معالجة خامة البينتونيت وتحسين خواصها التشكيلية والإنشائية لملائمة تشكيل النحت المعمارى والميدانى

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

إعـــداد
أ.د/ عبدالمؤمن شمس الدين القرنفيلى* أ.م.د/هشام عبدالحى زكى مصطفى**
أسماء صديق عبد العزيز[١]

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 هذة 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 بداخلة ليخرج إلى العالم فى شكل عمل فنى تتوافر فية 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 اللأخرى.

كما تكمن أهمية البحث فى ما يمكن أن تقدمة خامة البينتونيت من حلول وامكانات بنائية وتشكيلية لمجال النحت والتشكيل المعمارى، وما تقدمة أيضا

[١] باحثة ماجستير كلية الفنون التطبيقية – جامعة بنها
* أستاذ النحت الفراغى والميداني وعميد كلية الفنون التطبيقية ـ جامعة بنها
** أستاذ باحث مساعد بقسم مترولوجيا وتكنولوجيا البوليمرات بالمعهد القومى للمعايرة.

لطلاب النحت من حلول كالاستغناء عن مرحلة الصب مثلا وذلك مثلا بترك العمل الفنى ليجف أو ادخالة 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 الطبيعة التى تعمل على ذلك مثل المواد المساعدة على الصهر، مواد تساعد على التجانس وبعض الأكاسيد الملونة .

كما يهدف إلى أختيار 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 التى لازمت الإنسان منذ ألاف السنين ويعود ذلك إلى وجود خامة الطين التى تعد الخامة أو الوسيط الأولى لهذا الفن.

لقد نشط فن النحت نشاطا كبير فى كل بقاع العالم المختلفة حيث كان من أبرز الفنون التى عرفها التاريخ ويوكد كل هذا مدى الأحاسيس الإنسانية نحو ما ينتج من هذة الخامة و ما تتميز بة من صفات طواعية وتشكيلية لكل ما يدور فى خيال المصمم النحات بدافع توفير وتحقيق النفع

يجب على المصمم النحات قبل البدء بالتعامل مع خامة أو مادة جديدة دراسة خصائصها مثل خامة الطين لكى يتمكن من الوصول إلى أفكار وطرق جديدة فى التشكيل. الطينات متوافرة فى جميع الأماكن، وتختلف من مكان إلى أخر فى طريقة تكوينها وبالتالى خصائصها الكيميائية والفيزيائية.

توجد أنواع من الطينات يمكن استخدامها فى التشكيل مباشرة ويكون تركيبها صالح للحصول على طينة مناسبة وصالحة للتشكيل. كما توجد أنواع من الطينات لايمكن استخدامها بمفردها ولا تصلح خواصها لتشكيل النحت بل تحتاج إلى خلط بعض الخامات والعناصر إليها لنحصل على خامة مرنة ولينة ومتكاملة صالحة للتشكيل(١).

من هنا يتناول البحث الحالى كيفية الأستفادة من خامة البينتونيت و دراسة تركيبها الكيميائى للحصول منها على خامة تتلائم مع أعمال النحت والتشكيل المعمارى عن طريق تحسين خواصها الفيزيائية حيث من الممكن تعديل خواص خامة الطين للحصول على تقنيات تشكيلية جديدة عن طريق عمل خلطات طينية مقترحة

[١]– نورا إسماعيل عوض ،محسن محمد الغندور، نرمين ممتاز محمد:" القيم الملمسية لإثراء الأسطح الخزفية" ، مجلة بحوث التربية النوعية –جامعة المنصورة ، العدد ٥٠ ، ٢٠١٨ ،الصفحات ٤٦٩:٤٥٦.

بإضافة بعض المواد إلى العجينة الأساسية للحصول على خواص معينة للتغلب على المشكلات التى تواجة المصمم النحات أثناء عملية التشكيل وقيما يليها من مراحل أخرى يمكن الأستغناء عنها مثل مرحلة الصب. كما يهدف البحث إلى الأستفادة 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 المعمارى؟
- كيفية الأستفادة من خامة البينتونيت و خصائها فى الحصول على خلطة طينية تصلح لأعمال النحت والتشكيل المعمارى؟

أهداف البحث Research objectives:-

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

أهمية البحث Importants of research :-

وتندرج أهمية هذة الدراسة فيما يلى:-

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

فروض البحث:-

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

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 الخلطات 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 التحليلى من خلال:

- عرض بعض أنواع الطينات والمواد المستخدمة .

و المنهج التجريبى من خلال:

- عرض تجربة للباحثة ونتائجها

أولا (الإطار النظرى)

الطينات الطبيعية:

تعتبر الطينة هى المادة الأساسية التى يشكل منها المجسم 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.[١] والأختلاف بين أنواعها يعود إلى عملياتها الجيولوجية ومكان ترسيبها.[٢]

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

---

[١] – ألفريد لوكاس ، "المواد والصناعات عند قدماء المصريين" ،ترجمة زكى أسكندر – دار الكتب المصرية – القاهرة – الطبعة الأولى ١٩٩١ ،ص٩٦.

[٢] - David Green: pottry Materials and Techniques , Queen Squace – London , 1976 , p 72.

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

هى الطينات الموجودة فى باطن القشرة الأرضية ، الجبال والوديان توجد على هيئة عروق حجرية متحللة بقيت فى مكانها، تكونت من تحلل الصخور النارية الأم مباشرة ولم تنتقل إلى أى مكان آخر.

تتميز هذة الطينات بتحملها لدرجات الحرارة العالية، بياضها ونقائها العالى. وتعتبر طينة الكاولين أهم هذة الطينات.

الطينات الثانوية:- Secondary Clays

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

الطينات المركبة:- composite clays

هى الطينات التى يتم إضافة مواد أخرى إليها وذلك لتحسين خواصها الحرارية واللونية او تحسين نسبة انكماشها. يعد البورسلين الذى يتكون من الكاولين ، السيليكا والفلسبار أهم هذة الطينات.[١]

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

- طينات ذات خواص حرارية عالية مثل الكاولين والبول كلاى والطينات المركبة.
- طينات ذات خواص حرارية متوسطة مثل الطينة الأسوانلى.
- طينات ذات خواص حرارية منخفضة مثل طمى النيل.[٢]

---

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

[٢]- نورا إسماعيل عوض ،محسن محمد الغندور، نرمين ممتاز محمد:" القيم الملمسية لإثراء الأسطح الخزفية" ، مجلة بحوث التربية النوعية –جامعة المنصورة ، العدد ٥٠ ، ٢٠١٨ ،الصفحات ٤٦٩:٤٥٦.

١- خامة البينتونيت Bentonite:-

يوجد أربع أنواع أساسية للطينات تبعا لتكوينها المعدنى وهى الكاولينات $(Al_4(OH)_8Si_4O_{10})$ ، الهالويزيت Haloizit $(Al_4(OH)_8Si_4O_{10}x4h_2O)$ ، الإليت Illite عبارة عن سليكات رطبة معقدة تتكون من الألومنيوم – ماغنسيوم – الحديد – اليود والصوديوم ، المونتموريلونيت Montmorillonite هى أيضا سليكات رطبة تتكون من الألومنيوم – ماغنسيوم والصوديوم ،بالإضافة إلى ثلاثين نوع مختلف من الطفل والمعادن الداخلة فى تكوين هذة الأنواع. طين البينتونيت يعد أحد مشتقات مجموعة المونتموريلونيت وبسبب خصائصه المتعددة يلعب دور هام فى الصناعة الحديثة.[١]

يعود أصل البينتونيت إلى تحويل الرماد البركانى إلى المونتموريلونيت حيث تعد هذة المادة الاساسية فى المقام الأول الداخلة فى تكوينه.[٢]

يتكون الطين من مادة غروية تحتوى على سليكات الألومنيوم عن طريق تغير الرماد البركانى إلى المونتموريلونيت حيث يشكل ٧٠% من تركيبه على الأقل، وجزء صغير من المواد المعدنية الأخرى مثل الكواتز، الفلسبار، الزجاج البركانى، الجبس، البيريت وبعض المواد العضوية والذى تبلغ حصتهم ٣٠% من التركيب.[٣] غالبا ما يكون لونه أخضر باهت، أصفر، احمر أو بنى يتوقف ذلك على الكاتيونات المختلفة المكونه له.[٤]

تحتوى طينة البينتونيت على مواد مختلفة ومتنوعة وهى:-

اسم المركب	الصيغة الكيميائية	النسبة
أكسيد صوديوم	Na_2O	1.5 - 2.15%

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

[٢] - G. Clem , Robert W. Doehler , " Industerial application of bentonite" , Tenth national conference on clays and clay minerals , 1961 , p 272.

[3]- Ivana Savic , Stanisa Stojiljkovic , Ivan Savic , Dragoljub Gajic : "Industerial application of clays and clay minerals " previous reference , p 281

[4] -G. W. Brindly , G. Brown : "Crystal structures of clay minerals and their x-ray identification." 1980 , mineralogil socity , 305-361.

أكسيد ماغنسيوم	MgO	.% 2.5 - 3.5
أكسيد ألومنيوم	Al_2O_3	.%23 – 25
سليكا	SiO_2	.% 54 – 56
أكسيد بوتاسيوم	K_2O	.% 0.5 - 0.9
أكسيد كالسيوم	CaO	.% 1.0 - 1.8
أكسيد حديد	Fe_2O_3	.% 6.0 - 8.0
أكسيد تيتانيوم	TiO_2	.% 1.0 - 1.25

"كل هذة المواد تجعل البينتونيت ذات لدونة عاليه ولكن تجعل نسبة انكماشه عاليه أيضا ،أما نسبة فقدها بالحريق تصل إلى٢٤ %."[١]

الخواص الفيزيائية:-

- **اللون:** بيج
- **الحالة :** بودر
- **الرطوبة :**١١%
- **قيمة الPH:** ٩
- **اللزوجة:**٢٦ cp

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.[٢]

أنواع البينتونيت:-

[١]- دينا عادل فهمى " استحداث خلطات طينية من تراب الأسمنت تصلح للتشكيل الخزفى." رسالة دكتوراة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان،٢٠١٧ ،ص ٥٦،٥٧.

[2]-G. Clem , Robert W. Doehler , " Industerial application of bentonite" , previous reference , p274

يوجد أنواع مختلفة من البينتونيت، يرجع تسميته للعنصر الكيميائى السائد الداخل فى تكوينة مثل (الصوديوم – الكالسيوم – البوتاسيوم – الألومنيوم). أشهر الأنواع شيوعا هم بينتونيت الصوديوم وبينتونيت الكالسيوم.[١] 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 وجعلة مادة ربط جيدة.

التركيب الكيميائى:-

يتكون البينتونيت من لبنتين رئيستين، بلورة ثمانية الأوجه من ذرات الألومنيوم(شكل ١) وبلورة رباعية الأسطح من السيليكا (شكل ٢) له شحنة سالبة وذلك بسبب استبدال الألومنيوم AL^{3+} مع الحديد Fe^{2+} والماغنسيوم Mg^{2+} لمواقع الأوكتاهيدرا ، أو استبدال السيليكا Si^{4+} مع الألومنيوم AL^{3+} فى مواقع التتراهيدرا. وتعمل كاتيونات الصوديوم Na^{+} فى بينتونيت الصوديوم والكالسيوم Ca^{2+}فى بينتونيت الكالسيوم على توازن الكاتيونات بين الطبقات. تتبادل الكاتيونات بسبب ضعف الروابط وبالتالى تزداد قدرة البينتونيت على تبادل الكاتيونات.[٢] ويوضح (شكل ٣) تركيب البلورتين مع بعض وعملية تبادل الكاتيونات.

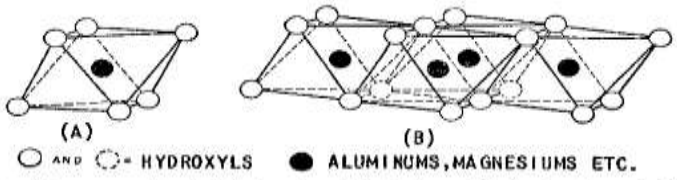


FIGURE 1.—Diagrammatic sketch showing (A) single octahedral unit, and (B) portion of an octahedral sheet structure.

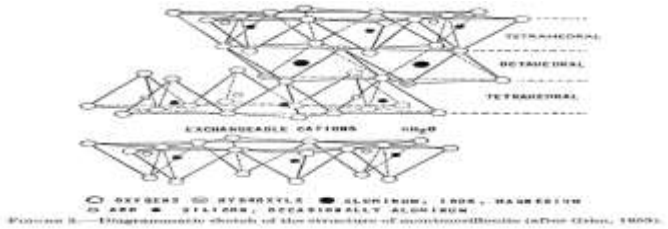
(شكل ١) يوضح تركيب بلورة الألومنيوم.

of a silica tetrahedral sheet structure.

[1]-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.

[2] -Ivana Savic , Stanisa Stojiljkovic , Ivan Savic , Dragoljub Gajic : "Industerial application of clays and clay minerals." previous reference , p 28

(شكل ٢) يوضح تركيب بلورة السيليكا.



(شكل ٣) يوضح تركيب البلورات وكيفية تبادل الكاتيونات.

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 حجمه جاف.[١]

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

١- طينة الكاولين Kaolin:-

رمزها الكيميائى ($Al_2O_3.2H_2O$) تعتبر أنقى وأبيض الطينات وذلك لإحتوائها على نسبة صغيرة من الحديد ، لذلك تدخل فى صناعة العديد من الطينات الهامة مثل البورسلين[٢].تعتبر طينة الكاولين الصورة النقية للألومنيا حيث أن تركيبها

[١]- دينا عادل فهمى مصطفى " استحداث خلطات طينية من تراب الأسمنت تصلح للتشكيل الخزفى" ، دكتوراة ، جامعة حلوان ، كلية التربية الفنية ، ٢٠١٧ ، صفحة ٩٢.

[٢]- محمد صبرى بسطاوى:" تقنيات ومعالجات خزفيات الحدائق." ماجستير ، فنون جميلة ،جامعة الأسكندرية ،٢٠١٣ ،ص ٥٠.

ثنائى سليكات الألومنيا المائية والماء الداخل فى تركيبها ليس حرا بل متصل بالتركيب البلورى فى شكل أيونات[١]. ينتج الكاولين من تحول الفلسبار المتواجد فى القشرة الأرضية إلى معدن الكاولينيت بفضل الحرارة وتعرف هذة العملية بالتكولن ، أما اذا تعرض لعوامل التعرية فإنه يضاف إلية شوائب ومواد عضوية جديدة ويتير حجم حبيباته . 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[٢] .

مميزات الكاولين[٣]:-

- القدرة العالية على إمتصاص الرطوبة جيدا ولكن ولا تتمتع بلدونة عالية.
-
- ينصهر عند درجات حرارة عالية تصل إلى ١٧٥٠-١٨٠٠ درجة مئوية.
- يكتسب قوة عالية بعد تجفيفه وحرقه.
- كشطه ضعيف.
- تحتوى مكوناتة على نسبة مواد ملونة صغيره جدا.

---

[١]- دينا أحمر ربيع أبو ريحان:"تشكيل النحت الخزفى بإستخدام البورسيلين." ماجستير ،كلية فنون جميلة ، جامعة الأسكندرية ، ٢٠١٣،ص ٥١.

[٢]- دينا عادل فهمى:" استحداث خلطات طينية من تراب الأسمنت تصلح للتشكيل الخزفى." مرجع سابق،ص٨٩.

[3] - 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/

الكاولين[١]

٢- طينة البول كلاى Ball Clay :-

سميت بهذا الأسم لأنة يتم إعدادها وتجهيزها على شكل كرة فى المصانع وهى نوع من الطينات المرنة الناعمةوتوجد كثيرا فى المحاجر[٢] .أحد الطينات الرسوبية التى تحتوى على مواد عضوية وشوائب كثيرة ، كما تحتوى على نسبة عالية من الكاولينيت والمونتيموريلونيت الذى يلعب دور كبير فى خاصية لدونة الطينة ويزيدها بشكل واضح.[٣]

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 الكربون كما تلعب نسبة الكربون أيضا دور فى اللدونة حيث كلما زادت نسبتة زادت اللدونة والمرونة. أما بعد الحريق يتغير لونها إلى الأبيض المائل إلى الأصفر.[٤]

---

[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/

[٢]- عبدالغنى الشال:"الخزف ومصطلحاتة الفنية." مكتبة انجلو ، ١٩٩٣ ،ص٢١.

[٣]- منى محمد غريب: "الطين الطفلى لواحة سيوة وإمكاناتة التشكيلية فى فن النحت الخزفى." مرجع سابق – ص٢٢٢.

[٤]- نورا إسماعيل عوض – محسن محمد الغندور- نرمين ممتاز ، القيم الملمسية لاثراء الأسطح الخزفية، مرجع سابق.

عادة ما تحتوى طينة البول كلاى على نسبة من كبيرة من الحديد و يؤدى ذلك إلى صهارها فى درجات حرحرة عالية تصل إلى ١٣٠٠ 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.

تتشابة طينات البول كلاى مع طينة مصرية محلية مشابهة له فى الخواص يطلق عليها عمال الخزف طينة (البوكلا) حيث يتشابهان 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.[١]

طينة البول كلاى[٢]

[١]- أحمد ادمرانى أبو زيد:- " أثراء أسطح الأشكال الخزفية جماليا بإستخدام تقنيات تجمع الطلاء الزجاجى فى ضوء الأتجاهات الفنية المعاصرة – رسالة دكتوراة – كلية التربية النوعية – جامعة المنصورة -٢٠٠٧ –ص١٤٢

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

مواد مساعدة على الصهر:

١- الفلسبار Feldspar:-

يتواجد الفلسبار فى مصر بمناطق مختلفة من الصحراء الشرقية وأسوان ، يتكون فى هيئة عروق وكتل ضخمة داخل صخور البيجماتيت حيث تمتد من (٢٠:٥٠٠) متر على سطح الأرض بعرض من (٤:١٠) متر وتتفاوت فى الأرتفاعات ودرجة الميل[١].

يوجد الفلسبار فى الطبيعة بصخور الجرانيت ومختلط ببعض المعادن مثل الألومنيا ،الصوديوم،البوتاسيوم والسليكا وهو مادة بيضاء ذات ذرات كريستالية مستطيلة تنصه فى درجات حرارة ١٢٠٠:١٣٠٠ درجة مئوية. يضاف إلى الطينات الأخرى بهدف تحسين خواصها حيث يساعد فى تقليل الأنكماش وتسهيل عملية الجفاف ، وله فائدة أخرى حيث أنه عامل صهر.[٢]

أنواع الفلسبار:

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

[١]- تهانى محمد نصر:"الخزف الحجرى فى مصر." ماجستير ،كلية الفنون التطبيقية ،جامعة حلوان ،١٩٧٩ ،ص٧٠.

[٢]- غادة جلال حامد:"الخزفيات المصرية القديمة وأثرها على أعمال خزاف العصر الحديث." ماجستير ،كلية الفنون الجميلة، جامعة الأسكندرية ،١٩٩٩ ،ص٢٥.

عادة لاتوجد هذة الأنواع منفردة بل تكون مختلطة أثنين معا ولكن أحدهما يكون هوا الغالب فى نسبته[١].

الفلسبار[٢]

٢- أكسيد الرصاص الأحمر (السلاقون):

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

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[٣].

[١]- تهانى العادلى:"فصول فى الخزف–الجزء الثانى." القاهرة ،٢٠٠١ ،ص١٦٠ .

[٢](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

[٣]- دينا عادل فهمى:" استحداث خلطات طينية من تراب الأسمنت تصلح للتشكيل الخزفى." مرجع سابق ،ص٧٨.

أكسيد الرصاص الأحمر[١]

ثانيا: (الإطار العملى):-

قامت الباحثة بتنفيذ الآتى:-

عمل عدة خلطات طينية مكونة من المواد بنسب مختلفة وهى:

- **المواد الأساسية:**
  ١- طينة البينتونيت كخامة رئيسية.
  ٢- طينة الكاولين.
  ٣- طينة البول كلاى.
- **المواد المساعدة على الصهر:**
  ١- الفلسبار.
  ٢- أكسيد الرصاص الأحمر.
- **مواد مساعدة على التجانس:**
  ١- السيليكا.
  ٢- الجروك.

❖ **<u>التجربة الأولى:-</u>**

قامت الباحثة فى هذة التجربة بإستخدام المواد الأساسية بالنسب التالية:

النسب	**٥٠% طينة بينتونيت** **٣٠% طينة كاولين** **٢٠% طينة بول كلاى**
اللون	**قبل الحريق: بيج فاتح**

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

	بعد الحريق: برتقالى فاتح
نسبة الماء	تم إضافة ٧٥ ملى ماء لكل ١٠٠ جرام من وزن العينة
	تجانس مكونات الخلطة
	تتميز بنعومة الملمس
	بطئ لم يحدث ألتواء للعينة، بينما أثناء الفرن فإنة يحدث ألتواء أثناء عملية عند إنتهاء الجفاف تصبح العينة مستوية بدون أى ألتواء
	٨٠٠ درجة مئوية.

العينة بعد الحريق

❖ **التجربة الثانية:-**

قامت الباحثة فى هذة التجربة بإستخدام المواد الأساسية مع إضافة المواد المساعدة

النسب	طينة البينتونيت: ٥٠ % طينة الكاولين: ١٥% طينة البول كلاى: ١٥% الفلسبار: ٧% أكسيد الرصاص الأحمر: ٣%
اللون	قبل الحريق: بيج مائل ألى البرتقالى الفاتح وذلك بسبب نسبة أكسيد الرصاص الأحمر.
	بعد الحريق: برتقالى
التجانس	تجانس مكونات الخلطة
نسبة الماء	تم إضافة ٧٥ ملى ماء لكل ١٠٠ جرام من وزن العينة
الملمس	تتميز بنعومة الملمس
الألتواء	لم يحدث ألتواء للعينة أثناء مرحلة التجفيف ولا بعد مرحلة الحريق.
درجة الحراة	٨٠٠ درجة مئوية.

على الصهر بالنسب التالية:

العينة قبل التجفيف بعدالتجفيف

المنظرالجانبي بعد الحريق

❖ **التجربة الثالثة:-**

قامت الباحثة فى هذة التجربة بإستخدام المواد الأساسية مع إضافة المواد المساعدة على التجانس بالنسب التالية:

النسب	طينة البينتونيت: ٥٥% طينة الكاولين: ١٠% طينة البول كلاى: ١٠% الجروك: ١٢.٥% السيليكا: ١٢.٥%
اللون	قبل الحريق: بيج مائل إلى الوردى الفاتح بسبب وجود الجروك.
	بعد الحريق: برتقالى غامق.

التجانس	تجانس مكونات الخلطة.
نسبة الماء	تم إضافة ٧٥ ملى ماء لكل ١٠٠ جرام من وزن العينة.
الملمس	تتميز بنعومة الملمس.
الألتواء	لم يحدث ألتواء للعينة أثناء مرحلة التجفيف ولا بعد مرحلة الحريق.
درجة الحراة	٨٠٠ درجة مئوية.

المراجع العربية:-

نورا إسماعيل عوض ،محسن محمد الغندور، نرمين ممتاز محمد:" القيم الملمسية لإثراء الأسطح الخزفية" ، مجلة بحوث التربية النوعية –جامعة المنصورة ، العدد ٥٠ ، ٢٠١٨.

ألفريد لوكاس ، "المواد والصناعات عند قدماء المصريين" ،ترجمة زكى أسكندر – دار الكتب المصرية – القاهرة – الطبعة الأولى ١٩٩١.

دينا عادل فهمى " استحداث خلطات طينية من تراب الأسمنت تصلح للتشكيل الخزفى." رسالة دكتوراة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان،٢٠١٧.

محمد صبرى بسطاوى:" تقنيات ومعالجات خزفيات الحدائق." ماجستير ، فنون جميلة ،جامعة الأسكندرية ،٢٠١٣.

دينا أحمر ربيع أبو ريحان:"تشكيل النحت الخزفى بإستخدام البورسيلين." ماجستير ،كلية فنون جميلة ، جامعة الأسكندرية ، ٢٠١٣.

سمير منير رحمة:"التشكيل الفنى الخزفى المعاصر فى مصر وسوريه." ماجستير ،كلية الفنون الجميلة ،جامعة حلوان،٢٠٠١ .

عبدالغنى الشال:"الخزف ومصطلحاتة الفنية." مكتبة انجلو ، ١٩٩٣.

منى محمد غريب: "الطين الطفلى لواحة سيوة وإمكاناتة التشكيلية فى فن النحت الخزفى. رسالة دكتوراة، كلية الفنون الجميلة، جامعة الأسكندرية.

أحمد ادمرانى أبو زيد:- " أثراء أسطح الأشكال الخزفية جماليا بإستخدام تقنيات تجمع الطلاء الزجاجى فى ضوء الأتجاهات الفنية المعاصرة – رسالة دكتوراة – كلية التربية النوعية – جامعة المنصورة -٢٠٠٧.

تهانى محمد نصر:"الخزف الحجرى فى مصر." ماجستير ،كلية الفنون التطبيقية ،جامعة حلوان ،١٩٧٩ ،ص٧٠.

غادة جلال حامد:"الخزفيات المصرية القديمة وأثرها على أعمال خزاف العصر الحديث." ماجستير ،كلية الفنون الجميلة، جامعة الأسكندرية ،١٩٩٩.

تهانى العادلى:"فصول فى الخزف-الجزء الثانى." القاهرة ،٢٠٠١.

المراجع الأجنبية:-

David Green: pottry Materials and Techniques , Queen Squace – London , 1976 .

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

G. Clem , Robert W. Doehler , " Industerial application of bentonite" , Tenth national conference on clays and clay minerals , 1961.

Ivana Savic , Stanisa Stojiljkovic , Ivan Savic , Dragoljub Gajic : "Industerial application of clays and clay minerals " Nova science publishers,Inc , 2014.

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:-

https://www.mtkchemical.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/

https://www.mtkchemical.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/
https://www.alibaba.com/product-detail/Ball-Clay-90 White-ness-Ball-Clay_60872412100.html ,22-9-2021, 7:33 pm.
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
https://en.wikipedia.org/wiki/Lead(II,IV)_oxide#/media/File:Red_lead.jpg 30-9-2021 12:30 am