الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية

وزارة التعليم العلي والبحث العلمي

جامعة الجزائر2 (أبو القاسم سعد الله) معهد الأثار

قسم الصيانة والترميم

رسالة لنيل شهادة الدكتوراه الطور الثالث(ل م د) في علم الأثار

تخصص صيانة والترميم، تحت عنوان:

دراسة وتطبيق العجائن لملأ فراغات الفخار الأثري ومدى تطابقها (ملائمتها)

إعداد الطالبة:

لامية بوراي

تحت إشراف:

أ.د. أرزقي بوخنوف

السنة الجامعية: 2025/2024.

الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية

وزارة التعليم العلي والبحث العلمي

جامعة الجزائر2 (أبو القاسم سعد الله) معهد الأثار

قسم الصيانة والترميم

رسالة لنيـــل شهـــادة الدكتوراه الطـــــور الثالـــث (ل م د) في علـــم الأثار

تخصص صيانـــة وترميم، تحت عنـــــوان:

دراسة وتطبيق العجائن لملأ فراغـــات الفخـــار الأثري ومـــدى تطـــابقها(ملائمتها)

إعـــداد الطالبـــة:

لاميـــة بـــوراي

لجنة المناقشـــة

* د. عيســـى ربعين	معهد الأثار، جامعة الجزائر2	رئيسا
* أد. أرزقي بوخنوف	معهد الأثار، جامعة الجزائر2	مشرفا ومقررا
* دة. فاطمة بن شعبة	معهد الأثار، جامعة الجزائر2	ممتحننا
* د. محمد الهادي سوكحال	معهد الأثار، جامعة الجزائر2	ممتحننا
* د. عرباوي صادق	جامعة الأمير عبد القادر، قسنطينة	ممتحننا
* دة. سجية عاشوري	المدرسة الوطنية العليا لصيانة وترميم..... الممتلكات الثقافية بتيبازة	ممتحننا

السنة الجامعية: 2025/2024.

بسم الله الرحمن الرحيم

"قالوا سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت العليم الحكيم"

صدق الله العظيم

(سورة البقرة: 22)

﴿الإهـــــداء﴾

أهــدي ثمــرة جهدي المتواضع

إلى من وهبوني الحياة والأمل والنشأة على شغف

الإطلاع والمعرفة، ومن علموني أن أرتقي سلم الحياة بحكمة وصبر

برا وإحسانا ووفاء لهما:

"والدتي العزيزة، ووالدي العزيز".

وإلى زوجي الحبيب الغالي رفيق الدرب والحياة

وإلى فلذات كبدي اللذان أسأل الله أن يجعلهم ذخرا للإسلام والمسلمين إلى

إبني وابنتي أتمنى من الله أن يحفظهم لي:

"أنس وإنايا"

وإلى من كانوا سندا لي أخواتي وأختي

إلى كل من يفكر ويبحث للارتقاء بالعلم في كل مكان

لاميـة

الشكروالتقدير

الشكر والثناء لله عز وجل أولا على نعمة الصبر والمثابرة والقدرة على إنجاز هذا العمل، فالله الحمد على هذه النعم

وأتقدم بالشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور:"أرزقي بوخنوف"، الذي تفضل بإشرافه على هذه الأطروحة، ولكل ما قدمه من دعم وتوجيه وإرشاد لاتمام هذا العمل على ما هو عليه فله أسمى العبارات الشكر والتقدير.

وأشكر كل من أفراد عائلتي الذين ساعدوني في هذا العمل بكلمات والدعوات " أمي(خاصة)، أبي، وزوجي الفاضل، وأخواتي وأختي، وابن خالتي - إيدير-"

وكل من ساعدني من قريب أو من بعيد

لامية

قائمة المصطلحات

Primary Clay	الطينات الأولية	**clay**	الطينة
decopose	الصخر المتحلل	**Alumina**	الألومينا
resdual	الطين المتبقي	**Mica**	الميكا
Secondry Clay	الطينات الثانوية	**Feldspar**	الفلسبار
Sedimentary	الطين الرسوبي	**Alumina silicate**	سيليكات الالومنيوم
less grain size	جزيئات أدق نسبيا	**Potassium**	البوتاسيوم
Smectite	السمكتيت	**Sodium**	الصوديوم
Montimorillonite	المنتموريونيت	**Kaolinite**	الكاولينيت
Earthenwareclays	الطينات الأرضية	**Humus**	الدبال
Ball clays	طينة الكرة	**Silica**	السليكا
Stone wareclays	الطينة الحجرية	**Irondeposits**	ترسيباتالحديد
Fireclays	الطينة النارية	**Calcium**	الكالسيوم
Granule size	حجم الحبيبات	**Quartz**	الكوارتز
Plasticity	اللدونة	**Granite**	الجرانيت
absorbed water	الماء الممتص	**diorite**	والديوريت
lubrication	التشحيم	**Kaolin**	الكاولين
Slide	تنزلق	**Wollastonite**	الولاستونيت
Drying	الجفاف	**Feldspathicroks**	الصخور الفلسبارية
Grog	الجروج	**Aluminumoxide**	أكسيد الألومنيوم
Shrinkage water	ماء الإنكماش	**Tourmalin**	التورمالين
Pore water	الماء الحر	**Hallosite**	الهالوسيت

Gibbsite	الجيبسيت
Iron compounds	مركبات الحديد
Calciu compounds	مركبات الكالسيوم
OrganicMaterials	المواد العضوية
falling rate	الهبوط
Shrinkage	الإنكماش
Porosity	المسامية
permeability	النفاذية
Strength	القوة
Color	اللون
Geothite	الجيوثيت
Limonite	الليمونيت
Magnitite	الماجنيتيت
Firingproperty	خاصية الحرق
Alkalis	القلويات
Tempermaterials	المواد المعدلة
Retrait	التقلص
Soft clay	الحالة اللينة
Pliable	الحالة الطيعة
Leather lard	الحالة المتجلدة
Beyondleather lard	ما بعد التجلد
Bone lard	مرحلة الصلابة العظمية

Leather hard	مرحلة التجلد
the constant rate	الجفاف الثابت
Burning	الحرق أو التفخير
hygrographe	جهاز قياس الرطوبة
Peeling	التقشر أو التفتت
Cavities	التجاويف
Cracks	الشقوق
Warping	الالتواء
Bloating	الإنتفاخ
Fractions	الكسور
Corrosion	التآكل
préservation	الحفظ
Resins	الراتنجات
Laminates	الملدنات
Filless	الموالئ
Elasticity	المرونة
Toughness	المتانة
Hardness	الصلادة
Inclusions	المشتملات
Dryin	التجفيف

مقدمة

إن صيانة المقتنيات الثقافية والأثرية على إختلاف المواد المصنوعة منها تتوقف لا على ما يتحتم إجرائه من أعمال العلاج والترميم فحسب بل تعتمد كذلك على تهيئة الظروف المناسبة لسلامتها والحفاظ عليها ولهذا السبب فإن غاية دراسة لصيانة هذه المقتنيات يجب أن تعتمد على دراسة عامة لخواصها وتأثير الظروف المحيطة بها.

يُعد ترميم القطع الأثرية، ولا سيما الفخار الأثري، من أعقد التحديات التي تواجه مجال الحفاظ على التراث الثقافي، حيث تمثل هذه القطع شاهداً حيًّا على تطور الحضارات الإنسانية وما حملته من تنوع ثقافي وفني عبر العصور.

تتعرض هذه القطع الأثرية للتلف والتآكل بسبب عوامل متعددة، من بينها تأثيرات الزمن والظروف البيئية القاسية، ما يؤدي إلى فقدان أجزاء منها وظهور فراغات تؤثر على قيمتها الجمالية والتاريخية. بناءً على ذلك، تبرز الحاجة إلى تطوير تقنيات مبتكرة ودقيقة لملأ هذه الفراغات باستخدام عجائن تتوافق تمامًا مع المادة الأصلية من الناحيتين الفيزيائية والكيميائية، ما يُسهم في تعزيز استدامة هذه القطع والحفاظ عليها كجزء من الإرث الثقافي للإنسانية.

تتجلى أهمية هذه الدراسة في تقديم حلول عملية تحسن تقنيات الترميم وتوازن بين الجوانب الجمالية والتاريخية للقطع الأثرية وبين المتطلبات العملية للحفاظ عليها. يعتمد نجاح أي عملية ترميم على اختيار المواد التي تتسم بالتوافق الكامل مع الخصائص الفيزيائية والكيميائية للفخار الأصلي، بحيث تسهم هذه المواد في استعادة المظهر الطبيعي للقطعة من دون الإخلال بتركيبتها الأصلية أو التأثير على أصالتها.

وتعد الفخاريات من بين أهم الشواهد المادية التي سايرت الحياة اليومية للإنسان القديم، كما تعبر عن الصناعات الأكثر إنتشارا في المواقع الأثرية خاصة منها القديمة وخير دليل على ذلك العدد الهائل للمقتنيات التي تملأ المتاحف ومخازنها وذلك نظرا لوفرتها بفعل

عوامل عدة من بينها خصائص العجينة التي تسمح لهذه المواد بإجتياز ألاف السنين في حالة حفظ جيدة مقارنة بمواد أخرى على غرار المواد العضوية.

تطرقت العديد من الدراسات النظرية خاصة التنميطية لأهمية الفخار منها التي تهتم بالأشكال والأنواع مع تأريخها، أما فيما يخص الدراسات التطبيقية نجد نقص كبير في مجال صيانة وترميم الفخار الأثري، المكتشف بعدد هائل في الحفريات الأثرية المختلفة في الفترات الزمنية، وغالبا ما توجد هذه الأواني في حالة متقدمة من التلف، وإن دراسة الفخار المكتشف تصبح أكثر صعوبة عندما يكون في حالة تدهور مقارنة بما هو في حالة جيدة، مما يستدعي ضرورة الحفاظ على هذه القطع من خلال صيانتها وترميمها، وذلك لتسهيل عملية دراستها وإعادة إحيائها.

تختلف طرق الصيانة والترميم للمقتنيات الفخارية بناء على أشكالها وأنواعها ومواد تصنيعها، بالإضافة إلى تنوع الأضرار التي قد تصيبها. وهذا يستدعي تدخل خبراء متخصصين في هذا المجال، حيث أن ندرة هؤلاء الخبراء تساهم في قلة الأعمال المتعلقة بصيانة وترميم الفخار الأثري في الجزائر، على الرغم من إدراج هذا التخصص في العديد من المؤسسات الجامعية والثقافية التي تهتم بهذا المجال.

والهدف من دراسة الفخار بشكل عام هو معرفة طرق تقنية الصناعة والتشكيل والزخرفة، تحضير العجينة والمواد المضافة وذلك باستخدام طرق التحليل المختلفة للمادة الفخارية، والتي تكمن في الدراسات العلمية التحليلية التي تمكن الأثريون من الاستدلال على المواد الأولية المكونة للعجينة الفخارية وذلك من خلال استخدام تقنيات التحليل الكيميائي والمعدني، كالتحليل بإستخدام حيود الأشعة السينية والمجهر الضوئي المستقطب والتي تعطي صورة عن المواد الأولية، والمصدر الجغرافي لها سواء تم تصنيعها محليا أم كانت مستوردة من مناطق أخرى اعتمادا على المواد الخام التي صنعت منها.

وتتمثل الغاية النهائية في تقديم حلول تسهم في الحفاظ على التراث الأثري، وتعزز الوعي بأهميته كجزء لا يتجزأ من هوية الإنسان الثقافية والحضارية. والإشكالية المحورية التي تسعى الدراسة لمعالجتها تدور حول تطوير عجائن قادرة على تحقيق التوافق الكامل مع

الفخار الأثري، بحيث تستخدم لملأ الفراغات دون المساس بالقيم الجمالية أو التاريخية للقطع. كما تسعى الدراسة إلى ضمان مقاومة هذه العجائن للعوامل البيئية المختلفة، ما يجعلها حلا مستداما وطويل الأمد. وتعد معالجة هذه الإشكالية خطوة أساسية نحو تعزيز جهود الحفاظ على التراث الأثري، بما يسهم في صون الهوية الثقافية الإنسانية ونقلها بأمان إلى الأجيال القادمة.

وعلى هذا الأساس فإن معرفة نوعية هذه المواد المكونة للفخار فإنها تساعدنا على الصيانة والترميم وتمكننا من استرجاع شكلها وإعادة تركيبها في حالة وجود أجزاء ناقصة من القطعة الأثرية وكيفية الاستكمال وملأ الفراغات الموجودة بسبب فقدان قطع الكسر الأصلية، ولإعطائها القوة قمنا بإجراء بعض التجارب على مختلف العجائن المساعدة في الترميم التي تتكون من مكونات متشابهة للمادة الأصلية للفخار مثل الطين ويتم تحضيرها بحيث تحاكي التركيبة الكيميائية والفيزيائية للمادة الأصلية قدر الإمكان. وتقديم الدعم الهيكلي للأجزاء المتضررة وإعادة الشكل الجمالي للقطعة الأثرية، بحيث يتم تحقيق التكامل مع المادة الأصلية دون التأثير على قيمتها الأثرية. بالإضافة إلى مواد اللصق مثل الراتنجات واللدائن. ويعد إخضاع المواد الأثرية من الفخار لإجراءات الترميم أحد الأولويات في الدراسة المخبرية أو التطبيقية، حيث تثير هذه العملية العديد من التساؤلات المتعلقة بالحفظ والصيانة، بالإضافة إلى التساؤلات حول كيفية إجراء عملية الترميم نفسها، ومن هنا تبرز إشكالية رئيسية تتعلق بمدى تتطابق العجائن المستخدمة مع مكونات الفخار المستخرج في الحفريات؟ ولدراسة الموضوع تفرعت عنه عدة أسئلة فرعية التي تغطي عدة محاور علمية، تهدف جميعها إلى تعزيز سبل الحفاظ على الفخار وحمايته، وتتمثل في :

– ماهي الخصائص الكيميائية والفيزيائية للعجائن المستخدمة في ترميم الفخار؟

– كيف تؤثر العجائن على المتانة والصلابة العامة للقطع الفخارية بعد الترميم؟

– ماهي الأساليب المثلى لاختبار وتحديد فعالية العجائن المستخدمة في ملأ الفراغات، وهل تتأثر مع مرور الوقت؟

– كيف تساهم العجائن في الحفاظ على الهوية التاريخية للقطعة الفخارية أثناء عملية الترميم؟

للإجابة على هذه التساؤلات وتقديم دراسة علمية نموذجية في هذا الموضوع يتعين الاطلاع على الدراسات النظرية والتطبيقية سواء القديمة منها أو الحديثة. واستغلالها بشكل فعال في إثراء هذا البحث، في الجانب النظري تم التطرق إلى التعرف على المادة الخام (الطينة) المستعملة في صناعة الفخار والتعرف على المواد الاولية المكونة لها، والأساليب العلمية المتخذة في ذلك من التحليل الكيميائي والمعدني ومظاهر التلف وطرق حفظه زفي الجانب التطبيقي تم إختيار بعض العيّنات من الطينة ومسحوق الفخار المحروق من أجل تحليلها مخبريا للتعرف على المعادن والمواد الأولية المشكلة والتغيرات التي تحدث لها واختيار العجائن المشابهة لهذه التركيبة لإعادة الشكل الكامل للقطعة الفخارية في ملأ الفراغات واستكمال الأجزاء الناقصة.

من أهم هذه الدراسات العلمية التي تناولت بعض العجائن المستعملة في مجال ترميم الفخار مايلي:

– أفراح كاظم الياسري، خصائص الأطيان الكيميائية والمعدنية لبعض أطيان محافظة بابل، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية الانسانية، كلية الفنون الجميلة، العدد 41، جامعة بابل، كانون الأول، 2018م.

– حمادة صادق رمضان قطب، دراسة تقنية وعلاج وصيانة أدوات الإضاءة الخزفية، درجة الماجستير في علاج وصيانة الأثار، كلية الأثار، جامعة القاهرة، 2005م.

–أ.د محمد مصطفى ابراهيم، دراسة لتقييم مدى كفاءة بعض مواد الاستكمال البلاطات الخزفية الأثرية، مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية، كلية الأثار، مجلد7، العدد33، جامعة القاهرة، 2022.

-Walid Kamel El-Gharib, Evaluation of someselected gap-filling Materials used in Restoration of Archaeological Pottery excavated from Tell Basta in Sharkia: Anexperimental and appliedstudy, Journal of the General Union of Arab Archaeologists, Volume 08, Issue 02, Conservation Departement, Faculty of Archaeology, Zagazig University, Egypt, 2023.

وسعيا منا لتحقيق أهداف الدراسة وبالاعتماد على المنهجية المتبعة قسمنا البحث وفق ما يقتضي الموضوع إلى مقدمة وخمسة فصول وخاتمة، لقد شملت المقدمة التعريف بالموضوع وأهميته، أهداف الدراسة ثم التطرق إلى إشكالية البحث والمنهجية المتبعة في معالجة الموضوع وأقسامه، وجاء في الفصل الأول: التعريف اللغوي والاصطلاحي للفخار وتركيبة العجينة، وصناعة الفخار عبر العصور، والتطرق إلى أهم تقنيات التشكيل للأواني الفخارية وطرق تجفيفها وحرقها وزخرفتها، وهذا كله له أهمية في الصيانة والترميم، وتفيدنا في العلاج الملائم مع إضافة بعض الصور والأشكال والصور التوضيحية لمراحل التشكيل المختلفة. أما الفصل الثاني: فأدرجنا فيه مظاهر التلف والعوامل المختلفة التي ساعدت على وتيرة التلف، وأنواع المعالجة المطبقة عليه سواء الميدانية أو الترميمية منها، مع ذكر الوسائل المستعملة في هذا العلاج وعرض طرق الحفظ والصيانة على المدى الطويل للتحف الفخارية المرممة. والفصل الثالث: تطرقنا فيه إلى عموميات على الموقع الأثري والدراسة التقنية للعينات المدروسة من القطع الفخارية حيث قمنا بتقديم العينة وشرحنا محتوى البطاقة التقنية وتقنية الرسم ثم ذكرنا أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للطينة كما تطرقنا إلى. والفصل الرابع: فيخص في الجانب (المخبري والميداني) الذي قمنا من خلاله بتقديم عينات الدراسة، ووصف التجارب والاختبارات المخبرية المتبعة لتحديد خواص التركيب المعدني والكيميائي، كما قمنا بإعادة تشكيل الفخار في المنزل وحرقه في فتل الزيتون بهدف إعطاء اللون المراد الحصول عليه بعد الحرق. أما الفصل الخامس: تم عرض وتحليل ومناقشة نتائج العمل الميداني والمخبري وعرض النتائج المتوصل إليها في عملية الصيانة والترميم. وأنهينا هذا البحث بخاتمة تضم أهم النتائج المستخلصة من العمل.

الفصل الأول

عموميات حول صناعة الفخار

لقد إرتبط الفخار بحياة الإنسان القديم والوسيط بشكل وثيق، وهذا في جميع مستويات عيشه وبدون مراعاة للطبيعة الاجتماعية التي ينتمي إليها بحيث كان يستعمل الفخار في أغراض متنوعة ومختلفة كأواني للأكل وحفظ مدخراته الغذائية وطهوها، وهو يعتبر مصدر رزق لبعض الجماعات التي تتولى صنعه وبيعه[1]. وبالرغم من صعوبة تحديد مكان وزمان أول من مارس الصناعة الفخارية فإن الشواهد المادية تؤكد بأنها من أقدم الصناعات التي عرفت قدرا كبيرا من الاهتمام وهذا خلال العصور المتعاقبة، ويعتبر الباحثون الفخار من المواد ذات الأهمية الكبيرة في حياة الإنسان وهذا لكثرة مخلفاتها التي بواسطتها يمكن تتبع مراحل حضارية مختلفة من ماضي الشعوب السابقة وفهم أساسيات هذه الحضارات ودراسة تسلسلها الزمني وتطورها في جميع المجالات، كما أن هذه الصناعة تعتبر قريبة الصلة بالإنسان[2].

I- تعريف الفخار:

الفخار هو كل مادة تصنع من الطين ويمر بمرحلة التشكيل، ثم التجفيف وأخيرا التفخير وهذه العملية هي التي تحول الطين إلى الفخار، يمكن أن يغطى الجسم الفخاري سواء من قبل أو بعد التفخير بسائل طيني يسمى البطانة لإخفاء شكله الخشن. وتصنع منه الأواني مباشرة وتحرق في درجة حرارة معينة وأفران خاصة اكتسبت شيء من الصلابة وله أنواع من الفخار المطلي وغير المطلي[3].

وكلمة الفخار نجدها في اللغة الإغريقية "كيراموس"وبالانجليزية "**ceramic**"، وهي مادة صلبة ناتجة عن التفاعلات الكيميائية للطينة والماء تحت فعل الحرارة[4].

---

[1] محفوظ فوزي، الحرازي نور الدين، المبتدأ في الفخار، طبع سانباكت،1996م، ص64.

[2] الفنون الخزفية من خلال مجموعة المتحف الوطني للآثار، تحت إشراف مدير المتحف، درياس لخضر، 1995م، ص03.

[3] اسماعيل الحداد حمزة، المجمل في الأثار والحضارة الإسلامية، مكتبة زهراء الشرق، مصر، ط1، 2006م، ص679.

[4] Art céramiques d'après les collections du musée national des Antiquités, Imprimerie SOMER, Alger, 1995, p.03.

ونجد الفخار في المصطلح اللغوي الذي ورد تعريفه عند ابن المنظور في لسان العرب: "كل عمل من طين وشوي بالنار فصار فخارا"[1]، فمن هذا المصطلح نستنتج أن كل مادة تشكل من طين وتسوي بالنار تصبح فخارا، فيسمى صلصالا قبل حرقه وفخارا بعد حرقه.

وعرفه الفيروز أبادي: " ... والصلصال صلصال ما لم تصبه نارا فإذا مسته النار فأصبح فخار"[2].

وكما عرفه الباحث Sauvaget[3] مادة مقاومة تنفذ بمزج تركيبات كيميائية للطين تحت تأثير الحرارة"[4]، فالفخار إذا عبارة عن عجينة تتكون من طينة، ماء، مثبتات، أعطاها الإنسان شكلا معينا وقام بحرقها.

والفخار في المصطلح الأثري يقصد به كل الأواني والأشكال المصنوعة بالطين وغير المطلية. وأيضا ذكر الفخار في القرآن الكريم[5]:"ولقد خلقنا الإنسان من صلصال من حمإ مسنون".

- كما قال الله تعالى[6]: " الذي أحسن كل شيء خلقه وبدأ خلق الإنسان من طين".
- وفي قوله[7]:" خلق الإنسان من صلصال كالفخار".

واختلف أهل التأويل في معنى الصلصال، قال بعضهم التراب المرقق وقال آخرون التراب اليابس الذي يبلل بعد يبسه[8]، ولكن العلماء أجمعوا أن الصلصال هو الطين اليابس الذي لم صبه النار فإذا نقرته صل، فسمعت له صلصلة، وإذا طبخ بالنار فهو فخار[9].

---

[1] أبو الفضل جمال الدين بن مكرم (ابن المنظور)، لسان العرب المحيط، ج3، دار الجيل و دار لسان العرب، بيروت، 1998م، ص826.

[2] مجد الدين محمد بن يعقوب (الفيروز أبادي)، القاموس المحيط، ج3، مؤسسة الفن و الطباعة، مصر، (د.ت)، ص245، انظر خليفة ربيع حامد، فن الفخار في الفنون العربية الإسلامية، ج3، م.ع.ت، ت.ع، تونس، 1997م، ص343-348.

[3] Sauvaget(J), Introduction à l'étude des céramiques musulmane, Extrait de la Revue des Etudes Islamiques, Paris,1996, p.16.

4Sauvaget(J), Idem, p.16.

[5] سورة الحجر آية 26.

[6] سورة السجدة آية 07.

[7] سورة الرحمن آية 14.

[8] الطبري (أبي جعفر محمد بن جوبير)، جامع البيان في تفسير القرآن، المجلد السابع، الجزء الرابع عشر، دار الجيل، بيروت، د.ت، ص19.

[9] الهواري (هود بن محكم)، تفسير كتاب الله العزيز، الجزء الثاني، دار المغرب الإسلامي، بيروت، الطبعة1، 1990م، ص347.

II- أنواع الفخار:

1-الخزف:

يخص ما صنع من طين أيضا لكن يغطي بطبقة من الزجاج الذائب وتكون طينته أكثر نقاء وصلابة من الفخار[1]، وتشكل منتجاته من عجينة صناعية أي خالية من الشوائب وتدعم وتدعم بمركبات تزيد من صلابتها وجودتها مثل السيليكا(الرمل) والكاولين الأبيض[2].

والخزف يرتكز أساسا على خصائص المواد الصلصالية التي تعطي مع الماء عجينة سهلة التشكيل تصبح صلبة بعد معالجتها حراريا.

كما يعرف الخزف على أنه مواد غير عضوية وغير معدنية يتم تكثيفها عند درجات حرارة عالية، ويتميز الخزف بطريقة تحضيره التي تتم عبر المراحل التالية[3]:

- سحق المواد الأولية ومجانستها.
- التشكيل (إعطاء المواد الأولية شكلا معينا).
- التكثيف عن طريق المعالجة الحرارية.

2- بورسلين:

يعتبر من المواد السيراميكية التي تلاقي إهتماما كبيرا نظرا لما تمتاز به من خواص ميكانيكية وعزلية (حرارية أو كهربائية) جيدة البورسلين هو منتج سيراميكي صلد أبيض شبه شفاف يسمى أحيانا الخزف الصيني أو المنتجات البيضاء (white wares) يصنف أغلب الأحيان أنقى وأصفى مركبات السيراميك التقليدي، والبورسلين خليط من مواد تتركب بصورة أساسية من خامات الكاولينوالفلسبار وبعض العناصر الأخرى وهو على نوعين رئيسيين هما: البورسلين الصلد (hard porcelain) والبورسلين الطري (softporcelain)[4].

---

[1] محمد عبد العزيز مرزوق، الفنون الإسلامية في المغرب والأندلس، دار الثقافة، بيروت، لبنان، د.ت، ص101.

[2] سعاد ماهر، الخزف التركي، ج.م.ك.ج.م.و.ت، مصر، 1988م، ص46.

[3] فرحات بوزرارة، تحضير ودراسة مرشحات انطلاقا من مواد خزفية مكونة أساسا من الكاولان والدلوما، رسالة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم والفيزياء فرع الخزفيات، كلية العلوم، قسم الفيزياء، جامعة منتوري، قسنطينة، 2004-2005م، ص11.

[4] فاضل عطية جياد، تحضير ودراسة بعض الخواص الفيزيائية للبورسلين المستخدم فيه بديل الفلسبار، الجامعة التكنولوجية، التكنولوجية، هندسة المواد، ص466.

III- مواد صناعة الفخار:

تعتمد صناعة الفخار على مواد طبيعية تتوفر غالبا في البيئة المحلية، زأهم المواد المستخدمة هي :

1-الطينات الفخارية:

أ- الطينة العادية:

إن الفخار ذي اللون البني الفاتح هو الذي صنع من الطينة العادية وهذا يدل على أنه ذو صفات مشتركة بين الفخار الأحمر والفخار الأبيض وخصوصا من حيث الصلابة والمسامية وسمك بدنه وكثافته الطينية، كما نلاحظ على شقف هذا الفخار بأنها تحتوي على شوائب مختلفة مما جعل لونها غير واضح تماما، وتلك الشوائب تحتوي على حبيبات سوداء في الغالب وبيضاء وأحيانا تبدو وكأنها ذات لون أزرق[1].

كما أن هذه الطينة من بين الطيناتالانصهارية والتي تحتوي على 50% من مادة السليكا، ومن صفاتها أحيانا ذات اللون الأبيض أو الرمادي قبل التعرض إلى النار. ويعثر على هذه الطينة في الطبيعة تحت القشرة الأرضية في عمق قد يصل إلى 10 أمتار[2]، وهي مختلطة من المواد التي تتركب منها كأكسيد المعادن مثل المغنيزيوموالحديد، وتعتبر هذه الطينة من أجود الطينات لتماسك تربتها لبنيتها الحبيبية الجد دقيقة[3].

ب- الطينة الحمراء:

صنع الفخار من الطينة الحمراء وهي أقل أنواع الفخار جودة من باقي الاواني الفخارية لسماكة بدن الأوعية والمسامات الكبيرة، وهذا راجع لفقر الطينة من بعض العناصر المقوية، لهذا لا تشوى في الأفران ذات الحرارة المرتفعة لأنها تنصهر إذا ما بلغت درجة الحرارة 800°م وهي من الطينات الزراعية التي لا تتحمل درجة حرارة عالية، وتحرق في أفران باستعمال وقود من حطب القطن[4].

---

[1] د.محمد الطيب عقاب، الأواني الفخارية الاسلامية، دراسة تاريخية فنية مقارنة، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1984م، ص19.20.

[2] د.محمد الطيب عقاب، نفسه، ص.21.

[3] بلحية بهيجة، صناعة الفخار وأبعادها الفنية والثقافية بمنطقة ندرومة، رسالة ماجستير، قسم الثقافة الشعبية، جامعة تلمسان، 2001-2002، ص.24.

[4] د.محمد الطيب عقاب، مرجع سابق، ص.22.

والطينة الخاصة بالفخار الأحمر توجد في كل مكان تقريبا لتشابهها بالتربة الزراعية وبالتالي فهي قريبة من سطح الأرض ويمكن الحصول على كميات كبيرة منها بسهولة فقد توجد على شكل ترسبات واسعة في الوديان والسهول[1].

كما يمكن تشكيلها باليد دون الإستعانة بالدولاب لأنها مادة غير عالقة ولا لاصقة، وقد اكتسبت الطينة اللون الاحمر لاحتوائها على نسبة كبيرة من المواد الحديدية وهذا السبب الذي جعلها لا تتحمل درجة حرارة مرتفعة[2].

ج- الطينة البيضاء:

تعتبر من أجود طينات الفخار حسب الدارسين، ويتميز بأنه قوي ومتماسك يحرق في درجة عالية[3] حيث تستخلص الطينة من التربة الجيرية ذات اللون الأبيض، وتعتبر هذه الطينة من الطيناتالانصهارية وهي بذاتها نارية، نظرا لوجودها بين طبقات الفحم أحيانا، كما أنها تحتوي على 50% من السليكا وكما أنها تنتج من الصلصال أو الطينة الصافية ونذكر ما يميزها من المركبات التالية:

- السيليست 46%
- الألومين 39%
- الماء 11%[4]

وكما تعرف هذه الطينة بالكاولين التي تخلو من الحديد، وهذا ما جعلها تخلو من المسامية وأكثر تماسكا، ومما يميزها أننا بإمكاننا التشكيل منها أواني فخارية ذات البدن الرقيق وذات السمك الرفيع إلى حد ما[5].

2- مكونات العجينة الطينية:

تتكون العجينة الفخارية من ثلاثة عناصر مندمجة فيما بينها بكميات محدودة ومتوازنة لحصول على أحسن العجائن الصالحة لتشكيل الأواني الفخارية وهي:

- التربة أو ما يصطلح عليها بالطينة.
- المثبتات وتسمى أيضا بالمخشنات أو الماسك.

---

[1] بلحية بهيجة، مرجع سابق، ص.25.

[2] سعاد ماهر، الخزف التركي، المرجع السابق، ص.55.

[3] د.محمد الطيب عقاب، مرجع سابق، ص.26.

[4] د.محمد عقاب، نفسه، ص.26.

[5] نورتن (ف.هـ)، مرجع سابق، ص.172.

– الماء وهو في حالتين إما مضاف أو أساسي.

أ– التربة:

لا يقصد بها التربة العادية الموجودة على سطح القشرة الأرضية، وإنما هي الطينة التي يعود أصلها إلى نوع من الصخور الصوانية (الغرانيتيةgranitique) أو الفلدسباتية المتوفرة بكثرة على القشرة الأرضية، والتي تحولت إلى جزيئات دقيقة منذ ملايين السينين نتيجة للاحتكاك الذي تسببه حركة قوة مياه الأمطار والمياه الجوفية والرياح التي تفتت الصخور لتكون بذلك الطين، وهو نوعين إما طينة أولية أو طينة ثانوية[1]:

ب– المثبتات:

يقصد العناصر المعدنية والعضوية التي تضاف إلى التربة، حيث تكون الطين جد خشنة أو جد مرنة يصعب تشكيلها أو جد متجانسة يتعذر تجفيفها، ففي مثل هذه الحالات نقوم بإضافة بعض المواد التي من شأنها أن تعدل العجينة الفخارية، تنقص من لزوجتها وتساعد على تصلبها، وتزيد من مساميتها مما يحول دون إنكسارها، كما تجعل الطينة تتلائم مع الطلاءات سواء من حيث القدرة على التمدد والإنكماش (أي تناسب العمليتين بين الطينة والطلاء) [2] وهي على ثلاثة أنواع:

–المثبتات المعدنية:

مثل: رمل الكوارتز(SiO_2)، الكالسيت ($CaCO_3$)، أكسيد الحديد (الهيماتيت Hematite (Fe_2O_3).

عرف هذا النوع من المثبتات خلال عصور ما قبل التاريخ وهي من المثبتاتالأكثر استعمالا، وتستعمل هذه المثبتات مثل الكوارتز والكالسيت على حسب المناطق المتواجدة فيها (جبلية، كهوف ومغارات، مناطق ساحلية وصحراوية).

نجد من بين هذه المثبتات رمل الكوارتز (SiO_2) وهي مادة سائدة عموما في جميع الفخاريات بنسبة أحجام مختلفة، ونجد اختلاف من ناحية الحبيبات إذ أنها لا يمكننا ملاحظتها بالعين المجردة في بعض الفخاريات ذات الحجم الصغير التي تأخذ بعض من المليميترات ونجدها في الفخاريات خشنة الصنع[3].

---

[1] محمد عبد الهادي محمد، دراسات علمية في ترميم و صيانة الأثار غير العضوية، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، 1997م، ص163-164.

[2] Rhodes(D), La poterie, terre et glacures, Dessin et Tolera, Paris, 1984, p,32.

[3] Picon(M), Picon(M), Introduction à l'étude des céramiques Sigillées de Louzoux, Paris, 1973, p.13.

وتعتبر أكسيدات الحديد من الشوائب المختلطة مع المعادن الطينية، ذات أهمية كبيرة في التعرف على نوع عجينة الفخار التي تعطيها لونا مناسبا، ومنها ما يلي:

-أكسيد Fe_2O_3 الذي يعطينا اللون الأحمر.

-أكسيد FeOH الذي يعطي اللون الأصفر والبني.

-أكسيد Fe_3O_4 الذي يعطي اللون الأسود.

هذه الأكاسيد لها دور في اختلاف لون الطينة إذ أن الهيماتيت يعطينا اللون الأحمر الذي يمثل نسبة 70 % معدل قساوته من 5.5 إلى 6، ويمتاز بإرتباطه مع الكثير من الفلزات مثل الكوارتز والكلوريت، كما نجد أكسيد الماغنيتيت وهو فلز ذو اللون الأسود الحديدي له خاصية جذب مغناطيسية قوية حيث تزول عند إرتفاع درجة الحرارة[1].

- المثبتات العضوية:

هي خليط من المواد العضوية كالقواقع والعظام التي يقوم الفخاري بسحقها وإضافتها للعجينة علما أن المثبتات العضوية تزول عند الحرق وبالتالي يمكنها أن تؤثر على تكوين القطع الفخارية بنسبة كبيرة، فتظهر بلون أسود بعد عملية الحرق، كما يضيف الفخاري بعض أنواع الأعشاب والنباتات بعد تجفيفها وسحقها إلى العجينة[2].

- المثبتات الصناعية:

لها نفس الوظيفة كالمثبتات السابقة وتتمثل في قطع الفخار المنكسرة أثناء الحرق أو النقل والتي يتم سحقها وطحنها ثم تضاف للعجينة بنسب محددة[3].

ج- الفرق بين المثبتات الطبيعية والمثبتات المضافة:

يصعب علينا التميز بين هذه المثبتات خاصة فيما المواد المضافة كالرمل، فالطين تحمل ضمن مكوناتها الأصلية لهذه المادة، ومن أجل محاولة التعرف على هذا النوع من المواد نلجأ إلى التحليل البتروغرافي الذي يقوم بالتفريق بين أنواع المثبتات، وهذا المشكل لا يطرح على ما يتعلق بالمثبتات العضوية مثل: النباتات. بل المشكل الحقيقي ينحصر في المثبتات المعدنية مثل: الكوارتز والكالسيت وغيرها، فإذا أخذنا مادة الكالسيت مثلا كمثبت مضاف فإن الصانع يقوم بسحقه ثم يضيفه إلى العجينة الفخارية، فالكالسيت يكون على

---

[1]Picon(M), Picon(M), Introduction à l'étude des céramiques Sigillées de Louzoux, Paris, 1973, p.15-16.

[2]عبد الغني النبوي الشال، الخزف و مصطلحاته الفنية، القاهرة ، دار المعارف، 1960م، ص22.

[3]عبد الغني النبوي الشال، نفسه، ص29.

شكل حبيبات خشنة خاصة إذا كان السحق عشوائي، بالتالي سوف تظهر كأنها منفصلة عن باقي مكونات الطين أو غير متجانسة مع باقي مكونات العجينة الفخارية.

د- الماء:

يعتبر الماء العنصر الرئيسي في تكوين العجينة، نجده على حالتين فهناك الماء الذي يدخل في التركيبة الكيميائية للطينة والذي لا يتبخر إلا بعد الحرقفي درجة حرارة عالية، وهناك الماء المضاف أثناء تحضير العجينة والذي يتبخر نهائيا بالتجفيف بمجرد بداية عملية الحرق.

كما تختلف نسبة الماء الداخل في التركيبة الكيميائية من طينة إلى أخرى، فنجده مثلا بنسبة 14% في الطينة الأولية وبنسبة تتراوح بين 7% و10%أو بين 10% و25% في الطينات الثانوية[1].

يمكن تحضير العجينة الفخارية بنسبة معينة من الماء المضاف إليها لتكون قابلة للتشكيل، وذلك باختلاف نوعية العجينة التي نريد الحصول عليها، ومنه نستنتج أن نسبة الماء المضاف يختلف باختلاف نوع العجينة التي نريد استعمالها كالتالي:

-العجينة الصلبة:

يمكن التعرف عليها من خلال الضغط فوقها وتحصلنا على بصمات الأيدي ونسبة الماء المضاف فيها يكون قليل جدا.

- العجينة نصف رطبة:

يمكن التعرف عليها إذ أمكن إدخال الإبهام فيها بسهولة.

-العجينة الرطبة:

يمكن التعرف عليها إذا أمكن إدخال اليد فيها بسهولة.

- العجينة المبللة قليلا جدا:

تكون نسبة الماء المضاف فيها بين 8 و10 **%** بحيث نتحصل على كتلة من العجينة عن طريق الضغط عليها بواسطة الأيادي.

[1]Picon (M), op.cit, p.26.

-العجينة المبللة والباربوتين: عبارة عن عجينة طينية سائلة تحتوي على نسبة عالية من الماء تتراوح بين 45 و50%[1].

IV- تحضير العجينة ومراحل تقنيات التشكيل :

تمر عملية تحضير العجينة الطينية بعدة مراحل حتى تصبح صالحة للعمل والتشكيل:

1- تحضير عجينة الطينة:

يتم تحضير عجينة الطين بالطريقة اللدنة وتوضع في حوض فيه ماء وتخلط جيدا وتترك مدة 24 ساعة لحين ترسب المواد وبعدها تتم عملية إزالة الماء ويضاف ماء جديد وتكرر هذه العملية ثلاث مرات ويمرر الطين من خلال غربال بمقياس mesh 60 ويفرش على قطعة القماش للتخلص من الماء الزائد لحين الوصول إلى طينة ذات لدونة مناسبة للتشكيل[2].

إن عملية تحضير العجينة هي أول خطوة على طريق النجاح أو فشل صانع الفخار فهي تخضع لعدة مراحل تسبق مرحلة التصنيع:

- استخراج الطينة.
- التصفية.
- التخمر.
- الترسيب والتبخير والتجفيف.
- إضافة المثبتات والعجن.
- اختبار صلاحية العجينة للتشكيل.

بعد الانتهاء من عملية عجن الطينة وتحضيرها للتشكيل يقوم الفخاري بتجربة صلاحية هذه العجينة من عدمه ويكون الاختيار لمعرفة مرونة وتقلص العجينة والتحولات التي تطرأ عليها وذلك بأخذ صفيحة من العجين وتقسيمها إلى 10 أجزاء ثم تجفيفها وحرقها إذ نقص منها 1 من 10 فهي صالحة للاستخدام، تغير لون العجينة مثلا من البيضاء إلى الرمادي فهذا يدل على احتواء أكاسيد معدنية، حدوث تشققات وشروخ يعني نقص المثبتات،

---

[1] يوسف سيد ادريس، صيانة وترميم الفخار الأثري حالة مجموعة الفخاريات لفترة فجر التاريخ والاثنوغرافية المتحف العمومي الباردو، رسالة دكتوراه، معهد الاثار، جامعة الجزائر2، 2016-2017م، ص48.

[2] البدري علي حيدر صالح، التقنيات العلمية لفن الخزف التزجيج والتلوين، جامعة اليرموك، كلية الفنون الجميلة، ط1، العراق، 2002م، ص200.

أخذ فترة طويلة للجفاف وعدم الحرق الجيد يدل على احتواء الطينة على كمية زائدة من الماء والحاجة إلى استخدام المخشنات لطرح الماء الزائد[1].

أ- المرحلة الأولى:

يتم استخراج الطينة من المقالع في شكل كتل كبيرة وتجلب إلى الورشة حيث تفتت وتهرس بواسطة مطرقة وتعد هذه العملية عدة مرات للحصول على مسحوق الذي يغربل جيدا للتخلص من الشوائب[2].

ب- المرحلة الثانية: التخمير

توضع المادة الخام أو المسحوق الطيني في أحواض مغمورة بالماء وتترك لبضعة أيام من (4 – 9 أيام) مع التقليب المستمر وذلك لتحلل ذرات الماء والتخلص من الفقاعات الهوائية، وبعد هذه العملية يتحصل الفخاري على سائل طيني[3].

ج- المرحلة الثالثة: التصفية

يستخدم لتصفية السائل الطينيمجموعة من المناخل تكون متدرجة في مقاسات فتحاتها، وتصب الطينة في أكبر المناخل اتساعا فتحجز الشوائب العالقة بالطينة ثم تصفى في منخال أقل اتساعا في فتحاته[4].

د- المرحلة الرابعة: الترسيب والتهوية

يترك السائل الطيني اللزج في أحواض مكشوفة ليتبخر الماء الموجود في جزيئات الطينة لتبقى هذه الاخيرة متماسكة ومرنة، ثم يتم نقلها إلى مكان رطب وظليل للحفاظ على ليونتها ومرونتها وفي حالة عدم جفاف الطينة توضع فوق صفائح جصية ليمتص الكمية الزائدة من الماء التي لا تحتاجه الطينة[5].

و-المرحلة الخامسة: عملية العجن

تتم عن طريق نقع الطين في الماء ثم عجنه باستخدام الأرجل والأيدي حتى يصل إلى قوام متجانس[6] ومناسب لفترة طويلة ولمرات عديدة وذلك لزيادة تماسكها وإخراج فقعات

---

[1]Philippe(C), La sculpture, France, 2002, p.32.

[2]ناهض عبد الرزاق القيسي، الفخار والخزف، دار المناهج، الأردن، 2009م، ص105.

[3]محمد الطيب عقاب، مرجع سابق، ص41-42.

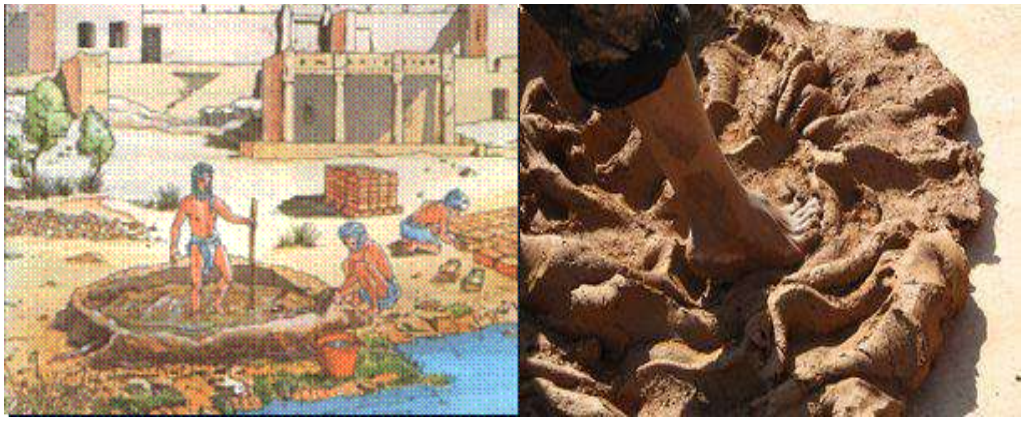
[4]هناء محمد عدلي، التماثيل في الفن الإسلامي، دار الجلال، مصر، 2008م، ص31.

[5] Philipe (C), op.cit, p32.

[6]Nelson.G.C, ceramic : apotter's Hand book, CBscollegepublising New Jersey, USA,1984,p40.

الهواء من داخلها ومن جهة أخرى لتوزيع الماء بشكل متجانس، كما يتم إضافة المثبتات المعدنية أو العضوية أو الاصطناعية وذلك حسب درجة ليونة العجينة[1]. وبعدما ينتهي الفخاري من تحضير العجينة الطينية يقوم بتجربتها، بحيث يأخذ قطعة منها ويضعها داخل الفرن ليتأكد من صلاحيتها من خلال مراقبة مجموعة من الظواهر منها:

- إذا أصبح لونها متغيرا إلى اللون الأحمر أو الوردي فيدل ذلك على إحتوائها على أكسيد الحديد.
- أما إذا لاحظ تغير العجينة إلى اللون الأبيض فهي تحتوي على مادة الجير أو الكلس.
- فإذا لوحظ ظهور تشققات أو شروخ فهو دليل على نقص المثبتات.
- وإذا تركت لتجف وعدم الحرق الجيد لفترة طويلة فيدل على إحتوائها على كمية زائدة من الماء[2].



الصور رقم(01): تبين عجن الطينة بالأرجل.(عن أدولف أرمان وصفوت نور الدين)

V- تقنيات تشكيل الفخار:

بعد عملية العجن التي تستغرق عدة أيام والحصول على خاصيتين في الطين وهي خاصية اللدونة (القدرة على التشكيل) والمتانة تحمل الضغوط أثناء عملية التشكيل[3]، في هذه المرحلة يقوم الفخاري بتشكيل الأواني الفخارية المختلفة وقبل البدء في التشكيل يجب على الفخاري التأكد من أن الطينة جاهزة، فيقوم بتشكيل صفائح ويتركها

---

[1] ناهض عبد الرزاق القيسي، مرجع سابق، ص105.

[2] محمد عبد الهادي محمد، مرجع سابق، ص.39.

[3] Arnold(D), Techniques and traditions of manufacture in the pottery of ancientEgypt in an introduction to an Egyptianpottery ,Cairo, 1993, p.11

تجف ففي حالة ظهور تشققات تكون الطينة غير جاهزة ويعيد نفس العملية حتى لا تظهر التشققات وبالتالي تكون جاهزة للاستعمال.

1- التشكيل باليد:

تعتبر أقدم طريقة استخدمت في تشكيل الفخار حيث استعملت من طرف الإنسان البدائي، حسب نورتن ترجع إلى ما قبل التاريخ أي منذ بداية صنع الفخار(حوالي **6000 ق.م)**، لسبب عدم امتلاكه لمعدات ووسائل تساعده على التشكيل وهي محدودة وبسيطة معظمها مصنوع من الخشب والعظام[1].

الصورة رقم(02): تبين كيفية التشكيل باليد.(عن صفوت نور الدين[2])

2- التشكيل بالحبال الطينية Colombins:

تعد من أقدم طرق تشكيل الاواني الفخارية عبر مختلف العصور التاريخية، حيث أنها استعملت في غالب الأحيان في تشكيل الأواني ذات الأحجام الكبيرة[3]. وتتم هذه التقنية عبر المراحل التالية:

-تشكيل صفيحة من الطين تكون ذات شكل دائري بقدر قاعدة الأنية المراد تشكيلها.

-تلف الطينة على شكل حبال ثم تركب فوق بعضها البعض على شكل حلقات وتلحم بالضغط بواسطة اليدين مع استعمال عجينة سائلة صافية وهي الباربوتين.

---

[1]Guim(C), la poterie, Paris, 1994, p48.

[2]صفوت نور الدين، الخزاف، الجمعية الكويتية للفنون التشكيلية، 1999م، ص40.

[3]Picon(M), op.cit, p29.

كما يمكن تشكيل حبل طيني طويل ثم يتم لفه على شكل حلزوني بدل الحبال الطينية، ومن خصائص الأواني المشكلة بهذه التقنية أن انكسارها يكون أفقيا بين حبل وآخر، ويكون عرضيا إذا كان قد تم وضع حبل طيني طويل على شكل حلزوني[1].

الصورة رقم(03): تبين التشكيل بالحبال الطينية.(عن صفوت نورالدين)

3- التشكيل بطريقة المضرب والسندان:

تستخدم هذه الطريقة مع العديد من الطرق الأخرى كالتشكيل باليد أو البناء باليد بغرض ترقيق الجدران وتماسكها إذ أنها طريقة تقنية تشطيب أكثر من تقنية تشكيل[2].

4- التشكيل بطريقة المضرب والأرض:

تتم هذه الطريقة بعمل حفرة في الأرض بشكل معين ثم يشكل الطين بشكل التجويف.

الصورة رقم(04): تبين التشكيل بالمضرب والأرض.(عن أدولف أرمان[3]).

---

[1] عبد الغني الشال، مرجع سابق، ص32.

[2] Qnsa M.E, Clayin Egyptian Geological survey & mining Authority Cairo, Egypt, 1986, p.23.

[3] أدولف أرمان، الحياة اليومية في مصر القديمة، ترجمة/ عبد المنعم أبو بكر، محرم كمال، القاهرة، 1972م.

5- التشكيل بالشرائح:

تقوم على نفس مبدأ التشكيل بالحبال لكن في هذه الحالة تعوض الحبال بأشرطة (شرائح) تكون بنفس السمك، فبعد تشكيل القاعدة تخدش أطراف قرصها ثم يدهن بطينة سائلة (الباربوتين)، ويلصق عليها الشريط الأول ويثبت جيدا من الأعلى إلى الأسفل، كما يتم تشكيلحبل طيني يكون ذو سمك رفيع ويوضع في مكان لصق الشريط والقاعدة لضمان سد الفراغات والالتصاق الجيد بينهما، ثم يلصق الشريط الثاني وهذا حتى يتم تشكيل الأنية المراد صنعها[1].

الصورة رقم(05): تبين التشكيل بالشرائح.(عن صفوت نورالدين)

6- التشكيل بالدولاب:

يعتبر إكتشاف الدولاب قفزة نوعية في حياة الإنسان ليحدث به ثورة في صناعة الفخار ويضيف لمسة جديدة لمنتجاته المشكلة باليد، ولقد إختلفت الآراء حول مكان وتاريخ ظهور هذه الأداة التي عرفت منذ القديم، فهناك من يرجع ظهوره إلى عهد الفراعنة بمصر وفريق من الباحثين يؤكد أن أول ظهور للدولاب كان في بلاد الرافدين في حدود الألف الرابع قبل الميلاد[2].

أ- أجزاء الدولاب:

يتكون الدولاب من ثلاثة أجزاء أساسية تتمثل في طاولة ينفذ في وسطها قضيب أسطواني يصنع عادة من مادة الخشب أو المعدن تثبت نهايته السفلية في فجوة أسفل

---

[1]Steve(M), Ceramique « des techniques à adapter à vos créations 2eme tirage », Eyrolles, Paris, 2004, p46.

[2] ناهض عبد الرزاق القيسي، مرجع سابق، ص104.

الطاولة، تعلوها مباشرة قرصا دائريا كبير الحجم يلعب دور المقود يدار بضربات متتالية برجل الصانع، وفي نهاية القضيب العلوي يوجد قرص أخر أقل حجما من سابقه توضع عليه العجينة، كما يمكن أن يحيط بهذا القرص لوحة خشبية تثبت في نفس المستوى معه يستعملها الخزاف لوضع أغراضه الخاصة بالعمل[1].

ب- **الدولبة**Tournage:

يتم التشكيل على الدولاب بتهيئة كرات من العجينة الطينية على حسب حجم الآنية المراد تشكيلها ثم توضع على مركز قرص الدولاب، ويقوم الفخاري بدفع المقود برجله فيتحرك الدولاب، عندها يضغط على العجينة ليفتحها بيديه مع حركة المقود ويقوم بتشكيل الجدران من الأسفل إلى الأعلى مع تبليل اليدين بالماء[2] بحيث تمر عملية التشكيل على الدولاب بمرحلتين:

- **المرحلة الأولى (التصميم** Ebauchage):

يقوم الصانع بإعطاء التصميم الأولي للشكل المطلوب انجازه، وذلك بقيام الفخاري بدفع المقود برجليه فيتحرك الدولاب، عنده يضغط على العجينة ويفتحها بحركة يديه المتجانسة مع حركة المقود ويقوم بتشكيل لجدران من الأسفل إلى الأعلى مع تبليل اليدين بالماء، وعند الانتهاء من التشكيل يفصل قاعدة الآنية عن القرص باستعمال خيط خاص ثم يترك العجينة المشكلة ترتاح في الظل لتجف.

- **المرحلة الثانية (الاستكمال** Finissage):

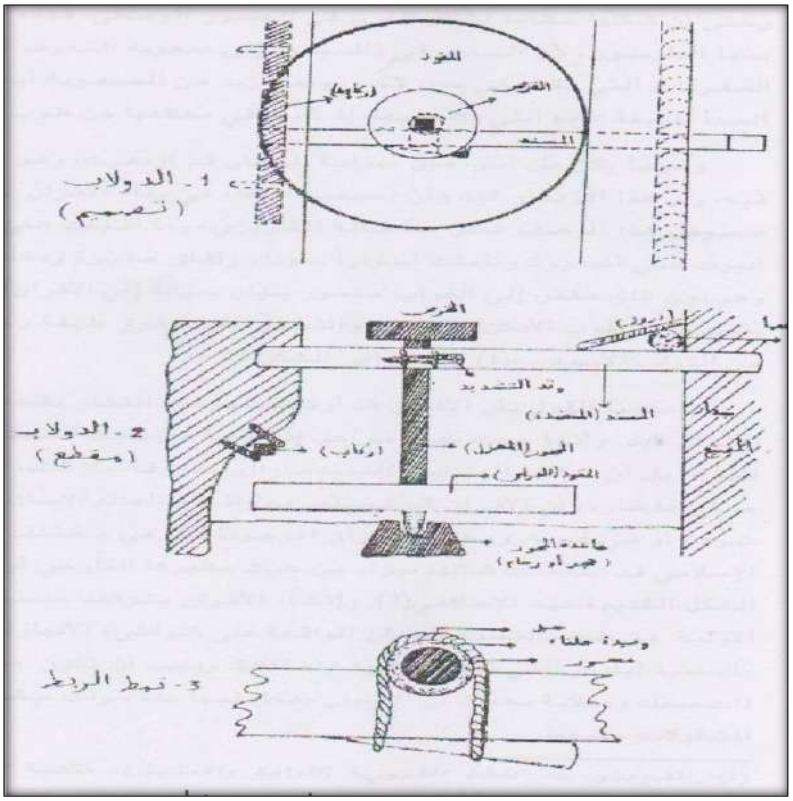
بعد الجفاف النسبي للآنية يعاد وضعها على الدولاب من أجل تسويتها وترقيق بدنها باستعمال مكشط، كما يمكن أن ينفذ عليها بعض الزخارف الأولية مثل الحز أو الكشط(عادة ما تتمثل في الزخارف في خطوط متوازية ومتموجة) باعتبارهما نوعين من الزخارف التي يمكن تنفيذهما أثناء الدولبة، وبعد عملية التسوية يتوقف الصانع عن تدوير الدولاب وهذا من أجل القيام ببعض العمليات الاستكمالية كتركيب العناصر الملحقة بالأواني من مقابض وصنابر بواسطة عملية اللصق أو الدمج[3].

---

[1]Daniel (R), la poterie : les formes dessin et tolra, Paris, 1978, p43

[2]Sauvaget, op.cit, p.22.

[3]محمد عبد الهادي محمد، مرجع سابق، ص42.



الشكل رقم(01): مخطط عام للدولاب

عن: عقاب (محمد الطيب): الأواني الفخارية الإسلامية.

7 – التشكيل بالقالب:

تعتبر هذه الطريقة من بين الطرق الهامة في تشكيل الفخار التي إستعملت في الفترات القديمة، أين كانت تستعمل لصناعة الأواني الفخارية، يتم عمل قالب مجوف من مادة مسامية يوضع فيها الطينة الممزوجة بالماء أو سكب سائل الباربوتين ثم تضغط العجينة الطينية بواسطة الأصابع على القالب الرطب ويتم تحريكها فيمتص القالب الماء وتتصلب الطينة آخذة شكل القالب، وبعد امتصاص الماء تجف الطينة وتنكمش منفصلة على القالب والقالب عبارة عن أجزاء متصلة فيما بينها تحمل أشكال ونقوش مختلفة تتكون من جزئين داخلي وخارجي، كما يكون القالب عادة مصنوع من مواد مقاومة كالطين المفخور، الجص، الخشب...الخ[1].ويلجأ الصانع إلى إستخدام القالب بهدف إنتاج كبيرة وبشكل واحد ويتم بتقنيتين:

[1] فاروق شرف، فن النحت والاستنساخ، دار القاهرة للكتاب، الطبعة الأولى، مصر، 2002م، ص51.

أ- **تقنية القولبة بالصب:**

يستخدم في هذه التقنية قالب خاص يحتوي على فتحة أو فتحتين وتكون الطينة في هذه الحالة سائلة ثم تصب في القالب بحيث تتوزع على المساحة الداخلية حتى تأخذ شكله وسمكا معينا، تترك لمدك معينة لتجف ثم يفك القالب لاستخراج الأداة.

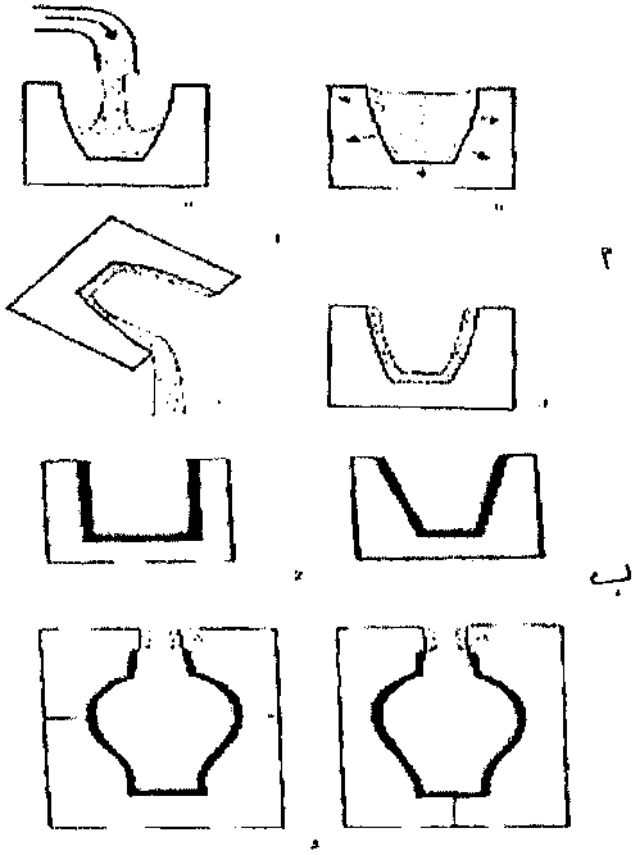
ب- **تقنية القولبة بالضغط:**

تكون بقولبة نصفي الآنية كل على حدة، حيث يفك القالب وتطلى جدرانه بمادة عازلة تحول دون التصاق العجينة بالقالب، تدعك العجينة وتسطح ويتم الضغط عليها. تخدش أطراف الجزئيين المتحصل عليهما وتطلى بطبقة من الباربوتين وتثبت لمدة معينة حتى تجف وبعدها يتم تمليس الخط الرابط بين النصفين لإزالة أثار اللصق[1].

يقوم الفخار بتسطيح العجينة على شكل صفيحة بسمك معين ثم يضعها على القالب المحتوي على زخارف وأشكال حتى تأخذ العجينة الشكل المطلوب.

الشكل رقم(02): يبين المراحل التي يمر فيها تشكيل الفخار باستعمال الدولاب.(عن أدولف أرمان).

[1] برديكو(ماري.ك)، الحفظ في عام الأثار، الطرق و الأساليب العلمية لحفظ و ترميم المقتنيات الأثرية، ترجمة: محمد أحمد الشاعر، المعهد العلمي الفرنسي للأثار الشرقية بالقاهرة، المجلد22، القاهرة، 2002م، ص80.



شكل رقم(03): يوضح طريقة الصب باستخدام القالب،

أ- طريقة الصب، ب-أنواع القوالب(قطعة واحدة، قطعتين).(عن Hamer F)

VI- التجفيف:Drying

تعتبر مرحلة هامة جدا في الصناعة الفخارية، إذ أن طرح الماء الزائد والمضاف أثناء عملية التشكيل يجنب تعرض الآنية الفخارية لأخطار التشقق عند دخولها الفرن، ويتم التجفيف بوضع الأواني في الظل أولا وفي مكان رطب لكي تتصلب العجينة جيدا ثم تعرض للشمس للتقليل من رطوبتها، وأثناء عملية التجفيف يتبخر الماء الزائد بالخاصية الشعرية، فبعد جفاف السطح ينتقل الماء المتواجد داخل الجدران من الوسط أقل تركيزا إلى السطح الجاف عبر المسامات، لذلك يجب مراعاة درجة الحرارة بشكل نسبي وهكذا حتى تجف الآنية بكل أجزائها، وأثناء صعود الماء بالخاصية الشعرية تصعد الجزيئات الصغيرة المذابة على سطح الآنية لتكون طبقة ملساء وتغلق المسامات وتجعل الآنية مزججة جزئيا أو كليا بعد الحرق أوالتفخير[1].

[1]Picon(M), op.cit, p.45.

الصورة رقم(06): توضح تجفيف الفخار بعد التشكيل.(عن صفوت نورالدين)

VII- الحرق أو التفخير: Burning

تعتبر هذه العملية الخطوة الأخيرة في التشكيل الآنية قبل زخرفتها، فهي عملية هامة جدا في تشكيل الأواني الفخارية إذ تعد جوهر الصناعة الفخارية إذ بفضلها تتحول الطينة اللينة إلى مادة غير قابلة للاسترجاع، حيث تفقد ماء تركيبتها الكيميائية بين 450°و700°م، مما يساعد على اتحاد الجزيئات المكونة للطينة وذلك وفقا للجدول التالي:

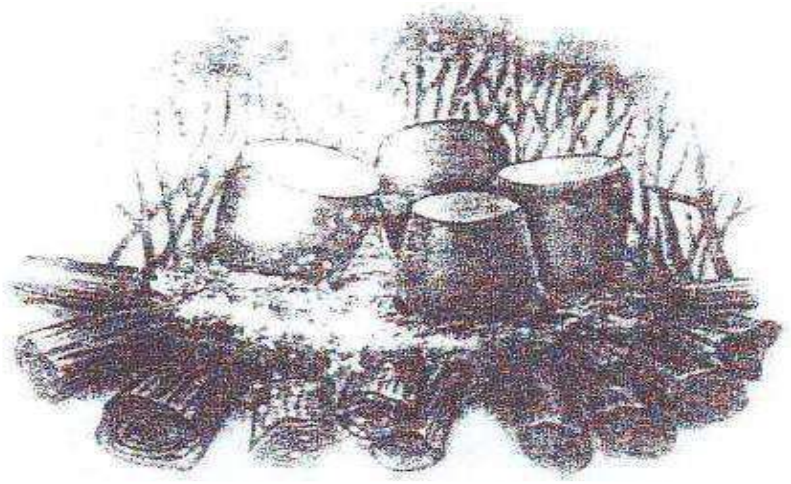
درجة الحرارة (م°)	التأثير
150-100	تبخر الماء الحر المتواجد على سطح الطينة
200 إلى 450	تبخر ماء التركيبة الكيميائية للطينة، تعتبر المرحلة الاولى التي تدخل فيها الآنية في حيز المادة غير القابلة للاسترجاع.
500-200	إحتراق المواد العضوية، حيث أن احتراقها الكلي في جو مؤكسد يؤدي إلى إحداث فراغات في المكان التي كانت تشغلها مما يجعل الآنية مسامية. واحتراقها في جو مرجع يؤدي إلى ترك بقايا فحم في المكان التي تشغله مما يكسب الآنية اللون الرمادي الأسود.
إبتداء من 600	تشكيل الميا كاولين، يبدأ تغير لون الأنية الفخارية.
900-850	تفكك كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) وتحولها لبلورات وكذا فكك لبعض المواد المعدنية الأخرى الداخلة في تكوين الطينة كالشوائب.
إبتداء من 1100	تطور مرحلة التزجيج، كلما ازدادت نسبة التزجيج اكتسبت الفخاريات كثافة وصلابة وقلت نسبة المسامية

الجدول رقم 01 : يوضح مختلف درجات الحرارة الخاصة بالتفخير.

وتحرق الأواني في درجات حرارة مختلفة كل حسب تركيب طينته، فالطينة الحمراء المحتوية على أكسيد الحديد لا تتحمل درجة الحرارة المرتفعة، ويكفي لحرقها الوصول إلى درجة C°900، أما الطينة البيضاء مثل الكاولين التي تحتوي على مادة الألومين بوفرة ويقل بها أكسيد الحديد والمواد الغريبة الأخرى، فإن حرقها يتطلب درجة حرارة مرتفعة تصل إلى C°1100[1] وتتم عملية الفخر (الحرق) بطرق مختلفة منها:

1- الحرق في الموقد المكشوف:

تتم هذه الطريقة في الهواء الطلق حيث يتم أولا تحضير الحطب ثم توضع عليه الأواني بشكل مقلوب ومرتبة، وتحاط بالحطب والقش حتى تغطى بصفة كاملة، ثم نشعل النار وفي نفس الوقت تزود بالحطب باستمرار وبصفة ثابتة حتى تتم عملية التفخير، كما ان درجة الحرارة في هذه الطريقة لا تتعدى C°700[2] .



الشكل رقم(04): الحرق في الموقد المكشوف

عن Quin (Ch)

2- طريقة الحرق في الحفر:

يتم حفر حفرة في الأرض وتشعل النار بداخلها حتى تجف جدرانها ويغطى قطرها بطبقة من الرماد أو الجمر، وبعد ذلك يتم ترتيب الأواني بانتظام، تشعل النار حولها وفي

---

[1] اسعاد ماهر، مرجع سابق، ص49.

[2] Quin(CH), la poterie, op.cit,p.56

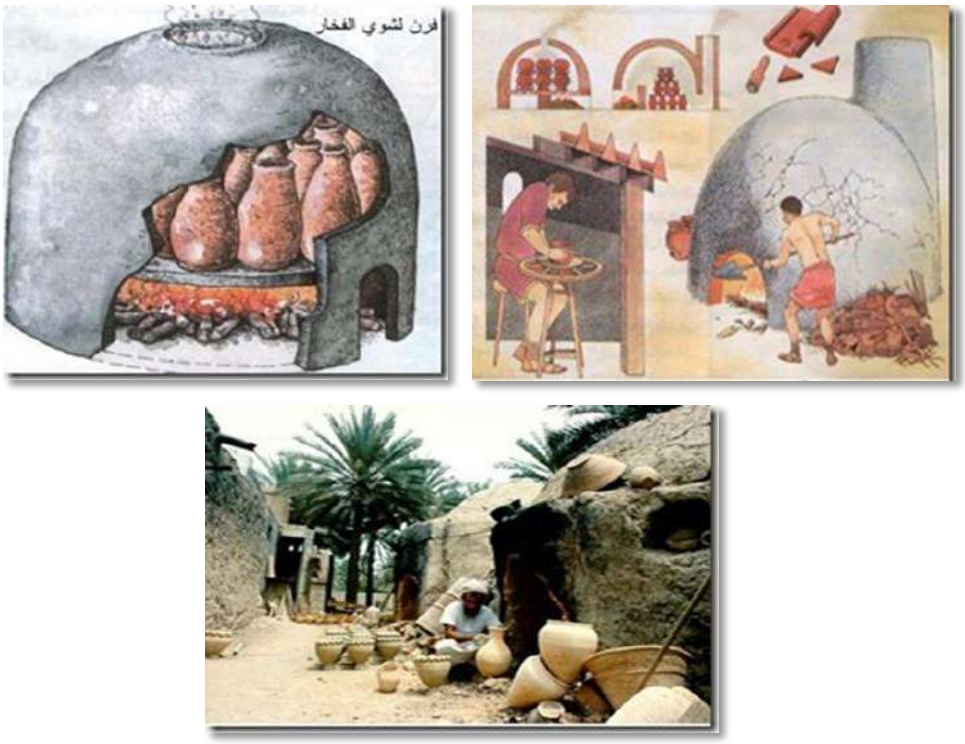
نفس الوقت تزود بالحطب بصفة ثابتة، تنتهي عملية الحرق عندما تغطى الأواني بالجمر وتترك حتى تبرد تماما.

ويكون الحرق إما مؤكسدا حيث تكون فوهة الحفرة غير مغطاة، ويكون مختزلا بتغطية فوهة الحفرة بطبقة عازلة لا تسمح بدخول الأكسجين إلى الأواني وبالتالي تفادي ظاهرة التأكسد[1].

- طريقة الحرق في الفرن:

يتكون الفرن في الغالب من غرفتين مركبتين فوق بعضهما البعض، تفصل بينهما أرضية تخترقها ثقوب، الغرفة السفلية تشعل فيها النار وتسمى الموقد أما الغرفة العلوية فتستقبل المصنوعات الطينية وتسمى غرفة التفخير أو الحرق وهي مزودة بفتحة مركزية في سقفها تحيط بها في الغالب ثقوب أخرى ثانوية تساعد على التهوية، تبنى جدرانها عادة بمادة الآجر بسمك غليظ لتجنب التغير المفاجئ في درجة الحرارة والبرودة، تتم عملية التفخير بوضع الأواني في غرفة التفخير بحيث ترتب فوق عوامل خاصة أو ترص الواحدة فوق الأخرى ثم يغلق الباب ويملأ الموقد بالحطب وترفع درجة الحرارة تدريجيا حتى ينتهي الحرق[2].

[1]Quin(CH),op.cit, p.57.
[2]Quin(CH), Idem,p.57.



اللوحة رقم(01): توضح حرق الفخار.(عن أدولف أرمان وصفوت نور الدين).

VIII– طرق الحرق وتأثيرها على لون العجائن:

إن عملية الفخر تتم باعتمادها على أربعة أنواع من الأساليب التقنية المسببة في التأثير المباشر على الألوان الفخارية، حيث أن ألوانها تختلف بعد عملية الفخر، ويعود ذلك إلى تركيبتها الفيزيائية المتحللة كيميائيا بتفاعلها مع درجة حرارة الحرق بمرحلتيه، وهذا ما يؤدي أساسا إلى تغيير لون الفخاريات إلى ألوان (رمادي، أسود في غالب الأحيان)، وهناك ألوان أخرى عادية بالنسبة للطينة المفخورة وتعتبر من الألوان الأساسية، والتي نجدها بكثرة في المعتاد وهي اللون الأحمر بكل تدرجاته اللونية والأصفر والاخضر أحيانا، ومنه فإن ألوان الطينة هي كل الألوان سوى اللون الأسود والرمادي[1].

ومن بين هذه التقنيات الأربعة المنتجة لألوان مختلفة بسبب عمليات الفخر نذكر ما يلي:

[1]Picon(M), op.cit, p.58.

1 – الحرق المؤكسد:

تسمى أيضا الطريقة المؤكسدة المؤكسدة، تتم بترك فتحات التهوية والتي تسمح بدخول الأكسجين إلى غرفة التفخير.

واللون الذي نتحصل عليه من خلال هذه الطريقة لا يغطيه أي دخان، ويتشكل بوجود أكسيد الحديد في حالته الاكثر تأكسدا Oligiste Geothide $(Fe_2O_3)(Fe_2O_3H_2O)$ ويكون لون الأواني أحمرا مشرقا[1].

2 – الحرق المختزل (المغلق):

تكون هذه الطريقة بصفة تلقائية بغلق كل فتحات الفرن بالغلق المحكم طوال فترة الحرق، ويكون الجو في البداية مؤكسدا ثم يتحول تدريجيا إلى جو مختزل، وذلك ببلوغ درجة حرارة معينة التي قد تصل أو تفوق 900°م، وتنقص كمي الأكسجين باحتراق الخشب الذي ينتج كمية كبيرة من الغازات.

وأثناء هذه العملية يكون لون العجينة رماديا في نهاية الحرق ودائما يحتفظ بهذا اللون في مرحلة التبريد، وذلك بسبب تعرض الفخاريات إلى نسبة كبيرة من الدخان ويغلق الفرن أثناء التبريد ليصبح الجو في الداخل حار ومختزل.

تدعى هذه الطريقة بالمختزلة المختزلة ويكون اللون الناتج من هذه الطريقة رماديا وأسود مزرق[2].

3 – الحرق المؤكسد المختزل:

يكون الحرق في البداية مؤكسدا أي بوجود الهواء ولكن بعد حرق الكمية الأخيرة من الخشب نقوم بغلق فتحات التهوية، ويترك الفرن يبرد وينتج داخل غرفة الحرق جو خالي من الأكسجين الذي يختزل مجددا لتعرضه لخان عملية الحرق الأخيرة، أما فيما يخص ألوان الأواني الفخارية فلا تختلف هذه الطريقة عن الطريقة المختزلة المختزلة[3].

4 – الحرق المختزل المؤكسد:

هذه الطريقة تنتج تلقائيا في مدة التبريد الطبيعي، مهما كان نوع الفرن المستعمل، عموما نجد الدخان يرافق بسهولة قلب الأواني الفخارية الذي يدخل داخل الفرن، خاصة هذه الفخاريات إذا كانت مسامية يلتصق لون الدخان بلونها ويتماسك بفعل تركيبة الحديد أو

---

[1]Picon(M), op.cit , p.60-61.
[2]Picon(M), Ibid , p.65.
[3]Sauvaget (J), op.cit, p.22.

الأكسيد المغناطيسي الأسود(Fe_3O_4)، الذي يعطي اللون الرمادي الصافي للعجينة، وعندما تكون درجات الحرارة مرتفعة في هذه المرحلة وفي الوقت التي تكون فيه الأواني الفخارية ذات نفاذية تنتج عدة تحولات التي تؤدي إلى إزالة الكربون من العجينة حيث يشبع ويحرق بفضل الأكسجين الموجود بالهواء.

وبفعل إعادة إنشاء أكسيد الحديد (Fe_2O_3) يؤدي إلى أكسدة العجينة الفخارية، وهنا يصير التغير في اللون للفخاريات من اللون الرمادي إلى لون آخر إذ يغلب عليها عامة اللون الأحمر أو الأصفر الفاتح أو القاتم، وهذا على حسب البنية الكيميائية للطينة، وهي ألوان الطينة العادية والتي تكون أقل صفاء من الألوان[1].

تكون هذه الأواني أقل صفاء من تلك الناتجة عن الطريقة المؤكسدة المؤكسدة[2].

IX- البطانة:

هي سائل الطينة نفسها تتميز بالنعومة وتسمى الباربوتين، وفي بعض الأحيان تكون ممزوجة مع أكاسيد ملونة التي تستعمل في تغطية سطح الفخاريات من أجل إخفاء سطحها الخشن والقضاء على مسامية العجينة، وتنفذ على الفخار المزخرف بالفرشاة لإصلاح أرضية الزخرفة، وتستعمل للزخرفة تحت الطلاء الزجاجي الجاف، فالبطانة تتصلب عند درجة حرارية معادلة أو منخفضة عن الدرجة التي تفخر فيها الأواني، فتبقى كما هي لا تتغير خاصة تحت الطلاء دون أن تتفخر أو تتقشر[3].

يتم التبطين باستعمال الفرشاة أو الغمس ويستحسن تطبيقها على الطينة وهي ما تزال رطبة، يكون لونها أكثر دكانة من عجينة الفخاريات إذ كانت من نفس طينة الفخاريات أو ممزوجة من أكسيد الحديد أو المنغنيز، ويكون لونها أبيض إذا أضيف لها أكسيد القصدير[4].

X- تقنيات الزخرفة وطرق تنفيذها:

نستعمل في زخرفة الفخار عدة طرق، منها :

1- **الزخرفة بالتشكيل:** ومن أساليبها نجد:

أ- الزخرفة بالحز: décor incisé

---

[1]Picon(M), op.cit, p.65.

[2]Sauvaget (j) ,Op.Cit, pp.60-65.

[3]محمد عبد الهادي محمد، مرجع سابق، ص55

[4]Soustiel(J), op.cit,p.385

بعد تشكيل الآنية بالدولاب أو بأي طريقة صناعية تترك لتجف جفاف نسبي ويبدأ الفخاري بإجراء حزوز على بدن الآنية مستعملا أداة حادة ذات خط منكسر مجوف مصنوع من القصب أو العظام، وتتمثل الزخارف المحزوزة عادة في زخارف هندسية عبارة عن شبكة من الخطوط العمودية والأفقية، المنكسرة، المائلة والدائرية[1].

ب- الزخرفة بالحفر الغائر: grave

وهي تشبه الزخرفة بالحز، لكنها تنفذ بواسطة أداة معدنية قاطعة (منقش) فيرسم خط أكثر عرضا وأقل عمقا وتكون الزخارف غائرة، وتظهر على شكل قناة ذات مقطع مثلث الشكل أو نصف دائري.

جـ- الزخرفة بالكشط: champlevé

يقوم الفنان برسم الزخرفة على الورق ويطبقها على السطح الخارجي للآنية، ثم يقوم بكشط الجزء المحيط بالزخرفة فتبدو بارزة أو يقوم بتفريغ محتوى الزخرفة فتظهر غائرة[2].

د- الزخرفة بالطابع: Estampage

تعتمد هذه التقنية على الطابع أو القالب يحمل عناصر زخرفية متنوعة على جداره بحيث يقوم الصانع بضغط العجينة عليه ثم ينزع الطابع، فإذا كانت الزخرفة غائرة في القالب تنتج على الآنية زخرفة بارزة، وإذا كانت الزخرفة بارزة في القالب تنتج غائر على القطعة[3].

ه- الزخرفة المخرمة: Ajouré

تستعمل هذه التقنية في الأواني الموجهة لغير السوائل ويتم تنفيذها عن طريق إحداث الثقوب في جدار الآنية بشكل زخرفي.

و- الزخرفة بالإضافة:

يتم تجهيز أشكال زخرفية من الطين بواسطة اليد أو القالب ثم تلصق مباشرة على سطح الآنية بمادة الباربوتين[4].

---

[1] Sauvaget (J), op.cit, p.30.

[2] حفيظة هادي، المسارج الفخارية والخزفية في المغرب الأوسط خلال العصر الإسلامي، معهد الأثار، جامعة الجزائر، 2008-2009م، ص59.

[3] سعاد ماهر، مرجع سابق، ص60.

[4] محمد علام علام، علم الخزف والتزجيج و الزخرفة، ج2، مكتبة الأنجلو مصرية، القاهرة، مصر، 1964م، ص219.

2- الزخرفة بالتلوين:

أ- الرسم بالفرشاة:

هي عملية تنفذ مباشرة على البطانة وذلك باستعمال الفرشاة المصنوعة من شعر الخيول عادة، ذات ألوان متعددة التي تحضر من مساحيق خاصة المتكونة طبيعيا من المغرة أو المعدني مثل الأكاسيد (أكسيد الرصاص، النحاس...الخ).

ب- الطلاء:

تعتبر المادة الزجاجية الملونة التي نقوم باستعمالها لطلي واجهات الجدران للقطع الفخارية لتصبح بعد ذلك أواني خزفية، وتتكون أساسا من الطلاءات موحدة أو ثنائية اللون أو متعددة الألوان تحت طلاء زجاجي شفاف، وعادة ما تستخلص من مختلف الأكاسيد المعدنية[1].

- الطلاء الزجاجي:

هو عبارة عن طبقة زجاجية شفافة جيدة للالتصاق بسطح العجينة تطلى بها الفخاريات لتحويلها إلى خزفيات ذات سطح براق كالزجاج، ويتكون أساسا من السيليس« **silice** »رمل الكوارتزي المركب بالانصهار، إما بالأجسام الكاولينية (خاصة بكاربونات الصوديوم) أو بأكسيد الرصاص[2].

وتكمن أهمية الطلاء الزجاجي في أنه يعمل على سد المسامات ويكسب العجينة سطحا ناعما، يسهل تنظيف ويضفي عليها مسحة جمالية من حيث التنوع في اللون[3].

- الأكاسيد المعدنية:

استخدم الفخاري المسلم مجموعة من الأكاسيد للحصول على الألوان المتعددة ومن بين هذه الأكاسيد التي استعملها وهي من بين الأكاسيد الرئيسية الداخلة في تركيب مواد التزجيج لدينا:

-أكسيد الرصاص PbO

-أكسيد الكالسيوم CaO

-أكسيد الصوديوم Na_2O

---

[1] محمد علام علام، مرجع سابق، ص319.

[2] Sauvaget(J), op.cit, pp.25-26.

[3] حفيظة هادي، المرجع السابق، ص57.

-أكسيد البوتاسيوم K_2O

-أكسيد البوريكB_2O_3

-أكسيد الألومينيوم(الألومينا)Al_2O_3

-أكسيد السيليكون (السيليكا)SiO_2

-أكسيد الزنك ZnO

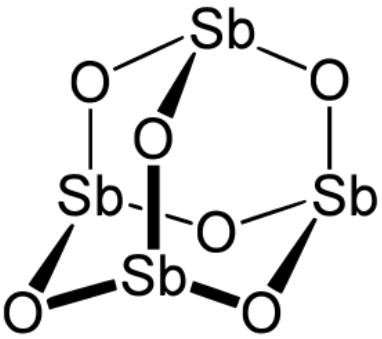
يحضر الطلاء بامتزاج العناصر المذكورة وبنسب محددة ثم تعرض للحرارة حتى الانصهار وتتشكل قطرات زجاجية تسحق وتذوب في الماء ثم تسكب على الآنية وتترك لتجف لتوضع بعدها في الفرن لتثبيت الطلاء.

يعتبر أكسيد الرصاص الأكثر استخداما لكونه سهل الاستعمال كما يعطي ألوانا مشرقة. بالإضافة إلى الأكاسيد السابقة الذكر يمكننا إضافة بعض الأكاسيد المعدنية الملونة منها:

ج- الأكاسيد الملونة:

- **أكسيد الأنتيموان:** Sb_2O_2 صبغة صفراء

عندما يمزج مع الطلاءات الزجاجية الرصاصية يعطي اللون الأصفر، ومع الطلاءات الألكالينية يعطي اللون الأبيض.



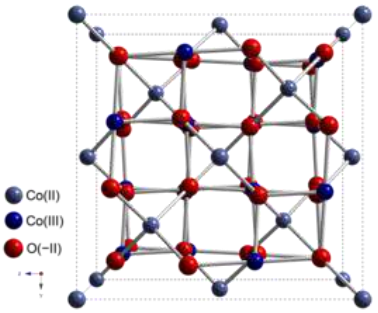
الشكل رقم(05): يبين أكسيد الأنتيموان

الصورة رقم (07): تبين مسحوق أكسيد الأنتيموان.

- أكسيد الكوبالت: CoO يعطي اللون الأزرق[1]

ينتج اللون الأزرق تقريبا أو الأزرق الحبري عندما يمزج في طلاء تزجيج رصاصي وينتج

لنا أكثر بريقا في الطلاءات الزجاجية الاخرى.



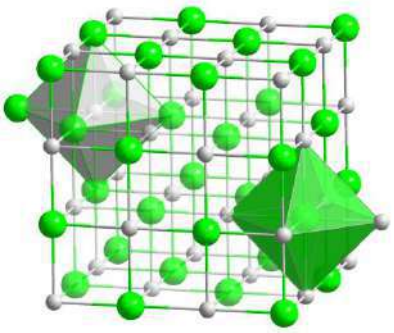
الشكل رقم(06):أكسيد الكوبالت الثنائي و الثلاثي.

الصورة رقم(08): تبين أكسيد الكوبالت.

- أكسيد الكروم: Cr_2O_2 صبغة خضراء

عندما يمتزج مع الطلاءات الرصاصية يعطي لونا أخضرا متدرجا، قد يكون شفافا أو معتما.

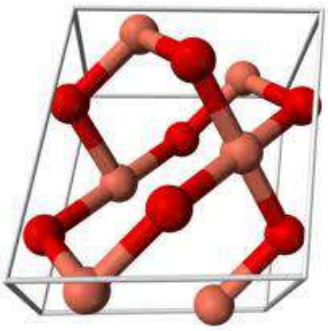
أما عندما يمزج مع القصدير والكالسيوم فيعطي لونا ورديا فاتحا، ومع التيتان وداخل طلاءات ألكالينية ينتج لونا بنيا قائما، ومع أكسيد الحديد Fe_2O_3 وأكسيد الزنك Zno يعطي لونا بنيا مائلا إلى أسود.

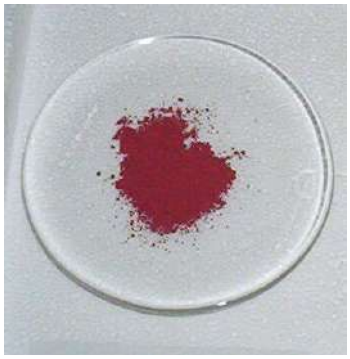


[1] بلينكتون(دورام.م)، فن الفخار صناعة وعلما، ترجمة عدنان خالد، أحمد شوكت، دار الحرية للطباعة، بغداد،1975م، ص101.

الشكل رقم(07): أكسيد الكروم الثنائي. **الصورة رقم(09):** تبين أكسيد الكروم.

– **أكسيد النحاس:** وله نوعان:النحاسيك الأسود CuO والنحاسيوز الأحمر Cu_2O.
عندما يمزج أحدهما مع طلاءات التزجيج الرصاصية يعطي اللون الأخضر. ومع الطلاءات الألكالينية يعطي اللون التركوازي وأيضا عندما يحضر في جو مختزل يعطي اللون الأحمر[1].



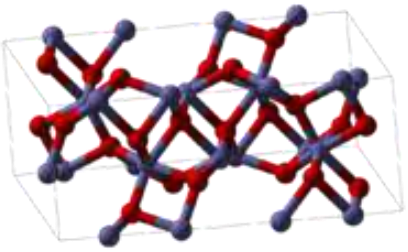


الشكل رقم(08): أكسيد النحاس الثلاثي. **الصورة رقم(10):** أكسيد النحاس.

– **أكسيد الحديد:**
هو أكثر الأصباغ انتشارا وهو يصبغ الطين بالأحمر والأصفر والبني ويساعد أيضا على تحوير الدرجات اللونية للأصباغ الأخرى في طلاءات التزجيج، وأكسيد الحديد هي:
–أكسيد الحديد الأسود Fe_2O_3.
–أكسيد الحديد الأحمرFe_2O_3 وهو المستعمل بشكل رئيسي.
–أكسيد الحديدوزوالحديديكي Fe_3O_4 وهو أكسيد الحديد المغناطيسي الأسود.
وعندما يمزج بطلاءات تزجيج ألكالينية يعطي لونا ذهبيا أحيانا وبنيا[2].
أما درجات الحرارة العالية عندما يمزج الحديد مع طلاءات التزجيج الرصاصية يمكن الحصول على ألوان بنية دافئة في جو مؤكسد، أما في الجو المختزل فيمكن الحصول على ألوان رمادية، خضراء وزرقاء.

---

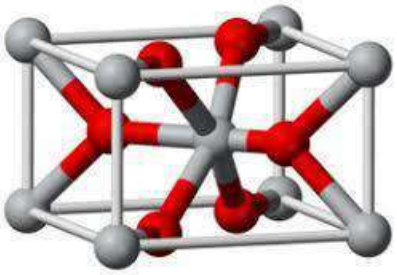
[1] بلينكتون(دورام.م)، مرجع سابق، ص103.
[2] بلينكتون(دورام.م)، نفسه، ص106.



الشكل رقم(09): أكسيد الحديد الثلاثي.

الصورة رقم(11): تبين أكسيد الحديد.

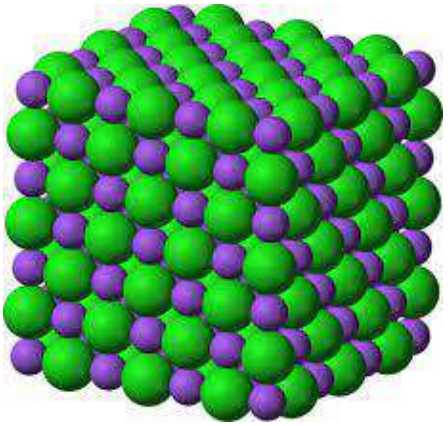
– **أكسيد المنغنيز:** أو ثاني أكسيد المنغنيز الأسود **MnO2** عندم يمزج بالطلاءات الرصاصية يعطي عدة ألوان البنفسجي، الاسمر والبني[1].



الشكل رقم(10): أكسيد المنغنيز الرباعي.

الصورة رقم(12): تبين أكسيد المنغنيز.

– **أكسيد النيكل: NiO** ذو صبغة مخضرة يعطي لونا أصفرا فاتحا يميل إلى اللون البني الشفاف في طلاءات التزجيج الرصاصية.

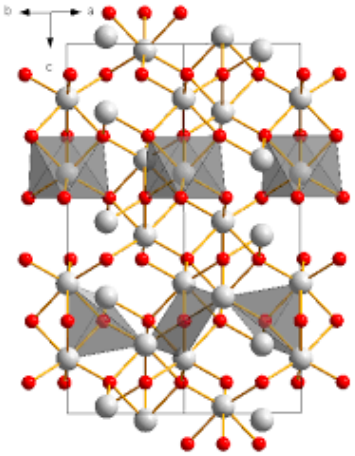


الشكل رقم(11): أكسيد النيكل الثنائي.

الصورة رقم(13): تبين أكسيد النيكل.

[1] بلينكتون(دورام.م)، مرجع سابق، ص109.

- **أكسيد الفاناديوم:** V_2O_5 صبغة صفراء يعطي لونا أصفرا فاتحا يميل إلى البرتقالي في أغلب الطلاءات عندما يستعمل بنسب تتزاوج ما بين 2 إلى 10%[1].



الشكل رقم(12): أكسيد الفاناديوم الثلاثي.

الصورة رقم(14): تبين أكسيد الفاناديوم.

[1]Rhodes(D), op.cit, p122.

الفصل الثاني

أسباب ومظاهر تلف الفخار وطرق ترميمه

تعد دراسة أسباب ومظاهر تلف المواد الاثرية من أهم الدراسات التي تساعد على فهم عوامل التلف ومن ثم وضع برنامج صحيح للعلاج والصيانة، تبدأ عملية تلف المواد الفخارية من جراء عدم التوازن بين المواد الاثرية والظروف السائدة في بيئتها المحيطة حيث تتغير المكونات الكيميائية نتيجة عملية التلف، ويعتمد معدل التلف على درجة التجوية ومقاومة الفخار لهذه التجوية ومساحة السطح المعرض للعوامل المتلفة المختلفة.

ويمكن دراسة مظاهر تلف الأدوات الفخارية من خلال فهم عوامل التلف الاساسية لهذه النوعية الخاصة من الأثار الفخارية. ومن ثم يمكن التعرف على مظاهر التلف وكذلك العوامل التي أدت إلى ظهورها بشكل محدد. وترتبط عوامل تلف الأدوات الفخارية بالمراحل الأساسية التي مر بها الاثر (وهي تمثل مراحل حياة الأثر الفخاري)، بداية من مرحلة التصنيع مرورا بمرحلة الإستخدام في الحياة اليومية أي "الوظيفة"، يلي ذلك تأثير ظروف الدفن في التربة، وأخيرا هناك بعض عوامل التلف تتعرض لها الأثر أثناء وبعد الكشف عنه ولعل أكثرها خطوة مما يتعرض له الأثر من تناول غير سليم أو عمليات ترميم خاطئ قد تؤدي إلى زيادة معدل التلف.

I- عوامل التلف المرتبطة بتقنية الصناعة :

يحدث التلف للقطع الفخارية أثناء عملية التصنيع وقبل الاستعمال حيث أن لاختيار المواد الخام دور كبير في الوقاية من التلف، فمثلا إذا احتوى الفخار على كمية كافية من المادة المالئة filler يؤدي ذلك إلى جفاف سريع وينتج عن ذلك شروخ.

أما بالنسبة للفخار الذي يتميز بمحتوى مرتفع جدا من الكوارتز وتم حرقه عند درجة حرارة منخفضة فإن الكوارتز لا يكتمل انصهاره كذلك هناك الضغوط الناتجة عن تمدده وانكماشه[1].

وللمكونات المعدنية دور هام في التلف حيث زيادة نسبة الألومينا يؤدي إلى زيادة لدونة الطينة وجعله أكثر صلابة مما يسبب لها الالتواء والإنكماش عند التجفيف والحرق.

ويعد استخدام المواد العضوية عاملا مساعدا في زيادة نسبة المسام في البدن أو حدوث شروخ دقيقة عند الإنكماش، فالمواد الجيرية تتحكم في درجة الصهر أثناء عمليات الحرق

[1]Goffer(Z), Archeological Chemistry, John Wiley& sons, USA, 1980,p.239.

وتعمل على ربط حبيبات الفخار لتعطيها التماسك، تقلل الإنكماش الناتج عن التجفيف وزيادة نسبتها يجعل البدن ضعيفا وهشا[1].

بالإضافة إلى التلف الذي يحدث أثناء مرحلة التشكيل والتجفيف والحرق بعد ذلك، حيث يحدث تحول للطينة من مادة لدنة إلى صلبة سهلة الكسر وبالتالي تفقد خاصيتها بلا رجعة عند الحرق، فالتشكيل يحدث في القطعة ضغوط داخلية كبيرة تؤدي إلى تشققات[2].

فإن عدم التجانس في المكونات من حيث طبيعتها وتماسكها وأشكالها البلورية تتعرض القطع إلى التلف مع مرور الوقت بتفاعل هذه المكونات مع عوامل وقوى التلف المختلفة.

II- عوامل تلف مرتبطة بالوظيفة:

يعتمد البدن على مقاومة درجة الحرارة في درجة نقائه فكلما زاد نقاء فكلما كانت قدرة تحمله لدرجات الحرارة أكثر، ويؤدي اختلاف درجات الحرارة ودورات التسخين والتبريد إلى تكرار وتمدد وانكماش الحبيبات المعدنية وتفتتها يؤدي إلى ظهور تشققات وتشوه في السطح[3].

يؤدي تغير في درجات الحرارة إلى التغير في الخواص الفيزيائية للمواد إذ تؤثر في معدلات التفاعلات الكيميائية وتتضاعف بزيادة درجة الحرارة بمعدل 10°م مما يؤدي إلى حدوث تحلل كيميائي سريع.

إن التغير في حجم المواد ناتج عن التأثير الفيزيائي الأكثر أهمية بسبب تغيرات درجات الحرارة مما يؤدي إلى تمددها وانكماشها بفعل تعرضها للحرارة والبرودة وتسمى بالحركة الحرارية thermal movement[4].

III- عوامل التلف الخارجية:

تعتبر العوامل الخارجية المصدر الرئيسي لاستمرار التلف حيث تكون باتحادها مجموعة متشابكة من التأثيرات التي لا يمكن فصل بعضها عن بعض والتي يظهر تأثيرها بمرور الزمن على الأثار الفخارية في صورة تلف فيزيائي أو كيميائي أو فيزيوكيميائي.

---

[1] احمد صلاح عطية، دراسة علاج وصيانة المنشآت الأثرية المشيدة بالطوب الاحمر تطبيقا على إحدى المنشآت الأثرية الرومانية بمنطقة تل الفرما بشمال سيناء، رسالة ماجستير، كلية الأثار، جامعة القاهرة، مصر، 2002، ص164.

[2] أحمد صلاح عطية، نفسه، ص164.

[3] أحمد صلاح عطية، نفسه، ص165.

[4] Goffer(Z), op.cit, p.243.

1- تلف الأثار المدفونة في التربة:

توجد الأثار دائما على سطح الأرض أو مدفونة أو مغمورة على التربة أو داخل تجاويف أو فراغات على شكل مقابر أو سراديب أو مغمورة في مياه البحار أو تحت الرواسب في الاعماق وهذه المواقع سواء كانت فراغات أو تربة حيث تعتبر وسطا محيطا يؤثر على الأثار الفخارية ولذلك كان لابد من دراسة وسط المحيط وما يحدثه من تأثير عليه.

بما أن الفخار من المواد ذات المقاومة للتلف الكيميائي إلا أنه أقل مقاومة للتلف الميكانيكي خاصة عند الدفن في التربة[1]. وعند وجود القطع الفخارية في التربة وتكون مغطاة بأتربة كثيرة فهذا يؤثر عليها خاصة عندما تكون الضغوط كبيرة فإنها لا تتحمل مما يحدث للقطع تهشم وهذا ما نلاحظه في الحفائر[2].

ومن ايجابيات وجود الأثار الفخارية في محيط الدفن المتمثلة في:

-غياب الضوء.

-درجة الرطوبة ثابتة(pH).

-كمية الأكسجين ثابتة.

-وجود أملاح معدنية ذائبة في التربة.

-وجود اتصال مباشر بين التربة والأثر[3].

ويعود تأثير عامل الزمن على الفخار إلى ثلاث عوامل الأولى السائدة في بيئة الدفن والثانية الخاصة بنوع التربة أما الثالثة فهي الخاصة بخامة الأثر.

وتتنوع تربة الدفن حسب تركيبها منها:

أ- التربة الغرينية:

نظرا لصغر حجم جزيئات هذه المجموعة فيبدأ ظهور معادن الطين بها إلى جانب المعادن الأولية، حيث يوجد المونتوريللونيت ونسبة أقل من الكاولينيت والميكا بالإضافة إلى حوالي 20% كوارتز، 15% فلسبار، 5% كالسيت.

---

[1] أحمد صلاح عطية، مرجع سابق، ص169.

[2] أحمد صلاح عطية، نفسه، ص171.

[3] Shepared(A.O), Ceramics for the Arheologists, Washington,1985, p.65.

ب- التربة الطينية:

وتتكون التربة تقريبا من التربة الطينية تقريبا من 50-60% مونتوريللونيت، 5-10% ميكا، 3-5% كوارتز، 15-20% كاولينيت، 3-5% فلسبار بالإضافة إلى 5-15% من الأكاسيد الحرة سليكا، الألومينا، الحديد.

ج- التربة الجيرية:

تتميز بوجود نسبة كبيرة من كربونات الكالسيوم قد تصل إلى 90% وتحتوي على 15-20% من الكاولينيت والمونتموريونيت بنسبة 15-30% أما الفلسبار فيكون بنسبة 3-5% أما الأكاسيد الحرة فتمثل 6-10%[1].

2- تأثير الأملاح:

تحتوي التربة على املاح ذائبة بكميات كبيرة أو صغيرة، خاصة إذا كانت التربة تحتوي على كمية من أملاح الكلوريدرات خاصة ملح كلوريد الصوديوم وقد تكون هذه الأملاح مستمدة من الخارج بفعل الانسان نتيجة استخدام المخصبات التي تزيد من درجة ملوحة التربة، وهذه الأملاح تذوب في ماء التربة وتكون محاليل ملحية. وأيضا أثناء تحلل المواد العضوية إلى أحماض عضوية وغير عضوية مكونة مركبات ملحية لها وقد تزيد نسبة الأملاح بالتربة بواسطة الاسمدة والمخصبات الزراعية التي يستخدمها الانسان مثل النترات والكبريتات والفوسفات، كما تنتج الأملاح أيضا في التربة من البقايا النباتية والحيوانية.

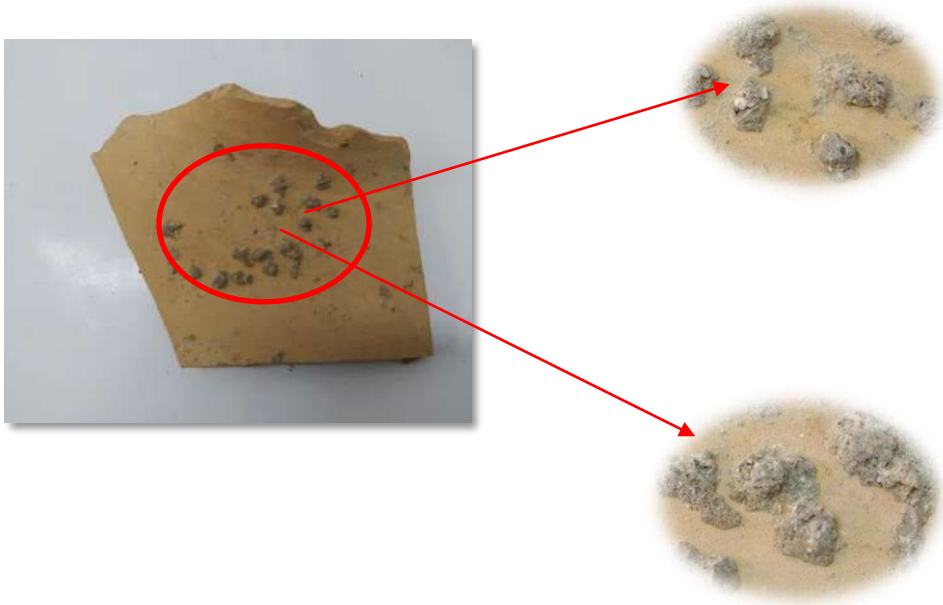
وتعتبر هذه العوامل الفاصلة بين تلف الاثر الفخاري المدفونة في التربة أو مضغوطة لمدة طويلة دون تغير التركيب المعدني وإذا كان بالأثر شروخ فإنها تساعد على زيادة كمية المحاليل المائية المتسربة من التربة إلى الأثر وما تحمله من أملاح وملوثات المتسببة في تبلورها داخل المسام أو انتعاش الطينة التي تؤدي إلى تشرخ الأثر مثل: ذوبان غاز CO_2 في مياه التربة مكونا محاليل حمضية كحمض الكربونيك[2] ويسرب خلال المسام ويتفاعل مع الكالسيت الموجودة أساسا داخل الطينة الجيرية أو الذي قد أضيف عن قصد بهدف تحسين خواص الطينة.

---

[1] ثروت محمد حجازي، دراسة تطبيقية ميدانية لصيانة الأثار في مواقع الحفائر تطبيقا على بعض الاثار المكتشفة بحفائر مقابر العمال جنوب شرق أبو الهول، رسالة ماجستير قسم الاثار، كلية الاثار، جامعة القاهرة، 2001م، ص15.

[2] Shepared A.O, op.cit, p70.

وعند تعرض الأثر الفخاري للجو الخارجي الذي كان مدفون في التربة أو مغمور في المياه فإنه يتعرض لبيئة التعريض ويصبح على اتصال بالهواء الجوي الذي يكون أكثر جفافا بسبب ارتفاع درجة الحرارة حيث تزيد عملية البخر للماء الموجود داخل المسام ويتحرك نحو السطح حاملا معه الاملاح الذائبة ويحدث بها تبلور على السطح أو أسفله، أو داخل المسام مما يسبب ضغوط داخلية مما يعمل على تفتت الحبيبات المجاورة من تأثير النمو البلوري ويمكن أن يحدث التبلور على السطح بطبقة بيضاء[1].



الصورةرقم(15): تبين تبلور الأملاح على السطح(بتصرف الطالبة).

3- تأثير جذور النباتات:

في حالة وجود جذور النباتات يمكن أن تخترم الجسم الفخاري خاصة إذا كان سميك الجدران ردئ الحرق مسببة تفتته أو على الاقل تعمل على تشرخه وتشققه التي تكون بمثابة قنوات مرور المحاليل المائية الملحية حيث يكثر في مثل هذه النوعين من التربة نمو الفطريات والبكتيريا والطحالب والأشنة التي قد تفرز أحماض عضوية وغير عضوية تعمل على تحلل البدن الفخاري المدفون فيها، والتي تفاعلها مع مكوناته تكون أملاح لها وقد تزيد نسبة المحتوى المائي للتربة بفعل تسرب المياه من القنوات والمصارف ويكون التأثير شديد

[1]Shepared A.O, op.cit, p72.

على الأثار الفخارية المدفونة التي تحتوي على شوائب ومواد مالحة قابلة للذوبان[1]، مما يصبح الأثر ذو تركيب بنائي منهار. وإذا كانت مدفونة في تربة ذات تسربات حديدية عالية محدثة يقع السطح بنسبة صعب إزالتها وتعتبر وسطا ملائما لنمو نباتي.

وتكمن الخطورة أن حمض التانيك الذي ينتج بواسطة تلك النباتات بتفاعل مع مركبات الحديد الموجودة على السطح أو داخل المسام وهي بقع ذات لون أسود أو أزرق مائل للأسود وهذا يحدث نفس التأثير مع الأثار الفخارية المحتوية على أكاسيد الحديد نسبة عالية ومستخرجة من الحفائر[2].

4- الكائنات المجهرية الدقيقة:

تتواجد هذه الكائنات عامة في بيئة الدفن الرطبة والغنية بمركبات عضوية التي نجد فيها المواد الأثرية بصفة عامة والفخارية بصفة خاصة، هي المصدر الرئيسي الذي تعيش وتنمو وتتكاثر فيه هذه الكائنات وتتمثل هذه الأخيرة في (الطحالب، الأشنات، البكتيريا الدقيقة)، حيث تهاجر هذه الكائنات من باطن التربة مع الماء وتتوغل في مسامات الفخار حيث تؤثر عليه كيميائيا وميكانيكيا، وهذا عند توفر ظروف ملائمة (رطوبة، حرارة، ضوء)، وغالبا ما تظهر بعد استخراج المادة الأثرية من بيئة الدفن[3].

IV-عوامل فيزيوكيميائية:

1- درجة الحرارة:

إن القطع الفخارية حساسة للتلف بالحرارة ويتضاعف معدل التلف بارتفاع درجة الحرارة عن 10°م خاصة بالتعاون مع عوامل التلف الأخرى نتيجة التغير في حجم تلك المواد المعدنية المكونة للآثار الفخارية المعرضة لأشعة الشمس بطريقة مباشرة وغير مباشرة، التي تتمدد لتعرضها للحرارة والإنكماش أثناء ملاقتها للرطوبة، ويحدث ذلك بعدم انتظام بمعدلات مختلف في أجزائها وبتكرار تلك العمليات الناتجة من تذبذب الحرارة في الوسط المحيط يصبح الأثر ذو تركيب كيميائي فيزيائي. والتعرض لأشعة الشمس المباشرة وغير المباشرة يجذب المحاصيل الملحية التي تحتويها القطع الفخارية المستخرجة من

---

[1] وليد كامل علي، التقييم العلمي لتقنيات صناعة الاثار الفخارية على معدلات تلفها في بعض المواقع الاثرية المختلفة، رسالة دكتوراه، قسم الترميم، كلية الاثار، جامعة القاهرة، 2007م، ص45.

[2] وليد كامل علي، نفسه، ص46.

[3] ثروت محمد محمد حجازي، مرجع سابق، ص104.

التربة نحو السطح فيتبخر الماء تاركا الأملاح تتبلور أسفل السطح أو أعلاه حيث تتولد الحبيبات المجاورة وتمزق الروابط التي كانت تربط الحبيبات بعضها مع بعض[1].

ويظهر تأثير الحرارة المتلف على الفخار خاصة سمك الجدران، فالأسطح الخارجية هي الأكثر تعرضا لأشعة الشمس طوال اليوم وتمتص وتختزن الطاقة الحرارية وبالتالي يحدث ارتفاع ملحوظ في درجة حرارتها ثم يتسرب جزء منها إلى الداخل ويفقد السطح حرارته وتصبح أبرد من المناطق الداخلية، ويحدث اختلاف في معامل التمدد والإنكماش بين الطبقات الخارجية والداخلية[2]، وقد تسبب الحرارة العالية التي تتعرض لها الأثار الفخارية المستخرجة من الحفائر جفاف الأسطح بسرعة بفعل عملية التبخر السريعة، ويكون التلف الناتج عن الحرارة في أشد وأقصى حالاته في التغيرات اليومية أكثر من الموسمية أو السنوية ولذلك يجب عدم تعريض المقتنيات الفخارية المستخرجة لأشعة الشمس مباشرة عند الكشف عنها لتجنب مزيد من التلف. ولذلك يمكن القول بأن درجة الحرارة تلعب دورا هاما في تلف الأثار الفخارية سواء نتيجة لدورها الفردي أو إفادتها مع العوامل الأخرى.

2- الرطوبة:

يؤدي وجود الرطوبة في أي صورة من صورها المختلفة سواء أكانت على اتصال مباشر بالأثر أو غير مباشر به مزيد من التلف وتتم عملية امتصاص الماء وتسربها بواسطة الخاصية الشعرية من خلال المسام، فإنها تصل للسطح بشكل مستمر ولكن عندما تنتقل الرطوبة بواسطة هذه الخاصية بنسبة ضئيلة فإن السطح سوف يجف وعملية التبخر تبقى أسفل السطح، وعندما يكون معدل الرطوبة ثابت فإن الجفاف يحدث بنسبة أكبر على السطح، حيث تعتبر المسامات الصغيرة ناقلة للماء بسرعة وأقل مقاومة للتغيرات الجوية والمسامات الكبيرة أكثر مقاومة لها.

وتسبب الرطوبة أضرار بالغة منها تبلور وإعادة تبلور الأملاح الموجودة داخل بنية الأثر الفخاري وذوبان بعض المكونات المعدنية القابلة للذوبان في الماء خاصة فخار ذو حرق ردئ، وغالبا ما يحدث التلف نتيجة التذبذب أو التغير من الرطوبة غلى محيط جاف وتتكون من ذات تأثير فيزيوكيميائي[3].

---

[1]Danny L.H amiltion : Methods of conservation,Archeological Material culture, London,1994, p81.
[2]Danny L.H amiltion ,ibid, p.82.
[3]Nelson(G.C), op.cit, p58.

تتسبب معدلات الرطوبة المرتفعة التي تتسرب إلى داخل مكونات الأواني الفخارية في أضرار بالغة منها تبلور وإعادة تبلور الأملاح الموجودة داخل تلك الأواني فضلا عن ذوبان بعض المكونات القابلة للذوبان في الماء وخاصة في الأواني التي لم تحترق مكوناتها حرقا جيدا كما أن الرطوبة التي امتصتها تلك الأواني تهيء الوسط الملائم لنمو الكائنات الحية الدقيقة على أسطح تلك الأواني، أما الرطوبة المنخفضة كان تأثيرها ليس بذات الخطورة الناتجة عن معدلات الرطوبة المرتفعة، إلا أن الرطوبة المنخفضة تتسبب في أضرار مختلفة للأواني الفخارية[1].

والرطوبة هي كمية من الماء الموجودة في الجو في حالة غازية، وتمثل بالنسب المئوية وبالتالي فإن الرطوبة هي كمية أو نسبة بخار الماء في الهواء. يمكن أن يكون الهواء جاف أي تكون نسبة الرطوبة منخفضة ويمكن أن تكون متوسطة أو مرتفعة. وتقاس بجهاز قياس الرطوبة، وحاليا تتوفر أجهزة لقياس الحرارة والرطوبة في نفس الوقت وذات جودة قياس عالية وقدرة كبيرة على أخذ القياسات، يكون تأثير الحرارة والرطوبة على اللقى الفخارية كالتالي وهي نوعين:

أ- الرطوبة النسبية:

إن حجم الهواء يحتوي على كمية من بخار الماء التي تبين رطوبة المكان، فالرطوبة النسبية في الضغط الناجم عن بخار الماء إلى حد أعلى من الضغط[2].

وتمثل العلاقة بين كمية بخار الماء على قدرة الهواء على امتصاص الرطوبة في نفس الشروط ويعبر عنها بالنسبة المئوية[3]، وتستعمل جهاز قياس الرطوبة لقياسها حيث يقوم هذا الجهاز على رسم منحنيات بيانية فوق ورق مهيأ خصيصا لذلك.

---

[1] محمد عبد الهادي محمد، مرجع سابق، ص141.

[2] جروان السابق، الكنز قاموس عربي فرنسي، دار السابق، S.A.R.L، الطبعة الثانية، باريس، 1997م، ص457.

[3] La conservation preventive des collection, fiche pratique a l'usage des personnels des musées, O.C.I.M, 2002.p13.

$$\text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{الرطوبة الموجودة}}{\text{الرطوبة المشبعة}} \times 100$$[1]

ب- الرطوبة المطلقة:

هي الحد الأدنى من ضغط بخار الماء في الهواء وبعبارة أخرى هي وزن بخار الماء الموجود في حجم معين ودرجة معينة يعبر عنها بالغرام على المتر المكعب(غ/م^3). يكون الهواء جاف عندما تكون نسبة الرطوبة النسبية بين 0 و35% متوسط الرطوبة بين 35 و60% ورطب عند 65% فما فوق ويكون متشبع عند نسبة 100% وترتفع الرطوبة النسبية عند انخفاض درجات الحرارة وتنخفض عند ارتفاع درجة الحرارة[2].

ج- المياه الأرضية:

يعتبر هذا العامل أشد العوامل فتكا بالآثار الفخارية المدفونة بالتربة أو التي تم اكتشافها ومازالت موجودة بالموقع ولم يتم رفعها، وفي حالة الأثار الفخارية البعيدة عن مياه الرشح أو النشع وتمتصها تربة جافة تصل إليها المياه خاصة في الأجزاء السفلى عند ارتفاع درجة حرارة باطن الأرض على هيئة بخار ماء إذا كان الأثر على اتصال بها فإنها تنتقل بواسطة الخاصية الشعرية، وانتقال الماء ميكانيكيا من مكان لأخر أو بمساعدة مجموعة من الأخرى مثل: خواص المعدن والانتشار، الخاصية الأسموزية والحرارة[3].

V- العوامل البيولوجية:

1- البكتيريا:

تعتبر البكتيريا أصغر الكائنات الحية وتحتاج إلى مجهر ذو قوة تكبير عالية حتى يمكن مشاهدتها، وهي كائنات حية وحيدة الخلية الخالية من البلاستيدات الخضراء، وهي نباتات أولية دنيئة تتركب من خلية واحدة تتراوح قطرها بين 0.5-1 ميكرون، وتتميز هذه الكائنات بسرعة انقسامها وتكاثرها، ويمكن الكشف بسهولة عن مستعمراتها الكثيفة ذات الألوان المختلفة بالعين المجردة.

---

[1] محمد عبد الهادي محمد، مرجع سابق، ص142.

[2] محمد عبد الهادي محمد، نفسه، ص143.

[3] محمد عبد الهادي محمد، نفسه، ص145.

وتشترك البكتيريا مع النباتات الدقيقة في كثير من صفاتها من حيث تركيبها وانقسامها وتكوينها الجراثيم وطرق معيشتها، وتعتبر من أكثر الكائنات الحية انتشارا في الطبيعة والأماكن التي تخلو من البكتيريا قليلة جدا كالطبقات العميقة للتربة، وتحصل البكتيريا على CO_2 من الهواء ويتطلب نموها توفر المواد الغذائية العضوية[1].

2- الفطريات:

تعتبر من الكائنات التي تتباين في حجمها وقوامها وطبيعة معيشتها وطرق تكاثرها، وهي تشبه الطحالب من حيث تركيبها الجسدي، فهي دائما تكون وحيدة الخلية أو خيطية، وهي كائنات دقيقة لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، حيث يوجد فرق فسيولوجي بينها وبين الفطريات والنباتات الراقية الناتج عن طريق التغذية وهي تنمو الظلام أكثر من الضوء، والفطريات غير ذاتية التغذية لا تستطيع أن تعيش معتمدة على نفسها كالطحالب بل لابد أن تستوفي تلك الاحتياجات من مصادر عضوية[2].

3- الأشنة:

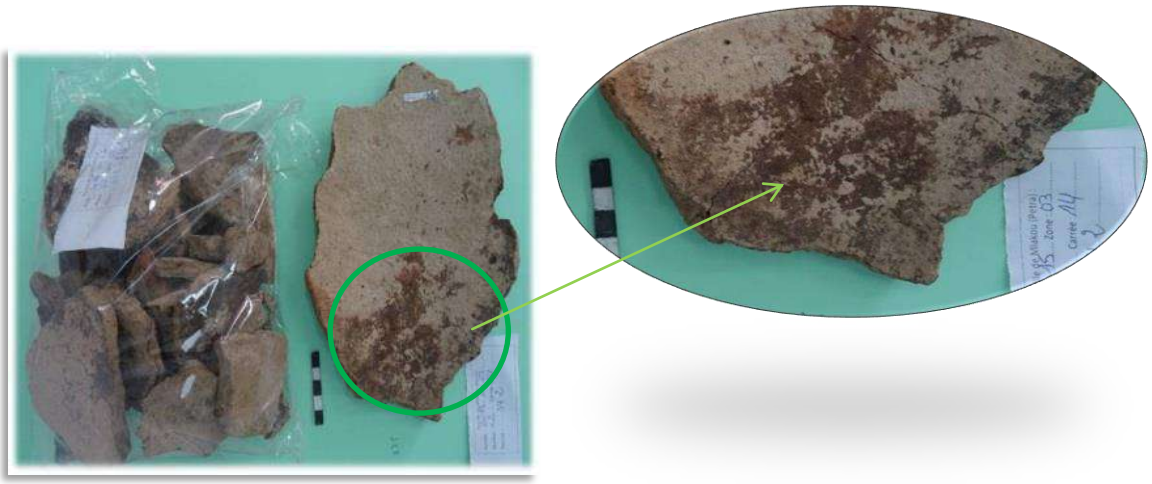
عبارة عن كائنات حية مزدوجة من الفطر والطحلب تعيش في مستعمرات ترى بالعين المجردة، تنمو ببطء وتقاوم الحرارة والجفاف، ويمكن أن ينتج عن الأشنة تلف كيميائي أو ميكانيكي، حيث تؤدي بعض أنواعها إلى إحداث تآكل لسطح مادة الفخار، إما بفعل ما تنتجه من ثاني أكسيد الكربون CO_2 أو عن طريق الإفرازات الحمضية مما يؤدي إلى إحداث بقع على السطح، أما بالنسبة إلى ما تحدثه من تلف ميكانيكي فيكون نتيجة قدرتها على التشرب والامتصاص على السطح بقوة تفوق وزنها بـــ 35 مرة، ومن ثم ينتج عنها من ظغوط نتيجة انتفاخ أجزائها السفلية بداخل مسام السطح[3].

---

[1] محمد عبد الهادي محمد، مرجع سابق، ص147.

[2] محمد عبد الهادي محمد، نفسه، ص150.

[3] توراكا، تكنلوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية، ترجمة: أحمد عطية، دار الفجر للنشر والتوزيع، 2003م، ص111.



الصورة رقم(16): تبين البكتيريا والأشنات على السطح(بتصرف الطالبة).

VI- التلف البشري:

1- عيوب التصنيع والحرق:

يقصد بها بعض المواد المضافة الطينة والغرض منها تحسين خواصها، وذلك بإضافة بعض من كربونات الكالسيوم ومسحوق الفخار ومسحوق الحجر الجيري والرمل، بالإضافة إلى المواد العضوية مثل التين المفرط وروث البهائم، وهذه المواد تساعد في عوامل التلف المختلفة التي تسبب مظاهر تلف فيزيوكيميائية، ميكانيكية، بيولوجية مختلفة، ولقد سبق توضيح عيوب التجفيف والحرق التي قد تجعل الأثر غير مقاوم لعوامل وقوى التلف المختلفة[1].

والحرق السيئ للأواني إذ استعمل الإنسان قديما وسائل حرق بدائية كالفرن المكسوف والحفر مثلا، فلم يتحصل على حرق جيد لهذه الأواني الأمر الذي ينتج عنه أجزاء غير مكتملة الحرق، ونجدها في غالب الأحيان باللون الرمادي الذي يميل إلى الإسمرار فتبقى هذه الأجزاء ضعيفة ميكانيكيا[2].

كما نعرف أن الأواني الفخارية قد صنعت من مكونات معدنية وغير معدنية تتميز بعدم التجانس من حيث طبيعتها وتماسكها وأشكالها البلورية، ونتيجة لهذا السبب تتعرض الأواني

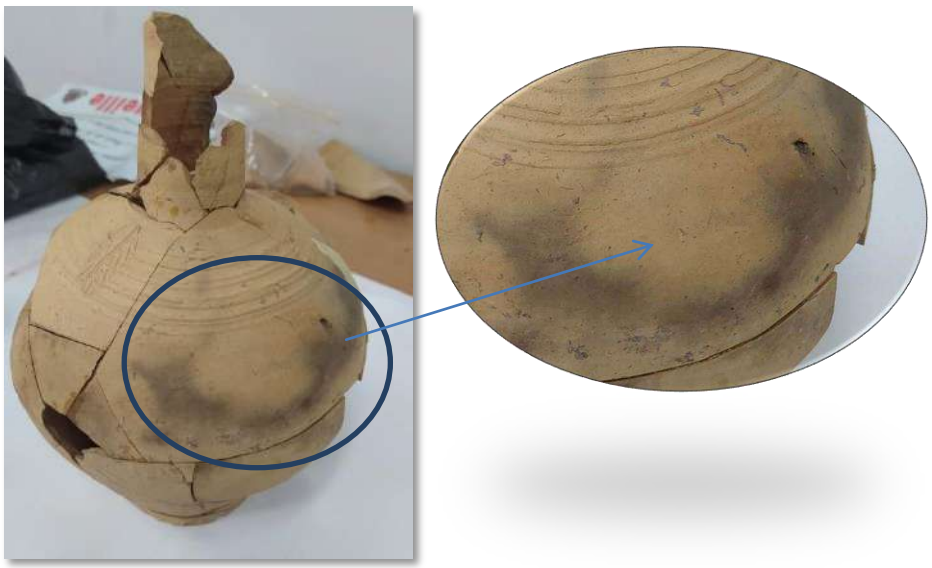
---

[1] د.ابرهيم محمد عبد الله، ترميم تحف الفخار والزجاج والقاشاني، دار الوفاء لدنيا للطباعة والنشر، ط1، الاسكندرية، 2012م، ص63.

[2] محمد عبد الهادي محمد، مرجع سابق، ص140.

الفخارية للتلف بمرور الوقت نتيجة تفاعل هذه المكونات مع عوامل وقوى التلف المختلفة الامر الذي يترتب عليه حدوث أضرار للتركيب الفيزيائي.

فالفخار القديم لم تتوفر له وسائل حرق جيدة، الأمر الذي تترتب عليه وجود أجزاء غير مكتملة الاحتراق داخل هذه الأواني وأجزاء متوسطة ومكتملة الحرق. ونظرا لتفاوت في درجات الاحتراق تعرضت هذه الأواني للتلف وخاصة الاجزاء التي لم تحترق حرقا جيدا والتي أصبحت من أضعف الأجزاء في تلك الأواني[1].



الصورة رقم(17): تبين الحرق السيئ من عيوب التصنيع(بتصرف الطالبة).

2- التلف الناتج عن الكشف:

هو ذلك الفخار المتواجد في محيط الدفن وأثناء إخراجه يحدث عدم الاتزان بين بيئة الدفن وأشعة الشمس مما يؤدي إلى حدوث تبلور الأملاح ووجود شروخ على الأثر بفعل الضغوط المتولدة لذلك يجب اتخاذ جميع الاحتياطات اللازمة لمنع هذا التلف، حتى لا يصبح للأثر ذو تركيب بنائي ضعيف، وعلى العمال أو الأثاريون الاخذ بالاحتياطات اللازمة أثناء ورفع الأثر خاصة بالآلات الميكانيكية أو اليدوية(الفأس)[2].

---

[1] محمد عبد الهادي محمد، مرجع سابق، ص153.

[2] محمد عبد الهادي محمد، نفسه، ص140.

3- عملية الترميم الخاطئ:

تشمل عمليات عديدة منها (التدخل، الصيانة، التنظيف، العرض) مثل: استخدام بعض الاحماض (الهيدروكلوريك، الكبريتيك) قصد صيانة وعلاج الفخار من أجل نزع بعض البقع والترسبات، ونقوم باستخدام هذه الأحماض بحذر شديد في التنظيف وذلك إذا دعت الضرورة، كما يجب معرفة بكافة الخواص الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية للمواد من طرف المرمم لتفادي تلف مواد اللصق والتقوية خاصة.

تعتبر العوامل الخارجية السبب الذي أدى إلى تغير لون السطح المعالج أو (تبلور الأملاح، تقشر السطح)، ويمكن أن يسبب لها أحيانا تلفا بيولوجيا مثل بعض المستحلبات التي يختلف في معامل تمددها وانكماشها، الذي يؤدي إلى تشقق الفخار وضعف قدرته الميكانيكية[1].

أثناء الترميم أيضا لا يجب استخدام الجبس العادي في سد الفراغات واستكمال للأجزاء الناقصة لتأثره بالرطوبة بسهولة عالية إذ يهاجر جزء منها إلى الداخل من خلال المسامات، وهذا يحدث عند الجفاف بتبلور الأملاح مشكلا طبق صلبة على سطح الفخار.

كما يتم استخدام الأصباغ الحديدية من طرف المرمم في تدعيم الفخار ذو الجدران السميكة مثل: الدولمانات ذات سمك 10سم أو أكثر، فهي لا تتناسب مع ارتفاع الرطوبة المؤدية إلى التصدأ أو زيادة الحجم الذي يولد ضغطا داخليا، زيادة على ذلك فإن الجبس المستعمل يساهم في تنشيط عملية التآكل الذي يؤدي إلى تفتت وتقشر الفخار الأثري ولتجنب الضرر الذي يحدثه الصدأ بالتحفة يجب اختيار نوع الحديد الذي لا يصدأ في عملية التدعيم[2].

VII- مظاهر تلف الفخار الأثري :

1- المظاهر الفيزيائية :

يرتبط بطبيعة الفخار ومدى متانته وهو تلف يطرأ عن التركيب الخارجي أو السطحي للقطعة، خاصة عندما يتعرض لدرجات حرارة الحرق المنخفضة، كطريقة الحرق في الموقد المكشوف التي لا يستطيع الانسان التحكم في الحرارة، وفي الحفائر يتعرض الفخار

---

[1] محمد عبد الهادي محمد، مرجع سابق ، ص140.

[2] محمد عبد الهادي محمد، نفسه ، ص154.

الأثري خاصة القطع الهشة للتلف أثناء عملية الرفع والاستخراج المؤدية إلى التفكك بين الأجزاء أو الطلاء بالإضافة إلى الأدوات المستعملة في استخراجها كالمجرفة الميكانيكية أو المشرط، بالإضافة إلى عملية التنظيف وكل من هذه الأدوات تؤدي إلى زوال طبقة الطلاء والزخرفة وظهور تشققات.

أ- التقشر أو التفتت: Peeling

يكون في غالب الأحيان في السطح الخارجي للأنية حيث يصيب البطانة أو التزجيج الناتج منه طبقة سليمة وطبقة خارجية منفصلة عن الانية وعند لمسها تصدر صوتا مع ظهور السطح المشوه، ويرجع هذا النوع من التلف إلى التجانس بين المكان والتخزين للأنية الفخارية، الذي يكون نوعا ما مشبعا بالرطوبة، كما تظهر على التحف الأثرية ذات حرق غير متجانس بمعنى أنها تظهر في الجهة ذات درجة حرق منخفضة[1].

ويسقط التزجيج أو البطانة من سطح البدن في صورة قشور ويظهر ذلك في حالة وجود بطانة على البدن مرتفع درجة حرارة الحرق أو البدن مرتفع المسامية، وذلك يحدث نتيجة عدم وجود قوة ربط كافية بين التزجيج والبدن وهذا الربط يفقد نتيجة وجود ضغوط، وقد ينتج التقشر أيضا عن عدم التوازن في الكوارتز فإذا كان البدن يحتوي كميات أكبر من الكوارتز فإن الإنكماش عند التبريد يكون كبير وتميل البطانة إلى التقشر[2].

إن استعمال بعض المواد أثناء عملية الترميم يمكن أن تساهم في ظهور التشقق والتفتت خاصة المواد غير تلك المستعملة في الترميم كالجبس المستعمل في البناء.

[1]Hamer(F), The potter's dictionary of materials and techniques, New York, 1986, p.64.
[2]Hamer(F),Idem , p.64.

الصورة رقم(18): تبين تقشر وتفتت السطح(بتصرف الطالبة).

ب- التجاويف: Cavities

ظاهرة على سطح القطع الفخارية عبارة عن حفر صغيرة تشبه فتحات الإبرة وهناك ظروف عديدة تسبب في وجود هذه الحفر مثل وجود الجيوب الهوائية، عادة ما يكون مصدرها خلال عملية الحرق وأيضا البيئة المحيطة بها. تتواجد على سطح الاواني الفخارية وبأحجام مختلفة تكون مملوءة بالأملاح والتربة أو فارغة يمكن إرجاع سبب ظهورها إلى نوع المثبتات المستعملة (مثبتات كلسية) التي تتحول عند الحرق بين 600° و700°م إلى الجير وعند تشربه للرطوبة يزيد حجمه ويحدث تجاويف على الأنية، كما ان استعمال المثبتات النباتية أثناء التشكيل وعند عملية الحرق تترك تجاويف على سطح الأنية، إضافة إلى تلك الضغوطات التي يولدها خروج وتبخر الماء بسرعة عند نقل الفخار من بيئته إلى بيئة جافة[1].

وتظهر الحفر على السطح وتنتج عن نشاط التزجيج أثناء الحرق حيث أن معظم التزجيجات تعاني من تغيرات طورية عند درجات حرارة معينة أثناء الحرق، وتختفي هذه الظاهرة في التزجيجات مرتفعة اللزوجة عند الحرق لذلك يضاف بعض المواد الحافضة للزوجة مثل: فلسبارات الصوديوم أو نزع بعض المواد التي تسبب في ارتفاع اللزوجة مثل: الطينة التيتانيوم والزركونيوم، إن التزجيج وعملية الحرق لهما دور كبير في وجود الحفر، كما أن

[1]Rhodes(D),op.cit,p.246.

البدن المسامي يحتوي على فقاعات تتسبب في حدوث الحفر بالإضافة إلى وجود الكبريتات التي قد تحتويها بعض الطينات تصل إلى السطح عند التجفيف مكونة طبقة بيضاء ينتج عن ذلك غازات نتيجة تفاعل هذه الكبريتات مع البطانة، وكلما ازداد سمك التزجيج زادت كمية الفقاعات بينما ينخفض حجمها بانخفاض سمك التزجيج[1].

الصورة رقم(19): تبين التجاويف الظاهرة على السطح(بتصرف الطالبة).

ج- الشقوق: Cracks

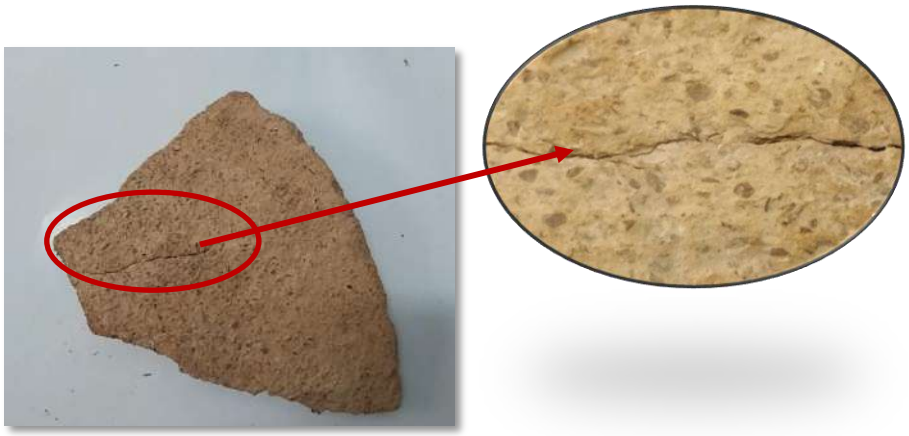
العديد من الشقوق تنشأ نتيجة أعمال التشكيل والتجفيف والحرق، وهذا راجع لطبيعة الطين المثبت كما تكون ناتجة عن البيئة المحيطة بالمادة كالضغط الراجع للتغير المفاجئ في درجة الحرارة والرطوبة عند الاستخراج، بالإضافة إلى أن المادة الفخارية تكون محملة بإجهادات وانفعالات داخلية كبيرة تؤدي مع الزمن إلى حدوث تشققات للتخلص من الطاقة الكامنة[2].

[1]Rhodes(D),op.cit,p.247.
[2]Hamer(F), op.cit , p.85.

د- الالتواء: Warping

يحدث الالتواء أثناء الجفاف يكون نتيجة الإنكماش غير المتساوي وذلك لإختلاف محتوى الماء، وكذلك تساعد تيارات الهواء على حدوث الالتواء، بالإضافة إلى ذلك فإن إختلاف سمك جدار البدن والقاعدة والتجفيف والحرق السريع كل ذلك يؤدي إلى حدوث الالتواء.

يؤدي الإنكماش المختلف إلى حدوث الإلتواء وذلك لعدة أسباب منها اختلاف معدل فقد الماء من السطح والجزء الداخلي، كذلك التوزيع غير المتساوي للماء داخل الجزيئات وبالتالي الإنكماش الكلي لكونه غير متساوي أيضا فإنه يتأثر بترتيب الجزيئات أثناء التشكيل[1].



الصورة رقم(20): تبين الشقوق الظاهرة على السطح (قطعة من جرة كبيرة)(بتصرف الطالبة).

هـ- الإنتفاخ: Bloating

ينتج هذا التلف عند حدوث انتفاش في القطع المحروقة نتيجة تمدد الغازات داخل الأجزاء المزججة ويحدث هذا العيب أيضا عند الحرق في درجة حرارة مرتفعة، وقد يكون الإنتفاخ في شكل فقاعات دقيقة جدا وتحدث في الأجزاء جيدة الحرق.

[1]Hamer(F), op.cit , p.86.

وينتج الإنتفاخ أثناء الحرق حيث ينتج العديد من الغازات من البدن وتخرج هذه الغازات من مسام البدن فإذا كانت مغلقة بطبقة من التزجيج أو ببطانة فإن هذه الغازات لا يمكنها الخروج وبالتالي يحدث الإنتفاخ.

والغازات تشمل أول وثاني أكسيد الكربون الذي ينتج عند 700-900°م أما أكاسيد الكبريت المختلف فتنتج عند 700-1150°م، والمشكلة الأكبر تنتج وتزداد من الكربون الذي لم يحترق احتراقا كاملا حيث أنه يظل في البدن ويكون غير قادر على التأكسد بسبب عزله عن الجو الخارجي ويتأكسد هذا الكربون بأخذ الأكسجين من أكسيد الحديد ويتفاعل الحديد المختزل كأنه مادة مصهرة كما في المعادلة:

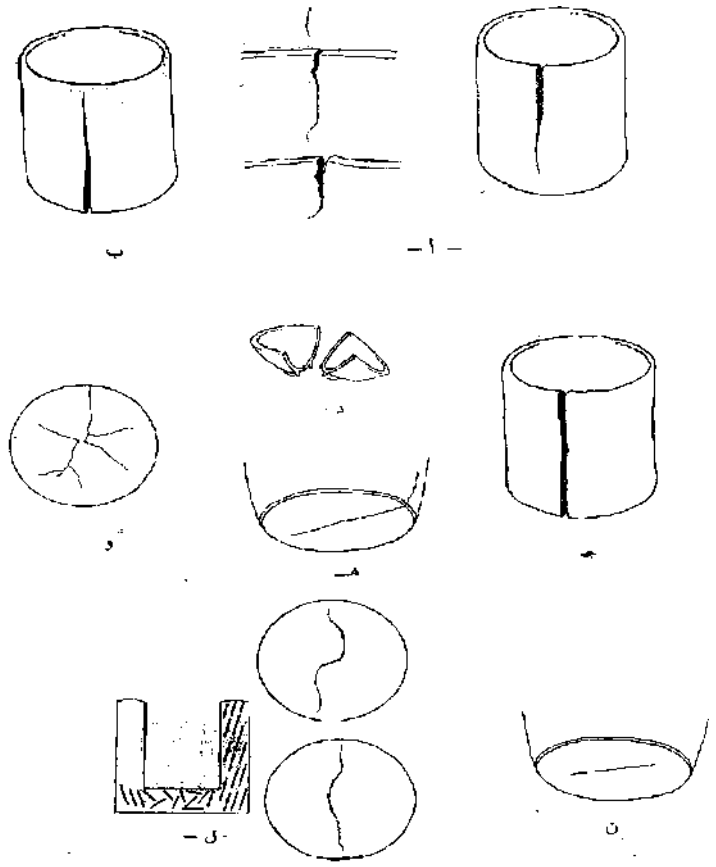
$$2Fe_2O_3C \rightarrow 4FeO + CO_2\uparrow$$

ويظهر الإنتفاخ عندما يكون البدن مزجج السطحين وتؤدي زيادة كمية الغازات المتكونة إلى زيادة خطورة الإنتفاخ[1].

و- الكسور:

ترجع إما لبنية دفن القطع الأثرية من جهة خاصة عندما تكون هذه الأخيرة قريبة من السطح حيث تتعرض للكسر والتهشم، كما يتم العثور على الفخار على شكل قطع مكسورة أو شقق وهذا راجع سواء إلى الضغط الذي تعرضت إليه أثناء الدفن، وأعمال الحفر والتنقيب من جراء تغير محيط الدفن كتغير في درجات الحرارة ونسبة الرطوبة، كما يمكن أن تكون ناتجة عن تطور الشقوق السابقة وتكون ناتجة أيضا بسبب ظروف التخزين كاحتكاك التحف بينها أو سقوطها أثناء أعمال التنظيف وسوء ترتيبها[2].

[1]Hamer(F), op.cit, p.27.
[2]Hamer(F), Idem, p.85.



الشكل رقم (13): بعض نماذج كسور وتشققات الناتجة عن الصناعة عن ((Hamer(F)).

ي- التآكل: Corrosion

يعرف بأنه تفاعل كيميائي فيزيائي بين مكونين أو أكثر وطبيعة التفاعل تتشابه مع التفاعلات التي تحدث أثناء الحرق ولكن تأثير غير مرغوب فيه. وهناك نوعان من التآكل أحدهما طبيعي physical corrosion وهو الذي ينتج عن تأثير العوامل الطبيعية مثل تأثير التمدد والإنكماش نتيجة التغيرات الشديدة في درجات الحرارة، أما النوع الآخر فهو التآكل الكيميائي وهو الذي ينتج عن مهاجمة المحاليل الكيميائية وتفاعلها مع مكونات البدن الفخاري، ومن الصعب إرجاع التآكل إلى عامل محدد وإنما يعتمد على خصائص الفخار وطبيعة الوسط المحيط بالإضافة إلى العوامل الخارجية[1].

كما أن تأثير التآكل على الخواص الميكانيكية للفخار مرتفع الحرق يرجع إلى تطبيق عملية الحرق حيث أن الشوائب والوقود قد يتفاعلا ويترسبا كعوامل تآكل ملحية وهناك

[1]Grim Shaw(R.W), The chemistry and physics of clays, fourthedition, London, 1971, p.767.

عوامل تؤثر في تآكل الفخار منها تأثير القلويات والأحماض بالإضافة إلى المواد التي تمنع التآكل مثل SiO_2 وكذلك كمية الملح المترسب الذي يؤدي إلى تنشيط الأكسدة. كما يحدث التلف الكيميائي للبطانة وذلك بالهجوم المباشر للماء والحمض مما يؤدي إلى تكوين مكونات غازية مثل SO_2، CO_2 وهذا يشبه عمليات الصدأ الذي نلاحظه في سطح الزجاج الذي يتميز بمقاومة منخفضة وتتكون طبقة وذلك بإزالة المكونات القلوية أو الرصاص وينتج عن ذلك زيادة ونمو طبقة صدأ من الكبريتات والكربونات المتبلورة[1].

2- المظاهر الكيميائية:

يتم ببطء عكس التلف الفيزيائي، وهو تلف يطرأ عن التركيب البنائي للفخار، يعتبر الطمر عامل رئيسي في هذا التلف حيث أن الوسط المناخي العضوي والمعدني والغازي للتربة يترتب عليه تحولات سلبية على الفخار، على شكل ترسبات صلبة ملتصقة بسطح اللقى والتي تتمثل في البقع والاملاح.

أ- البقع:

يلعب الماء دورا كبيرا في إذابة مركبات الحديد أو رواسب الحديد الموجودة في التربة مع الأثار الفخارية المسامية، حيث يمتص الجسم أملاح الحديد الذائبة مما ينجم عنه تشوه للسطح، كما يمكن أن تنشأ البقع من التحليل النباتي حيث ينتج أحماض تمتصها المادة الفخارية. وهي عبارة عن تغيرات في اللون ويكون على أشكال دائرية أو خطوط، كالبقع الناتجة عن المركبات الحيوانية كالفضلات وبقايا تحلل جثثها، أو مركبات معدنية كالصدأ ويمكن لهذه المركبات أن تعمل عبى تغيير اللون الاصلي للقطعة أو إزالته كليا.

ب- الأملاح القابلة للذوبان:

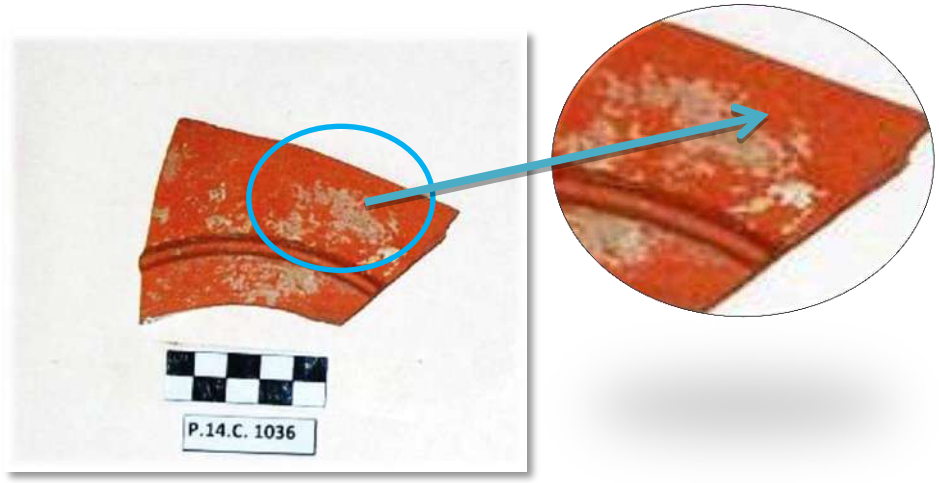
عبارة عن محاليل تكون في التربة أو في الجو، تحتوي على أملاح مذابة تتسرب داخل مسامات الفخار وتكون طبقة بيضاء اللون وهي على أشكال مختلفة، إبرية، شعيرات أو ما يعرف بالتزهر مما يسبب في حدوث تشققات وتقشر وتآكل وتشوه ألوان الفخار خاصة اللامعة حيث تمتد المساحة من خارج البطانة إلى داخلها مما يؤدي إلى تشوه مظهره.

---

[1]Grim Shaw(R.W), op.cit,p.768.

وتعتبر الأملاح القابلة للذوبان من العوامل الرئيسية التي تؤدي إلى التغيرات الكيميائية في الفخار الأثري، ويكون تأثيرها مشابها لتأثير الماء المتجمد على الفخار، فتتبلور في المسامات عند تبخر الماء الذي حملها عند ارتفاع درجات الحرارة فتولد بذلك ضغوط على جدران الفخار.

من أهم الأملاح القابلة للذوبان التي يمكن أن نجدها في الفخار الأثري هي أملاح الكلوريدرات، الفوسفات، النترات، البوتاسيوم، الصوديوم، كلوريدرات الصوديوم، كلوريدرات البوتاسيوم، الماغنزيوم، كما يمكننا أن نعثر على الكربونات أو الفوسفات وذلك راجع على ظروف الدفن ومدى غنى تلك التربة بنوع أو أنواع الأملاح، وينتج عن تبلور الأملاح وذوبان الأملاح القابلة للذوبان المتكررة تفتت السطح، كما تؤدي التوترات والتفاعلات داخل جدران الفخار إلى ضغوط تؤدي إلى تكسر الفخار الأثري.

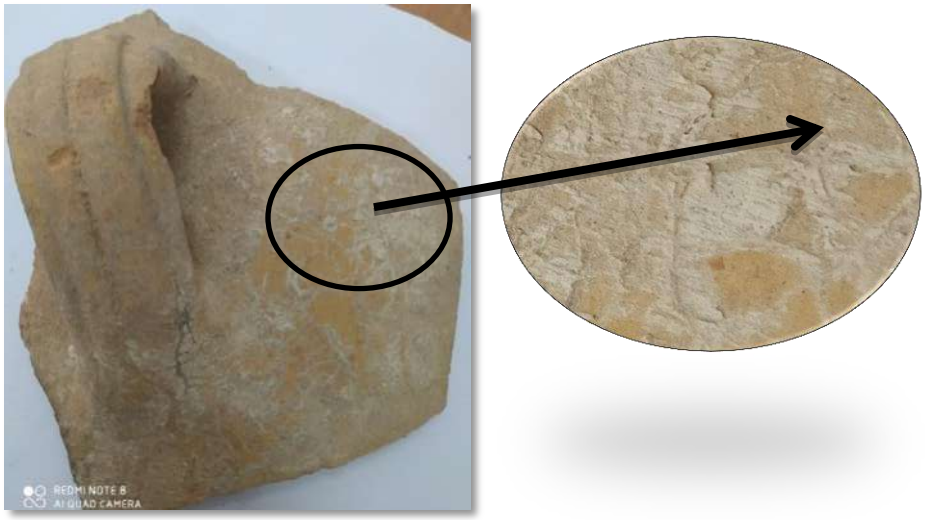


الصورة رقم(21): تبين الأملاح القابلة للذوبان(بتصرف الطالبة).

ج- الأملاح غير القابلة للذوبان:

من أهمهذه الأملاح نجد: (الكالسيت) كربونات الكالسيوم، كبريتات، السليكات، إذ تتوضع هذه الأخيرة على سطح القطع الفخارية على شكل طبقات مسطحة متوغلة في مساماتها بتبلورها وتصلبها تكون بلون أبيض، وتتشكل هذه الأملاح كذلك على الأواني

الخزفية خاصة المطلية منها بطلاء زجاجي رصاصي، وتكون تلك الطبقة البيضاء غالبا عبارة عن راسب الكربونات[1].



الصورة رقم(22): تبين الأملاح غير القابلة للذوبان(بتصرف الطالبة).

VIII- العوامل الداخلية المتعلقة ببنية وصناعة الفخار:

هي العوامل التي لها علاقة مباشرة بتركيبة الطين التي سبق وأن تعرفنا إليها من خلال تحديد الأنماط والمثبت، تتمثل في: الصلابة، التماسك والمسامية.

ويشير إلى أن هذه العوامل عبارة عن قاسم مشترك في جميع أنواع الفخار وشرحها كما يلي:

1- الصلابة:

تعود على خصائص العجينة خلال انتقاء المواد الأولية لها، مع العلم أن الطين المستخدمة في صناعة الفخار تتميز بعدم تجانس مكوناتها، وتختلف في خواصها الطبيعية والكيميائية والحرارية، لإختلاف ظروف تكوينها سواء الميكانيكية أو الفيزيوكيميائية أو العضوية وكذلك بيئات ترسيبها، فكلما كانت الطين متجانسة كلما كان الفخار أكثر قدرة على مقاومة عوامل التلف، وفي حالة إهمال الفخاري لهذه المرحلة فإن المواد الطينية

[1] أيون جدي(Ione Gedy)، ترجمة عادل الكفيشي: صيانة التراث الحضاري: المنظمة العربية للثقافة والعلوم والتربية، تونس، 1990م، ص44.

سوف تحتوي على العديد من الشوائب التي هي بمثابة بؤر لجذب عوامل التلف. كما أن الحبيبات الكبيرة تشوه مظهر السطح أثناء عملية التشكيل، وكذلك عدم التخلص من الفقع الهوائية خلال مرحلة العجن بعرض الأواني الطينية للتشقق أثناء مرحلة التجفيف ويزيد من مسامية الفخار.

2- التماسك:

تتمثل في العلاقة بين نسب مكونات الطين والمواد الإضافية (المثبت) فإذا كانت ناقصة لا يحدث تلاحم بين المكونات ينجم عنه التشقق، كما أن الزيادة الكبيرة في تلك المواد المضافة قد تسبب نقص مرونة الطين المستخدمة في صناعة الفخار تجعله يتشقق وينكسر.

لدرجة الحرق أيضا دورها في تماسك المكونات فمثلا الطين التي تتميز بمحتوى مرتفع جدا الكوارتز وتم حرقه عند حرارة منخفضة فإن الكوارتز لا يكتمل انصهاره مما يسبب تلف ناجم عن الضغوط الناتجة عن تمدده وانكماشه[1]. ومما سبق يتضح الدور الذي تلعبه المكونات المعدنية في إحداث عوامل التلف مختلفة تعتمد على سلوك هذه المكونات أثناء مراحل الصناعة.

3- المسامية:

نحددها بنسبة الفراغات الموجودة بالمقارنة مع الحجم الصلب لمادة ما، تسمح بالتبادل مع الوسط الداخلي والخارجي للمادة، ولهذا السبب للمسامية تأثير مباشر على الخصائص الفيزيائية للقطع الفخارية (الصلابة، المقاومة، الكثافة....الخ)، حيث أن أحجام المسامات قابلة للتغير أما بالزيادة أو بالنقصان[2].

نميز نوعين من المسامات: المغلقة والتي لا تسمح بالتبادل الخارجي لأنها غير ممتصة للسوائل والبخار، والمفتوحة عكس سابقتها حيث ليس فقط انها تسمح بالتبادل بل أيضا

[1]Rhodes(D), Terres et glaçures, les techniques de l'émillage.Ed. Dessain et Tolra, Turin,1999, chapitre 4, les pates céramiques, pp.29-50.
[2]Rhodes(D), Idem, p.50.

تحتفظ بالسوائل بواسطة الخاصية الشعرية، وخاصة تلك المتصلة بالسطح الخارجي للمادة الأثرية ذات العلاقة المباشرة بعوامل التلف.

تتغير المسامية من عجينة إلى أخرى بتغير المواد المضافة إليها وتكون إما كروية أو أسطوانية أو ممدودة الشكل، هذه الأخيرة على سبيل المثال تتكون جراء استعمال مواد عضوية كمثبت، وبعد استخدام هذا النوع من المثبت عاملا مساعدا في حدوث شقوق دقيقة أثناء الحرق[1].

نضيف أنه كلما زادت درجات الحرارة كلما نقصت المسامية حيث أن نسبة المسامية تصل إلى 50% خلال التجفيف، والفراغات بين مكونات الطين تتضايق وتمتلئ بالسيليس عند درجة الحرق لتصل حوالي 6%. هناك عوامل أخرى تؤثر على المسامية كطبيعة العجينة، مدة الحرق وكمية المثبت[2].

IX- صيانة وترميم الفخار:

في العصر الحديث تعتمد عملية ترميم وصيانة الأثار على أسس علمية وتطبيقية يطلق عليها **(conservation)**، إذ يلجأ علماء الأثار المرممون إلى الوسائل العلمية الحديثة لكشف وفحص تحليل الأثار ومن ثم إجراء أعمال الترميم والصيانة عليها، ويعملون على إجراء تركيب جديد يساعدهم في أعمال الترميم والصيانة ويستعان بالعلوم التطبيقية بصفتها علوم مساعدة لعلم الأثار ولتساعد المرممون على فهم مادة الأثر وتركيبه الداخلي ومقدار التلف ونوعه ونوع الظروف التي تعرض لها الأثر والتي أدت إلى تلفه في محاولة للتحكم بتلك الظروف وتقليل تأثيرها، وتوجد مجموعة من التقنيات غير مضرة التي تستعمل لإعطاء معلومات عن بنية الاثر البلورية والتركيب الكيميائي والخواص الفيزيائية للأثر، وتعد هذه الطرق مهمة في مجال ترميم الأثار وصيانتها وتمتاز بوصفها غير متلفة للأثر واستخدمت بشكل واسع في مجال ترميم وصيانة الأثار على مختلف الصخور والأحجار والمعادن، وإن الحديث عن الترميم في الوقت الراهن يتطلب معرفة ما توصلت إليه المؤسسات التعليمية العالمية من جهة والتأكيد على ضرورة توفير الوسائل المادية لذلك، وعلى هذا الأساس نؤكد أن ما قمنا به في مجال ترميم الفخار في الورشة

---

[1]Rhodes(D), op. cit, p.51.
[2]Henderson(J), the science and archaeology of materials, London, 2000, p.110.

المتواضعة لهذا الغرض بعد انطلاقة جديدة تحترم المبادئ العامة للترميم باستغلال ما توفر لدينا من امكانيات بكل عقلانية واهتمام غير مبالغ فيه.

يعد الفخار من أحد أهم المصادر المهمة في دراسة الحضارات القديمة وذلك لكثرة ما يعثر عليه من قطع فخارية مكسورة أو مهمشة أثناء الحفائر الأثرية والتي تحتاج إلى عمليات الترميم والصيانة من تنظيف وتجميع وإزالة الأملاح لإعطائها الشكل الذي كانت عليه قبل تعرضها للتلف. وتختلف أنواع الفخاريات باختلاف مادة الطين، التي استعملت في صناعته والتي تتنوع بتنوع التربة والشوائب العالقة به من مركبات وأملاح معدنية والتي تؤثر في طريقة حرقه ودرجات الحرارة للازمة لذلك فتؤثر على لونه النهائي بعد الحرق وهذا التنوع في الفخار يعني ضرورة دراسة القطع الفخارية التي يتم العثور عليها، وبما أن الأثار المكتشفة عديدة ومتنوعة فإن الأثر يخضع لعمليات الجرد والتنميط والرسم التقني له والحرص على تتبع مساره كله، وتكون هذه الدراسة بشكل علمي دقيق للتوصل إلى الطريقة المناسبة لصيانتها، وسنعرض في هذا البحث مفهوم الصيانة والترميم.

1- الصيانة:

الصيانة في اللغة الانجليزية تعني **conserve** مشتقة من الفعل اللاتيني **conservare** والذي يتضمن نفس المعنى، وأن كلمة الصيانة التي تعني في اللغة الإنجليزية **conservation** مشتقة من الكلمة اللاتينية **conservatio** والتي تعني الصيانة والحفظ والعلاج[1].

الصيانة في مدلولها اللغوي على أنها الفعل صان، يصون، صونا وصيانة، يقال: صان المال أي حفظه في مكان أمن، وصان عرضه وحماه ووقاه مما يعيبه، وصان عهده حافظ عليه[2].

---

[1] محمد عبد الهادي محمد، مرجع سابق، ص20.

[2] أحمد مختار عمر، معجم اللغة العربية المعاصرة، مج2، علم الكتاب، القاهرة، ط1، 2008م، ص138.

وعرفها الباحث **ماري باربديكو** بقوله:" الصيانة تعني مد العمر للقطعة، وذلك باتباع الأساليب الوقائية لمنع تدهورها سواء الطبيعي أو الناتج عن حادثة ما، وذلك لمدة زمنية معينة طالت أو قصرت"[1].

2- الصيانة الوقائية:

هي مجموعة من التدابير والتدخلات غير المباشرة على الأثر أي على الوسط الذي توجد به القطعة، هدفها الابتعاد عن التلف وهي لا تتداخل مع مواد وتركيبة القطع ولا تغير من مظهرها.

وتتدخل الصيانة الوقائية بصفة استعجالية على عوامل تدهور المقتنيات في حالة ضياع فوري للمعلومات، والتدخل يكون بصفة غير مباشرة على التحفة من أجل تأخير تدهورها أو لوقايتها من أخطار التشوه، يجب توفير عوامل ملائمة تقي التحفة من محيطها الخارجي.

3- الصيانة العلاجية:

هي مجموعة تدابير وتدخلات مباشرة على الأثر أي على الأثار الناجمة عن التلف من أجل توقيف التلف، هذه التدخلات لا تتم إلا إذا وجدت هذه القطع في حالة تهديد بالزوال ويجب تطبيقها فورا وهذا راجع لهشاشتها وسرعة تلفها.

الحفظ العلاجي هو مجموعة من التدخلات التي يقوم بها المحافظ أو المرمم على التحفة التي أصابها نوع من التلف كالتنظيف من الغبار، التطهير، إبادة الحشرات، وضع دعامات، ترتيب التحف وغيرها من أجل حفظها للأجيال القادمة.

والهدف الرئيسي للصيانة يكمن في تأمين استمرارية وكمال المقتنيات الثقافية وذلك باحترامه وفقا للنقاط التالية:

- لا يمكن في حال من الاحوال أن تأثر الوسائل المسخرة في طبيعة المقتنيات الأثرية.
- عدم المساس بالمادة الأولية التي صنعت منها التحفة الأثرية.

---

[1] باربديكو وآخرون، الحفظ في علم الأثار، الطرق والأساليب العلمية لحفظ وترميم المقتنيات الأثرية، تر: محمد أحمد الشاعر، القاهرة، 2002م، ص08.

- عدم الإهمال أو المساس بمصادر المعلومات الخاصة بما يعني إدماج كل المعطيات الأثرية.
- العمل على استقرار وتخفيف التلف المؤثرة على التحفة.
- بحث وفهم والحفاظ على المدى البعيد للمقتنيات.

4- الترميم:

حضي مصطلح الترميم اهتمام العديد من الباحثين في ميدان ترميم الأثار، وقد أجمع غالبيتهم على المعنى الذي يدل عليه مصطلح ترميم بأنه يطلق على الأعمال التطبيقية والميدانية التي يقوم بها المرممون، من أجل حماية التراث الأثري من التلف، فالترميم لا يعني التجميل أو تجديد الأثر ولكن إعادته بقدر الإمكان إلى حالته الأصلية من خلال عملية علاج تتضمن التخلص من مظاهر التلف الظاهرة عليه، فهي عملية جراحية وتدخل مباشرة على الأثر، وتشمل حذف الإضافات اللاحقة وقد تذهب حتى إعادتها إلى حالتها الأصلية، وهذا ما يؤكده ميثاق البندقية 1964م في مادته (09) حيث عرف الترميم على أنه:"عملية متخصصة تعتمد على احترام المواد الأصلية وكل أعمال إضافية يجب أن تكون مميزة بشكل واضح، وهذا ما يجعل من الترميم عملية تهدف إعادة الأثر بقدر الامكان إلى حالته الأصلية"[1].

ويعني أيضا التدخل المباشر الذي يتم على اللقى خضوعها للصيانة الوقائية من تنظيف وعلاج مسبق، إذ يقوم المرمم بإزالة الأجزاء المتضررة التي يستحيل معالجتها، أو استبدالها بأجزاء جديدة من نفس النوع أو طبيعة الأثر، دون المساس بأصالة التحفة من قيم فنية وتاريخية.

5- الحفظ:

مصطلح الحفظ **préservation** يطلق على الاعمال التطبيقية والبحثية التي يقوم بها المختصون في صيانة الأثار في سبيل المحافظة على الأثار بشتى أنواعها وصيانتها من التلف في الحاضر والمستقبل، وكذلك في فحص مكونات الأثار المختلفة وتعيين

---

[1] محمدعبد الهادي محمد، مرجع سابق، ص28.

خصائصها الفيزيائية والكيميائية وتحديد خطورة التلف الذي ألم بها ومظاهره المختلفة على أسس علمية واختيار أفضل المواد الكيميائية وانسب طرق علاج وصيانة الأثار، وهكذا نجد مصطلح الحفظ ومدلوله أعم وأشمل من مصطلح الترميم وإن كان مصطلح الترميم يعتبر أقدم استخداما من مصطلح الصيانة في ميدان ترميم وصيانة الأثار.

لغة: **préservation** أخدت من الكلمة اللاتينية **praeservare** هي مركبة من جزئين هما: **prae** بمعنى قبل و**servare** الحماية والأمان، أي الحماية المسبقة أو الوقاية المسبقة **protection advance** وتشترك كلمة الصيانة وكلمة الحفظ في الجذر المشترك هو **servare** وتختلفان في المدلول لان الصيانة تشمل معنى أسبق.

X- مبادئ الصيانة والترميم:

بالنسبة لمبادئ الصيانة والترميم فهي ضرورية ومفروض على المرمم تطبيقها ليكون العمل المنجز ممنهج ويستوفي الشروط المنصوص عليها المواثيق الدولية، ومن خلال اتباع هذه المبادئ السبع في عملية الترميم يمكن الجزم بنتائج إيجابية وهذا ما يتطلع إليه كل مرمم وهي كمايلي:

1-مرحلة الفحص والتشخيص:

يمكن القول أنه من المستحيل التفكير في تدخل الصيانة والترميم على تحفة أثرية مهما كان نوعها أو شكلها بدون القيام بعمليتي الفحص والتشخيص.

أ- الفحص:

نجد فيه أولا تعريف ووصف القطعة حالة الحفظ والأضرار التي أصابت القطعة، وغالبا ما نجد أن توثيق النقطتين مهمل، وقليلا ما يتم توثيق وإدراج تطور الأهمية الثقافية للقطعة وتاريخها المادي، ما يؤدي إلى ظهور مشاكل كون الصيانة[1] والترميم عملية تتم على الجانب المادي للقطعة ولكن يؤثر على الجانب المعنوي لها، لذلك فالتاريخ المادي للقطعة وتاريخ حالة حفظ القطعة تعتبران من أهم النقاط التي يجب التعرف عليهما لاختيار حالة حفظ جديدة لها لتفادي الوقوع في اختيارات تقليدية.

---

[1] ماري ك برديكو، مرجع سابق، ص09.

ب- التشخيص:

يستند على النقاط والمعلومات المتحصل عليها أثناء الفحص، ويتمثل في ترجمتها، كما يرمي إلى توضيح الحالة الحالية للقطعة وتحديد النتائج التي أدت إليها هذه الحالة وتأثيرها على القيم الثقافية للقطعة، ثم تقييم الأخطار التي يمكن أن تؤدي إليها تطور هذه الحالة في المستقبل فتطرح إشكالية الصيانة والترميم.

2- تسجيل التدخلات(التوثيق):

بدون توثيق صحيح لا يمكن أن تكون ردود فعل مستقبلية، وتنتج مشاكل كبيرة لهذه المهنة لأنها تعمل على تحقيق المدى الطويل للقطعة.

إذ يجب على المرمم خلال تأدية عمله أن يحرص على عملية تسجيل وتدوين كل التدخلات الممكنة على الأثر قيد الترميم، بدءا من وصف حالة الحفظ ومسببات التلف مرورا بالإجراءات المقترحة للصيانة والترميم، وصولا إلى التدخلات المباشرة على الأثر وتطبيق هذه التوصيات باحترافية يمكننا من صياغة تقرير نهائي عن عملية الترميم يضاف إلى سجل التحفة الأثرية ويصاحبها خلال مسيرة حياتها في أي مكان وزمان.

3- التدخل الأدنى:

يمكن تعريف هذا المبدأ اصطلاحا على أنه "أقل تدخل ممكن على الأثر".

إذ يجب العمل بطرق ووسائل مجربة والتي نستطيع تقدير مدى تأثيرها على المدى البعيد، وبما أن هذا التأثير نادرا ما يكون متوقعا فإنه يجب تقدير مدى ضرورة أي تدخل وقياس درجته، إذ يحاول قدر المستطاع أن يطبق الحد الأدنى من التدخلات إلى غاية الوثوق من النتيجة مع التبرير لأية إضافة على المواد الصلبة والتمسك باحترام تكاملها، ومن ثم الاستجابة إلى الأهداف التي سطرها في المبدأ الأول الخاص بالتشخيص والفحص[1].

يجب علينا العمل بالطرق والوسائل العلمية التي جربت من قبل والاستفادة من هذه التجارب قبل استعمالها على التحف والتركيز بتجربتها بأنفسنا على مواد غير أثرية من أجل تحسين قدرتنا على استخدامها والحصول على النتائج الإيجابية، قبل تطبيقها على

---

[1] ماري ك برديكو، مرجع سابق، ص10.

التحف الأثرية، كما أن العمل بمواد مجربة علميا تمكننا من تقدير تأثيرها على التحف سواء على المدى القريب أو المدى البعيد على التحف الأثرية والمواد الأصلية المكونة لها، مما يمكننا من تقدير مدى ضرورة التدخل وتقييم نسبته حتى نصل إلى إجراء أقل تدخل ممكن مع تدبير الإضافات على المواد الأصلية.

4- الصيانة الوقائية(الحفظ الوقائي):

هي الإجراءات التي نقوم بها لكي نمنع أو نجد من التلف الذي يقع على الأثر الفخاري سواء في الوقت الحالي أو في المستقبل، وكذلك التنبؤ بحدوث التلف أو وقت حدوثه، والقيام بالإجراءات اللازمة لمنعه والحد منه بقدر الإمكان.

ومن المعروف أن عمليات تطبيق الصيانة الوقائية تفيد في التحكم في تنفيذ أعمال الصيانة بقصد انجازها وفق خطط زمنية محددة حيث تتمثل أنشطتها في أعمال الفحص الوقائي بهدف تنظيمه وتخطيطه لمواجهة التلف الذي يمكن أن يحدث كذلك فإن إعداد وتحليل البيانات والإحصائيات للتلف الذي يمكن حدوثه أثر كبير في نجاح برنامج الصيانة الوقائية، وهي أيضا إجراء علمي تطبيقي يلي عملية الترميم والغرض منه الحفاظ على الأثر ومنع تكرار عملية التلف أو الحد منها وأن عملية الصيانة الوقائية هي عملية شاملة تشمل جهات مختلفة للحفاظ على الأثار الفخارية[1].

كما تتدخل الصيانة الوقائية بصفة استعجالية على عوامل تدهور المقتنيات الأثرية في حال ضياع فوري للمعلومات، والتدخل يكون بصفة غير مباشرة على التحفة من أجل تأخير تدهورها أو لوقايتها من أخطار التشوه، يجب توفير عوامل ملائمة تقي التحفة من محيطها الخارجي.

وتعتبر أيضا أحد مجالات علم الأثار، والصيانة في مواقع التنقيب من أهم تطبيقات الصيانة الوقائية التي تتنوع مجالات تطبيقها، وفي مواقع التنقيب فإن الصيانة الوقائية هي

---

[1] أمير صالح، "نحو رؤية لعمليات الحفاظ على التراث لتدعيم هوية المجتمعات الاسلامية في عصر العولمة"، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي التاسع، قسم الهندسة المعمارية، جامعة الفيوم، 12-14 أفريل2007م.

الأعمال التي تهدف إلى صنع أو تقليل التلف الناتج عن الكشف والتعريض، وهي تقلل الحاجة لأعمال الصيانة العلاجية **remedial-conservation**[1].

كل هذه التدخلات خاضعة لمنهج علمي يرتكز على سبع مبادئ تتجلى في الإجراءات المتخذة والمستعملة في الترميم، ونذكر منها أولا الفحص أو التشخيص حيث من المستحيل التفكير في تدخل الصيانة والترميم على تحفة أثرية مهما كان نوعها وشكلها بدون القيام بالفحص والتشخيص[2].

5- وضوح التدخلات:

يقول الباحث **Brandi(C)** في هذا الشأن: "الإعادة إلى الأصل يجب أن تكون غير مرئية من البعد الذي يجب أن نلاحظ من عنده العمل، ولكن محسوسة ودون الحاجة للجوء إلى أدوات خاصة بمجرد أن نقرب مجال الرؤية قليلا"، أي أن يميز المرمم التدخل الذي قام به عن الأصلي مع إعطاء صورة جمالية تشبه الأصلية للتحفة، من أجل إيصال الفكرة للجمهور من جهة واعتماد الأمانة العلمية من جهة أخرى[3].

6- رجوعية التدخلات:

إن كل معالجة مهما كانت يجب أن تكون المواد المستعملة فيها انعكاسية وهذا بدون المساس بكامل التحفة، عمليا يمكن القول بأن ما أضيف خلال عملية المعالجة يجب أن يكون انعكاسي حيث عملية إزالة هذه المواد تكون بطريقة غير مضرة بالمادة الأصلية المكونة للأثار[4]، كما أن الرجوعية المستديمة للمواد المستخدمة تكون هي المقياس الأساسي لاختيار الوسائل والطرق المناسبة، وفي حالة عدم التمكن من تحقيق مبدأ الرجوعية فيجب علينا على الأقل العمل جاهدين أن تكون التدخلات المطبقة لا تعيق أي

---

[1] ثروت محمد حجازي، الأسس العلمية لعلاج وصيانة المكتشفات الأثرية في مواقع الحفائر، مطابع المجلس الأعلى للأثار، 2005م، ص09.

[2]Berducou(M), La conservation en archeologie méthodes et principes de la conservation, Paris, 1990, p.10.

[3]ماري ك برديكو، مرجع سابق، ص09.

[4]خالد غنيم، علم الاثار وصيانة الأدوات والمواقع الأثرية وترميمها، بيسان للنشر والتوزيع، لبنان، بيروت، 2002م، ص10.

تدخل آخر في المستقبل، إذ يجب ضمان استمرارية التدخل واستقرار المواد المستخدمة في آن واحد[1].

7- توافق التدخلات:

إن المواد والوسائل المستعملة في التدخلات يجب ان تكون متوافقة مع المادة الأصلية للقطعة سواء من ناحية الميكانيكية، الكيميائية، الفيزيائية والبصرية، وهذا لا ينطبق فقط على المواد التي ستبقى ملامسة للقطعة بصفة دائمة مثل: المواد اللاصقة ومواد الاستكمال بل ينطبق حتى على المواد التي تستعمل بصفة مؤقتة فقط مثل: المذيبات والكحول ومختلف مواد التنظيف وغيرها، بحيث يجب أن لا تؤثر سلبيا عليها ولا تتأثر بها لذلك يجب أن تتقادم المواد المستعملة في التدخلات مع المواد الأصلية للقطعة وبشكل متوافق ومنسجم ولتحقيق اختيار أمثل لهذه المواد يجب الاستعانة بعدة متخصصين في علوم أخرى.

XI- عملية التنظيف:

شهد القرن العشرين ق20 تطورا كبيرا في مجال الترميم حيث ظهرت العديد من العمليات العلاجية التي يقوم بها المرممون لتخليص الأثار الفخارية من مظاهر التلف المختلفة، وإطالة عمر الأثر الفخاري ليكون دليلا ماديا على تطور الفنون والصناعات الفخارية والخزفية عبر المكتشفات التاريخية المختلفة وتعتمد عملية العلاج على عنصرين أساسيين:

1- العلاج أو التنظيف الميكانيكي:

كانت تعاني الأواني الفخارية محل الدراسة من تراكم الأتربة على السطح الخارجي والداخلي، وبناء على ذلك تم الاستعانة بالمشارط المعدنية لإزالة الأجزاء الصلبة المتراكمة على السطح، وأيضا استخدام الفرش المختلفة لإزالة الأتربة المتواجدة على السطح وكذلك استخدام بعض الفرد الخشبية في حالة إذا كانت الأسطح ضعيفة وهشة كما في الصورة

---

[1] ماري ك برديكو، مرجع سابق، ص10.

2- العلاج أو التنظيف الكيميائي:

يتم البدء في التنظيف الكيميائي في حالة إذا كانت هناك أي بقايا لمظاهر التلف التي لم يستطع التنظيف الميكانيكي لإزالتها، حيث تم استخدام الأسيتون المخفف بالماء نسبة(1.1) لإزالة بعض التكلسات الصلبة والأتربة وذلك عن طريق لف قطعة من القطن بساق خشبية والعمل بشكل دائري على الجزء المراد تنظيفه كيميائيا.

XII- عملية تجميع ولصق الأجزاء المكسورة:

يتناول هذا البحث دراسة بعض مواد الاستكمال للأثار الفخارية وتقييمها من حيث الكفاءة حتى بمرور فترات طويلة من الزمن وإن تعرضت لتقلبات جوية مختلفة، حيث أن استكمال الأجزاء المفقودة للأواني الفخارية يعد من الخطوات ذات الأهمية الكبرى في مراحل العلاج والصيانة المختلفة، لأنها تعد نوع من أنواع الحفاظ على الأثار الفخارية من التلف والتهشم تلك التي تم تجميعها أو التي فقد منها أجزاء، ويجب أن تتوفر في مادة الاستكمال مجموعة من الشروط الأساسية منها أن تكون ذات تركيب كيميائي ثابت، قابلة للتشكيل وقابلة للإضافات والملونات المتنوعة، متوافقة مع الظروف البيئية المختلفة وأن تكون أيضا ذات كثافة مناسبة.

كما تعتبر هذه العملية من العمليات الهامة والدقيقة والتي تتطلب خبرة ودقة وإلمام بالنواحي الفنية والتشكيلية، وقد جرت محاولات عديدة فيما مضى وقبل التطور الهائل الذي حدث مؤخرا في الكيمياء الصناعية وعلم البوليمرات من أجل إصلاح الأواني التي تعرضت للكسر ولإعادة بناء هذه المقتنيات لم يكن أمام المرمم أو الفنان قديما إلا اللجوء إلى ما هو متاح له من المواد اللاصقة لإتمام هذه العملية وتمثلت هذه المواد في غالبية المنتجات أو اللواصق الطبيعية وأهمها الغراء الحيواني **Animal glue** أو الصمغ العربي **Arabicgum**.[1]

هذه العمليات تحتاج لمعرفة اللدائن والراتنجات المناسبة لكل مرحلة من مراحل العلاج والترميم للشكل الفخاري ونستعرض فيما يلي بعض من هذه اللدائن:

XIII-المواد اللدنة:

[1]Rado(P), An Introduction to the technology of potry the wereaste, Royal porcelincopany LTD, Oyford, 1988, pp.6-9.

1- اللدائن:

هي راتنجات تنتج من تفاعلات كيميائية لمواد عضوية وهي مواد ذات أوزان جزيئية كبيرة وجميعها بوليمرات تنصهر بالحرارة وتتصلب بالبرودة.

استخدمت في كثير من الصناعات لما تتميز به من سهولة تشكيل و تلوين ومقاومة للشد والخدش وقوة تحملها بالإضافة إلى كونها خامة اقتصادية وتنقسم إلى لدائن طبيعية مثل (صمغ المطاط، الصمغ العربي، السليلوز)، ولدائن صناعية (الأكريليك، الإيبوكسي، السليكون، البولي استر)، وتتميز اللدائن بخفة الوزن ومقاومة الماء وسهولة التصنيع وهي ذات ثلاث عناصر(الراتنجات، الملدنات، المولئ).

أ-الراتنجات: Resins

مواد من أصل عضوي أساسها الكربون تنظم جزيئاتها في شكل سلاسل تسمى بوليمرات، ويفضل هذه السلاسل تنساب تلك المواد بالحرارة وتتشكل بالضغط دون أن يطرأ على تركيبها أي تغيير وتظل محتفظة بشكلها بعد التبريد.

ب- الملدنات: Laminates

مواد لينة تستخدم مع الراتنجات فتساعد على سهولة تشكيلها وزيادة خصائصها كالمرونة والصلابة وعدم القابلية للاشتعال(أكسيد الحديد، أكسيد الكروم، الأكاسيد المعدنية).

ج- الموالئ: Filless

مواد تضاف إلى الراتنجات لتزيد من قوتها وتقلل انكماشها ومساميتها مثل(كربونات الكالسيوم، السيليكا، الكاولين، الزجاج، الرمل)[1].

واللدائن نوعان: لدائن تلين بالحرارة ولدائن مستقرة بالحرارة ومن خصائص اللدائن:

المرونة:Elasticity وهي القدرة الخامة على استعادة شكلها بعد زوال تأثير الضغط عليها.

---

[1] سامي عبد الفتاح صالح، أثر التكنولوجيا البلاستيك في التصميم الصناعي وتطبيقاتها في وحدة تنمية القدرات للطفل المصري، رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، 1986م، ص89.

المتانة: Toughnessمقاومة الصدمات.

الصلادة: Hardness مما يمكنها من الاحتفاظ بشكل سطحها تحت تأثير الضغط.

ومن أهم عيوبها:

-يتعرض بعضها للتشقق إذا كانت رفيعة السمك.

-بعضها يتغير لونه بالتعرض لضوء الشمس.

أهم الراتنجات(راتينجالايبوكسي) EpossideResins[1]

هي الراتنجات المستقرة بالحرارة تتميز بمايلي:

- إمكانية تصلب عالية. - أقل انكماشا أثناء التجفيف.
- أقل امتصاص للرطوبة. - أكثر تحملا للعوامل الجوية.
- يعطي بريقا جذابا وخاصة عند إضافة له أكاسيد لونية فيبدو كالطلاء الزجاجي.
- إمكانية تماسك عالية إلا أنه ينكمش بنسبة 5% بعد الجفاف[2].

كيفية استعمال مادة الايبوكسي:

- تضاف مادة الصلب للمادة الأساسية بنسبة 3،1 وتسمى بالأمينات **amines.**
- تقلب المادتين تقليبا جيدا حتى يحدث خلط كامل لجميع أجزائه.
- تستخدم أداة للتقليب بمراعاة ارتداء القفازات.
- تستخدم الكمية المخلوطة كلها قبل نصف ساعة حتى لا تجف.

XIV- الراتنجات المستخدمة في تقوية الفخار:

1- راتينج السيليكون:

من أهم المركبات التي تستخدم في تقوية الفخار الضعيف ما يعرف باسم (تترا إيبوكسي سيلان Tetraethoxy silane)، حيث يتفاعل هذا النوع مكونا السيليكا المسؤولة عن تقوية البنية الضعيفة للفخار، وهو معروف تجاريا باسم(الفاكر) (OH) أو(OH100). ويتكون من سيليكاتالإيثيل الناتجة عن تفاعل حمض السيليسيليك مع الكحول الايثيلي،

---

[1]نرمين ممتاز محمد مصطفى، إمكانية ترميم الشكل الخزفي بكليات التربية النوعية، مجلة بحوث التربية النوعية، العدد19، جامعة المنصورة، يناير2011م، ص461.

[2]نرمين ممتاز محمد مصطفى، نفسه، ص461.

وتوجد مكونات الفاكر في شكل شفاف عديم اللون أو مائل للأصفر. وتتميز مركبات السيليكون بملئ الفراغات والشروخ وتحسن قوة وصلابة الشكل بنسبة 20%[1].

2- الأكريليك:

تستخدم راتنجات الأكريليك(الترموبلاستيك، الترموستينج) كمقوى للفخار، ولكن يجب استخدام مذيب يمنع تحرك الراتنج اتجاه سطح البوليمرات التي تستخدم كمقوى ولاصق فتنتج من استخدام نوعية أو أكثر من المونيمرات المختلفة مثل(الإيثيل، ميثاكريلات والمثيل أكريلات)، ويذاب في المذيبات العضوية فيطبق. وقد استخدم البارالويد ب72 وهو بوليمر مشترك من الإيثيلميثاكريلات كمادة لاصقة ومالئة للفخار لتميزه بدرجة ثباته ويستخدم معه مذيب الاسيتون، وتتميز الاكريلات بصفة عامة بالشفافية بعضها صلب، زجاجي ولين[2].

XV- طرق تطبيق مواد التقوية:

في بعض الحالات يتم تطبيق مادة المقوى داخل الشرخ أو أسفل طبقة التزجيج ويتم ذلك من خلال الحقن، ويمكن تطبيق محلول المقوى على مساحات كبيرة وبشكل سريع ومتناسق لتغطية السطح بواسطة الرش باستخدام رشاش يدوي أو (Air brush) باستخدام ضغط هوائي منخفض، كما يمكن تطبيقها عن طريق الغمر أو ملئ الشكل بالمقوى ثم تفريغ الزائد عنها.

XVI- لواصق راتنجات الاكريلات:

تعد اللواصق الوحيدة التي تتركب من مركب واحد يكون رابطة سريعة في درجة حرارة الغرفة بدون أي عوامل مساعدة، إلا أن التصلب الكامل يحتاج لعدة ساعات ويمكن

---

[1] أ.د محمد مصطفى ابراهيم، دراسة لتقييم مدى كفاءة بعض مواد الاستكمال البلاطات الخزفية الأثرية، مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية، كلية الأثار، مجلد7، العدد33، جامعة القاهرة، 2022م، ص92.

[2] ترمين ممتاز محمد مصطفى، مرجع سابق، ص462.

إزالة اللاصق بسهولة في هذه الفترة باستخدام الأسيتون، ومن عيوبها أنها تتعرض للتلف بتعرضها لأي ظروف قلوية أو حمضية لذلك تحتاج لمادة لاصقة مساعدة[1].

لاصق البارالويد ب72 أحد انواع اللواصق عبارة عن بوليمر مشترك من المثيل أكريلات والإيثيل ميثاكريلات ويتميز بالاستمرارية وعدم الميل للاصفرار وهو مقاوم لتغير اللون حتى في درجات الحرارة العالية وتستخدم راتنجات الأكريليك وخاصة البارالويد ب72 كلاصق في ترميم الفخار لما تتميز به من خواص فيزيائية ممتازة وثبات عالي خاصة عند تفاعلها مع الضوء ويستخدم هذا اللاصق بتركيز 40-50% مذابا في الأسيتون[2].

1- لواصق البولي استر:

تعتبر من خامات بلاستيكية ذات لزوجة عالية وهو قلوي مستقر حراريا وغير مشبع يذوب في الستيرين ويحتاج لعوامل مساعدة تضاف إلى الراتنج السائل الذي ينتج عنه حرارة كيميائية تنضجه وتغيره من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة، وتستخدم أيضا كمادة لاصقة للفخار ومادة مالئة للخزف ذو درجة الحرق العالية مثل البورسلين والخزف الحجري، ويتم تدعيم المواد المالئة منه باستخدام الألياف الزجاجية، ومن عيوب هذه اللواصق درجة انكماشها العالية وصعوبة الإزالة بدون فقد لجزء من سطح المادة المطبقة عليها. ولكنها تتميز بالمرونة وخفة في الوزن وامكانية تطويعها في صور متعددة وتوافرها في الأسواق بأسعار متاحة للجميع، وتتراوح ألوانه بين الأصفر والأصفر الباهت والأحمر القاني وله درجة عالية من الشفافية والنقاوة[3].

2- لاصق خلات الفينيل:

تعتبر خلات الفينيل من أكثر راتنجات الثرموبلاستيك استخداما في لصق وترميم الفخار ويمكن استخدامها في شكل محلول أو مستحلب لتقوية الفخار وتوجد في شكلها النقي عبارة عن مادة صلبة زجاجية تذوب بسهولة في المذيبات العضوية مثل الأسيتون،

---

[1]Castro(E.A) Teresa(M), An Appraisal of the properties of Adhesivessuitable for the Restoration of SpanishMedievalceramics, London, 1999,p.116.

[2]Castro(E.A) Teresa(M), Ibid, p.116.

[3]نرمين ممتاز محمد مصطفى، مرجع سابق، ص464.

أما مستحلب خلات الفينيل يحتوي على حبيبات دقيقة مشتتة ومعلق في الماء وتؤثر عملية البلمرة في الشكل النهائي للبوليمر الناتج من حيث كونه سائل نقي في شكل محلول أو مستحلب في الماء وتوجد عدة عيوب في عملية البلمرة في صورة محلول أهمها أن البوليمر يصبح لزج جدا بمرور الوقت "وذلك فهي مناسبة للاستخدام في حالة الفواصل والشروخ التي لا تتطلب مقاومة عالية للضغوط وأكثر أنواعها شيوعا في الأسواق النوع المعروف باسم Gelva7حيث يعتبر الرقم 7 درجة لزوجة المحلول"[1]، بالإضافة إلى البولي فينيل أسيتات والمعروفة باسم الغراء الأبيض.

3-لاصق نترات السليلوز:

لها نفس خواص خلات الفينيلالمبلمرة فيما عدا درجة المرونة وميلها للتشرخ ولذلك تضاف لها بعض الملدنات لتحسين هذه الخاصية وتوجد في الأسواق تحت أسماء تجارية عديدة منها ducoComent مضاف إليها زيت الخردل كمادة ملدنة تستخدم في لصق الفخار وتتميز بمقاومة عالية للماء البارد والساخن ومقاومة متوسطة للأحماض والقلويات لذلك تذوب بسهولة في الأسيتون والكحولات[2].

والرجوع للعديد من الأبحاث في هذا المجال نستخلص أهم المواد اللاصقة في نوعين:

4- لواصق الترموستينج: ThermosettingAghesivesResins

وتشمل (الايبوكسي، الإكريليك، البولي استر).

5- لواصق الترموبلاستيك: ThermoplasticAdhesivesResins

وتشمل (خلات الفينيل، البارالويد ب72، نترات السليولوز).

وقد تميزت هذه اللواصق بالقوة والصلابة في لصق القطع الفخارية وإمكانية إعادة اللصق بإذابتها في المذيبات ثم إزالتها بالأدوات الحادة أو الطرق الميكانيكية كما في (الايبوكسي والبولي استر)، أما (البارالويد ب72(Paraloid B72) وخلات الفينيل ونترات السليولوز) فيمكن إذابتها بسهولة في الأسيتون وإزالتها باليد والأدوات البسيطة كما تتميز بالشفافية، لذلك يفضل استخدامها في لصق الخزف والبورسلين أما البولي استر فيتميز بالعتامة، لذلك يستخدم في لصق القطع العتمة اللون كما يتميز بسرعة الجفاف في مدة

---

[1] محمد عبد الهادي محمد، مرجع سابق، ص100.

[2] نرمين ممتاز محمد مصطفى، مرجع سابق، ص465.

تتراوح بين المواد من 4، 12 ساعة حسب الخلط المناسب لها فكلما زادت نسبة التصلد ونسبة الحرارة كلما قلت المدة.

XVII- مواد الاستكمال: Replacement Materials

1- عجائن مستحلبات الفينيل والأكريليك:

تستخدم هذه العجائن في الاستكمال وهي عبارة عن الغراء الأبيض في صورة مستحلبات تتكون من خلات الفينيلالمبلمرة وتخلط بالمواد المالئة البيضاء ويتعرض هذا الخليط للانكماش لذلك يجب تطبيقه في شكل طبقات رقيقة متتالية.

أما عجائن راتنجات الأكريليك فإنه يمكن استخدام البارالويد B72 كمادة مالئة خفيفة الوزن حيث يختلط بمادة خاملة من glass microspheres بنسبة 3 أجزاء مع جزء من الراتنج[1].

XVIII- عمليات الترميم:

قبل أي عملية ترميم لابد من وضع مخطط يحدد الأعمال والخطوات والمواد المستخدمة في الترميم.

-إزالة الأتربة والشوائب بغسل القطعة المراد ترميمها.

-التأكد من وجود كل القطع المكسورة وتنظيفها.

-اختيار المادة اللاصقة بحيث تكون مادة انعكاسية وأن يتم تجربتها واختبارها.

"تشير أحد الأبحاث إلى أن مادة نترات السليلوز المذابة في الأسيتون من أنسب المواد الشفافة للترميم لسرعة جفافها التي لا تتعدى نصف ساعة ويرجع ذلك لسمك القطعة والكمية المستخدمة من اللصق إلا أنه من عيوبها عدم تحملها حرارة الشمس المباشرة كما يشير لعدم استعمال المواد البيضاء نظرا لاصفرارها بمضي الوقت"[2].

---

[1] نرمين ممتاز محمد مصطفى، مرجع سابق، ص465.

[2] باخة ديل بوثوبير خينا، علم الأثار، ترجمة خالد غنيم، بيروت، 2002م، ص140.

-يجب اختيار المواد ذات المقاومة الكبيرة مثل الإيبوكسيالألراليت في ترميم الأشكال كبيرة الحجم لأن هذه المواد تحتوي عنصرين كيميائيين لذلك تزداد قوة صلابتها وتحملها الثقل.

ويراعى في عملية الترميم وجود الأجزاء المكسورة كاملة بحيث توضع كمية المادة اللاصقة على الحواف المكسورة بواسطة الفرشاة أو عود الثقاب الخشبي ثم لصق الجزئين بضغط خفيف وبحذر شديد لعدة ثواني، وإذا وجد زائد من المادة في الجزء الفاصل لا يفضل إزالته مباشرة بل يجب الانتظار حتى يجف ويزال بحذر باستخدام ألة حادة وفي حالة انفكاك الأجزاء لا يجوز لصقها مرة أخرى قبل إزالة اللاصق في المرة الأولى وإعادة تنظيف الحواف باستخدام مواد مذيبة مثل الأسيتون.

يجب أن يتم الترميم من أسفل لأعلى لتسهيل عملية الوصل بالترتيب. وفي حالة فقدان الكسر لابد من عمل جزء استكمالي للجزء المفقود وسد الفراغات فعامة يتم استخدام الجبس الناعم في البداية ويمكن عمل القالب من الشمع نظرا لسهولة تشكيله وإعادة تشكيله بالتسخين حيث يتحول إلى مادة مرنة يمكن استخدامها لأكثر من مرة.

1- إعداد القالب للجزء المفقود:

يقوم المرمم بطبع الجزء المفقود على الشمع ثم وضعه في الفراغ الناقص ويتم عمل قالب من الجبس الناعم من السطح الخارجي للأنية ويصب فوق القالب ثم ينعم بالسنفرة ويدهن بلون قريب من لون الشكل[1].

2- في حالة حدوث شروخ:

تظهر الشروخ بسبب الضغوط الشديدة الناتجة عن التصميم السيء للقطعة واستخدام الخامات غير المناسبة والتعرض للتجفيف السريع أو التعرض لحرارة مرتفعة داخل الفرن، وزيادة نسبة الماء أثناء تطبيق البطانات والطلاءات الزجاجية وتتصف الشروخ باتساعها عند نقطة بداية الشرخ وعادة تكون الشروخ في الحافة في مرحلة التجفيف وفي القاعدة في مرحلة الحرق، أما الشروخ التي تظهر في البدن فتكون مختفية ولا تظهر إلا

---

[1] نرمين ممتاز محمد مصطفى، مرجع سابق، ص470.

بالحرق السريع وتظهر حادة الزوايا في البورسلين أما الفخار فيحدث فيه الشرخ نتيجة تبلور السليكا واختلاف الإنكماش الحراري بين البدن والتزجيج[1]. يمكن عمل خلطة راتنجالإيبوكسي وثاني أكسيد التيتانيوم والكاولين ثم ضخها بحقنة داخل الشرخ في حالة الشروخ الكبيرة المتسعة ويمكن إضافة الصبغات اللونية المناسبة في الأشكال الملونة.

3- في حالة لصق السيراميك:

يمكن استخدام الإيبوكسي الشفاف أو البولي فينيل أسيتات المعروف تجاريا بالغراء الأبيض، ويتم بنفس الخطوات تنظيف الشكل ودهان الحواف بالمادة اللاصقة ثم إعادة ترتيب الأجزاء من أسفل لأعلى، في حالة إزالة اللاصق يوضع الشكل في إناء به ماء ساخن ليساعد على فصل المادة اللاصقة ويراعى وضع الشكل المكسور في إناء به رمل أثناء عملية اللصق، بحيثيسهل وضعها في مكانها المناسب دون أن يتحرك الشكل مع مراعاة ارتداء القفازات لحماية اليد من المواد الكيميائية اللاصقة[2].

---

[1] حمادة صادق، رمضان قطب، دراسة تقنية وعلاج وصيانة أدوات الإضاءة الخزفية، درجة الماجستير في علاج وصيانة الأثار، كلية الأثار، جامعة القاهرة، 2005م، ص93.

[2] حمادة صادق، نفسه، ص93.

الفصل الثالث

تقديم الموقع الأثري ملاكو وعيّنات الدراسة

يعد الموقع الأثري ملاكو أو قصر بترا قديما شاهدا على فترة زمنية مهمة في تاريخ الجزائر، فهو أحد أهم المواقع الذي يعبر عن ثقافة السكان المحليين في البناء والتشييد. وينتظر من فريق البحث المكلف بالمشروع أن يكشف اللثام عن الأسرار التي يخفيها عن فترة تاريخية غامضة في تاريخ بلادنا وهي من صنع أسلافنا.

نتطرق من خلال هذا الفصل إلى تقديم أهم المعطيات المتعلقة بالموقع الأثري ملاكو حيث تمت الإشارة إلى الإطار الجغرافي والمناخي أين بينت فيه الموقع الجغرافي والخصائص الطبوغرافية للموقع، بالإضافة إلى تضاريس وجيولوجية المنطقة التي أثرت بشكل كبير في تكوينها الصخري، وبالتالي في طبيعة الحجارة المستخدمة في بناء المنشأة، ثم المعطيات المناخية التي تتميز بها المنطقة والذي يدرج في تفسير عوامل التلف للمواد المشكلة لهياكل البنايات. كما تطرقنا إلى قراءة في تاريخ الموقع والتي أشرت فيها إلى أهم المصادر والمراجع التي ذكرت الموقع. كذلك خصصنا جزء من هذا الفصل نتحدث فيه عن مواد البناء، كونها العامل الأساسي في توجيه فلسفة عملنا وكذلك تساعدنا على التحكم في مختلف التدخلات وضمان بذلك الغاية من هذه الدارسة.

I-الإطار الجغرافي:

يتمثل الإطار الجغرافي لموقع ملاكو فيما يلي:

1- الموقع الجغرافي:

يقع الموقع الأثري ملاكو على الضفة اليمنى لمجرى واد الصومام، بقرية أخناق، بلدية صدوق ولاية بجايةعلى بعد 7 كلم غرب مقر البلدية وعلى بعد 8 كمشرق مقر بلدية أقبو، ويفصل بينه وبين مقر ولاية بجاية مسافة 50 كلم وعن الجزائر العاصمة 200كلم. يتربع هذا الموقع على قطعة أرض تفوق 3 هكتارات، تابعة لزاوية سيدي أويحي بأمالو وهي ضمن ممتلكات الوقف، يحتل بذلك مكان استراتيجي باعتباره يطل على هضبة يسمح للعيان من مشاهدة جزء كبير من سهول ضفاف حوض الصومام، هذا الموقع سمح بمراقبة ممر مهم جدا للرومان في منطقة تعرف بعدائها الشديد لهم.

أما فلكيا، فيقع غلى دائرة عرض "36°31'15.75 شمالا وعلى خط طول "4°37'29.77 شرقا وعلى ارتفاع 134م على سطح البحر[1].

الخريطة رقم(01): تبين الموقع الجغرافي للموقع الأثري ملاكو[2]

2- طبوغرافية الموقع:

يقع الموقع الأثري ملاكو على هضبة ذات انحدار مختلف نوعا ما، النصف العلوي يمتاز بشدة انحداره مقارنة بالنصف السفلي، لكن من الملاحظ أن للهضبة بصفة عامة انحدار شديد، فأخذ هذه الميزة أكثر من إجباري، كونها تلعب دور هام في:

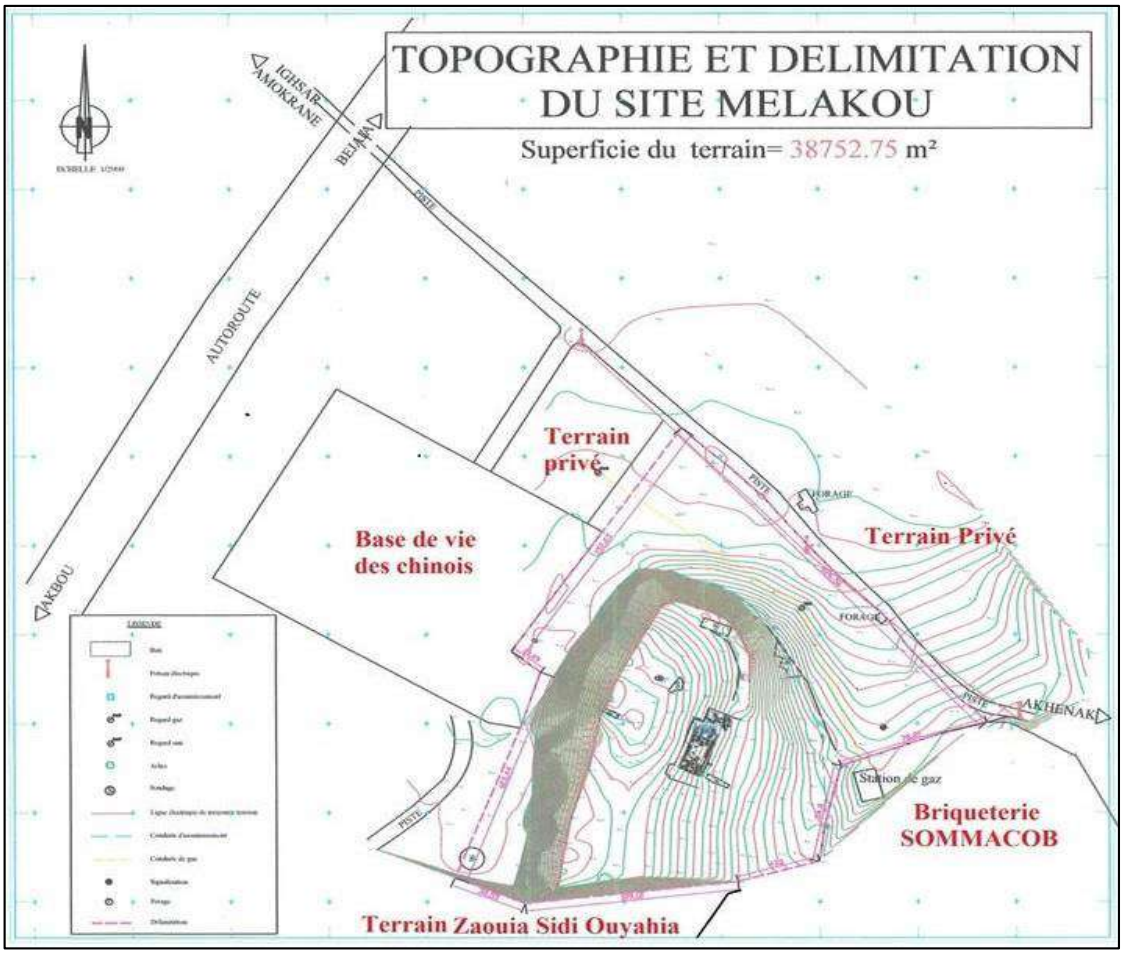
-استقرار الطبقات مثل هذه الأشكال من الأرض لها قابلية كبيرة لانجراف التربة الذي من شأنه أن يلحق ضرر بالآثار أو بالموقع الأثري ككل.

- النحت، والذي سببه هو الماء، فكما هو معروف المناطق المنحدرة تعرف نحت كبير منذ التساقط خاصة في الفصول ذات الأمطار الغزيرة، فهنا نلمس ظاهرتين أساسيتين وهما سيلان الماء بقوة قد يحدث نحت في عناصر المعمارية ويصيبها بالتلف فهو تلف مباشر، كذلك الكتل الترابية المنقولة من طرف المياه الجارية تترسب مع الجدران أو مع

[1]Google earth.

[2]Boukhenouf (A), et autres, Aperçu sur la vie rurale antique a travers le site archéologique de Mlakou, antique Petra, In vie et genre de vie au Maghreb, antiquité et moyen age, acte du 4eme colloque international, sousse, 2017, p.201.

العناصر المعمارية الأخرى وتتشكل بذلك قوة مضادة من شأنه تهديم أو الحاق الضرر بالعناصرالمعمارية كما هو موضح في المخطط01.



المخطط رقم(01): يبين طبوغرافية للموقع الأثري ملاكو[1]

3- تضاريس المنطقة:

لقد تم تشييد الموقع الأثري لملاكو على هضبة مفتوحة تطل على جزء كبير من مجرى واد الصومام الذي يعتبر مصدرا مائيا مهما إذ ساهم في استقرار الانسان منذ القرون البعيدة، ويحاط بسلاسل جبلية متفاوتة الارتفاع و هي كالتالي:

-من الجهة الشمالية جبال أكفادو.

-من الجهة الشرقية جبال البيبان أمبر قمة 1862م عن سطح البحر.

[1]Boukhenouf(A), Iaichouchen(O) et autres, op.cit, p.210.

-من الجهة الغربية جبال جرجرة أكبر قمة بها يصل ارتفاعها 2308م عن سطح البحر.
-من الجهة الجنوبية تتوفر بها مساحات سهلية ذات تربة خصبة صالحة للزراعة وخاصة وإنها بمحاذاة الواد، تنتهي مع جبال قلدمان والتي تعتبر جزء من جبال البيبان.

II- الإطار التاريخي:

1- أهم المصادر التي تناولت الموقع:

لقد تم تحديد الموقع الأثري ملاكو من خلال مصدرين مختلفين، يتمثل الأول في مقتطف من نص كتابي للمؤرخ اللاتيني أميان مرسلان(**AMMIEN MARCELLIN**[1])،الذي رافق قائد جيوش الرومان تيودوس (**THEODOSE***[2]) من أجل إخماد ثورة الملك فيرموس (**FIRMUS**) وذلك عام 372م، استقدم من مدينة أرل الفرنسية فحط رحاله بميناء جيجل، ثم صاحبه الجيش الروماني الإفريقي الذي كان في مركز عملياته في ستيفيس ثم أنشئ قواعد انطلاق حملته العسكرية في حوض الصومام بولاية بجاية وبالتحديد في مدينة توبوسبتو(**TUBUSUBTU**)(تكلات حاليا). لقد جاءت حملت هذا القائد بهدف وحيد، يتمثل في إنهاء سيطرة الملك فيرموس الذي انتفض ضد الرومان في عدة مناطق من موريتانيا القيصرية.

في هذا الإطار، وصف الكاتب الموقع على أنه قصر بحجم مدينة متوفر على الموارد الغذائية المتعددة ويدعى بـــ "قصر بترا" (**FUNDUS PETRA**). وأشار أيضا إلى اسم سماك (**SAMMAC**) كمشيد أو مالك للقصر وهو أحد إخوة فيرموس. كما ذكر الكاتب أيضا أصل أو دوافع انتفاضة فيرموس الذي وصل إلى إيقاف تمويل الرومان بالمنتوجات الزراعية، وهو الخلاف بينه وبين أخيه سماك على وارثة العرش بعد وفاة والدهما نوبل (**NUBEL**). وحسب ما يعمل به في التقاليد النوميدية،فأحقية وراثة العرش تعود إلى الابن الأكبر "فيرموس" لكنروما عارضته ودعمت أخاه حفاظا على مصالحها في المنطقة.
يتمثل المصدر الثاني "المادي" في النقيشة اللاتينية التي اكتشفت في سنة1900 م بجوار الموقع، من طرفالفرنسي بولايBoulay، قرئت ونشرت في عام 1901م ويحمل نصها

---

[1]كاتب ومؤرخ لاتيني رافق القائد تيودوس خلال حربه ضد الملك فيرموس.

[2]من أحسن قادة الرومان كان خلال اندلاع ثورة فيرموس في مهمة عسكرية تتعلق في إخماد قبائل بريطانيا.

اسم القصر "بترا"وكذلك وظيفته واسم صاحبه أو مشيده "سماك". توجد حاليا هذه النقيشة معروضة بالمتحفالوطني للآثار القديمة بالجزائر العاصمة.

الصورة رقم(23): تبين نقيشة سماك أو بترا.

2- لمحة تاريخية:

منذ احتلال بلادنا في عام 1830م،اهتم المؤرخون الفرنسيون في أبحاثهم من أجلتعيين موقع بترا بهدف فهم سلوكيات المجتمع الذي انتفض ضد الرومان وبالتالي قياس عصبيته رغم اختلافالفترة الزمنية. فيعود الفضل في كتابة أولى مقالات علمية حول هذا الموقع الأثري إلى **BerbruggerAdrian**[1] و **Ernest**[2]**Mercier** رغم أن الموقع لا يزال لم يتم تحديد موقعه بعد. أثناءاكتشاف نقشية بترا في عام 1900م من قبل السيد بولاي، أكد هؤلاء الباحثون أن موقع ملاكو هو الذي وصفه **Ammien Marcellin**.

كانت أبحاث القرن العشرين أكثر دقة استندت جميعها إلى الفكرة المؤكدة والمدمجة بين نص **Ammien Marcellin**والدراسة الكتابية لنقيشة بترا. هناك أيضا كتابات

[1]Berbruger(A), La Grande Kabylie sous les romains, 1853,pp.1-39.
[2]Mercier(E), Histoire de l'Afrique septentrionale(Bérbérie) depuis les temps les plus reculés jusqu'à la conquetefrancaise (1830), Tome1, 1888, pp.133-138.

StéphaneGsell[1] الذي كتب العديد من المقالات المتعلقة بهذا الموقع، كتابات **Gabriel Camps**[2] و**Denis Lengrand**[3]. ترتكز الفترة الحالية بشكل أساسي على أعمال فريق البحث من معهد الأثار ومختلف المساهمات التي قدمها كلا من **Christine**[4] و **Laporte JeanPierre hamdoune**[5].

III- الإطار المناخي:

1- درجات الحرارة:

تتبع تغيرات درجات الحرارة في الأنهار تغيرات درجاتحرارة الهواء، التي تم جمعها على مدار 45 عاما (1970م إلى 2015م)، يتماستنتاج متوسط درجة الحرارةالسنوية الإجمالية 18.39°م، بحد أدنى 7.3°م (المتوسط الشهري الأدنى)، وهو ما يقابل أبرد شهر هو شهر فبراير و30.3°م (الحد الأقصى للمتوسط الشهري)، الموافق لشهر أوت من كل سنة. كما هو موضح في الجدول رقم(02).

الفترة	الشهر	ج	ف	م	أ	م	ج	ج	أ	س	أ	ن	د
1975 إلى 2015	M	16.7	17	18.5	22.9	23	26.3	29.5	30.3	28.3	25.7	21	18
	M	7.8	7.3	9.1	11.2	13.8	17.3	20.3	21.5	19.2	16.1	11.9	8.7
	(M+m)/2	12.25	12.15	18.8	17.05	18.4	21.8	24.9	25.9	23.75	20.9	16.45	13.35

الجدول رقم (02): يبين معدل درجات الحرارة الشهرية والسنوية[6].

[1]Gsell (St), atlas Archéologique de l'Algerie, 6,148 et Note sur l'inscription d'Ighzer Amokrane, CRAI, 1901, p.172.

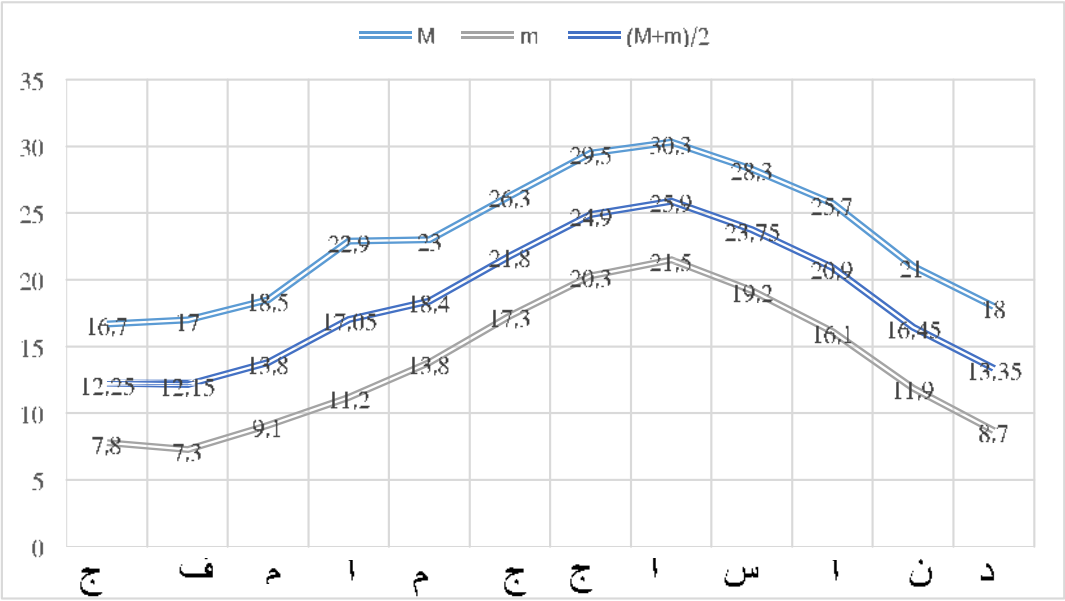
[2]Camps(G), Recherches sur les royaumes de Mauritanie des VII et VIIe siècles, 1984,p.187.

[3]Lengrand(D), L'inscription de Petra et la révolte de Fermus, BCTH, n°23, 1990-1992, pp.158-170.

[4]Laporte (J.P), Actes de congrès de Lyon 12-14/10/2006, p.278-298, et 2007, p.23-30, et 2013, pp.980-1002.

[5]Hamdoune(C), Le paysage du pouvoir dans les tribus de la Mauritanie césarienne d'après « Ammien Marcellin », p.943-964.

[6]عن ملحقة وكالة الأرصاد الجوي لولاية بجاية.



الشكل رقم(14): منحنى بياني لتوزيع المعدل الحراري لولاية بجاية.

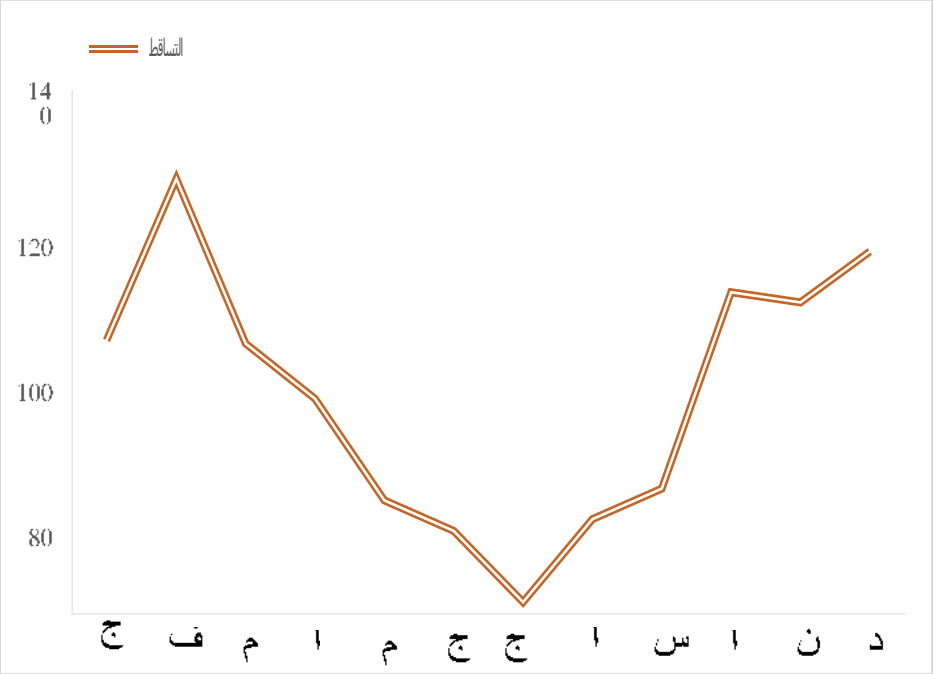
2- التساقط:

يعتبر تساقط الأمطار من أهم العناصر المناخية، وهو يختلف من فصل لآخر، ومن سنة لأخرى فتنتمي منطقة الصومام التي يتواجد فيها الموقع الأثري إلى القسم الشمالي للولايات الداخلية للبلاد، فهي تعرف نسبة تساقط للأمطار لا تتجاوز 600ملم. يظهر الانخفاض المحسوس في نسبة تساقط الامطار في منطقة وادي الصومام جليا كلما ابتعدنا عن البحر وهذا راجع إلى طبوغرافية الناحية غير المستوية، فوجود السلاسل الجبلية التي تحصر المنطقة من الجهتين الشمالية والجنوبية والتي تعتبر حائط طبيعي توقف مرور التيارات الهوائية الحاملة للرطوبة. يتم تسجيل الدورة في فيفري (116.4ملم) والحوض الصغير في جويلية (3.2ملم).

الفترة	الشهر	ج	ف	م	أ	م	ج	ج	أ	س	أ	ن	د	المعدل السنوي العام
1975 2015	ت مم	73.2	116.4	72.3	57.6	30.3	22.2	3.2	25.3	33.5	86.1	83.4	97	617.1

الجدول رقم(03): يبين المعدلات الشهرية والسنوية للتساقط[1].

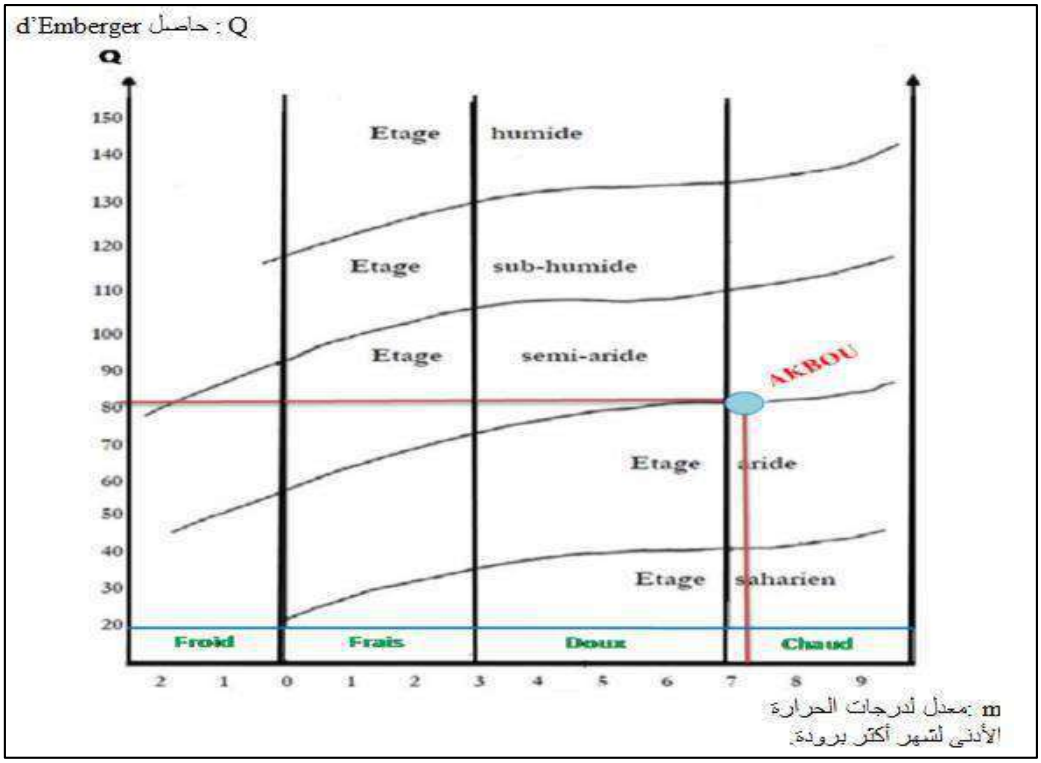
[1] عن ملحقة وكالة الأرصاد الجوي لولاية بجاية.



الشكل رقم(15): منحنى بياني لتوزيع المعدلات الشهرية للتساقط في منطقة الصومام.

3- مخطط بيوماخي:Emberger

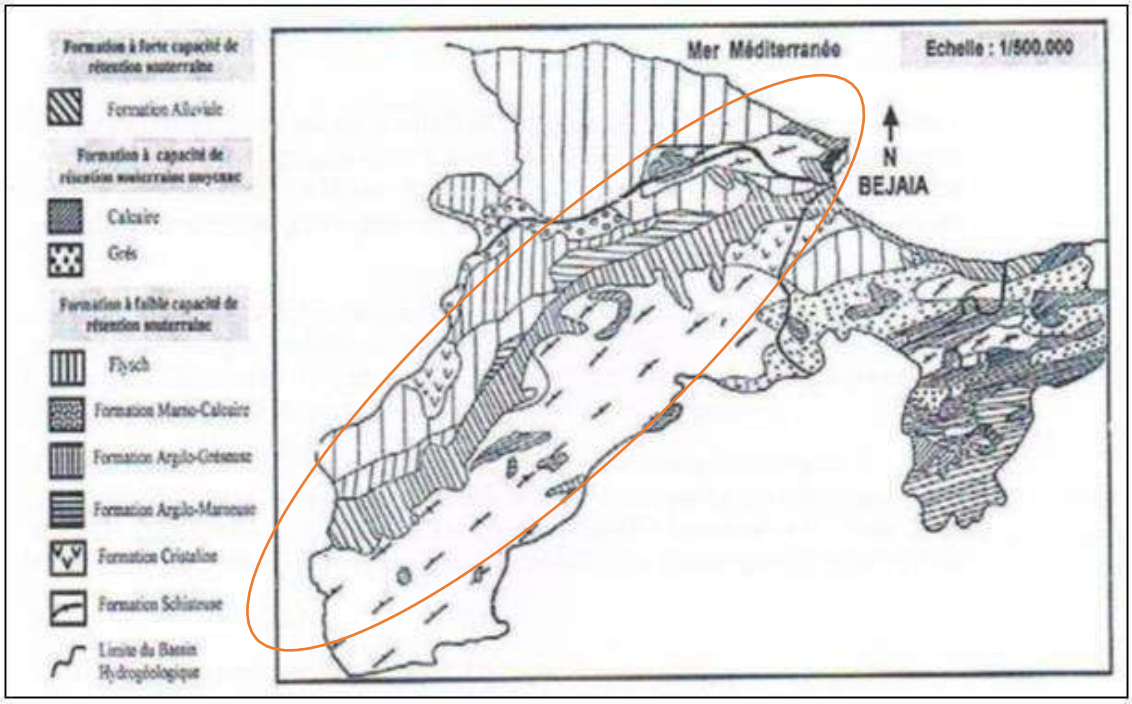
قام Emberger بتقسيم البيوماخي وذلك في المخطط رقم(02)، أين عين كمية تساقط الأمطار بدلالة معدل درجة الحرارة لأشهر أكثر برودة، فتوصل إلى تعين الأقسام التالية: قسم صحراوي، قسم جاف، قسم نصف جاف، قسم شبه رطب، قسم رطب، والقسم أكثر رطوبة. حيث أن بعد حساب حاصل **d'Emberger** والذي يساوي إلى 20.80ملل/°م وبعد تعين هذه القيمة في الشكل وحسب المعطيات أن درجة الحرارة المتوسطة الأدنى لشهر أكثر برودةتساوي 7.2°م وبتحديد هذه القيمة على المحور الأفقي من الشكل. إن تقاطع هذه النقطة مع نقطة الحاصل يتم وفقها تحديد طبيعة البيوماخي وهو من نوع شبه جاف.



المخطط رقم(02): يبين مخطط Emberger لمنطقة الصومام.

IV- جيولوجية منطقة الصومام:

تعد هضبة ملاكو جزء لا يتجزأ من ضفاف حوض الصومام، لذا فالحديث عن طابعها الجيولوجي لا ينفصل عن جيولوجية منطقة الصومام التي يشقها مجرى واد الصومام الذي يبدأ غربا من تلاقي مجري في بلدية تازمالت، يبدأ الأول من جبل عين لملح بولاية الجلفة والثاني من سهول الشرقية لولاية البويرة، ويصب في النهاية في البحر الأبيض المتوسط. وعليه يمكن القول أن المنطقة مشكلة من منخفض واد الصومام تحيط بهسلاسل جبلية التي ذكرناها في تضاريس المنطقة، وهي : جبال جرجرة، جبال البيبان وأكفادو. وهذا ما يظهر في الخريطة رقم(02).



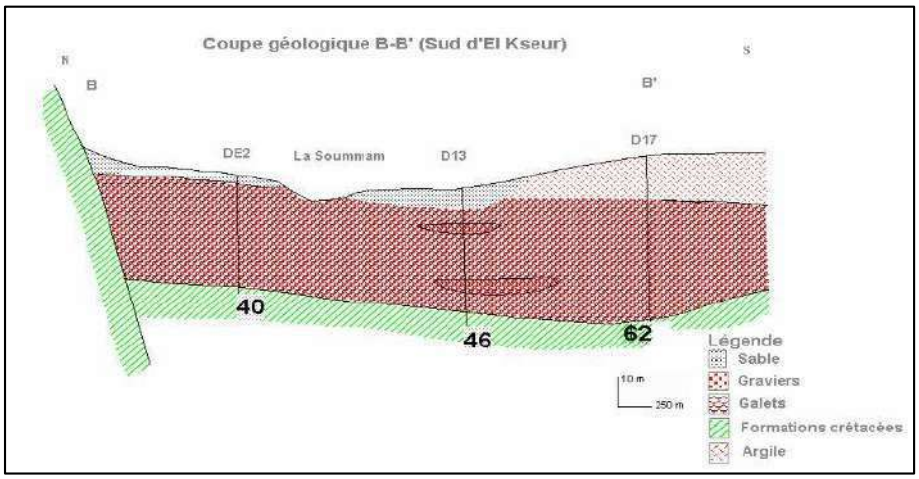
الخريطة رقم(02): تبين جيولوجية ولاية بجاية،Dulpan 1952 in Zouggagh

هذه التكوينات المشكلة من ترسبات طينية وحصباء فهي ناتجة عن الحت المائي للسلاسل الجبلية المحيطة به، وترتكز أساسا على طبقة عصر البليوسين**pliocène**. من حيث الطبقيةوكما عينه الباحثان دوبلانوحسيسن**Hassissene**[1]**Duplan** فهي بالتكوينات الجيولوجية التالية:

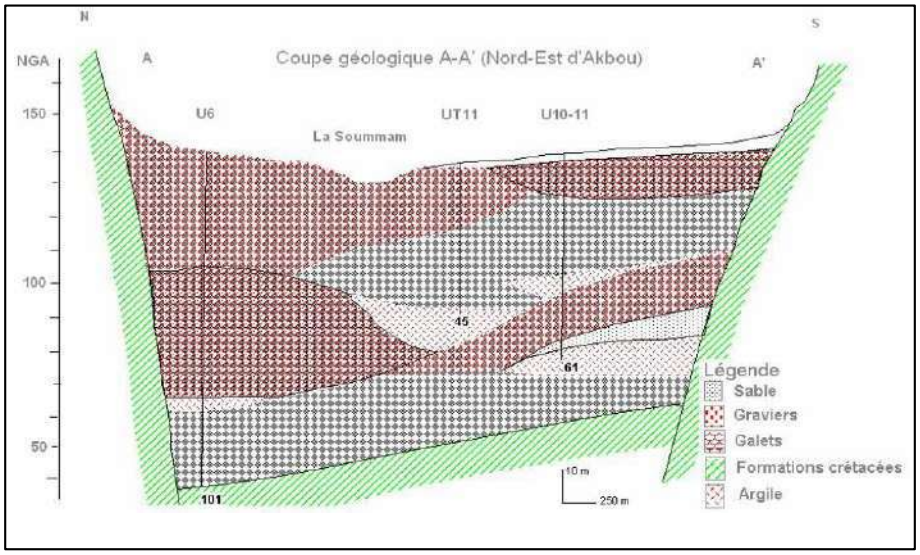
- العصر الجيولوجي الاربع: الطمي الحديث والطين القديم.
- الميوسيني والبليوسيني : الصلصال والحجر الجيري والحجر الرملي على الحافة وداخل الوادي.
- العصر الطباشيري العلوي: المارن النضيدي "**mamo-schisteux**" ينتهي الصخور الفتاتية على محور أغابالو- غوراية.
- ألبوأبتيان **(Albo-aptien)**: تناوب الحجر الرملي والكوارتزيت مع النضيد الأخضر والأسود.
- نيوكوميان **(Néocomien)** : النضيد والمارن النضيدي وحجر كلسي.

[1]Duplan, l. Monographies régionales 1ere série : Algérie N° 17 La région de bougie, 1952, p39

– العصر الجوارسي العلوي: الحجر الجيري والحجر الجيري الذي يحتوي على المارن والنضيد والحجر الجيري.



الشكل رقم(16): مقطع شمالي/شرقي مجرى واد الصومام، منطقة أقبو.



الشكل رقم(17): مقطع شمالي/شرقي مجرى واد الصومام، منطقة لقصر.

يوضح الشكل رقم(17)، المقطع ش/ش على مجرى واد الصومام، منطقة لقصر وجود عدة طبقات من الطين التي تنحصر بين طبقات الركام، ذات امتداد صغير كما نسجل

تداخل بينها وبين طبقات الطمي والركام في المصفوفة التي يبلغ متوسط سمكها 90م، ويبدو لنا هذا السمك متغيرة جدا.

في الواقع يبلغ سمكها من 85م عند مستوى ثقب الأسبارU10-11إلى أكثر من 100م على مستوى ثقب الأسبارU6. الطبقة السفلية عبارة عن حجر جيري مارن، وفي بعض الأحيان عبارة من الشيست، ينتمي إلى العصر الطباشيري والذي يبدو أنه يحد من الخزان على كلا الجانبين ، كما يظهر في (الشكل رقم (16))، وهي عبارة عن مقطع جيولوجي، تم إنشاؤه في شمال/شرقي منطقة أقبو.

ترسبات الزمن الجيولوجي الرابع والتكتلات الميوسينية لها سمك تراكمي يتراوح من 40م إلى أكثر من 45م عند مستوى الحفرة الأسبار D13 كما هو موضح في المقطع B-B تم انشاءه جنوب مدينة القصير. تختلف طبيعة الطبقة السفلية بشكل جانبي، فهي عبارة عن نتوء من الحجر الجيري المارني على الضفة اليمنى، ولكن على الضفة اليسرى، يوجد غطاء طيني أحيانا رملي وحتى حجر رملي من النوميدي يعلو الخزان مما يجعله محملا وبالتالي يشكل عتبة هيدروليكية.

V- دراسة العينات:

تعكس الأواني الفخارية إلى جانب فائدتها العملية حالة التطور التقني المتمثلة في تقنيات تشكيل الإناء، وسماكة وصلابة المادة- ومعالجة السطح المختار، والزخرفة، ويشمل أيضا التقاليد المتعلقة بالأسلوب والنمط الرائج. ومثل أي منتج آخر مصنوع، فهو ليس مجرد منتج تقني فقط، بل يحمل أيضا مضمون اجتماعي وثقافي. ومن أجل دراسة هذه الجوانب فإن تصنيف الفخار إلى مجموعات أثناء العمل الميداني هو بالتالي مهمة رئيسية، ويمثل خطوة أولى أساسية في وصف المجتمع القديم من خلال ثقافته المادية.

يعد الإنتقاء الأولي للفخار إلى مجموعات الجزء الأساسي من عملية التصنيف ويتم عادة في الحقل الميداني حيث تكون مادة الفخار وفيرة بكثرة، لذا يجب أن تكون عملية الفرز بسيطة وسريعة ولا تنطوي على استخدام أدوات التكبير أو غيرها من المعدات العلمية المتخصصة، ويعد إجراء الإنتقاء الأولي لمجموعة الفخار في كثير من الأحيان وسيلة عملية لتنظيم التباين الكبير، والمرهق في بعض الأحيان الذي يظهر عادة في المواد

المستخرجة حديثا[1]، ويتيح عند اكتماله إجراء مقارنة أسهل مع الأشكال، ومجموعات الفخار من المواقع الأثرية الأخرى، ويساعد في المناقشة مع الزملاء حول إمكانية تأريخ، وشكل الأواني التي تمثلها القطع الفخارية.

إن تصنيف المجموعات الفخارية وتحديدها خطوة أساسية ومبدئية في عملية البحث الأثري. فعلى سبيل المثال، يمكن إنشاء طريقة تجميع بسيطة وفق معيار واحد محدد أو أكثر مثل تقنيات التصنيع، وأنماط الإنتاج، والوظيفة وغيرها، إذ يتم تعريف كل مجموعة بواسطة رمز المجموعة ويمكن بناؤها على نحو أكبر (الزيادة عليها) عند تطبيقها باستمرار وفقا لإختلافات سمات الفخار التي تتطلب مجموعات رئيسية، أو مجموعات فرعية أخرى[2].

1- اللقى الفخارية:

تعد اللقى الفخارية من أهم المكتشفات الأثرية، حيث تسهم في دراسة تاريخ الحضارات القديمة وتطورها. يعتمد علم الأثار على تحليل هذه القطع لتحديد فترات الإستيطان، أنماط الحياة والتبادل التجاري بين الشعوب، وتتميز الفخاريات بسهولة تأريخها نظرا لاستمرارية استخدامها وتنوع أشكالها وزخارفها، مما يجعلها مرجعا زمنيا مهما لفهم التطورات الثقافية والاقتصادية في العصور الماضية.

2- تصنيف اللقى الأثرية:

أ- الفخار:

هو مادة مصنوعة من الطين المشوي وكان يستخدم على نطاق واسع في مختلف الحضارات، ويمكن تصنيفه وفقا لعدة معايير منها:

---

[1] دافيد رومان، ترجمة: مصطفى أحمد، دليل موجز لراسات الفخار من واد النيل إلى الشرق الأوسط، دار النشر Soleb، باريس، 2022م، ص19.

[2] دافيد رومان، المرجع السابق، ص20.

-حسب طريقة الصناعة:

*الفخار اليدوي: يتم تشكيله يدويا دون استخدام عجلة الفخار وهو شائع في العصور البدائية.

*الفخار المصنوع بالعجلة: يستخدم فيه الدولاب الفخاري مما يتيح انتاج أشكال أكثر دقة وتناظر وقد انتشر في العصور اللاحقة.

-حسب درجة الحرق:

*الفخار منخفض الحرارة: يكون مسامه مفتوحة ولونه غير موحد وغالبا ما يكون هشا.

*الفخار عالي الحرارة: أكثر صلابة ومقاومة للماء وعادة ما يكون محروقا عند درجات حرارة عالية تصل إلى 1000 درجة مئوية.

-حسب الإستخدام:

*أواني فخارية منزلية: تستخدم للطهي، التخزين والشرب.

*فخار جنائزي: يشمل الجرار الجنائزية المستخدمة في الممارسات الدينية والدفن.

*فخار زخرفي: يتميز بالزخرفة والنقوش وكما يستخدم في الاحتفالات والمناسبات الخاصة.

3- أهمية اللقى الفخارية في علم الأثار:

-تحديد الفترات الزمنية: يعد الفخار من أهم الأدلة المستخدمة في التأريخ النسبي للمواقع الأثرية، حيث يمكن من خلال أنماط التصنيع والتصميم تحديد العصر الذي تنتمي إليه القطعة الأثرية[1].

-دراسة الحياة الاجتماعية والثقافية: تعكس الزخارف والتصاميم أنماط الفن السائدة في المجتمع، كما تستخدم في بعض الأواني في الطقوس الجنائزية مما يكشف عن المعتقدات والعادات السائدة.

---

[1] دافيد رومان، المرجع السابق، ص21.

VI-تقديم المجموعة المدروسة:

بعدما تطرقنا في الفصل الأول لأهم المراحل والتقنيات التي تمر بها الآنية الفخارية أثناء التشكيل والزخرفة، قمنا باختيار مجموعة من القطع الفخارية التي تم اكتشافها في حفرية ملاكو وتضم هذه المجموعة على 3 عينات من الموقع وبعض المكتشفات الفخارية الأخرى التي عبارة عن قطع أو شقف من حواف، وأعناق، مقابض، قواعد الأواني والجرار الكبيرة فهي أواني فخارية غير مكتملة كليا (أي شكلها الكلي غير كامل) وبالنسبة للعينات التي يتم دراستها في موضوعنا البحثي عبارة عن قطعتين فخاريتين هما:

- قطعة فخارية عبارة عن جرة صغيرة الحجم (la cruche).
- قطعة فخارية عبارة عن آنية.

كما لم يتم استخدامنا لجميع القطع الفخارية المكتشفة في عمليات الترميم بل تم اختيارنا عينات أخرى محلية مشابهة من حيث المادة والتركيب لإجراء عمليات الترميم عليها، فهدفنا الحفاظ على سلامة القطع الأثرية الأصلية وتجنب تعريضها لأي ضرر محتمل أثناء التجارب، كما يسمح لنا باختيار تقنيات الترميم والتحليل على مواد مشابهة مما يضمن دقة النتائج وموثوقيتها عند تطبيقها على القطع الأصلية مستقبلا.

VII-شرح البطاقة التقنية:

هي عبارة عن بطاقة تحمل كل المقاييس والمواصفات الخاصة بكل قطعة أثرية أختيرت ضمن موضوع الدراسة وقد راعينا أن تشمل معظم البيانات التي تسهل عملية دراسة وتحليل القطعة الأثرية وهي على النحو التالي:

1-رقم البطاقة:

وهو عبارة عن رقم تسلسلي لمجموعة القطع الفخارية التي تم اختيارها للدراسة وقد قمنا بترقيمها بأعداد متسلسلة.

2-رقم الجرد:

وهو رقم نجده مسجلا على التحفة بالحبر الصيني في الغالب، يتكون من مجموعة من الأرقام والرموز لها مدلول يتعلق بالتحفة ومكان العثور عليها وتاريخ اكتشافها ومكان حفظها.

3-النوع:

ونقصد به نوع القطعة الأثرية إن كانت جرة أو آنية حافة أو جزء من بدن أو مقبض...إلخ.

4-المصدر:

ونعني به المكان الذي تم الحصول منه على القطعة الأثرية لاسيما اسم موقع الاكتشاف مع ذكر تاريخ الحفرية.

5-تقنية الصناعة:

ونقصد بها الأسلوب التقني الذي تم بواسطته صناعة القطع الأثرية، أين يمكننا أن نميز ثلاثة طرق للصناعة:

الطريقة الأولى تكون بواسطة اليد: إما التشكيل بالحبال أو الشرائح، والطريقة الثانية بالدولاب ويمكننا أن نميز هذه الطريقة بسهولة، حيث نجد أن سمك بدن الآنية متجانس كما يظهر عليها بعض الدوائر المنتظمة نتيجة عملية الدوران، أما الطريقة الثالثة فتتمثل في التشكيل بالقالب وتكون القطع مكونة من قسمين وجه القطعة وقاعها ويتم الربط بينهما بواسطة اليد بالترطيب قبل عملية الفخر داخل الفرن.

6- اللون:

ونقصد به لون القطعة الخارجي وإن كان هناك اختلاف بين لون عجينة الصناعة واللون الخارجي للأثر نشير إلى ذلك في ضمن الوصف التقني للقطعة الأثرية.

7- طريقة الزخرفة:

نذكر وجود أو غياب الزخرفة مع تحديد نوع التقنية المستعملة: إما بالحز أو الكشط، أو التخريم...الخ، أو باستعمال الطلاءات.

نقصد بها تلك العملية الزخرفية الفنية المنفذة إما بتقنيات: الحز أو الكشط باستعمال أدوات حادة أو الإضافة أو الطبع أو الختم باستعمال وسائل خاصة مثل الطابع أو المغرة

باستعمال الفرشاة أو الطلاءات الزجاجية الشفافة أو الأكاسيد المعدنية الملونـــة (أحادية اللون، ثنائية اللون، متعددة الألوان) أو كلاهما.

8- مكان الصناعة:

لتسهيل عملية التصنيف أشرنا إلى المكان الذي صنعت فيه كل قطعة أثرية في إشارة إلى نوعية القطعة الأثرية للتمييز بين الصناعات المحلية عن الصناعات المستوردة مما يضيف فائدة علمية وتاريخية تسهل في عملية البحث.

9- المقاسات:

تم إستخدام مجموعة من الأدوات المعتمدة في قياس المنتجات الصناعية الفخارية كمثل القدم القنوية التي تمكننا من قياس سمك جدار القطعة أو الإناء بدقة باستخدام المليمتر كوحدة للقياس، بالإضافة إلى ذلك، تم الإستعانة بجهاز le conformateur الذي يساعد في تحديد الشكل العام أو الهيكل الخارجي للإناء. بناء على هذه المقاسات يجرى تطبيق الشكلين الخارجي والداخلي وفقا للقياسات المحصل عليها سابقا بهدف رسم نموذج دقيق للقطعة الأثرية، في الجانب التطبيقي تم أخذ المقاسات اللازمة لكل قطعة أثرية بوحدة السنتيمتر، مما يسهل عملية رسمها بدقة لتحليلها وفهم خصائصها ومميزاتها، كما تعد هذه القياسات توثيقا دقيقا يسمح بتمييز كل قطعة أثرية عن الأخرى وكانت على النحو التالي:

-الارتفاع: وهو مقاس القطعة بوضع قائم من أعلى نقطة حتى نقطة الارتكاز.

- القطر: وهو مقاس أقصى قطر للآنية والتي جاءت معظمها دائري الشكل.

- قطر القاعدة: وهو أقصى قطر للقاعدة التي يرتكز عليها الإناء.

- قطر الفوهة: وهو أقصى قطر للجزء المفتوح من فوهة الإناء.

- إرتفاع العنق: وهي المسافة الرابطة من نقطة انبثاق العنق من بدن الإناء وحتى النقطة الواقعة أسفل الفوهة مباشرة.

- الطول والعرض: وهي مقاسات للقطع المصنفة أجزاء من قطعة كاملة.

10- حالة الحفظ:

هناك ثلاث حالات لوصف الحالة التي عليها الأثر (جيدة، متوسطة، سيئة) وأضفنا وصفا لحالة الكسور وإن كانت مفقودة منها أجزاء أو إذا أجري لها أي أعمال ترميم.

11- مكان الحفظ:

هو المكان الحالي المحفوظ به القطعة الأثرية وقت إعداد الدراسة في مديرية الثقافة لولاية بجاية.

12-الوصف:

يشتمل الوصف على بعض التفاصيل الخاصة بالقطعة كوصف العجينة ولونها وتقنية صنعها ونوع الزخارف المنفذة عليها، ويمكننا كذلك أن نذكر نوع التلف إن أمكن ذلك.

13- الصورة:

نقوم بتدعيم البطاقة التقنية بصورة للقطعة.

14- الرسم:

ندرج ضمن ملاحق البطاقة التقنية رسم للقطعة.

البطاقة التقنية:

بطاقة تقنية لجرة	
الموقع: ملاكو .اقبو .بجاية	**رقم الجرد:M.P001**
تاريخ الاكتشاف:2021	**رقم الحيز:02**
مكان الحفظ: مديرية الثقافة–بجاية	**رقم المساحة:03**
الوظيفة: للشرب	**التأريخ:** الفترة القديمة

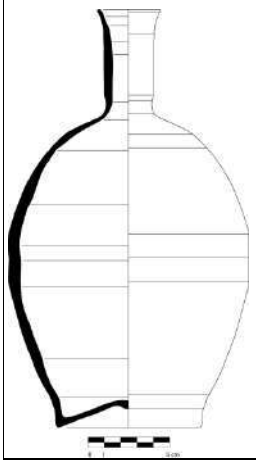
صورة في الموقع	صورة قبل الترميم	صورة بعد اللصق	صورة بعد الترميم

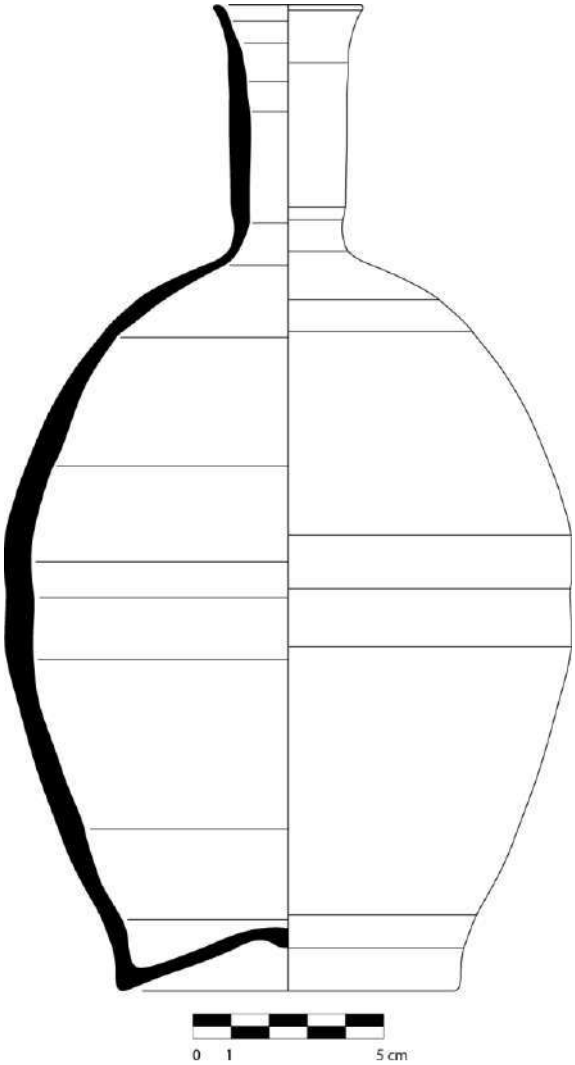
المقاسات

الارتفاع	قطر القاعدة	قطر الحافة	عدد الشقف	السمك
27سم	9سم	15سم	66	سمك1:0.7سم،سمك الحافة:0.5سم، سمك القاعدة:0.5سم

التشخيص

لون العجينة	نوع العجينة	لون البطانة	تقنية الصنع	تقنية الزخرفة
بنية	صلبة	بني فاتح	بالدولاب	حزوز وزخرفة

الوصف	الرسم التقني
– هي عبارة عن جرة فخارية صغيرة الحجم، مصنوعة من عجينة طينية صلبة. – لون الجرة من الداخل أخذت اللون البني ومن الخارج بني فاتح. – تحتوي على زخرفة وحزوز وكتابة. – وجدت في مكان الكشف في حالة متدهورة ذات أجزاء ناقصة على مستوى البدن، العنق،القاعدة. – الجرة صنعت باليد الذي يظهر في عدم توازن الوجهين من البدن. – نلاحظ على الجرة ظهور اللون الأسود على سطح البدن الناتج عن سوء الحرق من عيوب الصناعة، أجزاء ناقصة (المقبض)، وترسبات خفيفة ناتجة عن تبلور الأملاح المتواجدة في وسط الدفن، وتتواجد مختلف الثغرات على مستوى البدن.	

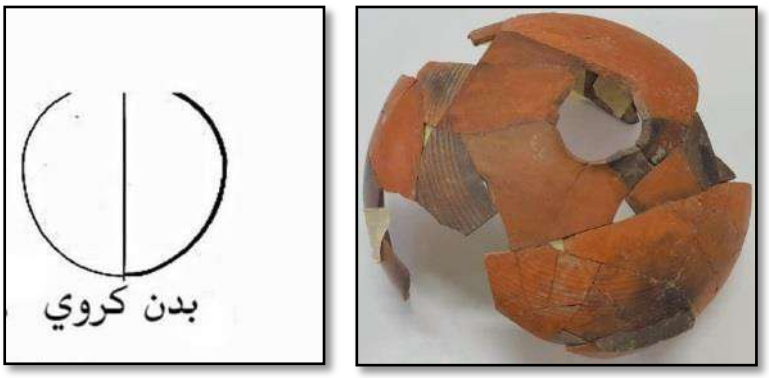

0 1 5 cm

بطاقة تقنية لآنية			
الموقع: ملاكو .اقبو .بجاية		رقم الجرد:M.P001	
تاريخ الاكتشاف:2021		رقم الحيز:02	
مكان الحفظ: مديرية الثقافة-بجاية		رقم المساحة:03	
الوظيفة: للشرب		**التأريخ:** الفترة القديمة	
صورة في الموقع	**صورة قبل الترميم**	**صورة بعد اللصق**	**صورة بعد الترميم**

المقاسات				
الارتفاع	**قطر القاعدة**	**قطر الحافة**	**عدد الشقف**	**السمك**
10سم	/	3.5سم	52	سمك1:(0.2-0.4)سم، سمك الحافة:0.5سم.

التشخيص				
لون العجينة	**نوع العجينة**	**لون البطانة**	**تقنية الصنع**	**تقنية الزخرفة**
أحمر أجوري	صلبة	أحمر أجوري	بالدولاب	حزوز

الوصف	**الرسم التقني**
-هي عبارة عن أنية فخارية صغيرة الحجم، مصنوعة من عجينة طينية صلبة. - لون الأنية من الداخل أخذت لون أحمر أجوري من الداخل والخارج. - تحتوي على وحزوز فوق المقبض على مستوى البدن. - وجدت في مكان الكشف في حالة متدهورة ذات أجزاء ناقصة على مستوى البدن، العنق، القاعدة. - الآنية صنعت بالدولاب الذي يظهر في تساوي البطانة من الداخل والبدن. - نلاحظ على الآنية ظهور اللون الأسود على سطح البدن الناتج عن سوء الحرق من عيوب الصناعة، أجزاء ناقصة (المقبض، القاعدة، العنق)، وترسبات خفيفة ناتجة عن تبلور الأملاح المتواجدة في وسط الدفن، وتتواجد مختلفالثغرات على مستوى البدن، وشكل الآنية غير كامل.	



صور رقم(24): تبين نوع البدن المشكل منها الأنية الفخارية.

الصورة رقم(25): تبين نوع الفرن الذي أحرقت فيه الأنية الفخارية التي تم العثور عليها بالموقع الأثري ملاكو.

بعد تحديد المجموعة المدروسة من العينات وتوثيقها ضمن البطاقة التقنية أصبح من الضروري تحليل مكونات الفخار بهدف فهم خصائصه الفيزيائية والكيميائية، يتطلب ذلك دراسة دقيقة لمواد التصنيع المستخدمة مثل الطين والشوائب المضافة، والعناصر المعدنية المساهمة في تركيب الفخار كما يتم التركيز على تحديد طبيعة المواد الخام.

فالطين يعتبر العنصر الأساسي في صناعة الفخار وتحديد نوعيته وطريقة معالجته خطوة أساسية لفهم عملية الصنع إذ تؤثر طبيعة الطين ودرجة نقاوته بشكل مباشر على بنية الفخار وخصائصه الفيزيائية والكيميائية، ودراسته تساعدنا في معرفة الشوائب المضافة لتحسين قابلية التشكيل أو تعزيز صلابة القطع بعد عملية الحرق، بالإضافة إلى ذلك معرفة أثار عمليات الحرق ودرجات الحرارة التي تعرضت لها القطع، لما لذلك من أهمية في تقييم تقنيات الحرق المستخدمة وتأثيرها على جودة الفخار. كما يقصد بالطين أنها التربة التي تعمل على مسك الماء وتصبح رخوة وقابلة للتشكيل عندما تكون رطبة والطين من بين مفصولات التربة يمتلك حجم أقل من 0.002ملم[1].

VIII-الخصائص الفيزيائية:

إن طبيعة الطين اللدنة وإمكانية تشكيلها بطرق متعددة جعلت الخزاف قادر على إيصال طبيعته وفي بعض الأحيان نجده بصورة جاهزة في التكوينات الطبيعية الصلبة، وبعض الخزافين يعطي اهتماما كبيرا للتركيب الكيميائي والفيزيائي للطين وخصائصه التكوينية والجمع بين المتعة في تشكيلها وطواعيتها ومن تحديده لهذه النوعية التي امتازت بها جعلتها مادة مفيدة للإنسان وملائمة في عمل وتشكيل الأجسام الفخارية مع مراعاة كونها متجانسة ونظيفة وخالية من المواد الغريبة ومن خواص الأطيان ما يلي[2]:

---

[1]Rhodes(D), Clay and glazes for the potters, London, 1996, p.24.

[2]حسام صباح جرد، استخدام طينة الكاولين الحمراء لانتاج خزف واطي الحرارة، مجلة جامعة بابل، كلية الفنون الجميلة، العلوم الانسانية، المجلد22، العدد05، 2014م، ص123.

1- اللدونة:Plasticity

تعتبر لدونة الطين من أهم الخواص التي تؤثر تأثيرا مباشرا على طريقة التشكيل المتبعة "التقنية" فإن لم يكن للفخاري خبرة كافية في عملية الربط بين درجة اللدونة وطريقة التشكيل المختارة بغرض تنفيذ التصميم فمن الصعوبة نجاح أو إتمام عملية التشكيل، وتختلف خصائص اللدونة باختلاف الطينات فكلما كانت حبيبات الطين دقيقة ناعمة كلما زاد الماء الممتص (absorbed water) وبالتالي تزيد اللدونة[1]. وكلما كانت الطينة معتدلة اللدونة كلما زادت قابليتها للتشكيل(deformabilitأي أنها تتحمل عملية التغيير والتشكيل تحت تأثير قوى خارجية كالأدوات أو التقنيات المتنوعة، فالطينة اللدنة هي التي يمكن تشكيلها بسهولة دون أن تلتوي أو تتشقق أثناء عملية التشكيل[2].

2- الإنكماش:Shrinkage

وهو التناقص التدريجي لحجم طول الجسم الفخاري من خلال عملية الجفاف والحرق، إن التقلص العالي يعتبر خاصية غير مرغوبة فيها في الأجسام الطينية لما تسببه من إجهاداتوكلما كان الطين لدن نجد حبيباته أصغر حجما كلما ارتفعت نسبة التقلص فيه، لأنه يحتاج إلى كمية كبيرة من الماء عند العمل للحصول على قابلية التشغيل المطلوبة وهذا يعني بالنتيجة الجسم الطيني للتقلص[3]. والإنكماش هو انخفاض الحجم نتيجة التغير في درجة الحرارة و لكل معدن (الطينة أو الفلسبار) معدل انكماش خاص به وعليه فإن معدل انكماش قطعة الفخار يختلف من قطعة إلى أخرى، والطينات تنكمش عندما تجف وعند الحرق[4].

---

[1] زينات الجواد صالح، الطينات ومنتجاتها، مذكرات مادة تشكيل وخزف، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، 1407، ص04.

[2] نورتن (ف.هـ)، المرجع السابق، ص155.

[3] حسام صباح جرد، المرجع السابق، ص124.

[4] Kenny(J.B), op.cit, p.137.

$$\frac{\text{الطول الطردي – الطول الجاف}}{\text{الطول الجاف}} \times 100 = \frac{B - A}{B} \times 100\%$$

A= طول طردي **B= طول جاف**

3- المسامية:Porosity

يمكن تعريف المسامية بأنها نسبة حجم المسام الفارغة إلى الحجم الكلي للقطعة[1]، وتعد المسامية أحد الخواص الهامة والأساسية للفخار وترتبط المسامية بكل من الكثافة ، القوة ، النفاذية، مقاومة التجوية والتآكل وكذلك تزهر الاملاح بالاضافة إلى مقاومة الصدمة الحرارية، حيث أن الفخار يتكون من اكثر من مادة من حبيبات فردية ومادة زجاجية في بعض الأحيان فإن هناك تغير في العلاقة بين هذه المكونات نتيجة التغيرات في الحالة الكيميائية والفيزيائية للفخار عند الحرق والتبريد[2].

ومما لا شك فيه أن نقطة التزجج للطينة ودرجة حرارة الحرق هي المحدد الأساسي للمسامية وكذلك فإن للضغط المستخدم أثناء التشكيل تأثير على المسامية حيث ان الضغط يقلل المسامية وذلك بضغط الجزيئات معا. وكذلك يجب الإشارة إلى شيء مهم هو أن الفخار لا يحترق بدرجة متساوية فقد تتعرض قمة أو قاعدة القطعة لحرارة أعلى أو أقل وبالتالي فإن المسامية تكون غير متساوية[3].

$$\frac{\text{وزن الجسم وهو مشبع بالماء – وزن الجسم وهو جاف}}{\text{وزن الجسم وهو مشبع بالماء}} \times 100$$

والمسامية نوعان:

---

[1]Shepard(A.O), op.cit, p.125.

[2] Boudchicha(M.R). Etude de la cristallisation et des propriétésmécaniques et diélectriques de céramiques préparés à partir de kaolin-dolomite.UniversitéEl-HadjLakhder–BATNA, 2010, p.56.

[3]حمادة صادق رمضان قطب، المرجع السابق، ص54.

أ- المسامية الحقيقية: True porosity

تسمى أيضا المسامية الكلية total porosity[1] وهي تشمل المسام المفتوحة بالإضافة إلى الفراغات أو المسام المغلقة.

ب- المسامية الظاهرية: Apparent porosity

وتشمل فقط المسام المفتوحة المتصلة بالسطح وتستثنى منها المسام المغلقة والمسام الدقيقة، وترتبط المسامية الظاهرية بالامتصاص[2].

وتنقسم هذه المسامية إلى عدة أنواع:

-المسام المغلقة أو المعزولة Clossed or sealed pores

- المسام الدقيقة Micro pores

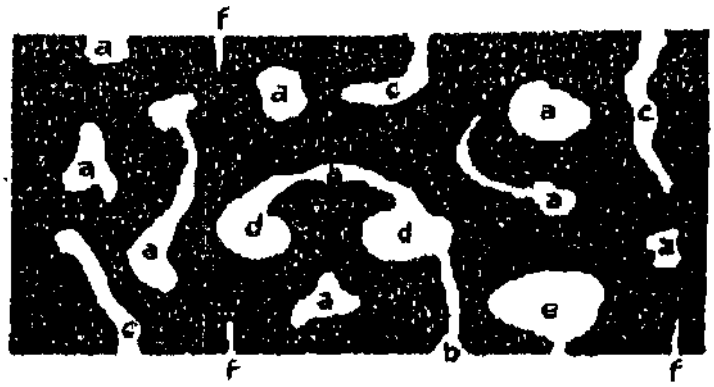
ولتحديد المسامية الظاهرية يتم قياسها عادة بالغمر في سائل حيث تجفف العينة في فرن حتى 105-110°م ويتم وزنها، وبعد ذلك تغمر العينة في سائل "ماء" حتى يحدث التشبع ويتم وزنها وهي مشبعة[3]، ويتم قياس هذه المسامية من العلاقة التالية:

$$\text{المسامية الظاهرية} = \frac{\text{الوزن بعد الغمر} - \text{وزن الجاف}}{\text{الوزن بعد الغمر} - \text{الوزن في الماء}} \times 100$$

[1] حمادة صادق رمضان قطب، المرجع نفسه، ص55.

[2] Walid Kamel El-Gharib, Evaluation of someselected gap-filling Materials used in Restoration of Archaeological Pottery excavated from Tell Basta in Sharkia: Anexperimental and appliedstudy, Journal of the General Union of Arab Archaeologists, Volume 08, Issue 02, Conservation Departement, Faculty of Archaeology, Zagazig University, Egypt, 2023.

[3] Rice(R.W), op.cit,p.352.



الشكل رقم(18): يوضح أنواع المسام المختلفة للطينة عن Grim shaw.

IX- الخصائص المعدنية والكيميائية:

إن التركيب المعدني يلعب دورا هاما في قوة الفخار، مثل المونتموريونيت يعمل على زيادة قوة تماسك وترابط البدن الفخاري، أما المواد المعدلة temper materials فإنه كلما زادت كميتها أدى ذلك إلى ضعف البدن، وذلك يعود إلى حجم وطبيعة سطح الحبيبات، إذ تعتبر الحبيبات ذات السطح الخشن أكثر قدرة على الارتباط بالطينة مقارنة بالحبيبات الناعمة السطح[1].

ومن خلالها نتعرف على مكونات هذه المادة فبنتائج هذا التحليل أو التركيب الكيميائي يمكن أن تصل لمعرفة خواص أخرى مثل بعض الخواص الطبيعية والحرارية. والطينات تعتبر مادة تتفاوت في خواصها المتنوعة وبتقسيماتها التي لها أهمية كبرى في مجال الخزف فهي من العوامل لمساعدة على فهم هذه الطينات بجميع أنواعهاوبالتالي يصبح التمكن من تقنيات الخزف اليدوية أسهل[2].

1- التركيبة الكيميائية للطينة:

ذات تركيب أساسي محدود وعناصرها الأساسية هي:

السيليسيوم(Si)، الألمنيوم(Al)، الأكسجين(O)، ومجموعات من الهيدروكسيد(OH).

---

[1] أحمد صلاح محمد عطية، المرجع السابق، ص118.

[2] أفراح كاظم حسن الياسري، الخصائص الفيزيائية للأطيان المحلية المستعملة في الخزف، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية الانسانية، كلية الفنون الجميلة، العدد 41، جامعة بابل، كانون الأول، 2018م، ص62.

والصيغة الكيميائية لجزيء الطين تتمثل فيما يلي:

$AL_2O_32SiO_22H_2O$وللتركيبة الكيميائية أهمية في اختبار الطينة المناسبة لصنع نوع رفيع من الفخاريات[1].

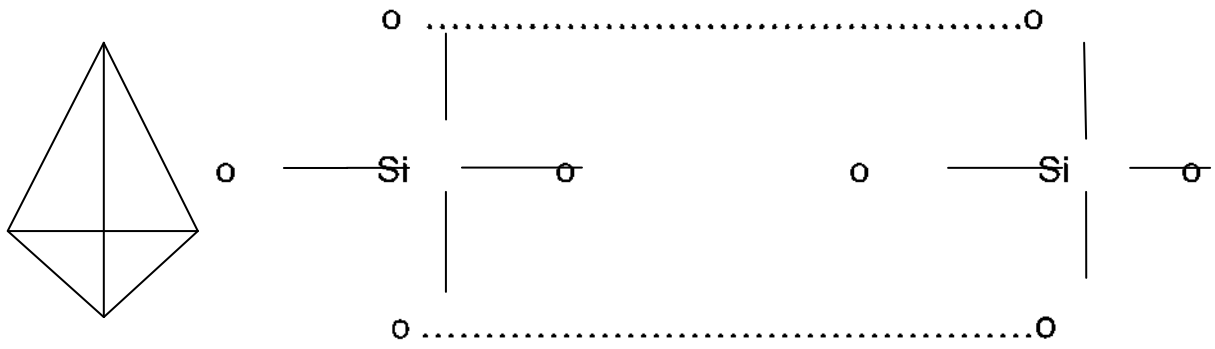
2- التركيبة البلورية للطينة:

تحتوي الطينة من حبيبات صغيرة جدا جدا، لا ترى بالعين المجردة ولا بالمجهر العادي ويتم دراستها باستخدام الأشعة السينية (Rayon X) والطينة تكون أقل من 02 ميكرون.

وللطينة ذات جزيء يتكون كل منه من: سيليسيوم، ألمنيوم وماء، نسميه:

Alumino Silicate Hydrateوعند اتخاذ العناصر الكيميائية لفلز الطينة يكون هيكلا على شكل وريقات وكل وريقة تشكل من طبقتين:

- **الطبقة الأولى:** تحتوي على السيليسيوم الذي يكون على نسق رباعي الاوجه، أوجهه مثلثة يدعى بـــ Tétraedre تكون ذرة السيليسيوم في المركز محاطة بأربع ذرات من الأكسجين، ويذكر هذا النسق بانتظام حيث يتحد كل نسق مع النسق المجاور له بواسطة ثلاث ذرات من الاكسجين وتبقى الذرة الرابعة غير مشبعة وذات تكافؤ حر. مما يسمح لها بالارتباط بالطبقة التي تليها وهي الألمنيوم[2].



الشكل رقم (19): توزيع ذرات الاكسجين حول ذرة السيليسيوم.

[1] القيسي (فوزي عبد العزيز)، تقنيات الخزف والزجاج، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، 2003م، ص.15.

[2] Berducou(M), op.cit, p.80-81.

X –ترتيب حبيبات الطين:

إن الطين حديث الترتيب يتكون من حبيبات على شكل ترتيب مفتوح حيث تتصل مع بعضها البعض بثلاث طرق هي:

1– اتصال الوجه بالحافة: Edge-face-contact

وهو الترتيب الذي يعرف بما يشابه لورق اللعب (Structure card house)ناتج منأسطح حبيبات الطين التي تحمل شحنة سالبة، ونتيجة لتكسر المستند بين الحبيبات فإن الحواف تميل أن تكون سالبة الشحنة.

2– اتصال الوجه بالوجه:Face to face contact

وهذا الاتصال يكون عن طريق اتصال الأوجه مع بعضها بواسطة قوى الاتصال.

3– اتصال الحافة:Edge to edge contact

وهذا النوع من الترتيب المسمى بالمجتمع ناتج عن تواجد حبيبات في وسط مائي ألكتروليتي[1].

الشكل رقم(20): يبين اتصال حبيبات الطين(عن بنات).

[1] بنات خالد محمود، أسس المعادن الطينية، مطبعة جامعة بغداد، 1980م، ص11–12.

الفصل الرابع

دراسة عيّنات فخار الموقع الأثري لملاكو

تعد الدراسة التحليلية للفخار من المراحل الهامة والتي تهدف إلى فهم التقنية والتي تشمل الطرق التي تم تحضير الطفلة (الطينة) من خلالها وكذلك عملية التشكيل بالإضافة إلى الحرق وكذلك المكونات التي تتكون منها القطع، ويمكن أيضا الاستفادة من طرق الفحص بالحكم على فاعلية مواد الترميم المختلفة سواء المستخدمة في التنظيف أو التقوية، وفيما يلي أهم الطرق التي تم استخدامها في فحص وتحليل الأدوات الفخارية.

تتناول هذه الدراسة أحد الموضوعات المهمة المتعلقة بعلاج وصيانة الأثار الفخارية المستخرجة من الحفريات، وذلك لكثرة وجودها في مواقع الحفائر المختلفة، وما تمثله من أهمية بالغة في تأريخ العديد من المواقع الأثرية، لذلك كان من الضروري استخدام مختلف الطرق للفحص والتحليل لتحديد وتطبيق طرق الحفظ المناسبة على القطع المختارة، لذلك تم استخدام الميكروسكوب المستقطب والتحليل بحيود الأشعة السينية(XRD(X-Ray diffraction، لتحديد التركيب الكيميائي والمعدني لهذه الأواني الفخارية، كما بين أيضا أن العينات تتكون بشكل أساسي من الكوارتز، الايليت،الهيماتيت،الدايبوسيد، التي تعتبر من المكونات الأساسية الداخلة في صناعة هذه الأواني الفخارية.

وقد تم إجراء عمليات العلاج والصيانة عن طريق التنظيف الميكانيكي والكيميائي، ثم إجراء عمليات التجميع لأحد الأواني باستخدام البارالويد بـــ72 بتركيز 5%، بعد ذلك تم استكمال الاجزاء المفقودة بمسحوق الفخار مع الجبس الطبي (جبس الأسنان) وراتنج الفينيليك، في النهاية تم تقوية تلك الأواني بالأسيتون والبارالويد بـــ72 بتركيز 5%.

I- العمل المخبري:

من أجل الوصول إلى المقارنة بين الفخار المتواجد في الموقع ومع المادة الأولية المتواجدة أيضا في نفس الموقع ولإثبات بأن تم صنع تلك الأواني الفخارية من نفس المادة الأولية قمنا بجلب المادة الأولية من نفس المكان (موضوع الدراسة) وشكلنا 03 عينات وهذا على مستوى المخبر البيداغوجي لمعهد الأثار.

1-**تحضير العينات:** يتم باتباع الخطوات التالية:

لوحة رقم(02): قطع الفخار المحروق الذي تم طحنه.

أ- تحضير قطع من الفخار المحروق:

قمنا بأخذ بعض القطع الفخارية (المناسبة لتحضير العينات) المكتشفة في الموقع الأثري ملاكو وكل قطعة تختلف عن الأخرى من ناحية حجم الحبيبات والصلابة، قمنا بتكسيرها وطحنها جيدا إلى غاية الحصول على حبيبات دقيقة جدا ثم قمنا بغربلتها باستعمال غربال دقيق قطر مساماته 1مم.

ب- تحضير المادة الأولية (الطينة):

بعد جلبنا الطينة(الكمية المناسبة لتحضير العينات) من الموقع، قمنا بتكسيرها وطحنها جيدا إلى غاية الحصول على طينة ذات حبيبات دقيقة ثم قمنا بغربلتها باستعمال غربال دقيق قطر مساماته 1مم.

لوحة رقم(03): تبين كيفية طحن الطينة في المخبر.

2- التشكيل:

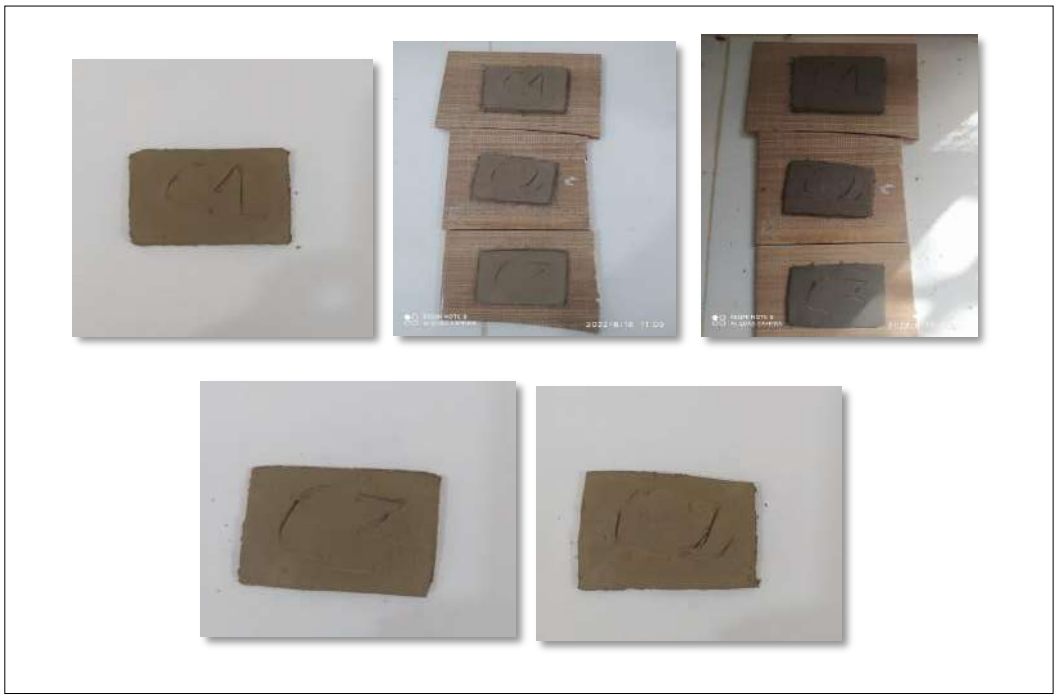
يتم تشكيل هذه العينات بخلط الطينة مع الماء بشرط أن يكون الخلط جيدا حتى يتم الحصولعلى عجينة متماسكة ولا تلتصق باليد.

لوحة رقم (04): تبين مراحل تحضير وتشكيل العجينة في المخبر.

3- التجفيف:

قبل وضع العينات في المجفف قمنا بترك العينات المشكلة لمدة 48 ساعة في ظروف المخبر تحت درجة مئوية ملائمة.

وبعدها قمنا بوضعها داخل مجفف من نوع **Memmert** بدرجة حرارة من 60° إلى150°م لمدة أكثر من ساعة، لتفقد من خلالها الماء المضاف أثناء التشكيل وتمتلك صلابة معينة لنقلها إلى الفرن دون تعريضها للأضرار.



لوحة رقم(05): تبين مراحل التجفيف على الهواء في المخبر.

صورة رقم(26): تبين جهاز التجفيف.

4- الحرق:

بعد الانتهاء من عملية التجفيف، توضع كل عينة في فرن من نوع **Vulcan A130**تحت درجة معينة لكل عينة حتى تتصلب نهائيا، ويتم ذلك برفع درجة حرارة الفرن تدريجيا وبالتساوي لأن الأواني تتشقق عندما تسخن بسرعة، كما يجب أن يكون وقت التبريد على الأقل اطول مرتين من وقت التسخين، ولا يجب أبدا فتح باب الفرن بالكامل ولا تفريغه قبل أن تنخفض درجة الحرارة إلى **150°**م والجدول أدناه يبين درجة ومدة الحرق في الفرن(انظر الجدول رقم(04)).

صورة رقم(27): تبين جهاز الحرق.

العينة	درجة الحرق	مدة الحرق
C1	800-850°م	ساعة ونصف
C2	900°م	40 دقيقة
C3	950°م	40 دقيقة

جدول رقم(04): يبين درجات الحرارة ومدة حرق العينات(03). من إعداد الطالبة.

لوحة رقم(06): تبين شكل ولون العجينة بعد الحرق في المخبر.

II- مواد وطرق الدراسة:

يعتبر التشخيص العيني مهم جدا في كل الدراسات الأثرية، والاعتماد على مختلف الوثائق والمراجع قد يساعد في تأريخ بعض المعالم، وتحديد مواد البناء المستعملة، أو إثبات بعض الفرضيات المطروحة، سواء بما يتعلق بتاريخ المعالم أو ما يستمد من المواقع الأثرية من خلال الحفريات التي تحضنها هذه الأخيرة على مدار أعوام.

وكما هو معروف فالفخار أغلب اللقى التي تكشف عنها التنقيبات، لذا أردنا أن تكون فخاريات "ملاكو-بجاية" محور دراستنا المخبرية والتطبيقية أين سنحاول ترميمها وإعطائها الشكل المناسب.

ولإعادة ترميم هذا النوع من الفخار قمنا بعدة زيارات ميدانية إلى المنطقة للبحث عن محاجر المادة الأولية المستعملة في تشكيله، وكذلك البحث عن ما إذا كانت المادة الاولية مطابقة مع الفخار المتواجد في تلك المنطقة أو منطقة أخرى وقاموا باستعماله في هذا الموقع، والتي كان يوما مصدرا هاما في انتاج العديد من أنواع واشكال الفخار.

1- مواد الدراسة:

تم اختيار 08 ثمانية عينات من الفخار المستخرج من موقع "ملاكو".

واختيار 03 ثلاثة عينات من المادة الاولية(الطين) من نفس الموقع "ملاكو".

أ- الوصف الأثري والفني:

تعتبر هذه المرحلة بمثابة تأريخ للقطعة الأثرية وذلك بنسبتها للعصر الذي تنتمي إليه، وكذلك التسجيل الفني يتم فيه معرفة كل التفاصيل الخاصة بعملية الصناعة والخامات التي صنعت منها. حيث تنتمي هذه الأواني لفترة الرومانية، وقد تم استخدام الطفلة الغنية

بأكاسيد الحديد في تنفيذ تلك الأواني، حيث تم تشكيلها بواسطة الدولاب واليد وذلك كما يتضح من الخطوط المتوازية الموجودة عليها، وكانت بعض من هذه الأواني تحتوي على النقوش والزخارف والكتابة، وكذلك كانت تعاني هذه الأواني من عيوب في عملية التصنيع المتمثلة في عدم استواء السطح الخارجي ووجود نتوءات وفجوات ذات أحجام مختلفة، وبعض الحروق المتواجدة على السطح(يعني عدم تجانس في لون واحد) ناتجة عن عدم العناية بعملية التصنيع والحرق.

ب- منهجية الدراسة وطرق التحليل:

لتحقيق أهداف الدراسة والاجابة عن التساؤلات المنبثقة عن ذلك مثل طبيعة المواد الأولية التي استخدمها صانع الفخار لانتاج جسم الآنية وطبقة التزجيج، تقنية صناعة الفخار وحرق الفخار ومصدر انتاجه، فقد تم اتباع منهجية تكاملية تكونت من المنهج الوصفي والتحليل العلمي المخبري.

2- وصف العينات المدروسة:

قمنا بوصف العينات باستخدام العين المجردة من حيث لون العجينة، طبقة التزجيج، السماكة، مكونات العجينة للعينات الفخارية المدروسة، الفراغات، المواد المضافة، ملمس السطح وما يحتويه من أثار.

أ- المجموعة الأولى: عبارة عن كسر فخارية من نوع واحد من جرة فخارية ويبلغ متوسط سمكها ما بين 1 إلى 1.5مم، ويبلغ متوسط نصف قطرها 7سم ذو لون بني فاتح.

ب- المجموعة الثانية: عبارة عن كسر فخارية من نوع واحد من آنية فخارية ويبلغ متوسط سمكها ما بين 0.5 إلى 1.5مم، ويبلغ متوسط نصف قطرها 8سم ذو لون أحمر أجوري.

III- التحليل العلمي:

1- الطريقة المعدنية:

تعد الطريقة المعدنية من أهم الطرق التي تستخدم للكشف عن مجموعات المعادن التي تحتوي عليها طينة الفخار الأثري والمواد المضافة إليه، حيث نستطيع من خلالها تحديد ووصف نوعية وكمية المكونات المعدنية من خلال تركيبة الحبيبات الدقيقة للمادة الفخارية المدروسة والصفات المعدنية للعجينة، كما يمكن بواسطتها معرفة مصدر الفخار، سواء كان من نفس الموقع الذي عثر عليه أم من موقع آخر، وتقنية الصناعة التي أنتج بها،

والتي تعطي فكرة عن درجة حرارة الحرق وجو الاحتراق، ومن أهم التقنيات التي تستخدم في التحليل المعدني: التحليل البتروغرافي (Pétrographie) وتحليل حيود الأشعة السينية
.(X-Ray Diffraction)

أ- التحليل البتروغرافي: Pétrographie

تعد طريقة التحليل البتروغرافي إحدى الطرق الرئيسية لمعرفة المعادن ونوعها والمواد المضافة إلى طينة الفخار الأثري، وذلك باستخدام الميكروسكوب المستقطب (Polarized light Microscope) حيث يتميز كل معدن بصفات ضوئية خاصة به عن بقية المعادن الأخرى.

كما تمكننا هذه الطريقة من وصف النسيج الداخلي لطينة الفخار من حيث الترتيب، شكل وحجم الحبيبات المكونة لطينة الفخار ومدى ترابطها مع بعضها، اضافة لذلك تساعدنا في نسبة المعادن والمواد المضافة الموجودة فيها، كذلك التأكد والتعرف على امكانية وجود البطانة الناعمة أو الخشنة ودراسة مدى الترابط ما بين جسم الفخار والسطح. وتزودنا هذه الطريقة بمعلومات عن طرق تشكيل الأواني الفخارية المدروسة سواء باليد أو باستخدام العجلة، وذلك من خلال ملاحظة ترتيب الحبيبات في الطينة الفخارية، خاصة الطولية منها بشكل موازي لجدار الأنية الفخارية، في حيث تكون عشوائية غير مرتبة بشكل واضح عند تشكيلها باليد، ونستطيع كذلك الإشارة إلى درجة الحرق من خلال ملاحظة التغيرات الحرارية لبعض المعادن الموجودة في الطينة الفخارية.

ومن خلال هذا الفحص الميكروسكوبي للعينات المدروسة يمكن التعرف إلى عملية تحضير وطحن المواد الأولية المستخدمة في الصناعة وذلك بمشاهدة شكل الحبيبات غير الطينية (non-plastic nclusions) وحجمها ونسبة وجودها في العجينة، حيث تتميز تلك الحبيبات بزوايا حادة الشكل وقد تكون خشنة. أما عن الشكل فهو يشير إلى ترتيب الحبيبات داخل الطينة ووصف درجة اللدونة لها أثناء التشكيل، وكذلك الإشارة إلى التنظيم الداخلي للمكونات المتواجدة في طينة الكسر الفخارية.

ب- التحليل بحيود الأشعة السينيةDRX:

تعد تقنية حيود الأشعة السينية من اكثر وأوسع التقنيات المستخدمة في الدراسة المعدنية للتعرف على أنواع المعادن الموجودة في طينة الفخار الأثري، والتي لم نستطع التعرف عليها ورؤيتها باستخدام الميكروسكوب المستقطب، بناء على بنيتها البلورية، حيث يتميز كل معدن من المعادن بتركيب كيميائي وترتيب ذري محدد ومميز له وبالتالي بناء بلوري محدد في الشبكة البلورية.

يحتوي الفخار على العديد من المعادن المتنوعة وخاصة المعادن السيلكاتية منها بالإضافة إلى بعض المكونات المعدنية غير الطينية مثل: الكالسيت، الكوارتز، الفلسبار، وبعض المواد الأخرى، وتبلغ أهميتها أيضا في التعرف على درجة حرارة الحرق الأصلية الابتدائية للفخار من خلال دراسة التغيرات المعدنية التي ظهرت نتيجة عملية الحرق للفخار، أي انها تزودنا بمعلومات إضافية عن ثبات المعادن، اعتمادا على دراسة وملاحظة الأطوار البلورية المختلفة للمعادن الموجودة في الفخار المحروق والتي تتغير نتيجة عملية الحرق. وتجدر الإشارة هنا إلى أن هذه المعادن المتشكلة على درجات حرارة عالية في الفخار نتيجة الحرق، (**highttemperature aluminium, silicate minerale**)، ذات تبلور ناعم أو حتى خفي وبكميات قليلة بحيث لا يمكن دراستها من خلال الميكروسكوب ولكن يمكن تسجيل وجودها من خلال تقنية حيود الأشعة السينية.

2- تحضير العينة:

قمنا بتحضير جميع عينات الدراسة بواسطة هذه التقنية بعد أن تم طحن هذه العينات باستخدام جهاز **Bruker D2 PHASER 2$_{and}$G$_{en}$** وغربلتها بهدف الحصول على مسحوق ناعم جدا من الحبيبات، وقمنا بتحضير حوالي 1-2 غرام من كل عينة فخارية ثم قمنا بتحليلها بواسطة جهاز DRX في مخبر Centre de Recherche en

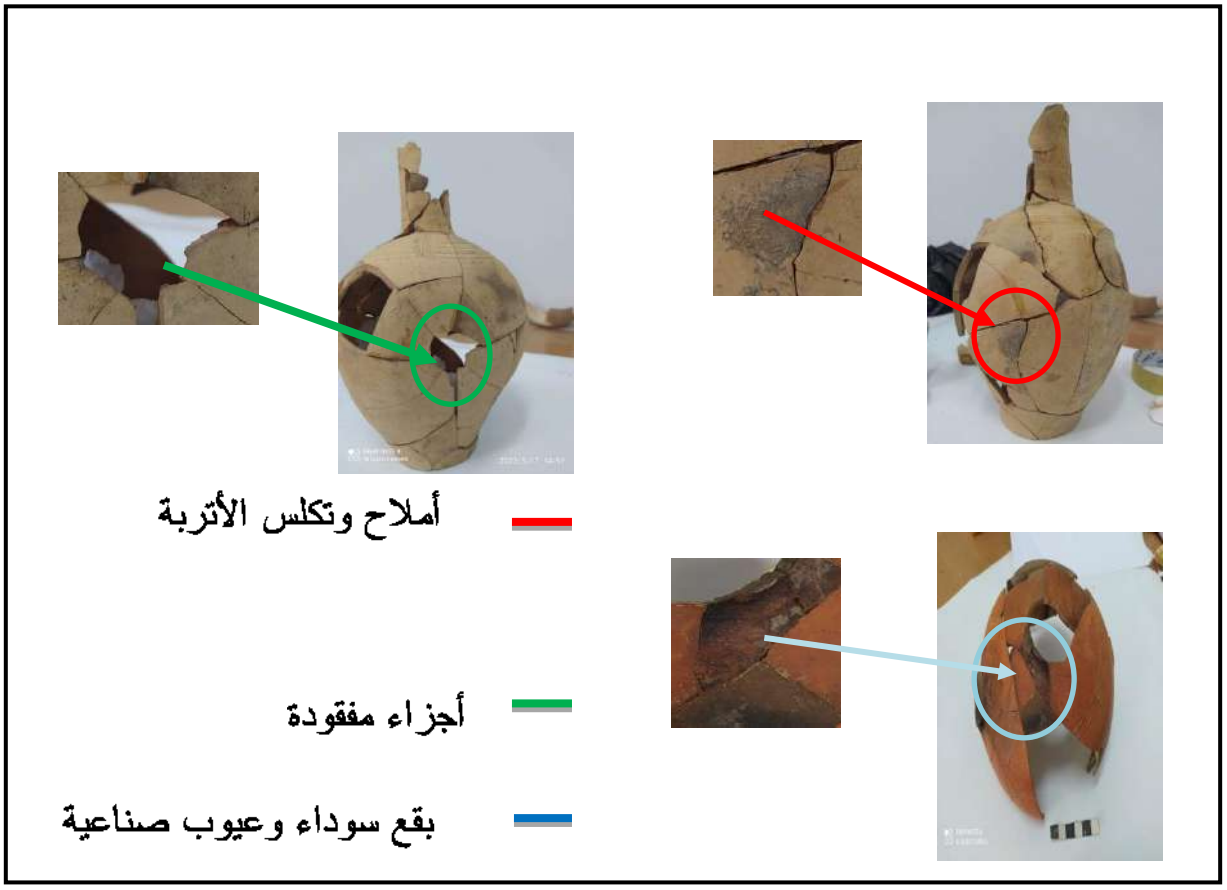
Technologies Industrielles، يعمل الجهاز ضمن شروط معينة أثناء التشغيل للقيام بعملية التحليل المطلوبة وحددت هذه الشروط كما يلي:

مولد الأشعة:1.2X-ray Tube كيلوواط، أقصى قدرة:1.2كيلوواط، أقصى فرق جهد:40كيلو فولت، أقصى تيار: 40°مللي أمبير، مدى الزوايا20(5°-90°).

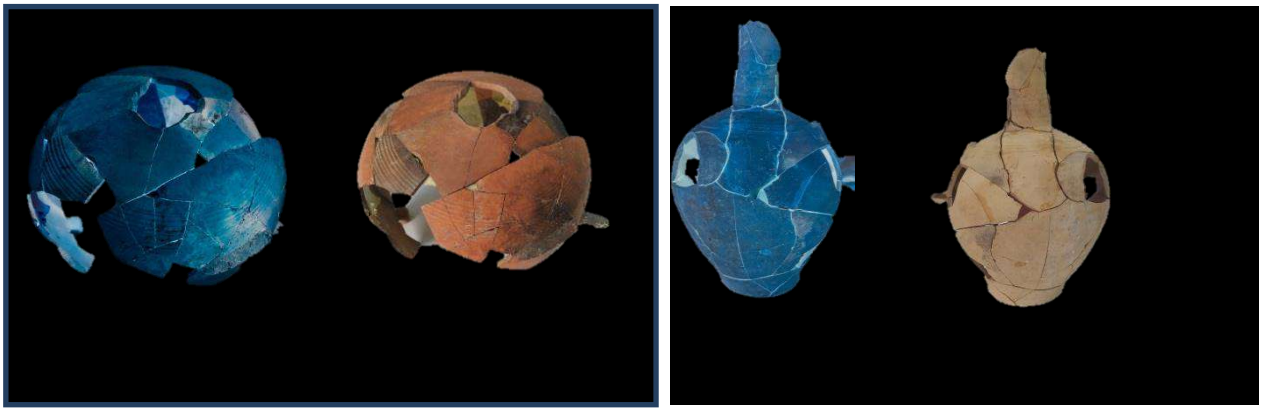
IV- النتائج والمناقشات:

1- التسجيل والتوثيق:

تعتبر مرحلة التسجيل والتوثيق من المراحل الهامة التي يجب البدء بها قبل إجراء الترميم والصيانة حيث للقطع الفخارية (محل الدراسة)، ويعتبر جزءا لا يتجزأ عن عملية العلاج والصيانة، حيث يتوقف نجاح مرحلة العلاج والصيانة على درجة النجاح التي حققها المرمم في فهم طبيعة المادة الأثرية وما حدث لتركيبها الفيزيائي ومكوناتها المختلفة من تغيرات متلفة نتيجة تفاعلها مع قوى التلف المختلفة، وكذلك معرفة مدى استجابة تلك الأثار للعلاج من عدمه، ثم توثيق تلك الأواني عن طريق التصوير الفوتوغرافي باستخدام كاميرا (FUJIFILM FinePix S3400)، وتم استخدام برنامج(Photoshop)لتوضيح مظاهر التلف المختلفة،ومن خلال هذا التوثيق اتضح انتشار الأملاح على السطح الخارجي، ووجود الأتربة مع وجود بعض الأجزاء المفقودة بالبدن، وكذلك وجود بعض البقع السوداء المنتشرة بالسطحمع ظهور الكسور أو الشقوق متوسطة الحجم التي نجدها على مستوى الآنيتين وكما نلاحظ أيضا بعض القطع المفقودة في أجزاء متفرقة من البدن والقاعدة وعلى مستوى الفوهة وهذا ما توضحه(اللوحتين رقم(07)).



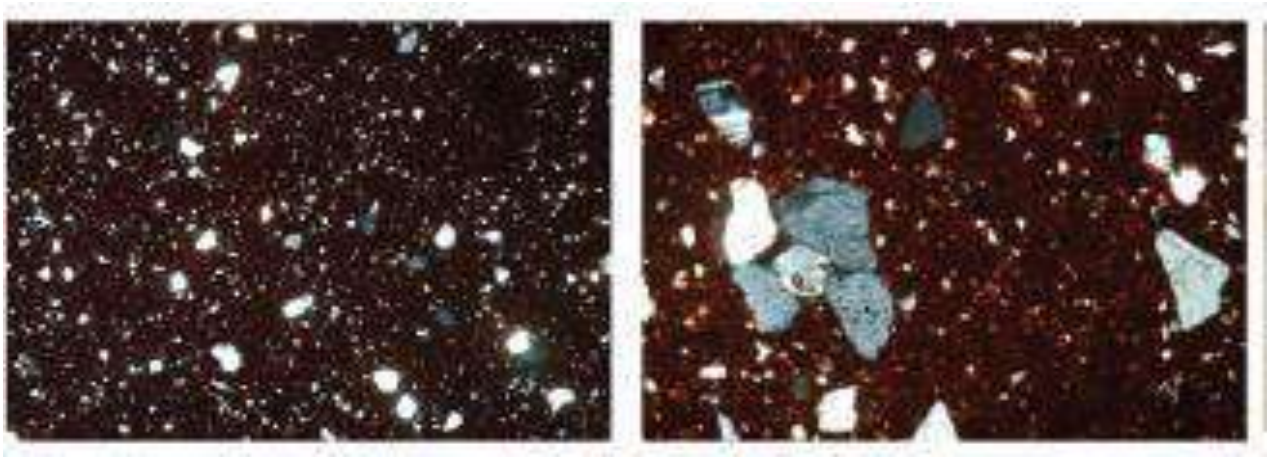
لوحة رقم(07): تبين التسجيل والتوثيق للأواني الفخارية.



الصورة رقم(28): توثيق مواضع الكسر للجرة.

الصورة رقم(29): توثيق مواضع الكسر للآنية.

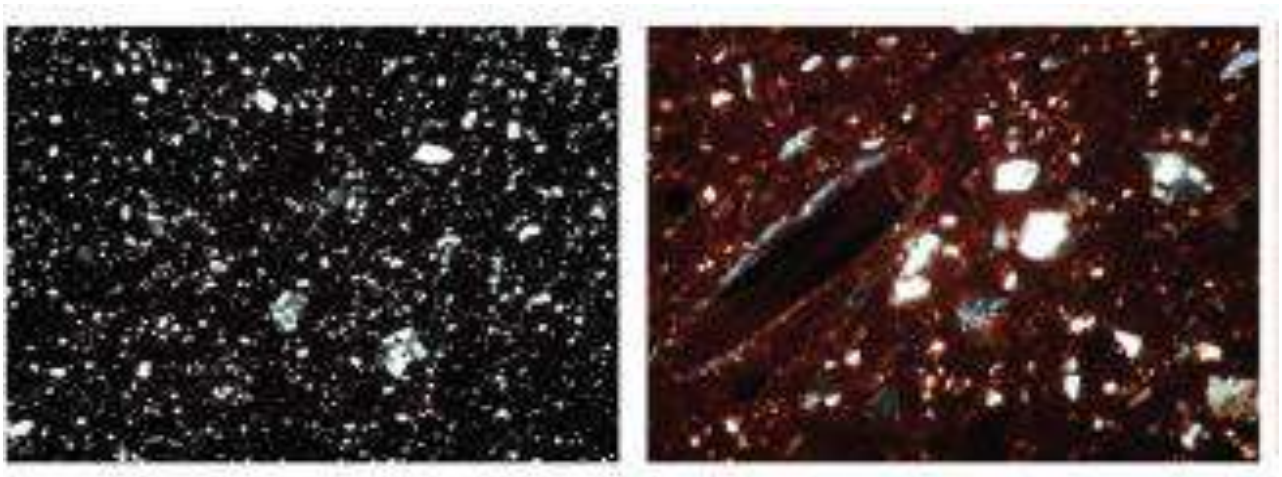
2- التحليل البتروغرافي:



الشكل رقم(21): يبين التحليل البيتروغرافي للعينة**C1** .

أ- العينة الأولى C1:

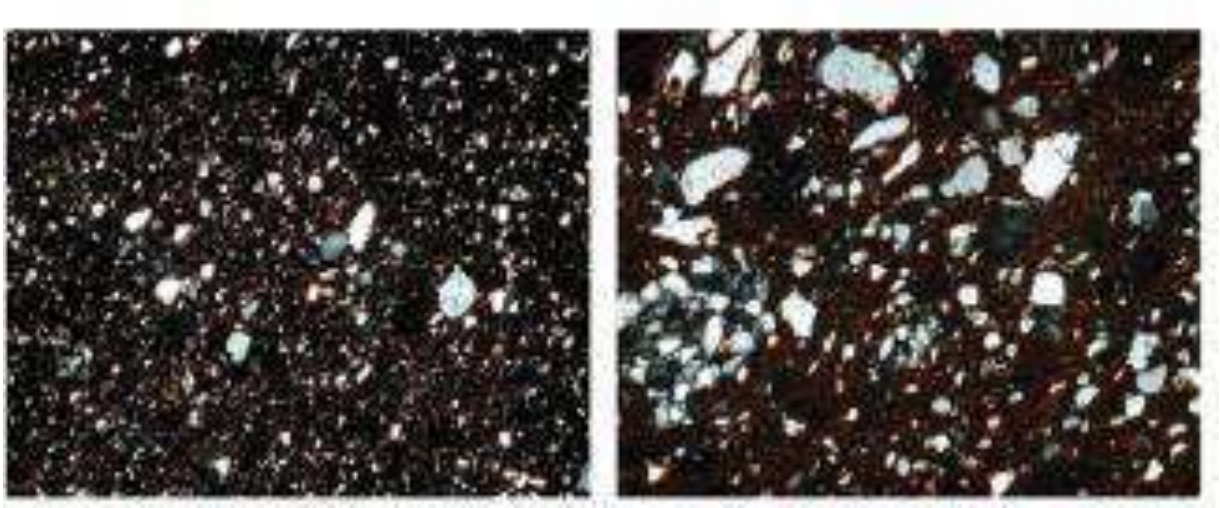
يتضح من خلال التحليل البتروغرافي أن العينة تتكون من الكوارتز(Q) الذي يعتبر من المكونات الأساسية للعينة، بالإضافة إلى وجود الكالسيت (C) الذي تم استخدامه كمادة مالئة لتحسين خواص الطينة المستخدمة في صناعة تلك الآنية، ويوجد أيضا بالعينة بعض المعادن الأخرى مثل الفلسباراتالبلاجيوكليزية(PL).



الشكل رقم(22): يبين التحليل البيتروغرافي للعينة**C2**

ب- العينة الثانية C2:

يتضح في هذه العينة وجود حبيبات الكوارتز(Q) بأحجام مختلفة يتدرج حجمها من حبيبات دقيقة إلى متوسطة وحبيبات الكوارتز بعضها حاد الحواف والبعض الأخر مستدير الحواف، وكذلك وجود مسحوق الفخار(Grog) كأحد الإضافات أثناء عملية الصناعة لتحسين خواص الطينة.



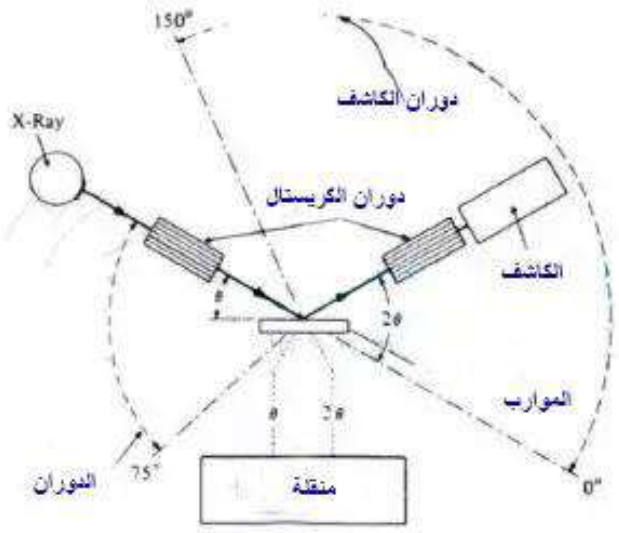
الشكل رقم(23): يبين التحليل البيتروغرافي للعينة**C3** .

ج- العينة الثالثة C3:

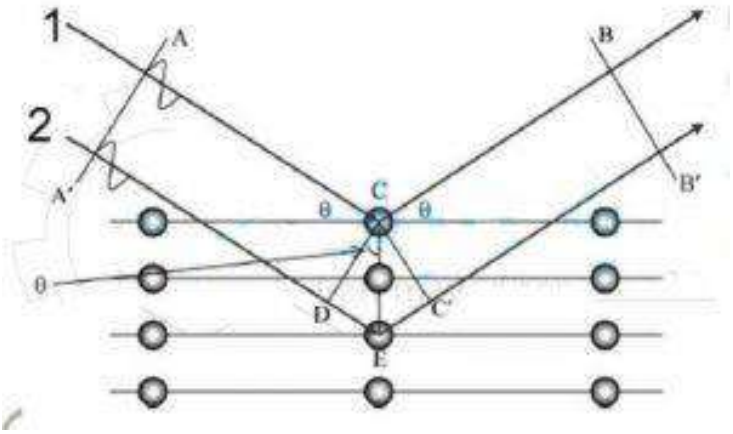
أما بالنسبة لهذه العينة فيظهر من خلال الفحص وجود حبيبات الكوارتز الذي يعتبر من المكونات الأساسية للعينة حيث يختلف من حيث الحجم سواء كانت الحبيبات كبيرة أم دقيقة الحجم والشكل سواء حاد أو مستدير الحواف، بالإضافة لوجود الفلسباراتالبلاجيوكليزية وكذلك وجود مسحوق الفخار الذي أضافه الفخاري للطينة كأحد المواد المالئة.

3- التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية XRD:

الصورة رقم(30): تبين جهاز التحليل بالحيود الأشعة السينية DRX.

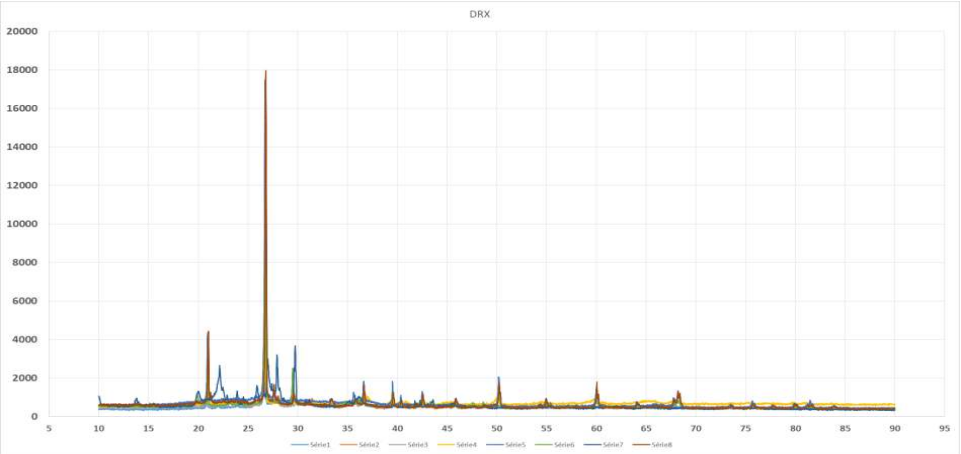


الشكل رقم(24): يبين مكونات جهاز حيود الأشعة السينية**DRX.**

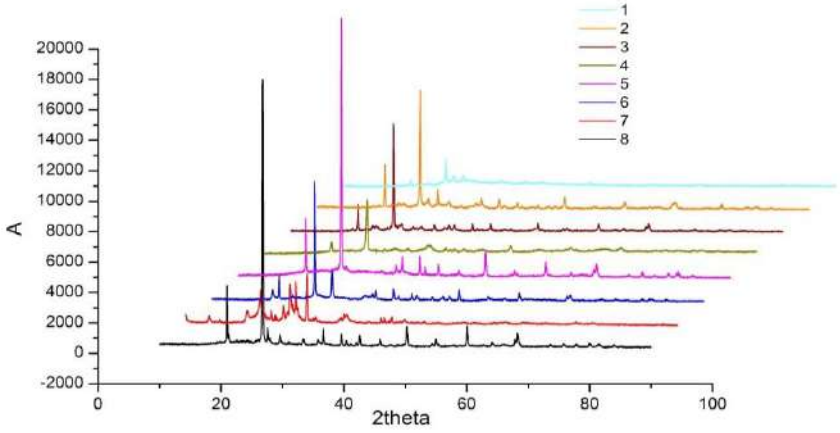


الشكل رقم(25): يبين حيود DRX للألواح الذرية على مسافات d من بعضها البعض.

أ- التحليل بحيود الأشعة السينية XRD للقطع الفخارية المستخرجة من الموقع:



الشكل رقم(26): يبين تحليل بالحيود الأشعة السينية



الشكل رقم(27): تظهر نمط التحليل بحيود الأشعة السينية XRD: M1،M2 ،M3، M4، M5،M6، M7، M8.

العينة M1:

أن العينة تتكون من معدن الكوارتز (SiO_2) كأحد المكونات الأساسية المرتبطة بالطين، الذي يُستخدم في صناعة الفخار أو يُضاف للطين كحشوة ويؤثر على مرونة الطين المستخدم.والهيماتيت(Fe_2O_3) الذي يمثل اللون الأحمر للسطح الخارجيكما توجد مادة الإيليت($KAl_2Si_3.AlO_{10}\ (OH)_2$)، وتُعتبر مادة الدايبوسيد($CaMgSi_2O_6$)ناتجًا من تحول الكربونات، مما يشير إلى أن درجة حرارة الحرق تصل إلى حوالي 850 درجة مئوية حيث يتم تكوينها في درجات حرارة عالية. تم الكشف عن وجود نسبة منخفضة من الكالسيت($CaCO_3$)في العينة المدروسة باستخدام تحليل الأشعة السينية. يشير وجود جزيئات الكالسيت التي تتحلل بين 600-850 درجة مئوية إلى أن درجة حرارة الحرق قد تكون أقل من 850 درجة مئوية. وبالتالي، فإن تقدير درجة حرارة الحرق يتراوح بين حوالي 800-850 درجة مئوية بناءً على وجود كل من الدايبوسيدو الكالسيت.

العينةM2:

فهي تتكون من الكوارتز(SiO_2)كعنصر رئيسي في العينة. وتظهر أيضًا مادة الهاليت(NaCl)التي هي ملح قابل للذوبان نتيجة لتأثير بيئة الدفن. يحتوي العينة على معدن الأنورثايت($CaAl_2Si_2O_8$)وهو من الفلسبارالتلحيمي المرتبط بالمعادن الطينية. كما

توجد مادة الإيليت($KAl_2Si_3.AlO_{10}\ (OH)_2$)، وهي أحد مكونات المادة الخام التي يصنع منها الأواني الفخارية. كما يظهر الدايبوسيد ($CaMgSi_2O_6$)أيضًا، مما يشير إلى درجة حرارة عالية لحرق الفخار.

العينةM3:

تتكون من الكوارتز(SiO_2) أحد المكونات الرئيسية للطينة، وتظهر أيضا مادة بلاجيوكليز(Pl) يعتبرمن المعادن المكونة لصناعة الفخار، بالإضافة إلى وجود الكالسيت($CaCO_3$) الذي تم استخدامه كمادة مالئة لتحسين خواص الطينة، ويظهر الدايبوسيد($CaMgSi_2O_6$)أيضًا، مما يشير إلى درجة حرارة عالية لحرق الفخار، والهيماتيت(Fe_2O_3) الذي يمثل اللون الأحمر للسطح الخارجي.

العينةM4:

تتكون من الكوارتز(SiO_2) يمثل العنصر الأساسي، وتظهر أيضًا مادة الهاليت(NaCl)التي هي ملح قابل للذوبان نتيجة لتأثير بيئة الدفن. كماتحتوي العينة على الهيماتيت(Fe_2O_3). كما توجد مادة الإيليت($KAl_2Si_3.AlO_{10}\ (OH)_2$)، وهي أحد مكونات المادة الخام التي يصنع منها الأواني الفخارية. كما يظهر الدايبوسيد ($CaMgSi_2O_6$)أيضًا، مما يشير إلى درجة حرارة عالية لحرق الفخار.

العينةM5:

تتكون من الكوارتز(SiO_2) يمثل العنصر الأساسي، والماجنتيت(Fe_3O_4)كأحد الأكاسيد المصاحبة للمغرة الحمراء. كماتحتوي العينة على الهيماتيت(Fe_2O_3). والدولوميت2($CaMg(CO_3)$) كأحد الاضافات لطبقة البطانة، كما يظهر الدايبوسيد ($CaMgSi_2O_6$)أيضًا، مما يشير إلى درجة حرارة عالية لحرق الفخار.

العينةM6:

تتكون من الكوارتز (SiO_2) كأحد المكونات الأساسية والماجنزيت ($MgCO_3$) وهو أحد الأملاح غير القابلة للذوبان في الماء ، والدايبوسيد($CaMgSi_2O_6$)الذي يشير إلى

ارتفاع درجة حرارة الحرق، والماجنتيت(Fe_3O_4)كأحد الأكاسيد المصاحبة للمغرة الحمراء، والبيوتيت[$K(Mg,Fe)3[AlSi_3O10(OH,F)_2$]كأحد معادن الميكا وهي من المكونات الأساسيةفي العينة.

العينةM7:

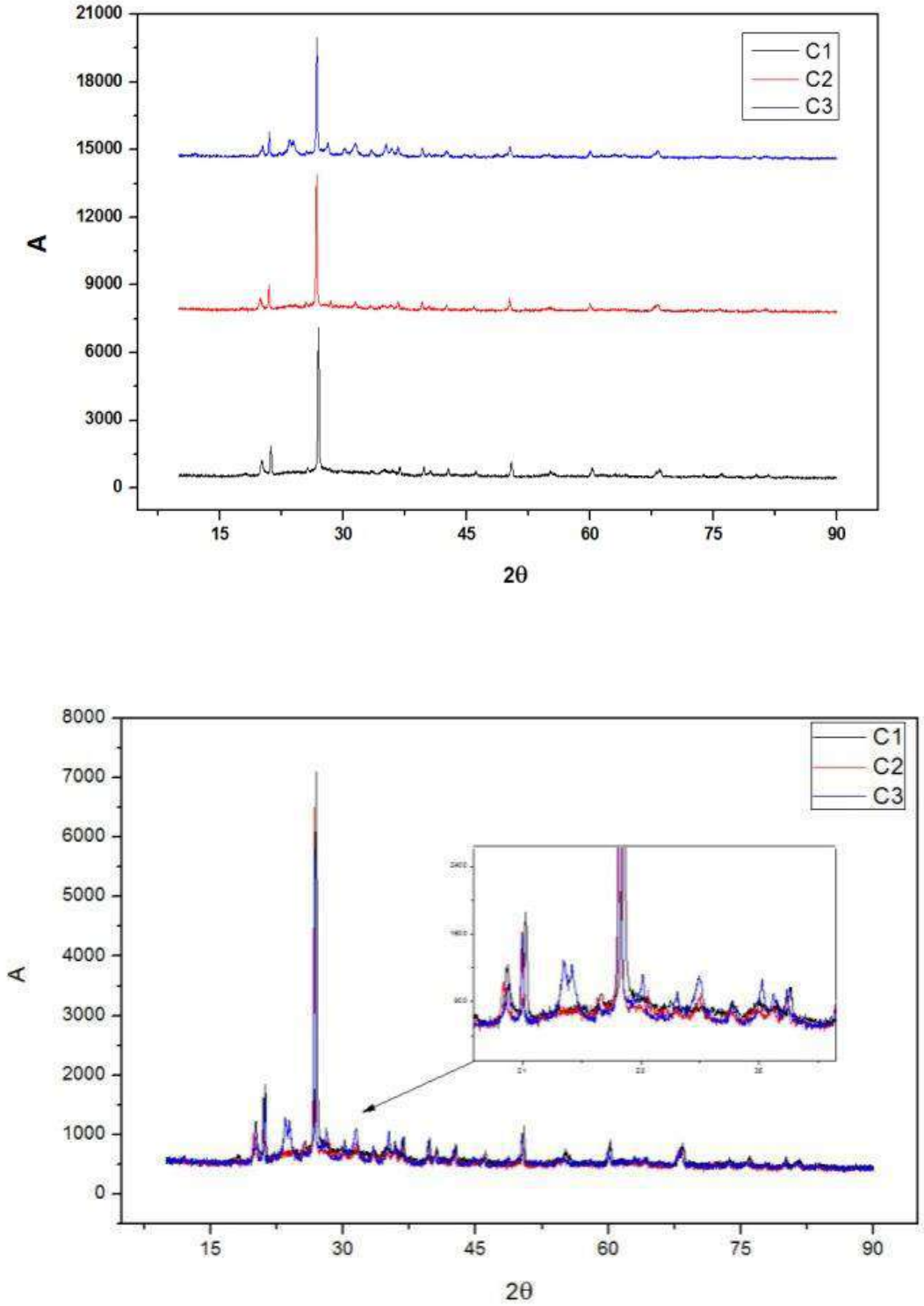
فيظهر من خلال هذه النتائج أنها تتكون من الكوارتز(SiO_2) المكون المصاحب للطينة، الدايبوسيد($CaMgSi_2O_6$) الذي يدل على ارتفاع درجة حرارة الحرق،كبريتات الماغنسيوم($MgSO_4$)تعتبر من الأملاح القابلة للذوبان نتيجة الدفن في التربة، والماجنتيت(Fe_3O_4)كأحد الأكاسيد المصاحبة للمغرة الحمراء والهيماتيت(Fe_2O_3)الذي يمثل طبقة المغطاة الحمراء.

العينةM8:

تتكون من الكوارتز(SiO_2) أحد العناصر الأساسية للطينة، و، بالإضافة إلى وجود الكالسيت($CaCO_3$) الذي تم استخدامه كمادة مالئة لتحسين خواص الطينة، والميسكوفيت($KAL_2(Si_3AL)O_{10}(OH.F)_2$)كأحد المكونات الأساسية المتواجدة مع العينة، ويظهر الدايبوسيد ($CaMgSi_2O_6$)أيضًا، مما يشير إلى درجة حرارة عالية لحرق الفخار، كما توجد مادة الإيليت($KAl_2Si_3.AlO_{10}\ (OH)_2$)، وهي أحد مكونات المادة الخام التي يصنع منها الأواني الفخارية.

ساعدنا استخدام تحليل الأشعة السينية في التعرف على مكونات الأواني الفخارية، بالإضافة إلى إظهار التحولات المعدنية التي حدثت أثناء عملية الحرق للطين، مما يشير إلى درجة حرارة الحرق للأواني الفخارية.

ب- التحليل بحيود الأشعة السينية XRD للطين المستخرج من الموقع:



لوحة رقم(08): يظهر نمط التحليل بحيود الأشعة السينيةXRD: C1،C2 ، C3.

يتضح من خلال التحليل بالحيود الأشعة السينية أن:

العينةC1:

تتكون من الكوارتز (SiO_2) الذي يعتبر من المكونات الأساسية في العينة، الإيليت ($CaMgSi_3.ALO_{10}(OH)_2$)حيث يعتبر من مكونات المادة الخام التي صنع منها الاناء الفخاري، الدايبوسيد ($CaMgSi_2O_6$)حيث يشير إلى أن درجة حرارة الحرق حوالي 850°م وهو ناتج عن تحول كربونات الماغنسيوم إلى معادن الحرق Firingminerals، الماجنزيت ($MgCO_3$) وهو أحد الأملاح غير القابلة للذوبان في الماء، والهيماتيت(Fe_2O_3) الذي يمثل اللون الأحمر وهو طبقة الغسول الحمراء redwash التي تم تنفيذها على السطح الخارجي.

العينة C2:

فيظهر من خلال هذه النتائج أنها تتكون من الكوارتز (SiO_2) كأحد المكونات الأساسية والميسكوفيت($KAL_2(Si_3AL)O_{10}(OH.F)_2$) كأحد المكونات الأساسية المتواجدة مع العينة، والدايبوسيد($CaMgSi_2O_6$)الذي يشير إلى ارتفاع درجة حرارة الحرق، والماجنتيت(Fe_3O_4)كأحد الأكاسيد المصاحبة للمغرة الحمراء والهيماتيت(Fe_2O_3)الذي يمثل طبقة المغطاة الحمراء.

العينةC3:

فيظهر من خلال هذه النتائج أنها تتكون من الكوارتز(SiO_2) المكون المصاحب للطينة، الدايبوسيد($CaMgSi_2O_6$) الذي يدل على ارتفاع درجة حرارة الحرق، والبيوتيت[$K(Mg,Fe)3[AlSi_3O10(OH,F)2$]كأحد معادن الميكا وهي من المكونات الأساسية في العينة، كبريتات الماغنسيوم($MgSO_4$)تعتبر من الأملاح القابلة للذوبان نتيجة الدفن في التربة، الدولوميت($CaMg(CO_3)2$) كأحد الاضافات لطبقة البطانة والكالسيت($CaCO_3$) وربما تواجد الكالسيت كأحد الشوائب الملتصقة بالسطح أو أن هذه النسبة قد وجدت بفعل عوامل الدفن وترسب الأملاح داخل المسام، ويمكن أن يتواجد

الكالسيت ضمن مكونات العينة حيث يتحلل تماما عند درجات حرارة ما بين 850°-900°م، وهذا يشير إلى أن درجة حرارة تلك الآنية ما بين 800°-850°م كما موضح في اللوحة رقم(08).

C3	C2	C1	رقم البطاقة	التركيب الكيميائي	المركبات
35.6	36.1	30.6	10.391.8064	SiO_2	الكوارتز
-	-	25.1	10. 407.8064	$KAl_2Si_3.AlO_{10}(OH)_2$	الإيليت
20.7	21.8	22.6	10. 368.8355	$CaMgSi_2O_6$	الدايبوسيد
-	-	9.5	10. 370.8647	$MgCO_3$	الماجنزيت
-	4.2	4.9	10. 408.8939	Fe_2O_3	الهيماتيت
-	26.6	-	10. 357.9923	$KAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH.F)_2$	المسكوفيت
-	5	-	10. 405.9522	Fe_3O_4	الماجنتيت
-	4.5	-	10. 387.9813	$NaCl$	الهاليت
12.6	-	-	10. 396.0105	$K(Mg,Fe)_3[AlSi_3O_{10}(OH,F)2]$	البيوتيت
9.3	-	-	10. 381.0397	$MgSO_4$	كبريتات الماغنسيوم
5.5	-	-	10. 397.0688	$CaMg(CO_3)_2$	الدولوميت
4.9	-	-	10. 372.8064	$CaCO_3$	الكالسيت

الجدول رقم(05): يوضح نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية%.

V- إعادة تشكيل الفخار:

كما هو معروف فالفخار أغلب اللقى التي تكشف عنها التنقيبات، لذا أردنا أن يكون فخار الموقع الأثري ملاكو محور دراستنا أين سنحاول تقليده، ولإعادة إنتاج هذا النوع

من الفخار قمنا بعدة زيارات ميدانية إلى المنطقة بحثا عن محاجر المادة الاولية المستعملة في تشكيله واكتشافنا لأثار الفرن الذي تم الحرق فيه عينات الدراسة.

حسب ما هو متداول حاليا بالنسبة لحرق الاواني الفخارية بعد عمليات التجفيف في الهواء، فمن الأكيد أن أشكال الأفران المستعملة لدى القدامى لم تختلف على التي نجدها اليوم في بعض المناطق الداخلية، كما لاحظنا على إجراء بعض العمليات الكاملة لتشكيل الفخار وحرقه بالطرق التقليدية، فالفخار الذي تم العثور عليه في هذه الحفرية أعطى نفس النتائج من حيث اللون، فمن الأكيد أن الافران المستعملة كانت بها تهوية كافية للحصول على فخاريات مؤكسدة، فقد تكون عبارة عن حفر يوضع بداخلها عدد من الأخشاب التي يوضع من فوقها وعلى أطرافها الفخاريات المجففة المراد حرقها، كما يستعملنا أيضا في بعض المساند المصنوعة من الحجارة الصلبة المقاومة لدرجة حرارة الحرق وهي تقريبا نفس الحجم والطول التي وجدناها في فرت الموقع، والهدف من استعمالها هو تفادي الأواني الفخارية من ملامستها مباشرة مع سطح التربة أثناء الحرق داخل الفرن المراد الحرق فيه لكي تأخذ الوضعية المناسبة لعدم الميل والسقوط لتفادي الكسر للأواني الفخارية ، ثم يغطى الكل بطبقة من البقايا العضوية لعظام الزيتون، وأثناء عملية الحرق تتفاعل العناصر ألا وهي الحرارة والأكسجين الموجود داخل الأفران المهوية والماء الذي يبقى عالقا في الأخير رغم التجفيف، هذا التفاعل يكسي الأنية اللون الأحمر بعد الانتهاء من عملية الحرق، وقد يميل للون الاصفرار أو البني الفاتح وهذا راجع إلى نسبة الأكسيد الموجود داخل الفرن.

الصورة رقم (31) : تبين تحضير لحرق الأنيتين المغمورتين في فتل الزيتون

الصور رقم (32): تبين أثناء حرق الأنيتين وبعد

الصورة رقم(33): تبين وضع آنيتين للشرب فوق فتل الزيتون قبل الحرق.

الصورة رقم(34): تبين لون الآنيتين بعد الحرق.

بعد حرقنا للآنيتين في فتل الزيتون استنتجنا أن درجات الحرارة التي يتعرض لها الطين عالية تؤدي إلى تغيرات كيميائية وفيزيائية تجعله صلبا ومتنا، وخلال هذه العملية لاحظنا

أن اللون النهائي للآنية يتغير بشكل واضح تبعا لنوع الطين المستخدم ودرجة الحرارة داخل الفرن، توصلنا إلى أن اللون يمكن ان يتراوح بين الأحمر، الرمادي أو البني وهذا ما يظهر على سطح الآنيتن باللون البني.

VI- مرحلة العلاج والصيانة:

تهدف عملية العلاج والصيانة إلى تخليص الأثار الفخارية من عوامل ومظاهر التلف المختلفة، كماتهدف أيضًا إلى إطالة عمر تلك لأطول فترة ممكنة تعتمدعمليات العلاج على أسلوبين أساسيين وذلك طبقا لطبيعة نواتج التلف ودرجة التصاقها بأسطح الأثار الفخارية: أولهما أسلوب العلاج الميكانيكي وثانيهما أسلوب العلاج الكيميائي ثم أولا تنظيف النموذج الفخاري ميكانيكيا باستخدام المشارط المعدنية لإزالة الأجزاء الصلبة المتراكمة على السطح، ثم استخدام الفرش المتنوعة لإزالة الأتربة المتواجدة عل ىسطح النموذج الفخاري.

1- ترميم وحفظ الفخار:

قبل البدء بعملية الترميم يجب معرفة الأولويات اللازم اتخاذها من أجل الحفاظ على القطع الأثرية, بحيث يجب التفكير بالقطعة والمواد الداخلة في تركيبها وتقدير درجة التغيير فيها وفهم سبب التغيير الظاهر عليها والمخاطر التي ستتعرض لها في حال تغيير الجو المناسب لها. , فالمعالجة لا تتم بناء على التحليل فقط بل بالبحث عن المعلومات الثقافية والأثرية بحيث يصبح لدينا معلومات واضحة عن القطعة.

2- عملية التنظيف:

تعتبر عملية التنظيف من أهم مراحل العلاج والصيانة التي يستخدم فيها المرمم العديد من المواد والتقنيات المختلفة على حسب طبيعة الاتساخات، وتهدف عملية التنظيف إلى إزالة نواتج التلف الغريبة عن الأثر وكذلك مواد الترميم السابقة، وتبدأ بالتنظيف الميكانيكي لإزالة المواد الصلبة الملتصقة بسطح الاثر أو تخفيفها لتقليل استخدام مواد التنظيف الكيميائي، كما يجب أن يتم اختيار أدوات الترميم بدقة عالية وأن يتم اختبارها حتى لا تحدث أي ضرر على الأثر. وقد قمنا بعملية التنظيف الميكانيكي باستخدام الفرش الناعمة وقطعة اسفنجية لإزالة الأتربة على سطح الأثر من الداخل والخارج، وبعدها قمنا باستخدام المشرط في إزالة التكلسات الجبسية والطينية.

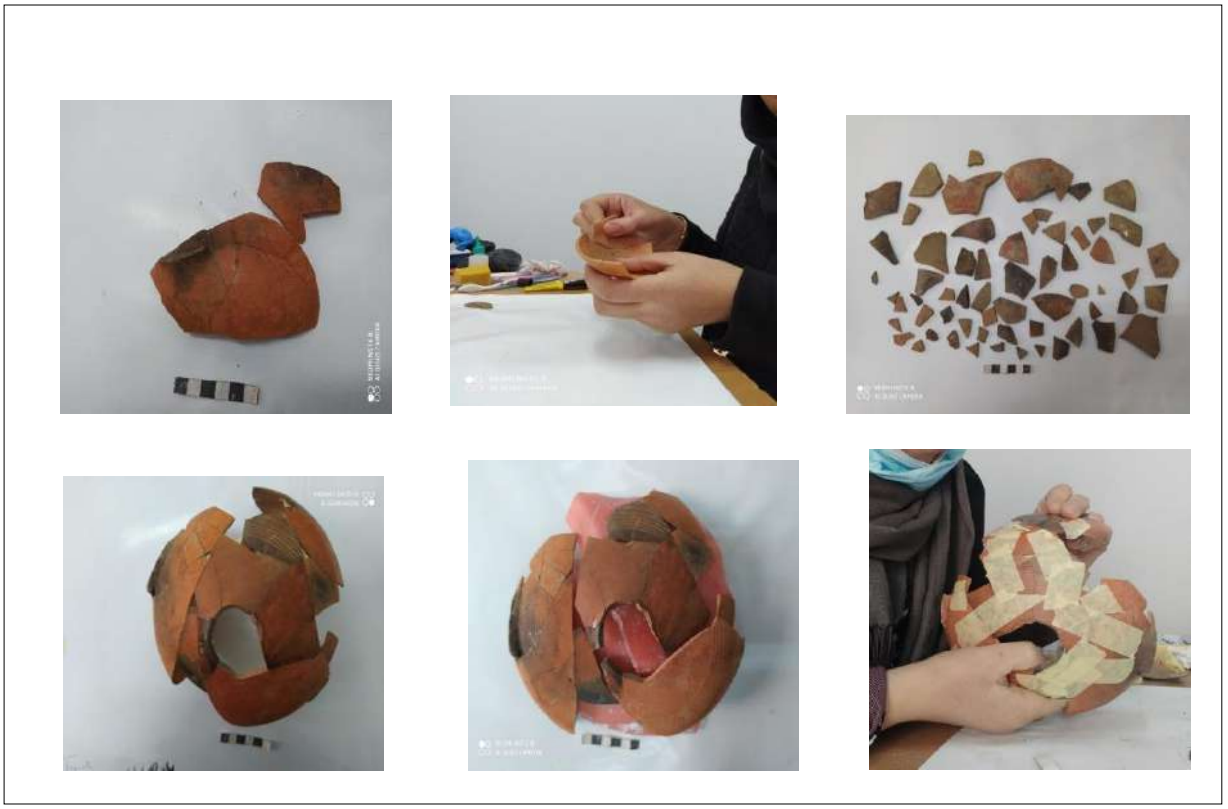
كما قمنا باللجوء إلى التنظيف الكيميائي في حالة إذا كانت هناك أي بقايا لمظاهر التلف التي لم يستطع التنظيف الميكانيكي إزالتها، وقد قمنا ببدأ استخدام الماء بدون أي إضافات لإزالة الاتساخات ولتطرية البقع الصعبة ثم استعملنا الأسيتون المخفف بالماء بنسبة (1.1) لإزالة بعض التكلسات الصعبة.

3- عملية التجميع:

هي عملية بناء القطعة الاثرية من خلال لصق الاجزاء المكسورة معا لمحاولة إظهار الأثر المتلف بالشكل أو الصورة التي كان عليها قديما، ويجب أن تكون المادة ذات قوة لصق مناسبة وقوية لإعطاء القطعة القوة المناسبة بعد التجميع، وأن تتسم المادة اللاصقة بالاسترجاعية وسهولة التطبيق والتشغيل، وأن تكون خامة كيميائيا وذات تعامل تمدد وانكماش قريب من الأثر، ولا تشوه مظهر السطح وأن تكون ذات قوة ربط عالية وتمتاز بالثبات ومقاومة التغيرات الجوية.

وقد قمنا بعملية التجميع أولا من خلال التجميع المبدئي وذلك لمعرفة الشكل العام للأثر وتفاديا لحدوث أي أخطاءفي التجميع، حيث قمنا بتجميع القطع الفخارية باستخدام شرائط لاصقة للتأكد من وضع كل قطعة في مكانها الصحيح ثم قمنا بترقيم القع الفخارية المتطلقة معا، ثم قمنا بالتجمع النهائي بلصق الأجزاء بمادة قابلة للاسترجاع واستخدمنا شرائط لاصقة للمساعدة في تثبيت الكسر التي تم لصقها، وعندما اتممنا عملية التجميع قمنا بتثبيت الأثر على قالب سليكون وتركناه ليجف وبعد الجفاف قمنا بنزع المادة اللاصقة الزائدة بالمشرط واللوحة رقم(08) توضح الشكل النهائي للأثر.

لوحة رقم(09): تبين مراحل تجميع أجزاء للقطع الفخارية.



لوحة رقم(10): تبين مراحل تجميع أجزاء للقطع الفخارية.

صور رقم(35): تبين أجزاء جرة فخارية محلية قبل التجميع .

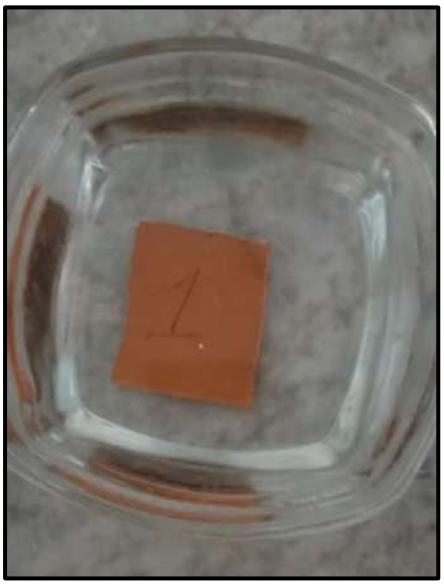
صور رقم (36): تبين أجزاء جرة فخارية ثانية محلية قبل وأثناء التجميع.

4- الخصائص الفيزيائية:

إن مقاومة الأجسام الخزفية للإجهادات الميكانيكية تعتمد على نوعية المواد الاولية ونسبها ودرجة الحرارة فاذا كانت هذه العوامل متوافقة مع بعضها يتم الحصول على جسم خزفي ذو مواصفات جيدة.

أ- حساب الامتصاص:

تم حساب نسبة الامتصاص للنماذج المحروقة بعد تجفيفها في فرن كهربائي على درجة حرارة(200°م) وبعد التبريد وزنت ليتم غطسها في الماء لمدة 24 ساعة لتحقيق عملية التشبع وحساب وزنها بعد ازالة الماء الزائد منها لأجل تقدير درجة الامتصاص وفق المعادلة الاتية:



صورة رقم(37): تبين غمر قطعة من الفخار في بالماء

صورة رقم(38): تبين وزن القطعة بعد تشبعها الماء

$$\text{الماءالممتص} = \frac{\text{وزن النموذج المشبع بالماء –وزن النموذج المحروق وهو جاف}}{\text{الوزن الجاف}} \times 100$$

حساب:

العينة01:

$$\text{الماء الممتص} = \frac{0.5-0.7}{0.5} \times 100$$

$$= \frac{0.2}{0.5} \times 100 = \%40$$

العينة02:

$$\text{الماء الممتص} = \frac{0.5-0.8}{0.5} \times 100$$

$$= \frac{0.3}{0.5} \times 100 = \%60$$

العينة03:

$$\text{الماء الممتص} = \frac{0.5-0.6}{0.5} \times 100$$

$$= \frac{0.1}{0.5} \times 100 = \%20$$

ب- الإنكماش:

تم حساب الإنكماش بعد تشكيل النماذج وذلك عن طريق قياس اطوالها وهي رطبه وبعد الجفاف يتناقص طول الجسم بسبب خروج الماء الفيزيائي وتم قياس الاطوال بعد الجفاف وبعد الحرق.

$$\text{معادلة: الإنكماش} = \frac{\text{الطول الطردي} - \text{الطول الجاف}}{\text{الطول الطردي}} \times 100$$

$$\text{حساب: الإنكماش} = \frac{5 - 4}{5} \times 100 = \frac{1}{5} \times 100 = 20$$

قمنا بتجارب إعداد عينات مشابهة للقطع الفخارية الأثرية وذلك من خلال استخدام ثلاثة أنواع من الطينات، مع استخدام إضافات مختلفة لها، وإجراء تحليل للعينات الطينية للتعرف على تركيبها، وتم تصنيع العينات وحرقها، وقياس الخواص الفيزيائية لها وذلك لاختيار أفضلها من حيث خصائصها المختلفة، ولإجراء التجارب عليها لتقييم مواد الترميم المختارة، كما يستفاد منها في إجراء عملية الاستكمال بالطينات ذات التركيبات المناسبة.

VI-عملية الاستكمال:

تعد مرحلة هامة حيث تكون بمثابة تدعيم وتقوية للأثار الفخارية التي تستدعي حالتها الاستكمال، كما انه تعمل على خدمة التماسك البنائي وإعطائه قوة الإحياء التاريخي، ويجب أن تكون مادة الاستكمال متجانسة مع الأثر من حيث أن تكون خاملة كيميائيا، وأن تكون من نفس تركيبه، وأن تعيد إلى الأثر شكله الأصلي إن تطلب ذلك، كما ان الاستكمال من المراحل الهامة في التهيئة للعرض المتحفي حيث تعطي تدعيما قويا ونقاط

ارتكاز أثناء عرضه أو تخزينه، كما أنه يحافظ على الفخار الأثري من التلف والتآكل أو التساقط وحدوث نحت للحواف للجزء المفقود.

VIII- مواد الاستكمال(ملأ الفراغات):

1- استخدام الطينة في الاستكمال(ملأ الفراغات):

يمكننا استخدام قطع الطينة المحروقة في استكمال الجزء المفقود بعمل قالب للقطعة المفقودة مع مراعاة نسبة الإنكماش بعد الحرق ثم لصقها في مكانها باستخدام الأيبوكسي. كما يمكننا استخدام الطينة في عمل النموذج المفقود وصب قالب له لاستخدامه في عمل نسخة للقطعة المفقودة بالجبس السائل أو الغراء الأبيض أو الإيبوكسي.

صور رقم(39): تبين تحضير عجائن الاستكمال.

أ- الجبس الطبي MedicalGypsum:

يتكون من كبريتات الكالسيوم المائية بنسبة لا تقل عن 93%، ويعتبر أنقى أنواع الجبس الحالي وفي الأساس يستعمل في الأغراض الطبية، ويعتبر هذا الجبس من الأنواع التي تنتج من الجبس النصف مائي أي الناتج بفقد ماء التبلور جزئيا في درجات حرارة تتراوح من 135-200° ويفقد ماء التبلور كليا، ويعتبر من المواد الجيدة التي يمكن استخدامها في استكمال الأثار الفخارية وذلك لأنه خامل كيميائيا فلا يحتوي على أملاح في تركيبه.

2- تحضير مواد الاستكمال:

أ- تحضير العجائن: مسحوق الفخار الممزوج مع الغراء الأبيض(فينيل)

أولا: الفخار المحروق:

قمنا بأخذ قطع فخار محروقة وقمنا بطحنها وغربلتها إلى حبيبات دقيقة جداحتى يصبح مسحوقا جاهزا للتشكيل ثم قما بمزجها مع الغراء الأبيض حتى تصبح عجينة بمختلف الدرجات(صلبة، مبللة قليلا، مبللة جدا).

عجينة صلبة عجينة مبللة قليلا عجينة مبللة جدا

صور رقم(40): تبين العجائن بعد التجفيف.

وتحصلنا على هذه العجائن:

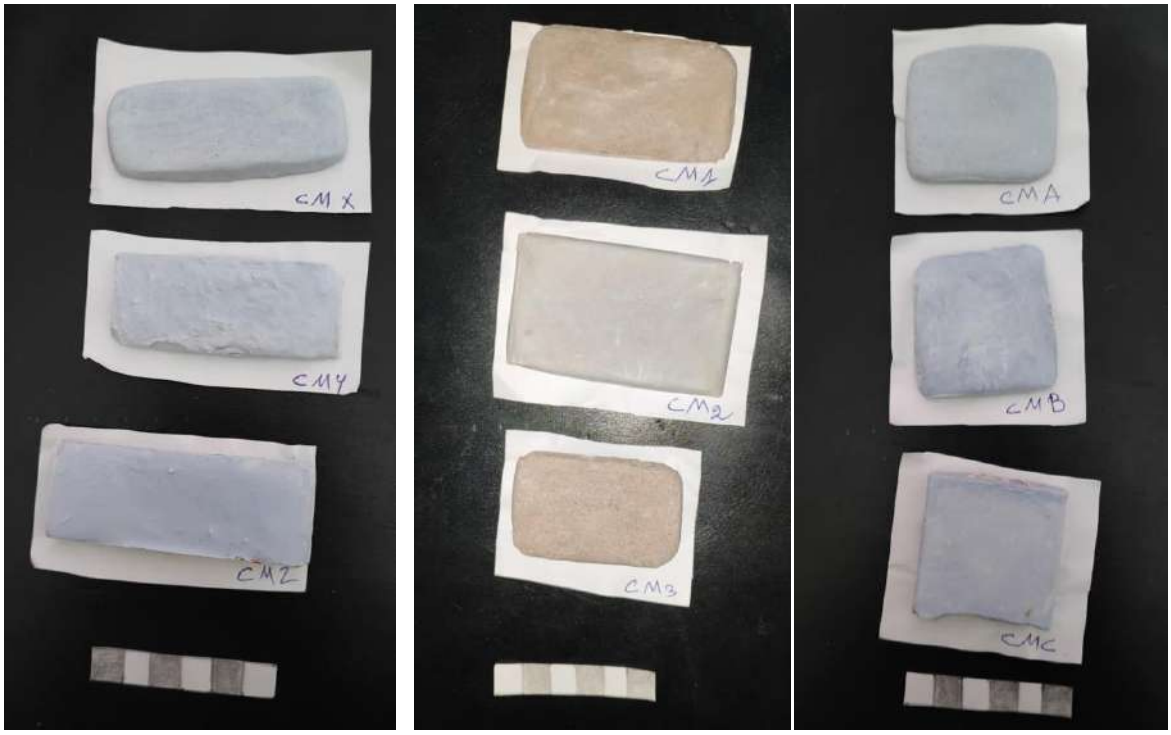
بعد التجفيف:

عجينة صلبة عجينة مبللة قليلا عجينة مبللة جدا

صور رقم(41): تبين العجائن بعد التجفيف.

ثانيا: عجينة الجبس الطبي(الاسنان Platre dentaire):

- قمنا بخلط الجبس مع مسحوق الفخار مع الماء.
- قمنا بخلط مسحوق الفخار مع الجبس الطبي مع غراء أبيض.
- قمنا بخلط الجبس الطبي مع الماء.
- وقمنا بخلط الجبس الطبي مع غراء أبيض (الفينيل).



C **B** **A**

صور رقم(42): تبين عجائن الجبس الطبي المحضرة بعد التجفيف.

الفصل الخامس

تحليل النتائج

I- مناقشة النتائج:

من خلال النتائج المتحصل عليها توصلنا إلى استنتاج ما يلي:

مع مقارنة النتائج بالنسبة للخصائص الفيزيائية التي قمنا بها على بعض العينات في اختبار نسبة امتصاص الماء والإنكماش نجد من بين هذه العينات: أن العينة C1 نسبة امتصاص الماء فيها متوسطة والمقاومة المتوسطة لعوامل التلف الناتج عن الحرارة والبرودة، أما بنسبة للعينة C2 فنجد الامتصاص فيها عالية إذ انها قليلة المقاومة لعوامل التلف الناتج عن تغيرات درجات الحرارة والبرودة. فنلاحظ في العينة C3 أن نسبة الامتصاص قليلة فنجدها هي الأكبر مقاومة لعوامل التلف الناتجة عن الحرارة والبرودة.

أما ما يعني نسبة الإنكماش للعينات (C1، C2، C3) فإنها متقاربة بنسبة جد قليلة فهي تقريبا نفس نسبة الإنكماش حسب القياسات التي قمنا بها.

فبالخصوص للنتائج المتحصل عليها بالنسبة للعجائن نجد:

1- في المجموعة الأولى: (1)،(2)،(3) تم اختيار نوعين من عجينة مسحوق الفخار (2) التي تحتوي على خليط 1غ مسحوق الفخار + 0.5غ غراء الفينيل الابيض تأخذ وقت في التصلب والجفاف لها سطح املس خالية من الشقوق، و(3) التي تحتوي على خليط 1غ مسحوق الفخار+ 0.7غ غراء الفينيل الابيض ذات سطح ناعم خالية من الشقوق تأخذ وقت في التصلب والجفاف فهذه العينتين تتميز بنفس اللون التقريبي للون الفخار وتتقارب في نسبة التماسك والوقت الذي تأخذه في التجفيف أما في الاخير نستطيع اختيارها في عملية استكمال الاجزاء في الترميم، أما بالنسبة لعجينة رقم(1) فهي تختلف عن العينتين من حيث الخصائص الفيزيائية ذات سطح خشن جدا وصعوبة التماسك عند العجن وتظهر عليها بعض الشقوق.

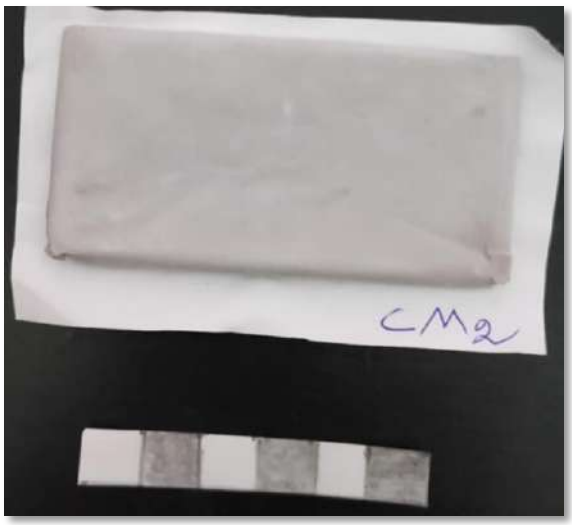
على حسب النتائج التي تحصلنا عليها بعد تحضير عجينة الجبس الطبي توصلنا إلى ما يلي:

2- في المجموعة الثانية: عجينة الجبس الطبي(الاسنان)(Plâtre dentaire)

تم اختيار نوعين من بين عجائن الجبس الطبي التي يمكننا استعمالها في عملية الاستكمال أي ملأ الفراغات هي عجينة CM1 مبللة قليلا التي تحتوي على خليط 0.2غ مسحوق الفخار+ 0.8غ جبس+ 0.2غ ماء تتميز بتقارب اللون مع لون الفخار الاصلي ذات سطح أملس ومعدل التجفيف مرتفع ونسبة الإنكماش قليلة.

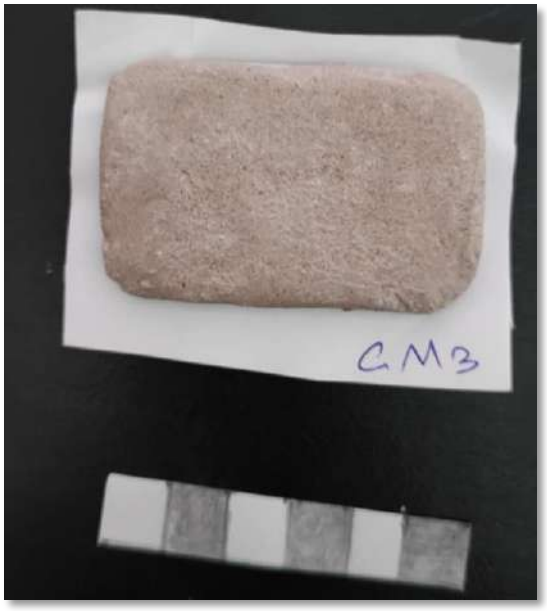
الصورة رقم(43): تبين نتائج العينة CM1

أما عينة CM2 مبللة جدا التي تحتوي على خليط 0.2غ مسحوق الفخار+0.5غ جبس+ 0.2غ ماء تتميز بتقارب اللون مع لون الفخار الأصلي ذات سطح ناعم ومعدل التجفيف عالي نوعا ما ونسبة الإنكماش قليلة فكلتا هذه العينتين ذات صلابة عالية ومقاومة للحرارة والبرودة،



الصورة رقم(44): تبين نتائج العينة CM2

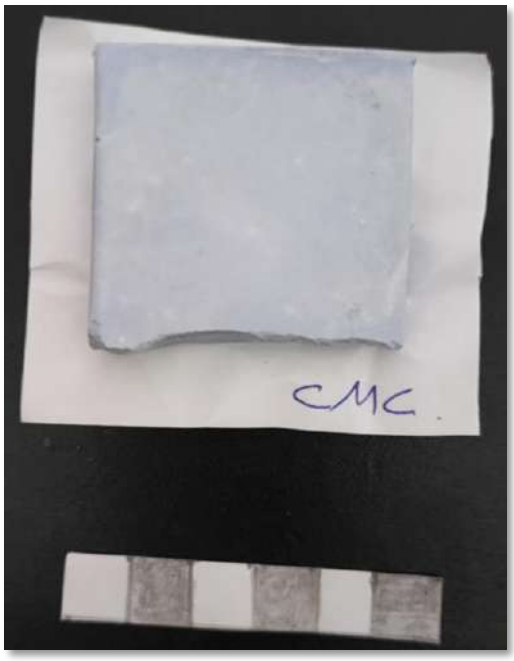
فبالنسبة للعينة CM3 صلبة جدا التي تحتوي على خليط 0.1غ مسحوق الفخار + 0.6غ جبس + 0.2غ ماء فهي تتميز بسطح خشن وتظهر عليها بعض الشقوق بعد التجفيف فلا يمكن اختيار هذه العينة وتطبيقها في ملأ فراغات الفخار.



الصورة رقم(45): تبين نتائج العينة CM3

3- في المجموعة الثالثة:

تم اختيار العينة CMC مبللة جدا التي تحتوي على خليط 1غ جبس + 0.3ماء التي تتميز بسطح ناعم ومعدل التصلب والتجفيف سريع نوعا ما ونسبة الإنكماش قليلة خالية من التشققات، أما بالنسبة للعينتين CMA, CMB صلبة ومبللة قليلا تتميز بسطح خشن قليلا لا تحتوي على الشقوق ونسبة التصلب والجفاف عالية.



الصورة رقم(46): تبين نتائج العينة CMC

4- في المجموعة الرابعة:

تم اختيار العينة CMZ مبللة جدا التي تحتوي على خليط 1غ جبس + 0.7غ غراء الفينيل الابيض تتميز بالصلابة الجيدة تخلو من الشقوق وذات سطح ناعم ونسبة التجفيف سريع.

الصورة رقم(47): تبين نتائج العينة CMZ

أما بالنسبة للعينتين CMX , CMY فهما جيدتان نوعا ما وتختلفان عن العينة المختارة لملأ الفراغات التي تحتويان على خليط 1غ جبس + 0.3 غراء الفينيل الأبيض عجينة صلبة CMX التي تتميز بسطح خشن غير مستوي خالي من الشقوق، والعجينة CMY المبللة قليلا التي تحتوي على خليط 1غ جبس + 0.5غ غراء الفينيل الأبيض تتميز بسطح خشن قليلا تحتوي على الشقوق ذات صلابة عالية.

ومن هنا نستنتج أن كل هذه العينات المختارة (3، 2، CM1، CM2، CMC، CMZ)يمكننا استعمالها في الترميم في عملية استكمال الأجزاء.

إذ قمنا بتجربة بعض العينات على بعض النماذج من أواني فخارية في ملأ الفراغات.

II- نظريات الصيانة والترميم ومعالجة التحف الفخارية:

لما كان الفخار مادة من المواد الأساسية التي لازمت الانسان في مختلف مراحل حضارته فقد اعتبره علماء الأثار واحدا من أهم المصادر الخاصة بدراسة هده الحضارة، ونظرا إلى أن كثيرا مما يعثر عليه منه في الحفائر الأثرية يكون في حالة التكسير أو التهشيم فإن معالجته وترميمه تنحصر غالبا في عمليات التنظيف وإزالة الأملاح والتجميع، وتكملة الأجزاء الناقصة حتى تأخذ أولية شكلها الأصلي.

وتختلف الأراء بالنسبة لعملية التكملة المشار إليها كثيرا فيرى البعض ضرورة الحفاظ على الأنية بشكلها الأصلي وعدم ملأ أي فراغات منها بأية مواد مختلفة، لأن أي مادة مضافة لا يمكن اعتبارها أثرا، ويرى البعض الآخر ضرورة التكملة الجزئية ولاسيما في حالة الإضافة التي تفيد في تحسين الرؤية وتكملة وسيلة العرض شريطة أن تكون الأجزاء المكملة ظاهرة للعين وتختلف تماما عن مادة الأثر، وتنحصر هذه الأجزاء في القواعد والأرجل الساندة حتى يستقيم عرض الآنية وتحسين رؤيتها، ويرى البعض الثالث ضرورة التكملة في حالة وجود ثلثي الإناء الأصلي فقط، وعدم إجراء هذه التكملة إذا ما قلت النسبة المتبقية من الإناء عن الثلثي تحت أي سبب، ويرى آخرون الرأي الرابع جواز التكملة في كل الحالات شريطة أن يكون هناك تميزا بين الأجزاء المرممة وغير المرممة، عن طرق اللون والخامة والملمس والمستوى السطحي، والرأي الخامس يرى أن يكمل

الإناء ويرمم يشكل لا يرى فيه فرقا بين ما رمم وما لم يرمم.العجينة بعد إضافة المصلب لها.

تأخذ مرحلة الاستكمال أهمية كبيرة للحفاظ على الشكل الخارجي للأثار الفخارية وكذلك تجهيز تلك الأثار للعرض المتحفي، حيث كانت تعاني الأواني الفخارية(محل الدراسة) من وجود الكثير من الأجزاء المفقودة، ولذلك فإن تم استخدام عجينة تتكون من (مسحوق الفخار الحديث20% + جبس الأسنان20%+ مادة لاصقة من غراء الفينيل الابيض بتركيز 10%) في استكمال الأجزاء المفقودة.

لم نقم بإجراء تجارب العجائن التي توصلنا في ملأ الفراغات للقطع الفخارية التي تم العثور عليها في الموقع الأثري تفاديا لعدم المساس بشكلها الأصلي وذلك على حسب التظريات التي طرأت إلى عدم تطبيق العجائن مباشرة على القطعة الأصلية.

فقمنا بأخذ بعض العينات الفخارية المحلية التي لم يتم أخذها من الموقع وهذا من أجل تطبيق العجائن التي تم تجربتها واختيار العجائن المناسبة لملأ الفراغات واستكمال الأجزاء الناقصة والتي تتمثل في عجينة من مسحوق الفخار والجبس الأسنان الطبي مع مزجها مع الماء والغراء الأبيض الفينيل الذي يمد مقاومة للحرارة والبرودة فهي مادة عادة يقومون باستعمالها بالنسبة للأثاريين.

وقبل تطبيق هذه العجائن قمنا بتشخيص وتنظيف القطع الفخارية من الأتربة والأملاح المتعلقة على السطح المتمثل في التنظيف الميكانيكي والكيميائي بعدها قمنا بجع الأجزاء ولصقها وعند ترميمها قمنا باستعمال البارالويد ب72 مع خلطه بقليل من الماء على الحواف لكي يتم سهولة التصاق العجائن المطبقة عليها وذلك باستعمال تقنية القولبة بعجينة التشكيل وتركها تجف لكدة زمنية معينة لأخذها الشكل المناسب للجزأ المفقود.

1- العينة الأولى:

هي عبارة عن صحن متوسط الحجم من الفخار ذو استعمال قديم فهو هش نوعا ما فتظهر على سطحها نوع من التفتت في القاعدة وهذه القطعة صنعت من عجينة صلبة وذلك

يظهر على وجهها الخارجي والداخلي، زخرفت الصحن بطبقة من البطانة رسم عليها خطوط متموجة بنية اللون باستعمال فرشاة، طبقت هذه الخطوط على وجه الصحن. فقمنا في هذه المرحلة باستكمال الجزأ الناقص من حافة الصحن مع تقليد شكل الحافة باستعمال عجينة التشكيل المرنة، قولبة الحافة المشكلة بالعجينة بصنع قالب مغلق من الخارج وجدار من الداخل مشكلين جدار داخلي لصب العجينة الفخارية المجهزة لسد ذلك الفراغ. وبعدها نتركها لتتماسك لتصبح كتلة واحدة أين يتغير لونها من البني الزبدي إلى البني الفاتح وهو اللون المبين عن اكتمال التماسك، ثم ننزع قالب العجينة التشكيل وتنطيف حواف اللصق جيدا مع تسوية السطح مع سطح العينة.

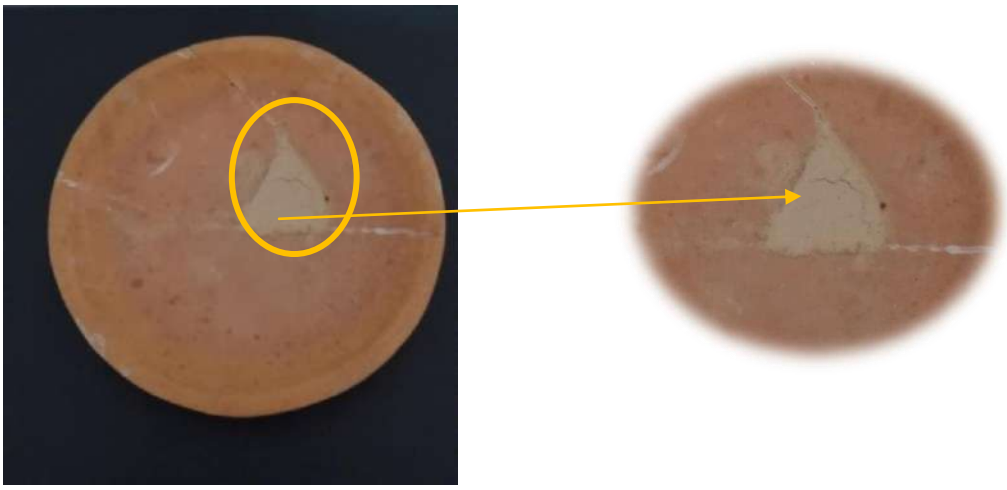
صور رقم (48): تبين ترميم الصحن الفخاري بعجينة مسحوق الفخار.

صورة رقم(49): تبين جفاف عجينة مسحوق الفخار بعد الترميم.

2- العينة الثانية:

هي عبارة عن صحن صغير الحجم من الفخار ذو محلي في حالة جيدة وهذه القطعة صنعت من عجينة صلبة وذلك يظهر على وجهها الخارجي والداخلي خالية من الزخارف ذات سطح أملس. فقمنا في هذه المرحلة باستكمال الجزأ الناقص من باطن الصحن مع تقليد شكل المكسور باستعمال عجينة التشكيل المرنة، قولبة الجزء المكسور بعجينة التشكيل بصنع قالب مغلق من الخارج وجدار من الداخل مشكلين جدار داخلي لصب العجينة الفخارية المجهزة لسد ذلك الفراغ. وبعدها نتركها لتتماسك لتصبح كتلة واحدة أين يتغير لونها من البني الزبدي إلى البني الفاتح وهو اللون المبين عن اكتمال التماسك، ثم ننزع قالب العجينة التشكيل وتنطيف حواف اللصق جيدا مع تسوية السطح مع سطح العينة وفي الاخير نلاحظ ظهور شقوق على سطح العجينة.

صور رقم (50): تبين ترميم الصحن الفخاري بعجينة مسحوق الفخار.



صورة رقم(52): تبين جفاف عجينة مسحوق الفخارللعينة رقم(1) بعد الترميم وتظهر عليها بعض الشقوق.

3- العينة الثالثة:

هي عبارة عن جرة متوسطة الحجم من الفخار ذو استعمال محلي حديث فهي هشة نوعا ما لكون سمك جدرانها رقيقة جدا وهذه القطعة صنعت من عجينة نوعا ما صلبة وذلك يظهر على وجهها الخارجي والداخلي، زخرفت هذه الجرة بحزوز وتحتوي على مقبضين على عنق الجرة ولونها بني. فقمنا في هذه المرحلة باستكمال الجزأ الناقص من حافة الجرة وعلى مستوى البطن مع تقليد شكل الحافة والبطن باستعمال عجينة التشكيل المرنة، وقولبتها بالعجينة المشكلة بصنع قالب مغلق من الخارج وجدار من الداخل مشكلين جدار داخلي لصب عجينة جبس الأسنان الطبي المجهزة لسد ذلك الفراغ. وبعدها نتركها لتتماسك لتصبح كتلة واحدة أين يتغير لونها من أحمر أجوري إلى البني الفاتح وهو اللون المبين عن اكتمال التماسك، ثم ننزع قالب العجينة التشكيل وتنطيف حواف اللصق جيدا مع تسوية السطح من الحافة والبطن مع سطح العينة.

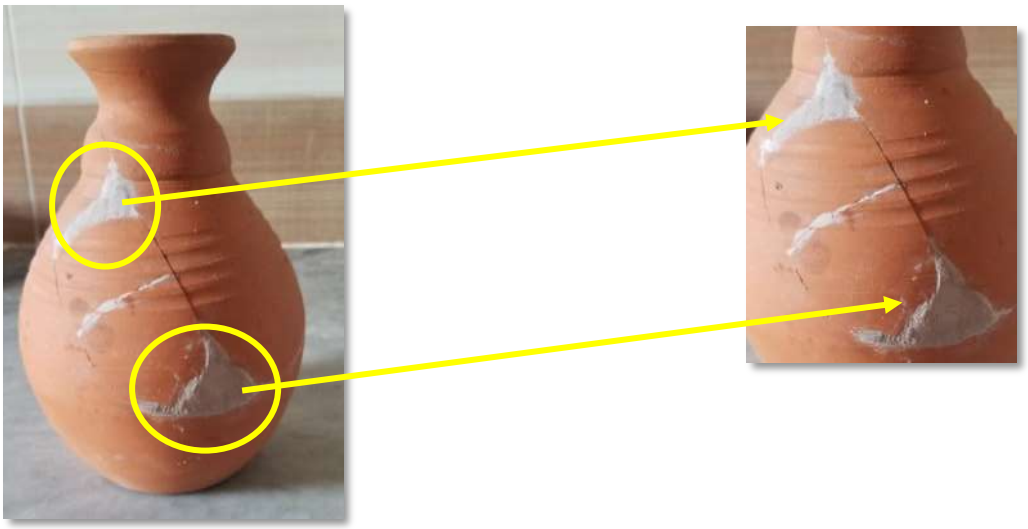
صور رقم(52): تبين ترميم جرة فخارية بعجينة مسحوق الفخار+ الجبس الطبي قبل وبعد

4- العينة الرابعة:

هي عبارة عن جرة متوسطة الحجم من الفخار ذو استعمال محلي حديث في حالة جيدة وهذه القطعة صنعت من عجينة صلبة وذلك يظهر على وجهها الخارجي والداخلي، زخرفت هذه الجرة بحزوز على مستوى البطن ولونها أحمر أجوري. فقمنا في هذه المرحلة باستكمال الجزأ الناقص من عنق الجرة وعلى مستوى البطن من جهتين مختلفتين مع تقليد شكل العنق والبطن باستعمال عجينة التشكيل المرنة، وقولبتها بالعجينة المشكلة بصنع قالب مغلق من الخارج وجدار من الداخل مشكلين جدار داخلي لصب عجينة جبس الأسنان الطبي+ الغراء الأبيض الفينيل المجهزة لسد ذلك الفراغ. وبعدها نتركها لتتماسك لتصبح كتلة واحدة أين يتغير لونها من أحمر أجوري إلى البني الفاتح وهو اللون المبين عن اكتمال التماسك، ثم ننزع قالب العجينة التشكيل وتنطيف حواف اللصق جيدا مع تسوية السطح من الحافة والبطن مع سطح العينة.

صور رقم (53): تبين ترميم جرة فخارية بعجينة مسحوق الفخار+ الجبس الطبي+ الغراء الأبيض الفينيل.

بعد الانتهاء من ملأ الفراغات بعجينة الفخار للجرة تركناها لتجف لمدة معينة لتتماسك جيدا ثم قمنا بتنظيف الحواف لإظهار الجزء الذي قمنا بترميمه



صور رقم(54): تبين جفاف العجينة المستعملة في الترميم ذات مقاومة عالية.

إعادة اللون التقريبي:

قمنا باختيار لون تقريبي من اللون الأصلي، هذا بمزج الألوان الأكريليكية مع مسحوق الفخار المطحون جيدا+ الماء لإعطاء اللون الأحمر الذي يشبه لون الفخار. ثم قمنا بطلي الآنية بعد ذلك بواسطة فرشاة طلاء. وبعد جفاف اللون نقوم بطلي السطح بطبقة من الغراء الفينيلي الأبيض لكي يثبت اللون ويعطيه اللون الأملس.

الصورة رقم(55): تبين لون الجزء المرمم لملأ الفراغات بلون تقريبي.

الصورة رقم(56): تبين لون الجزء المرمم لملأ الفراغات بلون تقريبي.

بعد الانتهاء من عملية التجميع لقطع السيراميك نجد بعض المناطق المفقودة ويجب استكمالها حيث ذكرت كل من بايز وأوكلي **Buyes, Oaklay** أنه حتى الأن لا توجد أي محاولات لاستخدام نفس المادة التي استخدمت في صنع القطع الأصلية في استكمال الأجزاء الناقصة من هذه القطع وذلك ليبينهما أن مواد السيراميك مواد طبيعية معتمدة جدا وإعادة تصنيع نسخ طبق الأصل من الأجزاء الناقصة عملية مكلفة جدا و صعبة التنفيذ، هذا بالإضافة للالتواء والنشوة يجعل من المستحيل عمل نسخ طبق الأصل من الأجزاء الناقصة دقيقة ذات ثلاثة أبعاد لذلك فإن استخدام المواد الصناعية الحديثة تجعل عملية الاستكمال أسهل نسبيا، ومن أكثر المواد الشائعة الإستخدام راتينجات الايبوكسي وراتينجات البولي استر ومركبات الكالسيوم وخاصة الجبس الباريسي، واختيار المادة المستخدمة يعتمد على نوع السيراميك المطلوب معالجته وكذلك على طريقة التطبيق التي ستستخدم[1]، وهناك بعض الشروط التي يجب توافرها في هذه المواد وهي كالتالي:

-يجب ان تكون المادة قابلة للتشكيل أو الصب: حيث يجب أن تكون المادة المستخدمة في حالة مرنة وقابلة للتشكيل حيث تترك لتتصلد ثم تقطع وتشكل الأشكال المطلوبة أو تصب داخل قالب وفقا للشكل المطلوب.

- يجب أن تكون المادة قابلة للالتصاق بالسيراميك: أنه على الرغم من فوائد الطريقة المعتمدة على تشكيل مادة الاستكمال أولا عن طريق قالب يأخذ نفس بصمة الجزء المفقود ثم إجراء عملية لصق بها القطعة الرئيسية كخطوة تالية حيث تكون قابلة للنزع إلا أنه يكون من المفضل تطبيق المادة على حواف الكسر مباشرة، والاعتماد في تثبيتها على قوة لصق المادة نفسها وفي هذه الحالة يجب استخدام مواد قوة جيدة.

- يجب أن تكون المادة ذات قوة وكثافة مناسبة وبها صفة الاستمرارية: ربما تستخدم مواد الاستكمال لعمل تدعيم للقطعة أيضا وفي حالة لو كانت القطعة في حاجة إلى

[1]Qusa(M,E), Clay in EgyptianGeologicalsurvey&miniryAuthorityCairo, Egypt, 1986, p.23.

استكمال جزء كبير فلابد من استخدام مادة ذات كثافة مناسبة وذلك لعمل توازن مع وزن القطعة فمثلا في حالة استخدام مواد مثل الجبس الباريسي فيمكن تعديلها عن طريق إضافة راتينجات مثل مستحلب خلات الفنيل المبلمرة وذلك لإعطائهم القوة المناسبة، كذلك يجب أن تكون مادة الاستكمال غير قابلة للتغيير بمرور الوقت ولديها مقاومة للهجوم البيولوجي وثابتة من حيث اللون والشفافية[1].

– يجب أن تكون المادة استرجاعية: عند ازالة المادة المستخدمة في استكمال الفخار فإنه الأجزاء المتصلة بحافة الكسر تمثل مشكلة حيث يمكن أن تحدث بها تلف وهذه الصعوبات يمكن أن تقل عند استخدام مواد عازلة لحواف الكسر قبل الاستكمال وخاصة في حالة الفخار المسامي ومن هذه المواد البارالويد ب ــ72.

– يجب أن تكون المادة غير قابلة للانكماش بعد التصلب بمرور الوقت[2].

III– تسوية السطح المستكمل:

بعد اتمام عملية استكمال للمساحات المفقودة يجب التأكد من نعومة السطح، وأن يكون خاليا من النتوءات حتى تسهل عملية التلوين، ولكشط الزيادات المرتفعة يمكن استخدام أدوات الكشط مثل(المبرد بكل درجاته حسب حالة السطح)، لكي يصبح سطح أملس ويكون جاهز لعملية التلوين عليه.

تعتبر مرحلة الدراسة التجريبية للطرق والمواد المستخدمة في مجال علاج وصيانة الأثار الفخارية من المراحل الهامة التي لا يمكن التغاضي عنها، حيث تلعب هذه المرحلة دورا في التعرف على تأثير هذه المواد على مادة الأثر من حيث المظهر العام وتحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكية، مما يساعد على اتمام عملية العلاج بشكل آمن وفعال، دون تعرض الأثر المعالج لأي أضرار أو أثار جانبية ناتجة عن عمليات العلاج، وتمد

---

[1]Rado(P), op.cit, p.18.

[2]Rado(P), Ibid, p.18.

الدراسة التجريبية للباحثين والمرممين بمعلومات هامة عن طبيعة وخواص مواد الترميم، وتكشف عن مدى فعالية هذه المواد في مراحل العلاج المختلفة حتى يتمكن المرممون من اختيار أفضل وأحدث وأنجح المواد وأنسب طرق التطبيق في حقل ترميم وصيانة الأثار الفخارية بهدف تحقيق علاج ناجح، ولقد خضعت الدراسة لمجموعة من مواد الاستكمال لتقييمها ومدى معرفة ثباتها بعد تعريضها لعوامل التجوية الصناعية المختلفة للوصول إلى أفضل المواد لاستخدامها في ترميم وصيانة الأثار الفخارية.

IV – عملية التقوية:

قمنا باستخدام البارالويد بـــ72 بتركيز 5% في الأسيتون لتقوية الأواني الفخارية محل الدراسة، حيث تم تطبيق مادة التقوية باستخدام الفرشاة وعلى عدة مرات وفي اتجاهات معاكسة لبعضها البعض، وذلك للتأكد من تقوية جميع أجزاء البدن الفخاري جيدا بمادة التقوية المختارة كما في الصورة.

V– الوسائل المستعملة في الجانب التطبيقي:

جبس الاسنان الطبي

غراء الأبيض الفينيل

ميزان حساس

مسحوق الفخار

عجينة مشكلة

VII- الاستنتاجات:

تحقق الهدف الرئيسي من البحث هو التعرف على الخصائص المميزة لمواد الاستكمال المختلفة المختارة، واختيار أنسبها لتطبيقها على الأواني الفخارية وأعطت مادة الغراء الأبيض الفينيل أفضل النتائج.

قد أثبت البحث بناء على نتائج الفحوص والتحاليل والدراسة التجريبية أن نسيج الفخار الأثري يلعب دورا مهما في تحديد واختيار نوع المادة اللاصقة المستخدمة في تجميع الكسر الفخارية لاستعادة الشكل الأثري التي كانت عليه من قبل الكسر، حيث يوصي البحث باستخدام بعض مواد اللصق التي ثبت نجاحها وكفاءتها معمليا وهي: الفخار المحروق، الجبس الطبي (جبس الاسنان) وغراء الأبيض الفينيل في تجميع الفخار المستورد، حيث أدت تلك المواد اللاصقة البارالويد الذائب في الاسيتون إلى تحسين خاصية قوة الشد، ومقاومة التقادم الصناعي المعجل سواء الحراري أو الضوئي بلمبات الأشعة فوق البنفسجية، ومقاومة التغير اللوني مقارنة بباقي مواد اللصق الأخرى ويوصى البحث بضرورة استخدام أحد تلك اللواصق في تجميع الفخار .

التوصيات والاقتراحات

التوصيات والاقتراحات

ومن التوصيات الواجبة أن يولى الباحثون اهتمامهم في هذا المجال بالمزيد من الدراسات، خاصة فيما يتعلق بمواد وأساليب الاستكمال الحديثة للأثار الفخارية، مع مراعاة لا تؤثر هذه المواد وتلك الأساليب على الشكل أو خصائصها الفيزيائية والميكانيكية، وكذلك تطوير أساليب العرض والتخزين، والاطلاع على أحدث ما توصلت له المتاحف والمحافل الدولية والمهتمون بهذا المجال بما تلائم بيئتنا المحلية.

إزالة اللواصق: Removal of adhesives

قد تنفصل الأجزاء التي سبق لصقها وترميمها نتيجة تعرضها لضغط شديد ويحتاج ذلك لإزالة اللواصق قبل إعادة عملية الترميم ولأنه من الصعب استخدام الطالب للطرق الميكانيكية في إزالة اللواصق، لذلك يمكن القيام بالطرق البسيطة باستخدام المذيبات التي أجرى عليها الباحثين عدة تجارب مسبقة

إزالة لاصق الغراء الحيواني والجبس الباريسي:

باستخدام الماء الساخن عند درجة 50°م لتطريتها تمهيدا لإزالتها بالكشط والأدوات الحادة، ويمكن إزالتها بالغمر في مذيب الأسيتون.

-إزالة خلات الفينيلالمبلمرة: يمكن تطريتها باستخدام الماء الساخن أو مذيب الأسيتون (المعروف تجاريا بمزيل طلاء الاظافر)، و يمكن غمرها في الكحول المثيلي الصناعي والماء.

-إزالة راتنجات الإيبوكسي والبولي استر: يمكن تطريتها باستخدام المذيب(الداي كلوروميثان) مزيل اللون التجاري المتاح أو الأسيتون.

-إزالة راتنجات الأكريليك: تذوب في الأسيتون والكحول الأبيض عندما تكون لينة.

-إزالة مركبات السليكون: ربما يمكن تقشيرها باليد أو بأداة حادة ولكنها لا تتأثر بالماء أو المذيبات الضعيفة، وقد تتأثر بعض الشيء بالمذيبات القوية.

- المواد المصلبة للطينة: سليكات الصوديوم(السليكا السائلة)، الصمغ العربي، عديد خلات الفينيل.

- المواد الكيميائية الرابطة(المصلبة): هي المركبات الكيميائية اللاصقة

- السيلكا السائلة: هي مركب كيميائي قلوي يطلق عليها اسم سليكات الصوديوم أو الزجاج المائي الثنائي الذوبان، يوجد على هيئة سائل غليظ القوام، نصف شفاف، عديم اللون وخالي من الشوائب يتراوح الوزن النوعي له بين 48، 60درجة.

تستخدم السليكا السائلة في:

*العجائن الخزفية لخفض كمية الماء المستعمل في العجن.

*تستخدم كمادة لاصقة للقطع الخزفية.

*تستعمل كمادة رابطة للمساحيق المختلفة.

*يستعمل كمادة غير منفذة للماء و الرطوبة.

الصمغ العربي: ينتج من أشجار الصمغ العربي و يوجد بوفرة في دول جنوب إفريقيا وهومن اللسترات الطبيعية المتكونة من اتحاد تفاعل حامل عضوي دهني مع أحد أنواع

الكحوليات مثل الجليسيرين ككحول ثلاثي، الأيدروكسيل ويحتوي نسبة ضئيلة من املاح الكالسيوم والماغنسيوم والبوتاسيوم ويتحول إلى مادة لاصقة أو مثبتة بذوبانه في ماء ساخن. ويتميز بلونه الأبيض المصفر ويظهر تحت المجهر كرقائق مخططة لا لون لها ويتميز بخلوه من النشا والدكسترين والغرويات ذات الأصل الحيواني مثل الغراء و الجيلاتين ويحفظ في علب محكمة لعدم تسرب الرطوبة منه.

ويعتبر من أنسب المواد الرابطة الكيميائية التي تؤدي لتصلب الطين نظرا لأنه لا يزيد من غروية الطين ويزيد من جفافها حتى تتصلب بسبب تصاعد غازات ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الأيدروجين الناتج من تحلل الكبريتات الموجودة في الأجسام الطينية بفعل البكتيريا المختزلة مما يؤدي لخفض لازبية الطين وتصلبها.

-مستحلب عديد خلات الفينيل: هو مركب كيميائي يحتوي على مركبات عضوية أو غير عضوية تتحكم في خواص المنتج وتحتوي على مادة مقاومة للفطريات والعفن، وهو عبارة عن مستحلب أو معلق أبيض متجانس وخالي من الجزيئات الكبيرة والمواد الغريبة ولا تقل نسبة المواد المصلبة في المادة اللاصقة عن 40%، ولذلك يجب أن تخفف المادة اللاصقة بنسبة من الماء حسب متطلبات التشغيل كما يتميز بالتصلب ومقاومة الانصهار.

وتتميز هذه المواد بـــ:

* قوة الالتصاق والتصلب.

* لها قوة ثبات للعوامل الميكانيكية المختلفة أثناء التحضير والتشغيل.

* لا تؤثر على قوام وثبات العجائن بمرور الوقت.

* تقوم المواد المصلبة بامتصاص الماء من أسطح الجزيئات الطينية بفعل قوى الجذب الأيوني بينها لتؤدي إلى حالة التصلب التام.

مواد الاستكمال:Replacement Materials

عندما تتعرض قطع الفخار والبورسلين للكسر ربما يفقد منها جزء قبل عملية الترميم لذلك لابد استخدام المواد المالئة لاستكمال الجزء المفقود، ومنها مواد مالئة تعتمد في تركيبها على الكالسيوم مثل(الجبس أو البوليمرات(الإيبوكسي) والبولي استر والأكريليك)، ونستعرضها فيما يلي:

1- مركبات الكالسيوم: Calcium compounds

- الجبس: توجد أنواع عديدة منه ونجدها متوفرة في الأسواق، تتميز برخص ثمنها وسهولة استخدامها وتشكيلها وجفافها السريع، ومن أفضلها:

*** الجبس الباريسي: Plaster of Paris**

عبارة عن كبريتات الكالسيوم نصف المائية التي تنتج عن حرق معدن الجبس، ولذلك له كثافة مشابهة للفخار ويمكن زيادة درجة صلابته بخلطه بمستحلب خلات الفينيل بدلا من الماء ويمكن إضافة بعض الملدنات مثل الكاولين، وكربونات الكالسيوم والصمغ العربي.

ويمر الجبس الباريسي بعدة مراحل أثناء الجفاف فيستخدم وهو سائل على الحواف المكسورة لحدوث رابطة قوية بين المادة المالئة وحافة الفخار بينما يأخذ الجبس سمك

معين بالتدرج ويتم ملأ الفراغ حتى يصل إلى مرحلة التجبن بمعنى(التجمد والتصلب) ثم يتم عمل التفاصيل باستخدام أدوات التشكيل ويتم صقل وتهذيب السطح.

2- راتنجات الايبوكسي:

-عجينة ايبوكسي المليبوت: Milliput Epoxy putty

تتكون من سائل راتنجالإيبوكسي ومصلب البولي أميد Polyamide بنسبة متساوية من المادتين.

- **الارالديت:** أشهر راتينجاتالإيبوكسي المستخدمة في استكمال الفخار، وهي عبارة عن راتنجالايبوكسي مضاف إليه لون أبيض مثل: أكسيد الزنك وأكسيد التيتانيوم ويضاف الكاولين كمادة مالئة لزيادة كثافة الراتنج.

3- عجينة البولي أستر: بولي أستر مصاف إليه مادة مالئة خاملة وملونات وتتصلب هذه

الخاتمة

في ختام هذه الدراسة يتضح أن اختيار العجائن المناسبة لعمليات الاستكمال والترميم لا يمثل خطوة تقنية فحسب، بل يعد محورا أساسيا في الحفاظ على سلامة القطع الفخارية الأثرية وصون قيمتها التاريخية والجمالية. فقد انطلقت هذه الدراسة من إشكالية رئيسية تتمثل في مدى تطابق العجائن المستخدمة في ملأ فراغات الفخار مع مكونات الفخار المستخرج من الحفريات، باعتبار أن أي عدم توافق في التركيب أو الخواص قد يؤدي إلى نتائج عكسية تؤثر سلبًا على القطعة الأثرية على المدى القريب أو البعيد.

وقد أظهرت النتائج أن دراسة الخصائص المعدنية والكيميائية والفيزيائية للفخار الأصلي تمثل الأساس العلمي السليم لاختيار عجائن متوافقة معه. فمن خلال الفحص بالميكروسكوب المستقطب وتحليل حيود الأشعة السينية، تبين أن المكون الأساسي للعينات هو الكوارتز والدايبوسيد($CaMgSi_2O_6$) ، وهو ما يشير إلى درجة حرق تقارب 850°م، ويعكس طبيعة التحولات المعدنية الناتجة عن حرق الطينة. هذا التحليل الدقيق مكّن من إعداد عينات طينية مشابهة في تركيبها للفخار الأثري، مع إضافة مكونات مدروسة تضمن تحقيق التوافق المطلوب. وعليه، يمكن التأكيد أن مدى تطابق العجائن مع مكونات الفخار المستخرج من الحفريات يعتمد على فهم عميق للتركيب المعدني وخصائص الحرق، وليس على الاجتهاد أو التجربة العشوائية.

أما فيما يتعلق بالخصائص الكيميائية والفيزيائية للعجائن المستخدمة في الترميم، فقد أثبتت الدراسة أن العجائن الناجحة هي تلك التي تتميز بتركيب معدني قريب من الفخار الأصلي، وبخواص فيزيائية متجانسة من حيث المسامية، والتمدد الحراري، والصلابة، والقدرة على الالتصاق. كما أن استخدام مسحوق الفخار مع جبس الأسنان في استكمال الأجزاء المفقودة أظهر ملاءمة جيدة من حيث القابلية للتشكيل، وسرعة التصلب، والتوافق اللوني بعد المعالجة، مما يعزز من استقرار القطعة بعد الترميم.

وفيما يخص تأثير العجائن على المتانة والصلابة العامة للقطع الفخارية، فقد بينت التجارب أن استخدام عجائن ذات خصائص متوافقة يسهم في تحقيق توازن بين المتانة والدعم البنيوي من جهة، والحفاظ على أصالة القطعة من جهة أخرى. فالعجائن غير المتوافقة قد تسبب إجهادات داخلية نتيجة اختلاف معاملات التمدد أو درجة الصلابة، بينما

العجائن المدروسة تسهم في تعزيز تماسك الأجزاء المجمعة دون إحداث ضغط أو تشققات مستقبلية.

كما تناولت الدراسة الأساليب المثلى لاختبار فعالية العجائن، والتي شملت إعداد عينات تجريبية، وحرقها في أفران تقليدية باستخدام فتل الزيتون للحصول على اللون البني المرغوب، وقياس خواصها الفيزيائية، إلى جانب تطبيق اختبارات عملية بعد الترميم. وأكدت النتائج أن التقييم المسبق عبر النماذج التجريبية يعد من أهم مراحل ضمان جودة الترميم. ومع ذلك، تبقى مسألة تأثر العجائن بمرور الزمن والعوامل المناخية المختلفة مجالًا مفتوحًا للبحث، خاصة فيما يتعلق بتغير اللون أو التماسك أو التفاعل مع الرطوبة.

ومن الجوانب الجوهرية التي أكدت عليها الدراسة دور العجائن في الحفاظ على الهوية التاريخية للقطعة الفخارية أثناء الترميم. فالعجينة المتوافقة لا تقتصر وظيفتها على سد الفراغات، بل تسهم في إعادة قراءة الشكل الأصلي للقطعة دون طمس آثارها التاريخية. كما أن استخدام مواد قابلة للعكس مثل بارالويد B72 بتركيز 10% في عزل الحواف يعكس التزامًا بمبادئ الترميم العلمي الذي يوازن بين التدخل والحفاظ على أصالة الأثر.

وبذلك، تسهم هذه الدراسة في تعزيز تقنيات ترميم الفخار وصيانته، من خلال تقديم فهم علمي لعلاقة العجائن بتركيب الفخار وخصائصه، بما يدعم حماية التراث الثقافي والمادي، ويحافظ على الفخار كعنصر أصيل في هوية المجتمعات عبر العصور.

قائمة المصادر والمراجع

قائمة المصادر والمراجع

قائمة المراجع باللغة العربية:

1–القرآن الكريم، برواية حفص عن عاصم، دار الغد الجديد للطباعة والنشر، القاهرة، 2001م.

2– د.ابرهيم محمد عبد الله، ترميم تحف الفخار والزجاج والقاشاني، دار الوفاء لدنيا للطباعة والنشر، ط1، الاسكندرية، 2012م.

3– أدولف أرمان، الحياة اليومية في مصر القديمة، ترجمة/ عبد المنعم أبو بكر، محرم كمال، القاهرة، 1972م.

4– ألفريد لوكاس، المواد والصناعات عند قدماء المصريين، ترجمة: الدكتور زكي اسكندر ومحمد زكريا غنيم، مكتبة مدبولي، القاهرة، الطبعة الاولى، 1411هـ – 1991م.

5- البدري علي حيدر صالح، التقنيات العلمية لفن الخزف التزجيج والتلوين، جامعة اليرموك، كلية الفنون الجميلة، ط1، العراق، 2002م.

6-باخة ديل بوثوبير خينا، علم الأثار، ترجمة خالد غنيم، بيروت، 2002م.

7-بريديكو(ماري.ك)، الحفظ في عام الأثار، الطرق والأساليب العلمية لحفظ وترميم المقتنيات الأثرية، ترجمة: محمد أحمد الشاعر، المعهد العلمي الفرنسي للأثار الشرقية بالقاهرة، المجلد22، القاهرة، 2002م

8- بلينكتون(دورام.م)،فن الفخار صناعة وعلما، ترجمة عدنان خالد، أحمد شوكت، دار الحرية للطباعة، بغداد،1975م.

9- بنات خالد محمود، أسس المعادن الطينية، مطبعة جامعة بغداد، 1980م.

10- ثروت محمد حجازي، الأسس العلمية لعلاج و صيانة المكتشفات الأثرية في مواقع الحفائر، مطابع المجلس الأعلى للأثار، 2005م.

11- توراكا، تكنلوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية، ترجمة: أحمد عطية، دار الفجر للنشر والتوزيع، 2003م.

12- خالد غنيم، علم الاثار وصيانة الأدوات والمواقع الأثرية وترميمها، بيسان للنشر والتوزيع، لبنان، بيروت، 2002م.

13-دافيد رومان، ترجمة: مصطفى أحمد، دليل موجز لراسات الفخار من واد النيل إلى الشرق الأوسط، دار النشر Soleb، باريس، 2022م

14- زينات الجواد صالح، الطينات ومنتجاتها، مذكرات مادة تشكيل وخزف، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، 1407.

15- سعاد ماهر، الخزف التركي، الجهاز المركزي للكتب الجامعية والمدرسية، مصر، 1977م.

16- الطبري (أبي جعفر محمد بن جويبر)، جامع البيان في تفسير القرآن، المجلد السابع، الجزء الرابع عشر، دار الجيل، بيروت، د.ت.

17- عبد الغني النبوي الشال، الخزف ومصطلحاته الفنية، القاهرة ، دار المعارف، 1960م.

18- فاروق شرف، فن النحت والاستنساخ، دار القاهرة للكتاب، الطبعة الأولى، مصر، 2002م.

19- القيسي (فوزي عبد العزيز)، تقنيات الخزف والزجاج، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، 2003م.

20- محفوظ فوزي، الحرازي نور الدين، المبتدأ في الفخار، طبع سانباكت، 1996م.

21- محمدعلام علام، علم الخزف، ج2، مكتبة الأهرام المصرية، القاهرة، مصر، 1964م.

22- محمد عبد الهادي محمد، دراسات علمية في ترميم وصيانة الأثار غير العضوية، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، 1997م.

23- د.محمد الطيب عقاب، الأواني الفخارية الاسلامية، دراسة تاريخية فنية مقارنة، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1984م.

24- محمد عبد العزيز مرزوق، الفنون الإسلامية في المغرب والأندلس، دار الثقافة، بيروت، لبنان، د.ت،

25- ناهض عبد الرزاق القيسي، الفخار والخزف، دار المناهج، الأردن، 2009م.

26- نورتن (ف.هـ)، ترجمة سعيد الصدر: الخزفيات للفنان الخزاف، القاهرة، دار النهضة المصرية 1965م.

27- هناء محمد عدلي، التماثيل في الفن الإسلامي، دار الجلال، مصر، 2008م.

28- الهواري (هود بن محكم)، تفسير كتاب الله العزيز، الجزء الثاني، دار المغرب الإسلامي، بيروت، الطبعة1، 1990م.

29- الفنون الخزفية من خلال مجموعة المتحف الوطني للأثار، تحت إشراف مدير المتحف، درياس لخضر، 1995م.

الرسائل الجامعية:

1- أحمد صلاح عطية، دراسة علاج وصيانة المنشآت الأثرية المشيدة بالطوب الاحمر تطبيقا على إحدى المنشآت الأثرية الرومانية بمنطقة تل الفرما بشمال سيناء، رسالة ماجستير، كلية الأثار، جامعة القاهرة، مصر، 2002م.

2- بلحية بهيجة، صناعة الفخار وأبعادها الفنية والثقافية بمنطقة ندرومة، رسالة ماجستير، قسم الثقافة الشعبية، جامعة تلمسان، 2001-2002.

3- ثروت محمد حجازي، دراسة تطبيقية ميدانية لصيانة الأثار في مواقع الحفائر تطبيقا على بعض الأثار المكتشفة بحفائر مقابر العمال جنوب شرق أبو الهول، رسالة ماجستير قسم الأثار، كلية الأثار، جامعة القاهرة، 2001م.

4- حفيظة هادي، المسارج الفخاريةوالخزفية في المغرب الأوسط خلال العصر الإسلامي، مذكرة لنيل شهادة الماجستير في الأثار الاسلامية، معهد الأثار، جامعة الجزائر، 2008-2009م.

5- حمادة صادق رمضان قطب، دراسة تقنية وعلاج وصيانة أدوات الإضاءة الخزفية، درجة الماجستير في علاج وصيانة الأثار، كلية الأثار، جامعة القاهرة، 2005م.

6-سامي عبد الفتاح صالح، أثر التكنولوجيا البلاستيك في التصميم الصناعي وتطبيقاتها في وحدة تنمية القدرات للطفل المصري، رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، 1986م.

7- فرحات بوزرارة، تحضير ودراسة مرشحات انطلاقا من مواد خزفية مكونة أساسا من الكاولانوالدلوما، رسالة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم والفيزياء فرع الخزفيات، كلية العلوم، قسم الفيزياء، جامعة منتوري، قسنطينة، 2004-2005م.

8- وليد كامل علي، التقييم العلمي لتقنيات صناعة الأثار الفخارية على معدلات تلفها في بعض المواقع الاثرية المختلفة، رسالة دكتوراه، قسم الترميم، كلية الأثار، جامعة القاهرة، 2007م.

9- يوسف سيد ادريس، صيانة وترميم الفخار الأثري حالة مجموعة الفخاريات لفترة فجر التاريخ والاثنوغرافية المتحف العمومي الباردو،رسالة دكتوراه، معهد الأثار، جامعة الجزائر2، 2016-2017م.

المقالات:

1- أفراح كاظم حسن الياسري، الخصائص الفيزيائية للأطيان المحلية المستعملة في الخزف، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية الانسانية، كلية الفنون الجميلة، العدد 41، جامعة بابل، كانون الأول، 2018م.

2- أفراح كاظم الياسري، خصائص الأطيان الكيميائية والمعدنية لبعض أطيان محافظة بابل، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية الانسانية، كلية الفنون الجميلة، العدد 41، جامعة بابل، كانون الأول، 2018م.

3- جدي أيون، مؤلفون آخرون: الكفيشي عادل(مترجم)، صيانة الفخار والزجاج، المجلة العربية للثقافة، مجلد8، دار المنظومة، تونس، سبتمبر 2018م.

4- حسام صباح جرد، استخدام طينة الكاولين الحمراء لانتاج خزف واطي الحرارة، مجلة جامعة بابل، كلية الفنون الجميلة، العلوم الانسانية، المجلد22، العدد05، 2014م.

5- فاضل عطية جياد، تحضير ودراسة بعض الخواص الفيزيائية للبورسلين المستخدم فيه بديل الفلسبار، مجلة العراق للهندسة الميكانيكية والمواد، الجامعة التكنولوجية، هندسة المواد، المجلد 10، العدد 03، العراق، 2010.

6-أ.د محمد مصطفى ابراهيم، دراسة لتقييم مدى كفاءة بعض مواد الاستكمال البلاطات الخزفية الأثرية، مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية، كلية الأثار، مجلد7، العدد33، جامعة القاهرة، 2022.

7- ملحقة وكالة الأرصاد الجوي لولاية بجاية.

8-نرمين ممتاز محمد مصطفى، إمكانية ترميم الشكل الخزفي بكليات التربية النوعية، مجلة بحوث التربية النوعية، العدد19، جامعة المنصورة، يناير2011م.

المؤتمرات:

1- أمير صالح، "نحو رؤية لعمليات الحفاظ على التراث لتدعيم هوية المجتمعات الاسلامية في عصر العولمة"، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي التاسع، قسم الهندسة المعمارية، جامعة الفيوم، 12-14 أفريل 2007م.

القواميس والمعاجم:

1- أبو الفضل جمال الدين بن مكرم (ابن المنظور)، لسان العرب المحيط، ج3، دار الجيل ودار لسان العرب، بيروت، 1998م.

2- جروان السابق، الكنز قاموس عربي فرنسي، دار السابق، S.A.R.L، الطبعة الثانية، باريس، 1997م.

3- مجد الدين محمد بن يعقوب (الفيروز أبادي)، القاموس المحيط، ج3، مؤسسة الفن والطباعة، مصر، (د.ت)، ص245، انظر خليفة ربيع حامد، فن الفخار في الفنون العربية الإسلامية، ج3، م.ع.ت، ت.ع، تونس، 1997م.

قائمة المراجع باللغة الأجنبية:

1-Arnold(D), Techniques and traditions of manufacture in the pottery of ancient Egypt in an introduction to an Egyptian pottery ,Cairo, 1993.

2-Art céramiques d'après les collections du musée national des Antiquités, Imprimerie SOMER, Alger, 1995.

3- Berbrugger(A), La Grande Kabylie sous les romains, 1853.

4-Berducou(M), la conservation en archeologie, Méthodes et principes de la conservation, Maison édition,Paris, 1990.

5-Castro(E.A) Teresa(M), An Appraisal of the properties of Adhesive ssuitable for the Restoration of Spanish Medieval ceramics, London, 1999.

6-Camps(G), Recherches sur les royaumes de Mauritanie des VII et VIIe siècles, 1984.

7-Daniel (R), la poterie : les formes dessin et tolra, Paris, 1978.

8-Danny L.H amiltion : Methods of conservation, Archeological Material culture, London,1994.

9- Duplan, l. Monographies régionales 1ere série : Algérie N° 17 La région de bougie, 1952.

10-Grimshaw(R.W), The chemistry and physics of clays, fourthedition, London, 1971.

11-Goffer(Z), Archeological Chemistry, John Wiley& sons, USA, 1980.

12-Gsell (St), atlas Archéologique de l'Algerie, 6,148 et Note sur l'inscription d'Ighzer Amokrane, CRAI, 1901.

13-Guim(C), la poterie, Paris, 1994.

14-Hamdoune(C), Le paysage du pouvoir dans les tribus de la Mauritanie césarienne d'après « Ammien Marcellin.

15-Hamer(F), The potter'sdictionary of materials and techniques, New York, 1986.

16-Henderson(J), the science and archaeology of materials, London, 2000.

17-Kenny(J.B), The complete book of potterymaking, New York, 1958.

18- La conservation preventive des collection, fiche pratique a l'usage des personnels des musées, O.C.I.M, 2002.

19-Lengrand(D), L'inscription de Petra et la révolte de Fermus, BCTH, n°23, 1990-1992.

20- Laporte (J.P), Actes de congrès de Lyon 12-14/10/2006, 2007, 2013.

21-Nelson.G.C, ceramic: apotter's Hand book, CBscollege publising New Jersey, USA,1984

22-Nelson(K), Ceramics Analysis in Aarchaeology Manual, institute of international, Education subcontract, 1999.

23-Picon(M), Introduction à l'étude des céramiques Sigillées de Louzoux, Paris, 1973.

24-Philippe (C), La sculpture, France, 2002.

25-Quin(Ch), La poterie, Librairie Grund, Paris, 1994.

26-Qusa(M.E),Clayin Egyptian Geological survey &mining Authority Cairo, Egypt, 1986.

27-Rado(P), An Introduction to the technology of potry the wereaste, Royal porcelain copany LTD, Oyford, 1988.

28- Rice(P.W), Pottery analysis, university of chicago press, USA, 1987

29-Rhodes(D), La poterie, terre et glacures, Dessin et Tolera, Paris, 1984.

30-Rhodes(D), Clay and glazes for the potters, London, 1996.

31-Rodes(D), Les fours, Dessain et Tolera, Paris, 1976.

32-Shepard(A.O), Ceramics for the Arheologists, Washington,1985.

33-Steve(M), Ceramique « des techniques à adapter à vos créations 2eme tirage », Eyrolles, Paris, 2004.

الرسائل الجامعية:

1-Boudchicha(M.R)**.** Etude de la cristallisation et des propriétésmécaniques et diélectriques de céramiques préparés à partir de kaolin-dolomite.UniversitéEl-HadjLakhder–BATNA, 2010.

المؤتمرات:

1-Boukhenouf (A), et autres, Aperçu sur la vie rurale antique a travers le site archéologique de Mlakou, antique Petra, In vie et genre de vie au Maghreb, antiquité et moyen age, acte du 4eme colloque international, sousse, 2017.

2-Rice(R.W), Fabrication of ceramics with designed porosity, in 26th Annual conferance on composite, Advanced ceramics, Materials and structeures edited by Lin.H&Sing.M, Florida, 2002.

المقالات:

1-Goffer (Z), Archaeological chemistry Asource book on the applications of chemistry to Archaeology, in chemical Analysis , Vol . 55, John wiley 8 Sons, N . Y, 1980.

2-Mercier(E), Histoire de l'Afrique septentrionale(Bérbérie) depuis les temps les plus reculés jusqu'à la conquete francaise (1830), Tome1, 1888.

3-Sauvaget(J), Introduction à l'étude des céramiques musulmane**,** **Extrait de la Revue** des Etudes Islamiques, Paris,1996.

4- Walid Kamel El-Gharib, Evaluation of someselected gap-filling Materials used in Restoration of Archaeological Pottery excavated from Tell Basta in Sharkia: Anexperimental and appliedstudy, Journal of the General Union of Arab Archaeologists, Volume 08, Issue 02, Conservation Departement, Faculty of Archaeology, Zagazig University, Egypt, 2023.

المواقع الالكترونية:

1- Google Earth

فهرس الأشكال، الصور، الجداول، الخرائط واللوحات

1-فهرس الأشكال:

الرقم	العنوان	الصفحة
01	مخطط عام للدولاب	35
02	مراحل صناعة الفخار في الفترة القديمة	36
03	طريقة الصب باستخدام القالب	37
04	الحرق في الموقد المكشوف	39
05	أكسيد الأنتيموانSb_2O_2	41
06	تبين أكسيد الكوبالت الثنائي والثلاثي	41
07	أكسيد الكروم الثنائي	42
08	أكسيد النحاس الثلاثي	42
09	أكسيد الحديد الثلاثي	43
10	أكسيد المنغنيز الرباعي	43
11	أكسيد النيكل الثنائي	44
12	أكسيد الفانديوم الثلاثي	44
13	نماذج كسور وتشققات الناتجة عن الصناعة	64

14	منحنى بياني لتوزيع المعدل الحراري لولاية بجاية	94
15	منحنى بياني لتوزيع المعدلات الشهرية للتساقط في منطقة الصومام	95
16	مقطع شمالي/شرقي مجرى واد الصومام، منطقة أقبو	98
17	مقطع شمالي/شرقي في مجرى واد الصومام، منطقة لقصر	98
18	أنواع المسام المختلفة للطينة	114
19	توزيع ذرات الاكسجين حول ذرة السيليسيوم	115
20	اتصال حبيبات الطين	116
21	التحليل البيتروغرافي للعينةC1	129
22	التحليل البيتروغرافي للعينةC2	129
23	التحليل البيتروغرافي للعينةC3 .	130
24	مكونات جهاز حيود الأشعة السينيةDRX	131
25	حيود DRX للألواح الذرية على مسافات d من بعضها البعض	132
26	تحليل بالحيود الأشعة السينية	132
27	تظهر نمط التحليل بحيود الأشعة السينية XRD	133

2- فهرس الصور:

الرقم	العنوان	الصفحة
01	عجن الطينة بالأرجل	29
02	كيفية التشكيل باليد	30
03	التشكيل بالحبال الطينية	31
04	التشكيل بالمضرب والأرض	32
05	التشكيل بالشرائح	32
06	تجفيف الفخار بعد التشكيل	38
07	أكسيد الأنتيموان	41

08	تبين أكسيد الكوبالت	41
09	أكسيد الكروم	42
10	أكسيد النحاس	42
11	أكسيد الحديد	43
12	أكسيد المنغنيز	43
13	أكسيد النيكل	44
14	أكسيد الفانديوم	44
15	تبلور الأملاح على السطح	50
16	البكتيريا والأشنات على السطح	56
17	الحرق السيئ من عيوب التصنيع	57
18	تقشر وتفتت السطح	60
19	التجاويف الظاهرة على السطح	61
20	الشقوق الظاهرة على السطح (قطعة من جرة كبيرة).	62
21	الأملاح القابلة للذوبان	66
22	الأملاح غير القابلة للذوبان	67
23	نقيشة سماك أو بترا	92
24	نوع البدن المشكل منها الأنية الفخارية	109
25	نوع الفرن الذي أحرقت فيه الأنية الفخارية التي تم العثور عليها بالموقع الأثري ملاكو	109
26	جهاز التجفيف	121
27	جهاز الحرق	122
28	توثيق مواضع الكسر للجرة	128
29	توثيق مواضع الكسر للآنية	128
30	جهاز التحليل بالحيود الأشعة السينية DRX	131
31	تحضير لحرق الأنيتين المغمورتين في فتل الزيتون	140
32	أثناء حرق الأنيتين وبعد	140

33	وضع أنيتين للشرب فوق فتل الزيتون قبل الحرق	141
34	لون الآنيتين بعد الحرق	141
35	أجزاء جرة فخارية محلية قبل التجميع	145
36	أجزاء جرة فخارية ثانية محلية قبل وأثناء التجميع	145
37	غمر قطعة من الفخار في الماء	146
38	وزن القطعة بعد تشبعها بالماء	146
39	تحضير عجائن الاستكمال	149
40	العجائن بعد التجفيف	150
41	العجائن بعد التجفيف	150
42	عجائن الجبس الطبي المحضرة بعد التجفيف	151
43	**نتائج العينة CM1**	154
44	**نتائج العينة CM2**	154
45	**نتائج العينة CM3**	155
46	**نتائج العينة CMC**	156
47	**نتائج العينة CMZ**	156
48	ترميم الصحن الفخاري بعجينة مسحوق الفخار	159
49	جفاف عجينة مسحوق الفخار بعد الترميم	159
50	ترميم الصحن الفخاري بعجينة مسحوق الفخار	160
51	جفاف عجينة مسحوق الفخار بعد الترميم وتظهر عليها بعض الشقوق	161
52	ترميم جرة فخارية بعجينة مسحوق الفخار+ الجبس الطبي قبل وبعد	162
53	ترميم جرة فخارية بعجينة مسحوق الفخار+ الجبس الطبي+ الغراء الأبيض الفينيل	163
54	جفاف العجينة المستعملة في الترميم ذات مقاومة عالية	163
55	لون الجزء المرمم لملأ الفراغات بلون تقريبي	164
56	لون الجزء المرمم لملأ الفراغات بلون تقريبي	164

فهرس الجداول:

الرقم	العنوان	الصفحة
01	مختلف درجات الحرارة بالتفخير	38
02	معدل درجات الحرارة الشهرية والسنوية	93
03	المعدلات الشهرية والسنوية للتساقط	94
04	درجات الحرارة ومدة حرق العينات(03)	122
05	نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية%.	138

4-فهرس الخرائط والمخططات:

الرقم	العنوان	الصفحة
01	الموقع الجغرافي للموقع الأثري ملاكو	89
02	جيولوجية ولاية بجاية	97
	المخططات	
01	طبوغرافية للموقع الأثري ملاكو	90
02	مخطط Emberger لمنطقة الصومام	96

5-فهرس اللوحات:

الرقم	العنوان	الصفحة
01	حرق الفخار في الفرن	41
02	قطع الفخار المحروق الذي تم طحنه	119
03	كيفية طحن الطينة في المخبر	120
04	مراحل تحضير وتشكيل العجينة في المخبر	120

05	مراحل التجفيف على الهواء في المخبر	121
06	شكل العجينة بعد الحرق في المخبر	123
07	التسجيل والتوثيق للأواني الفخارية	128
08	يظهر نمط التحليل بحيود الأشعة السينيةXRD: C1،C2 ، C3	136
09	مراحل تجميع أجزاء للقطع الفخارية	144
10	مراحل تجميع أجزاء للقطع الفخارية	144

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات

كلمة الشكر

الإهداء

قائمة المختصرات

قائمة المصطلحات

مقدمة

الفصل الأول:عموميات حول صناعة الفخار

I-تعريف الفخار.....14

II- أنواع الفخار.....16

1-الخزف.....16

2-البورسلين 16

III -مواد صناعة الفخار.....17

1-الطينات الفخارية.....17

أ-الطينة العادية 17

ب- الطينة الحمراء.....17

ج- الطينة البيضاء.....18

2-مكونات العجينة الطينية.....18

أ-التربة.....19

ب-المثبتات.....19

-المثبتات المعدنية.....19

-المثبتات العضوية.....20

-المثبتات الصناعية.....20

ج-الفرق بين المثبتات الطبيعية والمثبتات المضافة.....20

د- الماء.....21

- العجينة الصلبة.....21

- العجينة نصف رطبة.....21

- العجينة الرطبة.....21
- العجينة المبللة قليلا جدا.....21
- العجينة المبللة والباربوتين.....22
IV- تحضير العجينة ومراحل تقنيات التشكيل:.....22
1- تحضير عجينة الطينة.....22
أ- المرحلة الأولى.....23
ب-المرحلة الثانية: التخمير 23
ج- المرحلة الثالثة: التصفية.....23
د- المرحلة الرابعة: الترسيب والتهوية.....23
و-المرحلة الخامسة: عملية العجن 24
V- تقنيات تشكيل الفخار.....24
1- التشكيل باليد.....25
2- التشكيل بالحبال الطينية Colombins.....25
3- التشكيل بطريقة المضرب والسندان.....26
4- التشكيل بطريقة المضرب والأرض.....26
5ـــ- التشكيل بالشرائح.....27
6- التشكيل بالدولاب.....27
أ- أجزاء الدولاب.....28
ب- الدولبةTournage.....28

- المرحلة الأولى (التصميم Ebauchage).....28
- المرحلة الثانية (الاستكمال Finissage).....28
7 - التشكيل بالقالب.....29
أ- تقنية القولبة بالصب.....30
ب- تقنية القولبة بالضغط.....30
VI- التجفيفDrying.....31
VII- الحرق أو التفخير Burning.....32
1-الحرق في الموقد المكشوف.....33
2-طريقة الحرق في الحفر.....34
3 -طريقة الحرق في الفرن.....34
VIII - طرق الحرق وتأثيرها على لون العجائن 35
1-الحرق المؤكسد.....36
2-الحرق المختزل(المغلق).....36
3-الحرق المؤكسد المختزل.....36
4-الحرق المختزل المؤكسد.....37
IX- البطانة.....37
X- تقنيات الزخرفة وطرق تنفيذها.....38
1-الزخرفة بالتشكيل.....38

أ-الزخرفة بالحز.....38
ب-الزخرفة بالحفر الغائر.....38
ج-الزخرفة بالكشط.....38
د-الزخرفة بالطابع.....38
ه-الزخرفة المخرمة.....39
و-الزخرفة بالاضافة.....39
2-الزخرفة بالتلوين.....39

أ-الرسم بالفرشاة.....39
ب-الطلاء.....39
- الطلاء الزجاجي.....39
- الأكاسيد المعدنية.....40
ج-الأكاسيد الملونة.....41
- أكسيد الانتيموان.....41
- أكسيد الكوبالت.....41
- أكسيد الكروم.....42
- أكسيد النحاس.....42
- أكسيد الحديد.....43

- أكسيد المنغنيز.....43
- أكسيد النيكل.....44
- أكسيد الفانديوم.....44

الفصل الثاني: أسباب ومظاهر تلف الفخار وطرق ترميمه

Iعوامل التلف المرتبطة بالتقنية الصناعة.....46
IIعوامل التلف المرتبطة بالوظيفة.....47
IIIعوامل التلف الخارجية.....47

1-تلف الاثار المدفونة في التربة.....48
أ-التربة الغرينية.....48
ب-التربة الطينية.....49
ج-التربة الجيرية.....49
2-تأثير الأملاح.....49
3-تأثير جذور النباتات.....50
4-الكائنات المجهرية الدقيقة.....51
IV- عوامل فيزيوكيميائية.....51
1-درجة الحرارة.....51
2- الرطوبة.....52

3 –الرطوبة النسبية.....53

4 –الرطوبة المطلقة.....54

5–المياه الأرضية.....54

V– العوامل بيولوجية.....55

1–البكتيريا.....55

2–الفطريات.....55

3–الأشنة.....55

VI– التلف البشري.....56

1–عيوب التصنيع والحرق.....56

2–التلف الناتج عن الكشف.....57

3–عملية الترميم الخاطئ.....58

VII– مظاهر تلف الفخار الأثري.....59

1–المظاهر الفيزيائية.....59

أ–التقشر أو التفتتpeeling.....59

ب–التجاويفcavities.....60

ج–الشقوق(التصدع)daunting.....61

د–الالتواءwarping.....62

ه-الانتفاخbloating.....62

و-الكسورfraction.....63

ي-التآكلcorrosion.....64

2-المظاهر الكيميائية.....65

أ-البقع.....65

ب-الأملاح القابلة للذوبان.....65

ج-الأملاح غير القابلة للذوبان.....66

VIII- عوامل داخلية متعلقة ببنية وصناعة الفخار.....67

1-الصلابة.....67

2-التماسك.....68

3-المسامية.....68

IX- صيانة وترميم الفخار.....69

1-الصيانة.....70

2-الصيانة الوقائية.....71

3-الصيانة العلاجية.....71

4-الترميم.....72

5-الحفظ.....72

X- مبادئ الصيانة والترميم.....73

1-مرحلة الفحص والتشخيص.....73

أ-الفحص.....73

ب-التشخيص.....74

2-تسجيل التدخلات(التوثيق).....74

3-التدخل الأدنى.....74

4-الصيانة الوقائية(الحفظ الوقائي).....75

5-وضوح التدخلات.....76

6-رجوعية التدخلات.....76

7-توافق التدخلات.....77

XI-عملية التنظيف.....77

1- العلاج أو التنظيف الميكانيكي.....77

2- العلاج أو التنظيف الكيميائي.....78

XII-عملية تجميع و لصق الاجزاء المكسورة.....78

XIII- المواد اللدنة.....79

1-اللدائن.....79

أ- الراتنجات.....79
ب- الملدنات.....79
ج- الموالئ.....79
XIV- الراتنجات المستخدمة في تقوية الفخار.....81
1-راتنج السيليكون.....81
2- الأكريليك.....81
XV- طرق تطبيق مواد التقوية.....81
XVI- لواصق راتنجات الأكريلات.....82
1-لواصق بولي استر.....82
2-لاصق خلات الفينيل.....83
3-لاصق نترات السيليلوز.....83
4- لواصق الترموستينج.....83
55- لواصق الترموبلاستيك.....84
XVII- مواد الاستكمال.....84
1- عجائن مستحلبات الفينيل والأكريليك.....84
XVIII- عمليات الترميم.....84
1- إعداد القالب للجزء المفقود.....85

2- في حالة حدوث شروخ.....86

3- في حالة لصق السيراميك.....86

الفصل الثالث: تقديم الموقع الأثري ملاكو وعينات الدراسة

I-الإطار الجغرافي.....88

1- الموقع الجغرافي.....88

2-طبوغرافية الموقع.....89

3-تضاريس المنطقة.....90

II- الاطار التاريخي.....91

1-أهم المصادر التي تناولت الموقع.....91

2-لمحة تاريخية.....92

III- الاطار المناخي.....93

1-درجات الحرارة.....93

2-التساقط.....94

3-مخطط بيومناخيemberger.....95

IV- جيولوجية منطقة الصومام.....96

V- دراسة العينات.....99

1-اللقى الفخارية.....100

2-تصنيف اللقى الأثرية.....100

أ-الفخار.....100

-حسب طريقة الصناعة.....101

-حسب درجة الحرق.....101

-حسب الاستخدام.....101

3-أهمية اللقى الفخارية في علم الأثار.....101

VII- تقديم المجموعة المدروسة.....102

VIII - شرح البطاقة التقنية.....102

1- رقم البطاقة.....102

2- رقم الجرد.....102

3-النوع.....103

4- المصدر.....103

5- تقنية الصناعة.....103

6- اللون.....103

7- طريقة الزخرفة.....103

8- مكان الصناعة.....104

9- المقاسات.....104

10- حالة الحفظ.....105
11- مكان الحفظ.....105
12- الوصف.....105
13- الصورة.....105
14- الرسم.....105
VIII- الخصائص الفيزيائية 110
1-اللدونة.....111
2-الانكماش.....111
3- المسامية:Porosity 112
أ- المسامية الحقيقية:True porosity 113
ب- المسامية الظاهرية:Apparent porosity 113
IX- الخصائص المعدنية والكيميائية.....114
1- التركيبة الكيميائية للطينة.....115
2- التركيبة البلورية للطينة.....115
- الطبقة الأولى.....115
X- ترتيب حبيبات الطين.....116
1- اتصال الوجه بالحافة: Edge-face-contact.....116

2- اتصال الوجه بالوجه:Face to face contact 116

3- اتصال الحافة:Edge to edge contact 116

الفصل الرابع: دراسة عينات فخار الموقع الأثري لملاكو

I- العمل المخبري.....118

1-تحضير العينات.....119

أ- تحضير قطع من الفخار المحروق.....119

ب- تحضير المادة الأولية(الطينة).....119

2- التشكيل.....120

3-التجفيف.....121

4- الحرق.....122

II- مواد وطرق الدراسة.....123

1- مواد الدراسة.....123

أ- الوصف الاثري والفني.....123

ب- منهجية الدراسة وطرق التحليل.....124

2- وصف العينات المدروسة.....124

أ- المجموعة الأولى.....124

ب–المجموعة الثانية.....124

III– التحليل العلمي.....124

1– الطريقة المعدنية.....124

أ– التحليل البتروغرافي.....125

ب– التحليل بحيود الأشعة السينيةDRX.....126

2– تحضير العينة.....126

IV – النتائج والمناقشات.....127

1– التسجيل والتوثيق.....127

2– التحليل البتروغرافي.....129

أ–العينة الأولى.....129

ب– العينة الثانية.....130

ج–العينة الثالثة.....130

3– التحليل بطريقة حيود الأشعة السينيةDRX.....131

أ– التحليل بطريقة حيود الأشعة السينيةDRX للقطع الفخارية المستخرجة من الموقع.....132

–العينةM1.....133

–العينةM2.....133

-العينةM3.....134
-العينةM4.....134
-العينةM5.....134
-العينةM6.....134
-العينةM7.....135
-العينةM8.....135
ب- التحليل بطريقة حيود الأشعة السينيةDRX للطين المستخرجة من الموقع.....136
-العينةC1.....137
-العينةC2.....137
-العينةC3.....137
V- إعادة تشكيل الفخار.....138
VI- مرحلة العلاج والصيانة.....142
1-ترميم وحفظ الفخار.....142
2- عملية التنظيف.....142
3- عملية التجميع.....143
4- الخصائص الفيزيائية.....146
أ- حساب الامتصاص.....146

-العينة01.....147

-العينة02.....147

-العينة03.....147

ب- الانكماش.....148

VII- عملية الاستكمال.....148

VIII- مواد الاستكمال(ملأ الفراغات).....149

1-استخدام الطينة في ملأ الفراغات.....149

أ- الجبس الطبي.....149

2-تحضير مواد الاستكمال.....150

أ-تحضير العجائن.....150

- مسحوق الفخار الممزوج مع الغراء الأبيض(الفينيل).....150

- الجبس الطبي(جبس الاسنان).....151

الفصل الخامس: تحليل النتائج.

I- مناقشة النتائج.....153

1- في المجموعة الأولى.....153

2- في المجموعة الثانية.....154

3- في المجموعة الثالثة.....155

4- في المجموغة الرابعة.....156

II- نظريات الصيانة والترميم ومعالجة التحف الفخارية).....157

1- العينة الأولى.....158

2-العينة الثانية.....160

3-العينة الثالثة.....161

4-العينة الرابعة.....162

5-إعادة اللون التقريبي.....164

III- تسوية السطح المستكمل.....166

IV - عملية التقوية.....167

V - الوسائل المستعملة في الجانب التطبيقي.....167

VI- الاستنتاجات.....169

الخاتمة.....170

التوصيات والاقتراحات.....174

قائمة المصادر والمراجع.....180

فهرس الأشكال.....192

فهرس المحتويات.....198