جامعة القاهرة
كلية الآثار
قسم ترميم الآثار

"تقييم دور الصيانة الوقائية فى تخزين الآثار الحديدية مع التطبيق العملي على أحد النماذج المختارة"

بحث مقدم لنيل درجة الماجستير فى ترميم وصيانة الآثار

اعداد الباحثة

فاطمة عوض بهيج محمد

أخصائى ترميم بالمتحف القومى للحضارة المصرية – وزارة الاثار

تحت إشراف

أ.م.د / مي محمد رفاعي

أستاذ مساعد ترميم وصيانة الآثار المعدنية

كلية الآثار- جامعة القاهرة

1439هـ - 2018 م

بسم الله الرحمن الرحيم

ملخص الرسالة

تشتمل الرسالة على ستة فصول **يمكن ايجاز ملخص لها فيما يلى :**

الفصل الأول : عوامل و مظاهر تلف الآثار الحديدية بالمخازن .

تناول هذا الفصل عوامل التلف التى تؤدى الى تلف الآثار الحديدية بالمخازن والمتمثلة فى ظروف التخزين غيرالملائمة من درجات حرارة ونسبة رطوبة نسبية وملوثات جوية وغيرها، بالأضافة الى طرق التخزين غير الملائمة من سوء التناول والتوزيع غير المناسب للقطع الأثرية وعدم أتباع الأسس العلمية فى توزيع القطع الأثرية الحديدية بالمخازن لذلك تعد عوامل تلف فيزيائية وميكانيكية تتلف القطعة وقد تدمرها، وكذلك مواد التخزين والتغليف التى يتسبب بعضها فى تلف كيميائى للقطع الأثرية حيث ينتج عنها ويتصاعد منها مواد ضارة تضر بالقطع الأثرية وتتلفها، بالأضافة للكوارث بمختلف انواعها من كوارث طبيعية كالزلازل والسيول، او بشرية كالحروب والسرقات والأنفجارات، ومع تعدد عوامل التلف تعددت مظاهر التلف والأضرار الناجمة عنها التى تتلف المقتنيات بالمخازن الأثرية والتى تتمثل فى حدوث تآكل وشروخ وفقد وغيرها من مظاهر تلف التى تم تناولها.

الفصل الثانى : الأسس العلمية لإعداد المخازن.

تناول هذا الفصل تعريف المخزن الأثرى، وأهداف التخزين للقطع الأثرية الحديدية، كما تناول القواعد والأسس العلمية التى يقوم عليها أختيار موقع و مكان المخزن الأثرى، وكذلك التصميم الداخلى للمخزن من تقسيم الممرات وكذلك حجرات التخزين، بالأضافة الى تجهيز المكان المخصص للمخزن الأثرى من الطلاءات المستخدمة والأرفف والكابينات المستخدمة فى حفظ القطع، والأرضيات والأسقف والجدران وغيرها من البنية التحتية الأساسية الخاصة بمكان التخزين، بالأضافة الى الأسس العلمية لتوزيع القطع الأثرية بالمخزن، وأخيرا تم تناول الطرق المختلفة لتأمين المخازن الأثرية من كافة الكوارث والعوامل الضارة والتى تضمنت أستخدام العامل البشرى

المدرب بجانب الأجهزة و التكنولوجيا الحديثة التى يجب أستغلالها وتطويعها لذلك، مع وضع حلول بديلة وطرق متعددة لتأمين المخازن الأثرية تتوافق مع الموارد المتاحة، وذلك للحفاظ على القطع الأثرية الحديدية ولكى يقوم المخزن بوظيفته فى الحفظ.

الفصل الثالث : تقنيات الصيانة الوقائية فى حماية الآثار الحديدية بالمخازن.

تناول هذا الفصل مفهوم الصيانة الوقائية، كما تناول أهداف الصيانة الوقائية للقطع الأثرية الحديدية وكذلك اجراءات و تقنيات ومواد الصيانة الوقائية للحفاظ على القطع الأثرية الحديدية و المتمثلة فى التحكم فى الظروف والعوامل البيئية المناخية المحيطة بالقطعة الأثرية، وكذلك المواد والخامات التى ينبغى استخدامها لحفظ و تخزين القطع الأثرية والتى اثبتت نجاحها وموصى بها عالميا، بالأضافة الى الطرق المثلى لحفظ وتغليف وتخزين القطع الأثرية الحديدية، كما تم ذكر كيفية تناول ونقل القطع الأثرية داخل المخزن الأثرى، بالأضافة لما سبق تم توضيح اهمية اجراء الصيانة الدورية المنتظمة للآثار الحديدية بالمخازن و كيفية القيام بها.

الفصل الرابع :الطرق العلمية لتوثيق و فحص و تحليل الآثار الحديدية (دراسة تحليلية لتقييم حالة الأثر الحديدى المختار – موضوع الدراسة).

فى ذلك الفصل تم تناول بعض الطرق المستخدمة فى توثيق و فحص وتحليل القطع الأثرية الحديدية، وذلك للتعرف على نوع السبيكة الفلزية المكونة للقطعة الأثرية وكذلك التعرف على حالة القطعة الأثرية والوقوف على مظاهر التلف المختلفة المصابة بها، حيث تم اجراء الفحص بأستخدام الميكروسكوب المستقطب وكذلك الميكروسكوب الألكترونى الماسح ومن خلال الفحص أتضح وجود تآكل نشط بمواضع مختلفة من القطعة وكذلك تواجد الشروخ و الفقد فى بعض الأماكن، وكذلك تم أستخدام الفحص بالميكروسكوب الميتالوجرافى ومن خلاله تم التعرف على نوع السبيكة المعدنية وهى حديد مطاوع Wrought Iron، ومن خلال التحليل بأستخدام حيود الأشعة السينية وجد مركبات تآكل متنوعة ومزيج من اكاسيد وكلوريدات الحديد، بالأضافة الى ذلك تم التحليل العنصرى بأستخدام وحدة الEDX وظهر بالتحليل وجود عنصر الكلور وغيرها من العناصر، ومن خلال الفحص والتحليل للقطعة الأثرية وجد ان القطعة مصابة بالعديد من مظاهر

التلف وتحتاج الى العلاج و الحفظ العاجل، كما أنه تم أجراء التوثيق للقطعة الأثرية بمختلف أنواعه لتوصيفها بشكل دقيق و الوقوف على حالتها الراهنة.

الفصل الخامس : الدراسة التجريبية(اجراء التجارب على بعض مواد الحفظ و التخزين المستخدمة لحفظ القطع الأثرية الحديدية المخزنة).

تم فى هذه الدراسة اجراء العديد من التجارب على بعض مواد الحفظ و التغليف المستخدمة فى حفظ وتخزين القطعة الأثرية للتعرف على صلاحيتها للأستخدام من عدمه، حيث توجد بعض المواد التى ينشأ وينبعث عنها عوامل ضارة مما يؤدى الى تلف القطعة الأثرية، حيث تم اجراء اختبار التقادم المعجل(**The Accelerated Corrosion test**) وذلك لمعرفة تأثير مواد الحفظ على القطعة الأثرية الحديدية بالتقادم حيث ان هناك مواد نتج عنها تآكل للشرائح الفلزية اى لا يصلح استخدامها نهائيا ومواد تستخدم بشكل مؤقت وأخرى يمكن أستخدامها فى حفظ القطع الأثرية وتخزينها، وكذلك تم عمل أختبار بلشتين (**Belistien test**) ومن خلاله أثبت ان بعض المواد البلاستيكية المستخدمة فى حفظ القطع تحتوى على كلوريدات مما ينتج عنه تلف القطعة الأثرية نتيجة تواجد أيون الكلور ببعض مواد التغليف والتخزين، ثم أخيرا تم اجراء اختبار تعيين درجة الحامضية– قيمة الأس الهيدروجينى (**pH test**) بطرقه المختلفة ، وقد وجدت كثير من مواد الحفظ التقليدية من الورق والكرتون ذات درجة حامضية مرتفعة تؤدى لتلف القطع الأثرية، وبالتالى من خلال تلك الدراسة تم التوصل الى المواد التى لاينبغى و لا يصلح استخدامها نهائيا فى الحفظ، والمواد التى تستخدم فى الحفظ المؤقت أى أثناء النقل، والمواد التى يصلح و يمكن أستخدامها فى الحفظ على المدى الطويل وفقا لطبيعة المادة، مع التوصية بتوفير ظروف حفظ ملائمة لكلا من القطع الأثرية ومواد الحفظ المستخدمة أيضا.

الفصل السادس– الدراسة التطبيقية : (دراسة علاج و صيانة و حفظ قطعة أثرية حديدية محفوظة بأحد المخازن المتحفية).

تناول هذا البحث دراسة تطبيقية لخطة الصيانة الوقائية لأحدى القطع الأثرية المحفوظة بمخزن متحف الفن الأسلامى بالقاهرة بدءا من الصيانة العلاجية بأجراء مراحل الترميم والعلاج المختلفة للقطعة الأثرية من توثيق وتنظيف بمختلف أنواعه وعزل القطعة الأثرية، ثم بعد ذلك تم أعداد

صندوق حفظ وتخزين ملائم للقطعة مع وضع نظام تخزين متمثل فى عمل (**Micro Climate**) للقطعة الأثرية لكى يتم اعادتها للمخزن حيث وجد من الصعوبة ونقص الموارد لتأهيل المخزن ليتناسب مع حفظ القطعة، وكذلك تم اجراء درسة لنظم وأساليب الصيانة الوقائية المتبعة من خلال رصد الظروف البيئية والمناخية المحيطة ومن ثم طرق واساليب التحكم بها من خلال تطبيق اجراءات وتقنيات الصيانة الوقائية لها، مع التوصية بعمل صيانة دورية لها وذلك للحفاظ على القطعة الأثرية فى مأمن بعيد عن العوامل المدمرة و المتلفة لها.

وبذلك أشتملت الدراسة على المعايير التى ينبغى أتباعها للحفاظ على القطع الأثرية الحديدية بشكل خاص والتى تعبر عن جزء من تراث وحضارة الأمة، لذا وجب الحفاظ عليها، وأختتمت الرسالة بالنتائج والتوصيات للأفادة للحالات المشابهة .

الكلمات الدالة على الرسالة

1- الآثار الحديدية.

2- تآكل.

3- تخزين.

4- أختبار التقادم المعجل.

5- بيئة تحكم.

6- تغليف.

7- صيانة وقائية.

8- تقنية RP-A.

9- صيانة دورية.

10- ظروف بيئية.

الإهداء

الى ..... روح أبى الحبيب الذى ساندنى طيلة حياته .

الى .....من ساندتى ودعمتنى بكل جهدها، الى امى الحبيبة .

الى .....من وقفت بجانبى وساعدنى كثيرا، زوجى العزيز .

الى ..... من لأجلهم سرت فى الدرب،ابنى آدم و أبنتى نور.

الى ..... من وجدت فيهم خير المعينين، أخى محمد و أخواتى مها ونعمة ومنى.

اليهم جميعا أهدى جهدى المتواضع ، راجية الله أن يبارك فيهم ويطيل فى أعمارهم .

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين على توفيقه وعونه لى فى أجراء وأتمام هذه الدراسة لكى أقدمها بين يدى كل طالب علم وباحث وعامل فى مجال الحقل الأثرى لتكون بأذن الله عون له، وأتقدم بخالص الشكر والعرفان الى كل من ساعدنى فى أنجاز هذا العمل المتواضع، جزاكم الله عنا كل خير.

أتقدم بخالص الشكر والتقدير الى أستاذتى ومشرفتى الفاضلة الأستاذ الدكتور/ مى محمد رفاعى – أستاذ ترميم وصيانة الآثار المعدنية – كلية الآثار– جامعة القاهرة، لها جزيل الشكر و الأمتنان على ما قدمته لى من عون وتوجيه ومساعدة ليخرج البحث فى أحسن صورته.

ولا أنكر فضل ومجهود الدكتورة / دينا رفعت – مدرس ترميم وصيانة الآثار المعدنية – كلية الآثار– جامعة القاهرة التى ساندتنى كثيرا ولم تبخل على بأى مجهود – داعية الله ان يبارك فيها ويوفقها فى كل خطاها، وكذلك **فريق العمل بقسم ترميم المعادن – كلية الآثار – جامعة القاهرة.**

وأتوجه بكل الشكر والعرفان للأستاذ الدكتور/ **محمد عبد الرحمن**– معهد بحوث وتطوير الفلزات – لما قدمه لى من توجيه ومساعدة، داعية الله أن يبارك فى عمره و يوفقه.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للدكتور/ **حمدى عبدالمنعم –** مدير عام ترميم متحف الفن الأسلامى، على ما قدمه لى من عون ومساعدة فى أجراء الدراسة التطبيقية.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للأستاذة / **منى السيد معوض** – أخصائى ترميم بمتحف الفن الأسلامى، على ما قدمته لى من مساعدة وعون فى اتمام الدراسة، وكذلك **جميع العاملين بمتحف الفن الأسلامى لتشجيعهم لى.**

وأخيرا أتقدم بجزيل الشكر والعرفان للجنة الحكم و المناقشة التى تشرفت بها والتى تتكون من :

الأستاذة الدكتورة/ **وفاء أنور محمد** – أستاذ ترميم وصيانة الآثار المعدنية – كلية الآثار – جامعة القاهرة .

الأستاذ الدكتور/ **نبيل أحمد المناخلى**– أستاذ بقسم الكيمياء الفيزيقية – المركز القومى للبحوث.

وفى الختام أشكر كل الذين أسدوا لى النصح والمعونة والأرشاد، جزاهم الله عنى خير الجزاء، والله تعالى ولى التوفيق.

الباحثة.

فهرس الرسالة

الموضوع	رقم الصفحة
فهرس الموضوعات.	أ – د
فهرس الصور و اللوحات.	ذ – ك
فهرس الأشكال.	ل – م
فهرس الجداول.	ن – هـ
المقدمة.	و
الهدف من البحث.	ى
الدراسات السابقة.	أأ : ف ف
الفصل الأول : عوامل و مظاهر تلف الآثار الحديدية بالمخازن .	(1– 49)
1–1 تمهيد.	1
1–2 عوامل تلف الآثار الحديدية بالمخازن الأثرية.	1
1–2–1 ظروف التخزين غير الملائمة .	3
1–2–1–1 الملوثات الجوية.	**3**
1–2–1–2 التلف الميكربيولوجى.	**10**
1–2–1–2–1 الحشرات والقوارض.	**10**
1–2–1–3 الرطوبة النسبية.	**11**
1–2–1–4 درجة الحرارة.	**12**
1–2–1–5 الضوء.	**13**
1–2–2 الكوارث الطبيعية.	15
1–2–3 طرق التخزين غير الملائمة.	15
1–2–3–1 سوء التخزين.	15
1–2–3–2 انتقال التآكل باتصال وتلاصق الآثار الحديدية بمواد غير معدنية بالمخازن الأثرية.	18
2–3–3– الأتلاف البشرى.	19

الموضوع	رقم الصفحة
1-2-3-3-1- التكدس و الأزدحام .	19
1 -2-3-3-2- عدم توافر الخبرة الكافية.	20
1-2-3-3-5- عدم متباعة الخدمة الجيدة.	21
1-2-3-3-6- عدم تطبيق اجراءات الصيانة الوقائية	21
1-2-3-3-10- ندرة الأيدى العاملة المدربة على اساليب التخزين القياسية	22
1-2-3-3-11- نقص الأمكانيات و الموارد .	22
1-2-4 مواد الحفظ والتخزين غيرالملائمةHarmful storage Materials	27
1-2-4-1 البلاستيك أو المواد البلاستيكية .	27
1-2-4-2 الأخشاب.	30
1-2-4-3 بعض المواد المستخدمة فى بناء الهيكل المتحفى والمواد الأنشائية.	33
1-2-4-3-1 الخرسانة و بعض خامات البناء .	33
1-2-4-3-2 الدهانات واللواصق والورنيشات .	34
1-2-4-4 المواد المستخدمة فى التنظيف اليومى .	35
1-2-4-5 المبيدات المستخدمة فى العلاج البيولوجى .	35
1-2-4-6 الورق الكرتون او المقوى .	37
1-2-4-7 الأقمشة والمنسوجات والجلد.	37
1-2-4-8 مواد أخرى تضر بالقطع الأثرية المعدنية و لا يجب استخدامها.	38
1-3 مظاهر تلف الآثار الحديدية بالمخازن.	39
1-3-1 *مركبات تآكل على سطح الأثر .*	39
1-3-2 فقد فى بعض الأجزاء.	44
1-3-3 عدم أستواء السطح(الألتواء) .	44
1-3-4 الكسر والشروخ والأنفصال.	44
1-3-5 التشوه الشكلى و التغير فى حجم و ابعاد الأثر.	45
1-3-6 الأتساخات والأتربة .	45
1-3-7 ضعف القوة الميكانيكية و الخواص الفيزيائية للأثر.	46
1-3-8 التحول الكلى فى بعض الحالات.	46
1-4-نتائج الدراسة	47

الموضوع	رقم الصفحة
الفصل الثانى **الأسس العلمية لإعداد المخازن.**	**(90-50)**
2-1 تمهيد.	50
2-2 تعريف المخزن .	50
2-2-1 أهداف التخزين.	52
2-2-2 شروط التخزين .	53
2-3 مكان التخزين .	54
2-3-1 الشروط الواجب توافرها فى مكان التخزين .	55
2-4 الأعتبارات العامة لتصميم المخازن الأثرية .	56
2-4-1 تصميم المبنى (غرف التخزين – الممرات).	57
2-4-2 مواصفات غرفة التخزين.	58
2-4-3 التصميم الداخلى للمخزن (الممرات)	59
2-5 تجهيز مكان التخزين(الأرضيات- الحوائط و الطلاءات- أثاث التخزين)	59
2-5-1 الخصائص العامة لأثاث التخزين.	59
2-5-2 الشروط الواجب توافرها فى مواد التخزين.	60
2-5-3 المواد المستخدمة فى أعداد البناء وأثاث التخزين.	61
2-5-4 المعدات التى يجب توافرها بأماكن التخزين.	66
2-5-5 رفوف التخزين.	67
2-5-6 مقاييس أثاث التخزين.	70
2-6 الأسس العلمية لتوزيع القطع الأثرية.	70
2-6-1 الأجراءات التى يجب اتباعها لحماية القطع وسلامتها .	**71**
2-6-2 توزيع القطع ووضعها على الرفوف.	**72**
2-6-3 تركيب القطع.	**73**
2-7 أنظمة التخزين.	77

الموضوع	رقم الصفحة
2-8 الأحتياطات الواجبة لتلافى اخطار الكوارث (التخطيط وادارة الكوارث وأمن وسلامة المخزن).	79
2-9 اجراءات الصيانة الوقائية لتأمين المخازن الأثرية .	81
2-9-1 أجراءات الصيانة الوقائية للوقاية من الحرائق. 2-9-2 أنواع اجهزة الأنذار. 2-9-3 الأجراءات العامة والتوصيات للوقاية من الحرائق. 2-9-4 اجراءات الصيانة الوقائية لتأمين المخازن ضد أخطار السرقات والسطو للآثار . *2-9-5 الأجراءات العامة و التوصيات للوقاية من السرقات.*	81 83 84 84 85
2-10- نتائج الدراسة.	88
الفصل الثالث **تقنيات الصيانة الوقائية فى حماية الآثار المعدنية الحديدية بالمخازن.**	(91-144)
3-1 تمهيد.	91
3-2 مفهوم الصيانة الوقائية.	91
3-3 أهداف الصيانة الوقائية.	93
3-4 اجراءات الصيانة الوقائية لتوفير بيئة ملائمة لحفظ القطع الحديدية بالمخازن الأثرية.	94
3-4-1 اجراءات الرصد والقياس الدورى للعوامل البيئية والمناخية .	94
3-4-2 أجراءت الصيانة الوقائية للتحكم فى الظروف البيئية المحيطة.	116
3-4-2-1 الطرق المستخدمة للتحكم فى الرطوبة النسبية بأماكن التخزين. 3-4-2-2 الصيانة الدورية للمواد المنظمة للرطوبة. 3-4-2-3 أجراءات التحكم فى درجة الحرارة. 3-4-2-4 أجراءات الصيانة الوقائية للتحكم فى معدلات الاضاءة. 3-4-2-5 أجراءات الصيانة الوقائية للتحكم فى معدلات تلوث الهواء بالمخازن *3-4-2-6 تخزين القطع الأثرية الحديدية بالتحكم فى العوامل المتلفة(الأكسجين – الرطوبة النسبية – الملوثات (RP –A system)*	**100** **107** **108** **108** **115** **121**

الموضوع	رقم الصفحة
3-4-2-7 اجراءات الصيانة الوقائية لحماية الآثار الحديدية من العوامل البيولوجية والحشرية.	126
3-4-2-8 المواد اللازمة و الضرورية لأجراء عملية التخزين و الحفظ و التغليف للآثار الحديدية.	129
3-4-2-9 تغليف القطع الأثرية الحديدية .	134
3-4-2-9-1 أنواع التغليف للقطع الأثرية .	135
3-4-2-9-2 بطاقة التعريف.	136
3-4-2-9-3 الشروط الواجب توافرها فى علبة او صندوق الحفظ و التغليف.	137
3-4-2-9-6 حمل القطعة .	138
3-4-2-9-7 تحريك القطعة .	139
3-4-2-9-8 العربات.	139
3-4-2-10 اجراءات الصيانة الدورية للآثار الحديدية بالمخازن .	140
3-4-2-10-1 خدمات النظافة.	140
3-4-2-10-2 التفتيش والمراقبة.	141
3-4-3- نتائج الدراسة .	142
<u>الفصل الرابع</u> الطرق العلمية لفحص وتحليل و توثيق الآثار الحديدية.	145- 181
4-1 تمهيد.	145
4-2 عمليات التسجيل والتوثيق Documentation Process.	146
4-2-1 الوصف الأثرى والتاريخى	146
4-2-2 التسجيل الهندسى	147
4-2-3 التسجيل بالتصوير الفوتوغرافى .	149
4-3 عمليات الفحص Examination Process .	152
4-3-1 الفحص البصرى.	152
4-3-2 الفحص بأستخدام الميكروسكوب الضوئى المحمول .	153
4-3-2-1 نتائج الفحص بأستخدام الميكروسكوب الضوئى المحمول.	156
4-3-3 الفحص بأستخدام الميكروسكوب المستقطب ونتائجه.	157

الموضوع	رقم الصفحة
4-3-4 الفحص بأستخدام الميكروسكوب الألكترونى الماسح المزود بوحدة	161
4-3-4-1 نتائج الفحص بالميكروسكوب الألكترونى الماسح.	164
4-3-5-الفحص بأستخدام الميكروسكوب الميتالوجرافى .	165
4-3-5-1 خطوات أعداد العينة للفحص بالميكروسكوب الميتالوجرافى.	165
4-3-5-2 نتائج فحص العينات بأستخدام الميكروسكوب الميتالوجرافى .	167
4-4 الدراسة التحليلة Analytical Study .	168
4-4-1 التحليل العنصرى باستخدام وحدة تشتيت الأشعة السينية EDX .	168
4-4-1-1 نتائج التحليل العنصرى بأستخدام وحدة EDX .	170
4-4-2 التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية X-Ray Diffraction Analysis.	172
4-4-3 نتائج التحليل بأستخدام حيود الأشعة السينية.	179
4-5 نتائج الدارسة .	180
الفصل الخامس **(اجراء التجارب على بعض مواد الحفظ والتخزين المستخدمة لحفظ القطع الأثرية الحديدية المخزنة).**	213-182
5-1 تمهيد.	182
5-2 اختبار التقادم المعجل Acceledated Corrosion Test.	183
5-2-1 المواد والأدوات المستخدمة فى الأختبار.	184
5-2-2 خطوات العمل.	185
5-2-3 المواد التى تم أجراء الأختبار عليها.	187
5-2-4 نتائج أختبار التقادم المعجل.	188
5-2-5 العينات القياسية.	189
5-2-6 أجراء الأختبار على بعض مواد التخزين و الحفظ.	191
5-2-7 نتائج أختبار مواد الحفظ.	193
5-3 اختبار تعيين قيمة الأس الهيدروجينى لمواد الحفظ (The PH Value)	194
5-3-1 الأستخلاص على البارد.	194
5-3-2 خطوات العمل.	195