

Utilisation of local raw materials in the production of ceramic glass

Asst. Lect. Ali Hussein Huraiz^{1,*}

¹ Student Activities Department, University of Babylon, Iraq.

* Corresponding author, Email: Ali2017babelon@gmail.com

Received: 20/12/2025

Accepted: 19/01/2026

Abstract

This study examined the utilisation of local raw materials in the production of ceramic glazes. It aimed to introduce potters to the procedures for preparing glaze mixtures, the raw materials involved in their formulation, and the proportions of these materials. A number of glaze formulations were applied, differing in terms of the ratios of the batch constituents and the firing temperatures. The study was organised into five chapters. The first chapter addressed the general framework of the research and included the research problem, which asked whether it is possible to use these materials as an alternative to the silica commonly employed in the production of ceramic glazes. The significance of the study lies in:

1. To investigate the effect of locally sourced raw materials, after grinding, when added to ceramic works.

2. To contribute to enriching the aesthetic dimension through the incorporation of local raw materials and their novel surface characteristics, enabling ceramic artists to adopt them in their artistic production. The aim of this study was to utilise construction sand as an alternative to silica in the production of ceramic glazes. Chapter Three addressed the research procedures, in which two glaze mixtures were prepared using silica-rich, readily available, and low-cost materials (construction sand) in varying proportions. These mixtures included specific amounts of fluxing and modifying materials. Milling equipment was used to grind the raw materials incorporated in the mixtures, and the samples were fired at high and varying temperatures. A total of four samples were produced. Chapter Four presented the results of the study. The most significant findings were as follows:

1. The results of sample (1) were superior to those of sample (2) for mixture No. (1), due to the occurrence of a strong reaction when the firing temperature was increased in sample No. (2).

2. Favourable results were obtained in mixture No. (2) for samples (3) and (4). This occurs when the percentage is raised to 60% due to the occurrence of a strong reaction when the firing temperature was increased in sample No. (4).

Chapter Five contained a set of conclusions, recommendations, and suggestions.

The most important conclusions were:

1. Current research is focused on obtaining stored glass from local raw materials.

2. Local materials were successfully used as alternatives to silica in the production of ceramic glazes.

3. Changing the proportions of the materials used in the mixtures affected the surface characteristics of the ceramic body.

4. River sand exhibited a lower melting point than construction sand, as evidenced by the surface properties.

5. The best-performing samples in terms of surface quality and homogeneity were samples (1, 3, and 4).

Keywords: Local raw materials; production; ceramic glass.

دراسة مقارنة استغلال الخامات المحلية في إنتاج زجاج الخزف

م. م. علي حسين حريز^{1*}

¹ قسم الأنشطة الطلابية، جامعة بابل، العراق.

*البريد الإلكتروني للمؤلف المراسل: Ali2017babelon@gmail.com

الخلاصة

تناولت هذه الدراسة استغلال الخامات المحلية في إنتاج زجاج الخزف تعريف الخزاف بألية تحضير خلطات زجاج الخزف والمواد الأولية الداخلة في تركيب الخلطات ونسب هذه المكونات وقد استعملت عدة خلطات لزجاج الخزف اختلفت من حيث نوع الخامة التي تحتوي على السيليكا ونسب مكونات الخلطات ودرجة حرارة الحرق . وجاءت الدراسة من خمسة فصول ، تناول الفصل الاول الاطار العام للبحث ، وتضمنت مشكلة البحث هل من الممكن استخدام هذه المواد كبديل للسيليكا المستخدمة في إنتاج زجاج الخزف ؟ وقد تكمن اهمية البحث في :

1. دراسة تأثير الخامات المحلية المطحونة عند اضافتها على العمل الخزفي ؟
2. الاسهام في آثراء الجانب الجمالي عبر اضافة الخامات المحلية وخصائص السطح الجديدة لاعتمادها من قبل الخزافين في منجزهم الفني

اما هدف هذه الدراسة فتمثل في استخدام رمل البناء كبديل عن السيليكا في إنتاج زجاج خزف . تناول الفصل الثالث اجراءات البحث اذ حضرت 2 خلطات من مواد غنية بالسيليكا ومتوفرة ورخيصة الثمن (رمل البناء) بنسب مختلفة وبإضافة نسب من المواد الصاهرة والمواد المعدلة واستعمال الطواحين في طحن المواد الداخلة في الخلطات وحرق العينات بدرجات حرارة عالية ومختلفة وقد بلغ عدد العينات 4 عينات.

1. والفصل الرابع تضمن النتائج ومن اهم النتائج التي توصل اليها البحث:
1. كانت نتائج نموذج (1) افضل من نموذج (2) للخلطة رقم (1) وذلك لحدوث تفاعل قوي عند رفع درجة الحرارة في نموذج رقم (2) .
2. ظهور نتائج جيدة في الخلطة رقم (2) وللنماذج (3) و (4) وذلك عند رفع النسبة الى 60% وحدث تفاعل قوي عند رفع درجة الحرارة في نموذج رقم (4).

في حين احتوى الفصل الخامس على مجموعة من الاستنتاجات والتوصيات والمقترحات وكانت من اهم الاستنتاجات :

1. البحث الحالي نجح في الحصول على زجاج خزف من خامات محلية.
 2. تم استخدام مواد محلية كبديل عن السيليكا في إنتاج زجاج خزف.
 3. بتغير نسب المواد المستخدمة في الخلطات تغيرت طبيعة السطح الجسم الفخاري.
- جاءت افضل العينات (1 – 3 – 4) من حيث طبيعة السطح والتجانس.

الكلمات المفتاحية: الخامات المحلية، إنتاج، زجاج الخزف.

1. المقدمة

1-1 مشكلة البحث :

يعد الفخار من اقدم روافد الفن الذي بدأ منه العصر الحجري الحديث في أواخر القرن السابع ق.م. وبداية الالف السادس ق.م. وهو من اقدم المنتجات التي اخترعها انسان وادي الرافدين وابدع في اثار هذه الحضارة العريقة .

ان التقدم ولابداع في مجال الخزف يتطلب امتزاجاً بالعلوم الاخرى كالكيمياء وعلم الارض والفيزياء والرياضيات حيث يمر الخزف بمراحل كثيرة ومعقدته ابتداءً من التغيرات الكيميائية والتفاعلات مروراً بتحويل المواد ومعالجتها وصياغة وتشكيل عناصرها الفنية وانتهاءً بإنتاج الخزف الفني .

ويعد التزجيج الجزء الاهم في فن الخزف لما يمتاز من تنوع في الأساليب والالوان التي يعتمد عليها المظهر النهائي للخزف وتؤدي هذه الاساليب والتقنيات الى انجاز العمل الخزفي بصورة متكاملة .

عندما يبحث الخزاف في أساليب وتقنيات التزجيج وجب عليه ان يجد افضلها من حيث الخواص الجيدة والقيم اللونية محققاً افضل النتائج في توفير الوقت والجهد وصولاً الى القيمة الفنية المطلوبة لان هذه المعرفة جاءت من معرفة الخزاف بالخامات المحلية وبحثه لايجاد البدائل من المواد ودراسته لسلوك هذه المواد الأولية المتوفرة محلياً كما يعد العراق من البلدان التي تتوفر فيها المواد الأولية رمل البناء الذي يحتوي على نسبة عالية من السلكا.

ومن خلال التجارب الاستطلاعية التي قام بها الباحث معتمداً على النتائج التي يمكن من خلالها تحديد مشكلة البحث الحالي بإمكانية إنتاج زجاج مطفي عالي الحرارة من استخدام رمل البناء هذه المشكلة تتطلب البحث والتقصي عن الطرق الكفيلة من رفع درجة

الحرارة وتعديل المواصفات الخاصة بالتزجيج وتبلور مشكلة البحث في السؤال التالي. (هل من الممكن استخدام هذه المواد كبديل للسيليكا المستخدمة في إنتاج زجاج الخزف؟)

2-1 أهمية البحث :

تحديد أهمية البحث في النقاط الآتية :

1_ دراسة تأثير الخامات المحلية المطحونه عند إضافتها فوق سطح العمل الخزفي في درجات الحرارة العالية ، وتوفير معلومات للطلبة الدارسين عن هذا التأثير والتغيرات الحاصلة في العمل الخزفي .

2_ الاسهام في إثراء الجانب الجمالي عبر اضافة الخامات المحلية وخصائص السطح الجديدة لاعتمادها من قبل الخزافين في منجزهم الفني .

3-1 هدف البحث :

يهدف البحث الحالي الى .. (استخدام رمل البناء كبديل عن السيليكا في إنتاج زجاج خزف) .

4-1 حدود البحث :

1_ مكونات الطينة

A_ كاؤولين ابيض

2_ المواد المضافة

A_ رمل بناء (SiO_2CaO)

b_ فلبسبار ($Al_2O_3.6SiO_2$)

c-صودا اش

c.c -d

e- زجاج مطحون

5-1 أجواء الحرق

استعمال فرن كهربائي لحرق في درجة حرارة 1100_ 1150 .

استعمال فرن غازي لحرق الزجاج بدرجة حرارة 1150 .

6-1 تحديد المصطلحات

التقنية :

التقنية (لغة):

أتقن عمله أحكمه (التقن) الرجل المتقن الحاذق⁽¹⁾ .

التقنُ، أتقن الشيء: احكمه، رجل، تقنُ: الحاضر المنطق والجواب الإتيان: الإحكام للأشياء⁽²⁾ .

¹ - صليبا ، جميل : المعجم الفلسفي ، ج 1 ، دار ذوي القربى ، طهران ، إيران ، 1964 ، ص 329 .

² - الصالح، صالح العلي. امينة الشيخ سليمان الاحمد . المعجم الصافي في اللغة العربية ، ط1، مطابع الشرق الاوسط ، 1989 ، ص 70 .

التقنية (اصطلاحاً):

وردت كلمة التقنية (Technique) في المعجم الفلسفي بأنها جملة المبادئ والوسائل التي تعين على انجاز أو تحقيق غاية والكلمة هي من أصل يوناني هو (Techen) ومعناها الصناعات والفن⁽³⁾.

تعرف التقنية هي مجموعة من الإجراءات والأداء لتذليل بعض العقبات في المادة⁽⁴⁾.

وتستعمل مفردة التقنية في العلوم المختلفة للتعبير عن الوسائل العلمية التي بها يتطلب تنفيذ وإتمام أي عمل بالدقة والسرعة في التنفيذ ولهذا فقط أصبحت هذه المفردة تطلق على الوسائل التي صنعها الإنسان لتسهيل أمور حياتية تحتاج إلى الضبط والدقة أساساً لنجاحها⁽⁵⁾.

2- الاطار النظري :**1-2 الصيغة الجزئية للترجيح :**

مادة صلبة لا عضوية في معظم الحالات عشوائية التركيب لا تمثل أي انتظام بلوري أي لا يعطي أنماط حيود عند فحصها بالأشعة السينية⁶.

ان اول الدراسات العلمية التجريبية لصيغ الترجيح قام بها الكيميائي الالمانى هيرمان سيجر (Herman Seger) التي وصلت نتائجها الى وضع اساس علمية لصيغة خاصة بالترجيح اطلق عليها — (الصيغة الجزئية) أو التجريبية ويشار لها بصيغة سيجر (Seger Formula)⁷.

ولقد أمكن بفضل الأشعة السينية الحيودية (X.R.D) التعرف على البنية الداخلية لمركبات الزجاج والتي تعد فيها السليكا المكون الرئيس ، حيث أعطت الرابطة القوية بين ذرة السليكون (Si) وذرة الأوكسجين (O) السليكون الأساس الذي بنيت عليه تلك المركبات التي تكون شكلاً رباعياً منتظماً الأسطح (Tetrahedral) ، أي ان أوكسجين السليكون المكون ذرة سليكون مركزية تحاط بأربع ذرات أوكسجين تلك الوحدات من (SiO4) يمكن ترتيبها في ثلاثة أنماط تبقى سوية في شكل سلسلة مستمرة في الشبك (Si-O) اي ان كل ذرة سليكون ترتبط بذرتين أوكسجين في الهرم الرباعي الأوجه⁸.

ان تركيب الزجاج والسليكا البلورية يختلف من حيث الترتيب والتركيب، فالزجاج عبارة عن شبكة ممتدة غير دورية أي ينعقد الترتيب المنتظم على المدى الطويل في تركيب الزجاج فضلاً عن ذلك ان العدد التناسقي يجب ان يكون مساوياً للحالة البلورية... إذ تمتلك البلورة ترتيب منتظم حيث تكون الزوايا بين الأواصر من نفس النوع ثابتة والمسافات بين أزواج الذرات مثل ذرات السليكون في الأوكسجين ثابتة في شكل (A) اما الزجاج فيحتوي تشويهاً في زوايا الأواصر وأطوالها بحيث تعطي تأثيراً عشوائياً وتمتاز بانعدام التنظيم الدوري⁹.

تعرف صيغة سيجر او الصيغة التجريبية ، بانها النسبة بين المواد القاعدية ويرمز لها (RO.R₂O) والمواد المتعادلة ويرمز لها (R₂O₃) والمواد الحامضية ويرمز لها (RO₂) ، حيث ان العنصر الموجب الشحنة الذي يرمز له بالحرف (R) والاكسجين سالب الشحنة الذي يرمز له بـ (O) ، وتكون وحدة صيغة للأكاسيد الداخلة في تركيب الزجاج تستخدم الاكاسيد بحسب تصنيفها القاعدي والمتعادل والحامضي وحسب مواصفات هذه الاكاسيد ودرجات الحرارة المطلوبة على وفق نسب تحددها قاعدة سيجر وذلك لأحداث توازن بين هذه المجاميع نظرياً على الرغم من ان التركيب قد يكون معقداً وهذا يساعد على المقارنة بين تركيب وآخر لغرض معرفة التأثيرات الناتجة للأكاسيد من خلال المركبات المستخدمة واعادة تنظيمها اذا لزم الحال¹⁰.

2-2 قاعدة سيجر (1885 م) (Seger) - :

³ - مجمع اللغة العربية : المعجم الفلسفي ، القاهرة ، 1979 ، ص 53 .
⁴ - مجاهد عبد المنعم مجاهد: دراسات في علم الجمال، ط1، دار علم الكتب، بيروت، 1980، ص40 .
⁵ - اسماعيل ، مناف شاكر ، التأثيرات التقنية والبيئية على اللون في الفلم السينمائي (دراسة تحليلية) ، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الفنون الجميلة جامعة بغداد ، 2001 ، ص 40 .
⁶ . 12 - 10 . p 1964 , New York . Mcmillan . P . W , Glass- Ceramics. Academic Press ,London and .
⁷ البديري ، علي حيدر ، ألتقنيات العلمية لفن الخزف، الترجيح والتلوين ، جامعة ألبيرموك ، الاردن. ج 1 و 2 ، ط1 ، 2002 ، ص 55 .
⁸ . 5 . P 1971 . Shaw, K. Ceramic Glazes, Elsevier publishing Co. Ltd., London .
⁹ العبيدي، علي اسماعيل صالح . إزالة اللون من الزجاج العراقي . رسالة ماجستير . قسم العلوم التطبيقية ، الجامعة التكنولوجية ، 1997 ، ص 16 .
¹⁰ العامري ، قاسم نايف جواد : تأثير استخدام الاكاسيد رباعية التكافؤ في تعميم انواع الزجاج ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة بغداد ، 2009 ، ص 16 .

يمكن أن يعبر عن مكونات التزجيج بالأكاسيد المكونة لها ولوان هذه الأكاسيد لا توجد كأكاسيد ولكن توجد كسيليكات معقدة في طلاء التزجيج . وقد أتمد في تصنيف مكونات التزجيج حسابات علمية دقيقة تعرف بنظام صيغة سيغر (SEGER.FORMULA) أو الصيغة التجريبية وهي قاعدة لحساب خلطات الزجاج صنفت الأكاسيد المكونة للزجاج إلى ثلاث أصناف وهي :¹¹

1- المواد القاعدية (R₂O – RO)

تضم القواعد والقلويات الصاهرة (Fluxes), ومجموعة الصواهر القلوية (R₂O) تشمل مجموعة {أوكسيد الصوديوم (Na₂O) وأوكسيد البوتاسيوم (K₂O) وأوكسيد الليثيوم (Li₂O)}, فهي أكثر فعالية في خفض درجات حرارة نضج الزجاج , وتزداد قوتها الانصهارية كلما زادت درجة الحرارة , وقد تتفاوت بقوتها الانصهارية من ناحية (الصلابة والمقاومة والتمدد الحراري والشفافية والعتمة), اما القواعد الترابية (RO) فتشمل {أوكسيد الكالسيوم (CaO) وأوكسيد المغنيسيوم (MgO) وأوكسيد الباريوم (BaO) بالإضافة إلى مجموعة الرصاص (PbO) ومجموعة الزنك (ZnO)}, ولكل نوع من هذه الأكاسيد له مدى للانصهار يعتمد على المكونات الموجودة في الوسط الزجاجي.¹²

ان هذه الاكاسيد القاعدية (Modifying) تعدل صفات الشبك بوساطة ملئها الفجوات وهي تسمى معدلات الشبك (Net work Modifiers) وهذه الاكاسيد تنظم في مجاميع في النظام الدوري للاكاسيد مشكلة للزجاج وهي (B2O3, Viterous (State)¹³ (Sb2O5,As2O5,P2O5,GeO2,SiO2,Sb2O3,Al2O3,P2O3,

2 – المواد المتعادلة (R₂O₃)

تتمثل بأوكسيد الألمنيوم (Al₂O₃) توجد الالومينا منتشرة في الطبيعة على هيئة بلورية بالإضافة إلى وجوده في مركبات الفلسبار والكاولين نتيجة تحلل صخور الفلسبار (النارية) بتأثير العوامل التجوية , والالمنيوم واحد من أهم الأكاسيد الداخلة في تركيب الزجاج ولهذا الأوكسيد خواص قاعدية و حامضية تعرف بـ(ذات التفاعل) لان الالومينا تسلك سلوكاً قاعدياً إذا كان الوسط حامضياً مكونة أصرة سداسية وتسلك سلوكاً حامضياً عندما يكون الوسط قاعدياً مكونة أربع أو اصر لتحل الالومينا محل السليكا وذلك لتمتع استقرار السائل الزجاجي.¹⁴

تستخدم الالومينا في جميع خلطات الزجاج لعدم تأثيرها اللوني كما أنها تمنع السائل الزجاجي من الانسحاب والسيلان على سطح الجسم الخزفي مكونة أواصر قوية مترابطة لذا فإنها تستخدم بنسبة ما بين (5 - 15 %) وقد تصل نسبتها إلى (25 %) مما تؤدي حدوث عتمة وانسحاب الزجاج بسبب ارتفاع معدلات الشد السطحي لها.¹⁵

3 – المواد الحامضية (RO₂)

واهم مركباتها السليكا(SiO₂) متوفرة بالطبيعة على هيئة ثاني اوكسيد السليكون و توجد متحدة مع مركبات أخرى مثل الطين وأنواع الفلسبارات, كما توجد حرة نقيه مثل الكوارتز (Quartz)) أو فلنت (Flint) , تعد السليكا المكون الأساسي لشبك الزجاج وبدونها لا يمكن تكوين مادة الزجاج كما ان حساب نسبة السليكا إلى القواعد هي التي تحدد درجة حرارة نضج الزجاج بالإضافة إلى ذلك فان ثاني اوكسيد السليكون يعد من الأكاسيد المهمة في تركيب الطين والزجاج و تشكل الهيكل العظمي للزجاج.¹⁶

والسليكا هي المادة الأكثر شها بالزجاج حيث تبلغ درجة إنصهارها(1710C°) لذلك نعمل على إضافة الاكاسيد الصاهرة على السليكا لخفض درجة إنصهارها¹⁷ . كما تعتبر السليكا أحد أوسع المعادن المنتشرة بالقرشرة الأرضية حيث تصل فيها نسبة عنصر السيلكون(Si - 26 %) الذي لا يوجد في الطبيعة بشكل حر بل يوجد على هيئة أوكسيد السيلكون (SiO₂) أو على هيئة مركبات السيلكات¹⁸ .

¹¹ الكرادى ، سامر احمد حمزة . انتاج زجاج الرماد اطنى الحرارة وتطبيقاته على الاطيان الحمراء. رسالة ماجستير غير منشورة. كلية الفنون الجميلة، جامعة بابل ، 2006 ، ص8.

¹² الطاهر ، حيدر رؤوف ، انتاج زجاج الرماد وتطبيقاته على الاطيان العراقية ، رسالة ماجستير غير منشورة. جامعة بابل ، 2002 ، ص10 – 11 .

¹³ Shaw, K. Ceramic Glazes, مصدر سابق. P.5 .

¹⁴ ريان، و . خواص المواد الخام السيراميكية . ترجمة . فاضل بندر عيسى وآخرون ، وزارة التعليم العالي و البحث العلمي ، دار التقني للطباعة والنشر ، بغداد ، 1986 ، ص 78 .

¹⁵ البدرى ، علي حيدر ، التقنيات العلمية لفن الخزف، التزجيج والتلوين ، مصدر سابق ، ص 56 .

¹⁶ العامري ، قاسم نايف جواد : تأثير استخدام الاكاسيد رباعية التكافؤ في تعميم انواع الزجاج ، مصدر سابق ، ص 16 .

¹⁷ Hamer, Frank, The Dictionary of Pottery and Techniques, New York, 1975, p.265.

¹⁸ الزمزمي، معتمد عبد الله، الشيباني، مفتاح علي، تكنولوجيا السيراميك (المواد الخام)، مكتبة طرابلس العلمية العالمية، ليبيا، ط1، 1996 ، ص 148 .

وتختلف نقاوة السليكا من نوع إلى آخر طبيعياً" حيث تصل نسبة الشوائب في الرمل إلى (10 %) وأغلبها أكاسيد الحديد وفي ألصوان تبلغ نسبة الشوائب (5 %) وأنقى أنواع السليكا هو الكوارتز إذ تبلغ نسبة السليكا فيه (99 %) وهذه الشوائب تساعد السليكا على الأنصهار بشكل أسرع وقد تعطي هذه الشوائب بعض التأثيرات اللونية.¹⁹

تستعمل (SiO₂) لتزويد من صلابة ومثانة المنتج الخزفي بالإضافة إلى أنها تخفض نسبة معامل تمدده ومن الممكن ان تكون زجاجاً لوحدها لكن درجة انصهارها تصل إلى (1710) م لذلك يجب إجراء بعض التعديلات على هذه المادة بإضافة نسب من الفلويات الصاهرة²⁰.

هنالك أربع ذرات أكسجين جمعت سوياً" ويوجد فضاء كبير بينهما لإسكان ذرة سيلكون تستوفي ذرات الأوكسجين وكما في الشكل (2-3-2) وأن مكافئات السيلكون متشعبة بارتباطها بتلك الذرات من الأوكسجين وهذا ألهرم المتكون من ذرات الأوكسجين الأربعة حول ذرة السيلكون هو (SiO₄-4) . و التي تدعى بأسم رباعي سطوح السليكا كما في الشكل رقم (2-3-3) أو كمرجع بسيط كما في الشكل رقم (2-3-4) والأوكسجين في ذرة السليكا مشبع جزئياً" للأرتباط بذرة سيلكون ولذلك سوف نهمل أوكسجين القمة شكل رقم (2-3-5) وذلك لأتحد ه مع رباعيات أخرى بحيث يربط كل أيون أوكسجين (O-2) أيونين من وحدة السليكا (SiO₄+) 4 ويكون التركيب النهائي للسليكا (SiO₂)²¹.

وتتحد هذه الرباعيات من خلال ذرة أوكسجين مشتركة وهنالك ثلاثة مواقع محتملة للقاعدة المثلثية العليا وألتر اكيب البلورية المختلفة الثلاث هي

A – كوارتز B – كرسنوبولايت C- تريدماييت كما في الشكل رقم (2-4)

أن شكلا السليكا أو النوعين من أشكال السليكا واحد تحت الأخر فوق نقطة العكس (Inversion Point) يسميان ألفا وبيتا على التوالي ولكل نوع من أنواع السليكا نقطة انقلاب معينة أي درجة حرارة معينة وعلى الرغم من هذه التغيرات المصاحبة للانقلاب تعد طفيفة إلا إن الأطوار المختلفة تظهر خواص فيزيائية مختلفة²² .

ويرافق الانقلاب أختلاف في التمدد الحراري في الرسم البياني يوضح نقطة الانقلاب ومدى التمدد الحراري لكل من الكوارتز و الكرسنوبولايت²³.

أن ألزجاج غير خاضع لعكس السليكا فعندما تنصهر السليكا في منصهر ألزجاج فإن شبيك السليكا لن يبقى لمدة طويلة بصفة شبكة كبيرة إذ تتحول إلى وحدات أصغر تتحرك بحرية أكبر بين الوحدات الأصغيرة لأخرى من الأوكسيدات وهذه ألوحدات المختلفة تشكل سلاسل عشوائية من الأوكسيدات وعند التبريد وحدات السليكا لاتملك الوقت لتجديد الأتصال مع بعضها لذلك فأن الحالة الأصلية للسليكا البلورية لا توجد في ألزجاج²⁴

2- إجراءات البحث

في هذا الفصل تم عرض الإجراءات العملية والتطبيقية التي قام بها الباحث لغرض تحقيق النتائج التي تحقق أهداف البحث وطريقة استخدامها في صياغة تراكيب تلائم متطلباته وطرق الإنتاج والأدوات المستخدمة.

1-3- المنهج المستخدم :

اعتمد الباحث المنهج التجريبي كونه منهجاً دقيقاً يقوم أساساً على التجربة العلمية التي تكشف عن العلاقات السببية بين العوامل المنتظمة والمؤثرة فيها ، فضلاً عن المنهج التحليلي الوصفي لتحقيق أهداف هذا البحث

1.3. اختيار العينات :

¹⁹ Shaw, K. Ceramic Glazes, 41. P. مصدر سابق.

²⁰ ريان, و . خواص المواد الخام السيراميكية , مصدر سابق , ص 78 .

²¹ Worrall , W.E., Institute of Ceramic Text Book series ,Part I, Raw .Mateials , Macalren and Sons, Ltd.,London,1964 , p.78 .

²² Worrall , W.E., Institute of Ceramic Text Book series , p. 12 , مصدر سابق.

²³ Hamer, Frank, The Dictionary of Pottery and Techniques, 72, p.2, مصدر سابق.

²⁴ Hamer, Frank, The Dictionary of Pottery and Techniques, 270, p. مصدر سابق.

اختيار العينات بشكل قصدي من قبل الباحث ، وذلك بعد القيام بتجارب استطلاعية التي شملت:

1.1.3. الطين :

تم استخدام طينة كاؤولين دويخلة والجدول (1) يوضح التحليل الكيماوي للطينة .

جدول (1): التحليل الكيماوي لطينة الكاؤولين نقلاً عن (المشاخي, 1991, ص154).

020	L.OI	SO ₃	MgO	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂
98.50	12.9	0.07	0.33	1.17	0.93	0.97	35.86	47.62

2.1.3. تهيئة الفرن :

تم استخدام الفرن الغازي في مشغلي الخاص وهو بقياس (60 × 50 × 50) سم من الداخل مع لوحة سيطرة الكترونية لقياس درجة الحرارة.

2.3. تشكيل النماذج :

تم تهيئة الطين بشكل لدن ، وتم التشكيل باستخدام لوح خشبي محدد بإطارات خشبية بسمك (1 سم) وتم التقطيع بقياس (10×5 سم). لعمل النماذج الاستطلاعية

3.3. تجفيف النماذج :

تركت النماذج على ألواح خشبية معدة لهذا الغرض وبدون تحريك لكي تحافظ على شكلها وتكون مغطاة بقطعة قماش جافة لحين إتمام عملية الجفاف بعد (7 - 10) أيام.

4.3. حرق النماذج : تم حرق النماذج و بدرجة حرارة (1100 - 1150م°).

5.3. تهيئة المواد الاولية المستخدمة في البحث :

تم الحصول على اطيان الكاؤولين دويخلة البيضاء ورمل البناء من مصادر طبيعية كونها متواجدة بوفرة , وتم طحن الرمل على حدة بطاحونة كما في الشكل (1) ثم في طواحين بورسلينية (ball mills) موضحة في الشكل (2) وبوقت 24 ساعة للحصول على مادة مطحونة تمر من غربال Mesh 120 , كما تم الحصول على المواد المساعدة على الصهر (Fluxes) من كلية الفنون الجميلة فرع الخزف وهي (فلسبار) كربونات الصوديوم ، و مادة c.c وكسارة زجاج .



الشكل (1): طحن المواد



الشكل (2): طواحين بورسلينية (Ball mills)

6.3. تهيئة خلطات الزجاج

تم وزن 100 غم خليط جاف حسب الجدول (2) وتم اضافة 55 مل من الماء اليه من جميع الخلطات المذكورة .

جدول (2) نسب المواد المستخدمة في الخلطات.

التسلسل	رمل بناء	فلسبار	صودا اش	C.C	كسار زجاج	درجة الحرق
1	%50	%15	%10	%5	%20	1100م°
2	%50	%10	%10	%5	%15	1150م°
3	%60	%15	%10	%5	%20	1100م°
4	%60	%10	%10	%5	%15	1150م°

7.3. تطبيق الزجاج على النماذج الفخارية :

تم تطبيق خلطات الزجاج على النماذج الفخارية بواسطة المرذاذ شكل (3) .



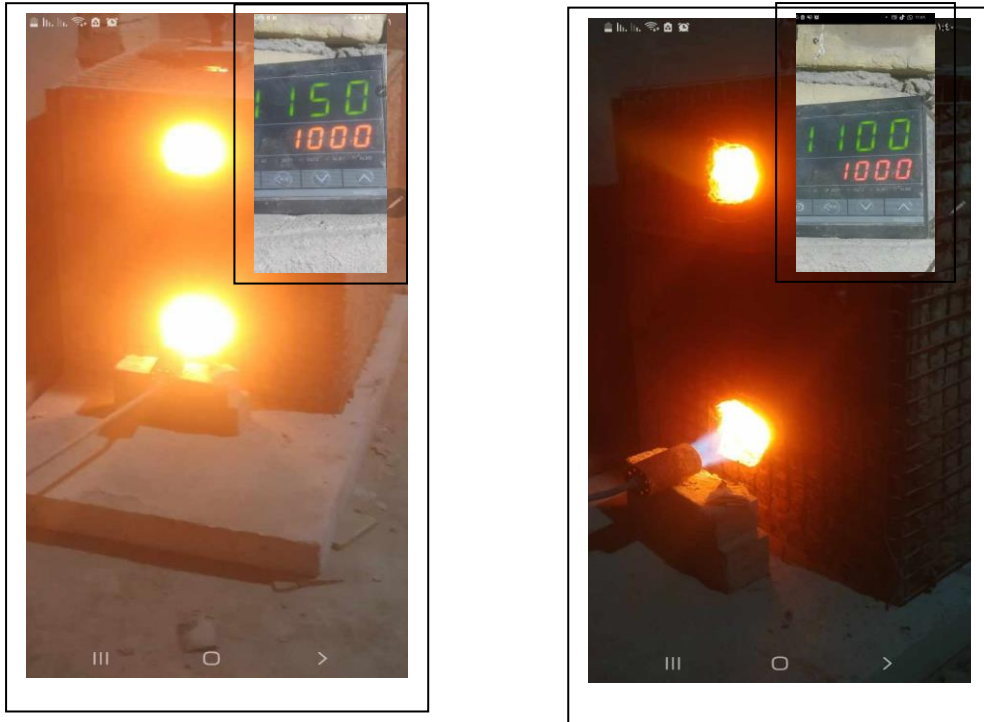
الشكل (3): المرذاذ

8.3. حرق النماذج المطبق عليها خلطات الزجاج :

تم وضع النماذج المطبق عليها خلطات الزجاج داخل الفرن وبعد الاطلاع على الدراسات السابقة والاطلاع على المصادر التي تناولت الزجاج عالي الحرارة (Stoneware) والقيام بتجارب اولية استطلاعية للمواد الداخلة في البحث ولغرض مراقبة انصهارية الزجاج وبشكل دقيق تم وضع البرنامج الذي اعتمد اسلوب الحرق السريع (Fast Firing) الذي يبدأ بتسخين الفرن الى 100 م° ولمدة ساعتين وبعدها تم رفع درجة الحرارة الى (1000 م°) كما في الشكل (4) ومن ثم رفعها باقصى طاقة الفرن (1150 م°) الموضح في الشكل (5) وكما يأتي في الجدول (3) .

جدول (3) برنامج الحرق

عدد الساعات	درجة الحرارة
6	1000
6.5	1050
7	1100
7.5	1150



الشكل(4): رفع درجة الحرارة 1100 م

4- النتائج

في البحث الحالي يتم استخدام رمل البناء كبديل عن السيليكا الاعتيادية المستخدمة في زجاج الخزف وهي السيليكا النقية (الفلنت SiO_2) ولكون المواد المستخدمة (رمل البناء) هي اشكال اخرى للسيليكا النقية هنا يتم استخدام هذه المواد كمادة بديلة كونها متوفرة بكميات كبيرة ورخص ثمنها وهنا سوف نقوم بمناقشة الخلطات حيث ان البحث الحالي يحتوي على خلطتين . المواد الناتجة مبينة في الشكل رقم 5.

1-4 مناقشة نتائج الخلطة رقم (1) :

تم استخدام رمل البناء بنسبة 50% وهي النسبة الاكبر لكون ان مادة الرمل هي ثيمة البحث وهو الهدف من هذا البحث استخدام هذا النوع من السيليكا وكان بنسبة 50% وهي النسبة الاعلى لجميع مكونات هذه الخلطة تليها مادة الفلسبار بنسبة 15% وهو يعتبر من المواد المكونة للزجاج كونه يحتوي على السيليكا والالومينا والصوديوم ، اما الصواهر فتم استخدام كاربونات الصوديوم بنسبة 10% وهو من الصواهر القوية جدا والمستخدم في زجاج الخزف هو من المواد الشائعة ، تم استخدام China clay او كاؤولين للحصول على الالومينا ومن متطلبات خلطة الزجاج ، وبذلك فالخلطة تتكون من (50% رمل ، 15% فلسبار ، 10% صودا اش ، 5% china clay) كمادة اولية في خلطة الزجاج .

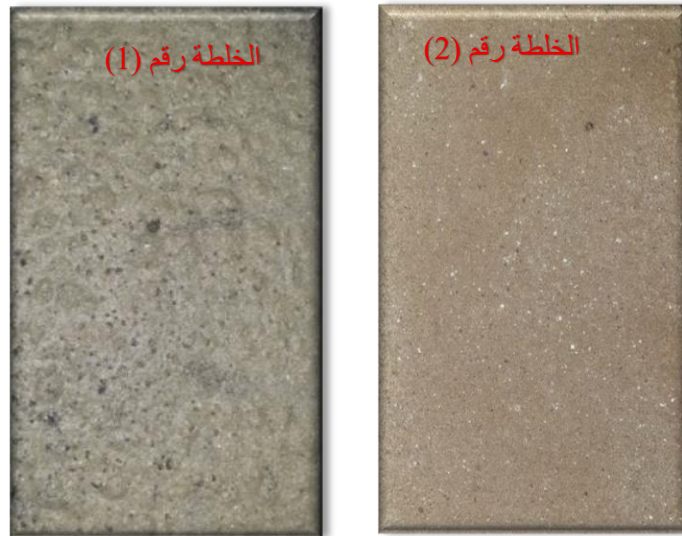
في الزجاج الجاهز يتم استخدام كسارة الزجاج بشكل واسع جدا كونها مادة اولية نصف مصنعة ، في البحث الحالي وفي هذه الخلطة تم استخدام 20% كسارة زجاج وبذلك تحققت نسبة 100% لهذه الخلطة .

هذه الخلطة لكونها تحتوي على نسبة عالية من الرمل والفلسبار وال china clay ونسب منخفضة من الصواهر تم حرقها بدرجة حرارة 1100 م° وكما في النموذج رقم (1) .

ومن خلال نموذج رقم (1) نجد ان هناك انصهار واضح للسطح مع التصاق جيد على الفخار مع سطح اكثر من نصف معتم بسبب ارتفاع المواد المقاومة للصدأ (السيليكا ، الفلسبار ، china clay) وهو سطح مشابه تماما الى الخزف العالي الحرارة ، ولمعرفة تأثير الحرارة على هذه الخلطة تم رفع درجة الحرارة لنفس الخلطة في العينة رقم (2) - وهي نفس الخلطة في العينة رقم (1) - الى درجة حرارة 1150 م° لغرض معرفة مدى تأثير الحرارة على مكونات هذه الخلطة ومن خلال العينة رقم (2) نجد ان هناك انصهار قوي مع حدوث فقاعات على السطح وهذه الفقاعات دليل على حدوث تفاعل انصهار لمكونات خلطة الزجاج اكثر من العينة رقم (1) ، نلاحظ حدوث بثور على السطح نتيجة لحدوث تفاعل شديد على سطح الجسم الفخاري .

2-4- مناقشة نتائج الخلطة رقم (2)

تم تعديل النسب في هذه الخلطة حيث تم زيادة نسبة رمل البناء من 50% الى 60% والفلسبار من 15% الى 10% والصدأ من 10% الى 5% وال china clay 20% الى 15% وتم زيادة النسبة لكون ان الخلطة السابقة جاءت بالتصاق جيد مع السطح وهنا في هذا البحث نريد ان نعرف مدى عمل هذه الخلطة وتطابقها مع السطح الفخاري لمعرفة اقصى حد لتطابقها وعملها مع السطح الفخاري لذلك ارتأى الباحث ان يرفع النسبة الى 60% وهي نسبة عالية جدا كنسبة سيليكيا تضاف مع خلطات الزجاج ، في العينة رقم (3) تم رفع نسبة رمل البناء الى 60% ومن خلال نتائج السطح نجد ايضا ان هناك التصاق وتفاعل جيد مع السطح الفخاري لكن مع انصهارية اقل من العينة رقم (1) التي تحتوي على 50% من رمل البناء و برفع درجة حرارة هذه الخلطة الى 1150 م° في العينة رقم (4) نجد ان هناك فرق واضح من حيث الانصهارية وهي اقل من العينة رقم (2) بنفس درجة الحرارة وهذا ناتج من ارتفاع نسبة رمل البناء .



الشكل(5): الخلطات المدروسة.

5- الاستنتاجات

1. تم استخدام مواد محلية كبديل عن السيليكا في انتاج زجاج خزف .
2. بتغيير نسب المادة (رمل البناء) المستخدمة في الخلطات تغيرت طبيعة السطح الجسم الفخاري .
3. ان رمل البناء ذو انصهار منخفض وهذا ما نجده من خلال السطح .
4. جاءت افضل العينات (1-4) من حيث طبيعة السطح والتجانس .

6- التوصيات :

1. يوصي الباحث بتوفير مختبر لطلبة الدراسات العليا تتوفر فيه افران ومواد لغرض انجاز البحوث العلمية .
2. دراسة استخدام خامات عراقية مع مواد مساعدة على الصهر غير المستخدمة في البحث مع نسب مختلفة .

7- المقترحات :

يقترح الباحث اضافة الاكاسيد اللونية الى خلطات زجاج الخزف.

References

- [1] ألبدي , علي حيدر , ألتقنيات العلمية لفن الخزف, التزجيج والتلوين , جامعة أيرموك , الاردن, ج 1 و 2 , ط 1 , 2002.
- [2] أزمزمي, معتصم عبد الله, الشيباني, مفتاح علي ,تكنولوجيا السيراميك (المواد الخام), مكتبة طرابلس العلمية العالمية ,ليبيا , ط 1, 1996 .
- [3] ديكسون , جون : صناعة الخزف , ترجمة : هاشم الهنداوي , ط 1 , وزارة الثقافة والإعلام , دار الشؤون الثقافية العامة , بغداد , 1986.
- [4] ريان, و , خواص المواد الخام السيراميكية , ترجمة , فاضل بندر عيسى وآخرون , وزارة التعليم العالي و البحث العلمي , دار التقني للطباعة والنشر , بغداد , 1986.
- [5] Bartenev, G. M, The structure and Mechanical properties of Inorganic Glass, 1970.
- [6] Britt, John, The Complete Guide to High-Fire Glazes: Glazing-Firing at cone 10, Alark Ceramics. Book, New York, 2007.
- [7] Doherty, Jack: Porcelain, Cerand Book, University of Pennsylvania Press, 2002.
- [8] Hamer, Frank, The Dictionary of Pottery and Techniques, New York, 1975.
- [9] Henrik Norsker, James Danisch: Glezes-For the Self-Reliant Potter, New York, 1993.
- [10] Maynard, David, Ceramic, glazes ,Borax , Holdings ,London ,1980.
- [11] Mcmillan, P.W, Glass- Ceramics. Academic Press, New York, 1964.
- [12] Rhodes, Daniel, Clay and Glazes for the Potter, Pitman Pub. Great. Britain, London, 1975.
- [13] Second Edition: Chemical Processing of Ceramics, Francis Group, 2005.
- [14] Shaw, K. Ceramic Glazes, Elsevier Publishing Co. Ltd., London, 1971.
- [15] Singer. Felix Industrial Ceramics, Chemical Publishing Co, Inc, New York, 1963.
- [16] Worrall, W.E., Institute of Ceramic Textbook series, Part I, Raw. Materials, Macalren and Sons, Ltd., London, 1964.
- [17] الجلي , منذر محمد سليمان محسن : انتاج خزف بركاني وتطبيقه على الاطيان العراقية , اطروحة دكتوراه غير منشورة , كلية الفنون الجميلة , جامعة بابل , 2013.
- [18] الطاهر , حيدر رؤوف , إنتاج زجاج الرماد وتطبيقاته على الأظيان العراقية , رسالة ماجستير غير منشورة, جامعة بابل , 2002.
- [19] العامري , قاسم نايف جواد : تأثير استخدام الاكاسيد رباعية التكافؤ في تعميم انواع الزجاج , رسالة ماجستير غير منشورة , كلية الفنون الجميلة , جامعة بغداد , 2009.
- [20] العبيدي,علي إسماعيل صالح .إزالة اللون من الزجاج العراقي .رسالة ماجستير , قسم العلوم التطبيقية , الجامعة التكنولوجية , 1997 .

- [21] الكراي ، سامر احمد حمزة , انتاج زجاج الرماد واطئ الحرارة وتطبيقاته على الاطيان الحمراء , رسالة ماجستير غير منشورة , كلية الفنون الجميلة , جامعة بابل , 2006.
- [22] الياسري , حيدر عبد الصاحب جاسم: استخدام خامات محلية لتحضير زجاج خزف جاهز (FRITTED GLAZE) وتطبيقاته على الأجسام الفخارية, رسالة ماجستير غير منشورة , كلية الفنون الجميلة جامعة بغداد , 2005.