Cairo University
Faculty Of Archaeology
Conservation Department

Experimental and applied study for restoration and conservation of archaeological wooden stained glass with application on the selected examples

Submitted by
DALIA ALI HASAN EL ZAYAT
Demonstrator at Conservation Department,
Faculty of Archaeology , Cairo University
For The Partial Fulfillment Of Conservation Of Antiquities

supervised by
PROF.DR.SALWA GAD EL-KARIM DAWI
Professor of Conservation of Antiquities at The Dept.of Conservation , Faculty of Archaeology, Cairo University

DR. Ramadan Awad Ramadan
Assistant Professor
Conservation Dept.
Faculty of Archaeology ,
Cairo University

DR.M.N. EL Hadidi
Assistant Professor
Conservation Dept.
Faculty of Archaeology ,
Cairo University

Cairo 2009

جامعة القاهرة
كلية الآثار
قسم ترميم الآثار

دراســـة تجريبيـــة وتطبيقيـــة
لترميـم وصيانـة الزجـاج الأثـري المعشـــق بالخشـــب
تطبيقـاً على نمـاذج مختـــارة

رســـالة مقدمـة
لنيل درجة الماجستير في ترميم وصيانة الآثار

إعـــداد
داليا على حسن الزيات
المعيدة بقسم ترميم الاثار – كلية الآثار – جامعة القاهرة

إشـــراف
أ . د سلوى جاد الكريم ضوى
أستاذ ترميم وصيانة الآثار
قسم ترميم الآثار – كلية الآثار – جامعة القاهرة

أ.م.د رمضان عوض عبدالله
أستاذ مساعد ترميم وصيانة الآثار
قسم ترميم الآثار – كلية الآثار
جامعة القاهرة

أ.م.د نسرين محمد نبيل الحديدي
أستاذ مساعد ترميم وصيانة الآثار
قسم ترميم الآثار – كلية الآثار
جامعة القاهرة

٢٠٠٩

بسم الله الرحمن الرحيم

[اللهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالأَرْضِ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ المِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ]

صدق الله العظيم

{النور:٣٥ }

إهداء

إلـى

والدي .. والدتي ... رعاهما الله ومتعهما بوافر الصحة والعافية

زوجي ... حفظه الله لي من كل شر

أخوتي الأعزاء ... بارك الله لي فيهم

وإلى كل من ساهم في هذا العمل
أتقدم لهم جميعاً بأسمى آيات الحب والعرفان

الباحث

شكر وتقدير

لا يسعني هنا إلا أن أتقدم بالشكر لله عزوجل لما وهبني به من نعم جليلة لا تحصى ولا تعد ، فله الحمد حمداً كثيراً طيباً مباركاً فيه ملأ السموات وملأ الأرض وملأ ما بينهما وملأ ما شئت من شئ بعد ، فالحمد لله نحمده ونستعين به وأصلي وأسلم على خير خلقه المبعوث رحمة للعالمين – سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم – ....

وبعد حمد الله أتقدم بأسمى آيات الشكر والتقدير لمعلمتي الفاضلة الأستاذة الدكتورة / سلوى جاد الكريم أستاذ ترميم وصيانة الآثار بكلية الآثار ، لما بذلته من وقت وجهد عظيم وما أضافته على الدراسة من لمسات علمية وتوجيهات مثمرة في فترة الإشراف على البحث فهي بحق نعم الأم والأخت والصديقة والمربية والأستاذة الفاضلة حفظها الله وأعانها على استكمال مسيرتها العلمية .

كما أتقدم بجزيل الشكر وعظيم الإمتنان والعرفان لأستاذي الفاضل د . رمضان عوض ، أستاذ ترميم وصيانة الآثار بكلية الآثار ، بما قدمه للبحث من جهد وإشراف وتوجيهات علمية في صميم البحث .

كذلك اتقدم بجزيل الشكر وعظيم الإمتنان لأستاذتي الفاضلة الدكتورة / نسرين الحديدي بما كرسته للبحث من جهد وإشراف مثمر وإرشاداتها المثمرة على طول مسار البحث، فهي بحق نعم المعلم الحريص على تحقيق أفضل النتائج العلمية حرصاً منها على مصلحة البحث العلمي .

وأتقدم بخالص شكري وتقديري لأستاذي الفاضل الأستاذ الدكتور/ خيري محمود البدري ، أستاذ بحوث الزجاج بالمركز القومي للبحوث – لما أحاطني به من توجيه وإرشاد أفادني كثيراً في مساري البحثي ، فهو نعم الدرب والطريق الذي يسلكه طالب العلم المجتهد والناجح ، وفقه الله وأعطاه المزيد من الصحة والعافية .

كما يستوجب علي أن اتوجه بخالص الشكر والتقدير للأب الروحي لقسم الترميم الأستاذ الدكتور محمد عبد الهادي الذي كرس مجهوداته لاحياء وهيكلة هذا القسم ، فقد كان نعم الاب والموجه لكل فرد من أفراد قسم الترميم ، أحاطه الله بالرعاية وسدد خطاه .

كذلك أتقدم بخالص الشكر لكل من د / سوسن درويش لجهودها المضنية في تفسير التحليل بالاشعة تحت الحمراء ، والدكتورة / مايسة للمساعدة في عمليات الفحص الميكروبيولوجي، وكذلك الاستاذ / محمد العربي للمساعدة في إجراء تحاليل الاشعة السينية لعينات الجانب التطبيقي، جزاهم الله جميعاً كل الخير، وشكري وامتناني لأستاذ حسان الأمير بالمهد الفرنسي للاثار الشرقية لمساعاداته المضنية .

كذلك خالص شكري وتقديري للأخوة الزملاء الأكفاء بموقع العمل الذي يخص الجانب التطبيقي للرسالة ، لما بذلوه معي من عظيم العمل ووافر العون والتوجيه أثناء إجراء الجانب التطبيقي أعانهم الله وسدد خطاهم .

أما الزملاء والزميلات في قسم الترميم فأتقدم لهم بأسمى آيات الشكر والحب لما قدموه من مساعدة ووجودهم حولي ، جزاهم الله عني خير الجزاء .

وفي النهاية وإن كانت لابد أن تكون في البداية أتقدم بخالص شكري وامتناني وتقديري وحبي وعرفاني لوالدى ووالدتي فهما العطاء الذي لا ينضب ، حفظهما الله ومتعهما بوافر الصحة والعافية ، وأريد أن أقدم لزوجي باقة ورد معطرة ، أقدمها تحية له ووفاءاً لمساعدته لي.

خالص شكري وتقديري لكل من ساهم في إخراج هذا البحث بالقول والعمل داعية – المولى عز وجل – أن ينفعنا بما علمنا وأن يعلمنا ما لم نكن نعلم – إنه نعم المولى ونعم النصير .

الكلمات الدالة

الزجاج المعشق

حشوات الزجاج

الهيكل الخشبي

الأخشاب المعشقة

الطلاء

الصدأ

العقد الخشبية

التشوه

التجميع

الاستكمال

Key words

Stained glass

Glass loadings

Wooden frame

Dovetailing wood

Painting

Corrosion

Wooden knots

Deformation

Assembling

Completion

الفهرس العام

الموضوع	الصفحة
الفهرس العام	أ- ح
فهرس الصور	ط- ق
فهرس الأشكال	ر- ث
فهرس الجداول	خ- ذ
المقدمة	وو
ملخص البحث	زز- ى ى
الدراسات السابقة	ك ك-ش ش
الباب الاول **دراسة للخامات الاساسية المستخدمة فى تصنيع النوافذ الزجاجية المعشقة بالخشب**	
الفصل الأول : الزجاج (تعريفه ، تركيبه ، خواصه)	
أولا : تعريف مصطلح الزجاج	١-٣
ثانيا : بداية معرفة الانسان بصناعة الزجاج	٣-٤
ثالثا : نظريات تكوين الزجاج (النظريات البنائية والحركية)	٤-٧
رابعا : الأساس العلمي لتكوين الزجاج	٧-٨
خامسا : التركيب الكيميائي للزجاج	٨-٢٨
سادسا : تكنولوجيا صناعة الزجاج في العصور القديمة	٢٨-٣٢
سابعا : خواص الزجاج	٣٢-٤٢
١-الخواص الفيزيائية للزجاج (اللزوجة ،الكثافة، المسامية)	٣٣-٣٦
٢- الخواص الحرارية للزجاج (الحرارة النوعية، التوصيل الحراري ،التمدد الحراري	٣٦-٣٨
٣- الخواص الميكانيكية للزجاج	٣٨-٣٩
٤- الخواص الضوئية للزجاج	٤٠-٤١
٥- الخواص الكهربية للزجاج	٤١-٤٢
الفصل الثاني : الخشب (تعريفه ، تركيبه ، خواصه)	
أولا : تركيب الخشب	٤٣-٤٥

الموضوع	الصفحة
ثانيا : تشريح الخشب (تشريح الأخشاب اللليفية والأخشاب الصلبة)	٤٥-٤٨
ثالثا : الطبيعة الكيميائية للخشب	٤٨-٥٠
رابعا : خواص الخشب	٥٠-٥٥
١- الخواص الفيزيائية للخشب (الكثافة ، المحتوى الرطوبي ، خاصية التمدد والانكماش ، اللون)	٥١-٥٣
٢- الخواص الميكانيكية للخشب	٥٤
٣- الخواص الكيميائية للخشب	٥٤-٥٥
٤- الخواص الحرارية للخشب	٥٥
الباب الثاني	
فن الزجاج العشق بالخشب (دراسة تاريخية فنية تكنولوجية)	
الفصل الأول : نشأة فن الزجاج المعشق بالخشب وتطوره على مر العصور التاريخية	
أولا : فن الزجاج المعشق بالجص	٥٦-٦٠
ثانيا : فن الزجاج المعشق بالرصاص	٦٠-٦٥
ثالثا : فن الزجاج المعشق بالخشب	٦٥-٧٧
الفصل الثاني : تكنولوجيا فن الزجاج المعشق بالخشب	
أولا : طرق تصنيع وانتاج حشوات الزجاج المسطح المستخدم في عملية التعشيق وتطوره التاريخي	٧٨-٩٠
١- أسلوب الصب في القالب	٧٨-٧٩
٢- طريق صناعة زجاج التاج	٧٩-٨١
٣- طريقة صناعة زجاج الأسطوانة	٨١-٨٥
٤- البلاطات النورمانية (ألواح نورمان)	٨٥
٤- طريقة الأسطوانة الماكينة	٨٦-٩٠
ثانيا : تقنيات تعشيق الخشب وبداية ظهوره وتطوره التاريخي	٩١-١٠٣
* أنواع الوصلات الخشبية	٩٣-١٠٣
١- وصلات القورة	٩٥
٢- الوصلات المربوطة	٩٥
٣- وصلات الأسافين الجانبية	٩٦

الموضوع	الصفحة
٤- الوصلات الركنية	٩٦
٥- الوصلات ذات الافريز	٩٦-٩٧
٦- وصلات الغنفاري	٩٧
٧- وصلات النصف على النصف	٩٨-٩٩
٨- وصلات النقر واللسان	٩٩-١٠٣
الباب الثالث	
دراسة عوامل ومظاهر تلف الأثار الزجاجية المعشقة بالخشب	
الفصل الأول : دراسة عوامل ومظاهر تلف الزجاج بصفة عامة	١٠٤-
* العوامل المؤثرة على بقاء الزجاج	١٠٤-١١٧
أولا : طبيعة الزجاج	١٠٤-١١٣
١- طبيعة سطح الزجاج.	١٠٥
٢- مساحة سطح الزجاج	١٠٥-١٠٦
٣- جودة وطبيعة الخامات المختارة لتصنيع الزجاج	١٠٦-١٠٧
٤- التركيب الكيميائي للزجاج	١٠٧-١١٠
٥- مظاهر التلف الناتجة عن عيوب الصناعة	١١٠-١١٣
أ- عملية التلدين	١١١
ب- التبريد السريع	١١١-١١٢
ج- عملية التحميص	١١٢
د- تطاير بعض المكونات من المصهور	١١٢
هـ- عدم تجانس المصهور الزجاجي	١١٢-١١٣
* مظاهرالتلف الناتجة عن أخطاء العيوب الصناعية	١١٣-١١٧
١- ظاهرة اعادة تبلور الزجاج	١١٣-١١٤
٢- الفقاعات الهوائية	١١٤-١١٦
٣- الأحبال والحزوز	١١٦
٤- الشروخ	١١٦-١١٧
ثانيا : البيئة التي تم حفظ الزجاج بها (العوامل الخارجية)	١١٧-١٣٤
١- الرطوبة	١١٨-١٢٦

الموضوع	الصفحة
* مظاهر التآكل :	١٢٦-١٢٩
أ- ظاهرة تلاعب الألوان	١٢٦
ب- ظاهرة الزجاج الباكي	١٢٦
ج- ظاهرة السطح المعتم	١٢٧
د- الشروخ التلقائية	١٢٧-١٢٨
هـ اللون الداكن (اللون الأسود)	١٢٨-١٢٩
٢- تأثير الغازات الجوية الضارة	١٢٩-١٣١
ز- الاكسجين	١٢٩
ح- انبعاثات الكبريت	١٣٠
ط- ثاني أكسيد الكربون	١٣٠-١٣١
ي- أكاسيد النيتروجين	١٣١
٣- تأثير الحرارة	١٣٢
٤- ضوء الشمس	١٣٣
٥- التلف البيولوجي	١٣٣-١٣٤
الفصل الثاني : عوامل ومظاهر تلف النوافذ الزجاجية المعشقة بالخشب	
أولا : عوامل ومظاهر تلف الحشوات الزجاجية المكونة للنوافذ الزجاجية المعشقة بالخشب	١٣٥-١٤٩
١- تركيب الزجاج	١٣٦
٢- الرطوبة	١٣٦
٣- ارتفاع نسبة القلوية	١٣٦
٤- التأثيرات الكيميائية الناتجة عن التلوث الجوي	١٣٩-١٤٠
٥- تأثيرات الكائنات الدقيقة (التلف البيولوجي)	١٤٠-١٤١
٦- الأتربة والاتساخات على سطح الحشوات الزجاجية	١٤١-١٤٢
٧- التعرض المباشر لأشعة الشمس	١٤٢
٨- الاهتزازات وسوء معاملة النوافذ (الاتلاف البشري)	١٤٥-١٤٦
٩- عمليات الترميم الخاطئة	١٤٦-١٤٩
ثانيا : عوامل ومظاهر تلف الهيكل الخشبي الرابط للحشوات الزجاجية	١٥٠- ١٦٧
١- عوامل داخلية	١٥٠-١٥١

الموضوع	الصفحة
أ- عيوب النمو	١٥٠
ب- اجهادات النمو	١٥١
ج- العقد الخشبية	١٥١
٢ - عوامل خارجية	١٥١-١٦٧
أ-الرطوبة	١٥٦-١٦٠
ب- الضوء	١٦١-١٦٣
ج- الحرارة	١٦٣-١٦٤
د- الملوثات الجوية	١٦٤-١٦٥
هـ تأثير الأوساط الكيميائية (الأحماض والقلويات)	١٦٥-١٦٧
و- عوامل التلف الميكانيكية	١٦٧
ثالثا : تلف التراكيب الخشبية (الوصلات)	١٦٨-١٦٩
رابعا : عوامل ومظاهر تلف طبقة الطلاء المنفذة على السطح الخشبي الرابط للحشوات الزجاجية	١٧٠-
١- تأثير الرطوبة النسبية على الطلاءات.	١٧١-١٧٣
٢- تأثير الضوء على الطلاءات.	١٧٣-١٧٥
٣- تأثير الحرارة على الطلاءات	١٧٥
٤- تأثير الملوثات الجوية على الطلاءات	١٧٥-١٧٦
٥- تأثير العوامل البيولوجية على الطلاءات	١٧٦
* خواص الخشب المؤثرة في تلف الطلاء	١٧٦-١٨٠
أ- الكثافة	١٧٦-١٧٧
ب- العقد الخشبية	١٧٧-١٧٩
ج - نسيج الخشب	١٧٩
د- مستخلصات القابلة للذوبان في الماء	١٧٩-١٨٠
هـ- المستخلصات غير القابلة للذوبان في الماء	١٨٠
* مظاهر التلف الناتجة في طلاءات الخشب	١٨١-١٨٦
١- ظاهرة بثرات الرطوبة والتقشر	١٨١-١٨٣
٢- ظاهرة بثرات الحرارة	١٨٤
٣- تقشير مابين طبقات الطلاء	١٨٤-١٨٥

الموضوع	الصفحة
٤- شروخ عبر الألياف	١٨٥
٥- تشقق الطلاء	١٨٥
٦- التغير اللوني الناتج عن التعفن	١٨٥
٧- صدأ الحديد	١٨٦
الباب الرابع	
علاج وترميم الاثار الزجاجية المعشقة بالخشب	
* **ترميم الحشوات الزجاجية المكونة للاثار الزجاجية المعشقة بالخشب**	١٨٧
أولا : عملية التنظيف	١٨٧-١٩٧
١- التنظيف الميكانيكي	١٩٠-١٩١
٢ - التنظيف الكيميائي	١٩١-١٩٧
ثانيا : عملية تجميع الأجزاء المكسورة	١٩٧-٢٣٢
* الخصائص الواجب توافرها في المواد اللاصقة	٢٠٠-٢٠٤
أ- الاسترجاعية	٢٠٠-٢٠١
ب- معامل الانكسار الضوئي	٢٠١-٢٠٢
ج- عملية التصلب	٢٠٢
د- الصلابة	٢٠٢-٢٠٣
هـ- معامل التمدد والانكماش	٢٠٣-٢٠٤
* أنواع الراتنجات المخلقة	٢٠٤-٢٠٧
* أهم اللواصق المستخدمة في لصق الاثار الزجاجية	٢٠٧-٢٢٢
أ- مشتقات السليلوز	٢٠٧-٢١٠
ب-النايلون الذائب	٢١٠
ج-المواد الراتنجية (راتنجات الايبوكسي ، راتنجات الأكريليك، الراتنجات السليكونية)	٢١٠-٢٢٠
د-مبلمرات الفينيل	٢٢٠-٢٢٢
* علاج الشروخ	٢٢٢-٢٢٤
* طرق تجميع الأثار الزجاجية	٢٢٤-٢٣١
أ-الطريقة المباشرة	٢٢٤-٢٢٥
ب-التجميع بطريقة الحقن بالمادة اللاصقة	٢٢٥-٢٢٩

الموضوع	الصفحة
ج–طريقة الكباري المعدنية	٢٢٩–٢٣١
د–لصق الزجاج الأثري الذي به ظاهرة الكريزلنج	٢٣١
* تلف البوليمرات	٢٣١–٢٣٢
ثالثا : عملية الاستكمال للأجزاء المفقودة	٢٣٢–٢٥٠
* مفهوم عملية الاستكمال والهدف منه	٢٣٢
١– المواد المستخدمة في عمل القوالب	٢٣٢–٢٣٦
أ – السليكون المطاط	٢٣٣–٢٣٤
ب– شمع الاسنان	٢٣٤–٢٣٥
ج– البلاستوسين	٢٣٥–٢٣٦
د– الجبس الباريسي	٢٣٦
٢– الطلاءات العازلة لسطح الزجاج الهش والضعيف	٢٣٦–٢٣٧
٣– العوامل العازلة للسطح الداخلي للقالب	٢٣٧
٤ – المواد المستخدمة في الاستكمال	٢٣٧–٢٤١
أ– راتنجات الأكريليك	٢٣٨–٢٣٩
ب– راتنجات البولي استر	٢٣٩–٢٤٠
ج– راتنجات الايبوكسي	٢٤٠–٢٤١
٥– المواد الملونة	٢٤١–٢٤٣
* طرق استكمال الأجزاء المفقودة بالزجاج الأثري	٢٤٥–٢٥٠
أ– استكمال الاجزاء صغيرة الحجم	٢٤٥–٢٤٦
ب– استكمال الأجزاء كبيرة الحجم	٢٤٦–٢٤٧
* طرق استكمال الحشوات الزجاجية الاثرية المسطحة	٢٤٨–٢٥٠
رابعا : عملية التقوية	٢٥٠–٢٥٢
خامسا : عملية العزل	٢٥٢
*** ترميم الهيكل الخشبي الرابط للحشوات الزجاجية المكونة للاثار الزجاجية** المعشقة بالخشب	٢٥٣–٢٧٦
أولا : عملية التنظيف (عملية ازالة الطلاءات)	٢٥٣–٢٦١
أ– الطرق الميكانيكية	٢٥٥–٢٥٧
ب–الطرق الكيميائية	٢٥٧–٢٥٩