تأثير المعالجة ببلازما الضغط المنخفض على نفوذية القماش القطني للهواء وعلى مقاومته للتمزق

د.م. خليل الحلبي [1] م. علي الحسين [2]

الملخص

هدف هذا البحث إلى بيان تأثير معالجة القماش القطني ببلازما الضغط المنخفض على كل من خاصيتي نفوذية الهواء ومقاومة التمزق له، حيث تمت معالجة عينة من القماش المنسوج بتركيب نسيجي سادة 1/1 بالبلازما وفقاً لثلاث أزمنة مختلفة (10 دقائق، 20 دقيقة، 30 دقيقة)، والقيام باختبار نفوذية الهواء ومقاومة التمزق للعينات المدروسة، وتبين بنتيجة التحليل الإحصائي للنتائج وجود تأثير مهم للمعالجة بالبلازما على هاتين الخاصيتين، أما زيادة زمن المعالجة فقد أدت لزيادة قيم نفوذية الهواء لعينات القماش في حين لم يكن لذلك أثر على مقاومة هذه العينات للتمزق.

الكلمات المفتاحية: المعالجة بالبلازما، بلازما الضغط المنخفض، نفوذية الهواء، مقاومة التمزق، قماش منسوج.

[1] مدرّس في قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة دمشق.

[2] مهندس قائم بالأعمال في قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة دمشق.

Effect of Low Pressure Plasma Treatment on Cotton Fabric Air Permeability and Tear Strength

Dr. Eng. Khalil Al-Halabi [1] **Eng. Ali Al-Hussein**[2]

Abstract

The aim of this paper is to clarify the effect of low pressure plasma treatment on cotton fabric air permeability and tear strength. A sample of plain woven cotton fabric is treated according to three different times (10 min, 20 min, 30 min), then their air permeability and tear strength are tested. The results of the statistical analysis of data show that plasma treatment has an important impact on these two properties and that the increase of treatment time led to increase fabric air permeability but has no effect on its tear strength.

Key words: Plasma treatment, low pressure plasma, air permeability, tear strength, woven fabric.

[1]Lecturer, Department of Mechanical Engineering of Textile Industries and their technologies, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus University.

[2]Engineer, , Department of Mechanical Engineering of Textile Industries and their technologies, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus University.

1. مقدمة:

تتطلب الصناعات النسيجية إيجاد تقنيات إنهاء ومعالجة جديدة تفيد في الحصول على منتج ذي جودة عالية، ولا تهمل الجانب البيئي، حيث أصبح الحفاظ على البيئة الشغل الشاغل الذي لا يمكن إغفاله في الوقت الراهن.

من أجل تحقيق ذلك تمت الاستفادة من تطبيقات العلوم الفيزيائية، لا سيّما علوم البلازما، فعند استخدام هذا الأسلوب في معالجة الأقمشة يتم التقليل من استهلاك الطاقة والمياه والمواد الكيميائية، فضلاً عن إكساب القماش خواصاً إضافية والحصول على الجودة المرغوبة أيضاً.

بناءً عليه قام الباحثان Chinnammal و Arunkumar في العام 2014 بدراسة تأثير معالجة القماش القطني ببلازما الضغط المنخفض بوجود كل من غازي الأوكسجين والأرغون والقيام بمقارنة بعض خواص القماش قبل وبعد المعالجة والتوصل إلى أنّ المعالجة في جو من الأوكسجين أفضل وذلك بازدياد خاصية امتصاص الماء والانسدالية ونفاذية الهواء، ولكن ازدياد زمن المعالجة يؤدي إلى انخفاض مقاومة الشد [1]. وفي العام 2013 قام Rajalakshmi وآخرون ببيان تأثير المعالجة بالبلازما على الأقمشة الممزوجة من ألياف القطن وألياف البوليستر الميكروية، حيث توصل الباحثون في نهاية هذه الدراسة إلى تحسّن خواص الامتصاص ونفاذية الهواء للأقمشة المعالجة، أما فيما يتعلق بخواص السماكة ومقاومة الشد فلم تظهر على الأقمشة المعالجة أي تغيرات ملحوظة عند مقارنتها مع الأقمشة غير المعالجة [2]. وفي إطار استخدام تقنية البلازما كنوع من أنواع عمليات التجهيز والإنهاء للأقمشة القطنية فقد قام الباحث Joshi وآخرون بدراسة تغيرات خواص الأقمشة القطنية بعد أن تم تعريضها للبلازما باستخدام غازي الأوكسجين والأرغون وعند اختبار خواص مقاومة التجعد والصلابة وثبات اللون تبيّن أن التغيرات في هذه الخواص كانت للأفضل، كما لوحظ أن مقاومة التجعد والصلابة للعينة المعالجة في جو من غاز الأوكسجين أفضل منها للعينة المعالجة في جو من غاز الأرغون، وأن التغير اللوني في حال تمت المعالجة في جو من غاز الأرغون كان أكبر منه فيما لو تمت المعالجة في جو من غاز الأوكسجين [3]. وفي العام 2008 درس الباحث Luciu وآخرون التغير في الوزن والأطوار الكيميائية والبنية المورفولوجية لألياف وخيوط قطنية وصوفية معالجة ببلازما الضغط الجوي وبلازما الضغط المنخفض، وتوصلوا إلى وجود انخفاض في الوزن وإلى عدم وجود اختلاف ملحوظ في الأطوار الكيميائية، أما البنية المورفولوجية فتغيرت بشكل واضح عند المقارنة مع الألياف والخيوط غير المعالجة [4].

توجد المادة عادة بثلاث حالات هي الحالة الصلبة والسائلة والغازية، وتكون ذرات وجزيئات المادة متعادلة كهربائياً أي أنّ صافي الشحنة يساوي الصفر.

بينما في حالة البلازما فإن خاصية التعادل الكهربائي لذرات وجزيئات المادة تختل، ويرتبط مفهوم البلازما بحالة التأيّن للمادة والتي تشكل 99% من المادة الكلية للكون.

بالتالي فإنّ حالة البلازما تطلق على المادة أثناء وجودها بدرجة عالية من التأين، أي عندما تكون نسبة عالية من ذرات المادة موجودة بشكل أيونات موجبة مع إلكترونات سالبة منفصلة عنها [5].

وتصنّف البلازما اعتماداً على درجة التأيّن، أي كمية الذرات التي فقدت أو اكتسبت إلكترونات، إلى ثلاثة أنواع: **البلازما الباردة:** وهي ذات التأيّن الخفيف، وتتراوح درجة حرارتها ما بين مئات إلى عدة آلاف من الدرجات المئوية، وفي الظروف الطبيعية تتواجد في طبقة الأيونوسفير.

البلازما الحارة: وهي ذات التأيّن التام وتتراوح درجة حرارتها ما بين آلاف إلى عدة ملايين من الدرجات المئوية، وتمثّل الشمس والنجوم الساخنة وكذلك بعض السحب الموجودة بين النجوم نماذجاً لهذا النوع.

البلازما شديدة البرودة: يمكن إنتاجها باستخدام شعاعي ليزر أحدهما يمسك ويبرد الذرات المحايدة المتعادلة إلى درجة حرارة تعادل 1 ملي كلفن أو أقل، والآخر يؤيّن الذرات بواسطة إعطاء الإلكترونات الأبعد طاقة كافية للخروج من مجالها الذري.

كما تصنف اعتماداً على الحرارة المرتبطة بالإلكترونات والأيونات والجسيمات المحايدة المتعادلة إلى:

البلازما الحرارية: تكون فيها الإلكترونات والأجسام الثقيلة بنفس درجة الحرارة، أي تكون بحالة توازن حراري مع بعضها البعض.

البلازما اللاحرارية: تكون الأيونات والجسيمات المحايدة المتعادلة بحالة الحرارة المحيطة بها، بينما ترتفع درجة حرارة الإلكترونات بشكل أكبر بكثير.

أما اعتماداً على وجود المجال المغناطيسي فيمكن تصنيفها إلى:

البلازما المغناطيسية.

البلازما غير المغناطيسية [5].

وطبقاً لمجال التردد يمكن التمييز بين:

بلازما التردد المنخفض: ترددها بين 50 KHz و 450 KHz.

البلازما الراديوية: ذات التردد 13,56 MHz أو التردد 27,12 MHz .

بلازما الميكروويف (الميكروية): ذات التردد 915 MHz أو التردد 2,45 GHz [7].

يُستخدم في معالجة الأقمشة بالبلازما نوعان رئيسيان يعتمدان على حجم مفاعل البلازما والمعالجة المطلوبة، هما: بلازما الضغط المنخفض ويتم الحصول عليها عندما يكون الضغط في حجرة الخلاء (الانفراغ) منخفضاً، وبلازما الضغط الجوي (البلازما الباردة)، ويمكن توليدها عبر التقنيات التالية:

- الانفراغ التوهجي ويحصل عند ضغط أقل من 10 $mbar$.
- انفراغ الهالة ويحصل عند ضغط جوي 1 bar عن طريق تطبيق تيار مستمر بتردد منخفض أو بتوتر نبضي عال بين زوج من الإلكترودات ذات اختلاف كبير في الحجم.
- انفراغ الحاجز العازل وذلك من خلال تطبيق توتر نبضي بترددات تصل الى 100 KHz بين زوج من الإلكترودات أحدهما على الأقل مغطى بطبقة من مادة عازلة، حيث أنّ الهدف من الطلاء هو التجميع السريع للأقواس المتشكلة في المنطقة بين الإلكترودين [7].

تعتبر معالجة الأقمشة بالبلازما إحدى أنواع المعالجات السطحية الفيزيائية والتي تهدف إلى تحسين خواص القماش وإكسابه خواصاً إضافية دون التأثير على مجمل خواصه الأساسية.

ومن أهم الخواص التي يُسعى لإضافتها للقماش في هذا النوع من المعالجة تلك المتعلقة بالنعومة وقابلية الصباغ وخواص البلل وخواص وظيفية أخرى كمقاومة البكتيريا ومقاومة الاحتراق وغيرها.

فعند معالجة الأقمشة بالبلازما يمكن ملاحظة ثلاثة تأثيرات أساسية عليها, وهي:

1. التنظيف.
2. زيادة الخشونة الميكروية.
3. إنتاج جذور حرة للحصول على خواص محبّة وكارهة للماء [7].

وتعتمد معالجة القماش بالبلازما على العوامل التالية:

1. اختيار الغاز العامل ويمكن استخدام الهواء، أو غاز الأكسجين أو غاز الأرغون أو غاز الفلورين أو غاز الهيليوم أو غاز ثاني أوكسيد الكربون أو مزيج من هذه الغازات.
2. كثافة البلازما.
3. الطاقة.

حيث يمكن للأقمشة المنتجة من أنواع مختلفة من الألياف، والمعالجة باستخدام نفس الغاز، أن تبدي استجابات مختلفة.

من الخواص التي يتم استهدافها أثناء معالجة الأقمشة بالبلازما: [8]

الخواص الكارهة للماء والخواص المحبة للماء: حيث تستخدم بلازما الأوكسجين والأمونيا والهواء والنتروجين لزيادة قابلية البلل في حال كان القماش مصنوع من ألياف صناعية, بينما تستخدم بلازما السيلوكسانات والفلوروكربون وسداسي فلور الكبريت والأكريلات لزيادة خاصية طرد الماء في الأقمشة المصنعة من ألياف طبيعية.

التماسك (الالتصاق): يمكن أن تؤدي المعالجة بالبلازما إلى الازدياد الملحوظ لطاقة السطح في الألياف الصناعية, مما يحسن من الخواص الميكانيكية للمنتج النهائي، ويكون ذلك مطلوباً عند إنتاج المواد المركبة والرقيقة.

خواص الصباغة والطباعة: نتيجة المعالجة بالبلازما يمكن تحسين قابلية الصباغة والطباعة للأقمشة المصنوعة من ألياف طبيعية وكذلك من ألياف صناعية، وذلك لما تقوم به هذه المعالجة من تحسين للخاصية الشعرية وتقليل درجة التبلور، وتشكيل مواقع نشطة على سطح الليف.

الخواص الكهربائية: تحسن المعالجة بالبلازما خاصية مقاومة الأقمشة المصنعة من ألياف صناعية للكهرباء الساكنة, ومن جهة أخرى يمكن الحصول على خواص كهربائية أفضل.

خواص الفلترة: فعند معالجة الفلاتر التقليدية تكتسب انتقائية عالية للمواد الكيميائية.

خواص أخرى: كمقاومة اللهب ومقاومة التجعد ومقاومة البكتريا والحماية من الأشعة فوق البنفسجية وخواص الملمس ومقاومة الحبحبة، وغيرها.

تتلخص مزايا معالجة الأقمشة بالبلازما بالنقاط التالية:

1. يمكن من خلال اختيار الغازات والمواد الكيميائية المناسبة القيام بالتعديلات الكيميائية للقماش.
2. المعالجة بالبلازما هي في معظم الحالات عملية جافة تخفض استهلاك الماء والطاقة اللازمة لتجفيف القماش المعالج.
3. تقليل كمية الماء المستهلك مما يخفض من كمية مياه الصرف، أي تخفيض تكاليف معالجة مياه الصرف.
4. الميزة الاقتصادية الناتجة عن خفض استهلاك المواد الكيميائية وخفض تكاليفها وتكاليف الماء.
5. معالجات البلازما صديقة للبيئة.
6. إمكانية معالجة حتى الأغشية الرقيقة الخالية من المسام.

رغم هذه المزايا التي ذكرت أعلاه لمعالجة الأقمشة بالبلازما إلا أن هناك عدة جوانب سلبية لها يمكن ذكرها على النحو التالي:

1. تبعية النظام، ومعنى ذلك أنه ليس بالضرورة أن ينتج عن نفس معدل التدفق وضغط الغاز والطاقة نفس المستوى من المواد النشطة اللازمة.
2. التجهيزات باهظة الثمن وكلفة الاستثمار العالية.
3. ظهور بعض التحديات التقنية عند توسيع نطاق العميلة وتحويلها إلى معالجة مستمرة.

4. يجب القيام بتحديد البارامترات المثالية لكل نوع من المعالجة والتجهيزات.
5. معالجة طبقات الأسطح الرقيقة دون تغيير إجمالي الخواص.
6. تغطي الألياف بعضها الآخر لاسيما في حال البرم العالي، هذا ما يخلق تأثير ظل يمنع وصول المعالجة لبعض المناطق.
7. صعوبة التنبؤ الدقيق بالخواص البنيوية للمنطقة المعالجة بالبلازما لأكثر من جزيء معقد [9].

2. المواد والتجهيزات المستخدمة:

1.2. اختيار العينة ومواصفاتها:

لأجل المعالجة والاختبار تم اختيار عينة من قماش مقصور قطني 100% بتركيب نسيجي سادة 1/1 له المواصفات التالية:

الجدول (1) مواصفات عينة القماش المستخدمة

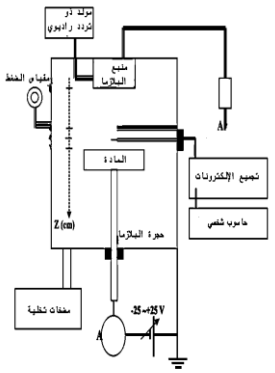
نمرة خيوط السداء	N_e24
نمرة خيوط الحدف	N_e30
كثافة خيوط السداء	$26[^{yarns}/_{cm}]$
كثافة خيوط الحدف	$30[^{picks}/_{cm}]$
وزن المتر المربع	$136[^{g}/_{m^2}]$

2.2. المعالجة بالبلازما:

تم اختيار منظومة بلازما انفراغ المهبط المجوف الراديوية المتكاملة HCD-L 300 الموجودة في هيئة الطاقة الذرية السورية لإتمام المعالجة السطحية عند الضغط المنخفض، حيث يتكون جهاز البلازما من الأجزاء الرئيسية التالية:

1. حجرة التفاعل.
2. تجهيزات توليد وتوجيه البلازما.
3. منظومة التشخيص الضوئي المكونة بدورها من محلل طيفي، وكاشف ضوئي، ومجموعة تجميع الضوء من البلازما من خلال ليف ضوئي.

والشكل (1) يوضح مخطط عام لمنظومة البلازما.



الشكل (1) مخطط عام لمنظومة البلازما

أما الشكل (2) يبين منبع البلازما داخل الحجرة: [10]

الشكل (2) حجرة البلازما موضحاً فيها منبع البلازما

تمت المعالجة وفق ثلاث أزمنة وهي:

- ✓ 10 دقائق.
- ✓ 20 دقيقة.
- ✓ 30 دقيقة.

مع تثبيت البارمترات الأخرى أثناء المعالجة كما يلي:

- نوع الغاز العامل آرغون.
- التردد [MHz] 13,56.
- الاستطاعة [W] 300.
- الضغط [mbar] 0,7.

3.2. اختبار نفوذية الهواء:

تم قياس نفوذية الهواء بالاستعانة بجهاز قياس نفوذية الهواء الموجود في مركز الاختبارات والأبحاث الصناعية بدمشق وفق المواصفة القياسية السورية رقم 1732/1996 [11]، حيث اختبرت عينتان قبل المعالجة بالبلازما وعينتان بعد المعالجة عند كل زمن ويبين الجدول (2) متوسط القراءات والانحراف المعياري لها:

الجدول (2) نتائج اختبار نفوذية الهواء

	العينة غير المعالجة	العينة المعالجة بزمن 10 دقائق	العينة المعالجة بزمن 20 دقيقة	العينة المعالجة بزمن 30 دقيقة
متوسط القراءات $[L/m^2.sec]$	237.67	750.00	772.92	781.25
الانحراف المعياري $[L/m^2.sec]$	41.49	0.00	2.95	8.84

4.2. اختبار مقاومة التمزق:

أجري اختبار مقاومة التمزق باتجاهي السداء واللحمة على جهاز اختبار مقاومة التمزق باستخدام النواس البالستي (المندروف) Elmatear[2] في مخبر الأقمشة في قسم هندسة ميكانيك الصناعات النسيجية وتقاناتها وفق المواصفة القياسية السورية رقم 2641/2002 [12]، حيث قيست مقاومة التمزق لثلاث عينات بكل جهة من العينات المختبرة، وكان متوسط القراءات والانحراف المعياري لها على النحو الموضح بالجدول (3) والجدول (4):

الجدول (3) نتائج اختبار مقاومة التمزق باتجاه السداء

	العينة غير المعالجة	العينة المعالجة بزمن 10 دقائق	العينة المعالجة بزمن 20 دقيقة	العينة المعالجة بزمن 30 دقيقة
متوسط القراءات $[N]$	3.519	2.073	2.021	1.975
الانحراف المعياري $[N]$	0.304	0.239	0.216	0.130

الجدول (4) نتائج اختبار مقاومة التمزق باتجاه الحدف

	العينة غير المعالجة	العينة المعالجة بزمن 10 دقائق	العينة المعالجة بزمن 20 دقيقة	العينة المعالجة بزمن 30 دقيقة
متوسط القراءات $[N]$	4.317	2.566	2.485	2.395
الانحراف المعياري $[N]$	0.189	0.156	0.209	0.266

5.2. التحليل الإحصائي للنتائج:

تم إجراء التحليل الإحصائي للنتائج باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS والاعتماد على اختبار t للعينات المتكافئة (غير المستقلة) للتأكد من وجود فرق من الناحية الإحصائية بين العينات المعالجة والعينة غير المعالجة بالنسبة لقيم نفوذية الهواء ومقاومة التمزق بالاتجاهين بالتالي لبيان أثر المعالجة بالبلازما على هاتين الخاصيتين، ثم تم القيام بإجراء اختبار تحليل التباين (ANOVA) للعينات الثلاث المعالجة لمعرفة تأثير زمن المعالجة على تلك القيم. علماً أنّه تم اعتماد مستوى دلالة الفرضية الصفرية $\alpha = 5\%$ (احتمال رفض الفرضية الصفرية بشرط أنها صحيحة أي نسبة الخطأ المسموح بها

في اتخاذ القرار في نتائج الاختبارات الإحصائية)، وبذلك يكون مجال الثقة في النتائج هو $100 - \alpha = 95\%$.

فعند إجراء اختبار t للعينات المتكافئة للعينة غير المعالجة والعينة المعالجة بزمن 10 دقائق للتأكد من تأثير المعالجة على خواص القماش تم الحصول على قيم مستوى دلالة اختبار أصغر من مستوى دلالة اختبار الفرضية الصفرية ($\alpha = 5\%$) وذلك لكل من نفوذية الهواء ومقاومة التمزق بالاتجاهين وبالتالي تؤول نتيجة الاختبار إلى رفض الفرضية الصفرية وبالتالي يوجد فروق بين قيم المتوسطات من الناحية الإحصائية وهذا ما يشير إلى تغير هاتين الخاصتين كما هو موضح في الجدول (5).

الجدول (5) نتائج اختبار t للعينات المتكافئة

		قيمة اختبارt	درجة الحرية df	مستوى دلالة الاختبار Sig. (2-tailed)
الزوج الأول Pair 1	مقاومة التمزق باتجاه السداء للعينة غير المعالجة. مقاومة التمزق باتجاه السداء للعينة المعالجة بزمن 10 دقائق.	4.808	2	.041
الزوج الثاني Pair 2	مقاومة التمزق باتجاه الحدف للعينة غير المعالجة . مقاومة التمزق باتجاه الحدف للعينة المعالجة بزمن 10 دقائق.	11.289	2	.008
الزوج الثالث Pair 3	نفوذية الهواء للعينة غير المعالجة. نفوذية الهواء للعينة المعالجة بزمن 10 دقائق.	17.465	1	.036

أما عند إجراء اختبار تحليل التباين للعينات الثلاثة المعالجة بأزمنة مختلفة وذلك لمعرفة تأثير زمن المعالجة على مقاومة التمزق باتجاهي السداء والحدف فقد تم الحصول على قيمة مستوى دلالة اختبار أكبر من مستوى دلالة اختبار الفرضية الصفرية ($\alpha = 5\%$) كما يظهر في الجدول (6) وبالتالي تُقبل الفرضية الصفرية والمتوسطات الثلاثة متساوية من الناحية الإحصائية أي أنه ليس لزمن معالجة عينات القماش بالبلازما تأثير على خاصية مقاومة التمزق وذلك لكلا الاتجاهين.

الجدول (6) نتائج اختبار تحليل التباين للعينات الثلاثة المعالجة والمتعلقة بمقاومة التمزق

مقاومة التمزق باتجاه السداء					
	مجموع المربعات Sum of Squares	درجة الحرية df	متوسط المربعات Mean Square	قيمة اختبار F	مستوى دلالة الاختبار Sig.
بين المجموعات Between Groups	.014	2	.007	.180	.840
ضمن المجموعات Within Groups	.241	6	.040		
الإجمالي Total	.255	8			
مقاومة التمزق باتجاه الحدف					
	مجموع المربعات Sum of Squares	درجة الحرية df	متوسط المربعات Mean Square	قيمة اختبار F	مستوى دلالة الاختبار Sig.
بين المجموعات Between Groups	.044	2	.022	.472	.645
ضمن المجموعات Within Groups	.277	6	.046		
الإجمالي Total	.321	8			

أما فيما يتعلق باختبار تأثير زمن معالجة العينات بالبلازما على نفوذية الهواء فقيمة مستوى دلالة الاختبار التي تم الحصول عليها عند إجراء هذا الاختبار تساوي sig.=0.021 كما يبين الجدول (7) وهي أقل من مستوى دلالة اختبار الفرضية الصفرية وبالتالي تؤول النتيجة إلى رفض الفرضية الصفرية وبالتالي يوجد فرق بين المتوسطات الثلاثة المختبرة من الناحية الإحصائية أي أن زمن المعالجة بالبلازما ذو تأثير مهم على خاصية نفوذية الهواء.

الجدول (7) نتائج اختبار تحليل التباين للعينات الثلاثة المعالجة والمتعلقة بنفوذية الهواء

نفوذية الهواء					
	مجموع المربعات Sum of Squares	درجة الحرية df	متوسط المربعات Mean Square	قيمة اختبار F	مستوى دلالة الاختبار Sig.
بين المجموعات Between Groups	1047.421	2	523.711	18.097	.021
ضمن المجموعات Within Groups	86.819	3	28.940		
الإجمالي Total	1134.241	5			

يمكن تقسيم العينات من حيث زمن المعالجة وفق قيم متوسطات نفوذية الهواء التي تم الحصول عليها إلى مجموعات جزئية متجانسة وذلك بالاعتماد على اختبار (Post Hoc test) وهو استكمال لاختبار تحليل التباين (ANOVA)، حيث توزع العينات ضمن مجموعات بحيث تبدي العينات ضمن المجموعة الواحدة تجانساً فيما بينها وعدم اختلاف من الناحية الإحصائية وتتم هذه الآلية وفق عدة معايير إحصائية منه Student-Newman-Keuls كما هو موضح بالجدول (8)، حيث تم توزيع العينات إلى مجموعتين جزئيتين تحوي الثانية على العينات المعالجة بالزمن 20 دقيقة والزمن 30 دقيقة، بينما تحوي الأولى على العينات المعالجة بزمن 10 دقائق.

الجدول (8) نتائج اختبار المجموعات المتجانسة للعينات الثلاثة المعالجة والمتعلقة بنفوذية الهواء

	العينة	N	المجموعات المتجانسة Subset for alpha = 0.05	
			1	2
نتائج اختبار Post Hoc وفق Student-Newman-Keuls	معالجة لمدة 10 دقائق.	2	750.0000	
	معالجة لمدة 20 دقيقة.	2		772.9150
	معالجة لمدة 30 دقيقة.	2		781.2500
	Sig.		1.000	.219

3. النتائج والمناقشة:

خلص البحث إلى جملة من النتائج يمكن ذكرها على الشكل التالي:

1. تؤدي المعالجة بالبلازما للتغير في خواص القماش القطني قيد الدراسة حيث تزداد قيم نفوذية القماش للهواء ويبلغ مقدار الزيادة [$L/_{m^2.sec}$] 512.33 عند وصول زمن المعالجة إلى 10 دقائق، بينما وعند الزمن ذاته تنخفض قيم مقاومة التمزق باتجاه السداء بمقدار [N] 1.482 وباتجاه الحدف بمقدار [N] 1.751، وهي تغيرات ملحوظة من الناحية الإحصائية ويمكن تفسير ذلك بأن التفاعل بين الغاز والقماش قد أدى إلى تغير في بنيته وتلف بعض منه.
2. لا تؤثر الزيادة في زمن المعالجة إلى تغير في مقاومة التمزق للقماش من الناحية الإحصائية، حيث تغيرت قيمة مقاومة التمزق باتجاه السداء إلى [N] 2.073، [N] 2.021، [N] 1.975 وقيمة مقاومة التمزق باتجاه الحدف إلى [N] 2.566، [N] 1.482، [N] 1.482 وذلك عند المعالجة لمدة 10 دقائق، 20 دقيقة، 30 دقيقة بالترتيب، ولكن هذه التغيرات غير ذات أهمية إحصائياً.
3. بازدياد زمن المعالجة تزداد قيم نفوذية الهواء بشكل ملحوظ وهذا ما أثبتته نتائج التحليل الإحصائي، حيث كانت قيمة نفوذية الهواء للعينة غير المعالجة تساوي [$L/_{m^2.sec}$] 237.67، في حين بلغت [$L/_{m^2.sec}$] 750.00 عند زمن معالجة 10 دقائق، و [$L/_{m^2.sec}$] 772.92 عند زمن معالجة 20 دقيقة، أما المعالجة بزمن 30 دقيقة فأدت إلى التوصل إلى قيمة لنفوذية الهواء تبلغ [$L/_{m^2.sec}$] 781.25.
4. على الرغم من تأثر خاصية مقاومة تمزق القماش سلباً إلا أن هناك تحسناً ملحوظاً في خاصية نفوذية القماش

للهواء، وهو ما يعطي عملية معالجة الأقمشة بالبلازما الأهمية الكبرى خاصة في مجالات استخدام القماش التي تتطلب قيماً عالية لنفوذية الهواء.

5. يمكن في ضوء ما تقدّم ملاحظة أن زمن المعالجة الأمثل الذي يؤدي إلى الحصول على أفضل الخواص للعينة المعالجة هو 20 دقيقة، حيث أدت المعالجة بهذا الزمن إلى التحسن في قيمة نفوذية الهواء واستقرار قيم مقاومة التمزق حسب القيم المتوسطة.

4. المقترحات:

يُقترح:

1. إجراء المعالجة بالبلازما ضمن شروط أخرى، كتغيير نوع الغاز المستخدم أو الاستطاعة.
2. استخدام أنواع أخرى من الأقمشة أثناء المعالجة تختلف عن بعضها بنوع المادة الأولية، والتركيب النسيجي.
3. تحرّي إمكانية التوصل إلى نموذج رياضي قادر على التنبؤ بتغيرات قيم خواص القماش وذلك بالاعتماد على بارمتراته، وعلى شروط المعالجة.
4. إجراء المعالجة بنوعين من البلازما أو أكثر ولحظ التغيرات على القماش المعالج.
5. مقارنة نتائج البحث الحالي مع نتائج تطبيق معالجات أخرى لتحسين مواصفات جودة الأقمشة، كالمعالجات الكيميائية وغيرها.

المراجع References

[1] **Chinnammal, S.K. & Arunkumar, K.V. (2014). Effect of plasma treatment on plain woven cotton fabric. UGC Sponsored national seminary on emerging trends in plasma technology and its applications. Sri Vasavi College, Erode: India.**

[2] **Rajalakshmi, M., Koushik, C.V. &Paramasivam, S. (2013). Effect of plasma treatment on cotton /micro denier polyester blends. International journal of current research. Vol. 5. pp: 215-217. India.**

[3] **Joshi, A. S., Sharma, U., Bais, S., Joshi, J. Prajapat, R., Kushwah, G. et al. (2015). Application of plasma finishing on cotton fabric. International journal of engineering research and applications. Vol.5, Issue.4. pp: 1-10. India. Ijera.**

[4] **Luciu, I., Mitu, B., Satulu, V., Mater, A. &Dinescu, G. (2008). Low and atmospheric pressure plasma treatment of natural textile fibers. International symposium on discharges and electrical insulation in vaccum. ISDEIV. Magurele, Bucharest: Romania.**

[5] **هاتو، انتصار. فيزياء البلازما. 30 نيسان 2019. الرابط:**
https://uomustansiriyah.edu.iq/media/lecures/9/9_2017_10_12!02_47_17_AM.pdf&ved=zahUKEwjh57vLjsbiAhU7TxUIHV7CDiYQFjAMegQIAxAB&usg=AOvVaw22Urb3qRD0eQfbTJlDrevN.

[6] **صهيوني، وليد. (2006). مقدمة في فيزياء البلازما. سلطنة عمان. ص: 222.**

[7] **EL-Dessouky,H.M.(2014). Edited by :Q.Wei. Novel surface treatments for high performance textiles. High performance textiles and their applications. pp:70-90. England . Woodhead publishing.**

[8] **Marcandalli, B. & Riccardi, C. (2007). Edited by: R .Shishoo. Plasma treatments of fibers and textile. Plasma technogies for textiles. pp:282-300. England. Woodhead publishing.**

[9] **Sarmadi, M. (2013). Advantages and disadvantages of plasma treatment of textile materials. International symposium on plasma chemistry. Cairns Convention Centre,Queensland :Australia.**

[10] **سلوم، صقر، وعاقل، محمد. (2009). دراسة التأثير المتبادل بين البلازما وسطوح المواد بتقنية مسير لانغمور أثناء المعالجة**

البلازمية. تقرير عن دراسة علمية مخبرية، قسم الفيزياء، هيئة الطاقة الذرية. دمشق: سوريا.

[11] المواصفة القياسية السورية رقم 1732/1996، تحديد نفوذية الهواء في الأقمشة النسيجية.

[12] المواصفة القياسية السورية رقم 2641/2002، تحديد قوة التمزق باستخدام طريقة النواس البالستي (المندروف).

Received	**2021/2/24**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2021/6/10**	**قبول البحث للنشر**

مسرد المصطلحات:

المصطلح الإنجليزي	المصطلح العربي
plasma	البلازما
Low pressure plasma	بلازما الضغط المنخفض
treatment	معالجة
Argon gas	غاز الأرغون
fabric	قماش
cotton	قطن
Plain 1/1	سادة 1/1
Air permeability	نفوذية الهواء
Tear strength	مقاومة التمزق
Statistical analysis	تحليل إحصائي