

دراسة تحليل لمكونات اناء زجاجي لحفظ بقايا الموتى من العصر الروماني، منطقة تل

عيون موسى ،جنوب سيناء،مصر

**An Analytical Study of a Glass Vessel Preserving Mortal Remains
from the Roman Period, Tell Ayun Musa, South Sinai, Egypt**

أ.د/ نجوى سيد عبدالرحيم

استاذ ترميم الاثار. كلية الاثار. جامعة الفيوم.مصر

Prof. Nagwa Sayed Abdel Rahim

Professor of Restoration, Faculty of Archaeology, Fayoum University, Egypt

nsa00@fayoum.edu.eg**ملخص:**

في اثناء حفائر أثرية اشرف عليها المجلس الأعلى للآثار بمصر تم العثور على مجموعات كبيرة من القطع الأثرية الزجاجية الملونة، إلى جانب كتل من قطع الزجاج، وخبث رماد الوقود، وبقايا فرن معالجة الزجاج، وافران لتصنيع الفخار في الموقع الأثري تل عيون موسى ، جنوب سيناء يعود إلى العصر الروماني. يهدف البحث إلى دراسة تقنية تصنيع والتركيب الكيميائي لبقايا اناء زجاجي. كما تم رصد عمليات التآكل والتحلل التي تظهر على بعض اجزاء الزجاج. وقد تم فحص وتحليل الزجاج باستخدام الميكروسكوب الضوئي optical microscope، والميكروسكوب الإلكتروني الماسح - المزود الأشعة السينية المشتتة للطاقة (SEM-EDS)، وتفلور الأشعة السينية (XRF) وتشير النتائج التحليلية إلى أن زجاج سيليكات الصودا والكالسيوم مع وجود الألومنيوم ، مع استخدام بعض أكاسيد المعادن الانتقالية و أكاسيد ملونة كالحديد والنحاس والكروم وذلك للحصول على درجة من اللون الاخضر المائل الى الزرقة. كما تشير الأدلة التركيبية التي جُمعت إلى أن الأنوية الزجاجية منتجة محليًا بطريقة النفخ وان الزجاج يعاني من ظاهرة صدأ الزجاج حيث يظهر بوضوح التغيير في التركيب الكيميائي وقد تم تفسير هذا التغيير حيث اعتمد ذلك على ظاهرة التبادل الايوني بين مكونات الزجاج والجو المحيط حيث يتكون الزجاج الهيدروجيني ثم يتحد مع غازات التلوث ليكون طبقة تلف تغطي بعض اجزاء الزجاج الى ان يتحول الى نواتج التلف.

الكلمات المفتاحية :

العصر الروماني، منطقة عيون موسى؛ انية الزجاج؛ التركيب الكيميائي؛ التحليلات الكيميائية، صدأ الزجاج.

Abstract

During archaeological excavations supervised by the Supreme Council of Antiquities in Egypt, large collections of colored glass artifacts were found, along with large blocks of glass fragments, fuel ash slag, and fragments of glass processing furnaces and pottery kilns at the archaeological site of Tell Ayun Musa, South Sinai, dating back to the Roman period. The study aims to understand the manufacturing technique and chemical composition of the glass vessel fragments and provide some insights into their possible origin. The processes of erosion and decomposition were also evaluated to determine the effect of the skeletal preservation rituals on the structure of the glass. The materials used in the glass manufacturing process were identified using optical microscopy, scanning electron microscopy (SEM-EDS), and X-ray

fluorescence (XRF). Mold blowing was the primary technique used in glass formation. Analytical results indicate that the glass was made of soda-calcium silicate with the presence of aluminum, along with the use of some transition metal oxides and colored oxides such as iron, copper, and chromium. The structural evidence collected also indicates that the glass vessels were locally produced and that the glass suffered from the phenomenon of glass corrosion .

Keywords:

Roman period; glass vessels; chemical composition; chemical analysis; glass Corrosion.

المقدمة:

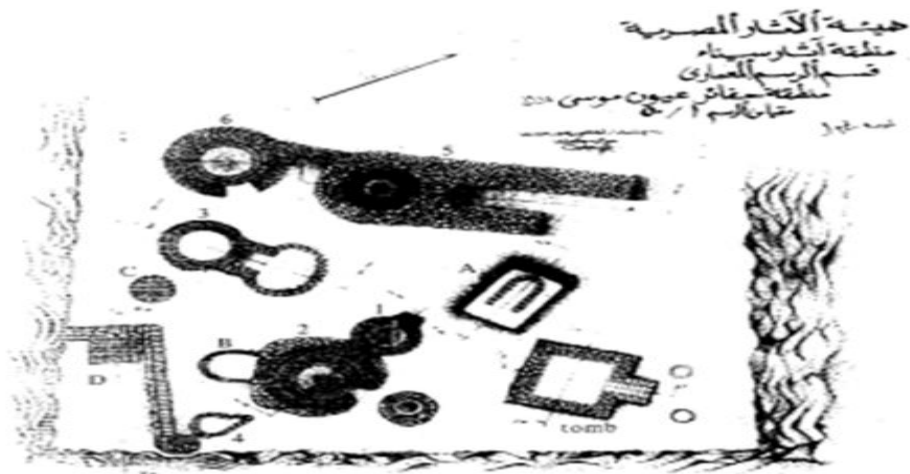
1.1 الدراسات التاريخية:

لقد كانت الصلة بين مصر وسيناء موجودة منذ أقدم العصور فقد كانت وما زالت حلقة اتصال بين قارة اسيا والجسر الذي عبرت عليه حضارات عصور ما قبل التاريخ فقد عثر في كثير من ارجائها على كميات كبيرة من الات الطران وخصوصا في وادي العريش من العصر (الباليوليتي) العصر الحجري القديم كل هذا أهلها لتكون طريقا لمرور التجارة و الجيوش والهجرات القادمة الى مصر والخارجة منها ، ولم تكن صحرائها في يوم من الأيام حائلا بين سكانها وبين هجراتها الى وادي النيل (1)

منطقة حفائر عيون موسى

تقع منطقة عيون موسى إلى الجنوب من مدينة السويس الحالية , وعلي مسافة تقدر بحوالي 50 كم ويفصلها عنها خليج السويس وقد سميت بهذا الاسم (عيون موسى أو ينابيع موسى أو عين موسى) نظرا لوجود عيون وأبار بها مياه بين الملوحة والعذبة ,وقد وجدت علاقة بين هذه الآبار وما جاء ذكره في الكتب السماوية المقدسة التوراة والإنجيل والقران (2)

واهم ما يميز هذه المنطقة هو وجود رواسب صحراوية وكتبان رملية ورواسب من الحجر الجيري نتيجة لقربها من خليج السويس ,حيث يفصل بين عيون موسى وخليج السويس مسافة لاتتعدى 3 كم شرقا, مما تسبب في وجود نوع من أنواع الحجر الجيري النيموليتي (3) و مكون عيون موسى الجيولوجي فهو عبارة عن صلصال اخضر جبسي احفوري به تداخلات من الحجر الرملي والمال , ولقد ساهمت هذه الطبيعة الجيولوجية في إن يتكون سطح التل الأثري من تلال وكتبان رملية sand dunes والتي يصل ارتفاعها من 2-10 م , وهو ماساهم في تغطية الإطلال الأثرية بالرمال , وخاصة الآبار والأفران , والمباني الحجرية , وهو ما ساهم في تلف تلك المباني , وأيضا وقعت سيناء تحت الاحتلال الإسرائيلي واستخدموا هذه الواحة كموقع عسكري هام مما ترتب عليه حدوث إضرار بالغة بالمنشآت الأثرية وذلك في الفترة من 1967 وحتى 1973, وبعد تحرير سيناء قامت هيئة الآثار المصرية بعمل أول حفائر علمية في هذا الموقع نتج عنها مجموعة الأفران الأثرية لحرق الفخار وورشة لتصنيع الفخار بها العديد من قطع الفخار قبل الحرق وبعد التجفيف ومجموعة الآبار, كما كشفت الحفائر عن مجموعة من أساسات المباني المشيدة من الطوب اللبن والحجر الجيري وهي بقايا منازل العمال القائمين علي صناعة الفخار بالمنطقة وتم العثور على مجموعات كبيرة من القطع الأثرية الزجاجية الملونة, إلى جانب كتل كبيرة من قطع الزجاج, وخبث رماد الوقود, وبقايا أفران معالجة الزجاج , كما تم الكشف عن مقبرة جماعية مستطيلة الشكل يعلوها سقف مقبب وتحتوي علي هياكل آدمية و يرجع تاريخها للعصر الروماني المتأخر وقد تم استخدام هذا المصنع في العصر اليوناني الروماني المتأخر حتى العصر الإسلامي(4). كما في الشكل رقم(1).



شكل رقم (1) توضح رسم معماري ومخطط للموقع والحفائر الفعلية بمنطقة الحفائر بعيون موسى

طريقة الحرق لدفن الموتى في مصر في العصر الروماني..

كان الأجانب وعلى الأخص الإغريق منهم يفضلون إحراق جثث موتاهم ثم جمع الرماد المتخلف وحفظه في اوان على شكل قدوراو جرار وهذه الجرار توجد على قدر قيمة الميت وعادات بلاده وتغطي وتوضع في فجوات داخل المقبرة ولعل هذه العادة مستمرة من عادات الجنود الذين جاءوا الى البلاد في العصر البطلمي من اهالي كارييا بأسيا الصغرى التي عرفت عنها عادة الحرق وقد وجد بقايا لحرق الجثث في مقابر كوم الشقافة ومنطقة الحضرة بالاسكندرية وفي البهنسا حيث الحفائر التي تمت في المقابر.(5)

مع استمرار الدفن بالتحنيط والدفن العادي اما عن الحرق فهو العرف السائد في الامبراطورية الغربية الرومانية وذلك في بدايات العصر الروماني (وكان لكل طبقات الشعب الاغنياء والفقراء وفي القرن الثاني الميلادي ساد هذا العرف في الامبراطورية الشرقية واصبح شامل انحاء الامبراطورية الرومانية كلها ومنها مصر وليبيا وكانت الجثة توضع على مذبح يبنى من كومة خشب ويكون متساوى الجوانب الاربعة وعلى جانبي المذبح يوضع الخشب الغير مصقول ويضعوا اخشاب شجر السرو ويشعلون النار بها وكانوا يتلون نصوص جنائزية اثناء الحرق ثم يلقون بزجاجات العطور واطباق الطعام وكل ما يحتاجه المتوفى في العالم الآخر. والصورة رقم (2) توضح مكان وكيفية عملية الحرق. (6)

بعد مرحلة الحرق تجمع عظام ورماد المتوفى ويرشوا عليها عطور وتوضع في جرار وكان الفقراء يستخدمون زجاجات النبيذ¹ الفارغة لدفن موتاهم اما الاغنياء فكانوا يدفنون موتاهم في جرار من الرخام او المرمر او الزجاج فهي تتعلق بشكل اساسي بمرتبته وغناه كما ان بعض هذه الجرار كان يوضع فيها الزيت اثناء الطقوس الجنائزية وكانت هذه الجرار توضع في القبر مع غيرها من المقتنيات الجنائزية والمفروشات التي يحتاجها المتوفى واغلب ماوصلنا من هذه الجرار تعود الى القرون ما بين (4-6) م سواء كانت في الشرق او الغرب.¹



صورة 11(1) توضح بقايا ومكان الحرق

جرار الدفن الزجاجية من العصر الروماني

حكم الرومان امبراطورية عظيمة تعد من اكبر امبراطوريات العالم القديم فقد حكموا لمدة تقارب الخمسمائة عام وذلك فيما بين القرن الاول قبل الميلاد ومنتصف القرن الرابع الميلادي.

ومع بداية هذا العصر تحولت صناعة الزجاج الى صناعة ضخمة نتيجة اكتشاف ومعرفة اسلوب تشكيل الاواني بطريقة النفخ Blowing Technique ونتيجة لمعرفة هذا الاسلوب زاد إنتاج الاواني الزجاجية المخفضة الثمن ولم يعد استعمال الاواني الزجاجية قاصراً على إنتاج الاواني الفاخرة لموائد الاغنياء وتميزت الوانى الزجاجية الرومانية بالرشاقة والجمال والشفافية ورقة الجدران. (7)

وتقدمت صناعة الزجاج ذو النمط الموجى حتى انتجت منه بلاطات تحمل صوراً حيوانية وزخارف نباتية وبلغ من تقدم مصر فى صناعة الزجاج فى فى ذلك العصر ان فرض عليها ان تقدم جزءاً من الجزية المفروضة عليها للامبراطورية الرومانية فى صورة مصنوعات زجاجية.

وذاعت شهرة مصر بزجاجها فى العصر الرومانى حتى ان جانباً من اموال الضرائب المفروضة على مصر والتي كانت ترسل سنوياً الى روما ،كانت تجبى من الزجاج المصرى.

ومن اشهر مناطق صناعة الزجاج فى مصر كانت الاسكندرية وكانت مركزاً مهماً لهذه الصناعة ومشهوراً فى الامبراطورية الرومانية. (8)

وتعددت أشكال المنتجات الزجاجية منها الزجاجات والقوارير والأكواب والأنفورات والمرايا وغيرها من الاشكال كما تم إنتاج جرار لجمع رماد الميت بعد الحرق او وضع بقايا العظام هي انيه زجاجيه لا تزال بعضها يحتفظ ببقايا رماد وعظام المتوفي، وبعض القطع من الاسيستوس المنسوج الذي كان يستخدم كأكفان ،وتم تصنع هذه الانيه لهذا الغرض الجنائزي ومقابضها علي شكل حرف (U)، هذا النوع من الجرار كان يستخدم في رانيا لاند، وانشاء ايطاليا، وشمال افريقيا، ومقاطعات الامبراطوريه الغربيه ،فى مصر وطرابلس في ليبيا. (9)

والصورة رقم (3) توضح بعض أشكال جرار الدفن الزجاجية.



صورة رقم (2) توضح بعض اشكال جرار الدفن الزجاجية

2. المواد والطرق Materials and Methods

1-2 : الفحص بالميكروسكوب الرقمي المحمول USB Digital Microscope

تم استخدام ميكروسكوب لفحص وتصوير مظاهر التلف التي يصعب ربيتها بالعين المجردة. ومواصفاته
from (50X-500X) , Model: PZ01.) USB 2.0 interface, Linux, Mac OS & above

2-2 الفحص بالميكروسكوب الضوئي Optical Microscope

a NIKON ECLIPSE ME 600 microscope equipped with an
Olympus e-410 digital camera. The magnification varied from x100 to x400 depending on the
size of the samples.

3-2 الفحص والتحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة (SEM –EDX) :

يعتبر الميكروسكوب الإلكتروني الماسح من أهم الوسائل المستخدمة في الفحص وذلك لأنه يحتاج الى عينات متناهية الصغر
للسطح الخارجى للأثر فقط وليست للطبقات الداخلية ، كما يستخدم في التعرف على أهم التغيرات التي طرأت على سطح
الزجاج والكشف عن السطح المتآكل للزجاج وملاحظة أهم مظاهر تلفه مثل الخدوش والحفر والشقوق الدقيقة بالإضافة إلى
وحدة تشتت الأشعة السينية EDX من التقنيات التحليلية غير الهامة للمادة الأثرية ومفيدة للتعرف على النسب المئوية لها
سواء في صورة عناصر مفردة أو أكاسيد هذه العناصر

SEM-EDX were performed with JEOL 5410 scanning electron microscope equipped with an
Oxford (England) EDX microanalysis system(25 kV, 0.28 nA, ~1 µm beam diameter, 60 s
counting time). Elemental analysis was obtained using the Oxford INCA- Energy software

4-2 التحليل بتفلور الأشعة السينية (XRF). X- ray fluorescence

وهي من طرق التحليل الغير متلفة والتي تستخدم في معرفة المركبات التي تتكون منها عينات المواد
وذلك عن طريق تفلور الأشعة السينية من المسطحات الغير البلورية للعينة

X-ray fluorescence spectrometer (WDXRF) with a Bench top spectrometer sequential
type, wavelength dispersive. The system is equipped with 3 crystals Analyses

(exchange automated): LIF (200) for heavy elements (Ti–U), PET and RX 25 for light elements (O–Mg and Al–Sc),

X- ray tube of Pd 200W power (voltage. 50KV, ext. 4mA), and detection limit: 1 ppm – 10 ppb; Accuracy <0.1–0.5%.

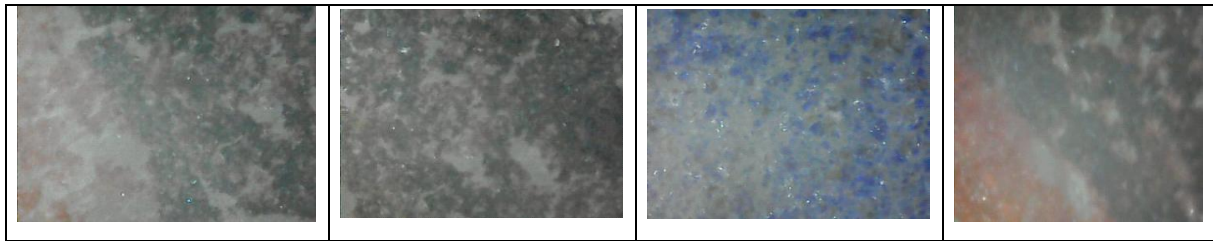
3-النتائج والمناقشات:

3-1 الفحص بالعين المجردة:

والتي من خلاله تم رصدتجانس سطح الزجاج مع وجود تغير مظهر السطح مع تواجد طبقة من الزجاج الهيدروجيني على سطح أكثر من جزء بالأثر ، بالإضافة إلى تواجد حالة التهشم للأثر

3-1 : الفحص باستخدام الميكروسكوب الرقمي USB Digital Microscope :

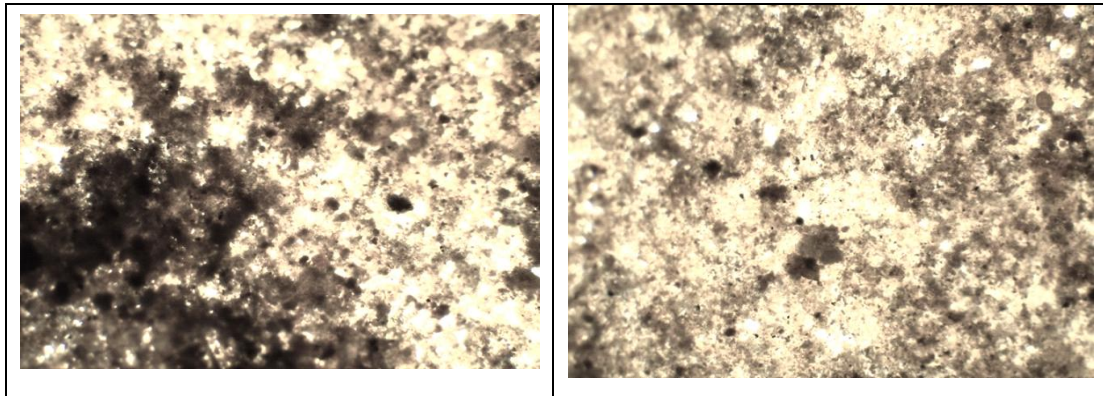
-حيث تم عمل فحص باستخدام الميكروسكوب الرقمي وتم رصد الفقائيع الهوائية متواجدة فى شكل دائرى مما يدل على استخدام أسلوب النفخ فى الصناعة.



صورة رقم(4)توضح الفحص توضح تجانس الزجاج تحت الميكروسكوب الرقمي وتوضح الحالة الجيدة مع وجود الفقائيع بسطح الزجاج

3-2 الفحص باستخدام الضوئى Optical microscopic study

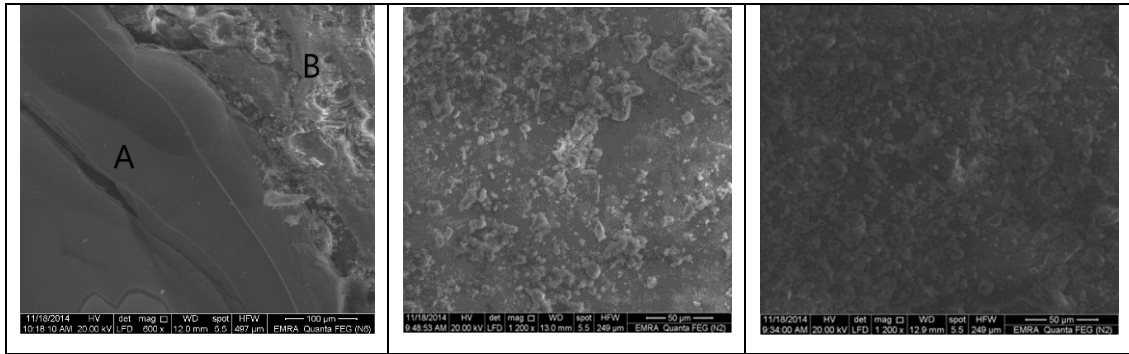
حيث تم عمل فحص باستخدام الميكروسكوب الضوئى وتم رصد وجود الفقائيع الهوائية وتواجدها فى شكل دائرى مما يؤكد تقنية الفخ فى التصنيع وأيضاً الحالة الجيدة لسطح الأثر .



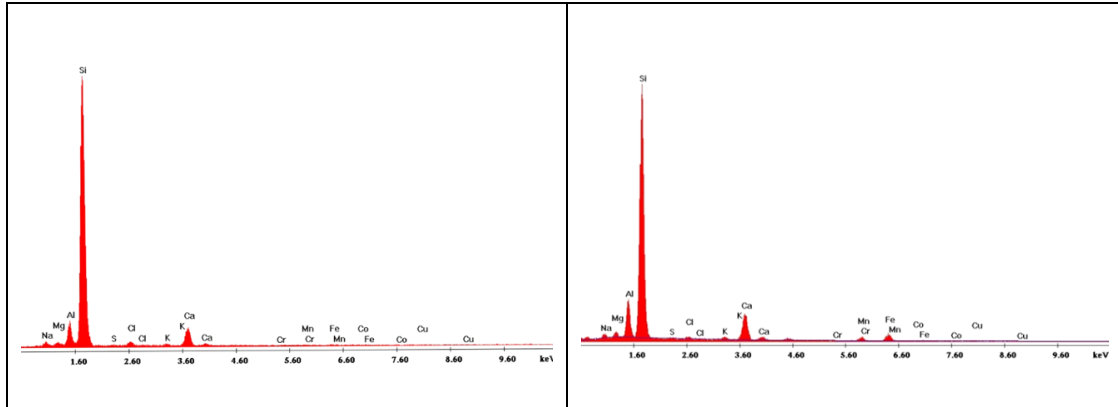
صورة رقم(5)توضح شكل تجانس الزجاج تحت الميكروسكوب الضوئى وتوضح الحالة الجيدة بسطح الزجاج

3-3 - الميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة SEM –EDX

ومن خلال الفحص باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح ظهور بعض الشروخ والشقوق الدقيقة



صورة رقم (6) توضح العينة باستخدام الميكروسكوب الماسح وتوضح الفرق بين جزئين (A,B) داخل نفس العينة



شكل (2) يظهر الرسم البياني للمركبات الظاهرة بنتيجة تحليل XRD

CoO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	SO ₃	Cl ₂ O	K ₂ O	CaO	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CuO	MnO	Co ₂	Na ₂	Elements
0.18	9.15	74.97	1.88	-	-	1.99	9.07	1.29	8.56	1.56	0.97	6.38	3.38	A
0.12	4.56	56.69	1.55	0.62	7.51	1.81	7.04	1.10	7.02	1.10	0.73	14.63	0.58	B

EDX أما بالنسبة لنتائج التحليل انخفاض نسبة السليكا Si من 74.97%

إلى 56,69% مما يشير لتعرضها للتلف ، كما نجد أن الالمنيوم Al_2O_3 9.15% قد انخفض 4.56%

بالإضافة إلى انخفاض الصوديوم Na حيث بلغت 3,38%

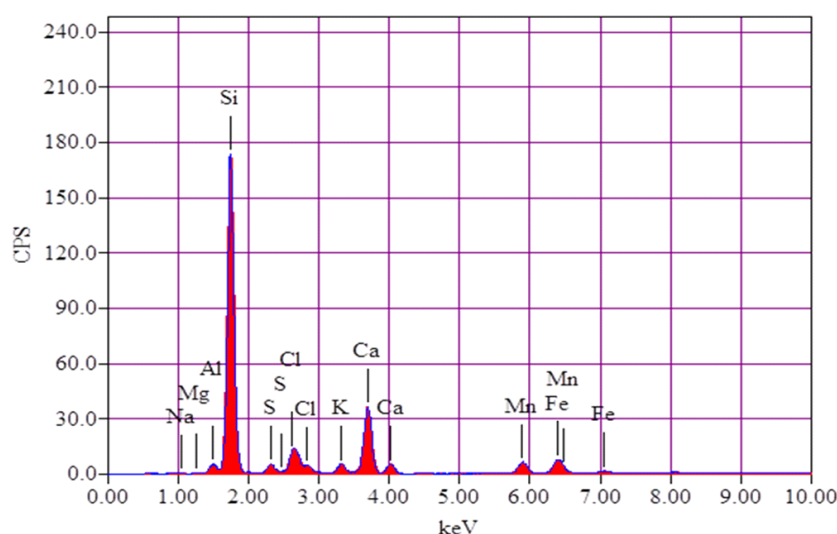
يوضح خروجه من التركيب الشبكي للزجاج ونزوحه إلى السطح مما يزيد من سرعة تعرض طبقة الزجاج

إلى Si السطحية للتآكل (انخفاض ملحوظ في نسبة السليكا

إلى 2,49 Ca إلى 9,34% بالإضافة إلى انخفاض نسبة الكالسيوم 26,53% Na مع انخفاض نسبة الصوديوم

% والذي يعمل كعامل مثبت ، حيث أن تلك النسب المنخفضة لا تعمل على ثبات الزجاج وحمايته من الذوبان . وسجل

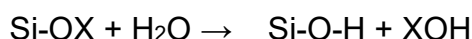
الكربون ارتفاعاً في نسبته من 6.38% إلى 14.63% والذي يمكن إرجاعه لتكون نواتج تلف مختلفة من الكربونات



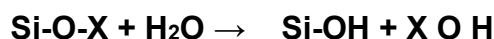
شكل رقم (3) يوضح الرسم البياني لنتيجة تحليل العينة بتفلور الأشعة السينية

تفسير ظاهرة صدأ الزجاج

ويمكن القول أن ميكانيكية التفاعل التي تتم في الزجاج أو طبقة التزجيج والتي تؤدي إلى تلفه تعتبر غير مفهومه إلى حد كبير إلا أنه على أية حال يحدث التلف نتيجة لعملية تبادل الأيونات . (10)
ويمكن أن يحدث تفاعل بين أيونات الأملاح والأيونات المتوفرة في التربة ومكونات السطح من طبقة التزجيج وخاصة أيونات القلوي في حالة التزجيج القلوي حيث يمكن أن تتكون طبقة على السطح من المكونات الناتجة كما يمكن أن تفل المواد القابلة للذوبان تفل وتنزح بعيدا عن السطح ويتم التفاعل تبعا للمعادلة التالية :



وفي مرحلة تالية يتم لأيونات القلوي الأرضية (الصوديوم والبوتاسيوم) أن تترك التركيب الشبكي وذلك لأن ذرات الهيدروجين تكون أصغر من أيونات القلوي وبعد ذلك يتم تحطم التركيب الشبكي للسيليكا ويمكن أن ذلك تبعا للمعادلة

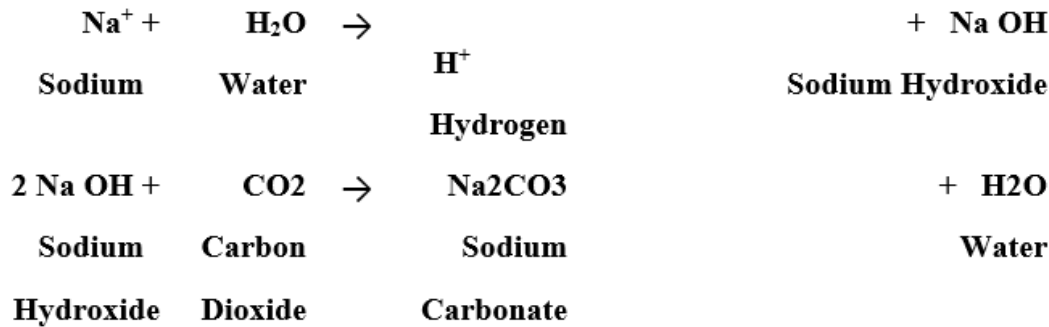


عند وجود .أو البوتاسيوم على السطح (Na OH) or (KOH) Sodium or Potassium hydroxide

ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي فإنه يتحد طبقة الهيدروكسيد مكونة كربونات الصوديوم أو البوتاسيوم

(Sodium or Potassium Carbonate (Na₂ Co₃ or K₂ Co₃⁽¹¹⁾).

وكلا منهما (كربونات الصوديوم أو البوتاسيوم) على درجة كبيرة من الخطورة حيث يمتاز كلا منهما بالقدرة الكبيرة على امتصاص الرطوبة من الجو أو ما يعرف بالخاصية الهيجروسكوبية .(12)



تفسير اللون الأزرق المخضرزجاج

استخدام أكاسيد الحديد للحصول على اللون الأخضر من المعروف أن أيون الحديدوز يعطى اللون أزرق وهو يدخل كمطور للتركيب الشبكي كما فى العينة الثالثة بينما أيون الحديديك يعطى لون أصفر حيث يدخل كمكون ومطور للتركيب الشبكي وعلى ذلك فإن اللون الناتج عن إجتماعهما اللون الأخضر وقد وجد انه عند وجود زيادة نسبة أيون الحديدوز عن 60% من وزن الحديد الموجود فى الزجاج يتلون باللون الأزرق (13)

كذلك أكسيد النحاسيك والذى أستخدم للحصول على اللون الأخضر خام النحاس ولقد وجد أن أكسيد النحاسيك عند دخوله فى التركيب الشبكي كمطور فانه يعطى لون اخضر قد يتدرج الى الأزرق ويعتمد ذلك على الشوائب الموجودة وكذلك نسبة أكسيد الصوديوم يوم . كما أنه وجد أن النحاس عندما يدخل فى السيليكا على صورة أيونات النحاس الأحادية التكافؤ **Cu** وفى هذه الحالة يكون اللون الناتج أخضر مصفر ولا مع وجود نسبة من الكروم (14)

حيث تظهر نتيجة التحليل أن المكون الأساسى بالعينة هى مادة السليكا وأن المادة القلوية المستخدمة هى الصوديوم وأن المادة المثبتة هى الكالسيوم ، وأنه تم إستخدام أكسيد الحديد والنحاس لإعطاء اللون الأخضر وأن أكسيد المنجنيز هو المسئول إن درجة الغمقان للون الأخضر. كما ان وجود نسبة من اكسيد الكروم من العوامل المسببة للون الأخضر.

كما أن نسب السليكا والمادة القلوية والمادة المثبتة بالإضافة إلى تواجد الألومنيوم بنسبة جيدة يشير إلى أن جسم الزجاج بحالة جيدة ماعدا الاجزاء التى التى تعانى من التلف

وان هناك تغيير فى نسب كل من السليكا والالمنيوم وكذلك الكالسيوم والصويوم مع الزيادة الواضحة فى نسبة الكربون مما يؤكد اصابة الزجاج بظاهرة صدا الزجاج. (15)

4.الاستنتاجات :

تؤكد الدراسة الحالية أن منطقة سيناء لها علافة وثيقة بوادى النيل عبر العصور المختلفة وان منطقة عيون موسى تحوى العديد من الاثار المتنوعة اومنها الزجاجية ذات تقنية عالية بالإضافة إلى زخرفتها وطريقة

تنفيذها ، حيث تم دراسة بقايا اناء يستخدم لحفظ بقايا حرق متوفى يرجع الى العصر الرومانى من خلال الفحص عينه من الاناء بعدة طرق ،حيث اظهر الفحص البصرى جودة الصناعة بينما اظهر الفحص بالميكروسكوب الرقوى والضوى وجود بعض الفقاعات الهوائية الدقيقة مما يؤكد استخدام طريقة النفخ فى عمل الاناء وهو ماكان شائعا فذلك العصر. كما اترح من خلال طرق الفحص والتحليل المستخدمة ان الاناء ينتمى الى الزجاج السيلكا والصوديوم والالمنيوم والكالسيوم كما يظهر تعرض الانية الزجاجية للعديد من مظاهر التلف المختلفة ،

أهمها ارتفاع نسبة الرطوبة النسبية فى الوسط المحيط بها ، ويظهر ذلك من خلال نتائج تحليل العينة الزجاجية حيث نجد

انخفاض نسبة السليكا فى تحليل EDX

يدل على تعرضها تلف ، بالإضافة إلى أننا نجد انخفاض في نسبة الصوديوم م والالمنيوم ذلك يزيد من احتمالية تعرضها للتآكل وتكون صدأ الزجاج .

References:

1. Abdo Shasta, Geology of Sinai, Encyclopedia of Sinai, General Organization of the Book, 1982, pp. 166-167.
2. Scheel , B., Egyptian metalworking and tools , Shire publications LTD. , Great Britain ,1989, p. 19 .
3. Muhly.J. , source of tin and the beginning of bronze metallurgy, in American journal of Archaeology, Vol. 89, No. 2 , 1985 , p.232.
4. Abdel-Motelib,A.,Bode,M, Hartmann,R., Ulrich HartungAndreas Hauptmann & Pfeiffer,K.,(2012).Archaeometallurgical expeditions to the Sinai Peninsula and the Eastern Desert of Egypt, Metalla (Bochum) 19.1/2, 3-5,pp.3-59.
5. Ahmed Salah Mohamed Attia, An Applied Scientific Study on the Restoration, Maintenance and Rehabilitation of Ancient Buildings in Some Ancient Sites of the Sinai Peninsula, PhD Thesis, Faculty of Archeology, Cairo University, Department of Restoration, 2009, pp. 38-39.
- 6, Nagwa. S . Abed El Rahim1,Walid.K. ELghareb2*, Hamada. S. Ramadan3, Mohamed Salah4, Analytical Study and Deterioration of some Firing Pottery kilns in Tel Ayon Mousa in Southern Sinai: Case Study, American International Journal of Research in Formal, Applied& Natural Science, ISSN (Print): 2328-3777, ISSN (Online): 2328-3785, ISSN (CD-ROM): 2328-3793.
7. Al-Ahmed, Z., and Z. A. Al-Muheisen, 1995. Chemical and technological study of Roman glasses excavated from Yasileh archaeological site, Jordan. Mu'tah Journal 11 (2), 5-28.
8. Davison, S., & Newton, R. G: Conservation and restoration of glass. Routledge , (2008), p 235
- 9.Mass, J. L: Instrumental methods of analysis applied to the conservation of ancient and historic glass. In The conservation of glass and ceramics: research, practice and training , (1999) , pp15-41
10. Moropoulou, A., Avdelidis, N. P., Delegou, E. T., Gill, C. H., & Smith, J : Study of deterioration mechanisms of vitreous tesserae mosaics. Proc. Scienza e Beni Culturali, 18, (2002), pp 843-851.
- 11.Spencer, H. M., Murdoch, K. R., Buckman, J., Forster, A. M., & Kennedy, C. J: Compositional Analysis by p-XRF and SEM–EDX of Medieval Window Glass from Elgin Cathedral, Northern Scotland. Archaeometry, 60(5), (2018), pp 1018-1035.
- 12..Baky: A Study of degradation phenomena of the stained glass in some cairo palaces from1850 to 1950 , p107 .
13. Maisa M.A. Mansour, Nagwa S. Abdel-Rahim and.,Mohamed Z.M. Salem, Study of the Biodeterioration of some Stained Glasses by the Fungus Stemphylium

14. نجوي سيد عبد الرحيم، دراسة علمية لعلاج وصيانة المواد المصنوعة المستخدمة في تركيب المشغولات الأثرية في مصر خلال الدولة الحديثة والعصر المتأخر، القاهرة، 2003، ص.57

15. 11. Loukopoulou . P: gold tesserae from roman times to modern era : the investigation of luxury material , Iccom , (2017) .

²<http://www.romanglass.net/pages/4/index.htm>1