المعالجة بتقنية الطلاء للحصول على قماش تقني ناقل للتيار الكهربائي

م. نسرين الأطرش[1] د.م. غزل طهماز[2] د.م. زياد سفور[3]

قسم هندسة الغزل والنسيج– كلية البتروكيمياء– جامعة البعث– حمص– سوريا

ملخص:

يهدف هذا البحث إلى دراسة تجهيز أقمشة تقنية ناقلة للتيار الكهربائي باستخدام تقنية الطلاء بالسكين (Knife coating)، باستخدام مادة ناقلة للكهرباء (الغرافيت) بتركيز يعادل 5% ضمن وصفة الطلاء الناقل وتطبيقه على أربعة أصناف مختلفة من الأقمشة المنسوجة من ناحية (التركيب النسيجي، نمر الخيوط ، كثافة الخيوط بواحدة القياس، ونوع الألياف)، وذلك من أجل اختيار الصنف المناسب لاستخدامه في تقنية الطلاء بالسكين للحصول على قماش ناقلٍ للكهرباء وبمواصفات جيدة، وذلك من ناحية المظهر والتجانس والناقلية الكهربائية ونسبة تغلغل الطلاء ضمن القماش. تُبين نتيجة الدراسة أن القماش الممزوج (قطن 65% /بوليستر 35%) ذو التركيب النسيجي مبرد 2\1، المنسوج من خيوط بنمرة (30 Ne)، هو الأفضل لتطبيقه في تقنية الطلاء بالسكين، حيث كانت ناقليته الكهربائية أعلى من القماش ($8.68*10^{-4}$ $Sm.cm^{-1}$) ونسبة تغلغل الطلاء ضمن القماش أقل(p=22%)، وكان توضع الحبر على سطح القماش متجانساً وعلى شكل فيلم مستمر

كلمات مفتاحية:

نسيج تقني، الطلاء بالسكين، غرافيت، ناقلية كهربائية، قماش ناقل، تركيب نسيجي

Coating Technology Treatment to Obtain a Technical Electrically Conductive Fabric

Nisreen AlAtrash[1] Dr. Ghazal Tuhmaz[2] Dr. Ziad Saffour[3]

Spinning and textile department- petrochemical college- Al Baath University- Homs- Syria

Abstract:

This research investigated the production of electrically conductive technical fabrics using the knife coating technique. The study involved incorporating graphite, an electrically conducting material, with a 5% concentration in the conductive paint recipe. This material was applied to four different types of woven fabrics, taking into account textile composition, yarn diameter, yarn density per size, and fiber type. The objective was to identify the most suitable fabric for the knife coating technique in order to create an electrically conductive fabric with desirable specifications in terms of appearance and homogeneity. The findings of the study indicated that the blended fabric (65% cotton / 35% polyester) with a 1/2 weave composition, woven from yarns rated at (30 Ne), was the most suitable for the knife coating technique. This fabric demonstrated higher electrical conductivity(8.68* 10-4 Sm.cm-1), lower paint penetration into the fabric (p=22%), and uniform placement of the paint on the fabric's surface in the form of a continuous film.

Keywords: Technical textile, graphite, knife coating, electrical conductivity, conductive fabric, textural composition

1- مقدمة:

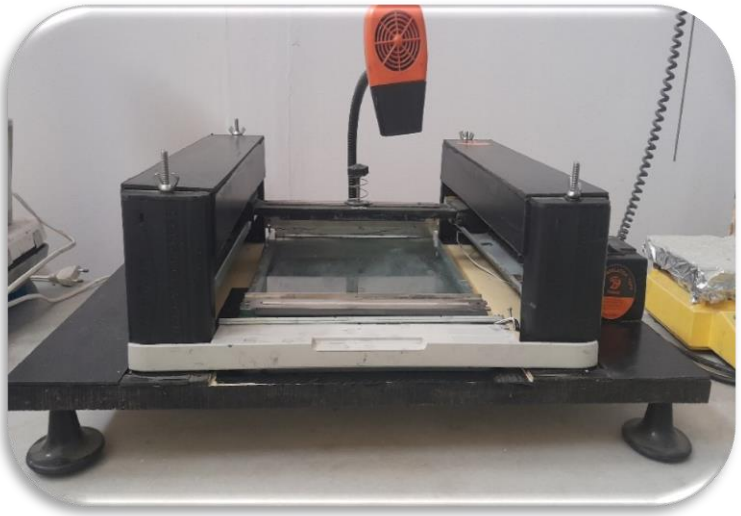
شمل التطور الكبير الذي تم التوصل إليه في القرن الحالي مجالات عديدة في حياتنا اليومية ، بما في ذلك مجال الصناعة وأهمها مجال الصناعات النسيجية، وقد أدى هذا التطور والابتكار إلى الحصول على أنواع من الأقمشة ومنها القماش التقني الذي يتميز بأداء وظيفي معين، ليميزه عن باقي الأقمشة التقليدية المتعارف عليها بالأسواق التي تؤدي غرض اللباس وتركز على الخصائص الزخرفية والجمالية على عكس الأقمشة التقنية التي تعتمد على الخصائص الوظيفية[1]، وقد تنوعت طرق الحصول عليها إما عن طريق المرحلة التي تسبق عملية تشكيل القماش من خلال تشكيل خيوط بمواصفات خاصة وحياكة قماش منها أو عن طريق المرحلة التي تلي عملية تشكيل القماش من خلال المعالجات المطبقة على القماش (معالجات تقليدية، صباغة ، طباعة ، تقنية الطلاء بأنواعها...)، لإضفاء خاصية وظيفية للقماش مثل (قماش مضاد للبكتيريا، مثبط للهب، مقاوم للبلل، ناقل للكهرباء....)[2]، وبدأت الدراسات والأبحاث تدور حول كيفية الحصول عليها وابتكار أنواع عديدة منها وماهي المؤشرات التي تؤثر في إنتاج الأقمشة التقنية واختيار الأمثل منها مثلا (مؤشر اختيار مواصفات القماش المناسبة للتقنية المستخدمة للمعالجة وأيضاً بما يناسب الخاصية المطلوبة، مؤشر نوع المادة المعالجة ، مؤشر تقنية المعالجة المناسبة لهذه الخاصية الوظيفية المطلوبة). بالنسبة لعملية معالجة القماش بتقنية الطلاء بالسكين فإنها نالت اهتماماً جيداً في مجال النسيج التقني، فهذه العملية تؤدي إلى تغليف القماش بطلاء خاص يحوي على خاصية معينة يضفيها على القماش ليتم إنتاج منسوجات مطلية[3] ، حيث يعود استخدام المنسوجات المطلية للملابس الواقية والملاجئ والأغطية إلى العصور القديمة، وأقدم استخدام مسجل من المنسوجات المطلية كان من قبل السكان الأصليين في أمريكا الوسطى والجنوبية الذين قدموا لصق مادة اللاتكس على القماش لجعله مقاوماً للماء ومواد أخرى مثل القطران الصنوبري. وقد أدى التطور والتقدم في الدراسات إلى نمو هائل في تطبيق الأقمشة المطلية لأغراض عديدة ومتنوعة الاستخدامات، إذ تحتل الاقمشة المطلية مكاناً مهماً بين المنسوجات التقنية وهي كذلك واحدة من أهم العمليات التكنولوجية في الصناعة الحديثة[4] .

1-1- مفهوم تقنية الطلاءcoating:

هي عملية تغليف سطح القماش بطبقة من مادة الطلاء وتكون هذه الطبقة سطحية لا تتغلغل ضمن بنية القماش بشكل عميق. وتستخدم عدة طرق لإنتاج وتصنيع مجموعة واسعة من الأقمشة المطلية ومن هذه الطرق (طلاء بالسكين، طلاء بالرذاذ، طلاء بالروليات، طلاء بالانتقال، طلاء بالغمر، طلاء بالشاشات المسطحة والدائرية)[3,4] .

1-1-1 طريقة الطلاء بالسكين (Knife coating):

إن هذه الطريقة معروفة بطريقة الطلاء بالانتشار وهي واحدة من أقدم طرق الطلاء إذ يتم تغذية النسيج الجاف فوق حامل تحت أداة تسمى السكين، حيث يتم سكب مواد الطلاء أمام السكين عن طريق مغرفة أو عن طريق مضخة على عرض القماش ويتم نقله تحت السكين [4]، ويوضح الشكل (1) جهاز الطلاء بالسكين المخبري المصنع محلياً والذي تم استخدامه في التجارب. فهذا الجهاز المخبري يعمل على تشكيل طلاء على سطح القماش ومبدأ عمله عبارة عن سكين تتحرك على سطح القماش تقوم بإمرار الطلاء على كامل سطح بشكل منتظم ومتجانس بحيث تعمل سكين ضمن سرعات مختلفة تتراوح ما بين (0.17-0.27cm/s) بحيث يتألف الجهاز من (سكين معدنية عدد 2، لوح زجاجي أبعاده (22-24cm لتثبيت القماش علية بحيث يتضمن آلية شد وتثبيت خاصة من جهتي القماش، وعلبة سرعة لتحكم بسرعة سكين، بالإضافة لمجفف هوائي ساخن –بارد لتجفيف العينة بعد الطلاء)، وبالنسبة للسماكات الأقمشة الممكن تطبيقها على الجهاز فيجب أن تتراوح بين (0.1-0.7mm) حيث تم تصنيع هذا الجهاز محلياً خلال الدراسة وذلك بناءً على مواصفات الجهاز المخبري المصنع من قبل شركة SDL والصورة التالية توضح أجزاء الجهاز



الشكل (1) جهاز الطلاء بالسكين

1-2- الأقمشة الناقلة للكهرباء:

الأقمشة الناقلة عبارة عن قماش يحوي على سطحه أو ضمنه الكترونات حرة الحركة تتمكن من نقل التيار الكهربائي عند تحريضه من قبل مولد جهد أو بطارية ، فهذا النوع من الأقمشة يطلق عليه النسيج الالكتروني الذكي فهذا النسيج اكتسب مجالاً متنامياً من الاهتمام لما له من مزايا متعددة وتطبيقات تشمل مجالات عديدة (المجال الطبي ، العسكري، الهندسي، الرياضي....) [5,6].

تنتج هذه الالكترونات على سطح القماش نتيجة معالجة القماش بمواد ناقلة للكهرباء تتمتع بوجود هذا النوع من الالكترونات ضمن بنيتها يمكن ذكر مثال عنها المعادن (كالفضة والنحاس والذهب والألمنيوم) ويتفاوت استخدامها وفقاً لتكلفتها العالية ووفرتها، وليست فقط المعادن هي الوحيدة التي تلعب دور التوصيل الكهربائي، إذ توجد أيضاً بعض مركبات الكربون النشط (الجرافيت، الجرافين، أنابيب الكربون النانوية)، وأيضاً المواد البوليميرية الموصلة (بولي بيرول، بولي أنيلين، ...)[7] وفي هذا البحث تم استخدام الجرافيت بسبب وفرته ورخص ثمنه ولكونه آمناً إلى حدٍ كبير للعمل به.

1-2-1 الجرافيت:

هو تآصل من الكربون يحتوي على عدد كبير من صفائح الكربون ذو البنية السداسية، يعود السبب الرئيسي لناقلية الجرافيت هو وجود الكترونات حرة غير مستقرة عبر طبقاته و تصل قيمة المقاومة النوعية له($3.5*10^{-8}$ Ω.m) . ما يميز الجرافيت بناقليتيه العالية هو وجود طبقة من الجرافين وهي عبارة عن تلك الصفيحة من ذرات الكربون المرتبطة فيما بينها، ويعد الجرافيت من أجود أنواع النواقل الكهربائية والحرارية، بالإضافة إلى أنه يعد من العناصر الهجينة بمعنى أن كل ذرة كربون تكون ثلاث روابط مع ثلاث ذرات كربون على محورها الخارجي باستخدام روابط سيجما[8,9].

1-3- تطبيقات الأقمشة الناقلة (النسيج الالكتروني الذكي):

تُطَبقُ المنسوجات الذكية الالكترونية على نطاق واسع وهي واحدة من أكثر المنسوجات الذكية الواعدة ويمكن استخدامها في مجالات عديدة (في مجال الطب كالقمصان الطبية التي تراقب معدل ضربات القلب، وفي مجال الرياضة كاللباس الرياضي الذي يقيس مسافة الجري ومقدار استهلاك الطاقة لدى اللاعب، وتطبيقات الخلايا الشمسية، والترانزستورات، والمكثفات لتخزين الطاقة، وفي تشكيل أجهزة الاستشعار المتعددة، ويمكن استخدام الأقمشة الناقلة كهربائياً في حماية الأسطح من التأثيرات الضارة لطاقة تردد اللاسلكية مثل ترددات الموبايل[6,10] .

2- هدف البحث:

يهدف البحث إلى الحصول على قماش تقني ناقل للكهرباء عن طريق تطبيق طبقة ناقلة كهربائياً بواسطة تقنية الطلاء وذلك من خلال تقييم أثر متغيرات عديدة مثل (التركيب النسيجي، نمر الخيوط، ونوع الألياف المكونة للقماش) للحصول على أفضل ناقلية كهربائية..

3- مواد وطرق البحث:

3-1- مواصفات القماش المستخدم وتجهيزه للمعالجة:

تم استخدام أربعة أصناف من الأقمشة المتوفرة بالسوق المحلي من أجل إجراء التجارب عليها، فالجدول (1) يوضح مواصفات الأقمشة المستخدمة في البحث، يتم حساب وزن المتر المربع وفق العلاقة:

وزن المتر مربع (g/m^2) = [وزن العينة (g) × 10^4] / مساحة العينة (cm^2)

الجدول (1) مواصفات الأقمشة المستخدمة في البحث

رقم العينة	الخامة	التركيب	الكثافة خيط/سم	نمر خيوط السداءNe	نمر خيوط الحدفNe	وزن المتر المربع الجاهز g/m2
١	قطن	2/1مبرد	36سداء 18حدف	16	12	258
٢	قطن	2/2ممتد بالسداء	28سداء 16حدف	7	7	378
٣	قطن	3/1 مبرد	30سداء 16حدف	12	12	269
٤	ممزوج (قطن/بوليستر)	1/2مبرد	36سداء 24حدف	30*2	30*2	258

من أجل تطبيق الطلاء لابد من إجراء عملية تجهيز العينات، وذلك بالقيام بعملية التبييض وإزالة النشاء. ويوضح الجدول (2) تراكيز المواد المستخدمة في عملية التبييض ونزع النّشاء [11].

الجدول (2) تراكيز المواد المستخدمة في عملية القصر ونزع النّشاء

نسبة الحوض	ماءات الصّوديوم (% من وزن العيّنة)	ماء أوكسجيني (% من وزن العيّنة)	مثبّت ماء أوكسجيني (g/l)	حمض الخلّ للتّعديل (g/l)
40:1	4	10	3	2

3-2- تحضير الطلاء الناقل:

تم تحضير الطلاء باستخدام عدة مكونات أساسية وموضحة في الجدول (٣)، فيتم خلطها بعضها مع بعضها الآخر في جهاز الخلط والمجانسة عند سرعة ٨٠٠٠ دورة بالدقيقة لمدة ثلاث دقائق، إذ تلعب كل منها دوراً مهماً في تجانس الطلاء والحصول على المواصفات المطلوبة فالمادة المثخنة تلعب دوراً في إعطاء اللزوجة ولابد من التنويه أنه يجب إضافتها بحذر بحيث يتم الحصول على اللزوجة التي تعطي خاصية الخيط السائل المستمر، والناقلية الأعلى بأقل كمية من المادة المثخنة لأنها تؤثر في الناقلية بحيث تقلل الناقلية المطلوبة للطلاء. ويكون دور المادة المرطبة هو ترطيب طبقة الحبر ومنع جفافها المفرط بحيث تبقى لدنة ولا تتكسر، أما المادة الناقلة للحصول على الناقلية المطلوبة.

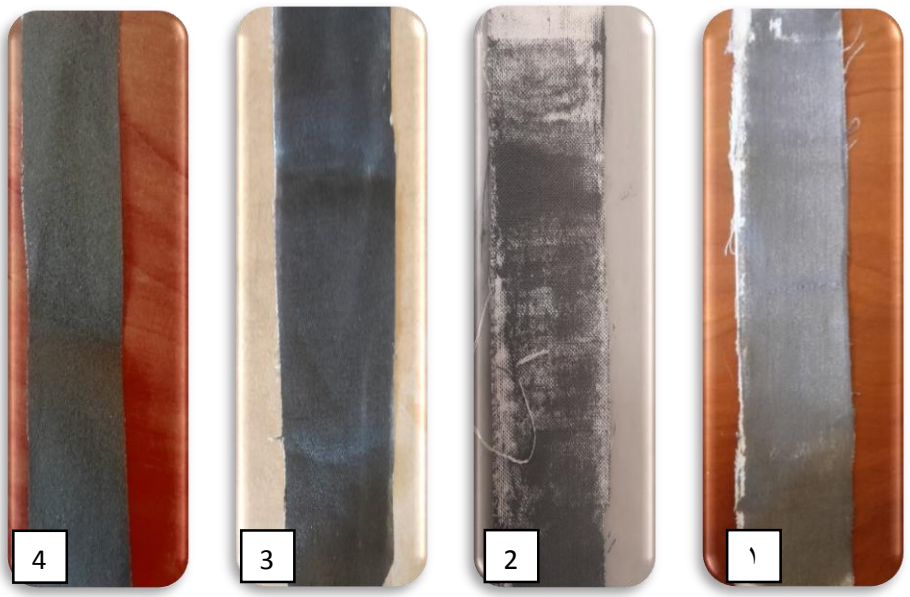
الجدول (3) مكونات الطلاء الناقل

نوع المادة	النسبة المئوية الوزنية
مادة ناقلة (جرافيت)	5%
مشتت المادة الناقلة	10%
مادة مثخنة(ألجينات الصوديوم)	0.5%
مادة مرطبة (يوريا)	10%
تكمل النسبة إلى 100% بالماء مقطر	74.50%

3-3-تطبيق الطلاء على مجموعة من الأقمشة:

التجربة (1):

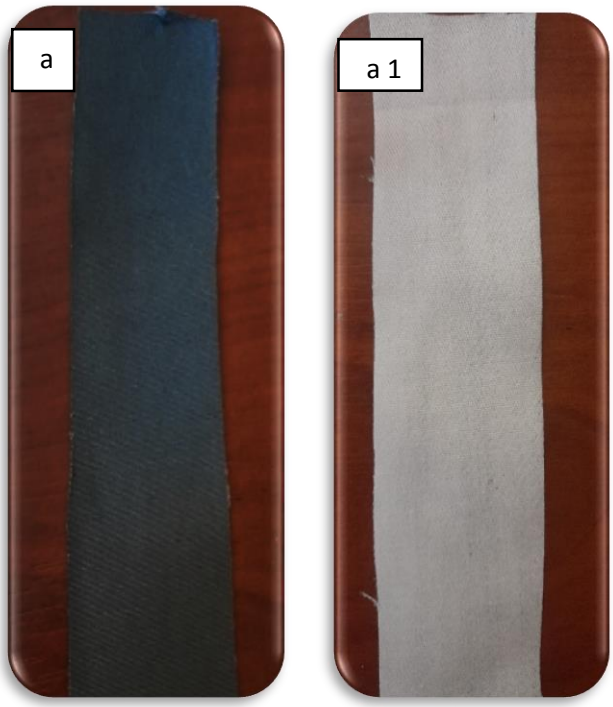
يتم في المرحلة الأولى من البحث تطبيق طلاء ناقلٍ حاوٍ على مادة ناقلة وهي الجرافيت بتركيز 5% على عدة أقمشة متوفرة في السوق المحلي، لمقارنتها ومعرفة الأفضل منها، فتم استخدام ثلاثة أصناف مختلفة التراكيب النسيجية ولها نفس تركيب الألياف وصنف آخر هو عبارة عن قماش ممزوج (قطن/ بوليستر)، إذ تم تطبيق كمية (4 ml) من الطلاء على الأقمشة باستخدام تقنية الطلاء بالسكين (Knife Coating) بتمرير السكين ثمانية أشواط على القماش ومن ثم تم ملاحظة كيفية توضع الطلاء على القماش كما هو موضح في الشكل(2)

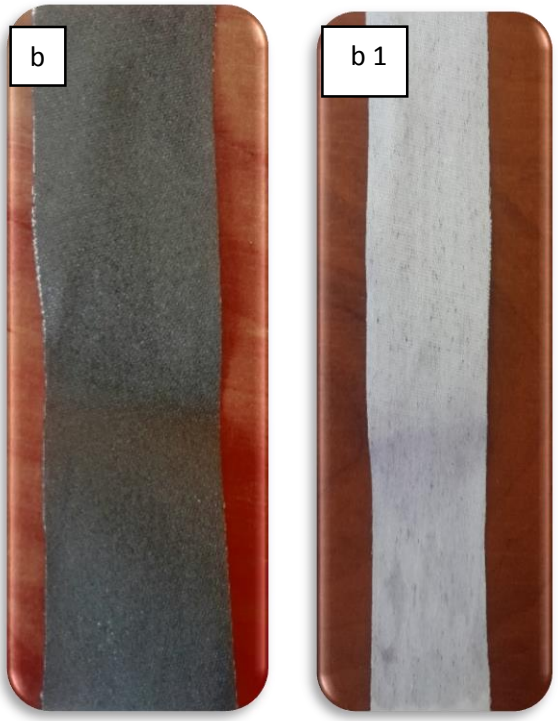


الشكل (2) صور للعينات المطلية

التجربة(2) :

نجد من خلال الصور الشكل (2) أنه كان تغلغل الطلاء عميقاً ضمن العينتين (1,4) وكان لون الطلاء غامقاً يمكن أن يعزى اللون الغامق إلى أن هذه الأقمشة لها تركيبة نسيجية تسمح بامتصاص كمية أكبر من الحبر، ويلاحظ أيضاً أنه كان هناك تغلغلاً عميقاً للطلاء على السطح ، يفضل الحصول على طبقة سطحية من الحبر على القماش، ويفضل أن لا يتغلغل كثيراً في بنية القماش، لمنع وصوله إلى الوجه الخلفي من القماش لذلك تم إجراء تجربة (2) وهي إمرار كمية الطلاء(4ml) وذلك على مرحلتين حيث يتم إضافة 2ml ومن ثم تجفيف العينة وتطبق (2ml) أخرى وتجفف، ويوضح الشكل (3) صور للعينة(4) التي تم إجراء التجربة عليها.





الشكل (3) العينة (a,a1) تم توضع الطلاء على دفعتين، والعينة (b,b1) تم توضع الحبر دفعة واحد

يلاحظ من الشكل (3) أن تطبيق الطلاء على دفعتين ساعد في الحصول على طلاء متجانس على السطح، وأيضا ذي تغلغلٍ أقل ضمن القماش كما هو مبين في صور التي توضح قفا القماش في الشكل [(3–a1),(3–b1)]، لذلك سوف يتم اعتمادها بباقي تجارب البحث.

التجربة (3):

تم في هذه التجربة تطبيق الطلاء على قماشين مختلفين بنوعية الألياف، أحدهما من القطن والآخر ممزوج قطن65% /بوليستر٣٥%، تمت دراسة تأثير نوع الألياف في القيم الناقلية الكهربائية للأقمشة المطلية وأيضاً نسبة تغلغل الطلاء ضمن القماش، حيث تم اختيار الألياف التي تعطي تغلغلاً أقل و قيمة أعلى لناقلية للأقمشة المطلية. حيث تم تطبيق

وصفة الطلاء نفسها بالتجربة (1) وأيضا تم تطبيق الحبر على دفعتين نفس التجربة رقم (2)، حيث تم إجراء هذه التجربة على العينة (1,4) من ثم تم حساب نسبة التغلغل وقيم الناقلية الكهربائية للعينتين (قطن، ممزوج).

4- الاختبارات:

4-1-المجهر الضوئي (Optical Microscope):

يحوي هذا المجهر على عدستين: العدسة العينية والعدسة الجسمية، قد تم استخدامه لالتقاط صور للعينات المطلية لرؤية كيفية توضع الطلاء على سطح القماش عند نسبة تكبير40، ولتوضيح توضع الحبر على سطح القماش لاختيار الصنف الذي أعطى تجانساً أفضل ومظهراً وشكل فيلماً مستمراً على كامل السطح.

الشكل (4) المجهر الضوئي

4-2- اختبار حساب نسبة تغلغل الطلاء ضمن القماش:

تعد عملية حساب نسبة تغلغل الطلاء ضمن القماش ضرورية لمعرفة نسبة الطلاء التي تغلغلت ضمن القماش والتي بقيت على السطح، وهذا مؤشر مهم في البحث لأن عملية

المعالجة المطبقة على القماش سطحية ويفضل أن يكون الطلاء مطبقاً على السطح من دون أن يتغلغل بشكل كبير لمنع وصوله إلى الوجه الآخر من القماش، وأيضا لأن قياس الناقلية الكهربائية يكون سطحياً فبتالي يتطلب بقاء أكبر قدر ممكن من الطلاء الحاوي على جزيئات المادة الناقلة على سطح القماش ليتمكن الجهاز من قراءتها بشكل صحيح وبتالي كلما كان التغلغل أقل وبالتالي كانت هناك طبقة سطحية ذي ناقلية أعلى.

ويتم حساب نسبة التغلغل بناءً على القانون التالي:

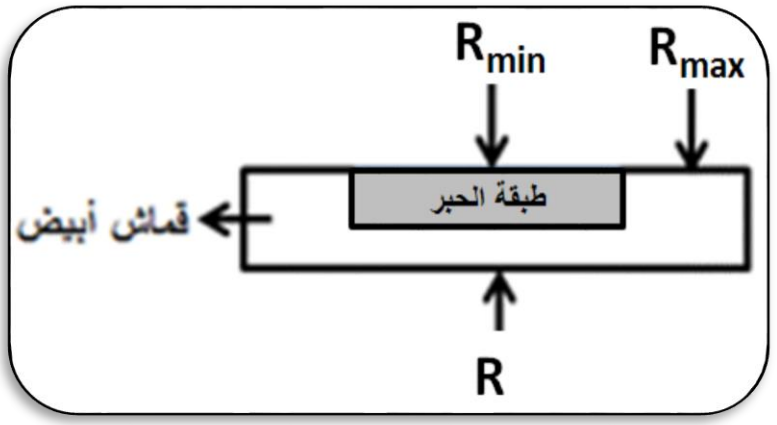
$$p = \frac{R_{max} - R}{R_{max} - R_{min}} * 100 \dots\dots\dots (1)$$

R: معامل الانعكاس على الوجه الخلفي للقماش المطبوع.

R_{max}: معامل الانعكاس للقماش غير المطبوع.

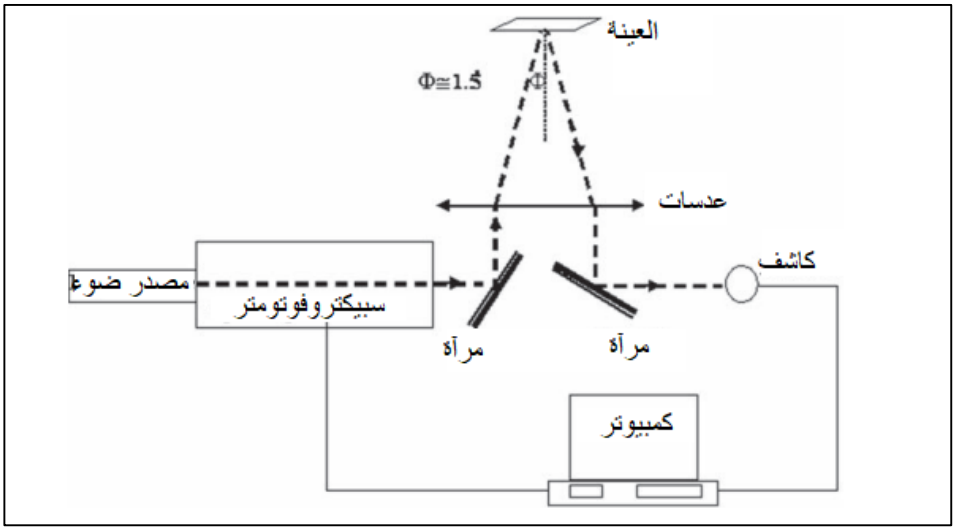
R_{min}: معامل الانعكاس على الوجه الملون للقماش.

والشكل (5) يوضح أماكن قياس الانعكاسية في الأقمشة المطلية



الشكل (5) أماكن قياس الانعكاسية في الأقمشة المطلية

عندما تكون ($R=R_{min}$) فإن كمية الطلاء على الوجه الخلفي تساوي كميتها على الوجه العلوي المطبوع، ويكون التغلغل كاملاً ($P=100\%$) أما عندما تكون ($R=R_{max}$) فذلك يعني أن طبقة الطلاء بقيت على السطح المطبوع، ولا يوجد فيه تغلغل، ويبقى الوجه الخلفي أبيض ($P=0$)[12] ، وقد تم حساب قيم الانعكاسية الثلاث لكل عينة باستخدام جهاز قياس الانعكاسية الضوئية (سبيكتروفوتومتر Triax-550-Jobin Yvon)الموجود في (هيئة الطاقة الذرية-دمشق).الموضح في الشكل (6)



الشكل (6) جهاز الانعكاسية الضوئية

4-3- حساب سماكة الطلاء ضمن القماش:

يتم حساب سماكة الطلاء ضمن القماش من خلال الاستفادة من نسبة التغلغل وسماكة القماش، حيث نسبة التغلغل تعبر عن النسبة المئوية لسماكة الطبقة ضمن القماش، وقد تم قياس سماكة القماش أولاً بعد عملية الطلاء باستخدام البياكوليس الرقمي، ومن ثم تم حساب نسبة سماكة الطلاء من العلاقة (2):

سماكة الطلاء ضمن القماش = نسبة التغلغل * سماكة القماش.....(2)

4-4- قياس الناقلية الكهربائية في جهاز المسابر الأربعة:

تم قياس قيم المقاومة الكهربائية باستخدام جهاز المسابر الأربعة وهو من تصنيع شركة (SIGNATURE) كما هو مبين في الشكل (7)، يتألف الجهاز من أربعة مسابر تعمل كمجسات لقياس قيمة المقاومة الكهربائية، حيث يقوم مجسين خارجيين بتقديم تيار للعينة ومجسين داخليين يقومان بقياس قيم الفولط في العينة وعلى أساسها يتم حساب قيمة المقاومة النوعية والناقلية الكهربائية مع الاخذ بالحسبان سماكة العينة وطول وعرض المنطقة المطلية ومسافة القياس للمسابر الأربعة وذلك وفقاً للعلاقات التالية[13]:

$$\rho = G * t * \frac{V}{I} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

ρ :هي قيمة المقاومة النوعية وتقدر ب (Ω. cm)

G: قيمة ثابت تؤخذ من الجدول المرفق مع الجهاز وفقاً لطول وعرض العينة ومسافة القياس للمسابر.

V/I: قيمة المقاومة المتوسطة والتي تؤخذ من ميل المستقيم المتشكل من قيم الفولط الناتجة عن شدة التيار المدخلة وتقدر Ω.

t: سماكة العينة تقدر cm.

$$\sigma = 1/\rho \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

σ: قيمة الناقلية الكهربائية تقدر ب $S.cm^{-1}$

الشكل (7) جهاز المسابر الأربعة[13]

تم أخذ خمس قراءات للعينة بتيارات مختلفة ومن ثم أخذ قيمة متوسطة للمقاومة الناتجة عن قراءات الفولط المقاسة مع الأخذ بعين الاعتبار سماكة الطبقة والمسافة بين المسابر، وكانت النتائج كما هو موضح في الجدول(6)

4-5- حساب نسبة تحميل الطلاء على القماش:

يتم في هذا الاختبار حساب نسبة تحميل الجاف للطلاء على القماش ويكون ذلك من خلال وزن العينة قبل وبعد بمساحة محددة وتطبيق العلاقة (5)

$$\text{نسبة التحميل الجاف} = \frac{\text{وزن العينة قبل التحميل} - \text{وزن العينة بعد التحميل}}{\text{وزن العينة قبل التحميل}} * 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

5- النتائج ومناقشتها:

5-1 صور المجهر الضوئي:

يوضح الشكلان (8,9) صوراً للعينات في التجربة (1).

العينة(1) العينة (2)

الشكل (8) صور المجهر الضوئي للعينات(2-1)

العينة (3) العينة (4)

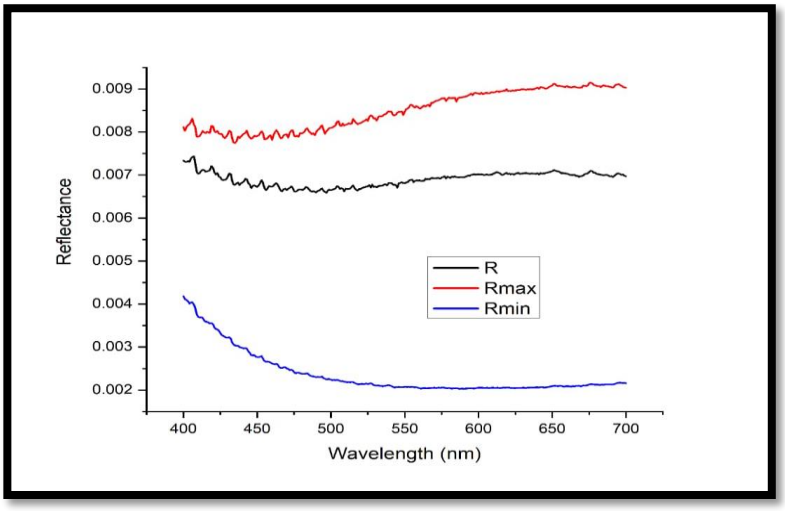
الشكل (9) صور المجهر الضوئي للعينات(4-3)

مناقشة النتائج:

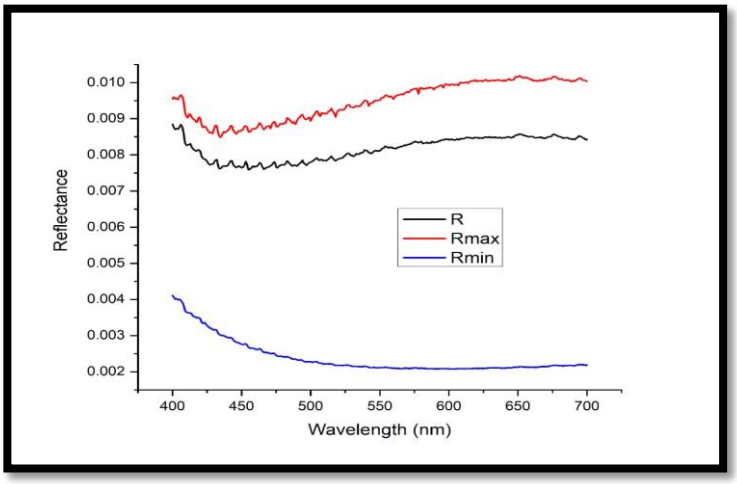
لوحظ من خلال الصور الملتقطة بواسطة المجهر الضوئي أن العينات (1,4) كان توزع الطلاء على سطحها متجانساً وهذا يعزى إلى بنية التركيب النسيجي ونوع الألياف التي أعطت سطحاً أملساً وهي التي أدت إلى سهولة في حركة السكين على سطح القماش، أما في العينات (3,2) لوحظ عدم تجانس الطلاء وأيضاً وجود أماكن غير مطلية على السطح مع تكتلات للطلاء في أماكن معينة، ويمكن أن يعزى ذلك إلى بنية التركيب النسيجي لكل منها والذي أدى إلى تشكل مثل التموجات على السطح تعيق حركة السكين مما أدى إلى توزع غير متجانس، وأيضاً إلى نمر الخيوط فالعينات (1,4) كانت النمر رفيعة (ناعمة) وهذا ساعد في الحصول على سطح أملس، أما في العينات (2,3) كانت النمر غليظة(خشنة) وبالتالي ساعد على ظهور أشبه بتموجات(مناطق نافرة، منخفضة) على السطح التي نتجت عن التركيب النسيجي لكل من المبرد والممتد ومن الجدير الذكر أنه من الممكن تطبيق التركيب نفسه لكن بنمر رفيعة (ناعمة) يمكن أن يعطي سطحاً أملساً أفضل مما هو عليه في العينات المستخدمة في البحث، نتيجةً لهذه التجربة(1) تم استبعاد العينتين (2,3) عن باقي تجارب البحث كونه لم يعطي نتيجة جيدة في توزع الطلاء على السطح والاعتماد على العينات (1,4) .

5-2- نتائج نسبة التغلغل:

يوضح الشكلان (10,11) مخططات قيم الانعكاسية للعينات (1,4) على الأوجه الثلاثة كما هو موضح، ومن ثم تم أخذ قيمة الانعكاسية العظمى لكل وجه من القماش وتطبيقه في العلاقة (1) ويوضح الجدول (4) قيم نسبة التغلغل.



الشكل (10) مخطط يوضح قيم الانعكاسية للعينة القطن



الشكل (11) مخطط قيم الانعكاسية للعينة الممزوجة (قطن /بوليستر)

الجدول (4) نتائج حساب نسبة التغلغل

رقم العينة	اسم العينة	Rmin	Rmax	R	P%
1	قطن	0.00418	0.00915	0.00744	34%

4	ممزوجة (قطن/بوليستر)	0.00411	0.01019	0.00885	22%

مناقشة النتائج:

يلاحظ من النتائج الموضحة في الجدول (٤) أن نسبة التغلغل لعينة الممزوج كانت أقل من القطن، ويمكن أن يعزى ذلك إلى أن عينة القماش الممزوج تحوي نسبة من ألياف البوليستر والتي تعرف أنها ألياف قليلة التبلل وكارهة للماء، وهذا ما قلل من امتصاصها للحبر، وكانت نسبة تغلغل الحبر في القماش أقل مقارنة بالقماش القطني والذي يتصف بقابلية امتصاص أكبر نظراً لكون ألياف القطن محبة للماء.

5-3- نتائج حساب سماكة الطلاء ضمن القماش:

الجدول (5) نتائج حساب سماكة الطلاء

اسم العينة	نسبة التغلغل	سماكة القماش	سماكة الطلاء ضمن القماش =نسبة التغلغل * سماكة القماش
قطن	34%	0.58 mm	0.34*0.58=0.1972 mm
ممزوج	22%	0.4 mm	0.22*0.4=0.088 mm

5-4-نتائج قياس الناقلية الكهربائية:

الجدول (6) نتائج قياس الناقلية الكهربائية للعينات

العينة	المقاومة الكهربائية $R*10^7$ (Ω)	سماكة الطلاء ضمن العينة t (cm)	معامل التصحيح G	المقاومة النوعية $P*10^3$ (Ω.cm)	الناقلية الكهربائية $\sigma*10^{-4}$ (S.cm-1)
عينة القطن	6	0.01972	3.2721	4	2.58
عينة الممزوج	4	0.0088	3.2721	1	8.68

مناقشة النتائج:

يلاحظ من الجدول (6) أن قيم الناقلية الكهربائية لعينة الممزوج أعلى بمقارنة بعينة القطن، ويعزى ذلك إلى أن القطن سريع الامتصاص فبتالي ساعد ذلك على تغلغل الطلاء بشكل

عميق ضمن بنية القماش ولم يبقَ على السطح أما عينة الممزوج كانت أقل تغلغلاً، أي ببقاء الطلاء الحاوي على جزيئات المادة الناقلة على السطح فمنه نحصل على ناقلية أعلى، وقد ذُكر سابقاً أن تقنية المعالجة المطبقة على القماش هي تقنية سطحية وأيضا قياس الناقلية الكهربائية للقماش أيضا هو قياس سطحي وبالتالي من الضروري أن يكون التغلغل للطلاء قليلاً لكي تبقى أكبر كمية من الطلاء على السطح لتكون الناقلية أعلى والقياسات دقيقة.

5-5- نتائج حساب نسبة التحميل:

يوضح الجدول (7) نتائج حساب نسبة تحميل الجاف للطلاء على العينات (القطن والممزوج)

الجدول (7) نتائج حساب نسبة تحميل الجاف للطلاء على العينات (القطن والممزوج)

اسم العينة	وزن العينة بعد التحميل	وزن العينة قبل التحميل	نسبة التحميل
قطن	0.318	0.255	24.7%
ممزوج(قطن /بوليستر)	0.296	0.251	18%

مناقشة النتائج:

يتبين من خلال الجدول (7) أن نسبة تحميل عينة القطن أعلى من عينة الممزوج، ويعزى ذلك أن القطن لديه خصائص الامتصاصية عالية فلذلك امتص أكثر وبالتالي نسبة التحميل أكبر، أما الممزوج بسبب وجود نسبة من الألياف الصناعية التي تتميز بأنها كارهة للماء فنسبة التحميل كانت أقل لأن قابلية امتصاصية العينة للطلاء أقل، وهذه النتائج تتوافق مع النتائج السابقة لباقي الاختبارات.

6- الاستنتاجات:

يمكن استنتاج أن دراسة خواص القماش المختلفة بها تأثير واضح في الوصول إلى أفضل ناقلية، فتبين في التجارب المدروسة في هذا البحث أن القماش الممزوج (قطن/بوليستر) أعطى النتيجة الأفضل، وذلك بناءً على نوع الألياف الداخلة في تصنيعه (ألياف طبيعية

وصناعية) والتي يتميز كل منهما بخصائص معينة، وأيضاً نمرة الخيوط الرفيعة التي ساعدت في الحصول على سطح أملس، بالإضافة إلى أن التركيب النسيجي المبرد ½ شكل بنية متماسكة للقماش وسطحاً أملساً وذلك بفضل نمر الخيوط الرفيعة وكثافة الخيوط العالية في واحدة القياس ، وهذا بدوره ساعد على بقاء الطلاء على سطح القماش ولم يسبب أية إعاقة لحركة السكين، لذلك كان هذا القماش هو القماش المناسب لتطبيقه في تقنية الطلاء بالسكين من أجل الحصول على قماش تقني بمواصفات جيدة من ناحية المظهر والناقلية الكهربائية والتغلغل ونسبة التحميل.

7-المقترحات:

هناك تطلع في المستقبل إلى القيام بأبحاث واسعة تشمل دراسة بارامترات أخرى في القماش (مثل تغيير نوع القماش كاستخدام قماش غير منسوج أو تريكو أو ثلاثي الأبعاد بدلاً من استخدام قماش منسوج)، وأيضاً اختيار قماش من يتركب من نوع ألياف أخرى (كألياف صناعية مثل البولي أميد، وألياف طبيعية مثل الصوف)، وأقمشة ممزوجة بنسب مزج مختلفة من ألياف طبيعية وصناعية ودراسة تأثير هذه البارامترات للحصول على قماش تقني بمواصفات جيدة.

8- المراجع:

رقم المرجع	المراجع العلمية
1	Shabitadanur, N, &Sear, W (1995). **Handbook of industrial textile's** technomic, Lancater PA(USA)
2	Zhu, Hovgli,etal. (2014) Lightweight, **conductive hollow fibers from nature as sustainable electrode materials for microbial energy harvesting**. Nano Energy, 10,268-27**6**
3	Sen, A. K. (2007). **Coated textiles: principles and applications**. Crc Press
4	Fung, W. (2002). **Coated and laminated textiles** (**Vol. 23**). Woodhead Publishing
5	شروف، هدى، دكتوراه، **دراسة استخدام المعالجة النهائية بتقنية لنانو لإكساب الأقمشة خصائص التوصيل الكهربائي والمقاومة للأشعة فوق البنفسجية**، جامعة البعث، ٢٠٢٢.
6	Sahito, A, Khatri, A, Ahmed, Afzel, A. (2017). **Smart and electronic textiles** advanced Techniques (PP295-314)
7	Maity, S, &Chatterjes, A. (2018). **Conductive polymer-based electro-conductive textile composites for electromagnetic interference shielding**: review. Journal of industrial textiles 47(8) -2228-2252.

8	Zhang,B.Tain, Y, Jin, X.(2018). **Thermal and Mechanical properties of expanded graphite/paraffin –based composite material reinforced by carbon fiber**. Materials ;11-(11)-2205
9	Landaye,S,M, &Wasif, A.(2012) **Nanosilver an effective antimicrobial agent for finishing of textile**. International journal of engineering science emerging technologe,4(1),66-78
10	Palamutcu, S., Ahmet, Ö. Z. E. K., Karpuz, C., & Nermin, D. A. Ğ. (2010). **Electrically conductive textile surfaces and their electromagnetic shielding efficiency measurement.** Textile and Apparel, *20*(3), 199-207
11	النّجّار؛ عهد- ماجستير، **دراسة إمكانية تجهيز أقمشة قطنية مقاومة للبلل ومؤخرة للهب**، جامعة البعث، 2014.
12	سفور; زياد، **تقانة الطباعة**،الجزء النظري، الطبعة الأولى، منشورات جامعة البعث، حمص، 2017.
13	نعمة. م(2016) **تحضير محس من البولي بيرول بالترذيذ فوق الصوتي**، رسالة ماجستير باختصاص علوم وتكنولوجيا البوليمرات، قسم الفيزياء، المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا.