استخدام الميثانول في اختزال الخزف الملون

م.حيدر صباح جرد البكري
كلية الفنون الجميلة / جامعة بابل

أ.م.د سامر احمد الكرادي
كلية الفنون الجميلة / جامعة بابل

أ.د محمد حمزة المعموري
كلية الفنون الجميلة / جامعة بابل

ملخص البحث

يتناول البحث الحالي انتاج خزف اختزالي باستخدام كحول الميثانول تعتمد فكرة البحث على اختزال العناصر المعدنية وهي يصيغة اكاسيد تدخل للتفاعل مع خلطة الزجاج ويكون تاثيرها اللوني يعتمد على نظام التلوين الايوني لتعطي لون الاكاسيد في هذا البحث يتم الاختزال باستخدام الكحول وهي مركبات عضوية ذات احتراق شديد جدا تعمل على سحب الاوكسجين بدون مخلفات الكاربون. الجسم الفخاري عالي الحرارة مع مقاومات الصدمة الكروك والسليكا الزجاجية لان عملية الاختزال خارجية لذلك على الجسم ان يتحمل الصدمة الحرارية . يطبق المحلول الملون علي سطح الجسم الفخاري وليس على الفخار للحصول على سطح نشط يمكن زيادة نسبة الاوكسيد الملون الى نسب عالية من دون الخوف من مشكلة الالتساق

Abstract

The current research deals with the production of reducing ceramics using methanol alcohol. The idea of the research is based on the reduction of mineral elements, which is an oxides formula that interferes with the interaction of the glass mixture and its color effect depends on the ion coloring system to give the color of the oxides. In this research, To withdraw oxygen without carbon residues. The high temperature ceramic object with the shock resistors is the crossover and the glass wire because the reduction process is external so the body must withstand the thermal shock. Apply the colored solution on the surface of the clay body and not on the pottery to obtain an active surface can increase the percentage of colored oxide to high ratios without fear of the problem of consistency

الفصل الأول

الاطار المنهجي للبحث

١-١ مشكلة البحث:

شكلت الفنون حضورا هاما في تاريخ المعرفة البشرية وكان بمثابة الاداة الهامة للتعبير عن حاجة الانسان واهتماماته بكل الاتجاهات ، ويعد الخزف من مظاهر التطور والرقي في المجتمعات الانسانية فلم نجد على مدى العصور ان الخزف قد تطور او امتاز بغزارة الانتاج في المجتمعات المتخلفة او البيئة القاسية وانما الخزف ترافق مع التطور الحضاري والتمدن والترف والرخاء.

لذا يشتمل الخزف على عناصر بناء وتكوين ويخضع لمتطلبات المادة وضرورتها ويشتمل على علاقات تبادلية ما بين المؤثر البصري والذائقة التي تتحكم في انتاج الصورة الفنية.

كما يخضع لمعالجات تقنية باعتبارها أداة اساسية في تحديد الصورة الفنية المنتجة ، فالمعالجة التقنية تدخل في صياغة الاسلوب الفني كما تحدد الطابع التقني الذي يعتمده الفنان، ويمكن من خلالها تصنيف العمل الفني تحت احد التيارات الفنية فالفنان المعاصر استطاع ان يتجاوز حدود اساليب التقنية التقليدية لتتسم نتاجاته الخزفية بطابع فني مغاير .

ان التفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية وروح التجريد من الصفات المميزة للخزف على الفنون الاخرى والذي ساهم في اكتشاف تقنيات متعددة على مر التاريخ وما ترتب على ذلك من طرائق انتاجية علمية ، حيث تبدأ في اختيار المواد الطبيعية الخام مع تحديد النسب الوزنية لتراكيبها وكيفية معالجتها حراريا واعداد وسائل التحكم والسيطرة على مجريات التنفيذ وصولا للإنتاج النهائية .

ويعتبر الخزف الاختزالي من اشهر انواع خزف التأثيرات الخاصة لما يحمله من تقنيات متعددة في اظهار السطح الخزفي بالوان متعددة ذات اطياف متداخلة مع ما يحمله من بريق معدني يضفي قيمة جمالية للمنجز الخزفي .

وتعد مركبات النحاس من اكثر الاكاسيد شيوعا واستخداما في الخزف الاختزالي بسبب المدى الواسع من المتغيرات اللونية الناتجة من اختزال اوكسيد النحاس واختلاف النتائج اللونية بشكل كبير بسبب اختلاف درجة الحرارة ونوع الوسط وكمية الاوكسيد ونوع الاختزال وزمن الاختزال .

هذا التنوع في طبيعة السطح الخزفي المختزل والتي تتوافق مع روح التجربة و التجريب في فن الخزف، دفعت الخزاف الى ابتكار طرق مختلفة من تقنيات الاختزال ومن هذه التقنيات الاختزال باستخدام كحول الميثانول

وعليه تم تحديد عنوان البحث بـ(استعمال الميثانول في اختزال الخزف الملون)

١-٢ اهمية البحث:

معرفة المواد الاولية المتوفرة والازمة لانتاج هذا النوع من الخزف مع التعرف على التقنيات وخطوات الانتاج .

١-٣ هدف البحث:

اختزال السطوح الخزفية الملونة باستخدام مركب الميثانول.

١-٤ حدود البحث:

A-الاطيان الكاؤلين المحلية.

B-الزجاج: تم تحديد الزجاج القلوي الشفاف.

C-الملونات:

١. صبغة حمراء Gamet $3CaO.Al_2O_3.3SiO_2$

٢. صبغة زرقاء Zircon $Zr.SiO_4$

٣. صبغة خضراء Mullite $3Al_2O_3.2SiO_2$

٤. صبغة صفراء Sphene $Ca.TiO.SiO_4$

D-الاوكسيد المستخدم للاختزال

اوكسيد النحاس Copper Oxide CuO

E– الفرن : تم استخدام الفرن الكهربائي في كلية الفنون الجميلة فرع الخزف.

١-٥ تحديد المصطلحات:

١. الخزف الملون: وهو الاجسام الطينية المفخورة والمزججة بانواع الزجاج اللذي يلائم تنوع الجسام الطينية المختلفة وكل حسب درجة حرارته. والملون باضافة مركبات الاكاسيد الملونة او الصبغات اللونية.

٢. الميثانول (CH_3OH):هلو اول مركب في سلسلة الكحولات الاولية التي تتكون من ارتباط مجموعة الهيدروكسيل (O–H) بمجموعة الالكيل(CH_3).

٣. الصبغات: وهي بلورات معدنية مقاومة للحرارة تتكون بشكل رئيسي من مركبات السليكا SiO_2 و الالوميناAl_2O_3 وتحرق بدرجات حرارة عالية وبفترات نضج طويلة تتفاعل لتنتج بلورات ملونة تضاف مع الزجاج لتشكل طبقة عالقة تعطي عتمة بلون البلورة.

الفصل الثاني

الاطار النظري والدراسات السابقة

٢-١ مقدمة تاريخية:

لمعرفة نشوء وتطور اساليب الاختزال وخاصة في الحرق الابتدائي يكون الاختزال اسهل انواع الحرق والناتج يكون بلون اسود . اذ ان الوقود الذي كان يستخدم قديما هو نشارة الخشب والتبن وقطع الاخشاب، اذ كانت تدفن الاواني تحت طبقات من هذه المواد وتحرق حتى تصل الى درجة النضج المطلوب ولا يمكن للهواء الدخول الى داخل جو الحرق فيصبح الكاربون المتكون نتيجة الحرق كبيرا حتى لا يمكن للهواء الوصول اليه لاتحاد به والنتيجة جو اختزال قوي جدا يحيط بجميع اواني الخزف، اذ جزيئات الكاربون الزائدة تمتص من قبل السطح المسامي وتعطي اللون الاسود ، فالكاربون الموجود على السطح يمكن ان يزال وما يترسب في المسامات سيبقى ليعطي اللون الغامق.[١]

ففي فخار العراق القديم ظهرت اثار الاختزال في العصر الحجري المعدني القديم Early chalcolithic عصور ماقبل التاريخ ومن الدلائل الاولى على حدوث تقنية الاختزال ماكان ظاهرا على الفخاريات باسلوب حرقها وتدرج لونها ، فما يحرق منها بالتنور (باستخدام تنور مغلق

او فيما بعد الكوره) ادى الى تراكم المواد الكربونية على المسامات في سطوح القطع ، واختزال اوكسيد الحديد الموجود في الطينة معا اديا الى ظهور فخاريات سوداء في بلاد الرافدين في الازمان الاولى. ان الوقود المستعمل، الحشائش وكذلك التبن فقد كانت اسهل المواد جمعا وحرقا. ومن فحص نماذج لكسر بعض الفخاريات ذات الحرق المختزل ظهرت طبقات سوداء وطبقات اخرى بيضاء او رمادية لتدل على حدوث تاكسد واختزال نتيجة اسلوب الحرق [٢].

اما تأثير تقنية الاختزال في مصر القديمة كانت ممتعة ، فعندما تحرق الاواني المصنوعة من الطين الاحمر يقومون بدفن القطع جزئيا بالرمل من الداخل وترص حول بعض اجزائها الخارجية اكوام من نشارة الخشب والقطع الخشبية الصغيرة ، فينتج الاجزاء التي كانت محاطة بالأخشاب تصبح ذات لون اسود والاجزاء الداخلية من الانية يكون احمر اللون. ان عمليات الاختزال التي كانت تجري بأشكالها البسيطة ، عندما كان الاحتراق بدائيا وغير مسيطر عليه بدأت تتطور تدريجيا نتيجة لخبرة الخزافين فبدؤا بتطويرها لانتاج فنا عالي القيمة وما كان اضطرارا صار رغبة وقصدا كان ذلك في الالف الثالث قبل الميلاد[٣]. درجة حرارة (٩٠٠-١٠٠٠مْ) فاذا كانت كمية الحديد في الطين كافية سيتطور ليصبح احمر براقا واحمر داكن حسب كمية وكثافة اللون الموضوعة ، بعدها تبدا العملية المضادة الا وهي عملية الاختزال ،اذ توضع القطع في مكان مغلق خاص بالحرق دون منفذ للهواء ، واذا كان الوقود رطبا مثل الخشب الاخضر سيكون الاحتراق غير متكامل فيتكون اول اوكسيد الكاربون فالحديد الاحمر يتحول الى حديد اسود او معدني .[٤]

ان الاختزال في الشرق الاقصى والذي ضهر في بلاد الصين جاء ليعطي اسلوبا مميزا يرافق افضل اعمالهم ، ولكن ابداع الصينيين وتطوير عملية الاختزال بشكل كبير فتلك التاثيرات طبيعية الحدوث نتيجة الحرق بالافرانانذاك، فالاختزال لم يكن عملية صعبة لما كان موجود كتقنية في الصنع ، ولكن الصينيين لم تكن عملية الاختزال لديهم هي حدوث دخان فقط ، بل احتراق نظيف مابين الاكسدة والاختزال ثم تطبيقها ،عندما توصلوا للتعرف الى خزف البورسلين واكتشافه ، فكان الاختزال يتم لغرغ تنقية البورسلين من اللون الكريمي للحديد ولذلك يكون اختزالها في درجات الحرارة العالية[٥]. الطرق للاستفادة منها في عملية الاختزال وانتاج عدة اللوان من نفس الاوكسيد ، فقد استخدموا الطرق القديمة وطوروها في عملية الاختزال بما يتلائم

مع العصر الحديث فقد استخدموا المواد العضوية مع استخدام انواع الاملاح و المواد الكيميائية وكذلك المواد الهايدروكاربونية من اجل الاستفادة منها لانتاج زجاج ذا تاثيرات خاصة على سطح القطعة الفخارية .[٦]

٢-٢ الميثانول:

الميثانول هو منتج يحتوي العديد من الخصائص المفيدة التي تسمح له ليكون بمثابة الوقود. ويعتبر أيضا من المركبات الكيميائية الخطرة حيث يمكن أن ينتج آثار ضارة على الإنسان والبيئة عندما لم يتم التعامل معه بشكل صحيح.ويتم إنتاج معظم الميثانول من الغاز الطبيعي في كثير من المصانع تقع في المناطق التي تمتلك وفرة من النفط والغاز ، مثل الخليج العربي، وأفريقيا وروسيا .اما الصين فيتم إنتاج معظم الميثانول من الفحم[٧].

٢-٢-١ طرق تحضير الميثانول:

٢-٢-١-١ الطريقة المختبرية:

يتم تحضير الميثانول في المختبر انطلاقا من تفاعل كلوريد المثيلمع هيدروكسيد الصوديوم حسب المعادلة التالية:

$$CH_3Cl + NaOH \rightarrow CH_3OH + NaCl$$

٢-٢-١-٢ الطريقة الصناعية:

يصنع الميثانول من غاز التشييد[*] منذ عام ١٩٢٣ بالطريقة نفسها التي ينتج بها اليوم وتتم عملية تصنيعه وفق الخطوات التالية:

١. مرحلة تنقية الغاز الطبيعي من مركبات الكبريتوالكلور: وهي مرحلة desulphurization ويتم التخلص من المركبات الكبريتية الموجودة مع الميثان عن طريق استخدام الكربون المنشط.
٢. مرحلة التشكيل الكيميائي للغاز الطبيعي: وتتم عن طريق تسخين الميثانومزجه مع ثاني أكسيد الكربونوبخار الماء ويمرر الخليط فوق عامل مساعد مثل النيكل، يؤدي وجود المركبات الكبريتية إلى تسمم العامل المساعد وبالتالي يقلل أو يعدم فعاليته.

٣. مرحلة إنتاج الميثانول الخام بمفاعل إنتاج الميثانول.

٤. مرحلة التقطير وتنقية الميثانول الخام والوصول به إلى المنتج النهائي حسب المواصفات العالمية[٨].

٢-٣ اوكسيد النحاس CuO Copper Oxide

(black واوكسيد النحاسوز الأحمر) (Cu_2O(Copper oxide red(كما إن كاربونات النحاس (copper Carbonate) ($CuCo_3$) تستعمل في هذا المجال أيضاً[٩]، حيث تتحول في درجة حرارة (٥٠٠ مْ) الى اوكسيد النحاس ونسبة قليلة من الكاربون فهي اقل قدرة على التلوين من اوكسيد النحاس وللوصول الى نتائج افضل يجب استخدام نسبة الكاربون اعلى من نسبة الاوكسيد في الزجاج [١٠].

$$CuCo_3.Cu(OH)_2 \xrightarrow{200°C} CuCO_3 + CuO + H_2O\uparrow$$

$$\xrightarrow{500°C} CuCO3CuO + CO2$$

الأحمر القاتم في الجو الاختزالي القوي (Heavy Reduction) ، واوكسيد النحاس يعطي اللون الأخضر بأكثر جاذبية في الزجاج لذا يفضل استخدامه بدلاً من اوكسيد الكروم[١١]. وان انجاز اللون الأحمر النحاسي في الزجاج يتطلب أجواء خاصة وقياسات دقيقة لتكرار العملية بنجاح[١٢]. وينصهر اوكسيد النحاس (CuO) في درجة حرارة (١٠٦٤مْ) ويتحول في درجة حرارة اعلى من (١٢٠٠ مْ) الى اوكسيد النحاسوز ويتطاير في درجات الحرارة العالية وهو ثابت في حدود (١٠٥٠ مْ)[١٣].

٢-٥ الاكسدة والاختزال في زجاج الخزف

٢-٥-١ التأكسد (Oxidization)

هو عملية يتم فيها تحرر الكاربون والكبريت والغازات الأخرى من الفرن إذ إن أغلب أنواع الأطيان تحتوي على مقدار بسيط من المواد العضوية وعملية حرق هذه المواد سوف يؤثر في جو الفرن واحتراق هذه المواد وعملية الأكسدة تتطلب أن يكون الأوكسجين موجودا بكميات كافية في الفرن وعادة يمكن الحصول على الجو المؤكسد إذا تم الحرق بسرعة كبيرة[١٤].

تتم الأكسدة بوافر من الأوكسجين في حدود فوق درجة الاحمرار وقد تتطلب هذه العملية مزيدا من الهواء الداخل إلى جو الحرق وذلك من خلال تنظيم فتحات صغيرة على جوانب الفرن من أجل ضمان سهولة حركة الهواء خلال جو الفرن، وهذه العملية تحدث في درجات حرارة تتراوح (٧٠٠- ١١٥٠مْ) إذ يسمى هذا المحيط بالجو المؤكسد أمّا فيما يتعلق بالكاربون فيحترق ويتحول إلى ثنائي أوكسيد الكاربون إذا كانت الحرارة شديدة وإذا كانت ضعيفة لا تطرد المواد الكاربونية بل تبقى في وسط جدران الآنية بلون أسود. [١٥]

٢-٥-٢ الاختزال (Reduction)

وهي عملية سحب الأوكسجين من الأكاسيد المعدنية إذ يستخدم الخزاف عملية الاختزال من أجل الحصول على ألوان مختلفة من الأوكسيد الواحد في الطين و الزجاج، تحدث عملية الاختزال في الخزف من خلال السيطرة على جو الفرن في مرحلتي الحرق والتبريد أي بمعنى عندما تكون مكونات الزجاج آخذه بالتفاعل حيث تكون سهلة الاختزال و لذلك يجب السيطرة على جو الفرن لإتمام العملية[١٦] أما في مرحلة التبريد فإنه بعد ما يصل الفرن إلى درجة النضج يتم تبريده إلى درجة حرارة معينة لكي لا يرجع إلى حالة التأكسد و يتم ذلك في درجة حرارة (600-700 مْ) كحد أقصى حيث تكون مكونات الزجاج نسبة مستقرة نسبياً و لا يمكنها الرجوع إلى حالة التأكسد. [١٧] حيث تغلق فتحات الفرن مع دخول المادة المختزلة إليه في حرارة معينة حيث يتحد الأوكسجين مع الكاربون ليكون (CO_2) وعندما ينفذ كل الأوكسجين من جو الفرن سوف يتكون (CO) وهو غاز قلق غير مستقر وعديم اللون. ولكي يتحول إلى (CO_2) مره أخرى يتطلب سحب الأوكسجين من القطعة الخزفية و الزجاج مما يؤدي إلى اختزالها وهذا ما يؤدي إلى تغير لون الأكاسيد و الطين. [١٨] يؤثر الجو المختزل في بعض مكونات الأطيان إذ إن الالومينا و السيلكا لا تتأثر بالاختزال بل تبقى ثابتة في حين يقع تأثير الاختزال في مظهر الطين، إذ يسبب ظهور اللون الأسود و الرمادي الناتج من تسرب الكاربون في مسامات القطعة الفخارية و إن التأثير الرئيس للاختزال في الأطيان يأتي من التغير الحاصل في أوكسيد الحديد الداخل ضمن تركيب بعض الأطيان و الذي يعطي بعد الاختزال اللون البني أو البني الفاتح المتدرج إلى الرصاصي أو الأسود.[١٩]

أما تأثير الاختزال في الزجاج يتم بسحب الأوكسجين من بعض الأكاسيد الملونة في خلطة الزجاج أما بحالة أكسدة منخفضة أو اختزال كامل، وهكذا فإنَّ التزجيج الذي يحتوي على النحاس الأخضر يصبح بعد الاختزال لونه أحمر مع ألوان خفيفة من الأرجواني و الأزرق التي تحدث أحياناً، كما يفقد أوكسيد الحديد احمراره البني الطبيعي و يظهر باللون الرمادي المخضر[٢٠] و يمكن أنْ يكون الجو الداخلي للفرن (جو اختزال) لاسيما في الأفران التي تستعمل الوقود مثل (الغاز– الخشب) حيث تكون الأعمال على اتصال مع النار و الدخان الناتج من حرق الوقود. [٢١] .

٢– ٦ الدراسات السابقة :

٢–٧–١ دراسة احمد هاشم الهنداوي ١٩٨٩:

"تأثير الحرق بالاختزال في الفخار المزجج فنياً وتقنياً"

رسالة ماجستير غير منشورة مقدمة إلى كلية الفنون الجميلة– جامعة بغداد– من قبل احمد هاشم الهنداوي ١٩٨٩

تهدف دراسة الهنداوي إلى دراسة المتغيرات اللونية لبعض أكاسيد التلوين بتقنية الاختزال وعلاقتهما بمركبات خلطات التزجيج ونوع التطبيق ودرجة الحرارة ومدة الاختزال فضلاً عن المادة المختزلة وطريقة استخدامها.

اقتصر البحث بدراسة المتغيرات اللونية لأكاسيد الحديد الأحمر والنحاس الأسود وأوكسيد الكروم في حالتي الأكسدة والاختزال وتم استخدام هذه الأكاسيد ضمن خلطات التزجيج وعلى اختلاف أنواعها وهي تزجيج البوراكس (Borax) والقلوي (High Alkali) والرصاص (Lead Serquisilicate) و (Litharge) وهذه الخلطات على نوعين أيضاً الشفاف والمعتم، وقد تحددت نسب أكاسيد التلوين الداخلة في خلطات الزجاج بحسب قوتها التلوينية، إذ تحددت نسب أوكسيد الحديد الأحمر وهي (6،10 ،2%) وأوكسيد النحاس (2.5،8%) وأوكسيد الكروم (3–5%) أمّا مواد الاختزال المستخدمة في البحث هي الغاز السائل (CH_4) وكاربيد السليكون (SiC) ونشارة الخشب ($C_6H_{10}O_5$).

٢– ٧–٢ دراسة انغام سعدون طه ١٩٩٢ :

" امكانية تكوين اطيان محلية لخزف الراكو وتزجيجها"

رسالة ماجستير غير منشورة مقدمة الى مجلس كلية الفنون الجميلة جامعة بغداد من قبل انغام سعدون طه ١٩٩٢ .

تناولت هذه الدراسة استخدام طينة النهروان المعدلة بإضافة الرمل النهري الاسود ومسحوق الفخار (Grog) وتم استخدام الزجاج القلوي الملون بعدة اكاسيد لونية (الحديد، المنغنيز ، النحاس) وتم الاختزال الخارجي باستخدام نشارة الخشب.

تختلف دراسة احمد هاشم الهنداوي و انغام سعدون طه عن الدراسة الحالية من حيث:

البحث الحالي استخدم طينة الكاؤولين .

المواد المضافة

رمل زجاجي (فلنت)

طين ناري

مسحوق الفخار

تمت عملية الاختزال باستخدام كحول الميثانول

الفصل الثالث

اجراءات البحث

٣-١ منهج البحث:

لتحقيق الهدف من الدراسة بصورة علمية دقيقة أعتمد الباحث (المنهج التجريبي)، لكّونهِ منهجاً يقوم أساساً على التجربة العلمية التي تكشف عن العَلاقات السببية بين العوامل المنتظمة والمؤثرة فيها [٢٢].

٣-٢ المواد الداخلة في البحث:

تمَّ إختيار المواد بالرجوع الى الخبرات و الدراسات السابقة والمراجع والدوريات والتجارب الاولية والمواد هي :

٣-٢-١ الزجاج القلوي:

بعد اجراء التجارب الاستطلاعية لوصفات الزجاج القلوي الواطئ الحرارة والتي تم تحضيرها من قبل الباحث بعد استشارة الخبراء لضمان حصول افضل تفاعل مع الجسم الخزفي لذا تم اختيار الزجاج القلوي المحضر من قبل الباحث وحسب قاعدة هرمان سيكر.

٣-٢-٢ الصبغات الملونة:

تم اختيار صبغات مُلونة مضافة مع الزجاج القلوي المحضر من قبل الباحث وهذه الصبغات هي:

١. صبغة حمراء Gamet $3CaO.Al_2O_3.3SiO_2$
٢. صبغة زرقاء Zircon $Zr.SiO_4$
٣. صبغة خضراء Mullite $3Al_2O_3.2SiO_2$
٤. صبغة صفراء Sphene $Ca.TiO.SiO_4$

٣-٢-٣ الأكاسيد الداخلة في الاختزال:

تم اختيار اوكسيد مُلون واحد مضافة مع الزجاج القلوي المحضر مسبقا وهو أوكسيد النحاس CuO.

٣-٣ تهيئة المواد الداخلة في تركيب النماذج الفخارية:

٣-٣-١ طينة الجسام الفخارية:

لقد حددت طينة الجسام الفخارية على أساس تحملها الحراري واستخدامها من قبل الخزافين ، طينة بيضاء ،كاؤلين (دويخلة) ذات درجة حرارة نضج عالية وذلك لبيان ملائمة تلك الاجسام الفخارية لمقاومة الصدمة الحرارية وملائمة للطلاءات الزجاجية المستخدمة .

٣-٣-٢ المواد غير اللدنة المضافة الى خلطات الأجسام الفخارية:

١. مسحوق الفخار Grog: في البحث الحالي تم تحضير كمية من طين كاولين (دويخلة) بحرقة في درجة حرارة(1050 مْ) بعد غربلته بمنخل قياس ١٥٠ مش ودخوله كمادة حشو (Filler) ضمن تركيبة خلطة النماذج الفخارية .

٢. الطين الحراري Fire Clay: تم استخدامه في البحث الحالي كمادة غير لدنة ومقاومة للتغيرات للحرارة لاحتوائها على نسبة عالية من الالومينا مما يعطي لها لونا اسمر تبني او رصاصي ومطحون بشكل جيد يصل الى ٢٥٠ مش اذ تم غربلته بجهاز قياس الحجم الحبيبي في مختبر جامعة بابل كلية الفنون الجميلة قسم الفنون التشكيلية كما ان المادة ايضا موجودة في جامعة بابل كلية الفنون الجميلة قسم الفنون التشكيلية وفي الاسواق المحلية .

٣. الرمل الابيض او الرمل الزجاجي Sand Glaze: تم استخدامه في خلطة النماذج لكون فيه نسبة السيليكا عالية لذا تكون مقاومة للتغيرات الحرارية وتصل انصهاريته الى (١٥٠٠ مْ) وبذلك تكون السليكا حرة خالية من الشوائب .

٣-٤ خلطات اطيان النماذج الفخارية:

تم تحديد النسب المئوية للمواد الداخلة في تكوين النماذج الفخارية وكما موضح في الجدول (3-1) .

جدول(3–1) يبين النسب المئوية للمواد الداخلة في تكوين النماذج الفخارية

المركبات	النسب
كاؤلين	%70
مسحوق الفخار (كاؤلين)	%١٠
طين ناري	%١٠
رمل ابيض	%١٠
المجموع	%100

٣–٥ تهيئة الخلطات الطينية للنماذج الفخارية:

حضر الطين بالطريقة اللدنة ،عن طريق وضع المزيج في حوض ماء وتترك مدة (24) ساعة لحين تحلل جميع مكونات خلطة الطين بشكل كامل. بعدها يسحب الماء الفائض ويضاف ماء جديد مع الخلط وتترك مدة (24) ساعة وبعد الترسيب يسحب الماء الزائد ، حيث تكرر هذه العملية ثلاث مرات وذلك للتخلص من الأملاح والمواد العضوية القابلة للذوبان ، بعدها يخلط المزيج ويغربل عبر غربيل (150) msh إذ يفرش على قطعة من القماش مهيئ لهذا الغرض للتخلص من الماء الزائد بعد يوم او يومين ،حتى تصبح الطينة بلدونة قابلة للتشكيل باليد .

٣–٦ تشكيل النماذج:

بعد عملية تهيئة الأطيان تشكل النماذج عن طريق عملية العجن على لوح من الخشب ومن ثم تقسم وتوزن الطينة المحضرة بمقدار ٢ كيلو غرام وتشكل على شكل كرات وتسحب بشكل انية (مزهرية) باستخدام الدولاب الفخري (ويل كهربائي) وبمعدل ١٢ عينة .

٣–٧ تجفيف النماذج:

تركت النماذج بعد تشكيلها وتحضيرها لمدة ٦ ساعات بعدها تترك مغطاة بقطعة من القماش مدة (24) ساعة وبعدها تترك لتجف دون وجود أي تيار هواء للمحافظة عليها من الانكماش الزائد عند التجفيف والذي يؤدي الى التواء الجسم بعدها تترك لتجف بشكل كامل .

٣-٨ حرق النماذج:

بعد تهية الفرن الكهربائي وبقياس(٣٧×٣٠×٤٧) سم مع (ثرموكبل) ومقياس رقمي تم تسخين النماذج بدرجة حرارة (C° ١٥٠) وتركة لمدة (٢٤) ساعة وبعدها تم رفع درجة الحرارة الفرن بمعدل ١٠٠ درجة لكل ساعة وصولا إلى درجة حرارة(١٠٥٠ مْ)وترك الفرن ثابتا على هذه الدرجة لمدة ساعتين للوصول إلى درجة النضج التام(Soaking Time), وتم تبريد الفرن لمدة (٤٨) ساعة ومن ثم إخراج النماذج والتأكد من كونها خالية من أي آثار للانصهار والاعوجاج.

٣-٩ الفحوصات الفيزيائية للعينات الفخارية:

٣-٩-١ المظهر الخارجي و اللون:

ان عملية الحرق لخلطات الأطيان تؤثر بعدد من التغيرات في النماذج من حيث الشكل كالتقوس والاعوجاج ، واللون للجسم بحسب نوع الطينة والمواد المضافة اليها، نتيجة لتواجد نسب متباينة من الاكاسيد الملونة.

٣-٩-٢ امتصاص الماء:

أي كمية الماء الذي يشغل مسامات الجسم الفخاري ، إذ تتأثر خاصية الامتصاص للأجسام بعملية الحرق إذ إن نسبة المسامية تقل خاصيتها عند تفاعل المواد الصاهرة مع مكونات الجسم الرئيسة خلال تكوين الطور الزجاجي نتيجة تقارب الجزيئات يعتمد امتصاص الماء على حجم وكمية الفراغات وتوزيعها في الجسم الفخاري[٢٣].

تم حساب نسبة الامتصاص للنماذج بعد تجفيفها في فرن كهربائي وبدرجة (110 مْ) لمدة (24) ساعة وبعد التبريد توزن بوساطة ميزان حساس، ثم تغمر النماذج بالماء ولمدة (24) ساعة ووزنت بعد إخراجها من الماء يزال عنها الماء الزائد ، والعلاقة آلاتية تمثل عملية حساب كمية الماء الممتص[٢٤][٢٥]

$$\textbf{Percent Absorption} = \frac{\textbf{Saturated Weight} - \textbf{Dry Weight}}{\textbf{Dry Weight}} \times \textbf{100}$$

Saturated Weight = وزن النموذج الفخاري بعد غمره بالماء

Dry Weight=وزن النموذج الفخاري وهو جاف

٣-٩-٣ المسامية الظاهرية:

المسامية الظاهرية او المسامية الفعالة (Effective Porosity) . هي مقياس لجميع القنوات الموجودة في الجسم ، وهذه القنوات عموما متصلة مع بعضها البعض بوساطة أنابيب شعرية مما يجعل الجسم نافذ للسوائل والغازات ، ويمكن التعبير عنها بالنسبة المئوية لحجم المسام المفتوحة بالحجم الخارجي للجسم و تمثل بالعلاقة الآتية[٢٦].

$$P\% = \frac{W - D}{W - S} \times 100$$

حيث ان:

P= المسامية الظاهرية

D= كتلة الجسم الجاف

S= كتلة الجسم وهو معلق بالماء بعد ان امتلأت جميع قنواته بالماء

W= كتلة الجسم وهو مشبع بالماء بعد إزالة الماء الزائد والموجود على السطح بوساطة قطعة قماش رطبة .

٣-٩-٤ الكثافة:

تتأثر الخواص الميكانيكية للأجسام الفخارية بالكثافة الكلية ،إذ إن ارتفاع الكثافة الكلية للجسم يؤدي الى زيادة في قوة تحمل الجسم للصدمات والعكس صحيح ،وهذا يعتمد بدوره على عملية الحرق ومدته (الزمن الانضاجي) إضافة إلى نسبة المواد الصاهرةالعلاقة آلاتية تبين حساب الكثافة الكلية[٢٧].

$$Bulk\ Density = \frac{W_a}{W_d - W_c}$$

W_a = وزن النموذج المحروق وهو جاف .

W_d = وزن النموذج المحروق وهو مشبع بالماء .

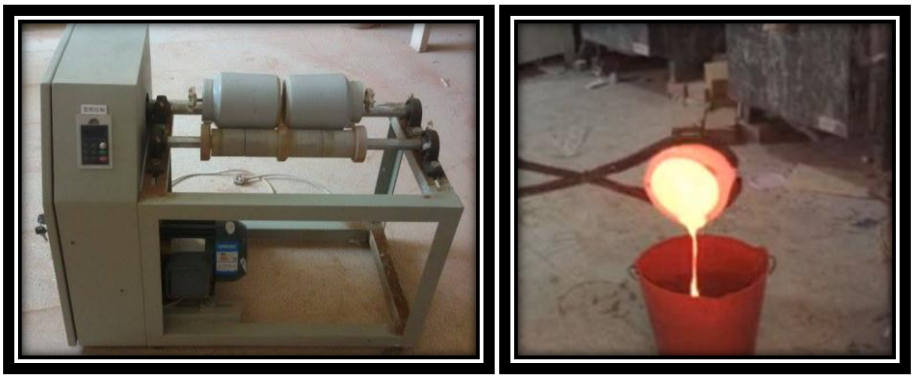
W_c= وزن النموذج المحروق وهو مغمور بالماء .

جدول (٣-١) يبين نتائج فحوصات العينات للجسم الطيني والفخاري

الفحص	النتيجة
المسامية الظاهرية	٤.١٩٢٠٩٥٥٨٨٢
امتصاص الماء	٠.١٥٨٢٥٢٠٧٣٣
الكثافة الحجمية	٢٠.١٧٠٩٥٥٨٨٢٤
التقلص الطولي للطينة	٥.٢٦٣١٥٧٨٩٤٧
التقلص الطولي بعد الفخر	٢.١٥٠٥٣٧٦٣٤٤

٣-١٠ تهيئة خلطات الزجاج:

تم تحضير الزجاج حسب قاعدة سيكر والنسب الوزنية المبينة في الجدول ادناه . تم وزن ٥ كيلو غرام من المواد المكونة لخلطة الزجاج بشكل جاف وغربلت بغربال ١٢٠ msh لغرض تفتيت الاجزاء المتكتلة في خلطة الزجاج ، ولتحقيق افضل انصهارية وتجانس وثبات لوني تم تفريت الخلطة باستخدام بوادق الصهر وطحن الناتج في طاحونة فرع الخزف كلية الفنون الجميلة كما في الشكل (٣-١).



شكل (٣-١) يبين الطاحونة وعملية التفريت

درجة الحرارة 2 ----- 1 **الزجاج القلوي**

الشفافية 10 ----- 1 **شفاف**

مكافئ إلا لومينا 2 .0

$R_2O.ROR_2O_3$ RO_2

Na_2O	K_2O	B_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
٠.١	–	–	٠.١	٠.٦	فلسبار صوديوم	$Na_2OAl_2O_36SiO_2$	٠.١	٢٤٣	٢٤.٣	١٠.٠٧
–	٠.١	–	٠.١	٠.٦	فلسبار بوتاسيوم	$K_2OAl_2O_36SiO_2$	٠.١	٥٥٦	٥٥.٦	٢٣.٠٥
٠.٣	–	٠.٦	–	–	بوراكس	$Na_2O2B_2O_3$	٠.٣	٣٨١	١١٤.٣	٤٧.٣٨
٠.٥	–	–	–	–	كاربونات الصوديوم	Na_2CO_3	٠.٥	١٠٦	٥٣	١٤.٥١
–	–	–	–	٠.٢	فلنت	SiO_2	٠.٢	٦٠	١٢	٤.٩٧

(F) = FORMULA (ألصيغة)

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

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

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

٣-١١ تهيئة زجاج العينات:

تم وزن ٥٠٠ غرام لكل خلطة على حدى مع اضافة الصبغات اللونية (الاحمر، الاصفر، الازرق والاخضر) وبنسبة ٥% لكل صبغة.

٣-١٢ تهيئة زجاج طبقة الاختزال:

تم وزن ١٠٠ غرام من الزجاج القلوي الجاهز مع اضافة اوكسيد النحاس وحسب النسب الوزنية (٢% ، ٤% ، ٦%) ولكل خلطة على حدى .

٣-١٣ تطبيق مستحلب الزجاج الملون:

تم تطبيق الزجاج القلوي على الاجسام الفخارية باستخدام ضاغطة الهواء ومسدس الرش وكان سمك طبقة الزجاج ١.٥ ملم . وبعد ادخال العينات الى الفرن وصولا الى درجة حرارة (٩٢٠ مْ) مع فترة نضج (Soaking Time) نصف ساعة تم فصل التيار الكهربائي وترك الفرن

الى اليوم التالي ليتم اخراج العينات ثم تكرر هذه العملية لجميع انواع الصبغات (الاحمر، الاصفر، الازرق والاخضر) وبمعدل ثلاث عينات لكل لون.

٣-١٤ تطبيق مستحلب الزجاج الاختزالي:

يتم تطبيق مستحلب الزجاج القلوي واوكسيد النحاس على النماذج الخزفية الملونة (فوق الزجاج) بشكل تدريجي مع مراعات ان يكون المستحلب ذا كثافة عالية لعدم وجود مسامات لسحب الماء الناقل . يتم تطبيق الخلطة بشكل كامل على كل عينة ، ويتم تكرار هذه العملية لباقي النسب (٢%، ٤%، ٦%).

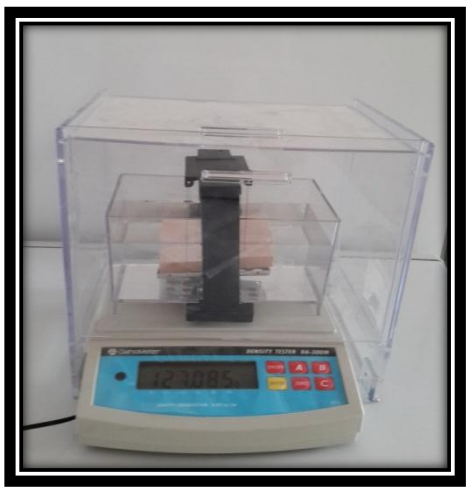
٣-١٥ برنامج الحرق:

تم اعتماد اسلوب الحرق السريع وبأقصى طاقة للفرن وصولا الى درجة حرارة النضج (٩٢٠ مْ) مع نصف ساعة وقت اضافي (Soaking Time).

٣-١٦ الفحوصات التي أجريت على النماذج:

٣-١٦-١ فحص الكثافة والمسامية وامتصاص الماء:

تم استخدام ميزان حساس داخل صندوق شفاف يحتوي على حوض فيه ماء (Density tester DA-300M) لمعرفة وزن النموذج وهو مغمور بالماء وتم اجراء هذا الفحص في مختبر فرع الخزف، جامعة بابل/ كلية الفنون الجميلة كما في الشكل (٣-٢).



شكل (٣-٢) يبين جهاز فحص الكثافة والمسامية

٣-١٦-٢ فحص القيم اللونية:

تم استخدم جهاز التحليل اللوني (Precise Color Reader) لمعرفة التمثيل الرياضي للون، وتحديد قيمه الثلاثة – (L.A.B) اسم الجهاز – Precise Color Reader . الموديل . HP-C210

تم اجراء هذا الفحص في مختبر فرع الخزف، جامعة بابل/ كلية الفنون الجميلة كما في الشكل (٣-٣).

شكل (٣– ٣) جهاز فحص القيم اللونية

٣-١٦-٢ فحص الملمس:

تم استخدم جهاز فحص الملمس (Texture testing)، لفحص عينات البحث، بهدف التعرف على درجات ملمس طبقة الزجاج. اسم الجهاز:Texture testing، الموديل: B13J، القراءة الصفرية: (0mm.000) وتم إجراء الفحص في مختبر فرع الخزف- كلية الفنون الجميلة – جامعة بابل كما في الشكل (٣-٤).

شكل (٣– ٤) جهاز فحص الملمس

٣-١٦-٣ فحص المجهر الرقمي:

تم استخدم جهاز المجهر الرقمي (Digital Microscope)، لفحص عينات البحث، بهدف التعرف على محتوى طبقة الزجاج من حيث: الفقاعات الهوائية ،بلورات التراكيب غير الذائبة، اسم الجهاز: Digital Microscope-Color Cmos Sensor ، الموديل: S04، القوة التكبيرية: (600X) وتم إجراء الفحص في مختبر فرع الخزف- كلية الفنون الجميلة - جامعة بابل كما في الشكل (٣-٥).

شكل (٣- ٥) جهاز المجهر الرقمي

٤-٢ مناقشة النتائج:

تعتمد تقنية الاختزال في زجاج الخزف على اظهار تأثيرات المعدنية لعناصر الاكاسيد الداخلة في طبقة الزجاج التي هي في اغلبها اكاسيد ملونة تنتمي الى مجموعة العناصر الانتقالية مع ما تمتلكها هذه العناصر من عدم تشبع اغلفتها الخارجية لذلك تميل الى محاولة الحصول على استقرار ذري من خلال فقدان او اكتساب ذرات في اغلفتها الخارجية وهذه الحركة هي المسؤولة عن اظهار هذا التدرج اللوني لهذه الاكاسيد .

في البحث الحالي يتم استخدام تقنية اختزال الخزف الملون باستخدام اوكسيد النحاس (CuO) لما له من تاثير جمالي والوان متعددة .

ان آلية انتاج الخزف الاختزالي تعتمد على تطبيق مستحلب الزجاج المراد اختزاله على سطح الجسم الفخاري ومن ثم اجراء عملية الحرق والنضج لتتم عملية الاختزال بطرق متعددة داخل الفرن وخارج الفرن .

يختلف البحث الحالي عن طرق وآليات المتبعة في انتاج انواع الخزف الاختزالي انه تمت عملية الاختزال على اجسام خزفية مزججة وذلك بالاعتماد على احد العوامل المؤثرة في انتاج الألوان وهي (نظام التلوين بالطبقات) والذي يعتمد على تطبيق الوان الزجاجعلى طبقة اساس ملونة على العكس مما يحدث في الطرق التقليدية وهي تطبيق الزجاج على الجسم الفخاري او طبقة من الزجاج الابيض .

وعليه فان البحث الحالي يحاول تطبيق مستحلب زجاج الخزف المراد اختزاله على ارضية ذات الوان متعددة وهي (الاحمر، الازرق، الاصفر والاخضر) .

وتختلف آلية عمل النظام الاختزالي بين خزف الراكو والميثانول من خلال ان خزف الراكو يعتمد على وضع القطعة المراد اختزالها في حاوية معدنية تحتوي على مواد عضوية (النشارة – الورق – القش) حيث ان وضع القطعة الخزفية داخل هذه المواد يؤدي الى احتراقها مع العلم ان غلق الحاوية بشكل محكم يساعد على فقدان كمية الاوكسجين للمساعدة في احتراق المواد العضوية وهذا الاحتراق يولد الكاربون (C) والكاربون عنصر غير مستقر مع ارتفاع درجة الحرارة لذلك يعمل على سحب جميع الاوكسجين الموجود داخل الحاوية ومن ضمنها القطعة الخزفية ليتحول الى ثاني اوكسيد الكاربون (CO_2) وبذلك يتحول اوكسيد النحاس من (CuO) الى عنصر النحاس (Cu) لذلك نجد ان الالوان الناتجة في خزف الراكو هي الوان معدنية .

اما الاختزال باستخدام الميثانول فانة لا يولد الكاربون لحدوث احتراق تام وعليه فان اوكسيد النحاس لا يميل الى فقدان الاوكسجين بشكل كامل وبذلك يتولد ثنائي اوكسيد النحاس (Cu_2O) وهذا الاوكسيد يتميز بالوان الحمراء والصفراء والالوان النارية .

تمت عملية تحضير طينة الجسم الفخاري باستخدام مزيج من مواد مقاومة للحرارة والصدمة الحرارية وشكلت النماذج بشكل لدن وعلى هيئة (مزهرية) وباستخدام الويل الكهربائي.

صنف البحث الى اربع مجاميع حسب لون طبقة الزجاج الاولى وبمعدل ثلاث عينات لكل لون وبذلك اصبح عدد الكلي للعينات (١٢) عينة .

زججت هذه العينات باستخدام الزجاج القلوي الخام والمحضر من قبل الباحث والمفرت والمطحون والملون بالصبغات اللونية للحصول على استقرار لوني لكون ان الصبغات هي بلورات مستقرة غير قابلة للاختزال علما ان تزجيج الطبقة الاولى للاكاسيد الملونة يؤثر على النتائج اللونية لطبقة الاختزال الثاني لكون هذه الاكاسيد هي عناصر غير مستقرة قابلة للاختزال .

تم تحضير مستحلب الزجاج الاختزالي باستخدام نفس خلطة الزجاج القلوي المحضر من خلال اضافة اوكسيد النحاس وبثلاث نسب وزنية هي (٢%-٤%- ٦%) لمعرفة مدى تاثير نسبة هذا الاوكسيد في نتائج السطح .

تمت عملية الحرق والاختزال من خلال الآلية التالية اذ تم تطبيق الزجاج باستخدام مسدس الرش وبسمك ١.٥ ملم ويتم الحرق بواسطة الفرن الكهربائي وبعد وصول القطعة الخزفية الى مرحلة النضج وهي ٩٥٠ مْ يتم ترك الفرن لتنخفض درجة الحرارة الى ٧٠٠مْ وهي الدرجة المثلى لعميلة الاختزال حيث يكون الزجاج قد تصلب والاكاسيد لازالت في حالة تفاعل ومن السهل سحب ذرة الاوكسجين (O) بعدها يتم اخراج القطعة من الفرن باستخدام الماسك (الملقط) كما في الشكل (٥-١):

الشكل (٥-١) يبين اخراج القطعة من الفرن باستخدام الماسك (الملقط)

توضع القطعة الخزفية في مكان خاص تم تهيئته من قبل الباحث لتتم فيه عملية الاختزال وهي عبارة عن قرص دائري يوضع على سطحه مادة الرمل الرطب مع قطعة حديدية من المركز يوضع عليها العمل الخزفي كما في الشكل (٥-٢):

الشكل (٥-٢) يبين القرص الدائري الذي يوضع على سطحه مادة الرمل الرطب مع قطعة حديدية من المركز يوضع عليها العمل الخزفي

بعد وضع العمل في المكان المخصص يتم المباشرة في عملية الاختزال وذلك برش كحول الميثانول على القطعة الخزفية باستخدام مرش هواء يدوي وتتم عملية الاختزال حسب الطريقة التالية: توضع القطعة في مكانها المحدد ويتم رش الكحول على القطعة مع تحريك الويل اليدوي اسفل القاعدة الدائرية لكي يتوزع الكحول على جميع أجزاء القطعة وتستمر عملية رش الكحول لمدة ١٠ ثا ونتوقف لمدة ١٠ ثانية ويتم تكرار العملية اربع مرات بعدها يتم حجز القطعة الخزفية عن الهواء الخارجي بواسطة وعاء معدني اسطواني الشكل لتستمر عملية الاختزال ولمدة عشر دقائق وبعدها نرفع الغطاء وتوضع القطعة في وعاء فيه ماء لتبريد العمل. حيث يتم تكرار هذه العملية في جميع نماذج البحث كما في الشكل (٥-٣).

الشكل (٥-٣) يبين عملية رش الميثانول على العمل الخزفي

في العينة رقم (١) زجاج القاعدة ذو لون ازرق مع (٢%) اوكسيد النحاس لكبقة الاختزال نجد ان اللون الغالب على مجمل السطح الخزفي هو اللون الازرق مع تاثير ضعيف جدا للطبقة الاختزال اذ كانت طبقة الاختزال غير منتشرة بشكل كامل مع حدوث اختزال لهذه البقع الصغيرة مع زيادة النسبة الى (٤%) وعلى نفس قاعدة اللون الازرق نجد انتشار جيد على مجمل السطح الخزفي مع تجانس لوني وحدوث عملية الاختزال لكن بشكل جزئي ومع زيادة نسبة اوكسيد النحاس الى (٦%) ي العينة رقم (٣) نجد انتشار كامل على السطح الخزفي مع التصاق وتفاعل جيد وظهور الوان نارية تتراوح ما بين الاحمر والاصفر الذهبي والبنفسجي والرصاصي يغطي بشكل كامل ومتجانس مع حدوث بعض التصدعات وعلى شكل شبكة عشوائية بسبب الصدمة الحرارية .

ونلاحظ من خلال نتائج الملمس للعينات (١–٢–٣) ان درجة الخشونة ترتفع من (٠.٣٦٧) في العينة رقم (١) و(٠.٣٩٦) في العينة رقم (٢) الى (٠.٤٠٩) في العينة رقم (٣) وهذه الزيادة في الملمس نحو الخشونة ناتجة من ارتفاع نسبة اوكسيد النحاس في خلطة الزجاج لكون اوكسيد النحاس من الاكاسيد المضافة فوق خلطة الزجاج المتوازنة وبذلك يحدث خلل في طبيعة الملمس الناتج من الزجاج القلوي المحضر وهذه الخشونة ادت الى العطاء الشكل لمسة فنية وجمالية ، ونجد ان هذه العملية قد تكررت في المجاميع الاخرى الثلاث حيث نجد ان العينات (٤ – ٧ – ١٠) ذات ملمس ناعم فجميعها تحتوي على نسبة (٢%) من اوكسيد النحاس والعينات (٥ – ٨ – ١١) هي اكثر خشونة مع (٤%) اوكسيد النحاس مع ارتفاع نسبة الخشونة للعينات (٦ – ٩ – ١٢) مع (٦%) اوكسيد النحاس و بذلك فان رفع نسبة اوكسيد النحاس يؤدي الى زيادة خشونة السطح.

ومن الناحية الجمالية فقد كانت ملمسية السطح الخزفي المعاصر بين المغايرة وتحقق فعل الانزياح لم يعد ممكنا اغفال مما آلت اليه اساليب الانتاج الخزفي المعاصر وبتنوع الاعمال وتفردها جماليا على مستوى الاشكال والمضامين والافكار، من تماهي واضح مع معطيات النظم الاشتغالية الجديدة والا مألوفة في المنجز التشكيلي المعاصر لفنون ما بعد الحداثة .

فالسطح الخزفي الصقيل والناعم للأعمال الخزفية من اواني ومزهريات وتحف وصحون واباريق وغيرها ، لم يعد يشكل هاجسا جماليا مطلقا وابديا ، في نظم التلقي والاستجابة الجمالية في وقتنا الراهن ، وذلك بسبب تغير الفهم التحليلي لقراءة العمل الفني المعاصر، وما اتصل بها من انماط التحول التكنلوجي والثقافي ووسائل الاتصال والاعلام وما ساد من تغيرات جوهرية في علاقة الفن بالبني المجاورة له .

ولذلك كان هدف الخزاف المعاصر هو التشديد على تحقيق فاعل لخاصية الجذب البصري من منظور انزياحي جديد ، يتبنى فكرة الانتقال بجماليات السطح الخزفي من الاتقان الملمسي الى التشويه والخشونة وتفعيل دلالة الحضور الافتراضي للفكرة الصادمة او التي تثير المتلقي وتدهشه ، وكل هذا يحدث ضمن افق جمالي يستقطب الأنساق المضمرة لتشكيل السطح الخزفي ، وتكثيف خاصية الإظهار التقني له ، وهو بحقيقة الامر ، تضمين لمستويات الحدود الفاصلة بين الحسي والمدرك .

وهنا بالتحديد نقف عند مستويات جديدة لجماليات تشريح السطح الخزفي المعاصر ، الى نتوءات بارزة وغائرة ، ومساحات متكسرة ، وحروق للأكاسيد اللونية ونواتج تزجيجها ، وهي بالنهاية تمثل فعل تزييني تقني ، غادر ما كان سائد او معتادا من تشييد لجماليات السطح المبهر والامع والخالي من الشوائب ، الى اطار جديد من البحث عن البساطة والعفوية والخروج عن النسب المعتادة في عملية الخلط والتزجيج والانتاج .

اما من ناحية الكثافة فجاءت قيمة الكثافة للعينة رقم (١) (٣.١٨) علما ان الكثافة هي مقدار وقوة تراص مكونات خلطة الزجاج وللعناصر المتشابه لذلك نجد ان قيمة الكثافة قد ارتفعت في العينة رقم (٢) مع زيادة نسبة اوكسيد النحاس الى (٤%) اذ جاءت بقيمة بقيمة مقدارها (٣.٩) ومع زيادة نسبة اوكسيد النحاس الى (٦%) في العينة رقم (٣) ارتفعت قيمة الكثافة الى (٤.١) ان زيادة قيمة الكثافة في زجاج الخزف يؤدي الى تقييد وتقليل حركت السائل الزجاجي وبذلك ارتفعت قيمة الملمس نحو الخشونة بسبب ارتفاع قيمة الكثافة فالملمس يتناسب طرديا مع الكثافة وهذه النظرية نجدها قد تكررت في المجاميع الباقية .

اما الشد السطحي فهو مقدار احتواء كتلت السائل الزجاجي لنفسها علما ان مقدار الشد السطحي لزجاج الخزف بصورة عامة يتراوح بين (١٨٠.٩٩) الى (٤٦٠.٢٦)[٢٨] وبذلك تكون نتائج الشد السطحي لجميع عينات البحث هي ضمن مواصفات الشد السطحي لزجاج الخزف وهي ضمن القيمة الادنى له لكون الزجاج هو واطئ الحرارة اذ كلما ارتفعت نسبة المواد المقاومة للانصهار زادت قيمت الشد السطحي ونلاحظ من خلال نتائج العينات ان ارتفاع نسبة اوكسيد النحاس ادى الى زيادة مقدار الشد السطحي .

ان اجراء عملية التحليل اللوني تهدف الى توثيق النتائج اللونية للعينة والتي تعد العامل الأهم في فن الخزف والفنون التشكيلية بصورة عامة ولتأكيد التجربة وتثبيت النتائج اللونية للخزف والمستفيد من هذه الدراسة يتم تحويل اللون الى نتائج رقمية ذات تصنيف عالمي وهذا التحليل هو عبارة عن لغة عالمية لتصنيف الألوان. ان تحليل الألوان يتم من خلال مجموعتين أساسيتين هما مجموعة الألوان الضوء ومجموعة الوان الاصباغ يعتمد التحليل اللوني للضوء حسب نظام (R.G.B) (الأحمر ، اخضر ، ازرق) وهذه هي الالوان الأساسية في الضوء والذي تعتمد عليها جميع أجهزة الكاميرات والكمبيوتر والتحليل الرقمي للون اما الاصباغ فتعتمد على نظام (C.M.Y) (السمائي ، الارجواني ، الأصفر) وهذه هي الألوان الأساسية في الاصباغ .

ولغرض الدقة والرصانة العلمية في توثيق النتائج الرقمية للألوان تم استخدام نظام جديد عالمي وهو (L.a.b) ويعتمد هذا النظام على النظامين معا (R.G.B) و (C.M.Y) وبذلك يكون هذا النظام هو التوثيق الحقيقي للنتائج اللونية وقد تم اجراء هذا التحليل باستخدام جهاز (Lab) وكانت النتائج كما مبينة في العينات .

اما من الناحية الجمالية فتعد تقنية الحرق غير المالوفة ، والتي تكون خارج السياق المعتاد في عملية الخلط الكيميائي للمركبات والعناصر الداخلة في انتاج خزف ذو مستويات متنوعة تعمل على اضفاء نتائج لونية متنوعة تتصل بطبيعة احتراق العناصر والمركبات والاكاسيد اللونية داخل الافران الحرارية الخاصة بالفخر والتزجيج ، وهذه النتاجات اللونية تعمق الصلة بمعطيات الملمس وطبيعة السطح الخزفي الخشن والذي يتشكل من اضافات لاكاسيد لونية تفعل من حالة التكسرات والخدوش اللونية التي تحدثها عملية التزجيج والحرق .

من هنا فان البنية اللونية الناتجة من هذه العمليات تكون على مستويات متنوعة من الإظهار اللوني المصاحب لعملية الحرق وهذه المستويات هي:

١. المستوى اللوني المهيمن بدرجة لونية واحدة .
٢. المستوى اللوني المهيمن بدرجتين او ثلاث درجات.
٣. المستوى اللوني المتنوع والتي تظهر فيه البنى اللونية بعدة اظهارات.
٤. المستوى اللوني الاختزالي وفقا لشقيه المعتم والمطفيء.

وان طبيعة الاحتراق تسهم في تعزيز بنية السطح الخزفي فان هنالك بعض الخواص اللونية التي تضفي طابعاً اختزاليا تجريديا للسطح الخزفي ، وان هذه الحالة اقرب الى الاهتمامات اللونية لتيار التعبيرية التجريدية او للطابع التجريدي الذي يربط بالمعالجات التقنية والتي يقوم بها الخزاف اثناء عملية التزجيج والحرق.

فقد ظهرت المساحات اللونية على السطح الخزفي ذات المستويات المتنوعة من حيث الاحتراق وشدته وانواعه نتيجة لمستوى الانزياح الشكلي والتقني الذي شهدته مساحة التشكيل العالمي المعاصر ، فلم يعد شكل المزهرية او الانية او الصحن او الاشكال الطبيعية الاخرى هو المحور الرئيسي في عملية الانجاز الفني ضمن مساحة الخزف المعاصر وانما كانت هذه الاشكال الخزفية بمثابة حامل لجماليات السطح الخزفي المتشكلة والتي تعتمد على عاملين مهمين هما:

١. الطبيعة الجمالية للملمس غير المألوف .
٢. الطبيعة الجمالية للألوان الناتجة من عملية الاحتراق.

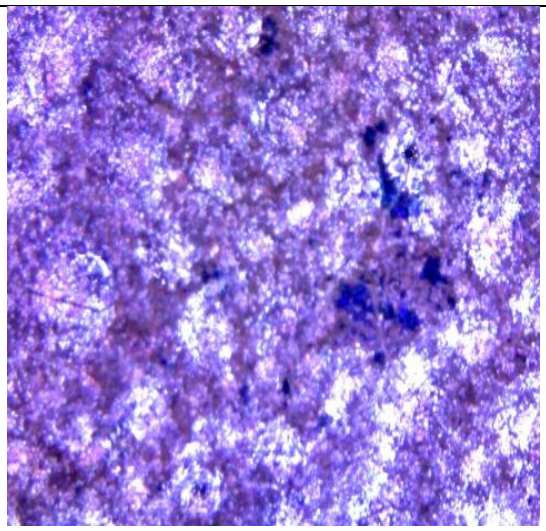
وفي كلا الطبيعتين يغدوا السطح الخزفي بمثابة مساحة تجريبية يعتمدها الخزاف لكي يحقق نتائج غير مألوفة تقنيا ولونيا ، فالشكل غير المألوف من حيث الخشونة والتكسرات والاحتراق هو ما يعزز من الاظهارات اللونية التي تقترب كثيرا من طبيعة الالوان التجريدية التي يعتمدها الفنان المعاصر في نتاجاته الفنية على مختلف الخامات.

الفصل الرابع

النتائج ومناقشتها

٤-١ النتائج:

جدول (٤-١) يبين نتائج العينة (١) والفحوصات التي اجريت عليها

	مجهر ضوئي 
الاوكسيد الملون	%2 CuO
نوع السطح	صبغة زرقاء

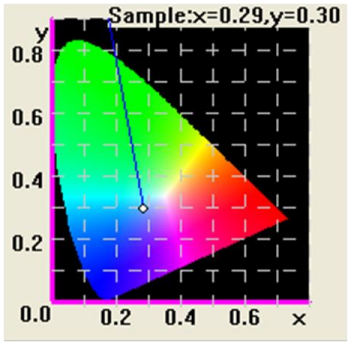
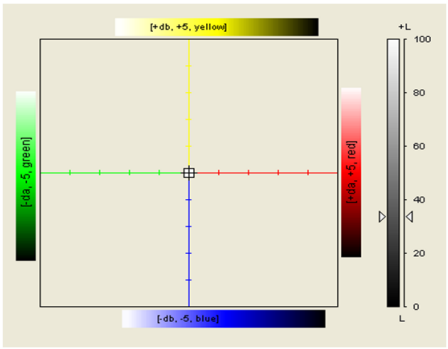
ملمس	كثافة (غم/سم^3)	شد سطحي (داين/سم^3)
0.367	3.18	109.8

One time test report

Company: Section:

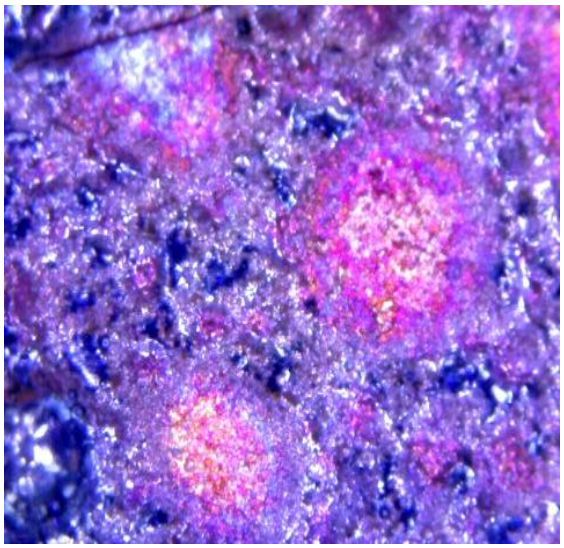
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	A	b	L	C	H
	٣٣.٨٦	١.٥٠	-٧.٤٥	٣٣.٨٦	٧.٥٩	٢٨١.٣٨
Test Result						

Conner: Auditing: Date: 2015-12-5

جدول (٤-٢) يبين نتائج العينة (٢) والفحوصات التي اجريت عليها

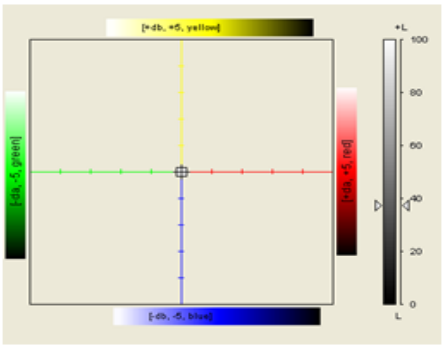
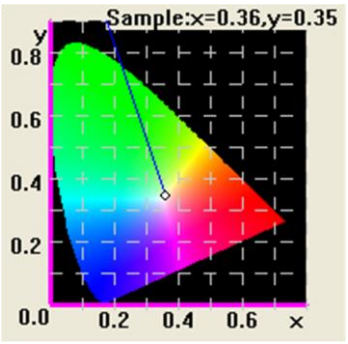
		مجهر ضوئي
		

الاوكسيد الملون	%٤ CuO		ملمس	كثافة (غم/سم^3)	شد سطحي (داين/سم^3)
نوع السطح	صبغة زرقاء		0.396	3.18	109.8

One time test report

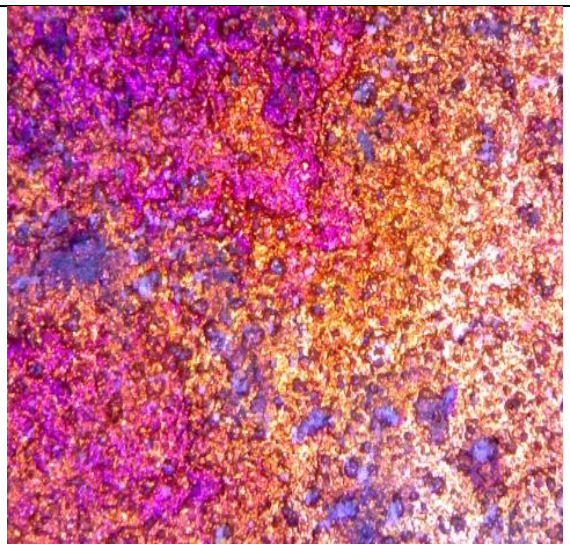
Company: Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	A	b	L	C	H
	37.60	٧.٧٨	٧.٣٩	37.60	١٠.٧٣	٤٣.٥٦
Test Result						
						

Conner: Auditing: Date: 2015-12-5

جدول (٤-٣) يبين نتائج العينة (٣) والفحوصات التي اجريت عليها

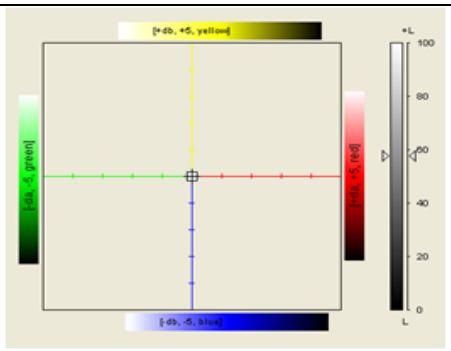
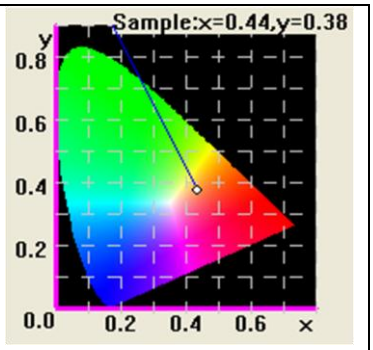
مجهر ضوئي					
					
شد سطحي (داين/سم^{٣})	كثافة (غم/سم^{٣})	ملمس		%٦ CuO	الاوكسيد الملون
109.8	3.18	0.409		صبغة زرقاء	نوع السطح

One time test report

Company: Section:

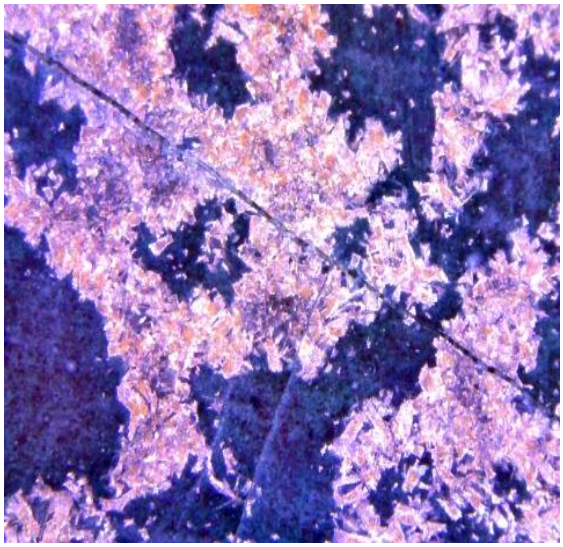
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	A	b	L	C	H
	٥٧.٦٩	٢١.٩٤	٢٨.٥٣	٥٧.٦٩	٣٥.٩٩	٥٢.٤٤
Test Result						

Conner: Auditing: Date: 2015-12-5

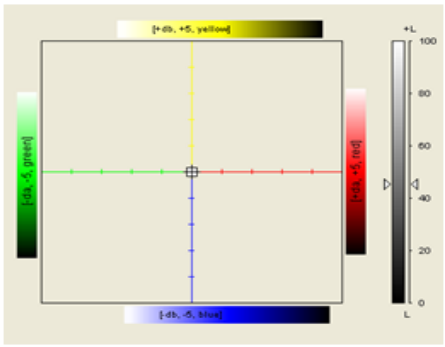
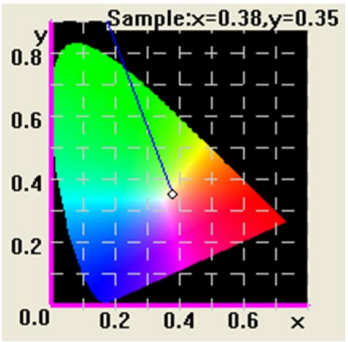
جدول (٤-٤) يبين نتائج العينة (٤) والفحوصات التي اجريت عليها

			مجهر ضوئي		
					
الاوكسيد الملون	%٢ CuO		ملمس	كثافة (غم/سم^3)	شد سطحي (داين/سم^3)
نوع السطح	صبغة حمراء		0.352	3.18	109.8

One time test report

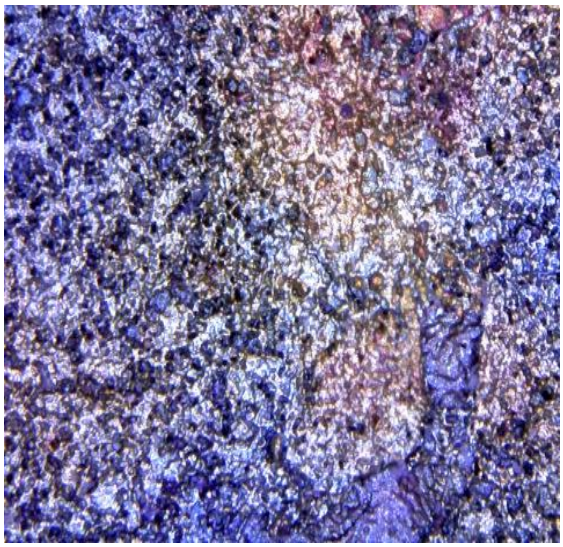
Company: Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	A	b	L	C	H
	٤٥.٦٤	١٢.١٩	١٢.٦١	٤٥.٦٤	١٧.٥٤	٤٥.٩٨
Test Result						
						

Conner: Auditing: Date: 2015-12-5

جدول (٤-٥) يبين نتائج العينة (٥) والفحوصات التي اجريت عليها

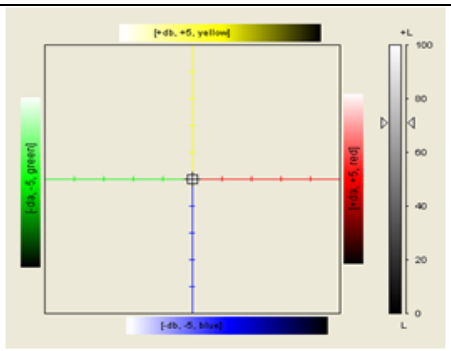
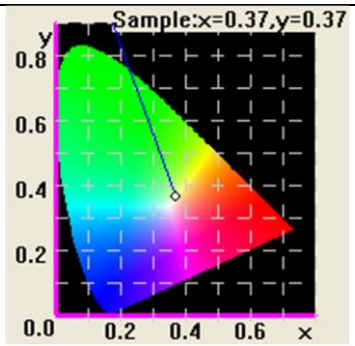
مجهر ضوئي					
					
شد سطحي (داين/سم^3)	كثافة (غم/سم^3)	ملمس		%٤ CuO	الاوكسيد الملون
109.8	3.18	0.417		صبغة حمراء	نوع السطح

One time test report

Company: Section:

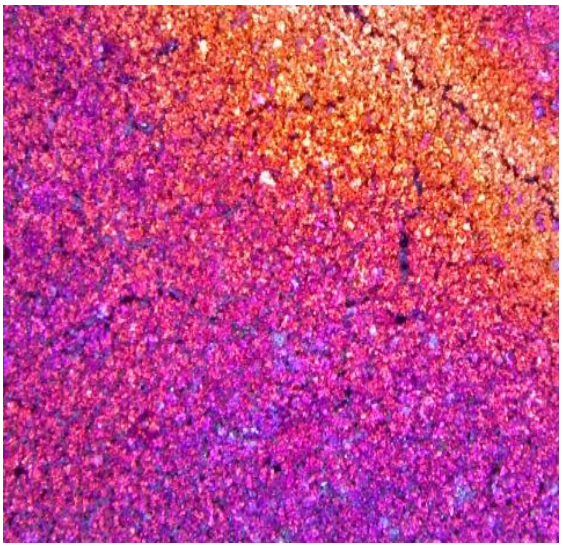
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	A	b	L	C	H
	٧١.٠٩	٧.٨٧	١٩.١٥	٧١.٠٩	٢٠.٧١	٦٧.٦٦
Test Result						

Conner: Auditing: Date: 2015-12-5

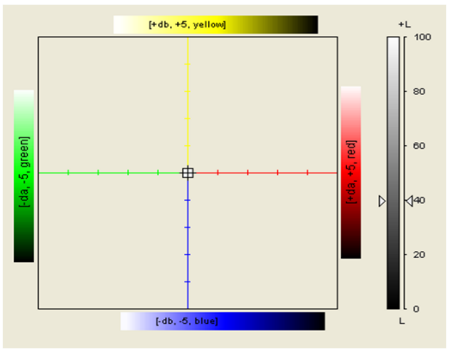
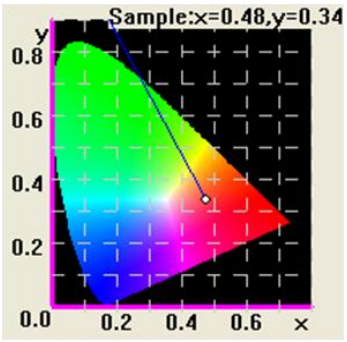
جدول (٤-٦) يبين نتائج العينة (٦) والفحوصات التي اجريت عليها

		مجهر ضوئي		
				
الاوكسيد الملون	%٦ CuO		ملمس	كثافة (غم/سم^3)	شد سطحي (داين/سم^3)
نوع السطح	صبغة حمراء		0.415	3.18	109.8

One time test report

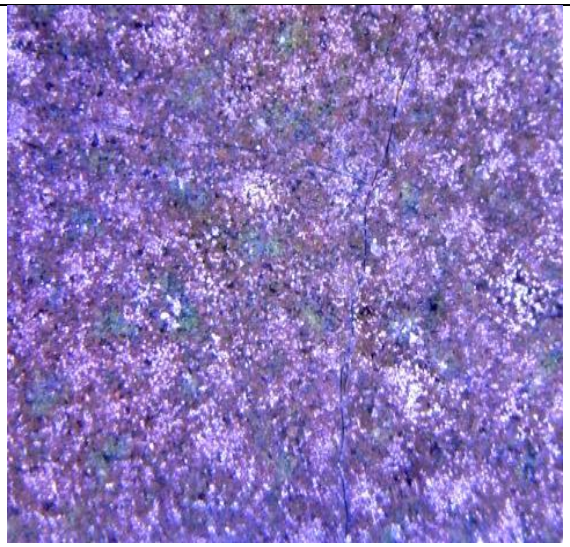
Company: Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	A	b	L	C	H
	٣٩.٦٨	٣٤.٣٤	١٩.٠٨	٣٩.٦٨	٣٩.٢٨	٢٩.٠٦
Test Result						
						

Conner: Auditing: Date: 2015-12-5

جدول (٤-٧) يبين نتائج العينة (٧) والفحوصات التي اجريت عليها

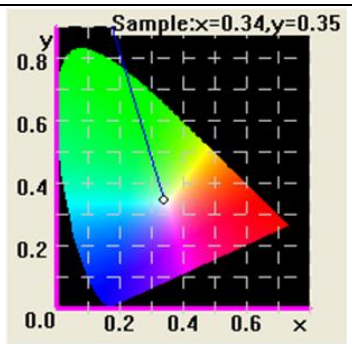
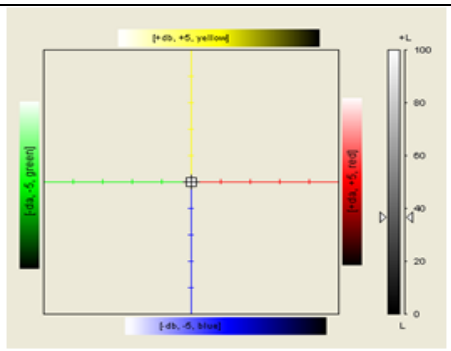
مجهر ضوئي					
					
شد سطحي (داين/سم^3)	كثافة (غم/سم^3)	ملمس		%2 CuO	الاوكسيد الملون
٣٢٠.٣	٦.٣٨	0.354		صبغة خضراء	نوع السطح

One time test report

Company: Section:

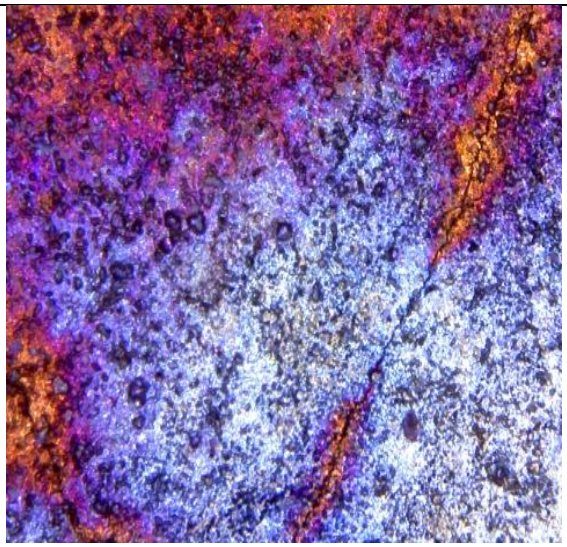
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	٣٦.٨٣	٣.٨٨	٥.٣٢	٣٦.٨٣	٦.٥٨	٥٣.٩١
Test Result						

Conner: Auditing: Date: 2015-12-5

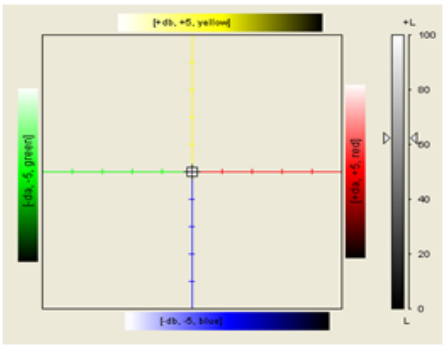
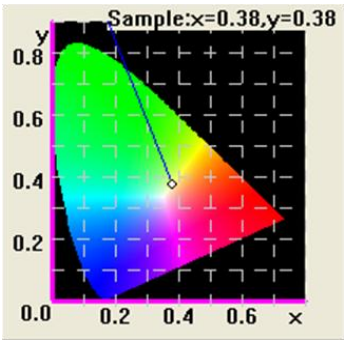
جدول (٤-٨) يبين نتائج العينة (٨) والفحوصات التي اجريت عليها

		مجهر ضوئي 		
الاوكسيد الملون	٤% CuO	ملمس	كثافة (غم/سم^3)	شد سطحي (داين/سم^3)
نوع السطح	صبغة خضراء	0.401	٦.٢٣	٣١٢.٧

One time test report

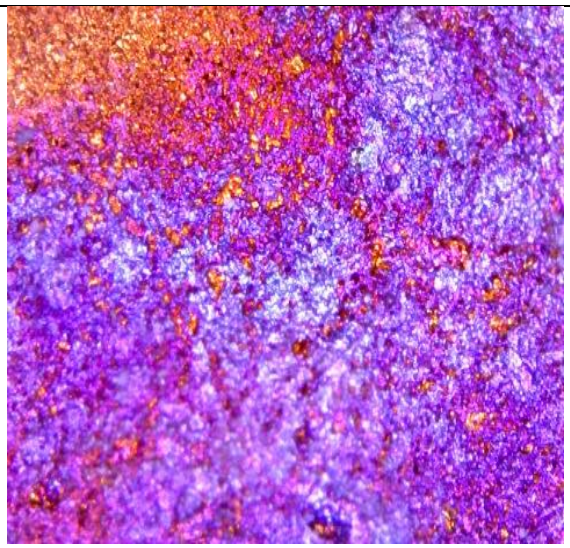
Company: Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	٦٢.٥٦	٨.٦٦	٢١.٦٢	٦٢.٥٦	٢٣.٢٩	٦٨.١٨
Test Result						
						

Conner: Auditing: Date: 2015-12-5

جدول (٤-٩) يبين نتائج العينة (٩) والفحوصات التي اجريت عليها

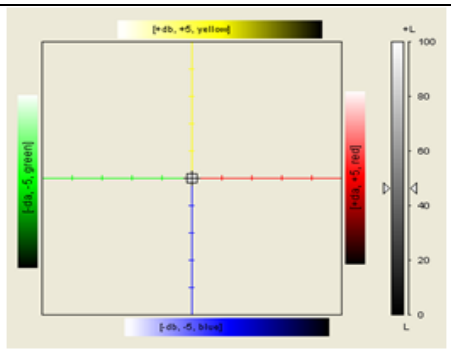
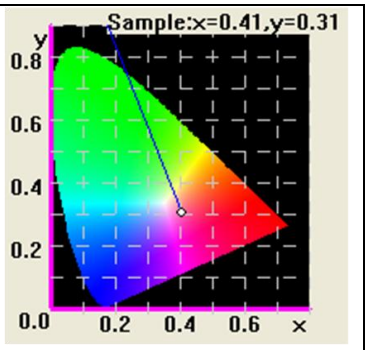
مجهر ضوئي					
					
شد سطحي (داين/سم^{3})	كثافة (غم/سم^{3})	ملمس		%٦ CuO	الاوكسيد الملون
301.9	6.01	0.426		صبغة خضراء	نوع السطح

One time test report

Company: Section:

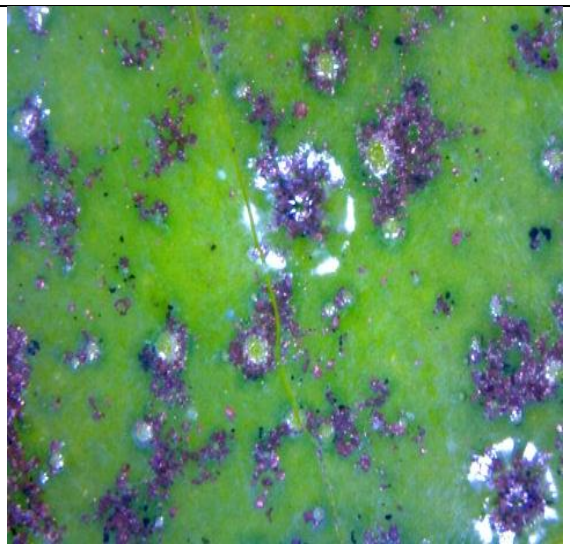
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	٤٦.٦١	٣٠.٩٩	٥.٢٦	٤٦.٦١	٣١.٤٣	٩.٦٤
Test Result						

Conner: Auditing: Date: 2015-12-5

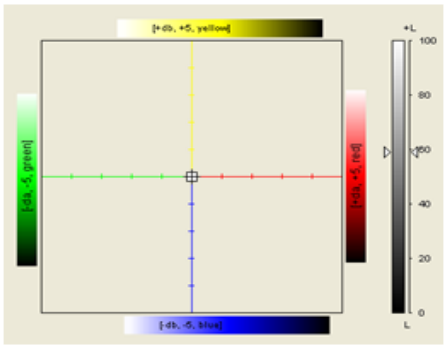
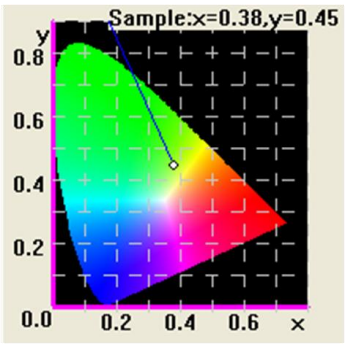
جدول (٤-١٠) يبين نتائج العينة (١٠) والفحوصات التي اجريت عليها

مجهر ضوئي				
				
شد سطحي (داين/سم^{٣})	كثافة (غم/سم^{٣})	ملمس	%2 CuO	الاوكسيد الملون
٢٤٩.٩	٥.٩٧	0.395	صبغة صفراء	نوع السطح

One time test report

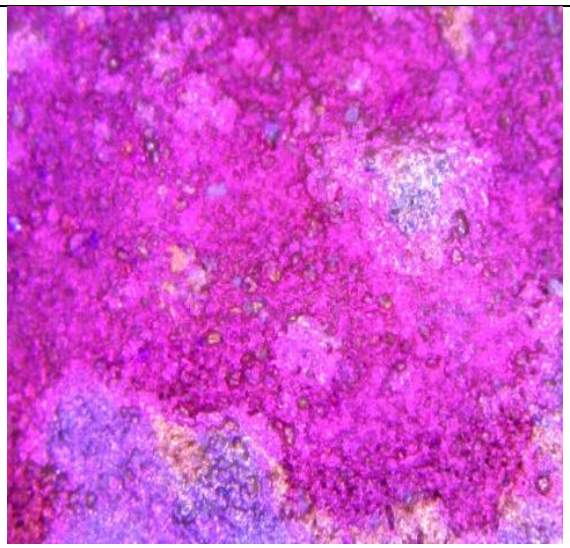
Company: Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	٥٩.٣١	-١١.٣٩	٣٧.٧٨	٥٩.٣١	٣٩.٤٦	١٠٦.٧٨
Test Result						
						

Conner: Auditing: Date: 2015-12-5

جدول (٤-١١) يبين نتائج العينة (١١) والفحوصات التي اجريت عليها

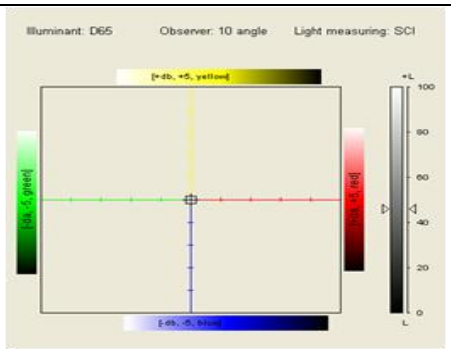
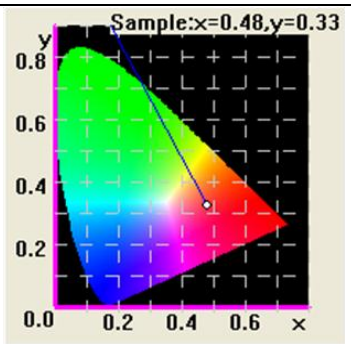
				مجهر ضوئي	
الاوكسيد الملون	%٤ CuO		ملمس	كثافة (غم/سم^3)	شد سطحي (داين/سم^3)
نوع السطح	صبغة صفراء		0.441	٥.٧٣	٢٤١.٥

One time test report

Company: Section:

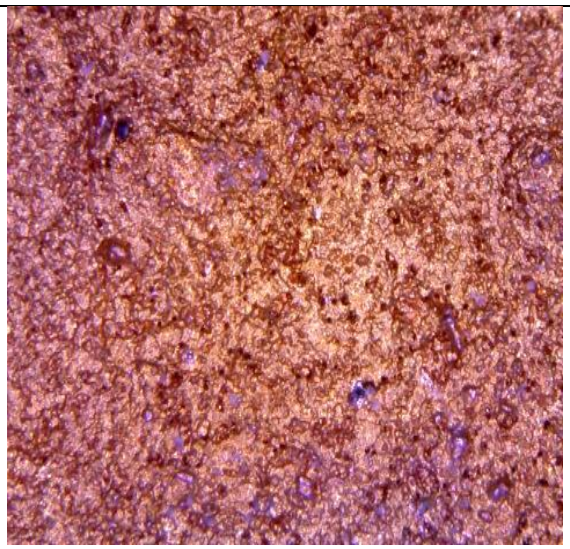
Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	٤٦.١٢	٤١.٥	١٩.٧٥	٤٦.١٢	٤٥.٩٦	٢٥.٤٦
Test Result						

Conner: Auditing: Date: 2015-12-5

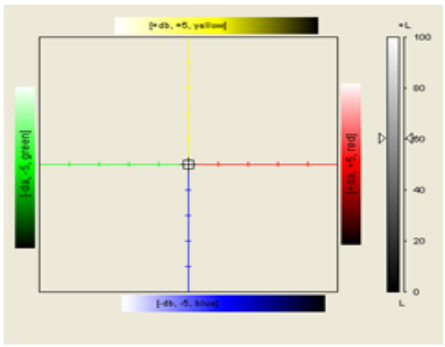
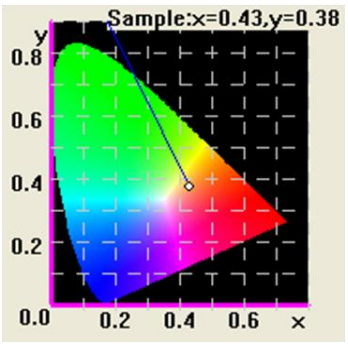
جدول (٤-١٢) يبين نتائج العينة (١٢) والفحوصات التي اجريت عليها

		مجهر ضوئي		
				
الاوكسيد الملون	%٦ CuO		ملمس	كثافة (غم/سم^3)	شد سطحي (داين/سم^3)
نوع السطح	صبغة صفراء		0.437	٢٠.١٧١	٢٣٨.٤

One time test report

Company: Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	٦٠.٤	٢١.٤	٢٨.٩٧	٦٠.٤	٣٦.٠٢	٥٣.٥٥
Test Result						
						

Conner: Auditing: Date: 2015-12-5

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات والمقترحات

٥ – ١ الاستنتاجات:

١. حدوث توافق وانسجام بين طبقتي الزجاج في جميع العينات .
٢. ان نسبة (٢%) لأوكسيد النحاس لم تعطي نتائج لونية جيدة كما في العينات (١ – ٤ – ٧ – ١٠) .
٣. ان اضافة (٤%) من اوكسيد النحاس ادى الى حدوث تغير واضح في السطح الخزفي ونجدة بشكل جيد في العينات (٥ – ١١) .
٤. ان ارتفاع نسبة اوكسيد النحاس الى (٦%) ادى الى نتائج جيدة جدا من حيث التاثير اللوني ونتائجه اللونية كما في العينات (٣ – ٦ – ٩) .
٥. اما العينة رقم (١٢) فجائت ذات لون ذهبي متجانس يغطي كامل السطح الخزفي بسبب ان قاعدتها هي من اللون الاصفر وهو الاقرب للون الذهبي .
٦. زيادة نسبة اوكسيد النحاس من (٢%) الى (٦%) ادى الى زيادة نتائج الملمس والكثافة والشد السطحي .

٥ – ٢ التوصيات

١. اوصي الخزاف باخذ شروط السلامة والامان عند اجراء عملية الاختزال لكون الميثانول مادة سريعة الاشتعال .
٢. تتم عملية الاختزال في الاجواء المفتوحة .

٥ – ٣ المقترحات

١. دراسة استخدام اكاسيد التلوين الاخرى.
٢. دراسة استخدام انواع اخرى من المواد التي تساعد على الاختزال.

الهوامش

1. Kiln Desing ,Coustruction and operation ,printed by Chilton book company ,printed in U.S.A ,1974,p91.
2. Rhodes Daniel : Coustruction and operation ,printed by Chilton book company , ibid,P95.
٣. علام،علام محمد : علم الخزف ، الهيئة العامة للكتاب ،مصر ، الجزء الاول ، ١٩٦٧،ص٨٥.
4. Lane , Arthur :Greek pottery , Faper and Faber, London 1971 ,p7
٥. مارينو ، مانوئيلجوميتا : الفن الاسلامي في اسبانيا، تر: د. لطفي عبد البديع ، وجمال محمد محرز، المؤسسة المصرية العامة للتاليف والنشر ،١٩٨٥،ص ٩-١٠.
6. Watkins, James and Wand less Paul, Andrew: Alternative Kilns and Firing Techniques, Lark Crafts, New York , 2000 ,p34.
7. San Dieg, Methanol Safe Handling Manual, Methanol Institute Arlington, Virginia, USA, Edition: 1, 2008, p 2.

* غاز التشييد: هو خليط غازي أول أكسيد الكربون والهيدروجين وينتج بواسطة تفاعل الغاز الطبيعي مع بخار الماء.

8. Kung, HaroldH, MethanolProductionandUseChemicalIndustries, publisher : CRCPress, 1994, p3,7.
9. Kenny,Jhon,B.,Ceramic Sculpture, Methods and Processes. Chilton book company . 10 th printing, pensyvania,1974,P 170.
10. Hamer, Frank: The potters , Dictionary of materials and ,ibid, p. 80
11. Hamer, Frank: The potters , Dictionary of materials and ,ibid,p. 811
12. Winkley, David, Pottery, Pelham Book, London, 1974, P . 131
١٣. مهدي عبد الصاحب ابراهيم الجبوري ، تاثير الحرق بالنشارة في السطح الخزفي تقنيا وجماليا ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة بغداد ، ٢٠٠٤ ، ص ٤٨ – ٤٩.
14. Jones ,Bill : History ceramic , lark crafts , new York , 2007,p29.
15. Hamer, Frank: The potters , Dictionary of materials and ,ibid,p299.
16. Jones ,Bill : History ceramic ,ibid,p31
17. Britt, Jonu: The Complete guide to high-fire glaze, Lark Crafts, New York, 200,p9.
18. Hamer, Frank: The potters , Dictionary of materials and ,ibid,p299.
19. Creber , Hal : Primitive pottery, Van Nastrand Reinhold Company, USA. 2005.p74-75.
20. Hamer, Frank: The potters , Dictionary of materials and ,ibid,p55

21. Hamer, Frank: The potters , Dictionary of materials and ,ibid,p300

٢٢. الزوبعي، عبد الجليل ومحمد احمد عنام، مناهج البحث في التربية ، ج٢، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد ، ١٩٨١،ص٨٧.

23. Clews, F.H. Heavy Clay – the Potter s complete of Clay and glaze, Waston, captill publication, New York ,1977,p27.

24. ASTM , C373 -72 . Standard test method for water absorption ,Bulk.density, Apparent Porosity, and Apparent Specific gravity of fired. white wave products , section 15,Vol.1502,1985.

25. Rhodes, Daniel , Clay and Glazes for the potter , pitman pub. Great . Britain , London , 1975,p.311.

٢٦. جسترزيبسكي . زنحنيف د ، طبيعة وخواص المواد ، ترجمة عواد الزحلف ، ط٢ ، ج٢ ، مؤسسة جون وايلي وأولاده للطباعة والنشر ، لندن – نيويورك ، ١٩٨٤،ص٤٠٩

27. ASTM , C , 373-72 ,standard test method for water absorption ,bulk density , apparent porosity and apparent specific gravity of fired white wave praduests ,section 15, VOl .1502 ,1985

28. ASTM , C373 -72 . Standard test method for water absorption ,Bulk.density, Apparent Porosity, and Apparent Specific gravity of fired. white wave products , section 15,Vol.1502,1985.

المصادر والمراجع

* **القرآن الكريم**

١. .....، اساسيات الكيمياء العضوية، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، السعودية.

٢. جسترزيبسكي . زنحنيف د ، طبيعة وخواص المواد ، ترجمة عواد الزحلف ، ط٢ ، ج٢ ، مؤسسة جون وايلي وأولاده للطباعة والنشر ، لندن – نيويورك ، ١٩٨٤.

٣. جميل ، ابراهيم اسماعيل وريدي ، فرج عبد الله ؛ الكيمياء العامة ، ط١٢ مطبعة اسعد بغداد ١٩٦٤ .

٤. حسن زكي محمد : فنون الاسلام ،دار الرائد العربي ، بيروت ، ١٩٨١.

٥. حيدر رؤوف سعيد الطاهر:انتاج زجاج الرماد وتطبيقاته على الاطيان العراقية، رسالة ماجستير غير منشورة ،جامعة بابل ،٢٠٠٢ .

٦. روبرت مرويس ، الكيمياء العضوية ، ترجمة : فاروق قنديل ، دمشق، المكتب العربي للتاليف والترجمة والنشر، ٢٠٠٠ .

٧. الزاملي ، فاضل عمران عيسى ، الكحولات، مقالة ، جامعة بابل كلية التربية الأساسية ، قسم العلوم العامة ، منشور في شبكة جامعة بابل ٢٠١٥/١٢/٨ .

٨. الزوبعي ، عبد الجليل ومحمد احمد عنام، مناهج البحث في التربية ، ج٢، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد ، ١٩٨١.

٩. الشال ،عبد الغني ، الخزن ومصطلحاته الفنية ، مصر ، بلا .

١٠. علام ،محمد علام : علم الخزف التزجيج والرزخارف ، ج٢ ، مكتبةالانجلا المصرية ، ١٩٦٤.

١١. علام،علام محمد : علم الخزف ، الهيئة العامة للكتاب ،مصر ، الجزء الاول ، ١٩٦٧.

١٢. علي حيدر صالح : التقنيات العلمية لفن الخزف ، ج١،الطبعة الاولى ،العراق ، ٢٠٠٠.

١٣. علي حيدر صالح ألبدري : التقنيات العلمية لفن الخزف والتزجيج والتلوين ،ج١،ج٢، الطبعة الاولى ،العراق ،٢٠٠٢.

١٤. مارينو ، مانوئيلجوميتا : الفن الاسلامي في اسبانيا ، تر : د. لطفي عبد البديع ، وجمال محمد محرز، الؤسسة المصرية العامة للتاليف والنشر ،١٩٨٥.

١٥. محمد علام علام: علم الخزف، ج١، مؤسسة سجل العرب، ١٩٦٧.

١٦. مفتاح علي الشيباني، الزمزمي : تكنولوجيا السيراميك (مواد الخام) مكتبة طرابلس العلمية العالمية ، طرابلس ، ليبيا، ١٩٨٨.

١٧. مهدي عبد الصاحب ابراهيم الجبوري ، تاثير الحرق بالنشارة في السطح الخزفي تقنيا وجماليا ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة بغداد ، ٢٠٠٤.

١٨. و . رايان: خواص المواد الخام السيراميكية ، ترجمة :فاضل بندرعيسى وآخرون ، دار التقني للطباعة والنشر، مؤسسة المعاهد الفنية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، بغداد ،١٩٨٦.

19. ASTM , C , 373-72 ,standard test method for water absorption ,bulk density , apparent porosity and apparent specific gravity of fired white wave praduests , section 15, VOl .1502 ,1985
20. Britt, Jonu: The Complete guide to high-fire glaze, Lark Crafts, New York, 200.
21. Clark, Kenneth ,The potter's manual , macdonald ,London, 1983.
22. Clews,F,H., Heavy Clay . the Potter,s complete of clay and Glazes.Waston. Captill publication ,New York ,1969.
23. Creber , Hal : Primitive pottery, Van Nastrand Reinhold Company, USA. 2005.
24. Grim, R. E., Petrogrraphic study of clay materals . Printed in the united State of America, Calif ,1955.
25. Hamer, Frank: The potters , Dictionary of materials and stechniques , newyork , ٢٠٠٤ .
26. Jones ,Bill : History ceramic , lark crafts , new York , 2007.
27. Kenny,Jhon,B.,Ceramic Sculpture, Methods and Processes. Chilton book company . 10 th printing, pensyvania,1974.

28. Kiln Desing ,Coustruction and operation ,printed by Chilton book company ,printed in U.S.A ,1974.
29. Kung, HaroldH, Methanol Productionand Use Chemical Industries, publisher :CRCPress, 1994.
30. Lane , Arthur :Greek pottery , Faper and Faber, London 1971.
31. Muller. G.,Diagenesis in Argillaceous sediment ,in Larson and G.V., chillinger(eds.)Elsevier co. Amsterdan, sci, publ. co, 1967.
32. Rhodes, Daniel , Clay and Glazes for the potter , pitman pub. Great . Britain , London , 1975.
33. San Dieg, Methanol Safe Handling Manual, Methanol Institute Arlington, Virginia, USA, Edition: 1, 2008.
34. Watkins, James and Wand less Paul, Andrew: Alternative Kilns and Firing Techniques, Lark Crafts, New York , 2000.
35. Winkley, David, Pottery, Pelham Book, London, 1974.