تحليل و علاج قطع مختارة من الفخّار المُزجَّج في متحف التراث الأردني-دراسة حالة

عبدالرحمن السروجي.[1،2*] مصطفى النداف.[1*] محمد جرادات.[1*] الاء قردن.[1*]
جامعة اليرموك، كلية الاثار والانثروبولوجيا. الاردن[1*]
جامعة الفيوم، كلية الاثار. مصر [2*]

الملخص:

يهدف هذا البحث إلى التعرف على طرق تنظيف وعلاج القطع الفخارية المزججة المختارة من متحف التراث الأردني. حيث تم اختيار ثلاث قطع فخارية مزججة وتم وصفها، ومن ثم توثيقها بالتصوير والرسم. تم أخذ عينات من القطع الفخارية المزججة و تحليلها باستخدام طرق التحليل العلمي، من خلال استخدام جهاز حيود الأشعة السينية (XRD)للتعرف على المحتوى المعدني، وتم استخدام جهاز الميكروسكوب الماسح الالكتروني (SEM)لدراسة نطاق التفاعل بين الجسم الفخاري وطبقة التزجيج. وقد اعتمدت هذه الدراسة على تنظيف القطع الفخارية المزججة بالطرق المختلفة، ومن أهمها استخدام جهاز الليزر (QSR LASER) Q. Switch Ruby، وتم تنظيف القطعة الفخارية المزججة. وعملت الدراسة على استكمال الأماكن المفقودة و استخدام الألوان المناسبة لتلوين المناطق المستكملة وإعطائها منظراً مناسباً.

المقدمة:

عرف الإنسان الخزف منذ أقدم العصور. وقد بينت الاكتشافات الأثرية والتي تعود إلى القرن السابع الميلادي، أنّ الإنسان استخدم مادة الفخار في شؤون حياته اليومية وفي حاجاته وأدواته التي تحفظ غذاءه وتعبر عن فنونه الخاصة. (واطسن،1985 ص 206)

تعتبر صناعة الأواني الفخارية إحدى أهم الصناعات في الحضارة الإسلامية، وتميزت هذه الصناعة بالجودة العالية من حيثُ طريقة إعداد المواد الأولية، وكيفية تشكيلها، وطرق زخرفتها، واستخدام الألوان ذات الطلاء اللامع على أسطح الأواني، ومعرفة كيفية ضبط درجات الحرارة اللازمة لحرق الفخاريات. (البدري، 1991 ص 39).

وهذا ما نراه في التزجيج الذي عُرِفَ ما قبل التاريخ ويعتقد أن ذلك جاء مصادفة عند تلامس الرمل مع رماد الخشب في المواقد ومن خلال درجة الحرارة العالية نتجت كتل صلبة لامعة معتمة أو ملونه كانت السبب في اهتداء الإنسان لإنتاج واستخدام التزجيج.

وطلاء التزجيج هو عبارة عن طبقة زجاجية يُغطىَّ فيها سطح الجسم الخزفي، وتعمل على اغلاق مسامات سطح الجسم وتجعله سهل التنظيف وتكسبه نعومة، ولمعانا، ورونقا، وتسمى الطبقة الزجاجية بطبقة التزجيج والمادة الناتجة بمادة التزجيج وهي خليط من عدة مركبات. وتتكون هذه الطبقة من التزجيج نتيجة للتفاعل ما بين مكونات خلطة التزجيج بواسطة عملية الحرق في الأفران الخاصة.

وهناك تعريفات مختلفة وذلك حسب رأي أصحابها ولكن جميعها تشترك في مفهوم واحد مع اختلافات بسيطة، ومن هذه التعريفات :

1. هو مركب زجاجي يستخدم في طلاء الأواني الخزفية والفخارية.
2. عرفه قاموس العلوم التقنية على أنه سطح لامع، يشبه الزجاج، ويستثنى هذا التعريف كل الأدوات الصحية.
3. وبعض التعريفات الأخرى تعرفه على أنه عبارة عن طبقة زجاجية تغطي الجسم الخزفي بقصد الزخرفة.
4. التعريف الذي تقدم به (دويت) والذي عّرف الطلاء الزجاجي بأنه طبقه زجاجية رقيقة تكونت على سطح المنتجات الخزفية بواسطة الحرق وبفعل أبخرة المواد القلوية. وفي ضوء هذه التعريفات السابقة يمكن القول بأن:

الطلاء الزجاجي هو: عبارة عن طبقة رقيقة شفافة من الزجاج يتراوح سمكها ما بين (0.1-0.3 ملم) تكونت على سطح القطعة الخزفية بواسطة الحرارة نتيجة للتفاعل ما بين مكونات هذه المادة.

والطلاء الزجاجي في الغالب يكون ذا كثافة محددة تتراوح ما بين (1.4- 1.8) ويتم تطبيقه على القطعة الفخارية قبل الحرق أو بعده. (القيسي،2003 ص 129).

فبدأ الإنسان بحماية وصيانة المادة الفخارية لأطول فترة ممكنه منذ أن اكتشفها من خلال معرفته البدائية البسيطة بالصيانة والترميم، كطلاء الأواني التي بها شقوق بالطين لسد شقوقها أو تقوية حوافها، وقد عرف ترميم الفخار في الصين منذ القرن السادس عشر قبل الميلاد تقريبا بصورة بدائية ثم تدرجت إلى استكشاف طرق حديثه فيما بعد، وقد استعمل المرممون القدماء في الصين العديد من الطرق البدائية لإصلاح الأواني الفخارية وذلك حسب المواد المتوفرة لديهم من الأعشاب والثمار، إذ قاموا باستخدام أغلب المواد اللاصقة من بذور القمح غير الناضجة بعد خلطها بعصير الليمون، كما تم استخدام مسحوق الأرز المخلوط جيدا مع زلال البيض،وهذه المواد أعطت نتائج مرضية نوعا ما. (William, 1983.p11).

وفيما بعد أصبحت عمليات الترميم والصيانة خاضعة للتغيير والتطوير، ومع مرور الزمن وتطور العلم؛ تطورت الطرق والأساليب المتبعة للحفاظ على المقتنيات الفخارية الأثرية.

ويعتمد نجاح الصيانة والترميم على الاجتهادات الخاضعة للنجاح والفشل، مما جعل علماء الآثار المختصين في عمليات الترميم إلى البحث عن أفضل الطرق والوسائل العلمية للتعرف على أنواع التلف الذي تصاب به المواد الفخارية ومن ثم البحث في أفضل الطرق لصيانتها وعلاجها.

ومن الطرق الواجب إتباعها أثناء عملية تنظيف القطع الفخارية المزججة :

- إزالة مظاهر التلف:

تختلف عملية إزالة التلف باختلاف العوامل التي تتعرض لها المواد الفخارية، لذلك كل منها يحتاج إلى طرق علاج مناسبة من أجل المحافظة على القطع الفخارية، فأغلب مظاهر التلف تسببه المياه الناتجة عن الرطوبة أثناء الدفن، والأملاح الذائبة وغير الذائبة، والتكلسات، والبقع وغيرها.

- التنظيف الميكانيكي:

ويتم ذلك باستخدام الأدوات والوسائل البسيطة، التي يمكن السيطرة عليها لإزالة المواد مسببة الضرر للقطع الفخارية.

- التنظيف الكيميائي:

فهي المرحلة الأخيرة من مراحل التنظيف والتي يتم استخدام المواد الكيميائية فيها لإزالة الترسبات السطحية البسيطة.

فتحتاج المواد الفخارية الأثرية المتواجدة في المخزن ذات القيم المتنوعة إلى توفر عوامل بيئية مناسبة لحمايتها على المدى الطويل، ومن أهم العوامل التي تسبب تلف القطع هي: الإضاءة، والتهوية، والتذبذب في درجات الحرارة، والرطوبة وتوافر العوامل البيئية المناسبة سوف يقلل من تلف القطع الفخارية المزججة؛ وبالتالي ستتم المحافظة عليها.

أهمية الدراسة:

تتمثل أهمية الدراسة في:

-عمل دراسة تحليلية للقطع الفخارية المزججة ومعرفة المواد المكونة لها بناءً على شكل القطعة، والعناصر المكونة لها.

- التحقق من عوامل التدهور والتآكل التي نمت على القطع الفخارية المزججة، ووضع طرق وخطوات حفظ ومعالجة للقطع الفخارية المزججة.

- العمل على إثبات أهمية القطع الفخارية المزججة وتحويلها من قطع غير مُعَرَفة بها، لقطع ذات قيمة وعرضها في المتحف.
- العمل على حفظ وترميم بعض القطع المتحفية وعرضها على الجمهور للتعرف على أهميتها.

هدف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى:

- التعرف على المواد الأولية المكونة للعجينة الفخارية وطبقة التزجيج.
- معرفة وتفسير أسباب تلف القطع الفخارية المزججة لتجنبها عند تخزين القطع.
- صيانة وترميم القطع الفخارية المزججة حفاظاً عليها من التلف.
- تأهيل القطع بهدف عرضها في متحف التراث الأردني وذلك لندرة هذه القطع بالمتحف والحاجة إليها في تغطية الحقبة الزمنية من الفترة الإسلامية بالمتحف.

منهجية الدراسة:

اتبعت الباحث المنهج الوصفي والتحليلي.

1. المنهج الوصفي:

تم فيه وصف القطع الفخارية المزججة بشكل شامل من حيث اللون، السمك، الزخارف ووصف طبقة التزجيج والتعرف على لون العجينة أهي نقية أم تحتوي على شوائب ووصف حجمها ولونها.

2. المنهج التحليلي:

عمل الباحث على استخدام طرق وتقنيات التحليل العلمية، وذلك للتعرف على العجينة الفخارية وطبقة التزجيج ومكونات الفخار وخصائصه إذ تم استخدام التقنيات التحليلة التالية :

- (XRD) X-Ray Diffraction - Polarizing light Microscope- (SEM)Scanning Electron Microscope

وذلك لدراسة كل من:

- المكونات والمواد الأولية للعجينة.
- التعرف على درجة حرارة الحرق من خلال وجود بعض المعادن.
- التعرف على طريقة التصنيع وحجم الحبيبات الموجودة في الآنية الفخارية المزججة.
- نطاق التفاعل بين طبقة التزجيج وجسم الآنية الفخارية.
- التعرف على تقنية التزجيج.

مادة الدراسة:

تم اختيار مجموعة من القطع الفخارية المزججة التي تعود إلى الفترة الإسلامية الأيوبي / المملوكي، عند البحث في مستودعات كلية الأثار والأنثروبولوجيا، جامعة اليرموك، فقد تم اختيار ثلاث قطع فخارية مزججة وتم وصفها وترقيمها كما جاء بالسجلات المتحفية وهي عبارة عن :

1. إناء مزجج باللون الأخضر مثقوب من السطح العلوي وفاقد حافته رقمه بالسجل(353).
2. جرة فخارية مزججة مكسور جزء من فوهتها عليها زخرفة خطوط طولية باللون النيلي رقمه بالسجل (2755).
3. قنديل فخاري باللون الأخضر رقمه بالسجل (a774).

فقد كانت حالات القطع الفخارية المزججة بمثابة الحالة الجيدة لتطبيق الجانب العملي للبحث .

توثيق القطع الاثرية محل الدراسة:

التصوير

يعتبر التصوير الأثري والتحليل مفيداً لتوثيق وحفظ و صيانة الآثار. ويهدف التحليل إلى دراسة المكونات الأساسية، والتعرف على المواد التي استخدمت في تصنيع القطع الفخارية ومعرفة تقنيات تكنولوجيا التصنيع.

التصوير الفوتوغرافي: Photography

قبل البدء بعملية الترميم لا بدّ من القيام بالتوثيق والرسم والتسجيل الفوتوغرافي للقطع الفخارية، لذلك يجب تسجيل كل التفاصيل الدقيقة وذلك بالاستعانة بعدسات التكبير المناسبة لإعطاء صورة دقيقة ومفصلة. وقد تمّت عملية التصوير الدقيقة وذلك للحصول على تفاصيل أكثر دقة عما تراه العين المجردة وذلك باستخدام الكاميرا، والعدسة، والإضاءة الأكثر مناسبةً في عملية التصوير الدقيقة.

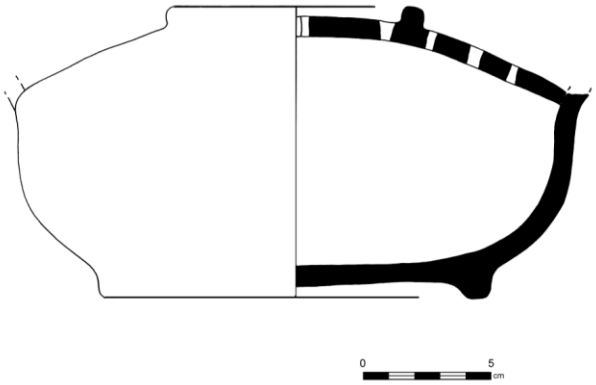
كما أنه يجب مراعاة تصوير وتسجيل مراحل عمليات الترميم قبل وأثناء وبعد الانتهاء منه بكل تفاصيل المراحل، وذلك لتوضيح الجهد المبذول بخطوات مراحل العلاج.

كما يجب توخي الحذر أثناء عملية التصوير وعدم وضع أي من المرشحات اللونية لضمان عدم حدوث أي تلاعب أو تغير في اللون الأصلي للقطعة وإظهارها بصورتها وألوانها الطبيعية.

وهذه الصور الملتقطة قبل البدء بعمليات الترميم للقطع الفخارية المزججة: تصوير القطع السيد (يوسف الزعبي، مصور كلية الاثار والانثروبولوجيا جامعة اليرموك) **رسم** القطع للسيد (موفق البطاينة، رسام كلية الاثار والانثروبولوجيا جامعة اليرموك)

صورة (1) إناء مزجج باللون الأخضر مثقوب من السطح العلوي وفاقد حافته يحمل رقم(353) في سجل متحف التراث الاردني.	**صورة (2) توضح اثر الرطوبة النسبية المرتفعة في مخزن المتحف على طبقة التزجيج.**

ومن مظاهر تلف القطعة الخزفية ظهور التقشر ويحدث ذلك بسبب نتيجة الأختلاف بين التمدد والإنكماش بين الجسم وطبقة التزجيج أثناء الاستخدام، أو بسبب وجود راسب على سطح الجسم الذي يعمل على منع طبقة التزجيج من الأرتباط مثل تراكم الأملاح الذائبة على سطح القطعة أو تراكم الغبار والأتربة والملوثات الأخرى مثل وجود البقع الدهنية التي تعمل بدورها على تشكيل طبقة عازلة بين الجسم وطبقة التزجيج. (Sanders, 1974.p20)، وذلك بسبب البيئة التي تواجدت بها القطعة الفخارية المزججة سواء بيئة الدفن أو بيئة المخزن.

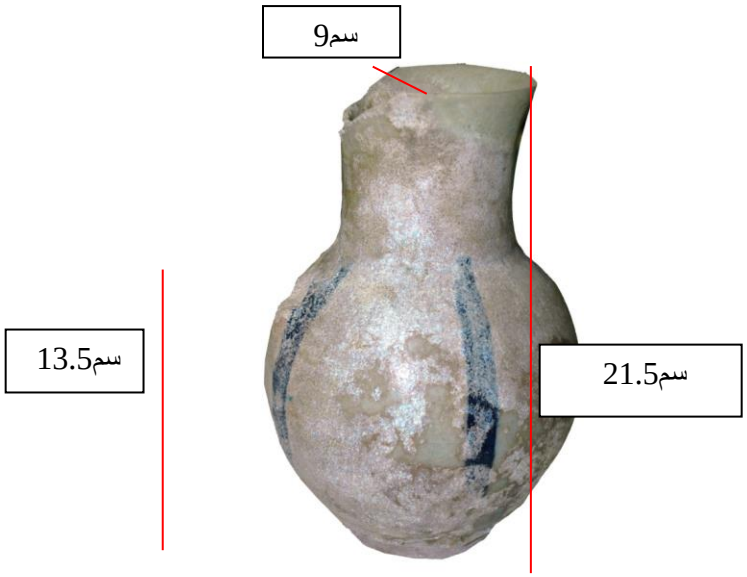


شكل (1) رسم الجرة رقم (353)

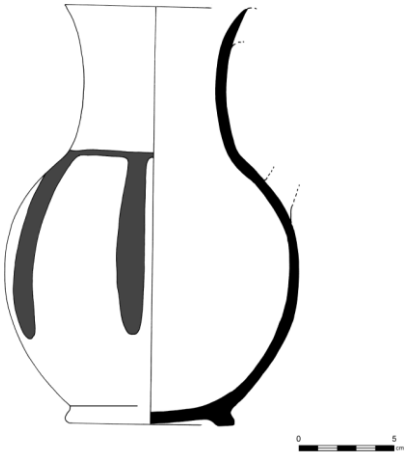
- ومن المتوقع أن القطعة الفخارية المزججة (353) كانت تستخدم كما في الشكل التالي:

صورة (3) حوض للغسيل (Ewer and basin) (Bernard,2006:255)
رابط لطريقة عمل الأداة
https://www.youtube.com/watch?v=v9jzlUaEQz4

المسمى الوظيفي (Ewer and basin) أي بمعنى حوض للغسيل، كانت تستخدم في الفترة العثمانية في القرن ١٨الميلادي، مصنوعة من مادة الفخار المزجج تتكون على جزئيين: الأول حوض لدخول الماء المسكوب، والثاني إبريق لسكب الماء. (Bernard, 2006.p255). أو من المحتمل انها كانت تستخدم لوضع الماء الساخن لجعل الماء في الابريق ساخناً لفترة أطول/ كالشاي مثلاً:

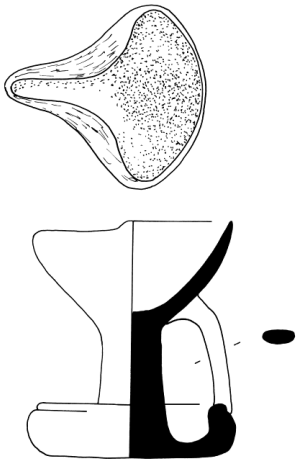


الصورة (4) جرة فخارية مزججة مكسور جزء من فوهتها عليها زخرفة خطوط طولية باللون النيلي.(2755)، وقياسها.



شكل (2) رسم الجرة رقم.(2755)

الصورة (5) : قنديل فخاري باللون الأخضر، وقياساتها. (A774)



شكل (3) رسم للقطعة رقم. (A774)

ومن مظاهر تلف القطع الخزفية التقشر بسبب تراكم الأملاح الذائبة على سطح القطعة الخزفية، أو تراكم الغبار، أو الأتربة وذلك بسبب البيئة التي تواجدت بها القطعة. وتآكل طبقة التزجيج بحيث عملت الترسبات الملحية على تعتيم طبقة التزجيج (صادق،2005ص82). كما أن الرطوبة عملت على تغير الألوان (تلاعب بالألوان) بسبب عملية التآكل في تركيب التزجيج فعملت على تغير تركيبها. (Davison, 1992.p46). وذلك بسبب البيئة التي تواجدت بها القطعة الفخارية المزججة سواء بيئة الدفن أو بيئة المخزن.

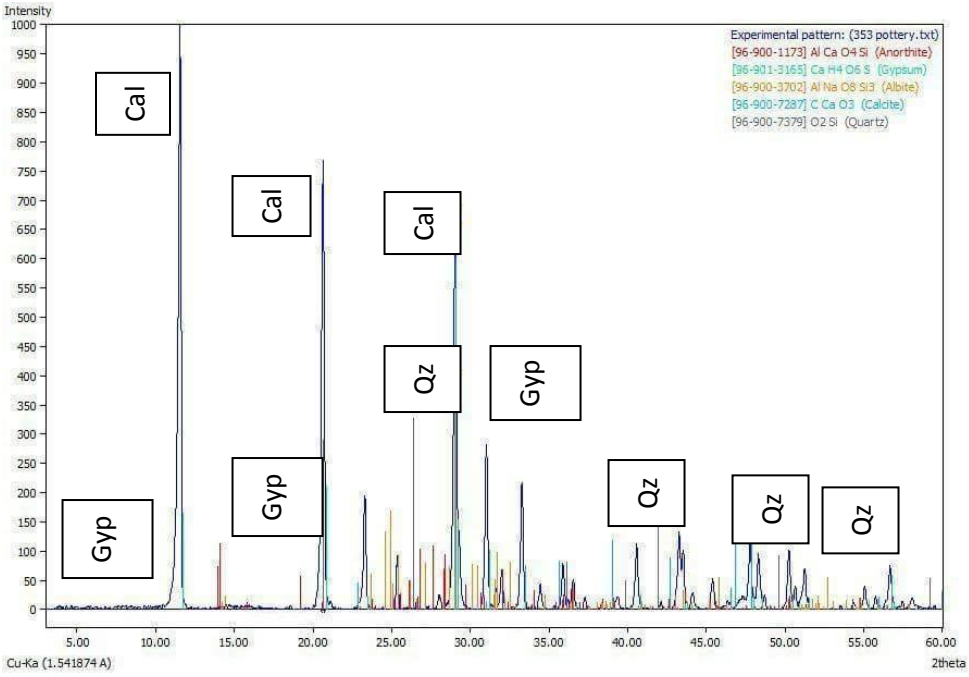
التحاليل: Analysis

حيود الأشعة السينية (X-Ray Diffraction Analysis, XRD) :

تعد تقنية XRD من أكثر التقنيات المستخدمة في التعرف على المعادن وأنواعها الموجودة في طينة الفخار الأثري، حيث يتميز كل معدن بتركيبه الكيميائي و ترتيب ذري محدد له وبالتالي بناء بلوري محدد في الشبكة البلورية.(Lewis and Mccouchied, 144:1994.; Tite, 287:1972). كما أن الفخار يحتوي على العديد من المعادن وبخاصة معادن السيليكات بالإضافة إلى بعض المكونات المعدنية غير الطينية مثل: الكوارتز، والفلسبار، الكالسيت ومكونات أخرى. كما تمكننا التقنية من التعرف على درجة الحرارة الأصلية الابتدائية للفخار من خلال دراسة التغيرات المعدنية التي تظهر على عملية حرق الفخار، بمعنى أن التقنية تزودنا بمعلومات إضافية عن ثبات المعادن، بالاعتماد على ملاحظة الأطوار البلورية المختلفة للمعادن في الفخار المحروق. (Tite, 1972.p29). وتم استخدام جهاز من النوع (SHIMADZU XRD-6000) في كلية الآثار والأنثروبولوجيا، جامعة اليرموك.

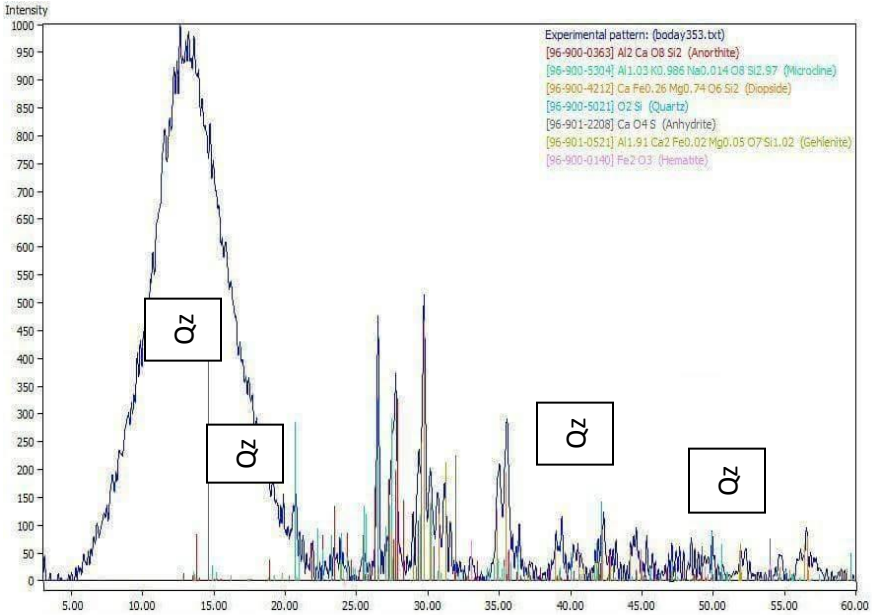
تحضير العينات:

للحصول على مسحوق ناعم نقوم بطحن العينات باستخدام هاون العقيق (AgateMorter)للحصول على حبيبات ناعمة جداً. يتم أخذ مقدار 1-2غم من كل عينة فخارية ثم يتم تحليلها بواسطة (XRD) وتم ذلك في كلية الآثار والأنثروبولوجيا، جامعة اليرموك. وقد تم تحليل جميع العينات بهذه التقنية.



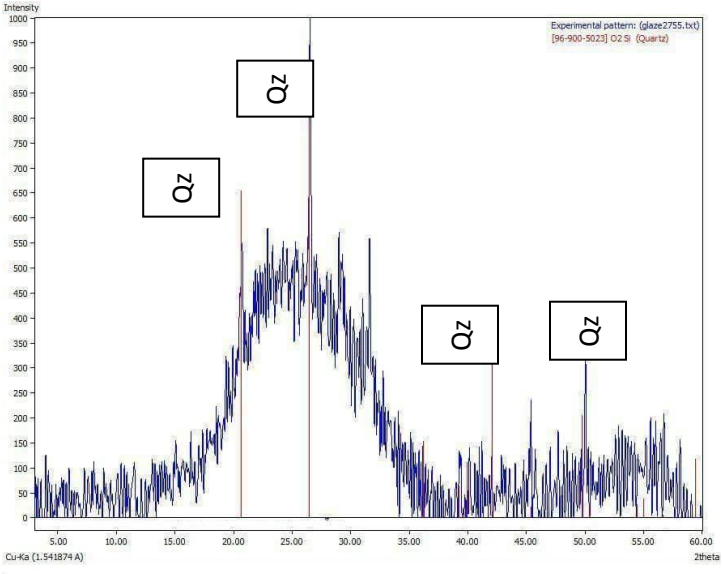
شكل (4) توضح منحنى تحليل XRD في طينة الفخار عينة رقم (353)، Qz: كوارتز، Cal: كالسايت، Gyp: الجبس.

تم أخذ عينة من طبقة الفخار الموجودة على سطح العينة، وأكدت نتائج التحليل باستخدام (XRD) بأنها احتوت على نسبه من أكسيد الكالسيوم للحصول على اللون الأبيض، وكربونات الكالسيوم، بالإضافة إلى الكوارتز. مما يدل من نتائج البحث إلى أن بيئة الحرق مؤكسدة إي تم الحرق على درجة حرارة 950 مْ. كما احتوت على كمية عالية من الجبس ربما نتج بعد عملية الحرق عن طريق بيئة دفن القطعة أو أثناء عملية التخزين.



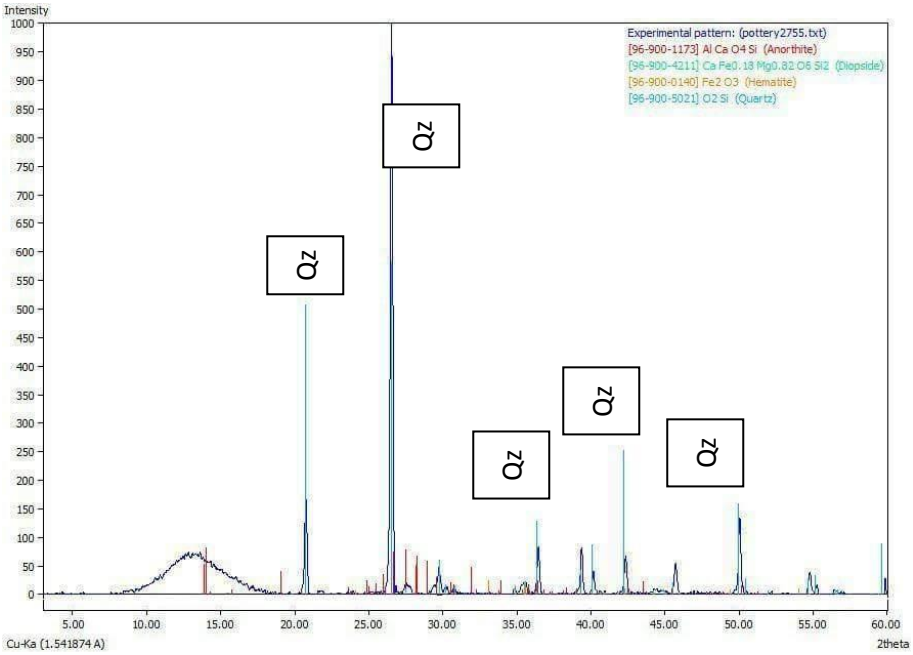
شكل(5) توضح منحنى التحليل XRD من طينة الفخار عينة رقم (353)

تم أخذ عينة من الطينة الفخارية، وأكدت نتائج باستخدام جهاز (XRD) بأنها احتوت على نسبة من أكسيد الكالسيوم للحصول على اللون الأبيض، بالإضافة إلى الكوارتز. في حين احتوت على نسبة قليلة من أكسيد الحديد، مما يدل من نتائج البحث إلى أن بيئة الحرق مؤكسدة إي تم الحرق على درجة حرارة 950 مْ.

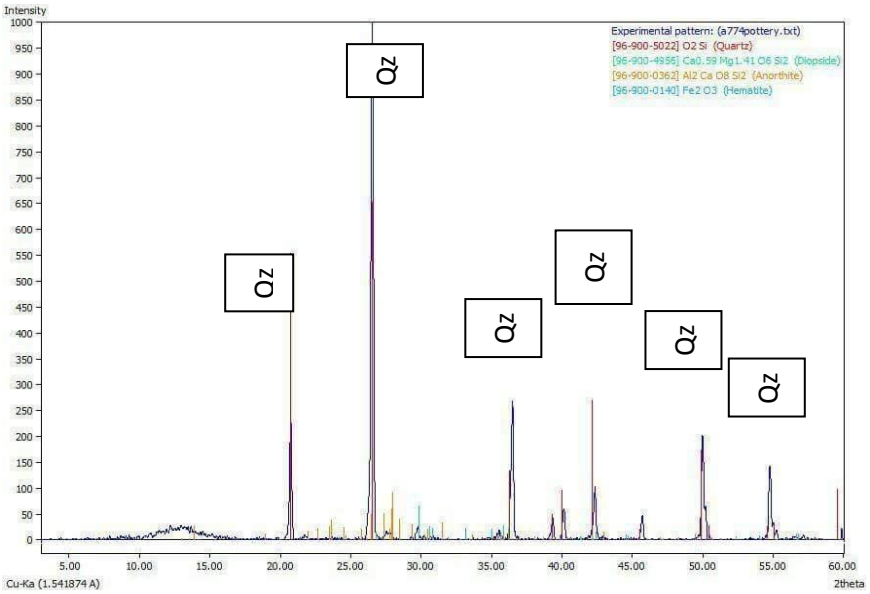


شكل(6) يوضح منحنى التحليل XRD من عينة رقم (2755)

تم أخذ عينة من طبقة التزجيج للقطعة يتضح من نتائج التحليل باستخدام (XRD) ظهور الكوارتز فقط فذلك يدل على دقة الصناعة العالية، وعدم وجود العيوب بها، ذلك بسبب عدم ظهور المعادن في نتيجة التحليل.



شكل(7) يوضح منحنى التحليل XRD عينة رقم (2755)



شكل(8) يوضح منحنى التحليل XRD عينة (A775)

تم أخذ عينة من طينة الفخار من كلتا القطعتين الفخاريتين، وأكدت نتائج التحليل باستخدام (XRD) انها احتوت على نسبه من أكسيد الكالسيوم للحصول على اللون الأبيض، بالإضافة إلى الكوارتز، في حين احتوت على نسبة قليلة من أكسيد الحديد، مما يدل من نتائج البحث إلى أن بيئة الحرق مؤكسدة إي تم الحرق على درجة حرارة 950 مْ

التحليل البتروغرافي : Petrography

وهي من أهم الطرق الرئيسية لمعرفة المعادن والمواد المضافة على العجينة المكونة للفخار ذلك باستخدام الميكروسكوب المستقطب الضوئي Polarized Light Microscope حيث يتميز كل معدن بصفة ضوئية خاصة به تميزه عن باقي المعادن الأخرى. (Rice, 1987.p376)

وتتميز هذه الطريقة بمعرفة النسيج الداخلي لطينة الفخار من حيث حجم الحبيبات وشكلها ومعرفة المواد المضافة على الطينة الفخارية، وكيفية تشكيل القطعة الفخارية سواء كان يدوياً باستخدام اليد أم باستخدام الدولاب وذلك من خلال ملاحظة ترتيب الحبيبات في الطينة الفخارية حيث يكون ترتيب الحبيبات بشكل طولي أم بشكل موازي لجدار القطعة الفخارية، أمّا باليد فتكون غير مرتبة عشوائية بشكل واضح. (Shepard, 1985.p73).

كما تساعدنا طريقة التحليل في معرفة مدى ترابط المكونات مع بعضها البعض، ودراسة مدى الترابط بين طبقة التزجيج والجسم الفخاري. وأيضاً ملاحظة دراجات الحرارة والتغيرات المتواجدة التي تحدث لبعض المعادن في الطينة الفخارية.(Maggetti, 1982.p126; Tite, 1972.p295).. كما تمكننا هذه التقنية من رؤية المواد غير الطينية، ولا يمكن دراسة المواد الطينية من خلالها. (Shepard, 1985.p18).

وهنا تم استخدام جهاز (LEICA DMLSP)، نوع (020.522.101. DM/LSP)، والذي يعمل بدقة ٤٠ بيكسل، في كلية آثار والأنثروبولوجيا في جامعة اليرموك.

تحضير شرائح الميكروسكوب المستقطب الضوئي: Polarized Light Microscope

تعمل الطريقة على تحضير شرائح رقيقة من القطعة الفخارية (Thin sections) حيث يتم قصها و تثبيتها على شرائح زجاجية بواسطة لاصق مناسب وهنا تم استخدام لاصق (Araladite epoxy) وتنعيمها بواسطة بودرة مخلتفة الأحجام وبنسبة مناسبة، وهنا استخدم الباحث (بودرة كربيد التنغستون بحجم 400 و800 مش#) للوصول إلى السماكة المطلوبة وهي عبارة عن (30 ميكرون)؛ حيث تسمح غالبية المعادن للضوء بالمرور من خلالها عند هذه السماكة وتظهر المعادن بالألوان الضوئية الحقيقية فتمكننا بذلك من التعرف إلى المعادن الموجودة. (Rice, 1987.p372)

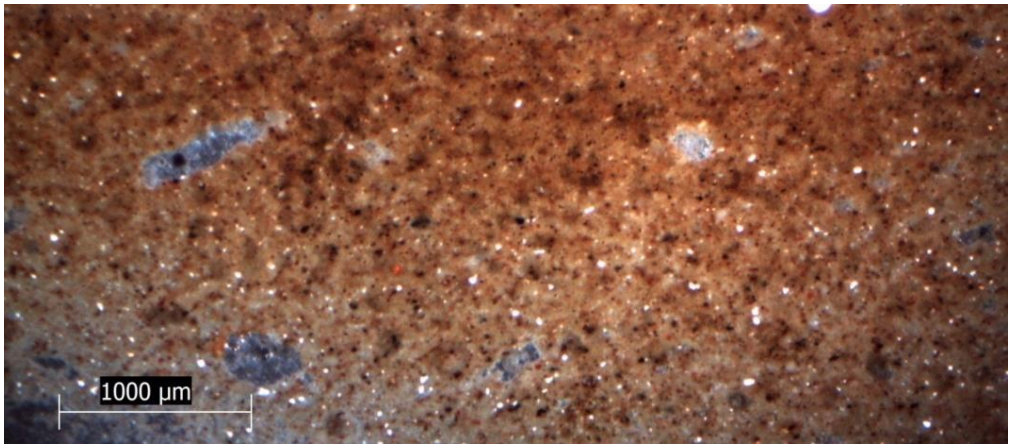
وهنا تم تحضير عينة واحدة للقطعة الفخارية رقم (2755) من شرائح الميكروسكوب الضوئي في كلية الآثار و الأنثروبولوجيا في جامعة اليرموك، حسب الخطوات الآتية:

1. قص العينة بشكل عامودي باستخدام المنشار الكهربائي (Cutting Machine) للحصول على عينة بسماكة ١سم.
2. تنعيم وجه القطعة الفخارية المزججة بعد قصها باستخدام حجم (800 مش#) من بودرة كربيد التنغستون ، والتي تنفذ على شكل دائري أو على شكل 8 حتى نصل إلى السماكة المطلوبة.
3. لصق العينة على شريحة زجاجية في استخدام اللاصق مع مراعاة عدم دخول الهواء مكون فقاعات بين سطح القطعة والشريحة الزجاجية، وتترك يوم كامل حتى تجف.
4. التقليل من سماكة القطعة الفخارية التي تم لصقها على الشريحة الزجاجية وذلك من خلال تنعيمها باستخدام جهاز كهربائي (Cutting Machine).
5. إجراء عملية تنعيم نهائية بحجم (400 و 800 و 1000 مش#) على ألواح زجاجية وتتم عادةً باستخدام المادة الخشنة إلى الأنعم حتى نصل إلى السماكة المطلوبة وهي 30 ميكرون، ويتم تحديد ذلك من خلال الميكروسكوب بالفحص المستمر للشرائح ومراقبة لون المعدن.

وبعد الانتهاء من تحضير الشريحة تم تحليلها بالميكروسكوب الضوئي المستقطب من النوع (Leica) و دراستها وتصويرها، في مختبرات كلية الآثار والأنثروبولوجيا، جامعة اليرموك.

جدول (1): نتائج الدراسة البتروغرافية للبدن عينة a353

رقم العينة	اللون CPL PPL		مستوى تزجج الطين	التجانس في حجم الحبيبات غير الطينية احادي	التجانس في حجم الحبيبات غير الطينية ثنائي	حجم الحبيبات	النسبة للمواد غير الطينية في العجينة	النوع	نسبة المعدن في العجينة	الشكل	حجم الحبيبات للمواد غير الطينية	الملاحظات
a353	بُني فاتح- بُني	بُني	عالي التزجج	√		ناعمة جداً- ناعمة	١٠- ١٥%	كوارتز	١٠- ١٥%	ـ شبه دائري ـ شبه مزواه	ناعمة	ـ أكسيد الحديد على شكل صبغات



الصورة (6) توضح حبيبات ناعمة جداً- ناعمة من معدن الكوارتز، شبة دائري إلى شبة مزواة عينة رقم a353.

احتوت الطينة ذات اللون البُني الفاتح إلى البُني، على حبيبات الكوارتز على شكل شبة دائري وشبة مزواة، بنسبة تتراوح ما بين (10-15%)، وبأحجام تتفاوت بين الناعمة جداً إلى الناعم كما تواجد أكسيد الحديد على شكل صبغات في العينة التي تم دراستها.

جهاز الميكروسكوب الإلكتروني الماسح: Scanning Electron Microscope (SEM)

ما يميز هذه التقنية أنها تعطي نتائج بقوة تكبير عالية نستطيع من خلالها الرؤية بطريقة أوضح من الميكروسكوب العادي، ويستخدم في جهاز الميكروسكوب الماسح الإلكترونات بدل من الضوء كمصدر للطاقة لإعطاء صورة مكبرة بأبعاد ثلاثية باللون الأبيض والأسود. ومن مميزات الجهاز؛ الدقة العالية، والسرعة، وقوة التكبير التي تصل إلى مئات المرات وتوفير الجهد، والوقت في تحضير العينات. (Jose-Yacaman, 2000.p420). تعد تقنية الميكروسكوب الماسح من أكثر التقنيات استخداماً لدراسة القطع الأثرية وذلك لأنها تعمل على فحص التراكيب الدقيقة على سطح العينة وداخلها أو من خلال تحليل أجزاء معينة في العينات المدروسة كيميائياً من خلال ربط جهاز الماسح مع جهاز تحليل كيميائي يعتمد على تقنية تشتت الأشعة السينية. (Energy dispersive X-ray "EDX"). (Jose-Yacaman, 2000.p420)، (Tite- Ascencio, 1972.p249) and.

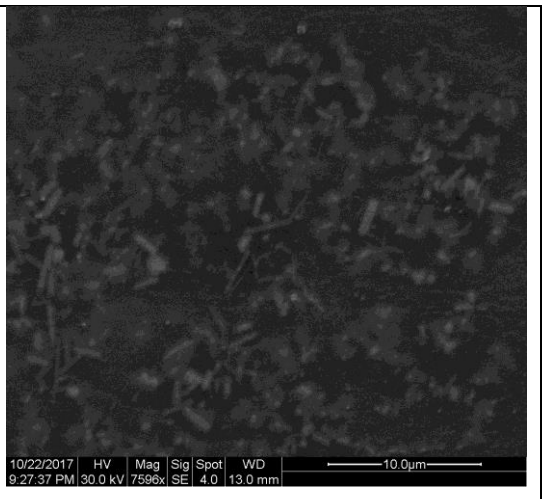
إذ تم اختيار هذا الجهاز لمعرفة المادة الرابطة بين الجسم الفخاري و طبقة التزجيج. ولمعرفة تقنية التزجيج المستخدمة على قطعة الفخار المختارة.

تحضر العينة 353:

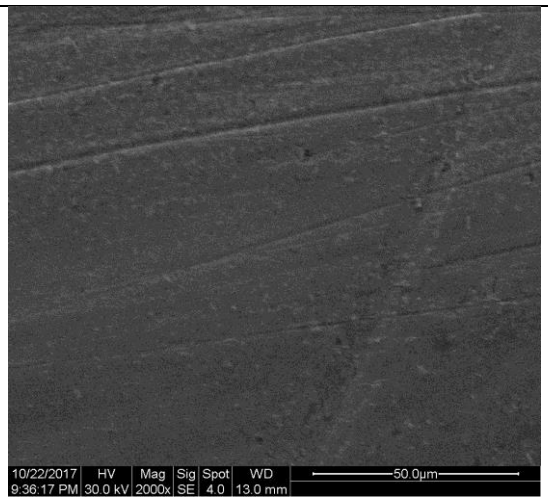
تم قص قطعة صغيرة من العينة وتم تنظيفها وتركها لتجف ثم لصق كل عينتين بمادة لاصقة (Araldite) على شريحة زجاجية و ذلك ليتم ادخالها معا إلى حجرة التحليل من أجل توفر الوقت، والطاقة المستخدمة. وقد غلفت العينة بطبقة رقيقة من الكربون لتصبح موصلة للكهرباء بواسطة جهاز (Sputter Coater) من نوع (EMS 450- Carbon Coater) في قسم الجيولوجيا/ جامعة اليرموك. وقد تم استخدام جهاز الماسح من نوع Fel- Quanta 200للحصول على صورة دقيقة، وواضحة ورؤية الحد الفاصل ما بين الجسم الفخاري وطبقة التزجيج والتأكد من وجود طبقة عازلة بينهما أو عدم وجودها.

نتيجة فحص العينة رقم 353:

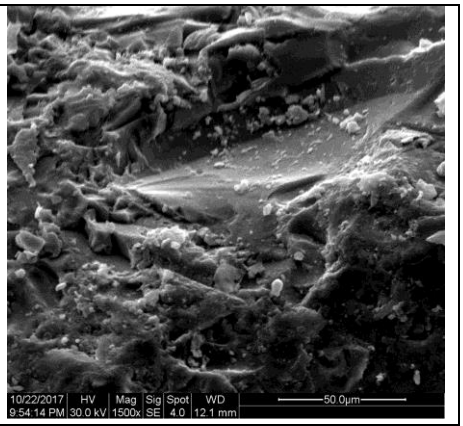
وصف العينة: عينة من طبقة تزجيج لونها أخضررقم **353**.



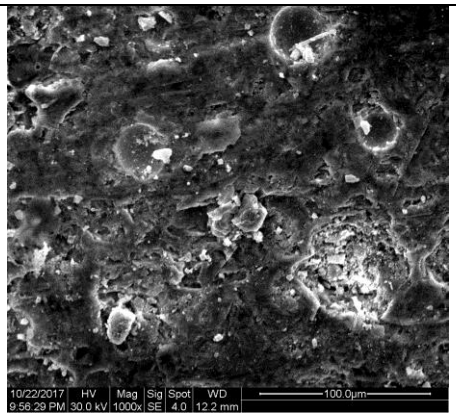
صورة (7) التحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح ويتضح ظهور بلورات إبرية الشكل في سطح طبقة التزجيج لمعدن أكسيد الرصاص كما يظهر في نتيجة التحليل. (أ)



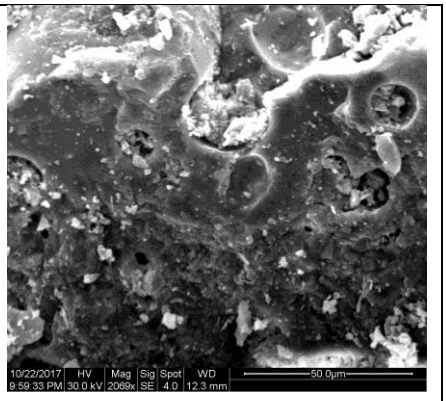
صورة (8) التحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح ويظهر فيها شروخ سطحية في طبقة التزجيج تدل على حالة الضعف التي وصلت إليها طبقة التزجيج. (ب)



صورة (9) التحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح. (ج)



صورة (10) التحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (د)



صورة (11) التحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح. (هـ)

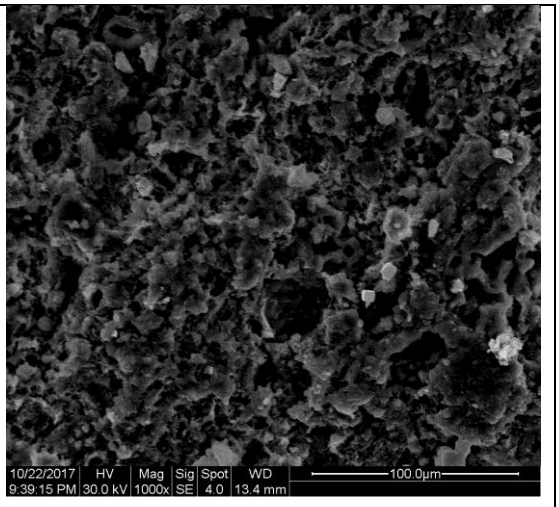
جدول (٢) يوضح نتيجة التحليل للعينة المزججة باللون الأخضر رقم ٣٥٣.

	النتيجة النهائية	مكونات العينة	
	0.56	MgO	
	2.34	Na_2O	
	11.20	Al_2O_3	
	32.64	SiO_2	
	6.26	SnO_2	
	5.25	CaO	
	2.63	Fe_2O_3	
	2.7	CuO	
	33.71	PbO	
	100%	الناتج	

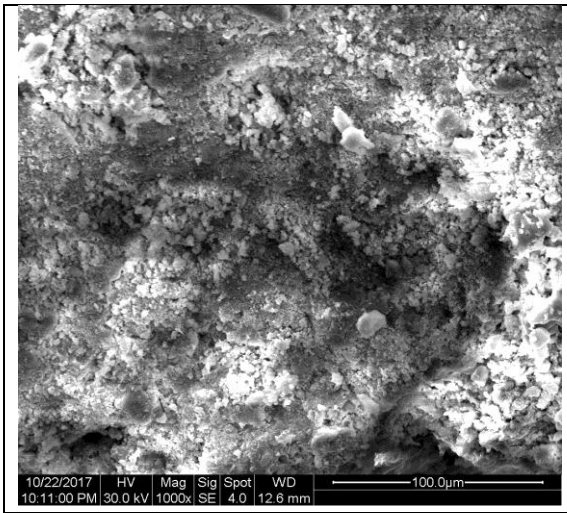
ومن نتيجة التحليل بالميكروسكوب المستقطب (SEM- EDX) تم أخذ نقطة من مساحة العينة، يتضح ارتفاع نسبة الرصاص حيث تتروح نسبته من (33.71%) مما يدل على استخدام أكسيد الرصاص كمادة مصهرة، (Burleson, 2003.p23). ونسبة السيليكا تصل إلى (32.64%) تعتبر المكون الرئيسي لطبقة التزجيج (المهدي، 1998ص295)، أما بالنسبة لمصدر اللون الأخضر المعتم ناتج عن استخدام النحاس كملون وبوجود الرصاص وبيئة حرق مؤكسدة (Grimshaw,p1971.p353) ؛ وسبب العتامة في لون طبقة التزجيج يعود إلى استخدام أكسيد القصدير بنسبة عالية (6.26 %)؛ ذلك بسبب أن طبقة البدن باللون البني ومع وضع طبقة التزجيج ذات اللون الأخضر فينتج لون غامق معتم. (القيسي، 2003ص178)

ويظهر بالتحليل وجود عنصر المغنيسيوم بنسبة (0.56%) إذ يعمل على تقليل معامل التمدد بطبقة التزجيج فتصبح أقل عرضه للكسر(Britt , 2007.p20). ووجود عنصر الألومنيوم فيظهر بنسبه قليلة (11.20%) حيث يتحكم في لزوجة طبقة التزجيج ويمنعها من الجريان ويعمل على تقوية طبقة التزجيج (Britt , 2007.p21)، وسبب وجود الصوديوم بنسبة (2.34%) يدل على استخدامه كمادة صاهرة. (الشال، 1960ص 23).

التحليل لطبقة البدن للعينة رقم 353:



صورة (12) التحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (أ)



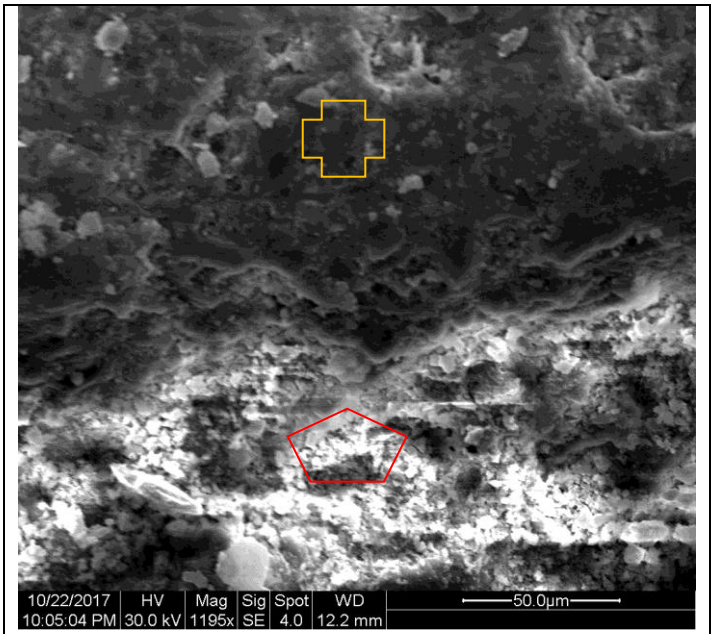
صورة (13) التحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (ب)

جدول (٣) يوضح نتيجة التحليل للبدن

مكونات العينة	(أ + ب)
Na_2O	٣.٩٨
MgO	٦.٥٩
Al_2O_3	١٢.٨٥
SiO_2	٤٤.١٠
K_2O	١.٧٤
CaO	١٩.٧٦
TiO_2	١.٠١
Fe_2O_3	٩.٩٧
الناتج	%١٠٠

توضح نتيجة التحليل بالماسح المستقطب (SEM- EDX) أن طبقة البدن تتكون من السيليكا بنسبة (44.10 %) وهي من المكونات الرئيسية المستخدمة للطينة الفخارية، (المهدي، 1988ص295)، وسبب وجود الصوديوم والألومنيوم والكالسيوم فهم من أحد العناصر المكونة لطبقة البدن. (Britt , 2007.p21).

يوضح الشكل نتيجة تحليل البدن و طبقة التزجيج للعينة رقم 353:



صورة (14) التحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح. (أ)

جدول(٤) يوضح نتيجة التحليل لطبقة البدن و التزجيج.

تحليل للبدن	مكونات العينة	تحليل طبقة التزجيج	
3.20	Na_2O	4.87	
6.63	MgO	…….	
14.48	Al_2O_3	13.63	
53.35	SiO_2	51.77	
1.19	K_2O	……	
13.49	CaO	7.40	
0.79	TiO_2	……	
6.87	Fe_2O_3	3.80	
…….	CuO	1.16	
…….	PbO	17.37	
%100	الناتج	%100	

توضح نتيجة التحليل بالماسح المستقطب (SEM- EDX) أن طبقة البدن تتكون من السيليكا بنسبة (53.35 %) وهي المكون الرئيسي للطينة الفخارية المستخدمة للبدن، (المهدي، 1998ص 295)، وسبب وجود الصوديوم والبوتاسيوم والألومنيوم يمكن اعتبارها أحد مكونات الطينة الفخارية. (Britt, 2007.p21). وبالنسبة لطبقة التزجيج فيتضح من نتيجة التحليل أنها تتكون من السيليكا بنسبة (51.77 %) وهي المكون الرئيسي لطبقة التزجيج، ونسبة أكسيد الرصاص (17.37 %) (Burleson, 2003.p23)، وسبب وجود الصوديوم بنسبة (4.87 %) مما يدل على استخدامه كمادة صاهرة (الشال، 1960ص23)، و بالنسبة للألومنيوم بنسبة (13.63 %) حيث يضاف لطبقة التزجيج ليعطيها اللمعان ويتحكم في لزوجة طبقة التزجيج ويعمل على تقوية طبقة التزجيج ويمنعها من الجريان. (Britt,p2007.p21). وتم استخدام التيتانيوم بنسبة (0.79) لإعطاء ملمس سطحي ناعم عند دراجات الحرارة العالية (البدري،2002 ص184).

وهنا يتوضح من تحليل الماسح المستقطب أن قطعة الفخار المزججة تم حرقها على مرحلتين إذ أنه تم حرق القطعة الفخارية قبل تطبيق التزجيج عليها (الحرقة الأولى) بدرجة حرارة تتراوح بين (900-1000سْ)، ثم تم تركها لتبرد لدرجة حرارة الغرفة، و بعدها تم تطبيق طلاء التزجيج عليها و إعادة حرقها (الحرقة الثانية)؛ تحرق القطعة الفخارية المزججة على نفس درجة حرارة حرق الفخار أو أقل حسب الطلاء المراد تطبيقه. (Rice,p1987p.120).

طرق العلاج و الصيانة:

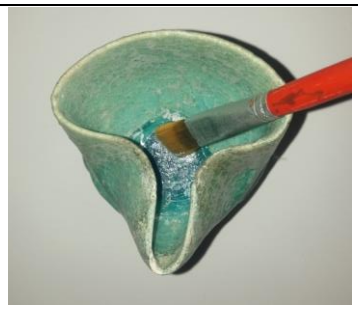
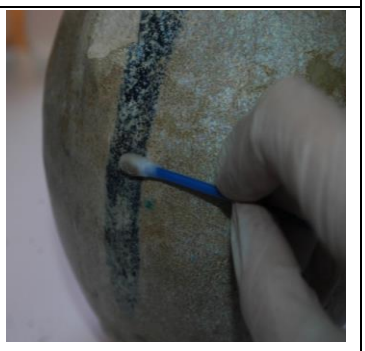
تتم عملية ترميم وعلاج القطع الأثرية من أجل المحافظة على القطع وحمايتها والمحافظة على أصالتها وقيمتها التاريخية مع المحافظة أيضاً على المواد الأصلية، كما يجب ابتكار طرق ترميم حديثة واستخدامها في ترميم قطع الآثار وإثبات كفاءتها من خلال الأبحاث المنشورة، كما يجب أن تقوم عمليات الترميم على أسس ودراسات علمية سابقة مع المحافظة على الطابع الخاص لكل أثر.

الاتساخات تعطي منظراً غير مقبول، كما تعمل على طمس معالم القطعة وطمس الدرجات اللونية. كما تعمل الأتربة والغبار على اتلاف القطعة عن طريق الاحتكاك بها، كما أن الاتساخات تعمل على نمو الحشرات، فجميع هذه العوامل تعمل على تلف القطعة على المدى البعيد. وتم اتباع الطرق الآتية:

إزالة الأتربة:

يفضل دائماً البدء بعملية التنظيف الجاف الميكانيكي قبل البدء بعملية التنظيف الكيميائي واستخدام المذيبات للاتساخات والبقع الموجودة على القطع الفخارية المزججة، إذ تساعد المذيبات والمثبتات على لصق أو إدخال البقع داخل السطح وتثبيتها. تم العمل على إزالة الأتربة العالقة والغبار عن القطع الفخارية المزججة أولاً وذلك باستخدام الفرش المناسبة والقطن و المشارط، ثم تم التنظيف الكيميائي Chemical Cleaning وتم استخدام المذيبات المخففة كالاسيتون والايثانول لإزالة البقع والدهون المتراكمة. وهنا بعض الصور الموضحة لعملية تنظيف الأتربة.

صورة (15) القطعة الفخارية المزججة رقم 353 قبل التنظيف.	**صورة (16) القطعة السابقة اثناء تنظيفها باستخدام القطن.**

	
صورة (17) القطعة الفخارية المزججة رقم A774 قبل التنظيف.	**صورة (18) تنظيف القطعة الفخارية المزججة رقم A774 باستخدام الفرشاة.**
	
صورة (19) تنظيف القطعة الفخارية المزججة رقم 2755 باستخدام اعواد القطن.	**صورة (20) تنظيف القطعة الفخارية المزججة رقم 2755 ميكانيكيا.**

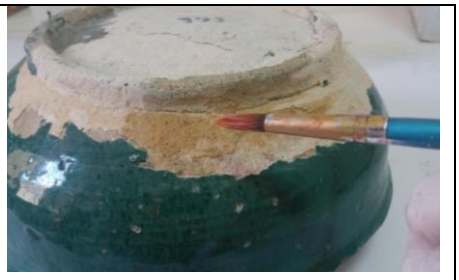
تقوية القطع الفخارية المزججة و تثبيت المواد الهشة:

تعتبر عمليات التقوية من أهم مراحل عمليات العلاج والصيانة، إذ أن معظم القطع تكون ضعيفة وهشة وتحتاج إلى عمليات التقوية، لذلك يتم تقوية القطع الضعيفة لإعطائها القوة والمقاومة ضد عوامل التلف التي قد تتعرض لها أثناء التخزين والعرض. ومن أساليب عمليات التقوية استخدام الراتنجات. ومن أهم راتنجات البريمال (primal) ويوجد في صورة مستحلب أبيض اللون يميل إلى الزرقة، يخفف بالماء للوصول إلى الدرجة المناسبة للعمل. ويستخدم في تقوية القطع الهشة والضعيفة، وكذلك يستخدم في تثبيت الألوان. (النجار، 2014 ص152).

من أهم الشروط الواجب توفرها في الراتنجات المستخدمة في تقوية القطع: (عبد الكريم، 2002 ص89)

- يجب أن تكون شفافة؛ غير ملونة حتى تظهر المظهر الأثري الطبيعي.
- يجب أن تكون ذات قوة لصق عالية، وتبقى مقاومة لعمليات التقدم الزمني.
- يجب أن تكون قابلة للاستعمال والتطبيق في درجة حرارة الغرفة.
- يجب أن لا تتفاعل مع القطعة الفخارية.
- يجب أن لا يتغير لونها وتظل ثابتة في تركيبها الكيميائي.
- يجب أن لا يتغير لون القطعة سواء بشكل مباشر بعد المعالجة أو مستقبلاً.

تم تقوية القطع الفخارية وتم تثبيت القطع الهشة منها من أجل عدم ضياعها، وتثبيتها، وعدم استمرار التآكل؛ وبالتالي تلف القطع الفخارية المزججة، وهنا استخدم مادة (Primal) إذ تم خلطها مع الماء المقطر بمقدار نسبة (10%)، وتم استخدام الفرشاة، والسرنجة وتطبيقها على جميع المناطق الهشة الموجودة على القطع الفخارية المزججة الهشة. وهذه بعض من الصور التي تم التقاطها أثناء عملية تطبيق المادة:



صورة (21) تقوية القطعة الفخارية المزججة (353) بمادة البريمال، وتطبيقه بواسطة الفرشاة.

صورة (22) تقوية القطعة الفخارية المزججة (353) بمادة البريمال، وتطبيقه بواسطة الحقن وذلك لتقوية الأجزاء المشققة، وأماكن الشروخ.

صورة (23) تقوية القطعة الفخارية المزججة 2755 بمادة البريمال، بواسطة استخدام الفرشاة.

صورة (24) تقوية القطعة الفخارية المزججة، بمادة البريمال، وتطبيقه بواسطة الفرشاةA774 .

التنظيف بالليزر (قطعة فخارية مزججة 2755)

الليزر هو عبارة عن نبضات ضوئية نقية قصيرة جداً يتم ضبطها في كثافة ومعدل تردد محدد ويتم تحويلها على سطح المادة المراد تنظيفها بواسطة الألياف الضوئية، تعمل على امتصاص العوالق والاتساخات الموجودة على مادة الأثرية، فتعمل أشعة الليزر على تبخر البقع من على سطح المادة الأثرية دون التأثير على سطح الأثر.

تم استخدام أشعة الليزر في مجال الترميم ويستخدم الآن في معظم متاحف العالم بأساليب وطرق متنوعة، وهذا النوع من التنظيف لا يعطي أي نتائج أو أعراض سلبية تؤثر على المواد الأثرية، فقد قام مجموعة من الباحثين بدراسة التأثيرات الفيزيائية والكيميائية والضوئية والحرارية لأشعة الليزر على المواد الأثرية التي تم تنظيفها ولم يعطِي تأثير سلبي عليها بعد عمل تجارب لضبط قياسات الليزر قبل استخدامه على المواد الأثرية كل منها على حدى. وقد استخدم الليزر لأول مرة في مجال الآثار عام 1970م في فينيسيا لإزالة التكلسات السوداء من على الرخام الأثري.

مميزات تطبيق أشعة الليزر:

- يزيل البقع بجودة و فعالية عالية.
- يمكن استخدامه بأمان مع المواد الأثرية الهشة.
- لا يعطي فقدان في طبقات الأثر.
- يمكن التحكم في المساحة المراد تنظيفها.
- اسلوب سهل الاستخدام إذ يمكن تنظيف 1سم^2 من سطح الأثر في حوالي دقيقة إلى دقيقتين.
- اسلوب فعال في إزالة البقع من على سطح الأثر دون أي ضرر على سطح القطع. وتم استخدام جهاز الليزر Q.SWITCH RUBY (QSR LASER)

صورة (25) جهاز QSR LASER مصادر الصورة :
https://odichina.en.alibaba.com/product/60556723824-803952618/Fast_eyebrow_tattoo_pigment_removing_nd_yag_q_switched_ruby_laser_removal_tattoo_machine.html

جدول (5) مواصفات جهاز الليزرQSR Lazer
مصادر الجدول :
https://odichina.en.alibaba.com/product/60556723824-803952618/Fast_eyebrow_tattoo_pigment_removing_nd_yag_q_switched_ruby_laser_removal_tattoo_machine.html

Pulse energy	1400mj
Width of pulse	10ns
Frequency	1-5 HZ
Spot diameter	1-8mm
Indication light	Red infraed light
Wavelength	1064nm & 532nm &carbon tip

وقد تم دهن القطعة الفخارية المزججة بكريم باللون الأسود لإعطاء لون للقطعة الفخارية غير اللون الأبيض، و النتائج لم تكن مرضية بالشكل الكافي حيث تظل اثار الاملاح المتكلسة من اسفل طبقة التزجيج بينما بعض الاجزاء الأخرى تم تنظيفها بشكل جيد وخصوصا البعيدة عن الاماكن المتأكلة بسبب الاملاح.

صورة (26) تنظيف القطعة الفخارية المزججة رقم (2755) بالليزر.

بالتالي فإن النتيجة النهائية إنّ طبقة الأملاح المتكونة على القطع الفخارية المزججة عملت على تآكل طبقة التزجيج . لذلك فإن الترسبات المتأكسدة لا تتأثر بالأحماض، ولا تتأثر بالتنظيف بطرق التنظيف الحديثة كاستخدام جهاز الليزر.

الاستكمال و التلوين:

تم استكمال بعض المناطق المفقودة في القطعة الفخارية المزججة رقم (353) وذلك للمحافظة عليها حيث تم استخدام كمية من الجبس (كبريتات الكالسيوم المائية "$CaSo_4.2H_2O$") وتم خلطه بالماء المقطر، وتم إعداد معجون جيد، وتم تطبيقه باستخدام المعالق (الفرر) الخاصة بأدوات حشو طبيب الاسنان.

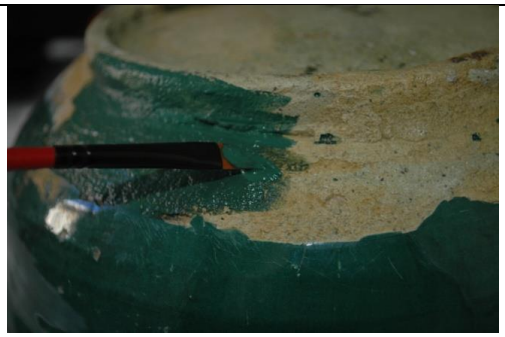
- بعد تمام جفاف الجبس تم صقله باستخدام قطع من ورق الزجاج للتنعيم و لأخذ الشكل المناسب.

- استخدامت ألوان الاكريلك المائية، ودمجها مع بعضها لصنع اللون المناسب. اذ تم اختيار هذا النوع من الألوان لما له من خاصية الاسترجاع، و خاصية ثبات الألوان، وعدم تغير الألوان في المستقبل. لذلك تم اختيارها، ولها درجة ثبات جيدة (الفقي، 2004ص213). تم عمل طبقة أولى فوق المنطقة المراد وضع اللون عليها، ثم زيادة درجة اللون في المرحلة الثانية وصولاً إلى درجة اللون الأصلي للقطعة.
- بعد جفاف طبقات اللون والتأكد من ثباتها، تم تثبيتها باستخدام راتنج البارلوريد ب 72.
(Paraloid B-72) الذائب في الأسيتون بتركيز ٥%. (راتنج البارلوريد هو عبارة عن راتنج صناعي وهو من أفضل الأنواع المستخدمة في عزل الألوان (السروجي، 2104ص 419).

صورة (27) تطبيق الجبس باستخدام Spatula لاستكمال الأجزاء المفقودة من القطعة الفخارية المزججة (353)

صورة (38) تطبيق الجبس باستخدام Spatula لاستكمال الأجزاء المفقودة القطعة من الفخارية المزججة (353)

صورة (29) صقل الجبس باستخدام ورق الزجاج القطعة الفخارية المزججة رقم 353



صورة (30) تطبيق اللون المناسب على القطعة الفخارية المزججة رقم 353.

كما تم استكمال بعض المناطق المفقودة في القطعة الفخارية المزججة رقم (A775) وذلك للمحافظة عليها بنفس الطريقة السابقة، حيث تم استخدام الجبس (كبريتات الكالسيوم المائية "$CaSo_4.2H_2O$") وبعد جفاف الجبس وصقله تم استخدام ألوان الاكريلك المائية و بدرجة متجانسة مع درجة لون الفخارة، وبعد جفاف الالوان، تم العزل باستخدام راتنج البارلوريد ب72 الذائب في الأسيتون بتركيز ٥%.

صورة (31) تطبيق الجبس باستخدام Spatula لاستكمال الأجزاء المفقودة القطعة من الفخارية المزججة A774	صورة (32) تطبيق اللون المناسب على القطعة الفخارية المزججة A774.

النتيجة النهائية بعد عمليات العلاج و الصيانة للقطع الفخارية المزججة.

صورة (33) للقطعة رقم (353) قبل عمليات المعالجة و الصيانة من القاعدة والوجه.	صورة (34) للقطعة رقم (353) بعد عمليات المعالجة و الصيانة من القاعدة والوجه.

صورة (35) للقطعة رقم (A774) قبل عمليات المعالجة و الصيانة.	**صورة (36) للقطعة رقم (A774) بعد عمليات المعالجة و الصيانة.**

النتائج:

1. تم استنتاج طريقة عمل (وظيفة) القطعة رقم (353) وهي عبارة عن حوض غسيل و إبريق لصب الماء والقطعة التي تمت الدراسة عليها غير مكتملة الصنع وذلك بسبب طبقة التزجيج التي تسببت في التصاق غطاء الحوض بالحوض نفسه، وفقدان حافة الحوض، وعدم وجود الإبريق.
2. جميع القطع الفخارية المزججة تم تطبيق التزجيج عليها باستخدام طريقة السكب، والقطعة الفخارية المزججة طبق عليها رسم الخطوط بالفرشاة.
3. إن قطعة رقم (2755) احتوت على طبقة الأملاح و الترسبات المتكونة على طبقة التزجيج لا تتأثر بعمليات التنظيف سواء أكان باستخدام الطرق الحديثة كالليزر أم باستخدام الأحماض فكل ذلك لم يعطي أي نتيجة، و ذلك بسبب تآكل طبقة التزجيج بشكل تام ونهائي.
4. جميع الأشكال الزخرفية المستخدمة كانت على شكل هندسي أو نباتات أو كتابة.
5. إن الخزاف الأيوبي استخدم تقنيات مختلفة كالحفر والأكاسيد الملونة والزخارف البارزة على سطح الأواني.
6. أظهرت نتائج التحليل حيود الأشعة السينية احتواء العجينة الفخارية على العديد من المعادن منها والكوارتز والفلسبار، كما أن نتيجة الحرق كانت على درجة حرارة تتراوح من (850مْ- 950مْ).
7. أظهرت طريقة التحليل باستخدام الميكروسكوب المستقطب عدم استخدام روابط بين طبقة التزجيج والقطعة الفخارية في العصر الأيوبي-المملوكي.
8. أظهرت طريقة التحليل باستخدام الميكروسكوب المستقطب وجود العديد من المواد المضافة على خلطة العجينة الفخارية منها الفلسبار والكوارتز وبعض المواد العضوية كبقايا النباتات والقش.
9. اظهرت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية (XRD) وجود الجبس بتراكيز عالية، يعود سبب ذلك إلى بيئة الدفن التي تواجدت بها القطعة أو إلى مكان تخزين القطعة.
10. تتم عملية الاستكمال للقطع الأثرية من أجل المحافظة على درجة ثباتها والمحافظة على جمالية القطع، بشرط عدم المبالغة في عملية الاستكمال وتأثيرها على القيم الأثرية للقطعة ويجب أن تكون عملية الاستكمال متجانسة مع الأصل التاريخي، والأثري، واستخدام المواد المشابهة مع الأثر وعدم استخدام مواد وألوان التي تعمل على تشويه القطع الأثرية.
11. ان عملية ترميم القطع الفخارية المزججة تتطلب وجود مهارة ودقة عالية، في عمليات الترميم والاستكمال اللوني.

التوصيات:

1. توصي الدراسة بعمل دراسات أكثر تعتمد على دراسة المشاكل المتعلقة بطبقة التزجيج وإيجاد حلول مناسبة لها، والاستفادة من الطرق التي اتبعها البحث لإيجاد الحل المناسب.
2. توصي الدراسة بعمل دراسة لإيجاد حل للطرق المتبعة في عملية حفظ القطع الأثرية المتواجدة داخل المخازن لما تسببه من تلف للقطع الأثرية وبالتالي فقدانها بسبب عدم حفظها بالطرق العلمية السليمة.
3. كما تؤكد بضرورة تواجد جهاز الليزر داخل مختبرات كلية الآثار بما له أهمية في عملية تنظيف القطع الأثرية جميعها.
4. توصي الدراسة على عرض القطع الفخارية المزججة المدروسة داخل المتحف، مع مراعاة التحكم بنظام محكم من حيث الإضاءة، والرطوبة، ودرجات الحرارة، وذلك للحرص على بقائها أطول فترة زمنية ممكنة.
5. عند إعادة تلوين القطع الفخارية المزججة يفضل استخدام وسيط لوني له قابلية الإسترجاع.

المراجع:

المراجع باللغة العربية:

البدري، علي حيدر. 1991م. **تقنيات الخزف**. جامعة اليرموك، كلية التربية و الفنون، الأردن.

البدري، علي. 2000م. **التقنيات العلمية لفن الخزف**. ط١، قسم الفنون الجميلة. جامعة اليرموك. الأردن.

السروجي، عبد الرحمن.2014. طبقة الورنيش ودورها في تلف المظهر الخارجي للأيقونات وطرق علاجها تطبيقا على ثلاث أيقونات من متحف العريش القومي – مصر. المؤتمر الدولي الأول: مصر ودول البحر المتوسط عبر العصور-كلية الاثار جامعة القاهرة –مصر.ص 422-399.

الشال، عبد الغنى. 1960م. **الخزف و مصطلحاته الفنية**. دار المعارف. القاهرة.

صادق، حمادة. 2005م. **دراسة تقنية و علاج و صيانة اداوات الإضاءة الخزفية الآثرية الإسلامية تطبيقاً على بعض النماذج**. رسالة ماجستير. قسم الترميم. كلية الآثار. جامعة القاهرة.

عبد الكريم، عمر. 2002م. **المرشد لعلاج وصيانة المنسوجات الأثرية**.كلية الأثار، جامعة القاهرة.

الفقي،أسامة.2004. **في فكر ترميم اللوحات الزيتية**. القاهرة: مكتبة الانجلو المصرية.

القبسي، فوزي عبد العزيز. 2003م. **تقنيات الخزف و الزجاج**. دار الشروق. الأردن.

المهدي، عنايات. 1998م. **فن إعداد و زخرفة الخزف أساليب و موضوعات للتنفيذ العملي**، مكتبة ابن سينا. القاهرة.

النجار، حربي. 2014م. **دراسات في ترميم وصيانة المنسوجات الأثرية الجزء الثاني مدخل لصيانة المنسوجات الأثرية مبادئ و تطبيقات عملية**. مجموعة الدولية للطباعة الرقمية و النشر و التوزيع، الجيزة، القاهرة.

واطس، اوليفر. 1985م. **كنوز الفن الإسلامي**. ط١، دار الآثار الإسلامية، دمشق.

المراجع باللغة الإنجليزية:

-Bernard. O'kane.2006. **The treasures of Islamic art in the museum of Cairo**, New York.

-Burleson, M. 2003. **The Ceramic Glaze Handbook: Materials, Techniques, Formulas**, Lark book publication.

-Britt, J. 2007. **The complete guide to High-Fire Glazes**, Sterling publishing company, London.

-Davison, S. 1992**. Caring for antiquities**, London.

-Feliden, B.M. 2003. **Conservation of Historical Building**, Third edition, Architectural press.

-Grimshaw, R.W. 1971. **The Chemistry and Physics of Clays**.4th edition, London.

-Jose-Yacaman, M. and Ascencio, J. 2000.**Electron microscope and its application to the study of archaeological materials and art preservation**. In Modern analytical methods in art and archaeology, Ciliberto, E. Spoto, G.(eds). Chemical Analysis, Vol 155: A series of monographs analytical chemistry and its application (Winefordner, J. ed) .A John &sonz INC., Publication. Canada: 405-436.

https://books.google.jo/books?id=BDKqBgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=encyclopedia+dictionary+of+archaeology&hl=ar&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=encyclopedia%20dictionary%20of%20archaeology&f=false

-Maggetti, M. 1982. **Phase analysis and its significance for technology and origin . In: Archaeological Ceramics**, (Olin, J, and franklin, A, eds) Smithsonian Institution Press, Washington D.C: 121 – 135.

-Plenderleth , H , J . 1959 .**The Conservation of Antiquities and Works of Arts** . 1 edition .London : Oxford University Press.

-Rice , P. M. 1987. **Pottery analysis : A source book**. The University of Chicago Press, USA.

-Sanders, H. 1974.**Glazes for special effects**, U.S.A . New York.

Shepard, A. O. 1985. **Ceramics for the archaeologist** . Washington, D. C : Carnegie Institution of Washington.

-Tite, M. S. 1972. **Methods of Physical examination in archaeology**.Seminar Press LTD. London and New York.

-Williams , Nigel .1983 . **Porcelain Repair and Restoration** .London : British Museum Publications.