Journal of HumanArts

ISSN: 2978-0861

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.

DOI:https://doi.org/10.64401/hw9n4g34
This is an open access article under the CC BY 4.0 license.

دراسة مقارنة استغلال الخامات المحلية في انتاج زجاج الخزف

م. م. علي حسين حريز[1,*]

[1] قسم الانشطة الطلابية, جامعة بابل ,العراق.

*البريد الالكتروني للمؤلف المراسل: Ali2017babelon@gmail.com

الخلاصة

تناولت هذه الدراسة استغلال الخامات المحلية في انتاج زجاج الخزف تعريف الخزاف بآلية تحضير خلطات زجاج الخزف والمواد الاولية 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 انتاج زجاج الخزف ؟
وقد تكمن اهمية البحث في :

1. دراسة تأثير الخامات المحلية المطحونة عند اضافتها على العمل الخزفي ؟
2. الاسهام في أثراء 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 انتاج زجاج خزف .
تناول الفصل الثالث اجراءات البحث اذ حضرت 2 خلطات من مواد غنية بالسيليكا ومتوفرة ورخيصة الثمن (رمل البناء) بنسب مختلفة وباضافة 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.
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% وحدوث 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 انتاج 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, انتاج, 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 النتاجات التي اخترعها انسان وادي الرافدين وابدع في اثار هذه الحضاره العريقة .

ان التقدم ولابداع في مجال الخزف يتطلب امتزاجاً بالعلوم الاخرى كالكيمياء وعلم الارض والفيزياء والرياضـــيات حيث يمر الخزف بمراحل كثيره ومعقده ابتداءاً من التغيرات الكيميائية والتفاعلات مروراً بتحويل المواد ومعالجتها وصـياغة وتشـكيل عناصـرها الفنية وانتهاءاً بإنتاج الخزف الفني .

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

عندما يبحث الخزاف في أســاليب وتقنيات التزجيج وجب عليه ان يجد افضــلها من حيث الخواص الجيدة والقيم اللونية محققاً افضــل النتائج في توفير الوقت والجهد وصــولاً الى القيمة الفنية المطلوبة لان هذه المعرفة جاءت من معرفة الخزاف بالخامات المحلية وبحثه لايجاد البدائل من المواد ودراســته لســلوك هذه المواد الاولية المتوفره محلياً كما يعد العراق من البلدان التي تتوفر فيها المواد الاولية رمل البناء الذي يحتوي على نسبة عالية من السلكا.

ومن خلال التجارب الاســتطلاعية التي قام بها الباحث معتمداً على النتائج التي يمكن من خلالها تحديد مشــكلة البحث الحالي بإمكانية انتاج زجاج مطفى عالي الحرارة من اســتخدام رمل البناء هذه المشــكلة تتطلب البحث والتقصــي عن الطرق الكفيلة من رفع درجة

DOI:https://doi.org/10.64401/hw9n4g34
This is an open access article under the CC BY 4.0 license.

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

2-1 أهمية البحث :

تحدد اهمية البحث في النقاط الاتية :

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 أثراء 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 انتاج زجاج خزف) .

1-**4 حدود البحث** :

1 _ **مكونات الطينة**

A_ كاؤولين ابيض

2_ **المواد المضافة**

A_ رمل بناء (SiO_2CaO)

b_ فلسبار ($Al_2o_3.6Sio_2$)

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.

1-**6 تحديد المصطلحات**

التقنية :

التقنية (لغةً):

أتقن عمله أحكمه (التقِن) الرجل المتقن الحاذق [1].

التقنُ، أتقن الشيء: احكمه، رجل، تقنُ: الحاضر المنطق والجواب الإتقان: 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 .

DOI:https://doi.org/10.64401/hw9n4g34
This is an open access article under the CC BY 4.0 license.

التقنية (اصطلاحاً):

وردت كلمة التقنية (Technique) في المعجم الفلسـفي بأنها جملة المبادئ والوسـائل التي تعين على انجاز أو تحقيق غاية والكلمة هي من أصل يوناني هو (Techen) ومعناها الصناع 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 :

2-1 الصيغة الجزيئية للتزجيج :

مادة صلبة لا عضوية في معظم الحالات عشوائية التركيب لا تمثل أي انتظام بلوري أي لا يعطي أنماط حيود عند فحصها بالأشعة السينية [6] .

ان اول الدراسات العلمية التجريبية لصيغ التزجيج قام بها الكيميائي الالماني هيرمان سيجر (Herman Seger) التي وصلت نتائجها الى وضع اسس علمية لصيغة خاصة بالتزجيج اطلق عليها بـــ (الصيغة الجزيئية) 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 علية تلك المركبات التي تكون شكلاً رباعياً منتظم الأسطح (Tetrahedral) ،أي ان أوكسجين السليكون المكون ذرة سليكون مركزية تحاط بأربع ذرات أوكسجين تلك الوحدات من (SiO_4) يمكن ترتيبها في ثلاثة انماط تبقى سوية في شكل سلسلة مستمرة في الشبك (Si-O) اي ان كل ذرة سليكون ترتبط بذرتين أوكسجين في الهرم الرباعي الأوجه 8.

ان تركيب الزجاج والسليكا البلورية يختلف من حيث الترتيب والتركيب, فالزجاج عبارة عن شبكة ممتدة غير دورية أي ينعدم الترتيب المنتظم على المدى الطويل في تركيب الزجاج فضلا 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 تشويهات في زوايا الأواصر وأطوالها بحيث تعطي تأثيراً عشوائياً وتمتاز بانعدام التنظيم الدوري . [9]

تعرف صيغة سيجر او الصيغة التجريبية , بانها النسبة بين المواد القاعدية ويرمز لها ($RO.R_2O$) والمواد المتعادلة ويرمز لها (R_2O_3) والمواد الحامضية ويرمز لها (RO_2) , حيث ان العنصر الموجب الشحنة الذي يرمز له بالحرف (R) والاوكسجين سالب الشحنة الذي يرمز له بـــ (O) , ولتكون 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 الحال.[10]

2-2 قاعدة سيـگر (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 ، التاثيرات التقنية والبيئية على اللون في الفلم السينمائي (دراسة تحليلية) ، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الفنون الجميلة جامعة بغداد ، 2001 ، ص 40 .
[6] Mcmillan . P . W , Glass- Ceramics. Academic Press ,London and . New York ,1964 . p 10 – 12 .
[7] ألبدري , علي حيدر , ألتقنيات ألعلمية لفن ألخزف, التزجيج والتلوين , جامعة ألبرموك ,الاردن, ج1 و ج2 , ط1 , 2002 , ص 55 .
[8] Shaw, K. Ceramic Glazes, Elsevier publishing Co. Ltd., London , 1971. P.5 .
[9] العبيدي,علي إسماعيل صالح .إزالة اللون من الزجاج العراقي .رسالة ماجستير , قسم العلوم التطبيقية , الجامعة التكنولوجية , 1997، ص16 .
[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 .

DOI:https://doi.org/10.64401/hw9n4g34
This is an open access article under the CC BY 4.0 license.

يمكن أن يعبر عن مكونات التزجيج بالأكاسيد المكونة لها ولوإن هذه ألأكاسيد لا توجد كاأكاسيد ولكن توجد كسيليكات معقدة في طلاء التزجيج . وقد أعتمد في تصنيف مكونات التزجيج حسابات علمية دقيقة تعرف بنظام صيغة سيـــگر(SEGER.FORMULA) أو الصيغة التجريبية وهي قاعدة لحساب خلطات ألزجاج صنفت ألأكاسيد ألمكونة للزجاج إلى ثلاث أصناف وهي : [11]

1- ألمواد ألقاعدية ($R_2O - RO$)

تضـم القواعد والقلويات الصـاهرة (Fluxes), ومجموعة الصـواهر القلوية (R_2O) تشـمل مجموعة {اوكسـيد الصـوديوم (Na_2O) وأوكسـيد البوتاسـيوم (K_20) وأوكسـيد الليثيوم (Li_2O)} , فهي أكثر فعالية في خفض درجات حرارة نضـج الزجاج ,وتزداد قوتها الانصـهارية كلما زادت درجة الحرارة ,وقد تتفاوت بقوتها الانصـهارية من ناحية (الصـلابة والمقاومة والتمدد الحراري والشـفافية والعتمة), اما القواعد الترابية (RO) فتشـمل {أوكسـيد الكالسـيوم (CaO) وأوكسـيد المغنيسـيوم (MgO) وأوكسـيد الباريوم (BaO) بالإضـافة إلى مجموعة الرصـاص (PbO) ومجموعة الزنك (ZnO)} ، ولكل نوع من هذه الأكاسـيد له مدى للانصـهار يعتمد على المكونات الموجودة في الوسط الزجاجي.[12]

ان هذه الاكاسـيد القاعدية (Modifying) تعدل صـفات الشـبك بوسـاطة ملئها الفجوات وهي تسـمى معدلات الشـبك (Net work Modifiers) وهـذه الاكـاسـيـد تنظم في مجـاميع في النظـام الـدوري للاكـاسـيـد مشـكلـة للزجـاج وهي (B2O3 Viterous) كلها تتواجد بشكل مستقل في الحالة الزجاجية (Sb2O5,As2O5,P2O5,GeO2,SiO2,Sb2O3,Al2O3,P2O3, State)[13]

2 – ألمواد ألمتعادلة (R_2O_3)

تتمثل بأوكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) توجد الالومينا منتشراً في الطبيعة على هيأة بلـــورية بالإضافة إلى وجوده في مركبات الفلسبارات والكاؤولين نتيجة تحلل صـخور الفلسبار(النارية) بتأثير العوامل التجوية , والألمنيوم واحد من أهم الأكاسيد الداخلة في تركيبة الزجاج ولهذا الأوكسيد خواص قاعدية و حامضية تعرف بـــ(ذات التفاعلين) لان الألومينا تسلك سلوكاً قاعدياً أذا كان الوسط حامضياً مكونة آصرة سداسية وتسلك سلوكاً حامضياً عندما يكون الوسط قاعدياً مكونة أربع أواصر لتحل الألومينا محل السليكا وذلك لتمنح استقرار السائل الزجاجي.[14]

تسـتخدم الألومينا في جميع خلطات الزجاج لعدم تأثيرها اللوني كما أنها تمنع السـائل الزجاجي من الانسـحاب والسـيلان على سـطح الجسم الخزفي مكونة أواصـر قوية مترابطة لذا فإنها تستخدم بنسبة ما بين (5 - 15 %) وقد تصـل نسبتها إلى (25 %) مما تؤدي حدوث عتمة وانسحاب الزجاج بسبب ارتفاع معدلات الشد السطحي لها.[15]

3 – ألمواد ألحامضية (RO_2)

واهم مركباتها السـليكا(SiO_2) متوفرة بالطبيعة على هيأة ثاني اوكسـيد السـليكون و توجد متحدة مع مركبات أخرى مثل الطين وأنواع الفلسبارات, كما توجد حرة نقية مثل الكوارتز (Quartz)) أو فلنت (Flint) , تعد السليكا المكون الأساسي لشبك الزجاج وبدونها لا يمكن تكوين مادة الزجاج كما ان حسـاب نسـبة السـليكا إلى القواعد هي التي تحدد درجة حرارة نضـج الزجاج بالإضـافة إلى ذلك فان ثاني اوكسيد السليكون يعد من الأكاسيد المهمة في تركيبة الطين والزجاج و تشكل الهيكل العظمي للزجاج.[16]

وألسيلكا هي ألمادة ألأكـثر شبهـا بألزجـاج حيث تبـلغ درجة إنصـهارهـا(1710C°) لذلك نعمل على إضافة الاكاسـيد الصـاهرة على ألسيلكا لخفض درجة إنصـهارها[17] . كما تعتبر ألسيلكا أحد أوسع ألمعادن ألمنتشرة بالقشرة ألأرضية حيث تصل فيها نسبة عنصر ألسـيلكون(Si - 26 %) الذي لا يوجد في ألطبيعة بشـكل حر بل يوجد على هيئة أوكسـيد ألسـيلكون (SiO2) أو على هيئة مركبات ألسيلكات[18] .

[11] الكرادي ، سامر احمد حمزة , انتاج زجاج الرماد واطئ الحرارة وتطبيقاته على الاطيان الحمراء, رسالة ماجستير غير منشورة, كلية الفنون الجميلة, جامعة بابل , 2006 , ص8.
[12] الطاهر , حيدر رؤوف , إنتاج زجاج الرماد وتطبيقاته على الأطيان 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 واخرون , وزارة التعليم العالي و البحث العلمي , دار التقني للطباعة والنشر , بغداد , 1986, ص 78 .
[15] ألبدري , علي حيدر , ألتقنيات ألعلمية لفن ألخزف, 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, معتصم عبد الله ,الشيباني ,مفتاح علي ,تكنولوجيا السيراميك (المواد الخام), مكتبة طرابلس العلمية العالمية ،ليبيا ,ط1, 1996 , ص 148 .

DOI:https://doi.org/10.64401/hw9n4g34
This is an open access article under the CC BY 4.0 license.

وتختلف نقاوة ألسيلكا من نوع إلى أخر طبيعـــيا" حيث تصل نسبة ألشوائب في ألرمل إلى (10 %) وأغلبها أكـــاسيد ألحديد وفي ألصوان تبـلغ نسبة ألشوائب(5 %) وأنـقى أنواع ألسيلكا هو الكـوارتز أذ تـبلغ نسبة ألسيلكا فيـه (99 %) وهذه ألشوائـب تساعـد ألسيلكا على ألأنصهار بشكل أسرع وقد تعطي هذه ألشوائب بعض ألتـأثيرات أللونية. [19]

تستعمل (SiO_2) لتزيد من صـلابة ومتانة المنتج الخزفي بالإضـافة إلى أنها تخفض نسبة معامل تمدده ومن الممكن ان تكون زجاجاً لوحدها لكن درجة انصـــهارها تصـــل إلى (1710) مْ لذلك يجب أجراء بعض التعديلات على هذه المادة بإضـــافة نســـب من القلويات الصاهرة[20].

هنالك أربع ذرات أوكسجين جمعت سويا" ويوجد فضاء كبير بينهما لإسكان ذرة سيلكون تستوفي ذرات ألأوكسجين وكما في ألشكل (2 -3-2) وأن مكافئات ألسيلكون متشـبعة بارتباطها بتلك ألذرات من ألأوكسـجين وهذا ألهرم ألمتكون من ذرات ألأوكسـجين ألأربعة حول ذرة ألسيلكون هو(SiO4-4) . و ألتي تدعى بأسم رباعي سطوح ألسيلكا كما في ألشكل رقم (2-3-3) أو كمربع بسيط كما في ألشكل رقم (2-3-4) وألأوكسجين في ذرة ألسيلكا مشبع جزئيا" للأرتباط بذرة سيلكون ولذلك سوف نهمل أوكسجين ألقمة شكل رقم (2- 3-5) وذلك لأتحاد ه مع رباعيات أخرى بحيث يربط كل أيون أوكسجين (O-2) أيونين من وحدة ألسيلكـا (SiO4-+ 4 ويكون التركيب النهائي للسيلكا (SiO2)[21].

وتتحد هذه ألرباعيات من خلال ذرة أوكســجين مشـتركة وهنالك ثلاثة مواقع محتملة للقاعدة ألمثلثية ألعليا وألتراكيب ألبلورية ألمختلفة ألثلاث هي

A – كوارتز B– كرستوبولايت C- تريد مايت كما في ألشكل رقم (2-4)

أن شكلا ألسيلكا أو ألنوعين من أشكال ألسيلكا واحـد تحت الأخر فـوق نقـطة ألعكس(Inversion Point) يسـميان ألفـا وبيتا على ألتوالي ولكل نوع من أنواع ألسيلكا نقطة أنقلاب معينة أي درجة حرارة معينة وعلى الرغم من هذه ألتغيرات ألمصاحبة للأنقلاب تعد طفيفة إلا إن ألأطوار ألمختلفة تظُهر خواص فيزيائية مختلفة [22] .

ويرافق ألأنقلاب أختلاف في ألتمدد ألحراري في ألرســم ألبياني يوضـــح نقطة ألأنقلاب ومدى ألتمدد ألحراري لكل من ألكوارتز و ألكرستوبولايت [23].

أن ألزجاج غير خاضـع لعكس ألسيلكا فعندما تنصـهر ألسيلكا في منصـهر ألزجاج فإن شبك ألسيلكا لن يبقى لمدة طويلة بصـفة شبكة كبيرة إذ تتحول إلى وحدات أصـغر تتحرك بحرية أكبر بين ألوحدات ألصـغيرة لأخرى من ألأوكسيدات وهذه ألوحدات ألمختلفة تشكل سلاسل عشوائية من ألأوكسيدات وعند ألتبريد وحدات ألسيلكا لاتملك ألوقت لتجديد ألأتصـال مع بعضـها لذلك فأن ألحالة ألأصـلية للسيلكا ألبلورية لا توجد في ألزجاج [24]

2- إجراءات البحث

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

1-3- المنهج المستخدم :

اعتمد الباحث المنهج التجريبي كونه منهجاً دقيقاً يقوم اســاســاً على التجربة العلمية التي تكشــف عن العلاقات الســببية بين العوامل المنتظمة والمؤثرة فيها ، فضلاً عن المنهج التحليلي الوصفي لتحقيق اهداف هذا البحث

1.3. اختيار العينات :

[19] Shaw, K. Ceramic Glazes, مصدر سابق.41. P.
[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 , مصدر سابق.p , 12.
[23] Hamer, Frank, The Dictionary of Pottery and Techniques, مصدر سابق.p.2 ,72.
[24] Hamer, Frank, The Dictionary of Pottery and Techniques, مصدر سابق.p, 270.

DOI:https://doi.org/10.64401/hw9n4g34
This is an open access article under the CC BY 4.0 license.

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 الكيمياوي للطينة .

جدول (1): التحليل الكيميائي لطينة الكاؤولين نقلاً عن (المشايخي, 1991, ص154).

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	SO_3	L.OI	020
47.62	35.86	0.97	0.93	1.17	0.33	0.07	12.9	98.50

2.1.3. تهيئة الفرن :

تم استخدام الفرن الغازي في مشغلي الخاص وهو بقياس (50 ×50 × 60) 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 (5×10 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) كاربونات الصوديوم ، و مادة c.c وكسارة زجاج .

الشكل (1): طحن المواد

DOI:https://doi.org/10.64401/hw9n4g34
This is an open access article under the CC BY 4.0 license.

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 :

تـم تطبيــق خلطات الزجاج علـــى النماذج الفخـــاريـــة بواسطـــة المرذاذ شكل (3) .

الشكل (3): المرذاذ

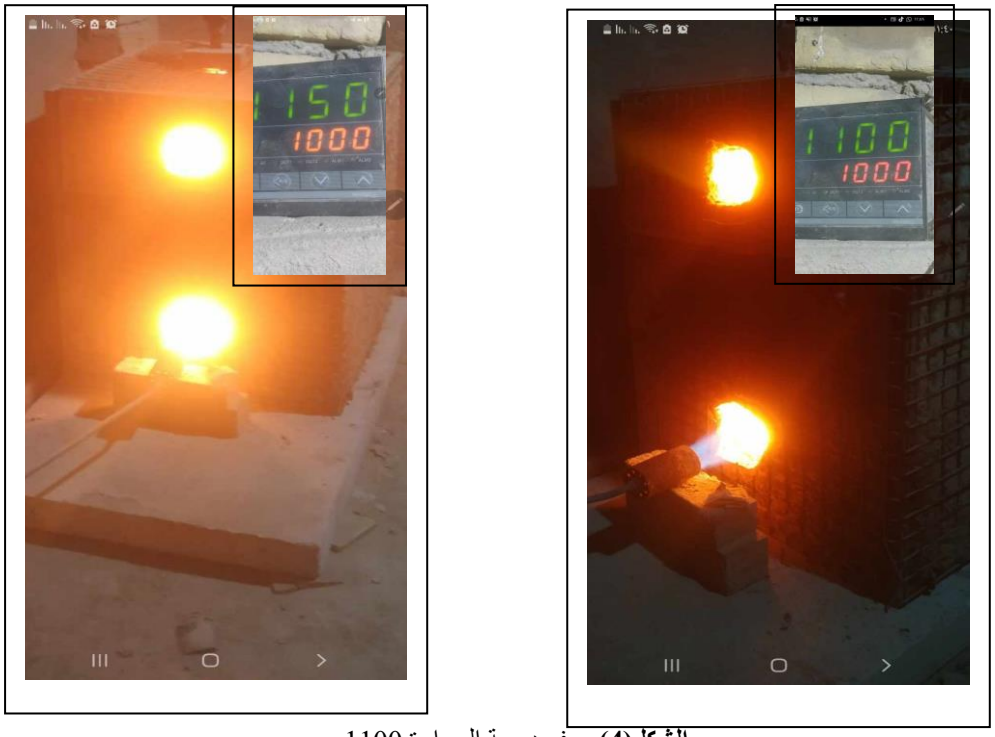
8.3. حرق النماذج المطبق عليها خلطات الزجاج :

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 انصـهارية الزجاج وبشـكل دقيق تم وضـع البرنامج الذي اعتمد اسـلوب الحرق السـريع (Fast Firing) الذي يبدأ بتسـخين الفرن الى 100 مْ 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) .

DOI:https://doi.org/10.64401/hw9n4g34
This is an open access article under the CC BY 4.0 license.

جدول (3) برنامج الحرق

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



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 كمواد 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.

4-1 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 والمستخدمة في زجاج الخزف هو من المواد الشائعة ، تم استخدام 5% 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) كمواد اولية في خلطة الزجاج .

DOI:https://doi.org/10.64401/hw9n4g34
This is an open access article under the CC BY 4.0 license.

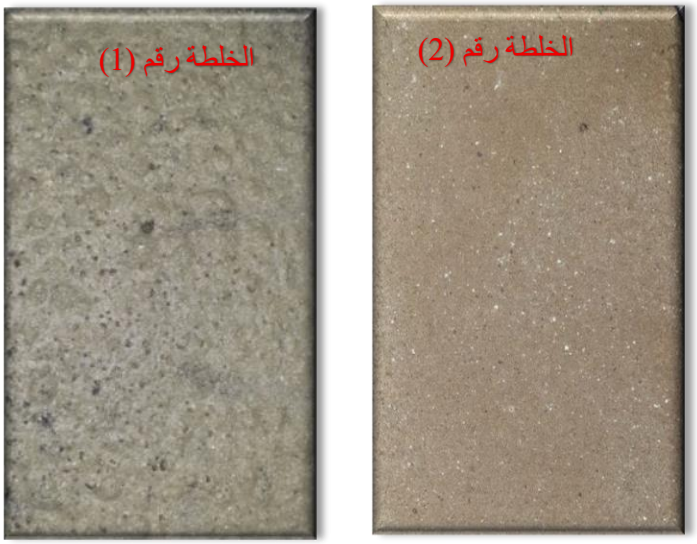
في الزجاج الجاهز يتم استخدام كسارة الزجاج بشكل واسع جدا كونها مادة اولية نصف مصنعة ، في البحث الحالي وفي هذه الخلطة تم استخدام 20% كسارة زجاج وبذلك تحققت نسبة 100% لهذه الخلطة .

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 للصهر (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 هنالك 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 .

4-2- 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% والصودا اش 10% وال5% china clay وتقليل نسبة الكسارة من 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 الخامة 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 سيليكا تضاف مع خلطات الزجاج ، في العينة رقم (3) تم رفع نسبة رمل البناء الى 60% ومن خلال نتائج السطح نجد ايضا ان هنالك التصاق وتفاعل جيد مع السطح الفخاري لكن مع انصهارية اقل من العينة رقم (1) التي تحتوي على 50% من رمل البناء وبرفع درجة حرارة هذه الخلطة الى 1150 م° في العينة رقم (4) نجد ان هنالك 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. بتغير 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 :

DOI:https://doi.org/10.64401/hw9n4g34
This is an open access article under the CC BY 4.0 license.

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] ألبدري , علي حيدر , ألتقنيات ألعلمية لفن ألخزف, التزجيج والتلوين , جامعة أليرموك ,الاردن, ج1 و ج2 , ط1 , 2002.

[2] ألزمزمي, معتصم عبد الله ,الشيباني ,مفتاح علي ,تكنولوجيا السيراميك (المواد الخام), مكتبة طرابلس العلمية العالمية ،ليبيا ,ط1, 1996 .

[3] ديكرسون , 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 واخرون , 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] الجلبي ، 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 الأطيان 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.

DOI:https://doi.org/10.64401/hw9n4g34
This is an open access article under the CC BY 4.0 license.

[21] الكرادي ، سـامر احمد حمزة , انتاج زجاج الرماد واطئ الحرارة وتطبيقاته على الاطيان الحمراء , رسـالة ماجسـتير غير منشورة , كلية الفنون الجميلة , جامعة بابل , 2006.

[22] الياسـري , حيدر عبد الصـاحب جاسـم: اسـتخدام خامات محلية لتحضـير زجاج خزف جاهز(FRITTED GLAZE) وتطبيقاته على الأجسام الفخارية, رسالة ماجستير غير منشورة , كلية الفنون الجميلة جامعة بغداد , 2005.

DOI:https://doi.org/10.64401/hw9n4g34
This is an open access article under the CC BY 4.0 license.