Journal of the University of Babylon for Humanities مَجلّةُ جَامعةِ بَابِل للعُلومِ الإنسَانيّةِ
Vol. 29/ No. 8/ 2021 المجلد 29/ العدد 8/ 2021

تأثير أوكسيد القصدير(CuO) في زجاج الخزف الملون بأوكسيد النحاس (SnO_2)

إيهاب منعم جليل السعدي
مديرية تربية بابل/ وزارة التربية والتعليم
emjkalfhad@gmail.com

تاريخ استلام البحث: 8 /2021/6 **تاريخ قبول النشر: 24 /2021/6** **تاريخ نشر البحث:3/8/2021**

المستخلص

في هذا البحث تصاغ خلطة زجاج من مجموعة من المركبات الحامضية والقاعدية والمتعادلة بحسب نسب وزنية محددة لإنتاج زجاج ينضج بدرجة حرارة واطئة ليتم التطبيق على سطح الجسم الفخاري، يلون زجاج الخزف باستخدام أوكسيد النحاس الأسود (CuO) بنسبة ثابتة هي (4 %)، مع إضافة أوكسيد القصدير وبنسب وزنية مختلفة من (1–8%)، مع خلطة الزجاج وضمن التركيب لدراسة تأثير هذا الأوكسيد المعتم في طبيعة النتائج السطحية واللونية والملمسية للجسم الخزفي، وتحرق باستخدام الفرن الكهربائي بدرجة حرارة (920م) وزمن نضج (ساعة واحدة)، إذ يعمل أوكسيد النحاس على تلوين كتلة الزجاج ليكون قاعدة ملونة يظهر عبرها تأثير الأوكسيد المعتم (SnO2) ، واستثمار الفرق في معامل الكثافة والشد السطحي ودرجة الانصهار بين أوكسيد النحاس وأوكسيد القصدير لخلق عتمة سائلة داخل طبقة الزجاج عبر خاصية (طور–طور) وتم التدرج بنسب الإضافة لدراسة تأثير هذه الخاصية بوضوح عبر اختلاف النسب. وكانت أهم النتائج:

1– إن نسبة (1–2%) لم تعطي نتائج واضحة بسبب الفعل الصاهر لأوكسيد النحاس.
2– نسبة (3–4%) اللون أصبح أقل شدة مع ظهور بقع لونية صغيرة على السطح.
3– نسبة (5–6%) ظهور بقع لونية على السطح.
4– نسبة (7–8%) انتشار واضح للبقع اللونية بتأثير اختلاف الكثافة والشد السحي.

الكلمات الدالة: اوكسيد القصدير، اوكسيد النحاس، الخزف

The Effect of Tin Oxide (SnO2) on Porcelain Glass Coloured by Copper Oxide (CuO)

Ihab Muneam Jalil Al Saady
Department of Education in Babylon/ Ministry of Education

Abstract

In this research, a glaze mixture is formulated from a group of acidic, basic and neutral compounds, according to specific weight ratios, to produce glass that matures at a low temperature to be applied on the surface of the pottery body. With the addition of tin oxide in different weight percentages from (1 - 8%), with the glass mixture and within the composition to study the effect of this dark oxide on the nature of the surface, color and tactile results of the ceramic object, (in One hour),Where the copper oxide works on coloring the block of glass to be a colored base through which the effect of the darkness oxide (SnO2) appears), and investing the difference in the density coefficient, surface tension and the degree of melting

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

between copper oxide and tin oxide to create a liquid darkness inside the glass layer through the feature (phase - phase) A gradation was made in the percentages of addition to study the effect of this characteristic clearly through the different percentages, And the most important results were
1 -The ratio (1-2%) did not give clear results due to the smelting action of copper oxide.
2 -The percentage (3-4%) of the color became less intense with the appearance of small color spots on the surface.
3 -A percentage (5-6%) of the appearance of color spots on the surface.
4- A percentage (7-8%) of a clear spread of the achromatic spots due to the difference in density and tensile strength.

Key words: (SnO2) , (CuO), Coloured

1. المشكلة:

يعد التجريب في ميادين العلوم سواء البحتة منها أو الإنسانية ميزة مهمة يستطيع عبرها الباحث سبر أغوار العلم وتخصصاته للوصول إلى استكشافات جديدة أو حتى تلك التي تقع في حدود تطوير واستحداث ما هو مكتشف أو قيد الدراسة، من حيث أنه يوفر آليات وأدوات تجديد يستثمرها المشتغلون في تلك العلوم.

وفي فن الخزف الذي تتنافذ فيه العلوم البحتة مع العلوم الإنسانية بوصفها ميزة مهمة تعبر عن الخصوصية التي يتمتع بها فن الخزف، والتي تتيح للخزاف توسيع مداركه واطلاعه العلمي ومهارته لاستيعاب فرشة مهمة من قوانين ونظريات العلوم البحتة مثل الفيزياء والكيمياء، لتحقيق أكبر إفادة ممكنة منها في مجال تخصصه الدقيق، وهو فن الخزف، الذي يتطلب إلماماً بتلك العلوم التي تمكن الخزاف من التجديد في التمظهر اللوني والملمسي للنص الخزفي، باعتبارهما أهم قيمتين في هذا الفن، بجانب التكوين والتشكيل، وأن توسيع باليته الخزاف "Palette"، إن صح التعبير، يعتبر أولوية أساسية في فن الخزف، فهي عملية تجديد في تمظهر اللون والملمس في النص الخزفي، وإنها تعد حلقة علمية تتواصل مع بقية حلقات التجريب والتطوير في ميدان العلوم البحتة، بالإضافة إلى المحاولة العلمية والفنية لتوسيع وأدوات الخزاف وآلياته، التي تضمن التجديد في الخطاب وتمظهر النص الفني، ومن هنا تأتي أهمية البحوث التجريبية في فن الخزف، ومنها البحث الحالي.

1.1. منهجية البحث

بحوث تقنية تجريبية

2.1. أهمية البحث والحاجة إليه:

تتمثل أهمية البحث الحالي في المحاولة التجريبية لتقديم تقنيات جديدة في فن الخزف، ومديات أوسع للتمظهر اللوني والملمسي، وهما أهم قيمتين يحتاجهما الخزاف، في إظهار جمالية النص الفني الخزفي.

3.1. حدود البحث:

1.3.1. الأطيان (Clays):

تم استخدام طينة بابل (المحاويل) الحمراء، لإنتاج الجسم الخزفي.

2.3.1. الزجاج (Glazed):

تم صياغة خلطات الزجاج، باستخدام المركبات الآتية:

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

1. زجاج قلوي جاهز – Alkaline (Frit).
2. أوكسيد النحاس– (CuO) (Copper Oxide).
3. أوكسيد القصدير– (SnO2)

3.3.1. الفرن (The Killen):

استخدم الفرن الكهربائي لمختبر فرع الخزف، في جامعة بابل / كلية الفنون الجميلة.

4.1. الأجهزة المختبرية (laboratory equipment)

تم استخدام جهاز فحص الملمس والمجهر الضوئي، وكما تم تبيانه في الجزء العملي من البحث.

2. الجزء النظري

1.2. نظرية النسق الذري لزجاج الخزف (الصيغة البنائية)

تم تصنيف زجاج الخزف (Glaze) علمياً، على أنه الحالة التي تقع بين حالتي المادة السائلة والصلبة، وهو ما تم اعتباره حالة رابعة للمادة، بالإضافة إلى الحالة الغازية، ويطلق عليها (الحالة المتزججة– Vitreous State)، وهي حالة غير متبلورة وعشوائية، أو تلقائية التوزيع الذري، أو بتعبير أكثر دقة (فاقدة للدورية– Amorphous)، وتمثل هذه المجموعة تراكيب الزجاج (Glass) والتزجيج (Glaze).[1: 41]

وتتكون خلطة التزجيج من مجموعة مركبات طبيعية تتصف ذرات عناصرها بتآصر مستقل، لتشكيل جزيئات أو شبك بلوري معين، تعتمد على كيفية الخلط بأوزان ونسب محددة ومعلومة.

لا تتصف التراكيب المتزججة بصيغة جزيئية دقيقة وحتمية، بل هي خليط معقد ينتمي للحالة السائلة كونه عشوائي التوزيع الذري، وللحالة الصلبة كون الناتج النهائي هو تركيب صلب ميكانيكياً، ولهذا يسمى أحياناً بالسائل المُبرد سريعاً (Super Cool Liquid)، بعد تعرضها لدرجة حرارة تتوافق مع خواص تلك المركبات تبدأ عملية التفكك والانصهار (Fusion)، وتصبح الذرات سابحة في محيط واحد غير معزولة عن بعضها، ومع رفع الحرارة وبداية تشكل الوجه السائل (Surface of Liquid)، تعيد كل ذرة ترتيب موقعها وتآصرها من جديد وفق قانون التكافؤ، وعند تبريدها سريعاً يلاحظ تشكل سلاسل عشوائية متواصلة، يتصف بعضها فيزيائيا بخواص بحسب خواص الأكاسيد والمركبات المكونة له اصلاً، وأخرى بحسب خواص السلاسل الجديدة.[1: 41–42]

قدم (زكارسن* –Zachariasen) عام 1938 اول نظرية أوضحت البناء الذري للزجاج، ثم عززت بدراسة لاحقة قدمها (وارن* – Warren)، أيضا في العام 1938، باستثمار فحوصات (X.RD) التي أعطت

---

* زكارسين (William Houlder Zacharisen)، ولد في النرويج، عام 1923، تخرج من جامعة أوسلو، حاصل على الدكتوراه في الكيمياء، بحوثه تركزت على دراسة كيمياء زجاج الخزف، درس في جامعات أمريكا وبريطانيا، وتعد بحوثه السبب الرئيسي في فهم بنية وتشكل زجاج الخزف، وتفاعلاته.[www.wikipedia.org]

* وارن (Betram Eugene Warren)، ولد في أمريكا عام 1902، قادت دراساته القائمة على فحوص X–ray، في فهم أعمق وأدق لبنية الشبك الزجاجي.[www.wikipedia.org]

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

تصوراً واضحاً عن بنية زجاج الخزف، إذ وضعت السليكا (أوكسيد السليكون SiO_2) بوصفها وحدة بناء رئيسية في زجاج الخزف، وسميت هذه النظرية بـــ (نظرية الشبك العشوائي–Random network theory)، إذ عدت وسيلة علمية أساسية في إيضاح وتفسير التركيب البنيوي الذري للزجاج والتزجيج، ومازالت لحد الآن.[8 :2] وبالنسبة للخزاف فإن فهم التركيب البنيوي لزجاج الخزف يعد المدخل في فهم طبيعة التزجيج وخواصه الأساسية، من بنية نسيجية، سطحية ولونية، ومواصفات ومقاومة ميكانيكية، وعلاقة ذلك بدرجة الحرارة.[9–8 :2]

2.2. التأثير التفاعلي لمكونات زجاج الخزف

ان من أساسيات كيمياء زجاج الخزف، أن (Glazy) قائم على تركيب ثلاثة مجاميع أوكسيدية، التي هي: 1.مجموعة الأكاسيد الحامضية (Acidic Oxides)، وتعد المكون الرئيسي للشبك الذري لزجاج الخزف (Glaze)، 2.الأكاسيد القاعدية (Basic Oxides)، ويعد وجودها عامل مساعد انصهار للأكاسيد الحامضية، ومعدل للخواص الفيزيائية والكيميائية في شبك زجاج الخزف، 3.الأكاسيد المتعادلة (Amphoteric Oxides)، ذات السلوكين الحامضي والقاعدي في تفاعلها، وتتصف بتفاعلها كموازنة ووسطية.[17 :3] [45–44 :1]

إن حجم الأيونات الموجبة وطبيعة الشحنات والقوة الآصرية الرابطة بين الأيونات الموجبة وأيون الأوكسجين، إضافة إلى طبيعة المجاميع الالكترونية المحيطة والمؤثرة بها، تعد آلية علمية لدراسة والتفريق بين المجموعات المكونة لزجاج الخزف، فالأكاسيد الحامضية مثلا، تتصف بقوة آصرية ما بين الأيون المفرد الموجب والآخر السالب، التي تقدر بحدود (440 KJ mol–1)، أي (كيلو جول/مول)، أما الأكاسيد القاعدية فتكون بحدود (150 KJ mol –1)، وما دون ذلك، وبالنسبة لذات التفاعلين أو (المتعادلة) فهي تقع ما بين (440–450 KJ mol–1).[9–8 :2]

يعد حجم الأيون (Ionic Radius)، والجهد الكامن (Ionic Potential)، والتوزيع الإلكتروني حول نواته الموجبة، من العوامل المساهمة بتحديد طبيعة تفاعل وحالة كل أيون ضمن شبك الزجاج والتزجيج، إذ إن العنصر وإيا كان، إذا كان بحجم أيوني صغير، وجهد كامن مرتفع، فإنه يتصف بالقابلية على جذب الأوكسجين (O2) بقوة مضاعفة أكثر من غيره، [19 :3]، وهذا ما يفسر طبيعة المنافسة بين الأيونات الموجبة للحصول على محيط سالب معين عند انصهار التزجيج وتفاعل مركباته، وهو ما يعني بوضوح أن ازدياد حجم الأيون يقلل من قوة وسرعة دخوله التفاعل وجذب الأوكسجين، ومن ثم تأسيس شبك زجاج الخزف.

إن ازدياد حجم الأيون يعني ازدياد عدد الأيونات السالبة تحديدا، وهو ما يعني كبر الحجم، وعلى سبيل المثال، نجد أن البورون (B) ذو حجم (0.2)، ويحاط بثلاثة (3) أيونات أوكسجين، أما أيون السليكون (Si) فهو (0.4)، أي إنه محاط بأربعة (4) أيونات أوكسجين، وحجم الكالسيوم (Ca) والصوديوم (Na) هو(0.99)، ونجدهما محاطين بستة (6) أيونات أوكسجين.[45 :1]

وما يحصل مع بنية التزجيج التي لا تتطلب وحداتها الآصرية التناسق أو التماثل، بل تتشكل عبر تأسيس مراكز تلقائية غير منتظمة (Amorphous)، وهي الأيونات ذات القابلية على التواجد بالحالتين الرباعية والسداسية والجدول (2–1)، يوضح القوة الآصرية وطاقة التفكك، وخصائص أخرى لبعض مكونات شبك زجاج

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

الخزف، إذ يبين ان القوة الآصرية ترتفع بالنسبة لأيون الأكاسيد الحامضية والمتعادلة، بينما نجدها تنخفض بالنسبة للأكاسيد القاعدية.[45 :1]

جدول (1.2)، خصائص بعض مكونات الشبك الزجاجي.[14 :2]

ت	الأوكسيد The Oxide	العنصر Ionic	نصف قطر الأيون Ionic Radius	شدة المجال Field Strength	الكهربائية السالبة Electro Negativity	طاقة التفكك Dissociation Energy	القوة الآصرية Single Bond KJ/mole
1.	Si_2O	$^4Si^+$	0.42	22.67	1.8	1774.01	443.50
2.	B_2O_3	B^{+3}	0.23	56.71	2.0	1464.4	497.89
3.	Al_2O_3	Al^{+3}	0.51	11.53	1.5	1681.9	442.58
4.	V_2O_5	V^{+5}	0.59	14.36	1.6	1878.6	376.468
5.	CaO	Ca^{+2}	0.99	2.04	1.0	1075.2	133.88
6.	MgO	Mg^{+2}	0.66	4.59	1.2	928.84	154.84
7.	BaO	Ba^{+2}	1.34	1.11	0.9	1087.84	138.07
8.	Na_2O	Na^{+1}	0.97	1.06	0.9	502.08	83.68
9.	Li_2O	Li^{+1}	0.68	2.16	1.0	602.49	150.62
10.	K_2O	Ka^{+1}	1.33	0.56	0.8	481.16	54.39

3.2.نقطة الأيوتكتيك (Eutectic Point)

تعد نقطة الأيوتكتيك باختصار، هي مزيج من القدر المناسب من المواد أو المكونات الفاعلة بصورة رئيسة في صنع بنية الشبك الزجاجي، في درجة الحرارة المثالية، إذ تدخل جميع تلك المكونات التفاعل لتكوين السائل الزجاجي بعد ذوبانها، فتبدأ عملية التفكك والانصهار، فتصبح ذرات المُركب سابحة في وسط واحد وغير معزولة عن بعضها البعض، كل ذلك يحث عند تعرضها لدرجة الحرارة المناسبة.[111 :4]

إن قابلية الأكاسيد للدخول بسهولة في التفاعل وتكوين زجاج الخزف، تعتمد أساسا على القوة الداخلية للذرة (Inter Atom Force)، أما العوامل التي تحدد طبيعة تفاعل وحالة كل أيون ضمن شبك الزجاج فهي بالتحديد: حجم الأيون (Ionic Radius) (نصف حجم الأيون)، والجهد الكامن (Ionic Potential) أو (الطاقة الكامنة للجذب V.A) والتوزيع الإلكتروني حول النواة الموجبة.[30 :5]، [12 :6]

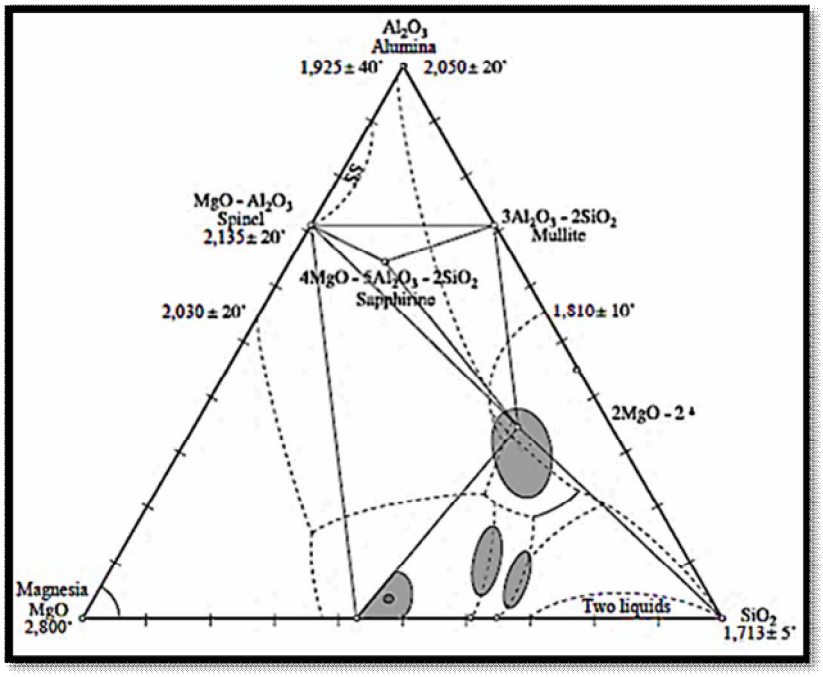
إذ تحتاج المركبات المكونة لخلطة زجاج الخزف ان تتخطى درجة حرارتها، التي تعد بالأساس هي طاقة التفكك (Dissociation Energy)، لكي تكون جاهزة في دخول التفاعل، بتغلبها على الطاقة الكامنة الجاذبة في ذراتها، إذ يحدث التحرر وتدخل التفاعل (تأسيس شبك الزجاج)، وصولا إلى التفاعل التام، وعلى هذا يمكن اعتبار كل ما تقدم إيجازا في تعريف نقطة الأيوتكتيك.[191 :7]

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

ويؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى انصهار مركبات الزجاج بصورة تدريجية، بحسب سلوك كل أوكسيد ودرجة انصهاره، لكن ذلك السلوك يختلف عندما تكون المركبات بصورة منفردة، منها عندما تكون مجتمعة.[4: 112]

إن الأيوتكتيك حالة انسجام المواد وتقاربها في ظروف حرق واحدة وجو تفاعل كيميائي واحد، وبهدف فحص هذا التقارب تم اقتراح فحص أو تحليل التفاعل الثلاثي وهو فحص (ترناري–Ternary)، وكذلك فحص أو تحليل التفاعل الثنائي وهو (بناري–Binary).[8: 95]

والتفاعل الثلاثي على سبيل المثال هو: أن للسليكا (SiO_2) درجة حرارة انصهارها تقع في حدود (1710^{o}م)، في حين إن الألومينا (Al_2O_3) تنصهر بحدود درجة حرارة (2050^{o}م)، في حين إن القواعد، ومثلا، أوكسيد المغنيسيوم (MgO) ينصهر بحدود درجة حرارة (2800^{o}م)، لكن كل ذلك سيتغير في الصيغة التي سيفرضها التفاعل الجديد لتلك المركبات بعد اجتماعها، وبشكل يختلف عن التوقعات النظرية، بحسب المعلومات المأخوذة من طبيعة كل مادة داخلة في تحضير خلطة الزجاج، فبالرغم من الاختلاف في درجات حرارتها وتفاوت الصفات الكيميائية والفيزيائية، تأتي النتائج بشكل مختلف، وهو ما تمثل بإيجاد درجة حرارة مناسبة لها جميعاً لدخولها التفاعل، وهذا بالتحديد ما صار يعرف في تكنلوجيا الخزف (نقطة الأيوتكتيك–Eutectic Point)، وهي لحظة دخول المواد جميعها في التفاعل الحراري، لتكوين السائل الزجاجي كنظام معقد، متشابك ومتداخل، وكما مبين في الشكل (1.2)، في حين أن التفاعل الثنائي (بناري–Binary)، يعد صيغة مقترحة من مادتين، لفحص آلية تفاعلهما معاً، ولمعرفة درجة الحرارة الحرجة للأيوتكتيك لكليهما.[3: 22]، [9: 14]



شكل (2–1)، نظام الأيوتكتيك.[9: 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

تمثل رؤوس زوايا المثلث (القمم الرئيسية)، المواد الرئيسية المكونة لبنية الشبك في زجاج الخزف، إذ تمثل المكونات الداخلة في تشكيل خلطة الزجاج المقترحة من الخزاف، إلا أن كشف كافة تفاصيل التفاعل أمر معقد إلى حد بعيد، قلل من تعقيده الكشف الذي أُجري بأشعة الحيود، الأشعة السينية (X.RD)، والتي هي أشعة كهرومغناطيسية ذات طاقة، في مجال من (100 eV) إلى (100K eV)، وصولاً إلى عملية التعرف على نقطة الأيوتكتيك (Eutectic Point) كتقنية تحليلية، تعطي معلومات حول البنية، والتركيب الكيميائي، والخواص الفيزيائية للمواد، وتعتمد هذه التقنيات على مراقبة حيود شدة حزمة من الأشعة السينية الساقطة على العينة بوصفها تابعة لزاوية السقوط والتبعثر، والاستقطاب، وطول الموجة أو القدرة، والأشعة السينية.[7: 102]

3. الجزء العملي

في هذا البحث تصاغ خلطة زجاج من مجموعة من المركبات الحامضية والقاعدية والمتعادلة بحسب نسب وزنية محددة لإنتاج زجاج ينضج بدرجة حرارة واطئة لتطبق على سطح الجسم الفخاري، يلون زجاج الخزف باستخدام أوكسيد النحاس الأسود (CuO) بنسبة ثابتة هي (4%) مع إضافة أوكسيد القصدير بنسب وزنية متغيرة (1–8%) مع خلطة الزجاج وضمن التركيب لدراسة تأثير هذا الأوكسيد المعتم وتأثير اختلاف قيمة الكثافة بين هذه الأكاسيد في طبيعة النتائج السطحية واللونية والملمسية للجسم الخزفي.

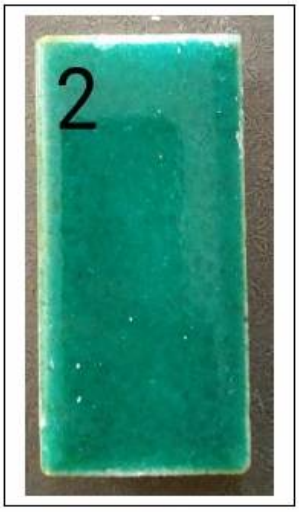
1.3. خلطة الزجاج رقم (١)

اسم المركب	الصيغة	النسبة %
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	٣٨
دلومايت	$CaCO_3.MgCO_3$	١٠
كاربونات الصوديوم	Na_2CO_3	١٠
اوكسيد الرصاص	Pb_3O_4	٢٠
C.C	$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$	٧
فلنت	SiO_2	١٠
اوكسيد النحاس	CuO	٤
اوكسيد القصدير	SnO	١

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

2.3. خلطة الزجاج رقم (٢)

اسم المركب	الصيغة	النسبة %
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	٣٧
دلومايت	$CaCO_3.MgCO_3$	٩
كاربونات الصوديوم	Na_2CO_3	١٠
اوكسيد الرصاص	Pb_3O_4	٢٢
C.C	$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$	٧
فلنت	SiO_2	٨
اوكسيد النحاس	CuO	٤
اوكسيد القصدير	SnO	٢



3.3. خلطة الزجاج رقم (٣)

اسم المركب	الصيغة	النسبة %
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	٣٥
دلومايت	$CaCO_3.MgCO_3$	٨
كاربونات الصوديوم	Na_2CO_3	١٠
اوكسيد الرصاص	Pb_3O_4	٢٣
C.C	$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$	٧
فلنت	SiO_2	١٠
اوكسيد النحاس	CuO	٤
اوكسيد القصدير	SnO	٣

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

4.3. خلطة الزجاج رقم (٤)

اسم المركب	الصيغة	النسبة %
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	٣٣
دلومايت	$CaCO_3.MgCO_3$	٨
كاربونات الصوديوم	Na_2CO_3	٩
اوكسيد الرصاص	Pb_3O_4	٢٥
C.C	$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$	٧
فلنت	SiO_2	١٠
اوكسيد النحاس	CuO	٤
اوكسيد القصدير	SnO	٤

5.3. خلطة الزجاج رقم (٥)

اسم المركب	الصيغة	النسبة %
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	٣٤
دلومايت	$CaCO_3.MgCO_3$	٨
كاربونات الصوديوم	Na_2CO_3	١٠
اوكسيد الرصاص	Pb_3O_4	٢٥
C.C	$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$	٧
فلنت	SiO_2	٨
اوكسيد النحاس	CuO	٤
اوكسيد القصدير	SnO	٥

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

6.3. خلطة الزجاج رقم (٦)

اسم المركب	الصيغة	النسبة %
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	٣٣
دلومايت	$CaCO_3.MgCO_3$	٨
كاربونات الصوديوم	Na_2CO_3	٩
اوكسيد الرصاص	Pb_3O_4	٢٣
C.C	$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$	٧
فلنت	SiO_2	١٠
اوكسيد النحاس	CuO	٤
اوكسيد القصدير	SnO	٦

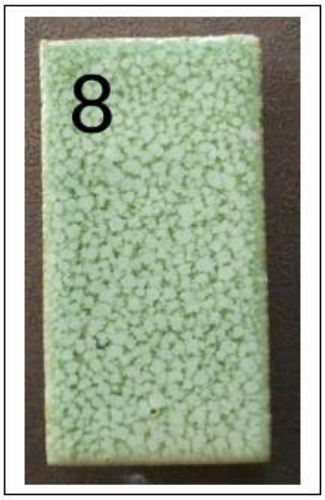
7.3. خلطة الزجاج رقم (٧)

اسم المركب	الصيغة	النسبة %
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	٣٩
دلومايت	$CaCO_3.MgCO_3$	٤
كاربونات الصوديوم	Na_2CO_3	١٠
اوكسيد الرصاص	Pb_3O_4	٢٩
C.C	$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$	٧
فلنت	SiO_2	١٠
اوكسيد النحاس	CuO	٤
اوكسيد القصدير	SnO	٧

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

8.3. خلطة الزجاج رقم (٨)

اسم المركب	الصيغة	النسبة %
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	٣٣
دلومايت	$CaCO_3.MgCO_3$	٥
كاربونات الصوديوم	Na_2CO_3	١٠
اوكسيد الرصاص	Pb_3O_4	٢٣
C.C	$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$	٧
فلنت	SiO_2	١٠
اوكسيد النحاس	CuO	٤
اوكسيد القصدير	SnO	٨



9.3. جهاز فحص الملمس

تم استخدم جهاز فحص الملمس (PosiTector SPG)،
لفحص عينات البحث، بهدف التعرف على درجات ملمس طبقة الزجاج.
اسم الجهاز: PosiTector SPG
الموديل: DF-656541
القراءة الصفرية: (0mm.000)
تم إجراء الفحص في مختبر فرع الخزف– كلية الفنون الجميلة – جامعة بابل

10.3. فحص المجهر الرقمي

تم استخدم جهاز المجهر الرقمي (Digital Microscope)،
لفحص عينات البحث، بهدف التعرف على محتوى طبقة الزجاج من حيث:
الفقاعات الهوائية بلورات التراكيب غير الذائبة
اسم الجهاز: Digital Microscope-Color Cmos Sensor
الموديل: S04
القوة التكبيرية: (X١٠٠٠)
تم إجراء الفحص في مختبر فرع الخزف– كلية الفنون الجميلة – جامعة بابل.

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

حساب معامل الكثافة11.3.

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

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

الأوكسيد	ثابت الكثافة
SiO_2	2.7
Al_2O_3	3.8
Na_2O	2.5
Pb_3O_4	9.1
$CaCO_3.MgCO_3$	2.8
$K_2O.Al_2O_3.6SIO_2$	2.5
B_2O_3	1.8
FeO	5.7
CuO	6.4
CoO	5.7
Cr_2O_3	5.2
NiO	6.7
MnO	5.3

جدول (3–5) يبين ثابت الكثافة للأكاسيد

نقلا عن [11: 201]

12.3. مناقشة جدول تراكيب الأكاسيد

إن إضافة تراكيب الأكسيد الملونة إلى خلطة الزجاج الشفاف تتم عبر نسب وزنية مئوية، أي إن (1%) من أوكسيد النحاس تعني (1 غم لكل 100غم) زجاج قلوي شفاف، وأن ما يحدد نسبة إضافة الأكاسيد هو القوة التلوينية لهذه الأكاسيد بالمعلومات المتوافرة عنها والخبرة السابقة في استخدام هذه الأكاسيد الملونة.

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

13.3. مناقشة نتائج الكثافة ودرجة الانصهار

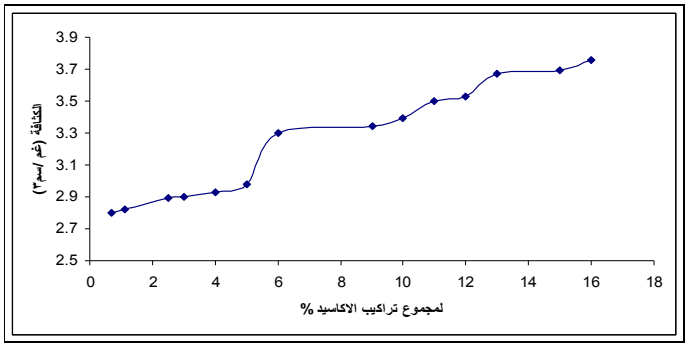
للكثافة علاقة بالظواهر الفيزيائية للضوء التي تحدث بها الاضطرابات الضوئية من حيث الانكسار والانعكاس، وزيادة الكثافة يؤدي إلى زيادة نسبة انعكاس الضوء وهذا يتناسب طرديا مع معامل الانكسار، لذلك يكون الزجاج لمّاعا، أما الأكاسيد التلوينية فإن اختلاف كثافتها يؤثر على حركة انتشارها داخل المنصهر الزجاجي، واختلاف الكثافة قد يؤدي إلى حدوث أطوار مختلفة داخل طبقة الزجاج، مما يؤدي إلى حدوث أحد أنواع العتمة وهي العتمة السائلة أو ما يطلق عليها عتمة (سائل – سائل).

إن كثافة زجاج الخزف تتراوح ما بين (2.125–8.120) غم/سم^3، وعبر ثابت الكثافة والنسبة المئوية للأوكسيد، وبحسب المعادلة الخاصة بإيجاد كثافة الأكاسيد، تبين أن كثافة الزجاج القلوي الشفاف هي (2.76)، إن إضافة الأكاسيد الملونة إلى الزجاج الشفاف يؤدي إلى تحوله لزجاج لمّاع ملون مع مراعاة أن إضافة الأكاسيد الملونة يؤدي إلى زيادة كثافة الزجاج مما يرفع من قيمة معامل الانكسار وانعكاس الضوء من السطح.

في البحث الحالي يضاف نوعان من الأكاسيد في خلطة الزجاج، وذلك يتطلب دراسة سلوك هذه الأكاسيد من حيث الكثافة في طبقة الزجاج وعبر جدول ثوابت كثافة الأكاسيد نجد أن أغلب أكاسيد التلوين المُلونة، وهي ($CuO, FeO, MnO, Cr_2O_3, CoO, NiO$)، تتراوح كثافتها ما بين (5.2 – 6.7)، أما الأوكسيد المعتم وهو (SnO_2)، فكانت كثافته (6.8)، وبذلك يكون أوكسيد القصدير الأعلى بين جميع الأكاسيد الملونة والمعتمة). إن إضافة أوكسيد القصدير (SnO_2) بنسب وزنية تراوحت ما بين (1–3%)، مع أكاسيد التلوين، لم يغير من أصل الألوان لهذه الأكاسيد مع الزجاج القلوي وإنما ساعد على اعطاء استقرار لوني على السطح مع زيادة النسبة سوف يطفو في منصهر الزجاج الملون والأقل درجة انصهار والأعلى كثافة مع بقاء أوكسيد القصدير على شكل حبيبات أو شوائب عالقة في طبقة الزجاج لأحداث العتمة، فإن هذه الحبيبات ستُلوَن بمنصهر الزجاج المُلون.

وهنالك عامل آخر وهو درجة انصهار الأكاسيد المضافة، وبالرجوع إلى جدول انصهار الأكاسيد نجد أن أوكسيد القصدير (SnO_2)، هو الأوطأ من بين جميع الأكاسيد الملونة والمعتمة إذ تبلغ درجة انصهاره (1150 م°)، وهذا يجعل من أوكسيد القصدير هو الأقرب للانصهار والتفاعل مع مكونات الزجاج مما يولد كتلة زجاج ملونة ذات كثافة أعلى داخل طبقة الزجاج محاطة بوسط ملون بتراكيب الأكاسيد، وهذا يؤدي إلى محيط ملون حسب تركيب الأكاسيد مع بقع بيضاء ذات كثافة ودرجة انصهار مختلفة، والمخطط البياني يوضح تأثير زيادة النسب المئوية لأكاسيد التلوين على قيم الكثافة.

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



مخطط بياني رقم (4–1) يوضح تأثير نسب إضافة الأكاسيد المئوية على قيم الكثافة

14.4. مناقشة نتائج فحص الملمس

يشير جهاز فحص الملمس المستخدم في البحث الحالي إلى نتائج السطح الخشن بحسب ابتعادها عن القراءة الصفرية للجهاز، وهي (300) التي تشير إلى بداية الملمس الخشن للسطح الخزفي، والنتائج التي ظهرت أقل من القيمة الصفرية (300) هي بطبيعة الحال ستتدرج نحو النعومة، والعكس صحيح.

وبفحص العينة رقم (1) نجدها جاءت بقيمة مقدارها (228) وهي تشير إلى سطح ناعم بمقدار تدرجها نحو الأدنى من القراءة الصفرية، وجاءت هذه النتيجة لكون خلطة الزجاج هي زجاج قلوي جاهز، ملون بأوكسيد النحاس (CuO)، علما أن المضاف هو أوكسيد القصدير (SnO2) بنسبة (1%)، اذا علمنا ان لهذا الأوكسيد تأثيرا مُعَتِّما، فهو يزيد من كثافة الزجاج (Glaze) ويقلل من نعومة الملمس (Glossy)، لذلك جاءت النتيجة قريبة نوعا ما للسطح الخشن من القراءة الصفرية.

وعند زيادة نسبة أوكسيد القصدير من (2%) إلى (8%)، سنجد ان قراءة جهاز فحص الملمس قد تدرجت صعودا، حيث في العينة (2) التي كانت بواقع استخدام (2%) من الأوكسيد نجد القراءة (232)، أما العينة (3) وهي بنسبة استخدام للأوكسيد (3%) فكانت (237)، اما العينة رقم (4) وهي (4%) فكانت القراءة (241)، والعينة (5) وهي بنسبة (5%) فكانت (552)، والعينة (6) وهي بنسبة استخدام (6%) إذ كانت القراءة (260)، ثم جاء فحص العينة (7) بنسبة استخدام (7%) من أوكسيد القصدير فجاءت النتيجة بقراءة أكثر ارتفاع وتنذر بنتائج العتمة الواضحة، إذ كانت القراءة (285%)، وكذلك بالنسبة للعينة رقم (8) التي كانت نسبة استخدام الأوكسيد فيها (8%)، فجاءت القراءة (293%).

وهذه الزيادة الواضحة في قيمة الملمس نحو الخشونة تتطابق مع سلوك أوكسيد القصدير المعتم، لذلك ظهرت النتائج في العينات بتسلسل (6–7–8)، أقرب للسطح ذو الملمس الخشن سواء اكان بصريا من حيث اللمعان والشفافية، أو من حيث الملمس أكثر من غيرها من العينات.

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

CONFLICT OF INTERESTS

There are no conflicts of interest

المصادر والمراجع

[1] البدري،علي حيدر: التقنيات العلمية لفن الخزف (التزجيج)، ج2، ط1، جامعة اليرموك، عمان–الأردن، 2002.

[2]seef. J. Ali: The Chemistry of Ceramic Glazes, Thesis of Doctor of Philosophy, University of Aston in Birmingham, UK, 1983.

[3]Henrik Norsker & James Danisch: Glazes Reliant Potter, GmbH for Painting, Deutsche, 1993.

[4]Athur Dodd: Dictionary of Ceramics, Third Edition, The Institute of Materials, London, 1994.

[5] لكرادي، سامر أحمد حمزة: تقنية التلوين بإضافة تراكيب من أكاسيد شائعة في زجاج الخزف، أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة بابل، كلية الفنون الجميلة، 2012.

[6] الهنداوي، أحمد هاشم: امكانية استخدام خامات محلية لإنتاج خزف معتم، أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة بغداد، 1996.

[7] Robert. B. Heimann : Classic and Advanced ceramic, Wiley-Vch, London, 2012.

[8] D. W. Budworth: Ceramic Science, First Edition, Wheaton, Great Britian, 1970.

[9]vPhilippe Boch & Jean Niepce, Ceramic Materials Processes- Properties and Applications, ISTE, USA, 2007.

[10] البدري،علي حيدر: التقنيات العلمية لفن الخزف (الطين)،ج1،ط1،جامعة اليرموك،عمان – الأردن، 2000.

[11] http://en.wikipedia.org/wiki/Pyrometric_device

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