



جامعة القاهرة
كلية الآثار
قسم ترميم الآثار

دراسة تجريبية وتطبيقية باستخدام المواد النانومترية في علاج وصيانة مواد البناء في المباني الأثرية "تطبيقاً على أحد المباني الأثرية بمدينة رشيد"

رسالة مقدمة

لنيل درجة الدكتوراة في ترميم وصيانة الآثار

إعداد الطالب

أحمد عبد العزيز حسانين حجاج

أخصائي ترميم آثار - وزارة الآثار

تحت إشراف

أ.د / أحمد سيد أحمد شعيب

أستاذ علاج وصيانة الآثار - قسم ترميم الآثار
كلية الآثار - جامعة القاهرة

أ.د / مرفت حسن خليل

أستاذ فيزيقا المنشآت
معهد فيزيقا المنشآت والعوامل البيئية المحيطة
المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء

أ.م.د. / سيد محمد حميدة

أستاذ مساعد الترميم الإنشائي والمعماري للمباني
والمواقع الأثرية والتاريخية قسم الترميم - كلية الآثار
- جامعة القاهرة

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ
دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

صدق الله العظيم

سورة المجادلة الآية (١١)

مستخلص الرسالة

يتناول موضوع الرسالة "دراسة تجريبية وتطبيقية باستخدام المواد النانومترية في علاج وصيانة مواد البناء في المباني الأثرية تطبيقاً على أحد المباني الأثرية بمدينة رشيد" وتحتوي هذه الرسالة على خمسة فصول.

يتناول **الفصل الأول** "عوامل ومظاهر التدهور لمواد البناء في المباني الأثرية بمدينة رشيد" ومن هذه العوامل العوامل الميكانيكية والمتضمنة العوامل الأستاتيكية والعوامل الديناميكية والعيوب الإنشائية والمعمارية والتي تؤثر بقوة على المباني الأثرية وتسبب تصدعها وكذلك يناقش هذا الفصل العوامل الفيزيوكيميائية والتمثلة في الرطوبة بأشكالها المختلفة من الرطوبة النسبية والمياه الأرضية والأمطار فهي المسئول الأول عن تلف وتدهور هذه المواد بالإضافة إلى دور كلا من اختلاف معدلات درجات الحرارة والأملاح والتلوث الجوي وأيضاً دور العوامل البيولوجية المتمثلة في تأثير الكائنات الحية الدقيقة وكذلك عوامل التلف البشري.

ويتناول **الفصل الثاني** "أهم المواد النانوية المستخدمة في علاج وصيانة مواد البناء في المباني الأثرية بمدينة رشيد" ويشمل هذا الفصل مفهوم وتعريفات تكنولوجيا النانو والتطور التاريخي لها وكذلك تصنيف المواد النانوية وطرق تحضيرها وتطبيقاتها سواء في مجالات الحياة اليومية أو في مجال ترميم وصيانة الآثار ودور المركبات النانوية في حماية مواد البناء بمباني رشيد وكذلك تناول بعض المواد النانوية المستخدمة في تقوية مواد البناء.

ويتناول **الفصل الثالث** "دراسة الخواص الهندسية والتركيب المعدني لمواد البناء بمسجد المحلي برشيد" ويشتمل على تحديد الخواص الميكانيكية والفيزيائية والتحليل بحيود الأشعة السينية وكذلك الفحص والتحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة (E.D.X) وأيضاً دراسة القطاعات الدقيقة باستخدام الميكروسكوب المستقطب.

ويتناول **الفصل الرابع** "الدراسة التجريبية لاختيار أفضل المواد النانوية المستخدمة في علاج وصيانة مواد البناء في المباني الأثرية بمدينة رشيد" ويتضمن هذا الفصل إعداد عينات مواد البناء من الطوب المنجور والمونة والرخام وتم تطبيق نوعين من المواد المقوية وهما المواد التقليدية من البوليمرات وكذلك المواد النانومترية أما في صورة فردية أو صورة مركبة من خلال عشرة معالجات وتم تقييم النتائج والتي أكدت نجاح المركب المكون من نانو سيليكات بتركيز ١,٥% مع نانو التيتانيوم بتركيز ١,٥% في الفاكس BS15 بتركيز ٢٠% المذاب في الماء في تقوية الطوب المنجور

والمونة وكذلك المركب المكون من محلول هيدروكسيد الكالسيوم (Nano-restore) بنسبة ٥٠% مع الإكوكول بنسبة ٥٠% المخفف بتركيز ٢٥% مع الماء.

ويتناول **الفصل الخامس** "ترميم وإعادة إعمار مسجد المحلي برشيد" حيث تم اختيار مسجد المحلي الأثري بمدينة رشيد ليكون النموذج التطبيقي لهذه الرسالة وتم عمل بعض الدراسات التمهيدية من الوصف الأثري والتاريخي لهذا المسجد ودراسة عوامل التلف ومظاهرها وتوثيقها بالتصوير الفوتوغرافي والتوثيق المعماري وتم اختيار جزء من المسجد وهو المدخل الجنوبي للتطبيق العملي لعلاج وصيانة الطوب المنجور والمونات وكذلك تم اختيار أحد الأعمدة الرخامية وأحد الأعمدة الجرانيتية كنماذج للتطبيق العملي للرخام والجرانيت واشتملت أعمال الترميم على التنظيف الميكانيكي والكيميائي واستخلاص الأملاح واستكمال الأجزاء الناقصة وكذلك التقوية بالمواد النانوية.

الكلمات الدالة

المواد النانوية

الطوب الأحمر

المونات التقليدية

المياه الأرضية

آثار مدينة رشيد

مواد البناء في المباني الأثرية

التقوية

نانو سيليكات

المباني الأثرية

ترميم الآثار

إهداء

إلى والدتي الحبيبة ينبوع الحب والعطاء والتفاؤل والأمل
وإلى روح والدي الطاهرة الذي كنت أتمنى وجوده معي في ذلك اليوم
من حياتي.
وإلى زوجتي الحبيبة التي ساندتني وآزرتني وتحملت معي المشقة والعناء.
وإلى أبنتي العزيزتين رودينا وفريدة.
وإلى أخوتي مصدر الثقة والأمل.
وإلى كل من سلك طريق العلم وأبتغى به وجه الله حفظهم الله جميعاً
ووفقهم لما يحب ويرضى.

شكر وتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم، الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف المرسلين، سيدنا محمد صلى الله عليه وعلى آله وأصحابه العز الميامين.

أن الفضل كله أولاً وأخيراً لله العلي القدير الذي سدد خطاي ووفقني فاللهم لك الحمد كما ينبغي لجلال وجهك وعظيم سلطانك.

واتوجه بخالص الشكر والامتنان والتقدير للأستاذ الدكتور / **أحمد سيد أحمد شعيب** أستاذ ترميم وصيانة الآثار ورئيس قسم ترميم الآثار الأسبق بكلية الآثار جامعة القاهرة والمشرف على الرسالة لما قدمه من عون وتوجيه ومتابعة مستمرة خلال إتمام البحث فجزاه الله عني خير الجزاء.

كما أتقدم بالشكر والعرفان والتقدير للأستاذة الدكتورة / **مرفت حسن خليل** أستاذ فيزيقا المنشآت بالمركز القومي لبحوث الأسكان والبناء والمشفرة على الرسالة لما بذلته من جهد كبير في تحليل النتائج فلها مني كل الشكر والتقدير.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير والأعزاز للأستاذ الدكتور / **سيد محمد حميدة** أستاذ مساعد الترميم الإنشائي والمعماري للمباني والمواقع الأثرية والتاريخية قسم الترميم بكلية الآثار جامعة القاهرة والمشرف على الرسالة عرفانا بفضلته وتقديرًا لعلمه واحتراماً لشخصه لكي يخرج البحث في أحسن صورة فله الشكر الوافر والخير الكثير.

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير للأستاذ الدكتور / **محمد عبد العادي محمد** أستاذ ترميم المباني الأثرية قسم الترميم بكلية الآثار جامعة القاهرة والمستشار الثقافي الأسبق بدولة بولندا لقبوله مناقشة الرسالة فله كل الشكر والثناء.

كما أتقدم بجزيل الشكر والامتنان للأستاذ الدكتور / **عبد الظاهر عبد الستار أبو العلا** أستاذ ترميم المباني الأثرية وعميد كلية الآثار جامعة مصر للعلوم والتكنولوجيا السابق لقبوله مناقشة الرسالة فله كل الشكر والتقدير.

واتقدم بخالص الشكر والتقدير للأستاذ / **أحمد عبد العظيم شعيب** مدير عام ترميم آثار ومتاحف شرق الدلتا على ما قدمه من مساعدات لإنجاز هذا العمل فله مني كل الثناء والتقدير.

كما أتقدم بخالص الشكر والعرفان للأستاذ / **محمد تقامي** مدير عام آثار رشيد على ما قدمه لي من مساعدات لأتمام الجانب التطبيقي فجزاه الله خير الجزاء.

كما أتقدم بجزيل الشكر والعرفان للمهندسة / **دينا محمد طه** المهندس الإنشائي بهيئة الأبنية التعليمية لما قدمته لي من دعم ومساندة طول فترة البحث فلها كل الشكر والتقدير.

كما أتقدم بالشكر والتقدير للأستاذ / **محمود الفخزاني** مفتش آثار بمنطقة رشيد على ما قدمه لي من دعم ومساندة لأجراء الجانب التطبيقي فله كل الشكر والتقدير.

وأتوجه بخالص الشكر للأستاذ / **عماد حماد** رئيس قسم ترميم آثار رشيد على ما قدمه لي من مساعدة أثناء إتمام هذا البحث فجزاه الله خير الجزاء.

كما أتقدم بخالص الشكر والعرفان والتقدير لأسرتي وعائلتي الكريمة لما تحملوه معي من عناء طوال فترة اعداد هذا البحث. وفي النهاية أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى جميع من ساعدني ومد لي يد العون أثناء مراحل الدراسة والبحث جزاهم الله كل خير الجزاء وأسأل الله لهم جميعاً الخير الخالص والسعادة البالغة.

وأخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

الباحث

فهرس الموضوعات

الصفحة	الموضوع
أ- ب	مستخلص الرسالة
ج	الكلمات الدالة
د	إهداء
هـ	شكر وتقدير
و-ن	فهرس الموضوعات
س- ث	فهرس الصور واللوحات
خ- غ	فهرس الأشكال
ع- ح ج ج	فهرس الجداول
دد- وو	المقدمة
زز- ل ل	ملخص الدراسة
م م- ذ ذ	الدراسات السابقة
ض ض	الهدف من الدراسة
٥٠-١	الفصل الأول عوامل ومظاهر التلف والتدهور لمواد بناء المباني الأثرية بمدينة رشيد
٢	مقدمة
٢	أولاً: العوامل الميكانيكية
٢	أ- العوامل الأستاتيكية
٢	١- تأثير زيادة الأحمال
٣	العوامل المسببة لزيادة الأحمال
٣	أ- التغير أو التبدل في الإنشائي للمبنى
٣	ب- زيادة الأحمال الناتجة عن تغير وظيفة المبنى
٤	ج- تعرض المبنى للاهتزازات الزلزالية
٤	٢- هبوط التربة وفشل الأساسات
٥	أنواع الهبوط
٥	مظاهر حدوث الهبوط
٦	أسباب الهبوط
٧	ب- العوامل الديناميكية
٧	١- الزلازل والأهتزازات
٧	ميكانيكية تلف المباني الأثرية بتأثير الزلازل والأهتزازات
١١	٢- الرياح
١١	تأثير الرياح على مواد البناء بالمباني الأثرية بمدينة رشيد
١٤	ج- العيوب الإنشائية والمعمارية

الصفحة	الموضوع
١٤	١- الأخطاء التصميمية
١٤	أ- الاختيار غير المناسب لموقع الإنشاء
١٥	ب- عدم اختيار نوعية الأساس المناسبة للمبنى
١٥	ج- عدم التقدير الحقيقي لجهد تصميم الأمان للتربة
١٦	د- عدم اختيار منسوب التأسيس المناسب
١٧	هـ- التأسيس على تربة ذات مشاكل
١٧	٢- أخطاء عمليات التنفيذ
١٨	٣- أخطاء في مواصفات مواد البناء
١٩	ثانياً: العوامل الفيزيوكيميائية
١٩	١- المياه الأرضية
٢٠	خطورة المياه الأرضية
٢٤	٢- الأمطار
٢٤	ميكانيكية التلف بالأمطار
٢٧	٣- الرطوبة النسبية
٢٧	تأثير الرطوبة النسبية
٣٠	٤- التغير في معدلات درجات الحرارة
٣٥	٥- الأملاح
٣٧	ميكانيكية تلف مواد بناء المباني الأثرية بمدينة رشيد بتأثير الأملاح
٣٩	مظاهر تلف مواد البناء بالمباني الأثرية بمدينة رشيد بفعل الأملاح
٤١	٦- التلوث الجوي
٤١	تأثير الملوثات الجوية الطبيعية في تلف مواد البناء الأثرية
٤٢	تأثير الملوثات الصناعية في تلف المباني الأثرية
٤٢	١- أكاسيد الكبريت (S_x)
٤٣	٢- غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)
٤٣	٣- غازات أكاسيد النيتروجين (N_x)
٤٤	٤- غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S)
٤٥	ثالثاً: عوامل التلف البيولوجية
٤٥	١- الكائنات الحية الدقيقة
٤٦	تأثير الكائنات الحية الدقيقة
٤٧	٢- عوامل التلف البشري
٤٧	أ- قلة الوعي الأثري
٤٨	ب- الترميم الخاطئ
٤٩	ج- الحرائق

الصفحة	الموضوع
٤٩	د- سوء الإدارة وقصورها
٧٩-٥١	الفصل الثاني أهم المواد النانوية المستخدمة في علاج وصيانة مواد البناء في المباني الأثرية بمدينة رشيد
٥٢	المقصود بكلمة النانو
٥٢	تعريف تكنولوجيا النانو
٥٣	التطور التاريخي لتكنولوجيا النانو
٥٩	المواد النانوية وتصنيفها
٥٩	١- المواد النانوية أحادية الأبعاد
٥٩	٢- المواد النانوية ثنائية الأبعاد
٦٠	٣- المواد النانوية ثلاثية الأبعاد
٦٠	خواص المواد بعد تصغير حجم حبيباتها إلى المقاييس النانوية
٦٢	١- الخواص الميكانيكية
٦٢	٢- الخواص البصرية
٦٢	٣- الخواص الكيميائية
٦٣	٤- الخواص المغناطيسية
٦٣	٥- الخواص الكهربائية
٦٣	٦- الخواص الحرارية
٦٣	أشكال المواد النانوية
٦٥	طرق إنتاج المواد النانوية
٦٥	١- التحرك من أعلى إلى أسفل
٦٥	طريقة السحن الميكانيكي
٦٦	٢- التحرك من أسفل إلى أعلى
٦٧	٣- الطريقة الحيوية
٦٧	تطبيقات المواد النانوية
٦٧	١- التطبيقات العامة للمواد النانوية
٦٨	٢- تطبيقات المواد النانوية في مجال ترميم الآثار
٧٠	التقوية والحماية
٧١	دور المركبات النانوية في حماية مواد البناء بالمباني الأثرية بمدينة رشيد من تأثير الرطوبة
٧٢	المواد النانوية المستخدمة في تقوية مواد البناء بالمباني الأثرية
٧٢	١- حبيبات السليكا النانوية
٧٤	٢- حبيبات ثاني أكسيد التيتانيوم