علاج وصيانة ثلاث آوان من الفضة تعانى من مظاهر تلف مختلفة (دراسة حالة).

د. محمد أبو الفتوح محمود غنيم♦

ملخص البحث

ثلاث آوان من الفضة تحمل الأرقام الآتية ٧٠٧٦٥ و٧٠٧٧١ و ٧٠٧٦٦ يعود تاريخها إلى العصر المتأخر كانت فى حالة سيئة من الحفظ بالمتحف المصرى بالقاهرة. الأول والثانى منها كانا يعانيان من مظاهر التلف الواضحة المتمثلة فى طبقة من نواتج الصدأ الرمادية والسوداء فى صورة قشرية صلبة وهشة، وطبقات متكلسة من بقايا التربة شديدة التماسك والصلابة والتى شوهت مظهرها الخارجى، وبعض الأجزاء كانت تعانى من هشاشية شديدة تكاد تتحول إلى مسحوق بمجرد تناولها، بالإضافة إلى بعض الأجزاء المفقودة. بينما كان الثالث محطم إلى ١٢ قطعة تغطيهما طبقات مختلفة السمك والشكل من نواتج الصدأ الرمادية والسوداء وعوالق التربة والأتربة.

وقد شملت إجراءات العلاج والصيانة فحص حالة الأوانى الثلاثة تحت الميكروسكوب المجسم والميكروسكوب الالكترونى الماسح وتحليل نواتج الصدأ والطبقات المتكلسة وكذلك تحليل اللب المعدنى، تلى ذلك التنظيف الميكانيكى والكيميائى، ثم تقوية الأجزاء الهشة الضعيفة واستكمال الأجزاء المفقودة، ثم العزل الواقى ضد التلف المستقبلى.

♦ مدرس بقسم الترميم – كلية الفنون الجميلة – جامعة المنيا.

١- مقـدمـة

كانت الفضة فى مصر القديمة حتى عصر الدولة الوسطى أكثر ندرة من الذهب، فكانت مناجمها قليلة وتكنولوجيا استخراجها متأخرة. كما كانت أكثر قيمة من الذهب ويستدل على ذلك بأسبقيتها على الذهب فى النصوص المصرية القديمة [١]، وربما يرجع ذلك عادة إلى أن استخلاصها من خاماتها التى تحتوى على الرصاص أو تختلط بخاماته كان يتم بعملية معقدة [٢][٣]. وعندما أصبح توفيرها متيسراً من الأراضى الواقعة تحت السيطرة المصرية أو بالطرق التجارية انخفض سعرها إلى نصف سعر الذهب [٤] [٥]. واستمر الحال كذلك طوال عصر الدولة الحديثة، ورغم ذلك ظل الذهب أكثر وفرة وأكثر تداولاً من الفضة لشدة الإقبال عليه [٦].

ولقد استخدمت الفضة قديماً فى صنع الخرز والحلى والأقداح والأوانى، على أنها كانت تطرق كالذهب إلى صفائح وأوراق رقيقة وتستعمل لتغطية الخشب، وقد استعملت صفائح الفضة فى مقبرة توت عنخ آمون لتمثيل ملابس كل من الملك والملكة وهما على كرسى العرش. أما أوراق الفضة فتوجد مستعملة فى نفس هذه المقبرة لتغشية لوح الكتابة. كما أنها استخدمت أيضاً فى مقبرة"حتب حرس" من الأسرة الرابعة لتغشية الجزء السفلى من ساند الرأس، وفى مقبرة "يويا" و"تويا" من الأسرة الثامنة عشر لتغطية تابوت وسرير. كما عرف المصريون منذ القدم كيف يطلون النحاس بالفضة كما يدلنا على هذا إبريق من النحاس يرجع تاريخه إلى الأسرة الثانية [٧].

وتنصهر الفضة النقية عند ٩٦٠°م وترتفع درجة الانصهار إذا ما وجد بالفضة نحاس أو ذهب. وعادة ما تحتوى على نسبة من الشوائب تصل إلى ٥% قد تكون من النحاس أو الرصاص أو الحديد [٨]. ولكن عادة ما يضاف إليها النحاس للحصول على سبيكة أكثر قساوة وصلادة. والفضة الخام تصل نسبة الفضة فيها إلى ٨٠%، والسبائك التى تحتوى على نسبة من الفضة أقل من ٥٠% يطلق عليها سبائك البيللون. واللون الأبيض اللامع للفضة يكون مميزاً فى هذه السبائك نتيجة زيادة نسبة الفضة بها، بينما

---

[1]) Harris, J.R., Lexigraphical Studies in Ancient Egyptian Minerals, Berlin, 1961, p.41.

[2])France, A. L., Ancient Metals, ICCROM, Rome, 1980, p.32

[٣]) ألفريد لوكاس، المواد والصناعات عند قدماء المصريين، ترجمة زكى اسكندر ومحمد زكريا غنيم، دار الكتاب العربى، القاهرة، ١٩٦٥، ص٣٩١.

[4]) Crency, J., Prices and Wages in Egypt in the Ramesside period, Cahiers d'Histoire Mondiale 1, 1954, 904

[5]) Forbes, R. J., Metallurgy in Aniquity, Leiden, 1950, p.186.

[٦])جيمز، ت. ج.، الحياة أيام الفراعنة، ترجمة د. أحمد زهير، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٨، ص ١٦٧.

[٧]) ألفريد لوكاس، المرجع السابق، ص٣٩٤-٣٩٥.

[8])Cronyn,A.M.,The elements of Archaeological conservation, Routledge, London, 1990, p. 230

تميل للبهتان والتغير اللونى مع زيادة نسبة النحاس. والفضة يمكن أن تطلى بالذهب أو تطعم وتكفت بالنيللو الأسود وهو مادة سوداء من كبريتيد الفضة أو كبريتيدات بعض الفلزات مثل الرصاص وغيره.[٩]

٢- حالة الأوانى الثلاث

٢-١ حالة الإناء الأول

يحمل هذا الإناء الرقم ٧٠٧٦٥ فى سجلات المتحف، وهو فى صورة إناء أو كأس صغير بارتفاع ١٠سم، قطر قاعدته ٧,٩ سم بينما قطر فوهته ٦,٤سم، وغطاءه بقطر ٧ سم وبارتفاع ٥,٥ سم (صورة ١، ٢). ولقد تم رصد عدد من مظاهر التلف على هذا الإناء يمكن إجمالها فيما يلى:

- طبقة متماسكة وصلدة من بقايا ترسبات جيرية تغطى البدن من الداخل و فى بعض الأجزاء من الخارج. (الصور أرقام ١-٦)
- طبقة سميكة نسبياً من نواتج صدأ لونها بين الرمادى والأسود فى صورة متماسكة.
- طبقة قشرية هشة من نواتج الصدأ يمكن إزالتها ميكانيكياً. (صورة رقم ٧، ٨).
- بعض الأجزاء مفقودة فى الجزء الأسفل من البدن وخاصة فى القاعدة.(صورة رقم ٤).
- غطاء الإناء فى حالة من الهشاشة الشديدة، وقمة هذا الغطاء قد انفصلت عنه. كما تغطى الغطاء طبقة سميكة وهشة من نواتج الصدأ، ويبدو من الفحص الظاهرى لهذا الغطاء انه قد تحول تماماً إلى الصدأ. (الصور أرقام ٩-١٢).

٢-٢ حالة الإناء الثانى

هذا الإناء يحمل رقم ٧٠٧٧١ فى سجلات المتحف، يبلغ ارتفاعه ٨,٣سم وقطر فوهته ٦,٨سم بينما قطر قاعدته ٥,٩سم. وتغطى أغلب أجزاءه طبقة رقيقة من ناتج صدا ذى لون رمادى إلى الأسود. بالإضافة إلى طبقة قشرية هشة تغطى معظمه ء من الداخل وبعض أجزاءه من الخارج. وهناك جزء منفصل منه وجزء مفقود من قاعدته. وهذه المظاهر من التلف توضحها الصور أرقام ١٣-١٦.

٢-٣ حالة الإناء الثالث

يحمل هذا الإناء رقم ٧٠٧٦٦ فى سجلات المتحف، ويتميز بوجود غطاء له، وهو فى صورة محطمة إلى ١٢ قطعة فى حالة من الهشاشة الشديدة، تغطيها طبقات مختلفة السمك والشكل من نواتج وعوالق التربة. حيث نجد طبقة رقيقة من نواتج الصدأ ذات

---

[٩]) ألفريد لوكاس، المرجع السابق، ص ٣٩٣.

اللون الرمادى إلى الأسود متناثرة فى أجزاء متفرقة من الأثر بالإضافة إلى طبقة متكلسة من بقايا وعوالق التربة وخاصة فى الأجزاء الداخلية من الإناء ويمكن ملاحظة ذلك من الأشكال أرقام (١٧-٢٢).

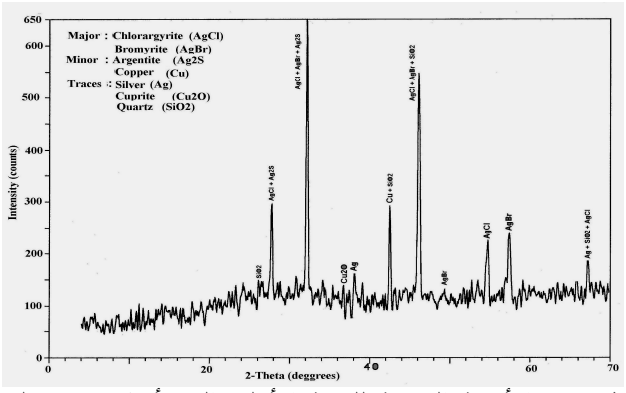
٣- تحليل نواتج الصدأ والتكلسات السطحية

تم أخذ خمس عينات ممثلة لنواتج الصدأ والطبقة المتكلسة المتكونة على أسطح الآثار الثلاثة، لتحليلها بطريقة حيود الأشعة السينية وذلك للوقوف على نوع المركبات المتكونة وحتى يمكن التعرف على أسباب وظروف التلف وتحديد طريقة العلاج المناسبة.

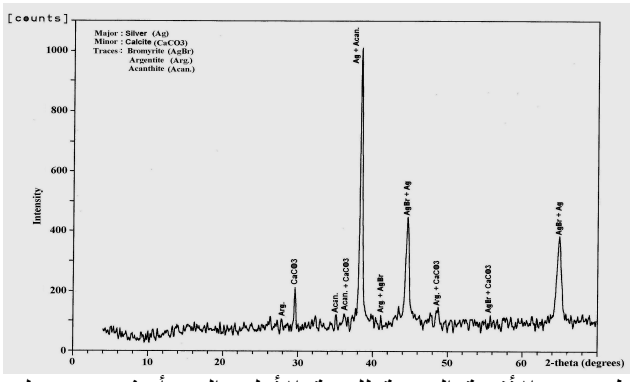
ولقد أسفرت نتائج التحليل عن أن نواتج الصدأ المتكونة ذات اللون الرمادى إلى الأسود مكونة من كلوريد الفضة (كلورارجيريت) Chlorargyrite AgCl، وكبريتيد الفضة (ارجنتيت) Ag_2S Argentite وبروميد الفضة (بروميريت) Bromyrite AgBr، بينما تبين أن الطبقة المتكلسة الموجودة على بدن الأوانى تتكون من كربونات الكالسيوم (الكالسيت) $CaCO_3$ Calcite وثانى اكسيد السيليكون (الكوارتز) SiO_2 Quartz. كما يتضح فى الجدول رقم (١) والأشكال أرقام (١-٥).

جدول رقم (١): مركبات الصدأ والبقايا المتكلسة التى حددها التحليل بحيود الأشعة السينية.

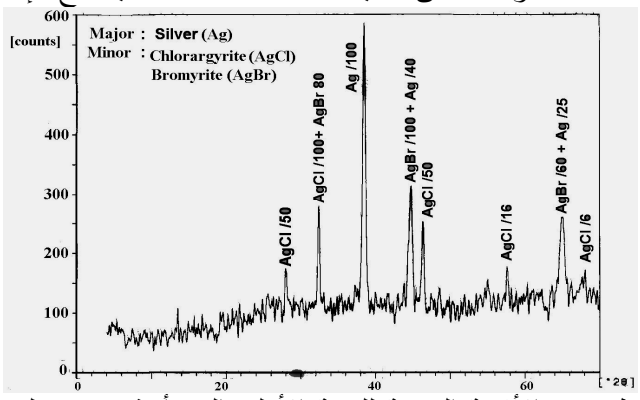
رقم	المركب	الرمز	رقم الكارت
١	كلوريد الفضة Chlorargyrite	AgCl	06-0480
٢	بروميد االفضة Bromyrite	AgBr	02-1269
٣	كبريتيد الفضة Argentite	Ag_2S	15-0077
٤	كبريتيد الفضة Acanthite	Ag_2S	14-0027
٥	الفضة Silver	Ag	04-0783
٦	النحاس Copper	Cu	01-1241
٧	الكوبريت Cuprite	Cu_2O	05-0667
٨	الكالسيت Calcite	$CaCO_3$	05-0586
٩	الكوارتز Quartz	SiO_2	46-1045



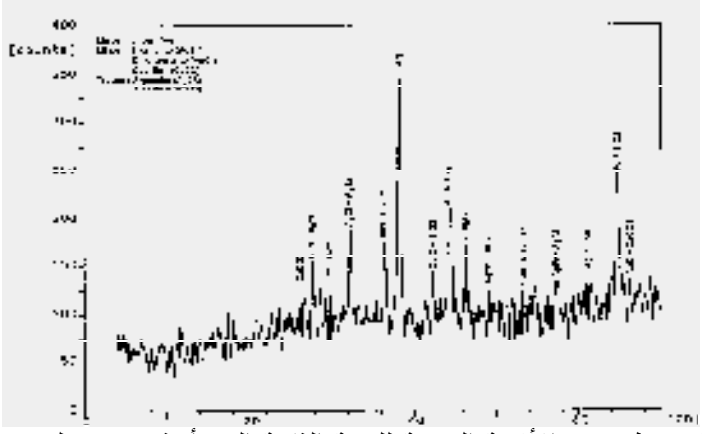
شكل رقم (١): نمط حيود الأشعة السينية للعينة الأولى التى أخذت من على سطح الإناء الذى يحمل رقم ٧٠٧٦٥، وكانت فى صورة مركب صدأ ذى لون رمادى إلى أسود.



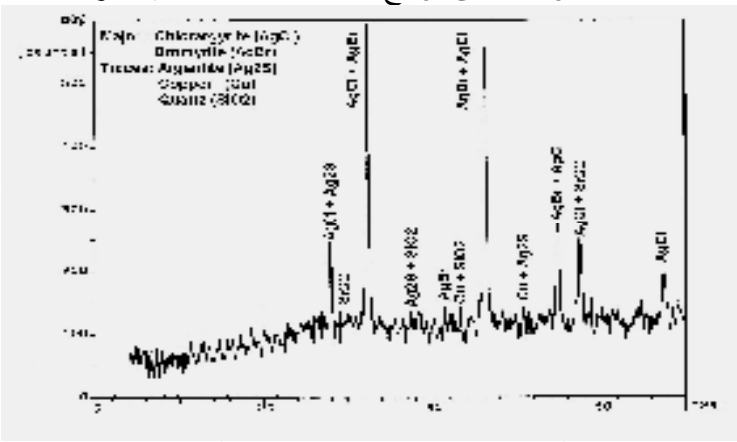
شكل رقم (٢): نمط حيود الأشعة السينية للعينة الأولى التى أخذت من على سطح الإناء الذى يحمل رقم مؤقت ٧٠٧٦٥، وكانت من الطبقة المتكلسة الملتصقة بسطح الإناء.



شكل رقم (٣): نمط حيود الأشعة السينية للعينة الأولى التى أخذت من على سطح الإناء الذى يحمل رقم ٧٠٧٧١، وكانت فى صورة نواتج صدأ رمادية إلى سوداء.



شكل رقم (٤): نمط حيود الأشعة السينية للعينة الثانية التى أخذت من على سطح الأثر رقم ٧٠٧٧١، وكانت من نواتج الصدأ المختلطة ببقايا التربة.

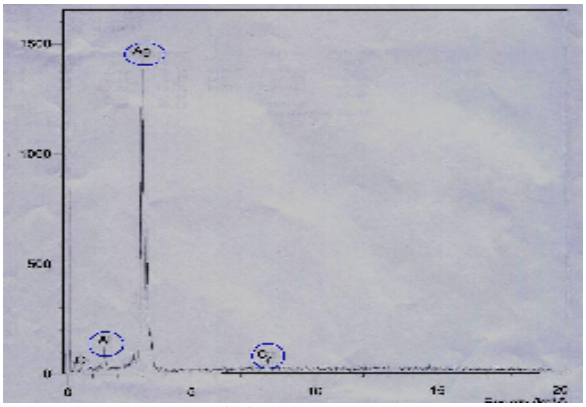


شكل رقم (٥): نمط حيود الأشعة السينية للعينة الثانية التى أخذت من على سطح الأثر رقم ٧٠٧٦٦، وكانت من الطبقة المتكلسة الملتصقة بسطح الأثر.

من خلال النتائج السابقة يمكن القول أن هذه الأوانى الثلاث كانت مدفونة فى تربة جيرية تحتوى على حبيبات رمال أو مختلطة بالتربة الرملية وغنية بالأملاح.حيث ثبت وجود مركب الكالسيت(كربونات الكالسيوم)وهو المكون الأساسى للتربة الجيرية، ثم الكوارتز(ثانى أكسيد السيليكون)المكون الأساسى للرمال أو التربة الرملية، وبروميد الفضة(البروميريت)الذى يشيع فى التربة الغنية بالأملاح وحيث تتوفرالمواد العضوية. كما يمكن القول أنها قد تعرضت لبيئة تحتوى على أيونات متلفة لفلز الفضة،كأن تكون هذه الأوانى كانت مدفونة فى تربة غنية بأيوني الكلوريد والكبريتيد أو كانت فى وسط غنى بغاز كبريتيد الهيدروجين وكلوريد الهيدروجين،وهو ما تسبب فى تكون مركبات كبريتيد الفضة(الأرجنتيت والأكانثيت)ومركب كلوريد الفضة (الكلورارجيريت).

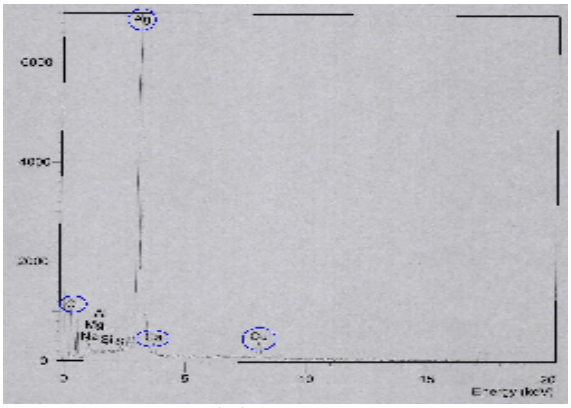
٤- التحليل العنصرى بتفلور الأشعة السينية

تم تحليل سطح الأوانى الثلاث بجهاز تفلور الأشعة السينية المحمول باليد Handheld XRF DELTA analyzer للوقوف على مكونات الأوانى والفلزات الداخلة فى تكوينها للتعرف على تأثير أى منها فى تلف وهشاشة الأوانى الثلاث. ولقد ثبت من نتائج التحليلات لسطح الأوانى والتى تتضح فى الأشكال (أرقام ٦، ٧، ٨) أنها تتكون بصفة رئيسية من فلز الفضة مع نسبة ضئيلة من فلز النحاس، وهما الفلزان اللذان يشكلان سبيكة معدنية تمثل المكون الأساسى لهذه الأوانى. بالإضافة إلى عنصري الكربون والسيليكون والمرجح أنهما كانا فى صورة كربونات كالسيوم (الكالسيت) وثانى أكسيد السيلكون (الكوارتز) على التوالى، ثم الصوديوم والالومنيوم والماغنسيوم وجميعها من أملاح وعوالق التربة ومكونات الطفلة المحتمل وجودها فى التربة التى كانت الآثار مدفونة فيها. والمعروف أن الفضة الأثرية تحتوى على نحاس بنسبة تتراوح بين ١-٣% [١٠]، ولعل وجود النحاس كان أحد العوامل التى ساهمت فيما وصل إليه حال هذه الأوانى من الهشاشة والضعف. كما أن وجود الكبريت S فى شكل (رقم ٧) والكبريت S والكلور Cl فى شكل (رقم ٨) يؤكد دورهما فى تكون مركبى الصدأ كبريتيد الفضة وكلوريد الفضة اللذين تم تحديدهما من قبل ضمن مركبات صدأ الأوانى الثلاث عند التحليل بحيود الأشعة السينية.

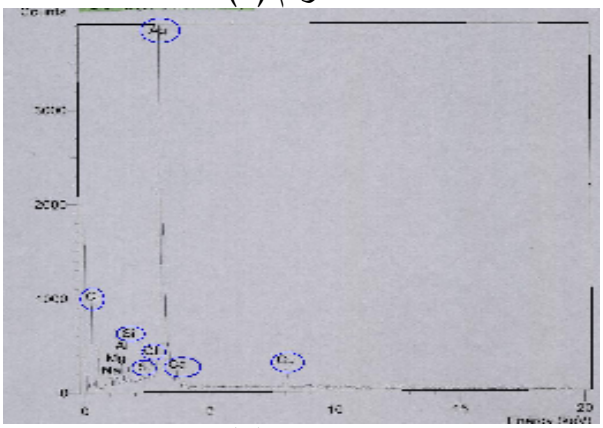


شكل رقم (٦)

[10]) Gale, N.H., and Z.A., Stos-Gale, Ancient Egyptian Silver, Journal of Egyptian Archaeology, 67, 1981, pp. 103-115.



شكل رقم (٧)



شكل رقم (٨)

٥- ظروف وأسباب التلف

يمكن من خلال النتائج السابقة، التى تم الحصول عليها بالتحليل بحيود وتفلور الأشعة السينية، الوقوف على أسباب التلف التى أدت إلى وصول هذه الأوانى إلى هذه الحالة من الضعف والهشاشة والتلف. وهى التى يجب الوقوف عليها حتى يمكن تلافيها فى بيئتى العرض أو التخزين بعد العلاج والصيانة. ومن المعروف أن الفضة معدن نبيل لا يهاجم إذا كان فى وسط غازى من الهواء الجاف أو الهواء الرطب الخالى من الأوزون والهالوجينات والآمونيا ومركبات الكبريت[١١]. وقد يتعرض فى الهواء الجاف للتصدؤ أو ما يعرف بالـ Tarnishing بتكون طبقة واقية من أكسيد الفضة عليها.

ففى وجود أيون الكبريت فى أى شكل من أشكاله وخاصة كبريتيد الهيدروجين أو ثانى أكسيد الكبريت ولو بنسبة ضئيلة (٢جزء من المليون 2ppm) تتكون على الفضة طبقة

[11]) Plenderleith, H. J., and W. A., Werner, The Conservation of Antiquities and Works of Art, Oxford University press, London, 1977, p. 239.

سوداء من كبريتيد الفضة من نوع الأرجنتيت Argentite . وهو مركب الصدأ الشائع وجوده على الآثار الفضية التى كانت مدفونة لفترات طويلة فى التربة [١٢]. وحتى عندما تكون الفضة فى وسط سائل Liquid Contact أو تربة مشبعة بالمياه وحيث تتوفر أملاح الكبريتات الذائبة والمواد العضوية المتحللة فإن البكتيريا المختزلة للأكسجين Sulfate-reducing Bacteria تقوم باختزال الكبريتات المتوفرة، فى ظروف يقل فيها الأكسجين، إلى كبريتيد الهيدروجين الذى يتفاعل مع الفضة مكوناً طبقة من كبريتيد الفضة Ag_2S من نوع الأكانثيتِ Acanthite أو الأرجنتيت Argentite[١٣]. كما تتعرض الفضة النقية للتلف فى الوسط الرطب أو الماء المحتوى على كبريتدات ذائبة مما ينتج عنه تكون الأكانثيت والقليل من الأرجنتيت.[١٤] [١٥]

وفى الحالتين السابقتين (الجو الجاف والوسط السائل أو التربة المشبعة بأملاح الكبريتات) تمثل كبريتيد الفضة طبقة واقية غبر أنه فى الظروف القاسية تفشل هذه الطبقة فى القيام بدورها الواقى فى حماية الفضة من الصدأ مما يؤدى إلى استمرار التآكل والصدأ حتى يتحول المعدن كله إلى كبريتيد الفضة [١٦].

وفى الحقيقة فإن نسبة كبيرة من المشغولات الأثرية الفضية تتحول تماماً إلى كبريتيد الفضة. والبعض من هذه المشغولات يحتفظ بالقليل من المعدن الأصلى بينما الأكثرية منها تتكون على سطحها هذه الطبقة الرقيقة من كبريتيد الفضة والتى قد تطمس أو تمحو ما على السطح من تفاصيل وزخارف أو أختام وعلامات. وهو ما ينطبق إلى حد كبير مع أجزاء من الأوانى الثلاث موضوع البحث.

وفى الظروف جيدة التهوية سواء فى الوسط السائل أو فى التربة الغنية بالأملاح، فإن المركبات الأكثر شيوعاً فى نواتج صدأ الفضة هى كلوريد الفضة (AgCl) من نوع السيرارجيريتCerargyrite ذو المظهر الشمعى الرمادى وبروميد الفضة ذو المظهر البنى المعتم (Bromyrite AgBr) بالإضافة إلى نسب مختلفة من كبريتيد الفضة Ag_2S أو

---

[12]) Gettens, R.J., The Corrosion Products of Metals Antiquities, In Annual Report to the Trustees of the Smithsonian Institution for 1963, p.

[13]) Michael B. Mcneil, & Brenda J. Little, Corrosion Mechanisms for Copper and Silver Objects in near-surface Environments, JAIC, 31, 1992, pp. 355-366

[14]) Campebell, G.D., D.F., Lincoln, G.P., Powe, and Ritchie, The Anodic Oxidation of silver in sulfide solutions, Austrian Journal of Chemistry 35, 1982, pp.1079-85.

[15]) North, N.A., and I.D., MacLeod, Corrosion of Metals, In *Conservation of Archaeological Objects*, ed. C. Pearson, Butterworth, London, 1986, pp. 69-98.

[16]) Cronyn, Op. Cit., p.231

أكسيد النحاسوز Cu_2O وكبريتيد النحاسوز CuS فى سبائك الفضة والنحاس [١٧]. وتختلف نسبة الكلوريد إلى البروميد، ولكن نسبة البروميد تزيد فى المشغولات التى يعثر عليها فى تربة غنية بالمواد العضوية. ويمثل كلوريد الفضة طبقة غير قابلة للذوبان وغير واقية، وتعتبر التربات الغنية بأملاح الكلوريدات هى المسئولة عن تكون الطبقات السميكة من كلوريد الفضة على المشغولات الأثرية الفضية فى المواقع الأثرية [١٨]. وفى حالة التآكل المنخفض تتكون طبقة واقية رقيقة من الباتينا ولكن عند المستويات العالية من الصدأ تتكون طبقة سميكة حبيبية وهشة وأحيانا منتفخة swollen وقد يتحول المعدن كله إلى هذه الطبقة السميكة. ففى الظروف السيئة وحيث الرطوبة والبيئة الغنية بأملاح الكلوريد يمكن أن يحدث تحول كامل للأثر الفضى إلى كلوريد فضه والذى أحياناً ما يحتفظ بشكل الأثر وأحياناً لا يحتفظ بشكله نتيجة الهشاشة والضعف التى يصاب بها [19].

أما الهشاشة والضعف الذى يصيب بعض المشغولات الأثرية الفضية ومنها الأوانى الثلاث موضوع البحث فيرجع فى الغالب إلى مجموعة من العوامل تعمل منفردة أو متجمعة فى تعرض هذه المشغولات للتفتت والكسر. وأول هذه العوامل مدة فترة الدفن وطبيعة بيئة الدفن والأملاح المتوفرة فيها، وإن البقاء لمدة طويلة فى بيئة الدفن يتسبب فى تعرض الأثر الفضى فى وجود مكونات فلزية أخرى كشوائب داخله إلى نوع الصدأ بين الحبيبى والصدأ الأختيارى وكلاهما يتوغل ويتعمق داخل المعدن ويؤدى فى النهاية إلى هشاشة المعدن وضعف مقاومته للتآكل [٢٠] ([٢١]). كما أن التركيب الكيميائى للأثر الفضى غالباً ما يكون له دور فى ذلك، فإن وجود النحاس والرصاص ولو بنسبة ضئيلة لكل منهما (من١-٣%) فإن أحدهما أو كلاهما يتسبب نتيجة للاختلاف فى الخواص الكهربية بينهما وبين الفضة فى حدوث تآكل بين حبيبى للفضة

---

17) North, N.A., and I.D., MacLeod, Corrosion of Metals, in: Conservation of marine Archaeological Objects, Edited by C. Pearson, Butterworth, London, 1987, 94.

18) Stambolov, T., The Corrosion and Conservation of Metallic Antiquities and Works of Art, (Amsterdam 1985), 157.

19) Cronyn, Op. Cit., p.232.

20) Werner, A.E. Two problems in the conservation of antiquities: corroded lead and brittle silver", in: *Application of Science In Examination of Works of Art*, W.J. Young, ed., Boston, 1965, 96-104.

21) Ravich, I.G., Annealing of brittle archaeological silver: micro-structural and technological study", in: 10th Triennial Meeting of the International Council of Museums Committee for Conservation, Preprints of the Seminar: August 22/27, Washington, D.C. 1993, II, pp. 792-795.

يتسبب فى تعرض الفضة للهشاشة والتفتت [٢٢]. كما يؤكد التحليل الذى أجراه Wanhill et al. 1998 [٢٣] على آنية مصرية من الفضة وكانت نسبة النحاس بها ٠,٩%.
ويمكن القول من خلال العرض السابق لأسباب التلف ومن خلال التحليل بحيود الأشعة السينية لنواتج التلف والتحليل بتفلور الأشعة السينية لبدن الأوان الثلاث، أن السبب فيما وصلت إليه هذه الأوانى من التلف برجع إلى طول بقاء هذه الأوانى فى بيئة الدفن، وما تحتويه هذه البيئة من أيونات متلفة مثل أيونات الكلوريد والكبريت والأملاح المختلفة والتى تم شرح دورها المتلف فيما سبق، هذا بالإضافة إلى الشوائب المعدنية أو الفلزية الموجودة ضمن مكونات الفلز المصنوع منه هذه الأوانى وجميعها ساهمت فيما وصلت إليه من التآكل والهشاشة والضعف، وجعل من الضرورى التدخل لعلاجها وصيانتها.

٦- العلاج والصيانة

كان الهدف من علاج وصيانة هذه الأوان الثلاث هو إزالة التكلسات الصلبة ونواتج الصدأ المشوهة لسطحها، وتنظيفها وإعادتها إلى مظهرها الأصلى بقدر الإمكان، وترميمها بلصق الأجزاء المنفصلة والمنكسرة واستكمال الأجزاء الناقصة، ثم تقويتها ووقايتها من التلف المستقبلى بطلاء واق مناسب.
ويمكن القول أن إزالة طبقات ونواتج الصدأ المتكونة على أسطح الآثار الفضية يمكن أن يتم ميكانيكياً أو كيميائياً أو بالاختزال الكهروكيميائى أو الكهربى أو حتى بالموجات فوق الصوتية ولكل من الطرق المذكورة هذه مميزاتها وعيوبها. ولقد تم تجنب استخدام العلاج الكيميائى لما يمكن أن يتسبب فيه من تغير كيميائى على الأقل على السطح الذى يتعرض للحفر والتآكل etching and pitting ويصير أملساً ولامعاً [٢٤]. كما أن المناطق التى تعانى من تحول كامل إلى نواتج صدأ أو الأجزاء الهشة الضعيفة يمكن أن تفقد أو تتعرض للتفتت وخاصة إذا تم العلاج الكيميائى بالغمر. وكذلك الحال فى حالة الاختزال الكهروكيميائى والكهربى بالغمر والذى قد يكون أكثر خطورة من سابقه بسبب فاعليته العالية وتأثيره فى حدوث تغيرات كيميائية. كما أن التنظيف بالموجات فوق الصوتية وخاصة فى حالة غمر الأثر فى محلول كيميائى لا تمكن من إزالة نواتج

---

[22]) Schweizer, F., and P., Meyers, Authenticity of ancient silver objects: a new approach, MASCA Journal, 1, 1978, 9-10

[23]) Wanhill, R.J.H., J.P.H.M. Steijaert, R. Leenheer and J.F.W. Koens, "Damage assessment and preservation of an Egyptian silver vase (300-200 BC)", *Archaeometry*, 40, 1998,123-137.

[24]) Cronyn, Op. Cit., p.137

الصدأ المراد إزالتها فقط [٢٥]، بالإضافة إلى كونها لا تعطى نتيجة إيجابية بدرجة كافية حيث تفلح فقط فى إزالة وإذابة بقايا التربة وعوالق وذرات الأتربة العالقة [٢٦].

ولقد فضل استخدام التنظيف الميكانيكى فى علاج هذه الأوانى الفضية لأنه الأسلوب الذى يمكن تطبيقه بصورة موضعية فيسهل بالتالى التحكم فيه وإيقافه فى أية لحظة،كما أنه لا يسبب أي تغير كيميائى أو تآكل وصدأ مستقبلى[٢٧].كما أن التنظيف الميكانيكى يعتبر الطريقة المثلى لكشف تفاصيل السطح والزخارف التى تغطيها طبقات الصدأ [٢٨]، ولا يتسبب فى أية أضرار صحية للقائم بعملية التنظيف حيث لا يتضمن استخدام مواد سامة باستثناء وقاية العين والجهاز التنفسى والجلد. واختيار أي من الأساليب الميكانيكية يتوقف على نوع وحجم وحالة الأثر ودرجة إلتصاق نواتج الصدأ [٢٩].

ولقد تم استخدام الوسائل اليدوية فى تنظيف هذه القطع الأثرية واستبعاد استخدام الطرق الميكانيكية مثل طريقة التنظيف بالصدمات الميكانيكية أو السفع بالحبيبات الدقيقة Shot-plasting cleaning لما يمكن أن تسببه من خدوش ميكروسكوبية دقيقة Microscopic scratches بسطح الأثر وما يمكن أن تغيره فى مظهره حيث تتركه لامعاً مصقولاً [٣٠]. كما أن بعض الأجزاء فى هذه الأوانى فى حالة من الضعف والهشاشة بحيث لا تتقبل أى تعامل ميكانيكى معها. كما تم استبعاد وسائل النقر picking أو الكشط Scraping أو التفتيت Grinding لنفس السبب الأخير وكذلك استبعد أسلوب الحك Abrasion باستخدام حبيبات الكوراندوم الصلدة لما يمكن أن تسببه من خدوش بسطح الأوانى. غير أنه قد تم استخدام مسحوق كربونات الكالسيوم (الطباشير) التى تم تطبيقها بالحك الرفيق بقماش مبلل بالماء. وذلك لكونها مادة غير صلبة وبالتالى سوف

---

[25]) Jedrzejewska, H., A Corroded Egyptian Bronze: Cleaning and Discoveries, *Studies in Conservation*, 21, 1976, 101-114:103.

[٢٦])محمد غنيم، دراسة تطبيقية وتحليلية فى علاج وصيانة العملات الأثرية المكتشفة فى حفائر كيمان فارس بالفيوم، ٢٠٠٠، ٢٤٦.

[27]) Moncrief, A., and G., Weaver, Cleaning, Science for Conservators, Book 2, Crafts Council Conservation Science Teaching Series, London, 1983, pp.27-28

[28]) Olsoufieff, A.A., O.C. Alessandri, M. Ferretti, An approach to the Conservation of deeply corroded archaeological silver the *polos* from Crucinia, National Museum of Australia Canberre ACT, 2004, Proceedings of Metal, 261-272 : 264.

29) Stock, S., Buried Treasures, The Case for Mechanical Cleaning, Rotunda [Royal Ontario Museum, 32 [1], 1999, pp.43-44.

[30]) Weil, P.D., The Use of Glass Beads Peening to clean large Scale Out-door Bronze Sculpture, The Bulletin of American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 15, 1974, p.56.

لا تسبب أية خدش للسطح كما أنها تجنبنا استخدام أية منتجات تجارية يمكن أن تحتوى على مكونات كيميائية غير مرغوب فيها.[٣١]

كما تم استخدام الفرش الدقيقة والمشارط والإبر الدقيقة بحذر وأناة فى التنظيف وإزالة العوالق والأتربة وطبقات الصدأ السهل إزالتها مع الفحص المتتابع تحت عدسات مكبرة، وذلك مع معظم أجزاء الأوانى. وفى حالة الأجزاء التى تتمتع بدرجة صلابة وقوة عالية وتغطيها طبقات صلبة ومتماسكة من الصدأ لا يمكن إزالتها بالوسائل اليدوية السابقة تم الاستعانة ببعض الأدوات الميكانيكية التى من شأنها تفتيت وإزالة هذه الطبقات الصلبة جزءاً بجزء بحرص وعناية دون أن تصل إلى سطح الأوانى وتسبب أية أضرار لها. ولقد روعى أن تتم المعالجة اليدوية فوق منضدة آمنة غير متحركة، ووضعت الأوانى أثناء التنظيف على مسند من الإسفنج الصناعى لامتصاص الصدمات الصغيرة الناتجة عن استعمال الأدوات اليدوية كما روعى الالتزام بارتداء نظارات للعين وقفازات من القطن وليس من المطاط أثناء العمل ومسح الأجزاء المعالجة بقماش القطن الجاف لإزالة أية بقايا للأتربة والغبار.

ولقد تلى عملية التنظيف استكمال الأجزاء المفقودة فى الأوانى الثلاث. فكان هناك جزءان أسفل بدن وقاعدة الإناء رقم ٧٠٧٦٥، وجزء من قاعدة الإناء رقم ٧٠٧٧١، وأجزاء صغيرة فى قاعدة وبدن وغطاء الإناء رقم ٧٠٧٦٦. وكان الهدف من عملية الاستكمال هو إعادة الشكل الأصلى والسليم للأوانى الثلاث وإكسابها القوة الكافية لتناولها أو حملها بصورة لا تؤدى إلى تلفها. وقد شملت خطوات الاستكمال فى البداية عمل دعامة من شرائح الشمع الطبى التى أخذت طابع الجزء المفقود، ثم قص قطع من الصوف الزجاجى الدقيق Fine fiber glass بحيث تزيد عن حواف الجزء المفقود أو الفجوة الناقصة ب٣-٤مم ثم غمسها فى البارالويد B44 بنسبة ١٠% وتثبيتها بعناية على الفجوة أو الجزء المفقود ومسح أية زيادة أو سيلان من البارالويد بقطعة من الصوف القطنى المشبع بالأسيتون ثم تركت حتى جفت تماماً وصارت حصيرة أو دعامة يمكن البناء عليها [٣٨].

ولقد استخدمت عجينة من خليط من البارالويد B-44 + Microballon spheres بنسبة ١-٣، مضاف إليهما الجرافيت كمادة ملونة تعطى اللون الرمادى مظهر القدم للفضة الأثرية ([٣٢]). ولقد فضل استخدام الميكروباللون وهو عبارة عن كريات أو حبيبات دقيقة جداً خفيفة الوزن وخاملة كيميائية عندما تخلط مع أحد راتنجات الاكريلك تكون عجينة يسهل تطبيقها بالفرة ويسهل تشكيلها فتتحول من الحالة العجينية إلى الحالة الصلبة بعد

---

[31]) Wharton, G., S.L. Maish and W.S. Ginell, A Comparative Study of Silver Cleaning Abrasives, JAIC 29,1990,13-31 :25.

[32]) Lane, H., The Restoration of Thin Metal Vessels Using Glass-fiber and Polyester Resin, *Studies in Conservation*, 19, 1974, pp. 227-232.:229.

فترة وجيزة ولا تنكمش ومقاومة للماء، ويسهل استرجاعها بإذابتها بالأسيتون.كما فضل استخدام بارالويد B-44 عن بارالويد B-72 لأن الأول بالإضافة إلى تميزه بالمرونة وقوة اللصق وكونه لا يعطى لمعة للسطح فإنه يتحمل درجات الحرارة العالية، فالمعروف أن درجة التحول الزجاجى له Tg 60 أعلى من درجة التحول الزجاجى للثانى وهى Tg 40،([٣٣])وبالتالى فهو انسب للظروف الجوية فى مصر.
وهذه الميزة بالإضافة إلى شفافيته جعلتنا نفضله أيضاً فى الاستخدام كمادة لاصقة للأجزاء المنفصلة وفى تجميع الأجزاء المكسرة ولكن بدرجة تركيز ١٠% فى الأسيتون. وكذلك فى تقوية الأجزاء الضعيفة وخاصة فى أغطية الأوانى شديدة الهشاشة والضعف ولكن بنسبة ٣% وعلى طبقتين كان الفاصل الزمنى بينهما ٨ ساعات. وكذلك فى العزل النهائى لبدن الأوانى كغطاء واق.
ويمكن الوقوف على حالة الأوانى الثلاث بعد الترميم من الصور (أرقام٢٣-٣٢).

٧- النتائج

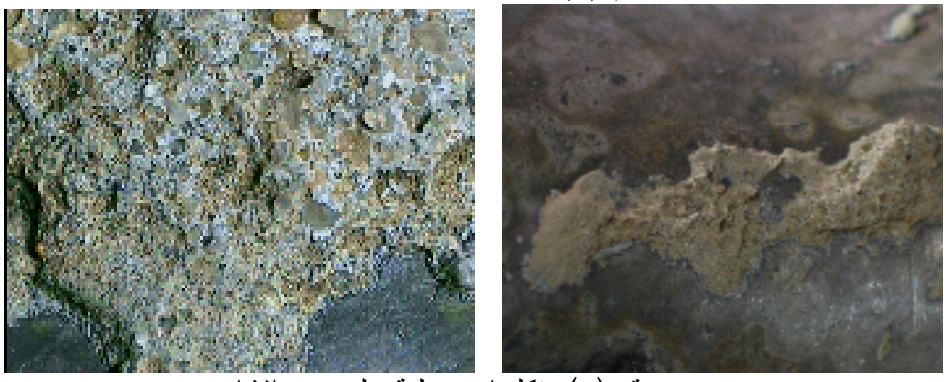
كثير من الآثار الفضية التى كانت مدفونة فى التربة ولمدة طويلة ومعرضة لأيونات متلفة تكون فى حالة من التلف الشديد الذى تبدو مظاهره فى صور عديدة مثل الضعف والهشاشة وبالتالى التعرض للكسر أو التآكل الشديد وفقدان بعض الأجزاء، وهى المظاهر التى كانت تعانى منها الأوانى الفضية الثلاث موضوع البحث. عند علاج مثل هذه النوعية من الآثار، يتطلب الأمر الحذر عند التعامل الأولى معها، ودراسة حالتها دراسة عميقة ومتأنية للوقوف على الأسباب التى أدت إلى وصولها إلى هذه الحالة من التلف، وذلك حتى يمكن وضع خطة العلاج السليمة التى تكفل اتخاذ الإجراءات السليمة لعلاجها سواء بالتنظيف الميكانيكى أو الكيميائى، ولصق الأجزاء التى تعرضت للكسر، واستكمال الأجزاء المفقودة، وتقوية الأجزاء الضعيفة والهشة، ثم العزل النهائى أو الطلاء الواقى الذى يوفر لها الوقاية والصيانة المستقبلية، ثم محاول توفير البيئة المناسبة والخالية من الأيونات المتلفة فى بيئتي العرض والتخزين حتى لا يتكرر تعرضها لمثل لظروف متلفة تؤدى إلى تعرضها لمثل هذه النوعية من مظاهر التلف.

[33]) Chapman, S., & d. Mason, literature Review: the Use of Paraloid B-72 as a Surface Consolidant for Stained Glass, JAIC 42 (2003),381- 392:386.

الصور أرقام (١، ٢) توضح بدن الإناء رقم ٧٠٧٦٥ وما به من تلف.

صورة رقم (٣): قاعدة الإناء تغطيها تكلسات من عوالق التربة ونواتج الصدأ فى أجزاء متفرقة.

صورة رقم (٤): قاعدة الإناء وبها جزء مفقود.

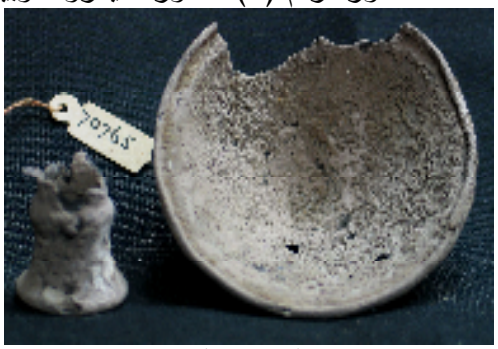


صورة رقم (٥): تكلسات صلبة على بدن الإناء.

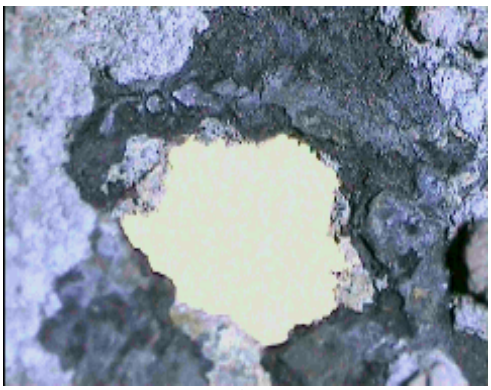
صورة رقم (٦): صورة ميكروسكوبية بقوة تكبير 25X لهذه التكلسات.

صورة رقم (٧): طبقة من نواتج الصدأ الهشة التى تغطى بدن الإناء.

صورة رقم (٨): صورة ميكروسكوبية بقوة تكبير 25X لهذه الطبقة الهشة.



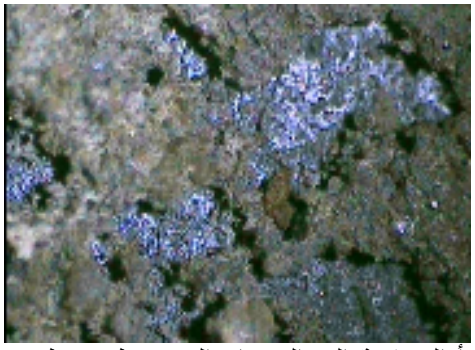
الصورتان رقمي (٩، ١٠): غطاء الإناء من الداخل والخارج تتضح قمته المنفصلة، وما به من أجزاء مفقودة وطبقات من الصدأ والتآكل.



صورة رقم(١١):صورة ميكروسكوبية بقوة تكبير 25X لطبقات الصدأ والتآكل بغطاء الإناء.

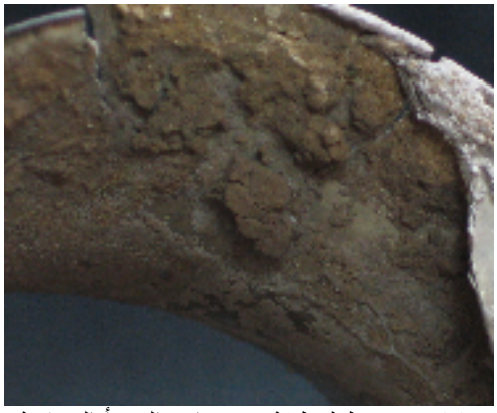
صورة رقم (١٢): جزء مفقود بغطاء الإناء ومدى ما بالإناء من تآكل، قوة تكبير 25X.

الصورتان رقمي (١٣، ١٤) توضحا حالة الأثر رقم ٧٠٧٧١، من الداخل ومن الخارج قبل العلاج والصيانة.



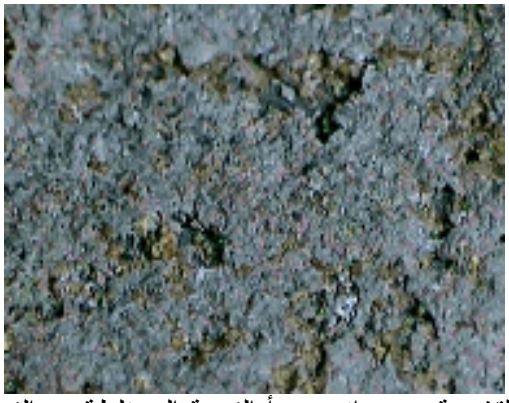
الصورتان رقمي (١٥،١٦) توضحا نواتج الصدأ الرمادية إلى السوداء التى تغطى سطح الإناء، بقوة تكبير X25.

الصورتان أرقام (١٧، ١٨) توضحا حالة الإناء رقم ٧٠٧٦٦ قبل العلاج والصيانة.



صورة رقم (١٩) توضح جزء من غطاء الإناء رقم ٧٠٧٦٦ تغطية طبقة من نواتج الصدأ الرمادية.

صورة رقم (٢٠) توضح جزء من بدن الإناء تغطية طبقة من عوالق التربة والأتربة.



الصورتان أرقام (٢١، ٢٢) توضحا الطبقة القشرية من نواتج صدأ الفضة المختلطة بعوالق التربة على سطح الإناء رقم ٧٠٧٦٦، وبقوة تكبير X25.

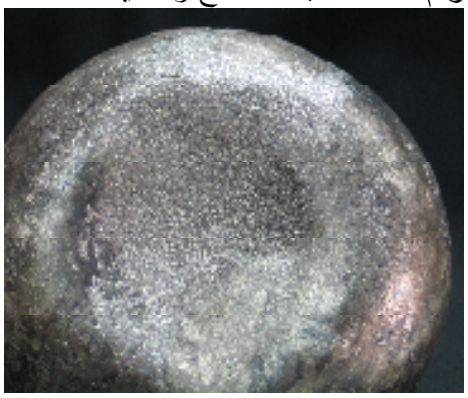
صورة رقم (٢٣)

صورة رقم (٢٤)

صورة رقم (٢٥)

الصور من (٢٣-٢٥) توضح الإناء رقم ٧٠٧٦٥ بعد العلاج والصيانة.

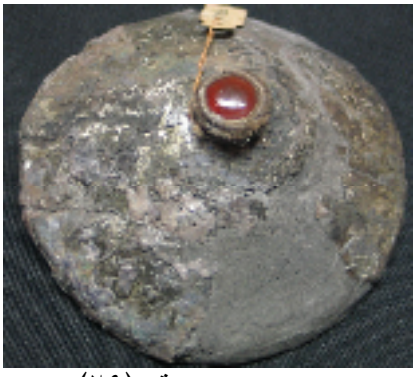
صورة رقم (٢٦)



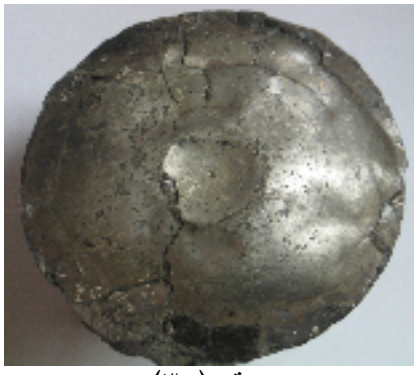
صورة رقم (٢٧)

صورة رقم (٢٨)

الصور أرقام (٢٦-٢٨) توضح الإناء رقم ٧٠٧٧١ من الداخل ومن الخارج بعد العلاج والصيانة.



صورة رقم (٢٩)



صورة رقم (٣٠)

صورة رقم (٣١)

صورة رقم (٣٢)

الصور أرقام (٢٩-٣٢) توضح غطاء الأثر رقم ٧٠٧٦٦ وبدنه بعد العلاج والصيانة.

المراجع العربية:

١. ألفريد لوكاس، المواد والصناعات عند قدماء المصريين، ترجمة زكى اسكندر ومحمد زكريا غنيم، دار الكتاب العربى، القاهرة، ١٩٦٥.

٢. جيمز، ت. ج.، الحياة أيام الفراعنة، ترجمة د. أحمد زهير، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٨.

٣. محمد أبو الفتوح غنيم، دراسة تطبيقية وتحليلية فى علاج وصيانة العملات الأثرية المكتشفة فى حفائر كيمان فارس بالفيوم، القاهرة٢٠٠٠.

المراجع الأجنبية:

1. Banister, F. A., An unusual synthesis of Acanthite crystals, Paper presented at the Meeting of the Mineralogical Society of London. Documented in the Ford-Fleischer files of the U.S. Geological Survey, Reston, 1952.

2. Campebell, G.D., D.F., Lincoln, G.P., Powe, and Ritchie, The Anodic Oxidation of silver in sulfide solutions, *Austrian Journal of Chemistry* 35, 1982, pp.1079-85.

3. Chapman, S., & d. Mason, literature Review: the Use of Paraloid B-72 as a Surface Consolidant for Stained Glass, *JAIC* 42, 2003, 381- 392:386.

4. France, A. L., Ancient Metals, ICCROM, Rome, 1980.

5. Crency, J., Prices and Wages in Egypt in the Ramesside period, Cahiers d'Histoire Mondiale 1, 1954.

6. Forbes, R.J., Metallurgy in Aniquity, Leiden,1950.

7. Gale, N.H., and Z. A., Stos-Gale, Ancient Egyptian Silver, Journal of Egyptian Archaeology, 67, 1981, pp. 103-115.

8. Garland, H., and C.O. Bannister, Ancient Egyptian Metallurgy, London, Charles Griffen and Co., 1927.

9. Gettens, R.J., The Corrosion Products of Metals Antiquities, In Annual Report to the Trustees of the Smithsonian Institution for 1963.

10. Gowland, W., Silver in Roman and earlier times: I. Pre-historic and proto-historic times", *Archaeologia* 69, 1918, pp.121-160.

11. Harris, J.R., Lexigraphical Studies in Ancient Egyptian Minerals, Berlin, 1961.
12. Jedrzejewska, H., A Corroded Egyptian Bronze: Cleaning and Discoveries, Studies in Conservation 21, 1976, pp. 101-114 .
13. Lane, H., The Restoration of Thin Metal Vessels Using Glass-fiber and Polyster Resin, Studies in Conservation, 19, 1974, pp. 227-232.
14. Michael B. Mcneil, & Brenda J. Little, Corrosion Mechanisms for Copper and Silver Objects in near-surface Environments, *JAIC* 31, 1992, pp. 355-366.
15. Moncrief, A., and G., Weaver, Cleaning, Science for Conservators, Book 2, Crafts Council Conservation Science Teaching Series, London 1983, 27-28.
16. North, N.A., and I.D., MacLeod, Corrosion of Metals, In *Conservation of Archaeological Objects*, ed. C. Pearson, Butterworth, London, 1986, 69-98.
17. North N. A., and I.D., MacLeod, Corrosion of Metals, in: Conservation of marine Archaeological Objects, Edited by C. Pearson, Butterworth, London 1987.
18. Olsoufieff, A.A., O.C. Alessandri, M. Ferretti, An approach to the Conservation of deeply corroded archaeological silver the *polos* from Crucinia, National Museum of Australia Canberre ACT, 2004, Proceedings of Metal, 261-272 : 264
19. Plenderleith, H. J., and W. A., Werner, The Conservation of Antiquities and Works of Art, Oxford University press, London, 1977, 239.
20. Ravich, I.G., Annealing of brittle archaeological silver: Microstructural and technological study", in: 10th Triennial Meeting of the International Council of Museums Committee for Conservation, Preprints of the Seminar: August 22/27, Washington, D.C. 1993, II, pp. 792-795.
21. Schweizer, F., and P., Meyers, Authenticity of ancient silver objects: a new approach, *MASCA Journal*, 1978, 1, 9-10.

22. Stambolov, T., The Corrosion and Conservation of Metallic Antiquities and Works of Art, Amsterdam, 1985.
23. Stock, S., Buried Treasures, The Case for Mechanical Cleaning, Rotunda [Royal Ontario Museum, 32 [1], 1999, pp.43-44
24. Wanhill, R.J.H., J.P.H.M. Steijaert, R. Leenheer and J.F.W. Koens, "Damage assessment and preservation of an Egyptian silver vase (300-200 BC)", *Archaeometry*, 40, 1998, pp.123-137.
25. Werner, A.E., Two problems in the conservation of antiquities: corroded lead and brittle silver", in: *Application of Science In Examination of Works of Art*, W.J. Young, ed., (Boston 1965), 96-104.
26. Weil, P.D., The Use of Glass Beads Peening to clean large Scale Out-door Bronze Sculpture, The Bulletin of American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 15, 1974.
27. Wharton, G., S.L. Maish and W.S. Ginell, A Comparative Study of Silver Cleaning Abrasives, *JAIC* 29,1990, pp.13-31.

TREATMENT AND CONSERVATION OF THREE SILVER OBJECTS SUFFERING FROM DIFFERENT DETERIORATION ASPECTS (STUDY CASE).

Mohamed A. M. Ghoneim♦

Abstract

Three silver objects have the following numbers 70765, 70766 70771 dated back to the late period were in a bad condition of preservation in the Egyptian museum. The first and the second were suffering from the apparent corrosion symptoms represented in layers of gray and black corrosion products in a solid and soft flakes, accumulated layers of soil residues that were adhered and cemented, some parts were in a very soft case that can be powdered with handling, in addition to some missed parts. While the third one was crashed into 12 pieces covered with layers that have different shapes and colors of gray and black corrosion products, soil residues and dust.

The treatment and conservation procedures included examination of the three objects under stereomicroscope, scanning electron microscope, analysis the corrosion products, the accumulated layers, and the metal core, mechanical and chemical cleaning, reinforcement the weak soft parts, filling the missed parts, and coating the surface with a protective coating against the further attack.

♦Conservation department, Faculty of Fine Arts, Minia University