# دراسة تأثير الأملاح على تركيب الأثار الخشبية وطرق العلاج والصيانة تطبيقا على أحد النماذج المختارة

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير
في ترميم وصيانة الآثار
من الباحثة


**علا محمود محمود يونس**

**معيد - قسم ترميم الآثار-كلية الآثار-جامعة القاهرة**


**تحت إشراف:**


**أ.د/نسرين محمد نبيل الحديدي**

**أستاذ بقسم الترميم**
**كلية الآثار – جامعة القاهرة**

**أ.د/سوسن سيد درويش**

**أستاذ كيمياء الترميم والصيانه**
**كلية الأثار - جامعة القاهرة**


١٤٣٧ هـ / ٢٠١٦ م

# ملخص الدراسة

تعتبر الأخشاب أحد المواد الهامة والأساسية التي استخدمت في العديد من المجالات منذ العصور الفرعونية وطوال العصور القبطية والاسلامية.

تتعرض هذه الاخشاب سواء كانت في المقابر الفرعونية أو في العمائر الإسلامية أو كمنحوتات وتماثيل وغيرها للعديد من عوامل التلف التي تؤثر على تركيبها الكيميائي وكذلك التشريحي وذلك تبعا لبيئة تواجدها والعوامل المتعرضة لها.

نجد أن الأخشاب كمادة عضوية تتعرض لكل من التلف العضوى وغير العضوى، وتعتبر الأملاح من أهم العوامل المتلفة غير العضوية حيث أنها متواجدة بوفرة فى البيئة المصرية وتصل بسهولة للأخشاب سواء المستخدمة فى العمائر أو المدفونة في التربة أو غيرها عن طريق الرطوبة، كذلك تتعرض الأخشاب للأملاح بشكل آخر حيث تضاف لها فى صورة مواد للحماية من التلف البيولوجى وكذلك كمواد مستخدمة فى الحماية ضد الحريق.

وقد تضمنت هذه الدراسة بحث مفصل عن الأملاح بمختلف أنواعها وطرق وصولها للأخشاب وما تحدثه من تلف كيميائي وفيزيائي حيث تم في هذه الدراسة عمل محاكاة لتلف الأخشاب بمجموعة مختارة من الأملاح وهي ملح كبريتات الكالسيوم المائية وملح كلوريد الصوديوم وملح النطرون وذلك من خلال الغمر لمدة ٥ أسابيع في محاليل هذه الأملاح ثم تعريضها لتقادم صناعي معجل عند درجة حرارة ٩٠ ورطوبة نسبية ٦٠% لفترات زمنية من ٢٤ ساعة إلي ٩٦ ساعة.

وتم التقييم باستخدام مجموعة من التحاليل باستخدام كل من جهاز التغيير اللوني لتقيم التغيرات اللونية الدقيقة في العينات وجهاز حيود الأشعة السينية لتحديد درجة تبلور السيليلوز في العينات، كذلك تم تتبع التغيرات في التركيب الكيميائي في العينات باستخدام التحليل بالأشعة تحت الحمراء كذلك تم الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح لدراسة التغيرات في التركيب التشريحي للعينات واختتمت الدراسة بعملية ترميم وصيانة لقطعة أثرية مختارة وهي باب خشبي من مقتنيات كلية الفنون التطبيقية

## الكلمات الدالة

**أخشاب**

**أملاح الحفظ**

**طيف الأشعة تحت الحمراء**

**الميكروسكوب الإلكتروني الماسح**

**لجنين**

**أملاح النطرون**

**ترميم**

**أملاح الشبة**

سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ

# الشكر والتقدير

الحمد لله الذي تتم بنعمته الصالحات، له الحمد في الأولي والأخرة، وله الحمد علي نعمه كلها ظاهرة وباطنة ما علمت منها وما لم أعلم وله الحمد والمنه علي أن أنار لي الدرب وفتح لي أبواب العلم وأمدني بالصبر والإرادة والصلاة والسلام علي خير خلق الله معلم البشرية وهادي الأنسانية وعلي آله وصحبه ومن تبعهم بإحسان إلي يوم الدين
أتوجه بجزيل الشكر لكل من ساهم في إخراج هذا البحث إلى حيز التنفيذ، وإلى كل من كان سببا في تعليمي وتوجيهي ومساعدتي

وأخص بأسمي عبارات الشكر والتقدير أستاذتي ومعلمتي الفاضلة الأستاذة الدكتورة **نسرين محمد نبيل الحديدي** أستاذ ترميم وصيانة الأثار – كلية الأثار- جامعة القاهرة علي إشرافها علي الرسالة وما أولته لي من رعاية ودعم ومتابعة دقيقة لكل ما يخص الدراسة، جزاها الله عني خير الجزاء.

كما أتقدم بوافر تقديري وشكري للأستاذة الدكتورة **سوسن درويش** أستاذ كيمياء الأثار-كلية الأثار- جامعة القاهرة والمشرف المشارك علي الرسالة لما بذلته من جهد في التدقيق والبحث ووضع بصمتها علي كل فصول الدراسة.

كما أتقدم بالشكر والتقدير للأستاذ الدكتور **أبو الفتوح عبد المنعم عبد الحكيم** أستاذ كيمياء وتكنولوجيا البوليمرات-المركز القومي للبحوث لقبول سيادته مناقشة الرسالة

كما أتقدم بخالص الشكر للدكتورة **صفا عبد القادر محمد** أستاذ ترميم وصيانة الأثار- المساعد بكلية الأثار جامعة القاهرة علي قبول سيادتها لمناقشة الرسالة فضلا عن دعمها ومساندتها العلمية أثناء العمل بالرسالة، لها مني خالص الشكر والتقدير

وبأصدق المشاعر وبأشدّ الكلمات الطيبة النابعة من القلب أتقدم بخالص الشكر للدكتور

**مراد فوزي محمد** علي مساهمته القوية في هذه الدراسة ودعمه المستمر علي الصعيدين العلمي والمعنوي، وحرصه علي خروج الدراسة علي أفضل ما يكون، بارك له الله في علمه ورفع شئنه وجازاه عني خير الجزاء

كما أتقدم بالشكر للدكتور **محمود مرسي** رئيس معمل النسيج بالمعهد القومي للقياس والمعايرة والأستاذة **رشا صادق امام** الأخصائي بمعمل النسيج بالمعهد لما بذلاه من جهود أثناء عمل التحاليل والتقادم الصناعي الخاص بالجانب التجريبي

كما أتقدم بخالص الشكر لإدارة كلية الفنون التطبيقية بجامعة حلوان علي تيسير العمل في النموذج التطبيقي الخاص بالرسالة

كما أتقدم بالشكر والتقدير لجميع العاملين بوحدة التحاليل والخدمات العلمية المركزية ومعمل الميكروسكوب الإلكتروني الماسح بالمركز القومي للبحوث لما قدموه من مساعدة في فحص الجانب التجريبي

وشكري وامتناني إلي جميع أسرة شئون الدراسات العليا بالكلية

كما أتقدم بخالص الشكر لزملائي الأعزاء **د/ مها أحمد علي، أ/ مها جودة، أ/ شريف عمر، أ/إلهام كريم نور الدين** علي دعمهم الدائم وتشجيعهم المستمر علي مواصلة البحث والنجاح

وبالنهاية أقدم شكري وامتناني لكل من كانوا سبب في استمرار واستكمال مسيرة حياتي، من وقفوا معي بأشدّ الظروف ومن حفزوني على المثابرة والاستمرار وعدم اليأس، أقدم لكم أجمل عبارات الشكر والامتنان من قلب فاض بالاحترام والتقدير لكم

# إهداء

**إلي من تعهداني بالرعاية في الصغر وكانا لي نبراسا يضئ فكري بالنصح والتوجيه في الكبر.. أبي وأمي حفظهما الله**

**إلي مصدر دعمي وقوتي.. أخواي رعاهم الله**

**إلي أبي الروحي وأخي الأكبر.. دكتور مراد فوزى محمد**

**إليهم جميعا أهدي ثمرة جهدي ونتاج بحثي المتواضع**

# الفهارس

# فهرس الموضوعات


| | |
|---|---|
| الكلمات الدالة | ب |
| الشكر والتقدير | ف |
| الاهداء | ح |
| فهرس الموضوعات | خ |
| فهرس الصور | ش |
| فهرس الاشكال | ل |
| فهرس الجداول | ي |
| الهدف من الدراسة | ت ت |
| ملخص الدراسة | ث ث |
| الدراسات السابقة | د د |
| **الفصل الأول: أنواع الأملاح المؤثرة علي الأخشاب الأثرية** | ١-٢٧ |
| ١-١-أملاح مستخدمة في الترميم والصيانة والحفظ | ١ |
| ١-١-١-أملاح مستخدمة في عمليات الترميم | ١ |
| ١-١-١-١-أملاح الشبه: تاريخ وأسباب استخدامها | ١ |
| ١-١-١-٢-طريقة استخدام أملاح الشبة في العلاج | ٣ |
| ١-١-١-٣-التأثير المتلف لأملاح الشبه علي الخشب | ٤ |
| ١-١-٢-أملاح مستخدمة في عمليات الحفظ | ٦ |
| ١-١-٢-١ مقدمة عن تاريخ استخدام الأملاح في الحفظ | ٦ |
| ١-١-٢-٢ أسباب استخدام مواد الحفظ | ٧ |
| ١-١-٢-٣ أنواع مواد الحفظ | ٩ |
| ١-١-٢-٤- الطرق المختلفة لتطبيق مواد الحفظ | ١١ |
| ١-١-٢-٥- أنواع الأملاح المستخدمة في عمليات الحفظ | ١٢ |
| ١-٢-الأملاح المتواجدة في البيئة المحيطة أو بيئه الدفن | ٢٣ |

| | |
|---|---|
| ١-٢-١-الجبس Gypsum | ٢٣ |
| ١-٢-٢-ملح النطرون "Natron" | ٢٥ |
| ١-٢-٣-ملح كلوريد الصوديوم NaCl | ٢٧ |
| **الفصل الثاني: تأثير الأملاح علي التركيب الكيميائى والتشريحي للخشب** | ٢٨-٥٨ |
| ٢-١ العوامل الكيميائية الموثرة علي الأخشاب | ٢٨ |
| ٢-١-١ الأحماض والأملاح الحامضية | ٢٨ |
| ٢-١-٢ القلويات والأملاح القلويه | ٢٩ |
| ٢-١-٣ الأملاح المستخدمة في عملية الحفظ | ٣٠ |
| ٢-٢ أمثلة للأخشاب الأثريه المعرضة للأملاح | ٣١ |
| ٢-٣ ميكانيكية تلف الأخشاب بالأملاح | ٣٣ |
| ٢-٤ تشابه التلف الناتج عن الملح مع أنواع التلف الأخري | ٣٨ |
| ٢-٥ دراسة ميدانية لتأثير الأملاح علي الخشب | ٤١ |
| ٢-٥-١- مدينة القاهرة التاريخية | ٤١ |
| ٢-٥-٢- مدينة رشيد | ٥١ |
| ٢-٦- نتائج الفصل الثاني | ٥٨ |
| **الفصل الثالث: دراسة تجريبية لتأثير الأملاح علي التركيب التشريحي والتغيرات اللونية للخشب** | ٥٩-١٣١ |
| ٣-١ خطوات الدراسة التجريبية وفحص العينات الخشبية | ٥٩ |
| ٣-١-١ الأجهزة المستخدمة في الدراسة التجريبية | ٥٩ |
| ٣-١-١-١ جهاز التقادم الصناعي المعجل | ٥٩ |
| ٣-١-١-٢ الميكروسكوب الإلكتروني الماسح | ٥٩ |
| ٣-١-١-٣ جهاز قياس التغيرات اللونية | ٥٩ |
| ٣-١-٢ خطوات الدراسة والمواد المستخدمة | ٦٠ |
| ٣-١-٢-١ المواد المستخدمة | ٦٠ |
| ٣-١-٢-٢ مراحل اعداد التجربة واخذ العينات | ٦٠ |

| | |
|---|---|
| ٣-٢ التركيب التشريحي للأخشاب | ٦٣ |
| ٣-٢-١-أجزاء النبات | ٦٣ |
| ٣-٢-١-١ اللحاء وخلايا الكامبيوم | ٦٣ |
| ٣-٢-١-٢-الخشب الصميمي والخشب العصاري (heart wood & sap wood) | ٦٤ |
| ٣-٢-١-٣- اللب | ٦٥ |
| ٣-٢-١-٤ -الحلقات السنوية growth rings | ٦٥ |
| ٣-٢-١-٥-الخشب المبكر والخشب المتأخر | ٦٧ |
| ٣-٢-٢ -نظام توزيع الخلايا داخل الخشب (النظام المحوري والنظام الشعاعي) | ٦٨ |
| ٣-٢-٣-قطاعات الخشب | ٦٨ |
| ٣-٢-٤- الأخشاب اللينة والاخشاب الصلبة | ٦٨ |
| ٣-٢-٤-١-التركيب التشريحي الدقيق للأخشاب اللينة | ٧٣ |
| ٣-٢-٤-٢-التركيب التشريحي الدقيق للأخشاب الصلبة | ٧٦ |
| ٣-٢-٥-الخواص التشريحية للأخشاب المستخدمة في الجانب التجريبي | ٨٤ |
| ٣-٢-٥-١-خشب الجميز: (*Ficus sycomorus* L.) | ٨٤ |
| ٣-٢-٥-٢-خشب السنط : ( *Acacia nilotica* L.) | ٨٤ |
| ٣-٢-٥-٣-خشب الصنوبر Pinus: | ٨٤ |
| ٣-٣-دراسة تأثير الأملاح علي التركيب التشريحي للخشب باستخدام SEM | ٨٥ |
| ٣-٣-١ تأثير أملاح كبريتات الكالسيوم المائية ذات الأس الهيدروجينى 7.2 علي التركيب التشريحي للخشب | ٨٥ |
| ٣-٣-١-١ خشب الجميز | ٨٥ |
| ٣-٣-١-٢ خشب السنط | ٨٧ |
| ٣-٣-١-٣ خشب الصنوبر | ٨٩ |
| ٣-٣-٢ تأثير ملح كلوريد الصوديوم ذو الأس الهيدروجيني 7.2 علي التركيب التشريحي للخشب بعد التقادم بالحرارة والرطوبة | ٩٢ |
| ٣-٣-٢-١ خشب الجميز | ٩٢ |
| ٣-٣-٢-٢ خشب السنط | ٩٤ |

| | |
|---|---|
| ٣-٣-٢-٣ خشب الصنوبر | ٩٦ |
| ٣-٣ تأثير أملاح النطرون ذو الأس الهيدروجيني 9.4 علي التركيب التشريحي للخشب بعد التقادم بالحرارة والرطوبة | ٩٩ |
| ٣-٣-٣-١ خشب الجميز | ٩٩ |
| ٣-٣-٣-٢ خشب السنط | ١٠٠ |
| ٣-٣-٣-٣ خشب الصنوبر | ١٠٢ |
| ٣-٤ نتائج الدراسة التجريبية لتأثير الاملاح علي التركيب التشريحي للخشب: | ١٠٤ |
| ٣-٥- دراسة تأثير الأملاح علي التغير اللوني للخشب | ١٠٦ |
| ٣-٥-١- التغير اللوني للعينات القياسية | ١٠٧ |
| ٣-٥-٢-التغيراللوني لعينات خشب الجميز مع الأملاح المستخدمة في التجربة | ١١٣ |
| ٣-٥-٣- التغيير اللوني لعينات خشب السنط مع الأملاح المستخدمة في التجربة | ١١٨ |
| ٣-٥-٤-التغيير اللوني لعينات خشب الصنوبر مع الأملاح المستخدمة فى التجربة | ١٢٣ |
| ٣-٦- نتائج الدراسة التجريبية للتغير اللوني للأخشاب المغمورة في محاليل ملحية: | ١٢٨ |
| ٣-٦-١ نتائج التغير اللوني في العينات القياسية | ١٢٨ |
| ٣-٦-٢-نتائج التغير اللوني للعينات التجريبية المغمورة في معلق كبريتات الكالسيوم المائية | ١٢٨ |
| ٣-٦-٣- نتائج التغير اللوني للعينات التجريبية المغمورة في محلول ملح كلوريد الصوديوم | ١٢٩ |
| ٣-٦-٤- نتائج التغير اللوني للعينات التجريبية المغمورة في محلول ملح النطرون | ١٢٩ |
| **الفصل الرابع: دراسه تجريبية لتأثير الأملاح علي التركيب الكيميائى للخشب** | ١٣١-٢٠١ |
| ٤-١ الأجهزه المستخدمة في دراسة تأثير الأملاح علي التركيب الكيميائى للاخشاب | ١٣١ |
| ٤-١-١ جهاز التحليل باستخدام الأشعة تحت الحمراء FTIR | ١٣١ |
| ٤-١-٢ جهاز التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية | ١٣٢ |
| ٤-٢- مقدمة عن التحليل الطيفي للأخشاب | ١٣٢ |

| | |
|---|---|
| ٤-٢-١- أطياف الامتصاص المميزة للسليلوز | ١٣٢ |
| ٤-٢-٢-أطياف الامتصاص المميزة للهيميسيليلوز | ١٣٣ |
| ٤-٢-٣- أطياف الامتصاص المميزة للجنين: | ١٣٣ |
| ٤-٣ تحليل العينات التجريبية بالأشعة تحت الحمراء: | ١٣٥ |
| ٤-٣-١- التحليل الطيفي للأملاح المستخدمة في الدراسة التجريبية: | ١٣٧ |
| ٤-٣-١-١-التحليل الطيفي لملح كبريتات الكالسيوم المائية | ١٣٧ |
| ٤-٣-١-٢- التحليل الطيفي لملح النطرون | ١٣٨ |
| ٤-٣-٢-تأثير أملاح كبريتات الكالسيوم المائية علي التركيب الكيميائى للخشب | ١٣٩ |
| ٤-٣-٢-١-خشب الجميز | ١٣٩ |
| ٤-٣-٢-٢- خشب السنط | ١٤٤ |
| ٤-٣-٢-٣- خشب الصنوبر | ١٥٠ |
| ٤-٣-٣- نتائج الدراسة التجريبية لتأثير ملح كبريتات الكالسيوم المائية علي التركيب الكيميائي للخشب | ١٥٤ |
| ٤-٣-٤-تأثير ملح كلوريد الصوديوم علي التركيب الكيميائى للخشب | ١٥٦ |
| ٤-٣-٤-١- خشب الجميز | ١٥٦ |
| ٤-٣-٤-٢- خشب السنط | ١٦٢ |
| ٤-٣-٤-٣- خشب الصنوبر | ١٦٤ |
| ٤-٣-٥- نتائج الدراسة التجريبية لتأثير ملح كلوريد الصوديوم علي التركيب الكيميائي للخشب | ١٦٧ |
| ٤-٣-٦- تأثير أملاح النطرون علي التركيب الكيميائى للخشب | ١٦٩ |
| ٤-٣-٦-١-خشب الجميز | ١٦٩ |
| ٤-٣-٦-٢- خشب سنط | ١٧٣ |
| ٤-٣-٦-٣- خشب الصنوبر | ١٧٧ |
| ٤-٣-٧- نتائج الدراسة التجريبية لتأثير ملح النطرون علي التركيب الكيميائي للخشب | ١٨١ |
| ٤-٤- نتائج الدراسة التجريبية لتأثير الاملاح علي التركيب الكيميائي للخشب | ١٨٢ |
| ٤-٥- قياس درجة تبلور السيليلوز لعينات الأخشاب التجريبية: | ١٨٣ |
| ٤-٥-١- قياس درجة تبلور السيليلوز لخشب الجميز | ١٨٤ |

| | |
|---|---|
| ٤-٥-٢- قياس درجة تبلور السيليلوز لخشب السنط | ١٨٧ |
| ٤-٥-٣- قياس درجة تبلور السيليلوز لخشب الصنوبر | ١٩٠ |
| ٤-٦- نتائج تبلور السيليلوز في العينات التجريبية | ١٩٤ |
| ٤-٧- دراسة تجريبية لتنظيف الأملاح من العينات الخشبية | ١٩٥ |
| ٤-٧-١- تنظيف العينات المغمورة في معلق من ملح كبريتات الكالسيوم المائية | ١٩٥ |
| ٤-٧-٢- تنظيف العينات المغمورة في محلول من ملح كلوريد الصوديوم | ١٩٧ |
| ٤-٧-٣- تنظيف العينات المغمورة في محلول من ملح كبريتات الكالسيوم المائية | ١٩٩ |
| ٤-٨- نتائج الدراسة التجريبية لعمليات التنظيف الميكانيكي والكيميائي للأخشاب المغمورة في المحاليل ملحية | ٢٠١ |
| الفصل الخامس: علاج وصيانة أحد الأبواب المطعمه بمتحف كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان | ٢٠٢-٢٢٥ |
| ٥-١- الادوات والاجهزه المستخدمة في دراسة وترميم القطعة الأثريه | ٢٠٣ |
| ٥-١-١ الأجهزة المستخدمة في عملية التوثيق | ٢٠٣ |
| ٥-١-٢ الاجهزة المستخدمة في عملية الفحص والتحليل | ٢٠٣ |
| ٥-١-٢-١الاجهزة المستخدمه في الفحص | ٢٠٣ |
| ٥-١-٢-٢ الاجهزة المستخدمة في التحليل | ٢٠٣ |
| ٥-١-٣- الادوات و المواد المستخدمة في عملية الترميم | ٢٠٣ |
| ٥-٢- عملية العلاج والصيانة للقطعة الأثريه | ٢٠٤ |
| ٥-٢-١-عملية التوثيق | ٢٠٤ |
| ٥-٢-١-١توثيق فني وتاريخي | ٢٠٤ |
| ٥-٢-١-٢ توثيق هندسي | ٢٠٦ |
| ٥-٢-١-٣ توثيق فوتوغرافي لمظاهر التلف | ٢٠٧ |
| ٥-٢-٢ نتائج عملية الفحص | ٢١٢ |
| ٥-٢-٣- نتائج تحليل العينات | ٢١٣ |
| ٥-٢-٤ مراحل علاج وترميم القطعة | ٢١٧ |
| ٥-٢-٤-١ عملية التنظيف | ٢١٧ |

| | |
|---|---|
| ٥-٢-٤-٢ عملية التقوية | ٢٢٣ |
| ٥-٢-٤-٣-عملية الاستكمال | ٢٢٤ |
| ٥-٢-٤-٣ عملية التجمع واللصق | ٢٢٥ |
| النتائج والتوصيات | ٢٢٦ |
| المراجع | ٢٢٩ |
| ملخص الرسالة باللغة الإنجليزية | A |