جامعة القاهرة
كلية الآثار
قسم ترميم وصيانة الآثار

دراسة علمية لعلاج وصيانة المواد المصنعة المستخدمة فى تزيين المشغولات الأثرية فى مصر القديمة خلال الدولة الحديثة والعصر المتأخر

رسالة دكتوراه

مقدمة من

الباحثة

نجـــوى ســـيد عبـد الرحيـم محمد

أخصائيـة ترميـم الآثـار

بالمجلس الأعلى للآثار

أشـــــراف

أ.د. فـــاطمـــة محمـــد حلمـــى

أستاذ دراسة مواد الآثار وصيانتها

ورئيس قسم ترميم الآثار (السابق)

كلية الآثار – جامعة القاهرة

أ.د عمـــر عبد العزيز

أســتاذ الخزف

ورئيس قسم الخزف (السابق)

كلية الفنون التطبيقية-جامعة حلوان

أ.د عـــلا محمد العجيزى

أستاذ اللغة المصرية القديمة

ورئيس قســم الآثار المصرية

كلية الآثار – جامعة القاهرة

٢٠٠٣

Cairo University
Faculty of Archaeology
Conservation Department

A Scientific Study on Treatment and Conservation Of The Manufactured Materials used In Archaeological Ornaments in Ancient Egypt during the New Kingdom and Late Period

By

Nagwa Sayed Abd EL Rahem Mohamed
Conservator
Supreme Council of Antiquities

For the Filfillment of the ph. D. in conservation and Restoration of An Tiquities

Supervised By : -

Prof. Dr Fatma M. Helmi
Professor of Study of Arehaeological Materials and Their Conservation
&the Previous Head of Conservation Dept
Faculty of Archaeology
Cairo university

Prof . Dr **Olla M. Elogazy**
Professor of
Faculty of Archeology
Cairo university

Prof . Dr Omr. Abd El Aziz
Professor of Ceramics
Faculty of Applied Arts
Helwan university

2003

ملخص الرسالة

تتضمن الرسالة ستة فصول وضعت بحيث تفى موضوع البحث ثم اتبعت بمناقشة النتائج التى تم التوصل اليها ثم وضع التوصيات .

الفصل الأول :-

تطورت المواد المصنعة المستخدمة فى تزيين المشغولات الأثرية بشكل كبير عبر العصور المصرية القديمة حيث إستخدم المصرى القديم الفيانس منذ عصر البدارى بعمل طلاء زجاجى ذو لون أزرق يميل إلى الأخضر . ثم فى عصر الأسرات تمكن الصانع من استخدام هذا الطلاء على خرزات من حجر الأستيايتت ، وكذلك عمل خرزات من الزجاج الملون واستمر التقدم فى الدولة القديمة والدولة الوسطى .

أما فى عصر الدولة الحديثة فلقد استطاع الصانع الوصول إلى العديد من الألوان سواء فى الفيانس أو الزجاج ، واستطاع الصانع تشكيل العديد من أشكال الخرز الأنبوبى والأسطوانى والحلقى وإستعماله فى تشكيل العديد من أشكال الحلى منها القلادات والأحزمة وكذلك عمل الرداءت المتنوعة وأغطية المومياوات تصنع بالكامل من الفيانس وغيرها من الأشكال ، ولقد عثر فى بداية هذا العصر على مجموعة الملكة أيع حبت أم الملك أحمس وهى أقل من حيث الصنعة عما قبلها . كذلك فى عهد الأسرة الثامنة عشر فقد عثر على المجموعة الخاصة بالملكات الثلاث زوجات الملك تحوتمس الثالث والتى تمتاز بالدقة وتوحى بالرخاء الذى كان يعم البلاد . كما تنوعت أشكال الحلى ونجح الصانع فى عمل قوالب استخدمها فى صنع أشكال مختلفة . ومن أهم ما عثر عليه مجموعة الملك توت عنخ أمون وهى تشهد بتطور تلك الصناعة والخبرة العالية التى وصل إليها الصانع والتى مكنته من عمل الخرزات الدقيقة والوصول إلى العديد من الألوان المميزة لقطع التطعيم بالزجاج .

ولقد استمر هذا التطور خلال الأسرة التاسعة عشر على نفس النمط أما فى عصر الأسرتين الواحدة والعشرين والثانية والعشرين فقد عثر على مقابر ملكية فى منطقة تانيس بها مجموعة من الحلى صنعت بمنتهى الدقة فى الصناعة والجمال فى التصميم مع التطور .

أما فى العصر المتأخر فقد أعتمد على اتجاهين أحدهما العودة إلى عصور القوة وتقليد الحلى فى تلك الفترة والثانى يعتمد على التغيير والابتكار والأستفادة من الانفتاح على الحضارات الأخرى ، ثم تدهور صناعة المواد المصنعة فى نهايات العصور الفرعونية .

الفصـــل الثانى :-

ويتضمن دراسة المواد المصنعة المستخدمة فى تزيين المشغولات الأثرية

اولا : الفيانس :- ويتكون من لب من الكوارتز يستخدم فيه مسحوق الكوارتزيت أو حجر الأستيايتت أو حصوات الكوارتزيت ويكسى هذا اللب بطبقة تزجيج قد تكون قلوية وتتكون أساساً من كربونات وكبريتات وكلوريدات الصوديوم ومصدرها ملح النطرون وقد يستخدم البوتاسيوم ومصدره رماد النبات أو قد تكون طبقة التزجيج مستخدم فيها أكسيد الرصاص وذلك منذ عصر الأسرة الثانية والعشرين .

أما عن كيفية تصنيع الفيانس فقد كانت تصحن المواد الخام جيداً وتمزج بالماء مع مادة رابطة وتشكل ويمكن التصنيع على مرحلتين بعمل اللب ثم طبقة التزجيج المضاف إليها اللون أو يتم فى مرحلة واحدة حيث يضاف اللون مع اللب مباشرة .

كما ابتكر الصانع العديد من القوالب لإعداد أشكال مختلفة وحصل على العديد من الألوان لطبقة التزجيج فى الفيانس أهمها الأزرق من أكسيد النحاسيك وكذلك أكسيد الكوبلت ، أما الأخضر فيرجع إلى مركبات النحاس وكذلك أكسيد الحديدوز وأكسيد الكروم ، أما الأحمر فبأستخدام أكسيد الحديديك الهيماتيت ، والأسود من أكسيد المنجنيز ، أما اللون الأصفر فقد استخدم أكسيد الحديديك وكذلك أكسيد الكروم حيث يتوقف ذلك على درجة الحرارة المستخدمة .

ثانيا : الـــزجاج :- يتركب الزجاج المصرى من سيلكات الصوديوم والكالسيوم فكان السيليكون يحصل عليه من الرمال والصوديوم من أملاح النطرون أما الكالسيوم فيحصل عليه من الحجر الجيرى .

أما عن كيفية تصنيع الزجاج :- فلقد كانت تغسل الرمال وتنخل وتصحن جيداً ويصنع الزجاج أيما فى مرحلة واحدة بخلط المواد الخام فى بواتق ويضاف إليها اللون أو فى مرحلتين حيث يتم صهر المواد أولاً ثم مرحلة ثانية يضاف اللون بعد أن تصهر جيداً ولقد تم العثور على

فرن لتحضير الزجاج يعود إلى عصر العمارنة من الدولة الحديثة .

أما عن الطرق التى استطاع الصانع من خلالها الحصول على العديد من الأشكال فهى التشكيل حول لب والتشكيل عن طريق الصب والتشكيل فى كتلة من الزجاج وكذلك التشكيل بالإضافة أو التشكيل بألوان متعددة .

ولقد إستطاع الصانع الحصول على عدة ألوان أهمها اللون الأزرق باستخدام أكسيد الكوبلت الثنائى مع وجود نسبة عالية من القلوى أو مركبات النحاس وكذلك كلا من أكسيدى الكوبلت والنحاس لانتاج لون اللازورد أما اللون الأخضر فقد استخدم خام النحاس وكذلك أكسيد الحديديك وأكسيد النيكل أما اللون الأحمر فقد استخدم أكسيد النحاسوز الأحمر Cuprite ووجد معه الأنتيمون كما استخدم أكسيد الكروم وكذلك ترسيب أكسيد الحديديك أما اللون الأسود فقد استخدم أكسيد النحاسيك الأسود وأكسيد الحديد المغناطيسى وكذلك أكسيد المنجنيز مع النحاس أما اللون الأصفر فقد استخدم الأنتيمون للحصول على Pb-Sb_2O7 Lead antimonate وكذلك أكاسيد الحديد ويمكن القول أن عملية تصنيع الزجاج والحصول منه على ألوان عملية معقدة جداً ومتشابكة .

الفصل الثالث :-

ويحوى دراسة عوامل التلف التى تتعرض لها المواد المصنعة المستخدمة فى تزيين المشغولات الأثرية ويمكن تقسيم حياة أى أثر مصنع إلى خمسة مراحل حيث يتعرض فى كل مرحلة إلى عوامل قد تؤدى إلى تلفه .

المرحلة الأولى :- وهى عند إختيار المواد الخام التى يتم تصنيع الأثر منها حيث وجد أن الرمال غير النقية تحتوى على نسبة من الحديد عالية تؤثر فى اللون وكذلك الحبيبات غير المتجانسة ونسبة أكسيد الكالسيوم المناسبة والقلوى .

المرحلة الثانية :- وهى الظروف التى يتعرض لها الأثر أثناء إعداده وتشمل عملية التسخين ومزج المكونات جيداً والوصول إلى مصهور متجانس لتجنب ظهور بقع بنية نتيجة تجمع اللون أو عدم صهر حبيبات الرمال وكذلك المعالجة الحرارية للتخلص من الأبخرة حتى لا تؤدى إلى وجود فقاعات تكون مناطق ضعف كذلك فإن إختلاف معامل تمدد وانكماش طبقة التزجيج عن اللب الداخلى للفيانس أو التبريد المفاجئ يؤدى لظهور شروخ واجهادات داخلية .

المرحلة الثالثة :-ما تعرض له الأثر أثناء إستعماله وهى فترة غير معلومة بالنسبة لنا ولكن يمكن القول أن الحلى ومشغولات الزينة دائما يحافظ عليها إلا أنه نتيجة الأستعمال اليومى يكون هنـــاك تأثير محدود للعرق والعطور والإستعمال غير الجيد.

المرحلة الرابعة :-الظروف التى تعرض لها الأثر أثناء الدفن وقبل الكشف عنه وهى تختلف تبعـاً للبيئة التى دفن فيها حيث نجد البيئة الصحراوية الجافة والتغير الكبير فى درجات الحرارة يـــؤدى إلى إختلاف معدل التمدد والإنكماش وانفصال طبقة التزجيج . أما البيئة الرطبة يمكن أن يحـــدث تفاعل بين أيونات الأملاح والأيونات المتوفرة فى التربة ومكونات طبقة التزجيج أو الزجاج ممـــا يؤدى إلى نمو بلورات الأملاح . أما الآثار الغارقة فإنها تتحلل وتتأثر بوجـــود الكائنـــات الحيـــة الدقيقة والبحرية وترسيبات القاع .

المرحلة الخامسة :-الظروف التى يتعرض لها الأثر بعد الكشف عنه ومن أهمها التغير المفـــاجئ والكبير فى درجة الحرارة والرطوبة مما يؤدى لظهور شروخ وتبلـــور ســـريع للأمـــلاح نتيجـــة للجفاف السريع وكذلك تأثير غازات التلوث المختلفة مثل ثانى أكسيد الكبريت وأكاسيد النـــتروجين وثانى أكسيد الكربون ولقد وجـــد أن ١٠% مـــن معروضات المتاحف الزجاجية تعـــانى مـــن مظاهر التلف نتيجة لتأثير الحرارة والرطوبة وغازات التلوث الجوى والكائنـــات الحيـــة الدقيقـــة وكذلك من عوامل التلف الترميم الخاطئ وعدم استعمال المواد المناسبة والتلف البشرى.

الفصـــــل الرابع :-

ويشمل دراسة كيفية علاج وصيانة المواد المصنعة المستخدمة فـــى تزيين المشـــغولات الأثرية وتبدأ أولى خطواتها من اللحظة الأولى لأكتشاف الأثر وعمل تسجيل كامل له وتحديد مـــا يحتاج إليه مـــن مواد وعمليات الترميم . أما عن مراحل العلاج فهى التنظيف ويشـــمل التنظيـــف الميكانيكى Mechanical Cleaningوذلك بالفرش والفرر المناسبة وغيرهـــا ، كذلـــك يمكـــن استخدام التنظيف بالموجات فوق الصوتيـــة Cleaning by Ultra-Sonic waves للمنـــاطق الضعيفة ومن الطرق الحديثـــة اســـتخدام المعالجـــة بالأكســـجين الـــذرى Atomic Oxygen Treatment وذلك بحيث يتفاعل مع الكربون الموجود على السطح وكسر الرابطة بينـــه وبيـــن الهيدروجين C-H ، أما التنظيف بأشعة الليزر Laser Cleaning وهو مـــن الطـــرق الحديثـــة باستخدام الطول الموجى المناسب وعدد الذبذبات وكثافة الطاقة والتردد المستخدمة .

كذلك التنظيف الكيميائى Chemical Cleaning وذلك بالماء أو المواد مثل الكالجون وهو Sodium Hexameta بنسبة ٢-٣% والأحماض على نطاق ضيق وبنسب صغيرة وكذلك يمكن استخدام Aminocarboxylic acids من أهمها(EDTA)وكذلك استخدام القلويات كربونات وهيدروكسيد الصوديوم لازالة الاتساخات الدهنية والشمعية كما يمكن استخدام المذيبات العضويةOrganic Solventsمن أهمهاالطولوين والهيدروكربوناتHydrocarbons, Toluene أثيرات Ethers, ايزوبروبانول Isopropanol و ايثانول Ethanol والكحولات Alcohols والكلور هيدروكربونات Chlorinate Hydrocarbon والاسترات Esters وكذلك الأحماض العضوية المختلفة مثل احماض الخليك acetic acids و السيتريك Citric و الاكساليك Oxalic وخاصة فى إزالة البقع الحديدية . كما يمكن إستخدام الأنزيمات Enzymes فى تكسير البقع الدهنية وتحويلها إلى مواد بسيطة يسهل إزالتها . كما تم دراسة كيفية إستخلاص الأملاح Extraction of Salts . ومن الأملاح الذائبة الفوسفات Phosphates النيترات Nitrates , و الكلوريدات Chlorides , ويتم إزالتها بالغسل فى الماء الساكن أو الجارى كما يمكن عمل كمادات ورق أو من طين سيبوليت Sepiolite , Magnesium Trisilicate .

أما الأملاح غير الذائبة وتشمل أملاح الكربونات مثل كربونات الكالسيوم والكبريتات مثل الجبس والسيليكات ويمكن إزالتها بالأحماض مثل النتيريك والهيدروكلوريك HCL بتركيز منخفض جدا وبحذر شديد أو مركب ثيوكبريتات الصوديوم ١٠% مع الماء أو محلول كربونات الأمونيوم ١٠% مع الماء .

كما تم دراسة كيفية تقوية المواد المصنعة والشروط الواجب توافرها فى مواد التقوية وكذلك طرق استخدام مواد التقوية ومن أهم المواد البولميرات ومن أهمها راتنجات السيليكون Silicon resins منها مثييل تراى ايثوكس سيلان Methyl triethoxy silane وراتنجات الأكريليك Acrylic Resins ومن أهمها البارلويد ب٧٢ المذاب فى الأسيتون وكذلك راتنجات البريمال AC33 وكذلك بولميرات Sol - Gel كما تم توضيح طرق التجميع Bonding Methods والمواد المستخدمة فى هذا المجال أهمها نترات السيلولوز والبارالويد وراتنجات الأيبوكس

Araldite AY103 / Hy950 Araldite GY292 / XD537 - AXTAL - NYL-
Araldite BY155 / HY2696

مع إضافة المواد المالئة . أما عن التجميع فأنه يتم اذا كان هناك ضرورة قصوى صفات معينه للمادة المستخدمة كمادة مالئة مثل الأستقرار والاسترجاعية والقوة والكثافة والمرونة وقابلية إضافة الألوان وأن تكون آمنة والتمدد الحرارى لها يتوافق مع التمدد الحرارى للأثر .

ويتم عمل قوالب للأجزاء المراد استكمالها من مواد مثل شرائط الضغط اللاصق وشرائح شمع الأسنان والصلصال ومطاط لاتكس . ومن المواد المستخدمة فى الاستكمال الجبس الباريسى وكذلك مركبات الفينيل وراتنجات الأيبوكس والبولى استر . أما عن الألوان المستخدمة فمنها الأكريليك وألوان السيراميك والزجاج .أما طرق الاستكمال فتعتمد على طبيعة المادة المستكملة بها وطبيعة الأثر حيث يتم عمل قالب ويصب فيه المادة المستكملة .

الفصل الخامس : -

يعتبر هذا الفصل من الفصول الهامة الذى يختص بالدراسة التجريبية وهذه المرحلة هامة جداً فى مجال ترميم الآثار حيث يعطى الفرصة لاجراء تجارب على نماذج مصنعة ثم تسجيل النتائج واختبار الخواص ولقد إعتمد الجانب التجريبى على عدة جوانب رئيسية وهى :-

أولا : إعداد عينات من الفيانس والزجاج الملون .

ثانيا : تعيين الخواص الفيزيائية لعينات الفيانس والزجاج المصنعة .

ثالثا : تطبيق بعض دورات التجوية الصناعية على العينات المصنعة .

رابعاً: اختيار بعض المواد للتقوية وإجراء بعض الأختبارات عليها .

خامسا: تفسير بعض ظواهر التغير اللونى فى المواد المصنعة .

ولتحقيق هذه الأهداف تم ما يلى : -

أولا : إعداد عينات من الفيانس والزجاج

تم إعداد تمائم من الفيانس من الأشكال الأكثر إنتشارا فى الحضارة المصرية القديمة عن طريق عمل قالب من كل شكل ثم إعداد اللب الداخلى وتم تحديد الأوزان للمواد المطلوبة طبقا للتحاليل الكيميائية - لكل ١٠٠ جم ثم تم نخل المواد الخام وخلطها وعمل عجينة متجانسة الحبيبات ثم تم الحرق فى الفرن عند ٩٠٠°م ثم تم تطبيق طبقة التزجيج وهى على شكل معلق عليها باستخدام الفرشاة لتغطية الأشكال باستخدام عدة ألوان لطبقة التزجيج وتم الحرق عند ٩٥٠°م أما عينات الزجاج فقد تم إعدادها بطريقتين وهما :-

١- استخدام المواد الخام التجارية الموجودة فى البيئة المصرية وتم إعداد الألوان الأكثر إنتشارا وهى الأسود والأزرق بدرجتيه الفاتحة اللون التركوازى والأزرق الغامق وكذلك الأحمر والأصفر . وتم سحق المكونات معا بالطرق اليدوية ثم تم صهرها فى بواتق عند درجة حرارة ١٠٥٠°م.

٢- إعداد عينات من مواد نقية فالزجاج المصرى المعروف Sodium Calcium Silicate or Soda Lime Silicate Glass لذلك تم تحضيره بنسب دقيقة واستخدام أحد العناصر الملونة التى استخدمت بكثرة وذلك من خلال استخدام الأكاسيد بنسب مختلفة لمعرفة تأثيره على اللون المنتج ولقد تم استخدام أكاسيد كلا من الكوبالت - الكروم - النحاس - المنجنيز - النيكل وتم الحرق عند درجة حرارة ١٤٥٠°م وظهر تباينا واضحا فى الدرجات اللونية تبعا لنسبة الأكسيد كما تم إعداد عينتين من الزجاج من نوعيتين من الرمال مختلفة وبدون إضافات لونية فظهرت إحداها تميل الى اللون الأخضر والثانية تميل الى اللون الأزرق

ثانيا : تعيين الخواص الفيزيائية للعينات المصنعة وهى :-

١- الصلادة Hardenss

٢ -امتصاص الماء Water Absorption

٣ -المسامية الظاهرية Apparent Porosiry

٤- الكثافة Bulk Density

ثالثا : تطبيق بعض دورات التجوية الصناعية لعينات الفيانس والزجاج المصنعة .

ولقد تم إجراء دورات تجويه صناعية للعينات كالتالى : -

١- التعريض لدورات متتالية من للحرارة والرطوبة حيث يتم تعريض العينات للتسخين فى درجة حرارة ٦٥°م لمدة ٤ساعات ثم غمرها فى الماء لمدة ٤ ساعات ثم تترك فى درجة حرارة الغرفة لمدة ١٦ ساعة وبذلك فان زمن الدورة يوم كامل وتم عمل ١٢٠ دورة وتعتبر هذه الدورات ذات تأثير كبير على العينات حيث أدت الى تغير وتشقق فى طبقة تزجيج الفيانس وتغير فى لون الزجاج بدرجة محدودة وقد أثرت على الخواص الفيزيائية كثيرا .

٢-دورات لتأثير الحرارة الشديدة حيث وضعت العينات فى درجة حرارة ٥٠٠°م الا أنه لم يكن لها تأثير كبير على الخواص أو اللون .

٣- دورات تأثير الأملاح ولقد تم تحليل عينتين من التربة من حفائر المطرية وعين شمس لمعرفة نوعية الأملاح الموجودة فى التربة التى وجدت فيها الآثار موضع البحث لذلك تم وضع العينات فى محلول مشابه من كبريتات الصوديوم ١٠% وكلوريد الصوديوم ١٠% لمدة ١٠ ساعات ثم التخفيف فى درجة حرارة الغرفة لمدة ١٤ ساعة فتكون الدورة يوم كامل لمدة (١) دورة ولقد تأثرت حالة الفيانس كثيرا بينما ظل الزجاج بحالة جيدة ولقد تم إجراء فحص لعينات من الزجاج المصنع من خامات نقية باستخدام الأشعة تحت الحمراء لتحديد مركبات اللون .

رابعا :- اختيار بعض المواد للتقوية واجراء بعض الأختبارات عليها .

أما عينات الفيانس فقد تم إجراء إختبار عدة مواد للتقوية وذلك على أربعة مجموعات :-

١- عينات تعانى من تأثير الحرارة والرطوبة .٢-عينات تعانى من تأثير الحرارة والرطوبة والأملاح .٣-عينات تعانى من تأثير الأملاح .٤-عينات سليمة لم تتعرض للتجوية الصناعية وتم تطبيق مواد التقوية التالية : ١- البارالويد ب ٧٢ فى الطولوين بنسبة ٣%

٢- الكيم تكت ٢٠ . ٣- الأديكون ٤ - الفاكر OH ٥- الفاكر OH 100 واستخدم بدون مذيب ٦-الفاكر OH 100 مذاب فى الزيلين بنسبة ٤٠% ٧ -البريمال AC33

وتم قياس الخواص بعد دورات التجوية حيث وجد أن الفاكر OH 100 المذاب فى الزيلين قد حسن كثيرا من خواص الفيانس ولم يغير فى اللون المنتج بينما البارالويد ٧٢ والبريمال AC33 قد أثر بعض الشئ فى اللون وكون البريمال طبقة عازلة على السطح .

كما تم دراسة العينات المعالجة بالمواد المقوية باستخدام الميكروسكوب الألكترونى الماسح ومقارنتها بعينة لم يتم معالجتها ولقد ظهر فيها كيفية توزيع وانتشار المادة المقوية بين الجزئيات وانتظامها ولقد أعطى الفاكر OH أفضل النتائج وكذلك الفاكر OH 100 بينما ظهر واضحاً عدم إنتظام البريمال وعدم تجانسه .

خامسا :- تفسير بعض ظواهر التغير اللونى فى المواد المصنعة .

١ - لقد أثبتت الدراسات التجريبية فى هذا الفصل أن تحول اللون الأزرق إلى اللون الأخضر الفاتح سواء فى الفيانس أو الزجاج يرجع لتغير فى مركبات النحاس والتينوريت وهى الملاكيت ($CU_2\{(OH)_2, CO_3\}$ بالإضافة إلى الكوبريت

Tenorite CuO , Cuprite Cu_2O وتفاعلها مع مكونات الزجاج لتكوين Cuprorivaite Ca Cu Si_4 O_{10} وتحولها إلى الأتاكلميت Atacamite $Cu_2(OH)_3CL$ وكلوريد النحاسوز Nantokite Cu CL .

٢ - تحول اللون الأزرق إلى اللون الأسود فى عينات الزجاج المعتم بالدراسة ثبت أنه يحدث نتيجة لترسب أكسيد الكوبلت عند ظروف خاصة فى الوسط الزجاجى مما يؤدى إلى تغير اللون من الأزرق إلى الأسود .

٣ - تحول اللون البنى المحمر إلى الأحمر المائل الى اللون الأبيض وذلك نتيجة تغير أكسيد الحديديك Fe_2O_3 إلى $Fe_2O_3 .3H_2O$ hydrated ، أكسيد الحديديك المائى كذلك إلى سيلكات الحديد والكالسيوم $Ca.Fe_2O_3$ SiO_2 Ferric Calcium Silicate

الفصل السادس :-

ويتضمن الدراسة التطبيقية لعلاج وصيانة القطع الأثرية المختارة حيث تم اولا التطبيق العملى لترميم وصيانة الآثار المختارة فقد تم على مجموعتين من الآثار المصنعة من الفيانس وهما :-

أولا :- ترميم وصيانة مجموعة من تماثيل الأوشابتى

وهى من حفائر المطرية وعين شمس وتعود إلى الأسرة ٢٦ ولقد تنوعت أشكال هذه المجموعة من حيث الطول والعرض ولقد تم اتباع الخطوات التالية فى ترميمها :-

١ - **الوصف التاريخى والأثرى**

حيث تم وصف المجموعة وتصنيفها حيث اختلفت فى رداء النمس وما تحمله اليدين فى كل تمثال من أدوات الزراعة مثل المنجل والفأس وكذلك شكل الوجه والتسريحة مما يؤكد أن المجموعة لم يتم صنعها بقالب واحد .

٢ - **تسجيل حالة التماثيل**

تعتبر بشكل عام بحالة سيئة حيث استخرجت من الحفائر وجمعت فى صندوق من الكرتون السيئ وحفظت بالمخازن وهى تعانى من تأثير الأملاح وتأثير التربة الرطبة التى كان مدفون بها وكذلك سوء التخزين .

٣ - **مظاهر وعوامل التلف فى مجموعة الأوشابتى**

يمكن تقسيمها كالاتى :-

أ – تأثير الرطوبة :- حيث اثرت رطوبة التربة وادت إلى ضعف الفيانس .

ب – تأثير تبلور الأملاح :- حيث أدى إلى تساقط بعض اجزاء طبقة التزجيج .

ج – سقوط بعض اجزاء من طبقة التزجيج .

د – ضعف اللب الداخلى .

هـ– تكسر بعض التماثيل نتيجة الضعف داخل التربة .

٤ – مراحل علاج وترميم وصيانة مجموعة تماثيل الأوشابتى

التنظيف الميكانيكى :-باستخدام المشارط والفرش والفرر المناسبة ، وتمت ازالة الأملاح باستخدام كمادات لب الورق اليابانى Tissue paper .

التنظيف الكيميائى :-لازالة البقع والاتساخات الموجودة تم استخدام خليط من الأسيتون والكحول بنسبة ١:١ والبقع اللونية البنية باستخدام حمض السيتريك٥% .

أما التقوية فقد تمت باستخدام الفاكر 100 OH المذاب فى الزيلين بنسبة ٤٠% حيث تم تقوية مبدئية تثبيت طبقة التزجيج الضعيفة قبل ازالة الأملاح .

ثم تم تجميع القطع مع بعضها باستخدام الأرالديت ٢٠١٦ وتم خلطه بالمجمد بنسبة ١:١ وتم استكمال هذه المجموعة وتلوين بعض اجزاء الكسر باستخدام ألوان الأكريليك الإسترجاعية باللون المناسب .

ثانيا : – علاج وترميم وصيانة مجموعتى من الخرز على هيئة غطاء كامل للمومياء

تعد مشكلة تحلل الخيوط التى تربط حبات الخرز مع بعضها من المشاكل الهامة التى تؤدى إلى تلف الملضومة وتحولها إلى مجرد خرز لذلك تم اختبار مجموعتين من الخرز الأسطوانى الشكل أزرق اللون من حفائر المطرية وعين شمس لتجميعها فى شكل غطاء للموميا وذلك لوجود العديد من الآثار من هذا الشكل فى متاحف مصر والعالم ولأن هذا الشكل من الجزء يستخدم فى عمل الرداءات وكمية الخرز الكبيرة تصلح لهذا الغرض .

ثم تم فحص ودراسة العينات بعدة طرق للتحليل ومنها :-

أولا:-فحص العينات بواسطة الميكروسكوب الألكترونى الماسح الملحق به نظام الطاقة المشتته Analysis by Scanning Electron Microscope Attached to Energy Dispersive System (SEM / EDS)

وهو من الطرق الحديثة التى تعتمد على استخدام اجزاء صغيرة من الأثر بتعرض السطح لحزمة مركزة من الإلكترونات السريعة ثم تجمع هذه الحزمة المنعكسة فى انبوبة أشعة القطب السالب ويتم بعد ذلك تصوير هذه العينة فوتوغرافيا بنسب التكبير المطلوبة ويتم صقل العينة ثم تعريضها لحزمة الأشعة السينية الناتجة من الألكترونات الموجهة إلى مناطق معينة وهى تعطى العناصر المكونة لها وبذلك يمكن الحصول على تحليل كامل للعينة .

ثانيا :- فحص عينة من الخيط الذى وجد يربط بين خرزتين بواسطة الميكروسكوب وقد تم تحضير العينة وبالفحص فقد وجد انه مصنوع من الياف القطن .

ثالثا :- التحليل بواسطة انبعاث طاقة البلازما من الطاقة الأيونية المشتقة Inductively Coupled Plasma ICP Atomic Emission Spectrometry (ICP.AES)

ولقد تم دراسة عدة عينات من الفيانس وأخرى من الزجاج ويتضح :-

أن اللون الأزرق فى الزجاج ام الفيانس يتكون نتيجة لوجود أكسيد الكوبلت الثنائى وكذلك اكاسيد النحاس وفى بعض الحالات نتيجة لوجودهما معا ، أما اللون الأحمر فنتيجة لوجود أكسيد النحاسوز ، واللون الأصفر نتيجة لوجود الانتيمون وهو عبارة عن انتيمونات الرصاص ، واللون الأسود نتيجة لأكسيد النحاسيك وفى حالات اخرى لوجود أكسيد الحديد المغناطيسى أو وجود المنجنيز مع النحاس ، واللون الأخضر نتيجة لوجود أكسيد النحاس وكذلك وجود الحديد بأكسيديه الحديدوز والحديديك ووجود النيكل .

كما تبين أن المكون الرئيسى فى الزجاج هو السيليكا وبنسب متفاوتة ولكنها عالية فى كل الحالات كما وجد استخدام الكالسيوم بنسب تعتبر نسبيا عالية وكذلك إنتشار استخدام البوتاسيوم كمصهر بدلا من الصوديوم .

رابعا :- التحليل باستخدام طريقة الرامان Raman Method'

من الطرق الحديثة التى تعطى نتائج دقيقة وخاصة فى مواد التلوين (المواد المسببة للون) عن طريق مقارنة المنحنى الناتج من التحليل بالمنحنيات القياسية الموجودة ومعرفة المركبات المسببة للون وتم تحليل ثلاث عينات من الفيانس الأزرق من الأسرات ١٩، ٢١، ٢٦ وكلها تطابقت مع منحنى الأزرق المصرى .

خامسا : - التحليل بواسطة الأشعة تحت الحمراء FTIR analysis

حيث ثبت أن اللون الأحمر ينطبق مع المغرة الحمراء بينما اللون الأزرق ينطبق مع الأزرق المصرى بينما اللون الأخضر ينطبق مع الملاكيت واللون الأزرق الفاتح مع الأزوريت بينما اللون الأسود مع أكسيد المنجنيز وذلك فى الفيانس الأثرى .

مراحل ترميم الخرز :- تم نخل الخرز للتخلص من الأتربة والرمال ثم تم استخدام تيار هوائى للتخلص من الأتربة الناعمة .

التنظيف الكيميائى :- تم أزالة الاتساخات بالماء ثم بالماء المضاف إليه كحول إثيلى ٠,٥% ثم ماء مضاف إليه اسيتون ٢٠% للتخلص من بقايا الاتساخات .

التقوية :- تم التقوية باستخدام الفاكر OH ترك الخرز ليجف .

عمليات ترميم الخرز :- بالرجوع إلى غطاء كفن كامل موجود فى المتحف المصرى ويعود لنفس العصر - الأسرة ٢٦ تم تجميع الخرز على شكل معين باستخدام خيوط من الحرير فرنسية الصنع بعد عمل رسم تخطيطى للغطاء وأبعاده هى ١٤٥سم طول و٤٦ سم عرض .

وتم عمل الأجزاء الإستكمالية وهى عبارة عن نهاية القلادة على شكل رأس الصقر حورس والأله نوت التى تفرد جناحيها وتحمل قرص الشمس وأولاد حورس الأربعة بالإضافة إلى شريط كتابى وتم ترميمها بأستخدام خليط من الوان السيراميك والزجاج .

ثم تم اجراء محاولات لإعداد مجموعة من الخرز مشابهة لتلك التى حصل عليها المصرى القديم عن طريق استخدام أعواد الأرز وخيط سميك من الكتان وقضيب معدنى من النحاس ثم تم لف اللب الداخلى حول كل منهم وقد وجد ان القضيب المعدنى أفضل الطرق .

وتم تصنيع الخرزات المضافة بلون اغمق من الأصلية للتفريق بينها وبين الخرزات الأصلية ثم تم تجميع أجزاء الغطاء معا.