

دراسة تحليلية للفخار المستخرج من الموقع الأثري ملاكو
Analytical study of pottery extracted from the archaeological site of Malakou

بوراي لامية¹، بوخنوف أرزقي²

¹ جامعة الجزائر 2 - lamia.bourai@univ-alger2.dz

² جامعة الجزائر 2 - arezki.boukhanouf@univ-alger2.dz

مخبر البناء الحضاري للمغرب الأوسط - جامعة الجزائر 2

تاريخ النشر: 2024/12/31

تاريخ القبول: 2024/12/08

تاريخ الإستلام: 2024/07/29

الملخص:

يعتبر الفخار من المكتشفات الأثرية الأكثر انتشارا في المواقع الأثرية والتي يعتبرها البعض منا منعقدة القيمة كونها على شكل شقف متناثرة، لكن دراستها تسمح بالتعرف على الحضارات التاريخية المتعاقبة، وتعد الأواني الفخارية المعثورة في موقع ملاكو ببجاية أفضل مثال على ذلك، حيث تدل على سهولة اقتناء المادة الأولية الطينية ومدى تحكم الإنسان في صناعتها، وتعتبر مادة الطين العنصر الأساسي لصناعتها مما يميزها بعدة خصائص التي تساعدنا على معرفة المواد الأساسية اللازمة في تشكيل الجسم الفخاري، وتهدف هذه الدراسة إلى معرفة هذه الخصائص باستخدام طرق الفحص والتحليل المختلفة.

الكلمات المفتاحية: الفخار، ملاكو، الطين، خصائص فيزيائية، XRD.

Abstract :

Pottery is one of the most widespread archaeological discoveries in the archaeological sites, which is sometimes considered to be worthless because of its scattered sherds form. However, studying it allows us to identify successive historical civilizations. The pottery vessels found in the site of Malakou in Bejaia are the best example of this, as they indicate the ease of sourcing the clay raw material and the human control over its manufacture. Clay is the basic element in the making of a ceramic, which distinguishes it with several characteristics that help us to know the basic materials needed to form the pottery body. This study aims to know these characteristics using different examination and analysis methods.

Keywords: pottery, Malakou, clay, physical properties, XRD

1. مقدمة:

يعد الموقع الأثري لملاكو بترا قديما، شاهدا على فترة زمنية مهمة في تاريخ الجزائر فهو أحد أهم المواقع الذي يعبر عن ثقافة السكان المحليين في البناء والتشييد. كما يعرف هذا الموقع أنه يتميز بمختلف وأهم المكتشفات التي يتم العثور عليها من بينها النقيشة اللاتينية والأواني الفخارية، التي تحمل في طياته جوانب متعددة ومباينة يستكشف منها دلائل تتعلق بمختلف أوضاع الحياة والاحتياجات اليومية العامة والخاصة بالإنسان. فلقد سجل عليه انطباعاته الاجتماعية والروحانية والفكرية والفنية، مبرزا فيه ثقافته المادية، وتعتبر الأواني الفخارية من المقتنيات الأكثر تواجدا في مختلف المواقع الأثرية، وهي دليلا ملموسا لدراسة الآثار والخبرات وانتقالها بين الشعوب عبر العصور. كما ارتبط الفخار بحياة الإنسان 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 وإلى غير ذلك (أدوات التزيين وقوارير و.....الخ)، وهو يعتبر مصدر رزق لبعض الجماعات التي تتولى صنعه وبيعه.

يعتبر الفخار من أغنى المواد الأثرية التي يكشف عنها بكميات هائلة في مناطق الحفائر، لذلك فإن الفخار يوجد بوفرة في المخازن والمتاحف الأثرية ولعل وفرة الانسان الفخارية ترجع إلى سهولة الحصول على مادته الخام الاساسية وكذلك سهولة تصنيعها. والفخار في الأصل عبارة عن مادة الطين التي شكلت وهي رطبة ثم تركت لتجف، وبعدها تحرق في الفرن حيث تتحول إلى جسم صلب لا يتأثر بالماء.

إن الغرض في هذه الدراسة دفعنا لطرح إشكالية مهمة وهي: التعريف بمادة الطين المكون منها الفخار وخاصة من ناحية الخصائص الفيزيائية والمواد المكونة لها من خلال تحاليل مخبرية؟

تعد الاطيان من المواد الاساسية اللازمة في تشكيل الفخار لقبليتها على المطاوعة والتثبيت، و التي تضيف عليه بالكثير من الخصائص وهي بحد ذاتها تعتمد على نوعية المكونات البنائية والتركيبية المستعملة والمختلفة فيما بينها، وأن الاطيان تختلف عن بعضها البعض في خصائصها الفيزيائية والتي تعكس فروقات واضحة عند توظيفها لأي عمل فني فنوعيتها لها تأثير واضح على العمل، ولمعرفة نوعية الأطيان وخصائصها الفيزيائية التي تعطي أفضل الخصائص التقنية في تشكيل الفخار قمنا بدراستها عن طريق أخذ بعض العينات لإجراء بعض الفحوصات المخبرية والبصرية.

2. لمحة تاريخية عن الموقع:

1-2. الموقع الجغرافي:

يقع الموقع الأثري ملاكو على الضفة اليمنى لمجرى واد الصومام، بقرية أخناق، بلدية صدوق ولاية بجاية على بعد 7 كلم غرب مقر البلدية وعلى بعد 8 كلم شرق مقر بلدية أقبو، ويفصل بينه وبين مقر ولاية بجاية مسافة 50 كلم وعن الجزائر العاصمة 200 كلم، 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 تسمح للعيان من مشاهدة جزء كبير من سهول ضفاف حوض الصومام، هذا الموقع سمح بمراقبة ممر مهم جدا للرومان في منطقة تعرف بعوائها الشديد لهم¹.

¹ Google earth.



الخريطة رقم 01: تبين الموقع الجغرافي للموقع الأثري لملاكو عن google earth

2-2. لمحة تاريخية:

في عام 1830م احتلال بلادنا، اهتم المؤرخون الفرنسيون في أبحاثهم من أجل تغيير موقع بترا بهدف فهم سلوكيات المجتمع الذي انتفض ضد الرومان وبالتالي قياس عصبية رغم اختلاف الفترة الزمنية، فيعود الفضل في كتابة أولى مقالات علمية حول هذا الموقع الأثري إلى ¹Adrian Burbrugger و ²Arnest Mercier رغم أن الموقع لا يزال لم يتم تحديد موقعه بعد. أثناء اكتشاف نقيشة بترا في عام 1900م من قبل السيد بولاي، وأكد هؤلاء الباحثون أن موقع ملاكو هو الذي وصفه ³Ammien Marcellin بالإضافة إلى مقالات ⁴Stephan Gsell الخاصة بالموقع. في التحليلات التي قمنا بها من خلال المصادر الوثائقية المختلفة المذكورة أعلاه، لاحظنا أنه لم يتم ذكر سنة إنشاء الموقع الأثري لملاكو لكن تعرفنا على سنة تهديمه من خلال حملة قائد جيوش الرومان تيودوز، هنا تتضح مهمة فرقة البحث لمعهد الآثار صعبة في فهم و استقراء الجانب التاريخي للموقع.

3. تعريف الفخار:

يعرف الفخار على أنه كل أنية عملت من طين ثم شويت بالنار لتصبح فخارا⁵، فالفخار أيضا معرف لغويا على أنه الجر أو الخزف تعمل منه الجرار و غيرها⁶، و قد وردت في القرآن الكريم كلمة الفخار في قوله تعالى: "خلق الانسان من صلصال كالفخار"⁷، وفي قوله: "الذي أحسن كل شيء خلقه وبدأ خلق الانسان من طين"⁸.

¹ Burbrugger.A, La Grande Kabylie sous les Romains, 1853, pp.1-39.

² Mercier.E, Histoire de l'Afrique septentrionale (Berbère) depuis les temps les plus reculés jusqu'à la conquête françaises(1830), Tome1, 1888, pp.133-138.

³ Marcellin A, Histoire, traduction de Guy Sabbah, livre de 29 à 31, édition les belles lettres, Livre XXIX, Chapitre V, texte,13, p120.

⁴ Gsell St, Atlas Archéologique de l'Algérie, 6,148 et Note sur l'inscription d, Ighzer Amokrane, CRAI, 1909, p172.

⁵ الفيروز أبادي، القاموس المحيط، دار الحديث، 2008، ص462.

⁶ أبو الفضل ابن المنظور، لسان العرب، المجلد 09، دار صادر، بيروت، ص67.

⁷ سورة الرحمن، الآية: 14.

⁸ سورة السجدة، الآية: 07.

أما الفخار فهو المادة الجديدة الناتجة عن حرق الصلصال، أما الطين فهو المادة الأساسية التي تدخل في صناعة الفخار. كما عرف الباحث Sauvaget الفخار على أن هذه المادة: "مادة مقاومة تنفذ بمزج تركيبات كيميائية للطين تحت تأثير الحرارة"¹.

فالفخار هو كل مادة تصنع من الطين ويمر بعدة مراحل التي تؤدي بتحول الطين إلى الفخار (التشكيل والتجفيف والتفخير)، كما يمكن أن يغطي الجسم الفخاري سواء من قبل أو بعد التفخير بسائل طيني يسمى البطانة لإخفاء شكله الخشن. و تصنع منه الأواني مباشرة و تحرق في درجة حرارة معينة وأفران خاصة اكتسبت شيء من الصلابة وله أنواع من الفخار المطلي وغير المطلي.

4. التعريف بمادة الطين:

يجد مصطلح الطين أصله في الكلمة اليونانية *Argilos* المشتقة من *Argos* التي تعني الأبيض، ثم ترجمتها إلى اللاتينية *Argila* و ذلك يرجع إلى المادة المستخدمة في الفخار. تحمل كلمة الطين (clay) عدة مفاهيم فيقصد به التربة التي تعمل على مسك الماء و تصبح رخوة و قابلة للتشكيل عندما تكون رطبة والطين من بين مفصولات التربة يمتلك حجم دقيق.

يحتوي الطين الخام بشكل عام على جزيئات أولية يبلغ قطرها الجببي أقل من 02 ميكرومتر التي تمثل الافراد البلورية (مرحلة المعدن النقي) يسمى معادن الطين المسؤولة عن خصائصه مثل الانتفاخ، وخصائص اللدونة والامتصاص. لكن في التربة هذه الجسيمات الأولية ترتبط عموما ببعضها البعض بواسطة أنواع مختلفة جدا من (كربونات، مركبات او أكاسيد معدنية عضوية غير متبلورة و هيدروكسيد الحديد والألومنيوم "فلسبات والكوارتز")².

والطين هو مادة دقيقة الحبيبات تنتج من تجمع رواسب الدقائق الصغيرة الناتجة من تآكل الصخور وهو دقائق بحجم حبيبي اقل من (0.002 ملم). والأطيان هي مادة جيولوجية المنشأ موجودة منذ القدم وقد عمل الباحثين في مجال التربة دارسات متنوعة للأطيان وطبيعتها فعندما تتعرض صخور الفلدسبار التي ينشأ منها الطين الى عوامل التجوية الفيزيائية و الكيميائية فتتغير طبيعة هذه الصخور و بالتالي يحدث تغيير في تركيب الطين ونسبة المعادن الموجودة فيه وبالتالي يحدث التغيير في الخواص لهذه الاطيان.

¹ Sauvaget (j), « Introduction à l'étude des céramiques musulmane », Extrait de la Revue des études Islamiques, Paris, 1996, p.16.

² Boudchicha (M.R). « Etude de la cristallisation et des propriétés mécaniques et diélectriques de céramiques préparés à partir de kaolin-dolomite ».Université El-Hadj Lakhder–Batna, 2010.pp. 13-14.

5. طبيعة المادة الخام المستخدم في صناعة الفخار:

وكما ذكر أيضا: فإن الطين عبارة عن مادة غروية لدنة لها التركيب المميز للمعلقات ويعتبر هذا التركيب مرحلة وسط بين تركيب المواد المتبلورة والمادة غير المتبلورة ويمثل الكاولينيت أهم مكوناتها والذي يتحول بالحرق إلى تركيب المواد غير المتبلورة وليست خاصة عن درجات الحرارة المنخفضة، وتتميز الطينة المستخدمة في صناعة الفخار بدقة حبيباتها وأنها محبة للماء ويعمل جزيئات الماء التي تلتصق بشدة بجزيئات الطينة على جعلها ملساء وربطها ببعضها البعض، ونتيجة لذلك تتميز الطينة باللدونة وقابليتها للتشكيل بسهولة وعند جفاف الطين فإنها تتكمش وتفقد لدونتها مؤقتا، كما يمكن ان تستعيد لدونتها ثانية بإضافة الماء إليها.

وذكر جوفر 1980م¹ Goffer أن الأمة الأساسية للفخار هي الطين (الطفلة) Clay والتي تتميز ببعض الخواص التي تكتسب أهمية خاصة أثناء كل مرحلة من مراحل التصنيع للفخار وعند خلط الطفلة بالماء تكتسب صفة اللدونة التي تمكن الصانع من تشكيل الطينة حسب الشكل المطلوب طبقا لحاجته اليومية فالطفلة بحاجة غير لدنة وتزداد اللدونة خلال مدى ضيق من المحتوى المائي في حين أن زيادة الماء كثيرا يسهل كتله الطفلة وتفقد بالتالي القدرة على التشكيل وتختلف خواص الطفلة باختلاف نوع وكمية الإضافات أو الشوائب بها وترجع أهمية هذه الإضافات إلى أنها تسهل عملية الحرق وتقلل حجم انكماش الطفلة عند الجفاف أو الحرق.

5-1. شكل ترتيب حبيبات الطين:

إن الطين حديث الترتيب يتكون من حبيبات على شكل ترتيب مفتوح حيث تتصل مع بعضها البعض².



الشكل رقم 01: ترتيب حبيبات الطين عن بنات (خ.م) 1980م، ص12.

¹ Goffer.z, « Archaeological chemistry A source book on the applications of chemistry to Archaeology », in chemical Analysis, Vol.55, John Wiley & Sons, N.Y 1980, p.108.

² بنات خالد محمود، أسس المعادن الطينية، مطبعة جامعة بغداد، 1980م، ص12.

6. أنواع الطينيات: تنقسم خامة الطين من حيث النوعية إلى قسمين رئيسيين:

6-1. الطينيات الأولية:

توجد هذه الطينيات في أماكن نشأتها، حيث تبقى تقريبا في أماكن الصخر المتحلل decompose وهذا الطين المتبقي وهذا الطين المتبقي residual يعتبر أقل لدونة من الطين الرسوبي فهو يخضع لقوى التعرية القليلة، وبالتالي تكون جزيئاتها أكبر¹.

6-2. الطينيات الثانوية:

هي الطينيات التي تنقل بعيدا عن مكان الصخور التي نشأت فيها بفعل عوامل النقل من رياح أو مياه جارية، وهو ما يعرف بالطين الرسوبي Sedimentary وتكتسب خواصا من اللازمية العالية وقابلية التشكيل، وذلك لتعرضها لعوامل الاحتكاك والاصطدام والسحق، وبالتالي تكون جزيئاتها أدق نسبيا less grain size فتكون مطاوعة ولدونة². أما من حيث صورها فتتعدد تبعا لاستخدام وظيفة كل طينة، سواء من ناحية تحملها لدرجات الحرارة وخصائص تشكيل وما يتبعه من معرفة درجة اللدونة، والانكماش والجفاف وينقسم إلى ما يلي:

6-3. طينة الكاولين: Kaolin clay

يرجع لفظ كلمة "كاولين" * إلى كلمة صينية معناها الجبل العالي (كاو لينغ)، و ربما كان هذا المصدر الأصلي الأول الذي أخذت منه هذه الطينة³.

وهذه الطينة لونها أبيض قبل الحرق وبعده لاحتوائها على نسبة ضئيلة من الحديد وتعتبر مصدرا جيدا للألومينا Alumina والسليكا Silica الخاصة بمادة التزجيج، وتعتبر عنصر أساسي للخزف الأبيض والبورسلين الذي يتحمل درجات الحرارة العالية، حيث تقل فيها المواد المساعدة على الصهر عن 2%⁴.



صورة رقم 01: تبين طينة الكاولين عن google.

¹ Clenn C.Nelson, Ceramics, Apotters land book, 1984, p.03.

* اشتقاق اسم "كاولين" يرجع لإسم جبل في بلاد الصين يسمى (كاو - لنج) أي الجرف المرتفع، و يعتقد أنه أول مكان وجد فيه هذه المادة و يستعمل مصطلح الكاولين للدلالة على ما كان يطلق عليه اسم الطين الأولى.

² محمد علام علام، علم الخزف، ج2، مكتبة الأهرام المصرية، القاهرة، مصر، 1964م، ص154.

³ عبد الغني النبوي الشال، الخزف ومصطلحاته الفنية، القاهرة، دار المعارف، 1960م، ص22.

⁴ Clenn C.Nelson, op.cit, p.04.

7. أهمية معرفة التركيب الكيميائي للطين:

للتكوين الكيميائي للطين أهمية بالغة، في تحديد نوع ومقدار الشوائب الضارة وغير الضارة الموجودة به، ولهذه الناحية لها أهمية عند تجهيز وإعداد وتقنية الطينات، وذلك لتحديد نوع المعالجات الكيميائية المناسبة كذلك للتكوين الكيميائي للطين وفوائده في معرفة محتوياته من المواد المساعدة على الصهر، ومقدار و نوع ما يلزم إضافته للعجائن من مواد لتحسينه. ولمعرفة تركيب الطين تجرى عليه عمليات التحليل الكيميائي لتقدير نسب العناصر المكونة له واستنتاج التكوين الكيميائي من نواتج التحليل¹.

1-7. التركيبة الكيميائية للطينة:

ذات تركيب أساسي محدود وعناصرها الأساسية هي:

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

والصيغة الكيميائية لجزء الطين تتمثل فيما يلي:



وللتركيبة الكيميائية أهمية في اختبار الطينة المناسبة لصنع نوع رفيع من الفخاريات².

2-7. 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، ألومنيوم وماء، ونسميه:

Alumino Silicate Hydrate

وعند اتخاذ العناصر الكيميائية لفلز الطينة يكون هيكلها على شكل وريقات وكل وريقة تشكل من طبقتين:

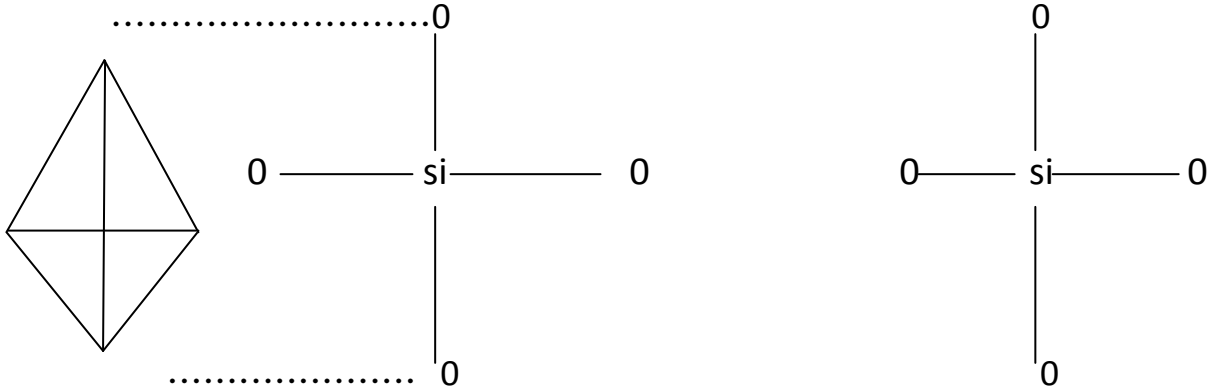
• **الطبقة الأولى:** تحتوي على السيليسيوم الذي يكون على نسق رباعي الوجة، أوجهه مثلثة يدعى بـ Tétraedre

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 الأكسجين وتبقى الذرة الرابعة غير مشبعة وذات تكافؤ حر. مما يسمح لها بالارتباط بالطبقة التي تليها وهي الألمنيوم³.

¹ السيد محمد السيد، أسماء محمد العسيلي، الخزف (التقنيات الخزفية)، كلية التربية النوعية، قسم التربية الفنية، جامعة طنطا، ج1، د.ت ص10.

² فوزي عبد العزيز القيسي، تقنيات الخزف و الزجاج، دار الشروق للنشر و التوزيع، عمان، 2003م، ص15.

³ Berducou(M), La conservation en archéologie, Méthodes et principes de la conservation, Maison édition, Paris, 1990, pp.80-81.



شكل رقم 2: توزيع ذرات الأكسجين حول ذرة السيليسيوم عن Berducou 1990م، ص 82

- **الطبقة الثانية:** فتمثل الألمنيوم، الذي يتكون من نسق ثماني الأوجه ويدعى Octaetre وتكون ذرة الألمنيوم في الوسط محاطة بست ذرات من الأكسجين أو مجموعة الهيدروكسيد، هذه الذرات هي التي تربط بين الطبقات وتشكل روابط قوية جداً¹.
الطينة عامة لا تتواجد على شكل فلز طيني واحد مثل:
الكاولينيت أو المنتموريونيت، إنما على شكل خليط من الفلزات الطينية أو غير طينية مثل: الكوارتز والكالسيت الغنية بأكسيد وهيدروكسيد الحديد والتي تعمل على تعديل خاصية الليونة، التقلص (Retrait) والتحام الفخار².

8. الخصائص الفيزيائية للطينة:

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 اهتماماً كبيراً 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 الأطينان ما يلي³:

1-8. المسامية: Porosity

تعد المسامية من الخواص المهمة للجسم الفخاري والتي تسمح بخروج الماء على شكل بخار أثناء عملية التجفيف والحرق. والمسامية هي نسبة حجم الفراغات التي تشغله الحجم الملي للجسم الفخاري، فالأطينان اللدنة تكون قليلة

¹ Berducou(M), op.cit, p.82.

² Picon(M), Introduction à l'étude des céramiques Sigillées de Louzoux, Paris, 1973, pp.13-14.

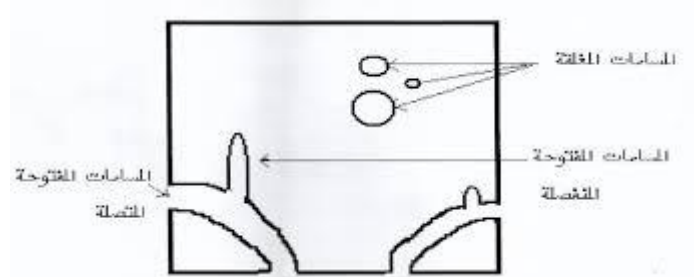
³ حسام صباح جرد، استخدام طينة الكاولين الحمراء لإنتاج خزف واطي الحرارة، مجلة جامعة بابل، كلية الفنون الجميلة، العلوم الانسانية، المجلد 22، العدد 05، 2014م، ص 123.

المسامية فأتثناء عملية التجفيف والحرق تسبب جفاف غير منتظم ينتج عنه تشوه في الشكل، ولهذا تضاف إليها نسبا من المواد غير لدنة كالرمل ومسحوق الفخار وفلسبار وكاربونات الكالسيوم تزيد من مساميتها وتعطي فرصة لتحرر الغازات الناتجة من احتراق المواد العضوية، والمسامية لها علاقة بالمواد الداخلية في تركيب الأطينان وكذلك بدرجة حرارة الحرق، فعند درجات الحرارة العالية تقل المسامية بسبب تكوين الطور الزجاجي في الجسم، أما طريقة فحص مسامية الأجسام المفخورة وذلك توزن وهي جافة وتغمر في الماء لمدة 24 ساعة ويزال الماء الزائد في قطعة قماش مرطبة وتوزن مرة ثانية والنسبة المئوية بين الوزنين تكون المسامية كما في المعادلة التالية¹:

وزن الجسم و هو مشبع بالماء - وزن الجسم و هو جاف

$100 \times$

وزن الجسم و هو مشبع بالماء



الشكل رقم 03: يبين انواع المسامات عن الكفاني 2006م، ص 25.

2-8. الانكماش: Shrinkage

هو 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 إجهادات وكلما 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 للتقلص².

¹ حسام صباح جرد، المرجع السابق، ص 123.

² المرجع نفسه، ص 124.

وعند تعرض الطينة لدرجات الحرارة ثم تبريدها يحدث لها تقلص طولي وهذا لا يرجع فقط للخواص البنائية الفيزيائية للطين كذلك يرجع للتغيير في البنية المعدنية نتيجة التفاعلات الكيميائية والفيزيائية المرافقة لعملية الحرق¹.

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

$$B \quad \text{الطول الجاف} \\ A = \text{طول طردي} \quad B = \text{طول جاف}$$

8-3. اللازمية (الدونة):

هي خاصية ميكانيكية من خواص المادة ولها قدرة انسياب وتشكيل المواد الطينية تحت تأثير الضغط مع بقاء الجسم الناتج محتفظاً بشكله بعد زوال الضغط عنه، والدونة هي قابلية الطينة على تغيير شكلها باستمرار تحت تأثير الضغط دون أن تتجزأ والاحتفاظ بهذا الشكل الجديد بعد رفع الضغط عنها، وتعين للدونة بطريقة فرك العينة باليد حتى يتشكل سلك 3 ملم².

8-4. الكثافة الظاهرية: Bulk Density

تعرف الكثافة الظاهرية بأنها وزن العينة الى حجمها الكلي والذي يمثل حجم المادة الصلبة وحجم المسامات والفراغات وتعد الكثافة صفة مهمة للأجسام السيراميكية اذ كلما زادت الكثافة زاد العزل الحراري وجهد الانهيار وكلما كانت الكثافة عالية قلت المسامية وزادت مقاومة الضغط وتكون مقاومة الكسر عالية والعوامل المؤثرة في مقدار الكثافة حجم الحبيبات للمادة الاولية المستخدمة ودرجة حرارة الحرق ومدته وتتأثر الكثافة بمحتوى المادة وصنف العينة³.

9. العمل المخبري:

9-1. تحضير عجينة الطينة:

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

9-2. تحضير العينات: يتم باتتباع الخطوات التالية:

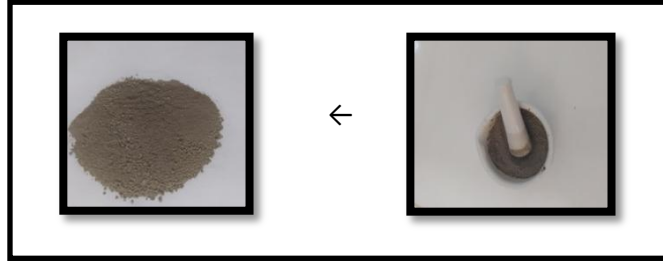
¹ الكنانى، مؤيد حنون سلمان، تحضير مونة من الطين الحراري و الاسيستوس لتبطين الأفران الحثية للأغراض الصناعية، رسالة ماجستير، كلية التربية ابن الهيثم، جامعة بغداد، 2006م، ص17.

² كاظم حسن الياسري أفرح، الخصائص الفيزيائية للأطيان المحلية المستعملة في الخزف، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية، جامعة بابل، كانون الأول، 2018م، ص32.

³ المرجع نفسه، ص34.

• تحضير المادة الأولية (الطينة):

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



لوحة رقم 01: تبين كيفية طحن الطينة في المختبر من إعداد الطالبة

أ. التشكيل:

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



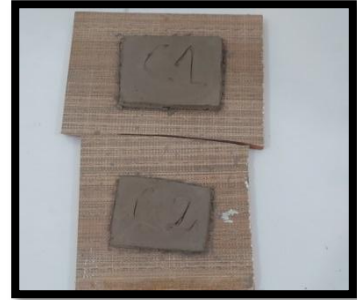
لوحة رقم 02: تبين مراحل تحضير و تشكيل العجينة في المختبر من إعداد الطالبة

ب. 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 150°م لمدة أكثر من ساعة، لنفقد من خلالها الماء المضاف أثناء التشكيل وتمتلك صلابة معينة لنقلها إلى الفرن دون تعريضها للأضرار.



صورة رقم 03: تبين جهاز التجفيف.



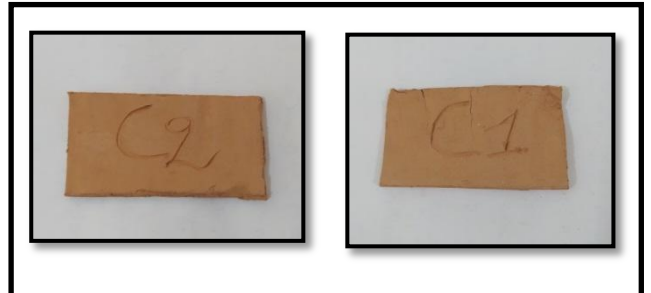
صورة رقم 02: تبين جفاف العينات في جو المخبر من إعداد الطالبة.

ج. الحرق:

بعد الانتهاء من عملية التجفيف، توضع كل عينة في فرن من نوع Vulcan A130 تحت درجة معينة لكل عينة حتى تتصلب نهائياً، ويتم ذلك برفع درجة حرارة الفرن تدريجياً وبالتساوي لأن الأواني تتشقق عندما تسخن بسرعة ودرجة تسخين العينتين بين (800°م-850°م)، كما يجب أن يكون وقت التبريد على الأقل أطول مرتين من وقت التسخين، ولا يجب أبداً فتح باب الفرن بالكامل ولا تفريغه قبل أن تنخفض درجة الحرارة إلى 150°م.

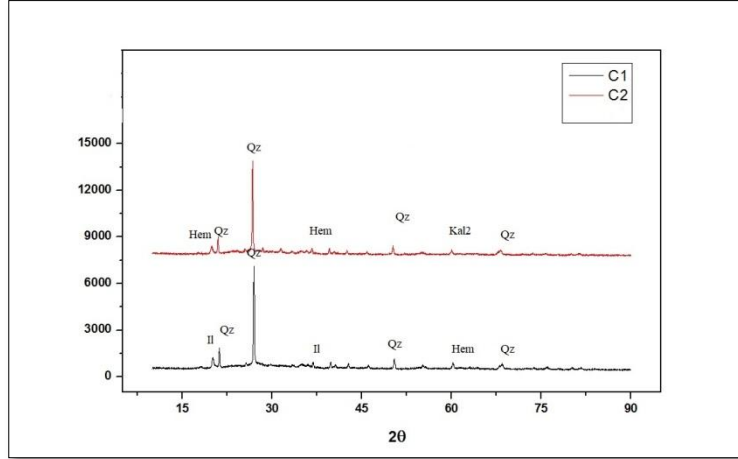


صورة رقم 04: تبين جهاز الحرق



لوحة رقم 03: تبين شكل العجينة بعد الحرق في المخبر.

الطالبة



من إعداد

شكل رقم 04: يبين نمط التحليل بحيود الأشعة السينية XRD، (C1.C2)
عن مركز البحوث التكنولوجية الصناعية CRTI.

10. دراسة النتائج:

10-1. التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية XRD:

يتضح من خلال التحليل بالحيود الأشعة السينية أن العينة C1 تتكون من الكوارتز (SiO_2) الذي يعتبر من المكونات الأساسية في العينة، الإيليت ($\text{CaMgSi}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$) حيث يعتبر من مكونات المادة الخام التي صنع منها الاناء الفخاري، الدايبوسيد ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$) حيث يشير إلى أن درجة حرارة الحرق حوالي 850°C وهو ناتج عن تحول كربونات الماغسيوم إلى معادن الحرق Firing minerals، الماجنيزيت (MgCO_3) وهو أحد الأملاح غير القابلة للذوبان في الماء، والهيماتيت (Fe_2O_3) الذي يمثل اللون الأحمر وهو طبقة الغسل الحمراء red wash التي تم تنفيذها على السطح الخارجي. أما بالنسبة للعينة C2 فيظهر من خلال هذه النتائج أنها تتكون من الكوارتز (SiO_2) كأحد المكونات الأساسية والميسكوفيت ($\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH.F})_2$) كأحد المكونات الأساسية المتواجدة مع العينة، والدايبوسيد ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$) الذي يشير إلى ارتفاع درجة حرارة الحرق، والماجنيزيت (Fe_3O_4) كأحد الأكاسيد المصاحبة للمغرة الحمراء والهيماتيت (Fe_2O_3) الذي يمثل طبقة المغطاة الحمراء.

11. الخاتمة:

تمكنا من هذه الدراسة من الوصول إلى نتائج ذات أهمية صناعية لأنها سمحت لنا بمعرفة وإظهار أهمية الفخار خاصة المواد المكونة له، إذ تعتبر الطينة المادة الأساسية اللازمة في تشكيل الفخار، حيث أنها تتميز بخصائص مختلفة ومتنوعة والتي تظهر في الخصائص الفيزيائية، وتم الوصول إلى معرفتها عن طريق التحاليل العلمية ومن خلال النتائج

السابقة على أن العجينة الفخارية المدروسة متجانسة إلى حد ما في كلتا العينتين ويتضح ذلك التجانس من خلال أنواع المواد الأولية، وهذا ما توصلنا إليه عن طريق استخدام طريقة التحليل المعدني للعينتين، كما أظهر التحليل بالحيود الأشعة السينية XRD أن درجة حرارة حرق تلك العينتين حوالي 800°م إلى 850°م وذلك بسبب وجود الدايبوسيد الذي يتكون عند تلك الدرجة، بالإضافة لوجود الكوارتز وكذلك وجود الأملاح القابلة وغير قابلة للذوبان مثل الماجنيزيت ($MgCO_3$) نتيجة الدفن في التربة.

نشير في الأخير إلى أن هناك وجود اختلاف في الخواص الفيزيائية والمواد الأولية المكونة للطينة من مكان لآخر.

المراجع البيبليوغرافية:

- قائمة المصادر والمراجع باللغة العربية:

1. المصادر:

- القرآن الكريم.

2. المراجع:

- السيد محمد السيد، د. أسماء محمد العسيلي، الخزف (التقنيات الخزفية)، ج1، كلية التربية النوعية، قسم التربية الفنية، جامعة طنطا، مصر، د.س.

- بنات خالد محمود، أسس المعادن الطينية، مطبعة جامعة بغداد، 1980م.3

- فوزي عبد العزيز القيسي، تقنيات الخزف و الزجاج، دار الشروق للنشر و التوزيع، عمان، 2003م.

- عبد الغني النبوي الشال، الخزف و مصطلحاته الفنية، القاهرة ، دار المعارف، 1960م.

- محمد علام علام، علم الخزف، ج2، مكتبة الأهرام المصرية، القاهرة، مصر، 1964م.

3. الأطروحات:

- الكنان، مؤيد حنون سلمان، تحضير مونة من الطين الحراري و الاسبستوس لتبطين الأفران الحثية للأغراض الصناعية، رسالة ماجستير، كلية التربية ابن الهيثم، جامعة بغداد، 2006م.

4. المقالات:

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

- كاظم حسن الياسري أفرح، الخصائص الفيزيائية للأطيان المحلية المستعملة في الخزف، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية و الإنسانية، جامعة بابل، كانون الأول، 2018م.

5. القواميس:

- أبو الفضل ابن المنظور، لسان العرب، المجلد 09، دار صادر، بيروت.

– الفيروز أبادي، القاموس المحيط، دار الحديث، 2008م.

– قائمة المصادر والمراجع باللغة الأجنبية:

1. المصادر:

– Gsell St, Atlas archéologique de l'Algérie, 6,148 et Note sur l'inscription d'Ighzer Amokrane, CRAI, 1909.

2. المراجع:

- Berducou(M), la conservation en archéologie, Méthodes et principes de la conservation, Maison édition,Paris, 1990.
- Burbrugger.A, La Grande Kabylie sous les Romains, 1853.
- Clenn C.Nelson, Ceramics, A potters land book, 1984.
- Goffer.z, « Archaeological chemistry A source book on the applications of chemistry to Archaeology », in chemical Analysis, Vol.55, Johwiley 8 Sons, N.Y 1980.
- Marcellin A, histoire traduction de Guy Sabbah, livre de 29 à 31, édition Les Belles Lettres, Livre xxix, Chapitre V, texte,13.
- Mercier.E, Histoire de l'Afrique septentrionale (Berbère) depuis les temps les plus reculés jusqu'à la conquête françaises(1830), Tome1, 1888.
- Picon(M), Introduction à l'étude des céramiques Sigillées de Louzoux, Paris, 1973.

3. الأطروحات:

- Boudchicha (M.R). Etude de la cristallisation et des propriétés mécaniques et diélectriques de céramiques préparés à partir de kaolin-dolomite.Université El-Hadj Lakhder–BATNA, 2010.

4. المقالات:

- Sauvaget (j), « Introduction à l'étude des céramiques musulmane », Extrait de la Revue des études Islamiques, Paris, 1996.

5. مواقع الانترنت:

- Google earth.
- Google.