دور التوثيق العلمي في الكشف عن تقنيات صياغة جعران أثرى مجنح مصنوع من الذهب والفضة بالمتحف المصري الكبير

The Role of Scientific Documentation in Revealing (Disclosing) The Manufacturing Techniques of a Winged Scarab Made of Gold and Silver at The Grand Egyptian Museum

ياسمين شعبان عبد العزيز*[1] مى محمد رفاعى[2]
مركز ترميم الأثار - هيئة المتحف المصري الكبير[1]
قسم ترميم الأثار - كلية الأثار - جامعة القاهرة[2]
Yasminaziz1986@gmail.com

الملخص

تعد كلا من سبائك الذهب والفضة من أهم أنواع السبائك التي عرفها الصائغ المصري القديم وطوعها لتشكيل العديد من مقتنيات الزينة والتحف الزخرفية لبعض العناصر المعمارية والأثاث الجنائزي، على الرغم من أن القطع الأثرية المركبة من الذهب والفضة التى تم العثور عليها من نتاج الحضارة المصرية القديمة تعد من أندر وأقيم الأثار التي تم العثور عليها من إنتاج الحضارة المصرية القديمة والتي تعكس لنا مدى معرفة الصائغ القديم لتكنولوجيا صياغة هذه السبائك وإلمامه بكافة فنون زخرفتها بدقة ومهاره عالية. ومن هذا المنطلق تم توظيف طرق الفحص والتسجيل والتوثيق المختلفة على قطعة أثرية تعد من أندر وأقيم القطع المعدة للعرض المتحفى عند إفتتاح المتحف المصري الكبير وهى عباره عن جعران مجنح مصنوع من الفضة والذهب ومنفذ بإسلوب الكلوازونية يحمل قرص الشمس أعلاه، على أن يتم ذلك باستخدام تقنيات مختلفه من التسجيل الأثري والتقني والفنى بداية من التسجيل التاريخى من واقع سجلات العرض المتحفي ومرورا بوزنه وقياس أبعاده، وكذلك التسجيل الهندسى ببرامج الكمبيوتر الحديثة Auto CAD للتصميم الافتراضي لطريقه الصياغة والتشكيل للقطعة، والتسجيل الفوتوغرافي بالضوء المرئيVIS، والتصوير متعدد الأطياف باستخدام تقنية الـMultispectral Imaging، التصوير بالأشعة السينية X-Ray Radiography. وقد تم إجراء الفحوص المختلفة إمعانا فى التعرف على تكنولوجيا صناعته بشكل أفضل بداية من الفحص بالعين المجردة ثم الميكروسكوب المجسم Stereomicroscope المتصل بكاميرا رقمية في غاية الدقة بدرجات تكبير مرتفعة، والفحص بالميكروسكوب المستقطب Polarizing microscope. والتحليل بتفلور الأشعة السينية X-ray fluorescence. وسوف يتم تناول كل هذه النتائج وتفسيرها وإلقاء الضوء على مدى مهارة الفنان المصري القديم وما اتبعه من طرق صياغة، وكذلك التعرف على أساليب تجميعها وأسرار تشكيلها والمواد الخام المستخدمة من فلزات وسبائك وأيضا مواد التطعيم لتصميم وتنفيذ هذه القطع النادرة.

الكلمات الدالة: الذهب - الفضة - الكلوازونية – التوثيق – تقنيات الصياغة.

Abstract

Among the most important types of alloys known to the Egyptian are the alloys of both gold and silver which were used to form many ornaments, accessories and decorative architectural elements as well as funeral furniture. Composite artefacts made of gold and silver are among the rarest and the most valuable artefacts that originated in the ancient Egyptian civilization. This reflects the extent of the ancient goldsmith's knowledge of the technology of crafting and decoration with precision and high skill. This study is a technical study of one of the rarest and most valuable pieces prepared for museum display at the opening of the Grand Egyptian Museum; a winged scarab made of silver and gold and executed in cloisonné carrying the sun disk on the top. Various techniques of documentation and examination, such as Visible light photography (VIS), Multispectral imagining technology and X-Ray

Radiography as well as AutoCAD. Moreover; various examinations were also conducted in order to better identify the manufacturing technique of the winged scarab, such as the stereomicroscope connected to a high-resolution digital camera with high magnifications and the examination with the polarized microscope. Analysis of the alloy and gilding was performed using X-ray fluorescence. All these results will be discussed and light will be shed on the skill of the ancient Egyptian artist in designing and making fabricating these rare pieces.

Keywords: Gold, Silver, Cloisonné, Documentation, Technology of crafting.

ا- المقدمة Introduction

يلعب التسجيل والتوثيق الأثرى للآثار المعدنية دوراً كبيراً فى التعرف على العديد من خفايا الصناعة قديماً وإكتشاف أسرار تكنولوجيا صياغة تلك القطع الأثرية والتعرف على سمات الفن ومؤثراته وما مرت به الصياغة من تقدم فى عصور الزهو والإبداع بكل دقه بأدوات وخامات بسيطه مروراً بما مرت به فى عصور إضمحلال وعدم إستقرار سياسى تبعه تدهور وتدنى فى حرفه الصياغة والتشكيل. ويهدف البحث إلى دراسة تكنولوجيا صناعة القطعة المختاره من خلال طرق التوثيق والفحص المختلفة لمعرفه طريقه صياغتها والتعرف على إسلوب تجميعها وأسرار تشكيلها لدى المصرى القديم وأيضاً القيام من خلال طرق التسجيل والتوثيق المختلفة بالدور المرجعى الهام لحفظ التراث. ومن هنا سوف يتم فى هذا البحث تناول جميع عمليات التسجيل والتوثيق الشامل التى تمت على القطعة الأثرية المختاره للدراسة، وهى عبارة عن جعران مجنح مصاغ بـ"إسلوب الكلوازونية " مصنوع من الفضة المزخرفه بأشرطة الذهب الرأسيه المرصعه بالأحجار نصف الكريمة مختلفه الألوان، يعلوه قرص دائرى من الفضة المذهبه برقائق الذهب. يحمل رقم (GEM. 2550) بالمتحف المصرى الكبير وقد تم إكتشافه عام (1980م) بمعبد دندره، الذى يقع على بعد نحو 2,5 كم جنوب غرب محافظة قنا جنوب بجمهورية مصر العربية، وكان مخصص للمعبودة حتحور ربة الأمومه والموسيقى بالحضارة المصرية القديمة،1 ويعود للفترة البطلمية ثم أضاف إليه الرومان العديد من المبانى. إلا أنه توجد أدلة خاصة بالملك ببي الأول تشير لإستخدام الموقع منذ عصر الدولة القديمة،2 ويميزه وجود العديد من المناظر الفلكية المصورة على الأسقف ومئات النصوص والمعتقدات الدينية على جدران المعبد الداخليه والخارجية مما يجعله نموذجاً فريدا في الفنون وكتابا شاملاً للفكر الديني المصري بالإضافة لتميز عناصره المعمارية بقيم جمالية عديدة تجعله من أجمل المعابد بالحضارة المصرية القديمة،3 لكن الوثائق الأثرية للقطعه لم تعطينا إشارة واضحة لموقع إكتشافها تحديداً داخل المعبد، ونظراً لان إكتشاف مثل هذه التحف غالباً مايكون بالمقابر كأساس جنائزى وليست بالمعابد كعناصر فنيه، فيحتمل أن يكون دورها الوظيفى كعنصر زخرفى إنشائى مزين لمدخل إحدى المقاصير بالمعبد أو مزين

[1] Pillon, Andrea. "*La terrasse d'Hathor à Dendara et la réversion des offrandes divines: un élément du paysage cultuel des villes au Moyen Empire*" *Bulletin de l'Institut français d'archéologie orientale (BIFAO)* 122 , 2022, 451-491.

[2] Petrie,William Matthew Flinders"*Dendereh1889*", Vol. 17. Sold at the offices of the Egypt Exploration Fund, 1900. P.5-6.

[3] Preys, René. "*La destruction des animaux dans le temple de Dendera. Interprétation" geographique*" et interprétation" architecturale" des scénes rituelles." Of Gods and men, research on the Egypcian temple from the new kingdom to the Graeco-Roman period. Editorial Universidad de Alcalá, 2022. P.186-187.

[4] Spencer, Patricia & Murray, Margaret ."*The Egyptian temple*": a lexicographical study. Routledge, 1984, Pp.59-69, 99.

لجدران غرفة قدس الأقداس حيث إنها كانت مكان جمع الهدايا والقرابين المقدمة للمعبود القائم لاجله المعبد،[4] بينما يستبعد[5]هذا الإحنمال ويرجح إحتمالية إستخدامها بغرض الحماية لتزيين أعلى الدولاب الخشبى الموجود داخل ناووس قدس الاقداس، حيث كان يحوى بداخله المعبودات. وتلك القطعة ربما كانت تتوجه من أعلى لحمايته، ونظراً لعرض أبعادها التي لا تتجازو الـ 53سم وهو مالايصلح لتزيين واجهة مقصورة أو معبد فلابد أن تكون أجنحة الجعران الحامى تحف نهايات العتب بواجهة وتمتد بكامل عرضه. ونظراً لأن القطعة يتواجد بها من الخلف حلقات تعليق عديده، فيرجح هذا الأحتمال، بينما ترجع أهميتها أيضاً لكونها قطعة نادرة من حيث المواد الخام والأساليب المتبعه في تنفيذها وقلة الاثار المكتشفه المركب من الذهب والفضة معاً والمصاغة بهذا الحجم الكبير نسبياً، حيث تخطت أبعادها الـ 50سم وضمت أكثر من إسلوب تشكيل وصياغة أتقن الصانع صياغتهم بشكل مبهر، من صهر وسباكة وتشكيل بالطرق على البارد وإضافة مواد لحام معدنى على الساخن[6] وأساليب تطعيم بأحجار نصف كريمة للجهة الأمامية من الجعران بإسلوب الكلوازونية وأساليب تذهيب مختلفة للقرص الدائرى من الأمام والخلف ووصلات ميكانيكية وبرشام بتقنيات عديدة لتثبيت عناصرها الدقيقة والكبيرة، الأمر الذى جعل هذه القطعة مميزة ومحط إهتمام الباحث، وكان لابد من إجراء عمليات التوثيق لها القطعة قبل إجراء أي من عمليات الصيانة والعلاج بغرض دراستها للتعرف على تكنولوجيا صناعتها وللمساعده لاحقاً من خلال هذه النتائج في إعداد خطة العلاج الملائمه لهذه القطعة النادرة حفاظاً عليها كتحفة أثرية تحمل هوية فنانى مصر القدماء وما كانوا يمتلكون من مهارات تشكيل وصياغه المعادن والتحف الثمينة، وقد كان ذلك على النحو التإلى: تم إجراء العديد من عمليات التوثيق بدآ من التوثيق التاريخى والآثرى والفنى للقطعة، مروراً بالتوثيق الهندسى، والفوتوغرافى للقطعة بالضوء المرئىVIS، بالتصوير متعدد الأطياف بإستخدام تقنية الـ Multispectral Imaging، التصوير بالأشعة السينية X-Ray Radiography، التصوير بماسح الليزر ثلاثى الأبعاد 3D laser scanner، والفحص بالميكرسكوب المجسم المتصل بكاميرا رقمية والإستريو ميكرسكوب عالي الدقة بدرجات تكبيرعاليه، ثم الفحص الميتالوجرافى بالميكرسكوب المستقطب، والتحليل بواسطة جهاز تفلور الأشعة السينية X-Ray Fluorescence للتعرف على العناصر المكونة للقطعة للتعرف على أنواع الفلزات المكونة لسبائكها وأنواع مواد التطعيم المستخدمة لترصيع زخارفها، وإستنتاج تكنولوجيا صناعتها والتعرف على كل مأوصل اليه الصائغ المصرى القديم من أساليب صياغة ولحام وتشكيل يمكن التعرف عليها وإثباتها بأساليب التوثيق والفحص سابقة الذكر.

2- أولآ:- <u>عمليات التوثيق والتسجيل الاثرى والتاريخى والفنى</u>

2.1 <u>التوثيق التاريخى للقطعة الأثرية (الجعران المجنح) محل الدراسة</u> Historical Documentation

القطعة الأثرية المختاره عبارة عن جعران مجنح يعلوه قرص الشمس الدائرى، الجعران مصنوع من الفضة المزينة بأشرطه تحجيز رأسيه من الذهب على شكل خلايا تحوى بداخلها تطعيمات من الأحجار نصف الكريمة ذات آلوان مختلفة عباره عن اللون (الأحمر والأخضر الفيروزى والأزرق)، بينما القرص الدائرى أعلاها الذى يمثل قرص الشمس مصنوع من الفضة المذهبه، تم إكتشافها فى عام (1980م) بمعبد دندره، وترجع للعصراليوناني الرومانى، وتحمل الأرقام الأثرية الأتيه: **(GEM.** 2550**)((JE.** 46356**) (SR.** 8834**)** بالمتحف المصرى الكبير.

---

[5] رأى علمى للـ **د.ميسرة عبدالله/** أستاذ علم المصريات والمواقع الاثرية، بقسم مصري- كلية الاثار- جامعة القاهرة

[6] Troalen, Lore G.,et al."*Goldwork in Ancient Egypt: workshop practices at Qurneh in the 2nd Intermediate Period*". Journal of Archaeological Science, 2014, P.224.

2.2 التوثيق الأثرى والفنى Archaeological, Technical Documentation

2.2.1الوصف الاثرى:- القطعة مشكلة على هيئه جعران مجنح على غرار الطائر المجنح الذى كان يصوره الفنان المصرى القديم فى العديد من النقوش الجداريه ورسوم البردى والتوابيت. وتتكون من جزأين **الأول:** على شكل جعران مجنح، يرمز للمعبود "خبرى" رمز التجديد والنهضه والحماية،[7]**والثانى** على شكل قرص دائرى من الفضة المذهبه[8]، يرمز للمعبود "رع" إله الشمس رمز القوة والخير بغرض الحماية من قوى الشر.

2.2.2 الوصف الفنى والتقنى:- القطعة عباره عن جزأين الجزء الأول عباره عن جعران مجنح من الفضة مستطيلة الشكل، أبعاده (56سم عرض، 38سم طول) ووزنه حوإلى (4 كيلو جرام) تقريبآ، ومنفذ بإسلوب (الكلوازونية) وهو عباره عن إسلوب تطعيم بالتحجيز على شكل خلايا زخرفيه، وقد تم إعداده بالتصميم الحإلى على شريحتين من الفضة كل شريحه بسمك (3مم) إحداهم أماميه لتحمل الاشكال الزخرفيه بواجهه الجعران المشكله بإسلوب الكلوازونية والأخرى خلفيه لتثبيت حلقات التعليق بخلفيتها، والشريحتان تعلوان بعضهما البعض، ومثبتتان بطريقة غير مرئية. ويخرج من وحدة الجعران الأزرق، الذى يتوسط القطعة، لسان معدنى مستطيل أبعاده (6سم ×1.5 سم) غير معلوم مدى إمتداده بداخل القطعة. مصنوع بغرض وصل وتثبيت القرص الدائرى، الذى يرمز لقرص الشمس، من خلاله ليزين أعلى القطعة. والزخارف الأماميه على سطح الجعران المشكله بإسلوب الكلوازونية عباره عن زخارف تمثل ريش أجنحه الجعران ومشكله بأشرطة ذهبية ذات مقطع مستطيل الشكل متقاربه فى أبعادها ولكن هناك إختلاف طفيف فى سمكها وإرتفاعها حيث بلغ السمك 2مم والارتفاع 4مم. وبالنسبة لكيفية عمليات تثبيت شرائح الكلوزونية الذهبية رأسيآ على الشريحة الفضية الخلفية فأن إكتشافه وإكتشاف وصلات اللحام في أجزاء الجعران المختلفة لم يكن سهلآ وقد يرجع ذلك إلى عدم وجود أي إختلاف فى لون ومستوي سطح مناطق التجميع أو ربما لقيام الصائغ المصرى القديم بعملية صقل لسطح مواضع اللحام لإخفاء وإزالة أى إختلاف فى اللون أو الآرتفاع بينهم، ويقترح أنها ربما بفلز الفضة وقد تم تطبيقه بشكل مصهور عند التصنيع نظرآ للونها الفضى ذو المكسر اللامع[9]، أو ربما بسبيكة من الفضة والنحاس، [10]كما أن تطبيق مواد لصق للتجميع بترميم سابق بشكل كثيف ومشوه بغرض إعاده تثبيت مواد التطعيم داخل الخلايا الذهبية قد أدى لإخفائها أيضآ وعدم وجود دليل واضح لطبيعتها أو إسلوب تطبيقها، بينما ُرصعت زخارف القطعة بمواد تطعيم زرقاء وخضراء اللون ُيحتمل أن تكون ٱعدت خارجيآ من أحجار كريمة تم صقلها، وتثبيتها داخل تجاويف خلايا الكلوزونية المصممة لها بإستخدام مادة غروية لاصقة.[11]

2.3 التوثيق الهندسى للقطعة (الأبعاد والوزن) تم إستخدام أدوات القياس والوزن لمعرفة أبعاد ووزن القطعة بإستخدام القدمة ذات الورنية الرقمية Vernier، والميزان الحساس ذو العلامه العشريه الرباعيه لمعرفة وتسجيل وزن وأبعاد القطعة الأثرية وملحقاتها بدقة كما توضح الصور الاتية:-

---

[7] أديب، سمير، *موسوعه الحضارة المصرية القديمة*، الطبعه الأولى، العربى للنشر والتوزيع، 2000، ص 82.

[8] عبدالحميد، محمد، *رمزية قرص الشمس المجنح في حماية المعبد المصري منذ عصر الدولة الحديثة حتى نهاية العصر البطلمى- دراسة أثرية حضارية*، مقال منشور بقسم الأثار- كليه الاداب جامعه كفر الشيخ، 2016، ص16.

[9] Paterakis, Alice Boccia, et al. "*An unusual example of gold cloisonné from Central Anatolia*". STAR: Science & Technology of Archaeological Research, 1(2), 2015, 109.

[10] Troalen, Lore G., et al., "*Goldwork in Ancient Egypt: workshop practices at Qurneh in the 2nd Intermediate Period*", 2014, P.225.

[11] ألدريد، سيريل،" *مجوهرات الفراعنة"* ، ترجمة السويفى، مراجعة أحمد قدرى، الطبعة الثانية القاهرة، 1990، ص90-92.

لوحة رقم (1): توضح الصور (أ،ب،ج) بعضآ من مراحل توثيق أبعاد القطعة الأثرية موضوع الدراسة

1068.2 g **2117.7 g** **768.7 g**

لوحة رقم (2): توضح أوزان أجزاء الجعران بشكل منفصل أعلى الميزان الحساس

3- ثانيآ:-<u>التوثيق بالتصوير الفوتوغرافى</u> DocumentationPhotography تم تصوير القطعة تصويرآ عامآ وتفصيليآ ، للتعرف على إسلوب صياغتها، بإستخدام كاميرا رقمية وإضاءه من زوايا مختلفة Raking Light فى الضوء العادى بغرض الكشف عن مناطق الوصل الميكانيكية أو مناطق اللحام [12].

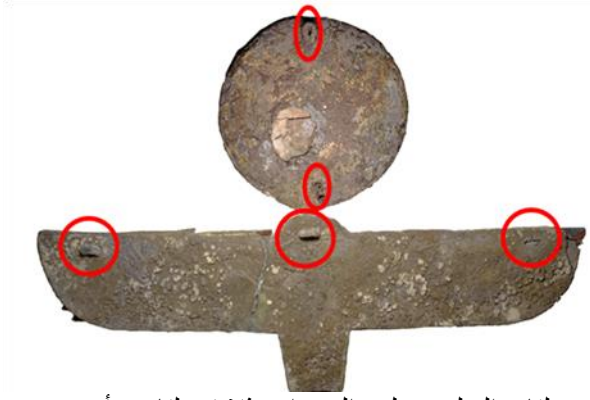
3.1 <u>التصوير الفوتوغرافى بالضوء العادى</u> Visible Light Photography تم إجرائه لكلا الجزأين من الجهة الأمامية والخلفية وبعض الجهات الأخرى بإستخدام كاميرا رقمية من نوع Canon EOS SD MAICRO كما توضح اللوحتان رقمى (3،4)، ثم فحص الصور التفصيلة للتعرف على التركيب الطبقى لها وتكنولوجيا صناعتها

لوحة رقم (3): توضح الصورتان (أ،ب) شكل القطعة الأثرية (الجعران) موضوع الدراسة من الجهة الأمامية والخلفية فى الضوء المرئى Visible Light مع مقياس الرسم والدليل اللونى color guide

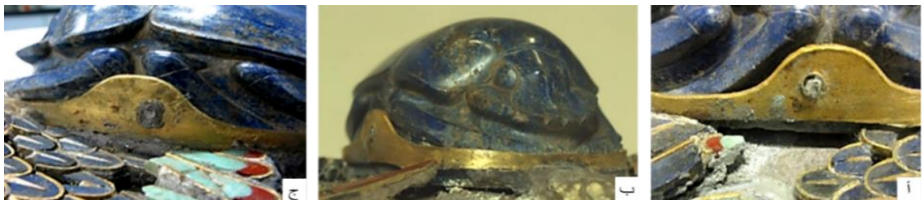
لوحة رقم (4): توضح الصور (أ-ج) شكل وإسلوب تجميع القطعة (الجعران بالقرص) موضوع الدراسة

[12] Shanks, Michael, and Connie Svabo. "*Archaeology and photography:a pragmatology*", California and Denmark, Alfredo González-Ruibal, Routledg, 2013, P. 105-118.

لوحة رقم (5): توضح الصور (أ-ج) مواضع مختلفه من الجعران بها إنفصال وتقبب ألواح الفضة السفلية والعلوية مما يعطى دلاله على إسلوب صياغتة من طبقتين وجمعهما لتكوين الواجهه التى تستقبل الزخارف الأماميه وحلقات التعليق الخلفية



صوره (1): توضح مواضع إضافه حلقات التعليق بخلفيه الجعران، ثلاث حلقات رأسيه نصف دائريه بالجعران من الجهة العليا بموضع أفقى، وإضافة اثنان بخلفيه القرص الدائري إحداهما بيضاوية مثبته بشكل آفقي والأخرى نصف دائريه بشكل رأسي



لوحة رقم (6): الصور(أ-ج) عباره عن مجموعه صور للجعران المتوسط القطعة من جهات مختلفة يظهر بها مواضع تثبيته بمسمار برشام معدنى Rivet13 في الإطار الذهبى الذي يحيط به من خلال رأسين واحدة من الجهة اليمنى وأخرى باليسرى

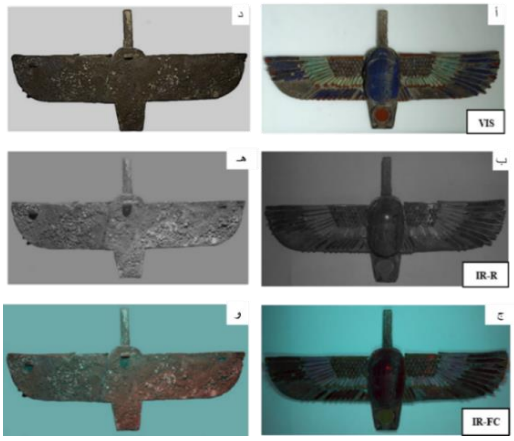
3.2 <u>التصوير متعدد الأطياف</u> Multispectral Imaging وهو تصوير بأشعة UV,IR بأطياف مختلفة وفى مدى متعدد والغرض من إستخدامة بمجال الأثار هو التعرف على تكنولوجيا صناعة القطعة ومابها من تلف أو مركبات لا تُرى بالعين المجردة والتعرف على الخواص المميزة لطبيعة المواد المكونة لها تحت الأطياف المختلفة لهذه الأشعة.[14]

3.2.1 <u>الفحص بالأشعة تحت الحمراء</u> Investigation by IR تم تصوير القطعة بالأشعة تحت الحمراء* لإظهار مابها من مظاهر تلف غير مرئية بالعين المجردة فى الضوء العادى، وتم تصوير وتسجيل جميع تفاصيل

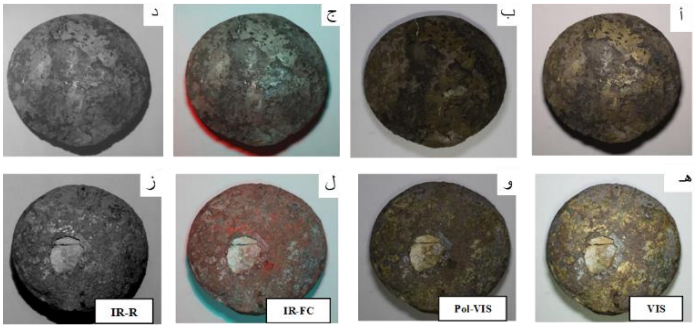
[13] Collette, Quentin, et al, "*Evolution of historical riveted connections: joining typologies, installation techniques and calculation methods*". In *Brebbia CA, Binda L.(éd.), Proceedings of 12th* Collette, Proceedings of 12th International Conference on Structural Repairs and Maintenance of Heritage Architecture, WITT press, Chianciano Terme, Italy, 2011, p. 298.

[14] Liang, Haida.,"*Advances in multispectral and hyperspectral imaging for archaeology and art conservation, UK,School of Science and Technology*", Nottingham Trent University, Clifton Lane, Nottingham, 2011, Pp.309-323.

القطعة عن طريق توضيح الإختلاف فى درجات الإنعكاس والإمتصاص للمواد المستخدمة فى تنفيذ القطعة تحت مدى وبزوايا وإتجاهات متباينة ومرشحات وفلاتر من نوع:- B+W Filter 093 (1% transmition at 800nm to 88% at 900nm) وأنواع الأطياف كالاتى:- التصوير بطيف الأشعة تحت الحمراء Digital Infrared (IR)، وطيف الأشعة المنعكسة IR Reflectography (IR-R)، التصوير بصورة كاذبة لطيف الأشعة تحت الحمراءIR False color (IR-FC)، التصوير بتفلور أشعة IIR بالمدى المرئى IR (IR-FC) better write-Fluorescence، كما يلى[15]*:-



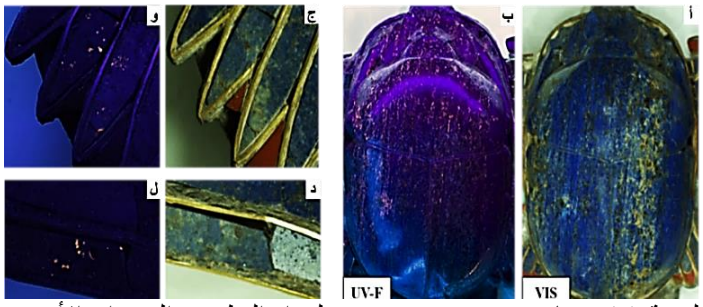
لوحة (7): توضح الصور (أ-و) الجعران من الأمام والخلف أسفل الضوء المرئى والأطياف المختلفة لضوء الأشعة تحت الحمراء



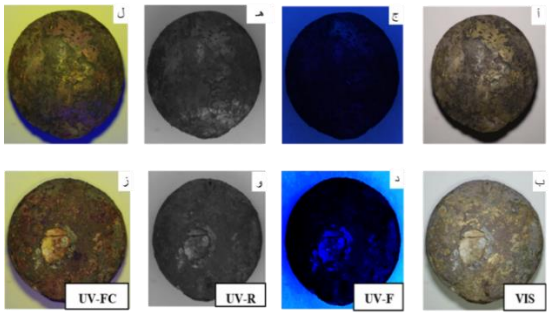
لوحة (8): توضح الصور (أ-ز) القرص الدائري من الأمام والخلف عند التصوير أسفل الضوء المرئى VIS وباستخدام الأطياف المختلفة لأشعة IR

3.2.2 <u>الفحص بالأشعة فوق البنفسجية Investigation by U.V</u> قد تم تصوير الجعران والقرص بالآشعة فوق البنفسجية ليظهر من خلالها بشكل أوضح أى دلائل تفيد في معرفه إسلوب الصياغة والتشكيل، والتي قد لا تظهر بالعين المجردة أو بالتصوير بالضوء المرئى.وقد تم التصوير بأشعة (UV) فى المدى بين (380- 400) نانومتر بالضوء المرئى (VIS) بمدى من (400- 700) نانومتر، وقد تم التصوير بالإطياف التالية: التصوير بالأشعة فوق البنفسجية Digital Ultraviolet(UV)، التصوير بالأشعة المنعكسة (UV-R) UV Reflected، تصوير بإستشعاع الأشعة فوق البنفسجية UVFluorescence (UV-F) بصورة كاذبة للألوان بالاشعة فوق البنفسجية UV False color (UV-FC)، وفيما يلى الصور الناتجة عن تصوير (القرص والجعران) تحت اطياف الاشعة فوق البنفسجية المختلفة كالتإلى:

* تم التصوير بالأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجيه بالأطياف المختلفة بواسطة د/ ابراهيم الرفاعى مركز التوثيق الحضارى والتاريخى بالقرية الذكية.

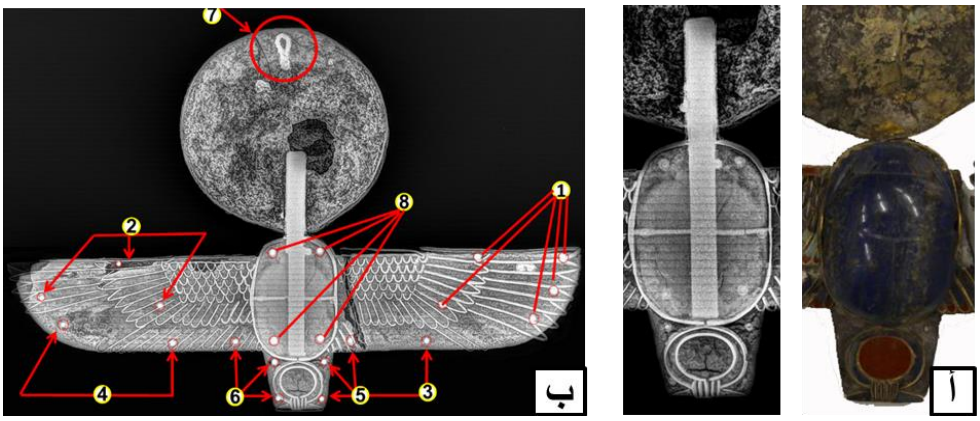


لوحة (9): عباره عن مجموعه صور لمواد التطعيم والجعران الأزرق الذى يتوسط القطعة، حيث تظهر النقاط البيضاء والبنى المائله للاصفرار فى الضوء المرئى بوميض م تلألؤ ذو لون أصفر فسفورى براق جداً كالذهب أسفل الطيف المتفلور لاشعه الـ UV لتشير لمناطق ضعف الخواص الميكانيكيه بخام ماده التطعيم



لوحة (10): توضح الصور (أ،ج،هـ،ل) شكل القرص الدائرى من الأمام، والصور (ب،د،و،ز) للجهة الخلفية أسفل الضوء المرئى وعند التصوير بإستخدام لمبة الـ UV بأطيافه المختلفة

4- <u>التوثيق بالتصوير بالأشعة السينية</u> X-RayRadiography الأشعة السينية هي أشعة كهرومغناطيسية ذات طول موجي بين 10 و0,01 نانومتر[16]، لها القدرة على إختراق المواد بدرجات مختلفة، وتم الإستفادة من التصوير به فى رؤية كل التفاصيل والمكونات الداخلية غير المرئيه بالقطعة ولايمكن بأجهزة الفحص السطحية التقليدية رؤيتها[17] وللتعرف على إسلوب تجميع شريحتي الفضة المكونين لخلفية الجعران وطريقة تثبيت مواد التطعيم المزخرفة بسطحه، والصور التالية الموضحه تظهر ما قد تم إكتشافه من أسرار الصياغة حيث كانت النتيجة كما توضح لوحة رقم (11).

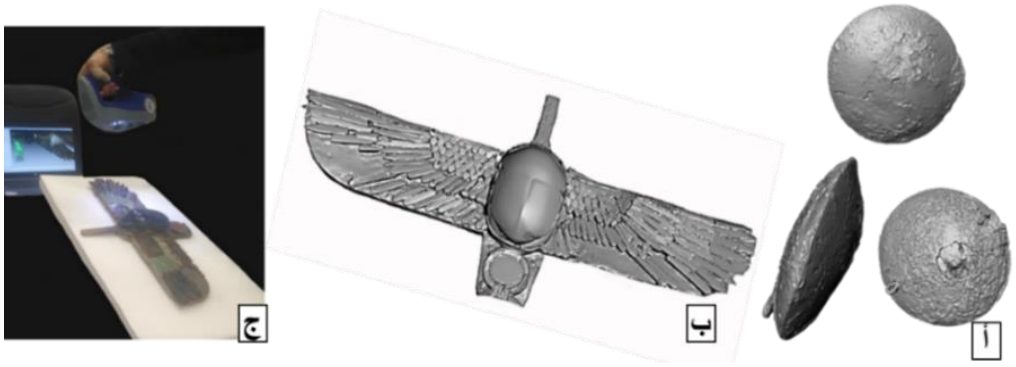


لوحة رقم (11): توضح الصورة (أ) الجعران الذى يتوسط القطعة بالضوء المرئى، وأسفل الأشعة السينية بمدى150KV، ويظهر بها وجود دعامات داخلية طولاً وعرضاً إحداهم لثبيت وحده الجعران بالإطار الذهبى المحيط بها والطوليه لتثبيت مجسم الجعران بالكامل بوحده القرص العليا الملحقه به، والصورة (ب) توضح أماكن المسامير غير المرئية المستخدمه لتجميع طبقتين الفضة الخلفية والأماميه للجعران ببعضهم البعض والإسلوب التقنى لموضع تركيب اللسان المعدنى بهدف تجميع الجعران والقرص، بواسطة جهاز التصوير الأشعة السينية X-Ray Radiography

5- <u>التوثيق والفحص بماسح الليزر ثلاثى الأبعاد</u> Portable 3D laser scanner تم إستخدام ماسح ليزر محمول للتصوير ثلاثى الأبعاد من نوع Space SpiderArtec 3D لآنه يُعد مثالياً لتصوير التفاصيل المعقدة للقطع الأثرية بدقة عالية، ويتم ذلك بتسليط ضوء الليزر الخارج منه على القطعة المراد تصويرها من

16 Morigi, Maria Pia., "*X Ray Radiography"*, Italy, 2018, P.39.
17 Tian,Hao,et al., *X-ray computed tomography reveals special casting techniques used with unusual bronze objects unearthed from the Sanxingdui site*." Advances in Archaeomaterials, 2022, P.4.

جميع إتجاهاتها لتكوين قراءات يمكن ترجمتها على الكمبيوتر المتصل به لصورة ثلاثية الأبعاد تتم معالجة بياناتها بعد ذلك من خلال برنامج3D MAX CAD 2D.[18]



لوحة رقم (12): توضح الصور (أ-ج) مراحل العمل وطوبغرافية السطح من جميع الاتجاهات ويظهر به إسلوب جمع القرص من دائرتين لشريحتين معدنيتين مصاغين بشكل منفصل تم تشكيل كلآ منهما بشكل أشبه بالنصف كروى، وتم وصلهما عن طريق اللحام المعدنى، وإختلاف سمك وحدات التطعيم وعدم إنتظام سطحها مع إرتفاع مستوى حدود الكلوازونية الذهبية الخارجية

5- التوثيق الإفتراضى لعمليات الإفراد والجمع بالقطعة الأثرية محل الدراسة

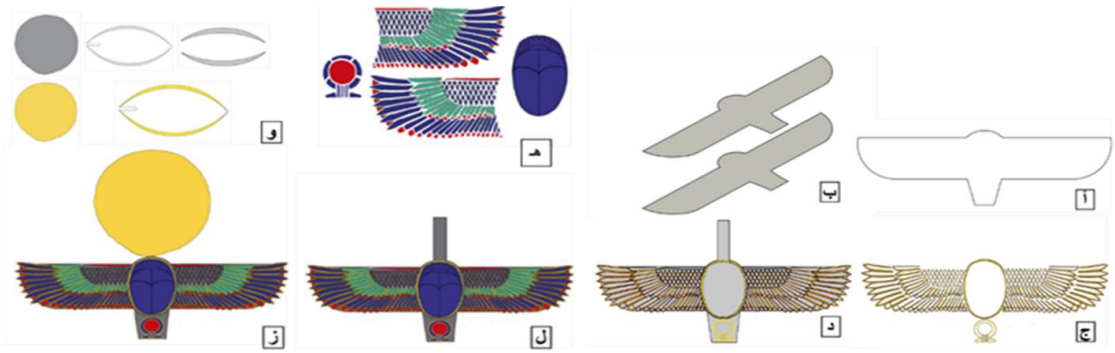
عملية الإفراد للتركيب التشريحى للجعران:- كان المصرى القديم يضع التصميم أو ما يُعرف حديثا بالإفراد للقطع الفنيه سواء ذات غرض جمالي أو دينى كحليه تمثل جزء من تصميم معمارى أو كقطعة فنيه منفصله، ثم يبدأ في تشكيل القطعة وتهذيبها وإضافة الزخارف المختلفة ثم تجميع القطعة بالوصل أو اللحام إذا كانت تتكون من عدة أجزاء لتنفيذ[19] الكلوزونية وقد كان المصري القديم يقوم بإعداد الشرائح المكونة لخلايا التحجيز وتثبيتها رأسياً بالسمك المطلوب ويقوم بلحامها عند مواضع الزخارف المراد تنفيذها ربما بمادة غروية[20] أو باللحام على حسب سمك الشرائح المستخدمة، [21] ثم كان يُرصعها بالتطعيمات المصنوعة من الأحجار نصف الكريمة أو شبه الكريمة، ويسمى هذا الإسلوب (إسلوب الكلوازونية)، ثم يجرى عملية الصقل والتلميع النهائية للقطعة.

[18] · Artec Space Spider", Artec 3D, https://www.artec3d.com/portable-3d-scanners/artec-spider,(22 Feb, 2022).

[19] Paterakis, Alice Boccia., et, al, "*An unusual example of gold cloisonné from Central Anatolia*, Pp106-114.

[20] Hawkins, Leslie Virgle."Art *Metal and Enameling*" Chas.A.Bennett Co .Inc. Peoria, Vol .111, 1974,P.111-112.

[21] Mohamed,Wfaa Anwer.*"Study of Treatment and Conservation of Archaeological Metallic Jewellery*",Master Thesis, Conservation Department, Faculty of Archaeology, Cairo Univ,1994, Pp153: 256.



لوحة رقم (13): توضح مراحل إفراد القطعة افتراضياً بالإستعانه ببرنامج الأتوكاد، والصورة (أ) توضح مرحلة رسم التصميم، والصورة (ب) نقل الأبعاد على شريحتين المعدن، والصورة (ج) زخرفة وتشكيل الشرائح الذهبية على شكل الطائر المراد تنفيذه، صورة (د) توضح مرحلة تثبيت شرائح الذهب رأسياً على خلفيه التصميم المعدنيه، والصورة (هـ) تهذيب الوحدات المعده للتطعيم داخل الخلايا الذهبية، وصورة(و) مراحل تشكيل وتذهيب القرص الدائرى الذى يعلو الجهران تمهيداً لتثبيته به، والصورة (ل، ز) يوضحان الشكل النهائى للجعران بعد تثبيت الذهب والتطعيمات على الخلفية المعدنيه ثم تجميع جزئيها الرئيسيان (الجعران والقرص)، ببعضهما البعض

5.1 خطوات التشكيل:-

1. تم تقسيم شكل كل جزء من العناصر المكونة للجعران لمفردات بالرسم تناظرها. وتوضح شكل حدودها الخارجية علي سطح مستوى.

2. تم عمل رسم توضيحى بالإستعانه ببرنامج الأتوكاد والذى يمثل خطوة نقل الشكل الخارجى للتصميم على شريحة مستويه من الفضة لكل جزء من وحدات الجعران، ثم تشكيلهما كشريحتين وجمعهما بمسامير برشام متفرقه على الحواف بشكل غير منتظم لتزين الجزء العلوى والسفلى لتثبيت حلقات التعليق.

3. تم إعداد الشرائح الطولية الذهبية التى تم إستخدامها لتشكيل حواف خلايا الكلوازونية الذهبية أعلى الجعران، بما يحاكى شكل الإنحناءات الممثله لزخارف كل جزء بالقطعة، والأجزاء المكونة للقطعة عبارة عن جزأين (الجزء الأول على شكل جعران مجنح – الجزء الثانى على شكل قرص دائرى يرمز لقرص الشمس). ويلاحظ أن الجزء الأول من القطعة مضاف له من أعلى وحدة معدنية على شكل مستطيل صغير موجوده بغرض إدخالها وتثبيتها بالقطعة الثانيه (قرص الشمس) من خلال تجويف داخل القرص معد لتزين الجهة العليا للجعران.

6- الفحوص

6.1 الفحص البصرى Visual Investigation

تم الفحص البصرى بالعين المجردة كفحص أولى لتكوين فكرة عامه عن إسلوب الصياغة والتطعيم المتبع لتشكيل القطعة بالإستعانه بنظاره ذات عدسات المكبره تتراوح قوة تكبيرها بين (3 -12) للتعرف على التفاصيل الدقيقة التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة.

6.2 الفحص البصرى للجزء الأول:- (الجعران المجنح) من خلاله تم ملاحظة أن القطعة تتكون من شريحتين من المعدن العليا تحمل التطعيمات من الأمام والسفلى تحمل وحدات التعليق بالخلف والشريحتان مرتبطتان معا بإسلوب غير ملحوظ تقنيتة بالعين المجردة نتيجة تغطية وحدات مواد التطعيم لمعظم سطح الشريحة المعدنية العليا ولتغطية السطح الخلفى ومابين الشريحتين بالكثير من نواتج التلف مما طمس وخفى معظم التركيب التشريحى لإسلوب الجمع سواء كان ميكانيكى أو بلحام معدنى.

6.2.1 الفحص البصرى للجزء الثانى:- (قرص الشمس)

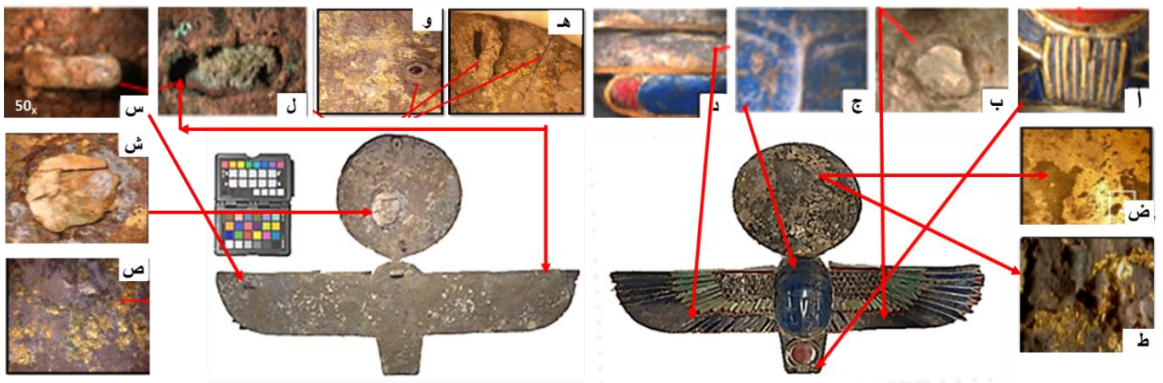
أ. وجود فقد كبير لطبقة تذهيب القرص الفضى من الأمام والخلف، وفقد بحلقة التعليق السفلى بالقرص، وتم التعرف منه على قطر حلقات التعليق الإضافية، حيث بلغ(3مم).

ب. وجود فقد على شكل دائرى غير منتظم محاط بشروخ دقيقة بالخلفية يتساقط منه أجزاء من اللب الداخلى، بلغ إتساعه (6سم طولآ، 5سم عرضآ) وتم التعرف منه على سمك سبيكة الفضة المشكل منه القرص وقد بلغت (2مم).

7- الفحص الميكروسكوبى Microscope Examination

7.1 الفحص بالميكروسكوب الضوئي (الرقمي USB) Eexamination by Optical Microscope (200X)

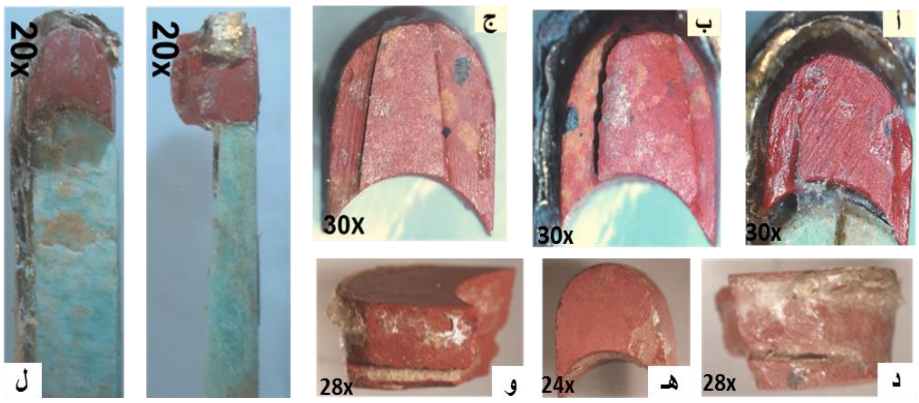
يتميز الفحص بهذا الميكرسكوب بسهولة الإستخدام، ولايتطلبأخذ عينة من الأثر؛ وبالتالي فهو فحص غير متلف، وقد تم إجرائه بمعمل الأثار غير العضوية بمركز الترميم، بالمتحف المصرى الكبير.والذى أجرى من خلاله فحص الجعران للتعرف على طبوغرافية السطح ومابه من نقاط إرشاديه لتقنيات الصناعة يصعب رؤيتها بالعين المجردة، بتكبيرات تتراوح بين 50x: 200x كانت النتائج كالتإلى:-



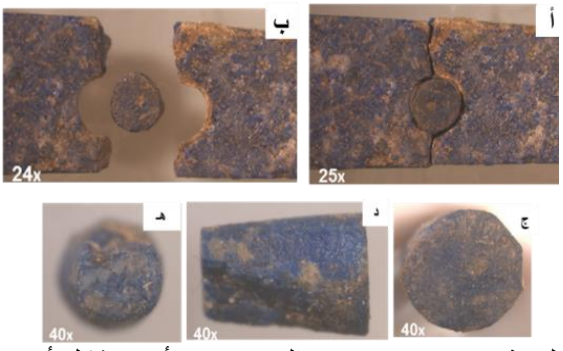
لوحة (14): توضح الصور (أ-ط) لقطات مختلفه توضح تقنيات الصناعة للجهة الأمامية والخلفية للجعران المجنح والقرص الملحق أعلاه عند التصوير بالميكرسكوب الرقمى، توضح الصورة (أ،د) إختلاف سمك شرائح الذهب الرأسيه حسب سمك وارتفاع مواد التطعيم المرصعه بها، والصورة (ب) توضح وجود رأس مسمار تشير لإسلوب تجميع القطعة، (ج) شكل الحز المنفذ بظهر وحدة الجعران المتوسط القطعة وموضع أدأوت الصقل ،الصور(هـ،و،ل،س) تظهر مواضع حلقات التعليق الخلفية والكشف من خلال مكسرها على سمك السبيكة المستخدمة لصناعتها حيث بلغ 3مم، (ش) موضع الفقد بالسبيكة الخلفية للقرص والذى يشير إلى أن إسلوب الصناعة لم يكن مصمت وأظهر سمك السبيكة المصنوع منها القرص، وتوضح الصور (ص،ض،ط) وجود أكثر من ماده وإسلوب تذهيب بغطى السبيكة المعدنية للقرص نظرآ لإختلاف خواصهم البصرية والميكانيكية

8- الفحص بالميكروسكوب المجسم Investigation by Stereo Microscope تم فحص وتصوير بعض عينات المواد اللاصقة ومواد التطعيم المتساقطه من القطعة بإستخدام الميكروسكوب المجسم بمعمل الأثار غير العضوية بالمتحف المصرى الكبير وقد تم التعرف من خلاله على طبُوغرافية سطحها والتركيب البنائى ومظاهر التلف الغير مرئية ويعد هذا فحصآ غير متلفآ للعينة[22] بقوة تكبير تصل إلى 94X والجهاز من نوع Stereo Discovery V20 بتكبيرات مختلفة، والنتيجة كمايلى:-

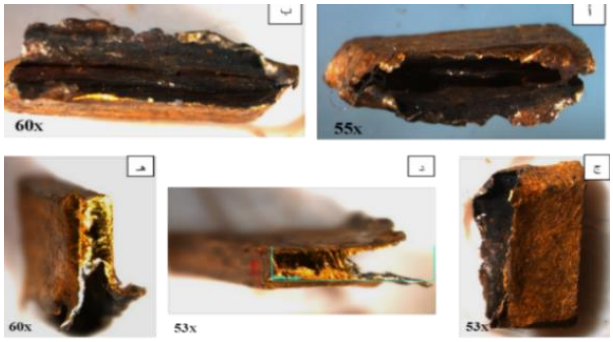
[22] Perez-Rodriguez, et al. " *Non-invasive analytical techniques applied to characterize the components of ancient golden medallions*", Heritage Science, Vol. 1, no. 1, 2013, P.4.



لوحة رقم (15): توضح الصور (أ-د) بعض وحدات التطعيم الحمراء من جميع الجهات أسفل الميكرسكوب المجسم ويوجد بالجهة السفلى لهم والجانبيه حز على شكل حفر غائر يظهر به موضع الحفر بالأزميل ربما الغرض منه كان الحصول على مجرى بحيز مساحته السفليه أقل من العليا لتسهيل عملية تثبيت وحدات التطعيم بالتعشيق ميكانيكياً بالحيز المخصص لها بالقطعة، وصورة (ل) لأحد وحدات التطعيم المركبة من اللون الأحمر والأخضر يظهر بها الفرق بين مستوى إرتفاع كلا منهم ربما لتوفير الخام ذو اللون الأخضر لقلة وندرة الحصول عليه



لوحة رقم (16): توضح الصور من (أ،ب) شكل أحد وحدات التطعيم الزرقاء وتتكون من ثلاث قطع مجمعين ميكانيكياً، إثنان، كلاً منهم مكسره الخارجى يشبه حرف الـ U والوحدة الوسطيه دائريه السطح أسطوانية المقطع، تم تشكيلها لتلافى عيب بالخام بمنتصف الوحدة. وقد إستعاض عن الموضع التالف بها، وصور(ج) توضح السطح الامامى للوحده الوسطيه بقطر1.5مم، و(د) بلغ إرتفاعها3.2 مم، (هـ) السطح السفلى بقطر 1.2مم وصممت كذلك لعدم الإفلات وإحكام تثبيتها

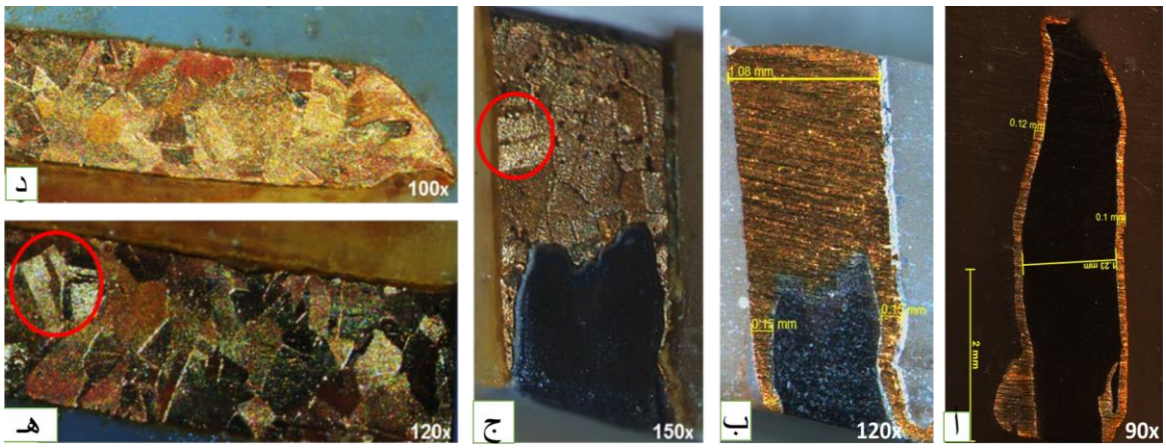


لوحة رقم (17): توضح الصور (أ-هـ) شكل عينة الذهب المصنوع منها الشرائح الرأسيه التي تحوى بداخلها التطعيمات والمكونة للشكل الزخرفى بالجهة الأمامية للجعران، أسفل الميكرسكوب المجسم من جميع الجهات بتكبيرات مختلفه، حيث يظهر جزء منها مصمتآ وجزء مفرغ ذو حدين جانبيين مما يدل إنها ليست مصمته بالكامل كالمعتاد تشكيلها عند الصياغة بنفس هذا الإسلوب في الحقبات الزمنيه السابقه، وقد بلغ سمكها 1.2مم

9- <u>الفحص بالميكروسكوب المستقطب</u> Polarizing Micrscope تم إستخدام الميكروسكوب الميكروسكوب المستقطب من نوع Polarizing Microscope (ZEISS)، بتكبيرات مختلفة لفحص مقطع عرضى لعينة من أشرطة الذهب المنفصلة من حدود التحجيز الرأسيه للتطعيمات وتم إعداد العينة فى صورة قطاعات عرضية Cross Sections لتجهيزها للفحص بصبهما بمادة البولى إستر في قالب من السليكون لتسهيل رؤية العينة عند الفحص. وكان الخليط بنسبة **(3:1)** للراتنج مع المصلب، ثم صقلهم وتصويرهم أسفل الميكرسكوب المستقطب بعد إجراء عملية تأكل تفاضلى **Etching** لسطح العينة بإستخدام محلول محضر من:-

(40 ml Nitric Acid, HNO_3 + 60 ml Hydrochloric Acid, HCL). [23]

وقد تم تطبيقها بالغمر لمدة دقيقة، ثم شطفها أسفل الماء الجاري والكحول الإيثيلى وتم تجفيفها، والهدف من عملية التأكل هو إظهار التركيب الدقيق للسبيكة والفلزات المستخدمة بها وإسلوب الصياغة والتشكيل المتبع لتنفيذ القطعة الأثرية، وقد كانت الصور الناتجة كالتالى* :-



لوحة (18): توضح نتائج تصوير المقطع الطولى والعرضى لعينة الذهب أسفل الميكروسكوب المستقطب قبل وبعد الـEtchin-g بتكبيرات مختلفة، وصورة (أ،ب) يظهر بها وجود ماده سوداء مجهوله، قد تكون سبيكة لحام معدنى من الفضة أستخدمت قديماً لملىء هذا الفراغ[24] للتقليل من إستخدام سبيكة الذهب، بالجزء السفلى الغير مرئى للشرائح الرأسية وظهر بوضوح أبعاد وسمك كل جزء بالشريحه، وتوضح صورة (ج،هـ) خطوط التوأمية بالعينة وشكل خطوط التشكيل اللدن داخل الحبيبات التى تدل على أن هذه العينة به إجهادات ناتجة عن عمليات التشكيل والتلدين ممايدل أن تشكيل القطعة تم بالطرق على البارد بينما صورة (د) تظهر الحبيبات بدرجات لونيه مختلفه نتيجه ربما لاختلاف العناصر الموجوده بالسبيكه ودرجة تأكسدها[25] أو لإختلاف انعكاس الضوء الساقط عند التصوير بالميكروسكوب المستقطب عليها مع إختلاف إتجاهات حبيباتها Orientation اذا مكونة من فلز واحد به إضافات طفيفه لعناصر او شوائب اخرى[26]

10- التحليل بتفلور الاشعة السينية (للجعران والقرص) X-Ray Fluorescence - XRF تم إستخدام التحليل بتفلور الأشعة السينية للتعرف على العناصر المكونة للأثر ولإعطاء التركيب الكيميائي لأجزاء ومواضع Spot مختلفة منها دون أخذ أية عينات،[27] وهو ما يميزه بكونه طريقة تحليل غير متلفة للعينات، والذى يعتمد عمله على وجود مصدر أشعة سينية **X-Ray** يعمل على تحفيز الإلكترونات فى المدارات الإلكترونية الخارجية لذرات العناصر، والذى ينتج عنه مقدار من الطاقة مميزة لكل عنصر. ومن مميزات هذا الجهاز إنه يوجد في شكل محمول، **portable** .[28] والجهاز المستخدم من طراز: - **XRF Portable Niton™ XL3t GOLDD+Analyzer**

[23] Scott, David A."*Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals*" Irina Averkieff, The Getty Conservation Institute, 1991, P. 71.

[24] Paterakis,Alice Boccia, et al, "*An unusual example of gold cloisonné from Central Anatolia"*PP. 106-114.

[25] Schorsch, Deborah."*Precious-metal polychromy in Egypt in the time of Tutankhamun*". The Journal of Egyptian Archaeology, *87*(1), 2001, PP.62-63.

[26] Optical Microscopy all content, Dissemination of IT for the Promotion of Materials Science (DoITPoMS) https://www.doitpoms.ac.uk/tlplib/optical-microscopy/printall.php,(6-8-2022).

[27] Demortier, G. "*Analysis of gold jewellery artifacts*." Gold Bulletin 17.1,1984, Pp. 27-38.

[28] Laval, E., et al. *Non-destructive and in situ analysis of Egyptian wall paintings by X-ray diffraction and X-ray fluorescence portable systems*. Applied Physics *A*, 2010, 100.3: 671-681.

ملحوظة تلك هي طريقة التحليل العنصرى الوحيدة الغير متلفة [29] المستخدمة والمتاحة للتعرف علي المواد المختلفة الداخلة بتركيب القطعة من خلال عناصرها[30] للتعرف على نوعية الفلزات أو السبائك المستخدمة لتشكيل القطعة وأنواع مواد التطعيم فيها، وفيما يلي نتائج التحليل:-

جدول (1): نتائج التحليل العنصري لسبائك الجعران من شرائح معدنية وحلقات تعليق ومواد تطعيم بإستخدامPortable XRF

نقاط تحليل سبائك ووحدات الجعران	صور نقاط التحليل	النسب الوزنية للعناصر (Wt %)					
		Au	Ag	Cu	Sn	Fe	pb
الشريحة الخلفية للجعران		nd	93.9	4.00	2.1	nd	nd
مسامير التجميع الرابطه بين الشريحتين الأماميه والخلفية للجعران		nd	89.00	5.00	2.00	3.00	1.00
المسامير الجانبيه المثبته للجعران الأزرق المتوسطه القطعة		23.50	72.50	1.00	nd	2.00	1.00
القضيب المعدنى المار رأسياً بوسط الجعران من أعلى لتثبيت القرص الدائرى		nd	94.90	2.10	2.00	0.60	0.40
سمك شريحة الذهب الرأسيه المكونة لزخارف الجعران الرأسيه الخارجية		91.70	6.00	2.30	nd	nd	nd
مادة ملىء السمك السفلى لشرائح الذهب المكونة لزخارف سطح الجعران		nd	95.50	2.10	1.90	0.50	nd
سمك شريحة الذهب الرأسيه المكونة لزخارف الجعران الداخلية الدقيقة		100	nd	nd	nd	nd	nd

نقاط تحليل مواد تطعيم الجعران	النسب الوزنية للعناصر (Wt %)								
	Si	Ca	K	Al	Mg	S	Mn	Fe	Cu
مواد التطعيم الزرقاء	61.5	35	2	5	4	10.8	0.2	1.3	0.5
مواد التطعيم الحمراء	97.7	0.5	nd	nd	nd	nd	nd	1.8	nd
مواد التطعيم الخضراء	61	34	2	nd	nd	nd	0.2	1.5	2

Notes: **nd**= not detected

10,1 نتائج التحليل العنصري للجعران بإستخدام تفلور الاشعة السينية XRF

- تبين أن السبيكة المصنوع منها الشريحتين الخلفيتين للجعران هي سبيكة مكونه من الفضة والنحاس بنسبة تقريبيه بلغت94%والنحاس4% بالإضافة لوجود فلز القصدير بنسبة بلغت2% تقريبا، والشرائح الخارجية المثبتة رأسيا أعلاه وتحوى التطعيمات بداخلها على سبيكة مكونه من الذهب والفضة والنحاس بنسبة بلغت 92% للذهب و 6% فضة، و2% نحاس، والشرائح الأقل سمكآ وتُعد الزخارف الدقيقة من الذهب الخالص بنسبة تجاوزت 99,9 %، والقضيب الذى يربط بين الجعران والقرص عبارة عن سبيكة مكونه من الفضة بنسبة 95% تقريبا بالإضافة للقليل من النحاس والقصدير بنسبة بلغت 2% لكلآ منهما، بينما أوضح التحليل نوع العناصر المكونة للمسامير المستخدمة في تجميع الجهة الأمامية والخلفية للقرص وقد بلغت 89% من الفضة و5% نحاس و3% حديد و2% قصدير، و1% رصاص، وتم التعرف على السبيكة المكونة لمسمار البرشام العرضي الذى يمر بداخل وحده التطعيم المشكلة بهيئة (جعران) واتضح إنها تتكون من 72,5% من الفضة و 23,5% من الذهب و1% نحاس و2% من الحديد، 1% من الرصاص، ومادة لحام شرائح الذهب الرأسية بشريحة الفضة

[29] Beckhoff, Burkhard., et.al., "*Wavelength dispersive XRF and a comparison with EDS*. Handbook of practical X-ray fluorescence analysis". Springer-Verlag, Berlin, Germany, 2006, Pp 284-308.

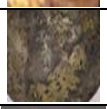
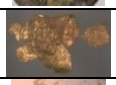
[30] Belfiore, Cristina . et.al. *Non-destructive XRF analysis of Aegyptiaca from Sicilian archaeological sites*. Mediterranean Archaeology & Archaeometry, 21(1), 2021, 9-12.

* تم إجراء الفحص والتصوير بالميكروسكوب المستقطب فى معمل الميكروسكوبات بمركز ترميم الأثار، المتحف المصرى الكبير.

الرئيسية بالجعران تبين انها مكونه من فلز الفضة بنسبة 95% تقريباً و2% لكلاً من النحاس والقصدير وأقل من 1% من الحديد، كما يوضح الجدول رقم (1) .

- تبين أن مواد التطعيم الزرقاء المرصع بها زخارف الجعران تتكون من عنصر السليكا بنسبة تقريبية بلغت 46% والكالسيوم بنسبة 30% والكبريت بنسبة 11% والالومنيوم بنسبة 5% وماغنسيوم بنسبة 4% والبوتاسيوم بنسبة 2% وشوائب من الحديد بنسبة 1,3% والنحاس بنسبة 0,5%، ومواد التطعيم الخضراء اللون من 61% من السليكا و34% من الكالسيوم وبوتاسيوم بنسبة 2% وكذلك النحاس بالإضافة لشوائب من الحديد بنسبة 1,5% ومنجنيز بنسبة 0,2%، ومواد التطعيم الحمراء من 97,7% من السليكا و1,8% من الحديد و0,2% من المنجنيز.

جدول (2): يوضح نتائج التحليل العنصري لسبائك القرص الدائري ورقائق تذهيب وحلقات تعليق باستخدامPortable XRF

نقاط تحليل سطح القرص الدائرى	صور نقاط التحليل بالقطعة	النسب الوزنية للعناصر (Wt %)			
		Au	Ag	Cu	Sn
سمك الشريحه الرئيسيه المكون منه القرص الدائرى الملحق بأعلى الجعران		nd	90.90	9.10	nd
حلقات التعليق الخلفية بالقرص		nd	98.00	nd	2.00
رقائق التذهيب التى تكسو السطح الأمامى للقرص		95	nd	5	nd
رقائق التذهيب التى تكسو السطح الخلفى للقرص		100	nd	nd	nd
الماده البيضاء المجهوله الموجوده بداخل القرص		Ca	Cl	Cu	Fe
		84	12	2	2

Notes: **nd=** not detected **Av**=Average

10-2 نتائج التحليل العنصري للقرص الدائرى الملحق به بإستخدام تفلور الاشعة السينية XRF

تبين أن الشريحة الرئيسية المكون منها القرص عبارة عن سبيكة من الفضة مكونة من عنصر الفضة بنسبة 91% تقريباً وعنصر النحاس بنسبة 9%، تتكون حلقات التعليق من عنصرى الفضة بنسبة 98% والقصدير بنسبة 2%، وبلغت نسبة الذهب بالرقائق المعدنية التي تعلو القرص من الخلف نسبه 100% تقريباً،[31] من عنصر الذهب بينما الموجودة بالجهة الامامية بلغت 95% من عنصر الذهب و5% من عنصر النحاس. وإتضح أن المادة البيضاء الموجودة داخل القرص تتكون من 84%من الكالسيوم[32]، 12% من الكلور و2% من عنصر النحاس و2% تقريباً من عنصر الحديد كما يوضح جدول (2).

11- النتائج والمناقشة Results and discussion

–أوضح الفحص بالعين المجردة أن الجزء الذى على شكل قرص دائرى ومرفق مع القطعة منفرداً ماهو إلا جزٌء يخص القطعة ويكملها وربما كان مثبتاً أعلى الجعران من خلال القضيب المعدنى الذى يتوسط الجعران ويخرج منه، كما أفاد هذا الفحص فى التعرف على عدد وحدات التطعيم المفقوده وألوانها وكذلك في التعرف على

[31] Huang, Houyi., et al, "*Study on the Purity of Gold Leaf in a SO2 Atmosphere at Ambient Temperature*". Materials, 2021, 14(9), 2425.

[32] Salem, Yussri. "*Casting, gilding and corrosion mechanisms in two gilded hollow bronze statues from ancient Egypt*." Journal of Archaeological Science, Reports 43,2022, 103446.

الخواص البصريه للمعادن التي إستخدمها الفنان المصرى القديم في صياغة الجعران والقرص الملحق به. وأيضآ التعرف على إسلوب تشكيل الوحدات الزخرفية به، حيث كانت منفذه بإسلوب "الكلوازونية ".

–كما تبين من طرق التسجيل التوثيق التاريخ الأثرى لإكتشاف القطعة وموقع إكتشافها وتم عمل دراسة كامله لأبعادها وأوزان كل جزء من أجزائها كذلك دراسة جميع زخارفها أثريآ وفنياً.

– تم التعرف عند الفحص بالتصوير متعدد الأطياف فى الضوء المرئى المستقطب **pol vis** على كل المناطق المحتفظه في أعلاها بطبقات التذهيب حتى وإن كانت مغطاة ومطموسه بمواد ترميم حديثه. وأوضح التصوير بطيف **IR-R** مدى التدهور والتلف الموجود بسطح مواد التطعيم ذات اللون الأزرق بالجهة الأماميه وطبوغرافية السطح بالسبيكة المكون لخلفيه الجعران وأيضآ مواضع حلقات التعليق المفقوده المغطاة ببقايا تربة الدفن ومركبات الصدأ، كما ظهر أيضآ تلآلؤ ذو لون أصفر ذهبى فسفورى لامع جداً أسفل طيف **UF-F** بمواضع الدرجات اللونية الفاتحه والبنيه المائله للإصفرارالتى تتخلل اللون الأزرق بكتله التطعيم المستخدمة لتشكيل الجعران والتى تظهر بالضوء المرئى وتعبر عن سوء ورداءة بعض المواضع بالخام المستخرج منه اللون الأزرق بالقطعة، وتشير للمادة المصنوع منها مادة التطعيم الزرقاء بإنها ربما لحجر اللازورد النصف كريم نظرآ لانه من المعروف إحتوائه على شوائب من معدن بيريت الحديد ($Fe\ S_2$) احياناً، وهو معدن ذو مظهر أصفر براق يطلق عليه (الذهب الكاذب) طبقآ لخواصه البصريه المميزه، وهذا يتفق مع خواص هذا الحجر، حيث ذكر أنه يحتوى على شوائب كبريتيه وكالسيت[33]. وذلك مايفسر وجود النقط البيضاء والبنيه المائله للإصفرار حيث أن البنيه قد تكون عنصر الحديد والصفراء البيريت والبيضاء الكالسيت. وهو مايتفق مع نتائج التحليل العنصرى بتفلور الاشعه السينيه لسطح مواد التطعيم الزرقاء بمواضع هذه النقاط المشوه للسطح، كما توضح نتائج الجدول رقم (1).

–التعرف من خلال التصوير بالميكرسكوب الرقمى المحمول والميكرسكوب المجسم على الخواص البصريه للمواد والسبائك الموجوده بالقطعة (الذهبية والفضية) والتي لاتظهر بسهوله بالعين المجرده، وقد تم ذلك من خلال استخدام تكبيرات عاليه بشكل أوضح وأدق تحت درجات إضاءة مختلفة، كما أظهر العديد من التفاصيل الدقيقة لطبيعه كل خام على حدة، والتعرف على وجود مواد لحام من سبائك معدنية[34] تتكون من أكثر من فلز نتيجة ظهور مركبات صدأ نشط ببعض مواضع التجميع واللحام والتي قد تكون أعدت بغرض الحصول منها على خواص أفضل تسهل وتساعد في عملية اللحام، بالإضافة لاستنتاج تكون سبائك الوحدات الإضافية المتمثلة في حلقات التعليق من فلزات مختلفة في تكوينها وتركيبها عن تلك التي كانت مُعده ومجهزه لصناعة السبيكة الأساسيه للقطعة وعناصرها الزخرفيه، كما أوضحت الصور إختلاف مظهر ودرجة لون الرقائق الذهبية[35] الموجوده بالجهة الأمامية عن الموجوده بالجهة الخلفية المستخدمة لتذهيب القرص الدائرى الملحق بالجزء العلوى من الجعران وهذا يشير إلى اختلاف الخواص البصرية والميكانيكية لكلاهما[36]، وبالتالي مما يرجح فكرة تطبيق أكثر من إسلوب تذهيب[37] [38] أو إستخدام نوعان من الرقائق الذهبيه بقطعة واحدة مختلفان في التكوين[39]

---

[33] ألفريد، لوكاس،" المواد والصناعات عند قدماء المصريين" ، ترجمه ذكى إسكندر، محمد زكريا غنيم،عبد الحميد احمد، مكتبه مدبولى، القاهره،1991،ص 640.

[34] الفريد لوكاس، المواد والصناعات عند قدماء المصريين، ص 22.

[35] Oddy, Andrew.,"*Gilding through the ages*". Gold Bulletin, 14(2), 1981, P.76-77.

[36] Oddy, Andrew, "*The gilding of Roman silver plate*" *Argenterie Romaine et Byzantine*, 1988, Pp. 9, 16-17.

[37] Lechtman, Heather, "*Ancient methods of gilding silver*". Examples from the old and new worlds. In Sci. Archaeol., Symp. Archaeol. Chem. 4th, 1971, Pp.18-19.

[38] Oddy, Andrew, "*Gilding of metals in the Old World*." Metal plating and patination. Butterworth-Heinemann, 1993, Pp.171-172.

خاصه بعد التحقق من أصالتهم بالتحاليل الملائمه. نظرآ لوجود نفس المظهر اللونى والخصائص البصرية والسمك الواحد بجميع بقايا رقائق التذهيب المميزة لكل جهة عن الأخرى على الرغم من تعرضهم جميعآ لنفس الظروف ونواتج التلف. كما يظهر الفحص الدقيق للصور ُسمك السبيكة المصنوع منها القرص الدائرى العلوى الملحق بالجعران وذلك من خلال من مواضع الفقد بالصور الخلفية حيث بلغ1.8 مم، كذلك تحديد قطر وسمك حلقات التعليق من الصور الموضحه لمواضع فقد جزء منها حيث بلغ 3مم. وظهور رأس مسمار معدنى واحد فقط بأحد مواضع فقد وحدات التطعيم. والذى يشير لإسلوب جمع وصياغة القطعة، كما أظهر شكل (الحزّ، الحفر) المنفذ بظهر وحدة الجعران المتوسط القطعة وموضع أدأوت والصقل، وأظهر إسلوب علاج الصائغ المصرى القديم وحله لمشكلة ضعف القوى الميكانيكة بمنتصف إحدى مواد التطعيم الزقاء، حيث قام بالإستعاضه عن الجزء التالف وإستبداله بأخر أفضل منه بشكل هندسى اسطوانى وأحكم تهذيبه وتركيبه بمنتصف القطعة، وأثبتت الفحوص والتحاليل اللاحقه أن هذه المواضع التالفه كانت محتويه على معدن بيريت الحديد، وهو يتفق مع الرأي الذى يرى أن وجوده كان كشائبه طبيعية[40]، ويتأكسد بسهولة مع الظروف السيئه[41]ويتحول إلى أكاسيد الحديد عادةً (الليمونيت) وبالتالي يكون سهل التفت[42]، وهذا مافطن له الفنان المصرى القديم وقام بحل المشكله كما سبق الذكر.

–كذلك يمكنا وضع إحتماليه لأسلوب تثبيت وحدات التطعيم من خلال نتائج الفحص الميكرسكوبى لإحدى وحدات التطعيم الحمراء اللون نتيجة ظهور حفر غائر به علي شكل حز يحيط بمنتصف سمكها من جميع الإتجاهات، وكذلك وجود نحت بالحجر من الجهه السفليه يقليل من مساحة وحيز السطح السفلى عن العلوى، ربما تم تشكيلهم هكذا بغرض تثبيت وحدات التطعيم ميكانيكياً بإحكام لضمان عدم خلخلتهم مع إضافة لاصق بسيط، داخل المواضع المخصصة لهم داخل خلايا التحجيز الذهبية بشكل لايؤثر على مظهرهم الجمإلى، وربما لم يعتمد بشكل أساسى على اللواصق حتى لايعيق عملية أعادة ترتيبهم بالمواضع المخصصه لهم عند حدوث أي خطأ محتمل أثناء عملية التصنيع. وهذا ماجعلنا لم نستطيع رصد بقايا مواد لاصقه بشكل واضح يمكن تحليلها.

–أظهر الفحص بالأشعة السينية إسلوب تجميع وتثبيت شريحتي الفضة المكونتين للجهة الأماميه والخلفية للجعران ببعضهما البعض، حيث إتضح إنه تم بواسطة مسامير برشام معدنية لجمعهما سوياً بصورة ميكانيكية، وذلك بناء على ظهور مواضعهما بالقطعة بلون أبيض فاتح ومرئى عند التصوير أسفل ضوء الأشعة السينية، والذى أخذ الشكل الدائرى حول حدود وأطراف القطعة بالكامل أسفل وحدات التطعيم مما جعلها غير مرئيه بالعين المجردة وكذلك حول حدود وحدة الجعران اذى يتوسط القطعة، كما تم الكشف عن إسلوب تجميع قطعة التطعيم الكبرى المتمثله فى الجعران الذى يتوسط القطعة بالإطار من خلال (مسمار برشام معدنىRivet) يمرعرضياً بمنتصف القطعة بالكامل من الداخل وله رأسين جانبيين، من الخارج. رأس مسمار بالجهه اليمنى وأخرى باليسرى[43]، وليس مثبتا بمسمارين فقط جانبيين منفصلين واحداً بكل جهه كما كان يظهر بالضوء المرئى، كما أظهر الضعف والعيوب الداخلية لبعض الأحجار نصف الكريمة المستخدمة للتطعيم خاصة الزرقاء اللون، والتي دعت الفنان لإستبعاد بعض

[39] Frantz, James & Schorsch, Deborah."*Egyptian red gold*", Archeomaterials, 4(2), 1990, P.146.

[40] ألفريد، لوكاس، "*المواد والصناعات عند قدماء المصريين*" ، ص 640.

[41] Moses, Carl O and Janet S. Herman, "*Pyrite oxidation at circumneutral pH*." Geochimica et cosmochimica acta 55.2 ,1991, Pp.471-482.

[42] Pyrite - Minerals Education Coalition, https://mineralseducationcoalition.org , "(2-7-2022).

[43] Collette, Quentin, et al, "*Evolution of historical riveted connections: joining typologies, installation techniques and calculation methods*", P. 298.

المواضع التالفه بمنتصف بعض وحدات التطعيم وإستبدالها بالأفضل وأيضآ تثبيتها ميكانيكيآ بالوحده المعالجة وهذا ماتم الكشف عنه عند فك مواد التطعيم أثناء مراحل علاج القطعة وتوثيقها بالتصوير بالاستريو ميكرسكوب.

– تم التعرف من خلال الفحص بجهاز الليزر الماسح ثلاثى الأبعاد على إسلوب صياغة وجمع القرص الدائرى أعلى الجعران. وكذلك رؤيه إختلاف سمك وحدات التطعيم وإختلاف سمك القطع الذهبية المصنعه كحدود تحجيز داخلية لزخارف الكلوازونية بالجعران.

–تم التعرف من خلال الفحص الميتالوجرافى لعينة الذهب على سمك شرائح الكلوازونية الرأسيه المشكل منها زخارف القطعة والتي بلغتmm 1.8، وكذلك سمك الجهتين المحيطتين بماده الملىء أو اللحام الداخلي لنفس الشرائح من أسفل وقد بلغ 0.15 mm، وتبين أن الصائغ المصرى القديم قد قام بتشكيلها بالطرق على البارد نتيجة ظهور شكل الحبيبات وخطوط التوأمية بالعينة وشكل خطوط التشكيل اللدن داخل الحبيبات والتي تدل على وجود إجهادات ناتجة عن عمليات التشكيل والتلدين بالحرارة عند التشكيل، بالإضافة لظهور إختلاف في الدرجات اللونية للحبيبات الذى قد يكون نتيجة إختلاف إنعكاس الضوء الساقط عليها في مختلف إتجاهاتها (Orientation) عند التصوير بإستخدام الميكرسكوب المستقطب. على الرغم أن عادة مايكون هذا المظهر مميز لأوجه بلورات الفلزات المختلفة بالسبيكه الواحده،[44] بينما في هذه الحالة نظرآ لأن تكوين العينة عبارة عن فلز واحد (الذهب) وبعض الشوائب الطفيفه، كما أثبت لاحقآ التحليل العنصرى، فيعزى أن يكون هذا هو الاحتمال الأنسب لمظهر بلورات الذهب أسفل الضوء المستقطب. [45]

– كما لوحظ وجود ماده سوداء مجهوله مستخدمة لملىء الفراغ الغير مرئى بالحيز السفلى لسمك الشرائح المستخدمة لتشكيل وزخرفه سطح الجعران، والذى أستخدم ربما لغرض توفير وتقليل إستهلاك الذهب بعملية التشكيل؛ مما يدل على قلة الخام أو سوء الحالة الأقتصادية لصاحب المقتنيات أو لتلك الحقبة على غير المعتاد إتباعه عند تنفيذ مشغولات وتحف ذهبية بهذا الإسلوب بحقبات زمنيه سابقه.

- تبين من التحليل بواسطة تفلور الأشعة السينية أن السبيكة المصنوع منها الشريحتين الخلفيتين للجعران هي سبيكة مكونه من الفضة والنحاس بنسبة تقريبيه بلغت94%والنحاس4% بالإضافة لوجود فلز القصدير بنسبة بلغت2% تقريبآ، وهى سبيكة أستخدمت[46] بنفس الحقبة الزمنية التي تنتمى لها القطعة الأثرية (العصر اليوناني الرومانى)، والشرائح الخارجية المثبته رأسيآ أعلاه وتحوى التطعيمات بداخلها مصنوعة من سبيكة مكونه من الذهب والفضة والنحاس بنسبة بلغت 92% للذهب و 6% فضة، و2% نحاس، ووجود كلآ من فلز الفضة والنحاس قد يكون أضيف لتسهيل عملية تشكيل القطعة ولجعلها أكثر صلادة بعد الإنتهاء من تشكيلها نظرآ لأن تلك الشرائح هي المكون الرئيسى للحدود الخارجية لزخارف القطعة.[47] والشرائح الأقل سمكآ وإتضح أن الزخارف الدقيقة لها من الذهب الخالص بنسبة تجاوزت 99,9%، وذلك أمر طبيعى نظرآ للدونة الذهب الخالص، وقلة صلادته. لتسهيل عملية طرقه والحصول منه على شرائح رقيقه وإنسيابيه لتسهيل تشكيل الزخارف والمنحنيات الدقيقة منه، أما القضيب الذى يربط بين الجعران والقرص عباره عن سبيكة مكونه من الفضة بنسبة 95% بالإضافة للقليل من النحاس والقصدير بنسبة بلغت 2% لكلآ منهما، كما تم الكشف عن العناصر المكونة للمسامير المستخدمة في تجميع الجهة الأماميه والخلفية للجعران وقد بلغت 89% من الفضة و5% نحاس و3% حديد و2% قصدير، و1% رصاص، حيث أن من المتعارف عليه إضافة نسبه ولو قليله من النحاس لسبائك الذهب عند إستخدام الجزء المراد

---

[44] Schorsch, Deborah, ."*Precious-metal polychromy in Egypt in the time of Tutankhamun*",2001, PP.62-63.

[45] Optical Microscopy (all content), Dissemination of IT for the Promotion of Materials Science (DoITPoMS) https://www.doitpoms.ac.uk/tlplib/optical-microscopy/printall.php,(6-8-2022).

[46] ألفريد،لوكاس، "*المواد والصناعات عند قدماء المصريين*"، ص 375.

[47] Michele, Bever."*Encyclopedia of Materials Science and Engineering*" Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Frankfurt. Vol.3, 1985, F-1.

تشكيله فى غرض وظيفى يتطلب صلادة أعلى لاداء دوره الوظيفى بشكل جيد،[48] وقد تم التعرف على السبيكة المكونة لمسمار البرشام العرضى Rivet الذى يمر بداخل وحده التطعيم المشكله بهيئه (جعران) وإتضح إنها تتكون من 72,5% من الفضة و 23,5% من الذهب و2% نحاس وهى سبيكة تسمى (الكتروم) Electrum Alloy [49]، وباقى العناصر من حديد بنسبة 1%، ورصاص بنسبة 1%، تعتبر شوائب، ومادة لحام مستخدمة لتثبيت شرائح الذهب الرأسيه بشريحه الفضة الرئيسيه بالجعران والمستغله لزيادة إرتفاع الشرائح ربما بغرض توفير خام الذهب المستخدم حيث أن هذا الجزء السفلى سيكون غير مرئى وقد تبين إنها مكونه من فلز الفضة بنسبة 95% و2% تقريباً لكلاً من النحاس والقصدير. وقد يرجع السبب في إستخدم سبيكة الفضة عند لحام الذهب بالفضة ربما لخفض نقطه إنصهار الذهب بمواضع التفاصيل الدقيقة لينصهر فى درجه حراره أقل أثناء عملية اللحام حتى لايؤثر على السطح ويعرضه للتشوه.[50]

- كما تبين أن مواد التطعيم الزرقاء المرصع بها زخارف الجعران تتكون من 46% من عنصر السليكا و30% كالسيوم والكبريت بنسبة تقاربت من الـ 11% والالومنيوم بنسبة 5% وماغنسيوم بنسبة 4% والبوتاسيوم بنسبة 2% وشوائب من الحديد بنسبة 1,3% والنحاس بنسبة 0,5% ، مما يرجح إنها مصنوعة من حجر نصف كريم قد يكون (اللازورد) وإرتفاع نسبه عنصر الكبريت ووجود نسبة من الحديد كشائبه بنقاط التحليل للمواضع البنيه المائله للإصفرار والذى يشير لوجود معدن بيريت الحديد ($Fe\ S_2$)[51] المتميز باللون البنى المائل للاصفرار بنيه ضعيفه ميكانيكياً وهذا ماقد يكون جعل الفنان يقوم بإستبدال بعض المناطق بوحدات التطعيم الزرقاء التالفه بأخرى أفضل من حيث خواصها البصريه والميكانيكيه، وقد يكون هو الجزء الظاهر بخواص فسفوريه ذهبية ذات وميض متلألأ أسفل الطيف المتفلور للأشعه فوق البنفسجيه، ومواد التطعيم الخضراء اللون ربما تكون (الفيروز Turquoise)النصف كريم نظراً لآن العناصر الإضافيه المكونة له بخلاف السليكا هي الكالسيوم والنحاس والألومنيوم والقليل من شوائب أكسيد الحديد وهو مايميز التركيب العنصرى والكيميائى لحجر الفيروز، ونظراً لعدم وجود العناصر المميزه لحجر الزمرد كمعدن البريليوم فقد تم إستبعاده.[52]

- وربما تكون مواد التطعيم الحمراء المتكونه من 97,7% من السليكا، يستنتج أيضاً إنها لحجر نصف كريم قد يكون (العقيق الأحمر) نظراً لخواصه البصرية ونتيجة هذا التحليل التي يغلب عليها السليكا الذى يعتبر هو المكون الاساسي للأحجار الكريمة والنصف كريمة. بالإضافة لتفسير وجود نسبة ضئيلة من عنصر الحديد وصلت تقريباً 2% ربما يكون شائبة طبيعية متسببة فى إكتسابه للون الأحمر المميز له والذي أعطي الحجر الكريم درجة لونية تميل للإحمرار مميزه له.

- تبين أيضاً أن الشريحه الرئيسيه المكون منها القرص عباره عن سبيكة من الفضة مكونه من عنصر الفضة بنسبة 91% وعنصر النحاس بنسبة 9% ويرجح انه أضاف النحاس بهذه النسبه للحصول على شريحه لها خواص ميكانيكيه أفضل ودرجه صلادة أعلى من إستخدام فلز الفضة منفرداً لتتلائم قوة السبيكة مع الدور الوظيفى والتشريحى للقطعة المجهزه لها [53]، وتتكون حلقات التعليق من عنصرى الفضة بنسبة 98% والقصدير بنسبه2%، وتم التعرف على العناصر المكونة لطبقات تذهيب القرص الدائرى حيث إتضح أن العناصر المستخدمة لتذهيب القرص من الجهة الخلفية بلغت نسبة الذهب بها 100% تقريباً بينما الموجوده بالجهة الأماميه بلغت نسبه عنصر الذهب به 95% و5% من عنصر النحاس مما يرجح إستخدامه لنوعان من رقائق التذهيب مختلفين في التركيبه

---

[48] ألفريد لوكاس، "*المواد والصناعات عند قدماء المصريين*"، ص 375-376.

[49] Scott, David A., and and Roland Schwab.,"*Metallography in archaeology and art*". Springer International Publishing, 2019, P.226 .

[50] ألدريد، سيريل "*مجوهرات الفراعنة*" ، ص93.

[51] Pyrite - Minerals Education Coalition, https://mineralseducationcoalition.org , "(2-7-2022).

[52] ألفريد لوكاس، *المواد والصناعات عند قدماء المصريين*"، ص629-631، 640 .

[53] Aldred, Cyril,"*Jewels of the Pharaohs. Egyptian jewelry of the dynastic period*" , 1978, Pp. 27-28.

إحداهم من الذهب الخالص، وهى التي تظهر بلون أصفر لامع وبراق بالفحص البصرى بينما الأخرى المضاف لها فلز النحاس فقد كانت ذو لون أصفر شاحب. ويعزى إرتفاع نسبة عنصر الذهب ببقايا الرقائق الخلفية واستخدامها بهذه الدرجة العالية جداً من النقاء لسهولة طرقه وتحويله لرقائق فائقة الرقه في السمك [54] وقد يرجع السبب في تطبيق نوعان من الرقائق ربما لنفاذ المصنوعة من الذهب الخالص أو لإكتشافه لعيوب بإحداهم بعد تطبيقها فإستعاض عنها بالأنسب والأفضل للتذهيب بالجهة الأخرى.

- ويرجح الباحث فكرة تطبيق أكثر من تقنية تذهيب نظراً لما لاحظ أثناء الفحص البصرى من تماسك عالى جداً للمثبته بالجهه الاماميه يصل لحد الملغمه الامر الذى قد يكون استخدم فيه أسلوب التذهيب الحرارى بتسخين سطح الفضة وتثبيت الرقائق العالية الرقه والنعومه مباشرة أعلاه، ويمكن أن يكون هذا هو السبب في تكوين رابطة قوية بين المعدن وطبقة التذهيب نتيجة حدوث تداخل جزئى بين الطبقات السطحيه[55] مما يجعل مظهر طبقة التذهيب الأماميه رقيق جداً ومتماسك بشده بسطح الفضة. أما الجهة الخلفية التي كان سمكها مرتفع نسبياً ونقائها اعلى وبريقها أشد فربما تم تثبيتها ميكانيكياً بطرق أوراق الذهب على سطح الفضة بالضغط والطرق بأدوات التنعيم مثل حجر الأجيت ولصقها بلواصق طبيعية كالصمغ أو الغراء، لكن لم يتم التعرف على سمك كلاهما تحديداً أو طبيعة مواد وتقنية التثبيت بشكل تأكيدى نظراً لعدم توافر عينات منهم ولتغطية معظم سطح القطعة من الجهه الخلفية بتكلسات لنواتج تلف التربة ومركبات الصدأ النشطه بكثافه عالية بمواضع عديده، وقد صنف لوكاس[56] سمك رقائق التذهيب وإرتباطه بتقنية التثبيت كالأتى: الرقائق التي يتراوح سمكها مابين 0,17- 54, 0 مم يطلق عليها رقائق ويمكن تطبيقها ميكانيكاً أو باللصق، بينما التى يتراوح سمكها ما بين 0,09- 0,01 ، وقد تصل الى 0,0051 مم تعتبر أوراق ذهب ناعمه جداً ويمكن تطبيقها بتقنية الاسلوب الحرارى

- بينما توجد إحتمالات أخرى لإختلاف لون وخواص طبقتى التذهيب الأمامية والخلفية، أهمها أن السبب ربما يرجع لإختلاف درجة تأكسد العناصر الموجوده بالسبيكة[57] عند تعرضها لبيئة دفن أو ظروف بيئيه غير ملائمه[58] حيث تتأثر أولاً المعادن الأقل نبلاً بالرقائق طبقاً للسلسلة الكهروكيميائية[59]، مثل شوائب الحديد وأى إضافات لفلز النحاس مسببه إختلاف بشكل وخواص الرقائق تاركه خلفها سطحاً مشوهاً وتالف بمظاهر تطويس وتأكل عن مثيله الغير معرض لنفس الظروف[60] من الجهة الأخرى وذلك تبعاً لنسبها[61] او ربما لإختلاف تركيب المادة الخام المصنع منها الرقائق الامامية عن نظيرتها الخلفيه بالإضافه لإختلاف تقنية التطبيق نظراً لوجود نفس المظهر اللونى والخصائص البصرية والسمك الواحد بجميع بقايا رقائق التذهيب المميزه لكل جهه عن الأخرى.[62]

- كما إتضح أن المادة البيضاء الموجوده داخل القرص الدائرى بالكامل هي عباره حجر الجيرى نظراً لوصول نسبه عنصر الكالسيوم إلى 84% وربما أستخدمت كقالب تشكيل أو كمادة ملء[63] لتقوم بدور دعامه حيث يمكن تثبيت

---

[54] Huang, Houyi,, et al, "*Study on the Purity of Gold Leaf in a SO2 Atmosphere at Ambient Temperature*" 2425.

[55] Oddy, Andrew., "*Gilding of metals in the Old World*.", *p.175-176.*

[56] ألفريد، لوكاس،" *المواد والصناعات عند القدماء المصريين"* ، ص370-371 .

[57] Schlosser, Sandra, et al. *Early Cambodian gold and silver from Prohear: composition, trace elements and gilding*. J. Archaeol. Sci. 39(9), 2877–2887 ,2012, P. 2883.

[58] Abdallah, Medhat., et al, "*Archaeometiric Study and Conservation OF A Goddess Bastet Statue From THE Late Period of Ancient Egypt*". International Journal of Conservation Science, 13(2), 2022, Pp496, 508.

[59] Scott, David., and Roland Schwab.,"*Metallography in archaeology and art*", P.217-222.

[60] Lechtman, Heather. *"Ancient methods of gilding silver"*, P. 2,15.

[61] Oddy, Andrew.,"*Gilding of metals in the Old World*", P. *179.*

[62] Scott, David., and Roland Schwab.,"*Metallography in archaeology and art*", P. *222-224.*

[63] Salem, Yussri. "*Casting, gilding and corrosion mechanisms in two gilded hollow bronze statues from ancient Egypt*.",2022, 103446.

اللسان المعدنى الخارج من الجعران به لإحكامه ميكانيكآ ولضمان عدم اختلال توازنه او سقوطه أو تشوهه، وربما كدعامه لتشكيل شرائح الفضة من الجهتين أعلاها لتأخذ شكل التقبيب المتواجده عليه لمحاكاه وإبراز شكل الشمس الحقيقي دون الحاجه لصب كتله مصمته لتقوم بهذا الغرض وقد يكون لعدم إستهلاك الكثير من فلزات السبيكة المراد تنفيذ القطعة بها أو لما قد يؤثر سلبآ على القوة الميكانيكيه والبنيه التشريحيه للجعران ككل عند تثبيتها أعلاه نظرآ لثقل وكثافه المعادن العاليه بحاله الصب المصمت بالكامل للوحده.

الإستنتاجات Conclusions

– تبين الدراسة مهارة المصرى القديم صياغة وتشكيل القطع المعدنية المختلفة المكونة للقطعة الأثرية بدءآ من وضع تصميم يحتوى على عناصر زخرفية ذات أبعاد وألوان متناسقة. كما عرف كيفية توظيف السبائك المختلفة وإستخدام السمك المناسب للشرائح المعدنية لإنتاج كل جزء حسب الغرض منه وحسب موضعه بالتركيب التشريحى للقطعة. وقد ظهرت براعته في توظيف طرق الوصل واللحام فى الأجزاء المختلفة من مسامير البرشام لوصل الشرائح المعدنية السميكة المعده لحمل زحارف الجعران وجعلها أسفل الزخارف لتكون غير واضحه بالعين المجردة وغير مشوه للشكل النهائي للقطعة. وإستخدام إسلوب اللحام المعدنى في تثبيت الشرائح العرضية لخلايا الكلوزونية. كما تمكن من حل إشكالية تثبيت الجعران بمنتصف الشكل المجنح بشكل محكم وغير ظاهر وذلك بتثبيته بقضيب أو لسان معدني مستطيل بقطر2.6مم يخترق الجعران بالكامل عرضآ ولا يظهر منه سوى نهاياته التي توحى بأنها رؤوس مسامير جانبيه فقط. كما نلاحظ إختياره لتعليق هذه الوحدة الزخرفية بالعديد من الحلقات وإختيار مواضعها بدقة لتوزيع ثقل ووزن القطعة. بالإضافة الي إختيار مواد التطعيم من خامات صلده وقويه بأحجار كريمة ذات الوان زاهيه إتسمت بالدقه في تقطيعها وتهذيبها بالأبعاد المناسبة وتنسيقها بهذا الشكل المبهر لملىء وتطعيم فجوات خلايا الكلوازونية الذهبية المعده لها لتزيين الزخارف السطحيه للجعران، وقد إستعاض عن المواضع التالفه بمادة التطعيم الزرقاء المحتويه على شوائب كبريتيه بأخرى لها خواص ميكانيكيه أفضل، ومن هذا يتضح لنا مدى الإستفاده من إستخدام طرق التوثيق والفحص المختلفة بالإضافة لإحدى طرق التحليل التي تم تناولها للكشف عن العديد من أسرار صياغة وتشكيل هذه القطعة الأثرية ألفريده.

الشكر Acknowledgment

كل الشكر والتقدير **للأستاذ الدكتور/ إبراهيم الرفاعى** – مركز التوثيق الحضارى والتاريخى بالقرية الذكيه لتعأونه معنا بإجراء عمليات التوثيق متعدد الآطياف Multispectral Imaging للقطعة الأثرية المختاره للدراسة له منا كل الشكر والتقدير.

المراجع العربية والأجنبية References

- ألفريد، لوكاس "المواد والصناعات عند قدماء المصريين" ترجمه ذكى إسكندر، محمد زكريا غنيم،عبد الحميد احمد، مكتبه مدبولى، القاهره،1991.
- سعيد علي، ناجي "دور المعابد وقدسيتها" .*مجلة أبحاث* (8) ،2018.
- سمير، أديب "موسوعه الحضارة المصرية القديمة"، الطبعه الأولى، العربى للنشر والتوزيع ، 2000.
- سيريل، ألدريد،"مجوهرات الفراعنة"، ترجمة السويفى، الطبعة الثانية، القاهرة، 1991.
-عبد الحميد، محمد،"رمزية قرص الشمس المجنح في حماية المعبد المصري منذ عصر الدولة الحديثة حتى نهاية العصر البطلمى دراسة أثرية حضاريه"، مقال بقسم الأثار- كلية الاداب جامعة كفر الشيخ، 2016.

- Abdallah, Medhat., Moustafa, Mohamed., Morsi, Ezzat. M., & Ali, Gehan., "Archaeometiric Study and Conservation OF A Goddess Bastet Statue From THE Late Period of Ancient Egypt". International Journal of Conservation Science, 13(2), 2022.
- Aldred, Cyril.,"Jewels of the Pharaohs. Egyptian jewelry of the dynastic period",1978.
- Beckhoff, Burkhard., Kawahara, N., Shoji, T., KanngieBer, Habil Birgit., Langhoff, Norbert., Wedell, Reiner & Wolff, Helmut.,"Wavelength dispersive XRF and a comparison with EDS". Handbook of practical X-ray fluorescence analysis. Springer-Verlag, Berlin, Germany,2006.
- Belfiore, Cristine M, Mazzoleni, Paolo., Manenti, Angela M., Mastelloni, Maria A., Corsale, Valentina & Barone, Germana.,"Non-destructive XRF analysis of Aegyptiaca from Sicilian archaeological sites. Mediterranean Archaeology & Archaeometry", 21(1), 2021.
- Collette, Quentin, Ine Wouters, and Leen Lauriks."Evolution of historical riveted connections: joining typologies, installation techniques and calculation methods". In Brebbia CA, Binda L.(éd.), Proceedings of 12th International Conference on Structural Repairs and Maintenance of Heritage Architecture, WITT press, Chianciano Terme, Italy, 2011.
- Demortier,, G. "Analysis of gold jewellery artifacts". Gold Bulletin, 1984.
- Frantz, James & Schorsch, Deborah.,"Egyptian red gold". Archeomaterials, 4(2), 1990.
- Hawkins, Leslie Virgle."Art *Metal and Enameling*" Chas.A.Bennett Co .Inc. Peoria,Vol .111, 1974.
- Huang, Houyi, Guanglin Xu, and Xinyou Liu., "Study on the Purity of Gold Leaf in a SO2 Atmosphere at Ambient Temperature". Materials, 2021.
- Laval, E., D. "Vigears, and A. Duran. "Non-destructive and in situ analysis of Egyptian wall paintings by X-ray diffraction and X-ray fluorescence portable systems." Applied Physics A 100.3 , 2010.
- Lechtman, Heather. "Ancient methods of gilding silver", Examples from the old and new worlds. In Sci. Archaeol., Symp. Archaeol. Chem. 4th, 1971.

Liang, Haida. "Advances in multispectral and hyperspectral imaging for archaeology and art conservation", UK,School of Science and Technology, Nottingham Trent University, Clifton Lane, Nottingham, 2011.

- Michele, Bever,"Encyclopedia of Materials Science and Engineering" Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Frankfurt. Vol.3, 1985.

Mohamed, Wfaa Anwer ."Study of Treatment and Conservation of Archaeological Metallic Jewellery", Master Thesis, Conservation Department, Faculty of Archaeology, Cairo Univ. 1994.

Morigi, M. P., "X-Ray Radiography." The Encyclopedia of Archaeological Sciences", Italy, 2018.

- Moses, Carl O and Janet S. Herman., "Pyrite oxidation at circumneutral pH." Geochimica et cosmochimica acta 55.2 ,1991.
- Oddy, Andrew., "*Gilding through the ages*". Gold Bulletin, 14(2), 1981.
- Oddy,Andrew."The gilding of Roman silver plate"Argenterie Romaine et Byzantine,1988.
- Oddy. Andrew. "Gilding of metals in the Old World." Metal plating and patination. Butterworth-Heinemann, 1993.
- Paterakis, Alice Boccia, Sachihiro Omura, and Ellen van Bork." An unusual example of gold cloisonné from Central Anatolia" STAR, Science&Technology hgfhof Archaeological Research,Vol.1, no.2, 2015.

- Perez-Rodriguez Jose., Robador, María., Haro, Jimenez., Blanes, Martinez., Garofano, isabel., Odriozola, C. and Duran, A., "Non-invasive analytical techniques applied to characterize the components of ancient golden medallions", Heritage Science, Vol. 1, no. 1. 2013.
- Petrie,William Matthew Flinders "Dendereh1889",. Vol. 17. Sold at the offices of the Egypt Exploration Fund, 1900.
- Pillon, Andrea. "La terrasse d'Hathor à Dendara et la réversion des offrandes divines: un élément du paysage cultuel des villes au Moyen Empi " Bulletin de l'Institut français d'archéologie orientale (BIFAO) 122, 2022.

Preys, René. "La destruction des animaux dans le temple de Dendera. Interprétation" geographique" et interprétation" architecturale" des scénes rituelles." Of Gods and men, research on the Egypcian temple from the new kingdom to the Graeco-Roman period. Editorial Universidad de Alcalá, 2022.

- Salem, Yussri. "Casting, gilding and corrosion mechanisms in two gilded hollow bronze statues from ancient Egypt." Journal of Archaeological Science, Reports 43,2022.
- Schlosser, S., Reinecke, A., Schwab, R., Pernicka, E., Sonetra, S., Laychour, V."Early Cambodian gold and silver from Prohear", composition, trace elements and gilding. J. Archaeol. Sci. 39(9), 2012.
- Schorsch, Deborah,"Precious-metal polychromy in Egypt in the time of Tutankhamun". The Journal of Egyptian Archaeology, 87(1), 2001.
- Scott, David A "Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals" Irina Averkieff, The Getty Conservation Institute. 1991.
- Scott, David A and Roland Schwab."Metallography in archaeology and art"2019.
- Shanks, Michael and Connie Svabo. Shanks."Archaeology and photography:a pragmatology", California and Denmark, Alfredo González-Ruibal, Routledg, 2013.
- Shanks,M. and Svabo,C., "Archaeology and photography", a pragmatology, California and Denmark, Alfredo González-Ruibal, Routledg, 2013.
- Spencer, Patricia & Murray, Margaret "The Egyptian temple":a lexicographical study. Routledge, 1984.
- Tian, Hao, Zeng, Xiaotian., Guo, Jianbo., Qu, Liang., & Chen, Kunlong."X-ray computed tomography reveals special casting techniques used with unusual bronze objects unearthed from the Sanxingdui site." Advances in Archaeomaterials, 2022.
- Troalen, Lore G., Jim Tate, and Maria Filomena Guerra."Goldwork in Ancient Egypt: workshop practices at Qurneh in the 2nd Intermediate Period". Journal of Archaeological Science, 2014.

المواقع الاليكترونية

-Artec Space Spider", Artec 3D, https://www.artec3d.com/portable-3d-scanners/artec-spider, (22 Feb, 2020).

-Optical Microscopy (all content), Dissemination of IT for the Promotion of Materials Science (DoITPoMS) https://www.doitpoms.ac.uk/tlplib/optical-microscopy/printall.php, (6 Aug 2022).