تقييم استخدام المواد النانونية فى حماية المنسوجات الأثرية غير المصبوغة من تأثير البقع – دراسة تجريبية

أ.د/ إيمان محمد عثمان
أستاذ مترولوجيا النسيج بالمعهد القومي للقياس والمعايرة
أ.د/ ياسين السيد زيدان
أستاذ ترميم الآثار كلية الآثار- جامعة القاهرة ورئيس قسمي
الترميم كلية آداب قنا وكلية آداب سوهاج - جامعة جنوب الوادي سابقا
د/ داليا على عبد العال السيد
رئيس قسم الترميم الأولى للآثار العضوية بالمتحف المصري الكبير
www.dalia_abdelall@outlook.com

الملخص :
عملت الدراسة على محاولة معالجة مشكلة تبقع المنسوجات الأثرية من خلال توظيف تكنولوجيا النانو الحديثة وتطبيقاتها للقيام بدراسة تجريبية استقصائية على استخدام كلا من (ZnO, TiO2) لوقاية المنسوجات الأثرية من تأثيرات التبقع المتلف وما يترتب علية من مظاهر تلف اخرى وذلك من خلال منح المنسوجات خاصية التنظيف الذاتى للبقع مع توفير الحماية المستقبلية من إعادة التبقع بدون تغيرات مجحفة لطبيعة تلك المنسوجات اذا ما قورنت مع طرق التنظيف وازالة البقع التقليدية ، هذا وقد تأكدت نتائج تلك الدراسة باستخدام الدلائل والقياسات البصرية والميكانيكية والفحوص والتحاليل باستخدام الأجهزة الحديثة للعينات التجريبية المتقادمة بشكل معجل والمعالجة بالمواد النانوية السابقة الذكر.
الكلمات الدالة: التبقع – منسوجات أثرية- تكنولوجيا النانو-دراسة تجريبية– تنظيف ذاتى- قياسات – تحاليل – فحوص

Abstract:
This study has attempted to solve the archaeological textiles staining problem through the use of modern nanotechnology and its applications to carry out the investigation experimental study on the use of (ZnO, TiO_2) for the protection of archaeological textiles from the effects of deterioration stains and the other deterioration aspects by giving the property of stains self-cleaning for textiles With the future protection from re-staining without cruel changes of the textiles nature of when compared with the traditional methods of cleaning and stains removal, the results of this study was confirmed by using the signs , optical measurements , mechanical tests ,investigation and analysis by Modern equipment for accelerated aging experimental treatment samples with the previous Nano-materials.

Key words: Spotting - Antique textiles - Nanotechnology - Experimental study - Self cleaning - Measurements - Analyzes - Tests

1. المقدمة Introduction :
اتبعت هذه الدراسة المنهج التجريبي الاستقصائي لاستخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو, التي تعد الجيل الرابع للثورة الصناعية في تاريخ الجنس البشري لإعطاء المواد خواص جديدة وأحجام قزميه تصل الى 1/ بليون من المتر أى ما يساوى حجم أصغر من حجم البكتريا , وذلك للوقوف على الاستخدام المحكم لتلك المواد النانوية واكتشاف خصائصها

كمواد حماية سطحية للمنسوجات الأثرية ضد التحلل بفعل البقع المختلفة والفطريات وبفعل الضوء والعمل على أجراء عمليات التنظيف الذاتى للبقع دون التأثير على المظهر الطبيعي للألياف النسجية , وكبديل عن الطرق التقليدية المجحفة باستخدام الكيماويات لإزالة وتنظيف بعض أنواع بقع المنسوجات الكتانية.

2. المواد وطرق العمل : Materials and methods

1.2. المواد والخامات بالدراسة

1.1.2. المواد والخامات النانوية

1.1.1.2. خواص مواد الحماية السطحية النانوية وأسباب اختيارها

لقد وقع الاختيار على كلا من ZnO, TiO2 كمواد نانوية بالدراسة نتيجة العديد من الصفات التي أوردتها الأبحاث العالمية السابقة والتي نوردها فيما يلي:

- دقه حبيبات المواد النانوية وتحقيقها للتغطية الجيدة مع قدرتها على امتصاص الأطياف الضوئية بتناغم شديد مع جزيئات الألياف النسجية لسطح المنسوجات حتى مع استخدام أقل كمية من المادة (3).

-جودة الخواص البصرية لمواد الحماية النانوية مما يعطي طبقة حماية سطحية شفافة قليلة السمك, مع جودة الخواص الكهرومغناطيسية لتلك المواد (23) مع قدرتها على تثبيط أنشطة التحلل والتلف (8) .

- تميز طبقة الحماية النانوية بتجانس سطحها وخفه وزنها على سطح المقتنى بالإضافة لتنوع مصادر الحماية ما بين الحماية من الأتربة وضد أشعة U.V وضد تأثير الكائنات الحية الدقيقة بالإضافة لقدرتها على حل وتفكيك المواد العضوية المترسبة من البيئة المحيطة والمسببة للتبقع(14).

- تتميز المواد النانوية بالثبات الكيميائي وبتركيب ذو سلاسل جزيئيه نانومترية حامية من تأثير النظائر الحرة free radicalsبالاضافه لكونها مواد نشطه كمحفز ضوئي لها القدره على امتصاص الضوء في منطقة أشعة U.V (9) ، بالإضافة لسهولة تطبيق تلك المواد لتعزيز خواص النسيج المعالج (17).

- معظم المواد النانوية مواد أمنه لدرجة كبيرة لا تؤثر على النظام البيئي (19) الحيوي وصحة الإنسان طبقاً لأبحاث مؤسسة الحماية البيئية الأمريكية EPA بدليل استخدامها في مجال الأدوية الحيوية (11) .

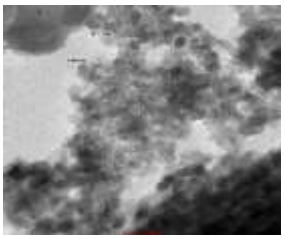
- قدرة كل من (ZnO , TiO2) على امتصاص الأطياف الضوئية بتناغم شديد مع جزئيات المادة النسجية ، نظرا لحجم البلورات النانوية وتأثير قيم زوايا الترابط فيما بينها (26)

2.1.1.2. مواصفات Nano TiO_2 المستخدم بالدراسة

تم استخدام ثاني أكسيد التيانيوم النانوي TiO_2 من إنتاج معامل المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء HBRC معهد بحوث فيزياء المنشآت والعوامل البيئية المحيطة- معمل الطاقة الشمسية الدقي-جيزة- جمهورية مصر العربية خصائص المادة المنتجة كما بالجدول التالي:

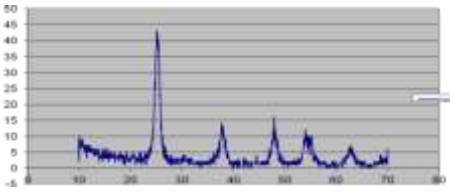
جدول رقم (1) يوضح خصائص مادة TiO_2 النانوية المستخدمة في الدراسة

المظهر الفيزيائي	مسحوق أبيض مصفر
التركيب الكيمائي	TiO_2
الحجم البلوري	13-8 نانوميتر
فصيلة المادة	(5)Anatase
التركيب المورفولوجي	Spherical



صورة (1)

وقد تم تأكيد تلك الخصائص السابقة وعرضها باستخدام جهاز الميكروسكوب الاليكتروني النافذ موديل (Philips EM201-C) مشغل على 80 كيلو فولت بمعامل المركز القومي للبحوث بتكبيرات عالية الجودة كما بالصورة رقم (1) ،



شكل (1)

كما تم التحليل باستخدام جهاز XRD والذى أعطى منحنى متطابق مع منحنى المنحني وهى(54.06-47.87-38.22-25.30-62.43) كما بالشكل رقم (1) وقد أوضحت المسافات لحيود المنحني الواضحة تبلور ونقاء المادة النانوية المستخدمة بالدراسة (17) .

3.1.1.2. طريقة أعداد محلول Nano TiO_2

تم استخدام محلول بتركيز 1% بإتباع أسلوب الرش باستخدام بخاخه زجاجية لضمان استواء وتجانس توزيع المادة على سطح العينات النسجية وذلك بإذابة 1 جم من Nano TiO_2 مع 2 جم من Binder الاكرليكى في 90 مللي لتر من الماء المقطر لمدة 20 دقيقة , ثم إضافة 10 مللي لتر من الايثانول مع التقليب المستمر بواسطة Magnetic stirrer لمدة ساعتين بسرعة (900 لفه/دقيقة) للحصول على المحلول المطلوب (21) .

4.1.1.2. مواصفات Nano ZnO المستخدم بالدراسة

صورة (2)

تم استخدام أكسيد زنك نانوي على هيئة مادة مسحوقيه دقيقة ومخلق بواسطة عملية Solvo Thermal (22) كما في صورة رقم (2) من إنتاج معامل المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء HBRC معهد بحوث فيزياء المنشآت والعوامل البيئية المحيطة – معمل الطاقة الشمسية-الدقي – جيزة جمهورية مصر العربية ، والتى كانت خصائصها كما بالجدول التالي:

جدول رقم (2) يوضح خصائص مادة النانوية المستخدمة بالدراسة

المظهر الفيزيائي	مسحوق أبيض مصفر
التركيب الكيمائي	ZnO
الشكل البلوري	بلورات طولية الشكل
التركيب المورفولوجي	بلورات نانوية طولية

صورة (3)

وقد تم تأكيد الخصائص السابقة وعرضها من خلال فحص التركيب البلوري للألياف النانوية المنتجة باستخدام الميكروسكوب الاليكتروني النافذ TEM بمعامل المركز القومي للبحوث بتكبيرات عالية الجودة كما في صورة رقم (3) .

5.1.1.2. طريقة إعداد محلول ZnO النانوي وكيفية تطبيقة

تم تطبيق المادة بتركيز 0.5% بأتباع أسلوب الرش باستخدام بخاخه زجاجية المسافة بينها وبين سطح العينات حوالى 25 سم ، وذلك لأحكام عملية التشريب والتغطية بمادة Nano ZnO الحامية في طبقة رقيقة ومتجانسة وغير متكتلة بالإضافة لتلافي سد المسام الطبيعية للألياف النسجية وتحاشي تأثير ذلك على حركة التمدد والانكماش للألياف (25) وتم التحضير بإضافة 0.5 جرام من أكسيد الزنك النانوي مع 1 مللي من حمض الخليك الثلجي للمساعدة في إحداث عملية التميئ ثم إضافة 90 مللي من الماء المقطر+1 مللي من Binder ثم وضع الخليط على المقلب المغناطيسي مع التقليب بقوة (900 لفة / دقيقة) وأثناء ذلك تم إضافة 10 مللي من الإيثانول قطرة قطره واستمر التقليب لمدة ساعتين حتى تكون محلول رائق من Nano ZnO والذي وجب تقليبه ثانياً لمدة 10دقائق قبل كل استعمال (10).

2.1.2. العينات النسجية المستخدمة بالدراسة

1.2.1.2. مواصفات النسيج المستخدم

تم استخدام عينات من الكتان الخام الطبيعي غير المصبوغ نظراً لكونة يعد من اقدم الخامات النسجية المستخدمة قديماً (29)وهو كتان غير مبيض متوسط الوزن من إنتاج شركة أيجلان بالمنطقة الصناعية الثانية-الاسكندريه-مصر منسوج بالنول الاتوماتيكي وخصائصه كما بالجدول التالي:

جدول رقم(3) يوضح مواصفات النسيج المستخدم لإعداد العينات التجريبية

نوع النسيج	نسيج كتان خام
لون النسيج	رمادي مصفر
أبعاد العينة	4×16سم
وزن النسيج	234.9 جرام/م2
عدد خيوط السدى واللحمه	خيوط السدى: 17/سم ، خيوط اللحمه:18/سم

2.2.1.2. طريقة تجهيز العينات الكتانية التجريبية

تم غسل النسيج جيداً بالماء النقي الدافئ بدرجة حرارة (60°م) لإزالة مواد التجهيز ، كما تم تحضير العينات بشكل مستطيل بمقاس 4×16سم باتجاه موازي مع خيوط السدى مع تنسيل الحواف الأربعة لتنفيذ مساحة هدبيه بمقاس 0.5سم لتسهيل أداء القياسات الميكانيكية للعينات(قياسات قوى الشد والاستطالة)(16) .

2.2. التقادم الضوئي المعجل للعينات النسجية التجريبية

صورة (4)

تم اجراء عملية التقادم الضوئي المعجل بغرض الحصول علي عينات نسجية تجريبية متقادمة صناعياً لإتمام الدراسة والحصول على المعلومات والنتائج المرجوة (6) وذلك طبقاً للمواصفات المعيارية العالمية (ISO-105-B.02 : 1994) باستخدام جهاز التقادم الضوئي المعجل light fastness tester (2) من نوع Atlas fade-ometer مزود بلمبة ذات طول موجي يتراوح ما بين 280-380 نانوميتر(20) وشده إضاءة من 700 :800 لوكس وفي درجة حرارة حوالي 27م° ونسبة رطوبة 55% تقريباً وتم التعريض للضوء الصناعي المستمر لمدة حوالي (100ساعة) كما بالصورة رقم(4) مع مراعاة شد العينات وتثبيتها بشكل متعامد داخل الجهاز (16).

3.2. البقع المختارة بالدراسة

تم اختيار ثلاث أنواع مختلفة من البقع الشائعة بالمنسوجات الأثرية لكى تكون موضوع الدراسة كالتالى :

1.3.2. بقعة الزيت

تم اختيار زيت بذر الكتان لأنه أحد أهم الزيوت المجففه ذات الصلة الوثيقة بتاريخ وحياة المصريين حيث استخدم في أغراض الطعام والإضاءة والطب والطقوس الدينية والتلوين والطباعة ، ومازال يستخدم الى الان بالكنائس المصرية بطقسه المسحة المقدسة من أجل الاستشفاء(28) هذا وقد تم تطبيق بقع زيت الكتان باستخدام قطاره لوضع حوالي (2قطره من الزيت لكل بقعة) والذي أدى إلي تكون بقعه زيتيه بقطر 5سم تقريباً لكل عينة .

2.3.2. بقعة الفاكهة

تعتبر فاكهة الرمان من أقدم الفواكة التى عرفها المصريين القدماء حيث استجلبها تحتمس الثالث من السواحل الفينيقية (30) هذا وقد لعبت هذه الفاكهة دور كبير فى المدلولات العقائدية المسيحية حيث رمزت الى اتحاد المسيحيين وتضامنهم ضد الاضطهاد والاسم العلمي لهذا النبات *Punica granatum L.,* وكانت له أهمية كبيرة فى الوصفات الطبية لدى المصريين هذا وقد استخدم حوالي 300جرام من بذور الرمان تم عصرها وتصفيتها واستخدامها طازجة ومركزة بدون أى إضافات بتنقيط حوالي (2قطره لإعطاء بقعه قطرها حوالي 5سم)

3.3.2. بقعة الفطريات

صورة رقم (5)

بعد الإطلاع على تقارير معمل الميكروبيولوجي بمركز بحوث وصيانة الآثار- بوزارة الآثار لأكثر الإصابات الفطرية بالمتاحف المصرية (27) اتضح ان كلا من فطر الاسبرجلس وفطر البنسليوم هما الأكثر خطورة والأوسع انتشاراً على المقتنيات النسجية الكتانية وخاصة التي

تعاني فعلياً من بعض أنواع البقع العضوية السابقة (12) ، حيث تعتبر بقع الفطريات من أصعب البقع سواء كانت متركزة على سطح النسيج فى صورة مستعمرات أو مخترقة لجسم النسيج نفسه لانها لا تكتفى بإحداث بقع ملونة مشوهه للسطح (7) بل تعمل على تحليل مادة النسيج أسفلها وأتلافها (26)، هذا وقد تم اختيار فطر البنسليوم الأقل سمية والذى تم تطبيقه على العينات بمعمل الميكربيولوجي بمركز الترميم بالمتحف المصري الكبير كما بالصورة رقم (5).

4.2. الدراسة التجريبية

1.4.2.الهدف من الدراسة التجريبية

هدفت هذه الدراسة لما يلي :

- الحصول على عينات محاكية للمنسوجات الأثرية النظيفة الخالية من البقع ثم تطبيق مواد الحماية النانوية عليها لدراسة توفير الصيانة الوقائية مستقبلاً من مخاطر التبقيع بالبقع المختلفة موضوع الدراسة .
- تقييم كفاءة المواد النانوية الحامية فى الحفاظ على الخواص المكانيكيه من قوى الشد والاستطاله للعينات بالتجربه موضوع الدراسة .
- دراسة نجاح المواد النانوية لحجب التأثير الضار للضوء والاستفاده بتاثيره الايجابى لتنشيط وتحفيز قدرتها على القيام بعملية التنظيف الذاتى للبقع مع أمكانية وقف نمو التلف الفطري علي العينات النسجية التجريبية .

2.4.2.خطوات الدراسة التجريبية

تم تجهيز (63) عينة نسجية كتانية بالمواصفات السابقة الذكر قسمت إلي (21) عينة لكل بقعة من البقع الثلاثة بالتجربة ، ثم تم إجراء عملية التقادم الضوئي المعجل الأول بواقع 100/ساعة بعد ذلك تم تطبيق مواد الحماية النانوية لكلاً من (ZnO , TiO_2) على العينات النسجية المتقادمة النظيفة والخالية من البقع ، ثم تم تبقيع العينات النسجية بالمجموعات الثلاثة للبقع (بقع الفواكه ، بقع الزيت ، بقع الفطريات) ، ثم تم إجراء عملية التقادم الضوئي الثاني المعجل بواقع 100/ساعة تعريض للضوء.

5.2. النتائج

1.5.2. الفحص البصرى

تم عرض نتائج مراحل الفحص البصري الدراسة التجريبية كما بالصورة رقم(6) والصورة رقم (7) والصورة رقم (8) , والموضحة بالجدول التالي :

صورة (6)

صورة (7)

صورة (8)

جدول رقم (4) يوضح نتائج الفحص البصري للعينات بالدراسة التجريبية

مراحل الفحص البصري	العينات المتبقعه ببقع الفواكه	العينات المتبقعه ببقع الزيت	العينات المتبقعه ببقع الفطريات
العينات بعد إجراء التقادم الضوئي الأول (100 ساعة).	أتضح من الفحص البصري للعينات حدوث ابيضاض لون العينات وزوال لون الكتان الطبيعي الذى ربما يعود لتدمير المجموعات اللونية chromophores الطبيعية لألياف الكتان بتأثير الضوء ، مع وجود ضعف عام في تماسك وقوة النسيج		
العينات بعد إجراء معالجة الحماية السطحية بمادة TiO_2 النانوية	تشرب العينات النسجية بمادة الحماية السطحية النانوية بشكل شبه كامل مع عدم تأثير ذلك على الحالة العامة للألياف. حيث لم يشاهد أي تلف مرئي أو تغير في خواص النسيج .		
العينات بعد إجراء معالجة الحماية السطحية بمادة ZnO النانوية	تشرب العينات النسجية بمادة ZnO الحماية بطريقة أفضل من تشرب مادة TiO_2 وربما يرجع ذلك لانخفاض تركيز مادة ZnO النانوية المستخدمة مما أدي لجودة انتشارها وتجانسها على سطح النسيج .		
العينات المحمية بـ TiO_2 بعد التبقيع	امتصاص العينات النسجية المحمية بـ TiO_2 لعصير الفاكهة والذي اختفي أثره بالفحص البصري بعد جفافه.	امتصاص العينات لبقعة الزيت حيث ظهر أثرها نسبياً على سطح النسيج.	ضعف نمو الإصابة الفطرية على سطح النسيج .

تابع جدول رقم (4) يوضح نتائج الفحص البصري للعينات بالدراسة التجريبية

مراحل الفحص البصري	العينات المتبقعه ببقع الفواكه	العينات المتبقعه ببقع الزيت	العينات المتبقعه ببقع الفطريات
العينات المحمية بـ ZnO بعد التبقيع	عدم ظهور أثار البقعة تمام مع العمقان الجزئي للون النسيج.	غمقان العينات النسجية نسبيا مع ظهور أثار طفيفة للبقعة الزيتية.	عدم انتشار الإصابة الفطرية على سطح النسيج .
العينات المحمية بـ TiO_2 بعد إجراء التقادم الضوئي الثاني(100ساعة).	لم يشاهد أي تغير واضح في خواص العينات الكتانية مع عدم ظهور بقعة الفواكه بفعل التحفيز الضوئي لخاصية التنظيف الذاتي للنسيج المعالج بـ TiO_2	لم يشاهد أي تغير واضح في خواص العينات مع زوال البقع .	ضمور الإصابة الفطرية وتلاشي اثر البقعة بدرجة كبيرة .
العينات المحمية بـ ZnO بعد إجراء التقادم الضوئي الثاني(100ساعة).	استمرار العمقان الجزئي للعينات النسجية وعدم ظهور لون بقعة الفاكهة	ابيضاض لون النسيج نسبيا مع زوال الجزئي للبقعة .	ضمور الإصابة على سطح النسيج جزئيا بدرجة اقل من العينات المعالجة ب TiO_2 .

الفحص بالميكروسكوب الاليكتروني الماسح :

تم الفحص بمعمل الميكروسكوب الالكتروني الماسح بمركز الترميم بالمتحف المصري الكبير باستخدام جهاز SEM موديل2009 -Quanta 3D 200 I مارکة فيليبس – FEI company صنع بهولندا - الفولت : low vacuum 30 kv : 20 – 60/باسكال ، وذلك لتقييم المعالجات والإجراءات المتبعة لتحقيق الحماية المستقبلية من خلال دراسة نشاط التنظيف الذاتي للبقع وإقرار الصيانة الوقائية للعينات كما بالنتائج الموضحة بالجدول التالي:

جدول رقم (5) يوضح نتائج الفحص بالميكروسكوب الاليكتروني الماسح

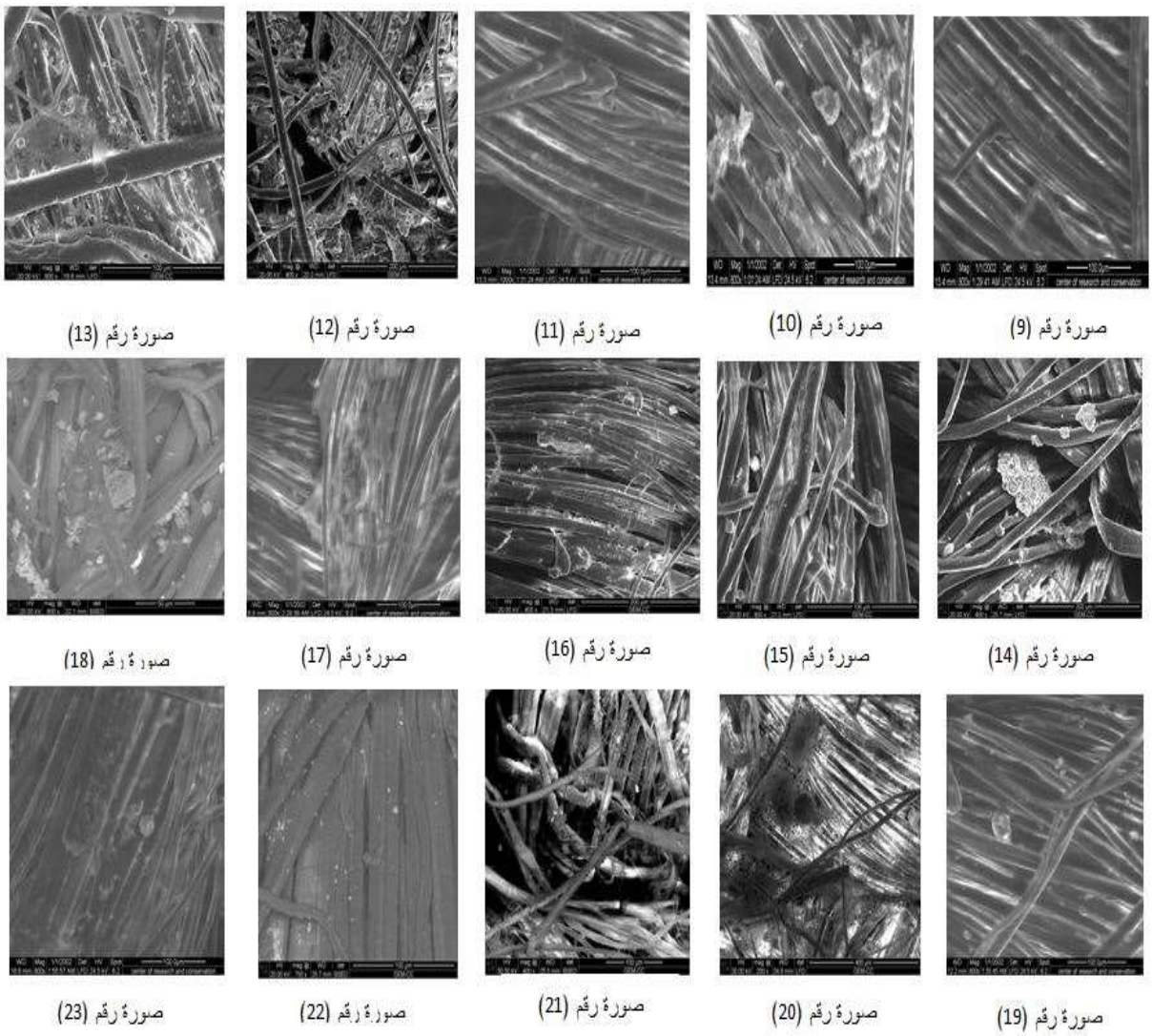
مراحل الفحص	العينات المتبقعه ببقع الفواكه	العينات المتبقعه ببقع الزيت	العينات المتبقعه ببقع الفطريات
العينات بعد إجراء التقادم الضوئي الأول (100ساعة).	تم الفحص بتكبير (800x) لتقدير درجة تحلل الألياف النسجية وفحص التغيرات الحادثة كما بالصورة رقم (9)		
العينات بعد إجراء الحماية السطحية بمادة TiO_2 النانوية	تم الفحص بتكبير (800x) والذي أظهر حماية سطح ألياف الكتان بواسطة طبقة سطحية من المادة النانوية كما بالصورة رقم (10) والتي تميزت باحتوائها على نسبة عالية من مواد مؤكسدة وسيطة لها القدرة على التنظيف الذاتي للبقع (24)		
العينات بعد إجراء الحماية السطحية بمادة ZnO النانوية	تم الفحص بتكبير (1000x) والذي أظهر عدم تكتل المادة النانوية على سطح الخيوط النسجية بسبب انخفاض تركيز المادة المستخدمة 0.5% كما بالصورة رقم (11) .		

تابع جدول رقم (5) الذى يوضح نتائج الفحص بالميكروسكوب الاليكتروني الماسح

مراحل الفحص	العينات المتبقعه ببقع الفواكه	العينات المتبقعه ببقع الزيت	العينات المتبقعه ببقع الفطريات
العينات المحمية بـ TiO2 بعد إجراء عملية التبقيع	تم الفحص بتكبير (400x) وقد ظهر تشرب المادة النانوية بعصير الفاكهة مع إعاقتها لترسبه كطبقه غشائية على سطح الألياف النسجية كما بالصورة رقم(12)	تم الفحص بتكبير (400x) وقد اتضح عدم ظهور طبقة مميزة للبقعة الزيتية على سطح الألياف النسجية كما بالصورة رقم(16).	تم الفحص بتكبير (200x) حيث اظهر التكاثر النسبي للجراثيم الكونيدية للفطر على سطح الألياف (13) كما بالصورة رقم(20).
العينات المحمية بـ ZnO بعد إجراء عملية التبقيع	تم الفحص بتكبير (800x) وقد اتضح إعاقة مادةZnO النانوية لتكون غشاء كامل لبقعة الفاكهة مع انتشار بلورات المادة النانوية على سطح النسيج كما بالصورة رقم (13) .	تم الفحص بتكبير (800x) وقد اتضح تشرب الألياف النسجية بالمادة الزيتية مع عدم وجود غشاء مميز للبقعة كما بالصورة رقم (17).	تم الفحص بتكبير (400x) وقد اتضح تأثير التقادم الضوئي السابق على قوة ومتانة الألياف كما اظهر شكل البيضات الفطريه النانوية المنتشرة على سطح الألياف النسجية(12) كما بالصورة رقم (21).

تابع جدول رقم (5) الذى يوضح نتائج الفحص بالميكروسكوب الاليكتروني الماسح

مراحل الفحص	العينات المتبقعه ببقع الفواكه	العينات المتبقعه ببقع الزيت	العينات المتبقعه ببقع الفطريات
العينات المحمية بـ TiO2 والمبقعة بعد إجراء التقادم الضوئي الثاني(100ساعة).	تم الفحص بتكبير (400x) وقد أظهر الفحص انتشار توزيع حبيبات المادة النانوية على سطح الألياف النسجية للقيام بدورها لتنشيط التنظيف الذاتي لبقعة الفواكه بعد التحفيز الضوئي لها مع كما بالصورة رقم (14).	تم الفحص بتكبير (800x) وقد اتضح انتشار المادة النانوية في تكتلات على سطح الألياف النسجية مع اختفاء أثار البقعة الزيتية بشكل واضح كما بالصورة رقم (18).	تم الفحص بتكبير (750x) حيث ظهرت كفائه المادة النانوية لتكمير المستعمرات الفطرية وتلاشيها بالإضافة لحمايتها للعينات النسجية من تأثير التقادم الثاني كما بالصورة رقم (22).
العينات المحمية بـ ZnO والمبقعة بعد إجراء التقادم الضوئي الثاني(100ساعة).	تم الفحص بتكبير (800x) حيث يتضح كفائه مادة ZnO النانوية لحماية الألياف النسجية من تأثير التقادم الضوئي وتحقيق التنظيف الذاتي لأثار بقعة الفاكهة كما بالصورة رقم (15).	تم الفحص بتكبير (800x) وقد أتضح ظهور بلورات مادة ZnO النانوية الحامية للألياف من تأثير التقادم الضوئي المتلف مع تشرب الألياف بالزيت كما بالصورة رقم (19).	تم الفحص بتكبير (800x) حيث تلاحظ كفاءة مادة ZnO النانوية لتكمير المستعمرات الفطرية تماما وتلاشيها بدرجة مقاربة من تأثير مادة TiO_2 النانوية مع ترسب المادة الحامية في طبقة سطحية متجانسة كما بالصورة رقم (23) .



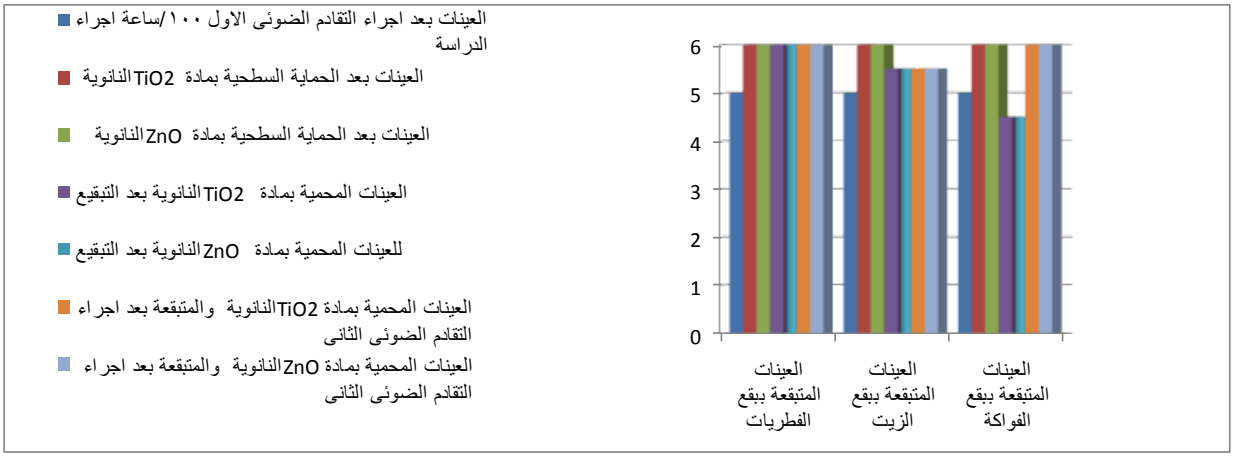
3.5.2. قياس قيم الأس الهيدروجيني

تم قياس قيم الأس الهيدروجيني للعينات كخطوة استباقية لتتبع مراحل التجربة بالدراسة (18)، والتى اظهرت ان قيم الأس الهيدروجيني للعينات الكتانية قبل اجراء التجربة تراوحت من 6 : 7 أى انها قريبه من قيمة التعادل ، بينما ارتفعت درجة حموضة النسيج بالعينات بعد اجراء عملية التبقيع بالبقع الثلاثة بالتجربة وبعد اجراء التقادم الضوئى الاول حيث تراوحت من 4 : 5 ، كما اوضحت النتائج اهمية مواد الحماية النانوية لكلا من ZnO, TiO_2 فى رفع قيم الاس الهيدروجينى مرة ثانية واقترابها من قيم التعادل مرة اخرى بعد الحماية حيث بلغت قيمة ال pH =6 ، وقد تم عرض النتائج من خلال الجدول التالى:

جدول رقم (6) يوضح نتائج قياسات قيم الأس الهيدروجيني للعينات بالدراسة

العينات المتبقعه ببقع الفطريات	العينات المتبقعه ببقع الزيت	العينات المتبقعه ببقع الفواكه	قيم الأس الهيدروجيني
pH =5	pH =5	pH =5	العينات بعد إجراء التقادم الأول (100/ساعة) تعريض للضوء.
pH =6	pH =6	pH =6	العينات بعد الحماية السطحية بمادة TiO_2 النانوية .
pH =6	pH =6	pH =6	العينات بعد الحماية السطحية بمادة ZnO النانوية.
pH =6	pH = 5 : 6	pH=4 : 5	العينات المحمية بـ TiO_2 بعد التبقيع.
pH =6	pH = 5 : 6	pH=4 : 5	العينات المحمية بـ ZnO بعد التبقيع.
pH =6	pH = 5 : 6	pH =6	العينات المحمية بـ TiO_2 والمبقعة بعد التقادم الضوئي الثاني.
pH =6	pH = 5 : 6	pH=6	العينات المحمية بـ ZnO والمبقعة بعد التقادم الضوئي الثاني.

وقد تم تحقيق النتائج بيانيا كما بالشكل رقم (2)



شكل رقم (2)

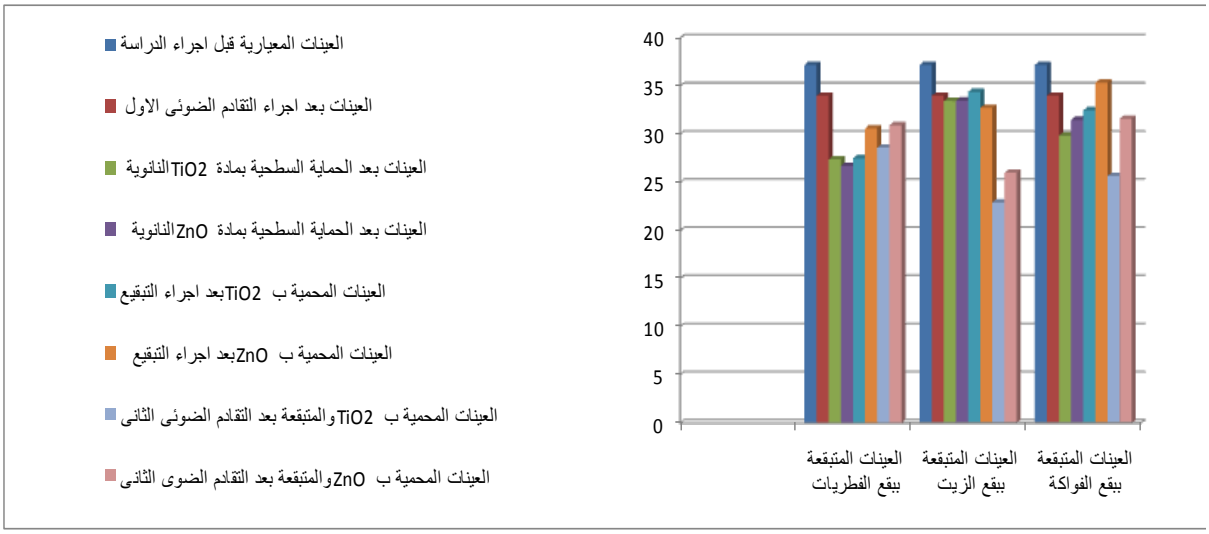
4.5.2. القياسات الميكانيكية للعينات

اتبعت القياسات الميكانيكية كاختبارات وصفية تقديريه quantitative لإعطاء تصور عن العلاقة بين قوى الشد والاستطالة قبل وبعد كل خطوة بالتجربة وارتباطها بكيمياء التركيب النسجي للعينات النسجية التجريبية(4) هذا وقد تمت القياسات بالمعهد القومي للقياس والمعايرة قسم القياسات النسجية طبقاً لطريقة maximum force and Elongation – strip method (طريقة العينات الشريطية) (1) وكانت مسافة الفك الداخلية 100 مللي متر وسرعة الاختبار 100 ملى متر/دقيقة ودرجة الحرارة 23م^{o} ونسبة الرطوبة 65% ومدى التحميل 150 نيتون وباستخدام ماكينة الشد من نوع zwick 1445 وقيمة معايرة En ISO 13934-1:1999 وقد تم تحقيق القياسات من خلال متوسطات قياس كل عينة حيث تم قياس قوة الشد بالنيوتن (N) وقوة الاستطالة بالنسبة المئوية (%) وقد تم عرض النتائج من خلال الجدول التالى :

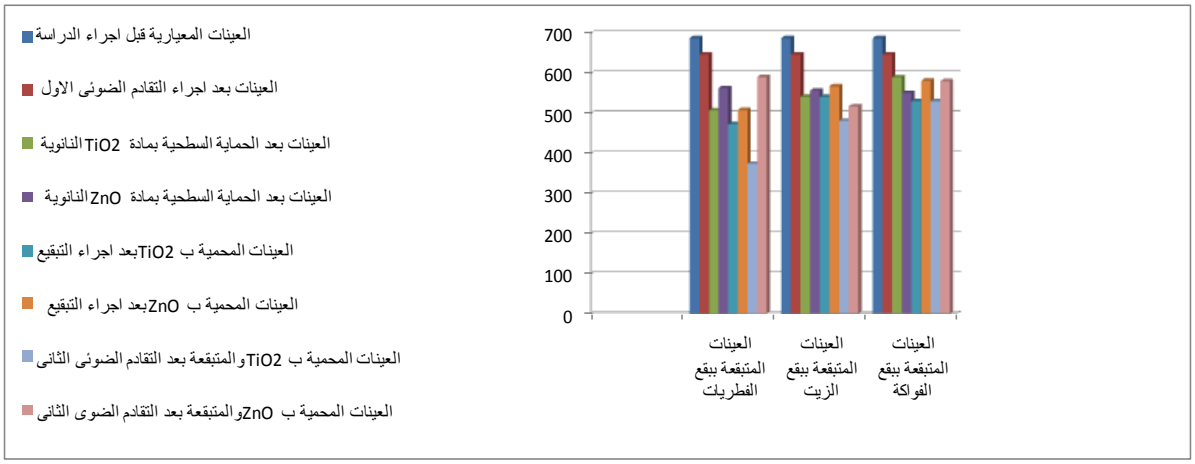
جدول رقم (7) يوضح نتائج القياسات الميكانيكية للعينات بالدراسة

مراحل الفحص	العينات المتبقعه ببقع الفواكه		العينات المتبقعه ببقع الزيت		العينات المتبقعه ببقع الفطريات	
	قوة الشد (N)	نسبة الاستطالة (%)	قوة الشد (N)	نسبة الاستطالة (%)	قوة الشد (N)	نسبة الاستطالة (%)
عينات معيارية قبل إجراء الدراسة	687.75	37.2	687.75	37.2	687.75	37.2
عينات بعد إجراء التقادم الضوئي الأول	647.25	34	647.25	34	647.25	34
عينات بعد الحماية السطحية بمادة النانوية(TiO2)	589.95	29.85	541.5	33.46	507.8	27.39
عينات بعد الحماية السطحية بمادة النانوية(ZnO)	550.6	31.5	556.95	33.5	562.8	26.7
بعد إجراء التبقيع TiO2العينات المحمية بـــ	530.5	32.49	541.3	34.4	473	27.51
بعد إجراء التبقيع ZnOعينات المحمية بـــ	581.55	35.36	567.6	32.74	508.4	30.61
والمبقعة بعد التقادم الضوئي الثاني TiO2العينات المحمية بـــ	530.5	25.65	481.6	22.91	374.6	28.6
والمبقعة بعد التقادم الضوئي الثاني ZnOالعينات المحمية بـــ	580.3	31.6	517.2	26	590.4	30.93

وهذا وقد تم تحقيق المعلومات بيانيا كما بالأشكال رقم (3) ، (4)



شكل (3)



شكل (4)

3. النتائج والمناقشات : Results and discussion

1.3. اتضح من الفحص بـ SEM للعينات المبقعة بالبقع الفطرية وبعد إجراء التقادم الضوئي الثاني تلاشى المستعمرات الفطرية بالعينات المعالجة بكلا من TiO_2, ZnO النانوي بسبب التحفيز الضوئي للمادة النانوية وقدرتها على كسر جدر خلية الفطر وتحطيمها في عملية تفاعل مؤكسد قوي والذي يعتبر دليل قوي على التعدد الوظيفي للمواد النانوية ودرجة الحماية المحققة للعينات النسجية موضوع التجريب (24).

2.3. اتضح من الفحص بـ SEM للعينات بعد تبقيعها بعصير الفواكه كفاءة مادة TiO_2 لإعاقة تشرب عصير الفاكهة ومنع تكون الطبقة الفيلمية الغشائية للبقعة على سطح الألياف النسجية بشكل أكثر كفاءة من مادة ZnO النانوية الحامية مما يؤكد قدرة TiO_2 علي التنظيف الذاتي لبقعة الفاكهة .

3.3. عند الفحص بـ SEM لعينات الكتان التجريبية بعد إجراء عملية التبقيع بالزيت اتضح أيضا كفاءة مادة TiO_2لإعاقة ترسب بقعة الزيت بكفاءة اعلي من مادة ZnO النانوية الحامية .

4.3. عند فحص قيم pH للبقع الثلاث بالتجربة (بقع فواكه – بقع زيت – بقع فطريات) يأتي عصير الفواكه في المرتبة الأولى من ارتفاع قيم pH, يليه زيت بذر الكتان، أما عن البقع الفطرية فلم يظهر لها تأثير على قيمة pH حيث استمرت ثابتة .

5.3. اظهر انخفاض قيم قوى الشد ونسب الاستطالة للعينات النسجية بعد التقادم الضوئي الأول مدى التأثير المتلف للضوء علي قوة ومتانة الألياف والذي يترتب عليه نقص درجة تبلمر السليلوز polymerization وتحفيز تمزق سلاسله وانخفاض خواصها الميكانيكية .

4. الاستنتاجات : Conclusion

1.4. جاءت نتائج الفحص البصري والتي أكدها الفحص بـ SEM مفسرا لتأثير التقادم الضوئي المعجل على التغير اللوني للعينات الكتانية وابيضاض لونها بفعل عمليات الاضمحلال اللونى لها .

2.4. اتضح من الدراسة دور التحفيز الضوئي للمواد النانوية في الحماية و تحقيق القضاء على البقع الفطرية وتثبيط وتدمير مستعمراتها من خلال عملية تفاعل مؤكسد قوي فيما يعرف بعمليات التنظيف الذاتي.

3.4. لعبت المواد النانوية الحامية دوراً مضادا فعالاً لمعادلة حموضة العينات النسجية وخفض قيمها التي زادت بفعل عمليات التقادم الضوئي والتبقيع.

4.4. اتضح تأثير بلورات TiO_2 , ZnO النانوية لحماية العينات المعالجة من تأثير الضوء الا أنة ومع طول فترات التعريض للضوء وتأثير الأشعة الساقطة تقل درجة الحماية تدريجياً حتى تصل إلي أقل معدلتها (15).

5.4. ظهر تأثير خاصية التنظيف الذاتي للمواد النانوية الحامية سلباً على الخواص الميكانيكية للعينات التجريبية وذلك من خلال الانخفاض التدريجي لقيم قوى الشد ونسب الاستطالة ولذا فقد اعتبرت معالجات الحماية النانوية سلاح ذو حدين.

6.4. أكدت الدراسة أن استخدام المواد النانوية الحامية بتركيز 1% قد أعطى نتائج أكثر ايجابية من استخدام المواد النانوية بتركيز 0.5% في حماية المنسوجات إلا أن التركيز الأقل سجل درجة تشرب أفضل علي سطح العينات.

7.4. لابد من التأكيد على أنه لا يوجد مادة مطلقة الحماية والاستدامة إلي الأبد وأنه بالإضافة الى الأبحاث الحديثة لتوظيف التقنيات التكنولوجية المستجدة فى مجال ترميم وصيانة المنسوجات الأثرية لابد وان يتزامن ذلك مع تأكيد وجوب الاهتمام بالصيانة الوقائية لحفظ وتخزين القطع النسجية الأثرية في ظروف أمنه قياسية لتجنب التبقيع بالبقع المختلفة.

8.4. يجب أن يوضع في الاعتبار أن نتائج تلك الدراسة التجريبية على العينات النسجية الكتانية غير المصبوغة فقط ولا يمكن تطبيقها على المواد الأخرى من الالياف البروتينية نظرا لعدم قيام الدراسة باى اجراء معها .

المراجع : References

المراجع الأجنبية :

1) AATCC" Technical manual" -2010-pp 405:416 vol., 85- www.aatcc,org.

2) Abdel – Kareem O., and Nasr H., "Enhancing The long term durability of historical textiles using water dispersed nano polymers" Journal of American Science-2010.pp1186:1193

3) Baglioni P., and Giorgi R., and Chen C.C.,"Nano particle technology saves cultural relicsi potential for a multimedia digital library" University of Florence Italy- 2002.pp 339:343

4) Block I., " The effect of an alkaline rinse on the aging of cellulosic textiles" science and technology in the service of conservation IIC – preprints of the contributions to the Washington Congress-1982.

5) Dei L., and Salvadori B., "Cultural heitage"vol.7-2006.pp 110:115

6) Down, J.L., Macdonald M.A., Tetreault J., and williams R.S., "Adhesive testing at the Canadian conservation institute – an evaluation of selected poly vinyl acetate and acrylic adhesive" Studies in conservation 41 – 1996.pp19:44

7) El- sayed M.M., "The role of micro organisms in the deterioration of old valuable manuscripts " Master Thesis – Agriculture Microbiology Dept ., Faculty of Agriculture , Ain Shams University Cairo-1980.pp20:25

8) Gouda M., and AlJaafari A.I. " Augmentation of multifunctional properties of cellulosic cotton fabric using titanium dioxide nanoparticles" advanced in nanoparticles - 2012-pp 31:35 - 1.29-36-scientific research http:// dx.doi.org/10.4236/anp.2012: 13005. published. on line/Nov. http://www.scirp.org/Journal

9) Gupta K.K., Jassal M., and Agrawal A.K., "Sol-gel derived titanium dioxide finishing of cotton fabric for self cleaning" Indian Journal of Fiber and Textile Research –vol.33– 2008.pp443:450
10) He R., and Tsuzuki T.,"Room temperature synthesis of Zno quantum dots by polyol methods" centre for frontier materials Deakin University , Geelong technology. Precinct, Geelong, VIC, Australia-2012.pp162:169
11) Hua L., and Li Q.G., "Development of nano-Tio_2 coating on titanium alloy substrate for biomedical applications" advanced materials research , vol.528/ No.,1-2012.pp 27:30
12) Kagawa R., " Control of moulds prevention and precautions" National Research Institute for Cultural properties- Tokyo- Japan-2009.pp1:10
13) Kaneko M., and Okura I., "Photocatalysis science and technology" Kodasha- Springer Tokyo-2002.
14) Kathirvelu S., Souza L.D., and Dhurai B., "Synthesis and characterization of titanium dioxide nano particles and their application to textiles for microbe resistance " In India Journal of Science and Technology , vol.,1 No.7- 2008-pp1:12
15) Koen M., " Nano-Coating to protect buildings Against pollution European Research Media Center –youris.com- April 2018.
16) Korenbery C., "The effect of ultraviolet-filtered light on the mechanical strength of fabrics" first published by archetype publications Ltd. In Association with Britsh Museum-vol.1-2007.pp23:27
17) Li H ., Deng H., and Zhao J., "Performance research of polyester fabric treated by nano titanium dioxide[Nano-Tio_2] anti-Ultrsviolet finishing " International Journal of Chemistry www.ccsenet.org/Journal. html, vol.,1 /No1-China -2009-pp 57:59
18) Marina B.,Federica V., Etal "Newly developed Nano-Calcium Carbonate and Nano-Calcium Propanoate for the Deacidification of Library and Archival Materials"Journal of Analytical Methodsn Chemistry -2017-pp1:10
19) Nanotechnology White Paper EPA [United States Environmental Protection Agency] office of science advisor – science policy council – prepped by member of the Nanotechnology- workgroup-2007.pp 21:28
20) Osiris W.G., El – Zaher, N.A., Tera F.M.," Study of the environmental effect on the mechanical properties and infrared analysis of some fabrics" in Journal of Biophysics vol ., 3/ No., 1 Dec.-1997.pp73:75
21) Parthasarathi V., and thilagavathi G., "Synthesis and characterization of titanium dioxide nano particles and their applications to textiles for microbe resistance" TATM- J., of Textile and Apparel Technology and Management vol 6, Issue 2., fall-India- 2009-pp 2:4
22) Parthiban S., "Self cleaning garments" PSG college of technology-2005.pp2:15
23) Stanford M.D.," Nanotechnology- NNIN-nanoscale science engineering and technology " SNF [Stanford Nano Fabrication Facility]– Stanford University-2009.
24) Subhranshu S.S., Jeyaraman P., and Vinita V., "Mono-chemical coating of Ag- TiO_2 nano particles on textile fabrics for stain repellency and self – cleaning " The Indian scenario : a review Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering ,vol, 9/No.,6 -2010.pp 519:525

25) Walter H., Etal" Sizing / resizing – in paper conservation cataloge" Washington D.C American institute for conservation Book and paper Group-1988.http://cool.conservation-us.org/cool/aic/bpg/pcc/17_sizing-resizing-pdfaccessed-7-5-2014.
26) Xin J.H., Sang Y.Y., Daoud W.A., and Kong Y.Y., "Anew approach to u.v- blocking treatment for cotton fabric" Textile Research Journal , vol.74/No.2/2004 /pp. 97:100

المراجع العربية :

27) المداح ، إيمان الحسيني محمد " *تطبيق نظام تحليل المخاطر وتحديد نقطة التحكم الحرجة على التلف الميكروبي لبعض المقتنيات المتحفية العضوية*" رسالة دكتوراه-جامعة القاهرة – كلية الآثار - قسم الترميم – 2005-ص 315 : 320

El madah ,Eman Elhoseny Mohamed " Tatbek nozm tahlel al makhater w thded noktat al tahakom al harega ala al talaf al microby l baad al moktnyat al mathafiya al odwya " resalla doctora- gamaa al kahera- kolyat al athar- kasm tarmem- 2005- pp 315 : 320

28) تقرير معمل الميكروبيولوجى بمركز بحوث وصيانة الآثار بقطاع المشروعات بوزارة الدولة للآثار 2017

Takrer mamal al microbayology b markz behos w sayana al athar b ketaa al mashroaat b wzara al athar

29) عكاشة ، ثروت "*المعجم الموسوعي للمصطلحات الثقافية*" مكتبة لبنان-1990.- ص 85

Okasha ,tharwat " el moagam al mausoey LLmostlahat althakafiya " maktabt lebnan – 1990- p85

30) كامل ، عبدالرافع " *مدخل إلي تكنولوجيا النسيج والتابستري* " دار المعارف – 1983-ص 6: 8

Kamel , abd el rafea " Madkhal ela teknologya al naseg w al tabastery " dar al maaref – 1983 – pp 6 : 8

31) نظير ، وليم "*الثروة النباتية عند قدماء المصريين*" الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر 1970 – ص 81: 281.

Nather , waliam " al thrwa al nabatya end kodmaa al masreen " alhyaa al masreya al ama lltalef w al nasher – 1970 – pp 81 : 281