انتاج زجاج شينو باستخدام الكاوولين الابيض الصيني

Production of Shino glass using Chinese white kaolin

جاسم محمد مشتت

Fin683. jasem. mohammed@student. uobabylon. edu. iq

أ. د. حيدر رؤوف سعيد

العراق/ جامعة بابل/ كلية الفنون الجميلة/ قسم الفنون التشكيلية/ خزف

ملخص البحث:

يعني هذا البحث بدراسة (انتاج زجاج شينو باستخدام الكاوولين الابيض الصيني) والذي يقع في اربعة فصول تضمن الفصل الاول عرضا لمشكلة البحث والمحددة بالتساؤل الآتي: هل يمكن انتاج زجاج شينو باستخدام الكاوولين الابيض الصيني وجاءت اهمية البحث والحاجة الية التعرف على تقنية الشينو لزجاج عالي الحرارة. وجاء في حدود البحث الموضوعية من حيث اختيار الطينة المكونة للأعمال والمواد المكونة للزجاج واجواء الحرق ودرجات حرارة الفخر والتزجيج والافران التي تم العمل بها. وتناول الفصل الثاني موضوعات الاكسدة والاختزال والحرق المختزل في الافران الكهربائية وفي افران الوقود وتناول موضوع زجاج عالي الحرارة ومكونات الزجاج واخطاء الزجاج. وتناول الفصل الثالث منهجية البحث واجراءات التي قام بها الباحث في تحظير الطين وتشكيل النماذج التي تم العمل بها وحرق النماذج وتهيئة خلطات الزجاج وتناول الفصل الرابع النتائج ومناقشتها.

الكلمات المفتاحية: (زجاج، زجاج شينو، الكاوولين، الكاوولين الابيض،).

Abstract:

This article focuses on the production of Shino glass using Chinese white kaolin, and it is divided into four chapters. The first chapter presents the research problem, defined by the following

question: Is it possible to produce Shino glass using Chinese white kaolin The importance of the article and the need for it stemmed from understanding the Shino technique for high-temperature glass. The article was objectively limited in terms of the selection of the clay used in the works, the materials used in the glassmaking, the firing atmosphere, the temperatures of firing and glazing, and the furnaces used. Chapter Two dealt with the topics of oxidation, reduction, and reduction burning in electric and fuel-fired furnaces, and also covered the topic of high-temperature glass, glass components, and glass defects. Chapter Three dealt with the research methodology and the procedures the author carried out in preparing the clay, forming the models used, firing the models, and preparing the glass mixtures. Chapter Four dealt with the results and discussed them.

Keywords: (glass, Shino glass, kaolin, white kaolin)

الفصل الاول: الاطار المنهجي للبحث

منذ ان تحول الخزف من فن نفعي وتطبيقي ووضيفي إلى فن خالص وذلك بعد ان انشاء الخزاف الانكليزي برنارد ليتش عام (١٩٤٥) استوديو الخزف وكانت قبل هذه المدة عبارة عن ورش ومعامل لصناعة الخزف الوظيفي ولم يكن الخزف فناً، ومنذ ذلك الحين دأب الخزاف على اظهار اعماله الخزفية بأجمل واحسن مستوى، إذ اصبح الخزف لا يختلف عن الفنون الاخرى في التعبير، وتظاهر فيه الشكل والمضمون لانتاج عمل فني خالص، لتصبح وظيفته جمالية بحتة وبعيداً عن الوظيفة، وتزامناً مع التطورات التعلمية والتقنية في اصعدة الحياة كافة؛ نجد ان الخزف كان له نصيب من التطور والبحث عن تقنيات جديدة ووسائل عمل مبتكرة واجراءات غير تقليدية استخدمها الخزاف في انتاجه الخزفي ليعلن ان الخزف علم وفن، فالمواد الاولية التي دخلت العمل وتقنيات الخزف وكذلك اساليب التزجيج كلها جعلت من الخزف المعاصر يسير جنباً إلى جنب مع الفنون المعاصرة ليواكب التطور في الفنون التشكيلية وخاصة فيما بعد الحداثة والمعاصرة.

استمر فن الخزف في التطور عبر الأجيال، إذ شهد تقنيات مبتكرة وأكاسيد متنوعة للألوان التي ساعدت في تجاوز الشكل التقليدي للبناء الخزفي. بفضل هذه التطورات، استطاع الخزافون تحويل الخزف من مجرد حرفة تقليدية إلى فن متطور ومبتكر، يستخدم تقنيات جديدة ومتعددة لصنع أعمال ذات جمالية عالية.

ساعدت التقنية واستخدامها الخزاف في توصيل ما يريد من افكار وما يعتني من مشاعر، وقد لجأ بعض الخزافين إلى طرائق جديدة مبتكرة استخدمت حديثاً في الخزف فضلاً عن استخدامهم لتقنيات قديمة كانت تستخدم لأغراض الانتاج الوظيفي، وهنا تم التعامل معها على اساس جمالي بحت بعيداً عن الوظيفة، فقد استخدمت طرائق حرق قديمة وكذلك اساليب تزجيج وخلطات قديمة ولكن استخدمت استخدام اخر بعيداً عن الوظيفة والنفع المادي وانما استخدام جمالي بحت يفيد الشكل والمضمون. واصبح السطح الخزفي مجالاً واسعاً للأبداع الخزاف وحقلاً لعرض تجاربه الجديدة ولا سيما الخزف ذو الحرارة العالية الذي يمتاز بمواصفات مهمة لا بد من ذكرها فهو يمتاز بمقاومته العالية للظروف الجوية وتحمله المواد الكيمياوية وكذلك قوة وصلابته وعدم امتصاصه الماء، والمهم توفر مواده الاولية في كل مكان، ورخص اسعارها، وكذلك خلوه من المشكلات التي تحدث عادةً في الزجاج وامتلاكها اطياف لونية مختلفة ومتعددة وسطوح زجاجية مختلفة الملامس ومختلفة الشفافية فتارة يبدو معتم أو شبه معتم أو شفاف، وكذلك يمكن استثمار الزجاج عالي الحرارة بإنتاج اللون وتقنيات وتأثيرات خاصة مختلفة فضلاً عن زجاج التأثيرات الخاصة كـ(الملح والرماد والبلوري) فهنالك زجاج سيلادون ومجموعة تقنيات التيمونكو في اختزال اوكسيد الحديد وكذلك اختزال اوكسيد النحاس في الحرارة العالية، اي ان هنالك مدى لوني عالي للألوان والتقنيات. ومن ضمن تقنيات الزجاج عالي الحرارة تقنية الشينو (زجاج الشينو) استخدمت قديما في اليابان للإنتاج زجاج بسيط وعالي الحرارة ويتكون من مواد اولية رخيصة اعتمدت في ذلك على مراحل من الاختزال داخل الفرن، وبما ان افران الوقود العالية الحرارة تمر بمراحل اختزال مختلفة يصعب السيطرة عليها احياناً وربما تكون مفيدة للإنتاج، ومن هنا جاء استخدام الخزاف الحديث في اعادة انتاج هذه التقنية وذلك للحصول على تأثيرات جمالية ناتجة من الاختزال لمدد طويلة وباستخدام اكاسيد لونية مختلفة للحصول على الوان وتأثيرات على السطح الخزفي نادراً ما

نجدها الا في هذا النوع من الزجاج، والتحكم في اسلوب الحرق من حيث الاختزال والاكسدة لإنتاج خزف شينو معاصر متمكناً من تقنية اظهار جديدة وجميلة وذات تأثيرات خاصة لا يمكن الحصول عليها من زجاج عالي الحرارة اخر، وهنا تكمن مشكلة البحث في التساؤل الآتي:

هل يمكن انتاج زجاج شينو باستخدام الكاؤولين الابيض الصيني ذو الحرارة العالية؟ علماً ان التقنيات تتغير بحسب درجة حرارة نضج الزجاج واسلوب الحرق والمواد المكونة للزجاج واكاسيد التلوين المضاف اليه.

أهمية البحث:

التعرف على تقنية الشينو لزجاج عالي الحرارة باستخدام الكاؤولين الابيض الصيني.

هدف البحث:

انتاج خزف شينو عالي الحرارة باستخدام الكاؤولين الابيض الصيني.

حدود البحث:

الحدود المكانية: المشغل الخاص بالباحث.

الحدود الزمانية: حدود العام الدراسي (٢٠٢٤- ٢٠٢٥).

الحدود المادية:

الاطيان:

- الكاؤولين.
- الرمل الزجاجي.
- مسحوق الفخار

المواد المكونة للزجاج:

١- فلسبار الصوديوم.

٢- كاولين صيني.

الحرق تكسدي/ اختزالي:

درجات الحرارة:

1- درجة حرارة الفخر (1000 C)

2- درجة حرارة الزجاج (1250 C-1300 C)

الافران:

1- فرن يعمل بالوقود (الغاز السائل).

تحديد المصطلحات:

-الشينو: هي تقنية يابانية قديمة مارسها اليابانيون في (١٦٠٠) في صناعة اكواب الشاي وتزجيجها بزجاج بسيط جداً وبجو مختزل أو اختزالي داخل الفرن.

-الكاؤولين الابيض الصيني: من الاطيان الابتدائية النقية الخالية من الشوائب اللونية والصواهر كالاملاح والقواعد الترابية، ويعد تركيبه تركيب الطينة المثالية، اذ يحتوي على ذرة الومينا وذرتين سليكا وذرتين ماء، وكذلك يعد قليل المطاطية وصعب العمل به لوحدة وعادة ما يستخدم في الزجاج لإضافة كميات السليكا والالومينا.

الفصل الثاني: الاطار النظري

الأكسدة والاختزال

الاكسدة (Oxidization):

يقصد بالأكسدة توافر كمية كافية من الأوكسجين داخل الفرن أثناء عملية الحرق، إذ تؤدي هذه العملية إلى تحرير الكربون والغازات الأخرى إلى خارج الفرن. إن معظم أنواع الطين تحتوي على مقدار بسيط من المواد العضوية، وعند حرقها يتطلب الأمر وجود الأوكسجين بكميات مناسبة لضمان احتراقها الكامل. فإذا لم يتوفر الأوكسجين الكافي داخل الفرن، يحدث احتراق غير كامل ينتج عنه ما يُعرف بالجو المختزل، بينما يؤدي الاحتراق الكامل إلى ما يسمى بالجو المؤكسد (Rhodes، 1975، p. 16).

تتم عملية الحرق من خلال رفع درجة حرارة الفرن تدريجيًا إلى المستويات المطلوبة، إذ تبدأ المواد العضوية والغازات المحتجزة داخل الجسم الفخاري بالتحلل والانبعاث. ونظرًا لاحتواء

معظم أنواع الطين على نسب متفاوتة من المواد العضوية، فإن من الضروري حرقها تدريجيًا ضمن مدى حراري يتراوح بين (٤٠٠ – ٨٠٠ م°). خلال هذه المرحلة، يحدث الاحتراق بوجود الأوكسجين، مما يسهّل التخلص من الشوائب العضوية والغازات (Hamer، 1975، p. 211). تتم الأكسدة عندما تتوافر سلسلة مستمرة من الأوكسجين داخل جو الفرن، خصوصًا عند درجات الحرارة العالية (بين ٧٠٠– ١١٥٠°م)، إذ يحترق الوقود بشكل كامل. ويمكن التحكم بكمية الأوكسجين الداخل إلى الفرن عبر منافذ صغيرة تسمح بمرور الهواء، مما يسهل عملية الحرق ويؤثر على طبيعة اللون والسطح النـــــــــــــــــاتج في العمل الخزفي (Rhodes، 1975، p. 16).

الاختزال (Reduction):

الاختزال هو عملية كيميائية تُجرى لإزالة الأكسجين المرتبط كيميائياً بالفلزات (المعادن) في صناعة الزجاج. وتتم هذه العملية من خلال تفاعل الأكسجين مع الكربون الناتج عن حرق مواد عضوية أو غير عضوية في جو معزول عن الهواء.

يُستخدم الاختزال بشكل خاص في صناعتي الفخار والزجاج للحصول على مجموعة متنوعة من الألوان. يتم التحكم في هذه العملية بشكل دقيق أثناء مرحلة الحرق داخل الفرن. ولتحقيق ذلك، تُغلق فتحات الفرن وتُدخل المادة المُختزلة إليه ليتم تسخينها عند درجة حرارة مُحددة. في هذا الجو المختزل، يتحد الأكسجين مع الكربون ليُشكّل ثاني أوكسيد الكربون ليكون (CO_2) (Reigger، 1970، 56–55 .p).

يؤدي نفاذ الأوكسجين من بيئة الفرن إلى تكوّن غاز أول أكسيد الكربون (CO)، وهو غاز نشط كيميائيًا. لكي يتمكن أول أوكسيد الكربون من العودة إلى حالته المستقرة كثاني أوكسيد الكربون (CO_2)، فإنه يحتاج إلى جزيئات أوكسجين. هذا الاحتياج يدفعه لسحب الأوكسجين مباشرة من القطعة الخزفية، مما يتسبب في حدوث الاختزال في تركيبها. (Hamer، 1975، p. 248) يظهر تأثير الاختزال بوضوح على مظهر الجسم الفخاري. يحدث ذلك بسبب نقص الأوكسجين في التركيب الكيميائي للأكاسيد الأخرى الموجودة في

الطين. من أهم هذه الأكاسيد هو أوكسيد الحديد الأحمر (Fe_2O_3)، والذي يكون عادةً جزءًا من تركيبة الطين ويمنحه لونًا بنيًا أو بنيًا فاتحًا (Rhodes، 1975، p. 170).

الحرق المختزل:

الحرق المختزل في الافران الكهربائية:

يمكن تحقيق عملية الاختزال باستخدام الأفران الكهربائية عن طريق إدخال مواد كربونية أو هيدروكربونية (مثل الغاز المسال، أو الفحم الخشبي، أو كرات النفتالين) إلى داخل الفرن أثناء مرحلة الحرق. التأثير السلبي ومع ذلك، فإن هذه العملية لها تأثير ضار على الأفران الكهربائية، إذ تقلل من عمر أسلاك التسخين. ولهذا السبب، غالبًا ما يلجأ الخزافون إلى استخدام الأفران التي تعمل بالوقود بدلًا منها. (ديكرسون، 1989، ص176)

الحرق المختزل في افران الوقود:

في سياق الزجاج عالي الحرارة، من الضروري استخدام أفران تتناسب مع متطلبات التسخين. تعد الأفران التي تعمل بالغاز هي الأنسب بلا منازع، إذ تتيح إمكانية استخدام الوقود الغازي (المسال أو المنقول بالشبكات) لبلوغ درجات حرارة قصوى تصل إلى (١٣٢٠) درجة مئوية. فضلًا عن ذلك، يعد استخدام الغاز وقودًا لهذه الأفران خيارًا موفقًا لخلق أجواء الاختزال المطلوبة، شريطة أن يكون تصميم الفرن محكمًا وذا كفاءة عالية (الهلالي، 2014، ص31).

ان التحكم بكمية الهواء (الأوكسجين) التي تُزوَّد مع الوقود إلى الفرن أمر بالغ الأهمية لتكوين جو مختزل، إذ يجب تقليل تدفق الهواء المصاحب للوقود للحصول على جو مختزل داخل الفرن. ولتحقيق احتراق كامل وفعال في الأفران التي تعمل بالوقود، لا بد من توفير كمية كافية من الأوكسجين لضمان احتراق الوقود بلهب مشع وخالٍ من الدخان. لذلك، يجب الحرص على إيجاد التوازن الصحيح بين كمية الوقود وكمية الهواء في كل مرحلة من مراحل الحرق، وذلك للحصول على الجو المطلوب داخل الفرن (Dewar، 2002، 35-34 .p).

زجاج عالي الحرارة (Stoneware Glaze):

يُعرف هذا النوع بكونه زجاجاً مرتفع المحتوى من السليكا (SiO_2) وأكسيد الألومنيوم (Al_2O_3)، مع استبدال الأكاسيد القلوية التقليدية بأكاسيد القلويات الترابية مثل (أكسيد الكالسيوم، المغنيسيوم، أو الباريوم). يتطلب هذا الزجاج درجات حرارة نضج تتراوح بين (١١٠٠-١٣٠٠°C)، ويُعد من الأنواع عالية الأداء؛ إذ يتميز بصلادة سطحية فائقة، ومتانة في الجسم الخزفي، مع تحقيق ارتباط بنيوي قوي بين الزجاج والجسم. كما أشار (Worall، 1964) إلى قدرته العالية على مقاومة الإجهادات الميكانيكية والتآكل الكيميائي، خاصة الأحماض (Worrall. 1964. P. 86).

مكونات الزجاج:

افترض العالم الالماني سيكر العلاقة التي تقوم بين مجاميع الزجاج الثلاثة الرئيسة للمركبات القاعدية ($RO. R_2O$) والمركبات المتعادلة (R_2O_3) والمركبات الحامضية (RO_2) وعلى اساس الشفافية والعتمة ودرجة الحرارة.

الاكاسيد الحامضية (RO_2 Acidic Oxides):

وهي من الاكاسيد المكونة للشبك، اذ تعد السليكا (sio_2) تعد المادة الخام الأكثر أهمية في إنتاج الزجاج، إذ تشكل النسبة الأكبر في الخلطات الزجاجية (تتراوح عادة ما بين ٧٠% إلى ٨٠%). ويلعب تركيز السليكا دوراً محورياً في تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمنتج النهائي وتؤدي زيادة نسبة السليكا مقارنة بالمواد الصاهرة والمتعادلة إلى رفع درجة حرارة نضج الزجاج وزيادة لزوجته وتمنح السليكا الزجاج قدرة عالية على مقاومة التآكل الكيميائي والظروف الجوية الطبيعية، وان درجة انصهار السليكا النقية عند درجة حرارة عالية تصل إلى (١٧١٠°م). نظراً لارتفاع درجة انصهار السليكا، يتم إدخال المركبات القاعدية (R_2O ،RO) إلى الخلطة، وتقوم هذه المركبات بتفكيك الأواصر الكيميائية القوية بين ذرات السليكا مما يؤدي إلى خفض درجة انصهارها وتسهيل اندماجها مع بقية المكونات لتشكيل جسم الزجاج (Fortuna، 2000، p52).

الاكاسيد المتعادلة (R_2O_3):

الألومينا (Al_2O_3)

تُعد الألومينا من أهم المواد الحرارية في كيمياء السيراميك، إذ تلعب دور الوسيط الكيميائي الذي يربط بين المركبات الحامضية والقاعدية داخل الزجاج. كما تعمل كعامل ربط

فيزيائي يضمن تماسك طبقة الزجاج بالسطح الفخاري المقاومة الحرارية العالية: تتميز الألومينا بدرجة انصهار مرتفعة جداً تصل إلى (٢٠٥٠) درجة مئوية (عند صهرها بمفردها) (Fournier، 1973).

هي المسؤولة عن ثبات واستقرار الزجاج فوق سطح الجسم الفخاري أثناء عملية الانصهار، إذ ترفع من لزوجة السائل الزجاجي وتمنعه من السيلان أو (الانسحاب) عن السطح وتؤدي زيادة نسبة الألومينا في الخلطة الزجاجية إلى رفع درجة الحرارة اللازمة لنضج الزجاج بشكل مباشر. (Hamer، 1975، p6-7)

الأكاسيد القاعدية (Basic Oxides) (R_2O ،RO):

هي مركبات معدلة لشبك الزجاج، أحادية التكافؤ ($Monovalent\ R^{+}$)، وثنائية التكافؤ ($Monovalent\ R^{+2}$) مجملها أكاسيد غير ملونة تضاف إلى الأكاسيد الحامضية الملونة للشبك لتعديل خواص التزجيج من انصهارية، ومعامل تمدد ومقاومة كيميائية وفيزيائية. وتتمثل الأكاسيد القاعدية، بالقلويات (R_2O Alkaline) الاحادية (Na^{+1}) ومجموعة القواعد الترابية (RO Alkaline Earths) الثنائية (Ca^{+2})، وسنأتي على ذكر أهمها من الاكاسيد الشائعة في تكوين الزجاج:

القلويات:

1-أوكسيد الصوديوم (Na_2O Sodium Oxide):

يعرف أوكسيد الصوديوم بـ(الصودا) وهو أحد الأكاسيد الفعالة والمؤثرة وصاهر قوي في الزجاج. لذا فهو مؤثر جداً في الزجاج الواطئ الحرارة لأن فاعلية الصودا عالية لذلك تستخدم بشكل واسع في الزجاج نظراً لفاعليتها في الصهر وكذلك لتأثيرها في الألوان، إذ إن الألوان في زجاج الصوديوم تكون مشرقة ولا سيما اللون الأزرق المخضر (Turquoise) من أوكسيد النحاس (Copper Oxide). إن مركبات الصوديوم قابلة للذوبان في الماء، لذا فهي تستخدم في الزجاج الجاهز بشكل (Frit) أو بشكل فلسبار صودا، تبدأ فعالية الصودا بدرجة حرارة (800 مْ) لتكون زجاج في درجة حرارة واطئة وفي درجات عالية في (1100 مْ) فما فوق يمكن استخدامها مع القواعد الترابية كالكالسيوم (CaO) والباريوم (BaO) والمغنيسيوم (MgO) أما زيادتها في الزجاج فيمكن أن تحدث تجزع بسبب معامل تمددها العالي Hamer، 1975، P277 – 278).

اخطاء الزجاج:

التشقق:

هو ظهور شبكة دقيقة من الصدوع على سطح الطبقة الزجاجية بعد عملية الحرق، ويعد التشقق من العيوب الشائعة في التزجيج ولكن يمكن علاجه بأغلب الحالات، والسطح الخزفي الذي يحتوي على تشققات يمكن ان يكون غير صحي وقد يسمح بنفاذ السوائل إلى الخارج عند الاستعمال (القيسي، 2003، ص 189). وان التفسير الاعتيادي لحدوث التشقق في سطح التزجيج بعد عملية الحرق هو بسبب عدم ملائمة التزجيج مع سطح الفخر لذلك تظهر شقوق وتصدعات في طبقة الزجاج بعد عملية التبريد (Green، 1967، P79).

الزجاج المتصدع:

يُعرف الزجاج المتصدع بأنه طبقة زجاجية تغطي السطح الخزفي، وتتميز بشبكة من الكسور الدقيقة والواضحة التي تضفي مظهراً عتيقاً وجمالياً على القطعة، ويعود السبب الرئيس لظهور هذه التصدعات إلى عدم التوافق في معامل التمدد الحراري بين الطلاء الزجاجي والجسم الفخاري؛ إذ يكون معامل تمدد الزجاج أعلى من معامل تمدد الجسم. أثناء عملية التبريد يتقلص الزجاج بمعدل أسرع وأكبر من الفخار الذي تحته، مما يولّد قوى شد قوية تؤدي إلى تشقق طبقة الزجاج لتخفيف الضغط، فتظهر تلك (الشبكة العنكبوتية) من الكسور (علام، 1967، ص 97).

التقشر:

يُعد التقشر النقيض المباشر لظاهرة التشقق، فبينهما علاقة عكسية تماماً من حيث المسببات الميكانيكية وطرائق العلاج. ويحدث التقشر عندما يمتلك الطلاء الزجاجي معامل تمدد حراري أقل بكثير من معامل تمدد الجسم الفخاري. فأثناء مرحلة التبريد داخل الفرن ينكمش الجسم الفخاري بسرعة وبقوة أكبر من طبقة الزجاج وهذا التفاوت يؤدي إلى وقوع الزجاج تحت ضغوط هائلة (القيسي، 2003، ص 190).

الزحف والانسحاب:

تُعد ظاهرة الزحف أو الانسحاب من العيوب التقنية التي تصيب المصنوعات الخزفية أثناء عملية الحرق (الانصهار). وتتمثل هذه الظاهرة في انفصال طبقة الزجاج عن سطح

الجسم الفخاري، مما يؤدي إلى ظهور مناطق مكشوفة تماماً من الطين (القاعدة) (القيسي، 2003، ص 190). تتخذ هذه الظاهرة عدة أنماط بصرية على سطح القطعة، منها: الانحسار المكشوف، وهو انفصال الزجاج عن أجزاء من السطح وتجمعه بعيداً عنها، تاركاً مساحات من جسم الفخار ظاهرة من دون غطاء زجاجي. التكور (التجمع النقطي): تجمع المادة الزجاجية على شكل قطرات صغيرة أو نقاط متراكمة في مناطق محددة نتيجة قوة التوتر السطحي. التراكم القاعدي: انزلاق الزجاج المنصهر وتجمعه في الأجزاء السفلى من القطعة، مما قد يؤدي إلى فقدان التجانس في المظهر العام (Green، 1967، P84).

تحدث هذه المشكلة غالباً نتيجة لضعف الالتصاق بين الطلاء والجسم الفخاري، وذلك لعدة أسباب وجود عوازل مثل الغبار، الأتربة، أو آثار الزيوت والدهون على سطح القطعة قبل الطلاء. جفاف الطلاء الزائد: تشقق طبقة الطلاء قبل الحرق، مما يجعل الزجاج ينكمش حول نفسه عند الانصهار بدلاً من الانتشار أو سماكة الطبقة: وضع طبقة كثيفة جداً من الطلاء الزجاجي تزيد من احتمالية حدوث الانسحاب (Green، 1967، 85-P84).

البثور والتفقع:

تُعد البثور والفقاعات من العيوب الشائعة التي تظهر على سطح الزجاج ويعود السبب الرئيس لظهورها إلى خروج الغازات المحتبسه داخل الجسم الفخاري أثناء عملية الحرق عندما تصل الحرارة إلى مستويات معينة، تبدأ المواد العضوية والمعادن الموجودة في الطين بالتحلل، مما ينتج عنه غازات تحاول الهروب للخارج. فإذا بدأت طبقة الزجاج بالانصهار والانغلاق قبل خروج كامل هذه الغازات، فإنها تندفع عبر الزجاج السائل مكونةً فقاعات، وعندما تنفجر تترك خلفها (بثوراً) أو ثقوباً تشوه المظهر النهائي (Green، 1967، 85). ويمكن الحد من هذه المشكلة بشكل كبير عبر اتباع الآتي: التجفيف التام: التأكد من جفاف القطعة تماماً بعد طلاء الزجاج وقبل إدخالها الفرن؛ لأن الرطوبة الزائدة تتحول إلى بخار ماء يضاعف من فرص تكون الفقاعات (القيسي، 2003، ص 191).

الفصل الثالث: اجراءات البحث

منهج البحث:

لتحقيق الهدف من الدراسة بصورة علمية دقيقة اعتمد الباحث (المنهج التجريبي) لكونه منهج يقوم على اساس التجربة العلمية. من خلال:

- تهيئة المواد الداخلة في تركيب الطيني.

- طينة الجسم هي الكاؤولين الابيض العراقي.
- مسحوق الفخار (Grog)
- الرمل الزجاجي (Sand Glaze)

رقم الخلطة	الكاؤولين	الكاؤولين اسود مستورد	رمل
1	40	40	20
رقم الخلطة	الكاؤولين	الكاؤولين ابيض مستورد	رمل
2	40	40	20
رقم الخلطة	الكاؤولين	الكاؤولين اصفر مستورد	رمل
3	40	40	20
رقم الخلطة	الكاؤولين	الكاؤولين ابيض/ اصفر/ اسود مستورد	رمل
4	20	20 + 20 + 20	20

تحظير الطين:

بعد التجارب الاستطلاعية التي قام بها الباحث فقد توصل الباحث إلى افضل نتيجة للحصول على افضل جسم فخاري، وبحسب الجدول ادناه:

جدول (٣-١) مخطط تحظير الطين

وبعد الاطلاع على العينات من قبل المشرف تم اختيار الخلطة الثانية من الطين واستخدامها في البحث الحالي.

تهيئة الخلطات الطينية للنماذج الفخارية:

تم تحضير الطينة بالشكل المناسب للعمل بحيث اصبحت ذات لدونة يمكننا من خلالها تشكيل النماذج بسهولة.

تشكيل النماذج:

بعد عملية تهيئة الطينة تم عمل قالب من الجبس من قبل الباحث، إذ يتم من خلاله تشكيل النماذج بحيث يوضع القالب الجبسي وتوضع فيه الطينة لتشكيلها ولضمان انتاج نماذج طينية ذات اسماك واحجام متساوية وسريعة التشكيل.

شكل (٣-١) القالب الجبس

تجفيف النماذج:

تركت النماذج بعد تشكيلها وتحظيرها لمدة يوم كامل في غرفة محكمة من التيار الهوائي، وبعدها تترك لتجف من دون وجود اي تيار هواء للمحافظة عليها من الانكماش الزائد عند التجفيف والذي يودي إلى التواء الجسم، وبعدها تترك لتجف بشكل تام من خلال تعرضها على اشعة الشمس.

حرق النماذج:

تم استخدام الفرن الكهربائي مع ثرمو كبل ومقياس رقمي، وقد وضعت النماذج على شكل طبقات داخل الفرن، إذ تم استخدام نظام الحرق البطيء.

شكل (٣-٢) الفرن الكهربائي

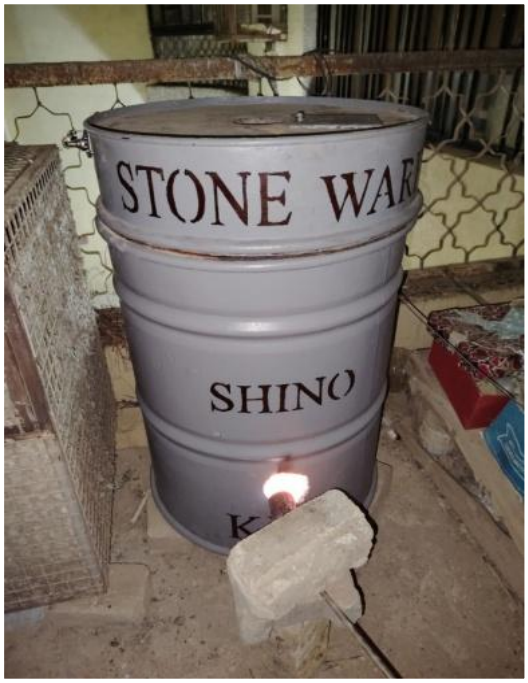
تهيئة خلطات الزجاج:

تم وزن مواد الخلطات الثلاثة ووضعت كل على حد في اناء، وتم تثبيت رقم لكل خلطة، وبعد ان خلطت جيدا بغربال (١٠٠ مش) وتركت مدة زمنية، واخرج الماء الزائد من الخلطة، وتم تطبيق الزجاج على النماذج بطريقة الرش بواسطة ضاغطة الهواء (مسدس الرش).

حرق النماذج:

بعد ان تم تجفيف النماذج وضعت في الفرن الغازي المهيأ لهذا الغرض.

س



شكل (٣-٣) فرن الحرق

وكان الحرق كما في الجدول الاتي:

الدرجة من	الدرجة الى	الوقت	الملاحظات
25	100	ساعة	
100	300	ساعة	
300	600	ساعة	
600	900	ساعة	
900	1300	ساعة	جو مختزل اكسدة ضعيفة إلى نهاية النضج وتبدا عملية التبريد

جدول (٣-٢) برنامج الحرق

اما جدول التبريد فكان كما موضح في الجدول ادناه:

	الدرجة من	الدرجة الى	الوقت	الملاحظات
	1300	900	3ساعة	
	900		نصف ساعة	اعادة التشغيل مع اكسدة ضعيفة وبعد النصف ساعه اطفاء الفرن والاستمرار بالتبريد
	900	100	3ساعة	

جدول (٣-٣) برنامج التبريد

الفصل الرابع: النتائج ومناقشتها

عينة	فلسبار	كاولين ابيض صيني
١	%٨٠	%٢٠

عند اضافة (٨٠) فلسبار و(٢٠) جاينة كلي وعند درجة حرارة (١٣٠٠) نلاحظ عدم نضج الزجاج الذي يغطي العينة، وظهور فقاعات وخشونة السطح، وكذلك عدم تجانسه وتقشر السطح من الجسم الفخاري. ان المواد الزائدة من الفلسبار، اي ان خلطة الفلسبار أو كمية الفلسبار الموضوعة لم تتفاعل مع كمية الطين الصيني، اي ان كمية الصواهر الموجودة في الفلسبار هي عبارة عن صوديوم أو بوتاسيوم لم تتعادل مع كمية الألومينا والسليكا الموجودة في التراب الصيني وتبقت كميات السليكا والالومينا هي الاعلى، إذ لم تستطيع الكمية القليلة للصاهر ان توثر في فعل الصهر للنموذج، وظهور النموذج خشن مع عدم التجانس في طبقة الزجاج وعتمة بيضاء مع وجود الفقاعات نتيجة عدم اكتمال التفاعل بشكل تام وعدم وجود انصهارية تامة، وعند النظر إلى العينة مجدداً نلاحظ هنالك بعض النقاط بدا عليها وكأنها تلمع فوق السائل الخشن للنموذج، اي ان هناك سائل زجاجي ظهر في السطح الخشن، وهذا يشير إلى ان هناك نوعان من السائل الزجاجي، سائل صغير حاول التفاعل مع الكمية الكافية من الصوديوم أو البوتاسيوم مع الكمية الكافية للسليكا والالومينا وانتج سائل، اما الكميات الباقية فقد ظهرت زائدة على سطح الزجاجي، وظهرت طافية في السطح الزجاجي، واثرت على السطح الزجاجي وغيرت ملامحه وبدا خشن وغير متجانس وليس له لمعان أو سيولة، وعدم التصاقه بشكل واضح على الجسم الفخاري، فقد احتوى النموذج على مناطق تقشر من الزجاج أو تقشرت منه طبقة الزجاج، وهذا يعني عدم حدوث طبقة بينية مناسبة نتيجة فعل الصهر بين السائل الزجاجي والزجاج والجسم الفخاري.

عينة	فلسبار	كاولين ابيض صيني
٢	%٦٠	%٤٠

اما في النموذج الثاني، فعند تقليل نسبة الفلسبار بدا النموذج اكثر معقولية واكثر تجانس، وهدوء في سطحه وعدم خشونته، وبدا كذلك في لون رمادي نتيجة لبداية انصهار الفلسبار بشكل كامل، ولكن الكمية التي تبقت ايضاً تعد كمية كبيرة في التفاعل، وتبقت هناك مواد احتفظت بها الخلطة خارج التفاعل فبدت طائفة على السطح الزجاجي مسببة له العتمة الرمادية إلى شبه الزرقاء، وكذلك ظهور نقاط صغيرة أو مسامات صغيرة خرج منها الزجاج الشفاف المتفاعل، اي السائل الزجاجي المتكون داخل السائل الزجاجي الاكبر أو الاوسع غير المتجانس وبدأت تلمع على السطح، اما الالتصاق، فهنا يبدو افضل من النموذج السابق، إذ التصق الزجاج بشكل واضح وكامل على السطح، ويحتفظ بشيء من النعومة وعدم الخشونة وتجانس السطح، اي ان طبغرافية السطح تبدو متجانسة بدون وجود فقاعات أو مواد مرتفعة أو منخفضة على السطح الزجاجي، وبدا الزجاج متماسكا على سطح القطعة بشكل جيد، وان النموذج في طريقه إلى النضج الكامل، ولكن بقيت نسبة (٦٠%) من الفلسبار، وهي نسبة عالية للتفاعل، وغير مجدية، وبدا الزجاج شبه معتم أو شبه شفاف، اي انه يحتفظ بعتمة رمادية.

عينة	فلسبار	كاوليين ابيض صيني
٣	%٣٠	%٧٠

في هذا النموذج من العينة، إذ تم تقليل نسبة الفلسبار، فاصبح الفلسبار بكمية (٣٠%)، وكان الطين الصيني بنسبة (٧٠ %)، فنلاحظ ان النموذج ناضج بشكل جيد ولماع وشبه معتم، وبدأت لمعة على السطح، مع سطح معتم في هذه الدرجة، ونلاحظ عند ارتفاع الدرجات الحرارية يبدأ الزجاج بالشفافية، اي ان المواد غير المنصهرة والدقائق المنتشرة في جسم السائل الزجاجي تأخذ بالانصهار مكونه طبقة زجاجية شفافة. ونلاحظ ان السائل الزجاجي بدأ يتحد بالسائلين الزجاجيين القديمين، إذ بدءا يتحدان ليكونا سائل زجاجي واحد ذو شفافية، وذو عتمة غطت لون الفخار الذي طبق عليه، ونلاحظ ظهور لون الفخار الابيض في الحافات، حيث طبقات الزجاج تبدو اقل سمكا في الحافات تاركة لون الفخار الابيض يظهر بشكل واضح. وكذلك يمكن ملاحظة الزجاج الشفاف الذي يظهر لنا خلفيته الفخارية البيضاء. ان سيولة السطح ولمعان الزجاج جعلت منه جسم ناضج جيدا، ومتساوي النضج، ويبدو املس الملمس ناعم، وكذلك ظهر عدم تقشر الزجاج، وعدم وجود اخطاء في التطبيق وفي الحرق وفي الزجاج، وان هذه النسبة تبدو مناسبة جداً لمثل هذه الاعمال، إذ يمكننا اعتمادها في الاعمال الاخرى القادمة من هذا النوع، وتبدو النسبة مثالية في درجات الحرارة العالية

وبزجاج بسيط، وبمفردات قليلة، وبمواد قليلة، إذ يحتوي على مادتين فقط هما الفلسبار والطين الصيني، وعند تحليل المواد الداخلة في الزجاج نلاحظ ان هنالك قاعدة واحدة أو قلوي واحد، هو اما ان يكون البوتاسيوم أو الصوديوم مع وجود كمية مضاعفة من السليكا والالومينا، اذ يحتوي الفلسبار على (٦) اضعاف القاعدة من السليكا، وضعف من الالومينا، وكذلك يحتوي الطين الصيني على ضعفين من السليكا وضعف من الالومينا، اي ان هذه الكميات من السليكا والالومينا تعادلت بشكل جيد مع كمية الصاهر القلوي الوحيد الموجود في الخلطة، وتبدو هذه الكميات مناسبة للحرق بهذه الدرجة، وبدون اخطاء، ويمكننا تطوير الخلطة من خلال اضافة اكاسيد تلوين.

المصادر والمراجع

١- الجلبي، منذر محمد سليمان. (٢٠١٣). *انتاج خزف بركاني وتطبيقه على الاطيان العراقية* (اطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة بابل.

٢- القيسي، فوزي عبد العزيز. (٢٠٠٣). *تقنيات الخزف والتزجيج*. ط١. عمان، الاردن: دار الشروق للنشر والتوزيع.

٣- الهلالي، زيد لقمان محمد. (٢٠١٤). *تأثير الاختزال على زجاج الخزف المؤكسد العالي الحرارة (Stoneware)* (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة بغداد.

٤- ديكرسون، جون. (١٩٨٦). *صناعة الخزف*. (ترجمة: هاشم الهنداوي). ط١. بغداد: دار الشؤون الثقافية العامة، وزارة الثقافة والإعلام.

٥- علام، محمد علام. (١٩٦٧). *علم الخزف (التزجيج والتلوين)*. ج٢. القاهرة: مكتبة الانجلو مصرية.

المصادر الاجنبية

- Rhodes, Daniel. (1975). Clay and Glazes, London.
- Reigger, Hal. (1970). raku art technique. Van Nostrand Reinhold company New York – u. s. a.

- Dewar, Richard, Stoneware. (2002). University of Pennsylvania Press.
- Worrall, W. E. (1964). Institute of Ceramic Text Book Series, Part I, Raw Materials. Maclaren and Sons Ltd. , London.
- Hamer, Frank. (1975). The Potter's Dictionary of Materials and Techniques. Watson-Guptill New York.
- Green, Green. (1975). Understanding pottery glazes. Faber & Faber Limited.
- Fortuna, D. : Sanitary ware Glaze, Italy, 2000.

References:

1. Al-Jalabi, Munther Muhammad Suleiman. (2013). Production of Volcanic Ceramics and its Application to Iraqi Clays. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Babylon.

2. Al-Qaisi, Fawzi Abdul Aziz. (2003). Ceramics and Glazing Techniques. 1st ed. , Dar Al-Shorouk for Publishing and Distribution, Amman, Jordan.

3. Al-Hilali, Zaid Luqman Muhammad. (2014). The Effect of Reduction on High-Temperature Oxidized Ceramic Glaze (Stoneware). Unpublished Master's Thesis, University of Baghdad.

4. Dickerson, John. (1986). The Pottery Industry. Translated by Hashim Al-Hindawi, 1st ed. Ministry of Culture and Information, General Cultural Affairs House, Baghdad.

5. Allam, Muhammad Allam. (1967). The Science of Ceramics (Glazing and Coloring). Vol. 2, Anglo-Egyptian Library, Cairo.