# تقنيـة تصنيـع فرن غازي واطئ الكلفة للانتـــاج الخزفـــــي

رنا قاسم مهدي.....رائد محمد جبر

جامعة بابل/ كلية الفنون الجميلة

**ملخص البحث :**

يعد العمل الخزفي من الاعمال التي رابطت الانسان مع تاريخ نشوئه على الارض ، وهذا يعطيه صيغة الارتباط بالواقع الحياتي وبما يطرحه كموروث حضاري. وكعملية إبداع مر بعدة مراحل وتطورات ساعدت في تشكيله ايادي الانسان بما انعكاس على نتاجاته بشكل كبير ومتنوع .

للبحث عن آفاق جديدة في فن الخزف بدأت تتشكل تقنيات جديدة خارج الأطر التقليدية ،فكرست الخبرات الفنية والعلمية وصولاً إلى مرحلة متقدمة في مجال الخزف من الناحيتين التقنية والجمالية ، يعد الخزفية المعاصرة فكرة حضارية وحداثوية انطلاقاً من أن العمل الخزفي لا يستطيع بحال من الأحوال أن يكون بمعزل عن مؤثرات بيئته وظروفه الراهنة. فالخزف العراقي المعاصر مادة تصدى لها الباحثون منطلقا من الحاجة القائمة في الازمنة المتلاحقة لاقامة خزف فني باقل الكلف واسهل تقنيات وأوفر مواد ،وبالتعرف إلى حيثياته في مجال الافران في العراق وما عليه من تشكيل فني خاضع بأثره إلى عوامل مختلفة قادت إلى انجازه وفق رؤية معينة ، يمكن أن يجيء تساؤل مشكلة البحث بالآتي :هل بالامكان تصنيع فرن للانتاج الخزفي يعمل بالغاز وبكلفة واطئة ؟

ضم البحث الحالي أربعة فصول تضمن الفصل (مشكلة البحث - أهمية البحث والحاجة إليه - وهدف_البحث : هو الكشف عن الأساليب التقنية في تصنيع افران خزفية غازية واطئة الكلفة - حدود البحث - تحديد المصطلحات وتعريفها.

واشتمل البحث على الفصل الثاني (الإطار النظري) الذي تضمن ( مقدمة تاريخية عن تاريخ الافران - انواع الافران - الحرق .

أما الفصل الثالث ضم على منهج البحث (المنهج التجريبي ). والفصل الرابع فقد اشتمل على النتائج والتوصيات ،ومن ثم قائمة المصادر.

## الفصل الاول

### أولاً: مشكلة البحث

شكلت الفنون حضوراً مهماً في تاريخ المعرفة البشرية ، وكان بمثابة الأداة الهامة للتعبير عن حاجة الانسان واهتماماته وكانت المتنفس عن خواطره وتطلعاته وحتى صراعاته اليومية .

من تبصر الانسان في أعماق واقعه المعيش ليكشف عن فعل الخزف في الحياة اليومية كنتاج ابداعي يلقي بضلاله على طبيعة الواقع الجديد لما يحمله من بعد وظيفي وجمالي، وتداوله على وفق هذا التطور حالة من التوالد الخبرة للكينونة العمل الخزفي وكيفية إنشاءه ومعالجته فنياً وتقنياً. فالخزف يشتمل على عناصر بناء وتكوين كما انه يخضع لمتطلبات المادة وضروراتها ويشتمل على علاقة تبادلية ما بين المؤثر البصري والتقنية الابداعية والتي تتحكم في إنتاج الصورة الفنية، تتعدى ذلك للوصول الى حالة التأثير الداخلي وإيصال الشحنة الجمالية من الفنان الى المتلقي عن طريق العمل الخزفي.

وهذه الغاية الجمالية للخزف تخضع لمعالجات تقنية بوصفها أداة اساسية في تحديد البنية النهائية للعمل المنتج ، فالفنان المعاصر في اشكالية مستمرة تتجاوز حدود أساليب التقنية التقليدية لتتسم نتاجاته الخزفية بطابع تقني مغاير لما انتج سابقا على وفق متطلبات عصره وظروفه المعاشة ، ولتذليل العقبات لابد من استحداث أساليب تقنية لأحداث حلول لتلك العقبات، ومنها اشكالية حرق النتاج الخزفي التي غالبا ما تواجه الخزاف في بداية ولوجه في عالم الخزف، لعدم توفر الافران الكهربائية الخاصة بالخزف ،وان توفرت فهيه غالية الثمن كما انها غالبا ما تتعرض للتلف في المواد المصنعة منها ( الاسلاك والرفوف) ،و الخزاف العراقي وما يعانيه من عدم توفر الكهرباء وعدم استمرارها التي تعد من ضروريات عملية الحرق .فجملة من الأدوات والتقنيات قد تصعب توفرها للخزاف والتي تعتبر من اساسيات نتاجات الخزف ومن هنا يبرز موضوعة البحث، في الاجابة عن التساؤل الاتي:

ما تقنية تصنيع افران خزفية غازية واطئة الكلفة ؟

### ثانياً: أهمية البحث والحاجة إليه:

من ممارستنا للخزف وجدنا ان من كثر المشاكل التي تواجه الخزاف هي عملية الحرق لصعوبة الحصول على فرن كهربائي فهو غالي الثمن، فضلاً عن مشكلة توفير الكهرباء التي هي بالأصل مشكلة عامة للبلد ،وعليه فان البحث الحالي يعد محاولة لإيجاد البدائل للأفران الكهربائية التي تحتاج الى مكان ثابت وغالبا ما تكون ثقيلة الوزن وبالتالي صعوبة نقلها من مكان الى اخر، وتتطلب الى سحب التيار عالي - اكثر من المعتاد - المسمى (3 phase). وعليه فتتجلى اهمية البحث من خلال ما يأتي :

1) ايضاح دور الافران وانواعها في فن الخزف وعلاقتها بالجانب التقني والاقتصادي لهذا الفن.
2) تشكل هذه الدراسة ممارسة تقنية لعلاج مشكلة الافران التي طالما واجهة الخزافين في العراق.
3) افادت هذه الدراسة الباحثين في مجال الخزف وطلبة الخزف وكما وافادت منها من له رغبة في الولوج في عالم الخزف.

### ثالثاً: هدف البحث

التعرف على الأساليب التقنية في تصنيع افران خزفية غازية واطئة الكلفة.

**رابعاً: حدود البحث**

1. الفرن :الفرن الغازي المصنع في البحث يستخدم في فخر الاعمال الخزفية الفنية وليس لأغراض صناعية .
2. طاقة الاشتعال :يتحدد البحث بالأعمال الخزفية المنجزة بأفران الخزف التي تعمل على الغاز السائل (غاز البروبين ـ غاز الطبخ المستخدم في المنازل).
3. مواد تصنيع الفرن الغازي :المواد رخيصة الثمن ومتوفرة في الاسواق المحلية.
4. الحارقات :تستخدم حارقات مصنعة يدويا (محليا) ومتوفرة في الاسواق.
5. حجم الفرن: الحجم (الابعاد) يتراوح بقطر (60سم) ،وارتفاع(90سم).
6. درجة حرارة الحرق :تتراوح حرارة الحرق بين (1000 -1050)م5 وهي اعلى درجة حرارة ممكن ان تتحملها الطينة الحمراء المحلية.

**خامساً: تحديد المصطلحات وتعريفها:**

التقنية (Techniques):

لغوياً:

"جاء في مختار الصحاح (اتقان): الأمر أحكامه"( الرازي: مختار الصحاح ، ص78).

"اتقن عمله أحكمه (التقين) الرجل المتقن الحاذق"( صليبا: المعجم الفلسفي، ص329).

اصطلاحاً:

"التقنية: الأصول الفنية الخاصة بمهنة أو حرفة (محدثة)"( الكافي: معجم عربي حديث، ص282).

"والتقنيات بالجمع: اسم للطرق المستنبطة من المعرفة العلمية، وتسمى النتائج الحاصلة من تطبيق هذه الطرق بتطبيقات العلوم.

والفرق بين هذه التقنيات العلمية، وبين التقنيات التي يتوقف حصولها على المزاولة والممارسة ان الأولى مسبوقة بالوعي والعلم، ومصحوبة بالتنظيم والتحليل، على حين ان الثانية خالية من ذلك(صليبا: المعجم الفلسفي، ص33).

التعريف الاجرائي للتقنية :هي كافة الاساليب لتصنيع المعدات والآلات التي يمكن تنظيمها بشكل علمي وخبرة واعية لتصنيع فرن يمكن تشغيله بالغاز (البروبين) واطئ الكلفة.

المخاريط الحرارية : (Cones) وهي عبارة عن مقاييس بشكل مخروطي بحجم الاصبع ، من نوع معين من الطين ينصهر في درجة حرارة معينة ،توضع في الفرن وبمكان يسهل رويته هذه المخاريط على انواع تختلف باختلاف الحرارة التي ينصهر بها .( نور الدين ، صفوت :رفيق الخزاف، ص48)

الصوف الحراري : وهو الصوف الزجاجي هي مواد عازلة حراريا تصنع من ألياف الزجاج الملبدة على وجه مشابه لألياف الصوف. ينتج الصوف الزجاجي بشكل ألواح أو شرائح ملفوفة ذات خصائص عزل حراري وميكانيكية مختلفة..عبارة عن الياف خاصة مقاومة للحرارية وغير قابلة للانصهار عند تعرضها للحرارة العالية (ويكيبيديا، الموسوعة الحرة)

## الفصل الثاني

### اولا : مقدمة تاريخية عن تاريخ الافران

منذ ان عرف الانسان الاول النار بالصدفة او بالإيحاء عن طريق مخلفات حرائق الغابات منتجة مواد طينية مفخورة ، هذه المعرفة اوصلته الى معالم حضارية جوهرها الفخار.

فالممارسات الاولى لعملية حرق للأواني والاعمال المصنعة من الطين كان بفعل الطبيعة ، وبفعل الحرائق الناتجة عن سقوط النيازك والاجرام مما خلف وراءها كتلا صلدة يصعب تفتيتها مما جلب انتباه الانسان البدائي الى بقايا كتل الطين المحروقة ومقارنتها بأوانيه الطينية المجففة التي يعد تفتتها بسهولة عند تعرضها للماء مشكلة خسارة الجهد والمنتج(اوتس : نشوء الحضارة،ص236).

وكانت عملية فخر القطع الطينية وطريقة حرقها تتم بصورة بدائية ، فكانت تتم بواسطة احداث حفرة في الارض توضع في باطنها القطع والاواني المصنوعة من الطين ثم تغطى بالقش واغصان الاشجار ،وتحرق لمدة طويلة بفعل النار وتخرج متصلبة بعد اطفاء النار(ماهر : الخزف والفخار(لاقسام التربية المهنية )، ص43).

"لقد كان لبلاد وادي الرافدين الفضل الاول في صناعة الافران الفخارية في التاريخ ،وكانت تصنع من الطين ثم تطورت لتصنع من الطابوق "( ماهر : الخزف والفخار(لاقسام التربية المهنية )، ص43). لعل من اقدم الافران استخدمها الانسان البدائي لفخر اوانيه الطينية في اولى الحضارات الرافدينية والفرعونية، ومنها انتشر الى باقي انحاء العالم ، كافران دلمن(شكل1)،وامتازت ببساطتها ووفرت وقودها ولتوفر مادة الطين كان لهذه الافران اثر في تطور الفخار وتنوعه (البكدش : تقانات النحت (الخزف والفخار )، ص95 -96) .

اشتهرت القرية التي تقع شمال شرق الموصل (يارم تيه) بكثرة افران الفخار، كما في( الشكل2) كنموذج ممتاز لفرن الفخر وعلى اساس متقدم ومتطور ،لا يضاهي تطوره في عملية الفخر سوى اختراع دولاب الفخار لاحقا في عصر العبيد (اوتيس: نشؤ الحضارة،ص237) .

### ثانيا : انواع الافران

هناك من يصنف الافران بالأفران( البدائية – والحديثة) فالبدائية هي كل الافران التي تعمل بواسطة الوقود الطبيعي والخشب_ فتشمل افران الحفرة وهي حفرة دائرية او مربعة حفرها الانسان البدئي في الارض ثم تفرش بالقش والخشب لتوفير مكان لرصف وفخر الاواني وتغطى من الاعلى بالأخشاب واغصان الاشجار وتشعل النار وتترك لتخمد تدريجا ، كما في (شكل3) (اوتيس: نشؤ الحضارة، ص 96). والحديثة هي التي تدخل الادوات والآلات الحديثة كما تستخدم الطاقة النظيفة (كهرباء نفط غاز) في تشغيلها.

ان من يستقرئ تاريخ الافران بإمكانه تصنيف الافران الى ثلاث انواع من حيث مصدر الطاقة التشغيلية للفرن فحسب التسمية هي الافران الكهربائية والغازية والنفطية.

تختلف صفات الافران فالكهربائية تجهز عادة الحرارة العالية (ماهر :الخزف والفخار، ص43)، وتعد من الافران المعاصرة المستخدمة بشكل واسع في العالم (البكدش، :تقانات النحت (الخزف والفخار)،ص95)هي أهم أنواع الأفران المستخدمة في الخزف حيث تجري الحرارة في هذا النوع من الأفران عبر أسلاك كهربائية وهذه الأسلاك تملك مقاومة عالية للحرارة لذلك تولد حرارة عالية. (Turner ;Raku, P.7) ( Finch ;Kiln Construction, P.29) كما في (شكل4)، وهذه الاسلاك الكهربائية تصنع من النيكل او الكروم

توجد موزعة على ممرات الجدران الداخلية للفرن ليصل بدوره التيار الكهربائي ويوزع الحرارة داخل حجرة الفرن (الزيات: فن الخزف،ص34)..والافران الكهربائية على انواع منها افران تجارب صغيرة كهربائية (Test Kiln) وهو مخصص بحجرة حرق مناسبة الحجم تكفي لوضع العينات الصغيرة التي يرغب الخزاف ان يجرب عليها نوع معين من الطلاء وتطبيقه للتأكد من مدى صلاحيته قبل ان يستخدمها على اعماله الفعلية ( نور الدين :رفيق الخزاف ،ص45). فهو فرن صغير للتجارب. اما الفرن المرتفع الحرارة (High Fire Kiln) التي تستخدم في عمليات الفخر والتزجيج للأعمال الخزفية ،فلذلك يتوقف حجمها على كمية ونوعية الاعمال التي ينتجها الخزاف فلذلك يترك اختيار حجم الفرن للخزاف ،كما ويترك اختيار قوة الفرن الحرارية على الخزاف وحسب نوع طينته وأعماله وتقنية التزجيج التي تفضل ان تصل الى درجة (1300) درجة سنتيغراد ،كما يصنف هذا النوع من الافران حسب شكلها الى مستطيلة ، مربعة ، دائرية ،ويفضل النوع المستطيل لسهولة رص الاعمال داخل الفرن وتشغيله وتفريغه (نور الدين :رفيق الخزاف ،ص 46). كما ان هنالك نوعاً خاصاً يسمى بالأفران الكهربائية الانتاجية الأتوماتيكية ذات التحكم الالكتروني المستخدمة في معامل الخزف والبورسلين ( الزيات :فن الخزف ،ص35).

والافران الغازية هي أفران خاصة شبيه بالأفران الكهربائية لكن تختلف عنها في مصدر الحرارة الذي يُعدُّ في هذا النوع هو (الغاز) واستخدامه في الأفران الخزفية يتم عبر حارقات خاصة تقوم بإدخاله كحرارة ولهب إلى داخل الفرن وتبنى الأفران الغازية من الطابوق الأحمر العادي والذي يحرق عادة بدرجة حرارة (1100مْ) ويستطيع إن يتحمل درجة حرارة (1700مْ) بلا انصهار أو تشوه ( Mastering Raku; Branfman , P.38) (Olson; The Glaze Book , P.62) كما في (الشكل 5)

اما النوع الثالث فيعتمد في تجهيزه على النفط الذي يودع في مرجل خاص يمثل الحوض الذي يحتوي على المادة الخام (النفط الابيض) ( البيكدش :تقانات النحت (الخزف والفخار) ،ص95). إن استعمال هذا النوع من الأفران قليل ولذلك لما له من مضار ومساوئ فهي أفران تبنى مثل الأفران الغازية ولكن فرقها الوحيد هو العنصر الحراري ونوعية الحارقات حيث إن المشكلة الرئيسية في استخدام النفط العنصر الحراري في الأفران الخزفية النفطيه هي تحويل النفط من سائل إلى بخار أو إلى قطرات أشبه بالرذاذ مع إدخال تيار هوائي مع الرذاذ وذلك لغرض الاشتعال (Olson; The Glaze Book , P.65). كما في (الشكل6).

**ثالثاً : الحرق**

يعد الحرق من أهم العمليات في إنجاز الأجسام الخزفية " ذلك إنها تحتاج الى خبرة تراكمية من النواحي التقنية و الفنية ، لإنجاح ظاهرة التفاعل ما بين المادة و الحرارة المستخدمة في الحرق .فالحرارة تحول كتلة الطين من مادة هشة سهلة الكسر الى مادة صلبة متماسكة " (محسن: المنحوتات الفخارية البشرية المدورة في عصور ما قبل التاريخ في العراق،ص91 ).وليكون الجسم الصلصالي مستعد للحرقة الاول لابد ان يصل لمرحلة الجفاف العظم ( Done Dry ) فيكون شكلها قريب من العظم (نور الدين: رفيق الخزاف، ص162).و للحصول على انية الفخار لابد من تعرض الاعمال الطينية ،لدرجة حرارة عالية تزيد عن (900)$^{5}$ م ولمدة كافية حتى يتصلب. فلابد من اخضاع الاعمال الطينية الى التدرج الحراري وعلى مراحل، المرحلة الاولى (200 – 300)$^{5}$م ثم المرحلة الثانية (600)$^{5}$م واكثر (الزيات: فن الخزف.،ص33)

الحرق نوعان حرق لغرض الفخر والاخر لغرض التزجيج ،فالحرق لغرض الفخر يتم اولا على الجسم الفخاري فيحدث تفاعلات فيه ، يمكن وصف التفاعلات التي يمر بها إثناء الحرق حتى يصل إلى مراحل النضج الكامل بما يأتي : -

1. تتصاعد كمية من الماء المتبقي في الجسم بعد تجفيفه من الرطوبة الممتصة من الجو الخارجي عند درجة (100م°).
2. تبدأ المعادن الطينية في التحلل عند حوالي (450 -500)$^{5}$م إذ تتحرر بمجموعات الهيدروكسيل الموجودة في تركيب الطين على شكل بخار.

$$Al_2O_3.\ 2SiO_2\ .\ 2H_2O \rightarrow Al_2O_3.\ 2SiO_2 + 2H_2O$$

تحترق المادة العضوية الموجودة بالجسم عند درجة حرارة بين (300 -700)مْ أو حتى أعلى منها ومن المهم في هذه المرحلة أنْ يكون جو الفرن مؤكسدا قويا لإتمام أكسدة الكاربون إلى ثنائي أوكسيد الكاربون، كما تحدث في هذه المرحلة بعض التحويلات البلورية لا سيما تحولات الفا - بيتا كوارتز عند درجة حرارة (573)مْ (الزمزمي: تكنولوجيا السيراميك ، ص70) ، ومن ثم تبدأ مرحلة التزجج (Vitrification) عند درجة حرارة فوق (900مْ) واعتمادا على تركيب الجسم الفخاري إذ تتفاعل دقائق المادة المساعدة على الصهر مع مكوناته الأخرى الملامسة لها لتكوين السائل الزجاجي ثم تزداد كمية السائل بارتفاع درجة الحرارة وينكمش الجسم نتيجة تكوين السائل الزجاجي وتقل مساميته.( Britt; The Complete guide to high-fire glaze, P.48,49) (Jones ; History ceramic , , P.35, 36)وفي هذه الدرجة لا يمكن ارجاع الطين الى حالته اللدنة مرة ثانية .

اما المرحلة الثانية فهي حرق التزجيج ،فبعد طلاء الاجسام الفخارية بطبقة من الزجاج لإكسابها اللون والمتانة اللازمة بعد تعشيق الزجاج بسطح الجسم المفخور مسبقا .تحتاج عملية الحرق هذه الى السيطرة من حيث مقدار درجة الحرارة أثناء الحرق و مقدار كمية الأوكسجين حسب جوّ الحرق داخل الفرن .

1. " وتتم عملية الحرق أما من خلال جو مؤكسد يتوفر فيه الأوكسجين كما في الهواء الطلق و الكوره المفتوحة التي تسمح لمرور الأوكسجين بحرية ، أو من خلال جو الاختزال الذي يمنع فيه الأوكسجين من الوصول الى الأواني الفخارية أثناء عملية الحرق ، و يتم هذا في كوره مغلقة ( فرن ) فلا تجد المواد الكربونية منفذاً للخروج " (الانقر : تقنيات الخزف العراقي المعاصر ، ص 18)

**الفصل الثالث**

المنهج المستخدم :

لتحقيق أهداف البحث والوصول إلى نتائج يتم حسابها بدقة تم اختيار المنهج التجريبي الذي يعد أكثر أنواع البحث العلمي دقة لأنه يقوم أساساً على أسلوب التجربة العلمية التي تكشف عن العلاقات السببية بين العوامل المتضمنة والمؤثرة فيها .(الزوبعي، والغنام :مناهج البحث العلمي في التربية ، ص87)

اولا : المواد المستخدمة لصناعة الفرن :

**1.الهيكل الخارجي** : تستخدم مادة غير قابل للاحتراق و للكسر كمادة النحاس او الحديد اوالالمنيوم لعمل هيكل ودعامة لبدن الفرن، وفي البحث الحالي استخدم المشبك الحديدي الموضح في ( شكل 7) وذلك للاسباب التالية :

- خفة الوزن فبالإمكان نقله بسهولة في مكان العمل .
- الاستغناء عن التثقيب كونه يحتوي على فتحات في عملية لربط الصوف الحراري على البدن الداخلي .
- بالإمكان تشكيل الهيكل حسب الحجم المطلوب والارتفاع وبما يتناسب مع الاعمال المراد فخرها وتزجيجها.
- رخص الثمن فيمكن الحصول عليه من مخلفات البناء .
- سهولة اختيار فتحات الحرق او المعاينة مستوى النضج .

2.**الصوف الحراري** : تتميز بما ياتي:

- الياف حرارية بيضاء اللون مقاومة للحرارة المباشرة وعازلة للحرارة والنار بالوقت نفسه.
- غالبا ما نجدها بصورة لفات وبقياسات عرض 70سم وطول 600سم وسمك 6 سم، كما في (شكل 8)
- مادة متوفرة في اللاسواق محلية او مستوردة وفي الحالتين يجب اختبارها جيدا وحسب درجات الحرارة العالية والسماكة لتتحمل عمليات الحرق المتكررة مع الاحتفاظ بالحرارة داخل الفرن المصنع ومقاوتها للتهالك مما يطيل بعمر الفرن وعدد الحرقات .

3.**اسلاك حرارية** : وهي اسلاك حرارية تستخدم لربط الصوف الحراري بالهيكل الخارجي وتستخدم هذه الاسلاك كونها مقاومة لحرارة وغير قابلة للانصهار وتفضل ان تكون بسمك (1 -2) سم كونه سهل الربط واللف .

4.**اقراص فخارية** : تصنع من الطين وبشكل دوائر صغيرة مثقوبة ثقبان وتجفف وتفخر (شكل9).تساعد هذه الاقراص على ربط الصوف الحراري وتثبيته على الهيكل الخارجي وتمنع اختراق الاسلاك الحرارية في جسم الصوف الحراري وكما موضح في الصورة (شكل10) .

**5.الحارقات** : اداة وظيفتها حرق الغاز للحصول على لهب وحرارة ،وتتوفر بالأسواق ورخيصة الثمن نسبيا كما بالإمكان صناعتها محليا او شرائها مستوردة ، ويمكن التحكم بدرجة الحرارة المطلوبة داخل الفرن بواسطتها (شكل11).

**6.مقياس حراري**: ويستخدم لقياس حرارة الفرن وممكن ان يكون كهربائياً او ميكانيكياً (شكل12) ،وفي حال تعذر الحصول عليه بالإمكان الاستعاضة عنه باستخدام المخاريط الحرارية( Cones ) .

**ثانيا : طريقة تصنيع الفرن الغازي** :

1.تصنيع الهيكل الخارجي للفرن باستخدام المشبك الحديدي ،ليكون حافظا للصوف الحراري ودعامة خارجية للفرن وتم تدوير المشبك بشكل دائري ويربط طرفي المشبك بالأسلاك الحديدية للحصول على اسطوانة بقطر80 سم وارتفاع 90 سم ،وقد كما تم مراعات وضع فتحات لدخول لهب الحارقة وفتحة للمعاينة وفتحة للتهوية تقطع بمنشار الحديد .

2.ربط الصوف الحراري :حيث تم ربط البطانة الداخلية (الصوف الحراري ) للفرن على سطح الهيكل من الداخل ،ويتم قياسه وتقطيعه حسب مساحة الهيكل الحديدي مع ترك مسافة من الحافة السفلية والعليا لمنع

وصول الحرارة الى الهيكل والتي بدورها ستسبب تسخين الهيكل ورفع درجة حرارته مما يسبب صعوبة في تحريك الهيكل الخارجي للفرن .

عادةً ما يكون قياس الصوف من حيث العرض (80سم) غير كافٍ لارتفاع هيكل الفرن المفضل بارتفاع (90 -100)سم مما يتطلب فرش قطعتين احدهما مكملة للأخرى مما يتوجب الاهتمام اكثر في ربط منطقة التواصل بين القطعتين ومنع تسرب الحرارة في منطقة الاتصال .

3.تمرر الاسلاك الحرارية بالفتحتين الاقراص الخزفية وبطول مناسب ليتم بها تثبيت الصوف الحراري بالهيكل وهذه العملية تحافظ على ضغط الصوف على سطح الهيكل ومنعه من التهدل او السقوط خلال عملية الحرق وكما موضح في الشكل ..

4.عمل فتحات الحرق والمعاينة التي تم عملها في الهيكل مسبقا ويتم فتحها في الصوف الحراري .الفتحة المخصصة للهب الحارقة (من احد الجوانب وفي الاسفل) تكون اكبر من قطر الحارقة بحدود (2 -3)سم لكي تسمح في دخول لهب الحارقة وكذلك مرور الاوكسجين عبر عملية الفخر والتزجيج .اما فتحة المعاينة وتكون في الجزء العلوي بقياس 10سم تمكن من مشاهدة نضج الزجاج ومراقبة المخاريط الحراري .

5.عمل السقف العلوي (غطاء الفرن) بنفس طريقة تصنيع البدن وذلك من قطع المشبك الحديدي بقطر اكبر قليلا من قطر البدن لكي يقوم بتغطية الفوهة بشكل كامل من ثم تم تغطيته بالصوف الحراري وعمل فتحة مركزية لتسمح بخروج الغازات وتقليل الضغط داخل الفرن .

تم ربط الغطاء على الهيكل باسلاك الحديد بحيث يكون تلامس مباشر بين الصوف الحراري للسقف مع نظيره في البدن بشكل لا يسمح لخروج الحرارة من الفرن .

**ثالثاً: عملية الحرق** :بعد ان هيئنا الفرن يتم تهيئة ارضيته بحيث يكون فيه مجال لخروج الغازات ويفضل ان يكون في الهواء الطلق وان يكون في حيز يسهل التحرك حول الفرن والمعاينة من كل الجهات ويتم فرشه بمادة الرمل كونها مادة ذات انصهار عالي ومتوفرة ورخيصة الثمن ،ومن ثم يتم وضع الفرن على الرمل المفروش مع مراعاة سد وتغطية كامل محيط الفرن السفلية بالرمل .

وقبل عملية وضع الفرن على الارضية الرملية تم تهيئة غرفة الحرق التي تتمثل برفع القطع المراد فخرها عن الارض بحيث لا تكون مواجه للهب الحارقة باستخدام الطابوق الناري ومن ثم وضع الرف الحرار فوق الطابوق وثم الاعمال مع مراعاة ترك حافات حول الاعمال ليسهل صعود الحرارة الى الجزء العلوي من الفرن .

تهيئة الحارقة وقناني الغاز وربطهما بخراطيم بلاستيكية طويلة مما يساعد على وضع قناني الغاز لمسافة بعيدة عن مكان الحرق ،كما تم استخدام منظمات الغاز لتنظيم مرور الغاز (البروبين خاص بالطباخات المنزلية) عبر الحارقات والتحكم بكميات اكبر من اللهب عبر الحارقات اثناء الحرق . إن عملية الحرق هي الوسط الذي تتم عن طريقه كل التحولات ومن خلالها تتم عملية إنضاج لون العمل الخزفي و إظهاره بشكله النهائي ، و كذلك إظهار أو إبراز الألوان المضافة إلى سطح العمل من خلال تفاعل محلول التزجيج و نضج الألوان الموظفة لإبراز سمات الشكل الفنية بصورة عامة .

## الفصل الرابع : النتائج والتوصيات

### النتائج

1. استخدام الفرن الغازي يعد اقل كلفة من حيث ثمنه بالنسبة للأفران الكهربائية المماثلة لها بالحجم .
2. خفة وزن الفرن الغاز مقارنة بغيره مما يسهل عملية نقله بسلاسة
3. امكانية تغيره حسب الشكل والحجم والارتفاع
4. سهولة اختيار فتحات خروج الغازات والمعاينة
5. امكانية اختيار مكان الحرق بما يلائم الخزاف واحتياجاته الانيه .
6. نتيجة لرخص ووطيء الكلفة بإمكان كل طالب وحتى الهاوي يمكنه عمل فرن غازي خاص به لفخر اعماله او عمل تجارب الزجاج .
7. في بعض الاحيان وخاصة في الاعمال الكبيرة لا يحتاج نقل العمل من مكانه وامكانية فخره في مكانه بعد عمل فرن غازي على قياس العمل وبذلك لا يحددنا الفرن في الحجم وطريقة تقطيعه واختيار حجم القطع وقياساتها بعد تجزئة العمل الى قطع متعددة
8. استخدام الافران الغازية يعطي بعض الاحيان نتائج افضل وخاصة في حرق الزجاج كونه يعطي كمية اكثر من غاز ثاني اوكسيد الكاربون($Co_2$) وخاصة في الزجاج الذي يستخدم فيه اختزال الاوكسجين للحصول على الالوان المعدنية كما في زجاج الراكو (شكل13).
9. بالإمكان الاستغناء بواسطة الافران الغازية عن الافران الكهربائية وخاصة عندما تكون الكهرباء غير مستقرة وغير متوفرة في بعض الاماكن ولان الكلفة مالية عالية لجباية للتيار الكهربائي المشغل للأفران الغازية فلذلك كانت الافران الغازية البديل الافضل والارخص والاسهل من ناحية الثمن والكلفة الاجمالية وطاقة التشغيل وسهولة تشغيله وتحريكه.

### التوصيات :

1) الصوف الحراري عبارة عن الياف متطايرة تسبب حكة وسعال عند العمل بها فلابد من ارتداء قفازات مع كمام للأنف والفم ،كما يفضل ارتداء نظارات واقية للعينين لتجنب دخول الالياف بها.
2) متابعة الفرن ولهب الحارقة لتجنب انطفاء النار في الحارقة مما يؤدي تسرب الغاز وانتشاره في الارجاء مما يحدث اضرار كحريق في الارجاء عند تشغيله مرة اخرى .
3) يجب وضع قناني الغاز على مسافة بعيدة عن الحارقة والفرن بحدود (3 -3,5) لتجنب حدوث اي اخطار للحريق وسهولة السيطرة عليه .
4) من الضروري توفير كمية كافية من قناني الغاز المتلئة بالغاز وبما يكفي اتمام عملية الحرق بشكل مستمر وصحيح لتجنب حدوث اخطاء بالحرق والفخر والتزجيج .
5) من الضروري لبس القفازات الواقية من حرارة الفرن عند البدء بعملية الحرق .
6) لتقليل من التلفيات الاعمال الفخارية او انكسارها كون الافران الغازية يكون صعود الحرارة داخل الفرن فيها سريع او يصعب السيطرة عليه حسب المطلوب للفخر ،او نتيجة تعرض الاعمال احيانا مع لهب الحارقة

،لذا يفضل ان تخلط طينة الاعمال مع نسبة من الرمل الاسود او الكروك وبنسبة (20 -30)٪ لزيادة تحمل الطينة للصدمات الحرارية المفاجئة .

**المقترحات :**

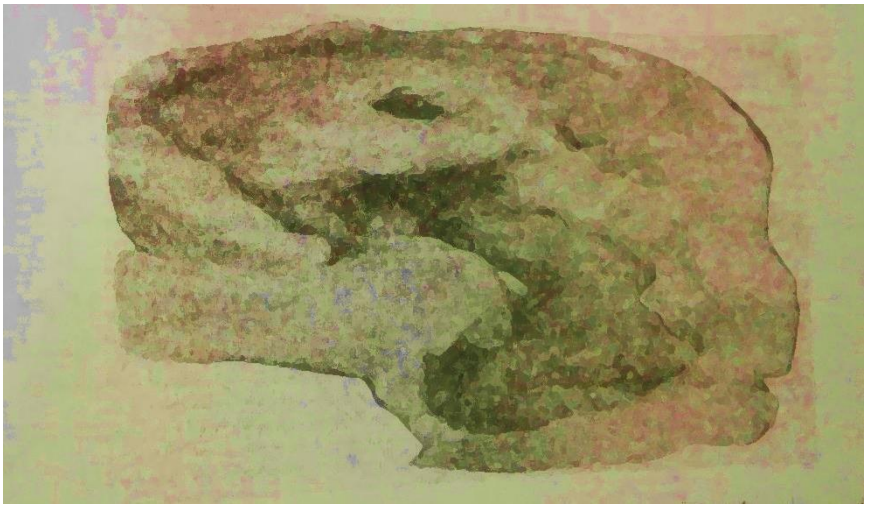
- امكانية بناء هيكل من القناني المعدنية لفرن خزفي بكلفة واطئة.

**ثبت الاشكال**

| رقم الشكل | عنوان الشكل | المصدر |
|---|---|---|
| **1** | افران دلمن | رفيق الخزاف ص131 |
| **2** | افران يارم تيه | تاريخ فن الفخار القديم ص10 |
| **3** | فرن بدائي | تقانات النحت (الخزف والفخار) ص145 |
| **4** | فرن كهربائي | Finch ;Kiln Construction, p.29 |
| **5** | فرن غازي | Branfman; Mastering, p.38 |
| **6** | فرن نفطي | Olson; The Glaze ,p.65 |
| **7** | المشبك الحديدي(الهيكل) | تصوير الباحث |
| **8** | صوف حراري | تصوير الباحث |
| **9** | الاقراص الفخارية والاسلاك الحرارية | تصوير الباحث |
| **10** | ربط اقراص الفخارية بالصوف الحراري | تصوير الباحث |
| **11** | حارقة | تصوير الباحث |
| **12** | مقياس حراري | تصوير الباحث |
| **13** | خزف الراكو | تصوير الباحث |

**الاشكال**

**شكل 1**



**شكل 2**

شكل3

شكل4

شكل5

شكل6

شكل 7

شكل8

شكل9

شكل10

شكل11

**شكل12**

**شكل13**

**المصادر : -**

**المصادر باللغة العربية :**


1) البكدش، فواز .ونزيه الهجري :تقانات النحت (الخزف والفخار )،ج2،جامعة دمشق ،كلية الفنون الجميلة ،منشورات جامعة دمشق، مطبعة خالد بن الوليد ،مؤسسة غبور للطباعة ،1999.

2) الرازي ، محمد بن أبي بكر عبدالقادر: مختار الصحاح، دار الرسالة، الكويت، 1983.

3) الزمزمي، عبد الله ،والشيباني، مفتاح علي: تكنولوجيا السيراميك (المواد الخام)، ط1، مكتبة طرابلس العلمية العالمية ، ليبيا ، 1996.

4) الزوبعي، عبد الجليل إبراهيم. الغنام محمد أحمد ، منهاج البحث في التربية، ج2، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، بغداد، 1981.

5) الزيات ، نذير: فن الخزف، دار الراتب الجامعية ،بيروت ،لبنان .

6) الكافي ،الباشا محمد خليل: معجم عربي حديث، ط4، شركة المطبوعات للتوزيع والنشر، بيروت، لبنان، 1999.

7) الانقر ، عائدون عبد القادر محمد : تقنيات الخزف العراقي المعاصر ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة بغداد ، كلية الفنون الجميلة ، 1988.

8) اوتس ،ديفد وجوان :نشوء الحضارة ،ت: لطفي الخوري ،دار الشؤون الثقافية العامة ،سلسلة المائة كتاب بغداد ،1988.

9) صليبا ،جميل: المعجم الفلسفي، ط1، ج1، دار الكتاب اللبناني، بيروت، 1982.

10) ماهر ،يقظان نعمان. و موريس حداد: الخزف والفخار(لاقسام التربية المهنية) ،ط1،جمهورية العراق ،وزارة التربية ، اربيل ،1987.

11) محسن ،زهير صاحب : المنحوتات الفخارية البشرية المدورة في عصور قبل التاريخ في العراق ، أطروحة دكتوراه غير منشوره ، جامعة بغداد ، كلية الفنون الجميلة ، 1996.

12) نور الدين ، صفوت:رفيق الخزاف، الجمعية الكويتية للفنون التشكيلية ،مطبعة النظائر،1999.


**المصادر بالغة الانكليزية :**


1. Branfman, Steven: Mastering Raku, Lark Crafts, New York, 2009
2. Britt, Jonu: The Complete guide to high-fire glaze, Lark Crafts, New York, 2004
3. Finch ,Joe: Kiln Construction, A&C Black Publishers, London, 2006.
4. Jones ,Bill : History ceramic , lark crafts , new York , 2007.
5. Olson , Stephen : The Glaze Book , Krause Publications ,2001.
6. Turner, Anderson: Raku, Pit & Barrel, Ceramic Arts Handbook Series, The American Society, Cleveland, 2008.


**موقع انترنيت:**


https://ar.wikipedia.org/wiki

# Technology manufacturing Ghazi oven and sessile cost of production of ceramic

Rana Qasim Mehdi …… Raid Mohamed Gabr


## Abstract

The ceramic work of the business that was stationed with the history of its evolution of man on earth, and this gives him a linking formula and the reality of life, including asking as inherited civilized . Operation creativity over several stages and developments have helped in the formation of human hands, including a reflection on productions are large and diverse.

To search for new horizons in ceramic art began to form new technologies outside the traditional frameworks ,devoted technical and scientific expertise and access to an advanced stage in porcelain from technical and aesthetic point of view the field, shall be deemed to contemporary ceramic civilized idea of Modernism from the ceramic work can in no way be independently from the effects of the current environment and circumstances. Iraqi pottery devoted material saved by the researchers a starting point of need based on the times of the establishment of Ceramic Art at less cost and easier techniques and advantageous material, and get to know the merits in the field of furnaces in Iraq and the formation of a technical subject to its effect on various factors led to the accomplished according to certain vision, it can be comes the question of the research problem the following: Is possible to manufacture furnace for the production of ceramic works and the cost of gas and low-lying?

Current search included four chapters included chapter (research problem - the importance of research and the need to – research object : is the detection techniques in the manufacture of ceramic gas ovens and low cost - the limits of research - to identify and define the terminology.

The search included the second chapter (theoretical framework), which included (historical introduction about the history of furnaces - furnace types - burn.

The third chapter included the research methodology (experimental method). The fourth chapter has been included on the findings and recommendations, and then the list of sources.