بسم الله الرحمن الرحيم

FINE ARTS Magazine الفنون الجميلة

مجلة علمية محكمة
للفنون والعمارة
تصدر نصف سنوية

جامعة الإسكندرية
كلية الفنون الجميلة
وكيل الكلية للدراسات العليا

فنون معمارية

المعطيات التقنية للحام بالقوس المحجب بغاز خامل والأستفادة منها في ترميم الأعمال البيرونزية الميدانية

أ.م.د محمد أحمد هلال

الأستاذ المساعد بقسم النحت – كلية الفنون الجميلة – جامعة الإسكندرية

تعد خامة البرونز ذات أنتشار واسع في تنفيذ الأعمال النحتية في الهواء الطلق سواء بالحدائق أو الميادين ، وذلك تخليداً لأحداث أو لشخصيات تاريخية، حيث تصبح تلك الأعمال النحتية بالتقادم شواهد تاريخية وأثرية ، وبأعتبار أن التراث الحضاري هو الوثيقة التاريخية والفنية للعصر فقد تتأثر أحياناً بعوامل إيجابية تزيد من قيمة تلك الوثيقة أو بعوامل سلبية تؤدي إلي تحلل وهدم القيمة الفنية والتاريخية لتلك الأعمال والتي تعد قرائن تدعم التاريخ الإنساني ، ويتناول البحث دراسة تطبيقية تتناول الجوانب التقنية لأحد الأعمال الميدانية البرونزية الهامة بمدينة الإسكندرية وهو تمثال الخديوي إسماعيل. حيث أنتزع من قاعدته الأصلية أواخر الخمسينات ليودع في الفناء الخلفي لمتحف الفنون الجميلة بالثغر، حتى أعيد التفكير في إعادة توظيفة لتجميل المدينة في ظل الصحوة الفنية التي تعيشها للاستفادة منه حيث يصعب تنفيذ مثيلة في الحجم وسباكتة في خامة البرونز في الوقت الحاضر محلياً، ولما كان من الصعب نقله إلي الموقع المقترح دون إجراء عمليات الصيانة والترميم للمحافظة عليه حتى تتم عملية النقل من موقع التخزين إلي الموقع المقترح ومن ثم فقد تم تكليف مجموعة من السادة أعضاء هيئة التدريس بكلية الفنون الجميلة جامعة الإسكندرية لعمل المعاينة اللازمة للتمثال في موقعة بالحديقة الخلفية بالمتحف ووضع الترتيبات الخاصة بتنفيذ عملية العلاج والترميم ، حيث أتضح من المعاينة المبدئية ما يلي :

تمثال الخديوي إسماعيل : (شكل1)

أتضح من المعاينة أن التمثال في حالة سيئة جداً نظراً لوجود شروخ متشعبة ومنتشرة في أجزاء التمثال وخاصة في مناطق وصلات اللحام السابقة – مناطق تجميع أجزاء السباكة – حيث تم تقسيم التمثال عند سباكتة إلي مجموعة أجزاء .. الجزء الأول منطقة الرأس حتى أسفل البطن والثاني من منطقة البطن حتى أسفل البالطو أعلي الركبة والجزء الثالث ويتضمن الذراعين الأيمن والأيسر أما الجزء الرابع فيشمل الساقين من منطقة الركبة حتى القاعدة وأخيراً السيف الذي تم لحامة في اليد اليسري وقاعدة التمثال ، وقد نتجت تلك التلفيات عن نزع التمثال من قاعدته الأساسية – مكان الجندي المجهول بالإسكندرية ، وذلك بشكل بدائي بتوثيقة بالحبال ومحاولة رفعة

باستخدام ونش سيارة إطفاء ، مما أدي إلي إحداث الشروخ في مناطق الوصلات الملحومة نظراً لمحاولة رفعة دون فصل القاعدة المعدنية للتمثال عن القاعدة الرخامية المثبت عليها بالإضافة إلي تكون طبقة كثيفة من الباتينا والتراكمات الترابية المتكلسة على سطح التمثال وخاصة منطقة الزخارف ، وقد تم تشكيل التمثال وسباكتة في إيطاليا على يد المثال الإيطالي " أرنستو فيروتشي *Ernesto Verruci* حيث أهدي التمثال والمجموعة المعمارية الرخامية المحيطة به في شكل نصف دائري من الجالية الإيطالية بالإسكندرية في ذكري إفتتاح قناة السويس ، حيث تمت إزاحة الستار عنه في ديسمبر عام 1938 في أحتفال كبير حضره الملك فاروق.

وقد ظل التمثال حبيساً بالحديقة الخلفية لمتحف الفنون بالثغر لمدة أربعون عاماً منذ رفعة عن قاعدته الأصلية حتى تم نقلة إلي الموقع الحالي بميدان المسرح الروماني بكوم الدكة .

وتحددت خطة العلاج والترميم طبقاً للخطوات التالية :

1- إجراء عمليات الكشف اللاأتلافي .
2- التحليل الكيمائي لمكونات سبيكة في التمثال .
3- إجراء عمليات اللحام والترميم للشروخ .
4- ترميم الباتين وإجراء عملية العزل .

(شكل 1) تمثال الخديوي اسماعيل فى موقعه الاصلى

أولاً عمليات الكشف والاختبارات الغير إتلافية لتمثال الخديوي إسماعيل :

1- تم إجراء اختبارات الصبغة *Dye Pentrant* على الشروخ الظاهرة لتحديد بدايات ونهايات الشروخ .
2- تم إجراء اختبارات الصبغة *Dye Pentrant* على بقية الجسم لتحديد موضع الشروخ السطحية والتي لا تري بالعين المجردة ، وذلك برش *Sbray* كاشف الصبوغ (لونين لون أحمر ولون أبيض) ترش الصبغة الحمراء بعد التنظيف ثم تمسح ، ثم يرش اللون الأبيض ليكون الخط الأحمر هو مكان الشروخ .

3- باستخدام جهاز قياس السمك بالموجات فوق الصوتية *Ultra Sonic Waves* طراز DM-E لتحديد أماكن وأحزمة السمك أو التخانات الزائدة في جسم التمثال والتي تعتبر أماكن تقوية وتدعيم يمكن الاستفادة منها عند نقل التمثال إلي موقعة الجديد .

4- تم استخدام جهاز أشعة جاما *Gamma Volt* وهي أشعة كهرومغناطيسية ذات موجات قصيرة جداً وتنبعث بسرعة عالية تعادل سرعة الضوء (300.000 كم / ثانية) واستخدام عنصر الإيريديم المشع في تصوير جسم التمثال لتحديد الشروخ الداخلية ومعرفة إذا كان هناك دعامات داخلية ممتدة من القدم حتى الرأس وكذلك تحديد عيوب السبيكة المصنوع منها التمثال *Porosity*(شكل 2)

5- استخدام جهاز الكشف بالموجات فوق الصوتية *Ultra Sonic Waves* لفحص منطقة القدم والساقين والقاعدة لتعذر تصويرهم لتحجديد العيوب الداخلية ، وذلك باستخدام جهاز *Korwt* (*Kramer* USK-7) .

ثانياً : التحليل الكيمائي للمكونات :

تم إجراء التحليل الكيمائي لعينة معدنية من التمثال للوقوف على مكونات السبيكة حتى يمكن تحديد السبيكة الملائمة في المواصفات للحام الشقوق في تمثال الخديوي إسماعيل ولحام الشقوق واستكمال الأجزاء الناقصة في قاعدة التمثال ، بالإضافة إلي المواد الكيميائية الخاصة بتلوين –الباتين- لسطح المعدن بعد إتمام المعالجة وكانت نتيجة التحليل الكيمائي كالاتي :

(1) السبيكة البرونزية لتمثال الخديوي إسماعيل : أتضح من التحليل أن مكونات السبيكة كالاتي :

نحاس أحمر	**Cu**	**75.54**
قصدير	**Sn**	**6.36**
ذنك	**Zn**	**15**
رصاص	**Pb**	**2.8**
نيكل	**Ni**	**0.1**
ألومنيوم	**Al**	**0.2**

بعد إجراء الفحص اللاإتلافي والتحليل الكيمائي لتمثال الخديوي إسماعيل أمكن تحديد العيوب التكنولوجية التالية :

1- السبيكة الأصلية لتمثال الخديوي إسماعيل تحتوي على غازات محتبسة – أفلام الأشعة – تعيق عملية اللحام بالإضافة إلي عدم تجانس السبيكة ووجود خبث – شوائب – في تكوين السبيكة المعدنية .

2- عدم انتظام سمك البرونز واختلافة في اجزاء التمثال وخاصة منطقة الشروخ مما يشكل صعوبة عند إجراء عملية الترميم ، وذلك لأختلاف المحتوي الحراري أثناء اللحام بالإضافة إلي اختلاف معدلات التبريد للتخانات المختلفة مما يؤدي بأنكماشه إلي حدوث الشروخ وانتشارها مرة أخري.

3- سمك البرونز في منطقة الساقين أكبر منه في باقي أجزاء التمثال مما يؤدي إلي عدم استقبال أجزاء التمثال للحام بصورة متجانسة بالإضافة لتهريب كمية من الحرارة إلي الجزء العلوي للتمثال بصورة أسرع من مناطق الجزء السفلي .

4- منطقة الساقين مصمتة ومملؤة بمعدن الرصاص مما ساعد على ضعف منطقة اتصال الجزء المصمت بالجزء المفرغ عند منطقة الركبة ، مما أدي لحدوث شرخ دائري لمنطقة تجمع أجزاء التمثال ، حيث كان الهدف منها عمل دعامة تحميل للتمثال وتعمل على اتزانة واستقرارة على قاعدته الرخامية .

(شكل3) القاعدة البرونزية لتمثال الخديوي إسماعيل و تظهر اسفلها شروخ نتيجة الرفع بدون فصل شرائح التثبيت بالقاعدة الرخاميه

5- القاعدة البرونزية للتمثال غير منتظمة السمك وذات تخانة رقيقة في بعض المناطق ، وليس لها دور فعال في حمل التمثال حيث أن وزنة كان محمولاً على القاعدة الرخامية من خلال اتصال التمثال بزاويتان من الحديد في أصل السباكة المتصل بالجزء المصمت المملوء بالرصاص وتخرج كل منها من القدم وملحوم عليها قطاع مربع 40 × 40 سم تتصلان بالقاعدة الرخامية لتثبيت التمثال والمحافظة على أتزانة (شكل 3)

6- تأثر باتين التمثال نتيجة تعرض التمثال لرزاز البحر في موقعة بميدان المنشية لمدة طويلة ، حيث التيارات الهوائية محملة بالرطوبة والذرات الدقيقة للأملاح – كلوريد الصوديوم- التي تترسب على السطح وتتجمع على شكل ذرات صغيرة مما يؤدي إلي تكون الكلووريدات في طبقات كثيفة على السطح مسببة لطمر بعض التفاصيل أو تؤدي إلي نشاط – كلوريد النحاسوز – مرض البرونز .

7- تأثر التمثال بالغازات والملوثات الهوائية المحيطة بالموقع الأصلي للتمثال ، مثل ثاني أكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون الناتجة عن عوادم السيارات ذات الكثافة المرورية بالمنطقة ، حيث يتحول ثاني أكسيد الكبريت إلي حمض كبريتيك وأيضاً كبريتات وكبريتيد الهيدروجين الذي يتفاعل مع المعدن مكوناً كبريتيد الفلز الذي يؤدي إلي تحول لون البرونز إلي اللون الأسود، بالإضافة إلي تراكم الأتربة وفضلات الطيور بعد نقل التمثال إلي الفناء الخلفي لمتحف الفنون الجميلة .

ترميم ومعالجة الشروخ :

من الخصائص التي تميز خامة البرونز عن غيرها من الخامات إمكانية التجميع والتركيب باللحام ، هذه الخاصية المستخدمة في تجميع الأجزاء بعد السباكة للأعمال النحتية باستخدام تقنية لحام الأنصهار *Fusion Welding* ، حيث يكون الخليط الغازي للأكسجين

والأستيلين الخارجان من بوري اللحام قادرين على إعطاء لهب حرارته تكفي لأنصهار المعدن ، إذ يكون اللهب مباشراً على المعدن لتكوين بركة الأنصهار – بركة اللحام – ليسخن المعدن لدرجة الأحمرار ثم ينصهر فتظهر بركة اللحام ، وتتم عملية اللحام بتحريك هذه البركة خلال المعدن أمام البوري بإضافة معدن الملء على شكل خط لحام من نفس نوع المعدن ولإجراء عملية معالجة التمثال فقد تمت المفاضلة بين اسلوبين لإجراء عمليات اللحام هما :

(1) لحام الأكسي أستيلين . (2) لحام القوس المحجب بغاز الأرجون .

1) لحام الأكسي أستيلين :

تم إجراء تجارب باستخدام بوري لحام الأكسي أستيلين لمعالجة ولحام الشروخ المحيطة بالساقين لتمثال الخديوي إسماعيل ، ولكن ظهرت مشكلة لحام الأكسي أستيلين نظراً لأحتياجه إلي عملية تسخين سطح المعدن قبل إجراء اللحام ، بالإضافة إلي التسريب الحراري وأختلاف في سمك البرونز وعدم أنتظامه مما يؤدي لأمتداد الشروخ الظاهرة وظهور شروخ جديدة (شكل4) بالإضافة إلي أن طبقة الباتينا المتكونة على السطح والتي تعتبر موضع موازنة داعية للقائم بالترميم وموضع اعتبار لما تمثلة من دليل القدم والأصالة التي يراعي الحفاظ عليها وعدم إتلافها ، حيث أن تجربة استخدام الأكسي أستيلين يمكن أن تؤدي إلي أحتراق مساحات من الباتين على جانبي الشروخ لتركيز التسخين المبدئي على الشفة الفوقية لشطف اللحام بالإضافة إلي أن الأكسي أستيلين لا يحدث اختراق كافي لمعدن الملء مما أقتضي التوصية بعدم استعماله في المعالجة فضلا عن خطورة عملية الأحماء.

2) لحام القوس المحجب بغاز الأرجون *Argon Welding* :

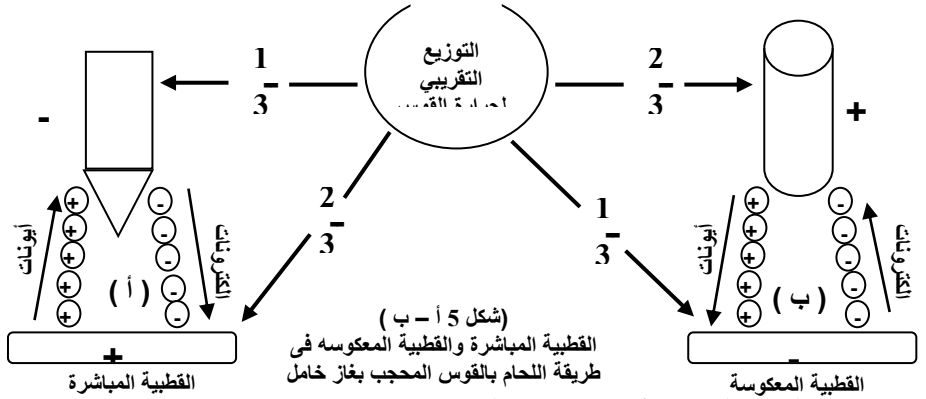
نظراً للسلبيات التي نتجت عن استخدام لحام الأكسي أستلين وخاصة عملية التسخين ، واختلاف المحتوي الحراري وتأثير الحرارة على طبقة الباتين للتمثال فقد أقترح استخدام تقنية اللحام بالقوس المحجب بغاز الأرجون فقط كما ان عمل تيار مباشر من غاز الأرجون على خط اللحام يحمية من الأكسدة بالإضافة إلي أن هذا النوع من اللحام لا يحتاج إلي تسخين مبدئي مما يقلل من نسبة الإجهادات الحرارية ويؤدي إلي أختراق أكبر قدر من معدن الملء للشرخ بكثافة حتى سمك 6مم لسبائك البرونز وخاصة البرونز الفسفوري .

تقوم فكرة لحام القوس المحجب بغاز الأرجون *Argon* على مرور تيار كهربي على شكل قوس بين الكترود من التنجستن لا يستنفذ وبين حافتي اللحام ، وبمرور تيار من غاز الأرجون محيطاً بالكترود التنجستن مكوناً ما يشبه الخيمة حول بركة الأنصهار لمنع الأكسدة ،

وللأرجون فائدة أخري إلي جانب وقاية بركة الأنصهار وهو وقاية الكترود والتنجستن وتبريدة ، وهناك طريقتان للحام بالتيار المستمر هما :

(أ) القطبية المباشرة (حيث تكون الشغلة موجبة + والأكترود سالب-) *Direct Polarity* :

وينتج عن ذلك أن حوالي ثلثي الحرارة تتولد عند الشغلة أي القطبية الموجبة ، ذلك لأن الإلكترونات المتدفقة بسرعة عالية من القطب السالب إلي الموجب تصطدم به متسببة في رفع درجة حرارته بينما تتدفق الأيونات الموجبة من القطب الموجب إلي السالب بسرعة منخفضة تاركة إياه بارداً نسبياً وبأستخدام القطبية المباشرة يمكن تحقيق خط لحام ضيق وتغلغل عميق وسرعة إنجاز خاصة في لحام الأسماك الكبيرة . (شكل 5 أ)



(شكل 5 أ – ب)
القطبية المباشرة والقطبية المعكوسه فى
طريقة اللحام بالقوس المحجب بغاز خامل

(ب) القطبية المعكوسة (حيث تكون الشغلة سالبة – والألكترود موجبة -)*Reverse Polarity*:

في هذه الحالة يسخن الألكترود أكثر مما تسخن الشغلة وذلك نتيجة لأصطدام الإلكترونات به ، وقد ترتفع درجة حرارته إلي درجة الأنصهار الأمر الذي يؤدي إلي تلوث معدن الشغلة بالتنجستن (شكل 5 - ب)

وقد تمت معالجة وترميم الشروخ واستكمال الأجزاء الناقصة في التمثال باستخدام تقنية اللحام بالقوس المحجب بغاز الأرجون بقطبية مباشرة وتيار مستمر DC في اللحام وقد تمت عمليات المعالجة ولحام الشروخ بالخطوات التالية :

1 – استخدمت سبيكة برونز القصدير حسب المواصفات وتتكون من

pb	zn	sn	cu
رصاص	زنك	قصدير	نحاس

2- إعداد سطح المعدن لأعمال اللحام سواء وصلات الشروخ أو الوصلات التقابلية كالاتي:

- يتم شطف الوصلات بزاوية 70 : 90 ° (شكل 9 - أ)
- ثقب بداية ونهاية الشروخ بقطر 4مم لمنع استمرار الشروخ أو ظهور شروخ جديدة نتيجة الإجهاد الحراري لسطح المعدن .
- تنظيف الشروخ ووصلات اللحام حتى درجة اللمعان .
- تجهيز قماش الأسبستوس لتغطية الوصلة أثناء وبعد إجراء اللحام .

الإجراءات والتجهيزات قبل المعالجة واللحام .

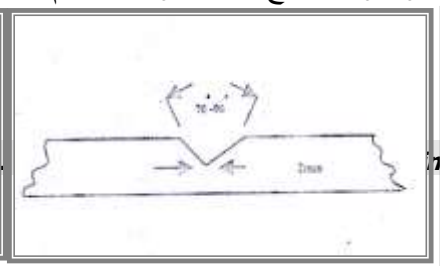
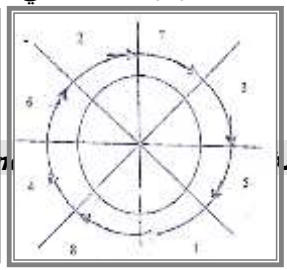
1- يراعي أن تتم عملية اللحام بعيداً عن أي تيارات هوائية .
2- لف قماش الأسبستوس علي الجزء المراد لحامة للحفاظ على درجة الحرارة وتقليل معدل التبريد لمنع تكون الشروخ مرة أخري
3- ضبط معدلات ماكينة اللحام بالأرجون *TIG welding* كما يلي :

- تيار اللحام تيار مستمر DC .
- أمبير (وحدة قياس شدة التيار وهي تعبر عن كمية الكهرباء المارة في الثانية وكلما زادت شدة التيار أرتفعت درجة حرارة الموصل) اللحام 150 – 250 أمبير .
- الغاز الواقي لبركة اللحام أرجون درجة نقاوة 99.99 %
- خامات اللحام المستخدمة حسب المواصفات . **AWS A51 ER Cu SN A**
- والاختبارات الميكانيكية لهذه الأسياج

T	X	EY
(N/mm)	(N/mm)	25%

خطوات اللحام :

1- تتم عملية اللحام بقطبية مباشرة – تيار مستمر DC وقوس قصير .
2- إجراء لحام الشروخ والوصلات القابلة للذراع والساقين (شكل 6) من إجراء عملية الشطف بالتتابع المبين (شكل 7 أ، ب)
3- تتم أعمال اللحام من المنتصف إلي الخارج مع عدم تكثيف اللحام في منطقة واحدة .
4- بعد الأنتهاء من لحام الوصلات يتم لحام الثقوب .
5- تغطية جميع أعمال لحام الوصلات بقماش الأسبستوس حتى تكون معدلات التبريد أقل قدر ممكن وحتى تصل الوصلة إلي درجة الحرارة العادية في أطول وقت متاح لضمان وصلة لحام سليمة .

مجل

(شكل 7- أ) رسم توضيحى لتتابع أعمال اللحام والشطف بمحيط الساقين والذراعين

(شكل 7 – ب) رسم توضيحى لشطف حواف الوصلات التقابليه للشروخ

(ب) شروخ الظهر

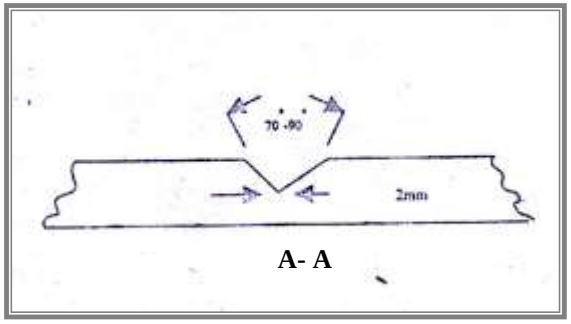
(شكل 6) الشروخ المحيطيه لمنطقة الزراع و الساقين

ثانياً : معالجة ولحام شروخ منطقة الصدر والظهر والرقبة :

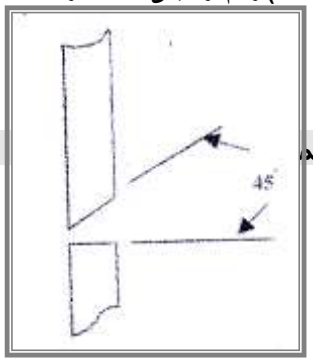
تتميز شروخ هذه المنطقة (شكل 8) بتشعبها لذا فهي تتطلب حرصاً شديداً والعمل على تقليل المحتوي الحراري بقدر الإمكان ، وذلك وفقاً للخطوات التالية في عملية اللحام :

1- ثقب بداية ونهاية كل شرخ بقطر 4مم .

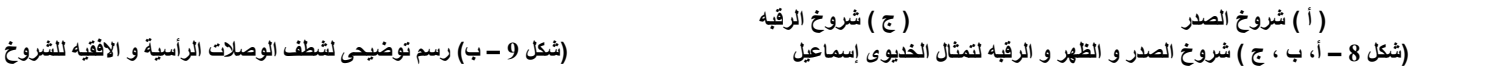
2- شطف الشروخ الأمامية بالصدر والظهر والرقبة (شكل 9 أ، ب) وكذلك الشروخ الأفقية كما في قطاع A– A وشطف الشروخ الرأسية بالصدر والظهر كما في قطاع B– B .



(شكل 9 – أ) رسم توضيحى لشطف الوصله الاماميه للشروخ



B - B



(أ) شروخ الصدر (ج) شروخ الرقبه

(شكل 8 – أ، ب ، ج) شروخ الصدر و الظهر و الرقبه لتمثال الخديوى إسماعيل

(شكل 9 – ب) رسم توضيحى لشطف الوصلات الرأسية و الافقيه للشروخ

مراحل عملية اللحام :

(1) منطقة الصدر :

أ) لحام الوصلات والشروخ الأمامية لمنطقة الصدر من المنتصف إلي الخارج بكردونات متراصة متراكبة قصيرة .

ب) لحام الوصلات الرأسية لمنطقة الذراع والصدر من أسفل إلي أعلي بكردونات لحام متراصة قصيرة .

ج) بعد الانتهاء من عملية اللحام يتم ملء ولحام الثقوب في أطراف اللحام .

(2) منطقة الظهر والرقبة :

أ) يتم عمل ثقوب في مناطق الشروخ المتشعبة على مسافات قصيرة متقاربة ، ولحام كل شرخ على حدة بكردونات لحام قصيرة

ب) بعد اللحام يتم ملء الثقوب المتروكة بالتتابع من المنتصف إلي الخارج .

ج) يتم لحام الشروخ – الوصلات التقابلية للذراع بنفس الطريقة المستخدمة للأرجل بالتتابع (شكل 9 – أ، ب) .

أولاً : التنظيف الميكانيكي والغسيل :

1- تم إجراء تنظيف وإعادة تهذيب لخطوط اللحام بعد نقل التمثال وتثبيت قاعدته الجديدة لضمان قوة الوصلة ، وذلك باستخدام أسطوانات الصقل بالموتور الكهربي ، ثم إجراء عملية المطاردة أو المشط بالأزميل المعدنية *Chasing* لبعض المناطق لضمان أكبر قدر من التشطيب لملامس مناطق اللحام ودمجها تشكيلياً .

2- تم إجراء عملية التنظيف الميكانيكي لإزالة الأتربة والتراكمات الترابية المتكلة مع طبقة الباتين خاصة في منطقة الزخارف في تمثال الخديوي إسماعيل (شكل 10) وذلك باستخدام الدفر الصلب المدببة لإزالة تلك التراكمات التي طمست معظم تفاصيل الزخارف لكثافة طبقتها ، واستخدام الفرش السلك الدوارة في عمليات التنظيف وإزالة طبقات الباتين الكثيفة وصولاً لتجانس السطح .

إجراء عمليات غسيل كامل لتمثال الخديوي إسماعيل بالماء المقطر المضاف إليه حمض الكبريتيك بنسبة 10% لتنظيف الأتربة والشوائب وبقايا الألوان المستخدمة في كاشف الصبغة قبل إجراء عملية الباتين للأجزاء المعالجة ، وتبع ذلك عملية غسيل لكامل تمثال الخديوي إسماعيل بالماء المقطر المضاف إليه الأمونيا حتى يتم معادلة آثار الحامض على السطح وبعض المناطق التي تم عليها الباتين والمناطق المحيطة بها والتي تأثرت بالأحماض المستخدمة في تلوين المعدن .

(شكل 10 - أ) أعمال التنظيف الميكانيكى للزخارف بأستخدام الدفر المعدنيه

(شكل 10 – ب) تفصيليه لزخارف الصدر

ثانيا : عملية التلوين الكيمائي للمعدن باتين في الأجزاء المعالجة *Pagination of Metal* :

ويقصد بعملية الباتين التلوين الفني وتغيير لون سطح المعدن ، ومعناها الحرفي الغلاف الذي يدل على التقادم نتيجة تآكل كيمائي للمعدن ، وتعني عند الفنانين إحداث عملية تلوين لسطح المعدن بالطرق والوسائل الكيمائية خاصة في البرونز ، وكثيراً من المعادن يتم تغطيتها بطبقة الباتين طبيعياً نتيجة لتعرضها للعوامل الجوية ، ويراعي قبل إجراء عملية التلوين للمعدن كيميائياً الوقوف على مكونات السبيكة لتحديد أفضل المواد الكيمائية الملائمة للاستخدام ولهذا فإن عملية التلوين للمعدن وخاصة للحصول على اللون الأخضر تتوقف على عدة عوامل أهمها :

1- المواد الكيمائية المستخدمة .
2- تركيب السبيكة .
3- درجة الحرارة .

4- طريقة الاستخدام .
5- الخبرة في إعداد الباتين .

وفي حالة التلوين الكيمائي تمثال الخديوي إسماعيل فإن عملية الباتين كانت مقصورة على الأجزاء التي تم ترميمها ومعالجتها فقط أما باتين كامل التمثال فكان في حالة مقبولة ، وقد أجريت تجارب للتلوين على أجزاء من المعدن للوصول إلي اللون الأخضر القديم وهو اللون الأصلي لتمثال الخديوي إسماعيل حتى تتجانس الأجزاء المعالجة باللحام ، وقد تمت عملية التلوين وفقاً للخطوات التالية :

أ – تم عزل المناطق التي سيجري عليها عملية التلوين الكيمائي عن المناطق المحيطة بها حتى لاتتسبب مواد التلوين الكيمائي في تلفها نتيجة تسيل مواد التلوين على جسم العمل مما يعرض الباتين الأصلي للتلف . (شكل 11 أ، ب)

ب- تم إعداد مواد التلوين الكيمائي للون الأخضر القديم *Ancient Green* ليتناسب مع لون الباتين الخاص بتمثال الخديوي إسماعيل بالنسب التالية :

المكونات الكيمائية	النسب
كلوريد الأمونيوم *Ammonium Cloride*	1 جزء
كريم الطرطرات *Cream of Tartart*	3 جزء
كلوريد صوديوم *Sodium Cloride*	3 جزء

- تذب المكونات في 13 جزء من الماء المغلي ويضاف إليها 8 أجزاء من محلول نترات النحاس *Cupper Nitrat* .
- تم دهان المحلول السابق على مناطق اللحام على البارد بدون تسخين لتنشيط التفاعل مع المعدن ، وذلك اعتماداً على سخونة جسم المعدن لتعرضة لأشعة الشمس على مدار اليوم .
- تم إجراء عملية التلوين الكيمائي – الباتين – لجميع مناطق اللحام في التمثال يومياً بعد شطف تلك الأجزاء بماء بارد ، ثم ماء ساخن ثم تترك لتجف ، وتعاد عملية الدهان بفرشاة مناسبة بالمحلول الكيمائي للتلوين حتى تكون

(شكل 11 ب) عزل محيط منطقة اللحام بالصدر

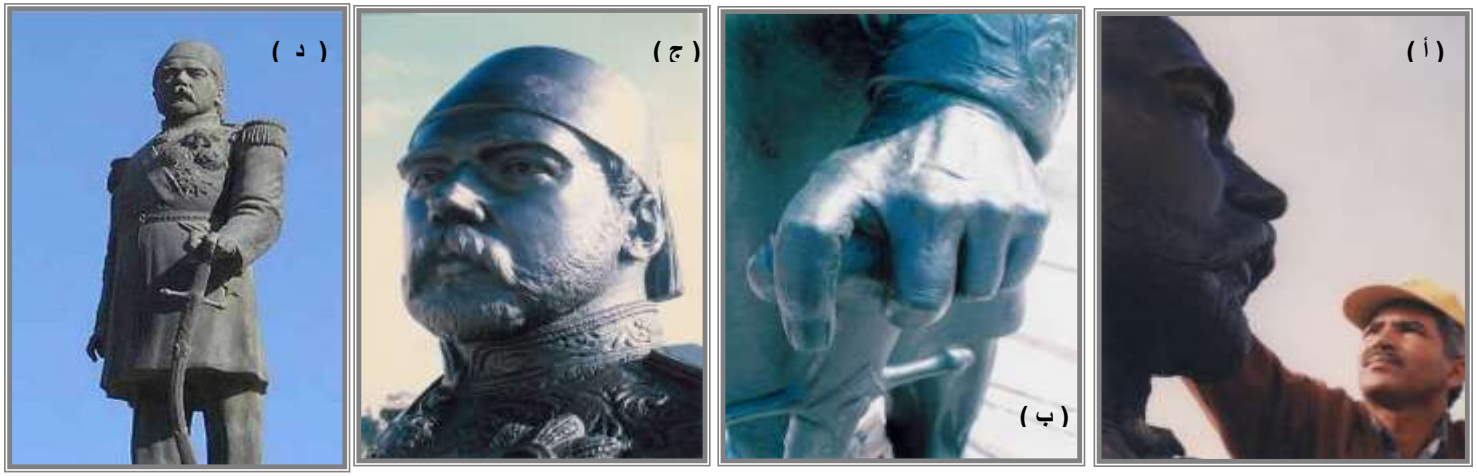
(شكل 11 أ) تلوين منطقة اللحام بصدر وظهر التمثال

اللـون الملطلـوب والمتجـانس مـع لـون البـاتين
الأصلي بعد أسبوع من المعالجة اليومية.

عملية الإنـهاء والعزل :

بعد أنتهاء عملية التلوين الكيمائي – الباتين – تم غسيل التمثال بالكامل لإزالة آثـار المـواد الكيمائيـة من السطح بالغسيل المتعاقب فـي أوقات الغروب ، حيث لا ينصح بترك العمل ليجف بفعل الحرارة الطبيعية لأن ذلك يؤدي إلي تبقع أو نقاط متناثرة تنتج عن تبخر الرطوبـة وخاصة في حالة السطوح الملساء الملونة ولذا روعي ان تتم عملية الغسيل للتمثال وتركة ليجف بعد أنكسار أشعة الشمس.

بعد التأكد من تمـام جفـاف السطح تغطيتـة بإحكـام فـي تمثـال الخـديوي إسماعيل باستخدام شمع السيليكون *Silicon Wax* لصـلاحيتة للأعمال التي تتعرض للشمس ، حيث يتم تغطية السطح بطبقة رقيقة مناسبة من الشمع ثم يصقل باستخدام فرشاة ناعمة وهو تشطيب يعطـي نتائج جيدة (شكل12) حتي يتم عزل كامل التمثال .



(شكل 12 – أ ، ب ، ج ، د) التمثال بعد إجراء عملية العزل

النتائج والتوصيات :

1- أهمية إدراك الفنان أو القائم على ترميم وصيانة الأعمال البرونزية لمجمل العمليات التقنية ، سواء في اللحام أو أعمال التلوين الكيمائي للمعادن .
2- أتباع الأصول العلمية التي لا تسمح بالاجتهادات العفوية ولكن وفقاً لمعايير محددة في عمليات التحليل والمعالجة .
3- ضرورة الحد من أسباب وعوامل التلف للأعمال البرونزية مع الأهتمام بإجراء عمليات الصيانة والترميم بمعايير علمية في ظل سياسة عامة للحفاظ على تلك الأعمال .
4- أهمية استخدام تقنية اللحام بالقوس المحجب بغاز الآرجون في ترميم الشروخ التي تصيب الأعمال البرونزية المغطاة بطبقة من الباتين .
5- أهمية تحقيق التوازن اللوني بين الأجزاء المرممة والباتين الأصلي للعمل عند إجراء عملية التلوين الكيمائي لترميم الباتين وفقاً لمعايير ونوع كل سبيكة معدنية .
6- أهمية البحث في التقنيات المستحدثة في وسائط اللحام بالطرق المختلفة التي تمكن الفنان من إجراء كافة الترميمات بدقة عالية .

المراجع

أولاً : المراجع العربية :

[1]) ف. بتراك " **تشكيل المعادن بدون قطع**"ترجمة: حسن محمود إسماعيل ، مطابع الأهرام ، القاهرة ، 1970 .

2) م. فاروق محمد حسين " **تكنولوجيا اللحام** " (بدون دار نشر) .

3) محمد فهمي عبد الوهاب " **دراسات نظرية وعملية في حقل الفنون الأثرية** " ، مراجعة : د. زكي إسكندر ، مطابع دار الشعب، القاهرة ، 1974.

ثانياً : المراجع الأجنبية :

[1]) *John W. Mills " **Encyclopedia of Sculpture Techniques**, B. T. Bats ford Ltd, London , 1990 .*

2) *R. Chard Huges & Michael Rom, "* ***The Colouring Bronzing and Pathination of Metals, Thomas and Hadson****, London, 1995 .*