Journal of the University of Babylon for Humanities مَجلّةُ جَامعةِ بَابِل للعُلومِ الإنسَانيّةِ
Vol. 31/ No. 3/ 2023 المجلد 31/ العدد3/ 2023

أثر نظام التشاكل في بنية الزجاج: الأكاسيد الحامضية أنموذجاً

أفراح كاظم حسن الياسري **سامر أحمد حمزه الكرادي**
قسم النشاطات الطلابية/ جامعه القاسم الخضراء جامعة بابل / كلية الفنون الجميلة
afrahkadhim79@gmail.com

تاريخ استلام البحث: 29/ 12/ 2022 **تاريخ قبول النشر: 7/ 1/ 2023** **تاريخ نشر البحث: 15/ 3/ 2023**

المستخلص

يتناول البحث صياغة خلطات زجاج باستخدام أوكسيد الفسفور بديلا عن السلكا وضمن قاعدة سيكر لما، لكون أوكسيد الفسفور من المواد المتشاكلة مع مجموعة المواد الحامضية، وقد استخدم أوكسيد الرصاص من ضمن الخلطة (1) وكاربونات الصوديوم في الخلطة (2)، وجهزت الخلطات بنظام الزجاج الجاهز، إذ كان تفريت الخلطات بواسطة بوادق الصهر، وتطبيق الزجاج المنتج على طينة بابل الحمراء وبدرجة حرارة (400 م°، 550م° و600م°) للتسوية الحرارية، وللتعرف بصورة دقيقة على خواص ومركبات أوكسيد الفسفور تم التطرق لهذا الأوكسيد بشكل مفصل في الإطار النظري، والتطرق لبعض خصائص الزجاج والمركبات المستخدمة في البحث. وصياغة جدول العينات بواقع (14) عينة وتلوينها باستخدام أوكسيد النحاس (CuO)، وأوكسيد الحديد الأحمر (Fe_2O_3)، وأوكسيد الكوبلت (CoO)، وأوكسيد المنغنيز (MnO)، والصبغتان (الحمراء والزرقاء)، وإجراء فحص التحليل اللوني باستخدام نظام (L.a.b) لمعرفة القيم الرقمية للون الناتج، وأجري فحص الملمس لمعرفة طبيعة السطح لما له من تأثير على الجانب الجمالي والدلالي في المنجز الخزفي، أما الفحوصات الداعمة لنتائج اللون والملمس فهي فحص (الميكروسكوب) الذي به نتعرف على البلورات الملونة والأطوار والمواد غير المنصهرة وتأثيرها على النتائج اللونية، وقد أجري فحص الصلادة لمعرفة مدى تحمل طبقة الزجاج للاجهادات الخارجية للمحافظة على ديمومة العمل، إما الفحوصات الحسابية فهي فحص (الكثافة) و(الشد السطحي) وجاءت نتائجها ضمن مدى قيمة الكثافة لزجاج الخزف، أما الشد السطحي فكان بقيم أقل من زجاج الخزف الاعتيادي.

الكلمات الدالة: التشاكل، الزجاج، الأكاسيد.

The Effect of the Uniformity System on The Structure of Glass: Acidic Oxides as a Model

Afrah Kadhim Hassan Al-Yasiri
Student Activities Department/ Al-Qasim Green University
Samer Ahmed Hamza Al-Kradi
College of Fine Arts/University of Babylon

Abstract

The research deals with the formulation of glass mixtures using phosphorous oxide as a substitute for silica and within the Seker Lama rule, because phosphorous oxide is one of the substances that are acidic with a group of acidic substances. Lead oxide was used from within mixture (1) and sodium carbonate in mixture (2), and the mixtures were equipped with a glass system The mixtures were ground by smelting mortars, and the produced glass was applied to the red clay of Babylon at a temperature of (400 °C, 550 °C, and 600 °C) for thermal leveling، and to accurately identify the properties and compounds of

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

phosphorus oxide. This oxide was discussed in detail in the theoretical framework as well. To some properties of glass and compounds used in the research. The table of samples was formulated by (14) samples and they were colored using copper oxide (CuO), red iron oxide (Fe2O3), cobalt oxide (CoO), manganese oxide (MnO), and two dyes (red and blue). A chromatic analysis test was also conducted using the (L.a.b) system to find out the numerical values of the resulting color, and a texture test was conducted to know the nature of the surface because of its impact on the aesthetic and semantic side of the ceramic work. Either the tests that support the color and texture results are the (microscope) test, through which we learn On the colored crystals, phases, and non-molten materials and their impact on the color results. This hardness test was carried out to find out the extent to which the glass layer can withstand external stresses in order to maintain the durability of the work. Either the arithmetic tests are (density) and (surface tension) tests, and their results came within the range of the density value. For ceramic glass, the surface tension was less than the normal ceramic glass.

Keywords: morphology, glass, oxides.

الفصل الأول/المقدمة

مشكلة البحث: يمتلك خزاف مابين النهرين ارث خزفي هائل تنوعت فيه النتاجات الخزفية في مختلف العصور من حيث؛ الشكل والخامة والتقنية، فالفخار والخزف يشكلان اللبنات الأولى للمجتمعات البدائية، وهو الأداة الأسهل والأرخص في إنتاج ما يحتاجه الإنسان وتوثيق نشاطاته اليومية، لقد عرفت بلاد الرافدين فن الفخار منذُ الألف الرابع قبل الميلاد، ومن الشواهد التاريخية التي توثق عبقرية الخزاف العراقي القديم لوح فخاري دوّن فيه أول وصفة زجاج وطريقة استعمالها وصنعها ونسب مكوناتها، قد دونت بصورة دقيقة وبطريقة مشفرة في (اللوح المحفوظ في المتحف البريطاني)، إذ عُثر عليه في السلوقية أو ما يعرف الآن بـــ(تل عمر) في الضفة الغربية لدجلة مقابل (طاق كسرى)، حيث يعد أول وأقدم سجل مكتشف حتى الآن. عن وصفات التزجيج تتكون هذه الوصفة من؛ 243.3 زجاج بركاني –20.1 رصاص– 58.1 نحاس– 3.1 ملح البارود– 5 كلس وعلى الرغم من التطور الصناعي في مختلف المجالات ما زالت النتاجات الخزفية هي محل اهتمام وإعجاب المجتمعات المتحضرة. ويعد التزجيج موضوعاً مهما ومظهرا من مظاهر تطور ورقي فن الخزف لما يمتاز به من تعدد الأساليب والألوان، وتختلف صناعة الخزف باختلاف المواد الطبيعية المتاحة والمتوفرة والمستخدمة وتبعا لهذا الاختلاف ينتج اختلاف في المواصفات والأشكال والتقنيات. يتطلب استخدام مواد مختلفة في إنتاج الخزف 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 إجراء تجارب عملية، فمركبات الخزف من أكاسيد وكاربونات في خلطة الزجاج تعمل وفق نظام عشوائي لا يمكن السيطرة عليه سوى بالتجربة وتتبع النتائج ودراسة سلوك كل مرحلة للوصول إلى تفسير علمي مبني على حقائق ونظريات ومعادلات تخص زجاج الخزف.

يتكون زجاج الخزف من ثلاث مجاميع هي القواعد والحوامض والمواد المتعادلة، وكل مجموعة تحتوي على عدد من المركبات تختلف في الصيغة الكيميائية لكنها تتشابه في المواصفات والسلوك بشكل متفاوت وهذه

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

المركبات ضمن المجموعة الواحدة تدعى بالمواد المتشاكلة. وسندرس في هذا البحث المواد المتشاكلة ضمن مجموعة الحوامض وتعد السلكا هي المركب الأول ضمن هذه المجموعة مع كل من أوكسيد البوريك (B_2O_3) وخماسي أوكسيد الفسفور (P_2O_5)، وعليه يحاول البحث الحالي الإجابة على السؤال التالي:-**(ماهي مواصفات الزجاج الناتج من استبدال السلكا بأحد المواد المتشاكلة من نفس المجموعة؟)** وعليه تحدد العنوان بـــ(أثر نظام التشاكل في بنية الزجاج (الأكاسيد الحامضية أنموذجا).

أهمية البحث: الكشف عن الخواص الفيزيائية للزجاج الناتج من استخدام المواد المتشاكلة.

فرضية البحث: هل يمكن الحصول على زجاج يتطابق مع السطح الفخاري باستخدام أكاسيد متشاكلة مع السلكا ضمن المجموعة الحامضية.

أهداف البحث: التعرف على نتائج إضافة أكاسيد تمتلك نفس البناء الذري للسلكا، بديلا لها ضمن خلطة الزجاج إنتاج زجاج واطئ الحرارة جدا باستخدام المواد المتشاكلة.

حدود البحث:

الأطيان: استخدام طينة المحاويل الحمراء لإنتاج الجسم الفخاري.

الزجاج:

1- زجاج قلوي جاهز (يستخدم كقراءة صفرية لمقارنة الزجاج المنتج).

2- خلطة زجاج بحسب قاعدة سيكر يكون فيها أوكسيد البوريك بدل السلكا.

3- خلطة زجاج حسب قاعدة سيكر يكون فيها خماسي أوكسيد الفسفور بدل السلكا.

الأكاسيد المستخدمة في إنتاج الزجاج:

1. أوكسيد البوريك (B_2O_3).
2. خماسي أوكسيد الفسفور (P_2O_5).
3. البوراكس ($Na_2O2B_2O_3$).
4. كاربونات الصوديوم (Na_2CO_3).
5. فلنت (SiO_2).
6. كاوولين ($Al_2O_32SIO_22H_2O$).

الملونات

- أوكسيد النحاس (CuO).
- أوكسيد الكوبلت (CoO).
- أوكسيد المنغنيز (MnO_2).
- أوكسيد الحديد الأحمر (Fe_2O_3).
- صبغة حمراء.
- صبغة زرقاء.

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

الفرن وأجهزة الفحص: استخدام المعدات التقنية من أفران وأجهزة الفحص الموجودة في مختبر فرع الخزف/ كلية الفنون الجميلة/ جامعة بابل.

تحديد المصطلحات:

الفسفور: لتسمية الفوسفور جذورٌ إغريقية، فقد كانت تطلق تسمية (فوسفوروس) في اليونان القديمة على كوكب الزهرة .تُشتقّ تسمية فوسفوروس من الجذر فوس بمعنى ضوء، ومن(فيرو) بمعنى حامل، وبذلك يكون المعنى تقريبيّاً «حامل الضوء .«استُخدِم اسم فوسفوروز في الاساطير اليونانية لتجسيد نجمة الصباح[7].

التشاكلية: حالة توصف بها المواد التي تتشابه بلوراتها ولها خواص أخرى مشتركة[8].

التشاكلية: هو وجود مركبات كيميائية ذات صيغ جزيئية واحدة لكن تختلف في التركيب أو في توزيع الذرات أو المجموعات في الفراغ[9].

التعريف الإجرائي: تشاكل المواد الحامضية. أو هي مجموعة المواد التي تمتلك بناء بلوري مشابه لذرة السلكا وهو هرم ثلاثي رباعي الأوجه، هي تختلف في التركيب وتتشابه في السلوك مثل: (مركبات الرصاص، أوكسيد البوريك وخماسي أوكسيد الفسفور).

الفصل الثاني/ الإطار النظري

أوكسيد الفسفور: يعد الفسفور من المواد التي لا يوجد بديل لها على كوكب الأرض نظراً لمدى أهميتها في الحفاظ على الحياة وإنتاج الغذاء، وبالرغم من ذلك فإنّ استخدام الفسفور في الوقت الحالي بكميات كبيرة جدا فقد ساهمة في تطور الإنتاج الزراعي والصناعي وهذا أدى إلى حالة قد يكون فيها توافر مصادر الفسفور الرئيسة في المستقبل غير مؤكد، واكتشف الفسفور عام 1669م في ألمانيا بيد العالم Hennig Brand وسمي الفسفور آنذاك بـــ(النار الباردة)؛ لأنّه يتوهج في الظلام. نصت بعض الكتابات على تسمية الفسفور بمادة الشيطان نظراً لخاصية التوهج الغريبة. يشبه الفسفور بقية العناصر اللامعدنية حيث يتوافر بتركيبات مختلفة، فيوجد منه الفسفور الأبيض والأحمر والبنفسجي والأسود. يتصف الفسفور بضعف موصليته للكهرباء والحرارة. يعتبر الفسفور من العناصر المهمة للكائنات الحية، فتوجد هناك كمية تقارب الـــ 750 غراماً في جسم كل إنسان وصل سن البلوغ. يعتبر أهم استخدام للفسفور في إنتاج الأسمدة. أثبتت دراسة علمية صادرة من الأكاديميات الوطنية للعلوم أن مصدر الفسفور على وجه الكرة الأرضية هو النيازك[1].

يمتلك الفسفور ثلاث صور هي: الفسفور الأبيض، والفسفور الأحمر، والفسفور الأسود. ويوجد الفسفور الأبيض في حالتين السائلة والصلبة على هيئة جزيئاتP4 ، ولهذه الجزيئات تركيب رباعي السطوح ترتبط فيه ذرات الفسفور بأواصر ضعيفة سهلة الكسر لذلك تكون فعاليته عالية مع الفسفور الأحمر والأسود بينما الفسفور الأسود يتكون من طبقات مزدوجة ترتبط فيها كل ذرة فسفور بثلاث ذرات أخرى ويمكن الحصول علية في حالة الصلبة البلورية بتسخين الفسفور الأبيض تحت ضغط عالٍ وعند درجة حرارة تتراوح بين (370م) وبوجود عنصر الزئبق العامل المساعد[2].

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

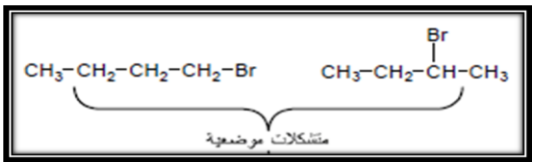
التشاكل البنائي للمركبات: يطلق على المتشاكلات اسم (isomers)المشتق من اللغة اليونانية (isos + meros) وتعني؛ تتكون من نفس الأجزاء أن التشاكل البنائي ظاهرة واسعة الانتشار في المركبات العضوية واللاعضوية وتعنى وجود أكثر من صيغة بنائية لصيغة جزيئية واحدة أو العكس وهو وجود أكثر من صيغة جزيئية لنفس الهيكل البنائي وهي من الخواص المهمة في مجال الصناعة إذ تستخدم مواد بديلة في الإنتاج تحمل نفس المواصفات والخواص وهي بديل أرخص، أو لعدم توفر بعض الخامات أو للحصول على مواصفات جديدة وتوجد انواع مختلفة من أنظمة التشاكل[3].

1- التشاكل الهيكلي: ويعرف أيضا بمتشاكل السلاسل وهي متشاكلات لها نفس الصيغة الجزيئية لكنها تختلف في الهيكل البنائي مثل الصيغة الجزيئية (C_4H_{10}) يكون لها الصيغتين البنائيتين التاليتين كما في الشكل (1):

شكل (1) يوضح التشاكل الهيكلي

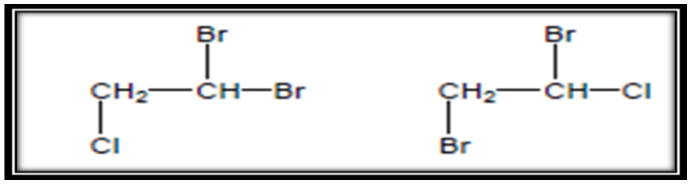
2- التشاكل الموضعي:

هذه المجموعة تتشابه في الهيكل الرئيسي وتختلف في ارتباط العنصر الوظيفي من دون تغيير الهيكل مثل الصيغة (C_4H_9Br) التاليتين كما في الشكل (2):



شكل (2) يوضح التشاكل الموضعي

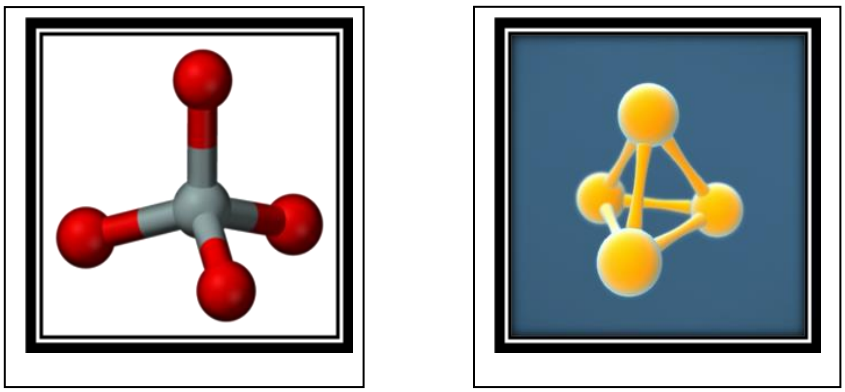
3- التشاكل الفراغي: هذا النوع من التشاكل يهتم بدراسة الشكل الثلاثي الابعاد للجزيئات الناتجة من وضع الجزيء في الهيكل الفراغي التاليتين كما في الشكل (3):



شكل (3) يوضح التشاكل الفراغي

وهذا النوع من التشاكل هو المهم في الدراسة الحالية حيث توجد مركبات تختلف في الصيغة الجزيئية وتتشابه في البناء الهيكلي الفراغي كما في السلكا والفسفور.

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq



A B

A ذرة الفسفور B ذرة السلكا

شكل (4) يوضح هيكل ذرة السلكا والفسفور

من البناء الذري للفسفور والسلكا نشاهد التشابه في البناء البلوري وهذا التشابه هو السبب في وجود نظام التشاكل بينهما وكل ذرة تمتلك هذا البناء البلوري هي مواد مكونة للزجاج[4].

الفصل الثالث/ إجراءات البحث والأجهزة 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: اختيرت طينة بابل الحمراء (المحاويل) لكونها من الأطيان الشائعة الاستخدام لدى الخزاف في منطقة الفرات الأوسط.

جدول (1) التحليل الكيميائي لطينة المحاويل

Total	L.o.i	K_2O	Na_2O	MgO	CaO	TiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2
98.03	17.45	0.22	0.8	5.58	15.6	0.58	5.21	10.68	41.82

نقلاً عن (الالكرادي.2006.ص39)

الأكاسيد الملونة:

- أوكسيد النحاس (CuO).
- أوكسيد الكوبلت (CoO).
- أوكسيد المنغنيز (MnO_2).
- أوكسيد الحديد الأحمر (Fe_2O_3).
- صبغة حمراء.

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

- صبغة زرقاء.

تشكيل النماذج: تهيئة الطين بشكل لدن مع إضافة (20 %) رمل أسود لكل (80 %) طينة المحاويل لتقليل نسبة الانكماش وزيادة مقاومتها للحرارة، واستخدم للتشكيل لوح خشبي محدد بإطارات خشبية بسمك (1سم) والتقطيع بقياس (10×10 سم).

تجفيف النماذج: تركت النماذج على ألواح خشبية معدة لهذا الغرض ومن دون تحريك لتحافظ على شكلها وتكون مغطاة بقطعة قماش جافة لحين إتمام عملية الجفاف بعد (10) أيـــام.

حرق النماذج (الفخر): تم استخدام الفرن الكهربائي في جامعة بابل/ كلية الفنون الجميلة (فرع الخزف) وهو بقياس (30 ×35 × 48) سم من الداخل مع لوحة سيطرة الكترونية لقياس درجة الحرارة. وفخر النماذج بدرجة حرارة (1000 م°).

تهيئة خلطات الزجاج: المكونات المستخدمة في إنتاج الزجاج هي مركبات خام لذلك لا بد من إجراء عملية التفريت لخلطة للزجاج للحصول على افضل النتائج من حيث؛ الانصهارية ودرجة الحرارة المطلوبة. ولإجراء عملية التفريت لابد من توفر بودقة للصهر وملقط حديدي وفرن غازي، فاستخدام الفرن الكهربائي في عملية التفريت يؤدي إلى إحداث ضرر في طابوق الفرن والأسلاك لذلك يفضل استخدام أفران الوقود.

صناعة البودقة: صنعت البودقة باستخدام طين الكاوولين 60% ومسحوق الفخار 40% وعلى شكل طين لدن قابل للتشكيل على الويل الكهربائي. ووزنت المكونات بالشكل الجاف بعدها إضافة الماء بالتدريج حتى الوصول إلى اللدونة المناسبة ثم تترك الطينة في كيس نايلون لمدة 24 ساعة للتجانس بعدها يعجن الطين وتعمل البودقة على شكل وعاء صغير بواسطة الويل الكهربائي.

طلاء البودقة من الداخل: يشكل الزجاج العالي الانصهارية عامل إجهاد على الطبقة الملامسة له، حيث تعمل المواد الصاهرة على التفاعل مع طبقة الكاوولين وقد تتسبب بانصهارها لذلك للمحافظة على سلامة الفرن ولعدم خسارة مكونات الزجاج المتفاعل مع البودقة تطلى البودقة من الداخل بمحلول عالي الألمومينا (80% الومينا.. 20% كاوولين) وتطبيق المحلول والبودقة في حالة اللدونة ِ: شكل (5) بعد جفاف البوادق يتم فخرها وبدرجة حرارة 1200 مْ لتصبح جاهزة للمحافظة على منصهر الزجاج.

شكل (5) يبين البودقة ومحلول الألمومينا

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

تحضير خماسي أوكسيد الفسفور

لعدم توفر خماسي أوكسيد الفسفور في الأسواق المحلية وبعد البحث عن مصادر الحصول عليه تبين وجوده في السماد الكيميائي (سماد الفسفور) شكل (6):

شكل(6) سماد عالي الفسفور

من مكونات السماد المذكورة على المنتج، وجدناه يتكون من: (*30% p فسفور، 15% K بوتاسيوم، N 15% نايتروجين*)

ولغرض الحصول على أوكسيد الفسفور يحرق السماد في بودقة خاصة بدرجة حرارة 350 مْ للتخلص من النايتروجين والمواد العضوية.

شكل(7) يبن مسحوق سماد الفسفور داخل البودقة

يترك المزيج داخل الفرن لمدة نصف ساعة بدرجة حرارة 350مْ للتخلص من المواد العضوية بشكل كامل، وبسبب درجة الحرارة المنخفضة الانصهار أوكسيد الفسفور 300 – 350 مْ سيتحول المزيج إلى سائل ذو قوام كثيف وتخرج البودقة بواسطة ملقط ويصب السائل على ورق المنيوم (ورق المطبخ العادي)؛ لأن تركه في البودقة يؤدي إلى التصاق السائل المتصلب في البودقة.

علما أن الباحثة اعتمدت الطرق التقليدية في تفريت الزجاج بصب المنصهر في الماء لمنع إعادة التبلور وللحصول على منتج هش سهل الطحن، لكن أدى صب المنصهر في الماء إلى تلف المركب وتفاعله ليتحول إلى الفسفور المائي وعلى شكل عجينة، وأنجزت عملية التفريت باستخدام الفرن الغازي.

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

شكل (8) مسحوق أوكسيد الفسفور الناتج من صب المنصهر على ورق الأمنيوم

تحضير الزجاج بإجراء عملية التفريت

انجزت صياغة خلطة الزجاج بحسب قاعدة سيكر باستخدام خماسي أوكسيد الفسفور المادة الأساسية بديلا للسلكا، بعدها توزن المكونات وهي جافة وتوضع في البودقة لتتم عملية الصهر باستخدام الفرن الغازي وبدرجة حرارة (600مْ)، بعد النضج تُخراج البودقة باستخدام ملقط ويصب المنصهر الزجاجي في الماء لمنع إعادة التبلور والحصول على منتج هش سهل الطحن.

1.....1 واطى جدا

1.....10 شفاف

مكافى الألمومينا = الحرارة على الشفافية = 0.1

$R_2O.RO$ R_2O_3 RO_2

جدول (2) يبين خلطة رقم (1)

$NaCO_3$	Pb_2O_4	Al_2O_3	P_2O_5	SiO_2	F	M.P	M.W	P.W	%
			0.8		P_2O_5	0.8	142	113.6	37.3
0.5					$NaCO_3$	0.5	106	53	17.4
	0.5				Pb_2O_4	0.5	223	111.5	36.6
		0.1		0.2	$Al_2O_32SiO_2$	0.1	258	25.8	8.4
								303.9	
1		0.1	1						99.7

1.....1 واطى جدا

1.....10 شفاف

مكافى الألمومينا = الحرارة على الشفافية = 0.1

$R_2O.RO$ R_2O_3 RO_2

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

جدول (3) يبين خلطة رقم (2)

$NaCO_3$	P_2O_5	B_2O_3	P_2O_5	N	F	M.P	M.W	P.W	%
	0.4		1		P_2O_5	1.4	142	198.8	62.1
0.6		0.1			$NaCO_3$	0.6	202	121.2	37.8
								320	
	1	0.1	1						99.9

B A

شكل(9) خطوات عملية التفريت

شكل A يوضح وضع المواد وهي جافة في البودقة شكل B يوضح إجراء عملية التفريت

جدول (4) عينات البحث

رقم العينة	رقم الخلطة		أوكسيد الحديد	أوكسيد المنغنيز	أوكسيد الكوبلت	أوكسيد النحاس	صبغة حمراء	صبغة زرقاء	درجة الحرارة		
	1	2							600	400	550
1	*									*	
2	*		*							*	
3	*			*							*
4	*				*						*
5	*					*					*
6	*						*				*
7	*							*			*
8		*							*		
9	*		*						*		
10	*			*					*		
11	*				*				*		
12	*					*			*		
13	*						*		*		
14	*							*	*		

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

طحن الزجاج المفرت: طُحِن الزجاج المفرت بواسطة طاحونة محورية حيث وضع الزجاج داخل بودقة، وتحتوي هذه البودقة على كرات بورسلين، واحتسب وقت الطحن لمدة 5 ساعات متواصلة كما في الشكل (10):

شكل (10) يبين جهاز الطاحونة المحورية

تطبيق الزجاج على النماذج الفخارية: طبق الرائب الزجاجي على الأجسام الفخارية بواسطة مرذاذ الرش وبسمك (1.5 ملم)

حرق النماذج المطبق عليها الزجاج: وضعت النماذج المطبق عليها الزجاج في الفرن وبالاعتماد على الجدول (5) من برنامج الحرق وصولاً إلى درجة حرارة (400 مo) مع اعتماد نصف ساعة وقت اضافي (SOOKING TIME) لإتمام عملية النضج، لتخرج النماذج بعد (5 ساعات)

جدول (5) برنامج الحرق

من حرارة الغرفة	←	150م° ساعة واحدة
150م°	←	400م° ساعة ونصف
400م°	←	550م° ساعة
550م°	←	600م° ساعة

التقلص الطولي للنماذج الفخارية: بعد تشكيل النماذج وهي رطبة تقاس باستخدام (القَدَمَة الفكية)، وبعد الجفاف يتناقص طول الأجسام الطينية بسبب خروج الماء الفيزيائي ومحاولة الجسم سد هذه الفراغات، ويقياس الطول الكلي بعد الجفاف بحسب المعادلة التالية:

$$\frac{\text{الطول الطري} - \text{الطول الجاف}}{\text{الطول الطري}} \times 100$$

بعد إجراء عملية فخر النماذج تقاس باستخدام (القَدَمَة الفكية)، نلاحظ حدوث تناقص في طول النموذج لاحتراق بعض المواد العضوية وانصهار بعض المواد العضوية ومنها الصواهر (FLAXES)، ويحسب ذلك التقلص بالمعادلة التالية:

$$\frac{\text{الطول الجاف} - \text{الطول بعد الفخر}}{\text{الطول الجاف}} \times 100$$

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

ويقاس الطول الكلي بالمعادلة التالية:

$$\frac{\text{الطول الطري – الطول بعد الفخر}}{\text{الطول الطري}} \times 100$$

جدول (6) نتائج الخواص الفيزيائية للأطيان

النموذج	التقلص الطولي بعد الجفاف	التقلص الطولي بعد الفخر	التقلص الكلي
	9.31%	2.12%	11.43%

فحص الصلادة: أُجري الفحص في (كلية هندسة المواد / قسم المواد اللامعدنية) لمعرفة مدى تأثير إضافة تراكيب الأكاسيد وبحسب النسب الوزنية على صلادة زجاج الخزف القلوي من حيث تحمل الاجهادات الخارجية.

سلطة حمل مقداره (9.8 نيوتن) لمدة (15 ثانية)، وقد أخذت ثلاث قراءات تبعد القراءة عن الأخرى(1 سم).

اسم الجهاز: Digital Micro Vickers Hardness Tester

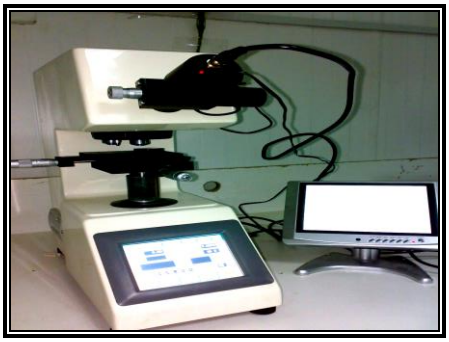
الموديل: TH.717

مقدار الحمل: (9.8 نيوتن = 1000 gf)

الزمن: (15 ثانية)

قوة التكبير: (200 X)

فحص غير إتلافي



شكل (11) جهاز فحص الصلادة

حساب معامل الشد السطحي:

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

– النسبة المئوية للأوكسيد × ثابت الشد السطحي X =

– تجمع نتائج الفقرة السابقة لكل الأكاسيد المكونة لخلطة الزجاج.

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

جدول (7) ثوابت الشد السطحي بدرجة حرارة (900 م°) داين /سم3

الأوكسيد	ثابت الشد السطحي
SiO_2	3.4
Al_2O_3	6.2
Na_2O	1.5
CaO	4.8
B_2O_3	0.8
BaO	3.7
K_2O	0.1
FeO	4.5
CuO	4.5
CoO	4.5
P_3O_5	0.04
NiO	4.5
MnO	4.5
TiO_2	3.0
SnO_2	2.8

نقلا عن [6]

حساب كثافة الزجاج المحروق: للكثافة أهمية في تحديد درجة الانعكاس والانكسار، وكثافة الزجاج هو مجموع كثافة الأكاسيد المكونة له، وتتراوح كثافة زجاج الخزف بين (2.125 – 8.120 غم/سم3)، وقد احتسبت الكثافة بحسب جدول ثوابت الكثافة للأكاسيد وفق المعادلة التالية:

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{النسبة المئوية للأوكسيد}}{100} \times \text{ثابت كثافة الأوكسيد}$$

جدول (8) ثابت الكثافة ودرجة الانصهار لأكاسيد زجاج الخزف

الأوكسيد	ثابت الكثافة	درجة الانصهار C°
SiO_2	2.7	1710
Al_2O_3	3.8	2050
Na_2O	2.5	860
CaO	3.3	2570
B_2O_3	1.8	700

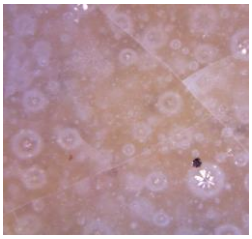
Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

P_3O_5	0.9	350
K_2O	2.3	700
FeO	5.7	1420
CuO	6.4	1148
CoO	5.7	1705
Cr_2O_3	5.2	2265
NiO	6.7	1690
MnO	5.3	1650
TiO_2	4.2	1830
SnO_2	6.8	1150

نقلا عن [5].

الفصل الرابع

جدول (9) يبين نتائج العينة (1) والفحوصات التي أجريت عليها

مجهر ضوئي		
		
شد سطحي (داين/سم^3)	كثافة (غم/سم^3)	ملمس
221.4	5.74	4.3

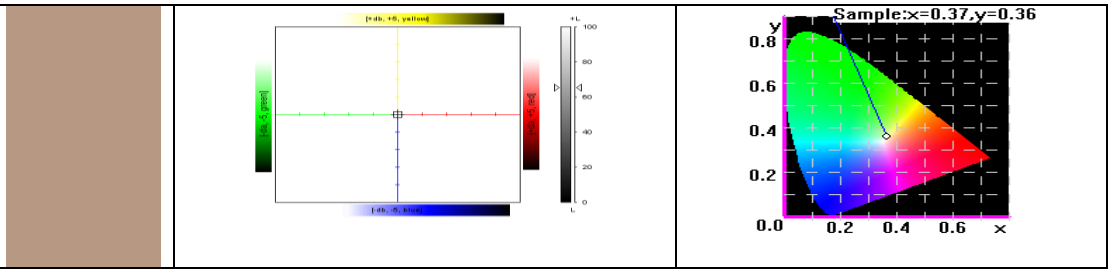
رقم الخلطة	1
الأوكسيد الملون	--
صلادة السطح	0.56

One time test report Company: Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

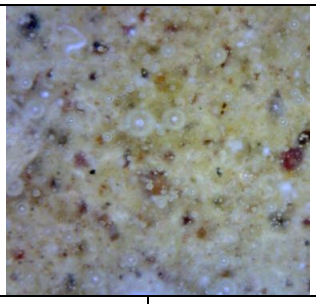
Standard Sample						
	L	a	B	L	C	H
	65.59	7.42	15.88	65.59	17.53	64.95
Test Result						

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq



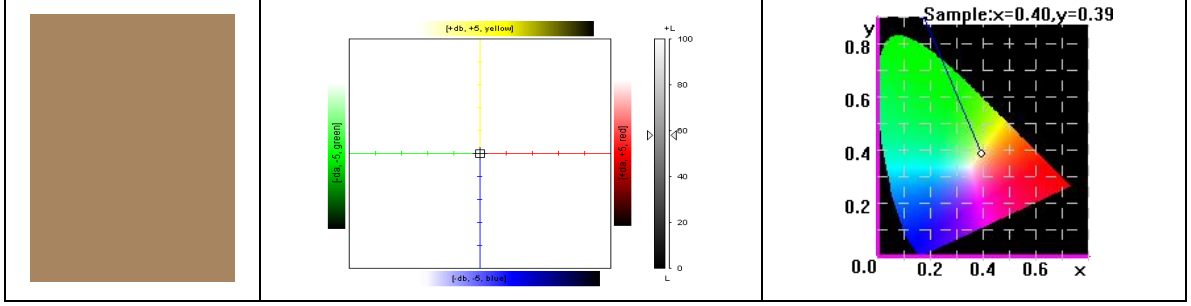
Conner: Auditing: Date: 2020-2-3

جدول (10) يبين نتائج العينة (2) والفحوصات التي أجريت عليها

مجهر ضوئي				
				
شد سطحي (داين/سم^3)	كثافة (غم/سم^3)	ملمس		
227.6	5.77	4.5		
			أوكسيد الحديد	الأوكسيد الملون
			0.56	صلادة السطح
			1	رقم الخلطة

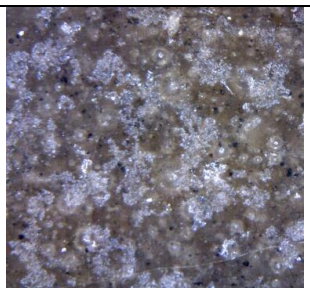
One time test report Company: Section:
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample					
	L	a	B	L	C	H
	58.11	8.05	25.02	58.11	26.28	72.17
Test Result					

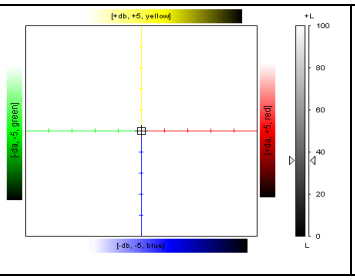
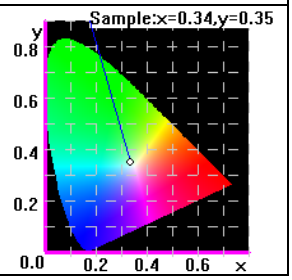


Conner: Auditing: Date: 2020-2-3

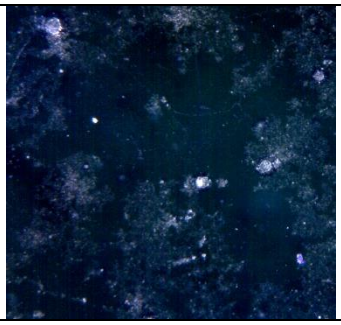
Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

جدول (11) يبين نتائج العينة (3) والفحوصات التي أجريت عليها					
مجهر ضوئي					
					
			رقم الخلطة	1	
شد سطحي (داين/سم^3)	كثافة (غم/سم^3)	ملمس	الأوكسيد الملون	أوكسيد المنغنيز	
227.6	5.77	4.7	صلادة السطح	0.56	

One time test report Company: Section:
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	a	B	L	C	H
	36.11	0.39	6.26	36.11	6.27	86.47
Test Result						
						

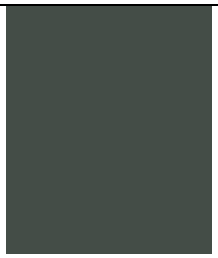
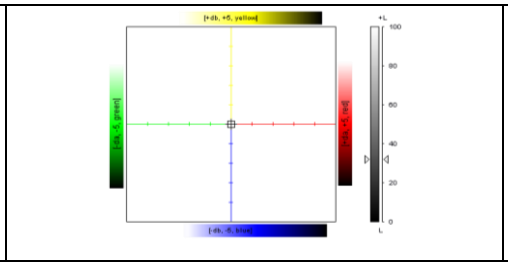
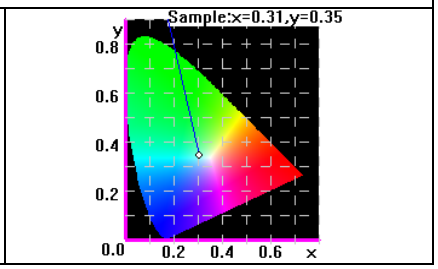
Conner: Auditing: Date: 2020-2-3

جدول (12) يبين نتائج العينة (4) والفحوصات التي أجريت عليها	
مجهر ضوئي	
	
	رقم الخلطة 1

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

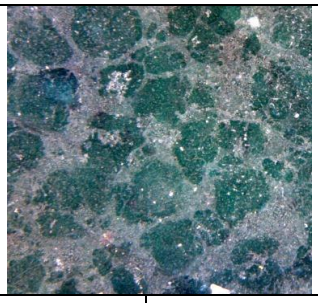
شد سطحي (داين/سم^3)	كثافة (غم/سم^3)	ملمس		أوكسيد الكوبلت	الأوكسيد الملون
227.6	5.75	1.8		1.169	صلادة السطح

One time test report Company: Section:
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

						Standard Sample
	L	A	B	L	C	H
	32.1	−5.25	2.27	32.1	5.72	156.62
Test Result						
						

Conner: Auditing: Date: 2020-2-3

جدول (13) يبين نتائج العينة (5) والفحوصات التي أجريت عليها

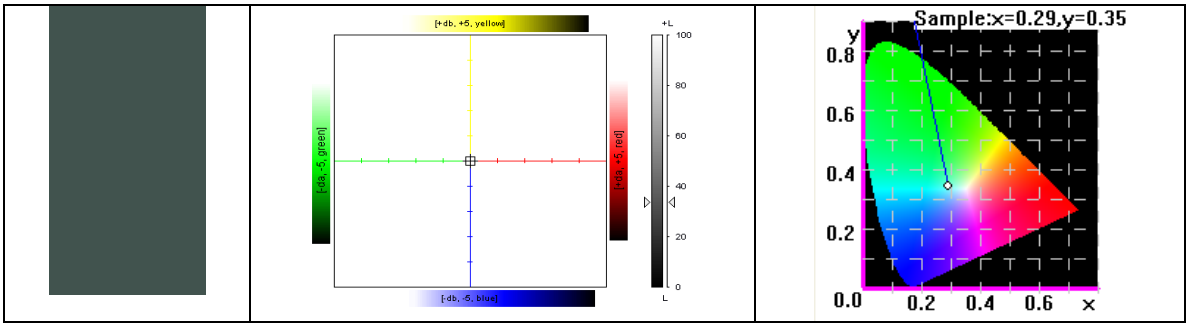
مجهر ضوئي				
				
شد سطحي (داين/سم^3)	كثافة (غم/سم^3)	ملمس	أوكسيد النحاس	الأوكسيد الملون
227.6	5.78	1.6	1.169	صلادة السطح

1	رقم الخلطة

One time test report Company: Section:
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

						Standard Sample
	L	a	B	L	C	H
	33.96	−8.38	0.49	33.96	8.4	176.64
						Test Result

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

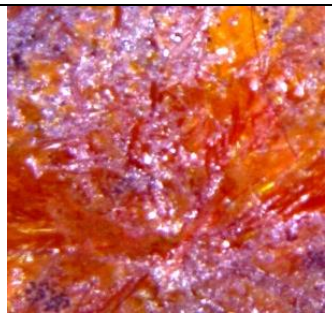


Conner: Auditing: Date: 2020-2-3

جدول (14) يبين نتائج العينة (6) والفحوصات التي أجريت عليها

رقم الخلطة	1
الأوكسيد الملون	صبغة حمراء
صلادة السطح	1.169

مجهر ضوئي

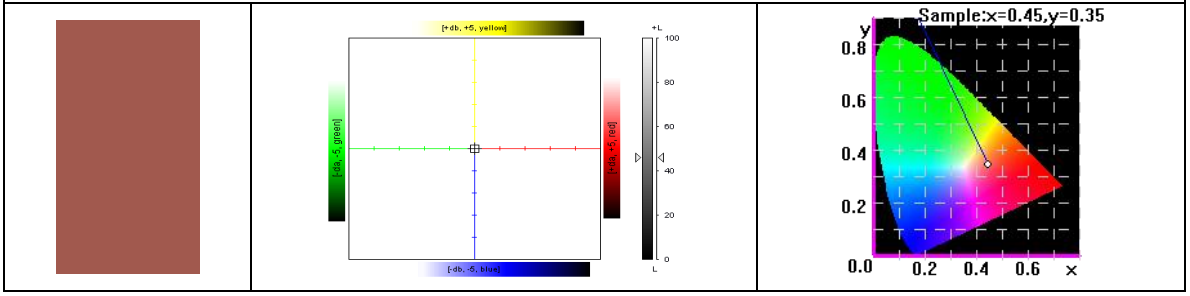


ملمس	كثافة (غم/سم^3)	شد سطحي (داين/سم^3)
3.3	5.79	232.4

One time test report Company: Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	a	B	L	C	H
	46.2	28.62	19.31	46.2	34.52	34.01
Test Result						



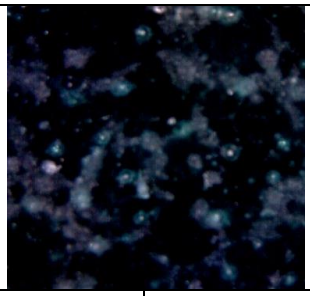
Conner: Auditing: Date: 2020-2-3

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

جدول (15) يبين نتائج العينة (7) والفحوصات التي أجريت عليها

رقم الخلطة	1
الأوكسيد الملون	صبغة زرقاء
صلادة السطح	1.169

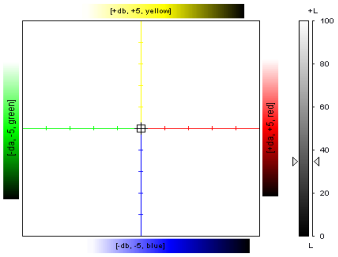
مجهر ضوئي

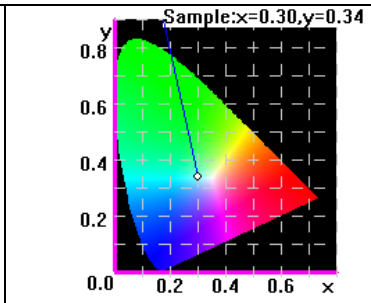


ملمس	كثافة (غم/سم^3)	شد سطحي (داين/سم^3)
3.1	5.79	232.4

One time test report Company: Section:
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	34.72	−4.37	0.95	34.72	4.47	167.68
Test Result						



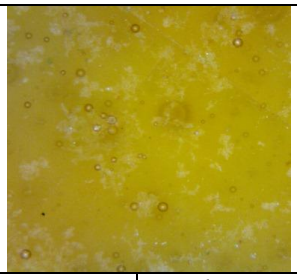


Conner: Auditing: Date: 2020-2-3

جدول (16) يبين نتائج العينة (8) والفحوصات التي أجريت عليها

رقم الخلطة	2
الأوكسيد الملون	--
صلادة السطح	1.358

مجهر ضوئي

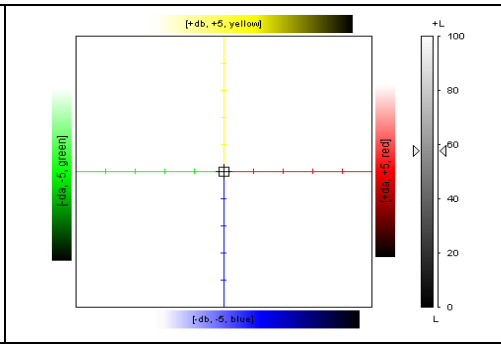


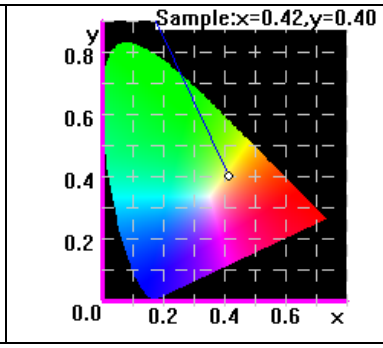
ملمس	كثافة (غم/سم^3)	شد سطحي (داين/سم^3)
0.7	6.75	169.6

One time test report Company: Section:
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

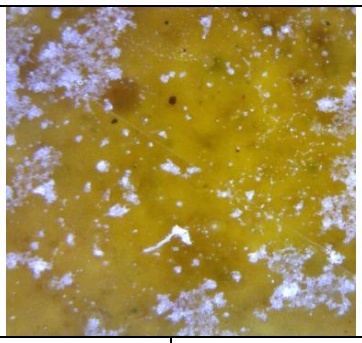
Standard Sample						
	L	a	B	L	C	H
	57.91	9.05	32.38	57.91	33.62	74.39
Test Result						





Conner: Auditing: Date: 2020-2-3

جدول (17) يبين نتائج العينة (9) والفحوصات التي أجريت عليها

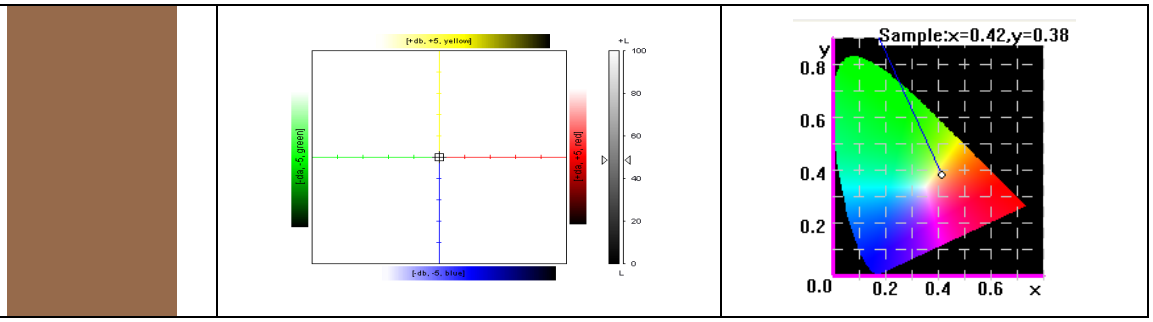
مجهر ضوئي				
				
شد سطحي (داين/سم^3)	كثافة (غم/سم^3)	ملمس		
175.8	6.78	0.8		

رقم الخلطة	2
الأوكسيد الملون	أوكسيد الحديد
صلادة السطح	1.358

One time test report Company: Section:
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

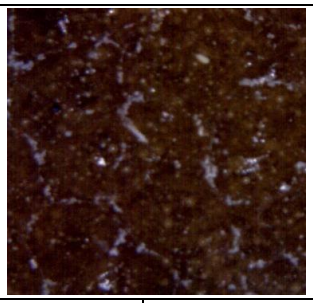
Standard Sample						
	L	A	b	L	C	H
	48.86	13.45	24.12	48.86	27.61	60.87
Test Result						

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq



Conner: Auditing: Date: 2020-2-3

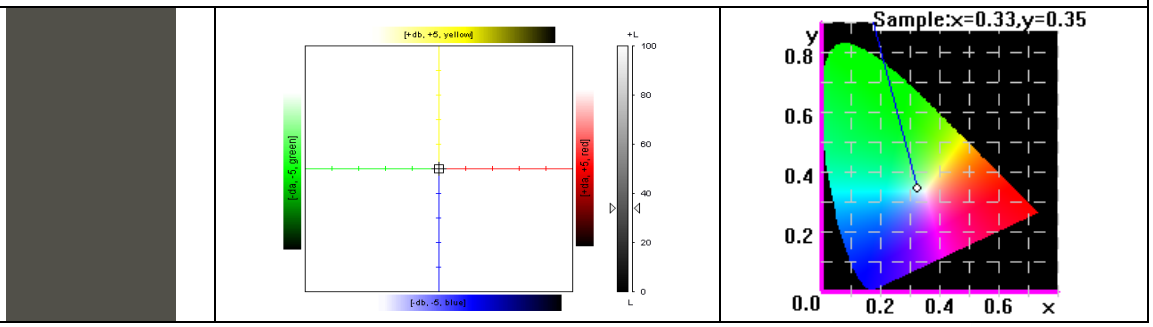
جدول (18) يبين نتائج العينة (10) والفحوصات التي أجريت عليها

مجهر ضوئي		
		
شد سطحي (داين/سم^3)	كثافة (غم/سم^3)	ملمس
175.8	6.78	0.9

رقم الخلطة	2
الأوكسيد الملون	أوكسيد المنغنيز
صلادة السطح	1.358

One time test report Company: Section:
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	34.03	−0.54	3.83	34.03	3.87	98.07
Test Result						

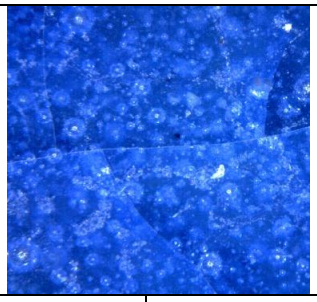


Conner: Auditing: Date: 2020-2-3

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

جدول (19) يبين نتائج العينة (11) والفحوصات التي أجريت عليها

	مجهر ضوئي
رقم الخلطة	2
الأوكسيد الملون	أوكسيد الكوبلت
صلادة السطح	1.358

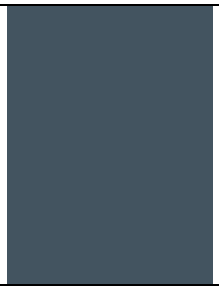


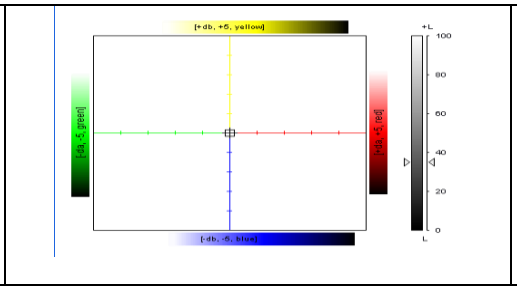
ملمس	كثافة (غم/سم^3)	شد سطحي (داين/سم^3)
0.8	6.76	175.8

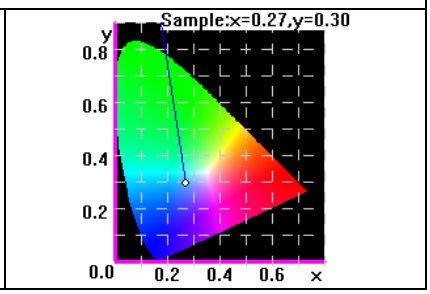
One time test report Company: Section:
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	35.05	−3.33	−9.09	35.05	9.68	249.87

Test Result



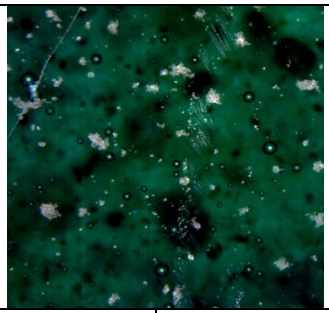




Conner: Auditing: Date: 2020-2-3

جدول (20) يبين نتائج العينة (12) والفحوصات التي أجريت عليها

	مجهر ضوئي
رقم الخلطة	2
الأوكسيد الملون	أوكسيد النحاس
صلادة السطح	1.358

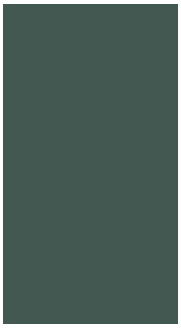


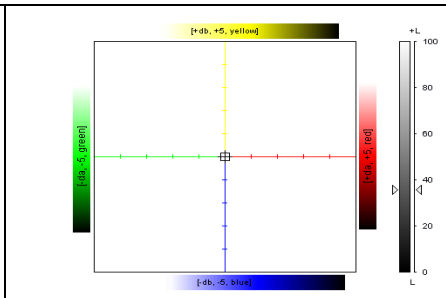
ملمس	كثافة (غم/سم^3)	شد سطحي (داين/سم^3)
0.8	6.79	175.8

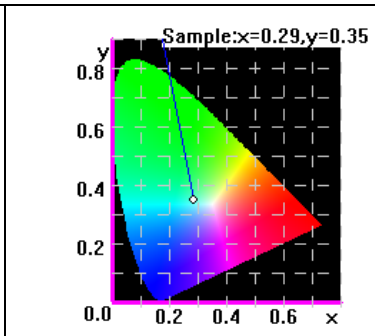
Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

One time test report Company: Section:
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

						Standard Sample
	L	a	b	L	C	H
	35.79	−10.03	1.37	35.79	10.12	172.23
						Test Result





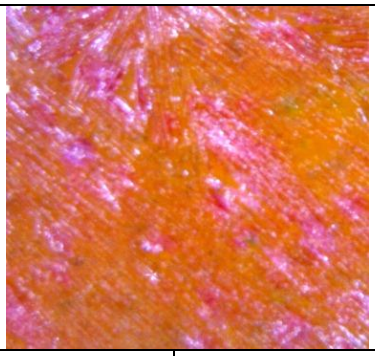


Conner: Auditing: Date: 2020-2-3

جدول (21) يبين نتائج العينة (13) والفحوصات التي أجريت عليها

رقم الخلطة	2
الأوكسيد الملون	صبغة حمراء
صلادة السطح	1.358

مجهر ضوئي



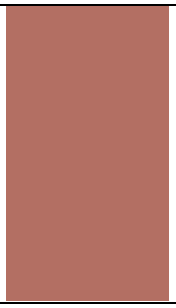
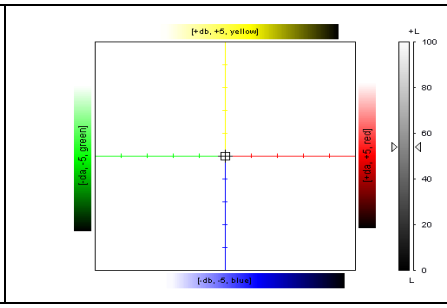
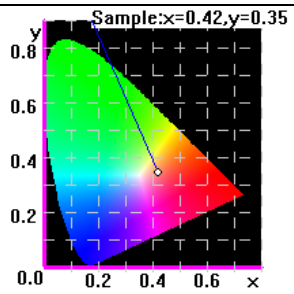
ملمس	كثافة (غم/سم^3)	شد سطحي (داين/سم^3)
0.9	6.8	180.9

One time test report Company: Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

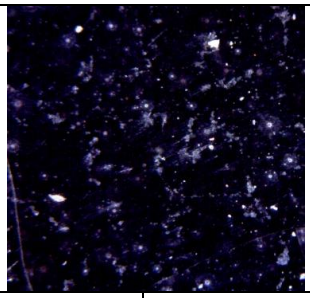
						Standard Sample
	L	a	b	L	C	H
	54.08	25.39	18.18	54.08	31.22	35.61

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

Test Result		
		

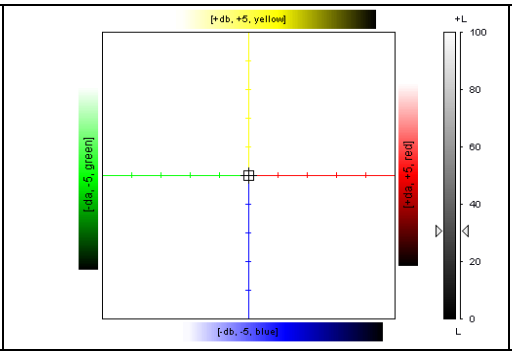
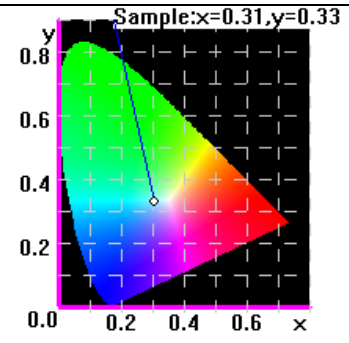
Conner: Auditing: Date: 2020-2-3

جدول (22) يبين نتائج العينة (14) والفحوصات التي أجريت عليها

مجهر ضوئي				
				
شد سطحي (داين/سم^3)	كثافة (غم/سم^3)	ملمس	رقم الخلطة	2
180.9	6.8	0. 9	الأوكسيد الملون	صبغة زرقاء
			صلادة السطح	1.358

One time test report Company: Section:
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	30.73	−1.39	0.1	30.73	1.39	175.83

Test Result		
		

Conner: Auditing: Date: 2020-2-3

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq

الفصل الخامس/ الاستنتاجات والتوصيات والمقترحات

الاستنتاجات:

1. من الممكن إنتاج زجاج خزف يتلاءم مع الأطيان المحلية باستخدام أوكسيد الفسفور.
2. أوكسيد الفسفور هو مادة متشاكلة مع السلكا.
3. القوة التلوينية لأكاسيد التلوين والصبغات اللونية في زجاج الفسفور هي متطابقة مع الزجاج القلوي.
4. كثافة زجاج الفسفور هي ضمن مدى زجاج الخزف بسبب الفعل الصاهر لمكونات الخلطة .
5. انخفاض قيمة الشد السطحي لزجاج الفسفور بسبب انخفاض قيمة ثابت الشد السطحي للفسفور.
6. انخفاض قيمة الصلادةللسطح زجاج الفسفور بالمقارنة مع الزجاج القلوي بسبب انخفاض قيمة المركبات المقاومة للخدش مثل السلكا والألومينا.

التوصيات:

1. يجب الحذر من الغازات المرافقة لعملية حرق سماد الفسفور ويفضل الحرق في مكان مفتوح.

المقترحات: استكمالاً للبحث الحالي اقترح إجراء الدراسات التالية:

1. إنتاج خلطات زجاج اخرى باستخدام مواد ونسب مختلفة مع أوكسيد الفسفور.
2. إجراء دراسة مقارنة بين المواد المتشاكلة في زجاج الخزف في المجاميع الثلاثة (حامضي، قاعدي، متعادل)

CONFLICT OF INTERESTS

There are no conflicts of interest

المصادر

[1] عبد العال، مصطفى، الكيمياء العضوية واللاعضوية، جامعة القاهرة، 2005.
[2] مازن يوسف، علم المعادن، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، الجمهورية العراقية، 1981.
[3] العزاوي، حيدر كامل، البناء الذري للمعادن، دار الصفا، 2014.
[4] الجبوري، شهاب أحمد، علم السيراميك والزجاج، الجامعة التكنلوجية، 2016.
[5] البدري، علي صالح ، التقنيات العلمية لفن الخزف (التزجيج والتلوين)،ج2،ج3 ط 1 الأردن،2022.
[6] Singer، F.,Singer, S. S., Industrial Ceramics, Chemical Publishing Co., Inc., New York. 1963.
[7] https://ontology.birzeit.edu/term/
[8] https://ar.m.wikipedia.org/
[9] https://ontology.birzeit.edu/term/

Journal of the University of Babylon for Humanities (JUBH) is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0 International License
Online ISSN: 2312-8135 Print ISSN: 1992-0652
www.journalofbabylon.com/index.php/JUBH Email: humjournal@uobabylon.edu.iq