جامعة القاهرة
كليـــة الآثـــار
قسـم ترميـــم الآثـار

دراسة العوامل المؤثرة فى تلف الآثار الزجاجية المدفونة فى التربة وأحدث تقنيات علاجها وصيانتها

رسالة مقدمة

لنيل درجة دكتوراه الفلسفة فى ترميم وصيانة الآثار

إعـــداد

رمضـان عـــوض رمضـان عبـد الله
المدرس المساعد بقسم ترميم الآثار – كلية الآثار - جامعة القاهرة

إشـــراف

أ.د/ محمـد عبـد الهـادى محمـد
أستاذ ورئيس قسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة
وعميد المعهد الفنى لترميم الآثار بالأقصر

د/ سلوى جـاد الكريـم ضوى
أستاذ مساعد ترميم وصيانة الآثار
قسم ترميم الآثار - كلية الآثار
جامعة القاهرة

د/ جمـــال عبـد الرحيـم
أستاذ مساعد الفنون والآثار الإسلامية
قسم الآثار الإسلامية - كلية الآثار
جامعة القاهرة

القاهـــرة

٢٠٠٢

Cairo University
Faculty of Archaeology
Conservation Department

STUDY OF THE EFFECTIVE FACTORS ON DETERIORATION OF BURIED GLASS OBJECTS AND ITS RECENT TECHNIQUES OF TREATMENT AND CONSERVATION

Ph. D. Thesis

Submitted by

RAMADAN AWAD ABD-ALLA
Assistant Lecturer at Conservation Dept.,
Faculty of Archaeology, Cairo University

For the Fulfillment of the Degree of Doctor
Of Philosophy in the Conservation of Antiquities

Supervised by

PROF. DR. MOHAMED ABDEL-HADY
Professor of Conservation
Faculty of Archaeology, Cairo University

DR. SALWA GAD EL-KARIM
Assistant Professor of Conservation
Faculty of Archaeology, Cairo University

DR. GAMAL ABDEL-RAHIM
Assistant Professor of Islamic Arts
Faculty of Archaeology, Cairo University

Cairo, 2002

ملخص البحث *Summary*

تعد هذه الدراسة هى الأولى من نوعها التى تناقش موضوع الآثار الزجاجية المدفونة فى التربة من ناحيتين، الأولى : تبحث فى العوامل المؤثرة فى تلف هذه الآثار أثناء فترة دفنها فى التربة. والثانية : تبحث فى أحدث طرق وتقنيات علاج وصيانة هذه الآثار من جراء ما ألم بها من تلف وخاصة التلف الناتج عن تعرض الزجاج لظاهرة التآكل أو الصدأ *Corrosion of glass*. وقد خرجت الدراسة باتجاه علمى جديد لعلاج وصيانة مثل هذه النوعية من الآثار الزجاجية كان أساسه الاتجاهات العلمية السابقة له والتى كان لروادها الفضل فى بداية البحث فى هذا الموضوع الصعب. ولهذا فإن موضوع الدراسة يقع تحت عنوان :

"دراسة العوامل المؤثرة فى تلف الآثار الزجاجية المدفونة فى التربة وأحدث تقنيات علاجها وصيانتها" :

وقد كان منهج الدراسة على النحو التالى :

الفصل الأول : ويتناول الزجاج من الناحية الفيزيائية والكيميائية :

ويتضمن هذا الفصل دراسة مادة الزجاج باعتبارها الشق الأول من تلك القاعدة العريضة فى هذا الموضوع، خاصة وأن مادة الزجاج من المواد الصناعية التى تقع موقعاً غير مألوفاً بين المواد المعروفة فى الطبيعة. ولتفهم طبيعة هذه المادة كان لابد من تناولها من الناحية الفيزيائية من خلال تعريفها التعريف العلمى المتفق عليه، ودراسة طبيعتها الفيزيائية خاصة ما يتعلق بترابط الذرات داخل التركيب الشبكى للزجاج، هذا إلى جانب دراسة الخواص الفيزيائية الهامة للزجاج مثل اللزوجة ودرجة حرارة الإنصهار ودرجة حرارة السيولة ودرجة حرارة التصلد ودرجة حرارة الليونة، والخواص الحرارية كالتوصيل الحرارى ومعامل التمدد الحرارى للزجاج وكذلك خواص الكثافة والوزن النوعى والمسلمية. كما كان لدراسة الخواص الميكانيكية أهمية كبيرة خاصة خواص الصلادة والمكسر والمرونة والمتانة. هذا إلى جانب دراسة الإجهاد الداخلى وعلاقته بمتانة الزجاج. كما تطرقت الدراسة إلى مناقشة الخواص الضوئية للزجاج وعلاقتها بلون الزجاج.

أما ما يتعلق بالزجاج من الناحية الكيميائية فكان لابد من التعرض للتركيب البنائى للزجاج *Structure of glass* والنظريات العلمية التى ناقشت طبيعة الزجاج البنائية وأهم ما توصلت إليه. هذا إلى جانب دراسة التركيب الكيميائى للزجاج *Chemical structure of*

glass خاصة ما يتعلق بالزجاج القديم *Ancient glass* من حيث المواد الخام الأساسية المستخدمة فى الصناعة وتأثير النسب المختلفة من هذه المواد على خواص الزجاج المنتج وعلاقتها بمتانة وثبات الزجاج *Glass stability* وتطرقت الدراسة إلى دراسة لون الزجاج *Colour of glass* وعلاقته بالتركيب الكيميائى للزجاج وأهم العوامل والأكاسيد الملونة للزجاج قديماً والألوان الناتجة عنها.

الفصل الثانى : ويتناول بيئة الدفن – مكوناتها وطبوغرافيتها :

حيث تمثل بيئة الدفن *Burial environment* الشق الثانى من القاعدة العريضة لهذا الموضوع وبدراستها يكتمل للبحث وجهته العلمية. وقد بدأ الفصل بالتعريف ببيئة الدفن وأنواع بيئة الدفن من حيث طبيعة الدفن سواء كان دفناً مباشراً أو غير مباشر. وتطرقت الدراسة إلى تناول التربة أو الأرض *Soil* من الناحية البيدولوجية والجيولوجية من حيث تعريف التربة ونشأة الأرض الأم وتطورها الجيومورفولوجى، هذا إلى جانب دراسة المكونات الأساسية للأرض وأطوارها الأربعة المعروفة والمتمثلة فى الطور الصلب والسائل والغازى والعضوى. هذا إلى جانب دراسة عوامل تكوين الأراضى وعمليات تكوين الأراضى والعلاقة المتبادلة بينهما. كما ركزت الدراسة على الناحية الكيميائية للتربة من حيث التركيب الكيميائى لمكوناتها وكذلك الخواص الكيميائية للتربة. كما ركزت أيضاً على دراسة الخواص الفيزيائية للتربة خاصة فيما يتعلق بمورفولوجية التربة وقوامها وكثافتها ومحتواها الرطوبى.

ومن الموضوعات الهامة التى تضمنتها الدراسة بهذا الفصل ما يتعلق بتربة المواقع الأثرية *Archaeological sites soil* وأصل هذه التربة عند إختفاء المدن وتكون المواقع والتلال الأثرية وتكوين الطبقات بهذه التلال مع دراسة لأهم المواد المكونة لطبقات التربة الأثرية والتمثيل لها بمختلف المواقع الأثرية سواء المتضمنة بالدراسة الميدانية أو غيرها مما يختص بأقاليم مصر المختلفة منذ أقدم العصور. كما إختتم الفصل بالإشارة إلى أهمية علم الحفائر *Excavation science* وعلاقته بعلم ترميم وصيانة الآثار *Conservation science*.

الفصل الثالث : ويتناول دراسة العوامل المؤثرة فى تلف الآثار الزجاجية المدفونة فى التربة:

وتتمثل الدراسة بهذا الفصل أهمية كبيرة، فهى بمثابة التشخيص الأساسى لحالة الآثار الزجاجية المدفونة فى التربة، والذى من خلاله أمكن معايشة ما يحدث للآثار الزجاجية أثناء

فترة تواجدها بالتربة والتفاعل المتبادل بينها وبين الظروف المحيطة ببيئة الدفن. وقد تم تتبع تأثير العوامل المختلفة المؤثرة فى تلف الآثار الزجاجية بدءاً من مرحلة ما قبل الدفن فى التربة والتى تمثلت فى التلف الناتج عن عملية التصنيع والتلف الناتج عن الاستخدام الوظيفى للأثر الزجاجى. ثم تناول تأثير مرحلة الدفن ذاتها أو التحول إلى الدفن أثناء دمار المدن وتحولها إلى أطلال مندثرة وقد أطلقنا على هذه المرحلة مرحلة التحول وبداية الدفن والتى لا تقل فى خطورتها عن باقى المراحل الأخرى للتلف غير أننا ركزنا على المرحلة الثالثة وهى مرحلة الدفن ذاتها والتى عايش فيها الأثر الزجاجى الظروف البيئية المختلفة فى التربة قروناً طويلة كان نتاجها تعرض الأثر الزجاجى للعديد من مظاهر التلف المختلفة. وقد تم مناقشة التأثير المتبادل بين الزجاج كمادة ذات تركيب كيميائى متباين من أثر لآخر، وبيئة الدفن بما تشمله من ظروف محيطة أهمها تركيبها الكيميائى وخواصها الفيزيائية ومحتواها المائى والرطوبى وكذلك الظروف الأخرى المتعلقة بطبيعة المواد الأخرى المتواجدة فى التربة، هذا إلى جانب دراسة تأثير مدة دفن الأثر بالتربة مع التركيز على حالة التوازن القائمة بين الأثر الزجاجى والظروف المحيطة فى بيئة الدفن *Equilibrium state* كما تطرق البحث إلى دراسة عوامل ومظاهر التلف التى تصيب الآثار الزجاجية أثناء الكشف عنها فى الحفائر وما تتعرض له من مخاطر نتيجة أعمال الحفر الخاطئ والإخلال بحالة التوازن القائمة بين الأثر الزجاجى والظروف المحيطة فى بيئة الدفن.

ومن ناحية أخرى كان لهذا الفصل أهميته فى مناقشة أحد الموضوعات الهامة والصعبة فى ذات الوقت والتى تتعلق بدراسة ظاهرة صدأ الزجاج المدفون فى التربة *Corrosion of buried glass*، وهى الظاهرة الأخطر على الإطلاق بين مظاهر تلف الآثار الزجاجية ويمكن إعتبارها هى الظاهرة الأم لمختلف مظاهر تلف الآثار الزجاجية الأخرى. وقد تم مناقشة هذه الظاهرة على نحو علمى متقن وغير مسبوق، بدأت بمناقشة الإصطلاحات العلمية لظاهرة صدأ الزجاج والتى من خلالها رسم العلماء الحدود الأساسية لهذه الظاهرة على نحو مختصر، كما تم التطرق إلى عرض النظريات المختلفة التى ناقشت ظاهرة صدأ الزجاج والتى من خلالها تم إماطة اللثام عن حقيقة هذه الظاهرة التى تشمل تفاعلات فيزيوكيميائية متداخلة. كما تم مناقشة مظاهر التلف المختلفة المصاحبة لظاهرة صدأ الزجاج المدفون فى التربة كالإعتام وظاهرة بكاء الزجاج والصقيع والتشرخ والتنقر والتشرخ وظاهرة تلاعب الألوان وتبلور الزجاج وتلف الزخارف المنفذة على سطح الزجاج المدفون فى التربة.

كما كان للدراسة بهذا الفصل السبق فى محاولة تصنيف ظاهرة صدأ الزجاج تصنيفاً علمياً مقبولاً يتفق وطبيعة هذه الظاهرة الفيزيوكيميائية وقد تم التصنيف على أساس شكل وطبيعة الصدأ وشمل الأنواع الآتية من الصدأ : (الصدأ الطبقى – الصدأ الحفرى – الصدأ المتجانس – الصدأ غير المتجانس) – كما تم التصنيف على أساس لون الصدأ وشمل أنواع : (الصدأ الأبيض والصدأ البنى والصدأ الأسود والصدأ المتداخل لونياً) هذا إلى جانب تضيف الصدأ من حيث درجة الخطورة على الزجاج الأثرى وشمل النوعين الآتيين : (الصدأ ذو الباتينا النبيلة والصدأ ذو الباتينا الخبيثة).

الفصل الرابع : ويتناول التقنيات العلمية الحديثة لعلاج وصيانة الآثار الزجاجية المستخرجة من الحفائر :

ويمثل هذا الفصل مع الفصل السابق صلب الدراسة ومحورها الأساسى حيث يناقش هذا الفصل فى دراسة مستفيضة ومرحلية على أساس علمى المشكلة والحل، فالمشكلة والمقصود بها مظاهر تلف الآثار الزجاجية المدفونة فى التربة والتى تضمنتها الدراسة بالفصل السابق، أما الحل فيتمثل فى أحدث ما توصل إليه العلم فى مجال ترميم وصيانة الآثار الزجاجية عامة والنوعية المستخرجة من التربة على وجه الخصوص. وقد تم البدء بمناقشة جوانب الصيانة والترميم الحقلية فى موقع الكشف عن الآثار الزجاجية والإحتياطات الواجب مراعاتها أثناء عملية الكشف عن الآثار الزجاجية بما يتوافق وأسس صيانتها والتى تختلف طبقاً لنوع بيئة الدفن وظروفها المحيطة سواء فى بيئات الدفن المباشر أو غير المباشر، هذا إلى جانب أسس نقل وتغليف الآثار الزجاجية المكتشفة بالحفائر.

ثم تناولت الدراسة عمليات العلاج والترميم المعملية للآثار الزجاجية المكتشفة بالحفائر بعد وصولها إلى معامل الترميم المركزية المتخصصة بالمتاحف أو مواقع الآثار بدءاً من عمليات التسجيل العلمى الشامل وعمليات الفحص العلمى باستخدام أحدث تقنيات التحليل والفحص الكيميائى وكذلك مراحل العلاج والصيانة المسبوقة بالدراسة التجريبية *Experimental study*. وقد تم مناقشة أساليب الترميم والعلاج المختلفة من عمليات تنظيف وتجميع وإستكمال وتقوية وعزل للآثار الزجاجية والمواد والطرق المستخدمة فى ذلك.

غير أن علاج ظاهرة صدأ الزجاج المستخرج من التربة بمواقع الحفائر نالت من الإهتمام ما يكافئ مقدار خطورتها. وقد تم تناول ذلك من خلال مناقشة علمية للإتجاهات العلمية المختلفة لعلاج ظاهرة صدأ الزجاج بدءاً من المحاولات القديمة الأولى فى مطلع

القرن الماضى وصولاً إلى الإتجاهات الحديثة التى ظهرت مع مطلع العقد الثامن من القرن الماضى والتى أسهمت إلى حد كبير فى وضع الأسس العلمية لعلاج هذه الظاهرة الخطيرة، كما أسهمت أيضاً فى الأخذ بأيدينا للخروج باتجاه علمى معاصر يهدف إلى علاج وصيانة الآثار الزجاجية المصابة بظاهرة صدأ وتآكل الزجاج على أسس علمية تشمل علاجاً كيميائياً حديثاً يضمن للأثر سلامته دون الإخلال بالنواحى التاريخية والأثرية، وقد كان لهذا الاتجاه العلمى المعاصر منهجه والذى تضمن أربع محاور أساسية، يهدف أولها إلى إعادة الهيكل البنائى للزجاج المتآكل، ويهدف ثانيها إلى إيقاف ومنع عملية تآكل الزجاج أما ثالثها فيهدف إلى تقوية البنية الداخلية والسطحية للزجاج المتآكل والحفاظ على المظهر الأثرى للزجاج، أما رابع هذه المحاور فيهدف إلى الصيانة المستقبلية للآثار الزجاجية عن طريقة التحكم فى الظروف المحيطة بالآثار الزجاجية بعد العلاج الكيميائى الذى تضمنته المحاور الثلاثة الأولى وذلك من خلال تطبيق أسس العرض المتحفى والتخزين السليم المتوافقان وصيانة الآثار الزجاجية.

الفصل الخامس : ويشمل الدراسة الميدانية التطبيقية :

لما كانت الدراسة النظرية فى الفصلين السابقين تمثل صلب الرسالة وجوهرها الأساسى، فإن الدراسة العملية فى هذا الفصل تمثل للرسالة عمودها الفقرى. فهى تأكيد لنجاح الدراسة النظرية والتجريبية فى الفصلين السابقين، كما أنها تعكس جهداً علمياً ميدانياً وتطبيقياً قمنا به من أجل تحقيق جانبى النظرية والتطبيق فى هذه الدراسة من أجل الخروج بأحدث التقنيات العلمية لعلاج وصيانة الآثار الزجاجية المستخرجة من التربة من مختلف البيئات والأوساط بالمواقع الأثرية بمصر. وقد كان أساس الدراسة العملية متمثلاً فى ثلاثة محاور هى الدراسة الميدانية الحقلية والدراسة الكيميائية التحليلية والدراسة العملية التطبيقية. وقد طبقت هذه المحاور الثلاث مجتمعة على العديد من المواقع الأثرية التى أجريت بها حفائر أثرية وعثر فيها على آثار زجاجية من مختلف العصور التاريخية بمصر وقد راعينا أن يكون لنا التواجد والمشاركة فى أعمال الحفائر بهذه المواقع من أجل معايشة الأثر الزجاجى لحظة بلحظة أثناء الكشف حتى تناولنا له بالترميم والعلاج والصيانة طبقاً لإتجاهنا العلمى المعاصر فى علاج الزجاج الأثرى المتآكل والذى ثبت نجاحه إلى حد كبير ومقنع من خلال الدراسة التجريبية على عينات أثرية متآكلة بصور متعددة.

وقد خضعت للدراسة بهذا الفصل المواقع الأثرية الآتية :

- موقع تل أبا يزيد الأثرى بمركز قطور بمحافظة الغربية – وسط الدلتا – عصر رومانى وقبطى.

٢- تلال مصر القديمة بالفسطاط – مصر القديمة – عصر إسلامى.

٣- تل أبو صيفى الأثرى بالقنطرة شرق – شمال سيناء – عصر يونانى رومانى.

٤- منطقة تونة الجبل بمحافظة المنيا – جنوب مصر – عصر فرعونى ورومانى.

وقد كانت الدراسة لهذه المواقع الأثرية تشمل المحاور الآتية : (الموقع الجغرافى – لمحة تاريخية – طبوغرافية الموقع – تربة الموقع – الآثار الزجاجية المكتشفة بالموقع والجانب الكيميائى لتحليل ودراسة عينات التربة والزجاج بالموقع وإستنتاج العلاقة بينهما وتأثير ذلك على حالة الآثار الزجاجية المكتشفة، ثم الجانب العملى التطبيقى لعلاج وصيانة مجموعة من الآثار الزجاجية المستخرجة من التربة بالموقع طبقاً لأحدث تقنيات العلاج والصيانة التى تضمنها الإتجاه العلمى المعاصر "نظرية البحث").

ثم إنتهى البحث بمناقشة النتائج التى تم التوصل إليها فى هذه الدراسة وأهم التوصيات التى يجب مراعاتها فى هذا الشأن طبقاً لنتائج الدراسة. ثم إختتم البحث بثبت المراجع العربية والأجنبية كما إشتمل البحث على المقدمة وهدف البحث وملخصاً باللغة العربية والإنجليزية والأعمال السابقة فى هذا المجال وفهرساً للموضوعات وآخر للأشكال والصور والجداول والخرائط التى تضم العديد من المعلومات التى توضح جوانب البحث العلمية وتيسر من الإطلاع عليه.