تفسير طبيعة البريق الفلزى فى الخزف الإسلامى تبعا لتطبيقات تكنولوجيا النانو

م .د/ فاطمة محمد عبد المنعم

مدرس كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

خطة البحث

مقدمة :

طبيعة البريق الفلزى من الأمور التى شغلت كثيراً من الباحثين فى مجال الخزف ، وينفرد تاريخ الفن الإسلامى بالصفة الدينية بين فنون البشر ؛ لأنه نجح بقول : آرنست جروب " فى التعبير عن العقيدة الإسلامية " , تحول الطين بين يدى الخزاف الإسلامى إلى ذهب وفضة ونحاس وبرونز ومعادن لم ترها عين من قبل حين استطاع الخزاف أن يكسو الأوانى بألوانها المعدنية ، يقول المؤرخون: إن تاريخ البشر مسطور على شظايا الخزف وبقايا الفخار.

مشكلة البحث :

دراسة طبيعة طبقة البريق الفلزى فى الخزف الإسلامى.

هدف البحث :

1- توضيح الجوانب العلمية فى الاختزال فى الخزف الإسلامى.

2- وضع أسس لإجراء تجارب ناجحة فى مجال البريق الفلزى.

حدود البحث :

الخزف الإسلامى بمصر والعراق فى العصرين العباسى والفاطمى.

منهج البحث :

المنهج الوصفى التحليلى.

ملخص البحث

يعد التصوير بالألوان المعدنية ، على الخزف الإسلامى إسهاما جوهريا ، فى تحقيق مضمون السمو بالخزف ، وإزالة طابعه المادى ، ومنح الأشياء صفة روحية .

العصر الذهبى للتصوير على الخزف الإسلامى كان أيام الفاطميين . يتخيل بعض مصورى الخزف أن البريق المعدنى بسيط للغاية ، بتصاعد الكربون الذى يختزل الأكاسيد المعدنية من الألوان , إلا أن الأمر أخطر من ذلك بكثير.

تم عمل فحوصات نظرية ، للخواص البصرية لخزف البريق المعدنى لإثبات دور تأثير البناء السطحى فى العملية اللونية ، واعتمد هذا النموذج أو التفسير على النسبة بين النحاس والفضة، الحجم الحبيبى , كثافة الحجم الحبيبى , طبيعة الطلاء الزجاجى المستخدم فوقه الزخرفة ، وهذا يعطى نتائج جيدة للألوان الملاحظة فى تشتت الضوء.

عند دراسة تأثير الحجم الحبيبى على البناء السطحى ، تم تمييز نظامين يعتمدان على مدى حجم حبيبات النانو : الحبيبات الصغيرة التى هى أصغر من الطول الموجى للضوء , بقطر حوالى حتى (أصغر من) 50 نانوميتر والحبيبات الأكبر بحجم حبيبى يقترب من الطول الموجى ، وهو أعلى أو يساوى 50 نانوميتر.

وهذا النظام – بالتالى –له دور فى امتصاص الحزمة الضوئية , حيث إن القوة المختزنة بظأهرة السطوح , ترتبط بالشحنة المجمعة فى السطح. أيضا شكل الحبيبات له تأثير يجب أن يؤخذ فى الإعتبار فى ظاهرة التداخل اللونى.

DOI:10.12816/0036578

دراسة تفسير خزف البريق المعدنى هى وجود بناء جزئى متعدد الطبقات ، يوضح أن التداخل بين الطبقات له تأثير واضح على لون البريق المعدنى, والتغير اللونى للبريق المعدنى من الأزرق للأخضر.

Interpretation of Islamic pottery ' s Luster , according to Nano Technology Applications

Research summery

Painting with mineral colors on Islamic Pottery is considered as a major contribution , that achieving the meaning of ceramic eminence , removing its materialistic features , and donating things spirit values .

Fatimid period was the golden age for painting on Islamic pottery. Some Ceramics painters imagine that making metallic Luster is an easy matter, by releasing Carbon gases that reduced the metallic oxides from colors. But , Luster making is much more complicated process.

Theoretical tests for Luster optical properties had been made , to prove the role of surface building in the coloring process. This interpretation depended on :the ratio between Copper & Silver , particle size , particle size density , Kind of the used glaze for applying decoration on. That gave good results for observed colors in light scattering.

During the study of particle size effect on surface building , two systems were characterized , depending on nano-particle size range :

-Small particles that is smaller than light wavelength,with diameter less than50nm.

-Bigger particles with particle size near to the light wavelength, more or equal 50nm.

This system – consequently – has a role in absorbing the light beam, as the surface stored power is related with the collected charges in surface. Also, the particles ' shape has an effect – must take in consideration –on coloring interpenetration phenomenon.

Studying Luster ceramics with clarifications according to partial multi layers construction, showing that : Layers interpretation has an obvious effect on metallic Luster's color , and on coloring changes from blue to green.

مقدمة:

بدأ ظهور الخزف الإسلامى فى بلاد العباسيين فى العراق : 750 – 1258 م. , فى أول المدن الإسلامية العظيمة بغداد , ثم فى العاصمة الفاخرة التى شيدت على ضفاف نهر دجلة ، فى فجر القرن التاسع باسم "سر من رأى" , واشتهرت فيما بعد باسم سامراء ، والتى أصبحت منطلقا لأروع حركة خزفية عبر التاريخ, غمرت بأضوائها كلاً من آسيا وأوروبا.

كان للخزف الصينى المتطور أثر فى صناعة الخزف الإسلامى , وبخاصة خزف أسرة تانج ، من خلال الرحلات التجارية التى كانت تربط بلاد المسلمين بالصين ، حيث ورد إلى بلاط الخلافة طراز تانج من بلاد الصين , والذى يتميز بضربات لونية سريعة على خلفية بيضاء ، فاعجب بها الولاة والأمراء ، وحبذا لو زينت بكتابات عربية، من هنا بدأت حركة الخزف الفن الإسلامى.

ونستطيع أن نلمس من بداياتها تقليدا صريحا لأوانى الصينيين فى أسلوبها الزخرفى ، وليس فى خاماتها , فقد كان المبدأ السائد فى الفنون الإسلامية عامة هو الاعتماد على الخامات المحلية , بعد منحها ما يعوض رخصها من ثراء فى الروح ، وغنى فى الجمال ، وبراعة فى الصنعة ، ورشاقة فى الأسلوب.

هكذا اكتفى الخزافون العباسيون بتقليد الزخارف الصينية والتشكيلات التجريدية البارزة ، مع إحلال الكتابة العربية محل الصينية وإضافة خطوط تجريدية، وسرعان ما طار صيت الفن الجديد إلى مصر ، واتخذ طابعا محليا بوحدات تشخيصية من الطيور والحيوان ، تعيد إلى الأذهان أسلوب الأيقونات أو الرسوم الرمزية الكلاسيكية.

أولا : الخزف الإسلامى المبكر

احتل الخزف الإسلامى فى العصور الوسطى مكانة جغرافية بين الخزف الصينى والخزف البيزنطى , تأثيرا وتأثرا ، بالإستيراد من الصين والتصدير للإمبراطورية البيزنطية ومن ثم التأثير فى أوروبا. كانت الفكرة المثالية فى روما القديمة وبلاد فارس هو استخدام أوانى الذهب والفضة للأكل والشرب ،فقد كانت محرمة عند المسلمين إذ كان الزجاج والخزف يستخدمان بواسطة الأغنياء فقط عند المسلمين, وكذلك فى الصين , ولكنهما كانا أكثر ندرة فى الدولة البيزنطية وأوروبا.لم تشجع محددات الإسلام – أيضا – التصوير أو التصوير الجدارى، ولكنها شجعت استخدام البلاطات المزخرفة فى العمارة, والتى كانت أكثر الوحدات تميزا فى الخزف الإسلامى.

بدأت حقبة الخزف الإسلامى حوالى 622 م. حيث تحركت جيوش المسلمين بسرعة فى إتجاه إيران، العراق والإمبراطورية البيزنطية ، ومصر والأندلس، يظل التاريخ المبكر للخزف الإسلامى مجهول لوجود دلائل قليلة , مثل بعض البلاطات التى نجت من التدمير، نتيجة لاستخدامها فى الزخرفة المعمارية بالمبانى والمساجد . وأغلب الخزف الإسلامى المبكر.أسست الحضارة الإسلامية صناعة متميزة فى الخزف فى : العراق، إيران، مصر، شمال أفريقيا، ومناطق اخرى .

لم يتأسس طراز محدد من الخزف حتى القرن التاسع ، وكان ذلك أساسا فى العراق، سوريا، إيران، خلال هذه الفترة استخدم الطلاء القصديرى فى الغالب، والمعلومات عن هذه الفترة المبكرة محدودة جدا،وهذا نتيجة لنقص القطع الموجودة بحالة جيدة, الأمر الذى يقلل الإهتمام بدراسة الخزف فى هذه الفترات. أظهرت بعض الاستكشافات قطع من الخزف بالأردن بدون الطلاء الزجاجى، وفى الشرق أوضحت بعض الدلائل ان سمرقند كانت مركزا للإنتاج خلال الفترة من 874 – 999 م. وأعلى تكنيك فى هذه الفترة كان استخدام الحروف فى زخرفة الأوانى. (شكل رقم 1).

شكل رقم (1)

ثانيا : خزف اللاستر

أقدم منتجات البريق وجدت فى العراق، وأغلبها وجد فى منطقة قصر الخليفة العباسى فى سا مراء, بالعراق حاليا، وهو القصر الأثرى الذى بناه الخليفة المستعصم فى 836 م. ومع ذلك فإن الإنتاج المبكر من اللاستر موثق جيدا، بالرغم من أنه يعتقد حاليا أن التجارب الأولية ممكن أن تكون قد نفذت مبكرا، ومن المحتمل فى وقت هارون الرشيد، واللاستر فى العصر العباسى وجد بكميات فى مناطق أخرى من العراق، مثل: بغداد, البصرة، الكوفة,وسوسة (إيران حاليا).وهذه المناطق هى مراكز لإنتاج الخزف.

شكل رقم (2).

خزف البريق المعدنى العراقى اكتشف خارج هذه المناطق الجغرافية، حيث وجدت بلاطات من خزف اللاستر من العراق استخدمت فى بناء جامع القيروان الكبير فى تونس فى القرن التاسع الميلادى، شكل رقم (2).

شكل رقم (2)

وجدت شقافات فى مدينة الفسطاط, والتى كانت القلعة الرئيسة لمصر العليا فى القرن التاسع الميلادى, كما وجدت شقافات أيضا بجوار قصر القلعة قى الجزائر, والتى كانت حتى عام 1050 م. عاصمة ملوك الحماميد.

أنتجت زخرفة البريق المعدنى فى بداية القرن التاسع الميلادى للقصور، ونادرا ما وجدت فى أماكن أخرى. لقرون عديدة كانت تستخدم كأدوات مائدة لأمراء القصور.

احتلال الفاطميين لمصر 969 م. أدى إلى تعديلات، ليس فقط فى مستوى الحكم, ولكن أيضا فى فى بنية السكان، إنتقلت عاصمة الخلافة الإسلامية من تونس إلى القاهرة، وأصبحت مدينة الفسطاط القديمة هى مقر أو سكن للحرفيين الذين يعملون فى العاصمة الجديدة، والتى تبعد عنها بعض الكيلومترات فى الشمال.

أدت احتياجات القصر الجديد من خزف البريق المعدنى إلى تطور فى الإنتاج المحلى، ويدل هذا على أنه خزف البريق المعدنى صنع فى الفسطاط قبل الفترة الفاطمية ، وقد بدأ الإنتاج المصرى الفعلى لخزف البريق المعدنى بقدوم الفاطميين وخلال قرنين من الزمان ، أنتجت كمية كبيرة من خزف البريق المعدنى عالى الجودة, ليعكس الإهتمام والثقافة والتقاليد للأسرة الجديدة وبلاطها. شكل رقم (3).

شكل رقم (3)

وخلال القرن الثانى عشر الميلادى، بدأ انتشار وامتداد تقنيات البريق المعدنى من مصر إلى سوريا ثم إلى بلاد فارس (إيران حاليا). ونقل الخزافون تقنيات البريق المعدنى من الفسطاط إلى هذه البلاد أثناء فترة انحدار أو زوال الأسرة الفاطمية, والذى حدث فى القرن الثانى عشر الميلادى، وحدث تطور فى الطراز فى بلاد فارس, وظهر هذا الطراز فى جنوب أسبانيا بعد إنتهاء الخلافة الأموية فى أسبانيا.

ازدهر فن البريق المعدنى فى أسبانيا تحت الأسرة الناصرية (1237 – 1492) م. وتطور خلال القرنين الرابع عشر والخامس عشر. مما أعطى دفعة للخزف الموريسكى, والذى انتج فى منطقة فالينسيا حتى القرن الثامن عشر.وجدت تقنية البريق المعدنى تطبيقات جديدة فى عصر النهضة بايطاليا (15–16) م.حيث وجدت مراكز مشهورة لخزف الماجوليكا .

<u>ويمكن أن ننحدد مراكز إنتاج خزف البريق المعدنى كما يلى : (شكل رقم 4).</u>

1- فى الخلافة العباسية : سامراء، بغداد، البصرة، الكوفة، سوسة، خلال القرنين التاسع والعاشر الميلاديين.

2- فى الفسطاط بمصر، فى الخلافة الفاطمية ، خلال القرون من العاشر إلى الثانى عشر الميلادى.

3- فى جنوب أسبانيا ، خلال القرون من الثانى عشر إلى الخامس عشر.

4- فى إيطاليا , خلال القرنين الخامس عشر والسادس عشر.

شكل رقم (4)

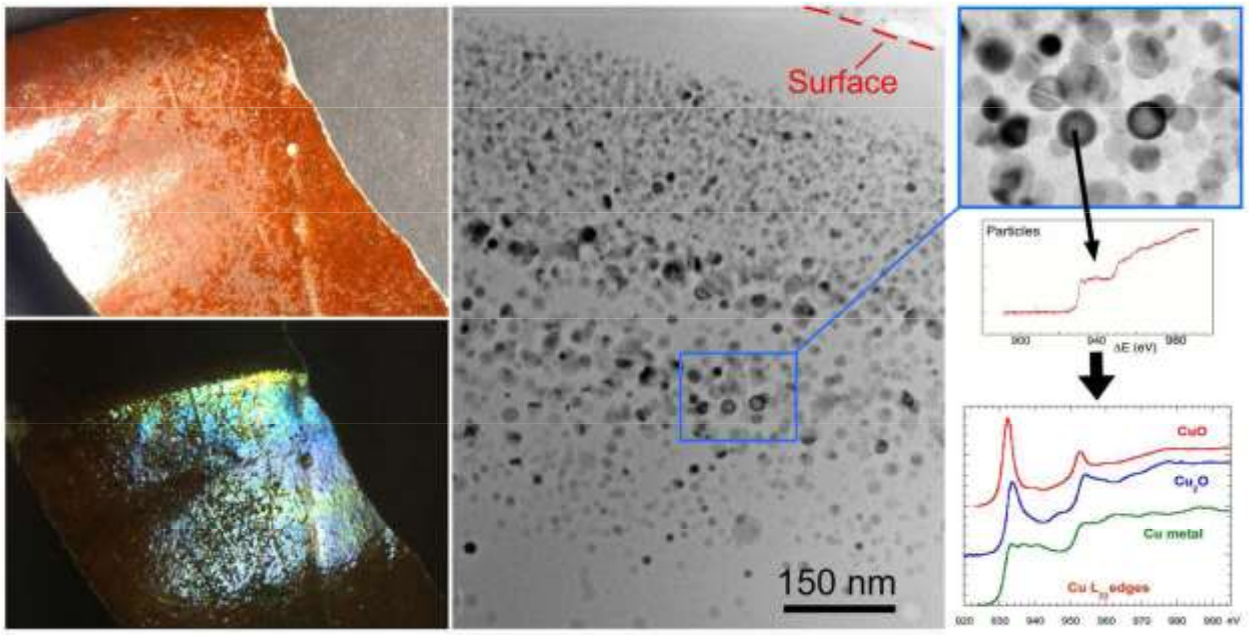
ثالثا : تفسير طبيعة طبقة البريق المعدنى

3-1- مقدمة :

البريق المعدنى هو تنوع من الزخرفة بالطلاء الزجاجى على الخزف. ظهر فى العصور الوسطى,تشكيل الزخرفة بالبريق المعدنى لها قاعدة طبيعية , تأتى من حبيبات النانو المعدنية، حيث إن البريق المعدنى يعطى إمكانية الوصول إلى درجات لون، والذى يمكن أن تتغيرعلى حسب الزاوية التى ينظر منه إليها. فمثلا, يتغير اللون حسب انعكاس الضوء, فيعطى انعكاس براق, وينتج ألوان معدنية شديدة اللمعان، والتى يمكن أن تكون : أصفر ذهبى، أزرق، أخضر، وردى,...إلخ.

تركيز حبيبات النانو فى الطبقة العليا من الطلاء الزجاجى عالية ، ولها بناء فى العمق، والذى يمكن أن يكون أعلى أو أقل فى التعقيد ، هذا البناء الطبقى المتعدد على مقياس الطول الموجى للضوء المنظور, يعمل على زيادة ظاهرة التداخل والتشتت خلال الأسطح الخشنة، والتى تُسهم بشدة فى اللون الملحوظ والتداخل اللونى.

الألوان ببنائها الأصلى لامعة جدا (بللورات ضوئية),إدراك تأثير هذا البناء على الخواص البصرية يعد حديثاً جدا, ومن المدهش أن الخزافين المسلمين كانوا قادرين على ابتكار هذا التركيب المعقد، من خلال أساليب التجريب الكميائى لاستغلال خواصه الكميائية المتميزة. شكل رقم(5).



شكل رقم (5) : يوضح قطعة من خزف البريق المعدنى من القرن التاسع الميلادى من سوسة، اللون يتغير من الأحمر (أعلى اليسار) إلى الأزرق المخضر (أسفل اليمين), أوضح الميكروسكوب الإلكترونى توزيع حبيبات النانو فى منتصف الصورة, وفى اليمين تحديد طبيعة معدن النحاس وأيون النحاسوز والنحاسيك بامتداد طيف أشعة إكس.

3-2- طبيعة حبيبات النانو :

أجريت العديد من الدراسات لتحديد التركيب المعدنى للطلاء الزجاجى, وأجرى فريق من الباحثين تحليل لعينات محددة ، وأظهرت النتائج أن تركيب الطلاء الزجاجى المستخدم فى زخرفة البريق المعدنى متغير بدرجة كبيرة من طلاء قلوى إلى طلاء

عالى محتوى الرصاص, ولا يوجد تركيب محدد. فى خلال العصر العباسى استخدمت المنتجات الأولى الطلاء القلوى ، ولكن بعد ذلك استخدم طلاء الرصاص مع القصدير فى بعض الحالات.

الطلاء الزجاجى المستخدم فى العصر الفاطمى كان غالبا طلاء قلويًّا رصاصى. الخزف الموريسكى بأسبانيا كان يتميز بمحتوى عالٍ من الرصاص مع محتوى منخفض من الصوديوم والبوتاسيوم. فى زخارف عصر النهضة كانت تطبق الطلاءات الرصاصية. لكن لوحظ تغيرات واضحة فى التركيب داخل نفس المنطقة الجغرافية، والذى يمكن أن يرتبط بتقسيم جغرافى ، وأجريت أبحاث كثيرة لإثبات هذه الجزئية.

كذلك اختلفت تركيبات الجسم الخزفى (جسم الإناء),ونفذت بعض زخارف البريق المعدنى على أجسام سيراميكية طينية، بينما طبق البعض الآخر على عجائن سيلستية.

تركيب حبيبات النانو هو أقل درجة فى الإختلاف من تركيب الطلاء والجسم ، فقط النحاس والفضة هما اللذان استخدما من القرن التاسع الميلادى حتى الآن. على الجانب الآخر، فان الحجم والشكل والترتيب المكانى للحبيبات يمكن أن يختلف تماما.

3-3 الأدوات المستخدمة للاختبار :

أحد أفضل الأدوات لدراسة تركيب الحبيبات على مقياس النانو ، هو الميكروسكوب الإلكترونى. وهو الذى يسمح لأول ملاحظة لبلورات النانو فى البريق المعدنى. كذلك مقياس أشعة اكس للخامات الدقيقة يعطى معلومات مهمة عن وجود الأيونات المعدنية : للنحاسوز والنحاسيك والفضة فى الصنفية الزجاجية. وفى بعض الحالات فإن حجم عناقيد الأكاسيد المعدنية يمكن أن يقدر بملاءمة امتداد طيف أشعة اكس ، حيث إن متوسط حجم حبيبات النانو المعدنية انعكاس سقوط أشعة اكس، وباستخدام انحراف أشعة إكس يمكن الحصول على معلومات عن البناء والتوزيع فى العمق لحبيبات النانو.

تعطى كل هذه التقنيات فقط معلومات جزئية عن طبقات حبيبات النانو، وتم تقديم حلول أخرى باستخدام تحليل أشعة الأيون، كذلك النتائج المجمعة لانبعاث أشعة إكس المستحث للحبيبات.

سمح تشتت سبكترروميتر للعالم رازرفورد بالحصول على بيانات محددة بخصوص الطبقة الزجاجية، وعمق وتوزيع حبيبات النانو لعدد من تراكيب خزف البريق المعدنى.

الخلاصة : بينما يعطى انبعاث أشعة إكس المستحث معلومات عن التركيب الكميائى للطبقة الزجاجية، فإن سبكترروميتر رازرفورد يمكن أن يعطى معلومات مفصلة عن العمق، وبمقارنة نتائج الأسبكترروميتر مع نتائج الميكروسكوب الإلكترونى، و يمكن تصور توزيع الحجم الحبيبى لحبيبات النانو، ومعلومات عن تدرج الحجم الحبيبى.

4-3 تفسير البناء المزدوج لطبقة اللاستر كشبكة بصرية :

أمكن عمل استنتاجات مهمة من هذه الفحوصات فى خزف البريق المعدنى للعصرين العباسى والفاطمى, وأوضحت نتائج الميكرسكوب الإلكترونى بناء أكثر تعقيدا فى العمق عن الخزف الأسبانى الموريسكى.

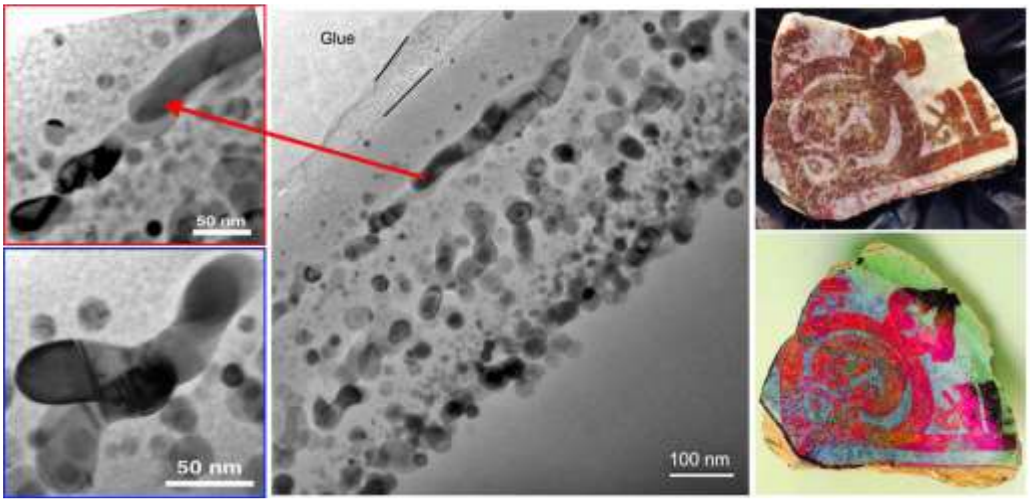
حبيبات النوع الأول أصغر بمتوسط حجم حبيبى حوالى 10-15 نانوميتر، وسمك الطبقة بدون الحبيبات أسفل سطح الطلاء الزجاجى هى الأفضل حيث تصل إلى 100 نانوميتر.

على العكس فإن الخزف الأسبانى الموريسكى, يتميز بطبقة بحجم حبيبى أكبر 50-100 نانوميتر، قريبة من سطح الطلاء الزجاجى، وهذا واضح جدا فى البريق المعدنى فى القرن السابع عشر، واللوحات الحديثة باستخدام المصنوعة بواسطة الفنانين الأسبانيين باستخدام الطرق التقليدية.

البريق المعدنى عند العباسيين والفاطميين له بناء جزئى فى العمق، أى يوضح طبقات جزئية متعددة من ترتيب حبيبات نانو الفضة, ويؤدى هذا إلى تغيير اللون من البنى إلى الأحمر الفاتح.

أوضحت فحوصات الميكرسكوب الإلكترونى أن زخرفة البريق المعدنى فى العصر الفاطمى كانت بتوزيع منتظم لحبيبات النانو فى طبقتين منفصلتين : أوضح الإنحراف الإلكترونى للأشعة أن كل الحبيبات كانت من الفضة، كما أكد منظار تحليل الطيف الإلكترونىأن الفضة توجد فقط فى طبقات حبيبات النانو, بينما يوجد النحاس فى كل مكان فى الجليز, فى الصورة الأيونية نحاسوز، والتى هى المسئولة عن اللون الأخضر فى الطلاء الزجاجى.المسافة بين الطبقتين منتظمة بثبات وتقدر بحوالى 430 نانوميتر, هذه المسافة بين الطبقتين لها نفس ترتيب (نظام) مقدار الطول الموجى للضوء المرئى.

ينتج عن ذلك أن هذا البناء المزدوج للطبقات يتصرف كشبكة بصرية، بالفحص الأدق فى عمق حبيبات النانو, يتضح أن الحبيبات فى الطبقة الثانية أكبر بقليل، وأقل كروية فى الشكل ، وبعض الحبيبات تتجمع وتكون حبيبات أكبر. شكل رقم (6).



شكل رقم (6):يوضح قطعة من خزف البريق المعدنى من الفترة الفاطمية، القرن الثانى عشر الميلادى.يظهر تنظيم متعدد الطبقات لحبيبات نانو الفضة، على اليمين يتغير اللون من البنى إلى الوردى الفاتح، فى اليسار تكبير لحبيبات الفضة الطولية.

3-5 طريقة التصنيع :

تم إجراء العديد من التجارب, بناء على نتائج التجارب، ومن التركيبات الموجودة ببعض الخلطات الأثرية. تم الحصول على زخرفة البريق المعدنى بتطبيق خليط فوق الطلاء الزجاجى يتكون من : أملاح النحاس والفضة والماء وبعض من الخل على خزف ذو طلاء زجاجى, والتى يتم نضجها فى جو حريق مختزل.داخل الفرن تتفاعل طبقة فوق الطلاء الزجاجى مع سطح الطلاء الزجاجى، وبعد الحريق يتم غسل الطلاء المتبقى، فتنتج زخرفة البريق المعدنى .

للتبادل الأيونى دور فى عملية تكوين البريق المعدنى، تم الحصول على معلومات من تحليل خزف العصور الوسطى , فيم يخص القوى المسئولة عن انتشار أيونات الفضة والنحاس فى الطلاء الزجاجى حيث يتم التبادل الأيونى بين أيونات الفضة والنحاس مع أيونات الصوديوم والبوتاسيوم, وعملية التبادل الأيونى هذه هى عملية ميكانيكية مشهورة فى الزجاج والطلاء الزجاجى .

عندما يوضع الزجاج فى محلول يحتوى مصهور أملاح النحاس أو الفضة خاصة الكبريتات والنترات, يحدث تبادل أيونى , يتم إحلال قلويات الطلاء الزجاجى (الصوديوم والبوتاسيوم) بأيونات الفضة والنحاس من المحلول، وأوضح تحليل كميائى دقيق

لخزف العصور الوسطى, ارتباطاً عكسيًا بين المكونات المعدنية لزخرفة البريق المعدنى (أيونات النحاس والفضة) وكميات البوتاسيوم والصوديوم فى الطلاء الزجاجى. هذا الارتباط وجد فى منتجات البريق المعدنى المبكر للخزف الإسلامى من القرن التاسع الميلادى , وكذلك الخزف الإسلامى الكوريسكى الأسبانى.

أوضحت ملاحظات على خزف البريق المعدنى القديم أن طبقات اللاستر لا تظهر كطبقات متداخلة على سطح الجليز, ولكن تبدو كبلورات بحجم النانو تنمو داخل طبقة الجليز, تزداد قوة السطح أثناء عملية التكوين كنتيجة لنمو حبيبات النانو المعدنية.

3-6 تكوين طبقة اللاستر :

تتم عملية تكوين طبقة البريق المعدنى فى خطوتين :

1- التبادل الأيونى بين أيونات النحاس والفضة فى المحلول وأيونات الصوديوم والبوتاسيوم فى الطلاء الزجاجى.

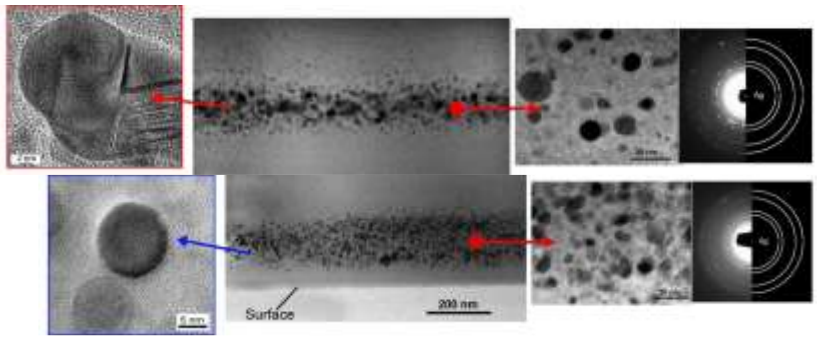
2- التبللر (تجميع الأنوية ، نمو البللورة) لحبيبات نانو النحاس والفضة داخل المادة الزجاجية.

حديثا , تم افتراض أن حريق بقايا المواد العضوية فى طبقة البريق المعدنى ، يمكن أن يُستخدم للتحكم فى درجة حرارة السطح ، متضمنا التشتت المعدنى ، ليحدث اللون النهائى البريق المعدنى . درجة حرارة الحريق العالية الناتجة من احتراق المواد العضوية (الخلات) , يمكن أن تتحكم فى الترتيب الذاتى للحبيبات المعدنية ، والذى يؤدى إلى التشتت الضوئى.

كذلك التوزيع المتعدد الطبقات للحبيبات فى البريق المعدنى يمكن أن يفسر بدوره حريق خاصة، حيث إن لهب الحريق يستحث بواسطة حريق المواد العضوية، مما يجعل من الممكن التحكم فى حجم وشكل وتوزيع حبيبات النانو.

فى حالات مختلفة من خزف البريق المعدنى الفاطمى ، ظهر بوضوح بعض حبيبات الفضة الطولية , لوحظت بالميكروسكوب الإلكترونى , وظهرت فى ثلاث طبقات من حبيبات المعدن ، منفصلة بمساحات كثافة أقل من حبيبات النانو، حبيبات هذه المناطق المتداخلة أصغر وكروية، حبيبات النانو تتحد مكونة حبيبات أكبر تلاحظ أكثر فى الطبقة الثانية من طبقة البريق المعدنى المزدوجة، أوضح الميكروسكوب الإلكترونى أن الكثير منها له عيوب بنائية ، وحبيبات النانو للطبقة الأولى أصغر وكروية تماما , حبيبات النانو للطبقتين التاليتين مختلفتين تماما , مما يدل على انه لم يتم إنتاجهم تحت نفس ظروف الحريق. شكل رقم (7).

يثبت الشكل الطولى لحبيبات الفضة أن درجة الحرارة التى تم الوصول إليها تقترب من درجة انصهار الفضة (960) درجة مئوية. ظاهرة الانتشار المتحكم فيها, وانصهار معدن الفضة، يؤكدان أن درجة حرارة سطح الجليز حوالى (1000) درجة مئوية فى قمة دورة الحريق. هذا يتلاءم مع الوصول إلى زيادة فى درجة الحرارة بفضل حريق المواد العضوية , فيما عدا بعض المنتجات الحديثة التى لم يتحقق فيها الشكل الطولى للنحاس ، مما يدل على أنه لم يتم الوصول لدرجة إنصهار النحاس (1080) درجة مئوية.



شكل رقم (7): يوضح قطعة من خزف البريق المعدنى من الفترة الفاطمية, القرن الثانى عشر الميلادى, يظهر بالشكل طبقات محددة ذات توزيع منتظم لحبيبات نانو الفضة.

رابعا : النتائج

1- تم فى البريق المعدنى تنظيم وتوزيع الحجم الحبيبى مع الإختزال لحبيبات النانو المعدنية , مما يوضح المستوى العالى من التحكم التجريبى ، الذى تم تنفيذه بواسطة الخزافين القدامى وصانعى الزجاج.

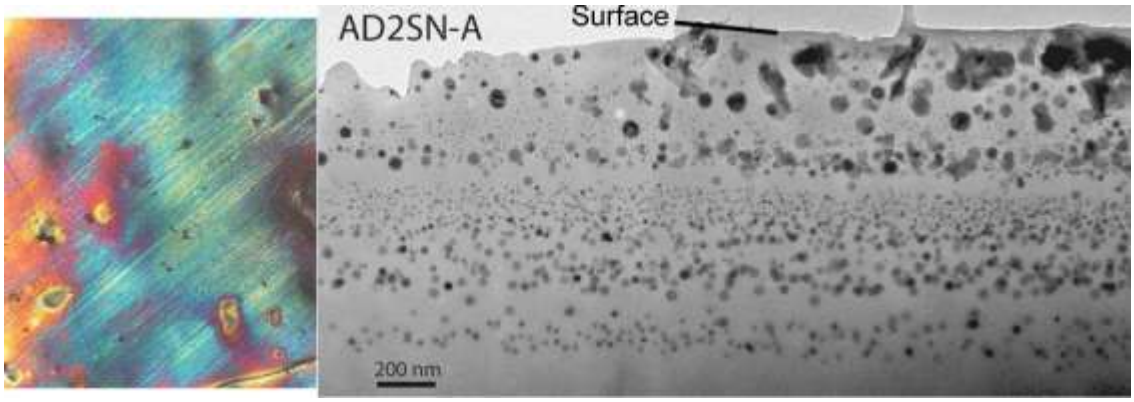
2- الخزافون القدامى بالتأكيد لم يكونوا على وعى بتركيب النانو للخامات؛ لأنهم لم يكن عندهم أية أجهزة للكشف عن تركيب النانو، ومع ذلك فإن أسرار مهنتهم سمحت لهم بإدراك وجود طبقتين منفصلتين بشكل تام.

3- خزف البريق المعدنى للعباسيين (10-9) م. وخزف البريق المعدنى للفاطميين (12) م. أوضح ترتيب جزئى فى طبقات متعددة بحجم النانو ، هذه التكنولوجيا تم تطويرها بواسطة الخزافين الإسلاميين لاستغلال الخواص البصرية المتعددة لحجم النانو.

4- من الواضح أن ترتيب حبيبات النانو فى طبقات متعددة مع فراغات بين الطبقات هو مشابه للطول الموجى للضوء المنظور، وهذا يقوى تاثير التداخل المتاح للحصول على درجات لونية للألوان المتقزحة من تدريجات وظلال واسعة.

5- من الواضح أن هدف العباسيين والفاطميين كان تنمية العمليات التجريبية ؛ للحصول على مثل هذه الطبقات المتعددة لحبيبات النانو، من خلال سر مهنة معين ، والذى فُقد جزئيا هذه الأيام.

6- أجرى الفنانون المعاصرون تجارب لإعادة إنتاج خزف البريق المعدنى بتأثير درجات لونية وميضية وألوان لامعة, باستخدام الأفران الحديثة , مع السماح بتبادل الحريق بين مراحل الأكسدة والإختزال، وأفضل النتائج عرضت بناء جزئى متعدد الطبقات ، والذى لوحظت عند الفاطميين والعباسيين ولكن بترتيب أقل . شكل رقم (8).



شكل رقم (8)

المراجع

1- Charleston, Robert, World Ceramics , Hamyln , London , 1981.

2-Lane ,Arther, Early Islamic Pottery, Faber & Faber , London , 1968.

3-Lane ,Arther, Late Islamic Pottery, Faber & Faber , London , 1969.

4- Sciau, Philipp, The metallic Luster Decoration Of Medieval Ceramics, Univ. de Toulouse, France. 2005.

5- www.nanoceramics.com

6-www.nanoparticles.com

7- www.nanamaterials.com