دراسة تحليلة لقطع من الخزف ذو البريق المعدني بمتحف الفن الاسلامي بالقاهرة

أ/ ريهام حسن

قسم ترميم الأثار - كلية الأثار جامعة سوهاج

ملخص البحث

في بداية العصر الإسلامي (٦٢٢ م) ، عمل الخزاف المسلم أعمال من الخزف متعدد الألوان و التي كانت مبنية علي الأسس الفنية في فترة ما قبل ظهور الإسلام، و مع ذلك فان الخزاف المسلم طور العديد من التقنيات التي تتطلب دقة و خبرة و تفاصيل تكنولوجيا صعبة.

و حيث ان الخزف الاثري في الشرق الأوسط يصنف بناء علي الشكل والزخرفة، و ان التركيب المعدني و الكيميائي للمادة الخام للخزف لا يقل أهمية عن تصنيف الشكل و الزخرفة.

لذا يركز هذا البحث على استخدام التقنيات التحليلية، مثل التحليل بوحدة الأشعة السينية المشتتة للطاقة EDX ووحدة حيود الأشعة السينية XRD فى دراسة مكونات المقتنيات الخزفية ذات البريق المعدنى على بعض النماذج المتواجدة فى متحف الفن الإسلامى.

الكلمات الدالة: الخزف ذو البريق المعدنى – حيود الأشعة السينية XRD – طبقة التزجيج – تحليل EDX.

١- المقدمة

يعتبر العصر الفاطمي في مصر من أزهي العصور الإسلامية في فن صناعة الخزف ، و لعل موقف الدين الإسلامي الكاره لاستخدام الأواني المصنوعة من الذهب و الفضة أثر في ذلك الازدهار و التطور ، ولابد لألوان التزجيج المعدنية ان تعطي سطحا لامعا الا ان العديد منها يظهر بعد الحرق كحبيبات غير ذائبة خشنة، أما عن الألوان المستخدمة في الخزف ذو البريق المعدني فتتكون من عناصر دقيقة تكون في صورة ذائبة او معلقة من معادن الذهب و الفضة و النحاس١. فالبريق المعدني هو تنوع من الزخرفة بالطلاء الزجاجي علي الخزف، ظهر في العصور الوسطي تشكيل الزخرفة بالبريق المعدني لها قاعدة طينية ، تأتي من حبيبات النانو المعدنية، حيث إن البريق المعدني يعطي إمكانية الوصول إلي درجات اللون و الذي يمكن ان تتغير حسب الزاوية التي ينظر منه إليها. فمثلا، يتغير اللون حسب انعكاس الضوء، فيعطي انعكاس براق، وينتج ألوان معدنية شديدة اللمعان، و التي يمكن ان تكون، أصفر ذهبي، أزرق، أخضر، وردي٢ .

أشار ٣(Pradell.T, et al, 2005) لنتائج تحليل الخزف ذو البريق المعدني و الذي يرجع إلي العصور الوسطي أن هناك تبادل أيوني بين بعض الايونات القلوية للتزجيج (NaC1 , K1) و النحاس و كاتيونات الفضة و الذي يحدث أثناء الحرق، ويقول ٤(Chabanne. D,et al,2011) أن في القرن التاسع عشر الميلادي نشأت الخزف ذو البريق المعدني Luster و معتمدة علي حبيبات النانو هي تقنية قادرة علي تحويل العناصر البسيطة إلي قطع قيمة ثمينة يشبه بريقها بريق الذهب. ويعتبر هذا النوع من الزخرفة عملية متطورة معقدة لتنتج طبقة مزججة للخزف بسمك لا يتعدى المللي ميكرون من جزيئات معدنية ذات قطر نانومتري، مما يمنح السطح انعكاس لامعاً براقاً.

وقد أجريت العديد من الدراسات لتحديد التركيب المعدني للطلاء الزجاجي، وأجرى فريق من الباحثين تحليل لعينات محددة ، وأظهرت النتائج أن تركيب الطلاء الزجاجي المستخدم في زخرفة البريق المعدني متغير بدرجة كبيرة من طلاء قلوي إلى طلاء عالي محتوى الرصاص٥، ولا يوجد تركيب محدد، وفي خلال العصر العباسي استخدمت المنتجات الأولى الطلاء القلوي، ولكن بعد ذلك استخدم طلاء الرصاص مع القصدير في بعض الحالات٦-٧ ، تكمن أهمية هذه الدراسة في إمكانية الحصول علي معلومات هامة عن المواد الخام المستخدمة في صناعة الخزف القديم والتي تشمل أنواع الطفلات والمواد المالئة التي تم استخدامها بالإضافة الي دراسة طبقة التزجيج ومساعدات الصهر والمواد الملونة المستخدمة و كذلك دراسة ظروف و درجات الحرق ٨ .

٢- تركيب الخزف ذو البريق المعدني :

الخزف ذو البريق المعدني يتميز بتنفيذ تقني عالي، ومن المعروف بأن الحرفيين الموهوبين يحولون الأشياء البسيطة إلي قطع حقيقية من الفنون التطبيقية، فقد وصل فن الخزف إلي أعلي مستوياته في مصر القديمة ٩ ، البريق المعدني: عبارة عن مركب من جزيئات النحاس و الفضة النانوية مدمجة و منتشرة في طبقة التزجيج ، و يعطي البريق مظهراً لامعاً ملوناً و بإنعكاس الضوء عليه يضئ (أو يبرق) بمظهر الذهب ١٠

بدراسة قطع البريق المعدني من عصر النهضة في القرن السادس عشر الميلادي من ديروتا و جوبيا Deruta and Gubbio بإيطاليا باستخدام ال XRD و الذي أظهر وجود البزموت Bismuth (Pb2Bi2S5) و المعروف عنه أنه عامل اختزال قوي ، و كان يستخدم في صورة أكسيد أو كربونات في منتجات البريق المعدني الحديثة ، حيث كان يستخدم البزموت منذ بداية القرن السادس عشر في ايطاليا مع الرصاص و القصدير لصناعة انية خزفية تشبهه الفضة ١١

لعبت التقنيات البدائية في العصور القديمة دورا فعالا في وضع أنماط التزجيج والتي اعتمدت بشكل أساسي علي التركيب الكيميائية وأنواع الطين وإجراءات الحرق (حرارة – بيئة الغلاف الجوي) والتي تعتمد علي الطين الكلسي غير الجيري أو غير المستقر والذي يتم إطلاقه في عند خفض درجات الحرارة للغلاف الجوي أقل من ٨٠٠ درجة حرارة مئوية والثانية علي الإطلاق المستقر للطين الكلسي في درجة حرارة الغلاف الجوي المؤكسد التي تزيد عن ٨٠٠ درجة مئوية ١٢ يتم الحصول علي البريق المعدني عن طريق الزخرفة بالألوان المختلطة بأملاح النحاس والفضة و الماء و نسبة متفاوتة (أقل أو أكثر) من الخل و الغسول Lye ، علي الخزف المحروق سابقاً في جو مختزل، فيحدث تفاعل بداخل الفرن ما بين خليط الطلاء و سطح التزجيج و بعد الانتهاء من الحرق يتم غسل السطح فيظهر البريق المعدني ١٣. فطبقات التزجيج والتي تحتوي علي نسبة من السيليكا والقلويات والجير والماغنسيوم تلعب دورا هاما في استقرار التركيب الكيميائي لمادة التزجيج ١٤

ومن الجدير بالذكر ان تقنية البريق معقدة تتضمن تفاعلات معقدة داخل سطح التزجيج عند درجة حرارة منخفضة نسبياً، حيث يحدث بسبب ذلك التفاعل تبادل ايوني ما بين الايونات القلوية في التزجيج وأيونات النحاس والفضة من طلاء البريق. فينتج البريق بتطبيق طلاء خام فوق التزجيج و الاحراق لمرة ثالثة عند درجة ٥٥٠ درجة مئوية في جو مختزل عندها يحدث التبادل الايوني المذكور و تتشكل جسيمات النانو المعدنية، بعد التبريد يتم غسل المتبقي من الطلاء ليظهر البريق، وتتميز طبقة التزجيج بلونها وشفافيتها الناتج عن امتصاص و تشتت الضوء، وتكون طبقة الجسيمات المعدنية النانوية منفذه للأطوال الموجية القليلة بينما تمتص معظم الأطوال الموجية العالية، جسيمات الفضة والنحاس النانوية شفافة لجميع الأطوال الموجية باستثناء الامتصاص المعزز على السطح ١٥.

للتبادل الأيوني دور في تكوين انعكاس البريق المعدني للخزف قام العديد من العلماء في دراستها و محاولة اثباتها بداية من عام ٢٠٠٥ علي يد (Smith et al) عن طريق تحليل عينات للخزف ذو البريق المعدني ترجع للعصور الوسطي، تم الحصول علي بعض المعلومات المثيرة للاهتمام فيما يتعلق بالقوة الدافعة المسئولة عن انتشار أيونات الفضة و النحاس في التزجيج و الذي يحدث نتيجة للتبادل الايوني بين +Ag و +Cu مع K و Na ، و لهذا النوع من التبادل الايوني آلية معروفة في عملية تصنيع الزجاج و التزجيج، فعند غمر القطع الفخارية في محلول من مصهور أملاح النحاس أو الفضة (عادة يكون في صورة الكبريتات أو النترات) فيحدث عملية تبادل ذري ما بينها و بين ال K و Na الموجودة في التزجيج حيث تحل محلها ايونات النحاس و الفضة +Ag و +Cu من المحلول ١٦

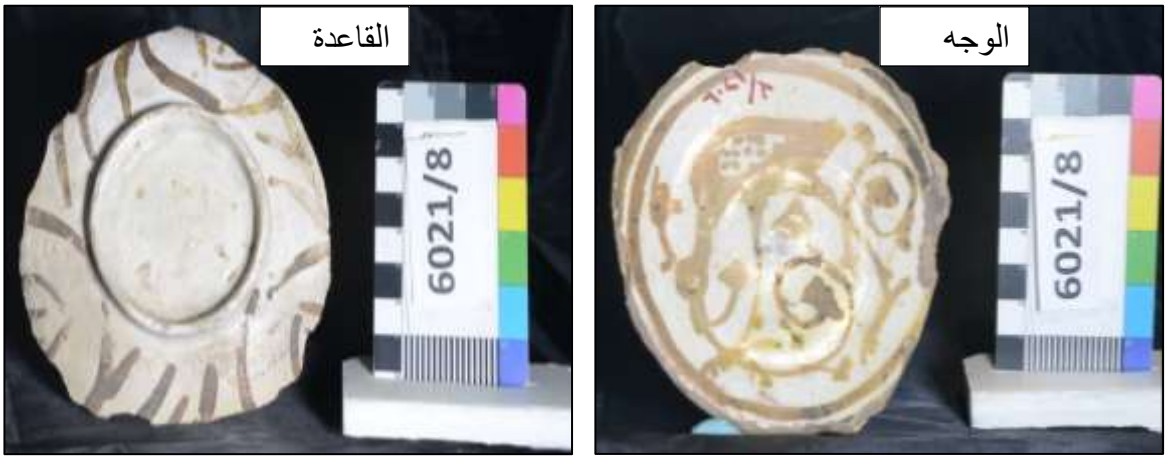
٣- المواد وطرق الفحص:

٣-١- الأنية الأثرية محل الدراسة :

للوصول إلي أقرب تركيب للخزف ذو البريق المعدني تم تحليل جزء من القشور المتساقطة للآنية الخزفية محل الدراسة في متحف الفن الأسلامي و المسجلين بأرقام (٦٠٢١/٨) (صورة رقم ١) ، (٢/١٢٤٢٠) (صورة رقم ٢) ، و كذلك شقفة من الخزف ذو البريق المعدني من حفائر الفسطاد ترجع إلي العصر الفاطمي .

٣-١-١- الأنية الخزفية محل الدراسة رقم (٦٠٢١/٨) :

وصف الآنية كما هو موجود بسجلات متحف الفن الأسلامي بالقاهرة ، جزء من أناء قاشاني مزخرف عليه باللون الذهبي رسم طيور و نباتات و هي جزء من القاع .



(صورة ١) توضح الآنية الخزفية رقم (٦٠٢١\٨) والموجودة بمتحف الفن الإسلامي

صورة رقم (٢) توضح ابعاد الآنية الخزفية رقم (٦٠٢١\٨) والموجودة بمتحف الفن الإسلامي

٣-١-٢- الأنية الخزفية محل الدراسة رقم (٢|١٢٤٢٠) :

(صورة٣) توضح الآنية الخزفية رقم(٢|١٢٤٢٠) والموجودة بمتحف الفن الإسلامى

صورة رقم (٤) توضح ابعاد الآنية الخزفية رقم (٢|١٢٤٢٠) والموجودة بمتحف الفن الإسلامى

صورة رقم (٦) توضح انعكاس البريق المعدني الآنية الخزفية رقم (٢|١٢٤٢٠) والموجودة بمتحف الفن الإسلامي

صورة رقم (٥) توضح انعكاس البريق المعدني الآنية الخزفية رقم (٦٠٢١\٨) والموجودة بمتحف الفن الإسلامي

٣-٢-١- التحليل باستخدام وحدة تشتت الأشعة السينية الملحقة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح EDX :

تم التحليل العنصرى للعينات المتساقطة من الآنية الخزفية محل الدراسة بوحدة EDX موديل ZASS- EVO 10 المنتج من شركة Gemini Segma300VP بمركز بحوث البترول، بمدينة نصر بالقاهرة صورة رقم (٧)،(٨) .

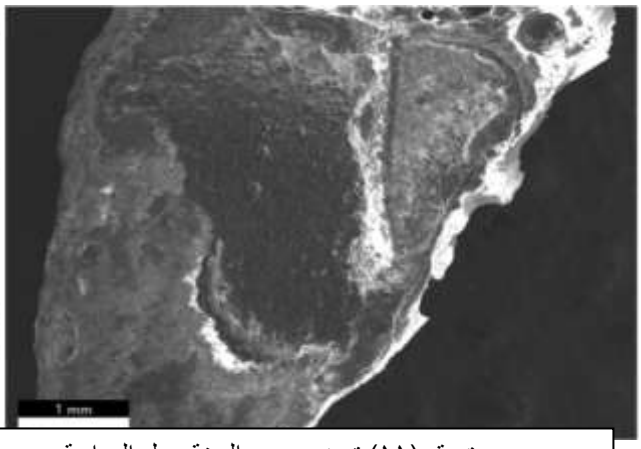
صور أرقام (٧) ، (٨) للميكرسكوب الإلكتروني الماسح موديل ZASS – EVO 10 و المرفق به وحدة ال EDX

٣-٢-٢- التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية XRD :

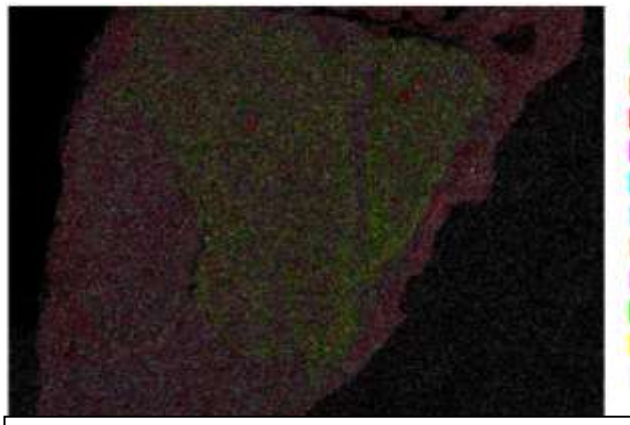
تم تحليل إحدى طبقة التزجيج الداخلى والخارجة من كسرة القطعة الخزفية من حفائر الفسطاد باستخدام وحدة حيود

صور

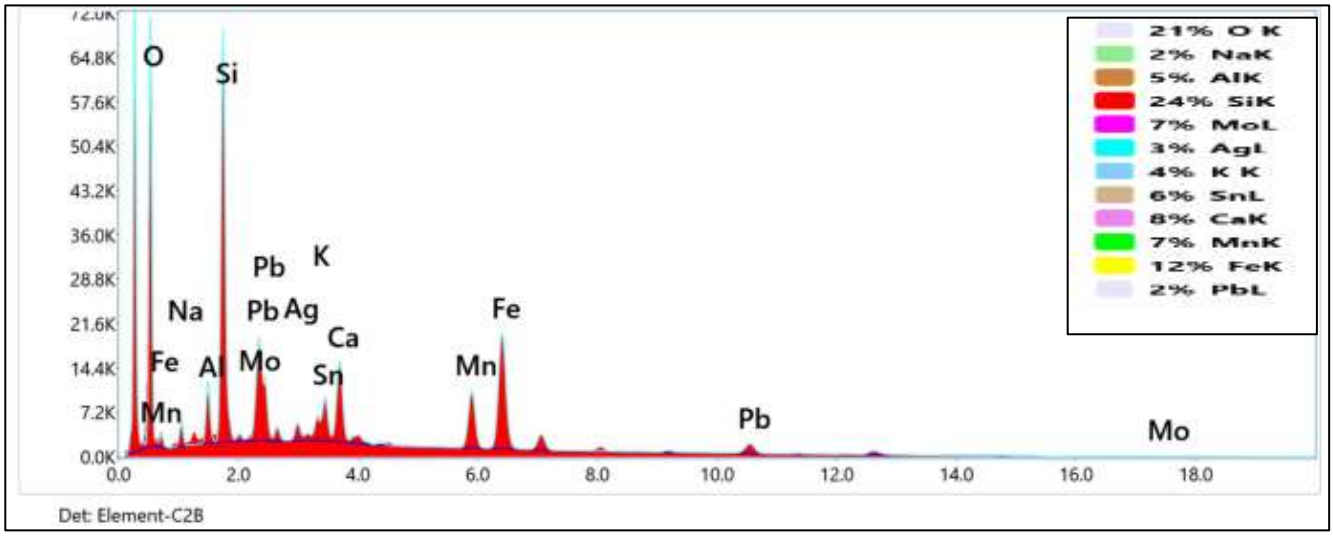
صور أرقام (٩) ، (١٠) لجهاز ال XRD موديل BRUKER D8 ADVANCE بمعامل كلية العلوم بجامعة سوهاج أثناء تحليل



صورة رقم (١١) توضح مسح العينة محل الدراسة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح بتكبير 1mm



صورة رقم (١٢) توضح خريطة التحليل العنصري العينة محل الدراسة و أماكن انتشار كل عنصر في العينة



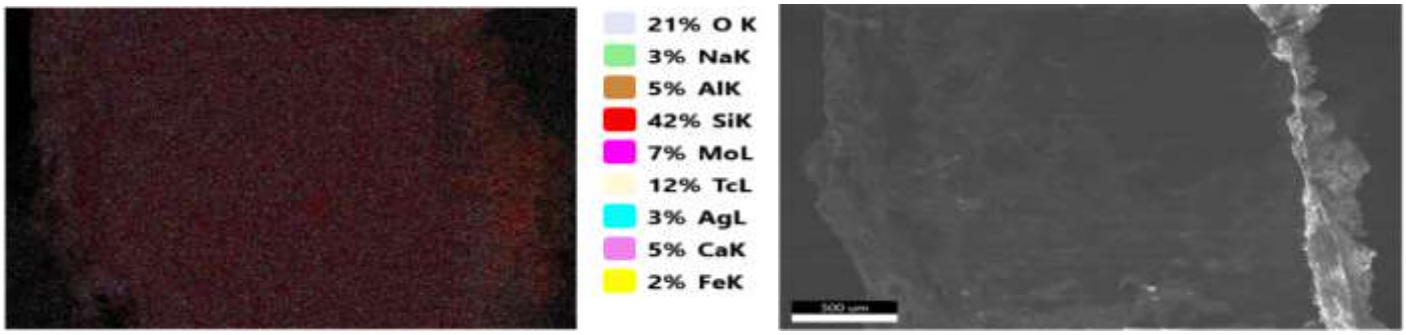
شكل (١) توضح نمط التحليل العنصري EDX للعينة الخزفية المتساقطة من القطعة رقم "٦٠٢١\٨" حيث نلاحظ بان العنصر الأساسي هو السليكا ثم الحديد، الكالسيوم والمنجنيز

Smart Quant Results

Element	Weight %	Atomic %	Net Int.	Error %	R	A	F
O K	48.72	71.33	2536.66	10.08	0.8702	0.0724	1.0000
NaK	3.26	3.32	172.44	10.94	0.8845	0.0861	1.0033
AlK	2.98	2.59	479.03	8.96	0.8932	0.2305	1.0087
SiK	15.39	12.84	3381.34	7.62	0.8971	0.3212	1.0067
K K	0.90	0.54	224.08	6.42	0.9146	0.6508	1.0304
CaK	2.99	1.75	701.01	4.54	0.9177	0.7027	1.0311
MnK	3.97	1.69	786.60	2.92	0.9321	0.8806	1.0672
FeK	8.68	3.64	1631.43	2.39	0.9348	0.9026	1.0631
MoL	2.55	0.62	292.84	7.65	0.9056	0.4388	1.0052
AgL	1.32	0.29	167.20	8.92	0.9133	0.5964	1.0086
SnL	4.22	0.83	468.22	5.31	0.9180	0.6869	1.0097
PbL	5.03	0.57	187.34	7.17	0.9609	0.9725	1.0492

جدول يوضح نتائج التحليل العنصري للعينة الخزفية المتساقطة من القطعة رقم "٦٠٢١\٨"

٤-١-٢- نتائج التحليل العنصري للآنية رقم (٢|١٢٤٢٠) :



صورة رقم (١٣) توضح مسح العينة محل الدراسة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح بتكبير 500nm

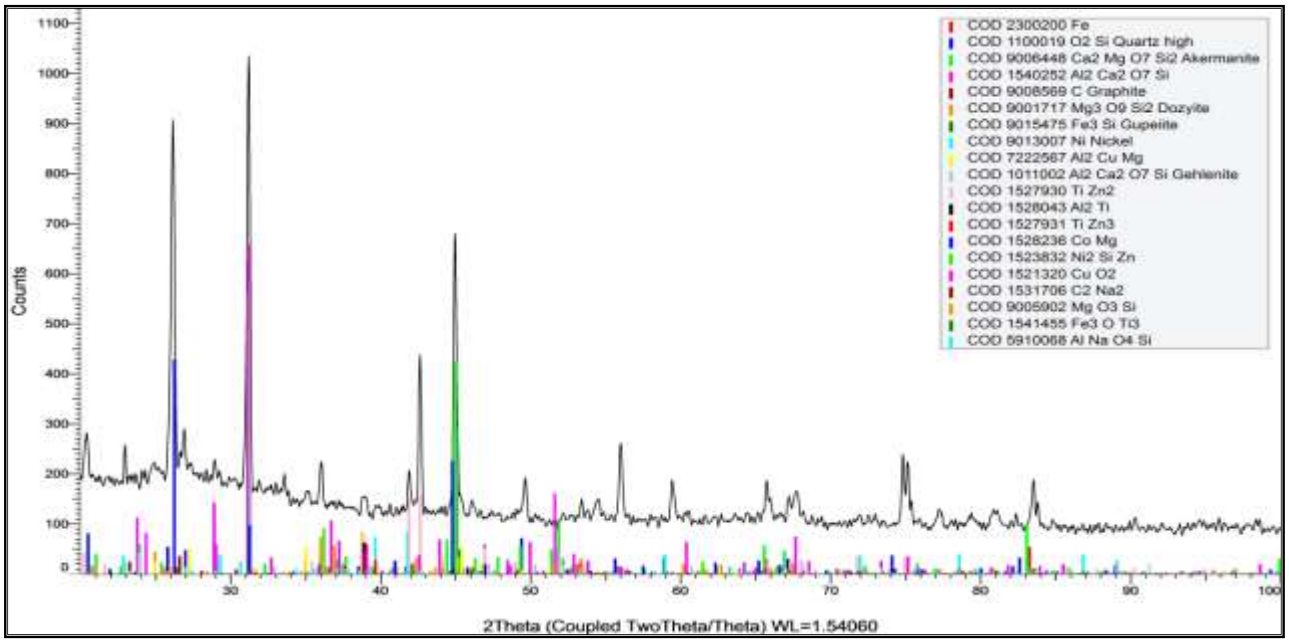
صورة رقم (١٤) توضح خريطة التحليل العنصري العينة محل الدراسة و أماكن انتشار كل عنصر في العينة

Smart Quant Results

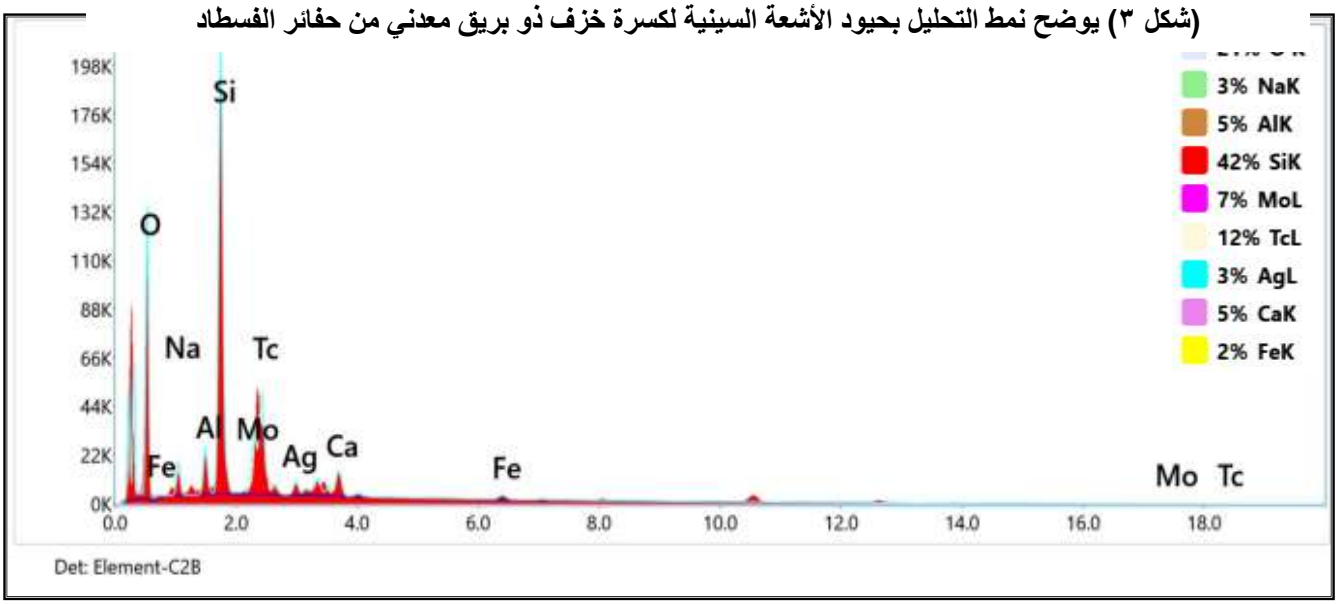
Element	Weight %	Atomic %	Net Int.	Error %	R	A	F
O K	55.00	73.60	3215.25	10.14	0.8866	0.0596	1.0000
NaK	4.69	4.37	417.34	10.04	0.8999	0.1063	1.0047
AlK	2.68	2.13	693.24	8.38	0.9078	0.2709	1.0136
SiK	20.36	15.52	7000.43	7.07	0.9114	0.3696	1.0068
CaK	1.72	0.92	522.43	4.86	0.9301	0.6791	1.0180
FeK	0.42	0.16	110.65	5.12	0.9454	0.9145	1.0823
MoL	6.95	1.55	1088.22	6.60	0.9191	0.4414	1.0028
TcL	6.68	1.46	1128.03	6.65	0.9206	0.4737	1.0027
AgL	1.49	0.30	238.55	6.00	0.9261	0.5553	1.0036

جدول يوضح نتائج التحليل العنصري للعينة الخزفية المتساقطة من القطعة رقم "٢|١٤٤٢٠"

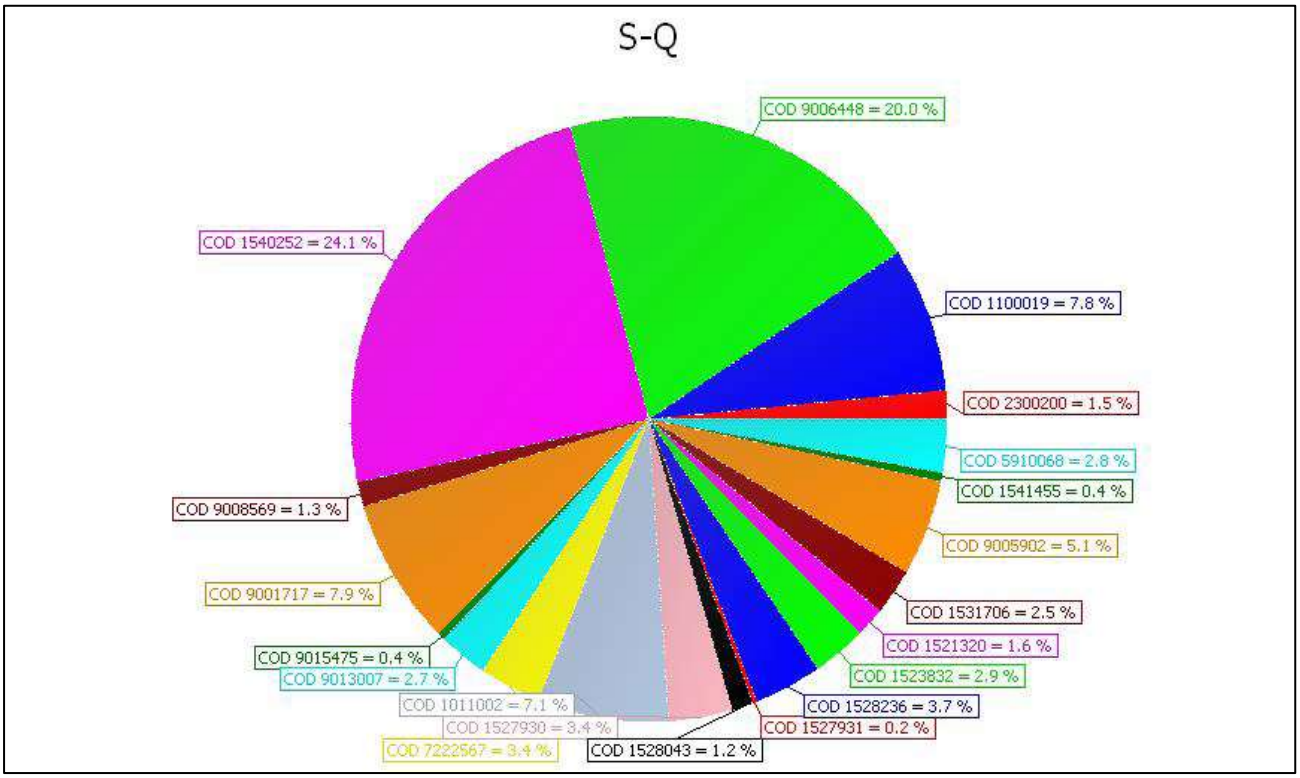
٤-٢- نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية XRD للكسرة الخزفية من حفائر الفسطاط :



(شكل ٣) يوضح نمط التحليل بحيود الأشعة السينية لكسرة خزف ذو بريق معدني من حفائر الفسطاط



(شكل ٢) يوضح تحليل ال EDX للعينة رقم ٢|١٢٤٢٠، حيث نلاحظ بان العنصر الأساسي هو السليكا ثم الصوديوم والماغنسيوم والحديد



شكل (٤) يوضح نسب المركبات المعدنية بالعينة الخزفية

٥- مناقشة النتائج :

٥-١- مناقشة نتائج التحليل العنصري بوحدة EDX للعينات المتساقطة من الآنية الخزفية – محل الدراسة:

يوضح كلا من (الشكل ١) ، (الشكل ٢) نتائج التحليل العنصرى EDX للعينات الخزفية محل الدراسة، حيث نلاحظ ان العنصر الأساسى فى العينتين هو السيلكا بنسبة ٢٤% و ٤٢% على التوالى، ثم يليه عناصر الحديد، الألومنيوم، الصوديوم، الكالسيوم بنسب متفاوتة فى كلا العينتين.

٥-٢- نتائج التحليل بجهاز حيود الأشعة السينية XRD لكسرة خزفية من البريق المعدني من حفائر الفسطاط :

يوضح (الشكل٣) نسب المركبات المعدنية التى ظهرت فى العينة، فنجد أن المركب $Al_2Ca_2O_7Si$ مهيمن فى العينة الخزفية بنسبة ٢٤%، يليه المركب $Ca_2MgO_7Si_2$ بنسبة ٢٠%، يليهما كل من الكوارتز O_2Si و$Mg_3O_9Si_2$ و$Al_2Ca_2O_7Si$ بنسبة ٧% تقريبا.

.

حواشي البحث:

[١] Anne-Marie,"Early Islamic Pottery Materials and Techniques", London, 1st Archetype Publications Ltd., 2003, p.vii

٢ - فاطمة محمد عبدالمنعم :"تفسير طبيعة البريق الفلزي في الخزف الاسلامي تبعا لتطبيقات تكنولوجيا النانو "،مجلة العمارة و الفنون، المجلد ١ ، العدد ٤، ص(١٣٤-١٤٣)، ص ٦ ، ٢٠١٦ .

٣) Pradell. T , et al:" Ionic-Exchange Mechanism in the Formation of Medieval Luster Decorations" , Journal of the American Ceramic Society , Vol. 88, No. 5,2005.

٤)Delhia Chabanne,et al :" Ceramics with metallic lustre decoration. A detailed knowledge of Islamic productions from 9th century until Renaissance", Cornell University, 2011.

[٥] Holmqvist, V.et.al." one style: Pottery production and distribution in transitional Late Byzantine-Early Islamic Palaestina Tertia. In: Proceedings of the 37th international symposium on archaeometry, Turbanti-Memmi, I (ed). Springer-Verlag Berlin Heidelberg",2011,pp.1:3.

[٦] محمد سمير محمد: دراسة استكشاف لتطور الخزف مرورا بالعصور الإسلامية المختلفة، ٢٠١٧، ص ١٨٨: ١٩٥

[٧] Mason, R" New looks at old pots: results of recent multidisciplinary studies of glazed ceramics from the Islamic world. Muqarnas"Annual on Islamic Art and Architecture ,1995,pp.7: 11

٨) Madkour,F et al :"Elemental Analysis Stady of Glazes and Ceramic Bodies From Mamluk and Ottoman Periods in Egypt by Laser –Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) ", periodico di Mineralogia (2015) , special Issue,84, 1, 107-121 .

٩) Valentine, M.R.K., Meretites Faience Ushabti: an analysis and determination of their production in a late period or Ptolemaic workshop, master of art , University of Missouri-Kansas City,USA,2010,pp.36:36.

10) Amelia Carolina Sparavigna" Ancient Technologies: The Egyptian Sintered-Quartz Ceramics" 2014,p.1 :7.

١١) T. Pradell And G. Molina., Et Al.:" Composition Of The Lustre Pigment Used In The Production Of 13th Century Ad Raqqa Lustreware From Syria", University Of Oxford, Archaeometry 2015, P.8 .

١٢) Y. Maniatis and M. S. Tite" Technological Examination of Neolithic-BronzeAge Pottery from Central and Southeast Europe and from the Near East" Journal of Archaeological Science 1981,8, 59-76,p.59.

١٣) Mayes, P. "The firing of a pottery kiln of a Romano-Britishtype at Boston,Lines. Archaeometry,1962, p.30.

١٤) Paola Ricciardi" A non-invasive study of Roman Age mosaic glass tesserae by meansof Raman spectroscopy" Journal of Archaeological Sciencejournal homepage: http://www.elsevier.com/locate/jas,pp.2552 :2553.

١٥) Sadek,H., Et Al .,:" Characterization Of Lustre Compositions From Egypt By Libs And Iba",Digest Journal Of Nanomaterial's And Biostructures, Vol. 8, No. 4, October - December 2013, P. 1857

١٦) رانيا عبدالجواد نعمان : دراسة تقنيات وعوامل ومظاهر تلف طبقة تزجيج البلاطات الخزفية في بعض المنشآت العثمانية بمدينة رشيد، وطرق العلاج والصيانة، رسالة ماجستير، قسم ترميم الاثار، كلية الاثار، جامعة القاهرة، ٢٠١٥، ص ٥٠ :٨٣.