



تقييم فاعلية استخدام المواد النانوية والبلازما الباردة في الصيانة للأسطح
الخشبية المغطاة بالراتنج الأسود والطبقات الملونة تطبيقا على أحد
النماذج المختارة

رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في ترميم وصيانة الآثار
من الباحث

عبد المنعم محمد عبد المنعم محمد جمعة
مدرس مساعد بقسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة الفيوم

تحت إشراف

أ.د/ محمد أحمد حنفي الشاعر
الأستاذ المتفرغ بقسم الفيزياء والرياضيات
الهندسية بكلية الهندسة - جامعة الزقازيق

أ.د / نجلاء محمود على
أستاذ ترميم وصيانة الآثار
قسم الترميم - كلية الآثار - جامعة الفيوم

د/ مصطفى أحمد عبد الفتاح
معاون الأمين العام لشئون الترميم - وزارة
السياحة والآثار

أ.م. د / صالح محمد صالح
أستاذ ترميم وصيانة الآثار المساعد
قسم الترميم - كلية الآثار - جامعة الفيوم

ملخص الدراسة

يتناول الفصل الأول المواد والطرق الحديثة، المستخدمة في تنظيف وتقوية الأسطح الخشبية المغطاة بالراتنج الأسود، والمواد الملونة، وقد تمت مناقشة ذلك من خلال استعراض آلية التنظيف بالمواد النانوية، والبلازما؛ وتوضيح ذلك؛ بتعريف المواد النانوية، وخصائصها، والتنظيف باستخدام المواد النانوية؛ حيث إنها من أفضل أنظمة التنظيف؛ لتجنب اختراق وتغلغل البوليمرات، المراد إزالتها من السطح المسامي، للأخشاب الأثرية؛ وتستخدم هذه التقنية في شكل جل أو باستخدام إسفنجة مشبعة بهذه المواد، والجل الفيزيائي يحتوي على كمية كبيرة من المذيبات العضوية، الأكثر شيوعاً حالياً في تنظيف العديد من نماذج التصاوير المختلفة، ويتم إضافة أنواع مختلفة من الإنزيمات إلى الجل الإنزيمي؛ حيث أن كل نوع من الإنزيمات يقوم بإزالة نوع واحد من المواد الملتصقة على سطح الأثر. وتستخدم المواد النانوية في التقوية؛ لتغلب على عيوب المواد التقليدية لترميم الأخشاب؛ وذلك لما تتمتع به المواد النانوية من مزايا، مثل: القدرة على معالجة مساحات كبيرة من السطح، بطريقة فعالة، وقدرة تغلغل كبيرة، ووجود تأثير قادر على توفير حماية طويلة الأجل.

ويتمثل الجزء الثاني من هذا الفصل في استعراض أمثلة على استخدام التقنيات الحديثة في علاج الآثار الخشبية، مثل: البلازما، ويصنف تطبيق البلازما، طبقاً لدرجات الحرارة، إلى: بلازما درجات الحرارة المرتفعة، والبلازما الباردة، ونوع الغاز، مثل: غاز الهيدروجين وبلازما الأكسجين، ويمكن استخدام خليط من الغازات في تنظيف المواد الأثرية، والتكلسات السطحية، ويمكن إزالتها بسهولة، بالوسائل الميكانيكية، بعد الانتهاء من المعالجة بهذه الآلية، دون الإضرار بالسطح، وتستخدم أيضاً في تعقيم الأسطح الخشبية.

وتقسم البلازما، طبقاً لظروف العلاج، إلى: بلازما الميكروويف، وبلازما الضغط الجوي في البيئة المفتوحة، وبلازما الحاجز العازل في الضغط الجوي؛ ويمكن أيضاً استخدامها في تحسين خواص المواد النانوية، والتعقيم.

ويتناول **الفصل الثاني** الفحوص والتحاليل الخاصة بالنموذج (موضوع الدراسة)، ويتعرض هذا الفصل لطرق التوثيق، والتسجيل، والفحص الميكروبي؛ حيث تم استخدام طرق غير متلفة في فحص وتحليل العينات، في التابوت المغطى بطبقة الشيد الطيني والمواد الملونة، وأظهرت النتائج المادة الملونة الصفراء؛ والتي تتكون من الجوثيت، والمادة الملونة الحمراء من الهيماتيت، والمادة الملونة السوداء والتي تتكون من الكربون، وأرضية التحضير التي تتكون من كربونات الكالسيوم، وطبقة الشيد الطيني التي تتكون من الأنورثيت (معادن طينية)، وهي سليكات الألومنيوم والكالسيوم، والوسيط اللوني المتمثل في الغراء الحيواني. أما بالنسبة لمادة الترميم السابق، فهي البريمال، ونوع الخشب هو السنط. وقد اتضح من فحص سطح المواد الملونة، تغطية بعض العينات بمادة لامعة، ترجع إلى مادة الترميم السابق، التي تغطي سطح العينات، بالإضافة إلى وجود بعض حبيبات الرمل على السطح أيضا؛ بسبب تقوية بعض العينات بدون عملية التنظيف الجيد للسطح، في عملية الترميم السابق.

وقد تمت الدراسة الأركيومترية، للتابوت المغطى بطبقة الراتنج الأسود، والتي أظهرت وجود تبلور لحبيبات الملح على السطح، والسطح غير المستوي لطبقة الراتنج الأسود، وأيضا تدهور أجزاء من السطح، والمادة الملونة الصفراء تتكون من الجوثيت، وأرضية التحضير تتكون من الكالسييت والجبس، وطبقة النسيج من الصوف بسيط سادة، ونوع الخشب المصنوع منه التابوت هو خشب الجميز.

ويتناول **الفصل الثالث** استخدام المواد النانوية، والبلازما الباردة في علاج الإصابات الميكروبية للأثار الخشبية، وعمل تقييم للمواد لهذه المواد؛ حيث تم استخدام الكيتوزان النانوي؛ لما له من خصائص مضادة للفطريات والبكتريا، وأيضا أكسيد الزنك النانوي، وجزيئات الفضة النانوية ومركب (PCMC) *p-Chloro-m-cresol* والمستخلص النباتي *Ceratophyllum Demersum*، وتم استخدام الكيتوزان النانوي مع هذه المواد؛ للحصول على تثبيط كامل للنمو، واستخدام المواد النانوية مع المواد المستخدمة في تثبيط النمو الميكروبي يعمل على التغلغل الجيد داخل الخشب، وهذا يحسن مقاومة الأخشاب المعالجة

ضد عوامل التحلل البيولوجي، وتم تقييم هذه المواد عن طريق تحديد الحد الأدنى من التركيز المثبط (MIC).

وتم استخدام البلازما الباردة في تثبيط النمو، بعد التعرف على الكائنات المعزولة من القطعة الخشبية، وتحضير معلق جرثومي للفطريات والبكتريا، وإصابة العينات الخشبية الحديثة، ومعالجتها بالبلازما؛ باستخدام بلازما الحاجز العازل DBD لفترات زمنية مختلفة، وتقييم النتائج؛ عن طريق عد الكائنات، بعد أخذ مسحات، وتميئها مرة أخرى، وفحص النتائج باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح؛ لملاحظة تأثيرها. وتمت ملاحظة أن الفطريات تتأثر أكثر من البكتريا بالبلازما، وعند زيادة مدة التعريض، يقل عدد الكائنات؛ إلى أن يتم التعقيم الكامل.

ويتناول **الفصل الرابع** الدراسة التجريبية، لطرق ومواد التقوية للأسطح الخشبية المغطاة بالراتنج الأسود، والطبقات الملونة؛ حيث تناولت الدراسة المواد النانوية، المقترح استخدامها في تقوية الأخشاب الأثرية، والأخشاب المغطاة بالمواد الملونة، والأخشاب المغطاة بالراتنج الأسود، والمواد الملونة؛ وتم استخدام مادة النانو سليولوز، والنانو سليكا، والنانو أكسيد الكالسيوم، ومادة النانو بريمال في الكلوسيل جي في الماء للعينات الخشبية، وفي الكحول للعينات المغطاة بطبقة المواد الملونة، وتم استخدام الفرشاة والرش في تقوية العينات، واختبار العينات باستخدام جهاز الخواص الميكانيكية، والتغير اللوني والتصوير بالميكروسكوب الرقمي، والوزن للعينات المعالجة.

ويتناول **الفصل الخامس** التطبيقات العملية لعلاج وصيانة النموذج (موضوع الدراسة)؛ حيث شملت الدراسة علاج تابوتين؛ أحدهما: مغطى بطبقة الراتنج الأسود، والآخر: مغطى بطبقة المواد الملونة، وتمت عملية التوثيق الفوتوغرافي والتوثيق باستخدام برنامج الرسم الهندسي Illustrator وبرنامج الفوتوشوب، والأوتوكاد، والتسجيل ثلاثي الأبعاد للتأبوتين قبل البدء في عملية الترميم، وبالنسبة لتأبوت الراتنج الأسود، فقد تم التنظيف الميكانيكي باستخدام الفرش الناعمة، والتنظيف الكيميائي باستخدام الزيلين والماء بنسبة 1:1 في تنظيف طبقة

الراتنج الأسود، تلى ذلك عملية الاستبدال، وإعادة التجميع باستخدام مادة البارالويد 50% في الأستون، واستخدام كوايل حديثة لتجميع أجزاء التابوت، وعملية الاستكمال باستخدام القطن في البارالويد بتركيز 15% في الأستون؛ وذلك لملئ الفراغات الموجودة في التابوت الخشبي، ومادة الميكروبالون الزجاجي في البارالويد بتركيز 15%، تلى ذلك تقوية طبقة الراتنج الأسود، والمواد الملونة، وتم استخدام مادة النانو سليكا في الكحول بتركيز 0.5% باستخدام الفرشاة.

وبالنسبة للتابوت المغطى بطبقة الشيد الطيني والمواد الملونة، فقد تم عمل خيمة للتابوت، واستخدام زيوت عطرية طاردة للحشرات، قبل عملية الترميم، وتمت عملية التنظيف الكيميائي؛ باستخدام الماء والكحول بنسبة 1:1 في تنظيف المواد الملونة، وتمت إزالة الترميم السابق، واستخدام الطرق التقليدية، والجهاز المصنوع لاستبدال غطاء التابوت، ومن الدراسة التجريبية للمواد النانوية المستخدمة في تثبيط النمو، تم التوصل إلى أفضل مادة لتثبيط النمو الميكروبي وهي النانوكيتوزان مع مادة البنزوكريازول بتركيز 1%، وتم تطبيق هذه المادة عن طريق الرش، قبل عملية التقوية النهائية، ومن الدراسات التجريبية لتقوية عينات المواد الملونة، وبعد التقادم، اتضح أن أقل معدل تغير لوني، لمادة النانو أكسيد الكالسيوم، يكون بتركيز 0.5%؛ ولذلك، تم استخدامه في تقوية المواد الملونة، وتم استخدام البلكسي جلاس في التدعيم لغطاء التابوت، من الداخل.