استخدام اوكسيد التيتانيوم لإنتاج خزف ذو عتمة بيضاء بدرجات متعددة

م.د.منذر محمد سليمان

م.د.حسام صباح جرد

جامعة بابل / كلية الفنون الجميلة

ملخص البحث :

يتناول هذا البحث امكانية استخدام أوكسيد التيتانيوم (Tio2) لانتاج خزف أبيض بدرجات متعددة والذي يعطي تأثير جمالي على السطح الخزفي, كما يمكن ان يستخدم كقاعدة (أساس) لتغطي الجسم الفخاري وإخفاء تأثيراته اللونية الغير مرغوب بها. حيث تم اضافة أوكسيد التيتانيوم (Tio2) الى زجاج Alkaline وبنسب (3, 6, 9, 12, 15), وكانت الطينة المستخدمة هي طينة النجف الحمراء, أما درجة حرارة النضج فكانت (970مْ) باستخدام الفرن الكهربائي.

ولمعرفة النتائج قام الباحثان بوضع مقياس (للانصهارية, للشفافية والدرجات اللونية, للملمس, للمعان, وللتحليل اللوني (Photo shop & Excel)). حيث تباينت قيم الانصهارية مابين بداية الانصهار وانصهار شديد جداً, في حين تباينت نتائج الشفافية والدرجات اللونية مابين اللون شبه الشفاف واللون الأبيض جداً, أما خشونة سطح الزجاج (الملمس) فتباين مابين الناعم والخشن, في حين نلاحظ لمعان السطح الزجاجي تباين مابين اللماع والمطفأ, أما نتائج التحليل اللوني فتباينت نسبها اللونية. أي حققت نتائج البحث الفرضية الأولى (يمكن انتاج خزف أبيض بدرجات اللونية . أي حققت نتائج البحث الفرضية الأولى (يمكن انتاج خزف أبيض بدرجات لونية متعددة باستخدام أوكسيد التيتانيوم (Tio2) بمستوى دلالة (0.01).

أما أهم الاستنتاجات:

1. لاتتغير مواصفات الزجاج القلوي (Alkaline) عند الاضافات القليلة من أوكسيد التيتانيوم (Tio2) كما في النموذج (1, 2).
2. يزداد تفاعل أوكسيد التيتانيوم مع مركبات الزجاج بزيادة درجة الحرارة إذ إن الارتفاع في درجات الحرارة يزيد من درجة بياضه.

ثم مقترح البحث:

جماليات اللون الأبيض في الخزف المعاصر, وينتهي البحث بقائمة المصادر .

Abstract :

This paper examines the possibility of using titanium dioxide (Tio2) for the production of white porcelain multiple degrees and that gives an aesthetic effect on the ceramic surface, it can also be used as a base (basis) to cover the body and hide the effects potter unwanted color.

Where was added titanium dioxide (Tio2) to the glass and Alkaline rates (3.6, 9.12, 15), and Tina was used is the red mud of Najaf, and the degree of maturity was the heat (970 m) using electric furnace .

To see the results, the researcher developed a scale (for fusion, transparency and tonal, the texture, the gloss, and the analysis of chromatography (Photo shop & Excel)). Where varied fusion values between the beginning of fusion very severe and fusion, while varied transparency and tonal results between semi-transparent very color and white color, and the roughness of the glass surface (texture) The disparity between fine and coarse, while note-gloss glass surface between the enamel contrast and hydrated, and the results of chromatography analysis Vtbaant proportions of color. Find achieved any results of the first hypothesis (can produce varying color Porcelain White. Achieved any results the first hypothesis (can produce white porcelain multiple shades using titanium dioxide (Tio2) level of significance (0.01).

The most important conclusions:
1. not change alkali glass specifications (Alkaline) when few additions of titanium dioxide (Tio2) as in the form (1.2).
2. Titanium dioxide is increasing interaction with glass compounds with increasing temperature as the rise in temperature increases the degree of egg-white.

Then proposal:
the aesthetics of white color in contemporary ceramics, and ends with a list of search sources.

الفصل الأول
الإطار المنهجي للبحث

١-١ مشكلة البحث :

يعد فن الفخار من اقدم الفنون الجميلة التي ابدعها الانسان ، حيث اكتشفت اولى النماذج الفخارية المزججة على ارض العراق ، تعود إلى منتصف الإلف الثالث قبل الميلاد ، وقد سعى الإنسان لتطوير وسائل وتقنيات أنتاج الأشكال الفخارية بأعتماد تقنية التلميع بالدلك أو غلق المسامات الفخارية بأستخدام محاليل طينية ملونة وإضافة بعض المركبات الصاهرة لها.

وقد استفاد الأنسان القديم من منتوجاته الفخارية في الطبخ ، وتبريد الماء ونقله وحفظ السوائل كالزيوت والخمور وخزن الحبوب ونقلها واستعماله في الطقوس الدينية و الاحتفالات، أي أن بداية صناعة الفخار كانت لأغراض الاستعمال اليومي (وظيفي) ، وبعد ذلك تطورت هذه الصناعة وأخذت الأواني الفخارية تكتسب قيمة جمالية ، وقد ظهر هذا في الفترات التأريخية اللاحقة للحضارة العراقية القديمة وبالتحديد عصور ما قبل الكتابة ، اي الادوار حسونة وسامراء وحلف والعبيد و الوركاء . (الدباغ ، ١٩٨٥ ، ص ١١_٧)

ولقد استعمل الخزاف القديم في تلوين الفخار على أصباغ عضوية وأصباغ معدنية مثل أكاسيد الحديد و المنغنيز ، واستخدم كاربونات الكالسيوم و الكاؤولين للحصول على اللون المبيض .

واستمرت صناعة الخزف بالتطور حتى وصلت للعصور الإسلامية التي أخذ الخزف فيها مكانة كبيرة ومهمة بين الفنون الأخرى ، ومن اهم انواع الخزف الذي ظهر بشكل مميز لاول مرة في سامراء ، هو الخزف ذو البريق المعدني حيث امتاز بالتقنية العالية من جهة ، وبالقيمة الجماية من جهة اخرى . (الدباغ ، ١٩٦٤، ص٩٥) كما عرف الخزاف خاصية القصدير للتخلص من تأثيرات لون الطينة الأسمر غير المرغوب به من جهة ولتقليد البورسلين الصيني ذي الطينة النقية البيضاء من جهة أخرى ، وظهر استخدام القصدير كبطانة لأول مرة في سامراء والمعروف (بالأزرق والأبيض) إذ تميز هذا الخزف بأن تطلى الآنية بالزجاج الأبيض لتكتسب سطحاً ناعماً ثم يزين هذا الزجاج بالألوان الأخرى كالأزرق والأخضر . ولا زالت هذه التقنية معمول بها عند الخزافين الشعبيين المنتجين للقاشاني (الكاشي الكربلائي) حيث تطلى البلاطات باللون الأبيض وبعد أن تسوى حرارياً ترسم بالزخارف النباتية والهندسية ثم تملأ برائب الزجاج الملون ، وهذا يعود إلى التخلص من خاصية امتصاص الفخار للسوائل وسهولة الرسم بالزجاج على السطوح الناعمة . (الأعظمي ، ١٩٧٤ ، ص ٢١٤) وهكذا استمرت صناعة الخزف بالتطور من جيل الى جيل حتى توصلو الى تقنيات متعددة واكاسيد متنوعة الالوان . واللون في الخزف هو التقنية الرئيسية في احداث لمسة جمالية على السطح الخزفي وهذا ما نلاحظه في الاعمال الخزفية التي ظهرت في جميع العصور وصولاً الى الخزف المعاصر .

لهذا يعد التزجيج موضوعاً مهماً ومظهراً من مظاهر تطور ورقي فن الخزف لما يمتاز به من تعدد اساليبه واغراضه الوظيفية والجمالية . وسوف يقوم الباحثان بتسليط الضوء على اوكسيد التيتانيوم (Tio٢) والذي سيتم اضافته على خلطة الزجاج القلوي Alkaline Glaze مما يجعلنا نتسائل ما هو سلوك اوكسيد التيتانيوم (Tio٢) في خلطة الزجاج ؟ وهل يساعد على خفض درجة الحرارة ام يرفع درجة الحرارة ؟ وهل

يحدث عتمه لونية ام شفاف ام نصف معتم ؟ وما هي الدرجات المحتملة في انتاج افضل صفات للون الابيض ؟ وما هي النسبة الافضل في انتاج ذلك اللون ؟

هذا ما يجعل من الاجابة على مشكلة البحث منشقة الى محوريين :

الاول : يتم من خلال الاطار النظري حيث التعرف على السمات العامة لاوكسيد التيتانيوم (Tio٢) .

الثاني : يتم من خلال اجراءات البحث حيث التعرف على السلوك الخاص في احداث درجات لونية متعددة باستخدام اوكسيد التيتانيوم (Tio٢) .

١_٢ أهمية البحث والحاجة إليه :

يهتم البحث بالتعرف على الدرجات اللونية لاوكسيد التيتانيوم (Tio٢) ضمن خلطة الزجاج القلوي Alkaline Glaze ، فضلاً عن ندرة الاشتغال على هذا الاوكسيد مما يجعله محاطاً بنوع من الغموض حول مدى تحولاته اللونية ضمن ساحة اللون الابيض .

كما يلبي البحث بالحاجة إليه :

١. الفائدة الى ذوي الاهتمامات التقنية والجمالية في مجال الخزف .

٢. يفيد طلبة الدراسات الاولية والدراسات العليا ايضاً .

١_٣ فرضيتي البحث :

الفرضية الاولى : يمكن انتاج خزف ابيض بدرجات لونية متعددة باستخدام اوكسيد التيتانيوم (Tio٢) بمستوى دلالة (٠,٠١) .

الفرضية الثانية : لا يمكن انتاج خزف ابيض بدرجات لونية متعددة باستخدام اوكسيد التيتانيوم (Tio٢) بمستوى دلالة (٠,٠١) .

١_٤ حدود البحث :

١. الطينة المستخدمة :

طينة النجف الحمرء ، لتوفرها بكثرة .

٢. المواد غير اللدنة :

الرمل النهري الأسود ومسحوق الفخار.

٣. درجة حرارة الحرق :

الفخار (١٠٠٠مْ) , الزجاج (٩٧٠مْ)

٤. الزجاج المستخدم :

الزجاج القلوي Alkaline Glaze ، كونه زجاج واطيء الحرارة ، ومتوفر لدى الخزافين .

٥. الاكاسيد المضافة :

اوكسيد التيتانيوم (Tio٢) وبالنسب الاتية (٣،٦،٩،١٢،١٥) .

٦. الفرن المستخدم :

الفرن الكهربائي .

١_٥ تحديد المصطلحات :

الجمالية (Aesthetics)

الجمالية لغوياً :

يرد الجمال في (لسان العرب) على انه مصدر الجميل ، والفعل جَمّلَ . ويرى (ابن الأثير) إن الجمال يقع على الصور والمعاني ، وقد جمل الرجل _ بالضم _ جمالاً فهو جميل ، و(جَمَّلَ) بمعنى حسَّنَ وزيَّنَ . (ابن منظور ، ب.ت ، ص١٣٣_١٣٤)

والجمال صفة تلفظ في الأشياء ، وتبعث في النفوس سروراً و إحساساً بالانتظام والتناغم ، وهو احد المفاهيم الثلاثة التي تنسب إليها أحكام القيم الإغريقية الثلاث (الجمال والحق والخير).(مجموعة من اللغويين ، ١٩٨٩ ، ص٢٦٤)

الجمالية اصطلاحاً :

ورد مصطلح الجمالية بمعناها الواسع على أنها محبة الجمال ، كما يوجد في الفنون بالدرجة الأولى ، وفي كل ما يستهوينا في العالم المحيط بنا . وهي بهذا المعنى الواسع كانت موجودة خلال تاريخ الحضارة ، لكن كلمة الجمالية قد ظهرت لأول مرة في القرن التاسع عشر ، مشيرة إلى شيء جديد ليس مجرد محبة الجمال ، بل قناعة جديدة بأهمية الجمال بالمقارنة مع قيم أخرى ، وغدت الجمالية تمثل أفكاراً بعينها عن الحياة والفن والجمالية أيضا ، (لؤلؤة ، ب.ت ، ص٦٩) يتحدد وجودها في الموضوع ، وفي الذات المدركة ، بالإضافة إلى المعايير التي يفرضها المجتمع على الإنسان ، كي تستقيم أحكامه الجمالية . (مطر ، ب.ت ، ص٨٣) ويعرفها هربرت ريد بأنها « وحدة العلاقات الشكلية بين الأشياء التي تدركها حواسنا وتترك اثراً في ذائقتنا الجمالية « . (ريد ، ١٩٨٦ ، ص٣٧)

اللون الابيض :

جاء ذكر اللون الابيض من خلال العديد من الايات القرانية كقوله تعالى «واما اللذين ابيضت وجوههم ففي رحمة الله هم فيها خالدون» (القران الكريم ، سورة آل عمران ، ١٠٧) وقال جل وشانه «حتى يبين لكم الخيط الابيض من الخيط الاسود « (القران الكريم ، البقرة ، ١٨٧) فاللون الابيض ورد في احد عشر موقعاً في القران الكريم . يقول دافنشي «اول الالوان البسيطة هو الابيض .... الابيض يمثل الضوء الذي بدونه ما كان يمكن رؤية لون» (عمر، ١٩٨٢ ، ص١١١)

الخزف (Ceramic):

الخزف لغتاً :

خزّفَ خزَفاً : خطر بيده عند المشي ، و الخَزَف ما عمِل من الطين و شوي بالنار حتى صار فخاراً ، و بائعه وصانعه خزاف ، واحدته خزفة « . (رضا ، ١٩٥٨ ، ٢٦٩)

الخزف اصطلاحاً :

تطلَق كلمة الخزف على الإنتاج الفني مسامي الجِسم و الذي يكسى بطبقة زجاجية تسوى في الأفران وتصل درجة حرارتها إلى حوالي الألف درجة مئوية تقريباً ، والتي تكتسِب صفات المكانة والصلادة في تمام مراحل صناعتها «. (الشال ، ١٩٨٤ ، ٢١٩)

المعاصرة contemporary

المعاصرة لغوياً :

العصر : الدهر ، والجمع أعصر إعصار وعصور وعصر ، (ابن سيدة ، ١٩٥٨ ، ص٢٥٦) أما عاصر ومعاصره فهي ما كان في عصره وزمانه ، والعصري ما هو من ذوق العصر. (البستاني ، ب.ت ، ص٤٧٩)

المعاصرة اصطلاحاً :

عرفها البهنسي بقوله إنها « تعني التقدم والتطور والتطلع نحو التجديد وتعني الإبداع « . وايضاً « هي تكييف النتاجات الجديدة تكييفاً يتناسب وحاجات العصر في معايشة الظروف الراهنة والتطلعات المستقبلية «. (بهنسي ، ١٩٨٠ ، ص٣٥) هي النشاط الانساني الذي يحدث حولنا في يومنا الحاضر ومنها انتاج الرسوم والخزفيات والحفر وغيرها من المواضيع المتشابهة بوصفها مواضيع فنية . (واي ، ١٩٨٢ ، ص١١٧)

المعاصرة اجرائياً :

هي انتاج الاعمال الخزفية الجديدة التي تناسب ذوق وحاجات العصر الآني، بغض النظر إن توافقت أم لم تتوافق مع ذائقية المتلقي وبذلك تصبح تلك الاعمال تحمل صفة ذلك العصر.

الفصل الثاني
الإطار النظري

٢_١_١ المحور التقني

٢_١_١_١ بنية الزجاج (Glass Structure)

لم تكن طبيعة الزجاج معروفة لمدة طويلة من الزمن الى ان تم اكتشاف اشعة (x) واستطاع العالم وارن (Warren) من وضع صورة واضحة لهذه المادة او مقارنة للموادة الاخرى ، (القيسي , ٢٠٠٣, ص١٩٧) ويصنف التزجيج علميا على أنه تركيب يقع بين حالتي المادة الصلبة والسائلة ويمكن اعتباره حالة رابعة للمادة بالاضافة الى الحالة الغازية , يطلق عليها بالحالة المتزججة وهي غير متبلورة وعشوائية التوزيع الذري وتمثل تراكيب الزجاج (Glass) ، باعتبار ان التراكيب المتزججة لاتتصف بصيغة جزيئية دقيقة بل هي خليط معقد ينتمي للحالة السائلة كونه عشوائي التوزيع الذري ، وللحالة الصلبة كون الناتج تركيب صلب ميكانيكياً ، ولهذا يسمى احياناً بالسائل المبرد فجأةً . (البدري , ٢٠٠٢, ص٤١) كما في الشكل (٢-١)

في حين كانت المعلومات عن بناء الزجاج هو مادة غير عضوية وغير متبلورة ذات خواص متجانسة على حين ان بعض الباحثانين يعدون الزجاج اما سائل ذو كثافة عالية او سائل مبرد بسرعة فائقة . (٤.p,١٩٨٠,Taylor)

ان الزجاج السليكي هو مجموعة غير منظمة من المواد الصاهرة (القلويات والقواعد) موزعة خلال نظام شبك السليكا وهذا النظام يكون مرتبطاً مع ذرات الأوكسجين وبهذا يكون الزجاج شكلاً بنائياً من نفس الوحدات التي تبني أشكال السليكا المتبلورة ، (البدري ,٢٠٠٢ , ص٤١_٤٢) ففي بلورات السليكا الرباعية التكافؤ ترتبط كل ذرة سليكون ذات إحداثيات أربعة مع أربعة ذرات أوكسجين في زوايا الذرة الرباعية الأوجه , وتعمل كل

ذرة أوكسجين كجسر للارتباط مع ذرتين سليكون متجاورة . (٥.p,١٩٨٦,shaw) كما في الشكل (٢_٢) .
اما عندما تضعف هذه الأواصر فإن جانباً واحداً من الثغرة يكون بدون أوكسجين والجانب الثاني فية اوكسجين بتكافؤ آصري غير مشبع , تكون فرصة الأكاسيد ثنائية التكافؤ بالدخول لتكمل الترابط وتعطي متانة للزجاج وتكون الصيغة على ما يأتي :

(Si_O_Si) قد تحولت إلى صيغة أخرى كما في المثال :
Si_O_Ca_O_Si)) وهذه الصيغة تبين عملية دخول أيون Ca+٢)) في بنية السليكا .
(Nelson and Blonder , 1974 , p321) كما في الشكل (٢-٣)

أما إذا دخلت الثغرة أكاسيد قلوية مثل الصوديوم فإن (Na+١) ترتبط مع الأوكسجين غير المشبع في أحد جوانبه بينما (Na+١) المتبقي يمثل الفراغ في زاوية ذرة السيلكونSi_O_Na) / (a_O_Si وبهذا تكون الذرات غير مرتبطة فيكون البناء ضعيفاً بسبب كسر أواصر السيلكون _ أوكسجين . كما في الشكل (٢-٤).
في حين يدخل اوكسيد الرصاص (pbo) في شبك التكوين كأيون ثنائي ((pb+٢ ويعمل كرابط بين اثنين من ((Sio٤ من خلال أواصر بين زاويتي الأوكسجين (١٩٨٦ , ٨.p Taylor ,) وعليه فإن هذه الأكاسيد تعرف بمعدلات الشبك . كما في الشكل (٢-٥)
كما يدخل أوكسيد الألومينا (Al٢o٣) وهو من الأكاسيد المتعادلة على الزجاج بإحلال أيون (Al+٣) محل أيون (Si+٤) في الشبك (1986 , p.8 Taylor ,) كما في الشكل (٢-٦).

أما عملية التحول إلى الحالة الزجاجية فتحدث في درجة حرارة معينة فيتحول فيها السائل المنصهر إلى صلب (متجمد) ، فإذا كان الانتقال بطيئاً من السائل إلى الصلب فقد يؤدي ذلك إلى صلب متبلور مصحوب باختلاف الحجوم , اما التحول من الصلب إلى السائل يعتمد على عدد الأواصر وقوتها فكلما زادت قوة الآصرة أزداد عددها وارتفعت درجة انصهارها . (علام , ١٩٦٤ , ص٥١_٥٣)

A. العلاقة بين الاكاسيد الحامضية والمتعادلة :
تحدد هذه العلاقة درجة العتمة , فكلما ازدات المادة المتعادلة ازداد تركيزها في الزجاج وسببت العتمة , أما إذا قل تركيزها فيصبح الزجاج نصف شفاف , وهذه العلاقة تتناسب طردياً مع درجة الحرارة .
(Rhodes , 1975 , p.165)

B. العلاقة بين الاكاسيد القاعدية و الحامضية :-
تحدد هذه العلاقة درجة الحرارة , حيث أن المواد القاعدية نسبتها ثابتة وهي (١) أما المتغير فهو الحامضي , فكلما إزدادت المادة القاعدية انخفضت درجة الحرارة . (Rhodes , ١٩٧٥ , ١٦٧.p)
كما ان الزجاج يكسب الجسم الفخاري عدة خواص عامة تتمثل في عدم المسامية والمتانة العالية والمقاومة ضد الخدش والخمول الكيميائي والمظهر اللامع كما تتعدد وتتنوع المواد الخام المستخدمة في إعداد الزجاج والتي تتواجد غالبا على شكل اكاسيد أو مركبات يمكن التعبير عنها في صيغ اكاسيد تتميز فيها عن العناصر الكيميائية . (الشيباني ، ١٩٨٨ ، ص١٧٩)

٢_١_١_٣ تصنيفات الزجاج : Glaze Classification

يمكن أن يصنف الزجاج إلى عدة أنواع من التصانيف حسب وجود أو فقدان المركبات الداخلة في تكوينه (التركيب الكيمياوي) , كزجاج الرصاص والزجاج القلوي أو يصنف من حيث درجة حرارة النضج ، كما يمكن أن يصنف بحسب النتيجة النهائية على الجسم الخزفي, كالزجاج الخشن, أو الزجاج الناعم أو البلوري أو المعتم أو الشفاف . (علام ،١٩٦٧, ص١٤٦)

A. زجاج القلوي Alkaline Glaze :

يأخذ الزجاج تسميتة من المواد الصاهرة الداخلة في تركيبهُ والتي تتكون بالدرجة الاساس من القلويات الصاهرة ، كاوكسيد الصوديوم (Na٢O) واوكسيد البوتاسيوم (K٢O) واوكسيد الليثيوم (Li٢O).

ويمتاز الزجاج القلوي بما يأتي : (Rhodes,1975,p.171)

١. بالمتانة والشفافية وشدة اللمعان والنعومة والصلادة . (علام ،١٩٦٤، ص١٥٩)

٢. الانصهارية والسيولة العالية الموحدة على الأجسام الخزفية .

٣. الفاعلية الايجابية في تأكيد ألوان اغلب الاكاسيد الملونة .

يحضر هذا الزجاج بشكل زجاج جاهز* (Frit) بسبب قابلية بعض مركباته على الذوبان في الماء وكثرة التبلور بسبب التميؤ. (Nelson,1966,p.66)

ان هذه الخصائص والمميزات للزجاج السابقة قد تسمح ببعض المساوئ في عمليات التزجيج اذا ما طبق على الأجسام الفخارية غير المناسبة والتي لا تتلائم معه مما يؤدي الى حدوث تصدعات في طبقة الزجاج تجزع او تكسر، ويستخدم هذا الزجاج بنسب متباينة من اوكسيد الصوديوم و البوتاسيوم فضلاً عن الاكاسيد الاخرى كالسليكا والالومينا وبعض القواعد الاخرى ، وذلك من اجل الحصول على فاعلية قوية في اللون واللمعان, اذ تعتمد شفايتة على نسب التوازن بين الاكاسيد , (Rhodes,1975,p.171) ومن امثلته الزجاج القلوي الجاهز(Alkaline Soft) الذي ينضج بدرجة (١٠٠٠-٧٥٠مْ) و(Standard Alkaline) وبدرجة حرارة (١١٠٠-٩٠٠مْ) ، لكن الحرارة الزائدة تؤثر بصورة سلبية على الألوان حيث يفقد الأزرق النحاسي تألقه بدرجات الحرارة العالية ويصبح اخضر مع زيادة درجة حرارة أكثر يتحول إلى اللون الجوزي (بني) . (Winkley, ١٩٧٤ , P. ١٢٥)

١_١_٤ تفاعل الزجاج – الجسم : (Body – Glaze Reaction)

يهاجم طور السائل الزجاجي بفعل الحرارة الجسم الفخاري ليكون مركبا وسطيا والذي يكون إما زجاجياً وتبعاً لذلك يحدث نوع من الانتشار الكيمياوي من الجسم الفخاري نحو الزجاج وبالعكس ، حيث تنتقل بعض ايونات (الجسم الفخاري) إلى داخل طبقة الزجاج وقد يحدث تغير في المركبات الصاهرة حيث لوحظ أن أيونات البوتاسيوم (+K) يحل محل ايونات الصوديوم (+Na) في طبقة الزجاج إلى حد يؤثر على اللزوجة . (الهنداوي ، ١٩٩٧ ، ص٢١)

أي عندما ينصهر الطلاء الزجاجي في أثناء الحرق يذوب فيه جزء من الفخار غير المزجج مما ينتج عنه تكون منطقة متوسطة ليس لها تركيب الجسم ولا تركيب الطلاء الزجاجي ولكن لها تركيباً بين الاثنين . (و.رايان ، ١٩٨٦ ، ص٨١)

وتكون خواص هذه الطبقة البينية متوسطة بين خواص الجسم وخواص السطح الزجاجي وبذلك تخفف من تأثير الاختلاف في خواص الجسم والسطح الزجاجي . (, 1986 , P.235 Toylor) اذ تتكون بلورات تنتقل من الجسم الفخاري إلى الطبقة الزجاج في أثناء عملية التبريد البطيء وتتأثر ميكانيكية الجسم بهذه الطبقة المتبلورة لأنها تكون مع الجسم أواصر فتكون بلورات المولايت ، لان منطقة (الزجاج – الجسم) تحوي على الالومينا (Al_2O_3) أكثر من الزجاج لاحتوائها على الطين ، لذلك فان بلورات المولايت تنمو في الزجاج ، طول فترة الحرق أو في ثبات درجة الحرارة ، (Singer & Singer , 1963 ,p.546) وهذا يساعد على نمو بلورات على الرغم من أنها لا تتكون إلا أثناء التبريد ، وذلك لان التبلور يحدث في لزوجة معينة وهذه المنطقة تكون دائماً في لزوجة عالية مناسبة للتبلور حتى أثناء الحرق .

يتأثر الزجاج بالكتل الكبيرة في الجسم الفخاري الملامس لطبقة الزجاج المتكونة في منطقة الزجاج – جسم الفخاري مثل السيليكا الحرة إذ قد تعمل هذه الحبيبات على أحداث كسور شعرية أثناء التحولات أو الانقلابات أو التمدد و التقلص أو استقطاب فقاعات الغازات التي تسبب الفجوات إذ أن الزجاج المحتوي على كمية قليلة من السيليكا الحرة يكون ذو مظهر جيد ، وأيضاً الجسم الفخاري المحتوي على كمية قليلة من السيليكا يعطي زجاجا ذا مظهر جيد . (الهنداوي، ١٩٩٧، ص٢١) كما في الشكل (٢-٧).

٢_١_١_٥ تطابق الزجاج (glaze fit) :

إن لكل جسم (الزجاج أو الجسم الفخاري) معدل تمدد خاص وحسب تركيب مكوناته , فالزجاج يميل للتمدد والتقلص عند معدل يختلف عن الجسم فالتجانس في هذه الحالة يعتبر النتيجة المباشرة لتوافق مكونات الجسم أو الزجاج وتؤدي الحرارة دوراً رئيسا فاعلاً في عملية التطابق بين الجسم والزجاج من حيث معدلات تغير الحجوم نتيجة التمدد والانكماش , الأمر الذي يتطلب معرفة المديات المناسبة للجسم والزجاج . (166Hamer, 2004, P_167.)

أثناء عملية التبريد تحصل اجهادات في طبقة الزجاج نتيجة اختلاف التمدد بين الجسم والزجاج في درجة حرارة النضج إلى درجة حرارة الغرفة واذا كان الاختلاف كبير جداً فيؤدي إلى حدوث التشقق اوتصدع في الزجاج . (Lawernce, 1972, P.155) كما في الشكل (٢-٨).

عندما يكون زجاج الخزف ذو شد سطحي ضعيف جداً وتكون قوة الانضغاط عالية , لذا ترجع هذه الاجهادات إلى الاختلاف في معاملات التمدد , أما إذا كان الزجاج يمتلك معامل تمدد أعلى من الجسم فسيحدث أثناء التبريد عملية شد وتظهر شبكة من الكسور تعرف بالزحف أو الانسحاب . (Norton, ١٩٧٤, ٢٠١-p٢٠٩)

أما إذا كان تمدد الجسم اكبر من الزجاج في أثناء عملية التبريد يحاول الجسم عملية الانقباض قدر المستطاع , لذلك فالزجاج ينضغط والجسم يصبح في حالة إجهاد , فيؤدي إلى عمل أجهاد الانضغاط العالي للزجاج إلى حني الجسم الفخاري وقد يؤدي إلى التقشر من السطح. (Rado, ١٩٨٨, ١٢٦.P) كما في شكل (٢-٩).

أما إذا كان الجسم والزجاج في حالة تناغم فلن تتولد اجهادات بينهما وهذا ما يسمى بالطبقة النافعة. (167Hamer, 2004, P.)

٢_١_١_٦ اللون في زجاج الخزف :

يعرف اللون من وجهات نظر مختلفة , فاللون عند الخزاف صبغة وعند العالم الطبيعي موجه ذو طول معين لذبذبة , وعند الفنان إحساس قائم على التجربة والخبرة ، وإن اللون الظاهري لزجاج الخزف يتأثر تأثيراً مادياً بعدة عوامل هي : (نورتن , ١٩٦٥ , ص٢٩٢-٢٩٣)

١. نوع الاوكسيد : يعطي كل نوع من أنواع الاكاسيد لوناً خاصاً به .

٢. كمية مادة الاوكسيد (الملون) : يزداد عمق اللون بزيادة كمية الاوكسيد المستعمل كذلك قد يتغير اللون الناتج عند استعمال كميات متزايدة من الاوكسيد المستعمل .

٣. حجم دقائق المادة : يتأثر اللون الناتج بحجم دقائق الاوكسيد , وتزداد كثافة اللون عادة بزيادة نعومة الدقائق .

٤. نوع الطينة المطبقة عليها : للطينة تأثير مباشر على صفاء اللون الناتج , والشوائب الموجودة في الطينة مثل اوكسيد الحديد واوكسيد المنغنيز تعطي ألواناً تختلف في صفائها ونقائها عن الطينة الخالية من الشوائب .

٥. لدرجة حرارة النضج تأثير مباشر على لون اوكسيد التلوين المستعمل ويرجع ذلك إلى تغير في تركيب الاوكسيد المستعمل بتأثير درجة الحرارة, إذ إن هناك بعض الاكاسيد لاتعطي ألوانا إلا في درجات الحرارة العالية , مثل اوكسيد التيتانيوم واوكسيد الزركانيوم وكذلك كرومات الحديد وعلى العكس فهناك اكاسيد يقتصر تلوينها على درجات الحرارة الواطئة مثل اوكسيد النحاس واوكسيد البورون . (علام ، ١٩٦٤ ، ص١٨٨_١٨٩)

٦. طبيعة جو الحرق : فالحرق أما يتم تحت تأثير جو تأكسدي بوجود الأوكسجين أو تحت تأثير جو اختزالي بغياب الأوكسجين , وان الألوان الناتجة من تأثير كلتا الحرقتين تختلف كل الاختلاف عن بعضها البعض .

٧. تأثير الوسط : تؤثر تركيبة الزجاج والاكاسييد المستعملة في اللون الناتج فمن الاكاسيد ما يعمل على زيادة لزوجة المنصهر كالسيلكا ومنها ما يعمل على تقليل من لمعان الزجاج عند زيادة نسبته كالقصدير والالومينا ومنها ما يعطي للزجاج بريقا ناصعا كالرصاص وسيليكاته والقلويات. (الهيتي , ١٩٨٩ ، ص٣٨-٣٩)

٢_١_١_٧ اكاسيد التلوين :

٢_١_١_٧_١ اوكسيد التيتانيوم TiO_2 : Titanium oxide

وهو من الاكاسيد المتعادلة ويعمل كحامضي كالسيلكا , والتيتانيوم هو احد عناصر المجموعة الانتقالية وعدده الذري (٢٢) وله حالتا تكافئ ثلاثية (Ti^{+3}) ورباعية (Ti^{+4}) , والرباعية هي الأكثر استقرارا وتأثيرا في تركيب الزجاج . (البدري ، ٢٠٠٢ ، ص ١٨٤) كما في الشكل (٢-١٠).

هو مسحوق ابيض شديد الثبات قليل الذوبان في الماء ودرجة انصهاره (١٨٥٠مْ) أي انه ذو تاثير مقاوم حرارياً (علام ، ١٩٦٤، ص٢٠) , لونه يكون ابيض في درجة حرارة الغرفة واصفر في درجة حرارة أعلى من (١٥٠مْ) ولونه يختلف بصورة سريعة وملحوظة ويمكن إدراكه بمجرد تشغيل الفرن . (, Hamer , 1975 p.247)

يسبب اوكسيد التيتانيوم عتمة لونية وتبلور في داخل تركيبة الزجاج ، ويوجد بصورة واسعة في الطبيعة ويحتل اكثر من)١٪(من القشرة الأرضية , بهيئة بلورات صغيرة وكبيرة وكذلك يوجد ضمن تركيب العديد من السيليكات وذلك بالتبادل الجزيئي للسيليكا , واوكسيد التيتانيوم ينتشر بصورة لحظية في الزجاج خلال انصهاره ولكن نواته هي مصدر إعادة تبلوره وعند تصلبه يصبح اكثر قوة ولكن قوته تقل بنقصان درجات الحرارة , ويستعمل اوكسيد التيتانيوم متحداً مع الحديد لإنتاج الواناً صفراء وبنية وهو مسؤول عن

ظاهرة تكسر البلورة التي تحصل في بلاطات الحائط (و. رايان , ١٩٨٦ ، ص ١١١) كما اعتمد اوكسيد التيتانيوم كثيراً في الصناعة لانتاج صبغات خاصة بالدهان والورق والاستخدامات العامة . (البدري ,٢٠٠٢,ص١٨٤)

٢_١_١_٧_٢ اوكسيد الزركنيوم (ZrO٢) (Zirconium Oxide)

يعطي الزركونيوم بياضاً جميلاً عند استخدامه في الزجاج ، في درجـات الحرارة العالية (١٢٥٠مْ)، (p١٥٢,١٩٧٤,Kenny) والزركونيوم يسلك سلوكاً حامضياً ، وعدده الذري (٤٠) وله حالة تكافؤية واحدة (Zr) وذلك بمنحه عتمة ذات اسمرار لوني وسطحاً ذا خشونة ، ويضاف عادة الى التزجيج على هيئة أوكسيد (ZrO٢) ويعد أوكسيداً مقاوماً حرارياً أو على هئية سليكات طبيعية (ZrO2.SiO2) ، وهي بلورات صلبة مقاومة حرارياً . (البدري , ٢٠٠٢ , ص١٨٦-١٨٧)

٢_١_١_٧_٣ اوكسيد الزنك (zno) Oxide) Zinc)

يختلف علماء اللغة حول أصل كلمة زنك فبينما يرى بعضهم أنها كلمة لاتينية تعنى الراسب الأبيض يرى آخرون أنها مشتقة من الكلمة الألمانية (Zinke) وهي تعنى أسنان المشط حيث إن شكل الفلز الخام في فرن الصهر يكون شبيها بهذا ، في حين يرى آخرون أنها كلمة مشتقة من الكلمة الفارسية (Seng) وتعنى الحجر . والزنك معدن ابيض يميل إلى الزرقة عدده الذري (٣٠) وله حالة تكافؤ واحدة هي الثنائية (zn+٢) تتوافق مع حالة التاكسد (zno) والتي يصنف تاثيرها بالقاعدي الانصهاري كمجموعة (RO) اضافة الى ما يمنحه للتزجيج من عتمة بيضاء ذات طيف اصفر بدرجة حررة (١٠٥٠مْ) ، (البدري , ٢٠٠٢ , ص١٩٦) ومن خواص الزنك عدم قابليته للصدأ ومقاوم للتآكل , ولهذا يستخدم الزنك بصورة رئيسة لإغراض وقاية الصلب من التآكل وذلك بطلاء المعادن التي تستعمل في سقوف وجدران بعض المباني التي تتعرض للمؤثرات الجوية , إذ تكسى الأجزاء الحديدية بالزنك , حيث تتشابك جزيئات الزنك مع جزيئات الحديد فيتعذر فصل هذه الطبقة . (عبد القادر ، ١٩٨٦ ، ص١١٦)

ومما تقدم قام الباحثان بعمل مقانة بين اوكسيد التيتانيوم (TiO٢) اوكسيد الزركنيوم (ZrO٢) اوكسيد الزنك (Zno) لتوضيح مدى التشابه والاختلاف فيما بينهم وكما يأتي :

ت	اوكسيد التيتانيوم (TiO2)	اوكسيد الزركنيوم (ZrO2)	اوكسيد الزنك (Zno)
١	عدده الذري (٢٢)	عدده الذري (40)	عدده الذري (٣٠)
٢	حالتا تكافئ ثلاثية (Ti+3) ورباعية (Ti+4)	حالة تكافؤية واحدة (Zr)	حالة تكافؤ واحدة هي الثنائية (zn+2)
٣	مسحوق ابيض شديد الثبات	مسحوق ابيض مائل الى الصفرة قليل الثبات	مسحوق ابيض يميل إلى الزرقة جيد الثبات
٤	درجة انصهاره (١٨٥٠م) أي انه ذو تاثير مقاوم حرارياً	درجة انصهاره (١٢٥٠م) أي انه ذو تاثير مقاوم حرارياً	درجة انصهاره (١٠٥٠م)
٥	تفاعله حامضي	تفاعله حامضي	تفاعله قاعدي
٦	عتمة لونية بيضاء وسطحا ناعما**	عتمة ذات اسمرار لوني وسطحا ذا خشونة	عتمة بيضاء ذات طيف اصفر
٧	اعتمد كثيرا في الصناعة لانتاج صبغات خاصة بالدهان والورق	ـــــــــــــــ	يستخدم بصورة رئيسة لإغراض وقاية الصلب من التآكل وذلك بطلاء المعادن

٢_١_١_٨ الانصهارية : Fusibility

إن المكون الأساسي لشبك زجاج الخزف هي السيليكا (SiO٢) علاوة على وجود مكونات أخرى للزجاج هو اوكسيد البوريك (B٢O٣) وخماسي اوكسيد الفسفور (P٢O٥) لتعديل شبك الزجاج بالإضافة إلى الاكاسيد القلوية والقواعد الترابية والاكاسيد الوسيطة كالالومينا(Al٢O٣) كما ذكرت هذه المجاميع الثلاث سابقاً بالتفصيل . إن إضافة مواد إلى مواد أخرى تؤدي دائماً إلى خفض درجة حرارة الانصهار كمعدل في اغلب أنظمة الزجاج , وإن نقطة انصهار الاكاسيد المجتمعة مع بعضها هي أوطأ من نقطة انصهارها وهي في حالة منفصلة .

وقد وجد إن هنالك بعض المتغيرات تؤدي إلى خفض درجة الانصهار وهي :(Singer & Singer , 1963 ,p.533)

١. استبدال شبك رباعي الاوجه للسليكا بشبك ثلاثي الاوجه لاوكسيد البوريك , حيث عند غياب القواعد فإن إضافة أوكسيد البرويك إلى زجاج السليكا يفككه ويحلله وبهذا يزداد معامل التمدد وتقل درجة حرارة الانصهار .

٢. تغير نسبة الأوكسجين _السيلكون وتنوعها ويأخذ بنظر الاعتبار زيادة نسبة الأوكسجين التي تفكك شبك السليكا وتقلل نقطة الانصهار وهذا يحصل في أغلب الأحيان بوجود القلويات والقواعد الترابية والأكاسيد المعدنية الأخرى

٣. استبدال (Sio2) مكون الشبك بالالومينا (Al2o3) والتيتانيوم (Tio2) هذه الاكاسيد لايمكن أن تكون زجاجاً جاهزاً لوحدها لأنها تكون شبك لكنه ضعيف , ومع ذلك فإنها تخفض نقطة الانصهار في حالة مكونات الشبك ذي العناصر ذات التكافؤ المنخفضة (الأقل من ٤) بالعودة إلى الفقرة (٢) يمكن أن ترفع نقطة الانصهار وذلك بزيادة تركيز الالومينا .

وعلى كل حال تعتمد درجة الانصهار على النقاط الأتية :

١. زيادة كمية الصواهر مثل اوكسيد الرصاص واوكسيد الصوديوم واوكسيد البوتاسيوم .

٢. كمية الصواهر الخاملة (غير الفاعلة) مثل أوكسيد الباريوم والمغنيسيوم واوكسيد الكالسيوم مقارنة بانواع الصواهر القلوية الاخرى .

٣. حجم حبيبات المواد (درجة نعومتها) وادخالها بشكل جاهز (frit) بدلاً من حالتها الخام .

٤. للسيلكا والالومينا دور كبير في تحديد درجة الانصهار حيث ان هذين الاوكسيدين لهما صلة بمجموعة (RO , R٢O)وذلك من خلال علاقتهما بالصواهر المتحدة معهما وان هذه الخلطة تؤدي الى تكوين الزجاج , وان نسبة الالومينا هي ثلاثة اضعاف نسبة السيليكا زائد واحد مع وجود بعض الاستثناءات . كما في الشكل (٢-١١).

٢_١_١_٩ حالات التفاعل المنتجة للون في زجاج الخزف :

يعتمد التلوين في زجاج الخزف على الامكانية اللونية للعناصر الانتقالية المضافة إلى تركيبته , والتي تتفاعل بثلاث حالات أساسية :

٢_١_١_٩_١ حالة التفاعل الأيونية :

وهي الحالة التفاعلية الأوسع استخداماً في تلوين الزجاج , والتي يتم فيها إضافة العناصر المعدنية بهيئة أكاسيد مباشرة إلى خلطات التزجيج مثل أوكسيد النحاس وأوكسيد الحديد وأوكسيد الكوبلت وغيرها , حيث ينتج اللون من الأيون اللوني المذاب في تركيب التزجيج كجزء من تركيب شبك السيلكا ويقدر اللون من خلال الحالة التأكسدية وعدد الأواصر لذلك الأيون , فمثلاً في حالة الحديد الثلاثي (٣+Fe) أو الكوبلت الثنائي أحياناً يأخذ هذا الأيون مكان السليكا (Sio٢) في الشبك (مكون الشبك محيط رباعي) ليعطي لون جوزي عميق وأزرق على التوالي , لكن إذا تصرف كمعدل للشبك (سداسي) يعطي لون أصفر ضعيف ووردي على التوالي لبعض الأيونات القابلية على التواجد في الحالتين رباعي وسداسي (معدل + مكون) فينتج عنها لون أعمق وأقوى مما لو كان بحالة واحدة . (البدري , ٢٠٠٢ , ص١٤٧-١٤٨)

٢_١_١_٩_٢ حالة التفاعل الغروية :

يتحقق التفاعل الغروي من تواجد العناصر المعدنية على هيئة بلورات معدنية أو جسيمات دقيقة منتشرة المنصهر الزجاجي , حيث تسبب في إخفاء اللون ولا يظهر اللون عند وجود ايوناتها ضمن تركيب شبك السيلكا , بل بتأثير الحبيبات المعدنية التي تتشكل بتحفيز جو الاختزال أو عامل مختزل يحتويه تركيب التزجيج . (Hamer , 1957 , p.259)

بهذا يتحقق اللون بعد أن تتجمع تلك الذرات بأعداد كبيرة تصل فيها إلى حجم يكفي لأن تتعامل مع أشعة الطيف المرئي كسطح معترض لبعض تلك الأشعة وليس سطحاً عاكساً لامعاً كما هو الحال في تقنية البريق المعدني , ومن أمثلة تلك المعادن (النحاس والذهب والفضة وغيرها) .

فأسلوب التفاعل هو أن الذهب يذوب في السائل الزجاجي كأيون (Au+) في الحرق التأكسدي ولا ينتج عنه أي لون لكن عند أجراء تغير في حالة اختزال الذهب , يتكون الذهب الحر (معدن) والذي يعطي اللون الأصفر أو الأحمر حسب حجم الحبيبات والتي تتوافق مع قوة الاختزال , وبالإضافة إلى جو الاحتراق الاختزالي هنالك عوامل ومواد اختزالية مثل القصدير (Sno) تعمل على اختزال الذهب ويحصل بالتفاعل التالي (البدري , ٢٠٠٢ , ص١٥٠) :

$$2Au^{+} + Sn^{+2} \longrightarrow Sn^{+2} + 2Au$$

$$Au_2o + Sno \longrightarrow Sno_2 + 2Au$$

٢_١_١_٩_٣ حالة التفاعل البلورية :

حالة تفاعلية تتسبب في تلوين التزجيج بفعل بلورات ملونة منتشرة على هيئة جسيمات دقيقة وعديدة في المنصهر الزجاجي , وتمنحه تجانساً لونياً ثابتاً وقوياً وفق نوع وكثافة انتشارها حيث يطلق على تلك الجسيمات بالملونات والصبغات ، أي أن الأساس التفاعلي المعتمد هنا هو حالة تفاعل الصلب , والذي يحصل ببطء شديد كونه يعتمد على الاضطرابات والاهتزازات الذرية العديدة بتأثير الحرارة . (Hamer , ١٩٧٥ , p.٢٦١) لهذا فإن العناصر الانتقالية ممكن أن تدخل بتفاعل الصلب إلى شبك البلورات الغير ملونة كي تنتج بلورات ملونة وهذا هو الأساس في تكوين كل الصبغات الخزفية , حيث تعتبر هذه الحالة البلورات الغير الملونة بمثابة الملونة . (البدري,٢٠٠٢,ص١٥٣)

٢ _١_١_١٠ العتمة في الزجاج :

يمكن أن يحدد الخزاف نوعية الناتج أو التأثير الأخير لزجاجه , حيث ما يحتاجه أو يتطلبه العمل المنجز قد يكون زجاج لماع أو زجاج معتم أو شبه معتم , وعموماً فإن الأعمال النحتية تتطلب زجاج أو شبه معتم , والعتمة في الزجاج تحدث بسبب الجسيمات التي تتشتت وتعكس بعض الضوء الساقط , وإذا كان هناك مادة تتميز بامتصاص جزء من الأطوال الموجية لهذا الضوء فإنها تظهر لون , أما إذا كانت كل الأطوال الموجية المرئية قد تشتت فإن الزجاج يبدو لون (ديكرسون , ١٩٨٩ , ص١٥٥) كما في الشكل (٢-١٢).

إن درجة التشتت ومن ثم قوة حجب المادة المعتمة تتأثر بالعوامل التالية :

١. الاختلاف في معامل الانكسار بين الزجاج والمادة المعتمة , وهذا الاختلاف يسبب ازدياد التشتت في الضوء الساقط بين الزجاج ودقائق المادة المعتمة . (Taylor , ١٩٨٦ , p.١١١)

٢. شكل البلورة فإذا كان مسطحاً يكون أقدر على إحداث العتمة من البلورات المستديرة عندما تتساوى بقية العوامل .

٣. تركيز الدقائق المعتمة في الزجاج , إذ تزداد الانكسارات للضوء الساقط في حالة ازدياد عدد الجزيئات المعتمة .

٤. سمك الزجاج ذو تأثير مهم إذ أنه كلما ازداد سمك الزجاج ازداد معامل الانكسار. (, Danilov , 1965 p.375)

وهنالك عدت أطوار تسبب العتمة في الزجاج وهذه الأطوار غير متساوية في فعاليتها وفي إحداث العتمة ايضاً ، ويمكن تقسيم مسببات العتمة إلى مجاميع وهي : (Taylor , ١٩٨٦ , p.١١٢)

١. بلورات أما غير ذائبة أو لا تذوب بسهولة في الزجاج المنصهر .

٢. بلورات تنمو بعد تنظيم الحرق والسيطرة على الحرارة والتبريد .

٣. وجود طورين زجاجين غير قابلين للامتزاج أي سائل / سائل .

الدراسات السابقة:

بعد إطلاع الباحثانان على مجموعة الأطاريح والرسائل المنشورة وغير المنشورة , لم يجد الباحثانان دراسة سابقة تقترب من البحث الحالي في حدود مشكلتهِ وهدفهِ ونتائجهِ.

الفصل الثالث

٣_١ إجراءات البحث :

سيقوم الباحثان باستعراض الاجراءات العملية والتطبيقية التي تحقق اهداف البحث ومدى تطابقها مع الفرضيات .

٣_٢ المنهج المستخدم :

لتحقيق أهداف هذا البحث بصورة علمية ، والوصول الى نتائج يتم حسابها بدقة ، اعتمد الباحثان المنهج التجريبي كونه منهجاً دقيقاً يقوم اساساً على التجربة العلمية التي تكشف عن العلاقات السببية بين العوامل

المنتظمة والمؤثرة فيها ، فضلاً عن المنهج التحليلي الوصفي لتحقيق اهداف هذا البحث .

٣_٣ اختيار العينات :

قام الباحثان بعمل تجارب استطلاعية ، وبعد استشارة الخبراء تم اختيار العينات قصدياً , حيث شملت :

١. اختيار الطينة المطبق عليها الزجاج :

تم اختيار طينة النجف الحمراء في صناعة نماذج التجربة كونها الأكثر توفراً ، وقد تم التعرف عليه في الفصل السابق ، ويعد طين النجف من الأطيان واطئة الحرارة (Earthenware) ذات اللدونة العالية ، ومن خلال التجربة اثبت هذا الطين صلابته ومقاومته للظروف الطبيعية ، وتقلصه العالي . ولتقلصه العالي قام الباحثان باضافة الكروك (الطين المفخور) والرمل النهري الاسود مع الطينة من اجل تقليل تقلص الطينة .

٢. اختيار أكاسيد التلوين :

تم اختيار أوكسيد التيتانيوم (Tio٢) ليعطي لون أبيض بدرجات متعددة وذلك لتوفره بكثرة ولرخص ثمنه , واستخدامه كبديل عن أكاسيد تعطي لون أبيض ولكنها غالية الثمن وتوفرها قليل كاوكسيد الزنك واوكسيد الزركونيوم .

٣_٤ تهيئة المواد :

تم تهيئة المواد المستخدمة في البحث وكالآتي :

١. ٨ كيلوا غرام من تربة النجف الحمراء مع ١,٥ كيلو غرام من الرمل النهري الاسود مع ٠,٥ كيلو غرام من الكروك (الطين المفخور) .

٢. ٢ كيلوا غرام من زجاج Alkaline .

٣. ٥٠٠ غرام من أوكسيد التيتانيوم .

٣_٤_١ عمل النماذج الطينية :

بعد الحصول على (٨ كيلوا غرام) من الطينة الحمراء , تم وضعها في وعاء بلاستك وغمرت بالماء , بعدها تركت إلى اليوم التالي حيث سكب الماء منها بصورة جيدة بعد أن ترسب الطين وذلك لإخراج كمية الأملاح المذابة في الماء (غسلت الطينة) . وبعدها أضيف كمية من الماء إلى الطينة وخلطت جيداً ومررت وهي سائل غليظ القوام (سلب) بغربال تحضير الطين (المنخل) واثناء عملية غربلة (السلب) تم توزيع نسبة الرمل النهري الاسود والكروك (الطين المفخور) بشكل متساوي عليه ، وعلى شكل طبقات (سلب ، رمل نهري ، كروك ، سلب ، ... وهكذا) وتترك على أرضية من الجنفاس , وبعد جفافها حيث أصبحت جاهزة للعمل تم جمعها وعجنها جيداً على منضدة خشبية لإخراج كمية الماء الزائد والشوائب إن وجدت ولتجانس حبيبات الطينة والرمل النهري والكروك ، بعدها قام الباحثان بعمل النماذج وذلك بفرش الطينة على منضدة خشبية بواسطة (الشيبك) وذلك من اجل ان يكون العمل بسمك واحد حتى لا يتعرض النموذج الى الكسر اثناء عملية الفخر ، ثم وضع الطينة في داخل القالب المصنوع من البورك*** كما في الشكل (٣-١) .

وبعد تجميع كل نموذج بهيئته الصحيحة قام الباحثان بنقلها الى الغرفة لكي تجف بشكل بطيء حتى لا يتعرض النموذج الى الكسر عندما يتم تجفيفه بشكل سريع ، وبعد ان جفت النماذج بشكل تام يتم نقلها الى الفرن .

٣_٤_٢ حرق النماذج :

تم حرق النماذج الطينية وحسب البرنامج في الجدول (٣-١) :

زمن الحرق	بلوغ درجة الحرارة	السبب
50 م / ساعة	0 م – 300 م	من أسباب بطئ الحرق في البداية هو لمنح فرصة كافية لخروج ماء التشكيل والغازات الناتجة عن احتراق المواد العضوية .
75 م / ساعة	300 م – 600 م	
100 م / ساعة	600 م – 1000 م	

الجدول (٣-١)

وبفرن كهربائي بقياس (٢٠ × ١٥ × ٣٥ cm) كما موضح في الشكل (٣-٢) :
ثم برد بشكل بطيء حتى وصل الى درجة حرارة ٥٠ مْ .

٣_٥ تهيئة خلطات الزجاج :

تم استخدام زجاج Alkaline الجاهز من شركة (Pottery Kraft) حيث وزن ٩٠غم منه و٤ غم من الرمل السليكي و٦ غم من كاؤولين (دويخلة) ليصبح المجموع ١٠٠ غم لكل خلطة وذلك بواسطة ميزان حساس كما موضح في الشكل (٣-٣) , بعدها وضعت في إناء بلاستيكي وتم ترقيمها .

ومن ثم أضيفت الأكاسيد إلى كل آنية وحسب إجراءات البحث وكالآتي :

١. أضيف اوكسيد التيتانيوم (Tio٢) بنسبة (٣٪) .
٢. أضيف اوكسيد التيتانيوم (Tio٢) بنسبة (٦٪) .
٣. أضيف اوكسيد التيتانيوم (Tio٢) بنسبة (٩٪) .
٤. أضيف اوكسيد التيتانيوم (Tio٢) بنسبة (١٢٪) .
٥. أضيف اوكسيد التيتانيوم (Tio٢) بنسبة (١٥٪) .
٦. أضيف اوكسيد التيتانيوم (Tio٢) بنسبة (١٨٪) .

كما سحقت كل تجربة على حدة في هاون خزفي (بورسليني) كما موضح في الشكل (٣-٤).
بعدها اضيف لها الماء بالتدريج مع التحريك المستمر حتى اصبح رائباً (Slip) ثم مررت بمنخل خاص للزجاج (١٠٠ Mish) وتركت الخلطة لتترسب , من أجل إخراج الماء الزائد منها , بحيث يصبح الخليط مناسب لتطبيقه على النماذج الفخارية بسهولة وبدون مشاكل .

٣_٦ تطبيق الزجاج على النماذج :
تم تطبيق الزجاج على النماذج الفخارية بعد تنظيفها بالماء بواسطة (الاسفنجة) ومن ثم نتركها لتجف .
كما رقم كل نموذج من الخلف بأوكسيد الحديد , بعدها رش الزجاج على القطعة الفخارية بطريقتين :
١. وضعت كمية الزجاج في مسدس الرش (Spray) وباستخدام الهواء المضغوط بواسطة (الكمبريسر) كما موضح في الشكل (٣-٥).
٢. وضعت كمية الزجاج في قدح زجاجي ووضع بداخل القدح (المرذاذ) كما موضح في الشكل (٣-٦).
وقد كان سمك الزجاج (١ ملم) بعدها تركت لتجف جيداً ومن ثم إدخالها إلى الفرن .

٣_٧ حرق نماذج الزجاج :
تم حرق النماذج بواسطة فرن التجارب الكهربائي بابعاد(١٠٠ × ٧٠ × ٩٠ cm) , كما موضح في الشكل (٣-٧).
واستخدام مقياس الحرارة (ثرموكبل) بطول (٣٠ cm) وكما موضح في الشكل (٣-٨) .
وذلك للسيطرة على درجة الحرارة بشكل دقيق , حيث تركت النماذج إلى درجة (١٥٠مْ) ولمدة ساعتين إلى أن يتم الجفاف الجيد , بعدها تم رفع درجة الحرارة , أي رفعها إلى الدرجة القصوى حيث وصلت درجة الحرارة إلى (٩٧٠ مْ) بعد مرور ثلاث ساعات من رفع درجة حرارة الفرن إلى الدرجة القصوى , حيث تم تثبيت درجة الحرارة لمدة نصف ساعة على درجة (٩٧٠ مْ) (Soaking) من أجل إعطاء فرصة أكثر للنضج , بعدها ترك الفرن إلى اليوم التالي من أجل ضمان التبريد البطئ .

٣_٨ تقييم نتائج الزجاج
تم تقييم نتائج الزجاج على اساس درجات القيمة اللونية والتعتيم والشفافية واللمعان على وفق ما يأتي :

٣_٨_ ١ تقييم الدرجات اللونية :
قُيّمَت الدرجات اللونية بالنظر من قبل الباحثان واستشارة الخبراء .

٣_٨_٢ تقييم درجة الانصهارية :
وضع الباحثان مقياس للانصهارية ليتكون من الفقرات التالية :
١. بداية انصهار .
٢. انصهار قليل .
٣. انصهار .
٤. انصهار شديد .
٥. انصهار شديد جداً .

٣_٨_ ٣ تقييم درجة العتمة البيضاء :
قيمت درجة العتمة البيضاء على أساس المقياس الآتي :
١. عتمة بيضاء جداً .
٢. عتمة بيضاء .

٣. عتمة بيضاء مائلة الى اللون الحليبي .
٤. معتم .
٥. شبه معتم .
٦. شبه شفاف .
٧. شفاف .

٣_٨_٤ تقييم درجة الخشونة :
تم تحديد طبيعة السطح بالاعتماد على حاسة اللمس لتحديد الخشونة والنعومة والتموج والفقاعات وتم أعتماد الدرجات الآتية :
١. ناعم .
٢. متوسط النعومة .
٣. متوسط الخشونة .
٤. خشن .

٣_٨_٥ تقييم درجة اللمعان :
تم تحديد اللمعان والانطفاء حسب المعيار الاتي :
١. لماع.
٢. لماع _ نصف لماع .
٣. نصف لماع
٤. مطفأ .

٣_٨_٦ فحص التحليل اللوني :
قيمت الدرجات اللونية بواسطة التحليل اللوني عن طريق استخدام جهاز الحاسوب (Computer). ومن خلال البرنامجين (photo shop & Excel) . اذ يتم اخذ ثمانية نقاط من سطح طبقة الزجاج لكل نموذج وتحلل قيم الالوان الاحمر والاخضر والازرق وذلك لاعطاء الالوان قيماً رقمية . ويقدم هذا الفحص بيانات واضحة عن قيمة اللون ودرجته وتركيبه ليصبح كل لون عبارة عن مجموعة قيم الالوان الثلاثة السابقة الذكر التي يحتويها النموذج وذلك لتحاشي الوقوع في اشكالات تسمية الالوان ورغم ذلك فقد سميت الالوان على وفق خبرة الباحثان والسادة الخبراء وتمت عملية التحليل بالخطوات الاتية :
١- تجمع القراءات لثمانية نقاط للنموذج الواحد .
٢- تجمع نتائج الالوان الثلاثة (الاحمر والاخضر والازرق) فنحصل على المجموع (X) .
٣- يتم تطبيق العلاقة الاتية :

$$\frac{\text{الجزء}}{X} \times 100 = \text{معدل اللون المشتق من تحليل اربع نقاط مختلفة من سطح النموذج .}$$

زجاج شفاف خالي من Tio_2

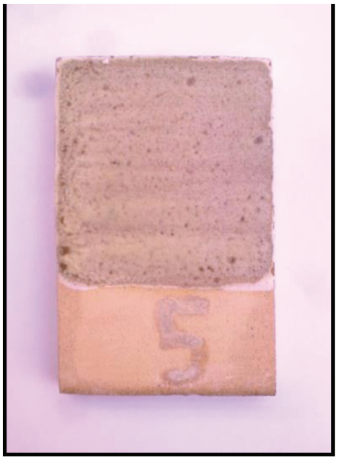
Tio_2 %٣

%٦

Tio_2 %٩

Tio_2 %١٢

Tio_2 %١٥



Tio_2 %١٨

الفصل الرابع
النتائج

٤_١ نتائج الانصهارية :

٤-١-١ نتائج الانصهارية للزجاج القلويAlkline بدون إضافة اوكسيد :

_ انصهار شديد جداً .

٤_١_٢ نتائج الانصهارية للزجاج القلوي المضاف له أوكسيد :

قيم الانصهارية	نسبة الأوكسيد المضاف
١. انصهار	اوكسيد التيتانيوم ٣%
٢. انصهار قليل	اوكسيد التيتانيوم ٦%
٣. انصهار شديد جداً	اوكسيد التيتانيوم ٩%
٤. انصهار	اوكسيد التيتانيوم ١٢%
٥. انصهار شديد جداً	اوكسيد التيتانيوم ١٥%
٦. بداية انصهار	اوكسيد التيتانيوم ١٨%

جدول (٤-١) يبين قيم الانصهارية للنماذج المحروقة بدرجة حرارة (٩٧٠ مْ)

٤_٢ نتائج الشفافية والعتمة اللونية البيضاء :

٤_٢_١ نتائج الشفافية والعتمة اللونية للزجاج القلويAlkline بدون إضافة اوكسيد :

_ شفاف .

٤_٢_٢ نتائج الشفافية والعتمة اللونية البيضاء للزجاج القلوي المضاف له أوكسيد :

قيم الشفافية	نسبة الاوكسيد المضاف
١. شبه شفاف	اوكسيد التيتانيوم ٣%
٢. شبه معتم	اوكسيد التيتانيوم ٦%
٣. عتمة بيضاء مائلة الى اللون الحليبي	اوكسيد التيتانيوم ٩%
٤. عتمة بيضاء	
٥. عتمة بيضاء جداً	
٦. معتم	اوكسيد التيتانيوم ١٢%
	اوكسيد التيتانيوم ١٥%
	اوكسيد التيتانيوم ١٨%

جدول (٤-٢) يبين نتائج الشفافية والعتمة اللونية للنماذج المحروقة بدرجة حرارة (٩٧٠ مْ)

٤_٣ نتائج خشونة سطح الزجاج (الملمس) :

٤_٣_١ نتائج خشونة سطح الزجاج (الملمس) للزجاج القلويAlkline بدون إضافة اوكسيد:

_ ناعم .

٤_٣_٢ نتائج خشونة سطح الزجاج (الملمس) للزجاج القلوي المضاف له أوكسيد :

قيم الخشونة	نسبة الاوكسيد المضاف
١. ناعم	اوكسيد التيتانيوم ٣%
٢. ناعم	اوكسيد التيتانيوم ٦%
٣. ناعم	اوكسيد التيتانيوم ٩%
٤. متوسط النعومة	اوكسيد التيتانيوم ١٢%
٥. ناعم	اوكسيد التيتانيوم ١٥%
٦. خشن	اوكسيد التيتانيوم ١٨%

جدول (٤-٣) يبين قيم الملمس للنماذج المحروقة بدرجة حرارة (٩٧٠ مْ)

٤_٤ نتائج لمعان سطح الزجاج :

قيم اللمعان	نسبة الاوكسيد المضاف
١. لماع	اوكسيد التيتانيوم ٣%
٢. لماع	اوكسيد التيتانيوم ٦%
٣. لماع	اوكسيد التيتانيوم ٩%
٤. نصف لماع	اوكسيد التيتانيوم ١٢%
٥. لماع _ نصف لماع	اوكسيد التيتانيوم ١٥%
٦. مطفأ	اوكسيد التيتانيوم ١٨%

جدول (٤-٤) يبين قيم لمعان النماذج المحروقة بدرجة حرارة (٩٧٠ مْ)

وفي ضوء ما تحقق من نتائج وفق الفرضيات ، تحققت الفرضية الاولى (يمكن انتاج خزف ابيض بدرجات لونية متعددة باستخدام اوكسيد التيتانيوم (Tio٢) بمستوى دلالة (٠,٠١).

حيث نلاحظ في الجدول (٤-١) تحققت الانصهارية وفق نسب مختلفة تباينت ما بين ٣٪_١٨٪ وحسب قيم الانصهارية التي تباينت ما بين بداية الانصهار وانصهار شديد جداً في حين نلاحظ في الجدول (٤-٢) تحققت الشفافية والعتمة اللونية البيضاء والتي تباينت ما بين شبه شفاف وعتمة بيضاء جداً ، اما في الجدول (٤-٣) فنلاحظ خشونة سطح الزجاج (الملمس) تباين ما بين الناعم والخشن ، في حين نلاحظ في الجدول (٤-٤) لمعان السطح الزجاجي تباين ما بين اللماع والمطفأ .

مناقشة نتائج:

عند إضافة نسبة ٣٪ من أوكسيد التيتانيوم (Tio2) إلى زجاج (Alkaline) نلاحظ بعد الحرق أن الزجاج حافظ على موصفاته من انصهار(راجع الإطار النظري الانصهارية ص٢٦_٢٧) ونعومة في الملمس ولمعان علماً أن نسبة الأوكسيد المضافة قليلة ومع ذلك بدأ التأثير اللوني فيه مسحة بيضاء (شبه شفاف) ، وهذه الدرجة اللونية من الابيض قد ظهرت على شكل رصعات ونقاط بيضاء موزعة بشكل عشوائي كثيف على سطح النموذج الخزفي , وهذه تدل أيضاً على أن نسبة أوكسيد التيتانيوم (Tio2) المضافة إلى الزجاج قليلة جداً وغير مؤثرة نظراً للخواص الكيميائية التي يتمتع بها هذا الأوكسيد (راجع الإطار النظري أوكسيد التيتانيوم ص٢٣_٢٤) أي طغى زجاج (Alkaline) على أوكسيد التيتانيوم (Tio2) وبشكل واضح تقريباً وذلك للمواصفات التي يتمتع بها لزجاج القلوي (Alkaline) (راجع الإطار النظري الزجاج القلوي Alkaline ص١٦_١٧) الذي يحتوي على الصواهر القوية جداً كأوكسيد الصوديوم (Na2o) , واوكسيد البوتاسيوم (K2o) , واوكسيد الليثيوم (Li2O) (راجع الإطار النظري القلويات ص١٢_١٣) , فلهذا ظهر الزجاج ذو بريق والتصاق جيد جداً بالسطح الفخاري (راجع الاطار النظري تفاعل الزجاج _ الجسم ص١٨_١٩) وخالي من المشاكل بشكل تام .

ويرى الباحثان أن مثل هذه النسبة المضافة إلى الزجاج قد تكون مفيدة عند إضافتها على أكاسيد أخرى ملونة , وذلك لتعديل الألوان بحيث تعطي نقاءاً أكثر للون وليس لإنتاج عتمة بيضاء على السطح الخزفي , مع العلم أن هذا اللون الذي ظهر على هذا النموذج الخزفي قد يكون ذو تأثير جمالي واضح عند استخدامه قصدياً في بعض الأعمال الخزفية ، مثلاً الجداريه الخزفية جزء منها يمثل صحراء أي كان موضوع الجدارية (طبيعية) بمعنى ارتباط هذه الدرجة اللونية بالمرجع البيئي , كما أن هذه الدرجة اللونية من الأبيض القريبة الى الشفافية قد تقترب من بشرة الإنسان لهذا يمكن استخدامها للنحت الخزفي أيضاً وبشكل جيد ويعطي تأثير واقعي وفيه مسحة تعبيرية جمالية , كما أن هذه الدرجة اللونية قد تعطي تأثير جمالي للنموذج وذلك من خلال التشظي العشوائي للنقاط البيضاء الكثيفة الانتشار بالإضافة إلى حالة التصدع (تكسر) الزجاج الواضح على سطح النموذج وذلك لوجود نسبة عالية من اوكسيد الصوديوم في زجاج (Alkaline) الذي التي تسبب مثل هذه الحالة (راجع الإطار النظري العلاقة بين الاكاسيد القاعدية والحامضية ص١٤) ، والتي إضافة مسحة جمالية عالية التأثير على سطح النموذج .

أما عند إضافة نسبة ٦٪ من أوكسيد التيتانيوم (Tio2) إلى زجاج (Alkaline) فنلاحظ أن الزجاج قد ازدادت نسبة الدرجة اللونية البيضاء ولكن ظهر بنفس التقنية التي ظهر فيها النموذج الخزفي السابق أي أن السطح الزجاجي ظهر على شكل رصعات ونقاط بيضاء موزعة بشكل عشوائي ولكنها بشكل أكثر كثافة لونية وبدت كنها مواد غير متفاعلة وعالقة في السائل الزجاجي محدثة تأثير شبه معتم ابيض أي يظهر لنا نسبة اللون الأبيض بشكل يبتعد عن الشفافية ويقترب إلى اللون الأبيض , وأعطت هذه النسبة زجاج ذو انصهارية قليل (باللنسبة Tio2) ولماع وذو ملمس ناعم .

وأن هذه النسبة أعطت تأثير جمالي للنموذج الخزفي وذلك من خلال ابتعاد النموذج من لون الفخار (البسكت) , ويمكن أن يستخدم هذا اللون بشكل مميز على الأشكال الهندسية وعلى المزهريات بحيث يغطى النموذج بشكل كامل وذلك لامتلاك هذا اللون تقنية في إظهار اللون الأبيض , فلهذا يعطي تأثير جمالي واضح ومميز على سطح النموذج المضاف إليه , أي إن الدرجة اللونية البيضاء التي تتمتع بها هذه النسبة من أوكسيد التيتانيوم (Tio2) هي الأساس الذي يراهن عليها السطح الفخاري هذا لإظهار الأبعاد الجمالية للعمل الخزفي .

أما عند إضافة نسبة ٩٪ من أوكسيد التيتانيوم (Tio2) إلى زجاج (Alkaline) فنلاحظ أن الزجاج قد ازدادت نسبة الدرجة اللونية البيضاء ولكن فيها نسبة من اللون الأصفر أي (عتمة بيضاء مائلة الى اللون الحليبي) , ولكن هذه المرة ظهر الزجاج لونه الناصع أي لا توجد نقاط ولا رصعات بل لون متجانس وهذا يدل على أن زيادة النسبة تأدي إلى التماسك الكامل لجزيئات التيتانيوم (Tio2) , كما أظهرت لنا هذه النسبة انصهار شديد جداً ونعومة في الملمس ولمعان وعتمة واضحة والتصاق جيد جداً بالسطح الخزفي (راجع الإطار النظري تطابق الزجاج ص١٩_٢١) أي اختفى تقريباً لون الفخار (البسكت) .

ومن هنا يرى الباحثان ان هذه النسبه قد أخذت مكانها في التفاعل (راجع الاطار النظري زجاج واطيء الحرارة ص١٧) وبدى تأثيرها واضح من لون وعتمة لونية بيضاء علما إن هذا الاوكسيد (Tio2) الذي اخذ الجانب الحامضي (راجع الإطار النظري الاكاسيد الحامضية ص١١_١٢) من التفاعل لم يأثر بشكل ملموس

وواضح على مواصفات الزجاج القلوي (Alkaline) فبدى هذا النموذج مع النماذج (١-٢) تعمل تحت سقف واحد تقريباً من الواصفات وذلك لوجود المواد الصاهرة القوية في الزجاج القلوي (Alkaline) (راجع الإطار النظري الزجاج القلوي ص١٦_١٧) .

كما يرى الباحثان ان هذا اللون الابيض ذو المسحة الحليبية (الصفراء) الظاهرة على سطح النموذج الخزفي لا يمكن إظهارها بسهولة عندما يحتاجها الخزاف لإضافتها في مكان معين يحدده أثناء عملية تصميم النموذج الخزفي , وذلك لأن اللون الأبيض القريب إلى الأصفر يكون نادر بالنسبة لأكاسيد التلوين المتوفرة لدى الخزافين ، أي أن هذا اللون يعطي تأثير جمالي عالي وخاصةً في الجداريات الخزفية , وذلك لأن المواضيع الواقعية أو التجريدية التي ينفذها الخزاف تحتاج كثيراً إلى مثل هذا اللون , وكذلك يمكن أن يستفيد منه الخزاف في المزهريات أيضاً لتعطي تأثير جمالي واضح وخاصةً عندما تضاف عليه ألوان أخرى بالإضافة إليه ، أي يكون هنالك تناقصات وتناسقات في الألوان أو انسجام لوني مع لون أخر وهذا يعطي قيمة جمالية عالية التأثير عند المتلقي .

أما عند إضافة ١٢٪ من أوكسيد التيتانيوم (Tio٢) إلى زجاج (Alkaline) فنلاحظ أن الزجاج قد ازدادت درجته اللونية إلى الأبيض بدرجة قريبة جداً إلى البياض الناصع (عتمة بيضاء) (راجع الإطار النظري العتمة في الزجاج ص٢٩_٣١) , ولكن قد ظهرت بعض النقاط المتشظية على سطح النموذج وبشكل متقارب في بعض المناطق وهي تحمل لون القطعة الفخارية (البسكت) وهذا بسبب وضع النموذج في مكان أخر ليس مع القطع الباقية (في الجزء الأعلى من الفرن) أي اختلف جو الفرن في هذا النموذج مما أعطى انصهار ومتوسط النعومة ونصف لمعان ، لهذا يرى الباحثان ان هذا النموذج يحتاج الى وقت احتياطي للحرق (Soking) لاعطاء فرصة للمواد المتفاعة لتكملة التفاعل بشكلها الصحيح (راجع الإطار النظري اللون في زجاج الخزف ص٢١_٢٢) , كما أعطى هذا اللون المتجسد بهذه التقنية على سطح هذا النموذج تأثير جمالي واضح , كما يمكن أن نطبق هذا اللون على أي قطعة فخارية معمولة من طينة النجف الحمراء (راجع الإطار النظري الاطيان الحمراء ص٣١) قبل القيام بعملية إضافة الألوان الرئيسية التي يريد الخزاف أن يضيفها أي نظيف على القطعة الفخارية عتمة لونية (كزجاج المايوليكا) وتسمى بطانة أيضاً تعمل على إخفاء لون الفخار (البسكت) من أجل إظهار نفس اللون الذي يضيفه الخزاف على سطح النموذج بدون تغيير.
كما يمكن أن تستخدم هذه الدرجة اللونية في بعض المناطق الخاصة في الجداريات مثلاً وذلك لأن هذه الدرجة اللونية تكون قريبة من أشياء واقعية كثيرة موجودة في الطبيعة ، فلهذا يمكن أن يستخدمها الخزاف لتعطي تأثير جمالي واقعي . كما يمكن أن يطبق هذا اللون على نماذج خزفية كثيرة سواء كانت (نحت خزفي او مزهريات) لتعطي تأثير جمالي عالي وذات مسحة تعبيرية تجريدية .

أما عند إضافة ١٥٪ من أوكسيد التيتانيوم (Tio٢) على زجاج (Alkaline) فنلاحظ أن الزجاج قد أعطى لون أبيض ناصع (عتمة بيضاء جداً) نتيجة نسبة الاضافة المناسبة التي غيرت سلوك الزجاج من خلال الاستمرار في التفاعل ضمن الشق الحامضي فيه ، أي تفاعل هذا النموذج تفاعلاً أيونياً (راجع الإطار النظري حالة التفاعل الايونية ص٢٨) وبدى تأثير الاوكسيد واضح وملحوظ ، إذ ظهر النموذج بشكل لماع _نصف لماع وذو ملمس ناعم وانصهار شديد جيداً هذا يدل على أن هذه النسبة تعتبر النسبة المثالية بالنسبة لأوكسيد التيتانيوم (Tio٢) لإنتاج اللون الأبيض وذلك لأن عند إضافة ١٨٪ من أوكسيد التيتانيوم (Tio٢) على زجاج (Alkaline) تعطي زجاج غير لماع وذو سطح خشن وذو انصهار قليل هذا بسبب النسبة العالية المضافة من

أوكسيد التيتانيوم (Tio2) على الزجاج أو قد تحتاج هذه النسبة إلى زيادة في درجات الحرارة (راجع الإطار النظري تصنيف الزجاج من حيث درجة حرارة النضج ص١٧) ، ولأن الباحثان قام بتحديد درجة الحرارة في حدود البحث ولعدم توفر الفرن الكهربائي الذي يتحمل درجات حرارة عالية أو أن أوكسيد التيتانيوم (Tio2) تأثيره يقل عندما تزداد نسبته عن ١٥٪ لأن خواصه الكيميائية لا تتحمل أن تتفاعل مع زجاج (Alkaline) بنسبة عالية كمثل هذه النسبة (راجع الإطار النظري أوكسيد التيتانيوم ص٢٣_٢٤) لهذا قام الباحثان بالاكتفاء بهذه النسبة و أصبحت النسبة المثالية لإظهار اللون الأبيض الناصع من أوكسيد التيتانيوم (Tio2) هي (١٥٪) .

كما يمكن أن تستخدم هذه الدرجة اللونية من الأبيض الناصع في صناعة السيراميك الجداري الأبيض ويمكن أيضاً أن يستخدم هذا اللون كطبقة أساس (كزجاج المايوليكا) من أجل إخفاء لون الفخار (البسكت) حتى تظهر الألوان المضافة على سطح النموذج بشكلها الطبيعي وبدون أي تغيير , كما يمكن أن تستخدم هذه الدرجة اللونية في الكثير من المناطق الخاصة التي يحددها الخزاف على سطح النموذج المنفذة أثناء عملية التزجيج بواسطة الفرشاة مع لون اخر كالاسود مثلاً اي يُكون الخزاف من خلال استخدامه للونين (الابيض _ الاسود) تضاد لوني يعطي تأثير جمالي للعمل الخزفي , كما موضح في الشكل (٤-١)

كما يرى الباحثان من خلال اطلاعه على اعمال الفنان بيكاسو (الخزفية) بانها تتميز بسيادة اللون الابيض بشكل واضح جداً وتأكيدا لذلك نستشهد بمقولة له عن اللون الابيض ، فيقول «عندما أكون مستغرقاً في عمل ما فإنني أفكر في اللون الأبيض وأستخدمه ولكني لا أستطيع أن أظل مستمراً في العمل وأستخدم اللون الأبيض فالألوان كتقسيمات الوجه تتبع تغيرات الانفعالات» ، (عبد الحميد ، ١٩٨٧ ، ص١١٣) وهذه الاعمال الخزفية المزججة باللون الابيض التي نفذها بيكاسو تحمل دلالات كثير كدلالة الصفاء والنقاء والسمو والطهارة ، وانها تحمل تأثيرات جمالية ايضاً ويمكن ملاحظة ذلك كما موضح في الشكل (٤-٢).

الاستنتاجات :

١. لا تتغير مواصفات الزجاج القلوي (Alkaline) عند الإضافات القليلة من اوكسيد التيتانيوم (Tio2) كما في النموذج (٢،١) .
٢. يمكن إحداث عتمة لونية بيضاء من النماذج (٥،٤) .
٣. يمكن استخدام النموذج (٥) في مواضيع خاصة سواء كانت فنية ام صناعية .
٤. يمكن استخدام اوكسيد التيتانيوم (Tio2) بدلاً من اوكسيد القصدير (Sno2) وذلك لاحداث نفس التاثير اللوني .
٥. يزداد تأثير لون الجسم الفخاري في بداية الابيضاض وينخفض هذا التأثير بزيادة الابيضاض .
٦. ان الجسم الفخاري المنفذة بطينة النجف الحمراء أسهم في خفض درجة الابيضاض لاسيما عند بداية الابيضاض كونه يحتوي على نسبة علية من الحديد .
٧. تزداد نسبة الابيضاض (العتمة اللونية) كلما ازدادة نسبة اوكسيد التيتانيوم (Tio2) .
٨. يزداد تفاعل اوكسيد التيتانيوم مع مركبات الزجاج بزيادة درجة الحرارة إذ إن الارتفاع في درجات الحرارة يزيد من درجة الابيضاض .

التوصيات

يوصي الباحثان بأجراء الدراسات الآتية :

١. دراسة امكانية رفع درجة الحرارة الى اكثر من (١٠٥٠) مْ .

٢. دراسة استخدام اوكسيد التيتانيوم في أنواع زجاج مختلفة .

المقترحات

- جماليات اللون الأبيض في الخزف المعاصر .

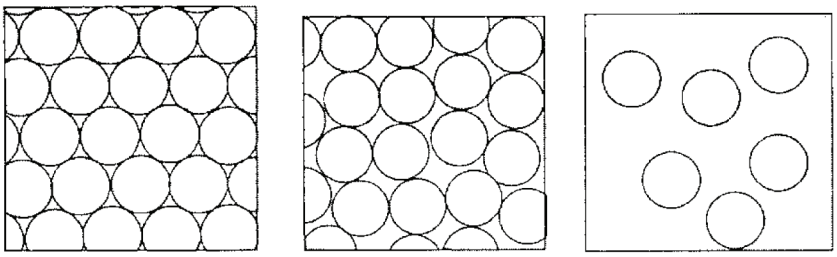
الهوامش التي تم ذكرها في متن البحث

* هو ألزجاج ذو ألأنصهار والتفاعل ألمسبق لمركبات ألزجاج ألداخلة ضمن خلطة ألزجاج ألأصلية والناتج هو مركب جديد يختلف من حيث ألصفات عن ألمواد ألمكونة للخلطة ألأصلية ومثال ذلك ألأكاسيد ألصاهرة والتي لها ألقابلية على ألذوبان في ألماء تنصهر مع ألسيلكا لتتحول إلى سيليكات وتلك ألأكاسيد وهي مواد جديدة تختلف عن ألمواد الأصلية (ألخام) من حيث ألتركيب والصفات (GRIFFITHES.1965.P.90)

** هذه النقطة ظهرت عند الباحثان بعد التجربة فإطر الباحثان وضعها من اجل أن تكتمل المقارنة بشكل علمي ادق .

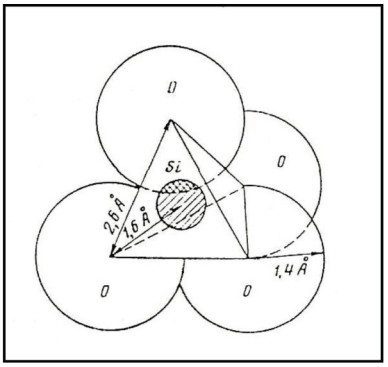
*** قام الباحث بصناعة قالب من البورك الابيض بعد ان عمل نموذج من الطين على هيئة نحت فخاري ذو ججم (١٥,٥cm_١٨,٥) وذلك من اجل الحصول على نماذج متشابهه في الشكل والحجم ايضاً .

أشكال البحث

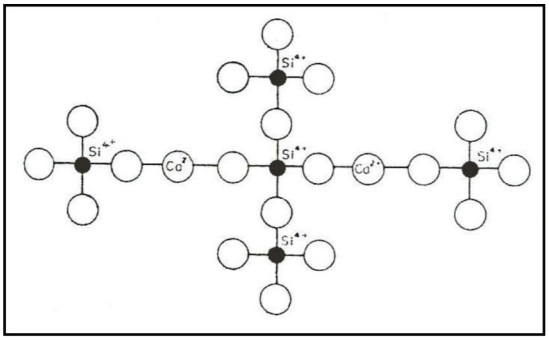


C B A

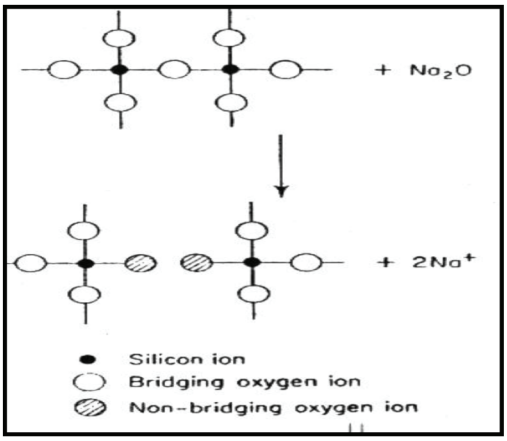
الشكل (٢-١) حالات المادة A- الحالة الغازية B- الحالة السائلة C- الحالة الصلبة



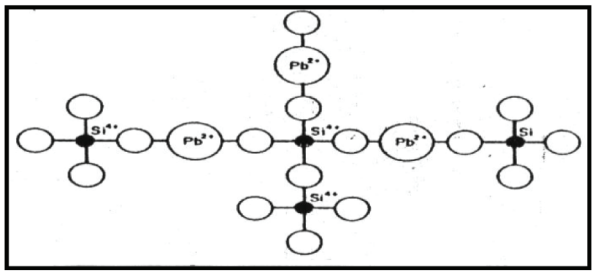
شكل (٢-٢) يبين الشكل الهرمي الرباعي الأوجه للسيلكا (Sio2) نقلا عن (Bartenev,1970,p.60)



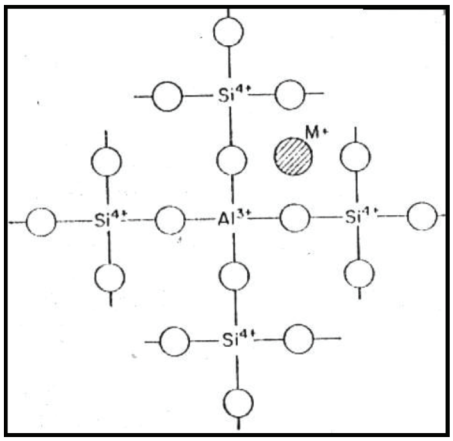
الشكل (٢_٣) يوضح عملية دخول أوكسيد الكالسيوم (Cao) في شبك السيلكا نقلاً عن (Taylor , 1986, p.6)



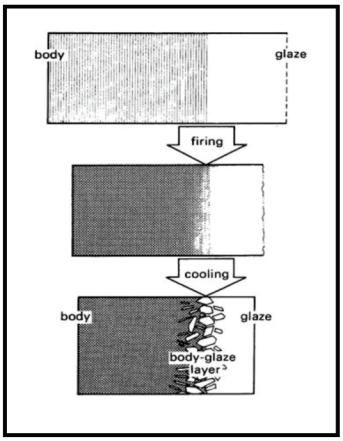
الشكل (٢_٤) يبين كيفية دخول أوكسيد الصوديوم في شبك السيلكا (Taylor , 1986 , p.6)



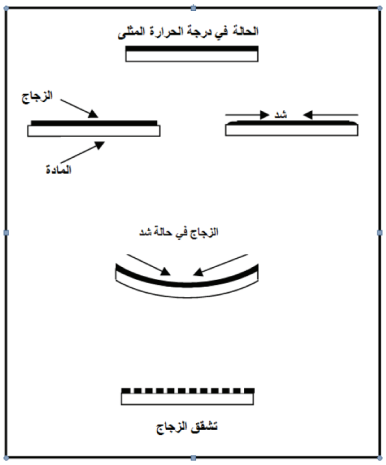
الشكل (٢_٥) يبين تواجد أوكسيد الرصاص في شبك السيلكا



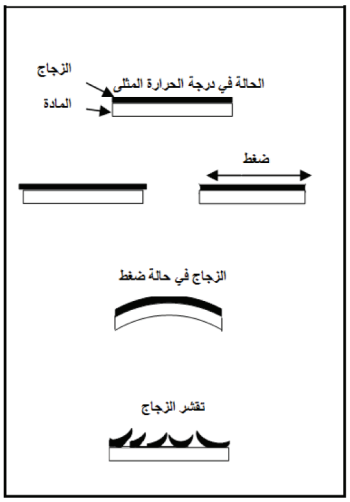
الشكل (٢_٦) يبين استقرار أيون (Al+٣) محل أيون (Si+٤) في الشبك



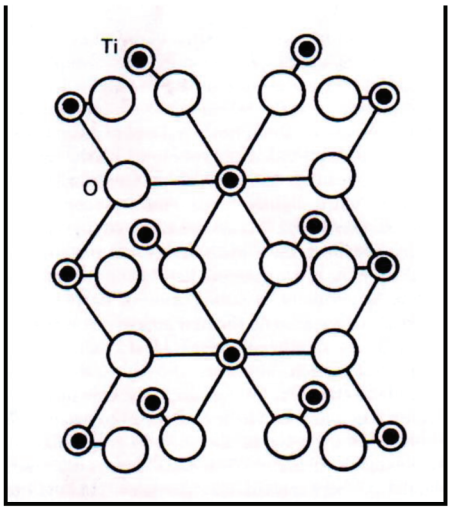
شكل (٢_٧) يبين التفاعل بين الزجاج والجسم الفخاري نقلا عن (Hamer & Frank. ٢٠٠٤ p ٣٢)



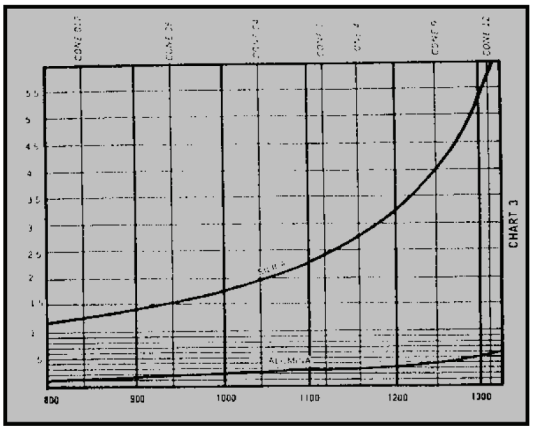
الشكل (٢_٨) عدم تطابق الزجاج وتشققه(crazing) نقلاً عن (Taylar . 1963. p 79)



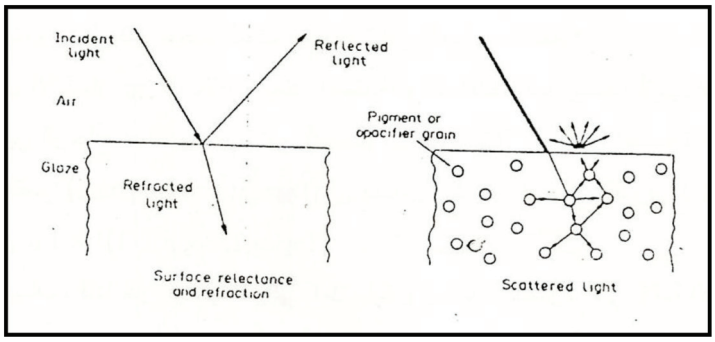
شكل (٢_٩) حيث يمثل عدم مطابقة الزجاج وتقشره (peeling)



الشكل (٢_١٠) يبين التركيب البلوري لاوكسيد التيتانيوم

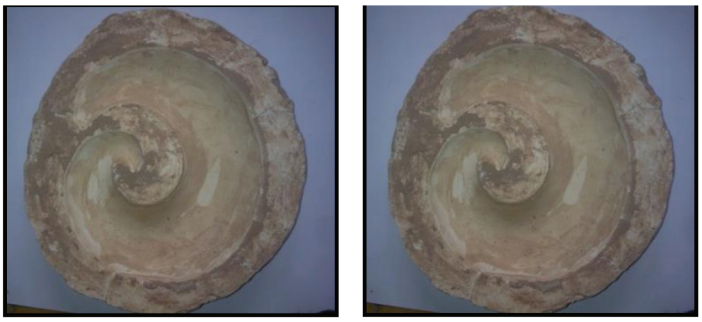


شكل (٢_١١) يبين كمية السيليكا والالومينا في الزجاج نقلاً عن(Rhodes, 1975, p.167)

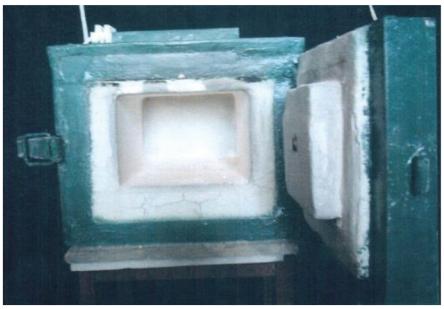


الشكل (٢_١٢) يبين الانعكاس والانكسار والتشتت

خلال مرور الضوء داخل طبقة الزجاج

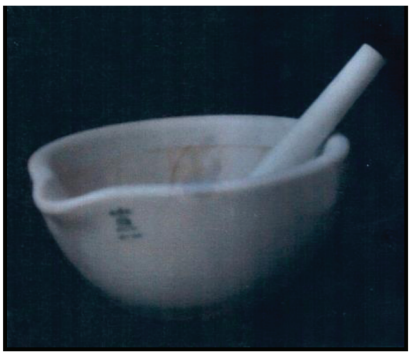


الشكل (٣-١)



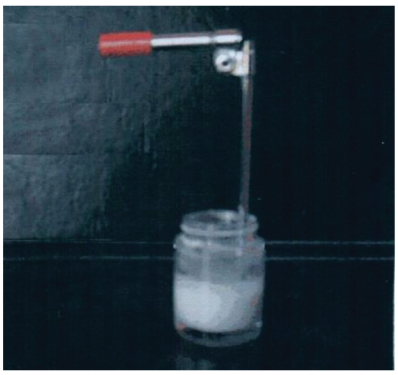
الشكل (٣-٢)

الشكل (٣-٣)



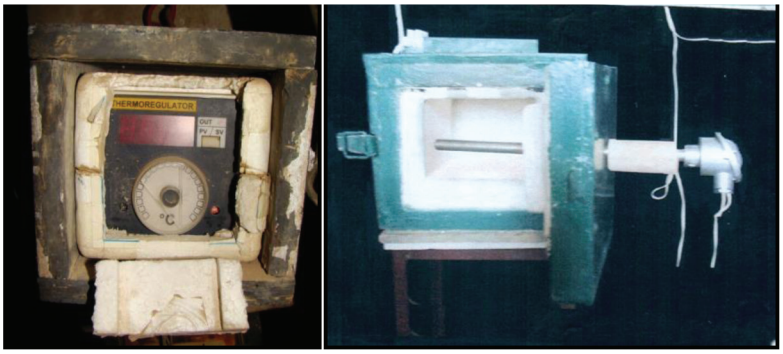
الشكل (٣-٤)

الشكل (٣-٥)



الشكل (٣-٦)

الشكل (٣-٧)



الشكل (٣-٨)

شكل (٤_١)

شكل (٤_٢)

المصادر:

العربية باللغه العربيه:

• القران الكريم

-ابن سيدة ، علي بن إسماعيل : المحكم والمحيط الأعظم في اللغة ، ج ١ ، معهد المخطوطات ، مصر ، ط١ ، ١٩٥٨ .

-ابن منظور ، جمال الدين محمد: لسان العرب ، المؤسسة المصرية العامة للتأليف، القاهرة ، ب.ت .

-الاعظمي ، خليل حمودي : خزف سامراء الاسلامي ، مجلة سومر ، المجلد الثلاثون، ج١_٢ ، وزارة الاعلام ، بغداد ، ١٩٧٤ .

-البدري، علي حيدر صالح : التقنيات العلمية لفن الخزف والتزجيج والتلوين ، ط١ ، ج٢،٣ ، الأردن ، ٢٠٠٢.

-البستاني ، فؤاد : المنجد ، دار المشرق ، المطبعة الكاثوليكية ، بيروت ب.ت.

-بهنسي ، عفيف : الفن الحديث في الاقطار العربية ، اليونسكو، ١٩٨٠ .

-جليل ، العطية : الألوان مرآة البهجة والحزن ، مجلة العربي ، الكويت ، وزارة الأعلام ، العدد (٥٥٥) فبراير ، ٢٠٠٥ .

-جواد الزبيدي : خزافون عراقيون (تجارب شابة) ، مجلة الو اسطي ، ع٢ ، دائرة الفنون والثقافة والأعلام ، ١٩٩٥ .

-الحسيني ، انس كاظم ياسر: اللون الابيض بين سلطة المفهوم وتقنية الرسم في اللوحة التشكيلية العراقية المعاصرة ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة بغداد ، ٢٠٠٢ .

-الخزرجي ، قحطان خلف : مباديء هندسة المواد اللامعدنية ، مطبعة التعليم العالي، بغداد، ١٩٩٤ .

-الدباغ ، تقي : الفخار القديم ، مجلة سومر ، المجلد العشرون ، ج١_٢ ، وزارة الاعلام ، بغداد ، ١٩٦٤ .

-الدباغ ، تقي : الفخار في عصور ما قبل التاريخ ، حضارة العراق ، ج٣ ، دار الحرية للطباعة والنشر ، بغداد ، ١٩٨٥ .

-ديكرسون ، جون : صناعة الخزف ، ت : هاشم هنداوي ، وزارة الثقافة والاعلام ، دار الشؤون الثقافية العامة ، بغداد ، ١٩٨٩ .

-الربيعي ، نبراس احمد جاسم : أنظمة أشكال الخزف العربي المعاصر ، أطروحة دكتوراه غير منشورة ، جامعة بغداد ، كلية الفنون الجميلة ، ٢٠٠٤

-رضا ، احمد : معجم متن اللغة ، ج ٢ ، دار مكتبة الحياة للطباعة والنشر ، بيروت ، ١٩٥٨ .

-ريد ، هربرت ، معنى الفن ، ت : سامي خشبة ، دار الشؤون الثقافية العامة ، بغداد ، ١٩٨٦ .

-الزبيدي ، جواد : الخزف الفني المعاصر في العراق ، دار الشؤون الثقافية العامة ، ١٩٨٦ .

-الزمزمي ، معتصم عبد الله ومفتاح علي الشيباني : تكنولوجيا السيراميك ، (المواد الخام) ، مكتبة طرابلس العلمية العالمية ، ليبيا ، ١٩٨٨ .

- زهير صاحب ، نجم حيدر ، بلاسم محمد : سعد شاكر حدود الخزف ، الإصدار الثاني ، دار إيكال للطباعة والنشر ، بغداد ، ٢٠٠٦ .

-الشال ، عبد الغني : معجم مصطلحات الفن والتربية الفنية ، مطابع جامعة الملك سعود ، الرياض ، ١٩٨٤ .

-عبد الحميد ، شاكر : العملية الابداعية في فن التصوير ، سلسلة عالم المعرفة ، مطابع الرسالة ، الكويت ، ١٩٨٧ .

-عبد القادر , مصطفى عباس : الخامات والمعادن , دار ابي تمام , الكويت , ١٩٨٦ .
-علام ، محمد علام : علم الخزف التزجيج والزخرفة ، ج٢ ، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة,١٩٦٤.
-عمر ، احمد مختار : اللغة واللون ، دار البحوث العلمية ، الكويت ، ١٩٨٢.
-القيسي ، فوزي عبد العزيز : تقنيات الخزف والزجاج ، دار الشروق للنشر والتوزيع ، الاردن ,٢٠٠٣ .
-لؤلؤة ، عبد الواحد : الجمالية ، دار الرشيد ، بغداد ، ب.ت .
- مجموعة من اللغويين : المعجم العربي الأساس، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، ١٩٨٩ .
-مطر ، أميرة حلمي : فلسفة الجمال ، دار الشؤون الثقافية العامة ، بغداد ، ب.ت .
-نوبلر، ناثان : حوار الرؤيا_ مدخل إلى تذوق الفن والتجربة الجمالية ، ت: فخري خليل ، مراجعة : جبرا إبراهيم جبرا ، دار المأمون للترجمة والنشر ، بغداد ، ١٩٨٧.
- نورتن , ف . هـ : الخزفيات للفنان الخزاف ، ت : سعيد حامد الصدر و عبد الحميد بحيري ، دار النهضة العربية للنشر ، القاهرة ، ١٩٦٥ .
-الهجول ، محمد : قاسم نايف (استمد من المحيط ما لم ينتبه إليه غيري) ، صحيفة الجمهورية ، ٢٢ كانون الأول ، دار الجماهير للصحافة ، بغداد ، ٢٠٠٢ .
-الهنداوي ، احمد هاشم : امكانية استخدام خامات محلية لانتاج زجاج خزف معتم، اطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة بغداد ، ١٩٩٧ .
- الهيتي ، معاذ خليل : التأثيرات اللونية لمركبات الكروم في تزجيج الرصاص ، رسالة ماجستير غير منشوره ، جامعة بغداد ، ١٩٨٩ .
-و . رايان : خواص المواد الخام السيراميكية ، ت : فاضل بندرعيسى وآخرون ، دار التقني للطباعة والنشر، مؤسسة المعاهد الفنية , وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، بغداد ، ١٩٨٦ .
-واي ، ار.ج ويلنسكي : دراسة الفن ، ت : يوسف عبد القادر، دار الحرية ، بغداد ، ١٩٨٢ .
-وسيج ، حسن بطل : الترب العراقية وصلاحيتها للخزف ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة بغداد ، ١٩٨٩ .

المصادر الإنكليزية :

- Bartenev , G.M. ,The structure and Mechnical properties of Inorcanic Glass, Trans . by F.E .Jaray wolters , Noord hoff Publishing Groningeny Nether lands ,1970 .
- Conrad , John .W . Contemporary Ceramic Techniques , prentice Hell , U. S. A , 1979.
- cooper , E . and derck ,R : glaze for the studio potters , .B . T . past ford , Lted , London , 1978 .
- Danilov, V . I , Stracture and Crytallization of Glass , tras . Fisher ,I .Z ,London ,1965 .
-Green , D : pottery Materials and Echniques , Faber , London , 1967 .
-Griffiths , R ., and redf0rd ,C., Calculation in Ceramics ,Maclaren and Sons Led. England , London , 1965.
-Hamer, Frank. The potter's Dictionary of materials and Techniques, pitman publishing, London, 1975.

- Hamer, Frank: The potters , Dictionary of materials and stechniques , newyork , 2004 .
-Hofsted , Golyon : (Rottery) , London , 1975 .
- Lawernce, w. g. , ceramic science for the pottery , chlton book Co. , penmsylunia, U.S.A., 1972
-Nelson and Blander , M . J . , Non _ Crstalline solids, London 1974.
-Rado, Poul and Ceram. F. I. An introduction to the technology of pottery, Second edition, pergaman press, Oxford, 1988 .
-Rhodes , Daniel , clay and glazes for the potter , pitman pub,great Britain , London, 1975.
- Shaw , K., ceramic Colours and Pottery Decoratio , Mclaren and Sons, London ,1986.
-Singer and Singer. S.S., Industrial ceramics , chemical publishing Co., Inc., New York,1963 .
- Taylor, J. R. , A. C Bull , Ceramic Glaze Technology , Pergamon Press , Gress , Great Britain , London ,1986.
-Thores , J.Practical Indentification of clay Mineral, G. Lellotte ed . Belgium, 1970 .
-Winkley, David. Pottery, pelham Books, London, 1974 .
-Worrall,W.E., Institute of ceramic Text Book-series, part I, Raw Materials, Maclaren and sons, Ltd., London, 1964 .