استحداث خلطات طينية من خامة البينتونيت تصلح لإنتاج بلاطات خزفية

Creating bentonite clay mixtures suitable for producing ceramic tiles

ا.م.د/ ريهام محمد عبد المحسن الشريف
أستاذ الخزف المساعد – قسم التربية الفنية
كلية التربية التوعية – جامعة المنوفية

العدد الأربعون نوفمبر ٢٠٢٤
الجزء الأول

استحداث خلطات طينية من خامة البينتونيت تصلح لإنتاج بلاطات خزفية

Creating bentonite clay mixtures suitable for producing ceramic tiles

ا.م.د/ ريهام محمد عبد المحسن الشريف
أستاذ الخزف المساعد – قسم التربية الفنية
كلية التربية التوعية – جامعة المنوفية

ملخص البحث:

يعتبر مجال التكسيات الجدارية من أهم الانتاجات الفنية التي اعتنى بها الإنسان منذ القدم حتى يومنا هذا، وذلك لاهتمامه بإكساب العمارة الداخلية والخارجية قيما فنية وجمالية متعددة تثرى معها الطابع المعماري .

هدف البحث الي محاولة استحداث خلطات طينية من خامة البينتونيت ذات مواصفات جودة عالية من حيث قوة التماسك وصلابتها ودرجة الانكماش ونعومه ملمسها للتشكيل الفني وتقبلها للبطانات الطينية الملونة والطلاء الزجاجي– إنتاج بلاطة خزفية ذات قالب مفتوح لاستخدامها في مجال التكسيات الجداية، وايجاد حلول فنية وتصميمية وتشكيلية لمحتوى سطح البلاطة الخزفية المستخلصة من التجارب السابقة.

اتبع البحث المنهج التجريبي، من حيث الملاحظة والتجريب في الخامات المصرية وخاصة خامة البينتونيت، وذلك للتوصل إلى استحداث خلطات متنوعة تنطبق عليها المواصفات القياسية التي تتمتع بها نوعية البلاطات الخزفية المستخدمة في التكسيات الجدارية، والتعرف على البلاطات الخزفية وانواعها وكيفية تصميمها ومقومات تصميمها من حيث (انماط التصميم– العلاقات التشكيلية – أساليب التصميم) والعوامل التي تقوم عليها انتاج البلاطة الخزفية، كذلك عرض للأعمال الفنية التطبيقية التي أجرتها الباحثة على الطينات المستحدثة من خامة البينتونيت والمستخلصة من تلك التجارب في مجال إنتاج القطع المنفردة والتي توضح مدى الاستفادة من البحث .

أظهرت النتائج ان خامة البينتونيت تتجانس مع المواد الطبيعية الأخرى وتعطي مادة جديدة ذات خواص جديدة وتقبل الاكاسيد اللونية وتتأثر بها كذلك تقبل الطلاءات الزجاجية، وإمكانية انتاج بلاطات خزفية من خامة البينتونيت ذات مواصفات تشغيل عالية الجودة في مجال انتاج البلاطات الخزفية، واستخدامها في التكسيات الجدارية.

الكلمات المفتاحية: الخلطة الطينية – البينتونيت– البلاطات الخزفية

Abstract:

The aim of the research is to try to develop clay mixtures from the local bentonite material, which is characterized by its low production cost and high quality in terms of cohesive strength, hardness, degree of shrinkage and softness of its texture for artistic formation and its acceptance of colored clay linings and glazes to produce an open-mould ceramic tile for use in the field of wall coverings, and to find solutions. Artistic, design and plastic content of the ceramic tile surface extracted from previous experiences.

The research followed the experimental approach, in terms of observation and experimentation with Egyptian raw materials, especially bentonite, in order to develop various mixtures that meet the standard specifications of the quality of ceramic tiles used in wall cladding, and to identify ceramic tiles, their types, how to design them, and their design elements in terms of (patterns Design - plastic relationships - design methods) and the factors upon which the production of ceramic tiles is based, as well as a presentation of the applied artistic works conducted by the researcher on clays created from bentonite raw material and extracted from those experiments in the field of producing individual pieces, which illustrate the extent of benefit from the research.

The results showed that bentonite is homogeneous with other natural materials and gives a new material with new properties and accepts colored oxides and is affected by them. It also accepts glass paints.

The possibility of producing ceramic tiles from bentonite material with specifications.

Keywords: Clay mixture - bentonite - ceramic tiles

مقدمة:

يعتبر مجال التكسيات الجدارية من لوحات وبلاطات فخارية أو خزفية بأشكالها المتنوعة سواء كانت مستمدة من الطبيعة أو التراث الفني أو كلاهما معاً من أهم الانتاجات الفنية التي اعتنى بها الإنسان منذ القدم حتى يومنا هذا، لإكساب العمارة الداخلية والخارجية قيماً فنية وجمالية متعددة تثرى معها الطابع المعماري من حيث ربط العمارة بالمعالجات الفنية لأسطحها لإكسابها الطابع الجمالي، سواء كان هذا باستخدام البلاطات الفخارية او البلاطات الخزفية المزججة، و كلاهما ذات محتوى تعبيري واحد من حيث الوظيفية، ولكنها تختلف تبعاً لنوعية المبنى مع احترام رؤية الفنان الخزاف وتجاربه المتعددة للوصول إلى أجود نوعية من التكسيات الجدارية ومدى توائمها مع المبنى المعماري وأيضا للغرض والمكان المناسب للأسطح المعمارية. (الدسوقي، ٢٠١١، ص ٢٢٦)

تعتبر البلاطات الخزفية هي الحل الأمثل في مجال التكسيات الجدارية وذلك بسبب الخامة المستخدمة فيها وهي الطين الذي يتمتع بمرونة عالية مما يجعله مادة غنية تعكس تنوع في التشكيل والتصميم سواء للشكل الخارجي للبلاطة أو ما عليها من تصميمات، كذلك أساليب التنفيذ عليها من نحت بارز وغائر، ملامس، رسم بالبطانة، والوان تحت وفوق الطلاء الزجاجي..... الخ) وطباعة وحز والكثير من أساليب زخرفة السطح الخزفي.

كما ثبت أن الكسوات الخزفية المزججة أقل تكلفة مقارنة بخامات تكسية الواجهات المختلفة من حيث تكلفة التثبيت والتكلفة الكلية ومتوسط العمر مقارنة بماثلتها من الكسوات، والذي يصل إلى ٥٠ عام. (عيسى، ٢٠١٢، ص ١٣)

تنوعت أساليب تشكيل البلاطة الخزفية بين التشكيل اليدوي والإنتاجي باستخدام التكنولوجيا الحديثة، لكن يبقى التشكيل اليدوي يحتل المركز الاول في التشكيل الفني لما يضعه الفنان من ملامس بيديه في الطين معبرا عن أفكاره ومشاعره.

اهتم العديد من الخزافين على مر السنين بمجال التجريب والتطبيق في خامات الطين المختلفة، في محاولة للوصل إلى خلطات طينية جديدة تفي بنوع المنتج المطلوب الحصول عليه، وهذا ما دفعهم إلى الإنخراط في الجوانب التقنية والتطبيقية لمعظم الخلطات الطينية بطرق وأساليب مختلفة، وفقا لمتطلبات التطبيق واحتياج المجتمع لتلك النوعيات. فكثيرا ما كانت هناك تجارب عديدة على الطينات واشكال الزخارف المختلفة والطلاءات الزجاجية، في محاولة للوصول الي تقنيات وأساليب جديدة سواء في مجال التشكيل، أو التركيب، أو الصناعة، أو البحث عن معطيات جمالية جديدة لطرق التشكيل الفني، ومنها مجال انتاج الجداريات الخزفية سواء من حيث البلاطة الفخارية أو تكوين جداريات خزفية معاصرة. (الدسوقي، ٢٠١١، ص٢٢٧)

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 الخزف، بل تحتاج إلى خلط بعض الخامات والعناصر إليها لنحصل على خامة مرنة ولينة ومتكاملة صالحة للتشكيل. (اسماعيل، ٢٠١٨، ص ٤٥٩)

وتجريب استخدام خامة مثل خامة البينتونيت له أهمية كبيرة للوصول الي نتائج متطورة فهو يعطي فرصة لاكتشاف إمكانية تفيد مجال الخزف وخاصة البلاطات الخزفية في كل من الجانب الفني والتطبيقي.

من هنا يتناول البحث الحالي كيفية الاستفادة من خامة البينتونيت ودراسة تركيبها الكيميائي لاستحداث خلطات تتلاءم مع أعمال الخزف وخاصة البلاطات الخزفية عن طريق تحسين خواصها الفيزيائية واستحداث خلطات طينية مقترحة بإضافة بعض المواد إلى العجينة الأساسية للحصول على خواص معينة للتغلب على المشكلات التي تواجه المصمم الخزاف أثناء عملية التشكيل ، كذلك يهتم البحث بدراسة كيفية الاستفادة من الخامات المحلية المتوافرة بجمهورية مصر العربية لما تتمتع به من قلة التكلفة المادية مقارنة بالخامات الأخرى تحقياً لمبدأ التكلفة مقابل العائد .

تأسيساً على ما سبق يمكن بلورة مشكلة البحث في محاولة استحداث تجارب من خلط خامة البينتونيت مع بعض الخامات الأخرى لتحسين خواصها ومحاوله الإفادة منها في عمل بلاطات خزفية مفرده تصلح لمجال التكسيات الجدارية .

مشكلة البحث: يمكن صياغة مشكلة البحث في العبارة التقريرية التالية :

" يمكن استحداث خلطات طينية من خامة البينتونيت المحلية تصلح لإنتاج بلاطات خزفية يمكن تشكيلها فنياً وإنتاج القطعة المنفردة التي يسهل تكرارها، بتصميماتها الفنية الجمالية، وما تحتوي عليه من معالجات سطحية متعددة تعكس رؤية تشكيلية معاصرة لوحدة البلاطة وتوظيفها بمجال التكسيات الجدارية المعمارية.

وتتلخص مشكلة البحث في السؤالين التاليين:

١- هل يمكن الاستفادة من خامة البينتونيت المحلية في استحداث خلطات طينية ذات مواصفات فنية وحرارية عالية ؟

٢- هل يمكن انتاج بلاطات خزفية منفردة ذات مواصفات متنوعة من حيث الشكل باستخدام تقنيات التشكيل ومعالجات السطح المختلفة تصلح لمجال التكسيات الجدارية؟

هدف البحث:يهدف البحث الحالي الى :

١- محاولة استحداث خلطات طينية من خامة البينتونيت ذات مواصفات جودة عالية من حيث قوة التماسك وصلابتها ودرجة الانكماش ونعومه ملمسها للتشكيل الفني وتقبلها للبطانات الطينية الملونة والطلاء الزجاجي.

٢- إنتاج بلاطة خزفية ذات قالب مفتوح لاستخدامها في مجال التكسيات الجداية، وايجاد حلول فنية وتصميمية وتشكيلية لمحتوى سطح البلاطة الخزفية المستخلصة من التجارب السابقة.

أهمية البحث:

١- التعرف على خامات اقتصادية متوفرة بكثرة رخيصة الثمن مثل خامة البينتونيت والاستغلال الأمثل لها والقاء الضوء على إمكاناتها التشكيلية والطبيعية والكيمائية.

٢- تحسين خواص خامة البينتونيت المحلية المصرية في محاولة لاستحداث خلطات طينية ذات مواصفات قياسية من حيث قوة الصلابة وتماسك ذراتها وقلة معامل الانكماش وتقبلها للمعالجات السطحية وقلة معادل الالتواء السطحي لها بمراحل الإنتاج المختلفة.

٣- امكانية تقديم رؤية جمالية متعددة لشكل البلاطة الخزفية في مجال انتاج القطعة المنفردة بتقنيات ومعالجات سطحية مختلفة.

فروض البحث:

١- يمكن من خلال التجريب في خامة البينتونيت المصرية التوصل إلى استحداث خلطات طينية ذات مواصفات فنية عالية تصلح لمجال التشكيل الفني لإنتاج بلاطة خزفية ذات قالب مفتوح كمدخل لإنتاج التكسيات الجدارية المعاصرة.

٢- يمكن التوصل إلى مجموعة من الأساليب التقنية التي يمكن أن تثرى سطح البلاطة الخزفية بقيم جمالية متعددة.

منهج البحث:

يتبع البحث الحالي منهج البحث التكاملي، والذي يقوم على الدمج بين منهجين بحثيين وهما:

١- المنهج الوصفي التحليلي، من حيث التعرف على البلاطات الخزفية وانواعها وكيفية تصميمها ومقاومات تصميمها من حيث (انماط التصميم-العلاقات التشكيلية – أساليب التصميم) والعوامل التي تقوم عليها انتاج البلاطة الخزفية، كذلك دراسة خصائص خامة البينتونيت وأهم مميزاتها وعيوبها، والتعرف على مشكلات توظيفها في انتاج بلاطات خزفية.

٢- المنهج التجريبي، من حيث القدرة على الملاحظة والتجريب، في الخامات المصرية وخاصة خامة البينتونيت، في محاولة للتوصل من خلالها إلى استحداث خلطات متنوعة تنطبق عليها المواصفات القياسية التي تتمتع بها نوعية البلاطات الخزفية المستخدمة في التكسيات الجدارية؛ وصولاً لعرض لبعض الأعمال الفنية التطبيقية التي أجرتها الباحثة على الطينات المستحدثة من خامة البينتونيت والمستخلصة من تلك التجارب في مجال إنتاج القطع المنفردة توضح مدى الاستفادة من تلك الدراسة.

حدود البحث:

١- اقتصر البحث على التجريب في خامة البينتونيت المصرية وخامات الطينية المصرية المحلية فقط في محاولة للتوصل إلى خلطات طينية مستحدثة تصلح لإنتاج بلاطة خزفية يمكن استخدامها في مجال التكسيات الجدارية.

٢- إجراء بعض التجارب التشكيلية على الطينات المستحدثة المستخلصة للتأكد من صلاحيتها لإنتاج بلاطات خزفية ذات مفردات شكلية وجمالية متعددة في مجال القطع المنفردة.

مصطلحات البحث:

١- **الخلطة الطينية:**

عبارة عن خلطة من بعض أنواع الطينات معا، أو خلط الطينات مع المواد غير الطينية الأخرى التي يتم إضافتها لتحسين خواص الطينة للحصول على الخصائص التي يتطلبها إنتاج عمل فني معين لا تتوافر في نوع طين محدد. (فهمي، ٢٠١٧، ص ١٠)

٢- **البينتونيت:** يعود أصل البينتونيت إلى تحويل الرماد البركاني إلى المونتموريلونيت حيث تعد هذه المادة الأساسية في المقام الأول الداخلة في تكوينه، وهو عبارة عن مادة غروية عالية المرونة، مرونتها الزائدة تجعلها شديدة الانكماش استخدام كميات مفرطة منه تجعل – الجسم غير قابل للتشكيل، لكنه يعطى الأجسام طبيعة انسيابية. (Peter,1980.P45)

٣- **البلاطات الخزفية:** هي مجموعة من البلاطات المصنوعة من الخزف ملونة وذات زخارف متنوعة، استخدمت في تغطية الجدران وقد اشتهرت صناعتها في مدينة فاشان بإيران خلال القرنين الثامن والتاسع الهجري. (المسلمي،٢٠١٦، ص٩٤)

التعريف الاجرائي للبلاطة الخزفية: هي شكل أو هيئة لها خصائص ودلات ذاتية ورمزية يستوحيها الخزاف أو ينشئها ويوظفها في صياغات متعددة.

الخلفية النظرية للبحث :

أولا البلاطة الخزفية وتعريفها:

تتكون البلاطة الخزفية من طينات بالإضافة إلى مواد خزفية أخرى (كوارتز – فلسبار – كاولين ..الخ) ويمكن أن تحرق البلاطة حريقا أوليا فقط أو تطلى بطلاء زجاجي ولها أشكال متنوعة وتختلف أشكالها فمنها المربع والمستطيل والمسدس، أما بالنسبة لملمس البلاطة فمنها ما يكون ناعم الملمس أو عليها ملمس بارز خفيف، وتتعدد الأنواع، والأشكال والأحجام ، وتتميز البلاطة الخزفية بتصميماتها المختلفة التي تضيف إلى العمارة الداخلية والخارجية جانباً كبيراً من الجمال والرقى وذلك لما تتسم به تلك البلاطات من لون وملمس فني ذو قيمة عالية وكذلك سهولة تشكيلها وتعدد أماكن استخدامها داخل العمارة. (عبد الحميد، ١٩٨٧، ص٢٢٠)

ثانيا دور البلاطات الخزفية في بنية العمل الفني:

تنوعت البلاطات الخزفية بصورة كبيرة في تلك الفترة من حيث ما تحتوي عليه من قيم جمالية وتشكيلية عديدة، كذلك من حيث التصميم والطرق والأساليب التشكيلية وهذا التنوع أتاح للفنانين الخزافين إبداع نوعيات من البلاطات الخزفية ظهرت فيها أبعاداً شكلياً وتشكيلية جديدة وحديثة لمفهوم البلاطة الخزفية وما تحتويه من فلسفة وفكر نتيجة للتغيرات الاجتماعية والسياسية والثقافية الفكرية والتكنولوجية التي أثرت على تناول البلاطة الخزفية بمفهوم حديث فالفن يتأثر بالعوامل الاجتماعية والاقتصادية كما يؤثر فيها. (كحلة، ٢٠١٩،ص١٧٤٨)

البلاطات الخزفية جعلت الفنان الخزاف يهتم بالوظيفة الجمالية للبلاطة بجانب الوظيفة النفعية مؤكداً على تحقيق وتوظيف التقنيات التشكيلية لتحقيق موضوعاته التي يتناولها بفكر إبداع جديد بعد الوصول لمرحلة الرضا التام عن ملامحها التشكيلية والشكلية والمفاهيم التي يرغب الفنان في توصيلها للملتقى من خلال اعماله الفنية أي كان المجال الفني الذى يتناوله أو ينتمى إليه، ومن خلال تعميق وتوصيل الاتصال بها اعتماداً على الرؤية البصرية المباشرة للبلاطة الخزفية لمكوناتها وحدودها المختلفة ومن التطور المستمر في مجالات الفنون والبلاطة الخزفية ومدى تناولها قديماً وحديثاً.

ثالثا أنواع البلاطات:

١- **بلاطات مسطحة:** هي بلاطات ذات مستوى واحد، ومنها البلاطات السادة والمنقوشة، والبلاطات التي تحمل تصميمات وزخارف ذات ألوان متعددة. (عبد الحميد، ١٩٨٧، ص٢٢٤)

٢- **بلاطات ذات مستويات:** هي بلاطات ذات أكثر من مستوى، وهي تتسم بقيمة فنية عالية، لما تحتويه من تعدد في المستويات التي تخدم عملية التصميم فيمكن استخدام أكثر من لون فيها، وكذلك إمكانية التحرك بالتصميم، فهي تسمح لخيال المصمم بالانطلاق إلى عدد لا نهائي من التصميمات.

تعتمد أهمية البلاطات الخزفية على عدة عوامل هي:

- **العامل الجمالي:** فيعتمد الفنان هنا على استخدام البلاطات الخزفية كعنصر جمالي مضاف للعمارة بطريقة معينة لإعطاء لون وجاذبية للعمارة، ويكون الهدف الأساسي هو الجانب الجمالي المتطور فقط للعمارة.
- **العامل الرمزي:** هنا يعتمد الفنان على توصيل فكرة معينة أو معلومة معينة من خلال البلاطات الخزفية المجمعة لكي تحاكي موضوع معين يهم المشاهد ومناسب للمكان الذي وضعت فيه تلك البلاطات الخزفية، مما يضفي على العمارة الخارجية والداخلية جمالا وظيفيا. (رأفت، ١٩٩٦، ص ٥٠)

- **العامل الوظيفي والنفعي:** من خلال تحقيق متطلبات البيئة المحيطة وبنية الاستخدام.

رابعا تصميم البلاطات الخزفية:

يعرف تصميم البلاطات الخزفية بأنه إبداع عمل تشكيلي متكامل وفقا لمتطلبات وظيفية وجمالية وتعبيرية في تناسب وتوافق وذلك تبعا لأنماط وعلاقات وأساليب مرتبطة بالبيئة المحيطة.

- ❖ **عناصر تجريدية:** هي أشكال غير مشتقة من عناصر الطبيعة سواء بارزة أو محفورة في البلاطات سواء تجريدي هندسي أو تجريدي عضوي.
- ❖ **عناصر عضوية (طبيعية):** هي الأشكال المشتقة من النباتات والحيوانات والطيور وغيرها من الأشكال والعناصر الطبيعية.
- ❖ **عناصر رمزية بيئية** : هذا العنصر يلعب دوراً هاماً في تقوية تأثير ما أو تأكيد جزء هام من سطح البلاطة يراد جذب النظر إليه، كما قد تكون لها قيمة فكرية رمزية وكذلك دينية وفي أغلب الأحيان قد توحي بمعان محددة يرغبها المصمم حتى يتم التواصل الفكري بينة وبين المشاهد. (حمودة، ١٩٧٧، ص ١٧٠)

عند توزيع التصميم على البلاطات الخزفية يحب مراعاة الاتي:

١- اختيار مكان وضع العناصر على سطح البلاطة وأبعاد تلك العناصر وأحجامها وتناسبها مع البلاطة وذلك يحدد تبعا لبعد مكان الرائي وزاوية الرؤية مع إدراك التأثيرات التشكيلية عليها.

٢- اختيار الحجم المناسب للبلاطات مع الاستفادة من تعدد وتكرار بعض البلاطات على سطح الحوائط المختلفة وذلك بتحديد نوع البلاطة المستخدمة تبعا للمكان المخصص لها.

٣- مراعاة توزيع الفراغ المناسب على سطح البلاطات والذي يتناسب مع التصميم حتى لا يسبب فساد تأثير العناصر داخل الجدارية.

٤- الضوء هو العامل الأساسي لإظهار تأثير العنصر مما يستلزم دراسة علاقته البارزة والغائر مع السطح الخارجي للبلاطات حتى نصل إلى قوة التعبير المرجوة منها. (حمودة، ١٩٧٧، ص ١٧٣)

خامسا مقومات تصميم البلاطات الخزفية: يعتمد تصميم البلاطات الخزفية على عدة مقومات منها:

١- أنماط تصميم البلاطات الخزفية:

تعتمد أنماط تصميم البلاطات الخزفية على نوعين هما:

أ- التصميم ثنائي الأبعاد: في هذا النوع تتعاقب نقاط الرؤية في اتجاه واحد مواجه لأحد أوجه المبني أو الجدار الذي توجد به البلاطات الخزفية، ويمكن استعمال كل الوسائل التشكيلية الخاصة بالأسطح داخل التصميم مثل الخامة واللون والملمس.

ب – التصميم ثلاثي الأبعاد: في هذا النوع يميل الفنان إلى المبالغة في التعبير بإدخال البعد الثالث كعنصر من عناصر تصميم البلاطات الخزفية، وأيضا إدخال الإحساس بالحيز والفراغ، مما ينتج عنه تناغمات لأسطح البلاطات. (الجمال، ٢٠١١، ص ١٦٠)

٢- **العلاقات التشكيلية داخل البلاطات الخزفية:**

(المحاور – التكرار – الإيقاع –الوحدة)

٣- **أساليب تصميم البلاطات الخزفية.**

(أسلوب التماثل – أسلوب عدم التماثل – أسلوب التباين)

قد استخدم الفنان الخراف المعاصر تلك الأساليب بروى جديدة حيث أصبحت الاستفادة بأجزاء منها في العمارة، ولكن مع التشكيل الحر تخرج البلاطات من خلاله عن النطاق البنائي المتعارف عليه في التصميم الجداري، فهذا الأفكار تتداخل وتتشابك الأساليب لتوضح فكرة الفنان مع اختلاف تناول كل أسلوب من خراف إلى آخر.

الخامات المستخدمة في البحث:

- **الخامات الأساسية :**

- **خامة البينتونيت:**

تعتبر خامة البينتونيت من الخامات المتوفرة في البيئة المصرية التي يمكن استغلالها في المجال الخزفي حيث يحدث التكوين النموذجي لهذه الطفلة في مرحلتين متتاليتين.

المرحلة الاولي: تشمل تطور وتحول وعزل الرماد البركاني، وهذا الرماد يحدد التركيب الهندسي لصخور البينتونيت، واثناء تطور الرماد البركاني بعد ان ينقل وينعزل تنخلع منه تركيبة هندسية محددة تعرف بصخور البينتونيت.

المرحلة الثانية: تقوم بتغيير الرماد البركاني الي مونتمورليونيت ومعادن اخري، وهذا التغيير عادة يحدث عند درجة حرارة منخفضة في ظروف جوية مائية (ظروف رطبة)، ويعد منخفض الفيوم ووادي النطرون والسويس من الأماكن التي يتوافر بها طفلة البينتونيت. (عيد، ٢٠٠٧، ص ١٥٤)

يتكون البينتونيت من مادة غروية تحتوي على سيليكات الألومنيوم حيث يشكل ٧٠% من تركيبه على الأقل، وجزء صغير من المواد المعدنية الأخرى مثل الفلسبار، الكوارتز، الجبس، الزجاج البركاني، البيريت وبعض المواد العضوية والذي تبلغ حصتهم ٣٠% من التركيب. (Savic. 2014.p281) غالبا ما يكون لونه اصفر، احمر، اخضر باهت او بني يتوقف ذلك على الكاتيونات المختلفة المكونة له.

انواع البينتونيت:

يوجد أنواع مختلفة من البينتونيت، يرجع تسميته للعنصر الكيميائي السائد الداخل في تكوينه مثل (الصوديوم – الكالسيوم – الألومنيوم – البوتاسيوم) أشهر الأنواع شيوعا هم بينتونيت الكالسيوم وبينتونيت الصوديوم، (محيسن،٢٠٢٣، ص٣٩)

التركيب الكيميائي والفيزيائي لطينة البينتونيت:

صيغته الكيميائية (AI2O3 4SIO2TH2O) يتكون البينتونيت من لبنتين رئيستين، بلورة ثمانية الأوجه من ذرات الألومنيوم وبلورة رباعية الأسطح من السيليكا له شحنة سالبة وذلك بسبب استبدال الألومنيوم AL^{3+} مع الحديد Fe^{2+} والماغنسيوم $Mg2^{+}$ المواقع الأوكتاهيدرا، أو استبدال السيليكا Si^{4+} مع الألومنيوم AL^{3+}" في مواقع المتراهيدرا، وتعمل كاتيونات الصوديوم Na^{+} في بينتونيت الصوديوم والكالسيوم Ca^{2+} في بينتونيت الكالسيوم على توازن الكاتيونات بين الطبقات تتبادل الكاتيونات بسب ضعف الروابط وبالتالي تزداد قدرة البينتونيت على تبادل الكاتيونات. (Savic.2014.p281)

الخواص الفيزيائية:

– اللون: بيج – الحالة: بودر

– طين الكاولين:

الكاولين أو ما يطلق عليه أحيانا الطين الصيني يعتبر من انقى أنواع الطينات وأكثرها تحملا للحرارة لكنها اقل مرونة، وهو لا يستخدم بمفردة، ولكنه عنصر جوهري في كل أنواع الخزف الأبيض ذو درجة الحرق العالية (Nelso. ,1984, P.4.) وطين الكاولين قلما يستخدم بشكل منفرد في التشكيل، ولكن يضاف إليها طينات أخرى لتحقيق توازن عملي للدونة والانكماش والمتانة. (Scott 2006,p.14)

الكاولينات في مصر متوافرة وتستخرج من أماكن متعددة، فقد عثر الباحثون في أسوان وأرض سيناء على الكاولين المصري المتميز. (السيد،١٩٧١، ص ٧٤)

– طينة البول كلي:

نوع من الطينات المرنة الناعمة وتوجد كثيرا في المحاجر، تحتوي على نسبة عالية من الكاولينيت والمونتيموريلونيت الذي يلعب دور كبير في خاصية لدونة الطينة ويزيدها بشكل واضح. (غريب، ٢٠١٣، ص ٢٢٢) وتتميز طينة البول كلي بأنها ذات حبيبات ناعمة جدا، لها لدونة وقوة جفاف عالية. وتتمتع بخواص حرايه عالية، كما تلعب نسبة الكربون أيضا دور في اللدونة حيث كلما زادت نسبته زادت اللدونة والمرونة (الغندور، ٢٠١٨، ص٤٦٠)

- **الخامات المحسنة للخواص للخلطات الطينية:**

- **الجروك الناعم (الجريت):**

هو عبارة عن الطبقات المحروقة الحريق الأول (فخار) ثم تكسر وتطحن بدرجات متفاوتة من المسك، وتضاف بنسب للعينات لإكسابها القوة والصلابة، كما أن وجود الجروك داخل الخلطات الطينية يساعد على عدم التواء البلاطة وتقوسها وسهول تجفيفها كما يقلل من نسبة الانكماش بالجسم. (الدسوقي ،٢٠١١، ص ٢٣٣)

- **السيليكا (الكوارتز):**

تعمل السيليكا على ربط تركيب الحبيبات الداخلة في تركيب الخلطات الطينية، كما تعمل على تقليل معدل الانكماش، وكلما زادت نسبة الكوارتز كلما تحملت الطينة درجات حرارة عالية، ومقاومة لعوامل الانكسار والتمدد والالتواء، كما يمتاز عن غيره من المواد بصغر معامل تمدده الحراري. (الدسوقي،٢٠١٠، ص١١٠).

- **الفلسبار:**

ويضاف الفلسبار الي الطينة للحصول على خلطات تتحمل درجات الحرارة العالية ، وايضا يمكننا تكوين خلطات طينية ذات صلابة عالية حيث أن ذرات الفلسبار عندما تتحد مع الطينات تزيدها صلابة وتماسك وتقلل من نسبة الانكماش لجسم البلاطة وتحافظ عليها من التقوس أو الإنحناء أو الالتواء. (علام، ١٩٨٦، ص ٥٤)

- **كربونات صوديوم:**

صيغتها الكيميائية (Na_2Co_3) تستخدم لتساعد على الصهر من خلال تقليل درجات حرارة الانصهار، كما تساعد على تماسك الطينات وصلابتها.

- **كربونات بوتاسيوم:**

تستخدم كمادة مساعدة للصهر، لها تأثير قوى على وضوح الألوان اكسابها لمعان وبريق. (فهمي،٢٠١٧، ص ٧٠)

- **أكسيد رصاص أحمر (سلاقون):**

مادة مساعدة للصهر، ويعمل على تقليل ظهور التصدع.(فهمي،٢٠١٧، ص ٧٨)

- **المواد الملونة (الاكاسيد المعدنية المستخدمة في البحث):**

(أكسيد الحديد– أكسيد المنجنيز– أكسيد الكروم).

الخصائص الفيزيائية العامة للطينات:

تحتوي جميع أنواع الطينات على مجموعة من الخواص يمكننا التعرف من خلالها على أفضل الطرق المناسبة للتعامل معها على مدى مراحلها منذ مرحلة التجهيز وحتى مرحلة الحريق(اللدونة–المسامية– الانكماش– اللون–الحريق– قابلية الطلاء الزجاجي).

وفي هذا البحث نحن بصدد اجراء معالجات على مادة البينتونيت (Bentonite) وذلك للحصول على مواصفات تتلاءم مع طبيعة البلاطات الخزفية من حيث القابلية للتشكيل بسهولة، درجة الصلابة، نعومة الملمس، نسبة الانكماش والقابلية للتلوين وغيرها من الصفات البنائية والتشكيلية.

الإطار التجريبي للبحث :

١- الأدوات المستخدمة:

أ- الأدوات المستخدمة لأجراء التجارب العملية:

- مناخل سلك لنخل الخامات لإعدادها بصورة نقية.
- ميزان حساس لوزن الخامات.
- أواني بلاستيكية لتحضير الخلطات.
- أكياس بلاستيكية لحفظ الطينات بعد العجن.

ب- الأدوات المستخدمة لتشكيل البلاطة:

- فرادة- دفرات بأشكال مختلفة - قواطع.

٢-خطوات أعداد وتجهيز الخامات:

- إعداد الخامات المستخدمة لعمل الخلطات الطينية (البينتونيت - الكاولين - البول كلاي - الفلسبار- الجروك - كربونات الصوديوم - البوتاسيوم أكسيد الرصاص الأحمر) ثم نخلها بمنخل ضيق للتخلص من أي شوائب.
- وزن نسب مكونات كل خلطة على حدا وهي في حالة البودر باستخدام الميزان الحساس ثم خلط مكونات كل خلطة جيدا وهي في حالة جافة لضمان التجانس.
- خلط كل خلطة بالماء جيدا حتى يتخلخل الماء دقائق الطينة وتترك العجينة لتتخمر لمدة ثلاثة ايام حتى يتم تجانس الذرات جيدا.

التجارب العملية:

- استخدمت الباحثة مجموعة من الخامات والمواد المختلفة لإنتاج خلطات طينية مختلفة يدخل في تركبها البينتونيت كعنصر أساسي بنسبة لا تقل عن ٥٠% وتزداد حتى تصل إلى ٧٠% من وزن الخلطات الطينية مع وجود طينة الكاولين والبول كلي وإضافة مواد مساعدة للصهر، أكاسيد ملونة، ومواد التجانس والربط بحيث تختلف نسبة، كل مادة حسب كل خلطة.
- طبقت الباحثة أربع مجموعات تجريبية مختلفة، اشملت كل مجموعة تجريبية على ثلاث تركيبات لخلطات مختلفة، هناك بعض الثوابت والمتغيرات لهذه الخلطات.

الثوابت:

- استخدام البينتونيت المصري كطينة رئيسية في كل خلطة.
- استخدام البطانات الطينية الملونة على كل خلطة والمكونة من ٧٠ % كاولين ٣٠% أكسيد معدني (حديد، منجنيز، كروم).
- استخدام تقنية النحت البارز او البصمة على كل خلطة.
- استخدام الطلاء الزجاجي الشفاف على كل خلطة والمكونة من ٧٥% أكسيد رصاص احمر، ١٠% كاولين هولندي، ١٥% كوارتز.
- الحريق في درجات حرارة ٩٥٠الي ١٠٥٠.
- قياس نسبة انكماش كل عينة وتثبيت طول وعرض العينات الطينية.

المتغيرات:

- اضافة بعض المواد لتحسين خواص الخلطات وتختلف نسبة كل مادة تبعا الخلطة.
- تنوع نسبة إضافة البينتونيت بحيث تتراوح بين ٥٠% كأقل نسبة إلى ٧٠% كأعلى نسبة.

جدول (١) المجموعات التجريبية للباحثة

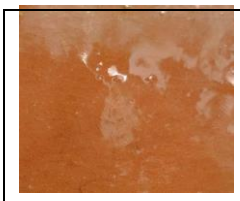
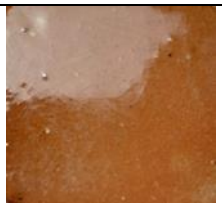
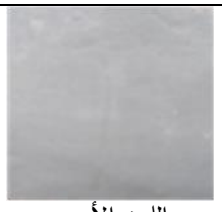
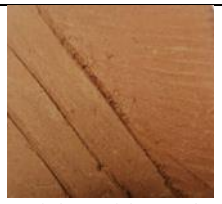
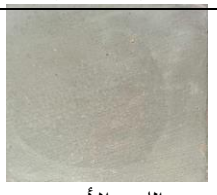
المجموعات التجريبية	الطينات الرئيسية			مواد تساعد علي الصهر			مواد تساعد على التجانس		
	طينة البينتونيت	طينة الكاولين	طينة البول كلي	فلسبار	أكسيد رصاص احمر	كربونات صوديوم	كربونات بوتاسيوم	جروك	كوارتز
الاولي تركيبة (١)	%٥٠	%٢٥	%٢٥	–	–	–	–	–	–
الاولي تركيبة (٢)	%٦٠	%٢٠	%٢٠	–	–	–	–	–	–
الاولي تركيبة (٣)	%٧٠	%١٥	%١٥	–	–	–	–	–	–
الثانية تركيبة (١)	%٥٠	%١٥	%١٠	–	–	–	–	%١٥	%١٠
الثانية تركيبة (٢)	%٦٠	%١٠	%١٠	–	–	–	–	%١٠	%١٠
الثانية تركيبة (٣)	%٧٠	%١٠	%١٠	–	–	–	–	%٥	%٥
الثالثة تركيبة (١)	%٥٠	%٢٠	%١٠	%٥	%٥	%٥	%٥	–	–

الثالثة تركيبة (٢)	%٦٠	%١٠	%١٠	%٥	%٥	%٥	–	–	–
الثالثة تركيبة (٣)	%٧٠	%٥	%٥	%٥	%٥	%٥	%٥	–	–
الربعة تركيبة (١)	%٥٠	%٢٠	%١٥	–	%٥	%٥	–	%٥	–
الربعة تركيبة (٢)	%٦٠	%١٥	%١٠	–	%٥	%٥	–	%٥	–
الربعة تركيبة (٣)	%٧٠	%١٠	%٥	–	%٥	%٥	–	%٥	–

- قامت الباحثة بعمل عينات بمقاس **(٤سم×٤سم×٧مم)** تم تجريب استخدام البطانة الطينية الملونة عليها وكذلك تقنيه النحت البارز والغائر او البصمة وتم تطبيق الطلاء الزجاجي الشفاف، ومن هذه التجارب العملية اتضح عيوب ومميزات كل تجربة كمحاولة للحصول على أفضل خلطة طينية تصلح لعمل البلاطات الخزفية.

جدول (٢) صور لنتائج المجموعات التجريبية

	تطبيق البطانات الطينية الملونة	تطبيق تقنية النحت البارز والغائر او البصة	تطبيق الطلاء الزجاجي الشفاف
الاولي تركيبة (١)	اللون الاحمر	البصة	
الاولي تركيبة (٢)	اللون الاسود	النحت البارز والغائر	
الاولي تركيبة (٣)	اللون الاخضر	البصة	

الثانية تركيبة (١)	اللون الأسود	النحت البارز والغائر	
الثانية تركيبة (٢)	اللون الاحمر	النحت البارز والغائر	
الثانيــة تركيبــة (٣)	اللون الاخضر	البصة	
الثالثة تركيبة (١)	اللون الاخضر	البصة	
الثالثة تركيبة (٢)	 اللون الأسود	 النحت البارز والغائر	
الثالثة تركيبة (٣)	اللون الاحمر	النحت البارز والغائر	
الربعة تركيبة (١)	 اللون الأسود	النحت البارز والغائر	

الربعة تركيبة (٢)	اللون الأسود	النحت البارز والغائر	
الربعة تركيبة (٣)	اللون الاحمر	البصة	

خواص وصفات الطينات التي تم التوصل اليها من التحضير السابق:

تميزت الخلطات السابق ذكرها بأنها ذات لدونة مناسبة لعمليات التشكيل الخزفي ؛ بما يمدها بالعديد من الخصائص التي تمنحها سهولة في التشكيل بالطـــرق والأساليب المختلفة، ومعامل انكماشها قليل جدا، ومقاومة للالتواء، كذلك تتمتع تلك الخلطات بقوه تماسك عالية بين ذراتها بعد الحريق بما يؤدي لعدم ظهور أي عيوب مثل التقشير او التشقق، وعند حرق الطينة على درجة حرارة ما بين ٩٥٠ الي ١٠٥٠اكتسبت الطينة صلابة عالية بما يؤكد على جودة التركيبة.

وهذا يشير الى إمكانية تحقق الفرض البحثي الأول والذي نص على أنه يمكن من خلال التجريب في خامة البينتونيت المصرية التوصل إلى استحداث خلطات طينات ذات مواصفات فنية عالية تصلح لمجال التشكيل الفني لإنتاج بلاطة خزفية ذات قالب مفتوح كمدخل لإنتاج التكسيات الجدارية المعاصرة.

اجراءات التجربة البحثية :

قدمت الباحثة عددا من الأعمال الفنية ذات معالجات مهارية وتقنية مختلفة لتوضح لنا مدى استجابة طينة البينتونيت المحلية لعناصر التشكيل السطحي، سواء بالبارز والغائر، أو الإضافة، أو الريليف، أو الحفر، أو الملامس السطحية. كلها عناصر تثرى معها جماليات سطح البلاطة وترفع من القيمة الجمالية، مع الاحتفاظ بمتانتها وصلابتها بعد الحريق دون أي عيوب. وقد راعت الباحثة في إنتاج تلك البلاطات التنوع في انتاجها.

وقد اتبعت الباحثة الاجراءات التالية لإنتاج البلاطة الخزفية. بعد اتباع طريقة التحضير والتجهيز المناسبة وتركها حتى تصبح في حالة اللدونة المناسبة للتشكيل بحيث تكون خلطة العناصر المكونة للطين ذات تجانس تام.

- تم فرد شريحة من الطين داخل إطار من الخشب حجمه ١٥سم×١٥ سم، ويطلى بطبقة رقيقة من الزيت كمادة عازلة حتى لا تلتصق الطينة بالإطار الخشبي.
- نفذ على سطحها المعالجات الفنية والتقنية المتعددة من بارز وغائر حسب التصميم المطلوب تنفيذه ثم تترك تجف ببطيء شديد حتى لا يحدث التواء لسطح البلاطة.
- عند جفاف البلاطة جفافاً تاماً تم رص البلاطات داخل الفرن وحرقها على درجة حرارة تتراوح ما بين ٩٥٠م، ١٠٥٠ م حتى تتصلب وتحمل كل المواصفات التي تمت تجربتها على عينات من البلاطات الصغيرة (٤سم×٤سم×٧مم) حتى نتأكد من صلاحيتها للتشكيل الفني حصلت الباحثة على مجموعة من البلاطات تمثل الخلطات الاثني عشر التي تم الحصول عليها من خلال التركيب الكيميائي المدون بالجدول رقم (١)، وتم اختيار عينة من الخلطات التي ثبت صلاحيتها ومعالجتها فنيا وتشكيليا، وفق الخطوات السابقة، وتم الحصول على بلاطة خزفية ذات مواصفات فنية وتقنية عالية ، وقد اعتمدت الباحثة أسلوب النحت الغائر والبارز بمستويات مختلفة، مع تأكيد الشكل باستخدام الملامس والصبغات الملونة على السطح محققة بذلك الشكل الجمالي بجانب الهدف الوظيفي لها، وأتى تصميم البلاطات الخزفية تجريدي هندسي في العمل (١٠:١) عدا العملين (٣)، (٥) فهما تجريدي عضوي، و أنماط تصميم البلاطة الخزفية التي تم تشكيلها ثلاثي الابعاد، اما العلاقات التشكيلية داخل البلاطة الخزفية تمثلت (التكرار، الإيقاع، الوحدة)، وقد تميز أسلوب تصميم البلاطة الخزفية بأسلوب عدم التماثل، و أسلوب التباين.

عرض نتائج التجربة البحثية :

❖ **العمل الفني الأول:**

شكل(١-ا) البلاطة الخزفية

شكل (١- ب) تصور لجزء من تكسيات جدارية

- استخدم في هذا العمل الخلطة الطينية المكونة من:

٥٠% طينة البينتونيت -٢٥% طينه الكاولين – ٢٥% طينة البول كلي .

- استخدم في هذا العمل الصبغات الملونة على الفخار خاصة اللون الأسود والأزرق ثم تطبيق الطلاء الزجاجي الشفاف.

❖ **العمل الفني الثاني:**

شكل(٢-ا) البلاطة الخزفية

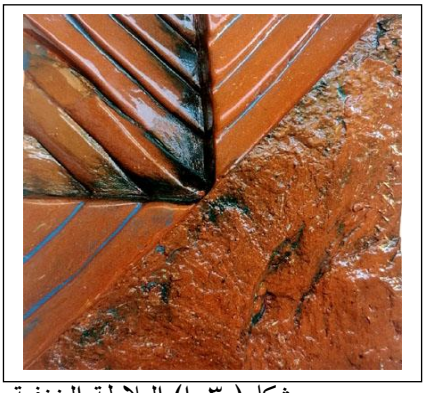
شكل (٢- ب) تصور لجزء من تكسيات جدارية

- استخدم في هذا العمل الخلطة الطينية المكونة من:

٦٠% طينة البينتونيت -٢٠% طينه الكاولين – ٢٠% طينة البول كلي

- استخدم في هذا العمل الصبغات الملونة على الفخار خاصة اللون الأسود ثم تطبيق الطلاء الزجاجي الشفاف.

❖ **العمل الفني الثالث:**



شكل(٣-ا) البلاطة الخزفية

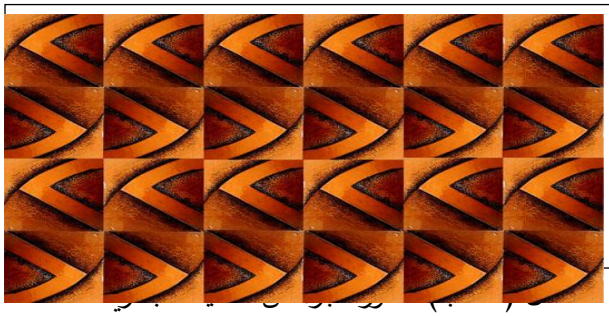
شكل (٣- ب) تصور لجزء من تكسيات جدارية

- استخدم في هذا العمل الخلطة الطينية المكونة من:

٧٠% طينة البينتونيت -١٥% طينه الكاولين – ١٥% طينة البول كلي

- استخدم في هذا العمل الصبغات الملونة على الفخار خاصة اللون الأسود ثم تطبيق الطلاء الزجاجي الشفاف.

❖ **العمل الفني الربع:**

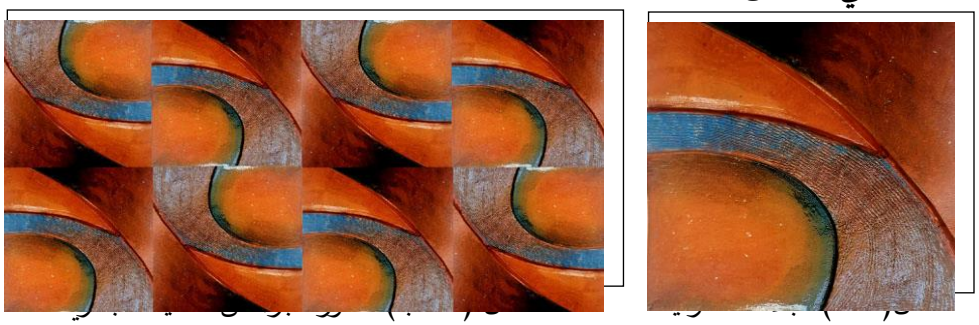


- استخدم في هذا العمل الخلطة الطينية المكونة من:

٥٠% طينة البينتونيت –١٥% طينه الكاولين – ١٠% طينة البول كلي – ١٥% جروك– ١٠ % كوارتز

- استخدم في هذا العمل الصبغات الملونة على الفخار خاصة اللون الأسود ثم تطبيق الطلاء الزجاجي الشفاف.

❖ **العمل الفني الخامس:**

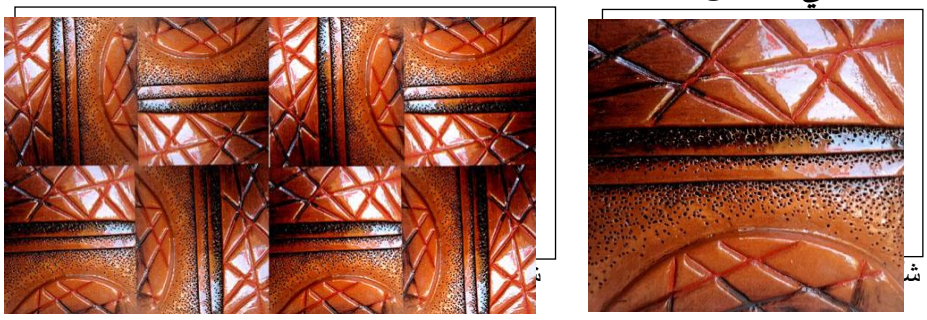


- استخدم في هذا العمل الخلطة الطينية المكونة من:

٦٠% طينة البينتونيت –١٠% طينه الكاولين – ١٠% طينة البول كلي– ١٠ % جروك– ١٠ % كوارتز.

- استخدم في هذا العمل الصبغات الملونة على الفخار خاصة اللون الأسود والأزرق ثم تطبيق الطلاء الزجاجي الشفاف.

❖ **العمل الفني السادس:**



- استخدم في هذا العمل الخلطة الطينية المكونة من:

٥٠% طينة البينتونيت –١٠% طينه الكاولين – ١٠% طينة البول كلي ٥% جروك– ٥ % كوارتز.

- استخدم في هذا العمل الصبغات الملونة على الفخار خاصة اللون الأسود والاحمر ثم تطبيق الطلاء الزجاجي الشفاف.

❖ **العمل الفني السابع:**

شكل٧١–ا) البلاطة الخزفية

شكل (٧– ب) تصور لجزء من تكسيات جدارية

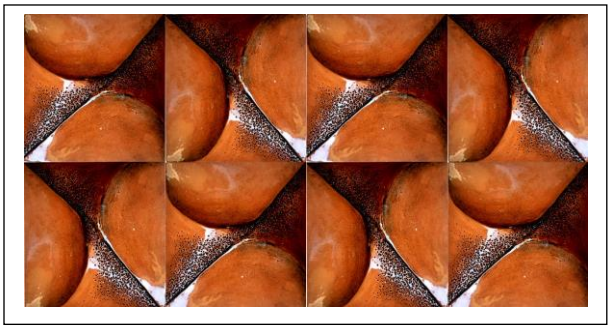
- استخدم في هذا العمل الخلطة الطينية المكونة من:

٥٠% طينة البينتونيت –٢٠% طينه الكاولين – ١٠% طينة البول كلي – ٥% فبسبار– ٥% اكسيد رصاص احمر– ٥% كربونات صوديوم – ٥% كربونات بوتاسيوم .

- استخدم في هذا العمل الصبغات الملونة على الفخار خاصة اللون الأسود والاحمر ثم تطبيق الطلاء الزجاجي الشفاف.

❖ **العمل الفني الثامن:**

شكل(٨–ا) البلاطة الخزفية



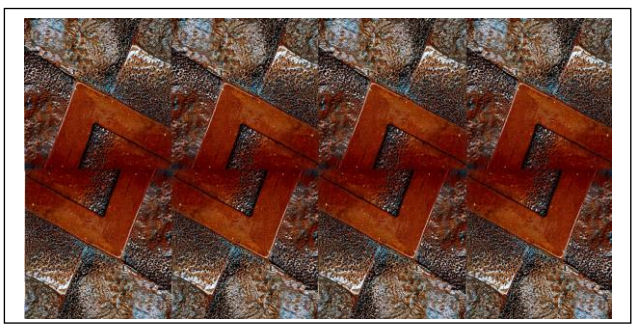
شكل (٨– ب) تصور لجزء من تكسيات جدارية

- استخدم في هذا العمل الخلطة الطينية المكونة من:

٦٠% طينة البينتونيت –١٠% طينه الكاولين – ١٠% طينة البول كلي ٥%– فبسبار– ٥% اكسيد رصاص احمر– ٥% كربونات صوديوم – ٥% كربونات بوتاسيوم .

- استخدم في هذا العمل الصبغات الملونة على الفخار خاصة اللون الأسود ثم تطبيق الطلاء الزجاجي الشفاف.

❖ **العمل الفني التاسع:**



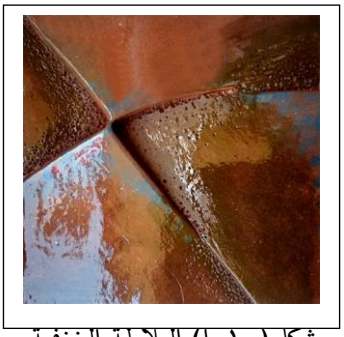
شكل(٩-ا) البلاطة الخزفية شكل (٩- ب) تصور لجزء من تكسيات جدارية

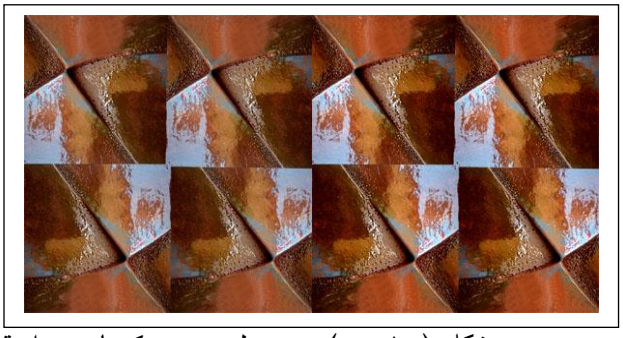
- استخدم في هذا العمل الخلطة الطينية المكونة من:

٧٠ % طينة البينتونيت -٥% طينه الكاولين -٥% طينة البول كلي - ٥% فيسبار- ٥% اكسيد رصاص احمر- ٥% كربونات صوديوم - ٥% كربونات بوتاسيوم .

- استخدم في هذا العمل الصبغات الملونة على الفخار خاصة اللون الأسود والازرق ثم تطبيق الطلاء الزجاجي الشفاف.

❖ **العمل الفني العاشر:**





شكل(١٠-ا) البلاطة الخزفية شكل (١٠- ب) تصور لجزء من تكسيات جدارية

- استخدم في هذا العمل الخلطة الطينية المكونة من:

٥٠% طينة البينتونيت -٢٠% طينه الكاولين - ١٥% طينة البول كلي- ٥% أكسيد رصاص احمر- ٥ % كربونات صوديوم - ٥ % جروك

- استخدم في هذا العمل الصبغات الملونة على الفخار خاصة اللون الأسود والازرق ثم تطبيق الطلاء الزجاجي الشفاف.

نتائج البحث: أكدت نتائج البحث على :

١- مجال التجريب في الخامات الطينية المحلية هو المصدر الأساسي للاستغلال الأمثل في مجال صناعة الخزف وهذا يتفق مع ما أكدته العديد من الدراسات في مجال الخزف مثل دراسة الغندور(٢٠١٦)، فهمي (٢٠١٧).

٢- خامة البينتونيت تتجانس مع المواد الطبيعية الأخرى وتعطي مادة جديدة ذات خواص جديدة وتقبل الاكاسيد اللونية وتتأثر بها وهذا يتفق مع ما أكدته دراسة محيسن (٢٠٢٣) في مجال النحت كذلك تقبل الطلاءات الزجاجية .

٣- اللون البرتقالي هو اللون السائد في جميع الخلطات في درجات الحرارة العالية .

٤- المجموعة التجريبية الاولي أعطت أفضل قيم للدونة وقوة الجفاف العالية وذلك لاحتوائها على طينية البول كلي.

٥- المجموعة التجريبية الثانية أعطت أفضل قيم لعدم الالتواء والتقوس وسهوله التجفيف وتقليل نسبة الانكماش وذلك لاحتوائها على الجروك والسيليكا.

٦- المجموعة التجريبية الثالثة أعطت اعلي قيمة لاختبار قوه التماسك وذلك لاحتوائها على مساعدات الصهر التي تعمل علي صهر الحبيبات الطينية وبالتالي زيادة قوة التماسك.

٧- المجموعة التجريبية الرابعة أعطت اعلي قيمة لاختبار قوه التماسك والصلابة وذلك لاحتوائها على كربونات الصوديوم واقل نسبه انكماش وتصدع وذلك لاحتوائها على الجروك واكسيد الرصاص الأحمر.

٨- إمكانية انتاج بلاطات خزفية من خامة البينتونيت ذات مواصفات تشغيل عالية الجودة تتمتع بحلول فنية كثيرة، سواء في التشكيل أو إعداد البلاطة الخزفية تصلح لكسوات جدارية للعمارة الداخلية او الخارجية، اما عن طريق إنتاج بلاطات ذات قالب مفتوح تصميما، أو عن طريق تجميع البلاطات على أسطح الجدران لعمل جداريات متكاملة .

التوصيات: يوصي البحث الحالي بما يلي :

١- تأصيل وتفعيل دور البحوث العلمية التجريبية التطبيقية امام الباحثين في مجال الخزف، للكشف عن المزيد من المعالجات الفنية والتقنية للخامات المحلية واستغلالها وتوظيفها من اجل التنمية البشرية وسد حاجات المجتمع.

٢- استخدام مواد معالجة جديدة اخري لمعالجة خامة البينتونيت والمحاولة للوصول الي نتائج اخري.

٣- عمل المزيد من الأبحاث حول البلاطات الخزفية والتنوع في طرق وأساليب تشكلها لعمل تكسيات جدارية حديثة ذات طابع جمالي مميز.

المراجع:

أولا الكتب:

١- حمودة، يحي (١٩٧٧). التشكيل المعماري، دار المعارف، القاهرة.
٢- عبد الحميد، محمد (١٩٨٧). المواصفات والعقود المعمارية، دار المعارف، القاهرة.
٣- رأفت، على (١٩٩٧). الابداع المادي في العمارة، مركز أبحاث انتركونسلت، مطابع الاهرام، القاهرة.
٤- علام، محمد علام (١٩٨٦). علم الخزف، الجزء الثاني، ط ٣، مكتبة الانجلو المصرية.

ثانيا الأبحاث العلمية:

١- اسماعيل، نورا السعيد (٢٠١٨). القيم الملمسية لإثراء الأسطح الخزفية، مجلة بحوث التربية كلية التربية النوعية، جامعة المنصورة، ع ٥٠.
٢- الجمال، منال محمد (٢٠١١). جماليات البلاطة الخزفية كعنصر مكمل لفن العمارة والإفادة منها في تطبيقات مادة الخزف لطلاب التربية الفنية، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة بنها.
٣- السيد، السيد محمد (١٩٧١). الخامات والطبقات المصرية المستخدمة في الخزف واستغلالها في مجال التعليم، رسالة ماجستير غير منشورة كلية التربية الفنية، جامعة حلوان.
٤- الدسوقي، متولي إبراهيم (٢٠١٠). الإمكانات الفنية والتعبيرية للدائن الزجاجية الزلطية الملونة في مجال الخزف، مجلة مستقبل التربية العربية، ع ٦١.
٥- الدسوقي، متولي إبراهيم (٢٠١١). الطينات الحجرية من الخامات المحلية وامكاناتها التشكيلة في مجال انتاج البلاطة الفخارية، مجلة بحوث التربية النوعية، جامعة المنصورة، ع ١٩.
٦- الغندور، محسن محمد (٢٠٠٧). الإمكانات التشكيلية الخزفية للطينات المحلية بشعبية مصراتة بالجماهيرية الليبية في ضوء معايير الجودة، المؤتمر العلمي السنوي الثاني – معايير ضمان الجودة والاعتماد فى التعليم النوعي بمصر والوطن العربي، مج٢.
٧- الغندور، محسن محمد (٢٠١٦). دراسة تشكيل فلتر سيراميكي من الطينات المصرية لتنقيه مياه الشرب، مجلة بحوث التربية النوعية، جامعة المنصورة، العدد ٤٣.
٨- المسلمي، غادة محمد (٢٠١٦). صياغة حديثة لتوظيف البلاطات الخزفية الإسلامية في الفراغات الداخلية، مجله الغمارة والفنون، المجلد١، العدد ٣.

٩- عيسى، سناء عبد الجواد (٢٠١٢). القيمة البيئية والتكنولوجية والاقتصادية لبلاطات الواجهات الخزفية، بحث منشور، المؤتمر الدولي الثاني لكلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان ٢٠١٢.

١٠- عيد، محمود حامد (٢٠٠٧). الإمكانات التشكيلية لطينة الأراضي الزراعية لمحافظة المنوفية والإفادة منها في مجال تدريس الخزف، رسالة ماجستير، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان.

١١- فهمي، دينا عادل (٢٠١٧). استحداث خلطات طينية من تراب الاسمنت تصلح للتشكيل الخزفي، رسالة دكتوراة، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان. بحوث في التربية النوعية، جامعة القاهرة – كلية التربية النوعية، ع٣٥.

١٢- كحلة، مني محمود السيد(٢٠١٩). رؤي فنية للبلاطة الخزفية مستلهمة من القيم التشكيلية لملامس الكائنات الحية

١٣- محيسن، أسماء صديق (٢٠٢٣). تحسين خواص خامة البينتونيت لملامتها الاعمال النحت والتشكيل المعماري، رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية، جامعة بنها.

١٤- نصر، تهاني محمد (١٩٧٩). الخزف الحجري في مصر، رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان.

1. M. Anna (2011) ; Cherokee Pottery: From the Hands of Our Elders, Fariello American Heritage, The History Press,P91
2. Nelson, Glenn C (1984) ; Ceramics: A Potter's Handbook, 5th ed., New York, CBS College Publishing ,
3. Peter Lane (1980) , Studio porcelain, Pitman House, London.
4. Savic Ivana , Stanisa Stojiljkovic , Ivan Savic , Dragoljub Gajic : (2014) : "Industrial application of clays and clay minerals "
5. Scott M aryl in(2006) The Potter's Bible: An Essential Illustrated Reference for Both Beginner and Advanced Potters, Chartwell Books, . New Jersey,