شبكة المعلومات الجامعية

التوثيق الإلكتروني والميكروفيلم

بسم الله الرحمن الرحيم

HANAA ALY

شبكة المعلومات الجامعية

التوثيق الالكتروني والميكروفيلم

HANAA ALY

شبكة المعلومات الجامعية

التوثيق الإلكتروني والميكروفيلم

جامعة عين شمس

التوثيق الإلكتروني والميكروفيلم

قسم

نقسم بالله العظيم أن المادة التي تم توثيقها وتسجيلها
علي هذه الأقراص المدمجة قد أعدت دون أية تغيرات

يجب أن

تحفظ هذه الأقراص المدمجة بعيدا عن الغبار

HANAA ALY

جامعة القاهرة
كـلية الآثار
قسـم الترميم

دراسة لعلاج الأحجار الرخامية التالفة بفعل الملوِثات الجوية باستخدام مواد التقوية التقليدية والنانوية تطبيقاً على نموذج مختار

رسالة مقدمة لاستكمال متطلبات الحصول على درجة الماجستير
في ترميم وصيانة الآثار
إعداد

نوران عاطف أحمد عبد الغني

تحت إشراف

المرحوم الأستاذ الدكتور/ محمد عبد الهادى محمد
أستاذ ترميم وصيانة الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة
والمستشار الثقافي سابقاً بدولة بولندا

الدكتور
محمود عبد الحافظ محمد آدم
أستاذ مساعد ترميم وصيانة الآثار
كلية الآثار، جامعة القاهرة

الأستاذ الدكتور
باسل أحمد الصباغ
أستاذ الكيمياء وتكنولوجيا صناعة مواد البناء
المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء

١٤٤٣هـ -٢٠٢١ م

مستخلص الرسالة باللغة العربية

تتناول هذه الدراسة أحد الموضوعات المهمة التي تتعلق بعلاج وصيانة الآثار الرخامية التي تعاني من مظاهر التلف المختلفة، ولذا تهتم دراستنا بمرحلة مهمة من عملية العلاج والصيانة لهذه الآثار؛ وهي عملية التقوية والحماية للرخام الأثري.

فقد اشتمل الفصل الأول على دراسة النشأة الجيولوجية للرخام، كما يتناول أهم أنواع الرخام الأثري (المحلي، المستورد)، وكذلك أهم محاجر الرخام في مصر، وأهم المكونات وخواص الرخام، ودراسة أوجه استخدام الرخام في المباني الأثرية الإسلامية بالقاهرة في الأغراض الإنشائية والزخرفية. ويتضمن أيضا دراسة النافورة الرخامية واستخدامات الرخام في عهد أسرة محمد علي، وكذلك الأسبلة الرخامية في العصرين المملوكي والعثماني.

وجاء الفصل الثانى تحت عنوان: عوامل ومظاهر تلف الآثار الرخامية، ويشمل دراسة الملوثات الجوية وتأثيرها على الآثار الرخامية؛ فقد تمت دراسة تأثير غازات التلوث الجوي على الآثار الرخامية المكبرتة والمكربنة، وارتباطها بعوامل التلف الأخرى، وأهم مظاهر التلف الناشئة عنها. أما الفصل الثالث فقد تناول دراسة المواد التقليدية والنانوية وتطبيقاتها في تقوية الأحجار الرخامية؛ حيث تمت دراسة مواد التقوية التقليدية المختلفة التي يمكن استخدامها في مجال التقوية للرخام الأثري، بالإضافة لدراسة مواد التقوية النانوية ومدى قدرتها على حماية الآثار الرخامية مثل النانو إستيل والنانو ريستور.

أما الفصل الرابع فقد تناول إجراء الدراسة التجريبية لمواد التقوية التقليدية والنانوية، وكذلك إجراء التجارب المختلفة لاختيار أنسبها وأفضلها من خلال الاختبارات المعملية المختلفة، وهذه المواد قام الباحث باستخدامها في إجراء الدراسة التطبيقية، وذلك على السلسبيل الرخامي الموجود بمتحف الفن الإسلامي بباب الخلق بالقاهرة التاريخية؛ حيث تم إجراء مرحلة التنظيف والاستكمال، وأيضًا تمت تقويتها باستخدام متراكبي الباراليويد بـ٧٢/ النانو ريستور، والباراليويد بـ٧٢/ النانو إستيل اللذين أعطيا نتائج إيجابية في الدراسة التجريبية. وتناول الفصل الخامس الدراسة التطبيقية للنافورة الرخامية الآثرية المتواجدة بداخل متحف الفن الاسلامى ، والذى اشتمل على كافة أعمال الترميم والصيانة للآثر الرخامى بدءا من التسجيل والتصوير الآثرى والفنى ، التسجيل الفوتوغرافى ، الرفع الهندسى والأوتوكاد وأعمثلة فى عمليات التنظيف ، التقوية ، الاستكمال للأجزاء المفقودة .

- رخام
- نافورة
- تقوية
- التلوث الجوي
- بارالويد بـ ٧٢
- نانو استيل
- نانو ريستور
- متراكبات النانوية
- الفحص والتحليل

(وَمَا يَعْلَمُ تَأْوِيلَهُ إِلَّا اللَّهُ ۗ
وَالرَّاسِخُونَ فِي الْعِلْمِ يَقُولُونَ آمَنَّا بِهِ
كُلٌّ مِنْ عِنْدِ رَبِّنَا ۗ وَمَا يَذَّكَّرُ إِلَّا أُولُو
الْأَلْبَابِ)

سورة آل عمران، الآية "٧"

الإهداء

أهدي هذه الدراسة العلمية

إلى روح والدي العزيز الشهيد لواء شرطة/ عاطف أحمد عبد الغني، رحمة الله عليه.

وإلى والدتي الفاضلة، صاحبة أكبر فضل عليَّ، بارك الله فيها، وأدامها لي زخراً وسنداً العمر كله.

وإلى أخي الحبيب، حفظه الله وأدامه لي عونًا وظلًّا. وإلى والدي الروحي الطبيب/ محمد علي أحمد حسين، بارك الله فيه، وأدامه لي عونًا وناصحًا.

نوران عاطف أحمد

٢٠٢١

الشكر والتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم، اللهم صلى وسلم وبارك على سيدنا محمد (صل الله عليه وسلم) الفاتح لما أغلق، والخاتم لما سبق، ناصر الحق بالحق، والهادى الى صراطك المستقيم ، وعلى آله وصحبه حق قدره ، ومقداره العظيم . وكان فضل الله عليك عظيما. أتوجه بخالص الشكر والعرفان والتقدير الى كل من ساهم فى إنجاز هذه الدراسة العلمية ، وإخراجها الى النور. ولذا أتوجه بخالص الشكر والاعتزاز والتقدير النابعين من القلب الى المرحوم الأستاذ الدكتور/ **محمد عبد الهادى محمد** ، أستاذ ترميم وصيانة الآثار– كلية الآثار – جامعة القاهرة ، تغمده الله بواسع رحمته وأسكنه فسيح جناته على ما بذله معي من جهد وفير فى هذه الرسالة العلمية ، جعلها الله فى ميزان حسناته.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير النابعين من القلب الى أستاذي ومعلمي الفاضل الدكتور / **محمود عبد الحافظ محمد آدم** ، الأستاذ المساعد بقسم ترميم وصيانة الآثار – كلية الآثار – جامعة القاهرة ، والمشرف الرئيسي على الرسالة ، وذلك لما بذله معه من مجهود عظيم فى إخراج هذه الدراسة العلمية ، ولا أستطيع أن أنسى توجيهاته ونصائحه العلمية ، التى أفادتني علميا وعمليا ، ودعمه له على المستوى العلمى من أجل أن يخرج هذا العمل على أفضل وجه . له منى جزيل الشكر والاعتزاز والتقدير والاحترام دائما ، حفظه الله وجزاه الله عنى خير الجزاء لتوجيهاته وإرشاده ومساندته لى .

كما أتوجه بخالص الشكر والتقدير الى الأستاذ الدكتور/ **باسل أحمد الصباغ**، أستاذ الكيمياء وتكنولوجيا صناعة مواد البناء ، المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء ، المشرف المشارك فى هذه الدراسة العلمية ، نظرا لما قدمه لى من مساعدة وعون ، ولن أنسى أيضا توجيهاته الفاضلة فى الرسالة ، وما قدمه لى من نصائح وتوجيهات علمية الذي أفدتني كثيراً وقد أثرت الرسالة علميا ، له منى وافر الاعتزاز والاحترام والشكر والتقدير لما بذله معى من مجهود ، جزاه الله عنى خير الجزاء .

كما لا يسعني إلا أن أتقدم بخالص الشكر والعرفان للأستاذ الدكتور/ **محسن محمد صالح** ، أستاذ ترميم وصيانة الآثار ووكيل كلية الآثار لشئون الدراسات العليا والبحوث جامعة القاهرة والذي شرفت بقبول سيادته مناقشة هذا البحث، فجزاه الله عني خير الجزاء، ولسيادته مني جزيل الشكر وخالص الدعاء بالصحة والعافية، ووفقه إلى مزيد من الرقي والتقدم.

كما أتقدم بخالص شكري وتقديري واعزازى للأستاذ الدكتور/ **مدحت صبحى السيد المحلاوي**، أستاذ جيولوجيا الخامات وتكنولوجيا صناعة مواد البناء ، المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء ، علي تفضل سيادته قبول

مناقشة الرسالة، أدام الله عليه الصحة والعافية ، ووفقه الله دائما الى مزيدا من التقدم والرقى ، فجزاه الله عنى خير الجزاء .

كما أتوجه بخالص الشكر والاعتزاز والتقدير الى كافة الأساتذة الأفاضل أعضاء هيئة التدريس بقسم ترميم وصيانة الآثار ، وأخص بالذكر، الدكتور/ **حمدى الديب** لما قدمه لى من مساعدة عملية، جزاه الله عنى خير الجزاء ، وأيضا الدكتور/ **شريف عمر** ، والدكتور/ **عبد الله كامل** ، والدكتور/ **محمد عطية هواش** ، الدكتورة / **مها أحمد** ، والدكتورة / **آلاء جمال محمود** ، والدكتور/ **عمر محمد آدم** ، والدكتور/ **محمد سمير** ، والدكتور / **محمود الجوهرى** .

وأتقدم بخالص الشكر والاعتزاز والتقدير الى الدكتور/ **محمود حمادة** وجميع العاملين بمعمل المجهر الإلكتروني النافذ بالمركز القومى للبحوث .

كما أتقدم بخالص الشكر والاعتزاز والتقدير الى الدكتور/ **محمود لطفى** ، وجميع العاملين بمعمل الميكروسكوب المستقطب بالمركز القومى لبحوث الإسكان والبناء .

كما أتقدم بخالص الشكر والاعتزاز والتقدير الى الأستاذ / **مصطفى كمال**، مدير معمل الخامات وتكنولوجيا مواد البناء، المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء ، على ما قدمه لى من يد العون والمساعدة العملية فى اخراج الدراسة التجريبية الراهنة من هذا البحث.

كما أتقدم بخالص الشكر الى الأستاذ الدكتور/ **محمد شفيق** ، بالمعهد القومى للقياس والمعايرة ، والدكتور/ **سامح الطاير** بمركز النانوتكنولوجى – جامعة القاهرة ، فرع الشيخ زايد .

وأتوجه بخالص الشكر والتقدير والعرفان الى الدكتور/ **أحمد رمزى** ، والدكتورة / **لبنى عبد العزيز** ، والأستاذ / **أحمد خالد** ، وجميع العاملين بمعمل المجهر الإلكتروني الماسح بالمركز القومي للبحوث.

كما أتقدم بخالص الشكر والاعتزاز والعرفان للدكتور/ **حمدى عبد المنعم** ، مدير عام الترميم بمتحف الفن الإسلامي بباب الخلق بالقاهرة ، والأستاذ / **محمود توفيق** أخصائي الترميم بمتحف الفن الإسلامي ، والأستاذ / **محمود نور الدين** أخصائي الترميم بمتحف الفن الإسلامي ، والأستاذة / ألفت الفاتح ، والأستاذ / **أحمد عيسى** ، وكافة فريق الترميم بالمتحف ، والعاملين فى مركز المعلومات بالمتحف ، وذلك لتقديمهم يد العون والمساعدة فى إتمام الجانب التطبيقى من الدراسة العلمية. حيث أنهم لم يتوانوا ولو لحظة فى تقديم كل الدعم العلمي والعملي .

كما أتوجه بخالص الشكر والتقدير الى كل من قدم لى يد العون والمساعدة فى إخراج هذا البحث العلمى ، حتى لو بجهد بسيط ، وأشكر من كل قلبى كل أساتذة قسم الترميم وصيانة الآثار بكلية الآثار ، جامعة القاهرة . كما أتقدم بالشكر والتقدير للدكتور/ **محمود عبد الرازق** ، والدكتور/ **حمادة شكرى** ، بمعمل الميكروسكوب الإلكتروني الماسح بالمركز القومى لبحوث الإسكان والبناء.

كما أتقدم بخالص الشكر والعرفان والتقدير الى أسرتي الفاضلة ، ووالدى رحمة الله عليه ، ووالدتي الحبيبة ينبوع الحب والعطاء والتفاؤل والأمل ، واخى مصدر الثقة والأمل حفظه الله على مساندتهم وتشجيعهم المستمر لي طوال فترة حياتي، فأدعوا الله أن يمتعهم بالصحة والعافية وأن يعينني على رد ولو جزء بسيط لما قدموه.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى كل من حضر المناقشة وإلى كل من ساعد أو ساهم بقول أو عمل في سبيل إنجاز هذا العمل المتواضع، راجياً من الله أن أكون قد وفقت في ذلك، فإن كان من توفيق فمن الله وحده وما كان من خطأ فمني ومن الشيطان، والحمد لله رب العالمين.

فهرس الموضوعات

الموضوع	رقم الصفحة
الكلمات الدالة	أ
الإهداء	ب
الشكر والتقدير	ج
فهرس الموضوعات	د
فهرس الصور	هـ
فهرس الأشكال	و
فهرس اللوحات	ز
فهرس الجداول	ح
المقدمة	ط
الهدف من الدراسة	ى
الملخص	ك
الدراسات السابقة	ل
الفصل الأول: الدراسة الجيولوجية والتاريخية والأثرية للرخام والنافورة الرخامية (الشاذوران) واستخدامات الرخام في عهد أسرة محمد علي	١-٤٠
١-١- الدراسة الجيولوجية للصخور المتحوِّلة	١
١-١-١- مقدمة عن الصخور المتحوِّلة ونشأتها	١
١-١-٢- تعريف عملية التحول في الصخور	١
١-٢- أهم محاجر الرخام الأثري	٩
١-٢-١- المحاجر المحلية للرخام الأثري	٩
١-٢-٢- المحاجر الأجنبية	١٤
١-٣- مراحل تجهيز الرخام لاستخدامه في المنشآت الأثرية	١٩
١-٤- استخدامات الرخام عبر العصور التاريخية المختلفة	٢٠

١-٤-١- استخدامات الرخام الأثرية في العصور الفرعونية	٢٠
١-٤-٢- استخدامات الرخام الأثري في الحضارة اليونانية	٢١
١-٤-٣- استخدام الرخام الأثري في الفن القبطي	٢٤
١-٤-٤- استخدامات الرخام الأثري في الحضارة الإسلامية	٢٤
١-٥- الاستخدامات العامة للنافورات الرخامية في الحياة اليومية	٢٩
١-٦- الأشكال الهندسية للنافورات الرخامية عبر العصور التاريخية المختلفة	٣٢
١-٦-١- النافورات الرخامية في الحضارة اليونانية والرومانية	٣٢
١-٦-٢ النافورات الرخامية في الفن القبطي (المسيحي)	٣٣
١-٦-٣- النافورات الرخامية في العصر الإسلامي	٣٣
١-٧- استخدامات الرخام الأثري في قصر الأمير محمد علي بالمنيل	٣٧
١-٨- استخدامات الرخام الأثري في شواهد القبور الرخامية	٣٨
الفصل الثاني: دراسة عوامل ومظاهر تلف الآثار الرخامية	٤١-٧٠
٢-١- عمليات التجوية ودورها في تلف الآثار الرخامية	٤١
٢-١-١- تعريف عملية التجوية	٤١
٢-١-٢- تأثير التجوية على أحجار الرخام الأثري	٤١
٢-١-٣-أهم مصادر التجوية على الآثار الرخامية التالفة	٤٤
٢-٢- عوامل التلف الفيزيوكيميائية	٤٥
٢-٢-١- تأثير الرطوبة النسبية على الرخام الأثري	٤٥
٢-٢-١-١- دور الرطوبة النسبية في تلف الأحجار الرخامية	٤٦
٢-٢-٢- تأثير الحرارة علي الرخام الأثري	٥٠
٢-٢-٣- تأثير الأملاح على الآثار الرخامية	٥١
٢-٢-٣-١- أهم أنواع الأملاح التي تهاجم الرخام الأثري	٥٤

٢-٢-٣-١-١- أملاح الكلوريدات	٥٤
٢-٢-٣-١-٢- أملاح الكبريتات	٥٤
٢-٢-٤- تأثير الملوثات الجوية على الرخام الأثري	٥٦
٢-٢-٥- تأثير الرياح على تلف الآثار الرخامية	٦٤
٢-٣- تأثير التلف البيولوجي على الآثار الرخامية	٦٥
٢-٤- عوامل التلف البشرية	٦٦
٢-٥- ميكانيكية تلف الآثار الرخامية وكيفية تحديد معدل التلف	٦٧
٢-٦- مظاهر التلف المختلفة المؤثرة على الرخام الأثري	٦٩
الفصل الثالث: دراسة المواد التقليدية والنانوية وتطبيقاتها في تقوية الأحجار الرخامية	٧٦-١٠٤
٣-١- المواد التقليدية المستخدمة في تقوية وحماية الآثار الرخامية	٧٦
٣-١-١- مواد التقوية غير العضوية	٧٦
٣-١-١-١- هيدروكسيد الباريوم	٧٦
٣-١-١-٢- الفلوريت	٧٨
٣-١-١-٣- السيليكونات	٧٨
٣-١-١-٤- الفلوسيليكات	٨٠
٣-١-٢- مواد التقوية العضوية	٨١
٣-١-٢-١- الباراليود ب٧٢	٨١
٣-١-٢-٢- راتنجات الفينيل	٨٢
٣-١-٢-٣- البولي إستر ومستحلبات الألكيد	٨٢
٣-١-٢-٤- إسترات الأيبوكسي	٨٣
٣-١-٢-٥- الإلكيل تراي إيثوكسي سيلان	٨٥
٣-١-٢-٦- سيليكات الإيثيل	٨٥
٣-٢- المواد النانوية المستخدمة في تقوية وحماية الآثار الرخامية	٨٧

٣-٢-١- التعريف الدقيق لعلم النانو	٨٧
٣-٢-٢- مقاس النانو	٨٩
٣-٢-٣- أنواع وأشكال المواد النانوية	٨٩
٣-٢-٤- تحضير المواد النانوية	٩٠
٣-٢-٥- الأجهزة التحليلية المستخدمة في تقنية النانوتكنولوجى	٩١
٣-٢-٦- استخدامات تقنية النانو	٩٣
٣-٢-٧- خصائص المواد النانوية	٩٨
٣-٢-٨- أهم المواد النانوية المستخدمة في تقوية وحماية الآثار الرخامية	٩٩
٣-٢-٨-١- النانوريستور (هيدروكسيد الكالسيوم النانوي)	٩٩
٣-٢-٨-٢- النانوإستيل (النانوسيليكا)	١٠١
الفصل الرابع: الدراسة التجريبية	١٠٥-١٨٨
٤-١ إعداد العينات الرخامية القياسية	١٠٥
٤-١-١- التحاليل والفحوص التي تمت للعينات الأثرية والعينات التجريبية	١٠٦
٤-١-٢- قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية للعينات الرخامية التجريبية القياسية	١١٣
٤-١-٣- عمليات التقادم الاصطناعي الأوَّلي للعينات الرخامية التجريبية القياسية	١١٧
٤-١-٤- نتائج قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية للعينات التجريبية بعد التقادم	١١٩
٤-٢- مواد التقوية التقليدية والنانوية المستخدمة في تقوية الأحجار الرخامية	١٢٣
٤-٢-١- مواد التقوية التقليدية	١٢٤
٤-٢-٢- مواد التقوية النانوية	١٢٤
٤-٢-٣- المتراكبات النانوية المستخدمة في تقوية العينات الرخامية التجريبية القياسية	١٢٥
٤-٢-٤- تطبيق مواد التقوية على العينات التجريبية	١٢٧
٤-٣- منهجية التقييم للعينات المعالجة.	١٢٨