جامعة القاهرة
كلية الآثار
قسم ترميم الآثار

دراسة التغيرات الكيميائية الناتجة عن تلف بعض مواد حماية أسطح الأخشاب الأثرية مع تقييم لبعض مواد وطرق المعالجة تطبيقاً على أحد النماذج الخشبية المختارة

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في ترميم و صيانة الآثار

إعداد
إلهام كريم محمد نور الدين محمد
المعيدة بقسم ترميم الآثار- كلية الآثار- جامعة القاهرة

إشراف
أ.د. سوسن سيد درويش
أستاذ كيمياء مواد الترميم والصيانة
قسم ترميم الآثار- كلية الآثار- جامعة القاهرة

أ.د. نسرين محمد نبيل الحديدي
أستاذ علاج وصيانة الأخشاب الآثرية
قسم ترميم الآثار- كلية الآثار- جامعة القاهرة

١٤٣٧هـ/ ٢٠١٦م

ملخص الرسالة

يناقش موضوع هذه الدراسة أهمية مواد حماية الأسطح الخشبية الأثرية، ويمكن تلخيص الهدف من الدراسة في محاولة تقييم مواد حماية الأسطح الخشبية الأثرية الشفافة التي يستخدمها القائمين بعمليات التشطيب من الفنيين والمرممين ومدى كفائتها في تأدية الدور الذي تستخدم من أجله.

وتنقسم الدراسة إلى خمسة فصول هم كالتالي:

الفصل الأول **(دراسة فنية وتاريخية عن تشطيب أسطح الأخشاب الأثرية)**
يتناول هذا الفصل عملية التشطيب كأحد مكملات الأساليب الصناعية والفنية التي تنفذ بها المشغولات الخشبية وأنواع المعالجات السطحية للمشغولات الخشبية في مصر وتطورها عبر العصور.

الفصل الثاني **(تشطيب أسطح الأخشاب (مواد وتقنيات))**
ويتناول هذا الفصل المواد المستخدمة في تشطيب الأسطح الخشبية قديماً وحديثاً، والمواصفات التي يجب أن تتوفر في مواد العزل وأنظمة التغطية السطحية المختلفة، والأدوات والأساليب المستخدمة اليدوية منها والألية ومراحل عملية تشطيب الأسطح الخشبية.

الفصل الثالث **(تلف طبقات الحماية السطحية)**
ويتضمن هذا الفصل التلف والإنحلال الذي تعاني منه مواد حماية أسطح الأخشاب والعوامل والأسباب التي تؤدي إلى ذلك وميكانيكيات التلف.

الفصل الرابع **(الجانب التجريبي)**
دراسة تأثير التقادم الضوئي المعجل على سطح الخشب اللين (الصنوبر) والخشب الصلب (القرو) المجرد والمدهون بطبقات الحماية النهائية الشفافة من الشيلاك والبارلويد بي ٧٢ والبولي يورثان من خلال تقييم مدى قدرة هذه المواد للصمود أمام تأثيرات التقادم الضوئي والحراري بعد تطبيقها على أسطح الأخشاب (اختبار الثبات لتأثير الضوء خاصة الأشعة فوق البنفسجية الوسطى UVB عند درجة حرارة ٦٠ ^{o} م $\pm$٢)، وقد تم اختيار تجهيز عينات الخشب طبقاً للمواصفة القياسية ASTM Designation: D 358 – 55 ، ووسائل تقييم الاختبار هى فحص التلف السطحى لأفلام البوليمر بعد التقادم بمجهر القوى الذرية عالي الدقة (AFM) وفحص أسطح الأخشاب غير المعالجة والمعالجة بعد التقادم بالمجهر الألكتروني الماسح (SEM)، وبالطبع قياس التغيرات الكيميائية (الأكسدة الضوئية) بطريقة التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (FTIR) وقياس التغيرات اللونية وقياس الفقد في درجة اللمعان واختبارات المرونة و قوة التصاق طبقات الحماية بالسطح.

الفصل الخامس **الجانب التطبيقي (أعمال ترميم حجاب خشبي من الخرط (قاطوع))**
يمثل الأثر أحد مقتنيات مخزن متحف كلية الأثار- جامعة القاهرة للأثار المصرية والإسلامية غير المسجلة، وجدت أجزاءه مفككه وقد مر الأثر مبدئياً بمراحل الفرز والتصنيف، ثم التنظيف الميكانيكي وسد الشقوق ولصق وتجميع الأجزاء المتكسرة، بعد ذلك التجميع والمضاهاة اللونية لأماكن سد الشقوق وعمليات العزل السطحي ثم العرض النهائي.

الكلمات الدالة

تشطيب الأسطح

مواد العزل

شيلاك

بارالوريد بي ٧٢

بولي يورثان

التعريض للأشعة

التحلل الضوئي

الأكسدة الضوئية

التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء

التغيرات اللونية

إهداء

أهدي هذا العمل
المتواضع إلى روح
والدي أسكنه الله فسيح
جناته وجزاه عني خير
الجزاء

شكـــر وتقديـــر

الشكر لله سبحانه وتعالى أولاً وأخراً فهو وحده صاحب الفضل والنعم ومسبب الأسباب يقول تعالى على لسان سيدنا سليمان عليه السلام في سورة النمل: ﴿ **قَالَ الَّذِي عِندَهُ عِلْمٌ مِّنَ الْكِتَابِ أَنَا آتِيكَ بِهِ قَبْلَ أَن يَرْتَدَّ إِلَيْكَ طَرْفُكَ فَلَمَّا رَآهُ مُسْتَقِرًّا عِندَهُ قَالَ هَذَا مِن فَضْلِ رَبِّي لِيَبْلُوَنِي أَأَشْكُرُ أَمْ أَكْفُرُ وَمَن شَكَرَ فَإِنَّمَا يَشْكُرُ لِنَفْسِهِ وَمَن كَفَرَ فَإِنَّ رَبِّي غَنِيٌّ كَرِيمٌ** ﴿40﴾ ﴾ صدق الله العظيم

ويقول سيدنا محمد ﷺ: (التحدُّث بنعمة الله شكر، وتركها كفر، ومن لا يشكر القليل لا يشكر الكثير، ومن لا يشكر الناس لا يشكر الله)

وأحق الناس بأن أتقدم له بالشكر هو المُعَلِّم؛ يقول أمير الشعراء أحمد شوقي في قصيدة المُعَلِّم

قُم للمُـعَلِّم وفِّـه التبـجـيـلا كــاد العلـم أن يكـون رســولا

أعلمتَ أشرفَ أو أجلَّ من الذي يبني وينشئُ أنفساً وعقولا

سـبحانكَ اللهمَّ خـيرَ معلّمٍ علَّمتَ بالقلمِ القـرونَ الأولى

وعليه لا يسعنى إلا التقدم بوافر الشكر والامتنان والتقدير لهيئة الإشراف متمنية لهما دوام التوفيق والعطاء وجزاهما عنى الله كل الخير:

أستاذتى العزيزة الأستاذة الدكتورة/ **سوسن سيد درويش** أستاذ كيمياء مواد الترميم والصيانة- كلية الآثار- جامعة القاهرة المشرف الرئيسى، والأستاذة الدكتورة/ **نسرين محمد نبيل الحديدي** أستاذ علاج وصيانة الأخشاب الأثرية- قسم ترميم الآثار- جامعة القاهرة المشرف المشارك.

والشكر موصول لهيئة المناقشة الأساتذة الأفاضل لتفضلهما بالموافقة على مناقشة الرسالة الأستاذ الدكتور/ **جمعة محمد عبد المقصود**- أستاذ علاج وصيانة المخطوطات والآثار العضوية بقسم ترميم الآثار- ووكيل كلية الآثار لشئون الدراسات العليا والبحوث- جامعة القاهرة والأستاذ الدكتور/**أبو الفتوح عبد المنعم عبد الحكيم**- أستاذ كيمياء وتكنولوجيا البوليمرات- المركز القومي للبحوث.

كما أتقدم بخالص الشكر والامتنان لروح الأستاذ الدكتور **بدران محمد بدران**- رئيس معمل البويات سابقاً- قسم المبلمرات والمخضبات- المركز القومي للبحوث- أحد أهم وأكثر العلماء المصريين خبرة في مجال البويات وخاصة دهانات الأسطح المعدنية لملاحظاته وتوجيهاته السديدة التى أثرت هذا البحث، ومن بعده أوجه جزيل شكري للأستاذ الدكتور **أحمد اسماعيل** – رئيس معمل البويات- قسم المبلمرات والمخضبات- المركز القومي للبحوث- على حسن معاملته لطلاب العلم وملاحظاته الدقيقة التي ساعدت على تجنب بعد الأخطاء أثناء العمل والشكر موصول لجميع العاملين بالمعمل.

وخالص شكري أتوجه به إلى الأستاذة الدكتورة/ **مايسة محمد علي** أستاذ الكائنات الحية الدقيقة للمواد الأثرية المساعد وجزيل الشكر إلى الزميل الفاضل الدكتور/ **مراد فوزي محمد** المدرس بقسم ترميم الآثار- كلية الآثار- جامعة القاهرة على مجهوده الكبير معي خاصة بالجانب التطبيقي والتحاليل العلمية والمساعدات الفنية جزاه الله عنى خير الجزاء.

كذلك أتقدم بشكري وتقديري إلى جميع زملائي بقسم ترميم وأخص منهم: الدكتورة/ **مها أحمد** و**شريف عمر** و**محمد سمير المتولي** و**أرزاق محمد** و**أمل أحمد**.

كذلك زملائي بقسم الأثار المصرية الزميلة العزيزة/ **الشيماء محمد** المدرس المساعد وزملائي بقسم الأثار الإسلامية الدكتور/ **محمود رشدي** مدرس عمارة المشرق الإسلامي والزميل **محمد أبو سيف** مدرس مساعد الفنون الاسلامية.

وشكري إلى الأستاذة الدكتورة/ **عزة فاروق سيد** أستاذ الأثار المصرية القديمة وعميدة كلية الأثار السابقة على تشكيلها لجنة توثيق ورصد محتويات مخزن متحف كلية الأثار من القطع الأثرية غير المسجلة المستخرجة من أعمال الحفائر التي قامت بها الكلية في أماكن متنوعة، وكنت أحد أفراد اللجنة بصحبة لفيف من الزملاء والأساتذة بما وفرت لي الجانب التطبيقي لموضوع البحث وكان ذلك برئاسة الأستاذ الدكتور/ **حسني محمد حسن نويصر** أستاذ العمارة الإسلامية المتفرغ- قسم الآثار الإسلامية- جامعة القاهرة والذي ذودني بمعلومات قيمة مرتبطة بمصدر الأثر وتاريخه فهو كان عضواً في أعمال الحفائر منذ سنوات عديدة مضت جزاه الله خيراً وكذلك الأستاذة الدكتورة/ **نسرين محمد نبيل الحديدي** أستاذ علاج وصيانة الأخشاب الأثرية- قسم ترميم الآثار- جامعة القاهرة المشرف المشارك والأستاذة الدكتورة/ **أماني عبد الحافظ محمد** أستاذ ترميم الأثار الحجرية الثابتة والمنقولة المساعد- قسم ترميم الآثار- جامعة القاهرة، فلهما جزيل الشكر، كذلك أتوجه بالشكر لزملائي باللجنة على مساعدتهم وتعاونهم، كذلك أشكر إدارة متحف كلية الأثار للأثار المصرية على تعاونهم معنا وتحملهم أعباء إضافية في سبيل توفير جو مناسب للعمل.
ولا أنسى أن أشكر الأساتذة الأفاضل بمكتب الدراسات العليا بالكلية وعلى رأسهم الأستاذ/ **محمد بغداى** مدير المكتب.

وجزيل شكري للأستاذة **رشا صادق امام** أخصائي معمل النسيج بالمعهد القومي للقياس والمعايرة.
وكل الشكر إلى المهندسة/ **رنا مرزوق**- شركة المقاولون العرب على تقديم بعض المساعدات الفنية والأستاذ/ **خليل إبراهيم خليل** أخصائي ترميم ومدير وحدة تشغيل وترميم الأخشاب بإدارة صيانة القصور والأثار بشركة المقاولون العرب على توفير عينات خشب الجانب التجريبي والأستاذ **ياسر أحمد محمود** أخصائي ترميم ونائب مدير وحدة تشغيل وترميم الأخشاب بإدارة صيانة القصور والأثار بشركة المقاولون العرب وجميع العاملين معه بالوحدة من فنيين له منى جزيل الشكر على تدريبي عملياً على القيام بعمليات تشطيب ودهان الأسطح الخشبية وتذويدي بالمعلومات الفنية الحقلية حيال ذلك. وشكريكذلك للأستاذ **أحمد محمد الحديدي** على مساعداته في توفير بعض عينات الأخشاب وتقطيع العينات وإعداد وحدة التقادم.

وشكري العميق لزوجي الحبيب ورفيقي إلى أخر عمري الأستاذ/ **ضياء السيد أحمد السيد**- مدير الشئون الفنية والتوثيق بوحدة الترميم- ادراة صيانة القصور والآثار- شركة المقاولون العرب، على مساعداته الفنية والمعنوية لي وتحمله هو وأبني العزيز/ **كريم** الكثير في سبيل انجازي لهذا العمل، كذلك أشكر **أمي** الغالية على دعائها الدائم هى و**جدتي** الحبيبة لى بدوام التوفيق، أما أختي الحبيبة ونصفي الثاني **إيمان** أغلى من لدي بالدنيا فلن تتسع الصفحات لشكرها فهى سندي منذ بدأت أخطو أولى خطواتي على الأرض جزاها الله كل الخير وأسعدها.
والختام الطيب يأتي بشكر روح **أبي** الطيبة الدكتور/ **كريم محمد نور الدين محمد** أسكنه الله فسيح جناته فهو سر كل جميل وطيب بي وهو من ساهم مساهمة كبيرة في تكويني المعنوي وحتى الأن وبعد وفاته بسنوات لازلت أسير على نهج خطواته وخُلقه الذي علمني إيها أسير بفضل دعائه لى في حياته ودعاء كل من عرفه له ولأولاده في غيابه.

الباحثة/ إلهام كريم محمد نور الدين محمد

قائمة المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
مقدمة عامة	أ
ملخص	ب
الهدف من البحث	ج
الأعمال السابقة	ح
الفصل الأول **دراسة فنية وتاريخية عن تشطيب أسطح الأخشاب الأثرية**	
١. ١. مقدمة	١
١. ٢. الأساليب الصناعية والفنية التي تنفذ بها الأعمال الخشبية	٢
١. ٣. مفهوم التشطيب النهائي للأسطح الخشبية	٢
١. ٤. الأسباب الرئيسية لتشطيب ودهان أسطح الأخشاب	٣
١. ٥. نشأة فن تشطيب الأسطح الخشبية	٤
١. ٦. تطور فن التشطيب في مصر	٥
١. ٧. أنواع المعالجات السطحية للمشغولات الخشبية وتطورها عبر العصور	٥
١. ٧. ١. طبقات الجسو Gesso layers	٧
١. ٧. ٢. الشمع	٧
١. ٧. ٣. دهان الأسطح الخشبية بالسلقون	٨
١. ٧. ٤. طريقة التلوين (أسلوب الرسم بالألوان المتنوعة) Painting	٩
١. ٧. ٤. ١. تلوين الأسطح الخشبية خلال العصور المصرية القديمة	٩
١. ٧. ٤. ٢. تلوين الأسطح الخشبية خلال العصرين اليوناني والروماني	٩
١. ٧. ٤. ٣. تلوين الأسطح الخشبية خلال العصر المسيحي	١٠
١. ٧. ٤. ٤. تلوين الأسطح الخشبية خلال العصور الإسلامية	١٠
١. ٧. ٥. طريقة التذهيب Gilding	١١
١. ٧. ٥. ١. التذهيب خلال العصور المصرية القديمة	١١
١. ٧. ٥. ٢. التذهيب خلال العصرين اليوناني والروماني	١٢
١. ٧. ٥. ٣. التذهيب خلال العصور المسيحية	١٢
١. ٧. ٥. ٤. التذهيب خلال العصور الإسلامية	١٢
١. ٧. ٦. الورنشاتVarnishing	١٣
١. ٧. ٦. ١. الورنيشات خلال العصور المصرية القديمة	١٣
١. ٧. ٦. ١. ١. تاريخ معرفة الورنيشات في مصر القديمة	١٣
١. ٧. ٦. ١. ٢. تطبيقات الورنيش في مصر القديمة	١٤
١. ٧. ٦. ١. ٣. أنواع الورنيشات في مصر القديمة	١٥
١. ٧. ٦. ١. ٣. ١. الورنيشات عديمة اللون	١٦
مواصفات وخواص الورنيش الشفاف	١٧
١. ٧. ٦. ١. ٣. ٢. الورنيشات الداكنة	١٨
مواصفات وخواص الورنيش الداكن المعتم	١٩
١. ٧. ٦. ٢. الورنيشات خلال العصرين اليوناني الروماني	٢٠
١. ٧. ٦. ٣. الورنيشات خلال العصر المسيحي	٢١
١. ٧. ٦. ٤. الورنيشات خلال العصور الإسلامية	٢١
١. ٧. ٦. ٥. أساليب تحضير الورنيش قديماً	٢٢
١. ٧. ٦. ٥. ١. الطريقة العامة لتحضير الورنيش في مصر القديمة	٢٢
١. ٧. ٦. ٥. ٢. طريقة تحضير الورنيشات خلال العصر الإسلامي	٢٥
١. ٧. ٧. الجمع بين أكثر من أسلوب زخرفي	٢٦
١. ٧. ٨. التأثيرات الأجنبية على دهانات الأخشاب في مصر	٢٨
١. ٧. ٨. ١. أسلوب اللاكيه (فن تصويري)	٢٨
١. ٧. ٨. ٢. الورنيش الفرنسي French polish	٢٩

١. ٧. ٨. ٣. الأسطر Luster	٢٩
١. ٧. ٨. ٤. الأسلوب الأمبيراطوري	٣٠
١. ٧. ٨. ٤. ١. أسلوب الأمبراطوري الفرنسي	٣٠
١. ٧. ٨. ٤. ٢. أسلوب الأمبراطوري الأمريكي	٣١
١. ٧. ٨. ٥. الدهان بالزيوت	٣١
الفصل الثاني **تشطيب الأسطح الخشبية "مواد وتقنيات"**	
٢. ١. مقدمة	٣٢
٢. ٢. تصنيف مواد التشطيب	٣٣
٢. ٣. منظومات الدهان Coating systems	٣٥
٢. ٣. ١. بطانة الدهان-الطبقه التحضيريه- Primer	٣٥
٢. ٣. ٢. الطبقات التحتيه -طبقات الأساس- Under-coat	٣٥
٢. ٣. ٣. الطبقه العليا Top coat	٣٦
٢. ٣. ٤. الطبقة النهائية Finishes	٣٦
٢. ٤. التركيب العام لمواد التغطية السطحية Compositional aspects	٣٦
٢. ٤. ١. المادة الرابطة. Binder	٣٦
٢. ٤. ٢. المذيب. Solvent	٣٧
٢. ٤. ٣. الإضافات. Additives	٣٧
٢. ٤. ٤. المخضبات (المواد الملونه- المعَدلات). Pigments (Colorants- Extenders)	٣٨
٢. ٥. أنواع مواد التشطيب	٤٠
٢. ٥. ١. المواد المالئة للخشب wood filler	٤١
٢. ٥. ٢. المواد الصابغة للخشب wood stains	٤٢
٢. ٥. ٣. المواد العازلة Wood sealers	٤٣
٢. ٥. ٤. مواد الحماية النهائية لأسطح الأخشاب	٤٤
٢. ٥. ٤. ١. مواد الحماية النهائية الشفافة لأسطح الأخشاب	٤٤
٢. ٥. ٤. ١. ١. التشطيب الشمعي Wax finishes	٤٧
٢. ٥. ٤. ١. ٢. التشطيبات الزيتيه oil finishes	٤٧
٢. ٥. ٤. ١. ٣. الورنيشات الكحولية Alcoholic varnishing	٤٨
٢. ٥. ٤. ١. ٣. ١. الجملكة أو دهان الأسطر (راتنج الشيلاك أو اللَّك) Luster (Shellac or Lac Resin)	
٢. ٥. ٤. ١. ٣. ٢. الورنيش الفرنسيFrench polish	٥٣
٢. ٥. ٤. ١. ٤. طلاء اللَّك أو اللكر Lacquer	٥٤
اللكر الشرقي Oriantal lacquer	٥٤
اللكر الأوروبي الأمريكي Eropurn American lacquer (Japaning)	٥٥
اللكر الذي يباع جاهز للاستخدام في علب صفيح Lacquer in tin ware	٥٥
ورنيش اللكر (اللكر الإصطناعي)Lacquer finish	٥٥
٢. ٥. ٤. ١. ٥. التشطيبات المائية water-based finishes	٥٧
٢. ٥. ٤. ٢. الطلاءات المُلَوَّنَة Paints	٥٧
٢. ٥. ٤. ٣. نوعيات خاصه من تشطيبات الأسطح الخشبية	٥٧
٢. ٥. ٤. ٣. ١. معوقات الأحتراق Fire retardants	٥٨
٢. ٥. ٤. ٣. ٢.المواد الحافظة Preservatives	٥٩
٢. ٥. ٤. ٣. ٣. المواد الحافظة المانعة للماء Water-repellent preservatives(WRPs)	٦٠
٢. ٥. ٤. ٣. ٤. الدهانات المقاومة للحشرات	٦١
٢. ٥. ٤. ٣. ٥. المعالجات السطحية غير العضوية للأخشاب المعالجات السطحية بمركبات الكروم Chromium Treatments	٦١
٢. ٦. مراحل تشطيب الأسطح الخشبية	٦٣

٢. ٧. وسائل تطبيق الدهانات والورنيشات عامةً	٦١
٢. ٧. ١. الطرق اليدوية	٦١
٢. ٧. ١. ١. أساليب التطبيق التي يحدث فيها إتصال بالسطح Contact methods	٦٤
٢. ٧. ١. 2. أساليب التطبيق التي لا يحدث فيها إتصال بالسطح No-contact methods	٦٥
٧. ٢. الطرق الآلية	٦٥
٢. ٨. التجهيزات والمُعدّات والأدوات اللازمة لعملية التشطيب Finishing supplies	٦٦
٢. ٨. ١. الأدوات التي تستخدم في إعداد وتجهيز الأسطح الخشبية قبل دهانها	٦٦
٢. ٨. ١. ١. المكشطة Scraper	٦٧
٢. ٨. ١. ٢. ورق الصنفرة Abrasive papers	٦٧
٢. ٨. ١. ٣. قوالب الصنفرة Sand paper blocks	٦٨
٢. ٨. ١. ٤. فرش التنظيف السطحي	٦٩
٢. ٨. ١. ٤. ١. فرش تنظيف الأتربه dusting brushes	٦٩
٢. ٨. ١. ٤. ٢. فرش متينة الشعيرات Bristle brushes	٦٩
٢. ٨. ١. ٤. ٣. فرش الأسنان Toothbrushes	٦٩
٢. ٨. ٢. الأدوات التي تستخدم في تطبيق مواد الدهان على الأسطح	٦٩
٢. ٨. ٢. ١. شرائط التغطية Masking tapes	٦٩
٢. ٨. ٢. ٢. قطع القماش rugs	٧٠
٢. ٨. ٢. ٣. حشوات Wads	٧٠
٢. ٨. ٢. ٤. الممحاه rubber	٧١
٢. ٨. ٢. ٥. الفرش Brushes	٧٢
٢. ٨. ٢. ٥. ١. الفرش الطبيعية Natural brushes	٧٢
٢. ٨. ٢. ٥. ٢. الفرش الإصطناعية	٧٢
٢. ٨. ٢. ٥. ٣. فرش الفنانين Artists' brushes	٧٢
٢. ٨. ٢. ٦. الإسطوانة الدوارة roller	٧٣
٢. ٨. ٢. ٧. مسدس الرش spray guns (compressor)	٧٣
٢. ٨. ٢. ٨. المضخات الهوائية الذاتية aerosol cans	٧٤
٢. ٨. ٣. المواد التي يتم استخدمها في عمليات صقل الدهان	٧٤
٢. ٨. ٣. ١. الصوف الفولاذي steel wool pads	٧٥
٢. ٨. ٣. ٢. حشوات النايلون الكاشطة nylon abrasive pads	٧٥
٢. ٨. ٣. ٣. المركبات الساحجة (حبيبات الصقل) abrasives or rubbing compounds	٧٦
٢. ٨. ٣. ٣. ١. مسحوق حجر الخفاف Pumice	٧٦
٢. ٨. ٣. ٣. ٢. الحجر الجيري المنحل Rotten stone	٧٦
٢. ٨. ٣. ٣. ٣. مسحوق الطَّرابُلسية Tripoli	٧٦
٢. ٩. احتياطات الأمان والسلامة	٧٧
الفصل الثالث **ميكانيكية تلف طبقات حماية أسطح الأخشاب الأثرية**	
٣. ١. مقدمة	٧٨
٣. ٢. تصنيف عوامل التلف	٨٠
٣. ٢. ١. عوامل داخلية	٨٠
٣. ٢. ٢. عوامل خارجية	٨٠
٣. ٣. عوامل التجوية	٨١
٣. ٣. ١. الرطوبة Moisture	٨٢
٣. ٣. ٢. الضوء Light	٨٣
٣. ٣. ٣. الحرارة Heat	٨٤
٣. ٤. عوامل أخرى	٨٤
٣. ٤. التلف السطحي للأخشاب المجردة والمدهونة بتأثير الضوء	٨٥
٣. ٤. ١. التحلل الضوء-كيميائي Photo-chemical degradation	٨٥
٣. ٤. ٢. عمليات الأكسدة بتأثير الضوء Photo-oxidation	٨٦
٣. ٤. ٣. تولد الشقوق الحرة Generated of free radicals	٨٧

٣. ٤. ٤. ميكانيكية التلف بتأثير الضوء	٨٨
٣. ٤. ٤. ١. تعريض سطح الخشب المجرد أو المدهون لضوء الشمس	٨٨
٣. ٤. ٤. ٢. نفاذ الضوء وإختراقه سطح الخشب (امتصاص سطح الخشب للضوء)	٨٨
٣. ٤. ٤. ٣. تأثر مكونات الخشب ومكونات مواد الحماية النهائية بالأشعة	٨٩
٣. ٥. مظاهر التلف	٩١
٣. ٥. ١. التغيرات الفيزيائية	٩١
٣. ٥. ٢. التغيرات اللونية	٩٢
٣. ٥. ٢. ١. أنواع التغيرات اللونية	٩٥
٣. ٥. ٣. التغيرات الكيميائية	٩٧
٣. ٥. ٣. ١. التغيرات الكيميائية لمكونات الخشب	٩٧
٣. ٥. ٣. ١. ١. السكريات	٩٧
٣. ٥. ٣. ١. ٢.اللجنين	٩٧
٣. ٥. ٣. ٢. التغيرات الكيميائية لمكونات طبقات الحماية النهائية	١٠٠
الفصل الرابع الجانب التجريبي **تأثير التقادم الضوئي المعجل على سطح خشب الصنوبر (اللين) وخشب القرو (الصلب) المجرد والمدهون بطبقات الحماية النهائية الشفافة من الشيلاك والبارلويد بي ٧٢ والبولي يورثان**	
٤. ١. مقدمة	١٠٢
٤. ٢. المواد Materials	١٠٣
٤. ٢. ١. عينات الخشب Wood Specimens	١٠٣
٤. ٢. ٢. عينات مواد حماية الأسطح protective coating systems	١٠٥
٤. ٣. تحضير العينات Experimental procedure (sample preparation)	١١٠
٤. ٣. ١. عينات مواد الحماية في هيئة طبقات رقيقة Free films of coating systems	١١٠
٤. ٣. ٢. عينات مواد الحماية المطبقة على أسطح عينات الخشب Coated wood specimens	١١١
٤. ٤. وسائل الاختبار (التقادم) Test Method (Aging System)	١١٦
٤. ٤. ١. المعدات المطلوبة The equipment	١١٩
٤. ٤. ٢. ظروف التقادم الإصطناعي Conditions of Artificial Aging	١٢٠
٤. ٤. ٣. مدة التقادم Duration of Aging	١٢١
٤. ٤. ٤. طريقة الاختبار Test Method	١٢١
٤. ٥. وسائل التقييم Evaluation System	١٢٣
٤. ٥. ١. تغيرات السمات السطحية (الفحص المجهري Microscopic Examination)	١٢٣
٤. ٥. ١. ١. مجهر القوى الذرية Atomic Force Microscope (AFM)	١٢٣
٤. ٥. ١. ٢. المجهر الإلكتروني الماسح Scanning Electron Microscope	١٢٦
٤. ٥. ٢. التغيرات الكيميائية	١٣٣
٤. ٥. ٢. ١. طبقات الحماية النهائية الرقيقة The coating free film(s)	١٣٤
٤. ٥. ٢. ١. ١. الشيلاك Shellac	١٣٤
٤. ٥. ٢. ١. ٢. أكرلويد بي-٧٢ Acryloid B-72 أو البارلويد بي-٧٢	١٣٩
٤. ٥. ٢. ٣. ١. البولي يورثان Polyurethane (PUR and PU)	١٤٥
٤. ٥. ٢. ٢. أسطح الخشب المجردة Pared wood surfaces	١٥٥
٤. ٥. ٢. ٣. أنظمة الحماية المطبقة على الأسطح الخشبية Coating systems on wood surfaces	١٦٤
٤. ٥. ٣. اختبارات الخواص	١٦٨
٤. ٥. ٣. ١. الاختبارات الفيزيائية (الخواص البصرية) Physical Tests (Optical Properties)	١٦٨
٤. ٥. ٣. ١. ١. الشفافية Transparency	١٦٩
٤. ٥. ٣. ١. ٢. اللمعان Gloss	١٧٢
٤. ٥. ٣. ١. ٣. اللون Color	١٨٠
٤. ٥. ٣. ٢. الاختبارات الميكانيكية لمواد الحماية السطحية Mechanical Tests for Coating	١٩٠

٤. ٥. ٣. ٢. ١. اختبارات قوة الإلتصاق Adhesion Strength Tests (AT)	١٩٠
٤. ٥. ٣. ٢. ١. ١. اختبار التخطيط المتقاطع Cross Hatch Test	١٩٢
٤. ٥. ٣. ٢. ١. ٢. اختبار القبالة للشد Pull-off test	١٩٦
٤. ٥. ٣. ٢. ٢. اختبار الثني Bending Test	٢٠١
٤. ٦. اختبار الثبات لتأثير المحاليل الكيميائية Chemical Tests	٢٠٨
الفصل الخامس الجانب التطبيقي **ترميم حجاب خشبي (قاطوع من الخرط)** **من مجموعة الآثار غير المسجلة بمخزن متحف كلية الآثار- جامعة القاهرة**	
٥. ١. مقدمة	٢١٤
٥. ٢. الدراسة الأثرية	٢١٥
٥. ٢. ١. مصدر الأثر	٢١٥
٥. ٢. ٢. أعمال الحفر	٢١٧
٥. ٣. الدراسة التاريخية ٥. ٣. ١. نبذة تاريخية عن موقع الحفائر مصدر الآثر الأصلي (قصر العيني القديم)	٢١٨
٥. ٤. الدراسة الفنية (الأسلوب الفني التطبيقي)	٢١٩
٥. ٤. ١. الأسلوب الصناعي	٢١٩
٥. ٤. ١. ١. المكونات الرئيسية للخرط	٢٢٠
٥. ٤. ١. ٢. أنواع الخرط المنفذ به الحجاب	٢٢٠
٥. ٤. ١. ٣. نوع التركيبه الخشبية التي تجمع وحدات الخرط wood joint	٢٢٢
٥. ٤. ٢. التصميم الزخرفي	٢٢٣
٥. ٤. ٢. ١. الغرض الوظيفي للحجاب الخشبي وارتباطه بالتصميم الزخرفي	٢٢٣
٥. ٤. ٣. العلاقات التشكيلية	٢٢٤
٥. ٥. التوثيق والتسجيل العلمي Scientific Documentation	٢٢٦
٥. ٥. ١. التوثيق بالتصوير الفوتوغرافي Photography	٢٢٦
٥. ٥. ٢. التوثيق بالرسم بالإستعانه ببرنامج التصميم بمساعدة الحاسوب Auto-Computer-aided design (Auto-CAD)	٢٢٨
٥. ٦. الدراسات العلمية	٢٣٠
٥. ٦. ١. الفحوص العلمية	٢٣٠
٥. ٦. ١. ١. الفحص البصري Macroscopic (Visual)Examination	٢٣٠
٥. ٦. ١. ٢. الفحص المجهري Microscopic Examination	٢٣٠
٥. ٦. ١. ٢. ١. الفحص المجهري للتعرف على نوع الخشب	٢٣١
٥. ٦. ١. ٢. ٢. فحص تواجد إصابات ذات طبيعة حيوية	٢٣٢
٥. ٦. ١. ٢. ٢. ١. فحص الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة خاصة الفطريات	٢٣٢
٥. ٦. ١. ٢. ٢. ٢. (فحص الإصابة الحشرية)	٢٣٥
٥. ٦. ٢. التحاليل العلمية Scientific Analysis	٢٣٦
٥. ٦. ٢. ١. التعرف على المكونات المعدنية للعينات الآثرية	٢٣٦
٥. ٦. ٢. ١. ١. المعجون الذى استخدمه الصانع المصرى قديماً فى ملء الشروخوالفراغات	٢٣٦
٥. ٦. ٢. ٢. التعرف على الوسيط المستخدم	٢٣٧
٥. ٦. ٢. ٣. التعرف على هوية الدهان السطحي الأثري	٢٣٨
٥. ٦. ٢. ٤. قياسات الخواص Properties measurement	٢٤٠
٥. ٦. ٢. ٤. ١. طريقة حيود الأشعة السينية X-ray diffraction	٢٤٠
٥. ٦. ٢. ٤. ٢. التحليل الطيفي بالاشعة تحت الحمراء	٢٤٣
٥. ٧. تشخيص حالة الأثر diagnosis	٢٤٦
٥. ٧. ١. تحري ظروف بيئة الحفظ Preservation conditions	٢٤٦
٥. ٧. ١. ١. وضع الأثر داخل المخزن	٢٤٦
٥. ٧. ١. ٢. قياس المتغيرات البيئية	٢٤٨
٥. ٧. ١. ٣. قياس جودة الهواء المحيط Air Quality Measurements	٢٥٠
٥. ٧. ٢. حالة الحفظ الآثر محل الدراسة Preservation case	٢٥٢