مجلة العلوم الإنسانية
SUST Journal of Humanities
Available at:
http://scientific-journal.sustech.edu/

صيغ لإنتاج خلطات المزججات ذات الألوان الدافئة محليا

حيدر عبدالقادر أبكر عبدالله
أستاذ مساعد ، قسم الخزف – كلية الفنون الجميلة والتطبيقية،جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا .
البريد الإلكتروني haidar@sustech.edu

المستخلص :
تهدف الدراسة للتوصل إلى صيغ لخلطات الطلاءات الزجاجية الخزفية ذات الألوان الدافئة (الحمراء ، البرتقالية والصفراء) بدرجات مختلفة من خلال إجراء التجارب المعملية. تمثل أهمية تلك الطلاءات ضرورة بغرض التنوع في ألوان الخزفيات لإرتباطها بالمتطلبات الحديثة للخزف من حيث الجوانب الإستخدامية أو الجمالية . من جانب آخر يلاحظ أن معظم الخزفيات المحلية تزجج بطلاءات ذات ألوان باردة كالأزرق والأخضر بدرجاتها مع ألوان أخرى مما يدل على محدودية الألوان ، وقد يكون ذلك بسبب قلة التجارب . تلك الطلاءات لا تتوفر محلياً لكن بعض خاماتها متاحة . أستخدمت في الدراسة خامات قياسية وأخرى محلية ، أعتمد على مركبات الرصاص ، البوراكس وزجاج جير الصودا كمساعدات صهر أساسية . الطلق ، فلسبار البوتاسيوم ورماد الحطب أستخدمت كمحسنات لخصائص الصهر، أما الكوارتز والكاولين فأستخدما لموازنة مكونات الخلطات . حصول على الألوان المطلوبة أستخدم أكاسيد كل من القصدير ، التيانيوم ، السلنيوم ، الكادميوم والكروم كعينات للدراسة ، مع اتباع المنهج التطبيقي لإجراء الدراسة . تم عمل الخلطات وفقاً للمقادير الكمية بالنسب المئوية ثم حُرقت في درجات حرارية مختلفة أعلاها 1120 م. صدت نتائج الصهر وأخضعت لقياسات الصلادة ، مقاومة كل من التآكل بالأحماض ، الصدمات الحرارية ، التشقق ، التقشر. توصلت الدراسة إلى أن هناك إمكانية للحصول على الألوان المطلوبة وفقاً لنقاء الخامات ونسبها في الخلطات ودرجات حرارة التسوية . بعض الأكاسيد اللونية التي أستخدمت في الخلطات هي ذات سُمية عالية ولم تذوب كلياً في المصهور الزجاجي وبعضها قد ذاب إلا أن بعض الخلطات المصهورة تستعيد تفاعلها مع القويات ، عليه يُنصح بعدم إستخدامها في تزجيج أواني الأكل والشرب .

الكلمات المفتاحية : صاهر - طلا - حرق

Abstract
The study aims to arrive at formulations for ceramic glaze mixtures bearing various degrees of warm colours) e.g: red, orange , and yellow) through conducting laboratory tests. The signifying of warm – color – glazes lies in diversifying ceramics and responding to the demand for modern artistic and utilitarian design. The study notes that most local ceramics are glazed with shades of cool colors like blue or green , which may be evidence of prevailing limitations due to lack of experimentation. Warm colored glazes are not offered locally, although some of their constituent materials are available. The study used standardized and local materials, relying mainly on lead compounds, borax, and black lime glass as the main flux. Materials used to improve the mixtures, fusing properties were talc, potassium feldspar, and wood ash. Quartz and kaolin were used to balance the mixtures. To achieve the desired colors, the oxides of tin titanium, selenium, cadmium and chrome were used as a samples of study, with a follow up practical method. The mixtures were made according to proportional

percentages and then fired to various temperatures, the highest of which was 1120˚C. The results of fusing were observed and numerous tests were performed, including those measuring solidity, acid – erosion resistance, thermal shock, cracking, peeling, and the potential for reaction with alkaline substances. The study found that it is possible to obtain the desired colors, depending on the purity of materials, their percentages within the mixture, and the equalization of the firing temperature. Some of the coloring oxides used are highly poisonous and do not totally dissolve in fusion. Some of them dissolved, with alkaline substances after dissolved, but regained react ability with alkaline substances after finishing. Therefore these colors should not be used on vessels intended for food or drink.

Keywords: Flux – Coat – Firing

المقدمة

يعتبر اللون بصفة عامة محفز للإنسان من خلال تفاعلاته الإيجابية أو السلبية تجاه الأشياء التي حوله ، من خلاله يمكن إدراك الجمال والإحساس بالقيم الفنية والإستمتاع بتأثيره نفسياً(البدري،2002،29) . ألوان المزججات الخزفية لها تأثير في إعطاء القيم الجمالية للخزفيات التي يعتمد عليها ك نتجات جمالية أو نفعية إستخدامية ، لا بد لها أن تروج لتنافس من خلال خصائصها وألوانها خاصة في مجالات الإنشاءات ، أدوات المائدة والتصميم الداخلي (Interial Design) الذي يهتم كثيراً بالألوان ، كما يدخل بصفة كبيرة في صناعة الحُلى (ewelry) والإكسسوارات (Accessories)(Huo,2014,395). إدخال الألوان الدافئة متطلب يعمل على خلق علاقات بين المنتج والمكان بحسب الحوجة إلى التناغم أو الإنسجام (Harmony) أو التضاد (Contrast). عملية إستنباطها من خلال مركبات التزجيج أمر بالغ الصعوبة (Brian,2014,64). حيث يتطلب ذلك تجارب كثيرة وإجراءات عملية متعددة خاصة في الطلاءات منخفضة الحرارة بحدود 900 إلى 1100 م . علاوة على ذلك فهي تعتمد على المركبات السامة مما يشكل خطورة على الصحة وعادة ما ينصح بعدم إعداد خلطاتها بل يوصى بإستخدام الطلاءات الجاهزة التي تعدها شركات متخصصة.غير أن مثل ذ ك المنتجات أقرب أسواقها هي بمصر.

مشكلة الدراسة

- هنالك شح في المزججات ذات الألوان الدافئة.
- تتسم أكاسيد التلوين في تراكيب المزججات المختلفة بالتغيير من درجة لونية إلى أخرى بتأثير الحرارة والمحيط التفاعلي للمصهور وعادة مايكون الناتج غير معروف.

أهمية الدراسة

لتنوع في إنتاج ألوان المزججات يسهم في إضفاء القيم الجمالية للخزفيات وبالتالي تميزها فهي ضرورية للمنتج كمكمل للتصميم والغرض الذي أنتج من أجله. كما أن التجارب العملية تتيح فرصة للتمكن من إعطاء الألوان المطلوبة والتعرف على طرق ضبطها وإنتاجها بصورة أكثر دقة.

أهداف الدراسة

- التنوع في إنتاج ألوان للمزججات منخفضة الحرارة.
- التعرف على تأثير الحرارة للخامات وأكاسيد التلوين وضبط معطياتها وفقاً لما هو مطلوب.
- توفير المزججات ذات الألوان الدافئة محلياً.

الدراسات السابقة

1. Manukyan and Darydove , NS , (2000) , Red Glaze , Journal Article Volume 57 – Plenum Publishers . Internet / www. Spring . Doneshgostar. org/18/12/2016.
   Objective : Developing red Glazes
   Results: The developed red glazes (USSR Inr. Certif No : (1110764) have both lustrous and dull surfaces , low firing and firing temp. (they can be used without friting), an acid resistance of up to 94% and a heat resistance of 550 C° . These glaze are based on the silicate material Erevanite 10 produce by integrated processing of nepheline sienite. It make possible to simultaneously introduce for oxides.

المواد وطرق البحث

إستندت الدراسة إلى الجانب التجريبي المعملي ، معتمدة في ذلك على الخامات الخزفية والمعدات اللازمة للتطبيقات ، أجريت مراحلها بمعمل قسم الخزف في جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا في الفترة من فبراير إلى ديسمبر 2016م.

خلفية تاريخية

تكاد تكون المعلومات الخاصة بطرق تحضير الخلطات ذات الألوان الدافئة من الأسرار التي تحافظ عليها الشركات المنتجة وأبحاث النشر العلمية ، حيث أنها لا يتيسر إلا القليل عنها . في الفترة من القرن الثاني عشر والخامس عشر إنتهج الصينيون إسلوب الحرق الإختزالي للحصول على اللون الأحمر في درجات حرارية عالية ، وذلك بإستخدام أكسيد النحاس في خلطات التزجيج (Brian,2014,65) . يعرف اللون الناتج بإسم Ox Blood Red). في اليابان أستخدم أكسيد الحديد بنسبة عالية في خلطات زجاجية تحتوى على رماد العظام للحصول على لون يعرف بإسم ersimmon) وهو ما يعرف بأحمر الطماطم ، يشوبه لون بني محمر . للحصول على الألوان الصفراء كان يستخدم أصباغ معدنية igment) وهي تحتوي على أكاسيد كل من الرصاص ، القصدير والانتمون في الخلطات لإعطاء درجات من الألوان الصفراء وصولاً إلى اللون البرتقالي (The Corning Museum of Glass,2013,50) . بخلاف الطلاءات الزجاجية تحضر ملونات لإستخدامها تحت الطلاء وتعرف بالطلاءات تحت الزجاجية Jnder glazes) أو بعمل طلاءات تطبق فوق الأسطح المزججة وتسمى Jnglaze) . هنا يجدر الإشارة إلى أعمال الخزاف المعاصر من جنوب أفريقيا apiwa Matsinde) (Majoland,2015,44) الذي برع في المزج بين هذه الطلاءات في أعماله، أنظر الصورة رقم ( ). تستنبط الألوان الدافئة عا ة بإستخدام الذهب ، الفضة وكذلك من الأكاسيد الملونة كالانتمون مع الرصاص، السلنيوم والكادميوم ، الكروم ، التيتانيوم واليورانيوم. تسمى بالأكاسيد السامة عند إستخدامها كطلاءات منخفضة الحرارة . بعضها لها نشاط إشعائي أو سمية عالية خاصة أكسيد السلنيوم (SeO_2) . مع تطور تكنولوجيا المواد والأبحاث المستمرة تمكنت عدد من الجهات المصنعة من إنتاج مزججات ذات ألوان دافئة دون وجود آثار سمية لها . الحصول على الدرجات الدافئة من الألوان تكون أقل تعقيداً في درجات الحرارة العالية . تحضر الصبغات اللونية للمزججات بصفة عامة وفقاً لأ س علمية . وإجرءات تفاعلية تعتمد على طبيعة التركيب المطلوب ودرجة حرارة التسوية وجو الحرق ، كما تضاف مواد معجلة لتسريع عملية التفاعل ثم تحرق في درجات حرارة أعلى من الدرجة المطلوبة إستخدامها لاحقا (البدري 31،2002). حديثاً أنتجت طلاءات للزخرفة على الأسطح المز جة بكل الألوان المتعارف عليها وتحمل مسمى المزجج laze) إلا أنها تحرق في درجات حرارية منخفضة جداً لا تتعدى 200 م ويسمى بعضها بـــ crylic Glaze).

إجراءات الدراسة

عينات االدراسة وخصائصها الحرارية:

. . زجاج جير الصودا Soda Lime Glass) عينة تجارية . يحتوى على أكاسيد كل من السليكون ، الصوديوم ، الكالسيوم والبوتاسيوم ، ينصهر في 950 م، يستخدم كصاهر Flux) قليل التكلفة.

. أكسيد الرصاص الأحمر Red Lead) صيغته الكيميائية Pb_3O_4). سام ، يستخدم كصاهر في حدود حرارية لا تتعدى 1180 م وذلك لأنه يبدأ في التبخر . ينصهر في 500 م وهي عينة قياسية.

. كربونات الرصاص White Lead) : صيغتها الكيميائية $PbCO_3$) عينة قياسية . تستخدم كصاهر في درجات الحرارة المنخفضة ، تنصهر في 350 م.

. الجالينا Galina) صيغتها الكيميائية PbS). العينة مستخرجة من البطاريات التالفة (بطاريات السيارات) . تنصهر في 1200 م يستخدم كصاهر.

. البوراكس Sodium Tetra Borate) : صيغته الكيميائية $Na_2O\ 2B_2O_3\ 10H_2O$) عينة قياسية . تنصهر في 350 م . يستخدم كصاهر فعال في مختلف درجات حرارة المزججات.

. رماد الحطب Wood Ash) : عينة محلية ، يتألف من القلويات والقلويات الترابية حيث يحتوى على نسبة مقدرة من أكسيد الكالسيوم ، ينصهر في 1200 م، يستخدم كمحسن لخصائص الصهر.

. الطلق Talc : صيغته الكيميائية $MgO\ 4SiO_2\ H_2O$) . عينة قياسية. ينصهر في 900 م . يستخدم كمحسن لخواص الصهر.

. فلسبار البوتاسيوم Orthoclase): صيغته الكيمائية $K_2O\ AL_2\ 6SiO_2$). عينة قياسية ، ينصهر في 1200 م يستخدم كمحسن لخواص الصهر.

. الكوارتز Quartz): صيغته الكيميائية SiO_2) . عينة قياسية ، ينصهر في 1710 م . يستخدم لإعطاء الزجاج ، وتتوقف درجة نضج الطلاء على نسبته في الخلطة.

. الكاولين Kaolin): صيغته الكيميائية $Al_2O_3\ 2SiO_2\ 2H_2O$) . يعرف بالطين الصيني . يستخدم كمثبت ومحسن لخواص الصهير بين القلويات والأحماض في الخلطات الزجاجية . عينة الدراسة من منطقة مروي.

1 .أكسيد القصدير Tin Oxide) صيغته الكيميائية SnO_2) . عينة قياسية يعتمد كمادة معتمة كما يستخدم لتخفيف درجات الألوان ويعمل كمل مختزل في بعض الخلطات ، ينصهر في 1150 م.

2 .أكسيد التيتانيوم Titanium Oxide): صيغته الكيميائية TiO_2): عينة قياسية يستخدم كمتعم ذو لون أصفر كما يعتبر من الأكاسيد المكونة للزجاج. ينصهر في 1830 م.

3 .أكسيد الكروم Chromium Oxide) صيغته الكيميائية Cr_2O_3). عينة قياسية ينصهر في 2060 م يعتبر من الأكاسيد المعقدة ذات التفاعلين (حامضي وقاعدي) يُعطي ألوان مختلفة وفقاً لجو المحيط التفاعلي في مركبات التزجيج (القيسي 2003،10).

4 . ثاني كرومات البوتاسيوم Potassium Dichromate) صيغته الكيميائية $K_2\ Cr_2\ O_7$). سام جداً ، يستخدم كمصدر لأكسيدى الكروم والبوتاسيوم ، ينصهر في 398 م.

5 . كبريتات الكادميوم وكبريتات السلينوم CdO SeS): هما مزيج يحضران لإعطاء الألوان الدافئة ، المزيج يتألف من مواد قياسية ويسمى الخليط (Cadmium Selfoselenide).

التطبيقات المعملية

تكوين الخلطات: كونت 33 خلطة مختلفة من حيث الخامات، أعتمد فيها على النسبة المئوية. وزن من كل خلطة مقدار 100 جرام . تم تناول كربونات الرصاص بنسبة أعلا 5' % وأدنا 0' % وكذلك بالنسبة لأكسيد الرصاص الأحمر، الجالينا أخذت بنسبة ما بين 25 و 5' % ، البوراكس بنسبة 0 %، زجاج جير الصودا نسبة ما بين 5 إلى 0 % ، المحسنات أُدخلت بصفة عامة بنسب ما بين 5 إلى 5! % وهي تضم (الفلسبار ، الطلق، رماد الحطب) الكوارتز بنسبة ما بين 5 إلى 5 % الكاولين بنسبة ; % ، أكسيد القصدير بنسبة 3 إلى ' % وثنائي كرومات البوتاسيوم من 2 إلى 0 % ، أكسيد الكروم بنسبة %، أكسيد التيتانيوم بنسبة 2 وأحيانا ! % ، أكسيد السلينوم بنسبة 5 إلى 10 % وكذلك كبريتات الكاديوم ، تفاصيل الخلطات بالجدول رقم) بعد إضافة قدر مناسب من الماء للخطاطات ومزجها جيداً ، أستخدم المصفى مقاس 500 ميكرون لتصفية الخلطات، أما الخلطات التي إحتوت على بوراكس فصفيت بالمصفى مقاس 600 ميكرون ، طبقت الخلطات على أسطح لبلاطات خزفية بيضاء محروقة مسبقاً وذلك عن طريقتي الغمر Dipping) والسكب Pouring).

حرق الخلطات : حرقت البلاطات المزججة في فرن إختبار تحت درجة حرارة 900 م بعض الخلطات لم تنصهر فحرقت مرة أخرى في 1000 م ، ثم أعيد حرق الخلطات التي لم تنصهر في 1020 م ، من ثم في 1050 م وكذلك في 1080 م وأخيراً في 1120 م. مدة الحرق كانت متفاوتة وهي من ساعتين إلى ثلاثة ساعات مع زمن تشبع حراري لمدة نصف ساعة في كل مرحلة حرق.

جدول رقم) نسب مكونات خلطات التزجيج (%)

أرقام الخلطات	زجاج جير الصودا	أكسيد رصاص أحمر	كربونات الرصاص	جالينا	بوراكس	رماد حطب	طلق	فلسبار بوتاسيوم	كوارتز	كاولين	أكسيد قصدير	أكسيد تيتانيوم	أكسيد الكروم	كرومات البوتاسيوم	كبريتات سلينيوم كاديوم
08	45	–	–	–		25	15	–	10	–	5	–	4	–	–
09	10	–	70	–		–	–	10	10	–	–	–	4	–	–
010	5	75	–	–		–	–	5	15	–	–	–	4	–	–
011	7.5	–	70	–		–	–	7.5	15	–	–	–	4	–	–
012	10	–	70	–		–	–	10	10	–	–	–	–	–	5 ;
013	10	75	–	–		–	–	10	5	–	–	–	–	–	5 ;
014	5	–	75	–		–	–	5	5	–	–	–	–	–	5 .0
015	10	–	75	–		–	–	–	5	–	–	–	–	10	–
016	60	–	–	–		20	5	10	5	–	–	–	4	–	–
017	60	–	–	–		20	5	10	5	–	–	–	–	10	–
018	60	–	–	–		20	5	10	5	–	–	–	–	–	10 .0
019	80	–	–	–	10	–	–	10	–	–	–	–	–	–	–
020	80	20	–	–		–	–	–	–	–	–	2	–	8	–
021	70	30	–	–		–	–	–	–	–	–	2	–	5	–

تابع للجدول رقم ( ) نسب مكونات خلطات التزجيج (%)

أرقام الخلطات	زجاج جير الصودا	أكسيد رصاص أحمر	كربونات الرصاص	جالينا	بوراكس	رماد حطب	طلق	فلسبار بوتاسيوم	كوارتز	كاولين	أكسيد قصدير	أكسيد تيتانيوم	أكسيد الكروم	كرومات البوتاسيوم	كربونات سلنيوم كادميوم
022	70	30	–	–		–	–	–	–	–	–	4	–	2	–
023	70	30	–	–		–	–	–	–	–	–	2	–	2	–
024	70	5	–	–		–	5	–	–	–	3	–	–	20	–
025	70	–	–	–		25	–	–	–	–	5	2	–	2	–
026	50	–	–	–		25	–	–	–	5	5	2	–	2	–
027	65	–	–	–		20	–	15	–	–	5	2	–	2	–
028	75	–	–	–		20	–	10	–	–	5	2	–	1	–
029	75	–	–	–		15	–	–	–	–	10	2	–	2	–
030	30	–	–	60		–	–	–	–	5	5	–	–	5	–
031	50	–	–	25		25	–	–	–	–	–	4	–	8	–
032	40	–	–	50		–	–	–	–	5	5	4	–	4	–
033	40	–	–	40		10	–	–	–	5	5	4	–	2	–
034	65	–	–	35		5	–	–	–	5	–	4	–	8	–
035	25	–	–	30	10	25	–	–	–	–	5	–	–	10	–
036	40	–	–	48	10	2	–	–	–	–	–	–	–	10	–
037	40	–	–	45	10	–	–	–	–	–	5	2	–	8	–
038	30	–	–	60	10	–	–	–	–	–	–	2	–	4	–
039	15	–	–	70	10	5	–	–	–	–	–	4	–	4	–
040	10	–	–	75	10	–	–	–	–	–	5	4	–	4	–

جدول رقم (؛) الخلطات التي إنصهرت في 900 م

ارقام الخلطات	مستوى الإنصهار	مستوى السطح	مستوى الملمس	مستوى اللمعان	اللون	المظاهر السالبة
09	غير مكتمل	قليل الإستواء	خشن	طفيف	أحمرمشرق في الوسط وبني بالحواف	غير متجانس
010	منصهر	غير مستوى	أملس نسبياً	قليل	أحمر مصفر بلون بني	متجزع
011	منصهر	غير مستوى	أملس نسبياً	وسط	أحمر	متجزع
012	منصهر	مستوى	قليل الخشونة	وسط	أصفر مبيض بنقاوا بيضاء	وجود أخرام ابرية
013	منصهر	مستوى	أملس	لامع	أصفر مبيض	متشقق
014	منصهر	غير مستوي	أملس	لامع	أصفر باهت	متجزع قليلاً
015	منصهر	قليل الإستواء	أملس	وسط	أحمر مائل للبرتقالي بنقاط صفراء	غير متجانس المكونات

جدول رقم (١) الخلطات التي إنصهرت في 1000 م

ارقام الخلطات	مستوى الإنصهار	مستوى السطح	مستوى الملمس	مستوى اللمعان	اللون	المظاهر السالبة
012	منصهر	غير مستوى	أملس	لامع	أسمر	متجزع
020	منصهر	قليل الإستواء	أملس نسبياً	قليل	بنى بنقاط صفراء	عدم تجانسه اللوني

جدول رقم (١) الخلطات التي إنصهرت في 1050 م

ارقام الخلطات	مستوى الإنصهار	مستوى السطح	مستوى الملمس	مستوى اللمعان	اللون	المظاهر السالبة
019	منصهر	قليل الاستواء	أملس	وسط	أخضر مصفر ومسود	–
020	منصهر	مستوى	أملس	لامع	أخضر إلى بني بنقاط بيضاء	–
022	منصهر	مستوى نسبياً	أملس	لامع	بني	–
023	منصهر	مستوى نسبياً	أملس	وسط	بني مخضر قليلاً	بقايا أخرام لم تختفي تماماً
024	منصهر	غير مستوى	أملس	لامع	أخضر عشبي	فقاعات كبيرة
030	منصهر الى حد ما	غير مستوى	أملس	لامع	أخضر ببقع صفراء	متجزع وغير متجانس الألوان
031	منصهر	مستوى	أملس	مطفي	أخضر مائل للبني	
032	منصهر	قليل الإستواء	أملس قليلاً	مطفي	رمادى مخضر بطيف بنفسج باهت	متيبس السطح
034	منصهر	قليل الإستواء	أملس	مطفي	بنفسج محمر وقاتم	–
035	منصهر	غير مستوى	أملس	لامع	اخضر بنقاط برتقالية وصفراء	متجزج التيتانيوم يذوب
036	منصهر	غير مستوى	أملس	لامع	بني مخضر	سطح متكتل
037	منصهر	غير مستوى	أملس	لامع	أخضر مصفر بنقاط صفراء	متجزع ، التيتانيوم لم يذوب
038	منصهر	غير مستوى	أملس	لامع	أخضر الى بني مسود	متجزع
039	بعض المساحات منصهرة	غير مستوى	أملس	لامع	بني الى بنفسج مسود	متجزع التيتانيوم لم يذوب
040	منصهر	قليل الاستواء	قليلاً	مطفي	رمادي مائل للبنفسج	–

جدول رقم (أ) الخلطات التي إنصهرت في 1080 م

ارقام الخلطات	مستوى الإنصهار	مستوى السطح	مستوى الملمس	مستوى اللمعان	اللون	المظاهر السالبة
08	منصهر	مستوى	أملس نسبياً	مطفى	رمادي بمسحة بنفسجية	–
09	منصهر	مستوى نسبياً	أملس نسبياً	قليل	بني قاتم شبه شفاف	–
010	منصهر	غيرمستوى	أملس قليلاً	لامع	أخضر إلى رمادي مع بني	بثور صغيرة
011	منصهر	مستوى	أملس		بني قاتم شبه شفاف	–
012	منصهر	مستوى	أملس	لامع	شفاف مصفر بمسحة خضراء	–
013	منصهر	مستوى	أملس	لامع	شفاف مصفر بمسحة خضراء	تشققات كرستالية
014	منصهر	قليل الإستواء	أملس	لامع	شفاف أسمر	–
015	منصهر	مستوي	أملس	لامع	بني مسود شبه شفاف	–
019	منصهر	مستوى نسبياً	أملس	لامع	أخضر مصفر بنقاط سوداء	بقايا آثار الأخرام الإبرية
022	منصهر	مستوي	أملس	لامع	بني بمسحة خضراء بنقاط سوداء	–
025	منصهر	مستوي	أملس	مطفي	بنفسج محمر قليلاً	–
026	منصهر	مستوي	أملس الى حد ما	مطفي	بنفسج محمر	–
027	منصهر	مستوي	أملس الى حد ما	قليل	بنفسج محمر داكن	قليل التجانس
028	منصهر	قليل الإستواء	أملس نسبياً	مطفي	بنفسج مسود	–

جدول رقم (ب) الخلطات التي إنصهرت في 1120 م

ارقام الخلطات	مستوى الإنصهار	مستوى السطح	مستوى الملمس	مستوى اللمعان	اللون	المظاهر السالبة
012	منصهر	مستوى	أملس	لامع	أسمر إلى بني	أخرام إبرية
016	منصهر نسبياً	غير مستوى	أملس قليلاً	مطفي	أخضر باهت ومصفر قليلاً	أخرام إبرية
017	لم يكتمل	غير مستوى	خشن	مطفي	أخضر مصفر ومبيض	فوران
018	لم يكتمل	قليل الاستواء	أملس قليلاً	مطفي كلياً	أبيض بمسحة بنية طفيفة	متقشر
020	منصهر	مستوى	أملس	لامع	بنفسج الى بني	–
033	لم ينصهر	غير مستوى	خشن	مطفي كلياً	بنفسج مسود	مادة خشنة

قياس جودة المزججات

هناك عدة إختبارات لتحديد خصائص الأسطح المزججة . ثم إختيار ستة منها لإجرائها على بعض عينات المزججات المنصهرة ، وقد تم إختبار عينات المزججات بناءاً على مظهرها ومستويات الصهر . طبقت الأختبارات وفقاً للطرق المعمول بها(eff,2009,94,95,96).

/ إختبار صلابة الأسطح (Hardness Test)

أهمية القياس تتمثل في تحديد مقاومة الأسطح المزججة لعوامل الحك ، السحق والكشط . أستخدم مقياس موهاس لتحديد الصلابة . الخلطة رقم (13) بلغت أعلى صلا ة في الخلطات وهي 5 بحسب المقياس . أما أدنى صلابة فهي 1 رصدت للخلطة رقم (0!) التي بلغت تسويتها الحرارية 1000 م . معظم بقية الخلطات صلابتها 4 . الجدول رقم (′) يبين التفاصيل.

: / إختبار مقاومة الأحماض (Acidic Resistant Test)

يبين هذا الإختبار مدى مقاومة السطح المزجج للتآكل بالأحماض الكيميائية ، أستخدم حامض الهيدروفلوريك المركز لكونه ذو قدرة على تذويب السليكا ويستدل بمقاو ة السطح للحامض من خلال الأثر الذي يُخلفه ، فكلما كان أثر التآكل طفيفاً دل على المقاومة وعكسه يدل على ضعف المقاومة . تم وضع نقاط من الحامض على الأسطح المزججة وتركها لمدة 5 دقائق ثم إزالتها بالماء وتجفيفها، تبين أن هناك تفاوت في مستويات توغل الحامض على السطح فدونت الملاحظات بالجدول رقم (′) .

؛ / إختبار التفاعل مع الأطعمة (Alkaline Exposure Test):

تم وضع نصف ليمونه من جهة اللب على الأسطح المزججة وتركت لمدة 24 ساعة ثم نظفت بالماء ورصدت التغيرات اللونية التي ظهرت في بعض الأسطح. يستدل بتغيير لون السطح على أن المز جج له قابلية إعادة التفاعل مع القلويات وبالتالي لا يستخدم في طلاء آنيات الأكل والشرب . تفاصيل التجربة بالجدول رقم (′).

؛ / إختبار مقاومة الصدمات الحرارية (Thermal Shock Test):-

تم وضع البلاطات المزججة في ثلاجة التجميد لمدة ثلاثة ساعات ثم أخرجت وسكبت عليها ماء ساخن في طور الغليان مضافاً إليه حبر أسود. ثم نظافة الأسطح بقطعة قماش ورصدت حالة الأسطح . تبين أن معظمها ذات مقاومة عالية للتشققات . نتائج التجربة بالجدول رقم (′).

؛ / إختبار التقشر (Shivering Test)

أستخدم حافة سكين معدني للضغط على أسطح البلاطات المزججة بالقرب من حوافها عدة مرات بقوة ، ثم أجريت محاولات لنزع طبقة الطلاءات بالسكين من الحافة الجانبية لكل بلاطه بغرض تقشيرها . دونت الملاحظات بالجدول رقم (′).

جدول رقم (') الإختبارات الميكانيكية والكيميائية والفزيائية للمزججات

ارقام الخلطات	درجة حرارة الصهر م	الصلابة Mohs Scale	التآكل بحامض الهيدروفلوريك	التفاعل مع الاطعمة	مقاومة الصدمات الحرارية	مقاومة التشقق	قابلية التقشر
08	1080	3 – 4	وسط	يوجد	مقاوم	مقاوم	غير قابل
09	1000	4	عميق	استبعاد عن التجربة	مقاوم	مقاوم	غير قابل
010	1000	4	عميق	استبعاد عن التجربة	مقاوم	مقاوم	غير قابل
011	1050	4	عميق	استبعاد عن التجربة	مقاوم	مقاوم	استبعاد عن التجربة
012	1020	4	طفيف	استبعاد عن التجربة	غير مقاوم	غير مقاوم	غير قابل
012	1050	4	طفيف	استبعاد عن التجربة	غير مقاوم	متشقق	قابل
013	900	3	وسط	استبعاد عن التجربة	غير مقاوم	متشقق	قابل
013	1000	4	طفيف	استبعاد عن التجربة	غير مقاوم	متشقق	قابل
014	900		طفيف جداً	لا يوجد	مقاوم	مقاوم	غير قابل
014	1020	4	عميق	يوجد	مقاوم	مقاوم	قابل
015	1020	2	عميق	استبعاد عن التجربة	مقاوم	مقاوم	قابل
015	1050	4	عميق	استبعاد عن التجربة	مقاوم	مقاوم	استبعاد عن التجربة
019	1050	4	طفيف جداً	لا يوجد	مقاوم	مقاوم	غير قابل
019	1080	4	طفيف جداً	يوجد	مقاوم	مقاوم	غير قابل
020	1000	1	طفيف	استبعاد عن التجربة	مقاوم	مقاوم	قابل
020	1050	4	طفيف	استبعاد عن التجربة	مقاوم	مقاوم	قابل
022	1050	4	طفيف جداً	لا يوجد	مقاوم	مقاوم	قابل
022	1080	3	طفيف جداً	لا يوجد	مقاوم	مقاوم	قابل
023	1050	4	طفيف	لا يوجد	مقاوم	مقاوم	قابل
025	1080	3 – 4	عميق	لا يوجد	مقاوم	مقاوم	غير قابل
026	1080	4	وسط	يوجد	مقاوم	مقاوم	غير قابل
027	1080	4	وسط	استبعاد عن التجربة	مقاوم	مقاوم	استبعاد عن التجربة
030	1050	4	وسط	لا يوجد	مقاوم	مقاوم	قابل
031	1050	5	وسط	يوجد	مقاوم	مقاوم	قابل
034	1050	3	عميق	يوجد	مقاوم	مقاوم	غير قابل

نتائج صهر الخلطات:

الخلطات بالأرقام (09 ، 010 ،011 ، 12ا ، 013 ، 014 ،15) إنصهرت في 900 م، ويرجع ذلك لعلو نسبة مركبات الرصاص المستخدمة فيها . أعطت درجات من الألوان الدافئة (الأصفر ، الأصفر المحمر والأحمر) مع قلة إستواء بعض الأسطح وقلة مستوى اللمعان . بجانب ذلك فقد ظهرت عيوب على الأسطح كالأخرام الإبرية ، التشققات ، التجزيعات الصغيرة وقلة تجانس مكونات الخلطات أو ا لوان مما دعى إلى حرقها مرة أخرى في 1000 م ثم 1050 م وأخيراً في 1080 م ، تلاحظ أن مستوى الإنصهار قد إكتمل وتجانست المكونات والألوان واختفت بقية العيوب عدا في الخلطتين بالرقمين (010 و 13ا) حيث ظهرت بثور صغيرة على الخلطة (10ا) وتشققات كرستالية على الخلطة (13ا). زيادة درجات الحرارة أدت إلى تغيير الألوان من دافئة إلى شفاف وبني.

الخلطات بالأرقام (016 ، 017 ، 18ا) لم يكتمل إنصهارها حتى 1120 م حيث أعطت أسطح خشنة وأخرام إبرية وفقاعات كبيرة نسبياً.

الخلطات بالأرقام (19ا ، 016،022 ،023 ، 024 ،30ا ، 31ا ، 032 ، 034 ،035 ،036 ، 037 ، 038 ، 039 ، 40) كلها إنصهرت في 1050 م مع تباين في مستويات الأسطح واللمعان . أعطت ألوان بدرجات خضراء أو

خضراء مع البني أو الرمادي أو الأصفر. علو نسبة زجاج جير الصودا في الخلطات بالأرقام (019 ،020 ، 021 ، 022 ، 123 ، 124) أدى إلى إنصهارها بصورة جيدة فأعطت ألوان خضراء أو خضراء متداخلة مع البني وذلك بسبب أكسيدىّ الكروم والتيتانيوم ، إنصهرت الخلطات بالأرقام (131 ، 032 ، 134) بسبب الجالينا وزجاج جير الصودا فأعطت ألوان خضراء ، بني مخضر وبنفسج ، الفرق بين مكوناتها ليس كبيراً ومع ذلك جاءت الألوان مختلفة جداً مما يفسر أن أكسيد الكروم مركب معقد خاصة وأنه أدخل بنسب متساوية في الثلاث خلطات الأخيرة.

الخلطات بالأرقام (119 ، 122 ، 125،026 ، 128،027) إنصهرت في 1080 م ، أعطت أسطح مستوية وأخرى قليلة الإستواء ، وكذلك أسطح ملساء وأخرى ملامستها أقل.

الخلطة رقم (119) لم يدخل فيه أكسيد ملون ومع ذلك أعطى لون بني مخضر بعد حرقه في 1080 م مما يفسر تبخر الكروم من الخلطات الأخرى وتلوينها لهذه الخلطة.

الخلطات بالأرقام (025،026،027،028) بعد صهرها في 1080 م أعطت ألوان حمراء مزرقة بسبب علو نسبة الكالسيوم في رماد الحطب بالإضافة إلى وجود أكاسيد كل من القصدير والتيتانيوم والكروم.

الخلطات بالأرقام (016،017،018،133) لم يكتمل إنصهارها في 1120 م ، أما الخلطة بالرقم (112) عندما حرقت في نفس الدرجة فقد تسبب ذلك في إحداث أخرام إبرية . الجداول بالأرقام (2 ، 3 ،4 ،5 ،) يوضع تفاصيل ما بعد الحرق.

مناقشة نتائج الصهر

يستنتج من التجارب بصفة عامة أن إستخدام أكسيد الكروم أو ثنائي كرومات البوتاسيوم في الطلاءات الرصاصية يعطي ألوان دافئة في درجات الحرارة المنخفضة ، حيث يذوب فيها كلياً أو جزئياً لكن يكون مستوى النضج الحراري ليس كافياً ويستدل بذلك على ة إستواء الأسطح واللمعان . الألوان الدافئة التي تم الحصول عليها تناسب الخزفيات ذات الطابع الفني.

درجات الحرارة التي تزيد عن 1050 م تعزز من مستوى الصهر وتسهم في تجانس المكونات وبالتالي الألوان ، كما تزيد من اللمعان وتعطي أسطح مستوية إلا أنها تحول الألوان من دافئة إلى أخرى. تلاحظ أن زيادة درجات الحرارة تؤدي إلى ظهور الأخرام الإبرية.

الطلاءات التي إحتوت على البوراكس أعطت نتائج صهر أفضل للخلطات التي إحتوت على مقادير متوسطة من زجاج جير الصودا. تلاحظ أنه يميل إلى تغيير درجات ألوان لأكاسيد إلى الأخضر وأحياناً إلى البنفسج.

قلة صلابة الأسطح إرتبط بزيادة المواد الصاهرة خاصة زجاج جير الصودا ومركبات الرصاص. كما إرتبط وجود الأخرام الإبرية بزيادة الصواهر في الخلطات.

الجالينا كصاهر ليس فعلاً في درجات الحرارة المنخفضة فهو يحتاج إلى صاهر آخر لإعطاء نتائج أفضل.

رماد الحطب يعمل كمحسن ومساعد صهر في كل الخلطات التي أدخلت فيها . تناوله بنسبة ما بين 20 إلى 5 % مع أكسيد القصدير وأكسيد التيتانيوم وثنائي كرومات البوتاسيوم في الخلطات القلوية يعطي درجات من اللون الأحمر المزرق في حدود 1080 م . كما أن زيادة الرماد يزيد من درجة ا حمرار في اللون الأحمر المزرق وقلته يميل باللون إلى البنفسج.

الألوان الصفراء يمكن الحصول عليها من الخلطات بالأرقام (012 ، 013 ، 114) وذلك بحرقها في 900 م . اللون البرتقالي أو الأصفرار المحمر يُحصل عليه من الخلطتين بالرقمين (010 و 115) بحرقها في 900 م . ا ون الأحمر من خلال الخلطة رقم (111) بحرقه في 900 م ، الأحمر المزرق من خلال الخلطة رقم (4) بحرقه في 1050 م أو

من الخلطتين (026 ، 27ا) بعد حرقها في 1080 م ، هناك خلطات أعطت ألوان مقبولة إلى حد ما وهي بالأرقام (019 ، 20ا ، 022 ، 31ا ، 034 ، 40ا) وتحرق في 1050 م و كذلك الخلطة رقم (29ا) بعد حرقها في 1120 م.

أهم نتائج الدراسة :

. هناك إمكانية للحصول على الألوان الدافئة للمزججات في درجات الحرارة المنخفضة بحدود 900 م بإستخدام أكسيد الكروم أو بخليط الكادميوم والسلنيوم في خلطات رصاصية وتضم الألوان الصفراء البرتقالية ، الحمراء بدرجات متفاوتة بإضافة . % كروم أو بإضافة 10 % خليط سلفات السلينوم و الكادميوم مع ملاحظة ميول الألوان إلى الإبيضاض قليلا .

! . يمكن الحصول على اللون الأحمر المزرق أو درجات من اللون البنفسج في 1050 بتناول ا % كرومات بوتاسيوم و ا % أكسيد تيتانيوم فى خليط يـ توى على نسبه معتدلة من مركبات الرصاص والزجاج .

ا . الحصول على اللون الاحمر المزرق فى درجات 1080 م بوجود نسبة جيدة من الكالسيوم والزجاج والقصدير % إلى 0 % مع تيتانيوم ا % مع كرومات البوتاسيوم من 1 إلى % .

ا . أفضل النتائج هي للون الأحمر المزرق في درجتي 1050 إلى 1080 م.

. كل المزججات التي توصلت إليها الدراسة خصائصها لا تناسب الإستخدام في طلاء أواني الأكل والشرب.

. بعض الخلطات التي لم تعطي الألوان المطلوبة فقد أعطت درجات لألوان أخرى مختلفة يمكن أن يستفاد منها.

المصادر والمراجع العربية :

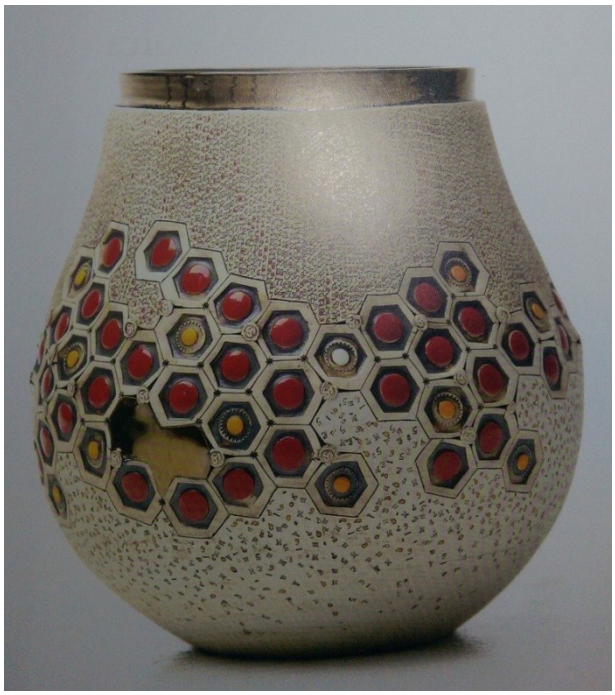
– البدري ، على حيدر صالح ، (002!) ، التقنيات العلمية لفن الخزف ، التزجيج والتلوين ، الجزء الثاني والثالث ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة اليرموك ، الأردن .

– القيسى، فوزى عبداالعزيز،(003!)، تقنيات الخزف والزجاج، دار الشروق للنشر والتوزيع ، عمان،الآردن.

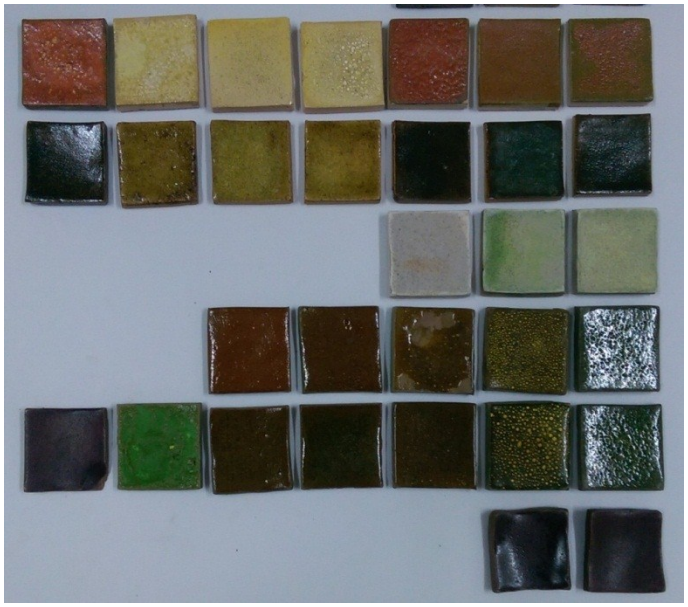
لمصادر والمراجع الأجنبية:

1- Brian Taylor and Kate Doody , (2014), Ceramic Glazes . The Complete Handbook , Thames and Hudson , London , British .
2- Huo Ruili Fan Grui , (2014) Design Jewelry and Accessories , Designerbooks , Tianhai Commercial Plaza , Beijing , China .
3- Jeff Zamek , (2009) , The Potters Studio clay and Glaze Handbook Quayside Publishing Group , Beverly , USA .
4- Majolandile Dyalvane, (2015), Contemporary Design Africa, Thames and Hudson, London, British .
5- The Corning Museum of Glass (2013), Journal of Glass Studies, Volume 55,Corning,NewYork,USA .

ملحق الصور:



صورة رقم( ) قطعة خزفية تبين أثر الألوان الدافئ في إثراءالسطح بالقيم الجمالية.



صورة رقم( ) نماذج من مزججات الدراسة.

صورة رقم( ) نماذج من مزججات الدراسة.

صورة رقم( ) مزججات الدراسة.