إستخدام أوكسيد الحديد الأحمر لإنتاج تقنية (Oil Spot) في زجاج عالي الحرارة

تراث أمين عباس علي صلاح فلاح
جامعة بابل/ كلية الفنون الجميلة
alisalah@gmial.com

الملخص

يعنى هذا البحث بدراسة استخدام أوكسيد الحديد الأحمر لانتاج تقنية (oil spot) في زجاج عالي الحرارة ، فكان هدف البحث: هو انتاج تقنية (oil spot) من استخدام أوكسيد الحديد الأحمر في زجاج عالي الحرارة.

وكانت إجراءات البحث ، عمل برنامج حرق، وهذا البرنامج هو حرق الزجاج متعدد الطبقات المؤكسد (LG)،وعلى ضوء هذا البرنامج ومن نتائج التجارب الاستطلاعية تم اختيار خلطات زجاج تبعاً لبرنامج الحرق وتم اضافة أوكسيد الحديد الأحمر(Fe_2O_3) الى خلطة الزجاج الاساس بنسبة (١٠%)، واضافة صبغات التلوين الى خلطة الزجاج الغطاء بنسبة (١٠%) .

أجرى الباحثان فحص التحليل اللوني وفق نظام (RGB) للنتائج باستخدام جهاز التحليل اللوني (Precise Color Reader).

وأهم الاستنتاجات المستخلصة من البحث :-

١. تطبيق طبقتين من الزجاج ، الأساس منها يحتوي على أوكسيد الحديد الأحمر بدرجة حرارة أوطأ من الغطاء ، ينتج تقنية (oil spot).

٢. إنّ فقدان أوكسيد الحديد الأحمر الاوكسجين في درجة حرارة أعلى من (١٢٣٠C°) وخروجه على شكل فقاعات حاملة معها جزء من أوكسيد الحديد يساهم في انتاج تقنية (oil spot).

الكلمات المفتاحية: أوكسيد الحديد الأحمر ، تقنية (Oil Spot)، زجاج عالي الحرارة

Abstract

This research means study production using red iron oxide for production oil spot Technique in high temperature glaze, While the objective of this research: is the production technique of oil spot using iron oxide high-temperature glass red.

And search procedures, work burn, this program is firing glaze multilayer oxidized (LG), and in the light of this program were selected according to the glaze mixes the firing program and adding red iron oxide (Fe_2O_3) to these mixtures (10%) To mix the glaze base, and add the coloring pigments to mix and cover glaze (10%).

The researchers also conducted screening system chromatography (RGB) for results through the use of chromatography device (Precise Color Reader).

The main conclusions of the research.

1. apply two layers of glaze, the basis of which contains iron oxide red the lower temperature of the cover, produces technique oil spot.

2. the loss of iron oxide red oxygen at higher temperature (1230 C°) off form bubbles with part of iron oxide contributes to the technical production oil spot.

Keywords: Red Iron Oxide , Oil Spot Technique **,** High Temperature Glaze

الفصل الاول/الاطار المنهجي للبحث

١-١ مشكلة البحث

يقوم الفن كواحدة من ضروراته الوجودية كإظهار بصري محسوس،على الجانب التقني لاسيما وان البنية التقنية لكل منجز فني تخضع لآليات الطرح التجريبي وبالتالي الخروج بتأثيرات على الجوانب الفنية (اللون وتدرجاته وتحولاته) والعلمية (السطح والتراكيب المكونة له)

وبما أن فن الخزف ينتج عبر تقنيات متعددة ويطلى بطلاءات زجاجية تكون إما واطئ الحرارة وإما عالية الحرارة ، وفي حدود التقنيات الناتجة من خلال زجاج عالي الحرارة (Stoneware Glaze) نجد ثمة اظهارات تقنية خاصة و ذو شكل فني وجمالي مميز من خلال الاكاسيد الملونة والتي تسلك تأثيرات لونية خاصة وفي درجات الحرارة العالية ،اذ يعد أوكسيد الحديد من أكثر الأكاسيد المعدنية انتشاراً في الطبيعة ، وقد أستخدم من الخزافين قديماً كملون، ولاسيما وأنه يتخذ أكثر من سلوك حسب خلطة الزجاج المضاف اليها.

ولكون الحديد من الأكاسيد المشجعة على انتاج اظهارات تقنية في زجاج الخزف، وبفعل عوامل مؤثرة كالحرارة ومعدل التبريد وبحسب برامج حرق معينة ، فسوف تبحث هذه الدراسة في تقنية (oil spot) ، وهنا يثار تساؤل شامل:-

- **ما هي تقنية (oil spot) الناتجة من استخدام أوكسيد الحديد الأحمر في زجاج عالي الحرارة ؟**

١-٢ أهمية البحث والحاجة إليه

تكمن أهمية البحث الحالي بالآتي:

١. إنتاج تقنية (oil spot) من أوكسيد الحديد في زجاج عالي الحرارة مما يتيح للخزافين الإبداع في مجال التشكيل الجمالي للخزف و بأوكسيد الحديد المتوفر بكثرة.

٢. إغناء الجانب المعرفي تماماً بكل ما يخص هذا الأوكسيد و اشتغالاته الكيميائية واللونية التقنية في خزف عالي الحرارة.

١-٣ هدف البحث

- انتاج تقنية (oil spot) من استخدام أوكسيد الحديد الأحمر في زجاج عالي الحرارة .

١-٤ حدود البحث

١. المواد المستخدمة في خلطات الطين والزجاج

- فلسبار بوتاش Feldspar potash
- فلنت Flint
- الكاؤولين(دويخلة) Kaolin
- كاربونات الكالسيوم Calcium Carbonate
- دولومايت Dolomite
- رمل السليكي (ارضمه) Silica Sand

٢. **مركب التلوين:**أوكسيد الحديد الأحمر(Fe_2O_3) Red Iron Oxide

٣. **نظام الحرق والتبريد:**سيلجأ الباحث إلى بناء نظام حرق وتبريد للسيطرة على بيان انتاج تقنية (oil spot) لأوكسيد الحديد الاحمر(Fe_2O_3) على إن درجة الحرق تتحدد بحدود المدى الحراري (1250 C°) ، ومعدل التبريد بحدود المدى (950 C°)

الفصل الثاني/الاطار النظري للبحث

٢-١ الخزف الحجري Stoneware :الخزف الحجري صفة تطلق على الخزف الذي تكون له درجة حرارة نضج بحدود (1300 – 1200°C) فهو يختلف كثيراً عن الخزف واطئ الحرارة من حيث الخواص الفيزيائية (المسامية، التقلص، الكثافة، الصلابة ... الخ)، إذ إنَ المسامية في الخزف الحجري (Stoneware) تكون أقل من الخزف واطئ الحرارة وذلك نتيجة تأثير الحرق بدرجات الحرارة العالية التي تكون ما بين (1300 –1200°C) ، لهذا الحرق في هذه الدرجات يكون الطور الزجاجي الذي يدخل المسامات لذلك تقل مسامية الجسم، لهذ الخزف الحجري فيكون قريب من حالة التزجج (Vitrified). (Dewar,2002,p 23)

وكذلك الكثافة تتأثر بشكل كبير بنتائج الانصهارية حيث إنّ زيادة الانصهار مع ارتفاع درجة الحرارة يؤدي الى زيادة كثافة الجسم ، إذ إن الكثافة تتناسب عكسياً مع المسامية و تتناسب طردياً مع درجة الحرارة ، حيث ان درجة الحرارة المرتفعة تؤدي الى تقليل المسامية وتوزيعها داخل الجسم بسبب تكون الطور الزجاجي ،إذ إنّ زيادة كثافة الجسم الفخاري يعني زيادة متانة وصلابة القطع الفخارية والى حدود معينة لأن زيادة الكثافة بشكل كبير يؤدي الى عدم تقبل الجسم للطلاءات الزجاجية وتصبح ذات امتصاص ضعيف.(Zakin & Bartolovic ,2015,p11)

٢-٢ أوكسيد الحديد الاحمرFe_2O_3 :إن أوكسيد الحديد هو من أكثر الأكاسيد التلوينية المهمة والمتقبلة، إذ يضاف إلى التزجيج بنسبة (١٠%) وينتج مجالاً واسعاً من الألوان، ففي الحرارة الواطئة ولاسيما مع زجاج الرصاص ينتج أوكسيد الحديد بنسبة (١٠-٥%) ظلال البني إلى الأزرق المسود الداكن، وكذلك يعطي أوكسيد الحديد تأثيرات لونية كثيرة مع الزجاج القلوي، والزجاج الذي يحتوي على أوكسيد القصدير. (Britt,2004,p.23)

هنالك أنواع من الأطيان تحتوي على نسبة من أوكسيد الحديد، تعطي عند الحرق ألواناً مختلفة، إذ إن الطين الذي يحتوي على (٦%) من أوكسيد الحديد ينتج لوناً برتقالياً غنياً بعد الحرق بدرجة (٩٠٠ C°) ، و يمكن إضافة أوكسيد الحديد إلى الجسم أو الرائب الطيني الذي يعطي نتائج متشابهة نوعاً ما، فنسبة (١٠-5%) من أوكسيد الحديد في الطين المحروق في جو تأكسدي سوف يعطي درجات البني.

يضاف أوكسيد الحديد الى زجاج الخزف على هيئة أوكسيد الحديد الأحمر(Fe_2O_3) وهو النوع الشائع المستعمل في الخزف وانه الحالة الاكثر استقراراً من الصيغ الأخر ، حيث يكون مرتبطاً بأكبر عدد ممكن من الأوكسجين مكونا بلورات حمراء ، وان عند اضافة أوكسيد الحديد إلى الزجاج أو الطين ، سوف تتحول جميع أنواع أوكسيد الحديد الى أوكسيد الحديد الأحمر(Fe_2O_3) وهذا في الحرق المؤكسد اما في الحرق الاختزالي يتحول أوكسيد الحديد الأحمر الى أوكسيد الحديد الاسود(FeO). (Jones,2015,p31)

إن أوكسيد الحديد يكون سهل الاختزال، إذ يستجيب فوراً لأوكسيد الكاربون، ويكون مستعداً لتحرير وإطلاق الأوكسجين ويصبح أوكسيد الحديد الأسود، إذ إن نسبة (٣-1%) من أوكسيد الحديد في الاختزال ينتج لوناً رصاصياً مخضراً ومظلماً ونسبة (١٠-8%) ينتج اللون الأسود . (Britt,2004,p.24)

٢-٣ تقنية Oil Spot:(Oil Spot) مصطلح يطلق على نوع من الزجاج عالي الحرارة يحتوي على نسبة عالية من أوكسيد الحديد الأحمر، ظهر في شمال الصين القديمة خلال حضارة سنك (Sung) وانتقل الى اليابان ومن ثم الى العالم الغربي، ويمكن ان يترجم بالبقع النفطية او الزيتية . (Hamer,1975, p205)

مبدأ ظهور تأثير ال(oil spot) في زجاج عالي الحرارة هو في اختزال أوكسيد الحديد الأحمرفي الزجاج الذي يتحول إلى أوكسيد الحديد الأسود ، وحتى لو تم حرقة بجو مؤكسد فأنه سيبقى بهيئته نفسها حتى

ترتفع الحرارة إلى درجة اعلى من (C°١٢٣٠) حيث يحدث تحول لأوكسيد الحديد من الأحمر إلى الاسود بدون اختزال، إذ إنّ أوكسيد الحديد الأحمر لا يستطيع الاحتفاظ بكل ذرات الاوكسجين المرتبطة به في تلك الحرارة بل سيفقد الأوكسجين من أوكسيد الحديد الذي يخرج على شكل فقاعات غازية من سطح الزجاج رافعاً القليل من أوكسيد الحديد الى سطح الزجاج مكوناً تأثيرات تلك البقع اللونية التي تدعى (oil spot) . (Britt,2007,p76-77)

يمكن تحقيق (oil spot) من طلاء بطبقة أو طبقتين من الزجاج أو زجاج فوق الرائب الطيني والزجاج (Slip glaze) على ان تكون طبقتي الزجاج تحتوي على أعلى نسبة من أوكسيد الحديد من الطبقة العليا أو يمكن أن تلون الطبقه العليا بصبغات تلوين . (Hamer,1975,p205)

الفصل الثالث/إجراءات البحث

٣-١ المنهج المستخدم :تم اعتماد المنهج التجريبي كونه الأكثر ملائمة لتحقيق أهداف البحث ، الذي يعد أكثر انواع البحوث العلمية دقةً،إذ يقوم على أساس التجربة العلمية التي تكشف عن العلاقات السببية والتكوينية بين العوامل المتضمنة والمؤثرة فيها .

٣-٢ المواد المستعملة في البحث

٣-٢-١ الطينة :استخدم الباحث المواد الأولية الاكثر ملائمة للحرق عالي الحرارة (Stoneware) في درجات حرارة (C°1300)، إذ اختيرت طينة (كاؤولين دويخلة) لملائمتها الحرق في درجات الحرارة العالية، حيث درجة انصهارها بحدود (C°1500) وكذلك مطاوعتها الجيدة في التشكيل و وفرتها محلياً ، وانخفاض نسبة أوكسيد الحديد فيها .

٣-٢-٢ الرمل السليكي Silica Sand :استخدم الباحث الرمل السليكي الابيض المحلي المتوفر في منطقة ارضمة ، كونه عالي النقاوة وتنخفض فيه الاكاسيد الملونة ، ومرر المسحوق عبر منخل ذي نفاذية (Mesh 60).

٣-٣ الخلطة الطينية المستعملة

اعتمد الباحث الخلطة الطينية في الجدول (٣-١) أدناه ، بعد اجراء مجموعة من التجارب الاستطلاعية لإنتاج خلطات طينية عدة ذات مواصفات تتحمل درجات الحرارة العالية (C°1300) وكذلك تمتاز بخصائص جيدة من حيث المطاوعة في التشكيل وقلة المشاكل في مرحلة الجفاف والحرق.

الجدول (٣-١) يبين الخلطة الطينية المستعملة في البحث

مواد الخلطة	نسبة المواد
كاؤولين دويخله	%٧٠
الرمل السليكي الأبيض	% ٣٠

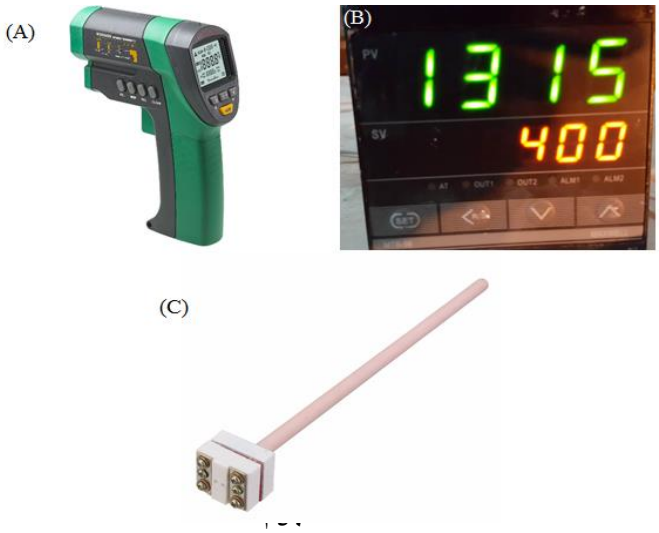
٣-٤ تحضير الخلطة الطينية:تم تحضير الطينة بالطريقة اللدنة وذلك بوزن المواد الأولية وفق النسب الموضحة في الجدول (٣-١)، حيث تم اضافة الماء الى الخلطة وتمزج جيداً ، وبعد ترسب المواد الأولية يجرى سحب الماء الفائض من أجل التخلص من الأملاح الذائبة والمواد العضوية إن وجدت ، ويمرر الرائب الطيني في غربيل قياس (Mesh 60) ، ويوضع في أحواض ذات أرضية من القماش السميك لترشيح الماء الزائد حتى تصبح الخلطة الطينية قابله لتشكل

٣-٥ تشكيل نماذج البحث:استخدم الباحث ماكنة (Pugmill Clay) كما في الشكل (٣-١) في تشكيل النماذج بالطريقة اللدنة، وتنفيذ أشكال متوازي المستطيلات بقياس (١٠×٧.٥×١.٥) منحنية الجوانب ويحتوي على أفريز بارز، لغرض معرفة سلوك الزجاج على السطوح المستوية والبارزة والمنحنية، وجففت النماذج بدرجة حرارة الغرفة، وعلى سطح مستوٍ للتأكد من استواء النماذج بعد الجفاف.

الشكل (٣-١) يوضح تشكيل النماذج باستخدام ماكنة Pugmill Clay

٣-٦ حرق النماذج Biscuit Firing :تم حرق النماذج في فرن كهربائي وفق برنامج بطئي ولغاية درجة حرارة (C°1080)، وذلك لتحقيق صلابة جيدة مع إبقاء نسبة جيدة من المسامية من أجل تناسب تطبيق الزجاج وارتباطه .

٣-٧ برامج حرق الزجاج :وضع الباحث برنامج حرق خاص في تقنية (oil spot)، وتم القياس والسيطرة على درجة حرارة باستخدام مقياس حرارة الكتروني (Digital Temperature Controller) من نوع (Precision) وباستخدام ثرموكبل نوع S (Thermocouple Type S)وكذلك استخدام مقياس حراري بالأشعة تحت الحمراء(Infrared Thermometer) من نوع (Mastech) كما في الشكل(٣-٢).



الشكل (٣-٢) يوضح

(A) مقياس الحرارة بالاشعة تحت الحمراء Infrared Thermometer

(B) مقياس الحرارة الكتروني Digital Temperature Controller

(C) ثرموكبل نوع (S) Thermocouple Type S

٣-٧-١ برنامج الحرق لزجاج متعدد الطبقات المؤكسد ذو الرمز (LG)

أجرى الباحثان برنامج الحرق لزجاج متعدد الطبقات و في فرن كهربائي في هذا البرنامج تم الحرق كالاتي:

- بدء الحرق من درجة حرارة الغرفة الى درجة حرارة نضج الزجاج (C°1250) وفي فترة زمنية قدرها (٧) ساعات وفي جو مؤكسد.

عند وصول درجة حرارة الفرن الى درجة حرارة نضج الزجاج (C°1250) يتم إبقاء درجة حرارة الفرن ثابته على درجة حرارة النضج لفترة زمنية قدرها (٤) ساعات ، ومن ثم اطفاء الفرن.

٣-٨ تراكيب خلطات الزجاج:أجرى الباحثان العديد من التجارب الاستطلاعية لخلطات الزجاج وفق برنامج الحرق ، وبعد الاطلاع على نتائج التجارب الاستطلاعية ومصادر الخزف الرصينة تم اعتماد خلطات الزجاج في الجدول (٣-٢) وفق برنامج حرق زجاج متعدد الطبقات.

الجدول (٣-٢) يبين النسبة المئوية لخلطات الزجاج

خلطة الزجاج		
المادة	طبقة الزجاج الاساس	طبقة الزجاج الغطاء
فلسبار صودا	%٣٠	%٤٧
فلنت	%٢٤	%٢١
كاربونات الكالسيوم	%٣٠	%١٨
دولوميات	–	%٣
كاؤولين	%١٥	%١١
المجموع	%١٠٠	%١٠٠

٣-٩ مركبات تلوين الزجاج:استخدم الباحثان أوكسيد الحديد الأحمر وصبغات التلوين في تلوين خلطات الزجاج وهي كالآتي :-

- تم اضافة أوكسيد الحديد الأحمر الى خلطة الزجاج الأساس وبنسبة (١٠%) مضافة فوق النسبة المئوية لخلطة الزجاج وليس ضمنها.
- تم اضافة صبغات التلوين ذات الالوان (الأحمر، البرتقالي ، البنفسجي ، الأخضر) إلى خلطة الزجاج الغطاء وبنسبة (١٠%) مضافة فوق النسبة المئوية لخلطة الزجاج وليس ضمنها.

٣-١٠ حساب وحدة الصيغة (Formula Unites) لخلطات الزجاج

اعتمد الباحثان برنامج حساب وحدة الصيغة الكتروني (Glaze Master) لخلطات الزجاج المعتمدة في البحث، حيث يستعرض في هذا البرنامج مجموعة من المعلومات الخاصة بكل خلطة زجاج وحساب وحدة الصيغة مع عرض النسب المئوية للاكاسيد الداخلة في تركيب خلطات الزجاج.

٣-١١ تهيئة وتطبيق خلطات الزجاج

تم تحضير خلطات الزجاج الجدول (٣-٢) بتحديد نسب وزنية وهي (١٠٠%) مضافاً إليها وزن الملون فوق النسبة، وتم تطبيق خلطات الزجاج بواسطة (المرذاذ) ، حيث كان كالاتي :

١. تطبيق خلطة الزجاج الأساس الجدول (٣-٢) ومضاف إليها أوكسيد الحديد الأحمر، كطبقة اساس (Base) بسمك بحدود (mm٣) تقريباً.

٢. تطبيق الخلطة الغطاء الجدول (٣-٢) مضاف إليها صبغات التلوين (بنفسجي، أحمر، برتقالي ، أخضر)، وتم تطبيقها فوق الخلطة طبقة الأساس وكانت كطبقة غطاء (Cover) وبسمك بحدود(mm٣).

٣-١٢ ترميز النماذج:اعتمد الباحثان في ترميز النماذج كالآتي:

١. نوع خلطة التزجيج (A,B,).

٢. الأرقام (١,٢,٣) في حالة وجود عدد من الخلطات في نظام الحرق الواحد .

٣. جو الحرق (LG) زجاج متعدد الطبقات.

٤. الرقم يبين نسبة الأوكسيد المضاف إلى (١٠٠) غرام من الزجاج.

٥. الرموز في حالة اضافة صبغات ملونة إلى الخلطات (PS بنفسجي ، RS احمر، GS اخضر ، OS برتقالي).

٣-١٣ الفحوصات التي اجريت على الزجاج

٣-١٣-١ التحليل اللوني

تم استخدام جهاز التحليل اللوني (Precise Color Reader) لمعرفة التمثيل الرياضي للون وتحديد قيمة اللون الأحمر(Red Color) واللون الأخضر (Green Color) واللون الأزرق (Blue Color) ، (R,G,B)

- اسم الجهاز: Precise color Reader
- الموديل : HP-C210 . كما في الشكل (٣-٣)

الشكل (٣-٣) يوضح جهاز التحليل اللوني Precise color Reader

٤-١ النتائج

٤-١-١ نتائج حساب وحدة الصيغة Formula Units:باستخدام برنامج حساب وحدة الصيغة الكتروني (Glaze Master) لخلطات الزجاج الموضحة في الجدول (٣-٢) ، ظهرت النتائج كما في الجدول (٤-١) يبين قيم مجاميع الأكاسيد لخلطات الزجاج.

الجدول (٤-١) يبين قيم الأكاسيد الحامضية والمتعادلة والقاعدية لخلطات الزجاج وفق برنامج Glaze Master

رمز خلطة الزجاج	المجموعة الحامضية RO2	المجموعة المتعادلة R2O3	المجموعة القاعدية RO ,R2O
A-LG	٢.٤٦٣	٠.٣٠٣	١
B-LG	٣.٢٤٢	٠.٤١٠	١

٤-١-٢ نتائج الزجاج اللونية:تم تصوير النماذج المزججة وفق خلطات الزجاج وبرنامج حرق زجاج متعدد الطبقات ، كما في الشكل (٤-١) .

A,B -LG-10-P

A,B -LG-10-O

A,B -LG-10 - R

A,B -LG-10-G

الشكل (١-٤) يوضح نماذج مجموعة خلطة (A,B-LG) مضاف إليها أوكسيد الحديد الأحمر(Fe2O3) وصبغات التلوين

٤-١-٢ نتائج التحليل اللوني وفق نظام (RGB):أظهرت نتائج التحليل اللوني قيم (R,G,B) لكل نموذج باستخدام جهاز التحليل اللوني (Precise color Reader) ، كما في الجدول (٤-٢) .

الجدول (٤-٢) يبين نتائج التحليل اللوني للمجموعة A,B -LG وفق نظلم (RGB)

النموذج	R	G	B
A,B -LG-10-PS	٤٩	٥٤	٦٢
A,B -LG-10-RS	٦٦	٦٠	٥٠
A,B -LG-10-OS	١٠٧	٩٤	٦٢
A,B -LG-10-GS	٨٩	٩١	٧٤

٤-٢ مناقشة النتائج

٤-٢-١ مناقشة نتائج حساب وحدة الصيغة لخلطات الزجاج: أظهرت نتائج حساب وحدة الصيغة لخلطات الزجاج في برنامج (Glaze Master) كما في الجدول(٤-١) مجاميع القواعد والحوامض والمتعادلة حيث من خلال نسب السليكا (SiO_2) والألومينا (Al_2O_3) تتحدد درجة الحرارة، نلاحظ أنّ أغلب خلطة الزجاج الغطاء (B) ضمن نطاق زجاج عالي الحرارة، أما خلطة زجاج الاساس (A) فتقع ضمن نطاق زجاج متوسط الحرارة أو بداية زجاج عالي الحرارة، لهذا السبب سينتج زجاج عالي السيولة .

٤-٢-٢ مناقشة النتائج اللونية: أظهرت نتائج الخلطة (A,B -LG) في برنامج الزجاج متعدد الطبقات المؤكسد (LG)،سطح زجاجي ذو بقع لونية مختلفة الألوان كما في الشكل (٤-١) ويعرف هذا الزجاج بـــ (Oil Spot)، وهذا جاء ونتيجة لطريقة تطبيق الزجاج متعدد الطبقات، وكذلك نتيجة لفرق في درجة حرارة طبقتي الزجاج حيث كانت درجة حرارة خلطة الزجاج الاساس(A) المضاف إليها أوكسيد الحديد الأحمر(Fe_2O_3) أوطأ من خلطة الطبقة الغطاء (B)، وبذلك سيكون الزجاج الاساس فقاعات تنفذ من خلال طبقة الزجاج الأعلى حاملة معها نسبة من أوكسيد الحديد الأحمر.

٤-٣ الاستنتاجات

١. تطبيق طبقتين من الزجاج ، الأساس منها يحتوي على أوكسيد الحديد الأحمر بدرجة حرارة أوطأ من الغطاء ، ينتج تقنية (oil spot).

٢. إنّ فقدان أوكسيد الحديد الأحمر الأوكسجين في درجة حرارة أعلى من (١٢٣٠C°) وخروجه على شكل فقاعات حاملة معها جزء من أوكسيد الحديد يساهم في انتاج تقنية (oil spot).

المصادر

Britt, John: **The Complete guide to high-fire glaze**, Lark Crafts, New York, 2007,P 23,24,76-77

Dewar , Richard : **Stoneware** , A&C black , London, 2002, P 23

Hamer, Frank: **The potter's Dictionary of Materials and Techniques**, pitman, London, 1975,P 205

Zakin , Richard & bartolovic , Frederick : **Electric kiln ceramic**, 4ed , the American ceramic society ,USA , 2015,P 11

Jones , bill : **Cone 5-6 glaze** ,6ed , the American ceramic society ,USA , 2015,P31