دراسة تأثير قيمة الأس الهيدروجينى على علاج الأخشاب الأثرية
مع التطبيق العملى على أحد النماذج المختارة

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير فى ترميم وصيانة الآثار

مقدم من الطالب

محمد رجب إبراهيم شوربجى

أخصائى ترميم الآثار بالمتحف المصرى الكبير

تحت إشراف

أ.د. نسرين الحديدى

أستاذ ترميم الأخشاب الأثرية

بقسم ترميم الآثار

كلية الآثار – جامعة القاهرة

أ . د . سوسن درويـــــش

أستاذ كيمياء المواد الأثرية

بقسم ترميم الآثار

كلية الآثار – جامعة القاهرة

٢٠١٨

وقل رب زدني علما

ملخص الرسالة

تعد الآثار الخشبية أحد أهم الموروثات الفنية الناتجة عن الحضارة المصرية القديمة والتى ساهمت بشكل كبير فى بناء تصور عن حياة المصرى القديم ونشاطاته ومدى مهارته الفنية فى تصنيع أدواته وكذلك إحتياجاته اليومية والجنائزية.

وتتعرض هذه المقتنيات نظرًا لطبيعتها الهيجروسكوبية إلى العديد من عوامل التلف المختلفة والتى تتأثر بها فى شكل مظاهر مختلفة، وتعد قيمة الأس الهيدروجينى من القياسات التى تعبر بشكل كبير عن مدى التغير فى التركيب الكيميائى والتركيب التشريحى وتعبر عن مدى تلف القطعة الخشبية؛ لذلك كان من المهم فهم ودراسة تأثير قيمة الأس الهيدروجينى بالعوامل المختلفة. تم عمل عدة تجارب وهى التقادم الحرارى والتقادم الضوئى والتقادم بالمحاليل الحمضية والقلوية، وكذلك التقادم بالرطوبة فى محاولة لفهم تأثير كل منهم على حدا على قيمة الأس الهيدروجينى، وتم عمل تقييم للخواص الفيزيائية للعينات من تغير فى وزن العينات والتى أظهرت تغيرًا واضحًا بينما الأبعاد والتى لم تظهر تغيرًا ملحوظًا، وتم إستخدام جهاز لقياس التغير اللونى الدقيق بين العينات القياسية والعينات المتقادمة ومقارنتهم لمحاولة الربط بين عامل التلف والتغير الناتج عنه.

فى هذه الدراسة تم عمل تقييم لعمليات التقادم المختلفة من خلال إستخدام الميكروسكوب الإلكترونى الماسح للتعرف على التغيرات السطحية فى العينات المتقادمة ومعرفة تأثير عمليات التقادم على التركيب التشريحى للخشب. كما تم إستخدام جهاز حيود الآشعة السينية لتحديد قيمة تبلور السيليلوز فى العينات الحديثة والمتقادمة وذلك لرصد التغير البلورى فى كل منهما. كما تم إستخدام جهاز طيف الآشعة تحت الحمراء لتقييم التغير فى المجموعات الوظيفية المعبرة عن التغير فى التركيب الكيميائى للخشب.

وتعددت البوليمرات المستخدمة فى عمليات الترميم المختلفة من تقوية وغيرها والتى يستخدمها العديد من المرممين بدون الرجوع إلى قيمة الأس الهيدروجينى الخاصة وبها وهل لهذه البوليمرات نتائج قد تكون عكسية فى المستقبل. فتم إختيار بعض البوليمرات والمذيبات الخاصة بها لدراسة تأثيرها وتقييمه من خلال الأجهزة المختلفة التى تم إستخدامها لتقييم التغير فى التركيب التشريحى والكيميائى.

الكلمات الدالة

- أخشاب صلبة (كاسيات البذور)
- درجة الأس الهيدروجينى
- أحماض
- قلويات
- الميكروسكوب الإلكترونى الماسح
- حيود الآشعة السينية
- طيف الآشعة تحت الحمراء
- تحليل
- فحص
- آشعة فوق بنفسجية
- تقادم حرارى
- تقادم رطوبة
- تابوت
- درجة تبلور السيليلوز
- التغير اللونى

إهداء

- أهدى هذا العمل إلى كل أخصائيى الترميم وإلى كل من ساعدنى فى إتمامه
- إلى أمى جسر العطاء الدائم وإبتسامة عمرى
- إلى أبى الذى يفنى عمره من أجلنا أطال الله فى عمره
- إلى زوجتى الحبيبة رفيقة الكفاح وإلى أولادى أدهم ومالك
- إلى إخوتى أسأل الله أن يحفظهم

شكر وتقدير

قد يعجز اللسان عن شكر كل من ساهم وشارك وساعدنى فى إتمام هذا العمل المتواضع فيسعدنى أن أتقدم بخالص الشكر والتقدير لأستاذتى القديرة الجليلة والمعلمة الفاضلة **الأستاذة الدكتورة/ نسرين محمد نبيل الحديدى**- أستاذ ترميم الأخشاب الأثرية بقسم ترميم وصيانة الآثار- كلية الآثار جامعة القاهرة- نظرًا لإهتمامها البالغ ومتابعتها المستمرة. وما بذلته من مجهود فى سبيل إخراج هذا العمل على هذا الشكل فلها منى عظيم الشكر.

كما أتقدم بخالص الشكر لأستاذتى وأمى **الدكتورة/ سوسن درويش**- أستاذ كيمياء المواد الأثرية بقسم ترميم الآثار- كلية الآثار جامعة القاهرة- لجهدها الدؤب والمتواصل بالتوجيه ومراجعة التحاليل ونتائجها. كما أتقدم بخالص الشكر للأستاذ الدكتور/ أبو الفتوح عبد المنعم- أستاذ تكنولوجيا البوليمرات بالمركز القومى للبحوث- لتفضله بقبول المناقشة. كما أخص بالشكر الدكتورة/ صفاء عبد القادر- أستاذ مساعد ترميم الأخشاب بمركز ترميم الآثار بجامعة القاهرة- لقبولها مناقشة الرسالة.

كما أتقدم بخالص شكرى وإمتنانى للأستاذ/ مؤمن عثمان- مدير مركز ترميم الآثار بالمتحف المصرى- نظرًا لما قدمه من جهد ونصائح ومساعدات فى إجراء الجانب التجريبى والتطبيقى.

كذلك أتقدم بخالص شكرى للأستاذ/ أحمد عرابى- مدير التجهيزات الفنية وأخصائى الترميم بالمتحف المصرى- الرجل الذى لم يكل من مساعدتى فى التحضير للجانب التجريبى، وكذلك فى إجراء الجانب التطبيقى فله منى كل الشكر والتقدير على كل ما بذله من مجهود ومساعدته لى ووقوفه بجانبى حتى نهاية دراستى؛ كذلك أتقدم بالشكر للأستاذ/ محمد عبد العزيز- أخصائى الترميم بالمتحف المصرى- لإعداده معى ومساهمته فى الجانب التجريبى والجانب التطبيقى، واشكر أيضًا الأستاذ/ عيد مرتاح، والأستاذ/ محمد إبراهيم؛ لمساعدتهم لى فى إجراء تحليل تفلور الآشعة السينية، وكذلك أخص بالشكر الأستاذ/ أحمد أبو الخير لمساهمته فى إعداد هذا العمل.

وكذلك أخص أيضًا الأستاذ/ شعبان عبد المنعم- أخصائى ترميم الآثار بالمتحف المصرى- لجهوده فى عملية تغليف القطعة الأثرية فى الجانب التطبيقى؛ كما أتوجه بخالص الشكر للدكتور/ كريم لمساندته لى فى إجراء الفحص بالآشعة السينية فله منى جزيل الشكر.

كما يسعدنى أن أتقدم بالشكر والعرفان للأستاذة/ صباح عبد الرازق- مدير عام المتحف المصرى- لما قدمته لنا خلال فترة الدراسة وإنهاء الجانب التطبيقى بالمتحف المصرى؛ كما أتوجه بالشكر والعرفان لإدارة المخازن بالمتحف المصرى نظرًا لجهدهم المستمر طوال فترة إجراء الجانب التطبيقى وأخص بالشكر الأستاذ/ أحمد طلعت والأستاذة/ منى والأستاذة/ جهاد وغيرهم فلهم منى جزيل الشكر.

كما أخص بالشكر الدكتور/ مراد فوزى- قسم ترميم الآثار جامعة القاهرة- لمساعدته فى فهم التحاليل المختلفة. وأخص بالشكر دكتور/ شريف عمر- قسم الترميم كلية الآثار جامعة القاهرة- لمساعدته فى إجراء التحاليل.

كما أخص بالشكر الدكتورة/ أميمة على عطية- نائب مدير الشئون الفنية لمركز ترميم الآثار بالمتحف المصرى الكبير ومدير المشروعات الخاصة سابقًا- لإتاحتها الفرصة لى لإتمام الجانب التجريبى، واشكر أيضًا الدكتور/ محمد عبد الرحمن نظرًا لتوجيهاته المستمرة بالمراجع والنصائح طوال فترة الدراسة. كما أتوجه أيضًا بخالص الشكر لكل من الدكتورة/ هنادى جلال- رئيس معمل الميكروبيولوجى- لجهدها فى تفسير نتائج المسحات الميكروبيولوجية طوال فترة الدراسة. كما أتقدم بالشكر لكل من الأستاذة/ دينا ممدوح، والأستاذة/ حنان مهلهل- بمعمل طيف الآشعة تحت الحمراء لإجرائهما ومساعدتها فى تفسير نتائج التحاليل. كما أتقدم بالشكر والتقدير للأستاذة/ مها عيسى والأستاذ/ محمد أنور- معمل الميكروسكوب الإلكترونى الماسح- لجهودهم وصبرهم فترة تصوير العينات الخشبية.

كما يسعدنى أن أتقدم بالشكر والتقدير للدكتور/ أسامه أبو الخير- مدير عام شئون الترميم- لمركز ترميم الآثار بالمتحف المصرى الكبير- والدكتور/ حسين كمال- مدير عام الشئون الفنية للترميم- نظرًا لإتاحتهم الفرصة لى لإتمام هذه الدراسة.

كما أتقدم بخالص الشكر لزملائى بالمتحف المصرى الكبير، واخص بالذكر الأستاذة/ إيمان شلبى- رئيس معمل الآثار العضوية- لمساندتها لى طوال فترة الدراسة كما أشكر الأخ العزيز الأستاذ/ نجم الدين مرشد، والأستاذ/ إسلام عبد المقصود شاهين، والأستاذ/ محمد يسرى- أخصائيو الترميم بمعمل الآثار العضوية- ويسعدنى أن أشكر أخى الدكتور/ نور محمد عبد الحميد- أخصائى الترميم بالمتحف المصرى الكبير- لمساندته لى منذ بداية هذه الدراسة وحتى نهايتها.

أشكر أيضًا أ/ إيمان طه، أ/ أمانى بخيت شحاته، أ/ حسين محمد مسعد، أ/ هديل خليل؛ لمساعدتهم لى أثناء إجراء الجانب التجريبى؛ كما أتقدم بالشكر لأخى د/ باسم جهاد، د/ عبد الرحمن مدحت؛ لتوجيهاتهم المستمرة وشرحهم الجانب التشريحى للخشب، وكما أخص بالشكر الأستاذة/ هند بيومى- أخصائى الترميم بمعمل الآثار الخشبية بالمتحف المصرى الكبير رفيقة الدرب لتشجيعها المستمر وتحفيزها لى لإنجاز هذا العمل.

كما أتقدم أيضًا بخالص الشكر لكل من الأستاذ/ محمد محمد السيد علوان، والأستاذ/ رضا زكى؛ نظرًا لمجهوداتهم فى توفير أنواع الأخشاب الخاصة بالدراسة وما بذلوه من جهد لمساعدتى.

وفى البداية والنهاية يعجز لسانى عن شكر من هم سبب وجودى فى هذه الحياة أمى التى تحملت الكثير من المشاق من أجل تربيتنا ولكى نحيا حياة كريمة، ووالدى الذى دائمًا يخفى تعبه ويعمل بكل طاقاته حتى نجد ما نتمناه؛ فلهم منى كل الشكر والتقدير والعرفان بالجميل. كما أشكر رفيقة الدرب زوجتى لدفعها المستمر وتحفيزها لى طوال فترة التمهيدى والماجيستير.

الباحث

الفهرس العام

ملخص الرسالة	أ
الكلمات الدالة	ب
الإهداء	ج
شكر وتقدير	د – و
الفهرس العام	ز – م
فهرس الصور	ن – ذ
فهرس الأشكال	ض – أ أ
فهرس الجداول	ب ب – ه ه
المقدمة	و و
الهدف من الدراسة	ز ز
ملخص الدراسة	ح ح – ك ك
الدراسات السابقة	ل ل – ش ش
الفصل الأول: دراسة معملية لعوامل التلف المؤثرة على درجة الأس الهيدروجينى للأخشاب	١-٨٥
مقدمة	٢
دراسة معملية لعوامل التلف المؤثرة على درجة الأس الهيدروجينى للأخشاب	٤
١- الأجهزة والمواد المستخدم فى الدراسة	٤
أولاً: المواد المستخدمة فى الدراسة	٤
١- إعداد العينات التجريبية لنوعين مختلفين من الأخشاب	٤
٢- إعداد المحاليل الحمضية والقلوية	٦
ثانيًا: الطرق المستخدمة	٧
١- قياس الوزن	٧
٢- قياس القيمة اللونية للسطح	٧
٣- قياس قيمة الأس الهيدروجينى (pH) لنوعى الخشب	٩
٤- إجراء عملية التقادم للعينات المختارة	١٢
٤-١ دراسة تأثير التقادم الحرارى على قيمة الأس الهيدروجينى للخشب	١٣
٤-٢ دراسة تأثير الرطوبة على الأس الهيدروجينى لمكونات الخشب	١٤

إعداد غرفة التقادم	١٥
٤-٣ دراسة تأثير المحاليل ذات الأس الهيدروجينى المختلفة على قيمة الأس الهيدروجينى	١٦
٤-٤ دراسة تأثير الأشعة فوق البنفسجية على قيمة الأس الهيدروجينى لمكونات الخشب	١٩
ثالثا: الأجهزة المستخدمة فى تقييم نتائج تأثير عمليات التقادم	٢١
النتائج: أولا التقادم بالحرارة	٢٢
١- قياس قيمة التغير اللونى Color Change	٢٢
٢- قياس نسبة التغير فى الوزن Weight loss	٢٤
٣- الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح SEM	٢٥
٤- قياس درجة تبلور السيليلوز Crystalinity Index	٢٨
٥- قياس قيمة درجة الأس الهيدروجينى pH Value	٣٠
٦- التحليل بطيف الآشعة تحت الحمراء	٣٠
٧- الإستنتاج العام للتقادم بالحرارة	٣٥
النتائج: أولا التقادم بالرطوبة	
١- قياس قيمة التغير اللونى Color Change	٣٦
٢- قياس نسبة التغير فى الوزن Weight loss	٣٧
٣- الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح SEM	٣٩
٤- قياس درجة تبلور السيليلوز Crystalinity Index	٤٠
٥- قياس قيمة درجة الأس الهيدروجينى pH Value	٤١
٦- التحليل بطيف الآشعة تحت الحمراء	٤٢
٧- الإستنتاج العام للتقادم بالرطوبة	٤٦
ثالثاً: التقادم بإستخدام المحاليل الحمضية والقلوية	٤٧
١- قياس قيمة التغير اللونى Color Change	٤٧
٢- قياس نسبة التغير فى الوزن Weight loss	٥٤
٣- الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح SEM	٥٥
٤- قياس درجة تبلور السيليلوز Crystalinity Index	٦١
٥- قياس قيمة درجة الأس الهيدروجينى pH Value	٦٤
٦- التحليل بطيف الآشعة تحت الحمراء	٦٦

٧- الإستنتاج	٧٣
رابعًا: التقادم بالآشعة فوق البنفسجية	٧٤
١- قياس قيمة التغير اللونى Color Change	٧٤
٢- قياس نسبة التغير فى الوزن Weight loss	٧٥
٣- الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح SEM	٧٦
٤- قياس درجة السيليلوز Crystalinity Index	٧٨
٥- قياس قيمة الأس الهيدروجينى pH Value	٨٠
٦- التحليل بطيف الآشعة تحت الحمراء	٨١
٧- الإستنتاج العام للتقادم بالآشعة فوق البنفسجية	٨٥
نتائج الفصل الأول	٨٥
الفصل الثانى: دراسة تجريبية لتقييم تأثير البوليمرات على قيمة الأس الهيدروجينى للخشب	٨٦- ١٥٠
مقدمة	٨٧
مواد طبيعية	٨٧
مواد صناعية (مخلقة)	٨٨
أولاً: المواد والخامات المستخدمة فى الجانب التجريبى	٨٩
كلوسيلE (Klucel E)	٨٩
بريمال Primal E330s	٩٠
ريجاليرز Regalrez 1094	٩١
خليط بين النانو سيليلوز والكلوسيل E	٩٢
ثانيًا: الطرق المستخدمة فى الدراسة	٩٤
١- إعداد وتجهيز العينات المختلفة	٩٤
٢- تطبيق بوليمرات التقوية	٩٤
٣- إجراء عمليات التقادم المختلفة	٩٤
التقادم الحرارى المصاحب بمصدر الرطوبة	٩٥
التقادم بالآشعة فوق البنفسجية Ultraviolet	٩٥
٤- تقييم البوليمرات المستخدمة فى عمليات التقوية	٩٦
١/٤ الميكروسكوب الإلكترونى الماسح (SEM)	٩٧
٢/٤ التحليل بإستخدام جهاز حيود الآشعة السينية (X-ray	٩٧

Diffraction XRD)	
٣/٤ التحليل بإستخدام طيف الآشعة تحت الحمراء FTIR Analysis	٩٧
٤/٤ الشرائط اللونية	٩٧
٥/٤ جهاز قياس التغير اللونى	٩٧
٦/٤ جهاز قياس قيمة الأس الهيدروجينى	٩٧
النتائج والمناقشات	٩٨- ١٤٨
كلوسيلE (Klucel E)	٩٨
١- قياس قيمة التغير اللونى Color Change	٩٨
٢- الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح SEM	١٠٠
٣- قياس درجة الأس الهيدروجينى pH Value	١٠٢
٤- التحليل بطيف الآشعة تحت الحمراء FTIR	١٠٣
٥- الإستنتاج	١٠٩
بريمال Primal E330s	١١٠
١- قياس قيمة التغير اللونى Color Change	١١٠
٢- الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح SEM	١١٢
٣- قياس درجة تبلور السيليلوز Crystalinity Index	١١٤
٤- قياس درجة الأس الهيدروجينى pH Value	١١٥
٥- التحليل بطيف الآشعة تحت الحمراء FTIR	١١٦
٦- الإستنتاج	١٢٢
ريجاليرز Regalrez 1095	١٢٣
١- قياس قيمة التغير اللونى Color Change	١٢٣
٢- الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح SEM	١٢٥
٣- قياس درجة تبلور السيليلوز Crystalinity Index	١٢٧
٤- قياس درجة الأس الهيدروجينى pH Value	١٢٨
٥- التحليل بطيف الآشعة تحت الحمراء FTIR	١٢٩
٦- الإستنتاج	١٣٥
خليط بين النانو سيليلوز والكولسيلE	١٣٦
١- قياس قيمة التغير اللونى Color Change	١٣٦

٢- الفحص بالميكروسكوب الإلكترونى الماسح SEM	١٣٨
٣- قياس درجة تبلور السيليلوز Crystalinity Index	١٣٩
٤- قياس درجة الأس الهيدروجينى pH Value	١٤٠
٥- التحليل بطيف الآشعة تحت الحمراء FTIR	١٤٢
٦- الإستنتاج	١٤٨
نتائج الفصل الثانى	١٤٩
الفصل الثالث: الجانب التطبيقى: التطبيق العملى لفحص ودراسة وعلاج أحد النماذج المختارة من محتويات المتحف المصرى	١٥٠- ٢١٤
مقدمة	١٥١
١- الدراسة التاريخية	١٥٢
٢- الدراسة الفنية	١٥٥
تقنية صناعة التابوت	١٥٥
علامات الصناعة	١٥٩
المواد والطرق المستخدمة فى فحص وتحليل وتوثيق الوجه الخشبى	١٦٠
عمليات التوثيق	١٦١
الوصف الأثرى	١٦١
وصف مظاهر التلف	١٦٢
التوثيق	١٦٢
التوثيق الفوتوغرافى	١٦٢
التوثيق بإستخدام البرامج الهندسية (2d-3d)	١٦٥-١٦٨
مراحل علاج وترميم التابوت الخشبى رقم ٢٨٠٩٣	١٦٨
٤-٤ الفحوص والتحاليل	١٧٤
٤-٤-١ الفحص والتصوير بالآشعة الفوق بنفسجية UV	١٧٤
٤-٤-٢ الفحص بإستخدام التصوير بالميكروسكوب الرقمى (Usb Micoscope)	١٧٨
٤-٤-٣ الفحص بإستخدام الميكروسكوب الإلكترونى الماسح	١٧٩
٤-٤-٤ التصوير بإستخدام الـ X-ray Radiography	١٨١

٤-٤-٥ قياس قيمة الأس الهيدروجينى للخشب	١٨٣
٤-٤-٦ قياس المحتوى الرطوبى للخشب	١٨٣
٤-٤-٧ الفحص الميكروبيولوجى للأثر	١٨٦
٤-٤-٨ تعريف نوع الخشب	١٩٠
٤-٤-٩ التحليل بواسطة حيود الآشعة السينية	١٩٢
٤-٤-١٠ التحليل الطيفى بالآشعة تحت الحمراء FTIR	١٩٤
٤-٤-١١ التحليل بتفلور الآشعة السينية	١٩٧
٥- خطوات ترميم التابوت الخشبى موضوع الدراسة	١٩٨
٥-١ عملية التنظيف	١٩٨
٥-٢ إزالة المسامير المعدنية والدعامات الخشبية	٢٠١
٥-٣ إستكمال الشروخ	٢٠٥
٥-٤ خطوات إعداد الإستكمال الخاص بمنطقة الصدر	٢٠٧
٥-٥ مرحلة تغليف التابوت	٢١١
نتائج الفصل الثالث	٢١٣
التوصيات	٢١٦
المراجع	٢١٧
Summary	C
Keywords	B
Abstract	A

فهرس الصور

رقم الصورة	الموضوع	رقم الصفحة
	الفصل الأول	
١-١	توضح شكل الكتلة الخشبية التى تم إعداد العينات منها	٥
١-٢	توضح مرحلة وزن العينات للتأكد من أنها ملائمة للتجربة	٥
١-٣	توضح مرحلة تقطيع العينات	٥
١-٤	توضح عينات خشب السنط المخصصة للتقادم الحرارى والتقادم الرطوبى	٦
١-٥	توضح عينات خشب الجميز المخصصة للتقادم الحرارى والرطوبى	٦
١-٦	توضح العينات الخشبية المخصصة للتقادم بإستخدام الآشعة فوق البنفسجية والتقادم بالأحماض والقلويات	٦
١-٧	توضح مرحلة تحويل العينة لمسحوق خشبى بإستخدام مبرد ناعم وشكل المسحوق الناتج لكل من خشب السنط والجميز	١١
١-٨	توضح مرحلة وزن مسحوق العينة	١١
١-٩	توضح مرحلة غمر المسحوق الخشبى فى ماء مقطر (منزوع الأيونات)	١١
١-١٠	توضح مرحلة تقليب بودر الخشب فى ماء منزوع الأيونات	١١
١-١١	توضح مرحلة إستخلاص الماء المعبر عن قيمة الأس الهيدروجينى	١١
١-١٢	توضح إستخدام الشرائح اللونية فى عملية قياس الأس الهيدروجينى	١٢
١-١٣	توضح إستخدام جهاز لقياس قيمة الأس الهيدروجينى	١٢
١-١٤	توضح أدوات قياس قيمة الأس الهيدروجينى	١٢
١-١٥	توضح الأدوات المستخدمة فى عملية إستخلاص الماء المعبر عن قيمة الأس الهيدروجينى	١٢
١-١٦	توضح العينات التى تم إعدادها لتجربة التقادم بالرطوبة لكلا نوعى الخشب (السنط والجميز)	١٤
١-١٧	توضح وضع العينات داخل الفرن الحرارى وذلك لإجراء عملية	١٤