أنتاج زجاج شفاف واطئ الحرارة باستخدام حطام الزجاج

Production of transparent and low-temperature glass using glass debris

م.د محمد شاكر علي

Dr. Mohamed Shaker Ali

جامعة القادسية / كلية الفنون الجميلة

Mohmoh١١٦٨@gmail.com

ملخص البحث:

تناول هذا البحث في الفصل الاول مشكلة البحث والتي احتوت أبتعاد فن الخزف من البساطة والتقليدية ليدخل مراحل التجريب واستقصاء المواد المتواجدة حوله ، وتناول ايظا امكانية استخدام شمعات النيون في انتاج زجاج واطئ الحرارة واستعرض الباحث في الفصل الثاني نبذة عن مكونات حطام الزجاج بشكل عام و مكونات الزجاج وبنيته وملائمته لسطح الفخار وانواع الزجاج العالي والواطئ الحرارة ، اما في الفصل الثالث قام الباحث بطحن زجاج شمعات النيون بواسطة طاحونة خاصة ومن ثم غربلة الزجاج الناتج للحصول على اصغر حبيبات ممكنة بواسطة منخل (١٢٠) mesh ومن ثم رش الباودر بواسطة مسدس الرش الذي يعمل بضغط الهواء ليعطي سيطرة تامة على تطبيق الزجاج ومن ثم ادخال النماذج الخالية من اي اوكسيد تلوين للفرن والبدء بدرجة حرارة (٩٠٠) ^{o}م وذلك للحصول على الدرجة المثلى لنضج الزجاج وكانت النتائج غير مرضية في هذه الدرجة لعدم النضج الكامل لسطح طبقة الزجاج المطبقة ومن ثم تجربة درجة حرارة جديدة وهي (٩٥٠) ^{o}م وكانت النماذج الزجاجية جيدة ذات سطح مستوي وظهور لمعان وبريق والتصاق كامل على سطح النموذج الفخاري ومن ثم اضافة عدد من اكاسيد التلوين بنسب مختلفة الى الباودر الناتج ومن ثم تطبيقها على سطح القطع الفخارية وكذلك قام الباحث بأجراء عدد من

الفحوصات على الزجاج الناتج وهي فحص الملمس وفحص المجهر الرقمي، اما في الفصل الرابع قام الباحث بأستعراض النتائج التي توصل اليها الباحث وهي:

١.ان من خلال الطحن الجيد اي التدرج الحجمي الدقيق ينتج زجاج ذو مواصفات جيدة في التطبيق والانتاج.

٢.ان نسب التبلور وظهور الفقاعات المسببة للعتمة كانت قليلة حيث ان الزجاج الناتج يتألف من عدة مواد مختلفة اي يتألف من عدة اكاسيد تتباين في كثافتها .

Abstract

In the first chapter, this paper dealt with the research problem, which included the departure of ceramic art from simplicity and traditionalism to enter the stages of experimentation and investigation of the materials around it, and also dealt with the possibility of using neon candles in the production of low-temperature glass. and its structure and its suitability to the surface of pottery and types of high and low temperature glass. In the third chapter, the researcher grinded the glass of neon candles using a special grinder, and then sifted the resulting glass to get the smallest possible particles through a sieve (١٢٠) mesh, and then sprayed the powder with an air-pressure spray gun to give complete control over the application of the glass and then inserted the models Free of any oxide coloring for the oven and starting at a temperature of (٩٠٠) ° C. The glass models were good with a flat surface and the appearance of gloss, luster and full adhesion on the surface of the pottery model, and then adding a number of coloring oxides in different proportions to the resulting powder and then applying them to the surface of the pottery pieces. Also, the researcher conducted a number of tests on the resulting glass, namely, examining the texture and examining the microscope In the fourth chapter, the researcher reviewed the results reached by the researcher, which are:

١- Through fine grinding, i.e. precise volumetric gradation, glass with good specifications in application and production is produced.

٢- The rates of crystallization and the appearance of darkening bubbles were few, as the resulting glass consists of several different materials, that is, it consists of several .oxides that vary in density

الفصل الاول

١-١ مشكلة البحث :

ان البحث عن ما هو متواجد من خامات بديلة ومتنوعة للزجاج واعتماد تجريب الخزاف في تحوير وتكييف مكونات تلك المواد البديلة لتلائم فن الخزف وامكانية تطويرها ودراسة خواصها التكوينية والبنائية وتوجيهها بما يحقق اقصى استفادة منها وذلك من خلال التغيير في مواصفاتها لكي تصبح صالحة للتزجيج ، حيث ان اختيار الخزاف للزجاج الذي سينفذ به عمله فأنه يأخذ بنظر الاعتبار صفات وخواص تللك المواد التي يتكون منها الزجاج ومن ثم امكانية ملائمتها لانتاج العمل الخزفي ومنها حطام الزجاج ($٠.٥NQL_٢O.٥.Ca.٠.٢.٥SiO_٢$) وان طرق تحويل ومعالجة هذا الحطام وتغيره من حالة الى اخرى بوسائل وادوات مختلفة بما يضمن تغيير صفاتها وخواصها ومن ثم امكانية ملائمتها لكي تحقق قابلية التصاق جيدة بينها وبين السطح الفخاري ومن هذا المنطلق يبرز التساؤل الاتي هل يمكن انتاج زجاج شفاف واطئ الحرارة بأستخدام حطام الزجاج؟

١-٢ اهمية البحث : التعرف على مواد لم يسبق للخزاف التعامل بها وكذلك اغناء المؤسسات التعليمية المعنية بالخزف وسد النقص المعرفي بها .

١-٣ هدف البحث : أنتاج زجاج واطئ الحرارة بأستخدام حطام الزجاج.

١-٤ حدود البحث :

١ . **حطام الزجاج شمعات النيون ($٠.٥NQL_٢O.٥.Ca.٠.٢.٥SiO_٢$).**

٢ . **أوكسيد النحاس (Copper Oxide)**

٣ . **أوكسيد الكوبالت (Cobalt Oxide)**

٤ . **أوكسيد النيكل (NiO)**

٥ . **أوكسيد التيتانيوم (TiO_2)**

٦ . **اوكسيد الزركونيوم (ZrO_2)**

١-٥ تحديد المصطلحات : ان الباحث لم يجد اهمية لايراد مصطلحات متداولة وذلك لان البحث لا يشتمل على مصطلحات يتوقف عندها كتعريفات حيث ان حطام الزجاج سيتم تغطيت تعريفه بشكل وافي وليس له تعريف اجرائي باعتباره المادة الاساس الواجب تغطيتها علميا في الفصل الثاني .

الفصل الثاني

الاطار النظري:

٢-١ كسر الزجاج :

تستعمل كسر الزجاج ($0.5NQL_2O.5.Ca..2.5SiO_2$) في خلطات التزجيج وصناعة الزجاج لرخصه وسهولة انصهاره اذ تتراوح درجة انصهارهما بين (٩٠٠-١٠٠٠) ^{o}م (القيسي،٢٠٠٣ ،ص١٣٠) وتستعمل نفايات صناعة الزجاج وكسر الزجاج القديم في هذا الغرض (علام،١٩٦٤ ،ص١٢).

٢-٢ مكونات الزجاج الاولية :

يتكون الزجاج من ثلاث مجموعات اوكسيدية طبيعية هي اكاسيد حامضية وتعد مكونا أساسيا للشبك الذري للزجاج واكاسيد قاعدية وتعمل كصاهرة للحامضية ومعدلة للخواص الفيزيائية واكاسيد ذات التفاعلين وتعمل بتفاعلها كموازنة ووسطية ، تلك المجاميع الاوكسيدية تعمل مع بعضها مكونة المركب الزجاجي (البدري،٢٠٠٢ ،ص٤٤)

الاكاسيد الحامضية (Acidic Oxide):

السليكا(SiO_2) متوفرة بالطبيعة على هيئة ثاني اوكسيد السليكون وتوجد متحدة مع مركبات اخرى مثل الطين وانواع الفلسبارات كما توجد حرة نقية مثل الكوارتز(Quartz) او الفلنت (Flint) (Worrall,١٩٦٤,P١٤) تستعمل السليكا لتزيد من صلابة ومتانة المنتج الخزفي بألاضافة الى انها تخفض نسبة معامل تمدده ومن الممكن ان تكّون زجاج لوحدها ، درجة انصهارها تصل الى (١٧١٠) ^{o}م وهناك ثلاث اشكال بلورية منها وهي الكوارتز والتريديمايت والكرستوبلايت(ريان ،١٩٨٦ ،ص٧٨).

الاكاسيد القاعدية(Bacic Oxides)

تضم القواعد والقلويات الصاهرة (Fluxes) ومن الممكن ان تكّون زجاجا لوحدها لكنها لا تتلائم مع الحاجة الفعلية لزجاج الخزف ، مجموعة الصواهر القوية تشمل اوكسيد الصوديوم والليثيوم والبوتاسيوم وتزداد قوتها الانصهارية كلما زادت درجة الحرارة وتتفاوت بقوتها الانصهارية من نواحي (الصلابة والتمدد الحراري والشفافية والعتمة)(ديكرسون،١٩٨٩ ،ص١٥٤) اما القواعد الترابية تشمل اوكسيد الكالسيوم والمغنسيوم والباريوم ، وان وجود اكثر من اوكسيد قاعدي في تركيبة الزجاج يؤدي الى زيادة في القوة الانصهارية افضل من وجود اوكسيد قاعدي واحد (البدري،٢٠٠٢ ،ص١٨).

الاكاسيد المتعادلة الامفوتيرية (Amphotereic Oxides)

تتمثل بأوكسيد الالمنيوم (Al_2O_3) ويوجد منتشرا في الطبيعة على هيئة بلورية تعرف بأسم كوندرم وفي مركبات الفلسبارات والكاؤولين نتيجة تحلل صخور الفلسبار النارية بتأثير العوامل الجوية وتعرف بذات التفاعلين لآنها تسلك سلوك قاعدي وحامضي مكونة اربعة اواصر لتحل الالومينا محل السليكا وذلك لتمنح استقرار السائل الزجاجي (البدري،٢٠٠٢ ،ص٥٤) ، ان افضل تفاعل بين الاومينا والسليكا عند مديات حرارة بين (١٤٠٠-٩٠٠) ^{o}م مكونة معدن يعرف بالمولايت هذ المعدن يتكون من بلورات ذات شكل ابري مما يجعل المنصهر الزجاجي متمسكا بالجسم الطيني المحروق والذي يمنعه من السيلان الى الاسفل درجة انصهارها (٢٠٥٠) ^{o}م وزيادتها تؤدي الى رفع درجة حرارة الزجاج (Hamer,١٩٧٥,P٦).

٢-٣ بنية الزجاج (Glass Structure)

ان اول نظرية اوضحت البناء الذري للزجاج وضعت من قبل زكارسن (Zachariason) عام ١٩٣٢ م ثم تعززت بدراسة لاحقة من وارن بسكو(Warren Biscoe) في عام ١٩٣٨ م وسميت هذه النظرية بنظرية الشبك التلقائي التي عدت وسيلة عملية لإيضاح وتفسير التركيب البنيوي للزجاج وخواصه الاساسية من بنية نسيجية وسطحية ، وعلاقة ذلك بدرجات الحرارة (البدري،٢٠٠٢ ،ص٤٤). وتصنف بعض المواد ذات البنية البلورية بوصفها زجاجاً نتيجة لشفافيتها ، وتعتمد البنية النهائية لبعض المواد اذا كانت بلورية او غير بلورية على المعادلة الحرارية ، وبصورة عامة الزجاج هو سائل جامد (Solid Liquid) (الخزرجي،٢٠٠٩ ،ص٨٣) ويصنف الزجاج ايضاً استنادا الى المكونات الاولية له اذ لا يمتلك الزجاج صيغة كيميائية معينة وهو خليط من مركبات بنسب مختلفة .ويحتوي الشكل الرباعي للسليكا على ذرة سليكون في المركز تحيط بها اربع ذرات اوكسجين وتتصل بين وحدات السليكا ، ممتدة بثلاث ابعاد مستمرة في سلسة الشبك (Si–O) اي ان كل ذرة اوكسجين ترتبط بذرتي سيليكون متجاورتين في المجسم الرباعي لاوجه السليكا (Shaw,١٩٨٦,P٥).ان تراكيب السليكا معقدة جدا لان هذه التراكيب متعددة الاشكال اي ان المادة نفسها يمكن ان تكون لها اشكال بلورية مختلفة على الرغم من ان نسب العناصر الداخلة فيها ثابتة ، فأبسط تركيب للسليكا يوجد كبلورات كوارتز بسيط وكوارتز معقد وتريديمايت (Tridymide) او كرستوبلايت (Cristobalite) وكل منها يحتوي على تركيب بلوري مختلف في التركيب الكيمياوي نفسه (كرجي،١٩٨٠ ،ص٣٢٨) .وان التحول الى الحالة الزجاجية يحدث في درجة حرارة معينة يتحول فيها السائل المنصهر الى صلب (متجمد) فأذا مر السائل بتبريد سريع فأنه ينتقل الى الحالة الزجاجية الصلبة اما اذا كان الانتقال بطيئا فقد يؤدي هذا التغيير الى تكون صلب متبلور مصحوب بأختلاف الحجوم(Taylor,١٩٨٦,P٢).

٢-٤ تفاعل الزجاج – الجسم الفخاري (Glaze Body Reaction)

ان من الامور المهمة في تفاعل الزجاج هو ملاءمته وانسجامه مع الجسم الفخاري هذا التوافق والتداخل الايجابي بين طبقة الزجاج وسطح القطع الفخارية يكشف اهميته في عملية الانتاج ، اذ يتألف الجسم من مواد طبيعية معدنية الاصل ، تتعرض عند مراحل الانتاج الى حرارة مرتفعة تسبب متغيرات تفاعلية كيميائية ، وتنتج ظواهر فيزيائية ، عند الانضاج والتبريد وما بعدها زمنيا (Taylor,١٩٨٦,P.٢٣٣) حيث يهاجم الطور السائل الزجاجي الطبقة السفلية للجسم ليكون مركب وسطي والذي يكون اما زجاجي (Vitreous) او متبلور (Crystalline)

بتفاعل او تاكل (مشابه لتفاعل الحامضي- القاعدي) وبنوع من الانتشار الكيميائي من الجسم الى داخل الزجاج ومن الزجاج الى داخل الجسم (Taylor,١٩٨٦,P.٩٠) هذا الانتشار اعتمد على معاملات التمدد الحراري ، التي هي بمقدار القوة التي تدخل بين السطحين والتي تؤثر ايجابيا او سلبيا، في مرحلة انصهار مركبات الزجاج وسيولتها اثناء الحرق ، حيث تبدأ مركبات الزجاج بالتداخل في مسامات الجسم الفخاري ، وتعمل فعلا صاهرا مع تركيب جسم الفخار المحيط بها . مما يؤدي الى تشكل طبقة وسيطية محايدة تسمى عمليا (Buffer Layer) (Hamer,١٩٧٥,P.٣٠-٣١).

٢-٥ تصنيف الزجاج :

هناك عدة انواع من التصنيفات للزجاج اذ يمكن التصنيف لنوعية المركبات الداخلة في تكوينه . مثل زجاج الرصاص والزجاج القلوي ، او يصنف وفقا لنوع الطينة المطبق عليها مثل الزجاج منخفض الحرارة والعالي الحرارة ، كما يمكن ان يصنف وفقا للنتيجة النهائية على الجسم الخزفي مثل الزجاج الخشن او الناعم او البلوري او المعتم او الشفاف ، ويصنف ايضا وفقا لتقنية تحضيره مثل الزجاج الجاهز (Frit) (Britt,٢٠٠٧,P٢٣).

ويعد التصنيف الاقرب والاكثر استخداما عند الخزافين وفقا لدرجة النضج التي تتوافق مع طبيعة تركيبه الذي يمكن تحديده وفق مما يلي :

١ . **زجاج واطئ الحرارة:** ينضج هذا الزجاج بدرجات حرارة بين (٧٩٠-١١٥٠)^{O}م والذي يحتوي على كمية عالية من الصواهر الداخلة ضمن تركيبه ، يصمم هذا النوع من الزجاج للاستعمال على الاجسام الفخارية الترابية ومن اهم انواعه الزجاج القلوي وزجاج الرصاص (ديكرسون،١٩٨٩ ،ص١٥٥) ويمتاز هذا النوع من الزجاج بدرجة من الشفافية او العتمة او اللمعان او النعومة او الصلادة (علام،١٩٦٤ ،ص١٥٩) وتدخل مركبات الفلسبارات في تركيبه بنسب قليلة جدا لاحتوائها على نسبة كبيرة من الالومينا والسليكا التي لها التأثير الكبير في ارتفاع درجات حرارة الزجاج.

٢ . **زجاج عالي الحرارة :** هو الزجاج الذي ينضج بدرجات حرارة عالية تتراوح بين (١٢٠٠-١٣٠٠)^{O}م ويحتوي في تركيبه على نسبة عالية من السليكا والالومينا وغالبا ما تستبدل به الاكاسيد القلوية الترابية مثل الكالسيوم او المغنيسيوم او الباريوم لانها ابطأ اذابة واقل انصهارية (Worral,١٩٦٤,P٨٦). وتعد الفلسبارات من اهم المركبات الداخلة في تركيب هذا النوع من الزجاج التي من الممكن ان تكون زجاج عالي الحرارة ينضج بدرجات حرارة عالية بأضافة نسبة قليلة من بعض المركبات لغرض تعديل مواصفاته العامة وعموما هذا النوع من الزجاج

له مدى حراري كبير النضج (Britt,٢٠٠٧,P٢٤). ان الزجاج العالي الحرارة يمتاز بمواصفات جيدة من حيث الصلادة والمقاومة للظروف الطبيعية والكيميائية لانه ذو مقاومة عالية للحوامض وخاليا من السمية ويستعمل للاغراض الصناعية والفنية في الخزف (ديكرسون،١٩٨٩ ،ص٤٥).

٢-٦ الاكاسيد اللونية الداخلة المستخدمة في البحث:

١ . أوكسيد النحاس (Copper Oxide) :

يعتبر احد اهم عناصر التلوين في حقل الخزف قديما وحديثا ، وهو عنصر انتقالي عدده الذري ٢٩ ويتصف بحالتي تكافؤ احادية Cu^{+1} وثنائية Cu^{+2} (بكر،١٩٢٨ ،ص١٥٦) وتتوافق مع حالتي تأكسد مستقرة هي الاسود والاحمر كما يمكن اعتماده على هيئة كاربونات خضراء $CuCO_3$ (البدري ،٢٠٠٢ ،ص١٧٧) ويعمل كقاعدة متحدة مع السليكا والالومينا لغرض تحسين اللون الزجاجي وفي الاجواء الاختزالية نحصل منه على الوان حمراء داخل وفوق طبقة الطلاء الزجاجي.

٢ . أوكسيد الكوبالت (Cobalt Oxide):

رمزه الكيميائي (CoO) وهو اقوى اكاسيد التلوين المتاحة للخزافين ، ويستخدم بنسبة اقل من (٠.٢٥٪) ينتج عند اضافتهه الى الزجاج اللون الازرق يبدأ بالتحلل في درجة حرارة (٨٠٠) ^{o}م ويكون على شكل مسحوق بلوري ذي لون اخضر زيتوني في الحالة النقية ، ولكنه يوجد غالبا في حالة شائبة ويكون لون المركب عندئذ رمادي غامق (Britt,٢٠٠٧,P٢٣).

٣ . أوكسيد النيكل (NiO) Nickel Oxide

وهو اوكسيد يعطي الوان متعددة ومختلفة وهو اوكسيد العنصر الانتقالي (Ni) عدده الذري (٢٨) له حالتا تكافؤ ثنائية (Ni^{2+}) وثلاثية (Ni^{3+}) والثنائية هي الاكثر استقرارا حيث تنتج اللون الاصفر والثلاثية اللون الارجواني ، كما يمكن الحصول على اللون الازرق والاخضر والاحمر في ظروف مختلفة حسب نوع الخزف والزجاج ويكون بشكلين الاسود والاخضر ، ويتميز الاخضر بعدم الاستقرار اللوني ويمكن ان يعطي النيكل كامل الوان الطيف الشمسي (الكرادي،٢٠١٢ ،ص٢٧).

٤ . أوكسيد التيتانيوم (TiO_2)(Titanuium)

يستخدم في الزجاج الخزفي ليمنحه سطحا مطفأ ذا عتمة وملمس ناعم كالستان وله خاصية ضبابية تمنع من رؤية الجسم الطيني بسبب علاقته بالضوء الساقط اذ يعاني الضوء عددا من التشتت والتكسر والانعكاس الضوئي من خلال البلورات المتكونة من التيتانيوم في السائل الزجاجي هذه البلورات تعمل على اضفاء الشفافية واللمعان للزجاج (Britt,٢٠٠٧,P.٥١) ويضاف للزجاج بنسبة تتراوح بين (٥-١٥٪).

٥ . اوكسيد الزركونيوم (ZrO_2)(Zirconum Oxide)

يتكون هذا الاوكسيد في الطبيعة على نطاق ضيق ولكن يمكن الحصول عله عادة من سليكات الزركونيوم ($ZiSiO_4$) التي توجد في رمل السليكات . ودرجة انصهاره (٢٧٠٠) ^{o}م ويستعمل كمادة مقاومة للحرارة وفي صناعة البوادق ، وتطلى الافران بطبقة رقيقة من اوكسيد الزركونيوم (ريان،١٩٨٦ ،ص٩٧).

الفصل الثالث

اجراءات البحث: المنهج المستخدم

لتحقيق هدف البحث بصورة علمية ، والوصول الى نتائج يتم حسابها بدقة ، تم اختيار المنهج التجريبي الذي يعد اكثر انواع البحث العلمي دقة لكونه يقوم اساساً على التجربة العلمية التي تكشف عن العلاقات السببية بين العوامل المتضمنة والمؤثرة فيها (الزوبعي،١٩٨١ ،ص٨٧).

النماذج الفخارية : تم اختيار طينة دويخلة (البيضاء) ذات النقاوة واللدونة العالية وتم اضافة الرمل السلكي (رمل ارضمة) بنسبة (٢٠٪) لانخفاض نسبة الشوائب في تركيبه وكذلك اضافة مسحوق الفخار (Grog) بنسبة (١٠٪)مع طين الكاؤولين بوصفه مادة (Fillar) اي فاتحة لمسامات الطين بالدرجة الاساس، ومن ثم شكلت بلاطات بقياس (٩×٥×١)سم وتركت لتجف بجو الغرفة ومن ثم حرقت بدرجة (١٠٠٠) ^{o}م لزيادة تماسك القطعة الفخارية.

٣-١ أعداد وتهيئة خلطات الزجاج : تم استخدام كمية من شمعات النيون المستهلكة ومن ثم تكسيرها وبعد ذلك طحنت بواسطة مطحنة خاصة ومن ثم غربلتها بواسطة غربيل بقياس (Mesh١٢٠) وغسلها بواسطة الماء

للتخلص من المادة البيضاء الموجودة داخل الشمعات ، ومن ثم حضرت خلطات الزجاج بكميات ثابتة لكل تجربة (٥٠)غم اذ اعتمدت النسب المئوية المكونة للخلطة ثم تم رش خلطة الزجاج على النماذج الفخارية بعد خلطها مع الماء وبأستخدام مسدس الرش الذي يعمل بواسطة ضغط الهواء ، وقد تم اضافة اكاسيد التلوين بنسب مختلفة وذلك للحصول على قيم لونية عديدة وفق نسب خلطات الزجاج المقترحة. كما في جدول رقم(٣-١)

التسلسل	رمز الخلطة ورقم النموذج	حطام الزجاج	أوكسيد النحاس	أوكسيد الكوبالت	اوكسيد الزركونيوم	أوكسيد التيتانيوم	أوكسيد النيكل
١	A-١	٩٧	٣				
٢	A-٢	٩٩.٥		٠.٥			
٣	A-٣	٩٦			٤		
٤	A-٤	٩٦				٤	
٥	A-٥	٩٨					٢

جدول رقم (٣-١) يبين نسبة اضافة اكاسيد التلوين الى حطام الزجاج.

حرقت النماذج بجو حرق مؤكسد حتى بلوغ درجة حرارة النضج مع اضافة زمن انضاجي مدة (٣٠) دقيقة لزيادة فرصة انصهار مركبات الزجاج .

٣-٢ الفحوصات التي اجريت على الزجاج الناتج:

٣-٢-١ تقييم الوان الزجاج : تم تحديد القيم اللونية لنتائج الزجاج على سطح الانموذج بالاستناد الى خبرة الباحث وبالمقارنة بين لون النماذج وفقاً للقيم اللونية الناتجة لقراءة اللون على سطح الانموذج الواحد مقارنة مع النماذج الاخرى .

٣-٢-٢ فحص الملمس : تم استخدم جهاز فحص الملمس (SURFTEST)، لفحص عينات البحث، بهدف التعرف على درجات ملمس طبقة الزجاج.

اسم الجهاز: SURFTEST الموديل: SJ-٢١٠

القراءة الصفرية: (٠mm.٠٠٠)

تم اجراء الفحص في وزارة الصناعة والمعادن – الشركة العامة للفحص والتأهيل الهندسي- بغداد.

شكل (١) جهاز فحص الملمس

٣-٢-٣ فحص المجهر الرقمي: تم استخدام المجهر الرقمي (Digital Microscope) لفحص عينات البحث بهدف التعرف على محتوى طبقة الزجاج من حيث الفقاعات الهوائية وبلورات التراكيب الغير ذائبة.اسم الجهاز: Digital Microscope Color Cmos Sensor موديل:SO٤ والقوة التكبيرية (٦٠٠X) وتم ايضا اجراء الفحص في مختبر فرع الخزف – كلية الفنون الجميلة – جامعة بابل.

شكل(٢) جهاز المجهر الرقمي

الفصل الرابع

نتائج البحث ومناقشتها

٤-١ نماذج عينة البحث:

A-١

A-٢

A-٣

A-٤

A-٥

شكل (٣) يبين صور نماذج العينات

٤-٢ نتائج تقييم الدرجات اللونية لتجارب الزجاج:

رقم النموذج	نسيج السطح	اللون
A-١	لماع	أخضر مائل الى الشذري
A-٢	لماع	ازرق فاتح
A-٣	لماع معتم	اخضر غامق
A-٤	لماع معتم	اخضر فاتح
A-٥	لماع	قهوائي

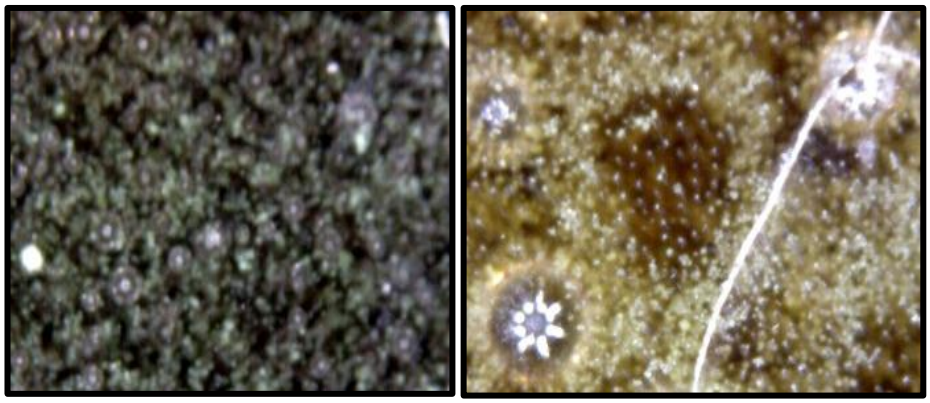
جدول رقم (٤-١) يبين نتائج القيم اللونية وطبيعة نسيج سطح الزجاج للعينات.

٤-٣ نتائج فحص الملمس:

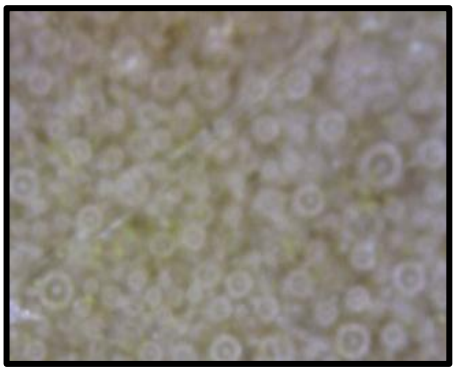
رقم النموذج	درجة الخشونة
A-١	٠.٠١٤
A-٢	٠.٠١٦
A-٣	٠.١٥٢
A-٤	٠.٢٥٨
A-٥	٠.٠٢٩

جدول رقم (٤-٢) يبين نتائج فحص الملمس لمجموعة نماذج العينات.

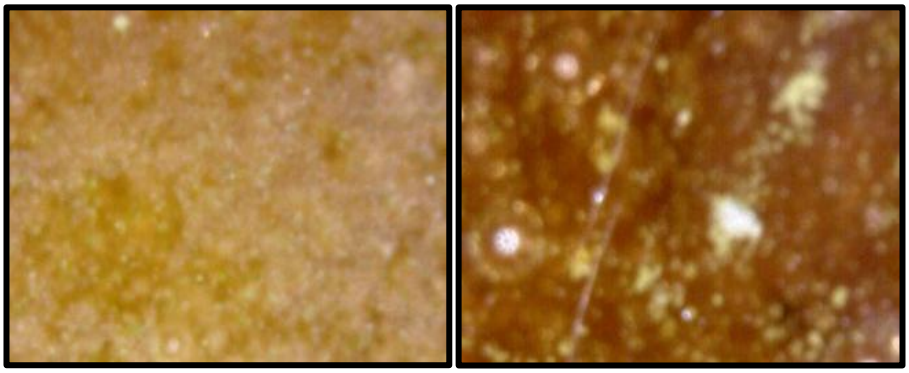
٤-٤ نتائج فحص المجهر الرقمي:



A-١ A-٢



A-٣



A-٥ A-٤

شكل (٤) يبين صور نماذج العينات التي التقطت بواسطة المجهر الرقمي.

٤-٢ مناقشة النتائج

٤-٢-١ المظهر الخارجي للجسم الفخاري:

اتصفت النماذج الطينية بعد الحرق بدرجة حرارة (١٠٠٠) °م بسطح مستو وانتظام الشكل من دون تشوه او اعوجاج بسبب الحرق البطيء الذي اعطى الوقت الكافي لخروج الماء والغازات بشكل منتظم ، فالكمية المضافة لتعديل طينة النماذج هي (٢٠٪) رمل سلكي و (١٠٪) مسحوق الفخار المحروق قد منحت الطينة مواصفات اضافية ، اذ زادت المسامية فأدت الى سهولة خروج بخار الماء اثناء التجفيف والحرق وما يسببه من مشاكل في الجسم الفخاري ، فضلا عما منحته للجسم من مقاومة حرارية اضافية وقللت التقلص بشكل ملحوظ.

٤-٢-٢ فحص الملمس:

من خلال الجدول (٤-٢) نلاحظ اختلاف مستويات الخشونة بين الناعم والمتوسط الخشونة حيث كانت درجة فحص الملمس للعينة (٤-A) كانت (٠.٢٥٨) اذ تتكون الخشونة بسبب بقاء المواد او الحبيبات غير المنصهرة وذلك بسبب احتوائها على اوكسيد التيتانيوم فهو من اكاسيد الخاملة في درجات الحرارة الواطئة وكذلك ظهرت الخشونة في نموذج العينة (٣-A) لاحتوائها على نسبة عالية من اوكسيد الزركونيوم وهناك عامل اخر يؤثر في نتائج الانصهار وما ينتجه من تأثير على الملمس من خلال نوع التطبيق اذ ان تطبيق الزجاج على سطح الجسم الفخاري مباشرة بدون استخدام بطانة يساعد على الانصهار بشكل اسرع وافضل حيث ان الجسم الفخاري يتكون من مواد معدنية (سليكا وألومينا) وبما ان المعادن تعكس الحرارة بشكل جيد لذلك فأن تطبيق الزجاج على السطح للجسم الفخاري يعطي انصهارية افضل من تطبيقه على طبقة زجاج هي تمتص الحرارة لكي تنصهر ، وقد ظهرت بقية نماذج العينات ناعمة الملمس وذلك بسبب انصهار جميع مكونات الزجاج بصورة كاملة .

٤-٢-٣ مناقشة نتائج فحص المجهر الرقمي :

في النموذج رقم (٤-A) نجد انه قد ظهر بلون اخضر فاتح حيث وجود اوكسيد التيتانيوم ومن خلال صورة المجهر نجد انتشار واضح للون الاوكسيد في وسط الزجاج مع وجود فقاعات هوائية داخل طبقة الزجاج ساعدت على احداث عتمة غازية من خلال تشتيت الضوء داخل طبقة الزجاج مع وجود بقع بيضاء اللون وكذلك نجد الوان النماذج المستخدمة لم يتغير بشكل واضح ، حيث ان تطبيق الزجاج على سطح طينة الكاؤولين ذات اللون

الابيض الناصع مما ساعد على انعكاس ضوئي تام وواضح ، اما عن ارتفاع نسبة اوكسيد النحاس في (A-١) نجد ان اللون اصبح اكثر استقرارا بسبب ارتفاع نسبة الاوكسيد الملون في نفس الوسط اي زيادة التركيز ، أما في النموذج رقم (A-٢) فقد تم استخدام اوكسيد الكوبلت الذي يعتبر من اقوى الاكاسيد اللونية وكانت النتيجة سطحا ازرقا متجانسا لونيا حيث لاحظنا من خلال صورة المجهر الالكتروني حدوث تكتلات بلون ازرق داخل طبقة الزجاج ، اما في النموذج (A-٥) حيث تم استخدام اوكسيد النيكل المضاف لحطام الزجاج والذي يعتبر من الاكاسيد غير المستقرة لونيا مع انصهار ضعيف في خلطة الزجاج وذلك واضح من خلال صورة المجهر للنموذج المذكور حيث نلاحظ انتشار واضح لحبيبات ذات لون غامق غير منصهرة .

٤-٢-٤ مناقشة النتائج اللونية للسطح الخزفي :

ظهر نموذج العينة (A-٤) بلون اخضر مع وجود ضبابية قليلة في الزجاج الناتج وذلك بسبب وجود اوكسيد التيتانيوم وكذلك ظهور بقع بيضاء اللون في الفحص المجهري لهذا النموذج ، يرجع ذلك كله الى اوكسيد التيتانيوم الذي يستخدم بصورة عامة لاعطاء العتمة في الزجاج بسبب قابليته العالية على التبلور والعتمة التي تحدث بسبب عدم اتحاد مواد العتمة مع مواد الزجاج حيث تبقى على هيئة حبيبات في الوسط الزجاجي ، مما سبب تكسر وتشتت الضوء المنعكس نتيجة لكثافة البقع البيضاء المنتشرة ، مما سبب تلك الضبابية الظاهرة في طبقة الزجاج الناتج ، اما عن نتيجة السطح فكانت اغلب النتائج للعينات لماعة ذات سطح مستوي وبريق واضح .

٤-٣ الاستنتاجات:

١ . ان من خلال الطحن الجيد لحطام زجاج النيون اي التدرج الحجمي الدقيق ينتج زجاج ذو مواصفات جيدة في التطبيق .

٢ . ان نسب التبلور وظهور الفقاعات المسببة للعتمة كانت قليلة حيث ان الزجاج الناتج يتألف من عدة مواد مختلفة اي يتألف من عدة اكاسيد تتباين في كثافتها .

٣ . ان اضافة اوكسيد التيتانيوم (TiO_2) الى زجاج الحطام اظهر ضبابية في الزجاج الناتج .

٤ . اغلب عينات البحث جاءت ذات سطح لماع وذلك بسبب الانصهار الجيد لمكونات الزجاج بدرجة حرارة (٩٥٠) ^{o}م .

٥ . ارتبط ظهور العتمة في بعض خلطات الزجاج الى وجود نسب مرتفعة من الاكاسيد المقاومة للانصهار او بسبب درجة وسمك طبقة الزجاج المطبقة اذ تحتاج الى مدى حراري اطول كي يتسنى لطبقات الزجاج السفلى الانصهار والذوبان ، او بسبب تبلور الزجاج اثناء التبريد .

٦ . كان لتأثير الوان الاجسام الفخارية الاثر الفاعل في تباين وظهور اطياف لونية متعددة نتيجة نسب الاكاسيد الملونة الموجودة في تركيبة هذه الاجسام هذا بالرغم من جودة ونقاء المواد المستخدمة كالسيلكا والكاؤولين والمواد الاخرى.

٧ . ان تطابق الزجاج – الجسم الفخاري يعتمد على معاملات التمدد للاكاسيد الداخلة في تركيب الزجاج ، فكلما كانت معاملات التمدد اوطأ كلما كان التطابق اكثر ، اذ ان زيادة نسبة الصواهر (الصوديوم والبوتاسيوم) تؤثر سلبا في احداثها للتجزع.

المصادر باللغة العربية:

١ .البدري ، علي حيدر صالح ، التقنيات العلمية لفن الخزف التزجيج والتلوين ، ج ٢ ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة اليرموك ، العراق ، ط١ ، ٢٠٠٢ .

٢ .الزوبعي ، عبد الجليل ابراهيم ومحمد احمد غانم : مناهج البحث في التربية ، ج٢ ، وزارة التعليم والبحث العلمي ، جامعة بغداد ، ١٩٨١ .

٣ .القيسي ، فوزي عبد العزيز : تقنيات الخزف والزجاج ، دار الشروق للنشر والتوزيع ، عمان الاردن ، ٢٠٠٣ .

٤ .الخزرجي ، قحطان خلف : مبادئ هندسة المواد اللامعدنية ، ط١ ، دار دجلة للطباعة ، عمان ، ٢٠٠٩ .

٥ .بكر ، ابو بكر محمد ، مبادئ الكيمياء ، مكتبة المعارف ، ج ٢ ، مصر ، ١٩٢٨ .

٦ .ديكرسون ، جون : صناعة الخزف ، تر : هاشم الهنداوي ، ط١ ، وزارة الثقافة والاعلام ، دار الشؤون الثقافية العامة ، بغداد ، ١٩٨٩ .

٧ .ريان ، و . خواص المواد السيراميكية ، تر : فاضل بندر وأخرون ، مؤسسة المعاهد الفنية ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، بغداد ، ١٩٨٦ .

٨ .كرجي ، صالح امين ، وليد محمد صالح : خواص المواد الهندسية ، دار طباعة باريس ، ١٩٨٠ .

٩ .علام ، محمد علام : علم الخزف التزجيج والزخرفة ، ج٢ ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ، ١٩٦٤ .

الرسائل والاطاريح:

١٠ .الكرادي ، سامر احمد حمزة : تقنية التلوين بأضافة تراكيب من اكاسيد شائعة في زجاج الخزف ، اطروحة دكتوراه غير منشورة ، جامعة بابل ، ٢٠١٢ .

المصادر باللغة الانكليزية:

١١.Britt,John. High-Fire Glazes, Published by Lark Crafts ,an Imprint of Publishing co., Inc . New York.٢٠٠٧.

١٢.Hamer, Frank. The Potters, Dictionary of materials and Techniques, Pitman Publishing , London,١٩٧٥.

١٣.Shaw , K., Colours and Pottery Decoration , ceramic Imcaren and Sons ,London , ١٩٨٦.

١٤.Taylor, J.R. and C.Bull. Ceramic Glaze Technology, Pergamon Press,London.١٩٨٦ .

١٥.Worral, W.E, Institute of Ceramic Text Book series, Part , Raw Materials , Maclaren and Sons, Ltd, London , ١٩٦٤.