التأثيرات الناتجة من إضافة (Cr_2O_3 , CoO) في زجاج خزف التأثيرات الخاصة

نبيل مع الله راضي

جامعة بابل/كلية الفنون الجميلة

ملخص البحث

يتناول هذا البحث إمكانية إضافة اكاسيد التلوين إلى زجاج الرماد واطئ الحرارة لإنتاج زجاج ملون واطئ الحرارة بتأثيرات خاصة ينضج بدرجات الحرارة (950 –1000مْ) ولهذا الغرض تم اختيار نوعين من الرماد (القصب– وتبن الشعير) ونوعين من الاكاسيد اللونية (الكوبلت CoO – والكروم Cr_2O_3) وتم تحديد نوع الجسم الفخاري بطينة محافظة بابل الزراعية (طينة المحاويل) أما المواد المضافة الخافضة لدرجة الحرارة فهي كاربونات الصوديوم (Na_2CO_3)– الفلسبار بوتاسيوم ($K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$)–اوكسيد البوريك (B_2O_3) .أما الحدود المكانية فكانت ضمن حدود محافظة بابل . ومن خلال التحليل الكيميائي لمكونات الرماد تم إخضاع الرماد إلى قانون وحدة الصيغة وعلى ضوء قاعدة سيكر تمكن الباحث من صياغة صيغة كيميائية للمكونات إذ تم صياغة خلطتين لنوعين من الرماد وقد تم إضافة على كل خلطة من هاتين الخلطتين نوعين من الاكاسيد اللونية (الكوبلت CoO)(والكروم Cr_2O_3) وكل اوكسيد على حدة وتم استخدام الرماد والمواد المضافة إليه بشكل خام وبدون غسل وقد مزجه الخليط بواسطة الكحول كوسط ناقل مع الماء بعدها تمت عملية تطبيق الزجاج على الأجسام الفخارية وقد اعتمد أسلوب الحرق السريع . وقد أظهرت النتائج اختلاف بين نوعي زجاج الرماد و الاوكسيد اللوني المضاف إليه من حيث الناتج اللوني ودرجة الانصهار . فكان الناتج اللوني لاوكسيد الكوبلت مع زجاج القصب ازرق عميق مائل إلى السواد ومع انصهاري عالية جدا بينما اوكسيد الكروم أعطى مع زجاج القصب لون عسلي مع انصهاري شديدة وشفافية عالية ومع زجاج تبن الشعير أعطى لون اخضر مع انصهاري اقل شدة وكان زجاج معتم وقد بينت النتائج إن إضافة الاكاسيد ذات السلوك القاعدي والتي تدخل ضمن مجموعة (RO) أو (R_2O) كانت ذات انصهاري أعلى وشفافية ولمعان وملمس ناعم كما في اوكسيد الكوبلت (CoO) إما الاكاسيد التي تدخل ضمن مجموعة (R_2O_3) فكانت ذات نتائج انصهاري اقل كما في النموذج (4) حيث كانت الانصهارية قليلة كون اوكسيد الكروم (Cr_2O_3) من الاكاسيد الخاملة لأنه يقع في مجموعة (R_2O_3) .

Abstract

This research deals the possibility of adding the coloring oxides to the glass ash at low temperature to produce stained glass at low temperature have special effects ripens temperature (950 -1000 c) That was chosen two types of the ash (the reed - and hay barley) and two types of oxides chromaticity (cobalt CoO - chromium Cr2O3) have been identified Body type potter mud Babil province, agricultural (mud MAHAWEEL) The additives lowering the temperature it is Sodium Carbonate (Na2CO3) - feldspar potassium (K2O.Al2O3.6SiO2) - boric oxide (B2O3) The spatial boundaries were within the boundaries of the province of Babylon . Through chemical analysis of the components of the ash was subjected ash into law unit formula and the light base Seker enables the researcher to formulate chemical formula of the components having been drafting Khalttin for two types of ash have been added to each batch of these Alkhalttin two types of oxides of colors (cobalt CoO) (chromium Cr2O3) and each individual oxide was used ash and additives in the raw without washing the mixture was mixed with alcohol as a medium by bus with water after the process has been applied to glass objects pottery has adopted a method of burning

rapidly . The results showed a difference between the two types of glass and ash oxide chromatography genitive in terms of color output and the degree of fusion. Was the color output of the oxide, cobalt with glass reeds Blue deep slant to the vast However fusion is very high while the oxide, chromium gave with glass cane honey-colored with fusion very high transparency and with the glass straw barley gave a green color with fusion less severe and was tinted Results showed that the addition oxides of behavior baseband and which fall within the range (RO) or (R2O) were of fusion higher transparency and gloss and smooth texture as in the oxide, cobalt (CoO) either oxides that fall within the range (R2O3) was with the results of fusion less as in the model (4) where fusion was the fact that a few chrome oxide (Cr2O3) of inert oxides because it is located in a group (R2O3).

مشكلة البحث: يكتسب الفن بمجمل نتاجاته الإبداعية طابعاً إنسانيا تتنازعة آليات البحث عن المغزى الحقيقي لتجليات الجمال منذ أطوار الحضارات القديمة وحتى ألان إذ تنطوي الفنون التشكيلية مثلا على قدر كبير من وسائل التعبير والبحث في الدلالات الفكرية والتقنية,التي تحرك هواجس الذات الإنسانية نحو تذوق كل ما هو جديد وغير مسبوق ويحمل طابعا حداثياً.

والخزف كجنس فني يرتبط بما سيؤول إليه أسلوب البحث في الجانب التقني لاسيما وان البنية الجمالية فيه تعتمد الإيغال في الطرح التجريبي وبالتالي التأثير على الجانبين الشكلي واللوني , ولما كانت الآلية التقنية للخزف تحتكم إلى مراحل عديدة ومعقدة,فأن عملية تشكله بالهيئة النهائية تتطلب معالجات بنائية وطرق مهارية ناجحة ذلك لان الخامات والعناصر والمركبات الكيميائية المتنوعة الداخلة في صناعته تخضع إلى أسلوب خاص , وبالذات حينما يرتبط موضوع التزجيج بزجاج التأثيرات الخاصة, زجاج الرماد واطئ الحرارة ,ومن خلال إضافة اكاسيد التلوين له ومعاملته وفق آلية بحثية جديدة تختلف عما كانت علية الحال في زجاج الرماد عالي الحرارة ومن هنا نشأت وتبلوره مشكلة البحث الحالي حول مدى ملائمة وعمل الاكاسيد اللونية مع مكونات الرماد والمواد المضافة إلية ولاسيما الصواهر منها, ووفقاً للتساؤل الآتي :

ما هي التأثيرات اللونية الناتجة من إضافة اكاسيد التلوين إلى زجاج الرماد واطئ الحرارة ؟

- **أهمية البحث:**تكمن أهمية البحث فيا يأتي :-

1- توفير زجاج رماد واطئ الحرارة ملون بما يتلاءم والأعمال الخزفية

2- استفادة الخزافين في تزجيج أعمال الخزف واطئ الحرارة.

3- إنتاج زجاج ملون بتكاليف زهيدة .

- **أهداف البحث:**يهدف البحث إلى أنتاج زجاج ملون من الرماد وطئ الحرارة .
- **حدود البحث:** يقتصر البحث الحالي على دراسة نوعين من الرماد(القصب, وتبن الشعير).

أ- الحدود المكانية :مدينة الحلة في محافظة بابل – قضاء المحاويل .

ب- الجسم الفخاري: طينة الحلة (المحاويل) الحمراء.

ت- درجة حرارة الحرق:

1- الفخار (1050مْ).

2- الزجاج (950مْ) (1000مْ).

ث- استخدام أنواع الرماد لتكوين الزجاج بشكل خام.

ج- المواد المضافة للرماد:

1- كاربونات الصوديوم (Na_2Co_3)

2- فلسبار بوتاسيوم ($K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$).

3- اوكسيد البوريك (B_2O_3).

4- الفلنت (SiO_2).

ح- تم إضافة الكحول كوسط ناقل مع الماء إلى خلطات الزجاج .

- **المقدمة:**

1- المرجعيات التاريخية

لقد أدرك العراقيون القدماء أهمية الرماد المتخلف من بعض أنواع النباتات المحروقة لاستخلاص المواد المعدنية التي يحتويها كالبوتاسيوم والصوديوم ولإغراض مختلفة وخاصة صناعة الزجاج والخزف ومن هذه النباتات التي يطلق عليها نباتات الصودا التفاح البري و حشيش الضفدع والنبتة المعروفة (بالقلي) كما يدعوها العرب (ليفي .1980. ص[171]). وكانت النباتات تحرق بعزلة عن التيارات الهوائية لينتج عنها رماداً غنياً بكاربونات الصوديوم والبوتاسيوم ومن هذه النباتات نبات (الرمث) وهو المصدر الرئيسي لإنتاج الصودا التي تستخدم في صناعة الزجاج والصناعات الأخرى حيث تصل نسبة الصودا في رماده من (15% - 20%) (فندلاي.1966.ص231). وطور الصينيون تزجيجا" ذا درجة حرارة عالية قبل حوالي (2000 سنة) بعد أن اكتشفوا مصادفة بأن بعض ألقطع ألفخارية عند حرقها في أثناء ألحرقة ألأولى يظهر جزء من جوانبها مغطى بطبقة زجاج ناتجة من التصاق ألرماد ألمتطاير من الخشب المحروق على جسم ألقطع بدرجة حرارة عالية تقدر بأعلى من (1200مْ) ويحصل نتيجة ذلك تفاعل بين ألرماد و ألسطح ألفخاري لأعطاء نوع من ألتزجيج.(الكرادي.2006.ص6).

وكان يطلق على أملاح (كاربونات الصوديوم)المستخرجة من الرماد اسم النِتر(NITRE) والتي كانت تضغط على شكل كتل يطلق عليها (حجر ألنتر) (ليفي. 1980.ص[234]) .

وفي العراق لا يزال الخزافون الشعبيون في محافظة كربلاء يستعملون الطرق القديمة في أنتاج الزجاج , من خلال حرق نبات (ألطرطيع) داخل حفر حتى تتجمع المواد القلوية الذائبة في قعر الحفرة ثم تترك هذه المواد لتتصلب مكونة طبقة ملحية صلبة تدعى (ألكلو) وهو الاسم الشعبي لهذه المادة التي تستخدم في خلطات الزجاج الشعبي المستعمل في تزجيج البلاط القاشاني (الطاهر .2002.ص[4]).

والرماد الذي يمكن الاستفادة منه في الخزف هو ألرماد ألمتكون من احتراق ألأشجار والنباتات إذ تكون ألمخلفات غير قابلة للاحتراق متكونة من مواد غير عضوية والتي تم أخذها من ألتربة خلال مدة حياتها (HAMER. 1975 .p .13).

2- وحدة الصيغة :(قاعدة سيكر 1885م) Sugared

لقد أعتمد في تصنيف مكونات التزجيج حسابات علمية دقيقة تعرف بنظام صيغة سيگر(SEGER.FORMULA) أو الصيغة التجريبية وهي قاعدة لحساب خلطات ألزجاج , ويمكن أن يعبر عن مكونات التزجيج بالأكاسيد المكونة لها ولو إن هذه ألأكاسيد لا توجد كأكاسيد ولكن توجد كسيليكات معقدة في طلاء التزجيج.

وهذه القاعدة صنفت ألأكاسيد ألمكونة للزجاج إلى ثلاث أصناف وهي :

1- ألمواد ألقاعدية ($R_2O - RO$).

2 - ألمواد ألمتعادلة (R_2O_3).

3 - ألمواد ألحامضية (RO_2).

والعلاقة بين هذه ألمواد ألثلاثة تحدد درجة ألحرارة و ألشفافية:

أ – ألعلاقة بين ألمواد ألقاعدية و ألحامضية :– تحدد هذه ألعلاقة درجة الحرارة فكلما ازدادت ألمادة ألقاعدية انخفضت درجة ألحرارة (RHODES.1975.P.165) .

ب – ألعلاقة بين ألمادة ألحامضية و ألمتعادلة:– وتحدد هذه ألعلاقة درجة العتمة فكلما ازدادت ألمادة ألمتعادلة أزداد تركيزها في ألزجاج وسببت ألعتمة وكلما قل تركيزها أصبح ألزجاج نصف شفاف إلى شفاف وهذه ألعلاقة تتناسب طردياً مع درجة ألحرارة (RHODES. 1975. P.165)

3– حالة التفاعل الأيوني: يتم إضافة العناصر المعدنية بهيئة اكاسيد مباشرة إلى خلطات التزجيج مثل اكاسيد الحديد والنحاس والكوبلت وغيرها,وينتج اللون من الايون اللوني المذاب في تركيب التزجيج كجزء من تركيب شبك السيلكا ويقدر اللون من خلال الحالة التأكسدية وعدد الأواصر لذلك الايون, مثلا النحاس (Cu^{+2}) يأخذ مكانه ضمن شبك التزجيج لكنه يتصرف قبل الصوديوم والقواعد الأخرى (معدل الشبك أي محيط سداسي) ليعطي اللون الأزرق.كذلك في حالت الحديد الثلاثي (Fe^{+3}) أو الكوبلت الثنائي أحيانا يأخذ هذا الايون مكان السيلكا (SiO_2) في الشبك (مكون الشبك محيط رباعي) ليعطي لون جوزي عميق وازرق على التوالي لكن أذا تصرف كمعدل للشبك (سداسي) يعطي لون اصفر ضعيف أو وردي على التوالي ولبعض الايونات القابلية على التواجد في الحالتين رباعي وسداسي (معدل + مكون) فينتج عنها لون أعمق وأقوى مما لو كان بحالة واحدة (ألبدري . 2002.ص148).

4– الكوبلت: أكثر الاكاسيد استقرارا وثباتا في التزجيج وينتج ألوان متشابهه تقريبا في اغلب أنواع التزجيج وفي ظروف الحرق المختلفة والمركب الغالب استخدامه هو كاربونات الكوبلت ($CoCo_3$) واوكسيد0 الكوبلت الأسود (CoO) والكربونات أفضل كونها ذات حبيبات ناعمة تعطي لون متجانس الكوبلت من أقوى اكاسيد التلوين قوة تلوينية فإضافة ربع من الواحد بالمائة إلى الزجاج تعطي لون ازرق قوي و(1%)يعطي لون ازرق غامق وأكثر من هذه النسب تنتج لون ازرق مسود وعميق جدا (الهنداوي .1989.ص[34]) . وعند استخدام الكوبلت (CoO) مع الزجاج المحتوي على المغنيسيوم (MgO) بكمية (0.2%) أو أكثر ينتج لون ازرق محمر0 في درجات الحرارة العالية جدا يمكن أن ينتج لون مبقع ازرق ووردي ومحمر وهذا اللون من الصعب السيطرة عليه لأنه ينتج بدرجة حرارية وجو احتراق خاصين ومن الصعوبة تكراره (ألبدري . 2002 . ص188).

5– الكروم: أكثر الاكاسيد تغيرا في أنتاج اللون فهو ينتج اللون الأحمر الأصفر والوردي إضافة إلى لونه العام وهو اللون الأخضر في التزجيج ويعتمد اللون المنتج على تركيب الزجاج ودرجة الحرق وتعد خامات الكرومات المصدر الوحيد لمركبات الكروم وصيغته (.$FeO.Cr_2O_3$) ويحوي على (68%) اوكسيد الكروم (.Cr_2O_3) وعلى اوكسيد الحديد (.Fe_2O_3) وشوائب أخرى (جميل 1980 0 ص[230]). أن إضافة نسبة (0.5–3%) من الكروم إلى التزجيج الحرارة الواطئ يعطي لون اخضر ذو قوة وشدة أو في التزجيج المحتوي على كمية كبيرة من الرصاص ينتج الكروم اللون الأحمر أو البرتقالي أو الأصفر تعتمد الدرجة اللونية هذه على درجة الحرارة ونسبة (1–2%) كروم كافية لإنتاج لون قوي بسبب النزعة الشديدة لتكوين البلورات السطحية (ألبدري .2002 .ص[189]). والكروم يتطاير في درجات الحرارة العالية والتي تزيد على (1150مْ) وأحيانا نجد إن التزجيج المحتوي على القصدير يتحول إلى اللون الوردي بسبب الكروم المتطاير من القطع المجاورة بنفس الفرن (الهنداوي . 1989 . ص[39]).

6- الأطيان الحمراء : سميت بالأطيان الحمراء لارتفاع نسبة أوكسيد الحديد فيها والذي يكسبها ألوان متعددة منها البني أو الأحمر أو الرمادي المخضر أو الأسمر المصفر وهي من أكثر أنواع الأطيان انتشارا في الطبيعة ولهذا يمكن الحصول عليها بكميات وافرة وتتميز هذه الأطيان باللدونة العالية وذلك لنعومة حبيباتها ولهذا تضاف إليها نسبة محددة من مواد غير لدنة كالرمل أو مسحوق الفخار لتقليل لدونتها (جون ديكرسون .1986. ص[25]) . وتمتاز هذه الأطيان باحتوائها على نسبة عالية من ألقلويات (K_2O – Na_2O) ونسبة عالية من ألقواعد ألترابية (MgO – CaO) و أوكسيد ألحديد (Fe_2O_3) وكذلك على مواد عضوية لذلك تكون عالية ألمسامية بعد ألحرق .هنالك علاقة قوية بين درجة انصهار ألأطيان ألحمراء وألمسامية وصلابة ألمنتج . (الزمزمي والشيباني.1996. ص[135]) .

- **الجزء العملي:**

1- **حرق النباتات وتهيئة الرماد:**تم حرق ألنباتات في فرن بني لهذا ألغرض وبعد ألتأكد من خلو ألنباتات من أي شوائب وكذلك أرضية ألفرن وحرقت بدون أية مواد مساعدة للحرق وبوجود تيار هوائي وتركت لمدة أربع وعشرين ساعة لأتمام عملية ألحرق وبعد ألتبريد تم جمع هذه ألمواد وغربلتها بغربال (ESH 60). وذلك للحصول على رماد خالي من أي أجسام غريبة ولغرض ألتأكد من احتراق جميع ألمواد ألعضوية وكذلك تساوي ألحرق لجميع أجزاء ألرماد وللتخلص من ألكربون ألناتج من ألحرق ألأولي تم وضع ألرماد في أوعية طينية معدة لهذا لغرض وحرق ألرماد داخل ألفرن ألكهربائي للحصول على ألحرق ألنظيف لدرجة حرارة (750 مْ) بعدها تم جمع ألرماد ألناتج في أوعية خاصة وكلُ على حدة .

2- تشكيل ألنماذج والجفاف والحرق: بعد أن أصبحت ألطينة جاهزة وبشكل لدن تم تسويتها على أرضية خشبية (BOARD) وبسمك (1.5 سم) وطول (10 سم) وعرض (6 سم) وعلى شكل بلاطات.ثم تركت ألنماذج وهي مغطاة بقطعة قماش وبعيداً عن أي تيار هوائي إذ جمعت هذه ألقطع بعضها فوق بعض وتركت وهي مغطاة بقطعة قماش وتركت إلى أن جفت بشكل كامل . وبعدها تم حرق ألنماذج بفرن كهربائي بقياس (35 × 35 × 25) سم وبدرجات حرارة (1050مْ) وتم ألتأكد من كونها خالية من أي أثار للانصهار وألأعوجاج.

3- التحليل الكيميائي للرماد

ت	ألأكاسيد	القصب	تبن ألشعير
1	SiO_2	56.1	60.4
2	Al_2O_3	1.2	6.6
3	Na_2O	7.4	3.9
4	K_2O	3.07	6.08
5	CaO	12.2	14.8
6	MgO	3.2	6.6
7	Fe_2O_3	16.6	2.3

الجدول (1) يبين التحليل الكيميائي للرماد

ألطاهر . 2002 . ص[25]

4- حساب القانون النسبي:ومن خلال ألتحليل ألكيميائي يمكن حساب قانون وحدة ألصيغة من خلال ألعلاقة ألتالية:

1- نسبة ألأوكسيد ألمئوية ÷ ألوزن ألجزيئي .

2- تجمع نتائج ألقواعد معاً.

3- تقسيم نتائج الفقرة واحد على مجموع ألقواعد.

ومن خلال ألتحليل ألكيميائي والعلاقات ألسابقة لوحدة ألصيغة يتم احتساب ألأجزاء ألجزيئية لكل نوع من أنواع خلطات ألرماد وكلاً على حِده :-

خلطة رماد القصب

رماد القصب		% 64.4
كاربونات ألصوديوم	Na_2CO_3	% 32
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O.\ Al_2O_3.\ 6SiO_2$	% 3.2
أوكسيد ألبوريك	B_2O_3	

خلطة رماد تبن الشعير

رماد تبن ألشعير		% 59.5
كاربونات ألصوديوم	Na_2CO_3	%29.6
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O.\ Al_2O_3.\ 6SiO_2$	% 10
أوكسيد ألبوريك	B_2O_3	%0.5

5- تهيئة خلطات الزجاج: لقد تم تهيئة أربع خلطات من زجاج الرماد بشكل خام وبنسب تم تحديدها حسب قانون وحدة الصيغة وكما يلي:-

أ- خلطات زجاج رماد القصب

خلطة رقم (1)

رماد القصب		% 64.4
كاربونات ألصوديوم	CO_2Na_3	% 32
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O.\ Al_2O_3.\ 6SiO_2$	% 3.2
اوكسيد الكوبلت	CoO	% 0.5

خلطة رقم (2)

رماد القصب		% 64.4
كاربونات ألصوديوم	Na_2CO_3	% 32
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O.\ Al_2O_3.\ 6SiO_2$	% 3.2
أوكسيد الكروم	Cr_2O_3	% 2

ب- خلطات زجاج رماد تبن الشعير

خلطة رقم (3)

رماد تبن ألشعير		% 59.5
كاربونات ألصوديوم	Na_2CO_3	%29.6
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O.\ Al_2O_3.\ 6SiO_2$	% 10
أوكسيد ألبوريك	B_2O_3	%0.5
اوكسيد الكوبلت	CoO	% 0.5

خلطة رقم (4)

رماد تبن ألشعير		% 59.5
كاربونات ألصوديوم	Na_2CO_3	%29.6
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O.\ Al_2O_3.\ 6SiO_2$	% 10
أوكسيد ألبوريك	B_2O_3	%0.5
أوكسيد الكروم	Cr_2O_3	% 2

6- استخدام الفرن الكهربائي:تم استخدام الفرن الكهربائي في كلية الفنون الجميلة (مختبر كيمياء الزجـــاج) وكان بقياس (35*30*38) سم.

درجة الحرارة 1.2 ----- 1

الشفافية 10 ----- 1 **خلطة رماد القصب**

مكافئ إلا لومينا 0.12

		$R_2O.RO$			R_2O_3		RO_2					
Na_2O	K_2O	CaO	MgO	$F e_2O_3$	Al_2O_3	SiO_2	N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
0.137							ASH SADIUM OXIDE	Na_2O	0.137	62	8.49	4.9
	0.03						ASH POTASSIU OXIDE	K_2O	0.03	94	2.8	1.6
		0.2					ASH CALCIUM OXIDE	Ca O	0.2	56	11.2	6.4
			0.1				ASH MAGNESIU OXIDE	MgO	0.1	40	4	2.3
				0.1			ASH IRON OXIDE	$F e_2O_3$	0.1	160	16	9.2
					0.01		ASH ALUMINA	Al_2O_3	0.01	102	1.02	0.5
						1.14	ASH SILICAE	SiO_2	0.014	60	68.4	39.5
	0.01				0.01	0.06	FELDSPAR POTASSIUM	$K_2O. Al_2O_3 .6SiO_2$	0.01	556	5.56	3.2
0.523							SADIUM CARBONATE	Na_2CO_3	0.523	106	55.4	32
											172.8	99.6

(F) = FORMULA (ألصيغة)

(M.P) = PROPORTION OF MOLECULES (نسبة ألجزيئات)

(M.W) = WEIGHT OF MOLECULES (الوزن ألجزيئي)

(P.W) = PROPORTION OF WEIGHT (نسبة الجزيئات في الوزن الجزيئي)

درجة الحرارة 1.75 ----- 1

الشفافية 10 ----- 1 **خلطة رماد تبن الشعير**

مكافئ إلا لومينا 0.12

		$R_2O.RO$			R_2O_3		RO_2					
Na_2O	K_2O	CaO	MgO	$F e_2O_3$	Al_2O_3	B_2O_3	SiO_2	N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
0.06								ASH SADIUM OXIDE	Na_2O	0.06	62	3.72	2.2
	0.084							ASH POTASSIU OXIDE	K_2O	0.084	94	7.89	4.7
		0.24						ASH CALCIUM OXIDE	Ca O	0.24	56	13.44	8
			0.12					ASH MAGNESIU OXIDE	MgO	0.12	40	4.8	2.8
				0.012				ASH IRON OXIDE	$F e_2O_3$	0.012	160	1.92	1.1
					0.066			ASH ALUMINA	Al_2O_3	0.066	102	6.73	4
							1.02	ASH SILICAE	SiO_2	1.02	60	61.2	36.7
	0.03				0.03		0.18	FELDSPAR POTASSIUM	$K_2O. Al_2O_3 .6SiO_2$	0.03	556	16.68	10
						0.012		SADIUM CARBONATE	B_2O_3	0.012	70	0.84	0.5
0.466									Na_2CO_3	0.466	106	49.39	29.6
												166.6	99.6

(F) = FORMULA (ألصيغة)

(M.P) = PROPORTION OF MOLECULES (نسبة ألجزيئات)

(M.W) = WEIGHT OF MOLECULES (الوزن ألجزيئي)

(P.W) = PROPORTION OF WEIGHT (نسبة الجزيئات في الوزن الجزيئي)

نتائج خلطات زجاج القصب

عينة رقم (1)
رماد القصب مع اوكسيد الكوبلت (950 C)

عينة رقم (2)
رماد القصب مع اوكسيد الكوبلت (1000 C)

عينة رقم (3)
رماد القصب مع اوكسيد الكروم (950 C)

عينة رقم (4)
رماد القصب مع اوكسيد الكروم (1000 C)

نتائج خلطات زجاج التبن

عينة رقم (5)
رماد التبن مع اوكسيد الكوبلت (950 C)

عينة رقم (6)
رماد التبن مع اوكسيد الكوبلت (1000 C)

عينة رقم (7)
رماد التبن مع اوكسيد الكروم (950 C)

عينة رقم (8)
رماد التبن مع اوكسيد الكروم (1000 C)

7- الفحوصات التي أجريت على النماذج

أ- حساب معامل الشد السطحي

تم حساب معامل ألشد ألسطحي للزجاج وذلك لمعرفة تأثير ألمواد ألداخلة في تركيب زجاج ألرماد على نسب معاملات ألشد ألسطحي بالأعتماد على جدول ثوابت ألشد ألسطحي (2) وفق ألعلاقة ألأتية :-

1. ألنسب ألمئوية للأوكسيد × معامل ألشد ألسطحي = X .
2. تجمع نتائج ألخطوة (1) لكل ألأكاسيد .

ت	ألأكاسيد	معامل ألشد ألسطحي
1	SiO_2	3.4
2	Al_2O_3	6.2
3	B_2O_3	0.8
4	Fe_2O_3	4.5
5	Na_2O	1.5
6	K_2O	0.1
7	CaO	4.8
8	MgO	6.6
9	CoO	4.5
10	Cr_2O_3	4.7

جدول (2) يبين ثوابت معامل ألشد ألسطحي للمواد في درجة حرارة°900 C داين / سم 3

(SINGER & SINGER . 1963 . P.56)

ب- حساب كثافة ألزجاج ألمحروق

للكثافة أهمية في تحديد درجة ألأنعكاس وقيمة معامل الانكسار وكثافة ألزجاج هو مجمـــوع ثوابـــت كثافـــة ألأكاسيد ألمكونة له وتتراوح كثافة طبقات ألزجاج بين (2.125 _ 8.120 غم / سم3) وتم حساب ألكثافة حسب جدول ثوابت ألكثافة للأكاسيد (3) وفق ألعلاقة ألأتية:- (علام .1964 .ص[132]) .

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

ألأكاسيد	ثابت كثافة ألأوكسيد
SiO_2	2.7
Al_2O_3	3.8
B_2O_3	1.8
Fe_2O_3	5.3
Na_2O	2.3
K_2O	2.32
CaO	3.3
MgO	3.5
CoO	5.6
Cr_2O_3	3.9

ألجدول (3) يبين ثوابت ألكثافة للأكاسيد

(ألطاهر . 2002 . ص50)

ج- حساب قيمة ألشفافية حسب ألمقياس الأتي:

1. شفاف.
2. نصف شفاف .
3. معتم.

د- حساب قيمة الذوبان حسب المقياس الأتي:

1. بداية ألذوبان .
2. ذوبان قليل .
3. ذوبان .
4. ذوبان كامل .
5. ذوبان شديد.
6. ذوبان شديد جداً .

ح- حساب قيمة الملمس حسب المقياس الأتي:

1- خشن .
2- متوسط .

3- ناعم.

9- نتائج حساب الشد السطحي

تم حساب الشد السطحي للنماذج بدرجة حرارة (950مْ – 1000مْ)

الخلطة	950م	1000م
1	299.226 داين / سم^2	297.226 داين / سم^2
2	292.076 داين / سم^2	290.076 داين / سم^2
3	296.53 داين / سم^2	294.53 داين / سم^2
4	303.68 داين / سم^2	301.48 داين / سم^2

جدول (4) يبين قيم الشد السطحي للنماذج

10- نتائج كثافة ألزجاج :تم حساب كثافة ألزجاج للنماذج بدرجة حـــرارة (950مْ – 1000مْ) بالاعتمـــاد على عوامل كثافة الاوكسيد

جدول (5) قيمة كثافة الزجاج

الخلطة	كثافة الزجاج المحروق
1	2.738 غم / سم^3
2	2.917 غم / سم^3
3	2.867 غم / سم^3
4	2.688 غم / سم^3

11- نتائج الشفافية والعتمة: لمعرفة نتائج الشفافية والعتمة للنماذج تم التقييم بدرجـــة حـــرارة (950مْ – 1000مْ) وكما مبين بالجدول أدناه:

جدول (6) قيم الشفافية للنماذج بدرجة حرارة (1000مْ)

ألخلطة	شفاف	نصف شفاف	معتم
1		*	
2	*		
3		*	
4			*

جدول (7) قيم الشفافية للنماذج بدرجة حرارة (950مْ)

ألخلطة	شفاف	نصف شفاف	معتم
1	*		
2	*		
3	*		
4			*

12- نتائج الملمس: لغرض معرفة قيم خشونة ألسطح تم ألتقييم باللمس وبدرجة حرارة (950 مْ – 1000مْ)

ألخلطة	خشن	متوسط	ناعم
1		*	
2			*
3		*	
4		*	

جدول (8) نتائج قيم الملمس للنماذج بدرجة حرارة (950مْ)

ألخلطة	خشن	متوسط	ناعم
1			*
2			*
3			*
4		*	

جدول (9) تائج قيم الملمس للنماذج بدرجة حرارة (1000مْ)

13- نتائج الانصهارية: للتعرف على درجة ألأنصهارية لأنواع ألزجاج بدرجات ألحرارة (950مْ – 1000مْ) نلاحظ جدول (10) :-

ألخلطة	950م	1000م
1	4	5
2	6	6
3	5	6
4	3	4

ألجدول (10) يبين قيم نتائج ألأنصهارية

- **مناقشة النتائج**

أ- مناقشة نتائج الشد السطحي: هناك علاقة بين لزوجة السائل الزجاجي والشد السطحي إذ كلما ارتفعت لزوجة السائل الزجاجي ازداد الشد السطحي وان ظاهرة الشد السطحي سببها هو شد الجزيئات سطح السائل بعضها إلى بعض وهذه الجزيئات هي من مكونات السائل نفسها وان الاكاسيد التي تسبب الشد السطحي هي الاكاسيد الترابية (MgO – CaO) والالومينا (Al_2O_3) و السيلكا (SiO_2) إذ كلما ازدادت نسبة هذه المواد عن الصيغة التجريبية ازداد الشد السطحي ولقد اتفق العلماء على تحديد قيمة الشد السطحي لزجاج الخزف وهو (300 داين / سم^2) أو من ضمن مدى (130 – 500 داين / سم^2) ومن خلال النظر إلى جدول الشد السطحي للخلطات نلاحظ انه كان ضمن مدى الزجاج الخزفي إذ لم يقل عن (250 داين \سم2) ولم يتجاوز (303 داين\سم 2) وهذا ناتج من اختلاف نسبة القواعد الترابية (CaO . MgO) كذلك نجد أن إضافة اكاسيد التلوين إلى الخلطات أدى إلى اختلاف في معامل الشد السطحي فمن خلال النظر إلى التحليل الكيميائي للرماد نجد إن نسبة القواعد الترابية في زجاج تبن الشعير أكثر مما في زجاج القصب ألا أن إضافة اوكسيد الكوبلت (CoO) إلى زجاج القصب أدى إلى زيادة معامل الشد السطحي وذلك لوجود نسبة عالية من اوكسيد الحديد (Fe_2O_3)ورغم انه يعتبر من الصواهر القوية ألا انه عمل تحت مجموعة (R_2O_3) في الزجاج

لان الكوبلت عمل تحت مجموعة (RO) فنتج عن ذلك زجاج اقل انصهارية لارتفاع اللزوجة والشد السطحي كما في النموذج (1) في حين أن إضافة اوكسيد الكوبلت (CoO) إلى زجاج التبن كان اقل شد سطحي مقارنة بزجاج القصب مع الكوبلت وذلك لان اوكسيد الكوبلت مادة صاهره جيدة وقد عمل تحت مجموعة (RO) في زجاج التبن ورغم ارتفاع نسبة القواعد الترابية فيه إلا انه أنتج زجاج منصهر قليل اللزوجة وأنتج لون ازرق كما في النموذج (3) في حين أن إضافة الكوبلت (CoO) إلى زجاج القصب أنتج لون ازرق مائل إلى السواد بسبب ارتفاع نسبة اوكسيد الحديد (Fe_2O_3) فيه وهذا الاوكسيد ذو قوة لونية عالية بينما السطحي وذلك لان هذا الاوكسيد عمل تحت مجموعة (R_2O_3) في زجاج القصب الذي يحتوي على نسبة عالية من اوكسيد الحديد الذي يعتبر مادة صاهره عالية مما أدى إلى إنتاج زجاج منصهر بصورة عالية .كما أنتج لون مائل إلى العسلي للقوة اللونية لاوكسيد الحديد (Fe_2O_3) كما في النموذج (2) أما إضافة اوكسيد الكروم (CR_2O_3) إلى زجاج التبن فقد أدى إلى ارتفاع عالي في الشد السطحي وذلك لان هذا الاوكسيد عمل تحت مجموعة (R2O3)ولوجود نسبة عالية من الالومينا (Al_2O_3)في هذا الزجاج وانخفاض المواد الصاهره جعل الزجاج اقل انصهارية وأكثر لزوجة وشد سطحي كما في النموذج (4) بالإضافة الى احتواء هذا الزجاج على نسبة عالية من القواعد الترابية (CaO – MgO) التي ترفع الشد السطحي .

ب- مناقشة نتائج كثافة الزجاج: إن للكثافة تأثير على انعكاس وانكسار الضوء إذ كلما ارتفعت كثافة الزجاج زاد لمعانة. وكثافة الزجاج تتراوح مابين (2.125 – 8.120) غم \ سم^3(علام. 1964. ص^{133}) . وتبين نتائج الكثافة أنها قد تراوحت مابين (2.688 – 917.2)غم اسم^3 وقد لوحظ أن النتائج اللونية لزجاج القصب مع الكروم (Cr_2O_3) أكثر لمعان وبريق من زجاج التبن مع اوكسيد الكروم (Cr_2O_3) وذلك بسبب ارتفاع كثافة الزجاج إذ بلغت (2.917)غم اسم^3 كما في النموذج (2) وفي النموذج (3) وهو زجاج التبن مع اوكسيد الكوبلت (CoO) كانت كثافة الزجاج (2.867)غماسم^3 أعلى من كثافة زجاج القصب مع اوكسيد الكوبلت (CoO) والتي بلغت (2.738) غماسم^3 في النموذج رقم (1) فكان الزجاج في النموذج (3) أكثر لمعاناً وبريقا من النموذج رقم (1) ذو الكثافة الأقل. ويجب الإشارة إلى انه تم اعتماد نتائج الحرق بدرجة (1000مْ) في تقيم البريق واللمعان للنماذج لأنها الدرجة المثلى للنضج (الانصهار الكامل) لكافة مركبات الزجاج حيث أن الجزيئات غير المنصهرة لها كثافات مختلفة.

ج- مناقشة نتائج الشفافية والعتمة: إن سبب العتمة هو عدم النضج أو ارتفاع نسبة المواد المسببة للعتمة وهي القواعد الترابية (CaO – MgO) و الالومينا (Al_2O_3) كما أن ارتفاع درجة الحرارة وزيادة الانصهار وتفاعل مكونات الزجاج دور في تقليل العتمة لذلك . نلاحظ بدرجة حرارة (950مْ) ان النموذج (1) كان نصف شفاف لوجود مواد غير منصهرة بسبب انخفاض درجة الحرارة والنموذج (4) كان معتم أيضا بسبب انخفاض درجة الحرارة وارتفاع نسبة القواعد الترابية (CaO – MgO) والنموذج رقم (3) كان نصف معتم لارتفاع نسبة الالومينا وانخفاض درجة الحرارة في حين ان النموذج (2) كان شفاف بسبب انصهار مكونات الخلطة وارتفاع نسبة اوكسيد الحديد (Fe_2O_3) والقلويات مع انخفاض نسبة القواعد الترابية المسببة للعتمة . أما في درجة حرارة (1000مْ) نلاحظ ان ارتفاع درجة الحرارة تسبب في تحول النماذج (1 , 3) من نصف شفاف إلى شفاف بسبب الانصهار الشديد في الخلطات مع إمكانية رفع درجات الحرارة للحصول على نتائج أفضل في تلك الخلطات وفي النموذج (2) فقد أصبح أكثر شفافية بسبب الانصهار الكامل لكافة مكونات الخلطة إما النموذج (4) فبقي محافظا على عتمته وذلك بسبب احتوائه على نسبة عالية من القواعد الترابية (CaO – MgO) و الالومينا (Al_2O_3) وعمل اوكسيد الكروم (Cr_2O_3) ضمن مجموعة

(R_2O_3) مما أدى إلى رفع درجة حرارة نضج الخلطة وبالتالي حدوث العتمة ولكننا يمكن ان نحصل على نتائج أفضل في حال قمنا برفع درجة الحرارة .

ح- مناقشة نتائج الملمس: اضهرت نتائج الملمس ان النموذج (2) ناعم بسبب الانصهار الجيد لمكوناته إما النماذج (3-4-1) فكانت ذات ملمس متوسط الخشونة بسبب عدم انصهار الزجاج بشكل تام وذلك لارتفاع نسبة القواعد الترابية (CaO-MgO) و الالومينا (Al_2O_3) ولانخفاض درجة الحرارة وبدرجة حرارة (1000مْ) نلاحظ أن ارتفاع درجة الحرارة جعل النماذج (1-3) ذات سطوح ناعمة بعد أن كانت متوسطة الخشونة وذلك لانصهار مكونات الزجاج والنموذج (2) نلاحظ انه أصبح أكثر نعومة للانصهار العالي لكافة مكونات الزجاج في حين نلاحظ إن ارتفاع درجة الحرارة لم يؤثر على النموذج رقم (4) من حيث الملمس وذلك لاحتوائه على نسبة عالية من الالومينا مما سببت ارتفاع درجة حرارة انصهار هذه الخلطة بالإضافة إلى وجود القواعد الترابية ومن خلال ما تقدم نستنتج أن لدرجة الحرارة الأثر الكبير في ملمس السطح إذ كلما ارتفعت درجة الحرارة أصبح الزجاج أكثر نعومة . كذلك إن القواعد الترابية (MgO -CaO) والالومينا (Al_2O_3) كونها من المواد ذات المقاومة الحرارية العالية لذلك زيادة هذه المواد يؤدي إلى عدم النضج بدرجة الحرارة الواطئة وذلك يؤدي إلى سطح خشن .

د- مناقشة نتائج الانصهارية: من خلال جدول الانصهارية نلاحظ أن نسبة الانصهار للنماذج تزداد بارتفاع درجات الحرارة وحسب تكوين كل نوع من الرماد والاوكسيد اللوني المضاف إليه والاختلاف في درجات انصهار الزجاج هو الاختلاف في نسبة القواعد والالومينا (Al_2O_3) و اوكسيد الحديد (Fe_2O_3) .ففي درجة حرارة(950مْ) نلاحظ إن النموذج (2) كان ذو انصهارية شديدة جدا والسبب هو ارتفاع القلويات (K_2O - Na_2O) مع زيادة كبيرة في نسبة اوكسيد الحديد (Fe_2O_3)الذي يعتبر صاهر قوي وفي النموذج (1) كان الانصهار اقل شدة وذلك لان اوكسيد الكوبلت (CoO) المضاف عمل في مجموعة (RO) وهو مادة صاهره مما جعل اوكسيد الحديد (Fe_2O_3) يعمل في مجموعة (R_2O_3) فزاد قليلا من درجة حرارة الانصهار أما في النموذج (4)فنلاحظ حدوث انصهار غير شديد وذلك لارتفاع نسبة الالومينا (Al_2O_3) وانخفاض القلويات كما أن اوكسيد الكروم المضاف إلى الخلطة عمل في مجموعة (R_2O_3) كمادة صاهره إلى جانب النسبة القليلة من القلويات والتي حفزت القواعد الترابية على الانصهار والتفاعل مع السيلكا (SiO_2) والالومينا (Al_2O_3) لتكوين سائل زجاجي إما في درجة الحرارة (1000مْ) فنلاحظ أن جميع النماذج (1،2،3) قد انصهرت بشكل شديد وذلك بسبب ارتفاع درجة الحرارة ما عدا النموذج رقم (4) فكان ذو درجة انصهارية اقل شدة بسبب ارتفاع نسبة القواعد الترابية (MgO -CaO) والالومينا (Al_2O_3) ولكن مع ارتفاع درجة الحرارة يمكن أن نحصل على نتائج انصهارية جيدة ترتفع بارتفاع درجة الحرارة .

ذ- مناقشة النتائج اللونية :من خلال التحليل الكيميائي نرى ان اوكسيد الحديد (Fe_2O_3) هو الاوكسيد الملون المتوفر بشكل متفاوت بين أنواع الرماد والذي اثر بشكل واضح على النتائج اللونية (لاكاسيد التلوين) المضافة إلى خلطات الزجاج فنجد ان نسبة اوكسيد الحديد (Fe_2O_3) العالية في زجاج القصب والتي كانت (16.6%) أدت إلى أنتاج لون ازرق مائل إلى السواد عند إضافة اوكسيد الكوبلت (CoO) وعند إضافة اوكسيد الكروم Cr_2O_3 إلى زجاج القصب أنتج لون عسلي بدل اللون الأخضر اما في زجاج تبن الشعير فأن إضافة اوكسيد الكوبلت (CoO) انتج لون ازرق جميل وعند إضافة اوكسيد الكروم(Cr_2O_3) نتج لون اخضر على عكس ما حصل في زجاج القصب بسبب انخفاض نسبة اوكسيد الحديد (Fe_2O_3) في زجاج تبن الشعير والتي تبلغ (2.3%) .

الاستنتاجات

1. من الممكن إنتاج زجاج ملون من خلال إضافة الاكاسيد اللونية إلى الرماد واطئ الحرارة
2. من الممكن تطبيق هذا الزجاج على الأطيان الحمراء والتي تعرف بدرجة انصهارها الواطئ.
3. ان جميع الخلطات أنتجت زجاجا ملون واطئ الحرارة وتم تطبيقه على الأطيان الحمراء وكما ظهر في مناقشة نتائج الانصهارية .
4. إضافة اوكسيد الكوبلت إلى زجاج القصب أعطى لون ازرق مائل إلى السواد بسبب ارتفاع نسبة اوكسيد الحديد (Fe_2O_3) في زجاج القصب.
5. ان النسبة العالية لاوكسيد الحديد (Fe_2O_3) في زجاج القصب أدت إلى لون عسلي عند إضافة اوكسيد الكروم (Cr_2O_3) بدلا عن اللون الأخضر
6. ان إضافة اوكسيد الكوبلت (CoO) و اوكسيد الكروم (Cr_2O_3) إلى زجاج رماد تبن الشعير أعطى لون ازرق جميل من الكوبلت واخضر من الكروم . لانخفاض نسبة اوكسيد الحديد (Fe_2O_3) في هذا الزجاج.
7. ان إضافة اوكسيد الكروم (Cr_2O_3) إلى زجاج تبن الشعير أعطى لون اخضر غير شفاف في درجة الحرارة (950مْ–1000مْ) وذلك لارتفاع نسبة الالومينا (Al_2O_3) والقواعد الترابية ولكون اوكسيد الكروم عمل في مجموعة (R_2O_3) إلى جانب الالومينا .

التوصيات

1. رفع درجة الحرارة بالنسبة للخلطة رقم (4) للحصول على لون اخضر شفاف وذو انصهارية شديدة من إضافة اوكسيد الكروم إلى زجاج تبن الشعير .
2. تقليل نسبة اوكسيد الكوبلت (CoO)المضاف إلى زجاج القصب عن النسبة المحدد للحصول على لون ازرق اقل عمق وحدة من اللون الناتج في النموذج رقم (1).

المقترحات

1. دراسة إمكانية إضافة اكاسيد لونية أخرى لإنتاج زجاج ملون .
2. دراسة إمكانية أنتاج زجاج ملون واطئ الحرارة من أنواع أخرى من الرماد .

المصادر باللغة العربية والأجنبية

ألبدري , علي حيدر : ألتقنيات ألعلمية لفن ألخزف , جامعة اليرموك , ط1, 2000

ألزمزمي, معتصم عبد الله و الشيباني , مفتاح علي , تكنولوجيا السيراميك (المواد الخام) , مكتبة طرابلس العلمية العالمية , ليبيا , 1988 .

جميل , عادل كمال , كيمياء المعادن والخامات , وزارة التعليم العالي والبحث العلمي , بغداد , 1980

ديكرسون , جون , صناعة الخزف , تر . هاشم ألهنداوي , ط 1 , وزارة الثقافة والإعلام , دار الشؤون الثقافية العامة , بغداد , 1986 .

الطاهر , حيدر رؤوف , إنتاج زجاج الرماد وتطبيقاته على الأطيان العراقية ,رسالة ماجستير غير منشورة, جامعة بابل , 2002 .

فندلاي ، الكسندر : الكيمياء في خدمة الإنسان ،ت: زكريا فهمي مؤسسة سجل العرب ، القاهرة ،1966.

الكرادي سامر احمد : إنتاج زجاج الرماد واطئ الحرارة وتطبيقاته على الأطيان الحمراء ، رسالة ماجستير غير منشورة, جامعة بابل ,2006.

ليفي, مارتن , ألكيمياء والتكنولوجيا في وادي الرافدين , تر . محمود فياض وآخرون, دار الرشـــيد, بغـــداد .1980.

الهنداوي ، احمد هاشم : تأثيرات الحرق بالاختزال على الفخار المزجج فنياً وتقنياً ، رسالة ماجســـتير غيـــر منشوره ، جامعة بغداد ، 1989 .

Singer , F. Singer , S. S. , Industrial Ceramics Chemical Publishing Co. , Inc ., New York . 1963 .

Hamer , Frank . The Potter, s Dictionary of Materials and Techniques , New York , 1975.

Rhodes , Deniel , Clay , and Glazes for the Potter , Pitman Pub. Greet Britain , London ,1975 .