السقف الخشبي في الجامع الكبير بصنعاء "دراسة في أساليب الترميم والصيانة "

The wooden ceiling in the Great Mosque in Sana'a, "A Study in the Methods of Restoration and Maintenance"

الباحث/ أمجد اسماعيل محمد

ماجستير ترميم وصيانة.. مدير نظم المعلومات بكلية الآداب والعلوم الإنسانية...ومدرس لمقرر مدخل الى صيانة وترميم الآثار

Researcher. Amjad Ismail Mohammed

Master of Restoration and Maintenance.. Director of Information Systems at the College of Arts and Humanities... and instructor for the course Introduction to the Maintenance and Restoration of Antiquities

amgadabdulmughni@gmail.com

الملخص

تلقي هذه الدراسة الضوء على جانب هام لم يحظ بدراسة متخصصة من قبل، ألا وهو أساليب وطرق ترميم وصيانة السقف الخشبي في الجامع الكبير بصنعاء، والذي يعد من أهم المساجد الجامعة في العالم العربي والإسلامي.

يهدف هذه البحث إلى إيجاد الحلول العلمية للمشكلات التي تتعرض لها المصندقات الخشبية في سقف الجامع الكبير.

لقد أعطت هذه الدراسة حلول معمقة لعلاج أهم مظاهر التلف، وكذلك تصنيفها، فضلاً عن تقديم دراسة ميدانية توثيقية لأهم أسباب التلف، وتشخيص مسبباتها، وصولاً إلى عرض لأحدث الطرق المستخدمة في علاج وترميم الأخشاب المزخرفة، والتي تمثلت في تنظيف الأخشاب موضوع الدراسة سواءً ميكانيكياً أو كيميائياً، وشمل ذلك كل ما علق بها من اتساخات، وبقع ومواد مترسبة، أخفت معالمها وزخارفها البديعة، إضافةً إلى طرق تقوية القطع الخشبية الضعيفة، وتدعيمها.

الكلمات المفتاحية:

الجامع الكبير، السقف الخشبي، التلف، الترميم، المصندقات الخشبية.

Abstract

This study sheds light on an important aspect that has not been studied in a specialized way before, which is the methods and ways of Restoring and Conserving the wooden ceiling in the Great Mosque in Sana'a, which is one of the most important mosques in the Arab and Islamic world.

This research aims to find scientific solutions to the problems faced by wooden boxes in the ceiling of the Great Mosque.

This study has given in-depth solutions to treat the most important aspects of Deterioration, as well as their classification, in addition to providing a documentary field study of the most important causes of Deterioration, and diagnosing their causes, leading to a presentation of the latest methods used in the treatment and restoration of decorative wood, which consisted in cleaning the wood under study, whether mechanically or chemically. This included all the dirt, stains and sedimentary materials that were attached to it, which concealed its exquisite features and decorations, in addition to the methods of strengthening and supporting the weak pieces of wood.

Keywords:

Great Mosque**,** Wooden Ceiling, Deterioration, Restoration, wooden boxes.

المقدمة

يعد الجامع الكبير بصنعاء من أهم المساجد الجامعة, الذي يمتاز بحسن عمارته وزخرفته، بل وتفرده في بعض العناصر المعمارية عن غيره، إذ أجمعت المصادر التاريخية على تأسيسه في حياة الرسول (صلى الله عليه وسلم)، حيث روي أنه أمر وبر بن يحنس الأنصاري ببناء مسجداً في بستان باذان[١،٢]، ما بين الصخرة الململة إلى غمدان، وأن يستقبل به جبل ضين[٣]، وهو ما رجحه أغلب المؤرخين والباحثين المعاصرين.

مشكلة الدراسة:

تتجلى مشكلة هذه الدراسة في البحث عن الطرق المثلى في ترميم السقف الخشبي (المصندقات) في الجامع الكبير بصنعاء، حيث ظهرت الكثير من التشققات والتصدعات في جدرانه المختلفة, مما نتج عنها كسور بنيوية في الحوامل الخشبية للسقف.

أهمية وسبب إختيار الموضوع:

ترجع أهمية الدراسة إلى ما يتضمنه الجامع الكبير بصنعاء من عناصر إنشائية وفنية فريدة، لاسيما سقفه الخشبي، كون المصندقات الخشبية في الجامع الكبير بصنعاء لم تدرس من قبل من ناحية أساليب وطرق ترميمها.

الهدف من الدراسة:

تهدف الدراسة إلى:

تحديد طرق العلاج والترميم على أسس علمية.

تسليط الضوء على المشاكل المزمنة التي يعاني منها سقف الجامع للوصول لأفضل طرق وأساليب ومواد العلاج والصيانة.

منهج الدراسة:

إعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، الذي تم من خلاله وصف الحالة الراهنة لعينات المصندقات الخشبية موضوع الدراسة، إضافة إلى المنهج التجريبي في تطبيق مواد التنظيف والتقوية المختارة على مناطق اختبار غير مرئية بمصندقات السقف الخشبي.

كما أقتضت الدراسة تقسيمها إلى مقدمة يتبعها مبحثين، وهي كالتالي:

المبحث الأول: الجانب النظري، والذي تناول الجامع الكبير بصنعاء، تخطيطه، وأهم توسعات الجامع وتجديداته.

المبحث الثاني: الجانب التطبيقي، والذي تطرق إلى عوامل ومظاهر تلف الأثار الخشبية, كما أحتوى على دراسة تحليلية تطبيقية لعلاج وصيانة نماذج من المصندقات الخشبية بالجامع الكبير بصنعاء، وختمت الدراسة بأهم النتائج التي توصل إليها, ثم أُلحقت بقائمة المصادر والمراجع.

المبحث الأول: الجانب النظري

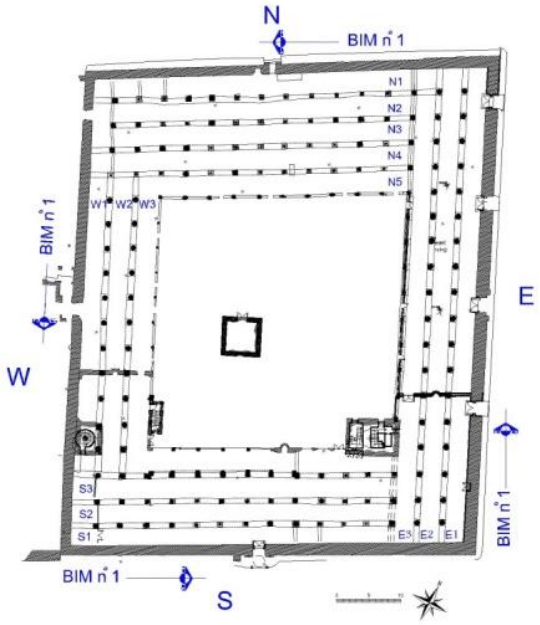
موقع الجامع الكبير بصنعاء:

يقع المسجد الجامع والمسمى بـ (الجامع الكبير) في صنعاء التاريخية، إذ يجاور سوق الملح، ويأتي على محوره الشرقي الغربي، وكانت تفصله مساحة خضراء هي بستان باذان عن سور المدينة من جهة الجنوب، وهو لا يبعد كثيراً عن باب اليمن[٤] (صورة ١).

صورة (١): منظر عام للجامع الكبير عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

التخطيط:

تأثر تخطيط الجامع الكبير بصنعاء بمسجد الرسول(صلى الله عليه وسلم) في المدينة المنورة، وقد اعتمد التخطيط المعماري العام للجامع على الفِنَاء المكشوف تحيط به أربعة أروقة أعمقها رواق القبلة، أما تخطيطه الحالي الحالي فيعود إلى فترة الدولة اليعفرية (٢٦٥-٣٠٣هـ/٨٧٨-٩١٥م)، وهو مستطيل الشكل يمتد من الشمال إلى الجنوب، مقاساته من الخارج (٧٨ م × ٦٤,٧٠ م) (شكل ١).

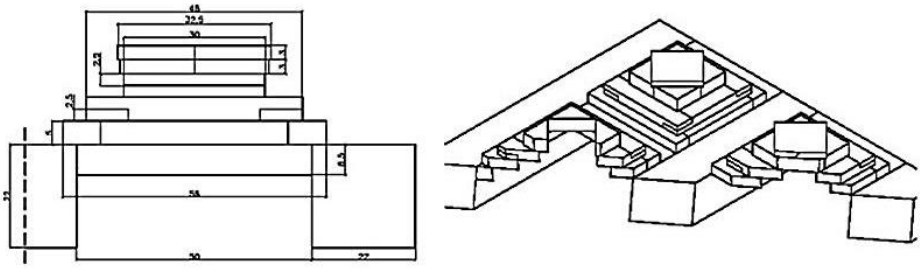


شكل (١): مخطط لأروقة الجامع الكبير بصنعاء، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

بنيت جدرانه الخارجية من حجر البازلت (الإسفنجي)، وفتح فيه إثني عشرة باباً، خمسةٌ منها في الضلع الشرقي، وثلاثةٌ في الضلع الغربي، بينما فتح في كلٍ من جدار القبلة والضلع الجنوبي بابٌ واحدٌ، كما يتوسط الجامع فناء مكشوف مقاساته (٣٨,٩٠م×٣٨,٢٠م)[٥]، ويتوج المسجد مئذنتان بارتفاع (١٧م) من الطراز اليمني التقليدي المتأثر بالطراز الأيوبي[٦].

الجناح الشمالي:

يعد أكبر الأجنحة وأعمقها، حيث يبلغ عمقه حوالي (١٨,٥م)، ويتكون الجناح من خمسة أروقة لها أسقف ذات هيكل منتظم، تحمل حوامل خشبية عمودية على جدار القبلة، بين كل حاملتين خمس مصندقات مربعة الشكل[٧]، ومدرجة للداخل، إذ تتكون من (١٧) لوحاً (شكل٢).



(شكل ٢): رسم يوضح التكوين الهرمي لمصندقات سقف الجامع الكبير بصنعاء After (Augelli, Francesco, ,2007)

أما جدار القبلة من الداخل فيزينه محرابان، الأول مجوف يقع غربي الباب المخصص لدخول الوالي، والثاني مسطح مُصنع من الجص يقابل البلاطة الثامنة، ويقع شرقي ذلك الباب[٨]، ويعد هذا الباب من النماذج الفريدة للأبواب الخشبية المصفحة بالمعدن، وهو مؤلف من ست حشوات، حيث إن الحشوتين العلويتين تظهران خاليتان من الزخرفة، بينما تزين الحشوتان الوسطيتان نقوش كتابية بخط المسند، في حين يزينان الحشوتين السفليتين عقدان يرتكزان على ثلاثة أعمدة، بينما يحيط الباب إطار عريض، كما يفصل بين كل مستوى من الحشوات حزام معدني ثبت بمسامير مكوبجة.

الجناح الجنوبي (المؤخر):

يتكون الجناح الجنوبي من ثلاثة صفوف من البوائك شكلت أربعة أروقة، بكل صف (١٥) عموداً، ذات أشكال متنوعة، تعلوها تيجان سبئية؛ وهي تيجان ذات زخارف مضلعة، أو مسيحية، إلى جانب تيجان وأعمدة نحتت بالعصر الإسلامي[٩، ١٠]، وتحمل التيجان عقوداً دائرية الشكل، يعلوها سقف مستوٍ في الرواقين الثاني والثالث، يبلغ ارتفاعه (٤,٥ م)، أما الرواق الأول فأكثر إرتفاعاً، إذ يبلغ (٥,٨٠ م)، بينما يتكون سقف الرواق الرابع من حوامل خشبية حديثة، تعلوها ألواح خشبية خالية من الألوان.

احتوى هذا الرواق على محراب دمر أثناء التوسعة ومازالت بقاياه واضحة، بالإضافة إلى محراب آخر يعود تاريخه إلى التوسعة التي تمت في الجامع سنة (١٣٨٦هـ/١٩٦٦م)[١١]، وتبلغ القياسات الكلية للرواق الجنوبي (٦٠,٤٠ م ×١٥,١٠م).

الجناح الشرقي:

يمتد الجناح الشرقي على طول امتداد الجدار الشرقي للجامع، وبذلك يعد الجناح الأطول، إذ تبلغ مقاساته (٤١,٥٠ م×١١ م)، ويتكون من ثلاثة بلاطات يفصلها صفان من الأعمدة بكل صف (١٨ عموداً)، تحمل عقوداً تتجه عمودياً على جدار القبلة، يغلب عليها شكل النصف دائري المائل إلى التدبب، يرتفع سقفه حوالي (٦,٥٥ م)، تحمله حوامل سمكها (٢٠ سم)، مربعة المقطع منتظمة الجوانب، واجهتها السفلية مغطاة بالزخارف المتنوعة[١٢].

الجناح الغربي:

يشغل الجناح الغربي مساحة (٣٩,٧٥ م×١١ م) يتكون من ثلاث بلاطات، وأثني عشر رواقاً، ذات عقود نصف دائرية، تقوم على (٥٥) عموداً[١٣، ١٤]، يقطعها عند البائكة السابعة جدار يفصل المؤخر عن بقية أجزاء الجامع، وفتح فيه محراب، وفي الرواق العاشر للبلاطة الأولى تقوم قاعدة المأذنة الغربية للجامع[١٥].

توسعات الجامع الكبير وتجديده:

تميز عهد الوليد بن عبد الملك (٩٦-٨٦هـ/٧٠٥-٧١٥ م) الذي بالنشاط العمراني الواسع, حيث أعيد توسيع الكثير من المباني الدينية، منها مسجد الرسول(صلى الله عليه وسلم)، وكذلك مسجد صنعاء الكبير, ثم أعقب تلك التوسعة فترة سادت فيها القلاقل والاضطرابات التي عصفت باليمن, ولا سيما صنعاء, ناتجة عن تحول الحكم من الأمويين إلى العباسيين, فكان لزاماً على السلطة الجديدة في صنعاء المتمثلة بالوالي الجديد علي بن الربيع[١٦]، حيث قام بين عامي (١٣٣-١٣٦هـ/٧٥٢-٧٥٥م) بتعديل مهم تمثل في إنشاء الرواق الشرقي بعرض (١١,٧ متر), وأضاف إليه جدران وأبواب[١٧], إضافة إلى ذلك قام بإضافة الرواق الغربي والشرقي على حساب الصحن, مما عمل على اختلال تناظر المأذنتين, كما أصبح موقع القبة منحرفاً باتجاه الغرب, وبالتالي قسمت الأروقة الجديدة، أعمدة وعقود ذات اتجاهات متعامدة مع بوائك المقدم والمؤخر[١٨] (صورة ٢).

صورة (٢): الرواق الشرقي، عن(مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

حدث بعد ذلك خراب عظيم بصنعاء تسبب به تدفق مياه الأمطار في عهد الأمير محمد بن يعفر بن عبدالرحيم الحوالي[١٩]، غير أنه لا يوجد ذكر يوضح حدود هذا الخراب, قام على إثرها الأمير محمد بن يعفر بعد عودته من مكة بعمارة ما قد تضرر في الجامع, وذلك ما أشار إليه الجندي المتوفى سنة (٧٣٢هـ/١٣٣١م)[٢٠], في حين أشار سري بن فضيل العرشاني المتوفى سنة (٦٢٦هـ/١٢٢٩م) في كتابه الاختصاص، بقوله " أما عمارته هذه, وسقوفه المتقنة, وصنعته المحكمة, فإنه عمل ذلك كله بأمر الأمير محمد بن يعفر[٢١،٢٢] بن عبدالرحمن بن كريب الحوالي في سنة (٢٦٥هـ/ ٨٧٨ م), وجميع أخشابه من الساج, ثم عمل في جدرانه شيء من الحجارة بعد الحوالي في مدة قريبة, وحمر من السقوف ما كان قد ذهب بذهابه, وبقى في المسجد اسم الحوالي مكتوب والسنة التي عَمَّر فيها المسجد... "[٢٣].

ويستنتج مما سبق التالي:

أولاً: أن الأمير محمد بن يعفر بدأ عملية الترميم والتعمير بعد أن تصدعت, وتضررت أجزء من أسقف الجامع وجدرانه سنة (٢٦٥ هـ/٨٧٨ م), إلا أن تلك الأعمال لم تستكمل على ما يبدو أو أنها لم تكن كافية, مما حذا بالأمير إبراهيم سنة (٢٧٠ هـ/٨٨٣ م) إستكمال ما بدأه والده, وإعادة هيكلة الرواق الشرقي, مما جعله أكثر إرتفاعاً عما سواه, وهو ما ألمح إليه الرازي بقوله "إن ترميم الجناح الشرقي أدى إلى زيادة في إرتفاع السقف" (صورة ٣٠)[٢٤]، وقد أُثبتت تلك الزيادة في الشريط الكتابي (الإزار) الموجود في الجدار الجنوبي لكلٍ من الرواق الشرقي, والرواق الغربي (صورة ٣ أ ــ ب), ونصهما:

(نص الجدار الجنوبي للرواق الغربي)	(نص الجدار الجنوبي للرواق الشرقي)
" مما أمر بعمله الأمير إبراهيم بن محمد بن يعفر سنة خمس وستين ومئتين"	" مما أمر بعمله الأمير إبراهيم بن محمد سنة سبعين ومئتين"

صورة (٣- أ): النقش التأسيسي في الجدار الجنوبي للرواق الغربي، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

صورة (٣- ب): النقش التأسيسي في الجدار الجنوبي للرواق الشرقي، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

ثانياً: احتفظت النصوص الكتابية المنحوتة في القطع الحجرية من الجدار الخارجي للجناح الشرقي ــ رغم محاولة كشطها ــ باسم الأمير إبراهيم بن محمد, حيث تم تتبع ما تبقى من رؤوس الأحرف وقواعدها, أثناء استنساخها بواسطة فريق توثيق الجامع الكبير بصنعاء, ونص ما تم التأكد منه:

بسم الله الرحمن الرحيم بركة

من الله مما أمر بعمله الأمير

إبراهيم بن محمد بن يعفر..

ا(ل).....(سبعي)ن و م(ئت)ين

صورة (٤): نقش إنشائي الجدار الشمالي أعلى العقد العاتب (باب الوالي)، والمؤرخ بسنة (٥١٣هـ)، الباحث.

وقد تنافست الدويلات المتعاقبة بعد ذلك على نيل فضل عمارة المسجد الجامع, فكانت أعمال التشييد التي قام بها الحسين بن سلامة مولى بني زياد سنة (٤٠٣هـ/ ١٠٠٩ م) والتي لم تحدد ماهيتها[٢٥], ثم أعقبتها الإصلاحات والترميمات التي قامت بها الملكة الحرة السيدة بنت أحمد الصليحي[٢٦] بواسطة مواليها من سلاطين بني حاتم سنة (٥١٣ هـ/١١١٨ م), وقد أثبت ذلك في النقش الكتابي الحجري أعلى العقد العاتب للمدخل الشمالي (باب الخلفاء) (صورة ٤), نص النقش:

[بسم الله الرحمن الرحيم نقلت هذه الحجاره من دار الإمارة باليمن والبركة عن أمر الحرة السيدة الملكة أجزل الله ثوابها وأحسن مآبها في رجب من سنة ثلاث عشره وخمسمائة وصلى الله على سيدنا محمد النبي وعلى الأئمة الطاهرين وسلم تسليما]

والراجح أن تلك الإصلاحات قد تركزت في رواق القبلة أو المؤخر, وربما الرواق الغربي الأكثر تضرراً, ثم أمرت أن تُكتب أسماء الأئمة ابتداءً من الإمام علي بن أبي طالب (كرم الله وجهه) حتى الإمام المعاصر لها, غير أن الجدار الشمالي (القبلي) جدد في أيام السلطان الحماس بن القبيب[٢٧], حيث يوجد نقش على ألواح خشبية حفظت أجزاء منها في المتحف الحربي بصنعاء، يقرأ من النص:

{عمل هذا الجدار على بركة الله في أيام السلطان الأجل السـ[يد الحماس بن القبيب بن عبدالسلام ابن اسحاق ابن احمد[٢٨]]}،

ثم يشير النص إلى سنة الإصلاح: {في العشرة الآخرة من جمدي الآخرة من سنة ثلث عشرة وخمـ[سمائة]}

وبناءً على ما ورد في هذا النص، وما أفضت إليه نتيجة تحليل الكربون المشع (C14)، التي قام بها العالم باولو كوستا عام (١٩٨٠ م) في محاولة منه لتحديد عمر الشريط الكتابي المنقوش على الإزار الخشبي، الممتد أعلى الجدار القبلي لقاعة الصلاة الشمالية، مما يلي الحوامل الخشبية مباشرةً في معامل المتحف البريطاني، والتي أكدت أنه يعود إلى (٤٥٣هـ/١٠٦٠

م؛ مع هامش ٥٠ سنة) ليصبح عمر ذلك الشريط (٥١٣ هـ/١١١٨ م)، بذلك فلا صحة للإشارات التاريخية التي تحدثت عن إصلاحات الملكة الحرة سنة (٥٢٥هـ/ ١١٣٠م).

وقد حظي الجامع الكبير خلال تاريخه الطويل باهتمام الحكام والعامة من الناس على حدٍ سواء، حيث أستمرت عمليات تنظيفه وعمارته وترميمه عبر فترات التاريخ الإسلامي المتعاقبة، حتى وصل إلى وقتنا الحاضر.

ومؤخراً قام الصندوق العربي للتنمية ومقره الكويت عبر الصندوق الإجتماعي للتنمية بتمويل مشروع ترميم وصيانة الجامع، عن طريق تأهيل فريق وطني متخصص بواسطة معهد فينيتو للحفاظ على التراث ـ ايطاليا، وقد قام الفريق المشترك (الإيطالي واليمني) بعمل جهود كبيرة لإزالة ما استحدث من أعمال مشوهة للأسقف الخشبية، وإعادة ترميم وصيانة ما تضرر منها على أسس علمية دقيقة.

المبحث الثاني: الجانب التطبيقي

تشخيص مظاهر التلف:

الجناح الشمالي:

عانت الأسقف الخشبية للأروقة الخمسة لجناح القبلة (الشمالي) من مظاهر تلف متعدد ، تمثلت بظهور رواسب الأوساخ على جميع الأسطح، فضلاً على رواسب متجانسة من مادة بروتينية، إضافةً إلى إنتشار واسع لطبقات الطلاء الإكريليكي، ولطخات من الجبس على أسطح المصندقات، وأطراف الحوامل الخشبية القريبة من الجدران، حيث بلغت سماكة الجبس في بعض المواضع (٢ ملم)، وهو ما لم يسمح برؤية الكتابات الكوفية، خاصة في الجزء الأول والأخير من الكتابات، كما لوحظ أن كثافة الترسبات الجبسية غير متجانس على طول الشريط الكتابي، والتي يبدو أنها نفذت عن عمد لإخفاء أسماء الأئمة الفاطميين المسجلة على الجدار القبلي للجناح الشمالي (صورة ٥ أ،ب،ج،د).

أ	ب
صورة (٥ أ): بسط طبقات سميكة من الجص على الأشرطة الكتابية الخشبية، (الباحث)	صورة (٥ ب): سد الفراغات الناتجة عن فقدان اجزاء من المصندقات الخشبية بكتل من الجص بطرق غير مدروسة.

ج	د
صورة (٥ ج): ربط احد الحوامل الخشبية المتضررة بأحزمة حديدية؛ مما أدى إلى تهتك البنية الخشبية، وهم مثال للتدخلات ترميمية خاطئة، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)	صورة (٥ د): سد الفراغات الناتجة عن فقدان اجزاء من المصندقات بخشب الأبلكاش، وهم مثال للتدخلات ترميمية خاطئة، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

القباب الخمس في للجناح الشمالي الرواق الأول: مثلت هذه القباب استثناءً، إذ عانت من مظاهر تلف متعددة، لاسيما في البنية الهيكلية، التي أدت إلى عدم قدرتها الميكانيكية على تحمل الضغوط الهابطة على الحوامل الخشبية الحاملة لها، وبالتالي حدوث إزاحة للألواح الخشبية، وخروج البعض عن أماكنها، ما أدى إلى ظهور فراغات تسربت من خلالها الأتربة، ومياه الأمطار، اضافةً إلى كتل من القضاض؛ وهو عبارة عن خليط من مادتين طبيعيتين تتمثل في الحجر البركاني والنورة (الجيرالمطفي)، حيث استخدم لتغطية المصندقات الخشبية من الأعلى؛ وهي تقنية تقليدية، ويبدو أن ذلك كان نتيجة لترميمات سابقة، قامت من خلالها بتدعيم هيكل القبة المركزية بعارضتين أسطوانيين مدهونتين باللون الأحمر الخمري، يعلوهما حشوة عملت بشكل سيء من الطوب والملاط الملون، أساسها الجبس والجير والرمل، غير أن ذلك أدى إلى الإخلال بالمنظور الجمالي للقباب (صورة ٦ أ،ب).

وقد لوحظ من خلال المعاينة البصرية تضرر الطبقة اللونية للألواح الخشبية المكونة لسقف الجناح بشكل عام، تمثل بفقدان القوة التماسكية للطبقة اللونية، وتساقطها.

أ	ب
صورة (٦ أ): القباب المقرنصة، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)	**صورة (٦ ب): تسرب كتلة من القضاض من خلال الفراغات إلى الداخل- القبة المركزية، (الباحث)**

الجناح الجنوبي:

لقد تسربت المياه المختلطة بالجبس إلى سقف الجناح الجنوبي، وهي تحمل المواد القابلة للذوبان في الماء؛ مما تسبب في حدوث رطوبة عالية، بالإضافة إلى ظهور بقع داكنة، نتجت عن انتقال التانين من بنية الخشب نحو السطح الخارجي؛ نتيجة التغير المستمر في درجة الحرارة والرطوبة النسبية.

فضلاً عن وجود نشاط بيولوجي واضح تمثل في هجمات الحشرات الناخرة للأخشاب (xylophagous)[٢٩]، مقترنة بهجمات الفطريات، والعفن الأبيض؛ الذي يتكون بفعل الرطوبة وغلق النوافذ بشكل مستمر، وعدم اتاحة الفرصة لتجديد الهواء، اضافة إلى عدم وصول أشعة الشمس إلى تلك المناطق من المصندقات الخشبية؛ مما أفقد الأجزاء المصابة بشكل شبه كامل لزخارفها المتعددة الألوان، وقد تسبب استخدام البخور بشكل كثيف في انتشار رواسب سميكة ومتماسكة من السخام، والمواد البروتينية الناتجة عن الفعاليات الدينية الذي يتم فيها، إضافة إلى استعمال أدوات الإضاءة التقليدية، المتمثلة بالمصابيح الزيتية.

الجناح الشرقي:

اتضح من خلال المعاينة أن الحالة الحفاظية للمصندقات الخشبية جيدة بشكل عام، غير أن ذلك لم يستبعد وجود تلف بيولوجي ناتج عن هجمات الحشرات الناخرة للأخشاب (xylophagous)، والتي استطاعت أن تجد ملاذاً لها على الإطارات المزينة بزخارف هندسية، والمصنوعة من خشب الصنوبر اللين الأكثر عرضة للتآكل، كما أستخدم في تركيبها أجزاء أخرى من

عريضة الأوراق، وبالتالي أصبحت أكثر عرضة للهجمات البيولوجية من الخشب الصلب المستخدم في بقية الهيكل، ما أدى إلى تدميرها جزئياً، خاصة تحت ألوان بعض المصندقات، فظهرت وكأنها منهارة بالكامل.

ويمكن ملاحظة طبقة واسعة الإنتشار من السخام، لاسيما أسفل الحوامل الخشبية (Beams)، والعوارض (Rafters)، والأجزاء السفلية من المصندقات، فضلا عن وجود رواسب سميكة ومتماسكة من الجبس، كما يمكن تمييز تغير في لون الهيكل الخشبي للسقف، كلما أقترب من النوافذ المطلة على الفناء الداخلي، وهو تلف على الأرجح ناتج عن تأثير الضوء والظروف البيئية، مما أحدث تغيراً لونياً واضحاً على الرواق بأكمله، إضافة إلى إمكانية تمييز وجود اتساخات مرتبطة بالدهون، وبقايا عضوية كشباك العناكب، وأعشاش الحشرات، وفضلات الطيور (صورة ٧).

صورة (٧): مظاهر تلف متعدد، بالإضافة إلى تباين لوني واضح على الرواق الشرقي بأكمله، الباحث

الجناح الغربي:

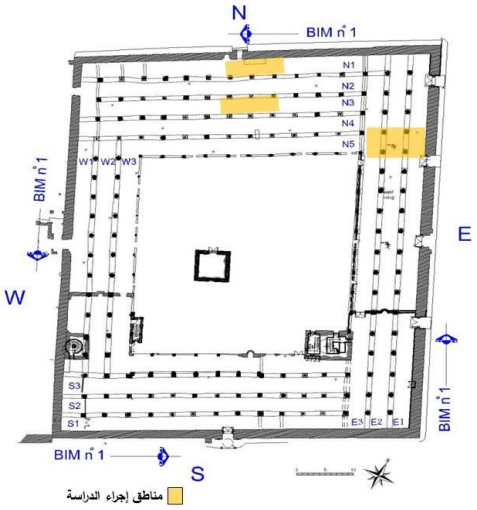
يلاحظ المتتبع لوضع هيكل السقف ميله نحو الجدار الغربي الحامل، إضافة إلى التدهور الخطير للصفوف الخمسة الأولى من المصندقات للرواق الثاني من الجناح، حيث كان السقف في حالة سيئة جداً.

وكانت جميع المصندقات مغطاة بطبقات مكونة من ريش وأعشاش الطيور، وطبقات سميكة من الكتل الجبسية، والتي يرجح أنها ناتجة عن تدخلات الصيانة السابقة لإستبدال الأجزاء المفقودة من المصندقات الخشبية، أو لدعم العناصر غير الآمنة من المصندقات والحوامل الخشبية في تلك المنطقة، وربما كانت تلك التدخلات تهدف إلى منع الطيور من بناء أعشاشها في تلك الفراغات، التي تكونت نتيجة الإزاحة لبعض مكونات السقف في هذا الجناح (صورة ٨).

صورة (٨): تدخلات الصيانة السابقة لإستبدال الأجزاء المفقودة من المصندقات الخشبية، أو لدعم العناصر غير الآمنة، (الباحث)

وقد أدت الترسبات العضوية بمرور الوقت إلى تدهور بيولوجي سريع وخطير؛ مما أدى إلى وجود بيئة مناسبة لتكاثر الحشرات والكائنات الدقيقة الأخرى مثل العفن والفطريات، لاسيما على العناصر الزخرفية القريبة من الجدران، وكذلك الشريط الكتابي، وبالتالي ظهرت أنماط مختلفة من التلف، أدت إلى تلاشي اللون الذي أصبح باهتاً ومغبراً، وبالتالي فقدان مناطق لونية عديدة.

وقد اختير للجانب التطبيقي من هذه الدراسة عدة نماذج من المصندقات لرواق القبلة، والرواق الشرقي، تمثلت في أنماطٍ مختلفة من البنى الهيكلية، أو بناءً على تباين التقنيات المنفذة بالرسم والزخرفة على الخشب (شكل 3).



شكل (3): يوضح المناطق المختارة للدراسة، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

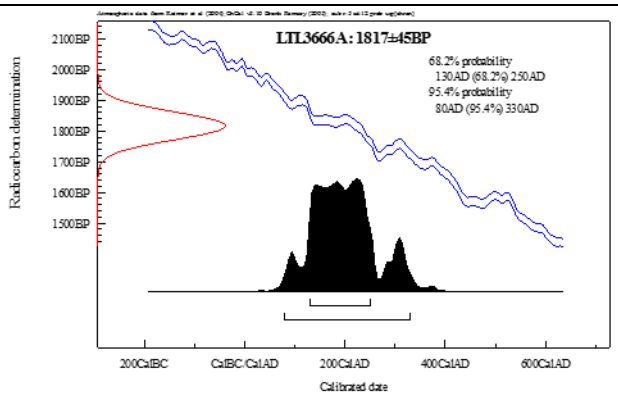
عينات الدراسة

تم إجراء سلسلة من الاختبارات والتحاليل للعينات من الجامع بواسطة أجهزة القياس الكتلي عالي الدقة (AMS)، وجهاز التصوير المجهري بـ(الضوء المرسل N///)، واستخدمت أيضاً وحدة تشتت الأشعة السينية (EDS) الملحقة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM)؛ لتحليل التراصف الطبقي الدقيق للعينات، والتحليل بواسطة (Raman Spectrum)، والأشعة تحت الحمراء (IR)، والأشعة فوق البنفسجية (UV) إضافةً إلى حيود الأشعة السينية؛ من أجل توفير فهم أعمق لتقنيات البناء والتجميع، ولتحديد أنواع الأخشاب، وتمييز الأصباغ، ومعرفة حالة المواد، وتحديد العلاج المناسب وطرق الحفظ، حيث تم إجراء الفحص البصري والفحوصات الميكروسكوبية لمعرفة جوانب التدهور للعناصر الخشبية موضوع الدراسة، وقد أجريت الفحوصات والتحليلات على النحو التالي:

تحديد عمر السقف الخشبي بواسطة الكربون المشع

أُخذت بعض العينات لتحليلها بطريقة الكربون المشع بإستخدام تقنية القياس الكتلي عالي الدقة (AMS) في مركز التأريخ والتشخيص(CEDAD)، بجامعة ليتشي (Universita di Lecce)، جمهورية إيطاليا، وقد أثبتت التحليل باستخدام الكربون المشع للعينات المنتقاة، أن التاريخ العام يتراوح بين نهاية القرن الأول الميلادي، والقرن الحادي عشر الميلادي (٤٤٠هـ/١٠٣٠م).

الفترة الزمنية الأولى: أظهرت العينة (4-N2 T58A beam) الجناح الشمالي الرواق الثاني، والعينة (3-N2 palinstesto SUD) جنوب المصندقات المستطيلة، وكذلك العينة المأخوذة من خشب عارضة من قاعدة المأذنة الشرقية (1-Sana'a)، خشب من قاعدة المأذنة الغربية (22-Sana'a)، الجناح الشمالي الرواق الأول (N59 N1 DF37)، امتدادات تاريخية تعود إلى ما قبل الإسلام، وهو ما يعيد افتراض اعادة توظيف بعض القطع الخشبية المأخوذة من منشآت أقدم في عمارة الجامع الكبير بصنعاء، ربما من قصر غمدان، لاسيما ان هناك العديد من الإشارات التي تدعم ذلك، منها العثور على البعض العناصر الخشبية المعاد توظيفها في المصندقات الخشبية، أكان بإعادة طلائها، أو بكشط ما بها من ألوان واعادة نحتها، إضافة إلى وجود الكثير من العناصر المعمارية الموجودة في مواضع مختلفة من الجامع كالأعمدة والتيجان والباب المصفح التي تنتمي لمنشآت يعود تاريخها إلى فترة ما قبل الإسلام (جدول أ،ب).

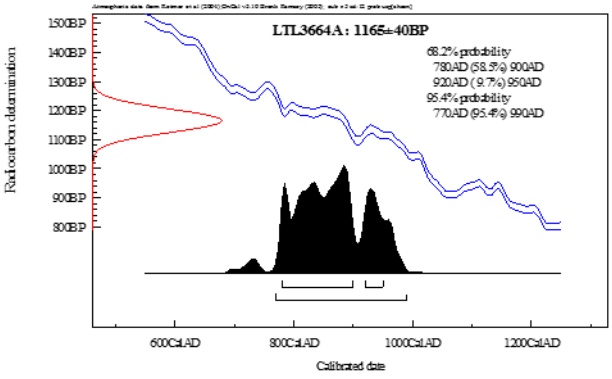


الجدول (١ أ): معايرة تاريخ الكربون المشع التقليدي للعينة ((LTL3666A، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

رمز العينة	تأريخ الراديوكربون (BP)	δ13C (‰)	الإحتمالية
LTL3663A	1072 ± 35	-23.8 ± 0.5	
(المصندقات الخشبية مستطيلة الشكل)-18 Sana'a(N-O)	890 – 1030 cal AD		95.4 %

(جدول ١ ب): يوضح تاريخ الكربون المشع (غير المعاير، والمعاير) للعينة مع بيان الخطأ المطلق للقياس، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء) بتصرف

الفترة الزمنية الثانية: أثبتت الدراسات التحليلية أن التجديدات التي تمت على السقف الخشبي للجامع تنتهي في حدود القرن(٥ هـ/١١ م)، وذلك بناءً على تحليل العينات التالية: (19-E3 C 47C pine trees) خشب صنوبر مأخوذ من الرواق الشرقي ــ الإسكوب الثالث، (24-S3T47A under beam) الرواق الجنوبي الإسكوب الثالث، (18-Sana'a (palinsesto N-O)) شمال غرب المصندقات الكبيرة، امتداد الإسكوب الثالث للرواق الشمالي من الغرب، الشريط الكتابي الرواق الجنوبي الشرقي (20-Sana'a)، وهذا ما يؤكد إجراء ترميمات في عهد السيدة بنت أحمد الصليحي (جدول ٢ أ، ب).



الجدول (٢ أ): معايرة تاريخ الكربون المشعل التقليدي للعينة ((LTL3663A

رمز العينة	تأريخ الراديوكربون (BP)	δ13C (‰)	الإحتمالية
LTL3663A	1072 ± 35	-23.8 ± 0.5	
(المصندقات الخشبية مستطيلة الشكل)18-Sana'a(N-O)	890 – 1030 cal AD		95.4 %

جدول (٢ ب): يوضح تاريخ الكربون المشع (غير المعاير، والمعاير) للعينة مع بيان الخطأ المطلق للقياس، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء) بتصرف

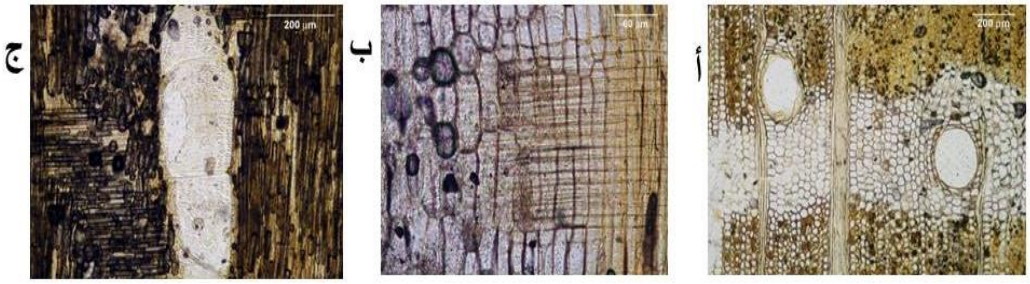
فحص وتحليل نوع الخشب

أخذت عينات مختارة من السقف لتحليلها بواسطة جهاز التصوير المجهري بـ(الضوء المرسل N///)، وتحديد نوع الخشب المستخدم في صناعة الحوامل والمصندقات الخشبية، حيث أخذت عينات لتحديد نوع الخشب، وأرسلتا عينتا إلى جمهورية إيطاليا(٣٠).

العينة الأولى (C1): أخذت من العارضة الخشبية (Beam)، وقد تمت عملية الفحص بجهاز التصوير المجهري بواسطة (الضوء المرسل N///)، والذي أثبتت نتائجه أن الخشب المستخدم لصنع العوارض الخشبية كان من خشب الصنوبر النموذجي (Homoxyl wood, typical of conifers)، حيث لم يتم تمييز وجود قنوات الراتنج في الجزء الذي تم فحصه، أو ملاحظة المرور بين حلقات النمو المختلفة، وقد تطابقت الخصائص المجهرية للعينة مع خشب الطقسوس (الغرير) (badger/Yew (Taxus baccata, L.)) (صورة ٩).

صورة (٩): اخذت العينة (C1) من احدى الحوامل الخشبية (Beam) وقد تطابقت الخصائص المجهرية للعينة مع خشب الطقسوس (الغرير) ((badger/Yew (Taxus baccata, L.)، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

العينة الثانية (C2): أخذت من الإطار الخشبي للمصندقات (Frame, Cornice)، وخضعت للفحص بواسطة جهاز التصوير المجهري بـ(الضوء المرسل N///)، والذي أشار إلى أن الخشب المستعمل في عمل الإطارات هو خشب نموذجي من كاسيات البذور (عريضات الأوراق) (Etheroxyl wood, typical of broad-leaved trees)، حيث تميزت هذه العينة بوجود خصائص وسيطة بين المسامية المنتشرة وشبه المسامية، كما ظهرت أوعية كبيرة، ذات مقطع عرضي بيضاوي الشكل، ومعزول بطبقة داخلية، وبقطر أقصى (٢٠٠ ميكرومتر)، كما لا تتضخم الأشعة اللامتناظرة عند حلقات النمو، وهي دائماً متعددة، وتتكون من (٥-٣ صفوف من الخلايا)، كما يظهر في القسم الشعاعي ثقوب بسيطة، وأشعة متجانسة، ونادراً ما تكون غير متجانسة، وحددت الخصائص التشريحية للعينة بخشب الجوز(walnut (Juglans regia, L) (صورة ١٠).

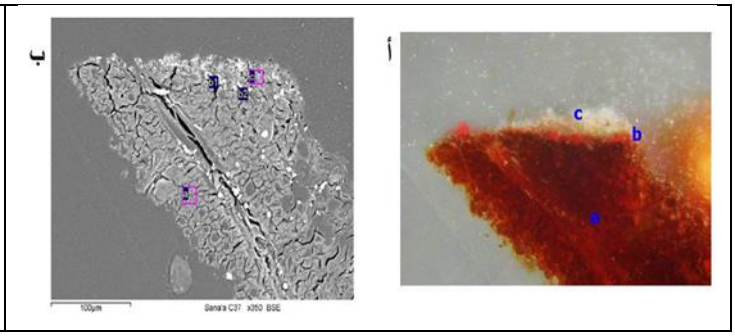


صورة (١٠): أخذت العينة (C2) من الإطار الخشبي لأحدى المصندقات الخشبية (Cornice) وقد حددت الخصائص التشريحية للعينة بخشب الجوز((walnut (Juglans regia, L) ، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

فحص وتحليل مركبات الألوان والطبقة التحضيرية

قسمت العينات المختارة إلى مجموعتين خضعت كل مجموعة منهما لمنهجيات مختلفة من التحليل سواءً للعينة الواحدة، أم للعينات المختلفة، حيث استخدم مجهر المسح الإلكتروني (SEM) مقترناً بوحدة تشتت الأشعة السينية (EDS)؛ لتحليل التراصف الطبقي الدقيق للعينات، كما استخدم أيضاً التحليل بواسطة (Raman Spectrum)، والأشعة تحت الحمراء (IR)، والأشعة فوق البنفسجية (UV) إضافةً إلى حيود الأشعة السينية، والتي أعطت النتائج التالية تبعاً للطبقات من الأسفل (الطبقة الأعمق) إلى الطبقة الأعلى (الطبقة الخارجية):

العينة (C3: N2 C35b/E3): هي عبارة عن كسرة لصبغة صفراء من الطبقة المعادة أعلى الطبقة الأساسية الحمراء، وقد تم تحضير القسم اللامع، والتحليل بواسطة المسح الإلكتروني (SEM) مقترناً بوحدة تشتت الأشعة السينية (EDS)؛ لتوصيف الأصباغ غير العضوية في الطبقات التصويرية المختلفة (صورة ١١ أ،ب)، والتي من خلالها تم تحديد الطبقات على النحو التالي:



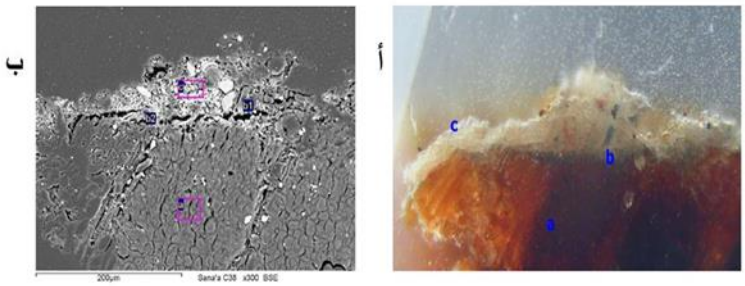
صورة (١١ أ،ب): كسرة لصبغة صفراء من الطبقة المعادة مع طبقة من الزخرفة الأصلية الأساسية باللون الأحمر،(أ) صورة فوتوغرافية في ((M.Oللمقطع اللامع – تكبير () -(250 xانعكاس الضوء). (ب) صورة مجهرية للمقطع بواسطة (–(SEMتكبير (٣٥٠ – (xكاشف ((BSEعن(مشروع الجامع الكبير بصنعاء).

a : الدعامة الخشبية، وهي ذات سمك غير قابل للتحديد لأنها غير مكتملة، ولكن ≤ ٤٠٠ ميكرومتر.

b : طبقة حمراء مائلة للبرتقالي من الزنجفار (Cinnabar)، متوسط سمكها (١٠ ميكرومتر).

c : طبقة بيضاء مصفرة، تم التعرف فيها على الكالسيت (الجبس)، والهيماتيت، والسيليكات، كما تم تحديد كميات ثابته مع المواد القائمة على الكربون التي من شبه المؤكد أنها تعزى إلى وجود المواد العضوية التي يرجح أنها تعمل على ربط طبقة التصوير أو الزخرفة.

العينة (C4: N2C35b/E3): كسرة من الطبقة المعادة لصبغة صفراء أعلى الطبقة الأساسية الخضراء، وقد تم تحضير القسم اللامع، والتحليل بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح المقترن بوحدة تشتت الأشعة السينية (EDS)، لتوصيف الأصباغ غير العضوية في الطبقات التصويرية المختلفة (لوحة ١٢ أ، ب)، والتي من خلالها تم تحديد الطبقات على النحو التالي:



صورة (١٢ أ، ب): كسرة من الطبقة المعادة لصبغة صفراء أعلى الطبقة الأساسية الخضراء، (أ) صورة فوتوغرافية في (M.O)للمقطع اللامع – تكبير () -(250xالضوء المنعكس). (ب) صورة مجهرية للمقطع بواسطة (–(SEM تكبير (٣٥٠ – (xكاشف ((BSE، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

a : الدعامة الخشبية.

b : طبقة خضراء تم الحصول عليها من خليط الرهج الأصفر/الأوربمينت (Orpiment)، وأزرق النيلة (Indigotine)، وهو مبدأ تلوين مستخرج من أوراق أنواع مختلفة من النباتات، ويسمى أيضاً (Indigo)، وقد تم تأكيد هذا الأخير من خلال التحليلات باستخدام مطياف رامان.

c : طبقة بيضاء مصفرة، مماثلة لتلك الموجودة في العينة (C3).

طبقة التحضير غير موجودة

العينة (C5: N2 T30/fo): هي عبارة عن كسرة لصبغة خضراء من الزخرفة الأصلية مأخوذة من بدن العارضة الخشبية، حيث تم فحص العينة على هيئة شظية بإستخدام مطيافية رامان فقط، وتم تحديد أربع طبقات، هي:

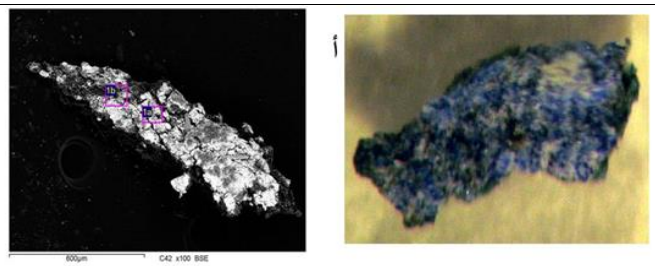
a : الدعامة الخشبية.

b : طبقة خضراء تم الحصول عليها من مزيج من الرهج الأصفر/ الأوربمينت (Orpiment) وأزرق النيلة (Indigo).

c : طبقة خضراء تم الحصول عليها من خليط الجيوثيت (Goethite)(هيدروكسيد الحديد)، والذي يعزى إلى وجود المغرة الصفراء (Ochre yellow) وأزرق النيلة (Indigo).

d: وجود جزيئات الزنجفار (Cinnabar)، و(Para-Realgar) وهي صبغة حمراء مائلة للبرتقالي من الزرنيخ ناتجة عن تحلل رهج الغار/ الريالجار (Realgar)[٣١]، والرهج الأصفر (Orpiment).

العينة ((C6: E1C64c (top): كسرة لصبغة زرقاء **أعلى الطبقة الأساسية الخضراء** مأخوذة من المصندقة (c) الرواق الشرقي، لتحليل اللون الأزرق عن طريق المسح الإلكتروني (SEM) المقترن بوحدة تشتت الأشعة السينية (EDS)؛ لتوصيف الأصباغ غير العضوية (صورة ١٣ أ، ب).



صورة (١٣ أ، ب): كسرة من الطبقة المعادة لصبغة، (أ) صورة فوتوغرافية في (M.Oللمقطع اللامع – تكبير (١٠٠) -(xالضوء المنعكس).(ب) صورة مجهرية للمقطع بواسطة (–(SEMتكبير (١٠٠ (x –كاشف ((BSE، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء).

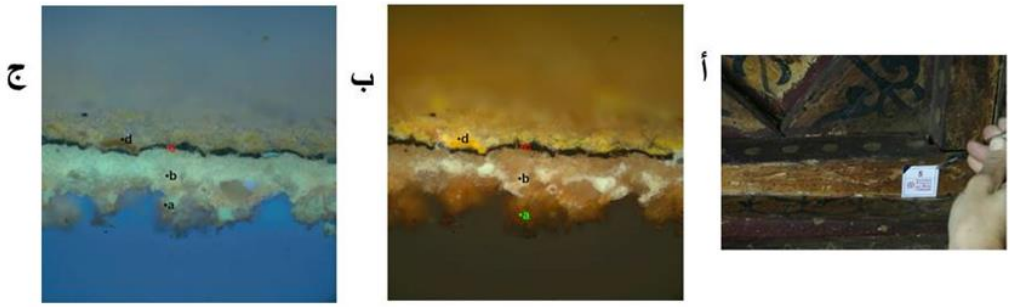
a : طبقة زرقاء تتكون من خليط معقد إلى حد ما من أزرق النيلة (Indigo)، والأزوريت (Azurite)، أو مطحون أزرق اللازورد (Lapis lazuli)، وهي عبارة عن (كبريتيدات الصوديوم والمغنيسيوم والسيليكا ــ ألومينات المحتوية على الكبريتيدات).

b : أبيض الرصاص/ الأسبيداج.

c : الزنجفار (Cinnabar)، والذي يبدو أنه من المناطق الملونة المجاورة.

ليس هناك وجود لطبقة التحضير

العينة (C7: N1C30d): كسرة مأخوذة من المصندقة (D) لطبقة الإعادة اللونية في الرواق الشمالي، لتحليل اللون الأصفر عن طريق (m FT-IR)، ومطيافية (RAMAN)، وقد تم تحديد أربع طبقات (صورة ١٤ أ،ب،ج)، هي من الأسفل إلى الأعلى:



صورة (١٤ أ، ب، ج): كسرة من الطبقة التصويرية (الزخرفة) لطبقة الإعادة اللونية، (أ) مكان أخذ العينة: المصندقة (d) لطبقة الإعادة اللونية- الرواق الشمالي. (ب) تصوير مجهري للعينة مبني على الضوء الأبيض المنعكس (20X). (ج) تصوير مجهري للعينة مبني على الأشعة فوق البنفسجية (20X)، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء).

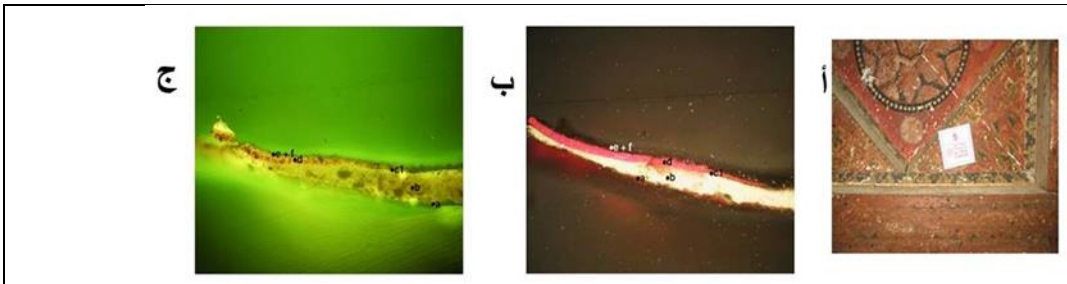
a : الجزء السفلي من الطبقة التحضيرية ذو لون بني فاتح (بندقي)، مبني على الجبس، حيث تم التعرف على وجود مادة رابطة للبروتين الدهني (تمبرا)، كما تم الكشف عن وجود أكسالات الكالسيوم في هذه الطبقة.

b : احتوى الجزء العلوي من الطبقة التحضيرية على صبغ أبيض اللون اساسه الجبس، ووسيط لوني من البروتين الدهني (التمبرا).

c : طبقة سوداء من المرجح أنها تتكون من مادة كربونية (أسود الكربون)، كما تم الكشف عن وجود الطباشير فيها، والذي من المحتمل أنه يعود إلى تكوين الطبقة السفلية، وأكسالات الكالسيوم، أما الرابط فيتكون من مادة بروتينية، ولا يستبعد وجود جزء صغير من المادة الدهنية (التمبرا).

d : انتشار اللون الأصفر بالاعتماد على مادة رابطة البروتين الدهني (التمبرا)، والتي تم الكشف فيها عن وجود أكسالات الكالسيوم.

العينة (C8: YAN5-N): أمكن بواسطة المجهر الفراغي تحديد لون غير متجانس على السطح الخارجي للعينة، يتراوح من الأحمر إلى الأصفر البرتقالي مع مناطق بنية، فيما يلاحظ أن السطح ذو ملمس خشن وغير مستوٍ، إضافة إلى وجود ترسبات سطحية تتكون من ملوثات الغلاف الجوي، بينما سمحت مراقبة العينة تحت المجهر البصري من تحديد وجود سبع طبقات (صورة ١٥ أ، ب،ج).



صورة (١٥ أ،ب،ج): جزء من الطبقة التصويرية (الزخرفة) متعددة الألوان، (أ) مكان أخذ العينة: الواجهة الشرقية للوح، يتمثل بصبغة صفراء على الزخرفة الأصل. (ب) تصوير مجهري للعينة بواسطة الضوء الأبيض المنعكس (١٠٠×).
(ج) تصوير مجهري للعينة بواسطة الأشعة فوق البنفسجية (٥٠٠×) عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

a : بقايا طلاء أساسه الزنجفار، والرصاص الأحمر في مادة رابطة من البروتين.

b : طبقة أصفر بسمك (٢٠-١٠٠ مم) تحتوي على صبغة صفراء يُفترض أنها الرهج الأصفر/الأوربمينت (Orpiment)، ممزوجة بمادة رابطة بروتينية.

c : (C1): أسود بسمك (٤ مم) يتكون من صبغ أسود الكربون في مادة رابطة من البروتين.
(C2): بني فاتح (بندقي) بسمك (٤٠ مم)، يرجح أنه زيت نباتي عضوي تم تطبيقه على السطح.

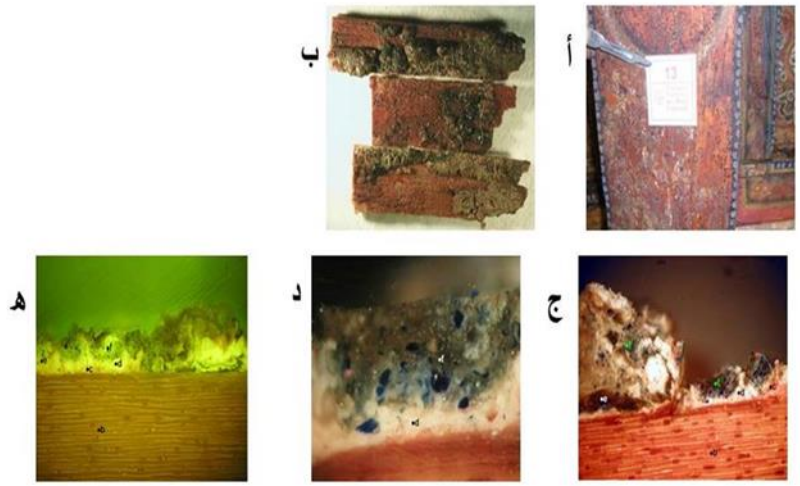
d : طبقة حمراء بسمك (١٠-٤٠ مم) تحتوي على الزنجفار والرصاص الأحمر (Minium).

e : آثار لطبقة عضوية ذات طبيعة بروتينية بسمك (٤ مم)، لونها بني فاتح (بندقي)، يتم ملاحظتها على طول القسم بأكمله، ربما نفذت على السطح كطبقة تحضيرية، أو حماية.

f : طبقة رمادية بسمك (~٢ مم) تمثل رواسب سطحية، وتتكون من ملوثات الغلاف الجوي.

<u>الاختبارات الميكرو كيماوية</u>: أعطى اختبار الفوكسين الحمضي النوعي لتحديد المواد البروتينية نتيجة إيجابية للطبقة (a,b,c1,d,e) مما يشير إلى أن الطلاء تم تصنيعه باستخدام مادة رابطة تعتمد على البروتين، فيما أعطى الاختبار بواسطة ($NH3 + H_2O_2$) الذي تم إجراؤه على المساحيق نتيجة سلبية، باستثناء وجود زيوت التجفيف الطبقة (C2).

العينة (C9: N4C2 c/d): مكنت مراقبة العينة التي أخذت من الطبقة التصويرية (الزخرفة) مأخوذة من بدن العارضة الرواق الشمالي (٤)، تحت المجهر الضوئي من تحديد وجود ست طبقات، بعضها له سمك غير منتظم ومتقطع (صورة ١٦ أ، ب،ج، د،هـ)، والتي تتكون من:



صورة (١٦ أ،ب،ج،د،هـ): شظايا من الطبقة التصويرية (الزخرفة) مأخوذة من بدن العارضة الرواق الشمالي (٤)، (أ) مكان أخذ العينة: العارضة الخشبية (C/Dللإسكوب الرابع من رواق القبلة. (ب) صورة مكبرة بواسطة المجهر المكبر- أمام (١٢) .(Xج) تصوير مجهري للعينة مبني على الضوء الأبيض المنعكس (١٠٠) .(Xد) تصوير مجهري للعينة مبني على الضوء الأبيض المنعكس (٥٠٠) .(Xه) تصوير مجهري للعينة مبني على الأشعة فوق البنفسجية (١٠٠(X، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

a : طبقة ذات لون بني من بقايا مادة تتكون من حبيبات مختلفة الأنواع، يمكن على الأرجح تحديده بأنها مواد ترسبت من خلال اختراقها شقوق في الدعامة الخشبية.

b : الدعامة الخشبية.

c : طبقة برتقالية بسماكة تتراوح بين (١٥٠-٥٠ مم)، تم تنفيذها بناءً على صبغة بيضاء غير معروفة، وأحمر الرصاص (Minium).

d : صبغ أبيض بسمك تقريبي (~ ٥٠ مم) تطبيق يعتمد على صبغة بيضاء، لا يمكن التعرف عليها، أو تحديدها بشكل دقيق.

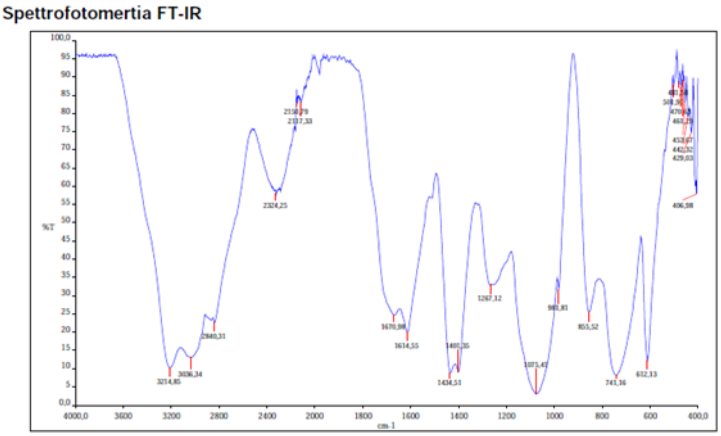
e : طبقة تتكون من بعض المخلفات لطبقة (طبقات) بنية اللون، وبسمك متقطع يبلغ حوالي (٥٠ مم)، أساسها مادة عضوية، يُحتمل أنها مطبقة كورنيش.

f : الطبقة ذات لون الأزرق، وبسمك غير منتظم (٥٠٠ مم)، من طبقة تحتوي على صبغة أمكن على الأرجح تحديدها بصبغ أزرق الألترامارين الاصطناعي (Ultramarine) في مادة رابطة بروتينية.

فحص وتحليل تقنية التذهيب

العينة (C10: E1C89): عبارة جزء من غشاء كوز الصنوبر مع تبييض سطحي، حيث يُظهر الطيف الذي تم الحصول عليه من تحليل على العينة إشارات تعزى إلى وجود خليط من كبريتات الأمونيوم وكبريتات الزنك، ممزوجاً بأجزاء عضوية (صورة ١٧ أ،ب) (جدول ٣).

صورة (١٧): شظيه من الطبقة التصويرية (التذهيب)، (أ) مكان أخذ العينة: زخرفة كيزان الصنوبر المصندقة (٨٩)-الرواق الشرقي. (ب) صورة مكبرة بواسطة المجهر المكبر- أمام (٢٠) .(Xج) تصوير مجهري للعينة مبني على الضوء الأبيض المنعكس (١٠٠) .(Xد) تصوير مجهري للعينة مبني على الأشعة فوق البنفسجية (٥٠٠ (Xعن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)



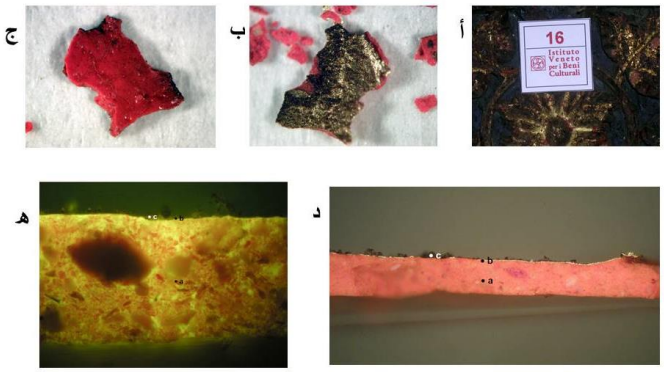
جدول (٣): يُظهر الطيف الذي تم الحصول عليه من التحليل على العينة (C10: E1C89)إشارات تعزى إلى وجود خليط من كبريتات الأمونيوم وكبريتات الزنك ، ممزوجًا بأجزاء (بقايا) عضوية.

a : الدعامة الخشبية.

b : رقاقة معدنية ذهبية بسمك (٢ مم)، تم تطبيقها على الخشب مباشرة بواسطة رابط عضوي.

c : طبقة ذات لون بني فاتح أساسه مادة رابطة بروتينية، تحتوي على جزيئات من ملوثات الغلاف الجوي.

العينة (C11:S1-16): سمحت مراقبة العينة تحت المجهر البصري بتحديد وجود ثلاث طبقات (صورة ١٨ أ، ب،ج، د ،هـ)، هي من الأسفل إلى الأعلى:



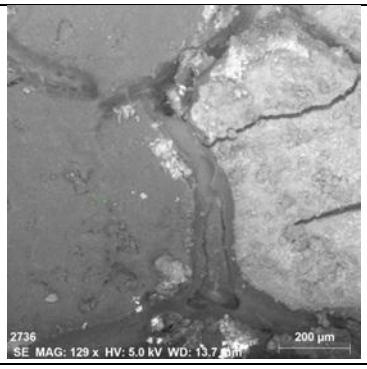
صورة (١٨ أ، ب،ج، د، هـ): شظيه من الطبقة التصويرية (التذهيب)،(أ) مكان أخذ العينة: واجهة الجسر الخشبي من الجهة الجنوبية. (ب) صورة مكبرة بواسطة المجهر المكبر- أمام (63X). (ج) صورة مكبرة بواسطة المجهر المكبر- الخلف (63X). (د) تصوير مجهري للعينة مبني على الضوء الأبيض المنعكس (100X). (هـ) تصوير مجهري للعينة مبني على الأشعة فوق البنفسجية (500X)، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

a : طبقة برتقالية تتكون من الرصاص الأحمر (Minium)، والأحمر الأرضي (الهيماتيت)؛ وهي تقنية شبيهة بالطين الأرمني (البولو) الذي شاع استخدامه في اوروبا، وهو ارضية تحضير لطبقة التذهيب، وأبيض الرصاص (الأسبيداج).

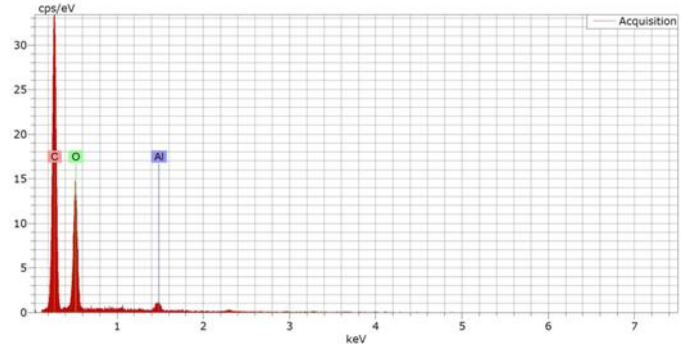
b : رقاقة معدنية ذهبية بسمك (٢ مم).

c : الكشف عن طبقة غير منتظمة على السطح بسماكة تتراوح بين (٢٠-١٠ مم)، ذات طبيعة عضوية، كما يمكن ملاحظة زيادة في التألق في الجزء السطحي من الطبقة (a)، والذي ربما أنه بسبب انتشار واختراق المادة العضوية المستخدمة لتطبيق رقائق الذهب.

العينة (C12: S2C35a): كسرة من الطبقة التصويرية (الزخرفة)، حيث أجري لها عملية مسح عن طريق المجهر الإلكتروني (SEM) المقترن بوحدة تشتت الأشعة السينية (EDS) لطبقة الأرضية البيضاء (Gypsum)، أما السطح المطلي من الخشب فأستخدم (Inspect S50 — حجم صورة :1000Mag × FEI: 5.0 :128.686327077748xHV كيلوفولت) (صورة ١٩ أ، ب،ج)، وقد حدت أربع طبقات، هي:



صورة (١٩):



جدول (٤):

كسرة من الطبقة التصويرية (الزخرفة) مأخوذة المصندقة (A) (200X)، الرواق الجنوبي، عن (الباحث)

a : الدعامة الخشبية.

b : طبقة بيضاء أساسها الكالسيت (Gypsum).

c : صبغ أسود أساسها أسود كربون.

d : صبغ أحمر أساسه (كربونات الكالسيوم).

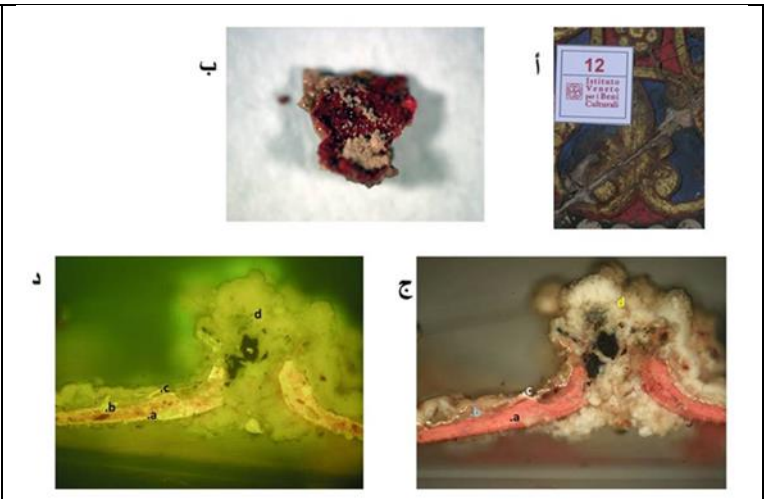
كشفت الملاحظة الأولية للعينة أن طبقة الطلاء الأسود قد تم تنفيذها مباشرة على طبقة أرضية بيضاء، بينما تم تطبيقها مباشرة على الخشب في الأجزاء الأخرى من نفس العينة، كما نفذت الخطوط العريضة بالطلاء الأسود، وإضافة إلى ذلك فأن الفحص حدد نوع الرابط المستخدم في تطبيق الأصبغة، وهو الصمغ العربي.

فحص وتحليل الأجزاء الخشبية لتحديد نوع التلف

تم استخدام جهاز المسح الإلكتروني (SEM) المقترن بوحدة تشتت الأشعة السينية (EDS) لفحص التركيب الخلوي للخشب ودراسة الشكل السطحي للطبقات المطلية المستخدمة في القطع المنفصلة، بالإضافة إلى ظهور بقع التدهور، كما تم أخذ عينتين صغيرتين من الأجزاء الخشبية التي تم فحصها باستخدام (Inspect S50) (حجم صورة × FEI: 1000

1000Mag: 128.686327077748xHV: 5.0 كيلوفولت)، إضافة إلى فحص العينات بواسطة التصوير المجهري المبني على الضوء الأبيض المنعكس، و الأشعة فوق البنفسجية.

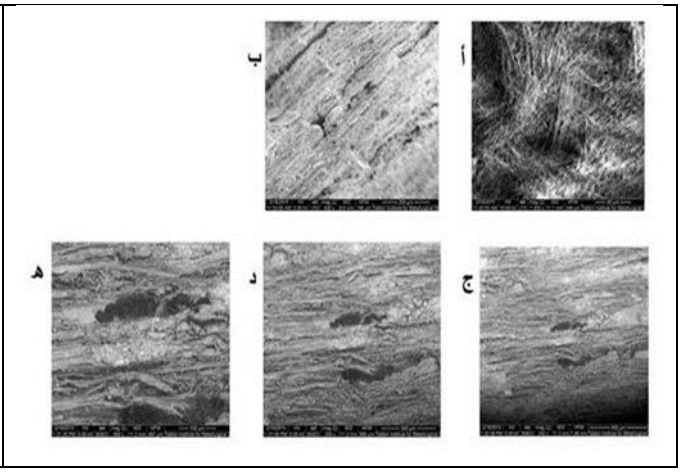
العينة (C26: Y-S1-12): سمحت مراقبة العينة تحت المجهر البصري المأخوذة من الطبقة التصويرية (التذهيب)- الرواق الغربي - المصندقات الخشبية - الصف الثاني من الجهة الجنوبية (صورة ٢٠ أ، ب،ج، د)، بتحديد وجود أربع طبقات:



صورة (٢٠ أ، ب،ج، د): طبقة بيضاء يرجح أنها ناتجة عن هجوم بيولوجي فطري، (أ) مكان أخذ العينة: الرواق الغربي ـ المصندقات الخشبية ـ الصف الثاني من الجهة الجنوبية. (ب) صورة مكبرة بواسطة المجهر المكبر- خلف (٤٠ .(X)ج) تصوير مجهري للعينة مبني على الضوء الأبيض المنعكس (١٠٠) .(Xد) تصوير مجهري للعينة مبني على الأشعة فوق البنفسجية (١٠٠.(X

- a : طبقة برتقالية أساسها الزنجفار في غشاء رابطة الأوليك.
- b : طبقة عضوية من البروتين، ذات لون بنية فاتح، وبسمك يتراوح بين (٨٠-١٠ مم)، تحتوي على أبيض الرصاص (الأسبيداج).
- c : رقاقة ذهبية بسمك يتراوح بين (٤-٢ مم).
- d : طبقة بيضاء اللون، وبسمك (٥٠٠-١٠٠ مم)، والتي يرجح أنها ناتجة عن هجوم بيولوجي فطري.

العينة (C28: O70 T70 DR): المسح بواسطة (EDS & ESM) المستخدم لفحص التركيب الخليوي للشريط الكتابي في الرواق الغربي، حيث تظهر نتائجه جوانب من تدهور الخشب، والتي تلاشت فيها الخلايا، فأصبحت عبارة عن ألياف تتخللها الشقوق والحفر والانفصالات، كما تظهر بقايا فضلات الحشرات (صورة ٢١ أ، ب،ج، د، هـ).



صورة (٢١ أ، ب،ج، د، هـ): جوانب من تدهور الخشب، عن (الباحث)

مراحل العلاج والصيانة (Treatment & Restoration Processes)

التسجيل والتوثيق

صورة (٢٢): التوثيق الفوتوغرافي، (الباحث)

تعد أحد أهم الأعمال المصاحبة لأعمال الصيانة والترميم، ومواكبة لجميع مراحل التدخلات، وبذلك ستمثل وثيقة مهمة يمكن الرجوع إليها إن تقرر القيام بأعمال صيانة مستقبلية، إضافةً إلى أنها تمكن المرمم من تقييم الأعمال المنفذة لتحديث آلية التدخل إن إستلزم الأمر ذلك، وهي:

التوثيق البياني: توثيق حالة التلف عن طريق القيام برسم خرائط توضيحية لمظاهر التلف التي تعاني منها الأسقف الخشبية، وبإستخدام أقلام التلوين المختلفة، حيث تم عمل إستمارة لكل صف من المصندقات، والقيام بوصف دقيق للتدخلات التي تم تنفيذه.

التوثيق الفوتوغرافي: وهي عملية يتم فيها التوثيق الدقيق لكل مراحل الصيانة والترميم، ابتداءً من رصد لتفاصيل التدهور ومظاهر التلف المختلفة قبل الترميم، مروراً بتوثيق لأهم مراحل التدخلات، وإنتهاءً بالتفاصيل النهائية لأعمال الترميم (صورة ٢٢).

التنظيف الميكانيكي(Mechanical Cleaning)

(صورة ٢٣): التنظيف الميكانيكي بواسطة الفرش والمكنسة الكهربائية، (الباحث)

هدفت عملية التنظيف الميكانيكي إلى إزالة الإتساخات والأتربة التي ترسبت على سطح السقف الخشبي، وبقايا خيوط العنكبوت بإستخدام الفرش الناعمة والخشنة مختلفة الأحجام (Brushes)، كما تم الإستعانة بأشكال مختلفة من أدوات أطباء الأسنان، والعيدان الخشبية في إزالة الأتربة المتساقطة من خلال الفجوات التي تتخلل المصندقات والشروخ، إذ تتميز هذه الأدوات بدقتها وإختلاف أشكالها بشكل يسمح بتنوع استخدامها لتنظيف الشروخ الدقيقة مما هو عالق بها، كما استخدمت المكانس الكهربائية (Vacuum) في شفط الأتربة من الشروخ والأماكن الضيقة والعميقة، التي يصعب الوصل إليها بالفرش، والأدوات الأخرى (صورة ٢٣).

أما طبقات الشموع المتراكمة، والإتساخات السميكة المتكلسة على السطح فقد أزيلت بواسطة المشارط (Scalpel) متعددة الرؤوس، أو ذوات الرؤوس الثابتة، بينما استعملت المطارق المتوسطة الحجم (Hummer) والأزاميل المسطحة متعددة الأحجام في إزالة كتل الجص السميكة شديدة الصلابة من على العناصر الخشبية المجاورة للجدران، وبعض المصندقات والجسور الخشبية الممتلئة باللطخات الجصية, ثم شفطها بالمكنسة الكهربائية, كما استعملت بعد ذلك الفرش الخشنة لتنظيف ما تبقى من آثار الجص عن طريق الحك الحذر، كي لا تتعرض الطبقة اللونية للضرر، كما إستخدمت المشارط الجراحية في إزالة الطلاءات الإكريليكية من الأسطح القريبة من الجدران (صورة ٢٤).

(صورة ٢٤): ازالة كتل الجص السميكة بإستخدام الإزميل والمطرقة، (الباحث)

وإزيلت البقايا العضوية من مخلفات الحشرات والطيور الملتصقة ببعض أسطح العناصر الخشبية والطبقة اللونية باستخدام المشارط الجراحية، والأعواد الخشبية (Swap)، لاسيما الصفوف الأولى من مصندقات الرواق الغربي، والتي لسوء الحظ، كانت تعاني من تكتلات عضوية كثيفة ملتصقة بهيكلها وبقوة، تمثلت بأعشاش الطيور المختلط بالريش، وطبقات سميكة من الجص الصلب، والتي يبدو أنها استخدمت في تدخلات الصيانة السابقة، بهدف استبدال الأجزاء المفقودة من المصندقات بطريقة ما، أو لمحاولة تثبيت العناصر غير الآمنة (الخارجة عن مواضعها)، ويحتمل أنها نفذت للحد من تعشيش الطيور، وهو ما استلزم ارتداء الملابس الواقية وكمامات الـ(٣M) عند عملية التنظيف الميكانيكي لهذا القطاع (صورة ٢٥).

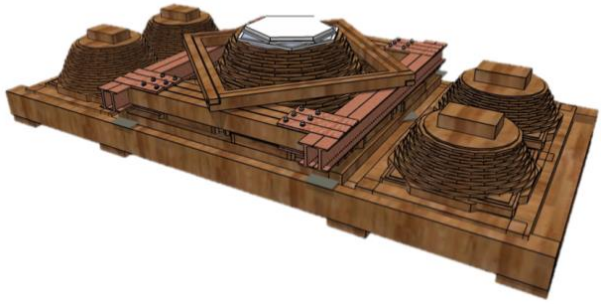
صورة (٢٥): الإزالة الميكانيكية لأعشاش الطيور والبقايا العضوية بواسطة المشارط الجراحية،(الباحث)

وقد استخدمت الأزاميل والمطارق المتوسطة، إضافة إلى المشارط الجراحية في إزالة هذا الكم الهائل من البقايا العضوية والجبس العالق على السقف الخشبي للصفوف (O2C1.2.3.4.5) و(O3C1.2.3)، حيث استمرت عملية الإزالة أربع أيام نتيجة التعامل الحذر مع العناصر الملونة المتضررة بشدة، ولانتشار الحشرات تحتها، في حين تم إزالة مناطق العفن الأبيض عن طريق القشط بالمشرط ذو الرأس الثابت حتى الوصول إلى المنطقة السليمة من السطح (صورة ٢٦).

صورة (٢٦): قشط المناطق المصابة بالعفن والتسوس الأبيض بإستخدام المشرط ، (الباحث)

وقد استخدم أسفنج الويشاب (Wishab sponge)[٣٢] في تنظيف العناصر الخشبية ذات الزخارف والرسوم متعددة الألوان، والمذهبة بشكلٍ خاص، حيث تم إستخدامها في تنظيف العناصر الزخرفية مثل كيزان الصنوبر والزخارف المذهبة في الرواقين الشرقي والغربي، وقد أعطت نتائج ممتازة في تنظيف هذه الأسطح من بقايا الغبار، وطبقات السناج، وكذلك الإتساخات غير العضوية التي تغطيها.

القباب الخمس المقرنصة في الرواق الشمالي الأسكوب الأول: نتيجة للخلل الوظيفي والجمالي الناتج عن الترميمات السابقة، والتي أفضت إلى إضافة عناصر خارجة عن الكتلة البنائية للقباب، إذ تقرر دعم وتقوية السقف الخشبي للقباب بواسطة هيكل معدني، يتكون من داعمات حديدية غير قابلة للصدأ، تستند على الجدارين الشمالي لرواق القبلة، والجدار الجنوبي أعلى القوس الفاصل بين الأسكوب الأول والثاني ، عوضاً عما سيتم إزالته مما أستحدث من عناصر(شكل ٥)، والتي وثقت وسيتم عرضها مستقبلاً، في المتحف الدائم لمشروع الجامع الكبير بصنعاء، وقد بدأ العمل على:



(شكل ٥): الهيكل المعدني الذي يعمل على تقوية بنية القباب الخشبية بواسطة البراغي، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

تثبيت الألوان على الحشوات الجبسية أسفل القباب بواسطة تطبيق مادة الباراليود (Paraloid B72) (٥ %) في الأسيتون على العناصر الجبسية المراد المحافظة عليها أثناء إزالتها من مواضعها، عن طريق لفها، أو تغطيتها بقطعة من قماش شبيه بالشاش الطبي.

إحضار دعامات حديدية لإسناد الحوامل الخشبية أسفل القباب من أجل دعم الهيكل الخشبي للقباب أثناء إزالة الدعامتين المستحدثتين، حيث تقرر قطعهما من إحدى النقاط التي تم تحديدها مسبقاً بالقرب من الجدار بواسطة المنشار، ثم إعادة تجميعها عن طريق حفر قناتين لإدخال لسان خشبي بين الجزئين، وإلصاقهما مع بعضهما لعرضهما في متحف الجامع.

فتح القباب من الأعلى لإستخراج ألواح حجر المرمر التي تغطي القباب، إضافةً إلى إزالة الألواح الخشبية غير الآمنة، والكتل الجبسية التي تم بواسطتها إستكمال وتثبيت القطعه الخشبية المفقودة، أو الخارجة من الفجوات نتيجة بسطها على أرضية سقف الجامع، إلا أنه لوحظ أثناء إزالة القضاض وتنظيف أرضية القبة المركزية من الأتربة المضغوطة التي تبقت بين العناصر الخشبية التدهور الشديد لتلك العناصر الخشبية، مما إستوجب إجراء عملية تدخل جادة من خلالها يتم تدعيم هيكل القبة، لاسيما أن كلاً من الجانب الجنوبي الغربي، والشمالي الشرقي اللذان تعرضا لأضرار جسيمة جراء انتشار التلف البيولوجي الناتج عن الحشرات والفطريات.

(صورة ٢٧): فتح القبة المركزية وحفر قنوات لوضع الهيكل المعدني الداعم، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)

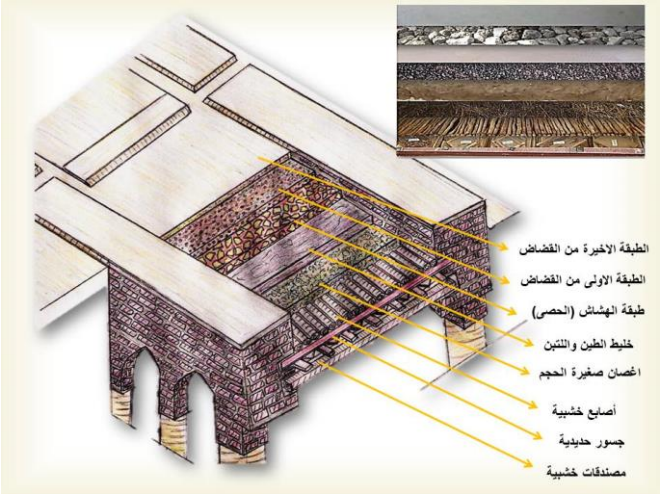
توثيق وترقيم الألواح الخشبية غير الآمنة تمهيداً لإزالتها، والبدء بعملية العلاج والترميم، حتى نتمكن من وضعها في أماكنها الصحيحة بعد الإنتهاء من أعمال المعالجة.

بدء العمل على حفر قنوات لوضع الدعامة المعدنية حول القبة المركزية، والتي ستعمل على تقوية هيكل القبة، وقد ثبتت بواسطة البراغي ، حيث تم تركيب ثلاثُ دعامات حديدية ثبتت على زواية القبة المركزية، إذ ترتكز على الجدارين الشمالي والجنوبي، وتم تركيب دعامات خشبية أسفل الحوامل الحديدية مقاساتها (٨×١٤سم)، إضافةً إلى عوارض قطرية تعلو الحوامل الخشبية، والعوارض الأصلية من أجل دعم هيكل القبة (صورة ٢٧).

وقد وضعت كل حزمتين جنبًا إلى جنب لكل مجاز أصلي، لتسهيل ربط القضيب المعدني الداعم بين العارضتين، كما جعلت حوافها على شكل الحرف اللاتيني (T) مزدوج، ما أدى إلى تفريغ أحمالها على الجدار الخارجي للأسكوب الأول في جهة الشمال، وجدار العقد الجنوبي الذي يحدد الأسكوب الأول (N1) من الأسكوب الثاني (N2)، وتم بناء هيكل آخر، ليصبح بذلك داعم مكون من طابقين، يعتمد الداعم المعدني الثاني على أقطار الداعم المعدني الأول، وبمجرد إنشاء الهيكل الجديد

تقرر قطع المجازين المضافين أسفل القبة أثناء ترميمات سابقة، والمسجلين بـ(T2, T3)، المقابل للجهة (N1 Dcc2, N1Dcc5)، ومن هنا تم توزيع الأحمال بشكل منتظم.

تطلبت المرحلة الأخيرة من إغلاق القباب المقرنصة إعادة بعض القطع الخشبية للطابقين العلويين، وكذلك المربع المحيط بالقبة بعد ما تم معالجتها، وذلك لإستكمال ما كان مفقوداً من الألواح الخشبية بما تم العثور عليه من ألواح خلف بعض المصندقات الخشبية لأسقف الرواق الشمالي في الأسكوب الثاني (N2).



(شكل ٥): تقنية التسقيف القديمة في الجامع الكبير بصنعاء، (الباحث)

أغلق أعلى القباب بألواح من خشب (الأبلكاش) كإجراء أولي، بعد أن تم معالجته بواسطة (Creosote Wood Shield)[٣٣]، وهي مادة حافظة ومطهرة، والبارالويد (Paraloid B72) بنسبة (١٥٪) كعازل مائي وقائي، ثم أعيد تسقيفها بإتباع التقنية القديمة في تسقيف الجامع الكبير، وذلك بوضع اغصان النبات الصغيرة، والتي تعمل كوسادة ماصة للضغوط، أعقبها وضع طبقات متعددة من الطين والقضاض (شكل ٥).

التنظيف الكيميائي (Chemical Cleaning)

يعد التنظيف الكيميائي المرحلة الأكثر تعقيداً، والتي تبدأ بعد أعمال التقوية للطبقات التصويرية، والتي لم يتقرر الإنتقال إليها، إلا بعد إجراء العديد من تجارب التنظيف على البوليمرات والمواد التي تم تحديدها، وبناءً على النتائج تم الاعتماد على المواد المنظمة[٣٤](buffer)، وضمادات الورق الياباني (Japanese paper)، بهدف تنظيف وإزالة طبقات الأوساخ، والترسبات الدهنية والعضوية، التي استعصى إزالتها في المرحلة السابقة، في محاولة لكسر الروابط الثانوية الموجودة ما بين جزيئات تلك الإتساخات ومادة الأثر، مع التركيز على المحاليل المخفضة للتوتر السطحي، والتي تعمل على خفض القدرة الاختراقية للمذيبات، وبالتالي تزيد من قدرة التبليل والانتشار السطحي لها، مما يؤدي إلى التقليل من مخاطر الإضرار بالطبقة التصويرية، كما يجب مراعاة زمن التطبيق، وطرق التنظيف المتبعة، ونتيجة لذلك تم تحديد عدة مواضع غير مرئية من السقف الخشبي لإجراء مجموعة من اختبارات على بعض الطرق والمواد الكيميائية، وذلك لإختيار أنسبها وأفضلها، إذ من الممكن استخدام أكثر من مذيب طبقاً لنوع الإتساخات وسمكها، لا سيما أن المذيب الذي يعطي نتيجة جيدة في جزءٍ ما من الأثر، قد لا يعطي نفس النتيجة في بقية الأجزاء الأخرى.

مرحلة تقييم بعض طرق ومواد التنظيف من خلال عمل بعض الاختبارات

أجريت عددُ من التجارب على مجموعة من المذيبات لاعتماد أنسبها في الجزء التطبيقي من الدراسة، وهي على النحو التالي:

التجربة الأولى: اختبار محاليل تنظيف طبقة الألوان والأخشاب

نفذت مجموعة من عمليات التنظيف الاختبارية الموضعية في القطاعات الأربعة من الجامع الكبير (الأجنحة)، حيث روعي بالمواد الكيميائية المختارة التدرج تصاعدياً من المواد الأقل قطبية إلى الأكثر قطبية، اعتماداً على حالة الأثر (صورة ٢٨ أ، ب)، وهي على النحو التالي:

(صورة ٢٨ أ) اختبار تنظيف بواسطة الماء المقطر الساخن للأخشاب غير الملون بواسطة اسفنج (blix fix)، الرواق الشرقي، (الباحث)

(صورة ٢٨ ب): اختبار التنظيف على واجهة الجائزة الخشبية بإستخدام (Chelante+ Klucel pH 7.5)، (الباحث)

الغسيل بالماء الساخن، وإسفنج التثبيت (blix fix) على الأسطح الخشبية غير الملونة، وهو ما سمح بإزالة الطبقة المصبوغة ذات الأصل العضوي، والترسبات البروتينية الناتجة عن الفعاليات الدينية المختلفة، حيث كانت النتيجة ممتازة.

بولي أوكسي إيثيلين (Tween 20) ($C_{58}H_{113}O_{26}$) : مخفض أنيوني سائل، أعطى هذا المحلول نتائج ممتازة في تنظيف مناطق الخشب المكشوفة، كما استخدم أيضاً لإنهاء تنظيف الأسطح متعددة الألوان للأجزاء العلوية من المصندقات والشريط الكتابي.

صفراء الثور (Ox bile): وهو مخفض أنيوني صلب يستخدم بمزجه مع الماء الخالي من المعادن، بتركيزات منخفضة لتنظيف الألوان المتعددة (Polychromeatical)، خاصة الألوان الحمراء والزرقاء، وقد أثبت فعالية جيده، إلا أنه لوحظ في بعض المصندقات ظهور علامات بيضاء من الأملاح على العوارض الثانوية ذات اللون الأحمر، فأستبدل في بالـ(Tween 20).

زيت التربنتين المعدني (White spirit): استخدم لتنظيف الإتساخات السطحية من على الرقائق الذهبية المزينة للعنصر الزخرفي كيزان الصنوبر في الرواق الشرقي (كوات التجاويف الزرقاء)، والزهور داخل المصندقات، وقد أثبت فعالية محدودة.

محلول الكحول الإيثيلي(Etilic alcohol) (C_2H_5OH): سمح استخدام الكحول الإيثيلي في الرواق الشمالي إلى إزالة طبقة الأوساخ، والمواد البروتينية بشكل شبه الكامل، دون تليين للطبقة التصويرية، فضلاً عن استعادة الأصباغ (البيضاء،

والحمراء، والأزرق الفاتح، والأخضر) القيمة اللونية الأصلية تقريباً، بإستثناء اللون الأصفر الذي امتص المادة البروتينية، مما أدى إلى بهتان لونه.

مخلابيات (Chelante)(١ لتر ماء مقطر، ٢٦ جم حمض الستريك، ٦٠ ملم ثلاثي أمين الإيثانول) : استخدمت المخلابيات بشكلها السائل والهلامي بتركيز (pH 7.5)، حيث أعطت نتائج جيدة على الألوان الزيتية، والتمبرا، إن استعمل بحذر شديد، كما أظهرت أيضاً نتائج جيدة في تنظيف الرقائق الذهبية المتأكسدة على الواجهة السفلية للحوامل الخشبية، بواسطة الورق الياباني والقطن الملفوف على العيدان الخشبية، حيثما توجد طبقة ذو التصاق قوي من طبقة متماسكة، ودون اللجوء إلى أي عمل ميكانيكي، مع لمسات قليلة لإزالة بطيئة للترسيب السطحي.

التجربة الثانية: اختبار تدعيم طبقة الألوان والأخشاب

(صورة ٢٩): تثبيت الطبقة اللونية بمد راتنج الكلوسيل (Kucel G) المخفف بالإيثانول على ضمادات من الورق الياباني، (الباحث)

نفذت طبقة من مادة الكلوسيل (Klucel G) بنسبة (٤%) على الورق الياباني بواسطة الفرشاة، لتدعيم الطبقات اللونية للوح الإغلاق بالمصندقة، والمثلثات والعوارض الخشبية، إلا أن كثافة الكلوسيل أنتجت لمعة، فتم تخفيف تركيزه إلى (٣%) للقضاء على تلك اللمعة (صورة ٢٩).

إن هذه النتيجة لم تكن مرضية في جميع أساكيب الرواق الشمالي، إذ لوحظ اصفرار اللون الأبيض في الجسور الخشبية للأسكوب الرابع (T38- T29)، نتيجة نزوح التأنين إلى سطح الخشب، مما أوجب اجراء عمليات اختبار أخرى، تم فيها:

تطبيق مادة (Ciclododecan) (٤٠%) بشكل محدود على الورق الياباني بواسطة الفرشاة، بهدف عزل الطبقة الزخارف البيضاء بشكل مؤقت، ومن ثم تدعيمها بالكلوسيل (Klucel G) بنسبة (٣%)، وكانت النتيجة جيدة.

تطبيق مادة الأكوازول (Aquazol 200) (١٥%) بواسطة الورق الياباني، ثم يغسل بالإيثانول (Ethanol) والماء المقطر بنسبة (١:١)، كانت النتيجة جيدة، خاصة على اللون الأحمر.

استخدام لتثبيت اللون الأحمر على المصندقات مادة الأكوازول (Aquazol 200) بنسبة (١٥%) بواسطة الورق الياباني، ثم غسلت بالإيثانول (Eghanol) والماء المقطر بنسبة (١:١)، وجاءت النتيجة بشكل جيد.

لتثبيت الألوان الصفراء والبيضاء والزرقاء على الحوامل الخشبية (N4T36-T30)، استخدامت مادة الكلوسيل (Klucel G) بنسبة (٢%) بواسطة آلة نفخ الهواء (Aircompressor) وقد اظهرت نتيجة جيدة.

ولتقوية الرقائق المذهبة المزينة للعنصر الزخرفي مثل كيزان الصنوبر، وكذلك العناصر الزخرفية في العوارض الثانوية في الرواق الشرقي، استخدمت مادة البارالويد (B72) المذاب في الأسيتون بنسبة (٣%)، وذلك لحماية الرقائق الذهبية عند التنظيف المائي للمناطق المجاورة لها، فكانت النتيجة مرضية.

مرحلة إجراء التنظيف الكيميائي

الجناح الشمالي

كان من المهم إجراء اختبارات التنظيف لسقف الجناح الشمالي، حيث أظهرت نتيجة التحليل أن الطبقات اللونية في هذا القطاع بشكل عام، لاسيما القباب قد لونت بطريقة التمبرا المعتمدة على أساس زيتي (أي وسيط زيتي)، تتباين من منطقة إلى أخرى حسب لون الصبغ، وهو ما لوحظ من ثبات وقوة لاصقية جيدة أظهرها اللون الأبيض المعتمد على أبيض

الرصاص (الأسبيداج)، فضلاً عن مقاومة لابأس بها أمام تأثير المذيبات، بينما عانى اللون الأصفر من بعض مشاكل التماسك واللاصقية، بسبب التركيز غير المتجانس بين المادة الرابطة والصبغ، فضلاً عن إنتشار طبقة سميكة بروتينية، بشكل غير منتظم، تميل إلى اللون البني الناتج عن وجود لون في تكوينها، وكانت آلية التنظيف تعتمد بشكل أساسي على خافضات التوتر السطحي (Surfactants)، وضمادات الورق الياباني، وهي على النحو التالي:

(صورة ٣٠): تنظيف الترسبات شديدة السواد، (الباحث)

أستخدم الإيثانول المثخن بالكلوسيل (Klucel G) بنسبة (٤%) من خلال مده بالفرشاة على ورق ياباني (Japanese paper)، وكان الهدف من ذلك إعطاء الوقت الكافي للمذيب من أجل إذابة المادة المراد إزالتها جزئياً، وبنفس الوقت تدعيم الطبقة التصويرية للقباب.

اعتمد في تنظيف الألواح الصفراء المزخرفة بالخطوط السوداء استخدام التوين (Tween20) بنسبة (١٪)، بشكله الهلامي (gel) أوبشكله السائل، حيث استخدم هلام المخلابيات (Chelante Gel 7.5 pH) في البداية في المواضع ذات الترسبات السوداء وذلك بمدها على ورق ياباني، وتم إزالتها بواسطة القطن الملفوف على العيدان الخشبية دون الضغط عليها، وبعد ذلك استبدلت الورقة بأخرى بهدف غسل ما تبقى من المادة مادة المخلابيات بواسطة ضمادات الأسيتون والليغروين بنسبة (١:١)، وبعد ذلك يستخدم ماء مقطر منزوع الأيونات لاستكمال التنظيف.

(صورة ٣١): التنظيف الكيميائي القبة المركزية (C)، (الباحث)

الألواح الحمراء ذات الزخارف باللون الأبيض: تم تنظيف هذه الألواح بمادة صفراء الثور (Ox bile) بإضافة (٢,٥ جرام× ١ لتر ماء)، ويستخدم بصورة هلام (gel) أو سائل، وبنفس الطريقة السابقة، كما استعمل هذا المحلول في التنظيف المباشر على اللون بواسطة تحريك القطن الملفوف بالعود ذهاباً وإياباً في أماكن محدودة، مع مراعاة عدم الضغط على اللون، ومراقبة تغير لون القطن الملفوف، بعد ذلك تشطف بالماء المقطر منزوع الأيونات (صورة ٣٠).

الألواح الزرقاء ذو الزخارف المتخذة الشرفات المسننة، والوريدات البيضاء: نتيجة لتغير اللون عند استخدام المواد السابقة، استخدم زيت جوز الهند (Coccocollagene) بنسبة (١٪) إلى الماء، وتتبع نفس الآلية السابقة في التنظيف.

الحوامل الخشبية والعوارض والمثلثات أسفل القبة: استخدم في تنظيفها المخلابيات[٣٥](Chelante Gel 7.5 pH) بشكلها السائل، عن طريق تطبيقها على الورق الياباني بواسطة فرشاة ناعمة، ثم تعقبها عملية الغسل بمزيج من الأسيتون والليغروين (Acetone & ligroin)، بنسبة (١:١) بواسطة فرشاة ناعمة للحد من تغلغل الماء في الغسل الثاني، وبمجرد إزالة ورق الغسيل، يتم وضع ورقة ثالثة لتنظيفها باستخدام القطن الناعم الملفوف على العيدان الخشبية والمنقوع بمادة صفراء الثور (Ox bile)، ثم يفحص السطح بعد الجفاف، فإن ما زال هناك بقع داكنة، يعاد استخدام المخلابيات ولكن هذه المرة على شكل هلام (gel)، وبشكل موضعي على الورق الياباني، ثم تنظف بالطريقة السابقة، ويشطف بالماء المقطر على السطح بالكامل باستخدام الورق الياباني (صورة ٣١).

الجناح الشرقي:

تم تنظيف سقف الرواق الشرقي بشكلٍ عام باستخدام المواد الخافضة للتوتر السطحي، لاسيما صفراء الثور (Ox bile) بإضافتها إلى الماء المقطر منزوع الأيونات بتركيزات منخفضة، وقد أظهرت نتائج جيدة على معظم السطح، إلا أن نوعية الأوساخ وتباينها من منطقة إلى أخرى، دفع بنا للبحث عن مواد أخرى للمعالجة.

تمت التقوية بالبارالويد (Paraloid B72) بنسبة (٥%) مع الأسيتون، بحيث يمد بواسطة الفرشاة الناعمة على الإطارات الملونة التي أظهرت تدهوراً بسبب الفطريات، فضلاً عن تقوية طبقة التذهيب على العناصر الزخرفية، ولاسيما كيزان الصنوبر التي عانت من تقشرات أدت إلى فقدان بعض أجزائها.

لقد تم تنظيف العناصر المركزية في المصندقات إنطلاقاً من لوح الإغلاق حتى الكوات الزرقاء التي تحمل كيزان الصنوبر من خلال تنظيف الألوان المتعددة في المصندقات (Polychromatic) بإستخدام محلول صفراء الثور (Ox bile) بمقدار(٢,٥ جرام× ١ لتر ماء) بواسطة تبليل القطن الملفوف على العيدان الخشبية، وذلك بتحريكه بشكل دائري ذهاباً وإياباً، أما المناطق اللونية التي عانت من تبقعات سوداء، فقد تم استخدام ضمادة ورقية في تنظيفها مد عليها هلام (gel) من زيت جوز الهند (Coccocollagene) بنسبة (١٪)، وبعد ذلك تم شطفها بماء مقطر منزوع المعادن.

تنظيف الإطارات متعددة الألوان، والشريط الكتابي: إستخدمت مادة صفراء الثور (Ox bile) بواسطة القطن الملفوف بالعيدان الخشبية، وقد أعطى هذا الأسلوب نتائج جيدة، بعد ذلك تم أستخدم مذيب مخلبي(Chelante gel 7.5/9 pH) في إزالة البقع السوداء شديدة التماسك بشكل موضعي، بحسب الحالة المراد تنظيفها، حيث تمكن هذه الطريقة من إزالة طبقات التراسيب الصلبة، مع الكشف عن اللون في الزخرفة.

(صورة ٣٢): تنظيف الرقائق الذهبية بمديب (Chelante 7.5 pH) والقطن الملفوف بالعيدان الخشبية، عن (مشروع الجامع الكبير)

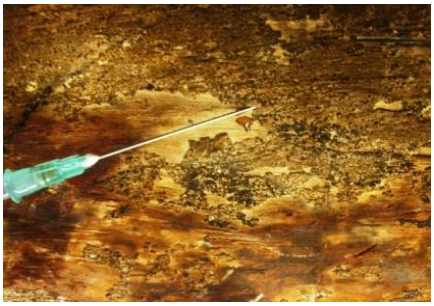
اعتمد في تنظيف رقائق الذهب على كيزان الصنوبر البارزة من الكوات الزرقاء، والوريدات داخل المصندقات على مذيب الـ(White spirit) بواسطة لمسات خفيفة بالقطن الملفوف بعيدان خشبية دون القيام بأي عمل ميكانيكي، كما إستخدم محلول(Chelante gel 7.5/9 pH) في حال وجود التصاق قوي من طبقة ترسيب متماسكة بنفس الآلية السابقة، وذلك لإزالة الترسيب السطحي، أما في حالة ضعف تماسك اللون الذهبي (شبيه بالغبار الذهبي) المنفذ على العنصر الزخرفي كالأوراق النباتية وكيزان الصنوبر، فعملية التنظيف أكثر حساسية، إذ يتم عمل لمسات خفيفة بالقطن والعيدان الخشبية المبللة بمحلول مكون من كحول الأيزوبروبيل (Isopropyl alcohol)، (White spirit)، والماء المقطر بنسبة (٤٥ مل، ٤٥ مل ، ٥ مل) في تنظيفها.

تنظيف الرقائق الذهبية والنقاط البيضاء أسفل الحوامل الخشبية:

أولاً: تمت الإزالة الجافة للأوساخ المترسبة داخل تفاصيل النحت، ثم نظفت بصفراء الثور(Ox bile) للكشف عن الألوان والنقاط البيضاء بإستخدام القطن، مع مراعاة عدم الضغط على الألوان.

ثانياً: استخدم محلول مخلبي (Chelante gel 7.5 pH) لتنظيف الأوراق الذهبية للزخارف المنحوتة أسفل الحوامل الخشبية بواسطة القطن والعيدان دون القيام بأي عمل ميكانيكي، لأن ذلك قد يحدث ضغطاً على التذهيب، بينما أزيلت الترسبات السوداء السميكة بمحلول مخلبي بتركيز أعلى (9 pH)، مد على ضمادة من الورق الياباني، ثم يغسل بمحلول

الكحول الأيزوبروبيل (Isopropyl alcohol)، وزيت التربنيتن المعدني(White spirit)، وعند العمل تم مراعاة الحفاظ على جودة الأوراق الذهبية وتماسكها (صورة ٣٣).



(صورة ٣٣): حقن راتنج الكلوسيل (Kucel G) تحت طبقة القشرة اللونية لتثبيتها، (الباحث)

الأسطح الخشبية غير الملونة: إن عملية التنظيف بالماء الساخن وإسفنجة الـ(Blix fix) كافية بإزالة الطبقات السوداء ذات الأصل العضوي، والمنتشرة على معظم سقف الرواق الشرقي، إلا أنه بعد جفافها ظهرت مناطق فيها بقع تسرب مياه الأمطار من السقف أكثر بياضاً، محاطة بألوان داكنة إلى حدٍ ما، ما أدى إلى إجراء تدخل ثاني موضعي تركز على المناطق الأكثر إسوداداً بإستخدام هلام من زيت جوز الهند (Coccocollagene) بتركيز (١٪) على ضمادة من الورق الياباني، ثم الغسل فيما بعد بالماء المقطر.

الحماية والوقاية (التطهير): تم تطبيق نوعين من المبيدات لمكافحة الآفات، تبعاً لنوع التلف:

الحشرات الخاشبة: أستخدم لمكافحة الحشرات الناخرة للأخشاب مبيد البرميتر (Permeter)، والبريكسيل (Per-xyl 10) عن طريق التشريب بواسطة فرشاة ناعمة، أو عن طريق الحقن داخل ثقوب خروج الحشرات، بنفس الآلية التي استخدمت في تقوية الأخشاب عن طريق الحقن.

الفطريات: تم تطبيق مبيد كلوريد البنزالكونيوم، بتركيز (٤٪) في الماء والكحول (١:١) بإستخدام فرشاة في جميع المناطق المتأثرة من أضرار العفن الأبيض.

تغمر الأصابع الخشبية (القصع) التي تم استخدامها لتغطية السقف من الأعلى في الأماكن المفتوحة بمبيد حيوي لمدة يومين وقد تكرر العملية للوقاية المستقبلية من الهجوم البيولوجي للحشرات والفطريات، ثم تجففها طبيعياً تحت أشعة الشمس قبل إستخدامها.

أعمال التقوية والتثبيت

نظر للضعف الشديد الذى وجدت عليه بعض العناصر الخشبية مثل الإطارات متعددة الألوان، وطبقات التحضير والألوان، أجريت عملية التقوية باستخدام عدة محاليل اعتماداً على حالة الحفظ، ونوع التقنية المستخدمة في الطبقات المصورة على الأسقف الخشبية، وعليه فقد تباينت أساليب التقوية، وهي كالآتي:

تقوية وتثبيت طبقتي التحضير والألوان المتعددة:

المعالجة السطحية بأستخدام ضمادات الورق الياباني (Japanese paper)، حيث أستخدم راتنج الكلوسيل[٣٦](Klucel G) المخفف بالإيثانول بنسبة (٤%)، لتقوية وتثبيت الطبقة اللونية الحمراء، وقد تم التطبيق هذه المادة باستخدام الفرش الناعمة، بينما أستخدم راتنج الأكوازول[٣٧] (Aquazol 200) بنسبة (١٥%) في تثبيت الطبقات ذات الصبغة الصفراء، بعد أن تم تمهيد السطح وذلك برشه بمزيج من الماء والكحول (Alcool + H2O) بنسبة (١-١)، بواسطة المرش اليدوي (Manual spry).

المعالجة بالحقن (Injection): تتعدد المناطق التي تعاني من انفصال الطبقة اللونية جزئياً، لاسيما ارتفاع الشظايا اللونية للأعلى، أو انفصالها جزئياً، مما يجعل التعامل معها حساساً جداً، نتيجة لذلك تمت عملية التقوية بواسطة حقن راتنج الكلوسيل (Klucel G) بتركيز (٢%) تحت طبقة القشرة اللونية، ثم الضغط عليها بلطف من خلال ضمادة الورق الياباني المحشو بالقطن، حتى ترجع إلى موضعها، مع تشريب أطراف القشور اللونية بالراتينج (صورة ٣٣).

تقوية الرقائق الذهبية المنفذة على زخارف الرواق الشرقي ولاسيما زخارف الوريدات وكيزان الصنوبر، بالإضافة إلى تقوية الزخارف المنفذة على العوارض الثانوية باستخدام مادة الباراليود (Paraliod B72) المخفف في الأسيتون بنسبة (٣%)، وذلك لحماية الرقائق الذهبية في مرحلة التنظيف المائي للمناطق المجاورة لها.

تقوية وتثبيت العناصر الخشبية المتضررة بفعل التلف البيولوجي:

تم تقوية العناصر الخشبية المتضررة في المناطق التي تعاني من هجوم الحشرات الخاشبة (xylophagous) بإستخدام راتينج (Paraloid B72) بتركيز (٥-١٠%) في الأسيتون، بواسطة الحقن داخل الثقوب التي تخرج منها خنافس الخشب، ويمكن تكرار العملية إن احتاج الأمر إلى ذلك (صورة ٣٤).

(صورة ٣٤): حقن راتنج الباراليود (B72) لتقوية بنية الخشب، (الباحث)

أما العناصر التي تعاني من تأثير الفطريات، فيتم أولاً قشط المناطق التالفة بواسطة المشرط حتى الوصول إلى الطبقة السليمة، ثانياً يتم تطبيق راتينج الباراليود(Paraloid B72) بتركيز (٥٪) بواسطة فرشاة ناعمة.

حقنت المصندقات الخشبية شديدة التلف بفعل نشاط الحشرات الناخرة للأخشاب براتينج البلاسيت (Blasite) المخفف بالإيثانول، وذلك لتدعيم وتقوية القطع الخشبية.

الاستكمال وسد الفجوات والشقوق

ظهرت في بعض الأماكن من السقف الخشبي أجزاء ضعيفة ومفقودة، وبقائها كما هي يؤثر على سلامة السقف، ولذا تمت عملية الإستكمال بهدف التقوية والتدعيم حتى الوصول إلى مرحلة الحفاظ.

ويراعى عند القيام بذلك عدم الإستكمال الكلي والإلتزام بمادئ وأخلاقيات الترميم والصيانة، التي تدعو إلى مراعاة القيم الجمالية والتاريخية للأثر، وعدم تجميله، وتطبيقاً لذلك تمت عملية الإستكمال بمستوى منخفض عن مستوى سطح الأثر بهدف تمييزه عن الأصل.

الفجوات الناتجة عن الإزاحة الخاطئة للعناصر الخشبية: تنتشر هذه الفجوات بشكل كبير بين العناصر المكونة للهيكل الخشبي في السقف، وهي ليست ناتجة عن نقص أو كسر، إنما عن إعادة أنتشار أو إزاحة خاطئة نتيجة للأحمال، أدى إلى تشكل فراغات من خلالها تخرج مواد التعبئة المستخدمة في عملية التسقيف التقليدية في المساحة بين المصندقات والسقف الذي يعلوها، الذي يتكون من أغصان الخشب الصغيرة تليها طبقة طين المخلوطة بالتبن، ثم طبقة من الحصى تعلوها طبقتان من مادة القضاض المحلية.

وتضمنت آلية العمل، الآتي:

لقد تم القيام بعمل مصدات لتفادي سقوط مواد التعبئة، وذلك عن طريق تعبئة الفراغ بين تركيب السقف الداخلي (الثانوي) والسقف الخارجي من خلال سد الفراغ بألياف طبيعية من القطن الخشن المقوى براتنج الجلفاتول (Gelvatol)، داخل الشروخ العميقة، وذلك لايجاد ترابط بين الالواح الخشبية المكونة للمصندقة.

(صورة ٣٥): حقن الطبقة السطحية من القطن بخليط من الجلفاتول (Gelvatol) والأصباغ، (الباحث)

لقد تم حقن الطبقة السطحية من القطن بخليط من راتنج البولي فينيل جلفاتول (Gelvatol)، والأصباغ بواسطة الإبر الطبية (Syringe)، مع مراعاة تنظيف القطرات الصغيرة المتسربة التي لا مفر منها بواسطة مزيج من الماء أو الكحول بنسبة (١:١)، ويخلط هذا المزيج ليتناسب مع لون الخشب الداكن ، بحيث تظهر جمالياً كمناطق فارغة من الظلال، مما اوجد استمرارية بين العناصر المكونة للسقف، وتجنب سقوط أي مواد خاملة من مواد التعبئة المصندقات(صورة ٣٥)، ويتكون الخليط من:

٤٠٠ مل (٢٠٠ جرام جلفاتول + ٧٠٠ مل ماء مقطر)

٦٠٠ مل إيثانول

أصبغة (٣ ملاعق Earth Burnt Sienna +٥ ملاعقEarth Shadow Natural)

استكمال وملء الشقوق (Cracks): وهي عبارة عن فراغات طولية، أو عرضية غير نافذة، تحدث في القطعة الخشبية نتيجة عوامل التلف المختلفة، ويتراوح عرضها وعمقها بين ملليمترات، وقد تصل إلى سنتيمتر أو أكثر قليلاً، وقد تم اعتماد آلية المعالجة تبعاً لعمق الشق.

أما الشقوق الأقل عمقًا فقد تم تعبئتها باستخدام راتنجات الإيبوكسي ثنائي المكون (Araldite)؛ وهو راتينج مرن قابل للتشكيل، بالإضافة إلى استخدام نشارة الخشب المضافة إلى العجينة، وذلك للحصول على سطح خشن شبيه بالخشب الأصل.

(صورة ٣٦): تعبئة الشقوق بعجينة من براتنج (Araldite)، مضاف إليه نشارة الخشب، (الباحث)

الشقوق العميقة: استخدم فيها في نوعين من راتينجات الإيبوكسي ثنائي المكون كمواد مالئة، فأستخدم راتنج الـ(Araldite) في المستوى الأول، وراتينج (Balsite) في المستوى النهائي، وللحصول على درجة لونية مشابهة للون الأصلي للخشب، أُضيفت أصباغ لونية إلى عجينة الإيبوكسي، وبودرة الخشب (نشارة) (صورة ٣٦).

تثبيت الكسور في الحوامل الخشبية: أُجريت معالجة طارئة لأحد الكسور في إحدى الحوامل في الجناح الشرقي، وكان الكسر بشكل رأسي على الألياف المكونة للحوامل الخشبية.

وقد تمت عملية التثبيت بخطوتين أساسيتين، هي:

أولاً: تدعيم الحامل الخشبي بواسطة شد دعامات معدنية عليها، وذلك بغرض إعادتها إلى وضعها الطبيعي.

ثانياً: تحديد عدة نقاط حفر فيها قنوات بإستخدام المثقاب (الدريل)، وإدخال عدة مسامير خشبية، تصل من الواجهة الجنوبية إلى الشمالية، وأخرى تدخل من الأسفل إلى مركز الجائزة بشكل مائل لربط وتثبيت هيكل الحامل الخشبي ببعضها.

استخدم غراء(Weld wood) و(Express) للصق الشظايا الخشبية المنفصلة، وتثبيتها بإستخدام الملازم الحديدية، أو الأوتاد الخشبية، أو شدها بالمطاط (صورة ٣٧).

استكمال ما فقد من العناصر الخشبية: استكملت الفراغات الناتجة عن الفقدان الجزئي أو الكلي، للعناصر المكونة لبعض المصندقات، بالطرق التالية:

(شكل ٣٧): معالجة كسر في الجائزة (E2T64) عن طريق تثبيتها بمسامير خشبية مائلة لربطها ببعضها، (الباحث)

فككت العناصر المكونة للمصندقات والقباب التي تعاني من فقدان جزئي أو كلي، وقد لوحظ بعد التفكيك، مستوى التدهور الكبير للأوجه الخلفية من المصندقات، ولذلك تم القيام بترقيم وتوثيق الأجزاء المفككة بشكل دقيق.

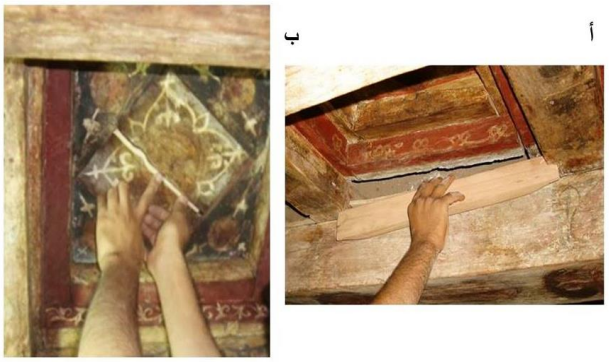
نقلت الألواح الأكثر تدهوراً إلى ورشة النجارة التابعة لمشروع ترميم الجامع الكبير، من أجل البدء بعملية العلاج والاستكمال، وتم خلال المعالجة إزالة الطبقات شديدة التلف من الوجه الخلفي للقطع المفككة، ثم دهنت بمبيد البنزالكونيوم (Benzalkonium) بنسبة (٤٪)، للوقاية المستقبلية من هجمات الحشرات الخاشبة والفطريات، ثم تركت لتجف، ثم مد عليها راتينج الباراليويد (Paraloid B72) بتركيز (١٠٪) في الأسيتون بواسطة الفرشاة من أجل تقوية بنيتها.

اعتمدت آلية معالجة العناصر التي تعاني من مشاكل الإلتواء أو التحدب على تثبيت الطبقة اللونية بواسطة ضمادات من الورق الياباني، والكلوسيل (Klucel G) بنسبة (٥%)، ثم تركها لتجف (٢٤) ساعة، بعد ذلك لُفت حولها ألياف من القطن الناعم المبلل بالماء المقطر، ثم وضع على الوجهين لوحين خشبيين تم ضغطهما بملازم حديدية تدريجياً، بحيث نزيد من عملية الشد كل يومين، حتى ترجع القطعة لحالة الإستقرار في مكانها الصحيح، ثم ينزع اللوحان وتستكمل المعالجة بالآلية السابقة (صورة ٣٩).

(صورة ٣٩): طريقة معالجة تحدب أو إلتواء القطع الخشبية بتنديتها بإستخدام القطن المبلل بالماء المقطر، ثم الضغط بواسطة الملازم الحديدية، (الباحث)

يبسط راتينج الـ(Araldite) على الطبقة المتضررة من الخلف، ثم تترك بعض الوقت، بعد ذلك تعد ألواح خشبية مماثلة للأجزاء التالفة للعناصر الخشبية من خشب الطنب (Cordia abyssinica) المعالج، وهو خشب مماثل للأخشاب المستخدمة في باقي السقف الخشبي، وذلك بهدف استكمال ما فقد، أو تضرر من العناصر الخشبية المكونة للسقف بواسطة حفر قنوات تُدخَل فيها ألسنة، أو أوتاد خشبية للتثبيت، أما في حالة الألواح الخشبية التي عانت من الإلتواء، يبنى لها هيكل داعم من الخلف، بحيث تثبت العناصر فيها ليعاد استخدامها فيما بعد.

تم نحت ألواح خشبية جديدة من خشب الطنب (Cordia abyssinica) لسد الفراغات الناتجة عن الفقدان الكلي لبعض العناصر الخشبية المكونة للمصندقات بعد أخذ قياساتها، ومقارنتها بما يماثلها شكلاً ووظيفة (صورة ٤٠).



(صورة ٤٠): نحت ألواح من خشب الطنب لسد الفراغات الناتجة عن فقدان القطع الأصلية، (الباحث)

الإعادة اللونية

تعد إعادة اللمسات اللونية من أهم المراحل وأكثرها دقة، وقد تم تنفيذها بإضافة ألوان (Maimeri) مع الوسيط اللوني (Ethyl-L-Lactate)، لا سيما في المساحات التي تظهر فيها بعض النقاط الإرشادية، التي يمكن من خلال بقاياها القيام بالإستكمال اللوني، بحيث لا يُخل من قيمة الأثر التاريخية والأثرية أو الجمالية، أما في الأسطح التي فقدت الطبقة اللونية كلياً أو جزئياً، فقد تم تبني منهجية "الحد الأدنى من التدخل"، وذلك باستخدام الألوان المحايدة التي تم اقتباسها من بنية اللوحة المصورة، وقد تم تمييزها عن الأصل بألوان فاتحة، بإستثناء الآيات القرآنية التي تقرر إستكمالها، حتى وإن لم يكن هناك نقاط إرشادية نظراً لقداستها، لذلك فقد تقرر العمل على ثلاثة أساليب:

الأسلوب الأول: طريقة التهشير

نفذت هذه الطريقة في الإعادة اللونية لمعظم السقف الخشبي، بخطوط رأسية دقيقة جداً، متوازية ومتقاربة، وذلك للوصول إلى الدرجة اللونية المناسبة، ويعد هذا الأسلوب هو الأمثل في استكمال المناطق اللونية للسقف الخشبي (صورة ٤١).

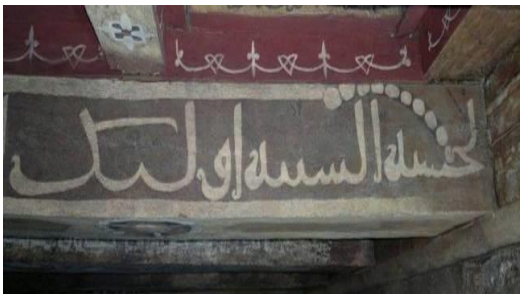
(صورة ٤١): اعتمدت الإعادة اللونية بإشتقاق اللون المحايد لإستكمال الفراغات بحيث توحي للناظر بالإستمرارية، (الباحث)

اللوح الغالق للمصندقة والمثلثات المحيطة بها: أعيد بناء الزخارف الموجودة في هذه اللوح حيثما أمكن رؤية النقاط الإرشادية، من خلال اعتماد درجة لونية أفتح قليلاً، بهدف تمييزها عن الأصل، بإستثناء بعض الأجزاء التي تفتقد الزخرفة فيها أجزاء صغيرة، أو لم يبق منها إلا أثر بسيط يمكن الإستدلال به عليها، حيث يمكن الإعتماد على منهجية التدخل الأدنى، وذلك بعمل موازنة للطبقة من خلال حجب المناطق الفاتحة قليلاً، وتفتيح المناطق الداكنة (المسودة) بإستخدام الخطوط اللونية المتقاربة.

الأخشاب متعددة الألوان المكونة للمصندقات والقباب: كانت زخارف هذه القطع إجمالاً محافظة على بنيتها بشكل ممتاز، إذ أن ما يقارب من (٨٠%) من هذه العناصر الزخرفية كانت سهلة التمييز، ولذلك فقد تم العمل فقط على موازنتها، لا سيما

المناطق ذات البقع البيضاء والسوداء، بإستثناء القيام بعمل اللون الحيادي فيما تبقى من العناصر التي عانت من فقدان طبقة التصوير.

الحوامل الخشبية ذات الكتابات القرآنية: بعد دراسات مستفيضة تم التوصل إلى نتيجة بشأن إعادة البناء الزخرفي لهذه الكتابات، وهي إستكمال الآيات القرآنية فقط، مع مراعاة تمييزها عن الأصل، بينما لا يتم استكمال بقية الزخارف النباتية الملحقة بالكتابات القرآنية، والمهاد الزخرفي، أما إذا لم يكن هناك نقاط إرشادية واضحة، فيكتفى بتوحيد اللون وموازنته بواسطة التهشير فقط (صورة ٤٢).



(صورة ٤٢): ااستكمال الآيات القرآنية مجردة دون المهاد الزخرفي، (الباحث)

الحوامل الخشبية المزينة بالزخارف النباتية والهندسية: اعتمد في عملية الإعادة اللونية لها على منهجية التدخل الأدنى، إذ أكتفي بإشتقاق اللون المحايد لإكمال ما وجد من فراغات بين الزخارف عن طريق عمل خطوط بإتجاه الألياف الخشبية، بحيث توحي للناظر من الأسفل باستمرارية الزخرفة (صورة ٤٣ أ، ب).

أما استكمال النواقص من الزخارف على أطراف الواجهات الجانبية للحوامل فقد تم بألوان تتناقص حدتها تدريجياً حتى تتداخل مع لون الدعامة الخشبية، وعند العثور على طبقتي التصوير الأصلية، والمعادة (المستحدثة) في إحدى القطع الخشبية فيتم إظهار الطبقتين معاً، بحيث لا يمكن تمييز إحداهما على الأخرى (صورة ٤٤ أ، ب،ج).

(صورة ٤٣ أ،ب): استكمال ما فقد من زخارف بألوان تتناقص حدتها تدريجياً حتى تتداخل مع لون الجائزة ، (الباحث)

(صورة ٤٤ أ،ب،ج): عند ظهور أكثر من طبقة تصويرية، تستكملا بحيث لا يمكن تمييز إحداهما على الأخرى ، (الباحث)

القطع الخشبية المستكملة والمواد المالئة: تمت معالجة هذه المناطق بمزيج من الألوان المائية المتعددة، تتراوح ألوانها بين لون خشب الجوز وخشب (الماهوجني)، تبعاً للون الخشب الأصلي المجاور له، ثم يطبق عليه (الورنيش)، وبعد ذلك تستكمل عملية الموازنة اللونية بطريقة التهشير السابقة.

الأسلوب الثاني: طريقة التنقيط:

استخدمت هذه الطريقة لإغلاق المساحات اللونية الضيقة والصغيرة في الطبقة التصويرية، حيث يوضع اللون على هيئة نقط بنفس درجة اللون الأصلية، وقد تم تنفيذ هذا الأسلوب في الإعادة اللونية للزخارف المتعددة في الرواق الشرقي، لا سيما خلفية زخارف الوريدات المذهبة داخل المصندقات، وعلى الكوات الزرقاء الحاملة لشريط زخارف كيزان الصنوبر، وكذلك الأجزاء الملونة من الشريط الكتابي، فضلاً عن المناطق اللونية التي تشكل خلفية غائرة أسفل الحوامل الخشبية، بالإضافة إلى النقاط البيضاء المؤطرة لها.

الأسلوب الثالث: طريقة التغشية:

نفذ هذا الأسلوب في المساحات الكبيرة الخالية من الألوان، وذلك لتوحيد درجة اللون على السطح الخشبي لسقف الرواق الشرقي، وذلك عن طريق بسط غشاء لوني بواسطة الفرشاة، وتهدف هذه العملية إلى تقارب المناطق ذات التباين اللوني المتدرج ما بين الفاتح والداكن، ومن أجل الحصول على ذلك التقارب، فقد تم القيام بإعداد نوعين من المخاليط اللونية:

اللوان الفاتح (Light): ويتم تحضيره من مزج (١٠٠ غرام) غراء أرنب، (١ لتر) ماء مقطر، (٥٠ مل) خل، (٥٠ مل) كلوريد بنزالكونيوم، (١٠) ملاعق من صبغ (Burnt Umber)، (٥) ملاعق من (Raw Umber).

اللون الغامق (Dark): حضر بنفس المكونات، بإستثناء إضافة (٧) ملاعق من (Raw Umber).

تستخدم الفرشاة في مد هذان المزيجان على جانبي الحوامل، والعوارض الخشبية لموازنة لون المسطحات الخشبية من خلال عملية التحكم بالمنظور العام للقطاع ما بين الغامق ـ الفاتح (Dark-Light)، للوصول إلى حالة من الإتزان البصري.

الطبقات العازلة (الورنيش) (Coating Layers):

طبقة (الورنيش) الأولية: تم إستخدام (ورنيش) (Lafranc & Bourgeas) المخفف بنسبة (٣٠%) في زيت التربنتين المعدني (White Spirit)، ليصبح طبقة تحضير تنفذ عليها الألوان الزيتية، وكذلك ليصبح طبقة حماية للطبقات اللونية الأصلية.

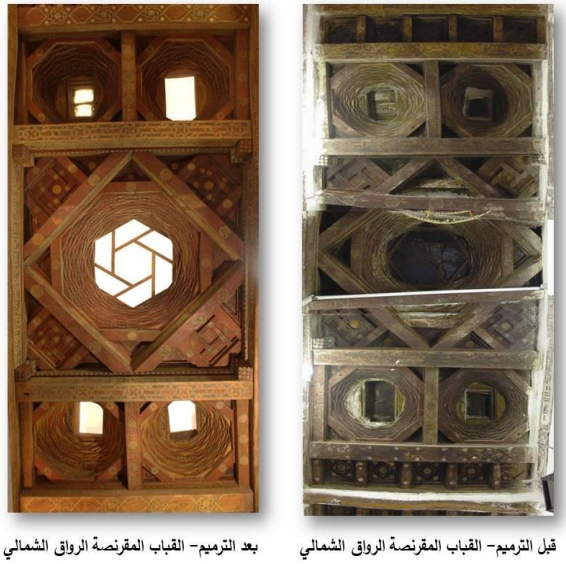
طبقة الورنيش النهائية: تم تنفيذ (ورنيش) (Regal Mat) المخفف بنسبة (٣٠-٤٠٪) في زيت التربنتين المعدني (White Spirit) بواسطة مسدس هواء مضغوط (Spry Gun)، وقد تم تتكرر الرش من مرتين إلى ثلاث مرات في السقف، ولم تستخدم في هذه المرحلة الفرش خوفاً من إزالة جزء من الألوان المنفذة؛ مما قد يؤدي إلى حدوث تشوية للسطح متعددة الألوان.

(صورة ٤٥): مد طبقة الورنيش النهائية بواسطة مسدس الهواء، عن (مشروع الجامع الكبير)

لقد تم اختيار هذا الراتينج الأليفاتي، لمَا يمتاز به من ثبات، واستقرار جيد، كما أنه مرن، قابل للانعكاس، وله معامل انكسار عالي، بالإضافة إلى أنه يتفاعل بشكل إيجابي مع درجات الحرارة المحيطة، كما أنه يبقى صلباً دون امتصاص لذرات الغبار، وهذه من الخصائص الضرورية في بيئة متربة مثل بيئة الجامع الكبير بصنعاء(صورة ٤٦).

وعند الإنتهاء من أعمال الترميم والصيانة لمصندقات الجامع الكبير بصنعاء، والقطع المعدنية المتصلة بها، تم العمل على توثيقها، ويلاحظ الفرق بين حالتها الآثرية قبل وبعد عملية الترميم والعلاج، ينظر (الصور ٤٦، ٤٧).

صورة (٤٦): صف من مصندقات الرواق الشرقي قبل وبعد الترميم، عن (مشروع الجامع الكبير بصنعاء)(بتصرف)



صورة (٤٧): منظر عام للقباب قبل وبعد الترميم، عن (مشروع الجامع الكبير)(بتصرف)

الخاتمة:

إن مظاهر التلف التي عانى منها الجامع بشكلٍ عام، لا سيما السقف الخشبي، كانت تمثل إشكاليات مزمنة يصعب حلها، وللتغلب على تلك الإشكاليات تمت عمليات رصد لتلك المظاهر وتشخيصها، ثم القيام بإختيار نماذج أجريت عليها فحوصات وتحاليل متنوعة، حتى الوصول إلى إختيار أفضل المواد وأنسبها أثناء عمليات العلاج والترميم.

وتناولت هذه الدراسة الأساليب المتبعة في استكمال الأجزاء المفقودة والمتهالكة من العناصر الخاضعة للدراسة، وملئ الفراغات والفجوات الموجودة في الخشب بتقنيات مختلفة، كما أوضحت عملية تعقيم هذه العناصر للتخلص من الحشرات الخاشبة والفطريات بإستخدام البريمتر (Permetr)، وكلوريد البنزالكونيوم (Benzalkonium) في عملية التعقيم، لا سيما تقوية الأجزاء المتهالكة من العناصر الخشبية، بهدف الإبقاء عليها لأطول فترة ممكنة.

وبعد عمليات العلاج والإعادة اللونية (Retouching)، تم وضع طبقة عازلة من ورنيش (Regal Mat) المخفف بنسبة (٤٠%) في زيت التربنتين المعدني (White spirit) على سطح العناصر الخشبية لحمايتها وعزلها عن التغيرات البيئية المحيطة بها.

أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة:

أثبتت تحاليل الكربون المشع (١٤) للعينات المأخوذة من الجامع الكبير بصنعاء امتدادات تاريخية تعود إلى ما قبل الإسلام، وهو ما يعيد افتراض اعادة توظيف بعض القطع الخشبية المأخوذة من منشآت أقدم في عمارة الجامع الكبير، كما أظهرت الدراسات التحليلية أن التجديدات التي تمت على السقف الخشبي للجامع تنتهي في حدود القرن(٥ هـ/١١ م)، وهو ما يؤكد إجراء ترميمات في عهد السيدة بنت أحمد الصليحي.

تبين من خلال الدراسة العينية والمخبرية للعينات (C3, C4, C5, C6)، ومقارنتها بالعينيتين (C1,C2) اللاتي تم تحليلهما بإستخدام جهاز التصوير المجهري، أن الاستخدام العام للخشب الصلب مثل شجرة الجوز (Juglans- Walnut)، شكّل الهيكل الحامل الأساسي والثانوي لسقف الجامع (الحوامل الخشبية والعوارض)، كما إستخدم في تصنيع جزءاً من

المصندقات الخشبية، مثل لوحة الإغلاق والعوارض والإطارات، وإقتصر إستخدام الخشب اللين (خشب الصنوبر) على صناعة بعض العناصر الهيكلية الثانوية للمصندقات.

أظهرت الدراسة بأن مواد التلوين التي تم تحديدها، تنتمي إلى فئات المركبات الشائعة الإستخدام لعدة قرون، كصبغ الزنجفار (Cinnabar)، أزرق النيلة (Indigo)، أزرق الألترامارين (Ultremare)، ومجموعة الأصباغ الأرضية، فضلاً عن إستيراد كلاً من الرهج الأصفر(Orpiment)، ورهج الغار (Realgar)، والزنجفار (Cinnabar) من مناطق أخرى، لا سيما أن إكتشاف المواد التلوينية الحديثة، أو تخليقها معملياً، وطرحها في السوق كان في أوائل القرن (١٣هـ/١٩ م).

خرجت الدراسة بأن الطبقة التصويرية الأقدم (الأصلية)، قد تم تنفيذها قبل القرن (٨هـ/١٤م)، من خلال البيانات التي أعطتها التحاليل بواسطة الكربون المشع للأخشاب، ومقارنتها مع نتائج الفحوص والتحاليل المتعلقة بالألوان المتعددة للمصندقات والجسور الخشبية نفسها.

أظهرت نتائج تحليل الكربون المشع (C14) للعديد من العينات المأخوذة من السقف الخشبي أنها تعود إلى ما قبل الإسلام، لا سيما المأخوذة من قاعدة المأذنة الغربية.

أوضحت الدراسة اعتماد الفنان على أسلوبين متباينين في تنفيذ الرقائق الذهبية على المصندقات والحوامل الخشبية.

أهم التوصيات:

تؤكد الدراسة على أهمية القيام بأعمال الصيانة الدورية والمستمرة لمصندقات الجامع الكبير كل ثلاثة أشهر؛ ومتابعة حالة الأثر بصورة دقيقة، والوقوف على حالته الراهنة، وملاحظة أي تغيير قد يطرأ عليه، والتعامل معه بسرعة.

توصي الدراسة باستخدام وحدات الإضاءة الحديثة غير المباشرة، والتي لا تؤدي إلى التحلل الفوتو ـ ضوئي لألياف الخشب وطبقة اللون.

يفضل تركيب وحدات شفط وطرد الأبخرة الناتجة عن استخدام البخور أثناء الفعاليات الدينية، والتي قد تؤدي إلى ترسب طبقة سوداء شديدة التماسك على الأسطح الخشبية.

قائمة المصادر والمراجع:

- الزبيدي، أبي الضيا عبدالرحمن بن علي الشيباني. قرة العيون بأخبار اليمن الميمون. تحقيق: الأكوع محمد بن علي. دار بساط. لبنان، ط (٢). ١٩٨٨ م. ص٥١.
- •alzubaydi , 'abi alddya eabdalrahman bin eali alshiybani. qurat aleuyun bi'akhbar alyaman almimun. tahqiqu: al'akwae muhamad bin eulay. dar bisati. lubnan , t (2). 1988 mi. s 51.
- القاسم، يحيى بن الحسين. غاية الأماني في أخبار القطر اليماني. القسم الأول. تحقيق: سعيد عبدالفتاح عاشور. دار الكتاب العربي للطباعة. القاهرة. ١٩٦٨ م. ص ص ٦٤- ٦٥.
- •alqasim , yahyaa bin alhusayn. ghayat 'umniaat fi 'akhbar alqatr alyamani. alqism al'awala. tahqiqu: saeid eabdalfataah eashur. dar alkitaab alearabii liltibaeati. alqahirati. 1968 mi. s s 64 - 65.
- ضين: بكسر فسكون. جبل هرمي بركاني في الشمال الغربي من مدينة صنعاء. بمسافة ١٨ كيلو. على مقربة من الطريق إلى مدينة عمران في شرقي ضروان. ينظر: المقحفي، إبراهيم أحمد. معجم البلدان والقبائل اليمنية. ج (١). دار الكلمة للطباعة والنشر والتوزيع. صنعاء. المؤسسة الجامعية للدراسات للطباعة والنشر والتوزيع. بيروت. ١٤٢٢هـ/ ٢٠٠٢ م. ص٩٥٢.

- •dayna: bikasr faskun. jabal hirami fi alshamal algharbii min madinat sanea'a. bimasafat 18 kilu. ealaa maqrabat min altariq 'iilaa madinat eumran fi sharqii darwan. yanzari: almaqhafiu , 'iibrahim 'ahmad. muejam albuldan walqabayil alyamaniati. j (1). dar alkalimat liltibaeat walnashr waltawziei. sanea'a. almuasasat aljamieiat lildirasat liltibaeat walnashr waltawzie. bayrut. 1422 hi / 2002 mi. s 952.
- السعدي، عباس فاضل. "مدينة صنعاء". رسائل جغرافية. قسم الجغرافية. جامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية. ع(١١٥). ١٩٨٨ م. ص ٤٤.
- •alsaedi , eabaas fadil. "madinat sanea'a". rasayil jughrafiati. alqism aljughrafia. jamieat alkuayt waljameiat aljughrafiat alkuaytiati. e (115). 1988 mi. s 44.
- غيلان، حمود غيلان. الأخشاب المزخرفة في اليمن (٢٦٥ / ٥٣٢هـ - ٨٧٨/ ١١٣٧ م). رسلة ماجستير غير منشورة. كلية الآداب جامعة بغداد. العراق. ١٩٩٦ م. ص١١.
- •ghilan , hamuwd ghilan. al'akhshab almuzakhrifat fi alyaman (265/532 hi - 878/1137 mi). raslat majistir ghayr manshurtin. kuliyat aladab jamieat baghdad. aleiraqi. 1996 mi. s 11.
- السعدي، عباس فاضل. "مدينة صنعاء". مرجع سابق. ص ٤٥.
- •alsaedi , eabaas fadil. "madinat sanea'a". marjie sabiqi. s 45.
- المصندقات الخشبية: هي تقسيم السقف إلى مساحات مستطيلة ومربعة من عدة مستويات، تمتلئ بالزخاف المحفورة والبارزة والغائرة والملونة والمطعمة؛ في إسلوب فني يمكن القول فيه بظهور إسلوب الحشوات المجمعة على هذه السقوف في اليمن قبل غيرها من البلاد الإسلامية الأخرى. شيحة، مصطفى عبدالله. مدخل إلى العمارة والفنون الإسلامية في الجمهورية العربية اليمنية. وكالة إسكرين. القاهرة. ١٩٨٧ م. ص٢١.
- •almusandaqat alkhashabiatu: hi taqsim alsaqf 'iilaa misahat mustatilat wamurabaeat min eidat mustawayat , tamtali bialzakhaf almahfurat walbarizat walghayirat walzaayirat walmulawanat walmutaeamat ; fi 'iislub faniyin yumkin alqawl fih bizuhur 'iislub alhashawat almujamaeat ealaa hadhih alsuquf fi alyaman qibal ghayriha min albilad al'iislamiat al'ukhraa. shihat , mustafaa eabdallah. madkhal 'iilaa aleimarat walfunun al'iislamiat fi aljumhuriat alearabiat alyamaniati. wikalat 'iiskirin. alqahirata. 1987 mu. s 21.
- محمد، غازي رجب. "الجامع الكبير في صنعاء دراسة تاريخية أثرية". مجلة كلية الآداب. جامعة بغداد. العراق. ع (٢٨). ١٩٨٠ م. ص ص ٢٧٦-٣٣٤.
- •muhamad , ghazi rajaba. "aljamie alkabir fi sanea' dirasat tarikhiat 'athariatan''. majalat kuliyat aladab. jamieat baghdad. aleiraqi. e (28). 1980 mi. s 276-334.
- نفس المرجع. ص ٣٩.
- •nafs almarjiei. s 39.
- غيلان، حمود غيلان. الأخشاب المزخرفة في اليمن. مرجع سابق. ص١١.
- •ghilan , hamuwd ghilan. al'akhshab almuzakhrifat fi alyaman. marjie sabiqi. s 11.
- غيلان، حمود غيلان. محاريب صنعاء حتى أواخر القرن (١٢هـ/١٨م). وزارة الثقافة والسياحة. صنعاء. ٢٠٠٤ م. ص٦٢.
- •ghilan , hamuwd ghilan. maharib sanea' hataa 'awakhir alqarn (12 hu / 18 ma). wizarat althaqafat walsiyahati. sanea'. 2004 mu. s 62.
- غيلان، حمود غيلان. الأخشاب المزخرفة في اليمن. مرجع سابق. ص١٢.
- •ghilan , hamuwd ghilan. al'akhshab almuzakhrifat fi alyaman. marjie sabiqi. s 12.
- محمد، غازي رجب. " الجامع الكبير في صنعاء دراسة تاريخية أثرية". مرجع سابق.
- • muhamad , ghazi rajaba. "aljamie alkabir fi sanea' dirasat tarikhiat 'athariatun''. marjie sabiqun.

- غيلان، حمود غيلان. الأخشاب المزخرفة في اليمن. مرجع سابق. ص ١٢
- •ghilan , hamuwd ghilan. al'akhshab almuzakhrifat fi alyaman. marjie sabiqi. s 12
- محمد، غازي رجب. "الجامع الكبير في صنعاء دراسة تاريخية أثرية". مرجع سابق.
- •muhamad , ghazi rajaba. "aljamie alkabir fi sanea' dirasat tarikhiat 'athariatun". marjie sabiqun.
- الرازي، تاريخ مدينة صنعاء، مرجع سابق، ص ٨٦.
- •alraazi , tarikh madinat sanea' , marjie sabiq , s 86.
- البهنسي، عفيف. الجامع الكبير بصنعاء دراسة تاريخية ومعمارية لأقدم مسجد جامع في اليمن. منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة (UNESCO). الهيئة العامة للمحافظة على المدن التاريخية. ط (١). باريس. ١٩٩١ م. ص٨٦.
- •albahinsiu , eafif. aljamie alkabir bisanea' dirasat tarihiatan wamiemariat li'aqdam masjid jamie fi alyaman. munazamat al'umam almutahidat liltarbiat waleulum (alyunisku). alhayyat aleamat lilmuhafazat ealaa almudun waldarayibi. t (1). baris. 1991 mi. s 86.
- المرجع نفسه، ص ٨٦.
- •almarjie nafsuh , s 86.
- هو محمد بن يعفر الحوالي ابن مؤسس الدولة اليعفرية يعفر بن عبدالرحمن الحوالي، ثاني الدول التي نشأت خلال حكم الدولة العباسية، كانت عاصمتها الأولى شبام كوكبان، والثانية كحلان، وامتد نفوذهم إلى صنعاء والجند، حيث استقلت عن السلطة المركزية في بغداد ولم يبقى لهم غير الدعاء بالخطبة، وقد شيدت في عهدهم المنشآت كالمساجد مثل الجامع الكبير في شبام، والحصون منها حصن خبان الواقع جنوب شرق يريم، وعبدت الطرقات. ينظر: شرف الدين، أحمد حسين. اليمن عبر التاريخ من القرن الرابع عشر قبل الميلاد إلى القرن العشرين. مطبعة السنة المحمدية. ط (٢). ١٩٦٤ م. ص ١٨٦.
- الحجري. مساجد صنعاء. مرجع سابق. ص٢٦.
- في الأصل (الأمير إبراهيم بن محمد بن يعفر). ينظر: الرازي. تاريخ مدينة صنعاء. مرجع سابق. ص١٣٦.
- العرشاني، سري بن فضيل. كتاب الإختصاص. تحقيق: حسين بن عبدالله العمري. دار الفكر. دمشق. دار الفكر المعاصر. بيروت. ط (٣). ١٩٨٩ م. ص٥٤٧.
- المروني، محمد بن عبدالملك. الوجيز في تاريخ بناية صنعاء القديم والجديد. مطابع اليمن العصرية. ط (١). صنعاء. ص٣٩.
- البهنسي، عفيف، الجامع الكبير بصنعاء. مرجع سابق. ص٤٢.
- 'OMARAH, AL-HAKAMI NAJM AD-DIN. Yemen its Early Medieval HISTORY. Publisher to Frdia Office. 1892. p 9.
- هي السيدة بنت أحمد بن جعفر بن موسى الصليحي، ولدت سنة (٤٤٠ هـ/١٠٤٨ م) وتزوجت بالملك المكرم، وتقلدت الأمر من بعده، وأخطت دار العز، وتوفيت سنة (٥٣٢ هـ/١١٣٧ م)، ودفنت في جامع ذي جبلة أسفل القبلة في منزل متصل بالجامع، وقد أشتهرت المللكة الحرة السيدة بنت أحمد بتعبيد الطرق من رأس جبل سمارة إلى نقيل السياني، وانشاء العديد من المدارس منها مدرسة لتريس الصحيحين بذي جبلة، ومسجد ضربة في يريم، والمسجد الجامع في جبلة. ينظر: الموجاني، كريمة. كتابات مساجد صنعاء. مرجع سابق. ص ٤٣.
- ينسب السلطان الحماس بن القبيب إلى آل القبيب الأسرة الهمدانية الثانية، التي حكمت صنعاء ما بين سنة (٤٩٠-٥٩٢ هـ/١٠٩٦-١١٩٥ م)، حيث كان أعظم اخوته، وأقواهم شوكة، وقد تولى السلطة بعد وفاة أخيه هشام بين القبيب، ووافته المنية سنة (٥٢٧هـ/١١٣٢م)، فتخلت قبائل همدان بعد وفاته عن مناصرتهم، وعزلتهم عن تولية صنعاء سنة (٥٣٣هـ/١١٣٦ م)، وبذلك إنتهى حكم آل القبيب. نفس المرجع. ص ٥٢.
- تم العثور على هذه الجزئية من الشريط الكتابي ضمن محفوظات المتحف الحربي بصنعاء.
- الخواشب (xylophagous): هو مصطلح في علم البيئة يصف الحشرات التي تتغذى بالمقام الأول على الأخشاب، منها خنافس الأثاث وخنافس الساعة المميتة. ينظر:
- https://www.amentsoc.org/insects/glossary/terms/xylophagous/

- أخذت العينة الأولى والثانية عن طريق الصندوق الاجتماعي للتنمية الممول لمشروع الجامع الكبير، وتحليلها في جمهورية إيطالية بواسطة معهد فينيتو للحفاظ على التراث الثقافي المشرف على عملية ترميم الجامع الكبير بصنعاء.
- الـ(Realgar): ويسمى رهج الغار أو الزرنيخ الأحمر، ويتكون من كبريتيد الزرنيخ (α-As4S4)، لونه أحمر ياقوتي إلى برتقالي مصفر في الفرع المصقول، ورمادي شاحب مع أصفر كثيف إلى الأحمر في الانعكاسات الداخلية، كما أنه معدن غير مستقر حساس للضوء، لذلك يتغير تدريجياً إلى (Para-realgar) البرتقالي المصفر اللون عند التعرض الطويل للضوء، وبلوراته المنشورية أحادية الطبقة هشة للغاية، تتفتت بسهولة مكونةً مسحوق أصفر، ويحتوي (Realgar) على كمية كبيرة من الزرنيخ السام، ولذلك ينصح بغسل اليدين بعد التعامل مع عينات منه، خاصة إذا كانت على هيئة مسحوق. ينظر موسوعة ويكيبيديا على الرابط: 15 October 2021, at 08:25 (UTC). https://en.wikipedia.org/wiki/Pararealgar
- (Wishab sponge): إسفنجة ذات مسامات دقيقة، تحتوي على مادة صمغية.
- خليط معقد من الزيوت الهيدروكربونية مع مبيد حيوي فعال مضاف. ينظر:
- Bird Brand MSDS. Material safety data sheets. 16 July 2014. pp 1-4.
- المواد المنظمة (محلول منظم): هي محاليل كيميائية تعمل عل تنظيم درجة الحموضة (الرقم الهيدروجين(pH)) عند قيمة ثابتة، كي لا تتسبب بأي أضرار على الطبقات التصويرية للآثار الخشبية والقماشية، وتتكون من خليط لحمض ضعيف وأحد أملاحه، أو خليط لقاعدة ضعيفة وأحد أملاحها. ينظر الرابط: https://learnchemistry12.com/2017/04/buffer-solutions.html
- التمخلب: مركبات كيميائية تشكل جزيئات معقدة ذوابة مع شوارد معدنية محددة، فتعطلها ولا تمكنها من التفاعل مع العناصر، أو الشوارد الأخرى وتشكل راسبا، كما أن لها القدرة على إذابة المركبات غير القابلة للإذابة كأملاح الرصاص والمعدنيات، وقد وجاء الإسم من طريقة التفاف الروابط حول الذرة المركزية كالكلابات أو المخالب. ينظر الرابط:
- https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%AE%D9%84%D8%A7%D8%A8
- هو إيثيل بروبيل سيلليولوز: تم اختيار هذا الراتنج لاحتوائه على قوة لصق جيدة، ويعد أكثر الراتينجات توافقاً من الأخشاب لاحتوائه على السيلليولوز.
- كحول البولي فينيل: يتمتع بمقاومة جيدة للتقادم، وله قابلية عالية للانعكاس.