

" الاستفادة من الحقائق العلمية المكتشفة حول الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني وإمكانية إعادة إنتاجه فنياً "

Benefiting from discovered scientific facts about Islamic ceramic with metallic luster and the possibility of artistic reproduction.

د. حسان رشيد عبدالعزيز

أستاذ الخزف المساعد- قسم التربية الفنية، كلية التربية النوعية - جامعة طنطا

ملخص البحث :

يعد الخزف الإسلامي ظاهرة فنية عالمية و أحد مكونات الفن الإسلامي ، وقد تأكدت مهارة وخبرة الخزاف المسلم بإنتاجه الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني . وقد تناول البحث بالدراسة والتحليل الحقائق العلمية المكتشفة حديثاً حول تقنية الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني والذي أنتج في العصور الإسلامية بدءاً من الخلافة العباسية والفاطمية وصولاً إلي عصر المورسكيين ويهدف البحث إلي التعرف على هذه الحقائق العلمية ، وكيفية الاستفادة منها في محاولة إعادة إنتاج هذه النوعية الخاصة من الخزف الإسلامي ذو القيمة الفنية العالية لتسويقه كمنتج سياحي عالمي . وقد اتبع البحث المنهج التحليلي حيث تم تحليل المعلومات حول مكونات الجسم الفخاري والتركيب الكيميائي للطلاء الزجاجي وكذلك طبقة البريق المعدني . كما اتبع المنهج التجريبي وذلك بإجراء التجارب الخاصة للحصول على ألوان البريق المعدني الإسلامي وتحديد درجات الحرارة المناسبة للحريق والاختزال وكذلك المواد المختزلة ، كما استخدمت تقنية الديكال الخزفي لمحاولة إعادة إنتاج تصميمات الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني . وقد توصل البحث إلي أن أفضل أساليب إعادة إنتاج تصميمات الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني هي تقنية الديكال الخزفي حيث أنها الأقل كلفة والأعلى دقة . كما توصل إلي أنه لا بد من استخدام مركبات أو أملاح الفضة والنحاس في صورة نترات ، كلوريدات ، أو كربونات للحصول على البريق المعدني ، كذلك يفضل استخدام حجر الزنجر الأحمر لأنه يحسن من خواص الاختزال . وقد وجد أن درجة اللون تتغير حسب سمك اللون المطبوع وطبيعة التصميم وكذلك درجة الحريق وشدة الاختزال ، وقد أوصي البحث بضرورة إحياء تراث الخزف الإسلامي ذو البريق المعني و إحيائه بإعادة إنتاجه فنياً .

كلمات مرجعية :

البريق المعدني الإسلامي Islamic Luster ، الديكال الخزفي Ceramic decal ، الاختزال Reduction

مقدمة :

يعد الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني أحد الظواهر الفنية العالمية في مجال الخزف وأحد مميزات الفن الإسلامي ، وقد ظهر الخزف ذو البريق المعدني في المناطق الميسوبوتامية (Mesopotamian) في سامراء ، سوسة ، بغداد ، والبصرة إبان الخلافة العباسية (٧٥٠ - ١٠٥٥ م) ، وظهر في مصر وعلى وجه الخصوص في الفسطاط أثناء حكم الفاطميين (٩٦٩ - ١١٧١ م) ثم انتشر في كل دول الشرق الأوسط في سوريا وخاصة في الرقة في عهد الأيوبيين (١١٧١ - ١٥١٧ م) وفي إيران في قاشان أو الراي ظهر أولاً في عهد السلجوقية (١٠٣٨ - ١١٩٤ م) ثم في عهد التيموريين (١٣٧٠ - ١٥٠٦ م) والصفويين (١٥٠١ - ١٧٣٢ م) .

وفي نفس الوقت ظهرت هذه التقنية في الغرب في جنوب أسبانيا في عهد الخلافة الأموية ثم امتدت لوقت طويل حتى القرن الرابع عشر والخامس عشر ، ثم تطورت في خزف المورسكيين لمدة خمسة قرون في منطقة فالنسيا بأسبانيا حتى القرن الثامن عشر ثم أخذت هذه التقنية تطبيقاً جديداً في عصر النهضة بإيطاليا في القرن الخامس عشر والسادس عشر حيث أصبحت ديرونا وجوبيو من أشهر مراكز إنتاج خزف الماجوليكا ذو البريق المعدني .

وتتم زخرفة الخزف بالبريق المعدني بعد الحرقين المعتادتين للخزف وهي حريق الفخار في درجة حرارة عالية ثم حريق

الطلاء الزجاجي في درجة حرارة متوسطة سواء كان الطلاء أبيض أو ملون ، ثم يزخرف سطح الطلاء الزجاجي بخليط من أملاح معدنية ومركبات عضوية بعدها تحرق القطعة لمرّة ثالثة وفي جو مختزل في درجات حرارة تتراوح ما بين (٥٠٠ - ٧٠٠ م) مما يؤدي إلي تكون حبيبات معدنية دقيقة جداً (Nano) تبقى متبلدة ومكونة طبقة رقيقة فوق الطلاء الزجاجي..

مشكلة البحث :

١- النقص الحاد في المعلومات الصحيحة اللازمة لإنتاج هذه النوعية من الخزف والمتعلقة بالخامات المستخدمة و درجات الحريق و المواد المختزلة .

٢- عدم تداول هذه النوعية من المنتجات الخزفية كمنتج فني سياحي .

أهداف البحث :

١- التعرف على الحقائق العلمية الصحيحة المكتشفة حديثاً حول الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني .

٢- إعادة إنتاج هذه النوعية الخاصة من الخزف الإسلامي ذو القيمة الفنية العالية وتسويقه كمنتج سياحي عالمي

منهج البحث :

اتبع البحث المنهجين الوصفي التحليلي والمهج شبه التجريبي حيث تم تحليل الحقائق العلمية التي كشف عنها حديثاً في مجال الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني والتي أوضحت التركيب

والمعلومات الصحيحة لتقنية الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني والتي سنتناولها بالتفصيل فيما يلي .



شكل (١) نماذج من الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني دراسة تحليلية للخزف الإسلامي ذو البريق المعدني : أجريت دراسة أستخدم فيها نوعين من الميكروسكوب أحدهما الميكروسكوب البصري العادي والآخر الميكروسكوب الإلكتروني عالي الجودة وقد تم المسح الضوئي على شققات من الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني لرؤية التركيب الخاص بها ، وهدف هذه الدراسة هو معرفة النشأة التكنولوجية الصحيحة للخزف ذو البريق المعدني من خلال دراسة مقارنة لتكوين وتركيب الخزف وطبقات الزخرفة من مراكز الإنتاج المختلفة الخاصة به . وقد تم استخدام ثلاثة معايير أساسية لهذه المقارنة :

- ١- طبيعة وتركيب الأجسام الخزفية
- ٢- تركيب الطلاء الزجاجي
- ٣- تركيب وسمك طبقات الزخرفة التي تكون البريق المعدني وقد أجري المسح والتحليل على قطع كاملة أو شظايا وشققات من الخزف ذو البريق المعدني من حقب تاريخية وأماكن مختلفة كما يوضح الجدول رقم (١)

الكيميائي للطينات المستخدمة وكذلك مكونات الطلاء الزجاجي وطبقة الزخرفة التي كونت البريق المعدني . ومن خلال المنهج شبه التجريبي تم إجراء التجارب الخاصة بألوان البريق المعدني ودرجات الحريق والمواد المختزلة واستخدام تقنية الديكال الخزفي لإعادة إنتاج هذه النوعية الخاصة من الخزف .

تعريف الخزف ذو البريق المعدني :

الخزف ذو البريق المعدني هو خزف مزخرف بطبقة لامعة براقية فوق السطح الخزفي المزجج ويأتي البريق المعدني من الحبيبات النانوية المعدنية في قالب زجاجي (Metallic Nonoparticles) ، ولألوان البريق المعدني خصوصية كبيرة حيث أنها تتغير حسب زاوية الرؤية وحسب الأظياف المنعكسة ويكون تأثيره مذهل ويكون اللون أصفر ذهبي ، أزرق ، أخضر ، وردي ، ... إلخ .

ويختلف لون البريق حسب التركيب الكيميائي فاللون الأصفر ، الأخضر ، والبني يكون في البريق المعدني الغني بالفضة ، بينما يكون اللون البرتقالي ، الأحمر ، القرمزي في البريق المعدني الغني بالنحاس .

وعادة ما كان يصنع الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني من طفلة صفراء نقية مغطاة بطبقة غير شفافة من الطلاء الزجاجي القصديري ثم يرسم عليها بالأكاسيد المعدنية ثم تحرق حرقاً طيبناً في درجات حرارة تتراوح ما بين ٥٠٠ - ٦٠٠ درجة مئوية وعندئذ تتحول الأكاسيد المعدنية باتحادها مع الدخان (نتيجة الحريق المختزل) إلى طبقة معدنية رقيقة جداً .

وقد اهتم الخزاف المسلم بهذا النوع من الخزف وأثبت براعته ونجاحه فيه إلى مدى بعيد ويعلل البعض هذا النجاح إلى أن الخزف وخاصة ذو البريق المعدني قد حقق فكرة الحضارة الإسلامية في جوانب متعددة فروح الإسلام السمحة لا تتمشى والتزف واستعمال الخامات النفيسة كالذهب والفضة ولذلك أقبل الفنان المسلمون والعرب منهم بخاصة على فن الخزف إقبالاً عظيماً واستطاعوا أن ينتجوا خزفاً على مستوى عال من القيمة الفنية ولم يكتفوا بذلك بل وصلوا إلى أن يكون إنتاجهم الخزفي في الأواني والتحف المختلفة يصلح من حيث الفخامة والجمال لأن يكون بديلاً لأواني الذهب والفضة باستعمالهم للخزف ذو البريق المعدني الذي يعد ظاهرة خاصة انفرد بها الفن الإسلامي .

وتنتج ألوان أو بطانات البريق المعدني المختزلة بتطبيق البطانة المكونة من مركبات الفضة والنحاس والتي تخطط مع بعض الطين أو أكسيد الرصاص ثم تطبق فوق السطح الخزفي المغطى بالطلاء الزجاجي ، بعدها يعاد حرق القطعة حتى يلين الطلاء الزجاجي وباختزال جو الفرن وسحب الأكسجين فإن المركبات المعدنية تتحول وتترسب في صورة طبقة معدنية رقيقة فوق سطح الطلاء الزجاجي وعندما تبرد القطعة الخزفية يمسح السطح بفرشاة تلميع لإزالة القشرة السوداء .

ويتغير لون البريق المعدني حسب خلطة اللون وكذلك شدة دورة الاختزال وطول مدة التبريد ، ولدرجة الحريق أهمية كبيرة في نجاح لون البريق فإذا كانت درجة الحرارة غير كافية فلن يلين الطلاء الزجاجي ولن تلتصق به طبقة البريق المعدني وإذا زادت درجة الحرارة فسوف تنصهر طبقة البريق وتذوب في الطلاء وسنحصل على اللون البني فقط .

وقد حاول الكثير من الخزافون والمؤرخون والمحللون تفسير ظاهرة الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني إلا أن أي منهم لم يتوصل إلى الحقيقة الكاملة والصحيحة لهذه التقنية حتى تواتر الاكتشافات مع التقدم العلمي وظهور الميكروسكوب الإلكتروني وأجهزة التحليل الدقيقة واستخدامها من قبل بعض الجامعات ومراكز الأبحاث المتخصصة فأمكن الكشف عن الحقائق

أما جدول (٢) فيوضح نتائج دراسة وتحليل للجسم الخزفي | المكون للخزف الإسلامي ذو البريق المعدني.

الجدول رقم (١)

الحقبة الزمنية للخزف	المنشأ (مكان الإنتاج)	مكان الوجود حالياً
العباسي (القرن ٩-١٠)	سوسة - ميسوبوتاميا	متحف اللوفر
العباسي (٩-١١)	ميسوبوتاميا - الفسطاط	مقتنيات خاصة
ما قبل الفاطمي	الفسطاط	اللوفر
الفاطمي (٩٨٩-١١٧١ م)	الفسطاط	متحف سيفر
الأيوبي (١١٧١-١١٢٥ م)	سوريا	اللوفر
القرن ١٢	سوريا	اللوفر
المنغولي الأول (١٠٣٨-١١٩٤ م)	إيران	اللوفر
المنغولي (١٢٥٦-١٣٥٣ م)	إيران	اللوفر
التيموريين (١٣٧٠-١٥٠٦ م)	إيران	اللوفر
الصفويين (١٥٠١-١٧٣٢ م)	إيران	اللوفر
المماليك (١٢٥٠-١٥١٠ م)	سوريا	اللوفر
أواخر القرن ١١	بني حماد (الجزائر)	اللوفر
أسبانيا الإسلامية (القرن ١٢-١٤)	أندلسية - أسبانيا	سيفر
المورسكيين (القرن ١٥-١٨)	جرانادا - أسبانيا	سيفر

الجدول رقم (٢)

المنشأ	وجود الأكاسيد والعناصر الكيميائية بالنسب المئوية												
	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	
العباسي	2.26	7.08	12.56	45.91	0.20	1.90	0.78	1.37	19.64	0.59	0.14	7.35	
الفاطمي ١	2.16	3.50	11.62	42.95	0.47	3.78	2.02	1.38	22.57	1.06	0.10	7.83	
الفاطمي ٢	1.39	3.56	12.34	47.60	0.50	2.09	0.66	1.20	21.81	0.98	0.09	7.18	
الفاطمي ٣	4.81	1.18	7.79	75.50	0.25	1.50	0.93	1.08	3.66	0.42	0.04	1.60	
الأيوبي	3.59	2.61	3.32	78.48	0.51	1.86	0.44	1.59	5.54	0.21	0.03	1.55	
المنغولي ١	2.83	1.06	8.13	77.48	0.25	2.43	0.25	1.84	2.86	1.04	0.02	1.40	
المنغولي ٢	2.97	1.58	7.72	77.91	0.36	1.27	0.19	1.59	3.82	0.89	0.03	1.36	
التيموري	1.01	3.29	12.60	50.48	0.12	0.98	0.20	2.63	21.58	0.70	0.11	5.98	
الجزائري	0.91	2.32	14.06	40.61	0.38	1.18	0.17	0.61	30.43	1.07	0.09	7.30	
المورسكي	0.80	3.05	14.16	44.49	0.15	3.23	0.24	2.79	23.49	0.77	0.10	5.93	

ووجدت هذه النوعية من الطينة الكلسية واستخدمت في العصر الفاطمي (بين القرن التاسع والثالث عشر) ، ثم وجدت مؤخراً في إيران في عصر التيموريين ، واستخدمت حصرياً في الإنتاج الخزفي الأسباني ، كما استخدمت هذه الطينة السيليكية في سوريا أثناء الخلافة الأيوبية والمملوكية وفي إيران في بداية وأثناء العصر المغولي .

بينما استخدم كلا النوعين أثناء العصر الفاطمي وفي إيران بعد القرن الرابع عشر .

والمكونات الأساسية للطينة السيليكية هي حبيبات الكوارتز وتوجد في قلب قلوي ، وبها محتوى عالي من الألومينا يصل إلى ٧ % .

وقد أجريت دراسة وتحليل للطلاء الزجاجي المكون للخزف الإسلامي ذو البريق المعدني فكانت النتائج كما يتضح في الجدول التالي رقم (٣) :

كان يستخدم نوعين من الطينة في تصنيع الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني إحداهما كانت طينة كلسية (تحتوي على نسبة عالية من الكالسيوم) يتدرج لونها من البني الفاتح (البيج) إلي البرتقالي ، أما الطينة الثانية فهي عجائن عالية السيليكية (تحتوي على نسبة عالية من السيليك) لونها أبيض وهي من "الفايانس" القديم .

وقد وجدت أقدم القطع من الخزف ذو البريق المعدني في سوسة وسامراء وهي من العصر العباسي وقد صنعت من جسم كلسي متجانس يحتوي (٢٠ % أكسيد كالسيوم - ٧ % أكسيد حديد) . وهذا النوع من الطينة يطابق تماماً نفس المنتجات أو القطع الخزفية التي وجدت في هذه المناطق من حيث التركيب الكيميائي لطينة أرض هذه المناطق .

وتعتبر هذه الطينة نقية بدرجة كافية على الرغم من احتوائها نسبياً على نسبة كبيرة من الحديد ، لأن عنصر الحديد يتحد مع مجموعات البيروكسين (Pyroxene) وهي مجموعة من سيليكات الماغسيوم أو المنجنيز متقادياً للون الأحمر .

الجدول رقم (٣)

العصر	نوع الطلاء	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	SnO2	PbO
العباسي ١	شفاف	3.10	2.30	2.99	72.59	0.15	4.26	0.48	4.86	6.42	0.16	0.56	1.10	0.15	0.25
العباسي ٢		3.85	3.41	2.29	72.17	0.20	0.85	0.53	4.70	5.55	0.12	0.27	0.90	3.20	1.70
العباسي ٣	معتم	0.63	1.76	2.82	51.55	1.02	8.48	0.65	2.28	6.21	0.06	0.12	0.72	12.7	8.0
الفاطمي ١	معتم	1.41	0.08	2.29	43.81	0.00	0.00	0.21	3.12	0.65	0.26	0.01	0.51	18.4	29.0
الفاطمي ٢	معتم	1.70	0.10	1.90	48.45	0.02	0.00	0.14	3.27	0.85	0.33	0.01	0.54	7.8	34.6
الفاطمي ٣	معتم	0.86	0.09	1.56	38.54	0.00	0.00	0.29	1.55	0.57	0.34	0.01	0.44	14.5	40.7
الأيوبي	شفاف	8.54	2.54	1.89	74.68	0.43	1.06	0.44	2.61	5.88	0.15	0.08	1.40	0.0	0.01
المملوكي	شفاف	5.03	3.56	1.44	73.15	0.13	0.36	0.12	4.57	6.99	0.09	0.03	2.18	0.01	0.2
المنغولي ١	معتم	4.29	1.89	1.82	55.6	0.04	0.36	0.27	2.04	3.14	0.11	0.03	0.73	9.3	20.2

3.95	1.65	2.24	59.23	0.00	0.62	0.27	3.10	4.07	0.18	0.03	1.00	6.7	16.3	معتم	المنغولي ٢
2.16	1.41	2.22	59.31	nd	nd	0.14	3.42	2.94	0.09	0.02	0.54	8.1	18.3	معتم	التيموري
7.25	3.10	2.24	78.03	0.07	0.23	0.11	1.75	5.56	0.12	0.06	1.11	0.0	0.01	شفاف	الصفوي
1.20	0.49	0.93	45.15	0.06	0.00	0.05	2.32	1.42	0.07	0.01	0.40	6.7	40.9	معتم	الناصرى
0.73	0.30	1.85	46.37	nd	0.07	0.17	5.42	2.49	0.06	0.01	0.22	5.38	36.43	معتم	المورسكى القرن ١٧
0.57	0.11	1.31	55.73	nd	0.08	0.19	5.02	1.35	0.06	0.01	0.40	0.07	33.47	شفاف	المورسكى القرن ١٨

ظهور تشققات ومع الكثير من السيليكات فإن درجة حرارة الليونة ستكون مرتفعة .

٢- يجب أن تتراوح نسبة الألومينا إلى السيليكات ما بين ١ : ١٠ لأن النسبة العالية من الألومينا سوف تجعل الطلاء أقل انصهاراً

٣- وجود بعض من الصودا أو البوتاش وسط الأكاسيد الأساسية

٤- وجود قليل من الرصاص هام حيث أنه يساعد على الانصهار ولا يؤدي إلى التشقق

(Crazing) ، إلا أن الطلاءات الزجاجية الغنية بالرصاص تظلم و تصبح غامقة أثناء الاختزال خاصة إذا احتوت على القصدير .

٥- إن التنوع الكبير في الأكاسيد الأساسية يجعل الطلاء أكثر انصهاراً .

٦- إن وجود نسب بسيطة من خامات معينة مثل مركبات الزنك ، الباريوم ، الليثيوم ، والأسترنتيوم (Strontium) تزيد ليونة وانصهار الطلاء الزجاجي دون زيادة احتمالية تشققه .

٧- إن وجود نسبة أكبر من ١٥ % من فريت البوراكس يكون مفيداً حيث أنه يساعد على الانصهار ويجعل سطح الطلاء صلباً ، وفي حدود هذه النسبة لا يزيد من حدوث التشقق .

٨- إن الطلاء الزجاجي الأكثر طحناً ونخلاً هو الأكثر انصهاراً .

٩- إن وجود حوالي ١ % بنتونيت أو ٣ % كاولين يساعد الخامات سابقة الصهر أن تبقى في شكل معلق في الماء .

١٠ - غالباً ما يسيل الفريت القلوي حينما يغمس به الفخار ويمكن حل هذه المشكلة بإضافة حوالي ٤ % من حجم السائل من الطلاء الزجاجي بمادة الخل .

١١- يفضل أن يطبق الطلاء الزجاجي فوق الفخار المحروق في درجات حرارة عالية لتفادي تشقق الطلاء وهذا ما كان متبعاً في الماجوليكا الإيطالية وكذلك في غالبية المنتجات الصناعية .

وهذه بعض خلطات الطلاء الزجاجي التي تصلح لتطبيق البريق المعدني فوقها :

الخلطة الأولى :

فريت قلوي ٩٠ ، طين صيني ١٠ ، أكسيد قصدير ١٠

وتنتج هذه الخلطة طلاء يشبه الطلاء الزجاجي القلوي الإسلامي التقليدي ، ويكون البريق المعدني فوقه لامع سواء النحاس أو الفضة ولكنه يتشقق بسهولة ويحتاج إلى جسم طيني ذو تركيز عالي .

تتحرق هذه الخلطة ما بين ٩٥٠ - ١٠٢٠ °م

يختزل البريق عند درجة ٦٢٥ °م

الخلطة الثانية :

طلاء زجاجي رصاصي قلوي قصديري منخفض الانصهار
فريت بوتاسيوم ١٢ ، رمل ١٢ ، رماد قصدير +

رصاص ١٠

يكون خلطته كالتالي :

0.35 K2 O- 2.25 SiO2 - 0.1 AL2O3 - 0.65 PbO -
0.40 SnO2

وبمسح وتحليل نتائج الدراسات التي أجريت على الطلاء الزجاجي المستخدم في خزف البريق المعدني تبين استخدام الطلاء الزجاجي القلوي (Alkaline Glaze) والطلاء الزجاجي الرصاصي (Lead Glaze) وكذلك الطلاء القصديري (Tin Glaze)

وقد استخدم الطلاء الزجاجي القلوي في الإنتاج الأول في العصر العباسي ثم تلاه استخدام الطلاء الزجاجي الرصاصي وفي أحيان قليلة تم استخدام الطلاء الزجاجي القصديري .

وقد احتوت الطلاءات الزجاجية القلوية التي استخدمت في العصر العباسي على نسبة عالية من البوتاسيوم (أكثر من ٤ % من الوزن) وهي شفافة أو رمادية ، أما في العصر الفاطمي فقد استخدم كلا من الطلاء الرصاصي والقصديري .

وفي العصر الأيوبي وعصر الصفويين احتوت الطلاءات الزجاجية على صوديوم أكثر

(٤ - ٥ % أكسيد صوديوم) ، وأحياناً ما كانت تلون باللون الأزرق أو الأخضر الفاتح باستخدام الكوبالت وأكسيد النحاس ، بينما تميز إنتاج المورسكيين باحتوائه على طلاء زجاجي رصاصي وبه كميات قليلة من الصوديوم ، وتميزت زخارف عصر النهضة بتطبيقها فوق طلاء زجاجي رصاصي .

وقد لوحظ اختلاف الخلطات داخل المساحة الجغرافية الواحدة أو في نفس البلد والتي يربطها تسلسل زمني واحد ، وقد أكد كثير من الباحثين ذلك .

ويفضل استخدام الطلاء الزجاجي القلوي لتطبيق البريق المعدني فوقه للأسباب التالية :

١- لأن بريق الفضة والنحاس يتكون بسهولة مع الطلاء الذي يحتوي الصوديوم والبوتاسيوم وذلك لأن التركيب الجزيئي لهذا الطلاء يسمح بتداخل الذرات والجزيئات .

٢- ارتباط الأكسجين بالصوديوم والبوتاسيوم قوي جداً يصعب تكسيره بأحادي أكسيد الكربون أثناء عملية الاختزال داخل الفرن ، وبذلك فلن يتأثر الطلاء الزجاجي بشدة الاختزال أما الطلاء الزجاجي الرصاصي يسهل اختزاله ويصبح معتماً أو غامقاً .

٣- تلين الطلاءات الزجاجية القلوية في درجات حرارة منخفضة وهي ميزة لصانعي البريق المعدني .

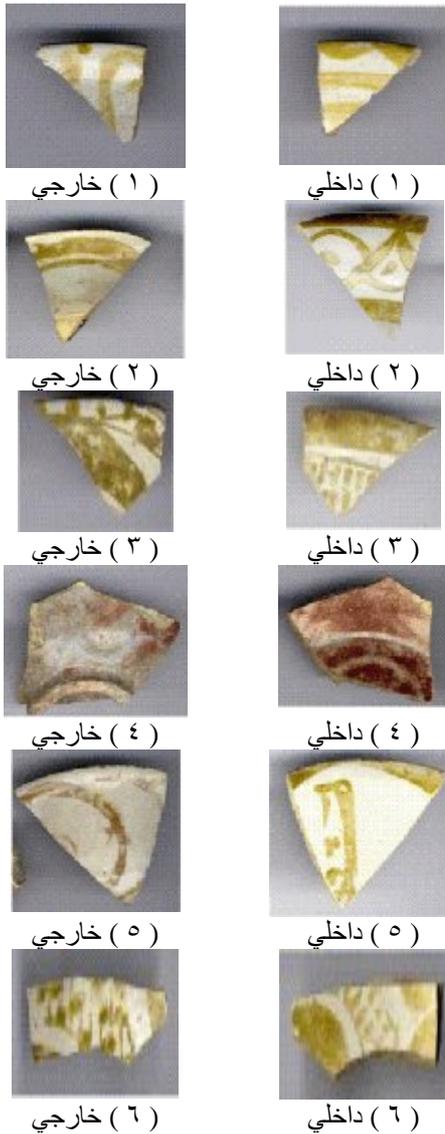
٤- تتطاير الفضة والنحاس جزئياً في درجات حرارة منخفضة نسبياً (عند درجة احمرار الفرن) وتتطاير أكثر كلما زادت درجة الحريق ، وبذلك يكون الحريق منخفض الحرارة أقل فقداً للمعادن .

٥- يبدأ الطلاء الزجاجي القلوي في الليونة عند درجة احمرار الفرن أي حوالي ما بين ٦٠٠ - ٦٢٠ درجة مئوية وهذه الدرجة يمكن إدراكها بالعين المجردة في حالة عدم وجود أجهزة قياس .

وأقرب الخلطات في وقتنا تشبه الطلاء الزجاجي الذي استخدم في العصور الإسلامية هي : ٨٥ % فريت قلوي + ١٠ % فلنت + ٥ % كاولين

ولكي نحصل على طلاء زجاجي مناسب لتطبيق البريق المعدني يراعى الآتي :

١- يجب أن تتراوح نسب الأكاسيد الأساسية إلى السيليكات ما بين ١ : ١,٥ ، ١ : ٢,٥ ومع قليل من السيليكات فإنه من المحتمل



شكل (٢) شققات من الخزف ذو البريق المعدني عثر عليها بقصر مدينة الزهراء يقصد بالداخلي أي الرسم بطبقة البريق داخل الطبق أو الإناء بينما الخارجي هو طبقة البريق المرسومة خارج الطبق أو الإناء.

وتحتاج إلى طينة ماجوليكاً محروقة حرقةً عاليةً ذات انكماش كبير أثناء التبريد .

تحرق هذه الخلطة عند ٩٦٠ م° ويتم الاختزال عند ٦٢٥ م° .

الخلطة الثالثة :

فلدسبار ٧ ، كوارتز ٣٣ ، رمل مطحون ١٩ ، كربونات بوتاسيوم ٦

كربونات صوديوم ٥ ، أكسيد رصاص أحمر ٢٥

وتحتاج هذه الخلطة إلى عملية صهر سابقة (FRITTING) ،

وتحرق عند ٩٩٠ م° ويتم الاختزال ما بين ٦٢٥ م° - ٦٥٠ م° ،

ويمكن تلوينها بالأكاسيد المعدنية كما يمكن جعلها معتمة بعد إضافة أكسيد القصدير .

الخلطة الرابعة :

هي خلطة طلاء زجاجي قصديري قلوي رصاصي يمكن استخدامها وتطبيقها فوق الطينة الحمراء مثل الطين الأسواني .

بيسيليكات الرصاص ٢٩ ، فريت بوراكسي ٤٤ ، أكسيد زنك

٥ ، طين صيني ٢ ، فلنت ٧ ، سيليكات

الزركونيوم ٣ ، كربونات باريوم ١ ، أكسيد قصدير ١٠

تحرق عند ١٠٥٠ م° ، الاختزال عند ٦٥٠ م° .

الخلطة الخامسة :

سيليكات رصاص ٣٠ ، فريت بوراكسي ٦٠ ، طين صيني ١٠ ، أكسيد قصدير ١٠

تحرق ما بين ١٠٦٠ م° - ١٠٨٠ م° ، والاختزال عند ٦٨٠ م° ،

وتطبق فوق الطينات الأرضية .

الخلطة السادسة :

فريت بوراكسي ١٠٠ ، طين صيني ١٠ ، سيليكات زركونيوم

٤ ، أكسيد قصدير ٨

تحرق عند ١٠٦٠ م° ، ويختزل البريق عند ٦٨٠ م° .

دراسة وتحليل طبقة البريق المعدني للخزف الإسلامي ذو

البريق المعدني :

أظهرت العينات المأخوذة من العصر العباسي والفاطمي تركيب أكثر تعقيداً في العمق من ذلك الموجود في خزف المورسكيين بأسبانيا

وبيين الجدول التالي رقم (٤) وصف وتحليل لطبقات البريق

المعدني وكذلك نسب وجود الفضة والنحاس لعينات أو شققات

من الخزف ذو البريق المعدني في قصر مدينة الزهراء بأسبانيا

ويرجع تاريخها إلى القرن العاشر الميلادي ولكن هذه الأطباق أو

ما تبقي منها من شققات كانت تستورد من مراكز الإنتاج في

ميسوبوتاميا (سوسة وسامراء) في عهد الخلافة العباسية ،

حيث أن خامة الطين التي صنعت منها القطع هي نفس خامة

الطين المستخدم في سوسة وكذلك الطلاء الزجاجي هو نفسه

الذي كان ينتج في العراق في نهاية العصر العباسي .

الجدول رقم (٤)

العينة	طبقة السطح nm	الطبقة الأساسية		التردد ١		التردد ٢	
		nm	Ag	Cu	nm	Ag	Cu
(١) داخلي	171.6	171.6	2.3				
(١) خارجي	143	257.4	1				
(٢) داخلي	92.95	143	3.28		114.4	1	
(٢) خارجي	57.2	178.2	2	0.8	85.8	0.8	0.8
(٣) داخلي		185.9	2		143	0.8	
(٣) خارجي		157.3	2.1		128.7	1	
(٤) داخلي	128.7	128.7		7			
(٥) داخلي	121.55	128.7	4		114.4	1.5	
(٥) خارجي		143	1.8	1	71.5	1	1
(٦) داخلي	42.9	157.3	2.2		171.6	1.2	114.4
(٦) خارجي	128.7	185.9	4		121.5	1.7	0.7

ما بين (١٥٠ - ٢٥٠ نانوميكرون) .

٢- تحتوي طبقات البريق المعدني على الفضة كمكون أساسي .

ونلاحظ في الجدول رقم (٤) مايلي :

١- يتراوح سمك الطبقة الأساسية للبريق المعدني لمعظم العينات

(Monochrome) وهو اللون الأحمر .
تركيب البريق المعدني في عصر النهضة بإيطاليا :
يبين الجدول التالي رقم (٥) مكونات طبقة البريق المعدني في
عصر النهضة بإيطاليا

٣- البريق المعدني ذو اللون الأخضر لا يحتوي على النحاس .
٤- يقتصر وجود النحاس في الأماكن ذات البقع الحمراء (Reddish Spot) سواء كان في السطح الداخلي أو الخارجي
العينة .
٥- أن العينة رقم (٤) زخرفت من الجانبين بلون واحد)

الجدول رقم (٥)

لون البريق	Sb	Sn	Ag	Pb	Cu	Ni	Co	Fe	Mn	Ca	K	Si
أحمر	0.16	0.18	0.23	0.34	0.07	0.31	0.04					
أحمر	0.10	0.12	0.21	0.06	0.19	0.03						
ذهبي	0.11	0.02	0.24	0.07	0.23	tr						
ذهبي فوق الأحمر	0.15	0.02	0.26	0.08	0.25	tr						
بنّي	0.19	0.33	0.32	0.42	0.10	0.29						
أزرق	0.65	0.62	1.10	1.52	0.33	0.03						
أخضر مصفر	0.18	0.09	0.40	1.17	10.80	0.04						
سمني	0.22	0.27	9.84	0.25	0.09	0.25						

فالكبريتيدات ، النترات ، والكوريدات سهلة الاختزال مقارنة
بالأكاسيد والكربونات .
وقد كان معظم صانعي البريق المعدني يبدأون بحرق معادن
الفضة والنحاس مع الكبريت للحصول على كبريتيدات .
ويختلف التأثير الناتج لمركبات الذهب والفضة تبعاً لذوبانيتها ،
فالمركبات الغير ذوابة تخلق فيزيائياً وتميل إلي إنتاج طبقات
بريق معدني مع درجات لونية متدرجة ، أما المركبات الذوابة
مثل النترات فتخلق كيميائياً وتعطي ألوان كاسية من الكهرماني ،
البرتقالي ، والذهبي .
وتعمل كل الصبغات بشكل جيد إذا طحنت وخلطت بشكل جيد
بوسيط طيني ، ويفضل خلطها بالخل عند التطبيق بالفرشاة كما
يفضل إضافة بعض قطرات من الصمغ العربي أو ماء محلي
بالسكر بتركيز عالي لجعل الخامة تتناسب بسهولة .
ومن مميزات الصمغ أنه يجعل الرسم متماسك فوق القطعة بعد
الجفاف ومن ثم يسهل تناولها ، وفي هذه الحالة يمكن تطبيق
الصبغات بالفرشاة ، الإسفنج ، الرش ، الريشة ، أو حتى
السكين .

خلطات صبغات البريق المعدني التي لا تضاف لها مصهرات :
يبين الجدول التالي رقم (٦) بعض الخلطات لصبغات البريق
المعدني دون إضافة مصهرات :

الجدول رقم (٦)

الوزن	الخامة	الوزن	الخامة	الوزن	الخامة
٦	كبريتيد الفضة	١٩	كبريتيد النحاس	٣٢	نترات النحاس
٢٢	كبريتيد النحاس	٢	كربونات الفضة	٣	كربونات الفضة
٤٢	مغرة حمراء	١٦	أكسيد الحديد	٣٥	مغرة حمراء
٣٠	طين صيني	٦٣	طين صيني	٣٠	طين صيني
تعطي لون أحمر متفوح		تعطي لون ذهب أحمر		تعطي لون ذهب برتقالي	
٢٧	كبريتيد نحاس	٢٠	كبريتيد نحاس	١٢	كلوريد فضة
٧	كبريتيد فضة	٢٤	أكسيد قصدير	١٠	أكسيد قصدير
٦٦	مغرة حمراء	٥٦	مغرة حمراء	٣٩	مغرة حمراء
				٣٩	طين صيني
تعطي لون برتقالي ذهبي - أحمر		تعطي لون أحمر		تعطي لون فضي مصفر - فضي مزرق	

الصدويوم ، البوتاسيوم ، الزئبق ، الرصاص ، الكالسيوم ، أو
الزنك . ويمكن لهذه المصهرات أن تجعل الصبغة تلتصق حتى
قبل أن يلين الطلاء الزجاجي .

خلطات صبغات البريق المعدني التي تضاف لها مصهرات :
يمكن أن يتم التفاعل بين الصبغة والطلاء الزجاجي في درجات
حرارة منخفضة وذلك باحتواء الصبغة على مركبات البزموت ،

ولذلك تحرق فوق طلاءات الطينيات الأرضية في درجات حرارة منخفضة أقل من ٧٥٠ م° .

وبين الجدول التالي رقم (٧) بعض خلطات صبغات البريق المعدني التي تضاف إليها مصهرات :

الجدول رقم (٧)

الوزن	الخامة	الوزن	الخامة	الوزن	الخامة
٣٢	كربونات نحاس	٤٣	كبريتيد نحاس	٣	كبريتيد النحاس
٢	نترات فضة	١	كبريتيد فضة	١٤	كبريتيد الزئبق
١	كربونات بزموت	١٣	كبريتيد زئبق	٤٠	المغرة الحمراء
٦٥	مغرة حمراء	٤٣	مغرة حمراء	٤٣	طين صيني
تعطي لون أحمر ذهبي		تعطي لون أحمر منقرح		تعطي لون برتقالي ذهبي	
١٦	كبريتيد نحاس	٣٠	نترات فضة	٤٠	كربونات نحاس
٢	كربونات فضة	٣٠	أكسيد بزموت	٢٠	أكسيد بزموت
١٤	أكسيد الحديد	٤٠	طين صيني	٤٠	طين صيني
٥٢	كلوريد صوديوم	٢	صمغ عربي	٢	صمغ عربي
٨	مغرة حمراء				
٨	طين صيني				
تعطي لون أحمر مصفر		تعطي لون فضي منقرح		تعطي لون ذهبي براق	

وقد صممت خلطة لبطانة حديثة تشبه خلطة بطانة أبو القاسم وهي كالتالي :

- كربونات فضة ٣.٠ ، كلوريد فضة ٢.٥ ، سلفات فضة ٢.٥ ، كبريتيد فضة ٢.٠
- كبريتات نحاس ٤٠.٠ ، كبريتيد نحاس ٣.٠ ، كلوريد نحاس ١٠.٠ ، كبريتات حديد ٥.٠ ، كلوريد زنك ٢.٥ ، كبريتات زنك ٠.٥ ، كبريت ٠.٥ ، مغرة صفراء (أكسيد رصاص أصفر) ١٥.٠ ، ثاني كبريتيد الزرنيخ ٥.٠ .

الإجراءات والتجارب :

قام الباحث بمحاولة لإنتاج الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني بخامات متاحة محلياً ، فاستخدم الطين الأسواني في تشكيل الجسم كما استخدم طلاء زجاجي أبيض معتم ، ثم قام بتصميم بعض الخلطات للزخرفة فوق سطح الطلاء الزجاجي بحيث يمكن طباعتها بتقنية الديكال الخزفي لاستنساخ تصميمات وزخارف البريق المعدني الإسلامي .

وبعد التجريب تكونت الخلطات كما في الجدول التالي رقم (٨) :

الجدول رقم (٨)

الوزن	الخامة	الوزن	الخامة	الوزن	الخامة
٥٥	تجربة (٣) : أكسيد رصاص	٦٠	تجربة (٢) : أكسيد رصاص	٥٥	تجربة (١) : أكسيد رصاص
١٥	أكسيد كوبالت	١٠	أكسيد نحاس	٢٠	كبريتيد نحاس
١٥	نترات فضة	٢٠	نترات فضة	١٠	نترات فضة
١٥	كاولين	١٠	زنجفر Cinnabar	١٥	كاولين
٥٥	تجربة (٦) : أكسيد رصاص	٥٥	تجربة (٥) : أكسيد رصاص	٥٥	تجربة (٤) : أكسيد رصاص
٢٥	زنجفر	٢٠	أكسيد منجنيز	١٥	أكسيد حديد
١٠	كربونات فضة	١٠	نترات فضة	١٥	نترات فضة
١٠	كاولين	١٥	زنجفر	١٥	كاولين
				٥٠	تجربة (٧) : أكسيد رصاص
				١٥	كربونات فضة
				٢٠	زنجفر
				١٥	كاولين

(Resolution) ثم معالجتها باستخدام برنامج الفوتوشوب لتحويلها إلى فيلم أبيض وأسود حتى يتسنى تصويرها فوق الشاشة الحريرية (Silk screen) ثم طباعة التصميم باستخدام الخلطات المذكورة في الجدول رقم (٨) بعد تحويلها إلى حبر

لم يكتب في طرق إنتاج البريق المعدني قديماً إلا نادراً وكان ذلك قبل عام ١٨٠٠ م .

وفي رسالة أحد العاملين في إنتاج البريق المعدني وصف أبو القاسم في قاشان خامات وتقنية البريق المعدني وقال :

- خذ واحد ونصف (أو جزء) من زرنيخ أحمر أو أصفر .
- واحد أو جزء من بيريت الحديد المحتوي على الذهب والفضة (Marcasite) .
- نصف جزء كبريت أصفر (ربما كبريتات الحديد) .
- ربع نحاس مسخن ويخلط مع العجينة ثم يطحن .
- ربع ذلك يتم خلطه مع ٦ دراهم من الفضة الخالصة والتي تحرق ثم تطحن مع الكبريت حتى تنعم تماماً .
- يحل ذلك في عصير عنب أو خل ثم يدهن ويرسم به فوق الأنية أو الطبق .
- تحرق الأنية في فرن مخصص للاختزال ثم ندخنها بدخان خفيف لمدة قد تصل لثلاثة أيام حتى نحصل على اللون بعد حرقتين ليكون مثل الذهب .
- عندما تبرد القطعة تمسح وتنفر .

حرقت الخلطات في مدى حراري ما بين (٧٥٠ - ٨٠٠ م°) وتم الاختزال ما بين (٧٠٠ - ٦٥٠ م°) .

تم اختيار مجموعة من تصميمات الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني من برامج الانترنت واختيار أفضلها في اللون والدقة



شكل (٧) تجفيف الشاشة بعد تفتيحها



شكل (٨) وضع الأفلام فوق الورق لضبط أماكن التسجيل



شكل (٩) عملية الطباعة بالحبر الخزفي



شكل (١٠) طباعة التصميم



شكل (١١) التصميمات بعد تغطيتها بطبقة الجيلاتين

خزفي بإضافة وسيط الطباعة السيرجرافية ، ثم طباعتها وإنتاجها بتقنية الديكال الخزفي كما يتضح في الخطوات التالية :



شكل (٣) التصميم الإسلامي الأصلي



شكل (٤) التصميم أبيض وأسود



شكل (٥) الأفلام بعد تثبيتها على منضدة الإضاءة



شكل (٦)

وضع الشاشة الحريرية للتصوير



شكل (١٦) المنتج المستنسخ من خلطة رقم (١)



شكل (١٧) خلطة رقم (٧)



شكل (١٨) خلطة رقم (٦)



شكل (١٩) التصميم الأصلي



شكل (٢٠) المنتج المستنسخ من خلطة رقم (٢)



شكل (١٢) التصميم بعد قصه لتطبيقه فوق الطبق



شكل (١٣) التصميم أثناء تطبيقه فوق الطبق



شكل (١٤) التصميم فوق الطبق أصبح جاهزاً للحريق

يترك الطبق ليُجف لمدة ٢٤ ساعة ثم يحرق ما بين ٧٥٠ - ٨٠٠ م°.

يختزل الفرن ما بين ٧٠٠ - ٦٥٠ م° باستخدام أحد المواد التالية : القلفونيا (راجينا) ، السكر ، زيت محرك السيارة الذي تم استعماله ، وتحدد كمية المادة المختزلة بالتجربة حسب نوع المادة المختزلة وحجم الفرن فعلى سبيل المثال إذا استخدم السكر فإننا نقوم برمي ٩ كجم منه داخل الفرن الذي حجمه ١ م٣ ، ونقوم برمي نصف الكمية عند ٧٠٠ م° أما النصف الآخر فيرمي عند درجة حرارة ٦٥٠ م°



شكل (١٥) المنتج المستنسخ من خلطة رقم (٧)



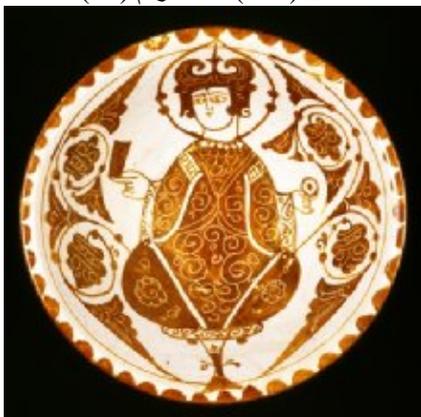
شكل (٢٦) التصميم الأصلي



شكل (٢٧) خبطة رقم (٦)



شكل (٢٨) خبطة رقم (٧)



شكل (٢٩) التصميم الأصلي



شكل (٢١) خبطة رقم (٣)



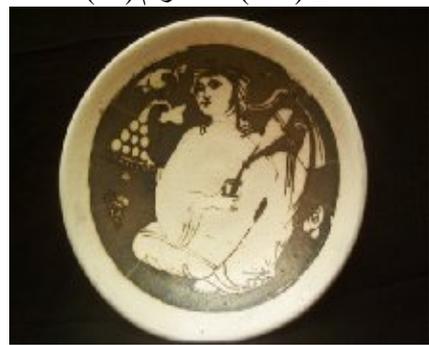
شكل (٢٢) خبطة رقم (٦)



شكل (٢٣) خبطة رقم (١)



شكل (٢٤) خبطة رقم (٧)



شكل (٢٥) خبطة رقم (٥)



شكل (٣٥) خبطة رقم (٣)



شكل (٣٦) خبطة رقم (٧)



شكل (٣٧) خبطة رقم (٦)



شكل (٣٨) التصميم الأصلي



شكل (٣٠) خبطة رقم (٧)



شكل (٣١) خبطة رقم (١) ٨٠٠م



شكل (٣٢) خبطة رقم (١) ٧٥٠م



شكل (٣٣) خبطة رقم (٥)



شكل (٣٤) التصميم الأصلي



شكل (٤٤) خبطة رقم (٥)



شكل (٤٥) خبطة رقم (٧)



شكل (٤٦) التصميم الأصلي



شكل (٤٧) خبطة رقم (٦)



شكل (٤٨) خبطة رقم (١)



شكل (٣٩) خبطة رقم (٤)



شكل (٤٠) خبطة رقم (٧)



شكل (٤١) خبطة رقم (٥)



شكل (٤٢) التصميم الأصلي



شكل (٤٣) خبطة رقم (١)

- ٨- استخدم الخزافون المسلمون في تقنية البريق المعدني خامات وأحجار يصعب الحصول عليها في وقتنا الحاضر نظراً لندرتها وعلو أسعارها .
- ٩- يمكن استخدام خامات متاحة محلياً ومنخفضة التكلفة إلى حد ما للحصول على مظهر للبريق المعدني يشابه ما كان ينتج في العصور الإسلامية .
- ١٠- يوصي الباحث بضرورة إحياء تراث الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني وإعادة إنتاجه وتسويقه كمنتج سياحي عالمي .

المراجع :

- 1- **Caiger-Smith . Alan** , Luster Pottery Technique : tradition and innovation in islam and the western world , Faber and Faber , London , 1991 .
- 2- **Caiger-Smith .Alan** , Islamic Luster Pottery , Studio Potter , 2002 .
- 3- **Borgia I. B. Brunetti I. Mariani A. Sgamellotti F. Cariati, P.Fermo M.Mellini C.Viti G. Padeletti** , Heterogeneous distribution of metal nanocrystals in glazes of historical pottery , Science direct , January 2002 .
- 4- **Bobin O. M. Schvoerer L. Miane J.F. , Fabre** , Coloured metallic shine associated to lustre decoration of glazed ceramics: a theoretical analysis of the optical properties , journal of non-crystalline solids , july 2003 .
- 5 - **Josefinaperez-Arantegui, Angel Larrea** , the secret of early nanomaterials is revealed thanks to transmission electron microscopy , trends in analytical chemistry , vol. 22 , no. 5 , 2003
- 6 - **Fredrickx P. J. Verbeeck D. Schryvers D. Héлары E. Darque-Ceretti** , Nanoparticles in Lustre Reconstructions , materials research society , 2005 .
- 7 - **J. Roqu'e J. Molera P. Sciau E. Pantos M. Vendrell-Saz**, Copper and silver nanocrystals in lustre lead glazes , Journal of the European Ceramic Society , 2006 .
- 8 - **Chris Marvell** , The Belleek Luster Project , Group Newsletter , 2006 .
- 9 - **T. pradell J. molera** , Luster decoration of ceramics: Mechanisms of lustre development , material science & processing , 2006 .
- 10 - **Urmila Mohan** , Reflecting light Radiating life : Apersian luster dish , Terracotta , 2007 .
- 11 - **T.Pradell . A.Climent-Font . J.Molera . A.Zucchiatti . M.D. Ynsa . P.Roura . D.Crespo** , Metallic and nonmetallic shine in lustre : An elastic ion backscattering study , Journal of Applied Physics 101 , 2007 .
- 12 - **Lucia Burgio** , Study of the composition and structure of lustre decorations on original



شكل (٤٩) خلطة رقم (٣)



شكل (٥٠) خلطة رقم (٥)



شكل (٥١) خلطة رقم (٧)

النتائج والتوصيات :

- ١- تعتبر طريقة الديكالك الخزفي أنسب الطرق وأرخصها لاستنساخ تصميمات الخزف الإسلامي ذو البريق المعدني .
- ٢- لا بد من استخدام مركبات الفضة والنحاس في صورة كربونات أو كلوريدات أو نترات للحصول على البريق المعدني .
- ٣- إن إضافة حجر الزنجفر (Cinnabar) يساعد في ظهور البريق المعدني ويحسن من عملية الاختزال داخل الفرن لاحتوائه على الكبريت .
- ٤- لا بد من الطحن الدقيق و النخل الجيد للخامات المستخدمة في الزخرفة بالبريق المعدني ، وكذلك الخلط الجيد والتجانس مع زيت الطباعة المستخدم لتكوين الحبر الخزفي المستخدم في طباعة الديكالك .
- ٥- يفضل استخدام خامة السكر في الاختزال حيث أن الدخان المتصاعد منها أقل ضرراً وتلويهاً للبيئة مقارنة بدخان الفلغونيا أو زيوت السيارات .
- ٦- تتغير درجة اللون داخل التصميم الواحد حتى إذا طبع بخلطة واحدة وذلك حسب سمك وكثافة اللون المطبوع وحسب طبيعة التصميم سواء كان مساحة لونية أو درجة ظليلة .
- ٧- نحصل على درجات لونية متنوعة لنفس الخلطة حسب درجة الحريق وشدة الاختزال .

- Makariou X. Dectot A. Faÿ-Hallé and D. Miroudot** , Ceramics with metallic lustre decoration A detailed study of Islamic productions from the 9th century until the Renaissance , Matériaux & Techniques , vol 100, 2012 .
- 17- Aurelio Climent-Font** Commentary : luster ceramic : a 9th century AD nanotechnology , journal of nanophotonics , vol,6, 2012 .
- 18 – Johanna DeMaine** , Lusters , Techno File .
- 19 - Sadek H.. A.Khedr . M.Simileanu . R.Radvan** , characterisation of luster compositions from Egypt by libs and iba , Journal of Nanomaterials and Biostructures , Vol.8.No 4 , December 2013 .
- مواقع الانترنت :
- 13 – www.heraeus-preciouscolours.com , 2/6/2013– 19 pm .
- Italian Renaissance lusterware , research and technology for the conversation of the European cultural heritage , 2009 .
- 13 - angel polvorinos . Stefan roehrs . marc aucouturier . jacqescastaing . and annebouquillon**, medina al-zahra lustre ceramics : 10thcenturylocal nano technology or importation from middle east , The Arabian Journal for Science and Engineering, Volume 35 , June 2010 .
- 14 - Philippe Sciau** , Nanoparticles in Ancient Materials : The Metallic Lustre Decorations of Medieval Ceramics , , Université de Toulouse , 2011.
- 15 - Ceramaglas Décor** , hand application and firing of liquid lustres on pottery storage , ceramaglas décor corporation , 2012 .
- 16 - D. Chabanne M. Aucouturier A. Bouquillon E. Darque-Ceretti, S.**