تقييم تأثير استخدام البلازما في إزالة البقع من المنسوجات القطنية: دراسة تجريبية

رشا صادق[2]، سوسن درويش [1]، محمود مرسي [2]، حربي عز الدين [1]

[1] قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة

[2] المعهد القومي للقياس والمعايرة

ملخص

تعد عملية تنظيف أسطح المواد الأثرية والتاريخية أحد إجراءات الصيانة الرئيسية التي تنفذ بمعرفة أخصائيي الصيانة والترميم الأثري، ويوجد العديد من طرق التنظيف إلا أن بعضها قد يؤثر سلباً على الخواص البصرية والكيميائية والميكانيكية للأثر، والبعض الآخر يمكن أن يكون غير صديق للبيئة ، ويتطرق هذا البحث إلي استخدام البلازما كأسلوب جديد فى التنظيف صديق للبيئة ولا يتخلف عنه أى ملوثات، وآمن على صحة القائمين بالترميم، وحيث أن هذه التقنية جديدة فى مجال تنظيف المنسوجات الأثرية القطنية فيهدف هذا البحث إلي تقييم تأثيرها، على الخصائص البصرية، والكيميائية، والميكانيكية للمنسوجات القطنية وكذلك تقييم كفاءتها في إزالة البقع. وتم استخدام البلازما مع ثلاث غازات وهي الأرجون والأكسجين والنيتروجين،عند ضغوط مختلفة (200 - 300 - 400) mTorr وعند أزمنة مختلفة (15- 30- 60) دقيقة. تم تقييم نتائج المعالجة بالبلازما بمقارنة العينات قبل وبعد العلاج باستخدام تقنيات توصيف نوعي وكمي مختلفة مثل: الميكروسكوب الرقمي والتحليل الطيفي باستخدام الأشعة تحت الحمراء، بالإضافة إلى قياس التغير اللوني وقوة الشد والإستطالة.

وتشير النتائج إلى أن هناك اتجاه عام لزيادة قوة الشد مع كل الغازات المستخدمة فى الأزمنة المختلفة مع اتجاه عام لانخفاض الاستطالة بنسب ليست مؤثرة، بالنسبة لغاز الأرجون كان هناك اتجاه عام لزمنى ربع ونصف ساعة لزيادة قوة الشد مع انخفاض الاستطالة، اما بالنسبة لغاز الأكسجين اتضح أن هناك قراءات كانت نتائجها أفضل من العينة القياسية نفسها، وأما بالنسبة لغاز النتروجين يتضح أن هناك تبايناً فى قوة الشد بين الزيادة والنقصان فى حدود ضيقة، مع انخفاض عام فى قيم الاستطالة وبنسب متفاوتة أيضاً، أما بالنسبة لتأثير المعالجة بالبلازما على درجتى البياض والاصفرار للعينات فقد كانت التغير يحدث عند التعريض للزمن الأطول بينما كانت التغير قليل عند استخدام زمن 15 دقيقة و30 دقيقة. وتشير نتائج التحليل باستخدام الأشعة تحت الحمراء إلى ثبات وعدم حدوث تغيرات في الروابط الكيميائية لسليلوز قماش القطن وذلك لعدم تأثر المجموعات الوظيفية المميزة للقطن سواء باختفاء بعضها أو ظهور مجموعات وظيفية جديدة لم تكن موجودة في الأصل باستثناء بعض التغيرات الطفيفة في شدة امتصاص بعض مجموعات الهيدروكسيل الناتجة عن فقد الرطوبة من العينة.
أما بالنسبة لمعالجة عينات البقع المستخدمة فى البحث وهى بقع الشاى والدم والزيت فقد أثبتت التجارب أن هناك تأثير ايجابي على البقع مع أنواع الغازات الثلاث المستخدمة وعند الأزمنة والضغوط التى تم تطبيقها على العينات .

كلمات دالة: التغير اللوني، بلازما الضغط الجوى, الميكروسكوب الالكتروني الماسح، درجتى البياض والاصفرار، التحليل الطيفي باستخدام الأشعة تحت الحمراء، الخصائص الميكانيكية والطبيعية.

Abstract:

The cleaning process of archaeological and historical surfaces is a vital process for maintenance these valuable materials for consecutive generations. Hence, there are

various methods have been used for this cleaning process; however, some of them have a negative impact on the historical materials properties. To this end, plasma was used as safe and environmentally friendly tool for efficient cleaning of archaeological and historical surfaces. Hence, for the first time plasma composed from different gases (argon, oxygen and nitrogen) at pressures range of 200-300 -400 mTorr with variety of exposure times 15,30 and 60 min was used for cleaning of antique cotton textiles. The influence of plasma treatment on textile fabrics was investigated before and after cleaning using various tools. Therefore, the cleaned and un-cleaned samples were characterized using microscopic and spectroscopic techniques, mechanical tester properties and color change properties. The stability of chemical structure of cotton fabrics after treatment was elucidated using FT-IR. Furthermore, enhancement trend in tensile strength of treated cotton fabrics was observed after treatment with different plasma gases. Additionally, the efficiency of cleaning process of tea, blood and oil droplets on cotton fabrics was confirmed using microscopic and spectroscopic tools. This study presents new safe tool for efficient cleaning for archaeological and historical surfaces.

Keywords: Color change, atmospheric pressure plasma, scanning electron microscope, whiteness and yellowness, infrared spectroscopy, mechanical and physical properties.

المقدمة

تطورت الملابس تدريجياً عبر العصور وقد كان كل عصر متأثراً بالعصر السابق له ثم بعد فترة يتميز بالطراز الخاص به (حماية، 2016)، وبالتالي تعد الملابس التاريخية والتراثية سجلاً حياً لتاريخ اى أمة وأن دراستها وتوثيقها يسهم فى الحفاظ على حضارة الأمة وتراثها وهويتها الأصلية (العيسي، 1998). وقد ذكر(Pendergast and Pendergast, 2014) أن القدماء المصريين أول من أهتم بالأزياء، حيث ركزوا بشكل كبير على مظهر ملابسهم ومجوهراتهم وشعرهم المستعار. ووضح (Elnashar, 2019) أن مصر تعتبر رائدة في صناعة النسيج حيث يعود تاريخها إلى آلاف السنين ، حيث نجد أن أقدم المنسوجات المعروفة يعود تاريخها إلى حوالي 5000 سنة قبل الميلاد ، وهي عبارة عن قصاصات من قماش الكتان عثر عليها في الكهوف. وأضاف (Matar ,2010) أن صناعة النسيج تطورت فى مصر القديمة لتصبح ركيزة رئيسية للتنمية المصرية، ووصلت إلى ذروة الازدهار في مصر خلال العصر الإسلامي، حيث استخدم المصريون العديد من الخامات الطبيعية لصناعة ملابسهم ومنها القطن والكتان والصوف والحرير.

يلقي البحث الضوء علي المنسوجات القطنية والتي استخدمت بكثرة علي مر العصور في تاريخ مصر، وتعتبر ألياف القطن من أنقى أشكال السليلوز، حيث يمثل السليلوز ما يقرب من 90 ٪ من ألياف القطن (Hsieh ,2007). وذكر (Eastop and Timar-Balazy,2011) أن المنسوجات القطنية مثلها مثل سائر المنسوجات السليلوزية تتعرض للتلف والتحلل نتيجة لتأثير العوامل البيئية المحيطة وسوء التناول والاستخدام، وقد أظهرت الدراسات أن أحد أهم مظاهر تلف المنسوجات بصفة عامة هي الأتساخات والبقع المختلفة ومنها الأتساخات الطينية ، والبقع الدهنية،

والدم و غيرها من المواد التي تعمل علي تلفها ، فضلاً عن تشويه الشكل الجمالي للقطع التاريخية القيمة (2009, Kirkland).

وقد ذكر (Luo , et al.,1998) أنه يوجد العديد من الطرق التقليدية المستخدمة في تنظيف المنسوجات ومنها الطرق الميكانيكية والكيميائية مثل التنظيف بالفرشاة، والمنفاخ، والشريط اللاصق الذاتى، والممحاة، والأحماض والقلويات، إلا أن الدراسات أثبتت أن لها تأثير ضار على المنسوجات' مما دعى إلي البحث عن طرق تنظيف حديثة أكثر آمناً ، ومن ضمن هذه الطرق الحديثة استخدام البلازما والتي من المفترض أنها لا تضر بالمواد المختلفة لانخفاض درجة حرارتها والضغط المستخدم فى حيز مغلق كما أن ليس لها انبعاثات ضارة.

كما وضح (Vohrer , et al., 2001) أن البلازما هي حالة متميزة من حالات المادة يمكن وصفها بأنها غاز متأين تكون فيه الإلكترونات حرة وغير مرتبطة بالذرة أو بالجزيء، كما قام (Schmidt-Ott ,2004) بتصنيف البلازما على أنها الحالة الرابعة للمادة وتشمل عدة أنواع منها البلازما الباردة (cold plasma) وهي غالبا تكون متأينة جزئيا (ضعيفة التأين) ويطلق عليها اسم التفريغ فى الغازات وهى النوع المستخدم فى أغلب البحوث العلمية، والبلازما الساخنة (hot plasma) وهي بلازما تامة التأين وتعد الوسط الأساسي التي يمكن أن تحدث فيه تفاعلات الاندماج النووي. وبالفعل سبق وأن استخدم (Rosace and Canton ,2008) البلازما في علاج المقتنيات الورقية.

يهدف هذا البحث إلي دراسة تأثير استخدام البلازما علي الخواص البصرية والكيميائية والميكانيكية للمنسوجات القطنية، وكذلك تقييم كفاءتها في إزالة البقع المختلفة باستخدام ظروف تشغيل مختلفة وتوصيف نوعي وكمي لنتائج القياس.

المواد والطرق

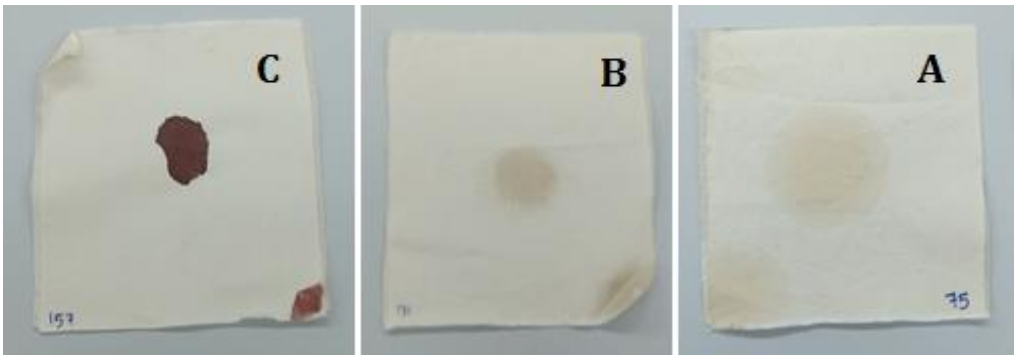
المواد

تم تجهيز عينات من قماش القطن الخام100% بمساحة قدرها (19×16) سم للعينة (صورة 1) وتم استخدام عينة منفصلة قبل التعريض لكل ظرف من ظروف التعريض وبالمواصفات التالية:

- التركيب النسجى: سادة 1 / 1
- عدد خيوط السداء: 40 خيط / سم
- نمرة خيط السداء: 40 ترقيم انجليزي
- عدد خيوط اللحمة: 24 خيط / سم
- نمرة خيوط اللحمة: 20 ترقيم انجليزى
- وزن المتر المربع : 450 جرام / متر مربع
- قوة الشد / نيوتن : 832 نيوتن
- نسبة الاستطالة %: 30

صورة (1): توضح الشكل الميكروسكوبى الالكترونى لخامة القطن المستخدمة X500 .

تم تطبيق بعض البقع الشائعة علي عينات القطن التجريبية وهي: بقع الشاى والزيت والدم لدراسة كفاءة البلازما في إزالتها (صورة 2).

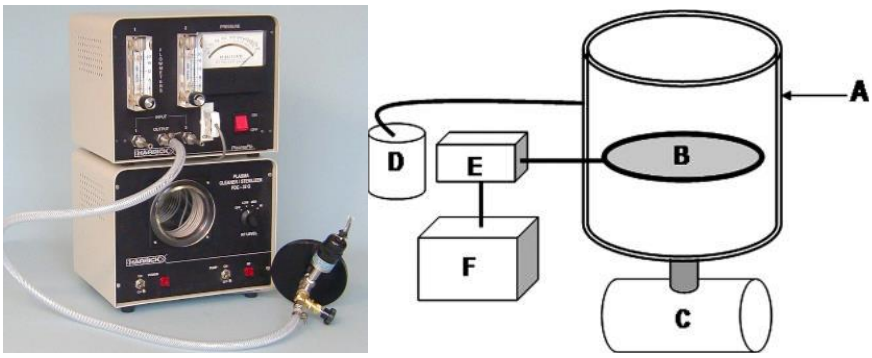


صورة (2): البقع المطبقة علي عينات القطن التجريبية: (A) شاي،(B) زيت، (C) دم.

الطرق

جهاز البلازما

استخدم لإجراء هذه الدراسة مفاعل بلازما مخصص للتنظيف Plasma Cleaner موديل PDC – FMG من انتاج شركة HARRICK PLASMA بنيويورك - الولايات المتحدة الأمريكية. ويعمل هذا الجهاز علي فرق جهد كهربائي قدره 6 كيلو فولت في الثانية وتردد 50 هرتز وبمضخة قوتها 200 وات (شكل 1). تم تعريض العينات التجريبية لثلاث غازات وهم: الأكسجين، والنيتروجين، والأرجون تحت ضغط 200 و300 و400 m Torr. استمرت كل معالجة لثلاث مدد زمنية مختلفة (60-30-15) دقيقة.



شكل رقم (1): نظام مفاعل البلازما ويشمل (A) غرفة تفريغ،(B) حامل العينة، (C) نظام تفريغ، (D) مصدرالغاز، (E) شبكة مطابقة، (F) مصدرتردد

(After: Rosace, and Canton, Influence of Low-Temperature Plasma Conditions on Wicking Properties of PA/PU Knitted Fabric, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 107, No. 6, 2008, pp. 3702 – 3706, and Harrick Plasma User's Manual for the Basic Plasma Cleaner).

طرق تقييم المعالجات

تم استخدام طرق الفحص والتحاليل التالية لدراسة تأثير استخدام البلازما علي الخواص البصرية والكيميائية والميكانيكية لعينات القطن، وكذلك لتقييم كفائتها في إزالة البقع المختلفة:

- الميكروسكوب الرقمي: تم استخدام ميكروسكوب رقمي Supereyes USB digital microscope بقوة تكبير 200X لفحص التغيرات السطحية بعد تطبيق المعالجات.
- جهاز الاسبكتروفوتوميتر: تم قياس التغيرات اللونية الناتجة عن المعالجات باستخدام جهاز اسبكتروفوتوميتر Optimatch 3100® من انتاج شركة SDL. تم قياس جميع العينات فى منطقة الضوء المرئي عند طول موجي 400 – 700 نانومتر، بفاصل زمني 10 نانوثانية باستخدام مصدر ضوء D65 وزاوية مرصودة تبلغ 10 درجات. تم استخدام نظام CIE LAB للتعبير عن التغير اللوني حيث تم قياس قيم اللون الأبيض (W) والأصفر (Y) وتم حساب قيمة التغير اللوني الكلي ΔE بعد كل معالجة.
- جهاز الديناموميتر: تم استخدام جهاز ATLAS, H5KT من انتاج شركة SDL لقياس التغير في قوة الشد و شدة الاستطالة بعد المعالجات.

تم إجراء جميع الفحوصات والتحاليل بالمعهد القومي للقياس والمعايرة بالجيزة ، مصر.

النتائج والمناقشة

الفرق اللوني (ΔE) والفحص البصرى لتقييم قدرة الغازات على ازالة البقع.

غاز الأرجون

بقعة الشاي

يوضح جدول (1) أن أفضل قيمة للتغير اللونى كانت عند استخدام ضغط 400 m Torr بقيمة (3.49) عند زمن 30 دقيقة مع ملاحظة أن أقل قيمة كانت عند استخدام ضغط 200 m Torr بقيمة (0.30) عند زمن 15 دقيقة.

بقعة الدم

يوضح جدول (2) أن أفضل قيمة للتغير اللونى كانت عند ضغط 300 m Torr بقيمة (4.42) عند زمن 60 دقيقة مع ملاحظة أن أقل قيمة كانت عند ضغط 200 m Torr بقيمة (2.35) عند زمن 60 دقيقة.

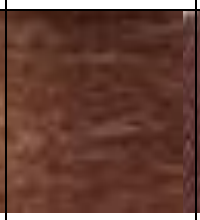
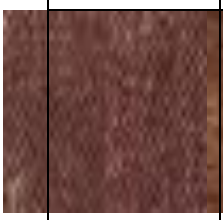
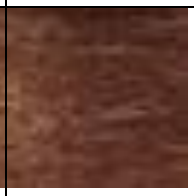
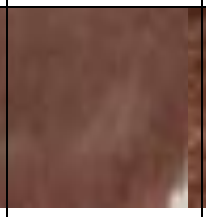
بقعة الزيت

يوضح جدول (3) أن أن أفضل قيمة للتغير اللونى كانت عند استخدام ضغط 400 m Torr بقيمة (10.92) عند زمن 60 دقيقة مع ملاحظة أن أقل قيمة كانت عند أستخدام ضغط 400 m Torr بقيمة (4.97) عند زمن 30 دقيقة.

جدول (1): يوضح تأثير التعريض لغاز الأرجون على التغير اللوني لبقعة الشاي على قماش القطن

الزمن (دقيقة)	الضغط (m Torr)					
	200		300		400	
	ΔE		ΔE		ΔE	
	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
15						
	0.30		0.62		0.41	
30						
	0.84		2.27		3.49	
60						
	2.04	1.16	1.86	2.04	1.16	1.86

جدول (2): يوضح تأثير التعريض لغاز الأرجون على التغير اللوني لبقعة الدم على قماش القطن

الزمن (دقيقة)	الضغط (m Torr)					
	200		300		400	
	ΔE		ΔE		ΔE	
	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
15						
	3.18		3.10		3.50	
30	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
						
	3.00		3.34		3.67	
60	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
						
	2.35		4.42		2.47	

جدول (3): يوضح تأثير التعريض لغاز الأرجون على التغير اللوني لبقعة الزيت على قماش القطن

الزمن (دقيقة)	الضغط (m Torr)					
	200		300		400	
	ΔE		ΔE		ΔE	
	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
15						
	5.29		6.80		7.50	
30						
	7.15		7.16		4.97	
	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
60						
	9.51		8.64		10.92	

3-1-2- غاز الأكسجين

3-1-2-1- بقعة الشاي

يوضح الجدول رقم (4) أن أفضل قيمة للتغير اللونى كانت عند استخدام ضغط 200 m Torr بقيمة (93.5) عند زمن 60 دقيقة مع ملاحظة أن أقل قيمة كانت عند استخدام ضغط 200 m Torr بقيمة (0.72) عند زمن 30 دقيقة.

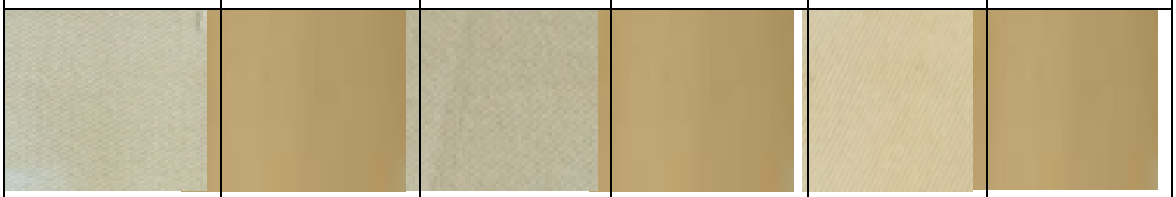
3-1-2-2- بقعة الدم

يوضح الجدول رقم (5) لقياسات الفرق اللونى لبقعة الدم قبل وبعد التعريض للبلازما فى وجود غاز الاكسجين أن أفضل قيمة للتغير اللونى كانت عند استخدام ضغط 400 m Torr بقيمة (5.05) عند زمن 60 دقيقة مع ملاحظة أن أقل قيمة كانت عند استخدام ضغط 300 m Torr بقيمة (3.24) عند زمن 15 دقيقة.

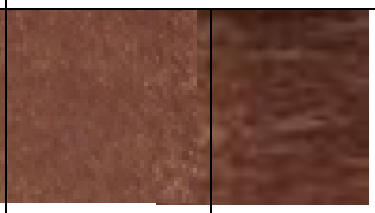
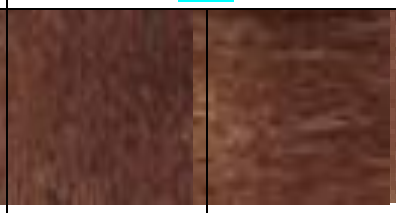
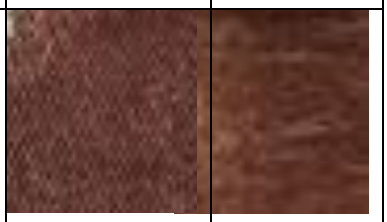
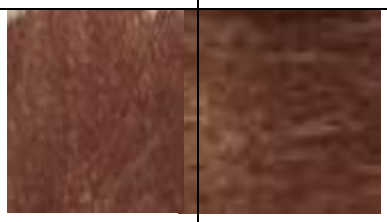
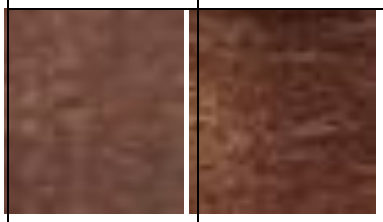
3-1-2-3- بقعة الزيت

يوضح جدول رقم (6) لقياسات الفرق اللونى لبقعة الزيت أن أفضل قيمة للتغير اللونى كانت عند استخدام ضغط 400 m Torr بقيمة (12.99) عند زمن 60 دقيقة مع ملاحظة أن أقل قيمة كانت عند استخدام ضغط 300 m Torrبقيمة (4.24) عند زمن 15 دقيقة.

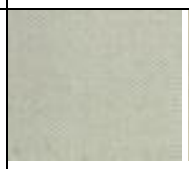
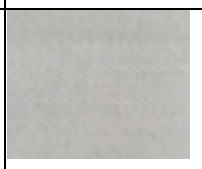
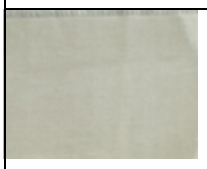
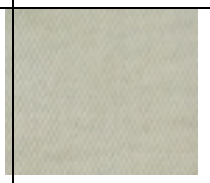
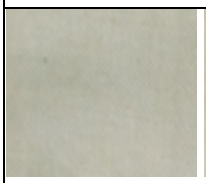
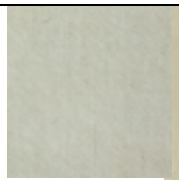
جدول (4): يوضح تأثير التعريض لغاز الأكسجين على التغير اللوني لبقعة الشاي على قماش القطن

الزمن (دقيقة)	الضغط (m Torr)					
	200		300		400	
	ΔE		ΔE		ΔE	
	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
15						
	2.40		0.91		2.19	
30	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
	0.72		4.21		4.23	
60	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
						
	5.93		3.99		4.36	

جدول (5): يوضح تأثير التعريض لغاز الأكسجين على التغير اللوني لبقعة الدم على قماش القطن

الزمن (دقيقة)	الضغط (m Torr)					
	200		300		400	
	ΔE		ΔE		ΔE	
	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
15						
	3.32		3.24		3.96	
30						
	3.91		4.25		4.32	
60	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
						
	4.21		4.06		4.32	

جدول (6): يوضح تأثير التعريض لغاز الأكسجين على التغير اللوني لبقعة الزيت على قماش القطن

الزمن (دقيقة)	الضغط (m Torr)					
	200		300		400	
	ΔE		ΔE		ΔE	
	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
15						
	4.63		4.24		5.75	
30	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
						
	7.68		5.68		6.90	
60	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
						
	9.92	9.10	12.99	9.92	9.10	12.99

غاز النيتروجين

بقعة الشاي

يوضح جدول رقم (7) أن أفضل قيمة للتغير اللونى كانت عند استخدام ضغط 300 m Torr بقيمة (8.37) عند زمن 15 دقيقة مع ملاحظة أن أقل قيمة كانت عند استخدام ضغط 400 m Torr بقيمة (1.87) عند زمن 15 دقيقة.

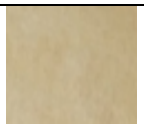
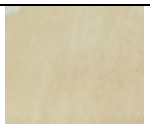
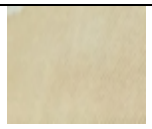
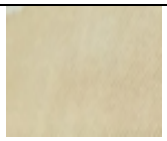
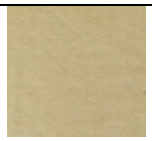
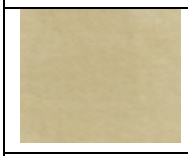
بقعة الدم

يوضح جدول رقم (8) أن أفضل قيمة للتغير اللونى كانت عند استخدام ضغط 200 m Torr بقيمة (10.90) عند زمن 30 دقيقة مع ملاحظة أن أقل قيمة كانت عند استخدام ضغط 200 m Torr بقيمة (2.86) عند زمن 60 دقيقة.

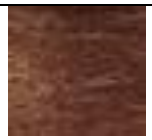
بقعة الزيت

يوضح جدول رقم (9) يوضح الجدول السابق أن أفضل قيمة للتغير اللونى كانت عند استخدام ضغط 300 m Torrبقيمة (9.61) عند زمن 60 دقيقة مع ملاحظة أن أقل قيمة كانت عند استخدام ضغط 400 m Torr بقيمة (4.71) عند زمن 15 دقيقة.

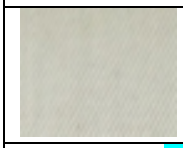
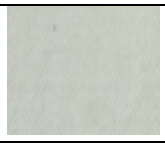
جدول (7): يوضح تأثير التعريض لغاز النيتروجين على التغير اللوني لبقعة الشاي على قماش القطن

الزمن (دقيقة)	الضغط (m Torr)					
	200		300		400	
	ΔE		ΔE		ΔE	
	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
15						
	2.78		8.37		1.87	
30						
	2.96		3.37		2.61	
60						
	1.99		2.01		1.94	

جدول (8): يوضح تأثير التعريض لغاز النيتروجين على التغير اللوني لبقعة الدم على قماش القطن

الزمن (دقيقة)	الضغط (m Torr)					
	200		300		400	
	ΔE		ΔE		ΔE	
	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
15						
	3.19		4.03		4.73	
30						
	10.90		3.65		5.04	
60						
	2.86		3.53		3.47	

جدول (9): يوضح تأثير التعريض لغاز النيتروجين على التغير اللوني لبقعة الزيت على قماش القطن

الزمن (دقيقة)	الضغط (m Torr)					
	200		300		400	
	ΔE		ΔE		ΔE	
	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض	قبل التعريض	بعد التعريض
15						
	5.01		5.03		4.71	
30						
	5.79		5.16		5.21	

60						
	8.73	9.61		8.14		

3-1-2- تغير درجتي اللون الأبيض والأصفر

3-1-2-1- غاز الأرجون

تظهر النتائج الموضحة في جدول (10) أن أعلى قيمة للون الأبيض كانت بنسبة تغير +17.15 % يقابلها أقل قيمة للإصفرار بنسبة -7.25% وذلك عند التعريض لغاز الأرجون لمدة 60 دقيقة عند ضغط 200 m Torr ، بينما بلغت أقل قيمة للون الأبيض بنسبة تغير -5.22 % عند التعريض لمدة 15 دقيقة عند ضغط 300 m Torr. كما سجلت أعلى قيمة للإصفرار بنسبة تغير +6.39 وذلك عند التعريض لمدة 60 دقيقة عند ضغط 400 m Torr.

جدول رقم (10): يوضح تأثير غاز الارجون على درجتي اللون الأبيض والأصفر لقماش القطن

زمن التعريض (دقيقة)	الضغط (m Torr)					
	200		300		400	
	W	Y	W	Y	W	Y
	نسبة التغير%	نسبة التغير%	نسبة التغير%	نسبة التغير%	نسبة التغير%	نسبة التغير%
15	+12.94	-7.00	-5.22	+2.96	-1.18	+3.46
30	+9.85	-5.90	+4.07	-1.93	+6.06	-2.64
60	+17.15	-7.25	+7.92	-3.51	+16.16	+6.39

* يشير W white = إلي اللون الأبيض، بينما يشير Y = yellow إلي اللون الأصفر.

3-1-2-2- غاز الأكسجين

تظهرالنتائج الموضحة فى جدول (11) أن أعلى قيمة للون الأبيض كانت بنسبة تغير +22.1% يقابلها أقل قيمة للإصفرار بنسبة -12.8% وذلك عند التعريض لغاز الأكسجين لمدة 60 دقيقة عند ضغط 200 m Torr بينما بلغت أقل قيمة للون الأبيض بنسبة تغير-9.69 % يقابلها أعلى قيمة للإصفرار بنسبة تغير +6.29 وذلك عند التعريض لمدة 15 دقيقة عند ضغط 400 m Torr . وأوضحت النتائج أيضاً أن أفضل نتيجة والتي تمثل أقل نسبة تغير على القماش كانت عند التعريض لمدة 30 دقيقة عند ضغط 400 m Torr.

3-1-2-3- غاز النيتروجين

تظهرالنتائج الموضحة فى جدول (12) أن أعلى قيمة للون الأبيض كانت بنسبة تغير +2.45 % يقابلها أقل قيمة للإصفرار بنسبة +2.47 % وذلك عند التعريض لغاز النيتروجين لمدة 60 دقيقة عند ضغط 400 m Torr ، بينما بلغت أقل قيمة للون الأبيض بنسبة تغير -14.37 % عند التعريض لمدة 30 دقيقة عند ضغط 400 m Torr يقابلها أعلى قيمة للإصفرار بنسبة تغير +12.28 وذلك عند التعريض لمدة 60 دقيقة عند ضغط 200 m Torr. ونلاحظ فى

هذا الجدول أن الفرق فى القيمة عند ضغط 200 m Torr بين زمن 15 دقيقة وزمن 60 دقيقة غير كبيرة وفى هذه الحالة نستخدم الزمن الأقل من حيث الجانب الاقتصادى والبيئى في التشغيل. وبصفة عامة عندما تكون قيمة اللون الأبيض كبيرة تقل قيمة اللون الأصفر والعكس صحيح.

جدول رقم (11): يوضح تأثير غاز الأكسجين على درجتي اللون الأبيض والأصفر لقماش القطن

زمن التعريض (دقيقة)	الضغط (m Torr)					
	200		300		400	
	W	Y	W	Y	W	Y
	نسبة التغير%	نسبة التغير%	نسبة التغير%	نسبة التغير%	نسبة التغير%	نسبة التغير%
15	1.55-	1.09+	2.35+	1.29-	9.69-	6.29+
30	3.77+	0.71-	5.61+	2.16-	0.98+	0.45-
60	22.1+	12.8-	2.69-	2.0+	9.2+	4.37-

جدول رقم (12): يوضح تأثير غاز النيتروجين على درجتي اللون الأبيض والأصفر لقماش القطن

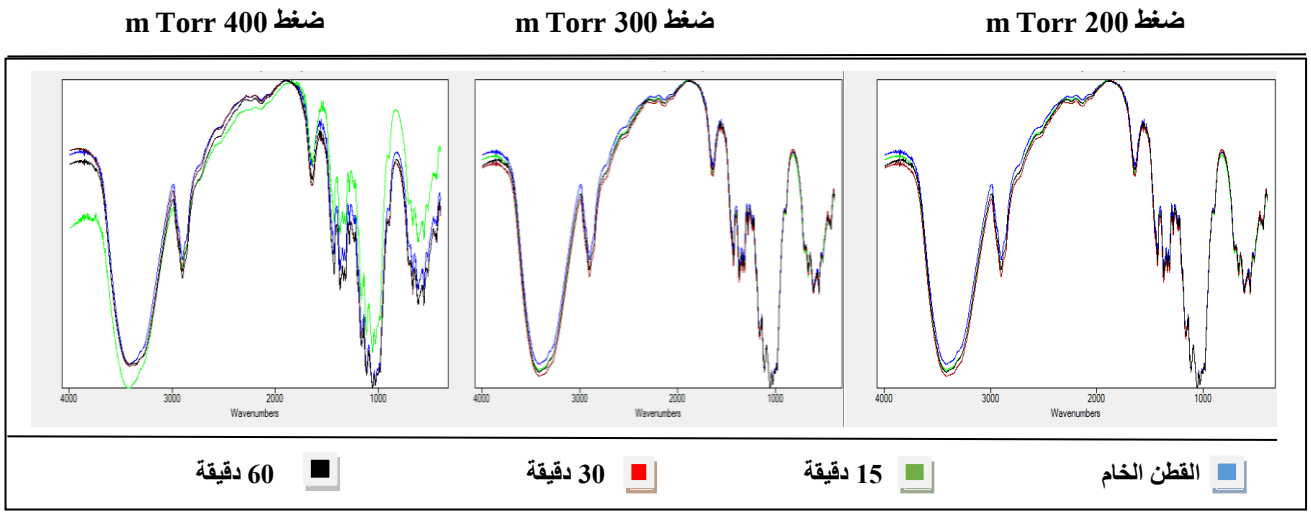
زمن التعريض (دقيقة)	الضغط (m Torr)					
	200		300		400	
	W	Y	W	Y	W	Y
	نسبة التغير%	نسبة التغير%	نسبة التغير%	نسبة التغير%	نسبة التغير%	نسبة التغير%
15	11.72-	11.23+	7.66-	8.52+	11.36-	11.6+
30	9.23-	8.64+	11.66-	11.02+	14.37-	12.1+
60	11.98-	12.28+	0.50+	3.30+	2.45+	2.47+

تأثير غازات البلازما على الخواص الكيميائية لقماش القطن بدون بقع باستخدام جهاز (FTIR)

تم دراسة تأثير كل من غاز الأرجون وغاز الأكسجين وغاز النيتروجين تحت ضغوط مختلفة (200 – 300 - 400) m Torrولمدد زمنية مختلفة (15- 30 -60) دقيقة على الخواص الكيميائية لقماش القطن الخام بدون بقع.

تأثير غاز الأرجون

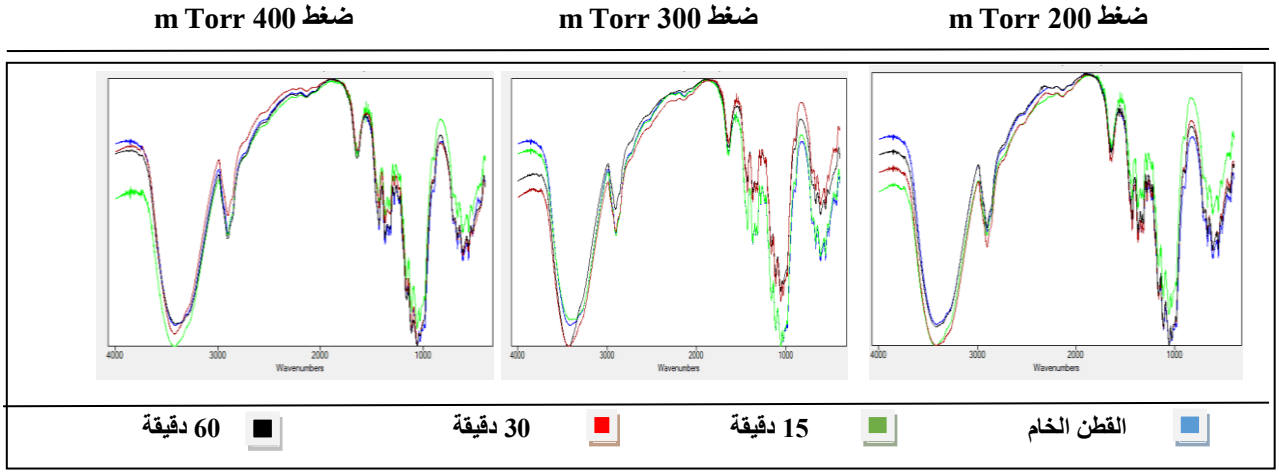
يبين تحليل FTIR في شكل (2) عدم تأثر المجموعات الوظيفية المميزة للقطن (C-O,C-H,O-H) وكذلك منطقة امتصاص الماء عند 1640 سم$^{-1}$ بغاز الأرجون حيث لا يوجد اختفاء لأى مجموعة وظيفية منها أو زيادة أو نقص سواء في العدد الموجي أو شدة الامتصاص أو حتى في شكل شرائط الامتصاص لهذه المجموعات. ذلك باستثناء بعض التغيرات الطفيفة عند ضغط 400 m Torr ولمدة 15 دقيقة.



شكل رقم (2): يوضح طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR لتأثير غاز الأرجون ضغط (200- 300- 400) m Torr بالازمنة (15– 30- 60) دقيقة على قماش القطن بدون بقع

تأثير غاز الأكسجين

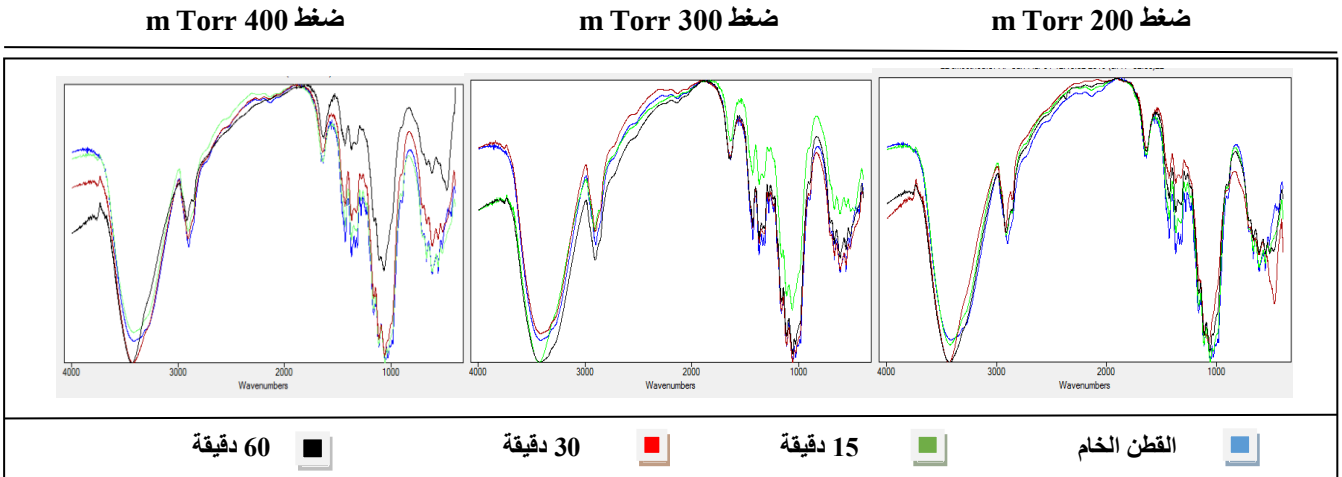
نلاحظ في شكل (3) أنه لا يوجد اختفاء لأى شرائط امتصاص خاصة بالمجموعات الوظيفية المميزة للسليلوز وأيضاً لا يوجد ظهور لأي شرائط امتصاص جديدة باستثناء بعض التغييرات البسيطة في شدة امتصاص بعض المجموعات الوظيفية وخصوصاً مجموعات O-H و C-O.



شكل رقم (3): يوضح طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR لتأثير غاز الأكسجين ضغط (200- 300- 400) m Torr بالازمنة (15– 30- 60) دقيقة على قماش القطن بدون بقع

تأثير غاز النيتروجين

يوضح شكل (4) عدم تأثر المجموعات الوظيفية المميزة للقطن (C-O,C-H,O-H) ولكن يوجد نقص في شدة الامتصاص وخصوصاً بعد التعريض لمدة 15 دقيقة دليلاً على فقد نسبة من الرطوبة مما يزيد من تقارب سلاسل السليلوز من بعضها البعض وبالتالي زيادة قوة شد القماش. وكذلك يوجد نقص في اتساع شريط امتصاص مجموعات الهيدروكسيل يصاحبه إزاحة التردد إلى قيم أعلى مما يدل على تكسير بعض الروابط الهيدروجينية وخاصة عند التعريض لمدد زمنية 30 و 60 دقيقة مما يساعد على فقد أجزاء من سلاسل السليلوز لتبلورها وانتظامها وبالتالي نقص في القوة الشد. وهذا يفسر التباين في قيم قوة الشد السابق ذكرها بين الزيادة والنقص.



شكل رقم (4): يوضح طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR لتأثير غاز النيتروجين ضغط (200- 300-400) m Torr بالأرمنة (30-15- 60) دقيقة على قماش القطن بدون بقع

تأثير غازات البلازما علي عينات قماش القطن الخام بدون بقع

قوة الشد والاستطالة

غاز الأرجون

يوضح جدول (13) قيم قوة الشد والاستطالة للعينات قبل وبعد تعريض عينات من قماش القطن لغاز الأرجون تحت ضغط 200، 300 ، 400 (m Torr) لمدد مختلفة 15 دقيقة ، 30 دقيقة ، 60 دقيقة. ويتضح من الجدول تفاوت قيم قوة الشد والاستطالة نتيجة لاختلاف الضغط المستخدم ومدة تعريض الغاز على العينات كما يلى:

- نلاحظ من قيم قوة الشد والاستطالة عند التعرض لغاز الأرجون (ضغط 200 – 300 m Torr) أن هناك اتجاه عام لزمنى ربع ونصف ساعة لزيادة قوة الشد مع انخفاض الاستطالة وربما يرجع ذلك لجفاف العينة وتخلصها من الرطوبة جزئياً مما يؤدى إلى اقتراب أكثر لسلاسل سليلوز نسيج القطن من بعضها البعض الأمر الذى زاد من صلابتها وبالتالي زيادة قوة الشد ببينما انخفضت قيم قوة الشد والاستطالة عند التعريض لزمن ساعةوقد يكون بسبب فقد الرطوبة كلياً بالإضافة إلى تكسير بعض الروابط الهيدروجينية بين سلاسل السليلوزمما تسبب في تحول أجزاء من هذه السلاسل من الحالة البلورية منتظمة الترتيب إلى حالة غير متبلورة عشوائية الترتيب والذي

كان له أثر بالسلب على قوة شد النسيج. وتكرر الوضع عند التعريض لضغط 400 m Torr حيث زادت قيم قوة الشد مع انخفاض قيم الاستطالة للأزمنة الثلاثة ويرجع ذلك أيضاً لتخلص العينة من الرطوبة.

جدول (13): يوضح قيم قوة الشد والاستطالة لقماش القطن قبل وبعد التعريض لغاز الارجون

قوة الشد /N (قبل التعريض)	قوة الشد /N (بعد التعريض)				الاستطالة % (قبل التعريض)	الاستطالة % (بعد التعريض)			
	الزمن/ دقيقة	الضغط / mTorr				الزمن/ دقيقة	الضغط / mTorr		
		200	300	400			200	300	400
832	15	899	870	906	29.49	15	22.55	22.55	20.80
	30	903	904	846		30	21.17	21.17	26.08
	60	802	822	821		60	24.62	24.62	23.77

غاز الأكسجين

يوضح جدول (14) قيم قوة الشد والاستطالة للعينات قبل وبعد تعريض عينات من قماش القطن لغاز الأكسجين تحت ضغط 200، 300 ، 400 (m Torr) لمدد مختلفة 15 دقيقة ، 30 دقيقة ، 60 دقيقة.

يوضح الجدول السابق أن استخدام الضغط 200 m Torr عند زمن 15 دقيقة هو الأفضل بصفة عامة بينما كان ضغط 300 m Torr وضغط 400 m Torr عند نفس الزمن نتائجهم أفضل من العينة القياسية عدا أنه عند زمن 60 دقيقة وضغط 200 m Torr كانت القيمة أكبر ولكن اقتصاديات التشغيل تستبعد هذه المعالجة لطول زمنها قياساً بالعينات السابقة عند 15 دقيقة، كما كانت قيم نسب الاستطالة قريبة من بعضها عند مختلف الضغوط والأزمنة وبالتالى فإن استخدام ضغط 200 m Torr عند زمن 15 دقيقة هو الأنسب فى هذه المعالجة.

جدول (14): يوضح قيم قوة الشد والاستطالة لقماش القطن قبل وبعد التعريض لغاز الأكسجين

قوة الشد /N (قبل التعريض)	قوة الشد /N (بعد التعريض)				الاستطالة % (قبلالتعريض)	الاستطالة % (بعد التعريض)			
	الزمن/ دقيقة	الضغط / mTorr				الزمن/ دقيقة	الضغط / mTorr		
		200	300	400			200	300	400
832	15	862	850	842	29.49	15	24.43	23.23	21.68
	30	828	808	789		30	24.81	23.73	23.56
	60	930	723	815		60	23.27	25.48	24.68

غاز النيتروجين

يوضح جدول (15) قيم قوة الشد والاستطالة للعينات قبل وبعد تعريض عينات من قماش القطن لغاز النيتروجين تحت ضغط 200، 300 ، 400 (m Torr) لمدد مختلفة 15 دقيقة ، 30 دقيقة ، 60 دقيقة.

يتضح من الجدول السابق عند استخدام البلازما لغاز النيتروجين أن هناك تبايناً فى قوة الشد بين الزيادة والنقصان فى حدود غير كبيرة، مع انخفاض عام فى قيم الاستطالة وبنسب متفاوتة أيضاً– لكن أفضل قيمة كانت زيادة قوة الشد (968 نيوتن) مع انخفاض فى الاستطالة عند ضغط 400 mTorr مع زمن 60 دقيقة – بينما أقل قيمة (808 نيوتن) كانت عند ضغط 400 mTorr ولمدة 30 دقيقة.

جدول رقم (15) : يوضح قيم قوة الشد والاستطالة لقماش القطن قبل وبعد التعريض لغاز النيتروجين

قوة الشد /N (قبل التعريض)	قوة الشد /N (بعد التعريض)				الاستطالة % (قبل التعريض)	الاستطالة % (بعد التعريض)			
	الزمن/ دقيقة	الضغط / mTorr				الزمن/ دقيقة	الضغط / mTorr		
		200	300	400			200	300	400
832	15	868	786	866	29.49	15	23.89	23.29	22.56
	30	849	829	808		30	21.47	22.60	22.57
	60	829	910	968		60	21.93	24.92	23.73

ويوضح جدول (16) ملخص لأفضل نتائج معالجة البلازما باستخدام الثلاث غازات و ثلاث أزمنة من حيث الخواص الميكانيكية المختارة

جدول (16): يوضح ملخص لأفضل نتائج معالجة البلازما باستخدام الثلاث غازات و الثلاث أزمنة

الاختبار	العينة قبل التعريض	الأرجون			النيتروجين			الأكسجين		
		الضغط/ mTorr			الضغط/ mTorr			الضغط/ mTorr		
		200	300	400	200	300	400	200	300	400
قوة الشد (N)	832	903	904	906	868	910	968	930	808	842
الاستطالة (%)	29.49	23.81	24.62	26.08	23.89	24.92	23.73	24.43	25.48	27.68
الزمن (الدقيقة)		30	30	15	15	60	60	60	30	15

من الجدول السابق يتضح لنا أنه يمكن تحسين خاصية قوة الشد بنسب مختلفة فى حالات متفرقة وعند كل الغازات والضغوط المستخدمة وطبقاً للاستخدام النهائى المطلوب للخامة بينما يتضح بصفة عامة أن الزيادة فى قوة الشد يقابلها انخفاض فى قيم نسب الاستطالة. ويمكن تلخيص النتائج المستخلصة كما يلي:

- بلغت أكبر قيمة لقوة الشد 968 نيوتن عند الضغط 400 m Torr لغاز النيتروجين ولمدة 60 دقيقة بينما كانت أقل قيمة فى قوة الشد 808 نيوتن عند ضغط 300 m Torr لغاز الأكسجين لمدة 30 دقيقة. وكانت أكبر قيمة لنسب الاستطالة 26.08% عند الضغط 400 m Torr وأقل قيمة 23.73 % عند الضغط 400 m Torr.
- باستخدام طريقة التعريض للبلازما اتضح أن هناك زيادة بصفة عامة فى خاصية قوة الشد بنسبة 8.89% فى حالة غاز الأرجون عند ضغط 400 m Torr لمدة ربع ساعة أما فى في حالة غاز الأكسجين بلغت الزيادة عند

ضغط 200 m Torr لمدة ساعة 11.77 % أما فى غاز النيتروجين عند ضغط 400 m Torr لمدة ساعة بلغت النسبة 16.34% تقريباً كحد اقصى. كما نلاحظ انخفاض النسبة المئوية للاستطالة بمقدار19.26% تقريباًعند استخدام غاز الأرجون لمدة ربع ساعة عند ضغط 200 m Torr أما فى غاز النيتروجين عند ضغط 400 m Torr لمدة نصف ساعة بلغت النسبة المئوية للانخفاض 23.46% أما فى حالة غاز الأكسجين عند ضغط 200 mTorr لمدة ربع ساعة كانت النسبة المئوية 17.15% تقريباً كما نلاحظ عند ضغط 300 Torr m لغاز الأكسجين فان قوة الشد انخفضت بنسبة 13.10% تقريبا.

الخلاصة

من النتائج السابقة يتضح أن استخدام تقنية البلازما في إزلة البقع المختلفة من الأقمشة الأثرية أسلوب واعد ويمكن تطبيقه على المحفوظات الأثرية من الأقمشة المختلفة مع الحفاظ على البيئة وعلى الأثر ذاته بديلاً عن التعرض للآثار السلبية للطرق التقليدية التى تستخدم فيها المياه والكمياويات. وتشير النتائج إلى أن هناك زيادة فى قوة الشد مع كل الغازات المستخدمة فى الأزمنة المختلفة مع انخفاض الاستطالة بنسب ليست مؤثرة. ويمكننا القول انه بالنسبة لغاز الارجون كان هناك لزيادة قوة الشد لزمنى ربع ونصف ساعة مع انخفاض الاستطالة وربما يرجع ذلك لجفاف العينة وتخلصها من الرطوبة ، اما بالنسبة لغاز الاكسجين اتضح أن هناك قراءات كانت نتائجها أفضل من العينة القياسية نفسها، وأما الحال بالنسبة للنتروجين يتضح أن هناك تبايناً فى قوة الشد بين الزيادة والنقصان فى حدود غير كبيرة، مع انخفاض فى قيم الاستطالة وبنسب متفاوتة أيضاً، أما بالنسبة لتأثير المعالجة بالبلازما على درجتى البياض والاصفرار للعينات فقد كانت التغير يحدث عند التعريض للزمن الأطول بينما كان التغير قليل عند استخدام زمن 15 دقيقة و30 دقيقة. وتشير نتائج التحليل باستخدام الأشعة تحت الحمراء إلى ثبات وعدم حدوث تغيرات في الروابط الكيميائية لسليلوز قماش القطن وذلك لعدم تأثر المجموعات الوظيفية المميزة للقطن سواء باختفاء بعضها أو ظهور مجموعات وظيفية جديدة لم تكن موجودة في الأصل باستثناء بعض التغيرات الطفيفة في شدة امتصاص بعض مجموعات الهيدروكسيل الناتجة عن فقد الرطوبة من العينة.

اما بالنسبة لمعالجة عينات البقع المستخدمة فى البحث وهى بقع الشاى والدم والزيت فقد أثبتت التجارب أن هناك تأثير ايجابى على البقع مع أنواع الغازات الثلاث المستخدمة وعند الأزمنة والضغوط التى تم تطبيقها على العينات وهى 200 و 300 و400 mTorr على التوالى للأزمنة 15 و 30 و 60 دقيقة على التوالى أيضا.

المراجع:

1. ياسر حماية، بالصور مراحل تطور الأزياء في مصر، بوابة أخبار اليوم، 24 يناير 2016.
2. عباس العيسى، الملابس النسائية وأدوات الزينة، موسوعة التراث الشعبى فى المملكة العربية السعودية الجزء السابع، وكالة الاثار والمتاحف، الرياض، 1998.
3. Elnashar, E. Woven Seamless of Clothes between Ancient Egyptian History and Future, Latest Trends in Textile and Fashion Designing, 2019, pp. 655 – 657.
4. Hsieh, Y. Chemical structure and properties of cotton. In Cotton: Science and Technology, ed. S. Gordon and Y. Hsieh. Cambridge: Woodhead Publishing, 2007, pp. 3 – 30.

5. Kirkland,J.D., Identification of Changes in the Surface of Textiles Subjected to Plasma Chemical Treatment Using Attenuated Total Reflectance-Fourier Transform Infrared Spectroscopy, MSc., Thesis, Department of Chemistry, Eastern Michigan University, Ypsilanti, Michigan, USA, 2009.
6. Luo, Q-Z, D'Angelo, N. Merlino, R. L. (1998). "Shock formation in a negative ion plasma" . PHYSICS OF PLASMAS VOLUME 5, NUMBER 8 AUGUST 1998.
7. Matar, S., An Exploratoration into Job Satisfaction and Motivation among Senior and Middle Managers In Egyptian Textile Industry. Explore The Similarities And Differences in Managerial Perceptions Regarding Motivation and Job Satisfaction among Senior and Middle Managers in Egyptian Textile Industry and Address the Effect of their Different Personal Characteristics, PhD Thesis, University of Bradford, United Kingdom, 2010.
8. Pendergast S. and Pendergast, T., Fashion, Costume, and Culture: Clothing, Headwear, Body Decorations, and Footwear through the Ages, The Gale Group, Inc., USA, 2004, p. 21.
9. Rosace, G. and Canton, R., Influence of Low-Temperature Plasma Conditions on Wicking Properties of PA/PU Knitted Fabric, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 107, No. 6, 2008, pp. 3702 – 3706, and Harrick Plasma User's Manual for the Basic Plasma Cleaner).
10. Schmidt-Ott, K., Plasma-Reduction: It's Potential for Use in the Conservation of Metals, Proceedings of Metal 2004, National Museum of Australia, 2004.
11. Timar-Balazy, A. and Eastop, D., Chemical Principles of Textile Conservation, Routledge, USA, 2011.
12. Vohrer U., Trick I., Bernhardt J., Oehr C., and Brunner H., Plasma treatment - an increasing technology for paper restoration? Surface and Coatings Technology 142-144, 2001, pp. 1069 – 1073.