جامعة القاهرة
كليـة الآثــار
قسم ترميم الآثار

دراسة تجريبية في تقييم مدى كفاءة بعض اللواصق التقليدية والحديثة في تجميع واستكمال الأحجار الأثرية (الجيرية والرملية) تطبيقًا على بعض النماذج من المتحف المصري بالقاهرة

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في ترميم وصيانة الآثار

من الباحثة

إلهام محمد سعيد أحمد

أخصائي ترميم وصيانة الآثار بوزارة الدولة لشئون الآثار

تحت إشراف

أ.د السيد محمود البنا

أستاذ ترميم وصيانة المدن التاريخية والمباني الأثرية – كلية الآثار – جامعة القاهرة ووكيل كلية الآثار لشئون البيئة و خدمة المجتمع سابقًا

د.هدى عبد الحميد إسماعيل

مدير عام ترميم المتحف المصرى الأسبق

د. أماني عبد الحافظ

أستاذ مساعد ترميم الآثار الحجرية
قسم ترميم الآثار- كلية الآثار -
جامعة القاهرة

١٤٤٠هـ - ٢٠١٨ م

ملخص البحـــث

تم تناول الرسالة من خلال خمسة فصول كالتالى :

الفصل الأول :

دراسة المكونات المعدنية للقطعتين الحجريتين الآثريتين موضوع الدراسة وتحليلها

تناول هذا الفصل دراسة المكونات المعدنية للوحتين الحجريتين موضوع الدراسة وهى الحجر الجيرى والحجر الرملى ، وتم فحص وتحليل عينات من القطعتين الأثريتين باستخدام الأجهزة والتقنيات المختلفة للتعرف على المكونات المعدنية للوحتين الحجريتين ، وانتهى الفصل بالتعرف على المكونات المعدنية للوحات الحجرية والمكونات المعدنية لمظاهر التلف والأملاح.

الفصل الثانى :مظاهر تلف القطعتين الأثريتين موضوع االدراسة وأسبابها

تناول هذا الفصل دراسة مظاهر تلف القطعتين الأثريتين والتى أمكن تحديدها كالتالى (الشروخ ، الأتربة المترسبة ،تحبب الحجر ،ويتضح التحبب فى مظهرين هامين هما : تقشر سطح الحجر وتبلور الأملاح وضعف البنية الداخلية للحجر ،ومن مظاهر التلف فقد أجزاء من الحجر و مظاهر تلف ناتجة عن الترميم الخاطئ للقطعتين الحجريتين موضوع الدراسة)و تناول الفصل شرح آلية حدوث هذة المظاهر وأسبابها ، ودراسة العوامل المتلفة التى أدت إلى هذة المظاهر .

الفصل الثالث: الأسس العلمية المنظمة لتقوية و تجميع و أستكمال الآثار الحجرية

تناول هذا الفصل عرض الأسس العلمية المنظمة لتقوية وتجميع وأستكمال الآثار الحجرية ،حيث وضح أسس وقواعد عامة منظمة لإجراءات التقوية والتجميع للآثار تقوم على ما أقرتة المواثيق الدولية ، و دراسة الأحتياطات التى ينبغى على المرمم أتباعها عند تناول الأثر بالعلاج ،وتناول هذا الفصل دراسة أسس تقوية الآثار الحجرية ، كما تضمن الفصل أسس تجميع الآثار الحجرية من حيث دراسة المواد اللاصقة ودراسة تقنية تجميع الآثار الحجرية صغيرة الحجم وكبيرة الحجم ، ويلى ذلك دراسة الأسس العلمية المنظمة لإستكمال الآثار الحجرية .

الفصل الرابع :الدراسة التجريبية

تناول هذا الفصل خطوات الدراسة التجريبية التى أجريت على عينات من الحجر الجيرى لأختيار أفضل المواد التى يمكن أستخدامها فى تقوية اللوحة الحجرية الجيرية رقم (٢)، و الدراسة التجريبية التى أجريت على عينات من الحجر الرملى لأختيار أفضل المواد التى يمكن أستخدامها فى تجميع ولصق اللوحة الحجرية الرملية رقم (١)،و دراسة أنسب مواد الأستكمال المستخدمة فى أستكمال اللوحة الحجرية الرملية رقم (١).

الفصل الخامس :المنهج التطبيقى لعلاج وصيانة اللوحات الحجرية (موضوع الدراسة)

تناول الفصل القيام بعمليات العلاج المناسبة من تنظيف ،تقوية ، تجميع ،و أستكمال للوحتين الحجريتين موضوع الدراسة، وتهيئتهما للعرض المتحفى ، حيث تم دراسة أساليب التخزين والعرض المتحفى المثالية التى يمكن أتباعها لصيانة الآثار الحجرية وتفادى تأثير أى من عوامل التلف .

الكلمات الدالـــة

الحجر الجيري

الحجر الرملي

التجوية

النانو كاولينيت

النانوسليكا

التقوية

التجميع

الاستكمال

العرض المتحفي

التخزين

بِسْمِ اللّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فَأَمَّا الزَّبَدُ فَيَذهَبُ جُفاءً وَأَمّا ما يَنفَعُ النّاسَ

فَيَمكُثُ فِي الأَرضِ

صدَقَ الله العَظِيم

سورة الرعد
آية ١٧

إهـــــــــــــداء

يسعدني ويشرفني أن أهدي هذا العمل المتواضع إلى

ملاكي في الحياة ..

إلى معنى الحب وإلى معنى الحنان والتفاني..

إلى بسمة الحياة وسر الوجود..

إلى من كان دعاؤها سر نجاحي وحنانها بلسمَ جِراحي، إلى أغلى الحبايب

أمـي الـحبـيـبـة

شكـر وتقديــر

الشكر أولًا وأخيرًا لله عز وجل دائمًا أحمده على فضله ونعمه في السراء والضراء، الحمد لله تعالى الذي وفقنى لإنهاء هذا العمل، الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله والصلاة والسلام على أشرف الخلق سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

أولًا: أتوجه بخالص العرفان والشكر والتقدير والاحترام لأستاذي الفاضل السيد الدكتور /**السيد محمود البنا** أستاذ ترميم وصيانة المدن التاريخية والمباني الأثرية، كلية الآثار، جامعة القاهرة ووكيل كلية الآثار لشئون البيئة وخدمة المجتمع سابقًا، فالفضل الأول لله ثم له في إنهاء هذا العمل، لما بذل من جهد كبير ومتابعه مستمرة، فكم واجهتني من صعوبات كثيرة ويعلم الله أنه لم يتخل ولم يبتعد عن حلها بالإضافة إلى تشجيعه المستمر لإتمام هذا العمل، فقد كان ولازال نعم المعلم فله مني خالص الشكر والتقدير والعرفان.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للأستاذة الدكتورة/ **هدى عبد الحميد** مدير عام ترميم المتحف المصري. والمشرف المشارك على الرسالة لما بذلته من مجهود كبير لإتمام هذا العمل فلها مني خالص الشكر والتقدير.

وأتقدم بخالص الشكر والتقدير للأستاذة الدكتورة / **أماني عبد الحافظ** أستاذ مساعد ترميم الآثار الحجرية بقسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة، والمشرف المشارك، فقد ساعدتني وآزرتني في إنهاء العمل، فهي نعم المشرف الأكاديمي وفقها الله دائمًا لما فيه الخير.

كذلك أتقدم بخالص الشكر والتقدير للأستاذ الدكتور/ **عادل إبراهيم محمد عكارش**، أستاذ الجيولوجيا بالمركز القومي للبحوث، لموافقته وقبوله المناقشة، فكل الشكر والتقدير لما بذله من جهد ووقت في قراءة ومراجعة هذا البحث.

وأتقدم بخالص الشكر والتقدير للدكتور/ **محمود عبد الحافظ محمد** أستاذ مساعد ترميم الآثار بقسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة، لموافقته وقبوله المناقشة، فكل الشكر والتقدير لما بذله من جهد ووقت في قراءة ومراجعة هذا البحث.

وكذلك أشكر كل من ساعد على إتمام هذا البحث وقدم لي يد المساعدة وزودني بالمعلومات اللازمة لإتمام هذا البحث وأخص بالذكر:

الأستاذ: **محمد طه على** كبير باحثين بدرجة مدير عام بالمتحف المصري، والمشرف الفني على مدرسة ترميم الآثار، الذي كان عونًا لي في بحثي هذا ونورًا يضيء الظلمة التي كانت تقف أحيانًا في طريقي.

إلى من زرعوا التفاؤل في دربي وقدموا لي المساعدات والتسهيلات والأفكار والمعلومات، ربما دون أن يشعروا بدورهم بذلك فلهم مني كل الشكر، وأخص منهم الأستاذ/ **محمد فتوح السيد**، كبير باحثين بدرجة مدير عام بقطاع مشروعات الترميم، بوزارة الآثار، أتقدم له بالشكر لما بذله من مجهود عظيم في إنجاز الجانب التطبيقي ومساعدته المستمرة لإنجاز هذا العمل المتواضع، فله مني خالص التقدير والشكر والعرفان.

وأتقدم بخالص الشكر والتقديرللدكتور/ **سيد محمد سيد حميدة** أستاذ مساعد الترميم الإنشائي والمعماري للمباني والمواقع الأثرية والتاريخية بقسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة، على ما قدمة لي من مساعدة في إنهاء هذا العمل وفقه الله دائمًا لما فية الخير.
وأتوجه كذلك بالشكر للأستاذة/ **نبيلة حسن رمضان** أخصائي ترميم آثار أول بالمتحف المصري، لمساعدتها في إنجاز الجانب التطبيقي، كذلك أتوجه بالشكر والتقدير لجميع السادة العاملين بمعامل ترميم الآثار بالمتحف المصري بالقاهرة فهم أطباء الحضارة المصرية القديمة.
أتوجه بخالص الشكر والتقدير للدكتور/ **وائل صبري محمد**، الباحث بقسم البلمرات والمخضبات بالمركز القومي للبحوث، على ما قدمه لي من مساعدة في إنهاء هذا العمل وفقه الله دائمًا لما فيه الخير.

وأتوجه بالشكر للأستاذة الدكتورة / **ميرفت حسن خليل** أستاذ فيزيقا المنشآت وجميع القائمين بالعمل بمعمل الميكروسكوب الإلكتروني الماسح بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء وجميع السادة العاملين بمعامل المواد بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء.

وأتوجه بالشكر للمهندس/ **محمد محمود أحمد عبد الله** مهندس التخطيط والعمارة، لمساعدته في إنجاز الجانب التطبيقي، وفقه الله دائمًا لما فيه الخير.

وأتوجه بالشكر للمهندس/ **وليد أيمن محمد حفني** مهندس الحاسبات والمعلومات، لمساعدته في إنجاز الجانب التطبيقي، وفقه الله دائمًا لما فيه الخير.

كل الشكر والتقدير لزملائي في مدرسة ترميم الآثار الثانوية الصناعية وفقهم الله جميعًا لما فيه الخير وجزاهم الله خير الجزاء.

كل الشكر والتقدير والاحترام والامتنان والاعتراف بالجميل **لأمي**، فهي نور عيني، دائمًا يوفقني الله بفضل دعواتها وصلواتها، أطال الله في عمرها وحفظها دائمًا من كل شر وسوء.

كل الشكر والتقدير والاحترام **لزوجي** وكامل أسرتي أحاطهما الله برضاه وجعلني سببًا لسعادتهم وبهجتهم، ،،،

كل الشكر والحب والعطف لابنتي **بسنت** وابني **محمد** أدعو الله أن يحفظهما من كل شر وسوء، أطال الله في عمرهما ورزقهما حسن العمل وسعادة المستقبل، ،،

كل الشكر والتقدير والاحترام **لإخوتى وأزواجهم وأبنائهم**، أدعو الله أن يحفظهم من كل شر وسوء.

وأخيرًا أتوجه بخالص الشكر والتقدير لأسرة مكتبة كلية الآثار، جامعة القاهرة، ولجميع من ساعدني وقدم لي يد العون في إنجاز هذا العمل المتواضع فلهم مني خالص الشكر والتقدير وجزاهم الله عني خير الجزاء.

فهرس الموضـوعات

الموضوع	رقم الصفحة
إهداء	أ
شكر وتقدير	ب
المقدمة	ذ
الهدف من البحث	ض
ملخص البحث	غ
الدراسات السابقة	ب ب
الفصل الأول **دراسة المكونات المعدنية للقطعتين الحجريتين الأثريتين موضوع الدراسة وتحليلها**	١ : ٣٥
مقدمه الفصل الأول	١
أولاً : دراسة الحجر الجيرى والحجر الرملى	٢
١- الحجر الجيرى	٢
٢ - الحجر الرملى	٣
ثانياً :فحص وتحليل المكونات المعدنية للقطعتين الآثريتين (موضوع الدراسة)	٣٤:٥
١-الميكروسكوب المستقطب	٥: ١٣
أ- الدراسة البتروجرافية للمكونات المعدنية للوحة الحجرية الرملية (رقم١)	٦
ب-الدراسة البتروجرافية للمكونات المعدنية للوحة الحجرية الجيرية (رقم٢)	١١
٢-الفحص بأستخدام الميكروسكوب الالكترونى الماسح SEM	٢٩:١٤
١- فحص وتحليل المكونات المعدنية للوحة الحجرية الرملية رقم (١) بالميكروسكوب الالكترونى الماسح المزود بوحدة تشتيت طاقة الآشعة السينية EDX .	١٥
أ- فحص المكونات المعدنية للوحة الحجرية الرملية(رقم١) باستخدام الميكروسكوب الالكترونى الماسحSEM	١٥
ب- التحليل العنصرى للوحة الحجرية الرملية رقم (١) باستخدام وحدة EDX بالميكروسكوب الالكترونى الماسحSEM	١٨
٢- فحص وتحليل المكونات المعدنية للوحة الحجرية الجيرية رقم (٢)باستخدام الميكروسكوب الالكترونى الماسح المزود بوحدة تشتيت طاقة الآشعة السينية EDX .	٢٣
أ- فحص المكونات المعدنية للوحة الحجرية الجيرية (٢)باستخدام الميكروسكوب الالكترونى الماسحSEM	٢٣
ب- التحليل العنصرى للوحة الحجرية الجيرية (رقم ٢) بأستخدام وحدة EDX الملحقة بالميكروسكوب الالكترونى الماسحSEM	٢٥
٣ -التحليل بأستخدام حيود الاشعة السينية	٣٤:٣٠
أ- نتائج تحليل حيود الآشعة السينية للوحة الحجرية الرملية رقم (١)	٣١

ب- نتائج تحليل حيود الآشعة السينية للوحة الحجرية الجيرية رقم (٢)	٣٣
نتائج فحص وتحليل المكونات المعدنية للوحتين الحجريتين موضوع الدراسة	٣٥
الفصل الثانى **مظاهر تلف القطعتين الأثريتين موضوع االدراسة وأسبابها**	٣٦:٥٩
مقدمة الفصل الثانى	٣٦
أولاً : مظاهر تلف النماذج الاثرية المختارة	٣٧:٤٣
١-الشـــــــــروخ	٣٧
٢- الأتربة المترسبة	٣٨
٣- تحبب الحجـــــر	٣٩
أ- تقشر سطح الحجر	٤١
ب ـ تبلـــور الأمـــلاح و ضعف البنية الداخلية للحجر	٤١
٤ ـ تهشم وفقد أجزاء من الحجر	٤٢
٥- مظاهر تلف ناتجة عن الترميم الخاطـــــئ	٤٣
ثانيا : دراسة لآلية حدوث ما سبق من مظاهر تلف	٤٤ :٥٩
١- آلية حدوث الشروخ	٤٥
٢ ـ آلية حدوث الأتربة المترسبة	٤٧
٣- آلية حدوث تحبب الحجر	٤٨
- عوامل التجوية المسببة لتلف الأحجار.	٤٩
أ- تأثير التغير فى معدلات درجات الحرارة فى تآكل الأحجار	٤٩
ب- تأثير نحر الرياح فى تآكل الأحجار	٥٠
ج- تأثير التغير فى معدلات الرطوبة على تلف الأحجار	٥١
د- تأثير الأمطارعلى تلف الأحجار	٥٤
٤ ـ آلية حدوث تهشم وفقد أجزاء من الحجر	٥٦
٥ ــ مظاهر تلف ناتجة عن الترميم الخاطئ	٥٨
الفصل الثالث **الأسس العلمية المنظمة لتقوية** **و تجميع و أستكمال الآثار الحجرية**	٦٠:٩٧
مقدمة الفصل الثالث	٦٠
أولاً: الأسس والقواعدالعلمية المنظمةلإجراءات التقوية والتجميع للآثار الحجرية	٦٢
١- أسس وقواعد عامة منظمة لإجراءات التقوية والتجميع للآثار تقوم على ما أقرته المواثيق الدولية	٦٢
٢- احتياطات ينبغى على المرمم اتباعها عند تناول الأثر بالعلاج	٦٦
ثانياً: أسس وقواعد التقوية والتجميع والأستكمال	٦٨
١-أسس وقواعد تقوية الآثار الحجرية	٦٨
أولاً : دراسة أهم المواد المستخدمة فى تقوية الآثار الحجرية	٦٨

ـ المقويات غير العضوية	٧٠
ـ المقويات العضوية (البوليمرات)	٧١
١- راتنجات الثرموبلاستيك	٧٢
٢- راتنجات الثرموسيتنج	٧٧
٣ - مقويات السيليكون	٧٨
٤- بوليمرات الفلوروكربون	٨١
٥- المواد المقوية المضاف إليها مواد نانوية	٨١
ثانياً:طرق تقوية الأحجار الآثرية	٨٣
٢-أسس وقواعد تجميع الآثار الحجرية	٨٥
أولاً- المـواد اللاصقـة	٨٥
١ـ تاريـخ استخدام اللواصق	٨٥
٢ـ نظريـات وآليـات الالتصـاق	٨٦
٣ ـ العوامل المؤثرة فى عملية الالتصاق	٨٧
٤ـ خصائص المواد اللاصقة المستخدمة فى لصق الأحجار	٨٩
٥-المواداللاصقة المستخدمة فى لصق الأحجار	٩٠
أ- المواد اللاصقة الطبيعية	٩٠
ب- المواد اللاصقة الصناعية	٩٠
ج- المواد اللاصقة المحدثة بمواد إضافية	٩١
د- المواد اللاصقة المحسنة بإضافة مواد نانوية	٩١
ثانياً: تقنية تجميع الأثار الحجرية	٩٢
ـ تجميع الآثار الحجرية صغيرة الحجم	٩٢
ـ تجميع الآثار الحجرية كبيرة الحجم	٩٣
٣-الأسس العلمية المنظمة لاستكمـــــــال الآثار الحجرية	٩٣
المواد المكونة لخليط الاستكمال	٩٦
الفصل الرابع **الدراسة التجريبية**	٩٨:١٦٤
الهدف من الدراسة التجريبية	٩٨
أولاً : الدراسة التجريبية لتقييم مواد التقوية المختلفة التى تمت على عينات الحجر الجيرى	٩٨:١٣٤
تحليل وإعداد عينات من الحجر الجيرى	٩٨
- الخواص الفيزيائية والميكانيكية التى تم دراستها	١٠٠
- مواد التقوية التى تم إستخدامها	١٠١
١- تعيين الخصائص الفيزيائية و الميكانيكية لعينات الحجر الجيرى قبل عمليات التقادم والتقوية	١٠٢
عمليات التقادم لمكعبات الحجر الجيرى	١٠٥
٢-الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لعينات الحجر الجيرى بعد التقادم	١٠٦
ـ تحضير مواد التقوية المستخدمة فى تقوية الحجر الجيرى	١٠٨
ـ تطبيق مواد التقوية على عينات الحجر الجيرى	١١٠
٣- تقييم تأثير مواد التقوية على عينات الحجر الجيرى	١١١