

استخدام الميثانول في انتاج خزف الراكو

م.حيدر صباح جرد البكري أ.م.د سامر احمد الكرادي أ.د محمد حمزة المعموري

جامعة بابل / كلية الفنون الجميلة

ملخص البحث

يتناول البحث الحالي انتاج خزف اختزالي باستخدام كحول الميثانول تعتمد فكرة البحث على تقنية خزف الراكو من حيث اختزال العناصر المعدنية وهي يصيغ أكاسيد تدخل للتفاعل مع خلطة الزجاج ويكون تأثيرها اللوني يعتمد على نظام التلوين الايوني لتعطي لون الأكاسيد في هذا البحث يتم الاختزال باستخدام الكحول وهي مركبات عضوية ذات احتراق شديد جدا تعمل على سحب الاوكسجين بدون مخلفات الكربون في خزف الراكو التقليدي . الجسم الفخاري عالي الحرارة مع مقاومات الصدمة الكروك و السلكا الزجاجية لان عملية الاختزال خارجية لذلك على الجسم ان يتحمل الصدمة الحرارية .

Abstract

The current research deals with the production of reducing ceramics using methanol alcohol. The idea of research is based on the technique of traco ceramics in terms of the reduction of mineral elements. It is an oxides form that interferes with the interaction of the glass mixture. The chromatic effect depends on the ion coloring system to give the color of the oxides. In this research, Very intense combustion works to withdraw oxygen without carbon residues in traditional raco ceramics. 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.

الفصل الأول

الاطار المنهجي للبحث

١-١ مشكلة البحث:

يعد فن الخزف من المظاهر التطور والرقى في المجتمعات الانسانية في التاريخ فلم نجد على مر العصور ان فن الخزف قد تطور او امتاز بغزارة الانتاج في المجتمعات المتخلفة او البيئة القاسية وانما الخزف قد تراققت مع التطور والحضارة والتمدن والترف والرخاء. كما يعد فن الخزف من أصعب الفنون على الاطلاق فهو يحتاج الى امكانيات تقنية ومادية عالية ليكون علامة وميزة لذلك العصر. وقد اهتم اغلب الملوك والامراء في تطوير هذا الفن لما له من اهمية جمالية وخدمية على حد سواء. يمتلك النتاج الطيني المزجج اهمية بالغة من خلال استخداماته المتعددة في الجانب الصناعي والجانب الفني علما ان تطور الجانب الصناعي ساهم بشكل كبير في تطور فن الخزف من خلال تطور المواد والامكانيات التقنية. وهذا التطور الكبير في فن الخزف يدفع الخزاف الى ايجاد سطوح تلبي الجانب الجمالي والدلالي في فن الخزف وفي محاولة منه بالالتحاق بركب الفنون لذلك يحاول الخزاف دائما الى الابتكار من خلال التلاعب في المواد والتقنيات ومن هذه التقنيات هي خزف الراكو والذي يمكن من خلال الحصول على سطح خزفي ذو تاثير معدني.

تعد طينة الراكو هي العمود الفقري لخزف الراكو والتي تتميز قابليتها الممتازة للتشكيل اذا خلطت بالماء فهي خامة تتمتع بتجاوب خاص ومميز لدى الخزافين ايضا ولها سمة تشكيلية وتعبيرية متجددة مع الابداع الفني ، اذ يقوم الخزاف بتركيب مكوناتها وفقا لخصائص معينة تتناسب مع احتياجات الفنان من لدونة ولون والمدى الحراري ولذلك يلجا الفنان الأكثر من نوع من الطين للحصول على مخلوط طيني يجمع العديد من المميزات ، كالصدمة الحرارية حيث يجب ان يكون لدى طينة الراكو القدرة على تحمل الصدمة الحرارية المفاجئة من التسخين الى التبريد المفاجئ وما ينجم عن تلك الصدمات من تعرض السطح الى عوامل شد هائلة من تمدد وانكماش يؤدي الى تحطم العمل او تصدعه. ويشكل هذا تحدي بالنسبة للخزاف في انتاج

مثل هذه الاطيان باستخدام الخامات المحلية علما ان هذا النوع من الاطيان يستخدم صناعيا من قبل الخزافين في العالم. اما من حيث السطح يعد السطح الخزفي في فن الراكو من اهم العوامل المؤثرة جماليا ودلاليا في العمل الخزفي وهنا تتبلور مشكلة البحث في الحصول على هذا النوع والتدخل في الالوان ذات البريق المعدني المتعددة والمتداخلة في العمل الواحد. ومن اهم التقنيات الحديثة عالميا في خزف الراكو هي استخدام كحول الاميثانول في انتاج التأثير اللوني المعدني المتعدد في السطح الخزفي وعليه حدد عنوان البحث (استخدام الميثانول في انتاج خزف الراكو).

٢-١ أهمية البحث والحاجة اليه:

ايجاد جسم خزفي متعدد الالوان ذو بريق معدني.

٣-١ هدف البحث:

الحصول على تعدد لوني ذو بريق معدني في زجاج الخزف بتقنية الاختزال وباستخدام الميثانول.

٤-١ حدود البحث:

A - الأطيان الكاؤولين المحلية (منطقة خان بني سعد)

B - ١- يقتصر البحث على دراسة زجاج الرصاص Lead Glaze واطى الحرارة لكونه من أكثر أنواع الزجاج استخداما لدى الخزافين .

٢- الزجاج القلوي (الجاهز frit)

C- الاوكسيد الملون: اوكسيد النحاس (CuO).

D- درجة حرارة الحرق

١- الفخار (C ١٠٠٠) كونها الدرجة المثلى لنضج الطينة المستخدمة دون تشوه.

٢- الزجاج (C 950) كونها الدرجة المثلى لإنضاج الزجاج الواطى الحرارة .

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

١-٢ الأطينان: Clays

يعرف الطين بأنه سليكات الألمنيوم المائية وهو أحد معادن الصخور الرسوبية الذي يتصف ببلورات صغيرة الحجم لا ترى بالعين المجردة ويطلق على تركيبها سليكات الألمنيوم المائية وصيغته الكيميائية $(Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 2H_2O)$ وينتمي إلى مجموعة بنيوية يسمى الكاؤولين. (Grim, 1955, P177)

وتعد عملية التجوية* والترسبات في العمليات المفيدة للإنسان لأنها تحده بالتربة التي هي المصدر الوحيد لثروته وتعرف الطينية فيزيائياً بأنها نتاج ارضي طبيعي ذو جسيمات ذات حجم أقل من ٢ مايكرون(*) ويتميز بالمرونة والمطاوعة على التشكيل وله قابلية اكتساب الصلابة والقساوة بعد تعرضه إلى الحرارة المرتفعة (clews, 1969, p146). ويستخدم مصطلح مادة طينية ليعني بصفة عامة أي مادة أرضية طبيعية تتكون أساساً من سليكا (SiO_2) ، الومينا (Al_2O_3) ماء (H_2O) واكاسيد الحديد (FeO, Fe_2O_3) و قلويات (K_2O, Na_2O, Li_2O) و قلويات ترابية (CaO, MgO, BaO) . (الشيبامي والزمزمي ١٩٩٦، ص ١١٠) والطين في الأساس هو نتيجة تحليل الماء للقطع المعرة من صخور الفلسبار ومع انه خاضع للتنوعات الكيميائية المحلية فانه يعد اعتيادياً موجوداً بشكل نقي على هيئة معادن. (muller, 1967, P132)

٢-١-٢ طينة الفخار الواطئ الحرارة: (Earthen ware Clay)

وتتواجد على عمق قليل من سطح القشرة الأرضية ومن أكثر أنواع الأطينان شيوعاً وانتشاراً ولهذا يمكن الحصول عليه بكميات وافرة . وتمتاز بالمرونة العالية وذلك لنعومة حبيباتها

* التجوية Weathering : أن الصخور الموجود على سطح الأرض أياً كان نوعها هي في حالة دائمة للتعرض والهجوم من قبل الماء والهواء والظروف الجوية من حرارة وبروده وغيرها ويطلق على عمليات المؤثرة في الصخور بعمليات التجوية .

* المايكرون وهي وحدة قياس تساوي ١/١٠٠٠ من المليمتر

ولهذا تضاف إليها نسبة محددة من مواد غير لدنة كالرمل أو مسحوق الفخار (groge) لتقليل لدونتها . وهذا النوع من الأطيان يحتوي على نسبة عالية من الاكاسيد الصاهرة (القلوية)، وكذلك تحتوي على نسبة مرتفعة من أوكسيد الحديد الذي يكسبها لونا بنيا أو أحمرأ أو رمادياً مخضرأ أو أسمر مصفرأ واحتوائها على نسبة عالية من المواد العضوية لذلك تكون عالية المسامية بعد الحرق.(جون ديكسون ،١٩٨٩، ص٢٥) حيث تكون الفراغات البينية بين الطين والجزيئات المعدنية مملوءة بالماء ،كما في الشكل (٢-٣) (Jeff Zamek, 2009, P.29) .

وعندما تصل درجة الحرارة إلى (600°C) تصبح الفراغات البينية فارغة ويكون الجسم أكثر هشاشية أما في درجة حرارة بين ($600-1000^{\circ}\text{C}$) تتصهر السليكات الحرة والفلسبار بواسطة القواعد التي تكون عادة موجودة ويتغلغل المنصهر في الفراغات البينية وبذلك تصبح نسبة المسامية إلى مقاومة الإجهاد متساوية تقريباً والجسم يصبح أكثر صلابة ، أما في درجة الحرارة اعلى من (1200°C) يصبح السائل الزجاجي كثيفاً جداً مما يؤدي إلى انزلاق جزيئات الطين في السائل الزجاجي مما يسبب انصهار الجسم الفخاري . (Hamer,2004, p.274-275).

ولارتفاع نسبة الاكاسيد الصاهرة التي تعمل على خفض درجة حرارة الانصهار، تخط بمادة أخرى أعلى منها في درجة الانصهار وتستعمل مساعدات الصهر مع الأطيان في عجائن الأجسام الخزفية والحرارية لتعمل على خفض درجة حرارة الانصهار لبعض أجزاء المعادن المكونة لتركيب الطين كما تعمل الاكاسيد الصاهرة كمادة رابطة لأجزاء الجسم الحراري نتيجة لانصهارها في درجات حرارة منخفضة.(فوزي القيسي ٢٠٠٣ ، ص٤٠).

ويستخدم خزافو المشاغل الخاصة بهذه الأطيان بشكل واسع بتنفيذ المشاريع والأعمال بعد عملية تحضيره وتنظيفه عدة مرات في أحواض فيها ماء للتخلص من الأملاح والشوائب.(Hofsted, Golyon, 1975 . p .19) وان درجة حرارة نضجها تتراوح بين ($950-1100^{\circ}\text{C}$) دون أن يحصل عليها أي تشوه أو انتفاخ، ولرفع درجة حرارتها يخلط مع أطيان ذات درجات حرارة عالية لرفع درجة حرارتها. (Hofsted, P.19)

٣-١-٢ طينة الفخار عالي الحرارة : (Stone ware Clay)

وهي طينة رسوبية ثانوية تتميز بلدونة عالية ويمكن استخدام أنواعها الطبيعية دون أي تعديل عليها والبعض الآخر تعدل مواصفاتها بإضافة مواد صاهرة كالفلسبار ومواد غير لدنة كالسليكا ومسحوق الفخار . (جون ديكسون ، ١٩٨٩، ص ٢٤)

وتمتاز هذه الأطيان بارتفاع جزئي بنسبة الالومينا وتدني جزئي بكميات القلويات الصاهرة في تركيبية ويمتاز بلون افتح من الأطيان الترابية وتتراوح ألوانه بين ابيض إلى الرمادي أو بني فاتح أو غامق لوجود نسبة قليلة من أوكسيد الحديد وتتراوح درجة حرارة الأطيان الحجرية بين (١٢٠٠-١٣٠٠°C) ليتحول إلى جسم صلب صخري ذي مسامية قليلة إذا ما قورن بأجسام الأطيان الترابية ذات المسامية التي تزيد عن (٥%) . (علي حيدر صالح البديري ، ٢٠٠٠ ، ص ٣٨)

ولهذا تمتاز بالصلابة والمتانة وتماسك أجزائها ومقاومتها للحفر بالسكين (الخدش) وتكون الأجسام الفخارية ذات كثافة عالية نصف شفاف ومزججة تقريباً، وان معدلات اللون بعد الحرق ابيض إلى رمادي أو مصفر برتقالي أو بني فاتح أو غامق حسب نسبة تواجد أوكسيد الحديد فيه ولهذا تضاف طابعاً جمالياً وحتى يمكن أن يشكل منه أجساماً فخارية دون تزجيجها. (جون ديكسون ، ص ٢٤)

٢-٢ مكونات الزجاج :

ان مكونات الزجاج هي، السليكا والاكاسيد الصاهرة تكون ضرورية إذا استعملت لوحدها، ولكن محصلة الزجاج ستكون على شكل مستحلب ، وتضاف الالومينا إلى الخليط كمثبت ، واغلب مصادر الالومينا هي (الكاولين ، الطين الكروي ، الالومينا المائية) . الالومينا مثل السليكا هي مواد سيراميكية ذات درجات انصهار عالية لذلك تستعمل بنسب قليلة ، إن إضافة

الالومينا يزيد من المتانة وعدم الشفافية للزجاج بينما يقلل اللمعان. لذا يقسم الزجاج إلى ثلاث مجاميع وفقاً لقاعدة هرمان سيكر^(*):

١. الاكاسيد الحامضية:

إن السليكا هي المكون الأساسي لكيمياء الزجاج كلها .

٢. الاكاسيد المتعادلة:

الالومينا تدخل في تركيب الزجاج فهي تكون بلورات المولايت (Mulite)* القوة بالاتحاد مع السليكا وتعطي عموماً قوة وصلابة للزجاج ومن أشهر مصادر الالومينا الطين (Burleson , 2003, p 15).

٣. الاكاسيد القاعدية:

وهي الاكاسيد التي تخفض درجة انصهار السليكا النقية إلى مستوى مناسب بإضافة بعض المواد الصاهرة وأكثر هذه المواد هي البوراكس ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)، اوكسيد الرصاص، والتالك ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) وحجر الكلس (CaO) والليثيوم (Li_2O) والبوتاسيوم (K_2O) والفلسبارات والصوديوم (Na_2O) والمغنيسيوم (MgO) .

١-٢-٢ الاكاسيد الحامضية: RO_2

السليكا: (SiO_2)

السليكا إحدى أوسع اكاسيد المعادن المنتشرة في القشرة الأرضية حيث تصل نسبة عناصر السليكون قرابة ٢٦ % ولا يوجد في الطبيعة كعنصر بل غالباً ما توجد على هيئة اوكسيد السليكون الذي يعرف بالسليكا SiO_2 أو على هيئة مركبات السيليكون. (Shaw, 1986.p.41). إن نقاوة السليكا تختلف من مكان إلى آخر في الطبيعة حيث تصل نسبة الشوائب في الرمل (١٠%) واغلب هذه الشوائب هي اكاسيد الحديد وتبلغ نسبة الشوائب (٥%)

* هرمان سيكر: وهو عالم الماني وضع نظرية سمية باسمه اذ صنف الزجاج الى ثلاثة مجاميع- ($\text{RO}, \text{R}_2\text{O}$)
 $(\text{RO}_2) - (\text{R}_2\text{O}_3)$

* المولايت : مادة مقاومة للانصهار رمزها الكيميائي إما ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$) او ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)

في الصيوان وأنقى أنواع السليكا هو الكوارتز الذي تبلغ نسبة السليكا ٩٩% وقد تعطي هذه الشوائب بعض التأثيرات اللونية وتساعد السليكا على الانصهار بشكل أسرع.

توجد السليكا على هيئة بلورات ذات تبلور جزئي او غير متبلور وتستعمل السليكا في الحرارية وفي الخزف بعد تنقيتها من الشوائب الضارة. (philippe,boch,2007,102) وكما توجد السليكا على هيئة صخر كوارتزي (حبيبي) ويضاف حجر الكوارتز المطحون الى الاجسام الفخارية وذلك لتقليل اللدونة والتي بدورها تقلل الانكماش مما يتيح للجسم التخلص من الغازات بدون حدوث تشققات او تشويه عند الحرق، ويستخدم مع الاكاسيد القاعدية اذ يعطي متانة للزجاج، ولحجم بلوراتها الصغيرة فانها تتحول الى عدة صيغ بلورية اخرى مثل الكريستوبلايت والترايدمايت (ريان ١٩٨٦ ص ٧٦)

٢-٢-٢ الأكاسيد المتعادلة: R_2O_3

الالومينا: (Al_2O_3)

تعد الالومينا إحدى المكونات الرئيسة لكل من الزجاج والجسم الفخاري وتدخل الالومينا في الزجاج على هيئة فليسا أو كاؤولين (الزمني والشيباني ١٩٩٦ ص ١٨٤). وواوكسيد الألمنيوم في الطبيعة على شكل مواد بلورية أو بهيئة عشوائية وهذه البلورات إذا وجدت فيها شوائب من الكروم تسمى ياقوت أما إذا وجدت فيها شوائب من الكوبلت والنحاس والحديد تسمى الأحجار الكريمة (Hamer 2004 p6). تتكون الالومينا من ثلاثة أشكال ألفا (α) وگاما (δ) والأخيرة تسمى بيتا (β) ألومينا Al_2O_3 نوع ألفا وهو الشائع والأكثر استقراراً إذ تنقلب إليه أشكال الالومينا عندما تحترق في درجات الحرارة العالية (احمد الهنداوي ١٩٩٧ ، ص ٤٢).

واوكسيد الألمنيوم يعد ثاني مرتبة بعد الماس من حيث الصلابة وتأخذ المرتبة (٩) بمقياس (موه) ، أما البلورات العشوائية المحتوية على شوائب (معظمها من الحديد) تدعى أحجار وتستعمل كمادة قاشطة (Hamer, p6) وتكون متحدة مع السليكا في البلورات الطينية أما في الزجاج فإنها من الأكاسيد ذات التفاعلين أي تسلك سلوكاً قاعدياً مع الحوامض وحامضياً

مع القواعد لذلك تعمل على تثبيت الزجاج على سطح الجسم الفخاري (Worrall, 1964, P91)

٢-٢-٣ الأكاسيد القاعدية: RO, R_2O

٢-٢-٣-١ القلويات:

٢-٢-٣-١-١ أوكسيد الصوديوم: Na_2O

وهو احد الاكاسيد القلوية وهو من أفضل الاكاسيد القاعدية تفاعلاً مع السليكا إذ إن درجة انصهاره لوحده ($825^{\circ}C$) و يعتبر اوكسيد الصوديوم صاهراً قوياً عند إضافته إلى الزجاج حيث يتم استخدامه في درجات الحرارة العالية والمتوسطة والواطئة. إن إضافة اوكسيد الصوديوم إلى خلطة الزجاج تؤدي إلى زيادة في معامل تمددها لان معامل تمدد اوكسيد الصوديوم عالٍ جداً (Green 1967 .P. 44). و أول من استخدم اوكسيد الصوديوم في الخزف هم المصريون القدماء بهيئة عجينة خزفية عرفت بالعجينة المصرية (Egyptpast) لإنتاج اللون الشذري (Turguiose) (فوزي القيسي، ٢٠٠٣، ص ١٣٧) ويوجد على شكل مركبات (Hamer, p343). كما موضح ادناه:

1- $Na_2O . 2B_2O_3 . 10H_2O$	Borax	بوراكس
2- $Na_2O . SiO_2$	Sodium silicate	سيليكاات الصوديوم
3- $Na_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$	Feldspar Sodium	فلسبار صوديوم
4- Na_2SO_4	Sodium sulphite	كبريتات الصوديوم
5- Na_2CO_3	Sodium carbaonate	كاربونات الصوديوم
6- $NaCl$	Sodium chlonde	كلوريد الصوديوم

والصوديوم ضعيف الاستقرارية فوق درجات ($1200^{\circ}C$) والزجاج الذي يحتوي على نسبة مرتفعة منه يظهر متبخراً في بعض الصوديوم وهذه الخاصية اعتمدت ايجابياً على استخدام الملح الاعتيادي ($NaCl$) لإنتاج نوع من الزجاج ذي تأثيرات خاصة وهو المسمى بتزجيج الملح Saltgalze (Singer 1963, p 124).

٢-٢-٣-١-٢ أوكسيد البوتاسيوم: Potassium Oxide (K_2O)

ويعد أوكسيد البوتاسيوم من الأكاسيد الفعالة المستخدمة في الزجاج الوائنة الحرارة ونظراً لقابليته على الذوبان في الماء ، لذا يستخدم في خلطات الزجاج الجاهز (Frit) حيث تبدأ فاعلية البوتاسيوم في درجة (750 م°) ولا يفضل استخدام البوتاش كصاهر وحيد في الزجاج لأنه قد يسبب بتجزع الزجاج (Crazing) إلا إن وجوده بنسب معينة مهم جداً لأنه يزيد من صلادة الزجاج ، ويؤكد أغلب أكاسيد التلوين ويمنح الزجاج قوة ومدى حراري أطول من أوكسيد الصوديوم . (Hamer.1975.P.231-232)

٢-٢-٣-١-٣ أوكسيد الليثيوم: Lithium oxide (Li_2O)

وهو احد الاكاسيد القلوية يعمل في كل درجات الحرارة ذوا لانصهارية عالية حيث يبدأ من (٨٠٠ م°) فأعلى ، وهو اقل تبخراً من اوكسيد الصوديوم بعد (١٢٠٠ م°) وله نشاط تفاعلي جيد ويزيد من سيولة الزجاج ويقوي لمعانه السطحي (البديري، 2002، ص٨٢) ، حيث يقلل من معامل تمدد الزجاج عند استعماله كبديل لأوكسيد الصوديوم (Na_2O) أو اوكسيد البوتاسيوم (K_2O) بل يمكن الحصول بسهولة على زجاج بلوري ذي معامل تمدد منخفض. (الزمزمي، ١٩٩٦، ص١٨٥)

٢-٢-٣-٢-٢ القلويات الترابية: (Alkaline Earths)

١-٢-٣-٢-٢ أوكسيد الكالسيوم: Calcium oxide (CaO)

اوكسيد الكالسيوم وهو ضعيف أو مقاوم للصهر في درجات الحرارة الوائنة وهو من الاكاسيد الصاهرة القوية في درجات الحرارة العالية (١١٠٠ م°). (David.1980.P.9) فعند إضافة (١٠-٥ %) منه الى الزجاج يؤدي ذلك الى تفاعله في درجات الحرارة العالية لكن مع خسارة قليلة في اللمعان في حين يمنحه متانة عالية أما عند إضافته بنسبة (٣٥%) فذلك يشجع على نمو البلورات مما يؤدي إلى العتمة في الزجاج ، (البصيلي، ١٩٨٠، ص١٤٨) ويمنح الناتج خواص ايجابية كزيادة في الصلابة والمقاومة الكيميائية والفيزيائية ، ضد التآكل ، ويزيد من قوة الشد السطحي للزجاج ويقلل من معامل التمدد الحراري بالمقارنة مع القلويات ويلغي التصدع

والتكسر في الزجاج ويقلل من معامل الانكسار الضوئي ويضعف من لمعانه السطحي بنزعتة البلورية . أما عند إضافة الكالسيوم إلى زجاج البوريك فإنه يتسبب بظهور ضبابية وعمة داخلية مع بقاء السطح الزجاجي لامعاً. كما يضاف إلى الزجاج على شكل كاربونات الكالسيوم (CaCO_3) وفلسبارات الكالسيوم ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) والفلورايت (CaF_2). (البديري، 2002، ص ٨٢)

٢-٢-٣-٢-٢ أوكسيد المغنيسيوم: Magnesium Oxide (MgO)

ويعد أوكسيد المغنيسيوم من الاكاسيد المقاومة للصهر في درجات الحرارة الواطنة ولكنه صاهر جيد في درجات الحرارة العالية، ويستخدم أوكسيد المغنيسيوم وقليلاً في زجاج واطى الحرارة لغرض إنتاج زجاج معتم .، تبدأ فاعليته الانصهارية عند درجة حرارة (1170 م°) وتزداد فاعليته بازدياد درجة الحرارة ، ويؤثر في مائعية الزجاج في فترة متقدمة من درجات الحرارة مما ينتج عنه بقع مرقطة عندما يتحرك السائل الزجاجي بسبب الغليان ، (Show.1986.P.280) ويسبب العتمة في الزجاج في درجات الحرارة الواطنة عند دخولها بنسبة 15% لأنه صاهر معتدل القوة حيث بعضه ينصهر والأغلب منه يبقى غير منصهر كحبيبات معتمة تسبب انطفاء الزجاج (Singer.1963.P.275) كما يقلل أوكسيد المغنيسيوم كثيراً من معامل التمدد الحراري وإضافة نسبة قليلة منه تؤدي إلى قوة وتماسك الزجاج ومقاومته للإجهادات ، ومن أهم مصادره كاربونات المغنيسيوم (MgCO_3) والدولوميات ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) والتالك ($\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot (\text{OH})_2$) (Nelson.1966.P.204)

٢-٢-٣-٢-٢ أوكسيد الباريوم: Barium oxide (BaO)

يعد أوكسيد الباريوم من العناصر غير المتوفرة في الطبيعة بهيئة معدن وذلك لان هذا الاوكسيد غير مستقر بسبب تفاعله مع الرطوبة لذا يضاف على شكل كاربونات الباريوم ، والباريوم المعدني (*) يتلوث بالهواء بسرعة وينصهر بدرجة حرارة (٨٥٠ م°) ولكن درجة انصهار اوكسيد الباريوم (١٩٢٣ م°) وهو مقاوم لدرجات الحرارة العالية لذا يتفاعل مع السليكا ، كما يتميز بأنه مقاوم للاختزال . (Hamer.1975.P.20_21)

(*) الباريوم المعدني : هو كبريتات الباريوم وكاربونات الباريوم وكاربونات الباريوم مع الكالسيوم .

٢-٣ خزف الراكو:

في البداية لا بد ان نعي.. تاريخية هذه التقنية ..الراكو. من التقنيات اليابانية في تطبيق الزجاج او البطانة. وقد بدأت على يد الخزّاف " تشوجيرو" في عام ١٥٨٠م.

وتعني كلمة الراكو "المتعة او الراحة" ويرتبط خزف الراكو بطقوس شرب الشاي المتبعة عند معتنفي ديانة "الزن اليابانية" وهي ديانة تدعو الى التأمل والصمت المطبق عند شرب الشاي جماعيا. خزفيات الراكو بمحاكاة اشكال الطبيعة ،خاصة الصخور. (www. bahrainonline.org)

ان التقنية خزف الراكو هو السرعة في الحرق والسرعة في التبريد ، لذا يجب ان تكون الطينة لها القابلية على مقاوم للصدمة الحرارية من جراء التبريد السريع والمفاجئ لذا يجب معالجة الطينة بمواد غير لدنة تضاف للطينة عند التحضير باضافة الكروك (مسحوق الفخار) او الرمل او الفلنت وتكون ذات مسامية عالية وغير لدنة لتسمح بخروج الهواء بحرية .وتشكيل الطينة تتم اما بدولاب الفجار او بطريقة الصفائح ، اما طريقة البناء بالحبال فتكون تحملها للصدمة اقل مما لو كانت معمولة من كتلة واحدة من الطين.

ان الزجاج المستعمل في خزف الراكو يعتمد على الرصاص lead والالكالين Alkaline وعلى المادة الصاهرة Flux والزجاج يميل الى التشقق نظرا للمواجه العالية والمختلفة بين درجات الحرارة والمدى اللوني الواسع الذي يظهر نتيجة لعملية الحرق. اما طريقة ترجيح اواني خزف الراكو فهي الطريقة الاعتيادية منها التغطيس Dipping، الصب او السكب Pouring، الرسم Painting اكثر الطرق استعمالا في خزف الراكو هي الفرشاة لتحبيب التأثيرات الناتجة من عدم تساوي كمية الزجاج المرسوم في كل الاتجاهات مما يخلق حركة جميلة على الاناء . (Chappell,1977,p93) وبعد التطبيق توضع في الفرن الى ان يصل الى درجة النضج وتتراوح بين (٧٠٠-١٠٠٠C) وعندما يبدأ بظهور البريق وعندما تبدأ كل الفقاعات على سطح الزجاج بالانخفاض ويصبح سطح الزجاج املسا ناعما بعد انصهاره وذوبانه . النماذج تسحب من الفرن بواسطة الملاقط ويمكن لنا ملاحظة اثر الملقط بشكل ندبة صغيرة على سطح الزجاج، فنترك في الهواء لتبرد ، ولحدوث الاختزال تؤخذ النماذج بالملقط وتوضع في وعاء مملوء بنشارة

الخشب sawdust ، او القش straw ، او اوراق واغصان جافة dryleaves تختزل النماذج طينتا وزجاجا . (انغام سعدون طه ١٩٩٢، ص ٧٤-٧٥)

٢-٤ الاختزال:

هي عملية سحب ذرة الاوكسجين من الاوكسيد المعدني وهو ذا مدى واسع في حقل الخزف والعمل به يعطي اكتفاء من حيث الغنى اللوني والملمس .

والبريق المتكون على سطح الزجاجي لذا وجب وجود المعدن بشكل وافي ليظهر متصل متكامل ، والاختزال يعني عملية التلاعب بالالوان المختلفة الماخوذة من نفس اكسيد المعدن وتأثيره يكون على الطينة والزجاج ، فمثلا من طينة حمراء يمكننا صنع قطعة سوداء او بريق معدني من زجاج القصدير الابيض ، ذلك ينتج من خلال التكيف بالجو المحيط بالقطعة خلال فترة الحرق او التبريد ، ويتغير الجو فاننا سنغير الوان اوكسيد المعدن المستخدم . وينقص الاوكسجين في الفرن يصبح الاحتراق غير متكامل ويظهر حينذاك الدخان ولكن الدخان غير كاف لوحده لحصول عملية الاختزال، ولحدوث تغير كاف في الطينة وفي الزجاج معا فان الكربون يجب ان يكون حارا بشكل كاف حتى يكون غازا بأتحاده مع الاوكسجين ، ومن الضروري تشكيل غاز اول اوكسيد الكربون الذي يكون متعطشا للاوكسجين ولحدوث اختزال كامل فالكربون يجب ان يصل الى الدرجات النهائية لتكوين غاز ثاني اوكسيد الكربون اذ يجب ان يشبع بالكمية الكافية من الاوكسجين ليكون غير فعال عندها عندها تتوقف عملية الاختزال اي.(انغام سعدون طه ١٩٩٢، ص ٢٩) اي بعدما يصل الفرن الى درجة النضج يتم تبريده الى درجة حرارة معينة لكي لا يرجع الى حالة التاكسد ويتم ذلك في درجة حرارة (٤٥٠-٤٠٠) كحد اقصى حيث تكون كل مكونات الزجاج مستقرة نسبيا ولا يمكنها الرجوع الى حالة التاكسد .

٢-٥ المواد المضافة الى زجاج الخزف (الاكاسيد المعدنية):

٢-٥-١ اوكسيد النحاس: Copper Oxide (CuO)

يعتبر احد أهم اكاسيد التلوين في حقل فن الخزف وهو اوكسيد للعنصر الانتقالي (Cu) عدده الذري (٢٩) ويتصف بحالتي تكافؤ أحادية (Cu+1) وثنائية (Cu⁺²) تتوافق مع حالتي تأكسد مستقرة هي اوكسيد النحاس الأسود (CuO) واوكسيد النحاس الأحمر (Cu₂O) بالإضافة

إلى وجود مركب ثالث شائع الاستعمال وهو كاربونات النحاس الأخضر (CuCO_3) .
(البكري، ٢٠٠٢، ص ١٨٦)

يعد اوكسيد النحاس الأسود هو الاوكسيد الشائع والأكثر استخداماً لدى الخزافين وهو مادة سوداء سريعة الذوبان في خلطات زجاج الخزف كما يصنف ضمن مجموعة القواعد (RO) لذلك فهو مركب صاهر قوي يستخدم في جميع درجات الحرارة المنخفضة إلى (١٠٠٠م) بسبب تطايره في درجات الحرارة العالية ، يعطي اوكسيد النحاس ألوان متعددة لدرجات اللون الأخضر وتتوقف درجاته اللونية هذه على كمية النسب المستخدمة حيث تتراوح ما بين (٢-٦%) ، ويعطي اوكسيد النحاس ايضاً اللون الشذري المزرق عند اضافته الى الزجاج القلوي ويعطي اللون الاحمر القاتم في الجو الاختزالي القوي . (Rhodes.1975.P170) والشكل (٢-١٤) يبين البنية الجزيئية لاوكسيد النحاس

٢-٥-٢ اوكسيد الحديد: Iron Oxide (FeO)

وهو اوكسيد للعنصر (Fe) عدده الذري (٢٦) ويوجد بحالتا تكافؤ ثنائية ($\text{Fe}+2$) وثلاثية ($\text{Fe}+3$) ، وإن اغلب المواد الخام تحتوي على عنصر الحديد بنسب مختلفة فلهذا عد من أكثر المركبات انتشاراً في الطبيعة ، ويوجد اوكسيد الحديد على عدة انواع منها اوكسيد الحديد الأحمر (Fe_2O_3) واوكسيد الحديد الأسود (FeO) وتوجد حالة لاوكسيد الحديد يرمز لها (Fe_3O_4) ويسمى اوكسيد الحديد المغناطيسي وفي حقيقته هو خليط ($\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$) .
(Robert.2012.P325)

يتصرف اوكسيد الحديد الأسود (FeO) كمادة صاهرة ضمن مجموعة (RO) مما يعطي انصهارية ملحوظة لمركبات زجاج الخزف أما اوكسيد الحديد الأحمر فانه يتصرف كمادة غير صاهرة ضمن مجموعة (R_2O_3) وإذابته منخفضة ، وقد يمنح لوناً مُبقعاً مع بعض تراكيب زجاج الخزف ، يعطي اوكسيد الحديد عند اضافته الى الوسط الزجاجي نتائج لونية تتراوح ما بين العسلي الفاتح إلى الجوزي الغامق ، لكن عند دخوله مع اكاسيد أخرى في الوسط الزجاجي فانه يعطي نتائج لونية متعددة كالأحمر والبرتقالي والأصفر والبني والأسود والعسلي .
(Rhodes.1975.P266)

٢-٧ الزجاج الجاهز : (Frit Glaze)

هو مركب جديد يختلف من حيث الصفات عن المواد المكونة للخلطة الأصلية وهو ذو انصهار وتفاعل مسبق لمركبات الزجاج الداخلة ضمن خلطة الزجاج ومثال ذلك الاكاسيد الصاهرة التي لها القابلية على الذوبان في الماء تتصهر مع السليكا لتتحول إلى سليكات وتلك الاكاسيد هي مواد جديدة تختلف عن المواد الأصلية من حيث التركيب والصفات. (GRIFFITHES 1965.P90)

إن عملية (التفريت) تقوم على صهر خلطة الزجاج في بودقه فخارية إلى أن يصبح الزجاج سائل ثم نخرج البودقه بواسطة كماشه من الفرن وهو في درجة حرارة انصهار الزجاج، يسكب المنصهر في ماء بارد وبعد ذلك يسحن بواسطة إناء البورسلين وذلك لأسباب عديدة منها:

- ١- هنالك بعض الاكاسيد قابلة للذوبان في الماء مثل اوكسيد البوتاسيوم K_2O واوكسيد البوريك B_2O_3 واوكسيد الصوديوم Na_2O ، لذلك ستتشرب هذه الاكاسيد إلى الجسم الفخاري عند التطبيق وهذا يؤدي إلى تشويه الجسم الفخاري إضافة إلى نقص من خلطة الزجاج.
- ٢- التخلص من السمية في بعض المركبات مثل الرصاص (pbo) بعد تفاعله مع السليكا كذلك الانتيومون (Ne) أو الباريوم (Br) والخاصين (Zn).
- ٣- أثناء حرق الزجاج تتحرر بعض الغازات مثل الكاربون والكبريت والتي تسبب ثقبوب دبوسية على سطح الزجاج.
- ٤- لإعطاء زجاج متجانس ويتفاعل أسرع مع بعض الاكاسيد مثل القواعد الترابية وفي وقت أقل ونضح أقصر. (DOLD.A.E.Dictionary. 1964. P.16)

٢-٨ كحول الميثانول: CH_3OH

الكحول الميثيلي (الميثانول) هو مركب هيدروكربوني قطبي يمتاز بخاصية تكوين الاصرة الهيدروجينية بين جزيئاته حيث يحتوي على مجموعة الهيدروكسيل التي تعمل على تزايد التماسك بين الاواصر ويتألف من الكربون والهيدروجين والأكسجين الذي ينتمي إلى صنف الكحولات صيغته العامة CH_3OH وصيغته التركيبية

وهو سائل عديم اللون لا يذوب في الماء بل يمتزج معه وزنه الجزيئي ٣٢.٠٤ غم/مول وهو من المركبات ذات درجات الغليان المنخفضة حيث تبلغ درجة غليانه 65 °C وتمتاز الكحولات بأنها كلما زادت كتلتها الجزيئية تقل درجة ذوبانها في الماء وتزداد درجة غليانها وانصهارها وكثافتها. يدعى أيضا الكحول الخشبي لإمكانية تحضيره من (التقطير الإتلافي للخشب) أي حرق الخشب وتقطيره بعزله عن الهواء، بحيث يعتبر من أحد العناصر المكونة للكثير من المركبات الكيميائية والمنتجات ذات الاستعمال اليومي ، و يمكن استخدامه لأغراض كثيرة يستخدم كمادة خام في العديد من الصناعات الكيميائية مثل صناعة فورمالدهيدو حامض الخليك وكذلك يستخدم في صناعة المستحضرات الطبية وصناعة اللدائن (البلاستيك) وفي تطبيقات خلايا الوقود، التي تعتمد على تفكيك الميثانول لتوليد الطاقة.

(<http://www.methanol.org>)

٢-٩ الدراسات السابقة :

دراسة انغام سعدون طه ١٩٩٢ :

" امكانية تكوين اطيان محلية لخرف الراكو وترجيحها" 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 باضافة 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 انغام سعدون طه عن الدراسة الحالية من حيث:

١. البحث الحالي استخدم طينة الكاؤولين .

٢. المواد المضافة

أ. رمل زجاجي (فلنت)

ب. طين ناري

ت. مسحوق الفخار

٣. تمت عملية الاختزال باستخدام كحول الميثانول

الفصل الثالث

إجراءات البحث

١-٣ المنهج المستخدم:

تم استخدام المنهج التجريبي الذي يعد أدق أنواع البحوث العلمية لكونه يقوم على أساس التجربة العلمية التي تكشف عن العلاقات السببية بين العوامل المتضمنة والمؤثرة فيها. (الزوبع. ١٩٨١. ص ٨٧) ويضاف له المنهج الوصفي التحليلي لتحقيق أهداف البحث.

٢-٣ مجتمع البحث:

هو كل انواع الزجاج ومركباته والتي لايمكن حصرها هنا نظراً لخصوصيات البحث وتحدياته.

٣-٣ اختيار العينة:

تم اختيار عينة البحث قصدياً نظراً لارتباطها اصلاً بتقنية الراكو طبقاً لهدف البحث.

٤-٣ الزجاج المستخدم:

قام الباحث بعمل تجارب استطلاعية لوصفات زجاج واطئ الحرارة ومن خلال استشارة الخبراء لضمان حصول أفضل متغيرات في الجسم الخزفي تم اختيار وصفة لزجاج الرصاص الواطئ الحرارة و الزجاج القلوي . تم استخدام الزجاج القلوي الجاهز (Frit) ، وتم إجراء التحليل الكيميائي له في (جامعة بابل_كلية هندسة المواد) وكانت نتائج التحليل كما مبينة في الجدول الاتي :

جدول (١-٣) التحليل الكيميائي للزجاج القلوي الجاهز

K ₂ O	Na ₂ O	BaO	CaO	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂
2.2	11.2	6.3	14.1	13.7	7	45.2

٣-٥ اختيار الطينة والمواد المضافة المطبق عليها الزجاج:

١. طينة دويخلة: وتمَّ اختيار طينة دويخلة لتمييزها بتحمل درجات الحرارة العالية والنقاوة والبياض والخ... من المواصفات التي أُطلع عليها الباحث من خلال الدراسات السابقة وتم تهيئة (٢٥ كغم).

٢. الرمل الابيض (الرمل الزجاجي) وتبلغ نسبة السليكا فيه حوالي ٩٩% لذلك تقل نسبة انصهاريته وتكون بحدود ١٥٠٠ فهي بذلك تكون سليكا حرة تخلو من الشوائب.

٣. الطين الحراري Fire Clay تم استخدامه ضمن عينة البحث وهو طين موجود في كلية الفنون الجميلة جامعة بابل قسم الفنون التشكيلية وفي الاسواق المحلية معبئ بأكياس ذا طحن جيد لونه اسمر او رصاصي وهو طين مقاوم للحرارة به نسبة عالية من الالومينا التي تمنح الاطيان مقاومة للتغير الحراري.

٤. الطين المحروق Grog تم استخدامه في البحث الحلي بعد غربلته بمنخل قياس ١٥٠ مش وهو موجود في كلية الفنون الجميلة جامعة بابل قسم الفنون التشكيلية وفي الاسواق المحلية.

٣-٦ تحضير الطينة:

تم تحضير الطينة بالطريقة اللدنة إذ يتم وزن (٧٠ كغم) من الطين الكاؤولين الجاف و(١٠ كغم) من الرمل الابيض و(١٠ كغم) طين حراري Fire Clay و (١٠ كغم) الطين المحروق Grog ويوضع في حوض ومن ثم يضاف الماء إلى المزيج ويمزج جيدا وبعدها يترك لمدة (٤٨) ساعة حتى تتفتت التربة وتتحلل وبعد تركها يترسب المزيج ومن ثم يسحب الماء الزائد، وتضاف نسبة جديدة من الماء ويخلط مرة أخرى لمدة (٤٨) ساعة لكي تترسب الطينة ويسحب الماء الفائض وتكرر العملية مرة أخرى للتخلص من الأملاح والشوائب العالقة ويتم بعد ذلك سحب الماء الزائد وخلطه رائب الطين بشكل جيد وغربلته بمنخل قياس (Mesh ١٥٠) ويفرش على بساط من الجفاف للتخلص من الماء الزائد حتى تصبح الطينة بشكل لدن يمكن تشكيلها .

كاؤولين	%٧٠
رمل زجاجي	%١٠
طين ناري	%١٠
مسحوق الفخار	%١٠

٧-٣ تهيئة النماذج:

تم سحب الطينة المحضرة على دولاب الفخار الكهربائي وكان معدل وزن الطينة ١٥٠٠ غرام لكل عينة وعلى شكل أنية (مزهرية) .

٨-٣ تجفيف النماذج:

تتم عملية التجفيف في الجو الاعتيادي اذ تركت النماذج إلى اليوم التالي وبعيداً عن أي تيار هوائي لمنع جفاف النماذج بشكل سريع لتجنب انحناء النماذج وتتركت لتجف بشكل كامل.

٩-٣ حرق النماذج:

بعد تهيئة الفرن الكهربائي وبقياس (٣٧×٣٠×٤٧) سم مع (ثرموكبل) ومقياس رقمي تم تسخين النماذج بدرجة حرارة (١٥٠ °C) وتركها لمدة (٢٤) ساعة وبعدها تم رفع درجة الحرارة الفرن بمعدل ١٠٠ درجة لكل ساعة وصولاً إلى درجة حرارة (١٠٠٠°C) وترك الفرن ثابتاً على هذه الدرجة لمدة ساعتين للوصول إلى درجة النضج التام , وتم تبريد الفرن لمدة (٤٨) ساعة ومن ثم إخراج النماذج والتأكد من كونها خالية من أي آثار للانصهار والاعوجاج.

١٠-٣ الفحوصات الفيزيائية للنماذج الفخارية :

١١-٣ تهيئة خلطات الزجاج :

١. اعتمد الباحث على تحضير الزجاج الرصاص وفقاً لقاعدة هرمان سيكر وحسب ما أجراه الباحث من تجارب استطلاعية ، تم خلط الزجاج المحضر بواسطة اليد باستخدام وعاء زجاجي وعصى لتحريك الخليط ومزجه جيداً.

زجاج الرصاص	1 ----- 2	درجة الحرارة
شفاف	1 ----- 10	الشفافية
	0.2	مكافئ لإلومينا
R ₂ O.RO	R ₂ O ₃	Ro ₂

Pb ₃ O ₄	Al ₂ O ₃	SiO ₂	N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
١	-	-	Read Lead	Pb ₃ O ₄	١	223	٢٢٣	٦٠.١٧
-	0.2	0.4	China clay	Al ₂ O ₃ .2SiO ₂ .2H ₂ O	0.2	258	٥١.٦	١٣.٩٢
-	-	1.6	Flint	SiO ₂	1.6	60	٩٦	٢٥.٩
							٣٧٠.٦	٩٩.٩٩

اذ تم تحضير ٢٥٠ غرام لكل خلطة وكلا على حدى وتم اضافة نسبة (٢-٤-٦%) من اوكسيد النحاس الى زجاج الرصاص المحضر وفق الجدول اعلاه.

٢. تم استخام الزجاج القلوي الجاهز لضمان التفاعل التام اذ تم وزن (٢٥٠ غرام) لكل خلطة ومن ثم اضافة نسبة (٢-٤-٦ %) وكلا على حدى .

٣-١٢ تطبيق مستحلب الزجاج على السطح الفخاري:

تم تطبيق زجاج الرصاص المحضر وفقا لجدول تحضير خلطات الزجاج على الأجسام المفخورة (بسكت) بطريقة الرش باستخدام ضاغطة الهواء ومسدس الرش (Spraygun) تحت سرعة واحدة وكان سمك طبقة الزجاج يتراوح بين (١-١.٥) ملليمتر، ثم بعد ذلك تم إعادة التجربة وفقا للخلطات المحضرة ولكن باستخدام الزجاج القلوي (الجاهز) . ومن ثم تم إعادة التجربة مرة أخرى وكلا على حدة ولكن بعد إضافة (٢-٤-٦ %) من اوكسيد النحاس لكلا النوعين من الزجاج إلى وصفات تحضير الخلطات لمعرفة مدى التغيرات التي سوف تنتج بعد الحرق .

٣-١٣ برنامج الحرق :

- تم وضع ثلاثة خلطات لكل نوع من الزجاج حسب النسب المقررة دخولها إلى الزجاج لكل حرق على حدة وفقا لنسب الإضافة .
- بعد التأكد من عدم وجود رطوبة في الجسم الفخاري وذلك من خلال تسخينها داخل الفرن إلى (°C ١٥٠) ولمدة ساعة واحدة بعدها يتم اعتماد أسلوب الحرق السريع وصولاً إلى درجة حرارة (°C ٩٥٠) وبمعدل (١٠٠) درجة لكل (١٠) دقائق.
- ترك الفرن على تلك الدرجة لمدة ساعة (soaking time) وهي مدة نضح الزجاج

٣-١٤ عملية اختزال الجسم الفخاري:

بعد الانتهاء من حرق النماذج والوصول الى درجة النضج المثالية في درجة حرارة (°C ٩٥٠) نقوم باخراج العينة من الفرن بواسطة ملقط وتوضع على طبقة سميكة من الرمل النهري الرطب وتركها لبضعة دقائق لكي تبرد الى درجة حرارة (٦٠٠-٥٠٠) ثم رشها بمادة الكحول (الميثانول C_2H_5OH) من خلال مضخة الرش مع العلم ان مادة الاميثانول مادة قابلة للاشتعال بدرجة (°C ٧٠) لذا فان الاحتراق يؤدي الى سحب الاوكسجين الموجود في الزجاج والطينة معا ، وتستمر عملية الرش عدة مرات وبصورة متقطعة ولسلامة العينة من عودتها للتأكسد تغطى العينة بوعاء حديد محكم لمدة (١٠ دقائق) وبعدها تبرد عينة البحث بسرعة بواسطة غمرها في وعاء ماء للحفاض على عملية الاختزال ومنعها من التأكسد ثانيا من خلال ملامسة الهواء لها . وتكرر هذه العملية في زجاج الرصاص والزجاج القلوي وفقا للنسب المضافة من الاوكسيد وكلا على حدى .

٣-١٥ الفحوصات التي أجريت على النماذج:

٣-١٥-١ فحص القيم اللونية :

تم استخدام 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.



شكل (٣ - ١) جهاز فحص القيم اللونية

٣-١٥-٢ فحص الملمس:

تم استخدام جهاز فحص الملمس (Texture testing)، لفحص عينات البحث، بهدف التعرف على درجات ملمس طبقة الزجاج. اسم الجهاز: Texture testing ، الموديل: B13J، القراءة الصفريّة: (mm 0.000) وتم إجراء الفحص في مختبر فرع الخزف- كلية الفنون الجميلة - جامعة بابل.



شكل (٣ - ٢) جهاز فحص الملمس

٣-١٥-٣ فحص المجهر الرقمي:

تم استخدام 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.



شكل (٣ - ٣) جهاز المجهر الرقمي

٤-٢ مناقشة النتائج:

ان زجاج الخزف يتكون من اتحاد وتراكب وتركيب مجموعة من الاكاسيد المعدنية تتفاعل فيما بينها لانتاج جسم ذو مواصفات خاصة تتلائم مع حاجة الخزاف ونوع الخزف المراد انتاجه ويمتلك الخزف مدى واسع من أنواع السطوح الخزفية المتنوعة من حيث اللون والملمس والكثافة والشد السطحي وتختلف نتائج هذه الفحوصات باختلاف المواد الداخلة في خلطة الزجاج كذلك على سلوك هذه المواد والية اشتغالها في الجسم الخزفي من حيث طبقة الزجاج والجسم الطيني .

كما تتأثر النتائج بنسبة المواد المضافة ونوع الاكاسيد من حيث كونها اكاسيد ام كاربونات ام نترات كما يؤثر حجم دقائق المادة في هذا الناتج في البحث الحالي يتم استخدام نوعين من الزجاج هما الزجاج القلوي وزجاج الرصاص ويمتلك كل نوع من هذه الأنواع مواصفات خاصة من حيث درجة الانصهار وطبيعة اللون الناتج. في العينة (١) تم استخدام أوكسيد الرصاص كمكون أساسي في الزجاج وحسب النسب الوزنية التالية:

أوكسيد الرصاص	٦٠%
فلنت	٢٠%
China clay	٢٠%

ويعتبر زجاج الرصاص من اكثر أنواع الزجاج استخداماً لدى الخزاف لكونه سهل الانصهار وذو نتائج لونية براقّة ويعطي قيمة للاوكسيد الملون. يتم تحضير خلطة الزجاج وازضافة ٢% من أوكسيد النحاس (CuO) كاوكسيد ملون وقد تم استخدام أوكسيد النحاس لكونه من اكثر الاكاسيد استخداماً وشيوعاً بين الخزافين في انتاج خزف الراكو كما يمتاز بسهولة اختزاله وفقدانه لذرة الاوكسجين (O) ويعطي نتائج ذات سطح معدني قزحي.

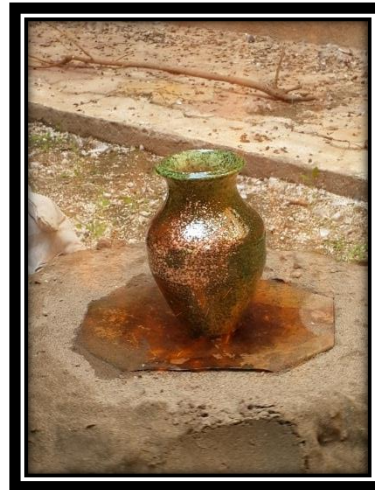
يتم تطبيق الزجاج باستخدام مسدس الرش وبسمك ١.٥ ملم ويتم الحرق بواسطة الفرن الغازي وبعد وصول القطعة الخزفية الى مرحلة النضج وهي ٩٥٠ م° يتم ترك الفرن لتتخفض درجة الحرارة الى ٧٠٠ م° وهي الدرجة المثلى لعملية الاختزال حيث يكون الزجاج قد تصلب

والاكاسيد لازالت في حالة تفاعل ومن السهل سحب ذرة الاوكسجين (O) بعدها يتم اخراج القطعة من الفرن باستخدام الماسك (الملقط) كما في الشكل (١-٥):



الشكل (١-٥) 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 (٢-٥):



الشكل (٢-٥) 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 (١) نلاحظ ان السطح الخارجي هو لماع مع طبقة جيدة من الزجاج فزجاج الرصاص يمتاز بانصهارية عالية والتفاعل الجيد مع الكاسيد الملونه ولكونه زجاج خام لذلك عملية الانصهار وما يرافقها من تفاعلات كيميائية في هذه العينه ومع نسبة إضافة ٢% من أوكسيد النحاس (CuO) نجد ان نتائج فحص الملمس جاءت بنتيجة مقدارها (٣.٢٤٦) علماً ان مقدار القراءة الصفرية (٢.٠١) وهي تشير للسطح الصقيل اللماع بالمقارنة نجد ان قيمة الملمس تتجه نحو السطح الأكثر خشونة وزيادة نسبة الاوكسيد الملون في العينة (٢) الى ٤% نجد ان قيمة الملمس قد أصبحت (٣.٢٦٧) وبذلك قد ارتفعت قيمة الملمس فزيادة الاوكسيد الملون هو

يشير الى زيادة في نسبة الشوائب في خلطة الزجاج وبذلك يتحطم ويتفكك بناء الزجاج وان كان الارتفاع بشكل طفيف اما في العينة (٣) وبزيادة نسبة الوكسيد الملون الى ٦% نجد ان قيمة الملمس قد ارتفعت الى (٣.٣٤٧) وهذه الزيادة هي زيادة منطقية مع زيادة نسبة الاوكسيد الملون.

اما الشد السطحي فهو مقدار احتواء كتلة السائل الزجاجي علما ان مقدار الشد السطحي لزجاج الخزف يتراوح ما بين ١٨٠.٩٩ - ٤٦٠.٢٦ لذلك فان عينات زجاج الرصاص هي ضمن مدى الشد السطحي لزجاج الخزف مع ارتفاع قيمة الشد السطحي مع ارتفاع نسبة الاوكسيد الملون اما الكثافة لعينات زجاج الرصاص فقد تراوحت ما بين (٥.٦٢ - ٥.٩٧).

ان زيادة نسبة الاوكسيد الملون لم تاتر على نتائج التحليل اللوني للعينة (٢، ٣) ولم نحصل على سطح ذو بريق معدني اما في عينات الزجاج القلوي وهي العينات (٤، ٥، ٦) نلاحظ ان نسبة ٢% جاءت ذات سطح ذهبي بشكل واضح جدا ويعتبر من النتائج الجيدة جدا والقريبة من الخزف ذو البريق المعدني الإسلامي وهو من أنواع الخزف ذو التأثيرات الخاصة. ونلاحظ انتشار اللون على جميع أجزاء العينة وبنسبة كبيرة جدا وعند زيادة النسبة الى ٤% في العينة رقم ٥% نلاحظ ان نسبة اللون الذهبي قد قلت بشكل كبير واقتصر على مجموعة من البقع المنتشرة بشكل عشوائي غير منتظم وبزيادة نسبة الإضافة في العينة (٦) الى ٦% نلاحظ ان البقع المعدنية الذهبية قد اختفت بشكل كلي واصبح لون العينة اخضر مع وجود أجزاء منها ذات لون احمر وهو بسبب الاختزال الجزئي لذرة النحاس

وبالمقارنة مع العينة (٧) والتي لم يتم تطبيق الزجاج على سطحها وانما تم تطبيق الاكاسيد الملونة فقط واعتمد الباحث على تفاعل أوكسيد النحاس مع كتلة الطين لانتاج سطح خزفي وباجراء عملية الاختزال وبنفس الطريقة السابقة نجد ان لون السطح جاء قريب من اللون الذهبي والمعدني ولكن ذات سطح خشن ومطفيء ومن خلال نتائج الشد السطحي ١٠٩.٨ والتي كانت خارج حدود الشد السطحي لزجاج الخزف وذلك بسبب عدم احتواء السطح على زجاج وكذلك نتائج الكثافة ٣.١٨ وهي كثافة أوكسيد النحاس فقط اما الملمس جاء بنتيجة عالية جدا ٤.٤٩٧ وذلك بسبب السطح الخشن .

ان اجراء عملية التحليل اللوني تهدف الى توثيق النتائج اللونية للعيينة والتي تعد العامل الأهم في فن الخزف والفنون التشكيلية بصورة عامة ولتأكيد التجربة وتنشيط 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 الالون الأساسية في الضوء والذي تعتمد عليها جميع أجهزة الكامرات 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 للالوان 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 .

الفصل الرابع

النتائج ومناقشتها

١-٤ النتائج:

جدول (١-٤) يبين نتائج العينة (١) والفحوصات التي اجريت عليها				
مجهر ضوئي				
				
سطحي	شد	كثافة	ملمس	CuO 2%
(داين/سم ^٣)		(غم/سم ^٣)		الاوksيد الملون
٢٣٨.٤		٥.٦٢	3.246	نوع السطح
				فخار

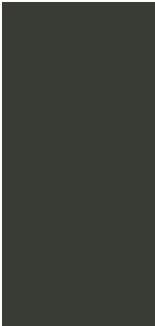
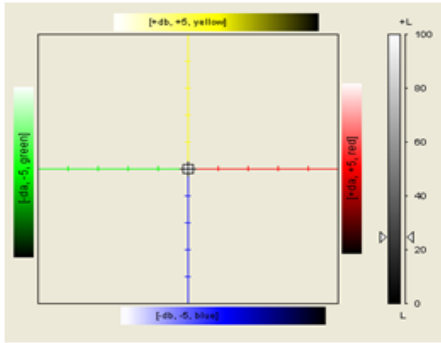
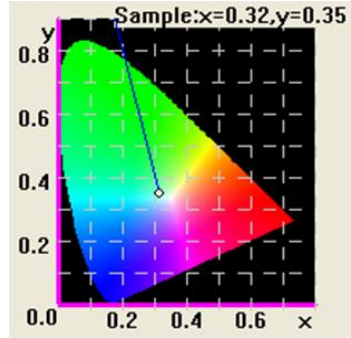
One time test report



Company:

Section:

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

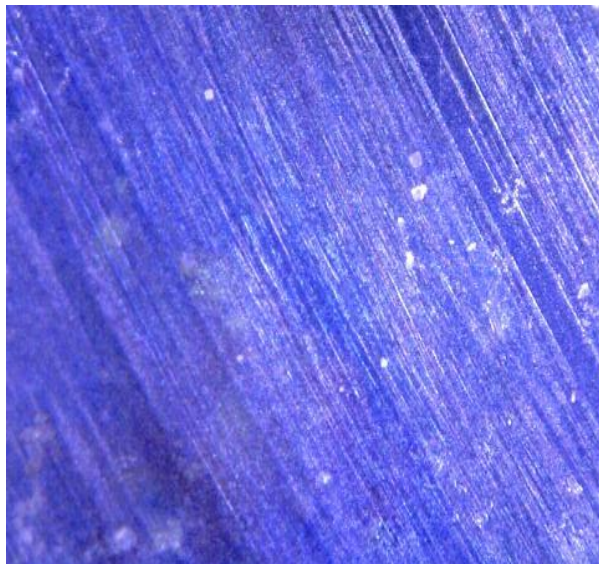
Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	٢٤.٩٧	-٢.٨٤	٣.٥٥	٢٤.٩٧	٤.٥٤	١٢٨.٦٢
Test Result						
						

Conner:

Auditing:

Date: 2015-12-5

جدول (٤-2) يبين نتائج العينة (٢) والفحوصات التي اجريت عليها

مجهر ضوئي				
				
ملمس	كثافة	شد	CuO 4%	الاوكسيد الملون
	(غم/سم ^٣)	(داين/سم ^٣)		
٣.٢٢٧	٥.٧٣	٢٤١.٥	فخار	نوع السطح

One time test report

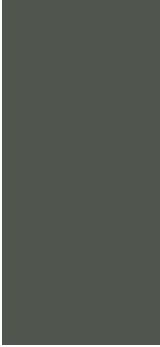
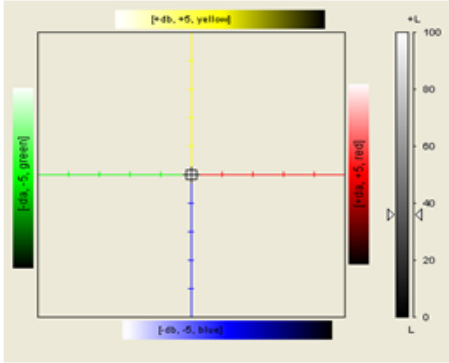
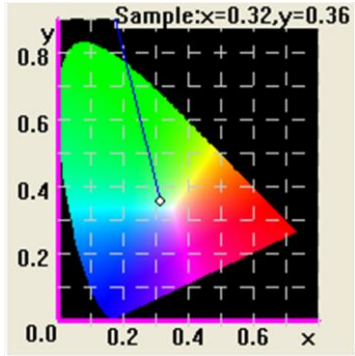


Company:

Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210

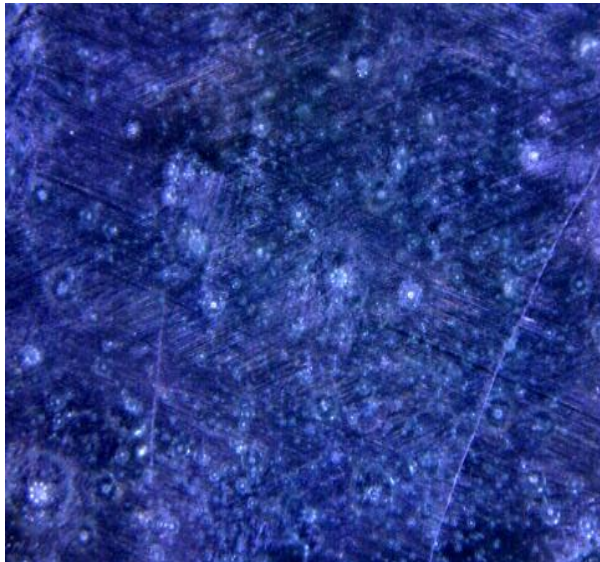
Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	36.41	-9.6	21.27	36.41	6.26	134.52
Test Result						
						

Conner:

Auditing:

Date: 2015-12-5

جدول (٤-٣) يبين نتائج العينة (3) والفحوصات التي اجريت عليها				
مجهر ضوئي				
				
سطحي	شد	كثافة	ملمس	CuO 6%
	(داين/سم ^٣)	(غم/سم ^٣)		الاوكسيد الملون
٢٤٩.٩		٥.٩٧	3.347	فخار
				نوع السطح

One time test report

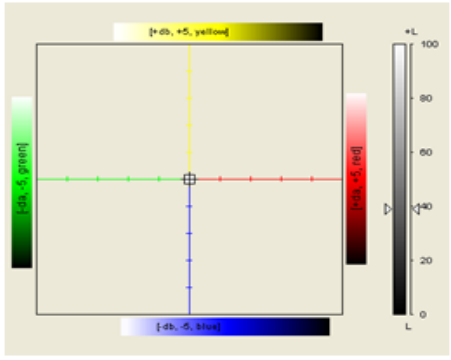
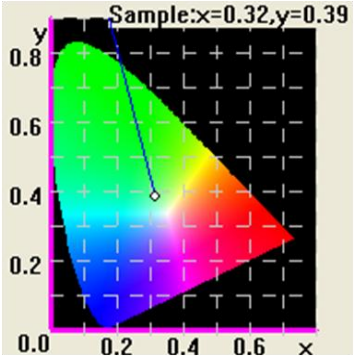


Company:

Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210

Test condition: D65/SCI/10

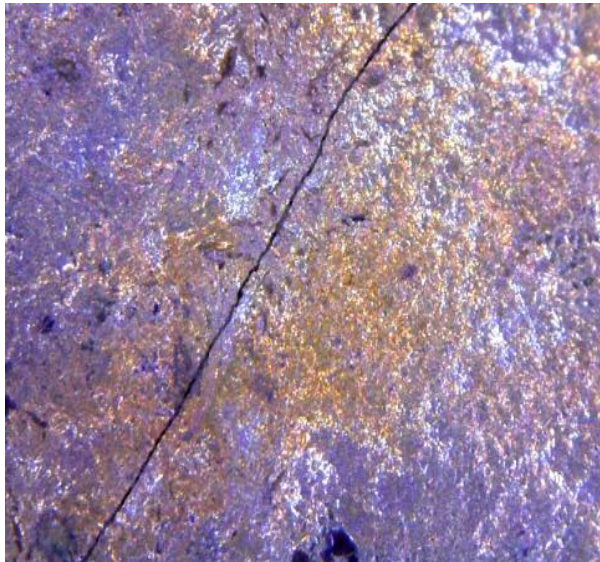
Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	39.19	-10.82	10.48	39.19	15.06	135.91
Test Result						
						

Conner:

Auditing:

Date: 2015-12-5

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

مجهر ضوئي				
				
سطحي	شد	كثافة	CuO 2%	الاوكسيد الملون
(داين/سم ^٢)		(غم/سم ^٣)		
301.9		6.01	فخار	نوع السطح
		3.278		

One time test report

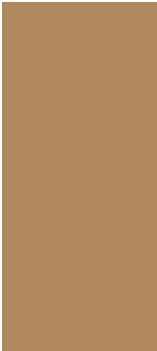
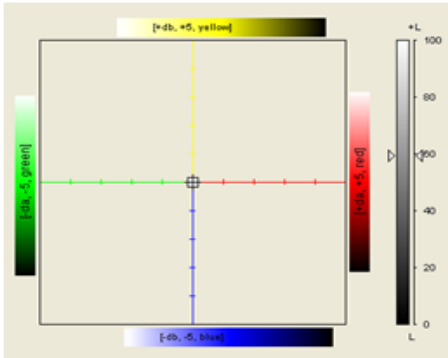
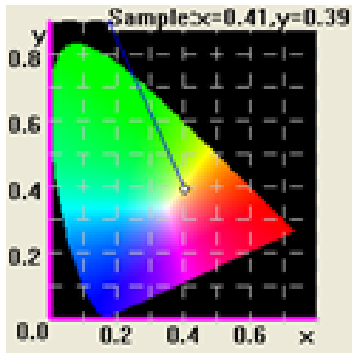


Company:

Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210

Test condition: D65/SCI/10

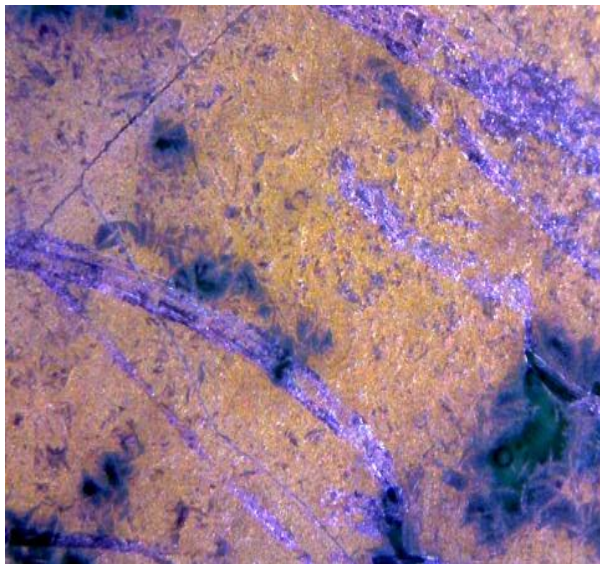
Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	٥٩.٥٧	٩.٨	٢٨.٧٥	٥٩.٥٧	٣٠.٣٧	٧١.١٩
Test Result						
						

Conner:

Auditing:

Date: 2015-12-5

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

مجهر ضوئي					
					
سطحي	شد	كثافة	ملمس	CuO 4%	الاوكسيد الملون
	(داين/سم ^٢)	(غم/سم ^٣)			
٣١٢.٧		٦.٢٣	3.095	فخار	نوع السطح

One time test report

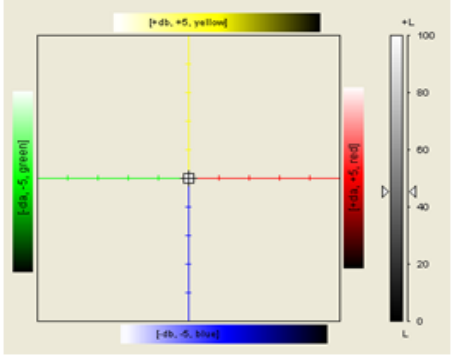
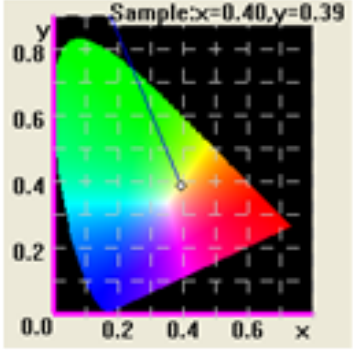


Company:

Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210

Test condition: D65/SCI/10

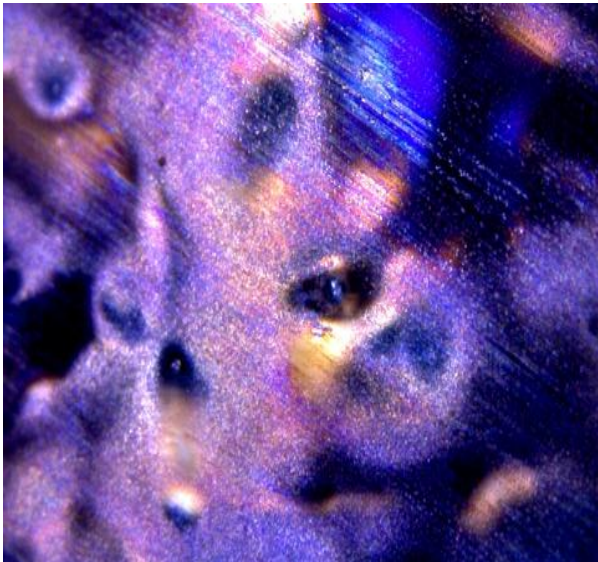
Standard Sample						
	L	a	b	L	C	H
	٤٥.٦٦	٧.٠٨	٢٠.٩١	٤٥.٦٦	٢٢.٠٦	٧١.٣
Test Result						
						

Conner:

Auditing:

Date: 2015-12-5

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

مجهر ضوئي				
				
سطحي	شد	كثافة	ملمس	CuO 6%
	(داين/سم ^٣)	(غم/سم ^٣)		الاوكسيد الملون
٣٢٠.٣		٦.٣٨	3.263	فخار
				نوع السطح

One time test report

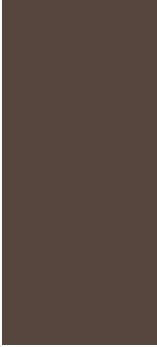
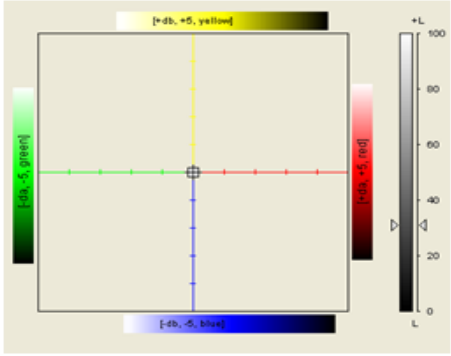
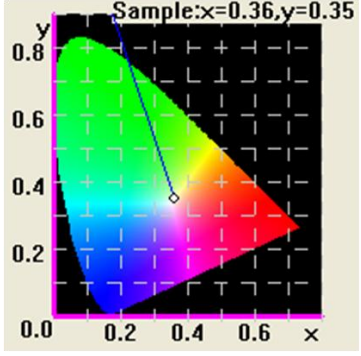


Company:

Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210

Test condition: D65/SCI/10

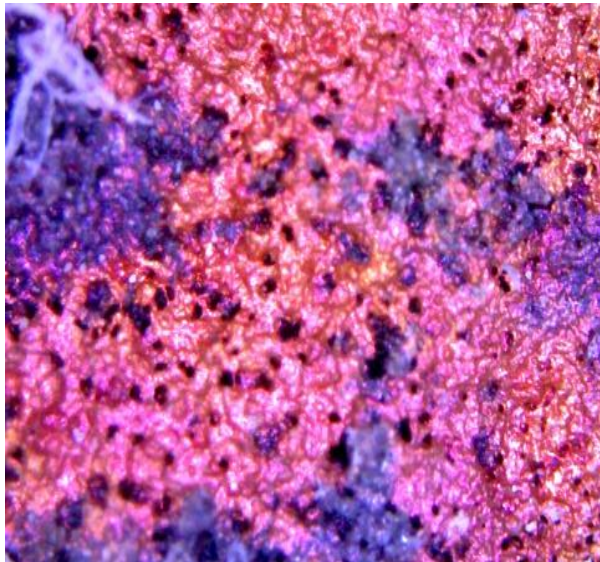
Standard Sample						
	L	a	B	L	C	H
	٣١.٢٧	٥.٨٩	٧.١٦	٣١.٢٧	٩.٢٨	٥٠.٥٥
Test Result						
						

Conner:

Auditing:

Date: 2015-12-5

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

مجهر ضوئي					
					
سطحي	شد	كثافة	ملمس	CuO 2%	الاوكسيد الملون
	(داين/سم ^٢)	(غم/سم ^٣)			
109.8		3.18	3.497	اساس	نوع السطح

One time test report

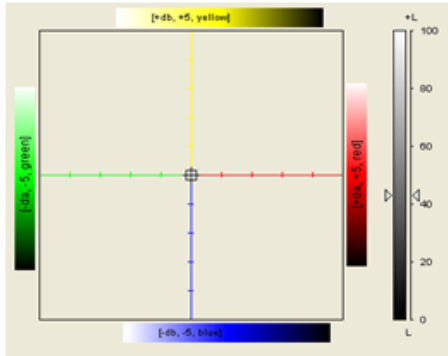
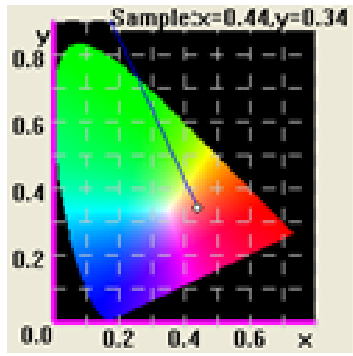


Company:

Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210

Test condition: D65/SCI/10

Standard Sample						
	L	A	b	L	C	H
	٤٣.١٤	٢٨.١٦	١٦.٤٩	٤٣.١٤	٣٢.٦٣	٣٠.٣٦
Test Result						
						

Conner:

Auditing:

Date: 2015-12-5

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات والمقترحات

١-٥ الاستنتاجات:

١. ان نتائج اوكسيد الرصاص جاءت بلون غامق أقرب الى الاسود بسبب سرعة اختزال اوكسيد الرصاص.
٢. ان نماذج الزجاج القلوي كانت أكثر مقاومة للاختزال وجاءت بنتائج تخدم هدف البحث.
٣. ان اضافة نسبة ٦% كما في العينات (٣، ٦) لم تعطي نتائج جيدة.
٤. ان العينات (٢، ٥) مع نسبة اضافة ٤% كانت هي الاقرب من حيث اللون وطبيعة السطح لهدف البحث.
٥. في العينة (١) زجاج رصاص مع ٢% نحاس جاءت بسطح ذو بريق معدني واللوان قزحية.
٦. عينة (٤) زجاج قلوي مع ٢% نحاس كانت هي الافضل في تحقيق هدف البحث وجاءت بسطح معدني ذو تاثير ذهبي.

٢-٥ التوصيات:

١. اوصي الخزاف باخذ شروط السلامة والامان عند اجراء عملية الاختزال لكون الميثانول هي مادة سريعة الاشتعال.
٢. ان تتم عملية الاختزال في اجواء مفتوحة لتجنب الغازات المتحررة.

٣-٥ المقترحات:

١. دراسة استخدام اكاسيد التلوين الاخرى.
٢. دراسة استخدام انواع اخرى من الكحول.

المصادر والمراجع

* القرآن الكريم.

المصادر باللغة العربية:

١. احمد هاشم الهنداوي : إمكانيات استخدام خاصات محلية لإنتاج زجاج خزف معتم ، أطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة بغداد ، ١٩٩٧.
٢. انغام سعدون طه : امكانية تكوين اطيان محلية لخزف الراكو وترجيحها ، جامعة بغداد ، كلية الفنون الجميلة ، رسالة غير منشورة ١٩٩٢.
٣. جون ديركسون: صناعة الخزف ، ترجمة : هاشم الهنداوي، ط ١ ، دار الشؤون الثقافية العامة ، ١٩٨٩.
٤. الزوبعي ، عبد الجليل ومحمد احمد عنان، مناهج البحث في التربية ، ج ٢، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد ، ١٩٨١.
٥. الشال، عبد الغني النبوي: الخزف والمصطلحات الفنية، دار المعارف، ب.ت.
٦. علي حيدر صالح البدري: التقنيات العالمية لفن الخزف ، ج ١ ، دار الصادق (ع) للطباعة ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة اليرموك ، العراق ، ٢٠٠٠.
٧. فوزي عبد العزيز القيسي: تقنيات الخزف والزجاج ، دار الشروق للطباعة ، ٢٠٠٣.
٨. محمد علام علام: علم الخزف، ج ١، مؤسسة سجل العرب، ١٩٦٧.
٩. مفتاح علي الشيباني، الزمزمي : تكنولوجيا السيراميك (مواد الخام) مكتبة طرابلس العلمية العالمية ، طرابلس ، ليبيا ، ١٩٩٦ .
١٠. طاهر نجيب حميد : مبادئ في تكنولوجيا الزجاج ، مركز بحوث البناء ، مؤسسة البحث العلمي ، بغداد ، ١٩٨٥.
١١. و . رايان: خواص المواد الخام السيراميكية ، ترجمة :فاضل بندر عيسى وآخرون ، دار التقني للطباعة والنشر، مؤسسة المعاهد الفنية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، بغداد ، ١٩٨٦.
١٢. البصيلي، احمد مصطفى ومظفر محمد محمود : المعادن الصخور، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، مؤسسة دار الكتب، جامعة الموصل، ١٩٨٠.

١٣. علي حيدر صالح البكري : التقنيات العلمية لفن الخزف ، ج ٢-٣ ، ط ١ ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة اليرموك ، الأردن ، ٢٠٠٢ .

المصادر الأجنبية:

14. ASTM , C , 373-72 ,standard test method for water absorption ,bulk density ,apparent porosity and apparent specific gravity of fired white wave praduets ,section 15, VOI .1502 ,1985.
<http://bahrainonline.org/showthread.php?t=114334>
15. Burleson , mark : the ceramic glaze handbook, new york , 2003.
16. Chappell , gaThe potter's Complete book of clay and Glazes,Watson-Guptill Publication ,new york,1977.
17. Clews,F,H., Heavy Clay . the Potter,s complete of clay and Glazes.Waston. Captill publication ,New York ,1969
18. cooper , E . and derck ,R : glaze for the studio potters , .B . T . past ford , Ltd , London , 1978 .
19. DOLD.A.E.Dictionary of ceramics. Newwnes. 1964
20. Green , D , : pottery Materials and Echniques , Faber , London , 1967.
21. Green , D., Understanding pottery Glazes . Printed and dound in Great Britian.1975 .
22. GRIFFITHES, Rand, Reford, C., calculation in ceramics Marclean and sons Ltd-English, London, 1965.
23. Grim, R. E., Petrographic study of clay materials . Printed in the united State of America, Calif ,1955

24. Hamer, Frank: The potters , Dictionary of materials and techniques , newyork , 2004.
25. Hofsted Golyon : (Rottery) , London , 1975 .
26. Leach,Bernard., Apotter's Book . Faber and faber ltd., London,1973
27. Muller. G.,Diagenesis in Argillaceous sediment ,in Larson and G.V., chillinger(eds.)Elsevier co. Amsterdan, sci, publ. co, 1967.
28. Rhodes , Daniel , clay and glazes for the potter ,pitman pub,great Britain , London, 1975.
29. Shaw, K: ceramic colours and pottery Decoration , McLaren and sons , London , 1986 .
30. Singer , F. and Singer. S.S., Industrial ceramics , chemical publishing Co., Inc., New York,1963.
31. Worrall, W.E., Institute of ceramic Text Book–series, part I, Raw Materials, Maclaren and sons, Ltd., London, 1964
32. <https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%8A%D8%AB%D8%A7%D9%86%D9%88%D9%84>
33. <http://www.methanol.org/MethanolBasics.aspx?lang=ar-SA>
34. <http://www.4enveng.com/pdetails.php?id=99>
35. <https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%83%D8%AD%D9%88%D9%84>