

الحصول على طلاء زجاجي بلوري بدون نظم الحريق المتبعة لحريق الطلاء الزجاجي البلوري Obtain Crystalline Glaze Without Fire Systems Followed to Fire The Crystalline Glaze

أ.م.د / سعيد عبد الغفار العناني

أستاذ الخزف المساعد – قسم التربية الفنية كلية التربية النوعية – جامعة طنطا

د / ماهر حسين عراقيب

دكتوراه الفلسفة في التربية الفنية تخصص الخزف – كلية التربية جامعة عين شمس

ملخص البحث :

يعد الطلاء الزجاجي البلوري من الطلاءات الخاصة وأحد أنواع الطلاءات الزجاجية التي تتمتع بحس جمالي وهو منتشر في أوروبا وأمريكا والصين، ولكنه غير منتشر بكثرة في مصر بسبب عدم توافر الأفران المتطورة من حيث التحكم الجيد في معدل التسخين والتثبيت والتبريد. والطلاء الزجاجي البلوري من الطلاءات التي تعتمد على العديد من العمليات الحرارية التي تتطلب تثبيت الحرارة عند 1270 درجة مئوية ثم النزول والصعود بالحرارة والتثبيت عدة مرات ثم التبريد البطيء لكي تسمح لنمو البلورات داخل الشبكة الزجاجية داخل الطلاء الزجاجي.

ويصعب الحصول على الطلاء الزجاجي البلوري وفق الإمكانيات المتاحة في مصر لأنه يحتاج إلى نظام حريق خاص ويتطلب الأمر العديد من العمليات الحرارية المعقدة كما تحتاج إلى دوائر تثبيت الحرارة نزولاً وصعوداً ومدة طويلة للتبريد. كما جاء تساؤل البحث عن كيفية الحصول على طلاء زجاجي بلوري بدون نظم الحريق المتبعة لحريق الطلاء الزجاجي البلوري في درجة حرارة 1100 – 1150 درجة مئوية؟

وتناول البحث الحالي ماهية الطلاء الزجاجي البلوري ونظرية تفسير التبلور الزجاجي مع كيفية حريق هذا النوع من الطلاء ونظم الحريق مع دوائر التثبيت والتبريد. كما هدف البحث إلى إمكانية الحصول على الطلاء الزجاجي البلوري بدون نظم حريق في مدى حراري (1100م – 1150م) ووفق الإمكانيات والخامات المحلية المتاحة.

كما اتبع البحث المنهج التجريبي وذلك بإجراء تجارب خاصة حول تركيبات أولية للحصول على قواعد للطلاء الزجاجي البلوري تناسب الأفران المحلية مع تلويها بأحد الأكاسيد المعدنية أو بعدة أكاسيد للحصول على ألوان خاصة بالبلورات. قامت التجربة على أساس قاعدتين للطلاء الزجاجي بالخامات المحلية مضاف إليها مواد التبلور (الزنك، الكوارتز) لتناسب الظروف والإمكانيات المحلية وتم استخدام الخامات الآتية في تركيب القاعدتين وهم، القاعدة الأولى : (البوراكس، بيكرونات الصوديوم، كربونات كاليسيوم، فليساير صوديومي، كاولين مصري، كوارتز، زنك) والقاعدة الثانية : (كربونات صوديوم، كربونات بوتاسيوم، كاولين مصري، دولوميت، كوارتز، زنك).

كما توصل البحث إلى العديد من النتائج التي ظهرت فيها تشكيلات جمالية للطلاء الزجاجي البلوري مطبقة على العديد من الأواني المصنعة من البورسلين تراوحت أحجامها ما بين 30 – 40 سم. كما أمكن بعد التجربة العملية للبحث أمكن الحصول على طلاء زجاجي بلوري بدون نظم حريق معقدة تناسب الأفران المحلية في درجة حرارة (1100 – 1150) درجة مئوية.

كلمات مرجعية : Keywords

الطلاء الزجاجي البلوري Crystalline Glaze، نظم الحريق Firing System، نظام التبلور Crystallization System، نظام التبريد والتثبيت Cooling & Holding System، الأكاسيد المعدنية الملونة Colored metal oxides.

تمهيد

الطلاء الزجاجي هو عملية حرارية كيميائية يغطي فيها سطح الجسم الخزفي بطبقة زجاجية جيدة الالتصاق، تعمل على سد مسام سطح الجسم وتجعله سهل التنظيف وتكسبه نعومة ولمعاناً ورونقاً، وتسمى الطبقة الزجاجية بطبقة الطلاء الزجاجي والمادة الناتجة بمادة الطلاء.

وسطح الطلاء عبارة عن طبقة من الزجاج أو البلورات الزجاجية تغطي سطح الجسم الخزفي، وهي خليط من عدة مواد، توزن وتضاف بعضها إلى البعض بنسب معينة، وتضاف كلا منها لفائدة معينة، وكلها ترمى إلى تكوين الطلاء الزجاجي أي كان نوعه.

خلفية المشكلة :

إن مصطلح الطلاء البلوري يظهر حيث توجد البلورات المستقلة والواضحة التي يمكن أن تتضح وترى بالعين المجردة والزخرفة بهذا النوع من الطلاءات الزجاجية يكون صعب التحكم فيه ولذلك لا يستخدم بكثرة تجارياً لكنه يستخدم فقط في الحقل الفني، لأنها تحتاج لسبع عمليات مرحليه للحصول عليه وهي كالآتي :

1- يطبق بطبقة سميكة على السطح الفخاري .

- 2- ينضج الطلاء عند درجة حرارة عالية تصل إلى 1270 درجة مئوية .
- 3- التبريد المفاجئ.
- 4- الارتفاع في درجات الحرارة.
- 5- وتثبيتها لمدة تتراوح من ساعة واحدة إلى خمس ساعات .
- 6- التبريد فجأة أو تبريد بطيء.
- 7- الارتفاع بالحرارة مرة أخرى والتثبيت ثم الغلق والتبريد البطيء.

كل هذه مجموعة عمليات حرارية معقدة جميعها تشترك في الحصول على الطلاء البلوري .

ويصل حريق الطلاء الزجاجي البلوري إلى درجة حرارة 1270° م. وهذا متاح في أفران ذات درجة حرارة عالية ونظم إلكترونية تتحكم في تثبيت درجات الحرارة ونزولها وارتفاعها، علماً بأن ذلك غير متاح في الأفران المحلية المنتشرة في معظم كليات الفنون والتعليم العام .

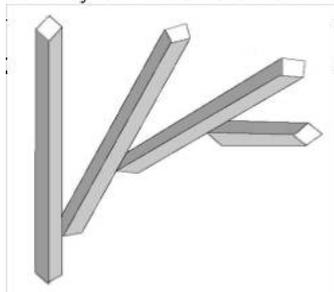
كما أشار عدد من الدراسات إلى صعوبة الحصول على الطلاء الزجاجي البلوري بدون نظم حريق متبع والذي يقوم على مدى طويل لمدة الحريق مع التثبيت كما تتضمن النزول والصعود بدرجات الحرارة والتثبيت عليها عدة مرات .

تشكل بلورات دقيقة تشبه الخطوط علي السطح وعند إضافة كمية كبيرة من أكسيد الزنك نشط من إعادة التبلور، فالطلاء الزجاجي البلوري لا يتكون ذاته من البلورات ولكن تنمو البلورات داخل التركيب الأساسي للطلاءات السائلة وتسمى تلك العملية بإعادة التبلور (6، ص14).

الطلاء الزجاجي البلوري Crystal glaze هو طلاء براق بلوري يوجد في طبقة رقيقة من الطلاء الذي يحتوي علي بعض المعادن مثل الزنك أو التيتانيوم مع الصواهر القلوية وكثيرة من السيليكا ويعتمد البريق علي التبريد السريع الذي يحدث بلورات صغيرة وأما إذا كان التبريد بطيئاً فقد تصبح البلورات كبيرة (2، ص 14).

عندما نتحدث عن أشكال البلورات فهذه بلورات (الطلاء الزجاجي البلوري) ونشاهده في أشكال بلورية دقيقة من الزنك والسيليكا والعناصر المعدنية، إن البلورات تتكون من 12 إلي عدة آلاف من الأشكال الأبرية المتكونة معاً، كما أن لون العناصر البلورية يأتي من إحلال ذرة الأكسجين والزنك والسليكون لذرة ملونة Colorant، وان أحسن طريقة لتكوين البلورات تحدث أثناء درجة تبريد مابين 1100-1020 درجة مئوية.

والبلورات تنمو من نقاط نووية تظهر أثناء مرحلة الذوبان أو الانصهار في الحريق وهذه النقاط تنساب عندما تنصهر هذه البلورات وتكون في حالة سائلة وتتكون دائما في اعلي وفي قمة دائرة الحريق والشكل (1) يبين خطوط أعمدة الطلاء البلوري التي يتكون منها البلورات الضخمة Macro Crystalline.



شكل (1)



شكل (2)

لاحظ أن البلورات تتكون بشكل فردي (بذاتها) وتكون مستقيمة الشكل، وفي الشكل (2)، يبين كيف تبدو البلورات عندما تصطف البلورات علي بعضها البعض ويكون مستقيم بشكل تام حتى انه لا يكون بلورات متشعبة (خطية).

نظريات تفسير لتبلور علي سطح الطلاء الزجاجي :

السيليكا المترججة هي أبسط أنواع الزجاج قام بدراستها وارن warren باستخدام الأشعة السينية X-Ray- ووجد انه ليس هناك حاجة لوجود بذرة بلورية كما كان يعتقد سابقا ولكنها منطوية عشوائية من السيليكا والأكسجين الرباعي والأسطح وتثبيت الكتيونات في فراغات الشبكة، وهذا الترتيب العشوائي

لذا كان من الصعوبة الحصول على طلاء زجاجي بلوري في درجة حرارة تناسب الأفران المحلية التي لا يوجد بها نظام متطور للتحكم في الحرارة بجانب عدم جاهزيتها للوصول لدرجات حرارة عالية، مما أدى الي قلة الأبحاث والفنانين الذين ينتجون الطلاء الزجاجي البلوري في مصر .

مشكلة البحث الحالي :

تتلخص مشكلة البحث الحالي في السؤال التالي :

كيفية الحصول على طلاء زجاجي بلوري بدون استخدام نظم حريق متبعة لحريق الطلاء الزجاجي البلوري في درجة حرارة 1100 – 1150 درجة مئوية ؟

هدف البحث :

يهدف البحث الحالي إلى الحصول على الطلاء الزجاجي البلوري بدون استخدام نظم الحريق .

أهمية البحث :

- 1- إتاحة الفرصة أمام الباحثين للحصول على الطلاء الزجاجي البلوري وفق الإمكانيات المتاحة للحريق .
- 2- توفير الوقت والجهد والتكاليف على الباحثين بتقليل زمن الحصول على الطلاء الزجاجي البلوري .

فروض البحث :

يفترض البحث الحالي إمكانية الحصول على طلاء زجاجي بلوري بدون استخدام أي نظام حريق .

حدود البحث :

- 1- يقتصر البحث الحالي في الحصول على طلاء زجاجي بلوري في مدى حراري مابين 1100 – 1200° م
- 2- يتم تطبيق نتائج البحث الحالي على الطينة الأسوانية وطينة البورسلين .

مقدمة عن الطلاء الزجاجي البلوري :

إن الابتكار في عمل الطلاء الزجاجي البلوري واحد من أكثر التحديات صعوبة، وألوان البلورات تجعل العين تنساب فوق القطعة والبلورات تكون فريدة من نوعها وتثير الأحاسيس عندما تنتج من خلال تركيب طلائى خاص وتحكم حريص دقيق في عملية الحريق والبطء في دائرة التبريد لكي تسمح بتوزيع الطلاء وانتشاره ولكي تتشكل البلورات .

تعريف البلورة :

البلورة هي جسم متجانس محاط بعدة أوجه مسطحة ذات زوايا ميل مختلفة لها نظام معين يتصف بالتكرار والتماثل والنواة الأساسية للبلورة وحدة جزئية مفردة داخل شبكة فراغية مكونة من ذرات ذات نظام ثلاثي الأبعاد وترتبط الوحدات وتتجاذب جزئياتها عن طريق شحناتها الكهربائية وتكون مجموعات جزئية معقدة تشكل الخلية والتي تغير الوحدة البنائية الأولية للتركيب الكلي وتتكون البلورة بتجمع مجموعات عديدة من الوحدات البنائية الأولية أي الخلايا (5، ص91).

البلورة هي كل مادة صلبة مشكلة تشكياً هندسياً خاصاً بتوزيع منظم للذرات أو الجزيئات المكونة لها، والمواد المتبلورة تنصهر في درجات حرارة ثابتة (1، ص 126).

والتركيب الداخلي لكل الخامات الخزفية له تنظيمات متناسقة تتنوع نماذجها البلورية من الشديد التماثل إلى عديمة التماثل أي ليس لها شكل تبلور، وبلورات الخامات الخزفية عموماً معقدة عن البلورات المعدنية لأنها عبارة عن كميات معدنية وغير معدنية يتداخل فيها تنوعات عديدة من الأنظمة البلورية وبالتالي الأشكال البلورية.

ماهية البلورة الزجاجية :

تعني كلمة طلاء مبلور أنه طلاء تبلور أثناء التبريد أي انه إذا لم يتواجد في مكونات هذه النوعية من الطلاءات مادة تساعد علي إحداث التبلور فإن السيليكا الداخلة في مكونات الطلاء سوف

ساعتين ونصف الساعة وهذا يعتمد على نوع الطلاء وتركيبته والملونات المضافة إليه (4، ص 142).

إن حافة البلورات تتشكل أثناء الجزء الأخير من معدل النمو لمدة ساعتين من (1020 °م) أثناء انتقال الأنوية في درجة الحرارة هذه فإن درجة لزوجة الطلاء الزجاجي تزايدت بحدّة، إنها تبدأ من 1160 °م والعناصر المتحركة تكون معاقبة حركياً لبناء البلورات وتتحول بقوة في الشكل وبعد ساعتين تقفل الحرارة ويبعد الفرن بسرعة ما بين 150 إلى 200 في الساعة .

كما يمكننا تغيير أشكال البلورات عن طريق درجة الحرارة التي عندها تثبت الفرن فإذا تم تثبيت درجة حرارة الفرن عند (1123 °م) لمدة 45 دقيقة فتكون البلورات إبرية، وفي درجة (1093 °م) فإن البلورات سوف تأخذ شكل الفأس أو بلطة الحروب، وعند (1066 °م) فإن شكل البلورة يكون دائرياً (7، ص 144). بعد الوصول للدرجة القصوى فيجب هبوط الحرارة سريعاً لتصل للمدى الحراري الذي تثبت فيه الحرارة لفترة محددة أو جعلها تهبط ببطء أثناء المدى الحراري لنمو البلورات، ويمكن خفض الحرارة أثناء المدى الحراري لنمو البلورات بمقدار (50 °م) وتثبيتها لفترة ثم نرفع الحرارة مرة أخرى ونثبت وهكذا ويمكن إعادة هذه العملية لننتج بلورات كبيرة تشبه الحلقات أو الهالات، ويقع مدى النمو الحراري للبلورات في منطقة ما في الفرن ما بين درجة (1010 - 1187 °م) ويمكننا تحديد مدى درجة الحرارة اللازمة لكل طلاء بلوري بمفرده فقط بالتجربة .

ويجب اختبار كل طلاء ومعرفة المدى الذي تحدث عنده عملية نمو أفضل لبلوراته أثناء الحريق وذلك ليتم التحكم في أجواء الحريق وعن طريقها سيتم اختيار النقطة الذي سيتم عندها التثبيت من عدمه لدرجة الحرارة، كما تمكن تلك المعرفة في تغيير شكل البلورات التي ستقوم بعملية النمو لها حيث إنه عند النهاية العليا فإن البلورات تميل لأن تكون ذات شكل إبري، بينما إذا تم خفض درجة الحرارة أثناء مدى التبريد حيث تظهر البلورات المروحية الشكل والتي تنتج تنوعاً أكثر في الأشكال البلورية كما في الشكل (4) .



شكل (4)

وإذا كنا نرغب في التثبيت عند نقطة واحدة ونحصل على بلورات تركيبها الداخلي منظم جداً أو للسماح لدرجات الحرارة التي نقوم عندها بالتثبيت أن تتغير وبالتالي تنتج بلورات ذات تأثير يشبه شكل الزهور كما أن لون البلورة تخف درجته بانخفاض درجة الحرارة.

التجربة المعملية (الخامات والاجراءات) :

الخامات المستخدمة :

(البوراكس، كربونات الصوديوم، بيكرونات الصوديوم، كربونات كالمسيوم، كربونات بوتاسيوم، فوسفات صوديومي، كاولين مصري، دولوميت، كوارتز، زنك) .

إعداد الخامات :

تم اختيار معظم الخامات الخاصة بالبحث والمتوافرة في السوق المحلي وعند إعدادها مرت بالعديد من المراحل منها : 1- الكلسنة. 2- النخل. 3- الوزن. 4- الخلط. 5- تسجيل

يفسر لنا كيفية تشكيل سلسلة من الزجاج مع احتفاظها بنفس خواصها.

نظم حريق الطلاءات الزجاجية البلورية :

حرق الطلاءات البلورية في الأفران الكهربائية التقليدية تحتاج لتركيز شديد، وذلك كان في الماضي القريب، أما الآن فأصبح حريق الطلاءات البلورية أكثر سهولة مع البرامج المتطورة للأفران الكهربائية حيث يوجد أفران صممت خصيصاً لتناسب الحريق البلوري حيث تشتمل على دورات تبريد خاصة كما يمكننا أن نثبت الحرارة في الوقت الذي نريده، بالإضافة إلى أن الأفران التي تم صنعها من طوب حراري سميك عازل تحتفظ بدرجة حرارة الفرن ثابتة حيث يمكننا ببساطة أن نقوم برص المنتجات في الفرن ثم نقوم بضبطه وتشغيله كما في شكل (3) .



شكل (3)

كما يجب مراقبة معدل ارتفاع الحرارة فالحريق لا يجب أن يكون طويلاً جداً خاصة عند درجة النضج أو التسوية المراد الوصول إليها حيث أنه في هذه الحالة سيجري الطلاء من على الجسم وما يتبقى من الطلاء على سطح الأنوية لا يكفي ويكون سمك هذا الطلاء رقيق جداً لا يحمي نمو البلورات .

نظم التثبيت والتبريد :

إن الطلاءات البلورية تختلف عن الطلاءات التقليدية من حيث أن الطلاءات البلورية يتم حرقها وتسويتها في درجة حرارة أعلى من درجة انصهار الطلاء التقليدي وذلك لجعل الطلاء سائلاً تماماً ويصل مقدار هذا الارتفاع عن درجة التسوية إلى (220 °م) تقريباً وعند الوصول لهذه الدرجة فيجب خفض درجة حرارة الفرن سريعاً إلى المدى الحراري المناسب لتكوين البلورات ويتم تثبيت درجة الحرارة عند هذا المدى لفترة محددة من الزمن ويعتبر المدى الحراري لنمو البلورات كبير بما يكفي ليحصل على بعض النتائج الناجحة المتوقعة، وإذا أردنا الحصول على شكل محدد أو حجم معين من البلورات فيجب علينا تحديد قياساتنا من خلال تجارب دقيقة وأجهزة تحليل وتسجيل للنتائج بطريقة عملية (3، ص 26).

كما أن المعدل الزمني الذي تستغرقه دورة الحريق لكي تصل إلى درجة الحرارة لمخروط 10 مهم للغاية وذلك لأنه يؤثر على إمكانية وجود كمية من البذور اللازمة لنمو البلورات في الطلاء (7، ص 143) .

ومدى التبريد مهم جداً في نمو البلورات حيث تنمو بمعدل 1 ملم لكل 10 دقائق أثناء عملية التبريد البطيء ويلاحظ أنه بمجرد بدء تكون البلورة فإن الزيادة في درجة الحرارة سوف تمنع تكون البلورات (7، ص 144) .

وهناك بلورات نموها يتراوح بين ساعتين وربع الساعة إلى

5- تسجيل البيانات :

يقوم الباحث بتسجيل البيانات الخاصة بكل عينة في الخلف قبل الحرق للتعرف عليها بعد الحرق وتسجيل نتيجة التجربة وهذه البيانات تتضمن رقم التركيبة ونوع الطلاء ونظام الحرق المتبع ونسبة الأكسيد المضافة وتسجل البيانات بالكتابة بلون طلاء خفيف كما هو في الشكل (10) .

الجسم المستخدم :

استخدم الباحث أطباق بورسلين منها أطباق مربعة الشكل مقاس (12 سم × 12 سم) تقريباً وأطباق دائرية الشكل قطرها (12.5 سم) تقريباً، وهذه المنتجات من الشركة العامة لمنتجات الخزف والصيني، والأطباق محروقة حرق بسكويت عند درجة حرارة (950 م°) .

التطبيق :

تم تطبيق التجارب في صورة خام وبدون إجراء عملية صهر مسبق. ولقد تم التطبيق الميل للطلاء على العينات بعد التصفية بحيث تراوح سمك الطلاء على الجسم ما بين 2-4 ملم كما في الشكل (11). تم التطبيق على كل عينات البحث بأسلوب السكب، وكانت العينات تبلل بالماء سريعاً قبل التطبيق مباشرة .



شكل (11)

الحرق :

استخدم فرن كهربائي محلي الصنع أبعاده (48 × 50 × 60 سم) . ولم تجرى له عمليات معايرة لعدم الحاجة لها، وتمت تسوية التجارب في جو مؤكسد، وكانت كما في شكل 12.



شكل (12)

معدل التسخين :

تم استخدام معدل تسخين ثابت في معظم التجارب الأولية وكان المعدل بطيء لحد ما ليناسب تسخين الطلاء الزجاجي البلوري الخام والذي تراوح ما بين (200 م° : 250 م°) لكل ساعة تقريباً وعند تحويل الطلاء لمادة سابقة الصهر (frit) تم اتباع معدل تسخين سريع لحد ما والذي تراوح ما بين (350 م° : 400 م°) لكل ساعة تقريباً، كل هذا وفق الإمكانيات المتاحة في الأفران المحلية .

معدل التبريد :

يعتبر التبريد من أهم العوامل في الحصول على الطلاءات الزجاجية البلورية فكلما كان التبريد بطيء استطعنا الحصول على البلورات لذا استخدم الباحث معدل تبريد طبيعي جداً في كل التجارب الأولية والنهائية في حدود (14 ساعة) تقريباً .

البيانات.

1- الكلسنة :

قام الباحث بكلسنة بعض الخامات للتخلص من الرطوبة وتنقيتها من الشوائب، الأمر الذي يعطينا دقة في الوزن الخاص بنسب كل عنصر من العناصر الداخلة في الخلطة، وتم الكلسنة عن طريق حرق المادة الخام بمفردها في بوتقة من الفخار عند درجة حرارة 900 م° كما نشاهد ذلك عند كلسنة الزنك في الصورة وهنا يتضح حجم الزنك قبل الكلسنة وهو يملئ الوعاء الفخاري في شكل (5)، وكيف انخفض بعد الكلسنة إلى ثلثين حجم الوعاء وانكمش للداخل وتغير لونه للون الأخضر الفاتح جداً كما في شكل (6) .



شكل (6)



شكل (5)

2- النخل :

إن النخل الجيد للخامات يساعد في ضمان الحصول على مسحوق ناعم ويستبعد الحبيبات الخشنة ويساعد أيضاً في عملية الانصهار للخامات، ولكي نتأكد من أن جميع الخامات ذات حجم حبيبي دقيق يتم مرورها من منخل (100 مش) وهي جافة كما في الشكل (7) .



شكل (8)



شكل (7)

3- الوزن :

من المراحل التي تحتاج للدقة البالغة لأن الزيادة أو النقصان في نسبة أي عنصر على حساب آخر قد يحدث خلل في الحصول على الطلاء الزجاجي وفي هذا البحث لا يمكننا التعامل مع التركيبات على أساس الصيغة الجزيئية فقد تم تحويلها من الصورة المكافئة (Equivalent Formula) إلى الصيغة الوزنية الخامات (Weighted Formula) ووزنت في حدود وزن كلي (100 جرام) لكل تجربة وبالوزن الدقيق على ميزان رقمي لأقرب رقم عشري واحد كما في شكل (8) .

4- الخلط :

تم خلط الخامات جيداً بالماء بحيث تتداخل الجزيئات وتندمج معاً ويحدث التجانس لتتم عملية الانصهار بشكل جيد وهنا قام الباحث بخلط الخامات جيداً في هون من البورسلين وطحن باليد جيداً في الهون لمدة (10 دقائق) لكل عينة ثم تم تمريرها من منخل (100 مش) لتصفيتها كما في شكل (9) .



شكل (10)



شكل (9)

30	30	30	30	30	كوارتز
20	20	20	20	20	زنك

طريقة الحريق للقاعدة الأولى :

تم إتباع طريقة للحريق لتجارب المرحلة الأولى في درجتين مختلفتين (1150م – 1200م) ومعدل التسخين 250 / ساعة وبمعدل تبريد 14 ساعة بدون تثبيت لتناسب تركيبات القاعدة الأولى للوقوف عند درجة الحرارة المناسبة لنضج الطلاء الزجاجي البلوري والتي يمكن أن تسمح بظهور البلورات في الأفران المحلية كما في شكل (13، 14) :-

النتائج :

أشارت نتائج القاعدة الأولى المرحلة الأولى في درجة حرارة (1150 م°) إلى وجود بلورات واضحة المعالم ويمكن رؤيتها بوضوح وبكثافة عالية في التركيبة (1) وكانت البلورات في أماكن بها سيولة أما باقي العينة كان السطح مطفي وخشن ناتج عن ملمس البلورات، كما ظهر مؤشر إيجابي في التركيبة رقم (2) ولم تظهر أي نتائج في التركيبات (3، 4، 5) كما في جدول رقم (2). كما جاءت نتائج هذه القاعدة في درجة حرارة (1200م°) بها نسبة سيولة عالية ولا توجد بها بلورات على الإطلاق كما في الجدول رقم (3).

مراحل التجربة :

تجارب أولية للحصول على تركيبة مناسبة للطلاء الزجاجي البلوري :

تناول البحث العديد من التجارب الأولية للحصول على تركيبات مناسبة تصلح للحصول على طلاء زجاجي بلوري بدون نظم حريق وفق الإمكانيات المحلية، كما قام العمل على قاعدتين أساسيتين تم اختيارهم بعد ثبات مناسبتهم للحصول على الطلاء الزجاجي البلوري بدون نظم حريق .

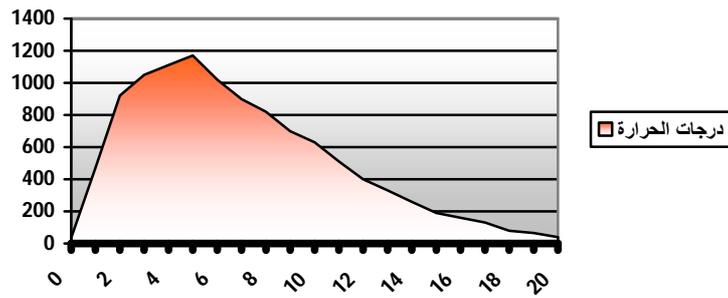
القاعدة الأولى : (البوراكس + بيكربونات الصوديوم)

القاعدة الأولى (المرحلة الأولى) :

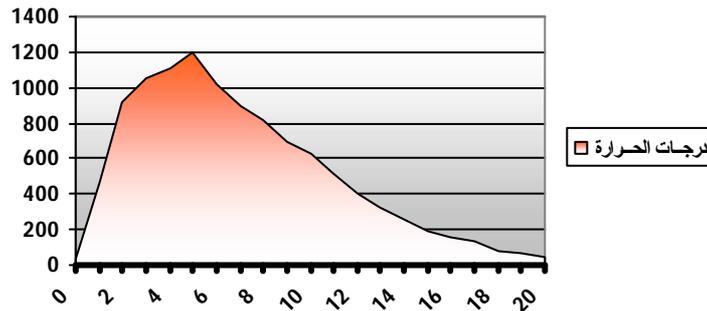
دراسة تأثير تغيير نسب المواد الصهارة (البوراكس وبيكربونات الصوديوم) مع تثبيت الكوارتز والزنك كما في جدول (1).

جدول (1) نسب ووزنية لتركيبات القاعدة الأولى المرحلة الأولى

الخامات	تركيبية 1	تركيبية 2	تركيبية 3	تركيبية 4	تركيبية 5
بوراكس	30	35	37,5	39,5	28
بيكربونات صوديوم	20	15	12,5	10,5	22
كربونات كالسيوم	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
فلسبار صوديومي	25	25	25	25	25
كاولين مصري	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5



شكل (13)



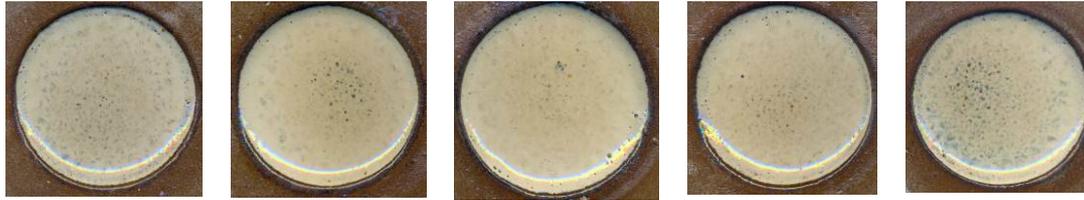
شكل (14)

جدول (2) نتائج تركيبات القاعدة الأولى المرحلة الأولى (1150 م°)



ت 5 ت 4 ت 3 ت 2 ت 1

جدول (3) نتائج تركيبات القاعدة الأولى المرحلة الأولى (1200م°)



ت 5 ت 4 ت 3 ت 2 ت 1

جدول (4) نسب وزنية تركيبات القاعدة الأولى المرحلة الثانية

الخمات	تركيبية 6	تركيبية 7	تركيبية 8	تركيبية 9	تركيبية 10
بوراكس	30	30	30	30	30
بيكربونات الصوديوم	20	20	20	20	20
كربونات كالسيوم	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
فسبار صوديومي	25	25	25	25	25
كاولين مصري	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
كوارتز	35	32	30	27,5	37,5
زنك	15	18	20	22,5	12,5

القاعدة الأولى (المرحلة الثانية) :

تم اختيار أفضل تركيبة في المرحلة الأولى ظهر فيها مؤشر للتبلور وهي التركيبة رقم (1) في درجة حرارة (1150 م°) لدراسة تأثير تثبيت نسب المواد الصاهرة (البوراكس + بيكربونات الصوديوم) مع تغيير الكوارتز والزنك كما في جدول رقم (4).

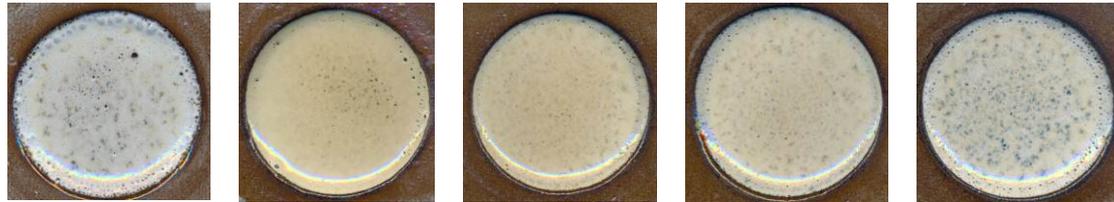
وأشارت نتائج القاعدة الأولى المرحلة الثانية في درجة حرارة (1150 م° - 1200 م°) إلى عدم وجود بلورات ولم تظهر أي نتائج في كل التركيبات (6، 7، 8، 9، 10) كما في جدول رقم (5، 6).

جدول (5) نتائج تركيبات القاعدة الأولى المرحلة الثانية (1150 م°)



ت 6 ت 7 ت 8 ت 9 ت 10

جدول (6) نتائج تركيبات القاعدة الأولى المرحلة الثانية (1200 م°)



ت 6 ت 7 ت 8 ت 9 ت 10

التركيبة رقم (1) في درجة حرارة (1150 م°) كأفضل تركيبة مناسبة أعطت مؤشرات إيجابية على التبلور وكانت البلورات دائرية وكثيفة جداً كما في الشكل (15).

القاعدة الثانية : (البوراكس + كربونات الصوديوم + كربونات البوتاسيوم) :

لقد تم تقسيم القاعدة الثانية إلى مرحلتين :

(المرحلة الأولى) : تتناول دراسة تأثير تثبيت نسب الكوارتز والزنك مع تغيير نسب الصواهر من البوراكس وكربونات الصوديوم وكربونات البوتاسيوم في الحصول على الطلاء الزجاجي البلوري كما في جدول (7).

جدول (7) نسب وزنية تركيبات القاعدة الثانية المرحلة الأولى (1150 م°)

الخمات	تركيبية 11	تركيبية 12	تركيبية 13	تركيبية 14	تركيبية 15
بوراكس	20	25	27	18,5	22,5
كربونات الصوديوم	10	5	3	11,5	7,5



شكل (15)

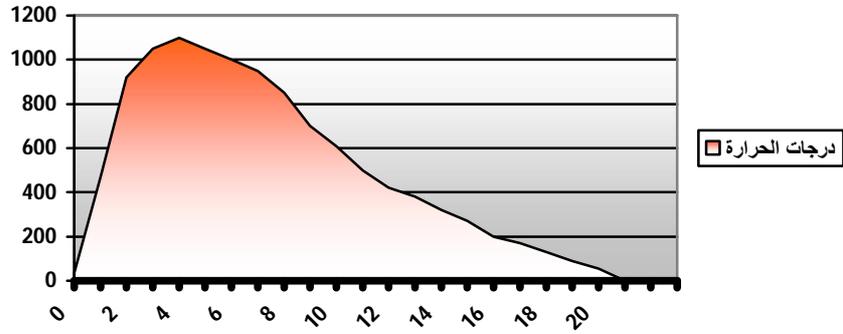
الإستنتاج :

بعد الانتهاء من تجارب القاعدة الأولى بمرحلتها تم اختيار

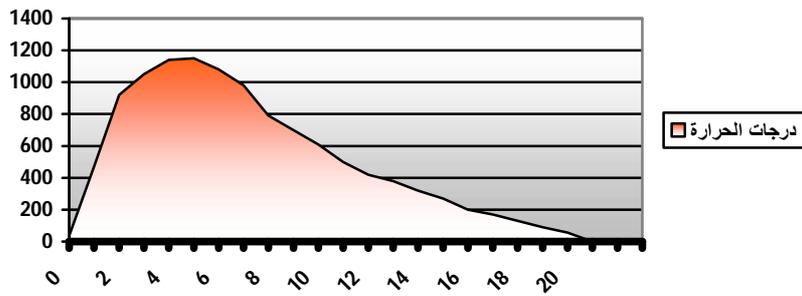
تم إتباع نظام لحريق تجارب القاعدة الثانية بمرحلتها الأولى والثانية يعتمد على درجتين مختلفتين (1100م - 1150م) ومعدل التسخين 250 / ساعة وبمعدل تبريد 14 ساعة بدون تثبيت لتتناسب تركيبات القاعدة الثانية للوقوف عند درجة الحرارة المناسبة لنضج الطلاء الزجاجي البلوري والتي يمكن أن تسمح بظهور البلورات في الأفران المحلية كما في شكل (16، 17) .

4	4	4	4	4	كربونات بوتاسيوم
7	7	7	7	7	كوارتز
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	كاولين مصري
6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	دولوميت
30	30	30	30	30	كوارتز
20	20	20	20	20	زنك

النظام الحراري للقاعدة الثانية :



شكل (16)

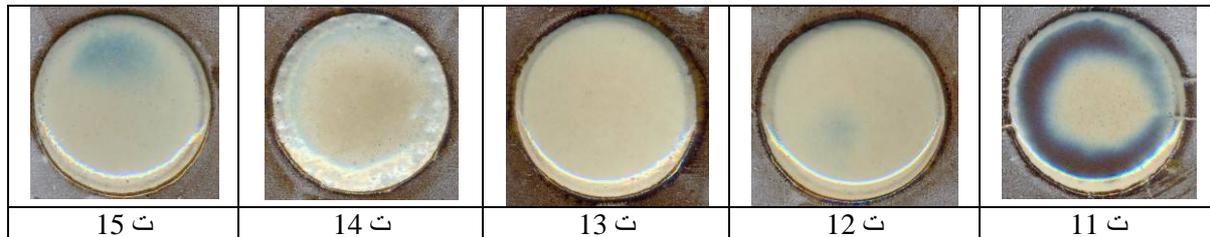


شكل (17)

جدول (8) نتائج تركيبات القاعدة الثانية المرحلة الأولى (1100م)



جدول (9) نتائج تركيبات القاعدة الثانية المرحلة الأولى (1150م)



نسبة سيولة إلى حد ما في جميع أسطح العينات ولوحظ وجود مؤشر قوي على التبلور في التركيبة رقم (14) ولكنها قد تحتاج إلى ارتفاع بسيط في درجة الحرارة أما باقي العينات فلا توجد بها بلورات على الإطلاق كما في الجدول رقم (9) .

أشارت نتائج القاعدة الثانية المرحلة الأولى في درجة حرارة (1100م) إلى وجود مؤشر قوي للبلورات في التركيبة رقم (11، 12) ولم تظهر أي نتائج في كل من التركيبات (13، 14، 15) وكان السطح مطفي لحد ما كما في جدول رقم (8) . كما جاءت نتائج هذه القاعدة وفق درجة حرارة (1150م) وبها

10	10	10	10	10	كربونات الصوديوم
4	4	4	4	4	كربونات بوتاسيوم
7	7	7	7	7	كوارتز
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	كاولين مصري
6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	دولوميت
30	37,5	27,5	32	35	كوارتز
20	12,5	22,5	18	15	زنك

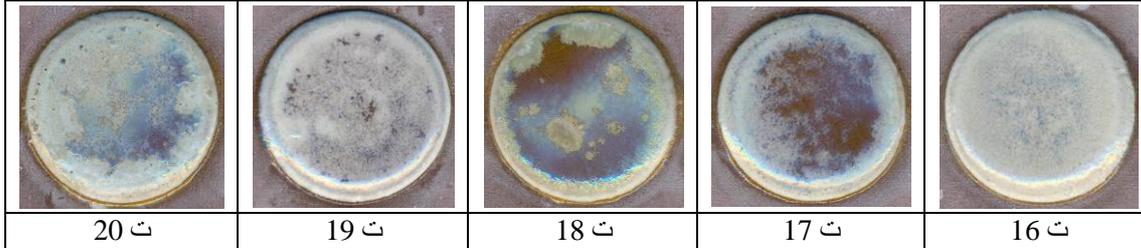
القاعدة الثانية (المرحلة الثانية) :

تم اختيار أفضل تركيبة أعطت مؤشر جيد للتبلور في المرحلة الأولى والتي كانت رقم (11) في درجة حرارة (1100 م) لدراسة تأثير تثبيت نسب الصواهر في التركيبة مع تغيير في نسب الكوارتز والزنك في الحصول على الطلاء الزجاجي البلوري كما في جدول رقم (10) .

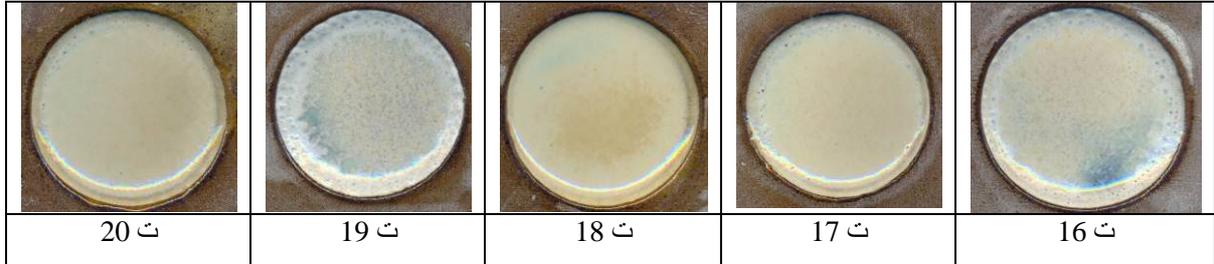
جدول (10) نسب وزنية لتراكيب القاعدة الثانية المرحلة الثانية

الخامات	تركيبة 11	تركيبة 12	تركيبة 13	تركيبة 14	تركيبة 15
بوراكس	20	20	20	20	20

جدول (11) نتائج تركيبات القاعدة الثانية المرحلة الثانية (1100 م)



جدول (12) نتائج تركيبات القاعدة الثانية المرحلة الثانية (1150 م)



جدول رقم (13) :

القاعدة الثانية : تم تلوين التركيبة الناجحة من القاعدة الثانية رقم (18) بالأكاسيد المعدنية الملونة الثمانية المختارة كما في

جدول رقم (13) :

جدول (13) يبين الأكاسيد المعدنية الثمانية المختارة

الرمز	الأكسيد المعدني	رقم
Cu	Copper Oxide	1
Fe	Iron oxide	2
Mn	Manganese dioxide	3
Co	Cobalt oxide	4
Ni	Nickel oxide	5
Cr	Chromium oxide	6
Sn	Tin oxide	7
Ti	Titanium dioxide	8

الجسم المستخدم :

استخدم الباحث أطباق من البورسلين مربعة الشكل مقاس (12 سم × 12 سم) تقريباً وهذه المنتجات من الشركة العامة لمنتجات الخزف والصيني، والأطباق محروقة بحرق بسكوبت عند درجة حرارة (950 م) .

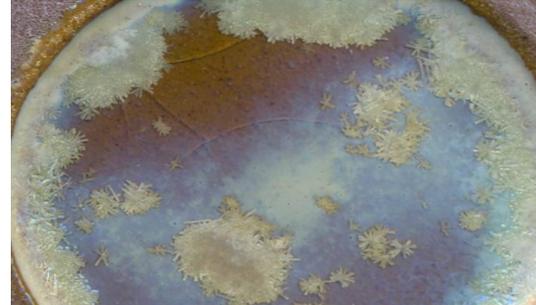
إعداد الخامات :

تم عمل مسحوق سابق الصهر (frit) للتركيبة رقم (1، 18) الناجحة من التجارب الأولية كما في شكل (19) ثم تم إضافة الزنك والكوارتز والأكاسيد المعدنية الملون، كما تم نخل جميع الخامات في منخل (100مش) وهي جافة مرة قبل الوزن وبعد الطحن في طاحونة الكرات (Ball Mill) تم تصفيتها بمبلة من نفس المنخل .

أشارت نتائج القاعدة الثانية المرحلة الثانية في درجة حرارة (1100 م) إلى وجود مؤشرات قوية جداً على وجود البلورات في التركيبات رقم (17، 18، 20) كما في جدول رقم (11) . كما جاءت نتائج هذه القاعدة في درجة حرارة (1150 م) وبها مؤشرات ضعيفة على وجود البلورات في التركيبات رقم (18، 19) كما في الجدول رقم (12) .

الإستنتاج :

بعد الانتهاء من تجارب القاعدة الثانية بمراحلها تم اختيار التركيبة رقم (18) في درجة حرارة (1100 م)، كما في شكل رقم (18) كأفضل تركيبة مناسبة أعطت مؤشرات إيجابية على التبلور .



شكل (18)

تلوين الطلاء الزجاجي البلوري ناتج التجربة :

تم اختيار ثمانية أكاسيد معدنية للتلوين وهي أشهر أكاسيد متوافرة في الأسواق المحلية كما في جدول رقم (13) . القاعدة الأولى : تم تلوين التركيبة الناجحة من القاعدة الأولى رقم (1) بالأكاسيد المعدنية الملونة الثمانية المختارة كما في

الزجاجية العادية بدون نظام حراري وهو الوصول الى درجة حرارة التسوية بدون تثبيت ثم التبريد الطبيعي 14 ساعة تقريبا .

أولاً : تلوين القاعدة الأولى :

تم تلوين تركيبة الطلاء الزجاجي البلوري المختارة رقم (1) بالأكاسيد المعدنية الملونة بالنسب التالية :

4% نحاس، 4% حديد، 4% منجنيز، 0,4 كوبالت، 4% نيكيل، 2% كروم، 4% قصدير، 4% تيتانيوم

أظهرت النتائج وجود بلورات واضحة المعالم ومتباينة لونياً على أجسام طينة البورسلين كما في جدول (14، 15) عند إضافة الأكاسيد المعدنية الثمانية منفردة، وجاءت النتائج جيدة إلى حد كبير وظهرت بلورات واضحة في التركيبات رقم (21، 22، 24) وهما أكسيد النحاس والحديد والكوبالت على الترتيب ولم تظهر نتائج لبلورات في باقي النتائج .



شكل (19)

التطبيق :

تم التطبيق على كل عينات البحث بأسلوب السكب وكان سمك طبقة الطلاء (2 ملم) في معظم سطح الأطباق، وكانت العينات تبلل بالماء سريعاً قبل التطبيق مباشرة .

طريقة الحريق :

اعتمدت طريقة الحريق على النظام العادي لحريق الطلاءات

جدول (14) يبين نتائج تلوين القاعدة الأولى

ت 24	ت 23	ت 22	ت 21

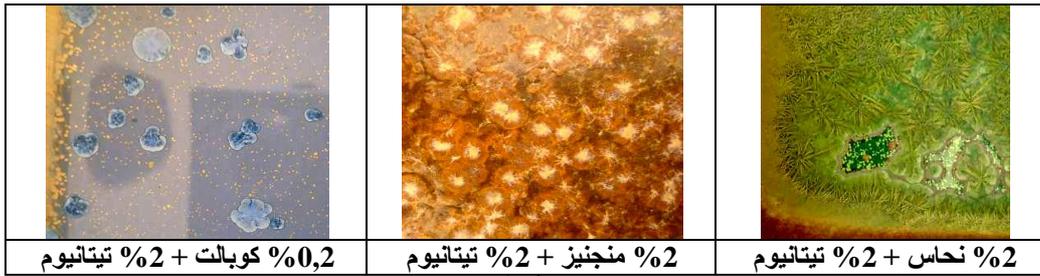
جدول (15) يبين نتائج تلوين القاعدة الأولى

ت 28	ت 27	ت 26	ت 25

بعض العينات الناجحة الناتجة عن إضافة أكثر من أكسيد معدني للقاعدة الأولى التركيبية رقم (1)

جدول (16) يبين نتائج تلوين القاعدة الأولى بأكثر من أكسيد معدني

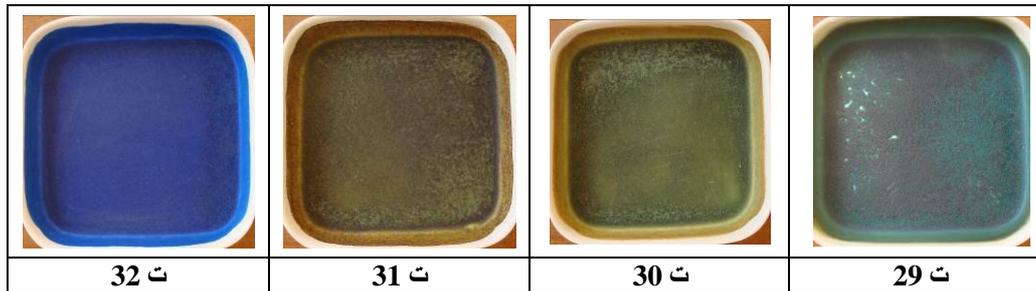
2% حديد + 0,2 كوبالت	2% حديد + 2% تيتانيوم	2% نحاس + 2% منجنيز
2% كروم + 0,2 كوبالت + 2% قصدير	2% منجنيز + 2% قصدير	2% نحاس + 2% قصدير



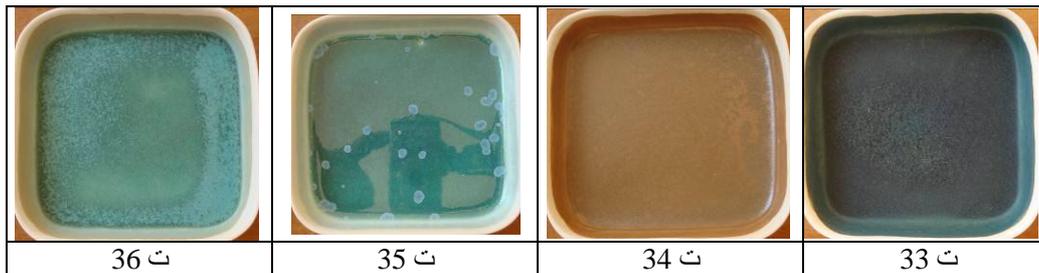
أظهرت النتائج وجود بلورات متباينة جمالياً وشكلياً على أجسام طينة البورسلين كما في جدول (17، 18) عند إضافة الأكاسيد المعدنية الثمانية منفردة، وجاءت النتائج جيدة إلى حد كبير، وظهرت بلورات واضحة فقط في العينة رقم (35) وهي لأكسيد القصدير والنحاس .

ثانياً : تلوين القاعدة الثانية :
تم تلوين تركيبة الطلاء الزجاجي البلوري المختارة رقم (18) بالأكاسيد المعدنية الملونة بالنسب التالية :
4% نحاس، 4% حديد، 4% منجنيز، 0,4% كوبالت، 4% نيكل، 2% كروم، 4% قصدير، 4% تيتانيوم .

جدول (17) نتائج تلوين المجموعة الثانية بإضافة أكسيد واحد

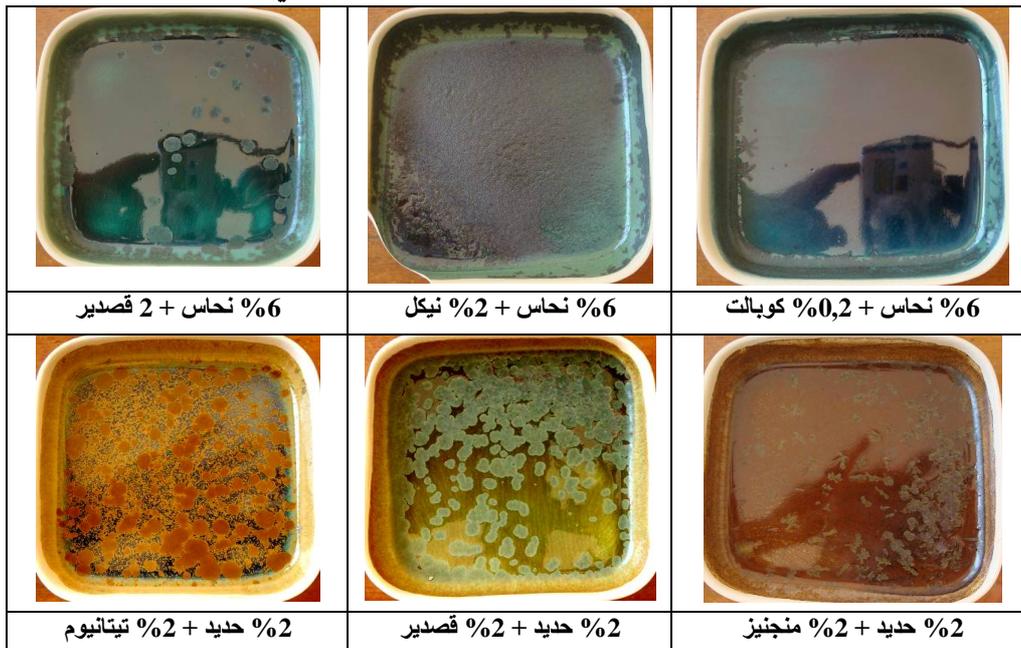


جدول (18) نتائج تلوين المجموعة الثانية بإضافة أكسيد واحد



بعض العينات الناجحة الناتجة عن اضافة أكثر من أكسيد معدني للقاعدة الثانية التركيبية رقم (18)

جدول (19) يبين نتائج تلوين القاعدة الأولى بأكثر من أكسيد معدني



		
0,2% كوبالت + 2% نيكل	0,2% كوبالت + 2% تيتانيوم	2% منجنيز + 0,2% كوبالت

بعض التطبيقات العملية لبعض التجارب الناجحة مطبقة على أواني من البورسلين



شكل رقم (22) الإرتفاع 40 سم (نحاس + منجنيز)



شكل رقم (23) الإرتفاع 40 سم (الكوبالت)

بعض التطبيقات العملية لبعض التجارب الناجحة مطبقة على أواني من البورسلين



شكل رقم (24) الإرتفاع 40 سم (نحاس + نيكل)



شكل رقم (25) الإرتفاع 40 سم (نيكل + تيتانيوم)

- 8- توصل البحث الحالي الى إمكانية الحصول على الطلاء البلوري بدون نظم حريق وبدون تثبيت الحرارة .
9- توصل البحث الحالي الى امكانية الحصول على الطلاء الزجاجي البلوري وفق الخامات والإمكانات المحلية .
وتوصي الدراسة بضرورة البحث حول إمكانية تطبيق الطلاء البلوري على أجسام أخرى مثل الطينة الأسوانية .

المراجع

- 1- نصر، السيد (2002)، موسوعة مصطلحات علم الكيمياء، هلا للنشر والتوزيع، مصر .
2- الشال، عبد الغني (بدون تاريخ)، فن الخزف، مركز النشر جامعة حلوان .
3- Diane Creber (2005), Crystalline Glazes, Published in The USA .
4- Fara Shimbo (2003), Crystal Glazes Understanding the Process and Materials, Published by Digital fire Corporation.

النتائج والتوصيات

- 1- تعتبر الطلاءات الزجاجية البلورية من الطلاءات البراقة والتي يمكن أن تنتج في الحقل الفني بشكل أوسع .
2- لابد من إعداد الخامات الخزفية الداخلة في تكوين الطلاء الزجاجي البلوري إعداداً جيداً من حيث الكلسنة والنخل والوزن الدقيق والخلط الجيد للتركيبات .
3- لابد من عمل مسحوق سابق الصهر (الفريت) لضمان الحصول على نتائج ناجحة في الطلاء البلوري .
4- معدل التسخين السريع من العوامل التي تساعد في الحصول على بلورات ناجحة .
5- يفضل استخدام طابق تحت الأواني لتتجمع فيه الطلاء المنزلق من على سطح الأنية نتيجة سيولة الطلاء .
6- لابد من مراعاة فترة تبريد مناسبة لا تقل عن 12 ساعة لضمان الحصول على طلاء زجاجي بلوري .
7- توصل البحث الى إمكانية تلوين البلورات والأرضية بإضافة المزيد من الأكاسيد المعدنية معاً .

publications , Manufactured in USA .
7-John Britt (2004) : High Fire Glazes, Glazing
& Firing at Cone10 , New York.

5- Frank , Janet Hamer (1991) , The Potter's
Dictionary of Materials and Techniques now
in its 5th edition (A & C Black).
6- Herbert. H. Sanders (1975) , Glazes For
Special Effects , Watson – Guptill