https://majs.journals.ekb.eg
2024; June (13):119:130.
Doi: 8.24394 /JAH.2024 MJAS-2401-1198
ISSN: 2735-430X (Print); ISSN: 2735-4318 (Online)

علاج بقع الـ Foxing على المخطوطات الورقية الأثرية باستخدام المستخلصات الطبيعية

Treating Foxing Stains on Ancient Paper Manuscripts Using Natural Extracts

سالي محمود محمد[1] ، إيناس أبوالعينين أمين[2]، مايسة محمد علي[3]

باحثة[1]، أستاذ[2] بقسم ترميم الآثار- كلية الفنون الجميلة- جامعة المنيا ، [3]أستاذ مساعد بقسم الترميم – كلية الآثار - جامعة القاهرة

Email address: sallymahmoud36@icloud.com

To cite this article:
Saly Mahmoud, Journal of Arts & Humanities.
Vol. 13, 2024, pp.119-130. Doi: 8.24394/ JAH.2024 MJAS-2401-1198
Received:01, 01, 2024; **Accepted**: 13, 06, 2024**; published**: June 2024

الملخص:

تهدف الدراسة الحالية إلى علاج بقع الـ Foxing الفطرية التى تصيب المخطوطات الأثرية عن طريق استخدام المستخلصات الطبيعية كمواد طبيعية صديقه للبيئة وآمنه لاستخدامها على المخطوط وفعاله فى تثبيط نمو الكائنات الحية الدقيقة وتم اختبار مستخلص قشور الرمان، ومستخلص بذور النيم بعد ازالة اللون من المستخلص، وتقييم أفضل هذه المستخلصات فى إزالة البقع من خلال اجراء الفحوص والتحاليل المختلفة، وقد تم عزل الفطريات من على مخطوط أثرى يعود للعصر المملوكى وتنميتها والتعرف عليها لتنميتها على ورق تجريبى لإحداث بقع foxing يمكن دراستها وعلاجها لما لهذه البقع من تأثير متلف على الخواص الميكانيكية والضوئية للمخطوطات الورقية بجانب ما يحدثه النمو الفطرى من تغير المظهر الأصلي لها، ومن هنا تأثر على القيمة الجمالية للقطعة الأثرية، أما النمو الفطري الداخلي فيؤدي لمزيد من الضرر للمخطوطات، وقد أظهر الفحص المجهري باستخدام التصوير بالميكروسكوب الإلكتروني الماسحSEM ، وقياس الخواص الميكانيكية والضوئية للورق أن مستخلص قشور الرمان أكثر فاعلية فى تثبيط نمو الكائنات الحية الدقيقة وبالتالى إزالة بقع الـ Foxing الناتجة عنها.

الكلمات الدالة:

بقع Foxing، المستخلصات الطبيعية، قشور الرمان، بذور النيم.

المقدمة:

كانت المخطوطات الشغل الشاغل للمهتمين بالتراث البشري والتاريخ خلال الحضارة الإنسانية لأنها احتوت على تاريخ البشرية من أقدم العصور (أحمد حسني عبدالعال، 2022)، وبشكل عام، تُصنع المخطوطات الورقية من أصول مختلفة كالقطن كمادة سليلوزية وإلى جانب السليلوز فهى تحتوي على مواد كثيرة آخرى منها مواد الحشو ومواد التحجيم والأحبار والأصباغ، ووسيط الكتابة كالصمغ العربى. وبالتالي فالمخطوطات غير متجانسة ومعقدة فالسليلوز هو بوليمر خطي من الجلوكوز. وهو مركب هيجروسكوبى يمكن أن يتأثر بالعديد من العوامل الميكانيكية، الكيميائية، والبيولوجية. ومع ذلك، النشاط الميكروبي على الورق يمكن أن يحدث فقط في وجود الماء وهى الركيزة الأولى فى تلف المخطوطات (Rushdya R. A. , Maisa M. A., (2017)). فالرطوبة النسبية العالية، وعدم كفاية دوران الهواء، والظلام توفر بيئة مثالية لنمو الفطريات، فالظروف البيئية غير المناسبة يمكن أن تكون مدمرة للغاية، فالفطريات يمكن أن تسبب تدهورا بسبب الأنشطة الأنزيمية لها وقدرتها على النمو وتشويه المواد العضوية، هذه

الأنشطة توجد عادة في البيئات الداخلية على بعض المواد العضوية الأثرية على شكل بقع متفرقة ومنتشرة من نمو الفطريات. والفطريات تتطلب بعض العناصر الغذائية الأساسية للنمو، وتشمل هذه العناصر الغذائية الماء والنيتروجين والفيتامينات والمعادن، لذا يمكن أن تتغذى الفطريات المحللة للسليلوز عن طريق اختراق خيوط الميسيليوم للمواد السليلوزية (Mansour, M., (2018))، ويمكن أن تنتج الفطريات إنزيمات التحلل المائي، على سبيل المثال إنزيمات السليولاز cellulase، الزيلاناز xylanase، البكتينيز pectinase، وغيرها بالإضافة إلى الأحماض العضوية وغير العضوية التي تسبب التحلل (Maisa,A., M., 2020)، وعادةً ما تظهر على المواد التي تستعمرها الفطريات تغيرات في خصائصها الكيميائية والفيزيائية، وبالإضافة إلى ذلك، تشكيل الميكروبات لغشاء حيوي رقيق ملتصق بالخلية يؤدي إلى تغيرات في الملمس بعد التعرض للإصابة لفترة طويلة (M. F. Ali, et al, 2018))). وهذا أدى إلى ظهور البقع المتنوعة، وقد تمثلت هذه البقع التى تسمى بقع Foxing أكثر على مطبوعات القرن الثامن والتاسع عشر في جملة من الأشكال منها بقع ملونة على الأوراق التى تحتوي نواتج التمثيل الغذائي الناتج عن بعض الفطريات وأحيانًا تكون الألوان التي تظهر على الورق عبارة عن ألوان الجراثيم الفطرية على سطح الورق وانتشرت على الأوراق التي ترجع إلى القرن الثامن عشر والتاسع عشر الميلادى والتي زادت بتطور تكنولوجيا صناعة الورق (عبد اللطيف حسن أفندي، 2015).

وتظهر بقع ال Foxing عادة على شكل بقع بألوان وأحجام مختلفة. فتتنوع ألوانها من الأصفر إلى المحمر والبني إلى الأسود مع حواف حادة أو غير منتظمة ، بينما قد يختلف حجمها من البقع المرئية فقط إلى المساحات الكبيرة التي تغطي معظم الصفحات. وقد اقترح كاين وميلر طريقة تصنيف لبقع ال Foxing بواسطة الشكل واللون فقاما بتقسيم البقع المختلفة إلى مجموعتين (Krstić, D.; Schauperl, Z., 2013) رئيسيتين: النوع الأول باسم بولس (Bulls eye) وهو نوع مستدير وصغير ذو مركز أسود داكن ودوائر وحلقات متحدة المركز ويحتوى مركز البقعة على نسب عالية التركيز من الحديد ويقل فى الأطراف حيث تصبح فى المنتصف أكثر إسودادا وهشاشية.

كما يُعرف النوع الثانى باسم قشر الثلج (flake Snow) وهو نوع ذو حافة صدفية وشكلها غير منتظم وألوانها تتراوح بين المحمر إلى الأصفر وفى بعض الأحيان لا تظهر هذه الألوان فى الضوء العادى ويظهر هذا النوع تحت الأشعة فوق البنفسجية بلون أبيض ثلجى ويحتوى على نسب عالية من الحديد عن باقى الأجزاء المحيطة به وبالفحص ظهرت دلائل على النشاط الفطرى فيه.

أما النوع الثالث فيمثل البقع المتداخلة (confused Stain) وهو نوع ذو ألوان مختلفة يصيب الكتب والمطبوعات الورقيه وغالباً ما يظهر بلون مصفر فى الضوء المرئى وتحت الأشعة فوق البنفسجية ويعطى لون أبيض مزرق إلى أبيض وظلال من الإشعاعات البرتقالية الصفراء حول النص و هى الألوان التى تمثل ألوان الجراثيم الفطرية الموجودة على سطح الورق والمتغلغلة فيه (سوسن درويش، هشام إمام، أيمن صلاح، 2013).

2- الطرق والمواد Materials and methods:

2-1- المخطوط الأثرى:

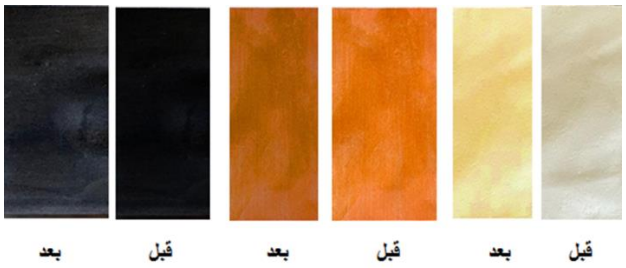
هو مخطوط ورقى من صفحات منفصلة محفوظ بمركز المخطوطات والبرديات بجامعة المنيا، ومصنوع من القطن، ومكتوب بأحبار الكتابة وهى الحبر الكربونى الأسود والحبر الأحمر أكسيد الرصاص (السلاقون) على كلا الوجهين، والوسيط اللونى هو الصمغ العربى، وقد تم أخذ مسحات فطرية وتم تنميتها وتنقيتها والتعرف عليها فى معمل الميكروبيولوجى بكلية العلوم جامعة المنيا حيث استخدمت أربع أنواع مختلفة من الوسائط وهى: بيئة أجار البطاطس potato dextrose agar (PDA Medium) وفقاً للمنهجية الموصوفة من قبل Sadiah Saleem,Tasneem ،Darwish et al. (2013)) ((Adam Ali, (2017، بيئة Malt extract agar ، و بيئة Cellulose–Czapek’s agar ، وبيئة glucose– (Czapek’s agar وفقاً لـ (S. Pavan Kumar, M.K. Mohamed Salah ،Mishra, K.C. Sahu, (2018)) Massoud, Doaa Montaser Ahmed Khalil, (2023) (, Norhan H. Abdel Aziz et al (2018. وتم تحضين

أطباق بيتري عند درجة حرارة 25 درجة مئوية ± 2 للفطريات لمدة سبع أيام، ثم تنقيتها وعزلها حيث تم صب البيئات الغذائية فى انابيب الإختبار وتعقيمها فى الأوتوكلاف عند 1.5 ضغط جوى لمدة 20 دقيقة وبعد إنتهاء فترة التحضين وأخذ النموات التى ظهرت فى الأطباق السابقة تم زراعتها على نفس البيئات الغذائية subculture عند نفس الظروف للحصول على الكائنات الحية الدقيقة فى صورة نقية يمكن من خلالها إجراء خطوات التعريف التى تمت وفقاً للمفاتيح التصنيفية لكلاً من (Richard A. Humber, (2012)، Samson, R.A.; Evans, H.C.; Latgé, J.P. (2013)).

(صورة 1) صفحات المخطوط بوجهيها من الأمام A والخلف B

2-2- تجهيز العينات الورقية الحديثة:

تم تجهيز عينات من الورق الحديث المطابق لنوع ورق المخطوط الأثرى من القطن بمقاسات 15 15 Xسم ، 3 X 10 سم، وتم تلوينها بنفس الوان أحبار الكتابة، وقد تم إجراء التقادم الحراري لعينات الورق في الفرن الحراري (صورة 1) عند درجة حرارة 140°م لمدة 72 ساعة = 200 سنة وذلك وفقاً لـ (V. Lasheva ,2008)، (Mahmoud A, E, 2021) لتضاهى الورق الأثرى.



(صورة 2) توضح شكل عينات الورق قبل وبعد إجراء التقادم الحراري

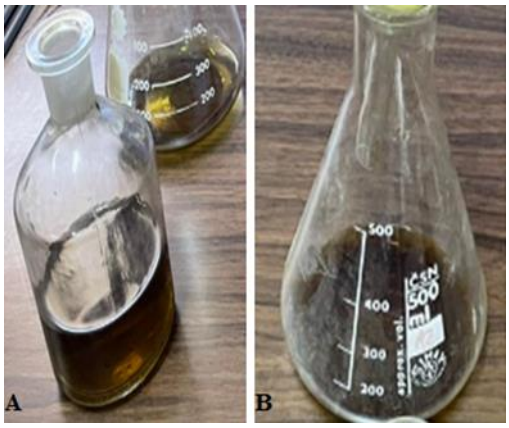
3-2- تجهيز المستخلصات النباتية:

تم تجهيز المستخلصات التى تم استخدامها فى الدراسة وفقاً للخطوات الآتية وفقاً لـ (Wafaa A. Mohamed et al (2019)، Mohamed Z.M. ،EL-Hefny, et al (2017) (Salem, et al (2016)):

- تم تجميع النباتات المستخدمة لتحضير المستخلصات من مزرعة كلية الزراعة بجامعة المنيا بشوشة.
- تم غسل هذه النباتات (قشور الرمان، وبذور النيم) ثم تجفيفها لمدة يومين في درجة حرارة الغرفة العادية وتم طحنها لمسحوق (صورة 3).

(صورة 3) توضح شكل مسحوق كلاً من: A قشر الرمان، B بذور النيم

- تم تحويلها إلى مستخلصات عن طريق وضعها في كحول إيثانول 70% بنسبة إستخلاص 1:10 أى لكل عشرة ملي إيثانول 70% تم إضافة 1 جرام من مستخلص قشور الرمان و أيضا اتبعت نفس طريقة التحضير بالنسبة لبذور النيم، وتم تركهم لمدة يوم في درجة حرارة الغرفة في الظلام بعد المزج والتقليب (صورة 4).

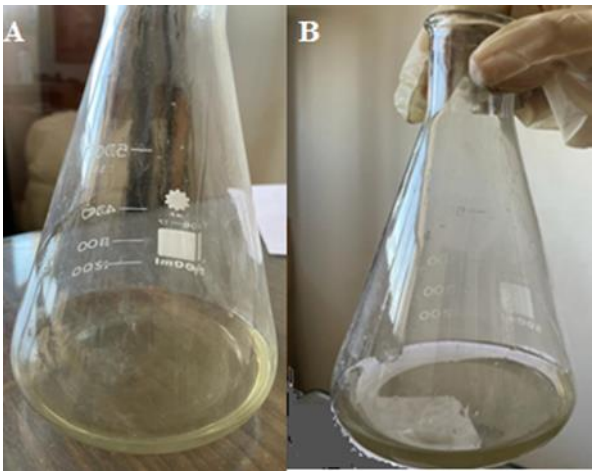


(صورة 4) توضح شكل المستخلصات قبل إزالة اللون لكل من: A قشر الرمان، B بذور النيم

- ثم تم تجفيف المستخلص الكحولى باستخدام الروتاري (بكلية الزراعة قسم الميكروبيولوجى بجامعة المنيا بمواصفات: موديل XD-5000، حمام مائى دوار مبخر، نطاق درجة حرارة: RT- 99 °C. السرعة هى 0-310 دورة فى الدقيقة/دقيقة (قارورة

دوارة L3≤)، و 200 لفة فى الدقيقة / دقيقة لقارورة دوارة L5). فنتج عنه مستخلص جاف، ثم تم استرجاعه في مستخلص مائي.

- تمت إزالة أصباغ الكلوروفيل الطبيعية القاتمة للمستخلصات عن طريق تمرير المستخلصات من خلال الفحم النشط لأنها لا تصلح لاستخدامها على المواد العضوية الأثرية، فأصبح المستخلص جاهز لاختباره على الورق (صورة 5).



(صورة 5) توضح شكل المستخلصات بعد إزالة اللون حيث A مستخلص قشور الرمان، B مستخلص بذور النيم

2-4- الفحص البصرى بعد تنمية بقع الفوكسينج على العينات الورقية الحديثة:

تم تنمية الفطريات المتعارف عليها بعد عزلها من على المخطوطات الأثرية على العينات الورقية التجريبية قبل تطبيق العلاج وفقاً للخطوات الآتية وفقاً لـ ((عبد اللطيف أفندي، أيمن صلاح طه محمد (2016)، أيمن صلاح طه (2013)):

- تم عمل معلق جراثيم spore suspension من بعض الفطريات التى تم عزلها وتنميتها من البيئات الغذائية وكانت هذه الفطريات هى Aspergillus niger، Aspergillus flavus ، Penicillium وتنميتها على عينات الورق بألوانه الثلاثة.

- حيث تم إضافة 10 مم ماء مقطر فى أنبوبة اختبار معقمة.

- تم كشط النمو الفطرى من بيئات التغذية بعد تنقيتها بواسطة حلقة معقمة لتحرير الجراثيم وعمل المعلق، على أن يتم العمل داخل كابينة معقمة وبجوار لهب بنزن.

- يتم حرق إبرة التلقيح (Loop) أو الإبرة الناقلة (Needle) قبل وبعد كل استعمال.

- تم وضع أنابيب الاختبار على جهاز الرج والاهتزاز (Shaker Incubator) حتى يتم توزيع الفطر فى الماء المقطر بالكامل عند ظروف تشغيل 30 درجة حرارة مئوية، وعدد لفاته 180 لفة فى الدقيقة.

- تم وضع عينات الورق التجريبية داخل أطباق بترى المعقمة.

- تم نقل المعلق بواسطة ماصة بأخذ 1سم3 ونشرها على عينات الورق الموضوع داخل أطباق بترى المعقمة.

- يجب مراعاة الحفاظ على مستوى الرطوبة داخل اطباق بترى وذلك لنمو الفطريات على العينات، ولذلك تم وضع قطن مبلل بالماء ومعقم داخل كل طبق بترى بجوار العينات المصابة بالفطريات وتم غلق كل طبق بترى من الحافة بشريط من البارافيلم وذلك لمنع فقد الرطوبة نهائيا.

- تم تحضين الأطباق فى الحضانة Incubator لمدة أربع أيام لحين ظهور النمو الفطرى على الورق، مع ضرورة الحفاظ على نسبة الرطوبة داخل الأطباق لدورها الهام فى عملية النمو.

- بعد ظهور النمو الفطرى على ألوان الورق المختلفة فى أطباق بترى تم تسجيل الملاحظات الظاهرية على شدة الانتشار.

2-5- تقييم المستخلصات كمضاد للفطريات : Evaluation of antifungal extracts

تم عمل تجربة كليرزون Clear zones للمستخلصات على أنواع الفطريات الثلاثة لتقييم أكثر المستخلصات تأثيراً على تثبيط نمو الفطريات وذلك من خلال قياس قطر المناطق الرائقة وذلك وفقاً للخطوات التالية:

- تم تجهيز بيئة دكستروز البطاطس (PDA) Potato dextrose agar التى تتكون وفقاً (عبد الله بن صالح الخليل , 1993) (جدول 1) من:

(جدول 1) تكون بيئة دكستروز البطاطس لكل 1000مل ماء مقطر 1000 mg/mL Distilled water

Constituent		Concentration (kg/m³)
منقوع البطاطس (منقوع من 200 جرام من البطاطس)	Potato Infusion (infusion from 200g potatoes)	4 g/l
ديكستروز	Dextrose	20 g/l
آجار	Agar	15 g/l

- حيث تضاف البطاطس إلى الماء وتطبخ في الأوتوكلاف لمدة 20 دقيقة ثم نخرجها ونستخلص منها الماء للحصول على منقوع البطاطس ويتم التخلص من البطاطس الزائدة وتضاف المواد الأخرى وبعد ذلك تعقم البيئة تعقيماً رطباً في الأوتوكلاف عند ضغط مقداره 15رطل على درجة حرارة 120°م لمدة 20دقيقة.

- تم تعقيم أطباق بترى فى الفرن الكهربائى حتى 180م° ولمدة ثلاث ساعات.

- تم تعقيم سطح المنضدة والبيئة المحيطة بالعمل بواسطة الكحول الأيثيلى 70% وتم العمل بجوار لهب بنزن.

- تم صب البيئة سابقة التجهيز والتى تم تعقيمها فى الأتوكلاف عند درجة حرارة 120م° ولمدة 20 دقيقة ثم تم صهرها فى حمام مائى وتبريدها حتى 50م°.

- تم ترك البيئة فى أطباق بترى حتى تتصلب.

- تم أخذ مسحات من كل فطر على حدى بواسطة الإبرة ذات العقدة السابق تعقيمها فى اللهب حتى الاحمرار ووضعها فى الكحول.

- تم نقل المسحة الفطرية إلى مركز الأطباق المحتوية على البيئة المجهزة ثم تم تحضن الأطباق مقلوبة عند درجة حرارة 37م° لمدة 7 أيام أو لحين ظهور انتشار للفطر.

- بعد زرع الفطريات فى اطباق بترى المعدة مسبقا بالوسط الغذائى تم عمل ثلاث حفر في المنتصف فى كل طبق لكل فطر ووضعت المستخلصات الثلاثة فى الحفر فى جو معقم بغرفة العزل بجوار اللهب.

- تركت الأطباق فى الحضان عند 25°±2 مع ملاحظة الاطباق كل 24 ساعة حتى إتمام نمو الفطر وذلك لملاحظة مدى فاعلية كل مستخلص نباتى فى تثبيط النمو الفطرى بعد تطبيق المستخلص ب 72 ساعة كما فى (الجدول رقم 3) حيث نلاحظ أختلاف تأثر المستخلصات فى تثبيط نمو الفطريات المختلفه وذلك عند تطبيق المستخلصات المختلفة بطريقة أقراص ورق الترشيح فقد تم تثبيط نمو الفطريات بعمل Inhibition zone حول القرص فى بعض المستخلصات حيث ان هناك بعض المستخلصات ذات تأثير كبير فى تثبيط النمو الفطرى و هى بذلك تحدث Inhibition zone ذات ابعاد كبيره حول القرص و هناك مستخلصات ذات تأثير أقل و بالتالى تحدث Inhibition zone ذات أبعاد أقل حول القرص أو لم تحدث اى تثبيط لنمو بعض الفطريات.

- تم قياس قطر المنطقة الرائقة الناتجة عن كل مستخلص لكل فطر لتقييم أفضلها من خلال أى المستخلصات أظهرت أكبر قطر لهذه المنطقة بعد عمل تكرارات لتسجيل متوسط القياسات (M.Z.M. Salem ،Wafaa A. Mohamed et al (2019 Maisa M.A. Mansour a , Mohamed ،et al. (2016) .((Z.M. Salem (2015

تم قياس قطر المنطقة الرائقة الناتجة عن كل مستخلص لكل فطر لتقييم أفضلها من خلال أى المستخلصات أظهرت أكبر قطر لهذه المنطقة بعد عمل تكرارات لتسجيل متوسط القياسات.

2-6- التقييم البصرى بعد تطبيق مواد العلاج على عينات الورق التجريبية:

وقد تم تطبيق العلاج بالمستخلصات باستخدام الكمادات والتنظيف الموضعي حيث تم وضع الكمادة القطنية الملفوفة بقطعة من القماش المشبعة بمادة التنظيف كل مادة على حدى، مع التنظيف الموضعى بلف قطعة من القطن حول جفت وغمسها بمادة التنظيف ثم دهان منطقة الإصابة ببقع ال Foxing المتكونة على عينات الورق مع مراعاة تثبيت طريقة التطبيق فى تنظيف البقع حتى لا يحدث أى اختلاف فى مناطق البقع .((Nadia Z., Shaban, (2016

2-7- قياس بعض الخواص الميكانيكية والضوئية للورق:

2-7-1- قياس بعض الخواص الميكانيكية والضوئية للورق الحديث قبل التقادم:

حيث تم قياس بعض الخواص مثل الوزن، قوة الشد، مقاومة الانفجار، مقاومة التمزق، درجة البياض، ودرجة العتامة، قبل إجراء التقادم الحرارى للورق الحديث لمقارنتها بقيم الخواص بعد التقادم.

2-7-2- قياس بعض الخواص الميكانيكية والضوئية للورق الحديث بعد التقادم:

حيث تم قياس بعض الخواص بعد إجراء التقادم الحرارى للورق الحديث للتأكد من خفض قيم هذه الخواص مما يجعل الورق الحديث يضاهى الورق الأثرى.

2-7-3- قياس بعض الخواص الميكانيكية والضوئية للورق الحديث بعد التلف الفطرى وتطبيق العلاج:

بعد تطبيق بقع الـ foxing وبعد تطبيق مواد العلاج تم قياس الخواص الميكانيكية والضوئية للورق لمقارنتهما وتقييم دور المستخلصات فى العلاج ومدى تأثيره على الخواص الميكانيكية للورق وقد تمت القياسات بشركة راكتا بالأسكندرية وفقاً للمقياس المعيارى TAPPI standard.

2-8- الفحص باستخدام SEM على الورق التجريبي:

2-8-1- الفحص بعد تنمية الفطريات على الورق:

حيث تم تنمية بعض الفطريات التى تم التعرف عليها بعد عزلها من على صفحات المخطوط الأثرى وهى: Aspergillus niger، Penicillum، Aspergillus flavus على الورق التجريبى (الورق بدون أحبار، والورق بالحبر الكربونى الأسود، والورق بالحبر الأحمر أكسيد الرصاص) بهدف تنمية بقع تضاهى بقع الفوكسينج على تلك الأوراق والتأكد من نمو هذه الفطريات وتغلغل هيفاتها داخل ألياف الورق.

2-8-2- الفحص بعد تطبيق العلاج:

تم اجراء الفحص بعد تطبيق العلاج بمستخلص قشر الرمان للتأكد من فاعليته فى العلاج وتثبيط نمو الفطريات، وذلك على عينات الورق المصابة بجميع أنواع الفطريات المستخدمة فى الدراسة.

وقد تم الفحص بالمعمل المركزى للتحاليل الدقيقة بجامعة المنيا، حيث تم قطع أجزاء من عينات الورق باستخدام المشرط، وتم وضعها بالملقط على شريط لاصق من الوجهين ثم تم وضعه على حامل العينات stubs الألومنيوم. بعد ذلك تم طلاء هذه العينات بالذهب باستخدام وحدة تبخير لعمل غشاء رقيق من الذهب والكربون ماركة (FINE COAT ION Sputter JFC-11000) وتم فحصه باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح ماركة (JSM IT 200) (M.-L.E. Florian, Lesley Manning, (2000)).

3- النتائج والمناقشة:

3-1- نتائج عزل وتعريف الفطريات على صفحات المخطوط الأثرى:

تم تعريف الكائنات الحية الدقيقة التى تم عزلها من صفحات المخطوط طبقاً للصفات المورفولوجية والإختبارات الفسيولوجية لكل الكائنات الحية الدقيقة وكانت نتائج التعريف للمخطوط (جدول 2):

(جدول 2) يظهر نتائج تنمية الفطريات على البيئات المختلفة:

Medium	Fungus
potato dextrose agar	*Aspergillus niger, Aspergillus flavus, Curvularia sp.*
Malt extract agar	*Aspergillus niger, Aspergillus flavus, Aspergillus fumigatus, Penicillum*
Czapek's Dox Cellulose Agar	*Aspergillus niger*
Czapek's Dox Glucose Agar	*Aspergillus niger*

3-2- نتائج الفحص البصرى لتنمية بقع الفوكسينج على العينات الورقية الحديثة:

حيث تم تسجيل الملاحظات الظاهرية على شدة الانتشار فى (الجدول 3) (صور6-14):

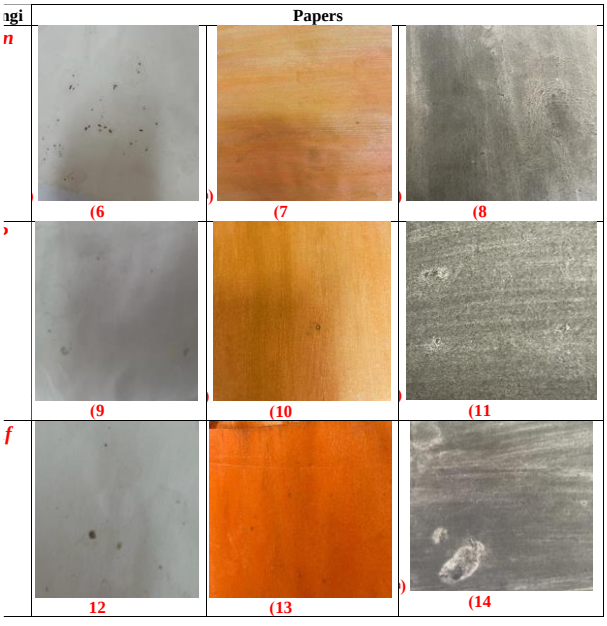
(جدول 3) يوضح شدة انتشار الفطريات على الورق بألوانه الثلاثة

نوع الفطر	الورق الأبيض	الورق بالحبر الكربونى	الورق بالحبر الأحمر
Aspergillus niger	+++++	++++	++
Aspergillus flavus	+++	++	+
Penicillium	++	+	+

حيث يظهر الفحص البصري أن فطر Aspergillus niger كان أكثر انتشاراً عن أنواع الفطريات الآخرى وخاصة الورق بدون أحبار ثم قل تدريجياً على الورق الملون بالحبر الكربونى ليقل بدرجة أكبر على الورق الملون بالحبر الأحمر.

ثم جاء فطر Aspergillus flavus ليقل انتشاره على الورق عن فطر Aspergillus niger وكذلك تدرج كمية انتشاره على الورق ليكون على الورق الأبيض أكثر من الملون بالحبر الكربونى وهذا بدوره أكثر من الورق الملون بالحبر الأحمر.

ثم جاء فطر Penicillium ليقل انتشاره عن أنواع الفطريات السابقة وكذلك كان معدل انتشاره على الورق الأبيض أكبر من الورق الملون حيث تساوى انتشاره على الورق الملون بالحبر الكربونى والحبر الأحمر.



(صور 6-14) توضح شكل عينات الورق التجريبية بعد تطبيق النمو الفطرى لعمل بقع ال Foxing

3-3- نتائج تقييم المستخلصات كمضاد للفطريات من خلال تجربة كليرزون Clear zones:

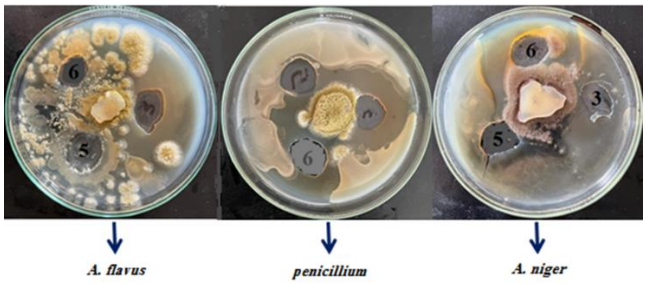
حيث أظهر قياس قطر المنطقة الرائقة (منطقة تثبيط نمو الفطر) النتائج التالية (جدول 4):

(جدول 4) متوسط قياسات منطقة تثبيط النمو الفطرى بواسطة المستخلصات.

Fungi	Measure the zone of inhibition	
	Extracts	
	3	5
An	25 m	-
P	50 m	15 m
Af	30 m	-

حيث أن 3 مستخلص قشور الرمان، 5 مستخلص بذور النيم

حيث أظهرت النتائج إن مستخلص قشر الرمان أعطى أفضل نتيجة مع جميع الفطريات، ثم مستخلص بذور النيم (صورة 15).



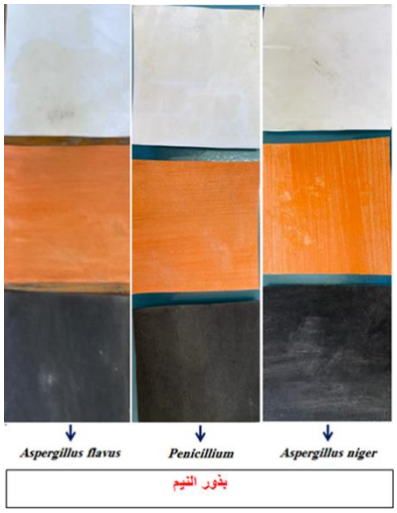
(صورة 15) توضح تجربة الكليرزون لتثبيط المستخلصات لنمو الفطريات
3 مستخلص قشر الرمان، 5 مستخلص بذور النيم

3-4- نتائج التقييم البصرى بعد تطبيق مواد العلاج على عينات الورق التجريبية:

أظهر التقييم البصرى لنتائج التنظيف أن مستخلص قشر الرمان أعطى نتيجة مرضية فى إزالة البقع على جميع عينات الورق مع جميع الفطريات ثم مستخلص بذور النيم أعطى نتيجة تنظيف طفيفة مع ظهور أكثر للبقع (صور 16،17).

(صورة 16) توضح شكل العينات الورقية بعد العلاج

بمستخلص قشور الرمان



(صورة 17) توضح شكل العينات الورقية بعد العلاج بمستخلص بذور النيم

3-5- نتائج قياس بعض الخواص الميكانيكية والضوئية للورق:

3-5-1- قياس بعض الخواص الميكانيكية والضوئية للورق الحديث قبل التقادم:

حيث سجلت قياسات الخواص الميكانيكية والضوئية للورق الحديث قبل التقادم وفقاً (جدول 5):

(جدول 5) يوضح قياس بعض الخواص الميكانيكية والضوئية للورق الحديث قبل التقادم:

Sample	Weight gm	Tensile Strength Kgm	Burst resistance K/lbn	Tear resistance gm	Brightness %	Darkness %
white papers	1.75	4.5	24.4	160	95.83	88.7
black papers	1.75	4.5	24.4	160	52.24	96.08
red papers	1.75	4.5	24.4	160	46.27	77.26

3-5-2- قياس بعض الخواص الميكانيكية والضوئية للورق الحديث بعد التقادم:

حيث تم إجراء تقادم حرارى للورق التجريبى حتى يضاهى الورق الأثرى وسجلت القياسات كما فى (جدول 6).

(جدول 6) يوضح قياس بعض الخواص الميكانيكية والضوئية للورق الحديث بعد التقادم الحرارى:

Darkness

Sample	Weight gm	Tensile Strength Kgm	Burst resistance K/lbn	Tear resistance gm	Brightness %	Darkness %
white papers	1.71	3.2	20.4	120.3	77.5	90.7
black papers	1.71	3.2	20.4	120.3	48.89	99.06
red papers	1.71	3.2	20.4	120.3	41.19	81.0

حيث يظهر من الجدول انخفاض جميع قيم الخواص الميكانيكية والضوئية للورق التجريبى بعد التقادم.

3-5-3- قياس بعض الخواص الميكانيكية والضوئية للورق بعد التلف الفطرى وتطبيق العلاج:

حيث تم القياس بعد تنمية فطر Aspergillus niger، Penicillum، Aspergillus flavus على الورق التجريبى (الأبيض، بالحبر الأسود، بالحبر الأحمر) (جدول 7).

(جدول 7) يوضح قياس بعض الخواص الميكانيكية والضوئية للورق الحديث بعد التقادم وتنمية الفطريات:

sample	Weight gm			Tensile Strength Kgm			Burst resistance K/lbn		
	A.n	*P*	*A.f*	*A.n*	*P*	*A.f*	*A.n*	*P*	*A.f*
White paper	2.03	2.02	2.04	1.68	2.11	2.0	16.5	16.6	16.6
Black paper	2.04	2.03	2.10	1.9	2.07	2.20	16.6	16.6	16.6
Red paper	2.33	2.43	2.16	1.88	2.06	2.04	16.6	16.5	16.6
sample	Tear resistance gm			Brightness %			Darkness %		
	A.n	*P*	*A.f*	*A.n*	*P*	*A.f*	*A.n*	*P*	*A.f*
White paper	114	115.2	114.0	70.13	73.01	74.25	93.01	92.54	92.07
Black paper	114.06	114.66	114.4	42.47	46.07	45.07	99.24	98.02	98.7
Red paper	114.03	114.74	114.8	35.7	35.84	36.03	84.14	83.04	82.81

حيث يظهر من الجدول انخفاض جميع قيم خواص الورق بعد تنمية الفطريات عليها وخاصة فطر Aspergillus niger.

كما تم فحص الخواص بعد التنظيف بالمستخلصات الطبيعية باستخدام مستخلص قشور الرمان، مستخلص بذور النيم، لكل العينات الورقية ثم تم قياس الخواص الميكانيكية والضوئية التى تم تسجيلها فى (جدول 8):

(جدول 8) يوضح قيم الخواص الميكانيكية والضوئية لعينات الورق التجريبى بعد المعالجة حيث أن 1 مستخلص قشر الرمان، 2 مستخلص بذور النيم

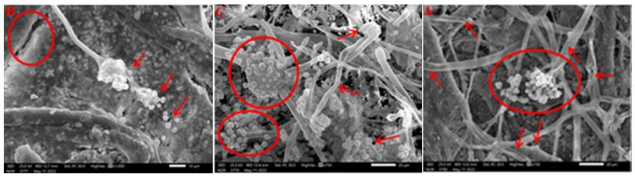
sample	Weight gm			Tensile Strength Kgm			Burst resistance K/lbn		
1	*A.n*	*P*	*A.f*	*A.n*	*P*	*A.f*	*A.n*	*P*	*A.f*
White paper	1.65	2.12	2.04	1.71	2.21	1.99	16.01	16.58	16.09
Black paper	1.84	2.51	2.18	1.84	1.96	2.25	15.35	16.66	16.72
Red paper	2.23	2.41	2.26	1.97	2.16	2.4	16.33	15.87	16.46
2	*A.n*	*P*	*A.f*	*A.n*	*P*	*A.f*	*A.n*	*P*	*A.f*
White paper	1.41	1.51	1.52	1.51	2.01	1.69	14.58	15.68	15.59
Black paper	1.37	1.35	1.29	1.74	1.95	2.13	16.01	15.41	15.65
Red paper	1.40	1.44	1.39	1.57	2.04	2.04	15.71	16.0	15.61
sample	Tear resistance gm			Brightness %			Darkness %		
1	*A.n*	*P*	*A.f*	*A.n*	*P*	*A.f*	*A.n*	*P*	*A.f*
White paper	116	116.01	115.61	74.21	74.21	74.85	88.71	88.09	87.07
Black paper	115.71	115.58	114.4	47.22	46.47	46.03	94.34	95.52	95.17
Red paper	114.98	115.34	116.01	36.09	36.04	37.0	80.44	78.04	79.84
2	*A.n*	*P*	*A.f*	*A.n*	*P*	*A.f*	*A.n*	*P*	*A.f*
White paper	114	115.33	113.85	70.6	73.55	74.25	92.81	91.58	91.87
Black paper	115.16	114.04	114.47	42.47	45.34	45.11	98.97	97.62	98.64
Red paper	114.5	114.64	114.56	36.02	35.9	36.5	84.54	83.0	81.41

حيث يظهر من الجدول حدوث تحسن فى قيم خواص الورق بعد العلاج بمستخلص قشر الرمان خاصة فى قوة الشد ومقاومة التمزق والانفجار وكذلك تحسن فى درجة البياض، بينما أعطى مستخلص بذور النيم تحسن طفيف جداً فى بعض العينات ولم يؤثر فى عينات أخرى.

3-6- نتائج الفحص باستخدام SEM على الورق التجريبي:

3-6-1- نتائج الفحص بعد تنمية الفطريات على الورق:

أظهر الفحص ظهور هيفات الفطريات على عينات الورق التجريبية (صور 18: A,B,C).



(صورة 18) توضح A: نمو فطر Aspergillus flavus، B: نمو فطر Penicillum،

C: نمو فطر Aspergillius niger على الورق

حيث أظهر الفحص أن الميسيليا لفطر Aspergillus flavus كانت وفيرة في حزم الألياف، علاوة على ذلك، حدث تآكل كبير بسبب نمو الهيفات داخل الخلايا الليفية، وأظهرت الصور المجهرية ذلك فقط تآكلت الطبقة الأولية كما هو ظاهر فى (الصورة A18)، حيث تم استعمار الهيفات لخلية القطن الأولية وانتقلت من الخلية الأولية إلى التجويف، لذلك فإن فطر Aspergillus flavus لديه القدرة على تحلل السليلوز النقي عن طريق إحداث تآكل متقدم في جدران الخلايا. كما يظهر من الصورة الشكل المميز لفطر Aspergillus flavus، حيث تظهر الرؤوس مخروطية لامعة عادةً، ثم تنقسم لاحقًا لتشكل أعمدة طليقة، أما حاملات الكونيديوفور كانت زجاجية وخشنة. وكانت الكونيديا كروية إلى بيضاوية الشكل، ذات لون أخضر شاحب وبشكل أشواك (echinulate) واضحة (Rushdya R. Wafika Noshyutta, et ،A. , Maisa M. A., (2017) (al (2016.

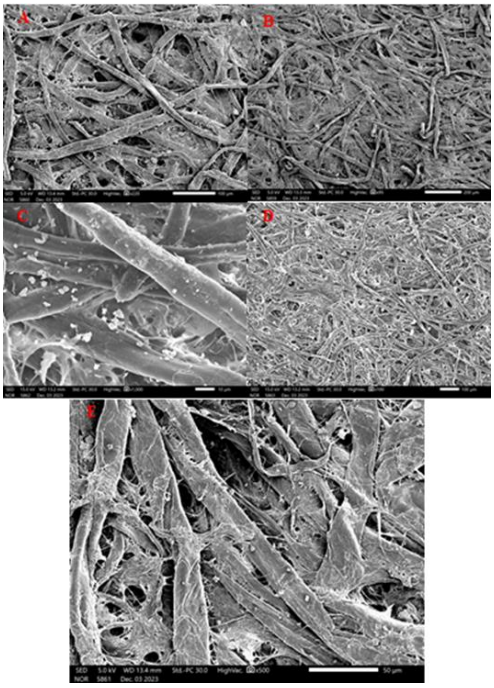
كما أظهر الفحص لفطر Penicillum النمو الكثيف للفطر ونمو الهيفات حول الألياف، لتشق جدران الألياف لتسبب تآكل وتجويف في الألياف كما فى (الصورةB18)، حيث تم استعمار الهيفات لخلية القطن الأولية وانتقلت من الخلية الأولية إلى التجويف، كما يظهر من الصورة الشكل المميز لفطر

Penicillum، حيث ظهرت المستعمرة بلون أخضر مزرق إلى الأخضر، ذات ملمس ناعم. وتمت ملاحظة هياكل البنسليوم بواسطة وجود خيوط الهيفات والتراكيب التكاثرية (reproductive structure) التى تشبه الفرشاه، كما هو موضح بواسطة حاملات الكونيديوفور conidiophores فبناءً على طبيعة التفرع على حاملات الكونيديات تساعد فى تشخيص الأنواع التابعة لهذا الجنس،حيث ينتهى الحامل الكونيدى المتفرع بتجمعات من الفاليدات الدورقية الشكل، والميدولات، وتتكون الكونيدات (conidia) بشكل سلاسل جافة على الفاليدات (phialides) إذ تكون الأحدث هى الأقرب إلى الفاليدة (فرقد حواس موسى العاني). حيث يظهر من الفحص أن نوع العزلة لبنيسليوم أحادي الرأس أو النوع البسيط (كونيديوفور غير متفرعة) كما نلاحظ وجود الكونيديا الكروية إلى بيضاوية الشكل.

بينما أظهر الفحص لفطر Aspergillius niger النمو الكثيف جداً للفطر حيث استعمر الفطر سطح الألياف الخارجية بكثافة مع التفاف خيوط الهيفات حول الألياف. وتظهر لون المستعمرة باللون الأسود وقوامها ذو نسيج حبيبي، وقد لوحظت هياكل الأسبراجيلس من خلال وجود خيوط الهيفات والتراكيب التكاثرية (reproductive structure)، كما تم تميزها من الكونيديوفورconidiophores، الحويصلات (vesicles)، الميتولات (metulae)، الفاليدات (phialides) ، والكونيدات (conidia). خاصة تميز حاملات الكونيديات، حيث يتميز هذا الفطر بالحامل الكونيدى الذى ينشأ من الخيط الفطرى من خلية قاعدية تسمى بخلية القدم Foot cell، وينتهى الحامل بانتفاخ يسمى الحويصلة التى تحمل على سطحها مجموعة من التراكيب القارورية الشكل والتى تسمى بالفاليدات والتى تقسم حسب طريقة حملها على الحويصلة (W Lintang, (2021) ، فرقد حواس موسى العاني)، وهذه العزلة من أحادية الصنف Uniseriate حيث تحمل الفاليدات على الحويصلة مباشرة.

3-6-2- نتائج الفحص بعد تطبيق العلاج:

يظهر الفحص عدم وجود هيفات الفطريات الثلاثة المستخدمة فى الدراسة بعد المعالجة مما يؤكد على فاعلية التنظيف باستخدام مستخلص قشور الرمان لإزالة بقع الـ Foxing (صور 19).



(صور 19) توضح شكل الورق التجريبى بعد التنظيف بمستخلص قشور الرمان واختفاء الفطريات بعد العلاج، حيث أن A،B يمثلا الورق المصاب بفطر Aspergillus niger، C،D يمثلا الورق المصاب بفطر Aspergillus flavus، E تمثل الورق المصاب بفطر Penicillum

4- الخلاصة:

ركزت هذه الدراسة على دور مستخلصات قشور الرمان وبذور النيم كمنتجات طبيعية في إزالة بقع الـ foxing على المخطوطات الورقية بمختلف أنواعها الحديثة والقديمة. وقد أظهرت النتائج أن مستخلص قشور الرمان أعطى نتائج إيجابية مع جميع الفحوص والقياسات فى إزالة البقع، فقد أظهرت نتائج تقييم المستخلصات كمضاد للفطريات من خلال تجربة كليرزون Clear zones قدرة مستخلص قشور الرمان على تثبيط نمو فطريات Aspergillus niger، Penicillum، Aspergillus flavus بدرجة أكبر من مستخلص بذور النيم، كما أظهرت نتائج التقييم البصرى بعد تطبيق مواد العلاج على عينات الورق التجريبية أن التنظيف بمستخلص قشر الرمان أعطى نتيجة مرضية فى إزالة البقع على جميع عينات الورق مع جميع الفطريات بينما أعطى مستخلص بذور النيم نتيجة تنظيف طفيفة مع ظهور أكثر للبقع، ومن خلال قياس بعض الخواص الميكانيكية والضوئية للورق نجد حدوث خفض فى قيم جميع الخواص لعينات الورق بعد إجراء التقادم الحرارى ثم انخفاضها بدرجة أكبر بعد تنمية الفطريات عليها، ثم ظهر تحسن فى قيم الخواص الميكانيكية والبصرية للورق بعد العلاج بمستخلص قشر الرمان خاصة فى قوة الشد ومقاومة التمزق والانفجار

وكذلك تحسن فى درجة البياض، بينما أعطى مستخلص بذور النيم تحسن طفيف جداً فى بعض العينات ولم يؤثر فى عينات أخرى، وقد تم إجراء الفحص باستخدام الميكروسكوب الإلكترونى الماسح للتأكد من نتائج الدراسة حيث ظهر من الفحص ظهور كثيف لهيفات الفطريات على عينات الورق والتى لم تظهر بعد التنظيف بمستخلص قشور الرمان مما يؤكد على فاعليته فى إزالة بقع الـ foxing.

5- التوصيات:

1- أهمية دراسه الاصابات الفطريه التي توجد علي المخطوطات الورقيه داخل المكتبات ودور الحفظ.

4- أهمية التوسع فى دراسه بقع الـ Foxing، ودراسة أسباب حدوثها لما تلحقه من تلف وضرر على المخطوطات الورقية يظهر بشكل واضح فى التأثير علي الخواص الميكانيكيه والضوئيه للمخطوطات.

5- أهمية إجراء التجارب المعملية والتحليلية لتقييم استخدام المواد والطرق المختلفة في معالجة بقع الـfoxing والتأكد من ملاءمتها للتطبيق على المخطوطات الأثرية.

6- المراجع:

6-1- المراجع العربية:

1-أيمن صلاح طه، 2013دراسة تجريبية تطبيقية لتقييم تأثير بقع الـ (FOXING) على خواص المخطوطات الورقية الأثرية مع تطبيق طرق حديثة للعلاج والصيانة تطبيقاً على نماذج مختارة للبحث – رسالة دكتوراه – قسم ترميم الآثار- كلية الآثار- جامعة القاهرة– 2013 – ص 76.

2-أحمد حسني عبدالعال العلوي، 2022 توثيق وترميم مخطوط إسلامي من القرن التاسع عشر الميلادي - Journal of Arts & Humanities - العدد 9 – 2022- ص 1-7.

3-سوسن سيد درويش، هشام محمود إمام، أيمن صلاح طه محمد،2013 استخدام تقنيات الليزر فى تنظيف بقع الـ Foxing من المخطوطات الورقية، مجلة الاتحاد العام للآثاريين العرب، المجلد 14، العدد 1، ص 47-61.

4-عبد اللطيف حسن أفندي، 2010، دراسة مظاهر تلف الكتب التاريخية وطرق العلاج والترميم كتاب وصف مصر أ نموذجاً، مجلة الدارة تصدر عن دارة الملك عبد العزيز، العدد الرابع، شوال ١٤٣٦هـ السنة الحادية والأربعون – ص 177-210.

5-عبد اللطيف أفندي، أيمن صلاح طه محمد،2014 الطرق التقليدية والحديثة المستخدمة في تنظيف البقع من المخطوطات الأثرية: دراسة مقارنة - دراسات، العلوم الإنسانية والاجتماعية - المجلد 43 - ملحق 3 – ص 1499-1511.

6-عبد الله بن صالح الخليل، 1993الأساس العلمى للفطريات – مطابع جامعة الملك سعود .

المراجع الاجنبية:

7-Darwish S.S., EL Hadidi, N.M.N., Mansour M. (2013). "The effect of fungal decay on Ficus sycomorus wood", International Journal of Conservation Science, (4), 3, pp 271-282.

8-EL-Hefny, M., Ali, H.M., Ashmawy, N.A., Salem, M.Z.M., (2017): "Chemical composition and bioactivity of Salvadora persica extracts against some potato bacterial pathogens", Bio, 12, pp 1835-1849.

9-Krstić, D.; Schauperl, Z., (2013): 'Characterization of foxing stains in eighteenth century books, HDKBR INFO Magazin 3(3), pp 32-39.

10-Richard A. Humber, (2012): "Entomopathogenic Fungal, identification", In book: "Manual of Techniques in Invertebrate Pathology", edited: Lawrence A. Lacey, Second Edition, Academic Press, Elsevier Science, London, pp.151-187.

11-Rushdya R. A. Hassan, Maisa M. A. Mansour, (2017): "A Microscopic Study of Paper Decayed by Trichoderma harzianum and Paecilomyces variotii", Journal of Polymers and the Environment, pp 1-10.

12-Mahmoud Abo-Elmaaref, Mohammed Marouf, Harby E. Ahmed, (2021): Studying the

manuscripts from Banyumas, collection of Library of Universitas Indonesia", The 4th International Conference on Biosciences (ICoBio), IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 948, pp 1-13.

19- Mohamed Salah Massoud, Doaa Montaser Ahmed Khalil, (2023): "Fungi associated with ornamental plants in some Nurseries in Al–Qurayyat, Jouf region, Saudi Arabia", Iran. J. of Microbiology, Volume 15, Number 1, pp 174-180.

20- Mohamed Z.M. Salem, Yassin E. Zidan, Nesrin M.N. El Hadidi, Maisa M.A. Mansour, Wael A.A. Abo Elgat, (2016): "Evaluation of usage three natural extracts applied to three commercial wood species against five common molds", International Biodeterioration & Biodegradation, 110, pp 206-226.

21- Mohamed Z.M. Salem, Yassin E. Zidan, Maisa M.A. Mansour, Nesrin M.N. El Hadidi, Wael A.A. Abo Elgat, (2016): "Antifungal activities of two essential oils used in the treatment of three commercial woods deteriorated by five common mold fungi", International Biodeterioration & Biodegradation, 106, pp 88-96 .

22- Nadia Z., Shaban, Sawsan S., Darouish, Taha A., Salah, (2016): "Experimental Study on the Cleaning of Foxing Spots on the Old Paper Manuscripts Using Natural Products", International Journal of Conservation Science, Volume 7, Issue 4, pp 1023-1030 .

23- Norhan H. Abdel Aziz; Nahed, S. Yousef; M.E. El-Haddad; T.S. El-Tayeb, (2018): " Influence of Nutritional and Climatic Conditions on Mycelial Growth of Three Oyster Mushroom

effect of fungal spots with thermal aging on archaeological cotton textiles, International Journal of Multidisciplinary Studies in Heritage Research, Volume 4, Issue 2, pp 104 – 120.

13- Maisa, A., M., Rushdya, A., H., and Salwa A., M., (2020): "An analytical study on the relationship between the fungal degradation and multicomponent nature of paper manuscripts", Pigment & Resin Technology, pp 1-10.

14- Maisa M.A. Mansour a , Mohamed Z.M. Salem, (2015): "Evaluation of wood treated with some natural extracts and Paraloid B-72 against the fungus Trichoderma harzianum: Wood elemental composition, in-vitro and application evidence", International Biodeterioration & Biodegradation, 100, pp 62-69.

15- Mansour, M., (2018): "Impact of Storage Conditions on Biodeterioration of Ancient Egyptian Child Mummies by Xerophilic Fungi", Egyptian Journal of Archaeological and Restoration Studies "EJARS", Volume 8, Issue 2, pp 1-11 .

16- M. F. Ali, M. M. A. Mansour, N. M. Badr, M. Z. M. Salem (2018): "A Study of Biodeterioration and Chromatic Alteration of Painted and Gilded Mummy Cartonnage at the Saqqara Museum Storeroom, Egypt", Archaeometry, 60, 4, pp 845–858.

17- M.-L.E. Florian, Lesley Manning, (2000): "SEM analysis of irregular fungal fox spots in an 1854 book: population dynamics and species identification", International Biodeterioration & Biodegradation, 46, pp 205–220.

18- W Lintang, T Susetyo-Salim, A Oetari, W Sjamsuridzal, (2021): "Isolation and characterization of fungi from deteriorated old

International Journal of Conservation Science, Volume 7, Issue 1, pp 41-56.

Abstract:

The current study aims to treat fungal foxing spots that affect on archaeological manuscripts. Natural extracts were used as eco friendly, natural materials that are safe to use on manuscripts and effective in inhibiting the growth of microorganisms. Pomegranate peel and neem seed extracts were tested after removing the color from the extract. Evaluating the best extracts in removing stains by conducting various tests and analyses. Fungi were isolated from an archaeological manuscript dating back to the Mamluk period. Fungi have been identified for growing on experimental paper to cause foxing spots. They can be studied and treated because these stains have a damaging effect on the mechanical and optical properties of paper manuscripts. Examination using a scanning electron microscope (SEM) and measuring the mechanical and optical properties of the paper showed that pomegranate peel extract is more effective in inhibiting the growth of microorganisms. Thus, removing the resulting foxing spots.

Strains", Arab Univ. J. Agric. Sci., Ain Shams Univ., Cairo, Special Issue, 26, (2A), pp 1165-1173.

24-Sadiah Saleem,Tasneem Adam Ali, (2017): "A Comparison of The Radial Growth of Aspergillus Niger 0n Various Culture Media Prepared by The Plant Based Extracts and Potato Dextrose Agar", INT. J. BIOL. BIOTECH., 14, (3), pp 337-346.

25-Samson, R.A.; Evans, H.C.; Latgé, J.P. (2013): "Atlas of Entomopathogenic Fungi", Springer Science & Business Media, Berlin/Heidelberg, Germany, p 5,15.

26-S. Pavan Kumar, M.K. Mishra, K.C. Sahu, (2018): "Evaluation of Culture Media for Growth Characteristics of Fungal Leaf Blight Complex of Tomato", International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7, (11), pp 1073-1077 .

27-Veska Lasheva and Maria Karsheva: (Investigation on the Thermal Ageing of Printing Paper), Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy, 43, 4, 2008, pp 394-398.

28-Wafaa A. Mohamed a , Maisa M.A. Mansour a , Mohamed Z.M. Salem, (2019): "Lemna gibba and Eichhornia crassipes extracts: Clean alternatives for deacidification, antioxidation and fungicidal treatment of historical paper", Journal of Cleaner Production, 219, pp 846-855.

29- Wafika Noshyutta, Eman Osman, Maisa Mansour, (2016): "An Investigation of the Biological Fungicidal Activity of some Essential Oils used as Preservatives for A 19TH Century Egyptian Coptic Cellulosic Manuscript",