انتاج زجاج (١٨cone) وتطبيقه على الاجسام الخزفية

Production of glaze (cone 18) and its application to ceramic bodies

أ. م. د. نبيل مع الله راضي
Dr. Nabeel Maallah Radhi
Assistant professor
كلية الفنون الجميلة – جامعة بابل
College of Fine Arts - University of Babylon
nabeel.m2007@gmail.com

ملخص البحث

شمل هذا البحث إنتاج وصفات زجاج واطئ الحرارة جداً ينضج بدرجات حرارية اقل من (٨٠٠مْ) ولهذا الغرض تم تحديد أربعة وصفات من مواد مختلفة شملت :($Na_2O.2B_2O_3$ – B_2O_3 – PbO – Na_2CO_3 – $Al_2O_3,2SiO_2$) وتم تحديد نوع الجسم الفخاري بطينة محافظة بابل . أما الحدود المكانية فكانت ضمن حدود محافظة بابل. وعلى ضوء قاعدة سيگر تم صياغة اربع خلطة زجاج من المواد المختلفة المستخدمة في البحث . وتم تفريت مكونات الخلطة رقم (١) بواسطة بودقة حرارية صنعت لهذا الغرض من قبل الباحث و أجريت عملية ألتفريت بدرجة حرارة ٨٥٠مْ وصب السائل الزجاجي الناتج في حاوية تحتوي على ماء بارد . بعدها تمت عملية طحن الزجاج الناتج بواسطة (طاحونة كهربائية) وتطبيق الزجاج الناتج على الأجسام الخزفية بعد اضافة خمسة ملونات مختلفة وقد اعتمد أسلوب الحرق السريع (FAST FIRING) في درجتين حراريتين (٦٥٠مْ – ٧٠٠مْ) في فرن كهربائي. أظهرت النتائج امكانية انتاج زجاج واطئ الحرارة جداً ، ينضج في درجات حرارة اقل من (٨٠٠مْ) فكانت نتائج العينات المحروقة في درجة حرارة (٧٠٠مْ) منصهرة بشكل كامل وذات تأثيرات لونية جيدة. في حين لم تكن النتائج المحروقة في درجة الحرارة (٦٥٠مْ) جيد من حيث انصهاريه الزجاج والتأثير اللوني وقد اظهرت النتائج ملائم الزجاج للأجسام الخزفية .

الكلمات المفتاحية: الانصهارية ، تطابق الزجاج ، اجسام خزفية ، الزجاج

Abstract
Included this research production recipes Glass Earthen Ware very heat simmer varying thermal less than (800C) and for this purpose has been to identify four recipes from different materials included :(PbO - B2O3 - Na2O.2B2O3 - Na2CO3 - Al2O3.2SiO2) were identified body potter kind of mud that province Babylon. The spatial boundaries were within the boundaries of the province of Babylon. In light of Sager base it was drafted four glass mixture of various types used in the search. It was Tafrat mixture components (1) by thermal Body created for this purpose by the researcher and Oltafrat process conducted at a temperature of 850 m and pouring liquid glass product in a container containing cold water. After grinding it has caused the glass by a process (electric grinder) and the application of glass output on ceramic objects after the addition of five different dyes have rapid-burn method adopted (FAST FIRING) in two degrees Hrareeten (650 C - 700 C) in the electric oven The results showed the possibility of producing glass is very low for the heat, simmer at temperatures less than (800 C) were burned at a temperature of samples results (700 C) molten fully and of good color effects. While the results were not burned in the temperature (650 C) is good in terms of fusion glass and influence chromatography The results showed an appropriate glass ceramic objects.
key words: Fusion, glass matching, ceramic , glaze

الفصل الأول / الإطار المنهجي للبحث

مشكلة البحث

ان التطور التاريخي للخزف المعاصر ، واتساع دائرة الخطاب الجمالي والتجريبي فيه ، وما حققته مفاهيم الحداثة وما بعدها من انفتاح وتحول في بنية الشكل والتقنية ، كان له فعله المؤثر في تنوع وتطور المعالجات التقنية التزجيجيه . والتي انعكست بدورها على الخطاب الجمالي للخزف في محاولة لتصعيد جانب التحديث والمعاصرة ، ليس على مستوى التكوين فحسب ، بل على مستوى التقنية كمؤثر فاعل في فن الخزف. لذلك نجد إن المعرفة العلمية بتكنولوجيا زجاج الخزف هي السبيل للارتقاء بهذا الخطاب ليعبر عن حريته في الامتزاج الحاصل في البنى الابداعية ما بين العلم والفن . وتعين على ذلك انتاج خلطات زجاج جديدة ومتغيرة بالضرورة ، تنعكس بصورة جذرية على القيمة الجمالية للتجربة الفنية . وبما ان التزجيج مرتبط بشكل وثيق بعمليات التطور العلمي والتكنلوجي ، لذا فان عملية البحث فيه تشكل خطوة علمية مهمة لتصعيد القيمة الجمالية للخزف المعاصر حيث تشكل فيه تقنية الزجاج جزءاً مهماً من تشكيله الفني ، لهذا فإن إمكانيات الخزاف في انتاج وصفات زجاج واطئ الحرارة جداً (cone ١٨) اي دون الحد المتعارف علية وتطويع هذا الزجاج ليطبق على السطح الخزفي وإظهار صفاته الايجابية والجمالية ، تشكل مشكله كبيرة . كون زجاج الخزف يتكون من طبقة ذات تراكيب ومواد تمتلك مواصفات محدد

وهذه الطبقة تحتاج الى توافق مركباتها مع مركبات الزجاج الجديد والذي يتكون بالعموم من مواد ذات معامل تمدد عالي وهذه المواد ليس من السهولة ان تتوافق مع مركبات طبقة الزجاج (الجسم الخزفي) خصوصا مع اختلاف درجة الحرارة وهنا تنشأ تساؤلات اشكالية حول امكانية تخفيض درجات الحرارة دون الحد المتعارف علية (٨٠٠ – ١٠٥٠مْ) ، وهذا يتطلب معالجات لبنية الزجاج ، وعلية هل بالإمكان تعديل بنية الزجاج الى مستوى الإنضاج دون (٨٠٠مْ) وما هي المعالجات اللازمة تقنيناً لذلك ، وعلى هذا الاساس تتحدد مشكلة البحث الحالي في التساؤل الآتي: ***هل يمكن انتاج زجاج (١٨ cone) وتطبيقه على الاجسام الخزفية؟***

أهمية البحث والحاجة إليه : تكمن اهمية البحث في قلة الاحاطة بإنتاج زجاج دون الحرارة المتعارف عليها علميا والمشار اليها في البحث، كما يتوجه البحث بالفائدة الى ذوي الاهتمامات التقنية والفنية في مجال الخزف وطلبة الدراسات الاولية والدراسات العليا .

هدف البحث : انتاج زجاج واطئ الحرارة جداً (١٨ cone) وتطبيقه على الاجسام الخزفية.

حدود البحث :

طينة المحاويل الحمراء لإنتاج الجسم الفخاري

درجة حرارة حرق الفخار (٩٥٠ْ م)

الزجاج المستخدم كبطانة تحت الزجاج ، قلوي جاهز واطئ الحرارة ٩٢٠مْ

الاكاسيد المستخدمة في انتاج الوصفات الزجاجية :

اوكسيد الرصاص PbO

اوكسيد البوريك B_2O_3

البوراكس $Na_2O.2B_2O_3$

كاربونات الصوديوم Na_2CO_3

الكاؤلين الابيض $Al_2O_3,2SiO_2.H_2O$

اوكسيد النحاس (CuO)

اوكسيد الحديد الاسود (FeO)

اوكسيد الكوبلت (CoO)

الصبغة الصفراء والزرقاء

الفرن المستخدم : فرن كهربائي في كلية الفنون الجميلة / جامعة بابل. مع مقياس الكتروني لقياس درجات الحرارة.

تحديد المصطلحات :

زجاج (١٨ cone): هو زجاج واطئ الحرارة جدا ينضج بدرجة حرارة اقل من (٨٠٠مْ) ويكون ملائماً للأجسام الخزفية.**[١]**

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

الانصهارية في زجاج الخزف:

ان زجاج الخزف هو مركب من سليكات المواد الصاهرة لا يتصف كيميائيا بصيغة جزيئية وهو عشوائي التوزيع الذري ، وتتكون وصفة زجاج الخزف من مجموعة من مركبات طبيعية تخلط معا بأوزان ونسب محددة وبتعرضها لدرجات الحرارة تبدأ عملية التفكك والانصهار وتصبح ذرات المركب سابحة في وسط واحد غير معزولة عن بعضها. **[٢]**. إن عملية إضافة مواد إلى مواد أخرى تؤدي إلى خفض درجة حرارة الانصهار في اغلب أنظمة الزجاج ، فنقطة انصهار الاكاسيد مجتمعة مع بعضها أوطئ من نقطة انصهارها وهي في حالة منفصلة **[٣]** .ويتكون زجاج الخزف بشكل عام من ثلاث مجاميع هي: (الاكاسيد الحامضية Acidic Oxide – الاكاسيد القاعدية Basic Oxide– الاكاسيد المتعادلة Amphoteric Oxide)

البور اكس Borax : يعرف البوراكس بصيغته ($Na_2O.2B_2O_3,10H_2O$) وهو المصدر الرئيس لأوكسيد البوريك في خلطات الزجاج الواطئ الحرارة . **[٤]** وتعد بورات الصوديوم من أهم الاكاسيد الصاهرة اذ ينصهر في درجة (٢٠٠ مْ) ويتحول إلى سائل زجاجي ، يعرف بزجاج البوراكس. **[٥]**

كاربونات الصوديوم Na_2CO_3 : تعد كاربونات الصوديوم من المركبات القابلة للذوبان في الماء بصورة عالية لذا تستعمل في الزجاج بشكل جاهز وهي تنصهر في درجة حرارة (٨٥٠ مْ) **[٦]**.

الصبغات اللونية : وهي عبارة عن بلورات ملونة منتشرة على هيئة جسيمات دقيقة وعديدة في الزجاج الخزفي ، تستخدم في تلوين الأطيان والمحاليل المتزججة إضافة إلى تراكيب التزجيج. **[٧]**.

تطابق الزجاج : تؤدي الحرارة دوراً رئيساً في عملية التطابق بين الجسم والزجاج ، سواء كان جسم خزفياً او فخارياً ، من حيث معدلات التغير في الحجوم، نتيجة التمدد والانكماش خصوصا اذا كان الفرق في درجة الحرارة كبير بين الزجاج والسطح الخزفي كما هو في بحثنا هذا ، الأمر الذي يتطلب معرفة المديات الملائمة والمناسبة للوصول إلى التوافق الضروري للجسم الخزفي والزجاج، إذ ان لكل جسم (زجاج أو جسم فخاري) معدل تمدد خاص وحسب تركيب مكوناته فالزجاج يميل للتمدد والتقلص عند معدل يختلف عن الجسم الخزفي ، فالتجانس في هذه الحالة هو النتيجة المباشرة لتوافق مكونات الجسم أو الزجاج ، ان الاجهادات الحاصلة في طبقة الزجاج تحدث نتيجة اختلاف التمدد بين الزجاج والجسم الخزفي في أثناء عملية التبريد وإذ كان الاختلاف كبيراً فقد يؤدي إلى حدوث التجزع أو التقشر في الزجاج **[٨]**.

الدراسات السابقة : بعد اطلاع الباحث على مجموعة الأطاريح والرسائل المنشورة وغير المنشورة ، لم يجد الباحث دراسة سابقة تقترب من البحث الحالي في حدود مشكلتهِ وهدفهِ ونتائجهِ .

الفصل الثالث / إجراءات البحث

الطين : اختيرت طينة المحاويل الحمراء لكونها من الأطيان الشائعة الاستخدام لدى الخزاف في منطقة الفرات الأوسط.

الزجاج : في البحث الحالي تم استخدام الزجاج القلوي الجاهز (Frit).

الاكاسيد المستخدمة : اعتمد الباحث في إنتاج الزجاج واطئ الحرارة جداً على الاكاسيد ادناه :

($Al_2O_3,2SiO_2.H_2O$ – Na_2CO_3 – $Na_2O.2B_2O_3$ – B_2O_3 – PbO)

تهيئة الفرن : تم استخدام الفرن الكهربائي في جامعة بابل / كلية الفنون الجميلة (فرع الخزف) مع لوحة سيطرة الكترونية لقياس درجة الحرارة. كما في شكل (١)

شكل (١) الفرن الكهربائي والمقياس الالكتروني

تشكيل النماذج : تم تشكيل صحن بسمك (١ سم) وقطر(٢٤سم) . باستخدام قالب جبسي قام الباحث بتصنيعه بارتفاع (٦,٥ سم) وقطر (٣٠ سم). شكل (٢)

شكل (٢) قالب جبسي

تجفيف النماذج وفخرها : تركت النماذج بدون تحريك لكي تحافظ على شكلها لحين الجفاف .ومن ثم فخرها بدرجة حرارة (٩٥٠ م°).

زجاج البطانة : تم استخدام الزجاج القلوي الشفاف مع (٦ %) اوكسيد قصدير (SnO_2) للحصول على زجاج ابيض .

زجاج العينة : تم تحضير اربعة وصفات زجاج واطئ الحرارة جداً وحسب قاعدة سيكر وبوزن (١٠٠ غم) من كل وصفة ثم أضيفه (٢%) من (CoO) كأوكسيد ملون للوصفة وتم اضافة الماء كوسط ناقل الى الزجاج لعمل مستحلب جاهز للتطبيق على السطح الخزفي.

وصفة الزجاج (١)

اوكسيد الرصاص	**PbO**	**% ٤٢,٨٤**
كاربونات ألصوديوم	**Na_2CO_3**	**% ٤,٠٦**
الكاؤلين	**$Al_2O_3.2SiO_2$**	**% ٩,٩٠**
البوراكس	**$Na_2O.2B_2O_3$**	**% ٤٣,١٨**

درجة الحرارة :- ١ ---- ١

الشفافية :- ١٠ ---- ١

%	P.W	M.W	M.P	F	RO2	R2O3	RO.R2O		
					SiO_2	*Al_2O_3*	*B_2O_3*	*Na_2O*	*PbO*
٤٢,٨٤	١١١,٦	٢٢٣,٢	٠,٥	PbO					٠,٥
٤٣,١٨	١١٢,٤٨	٢٨١,٢	٠,٤	$Na_2O.2B_2O_3$			٠,٨	٠,٤	
٩,٩٠	٢٥,٨	٢٥٨	٠,١	Al_2O_3 $.2SiO_2$	٠,٢	٠,١			
٤,٠٦	١٠,٦	١٠٦	٠,١	Na_2CO_3				٠,١	
٩٩,٩٩	٢٦٠,٤٨								

مكافئ إلا لومينا :- ٠,١

وصفة الزجاج (٢)

اوكسيد الرصاص	PbO	% ٥٢,٥٠
كاربونات ألصوديوم	Na_2CO_3	% ١٤,٩٦
الكاؤلين	$Al_2O_3.2SiO_2$	% ٦,٠٦
البوراكس	$Na_2O.2B_2O_3$	% ٢٦,٤٦

درجة الحرارة :- ٠,٥ ---- ١

الشفافية :- ١٠ ---- ١

مكافئ إلا لومينا :- ٠,٠٥

%	P.W	M.W	M.P	F	RO2	R2O3	RO.R2O		
					SiO_2	*Al_2O_3*	*B_2O_3*	*Na_2O*	*PbO*
٥٢,٥٠	١١١,٦	٢٢٣,٢	٠,٥	PbO					٠,٥
٢٦,٤٦	٥٦,٢٤	٢٨١,٢	٠,٢	$Na_2O.2B_2O_3$			٠,٤	٠,٢	
٦,٠٦	١٢,٩	٢٥٨	٠,٠٥	Al_2O_3 .$2SiO_2$	٠,١	٠,٠٥			
١٤,٩٦	٣١,٨	١٠٦	٠,٣	Na_2CO_3				٠,٣	
٩٩,٩٨	٢١٢,٥٤								

وصفة الزجاج (٣)

اوكسيد الرصاص	PbO	% ٥٩,١٨
كاربونات ألصوديوم	Na_2CO_3	% ٢٢,٤٨
الكاؤلين	$Al_2O_3.2SiO_2$	% ٣,٤٢
البوراكس	$Na_2O.2B_2O_3$	% ١٤,٩١

درجة الحرارة :- ٠,٢٥ ---- ١

الشفافية :- ١٠ ---- ١

مكافئ إلا لومينا :- ٠,٠٢٥

%	P.W	M.W	M.P	F	RO 2	R2O 3	RO. R2O		
					SiO 2	*Al_2O_3*	*B_2O_3*	*Na_2O*	*PbO*
٥٩,١٨	١١١,٦	٢٢٣٢٠	٠,٥	PbO					٠,٥
١٤,٩١	٢٨,١٢	٢٨١٢٠	٠,١	$Na_2O.2B_2O_3$			٠,٢	٠,١	
٣,٤٢	٦,٤٥	٢٥٨	٠,٠٢٥	Al_2O_3 .$2SiO_2$	٠,٠٥	٠,٠٢٥			
٢٢,٤٨	٤٢,٤	١٠٦	٠,٤	Na_2CO_3				٠,٤	
٩٩,٩٩	١٨٨,٥٧								

وصفة الزجاج (٤)

اوكسيد الرصاص	PbO	% ٤٥,٦٦
كاربونات ألصوديوم	Na_2CO_3	% ٢١,٦٨
الالومينا	Al_2O_3	% ٤,١٧
اوكسيد البوريك	B_2O_3	% ٢٨,٤٧

درجة الحرارة :- ١ ---- ١

الشفافية :- ١٠ ---- ١

مكافئ إلا لومينا : ٠,١

%	P.W	M.W	M. P	F	RO 2	R2O3	RO.R 2O		
					SiO 2	*Al_2O_3*	*B_2O_3*	*Na_2O*	*PbO*

تطبيق	٤٥,٦٦	١١١,٦	223.2	0.5	PbO					0.5
	٤,١٧	١٠,٢	١٠٢	0.1	Al_2O_3			0.1		
	٢٨,٤٧	٦٩,٦	٦٩,٦	١	B_2O_3		١			
	٢١,٦٨	٥٣	١٠٦	0.5	Na_2CO_3				0.5	
	٩٩,٩٨	٢٤٤,٤								

الزجاج على النماذج : تم تطبيق الزجاج الابيض على الأجسام الفخارية بواسطة ، مسدس الرش وبسمك (١ ملم) وتم حرق النماذج وصولاً الى درجة حرارة (٩٢٠مْ) مع فترة نصف ساعة وقت اضافي . وتم تطبيق وصفات الزجاج وطئ الحرارة جداً (١٨ cone) على سطح الاجسام الخزفية باستخدام الفرشاة

حرق النموذج المطبق عليه الزجاج: وضع النموذج المطبق عليها وصفات الزجاج داخل الفرن وبالاعتماد على الجدول (٣) من برنامج الحرق وصولاً الى درجة حرارة (٧٠٠ م°) مع اعتماد نصف ساعة وقت اضافي لإتمام عملية النضج ، ثُم تم إخراج النماذج بعد (٢٤ ساعة) من فصل التيار الكهربائي عن الفرن . وكانت نتائج حرق الوصفات كما في شكل (١)

من حرارة الغرفة ← ١٥٠مْ ساعة واحدة
١٥٠مْ ← ٣٠٠مْ ساعتان
٣٠٠مْ ← ٧٠٠مْ ساعة واحدة

جدول (١) برنامج الحرق

شكل (٣) نتيجة الوصفات الاربعة المحروقة بدرجة حرارة ٧٠٠ مْ

ونظراً لوجود مواد صاهره في وصفات الزجاج قابله للذوبان في الماء وبالتالي التأثير على نتائج الوصفة قرر الباحث ان يقوم باختيار احدى هذه الوصفات وتفريتها بالاعتماد على رأي الخبراء* والمواصفات المعتمدة علمية للوصفة . وقد تم الاتفاق على تفريت خلطة رقم (١) كما في الشكل(٤) وتم طحن الزجاج المفرت بوساطة (طاحونة كهربائية) في كلية الفنون الجميلة بابل – فرع الخزف كما في الشكل (٥)

الشكل (٤) البودقة داخل الفرن

الشكل (٥) طاحونة كهربائية

(*) (أ.د. تراث امين عباس _ فنون تشكيلية / خزف) ، (أ.د. سامر احمد حمزة _ فنون تشكيلية / خزف) ، (أ.د. حيدر رؤوف سعيد - فنون تشكيلية / خزف)، (أ.د. منذر محمد سليمان _ فنون تشكيلية / خزف)

تهيأت خلطات الزجاج : تم وزن خمسة خلطات من الزجاج المفرت واطئ الحرارة جداً (١٨ cone) وبواقع (١٠٠ غم) ليتم اضافة الاكاسيد الملونة وحسب الجدول (٣) وتم اضافة الماء كوسط ناقل وبمعدل (٣٠ غم) ماء لكل (١٠٠ غم) زجاج لعمل مستحلب جاهز للتطبيق على سطح الجسم الخزفي.

رقم النموذج					
٥	٤	٣	٢	١	
صبغة صفراء	صبغة شذري	CuO	CoO	FeO	الأوكسيد
٥ %	٥ %	٤ %	١ %	٤ %	النسبة المضافة

الجدول (٣) نسبة الاكاسيد الملونة المضافة للزجاج

تطبيق الزجاج على الاجسام الخزفية : تم تطبيق ألسائل ألزجاجي المفرت على الجسام الخزفية بواسطة الفرشاة وكان سمك طبقة الزجاج حوالي (١,٥ ملم).

برنامج الحرق والتبريد : بعد الانتهاء من عملية التطبيق تترك النماذج لمدة (٢٤ ساعة) لكي تجف وذلك لتلافي انفصال الزجاج عن الاجسام الخزفية نتيجة تبخر الماء ألممتص من الجسم بعدها توضع النماذج في الفرن ألكهربائي . ولغرض التأكد من عدم وجود رطوبة في الجسم ألفخاري يتم تسخين الفرن إلى (١٥٠ مْ) ولمدة ساعة واحدة بعدها يتم اعتماد أسلوب الحرق ألسريع وصولاً إلى درجة الحرارة (٦٥٠مْ) وترك الفرن على تلك الدرجة لمدة ساعة وقت أضافي ثم يتم اخراج النماذج بعد مضي (٢٤ ساعة) وقد تم أعادة تلك العملية بنماذج أخرى وصولاً إلى درجة الحرارة (٧٠٠مْ) .

الملمس : قيم الملمس حسب المقياس الاتي : (ناعم ، قليل النعومة ، خشن)

الانصهارية :قيمت الانصهارية حسب المقياس الاتي :

١- بداية الانصهار

٢- انصهار قليل

٣- انصهار

٤- انصهار كامل

٥- انصهار شديد

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 و التجانس وذلك بالاعتماد على جدول ثوابت الشد السطحي جدول (٤) ووفق المعادلة التالية :

- النسبة المئوية للاوكسيد × ثابت الشد السطحي = X

– تجمع نتائج الفقرة السابقة لكل الاكاسيد المكونة لخلطة الزجاج.

الاوكسيد	ثابت الشد السطحي
SiO_2	3.4
Al_2O_3	6.2
Na_2O	1.5
B_2O_3	0.8
FeO	4.5
CuO	4.5
CoO	4.5
MnO	4.5
PbO	1.2

جدول (٤) ثوابت الشد السطحي بدرجة حرارة (٩٠٠ م°) داين /سم^{٣}

نقلا عن [٩]

حساب كثافة الزجاج المحروق : للكثافة أهمية في تحديد درجة الانعكاس و الانكسار ، وكثافة الزجاج هو مجموع كثافة الاكاسيد المكونة له ، وتتراوح كثافة زجاج الخزف بين (٢,١٢٥ – ٨,١٢٠ غم/ سم٣) ، وقد تم حساب الكثافة حسب جدول ثوابت الكثافة للاكاسيد (٥) ووفق المعادلة التالية :

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{النسبة المئوية للاوكسيد}}{١٠٠} \times \text{ثابت كثافة الاوكسيد}$$

الاوكسيد	ثابت الكثافة	درجة الانصهار C°
SiO_2	2.7	1710
Al_2O_3	3.8	2050
Na_2O	2.5	860
B_2O_3	1.8	700
FeO	5.7	1420

CoO	5.7	1705
PbO	٩,١	٥٠٠
SnO_2	6.8	1150

جدول (٥) ثابت الكثافة و درجة الانصهار لأكاسيد زجاج الخزف

نقلا عن [٧]

الفصل الرابع / النتائج ومناقشتها

النتائج :

نتائج العينة في درجة حرارة ٦٥٠ مْ

نتائج العينة في درجة حرارة ٧٠٠ مْ

نتائج القانون النسبي (وحدة الصيغة)

$R_2O - RO$		R_2O_3		RO_2	
Na_2O	٠,٥	AL_2O_3	٠,١	SiO_2	٠,٢
PbO	٠,٥			B_2O_3	٠,٨
١		٠,١		١	

خلطة (١) واطئ الحرارة جداً

نتائج حساب الشد السطحي

رقم الانموذج	الشد السطحي في ٦٥٠ مْ	الشد السطحي في ٧٠٠ مْ
١	١٦٨,٣٢٢	١٥٨,٣٢٢
٢	١٥٧,٨٢٢	١٤٧,٨٢٢
٣	١٦١,٣٢٢	١٥٥,٣٢٢
٤	١٥٤,٣٢٢	١٤٢,٣٢٢
٥	١٥٤,٣٢٢	١٤٢,٣٢٢

جدول قيم الشد السطحي داين/سم^{٣} للنماذج

نتائج كثافة الزجاج المحروق : تم حساب كثافة الزجاج المحروق بالدرجتين الحراريتين ٦٥٠مْ ،٧٠٠مْ بالاعتماد على عوامل كثافة الاكاسيد.

الرقم	كثافة الزجاج المحروق غم.سم٣
١	٥,٣٥
٢	٥,١٢٢
٣	٥,٢٣٢
٤	٥,١١٢
٥	٥,١١٢

جول نتائج كثافة الزجاج المحروق

نتائج الانصهارية :

درجة الحرارة	رقم النموذج				
	١	٢	٣	٤	٥
٦٥٠ مْ	١	٢	٢	٣	٣
٧٠٠ مْ	٤	٣	٤	٤	٤

جدول نتائج الانصهارية

نتائج الملمس: يتغير ملمس الزجاج بارتفاع درجات الحرارة وزيادة تفاعل مكونات الزجاج حيث يستوي السطح بعد اتمام عملية التفاعل وخروج الغازات واستقرار طبقة الزجاج . ولمعرفة قيم الملمس اجري هذا الفحص للزجاج في الدرجتين الحراريتين ٦٥٠ مْ و٧٠٠ مْ .

رقم النموذج	خشن	متوسط	ناعم
١	*		
٢	*		
٣	*		
٤	*		
٥	*		

جدول يبين قياس قيم الملمس في ٦٥٠ مْ

رقم النموذج	خشن	متوسط	ناعم
١			*
٢		*	
٣			*
٤			*
٥			*

جدول يبين قياس قيم الملمس في ٧٠٠ مْ

مناقشة النتائج:

مناقشة قانون وحدة الصيغة: قام الباحث بالاعتماد على اوكسيد البوريك كمادة مكونة للشبك علماً انه من الاكاسيد التي تقع ضمن مجموعة (R_2O_3) لإنتاج زجاج ينضج بدرجة حرارة اقل من (٨٠٠مْ).

مناقشة نتائج الشد السطحي : ان مدى قيم الشد السطحي لزجاج الخزف هو بين (١٣٠ – ٥٠٠ داين/سم٣)، ويتم احتساب قيمة الشد السطحي من خلال ثابت الشد السطحي للأكاسيد الداخلة في خلطة الزجاج ضمن ظروف حرارية معينة والتي نتمكن من خلالها معرفة قيم الشد السطحي للزجاج حسابياً، ومن خلال نتائج الشد السطحي للعينات نجد ان في درجة حرارة (٦٥٠مْ) تراوحت قيمة الشد السطحي ما بين (١٦٨,٣٢٢) للعينة (١) و (١٥٤,٣٢٢) للعينة (٥) و(٤) ان اختلاف قيمة الشد السطحي إنما هي ناتجة من اختلاف نسب اضافة تراكيب الاكاسيد ضمن خلطة الزجاج فنجد ان في العينه (١) كان الشد السطحي (١٦٨,٣٢٢) لذ نجد ان سطحها تميز بتكتله لاحتواء الخلطة على اوكسيد الحديد وهو من الاكاسيد الخاملة في درجات الحرارة الواطئة اما باقي العينات فقد اقترب في نسب الشد السطحي لأنها لم تنضج بعد. لذا تميزت بسطح خشن . وفي درجة حرارة (٧٠٠مْ) نلاحظ انخفاض نسبة الشد السطحي وذلك بسبب ارتفاع درجة الحرارة لان قيم الشد السطحي تتناسب عكسيا مع درجة الحرارة مما ادى الى نعومة السطح واستوائه ولمعانة.

مناقشة نتائج الكثافة و درجة الانصهار : ان كثافة زجاج الخزف تتراوح ما بين (٢,١٢٥-٨,١٢٠) غم/سم^{٣}، ومن خلال ثابت الكثافة والنسبة المئوية للأوكسيد ، وبحسب المعادلة الخاصة بإيجاد كثافة الاكاسيد، تبين ان كثافة الزجاج واطئ الحرارة جداً (١٨ cone) هي (٥,١٢٢) غم/سم^{٣}، ان اضافة الاكاسيد الملونة الى الزجاج واطئ الحرارة جداً (١٨ cone) يؤدي الى تحوله لزجاج لمّاع ملون مع الأخذ بنظر الاعتبار ان اضافة الاكاسيد الملونة يؤدي الى زيادة كثافة الزجاج مما يرفع من قيمة معامل الانكسار وانعكاس الضوء من السطح. ان اضافة الاكاسيد الملونة الى خلطة الزجاج واطئ الحرارة جداً لم يؤثر على النتائج اللونية فقط وانما على الانصهارية والكثافة والشد السطحي والملمس .فمن خلال نتائج كثافة الاكاسيد الملونة نجد ان اعلى كثافة هي للزجاج واطئ الحرارة جداً (١٨ cone) مع اوكسيد الحديد كما في العينة (١) حيث كانت الكثافة (٥,٣٥) فكان اكثر لمعان . واقل كثافة كانت في العينة (٢) حيث الكثافة (٥,١٢٢) فكان الزجاج اقل لمعان . ومن خلال ملاحظة نتائج العينات يمكن القول ان معظم العينات قد امتازت بانصهاريه جيدة في درجة حرارة (٧٠٠مْ) كما في العينة (١و٣ و ٤ و ٥) باستثناء العينة (٢) كانت اقل انصهاريه من باقي العينات وذلك لإضافة اوكسيد الكوبلت الى الزجاج واطئ الحرارة جداً (١٨ cone) وهذا الاوكسيد معروف بخموله واستقراره العالي وتحمله درجات حرارة عالية مما اثر في درجة حرارة نضج الزجاج قياسا بباقي الاكاسيد .اما في درجة حرارة (٦٥٠مْ) فلم يكن هناك انصهار كامل في جميع العينات وذلك لان هذه الحرارة كانت دون درجة نضج الزجاج واطئ الحرارة الذي تم تحضيره .

مناقشة نتائج الملمس : ان الزجاج الذي تم تحضيره في البحث الحالي هو زجاج واطئ الحرارة جدا وذو انصهاريه جيدة وقد نضج بدرجة حرارة (٧٠٠ م^{o}) ليعطي سطح صقيل، وقد كان للأكاسيد اللونية التي أضيفت للزجاج تأثير بسيط على درجة الانصهار واللمعان . فجميع العينات في درجة حرارة (٦٥٠مْ) امتازت بسطح خشن نتيجة لعدم نضج الزجاج وعدم انصهر مكوناته بشكل كامل . لكن في درجة حرارة (٧٠٠ م^{o}) نجد ان العينات امتازت بسطح ناعم مع فوارق بسيطة تعود للأكاسيد اللونية المضافة كما في العينة (١) و(٣) و(٤) و (٥) في حين نجد ان العينة (٢) كانت اقل نعومة وذلك بسبب اوكسيد الكوبلت المقاوم حرارية . في حين نجد ان اوكسيد الحديد والنحاس من الأكاسيد الصاهرة القوية وعلى العموم فأن هذا الاختلاف البسيط في الملمس يعود الى سلوك كل اوكسيد ملون وتصنيفه ضمن المجاميع الثلاثة المكونة للزجاج ($RO_{٢}$_RO_$R_{٢}O_{٣}$)

الاستنتاجات :

١. يمكن انتاج وصفات زجاج (١٨ cone) واطئ الحرارة جداً ينضج بدرجة حرارة اقل من (٨٠٠مْ).
٢. من الممكن تطبيق هذا الزجاج على الاجسام الخزفية .
٣. يمكن الحصول على الوان صريحة وبراقة عند اضافة اكاسيد التلوين والصبغات الى هذا الزجاج
٤. اثر اوكسيد الكوبلت وبشكل طفيف على انصهاريه الزجاج .وبالتالي اثر على ملمس سطح الزجاج
٥. زاد اوكسيد الحديد الشد السطحي للزجاج في درجات حرارة اقل من (٧٠٠مْ) .

التوصيات :

١. للحصول على نفس نتائج وصفة الزجاج يوصي الباحث بعدم استخدام المواد بشكل خام.
٢. عدم تطبيق خلطة الزجاج بسمك اكثر من (١ ملم) وذلك يؤدي الى تأخير في تساوي طبقة الزجاج وبالتالي سيلان المنصهر الزجاجي .

احالات البحث: الهوامش

١. **Dood, Arthur, Dictionary of Ceramic , Third Edition , British Library , London , 1994 . p368**
٢. **James, F. Shackeltord : Ceramic and glass materials, New York, 2008.p:174**
٣. **Singer, F., Singer : Industrial Ceramic, New York, 1963.p:533**
٤. **Fournier , Robert : Dictionary of Practicel Pottery , Revised- Edition , Creat Britain , 1973.p:32**
٥. **Hamer, Frank : The Dictionary of Pottery and Techniques, New York, 1975.p:33**
٦. **علام ، محمد علام : علم الخزف ، ج ١ ، مؤسسة سجل العرب ، القاهرة ، ١٩٦٤.ص١٠**
٧. **البدري ، علي حيدر صالح : التقنيات العلمية لفن الخزف والتزجيج والتلوين ، ط١ ، ج٣_٢ ، الأردن ، ٢٠٠٢.ص١٥٧**
٨. **Lawernce , w. g. : ceramic science for the pottery , chlton book , penmsylunia , U.S.A. , 1972.p:155**
٩. **Singer, F., Singer : Industrial Ceramic, New York, 1963.p:539**

المصادر والمراجع:

- **البدري ، علي حيدر صالح : التقنيات العلمية لفن الخزف والتزجيج والتلوين ، ط١ ، ج٣_٢ ، الأردن ، ٢٠٠٢.**
- **علام ، محمد علام : علم الخزف ، ج ١ ، مؤسسة سجل العرب ، القاهرة ، ١٩٦٤.**
- **Dood, Arthur, Dictionary of Ceramic , Third Edition , British Library , London , 1994 . p368**
- **James, F. Shackeltord : Ceramic and glass materials, New York, 2008.**
- **Singer, F., Singer : Industrial Ceramic, New York, 1963.**
- **Fournier , Robert : Dictionary of Practicel Pottery , Revised- Edition , Creat Britain , 1973.**
- **Hamer, Frank : The Dictionary of Pottery and Techniques, New York, 1975.**
- **Lawernce , w. g. : ceramic science for the pottery , chlton book , penmsylunia , U.S.A. , 1972.**
- **Singer, F., Singer : Industrial Ceramic, New York, 1963.**