

تأثير نظام التصاوغ في زجاج الخزف

Effect of Isomerization System in Ceramic Glass

الباحثة: م. افراح كاظم حسن الياسري Assit.Lec. Afrah Kadhim Hassan Al-Yasiri

afrahkadhim79@gmail.com

أ. د. سامر احمد حمزه الكرادى Prof. Dr. Samer Ahmed Hamza Al-Kradi

قسم النشاطات الطلابية/ جامعه القاسم الخضراء

Student Activities Department/ Al-Qasim Green University

الملخص:

يتناول البحث الحالي صياغة خلطات الزجاج من اوكسيد مثل أكسيد القصدير SnO_2 تصاوغ بديل السلكا ووكسيد الحديد الأحمر Fe_2O_3 تصاوغ بديل عن الالومينا ووكسيد التيتانيوم TiO_2 تصاوغ بديل عن السلكا ووكسيد القصدير SnO_2 تصاوغ بديل عن الالومينا ووكسيد النحاس الأسود CuO تصاوغ بديل عن القواعد وتم تطبيق الزجاج عن طينة بابل الحمراء وبدرجة حرارة تتراوح (٩٧٠-١٢٠٠) م وقد تم استخدام الاكاسيد الملونة (أوكسيد النحاس CuO) ووكسيد الحديد الأحمر Fe_2O_3 ووكسيد الكوبلت CoO ووكسيد الكروم Cr_2O_3 وصبغة حمراء وصبغة زرقاء وصفراء وقد كانت اغلب العينات ناجحة من حيث التطبيق على السطح الخزفي.

الكلمات المفتاحية : التصاوغ ، الزجاج ، الخزف.

Abstract

The current research deals with the formulation of glass mixtures of oxides such as tin oxide, SnO_2 , an isomer, an alternative to silica and red iron oxide, Fe_2O_3 , an isotope, an alternative to alumina and titanium oxide, TiO_2 , an isotherm, an alternative to silica, tin oxide, SnO_2 , an isomer, an alternative to alumina, and black copper oxide, CuO , an isomer, an alternative to bases. Red Babylon, with a temperature ranging from (970-1200) m. Colored oxides (CuO), red iron oxide Fe_2O_3 , cobalt oxide CoO , chromium oxide Cr_2O_3 , red dye, blue and yellow dye were used. Most of the samples were successful in terms of application on the ceramic surface.

Keywords: forging, glass, ceramics.

الفصل الأول: الاطار المنهجي

مشكلة البحث:

يمتلك خزاف ما بين النهرين ارث خزفي هائل تنوعت فيه المنتجات الخزفية في مختلف العصور من حيث الشكل و الخامة و التقنية، فالفخار و الخزف يشكلان اللبنة الأولى للمجتمعات البدائية وهو الأداة الأسهل و الأرخص في إنتاج ما يحتاجه الإنسان و توثيق نشاطاته اليومية، لقد عرفت بلاد الرافدين فن الفخار منذ الألف الرابع قبل الميلاد ومن الشواهد التاريخية التي توثق عبقرية الخزاف العراقي القديم هو لوح فخاري دون فيه أول وصفة زجاج وطريقة استعمالها و صنعها ونسب مكوناتها قد دونت بصورة دقيقة وبطريقة مشفرة في (اللوح المحفوظ في المتحف البريطاني) إذ تم العثور عليه في السلوقية او ما يعرف الان (تل عمر) في الضفة الغربية لدجلة مقابل (طاق كسرى) في حيث يعد أول وأقدم سجل تم التعرف عليه حتى الآن عن وصفات التزجيج تتكون هذه الوصفة من ٢٤٣.٣ زجاج بركاني - ٢٠.١ رصاص - ٥٨.١ نحاس - ٣.١ ملح البارود - ٥ كلس.

وعلى الرغم من التطور الصناعي في مختلف المجالات ما زالت المنتجات الخزفية هي محل اهتمام و إعجاب المجتمعات المتحضرة. ويعد التزجيج موضوعاً مهماً ومظهراً من مظاهر تطور ورقي فن الخزف لما يمتاز به من تعدد الأساليب و الألوان، أن صناعة الخزف تختلف باختلاف المواد الطبيعية المتاحة والمتوفرة والمستخدمه وتبعاً لهذا الاختلاف ينتج اختلاف في المواصفات و الأشكال و التقنيات. ان استخدام مواد مختلفة في إنتاج الخزف يتطلب معرفة علمية دقيقة بطبيعة المواد وسلوكها ضمن خلطة الزجاج وطبيعة تفاعلها مع المركبات الأخرى والمدى الحراري المناسب للحصول على أفضل النتائج وحسب المواصفات المطلوبة.

في زجاج الخزف هنالك فرق بين التنظير الشفهي والتجارب العملية من غير الممكن صياغة خلطة زجاج بشكل نظري ومعرفة نتائجها من دون اجراء تجارب عملية، فمركبات الخزف من اكاسيد و كاربونات في خلطة الزجاج تعمل وفق نظام عشوائي لا يمكن السيطرة عليه سوى بالتجربة وتتبع النتائج ودراسة سلوك كل مرحلة للوصول الى تفسير علمي مبني على حقائق ونظريات ومعادلات تخص زجاج الخزف.

ان زجاج الخزف يتكون من ثلاث مجاميع هي القواعد والحوامض و المواد المتعادلة، وكل مجموعة تحتوي على عدد من المركبات التي تمتلك نفس الصيغة لكنها تختلف في ترتيب المجموعات الوظيفية وتدعى بالمواد (المتصاوغه) في البحث الحالي سوف ندرس سلوك المواد المتصاوغه في خلطة الزجاج واستثمار هذه الخواص في الحصول على توازن انصهاري يعطي افضل النتائج

وعليه تم تحديد العنوان (تأثير نظام التصاوغ في زجاج الخزف)

أهمية البحث:

1. انتاج زجاج باستخدام خلطات جديدة تتضمن اكاسيد بديلة وفق نظام التصاوغ.
 2. الكشف عن خصائص الزجاج الناتج من استخدام الاكاسيد المتصاوغه .
- فرضية البحث: هل يمكن الحصول على زجاج يتطابق مع السطح الفخاري باستخدام اكاسيد متصاوغه ضمن مجاميع المركبات المكونة لزجاج الخزف.

أهداف البحث:

1. التعرف على نتائج إضافة اكاسيد تمتلك نفس الصيغة الكيميائية، كبديل لها ضمن خلطة الزجاج.
2. انتاج زجاج واطى الحرارة بنظام سهل الانصهار.

حدود البحث:

الأطيان: تم استخدام طينة المحاويل الحمراء لإنتاج الجسم الفخاري.

الزجاج:

1. زجاج قلوي جاهز (يستخدم كقراءة صفرية لمقارنة الزجاج المنتج).
2. خلطة زجاج الرصاص حسب قاعدة سيكر (يستخدم كقراءة صفرية لمقارنة الزجاج المنتج).

الاكاسيد المستخدمة في انتاج الزجاج:

1. خماسي اوكسيد الفسفور (P_2O_5)
2. كاربونات الصوديوم (Na_2CO_3)
3. فلنت (SiO_2)
4. كاؤولين ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$)
5. اوكسيد الرصاص الاحمر (Pb_3O_4)
6. اوكسيد النحاس الاسود (CuO)
7. اوكسيد الحديد الاحمر (Fe_2O_3)
8. اوكسيد القصدير (SnO_2)
9. اوكسيد التيتانيوم (TiO_2)
10. تلك ($MgCo_3$)
11. فلبسبار صوديوم ($Na_2OAl_2O_3 \cdot 6SiO_2$)

الفرن واجهزة الفحص: سيتم استخدام المعدات التقنية من افران واجهزة الفحص الموجودة في مختبر فرع الخزف/ كلية الفنون الجميلة / جامعة بابل.

تحديد المصطلحات:

مفهوم التصاوغ:- التصاوغ: هو وجود مركبات كيميائية ذات صيغ جزيئية واحدة لكن تختلف في التركيب او في توزيع الذرات او المجموعات في الفراغ. (<https://ontology.birzeit.edu/term/>)

- مفهوم التصاوغ لغة:- وصاغه الله صيغة حسنة أي خلقه وصيغ على صيغته وصاغ الشيء يصوغه صوغاً وصياغةً وقيل صاغ شعراً وكلاماً أي وصفه ورتبه. (<https://www.maajim.com/>)

- مفهوم التصاوغ اصطلاحاً:- التصاوغ أو المتماكبات أو المتزامرات أو الزميرات أو المتصاوغات او (تشابه الصيغ) بالإنجليزية(isomers) : (الإيزوميرات)

(ويكيبيديا، <https://en.wikipedia.org/wiki/Isomer>)

التعريف الإجرائي

١- تصاوغ مركبات الزجاج:- هي مجموعة المركبات التي تمتلك نفس صيغة المجموعة لكنها تختلف في السلوك التفاعلي.

مثال... السلكا SiO_2 تتصاوغ مع اوكسيد القصدير SnO_2

..... الالومينا Al_2O_3 تتصاوغ مع اوكسيد الحديد Fe_2O_3

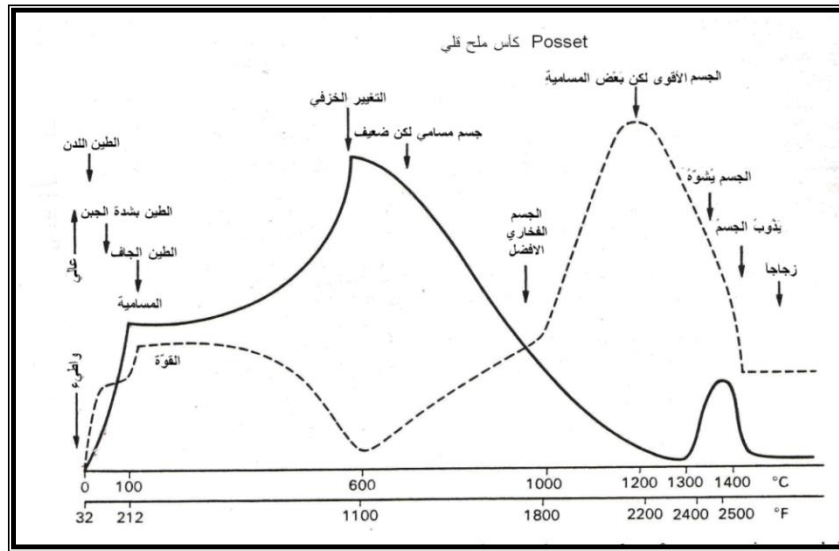
الفصل الثاني: الاطار النظري

• الأطنان: ان الطين هو المادة الاساسيه للخزف وان اطينانا المحليه من الاطيان الواطئه الحراره من خلال اختبارها فحدودها ١١٠٠ درجة مئوية وان اكثر ترب المناطق في محافظه بابل جيده وصالحه للاعمال الخزفية^(١).

الأطنان الحمراء (RED CLAYS): وهي من أكثر أنواع الأطنان انتشاراً في الطبيعة ولهذا يمكن الحصول عليها بكميات وافرة وتعتبر مادة الفخاريين التقليديين في أماكن تواجدهم والتي أصبحت مادتها ذات تجربة من حيث نوعيتها وصلاحيتها للخزف. وتتميز هذه الأطنان باللون العالي وذلك لنعومة حبيباتها ولهذا تضاف إليها نسبة محددة من مواد غير لدنة كالرمل أو مسحوق الفخار لتقليل لدونتها وسميت بالأطنان الحمراء لارتفاع نسبة اوكسيد الحديد فيها والذي يكسبها ألوان متعددة منها البني أو الأحمر أو الرمادي المخضر أو الأسمر المصفر^(٢).

ويخلط أحيانا" مع اطيان ذات درجات حرارة عالية لرفع درجة حرارتها. ويستخدم خزافو المشاغل الخاصة هذا النوع من الأطيان بشكل واسع في تنفيذ المشاريع والأعمال الفنية بعد عملية تحضيره وتنظيفه عدة مرات في أحواض فيها ماء للتخلص من الأملاح والشوائب^(٣) .

تمتاز كذلك باحتوائها على نسبة عالية من ألقويات ($K_2O - Na_2O$) ونسبة عالية من ألقواعد الترابية ($MgO - CaO$) وأوكسيد الحديد (Fe_2O_3) وكذلك على مواد عضوية لذلك تكون عالية المسامية بعد ألحرق هنالك علاقة قوية بين درجة إنصهار الأطيان ألحمراء والمسامية وصلابة أمنتج ويمكن شرح ذلك من خلال أالمخطط المبين في الشكل (٢٨.٢) أذي يبين مسار المسامية ويرافقه قوة أمنتج وصولاً" إلى أالدرجة أملتى في المسامية والصلابة^(٤).



الشكل (١) مخطط يبين تأثير درجة الحرارة على مسار المسامية وقوة الجسم في الأطيان^(٥)

- الكاوولين Kaolin: طين ابتدائي يتكون وذلك نتيجة للتجوية على الصخور التي يوجد فيها نسبة مرتفعة الفلسبارت والكاوولين ذو حبيبات طينية كبيرة مقارنة بالاطيان الاخرى ولذلك فهو يعتبر منخفض اللدونة ويعتبر خالي من المعادن غير الطينية ويكون ذو لون ابيض وله درجة انصهار مرتفعة تكون اعلى من ١٨٠٠ م° ويعتبر مقاوماً حرارياً والعراق يمتلك اكبر أحتياطي من الكاوولين الابيض والملون وتكون كميته اكثر من الف مليون طن متواجده في المناطق الصحراوية الغربية ويكون انقى انواع الكاوولين حيث تكون نسبة السليكا ٤٩% والالومينا ٣٣.٤%^(١).

وان طين الكاوولين يتحمل درجات حرارة عالية تصل ١٧٨٠ ومقاومة للتغيرات الحرارية المفاجئة وبمعامل الانكماش صغير وان الكاوولين يعتبر من الاطيان العالية الجودة في صناعة الخزف.

وبلوراته تكون على شكل مسطحة سداسية الشكل يتراوح حجم البلورة حوالي ٥ مايكرون وبسبب صغر حجم هذه البلورات مع شكلها الذي يكون على هيئة الواح يكون الكاوولين ذات صفات فريدة^(٧).

والكاوولين الحراري نوعان:-

١- كاولين سيليسي:- وهو كاوولين حراري يحتوي على نسب مختلفة النعومة من السليكا المنفردة.

٢- كاولين الومنيوم:- وهو كاوولين حراري تكون فيه نسبة الالومينا مرتفعة ويكون هذا النوع في خواصه الحرارية اعلى من خواص الكاوولين السيليسي^(٨).



الشكل (٢) الكاولين Kaolin

نقلا عن (<https://ar.wikipedia.org>)

• الزجاج

الزجاج العادي

يصنع الزجاج العادي بصهر مزيج من الصودا (Na_2SO_4) والكلس والرمل فيكون عندها زجاج تركيبه $CaO.6SiO_2$ تقريباً وتتألف من انيونات بوليمرية كبيرة وهو غير قابل للذوبان وخامل كيميائياً ويكون الزجاج المستعمل لصنع القناني والقوارير ملوناً يكون بلون اخضر خفيف نتيجة احتوائه على سليكات الحديد ومن اجل اعطاء الزجاج خواص كيميائية وفيزيائية معينة كالشفافية والثبات الكيميائي والحراري والميكانيكي تضاف له مواد مناسبة تستطيع تغيير تركيبه وبنيته اذ نرى مثلاً ان درجة تلين الزجاج الحاوي على البوتاسيوم عوضاً عن الصوديوم اعلى منها عند الزجاج الصوديومي العادي لذا فهو يستخدم في صنع الاواني المخبرية واستبدال الكالسيوم بالرصاص وكذلك الصوديوم بالبوتاسيوم يرفع من انكسار الزجاج ويزيد من كثافته وتصنع من زجاج الرصاص (الكريستال) الغازات والكؤوس وتلون مركبات الكوبلت الزجاج بلون ازرق ويعطيه Cr_2O_3 لوناً اخضر وتجعله مركبات المنغنيز بنفسجي اللون وتتغير خواص الزجاج تغيراً ملموساً بعد اضافة B_2O_3 اليه والزجاج مقاوم جداً من الناحية الكيميائية ولكنه يتكسر بسهولة وفي الاونة الاخيرة تم رفع متانه الزجاج بأعطائه بنية بلورية دقيقة ومتجانسة تدعى البلورات الزجاجية ومن خواصها ان متانتها تزيد احياناً خمس مرات عن متانة

الزجاج الاصلي وتقرب من متانة الحديد واستخدام الزجاج في صنع النواقل الضوئية يساهم مساهمة كبيرة في التقدم العلمي والتكنولوجي^(٩).

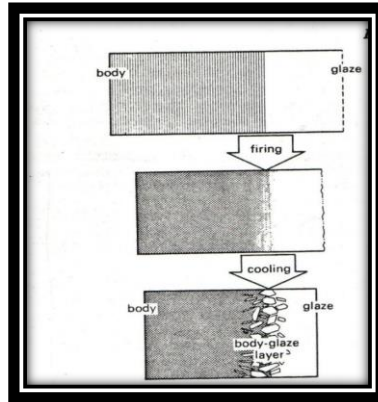
زجاج الخزف

يتكون زجاج الخزف من المواد الحامضية والقاعدية والمتعادلة فالحامضية اهمها السليكا وخامس اوكسيد الفسفور P_2O_5 واوكسيد البوريك B_2O_3 وهي المكون الرئيسي لشبك الزجاج والقاعدية وهي المواد التي تضاف لتعديل مواصفات الزجاج وخفض درجة حرارته وتسمى معدلات الشبك. وتتكون من القلويات Alkali والقواعد الترابية اما الاكاسيد الامفوتيرية واهمها اكاسيد الالومينا مع وجود بعض الاكاسيد التي تسلك سلوك الالومينا كمادة امفوتيرية وهي اكاسيد (الزركونيوم Zr_2O_3 والحديد Fe_2O_3 والبوريك B_2O_3 والكروم Cr_2O_3 والانتيمون Sb_2O_3 وتعد الالومينا من اهم العناصر في كل انواع الزجاج فوجودها هو الذي يميز الزجاج العادي عن زجاج الخزف^(١٠).

طبقة (جسم - زجاج) (BODY - GLAZE - LAYER)

هي طبقة تتشكل بين الجسم والزجاج وتتكون هذه الطبقة عندما يبدء تفاعل الزجاج ليتحول الى منصهر (سائل زجاجي) سوف يعمل على تغليف الجزيئات المجاورة فعندما يتحول الزجاج إلى سائل فوق سطح الجسم ألفخاري يدخل في مسامات الجسم ويعمل على صهر الجسم المحيط بالمسامات والمادة المتكونة من إنصهار الزجاج والجسم قرب المسامات يكون أغلبها حبيبات فخارية لذلك تعمل على تشكيل بلورات عند التبريد وكذلك عند فترة الانضاج (SOOKING TIME)

والطبقة المتكونة تتصرف بشكل يعمل على أمتصاص الأجهاد بين الجسم و الزجاج وهذه الطبقة تعمل على إعطاء قوة إلى الزجاج ضعف قوة الزجاج لوحده وكذلك إعطاء قوة للجسم الممزج ضعف الجسم غير الممزج والشكل رقم (٣) يبين تفاعل الزجاج مع الجسم ألفخاري^(١١).



الشكل (٣) يبين تفاعل الجسم مع الزجاج^(١٢)

تطابق الزجاج (GLAZE FIT)

أن طبقة (الجسم - زجاج) تتعرض الى اجهاد كبير من اجل خلق توافق للتقريب بين معاملات التمدد الحراري كما أن هنالك الحد الأوطأ من معاملات التمدد الحراري الذي يجب أن يعمل الزجاج ضمن نطاقه أن معاملات التمدد الحراري تعتمد على عدة عوامل وكذلك التحكم بها من خلال إضافة بعض المواد مثل $(Na_2O \cdot B_2O_3 \cdot SiO_2)^{(13)}$ ويمكن حساب ذلك التمدد الحراري من خلال علاقات معامل التمدد للعناصر المكونة للزجاج. وعمليا لا يمكن حساب معامل التمدد للزجاج لأنها ستكون نتائج غير دقيقة وذلك بسبب إحتواء الزجاج على بلورات يمكن أن تؤدي إلى التناقص الملحوظ بين الأرقام الفعلية والمحسوبة.

إن الغرض من شرح تطابق الزجاج هو التأكيد على ثلاث حالات للزجاج والجسم:

١. التزعج (CRAZING)

٢. مطابقة نافعة (SARFACABLE)

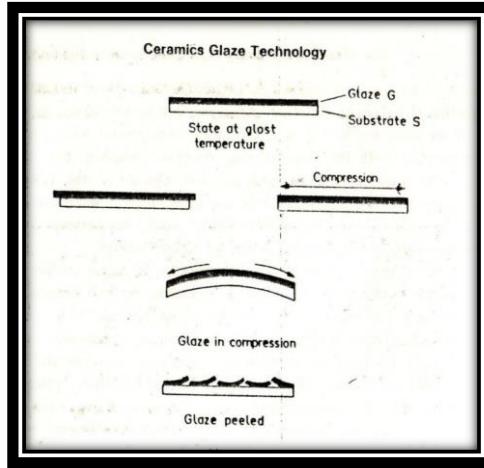
٣. التقتشر (PEEL)

في البدء يتم تطبيق الزجاج على سطح الجسم الفخاري وبدرجة حرارة الغرفة وعند رفع درجة الحرارة سوف يتمدد الجسم الفخاري مع إنصهار الزجاج وتحوله إلى سائل على سطح الجسم الفخاري. بعد التبريد يتقلص الجسم ويتصلب أسائل الزجاجي ويرافق ذلك التصلب تقلص في الطول ونتيجة المطابقة و الأختلاف في التمدد تظهر الحالات الأتية:

١. المطابقة ($SG = SB$) في هذه الحالة يكون معامل التمدد و التقلص لكل من الجسم و الزجاج في حالة مطابقة من حيث القيمة الرقمية عند التبريد لذلك لن يكون نالك اجهاد وهذا هو المعتمد في الخزف الصناعي

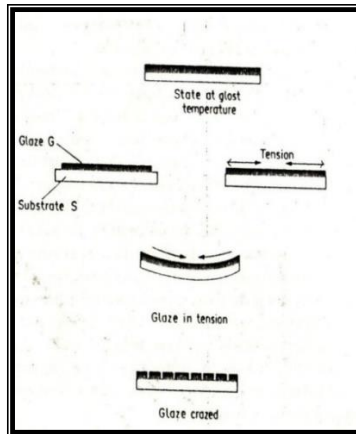
٢. ($SG < SB$) في هذه الحالة سيختلف معامل التمدد بين الجسم و الزجاج

إذ إن معامل التمدد للجسم أكبر من معامل تمدد الزجاج لذلك يتقلصان في نسب مختلفة لأن طبقة الجسم (الجسم- الزجاج) تلزم الأثنان لكي يكونان متساويين حيث يتقلص الجسم أكثر من الزجاج لذلك سوف يحدث اجهاد على طبقة الزجاج فإذا كانت طبقة(الجسم- زجاج) قوية بما فيه الكفاية لمنع الأنفصال بينهما سيحدث إنحناء للجسم الخزفي إذا كان مزججا" من جهة واحدة وإذا لم تتحمل الطبقة (الجسم- الزجاج) الأجهاد سيتقشر الزجاج على سطح الجسم الفخاري كما هو موضح في الشكل (٤)



الشكل (٤) يبين عدم تطابق في الجسم الخزفي ألتقشر (BEEL)

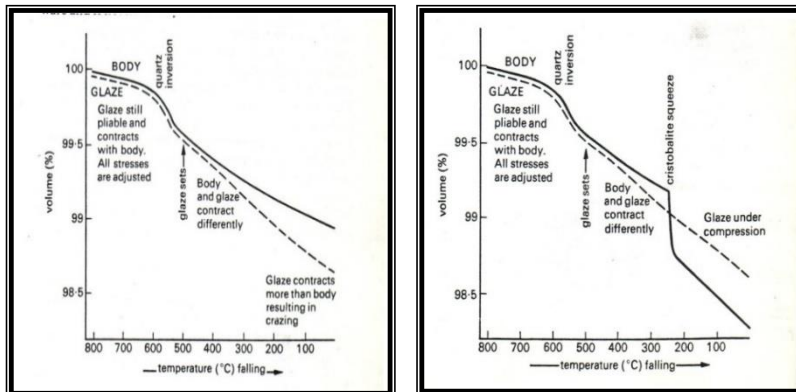
٣. ($SB > SG$) هنا يحدث ألعكس أي بعد ألتبريد سوف يضغط الزجاج على الجسم بسبب معامل ألتمدد الأعلى أن كانت ألتبقة (الجسم - الزجاج) تتحمل أألجهاد سيقوس الجسم وإذا لم تتحمل سيتجزع الزجاج (CRAZING) والشكل ٥) يوضح ذلك.



الشكل (٥) يبين عدم حدوث ألتطابق وحدث ألتجزع

والشكل (٦) يبين فيه الرسم ألباني خط سير الزجاج والجسم والفارق في معامل ألتمدد ويمثل كل من A ألتجزع

و B ألتقشر



والشكل (٦- A) ألتجزع والشكل (٦- B) ألتقشر (١٤)

الزجاج ألجهاز (GLAZE FRIT)

هو خليط من مجموعة مركبات يتم صياغتها حسب قاعدة معينة او من خلال خبرة الخزاف وتعتمد على مبدأ التفاعل المسبق لمركبات أداخلة ضمن خلطة الزجاج والنتاج هو مركب يختلف من حيث أصفات عن مواصفات المواد المكونة للخلطة الأصلية ومثال ذلك الأكاسيد السامة او الاكاسيد التي لها القابلية على الذوبان في الماء سوف تتفاعل مع الاكاسيد المكونة للزجاج مع أسيلكا لتتحول إلى سيليكات وتلك الأكاسيد وهي مواد جديدة تختلف عن المواد الأصلية (الخام) من حيث أتركيب والصفات .

التصاوغ أو المتماكبات أو المتزامرات أو الزميرات أو المتصاوغات (تشابه الصيغ)

الايزومرية هي الظاهرة التي يكون فيها لأكثر من مركب نفس الصيغة الكيميائية ولكن مع تراكيب كيميائية مختلفة. المركبات الكيميائية التي لها صيغة كيميائية متطابقة ولكنها تختلف في الخصائص وترتيب الذرات في الجزيء تسمى أيزومرات. لذلك، تُعرف المركبات التي تظهر التماكب باسم الأيزومرات.
(https://www.almrsl.com/post/105117)

كلمة "isomer" مشتقة من الكلمات اليونانية "isos" و "meros"، والتي تعني "أجزاء متساوية". صاغ الكيميائي السويدي جاكوب برزيليوس هذا المصطلح في عام ١٨٣٠.

بالعامية، الأيزومرات عبارة عن مركبات كيميائية لها نفس الأجزاء ولكنها مع ذلك ليست متشابهة. لعمل تشبيه بدائي، يمكن ترتيب اثنين من الأساور، يتكون كل منهما من خمس خرزات حمراء وخمس خرزات خضراء، في العديد من الأشكال المتماثلة المختلفة، اعتمادًا على ترتيب الألوان. سيكون لكل سوار نفس الأجزاء - أي خمس خرزات حمراء وخمس خرزات خضراء - لكن كل سوار سيكون مختلفًا. هناك نوعان عامان من الأيزومرات. الأيزومرات الدستورية هي جزيئات مختلفة التوصيلية - تشبه الأساور البسيطة التي يختلف فيها ترتيب الخرز الأحمر والأخضر. النوع الثاني هو الأيزومرات الفراغية. في الأيزومرات الفراغية، يكون الاتصال هو نفسه، لكن الأجزاء موجهة بشكل مختلف في الفضاء.

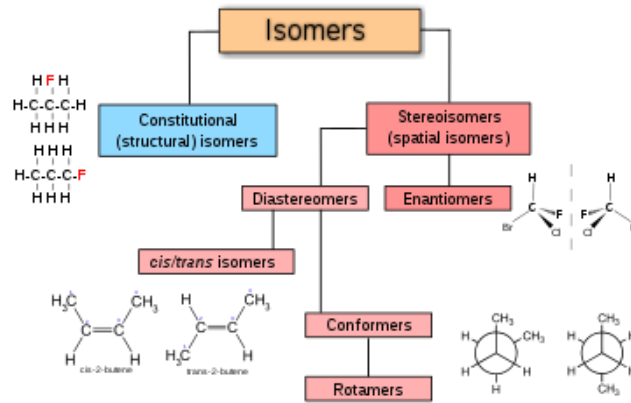
(Maitland, ٢٠٢٢، ١٤ Accessed <https://www.britannica.com/science/isomerism>. November ٢٠٢٢.)

وايضا هي عبارة عن مركبات لها نفس التركيب النوعي والكمي للعناصر، بحيث تكون أوزانها الجزيئية النسبية والصيغ العامة متطابقة، لكن هيكلها حتى في الترتيب ثلاثي الأبعاد مختلفة. مركبات البروبان وكلوريد البروبان ليست أيزومرات لأن تركيبها النوعي للعناصر مختلف. مركبات البروبان والبروبين ليست أيزومرات على الرغم من أنها تتكون من نفس العناصر ولكن مع تركيبة كمية مختلفة من العناصر.

ايضاً تعرف على إنها جزيئات لها نفس الصيغة الكيميائية وغالباً ما تكون من نفس النوع من الروابط بين الذرات، لكنها تختلف في ترتيب المجموعات الوظيفية المختلفة التي تتكون منها هذه المركبات. تشترك العديد من المتناظرات في خصائص متشابهة، إن لم تكن متطابقة، في معظم التفاعلات الكيميائية. في تعريف آخر، إنها ظاهرة عامة في الكيمياء العضوية تنص على أن هناك العديد من المركبات العضوية التي لها نفس الصيغة الجزيئية وتختلف عن بعضها البعض من خلال خصائصها الفيزيائية والكيميائية.

(<https://en.wikipedia.org/wiki/Isomer>)

الأشكال المختلفة للتصاوغ



الشكل (٧) الأشكال المختلفة للتصاوغ

نقلًا (<https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%A5%D9%A4%D9%A1:Isomerism.svg>)

هناك نوعان رئيسيان للتصاوغ:

التصاوغ البنائي (structural isomers) أو البنوي والتصاوغ الفراغي (stereoisomers)

في التصاوغ البنائي أو تصاوغ صيغة المركب: تكون الذرات ومجموعات وظيفية مرتبطة بطرق مختلفة، كما في مثال بروبييل ألكحول في الأعلى. وهذا الشكل من التناظر يتضمن (تصاوغ سلسلي chain isomerism) والذي فيه تكون سلاسل الهيدروكربون بها تفرعات مختلفة: (تصاوغ موضعي position isomerism) والذي يتعامل مع موضع المجموعة الفعالة في السلسلة، و(تصاوغ المجموعات الوظيفية functional group isomerism) حيث تختلف المجموعات الفعالة المرتبطة بكل نظير. أو بتعبير آخر التصاوغ البنوي: هو التماكب يتعلق باختلاف ترتيب الذرات وتسلسل روابطها في الجزيئات العضوية وله عدة أنواع: التماكب السلسلي: هو نوع من أنواع التماكب البنوي توافق فيه التماكبات تركيبيا واحدا وتختلف عن بعضها البعض ببنية الهيكل الكربوني للجزيئات. (<https://www.greatsciences.com/23701>)

التصاوغ الموضوعي: هو نوع من أنواع التماكب البنيوي يتعلق باختلاف مواضع الروابط المضاعفه والزمير الوظيفيه في السلاسل الكربونيه التماكب المتامري :نوع من أنواع التماكب البنيوي توافق فيه صيغه جزيئيه مجمله واحده جذورا مختلفه مرتبطه بذره متغايره متعدده التكافؤ، التماكب.

(<https://arbyy.com/detail982880123.html>)

الوظيفي: هو نوع من أنواع التماكب البنيوي تنتسب إليه المركبات الموافقة لصيغة جزيئة مجمله ذات وظائف كيميائية مختلفة، التماكب النزوحى (التوتومري): (هو ضرب من ضروب التماكب البنيوي التحريكى يتحول فيه مركب مت من صنف معين إلى صنف اخر مع بقاء الترتيب الكيفي والكمي ثابتا دون تغيير. بينما التصاوغ الفراغى ويعنى به تصاوغ مجسم (في ثلاثة أبعاد): يكون بناء الروابط متطابق، ولكن مواضع الذرات والمجموعات الفعالة في الفراغ يكون مختلفا. وهذا الشكل من التناظر يتضمن: تصاوغ بصري optical isomerism حيث تكون الأيزومرات المختلفة صورة مرآة لبعضها البعض، وتصاوغ هندسى geometric isomerism حيث يمكن أن تدور المجموعات الفعالة الموجودة في نهاية السلسلة في أوضاع مختلفة. (<https://en.wikipedia.org/wiki/Isomer>)

الفصل الثالث: اجراءات البحث و الاجهزة المستخدمة

إجراءات البحث:

في هذا الفصل تم عرض المواد المستخدمة في تطبيق فرضية البحث وطريقة استخدامها في صياغة تراكيب تلائم متطلباته وطرق الإنتاج والأدوات المستخدمة.

الطين: تم تحديد الأطين المستخدمة في انتاج الجسم الفخاري

١- طينة بابل الحمراء (المحاويل) واطى الحرارة

٢- طين الكاوولين (دويخلة) عالي الحرارة

جدول (١) التحليل الكيمياءى لطينة المحاويل^(١٥)

Total	L.o.i	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂
98.03	17.45	0.22	0.8	5.58	15.6	0.58	5.21	10.68	41.82

الاكاسيد الملونة:

- اوكسيد النحاس (CuO)
- اوكسيد الكوبلت (CoO)
- اوكسيد الكروم (Cr_2O_3)
- اوكسيد الحديد الاحمر (Fe_2O_3)
- صبغة حمراء
- صبغة زرقاء
- صبغة صفراء

تشكيل النماذج:

تم تهيئة الطين بشكل لدن مع إضافة (٢٠ %) رمل اسود لكل (٨٠ %) طينة المحاويل و(٢٠%) مسحوق الفخار لكل (٨٠%) طين الكاوولين ذلك لتقليل نسبة الانكماش وزيادة مقاومتها للحرارة، تم التشكيل باستخدام قالب من الجبس (١٠×١٠×١سم).

تجفيف النماذج:

تركبت النماذج على ألواح خشبية معدة لهذا الغرض وبدون تحريك لكي تحافظ على شكلها وتكون مغطاة بقطعة قماش جافة لحين إتمام عملية الجفاف بعد (١٠) أيام.

حرق النماذج: (الفخر)

تم استخدام الفرن الكهربائي في جامعة بابل/ كلية الفنون الجميلة (فرع الخزف) وهو بقياس (٣٠×٣٥×٤٨)سم من الداخل مع لوحة سيطرة الكترونية لقياس درجة الحرارة. تم فخر النماذج الطين الاحمر بدرجة حرارة (١٠٠٠م).

الكاوولين بدرجة حرارة (٢٠٠م)

تهيئة خلطات الزجاج:

هنالك بعض المكونات المستخدمة في انتاج الزجاج هي مركبات خام لذلك لا بد من اجراء عملية التفريغ لها للحصول على افضل النتائج من حيث الانصهارية و درجة الحرارة المطلوبة. ولإجراء عملية التفريغ لابد من توفر بودقة للسهر و ملقط حديدي و فرن غازي حيث ان استخدام الفرن الكهربائي في عملية التفريغ يؤدي الى احداث ضرر في طابوق الفرن و الاسلاك لذلك يفضل استخدام افران الوقود.

جدول (٢) الخلطات المقترحة

(A) خلطة

اوكسيد القصدير SnO_2	٣٠%	تصاوغ بديل عن السلكا
كربونات الصوديوم NaCO_3	١٥%	
اوكسيد الحديد الاحمر Fe_2O_3	٧%	تصاوغ بديل عن الالومينا
فلنت SiO_2	٤٠%	
اوكسيد الرصاص الاحمر Pb_3O_4	٨%	

(B) خلطة

اوكسيد القصدير SnO_2	٣٠%	تصاوغ بديل عن الالومينا
كربونات الصوديوم NaCO_3	١٥%	
تلك MgCO_3	٧%	
فلنت SiO_2	٤٠%	

(C) خلطة

اوكسيد التيتانيوم TiO_2	٣٠%	تصاوغ بديل عن السلكا
كربونات الصوديوم NaCO_3	١٥%	
تلك MgCO_3	٧%	
فلنت SiO_2	٤٠%	
اوكسيد الرصاص Pb_3O_4	٨%	

(D) خلطة

اوكسيد القصدير SnO_2	٢٠%	تصاوغ بديل عن الالومينا
كربونات الصوديوم NaCO_3	١٠%	
اوكسيد الحديد الاحمر Fe_2O_3	١٠%	تصاوغ بديل عن الالومينا
فلنت SiO_2	٤٠%	
اوكسيد الرصاص الاحمر Pb_3O_4	١٥%	
فلنسيار صوديوم $\text{Na}_2\text{OAl}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	٥%	

خطة (E)

اوksيد النحاس الاسود CuO_2	25%	تصاوغ بديل عن القواعد
اوksيد الرصاص الاحمر Pb_3O_4	25%	
كاوألين $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	25%	
فلنت SiO_2	25%	

خطة (F)

اوksيد النحاس الاسود CuO_2	40%	تصاوغ بديل عن القواعد
اوksيد الرصاص الاحمر Pb_3O_4	10%	
كاوألين $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	25%	
فلنت SiO_2	25%	

تطبيق الزجاج على النماذج الفخارية:

تم تطبيق الرائب الزجاجي على الأجسام الفخارية بواسطة مرذاذ الرش ويسمك (1.5 ملم)

1- تم التطبيق على الجسم الفخاري بشكل مباشر

2- تم التطبيق على سطح فخاري مزجج بقاعدة من اللون الابيض (اساس)

حرق النماذج المطبق عليها الزجاج:

وضعت النماذج المطبق عليها الزجاج داخل الفرن وباعتماد على الجدول (3-4) من برنامج الحرق وصولاً

الى درجة حرارة النضج مع اعتماد نصف ساعة وقت اضافي (SOOKING TIME) لإتمام عملية النضج.

جدول (3) برنامج الحرق

من حرارة الغرفة ←	$150^{\circ}C$ ساعة واحدة
$150^{\circ}C$	← $400^{\circ}C$ 2 ساعة
$400^{\circ}C$	← $550^{\circ}C$ 2 ساعة
$550^{\circ}C$	← $600^{\circ}C$ ساعة
$600^{\circ}C$	← $970^{\circ}C$ 2 ساعة
$970^{\circ}C$	← $1200^{\circ}C$ 2 ساعة

جدول (4)

عينات البحث

خطة (A)

رمز الخلطة	رقم العينة	نوع السح		CuO	Cr ₂ O ₃	CoO	Fe ₂ O ₃	صبغة حمراء	صبغة زرقاء	صبغة صفراء	درجة الحرارة
		اساس	فخار								
A	١	*									٩٧٠م
	٢		*								
	٣		*	*							
	٤		*		*						
	٥		*			*					
	٦		*				*				
	٧		*					*			
	٨		*						*		
	٩		*							*	
	١٠		*	*							
	١١		*		*						
	١٢		*			*					
	١٣		*				*				
	١٤		*					*			
	١٥		*						*		
	١٦		*							*	

خلطة (B)

رمز الخلطة	رقم العينة	نوع السح		CuO	Cr ₂ O ₃	CoO	Fe ₂ O ₃	صبغة حمراء	صبغة زرقاء	صبغة صفراء	درجة الحرارة
		اساس	فخار								
B	١٧		*								٩٧٠م
	١٨		*								
	١٩		*	*							
	٢٠		*		*						

					*				*	٢١	
				*					*	٢٢	
			*						*	٢٣	
		*							*	٢٤	
	*								*	٢٥	
							*	*		٢٦	
						*		*		٢٧	
					*			*		٢٨	
				*				*		٢٩	
			*					*		٣٠	
		*						*		٣١	
	*							*		٣٢	

خطة (C)

رمز الخطة	رقم العينة	نوع السح		CuO	Cr ₂ O ₃	CoO	Fe ₂ O ₃	صبغة حمراء	صبغة زرقاء	صبغة صفراء	درجة الحرارة
		اساس	فخار								
C	٣٣	*									٩٧٠م
	٣٤		*								
	٣٥	*		*							
	٣٦	*			*						
	٣٧	*				*					
	٣٨	*					*				
	٣٩	*						*			
	٤٠	*							*		
	٤١	*								*	
	٤٢		*	*							

						*		*		٤٣	
						*		*		٤٤	
				*				*		٤٥	
			*					*		٤٦	
		*						*		٤٧	
	*							*		٤٨	

خطة (D)

رمز الخلطة	رقم العينة	نوع السح		CuO	Cr ₂ O ₃	CoO	Fe ₂ O ₃	صبغة حمراء	صبغة زرقاء	صبغة صفراء	درجة الحرارة
		فخار	اساس								
D	٤٩	*									٩٧٠م
	٥٠	*									

خطة (E)

رمز الخلطة	رقم العينة	نوع السح		CuO	Cr ₂ O ₃	CoO	Fe ₂ O ₃	صبغة حمراء	صبغة زرقاء	صبغة صفراء	درجة الحرارة
		فخار	اساس								
E	٥١	*									٩٧٠م
	٥٢	*									

خطة (F)

رمز الخلطة	رقم العينة	نوع السح		CuO	Cr ₂ O ₃	CoO	Fe ₂ O ₃	صبغة حمراء	صبغة زرقاء	صبغة صفراء	درجة الحرارة
		فخار	اساس								
F	٥٣	*									٢٠٠م
	٥٤	*									
	٥٥	*		*							
	٥٦	*			*						
	٥٧	*				*					
	٥٨	*					*				

			*						*	٥٩	
				*					*	٦٠	
		*							*	٦١	
							*	*		٦٢	
						*		*		٦٣	
					*			*		٦٤	
				*				*		٦٥	
			*					*		٦٦	
		*						*		٦٧	
		*						*		٦٨	

حساب معامل الشد السطحي:

إن حساب معامل الشد السطحي للزجاج مهماً وذلك لمعرفة تأثير المواد الداخلة في تركيبه على نسب معاملات الشد السطحي، وتأثيره على نتائج السطح من حيث الانصهارية والتجانس وذلك بالاعتماد على جدول ثوابت الشد السطحي وفق المعادلة التالية:

$$= X \text{ - النسبة المئوية للاوكسيد} \times \text{ ثابت الشد السطحي}$$

- تجمع نتائج الفقرة السابقة لكل الاكاسيد المكونة لخلطة الزجاج.

جدول (٥) ثوابت الشد السطحي بدرجة حرارة (٩٠٠ م) داين /سم^٣

الاكسيد	ثابت الشد السطحي
SiO _٢	٣.٤
Al _٢ O _٣	٦.٢
Na _٢ O	١.٥
CaO	٤.٨
B _٢ O _٣	٠.٨
BaO	٣.٧
K _٢ O	٠.١

FeO	٤.٥
CuO	٤.٥
CoO	٤.٥
P _٢ O _٥	٠.٠٤
NiO	٤.٥
MnO	٤.٥
TiO _٢	٣.٠
SnO _٢	٢.٨

حساب كثافة الزجاج المحروق:

للكثافة أهمية في تحديد درجة الانعكاس والانكسار، وكثافة الزجاج هو مجموع كثافة الاكاسيد المكونة له، وتتراوح كثافة زجاج الخزف بين (٢.١٢٥ - ٨.١٢٠ غم/سم^٣)، وقد تم حساب الكثافة حسب جدول ثوابت الكثافة للاكاسيد وفق المعادلة التالية:

النسبة المئوية للاوكسيد

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{ثابت كثافة الاوكسيد} \times \text{النسبة المئوية للاوكسيد}}{100}$$

١٠٠

جدول (٦) ثابت الكثافة و درجة الانصهار لاكاسيد زجاج الخزف^(١٦)

الاوكسيد	ثابت الكثافة	درجة الانصهار C°
SiO _٢	٢.٧	١٧١٠
Al _٢ O _٣	٣.٨	٢٠٥٠
Na _٢ O	٢.٥	٨٦٠
CaO	٣.٣	٢٥٧٠
B _٢ O _٣	١.٨	٧٠٠
P _٢ O _٥	٠.٩	٣٥٠
K _٢ O	٢.٣	٧٠٠
FeO	٥.٧	١٤٢٠

CuO	٦.٤	١١٤٨
CoO	٥.٧	١٧٠.٥
Cr _٢ O _٣	٥.٢	٢٢٦٥
NiO	٦.٧	١٦٩٠
MnO	٥.٣	١٦٥٠
TiO _٢	٤.٢	١٨٣٠
SnO _٢	٦.٨	١١٥٠

الفصل الرابع : نتائج الكثافة والشد السطحي

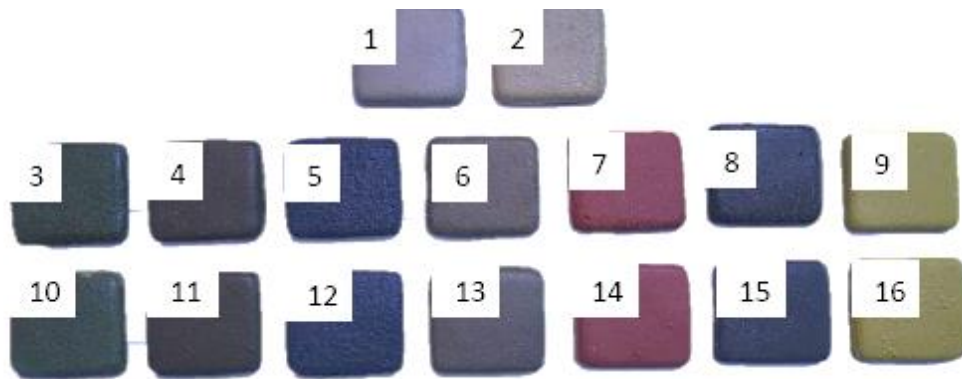
يتم حساب الكثافة والشد السطحي من خلال تطبيق المعادلات الحسابية ولكل خلطة على حده

خلطة (A)

٣٠%	اوكسيد القصدير SnO _٢
١٥%	كاربونات الصوديوم NaCO _٣
٧%	اوكسيد الحديد الاحمر Fe _٢ O _٣
٤٠%	فلنت SiO _٢
٨%	اوكسيد الرصاص الاحمر Pb _٢ O _٤

الكثافة = ٤.٥

الشد السطحي = ٢٨٣.٦

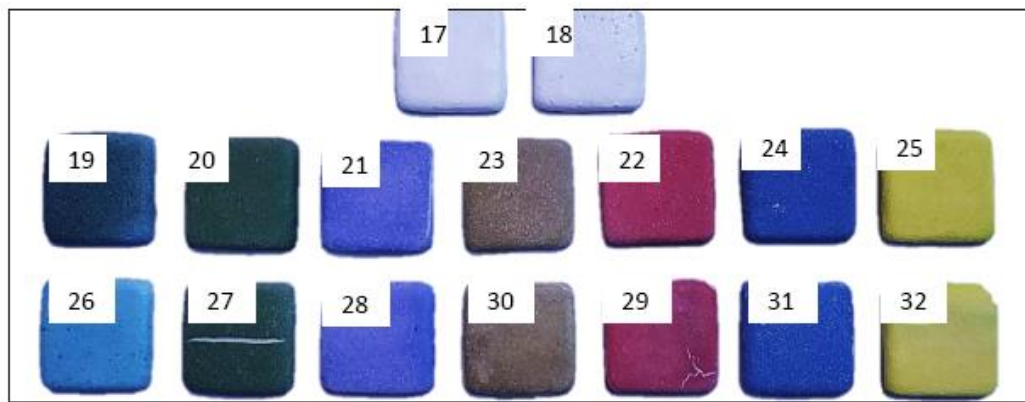


خلطة (B)

30%	اوكسيد القصدير SnO_2
15%	كاربونات الصوديوم NaCO_3
7%	تلك MgCO_3
40%	فلنت SiO_2
8%	اوكسيد الرصاص الاحمر Pb_3O_4

الكثافة = 4.11

الشد السطحي = 275.9



خلطة (C)

30%	اوكسيد التيتانيوم TiO_2
15%	كاربونات الصوديوم NaCO_3
7%	تلك MgCO_3
40%	فلنت SiO_2
8%	اوكسيد الرصاص Pb_3O_4

الكثافة = 3.45

الشد السطحي = 289.6

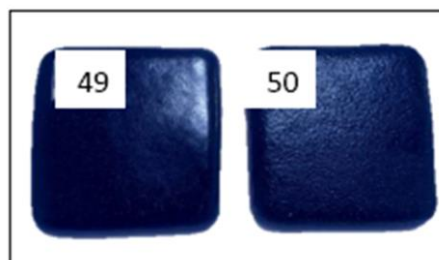


خلطة (D)

20%	اوكسيد القصدير SnO_2
10%	كربونات الصوديوم NaCO_3
10%	اوكسيد الحديد الاحمر Fe_2O_3
40%	فلنت SiO_2
15%	اوكسيد الرصاص الاحمر Pb_3O_4
5%	فلسبار صوديوم $\text{Na}_2\text{OAl}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$

الكثافة = 4.75

الشد السطحي = 290.5



خلطة (E)

25%	اوكسيد النحاس الاسود CuO
25%	اوكسيد الرصاص الاحمر Pb_3O_4
25%	كاوولين $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
25%	فلنت SiO_2



الكثافة = ٥.١٩

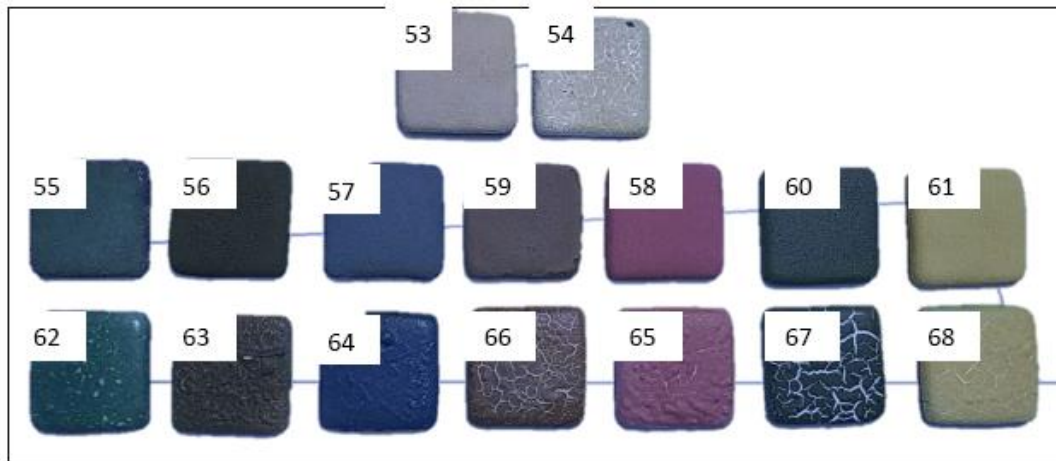
الشد السطحي = ٣٣٠

خلطة (F)

٤٠%	اوكسيد النحاس الاسود $CuO_٢$
١٠%	اوكسيد الرصاص الاحمر $Pb_٢O_٤$
٢٥%	كاوولين $Al_٢O_٣$ $SiO_٢$ $٢H_٢O$
٢٥%	فلنت $SiO_٢$

الكثافة = ٤.٧٣

الشد السطحي = ٤١٢.٥



الاستنتاجات:-

١. ان كثافة الزجاج الناتج من الخلطات المستخدمة في البحث هي ضمن مدى زجاج الخزف بسبب الفعل الصاهر لمكونات لخلطة
٢. هناك نتائج مختلفة لشد السطحي لخلطات الزجاج نتيجة الاختلاف في نسبة إضافة الاكاسيد الصاهرة الى خلطات الزجاج التي تقلل من الشد السطحي الى نسبة الاكاسيد المقاومة للانصهار
٣. ان نتائج الشد السطحي بالمقارنة مع قيم الشد السطحي لزجاج الخزف التي تتراوح ما بين (١٥٠-٥٠٠) داين/سم^٣ تكون من ضمن حدودها

التوصيات:- اجراء فحوصات جديدة للزجاج الناتج من تاثير الاكاسيد المتصاوغ.

المقترحات:- انتاج خلطات زجاج أخرى باستخدام مواد ونسب مختلفة من الاكاسيد.

احالات البحث:

١. الياسري ، افراح كاظم حسن، خصائص الاطيان المحلية وصلاحيه استعمالها في المنتجات الخزفية، ص ١٢٢.
٢. ديركسون، جون، صناعة الخزف، ص ٢٥.
٣. Hofsted, jolyon (pottery), p.١٩.
٤. الزمزمي، معتصم عبد الله والشيباني، مفتاح علي، تكنولوجيا السيراميك (المواد الخام)، ص ١٣٥.
٥. الكرادى، سامر احمد، انتاج زجاج الرماد وطي الحرارة وتطبيقاته على الاطيان الحمراء، ص ٣١.
٦. البدرى، علي صالح، التقنيات العلمية لفن الخزف، ص ٣١-٣٢.
٧. الياسري مصدر سابق ، ص ١٥.
٨. العسلي، أسماء محمد إبراهيم، استخدام الطينات الملونة في تشكيل الخزفي واثرها في تنمية القدرة الإبداعية لدى طلاب كليات التربية النوعية، ص ٤٦-٤٧.
٩. خليفة ، مصباح خليفة وإبراهيم اسعد إسماعيل، الكيمياء الغير عضوية (كيمياء العناصر s,p)، ص ١٦٧.
١٠. الكرادى، سامر احمد، مصدر سابق ، ص ٦.
١١. Hamer, frank. the potter, p.٣٠.
١٢. Hamer, previous source, p.٣١.
١٣. ديركسون، جون، مصدر سابق، ص ٧٨.
١٤. Hamer, previous source, p.٢٧١.
١٥. الكرادى، سامر احمد، مصدر سابق ، ص ٣٩.
١٦. البدرى، علي صالح، مصدر سابق، ص ١٩٢-١٩٧.

المصادر والمراجع:

- أسماء محمد إبراهيم العسلي: استخدام الطينات الملونة في تشكيل الخزفي واثرها في تنمية القدرة الإبداعية لدى طلاب كليات التربية النوعية، رسالة ماجستير كلية التربية النوعية، جامعة طنطا ٢٠٠١.
- افراح كاظم حسن الياسري: خصائص الاطيان المحلية وصلاحيه استعمالها في المنتجات الخزفية ، رسالة ماجستير، ٢٠١٩
- خليفة مصباح خليفة وإبراهيم اسعد إسماعيل: الكيمياء الغير عضوية (كيمياء العناصر s,p) الطبقة الأولى ، دار الكتب الوطنية - بنغازي ، جامعة سبها، ليبيا، ٢٠٠١.
- ديركسون، جون، صناعة الخزف، تر. هاشم الهنداوي، ط١، وزارة الثقافة والاعلام، دار الشؤون الثقافية العامة، بغداد ١٩٨٦.

- الزمزمي، معتصم عبد الله والشيباني، مفتاح علي، تكنولوجيا السيراميك (المواد الخام)، مكتبة طرابلس العلمية العالمية، ليبيا، ١٩٨٨.

- علي صالح البدرى: التقنيات العلمية لفن الخزف ج ١-١ ط١، جامعة اليرموك ، قسم الفنون الجميلة، ٢٠٠٠.

- الكرادى ، سامر احمد، انتاج زجاج الرماد وطي الحرارة وتطبيقاته على الاطيان الحمراء، رسالة غير منشورة، جامعة بابل، ٢٠٠٦.

- Hamer.frank. the potter.s Dictionary of Materials and Techniques، New York ١٩٧٥.

- Hofsted، jolyon (pottery)،London، ١٩٧٦

المواقع الالكترونية

- <https://www.maajim.com/>

- [.https://en.wikipedia.org/wiki/Isomer](https://en.wikipedia.org/wiki/Isomer)

- <https://ar.wikipedia.org>

- <https://www.almrsal.com/post/١٠٥١٠١٧>

- <https://www.britannica.com/science/isomerism>. Accessed ١٤ November ٢٠٢٢

- <https://en.wikipedia.org/wiki/Isomer>

- <https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%84%D9%81:Isomerism.svg>

- <https://www.greatsciences.com/٢٣٧٠١>

- <https://arbyy.com/detail٩٨٢٨٨٠١٢٣.html>