

## الانتاج التقني لأقلام التزجيج (Underglaze) وتطبيقاتها على السطح الخزفي

### Technical Production of Underglaze Pens and Their Applications on Ceramic Surfaces

م.د. علي صلاح فلاح

Dr. Ali Salah Falah

جامعة القادسية - كلية الفنون الجميلة - العراق

ali.salah@qu.edu.iq

#### ملخص البحث:

يعني هذا البحث بدراسة الانتاج التقني لأقلام التزجيج (Underglaze) وتطبيقاتها على السطح الخزفي حيث كان هدف البحث : كشف الانتاج التقني لأقلام التزجيج (Underglaze) وتطبيقاتها على السطح الخزفي. والفصل الثاني عني بالاطار النظري وهو مقسم على محورين ، حيث عني المحور الاول بدراسة الطلاءات تحت التزجيج Underglaze والمحور الثاني عني بدراسة صبغات التلوين. وتناول الفصل الثالث اجراءات البحث ، اما الفصل الرابع فقد عني بعرض النتائج ومناقشتها ومن اهم الاستنتاجات المستخلصة من البحث :-

١. أثبتت التركيبة المعتمدة في تصنيع أقلام التزجيج قدرتها على إنتاج نماذج متجانسة تمتلك صلابة بنيوية مناسبة للاستخدام الفني.
٢. تتميز الأقلام بمتانة ميكانيكية عالية، مما يجعلها مقاومة للتفتت والانكسار وقابلة للشحذ دون فقد في جودتها.
٣. توفر الأقلام قابلية جيدة للالتصاق بالأسطح الفخارية مع إمكانية تعديل الخطوط قبل الحرق، مما يدعم دقة العمل الفني ومرونة تنفيذه.
٤. تحافظ الرسوم المنفذة بالأقلام على ثباتها ووضوحها بعد الحرق الأولي، مما يدل على استقرارها الحراري دون الحاجة لتثبيت إضافي.
٥. تتوافق الأقلام مع طبقة التزجيج الشفاف دون حدوث تغيرات لونية أو تقشر، مما يعزز إمكانية استخدامها ضمن عمليات التزجيج الشائعة.

٦. يظهر أن نعومة السطح الفخاري عامل أساسي في تحقيق خطوط واضحة، بينما تسهم الخشونة في انخفاض دقة الرسم.

٧. تتميز الرسوم بثبات بصري واضح بعد الحرق الأولي وبعد تطبيق التزجيج الشفاف، مما يؤكد استقرار الأقلام عبر مراحل الحرق المختلفة.

٨. تمتلك الأقلام قدرة على إنتاج تدرجات لونية واضحة عند التراكب، دون حدوث امتزاج غير مرغوب بين الألوان.

الكلمات المفتاحية :

الانتاج التقني، أقلام التزجيج ، Underglaze ، تطبيقاتها ، السطح الخزفي

## The Abstract

This research investigates the technical production of underglaze pens and their applications on ceramic surfaces. The aim of the study was to explore the technical production of underglaze pens and their applications on ceramic surfaces.

Chapter Two presents the theoretical framework and is organized into two main sections. The first section addresses the scientific foundations of underglaze coatings, while the second focuses on coloring pigments and their material properties. Chapter Three outlines the methodological procedures adopted in the study, whereas Chapter Four provides the results along with an analytical discussion.

The key findings derived from the research can be summarized as follows:

١. The adopted formulation for producing underglaze pens demonstrated high efficacy in generating structurally homogeneous samples with adequate hardness for artistic applications.
٢. The pens exhibited considerable mechanical strength, rendering them resistant to fragmentation and breakage, and enabling sharpening without compromising structural integrity.
٣. The pens showed strong adhesion to ceramic bodies, with the possibility of modifying drawn lines prior to firing, thereby enhancing both the precision and adaptability of artistic execution.

٤. The executed drawings retained their clarity and stability after the initial firing, indicating sufficient thermal stability without the need for additional fixation processes.
٥. The pens displayed compatibility with transparent glaze coatings, maintaining color integrity and resisting flaking, which supports their integration within standard glazing procedures.
٦. Surface smoothness of the ceramic body was found to be a critical factor in achieving precise linear definition, whereas surface roughness contributed to a noticeable decline in drawing accuracy.
٧. The drawings preserved their visual stability following both the initial firing and the application of transparent glaze, confirming the pens, consistency across multiple firing stages.
٨. The pens demonstrated the ability to generate distinct tonal gradations when layered, without producing unwanted color blending.

### Keywords:

Technical production, underglaze pens, applications, ceramic surface.

## الفصل الاول

### الاطار المنهي للبحث

#### مشكلة البحث

يشهد مجال تقنيات التزجيج والتلوين في الخزف المعاصر تطوراً ملحوظاً على المستويين التقني والجمالي، إذ اتسع نطاق التجريب في المواد وطرائق التطبيق سعياً إلى تحقيق نتائج لونية وتعبيرية أكثر تنوعاً ودقة. ومن بين هذه التقنيات الحديثة برز استخدام أقلام التزجيج (Underglaze) التي منحت الخزاف إمكانية الرسم المباشر على الأسطح الخزفية بأسلوب يجمع بين خصوصية الخط التشكيلي ودقة السيطرة على التفاصيل، وتمثل هذه التقنية وسيلة فاعلة لدمج التعبير الفني الفردي مع الخصائص التقنية للسطح الخزفي، مما يفتح افاقاً جديدة أمام التجريب الجمالي في الخزف المعاصر، غير أن توظيف أقلام التزجيج في البيئات الخزفية المحلية ما يزال محدوداً ويواجه تحديات متعددة تتعلق بطبيعة المواد الخام المتاحة وأساليب

الإنتاج السائدة، الأمر الذي يخلق فجوة معرفية وتطبيقية بين ما يقدم في المراجع الأكاديمية المتخصصة وبين الواقع الإنتاجي الفعلي، وتكمن هذه الإشكالية في أن معظم الأدبيات الأكاديمية والصناعية تناولت تقنيات التزجيج من منظور كيميائي وصناعي عام، دون التعمق في تكييف هذه التقنيات مع خامات محلية أو بديلة، أو معالجة التحديات العملية المرتبطة بتفاعل اللون والسطح أثناء مراحل الحرق المختلفة، ومن ثم فإن غياب الدراسات التطبيقية التي تربط بين الطين وتقنيات التلوين الحديثة يمثل أحد أبرز العوائق أمام تطور الممارسة الخزفية المعاصرة، وتتخلص مشكلة البحث الحالي في التساؤل التالي :-

- ما هي امكانية انتاج التقني لأقلام تزجيج Underglaze وتطبيقها على السطح الخزفي

### اهمية البحث والحاجة اليه

تكمن اهمية البحث الحالي بالاتي :-

١- تتطرق اهمية البحث بتسليط الضوء على الانتاج التقني لأقلام التزجيج Underglaze.

٢- اغناء الجانب المعرفي بكل ما يخص هذه الخاصية و اشتغالاتها في فن الخزف.

### هدف البحث

يهدف البحث الحالي الى :-

كشف الانتاج التقني لأقلام التزجيج (Underglaze) وتطبيقاتها على السطح الخزفي.

### حدود البحث

#### أ- المواد الداخلة في تكوين الزجاج

- زجاج الجاهز

- طين الكاؤولين

- صبغات تلوين

- مادة رابطة CMC

#### ب- نظام الحرق

سيلجأ الباحث الى بناء نظام حرق كالاتي

- حرق الفخر على ان تتحدد درجة الحرق بحدود المدى الحراري (١٠٨٠ م°).

- حرق الزجاج على ان تتحدد درجة الحرق بحدود المدى الحراري (١٠٠٠ م°).

## الفصل الثاني

### الاطار النظري

#### الطلاءات تحت التزجيج Underglaze

تعد الطلاءات تحت التزجيج من أكثر المواد تنوعاً واستخداماً لدى فنان الخزف، فهي تتوفر بأكثر من ١٠٠٠ لون، تعد الطلاءات تحت التزجيج من الوسائل الأكثر شيوعاً لإضافة اللون إلى الأعمال الخزفية، إذ يسهل استخدامها بغض النظر عن العمر أو مستوى المهارة، ويمكن تطبيقها على القطع في مرحلتي الطين المتجدد Leather-hard والقطع الفخارية المحروقة اولياً Bisqueware (١).

في الوقت الحاضر، تصنع معظم الطلاءات التجارية تحت التزجيج باستخدام المواد المصهرة Frits، التي تقلل من الانكماش، مما يسمح باستخدامها على الطين في مرحلة التجلد وكذلك القطع المحروقة اولياً، ويتم إنتاجها عبر عملية غروانية Colloidal process، والخليط الغرواني هو مادة تنتشر مجهرياً بشكل متجانس داخل مادة أخرى، يستخدم المصنعون عملية كيميائية تعتمد على تقنية خلط عالية القص shear mixing technology high- لتكوين الخليط الغرواني، وهذه المادة الناتجة لا تترسب ولا يمكن فصل مكوناتها بالترشيح العادي أو الطرد المركزي كما في المعلقات التقليدية، وهذا يتيح دمج جميع المواد الخام بشكل كامل بما في ذلك الملون خلال مرحلة خلط الأساس (٢).

كانت هناك العديد من وصفات الطلاء تحت التزجيج (Underglaze)، إلا أن الكتب المتخصصة في مجال الخزف لم تتناول الموضوع إلا بشكل محدود، وان الأساس بالطلاءات تحت التزجيج باختيار نوع الطين والمساعد الانصهاري Flux، حيث تكون الخلطات بحاجة إلى نسبة مرتفعة نسبياً من الطين لضمان الالتصاق بجسم القطعة، وإلى كمية مساوية من المواد الصاهرة لتقليل درجة انصهار السليكا وتكوين سطح صلب، شملت أنواع الطين: الكاؤولين EPK، والكاؤولين المكلسن Calcined kaolin، والطين الكروي Ball clay والتلك، وجميعها تحترق بلون أبيض تقريباً حتى لا تؤثر على اللون النهائي، مع مساهمة كل منها بشكل مختلف في خاصية الالتصاق المطلوبة. أما المواد الصاهرة المستخدمة فكانت: ٣١٢٤ Ferro Frit و٣١٣٤ و٣١٩٥ و إضافة صبغات التلوين الى خلطات الزجاج كما في ادناه (٣).

المكوّن	النسبة المئوية
Ferro Frit ٣١٢٤	٣٣,٣%
EPK Kaolin	٣٣,٤%
Commercial Stain	٣٣,٣%
المجموع	١٠٠%

وهناك دور اساسي للمواد رابطة أو صمغية Gums/Binders تساعد على الالتصاق بجسم القطعة، وتمنحها كذلك بعض الصلابة في الحالة التجلد ويستخدم او طين البنوتانيت ، إذ إن الخلط من دونها يؤدي إلى ترسب المادة وتحولها إلى كتلة صلبة يصعب توزيعها بالفرشاة على أي سطح طيني.(٤)  
اهم تقنيات تطبيق الطلاءات تحت التزجيج Underglaze هي الاتي:

### ١. تقنية Slip Trailed Applique

تُعتبر هذه التقنية تقنية من الأساليب الخزفية المعاصرة في فن الخزف، وتعتمد على إنتاج طبقة زخرفية منفصلة باستخدام Slip ملون، يتم تطبيقه أولاً على وسيط مؤقت غالباً (ورق الصحف المبلل) قبل نقل الزخرفة إلى السطح الطيني في مرحلة التجلد leather-hard، تمثل هذه التقنية امتداداً لتقليد استخدام Slip في الزخرفة، مع توفير إمكانات تصميمية وتقنية أكثر تقدماً مقارنة بالطرق التقليدية التي يطبق فيها Slip مباشرة على الجسم الخزفي، إذ يقوم Slip بدور الطين الدقيق الحبيبات المعلق في الماء، القابل للتشكيل في طبقات رقيقة تحتفظ بتماسكها عند الجفاف، تبدأ العملية بترطيب ورق الصحف بشكل مدروس لخلق سطح يسمح بالالتصاق Slip دون امتصاصه بالكامل، ثم تستخدم أدوات الحقن ball syringe لرسم العناصر الخطية للنمط، والتي عادةً ما تحدد الطبقة السطحية أو أطراف الشكل الخزفي، يتيح هذا الأسلوب الجمع بين الدقة التقنية والمرونة الإبداعية، مما يعزز التنوع الخزفي ويمنح المصمم قدرًا أكبر من التحكم في النسيج البصري للسطح الخزفي.(٥)

### ٢. تقنية Silk Screening Applique

تمثل أسلوبًا زخرفيًا مبتكرًا في مجال الخزف، يجمع بين الطباعة الحريرية silk screen printing وتطبيق الطين السائل الملون Slip لإنتاج زخارف دقيقة يمكن نقلها إلى سطح القطع الخزفية، وتعتمد هذه التقنية على استخدام شاشة الطباعة الحريرية كقالب لنقل التصميم على ورق أو سطح وسيط، حيث يطبق Slip الملون عبر الشاشة لتشكيل نمط محدد بدقة، وبعد جفاف النمط يمكن إضافة طبقات إضافية من Slip الملون أو الأبيض، ثم قص الأشكال أو نقلها إلى القطعة الخزفية خلال مرحلة التجلد leather-hard أو لاحقًا، وتتمثل خطوات العمل الأساسية في تحضير الورق أو السطح الوسيط قليل الرطوبة لاستقبال Slip، وضع شاشة الطباعة على السطح وصب Slip ودفعه عبر الشاشة باستخدام ممسحة squeegee، إزالة الفائض وتنظيف

حواف النمط، السماح للنمط بالجفاف، إضافة طبقات لونية إضافية ثم طبقة من slip الأبيض لتشكيل (قشرة زخرفية)، وأخيراً قص الأشكال وتشييرها برفق قبل تطبيقها على القطعة الخزفية، وتتيح هذه التقنية دقة عالية في التفاصيل، إمكانية إضافة طبقات متعددة من الألوان، التحكم في التجارب خارج الجسم الخزفي قبل النقل، مرونة في استخدام الزخارف على عدة قطع أو أجزاء مختلفة، وإمكانية التكرار لإنتاج سلسلة من القطع المتطابقة، مما يجعلها أسلوباً فعالاً ومتميزاً في زخرفة الخزف الحديث. (٦)

### ٣. تقنية Sgraffito

هي أسلوب زخرفي مشتق من الكلمة الإيطالية sgraffiare التي تعني خدش أو كشط ، ويطبق عادة على الطين في مرحلة التجلد leather-hard حيث يكون الطين متماسكاً بما يكفي للحفاظ على الشكل وقابلاً للخدش في الوقت نفسه، تقوم هذه التقنية على وضع طبقة من slip أو underglaze ملونة على سطح الطين، ثم استخدام أدوات حادة أو مدببة مثل الإبر أو المساطر المعدنية أو الأدوات الخشبية لنقش التصميم المطلوب، بحيث يظهر الطين الأساسي أو طبقة ملونة أخرى أسفل الطبقة العليا، ما يخلق تبايناً بصرياً غنياً ويفسح المجال لإبراز التفاصيل الدقيقة، وتتميز هذه التقنية بدقتها وقدرتها على إنتاج أنماط معقدة، إضافة إلى مرونة التصميم التي تسمح بتجربة أشكال وألوان متعددة قبل عملية الحرق، كما توفر تنوعاً لونياً غنياً ويمكن تطبيقها على قطع بأحجام مختلفة، مع إمكانية دمجها مع تقنيات أخرى مثل الطباعة الحريرية silk screen أو تطبيق الزجاجيات applique لإضفاء عمق بصري وثرأ زخرفي على القطعة الخزفية. (٧)

في هذا البحث سوف نتطرق الى الأقلام تحت التزجيج ، التي تعد أدوات مهمة لفناني الخزف الذين يمتلكون خلفية في الرسم أو التصوير التشكيلي، فبالنسبة لمن اعتاد استخدام الفرشاة أو أقلام الرصاص أو ألوان الباستيل في إنشاء الصور، قد يكون من الصعب التكيف مع تقنيات التزجيج التقليدية، مثل غمس القطعة في التزجيج أو الرسم بتزجيجات تمتصها الأسطح الفخارية المسامية بسرعة، يضاف إلى ذلك أن اللون غير المحروق للتزجيج يختلف غالباً عن مظهره بعد الحرق، مما يصعب التنبؤ بالنتيجة النهائية، وهنا تظهر أهمية الطلاءات تحت التزجيج Underglaze، إذ تتكون أساساً من خليط طيني مضاف إليه أصباغ خزفية وأكاسيد معدنية، وتتوفر في أشكال متعددة: سائلة، جافة، طباشيرية، أقلام سائلة وأقلام رصاص خزفية. (٨)

### اقلام التزجيج Underglaze

ان الأقلام الخزفية تحت التزجيج (التي تبقى اثارها بعد الحرق)، فهي تصنع من خليط من المواد المقاومة للحرارة والطينات والملونات، وتتوفر عادة بدرجة واحدة من الصلابة تعادل تقريباً درجة HB في أقلام الغرافيت ، تُستخدم هذه الأقلام عادة على القطع الفخارية المحروقة أولياً Bisqueware ، لأنها أكثر صلابة وقادرة على تحمل ضغط الكتابة أو الرسم، رغم أن رؤوس الأقلام تتآكل بسرعة بسبب خشونة السطح الخزفي، فإن تنوع إمكانيات

التظليل والمسح بالأصابع أو الانتشار اللوني Smudging يمنح الفنان قدرة كبيرة على تطوير صور ورسومات غنية بالدرجات والقيم اللونية، يمكن حرق الرسوم الناتجة على القطع الفخارية لتثبيتها قبل التزجيج ، أو على القطع الخزفية عالية الحرق (الخزف الحجري) دون الحاجة لتزجيجها.(٩)

تتكون اقلام تحت التزجيج Underglaze بشكل عام من خليط غريني متجانس يكون فيه التركيب الاساسي الطين الأبيض الكروي أو الكاؤولين وبنسبة ٥٠% ومضاف اليها فلدسبار بوتاش بنسبة ٢٥% ومضاف اليها سليكا بنسبة ٢٥%، وتضاف مواد رابطة أو صمغية تمنحها الصلابة في الحالة التجلد والجفاف بإضافة ٣% من Macaloid أو ٥% من البنتونايت، مع اضافة الملونات (اكاسيد او صبغات) الى الخليط المكون لأفلام تحت التزجيج وتكون فوق النسبة الوزنية للخليط و ليس من ضمنها اذ تكون حتى ١٥% من الوزن الكلي للخليط.(١٠)

### صبغات التلوين

تعد عمليات تلوين الطين والطلاءات الزجاجية Glazes من المراحل الأساسية في تقنيات الخزف، ويتم إعداد المواد اللونية المستخدمة فيها عبر عملية التفريت Fritting ، وهي تقنية صناعية تعتمد على صهر مكونات كيميائية محددة تحت درجات حرارة مضبوطة لتشكيل طور زجاجي ثابت وغير قابل للذوبان في الماء، ويتضمن هذا الطور عادة أكاسيد ملونة، وسليكا، والالومينا، إضافة إلى مواد معتمه Opacifiers تسهم في ضبط الخواص البصرية ، وتوفر عملية التفريت استقرارًا لونيًا مرتفعًا مقارنة بالأكاسيد الخام، مما يضمن ثبات اللون واتساقه خلال عمليات الحرق المختلفة، كما يسمح التحكم الدقيق في ظروف التصنيع بالحصول على نتائج لونية موثوقة ضمن مدى واسع من درجات الحرارة.(١١)

على المستوى الكيميائي يمكن تصنيف الصبغات اللونية إلى نوعين رئيسيين: تلك التي تذوب عند درجات حرارة منخفضة نظرًا لاحتوائها على مواد صهارة (مثل النحاس)، وتلك التي تُظهر مقاومة عالية للصهر نتيجة تكوين ما يعرف بالبنية السبينية Spinel ، وهي ناتج اتحاد الألومينا والسليكا مع الأكاسيد الملونة، وتعد الصبغات السبينية من أكثر الأنواع ثباتًا واستقرارًا خلال عمليات الحرق العالية، حيث تحافظ على صفاتها اللونية والبصرية دون تغير ملحوظ.(١٢)

مع ذلك فإن فاعلية هذه البقع قد تتأثر بعوامل عدة، منها درجة الحرارة التي قد تؤدي إلى تفكك البنية السبينية عند تجاوزها لحدود معينة، أو التداخل السلبي لبعض الأكاسيد الأخرى مثل أكسيد الزنك، الذي قد يضعف استجابة الصبغات اللونية أو يسبب تشوهًا في اللون النهائي، لذلك تعد مراجعة تعليمات الاستخدام ونشرات السلامة المهنية MSDS ضرورة أساسية قبل التعامل مع هذه المواد، نظرًا لاحتمالية سميته وخطرها في حال عدم الالتزام بإجراءات الوقاية.(١٣)

وعلى الرغم من أن الكتالوجات الفنية لهذه البقع لا تكشف دائماً عن نسب المكونات بدقة، إلا أنها تشير إلى الأكاسيد الأساسية الداخلة في تركيب كل بقعة، ما يمنح الفنان أو الباحث إمكانية تحليل خصائصها اللونية والفيزيائية، فعلى سبيل المثال، تتكون بقعة ٦٦٠٠ Best Black من مزيج من الكوبالت، الكروم، الحديد، والنيكل، بينما تحتوي بقعة Taupe Gray على مكونات مثل الألومينا، الكروم، الحديد، السليكا، وأوكسيد الزركونيوم. (١٤)

### الفصل الثالث

#### اجراءات البحث

##### ١. المنهج المستخدم

تم اعتماد المنهج التجريبي كونه الأكثر ملائمة لتحقيق اهداف البحث ، الذي يعد اكثر انواع البحوث العلمية دقة ، اذ يقوم على اساس التجربة العلمية التي تكشف عن العلاقات السببية والتكوينية بين العوامل المتضمنة والمؤثرة فيها.

##### ٢. الخلطة الطينية المستعملة

استخدم الباحث المواد الاولية الاكثر ملائمة للحرق بمدى حراري (١٠٠٠ م°)، اذ اختيرت طينة (كاؤولين دويخلة) لملائمتها من حيث درجة انصهارها بحدود (١٥٠٠ م°) ونقاوة لونها وكذلك مطاوعتها الجيدة في التشكيل و فترتها محلياً ، واعتمد الباحث الخلطة الطينية في جدول (٣-١) ادناه ، والتي تمتاز بخصائص جيدة من حيث المطاوعة في التشكيل وقلة المشاكل في مرحلة الجفاف والحرق .

الجدول (٣-١) يبين النسبة المئوية لخلطة الطين

نسبة المواد	مواد الخلطة
٧٠%	كاؤولين دويخلة
٣٠%	الرمل السليكي الابيض

##### ٣. تحضير الخلطة الطينية

تم تحضير الطينة بالطريقة اللدنة وذلك بوزن المواد الاولية على وفق النسب الموضحة في الجدول (٣-١) ، حيث اضيف الماء الى الخلطة وتمزج جيداً ، وبعد ترسب المواد الاولية يجرى سحب الماء الفائض من اجل

التخلص من الاملاح الذائبة والمواد العضوية ان وجدت ، ويمرر الرائب الطيني في غربيل ، ويوضع في احواض ذات ارضية من القماش السميك لترشيح الماء الزائد حتى تصبح الخلطة الطينية قابلة للتشكيل .

#### ٤. تشكيل نماذج البحث الفخارية

استخدم الباحث ماكينة (دولاب الفخار) في تشكيل النماذج بالطريقة اللدنة ، وتنفيذ بأشكال مختلفة، وجففت النماذج بدرجة حرارة الغرفة ، لتأكد من استواء النماذج بعد الجفاف .

#### ٥. حرق النماذج

احرقت النماذج في فرن كهربائي على وفق برنامج بطئي ولغاية درجة حرارة (١٠٨٠ م) ، ولذلك لتحقيق صلابة جيدة والمحافظة على ابقاء نسبة جيدة من المسامية من اجل تناسب تطبيق الزجاج وارتباطه .

#### ٦. برنامج حرق الزجاج

وضع الباحث برنامج حرق الزجاج حيث كان الحرق من درجة حرارة الغرفة الى درجة حرارة (١٠٠٠ م) وتم قياس درجة الحرارة والسيرة عليها من خلال استخدام مقياس حرارة الكتروني Digital Temperature Controller من نوع Precision وباستخدام ثرموكبل نوع Thermocouple Type S .

#### ٧. تراكيب خلطات اقلام التزجيج Underglaze

قام الباحث بعدد من التجارب الاولية على تراكيب خلطات اقلام التزجيج Underglaze للوصل افضل تركيبه غرينية تمتاز بقابلية التشكل في المرحلة اللدنة و القوة والصلابة في مرحلة الجفاف وكما في الجدول (٣-٢) حيث كانت اضافة صبغات التلوين المتوفرة في مشغل الباحث وبألوان مختلفة (احمر ، اخضر ، ازرق، اسود، برتقالي، اخضر غامق، اخضر مصفر، اخضر مزرق ، اخضر مصفر ، بنفسي ، اصفر ، نيلي ، ازرق فاتح ، برتقالي فاتح ، ازرق مخضر ) من ضمن النسبة المكونة لتركيب اقلام التزجيج و اضافة مادة رابطة CMC، حيث كانت نتائج التجارب الاولية في الخلطة (A) لا تمتلك قوام غريني يسمح بالتشكل اثناء مرحلة اللدونة و التفتت بعد الجفاف اذ لا تمتلك اي قوة و صلابة ، اما في الخلطة (B) كان قوام الخلطة غريني بسبب اضافة الكاؤولين وسمح بالتشكل اثناء مرحلة اللدونة و لكن الخلطة لا تمتلك من القوة و الصلابة في مرحلة الجفاف حيث تبدأ بالتفتت و التكسر عند التطبيق ، اما في الخلطة (C) كان القوام غريني و بنسبة جيدة سمح بالتشكيل و بسهولة ودقة عالية و يمتلك من الصلابة و القوة في مرحلة الجفاف و اثناء التطبيق من دون حدوث تكسر او تفتت ، و تم اعتماد الخلطة (C) من قبل الباحث في تشكيل قضبان اقلام التزجيج Underglaze

الجدول (٢-٣) يبين النسبة المئوية لخطة اقلام التزجيج Underglaze

خطة اقلام التزجيج Underglaze				
المادة الرابطة CMC	صبغات التلوين	الكأولين	زجاج جاهز Frit glaze	خطة اقلام التزجيج
%١	%١٥	-	%٨٥	A
%١	%١٥	%١٠	%٧٥	B
%١	%٢٥	% ٢٥	%٥٠	C

#### ٨. تحضير خطة اقلام التزجيج Underglaze

قام الباحث بتحضير الخلطة (C) المعتمدة من قبل الباحث، من خلال وزن المواد الاولية على وفق النسب الموضحة في الجدول (٢-٣) وطحنها بشكل كامل للحصول على خليط متجانس قبل عملية التشكيل ، واضيف الماء المفلتر التي تكون فيه نسبة الاملاح منخفضة جداً وبنسبة (٣٦ TDS) الى الخلطة وذلك لتجنب الاضرار والمشاكل التي تحدث بفعل الاملاح والرواسب الموجودة في الماء الغير المفلتر التي تجاوزت فيه نسبة الاملاح ( ٧٢٥ TDS ) وتم قياس ملوحة الماء باستخدام جهاز TDS Meter كما في الشكل (١-٣)، حيث كانت نسبة اضافة الماء %٤٠ من الوزن الكلي للخلطة، وذلك من اجل تكوين خليط غريني قابل للتشكل والمحافظة على الشكل بعد زوال الضغط المشكل .



الشكل (١-٣)

## ٩. تشكيل اقلام التزجيج Underglaze

تم تشكيل أقلام التزجيج على هيئة قضبان بطول ( ٨ سم ) بالضغط من خلال استخدام محقن طبي بسعة ( ml ٦٠ )، ثم تُركت النماذج لتجف في درجة حرارة الغرفة لمدة ٢٤ ساعة، مع تقلبيها باستمرار لضمان استواء القضبان والمحافظة على اعتدالها بعد الجفاف وعدم تشققها ، وبعد جفاف أقلام التزجيج Underglaze بشكل كامل، استعان الباحث بورق صنفرة جاف متوسط النعومة لتنعيم القضبان وتسويتها، كي تصبح ملائمة للاستخدام داخل القلم الميكانيكي ذي قياس ( ٦ ملم )، كما هو موضح في الشكل (٣-٢)



الشكل (٣-٢)

يبين تشكيل اقلام التزجيج Underglaze

## ١٠. تطبيق اقلام التزجيج Underglaze

قام الباحث بتطبيق أقلام التزجيج Underglaze مباشرة على أسطح القطع الفخارية المحروقة أولاً Bisqueware، مستخدماً قلماً ميكانيكياً بحد أعلى لقطر ( ٦ ملم ) كما في الشكل (٣-٣)، وقد نفذ رسوماً متنوعة شملت أشكالاً هندسية وخطوطاً رفيعة وسميكة، إضافة إلى مشاهد مستوحاة من البيئة الطبيعية

العراقية، وبعد إتمام عملية الرسم، جرت إضافة طبقة رش من التزجيج الشفاف فوق النماذج المزخرفة بأقلام التزجيج Underglaze لإتمام عملية الإنهاء السطحي.



الشكل (٣-٣)

يبين تطبيق اقلام التزجيج Underglaze على السطح

#### الفصل الرابع

#### النتائج ومناقشتها

#### النتائج

١. جرى تشكيل نماذج أقلام التزجيج (Underglaze) وفق التركيبة الموضحة في الجدول (٢-٣)، بحيث صنعت على هيئة قضبان بطول (٨ سم) وبسماكة (٤ ملم)، كما يبين الشكل (٤-١).



الشكل (٤-١)

٢. تتميز أقلام التزجيج (Underglaze) بمستوى عالٍ من الصلابة يضمن عدم تقطعها أو تعرضها للكسر خلال مختلف مراحل الإنتاج والتطبيق ، كما يمكن شحذها باستخدام المبراة اليدوية دون أن تتأثر بنيتها أو تخضع لأي كسر أو تقطع.
٣. تمتاز أقلام التزجيج (Underglaze) أثناء الاستخدام بقدرتها العالية على الالتصاق بالسطوح الفخارية، مع إمكانية إزالة الخطوط أو التعديلات بسهولة عبر المسح قبل مرحلة الحرق الزجاجي، دون أن تترك آثارا أو تغييرات على البنية السطحية للقطع الفخارية.
٤. تظل الخطوط والرسوم المنفذة باستخدام أقلام التزجيج (Underglaze) ثابتة وبدرجة عالية من الالتصاق على السطح الفخاري بعد عملية الحرق الأولي، دون الحاجة للتزجيج الشفاف لتثبيتها .
٥. تظهر الرسوم المنفذة بأقلام التزجيج (Underglaze) درجة عالية من الانسجام مع طبقة التزجيج الشفاف، دون أن ينتج عن ذلك أي مشكلات تتعلق بالتقشر أو الانسحاب اللوني.
٦. تتأثر جودة الخطوط والرسوم المنفذة باستخدام أقلام التزجيج (Underglaze) بلمس السطح الفخاري، حيث تؤدي خشونة السطح إلى تغير دقة ووضوح الرسوم.
٧. تحافظ الخطوط والرسوم المنفذة بأقلام التزجيج (Underglaze) على وضوحها ودقتها، سواء بعد الحرق الأولي أو بعد تطبيق طبقة التزجيج الشفاف (Frit glaze).
٨. أدى التراكم الطبقي للخطوط والرسوم المنفذة بأقلام التزجيج (Underglaze) إلى إنشاء تأثيرات لونية متدرجة، مع الحفاظ على وضوح الفواصل وعدم حدوث أي مزج أو تداخل بين الألوان المستخدمة.



الشكل (٤-٢)

## عرض نتائج تطبيق اقلام التزجيج (Underglaze) على النماذج الفخارية

صورت النماذج بعد تطبيق اقلام التزجيج (Underglaze) على النماذج الفخارية وتطبيق الزجاج

الشفاف ، كما في الاشكال ادناه.



الشكل (٣-٤)

يبين رسم اشكال هندسية باستخدام اقلام التزجيج

Underglaze



الشكل (٤-٤)

يبين رسم اشكال هندسية وتعبيرية باستخدام اقلام

مجلة نابو للبحوث والدراسات / العدد ٥٤ / نيسان ٢٠٢٦

## مناقشة النتائج

1. توضح النتائج أن تشكيل أقلام التزجيج وفق أبعاد ثابتة أسهم في الحصول على نماذج ذات تجانس شكلي ومتانة بنيوية. يشير ذلك إلى نجاح منهجية التحضير في تحقيق ضبط هندسي يسمح بإجراء تقييمات معيارية لاحقة، ويؤكد فعالية التركيبة الكيميائية الموضحة في الجدول (٣-٢) في إنتاج مادة قابلة للتشكيل ضمن هذه القياسات دون حدوث تشوهات أثناء التجفيف
2. أظهرت الأقلام مستوى عالياً من الصلابة ومقاومة الكسر خلال مراحل الإنتاج والتطبيق، وهو مؤشر على تماسك الروابط داخل المزيج، يرتبط هذا مباشرة بنسبة المواد الرابطة والمكونات الطينية الدقيقة، مما يشير إلى ملاءمة التركيبة لعمليات التشكيل الدقيق. كما أن إمكانية شحذ القلم دون تفتت تؤكد اتزان الصيغة بين الصلابة واللدونة.
3. تكشف النتائج عن قدرة الأقلام على الالتصاق بالسطوح الفخارية الرطبة أو الجافة نسبياً، مع الإبقاء على إمكانية إزالة أو تعديل الخطوط قبل الحرق، يعكس هذا التوازن بين الالتصاق الأولي والسيولة السطحية، وهو أمر مهم في التطبيقات الفنية التي تتطلب تصحيحاً قبل التثبيت الحراري، كذلك يشير عدم ترك آثار عند المسح إلى نعومة جسيمات الصبغة وملاءمتها للاندماج مع الطينة دون اختراق عميق.
4. الثبات العالي للرسوم بعد الحرق الأولي دون الحاجة لتغطية شفافة يدل على نجاح عملية الاندماج بين الصبغات وطبقة السطح الفخاري، هذا يؤكد استقرار صبغات اللونية المستخدمة وقدرتها على التفاعل الحراري دون حصول تشقق أو فقد في شدة اللون، كما يشير إلى توزيع مناسب لحجم الجسيمات الذي يسمح بالالتصاق الحراري المباشر بالسطح الفخاري بفعل استخدام المادة الصاهرة Frit Glaze كمكون أساسي بديل عن الطين المستخدم في جميع خلطات المكونة للأقلام التزجيج Underglaze المذكورة في الكتب و المصادر و كذلك الشركات التجارية المصنعة.
5. يظهر عدم حدوث تقشر أو انسحاب لوني عند تطبيق التزجيج الشفاف أن الأقلام تمتلك ثباتاً حرارياً جيداً يسمح بتحمل درجات الحرق الأعلى في مرحلة التزجيج، تؤكد هذه النتيجة توافق تركيب الأقلام مع

التزجيج الشفاف المطبق، سواء من ناحية معامل التمدد الحراري أو استقرار الأكاسيد داخل الصهارة الزجاجية.

٦. توضح النتائج أن نعومة السطح تمثل عاملاً حاسماً في دقة الرسوم، حيث تؤدي الخشونة إلى تشتت الخطوط وقلة وضوحها، ويتوافق ذلك مع المبادئ المعروفة في سلوك المواد اللونية على الأسطح المسامية، حيث تتسبب الحفر والنتوءات في امتصاص غير منتظم يؤدي إلى زيادة الانتشار اللوني، وبالتالي يبرز ضرورة تجهيز السطح بشكل مناسب لتحقيق أداء بصري أعلى.

٧. استمرار وضوح الخطوط بعد الحرق الأولي وبعد تغطيتها بالتزجيج الشفاف يؤكد ثبات خصائص الأقلام في مختلف البيئات الحرارية، يشير ذلك إلى قدرة الصبغات على الحفاظ على معامل انصهار منخفض يكفي للتماسك من دون الذوبان الكامل داخل التزجيج، مما يحفظ حدود الخط والرسم.

٨. إن قدرة الأقلام على خلق تدرجات لونية واضحة عند التراكب، مع الحفاظ على انفصال الألوان، تمثل دليلاً على سيولة محكمة وعدم حدوث تفاعل كيميائي بين الطبقات أثناء الحرق، كما تعكس استقرار الصبغات اللونية المستخدمة وملاءمتها لعمليات الرسم الطبقي التي تعتمد على بناء اللون تدريجياً.

#### الاستنتاجات

١. أثبتت التركيبة المعتمدة في تصنيع أقلام التزجيج قدرتها على إنتاج نماذج متجانسة تمتلك صلابة بنيوية مناسبة للاستخدام الفني.
٢. تتميز الأقلام بمتانة ميكانيكية عالية، مما يجعلها مقاومة للتقنت والانكسار وقابلة للشحن دون فقد في جودتها.
٣. توفر الأقلام قابلية جيدة للالتصاق بالأسطح الفخارية مع إمكانية تعديل الخطوط قبل الحرق، مما يدعم دقة العمل الفني ومرونة تنفيذه.
٤. تحافظ الرسوم المنفذة بالأقلام على ثباتها ووضوحها بعد الحرق الأولي، مما يدل على استقرارها الحراري دون الحاجة لثثبيت إضافي.
٥. تتوافق الأقلام مع طبقة التزجيج الشفاف دون حدوث تغيرات لونية أو تقشر، مما يعزز إمكانية استخدامها ضمن عمليات التزجيج الشائعة.

٦. يظهر أن نعومة السطح الفخاري عامل أساسي في تحقيق خطوط واضحة، بينما تسهم خشونة في انخفاض دقة الرسم.
٧. تتميز الرسوم بثبات بصري واضح بعد الحرق الأولي وبعد تطبيق التزجيج الشفاف، مما يؤكد استقرار الأقلام عبر مراحل الحرق المختلفة.
٨. تمتلك الأقلام قدرة على إنتاج تدرجات لونية واضحة عند التراكم، دون حدوث امتزاج غير مرغوب بين الألوان.

### احالات البحث:

١. David L Gamble , A world of color ,p2.
٢. Holly Goring ,getting the most out of ceramic glazes and underglaze,p3.
٣. Holly Goring , Underglaze users guide,p13.
٤. Robin Hopper , The ceramic spectrum :Asimplified Approach to glaze and color development , p180.
٥. Anderson Turner, Underglaze users guide,p10.
٦. Anderson Turner, Underglaze users guide,p4-8.
٧. Deklan Ranlett, Off the Shelf / Outside the Box: A Guide to Experimenting with Commercial Clays, Glazes, & Underglazes, p32.
٨. Robin Hopper , How to make and Use underglaze pencils.
٩. Robin Hopper , Making Marks:Discovering the ceramic surface, 173.
١٠. Robin Hopper , Making Marks:Discovering the ceramic surface, ١٦٨.
١١. جون ديكسون، صناعة الخزف ، ص ١٥٦-١٥٧
١٢. John Britt ، The Complete guide to high-fire glaze ،p٢٥.
١٣. John Britt ، The Complete guide to Mid-Range glaze ،p٣١.
١٤. John Britt ،The Complete guide to Mid-Range glaze ،p٣١-٣٢.

### المصادر

- جون ديكسون ، صناعة الخزف ، ت:هاشم الهنداوي ، ط١ ، وزارة الثقافة والاعلام ، دار الشؤون الثقافية العامة ، بغداد ، ١٩٨٦ .

- Anderson Turner, Underglaze users guide, ceramic publications company ,2016.
- David L Gamble , A world of color, ceramic publications company ,2015.

- Deklan Ranlett, Off the Shelf / Outside the Box: A Guide to Experimenting with Commercial Clays, Glazes, & Underglazes, The American ceramic society,2018.
- Holly Goring , Underglaze users guide, ceramic publications company ,2016.
- Holly Goring ,getting the most out of ceramic glazes and underglaze , ceramic publications company ,2016.
- John Britt , The Complete guide to mid- Range glaze Lark Crafts , New York , ٢٠١٤.
- John Britt, The Complete guide to high-fire glaze , Lark Crafts , New York , 2007.
- Robin Hopper , How to make and Use underglaze pencils , <https://ceramicartsnetwork.org/daily/article/Drawn-to-Surface-How-to-Make-and-Use-Underglaze-Pencils-Crayons-Pens-and-Trailers>.
- Robin Hopper , Making Marks:Discovering the ceramic surface, Krause publications,2004.
- Robin Hopper , The ceramic spectrum :Asimplified Approachto glaze and color development, 2s,the American ceramic society , 2009.