يهدف البحث إلى تقييم كفاءة وصلة الحياكة لأنواع مختلفة من الحياكات (الحياكة التقليدية – الحياكة باللصق – الحياكة باللحام بتقنية الألتراسونيك) و دراسة الخصائص الميكانيكية (قوة الشد والاستطالة والصلابة) للوصلات الناتجة عن تلك الحياكات، و ذلك للوقوف على أفضل تقنية يمكن استخدامها لحياكة ذلك النوع من المنسوجات التقنية، و نظرًا لأن الخامة محل الدراسة سمكها (٠,٩ مم) و وزنها في المتر المربع عالي (١٠٥٠ جم/م٢) فقد كان لذلك تأثير مباشر على ارتفاع قيم قوة الشد والاستطالة و الصلابة لوصلات الحياكة بتقنياتها الثلاثة مقارنة بالخامات النسجية العادية المتداولة. وقد أثبتت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية وذلك في جميع وصلات الحياكة الثلاثة محل الدراسة، حيث سجلت قوة الشد لوصلات الحياكة قيمًا مرتفعة وصلت إلى ٢٠٦٨,٩٠ نيوتن في حالة الحياكة الألتراسونيك، كما سجلت نسبة الاستطالة لوصلات الحياكة قيمًا مرتفعة أيضًا وصلت الي ٣٩,٣٠٪ في حالة الحياكة الألتراسونيك أيضًا، بينما معدل الصلابة لوصلات الحياكة كان الأعلى قيمة (٠,٢٩ N.mt) في حالة الحياكة باللصق، بينما سجلت الحياكة العادية أقل قيمة في الصلابة (٠,١٧ N.mt). و قد أشارت النتائج إلى أن تقنية الحياكة الألتراسونيك قد أعطت أفضل النتائج بخصائص المتانة (قوة الشد و الاستطالة) كما سجلت معدل متوسط من خاصية الصلابة ما يعطيها القدر المناسب من المرونة و الذي يتلائم مع طبيعة المنتجات التي سيتم تصنيعها من هذه المنسوجات.

الكلمات المفتاحية :

المنسوجات التقنية - البولي فينيل كلورايد (PVC) - الحياكة التقليدية - الحياكة باللصق - الحياكة باللحام الألتراسونيك.

* أستاذ بقسم الملابس والنسيج - كلية الاقتصاد المنزلي– جامعة المنوفية.

** مدرس بقسم الاقتصاد المنزلي - كلية التربية النوعية – جامعة الاسكندرية .

المقدمة Introduction:

يعتبر قطاع صناعة المنسوجات التقنية من القطاعات الحديثة في صناعة المنسوجات، و يعتبر هو القطاع الأسرع نمواً في الأسواق العالمية مقارنة بباقي أنواع الصناعات النسجية و ذلك طبقا للتقارير و الاحصائيات الدولية المتخصصة في مجال صناعة النسيج.[٥]

و أحيانًا يطلق عليها المنسوجات الوظيفية، وذلك للأدوار الوظيفية التي تلعبها تلك المنسوجات في الأنشطة الحياتية المختلفة، و لذلك فهي تعتبر تطبيق للعلوم الهندسية و توظيف لها في مجال تكنولوجيا صناعة النسيج، مما يكسبها تنوعًا وثراءاً في نوعية منتجاتها النهائية. ذلك التنوع الجديد في استخدام المنسوجات يساهم بدوره في انتعاش الحالة الاقتصادية للمجتمع، من خلال فتح أسواق جديدة تلبى الإحتياجات الوظيفية المتنوعة، وتلك النهضة التسويقية الحديثة ستشجع بدورها على إنشاء العديد من المصانع في مجال تصنيع تلك المنسوجات التقنية الحديثة و ذلك هو الهدف المنشود حيث سيتاح العديد من فرص العمل المختلفة لخريجي قسم الملابس والنسيج، والتي كانت محصورة في مصانع الملابس الجاهزة فقط.[6,7]

إن عملية تجهيز المنسوجات التقنية لها تاريخ طويل مع التقدم الحضاري، فقد تم استخدام المنسوجات التقنية المغطاة خلال عدة قرون. وقد تم استخدام هذه المنسوجات بكثرة في الهندسة المعمارية وتم تطويرها بشكل مستمر على مر السنين، وقد كان هناك تطور كبير في الخواص الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية لتلك المنسوجات بحيث تعطي أداءً أفضل، كالوزن الخفيف، والمقاومة العالية للتمزق، وأن تكون مضادة للأشعة فوق البنفسجية، وأيضًا مقاومة للحرارة، وعدم تأثر الألوان بأشعة الشمس، وأن يكون العمر الافتراضي أطول لهذه الأنواع من المنسوجات.[8]

ونظرًا لندرة الأبحاث المتعلقة بدراسة حياكة المنسوجات التقنية، جاءت فكرة البحث الرئيسية في مقارنة بين أنواع الحياكات المختلفة (الحياكة التقليدية – الحياكة باللصق – الحياكة باللحام الألتراسونيك) لأحد خامات المنسوجات التقنية ودراسة خصائصها الميكانيكية، وذلك كوسيلة لتوفير المعلومات الأساسية للعاملين في تلك الصناعة والمهتمين علميًا من الباحثين والدارسين في هذا المجال.

مشكلة البحث Statement of the Problem :

تكمن مشكلة البحث في التساؤلات التالية:

- ماهي التقنيات المستخدمة لحياكة المنسوجات التقنية (الخامات المطلاة بمادة البولي فينيل كلورايد (PVC) محل الدراسة؟
- هل هناك فروق ملحوظة بين وصلات الحياكة المختلفة (الحياكة التقليدية – الحياكة باللصق – الحياكة باللحام الألتراسونيك) والمستخدمة لهذا النوع من المنسوجات اعتمادًا على الخصائص الميكانيكة لتلك الوصلات (قوة الشد والاستطالة والصلابة)؟

أهداف البحث Objectives :

١. إلقاء الضوء على المنسوجات التقنية الحديثة، والتعرف على التقنيات المستخدمة لحياكتها.
٢. دراسة كفاءة وصلة الحياكة لأنواع مختلفة من الحياكات (الحياكة التقليدية – الحياكة باللصق – الحياكة باللحام بتقنية الألتراسونيك) والمستخدمة لحياكة خامة النسيج المطلي بمادة البولي فينيل كلورايد (PVC).
٣. دراسة الخصائص الميكانيكية (قوة الشد والاستطالة والصلابة) للوصلات الناتجة عن تلك الحياكات، و ذلك للوقوف على أفضل تقنية يمكن استخدامها لحياكة ذلك النوع من المنسوجات التقنية وتحقق أفضل الخواص الأداء الوظيفي لها.

أهمية البحث Significance :

- تتمثل أهمية البحث في كونه يعتبر دليل هام وضروري للعاملين في مجال صناعة المنسوجات التقنية وكذلك للباحثين والدارسين المهتمين بدراسة تلك النوع من المنسوجات.
- إثراء مجال صناعة المنسوجات في جمهورية مصر العربية، وفتح آفاق جديدة من خلال الإطلاع على التطبيقات الحديثة لتلك المنسوجات التقنية وطرق حياكتها.

منهج البحث Methodology:

يتبع البحث المنهج التجريبى: لإجراء الجزء التطبيقي الخاص بالبحث.

حدود البحث Borders :

- حدود موضوعية : دراسة الخصائص الميكانيكية (قوة الشد والاستطالة والصلابة) لثلاث أنواع من الحياكات المختلفة (الحياكة التقليدية – الحياكة باللصق – الحياكة باللحام الألتراسونيك) لخامة النسيج المطلي بمادة البولي فينيل كلورايد (PVC).
- حدود زمانية : العام الجامعي ٢٠٢٤م /٢٠٢٥ م.
- حدود مكانية : تم حياكة الالتراسونيك بإحدى شركات تصنيع المنتجات الغير منسوجة بمدينة قويسنا بمحافظة المنوفية، تم عمل الاختبارات المعملية في صندوق الدعم بالسيوف بالاسكندرية.

فروض البحث Hypothesis :

١- وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين أنواع الحياكات المختلفة (الحياكة التقليدية – الحياكة باللصق – الحياكة باللحام الألتراسونيك) للمنسوجات التقنية من حيث التأثير على قوة الشد.

٢- وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين أنواع الحياكات المختلفة (الحياكة التقليدية – الحياكة باللصق – الحياكة باللحام الألتراسونيك) للمنسوجات التقنية من حيث التأثير على الاستطالة.

٣- وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين أنواع الحياكات المختلفة (الحياكة التقليدية – الحياكة باللصق – الحياكة باللحام الألتراسونيك) للمنسوجات التقنية من حيث التأثير على الصلابة.

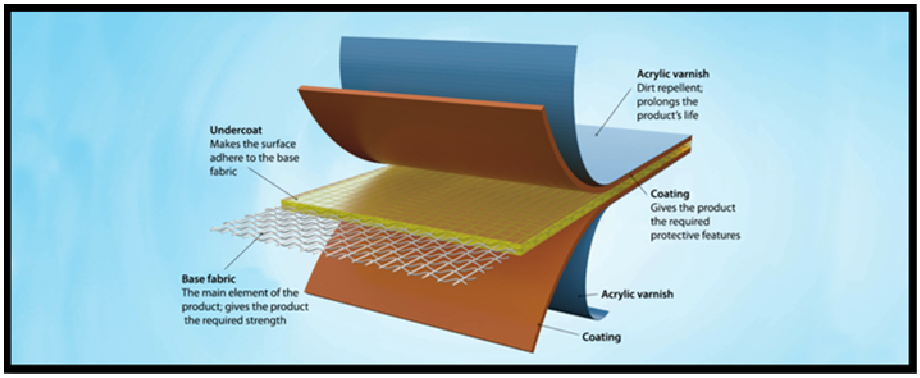
مصطلحات البحث :

المنسوجات التقنية: Technical Textile

متعارف عليها دوليًا بأنها تلك المنسوجات التي يمكن استخدامها في التطبيقات الحياتية المختلفة بهدف القيام بأغراض وظيفية متعددة عالية الأداء. [5,6] ، وليس مجرد أغراض جمالية أو زخرفية. [٢٧]

الأقمشة المطلاة: Coated Fabrics

هي الأوسع إنتشارًا بين المنسوجات التقنية، وهي عبارة عن طبقتين نسجيتين بأسلوب التريكو يتم الوصل بينهما عن طريق ألياف، وهو ما ينتج عنه تكوين فراغات بين الطبقتين، وكذلك بين الألياف الرابطة بينهما، ويضيف التركيب النسجي والبنائي بعدًا ثالثًا وهو السمك بين الطبقتين. [6] كما في شكل (١).



شكل (١): يوضح طبقات الأقمشة المطلاة. [24]

الحياكة باللصق: Adhesive Sewing

هي عملية فيزيائية وكيميائية معقدة، يرجع أداء الالتصاق العالي إلى التغيرات الفيزيائية أو الكيميائية بين المادة اللاصقة والمواد الملتصقة مما ينتج عنه عمليات فيزيائية أو كيميائية، حيث تؤثر القوى الكيميائية على سطح القماش حيث يتم تعزيز قوة الترابط للمادة اللاصقة للنسيج عن طريق درجة الحرارة العالية والمعالجة بالضوء وعلاجات النسيج الأخرى. [9,10]

الحياكة باللحام الألتراسونيك: Ultrasonic Welding Sewing (UWS)

تتم الحياكة باللحام الألتراسونيك (الموجات فوق الصوتية) من خلال ذوبان وتبريد السطح البلاستيكي للمنسوجات التقنية، حيث تعد هذه الحياكة طريقة فعالة لتجميع مادتين أو أكثر من المواد البلاستيكية الحرارية من خلال تردد عالي بدون تحلل البوليمر [11]، ولا تتطلب هذه التقنية استخدام إبرًا أو مذيبات أو مواد لاصقة أو مثبتات ميكانيكية أو غيرها وبالتالي تقلل المواد الاستهلاكية وبالتالي تقل التكاليف. [11]

الدراسات السابقة:

- تهدف دراسة غادة إبراهيم إبراهيم أبو عيشه (2007) إلى إجراء دراسة تجريبية لبيان مدي تحقيق أنسب المعايير للتعبير عن قابلية الحياكة من خلال نظام تكاملي يربط بين عناصر الحياكات. [1]
- بينما هدفت دراسة كل من د /إيرينى داود، د /إيمان ربيع (٢٠١٢) إلى دراسة تأثير بعض تقنيات الحياكة مثل نوع الغرزة ونوع وصلة الحياكة ومستوى الشد لماكينات الحياكة على الخواص الوظيفية لخامة الحرير الطبيعي وكفاءة الحياكات. [2]
- بينما تلقى دراسة Yulei Tian, Xin Huang, Others (٢٠٢٢) نظرة عامة على المواد اللاصقة النسيجية ودراسة نظرية مفصلة للمواد اللاصقة الطبيعية والاصطناعية، حيث تتميز معظم المواد اللاصقة الطبيعية بخصائص التصاق ضعيفة ولا يمكنها تحقيق التصاق طويل الأمد، وعلى الرغم من أن المواد اللاصقة الاصطناعية تتمتع بخصائص التصاق ممتازة، إلا أن استخدامها العملي محدود بسبب المعالجة المعقدة والميل إلى إنتاج مواد ضارة. ويهدف البحث في الحصول على مواد لاصقة نسيجية ذات خصائص التصاق قوية تتوافق أيضًا مع التنمية المستدامة، تم التعديل الكيميائي وتغيير في تركيب المواد الحيوية، من خلال دمج المواد اللاصقة لتحسين وظائف المنسوجات. [12]
- بينما تهدف دراسة Ahmed Elbarbary, Hemat Fauomy (٢٠٢٣) إلى تحسين أداء حياكة إكسسوارات الملابس "السحابات" من خلال إجراء مقارنة بين الطريقة التقليدية وطريقة اللحام بالالتراسونيك لتركيب السوستة. وتمت المقارنة بين العينات من خلال اختبارات (قوة الشد والاستطالة، التجعد، المظهر (قبل / بعد) الغسيل). وأظهرت النتائج وجود اختلافات لصالح اللحام بالموجات فوق الصوتية [USW]، مما ساعد على تقليل هدر خيوط الخياطة وساهم في الحفاظ على البيئة. [13]
- بينما أوضحت دراسة Selim Molla, Others (٢٠٢٤) أن مجال المنسوجات الطبية يظهر كقطاع متوسع باستمرار داخل سوق المنسوجات التقنية، فالتقدم في مجال المنسوجات، سواء كانت طبيعية أو صناعية، هدفها في المقام الأول تحسين راحة المريض، فالتقدم في مجال المنسوجات الطبية يمثل خطوة كبيرة في جعل المرضى أكثر راحة، و يهدف البحث إلى دراسة

المواد الخام المتنوعة المستخدمة في هذه المنسوجات ويفحص عمليات التصنيع المعقدة التي تعتمد عليها إنشاء هذه المكونات الحيوية في المجال الطبي.[14]

- بينما تهدف دراسة TRIPA, INDRIE, GARCÍA, MIKUCIONIENE (2024) إلى تقديم حلول مقترحة لتقليل الضغط البيئي الذي تمارسه المنسوجات التقنية، حيث يُسلط هذا البحث الضوء على حقيقة أن صناعة المنسوجات التقنية تلعب دورًا مهمًا في صناعة النسيج والملابس، ففي السنوات الأخيرة، كانت هناك زيادة كبيرة في إنتاج المنسوجات التقنية في الاتحاد الأوروبي، الأمر الذي يؤدي بدوره إلى زيادة الأثر البيئي الناتج عن إنتاج واستهلاك هذه المنتجات، حيث أن عملية إنتاج المنسوجات التقنية تنتج عدة أشكال من التلوث سواء في الهواء والماء والتربة، بالإضافة إلى الضوضاء والتلوث البصري ويساهم بالتالي بشكل كبير في ظاهرة الاحتباس الحراري.[7]

التعقيب علي الدراسات السابقة :

أثبتت الدراسات السابقة التي تناولت تقنيات الحياكة أن الوقوف علي أنسب أسلوب للحياكة يزيد من جودة المنتج النهائي. وقد استفادا الباحثان منها في تحديد أفضل الأساليب المتبعة في تقنيات الحياكة للتعامل مع خامة عالية الجودة.

الاطار النظرى:

أولاً: أنواع الحياكات المستخدمة لحياكة المنسوجات:

١- الحياكة التقليدية:

الحياكة : حاك الثوب أي نسجه [٤]، و الحياكة التقليدية هي الطريقة الأكثر شيوعًا لربط الأقمشة ولكن من عيوبها تنتج طبقات مثقبة، مما يؤدي إلى تمزق خيوط الحياكة مع مرور الوقت.[15]

أنواع وصلات الحياكة التقليدية:

حيث تم تقسيم الحياكات إلى أربعة حياكات رئيسية على نظام التصنيف الفيدرالي هي:

- **الحياكات البسيطة :S.S (Super Imposed Seam) .**

والتي تتم بصف أو أكثر من الغرز منها يتم إنتاجه على مرحلة واحدة ومنها ما يتم على مرحلتين كالحياكات الفرنسية.

- **حياكة طبقتين أو أكثر من الخامة المتراكبة : L.S (Lap - Seam).**

مثل الحياكة الإنجليزية المتراكبة.

- **حياكة الحواف : B.S (Bound Seam).**

ويتم عن طريق احتواء شريط حول طرف القماش وحياكته بصف أو أكثر من الغرز مثل كمر البنطلون الجينز.[15]

- **الحياكة المسطحة :F.S (Flat Seam)**

يتم إنتاجها عن طريق التقاء طرفي الخامة وعلى نفس المستوى مع استخدام مجموعة من الغرز المتشابكة بغرض الربط بين طرفي الخامة كما في الملابس الداخلية، وحيث أن من عيوب الحياكة التقليدية أنها تنتج طبقات مثقبة، فلذا فقد تطرقنا إلى البحث عن طرق حياكات أخرى ومنها الحياكة باللصق، الحياكة بالالتراسونيك.[٢]

٢- الحياكة باللصق:

المواد اللاصقة هي مواد ذات خصائص ترابط جيدة وتلتصق بقوة بنفسها أو بمواد مختلفة من خلال الترابط والتماسك.[16] وتُستخدم على نطاق واسع في العديد من المجالات، مثل البناء، مواد التعبئة والتغليف، الفضاء الجوي، صناعة السيارات، والطب والرعاية الصحية، وصناعات النسيج.[12]

كما أن المواد اللاصقة النسيجية تُستخدم بشكل أساسي في تحجيم الخيوط وطباعة وصباغة المنسوجات ومعالجة الأقمشة غير المنسوجة وحياكة المنسوجات.[10] ولقد أدى ظهور المواد اللاصقة النسيجية إلى تعزيز كفاءة إنتاج وتجهيز المنسوجات بشكل كبير، وقد أدى التطور المستمر لتكنولوجيا المواد اللاصقة إلى ظهور تقنيات جديدة لمعالجة المنسوجات حيث يحل الالتصاق محل النسيج والخياطة.

وأن استخدام المواد اللاصقة في المنسوجات له تاريخ طويل، فقد كانت معظم المواد اللاصقة المستخدمة في معالجة الملابس عبارة عن مواد لاصقة طبيعية مثل البروتينات الحيوانية والنباتية والنشا والسليلوز، ولكن من عيوبها ضعف أداء الترابط وعدم الاستقرار وانخفاض الإنتاجية، ومع التقدم العلمي في كيمياء البوليمرات من تصنيع الأكريلات الاصطناعية والبولي يوريثان (PU) والسيليكون، تم إنتاج المواد اللاصقة الاصطناعية ذات خصائص الترابط القوية وسهولة الاستخدام وتكون بكفاءة إنتاج أعلى مقارنة بالمواد اللاصقة الطبيعية. ومع ذلك، نظرًا لأن عملية إنتاج المواد اللاصقة الاصطناعية معقدة وتميل إلى إنتاج منتجات ثانوية ضارة تؤثر على البيئة، فليس من السهل التحكم فيها، وتعد سلامة الإنتاج وحماية البيئة من الاهتمامات الرئيسية لصناعات النسيج الاصطناعية.[17] وللحصول على مواد لاصقة نسيجية ذات خصائص التصاق قوية تتوافق مع التنمية المستدامة، تم التعديل الكيميائي وتغيير في تركيب المواد الحيوية، من خلال دمج المواد اللاصقة مع تقنية الكبسلة الدقيقة لتحسين وظائف المنسوجات.[18]

٣- الحياكة باللحام (الالتراسونيك):

المواد القابلة للحام والعوامل المؤثرة عليه:

- الأقمشة المنسوجة هي عبارة عن أقمشة تتكون من تشابك منتظم للخيوط.والعوامل المؤثرة على قابليتها للحام: كثافة الغزل، محتوى اللدائن الحرارية، ضيق النسج، سمك الخامة، وقد تختلف قوة اللحام وفقاً لاتجاه الخيوط.

- الأقمشة الغير منسوجة هي عبارة عن أقمشة مكونة من ألياف أو خيوط متماسكة أو متشابكة بواسطة الوسائل الميكانيكية أو الحرارية أو الكيميائية.والعوامل المؤثرة على قابليتها للحام: سمك الخامة ومحتوى اللدائن الحرارية.
- المنسوجات المطلاة هي عبارة عن المواد المغلفة المغطاة بطبقة من اللدائن الحرارية، مثل PVC أو البولي بروبيلين أويوريثان. والعوامل المؤثرة على قابليتها للحام: مواد الطلاء، والسمك، وخصائص اللدائن.
- المنسوجات المطلاة بالطلاء المدمج و هي عبارة عن منسوجات مغطاة بطبقتين أو أكثر، والعوامل المؤثرة على قابليتها للحام هي نوع ومحتوى اللدائن الحرارية.[25]

ثانياً: أهم التطبيقات و المجالات الوظيفية للمنسوجات التقنية :

تتعدد مزايا هذه المنسوجات، فقد تم استخدامها بكثرة في أماكن مختلفة، مثلO2 Arena Greenwich جنوب شرق لندن بإنجلترا، واستاد Qingdao ETSONG في الصين والعديد من الأماكن الأخرى مثل المطارات، ومراكز التسوق والمطاعم حول العالم. [19,20]

المجالات الوظيفية للمنسوجات التقنية:

- المنسوجات الواقية: تستخدم لتحسين الرؤية وحماية العمال من الإصابة، وتوفير حواجز بين العامل والبيئات القاسية. و يتم تنظيم تصميم وأداء هذه الأقمشة بشكل صارم من قبل بعض الهيئات مثل OSHA و ASTM وغيرها.
- المنسوجات الرياضية: يعتمد المصنعون في مجال الرياضة على المنسوجات التقنية القوية لإنشاء مجموعة واسعة من المعدات المستخدمة في الرياضات الداخلية والخارجية والأنشطة الترفيهية الأخرى. و تكون هذه الأقمشة غالبًا مضادة للبكتيريا وطاردة للماء وغيرها من الخواص.
- منسوجات النقل : تعتمد المركبات مثل السيارات و عربات السكك الحديدية و القوارب والسفن على المنسوجات، وغالبًا ما يتم تقوية هذه الأقمشة أو تغليفها لتعزيز الخصائص الفيزيائية، وتسهيل استخدامها تحت ظروف الستخدام القاسي.[26]
- المنسوجات الطبية: يجب أن تتسم هذه الأقمشة بمجموعة من خصائص المقاومة المضادة للبكتيريا والكيميائية. كما يجب أن تستوفي المنسوجات المستخدمة في الأجهزة الطبية والعمليات الجراحية والتطبيقات الطبية الأخرى معايير النظافة الطبية الصارمة ومعايير السمية الخلوية لضمان أنها آمنة لاتصالها المباشر بالمرضى. حيث يستخدم في مجالات متنوعة في المجال الطبى، و تستخدم في العديد من الاغراض مثل صناعة خيوط الجروح، والبدائل الجراحية، وتطوير الأربطة الاصطناعية، وزراعة الأنسجة الرخوة وأجهزة تقويم العظام وزراعة القلب والأوعية الدموية، وتستخدم المنسوجات الطبية أيضًا في الغرز الجراحية والجلد الاصطناعي والأربطة وبدائل الغضاريف.[١٥]

- مجال صناعة الملابس الجاهزة: حيث يتم استخدام التكنولوجيا الحديثة في التصميم - بناء الباترون - القص و التصنيع، وأيضًا تستخدم في صناعة الملابس الرياضية (الأحذية و الأطقم الرياضية للرياضات المختلفة)، وأيضًا تستخدم في صناعة الملابس الوقائية (مثل الملابس الواقية من الحريق و البكتريا والرصاص). [21]
- مجال التطبيقات الهندسية: (كما في بناء الحوائط المتنقلة - الحوائط الخراسانة - واجهات الأبنية) [٣]
- مجال التطبيقات الزراعية: (كما في الصوب الزراعية - وقاية النباتات - المزارع الحيوانية) [٣]
- مجال التطبيقات الصناعية: (كما في سيور الماكينات - الفلاتر و المرشحات - أغطية الوقاية)
- وهناك مجالات أخرى تستخدم فيها المنسوجات التقنية: كما في صناعة السيارات و مكملاتها (الهيكل الخارجي - الهيكل الداخلي - الفرش – الوسائد الهوائية). [٣]

ثالثاً: الألياف والخامات المستخدمة في صناعة المنسوجات التقنية:

١- الألياف الطبيعية:

وتنقسم الألياف الطبيعية إلى ثلاث فئات رئيسية هي الحيوانية، والنباتية، والمعدنية. وتختلف الألياف الطبيعية وغيرها عن بعضها البعض بسبب بنيتها. فالقطن والحرير والصوف والألياف الطبيعية الأخرى لها أسطح غير مستوية وغير متجانسة.

٢- الألياف الاصطناعية:

وتستخدم الألياف الاصطناعية مثل البولي بروبيلين، والبولي أميدات، والبولي إيثيلين، والبولي لاكتيد بكثرة بسبب تعدد مميزاتها و استخداماتها حيث أنها تقاوم المواد الكيميائية المختلفة، وتكون طاردة للماء، ومقاومتها للتآكل لفترة طويلة. [22]

٣- ألياف عالية الأداء:

مثل (ألياف الكيلفر، وألياف الكربون، والألياف الزجاجية وألياف الأراميد وغيرها .....)، يتم تطوير هذه الألياف عالية الأداء بإستمرار في خصائصها الفيزيائية حيث تكون ذات أداء معزز مثل مقاومة الحرارة (حيث تكون درجة حرارة التحلل عالية جدًا، ونقطة الانصهار عالية جدًا) وتتمتع هذه الألياف الفائقة بقوة تزيد عن (٢,٢ جيجا باسكال) [23].

الإطار التطبيقي:

للإجابة علي تساؤلات البحث، قام الباحثان بالعديد من الخطوات الاجرائية، و التي من بينها:

١. اختيار الخامة.

٢. إجراء الحياكة باستخدام ثلاثة تقنيات حياكة مختلفة.

٣. إجراء اختبارات الخواص الميكانيكية لوصلات الحياكة بأنواعها المختلفة.

أولا: اختيار الخامة:

تعتبر المنسوجات المطلاة (Coated fabrics) من أهم و أبرز مخرجات المنسوجات التقنية و أوسعها إنتشارا، و ذلك لاستخدامها بالعديد من التطبيقات المختلفة في حياتنا اليومية. و يتكون القماش المطلي من طبقات مختلفة مدمجة مع التركيب النسجي الأساسي ومعالجة سطحيا للزخرفة أو الطباعة. يمكن تصنيع النسيج الأساسي من أقمشة منسوجة أو غير منسوجة، و بخيوط من ألياف الطبيعية مثل الصوف أو القطن أو القنب أو الحرير، أو ألياف صناعية مثل الألياف الزجاجية أو البوليستر أو النايلون أو الكيفلار. تكون الطلاءات عادةً من الفينيل أو النيوبرين أو السيليكون أو التيفلون. يمكن للطلاء والطبقة السطحية حماية الخيوط من مصادر مختلفة للضرر (الأشعة فوق البنفسجية، والتآكل، و تغير المناخ، ومياة الأمطار، والرطوبة). يعد نسيج البوليستر المطلي بـ PVC (البولي فينيل كلورايد) أحد أكثر المنسوجات التقنية المطلاة استخدامًا، حيث يكون سمكه دائمًا أكبر من ٠,٥ مم و وزن المتر المربع ما بين ٤٢٠- ١٥٠٠ جم/م٢. إنه أكثر شيوعًا و شعبية بسبب سعره المناسب، وصلابته الجيدة، وألوانه المتنوعة، وملمسه الناعم. علاوة على ذلك، يمكن طيه وفرده بسهولة مع تحمل جيد للإجهادات الواقعة عليه.

و لتلك الأسباب تم استخدام عينات البحث من الخامة المطلاة بـ PVC (البولي فينيل كلورايد) كمثال للمنسوجات التقنية محل الدراسة. و هي من تصنيع شركة (Heytex Bramsche GmbH) الألمانية ذات تركيب نسجي سادة ١/١ (كنسيج أساسي) و يزن المتر المربع من تلك الخامة ١٠٥٠ جم/م٢ و بسمك ٠,٩ مم . وتستخدم تلك النوعية من الخامات النسجية في العديد من التطبيقات المحتلفة مثل القماش المشمع على الشاحنات، و الأقمشة المستخدمة في العزل الحراري، و المظلات و الخيام، و صناعة الملابس الوقائية، والعزل الكهربائي، وأغراض الإعلان على اللوحات الإعلانية واللافتات، و التغليف، و مناطيد الهواء، و واجهات المحلات، و المراكز التجارية، و أماكن قفز الأطفال الهوائية بأماكن اللعب، و صناعة أدوات الألعاب المائية، والقوارب الهوائية، وتجهيز وتبطين الصالات الرياضية، و صناعة مقاعد السيارات، و فرش القطارات والطائرات، و غيرها من الاستخدامات عالية الأداء.

ثانيًا: إجراء الحياكة باستخدام ثلاثة تقنيات حياكة مختلفة:

الهدف الرئيسي من هذا البحث هو اجراء دراسة مقارنة بين تقنيات الحياكة المختلفة (الحياكة العادية – الحياكة باللصق – الحياكة الألتراسونيك) و التي تستخدم لحياكة الخامة محل الدراسة (المطلاة بالبولي فينيل كلورايد)، و دراسة تأثيرها علي الخصائص الميكانيكية لوصلات الحياكة الناتجة عن تلك الحياكات، و تم استخدام وصلة الحياكة العادية البسيطة أثناء الحياكة، و التي هي النمط الأساسي لحياكة ذلك النوع من الخامات بسبب سماكتها الملحوظة.

و لقد تم تثبيت مقدار الخياطة بجميع أنواع تقنيات الحياكة الثلاثة المستخدمة في البحث ليكون ١ سنتيمتر من حافة العينة كما في شكل (٢)، ولإجراء الحياكة العادية فقد تم استخدام ماكينة حياكة صناعية من طراز جوكي بمعدل غرز ٧ غرز لكل سنتيمتر، أما لإجراء الحياكة باللصق فقد تم استخدام مادة PU (البولي يوريثان)، بينما لتقنية الحياكة بالألتراسونيك فقد تم استخدام ماكينة من تصنيع شركة

(Jiangyin Kaxite Energy (saving Materials Technology الصينية و ذلك بإحدى شركات تصنيع المنتجات الغير منسوجة بمدينة قويسنا بمحافظة المنوفية، و كان معدل تردد الألتراسونيك (٦٠ كيلوهرتز) و معدل سرعة السحب (٦ متر لكل دقيقة) و بمعدل طاقة كهربية مقدارها (٢٢٠ فولت – ٥٠/٦٠هرتز).

الحياكة العادية | الحياكة باللصق | الحياكة الألتراسونيك

شكل (٢): يوضح وصلات الحياكة للثلاثة تقنيات الحياكة محل الدراسة.

ثالثًا: إجراء اختبارات الخواص الميكانيكية:

كي يتم دراسة و تقييم كفاءة وصلة الحياكة لكل تقنية من تقنيات الحياكة الثلاثة المستخدمة في هذا البحث، و ذلك للوقف علي أفضل تقنية يمكن التوصية بها لحياكة ذلك النوع من المنسوجات التقنية، كان لزاما إجراء بعض الاختبارات المعملية و التي من شأنها قياس بعض الخصائص الميكانيكية لوصلة الحياكة مثل قوة الشد و الاستطالة و الصلابة، و تعتبر تلك الخصائص من المحددات الأساسية لقياس كفاءة أداء وصلة الحياكة بوجه عام.

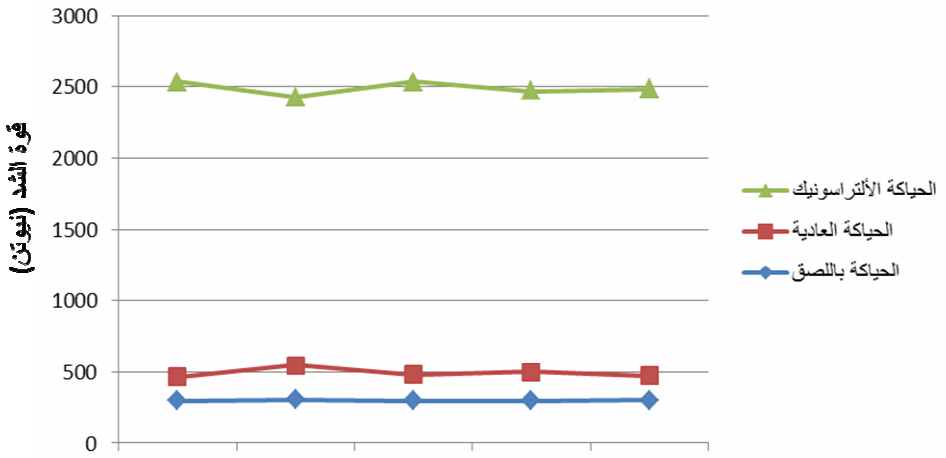
و إعتمادا علي ذلك، فقد تم قياس خصائص قوة الشد و الاستطالة و الصلابة لوصلة الحياكة للعينات محل الدراسة بمعامل صندوق دعم صناعة الغزل و المنسوجات بمدينة الاسكندرية في جو قياسي بلغت درجة حرارته ٢٠ درجة سيليزيوس و رطوبة نسبتها ٦٥٪. و قد تم قياس خاصية قوة الشد و نسبة الاستطالة لكل من وصلة الحياكة العادية ووصلة الحياكة باللصق ووصلة الحياكة الألتراسونيك باستخدام جهاز Testometric و المواصفة القياسية ISO 13934، كما تم قياس معدل الصلابة لوصلات الحياكة في تقنيات الحياكة الثلاثة باستخدام جهاز(Shirly Tester

Stiffness). هذا و قد تم اجراء كل اختبار على حدة لكل تقنية من تقنيات الحياكة المستخدمة في البحث بمعدل تكرار ٥ قراءات لكل اختبار.

النتائج :

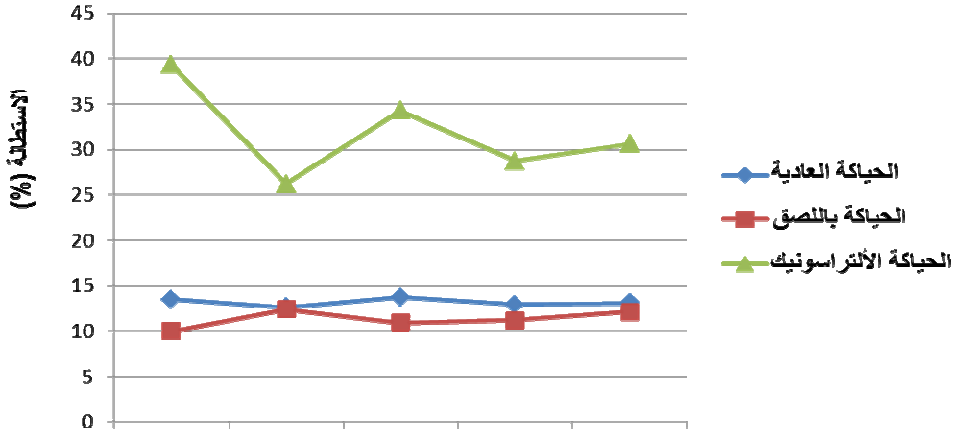
تتمتع المنسوجات التقنية و خاصة الأقمشة المطلاة بمادة ال PVC (البولي فينيل كلورايد) محل الدراسة، بقدرة عالية على تحمل الاجهادات الواقعة عليها و بمقدار متميز من المتانة يؤهلها للاستخدام بالعديد من التطبيقات عالية الأداء كما تم ايضاحه سابقًا. لذلك كان لزامًا قياس الخصائص الميكانيكية لوصلة الحياكة التي تقوم بتجميع تلك الأقمشة مع بعضها البعض، و ذلك للتأكد من كفاءة الأداء الوظيفي لتلك الأقمشة بعد حياكتها و معرفة أوجه ونقاط القوة و الضعف بها، كي يتم الوقوف علي أنسب تقنيات الحياكة الملائمة لطبيعة تلك الخامات.

بعد اجراء مجموعة من الاختبارت المعملية لبعض الخصائص الميكانيكية تمثلت في قوة الشد و الاستطالة و الصلابة وذلك لوصلات الحياكة التي نتجت عن استخدام ثلاث تقنيات للحياكة هي الحياكة العاية و الحياكة باللصق و الحياكة الألتراسونيك، كان هناك تباين واضح في تلك الخصائص بين الثلاث تقنيات للحياكة. فكما يتضح من الشكل (٣) فقد كانت هناك فروق ذات دلالة احصائية بين قراءات و قيم قوة الشد في حالة استخدام تقنية الحياكة الألتراسونيك و تقنية الحياكة العادية مقارنة بتقنية الحياكة باللصق التي لم تسجل قراءاتها فروق معنوية ملحوظة.



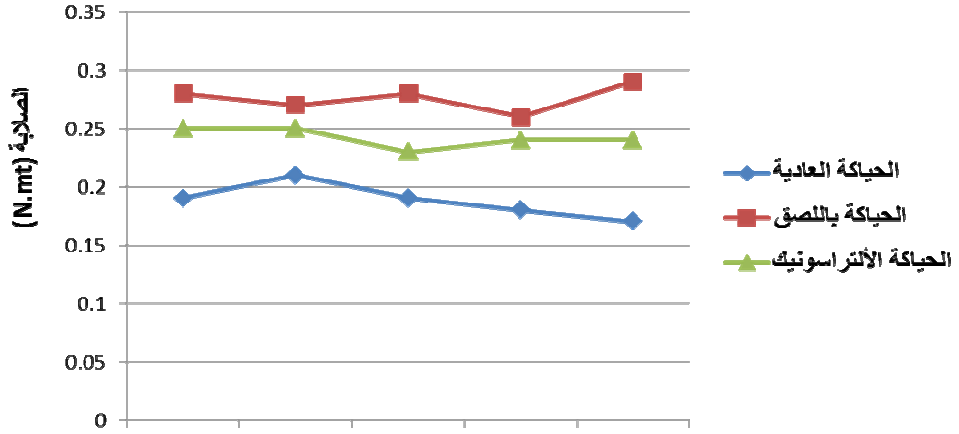
شكل (٣): قيم قوة الشد لوصلات الحياكة باستخدام ثلاثة تقنيات حياكة محل الدراسة.

أما بالنسبة لخاصية الاستطالة فقد تباينت قيمها هي الأخرى بتغير نوع تقنية الحياكة، حيث يتضح من الشكل (٤) أن هناك فروق ذات دلالة احصائية بين قراءات نسبة الاستطالة في جميع تقنيات الحياكة محل الدراسة، كان أبرزها تقنية الحياكة الألتراسونيك ثم تقنية الحياكة العادية ثم تقنية الحياكة باللصق.



شكل (٤): قيم الاستطالة لوصلات الحياكة باستخدام ثلاثة تقنيات حياكة محل الدراسة.

و في الشكل (٥) تغيرت قيم الصلابة بشكل ملحوظ بتغير نوع تقنية الحياكة المستخدمة، حيث كان هناك فروق ذات دلالة احصائية بين قراءات معدل الصلابة المسجلة في جميع حالات تقنيات الحياكة محل الدراسة علي قدر متعادل.



شكل (٥): قيم الصلابة لوصلات الحياكة باستخدام ثلاثة تقنيات حياكة محل الدراسة.

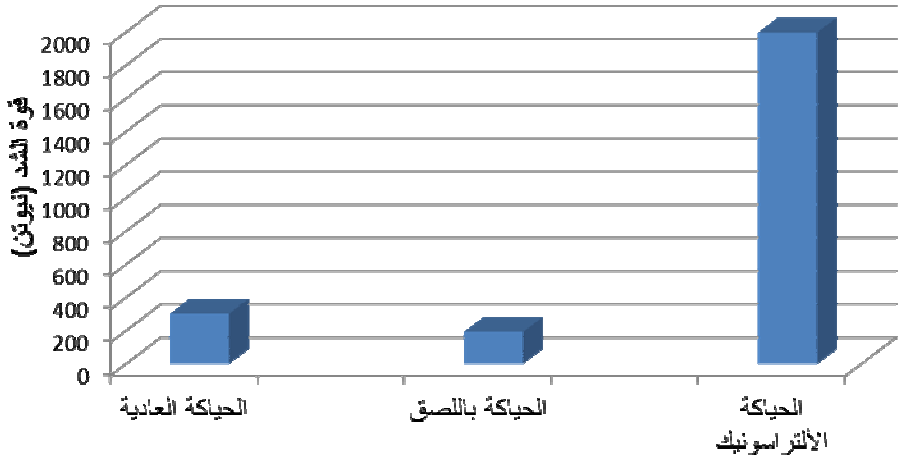
و نظرا لأن الخامة محل الدراسة لها سمك غير تقليدي (٠,٩ مم) و أيضا لها وزن متر مربع عالي (١٠٥٠ جم/م٢) فقد كان لذلك تأثير مباشر علي ارتفاع قيم قوة الشد و الاستطالة و الصلابة لوصلات الحياكة بتقنياتها الثلاثة مقارنة بالخامات النسجية العادية المتداولة. فقد سجلت قوة الشد لوصلات الحياكة قيمًا مرتفعة وصلت إلى ٢٠٦٨,٩٠ نيوتن كما في في حالة الحياكة الألتراسونيك، كما سجلت نسبة الاستطالة لوصلات الحياكة قيمًا مرتفعة أيضًا وصلت الي

٣٩,٣٠٪ كما في حالة الحياكة الألتراسونيك. و كان معدل الصلابة لوصلات الحياكة هو الأكثر ملاحظة حيث ارتفعت تلك المعدلات الي معدلات قياسية وصلت الي ٠,٢٩ N.mt في حالة تقنية الحياكة باللصق.

جدول (١): متوسطات قيم القراءات للخصائص الميكانيكية لتقنيات الحياكة المستخدمة محل الدراسة.

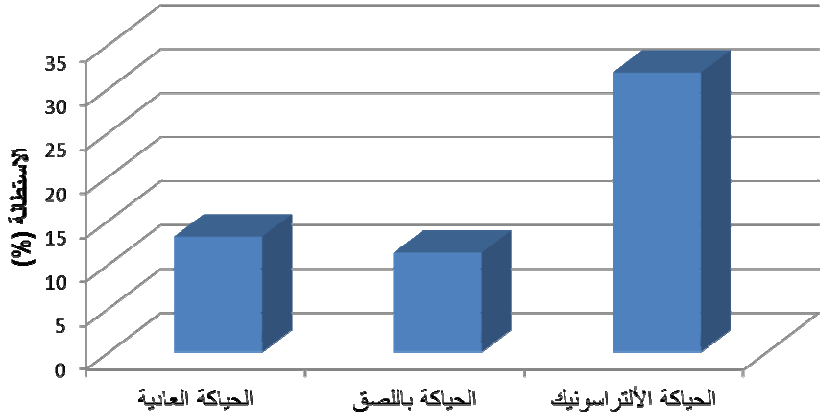
	الحياكة العادية	الحياكة باللصق	الحياكة الألتراسونيك
قوة الشد (نيوتن)	٣٠١,١٨	١٩٢,٤٨	١٩٩٦,٢٤
الاستطالة (٪)	١٣,١٦	١١,٣٢	٣١,٨٢
الصلابة (N.mt)	٠,١٨	٠,٢٧	٠,٢٤

و بالنظر الي الشكل (٦) تبين أن وصلة الحياكة المحاكة بتقنية الألتراسونك قد سجلت أعلي قيمة لقوة الشد بمتوسط ١٩٩٦,٢٤ نيوتن مقارنة بباقي التقنيات الأخري، تلتها تقنية الحياكة العادية بقوة شد متوسطها ٣٠١,١٨ نيوتن، بينما سجلت تقنية الحياكة باللصق أقل قيم لقوة الشد بمتوسط ١٩٢,٤٨ نيوتن.



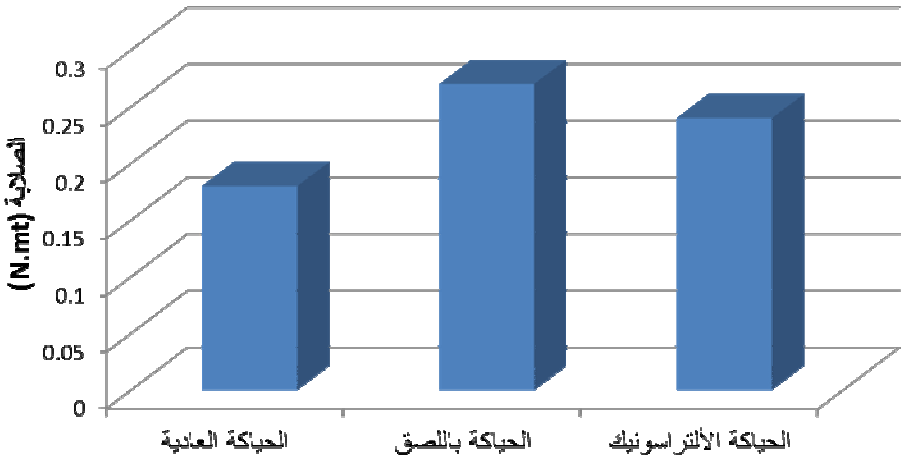
شكل (٦): يوضح وصلة الحياكة المحاكة بتقنية الألتراسونك قد سجلت أعلي قيمة لقوة الشد مقارنة بباقي التقنيات الأخرى.

و يبين الشكل(٧) أن وصلة الحياكة المحاكة بتقنية الألتراسونك قد سجلت أعلي قيمة لنسبة الاستطالة بمتوسط ٣١,٨٢٪ مقارنة بباقي التقنيات الأخرى، تلتها تقنية الحياكة العادية بنسبة استطالة متوسطها ١٣,١٦٪، بينما سجلت تقنية الحياكة باللصق أقل قيم لنسبة الاستطالة بمتوسط ١١,٣٢٪.



شكل(٧): يوضح وصلة الحياكة المحاكة بتقنية الألتراسونك قد سجلت أعلي قيمة لنسبة الاستطالة مقارنة بباقي التقنيات الأخرى.

و يوضح الشكل(٨) أن وصلة الحياكة المحاكة بتقنية اللصق قد سجلت أعلي قيمة لمعدل الصلابة بمتوسط ٠,٢٧ N.mt مقارنة بباقي التقنيات الأخري، تلتها تقنية الحياكة الألتراسونيك بمعدل صلابة متوسطها ٠,٢٤ N.mt بينما سجلت تقنية الحياكة العادية أقل قيم لمعدل الصلابة بمتوسط ٠,١٨ N.mt.



شكل(٨): يوضح وصلة الحياكة المحاكة بتقنية اللصق قد سجلت أعلي قيمة لمعدل الصلابة مقارنة بباقي التقنيات الأخرى.

المناقشة والتوصيات:

هدف البحث منذ البداية علي تسليط الضوء على إحدى خامات المنسوجات التقنية المستخدمة في التطبيقات ذات الأداء العالي و هي الأقمشة المطلاة بمادة ال PVC (البولي فينيل كلورايد)، و كيفية حياكتها باستخدام ثلاث تقنيات حياكة مختلفة و هي الحياكة العادية و الحياكة باللصق و الحياكة الألتراسونيك، بهدف الوصول الي أنسبها لاستخدامها في انتاج العديد من المنتجات المختلفة. و أثبتت النتائج وجود فروق ذات دلالة احصائية بين قيم الخصائص الميكانيكية (قوة الشد والاستطالة والصلابة) لوصلات الحياكة التي تم اجراءها باستخدام الثلاث تقنيات للحياكة محل الدراسة. و قد أشارت النتائج إلى أن تقنية الحياكة الألتراسونيك قد أعطت أفضل النتائج بخصائص المتانة (قوة الشد و الاستطالة) كما سجلت معدل متوسط من الصلابة ما يعطيها القدر المناسب من المرونة و الذي يتلائم مع طبيعة المنتجات التي سيتم تصنيعها من هذه المنسوجات، بينما سجلت تقنية الحياكة باللصق أقل قيم المتانة (قوة الشد و الاستطالة) كما سجلت أعلي قيم الصلابة ما يجعلها لا تتمتع بالمرونة المطلوبة.

و لذلك توصي الدراسة بضرورة التركيز على استخدام تقنية الحياكة الألتراسونيك لحياكة تلك الخامات من المنسوجات التقنية، و استمرار الأبحاث علي تلك التقنية للحياكة لما لها من امكانيات متعددة تؤهلها لانتاج العديد من المنتجات النسجية الوظيفية المختلفة.

المراجع العربية:

١. أبو عيشه، غادة إبراهيم ،(٢٠٠٧م). إمكانية تحقيق أفضل المعايير للتعبير عن قابلية الأقمشة للحياكة- كلية الاقتصاد المنزلي – جامعة المنوفية.

٢. داود، إيريني سمير مسيحه ، و ربيع، إيمان حامد محمود. (٢٠١٢). تأثير بعض تقنيات الحياكة على الخواص الوظيفية لخامة الحرير الطبيعي .مجلة علوم وفنون - دراسات وبحوث، المجلد ٢٤، العدد ١.

٣. شريف، فوزي سعيد ، (٢٠١٧)، دور المنسوجات التقنية في تحسين الراحة الملبسية للأربطة المستخدمة لإصابات الرياضيين، المجلة العلمية لعلوم التربية النوعية، العدد الخامس

٤. معجم اللغة العربية : المعجم الوسيط. جزء أول. دار المعارف ١٩٨٠م.

المراجع الأجنبية:

5. Rigby. D. Technical Textiles and Nonwovens World Market Forecasts to 2010, David Rigby Associates, 2005.
6. Sherif. F.: A New Prospects to Enhance the Comercial and Economical Status in Textile Industry, International Design Journal, Vol 6, Issue 1, 2016.
7. SIMONA TRIPA1, LILIANA INDRIE1, PABLO DÍAZ GARCÍA2, DAIVA MIKUCIONIENE3, Solutions to reduce the environmental pressure exerted by technical textiles: a review, industria textile, 2024, vol. 75, no. 1

8. A Ambroziak. Mechanical properties of precontraint 1202S coated fabric under biaxial tensile test with different load ratios. Construct. Build. Mater. 2015; 80, 210-24.
9. Bagherzadeh. R., Gorji. M., Latifi. M., Payvandy. P., Kong. L. X.: Evolution of moisture management behavior of high-wicking 3D warp knitted spacer fabrics, Fibers and Polymers Journal, Volume 13, Issue 4, pp 529–534, 2012.
10. S. Baek et al., Preparation and adhesion performance of transparent acrylic pressure sensitive adhesives: effects of substituent structure of acrylate monomer, Int. J. Adhes. Adhes, 2016.
11. Seram N.aDC and Cabon D. Investigating the possibility of constructing different seam types for clothing using ultrasonic. Int J Clothing Sci Tech 2013.
12. Yulei Tian, Xin Huang, Ying Cheng, Yunwei Niu, Jiajia Ma, Yi Zhao , Xingra n Kou, Qinfei Ke, Applications of adhesives in textiles: A review, European Polymer Journal, Volume 167, 15 March 2022.
13. Ahmed Elbarbary, Hemat Fauomy (2023), Ultrasonic Sewing of Clothing Accessories as an Environmental Approach to Green Manufacturing, International Design Journal, Vol. 13 No. 6.
14. Selim Molla, Md Minhajul Abedin, Iqtiar Md Siddique, Exploring the versatility of medical textiles: Applications in implantable and non-implantable medical textiles, World Journal of Advanced Research and Reviews, 2024, 21(01), 603–615.
15. Kayar M. Analysis of ultrasonic seam tensile properties of thermal bonded nonwoven fabrics. J Engineered Fibers Fabrics 2014.
16. Z. Bao et al.The recent progress of tissue adhesives in design strategies, adhesive mechanism and applications ,Mater. Sci. Eng. C, 2020.
17. C. Wang et al., Preparation and characterization of canola protein isolate–poly(glycidyl methacrylate) conjugates: a bio-based adhesive, Ind. Crop. Prod, 2014.
18. Yip. J., Puing. S.: Study of three-dimensional spacer fabrics: Physical and mechanical properties, Journal of Materials Processing Technology, Elsevier Publishing, Vol. 206, PP 359-364, 2008.

19. Kunthakorn Khaothong, Jetsadaporn Priyadumkol, Weerachai Chaiworapuek, Tinnasit Kaisinburasak, Optimization of High Frequency Welding Parameters of PVC Coating on Polyester Fabric Received: 16 November 2020, Revised: 4 June 2021, Accepted: 11 June 2021.
(*Corresponding author's e-mail: fengkkk@ku.ac.th)
20. T Shi, W Chen, C Gao, J Hu, B Zhao, D Zhang and Z Qiu. Share behavior of architectural coated fabrics under biaxial bias extension. Construct. Build. Mater. 2018; 187, 964-73.
21. Muktar S Hussen, Yordan K Kyosev, Kathrin Pietsch, Stefan Rothe2 and Abera K Kabish, Effect of ultrasonic welding process parameters on seam strength of PVC-coated hybrid textiles for weather protection.Journal Of Industrial Textiles. 2022, Vol. 51.
22. R. Paul, High Performance Technical Textiles. Wiley Online Library (2019)
23. Zuhaib Ahmad, Salman Naeem, Abdul Jabbar, Muhammad Irfan, Fibers for Other Technical Textiles Applications, In book: Fibers for Technical Textiles, August 2020.DOI: 10.1007/978-3-030-49224-3_10.

المواقع الإلكترونية:

24. https://pvc-halli.fi/what-layers-are-in-the-pvc-fabric/
19/4/2024 8:56AM
25. www.erez-therm.com
26. https://www.jasonmills.com/technical-textiles/
٢٠٢٤/٤/١٩ ٨ : ٣٥ AM.
27. https://textiletrainer.com/what-is-technical-textile-definition/#google_vignette
٢٠٢٤/٤/١٩ 9:23 AM.

Abstract

Technical textiles are considered as one of the most popular textiles at the present time, because they cover a large sector of modern applications that depend on the textile component as a basic component. Polyvinyl chloride (PVC) coated fabric is considered as one of the most prominent and widespread examples of technical textiles. Due to the special characteristics of this material, it requires special manufacturing methods that suit its nature. Therefore, this research aims to evaluate the efficiency of assembling this fabric depending on different types of sewing techniques (normal sewing - adhesive sewing - ultrasonic welding sewing (UWS)), and to study some mechanical properties (tensile strength, elongation, and stiffness) of sewing seams resulting from these different sewing techniques, in order to determine the best technique that can be used to sew this fabric. The used PVC coated fabric (as an examble of technical textiles) had a thickness of 0.9 mm and had a weight of 1050 g/m2, this led to high values of tensile strength, elongation, and stiffness of the resulted seams in comparison with the normal fabrics. The results showed statistically significant differences in all three used sewing techniques in this study. Seam tensile strength scored high values reaching 2068.90 N in case of UWS. Seam elongation also scored high values reaching 39.30% in case of UWS as well. In addition, adhesive sewing scored the highest value of seam stiffness (0.29 N.mt). The results indicated that the ultrasonic welding sewing technique gave the best results in terms of strength properties, and also scored an average rate of stiffness property, that gives it an appropriate amount of flexibility, which is compatible with the nature of products that will be manufactured from these coated fabrics.

Key Words:

Technical Textiles, PVC Coated Fabric, Traditional Sewing, Adhesive sewing, Ultrasonic Welding Sewing.