جامعـة القاهـرة
كلية الآثـار

قسم ترميم الآثـار

دراسة تطبيقية فى تحليل وتطورالخزف الاثرى و إعادة ترميم بعض النماذج المختارة

رسالة للحصول على درجة الدكتوراه فى علاج وصيانة الآثار

مقدمة مـن

حمـادة صـادق رمـضان قـطب

المدرس المساعد بقسم ترميم الآثار – كلية الآثار – جامعة الفيوم

تحت إشـراف

أ . د / محمد عبد الهادى محمد

أستاذ ترميم وصيانة الآثار – قسم ترميم الاثار
كلية الآثار – جامعة القاهرة

أ . د / محمد عبد الحارث محمد

أستاذ فيزياء الليزر– المعهد القومى لعلوم الليزر- جامعة القاهرة

أ. د / محمد مصطفى إبراهيم

أستاذ ترميم الآثار – قسم ترميم الآثار
كلية الآثار – جامعة القاهرة

أ. د / شحاته احمد عبدالرحيم

أستاذ ترميم الآثار- قسم ترميم الآثار
كلية الآثار – جامعة الفيوم

٢٠١٢

Cairo University
Faculty of Archaeology
Department of Conservation

Applied study on analysis and development of archaeological ceramic and retreatment of some selected objects

Thesis for PhD degree in conservation department

Submitted by

Hamada Sadek Ramadan Kotb

Assistant lecturer, conservation dept.

Faculty of archaeology- fayoum university

Supervised by

Prof. Dr. / Mohamed Abd EL Hady
Professor of conservation of antiquities
Faculty of Archaeology- Cairo University

Prof. Dr./ Mohamed Abd El Harith
Professor of Laser Physics
NILES- Cairo University

Prof. Dr. / Mohamed M. Mostafa
Professor of conservation of antiquities
Faculty of Archaeology- Cairo University

Prof. Dr ./ Shehata A. Abd El Rahim
Professor of conservation of antiquities
Faculty of Archaeology- Fayoum University

٢٠١٢

شكـــــر وتقديـــــــــر

((وَقُلِ اعْمَلُواْ فَسَيَرَى اللّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ))

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام علي سيد الخلق والمرسلين سيدنا ونبينا محمد رسول الله وعلي آله وصحبه وسلم الذى أعاننى على إتمام هذا البحث ، و لا يسعني إلا أن أتقدم بأسمى آيات العرفان والشكر إلى كل من ساعدني في إخراج هذا العمل البحثي بهذه الصورة المتواضعة، جزاهم الله عني خير الجزاء وأثابهم خير الثواب .

وأتقدم بأسمى آيات الشكر والعرفان إلى أستاذى **الأستاذ الدكتور / محمد عبد الهادي محمد** الأستاذ بقسم ترميم الآثار بكلية الآثار – جامعة القاهرة ووكيل الكلية لشئون البيئة وخدمة المجتمع سابقا و المشرف على الرسالة لما بذله من جهد كبير و على سعة صدره وتوجيهاته ومساعداته الدائمة التى عهدناها منه ، فأعطاني من علمه الغزير وجهده الكبير، فهو بحق صاحب مدرسة فريدة في مجال علوم ترميم وصيانة الآثار، فخرج البحث بهذه الصورة المشرفة فجزاه الله عني خير الجزاء، وأثابه خير الثواب على ما بذله من جهد وعطاء وفير .

كما أتقدم بخالص شكرى وتقديرى إلى **الأستاذ الدكتور/ محمد عبدالحارث** أستاذ فيزياء الليزر والعميد الأسبق للمعهد القومى لعلوم الليزر على سعة صدره وتوجيهاته ومساعداته الدائمة اثناء فترة العمل بمعمل تطبيقات الليزر فى القياسات والكيمياء الضوئية والزراعة ولما كرسه لي من وقت وجهد عظيمين وأشراف مثمر كان له دوره في إنجاز هذا العمل المتواضع فجزاها الله عني خير الجزاء.

أتوجه بخالص الشكر والعرفان والتقدير إلى الأستاذ الدكتور **محمد محمد مصطفى** - الأستاذ بقسم الترميم – كلية الآثار على توجيهاته الدائمة وسعة صدره فلم يبخل بجهد أو نصح .

كما اتقدم بالشكر **للأستاذ الدكتور / شحاته احمد عبدالرحيم** الأستاذ بقسم ترميم الاثار – كلية الآثار – جامعة **الفيوم** – كلية الآثار – فرع الفيوم على إشرافه على الرسالة وعلى مساعداته الدائمة ونصائحه و توجيهاته الهامة للوصول بهذا العمل إلى الصورة النهائية فجزاه الله عنى خير الجزاء .

كما أتقدم بخالص الشكر للأستاذ الدكتور/ **سهير صلاح الشامى** أستاذ الخزف بكلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان على قبولها مناقشة الرسالة .

كما أتقدم بخالص الشكر للاستاذ الدكتور/ **ناصر جمال عبدالغفور** أستاذ المواد بالمركز القومى لبحوث الاسكان والبناء على قبوله مناقشة الرسالة .

كما أتقدم بخالص لكل من **A.Turos, A.Stonert,A.Korman** بمعهد المواد النووية بوارسو لما قدموه من مساعدات أثناء فترة الدراسة فى بولندا وفى معمل الاشعة السينية المستحثة بالبروتونات.

كما أقدم اسمى آيات الشكر للأستاذة الدكتورة **N.Odegaard** أستاذ الترميم بجامعة أريزونا لما قدمته من دعم و توجيه أثناء فترة الدراسة بالولايات المتحدة الأمريكية وكذلك فى إجراء جانب هام من الدراسة التطبيقية والتجريبية بقسم الترميم بمتحف ولاية أريزونا كذلك فريق العمل المساعد لها **T.Moreno, G.Watkinson and M.Pool** و ايضاً أشكر الاستاذ الدكتور **D.Killick** الأستاذ بجامعة أريزونا لأعطائى الفرصة لإستخدام ميكروسكوب التفلور.

كما أتقدم بالشكر للأ ستاذ / **ابراهيم عبدالرحمن** مدير منطقة آثار الفسطاط لما قدمه من تعاون للحصول على عينات الدراسة .

وأتقدم بالشكر ايضا لكل من الأستاذ **ربيع راضى** مدير إدارة ترميم آثار أطفيح وكذلك الأستاذ **على طه** مدير قسم البحث العلمى بالمركز المصرى الإيطالى للترميم.

اتقدم بالشكر الى اكاديمية البحث العلمى للمساهمة فى جزء من مصروفات طباعة الرسالة كما أتقدم بالشكر الى كل زملائى لما قدموه من تعاون ومساعدة اثناء فترة البحث وأخص منهم **أ. محمود عبدالحميد** و **د. أمل عبدالفتاح** بالمعهد القومى لعلوم الليزر ، وكذلك **د/ شعبان محمد محمود** و **أ.مراد فوزى** و **أ/ محمود عوض**.

كما أتقدم بالشكر لأسرتى الكريمة لمساندتهم المستمرة أثناء فترة البحث ولأسرتى الصغيرة زوجتى الحبيبة وزهرتى حياتى **حبيبة** و**لميس** لما تحملوه من عناء أثناء فترة البحث.

وأتقدم بخالص شكري وتقديري إلى كل من وضع لبنة في سبيل إنجاز هذا العمل البحثي المتواضع، الذي أتمني أن ينال تقديركم سواء كانت تلك المساعدة بالقول أو بالفعل أو بالعمل أو بالتوجيه، داعيا الله أن ينفعنا بما علمنا وأن يعلمنا ما لم نعلم، إنه نعم المولى ونعم النصير.

والحمد لله رب العالمين

الباحـــــــــــــث

الإهداء

إلى.....من تحت قدمها تكمن الجنة، إلى أمي.

إلى..... من جعل مشواري العلمي ممكنا، إلى أبي الرحيم.

إلى... من ساندني وآزرني في دربي، إلى زوجتي الحبيبة .

إلى.....من لأجلهم سرت في الدرب، إلى ابنتاى حبيبة ولميس.

إليهم جميعا أهدي جهدي المتواضع هذا راجيا الله الإطالة بأعمارهم ليرو ثمرة جهدهم .

تعتبر صناعة الفخار من أقدم الفنون ويرجع تاريخها فى مصر إلى العصور النيوليثية وكانت القدور الفخارية فى البداية تصنع من مواد خشنة حيث كانت رديئة الحرق غير أن الفخار فى مصر بلغ درجة عالية من الإتقان والجمال فى حضارة البدارى وما تلاها من فترات تاريخية[١] و لقد عرف الانسان المصرى القديم صناعة الفخار منذ بداية العصور الحجرية الى ما قبل الاسرات اى ما قبل ٧٠٠٠ عام حيث كان يصنع الفخار بطريقة بدائية وحدث تغير فى هذا الاسلوب فى فترة البدارى وما تلاها من فترات و عهود زمنية مختلفة وقد بدأ المصريون القدماء فى العهود الاولى فى تصنيع المشغولات الطينية باليد وتطور الأمر بعد ذلك الى إستخدام العجلة أو الدولاب لصنع الجرار الكبيرة فى عهد الاسرة الاولى وما تلاها[٢] .

و يهتم هذا الفصل بدراسة المواد الخام المستخدمة فى صناعة الخزف وطرق الصناعه بالاضافة الى طرق الزخرفة التى تلعب دورا هاما فى عمليات الترميم او اعادة الترميم وقد تطور الخزف المصرى على مر العصور تطورا كبيرا من حيث المواد الخام او طرق الصناعة بالاضافة الى طرق الزخرفة .

صناعة الفخار عند قدماء المصريين

ترك المصريون القدماء رسومات تشير إلى العمليات الرئيسية لصناعة الخزف عندهم ، وقد أكتشفت تلك الرسوم على لوحات داخل مقابر مدينة طيبة ، وفيها تشير الى العملية الأولى وهى عجن الطينة بالاقدام ، وتشير العملية الأخيرة إلى إخراج الأواني من القمائن ، ولقد أستخدم قدماء المصريين في صناعة خزفهم طينات رمادية وطينات تميل إلى الإصفرار ، وكانوا يقومون بطلاء بعض المشغولات بطلاءات زجاجية زرقاء وخضراء مع رسم زخارف عليها باللون الأسود على شكل خطوط منكسرة في اغلب الأنواع . وقد وصل التشكيل في منتجاتهم الخزفية الى دقة الانسياب والرشاقة المطلوبة ، كذلك اتصفت زخارفهم بالدقة [٣]. ولقد كان الإنسان قد وصل في مدارج الرقى إلى أكل اللحوم الناضجة ، ومن ثم فقد أصبح في حاجة إلى أوان لإنضاج هذه اللحوم فوق النار ، وقد أدت حاجته هذه إلى اهتدائه إلى عملية حرق الخزف في درجة حرارة مرتفعة ، بعد أن كان يكتفي بتجفيفه على حرارة الشمس ، كما لجأ من قبل إلى الطلاء كوسيلة لمنع تسرب السوائل من هذه الأواني [٤]. وتظهر رسوم مقابر المصريين القدماء أن المصريين عرفوا صناعة الخزف منذ عام ٣٥٠٠ ق. م ، ونرى في تلك الرسوم أن إنتاج الخزف قد مر عبر مراحل كما هو العمل في ورش الإنتاج[٥] كما فى الشكل رقم (١)، وقد أزدهرت صناعة الفخار فى مصر منذ العصور النيوليثية ومروراً بعصور ما قبل الأسرات حتى العصور الحديثة .

صناعة الفخار في العصر اليوناني الروماني

معظم المنتجات الإغريقية صنعت بالتشكيل على الدولاب ، وقسم قليل منها صنع بطريقة التشكيل بالقالب وقد استعملت هذه الخزفيات كأوان للشرب ، وغالبا كان لها شكل رأس إنسان أو حيوان أو شابهت قرون الحيوانات وكان الهدف من ذلك أن تأخذ الأوان شكلا هزليا[٦] .

١- Lucas, A.; ancient Egyptian materials and industries, ٤th edition, London, ١٩٦٢, p.٣٦٨.

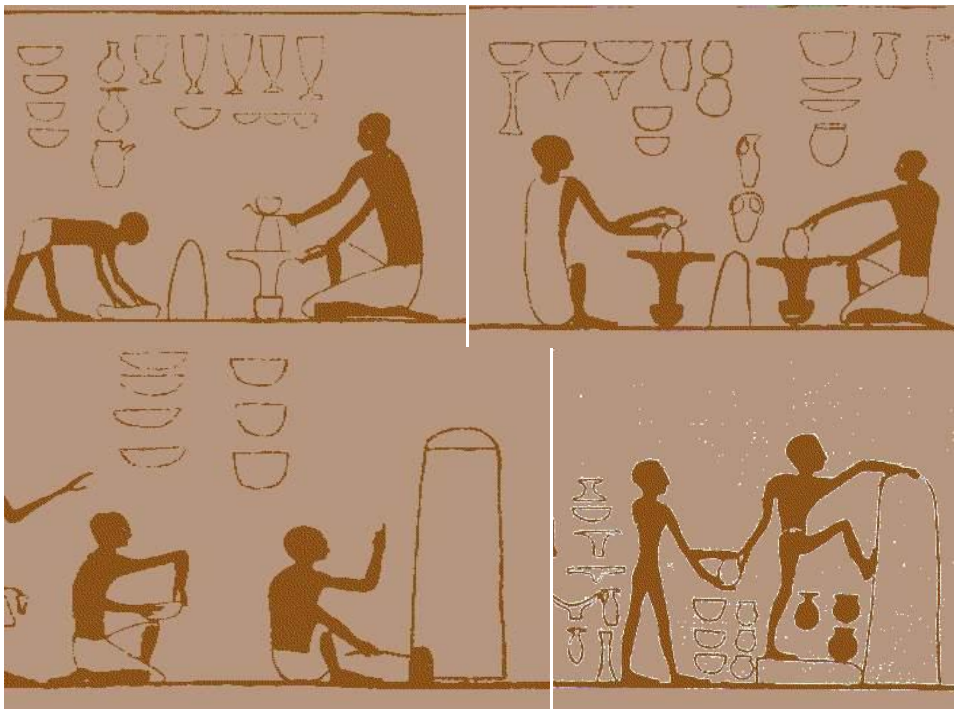
٢ - محمد عبدالهادى دراسات فى علاج وصيانة الاثار غير العضوية . مكتبة زهراء الشرق . القاهرة . ١٩٩٧ ص١٢٩ .

٣-علام محمد علام :علم الخزف ،مكتبة الأنجلو المصرية ،١٩٦٤ صـــ ١٩

٤ - سعاد ماهر: سعاد ماهر: الفنون الإسلامية. الهيئة المصرية العامة للكتاب. ١٩٦٠ صـــ ١٢

٥ - نذير الزيات: فن الخزف. دار الراتب الجامعية . بيروت . صـــ ٧٤

٦- نذير الزيات: المرجع السابق. صـــ ٤٩



شكل رقم (١) يوضح طريقة صناعة الفخار- مقابر بنى حسن- المنيا

الفخار ذو التأثيرات القبطية

تأثر الفن القبطي بالفن المصري القديم والفن اليوناني الروماني ، حيث نجد صفات مصرية أصيلة راسخة في الفن المصري المسيحي الذي سلمه بدوره إلى الفن المصري الإسلامي ، وعلى الرغم من ذلك تميز هذا الفخار بخلوه من الطلاء المعدني اللامع كما حدث في العصور الإسلامية اللاحقة [١] ، وأغلب الفخار القبطي ينتمي لنوع التراكوتا Terra cotta، والتراكوتا عموما مصطلح يطلق على الفخار المسامي الأصفر أو البني أو الأحمر أو البني غير المغطى بتزجيج [٢].

صناعة الفخار في العصور الإسلامية

حظى الخزف الإسلامي بعناية كثير من العلماء والباحثين فتناولوه بالبحث والدراسة الواعية ، وقد كان حافزهم الأول لهذا الاهتمام كثرة ما عثر عليه منه في مواقع الحفائر التي قامت بها الهيئات العلمية في مراكز الحضارة الإسلامية [٣] ، فلقد ورث العرب فيما ورثوه عن الأمم السابقة عليهم صناعة الفخار والخزف ولكنهم لم يقفوا عند حد ما ورثوه بل حاولوا كما كان شأنهم دائما أن يتقدموا بهذا الميراث ويرتقو إلى أقصى ما فى وسعهم وقد استطاعوا بفضل ذلك الجهد أن يقدموا للإنسانية أنواعا جديدة من الخزف لم تكن معروفة من قبل. هذا وقد لعب العامل الديني دوره الكبير في رقى وانطلاق الصناعات الإسلامية بصفة عامة والخزفية بصفة خاصة ، فعلى سبيل المثال لهذا التأثير الديني العميق كان يشترط على صانعي الخزف أن

١- امال صفوت الالفى: دليل المتحف القبطى. المجلس الاعلى للاثار ١٩٩٥ . صـ ١٥ ، ٤٤ .

٢- الشيماء عبد الرحيم عبد الرحمن: دراسة تقنية وعلاج وصيانة الاثار الفخارية القبطية الملونة تطبيقاً على بعض النماذج الفخارية من المتحف القبطى. رسالة ماجستير - قسم الترميم – كلية الاثار – جامعة القاهرة . ٢٠٠٣ صـ ٢١

٣-علام محمد علام : المرجع السابق صـ ٢٠

ينتقى من الطين أحسنه ، ومن الوقود أفضله[١] ،و تفوق الخزافون المسلمون في هذا الفن على غيرهم من خزافي العصور السابقة وصار الخزف الإسلامي منبعا لإلهام واستلهام الفنانين خلال العصور المختلفة [٢] .

المواد الخام المستخدمة فى صناعة الفخار والخزف الاثرى

- الطين Shale

تعتبر الطفلة أهم مكونات الفخار و الخزف [٣] وقد أختارها القدماء لما تتميز به من خواص مثل اللدونة ، اللون ، وكذلك لإنتشارها ، رخص سعرها كما انها تصبح ثابته عند حرقها [٤] ومن الصعب وضع تعريف محكم ومحدد للطفلة وذلك لأن هذا المصطلح استخدم مع مواد مختلفة الأصل والتركيب [٥]، وتنتج الطفلة من أنهيار وتفتت الصخور السليكاتية المرتفعة في نسبةالألومنيا مثل "الميكا و الفلسبارات" وتتفتت هذه الصخور بواسطة العمليات الميكانيكية مثل الرياح ، المياه، الحرارة ،وكذلك العمليات الكيميائية مثل الأحماض أو مكونات كيميائية أخرى أو البيوكيميائية نتيجة الأنشطة النباتية [٦].

وتتكون الطفلات فى حالتها الطبيعية من معادن ذات أصل أولى Minerals of Primary Origin وهي توجد فى الصخور النارية ولم تعانى من تغيرات واضحة فى التركيب وهى مواد أولية و معادن من أصل ثانوى Minerals of Secondary Origin وهى تنتج بفعل العوامل الكيميائية والفيزيائية على المعادن الأولية وتحولها إلى معادن ثانوية [٧] ، ويعتبر Kromer [٨] (١٩٨١) الطفلة صخور ثانوية تتميز بالدقة حيث أن حجم جزيئاتها أقل من ٢ ميكرون ، ونادرا ما تكون مواد الخزف نقية بالرغم من أنه فى بعض الحالات يكون نوع واحد من الطفلات شائعا، إلا أن الشوائب الموجودة هامة جدا فى تحديد خواص هذا الخزف .وتحتوى الطفلات على أنواع عديدة من المعادن[٩] ، لذلك يجب الإشارة إلى أهم مكونات الطفلات أو المكونات التى توجد فى الطفلة بصورة طبيعية وبملاحظة تركيب الطفلة نجد أن أهم المكونات هى السليكا ثم الألومينا هذا بالإضافة إلى بعض الشوائب التى تنتج من الترسيب مثل الفلسبارات ، ترسيبات الحديد ، الكالسيوم[١٠] ، ويمكن حصر أهم المكونات المستخدمة فى صناعة الاثار الفخارية والخزفية فيما يلى:-

أ- السيلكا Silica (SiO_2)

---

(١) محمد عاصم الجوهرى علاج وصيانة بعض القطع الاثرية الفخارية من حفائر كلية الاثار ومتحف قسم الاثار بالرياض ، رسالة ماجستير ، قسم الترميم كلية الاثار – جامعة القاهرة ١٩٨٣. صـــ ٣٢

(٢) عبد الرؤوف يوسف: متحف الخزف الاسلامى. صندوق التنمية الثقافية ١٩٩٨ صـــ ١

(٣)Sinopoli , C.M., Approaches to archaeological ceramic, plenum press, Newyork,١٩٩١, p١٥٠.

٤ Elsheltawy , H .M .;Archaeological Geology of ancient ceramic , MSC thesis , Geology department , Faculty of science , Cairo university ,Cairo, Egypt,١٩٩٤ , P.٢٦.

(٥) Shepard , A.O.;Ceramics for the Archaeologists, Washington ,١٩٨٥ , p .٦ .

(٦) Nelson ,K. ; Ceramic Analysis in Archaeology Manual, Institute of international. Education subcontract, ١٩٩٩, pp . ٦٩-٨٣

(٧) Grim Shaw R.W.;The chemistry and physics of clays ,fourth edition, London,١٩٧١,p ٢٧٢.

(٨) Kromer ,H. ; Mineralogical and technology characteristics of ceramic clays, in international clay conference, Amsterdam , ١٩٨١ ,pp .٦٨٥-٦٩٧ .

(٩) Grim Shaw, R.W. ;Op Cit , p .٢٧١.

(١٠)Shepard , A.O. ; Op Cit ,p .٢١.

ب- الألومينا Alumina Al_2O_3

جـ – الفلسبارات Feldspars

د – مركبات الحديد Iron Compounds

هـ – مركبات الكالسيوم Calcium Compounds

و- المواد العضوية Organic Materials

٢ – المواد المعدلة و المحسنة لخواص الفخار والخزف Temper Materials

تعتبر المواد المعدلة من المكونات الهامة فى الجسم الخزفى حيث أنها تضاف إلى الطينة وذلك بقصد تحسين خواصها عند الصناعة مثل التشكيل و التجفيف و الحرق ، الاستخدام كما تسمى أيضا إضافاتadditives وهى تضاف عمدا وتختلف عما يسمى بالمحتويات أو المشتملات inclusions التى توجد فى الطفلة بصوره طبيعية . وتلعب المواد المضافة دورا هاما فى تحديد الخواص الفيزيائية للخزف مثل المسامية والكثافة والصلادة و النفاذية، وكل هذه الخواص ذات اهمية كبيرة فى عمليات الترميم المختلفة سواء تنظيف أوتقوية أو فى حالات إعادة الترميم التى هى قيد الدراسة ، لذا تجدر الاشارة الى أهم المواد التى تؤثر فى خصائص الخزف .

أ – المواد الموجودة بصوره طبيعية بالطفلة " المشتملات " Inclusions

لقد أشار Rice [١] (١٩٨٧) إلى أن الطفلات الطبيعية نادرا ما تخرج نقيه وذلك بسبب الترسيبات المعدنية فالطفلات الأولية عادة ما تشمل على كسر من الصخر الأم أما الطفلات الرسوبية فتحتوى على خليط من معادن ذات مصادر مختلفة نتيجة عمليات الترسيب وتوجد بأحجام مختلفة فمنها ما هو دقيق fine ومنها ما هو خشن coarse .

١ – المشتملات الناعمة والدقيقة Fine Inclusions

وهى تشمل كسر من معادن الطفلة أو مواد غير لدنة ذات أحجام صغيرة.

٢ – المشتملات الخشنة Coarse Inclusions

وهى مسئولة عن خاصية ملمس الجسم الخزفى Texture فالكمية والحجم والشكل هى خصائص تلك الجزئيات فى مادة الطفلة أيا كان مصدرها أو تركيبها الكميائى أو المعدنى .

ب – المواد المضافة عن قصد لتحقيق هدف معين " الإضافات " Additives

أشارت Nelson [٢](١٩٩٩) إلى أنها مادة يتم إدخالها للطفلة بقصد تحسين قابليتها للتشكيل وخفض معدل انكماشها وخفض قابليتها للتشوه أثناء الحرق أو تحسين الخصائص بعد الحرق ايضا ، وذكر Adams

---

(١) Rice , P . M . ; OP cit , P . ٧٢ .
(٢) Nelson , K . ; O P Cit , P . ٧١ .

[١] (١٩٨٦) أنه يمكن أن تستخدم مادة معدلة واحدة أو أكثر من مادة معا .أما Hodges [٢] (١٩٦٤) فأشار إلى أنها مواد مالئه قد لا تكون لدنة "أى انها مادة لا تصبح لدنة عند خلطها فى الماء " و يمكنها أن تقاوم درجات الحرارة عند حرق القطعه دون أن تتعرض لتغيرات قوية ، وقد أوضح Henderson [٣] (٢٠٠٠) الفرق بين المواد المضافة والمواد الموجودة طبيعيا فى الطفلات ويمكن ذلك بتحديد الحجم والشكل " الزوايا " والكمية الموجودة ، وقد استخدم Maggetti [٤] (١٩٨٢) الحجم كطريقة أو مقياس لمحاولة التمييز بين المواد المضافة عمدا والموجودة بشكل طبيعى أما Bourriau et al [٥] (٢٠٠٠) فقد أشار إلى العلاقة القوية بين المواد المعدلة وظروف الحرق ودرجة حرارته ووظيفة المنتج الذى تدخل فى تركيبه حيث أنه عندما ترتفع درجة الحرارة بسرعة فإنه ينتج بخار ناتج من الرطوبة الباقية فى الطفلة والذى يكون قادرا على الخروج بسرعة مما يؤدى إلى تشوه جدران القطعه ، أما فى حالة وجود المواد الخشنة مع الطفلة فإنها تساعد فى اتساع المسام وهذا يسمح للبخار بالخروج دون تشويه له وبالتالى فإن المواد الخشنة تكون مناسبة للحرق المفتوح حيث يكون من الصعب التحكم في هذا النوع من الحرق ، و يسمح التركيب الحبيبى الخشن بتغلغل أفضل للهواء الساخن مما يساعد فى حرق القطعه بشكل أفضل وبطريقة اقتصادية وقد يكون للنسيج الخشن الحبيبات دور فى الوظيفة وذلك بسبب مقاومتها العالية للصدمة الحرارية وهذا يناسب مثلا أدوات الإضاءة أو ادوات الطهى حيث يكون لهذا النسيج القدرة على مقاومة التمدد الحراري الذي يؤدي إلي حدوث شروخ دقيقة ، اما فى النسيج خشن الحبيبات يكون انتشار هذه الشروخ محدود حيث أنه أثناء انتشارها على حساب الفراغات التى نتجت من الحرق وبالتالى تتوقف هذه الشروخ ، أما بالنسبة لطريقة التشكيل فإن آلة التشكيل على الدولاب يجب أن تكون طينتها تتميز بدقة حبيباتها وقد ذكر البعض أن اختيار هذه المواد تتوقف على إمكانية الحصول على هذه المواد وكذلك الدور الذى تقوم به داخل البدن[٦]، ولإستخدام المواد المعدلة عدة مميزات حيث أن مثل هذه المواد تعمل على زيادة مسامية البدن [٧] كذلك فإنها تقاوم الصدمة الحرارية thermal shock [٨] كما أن هذه المواد تساعد فى الجفاف [٩]، و تعمل أيضاً على تقليل الإنكماش واللزوجة واللدونة وتؤثر أيضا فى التركيب الحبيبى كما أن الربط بين الطفلة والمواد المعدلة يكون له تأثير مباشر على قوة الجسم الخزفى [١٠].

---

(١) Adams , W .Y.; Ceramic Industries of Medieval Nubian, Part١, the University Press of Kentucky, ١٩٨٦, P. ٢٧.

(٢) Hodges , H. ;O P Cit, P. ٢٥.

(٣) Henderson , J . ;O p Cit , P . ١٣٠ .

(٤) Maggetti , M .; Phase analysis and its Significance for technology and origin, in: Archaeological Ceramics, by Olin,J. &Franklin A.D, Washington D.C. Smithsonian Institution press ,١٩٨٢ PP . ١٢١-١٣٤.

(٥) Bourriau , J . D., Nicholson, p. T. and Rose, P. R.; Pottery. In: ancient Egyptian materials and technology Nicholson, P . T, Cambridge press, London, ٢٠٠٠, PP. ١٢١-١٤٧.

(٦) Kilikoglou , V. , Vekinis , G., Maniatis , Y . And Day, P. M.; Mechanical performance of Quartz – tempered Ceramics,part ١, Archaeometry ٤٠.(٢) ١٩٩٨,PP . ٢٦١-.٢٧٩

(٧) Peterson , S. ; O P Cit , P . ١٣٨ .

(٨) Henderson , J .;O P Cit , P . ١٢٩ .

(٩)Kilikoglou , V.et al ; OP.Cit., p . ٢٦١.

(١٠) Shepard , A. ; OP Cit P . ٢٥.

١ – الرمل " الكوارتز " Sand "Quartz "

ذكرت Shepard [١] (١٩٨٥) أن معدن الكوارتز المكون الرئيسى للرمل قد يكون دائريا وبالتالى قد يكون موجودا بصورة طبيعية فى الطفلة أما الكوارتز ذو الزوايا الحادة فقد أضيف عمدا وذلك أثناء عملية الطحن والأخيرة تزيد من قوة البدن أكثر من الأولى.

٢ –مسحوق الحجر الجيرى " الكالسيت " Limestone Powder "Calcite "

يعتبر استخدام الكالسيت قليلا وذلك بسبب المشاكل التى تحدث أثناء التحول الحرارى عند التسخين [٢] إلا أنه يساعد فى تحسين الخواص الميكانيكية حيث أن التمدد الحرارى له يتشابه مع التمدد الحراري للطفله كما أن الشكل الهرمى الذى يتميز به يساعد فى وقف انتشار الشروخ لذلك يستخدم فى درجات الحرارة المنخفضة [٣] .

٣ – مسحوق الفخار Grog

هو المادة الوحيدة التى نكون على ثقة عندما نقول أنها أضيفت عن قصد وذلك لتحقيق هدف معين [٤] وقد أستخدم مسحون الفخار لتحسين الخواص أثناء الحرق ومنه المسحون الذى حرق فى درجة حراره أعلى من الدرجة التى حرق عندها الجسم الخزفى الجديد وآخر لين وهو الذى حرق فى درجة أقل من درجة حرق البدن الجديد [٥] ، وتوضح الصورة رقم (١) بعض أنواع المواد المضافة وتأثيرها فى بدن الخزف

صناعة الجسم الخزفى Body Manufacture

قبل البدء فى عملية التشكيل كان يسبق ذلك عدة مراحل وهى عملية التخمير حيث تخلط الطفلة بالماء وتترك لعدة أيام مع استمرار التقليب وقبل ذلك تنقى الطفلة من الشوائب ذات الحجم الكبير ، ويلى ذلك عملية العجن ويتم ذلك بالأيدى والأرجل لزيادة تماسك جزيئات الطفلة وإخراج الهواء منها وبعد ذلك تكون العجينة جاهزة للتشكيل باليد أو القالب أو العجلة [٦] ، فائدة العجن قبل التشكيل على العجلة " الدولاب " انه يساعد على طرد الجيوب الهوائية التى ربما تفسد جدران القطعة أثناء العمل ويساعد على استعداد جزيئات الطفلة وتجهيزها للعمل ويساعد أيضا على تجانس محتويات الرطوبة بها [٧] .

---

(١) Ibid , P . ٢٢.
(٢) Shepard , A.O. ; Op Cit , P . ٣٨١.
(٣) Bourriou , J . D . et al ;Op Cit , p . ٢٦٢ .
(٤) Henderson , J . ; Op Cit , P . ١٣٠ .
(٥) Hamer , J . ;Op Cit , p . ١٥٠ .
٦ - مرفت عبد الهادى : المسارج الخزفية والفخارية من بداية العصر الإسلامى حتى نهاية العصر الفاطمى من خلال مجموعة متحف الفن الإسلامى بالقاهرة . رسالة ماجستير، قسم الأثار الإسلامية .جامعة القاهرة ١٩٩٨ ص٧
٧ - عنايات المهدى : فن إعداد وزخرفة الخزف، مكتبة بن سينا للنشر والتوزيع والتصدير. القاهرة ١٩٩٤ ص٢٢٢ .

١- مسحون الحجر الجيرى الناعم بالاضافة الى الكوارتز الساحلى (بالقرب من البحر) الذى حدثت له تجوية طبيعية

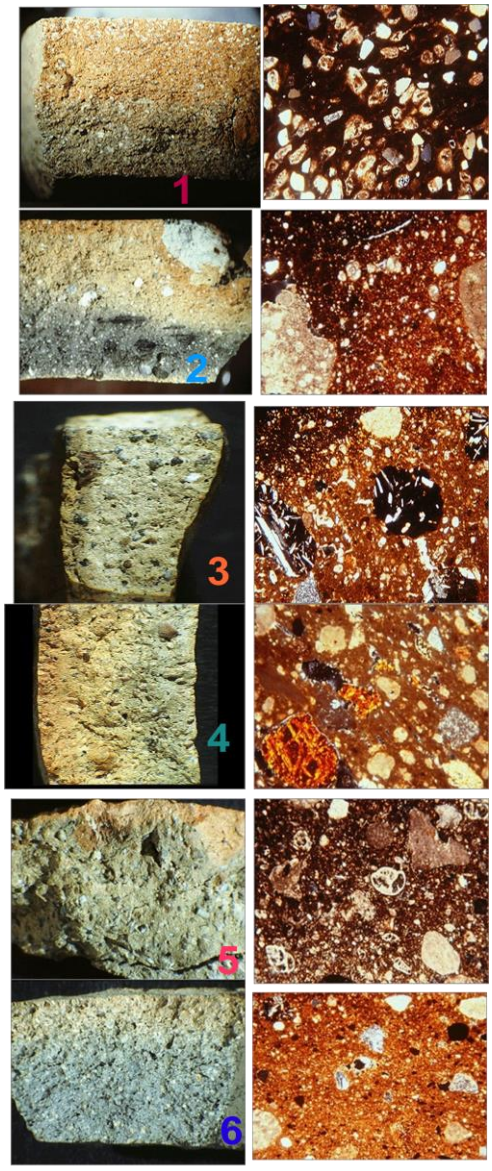
٢- الكوارتز الناعم بالاضافة الى بعض الاضافات الجيرية ونسبة قليلة من كسر الصخور البركانية.

٣- تحتوى العينة على البازلت بالاضافة الى الحجر الجيرى وكذلك يوجد بعض الحفريات الدقيقة .

٤- مواد مضافة متنوعة الألوان من الحجر الجيرى – السربنتين – البازلت بالاضافة الى الديوريت .

٥- حفريات دقيقة

٦- مواد متنوعه موجودة بصورة طبيعية ضمن مكونات الخزف (مسحوق الحجر الجيرى - السربنتين – البازلت بالاضافة الى الديوريت .



صورة رقم (١) توضح بعض المواد المضافة الموجودة فى البدن الخزفى

وفيما يلى بعض الطرق التى استخدمت فى تشكيل الفخار و الخزف على مر العصور :-

(١) طريقة التشكيل باليد Hand building techniques

تعد هذه الطريقة من أقدم الطرق التى عرفها الإنسان منذ عرف الأوانى المصنوعة من الطين وتحتاج هذه الطريقة إلى مهارة فائقة حيث يستخدم الصانع يده وأصابعه فى التشكيل [١] .

بينما ذكرت Sinopoli [٢] (١٩٩١) أنها من أبسط الطرق المستخدمة حيث تتم بوضع كتلة من الطفلة فى يد واستخدام اليد الأخرى فى التشكيل وذلك بعمل فتحة فى المركز وبعد ذلك يتم تقليل سمك

(١) حسن الباشا : مدخل إلى الآثار الإسلامية . دار النهضة العربية – القاهرة سنة ١٩٧٩ ص٣٧٥ .

(٢) Sinopoli , C . ;O p Cit . P . ١٩ .

الجدران بالضغط على الطين وسحبها لأعلى ، وقد أستخدمت طريقة التشكيل باليد فى معظم العصور وتحتاج هذه الطريقة إلى أن يتوفر فى الطينة اللدونة المناسبة فإذا ما كانت بالقدر اللازم الذى يمكن استخدامها باليد فإنه يسهل العمل بها ، أما إذا زادت لدونتها أو جفافها فإنه يتعذر استخدامها [١] .

(٢) التشكيل فى قالب Forming in mould

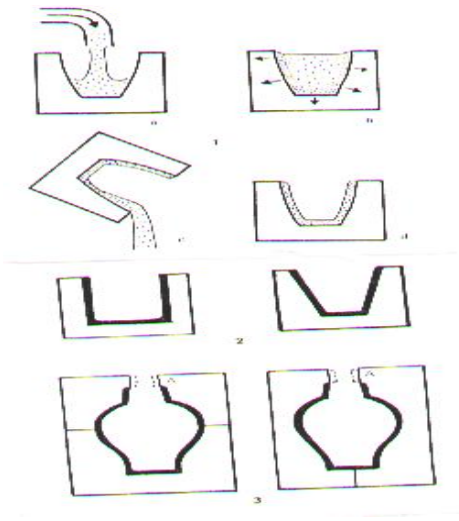
تعد من الطرق الهامة فى تشكيل الاوانى المختلفة من الفخار و تعد الأكثر استخداما ويستخدم القالب فى صب الطينة السائلة لانتاج الفخار حيث كانت تصب القطعه فى جزئين كل جزء فى قالب منفصل ثم يلصق الجزء العلوى مع الجزء السفلى [٢] . ويتم لصق الجزئين معا بواسطة طينة لزجة سائلة من نفس النوع المستخدم فى عملية الصب والمسارج المشكلة عن طريق القالب تبدو زخارفها الناتجة عن القالب بارزة وواضحة التفصيلات وكانت الزخارف توجد فى الجزء العلوى من القالب ، ويلجأ الصانع إلى استخدام القالب بهدف زيادة إنتاج كميات كبيره وبشكل واحد [٣] . وقد ذكر AlHassan & Hill [٤] (١٩٨٦)أنه فى هذه الطريقة يتم عمل قالب من مادة مسامية يوضع فيها الطفلة المخلوطة بالماء ويتم تحريك هذه الطفلة فيمتص القالب الماء وتتصلب الطفلة آخذه شكل القالب وبواسطة الأصابع نضغط على الطفلة و بعد امتصاص الماء تجف الطفلة وتنكمش منفصلة عن القالب ويوضح الشكل رقم (٢) طريقة الصب في القالب ، وتستخدم هذه الطريقة فى انتاج كميات كبيرة من نفس حجم وشكل القالب وقد يكون القالب مكون من جزء واحد او جزئين.

(٣) عجلة التشكيل Wheel (throwing on wheel)

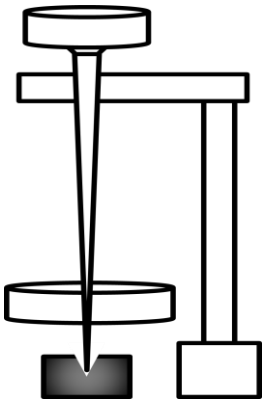
ويرجع استخدام هذه الطريقة إلى ما قبل عصر الاسرات [٥] ويعطى إستخدام عجلة تشكيل الخزف نوع من التحكم فى القطعه المشكلة والتى من الصعب وجودها عند استخدام الطرق الأخرى [٦]. ويشكل الفخار فى هذه الطريقة بواسطة كتلة من الطفلة توضع على قرص دائرى يمكن دورانها باستمرار لمدة طويلة من الوقت وتتكون العجلة من جزئين . أ – **رأس العجلة** Wheel head وهى التى يوضع عليها الطينة التى يتم استخدامها في التشكل **ب – عجلة الدفع** Kick-wheel ويكون قطرها أكبر من رأس العجلة ويتم دفعها بالرجل لتحريك رأس العجلة ويتم إزالة القطعة من على رأس العجلة باستخدام خيط أو شعر حصان [٧] ويظهر تركيب العجله في الشكل رقم (٣) .

---

(١) Bailey ,D .M. ;Greek and Roman Pottery Lamps , British Museum Press , ١٩٧٢ , P. ١٣ .
(٢) حسن الباشا : المرجع السابق ص ٣٧٤ .
(٣) ديماند م : الفنون الإسلامية . دار المعارف . القاهرة . ١٩٥٨ ص ١٨١ .
(٤) Al-Hassan , A& Hill , D . R. ;O P Cit . P . ١٦٤ .
(٥) زكى اسكندر وآخرون : الموسوعة الأثرية العالمية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ،القاهرة، ١٩٧٧ ص٥٦٢
(٦) Henderson , J . ; O P Cit . P . ١١٩ .
(٧) Hodges , H ; O P Cit . P . ٢٨ .



شكل رقم (٢) يوضح طريقة الصب باستخدام القالب.(Hamer, F., ١٩٨٦, P٢٧٥)



شكل رقم (٣) يوضح تركيب عجلة التشكيل (الدولاب).Rice, P., ١٩٨٧

تأثير الحرق على مكونات البدن المختلفة Effect of Firing on components of the body

تتالف الاوانى الفخارية و الخزفية الاثرية من العديد من المكونات الاساسية والثانوية نذكر منها ما يلى:-

١ – معادن الطين Clay Minerals

ذكر Rice [١] (١٩٨٧) أنه عند درجات الحرارة المرتفعة فوق ٦٠٠ °م تقريبا بعد فقد الماء فإن معادن الطفلة تعانى من تغيرات كبيرة فى التركيب الكيميائى المعدنى للطفلة ، فالكاولينيت عند أكثر من ٥٠٠ °م يتحول إلى ميتاكاولين $Al_2O_3\ 2SiO_2$ وهو قليل التبلور لذلك لا يظهر عند تحليله بـ XRD ويتفكك الميتاكاولين عند حوالى ٩٥٠ °م ليكون السبنيل ($3SiO_2\ 2\ Al_2O_3$) Spinel بالإضافة إلى سليكا حرة ، وإعادة التبلور هذه تكون مصحوبة بانكماش وفى درجة ١٠٥٠-١٢٧٥ °م يتحول السبنيل إلى موليت ($3Al_2O_3\ 2SiO_2$) والذى يكون فى شكل بلورات أبرية تحت الميكروسكوب كما فى الشكل رقم (٤) .

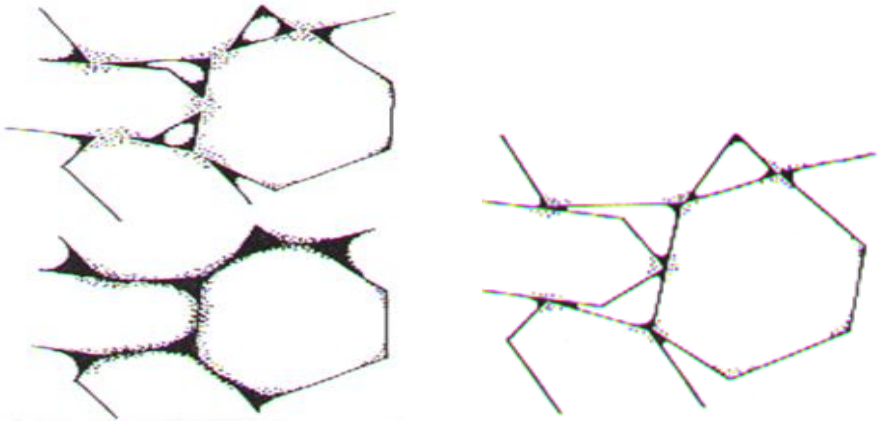
$٦(Al_2O_3 . 2SiO_2 . 2H_2O)$ Kaolinite

$٦(Al_2O_3 . 2SiO_2)$ Meta Kaolin

---

(١) Rice . P.: O P Cit p. ٩٠.

$3SiO_2 + 3(2Al_2O_3 . 3SiO_2)$ Al – Si Spinel
$3SiO_2 + 2(3Al_2O_3 . 2SiO_2)$ Mullite [1]



شكل رقم (٤) يوضح مراحل التزجج داخل البدن(Hamer,F. , ١٩٨٦, P١٢٣)

أما Norton [2] (١٩٤٩) فقد ذكر أن التفكك الشبكي للمونتيموريللونيت والايلليت يبدأ عند ٦٠٠ °م ويكتمل تفكك الشبكة عند ٨٠٠ °م ولكنه يذوب كلية عند ١٣٠٠ °م ويظهر المولايت Mullite عند ١٠٥٠ °م ويحدث نفس التحول للايلليت ولكن لا يظهر المولايت قبل ١١٠٠ °م .

٢ – الكوارتز Quartz

يتعرض الكوارتز لثلاث تغيرات فى التركيب الذرى والروابط وهذه التغيرات والتى توجد عند ٥٧٣ ، ٨٦٧- ٨٧٠ ، ١٢٥٠ °م مصاحبة بتغيرات فى الخواص مثل الكثافة والثقل النوعى .

- **التغير الأول** : يحدث عند ٥٧٣ °م ويتغير الكوارتز من ألفا إلى بيتا (Alpha to Beta) وهذا التغير يكون مصاحب بتغير فى التركيب ينتج فى شكل تمدد حبيبات الكوارتز والتمدد فى الحجم يكون ٢% بينما التمدد الخطى يكون ١,٠٣% .
- **التغير الثانى والثالث** : الذى يبدأ عند ٨٦٧-١٢٥٠ °م يؤدى إلى تكون التريديميت Tridymite من بيتا كوارتز وعندئذ إلى كريستوباليت Cristobalite من التريديميت وهذه التفاعلات تكون بطيئة لذلك فإن الدرجة التى، ويثبت الكريستوباليت عند ١٤٧٠°م وقد يتكون من الكوارتز الحر أثناء تكون المولايت عند ١٠٥٠ °م[3] .

٣ – كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ Calcite Carbonate

يتحلل الكالسيت عند الحرق فى درجة ٨٧٠ °م تقريباً وهذا الاختلاف نتيجة طول وقت الحرق أو الجو الذى يحدث عنده الحرق وعند تحلله يكون CO_2 و CaO وتلعب حجم حبيبات البلورات دورا هاما فى ذلك وإذا حدث الحرق فوق ١٠٠٠ °م فإن الكالسيوم يكون جزء من الطور الزجاجى السائل ويمكن أن

---

(١) Ford ,W .F. ;O P Cit P . ٥١.
(٢) Norton , F . H. : O P Cit . P . ١٨٢ .
(٣) Rice , P . , O P Cit. P . ٩٥ .