

معالجة خامة البينتونيت وتحسين خواصها التشكيلية والإنشائية لملائمة تشكيل
النحت المعماري والميداني

**Treating Bentonite and Improving its Forming and
Structural Properties to Suit the Architectural and Round
Sculpture.**

أ.د/عبدالمؤمن شمس الدين القرنفيلي

أستاذ النحت الفراغي والميداني بكلية الفنون التطبيقية وعميد الكلية

أ.م.د/ هشام عبد الحي زكي مصطفى

أستاذ باحث مساعد بقسم متروولوجيا وتكنولوجيا البوليمرات بالمعهد القومي للمعايرة.

م/ أسماء صديق عبدالعزيز

معيدة بكلية الفنون التطبيقية جامعة بنها

البريد الإلكتروني /asmaa.sediek93@gmail.com

رقم التليفون/01224518584

ملخص البحث:

تعد أرض جمهورية مصر العربية احدى الأراضى الخصبة الغنية المتوافر فيها الكثير من الخامات الطبيعية التى قد تصلح لأعمال النحت والتشكيل المعمارى لذا يهدف ذلك البحث بدراسة بعض هذه الخامات المحلية قليلة الثمن بهدف الوصول إلى بعض الخلطات الطينية الصالحة لأعمال النحت والتشكيل المعمارى.

تعتبر خامة الطين هى الوسيلة او الوسيط الأولى الذى يعبر بها النحات المصمم عما يدور بداخله ليخرج إلى العالم فى شكل عمل فنى تتوافر فيه القيم الفنية والتشكيلية. ومن هنا نلاحظ مدى تنوع الخامات الطبيعية الصالحة لتكوين خلطات طينية مثل (الطينة الأسوانلى - خامة البينتونيت - خامة الكاولين - خامة البول كلاى) وغيرهم من الخامات الأخرى.

كما تكمن أهمية البحث فى ما يمكن أن تقدمه خامة البينتونيت من حلول وامكانات بنائية وتشكيلية لمجال النحت والتشكيل المعمارى، وما تقدمه أيضا لطلاب النحت من حلول كالاستغناء عن مرحلة الصب مثلا وذلك مثلا بترك العمل الفنى ليجف أو ادخاله مرحلة حريق لنحصل على العمل الفنى مستديم دون التطرق لمرحلة الصب.

يهدف البحث إلى الاستفادة من خامة البنتونيت عن طريق دراسة تجريبية عليها بغرض تحسين خواصها لكى تتلائم مع أعمال النحت والتشكيل المعمارى وذلك عن طريق إضافة بعض المواد الطبيعية التى تعمل على ذلك مثل المواد المساعدة على الصهر، مواد تساعد على التجانس وبعض الأكاسيد الملونة . كما يهدف إلى اختيار أفضل خلطة طينية مقترحة وتطبيقها لإنتاج أعمال نحتية وتتضمن ذلك التجربة العملية التى قامت بها الباحثة التى يتضح من خلالها مدى أهمية المواد المحلية فى الحصول على خامات جديدة تفيد مجال النحت والتشكيل المعمارى.

الكلمات المفتاحية: البينتونيت، الطينات الطبيعية، البول كلاى، الكاولين.

Abstract:-

The land of the Arab Republic of Egypt is one of the rich fertile lands in which there are many natural raw materials that may be suitable for works of sculpture and architectural formation, so this research aims to study some of these low-priced local raw materials in order to reach some of the clay mixtures suitable for works of sculpture and architectural formation.

Clay is the first medium or medium through which the designer sculptor expresses what is going on inside him to come out to the world in the form of a work of art that has artistic and plastic values. Hence, we note the range of natural raw materials suitable for the formation of clay mixtures such as (Aswanli clay - bentonite material - kaolin material - urine clay) and other raw materials.

The importance of research also lies in what bentonite material can offer in terms of solutions and structural and plastic capabilities for the field of sculpture and architectural formation, and what it also offers to students of sculpture in solutions such as dispensing with the casting stage, for example, by leaving the artwork to dry or entering a fire stage to obtain a sustainable artwork without touching for the casting stage.

The research aims to take advantage of the bentonite ore through an experimental study in order to improve its properties to suit the works of sculpture and architectural formation, by adding some natural materials that work on it, such as smelting aids, materials that help homogeneity and some colored oxides.

It also aims to select the best proposed clay mixture and apply it to produce sculptural works, and this includes the practical experience carried out by the researcher, through which it becomes clear how important the local materials are in obtaining new materials that benefit the field of sculpture and architectural formation.

مقدمة البحث Introduction :-

يعد فن النحت من أعرق الفنون التي لازمت الإنسان منذ آلاف السنين ويعود ذلك إلى وجود خامة الطين التي تعد الخامة أو الوسيط الأولى لهذا الفن.

لقد نشط فن النحت نشاطا كبيرا في كل بقاع العالم المختلفة حيث كان من أبرز الفنون التي عرفها التاريخ ويؤكد كل هذا مدى الأهمية الإنسانية نحو ما ينتج من هذه الخامة و ما تتميز به من صفات طواعية وتشكيلية لكل ما يدور في خيال المصمم النحات بدافع توفير وتحقيق النفع يجب على المصمم النحات قبل البدء بالتعامل مع خامة أو مادة جديدة دراسة خصائصها مثل خامة الطين لكي يتمكن من الوصول إلى أفكار وطرق جديدة في التشكيل. الطينات متوافرة في جميع الأماكن، وتختلف من مكان إلى آخر في طريقة تكوينها وبالتالي خصائصها الكيميائية والفيزيائية. توجد أنواع من الطينات يمكن استخدامها في التشكيل مباشرة ويكون تركيبها صالح للحصول على طينة مناسبة وصالحة للتشكيل. كما توجد أنواع من الطينات لا يمكن استخدامها بمفردها ولا تصلح خواصها لتشكيل النحت بل تحتاج إلى خلط بعض الخامات والعناصر إليها لنحصل على خامة مرنة ولينة ومتكاملة صالحة للتشكيل⁽¹⁾.

من هنا يتناول البحث الحالي كيفية الاستفادة من خامة البينتونيت و دراسة تركيبها الكيميائي للحصول منها على خامة تتلائم مع أعمال النحت والتشكيل المعماري عن طريق تحسين خواصها الفيزيائية حيث

1- نورا إسماعيل عوض ،محسن محمد الغندور، نرمن ممتاز محمد: "القيم الملمسية لإثراء الأسطح الخزفية"، مجلة بحوث التربية النوعية -جامعة المنصورة، العدد 50، 2018، الصفحات 456:469.

من الممكن تعديل خواص خامة الطين للحصول على تقنيات تشكيلية جديدة عن طريق عمل خلطات طينية مقترحة بإضافة بعض المواد إلى العجينة الأساسية للحصول على خواص معينة للتغلب على المشكلات التي تواجه المصمم النحات أثناء عملية التشكيل وقيما يليها من مراحل أخرى يمكن الاستغناء عنها مثل مرحلة الصب. كما يهدف البحث إلى الاستفادة وأستخدام الخامات المحلية المتوافرة بجمهورية مصر العربية قليلة الثمن.

مشكلة البحث -:Research problem

- كيف يمكن توليف الخامات المحلية لإنتاج خلطات طينية تتلائم مع أعمال النحت والتشكيل المعماري؟
- كيفية الاستفادة من خامة البينتونيت و خصائها فى الحصول على خلطة طينية تصلح لأعمال النحت والتشكيل المعماري؟

أهداف البحث -:Research objectives

- الحصول على خلطات طينية من خامات محلية تصلح لأعمال النحت والتشكيل المعماري والترميم.
- اجراء معالجات لتحسين خواص خامة البينتونيت لتتلائم مع أعمال النحت والتشكيل المعماري.

أهمية البحث -: Important of research

وتندرج أهمية هذه الدراسة فيما يلى:-

- المساعدة على ادخال خامات نحتية مصرية محلية جديدة ذات مواصفات تشكيلية تتلائم مع طبيعة أعمال النحت والتشكيل المعماري.
- تحسين خواص خامة البينتونيت يمكننا من تحقيق القيم المفترضة فى مواد النحت والتشكيل المعماري (درجة النعومة، قوة التماسك، الصلادة، درجة الأنكماش، نعومة اللمس، القابلية للتشكيل).

فروض البحث:-

- التركيبات الكيميائية للخامات المحلية لها دور كبير فى استحداث خلطات طينية تصلح لأعمال النحت والتشكيل المعماري.
- خلط خامة البينتونيت مع لخامات المحلية الأخرى يحسن خواصها لتصبح متوافقة مع طبيعة أعمال النحت والتشكيل المعماري.

حدود البحث:-

- اقتصر البحث على استخدام الخامات التالية:-
 - خامة البينتونيت المنتج محليا تم الحصول على الخامة من شركة مصر لتكنولوجيا النانو- برج العرب - مدينة الاسكندرية كخامة رئيسية فى الخططات المقترحة و استخدام طينة الكاولين والبول كلاى.
 - استخدام بعض المواد المساعدة على الصهر مثل الفلسبار وأكسيد الرصاص الأحمر.

منهجية البحث Research methodology:-

تتركز منهجية البحث على المنهج الوصفى التحليلي من خلال:
- عرض بعض أنواع الطينات والمواد المستخدمة .

و المنهج التجريبي من خلال:

- عرض تجربة للباحثة ونتائجها

أولا (الإطار النظرى)

الطينات الطبيعية:

تعتبر الطينة هى المادة الأساسية التى يشكل منها الجسم النحتى. توجد الطينة بصورة غير منتظمة فى الطبيعة ، وقد تختلف فى ألوانها من منطقة إلى اخرى و يرجع ذلك إلى نسبة الشوائب والأكاسيد المعدنية المتواجدة بها.

وينتج الطين من تفكك الصخور النارية بواسطة عوامل التعرية الطبيعية، ومن هنا يمكن القول بأن الطينات مادة متحولة من الصخور النارية الأصلية بفعل العوامل الكيميائية والفيزيائية.⁽¹⁾ والأختلاف بين أنواعها يعود إلى عملياتها الجيولوجية ومكان ترسيبها.⁽²⁾

تحتوى الطينات على سليكات الألومنيوم المائية الغير متبلورة الناتجة من تحلل الكاولينات ، عند انتقالها من اماكن تواجد صخورها بفعل عوامل النقل (الماء والرياح) فتتعرض إلى الاحتكاك و الاصطدام والسحق و يلتحق بها الشوائب.تتفاوت الطينات فيما بينها فى نسب المركبات اللتى تتكون منها (السيليكا - الألومنيا - أكسيد الحديد - الجير - البوتاسيوم - الصوديوم - المواد العضوية الأخرى).

و تنقسم الطينات من حيث تكوينها إلى :-

الطينات الأولية:- Primary Clays

1 - ألفريد لوكاس ، "المواد والصناعات عند قدماء المصريين" ،ترجمة زكى أسكندر - دار الكتب المصرية - القاهرة - الطبعة الأولى 1991 ،ص96.

2 -David Green: pottery Materials and Techniques , Queen Sqaue – London , 1976 , p 72.

هي الطينيات الموجودة في باطن القشرة الأرضية ، الجبال والوديان توجد على هيئة عروق حجرية متحللة بقيت في مكانها، تكونت من تحلل الصخور النارية الأم مباشرة ولم تنتقل إلى أي مكان آخر. تتميز هذه الطينيات بتحملها لدرجات الحرارة العالية، بياضها ونقاؤها العالي. وتعتبر طينة الكاولين أهم هذه الطينيات.

الطينيات الثانوية: - Secondary Clays

تعرف أيضا بأسم الطينيات الرسوبية أو المتحولة لأنها انتقلت من مكانها بفعل عوامل التجوية الطبيعية ، تتميز هذه الطينيات بكثرة الشوائب وألوانها المختلفة ويعود ذلك إلى المعادن الداخلة في تركيبها. تعد طينة البول كلاى والطينة الحمراء (الطينة الأسوانلى) أهم هذه الطينيات.

الطينيات المركبة: - composite clays

هي الطينيات التي يتم إضافة مواد أخرى إليها وذلك لتحسين خواصها الحرارية واللونية او تحسين نسبة انكماشها. يعد البورسلين الذى يتكون من الكاولين ، السيليكات والفلسبار أهم هذه الطينيات.⁽¹⁾

وتنقسم الطينيات من حيث تحملها للحرارة إلى ثلاث أقسام وهم: -

- طينيات ذات خواص حرارية عالية مثل الكاولين والبول كلاى والطينيات المركبة.
- طينيات ذات خواص حرارية متوسطة مثل الطينة الأسوانلى.
- طينيات ذات خواص حرارية منخفضة مثل طمى النيل.⁽²⁾

1-خامة البينتونيت Bentonite:-

يوجد أربع أنواع أساسية للطينيات تبعا لتكوينها المعدنى وهى الكاولينات $(Al_4(OH)_8Si_4O_{10})$ ، الهالوزيت Haloizit $(Al_4(OH)_8Si_4O_{10} \times 4H_2O)$ ، الإليت Illite عبارة عن سليكات رطبة معقدة تتكون من الألومنيوم - ماغنسيوم - الحديد - اليود والصوديوم ، المونتمويلونيت Montmorillonite هى أيضا سليكات رطبة تتكون من الألومنيوم - ماغنسيوم والصوديوم ،بالإضافة إلى ثلاثين نوع مختلف من الطفل والمعادن الداخلة فى تكوين هذه الأنواع. طين البينتونيت يعد أحد مشتقات مجموعة المونتموريلونيت وبسبب خصائصه المتعددة يلعب دور هام فى الصناعة الحديثة.⁽³⁾

1 - <https://sites.google.com/site/alkhazaaf/alkhazaf6-1> , 10-9-2021 , 7:22 pm

2- نورا إسماعيل عوض ،محسن محمد الغندور، نرمين ممتاز محمد:" القيم الملمسية لإثراء الأسطح الخزفية" ، مجلة بحوث التربية النوعية -جامعة المنصورة ، العدد 50 ، 2018 ،الصفحات 456:469.

3- Ivana Savic , Stanisa Stojiljkovic , Ivan Savic , Dragoljub Gajic : "Industrial application of clays and clay minerals " Nova science publishers,Inc , 2014 , p 380

يعود أصل البينتونيت إلى تحويل الرماد البركاني إلى المونتموريلونيت حيث تعد هذه المادة الأساسية في المقام الأول الداخلة في تكوينه.⁽¹⁾

يتكون الطين من مادة غروية تحتوى على سليكات الألومنيوم عن طريق تغير الرماد البركاني إلى المونتموريلونيت حيث يشكل 70% من تركيبه على الأقل، وجزء صغير من المواد المعدنية الأخرى مثل الكواتز، الفلسبار، الزجاج البركاني، الجبس، البيريت وبعض المواد العضوية والذي تبلغ حصتهم 30% من التركيب.⁽²⁾ غالبا ما يكون لونه أخضر باهت، أصفر، احمر أو بنى يتوقف ذلك على الكاتيونات المختلفة المكونه له.⁽³⁾

تحتوى طينة البينتونيت على مواد مختلفة ومتنوعة وهى:-

اسم المركب	الصيغة الكيميائية	النسبة
أكسيد صوديوم	Na ₂ O	1.5 - 2.15 %
أكسيد ماغنسيوم	MgO	2.5 - 3.5 %
أكسيد ألومنيوم	Al ₂ O ₃	23 - 25 %
سليكا	SiO ₂	54 - 56 %
أكسيد بوتاسيوم	K ₂ O	0.5 - 0.9 %
أكسيد كالسيوم	CaO	1.0 - 1.8 %
أكسيد حديد	Fe ₂ O ₃	6.0 - 8.0 %
أكسيد تيتانيوم	TiO ₂	1.0 - 1.25 %

"كل هذه المواد تجعل البينتونيت ذات لدونة عالية ولكن تجعل نسبة انكماشه عاليه أيضا ،أما نسبة فقدتها بالحريق تصل إلى 24%".⁽⁴⁾

الخواص الفيزيائية:-

• اللون: بيج

1 - G. Clem , Robert W. Doehler , " Industrial application of bentonite " , Tenth national conference on clays and clay minerals , 1961 , p 272.

2- Ivana Savic , Stanisa Stojiljkovic , Ivan Savic , Dragoljub Gajic : "Industrial application of clays and clay minerals " previous reference , p 281

3 -G. W. Brindly , G. Brown : "Crystal structures of clay minerals and their x-ray identification." 1980 , mineralogil society , 305-361.

4-دينا عادل فهمي " استحداث خلطات طينية من تراب الأسمنت تصلح للتشكيل الخزفي." رسالة دكتوراة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، 2017، ص 56،57.

- الحالة : بودر
- الرطوبة : 11%
- قيمة الPH : 9
- اللزوجة : cp 26

طريقة استخراجة: - فى البداية يتم استخراج البينتونيت بعد إزالة الغطاء الصخرى ويكون على شكل قطع شريطية ثم يدخل مراحل التصنيع من تكسير وطحن ثم يقسم حسب حجم الجزيئات و يعبأ ويخزن فى أماكن جافة جاهز للبيع.⁽¹⁾

أنواع البينتونيت:-

يوجد أنواع مختلفة من البينتونيت، يرجع تسميته للعنصر الكيميائى السائد الداخلى فى تكوينه مثل (الصوديوم - الكالسيوم - البوتاسيوم - الألومنيوم). أشهر الأنواع شيوعا هم بينتونيت الصوديوم وبينتونيت الكالسيوم.⁽²⁾ وطينهم يتكون من ثلاث طبقات من سليكات الألومنيوم لهم القدرة على الانتفاخ عند ملامستهم للماء، بينتونيت الصوديوم له القدرة على الانتفاخ بدرجة عالية عن بينتونيت الكالسيوم، وذلك بسبب كاتيونات الصوديوم الذى تتحلل بالماء إلى حد كبير عن الكالسيوم مما يعمل على زيادة التماسك للبينتونيت الصوديوم وجعله مادة رطب جيدة.

التركيب الكيميائى:-

يتكون البينتونيت من لبنتين رئيسيتين، بلورة ثمانية الأوجه من ذرات الألومنيوم (شكل 1) وبلورة رباعية الأسطح من السيليكا (شكل 2) له شحنة سالبة وذلك بسبب استبدال الألومنيوم Al^{3+} مع الحديد Fe^{2+} والماغنسيوم Mg^{2+} لمواقع الأوكتاهدرا ، أو استبدال السيليكا Si^{4+} مع الألومنيوم Al^{3+} فى مواقع التتراهدرا. وتعمل كاتيونات الصوديوم Na^{+} فى بينتونيت الصوديوم والكالسيوم Ca^{2+} فى بينتونيت الكالسيوم على توازن الكاتيونات بين الطبقات. تتبادل الكاتيونات بسبب ضعف الروابط وبالتالي تزداد قدرة البينتونيت على تبادل الكاتيونات.⁽³⁾ ويوضح (شكل 3) تركيب البلورتين مع بعض وعملية تبادل الكاتيونات.

1-G. Clem , Robert W. Doehler , " Industrial application of bentonite " , previous reference , p274
 2-Gleason, M. H., Danial, D. E. & Eykholt G. R. (1997). "calcium and sodium bentonite for hydraulic containment application." J. Geotech. Geoenviron. , volum 123, issue:5 , 438-445.
 3 -Ivana Savic , Stanisa Stojiljkovic , Ivan Savic , Dragoljub Gajic : "Industrial application of clays and clay minerals " previous reference , p 281

عندما يتلامس البينتونيت مع الماء فإنه يمتص الماء بمقدار كبير جدا حيث أنه مادة محبة للماء و يتضاعف حجمة الى أربع أو خمس مرات مثل حجمة جاف.⁽¹⁾

مميزاته :-

- مادة طبيعية متوفرة محليا.
- ليست ضارة بصحة الإنسان ،لاتسبب أى انبعاثات ضارة.
- لا تسبب تهيج الجلد.
- عديم الرائحة.
- عندما يختلط بالماء يكون عجينة لينة سهلة التشكيل ذات مرونة ولدونة عالية.
- يسهل التعامل معه بأدوات النحت المختلفة مثل (الفرر - الضفرات).
- قابل لإعادة التدوير

2- طينة الكاولين Kaolin :-

رمزها الكيميائي ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$) تعتبر أنقى وأبيض الطينات وذلك لإحتوائها على نسبة صغيرة من الحديد ، لذلك تدخل فى صناعة العديد من الطينات الهامة مثل البورسلين⁽²⁾. تعتبر طينة الكاولين الصورة النقية للألومنيا حيث أن تركيبها ثنائى سليكات الألومنيا المائية والماء الداخلى فى تركيبها ليس حرا بل متصل بالتركيب البلورى فى شكل أيونات⁽³⁾. ينتج الكاولين من تحول الفلسبار المتواجد فى القشرة الأرضية إلى معدن الكاولينيت بفضل الحرارة وتعرف هذه العملية بالتكولن ، أما اذا تعرض لعوامل التعرية فإنه يضاف إليه شوائب ومواد عضوية جديدة ويتغير حجم حبيباته⁽⁴⁾.

تنتج الكاولينات من أماكن كثيرة فى مصر حيث تتواجد بإسوان وسيناء ،أما كاولينات المستخرجة من قنا والواحات والمقطم تتمتع بصفات خاصة. كاولين سيناء لونها أبيض قبل وبعد الحريق أما كاولين أسوان يميل لونة إلى الأحمر نظرا لقربه من مناجم الحديد⁽⁵⁾ .

-
- 1- دينا عادل فهمى مصطفى " استحداث خلطات طينية من تراب الأسمنت تصلح للتشكيل الخزفى " ، دكتوراة ، جامعة حلوان ، كلية التربية الفنية ، 2017 ، صفحة 92.
 - 2- محمد صبرى بسطوى:" تقنيات ومعالجات خزفيات الحدائق". ماجستير ، فنون جميلة ،جامعة الإسكندرية ،2013 ،ص 50.
 - 3- دينا أحمر ربيع أبو ربحان:"تشكيل النحت الخزفى بإستخدام البورسيلين". ماجستير ،كلية فنون جميلة ، جامعة الإسكندرية ، 2013،ص 51.
 - 4- سمير منير رحمة:"التشكيل الفنى الخزفى المعاصر فى مصر وسوريه". ماجستير ،كلية الفنون الجميلة ،جامعة حلوان،2001 ،ص 9.
 - 5- دينا عادل فهمى:" استحداث خلطات طينية من تراب الأسمنت تصلح للتشكيل الخزفى". مرجع سابق ،ص 89.

مميزات الكاولين⁽¹⁾ :-

- القدرة العالية على إمتصاص الرطوبة جيدا ولكن ولا تتمتع بلدونة عالية.
- ينصهر عند درجات حرارة عالية تصل إلى 1750-1800 درجة مئوية.
- يكتسب قوة عالية بعد تجفيفه وحرقه.
- كسطه ضعيف.
- تحتوى مكوناته على نسبة مواد ملونة صغيرة جدا.



الكاولين⁽²⁾

3- طينة البول كلاى Ball Clay :-

سميت بهذا الاسم لأنه يتم إعدادها وتجهيزها على شكل كرة في المصانع وهي نوع من الطينات المرنة الناعمة وتوجد كثيرا في المحاجر⁽³⁾. أحد الطينات الرسوبية التي تحتوى على مواد عضوية وشوائب كثيرة ، كما تحتوى على نسبة عالية من الكاولينيت والمونتي موريلونيت الذى يلعب دور كبير فى خاصية لدونة الطينة ويزيدها بشكل واضح⁽⁴⁾.

تتميز بأنه ذات حبيبات ناعمة جدا ، لها لدونة وقوة جفاف عالية .تتمتع طينة البولى كلاى بخواص حراية عالية ، تتميز باللون الرمادى المائل إلى الازرق قبل الحريق ويرجع ذلك إلى وجود نسبة من

1 - <https://www.mtk-chemical.com/%D9%85%D8%A7%D9%87%D9%88-%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%A7%D9%88%D9%84%D9%8A%D9%86-%D9%88-%D9%85%D8%A7%D9%87%D9%88-%D8%AA%D8%B1%D9%83%D9%8A%D8%A8%D9%87-%D8%A7%D9%84%D9%83%D9%8A%D9%85%D9%8A%D8%A7%D8%A6%D9%8A/>

2 - <https://www.mtk-chemical.com/%D9%85%D8%A7%D9%87%D9%88-%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%A7%D9%88%D9%84%D9%8A%D9%86-%D9%88-%D9%85%D8%A7%D9%87%D9%88-%D8%AA%D8%B1%D9%83%D9%8A%D8%A8%D9%87-%D8%A7%D9%84%D9%83%D9%8A%D9%85%D9%8A%D8%A7%D8%A6%D9%8A/>

3- عبدالغنى الشال: "الخزف ومصطلحاته الفنية". مكتبة انجلو ، 1993 ، ص 21.

4- منى محمد غريب: "الطين الطفلى لواحة سيوة وإمكاناته التشكيلية فى فن النحت الخزفى". مرجع سابق - ص 222.

الكربون كما تلعب نسبة الكربون أيضا دور في اللدونة حيث كلما زادت نسبتة زادت اللدونة والمرونة. أما بعد الحريق يتغير لونها إلى الأبيض المائل إلى الأصفر.⁽¹⁾

عادة ما تحتوى طينة البول كلاى على نسبة من كبيرة من الحديد و يؤدي ذلك إلى صهارها فى درجات حرارة عالية تصل إلى 1300 درجة مئوية ، وتتنوع الطينات بشكل ملحوظ من حيث التكوين نتيجة لإختلاف أماكن تواجدها و عوامل التعرية التى تعرضت لها، تتميز حبيباتها بالدقة لذلك تتمتع بقوة جفاف كبيرة جدا ومعدل انكماش كبير جدا.

تتشابه طينات البول كلاى مع طينة مصرية محلية مشابهة له فى الخواص يطلق عليها عمال الخزف طينة (البوكلا) حيث ينتشبهان فى الأستخراج من العروق الرمادية ذات اللون الأزرق ، لاتستخدم طينة (البوكلا) بمفردها وذلك لأن معدل انكماشها كبير بل تضاف إلى طينة الكاولين على سبيل المثال لتحسين اللدونة ، كما أنها تتميز بالتجانس التام مع معظم الطينات المحلية والمستوردة.⁽²⁾



طينة البول كلاى⁽³⁾

مواد مساعدة على الصهر:

1- الفلسبار Feldspar:-

يتواجد الفلسبار فى مصر بمناطق مختلفة من الصحراء الشرقية وأسوان ، يتكون فى هيئة عروق وكتل ضخمة داخل صخور البيجماتيت حيث تمتد من (20:500) متر على سطح الأرض بعرض من (4:10) متر وتتفاوت فى الأرتفاعات ودرجة الميل⁽⁴⁾.

1- نورا إسماعيل عوض - محسن محمد الغندور - نرمين ممتاز ، القيم الملمسية لاثراء الأسطح الخزفية، مرجع سابق.
2- أحمد ادمراني أبو زيد:- " أثراء أسطح الأشكال الخزفية جماليا بإستخدام تقنيات تجمع الطلاء الزجاجى فى ضوء الأتجاهات الفنية المعاصرة - رسالة دكتوراة - كلية التربية النوعية - جامعة المنصورة -2007 ص142
3 -https://www.alibaba.com/product-detail/Ball-Clay-90-Whiteness-Ball-Clay_60872412100.html ,22-9-2021, 7:33 pm.
4- تهاى محمد نصر: "الخزف الحجرى فى مصر". ماجستير ،كلية الفنون التطبيقية ،جامعة حلوان ، 1979، ص70.

يوجد الفلسبار في الطبيعة بصخور الجرانيت ومختلط ببعض المعادن مثل الألومينا ،الصوديوم،البوتاسيوم والسليكا وهو مادة بيضاء ذات نرات كريستالية مستطيلة تنصه في درجات حرارة 1200:1300 درجة مئوية. يضاف إلى الطينات الأخرى بهدف تحسين خواصها حيث يساعد في تقليل الأنكماش وتسهيل عملية الجفاف ، وله فائدة أخرى حيث أنه عامل صهر.⁽¹⁾

أنواع الفلسبار:

رمزه الكيميائي	أسم الفلسبار
$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	فلسبار بوتاسيومى (اورثوكليز Orthoclase)
$Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$	فلسبار صوديومى (ألبيت Albite)
$CaO.Al_2O_3.6SiO_2$	فلسبار كالسيومى (أنورثيت Anorthite)
$CaO. Al_2O_3.6SiO_2$	فلسبار باريومى(سلزيان)

عادة لاتوجد هذه الأنواع منفردة بل تكون مختلطة أثنين معا ولكن أحدهما يكون هو الغالب في نسبته⁽²⁾.



الفلسبار⁽³⁾

2- أكسيد الرصاص الأحمر (السلاقون):

يعد مادة مساعدة للصهر ،يعتمد عليه في درجات الحرارة المتوسطة والمنخفضة ،يعطى نتائج جيدة لعمليات الحريق الواحد ولكن لا يذوب في الماء بسهولة.

1- عادة جلال حامد:"الخزفيات المصرية القديمة وأثرها على أعمال خزاف العصر الحديث." ماجستير ،كلية الفنون الجميلة، جامعة الإسكندرية ،1999 ،ص25.

2-تهانى العادلى:"فصول فى الخزف-الجزء الثانى." القاهرة ،2001 ،ص160 .

3)https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%81%D9%84%D8%B3%D8%A8%D8%A7%D8%B1_%D8%A8%D9%88%D8%AA%D8%A7%D8%B3%D9%8A

حبيباته صغيرة إذا ما قورنت بمركبات الرصاص الأخرى ،له تأثير على معظم الأكاسيد الملونة حيث له القدرة على الصهر فى توزيع وإظهار جمال التلوين حيث يعطى سطح براق لامع. له معامل تمدد صغير إذا ما قورن بالمواد المساعدة على الصهر الأخرى حيث يعمل على تقليل ظهور التصدع⁽¹⁾.



أكسيد الرصاص الأحمر⁽²⁾

ثانياً: (الإطار العملى):-

قامت الباحثة بتنفيذ الآتى:-

عمل عدة خلطات طينية مكونة من المواد بنسب مختلفة وهى:

• **المواد الأساسية:**

1- طينة البينتونيت كخامة رئيسية.

2- طينة الكاولين.

3- طينة البول كلاى.

• **المواد المساعدة على الصهر:**

1- الفلسبار.

2- أكسيد الرصاص الأحمر.

• **مواد مساعدة على التجانس:**

1- السيليكا.

2- الجروك.

❖ **التجربة الأولى:-**

قامت الباحثة فى هذه التجربة بإستخدام المواد الأساسية بالنسب التالية:

1- دينا عادل فهمى: " استحداث خلطات طينية من تراب الأسمنت تصلح للتشكيل الخزفى." مرجع سابق ،ص78.

2- [https://en.wikipedia.org/wiki/Lead\(II,IV\)_oxide#/media/File:Red_lead.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Lead(II,IV)_oxide#/media/File:Red_lead.jpg) 30-9-2021 12:30 am

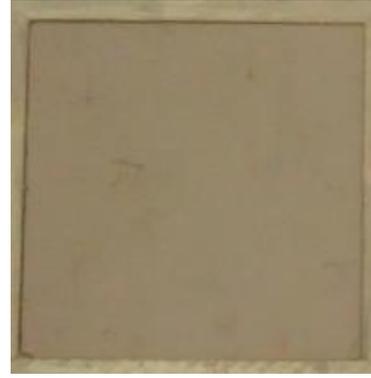
النسب	50% طينة بينتونيت 30% طينة كاولين 20% طينة بول كلاي
اللون	قبل الحريق: بيج فاتح بعد الحريق: برتقالي فاتح
نسبة الماء	تم إضافة 75 مللى ماء لكل 100 جرام من وزن العينة
التجانس	تجانس مكونات الخلطة
الملمس	تتميز بنعومة الملمس
الالتواء	أثناء التجفيف البطئ لم يحدث ألتواء للعينة، بينما أثناء التجفيف داخل الفرن فإنه يحدث ألتواء أثناء عملية التجفيف ولكن عند إنتهاء الجفاف تصبح العينة مستوية بدون أى ألتواء
درجة الحرارة	800 درجة مئوية.



❖ التجربة الثانية:-

قامت الباحثة في هذه التجربة بإستخدام المواد الأساسية مع إضافة المواد المساعدة على الصهر بالنسب التالية:

النسب	طينة البينتونييت: 50 % طينة الكاولين: 15% طينة البول كلاي: 15% الفلسبار: 7% أكسيد الرصاص الأحمر: 3%
اللون	قبل الحريق: بيج مائل ألي البرتقالي الفاتح وذلك بسبب نسبة أكسيد الرصاص الأحمر. بعد الحريق: برتقالي
التجانس	تجانس مكونات الخلطة
نسبة الماء	تم إضافة 75 مللى ماء لكل 100 جرام من وزن العينة
الملمس	تتميز بنعومة الملمس
الالتواء	لم يحدث التواء للعينة أثناء مرحلة التجفيف ولا بعد مرحلة الحريق.
درجة الحرارة	800 درجة مئوية.



❖ التجربة الثالثة:-

قامت الباحثة في هذه التجربة بإستخدام المواد الأساسية مع إضافة المواد المساعدة على التجانس بالنسب التالية:

النسب	طينة البينتونيت: 55% طينة الكاولين: 10% طينة البول كلاى: 10% الجروك: 12.5% السليكا: 12.5%
اللون	قبل الحريق: بيج مائل إلى الوردي الفاتح بسبب وجود الجروك. بعد الحريق: برتقالي غامق.
التجانس	تجانس مكونات الخلطة.
نسبة الماء	تم إضافة 75 مللى ماء لكل 100 جرام من وزن العينة.
الملمس	تتميز بنعومة الملمس.
الالتواء	لم يحدث التواء للعينة أثناء مرحلة التجفيف ولا بعد مرحلة الحريق.
درجة الحرارة	800 درجة مئوية.



المراجع

المراجع العربية:-

- 1- نورا إسماعيل عوض ،محسن محمد الغندور ، نرمين ممتاز محمد:" القيم الملمسية لإثراء الأسطح الخزفية" ، مجلة بحوث التربية النوعية -جامعة المنصورة ، العدد 50 ، 2018.
- 2- ألفريد لوكاس ، "المواد والصناعات عند قدماء المصريين" ،ترجمة زكى أسكندر - دار الكتب المصرية - القاهرة - الطبعة الأولى 1991.
- 3- دينا عادل فهمى " استحداث خلطات طينية من تراب الأسمنت تصلح للتشكيل الخزفي". رسالة دكتوراة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، 2017.
- 4- محمد صبرى بسطاوى:" تقنيات ومعالجات خزفيات الحدائق". ماجستير ، فنون جميلة ،جامعة الإسكندرية ،2013.
- 5- دينا أحمر ربيع أبو ریحان:"تشكيل النحت الخزفي بإستخدام البورسيلين". ماجستير ،كلية فنون جميلة ، جامعة الإسكندرية ، 2013 .
- 6- سمير منير رحمة:"التشكيل الفنى الخزفي المعاصر فى مصر وسوريه". ماجستير ،كلية الفنون الجميلة ،جامعة حلوان، 2001 .
- 7- عبدالغنى الشال:"الخزف ومصطلحاته الفنية". مكتبة انجلو ، 1993 .
- 8- منى محمد غريب:"الطين الطفلى لوحه سيوة وإمكاناته التشكيلية فى فن النحت الخزفي". رسالة دكتوراة، كلية الفنون الجميلة، جامعة الإسكندرية.
- 9- أحمد ادمراني أبو زيد:- " أثراء أسطح الأشكال الخزفية جاليا بإستخدام تقنيات تجمع الطلاء الزجاجى فى ضوء الاتجاهات الفنية المعاصرة -رسالة دكتوراة - كلية التربية النوعية - جامعة المنصورة -2007.
- 10- تهانى محمد نصر:"الخزف الحجرى فى مصر". ماجستير ،كلية الفنون التطبيقية ،جامعة حلوان ، 1979 ،ص70.
- 11- غادة جلال حامد:"الخزفيات المصرية القديمة وأثرها على أعمال خزاف العصر الحديث". ماجستير ،كلية الفنون الجميلة، جامعة الإسكندرية ، 1999.
- 12- تهانى العادلى:"فصول فى الخزف -الجزء الثانى". القاهرة ، 2001.

المراجع الأجنبية:-

- 1- David Green: pottery Materials and Techniques , Queen Squace – London , 1976 .
- 2- - <https://sites.google.com/site/alkhazaaf/alkhazaaf6-1> , 10-9-2021 , 7:22 pm.
- 3- G. Clem , Robert W. Doehler , " Industrial application of bentonite " , Tenth national conference on clays and clay minerals , 1961.
- 4- Ivana Savic , Stanisa Stojiljkovic , Ivan Savic , Dragoljub Gajic : "Industrial application of clays and clay minerals " Nova science publishers,Inc , 2014.
- 5- Gleason, M. H., Danial, D. E. & Eykholt G. R. (1997). "calcium and sodium bentonite for hydraulic containment application." J. Geotech. Geoenviron. , volum 123, issue:5.

مراجع الصور:-

- 1- <https://www.mtk-chemical.com/%D9%85%D8%A7%D9%87%D9%88-%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%A7%D9%88%D9%84%D9%8A%D9%86-%D9%88-%D9%85%D8%A7%D9%87%D9%88->

%D8%AA%D8%B1%D9%83%D9%8A%D8%A8%D9%87-
%D8%A7%D9%84%D9%83%D9%8A%D9%85%D9%8A%D8%A7%D8%A6%D9%8A/

2- <https://www.mtk-chemical.com/%D9%85%D8%A7%D9%87%D9%88-%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%A7%D9%88%D9%84%D9%8A%D9%86-%D9%88-%D9%85%D8%A7%D9%87%D9%88-%D8%AA%D8%B1%D9%83%D9%8A%D8%A8%D9%87-%D8%A7%D9%84%D9%83%D9%8A%D9%85%D9%8A%D8%A7%D8%A6%D9%8A/>

3- https://www.alibaba.com/product-detail/Ball-Clay-90-Whiteness-Ball-Clay_60872412100.html ,22-9-2021, 7:33 pm.

4- https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%81%D9%84%D8%B3%D8%A8%D8%A7%D8%B1_%D8%A8%D9%88%D8%AA%D8%A7%D8%B3%D9%8A

5- [https://en.wikipedia.org/wiki/Lead\(II,IV\)_oxide#/media/File:Red_lead.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Lead(II,IV)_oxide#/media/File:Red_lead.jpg) 30-9-2021 12:30 am