مجلة كلية الآثار بقنا (دورية أكاديمية علمية محكمة)

تأريخ وتحليل وصيانة ثلاث نماذج لمراكب خشبية فرعونية من متحف السويس القومي - مصر

عبدالرحمن السروجي
قسم ترميم الآثار – كلية الآثار
جامعة الفيوم - مصر
xserogy@yahoo.com

خالد البشايره
قسم الاثار، كلية الاثار والانثروبولوجيا
جامعة اليرموك ، الأردن
khaledsm@email.arizona.edu

الملخص :

يتناول البحث دراسة ثلاثة نماذج لمراكب خشبية ملونة فرعونية وتأريخها بطريقة الكربون-14 وترميمها وصيانتها من اجل عرضها داخل متحف السويس القومي الجديد لترسيخ دور مدينة السويس كواحدة من اهم الموانئ الفرعونية القديمة. قبل الشروع في عمليات الترميم والصيانة، تم تقييم حالة المراكب الثلاثة ودراسة ألوانها والمادة الرابطة للألوان وتأريخ عينتين من نسيجين لكفن وشراع من المراكب .

بينت نتائج تقنية تفلور الأشعة السينية **X-ray fluorescence (XRF)** وحيود الأشعة السينية **X-Ray Diffraction (XRD)** أن المصري القديم لوّن المراكب باللون الأحمر باستخدام معدن الهيماتيت **Hematite (Fe2O3)** وباللون الأبيض باستخدام معدن الكالسيت **Calcite (CaCO3)**. وبينت تقنية مطياف الأشعة تحت الحمراء **Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)** أن الغراء الحيواني هو المادة الرابطة للألوان .

أرخت طريقة الكربون-14 المركب الأول الى الفترة **395-203** ق.م والثاني الى الفترتين **409- 360** و**270-263** ق.م. تم ترميم وصيانة هذه المراكب عن طريق التعقيم والتنظيف واستكمال الأجزاء المفقودة وإعادة تلوينها باستخدام الأساليب والطرق العلمية المتعارف عليها عالميا، وأخيرا عرضها داخل خزانات زجاجية صممت خصيصا لتلائم طريقة عرض السفن البحرية في قاعات ذات بيئة مناخية مناسبة وفق المعايير والأسس العلمية الدولية .

Abstract:

This study presents radiocarbon dates, conservation and restoration processes implemented on three deteriorated models of colorful Pharaonic wooden boats in order to display them in the new Suez national museum to evince the role of Suez city as an important ancient Pharaonic port. Before conservation and restoration operations, physical conditions of the three models was evaluated, the colors and their binding materials were examined by X-ray florescence (XRF), X-ray diffraction (XRD) and fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), while two textiles from the shroud and the sail of two models were radiocarbon dated. The results showed that ancient Egyptians colored the boats red using hematite (Fe2O3) and white using calcite (CaCO3) and used animal glue to bind these colors. The age of the two models at 95.4% are located within these periods 395-203BC and 409-360 and 270-263BC, respectively. Conservation and restoration work started with sterilization, cleaning and then filling in missing parts and gaps and coloring following well recognized international scientific methods. Finally, the models were displayed inside the museum in glass cabinets especially designed to suit naval vessels under environmental conditions according to international standards and scientific foundations.

Plenderleith, H. J.; Werner, A. E. (1971). *The conservation of antiquities and works of art: treatment, repair and restoration*. Oxford University Press, Oxford.

Shashoua, Y., Bradley, S. M.; Daniels, V. D. (1992). Degradation of cellulose nitrate adhesive. *Studies in Conservation*, 37(2): 113-119.

wooden objects. The Getty conservation Institute, Los Angeles.

Harwey, E.; Freedland, M. (1990). Exhibition and storage of archaeological wood. The American Society, Washington DC.

Guenet, J.M. (2008). Polymer–solvent molecular compounds. First edition. Elsevier, London.

Jull, A.J.T.; Burr, G.; McHargue, L.; Lange, E.; Lifton, N.; Beck, W.; Donahue, J.; Lal, D. (2004). New frontiers in dating of geological, paleoclimatic and anthropological applications using accelerator mass spectrometric measurements of 14 C and 10 Be in diverse samples. *Global and Planetary Change*, 41(3): 309-323.

Narkiss, I.; Wellman, H. (1995). The examination and conservation of a wooden Egyptian coffin lid. In In Brown, C. E., Macalister, F., and Wright, M. M. (Eds.), *Conservation in ancient Egyptian collections: papers given at the conference organised by the UKIC, Archaeology Section, and International Academic Projects, held in London, 20-21 July 1995*. Archetype. Pp. 173-178.

المقدمة :

من لم يمتلك مركبا فهو تعيس الحظ مثل الجائع والعاري واليتيم (مثل فرعوني قديم.(هدى عبدالحميد **1987**) يعتبر المركب من أهم ممتلكات المصري القديم، فكان من وسائل إنتقاله الأساسية من مكان الى أخرومصدرا لرزقه من خلال الصيد ونقل البضائع والمنتجات كما استخدمه في الحروب البحرية فكان وسيلة دفاع وهجوم. كذلك ارتبطت المراكب في أذهان المصري القديم بالكثير من المعتقدات الدينية والجنائزية حيث تصور أن الالهة تجوب سماء العالم الاخر في مراكبها الخاصة (ثروت عكاشة **1991**) .

كما استخدمت المراكب لزيارة الأماكن المقدسة ونقل جثث الموتى الى البر الغربي من النيل حيث الحياة الأبدية واستكشاف الأماكن البعيدة وجلب خاماتها، ولعل أشهر هذه الرحلات رحلة الملكة حتشبسوت (الاسرة الثامنة عشر) من الدولة الحديثة الى بلاد بونت (الصومال حاليا) لجلب البخور والاخشاب والعاج والجلود والحيوانات المفترسة، ورحلة الساحل الفينيقي لجلب خشب الارز في عهد الملك سنفرو (الأسرة الرابعة) من الدولة القديمة (عبدالعزيزصالح **1967**) .

يرجع الفضل في صناعة المراكب وازدهارها الى نهر النيل الخالد الذي يعتبر من أهم مصادر الرزق للمصريين سواء في الزراعة أو الصيد أو التجارة أو المواصلات مما أدى الى استقرار الحضارة المصرية (احمد فخري **1971**)، كما ساهم امتداد مصر شمالا على البحر الأبيض المتوسط وشرقا على البحر الأحمر في ازدهار صناعة المراكب وتطورها على مر العصور (مصطفى عطا الله **1987**) .

ارتبط اسم مدينة السويس (القلزم) بالبحر منذ القدم باعتبارها ميناء مصر الرئيسي للملاحة الجنوبية تجاه البحر الأحمر الى شرق اسيا وجنوب افريقيا لذلك تعددت فيها اشكال السفن وأنواعها وأحجامها. وتعتبر مدينة السويس ميناء قديما ومركزا تجاريا هاما حيث ارتبط اسمها باسم قناة سيزوستريس التي أسسها الملك سنوسرت الثالث (الاسرة الثانية عشر) من الدولة الوسطى لتربط البحر الأحمر بمدينة السويس ونهر النيل ومنه الى البحر الابيض المتوسط .

يضم متحف السويس القومي الجديد الذي افتتح عام **2012** م عددا من نماذج المراكب الخشبية الفرعونية المتنوعة الاستخدام، فمنها ما هو للصيد وللتجارة ومنها جنائزي.... الخ.

تظهر جميع المراكب مظاهر تلف مختلفة لذلك كانت بحاجة الى الصيانة والترميم. يقدم هذا البحث نتائج تأريخ وتحليل وصيانة وترميم ثلاثة نماذج تم اختيارها بناء على شدة تلفها وحاجتها للمعالجة ووظيفتها فتم اختيار مركب جنائزي ومركب للحياة اليومية واخر للرحلات والنزهة.

هدف الدراسة :

هدفت الدراسة الى صيانة وترميم ثلاثة نماذج من المراكب الخشبية المتنوعة والتي تم اختيارها لتكون ضمن مجموعة معروضات اثار متحف السويس الجديد لتحقيق الأهداف التي وضعت له لإظهار مدينة السويس (القلزم) كمدينة مصرية قديمة ارتبط اسمها بالبحر وبصناعة السفن والرحلات التجارية. ونظرا لسوء حالة المراكب نتيجة لكثرة عوامل التلف التي تعرضت لها أثناء دفنها او نتيجة لسوء تخزينها لفترة طويلة من الزمن دون مراقبة أو أجراء أي نوع من أنواع الصيانة الوقائية لها، كان

Derrick, M.R.; Stulik, D.; Landry, J.M. (1999). *Infrared Spectroscopy in Conservation Science*. Getty publications, Los Angeles.

Domsch, K.H.; Gams, W.; Anderson, T. H. (1980). *Compendium of soil fungi* (Vol. 1, No. 2). Academic press, London.

Donahue, J; Jull, A.J.T.; Toolin, J. (1990). Radiocarbon measurements at the university of Arizona AMS facility. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 52(3): 224-228.

Elston, M. (1995). Technology and conservation of a polychrome wooden Sarcophagus. In Brown, C. E., Macalister, F., and Wright, M. M. (Eds.), *Conservation in ancient Egyptian collections: papers given at a conference organized by the United Kingdom Institute for Conservation, Archaeology Section, and International Academic Projects, held at London, 20-21 July 1995*. Archetype. Pp. 13-22.

Hansen, F.; Bishop, M. (1998). Factors Affecting the Re-treatment of previously consolidated matte painted

لابد من التدخل السريع لصيانتها وترميمها. بالإضافة الي ذلك هدفت الدراسة الى التحقق من تاريخ المراكب الآثارية وذلك بتأريخها بطريقة الكربون-**14**، كما هدفت إلى تحليل المواد الملونة والمواد الرابطة للألوان قبل البدء بعملية الصيانة والترميم .

منهجية البحث:

اتبع هذا البحث المنهج التحليلي في توثيق وتحليل وتأريخ النماذج. تم تحليل المواد المستخدمة في تلوين المراكب الخشبية باستخدام تقنية تفلور الأشعة السينية **(XRF)** وتقنية حيود الأشعة السينية **(XRD)**وتم استخدام تقنية مطياف الأشعة تحت الحمراء **(FTIR)** للتعرف على المواد الرابطة للمواد الملونة لتساعد في عملية اختيار المذيب الأمثل في عملية التنظيف، كما تم تأريخ المراكب بطريقة الكربون-**14** للتأكد من عمرها. طبقت على المراكب في هذا البحث طرق الترميم والصيانة العلمية المتبعة عالميا من تنظيف وتعقيم وملئ الشقوق والفجوات **Gap filling** بمادة البولسترين والميكروبالون وتقوية الاخشاب **consolidation** وعزلها **coating** عن البيئة المحيطة بها باستخدام مادة البارالويد **(Paraloid B72)** كما اتبع البحث طريقة منهجية فنية وعلمية في عرض القطع الاثرية داخل متحف السويس حيث تم تحديد البيئة المتحفية المناسبة لعرض هذه المراكب الحساسة للتلف**(Ambrose and Paine 2012)** .

مادة الدراسة :

تم اختيار ثلاثة نماذج لمراكب خشبية ملونة من مجموعة المراكب الموجودة بمتحف السويس القومي لدراستها وتأريخها وترميمها وصيانتها.

أولا: وصف وتسجيل حالة المراكب الثلاثة

المراجع الأجنبية :

Ambrose, T.; Paine, G. (2012). Museum basics. Routledge, New York.

Bakkialakshmi, S.; Batani, V. (2013). Ftir study on the interaction of quercetin and amantadine with egg albumin. *International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences (IJPCBS)* 3(3): 559-964.

Bronk Ramsey, C. (1995). Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: the OxCal program. *Radiocarbon* 37(2): 425–30.

Bronk Ramsey, C. (2001). Development of the radiocarbon calibration program. *Radiocarbon* 43(2A): 355–63.

Caple, C. (2000). *Conservation skills: judgement, method, and decision making*. Psychology Pres, London.

Watkinson, D.; Brown, J. (1995). The conservation of the polychrome wooden sarcophagus of Praise Mut. In *Conservation in ancient Egyptian collections: papers given at the conference organized by the UKIC, Archaeology Section, and International Academic Projects, held in London, 20-21 July* . Archetype Publications, Ltd, London, United Kingdom. Pp. 37-46.

المركب الأول : مركب الحياة اليومية (المركب التجاري)

نموذج خشبي صغير للسفن الكبيرة عديدة المجاديف التي كانت مستخدمة لنقل المحاصيل الزراعية والحجارة منذ بداية عصر الاسرات. يبلغ طول المركب **96** سم وأقصى عرض له **21** سم. يضم المركب عشرين بحارا، يجلس ثمانية عشرة بحارا على سطح المركب وبيد كل واحد منهم مجداف، ويجلس البحار التاسع عشر على الدفة (مقدمة السفينة)، بينما يقف البحار العشرون (المرشد) على مؤخرة المركب لتوجيه الجميع (مصطفى عطا الله **1987**).

لون جسم المركب والمجاديف والساري والدفة أحمر مع بعض الزخارف باللونين الأبيض والأسود، ولون أجسام البحارة بني يمثل لون البشرة الداكن للرجال في مصر القديمة، اما لون منزر البحارة فأبيض ولون شعرهم أسود (انظر صورة ١) .

حالة المركب :

تعرض المركب لتلف شديد، حيث فقد أجزاءً كبيرة من طبقتي اللون والتحضير، وقاعدته متآكلة وفقدت أجزاء كبيرة منها وبها شق كبير(انفصال) يغطي نصفها تقريبا. ويغطي سطح المركب الغبار والأوساخ وبه آثار شقوق كثيرة خصوصا عند مقدمته ومؤخرته (انظر صورة ٢).

تدل هذه المظاهر على تعرض المركب الى الجفاف الشديد بسبب دفنه لمدة طويلة من الزمن قبل اكتشافه أو نتيجة لسوء عملية تخزينه لفترات زمنية طويلة في جو جاف داخل المستودعات مما سبب الضعف الشديد للخشب نتيجة لفقده خواصه الميكانيكية والكثير من محتواه من الماء **(Watkinson and Brown 1995) .**

محمد عبدالهادى: علاج وصيانة خمسة أمثلة متنوعة من مجموعة الأخشاب من العصر الطولوني والعصر الفاطمي بالمتحف الإسلامي بكلية الآثار، رسالة ماجستير، قسم ترميم الاثار، كلية الآثار،جامعة القاهرة.

نهاية الدولة الحديثة، رسالة ماجستير، قسم الآثار المصرية، كلية الاثار، جامعة القاهرة (1980).

مصطفى عطا الله: أسماء المراكب واستخدمتها من خلال النصوص والمناظر المصرية القديمة حتى نهاية العصور الوسطي ، رسالة دكتورة قسم الآثارالمصرية، كلية الآثار، جامعة القاهرة (1987).

نادية لقمة:دراسات في علاج الأخشاب الجافة، سلسلة الثقافة الأثرية، مشروع المائة كتاب المجلس الأعلى للآثار، مصر (2002).

نسرين الحديدي: علاج وصيانة الأخشاب تطبيقا على تابوتين بالمتحف المصري، بكلية الآثار رسالة ماجستير، قسم ترميم الاثار ،كلية الآثار، جامعة القاهرة (1997) .

هدى عبدالحميد: علاج وصيانة الأخشاب تطبيقا على نماذج المراكب الخشبية، ، رسالة ماجستير، ، قسم ترميم الاثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة (1987).

المراجع العربية :

أحمد فخري: مصر الفرعونية، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة (1971).

ادلف ارمان: ديانة مصر القديمة نشتها وتطورها ونهايتها في أربعة الاف سنة، ترجمة عبدالمنعم ابوبكر ومحمد انور شكري، مكتبة البابي الحلبي، القاهرة (1962) .

ثروت عكاشة: الفن المصري القديم النحت والتصوير، الجزء الثاني، الهيئة المصرية للكتاب، القاهرة (1991).

حسام الدين عبدالحميد: المنهج العلمي لعلاج وصيانة المخطوطات والأخشاب والمنسوجات الأثرية، الهيئة المصرية العامة للكتاب(1984) .

سامية عمارة: دراسات تطبيقية في مقاومة الحشرات، مركز بحوث وصيانة الآثار، المجلس الأعلى للآثار. مصر (1996).

عبدالرحمن السروجي: دراسة طرق وعلاج صيانة الأيقونات القبطية تطبيقا على بعض أيقونات من متاحف وكنائس وأديرة الوجه البحري، رسالة ماجستير، قسم ترميم الاثار ، كلية الآثار، جامعة القاهرة (1997).

عبد العزيز صالح: الشرق الأدنى القديم الجزء الأول مصر والعراق المطابع الاميرية القاهرة (1967).

عبد الظاهر أبو العلا: علاج وصيانة الأخشاب المغطاة بطبقة من الجسو الملون، رسالة ماجستير، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة (1980).

عبدالوهاب السنباطي: علاج وصيانة الأخشاب الأثرية المطمورة في تربة رطبة، رسالة ماجستير، قسم ترميم الاثار، كلية الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة (1991).

صورة (١) يبين حالة المركب الأول عند استخراجه من صندوق التخزين قبل اجراء عملية الصيانة والترميم .	صورة (٢) يبين تفاصيل الشق الكبير (الانفصال) في خلفية المركب الأول بدءا من القاعدة حتى السطح العلوي .

المركب الثاني : (المركب الجنائزي)

وصف المركب :

نموذج خشبي صغير للمراكب التي كانت مستخدمة لنقل جثمان المتوفى (رحلة الحج) اثناء الموكب الجنائزي حيث كان المتوفى يمثل على هيئة مومياء تحت مظلة ومعه بعض النادبات وكاهن يتلو من كتاب (ادلف ارمان :**1962**).

يبلغ طول المركب **88**سم وأقصى عرض له **19**سم. يوجد على المركب تابوت بشكل آدمي يمثل المتوفى أسفل مظلة وثمانية تماثيل لبحارة، البحار الأول (المرشد) واقف بينما السبعة الباقون جالسون. يوجد على تمثالين لفائف من نسيج ربما تمثل النادبات. للمركب دفة ومجاديف وساري لونت بنفس ألوان المركب الأول (انظر صورة ٣-٤) .

حالة المركب :

المركب بحالة شديدة جدا من التلف فهو مفكك وضعيف وهش. التماثيل متآكلة فبعضها فقدت الرأس وبعضها فقدت اجزاء من الذراعين

وتحول بعض اجزائها الى بودرة من شدة التلف. يظهر المركب بلونين هما الأحمر والأبيض .

صورة (٣) توضح مظاهر شدة التلف التي تعرض لها المركب الثاني.

صورة (٤) تبين تفاصيل من شدة التلف علي المركب الثاني عند استخراجه من صندوق التخزين.

المركب الثالث : (الرحلات والنزهة اليومية)

عبارة عن نموذج لمراكب النبلاء والاشراف التي استخدموها لرحلاتهم اليومية. يبلغ طول المركب **115**سم وأقصى عرض له **22**سم يضم المركب قمرة يعلوها مظلة وبداخلها كرسي يجلس عليه صاحب المركب اثناء نزهته.

يوجد على سطح المركب تماثيل لخمسة من البحارة أربعة منها بحالة كاملة ولم يبق من الخامس إلا قدميه (انظر صورة ٥- ٦) .

حالة المركب :

تعرض المركب لتلف قليل مقارنة مع المركبين السابقين، فخشب المركب بحالة جيدة ومتماسك لكنه فقد معظم طبقتي التحضير والألوان ، بقايا الألوان على بعض أجزاء المركب هي نفس ألوان المركبين السابقين .

تميزت بالخاصية الاسترجاعية وقوة تحملها للظروف البيئية المحيطة. وعند إعادة التلوين للأجزاء المفقودة أكدت الدراسة على فاعلية استخدام الألوان المائية وألوان (الاكريليك) لتميزها بالخاصية الاسترجاعية والثبات وتمايزها عن الألوان الأصلية وخمولها كيميائيا.

ومن خلال متابعة النماذج الثلاثة لأكثر من عام أثناء عرضها وحفظها الوقائي في المتحف بينت الدراسة نجاح عملية الصيانة التي تمت باستخدام مادة البولسترين والميكروبالون والاستكمال واللصق باستخدام مادة البارالويد **B72** حيث لم يظهر على الأجزاء المستكملة أي نوع من التشققات الصغيرة أو الكبيرة او انفصال أيّ من الأجزاء التي تم لصقها، ولم يظهر على الألوان المستخدمة في الاستكمال أي تغير في اللون مما يؤكد نجاح عملية الصيانة والترميم التي تمت على المراكب الثلاثة.

الشكر والتقدير

نتوجه بخالص الشكر والتقدير الى السادة العاملين بمتحف السويس القومي على مساعدتهم لنا في انجاز هذا العمل ونخص بالذكر السيد / سامح المصري مدير عام ترميم اثار الوجه البحري المصري والسادة معاونيه .

مناقشة النتائج :

دلت نتائج الدراسة على اهمية استخدام الطرق العلمية الحديثة في مجال فحص وتحليل الاثار، فمن خلال التأريخ لعينتين من نسيجي الشراع والكفن بطريقة الكربون-14 اثبت الدراسة ان عمر المركبين الأول والثاني يقعان ما بين 375 و360 أو 270 و263 قبل الميلاد. وبينت الدراسة باستخدام تقنية (XRF) وتقنية (XRD) ان اللون الأحمر في المركبين الأول والثاني يتكون من معدن الهيماتيت وان اللون الأبيض يتكون من معدن الكالسيت. كما بينت الدراسة باستخدام تقنية (FTIR) للوسيط اللوني (المادة الرابطة) للون الأحمر في المركب الثاني (المركب الجنائزي) أنه يتكون من الغراء الحيواني .

تدل النتائج أن المصري القديم ظل حتى العصر المتأخر يتبع نفس الأسلوب والطرق التي ورثها عن اجداده من عادات الدفن والمعتقدات وطرق الصناعة بالرغم من وقوع مصر في هذه الفترة تحت الحكم الفارسي وبذلك نستنتج ان المعتقدات الفرعونية والعادات الدينية القديمة لم تتغير مباشرة.

اما في مجال الترميم فقد اكدت الدراسة على فاعلية استخدام مادة البولسترين (الفوم) (Polystyrene) الناتج عن بلمرة (Styrene) (C6 H5 CH : CH2) في استكمال الفجوات الكبيرة في الاخشاب وذلك نظرا لخمولها الكيميائي ومقاومتها للتفاعلات والتغيرات الكيميائية وثبات ابعادها ومقاومتها للبكتيريا والعفن ونمو الحشرات ومقامتها لنفاذ الماء وكذلك نظرا لخفة وزنها وسهولة استرجاعها. كما أكـدت الدراسة على فاعلية استخدام مادة الميكروبالون باستخدام لاصق من البارالويد التي

صورة (٥) تبين حالة المركب الثالث عند استخراجه من صندوق التخزين.

صورة (٦) توضح تفاصيل من المركب الثالث .

ثانياً : الفحوص والتحاليل :

تم إجراء عدد من الفحوص والتحاليل على أربعة عينات من ألوان النماذج الثلاثة بهدف التعرف على مركبات المواد الملونة والمواد الرابطة لها بالإضافة الى تأريخ عينتين من نسيجي شراع المركب الأول وكفن المركب الثاني بطريقة الكربون - 14 للتعرف على عمرها ومقارنتها بعمر المراكب الأثرية .

تم اخذ عينتين من أجزاء منفصلة من قشور اللون الأحمر واللون الأبيض من المركب الأول وتحليلها كما هي دون أي تحضير تحليلا نوعيا بدون عينات معيارية Standardless Qualitative analysis بتقنية تفلور الأشعة السينية (XRF) باستخدام جهاز (Philips Minipal) PW4025لمعرفة مكونات هذه الألوان .

وتم جمع عينة لبودرة من اللون الأحمر وعينة لبودرة من اللون الأبيض من الأجزاء المفتتة من المركب الثاني. تم تحليل عينة بودرة اللون الأحمر بتقنية حيود الأشعة السينية (**XRD**) باستخدام جهاز (**Shimatzo 6000**) لتحديد المعادن المكونة لهذا اللون وبتقنية طيف الأشعة تحت الحمراء (**FTIR**) باستخدام جهاز من نوع (**Bruker–Tensor 27**) لمعرفة نوع الوسيط اللوني (المادة الرابطة) المستخدمة في ربط مادة الألوان. أما عينة اللون الأبيض فتم تحليلها بتقنية حيود الأشعة السينية (**XRD**) فقط لمعرفة المعادن المكونة لهذا اللون .

يعمل جهاز ال **Minipal PW4025** بفرق جهد ٣٠ كيلوفولت وشدة تيار **30** ميكروأمبير وزمن القياس **60** ثانية بنظام وجود الهواء وفلتر من نوع **Kapton**. ويعمل جهاز (**Shimatzo 6000**) بطول موجي لاشعاع **CuK∝** يساوي **1.5418A°** وفرق جهد يساوي **30** كيلوفولت وشدة تيار تساوي **30** ملي أمبير ويستخدم الجرافيت لتوحيد الطول الموجي وتم قياس زاوية **2Θ** بين **0** و**60**.

ولتقنية ال **FTIR** تم خلط بودرة العينة مع بروميد البوتاسيوم وتشكيل الخليط المتجانس على هيئة قرص وتحليل القرص بجهاز ال **Bruker–Tensor 27** في منطقة طيف الأشعة تحت الحمراء الواقعة ما بين طول **500** و**4000** سم-١ بدقة وضوح **4**سم-١ و**32** مسح الكتروني.

قورن نمط العينة التي تم تحليلها بأنماط عينات قياسية من الغراء الحيواني وصفار وزلال البيض والصمغ العربي من أجل التعرف على نوع الوسيط اللوني. تمت جميع التحاليل السابقة في مختبرات كلية الاثار والانثروبولوجيا بجامعة اليرموك ، الأردن.

٧. العرض المتحفي للمراكب :

بعد الانتهاء من جميع عمليات الترميم والصيانة تم عرض النماذج الثلاثة في متحف السويس القومي. وضعت النماذج علي رف علوي زجاجي داخل خزانة زجاجية بتصميم خاص وفي الرف السفلي وضعت نماذج خشبية أخري لورشة نجارة ونماذج من الأعمال اليومية للفلاحة وحرث الأرض وبعض التماثيل الخشبية الصغيرة الخزانة محكمة الغلق والقاعة مزودة بجهاز تكييف مركزي، لتوفير ظروف بيئية مناسبة (حرارة -رطوبة -ضوء)

ويتم التحكم بالظروف البيئية في القاعة حسب المعايير الدولية فدرجة الحرارة تتراوح ما بين (**18-22** درجة سيليزية) الرطوبة (**45-50%**) ومعدل الاضاءة **100**لوكس تقريبا والاضاءة من نوع (**LED**) الخالية من الاشعة فوق البنفسجية الضارة او الاشعة تحت الحمراء المولدة للحرارة، (صورة ١٦) (**Harwey and Freedland 1990**) .

صورة (١٦) يوضح خزانة العرض وبداخلها المراكب.

بتركيز 3% في درجة حرارة الغرفة (Narkiss and Wellman 1995).

بداية تم تجفيف السطح بشكل كامل وتنظيفه جيدا باستخدام فرش نظيفة وناعمة ومن ثم طلائه بالباراليويد مع مراعاة ان تكون الفرشاة في نفس الاتجاه لتجنب ظهور أي علامات للفرشاة على سطح الخشب Hansen and Bishop 1998). (صورة ١٤- ١٥) .

نظرا لشدة الضعف والهشاشة التي كانت عليها حالة التماثيل الخشبية في المركب الثاني تمت تقويته بطريقة مختلفة وذلك بغمر التماثيل الصغيرة في محلول البارالويد (Paraloid B72) المذاب في الزيلين بتركيز 5% داخل دورق زجاجي، اما بالنسبة لجسم المركب فقد تمت تقويته بطريقة الفرشاة مثل المركب الأول والثالث .

صورة (١٤) توضح تقوية تماثيل المركب الثاني الهشة بطريقة الغمر.

صورة (١٥) يوضح المركب الثاني بعد الانتهاء من التقوية والعزل .

التأريخ بالكربون-14

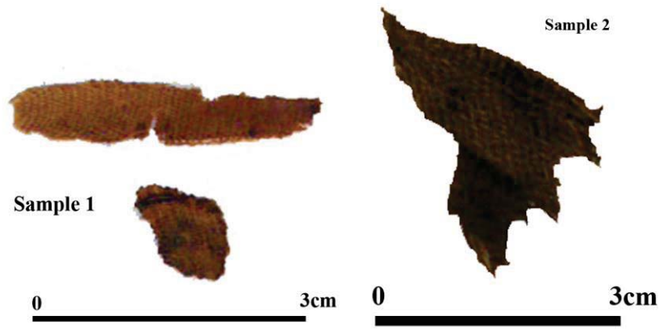
تم استخدام طريقة الكربون-14 المشع في تأريخ عينتين من نسيجي الشراع في المركب الأول (عينة 1) والكفن في المركب الثاني (عينة 2) (صورة 7)، بواسطة مسرع الطيف الكتلي (Accelerator Mass Spectrometry) في مختبرات جامعة أريزونا الأمريكية الذي يحتاج كمية قليلة جدا من العينة لتحديد عمرها. بلغ وزن العينة الأولى 1.16ملغم ووزن الثانية 1.30 ملغم والتي تم قطعها من أماكن مخفية بحيث لا تؤثر على شكل ومظهر النسيج.

تحضير العينة

من أجل تأريخ عينة من نسيج يتم أولا معالجتها كيميائيا بالطريقة المعتادة المسماة حمض :قلوي: حمض (Acid: Base: Acid = ABA) من أجل تحديد الجزء السليم الصالح للتأريخ وإزالة الملوثات مثل الكربونات.

المعالجة الأولى تتمثل في نقعها بحمض الهيدروكلوريك المخفف 1N ومن ثم غسلها بالماء المقطر ، يزيل هذا الحمض أي كربونات وراتنجات وسكريات أو أحماض دبالية موجودة في العينة حيث تعتبر هذه المركبات ملوثة بسبب احتوائها على الكربون. في المعالجة الثانية تخضع العينة إلى نقعها بهيدروكسيد الصوديوم 0.1N ومن ثم غسلها بالماء المقطر من أجل إزالة أحماض التانيك. وأخيرا يتم معالجة العينة مرة أخرى بحمض الهيدروكلوريك 1N من أجل إزالة أي كربون تم امتصاصه خلال المعالجة القلوية.

بعد ذلك يتم غسلها بالماء المقطر ، وتجفيفها ، وحرقها على درجة حرارة 900 س° مع أكسيد النحاس (CuO) للحصول على مسحوق من الجرافيت اللازم لعملية قياس العمر والذي تم قياسه وفقا لإجراءات المختبرات والحسابات التي وصفها بالتفصيل (Donahue et al. 1990) و (Jull et al. 2004). وتم معايرة أعمار الكربون-14 الى السنوات قبل الميلادية باستخدام برنامج (Bronk OxCal v 4.2 Ramsey 1995, 2001).



صورة (٧) يبين عينتي الدراسة، الأولى من نسيج شراع المركب الأول والثانية من نسيج كفن المركب الثاني.

الوقت ولا تتأكسد ولذلك استخدمت ألوان الأكريليك التي تتميز بهذه الصفات بالإضافة الى شفافيتها وتجانسها مع الألوان الأصلية (عبدالرحمن السروجي 1997) .

تم عمل بطانة لونية لكل لون بدرجة أفتح من اللون الأصلي في أماكن استكمال الألوان وهي الأحمر والأبيض والأسود، علما بان درجة اللون المطلوبة تحتاج دائما الى أكثر من طبقة حتى نصل الى درجة التجانس المناسبة للون الأصلي، مع مراعاة عدم مساس اللون الأصلي. تمت اعادة الألوان فقط للأجزاء المتآكلة والمفقودة المستكملة من الخشب والتي تم تطبيقها على أرضية تحضير من كربونات الكالسيوم، (صورة ١٢ - ١٣)

.

صورة (١٢) يوضح قاعدة المركب الأول قبل الاستكمال.

صورة (١٣) يبين حالة المركب الاول بعد الانتهاء من عملية الاستكمال.

٦. عزل وتقوية المراكب :

تم عزل المركبين الأول والثالث بالكامل من الخارج والداخل وجميع التماثيل فيها باستخدام الباراويد (Paraloid B72) المذاب في الزيلين

صورة (٨) يوضح طريقة تثبيت الجزء المنفصل باستخدام الملازم الحديدية.

صورة (٩) توضح عملية الاستكمال باستخدام مادة البولسترين (الفوم) .

صورة (١٠) يوضح إضافة الطبقة الاولى لأرضية التحضير من كربونات الكالسيوم والغراء مع تخشينها لاستقبال الطبقة الثانية على القاعدة الخلفية للمركب الاول الخلفية.

صورة (١١) يوضح عملية ملئ الجزء المفقود والتشققات الدقيقة في طبقة التحضير على سطح المركب.

٥. اعادة التلوين:

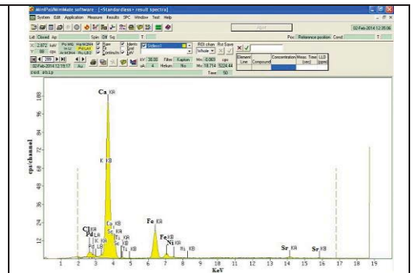
يجب مراعاة أن تكون الألوان المستخدمة استرجاعية ولها نسبة بسيطة من التباين مع الألوان الاصلية وثابتة لا يتغير لونها بمرور

النتائج :

أظهرت نتيجة التحليل بتقنية ال **XRF** لعينة اللون الأحمر من المركب الأول أنها تتكون من عنصر الحديد الدال على وجود معدن ال **Hematite** وتركيبه الكيميائي (Fe_2O_3) ونسبة بسيطة من عنصر الكالسيوم الدال على وجود معدن ال **Calcite** وتركيبه الكيميائي ($CaCO_3$) شكل (١) .

تدل النتيجة على استخدام معدن الهيماتيت في تلوين المركب باللون الأحمر وظهور معدن الكالسيت بشكل ثانوي قد يكون مصدره أرضية التحضير البيضاء أسفل اللون الأحمر .

وأظهرت هذه التقنية أن عينة اللون الابيض من المركب الأول تتكون من عنصر الكالسيوم بشكل أساسي والدال على معدن الكالسيت ، ومن عنصر الحديد بشكل ثانوي والدال على معدن الهيماتيت . تدل هذه النتيجة استخدام معدن الكالسيت لتلوين المركب باللون الأبيض أما عنصر الحديد فربما مصدره الهيماتيت الموجود في عينة اللون الاحمر .



شكل (٢) يبين نتيجة تحليل عينة من ارضية التحضير باستخدام (**XRD**)، اتضح انها تتكون بصفة اساسية من معدن الكالسيت.

شكل (١) يبين نتيجة تحليل عينة من اللون الاحمر باستخدام تقنية (**XRF**)، اتضح انها تحتوي على نسبة عالية من عنصر الحديد المتواجد في معدن الهيماتيت.

أظهرت نتيجة تحليل عينة بودرة اللون الأبيض من المركب الثاني بتقنية ال **XRD** أنها تتكون من معدن الكالسيت بشكل أساسي ، ومن معدن الجبصين **Gypsum** (كبريتات الكالسيوم المائية **($CaSO_4.2H_2O$)** ومعدن الكوارتز **(Quartz SiO_2)** بشكل ثانوي شكل (٢) .

تدل هذه النتيجة أيضا استخدام معدن الكالسيت في تلوين المراكب باللون الأبيض أما المعادن الثانوية فربما يكون مصدرها الشوائب التي اكتسبتها العينة خلال دفنها في التربة .

وأظهرت نتيجة تحليل عينة اللون الاحمر من المركب الثاني أنها تتكون من معدن الهيماتيت **Hematite** بشكل أساسي ومن معدن ال **Gypsum** بشكل ثانوي .

تعزز هذه النتيجة استخدام الفراعنة معدن الهيماتيت في تلوين المراكب باللون الأحمر. أما ظهور معدن الجبصين بشكل ثانوي فربما يكون مصدره أرضية التحضير البيضاء أسفل اللون الاحمر أو شوائب اكتسبها المركب من التربة .

من خلال مقارنة نتيجة تحليل بودرة اللون الأحمر من المركب الثاني بتقنية ال **FTIR** مع عينات قياسية أن الوسيط اللوني المستخدم هو الغراء الحيواني **Animal Glue** والذي تم الاستدلال عليه من ظهور المجموعات التالية والمميزة للأحماض الأمينية في البروتين الحيواني (شكل ٣) :

١. **amide I (C=O stretching of amide group)** والتي تظهر عند **1647 cm-1** .
٢. **amide II (C-N stretching + N-H bending)** والتي تظهر عند **1548 cm-1**.

وخموله الكيميائي لاستقبال الطبقة التالية من نشارة الخشب والغراء .

ج- تم وضع طبقة رقيقة من نشارة الخشب بواسطة لاصق من الباراليويد **(Paraloid B72)** بتركيز **10%** وذلك لسهولة الترابط والتجانس بينها وبين الطبقة التالية من كربونات الكالسيوم والغراء (طبقة التحضير) .

د- تم وضع طبقة من كربونات الكالسيوم وغراء البولي فينيل الكحول مع اضافة مبيد فطري من فلوريد الصوديوم **NaF** لتكوين أرضية تحضير لطبقة الألوان ، تم تطبيقها على مرحلتين، الطبقة الاولى خشنة تم تجريحها حتى يكون التماسك والترابط بينها وبين الطبقة الثانية (الناعمة) قويا وأن تجف كل طبقة جفافا كاملا. بعد الجفاف في درجة حرارة الغرفة تم تسوية السطح وتنعيمه باستخدام ورق الزجاج وبهذا اصبحت الأجزاء المستكملة جاهزة لإضافة طبقة التلوين .

هـ- جميع الشقوق البسيطة والفجوات الصغيرة الأخرى على المراكب تم ملئها فقط بمادة الميكروبالون ثم استكملت بأرضية تحضير بنفس الطريقة السابقة (نادية لقمة **2002**)، كما توضح صورة (١٠ - ١١) .

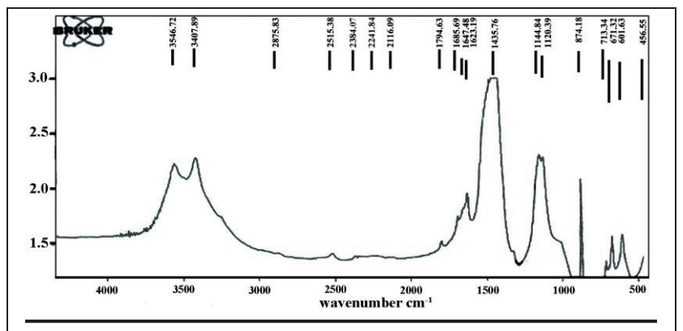
٣. **amide III (C-H bending)** والتي تظهر عند **1435 cm-1**

.

٤. ظهور امتصاص عند **603 (Bakkialakshmi and Batani 2013)** **cm-1** المميز للعظام (ما يدل على ان المادة البروتينية اللصقة تحتوي على الغراء الحيواني الممثل في العظام) .

ظهرت هذه المجموعات على شكل سلم مدرج من أعلى إلى اسفل بالإضافة إلى ظهور شريط الامتصاص الخاص بمجموعتي **O-H , N-H** في المنطقة من **3407** إلى **3546 cm-1**.

(Derrick, Stulik and Landry 1999)



شكل(٣) يبين التحليل بطيف الأشعة تحت الحمراء **(FTIR)** للمادة اللاصقة للون الاحمر يوضح أنه يتكون من الغراء الحيواني .

بينت نتائج التأريخ بطريقة الكربون-**14** الموضحة في شكل **(4)** والجدول رقم (١) ان عمر الكربون-**14** للعينة الأولى هو **(2221±27BP)** للعينة الثانية هو **(2312±25BP)**.

٤. استكمال وملئ الشق الكبير وبقية الشقوق والفجوات الكبيرة :

نظرا لكبر حجم الجزء المتأكل والمفقود وعمقه بالقاعدة الخلفية للمركب الأول نتيجة للتأكل اثناء بيئة الدفن في التربة فقد تم اتباع الخطوات الاتية والتي استخدمت في بقية الشقوق والفجوات في بقية المراكب :

أ- تم ملئ الفجوات والاجزاء المفقودة الكبيرة بمادة البولسترين (الفوم) **(Polystyrene)** الناتج عن بلمرة **(Styrene) (C6 H5 CH: CH2)** وذلك نظرا لخمولها الكيميائي ومقاومتها للتفاعلات والتغيرات الكيميائية وثبات أبعادها ومقاومتها للبكتريا والعفن وعدم قابليتها لنمو الحشرات ومقاومتها لنفاذ الماء وكذلك نظرا لخفة وزنها وسهولة استرجاعها وخصوصا في الشروخ والفجوات الكبيرة والعميقة. بسبب كبر حجم الفجوات لم تستخدم نشارة الخشب آو الطباشير لأنها قد تسبب وزنا ثقيلا **(Shashoua et al. 1992).**أضيف البولسترين باستخدام لاصق من الباراويد **(Paraloid B72)** بتركيز **15%** على أن يكون المستوى الخارجي لطبقة البولسترين أقل من مستوى السطح الخارجي للخشب بمقدار (**3** مم) تقريبا لاستقبال الطبقات التالية **(Guenet 2008)** . كما توضح صورة (٩) .

ب- بعد التأكد من تمام جفاف طبقة البولسترين تم وضع طبقة من الميكروبالون **Micro-balloons** بواسطة لاصق من الباراويد **(Paraloid B72)** بتركيز **10%** وذلك لملئ أي فراغ بسيط موجود بين مادة البولسترين والخشب **(Brielery 2010)**. وقد استخدم الميكروبالون نظرا لخفتة وقوة تماسكه مع سطح الأثر

العمر الأول يقابل الفترة ما بين **375-203** قبل الميلاد بنسبة **95.4** % (الواقعة ضمن الأسرة **30** وحتى الفترة البطلمية) والعمر الثاني بنسبة **92.4**% يقابل الفترة **409-360** قبل الميلاد (الواقعة ضمن الأسر **30-27**) والفترة **270-263** قبل الميلاد بنسبة **3.0** % (الوقعة ضمن الفترة البطلمية) كما يوضح الشكل (٤).

يتضح من هذه الأعمار وتقاطعها أن العمر المرجح للعينتين هو الفترتين ما بين **375** و**203** أو **270-263** قبل الميلاد الواقعة (ضمن الأسرة التاسعة والعشرون والأسرة الثلاثون من العصر المتأخر من تاريخ مصر القديمة) ، وهو ما اكدته الدراسة الاثرية حسب سجلات المتحف .

رقم العينة	نوع المادة	المختبر ورقم العينة	$\delta^{13}C$	$F(\delta^{13}C) \pm dF (d^{13}C)$	14C age ± d14C age BP	Calibrated age BC/AD
1	نسيج	AA 104035	-25.6	0.7585±0.0026	2,221±27	-375 (95.4%) 203 ق.م
2	نسيج	AA 104036	-24.7	0.7499±0.0023	2,312±25	409-360BC (92.4%) 270-263 (3%)

جدول ١: نتائج التأريخ بطريقة الكربون-14 (AA= مختبر أريزونا، δ13C = قيمة نظير الكربون-13، F(δ13C) = Fraction of modern carbon نسبة 14C/12C في العينة الى 0.95 من نسبته في

ويفضل استخدام التنظيف بالمذيبات العضوية المخففة عن التنظيف الرطب بالماء لأنها لا تذيب طبقة اللون او ارضية التحضير البيضاء كما هو في حال الماء **(Elston 1995)**.

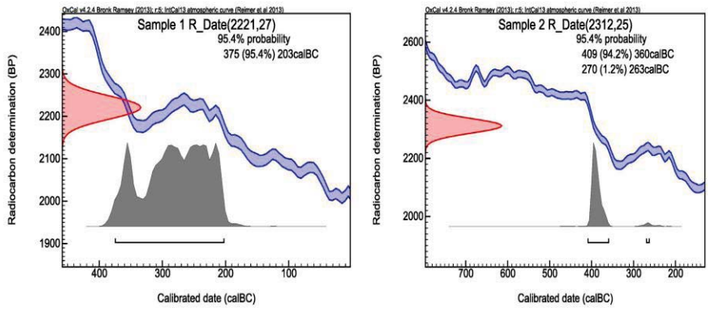
وفي حالة الاتساخات الصلبة على المراكب تم تنديتها بمحلول من الكحول الأيثيلى والتربنتينا بنسبة **1:2** ثم ازالتها وأعطى نتائج جيدة (حسام الدين عبدالحميد **1984**) .

وقد تم تنظيف السطح الملون باستخدام أسلوب التنظيف الندى **Wet Cleaning** وباستخدام ساق خشبي ملفوف عليه قطعة من القطن الطبي. مع الحرص بعدم الاسراف في استخدام المذيبات حتى لا تتسرب داخل الشقوق (نسرين الحديدي **1997**) .

٣. تثبيت الشق الكبير في قاعدة المركب الاول :

عملية تثبيت الشق الكبير المنفصل في بدن المركب الأول بدأت بتنظيف الشقوق والفجوات الصغيرة من حوله باستخدام الفرش النظيفة والناعمة ثم التنظيف بالكحول الأيثيلى والاسيتون لضمان إزالة اي بقايا فطرية او اتساخات قد تعمل كعازل يعوق عملية تثبيت المادة اللاصقة (عبدالوهاب السنباطي **1991**) ، تمت عملية لصق الشق باستخدام لاصق من البارالويد **(Paraloid B72)** بتركيز **15** % وملازم حديدية تدرجت عملية شدها وربطها ووضع عازل من الاسفنج والبلاستك (البولي اثيلين) لحماية السطح الملون من التجريح نتيجة لاحتكاك الملازم بها ، كما توضح صورة (٨) .

عينة معيارية من حمض الاكسيلك **SRM 4990B**، **dF (d13C)=** الانحراف المعياري، **14C age=** عمر الكربون-14، **BP= Before Present** = قبل **1950**م، **d14C=** الأنحراف المعياري ، **Calibrated age=** العمر قبل أو بعد الميلاد) .



شكل ٤: يوضح معايرة أعمار الكربون-14 (BP) للعينتين (Samples 1,2) الى قبل الميلاد BC، السنوات قبل الميلادية معطاة في فترة او فترتين في أعلى يمين الرسم بانحراف **68.2** % أو انحرافين **95.4** % معياريين (**sigma 1 and 2**). المحور الصادي يظهر تركيز الكربون المشع مكتوب بالسنوات قبل الحاضر **BP** ويبين المحور السيني الاعمار بالسنة الميلادية معايرة من البيانات لحلقات الأشجار .

ثالثاً: تطبيقات الصيانة والترميم :

غالبا ما تحدد حالة الاثر الأسلوب والطريقة التي يجب اتباعها عند البدء في عملية العلاج والصيانة. فالطرق المستخدمة في علاج بعض الحالات قد لا تعطي نتيجة مرضية في معالجة حالات أخرى. وكثيرا ما

التصوير **Photographic Brush** من أجل الحفاظ على الألوان دون تغير، تم استخدام أنواع مختلفة من الفرش الصغيرة وشفاط صغير حيث تمت إزالة الأتربة وجراثيم الفطريات أو الكائنات الحية الدقيقة أولا بواسطة الفرشاة ثم شفطها سريعا قبل إعادة ترسيبها على سطح المراكب **(Domsch et al. 1980)** .

وتم التدرج في استخدام الفرش من النوع الناعم حتى الفرش ذات الألياف الزجاجية مع مراعاة استخدام فرشاة خاصة لكل لون ، كما تم التنظيف بواسطة الممحاة في بعض الأماكن والتي أعطت نتائج جيدة وآمنة **(Elston 1995)** .

٢- ٢ التنظيف الكيميائي :

إن محاولة تنظيف أو إزالة أي مادة غريبة عن سطح الأثر هي محاولة لكسر الروابط الثانوية الموجودة بين الاتساخات ومادة الاثر، ويفضل كسر الروابط الأولية التي تربط الذرات ببعضها في جزئيات الاتساخات ميكانيكيا. في حال لم توجد وسيلة فعالة لكسر هذه الروابط يجب اللجوء إلى التنظيف الكيميائي. إلا أن المشكلة التي يواجهها أي مرمم أثناء التنظيف الكيميائي هي إيجاد المنظف المناسب القادر على مهاجمة الاتساخات دون اتلاف من مادة الأثر (محمد عبدالهادى **1980**).

لكن بسبب صعوبة تطبيق هذه النظرية في حالات عديدة يجب الاكتفاء باستخدام المنظفات أو المحاليل التي تهاجم الاتساخات أسرع من مهاجمتها للأثر ليكون الضرر أقل ما يمكن.

نجد عند الكشف عن المراكب الخشبية انها مُغطاه بطبقات كثيفة من الأتربة والرمال والمواد العالقة من طين وأملاح من التربة المحيطة بالإضافة الى بعض البقع الفطرية والإصابات الحشرية **(Caple 2000)**.

وغالبا ما يؤدي احتكاك الجسيمات الصلبة من الأتربة مع طبقة التصوير والالوان إلى اتلافها وتساقطها، كما تؤدي بعض الظروف البيئية المحيطة إلى نمو الحشرات والكائنات الحية الدقيقة مما يؤدي إلى تشويه وإتلاف الاثر كاملا. لذلك يجب إجراء عملية تقييم كامل لحالة الأثر لمعرفة من اين وكيف تبدأ عملية الصيانة للحفاظ على هذا الأثر. تم في هذا البحث اتباع الخطوات الأتية في عملية الترميم والصيانة للمراكب محل الدراسة :

١. التعقيم :

قبل البدء بعملية الصيانة تم تعقيم المراكب الثلاثة من الإصابة البيولوجية بوضع المراكب الخشبية وحبيبات الثيمول والبرادكس داخل صناديق زجاجية محكمة الاغلاق لمدة ثلاثة أسابيع لضمان التسامي داخل الشقوق والفجوات (سامية عمارة **1996**).

٢. التنظيف :

من الأهداف الأساسية لمعالجة أي أثر الوصول به إلى حالة من الثبات الكيميائي وتعد مرحلة التنظيف جزءا أساسيا من مراحل التثبيت الكيميائي وذلك لأن الإ تساخات والعوالق الموجودة على سطح الأثر تكون مصدرا للتلف، وفي بعض الحالات قد تكون مرحلة التنظيف مرحلة تمهيدية لمعالجات تالية مثل إعداد الأثر قبل تقويته أو تحضير القطع قبل تجميعها. تتطلب مرحلة التنظيف في حالات كثيرة خبرة عالية وتقييم دقيق لتحديد

المظهر النهائي المراد الوصول إليه بعد التنظيف، كما يلزم تحديد كمية العوالق والاتساخات والبقع التي يجب إزالتها دون إتلاف للأثر، وتقع صعوبة التنظيف في اختيار الطريقة والمواد المناسبة لإزالة الاتساخات والعوالق بطريقة آمنة .

ومن الأهداف الأخرى لعملية التنظيف إظهار الزخارف والألوان على السطح قدر الإمكان والتخلص من بقايا الاصابات الفطرية والحشرية التي قد تتواجد مع الأتربة والاتساخات (عبدالظاهر أبو العلا **1980**).

تم تنظيف الأتربة والاتساخات الموجودة على جسم المراكب باستخدام أسلوبي التنظيف الميكانيكي ثم الكيميائي. مع مراعاة تقوية بعض الأجزاء الضعيفة والمعرضة للانفصال قبل تنظيفها او ترميمها باستخدام الباراليويد **(Paraloid B72)** المذاب في الزيلين بتركيز **5** % وذلك لحساسيتها الشديدة ومنعا من انفصالها عن الحامل الخشبي اثناء عملية التنظيف وخصوصا في حالة المركب الثاني الأكثر ضررا) .

Watkinson and Brown 1995)

٢-١- التنظيف الميكانيكي :

استخدم التنظيف الميكانيكي لإزالة وتنظيف المواد العالقة على سطح المراكب من الاتساخات والتكلسات والأتربة والأملاح غير المتماسكة، بكسر الرابط بينها وبين المركب ثم إزالتها دون إحداث أي تلف **(Plenderleith and Werner 1971).**

ويُعتبر التنظيف الميكانيكي إحدى مراحل الصيانة التداخلية وقد تم تنظيف المراكب الثلاثة باستخدام الفرش الجافة خاصة الفرش ذات الشعيرات الناعمة وجهاز تفريغ الأسنان **Dental Evacuator** وفرش