استخدام البيرلايت لإنتاج اجسام خزفية

Using perlite to produce ceramic objects

الباحث: م. م. عمار حسين فاضل أ. د. حيدر رؤوف سعيد

Ammar Hussan Fadil Prof. Dr. Haider Raouf Saeed

كلية الفنون الجميلة / جامعة بابل

fine.haider.roof@uobabylon.edu.iq

fin556.ammar.hussin@student.uobabylon.edu.iq

07811326963

ملخص البحث:

تناول البحث الحالي امكانية استخدام خامة البيرلايت المحلية لإنتاج الخزف مزجج ذاتيا

تناولت هذه الدراسة خمسة فصول، أهتم الفصل الأول بالجانب المنهجي للبحث الذي تضمن مشكلة البحث واهميته، والحاجه اليه وهدف البحث الذي تلخص بالكشف عن استخدام خامة البيرلايت في صنع جسم خزفي مزجج ذاتيا .

اما حدود البحث فكانت ضمن جامعة بابل _كلية الفنون الجميلة.

اما الفصل الثاني فقد تناول مجموعة من المحاور المهمة ذات الصلة بعنوان البحث منها نبذة عن خامة البيرلايت من حيث أصل التسمية وموقع اكتشافه اضافة الى الاستخدامات الأخرى لهذا الخامة كذلك تناول هذا الفصل أبرز الخواص الفيزيائية والكيميائية المتنوعة, كذلك تناول الفصل الثاني التعرف على الاطيان الأخرى المتنوعة التي نجحت في التشكيل والفخر والتعرف على الخصائص المهمة للظواهر وانواعها وتناول الفصل الثاني استعراض للخزف وايضا الاطلاع على بعض التقنيات الخزف الاخرى . ومواضيع أخرى ذات صلة تناولها الاطار النظري والدراسات السابقة القريبة من البحث

اما الفصل الثالث فقد اختص بإجراءات البحث والذي تضمن منهج البحث المستخدم وهو المنهج التجريبي لهذه الدراسة والذي يقوم على اختيار المواد واستخدام الأدوات والمضافات في الخلطات حيث تم تقسيم الخلطات الى جداول تم اعدادها قصديا من قبل الباحث بالتنسيق مع المشرف على البحث الحالي من خلال المصادر السابقة واعداد خلطات مناسب للمواد المضافة مع البيرلايت الذي كان مستخدما في جميع الخلطات بنسب مختلفة من خلال الاعتماد على التجارب الاستطلاعية التي قام بها الباحث . حيث تم استخدام المضافات ذات انصهارية عالية واخرى مقاومة للصهر مع خامة البيرلايت بنسب مختلفة وهي (طيئة الكاؤلين دويخلة وفلسبار البوتاسيوم والفلنت) ، وبعد اجراء الفحوصات الفيزيائية المناسبة تم اعتماد مجموعة من الخلطات لأجل تحقيق هدف البحث في انتاج خزف مزجج ذاتيا ذو مواصفات جيدة

اما الفصل الرابع فتضمن عرض النتائج ومناقشتها بالتفصيل من خلال مناقشة جدول خلطات ومناقشة الخواص الفيزيائية كما في الانكماش والتقلص الطولي والمسامية وفي مرحلة الجفاف وبعد الفخر فحص مقاومة الكسر والخدش وتأثيرات السائل الكيمياوي.

اما الفصل الخامس فقد وقف على النتائج والاستنتاجات والمقترحات والتوصيات التي توصل اليها الباحث

واخيرا تضمن البحث قائمة المصادر والملاحق والعنوان وملخص البحث باللغة الانكليزية .

Abstract

The current research addressed the possibility of using local perlite material to produce artistic and industrial ceramics.

This study included five chapters. The first chapter focused on the methodological aspect of the research, which included the research problem and its importance, the need for it, and the research objective, which was summarized by revealing the use of perlite material in making a self-glazed ceramic body.

The boundaries of the research were within the University of Babylon - College of Fine Arts.

As for the second chapter, it addressed a group of important axes related to the title of the research, including a brief about perlite material in terms of the origin of the name and the site of its discovery, in addition to other uses of this material. This chapter also addressed the most prominent physical and chemical properties. The second chapter also addressed the identification of other diverse clays that succeeded in shaping and pride, and the identification of other types of clays and the important properties of smelters and their types. The second chapter addressed a review of ceramics and also a review of artistic and industrial ceramics. Other related topics were addressed by the theoretical framework and previous studies close to the research

for the third chapter, it was devoted to the research procedures, which included the research methodology used, which is the experimental methodology for this study, which is based on selecting materials and using tools and additives in the mixtures, as the mixtures were divided into tables that were intentionally prepared by the researcher in coordination with the supervisor of the current research through previous sources and preparing appropriate mixtures of additives with perlite, which was used in all mixtures in different proportions by relying on the exploratory experiments conducted by the researcher. Where additives with high fusion and others resistant to refractory were used with perlite material in different proportions, which are (kaolin slag, potassium feldspar and flint), and after conducting the appropriate physical tests, a group of mixtures were approved in order to achieve the research goal of producing self-glazed ceramics with good specifications.

Chapter Four included presenting the results and discussing them in detail through discussing the mixtures table and discussing the physical properties such as shrinkage,

shrinkage test, porosity, drying stage, after fermentation, breaking and scratch resistance test, and the effects of chemical liquid.
Chapter Five focused on the results, conclusions, suggestions and recommendations reached by the researcher
Finally, the research included a list of sources, appendices, title and summary

الفصل الأول

مشكلة البحث

ان البحوث والتجارب العلمية هي احدى الاساسيات في عملية التطور الصناعي والاقتصادي والاجتماعي , وتساهم مساهمة فعالة في خلق الظروف التي تضمن للإنسانية شروط وجودها من خلال كون العلوم اساس الحضارة المادية ، ويعتبر العلم الموضع الرئيسي في بناء الصناعة وتطويرها لانه المعجل الاساسي في تسريع هذه العملية , ومن هنا يكون بناء العلم وما يترتب عليه من طرق انتاجية واساليب ووسائل علمية ومعارف فنية وتطبيقية لكل المشكلات التي تحصل خلال مسيرة التنمية وبتقدم هذا العلم تكمن اهمية صناعة الخزف وتزداد اهميته.

لقد انتقل فن الخزف من البساطة والتقليدية ليدخل مراحل التجريب واستقصاء عن المواد والخامات البديلة وما توفر الطبيعة من بدائل متنوعة اعتمدت تجريب الخزاف في تحوير وتكييف خواص تلك المواد لتلائم فن الخزف وامكانية تشكيله وتزجيجها ذو حرقة واحدة

, وايضا وجود المعادن او المواد الاخرى التي اكتشفها الانسان في الوقت الحاضر دخلت في مجال الخزف بشكل اساسي او مساعد ومن هذا المواد معدن البيرلايت الذي يوجد بالطبيعة حولنا والبحث عنها وعن امكانية تطويرها ومن ثم دراسة النواحي التطبيقية والانتاجية في تلك المواد والخامات الاولية

وتنوع التقنيات المكونة لتشكيل أنظمة الأعمال الخزفية ، ذات الوزن القليل بالنسبة لوزن الطينة الاعتيادية ودرجات حرارة عالية لمقاومتها الكسر وتوفير خاماتها محليا والاستفادة منها في انتاج خزف ذو حرقة واحدة مزجج ذاتيا والذي له تأثيراً جمالياً خاصا على مستوى بنية التقنية وبنية الفن ، ومن هنا يمكن ان نطرح التساؤلين الاتيين :

- هل يمكن استخدام معدن البيرلايت في صنع جسم خزفي مزجج ذاتيا ؟

اهمية البحث:

_ انتاج زجاج البورسلين من خامة محلية متوفرة بالسوق المحلي ورخيصة الثمن .

هدف البحث :

يهدف البحث الحالي إلى:

- يهدف البحث الحالي الى انتاج اجسام خزفية عالية الحرارة البورسلين.

حدود البحث:

1_ الحدود الزمانية : 2023 _2024 .

2_ الحدود المكانية : المشغل الخاص بالباحث.

3_ الحدود الموضوعية : البيرلايت ، طينة الكاؤولين دويخلة ، فلدسبار البوتاسيوم ، فلنت

تحديد المصطلحات:

لان البحث لا يشتمل على مصطلحات يتوقف عندها كتعريفات وان خامة البيرلايت سيتم تغطية تعريفاتها كاملة وليس لها تعريفا اجرائيا بأعتبارها المادة الاساسية الواجب تغطيتها علميا في الفصل الثاني (الاطار النظري) فلم يجد الباحث اهمية لايراد مصطلحات متداولة .

الفصل الثاني

2_1 البيرلايت

يعود اكتشاف البيرلايت إلى العالم (لي بوير) الذي كان يدير مكتب تحليل في سوبيريور بولاية أريزونا عام (1939 م)، عندما كان يقوم بصهر المواد والمعادن والصخور داخل المناجم في أمريكا و بدرجة حرارة (1260 °) وكان يعمل لعدة أشهر على دمج خليط من السيليكات واضافة بعض المواد على أمل تطوير وابتكار مادة عازلة جديدة للصناعة. ثم جاء اليوم الذي ألقى فيه حجر البيرلايت المفتت نتيجة البركان الحاصل ووضعه داخل مناجم من النار لأجل تحليله و تحويله الى المادة التي يبحث عنها ، كما كانت النتيجة النهائية بعد تعرضه الى درجات حرارة عالية هي تحول الى كتل رغوية من المعدن ذات بنية خلوية فقاعية ذات مسام مغلق مثالية لمقاومة التوصيل الحراري ، وبمساعدة إضافية من إدارة الموارد المعدنية في أريزونا، اكتشف ان البيرلايت يحتوي على نسبة صغيرة من الماء المحتجز في الخام, كما عملوا أيضًا على تحديد كمية البيرلايت الممدد، وهو عازل ومقاوم للحريق وخفيف الوزن. قام مصنع تجريبي صغير بتزويدالكمية بما يكفي من البيرلايت الموسع لبدء استكشاف الخامة التي تشكل منها المواد الصناعية اخرى.(1)

كلمة البيرلايت مشتقة من كلمة (الباتيت) التي تعني الغاز البركاني المائي اي البنية الخاصة للبيرلايت الكيميائية ، والتي تحتوي على(1_5%) من الماء المرتبط كيميائيًا في البنية الداخلية ، فهو لا يحتوي على الفوسفات والمعادن الثقيلة والعناصر غير النشطة والمواد العضوية ويمكن طحن بسهولة انتاجه بتكلفة منخفضة، وهي مناسبة للاستخدام في الصناعة بسبب تركيبها الكيميائي.(2، ص77)

إن (perlite) تعني الزجاج البركاني او الصخور البركانية، وبين (لي بوير) إن المعدن يتكون من الصخور البركانية ذات تركيبة ريوليتية[1] * و(1-5 %)من الماء المختلط ،

والذي يحتل موقع الرئيسي الذي يقدر (70%) من العالم على طول ساحل بحر إيجة في تركيا ويتم أعادة تكرار حجر البيرلايت الطبيعي من خلال تفتيت الصخور الى اجزاء صغيرة وثم اعادة تسخينها بدرجة حراره (760-1100

*الريوليت : هي الصخور النارية السطحية يحتوي على نسب عالية من السيليكون وسيليكا الألمونيوم.

°) يتم تحويل الماء المختلط في البيرلايت إلى غاز عند درجة حرارة عالية في الفرن وبعد ذلك يتمدد الحجم بمقدار(4–20) أ ضعاف حجمها الأصلي.(2)

البيرلايت عبارة عن حبيبات صغيرة قطرها حوالي (1–5 مم) بيضاء اللون ، ينتج من تسخين الصخور البركانية حتى (1100°) مما يؤدي إلى زيادة حجم حبيباتها من (4_20) مرة من حجمها الأصلي وبسبب تسخين الصخور تكون عدد كبير جدا من الفجوات والشعيرات الهوائية والتي تمتص الماء بنسبة(200_600) من حجمها لتخزنه عند حاجة له ، كما أن البيرلايت يتميز بقدرته العالية على امتصاص الماء والاحتفاظ بالرطوبة لمدة طويلة وهي غير قابلة للتحلل وبالتالي يمكن اعادة استعماله لمواسم عدة فهو مادة غير عضوية لا يتحلل بمرور الزمن وبالتالي فضلاً عن قدرته العالية على تبادل الأيونات الموجبة وهو ذو (ph)*2 متعادل .(3)

ت	العنصر	الرمز	النسبة
1	اوكسيد السيلكون	Sion	%75_70
2	اوكسيد الألمنيوم	Al2o	%15_12
3	اوكسيد الصوديوم	Na2o	%4_3
4	اوكسيد الكالسيوم	Cao	%1.5_0.5
5	اوكسيد البوتاسيوم	K2o	%5_3
6	اوكسيد الحديد	Fe2o3	%7_0.5
7	اوكسيد المغنيسسوم	Mgo	%0.7_0.2

الجدول (2_1) يوضح تحليل الكيميائي لصخور البيرلايت

للبيرلايت سعة أمتصاص عالية وأن هذه الصفة الناتجة عن التركيب المعدني للمعدن يمتاز بخاصية العزل الحراري والكثافة المنخفضة والمسامية العالية ، ومقوم عن التفاعلات السطحية بسبب درجة الحرارية العالية ، وفضلاً عن خصائصه المرغوبة ونظرا لوفرة هذا العنصر المعدني في الطبيعة, وسهولة استخراجه, واسعاره رخيصة يمكن استعماله على مستويات صناعية مختلفة .(4)

ت	الخاصية	النسبة
1	اللون	ابيض
2	معامل الانكسار	1.47
3	نسبة السطوع	80_70
4	الكثافة الضاهرية	10.5_ 2.5

* Hp: القياس الذي يحدد ما إذا كان السائل حمضياً أم قاعدياً أم متعادلاً ، يمثل النسبة من (1 الى 14) فمن العدد (1_6) يكون الوسط حامضي ومن (8_14) يصبح الوسط قاعي اما عند (7) فيكون متعادل.

5	الكثافة الرطوبة	20_5
6	صلابة	5.5
7	امتصاص الماء	600 _ 200
8	امتصاص الزيت	100_ 50
9	درجة الانصهار	1800_ 980

جدول (2_2) يوضح الخصائص الفيزيائية للبيرلايت (5)

2_2 الاطيان

تعد الاطيان من اهم المواد الاساسية لصناعة الفخار والخزف كما انها اول المواد التي تؤخذ بنظر الاعتبار في العمل الفني.

وتتواجد الاطيان على شكل ترسبات على سطح الارض وتتكون اصلا من تحلل الصخور الام (النارية او المتحولة) نتيجة تفاعل العديد من عوامل التجوية الطبيعية المختلفة ، والكاولينيت بتعبير علمي هي عبارة عن سيليكات الالمنيوم المائية أي مركب من مادة السيلكا بنسبة (47%) و الالومينا (38%) المرتبطة بواسطة جزئيات الماء بنسبة (14%) وصيغتها الكيميائية $(AL_2O_3.2SIO_2.2H_2O)$.(6)

2_3 اصل اطيان الكاؤولين

يعد الطين مادة طبيعية التواجد ، حيث تتكون من عمليات جيولوجية تحدث على الصخور النارية, والرسوبية والمتحركة, والاطيان عبارة عن خليط من المعادن بنسب عالية من المعادن الطينية مثل الكاؤولينايت (Kaolinite) والمونتموريلينايت (Montmorillonits)

وتتكون الصخور الطينية اساساً من معادن الطين (Clay mimerals) والكوارتز والفلسبار وهي معادن حبيبية والمايكا والكلورايت ' وهي معادن مشربة اضافة الى وجود معادن ناعمة جداً ناتجة عن عملية التجزئة مثل سيليكات الالمنيوم المائية واوكسيد الحديد والسيلكا كما انها تحتوي على املاح البوتاسيوم ، لذلك فالمكونات الكيمياوية للأطيان هي اكاسيد العناصر الآتية: السيلكا (Sio_2) والالمنيوم (Al_2O_3) والمغنسيوم (MgO), والحديدوز (FeO), البوتاسيوم(K_2O), وبدرجة اقل اكاسيد العناصر التالية: الصوديوم(Na_2O), الكالسيوم (CaO) والتيتانيوم $(TiO2)$ تتعرض الصخور الاولية بصورة خاصة النارية منها الى عوامل التجوية فتحرر المعادن الطينية. وتحتوي هذه الصخور على مجموعة من المعادن مثل الكوارتز والفلسبار والمايكا .... الخ.(7)

كما يوجد دور اخر عدا التجوية وهي طبيعة التضاريس فعندما تكون التضاريس واطئة الارتفاع فتعرض الصخور الى تعرية لمدة اطول فتختلف عنها في المنطقة ذات التضاريس العالية وان نواتج عملية تجوية الصخور بفعل الرياح

والامطار وغيرها ليس فقط تكسير وتفتيت الصخور الى اجزاء صغيرة بل يحدث ايضاً تحلل هذه الصخور تحللاً كيميائياً معطية معادن جديدة .(8)

2_4 تصنيف وانواع الاطيان

تصنيف الاطيان : تصنف اطيان الكاؤولين على اساس اصلها واستخدامها او الاثنين معاً. وان الجيولوجي يعتمد على الاصل حيث صنفت الى:(7،ص123)

أ_ الاطيان المتبقية (الاولية) primary clay

ب_ الاطيان المنقولة (الثانوية) الرسوبية Sacandry clay

أ_ الاطيان المتبقية (الاولية)

تكونت من تفتت وتحول الصخور القريبة من الصخور الام الى الطين من دون التعرض الى عوامل النقل أي لم يتم تحريكها بواسطة القوى الطبيعية كالرياح والماء لذا تكون احجام حبيباتها متباينة واغلبها كبيرة نسبياً وتتميز بلونها الابيض وقلة لدونتها وهي من اكثر انواع الاطيان نقاوة ومن هذه الانواع الطين الصيني (China clay) والنوع الثاني طين البنتونايت.(9)

ب_ الاطيان المنقولة (الثانوية) الرسوبية

وهي الاطيان التي نقلت من اماكن تواجد الصخور الاصلية التي تكونت فيها بواسطة فعل المياه والرياح. وتتم هذه العملية بنقل الاطيان مع الحصى والرمل والصخور بمختلف انواعها وتسير اسفل مجرى المياه الناقلة للأطيان حاوية على الكثير من الشوائب كالمواد العضوية والمواد المعدنية كالحديد والكواتز والمايكا والقلويات ومادة الكاربونات التي يكون الماء قد جرفها مع التيار والاحتكاك اثناء نقلها وتفاعلها المتبادل مع قوى التعرية تقل معدل حجم حبيباتها كما يتطور تشابه حجمها وشكلها كثيراً وهذا يفسر تعقيد تركيب او مكونات الاطيان الاطيان الثانوية واختلافها عن اطيان الكاؤولين التي تتكون في مواقع الصخرة الام وبدون حركة. وتسمى ايضاً بالطين الثانوي (secondary clay) وتكون واسعة الانتشار في العالم وتتميز هذه الطينة بخاصيتها اللدنة العالية وقابليتها على التشكل.(10)

2_5 انواع الاطيان الكاؤولين

هناك انواع مختلفة من اطيان الكاؤولين وان اصل هذه الاطيان يرجع الى مجموعتين هما الاطيان الرسوبية و الاطيان المتبقية ونتيجة للظروف الجيولوجية المختلفة التي ادت الى تحلل الصخور القريبة من الصخور الام وبفعل قوى طبيعية من مياه الانهار والرياح والامطار والثلوج فأصبحت تكوين اطيان ذات تراكيب كيمياوية مختلفة وخواص فيزيائية مختلفة ايضاً.(11)

أ_الكاؤولين الصيني (chine clay)

تكونت هذه الاطيان بالقرب من الصخور الام (الفلسبار) وهي اطيان رسوبية وتتكون بالدرجة الاساس من معدن الطين كاؤولينات مخلطوطا مع السيلكا والمايكا والفلسبار ويمتاز بلونة الابيض او المصفر قليلا وذات حبيبات خشنة نسبياً عالي النقاوة خالي من الشوائب,قليل الانكماش ابيض اللون بعد الحرق ولا يستعمل لوحدة لعمل الاجسام الطينية بسبب قلة لدونة، والكاؤولينات ذات خواص حرارية عالية جداً فهي صعبة الانصهار وتبلغ درجة انصهارها تقريباً (1800 °C). (12)

ولهذا يصعب الحصول على جسم متماسك وقوي ضمن درجات الحرارة المتوقعة لدى الخزاف. وعادة ما تستعمل انواع اخرى من الاطيان والتي تزيد درجات لدونتها وتقلل درجة انصهارها او نضجها وهذا ضروري للحصول على جسم صلب متماسك الاجزاء.

وان استعمالات اطيان الكاؤولين عند الخزفي حسب اهميتها كما يأتي: .(13)

أ_ لعمل خزف البورسلين والخزف الابيض والخزف العالي الحرارة .

ب_ يضاف الى الاجسام الطينية لرفع درجة حرارتها (نضجها) .

ج_ يضاف كأحد مكونات التزجيج لتثبيت طبقة التزجيج ومنع سيولها من الجسم الخزفي.

د_ وتؤمن حماية رفوف الافران من مواد التزجيج التي قد تتساقط عليها اثناء عملية حرق التزجيج .

ب_ الاطيان الكروية (Ball clay)

الطين الكروي ينشا عن صخور نوع الجرانيت وان هذا الطين قد سمي بالكروي بسبب اكتشافها اول مرة على شكل كرات في احد المناجم الانكليزية . والطين الكروي كالكاؤولين يشبه في تركيبه الكيمياوية واصله المشترك وتختلف في خواصه الفيزيائية تماماً من حيث صغر حجم حبيباته وارتفاع محتوى المواد العضوية فيها ولهذا فهي ذات لدونة عالية شديدة اللزوجة عند تشعبه بالماء وذات انكماش عالي اثناء التجفيف والحرق ودرجة حرارة حرق الكاؤولين او رفع درجة حرارة النضج للأنواع الاخرى من الاطيان الى درجة انصهارها عالية . وتزيد من لدونة وقابلية تشغيل انواع الاطيان الاخرى والتي تضاف اليها لهذا الغرض . ونادراً ما تستخدم لوحدها نظراً لقابليتها العالية على الانكماش اثناء عملية الحرق وبسب لدونتها العالية تضاف الى تراكيب الاطيان بنسبة لا تزيد عن (10% – 30%) ويكون لون الاطيان مزرق او بنياً او اخضر بسبب احتوائه على المواد العضوية او الكاربونية.(14)

ج_ الاطيان النارية (fire clay)

تكونت هذه الاطيان من الفلسبار ومعدنها الاساسي الكاؤولينايت وقد تكون اولية ولكن معظمها رسوبية اذ اختلطت بالفحم الذي تكوت على شكل طبقات نتيجة نمو النباتات, والذي امتص بدوره المركبات القلوية من الاطيان النارية وبالتالي اكتسبت الاخيرة طبيعتها المقاومة للحرارة لذلك هي اطيان مقاومة للانصهار (Refractory) وتحملها درجات الحرارة العالية وبحدود (1500°) دون ان يحدث فيها تشوهات او انصهار. (15)

ومنها ما يحتوي على نسبة عالية من المعادن, خشن الحبيبات قليل اللدونة ونوعا اخر لدن ذات حبيبات دقيقة الحجم. الا ان خواصها الحرارية ثابتة, وتحترق بلون برتقالي ولذا تعتبر كمصدر رئيسي لرفع درجة حرارة الاطيان الخزف الحجري وتصل اضافة نسبتها 30% من خلطات الاطيان ولها استخدامات أساسية منه:

أ_لأنتاج طين الطابوق الناري وبناء الافران والادوات الحرارية .

ب_ الجسم المنظم لتحسين خواص المقاومة للصدمات الحرارية في بعض لأجسام الطينية.

ج_ يخلط مع الاطيان لغرض رفع درجة حرارة حرقها .

الفصل الثالث

3-1 المنهج البحث

اعتمد الباحث على المنهج التجريبي كونه أكثر المناهج ملائمة لتحقيق هدف البحث بصورة علمية دقيقة ، بوصفه منهجاً يستند على التجربة العلمية التي تكشف عن العلاقات السببية والعوامل المؤثرة (16)

3-2 التحليل الكيميائي(CDemical analysis)

قام الباحث بأجراء التحليل الكيمائي لخامة (Perlite) لمعرفة نسب المواد والمركبات المكونة له وهي السيلكا و الومنيا و الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمنغنيز وكذلك قام الباحث بتحليل خامة البيرلايت مع الكاؤولين المستخدم في البحث الحالي ، ومن خلال التحليل الكيميائي للمواد الأولية نتعرف على الخواص الحرارية للخامات المستخدمة في البحث

كما مبين في الجدول(3_1)*

المادة	Sio2	Al2o3	Na2o	K2o	Cao	Mgo	Fe2o3	L.O.I
خامة (PERLITE)	75.70	15.12	4_3	5_3	0.51_	0.7	7_0.2	__
كاؤولين دويخلة	47.62	35.86	0.25	0.4	0.17	0.33	0.97	8_128

3-3 تهيئة المواد ومعالجتها

تم الحصول على نوعان من البيرلايت من السوق المحلي*[3] (الخشن ، **باودر**) لأجل تحديد الحجم الحبيبات المناسبة من هذه الخامة لإنتاج أجسام خزفية عالية الحرارة ، فضلا عن إضافة نسب من مواد المساعدة على الصهر ، فلدسبار البوتاسيوم بغية الحصول على أفضل خلطة مناسبة لتحقق هدف البحث.

3_4 التجارب الأولية (الاستطلاعية)

بغية الوصول إلى أفضل النتائج لإنتاج أجسام خزفية عالية الحرارة باستخدام خامة (Perlite) قام الباحث عدد من التجارب الأولية وذلك لتحديد نوع حجم حبيبات الخامة والكمية المناسبة من الاضافة ، وعلى هذا الأساس تم تحضير وتهيئة عدد من نسب طينة الكاوؤلين دويخلة على أن تحدد فيها نسب الكمية لدونة الخلطة وحجم الحبيبات لخامة البيرلايت وهذه النسب حددت لتشكيلها بجهاز ضاغط الهيدروليكي (press) .

التجارب الأولية (الاستطلاعية)

رقم العينة	كاؤولين / دويخلة	وزن Perlite	حجم الحبيبات	نوع تشكيل	لدونة الخلطة	الضغط (البار)	درجة الحرارة
D1_2	94	6	خشن	press	شبه جاف	9	1300

* معمل سدرة الجنوب للخدمات والانتاج الزراعي المحدود ,العراق _البصرة _الفاو.

* تم تحليل في المديرية العامة للمسح الجيولوجي والتعدين،بغداد _ساحة الاندلس

التجارب الأولية (الاستطلاعية)							
رقم العينة	كاؤولين / دويخلة	وزن Perlite	حجم الحبيبات	نوع تشكيل	لدونة الخلطة	الضغط (البار)	درجة الحرارة
D1_3	92	8	خشن	press	شبه جاف	9	1300

التجارب الأولية (الاستطلاعية)							
رقم العينة	كاؤولين / دويخلة	وزن Perlite	حجم الحبيبات	نوع تشكيل	لدونة الخلطة	الضغط (البار)	درجة الحرارة
D1_4	90	10	خشن	press	شبه جاف	9	1300

التجارب الأولية (الاستطلاعية)							
درجة الحرارة	الضغط (البار)	لدونة الخلطة	نوع تشكيل	حجم الحبيبات	وزن Perlite	كاؤولين / دويخلة	رقم العينة
1300	9	شبه جاف	press	خشن	12	88	D1_5

من خلال التجارب الأولية المثبتة في **(الجدول 3-2)** وباستخدام الفرن الغازي في الحرق، ظهرت تشوهات في السطح والملمس وذلك لخشونة الحبيبات البيرلايت وعدم تجانسها مع المواد المضافة والاكثر نعومة مما استبعت الباحث حجم الحبيبات والعمل بطريقة الكبس الميكانيكي اذا اختار الباحث طريقة التشكيل باليد وهي الطريقة الاكثر ملائمة لإنتاج اعمال خزفي فنيه.

3- 5 تهيئة خلطات البحث الحالي

إن عملية تحضير الطين لإنتاج أجسام خزفية عالية الحرارة بالضافة لخامة البيرلايت الناعم تعد من أهم المراحل ، إذ تبدأ العملية أولاً بتنقية الطين من الشوائب والعوالق الكبيرة الحجم نسبياً لان الأجسام الخزفية المزججة ذاتيا تحتاج إلى سطح صقيل وملمس ناعم ، حيث يتم نخل التراب بمنخل ناعم بحجم تساوي نعومة حبيبات بيرلايت والمواد الداخلة في خلطات البحث ، تم تمرير المواد من خلال غربال بقياس(0.090 مايكرون) للحصول على تجانس ونعومة مناسبة للمواد المستعملة بعدها يحسب النسبة الوزنية للطين والبيرلايت وايضا المواد الاخرى كما في الجدول ادناه ثم يوضع الطين في حوض فيه ماء ويخلط جيداً حتى يصبح رائب ، ثم فرش الرائب على قطعة من القماش أو الجنفاص في مكان معرض إلى الشمس للتخلص من الماء الزائد حتى تصبح الطينة قابلة للتشكيل وسهلة لعمل بها كما في الجدول التالي.

رقم العينة	وزن طين كاؤولين	وزن Perlite	فلسبار البوتاسيوم	الفلنت Sio2	حجم الحبيبات	نوع تشكيل	لدونة الخلطة	قياس أنموذج	درجة الحرارة
جدول الخلطات والنسب لمجموعة (D2)									
D2_1	96	4	—	—	باودر	القولبة اليدوية	لدنة	11 Sm	°1300
D2_2	94	6	—	—	باودر	القولبة اليدوية	لدنة	11 Sm	°1300
D2_3	92	8	—	—	باودر	القولبة اليدوية	لدنة	11 Sm	°1300
D2_4	90	10	—	—	باودر	القولبة اليدوية	لدنة	11 Sm	°1300
جدول الخلطات والنسب لمجموعة (D3)									
D3_1	86	10	—	4	باودر	القولبة اليدوية	لدنة	11 Sm	°1300
D3_2	84	10	—	6	باودر	القولبة اليدوية	لدنة	11 Sm	°1300
D3_3	82	10	—	8	باودر	القولبة اليدوية	لدنة	11 Sm	°1300
D3_4	80	10	—	10	باودر	القولبة اليدوية	لدنة	11 Sm	°1300
جدول الخلطات والنسب لمجموعة (D4)									
D4_1	76	10	4	10	باودر	القولبة اليدوية	لدنة	11 Sm	°1300
D4_2	74	10	6	10	باودر	القولبة اليدوية	لدنة	11 Sm	°1300
D4_3	72	10	8	10	باودر	القولبة اليدوية	لدنة	11 Sm	°1300

D4_4	70	10	10	10	باودر	القولبة اليدوية	لدنة	11 Sm	°1300
الخلطة المثبتة في البحث									
D5	70	10	10	10	باودر	القولبة	لدنة	11 Sm	°1300

الجدول (3-4) يبين خلطات التجارب البحث

3- 6 تشكيل النماذج

تم تشكيل النماذج بالنسب المحددة مسبقا وتحولها من رائب طيني الى عجينة جيداً تم عجنها وتسويتها على ارضية خشبية (Board) محددة بإطارات خشبية ذات سمك (2 Sm) وتركت مغطاة بقطعة قماش الى اليوم التالي . حيث قطعت الى بلاطات وبابعاد (11×11×2 Sm)

3- 7 تجفيف النماذج الطينية

جففت النماذج بعد تشكلها بشكل بطيء لتفادي حدوث مشاكل التشوه والكسر أثناء عملية التجفيف لذلك يجب تجفيف الأعمال الطينية بعناية قبل حرقها، وذلك بعدم تعرضها إلى تيارات هوائية مباشرة ويفضل وضعها في أماكن مغلقة بحيث تنظم فيها عملية خروج الرطوبة المكتسبة من خامة البيرلايت الذي يتميز بقدرته العالية على امتصاص الماء والاحتفاظ بالرطوبة لمدة طويلة ، ويستمر التجفيف مدة خمسة أو عشرة أيام*[4]وفقا للدرجات حرارة الغرفة ، يتم بعدها إدخال النماذج إلى الفرن لغرض الحرق النهائي، على أن تتم عملية الحرق في البداية بصورة بطيئة جدا .

3- 8 حـــرق النــماذج المشكلة

قام الباحث باستخدام الفرن الغازي بقياس من الداخل (40 × 30 × 35 سم) وهو فرن بهيكل معدني مبطن بعازل حراري (**Kaowol**) ،فضلا عن استخدام مقياس حرارة الكتروني لقياس درجة الحرارة ، وضعت النماذج الطينية داخل الفرن على رف مرتفع عن فتحت النار(بيت النار) بواقع 20سم ، لكي لا تتعرض الى اللهب النار المباشر وتجنبا للمشاكل ، ثم المباشرة بعملية الحرق بصورة تدريجية وباستخدام حارقة واحدة وبضغط غاز منخفض وذلك للمحافظة على سلامة النماذج الطينية لكون هذه الحرقة الاولى فالحرق السريع يؤدي الى تلف وتهشم الاجزاء الطينية ولغرض قياس درجة الحرارة والتأكد من سرعة صعود الفرن ورفعت درجة حرارة تدريجياً ، وحسب ما موضح بالجدول ادناه وعند الوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة، تثبت عندها الدرجة مدة (30 دقيقة) لإعطاء الجسم الخزفي التشبع الحراري (Saoking) للوصول إلى حالة التصلب الكامل، ثم تبدأ بعدها عملية التبريد بشكل بطيء حتى وصول الفرن إلى درجة حرارة الجو الخارجي.

*ينصح الباحث باستخدام المجفف الاطيان الكهربائية وذلك لإسراع عملية التجفيف في الحالات السريعة

3- 9 الفحوصات التي أجريت على الأجسام الخزفية

قبل البدء بالفحوصات الفيزيائية والكيمياوية للنماذج تم اختيار افضل خلطة لإنتاج اجسام خزفية عالي الحرارة مزججة ذاتيا والتي تحمل الرمز **(D1_14)** ، وذلك للتعرف على خصائص الجسم الخزفي

3- 9-1 التقلص الطولي (Linear sDrinkage)

الانكماش يحصـــل من جراء عمليات الجفاف والفخر في جميع النماذج وهو تناقص حجم الجســم الفخاري لسد المسامات التي يشغلها الماء والمواد العضوية بعد احتراقها في درجات حرارة عالية وقد قيست اطوال النماذج او العينات بالقدمة الفكية الإلكترونية للنماذج وهي رطبة بعد التشـــكيل ثم قيســـت بعد التجفيف والعلاقة الاتية تمثل حساب التقلص الطولي بعد الجفاف بالنسبة الى الحالة الرطبة . (16)

$$\text{Percent Linear of dry sDrink age} \quad \frac{P_L - D_L}{P_L} \times 100 \quad -1$$

حيث P_L = الطول الطري

D_L = الطول الجاف

وبعد الفخر بدرجة 1300 مْ حيث خروج الماء الفيزياوي والكيمياوي وتكون الطور الزجاجي بعد التفاعل بين مكونات الطينة والمواد الصاهرة حسب العلاقة الاتية :

$$\text{Percent Linear of firing sDrink age} \quad \frac{D_L - F_L}{D_L} \times 100 \quad -2$$

حيث D_L = الطول الجاف

F_L = الطول بعد الحرق

3- 9-2 المســامية الظاهرية (Apparent porosity)

تؤثر درجة حرارة الحرق للاجسام الفخارية بشكل كبير على مساميتها حيث تقل نسبة امتصاص الماء وتزيد مقاومة التشـــققات والاجهادات الميكانيكية كقوة التحمل ، والمقاومة ضـــد التغيرات الحرارية المفاجئة والمســـامية الظاهرية هي الفراغات المتكونة نتيجة حرق الاجســـام الفخارية وانصـــهار المواد وتكوين طور زجاجي وتكون عادة متصلة عبر قنوات شعرية هذه المسامات تسمح بدخول الماء الى الجسم الفخاري بسهولة، حسبت المسامية حسب المواصفة الاتية .(17)

$$W_b - W_a$$

$$\text{Apparent Parosity} = \frac{\quad}{W_C - W_b} \times 100$$

حيث ان :-

W_a= وزن النموذج المحروق الجاف

W_b= وزن النموذج المحروق مشبع بالماء

Ws= وزن النموذج المحروق وهو مغمور بالماء

3_9_3 فحص مقاومة الخدش (ScartcD Dardness of Surface)

استخدم نظام سلم موه لقياس الصلادة (MoDs' Seale of Dardness) والذي يقسم الى (10) درجات وبعد خدش الزجاج بواسطة أحد المعادن ومشاهدة الاثر بالعين أو عدسة مكبرة ومراقبته وعندما لا يظهر فيستبدل المعدن بأخر ذي صلابة اعلى

MINERAL	MoD scale
TALCUM	1
Gypsum	2
Calcite	3
Fluorite	4
Apatite	5
OrtDoclase	6
Quartz	7
Topaz	8
Corundum	9
Diamond	10

الجدول (3-5) يوضح الدرجات العشر لمقياس موه للصلادة

(MoDs' Scale of Dardness)

نقلا عن (18)

3_9_4 مقاومة النماذج الخزفية للسائل الكيمياوي

يعد الفحص الكيمياوي من الفحوصات المهمة لمعرفة مقاومة الاجسام المزججة ذاتيا تجاه المواد الكيمياوية منها الحوامض والقواعد وحسب المواصفة .

1حامض الهيدروكلوريك بتركيز 3% DCl

2-هيدروكسيد البوتاسيوم بتركيز 3% KOD

بعد ان عزلت نصف النماذج بشمع البرافين غمرت الى النصف ولمدة 24 ساعة .

تم الحصول على المواد الكيميائية المركزة من جامعة القادسية /كلية العلوم _قسم الكيمياء

وتم اضافة النسب في مختبرات الكيمياء من قبل مسئول وحدة المختبرات الكيميائية . **(جبران ، مقابلة شخصية)**

وقد وضع الباحث الجدول الاتي لمعرفة التأثر

التأثــر	القيمة
لايتأثر	0
تأثير ضعيف على اجزاء من السطح	1
تأثير ضعيف على كل اجزاء السطح	2
تأثير واضح على اجزاء من السطح	3
تأثير واضح على كل السطح	4
تأكل اجزاء في السطح	5
تأكل في كل اجزاء السطح	6
تأكل شديد	7
تأكل الى حد ظهور بقع من الجسم الفخاري	8
تأكل الى حد ظهور مساحات من الجسم الفخاري	9

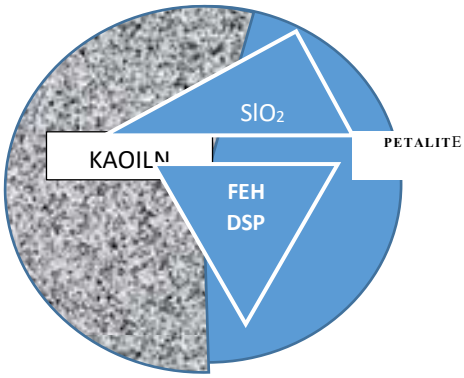
الجدول (3-7) يبين مقياس قيمة تآكل الزجاج بواسطة المواد الكيمياوية نقلاً عن (19)

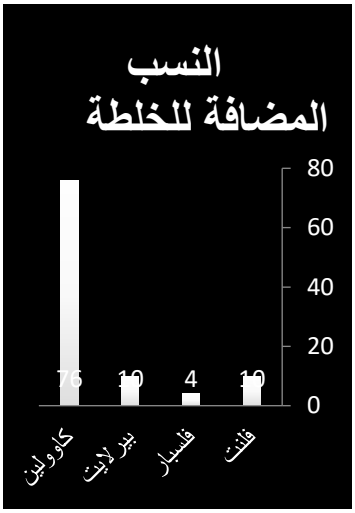
3_10_6 فحص الميكانيكي _مقاومة الكسر

تم إجراء الفحص باستخدام جهاز فحص الكيلو غرام وتم تسليط الوزن عاموديا على النموذج المثبت مسبقا بين صفيحتين متساويتان الحجم والارتفاع وعند الحصول الكسر في النموذج يتم حساب مقاومة الكسر من الجهاز (Cosqc) الإلكتروني ، تم إجراء الفحص النماذج في جامعة القادسية /كلية الهندسة _مختبر الخرساني.

الفصل الرابع

2_1 عرض النتائج

مجموعة (D4) النموذج(1_ D4)	
	
صورة النموذج بعد الحرق	كمية المواد المضافة للخلطة
كاؤولين + بيرلايت	



R_2O RO
0.31 K_2O
0.69 Li_2O

R_2O_3
13.77 Al_2O_3

RO_2
39.99 SiO_2

R_2O:RO
1.00 : 0.00

SiO_2:Al_2O_3
2.90

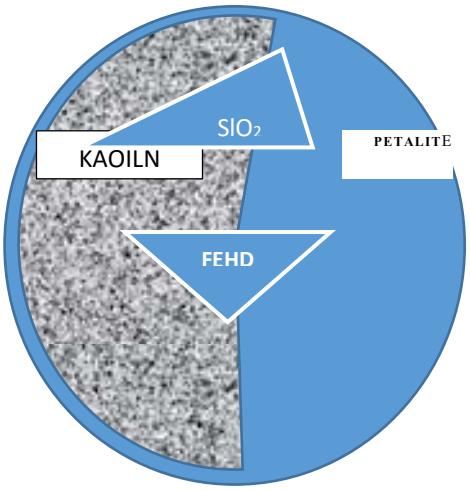
SiO_2:Al_2O_3+TiO_2+NiO
2.90

% Analysis | UMF | Extended UMF | Mole %
Formula

Material	Amt.	SiO_2	Al_2O_3	Li_2O	K_2O	LOI
Kaolin	76.00	35.94	30.56			9.50
Petalite	10.00	7.85	1.67	0.49		
Silica	10.00	10.00				
Potash Feldspar	4.00	2.59	0.73		0.68	
Total	100.00	56.38	32.96	0.49	0.68	9.50
Total 100%		62.3	36.42	0.54	0.75	

Mathematical calculation of fixed ratios

Total base recipe	0.00
+ Kaolin	76.00
+ Petalite	10.00
+ Silica	10.00
+ Potash Feldspar	4.00

مجموعة (D4) النموذج(2_ D4)	
	
صورة النموذج بعد الحرق	كمية المواد المضافة للخلطة
كاؤولين + بيرلايت	

R_2O RO: 0.4 K_2O, 0.6 Li_2O { R_2O_3: 11.79 Al_2O_3 < RO_2: 34.89 SiO_2

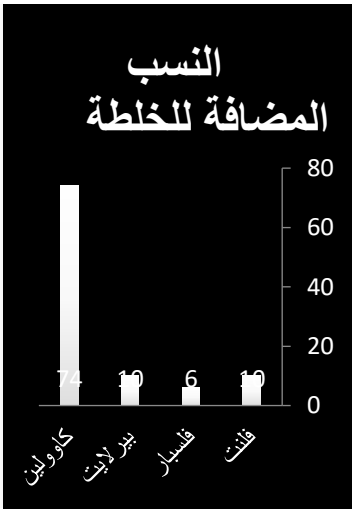
R_2O:RO 1.00 : 0.00

SiO_2:Al_2O_3 2.96

SiO_2:Al_2O_3+TiO_2+NiO 2.96

% Analysis | UMF | Extended UMF | Mole % | Formula

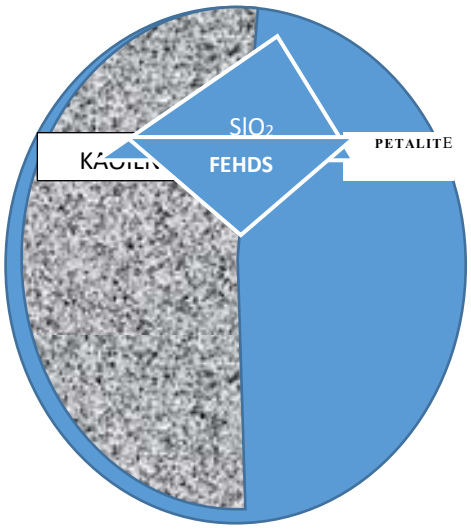
Material	Amt.	SiO_2	Al_2O_3	Li_2O	K_2O	LOI
Kaolin	74.00	34.99	29.76			9.25
Petalite	10.00	7.85	1.67	0.49		
Silica	10.00	10.00				
Potash Feldspar	6.00	3.89	1.10		1.02	
Total	100.00	56.73	32.52	0.49	1.02	9.25
Total 100%		62.51	35.83	0.54	1.12	



Mathematical calculation of fixed ratios

Total base recipe	0.00
+ Kaolin	74.00
+ Petalite	10.00
+ Silica	10.00
+ Potash Feldspar	6.00
Total	100.00

مجموعة (D4) النموذج(D4 _3)



كمية المواد المضافة للخلطة

صورة النموذج بعد الحرق

كاؤولين + بيرلايت

Extended UMF

Fluxes R_2O RO	Stabilizers R_2O_3	Glass Formers RO_2
0.47 K_2O 0.53 Li_2O	10.27 Al_2O_3	30.99 SiO_2

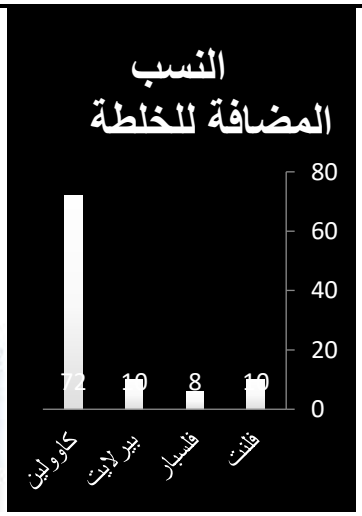
R_2O:RO	SiO_2:Al_2O_3
1.00 : 0.00	3.02

SiO_2:Al_2O_3+TiO_2+NiO: 3.02

% Analysis | UMF | Extended UMF | Mole %

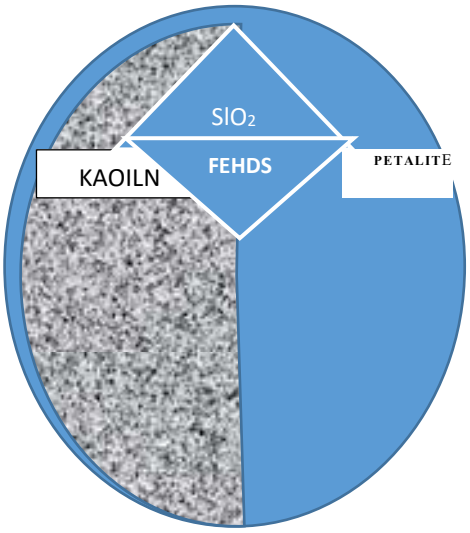
Formula

Material	Amt.	SiO_2	Al_2O_3	Li_2O	K_2O	LOI
Kaolin	72.00	34.05	28.95			9.00
Petalite	10.00	7.85	1.67	0.49		
Silica	10.00	10.00				
Potash Feldspar	8.00	5.18	1.47		1.35	
Total	100.00	57.08	32.09	0.49	1.35	9.00
Total 100%		62.72	35.28	0.53	1.49	



Mathematical calculation of fixed ratios

Total base recipe	0.00
+ Kaolin	72.00
+ Petalite	10.00
+ Silica	10.00
+ Potash Feldspar	8.00
Total	100.00

مجموعة (D4) النموذج(4_ D4)	
	
كمية المواد المضافة للخلطة	صورة النموذج بعد الحرق
كاؤولين + بيرلايت	

$R_2O:RO$ 1.00 : 0.00 — $SiO_2:Al_2O_3$ 3.08

Extended UMF

Fluxes R_2O RO: 0.52 K_2O, 0.48 Li_2O — Stabilizers R_2O_3: 9.06 Al_2O_3 — Glass-Formers RO_2: 27.91 SiO_2

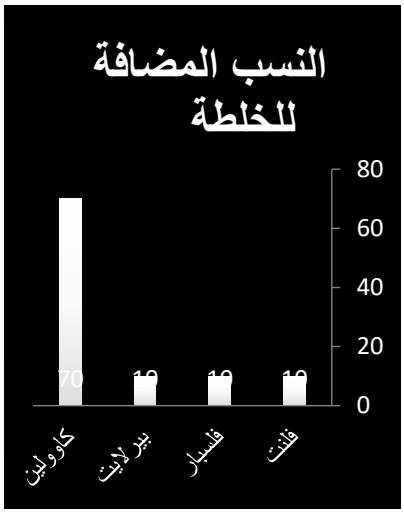
$R_2O:RO$ 1.00 : 0.00 — $SiO_2:Al_2O_3$ 3.08

$SiO_2:Al_2O_3+TiO_2+NiO$ 3.08

% Analysis — UMF — Extended UMF — Mole %

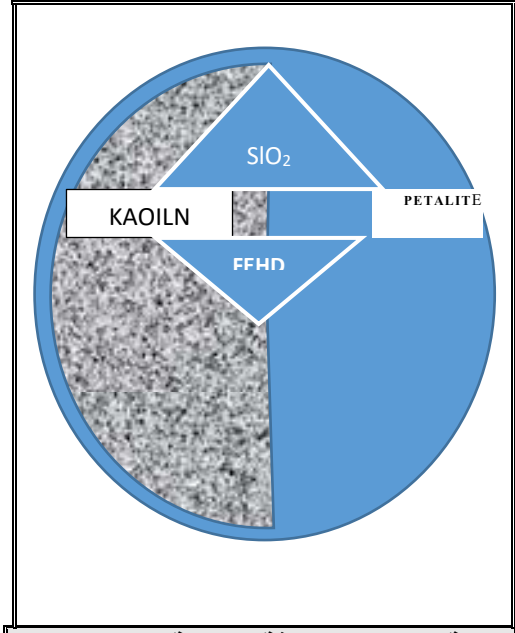
Formula

Material	Amt.	SiO_2	Al_2O_3	Li_2O	K_2O	LOI
Kaolin	70.00	33.10	28.15			8.75
Petalite	10.00	7.85	1.67	0.49		
Potash Feldspar	10.00	6.48	1.83		1.69	
Silica	10.00	10.00				
Total	100.00	57.43	31.64	0.49	1.69	8.75
Total 100%		62.93	34.68	0.53	1.85	



Mathematical calculation of fixed ratios

مجموعة (D5)

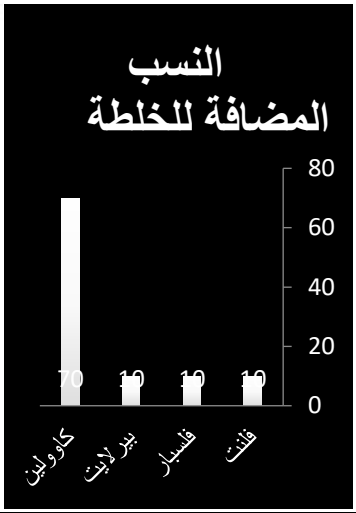


كمية المواد المضافة للخلطة	صورة النموذج بعد الحرق

نتائج الفحوصات الفيزيائية والكيميائية

درجة الحرارة	تقلص الطولي	المسامية الظاهرية	مقاومة الخدش	السائل DCI	السائل KOD	مقاومة الكسر
1300°	1.21	2.9	**8_7**	**0**	**0**	453كغم

Total base recipe	0.00
+ Kaolin	70.00
+ Petalite	10.00
+ Potash Feldspar	10.00
+ Silica	10.00
Total	100.00



Mathematical calculation of fixed ratios

4_2_1 مناقشة التجارب الاولية (الاستطلاعية)

عند مراجعة نتائج والتجارب الاستطلاعية التي قام بها الباحث حيث أضيف نسب مختلفة من خامة البيرلايت (4% _6%_8% _10%_12%) على التوالي الى طينة الكاؤولين كذلك تم خلط خامة البيرلايت ذات حبيبات الخشنة حيث تم خلط الطينة شبة جاف رطب (البسيس) وتم كبس النماذج بجهاز المكبس الهيدروليكي وبقوة ضغط (9 بار) نلاحظ عند خروج النموذج من القالب الحديد وهو بشكل جاف وجيد نوعا ما حيث ان هذا التجفيف الحاصل في النموذج بصوره مفاجئة من جراء الضغط المسلط عاموديا على النموذج ثم وضع النماذج على البورد ثم تركت بجو الغرفة لأجل اتمام عملية التجفيف بشكل نهائي وتام ، حيث حرقت بدرجة حرارة 1300° نلاحظ تاثير البيرلايت في النموذج الاول (D1_1) المضاف له (4%) بيرلايت تأثير بسيط فبدء الجسم شبة صقيل وبلون مائل الى الكريمي مع عدم التشوه الحاصل في الجسم والسطح الفخاري فضلا عن خشونة واضحة في الملمس وعدم الانصهار بشكل تام ، اما في النموذج (D1_2) حيث اضيف (6%) بيرلايت نلاحظ ملمس سطح الجسم يمتاز بالخشونة مع التشوهات في الاطراف النموذج وعدم انتظام السطح النموذج الحاصلة جراء الجفاف الغير متساوي لان البيرلايت يحتفظ بكمية من الماء الموجود بينما الكاؤولين يمر بمرحلة الجفاف وسبب عدم تجانس مكونات الخلطة بشكل تام اثناء الكبس بجهاز الهيدروليكي مما ادى ذلك الى تجمع كميات من البيرلايت على حساب الكاؤولين وبالحرق نتيجة انصهار البيرلايت الغير متساوي مع الجسم الفخاري وعدم احتراق متكامل او متساوي فضلا عن تأثير المطاطية العالية لطينة الكاؤولين كما في النموذج (D1_4)الذي تم اضافة نسبة (8%) من البيرلايت والتي تعتبر من النسب

التي توثر على خلطة الطينة كما في النموذج (D1_3) ، اما النموذج (D1-4) و(D1_5) حيث اضيف (10_12%) بيرلايت وهذا الكمية تعتبر كمية كبيره بالنسبة الى حجم الكاؤؤلين الذي يعادل حجم البيرلايت باضعاف من حجم الكاؤؤلين وبنفس الوزن اي ان خفت البيرلايت وخشونة حجمه وعدم وجود المطاطية فيه كان العائق الوحيد امام التجانس بين المادتين والخلط الجيد وتوزيع الحبيبات بشكل متساوي لكلا المادتين فقد بدء واضحا تكتل حبيبات البيرلايت على السطح الفخاري في النموذج (D1_5) وكانة اضيف كمية من البيرلايت فوق السطح وكبسها فتكون سطح خشن محبب ذو مسامات وثقوب بركانية واضحة ومواد عالقة على السطح غير ذائبة مع الانصهار جيد وتشوه بالسطح وسمك النموذج ويرجع السبب في ذلك اولا خشونة البيرلايت وانفجار وتفتح حبيبات اثناء الحرق مكونه فراغات في الطين وثانيا صعوبة الخلط وعدم تجانس بين حبيبات وحجم وزن المادتين وعلية فقد قام الباحث بتلافي هذا المشاكل باستخدام مادة البيرلايت بعد طحنها اي استخدام بيرلايت مطحون وبنفس درجة نعومة الكاؤؤلين والمواد الاخرى المضافة

2_2_4 مناقشة التجارب البحث لمجموعة (D4)

بدء التاثير واضح جدا في النموذج وانصهاريه ولون ابيض نتيجة تجانس المكونات وانصهارها بدرجة الحرق (1300) ذات ملمس ناعم جدا وشكل منتظم اي تحول النموذج مقارنة بالنموذج السابق (D3_4) من جانب الانصهارية والون واكثر نعومة في السطح واضيف نسبة (6%) الى النموذج (D4_2) من الفلسبار نلاحظ لمعة خفيفة على سطح النموذج وشكل منتظم وهذا يعود الى الانصارية وتكوين طور متزجج داخل تركيبة الطينة اما في النموذج (D4_4_D4_3) فقد اضيفة نسبة (8_10%) من الفلسبار فنلاحظ بدء الجسم في مراحل متقدمة من الطور الزجاجي واعطى قوة ومتانة للجسم اي انصهار المواد الداخلة في الخلطة وتجانس ومنصهر جيد ذو للون ابيض مائل الى الرمادي فقد احتوى الطينة انصهار ذاتي مع حدود منتظمة وخالية من تشوهات وهنا يمكن التوقف عند النموذج هذا لنرى فعل الصهر الجيد ومدى التأثير الفعال لمادة الفلسبار وباضافة الى البيرلايت و تعتبر هذا النسبة هي نسبة مثاليه لتحقيق جسم مزجج ذاتيا

فقد قام الباحث بعمل خلطة مكونة (70%) من الكاؤؤلين و (10%) من البيرلايت و(10%) من الفلنت و(10%) من الفلسبار واعتبر ان هذا الخلطة هي نتيجة لتلك الخلطات السابقة حيث تحتوي على جميع المواد وبنسب متساوية وبدرجة حرارة واحده لتخرج نموذج الذي تم الاعتماد علية في الفحوصات الكيميائية والفيزيائية للجسم حيث كانت نتيجة هذا النموذج تعادل وانصهار جيد وتعادل بين كمية الكاؤؤلين والفلنت من جه ، وكمية الفلسبار والبيرلايت من جه اخرى اي تعادل بين مقاومات الصهر، والمواد الصهر في الخلطة وجاءت الخلطة بشكل مناسب جدا وذات سطح ناعم جدا تعترية لمعات من الانصار الذاتي اي تكوين طور متزجج ذاتيا وفق الى النسب المضافة والمتعادلة بين

خلطة النموذج ودرجة الحرارة العالية والطور المتزجج هو المرحلة الوسطية التي تقف بين الفخار والزجاج وتعتمد قدرة الخلطة على استيعاب التزجيج الذاتي على نوع المادة الصاهرة و قدرتها على مهاجمة السليكا و قابليتها على الانصهار فكلما كان انصهارها اسهل كان استيعابها ضمن الطور اسهل فضلاً عن درجة الحرارة ، حيث نلاحظ لون النموذج الابيض الرصاصي الفاتح جدا حيث اشبة ماتكون الى البورسلين الصناعي .

4_2_3 مناقشة التقلص الطولي

إنَّ التغير في الحجم النموذج عند التحول من الحالة الرطبة الى الحالة الجافة بدرجة حرارة جو الغرفة وظروف الاعتيادية، نلاحظ النموذج (D4_4) نسبة التقلص فية(1.21) نتيجة انصارية العالية وتكوين طور زجاجي داخل المسامات الطينية وهي نسبة منخفضة كون معدل المواد الصاهرة في الخلطة (10%)والسليكا (10%) فضلا عن احتواء الكاؤولين والبيرلايت الى نسب عالي من مقاومات الصهر.

4_2_4 مناقشة المسامية فحص امتصاص الماء

ان قيمة أمتصاص الماء للخزف البورسلين الاجنبي مقدارها (1.5 %) , لغرض المقارنة مع خلطة الدراسة الحالية والذي يظهر قيم أمتصاص الماء للخلطة (D4_4) بنسبة (2.9%) وهذا النسبة لوحظ وجود علاقة مابين المحتوى الخلطة المتكّون فضلا عن زيادة درجات الحرارة النموذج وانخفاض امتصاص الماء وارتفاع نسبة الصواهر في تركيب الجسم يؤدي الى تكّوين المزيد من الطور الزجاجي الذي يعمل على غلق المزيد من مسامات الجسم مع إذابة الحبيبات الصلبة فتزداد مساحة الاتصال بينها لتصبح كتلة واحدة فقد نلاحظ النموذج ذات انصهار وتزجيج ذاتي واضح خالي من التشوهات السطح وارتفاع نسبة نعومة الملمس اذا يكون متجانس لجميع المواد المضافة فضلا عن حجم حبيبات المواد

4_2_5 فحص مقاومة الخدش

أظهرت نتائج فحص مقاومة الخدش إنَّ عينة الدراسة امتازت بمقاومة خدش عاليه (7_8) بحسب مقياس (MoD) ,اي أعلى من معدن الكوارتز (Quartz) وأقل من معدن التوباس (Topaz) نتيجة التجانس العالي للسطح الجسم الخزفي ، أما سبب أرتفاعها عن(7) فيعود الى الانصهار العالي الذي يعمل على زيادة تماسك االجسم فيصبح سطح النموذج ذو صلادة عالية (علام ، 1964 ، ص53-54) نتيجة ارتفاع نسبة المواد الحامضية (SiO_2) في التكوين فضلا عن درجات الحرارة العالية ، وسبب هذه المقاومة فان معدل نسبة (R_2O_3) الى معدل نسبة (RO_2) متعادلة في النموذج (D4_4) لكونه اظهر مدى طوري متزجج وهذه النسب اعطت مقاومة خدش عالية جدا بسبب تفاعل الكامل والتام بين مركبات الخلطة.

4_2_6 مناقشة السائل الكيمياوي

بما ان الطينة تحتوي على كمية الكبيرة من الحوامض التي تألفت من كمية السليكا الموجودة في الكاؤولين والذي تبلغ (47) وكذلك كمية السليكا موجوده في البيرلايت (75) وكذلك كمية السليكا موجوده في فلسبار (42) وكذلك كمية السليكا المضافة (10) للخلطة اي ان الطينة اصبحت حامضية تحتوى على نسب عالية من السليكا وكذلك والألومينا ونسبب قليلة من القواعد والصواهر الترابيه فقد لم تتأثر بمهاجمة الحامض بعد غمرها ولمدة 24 ساعه بعد في السائل الحامضي وعلية فهي طينة مقاومة للحوامض تصلح ان تكون باستخدام بلاط المختبرات واجهزة تذويب الحوامض واستخدامات المختبرية الاخرى

وكذلك لم تتأثر بالقواعد لارتفاع حرارة نضجها وانصهارها الجيد والمتساوي وتفاعلها الايوتكتيكي التام جعل منا جسم مقاوم للظروف الخارجية وعدم التاثر بالمواد الكيمياوية الحامضية والقاعدية

4_2_7 مناقشة فحص مقاومة الكسر

تعتمد قوة تحمل الكسر للجسم الخزفي على طبيعة مكونات الطين لاسيما السليكا (SiO_2) ومدى تجانسها وتفاعلها مع مكونات الطين إثناء عملية الحرق إلى درجة يكتسب الجسم الطيني المحروق أعلى قوة ممكنة من دون حصول تشوه أو انصهار في شكل العمل الخارجي، وهذا له علاقة بملء المسامات البينية بين دقائق الطين ويؤدي إلى ذوبانها والتحامها مع بعضها البعض في درجة الحرارة العالية كما ضهرت نسبة مقاومة الكسر في البورسلين الاجنبي (571كغم) حسب الفحص المسبق من قبل الباحث بينما في مكون الخلطة (D4_4) تــكونت حالة أشبه بالتزجج الذاتي ،لانها تحتوي على نسبة سليكا مضافة(10%)فضلا عن الموجود في البيرلايت والكاؤولين وايضا الفلسبار مما تسبب باكتساب الجسم الخزفي قوة كسر بنسبة (453كغم) وتعتبر النسبة جيدة مقارنة بكاؤولين الانكليزي وكاؤولين دويخلة فضلا عن النسب المضافة لكلاهما فقد كان التفاعل الجيد والنضج التام والانصهار الجيد ووجود مدى من الطور الزجاجي والذي يعتبر اساس المقاومة للكسر فضلا عن الانضغاط الجيد والمتساوي ودرجات الحرارة العالية المناسبة.

الفصل الخامس

5_1 الاستنتاجات:

في ضوء مناقشة النتائج يمكن أستنتاج ما يأتي:

1_ يعتبر البيرلايت من المعادن الجيدة من حيث تركيب البنية النسيجية ومقاومة الكسر مقارنتا مع باقي الخامات المحلية المعتمدة لدى الخزافين المحليين .

2_ ان اضافة الاطيان المحلية مع البيرلايت ادت الى تعديل اللدونة الخامة وانتاج خلطات جيدة ومتماسكة يمكن الخزاف استخدامها في طرق التشكيل .

3_نسبة مقاومات الصهر تعادل نسبة الصواهر تعطي افضل نتائج لجسم خزفي متزجج.

4_ ان زيادة قياس حجم الحبيبات المواد الداخلة في الخلطة التزجيج الذاتي تقلل من نسبة اللدونة وتشوهات الجسم وعدم الانصهارية والافضل ذات حبيبات ناعمة (باودر).

5_2 التوصيات :

1_ للحصول على نفس النتائج يجب تطبيق جميع الخطوات ونسب الاضافة للخلطات المقترحة التي قام بها الباحث.

5_3 المقترحات :

1_ استخدام خامة البيرلايت لإنتاج اجسام خزفية ملونة .

احالات البحث:

1. **علي نور الدين شوقي ، المدخل إلى علوم التربة ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، كلية الزراعة جامعة بغداد،2005م،ص15.**
2. **أرثر فوجل ، التحليل الكيميائي النوعي شبة المايكروئى للمواد غير العضوية , وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة صلاح الدين ,ترجمة اسماعيل خليل الهيتي ، مطبعة جامعة الموصل**
3. **سينار ستار جبار الجياشي ، تأثيرات مستويات البيرلايت والنيتروجين في جاهزية النيتروجين والبوتاسيوم في التربة ، رسالة ماجستير غير منشورة , جامعة المثنى ،2022م،ص10.**
4. **هرمز ، مازن يوسف و جيمل عادل كمال ، علم الصخور ، وزارة التعليم العالي و البحث العلمي ، الجمهورية العراقية ، 1981م،ص107.**
5. **ريان : خواص المواد الخام السيراميكية , ترجمة : فاضل بندر , المكتبة الوطنية , بغداد1986م،ص39 .**
6. **ستابف ,هلموت, الكيمياء الصناعية , ترجمة : محمد اسماعيل , دار الاهارم1969م،ص244 .**
7. **علام, محمد علام : (علم الخزف)التزجيج والتلوين, ج 2 , مكتبة الانجلو مصرية, القاهرة1967م، ص115 .**
8. **قاسم حسين صالح: سيكولوجيا ادراك اللون والشكل, بغداد, دار الرشيد, 1982 م،ص245.**

9. نورتن .ف.هـ. : الخزفيات للفنان الخزف , تر : سعيد حامد الصدر , عبد الحميد،2002م،ص139

10.بحيري , دار النهضة العربية القاهرة , بالاشتراك مع مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر, 1965 .

11. مفتاح علي, الزمزمي, عبد الله الشباني : تكنولوجيا السيراميك (المواد الخام), ط1, مكتبة طرابلس العلمية العالمية , ليبيا 1996م،ص23.

12. Hamer , Frank : The potter's Dictionary of materials and Techniques , pitman publishing , London , 1975 .p235.

13. Hamer , Frank : The potters , Dictionary of materials and stechniques , newyork , 2004,p45 .

14. Henrik Norsker : Glazes _ for the Self _ Reliant Potter , 1993.

15. Fournier , Robert : Dictionary of Practicel Pottery , Revised- Edition , Creat Britain , 1973 ,p55.

16. Fournier , Robert : Illustrated Dictionary of Practical Potter , Revised , Edition ,G.B. , London ,1967,p127 .

17. Britt, Jonu: The Complete guide to high-fire glaze, Lark Crafts, New York, 2004,p432.

18. Cale, John , Pottery , British Library ,1977,p309

19. AMES FRASER, 215 REGENT STREET; AND SOLD BY ALL BOOKSELLERS AND NEWSMEN.1984,p212.

20.

المصادر والمراجع:

- أرثر فوجل ، التحليل الكيميائي النوعي شبة المايكروئى للمواد غير العضوية , وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة صلاح الدين ,ترجمة اسماعيل خليل الهيتي ، مطبعة جامعة الموصل
- بحيري , دار النهضة العربية القاهرة , بالاشتراك مع مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر, 1965 .
- الجياشي، سينارستار جبار،تأثيرات مستويات البيرلايت والنيتروجين في جاهزية النيتروجين والبوتاسيوم في التربة ، رسالة ماجستير غير منشورة , جامعة المثنى2022 .
- ريان : خواص المواد الخام السيراميكية , ترجمة : فاضل بندر , المكتبة الوطنية , بغداد1986 .
- ستابف ,هلموت, الكيمياء الصناعية , ترجمة : محمد اسماعيل , دار الاه ا رم , 1969 .
- الشيباني, مفتاح علي, الزمزمي, عبد الله: تكنولوجيا السيراميك (المواد الخام), ط1, مكتبة طرابلس العلمية العالمية , ليبيا , 1996.
- علام, محمد علام : (علم الخزف)التزجيج والتلوين, ج 2 , مكتبة الانجلو مصرية, القاهرة, 1967 .
- علي نور الدين شوقي ، المدخل إلى علوم التربة ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، كلية الزراعة جامعة بغداد،2005.
- قاسم حسين صالح: سيكولوجيا ادراك اللون والشكل, بغداد, دار الرشيد, 1982 .
- نورتن .ف.هـ. : الخزفيات للفنان الخزف , تر : سعيد حامد الصدر , عبد الحميد،2002.
- هرمز ، مازن يوسف و جيمل عادل كمال ، علم الصخور ، وزارة التعليم العالي و البحث العلمي ، الجمهورية العراقية ، 1981.

- **Britt, Jonu: The Complete guide to high-fire glaze, Lark Crafts, New York, 2004.**
- **Cale, John , Pottery , British Library ,1977.**
- **Fournier , Robert : Dictionary of Practicel Pottery , Revised- Edition , Creat Britain , 1973 .**
- **Fournier , Robert : Illustrated Dictionary of Practical Potter , Revised , Edition ,G.B. , London ,1967 .**
- **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 .**
- **Henrik Norsker : Glazes _ for the Self _ Reliant Potter , 1993.**
- **AMES FRASER, 215 REGENT STREET; AND SOLD BY ALL BOOKSELLERS AND NEWSMEN.1984.**