جامعة القاهرة
كلية الآثار
قسم ترميم الآثار

دراسة علميه لاستنباط طرق لترميم وصيانة الآثار البرونزية تطبيقاً علي أحد الآثار المختارة

رسالة مقدمه لنيل درجة الدكتوراه في ترميم وصيانة الآثار

إعداد الباحثة

جيهان عادل محمود علي

اخصائي ترميم الآثار

إشراف

أ.د | فاطمة محمد حلمي

أستاذ دراسة مواد الآثار وصيانتها ورئيس قسم الترميم السابق

كلية الآثار - جامعة القاهرة.

أ.د | ايمان صلاح الدين المطاوي

أستاذ هندسه الفلزات

قسم المناجم والبترول والفلزات

كلية الهندسه - جامعة القاهره.

د | ناديه ابراهيم لقمه

مدير عام ترميم وصيانه آثار ومتاحف

القاهره الكبري

المجلس الاعلي للآثار

٢٠٠٨م

Cairo University
Faculty of Archaeology
Conservation Department

Scientific Study To Deduction Methods For Restoration And Conservation Of Bronze Objects Applied On One Selected Object.

Thesis submitted for the Fulfillment of Ph.D Degree
In Conservation of Antiquities.

By
Gehan Adel Mahmoud Ali
Specialist of Restoration and Conservation

Supervised By

Prof. Dr. Fatma Mohamed Helmi
Prof. of Study of Archaeological Materials and their Conservation,
Prev- Head of Conservation Department, Faculty of Archaeology,
Cairo University.

Prof. Dr.Eman El- Mahalawy
Prof. of Metals Engineering
Mining , Petroleum and Metallurgy Department
Faculty of Engineering
Cairo University.

Dr.Nadia Ibrahem Lokma
General Director of Restoration and Conservation of Museums and Monuments- Greater Cairo
Supreme Council of Antiquities.

2008

ملخص الرسالة

لقد تم تقسيم الرسالة إلى خمسة فصول كالتالي:

الفصل الأول

اشتمل الفصل الاول علي تاريخ استخدام سبيكه البرونز وصناعته في مصر عبر العصور ، كذلك امثلـــه للاثار البرونزيه وانواعها و استخداماتها في مصر عبر العصور التاريخية المختلفة ومنها الحلي والتمائم والتماثيل والشمعدانات والمسارج والاواني وغيرها الي جانب دراسه سبائك النحاس وخاماتها ، حيث تمت دراسه النحاس والمناجم التي توجد فيها خاماته المتمثله في مركبات الكبريتيدات والاكاسيد والكربونات ، كما تمت دراسه فلزات القصدير والرصاص وخاماتهما وطرق استخلاصهما ، كما تمت دراسة ســبيكه النحاس والقصدير (البرونز) ، وسبيكه النحاس والزنك (البراس) ، وتأثير نســب مكونــاتهم علــي الخواص التي نحصل عليها لهذه السبائك من حيث الخواص الطبيعية والميكانيكية.

الفصل الثاني

تضمن الفصل دراسه تقنيات التشكيل والصناعه للاثار البرونزيه في مصر القديمه واشتملت علــي التشكيل علي البارد وتضمن الطرق والختم او السك والتشكيل البارز والغــائر Embossing ، وكــذلك التشكيل علي الساخن ويشمل الصهر والصب سواء بالقالب المفتوح او الصب في القالب المغلق و الصب المصمت والصب المفرغ ، الي جانب ذلك تمت دراسة تشكيل الاثار البرونزيه القبطيه والاساليب المتبعه في تشكيل وصياغه الاثار البرونزيه الاسلاميه، بالاضافه الي دراسه كيفيه وصل وتجميع الاثار البرونزيه بواسطة اللحام والبرشام Riveting .

الفصل الثالث

اشتمل الفصل الثالث علي دراسة عوامل ومظاهر تلف الآثار البرونزية ، حيث بدأ بدراسة صدأ الاثــار البرونزيه ، وتدوره الاثر المعدني في المطبيعه . وميكانيكيه صدأ المعادن الاثريه ، ونظريات صدا المعادن وانواع البائينا طبقا لتاثيرها علي الاثار المعدنيه ، الي جانب علاقه البائينا المتكونه علي الاثر المعدني والوسط المحيط به قبل اكتشافه ، كما تناول تصنيف عمليه الصدأ الي الصدأ الفيزيائي والصدأ الكيميــائي او صدأ كيميائي نقي او صدأ كهروكيميائي والصدأ البيوكيميائي ، تم دراسه العوامل المؤديه الي صدأ وتلف الاثارالبرونزيه ، وتتضمن العوامل الداخليه التي تتعلق بطبيعه السبيكه وتشمل الطاقة المبدئية العالية للاثر المعدني وعيوب التركيب البللوري وكذلك الشكل الطورى لفلزات المعــادن وســبائكها والتركيــب الكيميائي والقابلية الإلكترونية بين الفلزات واللافلزات إلى جانب الخواص الكهربية لفلــزات المعــدن ، والعوامل الخارجية والتي تشمل تفاعل الأثر المعدني مع الوسط المحيط سواء الغازي أو السائل أو الوسط

الصلب ، كما أشتمل الفصل على دراسة مظاهر التلف المختلفة للآثار البرونزية وأهمها التشوه الشكلي و فقدان طبقة التذهيب التي تعلو الآثار البرونزيه المذهبة و الشروخ العميقة خاصة في حالة التماثيل والتي تحتوى على لب داخلي ويكون المكون الأساسي لها غالبا معادن الطفلة ، و فقدان بعض أجزائها حيث تتآكل هذه الأجزاء وتتحول تحولا كاملا إلي مركبات صدأ مما يؤدى إلى فقدان هذه الأجزاء ، الي جانب وجود مركبات الصدأ المختلفه علي اسطح الاثار البرونزيه .

الفصل الرابع

تناول هذا الفصل دراسة طرق ومواد علاج وصيانة الآثار البرونزيه وتشمل عمليات التسجيل والتوثيق الاثري بالتصوير الفوتوغرافي وبالرسم الي جانب تسجيل الابعاد و التحليل الوصفي لطريقه تشكيل وصناعه الاثر ثم اجراء الفحوص والتحاليل وكذلك التصوير بالاشعه السينيه ، ويتضمن العلاج والترميم والصيانه عمليات التنظيف الميكانيكي والكيميائي باستخدام المحاليل الكيميائية الحمضية والقاعدية والتنظيف باستخدام الموجات فوق الصوتية Ultrasonic Waves وباستخدام اشعه الليزر، وكذلك دراسة طرق العلاج بالاختزال الكهربي و الكهروكيميائي و الحراري ، إلى جانب ذلك تم دراسة عملية التدعيم للأثار البرونزيه الضعيفة أو المتهالكة إلى جانب دراسة طرق عملية اللصق للآثارالبرونزيه المفككة أو المهشمة وكذلك دراسة فصل آثار برونزيه ملتصقة مع بعضها و استعدال الآثار البرونزيه و طريقة تصنيع قوالب حافظة في حالة الآثار المهشمة ، كما تم دراسة طرق حماية وعزل الآثار البرونزية ضد الصدأ مثل طريقة الخمول عند القطب السالب أو القطب الموجب أو كليهما لمنع تفاعله مع الوسط المحيط ، وكذلك طريقة المنع والموانع المختلفة للصدا سواء الموانع غير العضوية أو العضوية ، إلى جانب الطلاءات الواقية Protective Coating لحمايه الاثر من الصدأ .

الفصل الخامس

يتناول هذا الفصل الدراسة التجريبية المعملية والتطبيق العملي لاستنباط طرق لترميم وصيانة الأثر البرونزي المختار وهو الكرسي البطريركي حيث تم ما يلي :-

الوصف الاثري والتسجيل والتوثيق الفوتوغرافي وبالرسم للكرسي قبل الترميم

- تم تسجيل الوصف الاثري وعمل التسجيل والتوثيق الفوتوغرافي لحاله الكرسي قبل الترميم باستخدام الكاميرا الرقميه Digital Camera ثم تم فك اجزاء الكرسي عن بعضها البعض تمهيدا لاجراء عمليات العلاج والترميم والصيانه ثم اجريت عمليه التسجيل والتوثيق بالرسم باستخدام الماسح الضوئي والحاسب الالي.

التحليل التقني لاساليب تشكيل وصناعه الكرسي

- تم اجراء تحليل تقني لاساليب التشكيل والتصنيع المتبعه في الكرسي حيث وجد انه اشتمل علي اساليب تشكيل متنوعه تضمنت التشكيل علي البارد بالطرق والحني والثني والتفريغ والحفر الغائر بالاقلام المعدنيه لتشكيل الكتابات الموجوده علي السطح الخارجي للقبه كما استخدم اسلوب التشكيل علي الساخن بواسطه الصب (السباكه) الي جانب استخدام الوصل والتثبيت في اجزاء مختلفه من الكرسي باللحام .

الفحوص والتحاليل Examinations and Analyses

الفحص بواسطة الميكروسكوب المجسم Stereo Microscope

- تبين من خلال الفحص أن الأجزاء المختلفة منه تحتوى على طبقات من مركبات الصدأ غير متجانسة وتأخذ ألوان متعددة هى الأخضر والأسود والبنى ، كما ظهر من خلال الفحص حبيبات ملتصقة بسطح الأثر من معدن الكوارتز وعدم انتظام السطح فى أجزاء متعددة ، وكذلك وجدت شروخ مختلفة فى العمق خاصة فى ظهر الكرسى ، بجانب ذلك وجدت بقع من الأتربة الملتصقة والأسمنت الأسود والجبس بفعل التلف البشرى والتخزين السيئ للكرسى .

الفحص بواسطة التصوير بالأشعة السينية X-Ray Radiography

- اتضح من التصوير بالاشعه السينيه للكرسي وجود العديد من العيوب الناشئه عن سوء عملية الصناعه وعدم دقة عملية التشكيل للكرسي مثل عدم دقه حفر الكتابات القبطيه علي القبه والاجزاء التي تم تشكيلها بالصب مثل جلسه الكرسي وجانبيه وظهره ، الي جانب ذلك اتضح وجود شروخ منتشره في اجزاء الكرسي المختلفه وفجوات هوائيه ناتجه عن عيوب في السباكة وعدم تجانس مكونات السبيكه .

الفحص بالميكروسكوب الميتالوجرافي
Examination by Metallographic Microscope.

اتضح من الفحص الميتالوجرافي للصفائح التي استخدمت لتغطيه مسند القدمين للكرسي ان حبيباتها قد تعرضت للاستطالة نتيجة تصنيعها بأسلوب الطرق .

الفحص بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح
Examination by Scanning Electron Microscope [SEM]

- تم التوصل من خلال الفحص للصفائح التي تغطي قاعده الكرسي البطريركي بواسطه الميكروسكوب الالكتروني الماسح (SEM) ان هذه الرقائق المعدنيه تم تنفيذها باسلوب الطرق علي البارد

واتضح ذلك من خلال استطاله الحبيبات المعدنيه المكونه للالواح مما يبين انها تعرضت للطرق لكي تاخذ الشكل المسطح .

التحليل بواسطة تفلور الأشعة السينية Analysis by X-Ray Fluorescence

- تم إجراء أربعة عشر تحليلا بجهاز تفلور الاشعه السينيه المنقول كاختبار غير متلف على الأجزاء المختلفة للكرسي لتحديد مكوناتها المعدنية ونسب هذه المكونات واتضح أن القبة الخاصه بالكرسي مصنوعة أساساً من البرونز منخفض القصدير Low tin Bronze مع وجود الزنك ، الي جانب نسب ضئيله من عناصر اخري ، اما المقعد الخاص بالكرسي فتبين انه مصنوع من النحاس الأصفر Brass (نحاس+زنك) مع وجود نسبه عالية نسبياً من القصدير وقد أجريت على الأعمدة التى تحمل القبة تحاليل اتضح منها ان المساكات المستخدمه لتعليق وتثبيت ظهر الكرسي تركيبها من النحاس الأصفر (سبيكه البراس) المكونه من النحاس بنسبه٦٩,٩٠٦ % ونسبه من الزنك ٢٧,٧٨٢ % بالنسبة للعمود الخلفى الأول ، بالاضافه الي وجود نسب ضئيله من عناصر اخري ، أما بالنسبه للمساكه بالعمود الخلفى الثانى نجده أيضاً من النحاس الأصفر من حيث التركيب ولكن مع وجود نسب أعلى لعنصرى القصدير والرصاص ، اما الاعمده الاربعه فان مكونات تركيبهم ليست متشابهة تماماً وذلك لوجود قليلاً من الاختلافات ، وهى بصفة أساسية مصنوعة من النحاس الأصفر (نحاس + زنك) ، وقد أجريت ثلاثه قياسات على الصلبان الاربعة واتضح انها مصنوعة من النحاس الأصفر فيما عدا الصليب الذى به نسبة منخفضة من القصدير الصليبين الأخريين الذين اختبرا بهما نسبة من القصدير تراوحت ما بين ٢,٤٥٣ % و ٣,٨٥ % ، كما أجرى قياس واحد على ظهر المقعد ، و أيضاً يبرهن على أنه من النحاس الأصفر مع وجود نسبة عالية من القصدير ، اما مسند القدمين للكرسيي فقد أجرى تحليل واحد عليه، والتحليل يبين أن هذا الجزء مصنوع من النحاس الأحمر النقى تقريبا مع وجود أثار من الزنك والرصاص والقصدير والزرنيخ (كشوائب) .

التحليل بواسطة حيود الأشعة السينية X-ray Diffraction Analysis

- تم إجراء التحليل بواسطه حيود الاشعة السينية لاربعه عينات من الكرسي البطريركي وتم تحديد المركبات الموجودة في العينات الاربعه كالتالى :-

١- عينه نواتج صدأ من قبه الكرسي

تبين من التحليل بواسطة حيود الاشعه السينية أن العينة تحتوي علي معدن الكوبريت Cu_2O ، رقم الكارت (5-0667) ، ومعدن الملاكيت $Cu_2(OH)_2(CO_3)_2$ ، رقم الكارت (10-339) ومعدن الاتاكاميت $Cu_2(OH)_3Cl$ ، رقم الكارت (18-439).

٢- عينه أخري نواتج صدأ من قبه الكرسي

تبين من التحليل بواسطة حيود الاشعه السينية أن العينة تحتوي علي معدن الكوبريت Cu_2O ، رقم الكارت (5-0667) ، رقم الكارت (10-339) ، ومعدن الاتاكاميت $Cu_2(OH)_3Cl$ ، رقم الكارت (18-439) ، ومعدن الكوارتز SiO_2.

٣- عينه من نواتج صدأ احد الصلبان بالكرسي

تبين من التحليل بواسطة حيود الاشعه السينية أن العينة تحتوي علي معدن الكوبريت Cu_2O ، رقم الكارت (5-0667) ومعدن الملاكيت $Cu_2(OH)_2(CO_3)_2$ ، رقم الكارت (10-339) ومعدن الاتاكاميت $Cu_2(OH)_3Cl$ ، رقم الكارت (18-439) ، ومعدن الكوارتز SiO_2 .

٤-عينه من نواتج صدأ قاعدة الكرسي

تبين من التحليل بواسطة حيود الاشعه السينية أن العينة تحتوي علي معدن الكوبريت Cu_2O ، رقم الكارت (5-0667) ومعدن الملاكيت $Cu_2(OH)_2(CO_3)_2$ ، رقم الكارت (10-339) ومعدن الاتاكاميت $Cu_2(OH)_3Cl$ ، رقم الكارت (18-439) ، ومعدن الكوارتز SiO_2 .

ويتضح من النتائج السابقه ان مركبات الصدأ المتكونه علي الاجزاء المختلفه للكرسي اشتملت علي مركب الكوبريت والملاكيت الي جانب مركب الاتاكاميت .

عمليات العلاج والترميم والصيانة للكرسي البطريركي

التنظيف الميكانيكى

أجريت عمليات التنظيف الميكانيكى لإجزاء الكرسى بواسطة المشارط بالإضافة إلى استخدام فرش ناعمة وفرش إلى أسنان لخلخلة وإزالة طبقات الصدا السميكة ، كما تم استخدام الأزاميل الدقيقة بالإضافة لحاكوش خفيف الوزن لإزالة بقايا الترميم السابق ، واستخدمت الفرز المعدنية ذات النهايات المختلفة لإزالة طبقات الأسمنت الأسود والجبس التى كانت تعلو ظهر الكرسى والقبة والسطح الخلفى من قاعدة الكرسى وكذلك إزالة بعض البقع التى كانت تغطى بعض الأجزاء من الصلبان الأربعة .

التنظيف الكيميائى

تم إتباع التنظيف الكيميائى باستخدام محلول ملح روشيل موضعياً لتنظيف الأجزاء التى تحتوى على الصدأ ، أما فى بعض الأجزاء الأخرى والتى لم ينجح ملح روشيل فى إزالة طبقات الصدأ الخضراء بشكل كامل تم إعداد محلول من مادة EDTA (Ethylene Di- amine tetra acetic acid) بتركيز

٥% موضعياً على الأجزاء المراد تنظيفها مع الشطف الجيد لعدة مرات بالماء النقى بعد استخدامها لعدة دقائق ويتبع ذلك باستخدام محلول من سيسكوى كربونات الصوديوم لتحقيق التعادل حيث أنه محلول قلوى مكون من كربونات الصوديوم وبيكربونات الصوديوم بنسبة ١:١ وبتركيز ٥% ويلى ذلك أيضاً إجراء عملية شطف جيد باستخدام الماء النقى للتخلص من أى بقايا للمحاليل الكيميائية . كما تم اجراء العلاج بالاختزال الكهربي الذاتي باستخدام مسحوق الزنك وحمض الفورميك بتركيز ٣ % موضعيا على الاجزاء التي احتوت علي مركب الاتاكاميت .

ازالة الترميم السابق

- تبين من خلال فحص الكرسى وجود راتنج الارالديت الذى تم إستخدامه فى عملية ترميم سابقة وقد وضعت أيضاً طبقة سميكة منه وصل سمكها إلى ٥ سم عند قمة القبة من الداخل ، وقد تم التخلص منها ميكانيكياً باستخدام الإزاميل الدقيقة والجاكوش خفيف الوزن .

عمليات الاستعدال للقبة والقاعدة

استعدال الأطراف الأربعة للقبة

تم إجراء عملية استعدال ميكانيكى للفتحات الاربعه الموجوده في اركان القبه والمستخدمه لنفاذ قمم الاعمده حيث وضع كل حرف من الأحرف بالتناوب على مسند من الخشب وتم وضع قطعة مسطحة من الخشب الزان بسمك ١سم وعرض ٥ سم وطول ١٥ سم حيث تم الطرق عليها لاستعدال حواف الفتحات التى تعرضت للإنثناء والشروخ واعادتها إلى وضعها الأصلى المستوي .

استعدال قاعدة الكرسى

- تعرضت الصفائح المعدنية بقاعدة الكرسى إلى الإنثناء فى بعض حواف سطحها ، وكذلك إلى حدوث تحدب فى بعض الأجزاء ، وقد تم الطرق عليها بشكل غير مباشر حيث كان يتم الطرق على شريحة من الخشب الزان إلى أن تم استعدال هذه الأجزاء وإعادتها إلى وضعها الأصلى .

عمليات التجميع للقطع المنفصلة من بعض أجزاء الكرسى

تجميع قاعدة الصليب المنفصلة

- تم اجراء تجميع لأحد الصلبان الأربعة التى كانت مثبته فى الأركان الأربعة للقبة حيث وجد كسر أدى إلى انفصال القاعدة عن جسم الصليب ولتجميع أجزاء الصليب وإعادة تثبيت الجسم فى القاعدة تم استخدام الحديد الصلب غير القابل للصدأ المعزول بالبارالويد – ب٨٢ بتركيز ٣ %مع الارالديت .

تجميع الأجزاء المنفصلة من الأعمدة

- وجدت عمليات ترميم سابقة فى أحد الأعمدة الحاملة لقبة الكرسى وذلك باستخدام الصلب الذى لا يصدأ ومركب الارالديت ولكن تعرضت هذه الأجزاء للانفصال بفعل التعامل معها أثناء التخزين وعدم ملائمه سيقان الحديد الصلب الذي لا يصدأ المستخدم بقطر ٣ مم لقطر ومن ثم تم إحضار سيقان جديدة من الحديد الصلب الذى لا يصدأ بقطر ٥ مم لاستخدامها فى إعادة تجميع الأجزاء المنفصلة من بعضها البعض مرة أخرى بشكل صحيح باستخدام راتنج الأرالديت حيث تركت لتجف جيداً وبذلك تمت عملية التجميع للأجزاء مع بعضها البعض .

الدراسه التجريبيه المعمليه لتقييم استخدام بعض البوليمرات في العزل السطحي للكرسي البطريركي الاثري

- تم اختيار خمسه بوليمرات مختلفه لاختبار مدي كفائتها في عزل العينات المختبره وهي كما يلي:

١- ماده رودورسيل

Rohdorsil RC 90 (Tetra Ethoxy Silane + Methyl Phenyl Poly Siloxane) 5% in white spirit.

٢- ماده بارالويد – ب ٧٢ بتركيز ٣ % .

٣- ماده ميثيل تراي ميثوكسي سيلان

Methyl Tri Methoxy Silane 5% in Ethanol.

٤- ماده البنزوتريازول Benzotriazol

٥ – ماده بارالويد – ب ٨٢ بتركيز ٣ % .

وقد تم تطبيق المواد السابقه علي عينات من سبيكه البرونز والنحاس الاصفر (البراس) ، حيث استخدمت طريقه الفرق في الوزن و الطريقة الكهروكيميائيه (اختبارالاستقطاب) لتقييم كفاءه البوليمرات المستخدمه ، وقد اتضح ان ماده البارالويد – ب٨٢ اعطت افضل النتائج في تكوين طبقه عازلة وحامية للعينات المعالجة بعد تعريضها لعمليات التقادم المتمثله في المحاليل المسببه للتآكل والصدأ ، كذلك ماده البنزوتريازول ثم ماده البارالويد – ب ٧٢ ولم تنجح كل من مادتى رودورسيل RC 90 و الميثيل تراي ميثوكسي سيلان في المحافظه علي الطبقه العازله المتكونه عند تعريضها للاوساط المسببه للصدأ ، ولذلك فقد تم استخدام ماده بارالويد – ب٨٢ لعزل اجزاء الكرسي باسلوب الدهان بفرشاه حيث تم تطبيق ماده البارالويد – ب٨٢ بتركيز ٣ % ثم تركت لمده ٢٤ ساعه للجفاف ثم تم تطبيق طبقه ثانيه لضمان تحقيق تغطيه كامله وتكوين طبقه متجانسه من البوليمر علي السطح لحمايه وصيانه الكرسي البطريركي الاثري باجزائه المختلفه من الصدأ مره اخري .

دراسة وتقييم مدي ثبات واتزان اجزاء الكرسى البطريركي عند اعاده تجميعها وتركيبها مع بعضها البعض

- اجريت دراسه تجريبيه للتحقق من مدي ثبات واتزان اجزاء الكرسي مع بعضها البعض ، خاصه ان الكرسي كان به مشكله تتمثل في صغر قطر الماسورتين الخلفيتين المستخدمتين لتثبيت العمودين الخلفيين الحاملين للقبه مما ادي الي كسر احداهما وهي الماسوره اليسري في فترات سابقه وقد تم ترميمها ترميما سابقا . وقد كان من الضروري حل هذه المشكله واعاده تثبيت الماسوره الحامله للعمود نظرا للاهميه القصوي لذلك في عمليه تثبيت الكرسى وتحقيق الاتزان له ، وقد تم ازاله عمود الصلب الموجود وازاله الاراديت القديم المستخدم في الترميم السابق وتنظيف الثقب الموجود وتوسيعه في القطر بالنسبه المحدوده التي تسمح بادخال العمود الصلب الجديد الذي يتحمل قطره الاحمال الواقعه عليه ، ثم تم عزل العمود باستخدام البارالويد – ب٨٢ بتركيز ٣ % ثم تم استخدام الاراديت في تثبيته في مكانه وتركه فتره حتي تمام الجفاف والتبلور .

استنباط طريقه للتثبيت الميكانيكي للأعمده والقبة والصلبان الاربعة لاعاده الثبات والاتزان للكرسي البطريركي بعد التجميع

- تم استنباط طريقه للتثبيت الميكانيكي للاعمده والقبه والاعمده الاربعه لتحقيق الاتزان لها وذلك عن طريق تصنيع ورد أو اقراص من البرونز بنفس مكونات القبه بحيث تكون فتحتها مربعه المقطع و تتناسب في القطر مع المساحه المتاحه لوضعها حيث تم تصنيع ثمانيه جلب بالمواصفات السابقه بحيث توضع اربعه منها تثبت كل واحده منهم عند قمه عمودثم توضع القبه في مكانها وتستند علي الجلب الاربعه الموجوده عند قمه الاعمده الاربعه ثم توضع الاربعه جلب الاخري ذات القطاع المربع بحيث يكون كل طرف من اطراف القبه محصور بين جلبتين ثم يتم وضع الصلبان الاربعه والموجود عند قاعده كل منها تجويف يمثل جزء من ماسوره ذات قطاع مربع ثم يتم وضع كل صليب ميكانيكيا في قمه العمود حيث يساهم في تثبيت القبه في الاعمده وقد اعطت هذه الطريقه الثبات والاتزان للكرسي بعد التجميع .

عمليات اعادة التجميع و التركيب للكرسي

تمت عمليه اعاده التجميع لاجزاء الكرسي مع بعضها البعض في قاعه العرض التي تم تحديدها في المتحف القبطى بعد تطويره وذلك كما يلي:

تثبيت الاعمده الحامله للقبه في قاعدة الكرسي

- تم اجراء عمليه التثبيت لكل عمود من الاعمده الاربعه في قواعدها المجوفه والمرتكزه علي الاسد الرابض حيث يتم التثبيت ميكانيكيا باسلوب التعشيق وذلك استعدادا لتثبيت باقي اجزاء الكرسي .

تثبيت ظهر الكرسي

تم تثبيت العمودين الخلفيين في اماكنهما الاصليه الصحيحه كما في المرحله السابقه ويحتوي كل منهما علي خطاف لتثبيت ظهر الكرسي الذي يحتوي علي ثقبين في كل طرف من طرفيه ثقب حيث تم وضع كل ثقب في الخطاف الخاص به وتم التاكد من ثباته واتزانه بشكل جيد .

تثبيت الكرسي

بعد تثبيت ظهر الكرسي تم حمل جسم الكرسي وهو وحدة واحدة تشمل المسندين وجلسه الكرسي ثم تم وضعه في مكانه مستندا علي اربعه حوامل في كل عمود حامل بحيث ترتكز في مكانها .

تثبيت القبه في الاعمده الاربعه للكرسي و تثبيت الصلبان الاربعه في اركان القبه

تم وضع اربعه ورد واحده فوق كل عمود ثم تم وضع القبه بحيث اخترق كل عمود من الاعمده ثقبا من الثقوب الاربعه الموجوده في اطراف القبه مرتكزه علي الورد الاربعه ، ثم تم وضع الورد الاربعه الاخري بحيث ينحصر كل ثقب من ثقوب القبه بين وردتين لكي يتم تثبيت القبه وتحقيق الثبات لها، ثم تم وضع الصلبان الاربعه في الاركان الاربعه للقبه مع تثبيتها جيدا وهذه الورد عباره عن اقراص معدنية Discus و تم استنباطها كعامل مساعد للتقوية السطحية لاعادة الثبات والاتزان للكرسي.

الكرسي بعد الترميم و العرض المتحفي

– بعد ان تم اعاده اجزاء الكرسي الي وضعها الاصلي وتثبيتها مع بعضها البعض ، تم عزلها مره اخري لضمان حمايتها من الصدا بماده البارالويد – ب٨٢ بتركيز ٣ % ، وبذلك تم ترميم الكرسي البطريركي واعداده للعرض المتحفي .