المجلة العراقية للبحوث الإنسانية والإجتماعية والعلمية
Iraqi Journal of Humanitarian, Social and Scientific Research
Print ISSN 2710-0952 Electronic ISSN 2790-1254
العـــدد 17S حزيران 2025
No.17S JUNE 2025

# امكانية انتاج زجاج المايوليكا من خامات محلية

م . د محمد حمدان شمخي
وزارة التربية / تربية النجف
Mhamdan805@gmail.com

**ملخص البحث :**

يتمحور البحث الحالية حول امكانية انتاج زجاج ابيض اساس (المايوليكا) من خامات محلية وتطبيقه على اسطح الجسم الفخاري المعد من طينة محلية ( طينة المحاويل في محافظة بابل ) ، تضمن البحث الحالي خمسة فصول كان الفصل الأول استعراض لمشكلة البحث والتي تم عرضها بالتساؤل الاتي ( امكانية انتاج زجاج المايوليكا من خامات محلية ) ، اما اهمية البحث والحاجه اليه تكمن في انتاج زجاج المايوليكا من خامات محلية بدل استيرادها فضلا عن حماية البيئة من بقايا سعف النخيل المتراكم وتدويره واعادة استثماره في مجال الخزف للارتقاء بالذوق الفني والجمالي فضلا عن الجدوى الاقتصادية المتحققة من استثمار هذا المنتج ، لقد تم تأشير حدود البحث الزمانية والمكانية والموضوعية وتحديد المصطلحات وتعريفها ، أما الفصل الثاني فشمل الاطار النظري الذي تضمن مجموعة من المحاور المهمة منها التعرف على المواد الاولية التي يتكون منها الزجاج وتصنيفات الزجاج من حيث الزجاج الشفاف والمعتم أما الفصل الثالث شمل اجراءات البحث والتي تضمنت منهج البحث المستخدم وهو المنهج التجريبي، وتم صياغة خلطة واحدة من رماد سعف النخيل مع المضافات بالاعتماد على قاعدة سيكر واخضاع الخلطات إلى هذه القاعدة . اما الفصل الرابع فشمل عرض النتائج ومناقشتها والذي تضمن (3) نماذج مثلت مجتمع البحث وقد تم إجراء الفحوصات المختبرية عليها ، حيث تم اجراء فحص الشد السطحي والكثافة للزجاج ، وفحص الملمس، اما الفحوصات الداعمة لنتائج البحث فهي فحص (المايكرو سكوب) والذي من خلاله نتعرف على البلورات المتكونة والأطوار والمواد غير المنصهرة اما الفصل الخامس فقد تضمن الاستنتاجات التي توصل اليها البحث وختمت الفصل بالتوصيات والمقترحات والمصادر والمراجع المفهرسة والملاحق .

**كلمات مفتاحية** : زجاج المايوليكا ، زجاج ابيض

## The Possibility of Producing Maiolica Glass from Local Materials

Dr. Mohammed Hamdan Shamkhi

**Abstract.** This paper aims to explore the feasibility of producing basic white glass (Maiolica) from local materials and applying it to the surfaces of pottery bodies made from local clay (Al-Mahawil clay in Babil Governorate). The current research consists of five chapters. Chapter one presents the research problem as follows: Is it possible to produce Maiolica glass from local materials? The significance and necessity of this research lie in environmental protection by recycling and reusing accumulated palm frond residues to enhance artistic taste and beauty in pottery, besides achieving economic benefits. The research sets the temporal, spatial, and objective boundaries, defines terms, and introduces the theoretical framework in the second chapter. This framework includes understanding the primary materials of glass and its classifications into transparent and opaque glass. Chapter three is allocated to the research procedures, employing an experimental approach. It involves formulating a mixture of palm frond ash with additives based on a specific ratio and subjecting the mixtures to a set standard. Chapter four presents and discusses the findings, including three models

representing the research population, where laboratory tests were conducted to measure surface tension, glass density, and texture. Supporting tests, such as microscopic examination, aimed to identify crystalline formations, phases, and unmelted substances. Chapter five draws conclusions, offers recommendations, lists indexed sources, references, and appendices.
**Keywords**: majolica glass, white glass

الفصل الاول :

1-1 مشكلة البحث : يمثل الفخار والخزف واحدا من أقدم النتاجات التي أخترعها انسان وادي الرافدين في الحضارة العراقية القديمة وزجاج الخزف هو من التقنيات الجميلة والمثيرة لما لها من تأثيرات على القطع الفخارية المنتجة حيث ارتبط الخزف تقنياً ومنذ القدم بمادته الزجاجية عبر ما يحمله من معان وقيم بقيت راسخة لحد الان فابتكر المزارعون الفخاريات لسد متطلباتهم الحياتية المهمة وتقدمت هذه الحرفة بفعل تطور التفكير لدى الإنسان وتراكم خبراته عبر فترات زمنية متعاقبة مما جعله يميز بين الأطيان ليختار منها ما يلائم أعماله الفخارية والخزفية وكذلك أهتم الخزاف القديم بالبحث عن طلاءات لتغطية سطوح الفخاريات ولسد المسامية ومنع تسرب السائل لتقوية الفخاريات وتعديل مواصفاتها ولأكسائها طابع القوة والمتانة ولجعلها أرضية لرسم موضوعات مختلفة حياتية واجتماعية ودينية .

ونظرا لارتباط التزجيج بشكل كبير بمراحل التطور العلمي والتكنولوجي لذا فان عملية الغوص فيه تمثل خطوة علمية مهمة لدعم قيمة الانتاج الخزفي المعاصر فتمثل التقنية جزءاً مهماً من تشكيله الجمالي ، لذلك نجد ان امكانيات الخزاف في معالجة خاماته وتطويعها وإظهار صفاتها الجيدة يعد وسيلة تساعده على تحقيق هدفه النهائي لإنتاج منجزات خزفية تخدم الجانب الجمالي والمادي والفني ، وهذه القدرات لا يمكن ان تتطور إلا من خلال التوفيق بين الموهبة من جهة والممارسة من جهة اخرى ، ولهذا تنوعت تقنيات التزجيج والخزف ليخرج منها جملة من التقنيات المختلفة باختلاف نوع التقنية المعتمدة تبعاً للمركبات المضافة والداخلة في تركيبة ، ونظرا للطبيعة الكيميائية للأطيان العراقية وتحديدا في محافظات الفرات الاوسط التي تمتاز بألوانها الحمراء لذلك فان المشكلة الرئيسية هو عدم توفر طينة نقية بيضاء خالية من الشوائب اللونية وخاصة وجود اوكسيد الحديد مثلا ، فان عملية الفخر لهذه الاطيان ينتج الوانا معتمه كالتبني والاحمر والاصفر لذلك دعت الحاجة لطلي هذه الفخاريات ببطانة بيضاء ( الزجاج الابيض ) ليتسنى فيما بعد اضافة الاصباغ والاكاسيد الملونة لإكمال متطلبات التزجيج ونظرا لارتفاع اسعار الزجاج الابيض لذلك دعت الحاجة الى استخدام خامات محلية متوفرة ورخيصة الثمن لإنتاج هذا النوع من الزجاج كذلك لا تبدو الالوان الاخرى ناصعة اذا لم تطبق على سطح ابيض ، فيمثل خزف المايوليكا احد هذه التقنيات في زجاج الخزف لما تخلقه هذه التقنية من قاعدة اساسية ( بطانة ) توضع على الجسم الفخاري تكون النواة الاولى والاساس لإضافة الصبغات والاكاسيد التلوينية لتكون اكثر جمالا واشراقا على العمل الفخاري المنجز، ومن خلال ذلك يأتي التساؤل التالي :.

هل بالإمكان ( انتاج زجاج المايوليكا من خامات محلية )

2-1 أهمية البحث :

1- انتاج زجاج ابيض اساس ( مايوليكا ) (واطئ الحرارة ) ومن خامات متوفرة محليا ورخيصة .

2- استفادة الخزافين من هذا المنتج في الأغراض الفنية الجمالية المختلفة وبتكاليف زهيدة بما يخدم عملية الابداع .

3-1 أهداف البحث:

1- انتاج زجاج ابيض اساس (المايوليكا) والتعرف على مواصفاته.

2- الحصول على زجاج ابيض اساس(المايوليكا) واطئ الحرارة (950_ 1000_ 1050 م°) .

4-1 حدود البحث:

- المكانية جامعة الفرات الاوسط التقنية / معهد تقني نجف .
- الزمانية (2023/10/10 – 2023/4/1)

الموضوعية :

- رماد سعف النخيل
- كاربونات الصوديوم $Na_2CO_3$
- فلسبار البوتاسيوم $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
- الالومينا $AL_2O_3$
- اوكسيد البوريك $B_2O_3$
- اوكسيد القصدير $Sno_2$

الاطيان :

- أطيان محلية حمراء

الاجهزة والمعدات :

- فرن كهربائي (48x35x30 سم)
- مقياس كهربائي مع ثرموكوبل مقياس الحرارة
- طاحونة كهربائية (حاوية كرات)
- بوتقة صهر
- ملقط حديد
- حاوية معدنية

5-1 تحديد المصطلحات :

1-5-1 المايوليكا :

هو عملية انتاج زجاج خزف ابيض من خامات محلية عراقية ويستخدم كبطانة تغلف القطعة الفخارية ليكون اساسا لإضافة ملونات تضفي عليه طابع جمالي تقني مميز .

التعريف الاجرائي لزجاج المايوليكا :

هو الزجاج الابيض الاساس والمحضر بإضافة نسبة من رماد سعف النخيل تصل الى (50% ) مع مواد اخرى ويمكن استخدامه كبطانة للزجاج الملون المطبق عليه لاحقا .

**الفصل الثاني :الاطار النظري والدراسات السابقة**

2-1 المواد الاولية التي يتكون منها الزجاج :

تقسيم المواد الاولية التي يتكون منها الزجاج الى ثلاث مجاميع رئيسة وهي:

1- المواد الحامضية .
2- المواد القاعدية.
3- المواد ذات التفاعلين ( المتعادلة ) .

1 - المواد الحامضية :

تعتبر المكون الرئيس للزجاج وتسمى ايضا المركبات المكونة لشبك الزجاج واكثرها اهمية السليكا ، واوكسيد البوريك ( $B_2O_3$ ) .

1- 1 السليكا ($SiO_2$) :

وهي اكثر الاكاسيد تواجدا في مكونات القشرة الارضية حيث تصل نسبة السليكون الى 27% ، وهذا يمثل العنصر الثاني بعد الاوكسجين الذي تصل نسبته الى (49.2% ) ولا يتواجد في الطبيعة كعنصر بل غالبا ما يتواجد على شكل ثنائي اوكسيد السليكون الذي يعرف بالسليكا $SiO_2$ او على هيئة مركبات كالطين والفلسبار.[1]

ومهما اختلفت وتنوعت هذه الاشكال فانها تنقسم الى قسمين رئيسين هما :

الاشكال المتبلورة والاشكال غير المتبلورة ، والبناء البلوري للسليكا يتكون من اربع ذرات اوكسجين بينها فراغ كبير يحتوي ذرة سليكون ، وذرات الاوكسجين الاربع متوافقة تكافؤيا ومتساوية في اواصرها التناسقية (Co-ordination) التي يحتاجها السليكون .[2]

نجد ان ذرات الاوكسجين الاربع المحيطة بذرة السليكون تكون جزيئة السليكا الرباعية الاوجه $SiO_4$ حيث تلتقي ذرات السليكا مع بعضها بواسطة ذرة الاوكسجين وفي هذه الحالة يكون تكافؤ هذه الذرة متساويا، عندما يرتبط كل ايون اوكسجين $O^{-2}$ مع ايون سليكون يتكون سلسلة من الترابط المتكرر لذلك فان التركيب الكيميائي للسليكا هي $SiO_2$ .[3]

2-1 اوكسيد البوريك ( $B_2O_3$ ) :

يعتبر اوكسيد البوريك($B_2O_3$) ثاني اهم اوكسيد من الاكاسيد المكونة للشبكةformer (Glaze)، كما يتميز بتعدد خواصه التفاعلية والفيزيائية في زجاج الخزف فهو من حيث الصيغة ($B_2O_3$) يقع ضمن مجموعة الاكاسيد ذات التفاعلين ($R_2O_3$)، مع امكانية تفاعله مع القواعد والحوامض ويتصف بخاصية الموازنة التفاعلية وتثبيت البلورات والاواصر بين العناصر كما تفعل الالومينا، ودرجة انصهار اوكسيد البوريك (500مْ) لذلك يعتبر اوكسيد صاهر قوي في درجات الحرارة الواطئة، ولا يستخدم اوكسيد البوريك لوحده في انتاج الزجاج اذ يكون الناتج زجاج ضعيف من الناحية الميكانيكية والكيميائية لذلك يتم اضافته بنسب قليلة للحصول على بعض المواصفات على ان لا تزيد نسبته عن (15%) مع الزجاج الواطئ الحرارة يعطي زجاج شفاف بدون تصدع ويقلل لزوجة السائل الزجاجي ويقلل من تبلور مركبات الزجاج عند التبريد.[4]

اهم مركبات البوريك

- البوراكس Borax $Na_2O\ 2B_2O\ 1OH_2O$
- اوكسيد البوريك Boric Oxide $B_2O_3\ 2H_2O$
- الكوليمنايت Golemanite $2CaO\ 3B_2O_3\ 5H_2O$

2- المواد القاعدية ( معدلات الشبك) .

وهي تلك المواد التي تضاف لتعديل مواصفات الزجاج وخفض درجة حرارته ،

وتتكون هذه الاكاسيد القاعدية من القلويات Alkali ($R_2O$) والقلويات الترابية (RO) وهي:

$Na_2O$ اوكسيد الصوديوم، $K_2O$ اوكسيد البوتاسيوم ، $Li_2O$ اوكسيد الليثيوم ، CaO اوكسيد الكالسيوم ، MgOاوكسيد المغنسيوم ، BaO اوكسيد الباريوم .[5]

A- القلويات The Alkalies ($R_2O$)

وهي اكاسيد معدنية غير ملونه كثيرة التواجد في الطبيعة وغالبا ما تكون ذائبة بالماء او متحدة مع السليكا على شكل فلدسبار، وتكمن اهميتها الاساسية في الزجاج خفض درجة الحرارة و زيادة سيولة الزجاج ولها تاثير في معامل تمدد الزجاج وتزيد من صلابته ومقاومته للظروف الجوية وزيادة لمعانه و تطوير اغلب الالوان المستخدمة في الزجاج .[6]

B- القلويات الترابية ( Ro ) The Alkaline Earths

تشمل هذه المجموعة اكاسيد الكالسيوم CaO والمغنيسيوم MgO والباريوم BaO والزنك ZnO .

لها قوة انصهار اقل من المجموعة الاولى تتباين في بعض المواصفات من اوكسيد الى اخر ولكنها متوافرة بشكل واسع في الطبيعة وعلى شكل مركاب مختلفة .

3 - المواد المتعادلة (الامفوتيرية ):

وهي الاكاسيد الوسيطة ذات التفاعلين واهم هذه الاكاسيد الالومينا $Al_2O_3$ وتعد الالومينا اهم العناصر المتعادلة في كل انواع الزجاج فوجودها هو الذي يميز الزجاج العادي عن زجاج الخزف .[7]

1-3 الالومينا $Al_2O_3$

الالومينا مادة متعادلة مقاومة للحرارة والسوائل الكيمياوية تربط المركبات الحامضية والقاعدية في الزجاج وذلك لمنع انسحاب مركبات الزجاج ، اي المسؤولة عن ثبات الزجاج على سطح الجسم الخزفي اثناء الانصهار وهي المسؤولة ايضا عن درجة العتمة كونها تنتشر في السائل الزجاجي على شكل بلورات غير ذائبة تؤدي الى عتمة ، ومن الممكن انتاج زجاج بدون استخدام الالومينا $Al_2O_3$ وهذا الزجاج يكون بدرجة انصهار وسيولة ولزوجة منخفضة ومن الممكن الاستعاضة عن الالومينا باستخدام مواد ذات مقاومة حرارية كالسليكا والفلسبار بزيادة اللزوجة وتخفيض السيولة .[8]

وهي ايضا تعمل على تقليل معامل التمدد الحراري والشد السطحي . تدخل الالومينا في الزجاج على شكل فلسبار او كاؤلين او حجر الكونوولي (Cornish stone). وكذلك في الجسم كونها موجودة في جميع الاطيان .

2-2 الزجاج الجاهز ( FRIT GLAZE )

هو مركب جديد يختلف من حيث الصفات عن المواد المكونة للخلطة الاصلية وهو ذو انصهار وتفاعل مسبق لمركبات الزجاج الداخلة ضمن خلطة الزجاج ومثال ذلك الاكاسيد الصاهرة التي لها القابيلة عل الذوبان في الماء التي تنصهر مع السليكا لتتحول الى سليكات وتلك الاكاسيد هي مواد جديدة تختلف عن المواد الاصلية من حيث التركيب والصفات .[9]

حيث تقوم عملية (التفريت ) على صهر خلطة الزجاج في بوتقة فخارية الى ان يصبح الزجاج سائلا ثم نخرج البوتقة بواسطة كماشة من الفرن وهو في درجة حرارة انصهار الزجاج ، يسكب المنصهر في ماء بارد وبعد ذلك يسحق بواسطة هاون البورسلين والطاحونة الكهربائية وذلك لاسباب كثيرة منها :

1- وجود بعض الاكاسيد قابلة للذوبان في الماء مثل اوكسيد البوتاسيوم واوكسيد البوريك واوكسيد الصوديوم ، لذلك ستتشرب هذه الاكاسيد الى الجسم الفخاري عند التطبيق وهذا بدوره يؤدي الى تشويه الجسم الفخاري اضافة الى حدوث نقص في خلطة الزجاج .

2- التخلص من السمية في بعض المركبات مثل الرصاص بعد تفاعله مع السليكا كذلك الانتيمون او الباريوم والخارصين .[10]

1- عند حرق الزجاج تتحرر بعض الغازات مثل الكاربون والكبريت والتي تسبب ثقوب دبوسية على سطح الزجاج ، لاعطاء زجاج متجانس وبتفاعل اسرع مع بعض الاكاسيد مثل القواعد الترابية وفي وقت اقل ونضج اقصر .

**اطيان الكاؤلين :**

وهي من الاطيان الاولية التي تشكلت بعمليات التجوية على الفلسبار واستقرت في اماكن تكونها ، فلها جزيئات كبيرة الحجم لذا فهي قليلة اللدونة مقارنة باكثر انواع الاطيان الرسوبية ، والشوائب المعدنية فيها قليلة مثل الحديد من هنا جاءت الوانها البيضاء وفي تركيبها الكيمياوي تقترب من صيغة المعادن الطينية النقية .

حيث تتشكل رواسب الكاؤلين الاولية عادة بتعرض صخور الكرانيت والصخور المتبلورة الحاوية على الفلسبار للتحلل ، وللكاؤلين صيغة هي ($Al_2O_3.2Sio_2.2H_2O$ ) ونسب هذه المكونات التقريبية هي ( $H_2O$-%14 ، $Al_2O_3$-%40 ، $SiO_2$-%46 ) .[11]

الاطيان الحمراء (Red Clays)

تعتبر من اكثر انواع الاطيان انتشارا في الطبيعة ولهذا يمكن الحصول عليها بكميات وافرة ، اضافة الى ذلك تتميز هذه الاطيان باللدونة العالية اذ تبلغ حوالي (29.5%) وذلك لنعومة حبيباتها ، لهذا تضاف اليها نسبة محددة من مواد غير لدنة كالرمل او مسحوق الفخار لتقليل لدونتها ، وسميت بالاطيان الحمراء لارتفاع

نسبة اوكسيد الحديد فيها والذي يكسبها الوانا متعددة منها البني او الاحمر او الرمادي المخضر او الاسمر المصفر ، وتمتاز ايضا هذه الاطيان باحتوائها على نسبة عالية من القلويات (اوكسيد الصوديوم$Na_2O$ ، اوكسيد البوتاسيوم$K_2O$) ونسبة عالية من القواعد الترابية (اوكسيد الكالسيوم$CaO$ ، اوكسيد المغنيسيوم$MgO$) وكذلك اوكسيد الحديد ($Fe_2O_3$) واوكسيد التيتانيوم ($TiO_2$) ، لذلك فان درجة حرارة انصهارها واطئة تصل حوالي (1100مْ) كحد اعلى ، وعند حرقها الى حدود (1000مْ) فانها تتماسك الى كتلة صلبة ذات لون اصفر او بني كما انها تحتوي على مواد عضوية بنسبة عالية لذلك تكون مساميتها عالية بعد الحرق .[12]

**العتمة في الزجاج :**

ان دراسة العتمة في الزجاج يتطلب بداية معرفة وفهم بعض الصفات الفيزيائية لتاثير الضوء الساقط على السطح الخزفي المعتم ومعرفة كيفية سقوط الضوء على الجسم والتاثيرات الخاصة التي يحدثها على عين الناضر والتاثيرات الحاصلة ثم دراسة المكونات الرئيسة الداخلة في تركيب الخلطة الزجاجية المسببة للعتمة وكذلك انواع العتمة ، فنجد ان زجاج الخزف ذا العتمة الجزئية وهو الزجاج المعتم يسمح لمرور جزء قليل من الضوء ويعكس ويشتت الضوء الباقي والرؤية من خلاله مشوشة وضبابية اما الزجاج ذي العتمة التامة فلا يمر الضوء من خلاله بصورة تامة ولا نستطيع المشاهدة من خلاله .[13]

كذلك نجد ان الانعكاس المنتظم يحدث في السطوح الصقيلة وذو العتمة الجزئية اما الانعكاس غير المنتظم فيحدث في الزجاج ذو العتمة التامة المطفا لخشونة سطحه وان عين المشاهد تتقبل السطوح المطفاة لان السطوح اللماعة تعكس الضوء على عين المشاهد فتكون العين اقل راحة للاجسام اللامعة ، كذلك يعاني الضوء في العديد من التعاملات والظواهر مع زجاج الخزف عند مروره عليه فيتعرض الى الانعكاس والانكسار والحيود والاستطارة والتداخل والاستقطاب والتحليل (التفريق ) كل تلك التعاملات تعمل على عدم مرور الضوء او مروره بصورة غير طبيعية فتودي الى عدم الرؤية او الرؤية بصورة غير واضحة وعدم الشفافية وينتج عتمة الزجاج .[14]

اضافة الى ما ذكر في اعلاه فقد تتشكل العتمة في الزجاج بسبب زيادة الاكاسيد المعدنية الملونة في الطين وتطبيق الزجاج عليها ، وتفاعلات طبقة الزجاج وطبقة الفخار وتتكون بلورات المولايت ، وتطويل عملية التبريد للزجاج يزيد من نمو البلورات والعتمة ، او وجود غازات داخل طبقة الزجاج المكونة للفقاعات فهذه تسبب ايضا العتمة على السطح الخزفي ، وهناك مواد جاهزة صناعياً تؤدي الى عتمة الزجاج كطلاءات اللوستر والصبغات اللونية والاقلام الملونة الزجاجية والطباعة بالشاشات الحريرية والاصابع الطباشيرية وطبعات الديكال وغيرها ، وذلك لما تمتاز به هذه الانواع من عتمة مادتها المستخدمة للزخارف عادة لاعطائها الوضوح والدقة .[15]

يعتمد الخزاف على قاعدة سيكر في التزجيج لتحديد درجة الشفافية والعتمة ولمعان الزجاج فنسبة (10/1) وينتج زجاجا شفافا (7.5/1) وينتج زجاجا ذا عتمة جزئية (معتم لماع ) (5/1) ينتج زجاج ذو عتمة تامة (زجاج معتم) .

تعتمد قوة حجب المادة للضوء وهي درجة التشتت على معامل انكسار مادة العتمة ،ولون مادة العتمة ، وشكل ونعومة الحبيبات ، ونسبة المواد المعتمة المستخدمة ، كذلك سمك طبقة الزجاج ، اما التفاعلات المسببة للعتمة فهي العتمة البلورية ، العتمة الغروية ، العتمة اللا ذوبانية.[16]

**2 – 2 الدراسات السابقة :**

دراسة الطاهر – 2002 - حيدر رؤوف سعيد الطاهر

**( انتاج زجاج الرماد وتطبيقاته على الاطيان العراقية )**

**هدف الدراسة :**

ضمت هذه الدراسة امكانية استخدام جذور وسيقان النباتات في انتاج زجاج عالي الحرارة ينضج بدرجتين حراريتين (1050- 1250C° ) ولهذا الغرض تم تحديد خمسة عشرا نوعا من النباتات ( نباتات برية -

مخلفات نباتيه - اغصان نباتات صلبة ) وتم تحديد نوع الجسم الفخاري بطينة كاؤلين دويخله التي تتحمل درجات حرق عالية ، اما الحدود المكانية فكانت ضمن حدود محافظة بابل .

وكانت اهم النتائج ذات العلاقة بالبحث الحالي هي :

1- ارتفاع نسبة السليكا في نماذج زجاج الرماد نتج عنه ارتفاع قيم الصلادة بينما ارتفاع الاكاسيد الاخرى ادى الى انخفاض الصلادة .

2- ارتفاع السليكا والقواعد الترابية فضلاً عن الحديد نتج عنه مواد زائدة عن التفاعل المتوازن المستمر الذي يجعل هذا الزائد عالق في السائل الزجاجي فضلاً عن تكون اطوار سائلة اخرى مما ادى الى تكون عتمة .

3- ان الانصهارية العالية الناتجة عن الحرق بأسلوب تثبيت درجات الحرارة بدرجة نضج نهائي ادى الى اخفاض اللزوجة مما اعطى للزجاج وقت كافي لإعادة التبلور وتكوين عتمة .

وتختلف هذه الدراسة عن دراسة الطاهر من حيث :

1- تم اعتماد خلطة واحدة في هذا البحث مع اختلاف نسبة اوكسيد القصدير في كل خلطة .

2- تم تفريت الخلطات الخاصة بالبحث قبل التطبيق بدرجة ( 1100م).

3- تم عملية الحرق بدرجة حرارة واطئ هي (950 م ، 1000م ، 1050م) .

## الفصل الثالث إجراءات البحث :

### 3 – 1 إجراءات البحث :-

تم استعراض إجراءات البحث العلمية والمختبرية والتطبيقية التي قام بها الباحث لتحقيق أهداف البحث بصيغتها القابلة للعرض والتحليل والمناقشة .

### 3- 2 المنهـج المستخدم :-

تم باستخدام المنهج التجريبي الذي يعد من أكثر انواع البحوث العلمية دقة كونه يقوم على أساس التجربة العلمية التي تكشف عن العلاقات السببية والتكوينية بين العوامل المتضمنة والمؤثرة في البحث العلمي

### 3 – 3 اختيار الخلطة:-

قام الباحث بعمل تجارب استطلاعية ، وتم اختيار مكونات الخلطة قصديا وقد شملت :-

رماد سعف النخيل

كاربونات الصوديوم $Na_2CO_3$

فلدسبار البوتاسيوم $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$

اوكسيد البوريك $B_2O_3$

الالومينا $AL_2O_3$

اوكسيد القصدير $Sno_2$

أطيان محلية حمراء

مسحوق الفخار

### 3 – 4 اختيار النبات :

تم اختيار سعف النخيل بسبب توفره بكميات كبيرة جدا ومن خلال التحليل الكيميائي كما في الجدول رقم ( 3-1 ) تبين انه يحتوي على نسبة جيدة من الالومينا ($Al_2O_3$ ) وهي المركبات المسببة للعتمة في زجاج الخزف وكذلك السليكا المكون الرئيس لزجاج الخزف .

جدول رقم ( 3- 1 ) يبين التحليل الكيميائي لرماد سعف النخيل [17] .

| الاكاسيد | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Na_2O$ | $K_2O$ | CaO | MgO | $Fe_2O_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سعف النخيل | 63.8 | 2.4 | 2.03 | 4.7 | 16.7 | 6.8 | 3.6 |

### 3-5 حرق السعف وتهيئة الرماد :

تم غسل سعف النخيل قبل عميلة الحرق بالماء للتخلص من اي شوائب ممكن ان تكون ملتصقه مع السعف ثم بعدها تم حرق النبات في الهواء الطلق بوضعها في وعاء معدني وبعد التأكد من خلو النبات من اية شوائب اثناء عملية الحرق حيث حرق السعف بدون اية مواد مساعدة للحرق وبوجود تيار هوائي وتركت لمدة اربع وعشرين ساعة كما في الشكل (1 أ- ب) لأتمام عملية الحرق وبعد التبريد تم جمع هذه المواد وغربلتها بغربال (MESH 60 ) ، وذلك للحصول على رماد خالي من اي اجسام غريبة ولغرض التأكد من احتراق جميع المواد العضوية وكذلك تساوي الحرق لجميع اجزاء الرماد وللتخلص من الكربون الناتج من الحرق الأولي تم وضع الرماد في وعاء طيني معدة لهذا الغرض وحرق الرماد داخل الفرن الكهربائي للحصول على الحرق النظيف وبدرجة حرارة (°C 007 ) كما في الشكل ( 2 أ- ب ) بعدها تم جمع الرماد الناتج في وعاء خاصة تحضيرا للخطوات القادمة .

شكل رقم (1 أ - ب ) عملية حرق سعف النخيل

شكل رقم (2 أ – ب ) عملية التخلص من الكاربون

**3-6 اختيار الطينة المطبق عليها الزجاج :**

قام الباحث باختيار طينة المحاويل وذلك من خلال البحوث والدراسات السابقة التي اطلع عليها الباحث وجميع المعلومات المتوفرة عن هذا النوع من الأطيان ، ولكون الطينة مستخدمة بشكل كبير في عموم مشاغل الخزف في بابل .

**3 – 7 تهيئة النماذج :**

تم تهيئة الطينة بشكل لدن حيث تم اضافة كمية من مسحوق الفخار وذلك لتقليل نسبة التقلص وزيادة مقاومة درجات الحرارة وكان الخلط كما ياتي :-

طينة المحاويل الحمراء 80 % مسحوق الفخار 20 % .

الجدول ( 3 – 2 ) يبين التحليل الكيميائي لطينة المحاويل [18]

| % | L.O. I | $Na_2CO_3$ | $K_2O$ | $SO_3$ | MgO | CaO | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $SiO_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 99.66 | 14.75 | 1.31 | 1.9 | 1.32 | 4.78 | 14.35 | 5.97 | 12.53 | 42.75 |

**3 – 7– 1 تشكيل النماذج :**

بعد ان اصبحت الطينة جاهزة وبشكل لدن تم تسويتها على ارضية خشبية ( BOARD ) وبسمك ( 18 سم ) وطول ( 18 سم ) وعرض ( 1 سم ) وعلى شكل بلاطات .

**3 – 7– 2 تجفيف النماذج :**

تركت النماذج الى اليوم الثاني وهي مغطاة بقطعة قماش وبعيدا" عن اي تيار هوائي اذ جمعت هذه القطع بعضها فوق بعض وتركت الى ان جفت بشكل كامل .

**3 – 7– 3 حرق النماذج :**

تم حرق النماذج بفرن كهربائي ( فـــــرن فـــــرع الخزف في كلية الفنون الجميلة / جامعة بابل) وبقياس ( 30 × 37 × 47 سم ) وبدرجات حرارة (1000 C° ) وضعت جميع النماذج داخل الفرن وتم التـأكد من كونها خالية من أية اثار الاعوجاج ، وكان عدد النماذج المحروقة ( 3 نماذج )، وحسب برنامج الحرق جدول ( 3-3 ) تم اخراج النماذج بعد مرور (24 ساعة) من فصل التيار الكهربائي عن الفرن .

| تشغيل | اطفاء | الزمن | درجة الحرارة |
|---|---|---|---|
| 10 ثانية | 60 ثانية | من الثانية ظهرا الى التاسعة صباحا من اليوم الاخر | 600م |
| 30 ثانية | 30 ثانية | 2 ساعة | 800 م |
| Full | اطفاء | 2 ساعة | 1000 م |
| | | ساعة وقت اضافي | 1000 م |

جدول رقم ( 3-3) برنامج حرق النماذج الفخارية

**3-8 تهيئة خلطات سعف النخيل :-**

تم اعداد خلطة واحدة وحسب قاعدة سيكر ، وتحديد النسب المئوية من الخلطة وهي نسبة (100%) كأساس للعمل ولكي تدخل الخلطات ضمن قاعدة سيكر وحسب جدول الخلطة المعتمد رقم (3-4) بعدها يجب تحويل النسب المئوية الى اجزاء جزيئية ويتم ذلك بالخطوات التالية :

| رماد سعف النخيل | Ash | % 50 |
|---|---|---|
| فلسبار بوتاسيوم | $K_2O. Al_2O_3. 6SiO_2$ | % 30 |
| اوكسيد البوريك | $B_2O_3$ | % 12 |
| كاربونات الصوديوم | $Na_2CO_3$ | % 8 |

جدول (3- 4) نسبة مكونات الخلطة

القانون :

1- النسبة المئوية للأوكسيد ÷ الوزن الجزيئي له
2- تجمع نتائج القواعد معا
3- تقسم نتائج الفقرة 1 على الفقرة 2
4- يتم حساب نسبة المواد المضافة من رماد سعف النخيل بنسبة 50% من الخلطة الرئيسة المعدة

وحسب القانون الاتي | الوزن الجزيئي للعنصر / الوزن الجزيئي للمركب X 50 =

يتم اخذ النسب المئوية من الجدول (3-1) من التحليل الكيميائي لرماد سعف النخيل واحتساب النسب كما في الجدول ( 3-5) الذي يبن تقسيم المواد داخل الخلطة .

| ت | الاوكسيد | النسبة والوزن الجزيئي للأوكسيد |
|---|---|---|
| 1 | $SiO_2$ | 1.06 = 60 ÷ 63.8 |
| 2 | $Al_2O_3$ | 0.02 = 102 ÷ 2.4 |
| 3 | $Na_2O$ | 0.03 = 65 ÷ 2.03 قاعدية |
| 4 | $K_2O$ | 0.05 = 94 ÷ 4.7 قاعدية |
| 5 | CaO | 0.025 = 65 ÷ 16.7 قاعدية |
| 6 | MgO | 0.17 = 40 ÷ 6.8 قاعدية |
| 7 | $Fe_2O_3$ | 0.02 = 160 ÷ 3.6 |

جدول ( 3-5 ) النسبة والوزن الجزيئي للأوكسيد

تجمع نتائج المواد القاعدية = 0.5 ( $MgO+ CaO+ K_2O+Na_2O$)

قيمة الاوزان والاجزاء الجزيئية للأكاسيد في رماد سعف النخيل *

| ت | الاوكسيد | قيمة الاوزان والاجزاء الجزيئية من رماد سعف النخيل |
|---|---|---|
| 1 | $SiO_2$ | 2.12 = 0.5 ÷ 1.06 |
| 2 | $Al_2O_3$ | 0.04 = 0.5 ÷ 0.02 |
| 3 | $Na_2O$ | 0.06 = 0.5 ÷ 0.03 |
| 4 | $K_2O$ | 0.1 = 0.5 ÷ 0.05 |
| 5 | CaO | 0.5 = 0.5 ÷ 0.025 |
| 6 | MgO | 0.34 = 0.5 ÷ 0.17 |
| 7 | $Fe_2O_3$ | 0.04 = 0.5 ÷ 0.02 |

جدول (3-6) قيمة الاوزان والاجزاء الجزيئية من رماد سعف النخيل

| ت | الاوكسيد | قيمة الاجزاء الجزيئية | الجزء الجزيئي مقسوم على 50% |
|---|---|---|---|
| 1 | $SiO_2$ | 2.12 | 1.6 |
| 2 | $Al_2O_3$ | 0.04 | 0.02 |
| 3 | $Na_2O$ | 0.06 | 0.03 |
| 4 | $K_2O$ | 0.1 | 0.05 |
| 5 | CaO | 0.5 | 0.25 |
| 6 | MgO | 0.34 | 0.17 |
| 7 | $Fe_2O_3$ | 0.04 | 0.02 |

جدول ( 3- 7 ) الجزء الجزيئي مقسوم على 50%

**9-3 خلطة رماد سعف النخيل :**

زجاج واطى الحرارة F مكونات الخلطة رماد سعف النخيل = 50 %

* تم استخدام 50% من قيمة الاجزاء الجزيئية للعمل ضمن قاعدة سيكر أي تقسم النسب اعلاه على 50 % ليتم ادخاله في الجدول ( 3-8 ) داخل الحقل ( M.P ) وحسب نسب المواد الداخلة في رماد سعف النخيل وحسب جدول سيكر .

| | | | |
|---|---|---|---|
| فلسبار بوتاسي = 30 | M الاجزاء الجزيئية | 2.5--------1 واطئ المتوسط % | |
| اوكسيد البوريك = 12 | M.w الوزن الجزيئي | 5----------1 معتم % | |
| كاربونات الصوديوم = 8 | P.w =M.p X M.w | واطئ = 2.5 /5 = 0.5 % | |

| $Na_2O$ | $K_2O$ | Mgo | Cao | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $B_2O_3$ | $SiO_2$ | F | m.p | m.w | p.w | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.03 | 0.05 | 0.17 | 0.25 | 0.02 | 0.05 | | 1.6 | $Na_2O$ | 0.03 | 56 | 1.682 | 0.6 |
| | | | | | | | 0.9 | $K_2O$ | 0.05 | 40 | 2 | 0.7 |
| | | | | | | | | Cao | 0.25 | 65 | 11.05 | 3.9 |
| | | | | | | | | Mgo | 0.17 | 94 | 23.5 | 8.5 |
| | | | | | | | | $Fe_2O_3$ | 0.02 | 102 | 2.04 | 0.7 |
| | | | | | | | | $Al_2O_3$ | 0.05 | 102 | 2.04 | 0.7 |
| | | | | | | | | $SiO_2$ | 1.609 | 60 | 96 | 34.9 |
| | | | | | | | | فلسبار | 0.05 | 556 | 83.4 | 30 |
| | | | | | 0.15 | | | بوراكس | 0.02 | 223 | 33.45 | 12 |
| 0.15 | 0.15 | | | | | 0.3 | | كاربونات | 0.02 | 106 | 21.2 | 7.9 |
| 0.2 | | | | | | | | | 1.6 | | | |
| | | | | | | | | | 0.15 | | | |
| | | | | | | | | | 0.15 | | | |
| | | | | | | | | | 0.2 | | | |
| 1 | | | | 0.5 | | | 2.5 | | | | 276.36 | |

جدول رقم (3- 8) يبين مقادير خلطة سعف النخيل مع المضافات

### 10-3 صناعة البوتقة الحرارية :-

تمت عملية صناعة البوتقة من 40% كأولين مع 60% گروك وبعد تهيئة الخلطة وهي لدنة تم تشكيلها على الويل الكهربائي على شكل اسطواني ، وقد وتم طلاء البوتقة من الداخل بمحلول يتكون من (100 %) الومينا نقية وذلك من اجل ان لا يتم التصاق الزجاج داخل البوتقة وللتقليل من تفاعل الزجاج مع الجسم ، وتفخر بدرجة حرارة ( 1300م ) لتكون جاهزة للتفريت وتم الحرق بالفرن الغازي .

### 11-3 عملية التفريت :-

وضعت الخلطة في بوتقة خاصة وادخلت الى الفرن وبأسلوب الحرق السريع وصولا الى درجة حرارة (1100م) مع ساعة واحدة فترة نضج ، وبعد اتمام النضج قام الباحث بإخراج البوتقة من الفرن وهي بدرجة حرارة (1100 م ) بواسطة كماشة كما في الشكل رقم (4) تم سكب السائل الزجاجي في الماء داخل حافظة ( سطل فافون ) وذلك لتفتيت الزجاج ولمنع اعادة بنية النظام البلوري للزجاج كما في الشكل رقم (5 ) ، بعد الانتهاء من عملية التفريت قام الباحث بجمع الزجاج المفرت على جهه وتم وضعها في بوتقة الطاحونة

الكهربائية كما في الشكل (6) لمدة ( ست ساعات متواصلة ) من اجل الحصول على طحن متجانس ونعومة مناسبة ، وقد قام الباحث بعد الانتهاء من عملية الطحن بوضع الخلطة في غربيل بقياس (mesh100) كمرحله أخيره من أجل الحصول على مسحوق ناعم متجانس ، بعدها تم وضعها بعد اكمال الغربله في علب نظيفة خاصة كتب عليها اسم الخلطة ومكوناتها لتكون جاهزة للخطوة القادمة .

### 12-3 تطبيق الخلطات على النماذج الفخارية :-

تم تطبيق الخلطة على سطوح العينات من أجل دراسة المتغيرات التي تحدث على الجسم الفخاري مع تثبيت درجة الحرارة وتم عمل مستحلب من الزجاج والماء مع اضافة نسبة اوكسيد القصدير في العينة الثانية والثالثة بمقادير مختلفة كما في الجدول رقم (3-9) على حده وتمت عملية التطبيق باستخدام ( المرذاذ ) .

| رقم الخلطة | زجاج مفرت | اوكسيد القصدير |
|---|---|---|
| 1 | 100 | -- |
| 2 | 100 | %1 |
| 3 | 100 | %2 |

جدول رقم (3-9) كمية اوكسيد القصدير المضاف للعينات

وبعد الانتهاء من عملية الرش تترك النماذج لمدة وجيزة لكي تجف وذلك لتلافي انفصال الزجاج عن طبقة الفخار نتيجة تبخر الماء الممتص من الجسم بعدها توضع النماذج في الفرن الكهربائي .

### 13-3 برنامج الحرق :-

تم اعداد جدول لبرنامج الحرق الخاص بالعينات كما في الجدول ( 3- 10) .

| تشغيل | اطفاء | الزمن | درجة الحرارة |
|---|---|---|---|
| 10 ثانية | 60 ثانية | من الثانية ظهرا الى التاسعة صباحا من اليوم الاخر | 600 م |
| 30 ثانية | 30 ثانية | 2 ساعة | 800 م |
| Full | اطفاء | 1 ساعة ونصف | 950 م |
| وقت اضافي Soaking Time | | 1 ساعة | |

الجدول رقم ( 3- 10) برنامج الحرق الخاص بالعينات

### 14-3 فحوصات النماذج المختبرية:-

#### 1-14-3 حساب معامل الشد السطحي :

تم حساب معامل الشد السطحي للزجاج لغرض معرفة تأثير المواد الداخلة في تركيب الزجاج على نسب معاملات الشد السطحي من خلال جدول ثوابت الشد السطحي حسب الجدول ( 3- 11) وحسب المعادلة ادناه

النسب المئوية للمادة × معامل الشد السطحي =

تجمع نتائج الخطوة ( 1 ) لكل مادة ويضاف لها باقي المواد الداخلة لكل خلطة

| الاوكسيد | ثابت الشد السطحي |
|---|---|
| $SiO_2$ | 3.4 |
| $Al_2O_3$ | 6.2 |
| $Na_2O$ | 1.5 |

| | |
|---|---|
| $Pb_3O_4$ | 1.2 |
| CaO | 4.8 |
| MgO | 6.6 |
| $K_2O$ | 0.1 |
| $B_2O_3$ | 0.8 |
| FeO | 4.5 |
| CuO | 4.5 |
| CoO | 4.5 |
| NiO | 4.5 |
| MnO | 4.5 |

جدول رقم (3- 11 ) يبين ثابت الشد السطحي للأكاسيد 19

| ت | التركيب الكيميائي للرماد | نسبة الاوكسيد في ثابت الشد السطحي لكل اوكسيد |
|---|---|---|
| 1 | $SiO_2$ | 216.92 =3.4 X 63.8 |
| 2 | $Al_2O_3$ | 14.88 = 6.2 X 2.4 |
| 3 | $Na_2O$ | 3.045 =1.5 X 2.03 |
| 4 | $K_2O$ | 0.47 =0.1 X 4.7 |
| 5 | CaO | 80.16 =4.8 X 16.7 |
| 6 | MgO | 44.88 =6.6 X 6.8 |
| 7 | $Fe_2O_3$ | 16.2 =4.5 X 3.6 |

جدول رقم( 3-12) يوضح النسب المئوية الداخلة في التفاعل ضمن مكونات الخلطة

ناتج ثابت الشد السطحي للعينة الاولى ( 376.55) .
ثابت نسبة كاربونات الصوديوم 8 X 1.5 = 12
ثابت نسبة فلسبار البوتاسيوم 30 X 2.7 =81
ثابت نسبة اوكسيد البوريك 12 X 0.8 = 9.6
جمع ناتج الخلطة + المواد المضافة اعلاه للعينة الاولى = 479.15
ناتج ثابت الشد السطحي للعينة الثانية (376.55 )
ثابت نسبة كاربونات الصوديوم 8 X 1.5 = 12
ثابت نسبة فلسبار البوتاسيوم 30 X 2.7 =81
ثابت نسبة اوكسيد البوريك 12 X 0.8 =9.6
ثابت نسبة اوكسيد القصدير 1 X 2.8 = 2.8
جمع ناتج الخلطة + المواد المضافة اعلاه للعينة الثانية = 481.95

ناتج ثابت الشد السطحي للعينة الثالثة (376.55)
ثابت نسبة كاربونات الصوديوم 8 X 1.5 = 12
ثابت نسبة فلسبار البوتاسيوم 30 X 2.7 = 81
ثابت نسبة اوكسيد البوريك 12 X 0.8 = 9.6
ثابت نسبة اوكسيد القصدير 2 X 2.8 = 5.6
جمع ناتج الخلطة + المواد المضافة اعلاه للعينة الثالثة = 484.75

**3-14-2 حساب معامل ثابت الكثافة :**

ان للكثافة اهمية كبيرة في حساب مقدار درجة الانعكاس وقيمة معامل الانكسار وان كثافة الزجاج هو ناتج كثافة الاكاسيد المكونة له ، فنجد ان كثافة زجاج الخزف تتراوح بين (8.120 – 2.125 غم/سم3) ، وقد تم حساب الكثافة حسب الجدول ( 3-13) يبين ثوابت الكثافة للأكاسيد وفق المعادلة التالية :

الكثافة = النسبة المئوية للأوكسيد × ثابت كثافة الاوكسيد / 100 =

| الاوكسيد | ثابت الكثافة |
|---|---|
| $SiO_2$ | 2.7 |
| $Al_2O_3$ | 3.8 |
| $Na_2O$ | 2.5 |
| $Pb_3O_4$ | 9.1 |
| $CaCO_3.MgCO_3$ | 2.8 |
| $K_2O.Al_2O_3.6SIO_2$ | 2.5 |
| $B_2O_3$ | 1.8 |
| FeO | 5.7 |
| CuO | 6.4 |
| CoO | 5.7 |
| $Cr_2O_3$ | 5.2 |
| NiO | 6.7 |
| MnO | 5.3 |

جدول رقم ( 3- 13 ) يبين ثابت الكثافة للأكاسيد 20

| ت | الاوكسيد | النسبة والوزن الجزيئي للاوكسيد |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| 1 | $SiO_2$ | 1.722 = 100 / 2.7 X 63.8 |
| 2 | $Al_2O_3$ | 0.091 =100 / 3.8 X 2.4 |
| 3 | $Na_2O$ | 0.050 = 100 /2.5 X 2.03 |
| 4 | $K_2O$ | 0.108 =100 / 2.3 X 4.7 |
| 5 | CaO | 0.467 =100 / 2.8 X 16.7 |
| 6 | MgO | 0.238 =100 / 3.5 X 6.8 |
| 7 | $Fe_2O_3$ | 0.190 = 100 / 5.3 X 3.6 |

جدول رقم ( 3-14) يوضح النسب المئوية الداخلة في التفاعل ضمن مكونات الخلطة

ناتج ثابت الكثافة للعينة الاولى (2.866) .

ثابت نسبة كاربونات الصوديوم 0.2 = 100 / 2.5 X 8

ثابت نسبة فلسبار البوتاسيوم 0.75 =100 / 2.5 X 30

ثابت نسبة اوكسيد البوريك 0.216 =100/ 1.8 X 12

جمع ناتج العينة الاولى + المواد المضافة اعلاه للعينة الاولى = 4.032

ناتج ثابت الكثافة للعينة الثانية (2.866 )

ثابت نسبة كاربونات الصوديوم 0.2 = 100/ 2.5 X 8

ثابت نسبة فلسبار البوتاسيوم 0.75 = 100/ 2.5 X 30

ثابت نسبة اوكسيد البوريك 0.216 = 100/ 1.8 X 12

ثابت نسبة اوكسيد القصدير 0.068 = 100/ 6.8 X 1

جمع ناتج العينة الثانية + المواد المضافة اعلاه للعينة الثانية = 4.1

ناتج ثابت الكثافة للعينة الثالثة (2.866 )

ثابت نسبة كاربونات الصوديوم 0.2 = 100/ 2.5 X 8

ثابت نسبة فلسبار البوتاسيوم 0.75 = 100/ 2.5 X 30

ثابت نسبة اوكسيد البوريك 0.216 =100/ 1.8 X 12

ثابت نسبة اوكسيد القصدير 0.136 =100/ 6.8 X 2

جمع ناتج العينة الثالثة + المواد المضافة اعلاه للعينة الثالثة = 4.168

**15-3 الفحوصات التي اجريت على النماذج :-**

**1-15-3 فحص قياس الملمس :**

تم استخدام جهاز لفحص الملمس شكل رقم ( 8 ) ، لفحص عينات البحث والهدف من ذلك التعرف على درجات الملمس لطبقة الزجاج .

اسم الجهاز : PosiTector

الموديل : KITSTD

القراءة: يعتمد الجهاز على قراءة مقدارها ( 0- 1000) درجة ، تتدرج من السطح الناعم نحو الخشن.

وتم اجراء الفحص في مختبر فرع الخزف / كلية الفنون الجميلة / جامعة بابل .

**2-15-3 فحص المجهر الضوئي :**

تم استخدم جهاز المجهر الرقمي (Digital Microscope) ، لفحص عينات البحث، بهدف التعرف على محتوى طبقة الزجاج من حيث:

الفقاعات الهوائية ، بلورات التراكيب غير الذائبة .

اسم الجهاز: Digital Microscope-Color Cmos Sensor

الموديل: S04

القوة التكبيرية: ( 600X )
تم إجراء الفحص في مختبر فرع الخزف / كلية الفنون الجميلة / جامعة بابل .

**3-15-3 فحص القيم اللونية :**

لقد استخدم الباحث جهاز التحليل اللوني ( Precise Color Reader ) في مختبر قسم الفنون التشكيلية / كلية الفنون الجميلة / جامعة بابل ، لمعرفة التمثيل الرياضي للون ، وتحديد قيمه الثلاث ( L.A.B ) اسم الجهاز – Precise Color Reader
الموديل Hp-C210

3-15-4 قياس معامل الاجهاد والكسر :

تم فحص معامل الاجهاد باستخدام جهاز لقياس معامل الاجهاد والكسر ( Modulus of Rupture)($N/mm^2$ ) تم الفحص في مختبر كلية هندسة المواد / جامعة بابل .

3-15-5 قياس مقاومة الاشعة ال UV :

تم استخدام جهاز لقياس التأثير عند التعرض للإشعاع ( UV ) ( 254 NASWIETLACZ UV) وتم الفحص في كلية هندسة المواد / جامعة بابل .

3-15-6 قياس المسامية (الامتصاصية) :

تم فحص المسامية باستخدام وزن القطعة بميزان حساس وبعد تعريضه للماء لمدة ( 15 يوم) في وتم الفحص في كلية هندسة المواد / جامعة بابل ، وكما في المعادلة الاتية :

$$W = \frac{W - W}{W} \times 100$$

| | الوزم الجاف GW | الوزن الرطب GW |
|---|---|---|
| 1 | 30.35 | 33.25 |

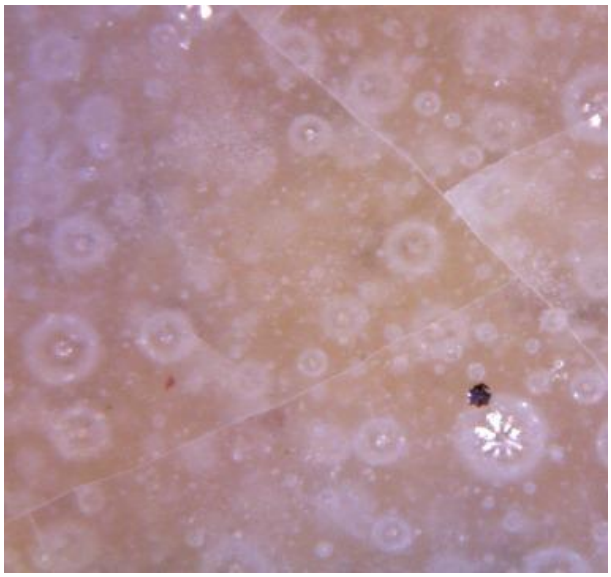
$$W = \frac{33.25-30.35}{30.35} \times 100 = 9.5$$

**الفصل الرابع : النتائج ومناقشتها :**

4-1 نتائج البحـــــــث :

جدول (4-1) يبين نتائج العينة (1) والفحوصات التي اجريت عليها

| | | |
|---|---|---|
| | | مجهر ضوئي |



| رقم العينة | 1 | | |
|---|---|---|---|
| معامل الاجهاد والكسر | Mpa 18 ($N\backslash m^2$) | | |
| الامتصاصية | 9.5 | | |

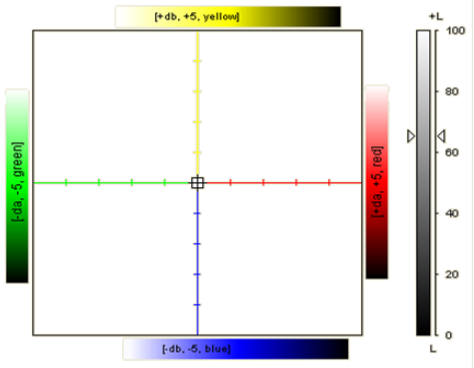
| ملمس | كثافة (غم/سم$^3$) | شد سطحي (داين/سم$^3$) |
|---|---|---|
| 20 | 4.32 | 479.15 |

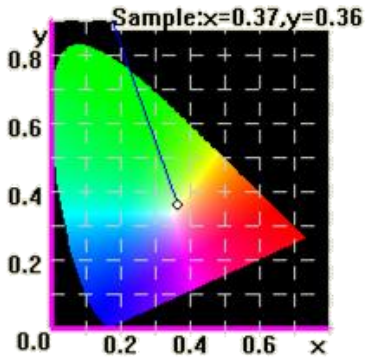
One time test report

Company: Section:

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

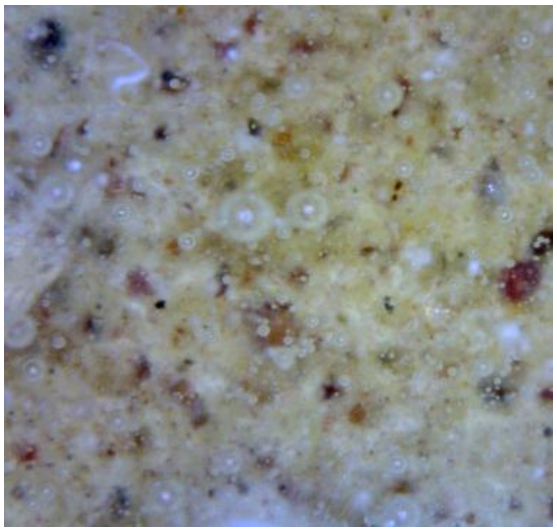
| Standard Sample | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | L | A | B | L | C | H |
| | 65.59 | 7.42 | 15.88 | 65.59 | 17.53 | 64.95 |
| Test Result | | | | | | |




Conner: Auditing: Date: 2020-1-3

جدول (4-2) يبين نتائج العينة (2) والفحوصات التي اجريت عليها

| مجهر ضوئي | | |
|---|---|---|
|  | | |
| شد سطحي (داين/سم$^3$) | كثافة (غم/سم$^3$) | ملمس |
| 481.95 | 4.1 | 18 |

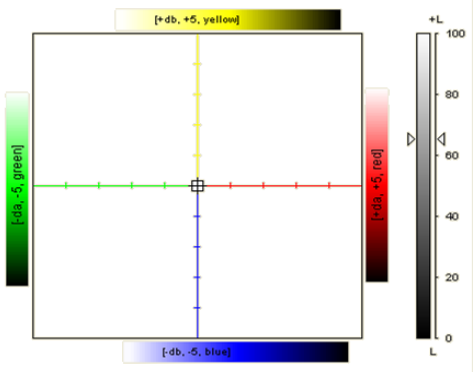
| رقم العينة | 2 |
|---|---|
| معامل الاجهاد والكسر | (N\m$^2$) Mpa 19 |
| الامتصاصية | 9.5 |

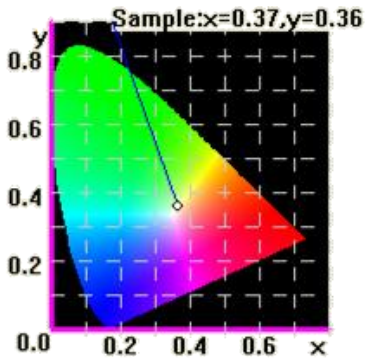
One time test report

Company: Section:

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

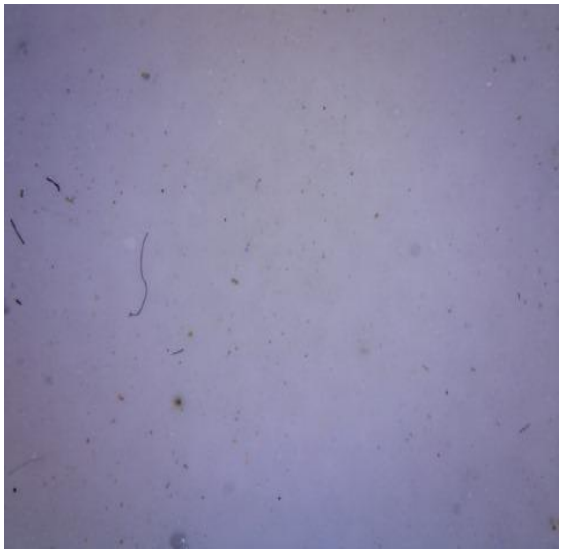
| Standard Sample | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | L | a | B | L | C | H |
| | 88.20 | -3.42 | 1.88 | 88.20 | 4.79 | 144.9 |
| Test Result | | | | | | |




Conner: Auditing: Date: 2020-1-3

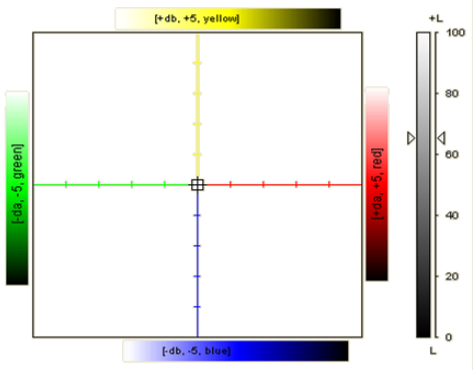
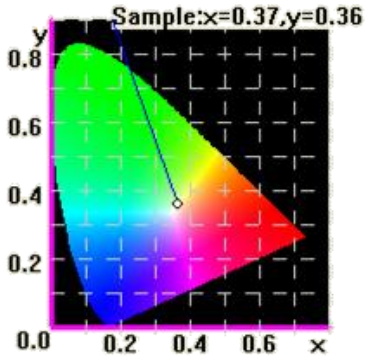
جدول (3-4) يبين نتائج العينة (3) والفحوصات التي اجريت عليها

| مجهر ضوئي | | | | |
|---|---|---|---|---|
|  | | | | |
| شد سطحي (داين/سم$^3$) | كثافة (غم/سم$^3$) | ملمس | | |
| 484.75 | 4.168 | 11 | | |
| | | | 3 | رقم العينة |
| | | | Mpa 17 (N\m$^2$) | معامل الاجهاد والكسر |
| | | | 9.5 | الامتصاصية |

One time test report

Company: Section:

Test samples: Test instrument: HP-C210 Test condition: D65/3CI/10

| Standard Sample | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | L | a | b | L | C | H |
| | 92.56 | -2.67 | 1.80 | 92.56 | 2.80 | 155.95 |
| Test Result | | | | | | |
| |   | | |   | | |

Conner: Auditing: Date: 2020-1-3

**2-4 مناقشة النتائج :**

**1-2-4 مناقشة جدول العينات :**

قام الباحث بالاعتماد على قاعدة ( سيـگر) في صياغة خلطة الزجاج ومن خلالها تصنف مكونات الزجاج الى ثلاثة مجاميع اساسية هي (الحوامض ، القواعد ، المواد المتعادلة) ومن خلال المعادلة بين هذه المجاميع يتم إنتاج اغلب خلطات زجاج الخزف ، وفي البحث الحالي يتم اعتماد صيغة زجاج خزف واطئ ومتوسط الحرارة للخلطة من خلال الفورمله ، وتم تثبيت المكونات لإيجاد افضل النتائج التي تخدم مشكلة البحث ، حيث ان زجاج الخزف يتكون من اتحاد وتركيب مجموعة من الاكاسيد المعدنية فيما بينها لإنتاج زجاج ذي مواصفات خاصة تتلائم مع حاجة الخزاف ونوع الخزف المراد انتاجه ويمتلك الخزف تنوعا واسعا من حيث أنواع السطوح الخزفية المتنوعة ومن 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 الرئيسة المكونة لخلطة الزجاج والمواد المضافة الأخرى ونوع المركبات والاكاسيد ، فضلا عن بعض المواد والاضافات التي تعمل عند اضافتها على زيادة الشد السطحي والكثافة والملمس، وفي أطار هذا البحث تم استخدام ثلاث خلطات من رماد سعف النخيل مع اضافة نسب ثابتة من كاربونات الصوديوم وكذلك والالومينا وفلسبار البوتاسيوم واوكسيد البوريك مع إضافة اوكسيد القصدير في النموذج الثاني والثالث علماً أن الخلطات معدة من خلال الاعتماد على قاعدة سيكر ، حيث اظهرت نتائج جيدة فيما يتعلق بالانصهارية وتحسين طبيعة الزجاج المعتم المنتج من حيث القوة وتحمل الاجهادات الخارجية والالتصاق الجيد بطبقة الفخار ومن حيث اهداف هذا البحث في انتاج زجاج معتم والذي يمكن ان يستخدم كبطانة بيضاء وذو انصهاريه وتفاعل واطئ الحرارة يخدم الجانب الجمالي والصناعي والتقني .

**2-2-4 مناقشة نتائج الشد السطحي :**

ان اهمية الشد السطحي في زجاج الخزف يمكن ان يحدد في مدى انتشار السائل الزجاجي على سطح الجسم الفخاري والمحافظة على هذا الانتشار يتم بعد التبريد فانخفاض قيم الشد السطحي يؤدي الى مائعية السائل الزجاجي وزيادة الشد السطحي تؤدي الى تكتل الزجاج او ما يطلق عليه بالانسحاب ، وتمتاز كاربونات الصوديوم بكونها تعمل على توازن تركيب الزجاج وتقلل الأخطاء ، وتزيد من معامل الانكسار، وتقلل من معامل التمدد للزجاج ، وتقلل من اللزوجة والشد السطحي كما تعمل على زيادة الحدود الحرارية لنضج الزجاج ، وتتكون الاكاسيد القاعدية من مجموعة مختلفة من المركبات تجتمع في الفعل الانصهاري وتختلف في خواصها الأخرى كالشد السطحي والتمدد الحراري واللزوجة ودرجة الانصهار ، فقد تم اجراء عملية حسابية من اجل قياس الشد السطحي لخلطات الزجاج وفق قانون الشد السطحي (النسبة المئوية للأوكسيد × ثابت الشد السطحي = ) وان زجاج الخزف يتراوح مقدار الشد السطحي له ما بين (150- 500 داين /سم3) وقد ظهرت نتائج ان ثابت الشد السطحي للعينة الاولى هو (479.15) والعينة الثانية هو (481.95) والعينة الثالثة هو(484.75) .

ومن خلال نتائج الشد السطحي للنماذج بالمقارنة مع قيم الشد السطحي لزجاج الخزف عالميا والذي تراوح ما بين (150- 500 داين /سم3) نجد ان نماذج البحث الحالي قد جاءت نتائجها ضمن القيمة المتداولة للخزف وتزداد بزيادة نسبة قيمة اوكسيد القصدير ، وهذا ما تؤكدهُ نتائج الانصهارية للنماذج حيث ان اغلب نماذج البحث ذات انصهار جيد في درجات الحرارة الواطئة حيث ان سطوح العينات متجانسة لونياً وتفاعليا وعليه فان نتائج الشد السطحي قد جاءت متوافقة مع نتائج نماذج البحث ، لذلك فان حسابات الشد السطحي اتت متناسبة مع نتائج نماذج هذا البحث .

**3-2-4 مناقشة نتائج الكثافة :**

تختلف الكثافة في زجاج الخزف باختلاف نوع وكمية المواد والمركبات الاكاسيد المضافة في خلطة الزجاج سواء أكانت من أصل الخلطة أم من مركبات واكاسيد مضافة ، وان كثافة الزجاج تتأثر بشكل كبير بنتائج الانصهارية حيث إن زيادة الانصهارية تؤدي الى زيادة الكثافة ، كذلك للكثافة علاقة بالظواهر

الفيزيائية للضوء ومن خلالها تحدث الاضطرابات الضوئية من حيث الانكسار والانعكاس، وزيادة الكثافة يؤدي الى زيادة نسبة انعكاس الضوء وهذا يتناسب طرديا مع معامل الانكسار، لذلك يكون الزجاج لمّاع ، واختلاف الكثافة قد يؤدي الى حدوث اطوار مختلفة داخل طبقة الزجاج ، مما يؤدي الى حدوث احد انواع العتمة وهي العتمة السائلة ، لذلك نجد ان كثافة زجاج الخزف العالمية تتراوح بين (2.125 –8.120غم/سم3) ، ويمكن اجراء عملية حسابية لاستخراج معامل الكثافة للزجاج من خلال قانون الكثافة ( النسبة المئوية للأوكسيد X معامل الكثافة الثابت /100 = ) حيث أظهرت نتائج الكثافة في خلطة رماد سعف النخيل للعينة الاولى هو (4.032) وللعينة الثانية هو (4.1) وللعينة الثالثة هو (4.168) .

ان هذه القيمة المتوسطة من النتائج تتماشى مع كثافة الزجاج عالميا ، حيث ان هذه النتائج متجانسة من حيث الانصهارية للسطح الخزفي وتتماشى مع اهداف البحث الحالي لإنتاج زجاج أبيض أساس .

**4-2-4 مناقشة نتائج الملمس :**

تم اجراء فحص الملمس بإستخدام جهاز الكتروني (PosiTector) يعتمد هذا الجهاز على قياس ارتفاع وانخفاض المؤشر الإبري لتحديد الارتفاع والانخفاض في الملمس على سطح النموذج باستخدام وحدة قياس هي المليمتر ويعتمد هذا الجهاز على قراءة صفرية حيث يصفر الجهاز من خلال عدسة زجاجية مرفقة معه لتسجيل قراءة مقدارها ( 0 ملم ) .

وتم اجراء الفحص على نماذج البحث الثلاث وجاءت القراءات مابين (11-18-20) مما يدل على نعومة سطح الزجاج والتأثير الواضح لإضافة فلسبار البوتاسيوم وكاربونات الصوديوم الى خلطة الزجاج حيث تعمل مع خلطة الزجاج على زيادة التأثير التفاعلي مع وجود الاوكسيد الصاهر اوكسيد البوريك الذي يصنف ضمن الاكاسيد الصاهرة وهذا التأثير ينتج سطحا اكثر نعومة من حيث الملمس حيث تقل الفجوات داخل السطح الزجاجي للنماذج ، نتيجة لهذا التفاعل حيث ان من العوامل المؤثرة على الملمس هو مقدار التفاعل الانصهاري بين مكونات خلطة الزجاج ، وعمد الباحث الى استخدام اوكسيد البوريك بسبب شيوعه واستخدامه من قبل الخزافين في اغلب المشاغل وبسبب العمل في مدى واسع من درجات الحرارة والانصهارية ووقت التشبع بالحرق ولأجل استثمار هذه المادة في الخزف الفني تم ادراجه ضمن خلطة البحث الحالي .

**5-2-4 مناقشة نتائج الاجهاد والامتصاصية :**

تم اخذ ثلاث نماذج واجراء فحص معامل الكسر وكانت النتائج هي (17-18-19) Mpa ويكون مجموع معدل النتائج (17.6) وهو مطابق ل ASTM المواصفات القياسية للسيراميك كما في الجدول (4-4) .

اما في حالة الامتصاصية (امتصاص الماء) كانت الامتصاصية ( 9.5 ) وهي مطابقة للمواصفات الفيزيائية لزجاج الخزف العالمي .

**6-2-4 مناقشة نتائج الانعكاس الحراري والضوئي :**

تم تعريض النماذج الثلاث المزججة الى اشعة UVE في جهاز ( Naswietlac-UV-254) في كلية هندسة المواد ولمدة (15 يوم ) وكانت النتائج ثباتية الالوان وعدم تغيرها وهذا يدل على مقاومتها لأشعة اليوفي ، وتم تعريض العينات ايضا الى رشاش الماء الحار والبارد على التعاقب ولفترة (105 ساعة ) وكانت النتيجة ان العينات لم تتعرض للتعرية الميكانيكية واللونية .

**الفصل الخامس :**

**1-5 الاستنتاجات :**

1- يمكن انتاج زجاج ابيض اساس (المايوليكا) باستخدام خامات محلية .

2- تم الحصول على سطح زجاجي ذي انصهاريه وتفاعل جيد على الاجسام الفخارية وبدرجات الحرارة الواطئة (950 _1000_1050م ) .

3- الزجاج الناتج ذو مواصفات جيدة من خلال إضافة فلسبار البوتاسيوم كصاهر جيد مع كاربونات الصوديوم والالومينا .

4- صلاحية طينة المحاويل من حيث التطابق مع الزجاج المنتج .
5- جاءت نتائج الشد السطحي مرتفعة وبما يتوافق مع نتائج العينات الانصهارية .
6- جاءت نتائج الكثافة متوسطة وبما يتوافق مع الانصهارية لمكونات خلطة الزجاج .
7- إن استعمال عملية التفريت في البحث الحالي جاءت بنتائج جيدة من خلال العمل على تخفيض درجة الحرارة والتقليل من مشاكل الانصهارية وتطابق الزجاج واظهار جيد للعتمة البيضاء.
8- جاء اللون المنتج ( للنماذج الثلاث ) بنتائج متباينة بسبب كمية اوكسيد القصدير المضاف وطبيعة الخلطة المعدة وعملية التفريت ودرجة حرارة الحرق .

**2-5 التوصيات :**

1- يوصي الباحث بطحن جميع مكونات الخلطة وفي كافة مراحل التحضير قبل الحرق في الفرن طحنا جيدا لضمان التجانس اثناء الصهر .
2- اجراء مسح ميداني عن الكميات المتوفرة من سعف النخيل في المحافظات المنتجة لمعرفة الكميات التي يمكن استثمارها من خلال اعادة تدويرها لإنتاج زجاج بطانه معتم اساس يحقق جدوى اقتصادية ومظهر جمالي .

**3-5 المقترحات :**

1- دراسة امكانية خفض درجة الحرارة لأقل من (950م ) لإنتاج زجاج ابيض من خامات محلية .
2- دراسة اضافة مواد محلية اخرى لإظهار زجاج اساس ابيض جيد .

**المصادر:**

1. العاني ، عبد الفتاح : اساسيات علم التربة ، دار التقني للطباعة والنشر ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي مؤسسة المعاهد الفنية ، بغداد ، 1984.
2. البدري ، علي حيدر صالح : التقنيات العلمية لفن الخزف ( التزجيج ) ، ط1 ، جامعة اليرموك ، عمان ، الاردن ، ج2 ، 2000.
3. البدري ،علي حيدر صالح : التقنيات العلمية لفن الخزف والتزجيج والتلوين ، ج 1 ،ج3 ، مطبعة اوفيست ، بغداد ، العراق ، 2002.
4. البكري ، حيدر صباح : استخدام خزف مختزل باستخدام الميثانول ، اطروحة دكتوراة ، غير منشورة ، جامعة بابل ، كلية الفنون الجميلة ، 2018.
5. بلينكتون ، دورام : فن الفخار صناعة وعلم ، تر: عدنان خالد واحمد شوكت ، وزارة الثقافة والاعلام ، دار الحرية للطباعة ،بغداد، 1974.
6. بوش ، فريدريك . جودافيد. ا. جيرد : اساسيات الفيزياء ، ترجمة : سعيد الجزري واخران ،ط1 ،الدار الدولية للاستثمار والثقافي ش . م. م مصر ، 1999.
7. تويج ، ضياء عبد علي وآخرون ، الفيزياء ، منطقة اليونسكو مطبعة تونس ، وزارة التربية جمهورية العراق ، بغداد ،2003.
8. الجبوري ، شهاب احمد : علم السيراميك والزجاج ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، بغداد ، 2010.
9. الحديثي ، عادل ابراهيم واخرون: صناعة الركام الطيني الخفيف من الترب العراقية ، مركز بحوث ، 1986.
10. ديكرسون ، جون : صناعة الخزف ، ت : هاشم هنداوي ، وزارة الثقافة والاعلام ، دار الشؤون الثقافية العامة ، بغداد ، 1989.
11. رايان ، و: خواص لمواد الخام السيراميكية ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي مؤسسة المعاهد الفنية ، دار التقني للطباعة والنشر ، بغداد ،1986.
12. الزمزمي ، مفتاح علي، الشيباني ، عبدالله : (تكنلوجيا السيرامي)(المواد الخام)، ط1، مكتبة طرابلس العلمية العالمية ،ليبيا ، 1996.

13. السعدي ، ايهاب منعم : نظام التراكب في طبقات زجاج الخزف ، اطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية الفنون الجميلة جامعة بابل ، 2017.
14. سعيد، إبراهيم عبد الله : الفيزياء والظواهر، دار الفكر، الأردن، 2007، ص83.
15. الطاهر ، حيدر رؤوف : انتاج زجاج الرماد وتطبيقاته على الاطيان العراقية، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة بابل ، كلية الفنون الجميلة ، 2002.
16. علام ، محمد علام : علم الخزف ، ج 1 ، مؤسسة سجل العرب ، القاهرة ، 1967.
17. علام ، محمد علام : علم الخزف التزجيج والزخرفة ، ج2 ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ،1964.
18. عليان ، شاهر ربحي : البصريات الهندسية ،ط2 ، دار المسيرة ، عمان ،الاردن ، 2007.
19. القيسي ، فوزي عبد العزيز : تقنيات الخزف والزجاج ، دار الشرق ، عمان - الاردن ، 2003.
20. الكرادي ،سامر احمد : انتاج زجاج الرماد واطىء الحرارة وتطبيقاته على الاطيان الحمراء ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الفنون الجميلة ، بابل ، 2006.
21. الكرادي ، سامر احمد ، تقنية التلوين بإضافة تراكيب من اكاسيد شائعة في زجاج الخزف ، اطروحة دكتوراه غير منشورة ، جامعه بابل ، كلية الفنون الجميلة ، 2012.
22. وسيج ، حسن بطل : الترب العراقية وصلاحيتها للخزف ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة بغداد ، 1989.
23. Britt ،john ،the ،complete guide to high – Fire Glazes : Glazing- Firing – firing at cone 10 ،Alark caramies . Book ،sterling pubishing company .lnc ،new york ,2007.p22
24. Buwleson ,Mawk, thewamic glaze nand book, materials, technigues, formulas lark ceramics book, lawk book , 2003.
25. Cooper , E. and Derck , R., “Glazes for the Studio Potter’s B.T.Bast Ford , Lted., London , 1978.
26. Cooper , E. and derck : glaze for the studio potters , B. T. past ford , Lted , London , 1978.
27. Dickerson , John , pottery , making, a complete Guide ,Thamas nelson and son , ltd , London , 1974.
28. Doled : A.E.Dictionary of Ceramics . Newnes. 1964.
29. Hamer, Frank . The Potter’s Dictionary of Materials and Techniques , New York , 1975.
30. Hofsted , Golyon : (Rottery) , London , 1975.
31. Rhodes,Daniel,Clay and Glazes for the potter , pitman pub . Great,london1975.
32. Richard L. Lehman : Lead Glazws for Ceramic food ware , USA , 2002.
33. riffithes : R. and Reford , C. , Calculation in Ceramics: Marclean and Sons Ltd . England , London , 1965.
34. Sienko & Plane ,Chemistry:Principles and application(world cat.org 1986.