جامعة القـــاهرة
كـــلية الآثـــــــار
قسم الـترمـيـم

"دراسة لعلاج تأثير التلف الميكرو بيولوجي على الصور الجدارية المنفذة بأسلوب التمبرا تطبيقاً على نماذج مختارة"

رسالة مقدمة
لنيل درجة الماجستير في ترميم وصيانة الآثار

إعداد الباحثة

عبير فؤاد عبد المعز عبد المنعم

المعيدة بقسم الترميم – كلية الآثار

–جامعة الفيوم

تحت إشراف

أ.د / فاطمة محمد حلمي

أستاذ دراسة مواد الآثار وصيانتها ورئيس قسم ترميم الآثار
ومدير مركز صيانة الآثار والمخطوطات ومقتنيات المتاحف السابق
كلية الآثار – جامعة القاهرة

أ.د/محمد عبد المقصود رزق

أستاذ الميكروبيولوجي المتفرغ بقسم النبات
كلية العلوم - جامعة القاهرة

أ.م.د/ حمدان ربيع عطية

الأستاذ المساعد بقسم ترميم الآثار ووكيل كلية الآثار
لشئون خدمة المجتمع وتنمية البيئة
كلية الآثار- جامعة الفيوم

٢٠١٠

ملخص الرسالة

- تنقسم الدراسة إلى خمسة فصول مقسمة كالتالي

الفصل الأول: دراسة طبوغرافية للمواقع الآثرية المختارة والتركيب التشريحي للصور الجدارية بها

تم في هذا الفصل معرفة المفهوم العلمي للطبوغرافية وكيف يمكن إستخدام هذا العلم في الدراسات الحقلية ومدى أهميته في عمليات الترميم المختلفة، كما يتم دراسة كل من طبوغرافية هضبة الجيزة ومنطقة سقارة نظراً لأن المقابر موضوع البحث تقع في هاتين المنطقتين.

وقد أوضحت الدراسة أن هضبة الجيزة تقع في منطقة ذات بروز مرتفع من الحجر الجيري النيموليتي وأن تخطيط الجبانة يقوم أساساً على الأهرامات الثلاثة وخاصة الهرم الأكبر، أما جبانة سقارة فهي أرض منبسطة قليلة الإرتفاع إلا أنها تظهر بشكل هضبة مرتفعة نسبياً عند مقارنتها بالسهل الفيضي لوادي النيل ولا يزيد إرتفاعها عن ٣٥م.

كما تم تناول التركيب التشريحي للصور الجدارية وخاصة المنفذة بأسلوب التمبرا نظراً لأن المقابر موضوع البحث طبقت جميعها باسلوب التمبرا، فتم دراسة هذا الأسلوب وكيفية تطبيقة، نوعية الشيد المستخدم، والمواد الملونة المستخدمة في التلوين، والوسائط اللونية المستخدمة كرابط لحبيبات تلك المادة الملونة.

الفصل الثاني: دراسة الطرق العلمية لتسجيل وفحص وتحليل الصور الجدارية

تم في هذا الفصل التطرق إلى أفضل الطرق المستخدمة في التسجيل والفحص والتحليل للصور الجدارية، ومن أكثر وسائل التسجيل إنتشاراً هو التسجيل الآثري والمعماري والفوتغرافي ومن خلال البحث والدراسة تبين إمكانية إجراء التسجيل بطرق أكثر دقة خاصة في توثيق التلف مثل إستخدام التحليل الهولوجرافي الذي يرصد أي سلوك غير مألوف يبرز على سطح المناطق الآثرية التالفة حيث يعطي صورة ثلاثية الأبعاد للتلف، كما يستخدم التسجيل الثرموجرافي في تقييم البيانات المتعلقة بأي تغيرات ميكانيكية تنشأ على سطح الآثر أو داخل تركيبة الداخلي مما يسبب أنماط حرارية مختلفة لسطح الآثر، وأخيراُ التسجيل بإستخدام المسح الليزري الذي يمكن إستخدامه على كافة الآثار الصغيرة وكبيرة الحجم أو على الآثار النادرة والمتلفة بشدة حيث يتم تمرير شعاع الليزر

على سطح الآثر وتستمر عملية المسح بين ٣٠ثانية – ١٠ دقائق طبقاً لحجم الآثر ودقة الصورة المطلوبة.

كما تعرض الفصل لدراسة أسلوب فحص الآثار بدءاً من الفحص البصري والفحص بالأجهزة مثل إستخدام الميكروسكوب الضوئي و الميكروسكوب المستقطب والميكروسكوب الإلكتروني النافذ بالإضافة إلى إستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح الذي له القدرة على تكبير عالية تساعد في التعرف على مظاهر التلف التي يعاني منها الآثر.

كما يستخدم الفحص بإستخدام التصوير بالأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية اللذان يساعدان في دراسة الرسومات تحت السطحية وفي التفرقة بين الألو ان الآثرية والحديثة.

أما في مجال التحليل فيتم إستخدام حيود الأشعة السينية والتي تعتبر من أكثر أنواع التحليل إنتشاراً هذا بالإضافة إلى إستخدام التحليل بالأشعة تحت الحمراء والكروماتوجرافي الغازي في التعرف على الأوساط اللونية المستخدمة في التطبيق.

ومن الطرق الحديثة التي يمكن تطبيقها هي إستخدام التحليل بإستخدام نشاط النيترونات وحيود النيترونات اللذان يساعدان في تحديد العناصر والمركبات المكونة للتصوير الجداري مهما بلغت نسبة ضئالتها كما تساعد في كشف تزوير الألوان.

وتساعد كافة التحاليل والفحوص في وضع خطة العلاج الناجحة التي تساعد في بقاء التصوير الجداري على مر العصور.

الفصل الثالث: الكائنات الحية الدقيقة وتأثيرها المتلف على الصور الجدارية وطرق علاجها

ينقسم هذا الفصل إلى دراسة محورين أساسيين هما: دراسة بيولوجية للكائنات الحية الدقيقة من بكتيريا، أكتينوميستات، فطريات، وأشنة وطرق حياتها وأساليب نموها وتغذيتها وتأثيرها المتلف على الصور الجدارية، أما الشق الثاني فهو دراسة لطرق العلاج المستخدمة في المقاومة الميكروبية للصور الجدارية.

وفي هذا الفصل تم دراسة البكتيريا وأشكالها وأحجامها بالإضافة إلى تركيب الخلية البكتيرية وطريقة تغذيتها هذا بالإضافة إلى دورها المتلف للصور الجدارية حيث تعمل البكتيريا خاصة من جنس *Thiobacillus ferrooxidans* المسببة لتأكسد الحديد بالمواد الملونة والأحجار، وبكتيريا *Nitrobacter* و *Nitrosomanas* المفرزة لحمض النيتريك والذي يتفاعل مع الكالسيوم مكوناً نترات الكالسيوم سهلة الذوبان (عملية النيترة)، كما تعمل البكتيريا الزرقاء *Cyanobacteria* على

تكوين طبقة الفيلم الحيوي Biofilm على السطح الآثري مما يسبب لمعة غير مرغوب فيها ويعتبر هذا الفيلم نواة لجذب باقي الميكروبات.

كما تم دراسة الأكتينوميستات من حيث تركيب الخلية ودورة حياتها وتأثيرها المتلف على الصور الجدارية حيث تعمل على تكوين صبغات على أسطح الصور الجدارية، كما تسبب في تدمير الوسيط اللوني عند إختراقة كما تفرز أنزيمات تعمل على تحليل البروتين بالوسيط اللوني.

هذا بالإضافة إلى دراسة الفطريات من حيث تركيها وطريقة تغذيتها وتأثيرها المتلف على التصوير الجداري خاصة الفطريات من جنس *Aspergillus niger, Aspergillus flavus, Penicillium sp., Cladosporium & Alternaria* .

وتتعدد طرق تلف الفطريات للتصوير الجداري حيث تعمل على إفراز صبغات متعددة الألوان على أسطح التصوير الجداري، كما أنها عند نموها تعمل الهيفا على تكوين شروخ دقيقة داخل تكوين التصوير الجداري، هذا بالإضافة إلى الإفرازات الأيضية للفطريات والتي تتفاعل مع مكونات التصوير الجداري متسببه في تكوين مركبات جديدة غير مرغوب فيها.

أما بالنسبة للأشنة فقد تم دراسة تركيب الخلية الأشنية ونوعية حياتها وأنواعها المتواجدة على الأسطح الجدارية وطريقة تغذيتها بالإضافة إلى تلفها الميكانيكي بواسطة الهيفا والكيميائي بواسطة الإفرازات الأيضية والتشويه الجمالي بما تفرزه من صبغات لونية.

أما في مجال العلاج الميكروبي فقد إنقسمت طبقاً للدراسة إلى طرق ميكانيكية بواسطة المشارط والفرر، طرق التغليف والحماية للآثر ومدى مميزات وعيوب هذه الطريقة، والطرق الكيميائية من خلال إستخدام المبيدات المختلفة وأنواعها ومدى مميزك وعيوب هذه الطريقة، وا ستخدام المواد المبيضة التي تعمل على إزالة البقع الفطرية والميكروبية، كما تناولت الدراسة إستخدام الطرق البيولوجية من خلال إستخدام فطر التريكودرما وبكتيريا التكلسات البيولوجية(BCB) والبكتيريا المفككة للمواد الهيدروكربونية ومدى كفاءة وعيوب هذه الطريقة.

وأخيراً إستخدام أحدث طرق العلاج لأول مرة وهو العلاج بالموجات الكهرومغناطيسية منخفضة التردد طبقاً لنظرية الرنين البيومغناطيسي الأيضي والتي تعمل على مخاطبة الخلايا الحية بواسطة إشارات كهرومغناطيسية يكون ترددها متوافقاً مع تردد العملية الفيسيولوجية المراد تثبيطها، فكل عملية فيسيولوجية لها شكل وتردد محدد مختلف تماماً في شكل إشارته وترددها من عمليه لأخرى ومن كائن لأخر، وعليه فإذا تم التوصل إلى الإشارة التي تقوم عليها العملية الفيسيولوجية المراد تثبيطها فإنه يمكن التداخل معها تداخلاً هداماً من خلال إرسال إشارة لها نفس تردد الخلية

بحيث يكون المجموع الجبري لإشارة الخلية والإشارة المرسلة تساوي صفراً وفي هذه الحالة تتوقف العملية الفيسيولوجية تماماً .

الفصل الرابع: دراسة تجريبية لعلاج عينات من الصور الجدارية التالفة بفعل الكائنات الحية الدقيقة

يرتكز هذا الفصل على ثلاث محاور أساسية وهي:

- **المحور الأول:** ويشمل هذا المحور عزل الكائنات الحية الدقيقة من فطريات وبكتيريا وأكتينوميستات من أسطح الصور الجدارية في كل من مقبرة نفر باو بتاح ومقبرة أمري في جبانة الجيزة ومقبرة حور محب في جبانة سقارة والتعرف على أكثر الكائنات الحية الدقيقة المتلفة لهذه المقابر حيث تم العزل من الصور الجدارية بحجرة الدفن في كل من المقابر الثلاث ومن هواء وغبار الأرضيات بالمقابر الثلاث ثم التعرف عليها وتحديد جنسها وذلك من خلال المفاتيح العلمية المخصصة لذلك.
- **المحور الثاني:** ويشمل إستخدام الطرق الفيزيائية من خلال إستخدام الإشعاع المؤين لأشعة جاما الناتجة عن إستخدام كوبلت ٦٠ Co^{60} المشع في تثبيط نمو كل من فطر الأسبرجلس نيجر والأسبرجلس فلافس، وتثبيط نمو البكتيريا من جنس الهالو بكتيريا والميكروكوكس سنيريس، والأكتينوميستات من جنس الأستربتوميسس ألبيوس بإعتبارها من أكثر الميكروبات إنتشاراً في المواقع موضوع الدراسة حتى الوصول إلى الجرعات المثبطة للنمو تماماً، كما تم إستخدام تكنيك حديث لأول مرة في مجال الآثار بصفة عامة والتصوير الجداري بصفة خاصة وهو إستخدام الموجات الكهرومغناطيسية منخفضة التردد في مخاطبة خلايا الميكروبات سابقة الذكر وتغيير ال DNA لها بحيث توقف العملية الفيسيولوجية المسئولة عن الإنقسام والنمو وذلك عند حدوث تداخلا هداماً بين تردد الموجة الكهرومغناطيسية المرسلة والتردد الذي يطلقة الميكروب عند الإنقسام بحيث يكون المجموع الجبري يساوي صفراً فتتوقف العملية تماماً، وهكذا يمكن التأثير على الميكروب في حد ذاتة وليس على التصوير الجداري بأي شكل من الأشكال.

-**المحور الثالث:** ويشمل هذا المحور إستخدام مضاد حيوي مستخرج من فطر التريكودرما يكون له القدرة على تنظيف فطري الأسبرجلس نيجر والأسبرجلس فلافس اللذان يعتبران من أكثر الفطريات مهاجمة للتصوير الجداري بالمقابر والمعابد المصرية حيث تم فصل الأنزيمات والمضادات الحيوية المستخرجة من فطر التركودرما وتطبيقها على أسطح نماذج من الصور جدارية تالفة بفعل الفطران سابقا الذكر والذي ظهر أنه يعطي نتائج فعالة تصل إلى ١٠٠% دون أن يغير من تركيب الأثر أو من الدرجات اللونية للمواد الملونة.

- **الفصل الخامس: دراسة تطبيقية لعلاج التلف الميكروبي في مقبرة نفر باو بتاح بهضبة الجيزة.**

تناول هذا الفصل الجانب التطبيقي للدراسة حيث تم التطبيق على مقبرة نفر باو بتاح بهضبة الجيزة، وبهذا الفصل تم تسجيل المقبرة آثرياً وفنياً، ودراسة المناخ على مدار عام كامل ٢٠٠٨-٢٠٠٩م داخل وخارج المقبرة، ودراسة مواد البناء المكونة للتصوير الجداري من حامل وطبقات تحضير ومواد ملونة ووسائط لونية بواسطة نمط حيود الأشعة السينية والميكروسكوب المستقطب والميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة الEDX، بالإضافة لإستخدام نمط الأشعة تحت الحوراء لدراسة الوسيط اللوني، وتبين أن الحامل هو حجر جيري عضو ي دقيق الحبيبات وأن طبقة الشيد مكونة من الكالسيت بنسبة حوالي ٤٤%، والأنهيدريت بنسبة حوالي ٣٣%، الجبس بنسبة حوالي ١٤% وشوائب من الكوارتز بنسبة حوالي ٧%، كما أثبت التحاليل أن الشيد المستخدم هو شيد الجبس والمواد الملونة المستخدمة في التصوير الجداري هي الجوثيت للمادة الملونة الصفراء، والهيماتيت للمادة الملونة الحمراء، هذا بالإضافة إلى دراسة الوسيط اللوني والذي تبين أنه وسيط صفار البيض.

كما تم دراسة مظاهر التلف التي تعاني منها المقبرة من أملاح وترميم سابق وتأثيرهم على زيادة معدل التلف الميكروبي بالمقبرة، كما تناول الفصل التنظيف الميكانيكي للطقة السطحية من التلف الفطري للتقليل من سمك النمو الفطري ولتحقيق نسبة نجاح أعلى للمضاد المستخدم والتنظيف الكيميائي للتلف الميكروبي بإستخدام المضاد المقترح وذلك بعمل دورات من إستخدام المضاد من خلال عمل كمادة من القطن المعقم المحتوي على المضاد وتطبيقها على السطح التالف وتغطيتة بطبقة من الشاش لتوفير معدل نسبي من الرطوبة تكفي لتحقيق أعلى معدلات النجاح للمضاد، وقد إستطاع المضادإعطاء نتيجة مثالية في إزالة التلف الفطري تماماً دون إصابة المواد الملونة بأي

تلف، وأخيراً تم تعقيم كامل المقبرة لضمان القضاء على أي جراثيم في الهواء وللتخلص من أي مصدر لتلف ميكروبي جديد حيث تم إستخدام الأشعة فوق البنفسجية في التعقيم لمدة ١٤٤ ساعة متواصلة أي لمدة ٦ أيام متواصلة وهي نسبة التعقيم التي تعطي أفضل النتائج، كما تم تعقيم أرضية حجرة الدفن بإستخدام الكحول الأيزوبروبيلي والذي يعتبر من أكثر أنواع الكحولات تأثيراً على الفطريات والذي عادتاً ما يستخدم في التعقيم ضد الفطريات.