https://majs.journals.ekb.eg
2025; June (15):185:197.
Doi: 8.24394 /JAH.2025 MJAS-2501-1305
ISSN: 2735-430X (Print); ISSN: 2735-4318 (Online)

تشخيص ودراسة تلف، نافذة زجاجية معشّقة بالرصاص بكاتدرائية "سان مارك" بالقاهرة تعود للقرن التاسع عشر

Diagnosis and damage study of a 19th century lead-stained glass window in St. Mark's Cathedral in Cairo

كرستينا فوزي كامل[1]، فاطمة صلاح مدكور[2]، محمد أبوالفتوح غنيم[3]
باحث[1]، أستاذ[2] ، أستاذ[3] – قسم الترميم – كلية الفنون الجميلة – جامعة المنيا
Email address: chrestinafawzy@gmail.com

To cite this article:
Chrestina Fawzy, Journal of Arts & Humanities.
Vol. 15, 2025, pp. 185-197. Doi: 8.24394/ JAH.2025 MJAS-2501-1305
Received:09, 01, 2025; **Accepted**: 20, 01, 2025**; published**: June 2025

الملخص:

يتناول البحث دراسة نافذة زجاجية معشّقة بالرصاص في كنيسة "سان مارك" في حي شبرا بالقاهرة التي يعود تاريخ إنشائها إلى عام 1890م، مع التركيز على عوامل التلف المختلفة التي أثرت عليها بمرور الزمن. وتعد النوافذ الزجاجية المعشقة بالرصاص جزءاً مهماً من التراث المعماري والفني، حيث تحتوي على زجاج ملون مدمج في إطار من الرصاص، وتتعرض هذه النوافذ لعدة عوامل تلف بيئية محيطه تؤثر في حالتها، و التي تشمل الرطوبة والتغيرات الحرارية المتعاقبة و التلوث الجوي بالإضافة إلي الإضاءة المباشرة حيث تساهم كل هذه العوامل مجتمعه في تدهور مكوناتها من الزجاج والرصاص و مونة الحشوة اللاصقة المستخدمه في تثبيت قطع الزجاج . و قد تم دراسة مكونات النافذة و كذلك مظاهر التلف المختلفة بواسطة العديد من طرق الفحص و التحليل شملت الميكروسكوب المجسم Stereo Microscope, والفحص والتحليل بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح الملحق به وحدة التحليل العنصري لتشتت طاقة الأشعة السينية SEM/EDX.، و من خلال النتائج التي تم الحصول عليها تم دراسة التركيب الكيميايئ و المعدني للنافذة الزجاجية و كذلك مسببات تلفها بالإضافة إلي مظاهر التلف الواضحة على قطع الزجاج و الرصاص و التي تشمل الأتساخات و الأتربة و الرواسب التي تغطي كل أجزاء النافذة مما أدي إلي طمس السطح و التغيرات اللونية، وتساقط و فقد بعض الأجزاء الزجاجية والتشققات و الشروخ و ضعف و تساقط مونة الحشوة اللاصقة، هذا فضلاً عن التأثيرات السلبية على الرصاص الذي يربط قطع الزجاج معًا. وخلصت الدراسة إلى ضرورة تدخلات العلاج والترميم والصيانة الدورية من أجل الحفاظ على الطابع التاريخي لهذه النوافذ وحمايتها من عوامل التدهور المستقبلية.

الكلمات الدالة:

نوافذ زجاجية، زجاج معشق، رصاص، عوامل تلف.

المقدمة:

من المعروف أن التراث الإنساني لم يولد فجأة، بل كانت هناك دائما مقدمات لذلك التراث .وقد عرف الزجاج منذ بداية التاريخ الذي تركه الإنسان كسجلات أثريه يستدل بها على حياته، فقد وجدت أدوات كثيرة من الزجاج الطبيعي في أماكن متفرقة من العالم. وصناعه الزجاج ليست مجرد صناعه ذات طابع يقوم على المنفعة وحدها، وإنما هي ابتكار فطري وتلقائي انبثق من روح الإنسان وتحقق بفضل براعته الفنية فهو إذن فن من الفنون الصناعية.

وعرف الزجاج منذ عده قرون قبل الميلاد، ولكن الزجاج المسطح المستخدم في تجميل الفتحات المعمارية، كالزجاج المعشق بالرصاص، لم يتطور إلا في العصور الوسطي، عندما امتلأت أوروبا بالكنائس والكاتدرائيات .ولقد شهدت مناطق متعددة من الغرب المسيحي ظهور الفن الدقيق للوحات الزجاجية التي تبرزها الألوان الزاهية المتلألئة التي كانت تزين الكنائس،

والتي ساعدت بدون شك على انتشار الدين المسيحي، عن طريق إثارة الشعور الديني بعرض مشاهد من حياه القديسين، ومع أن هذا الفن قد ارتقي إلي ذروته في العصور الوسطي فان أصوله تمتد إلي العصور القديمة، وهناك عدد من المخطوطات القديمة تدل بطريقه غير مؤكدة علي وجود أعمال زجاجية في المعابد التي أقيمت قبل المسيحية [1].

ويمكن تقسيم الزجاج المؤلف بالرصاص قبل عصر النهضة إلي ثلاث مراحل، وهي:

المرحلة الأولي : وتسمي بالإنجليزي المبكر، وتمتد الفترة من بدء معرفه الزجاج المؤلف بالرصاص في القرن التاسع الميلادي إلى نهاية القرن الثالث عشر .ومن أهم مميزات هذه الفترة هي الثراء والغني اللوني ، إذ كانت الألوان المستعملة في تلك الفترة تتميز بألوانها الهمجية الزاهية، وكان الفنان يعتمد في تصميماته علي تباين الألوان الداكن منها والخفيف، وكان الأحمر والأزرق هما اللونان الغالبان علي معظم أعمال تلك الفترة، وكانت الألوان الأخرى كالأصفر والأبيض تستعمل لتكوين خلفيات عناصر التصميم، كما اقتصر استعمال الملونات علي إظهار التفاصيل الضرورية لهذه العناصر كالأيدي والأرجل والعيون، وخلاف ذلك من التفاصيل الدقيقة الضرورية.

المرحلة الثانية : وهي الفترة من القرن الرابع عشر .وتسمي بالطراز المزخرف. كان للتغييرات الفكرية والروحية والاجتماعية التي سادت القرن الرابع عشر بصفه عامه أكبر الأثر على المستوي الفني لهذه المرحلة، إذ أنها تقل في مستواها عن الفترة السابقة.

المرحلة الثالثة : وهي الفترة من نهاية القرن الرابع عشر حتى نهاية القرن الخامس عشر قبل أن تتأثر الأعمال بزجاج عصر النهضة وتسمي القائم **Perpendicular** لقد انصبت الموضوعات المنفذة بالزجاج في هذا القرن على النقل من الأيقونات ونسخها في اغلب الأحيان، حيث إنها كانت تصور البواعث والهيئات الدينية لهذا الوقت .ولقد هبطت الروح الفنية والخيال الفني لدي مصوري الزجاج . بينما أخذت الروح الدينية تبحث عن معان جديدة للتعبير الفني . ومن أمثله ذلك الشباك الشرقي بكنيسة يورك منستر الذي تم تنفيذه بالزجاج عام 1405 [2].

2. دراسة تاريخ وتقنيات صناعه النوافذ الزجاجية المعشّقة بالرصاص

فن الزجاج الملون والمعشق يشكّل فنًا متميزًا، وهو يعتمد في الدرجة الأولي على الضوء الذي يمر من خلال ألوان الزجاج فيملأ المكان بالتأثير اللوني الرائع للزجاج، حيث تمر أشعه الضوء خلال الزجاج حسب زاوية الانكسار فتملأ الحجرة باللون الألوان الحمراء، والزرقاء، والذهبية، والخضراء .وحسب تغيير مسار أشعه الشمس أثناء النهار تتغير شخصيه المكان تغيرًا شاملًا. وخلال القرون السابقة فتن الناس بنوافذ الزجاج الملون المعشّق وبمن يقومون بتنفيذ هذا النوع الرائع من الفن، وابتكار وإضافة الجديد إلى حرفه الزجاج الملون. وفي القرون الوسطي استعملوا الزجاج الملون والمعشق بالرصاص باستخدام شرائط الرصاص ذات القنوات في تعشيق قطع الزجاج إلى جوار بعضها، وكانت هذه الطريقة تعتبر صعبه في التنفيذ. وتميز في صناعته القليلون لصعوبة أدائه وصعوبة التعامل مع خاماته مثل الرصاص، فلضخامة شريط الرصاص كان من الصعب استعمال قطع صغيرة أو دقيقه من الزجاج والتي يمكن أن تعطي مزيدًا من التفاصيل للموضوع. ولذلك كانت معظم النوافذ الكبيرة المنفذة بالزجاج الملون يضطر منفذيها إلي استخدام الرسم والتلوين لبعض التفاصيل الدقيقة التي يتعذر تنفيذها مع الرصاص. وأحيانا ما تستعمل شرائط النحاس الأحمر كبديل لشريط الرصاص .وهي الطريقة الأسهل في تعشيق الزجاج الملون[3].

2.1 دراسة تاريخ الزجاج المعشق بالرصاص

عرف الإنسان القديم الزجاج في الصورة التي أوجدتها الطبيعة له من الحمم البركانية حيث استخدم الإنسان الزجاج المعروف باسم اللافا أو الاوبسيديان، وهذه الأنواع من الزجاج نتجت عن التبريد المفاجئ لمصهور المعادن التي تقذفها البراكين على

(1) محمد زينهم، من كتاب (تكنولوجيا فن الزجاج) ، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1995، ص 11، 12.

(2) محمد زينهم ، المرجع السابق: ص 27.

(3) عنايات المهدي : فن صناعه الزجاج الملون والمعشق باستعمال رقائق النحاس الأحمر ، طرق بسيطة وسهلة التنفيذ، مكتبه زهراء الشرق ، القاهره ، ١٩٩٧ ، ص 5.

سطح الأرض وتتميز بألوانها الداكنة مثل: اللون الأسود، والبني، والأخضر، والأحمر القاتم. وتختلف هذه الأنواع من الزجاج في تركيبها الكيمائي وخواصها الطبيعية عن الزجاج الذي صنعه الإنسان قديما ، وقد صنع الإنسان من هذا الزجاج الطبيعي بعض أدوات الزينة البسيطة والسلاح ، ثم بدا المصري القديم معرفته للزجاج كماده في الصور العديدة التي لاحظها عند تعدين النحاس في صوره القشرة الزجاجية ذات اللون الأزرق الداكن أو درجات اللون الأخضر، وباستمرار الملاحظة بدء يتوصل بتجاربه البسيطة لعمل ماده التزجيج حتى يتوصل إلي كيفيه صناعتها واستخدمها في طلاء أوانيه وأدواته والتي عرفت بعد ذلك بمشغولات القيشاني أو الفاينس. ويصل أقدم ما وصل إلينا من هذه المصنوعات المزججة إلي 4000 عام قبل الميلاد، حيث تطورت هذه الصناعة لتصبح فرعًا منفصلًا له أصوله الغنية ومواده، بخلاف صناعه الزجاج التي فصلها العلماء والمؤرخون عن صناعه الفاينس[4] [5] .

وارتبط الزجاج الملون منذ بدايته برجال الدين والكنيسة وأصبح تقليدا صارت عليه العصور الوسطي كلها، غير إن فناني الزجاج في العصر الحديث قد أحدثوا تأثيرات وتطورات على فن الزجاج الملون المعشق بالرصاص .فلم نجد في أي عصر من العصور السابقة أعمالا مميزة ومتأثرة بالأساليب والمدارس الفنية المتعددة مثلما امتاز بها هذا العصر .فتعددت المدارس والأساليب في فن الزجاج المعشق والتصوير علي الزجاج، وأصبح لفنان الزجاج في هذا القرن ذاتيته وشخصيته بعد أن كان مجرد مترجم يترجم ما يملي عليه من رجال الدين والكنيسة، فأصبح يجمع بين ما يريده رجال الدين وبين ما يحسّ به وما تأثر به من الأساليب المختلفة والمدارس المستحدثة في فن التصوير علي الزجاج ، كما أن فنان هذا العصر لم يرتبط بالمباني الدينية فقط بل عايش العمارة الحديثة [6] .

كما انه يعرف الزجاج علي انه ماده غير عضويه ناتجة من الانصهار وبردت إلي درجه لا يحدث معها تبلور ، وهو بصفه خاصة ماده يمكن تشكيلها في درجات حرارة معينه سواء لعمل المجسمات والمسطحات ، ويعتبر الزجاج من أعظم الانتصارات البشرية في المهارات اليدوية في الصناعة منذ فجر التاريخ ، وعلي مر العصور أمكن تطويره ، وتحسين خواصه ففي حالته المنصهرة يمكن تلوينه وتشكيله في قوالب ، وبعد ذلك يمكن زخرفه أسطح المنتجات بالتقنيات المختلفة ومنها ما هو شفاف ملون أو غير ملون ونصف شفاف ومعتم كما في حاله الزجاج (السيراميك المتبلور). وأيضا عرف علماء العصر الحديث الزجاج على أنه المادة التي تنتج من خليط الرمل والحجر الجيري (كربونات الكالسيوم) مع أضافه بعض الاكاسيد الأخرى، ثم صهرها في فرن عند درجه حرارة تتراوح بين 1350 -1550 م ، فتتحول هذه الخلطة إلى ما يعرف بالسائل تحت المبرد supper liquid عند درجه الحرارة العالية .وكلما انخفضت درجة حرارته زادت لزوجته Viscosity تدريجيًا إلي حد يجعل الزجاج الناتج جسما جامدًا يجب تبريده تدريجيًا بمعدل خاص لتلافي حدوث التبلور الاجهادات والانكماشات التي تسبب ضغوطا داخلية [7].

وتتمع النوافذ الزجاجية الملونة والمعشقة بالرصاص بأهمية كبيرة فى كل من العمارة الدينية والمدنية ، حيث تخدم اغراضاً متعددة ، حيث تعمل فى المقام الاول كمرشح للضوء مما يخلق الجمال والروعة ، كما انها تقلل الحمل الواقع على الجدران والمنحنيات المعمارية ؛ وظهرت روعة النوافذ الزجاجية الملونة خلال الفترة القوطية فى اوروبا وقد تم تفضيلها نتيجة لمميزاتها المعمارية المتعددة ، وفى مصر انتشر استخدام النوافذ الزجاجية الملونة خلال القرن التاسع عشر الميلادى حيث انتشر استخدامها فى القصور الملكية وقصور البشوات[8].

2.2 تقنيات صناعه الزجاج المعشق بالرصاص

---

[4] فاطمة مدكور : محاضرات علاج وصيانة الفخار والسيراميك والزجاج ، الفرقة الثانية ، قسم الترميم ، جامعة المنيا ، 2013.

[5] حسام الدين نظمي حسني : أساليب التصميم لقوالب تشكيل الأواني الزجاجية الفنية ، رسالة ماجستير ، قسم الزجاج ، كليه الفنون التطبيقية ، جامعه حلوان 2000 ، ص 8.

[6] محمد زينهم : المرجع السابق ، ص 44.

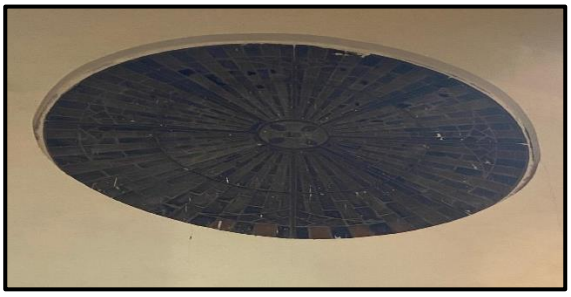
[7] عز الدين عبد العزيز حسن :فن الزجاج بين متطلبات التصميم ومعطيات التكنولوجيا – المؤتمر العلمي الثالث – بحث منشور- الأول من شهر ابريل ، 1996 ، ص 291، 310.

[8] Rania Abdel Gwad Eloriby , Multi- Amalytical Techniques for the Archaeometry study of the stained Glass window from The Royal palace at EDFena Egypt ., Journal , science and Arts , Vol . 23, Issue 4 , pp. 1019- 1043, 2023.

تأثر الفنان في العصر الحديث بما وجد من تقنيات في العصور القديمة، فبدا باستخدام الزجاج المعشق بالرصاص في أواخر العصر الروماني وازدهر في العصر البيزنطي، حيث كان الفنان قديمًا ، بعد تجهيز الرسم التنفيذي أول مراحل العملية الصناعية لعمل لوحه من الزجاج المعشق بالرصاص تتم عمليه التقطيع . وفي هذه العملية يجب أولا أن نراعي الآتي : في حاله استخدام القطع في مسطحات غير شفافة يجب عمل نقله (بترون) من الورق المقوي لكل قطعه من الزجاج . فيثبت الورق علي السطح الزجاجي المراد قطع الشكل منه إما باللصق أو بالسند وبعد ذلك يحدد خط القطع علي هذا اللوح إما بالفلوماستر الملون بلون مخالف للون الزجاج أو بإجراء القطع المباشر في حاله ما إذا كان الفنان المنفذ متمكنا لهذا العمل .ففي العصر الحديث فقد اختلف استخدام الفنان لتلك التقنية تبعا لما وجد من تطور في الصناعات الخاصة بتلك الخامات، ففي العصر الحديث يقوم هذا النوع من الفنون علي بناء التصميم باستعمال قطع من الزجاج الملون وتجميعها بشرائط خاصة من الرصاص علي هيئه حرف H، ثم يثبت داخل إطار معدني[9].

3 . تاريخ الكاتدرائية و النافذة موضوع الدراسة

كاتدرائية سان مارك وهى من القرن التاسع عشر الميلادى بالقاهرة – حى شبرا ، وهى كنيسة ذات طابع اوروبى ، تحتوى على نوافذ زجاجية ملونة معشقة بالرصاص لتكون اشكال جمالية وتعطى أضاءة للمكان؛ حيث أن هذه النوافذ تعتبر من اهم معالم الكنيسة وبصفة عامة الكنائس ذات الطابع الاوروبى ، و تشكل فتحات النافذة مجموعة من المستطيلات المعشقة بمعدن الرصاص وهى تمتاز بتنوع الالوان بين الاحمر والاخضر والاصفر، ويوضح ذلك صورة رقم (1).



صورة رقم (1) توضح النافذة الزجاجة المعشقة بالرصاص موضع الدراسة وهى معلقة بمكانها فى الكنيسة

4. دراسة طرق فحص وتحليل النافذة الزجاجية المختارة للدراسة

4.1 الفحص البصري:-

ويقصد به الاعتماد علي البصر في الفحص، ويزودنا هذا الفحص المبدئي بمعلومات مفيدة عن طبيعة المواد الاثريه ، قبل الشروع بإجراء الاختبارات المعقدة ، فضلا عن التحديد الأساسي لمعالم الأثر ، ومن خلاله يمكن فهم طبيعة الأثر ، والوقوف علي حالته ، ويمكننا الاستعانة في ذلك باستخدام العدسة المكبرة ، أو أنماط مختلفة من الاضاءه

ويمكن أن يقدم لنا الفحص البصري ما يلي-:

- معرفه نوعيه الأثر (معدن ونوعه الدقيق ، زجاج ، فخار ، خشب ، جلود ، ..... الخ.)
- بعض الخواص الفيزيائية :مثل :اللون ، الصلادة ، طبيعة السطح ، ..... الخ.)
- مدي ما وصلت حالته (جيده ، متوسطه ، سيئة) ، وتحديد نوعيه التلف (سطحي ، متعمق.)
- الإضافات التي قد تكون أضيفت إليه.
- المساهمة بشكل كبير في تحديد التغيرات التي طرأت عليه كالترسبات السطحية مثل الغبار الاتربه ، أو أيه ترسبات أخري ناتجة عن عوامل خارجية ، مثل غازات التلوث ، ونواتج الصدأ الموجودة.
- أمكانيه التعرف علي طريقه أو تقنيه الصناعة ، وذلك من خلال أي دليل يمكن ملاحظته عن طريق الصناعة ، كالصب أو الطرق ، أو عيوب الإنتاج ، أو نوع الزخرفة ، أو وجود أماكن لحام ، والوصل ، أو التذهيب ، أو التفضيض ، أو التطعيم ، أو التكفيت وغيرها.

من خلال الفحص البصرى للنافذة موضع الدراسة تبين الاتى:-

- وجود الكثير من الاتساخات والاتربة التى تغطى معالم النافذة والالوان .
- وجود الكثير من طبقات الصدأ المؤثرة على معدن الرصاص.
- وجود تأكل فى بعض الاماكن لمعدن الرصاص.

[9] Stuart , b ., Analytical techniques in Materials Conservation , John Wiley ,sons , Ltd , England , 2007 , P 11.

- وجود الكثير من الشروخ الدقيقة والكبيرة الحجم نسبياً فى زجاج النافذة.
- وجود اماكن فقد فى الزجاج والكسور المختلفة الشكل .
- ضعف و تساقط مونة الحشوة اللاصقة المثبته بين قطع الزجاج و عيدان الرصاص.

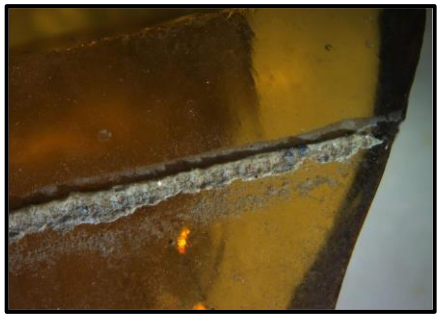
4.2 الفحص بالميكروسكوب المجسم Stereo Microscope:-

تم الفحص باستخدام الميكروسكوب المجسم (Stereo Microscope) من نوع Stemi 2000 ZEISS و المتواجد بمعمل الأجهزة بقسم الترميم بكلية الفنون الجميلة جامعة المنيا , و قد تم فحص العينات الزجاجة تحت درجة تكبير X200 وذلك لفحص سطح النافذة وملاحظة و رصد مظاهر التلف المختلفة.

تبين من خلال الفحص وجود الكثير من الشروخ الدقيقة (الكراكيلير) وهى مظهر التلف الأكثر انتشار فى الزجاج موضع الدراسة، وهو غير ظاهر للعين المجردة , بالإضافة إلى وجود الأتساخات و الرواسب و الأتربة والحفر الدقيقة و أماكن الفقد و كذلك ضعف وهشاشية المونة المستخدمة في التثبيت ، ويتضح ذلك في الصور أرقام 2 ، 3 ، 4 ، 5 ، 6.

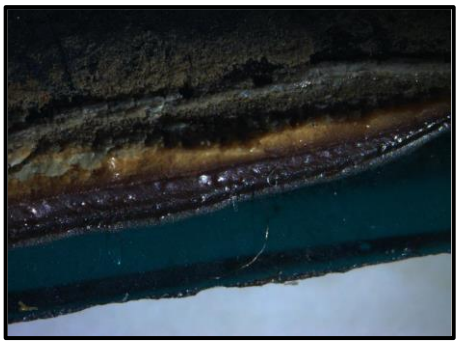
صورة رقم (2) توضح الأتساخات السطحية و الحفر الدقيقة في سطح الزحاج بدرجة تكبير X200

صورة رقم (3) توضح الشروخ الدقيقة و الرواسب السطحية بدرجة تكبير X200



صورة رقم (4) توضح الضعف والأنفصال في المونة الرابطة بتكبيربدرجة تكبير X200

صورة رقم (5) توضح الشروخ و الحفر الدقيقة و الحفر في سطح الزجاج بدرجة تكبيرX200



صورة رقم (6) توضح تغير لون المونة الرابطة و كذلك تغير لون الزجاج بدرجة تكبير X 200

4.3 الفحص بواسطة الميكروسكوب الالكتروني الماسح الملحق به نظام تشتت طاقه الأشعة السينية (SEM-EDAX) -:

يعتبر الفحص بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح من أفضل طرق الفحص التي توفرت , وهو يعطينا صورا ذات أبعاد ثلاثية علي شاشة تليفزيونية ، و ترجع أهمية استخدامه إلي إمكانية اجراء الدراسة علي عينات متناهية في الصغر و هي طريقة غير متلفه أو مهلكه Nondestructive Method و من خلال هذه الطريقة يمكن الحصول علي تفاصيل دقيقة للسطح و التركيب[10].

أما التحليل باستخدام وحدة تشتت طاقة الأشعة السينية (EDX) الملحقة بالميكروسكوب الماسح تستخدم للحصول علي تحليل أكثر دقة , فمن خلاله يتم تحديد التركيب العنصري للمادة الأثري.

وقد تم فحص و تحليل ثلاث عينات زجاجية ملونه (الأحمر – الأصفر - الأخضر) بالإضافة إلي عينة من المونة التثبيت .

و ذلك باستخدام الميكروسكوب الألكتروني الماسح بالمواصفات الآتية: ماركة JEOL، موديل JSM-IT200 وظروف التشغيل هى: SED 15.0 KV، WD 10.3 mm، Std-PC 30.0، Magnification X600 و المتواجد بالمعمل المركزي للتحاليل بجامعة المنيا ، صورة رقم (7).

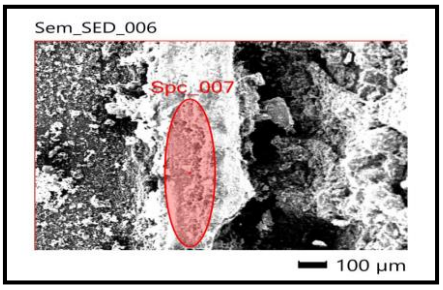
صورة رقم (7): الميكروسكوب الإلكتروني الماسح، المزود بوحدة تشتت الأشعة السينية المستخدم في فحص وتحليل العينات موضوع الدراسة.

حيث تم فحص ودراسة مظاهر التلف علي سطح الطبقة الملونة للزجاج. ويتم فحص العينة المراد اختبارها عن طريق حزمه مركزه دقيقة من الالكترونات الشديدة السرعة ثم يتم بعد ذلك جمع هذه الحزمة المنعكسة وتوضيحها في أنبوبة أشعة القطب السالب (تشبه شاشة التليفزيون) ويمكن تصوير هذه الصورة فوتوغرافيا بنسب تكبير مختلفة توضح مميزات بارزه لسطح العينة .

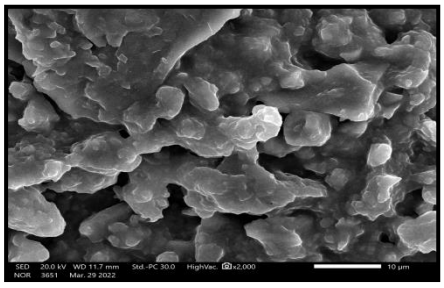
كما أمكن التحقق من نتائج التحليل العنصري للألوان الزجاجية باستخدام وحدة تفلور طاقة الأشعة السينية الملحقه EDX , و قد كانت النتائج كالتالي :

4.3.1 العينة رقم (1) اللون الأحمر :-

تم فحص و تحليل عينة من الزجاج ذات اللون الأحمر بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM/EDX) وتوضح الصور رقم 8 ، 9 ، 10 شكل تصوير عينة الزجاج ذات اللون الاحمر ، ويوضح الجدول رقم 1 العناصر التى تم الحصول عليها ونسبها بالعينة ، ويوضح الشكل رقم 1 نتيجة تحليل العينة.

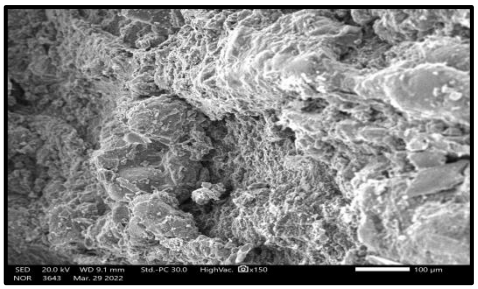


صورة رقم (٨) توضح فحص العينه رقم ١ ذات اللون الأحمر ويتضح بها موضع تحليل EDX لهذه العينه



صوره رقم (٩) توضح فحص بواسطة SEM للعينه ذات اللون الأحمر عند درجه تكبير ٢٠٠٠ x ويتضح بها

[10] فاطمة صلاح مدكور: (الخزف و تكنولوجيا صناعته و ترميمه ، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، 2021،ص. 91.

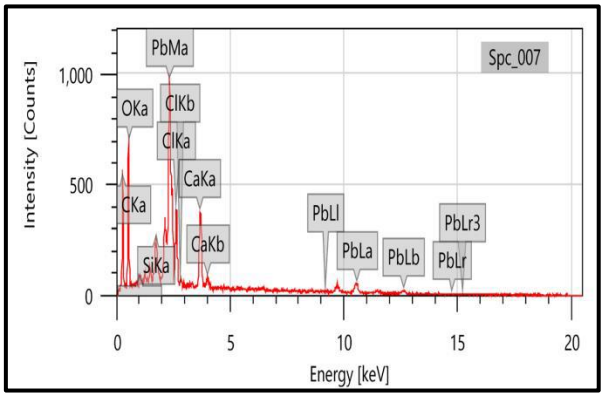


صوره رقم (١٠) توضح فحص بواسطة SEM للعينه ذات اللون الأحمر عند درجه تكبير X ١٥٠

جدول رقم (1) يوضح العناصر التى تم الحصول عليها ونسبها من عينة الزجاج ذات اللون الاحمر

Display name	Standard data	Quantification method	Result Type
Spc_007	Standardless	ZAF	Metal

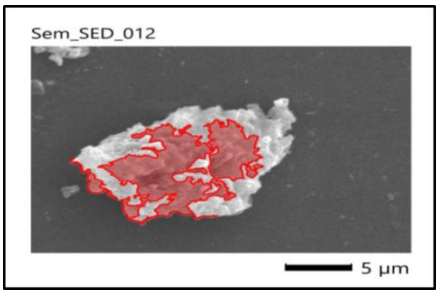
Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	24.12±0.25	46.15±0.47
O	K	28.94±0.46	41.57±0.66
Na	K	0.49±0.06	0.49±0.06
Si	K	1.24±0.07	1.01±0.05
Cl	K	4.93±0.12	3.20±0.08
Ca	K	6.72±0.15	3.85±0.09
Pb	M	33.57±0.51	3.72±0.06
Total		100.00	100.00
Spc_007			Fitting ratio 0.1441



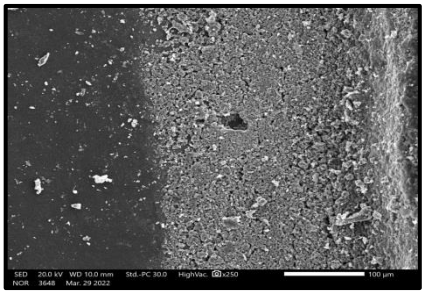
شكل رقم (1) يوضح المنحنى الناتج من تحليل عينة الزجاج ذات اللون الاحمر

2 العينة رقم (2) اللون الأصفر:-

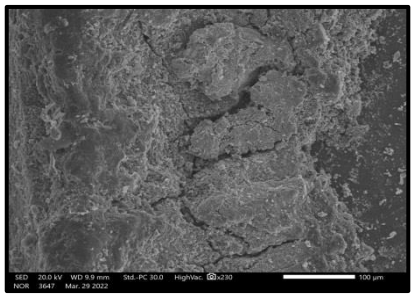
تم فحص و تحليل عينة من الزجاج ذات اللون الأصفر بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM/EDX) وتوضح الصور رقم 11، 12 ، 13 شكل تصوير عينة الزجاج ذات اللون الاصفر ، ويوضح الجدول رقم 2 العناصر التى تم الحصول عليها ونسبها بالعينة ، ويوضح الشكل رقم 2 نتيجة تحليل العينة.



صوره رقم (١١) توضح فحص العينه رقم ٢ ذات اللون الأصفر ويتضح بها موضع تحليل EDX لهذه العينه



صوره رقم (١٢) توضح فحص العينه ذات اللون الأصفر ويتضح مظاهر تلف سطح هذه العينه والتي تشمل الشروخ والفجوات وذلك عند درجه تكبير X ٢٥٠

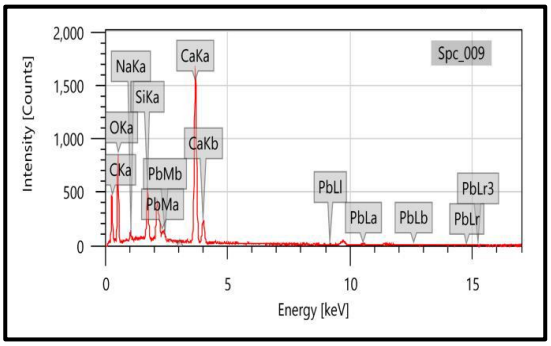


صوره رقم (١٣) توضح فحص العينه ذات اللون الأصفر ويتضح بها الشروخ العميقه في سطح الزجاج بهذه العينه وذلك عند درجه X ٢٣٠

جدول رقم (2) يوضح العناصر التى تم الحصول عليها ونسبها من عينة الزجاج ذات اللون الاصفر

Display name	Standard data	Quantification method	Result Type
Spc_009	Standardless	ZAF	Metal

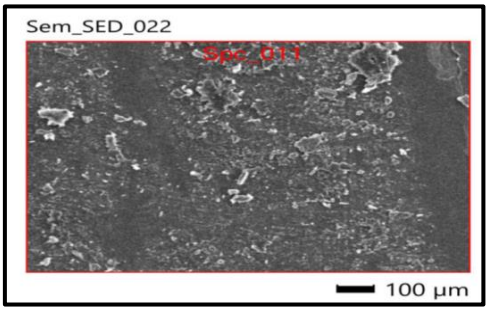
Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	17.18±0.19	27.68±0.31
O	K	44.53±0.63	53.87±0.77
Na	K	1.52±0.10	1.28±0.08
Si	K	4.39±0.11	3.02±0.08
Ca	K	28.57±0.29	13.79±0.14
Pb	M	3.82±0.24	0.36±0.02
Total		100.00	100.00
Spc_009			Fitting ratio 0.0945



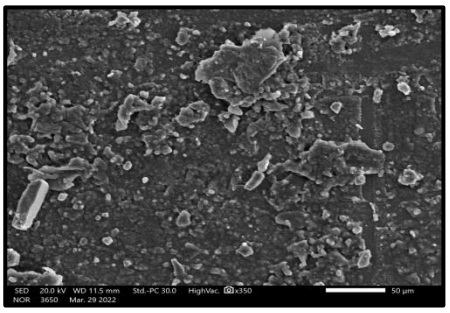
شكل رقم (2) يوضح المنحنى الناتج من تحليل عينة الزجاج ذات اللون الأصفر.

4.3.3 العينة رقم (3) اللون الأخضر:-

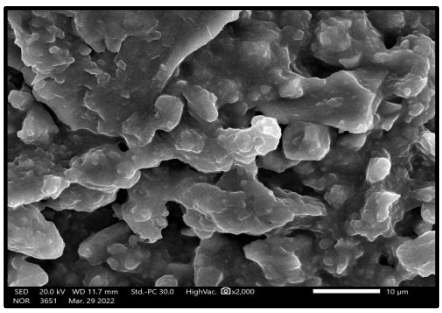
تم فحص و تحليل عينة من الزجاج ذات اللون الأخضر بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM/ED) وتوضح الصور رقم 14 ، 15 ، 16 شكل تصوير عينة الزجاج ذات اللون الاخضر ، ويوضح الجدول رقم 3 العناصر التى تم الحصول عليها ونسبها بالعينة ، ويوضح الشكل رقم 3 نتيجة تحليل العينة.



صوره رقم (١٤) توضح فحص بواسطة الميكرسكوب SEM للعينه رقم ٣ ذات اللون الأخضر ويتضح بها موضع فحص EDX



صوره رقم (١٥) توضح فحص عينه الزجاج ذات اللون الأخضر ويتضح بها حبيبات الكوارتز وهو المكون الأساسي لهذه العينه عند درجه تكبير X ٣٥٠



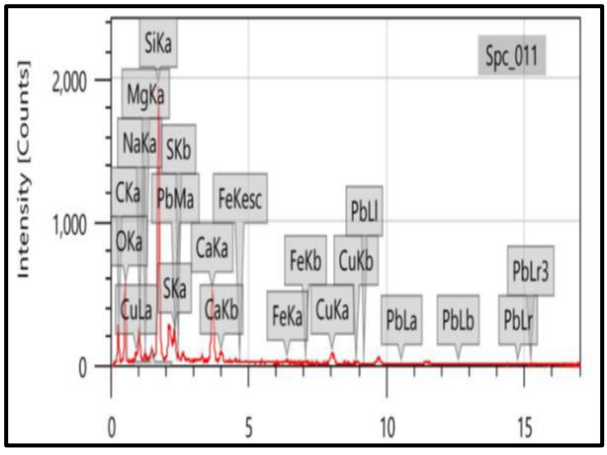
صوره رقم (١٦) توضح فحص عينه الزجاج ذات اللون الأخضر ويتضح بها الجسم المدمج للزجاج وذلك عند درجه تكبير X٢٠٠٠

جدول رقم (3) يوضح العناصر التى تم الحصول عليها ونسبها من عينة الزجاج ذات اللون الاخضر

Display name	Standard data	Quantification method	Result Type
Spc_011	Standardless	ZAF	Metal

Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	30.60±0.43	44.84±0.63
O	K	32.97±0.56	36.27±0.62
Na	K	3.67±0.13	2.81±0.10
Mg	K	0.55±0.05	0.40±0.04
Al	K	0.54±0.05	0.36±0.03
Si	K	16.14±0.19	10.12±0.12
S	K	1.51±0.07	0.83±0.04
Ca	K	6.88±0.13	3.02±0.06
Fe	K	0.44±0.05	0.14±0.01
Cu	K	3.42±0.14	0.95±0.04
Pb	M	3.28±0.23	0.28±0.02
Total		100.00	100.00

Spc_011 Fitting ratio 0.1004



شكل رقم (3) يوضح المنحنى الناتج من تحليل عينة الزجاج ذات اللون الأخضر.

4.3.4 العينة رقم (4) مونة التثبيت:-

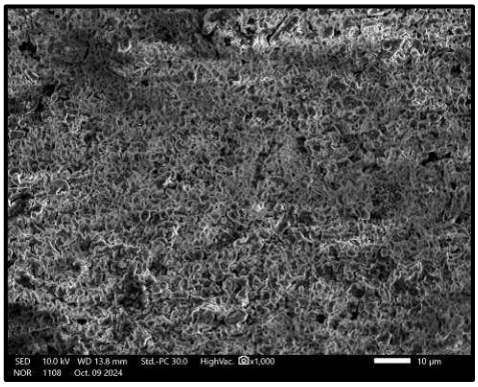
تم فحص و تحليل عينة منونة التثبيت بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM/EDX) وتوضح الصور رقم 17 شكل تصوير عينة المونة المستخدمة ، ويوضح الجدول رقم 4 العناصر التى تم الحصول عليها ونسبها بالعينة ، ويوضح الشكل رقم 4 نتيجة تحليل العينة.

مناقشة النتائج

تبين من نتائج الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح للعينات الثلاث المذكورة أن الزجاج يعاني من تدهور وأماكن ضعف، ربما كانت نتيجة التعرض المستمر لتغييرات الرطوبة والحرارة وتذبذبهما ما بين الارتفاع والانخفاض، وربما بفعل التلوث الجوي بحكم وجود النافذة في كنيسة داخل مدينة القاهرة وفي حي من أحيائها المشهور عنه بالتكدس السكاني وبالقرب من الشوارع الرئيسية التي تسير فيها السيارات بأعداد كثيفة، مما ينتج عنها تصاعد كمية كبيرة من عوادم السيارات وما بها من غازات تلوث مختلفة وأهمها أكاسيد الكبريت وثاني أكسيد النيتروجين وغيرها، والتي من الممكن أن تتفاعل مع زجاج النافذة ومكوناتها من أعواد الرصاص وهو ما يسبب تعرضهما للتلف والتآكل والذي تظهر ملامحه في الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح في العينات الثلاث السابقة ، بالإضافة إلي تعرض النافذة الزجاجية لتراكم الرواسب و الأتساخات المختلفة مما أدي إلي تغطية و طمس سطح الزجاج كلياً و خاصة السطح الخارجي المعرض للساحة الخارجية للكنيسة , أما بالنسبة لفحص العينة المونة المثبتة فتظهر بها الثقوب و الفجوات والضعف و عدم التماسك و الهشاشية.

أما من ناحية التحليل بوحدة تشتت طاقة الأشعة السينية (EDAX) الملحقة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح للعينات، والمبينة في الجداول: 1، 2، 3، وقد تبين منها الآتي :

- وجود عناصر الكربون C والأكسجين O_2 بنسب مختلفة في جميع عينات الزجاج ، بالإضافة إلي عنصر السيليكون Si و الموجود أيضا بنسب مختلفة في العينات الثلاثة و هو ممثل لمعدن الكوارتز SiO_2 و هي الرمال حيث تشكل السليكا العنصر الأساسي في تكوين الزجاج، وزيادة أو نقص محتوى السيليكا يمكن أن يشير إلى نوع الزجاج أو فترته الزمنية.
- وجود الكربون C مع الأكسجين O_2 بالإضافة إلي وجود عنصر الكالسيوم Ca ليصبح لدينا ما يشير إلي وجود مركب الكالسيت $CaCO_3$. حيث كان يضاف الجير (كربونات الكالسيوم) الي خلطة الزجاج أثناء الصناعة لتحسين الاستقرار الهيكلي للزجاج، ويعمل على تقوية

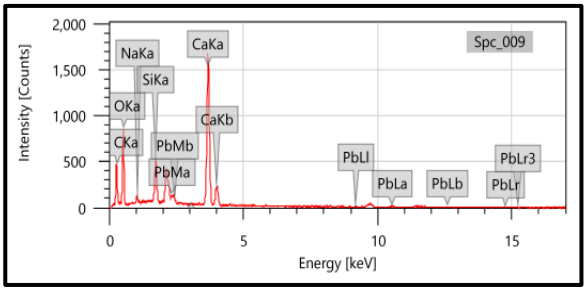


صوره رقم (١٧) توضح فحص لعينه مونه التثبيت بواسطة SEM ويتضح بها مظاهر التلف المختلفه والتي تشمل المسام المتنوعه والضعف والهشاشيه

جدول رقم (4) يوضح العناصر التى تم الحصول عليها ونسبها من عينة المونة المستخدمة فى ربط الزجاج بمعدن الرصاص

Display name	Standard data	Quantification method	Result Type
Spc_009	Standardless	ZAF	Metal

Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	17.18±0.19	27.68±0.31
O	K	44.53±0.63	53.87±0.77
Na	K	1.52±0.10	1.28±0.08
Si	K	4.39±0.11	3.02±0.08
Ca	K	28.57±0.29	13.79±0.14
Pb	M	3.82±0.24	0.36±0.02
Total		100.00	100.00
Spc_009			Fitting ratio 0.0945



شكل رقم (4) يوضح المنحنى الناتج من تحليل عينة المونة المستخدمة في ربط الزجاج.

الزجاج ضد التكسير ويجعله مقاومًا لتأثير الرطوبة و الذوبان في الماء .

- وجود الصوديوم .Na والذي يفسر وجوده كونه مساعد صهر Flux حيث يستخدم عادة في الزجاج لجعل المكونات أكثر قابلية للانصهار. تختلف نسبته وفقًا للفترة الزمنية ومنطقة الإنتاج. وبالتالي تشكيل وتلوين الزجاج بسهولة.
- الأكسجين O_2 مع الحديد Fe يعطي الهيماتيت .Fe_2O_3 والذي يفسر وجود أكسيد الحديديك و يُعتبر عنصرًا ضئيلًا في الزجاج عادةً، لكن قد يكون موجودًا كإضافات أو كشائبة في المواد الخام و خاصة الرمال من المصادر الطبيعية و أحيانا قد يستخدم في تلوين الزجاج.
- وجود العناصر الأخرى مثل الرصاص والبوتاسيوم بنسب مختلفة و التي أستخدمت أيضا كمساعدات صهر في صناعة الزجاج القديم.
- بالإضافة الى وجود عناصر أخرى مثل الماغنسيوم والألومنيوم بنسب ضئيلة تعتبر كشوائب ناتجة عن الاتساخات والاتربة وعوامل الزمن أو أن هذه العناصر ربما كانت متواجدة كشوائب في الخامات المستخدمة في الصناعة.

5. دراسة مظاهر تلف النافذة الزجاجية موضوع الدراسة

أكد العديد من الباحثين وعلماء الترميم أن دراسة العوامل المتلفة وتأثيرها ومظاهر التلف الناتجة عنه، التي تظهر على المواد الأثرية المختلفة، تعد الخطوة الأولي في وضع منهج علمي سليم لترميم وصيانة المواد الأثرية كل حسب نوعه وحالته .وقد تناول العديد من الباحثين دراسة الدور المتلف لعوامل وقوي التلف المختلفة، وذلك من خلال دراسة مظاهر التلف الطبيعية والكيمائية والبيولوجية للآثار الزجاجية. وتهدف جميع الدراسات والأبحاث في هذا المجال لتحديد مصادر وقوي التلف المختلفة والإشارة إلى الظروف المثلي لإنجاح دورها المتلف والوصول إلى أفضل الطرق الحديثة لإبطال هذا الدور وتهيئه بيئة صالحه لحفظ الأثر دون الإضرار به[11].

ولقد تعددت وجود مظاهر التلف في النافذة الزجاجية موضع الدراسة ومنها :

5.1 الإتساخات والرواسب السطحية: -

تعد الإتساخات والرواسب السطحية من أكثر المشكلات شيوعًا التي تؤثر على النوافذ الزجاجية المعشقة بالرصاص الأثرية، حيث تتراكم هذه الملوثات نتيجة لعوامل بيئية متعددة، مثل الغبار، والأتربة المحمولة بالهواء، ومخلفات الطيور، والرطوبة الزائدة، إضافة إلى الملوثات الكيميائية الناتجة عن الأمطار الحمضية أو الأدخنة الصناعية. وتؤدي هذه الرواسب إلى تشويه المظهر الجمالي للنوافذ، وتقليل شفافيتها، كما قد تسهم في تدهور الزجاج والرصاص بفعل التفاعلات الكيميائية والتآكل ، ويوضح ذلك صورة رقم (18).

صورة رقم (18) توضح النافذة الزجاجية موضع الدراسة.

5.2 الالتواء Bend:-

هو حدوث ثني في أعواد الرصاص المستخدمة في الحشوة الزجاجية، مما يجعلها غير قادرة علي القيام بجزء من وظيفتها [12].

5.3 التقوس Buckling / Curvature:-

تتحدب النافذة الزجاجية أو تتقعر للداخل أو للخارج حسب اتجاه الضغط الواقع عليها ولكنها في كلا الحالتين تصاب بالتقوس وهو خروج جزء من النافذة عن المستوي السطحي لها [13] ، ويوضح ذلك صورة رقم (19).

---

[11] محمد عبد الهادي : دراسات علميه في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية ، زهراء الشرق ، القاهرة ، 1997 ، ص140 .

[12] JAMES E . SHELBY , Glass processing Course , Lecture 4 . COLOR IN COMMERCIaL Glass , US National Science foundation . 2005 . p55.

[13] نيرمين سيد عبد الباقي حسنين : دراسة علميه تطبيقيه في علاج وصيانة الزجاج الأثري المعشق بالرصاص ، رسالة

صورة رقم (19) توضح تقوس للداخل او تتقعر للخارج حسب اتجاه الضغط الواقع على النافذة.

5.4 التنوير Illumination :-

هو عبارة عن فراغ ينتج من جراء خروج القطع الزجاجية من تجويف الرصاص عند فقد ماده المعجون وتصلب أعواد الرصاص، فينفذ الضوء من خلال هذا الفراغ مما يؤثر على وضوح الرؤية للحشوة .وبعد ذلك مؤشر لبداية تداعي الحشوة حيث مع زيادة الضغوط على الحشوة يتسع هذا الفراغ حتى سقوط القطع الزجاجية وفقدها [14] .

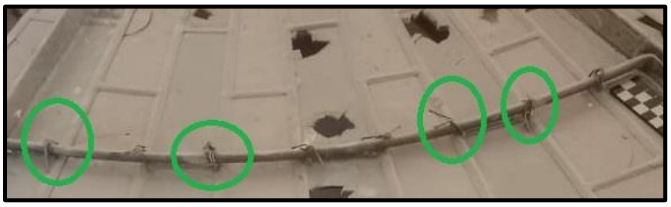
5.5 الترهل Limpness :-

هو حدوث ضعف عام في شبكه الرصاص التي تفقد قدر كبير من قدرتها على الاحتفاظ بالحشوة في الوضع القائم مما يؤدي إلى عدم تماسك القطع الزجاجية داخل تجويف الرصاص وفقد ماده المعجون وبناء علي ذلك يحدث تداعي للحشوة. ويظهر الترهل بشكل واضح في اغلب الأحيان في الجزء السفلي حيث ينتج هنا عن زيادة الأحمال علي هذا الجزء مما يضعفه ويؤدي به إلي الكسر في كثير من الأحيان [15] ، ويوضح ذلك صورة رقم (20).

صورة رقم (20) توضح حدوث ضعف في شبكه الرصاص لذلك تفقد قدر كبير من قدرتها علي الاحتفاظ بالحشوة.

5.6 اختلال الثقل النوعي :-

الهيكل البنائي للنافذة المتمثل في الشبكة المتصلة من قضبان الرصاص، وتفتت وتحلل مادة المعجون التي تعمل على ثبات النافذة، وكذلك ضعف وانفصال فواصل الحديد السندات العرضية Saddle Bars عن الهيكل البنائي وذلك نظرًا لتأثير العوامل الجوية عليها .ومنها الرطوبة المتسببة في تأكل الحديد والرصاص والتأثير على الأسلاك النحاسية المستخدمة في ربط هذه الدعامات [16] ، ويوضح ذلك صورة رقم (21).



صورة رقم (21) توضح حدوث تحلل لماده المعجون التي تعمل علي ثبات النافذة بسبب اختلال الثقل النوعي.

5.7 الشروخ والكسور والفقد :-

تتعرض القطع الزجاجية للشرخ والكسر من جراء أي ضغط نظرا لطبيعة ماده الزجاج السهلة الكسر، ولكن ذلك يحدث أكثر عند فقد القضبان الرصاصية قوتها ومتانتها وتصبح جافه وغير مرنه فتتعرض كما سبق الذكر إلى الالتواء مما يسبب ضغط على القطع الزجاجية المجاورة ينتج عنه تشرخها ثم بزيادة الضغط كسرها وعندما تتفاقم هذه الظاهرة ينتج فقد للقطع

ماجستير ، تطبيقا علي نافذة بنقابه الصيادلة بالقاهرة ، سنه 2006 ، ص 74.

[14] المرجع السابق ، ص 75.

[15] نيرمين سيد عبد الباقي حسنين ، مرجع سابق ، ص 75.

[16] المرجع السابق ، ص 77.

الزجاجية وفي بعض الأحيان فقد للقضبان الرصاصية أيضا لكسرها وسقوطها [17] ، ويوضح ذلك صورة رقم (22).

صورة رقم (22) توضح حدوث شروخ وكسر لماده زجاج النافذة.

5.8 الانبعاج Indentation :-

هو تغير في أبعاد الحشوة نتيجة لتداعيها وتقوسها وفقد قدرتها على الاحتفاظ بوضعها الرأسي القائم .فيحدث خروج أو دخول بعض الأجزاء عن المستوي السطحي للحشوة ثم تداعي وتساقط بعضها مع ارتخاء أعواد الرصاص مما يغير الشكل العام وأبعاد الحشوة. ومما سبق ذكره نري مظاهر التلف المختلفة تبدأ دائما في صورة بسيطة ثم تتضاعف ويمكن أن تؤدي إلى فقد الحشوة بالكامل [18] .

5.9 الإهمال Neglect :-

بسبب الإهمال فقدت العديد من المباني الأثرية قيمتها الفنية والتاريخية، ولمشكله الإهمال جوانب متعددة ولعل من مسبباتها إن الوعي الأثري لدي المواطنين شبه مفقود، وكذلك عدم إدراك القيمة التاريخية والفنية للمناطق والممتلكات الأثرية بصفه عامة، وعدم الإحساس بالإتلاف لهذا التراث هو لب القضية.

كذلك عدم احترام المنشآت الأثرية وعدم المبالاة، لذلك نري الكتابات علي الجدران سواء أكانت حامله لبعض الكتابات التاريخية أو الزخارف أو الصور، ولصق الإعلانات علي الجدران الخارجية .تلوث الهواء الناتج من وسائل المواصلات والصناعات الحديثة وما تسببه من تلف المباني الأثرية [19].

6. الخلاصة

بعد دراسة عوامل ومظاهر تلف النافذة الزجاجية المعشقة بالرصاص و الموجودة داخل كاتدرائية سان مارك بمنطقة شبرا بالقاهرة حيث تم دراستها بواسطة العديد من طرق الفحص و التحليل تضمنت الميكروسكوب المجسم Stereo Microscope, والفحص والتحليل بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح الملحق به وحدة التحليل العنصري لتشتت طاقة الأشعة السينية SEM/EDX . تبين أن النافذة الزجاجية موضوع الدراسة تتعرض لتدهور ملحوظ نتيجة عوامل التلف البيئية المحيطة مثل الرطوبة و التغيرات الحرارة والتلوث الجوي والإضاءة المباشرة بواسطة ضوء الشمس.

ولقد تم تحديد مظاهر التلف الرئيسية، في النافذة الزجاجية موضوع الدراسة، والتي تشمل تشققات في الزجاج، تغيرات لونية، وفقدان أجزاء زجاجية، بالإضافة إلى تآكل وتشوه في إطار الرصاص. وأوضحت الفحوص مثل: الفحص الميكروسكوبي التأثير المباشر للعوامل البيئية على تركيب الزجاج والرصاص، مما ساعد في تحديد آليات التدهور بدقة.

كما أثبتت التحاليل العنصرية للزجاج تواجد كل من عناصر السيليكون وهو المصدر الرئيسي للرمال المستخدمة في صناعة الزجاج , بالإضافة إلي عناصر كل من الصوديوم و البوتاسيوم و الرصاص كمساعدات صهر و كذلك تواجد عنصر الكالسيوم مما يشير إلي استخدام الجير كمادة مقوية و مثبته للزجاج مما يجعله مقاوم لتأثير الرطوبة و الذوبان في الماء . ومن خلال هذه الدراسة تم أثبات وجود ضعف في مقاومة المواد المستخدمة في صناعة النافذة الزجاجية المعشقة بالرصاص موضوع الدراسة بمرور الزمن، مما يجعلها أكثر عرضة للتلف إذا لم تتم صيانتها بشكل دوري.

7. التوصيات

- ضرورة إجراء صيانة دورية للنوافذ الزجاجية المعشقة بالرصاص للحفاظ على سلامتها الإنشائية والجمالية.

---

(17) رؤوف حبيب : تاريخ الرهبنة والأديرة في مصر وأثارهما الإنسانية علي العالم ، مكتبه المحبة ، القاهرة ، 2023 ، ص 97 .

(18) أيمن حسن احمد حجاب :دراسة التأثيرات البشرية المتلفة لبعض الآثار الإسلامية وطرق صيانتها بمدينه القاهرة القديمة ، رسالة ماجستير – كليه الآثار – جامعه القاهرة ، 2003 ، ص 6.

(19) عبد المعز شاهين :ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية ، مطابع المجلس الأعلى للآثار ، القاهرة ، 1994 ، ص 170 .

- استخدام تقنيات حديثة في الفحص والتحليل لتقييم حالة النوافذ بشكل دوري.
- اعتماد أساليب ترميم دقيقة ومتخصصة تراعي الحفاظ على الطابع التاريخي والفني للنوافذ دون تغيير مظهرها الأصلي.
- توفير بيئة محمية للنوافذ من خلال الحد من التعرض للرطوبة والتلوث والإضاءة المباشرة، مع تحسين نظام التهوية داخل المبنى.
- توعية القائمين على الصيانة والمعنيين بالتراث بأهمية الحفاظ على هذه النوافذ كجزء من التراث الثقافي والمعماري.
- تعزيز البحث المستقبلي لتطوير مواد وتقنيات حديثة قادرة على توفير حماية أطول للنوافذ ضد عوامل التدهور.

المراجع:

أولا- المراجع العربية:

1- محمد زينهم ، من كتاب (تكنولوجيا فن الزجاج) ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، 1995.
2- عنايات المهدي ، فن صناعه الزجاج الملون والمعشق باستعمال رقائق النحاس الأحمر ، طرق بسيطة وسهله التنفيذ ، مكتبه زهراء الشرق ، القاهرة ، ١٩٩٧ .
3- فاطمة مدكور : محاضرات ماده (علاج وصيانة الفخار والسيراميك والزجاج) ، الفرقة الثانية ، قسم الترميم ، جامعة المنيا ، 2013.
4- حسام الدين نظمي حسني : أساليب التصميم لقوالب تشكيل الأواني الزجاجية الفنية ، رسالة ماجستير ، قسم الزجاج ، كليه الفنون التطبيقية ، جامعه حلوان ، 2000 .
5- محمد عبد الهادي : دراسات علميه في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية ، زهراء الشرق ، القاهرة ، 1997 .
6- عز الدين عبد العزيز حسن ، فن الزجاج بين متطلبات التصميم ومعطيات التكنولوجيا ، المؤتمر العلمي الثالث ، بحث منشور ، الأول من شهر ابريل ، 1996 .
7- نيرمين سيد عبد الباقي حسنين : دراسة علميه تطبيقيه في علاج وصيانة الزجاج الأثري المعشق بالرصاص ، رسالة دكتوراة ، تطبيقا علي نافذة بنقابه الصيادلة بالقاهرة ، سنه 2006.
8- رؤوف حبيب :تاريخ الرهبنة والأديرة في مصر وأثارهما الإنسانية علي العالم ، مكتبه المحبة ، القاهرة ، 2023 .
9- أيمن حسن احمد حجاب :دراسة التأثيرات البشرية المتلفة لبعض الآثار الإسلامية وطرق صيانتها بمدينه القاهرة القديمة ، رسالة ماجستير – كليه الآثار – جامعه القاهرة ، 2003.
10- عبد المعز شاهين : ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية ، مطابع المجلس الأعلى للآثار ، القاهرة ، 1994.
11- فاطمة صلاح مدكور: (الخزف و تكنولوجيا صناعته و ترميمه ، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، 2021.

ثانيا- المراجع الاجنبية :

1- Stuart, b ., Analytical techniques in Materials Conservation , John Wiley ,sons , Ltd , England , 2007.
2- JAMES E . SHELBY, Glass processing Course , Lecture 4 . COLOR IN Commercial Glass , US National Science foundation . 2005. p55.
3- Rania Abdel Gwad Eloriby , Multi-Analytical Techniques for the Archaeometry study of the stained Glass window from The Royal palace at EDFena Egypt ., Journal , science and Arts , Vol . 23, Issue 4 , pp. 1019- 1043, 2023.

Abstract:

The research deals with a study of a lead-stained glass window in St. Mark's Church in the Shubra neighborhood in Cairo, which dates to 1890 AD, with a focus on the various damage factors that affected it over time. Stained windows are an important part of the architectural and artistic heritage, as they contain stained glass embedded in a lead frame. These windows are exposed to several environmental factors that affect their condition, such as: humidity, air pollution, temperature changes, and direct lighting, which contribute to the deterioration of its components of glass and lead. The research deals with the case study of the mentioned window, the causes of its damage, and highlights the clear signs of damage on the glass, such as: cracks, color changes, and loss of some glass parts, in addition to the negative effects on the lead that binds the glass pieces together, through laboratory tests and analyses that were conducted, such as: microscopic examination, and spectral analysis of rays, as well as determining the composition of glass and lead, and the extent of the impact of environmental factors on them. Studies were also conducted to determine the degree of deterioration of the materials and their ability to withstand time. The study concluded that periodic treatment and maintenance interventions are necessary to preserve the historical character of these windows and protect them from future deterioration factors.