استخدام طينة مروي في إنتاج الخزف الصناعي (دراسة تحليلية تطبيقية)

أ. ليلي مختار أحمد – جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا – كلية الفنون الجميلة والتطبيقية – قسم الخزف

المستخلص

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة مدى إمكانية استخدام طينة منطقة مروى الحالية للاستخدامات الصناعية للخزف وصلاحيتها للصناعات الأخرى. كما تهدف أيضاً لإجراء التجارب على طينة منطقة مروى ومعرفة مدى صلاحيتها للاستخدام المحلى ولتحقيق الأهداف من هذه الدراسة لابد من تحليل عينات من هذه المنطقة من طبقتين مختلفتين من الأرض من حيث الخصائص الكيميائية والفيزيائية ولذلك استعملت عدة تقنيات تحليلية مثل الأشعة السينية وتقنيات التحليل الحبيبى لتحديد البلاستيكية والسيولة واللدونة للطينة وقياس الانكماش والتجفيف والحريق واللون ، وذلك بعد دراسة الخواص الكيميائية والفيزيائية. أثبتت الدراسة أن طينة منطقة مروى واحدة من أجود أنواع الطينات لإنتاج الخزف الصناعى، وقد تبين أن العينة رقم (2) والتي توجد أسفل العينة رقم (1) أجود من ناحية المتانة والصلابة وقلة الشوائب وأنها تتحمل درجات حرارة عالية تصل إلى (1100°) فما فوق فى حريق التزجيج. أما العينة رقم (1) فكلما ارتفعت درجات حرارة الحريق تزداد نسبة الالتواء وهذا يؤدى إلى حدوث تشققات نتيجة لوجود نسبة من الشوائب الذائبة فى الطينة مثل أكسيد الحديد. كما أثبتت الدراسة أنه من الممكن استخدام هذه الطينة فى تدريس الخزف بقسم الخزف بكلية الفنون الجميلة والتطبيقية بالسودان بالطريقة العلمية إثراءً وترقيةً لقدرات طلاب التخصص.

ABSTRACT

This study investigates whether Merowe's clay can be used in ceramic Industry as well as in other Industries.

The study also conducted experiments on Merowe's clay to find out whether it is suitable for local use. In order to achieve these goals the researcher used the empirical method by analyzing the samples from Merowe taken from two different layers of soil in terms of their physical and chemical properties. However، various techniques were to study physical and chemical properities of the clay including elasticity، fluidity، ductility clay، dryness، firing and its color.

The study proved that the Merowe's clay is one of the best types of clay for production of ceramic. However، the sample No: (2) which lies beneath the sample No: (1) is the best in terms of hardness and having little impurities، it can withstand high temperatures exceeding (1100°) in glazing firing while in sample No: (1) When temperatures are risen the rate of torsion increases and this in turn leads to occurrence of cracklings and this can be attributed to the presence of dissolved impurities in the clay such as Iron oxide.

The study has also proved that it is possible to use this clay in teaching ceramic in Ceramic department in the College of Fine and Applied Art using the scientific method in order to enrich and develop the students' potentials.

الكلمات المفتاحية:

خزف، سيراميك،كاولين، حراريات، صناعة.

المقدمة:

قال تعالى : (فاستفتهم أهم أشد خلقاً أم من خلقنا إنا خلقناهم من طين لازب) [١] سورة الصافات: الآية (١١). وقال تعالى : (ولقد خلقنا الإنسان من سلالة من طين) [٢] سورة المؤمنون : الآية (١٢). وقال تعالى: (الذيّ أحسن كل شئ خلقه وبدأ خلق الإنسان من طين) [٣] سورة السجدة : الآية (٧)

فدلالة الآيات الكريمات تبين أن الخالق تبارك وتعالى اختار مادة الطين لخلق الإنسان، ما لهذا الطين من مكانة وأهمية وخصوصية في مكوناته الكيميائية والفيزيائية وتحمل كافة الظروف الطبيعية وتقلباتها وما زال العقل البشري حائر في التوصل إليها وسبر أغوارها، مما جعل الإنسان مندفعاً ومقبلاً على استخدام الطين في كافة احتياجاته في البناء والعمارة والرسم والنحت.

وليس من السهل الحصول على الطين الجيدّ لصناعة الخزف لأنه لابد من وجود طين خالٍ من الشوائب التي تؤثر في الجسم الخزفي وتقلل من درجة اللدونة والانصهار وتحد من قدرة استخدام الطين فى صناعة الخزف.

ويعتبر الخزف أولى محاولات الإنسان للصناعة. وعندما نفكر فى صناعة الخزف يتبادر إلى الذهن أنها واحدة من الموضوعات المهمة جداً فى حياة الإنسان للإستخدامات اليومية والتي تتمثل فى الأواني المنزلية والأدوات الصحية وأدوات البناء مثل الطوب الحراري. السقوف الفخارية (المارسيليا) والبلاط ، وسيراميك الكهرباء ومواسير المياه.

ظل الخزف بدائياً حتى أواخر القرن الثامن عشر عندما قامت البحوث فى الكيمياء الغروية والمحاليل المعلقة واللازبية ودراسة عوامل الصهر، وما إلى ذلك من الموضوعات الأساسية التى تقوم عليها الصناعات الخزفية ، فأظهرت خبايا الأسرارالعلمية ليتداولها كلُ من يعنى بأمر الخزف وصناعته.

وقد توصلت تلك البحوث إلى مستويات تطبيقية مفيدة لصناعة الخزف، حتى أصبح من الصناعات العالمية. وعمت منتجاته نواحى الحياة الضرورية والكمالية فى كل مكان فأخذت تزود الإنسان وتسد إحتياجاته. وكذلك أصبح الخزف من الضروريات الأساسية فى الصناعات من حراريات وعوازل إلى مكثفات وأوعية وأدوات للمعامل والمصانع .

ساهم الخزف فى التطور العلمى فى حل كثير من المشكلات فى سبيل استقلال الطاقة النووية كما فى صناعة النظائر المشعة والعناصر المختلفة وغيرها من طرق استقلال تلك الطاقة الجبارة فى السلم والحرب على حدٍ سواء.

مشكلة الدراسة :تستخدم طينة منطقة مروي في تدريس مادة الخزف الصناعي فى قسم الخزف بكلية الفنون الجميلة والتطبيقية ، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا إلا أن هنالك بعض المشكلات التي تظهر في هذه الطينة نذكر منها:

- ارتفاع نسبة الأكاسيد والشوائب التي تؤدي إلى التشقق وتقشر الطلاء الزجاجي.
- انكماش الطينة أثناء عمليات نسخ القوالب و التشكيل .
- عدم توافق درجات الحرارة التى يمكن أن تتحملها الطينة حتى تصلح للعمليات الخزفية الأخرى.

أهمية الدراسة: طينة مروى تمثل خامة من الخامات المهمة فى صناعة الخزف فى السودان لما لها من خصائص تميزها عن الخامات الأخرى ، وأن هذه الخامة تحتاج للدراسة العلمية لتحديد صلاحيتها وإمكانية الأستفادة منها فى الخزف الصناعى .

ونسبة لأهمية هذه الصناعة فى العالم حيث أنها أدخلت حديثاً فى صناعات العوازل النووية والكهربائية وصناعة الساعات لأنها لا تصدأ ولا تتغير مع الزمن ، فقد أصبحت صناعة الخزف تمثل حاجة حقيقية.

كماهدفت هذه الدراسة إلى :

١/ لفت انتباه الدارسين إلى أهمية الطين في منطقة مروي وسهولة معالجة مشكلاته مقارنة بالأطيان الأخرى.

٢/ تشجيع صناعة الخزف الصناعي وصقل مهارات الطلاب وتطوير قدراتهم الفنية والتشكيلية.

٣/ المساهمة مع المهتمين في هذا المجال بالبحوث العلمية المفيدة

٤/ توفر خامة محلية لإنشاء صناعات محلية.

٥/ إحياء خبرات محلية للصناعات المحلية فى هذا المجال.

الدراسات السابقة فى هذا المجال دراسة د.صالح على صالح رسالة دكتوراه بعنوان

(جيولوجية و مميزات واحتمالات التطبيقات الصناعية لبعض خامات الكاولين السودانية) و التى تناول فيها أن الكاولين من أهم المعادن الصناعية التى تستعمل فى عدة صناعات مثل الخزف والحراريات ، كما شملت الدراسة خامات الكاولين الثانوية فى مناطق مروى (شمال السودان).

أهم أهداف الدراسة مميزات الكاولين السودانى من حيث خصائصه المعدنية و الكيميائية والجيوتقنية ، وأصله وكذلك صلاحيته للإستعمالات الصناعية إعتماداً على دراسة الخواص المعدنية و الجيوكيميائية.

وقد أثبتت التحاليل الجيوكيميائية و المعدنية ، أن أكبر نسبة تركيز لمعدن الكاولينايت وجد فى منطقة مروى (77.%) و أثبتت أن كاولينات مروى و الجريف و أم على، يمكن أن تستعمل لإنتاج السيراميك متوسط الجودة بعد معالجتها مائياً مثل الأدوات الصحية ، سيراميك الأرضيات ، سيراميك الحوائط البورسلين الكهربائى ، البلاستيك ، البوهيات ، المطاط ، الأسمنت الأبيض .

ودراسة قرشى أحمد محمد رسالة دكتوراه – جامعة السودان بعنوان (الخصائص والدراسات الحرارية لبعض طينات الكاولين السودانية) و التى تم فيها جمع عشر عينات من الكاولين السودانى من مناطق مختلفة من البلاد و أجرى عليها تحليلاً كيميائياً تقليدياً و محاليل آلية للتعرف على التركيب المعدنى لطينة الكاولين ثم دراسة أثر الحرارة على معدن الكاولين.

أجرى التحليل الكيميائى بطرق مختلفة منها التحليل الكيميائى التقليدى (الوزنى و الحجمى) لتحديد المكونات الرئيسية ، بينما استخدمت مطيافية الأشعة فوق البنفسجية ، مطيافية الإمتصاص الذرى و مضوائية اللهب لتحديد المكونات الأقل تواجداً ، إضافة لذلك تم التحليل بمطيافية الأشعة السينية بنوعيها و مطيافية الجسيمات التى تحدث انبعاث الأشعة السينية لتحديد المكونات الرئيسية والأقل تواجداً لعينات الكاولين .

ومن الدراسات السابقة فى هذا المجال مثال دراسة المنذرمحمد على إبراهيم رسالة ماجستير كلية العلوم – جامعة السودان للعلوم و التكنولوجيا: بعنوان (صناعة الخزف فى السودان) وقد قدم فيها عرضاً للخامات المعدنية السودانية لصناعة الخزف، بجانب قدر معقول من المفاهيم النظرية والعوامل التى تتحكم فى الصناعة من الناحية الفزيائية والكيميائية والميكانيكية وقد كان يهدف البحث للوصول إلى طريقة نتمكن بها من قيام صناعة للخزف فى بالسودان .

وفى البحث أنجزت عدة تجارب لتكوين بعض منتجات الخزف الأكثر إستخداماً فى السودان و فى كل مكان (المنتجات الطوبية ، المنتجات الصحية ، خزف الأوانى المنزلية الطينى،البورسلين الكهربائى) تمت هذه التجارب بإستخدام مواد خام محلية فى تنفيذ وصفات قياسية، لهذه المنتجات ، ثم فحص النماذج المجربة لإختبار الكثافة، الإنكماش الحرارى ، اللون والمتانة الميكانيكية ، الجزء الآخر من التجارب ضم تحضير بعض المزججات السطحية القياسية المختلفة فى درجات الحرارة اللازمة لنضجها (منخفضة ، متوسطة،عالية) .

وخلصت الدراسة ، إلى أن النتائج يمكن الإعتماد عليها ،مما يؤكد أنه بالإمكان قيام مصنع للخزف السودانى.

ودراسة أمل صالح أحمد الذين رسالة ماجسير – جامعة النيلين بعنوان (إمكانية الإستفادة من خامات بعض الصخور و المعادن فى الصناعة المحلية (الأوهره و الجبس و الحجر الجيرى والتلك) . فقد ناقشت الدراسة إمكانية الإستفادة من الخامات الصخرية فى الصناعات و ذلك لإستعمال خام الأوهرا فى الصناعة بالسودان خاصةً مدخلات الطلاءات والخزف وإمكانية استخدام خامات الجبس والحجر الجيرى والتلك فى صناعة الطباشير والتى تعتمد على هذه المواد الأولية ، كما تناولت الدراسة التقنيات المستخدمة و طريقة التصنيع والتجارب المعملية ونتائجها.

دراسة حسن إدريس موسى ، رسالة ماجستر – جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا بعنوان (مقومات السيراميك السودانى للإنتاج الصناعى فى منطقة سلوه)، وقد هدفت الدراسة إلى التعرف على طين الكاولين فى منطقة (سلوه) و إثبات صلاحيته لإنتاج السيراميك الصناعى وذلك من خلال معرفة تكوينه الكيميائى و خصائصه الفيزيائية من أجل إستخدامه فى عجلة التنمية الصناعية فى السودان ، حيث يعتبر الكاولين من

الخامات الهامة التى تدخل فى كثير من الصناعات الحديثة ، كصناعة السيراميك و البوهيات و الأسمنت الأبيض والورق.

دراسة حيدر عبدالقادر أبكر عبدالله ، رسالة ماجستير جامعة السودان للعلوم و التكنولوجيا بعنوان (أثر إستخدام طين اراضى ولاية الخرطوم فى جودة إنتاج الخزفيات) شملت الدراسة اثنى عشر نوعاً من الأطيان وست وعشرين خامة شبه طينية .

توصلت الدراسة إلى (أن الأطيان بولاية الخرطوم وتركيبها الكيميائى يحتاج إلى إضافة معالجات كيميائية وتقنيات جديدة) وتمت دراسة خصائص الخامات الطينية ثم أجريت تحاليل للأطيان وأجريت تجارب لمعرفة مكوناتها فأعطت المعالجات نتائج إجابية.

الخامات شبه الطينية أخضعت للتجارب الحرارية فتم رصد درجات إنصهار بعضها ثم أدخلت فى تركيب الخلطات الزجاجية ومواد التلوين ، كما أدخلت فى تكوين الخلطات الطينية فأعطت نتائج إيجابية كمساعدات للصهر.

فقد توصلت الدراسة أيضاً إلى وجود علاقة سلبية بين أنواع الأطيان المختلفة وبين طرق التصنيع والتجفيف والحرق فى المنتجات الخزفية، من خلال التجريب تم تكوين خلطات طينية للخزف المسامى والحجرى والبورسلين وطبقت فى عمل نماذج ثم حرقت فى درجات حرارية مختلفة وتم من خلالها رصد الخصائص الإيجابية والسلبية ،وتوصلت الدراسة إلى (وجود علاقة إيجابية بين استخدام الأطيان المحلية وإبتكار طرق حرق و تصنيع جديدة.

مواد وطرق الدراسة

اتبعت الدراسة المنهج التطبيقي وذلك بتحليل الطينة تحليلاً كيميائياً وفيزيائياً ، وذلك بإتباع الخطوات التالية :

أ/ التحليل الكيميائي لإيجاد :

١- العناصر الموجودة فى الطينة.
٢- التدرج الحبيبي لعينتي الطينة.
٣- حد السيولة واللدونة لعينتي الطينة.
٤-الوزن النوعي (الثقل النوعي) للطينة.

ب/ التحليل الفيزيائي لإيجاد :

١- معامل التمدد والانكماش للطينة .
٢- وزن الشوائب والرواسب في كل عينة .

و اقتصرت عينة الدراسة على طينة مدينة مروى الحالية (مروى شرق) والتي تتمثل فى عينتين من نفس الموقع من طبقتين مختلفتين ، العينة رقم (1) بيضاء تميل إلى اللون الرمادي والعينة رقم (2) بيضاء تميل إلى الاحمرار قليلاً وتوجد العينة رقم (2) أعلى العينة رقم (1) فى الطبقة الأرضية.

- تم تطبيق إجراءات الدراسة المعملية ، في كل من:

١- معمل الكيمياء قسم الخزف كلية الفنون.

٢- معمل الكيمياء مركز البحوث والاستشارات الصناعية.

٣- معمل التربة كلية الهندسة قسم المدنية / جامعة السودان للعلوم.

تتمثل أدوات الدراسة في الآتي :

- هزاز الغرابيل لإيجاد الحجم الحبيبى ، وفرن التجفيف ، وفرن الحريق ، وجهاز الغرز لإيجاد حد السيولة واللدونة للطينة ، وأسطوانة ترسيب لإيجاد الثقل النوعي للطينة وكذلك أستخدامت المسطرة لقياس الإنكماش بالسنتمتر والميزان الحساس للوزن بالجرام.

التجارب والنتائج :

المرحلة الأولى / التحليل الكيميائي لعينتي طينة منطقة مروى .

1/ العناصر التى تتكون منها الطينة:

التجربة رقم(1):

توضح نتائج التحليل الكيميائى للعينتين الآتى :

عينة رقم (1) ناصعة البياض.

عينة رقم (2) تميل للاحمرار قليلاً.

الجدول رقم (1) يوضح العناصر التى تتكون منها الطينة.

2/ التدرج الحبيبي لعينتي الطينة :

تجربة رقم (2)

معامل الانتظام للعينة رقم (1) Cu<5 = 1.7

معامل الانتظام للعينة رقم (2) Cu<5 = 1.7

إذن العينة رقم (1) والعينة رقم (2) منتظمة التدرج.

الجدول رقم (2) يوضح نتائج التجربة رقم (2).

٣/ إيجاد حد السيولة واللدونة لعينتي الطينة :

تجربة رقم (3)

أ / إيجاد السيولة للعينة رقم (1) باستخدام جهاز الغرز :

Liquid Limit (LL) 41%

Plastic Limit (PL) 20.5%

Plasticity Index (PI) 20.5%

ب / إيجاد السيولة للعينة رقم (2) بإستخدام جهاز الغرز:

Liquid Limit 40%

Plastic Limit 23%

Plasticity Index 17%

جدول رقم (3) يوضح نتائج تجارب العينتين.

*** إيجاد دليل اللدونة للعينة رقم (١)**

$$\text{(PL) Plastic Limit} = \frac{14.3 + 26.7}{2} = 20.5\%$$

(LL) Liquid Limit = 41%

(PI) Plasticity Index = (LL) – (PL)

41-20.5 = 20.5

*** إيجاد دليل اللدونة للعينة رقم (٢)**

$$\text{(PL) Plastic Limit} = \frac{20 + 26}{2} = 23\%$$

(LL) Liquid Limit = 40%

(PI) Plasticity Index = (LL) – (PL)

40-23 = 17

إذن العينة رقم (1) أكثر لدونة من العينة رقم (2)

4/ الوزن النوعي (الثقل النوعي):

تجربة رقم (4)

أ / الوزن النوعي للعينة رقم (1)

وزن الإناء فارغ W1 57.2

وزن الإناء + العينة W2 65.0

وزن الإناء + العينة + الماء W3 86.0

وزن الإناء + الماء فقط W4 81.1

الثقل النوعي :

$$\frac{W2 - W1}{(W4 - W3) + (W2 - (W1)}$$

$$\frac{(65.0 - 57.2)}{(81.1 - 86.0) + (65.0 - 57.2)}$$

$$4.9+7.8 = \frac{7.8}{3.9} = 2.69$$

ب/ الثقل النوعي للعينة رقم (2)

وزن الإناء فارغ W1 341.2

وزن الإناء + العينة W2 438.7

وزن الإناء + العينة + الماء W3 651.7

وزن الإناء + الماء فقط W4 592.4

= الوزن النوعي

$$\frac{(W2 - W1)}{(W4 - W3) + (W2 - W1)}$$

$$\frac{(438.7 - 341.2)}{(592.4 - 651.7) + (438.7 - 341.2)}$$

$$\frac{97.5}{38.2} = 2.552$$

التحليل الفيزيائي لعينتي طينة مروى:

١/ تجربة رقم (5)

تجريب الانكماش للعينة رقم (1) + العينة رقم (2)

١٠٠ جرام من العينة رقم (1) نسبة الإنكماش بعد التجفيف الطبيعى من 15cm = 9.7cm

١٠٠ جرام من العينة رقم (2) نسبة الإنكماش بعد التجفيف الطبيعى من 15cm = 9.6cm

١٠٠ جرام من العينة رقم (1) نسبة الإنكماش بعد حريق الفخار من 15cm = 9.4cm

١٠٠ جرام من العينة رقم (2) نسبة الإنكماش بعد حريق الفخارمن 15cm = 9.5cm

١٠٠ جرام من العينة رقم (1) نسبة الإنكماش بعد حريق التزجيج من 15cm = 8.8cm

١٠٠ جرام من العينة رقم (2) نسبة الإنكماش بعد حريق التزجيج من 15cm = 9.2cm

جدول رقم (4) يوضح نتائج الإنكماش.

قياس نسبة الرطوبة للعينة رقم (1) + العينة رقم (2) :

تجربة رقم (6)

أ / وزن 200 جرام من العينة رقم (1) حرقها في درجة حرارة 150º وزن المتبقي بعد خروج الماء 200 جرام .

ب/ وزن 200 جرام من العينة رقم (2) حرقها في درجة حرارة 150º وزن المتبقي بعد خروج الماء 198 جرام . إذاً نسبة الرطوبة في كل من العينتين متساوية .

نتائج الدراسة ومناقشتها

هدفت هذه الدراسة إلى معالجة طينة منطقة مروى من النواحى الكيميائية والفيزيائية والتى تستخدم فى تدريس مادة الخزف بكلية الفنون قسم الخزف للإستفادة منها فى إنتاج خزف صناعى أكثر جودة .

وفى هذا الجانب تستعرض الدارسة النتائج التى توصلت إليها وذلك من خلال التحاليل الكيميائية والفيزيائية والنتائج المرتبطة بعملية الحريق الأولي وحريق التزجيج. من خلال نتائج التحاليل توصلت للنتائج الموضحة فى الجدول رقم (5) .

تفسير النتائج :

١/ توصلت الدراسة من خلال التحليل الكيميائى إلى وجود حبيبات الكالسيوم والماغنيزيوم وقد تؤدى إلى تهشيم الجسم الخزفى كما يحدث أحياناً .

2/ من خلال إجراء الدراسة توصلت الباحثة إلى أنه يمكن أن تطحن العينات جيداً وهذا يؤدى إلى تحطيم حبيبات الكالسيوم والماغنيزيوم مما يحد من حدوث التهشيم بعد الحريق والذى عادة ما ينتج من وجود كربونات الكالسيوم أكثر من 0.50 ملم .

3/ بخصوص الأملاح فإن كمية البوتاسيوم والصوديوم مجتمعة لا تتعدى (1) توصلت الباحثة إلى إمكانية تقليل وجود خطورة الأملاح بغسيل العينة بالماء قبل التشكيل .

4/ أعطت النتائج فى هذه الدراسة بصورة مباشرة دلالة واضحة على أن العينة رقم (1) من طينة مروى أقل إنكماشاً وامتصاصاً من العينة رقم (2) من جهة ، ومن جهة أخرى أعلى لدونة وذات حبيبات ناعمة جداً ونسبة الشوائب فيها تقل مما فى العينة رقم (2) ، كما أنه من ناحية اللون العينة رقم (1) بيضاء خاصة بعد الحريق والعينة رقم (2) تميل إلى الأحمرار قليلاً .

ولذلك أكدت الدراسة على امكانية استخدام العينة رقم (1) فى إنتـــاج الخزف الصناعى لأنها أكثر صلاحية من ناحية المتانة والصلابة كما أنها تتحمل درجات حرارة تصل 1000° في الحريق الأولى . وتصل 1200° فأكثر فى حريق التزجيج وتأكدت الباحثة من ذلك من خلال التطبيق.

قائمة المصادر و المراجع:

(أ)المراجع العربية:

1- معتصم عبد الله الزمزمى – مفتاح الشيبانى – صديق الزنداح – ب ت.

(تكنولوجيا السيراميك والمواد الخام) – طرابلس ليبيا .

2- فوزى عبد العزيز القيسى (2003م).

(تقنيات الخزف والزجاج) عمان الأردن_ دار الشروق للنشر.

3-علام محمد علام (بدون).

(علم الخزف) – القاهرة _ مكتبة الأنجلو المصرية مؤسسة سجل العرب .

4 – ناهض عبدالرزاق القيسي (2001).

(الفخاروالخزف) عمان الأردن_دار المنهج.

(ب) الرسائل الجامعية :

1- د. القرشى أحمد محمد (2003).

الخصائص الحرارية لبعض طينات الكاولين السودانية دكتوراة غير منشورة ، كلية العلوم – جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

١- صالح على صالح (2005).
(جيولوجية ومميزات واحتمالات التطبيقات الصناعية لبعض خامات الكاولين السودانية)– دكتوراة غير منشوره كلية العلوم / قسم الجيلوجيا / جامعة النيلين.

٢- المنذر محمد على ابراهيم (1998).
(صناعة الخزف فى السودان)– رسالة ماجستير غير منشورة كلية العلوم جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

٣- امل صالح أحمد الزين (2000).(إمكانية الأستفادة من خامات بعض الصخور والمعادن فى الصناعة المحلية)– رسالة ماجستير غير منشورة – كلية العلوم جامعة النيلين.

ENGLISH REFRENCE:

1. Sonja. S. Singer (71 – 78 – 1979) (Industrial Ceramics)
2. Worrall، W.E. (non) (Clay and Ceramic Raw Materials)

3. Danial Rhodes Clay and Glazes for the Potter (none)

4. (Molded and slip cast Pottery and Ceramic David Cowley (none))
5. Pottery form Pitman). Danial Rhodes (1976)

6- (1961) Early Khartoum. ، B. Litt، M.C.، M. BE، J. Arkell،A

جدول رقم (1) العناصر التى تتكون منها الطينة

الأكســيد	عينة رقم (1) النسبة المئوية	عينة رقم (2) النسبة المئوية	Oxide
أكسيد السيكيلون	50.5023	61.110	Sio_2
أكسيد الحديد	0.2330	0.6230	$Fe_2 O_3$
أكسيد الألمونيوم	34.5745	28.6921	$Al_2 O_3$
أكسيد الكالسيوم	0.5519	1.1116	Ca O
أكسيد الماغنيزيوم	1.03221	0.9151	Mg O
الفقد بالحرارة	11.6614	9.0250	Lo_1
أكسيد الصوديوم	0.1262	0.1206	$Na_2 O$

أكسيد البوتاسيوم	0.6060	0.3212	K_2O

عينة رقم (1) ناصعة البياض.

عينة رقم (2) تميل للاحمرار قليلاً.

٢/ التدرج الحبيبي لعينتي الطينة :

جدول رقم (٢)

أ / العينة رقم (1)

Sieve Size (m m)	Weight g.	Retained %	Passing %
1.7	- 100		100
1.4	- 100		100
0.71	0.4	99.6	99.6
0.355	27.3	72.3	72.3
0.212	26.8	45.5	45.5
0.15	33.5	12.0	12.0
0.1	9.5	2.5	2.5
Pan	2.5	0	0

ب/ العينة رقم (2)

Sieve Size (m m)	Weight g.	% Retained	Passing %
1.7		-100	100
1.4		-100	100
0.71	0.8	99.3	99.6
0.355	33.6	66.4	66.4
0.212	29.6	70.4	45.4
0.15	27.4	72.6	72.6
0.1	6.1	93.9	93.9

Pan	2.5	97.5	97.5

أ /جدول رقم (3) يوضح إيجاد السيولة للعينة رقم (1) باستخدام جهاز الغرز:

	Liquid Limit (L.L)				**Plastic Limit (PL)**	
Test No	1	2	3	4	1	2
Penetration	19.3	15.3	20.5	24.5	–	–
Container No	9	24	40	150	G10	14
Wt. Of Wet clay + Cont. g.	18.9	20	20	22.0	13.8	16.6
Wt. Of Dry clay + Cont. g.	17.7	17.8	18.7	19.5	13.6	16.2
Wt. Of Water g.	1.2	2.2	1.3	2.5	0.2	0.4
Wt. Of Container g.	14.7	11.2	14.6	13.4	12.2	14.7
Wt. Of Dry clay g.	3	6.6	4.1	6.1	1.4	1.5
Moisture Content	40	33.3	31.7	40.9	14.3	26.7

ب / جدول رقم (3) يوضح إيجاد السيولة للعينة رقم (2) باستخدام جهاز الغرز:

	Liquid Limit (L.L)				**Plastic Limit (PL)**	
Test No	١	2	٣	٤	١	٢
Penetration	14.5	19.9	22.1	24.3	–	–
Container No	1	2	3	70	0	33
Wt. Of Wet clay + Cont g.	33.5	36.1	41	42.5	28.6	26.7
Wt. Of Dry clay + Cont g.	31.2	33	36.5	37.7	27.9	26.1
Wt. Of Water g.	2.3	3.1	4.5	4.8	0.7	0.6
Wt. Of Container g.	24.6	24.3	24.9	25.2	24.4	23.8
Wt. Of Dry clay g.	6.6	8.7	11.6	12.5	3.5	2.3
Moisture Content	34.8	35.6	38.7	38.4	20	26

جدول (4) يوضح تجريب الانكماش للعينة رقم (1) + العينة رقم (2)

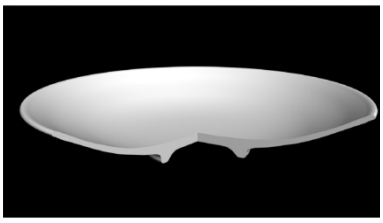
Test No (1)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Clay No (1) g.	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Clay No (2) g.	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Dry Shrinks	9.6	9.55	9.4	9.5	9.6	9.5	9.3	9.4	9.5
B. Firing Shrinks	9.5	9.5	9.3	9.5	9.5	9.5	9.4	9.3	9.4
Glazing Shrinks	9.15	9.1	8.9	9.03	9	8.9	8.8	8.7	8.65

جدول رقم (٥) يوضح إختبارات العينتين و هى خام:

Test No	**عينة 1**	**عينة 2**
Wt. Of Clay g.	100	100
Dry	9.7	9.6
B. Firing	9.4	9.5
Glazing	8.8	9.2

جدول رقم (٦) يوضح نتائج تحاليل الدراسة:

	عينة رقم (1)	**عينة رقم (2)**
1/ الإنكماش	9.7	9.6
2/ الأمتصاص	%5	%9
3/ حجم الرواسب	%4.4	%12.6
4/ السيولة	%41	%40
5/اللدونة	%20.5	%17
6/الثقل النوعى	%2.69	%2.55
7/ الحجم الحبيبى	أصغر	أكبر
8/ اللون	أبيض	يميل قليلاً للأحمرار
9/ الإلتواء	–	يزيد تبعاً لزيادة الحرارة



نماذج خاصة منتجة من طينة مروى