إستخدام إنزيم البنكرياتين فى ترميم وصيانة القطعة النسجية رقم 1389 المحفوظة بمتحف كلية الآداب جامعة الإسكندرية.

د. إبراهيم حامد محمد•

الملخص :

إنزيم البنكرياتين من الإنزيمات المتفردة في عملها، إذ أنه يعمل على تحليل الإتساخات المركبة من أكثر من مادة كالبقع المختلطة من مواد بروتينية ونشوية ودهنية. ولكون إنزيم البنكرياتين يتمتع بهذا التفرد تم توظيفه لتنظيف إحدى القطع النسجية الأثرية المحفوظة بمتحف كلية الآداب جامعة الإسكندرية وهى التجربة الأولى مصرياً وعالمياً لتطبيقه على قطعة نسيج أثرية، حيث تمت الإستفادة من تجارب الباحثين لإستخدام إنزيم البنكرياتين فى معالجة عينات نسجية تجريبية مصبوغة طبيعياً ومدى تأثرها بالمعالجة ، وكذلك تم إجراء جانب تجريبي شمل تطبيق التنظيف بالإنزيم على عينات نسجية تجريبية مشابهة لمادة الأثر في طبيعتها، لكي نستخلص من هذه التجارب الظروف المثلى لتطبيق الإنزيم على القطعة النسجية الأثرية وكذلك دراسة مدى التأثيرات السلبية للمعالجة على العينات موضع الدراسة.

وتم إجراء الجانب التطبيقي في إطار خطة علاج متكاملة لقطعة نسيج أثرية نفذت زخارفها بأسلوب اللحمات غير الممتدة محفوظة بمتحف كلية الآداب جامعة الإسكندرية ، حيث شملت الخطة دراسة نوع الألياف وإتجاه برم الخيوط من خلال الفحص باستخدام الميكروسكوب الإلكترونى الماسح والتي أكدت أن ألياف القطعة هي ألياف كتانية فيما عدا ألياف الأشرطة الزخرفية هي ألياف صوفية ، وتم فحص التراكيب النسجية المستخدمة بالقطعة ليتضح أنها تركيب نسجى سادة ١/١ ومشتقاته. تم تطبيق المعالجة بإنزيم البنكرياتين من خلال أسلوب التنظيف الموضعي باستخدام كمادة قطنية حتى لا تتأثر الأشرطة الزخرفية الصوفية المصبوغة طبيعياً بالسلب ببيئة نشاط الإنزيم القلوية ، لتنتهي

• مدرس تقنيات النسيج الأثرى – المعهد العالى للسياحة وترميم الآثار– الإسكندرية
ibrahim_elkholy88@yahoo.com

المعالجة بشطف وتجفيف القطعة النسجية ليتم تثبيتها على حامل كتاني باستخدام التقوية بشغل الإبرة من خلال غرز السراجة المتنوعة.

الكلمات الدالة:

نسيج أثرى، إنزيم البنكرياتين، التنظيف الرطب، الإتساخات المركبة، المحاليل المنظمة للأس الهيدروجينى.

مقدمة:

تتعرض المنسوجات الأثرية فى رحلتها مع الزمن للعديد من الإتساخات العضوية ، وهذه الإتساخات قد يكون مصدرها ذاتيًا من القطعة النسجية نفسها نتيجة لتحلل العناصر المكونة لها، أو قد تكون ناتجة من إستخدامها كملبس أو كلفائف جنائزية، وأخيراً قد تكون الإتساخات ناتجة من بيئة الدفن أو بيئة العرض والتخزين غير المناسبة ، مما يتسبب فى صعوبات يواجهها مرمموا المنسوجات لتحديد نوع الإتساخات العضوية المتواجدة بالمنسوجات الأثرية ومصدرها، ولإزالة مثل هذه الإتساخات فإن الماء المقطر كمذيب لا يمكنه إزالة بعض الإتساخات غير القابلة للذوبان بالماء والدهون كالزيوت، وبالتالى لابد من وضع بعض الإضافات كالمنظفات الصناعية والصابون وما يتبعه من زيادة درجة القلوية والتى بدورها ستؤدى لتغير الأبعاد وفقدان الصبغات الطبيعية المتواجدة بالقطعة الأثرية[١].

إن صيانة المنسوجات تهدف فى المقام الأول إلى الحفاظ عليها لأكبر آن مستقبلى، حيث تتضمن الصيانة القيام ببعض الأعمال كالفحص والتوثيق والمعالجة بالتدخل والصيانة الوقائية مدعمة أعمالها بالبحث والدراسة[٢]، ولكون الإنزيمات آمنة وشديدة التخصص فى عملها، إذا ماتم مراعاة شروط ومعايير عملها وإستخدمت وفق الأسس العلمية فى ألا يكون هناك تشابه بين مادة الإتساخ ومادة الأثر من حيث التركيب وكذلك

(1) James W. Rice ***"Dry Cleaning Versus Wet Cleaning for Treatment Textile Artifacts***" Bulletin of the American group.IIC 12. No.2, April 1972.p. 51.

(2) ASTM Designation: D 5038-01 "***Annual Book of ASTM Standards,*** section seven, volume 07.02,2003, U.S.A, p.686.

يتم إستخدامها فى وسط ذو درجة أس هيدروجينى لا تبتعد كثيراً عن نقطة التعادل الكهربى للألياف النسجية وما بها من أصباغ طبيعية [٣].

حيث التخصص لكل إنزيم فى إزالة نوع معين من الإتساخات كإنزيم الليبيز لتحليل الإتساخات الدهنية والأميليز لتحليل الإتساخات النشوية والبابين لتحليل الإتساخات البروتينية، أما وقد يتواجد إنزيم فى إستطاعته تحليل الثلاثة أنواع من الإتساخات لهى ميزة كبيرة ستجعله قادراً على تحليل أي إتساخ عضوي ومن هنا تأتى أهمية توظيف إنزيم البنكرياتين لتنظيف المنسوجات الأثرية، حيث يتمتع إنزيم البنكرياتين بقدرته على التعامل مع الثلاث إتساخات كل على حدة أو الإتساخ المركب من الثلاث إتساخات وهذا التفرد سيوفر على صائن المنسوجات المُستَخدِم للإنزيمات جهد وعناء البحث عن تركيب الاتساخ المتواجد بالقطعة النسجية الأثرية. فإزالة العديد من الإتساخات يتم تبسيطه من خلال الإنزيمات، حيث يتشابه عملها على الإتساخات بما يحدث فى معدة الإنسان أو الحيوان خلال عملية الهضم ، فالطعام والسوائل يتم تكسيرها وتحويلها إلى مواد أكثر بساطة، والإنزيمات بشكل خاص تحدث تغييرات كيميائية للمواد التى تعمل عليها وفى نفس الوقت لا تُستنفذ أو تظهر فى النواتج النهائية للتفاعل، ولهذا السبب يتم تعريفها بأنها محفزات، فالمحفز لا يبدأ التفاعل ولكنه فقط يسرع من معدل التفاعل دون أن يستنفذ فيه. [٤] إن الكثير من إنزيمات التميؤ Hydrolases enzymes تم توظيفها فى صيانة المنسوجات لتساهم فى تكسير بقايا اللواصق الناتجة عن عمليات ترميم سابقة وكذلك لإزالة العديد من الإتساخات ، والميزة الكبرى لهذه المجموعة الإنزيمية هى قدرتها العالية فى تحفيز تفكك البوليمرات الخاصة بالبروتينات وعديد السكريات والدهون الخاصة بالإتساخات بالتميؤ [٥].

---

(3) Mohamed Z. M. Salem**,** Ibrahim H. M. Ibrahim**,** Hayssam M. Ali**,** and Hany M. Helmy" ***Assessment of the use of natural extracted dyes and pancreatin enzyme for dyeing of four natural textiles****: HPLC analysis of phytochemicals*" processes 2020, p.4-5.

(4) Erenest Moss, A.J., "***Clothes Care a Manual on The Care of Fabric***" 2nd edit, Great Britain, 1968, p. 299.

(5) Balazsy, A. T., & Eastop, D., ***Chemical principles of textile conservation***", 1st edit, Butterworth, Heinemann, London, Great Britain, 1998, p.233.

وهناك العديد من الدراسات التى ركزت على إستخدام العديد من الإنزيمات كإنزيم اللاكيز والليبيز والأميليز والبروتيز والدياستيز فى صيانة المنسوجات الأثرية [٦].

إن التوظيف الناجح للإنزيمات يتطلب شروطاً أربعة يجب على الصائن مراعاتها تتمثل فى درجة الأس الهيدروجينى لوسط لنشاط ، درجة الحرارة والتى يجب ألا تتجاوز ٤٠م°، تركيز الأنزيم وأخيرا زمن التنظيف. وإنزيم البنكرياتين لكى يصل لقمة نشاطه يتطلب وسط أسه الهيدروجنى pH7.8 ولتوفير هذا الوسط يتم الاستعانة بأحد المحاليل المنظمة للأس الهيدروجينى[٧].

الجانب التجريبى:

إن إجراء تجارب لإستخدام الإنزيمات على عينات من النسيج التجريبى قبل تطبيق إستخدام الإنزيمات على المنسوجات الأثرية أمر فى غاية الأهمية، حيث يساعد فى قياس مدى الأمان لتطبيق الإنزيمات على القطع النسجية الأثرية ومدى كفاءتها فى التخلص من الإتساخات المركبة العالقة بها ، كذلك يمهد الجانب التجريبى الطريق أمام صائن المنسوجات الأثرية لتحديد التركيز الأمثل والظروف القياسية لتشغيل الإنزيم من درجة حرارة مناسبة وفترة زمنية ودرجة أس هيدروجينى تصلح لعمل الانزيم .

تم إستخدام خامات نسجية طبيعية خام غير مخلوطة وغير مجهزة (كتان[٨]، صوف[٩]) ، طبقاً لمواصفاتها الواردة بالجدول التالى:

---

(6) Ahmed, H.E. ***Protease enzyme used for artificial ageing on modern cotton fabric for historic textile preservation and restoration.*** *Int. J. Conserv. Sci.* **2013**, *4*, 177–188.

(7) Mohamed Z. M. Salem & **Ibrahim H. M. Ibrahim.,** ***op.cit,*** **p.4-5.**

[٨]نسيج الكتان من إنتاج شركة مانزتكس، المنطقة الصناعية ، الإسكندرية.

[٩]نسيج الصوف من إنتاج شركة جولدن تكس، مدينة العاشر من رمضان ، القاهرة.

نوع النسيج	التركيب النسجي	وزن المتر المربع جم/م٢	عدد خيوط اللحمة/ سم٢	عدد خيوط السداء/سم	قوة الشد كجم/قوة	نسبة الإستطالة %
كتان	نسيج سادة١/١	١١٣	١٣	١٧	٥٦,٥	٦,٩
صوف	نسيج سادة١/١	١٤٨	٢٣	٢٣	١٣,٩	١٢,٦

وذلك لكى تتشابه فى خواصها مع قطعة النسيج الأثرى موضع التطبيق. وقد تم وضع إتساخ مركب (نشوى، دهنى، بروتينى)، حيث تم تجهيز محلول نشا الذرة بتركيز ١% كإتساخ نشوى، ومحلول الكازين بتركيز ١% كإتساخ بروتينى، وزيت الزيتون كإتساخ دهنى. وقد تم وضع ١سم٣ من كل محلول لكل عينة نسجية تم تجهيزها بالمقاسات المعمول طبقاً للأجهزة المتاحة لإختبار قياس قوة الشد ونسبة الإستطالة بمعامل شركة مصر العامرية للغزل والنسيج بالإسكندرية من خلال جهاز رقمى ماركة USTER وطبقاً لمواصفة ASTM standard: D5034, D3822 [١٠]، حيث تم تجهيز العينات بمقاسات ٥سم×٣٠سم.

وبالنسبة لتركيزات إنزيم البنكرياتين[١١] المستخدمة فقد تم إستخدام أربعة تركيزات مختلفة كالآتى:

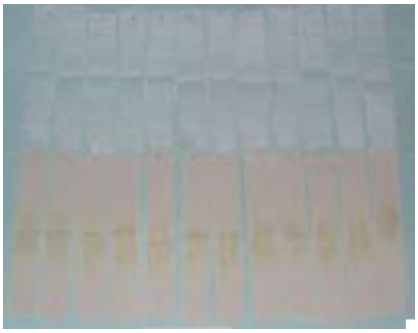
- التركيز الأول← 15ملجم إنزيم/250سم٣ محلول منظم
- التركيز الثانى← 20ملجم إنزيم/250سم٣محلول منظم
- التركيز الثالث← 25ملجم إنزيم/250سم٣ محلول منظم
- التركيز الرابع← 30ملجم إنزيم/250سم٣ محلول منظم

(10) Annual Book of ASTM Standards, 2003, section seven, volume 07.02, U.S.A.

(١١) إنزيم البنكرياتين من إنتاج شركة SIGMA-ALDRICH, USAورقمه طبقاً لمنظمة الإنزيمات Enzyme Commission كالتالى:

pancreatin enzyme (E.C.232-468-9)

وذلك لإستبيان أكثرهم فاعلية فى إزالة الإتساخ وعدم تأثيره بالسلب على خواص النسيج المستخدم بالجانب التجريبى ، ومن ثم يتم تطبيقه على القطعة الأثرية. كما هو موضح بالجداول والأشكال (١-٢).



أ

ب

ج

د

شكل (١) يوضح مراحل الجانب التجريبى

أ) العينات النسجية التجريبية المتسخة

ب) العينات التجريبية ومعالجتها بالإنزيم

ج) وزن العينات لتحديد كمية الإتساخ المُزال

د) إختبار الشد والإستطالة للعينات التجريبية

جدول رقم (١) يوضح نتائج التنظيف بإستخدام إنزيم البنكرياتين لعينات الكتان، بتطبيق تركيزات مختلفة للإنزيم.

تركيزات الإنزيم	متوسط وزن ثلاث عينات قبل وضع الإتساخ بالجرام	متوسط وزن ثلاث عينات بعد وضع الإتساخ بالجرام	متوسط وزن الإتساخ ملليجرام	متوسط وزن ثلاث عينات بعد المعالجة بالإنزيم بالجرام	النسبة المئوية المستخلصة من الإتساخ (التى قام الإنزيم بتحليلها)	متوسط قوة الشد للعينات القياسية كجم / قوة قبل المعالجة	متوسط قوة الشد للعينات بعد المعالجة بالإنزيم كجم / قوة	نسبة الإستطالة للعينات القياسية قبل المعالجة	نسبة الإستطالة للعينات بعد المعالجة بالإنزيم
الأول	2.7248	2.9246	199.8	2.7999	%62.4	56.5	59.51	% 6.9	%8.55
الثانى	2.6888	2.8869	198.1	2.7645	%61.9		63.56		%8.28
الثالث	2.6077	2.8277	220	2.6861	%64.1		62.01		%8.66
الرابع	2.7081	2.9287	220.6	2.7824	%66.3		53.29		%8.38

التركيز الأول← 15ملجم إنزيم/250سم٣ محلول منظم التركيز الثانى← 20ملجم إنزيم/250سم٣محلول منظم التركيز الثالث← 25ملجم إنزيم/250سم٣ محلول منظم

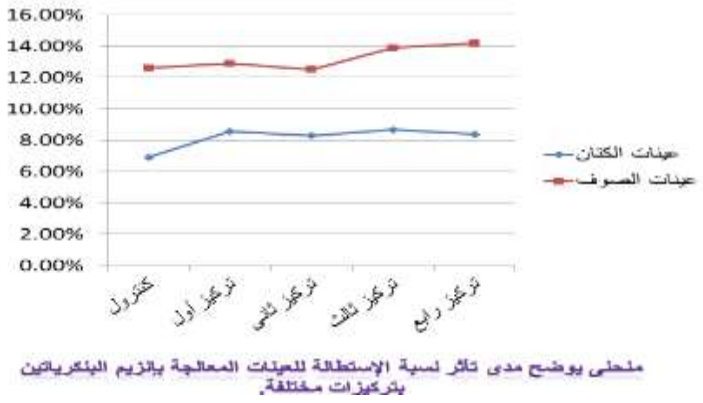
التركيز الرابع← 30ملجم إنزيم/250سم٣ محلول منظ

جدول رقم(٢) يوضح نتائج التنظيف بإستخدام إنزيم البنكرياتين لعينات الصوف ، بتطبيق تركيزات مختلفة للإنزيم.

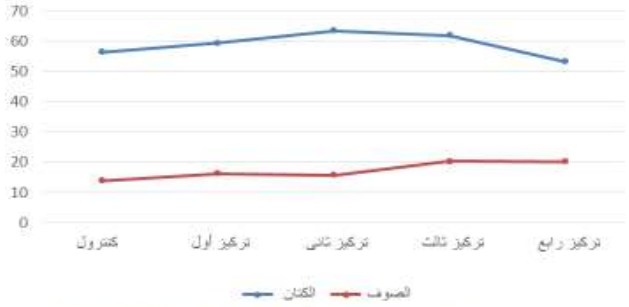
تركيزات الإنزيم	متوسط وزن ثلاث عينات قبل وضع الإتساخ بالجرام	متوسط وزن ثلاث عينات بعد وضع الإتساخ بالجرام	متوسط وزن الإتساخ ملليجرام	متوسط وزن ثلاث عينات بعد المعالجة بالإنزيم بالجرام	النسبة المئوية المستخلصة من الإتساخ (التى قام الإنزيم بتحليلها)	متوسط قوة الشد للعينات القياسية كجم / قوة قبل المعالجة	متوسط قوة الشد للعينات بعد المعالجة بالإنزيم كجم / قوة	نسبة الإستطالة للعينات القياسية قبل المعالجة	نسبة الإستطالة للعينات بعد المعالجة بالإنزيم
الأول	3.9833	4.199	215.7	4.0437	71.9%	13.97	16.34	12.6%	12.89%
الثانى	4.0298	4.2522	222.5	4.0921	72%		15.83		12.50%
الثالث	4.0058	4.2228	217	4.0664	72.1%		20.45		13.88%
الرابع	3.8953	4.1063	211	3.9442	76.8%		20.24		14.18%

التركيز الأول ← 15ملجم إنزيم/250سم٣ محلول منظم التركيز الثانى← 20ملجم إنزيم/250سم٣محلول منظم التركيز الثالث← 25ملجم إنزيم/250سم٣ محلول منظم

التركيز الرابع← 30ملجم إنزيم/250سم٣ محلول منظم



منحنى يوضح مدى تأثر نسبة الإستطالة للعينات المعالجة بإنزيم البنكرياتين بتركيزات مختلفة.



منحنى يوضح مدى تأثر قوة الشد للعينات المعالجة . بإنزيم البنكرياتين بتركيزات مختلفة

شكل (٢) يوضح مدى تأثر قوة الشد ونسبة الإستطالة للعينات النسجية المعالة بتركيزات مختلفة بإنزيم البنكرياتين

إستنتاجات مما ورد بجداول المعالجة بالإنزيم من بيانات:

١- عينات الكتان لم تتأثر قوة الشد فيها وكذلك نسبة الإستطالة بالسلب نتيجة المعالجة بالإنزيم بتركيزات مختلفة.

٣. لم تتأثر قوة الشد والإستطالة لعينات الصوف بالسلب نتيجة المعالجة بالإنزيم بتركيزات مختلفة.

٤- التركيزات المختلفة للإنزيم أعطت كفاءة متقاربة في إزالة الاتساخات العالقة بالعينات النسجية وذلك بناءً على حساب كمية المستنفذ من وزن الإتساخ لكل مجموعة نسجية ، حيث كان متوسط المستنفذ من الإتساخ بالتركيزات المختلفة للإنزيم كانت كالتالى

٦٧,١٥% للتركيز الأول، ٦٦,٩٥% للتركيز الثانى، ٦٨,١% للتركيز الثالث و٧١,٥٥% للتركيز الرابع، أى أن زيادة المستنفذ من الإتساخ لا تتناسب طردياً بالقدر المناسب مع زيادة تركيز الإنزيم، وبناءً عليه تم إختيار أقل التركيزات لإتمام الجانب التطبيقي على القطعة الأثرية ، حتى لا نواجه صعوبة في إزالة بقايا الإنزيم بروتينية التركيب من القطعة الأثرية وكذلك لا نهدر المزيد من خامة الإنزيم.

الجانب التطبيقى

وصف القطعة النسجية موضع التطبيق:

قطعة نسيج كتانية تزدان بشريطين زخرفيين منسوجين بأسلوب اللحمات غير الممتدة تمثل زخرفة نباتية بلون بنى.

- **التأريخ** : القرن الثالث الميلادى.
- **مادة الصنع** : الكتان والصوف
- **مكان الحفظ:** متحف كلية الآداب جامعة الإسكندرية تحت رقم ١٣٨٩ [١٢].
- **الأبعاد:** ٤٣ × ٧٠سم
- **عدد خيوط السداء:** ٢٢ خيط / سم ، **عدد خيوط اللحمة** : ١٧خيط/ سم .

الفحوص والتحاليل العلمية:

أولاً : فحص الألياف :

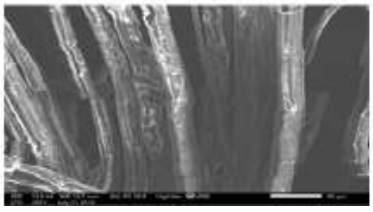
تم إجراء فحص وتحليل للتراكيب النسجية المستخدمة بالقطعة من خلال نظارة النسيج المكبرة، وقد تبين أن التركيب النسجى السادة ١/١ إستخدم بالأجزاء الخارجية المحيطة بالشريطين الزخرفيين، ونسيج السلة ٢/٢ بالجزء الواقع ما بين الشريطين الزخرفيين، والتركيب النسجى السادة ١/١ الممتد فى إتجاه اللحمة لتنفيذ الشريطين الزخرفيين.

[١٢] سجل متحف كلية الآداب – جامعة الإسكندرية.

تم إجراء فحص ميكروسكوبى بإستخدام الميكروسكوب الإلكترونى الماسح Scanning Electron Microscope(SEM) لكلاً من المظهر الطولى لخيوط السداء واللحمة المستخدمة فى القطعة وذلك لتحديد نوع الألياف وإتجاه برم الخيوط ، وذلك بوحدة الميكروسكوب الإلكترونى الماسح بكلية العلوم جامعة الإسكندرية ، حيث تم أخذ عينات للخيوط من أماكن غير ظاهرة من القطعة بحجم رأس الدبوس وتم تجهيزها من قِبل فنى الوحدة لتكون جاهزة للفحص الميكروسكوبى من خلال عمل كوتنج ذهب لكل عينة، وأُجرى الفحص بتاريخ ١يوليو ٢٠١٩م.

وقد تبين من خلال الفحص لإتجاه برم الخيوط أن خيوط السداء تم برمها جهة اليسار على هيئة حرف "S" ، وأنها ألياف كتانية بما يميز ألياف الكتان من تواجد فواصل عرضية بإمتداد مظهرها الطولى ، شكل رقم (٤،٣).

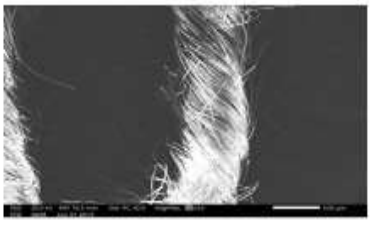
شكل(٣) يوضح إتجاه برم خيوط السداء



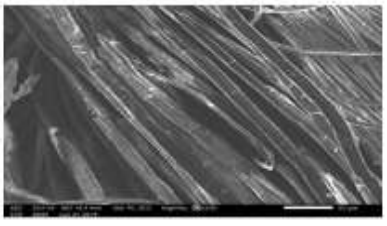
شكل(٤) يوضح المظهر السطحي لخيوط السداء

فحص الباحث

وتبين أن خيوط اللحمة تم برمها جهة اليسار على هيئة حرف "S" ، وأنها ألياف كتانية بما يميزها من فواصل عرضية بإمتداد مظهرها الطولى، شكل رقم(٦،٥).



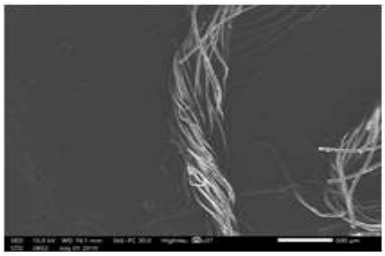
شكل(٥) يوضح اتجاه برم خيوط اللحمة



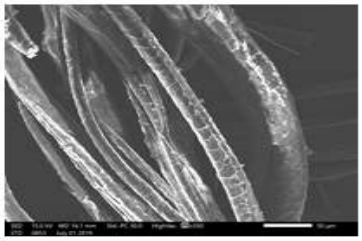
شكل(٦) يوضح المظهر السطحي لخيوط اللحمة

فحص الباحث

وبالنسبة لخيوط اللحمة الزخرفية فقد تم برمها جهة اليسار على هيئة حرف "S" ، واتضح أنها ألياف صوفية، بما يميز ألياف الصوف من تواجد حراشيف على إمتداد مظهرها الطولى، شكل رقم (٧،٨).



شكل(٧) يوضح إتجاه برم خيوط اللحمة الزخرفية



شكل (٨) يوضح المظهر السطحى لخيوط اللحمة الزخرفية

فحص الباحث

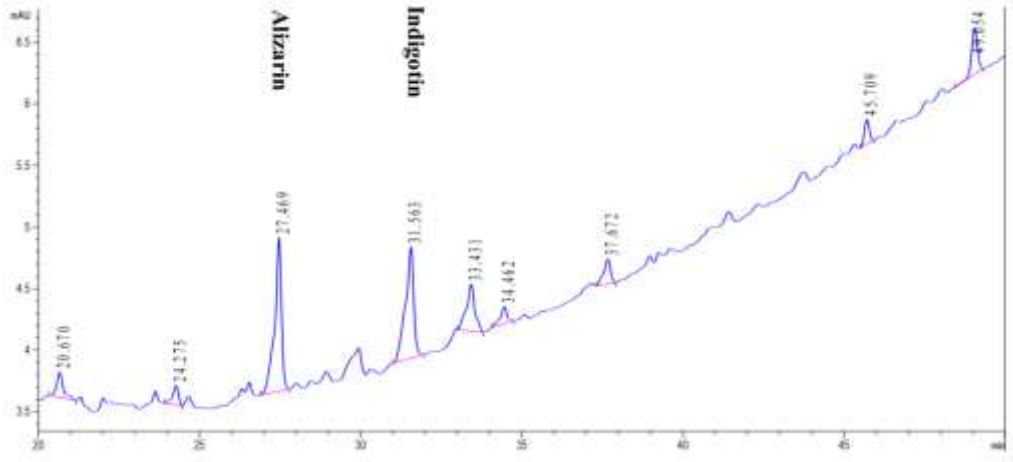
ثانيًا: التحليل الكروماتوجرافى للصبغة

تجهيز العينة: عينة من الألياف المصبوغة وزنها ٣-٥ مجم تم تجميعها من البقايا المتساقطة الناتجة عن الإصابة الحشرية تم إذابتها فى ٠,٥ سم^{٣} حامض Trifluoroacetic acid(TFA) عيارية 2M ، حيث تم الإحتفاظ بالعينة فى حمام مائى لمدة ١٠ دقائق عند ٦٠م^{٥} تلاه تبريد العينة لدرجة حرارة الغرفة ليتم تبخير TFA ، تم أخذ الراسب الجاف للعينة وتم إذابته فى 0.5 سم^{٣} داى مثيل سلفوكسيد (DMSO) وتم تسخين العينة المذابة فى حمام مائى ٦٠م^{٥} لمدة ٢٠ دقيقة ، تلاها فلترة وتنقية العينة من الشوائب ليتم حقنها فى الجهاز [١٣] ، لتظهر النتائج كما بالجدول رقم (٣) والأشكال أرقام(٩،١٠).

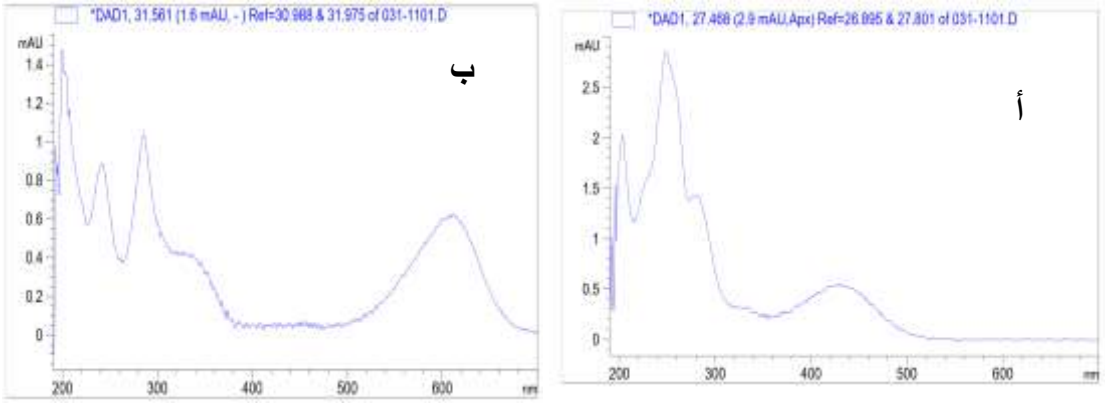
[13] Harby E. Ahmed, Ibrahim F. Tahoun, Ibrahim Elkholy, Adel B. Shehata, Yassin Ziddan **"Identification of natural dyes in rare Coptic textile using HPLC-DAD and mass spectroscopy in museum of Faculty of Arts, Alexandria University, Egypt**" Dyes and Pigments 145(2017) p.488.

Sample No	RT	Absorbance maxima	Component	Dye
1	27.46	248,278,428	Alizarin	Madder and Woad or Indigo
	31.56	242,285,330,610	Indigotin	

جدول (٣) يوضح ملخص نتائج التحليل الكروماتوجرافى للصبغة.



شكل (٩) نمط التحليل الكروماتوجرافى لمستخلص الصبغة المذاب فى TFA.



شكل (١٠) طيف الإمتصاص Absorbance spectra لمركب(أ) الإليزارين ،(ب) الإنديجوتين.

من خلال ما سبق يمكن ملاحظة ثلاثة قيم للإمتصاص تظهر عند وقت إستبقاء retention time 27.46 وهى كالتالى 248,278,428 وهى خاصة بالمركب الصبغى الإليزارين ، وكذلك تظهر أربعة قيم للإمتصاص عند وقت إستبقاء 31.56 وهى كالتالى 242,285,330,610 وهى خاصة بالمركب الصبغى الإنديجوتين، والتى يستنتج منها أن الصبغة المتواجدة بالقطعة من المحتمل أن تكون خليط من صبغة الفوة والوسمة أو صبغة الفوة والنيلة.

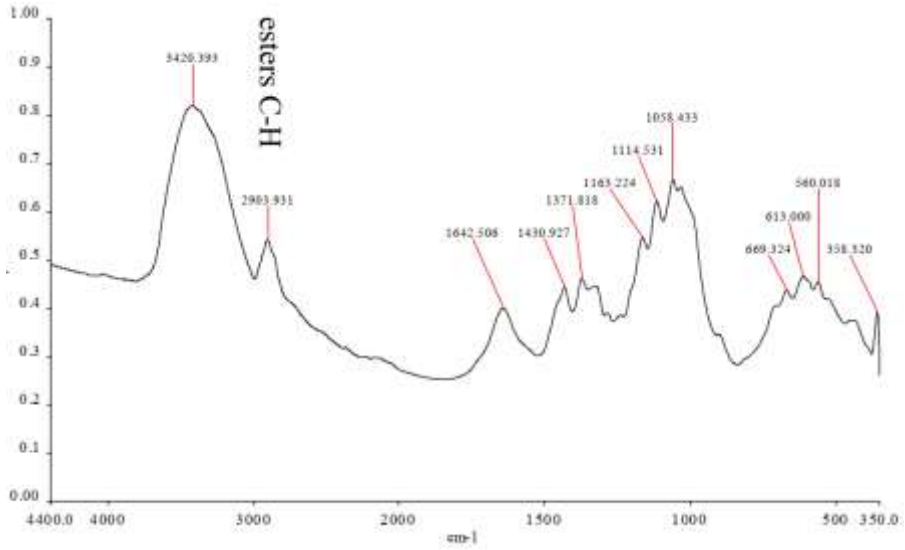
ثالثا: تحليل المرسخ المستخدم مع الصبغة

تم فحص مركب المرسخ من خلال حيود الأشعة السينية XRD ، وإتضح أن تركيبه كبريتات الحديد المائية $Fe2(SO_4)_3.!H_2O$ Iron Sulfate Hydrate .

رابعاً:تحليل الإتساخ المتواجد بالقطعة

الإتساخات العضوية بالمنسوجات الأثرية غالباً ما تكون ناتجة عن إستخدام تلك المنسوجات كملبس فرُهم الإنسان يحتوى على أحماض دهنية وجليسريدات ثلاثية بنسبة ٥٧,٥% وشمع إسترات بنسبة ٢٦% وسكوالين"هيدروكربون غير مشبع" بنسبة ١٢% [١٤] ، ولتحديد نوع الإتساخ تم عمل تحليل Fourier Transform Infrared (FT-IR) Spectroscopy للتعرف على المجاميع الوظيفية والتى من خلالها يمكن تحديد تركيب الإتساخ ، حيث إتضح تواجد مجموعة إستر (C-H) ظهرت عند عدد موجى(cm^{-1} ٢٩٠٣) كما يتضح بالشكل رقم (١١) بما يعطى مؤشر أن الإتساخ يحتوى على مواد دهنية قد تكون ناتجة عن زُهم الإنسان.

(14) Marianna Lovászi, Andrea Szegedi, Christos C. Zouboulis & Dániel Törőcsik" ***Sebaceous-immunobiology is orchestrated by sebum lipids"*** *DERMATO-ENDOCRINOLOGY 2018*, VOL. 9, NO.1, p.1.



شكل (١١) يوضح نمط FTIR لعينة الإتساخ المتواجد بالقطعة .

الوضع الراهن للقطعة النسجية:

القطعة النسجية تم حفظها بالفترينة رقم ٦٢ بمتحف كلية الآداب جامعة الإسكندرية بأسلوب غير علمى، حيث تم عرضها فى هيئة مطوية لثلاث طيات على أرضية من نسيج القطيفة الصناعية الألياف، ونتيجة لصدور قرار المجلس الأعلى للآثار بإغلاق المتحف عقب ثورة ٢٥ يناير ٢٠١١م لعدم توافر وسائل التأمين اللازمة لسلامة المتحف ومازال قرار الغلق حتى تاريخه، مما تسبب فى عدم المتابعة الدورية للمقتنيات الأثرية المحفوظة به بإستثناء مجهودات فردية من قِبَل بعض الباحثين لترميم بعض القطع المحفوظة بالمتحف.

إن إغلاق المتحف كان له أكبر الأثر السلبى على سلامة المقتنيات المتحفية بصفة عامة والمنسوجات الأثرية بصفة خاصة والصوفية منها بشكل شديد الخصوصية ، حيث أدى عدم توافر الظروف المثالية للعرض المتحفي من درجات حرارة ورطوبة نسبية مناسبة بالإضافة لعدم توافر المتابعة المستمرة علاوة على فترات الإظلام الدائم بالمتحف والتى تسببت فى نشاط خنفساء السجاد Anthrenus Verbasci وتدميرها للأشرطة الزخرفية الصوفية شبه الكامل وقد تم تعريف الحشرة وتوصيفها بناءً على ما ورد فى تقارير المتابعة للمتحف من قِبَل اللجنة التى تم تشكيلها من وزارة الآثار بناء على طلب من عميد

كلية الآداب إثر تدهور ظروف الحفظ بالمتحف نظراً للإغلاق عام ٢٠١٢م، وكذلك الشكل الظاهرى ليرقاتها سواءً اليرقات النافقة على القطعة إثر تبخيرها عام ٢٠١٢م أو اليرقات التى كانت ماتزال تتغذى على الأشرطة الصوفية أثناء بداية معاينة القطعة والتى بدأت نشاطها كدورة حياة جديدة لبويضات الحشرات الأم عام ٢٠١٧م، شكل رقم (12 أ،ب،جـ،د)، فخنفساء السجاد تتسبب فى إحداث أضرار كثيرة للمنسوجات الأثرية ذات الأصل الصوفى وكذلك الغراء الحيوانى والريش والجلود ، حيث يمثل طَوِر اليرقة أخطر الأطوار والذى يبلغ طول الحشرة فيه حوالى ٧مم وتتميز بالجسم الزغبي. وأنثى الحشرة تتضع حوالى ١٠٠بيضة أو أكثر من بيض أبيض اللون ويستغرق فترة من ٨–١٥ يوم لكى يفقس اعتمادا على النوع والظروف البيئية المحيطة ، وتبدأ اليرقة دورها المدمر مع بداية فقس البيض متجنبة الإضاءة.[١٥] فالمنسوجات الأثرية تصاب بالتلف البيولوجى لكون عناصرها المكونة تمثل مواد غذائية مثالية لكثير من الكائنات الحية الدقيقة والحشرات. وغالباً مانجد أن المنسوجات المصنعة من مواد بروتينية كيراتينية كالصوف والفرو والريش عرضة للهجوم الحشرى أكثر من التلف بالكائنات الحية الدقيقة ، بينما نجد أن الألياف السليلوزية كالقطن والكتان أكثر عرضة للتلف بالكائنات الحية الدقيقة خاصة بالأجواء الرطبة [١٦].

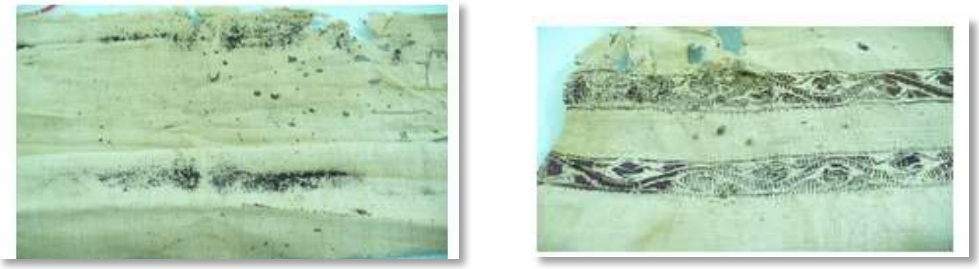
ويجب التأكيد على مبدأ أساسى فى مقاومة الإصابات الحشرية للمقتنيات المتحفية ، بأن مقاومة الحشرة بالمبيدات الحشرية لمرة واحدة غير كافى وذلك لأن المبيد الحشرى يقضى على الطور اليرقى المتواجد بالقطعة، ولكن ما وضعته الحشرة من بيض قد يفقس مرة أخرى بادئً دورة حياة جديدة، وهذا ما حدث بالمتحف ، حيث تمت عملية تبخير للفتارين بإستخدام الثيمول لمرة واحدة عام ٢٠١٢م ، وبالتالى تم القضاء على يرقات الحشرات دون متابعة دورات الحياة الجديدة الناتجة من فقس ما وضعته الحشرات من بويضات، وكان لابد أن تستمر المقاومة لفترة من الزمن حتى يتم التأكد من القضاء على الحشرة بكل أطوارها، شكل رقم (١٣أ،ب).

---

(15) Kumar.S & khamashon.L &, Pandey.P., "***Life Cycle of Museum Pest Anthrenus Flavipes(LEC)(Coleoptra:Dermistidae),*** American journal of research communication, vol. 1(5),2013, p. 213.

(16) Balazsy, A. T., & Eastop, D., ***op.cit***, p.292.

(أ) (ب)



(ج) (د)

شكل(١٢) يوضح إنتشار يرقات خنفساء السجاد وما أدت إليه من إتلاف للأشرطة الزخرفية...
تصوير الباحث.

(أ) (ب)

شكل(١٣ أ، ب) يوضح معدل التدهور السريع للقطعة خلال الفترة الزمنية من(٢٠١٠-٢٠١٧م) ، قبل صدور قرار إغلاق المتحف إبان أحداث ٢٥ يناير ٢٠١١م....**تصوير الباحث.**

أولاً: التنظيف الميكانيكى بفرش ناعمة

إن أول خطوة في التنظيف الفعلي تبدأ بالتنظيف بإستعمال فرش ناعمة، كنوع من أساليب التنظيف الميكانيكى، حيث ينصح بأن تزال الأتربة والمواد الغريبة بإستعمال فرش ذات شعيرات بروتينية دقيقة دونما أي ضغط يذكر[١٧]، فالقطعة موضع الدراسة أصيبت بإصابات حشرية لحشرة خنفساء السجاد والتى تركت مخلفاتها سواءً إفرازات أو بويضات أو بقايا الألياف الصوفية المتآكلة. وبالتالى أفادت خطوة التنظيف بإستعمال الفرشاة الناعمة فى التخلص من كافة تلك المظاهر[١٨].

تلى تلك الخطوة وضع القطعة الأثرية في صندوق خشبي مغلف بالبولي إيثلين ، وذلك لتبخير القطعة بالثيمول Thymol (2-hydroxy-1-isopropyl-4-methylbenzene) والذى يتبخر فى درجة حرارة الغرفة من حالته الصلبة [١٩] ، شكل (١٤ أ،ب).

(أ) (ب)

شكل(١٤) يوضح التدخل المبدئى من خلال التنظيف بالفرشاة والتبخير بالثيمول ..

تصوير الباحث.

(17) King, R. R., "***Textile Identification, Conservation, and Preservation***" Noyes publication. U.S.A, 1985, p. 190.
(18) Kumar.D & Shah.N R., "***Biodeterioration in Textiles***: A REVIEW", International Journal of Interdisciplinary Research in Arts and Humanities (IJIRAH)Volume 3, Issue 1, 2018, p.171.
(19) Balazsy, A. T., & Eastop, D., ***op.cit,*** p.294.

ثانياً : التنظيف الرطب " التنظيف بإنزيم البنكرياتين "

يقصد بالتنظيف الرطب في المقام الأول إستخدام الماء المقطر منفرداً في التنظيف أو مضافاً إليه بعض المواد الأخرى للمساعدة في التنظيف، كإضافة الإنزيمات بأنواعها.[٢٠] فالمبدأ الأساسى من وراء التنظيف الرطب أن الماء يتغلغل بداخل الألياف مسبباً لها إنتفاش وتحرر للإتساخ، وهذا الفعل يمكن زيادته بإضافة بعض الإضافات كالصوابين والتى تساعد على طرد جزيئات الإتساخ من الألياف وعدم السماح لها بالترسب على القطعة النسجية مرة أخرى[٢١]، كذلك يهدف التنظيف الرطب إلى فرد الثنيات والتجاعيد المتواجدة بالنسيج الأثرى دونما أن يحدث تلفاً أو إضعافاً لمادة الأثر[٢٢].

وقد يتسبب الإنتفاش الذى يسببه غمر الألياف الأثرية بالماء فى إحداث تهالك وتفتت لها ، فالألياف الأثرية تصبح أضعف عند بللها وأية حركة لها قد تتسبب فى تمزقها ولهذا لابد من تدعيم النسيج الأثرى أثناء التنظيف الرطب بشبكة إنقاذ [٢٣]، حيث تمت الإستعانة بشبكتين من نسيج الشاش الطبى للعمل كشبكة إنقاذ لقطعة النسيج الأثرية حتى لا تتهالك أثناء التنظيف الرطب ، فالنسيج الأثرى يصبح أكثر ثقلاً بإمتصاصه للماء وذلك نتيجة لزيادة وزن الشعيرات فالألياف البروتينية "الصوف ، الحرير" تمتص الماء بنسبة ١٥٠% من وزنها الأصلي أما الألياف السليلوزية "الكتان ، القطن" فتمتص الماء بنسبة ٣٥% من وزنها الأصلي ، وهذه الزيادة الوزنية ربما تشكل ضغطاً على النسيج وتتسبب في إجهاد وقطع الشعيرات النسجية [٢٤]، ورغم المميزات التى يتمتع بها التنظيف الرطب للمنسوجات الأثرية إلا أنه توجد بعض المآخذ التى تُؤخذ عليه ، حيث إنه قد يتسبب فى تغيير أبعاد القطعة النسجية الأثرية بشكل غير إسترجاعى وقد يُحِدث تلبد لألياف الصوف الأثرية[٢٥].

---

(20) King, R. R., ***op.cit***, p. 191.
(21) Wet cleaning of museum textile, www.costumeandtextile.net.
(22) Kathryn. S & Margaret.T & Ordenz.T., "***Stabilization Method for Textiles from Wet Sites***" journal of field archaeology, vol.22 No.1, 1995, p.82.
(23) Wet cleaning of museum textile, www.costumeandtextile.net
(24) Balazsy, A. T., & Eastop, D, ***op. cit***., p 194.
(25) James W. Rice., ***op.cit***., p. 50.

الخطوات التمهيدية لمرحلة التنظيف الرطب:

تم التَأكُد من عدم إدماء الصبغة بالماء وذلك عن طريق ترطيب قطنة بيضاء يتم وضعها على النسيج المصبوغ والضغط عليها لمدة دقيقة مع ملاحظة إنتقال لون الصبغة إليها من عدمه، ففي حالة إنتقال لون الصبغة إلى القطنة البيضاء يتم إستبعاد التنظيف بالماء، وفي حالة عدم إنتقال أي لون للقطنة يعد دليلاً على عدم تأثير الماء في ثبات الصبغة وبالتالي يتم إستخدامه[٢٦] ، شكل (١٥).

تم تجهيز حمام التنظيف بمساحة تزيد عن مساحة القطعة الأثرية بعشرة سنتيمترات من كل جانب، حتى تسمح بحرية الحركة للقطعة النسجية أثناء الغمر.

تم إجراء غمر للقطعة فى حمام ماء مقطر لمدة خمس دقائق قبل تطبيق إنزيم البنكرياتين فى التنظيف، حيث يساعد الماء المقطر فى إزالة الإتساخات القابلة للذوبان فى الماء كالأملاح والمواد الحامضية الناتجة من التحلل الذاتى لألياف المنسوجات عبر رحلتها مع الزمن ، وبالتالى يتم التخلص من مواد قد تتسبب فى تثبيط نشاط الإنزيم Inhibition of enzyme activity شكل (١٦).

شكل(١٥) يوضح إجراء إختبار ثبات الصبغة تجاه الماء المقطر...**تصوير الباحث** .

شكل(١٦) يوضح غمر القطعة النسجية في حمام التنظيف بالماء المقطر، قبيل المعالجة بالإنزيم للتخلص من الأتربة وغيرها من الإتساخات القابلة للذوبان فى الماء...**تصوير الباحث** .

(26) Balazsy, A. T., & Eastop, D, ***op. cit.***, p 194; King, R.R., ***op. cit.***, p. 191.

تطبيق إنزيم البنكرياتين على القطعة الأثرية:

خامات التجربة:

إنزيم البنكرياتين: Pancreatin Enzyme

من الإنزيمات المحللة للمواد المركبة نظراً لطبيعته المتفردة ، حيث يتركب من إنزيم الليبيز والأميليز والبروتيز(٢٨)، فإنزيم الليبيز له إستخدامات عديدة لإزالة الإتساخات ذات الأصل الدهني من المنسوجات الأثرية كإفرازات الجسم وإستخدم لإزالة إتساخات دهنية من قميص قبطى(٢٩)، وإنزيم الأميليز من الإنزيمات الهامة فى إزالة الإتساخات النشوية كلاصق النشا الذى إستخدم بشكل واسع فى الماضى للصق المنسوجات الأثرية على حوامل من الخشب والكرتون(٣٠)، وإنزيم البروتيز له دور كبير فى إزالة الإتساخات البروتينية من المنسوجات الأثرية كالغراء الحيوانى المستخدم فى تثبيت المنسوجات الأثرية فى الماضى كترميمات خاطئة يجب إزالتها(٣١)، الإنزيم من إنتاج شركة SIGMA-ALDRICH, USA ورقمه العلمى طبقاً لمنظمة الإنزيمات Enzyme Commission هو E.C.232-468-9 (٣٢).

المحلول المنظم للأس الهيدروجينى:

إنزيم البنكرياتين من الإنزيمات التى تتطلب فى نشاطها وسط قلوى pH7.8 لكى يقوم بنشاطه(٣٣) ، ولهذا فقد تمت الإستعانة بمحلول الفوسفات المنظم لكى يوفر هذا

(28) Löhr., M "***Properties of different pancreatin preparations used in pancreatic exocrine insufficiency***" European Journal of Gastroenterology & Hepatology · May 2010, p.1026

(29) Ibrahim. E., et al. "***cleaning of textile Coptic tunic by using lipase enzyme". 5th International Congress*** "science and technology for the safeguard of cultural heritage in the Mediterranean basin, Istanbul, November,2011, p.228.

(30) Harby E. Ahmeda, Fragiskos N. Kolisis "***An investigation into the removal of starch paste adhesives from historical textiles by using the enzyme -amylase***" Journal of Cultural Heritage 12 (2011), p. 169.

(31) Harby E. Ahmed, Fragiskos N. Kolisis "***A study on using of protease for removal of animal glue adhesive in textile conservation"*** Journal of Applied Polymer Science 124(5) · June 2012,p.3556.

(32) https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/p1750

(33) Mohamed Z. M. Salem**,** Ibrahim H. M. Ibrahim**,** Hayssam M. Ali**,** and Hany M. Helmy" ***op.cit***, p.4-5.

الوسط القلوى[٣٤]، فالمحاليل المنظمة تتميز بأن لها قدرة على تثبيت قيمة الأس الهيدروجينى لوسط النشاط فى إطار السعة البفرية Buffer capacity[٣٥] ، والتى تتراوح قيمتها ±١pH.

إن كمية الإتساخات التى سيحررها الإنزيم من القطع النسجية الأثرية لن تتجاوز هذه السعة البفرية، والدليل على ذلك أنه بقياس درجة الأس الهيدروجينى لوسط النشاط مع بداية زمن التنظيف ومع إنتهاءه وجدت عند نفس القيمة بما يضمن إستمرار الإنزيم عند ذات درجة النشاط،

تجهيز محلول الإنزيم:

تم إذابة مسحوق الإنزيم بالمحلول المنظم بتركيز ١٥ملجم إنزيم/٢٥٠مل محلول منظم.

ظروف التجربة:

القطعة الأثرية موضع الدراسة مكونة من نسيج الكتان المنفذ به شريطين زخرفيين من الصوف بأسلوب اللحمات غير الممتدة ومصبوغين بصبغة طبيعية، وبالتالى فنحن نتحدث عن ثلاث خامات متباينة فى خواصها ونقطة تعادلها الكهربى Isoelectric Point والتى يجب على صائن المنسوجات الأثرية أن يضعها نصب عينيه لأنها قد تودى بالقطعة الأثرية إلى التلف وبالصبغات الطبيعية إما إلى الإدماء Bleeding أو تغير درجتها اللونية، فمواد التنظيف القلوية لا تستخدم فى تنظيف المنسوجات الصوفية لأنها ستؤدى إلى تلفها[٣٦].

إن نطقة التعادل الكهربى لألياف الصوف هى تلك النقطة من الأس الهيدروجينى التى تكون عندها المجاميع الحامضية والقلوية لكيراتين الصوف فى توازن إلكتروستاتيكى[٣٧] مما يجعل البروتينات كيميائياً أكثر ثباتاً وإستقراراً عند منطقة تعادلها الكهربى its Isoelectric Region ففيها تكون متعادلة إلكترونيا وتُكَوِن السلاسل

(34) Mohan. C., "***Buffers***" CALBIOCHEM, Germany,2003, p.20.

(35) Hong Li, Fang Liu, Lidong Kang and Mingjie Zheng" ***Study on the buffering capacity of wort" J.*** Inst. Brew. 2016; 122: 138–142.

(36) Tortora, P.G.,"***Understanding Textiles***" 2nd edit, Macmillan publishing, New York, 1982, p.38.

(37) Choudhury, A.K. Roy" ***textile preparation and dyeing***" science publishers, USA,2006, p.20.

البروتينية روابط الملح بين المجاميع مختلفة الشحنة، ولهذا فإن الذوبانية والإنتفاش للبروتين يكونان فى أضيق الحدود عند منطقة التعادل الكهربى، وتوجد بيانات لنقطة التعادل الكهربى للبروتينات البنائية المختلفة، وكمثال فإن نقطة التعادل الكهربى لفيبروين الحرير pH 2.8 وكيراتين الصوف pH 5.6 . ولأهداف صيانة المنسوجات فإن منطقة التعادل الكهربى للمواد البروتينية البنائية كفيبروين الحرير تُقَدر بدرجة أس هيدروجينى pH 3–7، وكيراتين الصوف بدرجة أس هيدروجينى pH 5–7، وهذا لا يعنى أنه لا يوجد تلف كيميائى فى هذا النطاق من الأس الهيدروجينى، بل يعنى أن التلف الكيميائى يكون محدوداً، وبهذا فإن البروتين عندما يتعرض لأس هيدروجينى أقل أو أعلى من منطقة تعادله الكهربى فإن روابط الملح تتمزق وتصبح المادة أكثر عرضة للتلف[٣٨]، فالصوف عبارة عن مادة بروتينية كيراتينية، حيث يتركب بوليمر الصوف من ١٨ حامض أمينى مرتبطة مع بعضها البعض فى سلسلة عديد الببتيد من خلال روابط ببتيدية، ويمكن تحديد الثبات الكيميائى لكيراتين الصوف من خلال الروابط الببتيدية وثنائية الكبريتيد وروابط الملح والروابط الهيدروجينية، ونظرا للإختلافات الكيميائية بجزئ الصوف ، فإنه يصبح عرضة للهجوم الكيميائى عن نظرائه من الألياف الطبيعية الأخرى كالقطن والكتان، فالأوساط الحامضية الخفيفة تعتبر آمنة بقدر كبير على الصوف وذلك نظراً لأن نقطة التعادل الأيونى لكيراتين الصوف تقع عند درجة أس هيدروجينى pH~4.5 وهى درجة الأس الهيدروجينى التى تكون عندها الرابطة الأيونية فى أعلى درجاتها[٣٩].

ونظراً لأن وسط نشاط إنزيم البنكرياتين وسط قلوى pH 7.8 ، فإن إستخدام أسلوب التنظيف بالغمر مع القطعة سوف يلحق الضرر بالشريطين الزخرفيين الصوفيين وما بهما من صبغة طبيعية، فالوسط القلوى المذاب به إنزيم البنكرياتين قد ثبت تأثيره السلبى على الأصباغ الطبيعية وإحداثه إداء وتغير لونى لها من خلال دراسة سلوكه مع عدد ١٤ صبغة طبيعية صبغت بها الألياف الصوفية [٤٠].

(38) Balazsy, A. T., & Eastop., ***op.cit.***, p.43.
(39) Kathryn S. Tarleton, Margaret T.Ordenz., ***op.cit***, p. 82
(40) Mohamed Z. M. Salem & **Ibrahim H. M. Ibrahim.,** ***op.cit,*** **p.8-11.**

وبالتالى كان لابد من إستخدام أسلوب التنظيف الموضعى، حيث تم تطبيق محلول الإنزيم من خلال كمادة قطنية على المناطق الكتانية، مع ترطيب الشريطين الزخرفيين الصوفيين بمحلول الخلات المنظم pH5.6 كوسط يتطابق مع منطة التعادل الكهربى للصوف ويمنع تأثير الهجرة الجانبية للمحلول القلوى المتواجد بالمناطق الكتانية للأشرطة الصوفية شكل (١٨،١٧).

ولكون سرعة نشاط الإنزيمات تتناسب تناسباً طردياً مع الزمن، فقد تُرِكَت الكمادة المشبعة بمحلول الإنزيم مدة ساعة من الزمن، تلاها إزالة الكمادة وما إمتصته من إتساخات قام الإنزيم بتفكيكها (١٩أ، ب، جـ).

شكل(١٧) يوضح معالجة الأشرطة الزخرفية بمحلول الخلات المنظم pH5.6 ...**تصوير الباحث.**

شكل(١٨) يوضح بداية تطبيق محلول الإنزيم على الكمادة القطنية الموضوعة على الأجزاء الكتانية. **.تصوير الباحث.**

(أ)بداية زمن التنظيف بالإنزيم

(ب)إنتهاء زمن التنظيف بالإنزيم

(جـ) إزالة الكمادة المشبعة بالإتساخات

شكل(١٩) يوضح مراحل التنظيف بمحلول الإنزيم بشكل موضعى من خلال الكمادة القطنية... **.تصوير الباحث.**

إزالة بقع صدأ الحديد:

نتيجة لتثبيت بطاقة التعريف بشكل خاطى بواسطة دبوس حديد وما نتج عنه من مركبات صدأ ، تم إستخدام حامض الأوكساليك بتركيز ٢% لإزالة بقع الصدأ، شكل رقم(٢٠ أ، ب)

(أ)

(ب)

شكل (٢٠) يوضح بقع صدأ الحديد الملتصقة بالقطعة وأسلوب تنظيفها بشكل موضعى .

الشطف Rinsing

تُلحق معالجات التنظيف بإستخدام الإنزيمات بعملية الشطف بالماء المقطر لإزالة أية آثار لبقايا الإتساخ المفككة أو أية بقايا لمادة الإنزيم والتي قد تضر بالأثر مستقبلاً، نظرا لكون الإنزيم مادة بروتينية التركيب وبالتالى إن تُرِكت بقاياها عالقة بمادة الأثر ستكون مصدراً مثاليا لغذاء الكائنات الحية الدقيقة وما يتبعها من مظاهر تلف للأثر النسجى، حيث تعتمد مدة الشطف على عدة عوامل منها سمك النسيج ، ونوع المعالجة التي سبقت الشطف وكذلك ما إذا كان الشطف بماء جاري أو في حمام ثابت .

وتُكرر حمامات الشطف حتى يصبح الماء خالياً تماماً من أية جزيئات للإتساخ ، مع التسجيل الدائم لدرجة الأس الهيدروجيني " حامض أو قلوي " حتى تصل القراءة إلى درجة أس هيدروجيني متعادل(pH 7) وهذا يعد دليلاً واضحاً على إزالة كل بقايا مادة الإتساخ ، وقد تم الشطف في خمس حمامات من الماء المقطر مع إجراء إختبار كاشف النينهيدرين للتأكد من خلو ماء الشطف من أية جزيئات لبروتين الإنزيم ، فالنينهيدرين Ninhydrin reagent " triketohydrindene hydrate" عامل أكسدة قوي يتفاعل مع كل الأحماض الأمينية من فصيلة ألفا α –amino acids ليعطي مركب أرجواني اللون[٤١]، ويتم إجراء الإختبار بوضع قليل من ماء الشطف في أنبوبة إختبار ويضاف إليه خمس نقاط من كاشف النينهيدرين ويتم تسخين الأنبوبة في حمام مائي لمدة خمس دقائق، فإذا تلون المحلول باللون الأرجواني دل ذلك على وجود أحماض أمينية في ماء الشطف متناسباً في ذلك عمق اللون الأرجواني طردياً مع تركيز الأحماض الأمينية المتواجدة بالماء، وبالتالى يتم الشطف في حمامات متكررة إلى أن تصبح نتيجة الإختبار سالبة، شكل (٢١).

أ ب ج

شكل(٢١ أ،ب،ج) مراحل الشطف المختلة للقطعة بعد التنظيف.

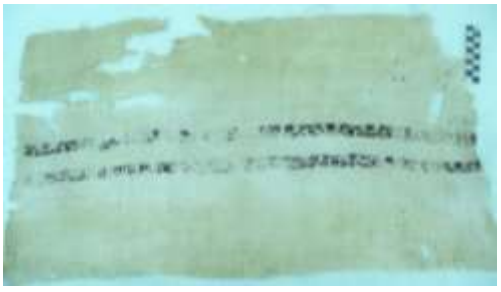
التجفيف:

إن تجفيف النسيج الأثرى يتضمن تبخير الماء الحر ، حتى نحصل على ألياف جافة والتى لا يحدث لها أية تلفيات كيميائية ، فبقاء القطعة النسجية مبتلة لفترة طويلة قد

(41) Plummer, D.T "***An introduction to practical biochemistry***" 2nd edit, MC Graw-Hill Book, Great Britain, 1978, p.136.

يتسبب فى حدوث أخطار لها ، ومن الشروط الهامة التى يجب أن يتخذها الصائن هو الحرص على أن تتم عملية التجفيف دون إستعمال أية كيماويات [٤٢]، ومن هذا المنطلق تم تجفيف القطعة بعد إنتهاء مرحلة الشطف بإستخدام بشاكير قطنية سميكة حتى نتمكن من سحب أكبر قدر ممكن من الماء الممتص بألياف القطعة النسجية، تلاها ترك القطعة النسجية لتجف فى جو الغرفة، شكل (٢٢ أ،ب).

أ



ب

شكل(٢٢ أ،ب) يوضح مراحل تجفيف القطعة بإستخدام البشاكير القطنية.

تقوية وتثبيت القطعة بشغل الإبرة على حامل كتانى:

فى أعمال الصيانة والعرض المتحفى والتخزين للمنسوجات الأثرية، دائماً ما يأتى القرار بثبيت النسيج الأثرى على حامل نسجى أخر، حيث يعمل هذا الحامل كخلفية للنسيج وكذلك كمدعم للمنسوجات المتهالكة، والتى أحياناً ما تترك فراغات تظهر منها الخلفية الكتانية بالأماكن التى فقدت منها الألياف الأساسية.

ولكى تتم هذه المرحلة بنجاح لابد أن تتوافر عدة شروط فى الحامل النسجى المستخدم منها:

١- يوفر الدعم الكافى للقطعة النسجية الأثرية.
٢- يتمتع بالمظهر المتجانس مع مظهر القطعة النسجية الأثرية.
٣- يتوافر فيه القوة الكافية بمرور الوقت ليتحمل وزن القطعة الأثرية المثبتة عليه.

(٤٢) Kathryn. S & Margaret.T & Ordenz.T., ***op.cit***, p. 83.

٤- لا يحتوى على أية مواد قد تتسبب فى أضرار للقطعة النسجية الأثرية حالاً أو مستقبلاً، كمواد التنشية والتبييض وزيوت الغزل وغيرها من الشوائب التى قد تعلق بالألياف من عمليات الصناعة.

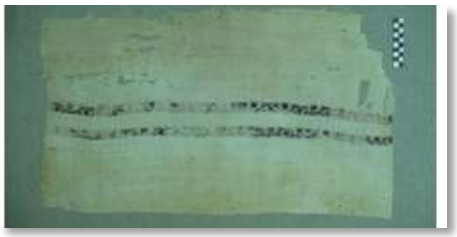
كذلك لابد من تجنب التثبيت على الأسطح الحكاكة والخشنة ، فالإحتكاك البسيط قد يتسبب فى قطوع وبرى لسطح القطعة النسجية الأثرية خاصة إذا تم عرضها أو تخزينها فى وضع رأسى ، حيث تعمل الجاذبية الأرضية على جذب الأسطح تجاه بعضها مسببة فى تآكل السطح الأضعف ـ سطح القطعة النسجية الأثرية ـ [٤٣].

ونظراً لتوافر الشروط السابقة فى نسيج الكتان الخام ، تم تجهيز حامل كتانى بأبعاد مناسبة لأبعاد القطعة، حيث تم تثبيت القطعة النسجية عليه بشغل الإبرة، حيث إستخدم على نطاق واسع فى ترميم المنسوجات الأثرية وذلك لأنه تكنيك متعدد الأغراض، فقد يستخدم لترميم التمزقات والتثبيت على الحامل وتنميق القطع النسجية[٤٤].

بإستخدام إبر غاية فى الدقة حتى يسهل عليها المرور خلال القطعة النسجية دون إحداث أية تلفيات، ومن خلال غرز السراجة المتنوعة كغرزة النباتة stab stitch لتثبيت المناطق الداخلية ، وغرزة رجل الغراب herring bone stitch لتثبيت أماكن التمزقات ، وغرزة اللفق basting stitch لتثبيت الحواف المكتملة البراسل، وغرزة البطانية blanket stitch لتثبيت الحواف بالمناطق المتنسلة لكى تحد من تنسيلها[٤٥] وكذلك الغرزة المنبطحة laid couching لتثبيت الخيوط الأثرية المفككة [٤٦] .وبإستخدام شعيرات الحرير الطبيعى شكل (٢٣ أ، ب).

(43) Simpson, L.P., " ***Abrasive of Certain Backing Fabrics for Supporting Historic Textiles***" journal of the American institute for conservation, vol.30, No. 2, 1991, p.180.
(44) Schon. M.," ***the mechanical and supporting effect of stitches in textile conservation***" University of Gothenburg, Sweden,2017, p.5.
(45) Landi, S., "***The Textile Conservators Manual***" 1st edit, Butterworth, London, 1985, p. 105.
(46) Corah. G.," ***textile conservation deterioration of materials***" thesis, faculty of fine and applied Arts, Rochester institute of technology, New York,1977, p.108.

(أ)



(ب)

شكل(٢٣) يوضح مرحلة التثبيت المبدئى والنهائى للقطعة النسجية على الحامل الكتانى...تصوير الباحث.

النتائج والمناقشة:

– صيانة المنسوجات الأثرية تهدف فى المقام الأول للحفاظ عليها لأطول أمد مستقبلى، حيث تتضمن الصيانة القيام ببعض الأعمال كالفحص والتوثيق والمعالجة بالتدخل والصيانة الوقائية، مدعمة كل هذه الأعمال بالبحث والدراسة والتعلم[٤٧]، ومن واقع التعريف السابق كان من واجبات صائن المنسوجات أن يقوم بالبحث والدراسة لكل ما هو منتج علمى جديد، وذلك لتطويعه فى خدمة التراث النسجى وإستخدامه بشكل آمن لا يعقبه أية تأثيرات سلبية لمادة الأثر.

– تأثرت مناطق الإتساخ الدهنى بالقطعة بمواد أخرى غريبة كالأتربة، فالإتساخات الدهنية والزيوت والشحوم لها قدرة كبيرة على على طمر أنواع أخرى من الإتساخات مما يسرع من تلف القطع النسجية الأثرية[٤٨]، مما يستدعى سرعة التدخل بالعلاج لإزالة مثل هذه الأنواع من الإتساخات.

– عوامل ومظاهر التلف للمقتنيات النسجية تعمل مجتمعة وليست فرادى، ففى القطعة موضع التطبيق تسببت ظروف الحفظ غير الملائمة من درجات حرارة ورطوبة وإضاءة بالإضافة لغياب المتابعة المستمرة إلى إنتشار الإصابات الحشرية بالقطعة والتى أدت بالأشرطة الزخرفية الصوفية للتدمير شبه الكامل.

–إختص النساج القديم ألياف الصوف بعملية الصباغة الطبيعية بمعظم القطع النسجية، حيث قام بنسج القطع النسجية بألياف الكتان والقطن كألياف سليلوزية ونسج الأشرطة

(47) ASTM Designation: ***op.cit***, p.686.
(48) Balazsy, A. T., & Eastop., ***op.cit.***, p.١٥٨.

الزخرفية بخامة الصوف من خلال أسلوب اللحمات غير الممتدة، فبوليمر الصوف هو عديد ببتيد به العديد من المواقع النشطة والتى من خلالها يمكن أن ترتبط الصبغة باللويفة عن طريق الرابطة التساهمية والأيونية مع مجموعة الأمين والكربوكسيل فى نهاية سلسلة البوليمر (٤٩).

– من خلال الجانب التجريبى يتضح مدى الكفاءة العالية لإنزيم البنكرياتين فى إزالة الإتساخ المركب من أكثر من مادة عضوية كالنشا والدهن والبروتين وبالتالى سيشغل مكانة مستقبلية كبيرة فى ترميم الآثار، حيث أنه الإنزيم الوحيد الذى بمقدوره القيام بهذا الدور لأنه يتركب من خليط إنزيمات البروتيز Protease، الليبيزLipase ، الألفا أميليز α-amylase (٥٠).

–لم تتأثر قوة الشد ونسبة الإستطالة لعينات الكتان والصوف موضع الجانب التجريبى نتيجة المعالجة بإنزيم البنكرياتين، مما يعطى مؤشر نسبى لأمان إستخدام الإنزيم مع المنسوجات الأثرية الكتانية. وبالنسبة لتأثير المعالجة بإنزيم البنكرياتين على ألياف الصوف فتحتاج مزيد من البحث فى دراسات تطبيقية لاحقة، فألياف الصوف تتركب من حوالى ٩٧%بروتين و١%دهون، وإنزيم الليبيز المتواجد ضمن تركيب البنكرياتين يقوم بإزالة الدهون من الطبقة الخارجية لبوليمر لويفة الصوف (٥١). وكذلك قد يقوم إنزيم البروتيز المتواجد فى تركيب انزيم البنكرياتين بتحليل السلسلة البروتينية لبوليمر كيراتين الصوف(٥٢). فالكيراتين عديد ببتيد مقاوم للتحلل الإنزيمى عدا التحلل بواسطة الإنزيمات المحللة للبروتين (٥٣).

---

(49) Mohd .Y, Faqeer .M, Mohd .S & Mohd .A .Kh" ***Eco-dyeing of wool with Rubia cordifolia root extract: Assessment of the effect of Acacia catechu as biomordant on color and fastness properties"*** Textiles and Clothing Sustainability (2016), p.7.

(50) Terra.A .G, Ramos.M.V .F, Trevisan.M.G & Garcia,J .S" ***Evaluation of pancreatin stability through enzyme activity determination***" Acta Pharm. **66** (2016), p.423.

(51) Kiro .M, Aco. J, Darko. A, Sonja.J, Stevan. G& Ivan. I" ***Enzymatic treatment of wool fabrics with lipase in the improvement of some properties of wool fabrics"*** Tekstilan Industrija · Broj 1 · 2020, p.5.

(52) Yasutoyo .N & Tetsusaburo .N ***"Enzymic Digestion of Feather Keratin and its Derivatives***" Agricultural and Biological Chemistry, Vol. 35, No. 7, 1971, p.1040.

(53) Itisha Singh & R. K. S. Kushwaha" ***Keratinases and microbial degradation of Keratin"*** Advances in Applied Science Research, 2015, 6(2), p.74.

– يتم قياس نشاط الإنزيمات بوحدة نشاط Unit of activity(U) ويمكن تعريفها بأنها كمية الإنزيم اللازمة لتحويل ١ميكرومول من مادة التفاعل(الإتساخ) إلى ناتج تفاعل فى زمن قدره دقيقة واحدة [٥٤]. وبالنسبة لإنزيم البنكرياتين فالوضع مختلف لأن الإنزيم يتركب من ثلاثة إنزيمات والتى بدورها تتفاعل مع ثلاث مواد مختلفة التركيب ، وبالتالى لاتوجد له وحدة نشاط محددة وإستعضنا عنها بذكر عدد المليجرامات المستخدمة من مادة الإنزيم.

– يتم تعريف السرعة القصوى للإنزيم (V_{max}) Maximum Velocity بأنها سرعة نشاط الإنزيم عند تركيز ثابت من مادة التفاعل(الإتساخ) [٥٥] ، وبمقارنة فاعلية الإنزيم فى إزالة الإتساخات من العينات التجريبية نجد أن السرعة القصوى للإنزيم متقاربة بين الأربع تركيزات وبالتالى فلا حاجة لزيادة التركيز عن التركيز الأول، وهو ١٥ملجم/٢٥٠مل لإتمام مرحلة التنظيف بالقطعة الأثرية.

– إن تحديد تركيب الإتساخ العالق بالقطعة النسجية أمر فى غاية الأهمية ، حيث إنه يتم بناء عليه تحديد الإنزيم المناسب لإتمام التنظيف. ولكن فى حالة إستخدام إنزيم البنكرياتين سيكون الأمر أكثر يسراً لأنه بمقدوره التعامل مع أكثر من مادة إتساخ.

– معالجة الأشرطة النسجية الصوفية المصبوغة بالأصباغ الطبيعية بوسط قلوى كما فى وسط نشاط إنزيم البنكرياتين pH7.8 أمر شديد الخطورة، لأنه يجب معالجة الألياف النسجية الصوفية عند نقط تعادلها الكهربى Isoelectric Point(IP) وهى تلك الدرجة من الأس الهيدروجينى التى تتساوى فيها الشحنات الموجبة مع الشحنات السالبة على اللويفة، ففى درجة الأس الهيدروجينى الأعلى من نقطة التعادل الكهربى تحمل اللويفة شحنة سالبة [٥٦] . وبالتالى لا يمكنها الإحتفاظ بالصبغة الطبيعية ويحدث تنافر فيما بينهما ينتهى بإدماء الصبغة ، فمعظم الصبغات الطبيعية تكون سالبة الشحنة.

---

(54) Yang.M, Luo.M & Xian.X "***Adapting the usage of enzyme unit to its definition"*** Journal of Chongqing University, Vol. 10 No. 1, March 2011, p.23.

(55) Todd P. Silverstein "***When Both Km and Vmax Are Altered, Is the Enzyme Inhibited or Activated?",*** Biochemistry and Molecular Biology Education, March 2019, p.1.

(56) Meihui.M, Xianfeng. W, Chong.G, Tao.Z & Wenyao.L., "***A Feasible Method Applied to One-Bath Process of Wool/Acrylic Blended Fabrics with Novel Heterocyclic Reactive Dyes and Application Properties of Dyed Textiles"*** Polymers 2020, 12, 285, p.9.

– أوضح التحليل الكروماتوجرافى للصبغة أنها تتركب من خليط النيلة والفوة أوالوسمة والفوة، وصبغة النيلة والوسمة صبغتين زرقاوتين مع صبغة الفوة الحمراء فما علاقتهما بلون الصبغة البنى، ولتفسير هذه النتيجة الملفتة للإنتباه لابد من أمرين أولهما: عمل تحليل كروماتوجرافى مزود بوحدة تحليل بمطياف الكتلة المزدوج LCMS/MS وهذا التحليل لم يتح عمله نظراً لصعوبة توفير عينة نسجية أخرى وثانيهما: الإستناد إلى رأى Schunck بأن صبغة النيلة تحتوى على خمس مركبات صبغية بنية اللون ومنها الإندريتين Indiretin، وبالتالى يكون اللون البنى للصبغة راجع إليه [٥٧]. وقد استند ألفريد لوكاس لنفس الرأى فى تفسير اللون البنى الداكن لملابس عثر عليها بمقبرة تحتمس الثالث بأنها قد تكون خليط من النيلة والفوة[٥٨].

– إن محاولة تطويع إنزيم البنكرياتين لإزالة الإتساخات المركبة العالقة بالمنسوجات الأثرية تجربة هى الأولى من نوعها، والتى أرجو أن أكون قد وفقت فى عرضها بشكل علمى لائق راجياً أن تُستكمل هذه التجربة فى دراسات لاحقة، ليصبح إستخدام إنزيم البنكرياتين كُل مُتكامِل بين يدىّ الصائنين.

(57) Christopher.R.,” ***The Cultivation, Manufacture, And Uses Of Indigo***” Journal of the society of Arts, volume 48, No.2472,1900, p.424.

(58) A. Lucas, J.R. Harris., “***ancient Egyptian material and industries***” New York, 1926, p.152.

قائمة المراجع :

١. سجل متحف كلية الآداب –جامعة الإسكندرية .

2. A. Lucas, J.R. Harris "***ancient Egyptian material and industries***" New York.

3. Ahmed, H.E. ***Protease enzyme used for artificial ageing on modern cotton fabric for historic textile preservation and restoration.*** *Int. J. Conserv. Sci.* **2013**, *4.*

4. Annual Book of ASTM Standards, 2003, section seven, volume 07.02, U.S.A.

5. ***ASTM Designation: D 5038-01, annual book of ASTM standards***, section seven, volume 07.02,2003, U.S.A.

6. Balazsy, A. T., & Eastop, D., ***Chemical principles of textile conservation***", 1st edit, Butterworth, Heinemann, London, Great Britain, 1998.

7. Choudhury, A.K.Roy " ***textile preparation and dyeing***" science publishers, USA,2006.

8. Christopher.R.," ***The Cultivation, Manufacture, And Uses Of Indigo***" Journal of the society of Arts, volume 48, No.2472,1900.

9. Corah. G.,**"** ***textile conservation deterioration of materials***" thesis, faculty of fine and applied Arts, Rochester institute of technology, New York,1977**.**

10. Erenest Moss, A.J., "***Clothes Care a Manual on the Care of Fabric***" 2nd edit, Great Britain, 1968.

11. Harby E. Ahmed, et al**. "*A study on using of protease for removal of animal glue adhesive in textile conservation"*** Journal of Applied Polymer Science 124(5) · June 2012.

12. Harby E. Ahmed, Fragiskos N. Kolisis "***An investigation into the removal of starch paste adhesives from historical textiles by using the enzyme -amylase***" Journal of Cultural Heritage 12 (2011).

13. Harby E. Ahmed, Ibrahim F. Tahoun, Ibrahim Elkholy, Adel B. Shehata, Yassin Ziddan ***"Identification of natural dyes in rare Coptic textile using HPLC-DAD and mass spectroscopy in museum of Faculty of Arts, Alexandria University, Egypt***" Dyes and Pigments 145(2017).

14. Hong Li, Fang Liu, Lidong Kang and Mingjie Zheng" ***Study on the buffering capacity of wort" J.*** Inst. Brew. 2016.

15. https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/p1750

16. Ibrahim. E., et al. "***cleaning of textile Coptic tunic by using lipase enzyme". 5th International Congress*** "science and technology for the safeguard of cultural heritage in the Mediterranean basin, Istanbul, November,2011.

17. Itisha Singh & R. K. S. Kushwaha" ***Keratinases and microbial degradation of Keratin"*** Advances in Applied Science Research, 2015.

18. James W. Rice "***Dry Cleaning Versus Wet Cleaning for Treatment Textile Artifacts***" Bulletin of the American group.IIC 12. No.2, April 1972.

19. Kathryn. S& Margaret. T & Ordenz.T., "***stabilization method for textiles from wet sites***" journal of field archaeology, vol.22 No.1, 1995.

20. King, R. R., "Textile ***Identification, Conservation, and Preservation***" Noyes publication, U.S.A, 1985.

21. Kiro .M, Aco. J, Darko.A, Sonja.J, Stevan. G& Ivan.I" ***Enzymatic treatment of wool fabrics with lipase in the improvement of some properties of wool fabrics"*** Tekstilan Industrija · Broj 1 · 2020.

22. Kumar.D & Shah.N. R., "***Biodeterioration in Textiles***: A REVIEW", International Journal of Interdisciplinary Research in Arts and Humanities (IJIRAH)Volume 3, Issue 1, 2018.

23. Kumar.S & khamashon. L & Pandey. P., "***Life Cycle of Museum Pest Anthrenus Flavipes(LEC)(Coleoptra:Dermistidae)*** American journal of research communication, vol 1(5),2013.

24. Landi, S., "***The Textile Conservators Manual***" 1st edit, Butterworth, London, 1985.

25. Löhr., M "***Properties of different pancreatin preparations used in pancreatic exocrine insufficiency***" European Journal of Gastroenterology & Hepatology · May 2010.

26. Marianna Lovászi, Andrea Szegedi, Christos C. Zouboulis & Dániel Törőcsik" ***Sebaceous-immunobiology is orchestrated by sebum lipids"*** *DERMATO-ENDOCRINOLOGY 2018*, VOL. 9, NO.1.

27. Meihui.M, Xianfeng .W, Chong.G, Tao.Z & Wenyao.L "***A Feasible Method Applied to One-Bath Process of Wool/Acrylic Blended Fabrics with Novel Heterocyclic Reactive Dyes and Application Properties of Dyed Textiles"*** Polymers 2020.

28. Mohamed Z. M. Salem, **Ibrahim H. M. Ibrahim, Hayssam M. Ali**, **and Hany M. Helmy"** ***Assessment of the use of natural extracted dyes and pancreatin enzyme for dyeing of four natural textiles: HPLC analysis of phytochemicals*****" processes 2020.**

29. Mohan. C., "***Buffers***" CALBIOCHEM, Germany,2003.

30. Mohd. Y, Faqeer .M, Mohd. S & Mohd. A. Kh" ***Eco-dyeing of wool with Rubia cordifolia root extract: Assessment of the effect of Acacia catechu as biomordant on color and fastness properties"*** Textiles and Clothing Sustainability (2016).

31. Plummer, D.T "***An introduction to practical biochemistry***" 2nd edit, MC Graw-Hill Book, Great Britain, 1978.

32. Schon. M.," ***the mechanical and supporting effect of stitches in textile conservation***" University of Gothenburg, Sweden,2017

33. Simpson, L.P., "Abrasive ***of Certain Backing Fabrics for Supporting Historic Textiles***" journal of the American institute for conservation, vol.30, No. 2, 1991.

34. Terra.A. G, Ramos.M. V. F, Trevisan.M. G & Garcia, J. S" ***Evaluation of pancreatin stability through enzyme activity determination***" Acta Pharm. **66** (2016).

35. Todd P. Silverstein "***When Both Km and Vmax Are Altered, Is the Enzyme Inhibited or Activated?",*** Biochemistry and Molecular Biology Education, March 2019.

36. Tortora, P.G., "***Understanding Textiles***" 2nd edit, Macmillan publishing, New York, 1982.

37. Wet cleaning of museum textile, www.costumeandtextile.net

38. Yang.M, Luo.M & Xian.X "***Adapting the usage of enzyme unit to its definition"*** Journal of Chongqing University, Vol. 10 No. 1, March 2011.

39. Yasutoyo. N & Tetsusaburo. N ***"Enzymic Digestion of Feather Keratin and its Derivatives***" Agricultural and Biological Chemistry, Vol. 35, No. 7, 1971.

Using a pancreatin enzyme in conservation of antique textile piece NO.1389 preserved in the faculty of Arts museum, Alexandria University.

Dr. Ibrahim Hamed Mohamed Ibrahim •

Abstract:

Antique textile conservators have long recognized the advantages of enzymes in the textile conservation. Most commonly, hydrolases enzymes are employed in the conservation of antique textile to assist in the breakdown of adhesive residues from previous restorations or to facilitate the removal of some stains. The principal advantages of these enzymes are their specificity and efficiency in catalyzing hydrolytic cleavage of polymers such as proteins, polysaccharides, and lipids.

The applied section was carried out within the framework of an integrated treatment plan for an antique textile piece in the Museum of the Faculty of Arts. The study included identification of fibers type and the direction of thread twisting through using scanning electron microscopy, which confirmed that the fibers of the piece are linen fibers except for the decorative part which is made of woolen fibers. HPLC was used to analyze the natural dye and XRD analysis was used to analyze the dye mordant. The weave structures used in the piece were examined to emphasis that it is a plain weave 1/1 and its derivatives. The treatment was carried out by using pancreatin enzyme through a cotton poultice, in order not cause negatively effect on the woolen decorative stripes.

Key words:

conservation, pancreatin enzyme, stain, natural fibers, tensile strength, antique textiles, wet cleaning.

• ***Lecturer of textile conservation, High Institute of tourism and antiques conservation, Alexandria. ibrahim_elkholy88@yahoo.com***