Journal of Humanities and Social Sciences Researches (JHSSR)

ISSN: 2958-3160 (Online)

Employing SHlNO_Glaze technology using local materials and applying it to high-temperature clays

Asst. Lect. Ali Hussein Harez*[1], Asst. Lect. Ammar Hussein Fadhel Hussein[2], Asst. Lect. Ihab Munim Jalil[3]

[1] Student Activities Department, University Presidency, University of Babylon, Iraq

[2] Institute of Fine Arts, Qadisiyah Education Directorate, Iraq

[3] Babylon Education Directorate, Iraq

* Corresponding author, Email: Ali2017babelon@gmail.com

Received: 08/06/2024 Accepted: 01/08/2024

Abstract

This research is concerned with studying (SHlNO_Glaze technology using local materials), which consists of five chapters: The first chapter included a presentation of the research problem to find out what variables the technique causes when added to the surface of pottery? While the importance of the research came to increase scientific knowledge, in addition to the scarcity of its use, which makes it surrounded by a kind of mystery about the extent of its color and texture transformations, while the research aims to reveal the technical effects resulting in ceramic glass. The limits of the research include the addition of red earth and potassium feldspar. Calcium feldspar and soda ash, in addition to colored oxides, are high-temperature clays (1250 degrees Celsius). While the second chapter contained the theoretical framework and previous studies, this chapter reviewed the clays and their uses, as well as the types of clays found in their locations. It reviewed the structure of the glass and its compatibility with the pottery body and the classification of the glass in terms of chemical composition and maturation temperatures. This chapter also reviewed the coloring oxides through which it was identified. The researcher studied the oxides of copper, cobalt, iron, and tin, which determine the color and texture. This chapter also reviewed the techniques of special effects in porcelain glass, the firing atmospheres, and the types of reduction. The third chapter included the selection of materials added to the glass mixture based on colored oxides, which are considered the most common coloring oxides for potters, which are copper oxide (CuO), cobalt oxide (CoO), tin oxide (zn), and iron oxide (feo). In the golden ratios to the glass mixture, while fixing the ratios of the glass mixture and limiting the variable only to the chino, as it was applied to kaolin clay, the number of glazed models reached (12) models. As for the fourth chapter, it included the research sample, and the number of samples reached (12) samples representing the majority of the research population. They were reviewed with percentages and temperatures and were discussed according to each sample and its variable. The fifth chapter included conclusions, including :Adding recommendations, suggestions, sources, appendices, and a summary in English.

Keywords: SHlNO_Glaze, local materials, high-temperature clays.

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

توظيف تقنية SHINO_Glaze باستخدام مواد محلية وتطبيقها على أطيان عالية الحرارة

م. م. علي حسين حريز*[1,]، م. م. عمار حسين فاضل حسين[2]، م. م. ايهاب منعم جليل[3]

[1] قسم الانشطة الطلابية ,رئاسة الجامعة -جامعة بابل, العراق

2 معهد الفنون الجميلة , مديرية تربية القادسية, العراق

3 مديرية تربية بابل, العراق

*البريد الالكتروني للمؤلف المراسل: Ali2017babelon@gmail.com

الخلاصة

يعنى هذا البحث بدراسة (تقنية **SHlNO_Glaze** باستخدام مواد محلية) ، والذي يتكون من خمسة فصول : تضمن الفصل الأول عرضاً لمشكلة البحث لمعرفة ما المتغيرات التي تحدثها التقنية عند أضافة على سطح الفخار ,في حين جاءت أهمية البحث لزيادة المعرفة العلمية ، فضلاً عن ندرة اشتغالها بها مما يجعله محاطاً بنوع من الغموض حول مدى تحولاته اللونية ولملمسية , في حين يهدف البحث الى الكشف عن التأثيرات التقنية الناتجة في الزجاج الخزف , اما حدود البحث فتتضمن اضافة تراب احمر وفلسبار البوتاسيوم وفلسبار الكالسيوم وصودا اش وبالاضافة الاكاسيد الملونة الاطيان عالية الحرارة وبدرجة (1250م) . في حين احتوى **الفصل الثاني** على الإطار النظري والدراسات السابقة اذ استعرض هذا الفصل الاطيان واستخداماتها وايضا انواع الاطيان الموجودة على اماكن تواجدها واستعرض بنية الزجاج وتطابقه مع الجسم الفخاري وتصنيف الزجاج من حيث التركيب الكيميائي ودرجات حرارة النضج , كما استعرض هذا الفصل أكاسيد التلوين والتي من خلالها حددها الباحث اوكسيد النحاس وكوبلت والحديد والقصدير التي تحدد اللون والملمس وكذلك استعرض هذا الفصل تقنيات التأثيرات الخاصة في زجاج الخزف , واجواء الحرق وانواع الاختزال. **اما الفصل الثالث** فتضمن اختيار المواد المضافة الى خلطة الزجاج بالاعتماد على اكاسيد ملونة والتي تعتبر من أكثر أكاسيد التلوين شيوعاً عند الخزاف ، وهي أوكسيد النحاس (CuO)، اوكسيد الكوبلت (CoO)، واكسيد القصدير(zn) ،واكسيد الحديد (feo) ،واضيف بنسب الذهبية الى خلطة الزجاج ، مع تثبيت نسب خلطة الزجاج وحصر المتغير فقط فـي الشينو ، حيث تم التطبيق على اطيان الكاوؤلين, وبلغ عدد النماذج المزججة (12) نموذج . **اما الفصل الرابع** فقد تضمن عينة البحث وبلغ عدد العينات (12) عينة تمثل اغلب مجتمع البحث وتم استعراضهن مع النسب ودرجات الحرارة وتم مناقشتها حسب كل عينة ومتغيرها. **اما الفصل الخامس فقد تضمن الاستنتاجات ومنها :** اضافة التوصيات والمقترحات والمصادر والملاحق والملخص باللغة الانكليزية .

الكلمات المفتاحية: SHlNO_Glaze ,مواد محلية, الطين ذو الحرارة العالية.

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

الفصل الاول

1-1 مشكلة البحث :

كانت تقنية التزجيج في الخزف هي من اهم مراحله الانتاجية ، لما يجري فيها من تفاعلات كيميائية نتيجة لخلط مكونات مع بعضها، وبفعل الحرارة التي تحدد حسب نوع التقنية سواء كان واطئ الحرارة ام عالي الحرارة ، وطبيعة الاطيان المستخدمة ، تكون بموجبها عملية التزجيج ، لذا فأن البحث عن تقنيات وآليات جديدة غير مستخدمة للتزجيج باستخدام خامات محلية ، وما تؤديه الخامة المحلية من دور في النتاج الفني ، وتعد تقنية **(Shino)** من التقنيات االخاصة في عملية انتاج الخزف ، ،لذا اقتضت الضرورة بالبحث والتجريب في هذه التقنية ، والكشف عن النتائج التقنية المتأتية منها ، وبما يخدم الجانب الفني الجمالي للمنجز الخزفي .

ووفقاً لما تقدم ، يمكن تحديد مشكلة البحث بالتساؤل الاتي :

هل يمكن استخدام مواد اولية محلية لإنتاج خزف بتقنية (Shino) والحصول على خواص فنية جديدة ؟

2-1 أهمية البحث :

تحدد أهمية البحث في النقاط الاتية :

1_ دراسة تأثير تقنية **(Shino)** على السطح الخزفي .

2_ الاسهام في إثراء الجانب الجمالي عبر إضافة تعددات لونية وخصائص سطح جديدة لاعتمادها من قبل الخزافين في منجزهم الفني

3-1 هدف البحث :

يهدف البحث الحالي الى

الكشف عن ملائمة المواد الاولية المحلية في انتاج زجاج بتقنية **(Shino)** وإضافاتها الجمالية في المنجز الخزفي .

_ حدود البحث :

1_ الحدود الموضوعية :

_ مكونات الطينة

1_ كاؤولين ابيض (دويخلة)

2_ افلنت (Flint)

3_ _ مسحوق الفخار (grog)

_ الزجاج

1 تراب احمر

2_ فلسبار البوتاسيوم (Potassium feldspar)

3_ فلسبار الكالسيوم (Calcium feldspar)

4_ صودا اش (Soda Ash)

_ أجواء الحرق

تم استعمال فرن غازي لحرق الزجاج بدرجة حرارة 1260°

في الجو التأكسدي واختزال وبواقع الحرق السريع

2_ الحدود الزمانية :

_ 2022_2023 .

3_ الحدود المكانية:

_ المشغل الخاص بالباحث.

_ تحديد المصطلحات

التقنية Techniques

- في اللغة :

- جاء في مختار الصحاح (إتقان) : الأمر إحكامه **(الرازي ،ص 78)**.

- التقنية اصطلاحاً :

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

- تعرف التقنية بأنها تشمل جميع القدرات والعمليات المكتسبة الداخلة في الفن وتتضمن ما في المنتج من مهارات ونواحٍ جمالية ونفعية كما تشمل القدرة على الاختراع , إن وجدت في إعمال الفكر لإيجاد ملامح وظيفية أو زخرفية جديدة **(مونرو, توماس، 1972،ص 62-63).**

- تطلق التقنية من جهة ما هو صفة على كل كيفية فنية أو علمية أو صناعية تكمن في إتقان العمل وإحكامه والتقنية مرادف للعملي , وهو صفة للمهارة الحاصلة بمزاولة العمل وهذا المعنى مختلف عن العلمي , لان العلمي صفة البحث النظري المجرد , في حين إن التقنية صفة للعمل الذي تطبق فيه بعض الطرق المعينة لبلوغ نتائج معينة **(جميل صليبا ،ص329-330).**

2- الفصل الثاني

2-1 الاطار النظري :

2_1_1 الاطيان (Clays)

هو احد معادن الصخور الرسوبية الذي يتصف ببلورات صغيرة الحجم لا ترى بالعين المجردة ويطلق على تركيبها سليكات الألمنيوم المائية وصيغته الكيميائية ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$) وينتمي إلى مجموعة بنيوية يسمى الكاؤولين . **(Grim.1955.P.177)** ويعرف الطين فيزيائياً بأنه نتاج ارضي طبيعي ذو جسيمات ذات حجم أقل من (2) مايكرون ويتميز باللدونة على التشكيل وله قابلية اكتساب الصلابة والقساوة بعد تعرضه إلى الحرارة المرتفعة . **(Clews.1969.P.149)**

2_1_2 الأطيان الحمراء (Red Clays)

هي من أكثر أنواع الأطيان انتشاراً في الطبيعة ولهذا يمكن الحصول عليها بكميات وافرة , كما تتميز هذه الأطيان باللدونة العالية اذ تبلغ حوالي (29.5%) وذلك لنعومة حبيباتها , لهذا تضاف إليها نسبة محددة من مواد غير لدنة كالرمل أو مسحوق الفخار لتقليل لدونتها , وسميت بالأطيان الحمراء لارتفاع نسبة أوكسيد الحديد فيها والذي يكسبها ألوان متعددة منها البني أو الأحمر أو الرمادي المخضر أو الأسمر المصفر ، **(ديكروسون,1989,ص25)**

كما تمتاز هذه الأطيان باحتوائها على نسبة عالية من القلويات (اوكسيد الصوديومNa_2O ، اوكسيد البوتاسيومK_2O) ونسبة عالية من القواعد الترابية (اوكسيد الكالسيومCaO ، اوكسيد المغنيسيومMgO) وكذلك اوكسيد الحديد (Fe_2O_3) واوكسيد التيتانيوم (TiO_2) , لذلك فإن درجة حرارة انصهارها واطئة تصل حوالي (1100مْ) كحد أعلى , وعند حرقها إلى حدود (1000مْ) فإنها تتماسك إلى كتلة صلبة ذات لون أصفر أو بني **(Hamer.1975.P.247)**

كما إنها تحتوي على مواد عضوية بنسبة عالية لذلك تكون مساميتها عالية بعد الحرق لهذا فقد استخدم الخزافون لمشاغلهم الخاصة هذا النوع من الأطيان بشكل واسع في تنفيذ المشاريع والأعمال الفينة بعد عملية تحضيره وتنظيفه عدة مرات في أحواض فيها ماء للتخلص من الأملاح والشوائب . **(Hofsted.1975.P.19)**

2_1_3 الكاؤولين (kaoline)

ان الكاؤولين هو تسمية عامة للطين النقي تقريبا وبمعدل (98%) كاؤولينات ($Al2O3.2SiO2.2H2O$) ووزنه الجزيئي (285) وهو من الأطيان الأبتدائية ويوجد في مناطق متعددة من العالم وألوانه كثيرة لاسيما الأبيض .

(Robert,1973,P122)

وفي العراق توجد هذه الاطيان على شكل ترسبات في محافظة الانبار على بعد 80 كم شمال الرطبة الى الجنوب الشرقي من منجم فوسفات عكاشات ضمن الحافة الجنوبية المنخفضة (الكعرة) التي يتواجد فيها الكاؤولين الابيض وهو من الاطيان ذات اللدونة والنقاوة العالية , لذلك يتواجد في الطبيعة بالوان تتراوح بين الابيض والرمادي بحسب نوعية الشوائب الموجودة في تركيبه ويمتاز هذا النوع من الاطيان على تحمل درجات الحرارة العالية والتي تصل الى 1500مْ .

(معتوق ,1989,ص33).

2_1_4 المواد غير اللدنة الداخلة في خلطات الأطيان :

الرمل النهري الاسود (Black River Sand)

هو عبارة عن فتات صخرية يتراوح فيها الحجم الحبيبي بين (2_0.073 ملم) ، ويتكون غالباً من معادن سليكاتية بالرغم من انه يتنوع كثيراً من ناحية التركيب المعدني ، ويحتوي الرمل النهري الاسود على نسبة عالية من الشوائب وذو حبيبات ناعمة ، حيث يعمل على اكساب الجسم الطيني قوة وصلابة عند تفاعله مع المواد الصاهرة الداخلة ضمن تركيبة الطين ، ويمنع حدوث تفكك بين جزيئاته . **(Hamer.1975.P.50)**

يتكون الرمل النهري في مياه ضحلة قليلة العمق قرب الشواطئ على سطح الأرض ، **(Thores.1970.p31)** ومن خلال التجربة استخدمه الخزافون المحليون من اجل تقليل تقلص الطينة وبنسب قليلة .

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356

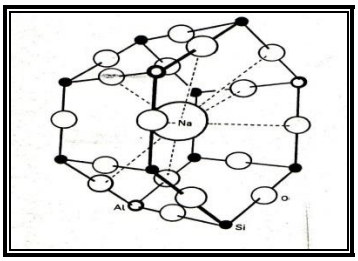
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

2_1_5_ألفلسبار (FELDSPAR)

يعد ألفلسبار من أهم ألصواهر ألمستخدمة في ألزجاج وهو أحد معادن ألصخور ألناريـة (IGNEOUS ROCKS) ويوجد ألفلسبار متحدا" بصورة رئيسة مع ألكوارتز وألمايـگا وأهم مركبات ألفلسبار

1. $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$ POTASSIUM FELDSPAR
2. $Na_2O. Al_2O_3. 6SiO_2$ SADIUM FELDSPAR
3. $CaO. Al_2O_3. 2SiO_2$

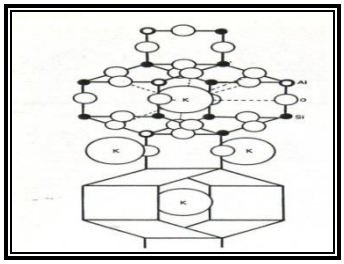
ألنسيج ألبنائي لجزيئة ألفلسبار يتكون من خلال إتحاد ذرات ألسيلكون وذرات ألأوكسجين إذ تتحدان لتكوين حلقـات رباعيـة تحتوي كل حلقة على أربع ذرات أوكسـجين وثـلاث ذرات مـن ألسـيلكون وذرة مـن ألألمنيـوم . وتتصـل هـذه ألحلقـات مـع بعضها لتكوين سلاسل تتقاطع بدورهـا مع سلاسـل أخرى من خلال مجموعـات (سيليكون- أوكسجين- سيليكون) (Si – O –Si) بحيث ينتج عن ذلك نسيج بنائي ثلاثي ألأبعاد **(HAMER-1975-P.4).**



ألشكل (2 – 1) يبين ألبناء ألذري لجزيئة ألفلسبار صودا

(HAMER . 1975 . P .4)

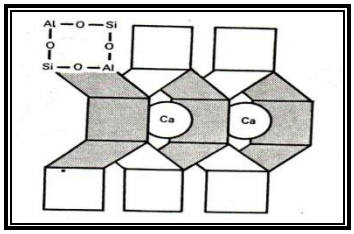
وألشكل رقم (2- 16) يبين ألبناء ألذري لجزيئة ألفلسبار بوتاسيوم ($K_2O. Al_2O_3 . 6SiO_2$) إذ نلاحظ أنهـا تتشـابه مـع ألفلسبار صودا من حيث ترابط ذرات ألأوكسجين ألأربعة مع ألسيلكا ألثلاث وذرة ألألومينا وألسلاسل ألتي تحتضـن جزيئـة ألبوتاسيم



ألشكل (2 – 2) يوضح ألبناء ألذري لجزيئة ألفلسبار بوتاسيوم

HAMER . 1975 . P .208

إن ألصوديوم و ألبوتاسيوم هما أحاديا ألتكافؤ لذلك عند أحلال ألألومينا محـل ألسـيلكا يـتم ألأمتـزاز مـع ألعناصـر ألأحاديـة ألتكافؤ أما أذا تم أحلال ذرتين من ألألومينا مع ذرتين من ألسيلكا فأن ألتوازن ألكهربائي يتم بأمتزاز عناصـر ثنائيـة ألتكـافؤ مثل ألكالسيوم (Ca) وبذلك نحصل على ألفلسبار كالسيوم ($GaO. Al_2O_3. 2SiO_2$) وألشكل (2- 17) يوضـح ألبنـاء ألبلوري لجزيئة ألفلسبار كالسيوم **(ألزمزمي وألشيباني .1996. ص[177])**



ألشكل (2 – 3) يبين ألبناء ألبلوري لجزيئة ألفلسبار كالسيوم

(HAMER . 1975 . P.10)

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

وهو الزجاج الذي تبلغ درجة نضجه بين (1200–1300م) ويحتوي في تركيبه على نسبة عالية من السليكا والالومينا ، وغالباً ما يستبدل به الاكاسيد القلوية بالقلويات الترابية مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والباريوم الاكثر مقاومة للانصهار ، وتعد الفلسبارات من اهم المركبات الداخلة في تركيب الخزف العالي الحرارة وذلك لاحتوائها على نسب عالية من مواد الانصهار مثل السليكا (SiO_2) والالومينا (Al_2O_3) مع نسبة قليلة من المواد الصاهرة القلوية ، وبذلك تكون الفلسبارات هي خلطات زجاج عالي الحرارة لكن تحتاج الى تعديل بعض نسب المواد لتكون ملائمة للتطبيق على الجسم الفخاري ، وتوجد انواع مختلفة من الفلسبارات مثل الفلسبارات القلوية والفلسبارات الترابية وتشكل عاملاً مهماً ورئيسياً في الخزف العالي الحرارة.**(الطاهر،2002،ص14)**

2_1_6 - زجاج عالي الحرارة (Stoneware Glaze):

وهو الزجاج الذي تبلغ درجة نضجه بين (1200-1300م) ويحتوي في تركيبه على نسبة عالية من السليكا والالومينا ، وغالباً ما يستبدل به الاكاسيد القلوية بالقلويات الترابية مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والباريوم الأكثر مقاومة للانصهار ، وتعد الفلسبارات من اهم المركبات الداخلة في تركيب الخزف العالي الحرارة وذلك لاحتوائها على نسب عالية من مواد الانصهار مثل السليكا (SiO_2) والالومينا (Al_2O_3) مع نسبة قليلة من المواد الصاهرة القلوية ، وبذلك تكون خلطات زجاج عالي الحرارة لكن تحتاج الى تعديل بعض نسب المواد لتكون ملائمة للتطبيق على الجسم الفخاري ، وتوجد انواع مختلفة من الفلسبارات مثل الفلسبارات القلوية
الفلسبارات و الفلسبارات الترابية وتشكل عاملاً مهماً ورئيسياً في الخزف العالي الحرارة. (الطاهر، 2002،ص14)

2_1_7_ الاكاسيد الملونة في الزجاج

اكاسيد التلوين في الخزف عديدة ومتنوعة وتعتبر اكاسيد الانتقالية (transition elements) هي الأكثر أهمية في تلوين الزجاج في مجال الصناعة والخزف، وتتميز اغلب تلك العناصر بان ذراتها ذات غلاف (d) غير مشبع، مما يكسبها نشاطا وفاعلية للاتحاد مع الكترونات ذرات الجوار لتأسيس أواصر كيميائية، وتتحد قيمة اللون وموقعه من الطيف من خلال كمية الطاقة الممتصة والتي تعتمد أصلا على العدد الفعلي لالكترونات غلاف (d) وعدد القفزات بين المدارات وحدودها العليا والدنيا كما تتفاوت تلك العناصر بخواصها اللونية والتفاعلية مما يحدد مجالات استخدامها وأهمية الاعتماد عليها بعضها حساس ودقيق التفاعل اللوني أو متبخر لا يستقر بدرجات حرارة معينة والبعض يتطلب ظروف خاصة وتراكيب تفاعلية دقيقة. **(Hamer.2004.P75)**

لذلك فقد تم التركيز في البحث الراهن التي تتلاءم تفاعليا مع تراكيب زجاج الخزف وتقنية الشينو والأطيان ودرجات الحرارة وظروف الحرق مع التأكيد على النتائج اللونية المستقرة مع الأخذ بنظر الاعتبار سهولة توفرها واعتدال أثمانها ومن الاكاسيد الاكثر شيوعا واعتمادا في تلوين زجاج الخزف بمختلف تقنياته هي :

2_1_7_1اوكسيد الحديد Iron Oxide (FeO)

وهو اوكسيد للعنصر (Fe) عدده الذري (26) ويوجد بحالتي تكافؤ ثنائية (Fe^{+2}) وثلاثية (Fe^{+3}) ، وإن اغلب المواد الخام تحتوي على عنصر الحديد بنسب مختلفة فلهذا عد من أكثر المركبات انتشاراً في الطبيعة ، ويوجد اوكسيد الحديد على عدة انواع منها اوكسيد الحديد الأحمر (Fe_2O_3) واوكسيد الحديد الأسود (FeO) وتوجد حالة لاوكسيد الحديد يرمز لها (Fe_3O_4) ويسمى اوكسيد الحديد المغناطيسي وفي حقيقته هو خليط ($FeO+Fe_2O_3$) . (Robert.2012.P325)

يتصرف اوكسيد الحديد الأسود (FeO) كمادة صاهرة ضمن مجموعة (RO) مما يعطي انصهارية ملحوظة لمركبات زجاج الخزف أما اوكسيد الحديد الأحمر فانه يتصرف كمادة غير صاهرة ضمن مجموعة (R_2O_3) وإذابته منخفضة ، وقد يمنح لوناً مُبقعاً مع بعض تراكيب زجاج الخزف ، يعطي اوكسيد الحديد عند اضافته الى الوسط الزجاجي نتائج لونية تتراوح ما بين العسلي الفاتح إلى الجوزي الغامق ، لكن عند دخوله مع اكاسيد أخرى في الوسط الزجاجي فانه يعطي نتائج لونية متعددة كالأحمر والبرتقالي والأصفر والبني والأسود والعسلي . (Rhodes.1975.P266)

اما اوكسيد النحاس (CuO) والذي يعتبر احد أهم اكاسيد التلوين في حقل فن الخزف وهو اوكسيد للعنصر الانتقالي (Cu) عدده الذري (29) ويتصف بحالتي تكافؤ أحادية (Cu^{+1}) وثنائية (Cu^{+2}) ويتوافق مع حالتي أكسدة مستقرتين هي اوكسيد النحاس الأسود (CuO) واوكسيد النحاس الأحمر (CuO^2) بالإضافة إلى وجود مركب ثالث شائع الاستعمال وهو كاربونات النحاس الأخضر ($CuCo^3$) . **(البدري،2002،ص186)**

ويمكن الحصول على تفاعل متساوي من كاربونات النحاس ($CuCO^3$) التي تتحول في درجة حرارة (500) مْ إلى اوكسيد النحاس والباقي نسبة ضئيلة من الكاربون المتطاير لذلك فان كاربونات النحاس هي اقل قدرة تلوينية من اوكسيد

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

النحاس لذلك من اجل الحصول على فعالية متساوية في التلوين ينبغي استخدام نسبة من كاربونات النحاس أكثر من نسبة الأوكسيد في الزجاج .(**Britt ,2004,P23)**

اما اوكسيد الكوبلت (CoO)

يعد أكثر الاكاسيد التلوينية قوة واستقراراً في جميع درجات الحرارة من حيث التأثير اللوني وهو اوكسيد للعنصر الانتقالي (Co) عدده الذري (27) ، وله حالتا تكافؤ ثنائية (Co^{+2}) وثلاثية (Co^{+3}) ، يعطي اوكسيد الكوبلت (CoO) بحالته الثنائية اللون الأزرق حيث يشكل الأيون فيه محيطاً رباعياً من الأوكسجين (CoO_4) ضمن الشبكة البلورية لزجاج الخزف ، وفي ظروف تفاعلية خاصة من الممكن أن يتشكل حول الأيون محيط سداسي (CoO_6) ينتج عنها لون زهري أو احمر. (البدري،2002،ص178)

ويمكن الاستفادة من القوة التلوينية لا وكسيد الكوبلت في جميع درجات حرارة النضج المختلفة (الواطئ _ المتوسط _ العالي) حتى درجة حرارة (1500مْ) ويمكن استخدامه بنسب تتراوح من (0.5_1%) وهذه هي اعلى نسبة لاستخدام هذا الاوكسيد في خلطات الزجاج ، ويُنتِج اوكسيد الكوبلت درجات متعددة من اللون الأزرق ويعطي نتائج لونية أجمل مع اوكسيد الزنك (ZnO) وكاربونات الكالسيوم ($CaCo_3$) .(الجلبي ،2012,ص23)

و اوكسيد الكوبلت ينتج ألوانا متشابهة تقريبا في اغلب أنواع التزجيج وفي ظروف الحرق المختلفة ، والمركب الغالب استخدامه هو كاربونات الكوبلت CoCo و أوكسيد الكوبلت الأسود Cooو الكاربونات أفضل كونها ذات حبيبات ناعمة جدا وتعطي لون متجانسا**(الشيباني والزمزمي,1996,ص193)**.

2_1_8 الملمس (Texture)

يعد الملمس المظهر الخارجي للأجسام التي تراها العين وتلمسها اليد ، حيث تشمل الاختلاف في النعومة والخشونة ، لهذا يكون لعنصر الملمس أهمية كبيرة في إعطاء الأشكال بعدها الجمالي . **(اسماعيل،1999،ص174)**

وهناك عدة عوامل تساهم في خلق إيحاءات ملمسية بصرية مختلفة منها :

1. كمية ونوع الضوء : بمعنى الطريقة التي يتم بها عكس الأسطح للضوء ، فالضوء هو الذي يحدد حالة الخامة وسطحها وملمسها والبريق الحاصل فيها وكذلك ظلالها . **(Bevlin.1977.P.43)**

لهذا فان للضوء تأثيراً في اختلاف الملامس نتيجة اختلاف وتغير الأقيام الضوئية المنعكسة عن السطوح والتي تؤدي إلى ظهور مناطق عالية الإضاءة ومن خلالها تبين نعومة السطح ، في حين المناطق المنخفضة الإضاءة تميل إلى خشونة السطح ، ومن ثم تستخدم هذه الحالة لإظهار البعد الثالث والإيهام به في العمليات الفنية ومن ثم ولادة القيم الجمالية فيها .

2. العتمة أو الشفافية أو النصف الشفافية : فنلاحظ مثلاً الزجاج الشفاف يختلف ملمسه بصرياً عن الزجاج النصف شفاف ، ويختلف ايضاً عن الزجاج المعتم .
3. التقنية المستخدمة في زجاج الخزف : فتقنية زجاج الملح مثلاً تختلف في ملمسها عن تقنية زجاج الراكو ، وتقنية زجاج البريق المعدني تختلف في ملمسها عن تقنية الزجاج البلوري ... الخ من التقنيات الاخرى . **(اسماعيل،1999،ص174_176)**

لقد حقق الخزاف المعاصر رؤية ملمسية جمالية تتكلم بلغة المنجز التشكيلي وتخاطب مدركات المتلقي الحسية ، وذلك لان المنجز الخزفي لم يعد يكفي لكي نتذوقه بالاعتماد على الإحساس البصري باللون ، بل اصبح يستدعي تجربة تتدخل فيها إحساس اللمس ، فالمادة سواء كانت طين او زجاج أصبحت تستدعي الخزاف إلى استحضار أساليب تقنية جديدة للخروج بنظم من العلاقات الملمسية واللونية على سطح المنجز الخزفي ، لهذا سعى الخزاف إلى الكشف عن تقنيات جديدة في الزجاج لاستحضار الحواس البصرية والملمسية للمتلقي بتطبيق ملامس مختلفة في الزجاج على سطح مجسم الخزفي ، وكانت تقنية الخزف البركاني احد تلك التقنيات المعاصرة التي تجعلنا نبصر ونتلمس قيم مادة الزجاج الجمالية ، التي تبث خطاب لوني ملمسي في ان واحد على سطح المنجز الخزفي والذي يحمل من خلاله قيم جمالية وتعبيرية .

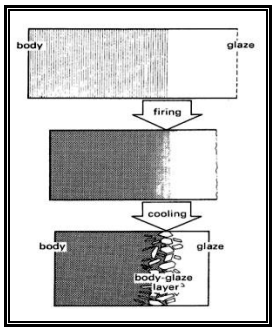
2_1_9 تفاعل (الزجاج _ الجسم) (Body _ Glaze) Reaction

يتألف الجسم الفخاري من مواد طبيعية معدنية الأصل تتعرض عند مراحل الإنتاج إلى درجات حرارة مرتفعة تسبب متغيرات تفاعلية كيميائية وفيزيائية عند الإنضاج والتبريد ، حيث يهاجم الطور السائل الزجاجي بفعل الحرارة الجسم الفخاري ليكون مركب وسطي اما زجاجياً أو متبلوراً وتبعاً لذلك يحدث نوع من الانتشار الكيميائي من الجسم الفخاري نحو الزجاج ومن الزجاج نحو الجسم الفخاري , حيث تنتقل بعض ايونات (الجسم الفخاري) الى داخل طبقة الزجاج وقد يحدث تغيير في المركبات , حيث لوحظ أن أيونات البوتاسيوم (K^+) يحل محل ايونات الصوديوم (Na^+) في طبقة الزجاج إلى حد يؤثر على اللزوجة . **(Taylor.1986.P.90)**

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

تتكون بلورات تنتقل من الجسم الفخاري إلى طبقة الزجاج أثناء عملية التبريد البطيء وقد تتـأثر ميكانيكيـة الجسم بهذه الطبقـة المتبلـورة لأنهـا تكـون أواصـر مـع الجسـم فتكـون بلـورات المولايـت ، وذلـك لان منطقـة (الزجـاج – الجسـم الفخاري) تحوي على الالومينا (Al_2O_3) أكثر من الزجاج لاحتوائها على الطين ، لـذلك فـان بلـورات المولايـت تنمـو فـي الزجاج ، طول فترة الحرق أو في ثبات درجة الحرارة (Soaking) ، وهذا يساعد على نمو بلورات على الرغم مـن أنهـا لا تتكون إلا أثناء التبريد ، وذلك لان التبلور يحدث في لزوجة معينة وهذه المنطقـة تكـون دائمـاً فـي لزوجـة عاليـة مناسـبة للتبلور حتى أثناء الحرق . **(Hamer.2004.P.32)**



الشكل (2_3) يوضح التفاعل بين (الزجاج _الجسم الفخاري)
نقلا عن (Hamer.2004.P.32)

كما يتأثر الزجاج بالكتل الكبيرة في الجسم الفخاري الملامس لطبقة الزجاج المتكونة في منطقة (الزجاج – جسـم الفخـاري) مثل السليكا الحرة إذ قد تعمل هذه الحبيبات على احداث كسور شعرية أثناء التحـولات أو الانقلابـات أو التمـدد والـتقلص أو استقطاب فقاعات الغازات التي تسبب الفجوات إذ أن الزجاج المحتوي على كمية قليلة مـن السـليكا الحـرة يكـون ذو مظهـر جيد . **(Taylor.1986.P.235)**

الفصل الثالث

3_1_ منهج البحث

لقد تم اعتماد المنهج التجريبي كونه الأكثر ملاءمة لتحقيق أهداف البحث

3_2_ التجارب الاستطلاعية (Exploratory Experiments)

وبعد الاستشارات للخبراء والاطلاع على المصادر العلمية الموثوقة فقد قام الباحث بعدة تجارب استطلاعية وذلك قبل الشروع بعمل التجارب الرئيسية للبحث وللوقوف على اهم الملاحظات و التفاصيل التي يعتمدها الباحث في هذا البحث من اختيار اصلح خلطات واكثرها ملائمة وكذلك اختيار اكاسيد التلوين المناسبة التي يمكنها التفاعل مع التقنية اثناء الحرق وتوفير اطياف لونية مختلفة وجديدة [1]، حيث استخدم الباحث في التقنية الشينو التراب الاحمر والفلسبار البوتاسيوم والصوديوم والصوا اش مع بعض من الاضافات النسب المختلفة لأجل التحقيق على وصفة تلائم هذا الحالة وكذلك استخدم مجموعة من الاكاسيد الملونة بين استخدام الكوبلت والنحاس والحديد والقصدير للحصول على احسن النتائج وتم تثبيت درجة الحرق وأجواء الحرق المناسبة.

3_3 تهيئة الطينة

اختيرت المواد الاولية لتحضير طينة عالية الحرارة في درجة حرارة 1250 حيث اختيرت طينة الكاوولين البيضاء وذلك لتوفرها محليا ولكونها ذات تحمل درجات حرارة عالية وقد عدلت الطينة باضافة مواد غير لدنة اليها كالاتي :هي كما في الجدول التالي:**(3_1)**

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

المادة	النسبة
طينة كاؤولين دويخلة	%70
الفلنت	%20
مسحوق الفخار(crog)	%10
المجموع	%100

الجدول(3-1)

يوضح النسب الطين المستخدمة في البحث

3_4 تشكيل النماذج:

وبعد الانتهاء من عملية تحضير الطينة فقد تم فرش طينة على لوح خشبي وتركت لتجفيف النموذج ثم قطعت الى مستطيلات بقياس (**1.5x5 x12سم**) وتركت فوق بعضها البعض ومغطاة بقطعة قماش وفيجو الغرفة وبعيدة عن التيار لكي تجف بشكل كامل والوصول إلى الصلابة الكافية والتي يعتمد عليها نجاح النموذج.

3_5 حرق النماذج(الفخر)

لقد تم حرق النماذج في فرن كهربائي وفق برنامج حرق النموذجي لغاية درجة حرارة 1050 مْ, مع اضافة زمن انضاجي (Soaking)لمدة نصف ساعه وذلك لضمان وصول درجة الحرارة بشكل تام, كما في الشكل (3_1):

من حرارة الغرفة 4 ساعات	← 150 مْ
150 مْ 3 ساعات	← 450 مْ
450 مْ 3 ساعتان	← 750 مْ
750 مْ 4 ساعات	← 1050 مْ ساعة

جدول (3_2) يبين برنامج الحرق

الشكل (3_1)

يوضح الشكل الفرن الكهربائي

3_6 تهيئة خلطات الزجاج

بعد الحصول على كمية مناسبة من الفلسبارات والصودا اش والتراب الاحمر تكفي لإجراءات البحث حيث كان ذو خشونة ملحوظة ولا يمكن مروره من منخل الزجاج وعلية تم سحق وطحنه بالهاون البورسلين (Porcelain mortar) كما في الشكل (3_3) تم مروره بغربال الزجاج ليصبح على شكل باودر ناعم ومن ثم تمت إضافته الى خلطة الزجاج وحسب النسب المقررة في البحث حيث اضيف كما في الجدول التالي (3_2).

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

الشكل (3_2) الهاون البورسلين
يوضح سحق الطين الخشن

لقد تم وزن 100 غم لكل نموذج مضافا لها وزن الطين الاحمر والفلسبار والصودا اش ، ثم اضيف الماء بكمية مناسبة من أجل تحقيق مزيج قابل للتطبيق بواسطة مسدس الرش (Spry Gun) وبعدها تم امرار الخلطة بغربيل ذو نفاذية **كما في الشكل 3_3** (Mesh100) وثم تم وضع الخلطات باوعية مناسبة ثم بعدها تم التطبيق الزجاج على النماذج بواسطة الرش التي تم ترميزها وسمك مناسب بالاعتماد على التجارب الاستطلاعية وتم تطبيق حسب الجدول(3_3) .

الشكل(3_3)
يوضح المواد المتبقية في الغربيل الزجاج

نسبة اضافة خلطات على النماذج					
رقم العينة	نسبةالطين	نسبةالفلسبار الصوديوم	نسبةفلسبار البوتاسيوم	نسبةالصوداش	اوكسيدالتلوين
1	%20	%70	__	%10	__
2	%25	%65	__	%10	__
3	%20	__	%70	%10	__
4	%25	__	%65	%10	__
5	%25	%32,5	%32,5	%10	__
مجموعة (A) نسبة الاكاسيد الملونة على خلطة					
A1	%25	%30	%30	%10	Sn %5
A2	%25	%27.5	%27.5	%10	Sn %10
A3	%25	%30.5	%30.5	%10	FeO %4
A4	%25	%32	%32	%10	Co %0،5
A5	%25	%30	%30	%10	Cu %5

الجدول (3_3) يوضح نسب خلطات الزجاج المستخدمة في البحث

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

7_3 عملية الحرق وبرنامج الحرق

وبعد الانتهاء من عملية التطبيق للزجاج فقد تركت النماذج لمدة 24 ساعة لكي تجف وذلك لتلافي انفصال الزجاج من الفخار نتيجة تبخر الماء الممتص من قبل الجسم أثناء عملية التزجيج، وبعدها تم تسخين الفرن من (درجة حرارة الجو -150مْ) ولمدة ساعة ثم تمت زيادة درجة الحرارة من (150-750مْ) بمعدل (100مْ) لكل 20 دقيقة ثم بداء بالختزال من درجة حرارة (750_950) بوقت(60)دقيقة ثم ادخال الحارقة داخل الفرن بدرجة (950_1250) واضيف زمن انضاج لمدة 30 دقيقة يتراوح بين (1230_1250°م) و لضمان سلامة السطح الزجاجي و طبقة الزجاج المنصهر على أجزاء النماذج الفخارية وتسمى هذه العملية التشبع الحراري (Soking) ثم يتم اطفاء الفرن واجراء عملية التبريد سريع عن طريق فتح جميع فتحات الفرن وقد استعمل الباحث المقياس الحراري الإلكتروني، كما في الشكل (3_5)

الشكل(3_4)
يوضح الاختزال داخل الفرن

الفصل الرابع

4_1 عرض النتائج

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

جدول (4-1) يبين نسب المواد المضافة ودرجة الحرارة نموذج (1)

طين	فلسبار الصوديوم	فلسبار البوتاسيوم	صودا اش	اوكسيد التلوين	درجة حرارة
%20	%70	___	%10	___	°1250

جدول (4-1) يبين نسب المواد المضافة ودرجة الحرارة نموذج (2)

طين	فلسبار الصوديوم	فلسبار البوتاسيوم	صودا اش	اوكسيد التلوين	درجة حرارة
%25	%65	___	%10	___	°1250

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

جدول (4-1) يبين نسب المواد المضافة ودرجة الحرارة نموذج (3)

طين	فلسبار الصوديوم	فلسبار البوتاسيوم	صودا اش	اوكسيد التلوين	درجة حرارة
%20	____	%70	%10	___	°1250

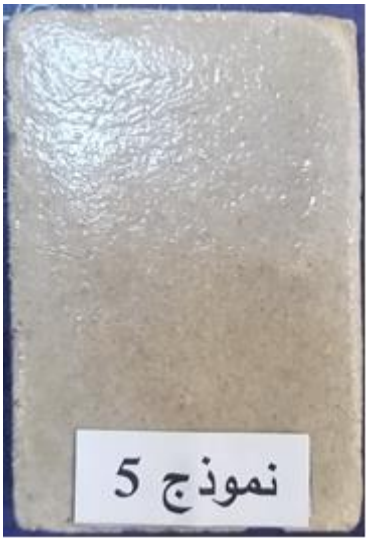
جدول (4-1) يبين نسب المواد المضافة ودرجة الحرارة نموذج (4)

طين	فلسبار الصوديوم	فلسبار البوتاسيوم	صودا اش	اوكسيد التلوين	درجة حرارة
%25	___	%65	%10	___	°1250

جدول (4-1) يبين نسب المواد المضافة ودرجة الحرارة نموذج (5)

طين	فلسبار الصوديوم	فلسبار البوتاسيوم	صودا اش	اوكسيد التلوين	درجة حرارة
%25	%32.5	%32.5	%10	___	°1250

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.



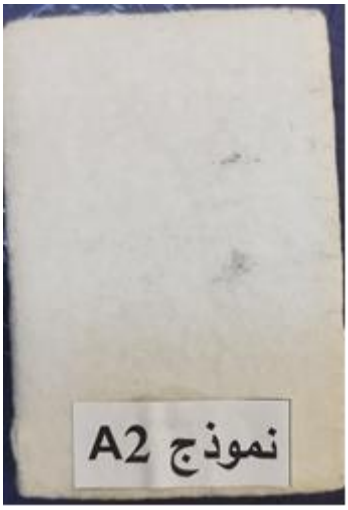
جدول (4-2) يبين نسب الاكاسيد المضافة ودرجة الحرارة نموذج (A1)

طين	فلسبار الصوديوم	فلسبار البوتاسيوم	صودا اش	اوكسيد التلوين	درجة حرارة
%25	%30	%30	%10	Sn %5	°1250

جدول (4-2) يبين نسب الاكاسيد المضافة ودرجة الحرارة نموذج (A2)

طين	فلسبار الصوديوم	فلسبار البوتاسيوم	صودا اش	اوكسيد التلوين	درجة حرارة
%25	%30	%30	%10	Sn %10	°1250

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.



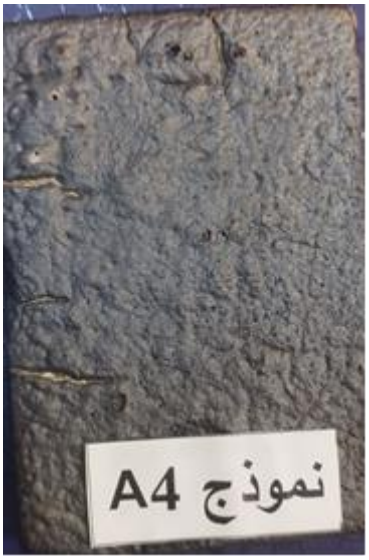
جدول (4-2) يبين نسب الاكاسيد المضافة ودرجة الحرارة نموذج (A3)

طين	فلسبار الصوديوم	فلسبار البوتاسيوم	صودا اش	اوكسيد التلوين	درجة حرارة
%25	%30.5	%30.5	%10	FeO %4	°1250

جدول (4-2) يبين نسب الاكاسيد المضافة ودرجة الحرارة نموذج (A4)

طين	فلسبار الصوديوم	فلسبار البوتاسيوم	صودا اش	اوكسيد التلوين	درجة حرارة
%25	%32	%32	%10	Co 0.5	°1250

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.



جدول (4-2) يبين نسب الاكاسيد المضافة ودرجة الحرارة نموذج (A5)

طين	فلسبار الصوديوم	فلسبار البوتاسيوم	صودا اش	اوكسيد التلوين	درجة حرارة
%25	%30	%30	%10	Cu %5	°1250

4_2 مناقشة النتائج

4_2_1 النتائج والتجارب الاستطلاعية

وبعد الاطلاع على المصادر واستشارات الخبراء عمل الباحث مجموعة من التجارب الاستطلاعية وذلك للحصول على افضل المعلومات وأدق التفاصيل التي تفيد البحث حيث استخدم الباحث مجموعة من المواد بنسب 10% طين و10%صودا اش و80 % فلسبار الصوديوم و الفلسبار البوتاسيوم بنفس النسب كما تم تغير النسب 15%طين و 10%صودا اش و75% فلسبار الصوديوم ونموذج اخر فلسبار البوتاسيوم فحققت نتائج و انضج الزجاج واعطى لمعة عالية وقام الباحث باستبعاد النسبة والنماذج وذلك لزيادة نسبة الطين للوقوف على ادق التفاصيل حيث تم تثبيت النسبحسب الجدول وبأجواء حرق اختزالية وبدرجة حرارة (1250 °)

وعند اضافة نسبة (20%) من الطين ونسبة (70%) من فلسبار الصوديوم و(10%) من الصودا اش في النموذج رقم (1) نلاحظ ان تأثيرها غير واضح تماما في الزجاج واللون العام في النموذج رقم(2) ذات نسب تختلف عن نموذج رقم

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

واحد حيث كانت نسبة الطين (25%)ونسبة الصوديوم(25%) ونسبة الصودا اش (10%) حيث نلاحظ تباين نسب أدى الى اختلاف جدا قليل في الألوان وقيمها اللونية الناتجة وحسب كمية النسب المضافة وقوة الانعكاس الضوئي.اما في نموذج رقم (3) حيث كانت النسبة تساوي نسبة نموذج رقم (1) باختلاف الفلسبار الى بوتاسيوم مما نلاحظ ان تأثيرها غير واضح تماما عن النموذج رقم (4) وبدء النموذج أغمق قليلا ولاكن وذلك باختلاف درجة النضج مما قام الباحث بالاعتماد على الخلطة النموذج رقم (5) وحسب النسب (25%) طين و(32.5%) فلسبار الصوديوم و(32.5%) فلسبار البوتاسيوم مع (10%) صودا اش نلاحظ انصهاريه جيدة وخالي من المشاكل والعيوب في الملمس اما النموذج رقم (A1) الذي تم الاعتماد على النسبة الذهبة في البحث الحالي ومن خلال التجارب تم اضافة (5%) من اوكسيد القصدير ونلاحظ نتيجة القصدير غير موثر على السطح مما قام الباحث برفع النسبة الاوكسيد كما في نموذج رقم (A2) وكانت نتيجة القصدير مؤثرة على السطح مما يبس ونشف الزجاج مما اعطى عتمة بيضاء وملمس خشن اما في نموذج رقم(A3) وبنفس النسب الذهبية للبحث الحالي تمت اضافة نسبة من اوكسيد الحديد (4%) نلاحظ الون الجميل مما اعطى لمعان ولون عسلي معتم اما في النموذج رقم (A4) بنسبة (0.5) نلاحظ النموذج اعطى زجاج غير ناضج لاكن فيه شي بسيط من الانصهار مما اثر ع تجانس السطح حيث نلاحظ السطح غير متساوي ومتشقق ومتجعد في مناطق اخرى وذلك نتيجة الاختزال وفي نموذج رقم(A5) وتعتبر النسبة (4%) من اوكسيد النحاس غير موثر على الزجاج ولاكن بدء لون النحاس المائل الى الاحمرار نتيجة الحرق الاختزالي بدء التحول من الشذري او الاخضر الى الاحمر نلاحظ هنا الاختزال غير قوي وبسيط ومما سبب لون الاحمر دون ان تظهر الالوان النحاسية

1-5 الاستنتاجات

1. لا يوجد تأثير تقني ولوني ملحوظ على السطح في درجات الحرارة الواطئ
2. يتغير لون السطح المختزل بتغير النسب المضافة وكذلك شدة الاختزال
3. يتأثر اللون الناتج بتغير طبقة وسمك الزجاج المطبقة على السطح الفخاري وكذلك مكان النموذج داخل الفرن
4. الزيادة في اضافة كمية التراب الى خلطة قد تسبب تغيرات في الملمس حيث تطفوا الكمية الزائدة عن التفاعل سطح الزجاج مسببة خشونة السطح

2_5 التوصيات

يوصي الباحث بالاتي:

1. عدم أضافة أي مواد اخرى الى الخلطة وذلك لعدم حصول على نتائج مرضية
2. استخدام الفلسبار البوتاسيوم والفلسبار الصوديوم لحصول على انصهاريه عالية

3_5 المقترحات

يقترح الباحث بالاتي :

1. اختزال تقنية الشينو بطريقة الراكو بدرجات حرارة عالية .

References

- **القرآن الكريم.**

1. الرازي , محمد بن بكر بن عبد القادر : مختار الصحاح , دار القلم ,بيروت-لبنان , ب.ت.
2. مونرو, توماس : التطور في الفنون ,تر : عبد العزيز توفيق جاويد واخرون , مراجعة : احمد نجيب هاشم , مطابع الهيئة المصرية العامة للكتب , القاهرة ,1972.
3. جميل صليبا : المعجم الفلسفي,ط1, دار النشر ذوي القربى , قم –ايران , 1385.
4. ريان ،خواص المواد الخام السيراميكية , ت فاضل بندر عيسى واخرون ، موسسة المعاهد الفنية , دار التقني , بغداد و 1986.
5. ماجد نافع الكناني واخرون ، كيمياء الزجاج والتزجيج ,ط3 ,سنة 2018 .
6. البدري , علي حيدر: (التقنيات العلمية لفن الخزف)الطين, ط 1 , جامعة اليرموك, عمان الأردن, - 2002 .
7. البدري ,علي حيدر: (التقنيات العلمية لفن الخزف) التزجيج, ط 1 , جامعة اليرموك, عمان الأردن, - 2002 .
8. القيسي , فوزي عبد العزيز: تقنيات الخزف والتزجيج , ط 1 , دار الشروق للنشر والتوزيع, عمان , الاردن , 2003 .
9. ديكرسون , جون : صناعة الخزف , ترجمة : هاشم الهنداوي , ط 1 , و ا زرة الثقافة
10. والإعلام ,دار الشؤون الثقافية العامة , بغداد , 1986 .

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

11. ريان : خواص المواد الخام السيراميكية , ترجمة : فاضل بندر , المكتبة الوطنية , بغداد1986 .
12. علام, محمد علام : (علم الخزف)التزجيج والتلوين, ج 2 , مكتبة الانجلو مصرية, القاهرة, 1967 .
13. الشيباني, مفتاح علي, الزمزمي, عبد الله: تكنولوجيا السيراميك (المواد الخام), ط1, مكتبة طرابلس العلمية العالمية , ليبيا , 1996.
14. Hamer, Frank: The potter's Dictionary of Materials and Techniques, pitman publishing, London, 1975.
15. Hamer, Frank: The potters, Dictionary of materials and techniques, NewYork, 2004.
16. American Ceramic Society, Cleveland, 2011.

DOI:10.33687/jhssr.003.04.000356
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.