

دراسة تحليلية لتقييم حالة جعران مجنح مركب من الفضة المذهبة والذهب المرصع بالأحجار نصف الكريمة بالمتحف المصري الكبير – القاهرة

Analytical Study To Evaluate The Condition of a Gilded Silver and Gold Winged Scarab Inlaid With Semi-Precious Stones at The Grand Egyptain Museum, Cairo

ياسمين شعبان عبدالعزيز¹ ، مي محمد رفاعي²

¹ مركز ترميم الاثار - هيئة المتحف المصري الكبير

² أستاذ بقسم الترميم - كلية الاثار- جامعه القاهرة

Email address : yasminaziz1986@gmail.com

To cite this article:

Yasmin Aziz, Journal of Arts & Humanities.

Vol. 9b, 2022, pp.186- 212. Doi: 8.24394/JAH. 2022 MJAS-2207-1087

Received:27, 07, 2022; **Accepted:**18, 08, 2022; **published:** June, 2022

المخلص :

يتناول هذا البحث دور التقنيات الحديثة في تشخيص حالة جعران أثرى مجنح من الذهب والفضة المرصعة بالأحجار نصف الكريمة، والذي يعلوه قرص دائري من الفضة المذهبة وقد إكتشف بمعبد دندره ويرجع للعصر اليوناني الروماني، ونظراً لأن هذه القطعة الفريدة تعد من أندر القطع الأثرية المنتمية للحضارة المصرية، بالإضافة لقيمتها الفنية وما تعكسه لنا من مدى تطور ومهارة الصائغ المصري القديم ومعرفته التامة وإلمامه بكافة فنون صياغة وتشكيل هذه النوعية المركبة من التحف المعدنية بدقة عالية، ونظراً لما تعرضت له من عوامل تلف عديدة ناتجة عن الظروف السيئة بيئة الإكتشاف أو التخزين والعرض الغير ملائم وما قد تكون تعرضت له من عمليات ترميم حديثة بأساليب ومواد غير مناسبة قد أدت لتطويعها وظهور نواتج تلف مختلفة به كالإنبعاجات بالشرائح المعدنية وقد جزي وكي بالعديد من وحداتها وكذلك تفتت اللب الداخلي للقرص وتراكم الكثير من التكلسات الصلدة بالجهة الخلفية له وإنفصال وتغير لون رقائق التذهيب. ومن هذا المنطلق تم توظيف طرق الفحص والتحليل المختلفة لرصد وتوثيق جميع مظاهر التلف بالقطعة، كالتصوير المتعدد الأطياف، والتصوير بالليزر ثلاثي الأبعاد والأشعة السينية. وبالميكروسكوب المجسم (SM) والميكروسكوب المستقطب (PM) والإلكتروني الماسح (SEM)، والتحليل بتفلور الأشعة السينية (XRF) وحيود الأشعة السينية (XRD) وطيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR)، ومن عوامل تبين أن السبيكة المصنوع منها الجعران هي الفضة والنحاس والشرائح الرأسية من الذهب اما والترصيع باللازورد والفيروز والعقيق، والسبيكة المكونة للقرص هي البيلون المكونة من الفضة والنحاس أيضاً. واللب الداخلي من كربونات الكالسيوم والتذهيب تم برفائق ذهب تحتوي على نسبة من النحاس وأخرى عالية النقاء، بينما الإضافات الحديثة للتجميع واللصق من البارالويد ب٧٢ وخلات الفينيل المبلمرة والإيبوكسي، ساهم كل ذلك في الكشف عن تكنولوجيا صياغتها وما به من إضافات حديثة ونواتج تلف وللتعرف على مواضع الضعف بجزيها لتسهيل وضع برنامج صيانة مناسب قبل البدء في خطوات علاجها.

الكلمات الدالة :

الجعران المجنح، الفضة المذهبة، الأحجار نصف الكريمة، التصوير بالأشعة السينية، التحليل بتفلور وحيود الأشعة السينية .

لوقوف على الأساليب المناسبة للعلاج والإحتياجات اللازمة للحفاظ عليها مستقبلاً قبل البدء في صيانتها، ومن هذا المنطلق

المقدمة : تعتبر دراسة مظاهر التلف للآثار المعدنية من أهم العمليات التي يجب إتباعها قبل إجراء خطوات العلاج وذلك

المستخدم كشرائح أساسية للتشكيل بالنحاس أو بالفضة يظهر على سطحه العديد من البقع الصغيرة المميزة على حسب نسبة إضافتها وتؤدي إلى فقد بريقها أو لمعانها نتيجة تعرضها للتآكل أو الأكسدة (Salem, Y., 2022). ومن طرق الفحص والتحليل التي تستخدم لتوثيق مظاهر تلف الآثار المركبة من الذهب والفضة؛ التصوير بتقنية Multispectral Imaging متعدد الأطياف للتعرف على مظاهر التلف ومواضع الإضافات الموجودة بالقطعة غير الواضحة في نطاق الطول الموجي للضوء المرئي (Liang, Haida., 2011)، والتصوير بالأشعة السينية X-Ray Radiography للكشف عن التراكيب الداخلية الغير مرئية بالضوء المرئي، كمواضع اللحام والبرشمه للتعرف على تكنولوجيا صناعتها (Tum, J & Middleton, A, 2006)، كذلك لإظهار الحالة العامة لجميع المواد المستخدمة بالقطعة؛ للتعرف على مواضع القوة والضعف به (Morigi, Maria, Pia, 2018). ويتم إجراء فحوص أهمها الفحوص الميكروسكوبية كالميكروسكوب المجسم Stereomicroscope لإظهار تفاصيل مظاهر التلف الدقيقة للسبائك ومواد التطعيم. أما الميكروسكوب المستقطب Polarizing microscope فيستخدم لإجراء الفحص الميتالوجرافي لعينات سبائك القطعة للكشف عن أسلوب صناعتها قديماً (Scott, D.A, 1991) والتعرف على خواصها ومابها من مظاهر تلف بالتركيب التشريحي الدقيق لسبائكها، وإستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) لتوضيح كل مظاهر التلف التي تم التعرف عليها بالطرق السابقة ولكن تحت قوة تكبير عالية جداً تصل إلى ٣٠٠٠٠٠ الضعف؛ (Baumgart, H \$, 1984) للتعرف على خواص كلاً منها قبل البدء في عملية العلاج VCDSEZDX، وتفلور الأشعة السنوية (XRF) (Liang, Haida., 2011) لتحديد العناصر المكونة (Pagès-Camagna S, et al, 2010) (Belfiore, C., 2021) للسبائك ومواد التطعيم بالقطعة وكذلك نواتج التلف المشوهة لعناصرها، والتحليل بحيود (XRD) المركبات وبطيف الأشعة تحت الحمراء FTIR للتعرف على المواد اللاصقة والعضوية المجهولة بالقطعة من خلال الكشف عن المجموعات الوظيفية المميزة لها، وقد تم إجراء العديد منها بهذا البحث لتوثيق وفحص مظاهر تلف القطعة المختارة للدراسة، للتعرف على الحالة الراهنة له بإستخدام الأجهزة العلمية غير المتلفة لتلك المقتنيات النادرة. ويختتم البحث بالمناقشة العامة، وأفضل النتائج

جاءت دراسة هذه القطعة القيمة وهي عبارة عن جعران مجنح على غرار المعبود "خبرى" رمز التجديد والحماية (سميراديب، ٢٠٠٠) يتكون من جزئين: الأول، على شكل جعران مصنوع من الفضة المزينة بأشرطة تحجيز رأسية من الذهب على شكل خلايا تحوى بداخلها تطعيمات ذات ألوان مختلفة، مصاعة بإسلوب الكلازونية (Demortier, G., 1984)، والثاني على شكل قرص دائري من الفضة المذهبة، يرمز للمعبود "رع" اله الشمس رمز القوة والحماية، (عبد الحميد، محمد، ٢٠١٦) وقد تم إكتشافها عام (١٩٨٠م) بمعبد دندره، وترجع للعصر اليوناني الروماني، وتحمل رقم (GEM.2550) بالمتحف المصري الكبير. ومن أهم العوامل التي تتسبب في إحداث تلف وتشوه لسبائك الفضة المكونة لمثل هذه المقتنيات، تواجد نسبة من النحاس داخل سبيكة الفضة، حيث يعتبر من أهم العوامل الداخلية المسببة لتلف سبيكة الفضة والنحاس، حيث يذكر (Zhang, X.G, 2011) دور النحاس في تنشيط التآكل الجلفاني، وتناول (Wanhill, R.J. 2011) ميكانيكية حدوث التآكل الإختياري الشائع بسبيكة الفضة والنحاس، كما ذكر (Peter, N., et al, 2013) التآكل الجلفاني داخل سبيكة الفضة والنحاس، وتناول (Wiesinger, R.et al, 2013) دور الرطوبة النسبية في إحداث تلف سبائك الفضة، كما ذكر (Schalm, O., et al., 2015) ميكانيكية تآكل سبائك الفضة بفعل عمليات التصنيع المختلفة والملوثات الجوية، وتناول أيضاً (Northover, S., 2016) تأثير الحرارة أثناء سباكة وصب سبائك الفضة والنحاس، وأوضح كلاً من (Sparavigna, A., (Oddy, A., 1988) طرق إستخلاص الذهب ورقائقه عند القدماء المصريين بالإضافة إلى تكوينه الذي قد يكون سبباً في تطويعه، وشرح كلاً من (عبدالفتاح، أمينة، ٢٠٠٠) و(Ogden, J., 2000) أن الذهب المستخدم كرقائق تذهيب أو كشرائح للتشكيل كان يحتوى في بعض الحالات على شوائب من الحديد أو النحاس أو الفضة، قد يكون أحياناً هو السبب في ظهوره بدرجات لونية متعددة كالذهب الأحمر أو الأرجواني والأبيض وهو ما يكون لاحقاً سبباً في وجود العديد من مظاهر التلف كالتآكل والتطويع. وأوضح (Mohar, F., 2009) أن الذهب من أكثر المعادن المستقرة كيميائياً وله قدره عالية على مقاومة التلف والتآكل. على الرغم من ذلك فإن أسباب وجود التلف برفائق التذهيب هو زيادة الشوائب في تكوينها، بينما ذكر (ألدريد، سيريل، ١٩٩١) أن خلط الذهب

هايس" قام بإستبدال وإعادة تصحيح توزيع القطع الذهبية الخاصة بالأميرة "ست-حتحور-يونيت" المنفذة مقدمته بإسلوب الكلوزونية والمطعم بالأحجار الكريمة طبقاً للنموذج الذى كان شائعاً فى عصرها ومشكل ميكانيكيا على البارد نظراً للدونة الذهب المستخدم ونقائه العالى، وقد قام كلاً من (Fulton, and Keochakian,2005) بإستخدام البارالويد B48 لعمل فيلم أو شريحة لإستخدامها فى إستكمال أماكن الفقد بقطعه أثرية ذهبية رقيقه جداً ومناطق الفقد بها تمثل نقط ضعف قويه وقد تودى لتلفها وفقدان جزء أكبر منها، وقد تم تثبيتها بالالصق بواسطة بارالويد B72 كتقويه تدعيميه لها. كما قام (السيد سعد، ٢٠٠٨) بإستكمال بعض الشقوق الموجودة فى صناديق مكفنة بالذهب والفضة بإستخدام إحدى راتنجات الإيبوكسى (الالردايت AY103) وإستخدمت بارالويد ب٧٢ المذاب فى الاسيتون بتركيز ٣% كمادة عزل مستقبلية، وإستخدمت (عبد العزيز، ياسمين، ٢٠١٨) بارالويد ب٧٢ المذاب فى الاسيتون بنسبة بتركيز ١% لعزل قطع أثرية مصنوعة من شرائح ذهبية والفاكر OH-100 المذاب فى الزيلين بنسبة ٥ % لتقوية مواد التطعيم السليكاتية الضعيفة.

١- طرق التوثيق والفحص والتحليل

تم إجراء توثيق هندسى لأبعادها ووزنها بالقدمة ذات الورنيه والميزان الحساس وكذلك إستخدام برامج الأتوكاد 2D لتوثيق أبعاد عناصرها الزخرفيه وتوضيح مظاهر تلفها بخريطة مدعومه ببيانات رقمية لعمل حصر نسبي Quantitative evaluation كدراسة غير متلفة لحساب متوسط نسب كل مظهر تلف بالأثر، وتصويرها فوتوغرافياً بكاميرا رقمية من نوع Canon EOS SD MAICRO بإستخدام وحدات إضاءة من زوايا مختلفة Raking Light فى الضوء المرئى (VIS) Visible Light فى الضوء المرئى المستقطب Polarizing Visible Light (POL-VIS) المتعدد الأطياف Multispectral Imaging بأشعة Digital Infrared and Ultraviolet (UV,IR) بأطياف مختلفة كالمنعكسة Reflectography (UV,IR) ، والطيف الإستشعاعى (UV-R, IR) Fluorescence (F) وطيف الأشعة الكاذبة للألوان Fluorescence- better (IR,UV-FC) write it as not IRF,UVF ، للتعرف على خواص المواد ونواتج التلف أو أعمال الترميم السابقة غير المرئيه بالضوء المرئى (VIS). وتم تصويرها بماسح الليزر ثلاثى الأبعاد 3D laser scanner portable من نوع 3D Space

التي تم التوصل إليها للحفاظ على هذه التحف المركبة من الذهب والفضة على مر العصور. ومن أهم الدراسات السابقة لعمليات علاج وصيانة الآثار الفضية المذهبة، فقد ذكر (Plenderleith, H.J & Werner,A.E.,) (1973) أن الفضة لا بد أن تمر بمجموعة معالجات لعلاج التآكل السطحى لها والتمثل فى ظاهرة التطويس والإعتام كالإختزال الكيمياء والكهربائى ، وأوضح (Elving, p.j & Winefordner, J.D, 1989) طبيعة طبقات تآكل الفضة بإنها عبارة عن كلوريد الفضة وكبريتيد الفضة ويمكن علاجها بأحد طرق الإختزال عن طريق المحاليل المختلفة، بينما ذكرت (Selwyn, L., 2004) إمكانية إختزال طبقات كبريتيد الفضة بإستخدام البلازما دون حدوث تغيير لتركيب السطح أو حتى التأثير على ما أعلاه من زخارف تحتويها الأشغال المعدنية، لكن يفضل كلاً من (Costa, V., 2001) و (Palomar, T., et al.,) (2016) التنظيف الميكانيكى للتخلص من طبقات تآكل الفضة بإستخدام المواد الكاشطة Abrasives على الرغم من تنوع طرق التنظيف المختلفة، لكن قد يؤدي إستخدامها لإحداث بعض الخدوش على سطح المعدن ، لكنها تعطى نتيجة أفضل من التي توفرها طرق التنظيف الكيمياء، بينما ذكرت (عبد المعز، ياسمين، ٢٠١٦) بإنها إستخدمت كلا من (كربونات الكالسيوم المرسبة وأكسيد القصدير، وجاما ألومينا) فى تنظيف سبائك الفضة وإزالة التطويس السطحى وأعطت نتائج جيدة، وقد كانت أقل نسبياً فى إحداث نسبة الخدوش على السطح، وبالنسبة للفضة المذهبة برفائق تذهيب تعانى من إنبعاجات وتشوه فقد ذكر (Salem, Y., 2022) أن التنظيف والفرد الميكانيكى وإعادة التثبيت من افضل الأساليب المستخدمة، بينما ذكر (Gómez, et.al,2010) أنه عند إجراء عمليات التنظيف للقطع الأثرية التي تحتوى على عناصر أو وحدات ذهبية يجب أن يراعى عند التعامل معها بالتنظيف الميكانيكى يتم بحرص شديد ويفضل عدم اللجوء للطرق الكيمائية إلا عند الضرورة القصوى خاصة فى حالة وجود مواد تطعيم بها، وإستخدمت (Sadat,2011) ليزر النيودميوم ياج فى عملية تنظيف سطح بعض الأسلاك الذهبية مع إتباع المعايير اللازمة من حيث الطول الموجى وشدة الجهاز وعدد النبضات كما قامت بإستخدام جهاز الموجات فوق الصوتيه بالشدة المتوسطة لإتمام عملية التنظيف، وبالنسبة لإستبدال الإنبعاجات بالوحدات المصنوعة من الذهب فقد ذكر (الدريد، سيريل ١٩٩١) أن "وليم

200 - Quanta لفحص الشكل المورفولوجي للعينات الأثرية لدراسة طبقة التذهيب ومظاهر التلف الموجودة بهما.

- وقد تم القيام بإجراء دراسة ميكروبيولوجية Microbiological Study للقطعة وملحقاتها بأخذ ١٠ مسحات للتبين من وجود مظاهر إصابة ميكروبية بزراعتهم في أطباق بترى المعقمة Petri Dish بجهاز الاوتوكلاف لتحديد نوع الإصابة. والعزل على ثنين من الأوساط الغذائية، الأول (Sabouraud Agar Medium) لعزل الفطريات، وقد تم إضافة مادة (chloramphenicol) المثبثة للبكتريا عليه وتم العزل في درجة حرارة (٢٨- ٣٠ C°) لفترة تتراوح ما بين (٣- ٢١) يوما ثم تنقيتها تبعاً لتكنيك الجرثومة الوحيد (Single Spore Technique) في فرن من نوع PID System موديل M60.TB، وقد تم استخدامه لعزل البكتريا Nutrient Agar (Medium) لمدة يومين في درجة حرارة ٣٧° وبعد إنتهاء فترة التحضين تم أخذ العزلات التي ظهرت بالاطباق وتنقيتها على شرائح زجاجية لكل عذلة وفحصها بواسطة الميكروسكوب الضوئي من نوع (Upright Light Microscope) من إنتاج شركة (ZEISS) وتحديد الصفات المورفولوجية لكل كائن بعد مقارنته بالصفات المورفولوجية القياسية، وقد أجريت الدراسة في معمل الميكروبيولوجي بمركز الترميم بالمتحف المصري الكبير.

- وطرق التحليل المتبعة للتأكد من أهم العناصر والمركبات المكون منها أجزاء القطعة المختلفة ونواتج تلفها، مثل: التحليل العنصري بواسطة جهاز تفلور الأشعة السينية (XRF) المتنقل غير المتلف باستخدام جهاز من طراز XRF Portable Niton™ XL3t -GOLD+Analyzer، للتعرف من خلاله على العناصر المكونة للمواد الموجودة بالقطعة وبالتالي التعرف على نوع السبائك المعدنية المكونة لجميع عناصر القطعة بالإضافة لمواد التطعيم بالجعران (Beckhoff, B., et al, 2006) والتركيب العنصري لرقائق التذهيب ومادة اللب الداخلي بالقرص، وقد استخدم التحليل بحيود الأشعة السينية-X (XRD) Ray Diffraction للتعرف على مركبات نواتج التلف (Corbeil, M.C., 2004) والرواسب المتساقطة بالقطعة ومادة التجميع الرامادية الحديثة المستخدمة لتجميع نصفى الجعران، وأيضا تم تحليل عدد (٥ عينات) للتعرف على أنواع نواتج التلف المختلفة وتم إجراء التحليل بمعمل حيود الأشعة السينية بالمتحف المصري الكبير، باستخدام جهاز التسجيل الألى الديفراكتوميتر،

SpiderArtec بتسليط ضوء الليزر الخارج منه على جميع أجزاء القطعة لتكوين قراءات يمكن معالجتها ببرنامج 3D MAX للحصول على صورة ثلاثية الأبعاد تظهر جميع التفاصيل الدقيقة من جميع الإتجاهات.

- استخدام جهاز الأشعة السينية X-Ray Radiography بموديل ومواصفات كالآتى: (X-Ray tube: Radioflex Wireless Digital) (RF200PS/Rigaku Corporation (Detector: DXR250U-W/General Electric)، أيضاً في فحص القطعة نظراً لقدرتها العالية في إختراق المواد التي تتعرض لإشعاعها للإستفاده برؤية كل المكونات الداخلية ومواضع الضعف غير المرئية بالقطعة بالعين المجردة. (Tum, J & Middleton, A, 2006)

- إجراء الفحوص المجهرية غير المتلفة للتعرف على التفاصيل الدقيقة، مثل الفحص بالميكروسكوب الضوئي الرقمي USB Digital optical Microscope 200x, X4, Universal Stand من ماركة Generic لسهولة إنتقال القطعة به وتصويرها من جميع الإتجاهات بنسبة تكبير حتى 200x دون الحاجة لأخذ عينات للتعرف على مظاهر التلف، وإستخدام الميكروسكوب المجسم Stereo Microscope من نوع Stereo Discovery V20 المزود بكاميرا Axio Cam MRc5 لفحص وتصوير بعض عينات مواد اللصق والتطعيم المتساقطة من القطعة للتعرف على طيوغرافية سطحها والتركيب البنائى، وتم إجراء فحص ميتالوجرفي بواسطة الميكروسكوب المستقطب من نوع Polarizing Microscope (ZEISS) موديل (Imager.A1m)، للعينات المعدة فى صورة قطاعات عرضية Cross Sections بصيها داخل قالب من السليكون بخليط من راتنج البولى إستر مع مصلب بنسبة (٣:١)، ثم صقلهم وتصويرهم أسفل الميكروسكوب المستقطب قبل وبعد إجراء عملية التآكل التفاضلى Etching لسطح عينة الذهب بإستخدام- (40 ml Nitric Acid, HNO₃ + 60 ml Hydrochloric Acid, 10% aqueous solution of HCL thiourea, SC(NH₂)₂, 5-10 drops of either Hydrochloric acid, HCL (Scott, D.A,1991) وقد تم تطبيقها بالغمر لمدة دقيقة ثم الشطف والتجفيف بالكحول الإيثيلى.- وقد تم إجراء الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح Scaning Electron Microscope من طراز FEI

الداخل، بلغ إتساعه (٦سم طولاً: ٥سم عرضاً) ويمكن التعرف منه على سمك سبيكه الفضة المشكل منه القرص وقد بلغت (٢مم).

٢،٢ التسجيل والتوثيق بالتصوير الفوتوغرافي

Photographic Documentation

تم تصوير القطعة تصويراً من الأمام والخلف، بإضاءة من زوايا مختلفة Raking Light في الضوء العادي VIS، كالتالي:-



شكل رقم (١): توضح (أ ، ب) شكل القطعة الأثرية موضوع الدراسة من الجهة الأمامية والخلفية في ضوء الـ Visible Light



شكل رقم (٢): يوضح (أ - ج) أسلوب تجميع القطعة (الجعران بالقرص)

٢،٣ توثيق الأبعاد والوزن: تم توثيق أبعاد جميع أجزاء القطعة كما يوضح الشكل التالي :-



شكل (٣): أدوات الفحص البصري ذو درجات تكبير مختلفة

من نوع Panalytical، موديل Quantify X-Pert، بأرقام كروت شركة ICDD (Tube cu،40Ma145kv)، الأمريكية.

- إجراء التحليل بواسطة طيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) للتعرف على ثلاث عينات لمواد لاصقة وعينة رابعة لمادة تجميع رمادية اللون ومعرفة طبيعتهم وخواصهما وللتأكد إذا ماكانوا مواد حديثة أو أثرية لتسهيل أخذ قرار الإبقاء عليهم من عدمه، وقد أجرى التحليل على العينات باستخدام تقنية KBr لإعدادهم وباستخدام جهاز من نوع (IR Prestige-21 FTIR Spectrometer) في النطاق بين $400-4000^{-1}$ cm

٢- النتائج Results

٢،١ الفحص البصري Visual Examination

الفحص البصري للجزء الأول: (الجعران المجنح)

أ. لوحظ وجود مركبات تأكل ذو لون بني مائل للإحمرار بجميع الوحدات المصنوعة من الذهب وتطويس ذو لون أسود لجميع الأجزاء المصنوعة من الفضة، مع إنتشار وجود الأثرية والإتساختات الملتصقة بسطح القطعة وتكلسات الموجودة بخلفيتها. ب. وجود شروخ وفقد بمناطق عديدة بسطح الفضة المكون لخلفية التصميم (بواجهه الجعران) وبعض الشرائح الذهبية المصنوع منها حدود التحجيز الرأسية المكونة لزخرفة وشكل أجنحة الطائر، وفقد للحلقات الدائرية الموجودة بالجناح الأيمن من الخلف.

ج. وجود إنبعاج بالجناح الأيسر من الجعران المصنوع من الفضة ومايحملة من شرائح ذهبية وتطعيمات.

د. وجود فقد كثير بالوحدات الذهبية وقطع التطعيم التي تمثل زخارف أجنحة الجعران بمنصف القطعة والأطراف، بالإضافة لوجود إضمحلال وتغير لوني بوحدات التطعيم زرقاء اللون.

٢،١،٢ الفحص البصري للجزء الثاني: (قرص الشمس)

أ. سطح القطعة المصنوع من الفضة مغطى بطبقة تطويس رمادية مائله للسواد، ووجود فقد كبير لطبقة تذهيب القرص الفضي، وفقد بإحدى الحلقتين الموجودتين بخلفيه القرص بموضع الحلقة السفلية التي كانت مصنعة بغرض تثبيته منها.

ب. وجود فقد على شكل دائري غير منتظم محاط بشروخ دقيقة بخلفيه القرص تتساقط منه المواد التي تملأ لب القرص من

ياسمين عبدالعزیز : دراسة تحليلية لتقييم حالة جعران مخرج مركب من الفضة المذهبة والذهب المرصع بالأحجار نصف الكريمة

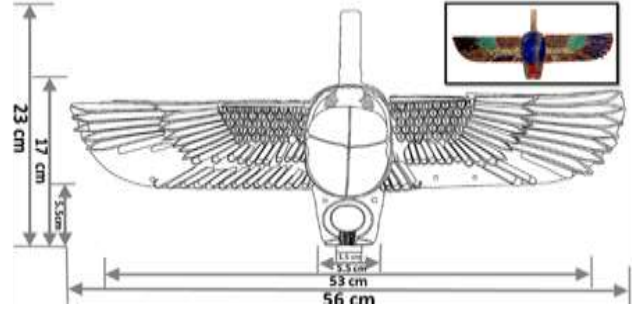
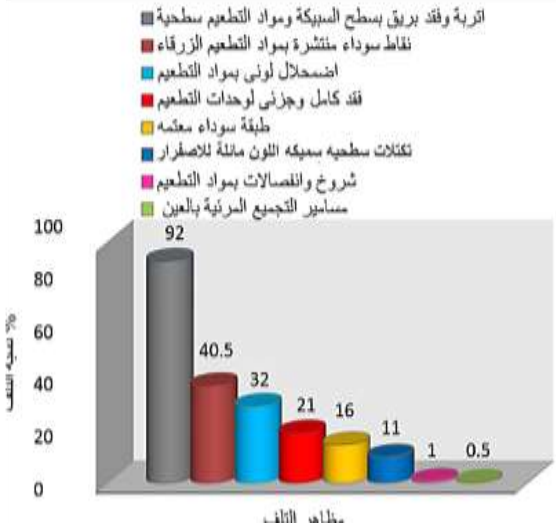
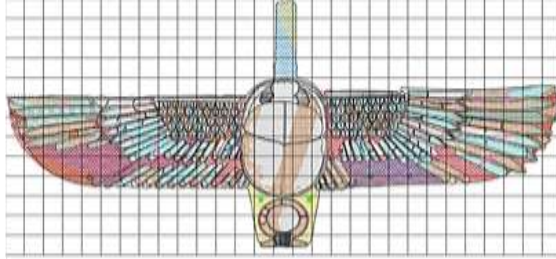
Auto CAD ويظهر به مواضع الفقد بالسبيكة والشروخ الدقيقه والحيز الفراغى داخل القرص المعد لإدخال اللسان المعدنى بالجعران لتجميع القطعتين ٢،٤،٢ توثيق مظاهر التلف نسبياً

م	الوصف	الإبعاد				القطر	العرض	الطول	الوزن قبل المعالج
		حدود التحيز الذهبية الداخلة	حدود التحيز الذهبية الخارجة	السرحة الامامية للفضة الحاملة للقطعتين	السرحة الخلفية للفضة الحاملة للقطعتين				
١	الجعران بالكامل مع القرص	١.٧ سم	١.٧ سم	٩.٠ سم	٢.٥ سم	٥٦ سم	٣٧.٥ سم	٣٥٣ جرام	
٢	الجناح الأيمن للجعران	١.٧ سم	١.٧ سم	٩.٠ سم	٢.٥ سم	٥٦ سم	٢٩ سم	٧٦.٨ جرام	
٣	الجناح الأيسر للجعران	١.٧ سم	١.٧ سم	٩.٠ سم	٢.٤ سم	٥٦ سم	٣٢ سم	٢١١.٧ جرام	
٤	القرص الدائرى	١.٧ سم	١.٧ سم	٩.٠ سم	٢.٤ سم	٥٦ سم	١٩.٥ سم	١٠٦.٨ جرام	

شكل رقم (٤): يوضح أبعاد وأوزان أجزاء الجعران محل الدراسة

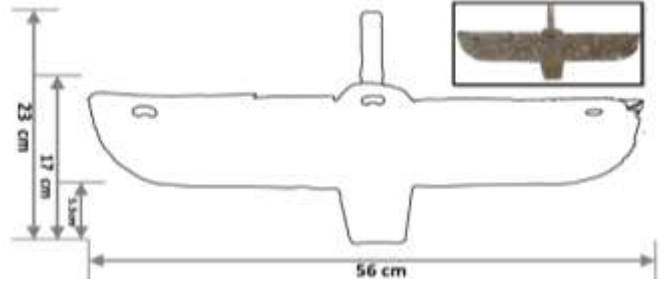
٢،٤ التوثيق بالأتوكاد AUTO CAD Documentation ٣،٤،١ توثيق أبعاد الجعران والقرص ببرنامج الأتوكاد 2D

٢،٤،٢،١ التوثيق الكمي ببرامج بالأتوكاد للجعران

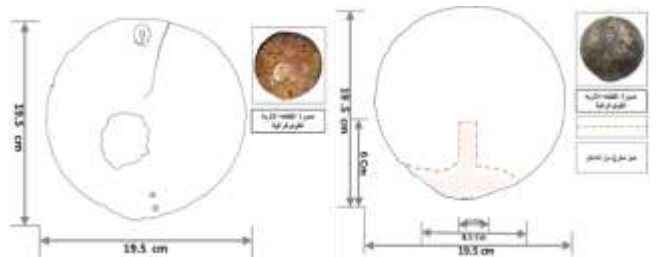


شكل (٥): يوضح التوثيق الهندسى والزخرفى للجهة الامامية للجعران) موضوع الدراسة باستخدام برنامج الأتوكاد Auto CAD

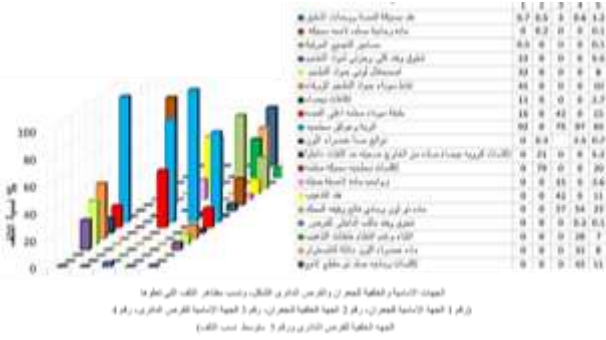
شكل (٨): يوضح حصر مظاهر التلف كميأ للجهة الامامية للجعران وتقسيمها تبعأ لإسلوب FITZNER والمفاتيح الإيضاحية ببرنامج الاوتوكاد



شكل (٦): يوضح التوثيق الهندسى والزخرفى للجهة الخلفية للجعران) موضوع الدراسة باستخدام برنامج الأتوكاد Auto CAD



شكل (٧): يوضح التوثيق الهندسى للجهة الامامية والخلفية للقرص الملحق بأعلى الجعران باستخدام برنامج الأتوكاد



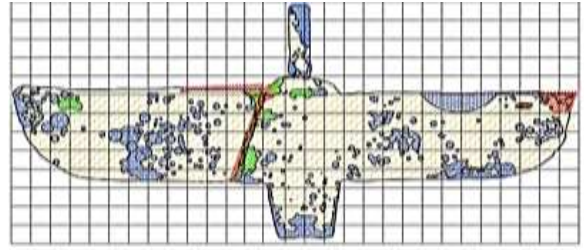
شكل (١١) حصر متوسطات نسب التلف بالقطعة الأثرية موضوع الدراسة

وتم حصر المتوسطات الكلية كميًا لمظاهر تلف الجعران والقرص الدائري، حيث كان متوسط نسبة فقد بسبائك الفضة ٥% وبلغت نسبة الشقوق والفقد الكلي والجزئي لوحداث التطعيم ٥,٥% وتراوحت نسبة فقد المرئية لمواد التذهيب نحو ١١% وإنشاء وعدم إنتظام التذهيب ٧% ، والأثرية والعوالق ٦٦% والبقع السوداء المشوه لمواد التطعيم الزرقاء ١٠% والإضمحلال اللوني لمواد التطعيم ٨%، وبلغت الطبقة السوداء المعتمه لسطح الفضة متوسط ١٥% ونسبة التكتلات السطحية السمكية الداكنة ٢٠% والكرويه البيضاء حوالي ٥,٢% ونسبة التكتلات البيضاء ٢,٧% ، والمادة الرمادية الصلده نحو ١,٢% وتجاوزت المادة الرمادية الرقيقة السمك نسبة الـ ٢٣% والمادة الخضراء المائله للإصفرار ٨% وبلغت نواتج التآكل الخضراء نحو ٠,٧%، وكانت رواسب المواد اللاصقة الحديثة حوالي ٣,٦% وتراوحت نسبة فقد والشقوق باللب الداخلي للقرص ٠,١%، ونسبة مسامير التجميع الأمامية المرئيه نحو ٠,١%

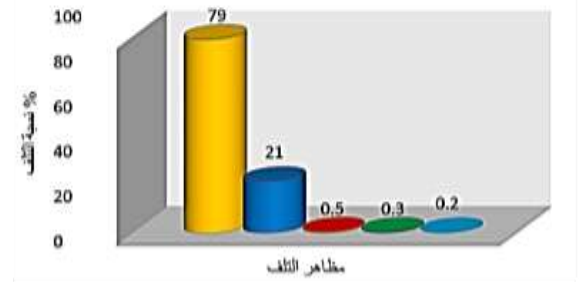
٢,٥ التصوير متعدد الاطيف **Multispectral Imaging**

٢,٥,١١ التصوير بالأشعة تحت الحمراء **Investigation by IR**

أظهر التصوير بالأشعة تحت الحمراء المنعكسة IR-IR تدهور سطح مواد التطعيم ذات اللون الأزرق الموجودة بالجهة الأمامية للجعران ووضوح البهتان بمعظمها وإضمحلال لوني بمناطق متفرقة، وضوح طوبوغرافيه السطح ومدى إحتوائه على تكتلات من التلف بخلفية الجعران. كما أظهر التصوير بالظيف المستقطب VIS-POL بالقرص وجود الكثير من الشروح والتشققات وظهورها بشكل عالى الوضوح، وقد تم الإستفادة منه في التعرف على كل المناطق المحتفظه بطبقات التذهيب حتى وإن كانت مغطاه بمواد ترميم حديثة طامسه لها. بينما أظهر التصوير تحت طيف الأشعة الكاذبة للألوان IR-FC كل المواضع الموجود بها مواد إضافية حديثة ذات سطح لامع بوميض مائل



شكل (٩): يوضح حصر مظاهر التلف كميًا للجهة الخلفية للجعران وتقسيمها تبعاً لإسلوب FITZNER والمفاتيح الإيضاحية ببرنامج الاوتوكاد

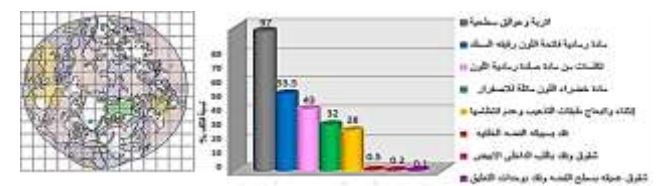
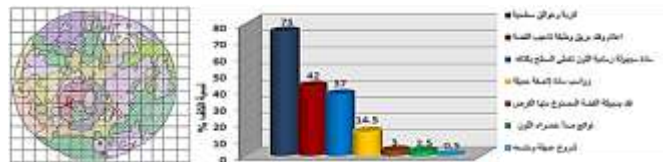


معقل الخطأ من 1:0.5 =

شكل (٩): يوضح حصر مظاهر التلف كميًا للجهة الخلفية للجعران وتقسيمها تبعاً لإسلوب FITZNER

والمفاتيح الإيضاحية ببرنامج الاوتوكاد

٢,٤,٢,٢ التوثيق الكمي بالأوتوكاد للجزء الثاني (القرص الدائري)



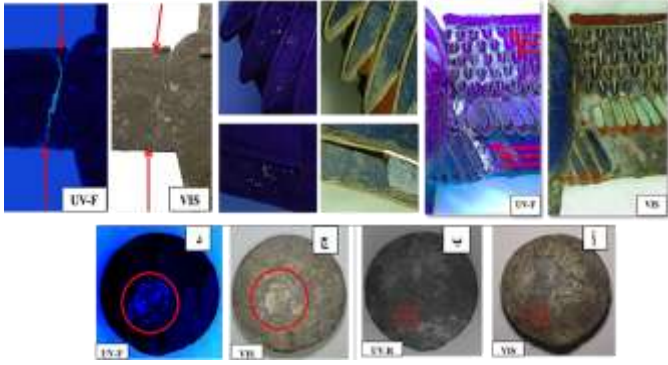
شكل (١٠): يوضح حصر مظاهر التلف كميًا للجهة الأمامية والخلفية من القرص، وتم تقسيمه تبعاً لإسلوب FITZNER

والمفاتيح الإيضاحية بإستخدام برنامج الاوتوكاد

٢,٤,٢,٣ متوسطات نسب التلف للقطعة الأثرية

ياسمين عبدالعزيز : دراسة تحليلية لتقييم حالة جعران مكنع مركب من الفضة المذهبة والذهب المرص بالأحجار نصف الكريمة

للإحمرار من الجهة الأمامية للجعران والقرص ربما تكون مادة لصق استخدمت لإعادة تثبيت طبقات التذهيب بالقرص وتثبيت التطعيمات بالجعران.



شكل (١٣): أجزاء من الجعران والقرص من الأمام والخلف أسفل الضوء المرئي وباستخدام لمبة الـ UV بأطيافه المختلفة والإشارات الحمراء للمواقع التي ظهر بها وميض مختلف

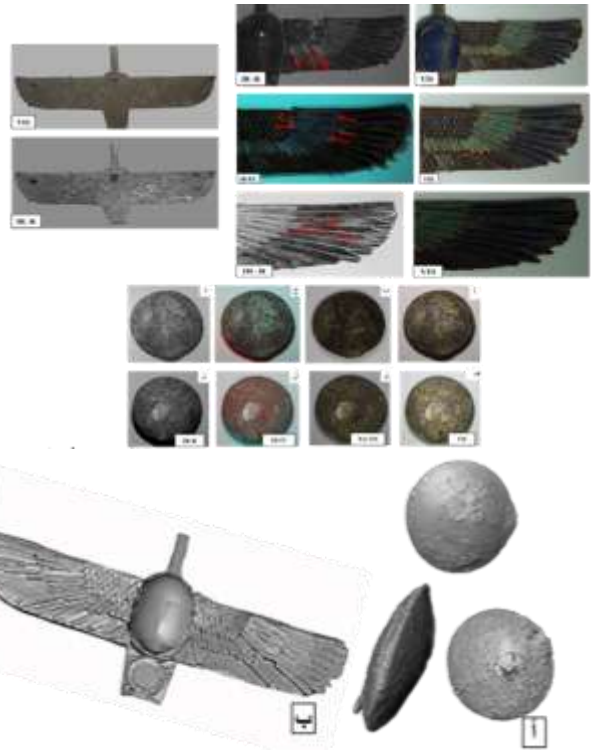
٢،٦ المسح بالليزر ثلاثي الأبعاد 3D laser scanner

تم استخدام ماسح الليزر المتنقل للتصوير ثلاثي الأبعاد للقطعة لرؤية كل التفاصيل الدقيقة المعقدة للقطعة بدقة عالية، وقد تم التعرف من خلاله على مدى إختلاف سمك وحدات التطعيم ومواقع إعادة التجميع الخاطئ لها نتيجة تثبيتها بشكل غير مستوي، وأظهر عدم إنتظام القطع الذهبية المصنعه كحدود تحجيز داخلية لزخارف القطعة المثبتة على سطح الجعران، وتخلخل وعدم إتصال العديد بمواقع الصحيحة بشكل كامل وصحيح.

٢،٧ الفحص بالتصوير بالأشعة السينية X-Ray

RayRadiography

- ١- وضوح مواقع وإسلوب تجميع قطعة التطعيم الوسطية التي على شكل جعران، لتثبيتها بالإطار الذهبى والخلفية، بظهور قضيب يمر عرضاً بمنتصف الجعران، كما يظهر به كسر وإنفصال بالجهة اليمنى له.
- ٢- وجود دعامة مستطيلة الشكل تمتد رأسياً من الداخل وتربط بين القرص والجعران، لايمكن رؤيتها.
- ٣- ظهور شروخ دقيقة عديدة داخل جسم وحدة التطعيم التي على شكل جعران، وبالشريحة المعدنية الخلفية الحاملة للتطعيمات الزخرفية للجعران فى نهاية القطعة من الجهة السفلية بمنطقة الخرطوش وأسفل التطعيمات الحمراء، كما يشير سهم رقم (٧).



شكل رقم (١٣): يوضح مراحل العمل وبعض الصور الناتجة شكل رقم (١٢): يوضح نتائج التصوير بالضوء المرئى VIS باستخدام لمبة IR بأطيافها المختلفة لأجزاء من الجعران والقرص من الأمام والخلف

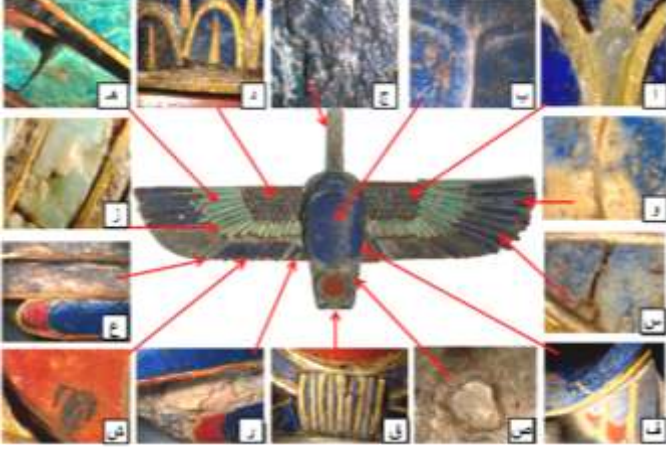
٢،٥،٢ التصوير بالأشعة فوق البنفسجية Investigation by U.V ظهر وميض مميز أسفل طيف الأشعة فوق البنفسجية المنعكسة UV-F لمادة الإستكمال الحديثة بالشرخ الموجود بخلفية الجعران التي لها لون رمادي بالضوء المرئى، كما ظهر بخلفية وحده قرص الشمس موضع الفقد فى السبيكة وما بداخلها من لب ذو لون أبيض بالضوء المرئى وما حوله من شروخ دقيقة وتلف رمادية اللون بوميض أبيض متألأ، وتم تمييز مواقع الإضافات الشفافة الحديثة المستخدمة لإعادة تثبيت وحدات التطعيم المتساقطة بالجهة الأمامية للجعران بالضوء المرئى، لظهور تألأ ذو لون أصفر فسفوري أسفل الطيف المنعكس للأشعة فوق البنفسجية UV-F بمواقع الدرجات اللونية الفاتحة والتي تتخلل اللون الأزرق بوحدة التطعيم المستخدمة لتشكيل الجعران وظهرت نفس المواقع بدرجة داكنة سوداء فى طيف الصورة الكاذبة للأشعة فوق البنفسجية UV-FC.

٣،١ الفحص بالميكروسكوب الضوئي (الرقمي USB)

Optical Microscope Examination Digital

إستخدام لفحص الجهة الأمامية والخلفية للجعران والقرص والصور الناتجة كما يلي:-

٣،١،١ الجهة الأمامية والخلفية للجعران



شكل (١٧): يوضح مظاهر تلف الجهة الأمامية من (الجعران المجنح) عند التصوير بالميكروسكوب الرقمي

٣،١،١،١ نتائج تصوير الجهة الأمامية بالميكروسكوب الديجتال

صورة (أ): توضح وجود رواسب مادة لاصقة حديثة.

صورة (ب): يوضح ظهور نقاط بنية اللون بمواد التطعيم الزرقاء.

صورة (ج): وجود تكلسات وعدم إنتظام بالدعامات التي تعلقو

الجعران. صورة (د): وجود إنفصال جزئي وعدم إنتظام بوحدات

التطعيم. **الصورتان (هـ،ز):** توضحان وجود شرخ عميق وفقد

جزئي بإحدى وحدات التطعيم التركوازية وتشقق الأخرى وتحولها

لطبقات. **والصورتان (و،س):** الإضمحلال اللوني بالتطعيم

الأزرق وتحوله للون الأبيض والشروخ الدقيقة **والصورتان**

(ع،ر): مواضع فقد وحدات التطعيم.

صورة (ف): توضح وجود أرقام أثرية مكتوبه على القطعة بخط

أسود موجود أعلى مواد التطعيم مما شوه القطعة.

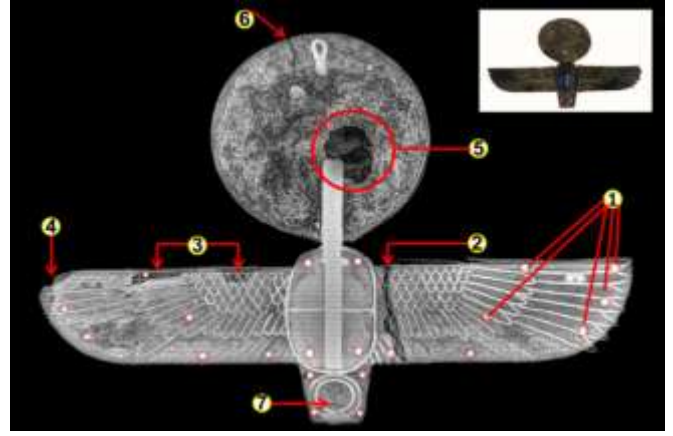
صورة (ص): ظهور رأس مسمار برشام تجميع .

صورة (ق): توضح إنبعاج وإنفصال فى بعض وحدات الأسلاك

الذهبية المثبتة رأسياً كحدود زخرفية لوحدة التطعيم.

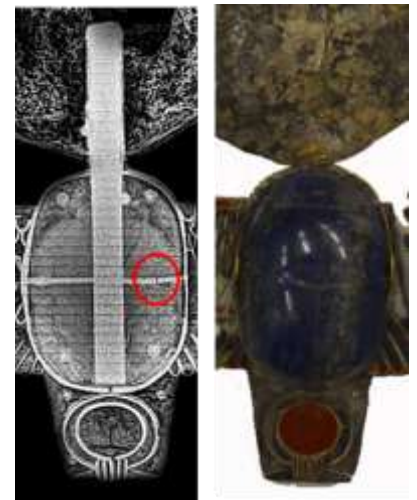
صورة (ش): توضح وجود مادة سوداء مجهولة أعلى أحد مواد

التطعيم الحمراء اللون.



شكل رقم (١٥): يوضح أماكن مسامير التجميع لطبقتين الفضة الخلفية والأمامية عند التصوير بجهاز X-Ray Radiography ويوضح مناطق الفقد والشروخ الدقيقة بالقطعة

٤- ظهور وميض بدرجة لونية بيضاء دائرية الشكل بمواضع عديدة بالشريحة المعدنية الخلفية للجعران التي تحمل التطعيمات الملونة، وبعض منها موضح كما تشير مجموعة الأسهم رقم (١) بالشكل رقم (١٥) كما يظهر شرخ عميق مائل بلون داكن على يسار الجناح الأيمن للجعران ويمر بمعظم طبقاته ولا يظهر بالفحص البصرى بالعين المجردة، كما يشير سهم رقم (٢) لظهور مساحات متفرقة بدرجة لونية داكنة أعلى الجناح الأيسر للشريحة المعدنية الخلفية للجعران، كما يوضح سهم رقم (٤،٣) ووجود فقد يتوسط الجهة الخلفية للقرص ويحتوى على شروخ دقيقة من حوله وبالأطراف كما تشير الأسهم رقم (٥،٦،٧).

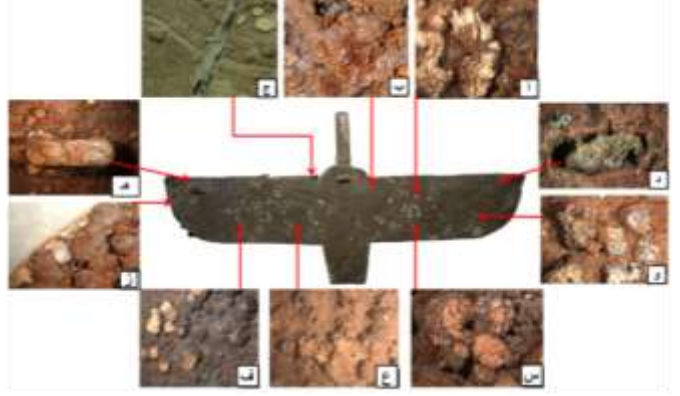


شكل (١٦): يوضح الجعران أسفل الضوء المرئى وأشعة X-

RAY بمدى KV150

٣ الفحوص المجهرية لجزئى الجعران

صورة (ب): الفقد المتوسط الجهة الخلفية محاط بشروخ كثيرة بشريحة الفضة المصنوع منها او يحيط بحدود القرص تشققات تحوى بداخلها نواتج تلف وتآكل ذو لون أخضر طباشيرى .
الصورتان (و، ج): توضحان وجود تكتلات لرقائق الذهب مثبتة عشوائياً بمادة لاصقة مطبقة بكثافة عالية مشوهة للسطح.
والصورتان (ل، ز): يظهر بهما شكل الشقوق الدقيقة ومتسعة بأطراف القرص من أعلى كما يظهر منها اللب الداخلى به.

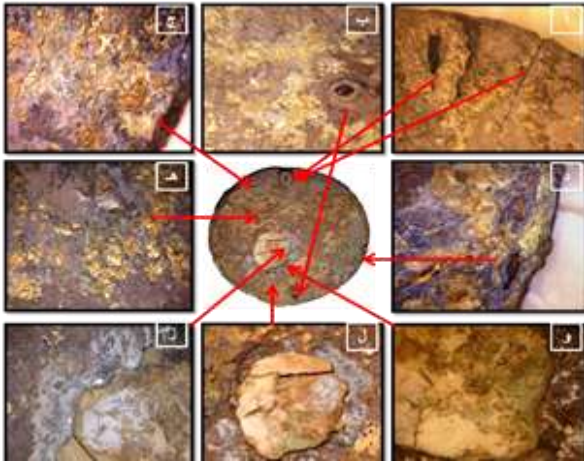


شكل (١٨): يوضح مظاهر تلف الجهة الخلفية من (الجعران المذجع) التى تظهر عند التصوير بالميكروسكوب الرقمى ٣،١،١،٢ نتائج تصوير الجهة الخلفية بالميكروسكوب الديقيتال الصور (أ،و،س،ف،ز): توضح أشكال التكتلات الموجودة بالخلفية وبداخلها مادة بيضاء مخدشها كالمسحوق الناعم.

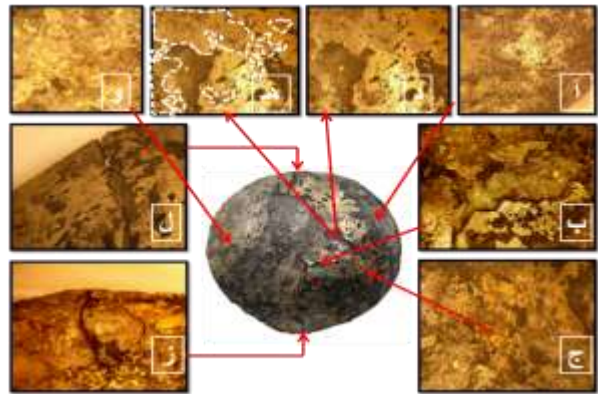
٣،١،٢،٢ الجهة الخلفية - صورة (أ): يظهر بها شرخ دقيق جداً لا يرى بالعين المجردة.
وصورة (ب): توضح موضع فقد حلقة التعليق السفلية بالجهة الخلفية للقرص ويظهر من موضع الكسر بها سمك السبيكة المصنوعة منه القرص وقد بلغ ٣مم. وصورة (ج،د،هـ): يتضح بهم وجود تكتلات خضراء فاتحة، ربما نمو فطري أو بكتيرى.
صورة (و): توضح ظهور نواتج تآكل بلون أخضر داكن يغطى المنطقه المحيطة بالفجوه وموجود أيضاً بداخلها. والصورتان (ل، ز): توضحان وجود مادة رمادية مشوهه للسطح تعلو الحدود الخارجيه للجزء المفقود بالمنطقة الوسطى والموجودة بخلفية القرص، وكذلك تغطى معظم الجزء الظاهر من اللب الداخلى داخل الجزء المفقود سابق الذكر.

صورة (ب): يظهر بها مادة بنيه يتخللها حبيبات تكلسات ملحيه.
صورة (ج): يتضح بها شكل وحيز مادة الإستكمال الحديثة الرمادية اللون التى تملأ الشرخ العميق بالجنح الأيمن بالجعران.
صورتان (د،هـ): توضحان مواضع تواجد حلقات التعليق المثبتة بخلفية الجعران، الأولى: صورة (د) مفقودة ويعلو موضعها مركبات تآكل بلون أخضر، والثانية تعلوها مادة بيضاء سطحها مليء بالتشققات. وصورة (ع): توضح وجود تكلسات طينية تتوسط السابقة الذكر لها لون رمادى، بكثافة و إرتفاع أقل.

٣،١،٢ وحده قرص الشمس الملحق بالجعران من الأمام والخلف



شكل (٢٠): مظاهر تلف الجهة الخلفية للقرص أسفل الميكروسكوب الضوئى ٣،٢ الفحص بالميكروسكوب المجسم



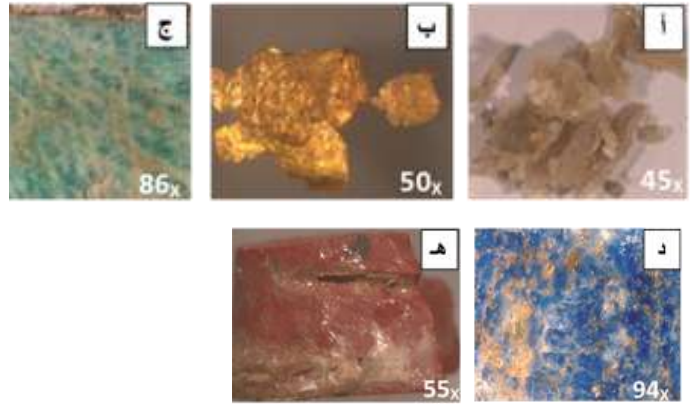
شكل (١٩): مظاهر تلف الجهة الأمامية للقرص أسفل الميكروسكوب الضوئى ٣،١،٢،١ نتائج تصوير الجهة الأمامية:

Investigation by Stereo Microscope
تم فحص وتصوير بعض عينات المواد اللاصقة ومواد التطعيم المتساقطة من القطعة بتكبيرات مختلفة، حيث بلغت أكبر قوة تكبير للجهاز 94x وكانت النتيجة كمايلي:-

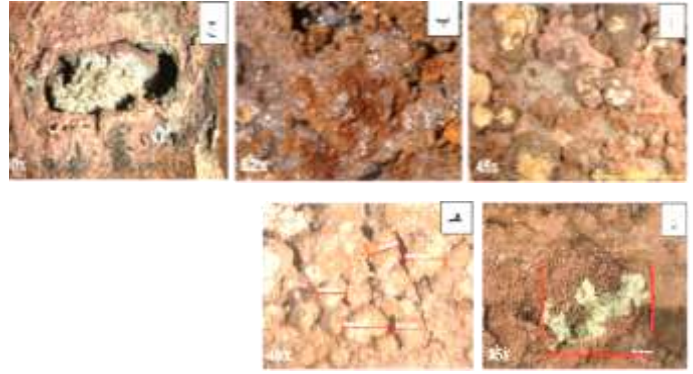
الصور (أ،د،هـ): توضح مساحه الأجزاء المتبقية المفقودة من طبقات التذهيب بالقرص الدائرى المصنوع من الفضة ومابه من خدوش دقيقة وفقد جزئى.

وظهور طبقة شفافة ولامعة تتخلل التكلسات ومنتشرة بمواضع مختلفة بالجهة الخلفية للجعران .

٣،٣ الفحص بالميكروسكوب المستقطب Polarizing Microscope تم إستخدام الميكروسكوب المستقطب لفحص مقطع عرضي لعينتين واحده منهم مكونة من أشرطة الذهب المنفصلة من حدود التحجيز الرأسية للتطعيمات ويرمز لها بـA، و الأخرى من سبيكة الفضة المكونة للشريحة المصنوع منها القرص الدائري الملحق بأعلى الجعران ويرمز لها بـ B. وذلك قبل وبعد إجراء عملية التآكل التفاضلي **Etching** لإظهار التركيب الدقيق للسبيكة والفلزات المستخدمة بها للتعرف على أسلوب التشكيل المتبع لتنفيذ القطعة الأثرية ومابه من تلف داخلي ، كما يوضح شكل رقم (١٩) * ٣،٣،١ نتيجة فحص العينات بالميكروسكوب المستقطب: أظهرت صور قطاعات عينة الذهب التي تم تصويرها أسفل الميكروسكوب المستقطب قبل عملية الـ Etching، والإنتظام النسبي لسبك الذهب ووجود مادة سوداء مجهولة داخل تجاويف شرائح الذهب الرأسية، وبعد إجراء عملية الـ Etching ظهر شكل خطوط التوأمية بالعينة وشكل خطوط التشكيل اللدن داخل الحبيبات، وكذلك ظهور الحبيبات بدرجات لونية مختلفة، وأظهرت صور قطاعات عينة الفضة قبل الـ Etching وإنتظام سمك سبيكة الفضة ذات اللون الأسود بالمنصف وظهور طبقات تآكل كثيفة من الجهة العليا والسفلى بلون أخضر طباشيري فاتح، ويظهر بوضوح وجود طبقة تذهيب أعلى الفضة تظهر بشكل غير منتظم خاصة بالجهة السفليه ومفقودة تماماً ببعض المواضع. فضلاً عما يظهر من تآكل خارجي بمناطق التآكل النشط بشكل أوضح، وعند تصويرها بعد عملية الـ Etching يظهر النسيج الداخلى لسبيكة الفضة بمظهر ذو شكل إبرى.

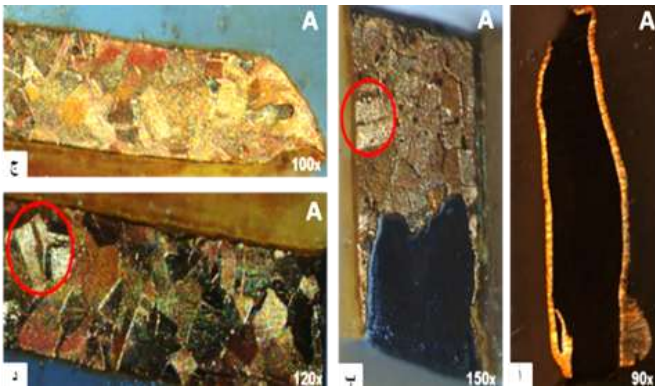


شكل (٢١): مجموعة صور لعينات مواد لاصقة ورقائق تذهيب ووحدات تطعيم أسفل الميكروسكوب المجسم بإستخدام تكبيرات مختلفة تراوحت من 45x الى 94x



شكل (٢٢): توضح الصورتان (أ،هـ) مظهر التكتلات الطينية الكروية المغطية لمعظم الجهة الخلفية للجعران أسفل الميكروسكوب المجسم بتكبيرات تراوحت من 30x الى 85x ، والصورة (ب) يظهر به مادة شفافة لامعه غير منتظمة وكروية بقطر ٢،١٤ مم، من الداخل به مادة بيضاء مانله للإصفرار قابلة للتفتت، وصورة (ج،د) توضح ظهور مركبات تآكل ذات لون أخضر فاتح بمواضع فقد حلقات التعليق بالجهة الخلفية للجعران

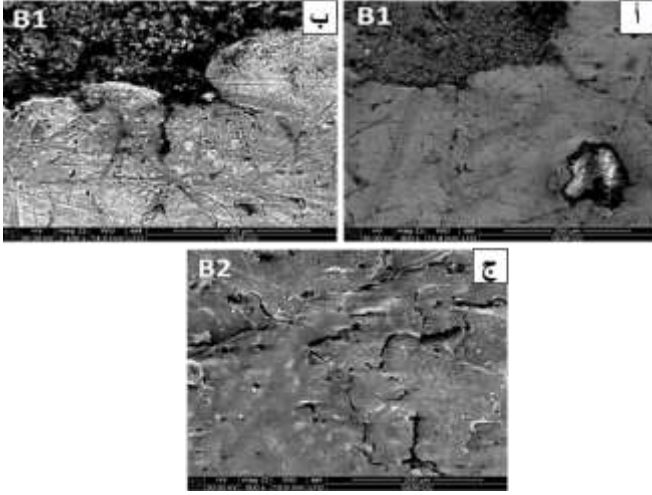
٣،٢،١ نتائج التصوير بالميكروسكوب المجسم: ظهرت المادة المجهولة الأولى بلون بنى نصف شفاف أسفل الميكروسكوب المجسم وذات قوة تماسك ضعيفه تنفتت بمجرد تحريك العينة للفحص، وعينات لرقائق تذهيب بها العديد من التنايا المجعدة والتي تحتاج إلى إستبدال وإعادة تثبيت بمواضعها المناسبة بالقطعة، كما أظهر ضعف وبهتان وتغير لون وحدات التطعيم، وكذلك وجود شقوق دقيقة عديدة بها، ويوضح شكل (٢١)، بصورة (أ، ج،د) وجود مركبات تآكل نشط بدرجات لونية خضراء تنتشر بمواضع إنفصال حلقات التعليق ومناطق اللحام،



شكل (٢٣): يوضح (أ-د) نتائج تصوير المقطع الطولى

ياسمين عبدالعزیز : دراسة تحليلية لتقييم حالة جعران مبنج مركب من الفضة المذهبة والذهب المرصع بالأحجار نصف الكريمة

شكل رقم (٢٥): يوضح الفحص بواسطة جهاز الـ SEM للعينة (A1) وتوضح الصور (أ-ج) شكل سطح العينة (A) بعد إجراء عملية الـ Etching ويظهر به التركيب التشريحي الدقيق لحبيباتها وإستطالاتها والأوجه المختلفة لها ومابه من نواتج تآكل وتلف بقوة تكبير من 100x إلى 2000x

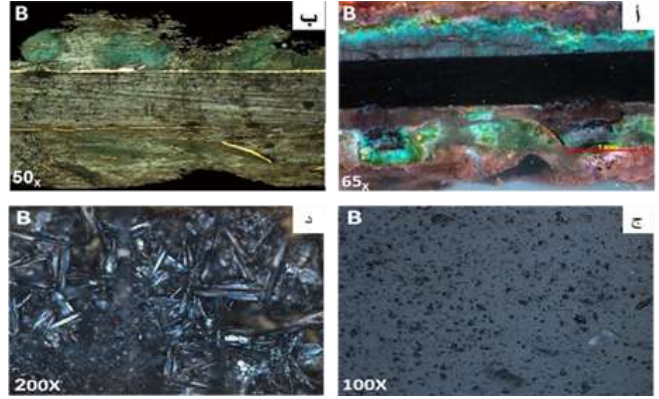


شكل رقم (٢٦): يوضح الفحص بواسطة جهاز الـ SEM للعينات (B1,B2) وعينة (B1) مضاف اليها BSED أثناء التصوير، حيث توضح الصور (أ،ب) العينة (B1) من الأمام وما به من مسام بالتذهيب و تشوه والتووات وشروخ بالحدود الخارجيه للرقائق وفقد وشكل مركبات نواتج تآكل غير منتظمة على سطح الفضة بقوة تكبير تراوحت بين 600x إلى 2400x، وصورة (ج) يوضح شكل العينة (B2) ومابه من انفصالات وتمزعات داخلية ومناطق فقد دقيقة و عديدة بقوة تكبير 600x

٣،٤،١ نتائج فحص صور الميكروسكوب الاليكترونى الماسح: تبين وجود إستطالة بحبيبات عينة الذهب A1 وظهور الأوجه المختلفة للحبيبات بتباين لوني واضح والاختلاف بين ابعادها وارتفاعاتها وطوبوغرافية سطحها ومابه من تشوه وثقوب، بينما عينة الفضة رقم B1 ظهر بها شكل نواتج التلف بسطح غير منتظم وداكن، بالإضافة لظهور مركبات تآكل أعلى رقائق التذهيب، وأوضحت صورة (أ) وجود تمزق بسطح رقائق التذهيب وظهور مسام متسعة وخدوش حادة وشروخ متسعة تحد أطرافها الخارجية على غير المتواجدة برقائق عينة B2 المتساقطة من الجهة الخلفية بالقطعة حيث يظهر به العديد من الشروخ الدقيقة التي تتوسطها ويتضح أن نسبة الفقد قد زادت.

٤ التحاليل التي أجريت على جزئى الجعران

والعرضى لعينة الذهب (A) أسفل الميكروسكوب المجسم والميكروسكوب المستقطب، حيث صورة (أ) قبل عملية الـ Etching و(ب، ج، د) بعد عملية الـ Etching باستخدام درجات تكبير مختلفة موضحة على كل صورة

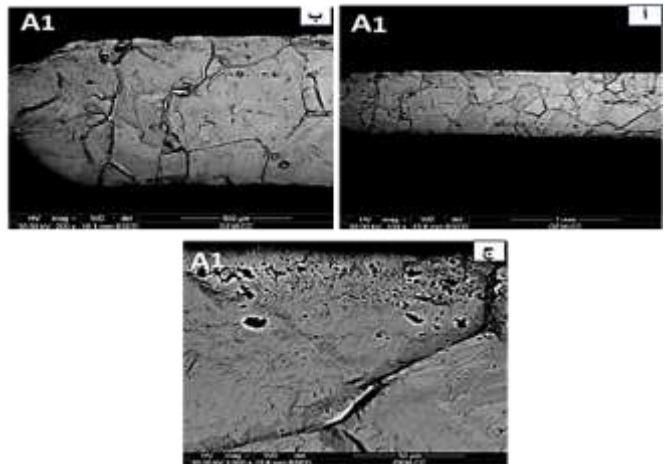


شكل (٢٤): يوضح (أ- د) المقطع العرضى للعينة (B) أسفل الميكروسكوب المجسم، صورة (أ، ب، ج) قبل عملية الـ Etching، (د) بعد عملية الـ Etching أسفل الميكروسكوب المستقطب بدرجات تكبير مختلفة موضحة على الصور

٣،٤ الفحص بالميكروسكوب الاليكترونى الماسح

SEM Examination

تم فحص عدد ثلاث عينات عبارة عن العينة السابق إعدادها للفحص المينالوجرافى من الشرائح الرأسية للذهب ويرمز لها بالرمز A1، وعينة للجهة الأمامية لسبيكة الفضة المذهبة المصنوع منها القرص الدائرى الملحق بالجعران ويرمز لها بالرمز B1، وعينة لجزء صغير جداً من رقائق التذهيب المتساقطة من الجهة الخلفية بالقرص يرمز لها بالرمز B2 بالتصوير أسفل الميكروسكوب الإليكترونى الماسح المضاف اليه Back Scattered Electron Detector . (BSED) ببعض العينات بقوة تكبير مختلفة، وكانت الناتجة كما يلي:-





X-ray Fluorescence

تم استخدام التحليل بتفلور الأشعة السينية للتعرف على العناصر المكونة للقطعة، حيث يقوم بتحليل الجزء المراد في صورة Spot. وفيما يلي نتائج التحليل:-

شكل (٢٧): يوضح نتائج التحليل العنصري لسبائك الجعران وماعلاها من شرائح زخرفه معدنية ومواد التطعيم باستخدام

Portable XRF

النسب الوزنية للعناصر (Wt %)						صور نقاط التحليل	نقاط تحليل سبائك ووحدات الجعران		
Pb	Fe	Sn	Cu	Ag	Au				
nd	nd	2.1	4.00	93.9	nd		الشريحة الخلفية للجعران		
1.00	3.00	2.00	5.00	89.00	nd		مسامير تجميع الشريحة الأمامية والخلفية للجعران		
1.00	2.00	nd	1.00	72.50	23.50		المسامير الجانبية المثبتة للجعران الأرقى المتوسطة القطعة		
0.40	0.60	2.00	2.10	94.90	nd		تقسيم المعنى العام راسيا بوسط الجعران لتثبيت القرص الدائري		
nd	nd	nd	2.30	6.00	91.70		سلك شريحة الذهب الراسية للمكونة زخارف الجعران الراسية الخارجيه		
nd	0.50	1.90	2.10	95.50	nd		مادة ملو السمك المسطح لشرائح الذهب المكونة لزخارف الجعران		
nd	nd	nd	nd	nd	100		سلك شريحة الذهب الراسية للمكونة لزخارف الجعران الداخلية الدقيقة		
النسب الوزنية للعناصر (Wt %)						نقاط تحليل مواد تطعيم الجعران			
As	Cu	Fe	Mn	S	Mg	Al	K	Ca	Si
nd	0.5	1.3	0.2	10.8	4	5	2	35	61.5
nd	nd	1.8	nd	nd	nd	nd	nd	0.5	97.7
0.5	2	1.5	nd	nd	nd	nd	2	4.5	89.5

Notes- nd= not detected

٤،١،١ نتائج التحليل العنصري للجعران باستخدام XRF

تبين أن السبيكة المصنوع منها الشريحتين الخلفيتين للجعران مكونة من الفضة بنسبة تقريبية بلغت ٩٤% والنحاس ٤% بالإضافة لوجود فلز القصدير بنسبة بلغت ٢% تقريباً، والشرائح الخارجية التي تُحد التطعيمات مكونة من الذهب والفضة والنحاس بنسبة بلغت ٩٢% للذهب و ٦% فضه، و ٢% نحاس، والشرائح الأقل سمكاً الدقيقة من الذهب الخالص بنسبة تجاوزت ٩٩،٩%، والتضبيب الذي يربط بين الجعران والقرص عبارة عن سبيكة مكونة من الفضة بنسبة ٩٥% تقريباً بالإضافة للقليل من النحاس والقصدير بنسبة بلغت ٢% لكلاً منهما، بينما أوضح التحليل نوع العناصر المكونة للمسامير المستخدمة في تجميع الجهة الأمامية والخلفية للقرص وقد بلغت ٨٩% من الفضة و ٥% نحاس و ٣% حديد و ٢% قصدير، و ١% رصاص، وتم التعرف على السبيكة المكونة لمسار البرشام العرضي الذي يمر بداخل وحده التطعيم المشكله بهيئة (جعران) وإتضح إنها تتكون من ٧٢،٥% من الفضة و ٢٣،٥% من الذهب و ١% نحاس و ٢% من الحديد، و ١% من الرصاص، ومادة لحم شرائح الذهب الراسية بشريحة الفضة الرئيسية بالجعران تبين انها مكونة من فلز الفضة بنسبة ٩٥%

تقريباً و ٢% لكلاً من النحاس والقصدير وأقل من ١% من الحديد، كما يوضح جدول رقم (٢٧).

- تبين أن مواد التطعيم الزرقاء المرصع بها زخارف الجعران تتكون من عنصر السليكا بنسبة تقريبية بلغت ٤٦% والكالسيوم بنسبة ٣٠% والكبريت بنسبة ١١% والالومنيوم بنسبة ٥% وماغنسيوم بنسبة ٤% والبوتاسيوم بنسبة ٢% وشوائب من الحديد بنسبة ١،٣% والنحاس بنسبة ٠،٥%، ومواد التطعيم الخضراء اللون من ٦١% من السليكا و ٣٤% من الكالسيوم وبوتاسيوم بنسبة ٢% وكذلك النحاس بالإضافة لشوائب من الحديد بنسبة ١،٥% ومانجنيز بنسبة ٠،٢%، ومواد التطعيم الحمراء من ٩٧،٧% من السليكا و ١،٨% من الحديد و ٠،٢% من المنجنيز.

٤،١،٢ نتائج التحليل العنصري للقرص باستخدام جهاز XRF

تبين أن الشريحة الرئيسية المكون منها القرص عبارة عن سبيكة مكونة من فلز الفضة بنسبة ٩١% تقريباً وفلز النحاس بنسبة ٩%، وحلقات التعليق من عنصرى الفضة بنسبة ٩٨% والقصدير بنسبة ٢%، وبلغت نسبة الذهب بالرقائق المعدنية التي تعلق القرص من الخلف نسبة ١٠٠% تقريباً، من عنصر الذهب بينما الموجودة بالجهة الأمامية بلغت ٩٥% من عنصر الذهب و ٥% من عنصر النحاس. وإتضح أن المادة البيضاء الموجوده داخل القرص تتكون من ٨٤% من الكالسيوم، و ١٢% من الكلور و ٢% من عنصر النحاس و ٢% تقريباً من عنصر الحديد كما يوضح جدول (٢٨).

شكل (٢٨): يوضح نتائج التحليل العنصري لسبائك القرص الدائري الملحق بالجعران وماعلاه من رقائق تذهيب وحلقات تعليق باستخدام XRF

النسب الوزنية للعناصر (Wt %)				صور نقاط التحليل	نقاط تحليل سطح القرص الدائري
Sn	Cu	Ag	Au		
nd	9.10	90.90	nd		سلك الشريحة الرئيسية المكون منه القرص الدائري المسطح بأعلى الجعران
2.00	nd	98.00	nd		حلقات التعليق الخلفية بالقرص
nd	5	nd	95		رقائق التذهيب التي تلمس سطح الأمامي للقرص
nd	nd	nd	100		رقائق التذهيب التي تلمس سطح الخلفي للقرص
Fe	Cu	Cl	Ca		المادة البيضاء المجهولة داخل القرص
2	2	12	84		

Notes- nd= not detected

٤،٢ التحليل بواسطة طيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR)

Analysis by Fourier Transform Infrared Spectrometer

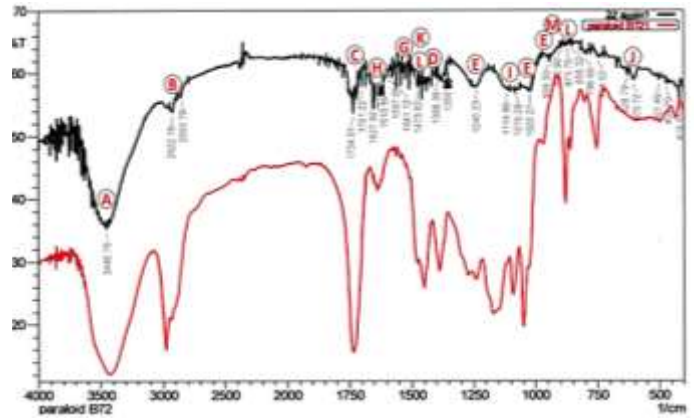
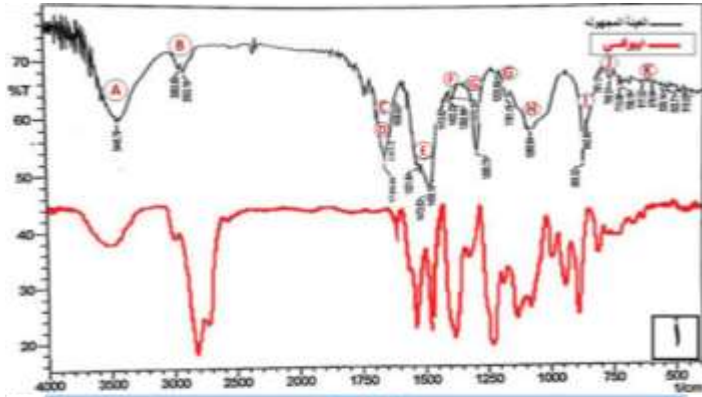
ياسمين عبدالعزیز : دراسة تحليلية لتقييم حالة جعران مرنج مركب من الفضة المذهبة والذهب المرصع بالأحجار نصف الكريمة

٤،٢،٢ نتيجة تحليل العينة الثانية:

تم عمل مقارنة بين نمط تحليل العينة المجهولة وأنماط الأطوال الموجية الخاصة بعينة مرجعية لخلات الفينيل المبلمرة (PVA) ، وذلك وفقاً لنمطى التحليل بالشكل رقم (٢٥) وتم تأكيد ذلك من خلال وجود مناطق الإمتصاص للمجموعات الفعالة المميزة لخلات الفينيل المبلمرة (PVA) للعينة القياسية ووقوع مثيلتها بنفس النطاق بالعينة الأثرية. ومن خلال ذلك يمكن المقارنة بين المدى الخاص بتلك الأطوال الموجية لكلا العينتين.

٤،٢،٣ العينة الثالثة:

تم عمل مقارنة بين نتيجة نمط تحليلها وأنماط الأطوال الموجية الخاصة بمواد لصق وتجميع حديثة عديدة تم تحليلها بواسطة FTIR وإتضح بمقارنتها ومضاهتها بعينات مواد التجميع تطابقها مع نمط عينة خاصة بـ (الإيبوكسى).

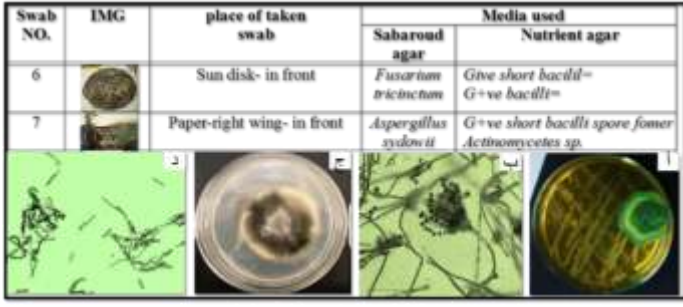


الرمز	المجموعات الوظيفية	العينة المجهولة	العينة القياسية	الرمز	المجموعات الوظيفية	العينة المجهولة	العينة القياسية
A	O-H Stretching	3200-3700	3200-3700	H	N-O Stretching	1600-1625	1600-1625
B	Stretching C-H	2800-3000	2800-3000	I	Asymmetric SO ₂ Band	1076.2-1114.8	1089-1140
C	C-O Stretching	1450-1740	1450-1740	J	SO ₂ Bending	620-628	620-628
D	C-H Bending	1370-1450	1370-1450	K	CO ₂ Stretching	1398.3-1473.6	1370-1490
E	C-O Stretching	900-1300	900-1300	L	N-O Bending	858.3-873.7	890-890
F	N-H Stretching	3200-3700	3200-3700	M	O-C-O Bending	858.3-896.9	910-850
G	N-H Bending	1500-1565	1500-1565			1541.1	1541.1

شكل (٣٠): يوضح (أ) نمط تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء للعينة الثانية ومقارنتها بعينة قياسية للإيبوكسى، ويوضح الجدول تقارب الأطوال الموجية للمجموعات الوظيفية الناتجة للعينة المجهولة الثانية مع الـ Epoxy Resin

شكل (٢٩): يوضح نمط تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء للعينة الأولى المجهولة ومقارنتها بعينة قياسية للبارالويد B-72 ، والجدول يوضح مدى التقارب بين الأطوال الموجية الناتجة عن تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء للعينة القياسية والعينة المجهولة الأولى

وتم التأكيد من خلال عمل مقارنة بين نمط تحليلها وأنماط الأطوال الموجية لجميع مواد الترميم اللاصقة المحتملة والموجودة كعينات قياسية لمعمل التحليل بطيف الأشعة تحت الحمراء بمركز ترميم الآثار بالمتحف المصرى الكبير، وتمت مطابقة نمطها بنمط مناطق الإمتصاص للمجموعات الفعالة المميزة للعينة القياسية للبارالويد ب٧٢ وتبين وقوعها بنفس النطاق بالعينة الأثرية.

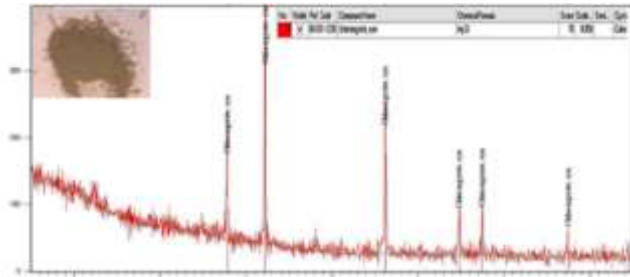


شكل (٣٢): يوضح الجدول مواضع أخذ المسحات من الأماكن التي يشك بوجود نموكانتات ميكروبييه به، ونتائج زراعتها بالوسائط المختلفة، وصورة (أ، ب) توضح شكل النمو الفطري لفطر *Aspergillus sydowii* داخل طبق بترى والشكل المورفولوجي له تحت الميكروسكوب الضوئي، وصورة (ج، د) توضح شكل النمو البكتيري داخل طبق بترى والشكل

المورفولوجي لبكتريا *Fusarium tricinctum*

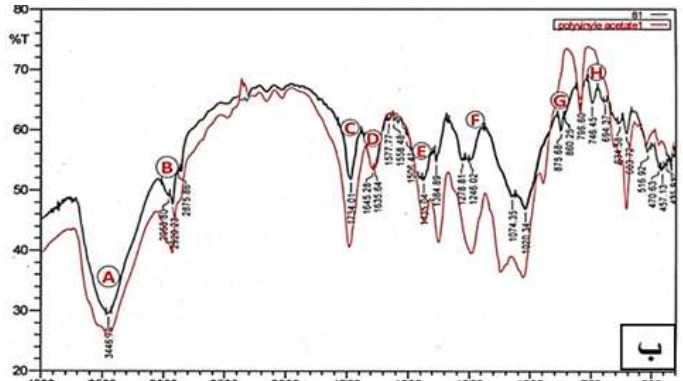
٤،٥ التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية (XRD)

٤،٤،١ العينة الأولى: عينة (A1) عبارة عن عينة رمادية اللون من نواتج التلف الموجودة أعلى حدود الشريحة الفضية بالجهة الخلفية للجعران، وقد تم تحليلها بواسطة جهاز XRD والتعرف على التركيب المعدني لها، حيث ظهر وجود مركبات التآكل ممثلة في (الكلورارجيريت Chlorargyrite)، (AgCl) أو كلوريد الفضة بنسبة تعدت الـ ٩٧% من التركيب الأساسي للعينة.



شكل رقم (٣٣): يوضح نمط تحليل العينة (A1) بواسطة حيود الأشعة السينية ويظهر بها مركب تآكل من كلوريد الفضة

٤،٤،٢ العينة الثانية: عينة (A2) عبارة عن مادة رمادية اللون من موضع مادة تجميع نصفى الجعران وإتضح إنها تتكون من مركبات التآكل التالية: مركب الكلورارجيريت (AgCl) Chlorargyrite بنسبة وصلت إلى ٤٩% وتحتوى على معدن الجرافيت (C) بنسبة ٣٥%، ومركب كبريتيد النحاس (Cu9 S5) Digenite بنسبة ١٦%.



شكل (٣١): يوضح (أب) نمط تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء للعينة الثالثة ومقارنتها بعينات قياسية لخلات الفينيل المبلمرة، ويوضح الجداول تقارب الأطوال الموجية للمجموعات الوظيفية للعينة المجهولة الثالثة مع الـ (PVC)

٤،٣ الدراسة الميكروبيولوجية Microbiological Study

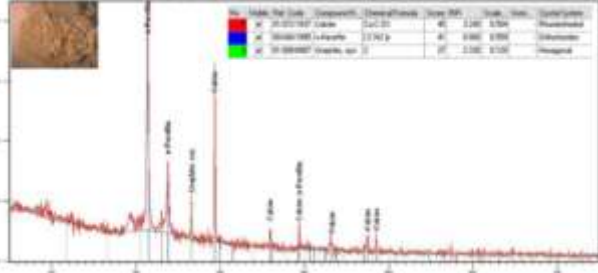
٥،٣،١ الكشف عن الكائنات الميكروبيولوجية وتعريفها

Investigation and Identification of Microorganisms

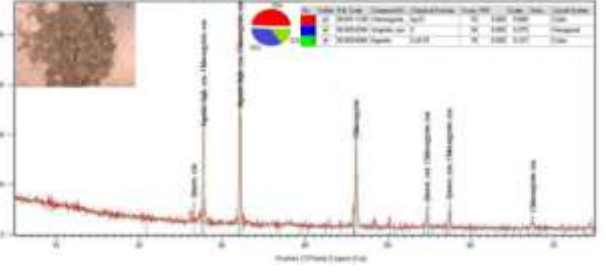
تم ملاحظة النمو الفطري على طبق واحد من أطباق بترى بالمسحة السابعة المعزولة من أعلى الجناح الأيسر للجعران، ونمو بكتيري بالمسحة السادسة المعزولة من الجهة الخلفية للقرص. وتم تعريفهم طبقاً للصفات المورفولوجية لكل كائن تحت الميكروسكوب الضوئي (Domsch, et al., 2007) و (Raper, et al., 1949) ، (Tapani, Y.) ، (M.,2002).

٤،٣،٢ الدراسة المورفولوجية: تبين أن الفطر النامي على

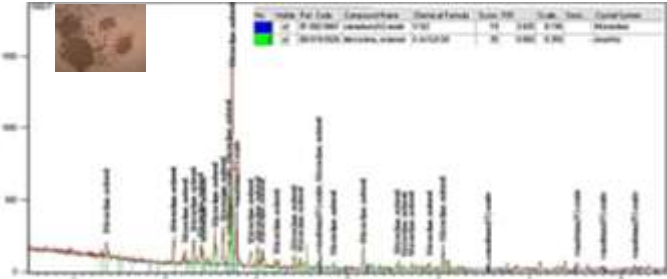
الجعران هو الأسبرجلس كما يظهر في صورة (ب) شكل (٣٢)، ويسمى *Aspergillus sydowii* وينتمي إلى الفطريات *Deutromycetes fungi* الأسكية الناقصة، وهى من الفطريات واسعة الانتشار فى الطبيعة وتعيش متطفلة ومترمية فى بالبيئات المختلفة. بالإضافة لوجود البكتريا *Fusarium tricinctum* التى لها القدرة على إحداث تآكل وتلف ميكروبي واضح بالأثر .



شكل (٣٦): يوضح نمط التحليل بواسطة حيود الأشعة السينية للعينه (B2) والمركبات الداخلة في تركيبها
٤،٤،٦ العينه الخامسة: عينه (B3) عبارة عن عينه من الاتساخات ونواتج التلف المتكلسة بالجهة الخلفية للجعران، ويتضح من نتيجة التحليل بالشكل رقم (٣٧) أن العينه تتكون من معدن ميكروكلين Microcline ($KAlSi_3O_8$) بالإضافة لإحتوائها على Vanadium (IV) Oxide أكسيد الفاناديوم الخماسي.

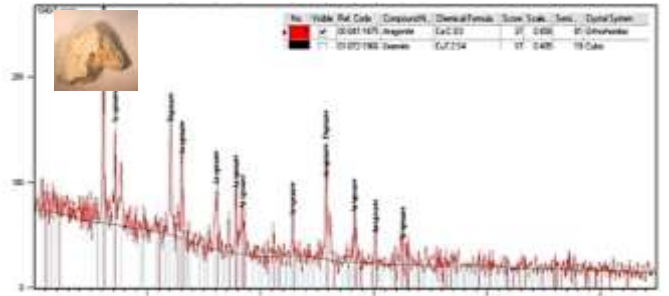


شكل (٣٤): يوضح نمط التحليل بواسطة حيود الأشعة السينية للعينه (A2) ووجود مركب تأكل من كلوريد الفضة وكبريتيد النحاس مع معدن الجرافيت
٤،٤،٤ العينه الثالثه: عينه (B1) عبارة عن جزء من أجزاء من المادة البيضاء ذو اللون الشاحب الموجودة داخل القرص الدائري المعدنى الملحق بالجعران، ويظهر أعلاها نواتج تلف خضراء اللون، العينه مأخوذة من اللب الداخلى للقرص أسفل مواضع حلقات التعليق المكسوره، وإتضح أن العينه تتكون من مركب الأراجونيت Aragonite ($CaCO_3$) بنسبه بلغت ٨١%، ومركب الديانيت Diaenite ($Cu_7 2S_4$) بنسبه ١٩% من تركيب العينه.



شكل (٣٧): يوضح نمط التحليل بواسطة حيود الأشعة السينية للعينه (B3) والمركبات الداخلة في تركيبها
٥ مناقشة النتائج Discussion

نتائج الفحص البصرى Visual Examination أظهر الفحص بالعين المجردة وجود طبقات تأكل ذات لون أسود بجميع الأجزاء المصنوعة من الفضة وذات لون بني مائل للإحمرار بالوحدات المصنوعة من الذهب، وهو ما يعرف بطبقات التطويس في كلاهما ويكون نتيجة وجود شوائب أو فلزات أخرى أقل نبلاً بتركيب السبيكة قد تفاعلت مع الظروف البيئية السيئة وغير الملائمة (Zhang, X.G, 2011) (Mohar, F., 2009) (ألدريد، سيريل، ١٩٩١)، بالإضافة لوجود الكثير من الأتربة السطحية من الجهة الأمامية أعلى التطعيمات والكثير من التكلسات الصلدة من الجهة الخلفية ربما نتيجة الظروف المحيطة فى بيئة الكشف و طريقة التخزين السيئة أو العرض غير الملائم، ووجود مساحات فقد كثيرة كفقد بعض حلقات التعليق بالجهة الخلفية للجعران والقرص وبرقائق التذهيب، وفقد جزئى وكلى بوحدات التطعيم وأشرطة الذهب الرأسية المحجزة للتطعيمات، كما يوجد



شكل (٣٥): يوضح نمط التحليل بواسطة حيود الأشعة السينية للعينه (B1) والمركبات الداخلة في تركيبها
٤،٤،٥ العينه الرابعه: عينه (B2) عبارة عن عينه من المادة البيضاء الموجودة داخل القرص الدائرى لكنها مختلفة فى خواصها البصرية وذات لون مائل للإصفرار وملمس شمعى، ويوضح شكل رقم (٣٦) أن العينه تتكون من مركب الكالسيت $CaCO_3$ بنسبه بلغت ٤٥%، بالإضافة لإحتوائها على البرافين $(CH_2)_x$ بنسبه ٤١%، ومعدن الجرافيت Graphite (C) بنسبه ١٤%، من تركيب العينه.

الأزرق ووجود بهتان بمعظمها وإضمحلال لوني بمناطق متفرقة، وضوح طوبوغرافية السطح ومدى إحتوائه على تكتلات من التلّف بخلفية الجعران. كما أظهر التصوير بالطيف المستقطب **POL**-**VIS** بالقرص وجود الكثير من الشروح والتشققات وظهورها بوضوح ودقة عالية، كما تم الإستفادة منه في التعرف على كل المناطق المحفوظة بطبقات التذهيب حتى وإن كانت مغطاة بمواد ترميم حديثة طامسه له. بينما أظهر التصوير تحت طيف الأشعة الكاذبة للألوان **IR-FC**- كل المواضع الموجود به مواد إضافية حديثة ذات سطح لامع بوميض مائل للإحمرار من الجهة الأمامية لكلاهما (الجعران والقرص) والتي ربما تكون مادة لصق تم إستخدامها لإعادة تثبيت طبقات التذهيب بالقرص والتطعيمات بالجعران.

نتائج التصوير بالأشعة فوق البنفسجية

Investigation by U.V

ظهر وميض مميز أسفل طيف الأشعة فوق البنفسجية المنعكسة **UV-F** لمادة الإستكمال الرمادية الحديثة التي تجمع نصفى الجعران، مما يعطى إنطباع عن خواص هذه المادة أسفل هذا الضوء، وتمييز مواضع الإضافات المستخدمة حديثاً لإعادة تثبيت وحدات التطعيم الشفافة اللون بالضوء المرئى بوميض أبيض، وجود نقاط عديدة ذات لون أصفر فسفوري متلألاً أسفل الطيف المنعكس للأشعة فوق البنفسجية **UV-F** بمواضع الدرجات اللونية الفاتحة التى تتخلل اللون الأزرق بالضوء المرئى **VIS** بمواد التطعيم الزرقاء والتي ربما تعبر عن سوء جوده المادة الخام المستخرج منه.

وتشير أيضاً لنوع الحجر المستخدم لتشكل مواد التطعيم الزرقاء بأنه ربما يكون حجر اللازورد النصف كريم نظراً لإحتوائه على شوائب من معدن بيريت الحديد ($Fe S_2$)، وهو معدن ذو مظهر أصفر براق يطلق عليه (الذهب الكاذب) طبقاً لخواصه البصرية المميزة، وهذا يتفق مع خواص هذا الحجر، حيث ذكر (ألفريد لوكاس، 1991) أنه يحتوى على شوائب كبريتية وكالسيت. وذلك ما يفسر وجود النقط البيضاء والبنية المائلة للإصفرار به، وقد تكون النقط البنية اللون هي عنصر الحديد والصفراء البيريت (Moses, Carl O and Janet S. Herman, 1991) أما النقط البيضاء الكالسيت. وهو ما يتفق مع نتائج التحليل العنصرى

فقد على شكل دائرى غير منتظم بالسبيكة المعدنية للقرص من الجهة الخلفية، بلغ إتساعه (6سم طولاً: 5سم عرضاً) يحيط به وبالحدود الخارجية للقرص شروح دقيقة ومتسعة وتم التعرف من خلال حيز الفقد على سمك السبيكة المصنوع منها القرص وقد بلغت (2مم). مما يرجح أنها نتيجة عمليات سرقة نظراً لإرتفاع قيمة المعادن والأحجار نصف الكريمة المستخدمة بالقطعة، بالإضافة لكثرة الإنبعاجات والتشوه والتقيب بدأ من الشريحة المعدنية الرئيسية والتي تحمل التطعيمات مروراً بوحدات الذهب الصغيرة المكونة لزخارف القطعة ربما نتيجة سوء التداول والحفظ.

نتائج التوثيق الفوتوغرافى والهندسى للأبعاد ومظاهر

التلف بالأتوكاد نتج عن تصوير القطعة من الأمام والخلف بزوايا مختلفة فى الضوء المرئى؛ الحصول على لقطات عامة وتفصيلية دقيقة توضح أسلوب تركيب القطعة والحالة العامة لها والإستفادة منه بتوثيق شكل مظاهر التلف سالفة الذكر والتي تم رصدها بالفحص البصرى، كما تم توثيق أبعادها ووزنها وإتضح أن وزن الجعران بملحقاته بلغ ما يقرب من 5 كيلو جرام حيث أن الجعران ذاته كان 4 كيلو والقرص الذى يعلو كيلو تقريباً وأبعاده (6سم عرضاً، 5,37سم طولاً) وبلغ سمك كلاً من الشرائح المعدنية الأساسية من (3 - 3,5سم) وقطر القرص الدائرى 19,5سم وسمكه 2مم، بينما بلغ سمك وحدات التعليق 3مم. كما أجريت عمليات توثيق عديدة ببرنامج الأتوكاد للقطعة وملحقاتها من الأمام والخلف لشكلها الهندسى وماتحمله من زخارف ومظاهر التلف الخاصه به وتم عمل حصر لمتوسطات نسب مظاهر، وقد كان متوسط نسبة الفقد بسبائك الفضة 5% وبلغت نسبة الشقوق والفقد الكلى والجزئى لوحدات التطعيم 5,5% ومواد التذهيب نحو 11% والبقع والإضمحلال بمواد التطعيم 18% والطبقة السوداء المعتمة لسطح الفضة متوسط 15% وتراوحت نسبة التكلسات السميكة 28% وتجاوزت المادة الرمادية الرقيقة السمك نسبة الـ 23% والمادة الخضراء المائلة للإصفرار 8% وبلغت نواتج التآكل الخضراء نحو 0,7%، بينما كانت رواسب المواد اللاصقة الحديثة حوالى 3,6% وهو ما يشير لحالة القطعة وما وصلت له من درجة تلف.

نتائج التصوير بالأشعة تحت

الحمراء Investigation by IR أظهر التصوير بالأشعة تحت الحمراء المنعكسة **IR-R** تدهور سطح مواد التطعيم ذات اللون

التطعيمات لها كما ظهر الضعيف منها بلون قاتم وليس فاتحاً كبقاى السطح، مما يشير لقلّة كثافة اللب المعدنى بهذه المناطق.

بواسطة XRF لسطح مواد التطعيم الزرقاء بمواضع هذه النقاط المشوه للسطح.

Digital optical microscope تانج الميكروسكوب الرقمى أظهر الخواص البصرية للسبائك (الذهبية والفضية) ومواد التذهيب والتطعيم الموجودة بالقطعة، والتعرف على وجود مواد لحام من سبائك معدنية والتي تتكون من أكثر من فلز نتيجة ظهور مركبات تآكل نشط طباشيرية اللون ببعض مواضع التجميع واللحام والتي قد تكون أعدت بغرض الحصول على درجة إنصهار أقل تساعد في عملية اللحام (Oddy, Andrew, 1981)، بالإضافة لإستنتاج تكون سبائك الوحدات الإضافية المتمثلة في حلقات التعليق من فلزات مختلفة في تكوينها وتركيبها عن تلك التي كانت مُعدّه ومجهزه لصناعة السبيكة الأساسية للقطعة وعناصرها الزخرفية، كما أوضحت الصور اختلاف مظهر ودرجة لون الرقائق الذهبية (Oddy, Andrew, 1988) الموجودة بالجهة الأمامية عن الموجودة بالجهة الخلفية المستخدمة لتذهيب القرص الملحق بالجزء العلوى من الجعران وهذا يشير لإختلاف الخواص البصرية والميكانيكية لكلاهما (Lechtman, Heather, 1971)؛ مما يرجح فكرة تطبيق أكثر من أسلوب تذهيب (Oddy, Andrew, 1993) أو إستخدام نوعان من الرقائق الذهبية بقطعة واحدة ولكنهما مختلفان في التركيب (Frantz, James & Schorsch, Deborah, 1990) خاصة بعد التحقق من أصلتهنم بالتحاليل الملانمة.

جود ضعف بمواد التطعيم وتفتت ببعض المواضع التي على شكل نقاط بنية اللون بمواد التطعيم الزرقاء، والتي أثبتت التحاليل اللاحقة إنها من اللازورد المحتوي على شوائب معدن البيريت في صورة مركب بيريت الحديد (ألفريد، لوکاس، ١٩٩١)، ويتأكسد بسهولة مع الظروف السيئة (Moses, Carl O and Janet S, 1991) ويتحول إلى أكاسيد الحديد عادةً (الليمونيت) وبالتالي يكون سهل التفتت

(Cited:) <https://mineralseducationcoalition.org>,

(2022)،

ود كتابات بلون أسود على سطح مواد التطعيم بشكل مشوه، ربما

نتائج المسح بالليزر ثلاثى الأبعاد 3D laser scanner أظهر ماسح الليزر ثلاثى الأبعاد كل التفاصيل الدقيقة المعقدة للقطعة بدقة عالية؛ وقد تم التعرف من خلاله على مدى إختلاف سمك وحدات التطعيم ومواقع إعادته التجميع الخاطيء، والذي قد يكون نتيجة تثبيتها بشكل غير مستوي، مما يمهّد لفكها وإعادتها بوضع صحيح وبمواد ملائمة، كما أظهر أن القطع الذهبية المصنعة كحدود تحجيز داخلية ومثبتة على سطح الجعران ليست جميعاً بسمك وإرتفاع واحد بل إنها متباينه والعديد منها بغير مواضعه الصحيحة وتحتاج لإعادة تثبيت من جديد بالمواضع الصحيحة لها.

نتائج الفحص بالتصوير بالأشعة السينية

X-Ray Radiography

كشفت عن مواضع مسامير البرشام الداخلية المستخدمة لتثبيت قطعة التطعيم الوسطى التي على شكل جعران بالإطار الذهبى وخلفية القطعة، وحدد إمتداد الدعامة المستطيلة التي تربط الجعران بالقرص بإنها تمر أيضاً داخل وحدة التطعيم الزرقاء المنحوتة على شكل الخنفساء وتتوسط القطعة، وربما كان ذلك لزيادة تدعيم وتثبيت جميع العناصر المكونة للقطعة ببعض. كما أظهر الشروخ الدقيقة والخفية الموجودة داخل الوحدات المشكّلة من مواد التطعيم الزرقاء والتي قد تكون ناتجة عن عيب فى طبيعة الحجر المستخدم لتشكيلها، والشروخ الدقيقة الموجودة بالسبيكة المعدنية للجعران والتي تظهر أسفل وحدات التطعيم الحمراء ولا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، مما يدل على وجود ضعف شديد به أدى لظهور هذه الشروخ و الذى يفيد فى معرفة حالة القطعة والحذر الشديد عند تناولها والتعامل معها أثناء خطوات العلاج والصيانة.

وساعد أيضاً فى التعرف على مواضع وشكل مسامير البرشام المستخدمة لتثبيت وجمع الشريحتين الأساسيين المكونين للقطعة والتي كانت مخفيه أسفل مواد التطعيم والترصيع السطحية ولا تظهر من الخلف نتيجة كثرة تكلسات التربة عليها، وظهور مواضع الشرخ العميقة والدقيقة المستكملة ومغطاة بمواد ترميم حديثة او نواتج التآكل وتكلسات تربة، التعرف على أماكن الفقد الجزئى بالشريحة المعدنية الأمامية والتي لا تظهر نتيجة تغطية

المظهر مميز لأوجه بلورات الفلزات المختلفة بالسبيكة الواحدة (Schorsch, Deborah, 2001)، إلا ان في هذه الحالة نظراً لأن تكوين العينة عبارة عن فلز واحد (الذهب) وبعض الشوائب الطفيفه، كما أثبت لاحقاً التحليل العنصرى، فيعزى أن يكون هذا هو الإحتمال الأنسب لمظهر بلورات الذهب اسفل الضوء المستقطب. (<https://www.doitpoms.ac.uk>, Cited:) (2022).

- وأظهرت صور قطاعات عينة الفضة التي تم تصويرها قبل Etching إنتظام سمك سبيكة الفضة ذات اللون الأسود بالمنتصف وظهور طبقات تآكل كثيفة من الجهتين العليا والسفلى بلون أخضر طباشيرى فاتح لها. مما يدل على وجود بؤر تآكل نشط قد يرجع لإحتواء السبيكة على فلز النحاس، كما يظهر بوضوح وجود طبقة تذهيب أعلى الفضة ولكنها تظهر بشكل غير منتظم خاصة بالجهة السفلية ومفقودة تماماً ببعض المواضع. فضلاً عما يظهر من تآكل خارجى بمناطق التآكل النشط بشكللاً أوضح، وعند تصويرها بعد عملية Etching يظهر شكل إبرى يشير إلى إحتمالية التحول الكامل للعينة وهذا الوضع لا يمكن من خلاله تحديد أسلوب التصنيع والتشكيل نتيجة لتآكل العينة بشدة، وتشير الأشكال الأبرية الطويلة لبقايا كلوريد الفضة الذى يعتبر مركب تآكل أساسى لسبائك الفضة.

- نتائج الفحص بالميكروسكوب الاليكترونى الماسح تبين وجود إستطالة بحبيبات عينة الذهب ربما تكون نتيجة عملية الطرق والتشكيل على البارد من قبل الصائغ المصرى القديم كذلك ظهور الأوجه المختلفة للحبيبات بتباين لوني واضح والإختلاف بين أبعادها وإرتفاعاتها وطوبوغرافيه سطحها ومابه من تشوه وفقد قد يكون نتيجة كثرة عمليات الطرق والتلدين أو لوجود شوائب بالسبيكة (Scott, D.A, 1991) بينما عينة الفضة رقم B1 ظهر بها شكل نواتج التلف بسطح غير منتظم وداكن ربما نتيجة حدوث العديد من عمليات التطويس والتآكل.

- بالإضافة لظهور مركبات تآكل أعلى الرقائق ربما تكون بسبب وجود مركب كلوريد الفضة الناتج عن إستخدام سبيكة من الفضة والنحاس أسفل التذهيب Frantz, J & Schorsch, (D., 1990) وهو ما أكدته نتائج (XRF) إلى جانب إكتشاف القطعة بترية رطبة به محاليل تحتوى على الأكسجين المذاب و ثانى اكسيد الكربون و الكلوريدات (Scott, D.A, 2002) ،

تكون تسجيلاً لأرقام القطعة الأثرية وقد تمت إضافتها حديثاً بشكل غير لائق. وجود رواسب لمادة شفافة مجهولة مطبقة بشكل مشوه وكثيف ربما استخدمت كمادة لاصقة حديثاً بأعمال ترميم غير ملائمة، مع ظهور تكتلات ذات لون أخضر فاتح بالجهة الخلفية ببعض المواضع بالقرص والجرعان، يبدو من شكلها بأنها نموات فطرية أو بكتيرية، ربما ناتجة عن بيئة الكشف أو التخزين الغير جيد أو نتيجة إستخدام مواد لاصقة عضوية ساعدت على تكاثر ونمو مثل هذه الكائنات، مما يستدعى أخذ مسحات للتأكد من ذلك.

- نتائج التصوير بالميكروسكوب المجسم ظهور الخواص البصرية للمادة اللاصقة المجهولة بلون بنى نصف شفاف أسفل الميكروسكوب المجسم وذات قوة تماسك ضعيفة قابلة للتفتت بسهولة، ويستنتج إنها قد تكون مواد لاصقة أستخدمت حديثاً للصق وتثبيت وحدات التطعيم المتساقطة بخلفية القطعة، ووجود العديد من الشايات والتجاويد بعينات رقائق التذهيب مما يوضح إحتياجها لعملية فرد وإعادة تثبيت بمواضعها المناسبة بالقطعة، كما أظهر ضعف وإنبعاغ عينة الذهب المصنوع منها الشرائح الرأسية التي تحوى بداخلها التطعيمات.

- كما تعانى وحدات التطعيم من مظاهر تلف عبارة عن بهتان وإضمحلال وتغير لوني ووجود شقوق دقيقة به، ووجود مركبات تآكل نشط بدرجات لونية خضراء تنتشر بمواضع إنفصال حلقات التعليق ومناطق اللحام، وكذلك ظهور طبقة شفافة ولامعه جداً تتخلل التكلسات الخلفية ومنتشرة بمواضع مختلفة بالجهة الخلفية للجرعان .

- نتائج الفحص بالميكروسكوب المستقطب تم التعرف من خلاله على سمك شرائح الذهب المثبت رأسياً وقد بلغ 1.8 mm، وكذلك سمك الجهتين المحيبتين بمادة اللحام الداخلى لنفس الشرائح من أسفل وقد بلغ 0.15 mm، ووجود مادة سوداء مجهولة داخل تجاويد شرائح الذهب مما يشير لإحتمالية اللحام المعدنى، ووجود خطوط التوأمية وخطوط التشكيل اللدن داخل الحبيبات يدل على وجود إجهادات ناتجة عن عمليات التشكيل والتلدين بالحرارة مما يدل على أن تشكيل القطعة تم بالطرق على البارد، بالإضافة لظهور إختلاف في الدرجات اللونية للحبيبات الذى قد يكون نتيجة إختلاف إنعكاس الضوء الساقط عليها في مختلف إتجاهاتها (Orientation) عند التصوير بإستخدام الميكروسكوب المستقطب. وعلى الرغم أن عادة ما يكون هذا

وأوضحت صورة (د) وجود مسام دقيقة عديدة وحدوث تمزق

بسطح رقائق التذهيب أعلى الفضة عاده ماتكون مظهر تلف بالقطع المذهبة تذهيب حرارى (Sparavigna, A. C. 2016)، مما أدى لزحف نواتج التآكل من خلالها وظهورها بشكل فاتح على السطح.

بعد الإنتهاء من تشكيلها (Michele, Bever., 1985). وقد تم التعرف على السبيكة المكونه لمسمار البرشام العرضى Rivet الذى يمر بداخل وحدة التطعيم المشكله بهيئه (جعران) وإتضح إنها تتكون من ٧٢,٥% من الفضة و ٢٣,٥% من الذهب و ٢% نحاس وهى سبيكة تسمى (الكتروم) Electrum Alloy (Scott, David., 2019) وباقى العناصر عبارة عن حديد و رصاص بنسبة ١% لكلاً منهم كشوائب، بينما يفسر إضافة النحاس بالعناصر المستخدمة كوحداث تعليق أو مسامير تجميع ربما لتحسين خواصها الميكانيكية (Beckhoff, B., 2006) ورفع صلابتها لتتلائم قوة السبيكة مع الدور الوظيفى والتشريحى للقطعة المجهزة لها (لوكاس، ١٩٩١).

- والشرائح الأقل سمكاً وتحد الزخارف الدقيقة من الذهب الخالص بنسبة تجاوزت ٩٩,٩% وذلك أمر طبيعى نظراً للدونة الذهب وسهولة الحصول منه على شرائح رقيقة تسهل مهمة تشكيل الزخارف الدقيقة، بينما مادة لحام شرائح الذهب الرأسية بشريحة الفضة الرئيسية بالجعران تبين إنها مكونة من فلز الفضة بنسبة ٩٥% تقريباً و ٢% لكلاً من النحاس والقصدير و اقل من ١% من الحديد. وقد يرجع السبب في إستخدام سبيكة الفضة عند لحام الذهب بالفضة ربما لخفض نقطة إنصهار الذهب بمواضع التفاصيل الدقيقة لينصهر فى درجة حرارة أقل أثناء عملية اللحام حتى لا يؤثر على السطح ويعرضه للتشوه (ألدريد، سيريل، ١٩٩١)

- وتم التعرف على التركيب العنصرى لرقائق طبقات التذهيب بالقرص حيث إتضح أن طبقات التذهيب المستخدمة بالجهة الخلفية بلغت نسبة الذهب بها ١٠٠% تقريباً بينما الموجودة بالجهة الأمامية ٩٥% و ٥% من عنصر النحاس مما يرجح إستخدامه لنوعين من رقائق التذهيب مختلفين في تركيبهم إحداهم من الذهب الخالص وهى التى تظهر بلون أصفر لامع وبراق بالفحص البصرى بينما الأخرى المضاف لها فلز النحاس فقد كانت ذات لون أصفر شاحب وربما لتطبيقه لأكثر من تقنية تذهيب إحداها حرارى بالجهة الأمامية وقد يكون هذا هو السبب في تكوين رابطة قوية بين المعدن وطبقة التذهيب نتيجة حدوث تداخل جزئى بين الطبقات السطحية (Oddy, Andrew., 1993) مما يجعل مظهر طبقة التذهيب الأمامية رقيق جداً ومتماسك بشده بسطح الفضة.

- بالإضافة لوضوح الأشكال المختلفة للتشوه من إنبعاج وانثناءات طبقة التذهيب التى تعلق عينة الفضة المأخوذة من الجهة الأمامية بالقطعة ومابه من خدوش حاده وشروخ دقيقة تحد أطرافها الخارجية غير المتواجده برقائق عينة B2 المتساقطة من الجهة الخلفية بالقطعة حيث يظهر به الضعف العام والعديد من التمزقات والشروخ الدقيقة التى تتوسطها بشكل واضح وظهور زيادة فى نسبة الفقد، ربما نتيجة عمليات التآكل والبرى التى قد تكون ظهرت بعد سقوطها ووجودها منفصلة عن القطعة الأثرية أو لتعرضها لحمل زائد أو ضغط كبير قد تكون تعرضت له.

- بالإضافة لأن أسلوب تثبيتها بالقطعة طبقاً لسمكها قد يكون تم من خلال وسيط لاصق وبسقوطها فقدت الكثير من أجزائها وتركته خلفها على سطح القطعة نتيجة شده التصاقه بها مما أدى لوجود حيز فارغ بمواضع عديدة بالرقائق المتساقطة. كما أن هذا يشير لإختلاف خواص طبقتين التذهيب الأمامية الملتصقه بشده بسطح الفضة والخلفية المتساقطه كرقائق (Huang, H. et al, 2021) وبالتالي يشير لإختلاف تركيبهم أو أسلوب تثبيتهم بالقطعة.

- نتائج التحليل العنصرى بإستخدام جهاز تفلور الأشعة السينية XRF تبين من نتائج هذا التحليل الغير متلف (Belfiore, C., 2021) أن السبيكة المصنوع منها الشريحتين الخلفيتين للجعران هي سبيكة البيلون المكونة من الفضة والنحاس بنسبة تقريبية بلغت ٩٤% والنحاس ٤% بالإضافة لوجود فلز القصدير بنسبة بلغت ٢% تقريباً، و ببعض العناصر الأخرى وصلت نسبة النحاس حتى ٩% ، وقد ذكر (ألفريد، لوكاس، المرجع السابق، ١٩٩١) إستخدام مثل هذه السبائك بنسب مقاربة بنفس الحقبة الزمنية التى تنتمى لها القطعة الأثرية (العصر اليونانى الرومانى)، والشرائح الخارجية المثبتة رأسياً أعلاه وتحوى التطعيمات بداخلها مصنوعة من سبيكة مكونة من الذهب والفضة والنحاس بنسبة بلغت ٩٢% للذهب و ٦% فضة، و ٢% نحاس ووجود كلاً من فلز الفضة والنحاس والذى قد يكون أضيف لتسهيل عملية تشكيل القطعة

كريم قد يكون (اللازورد Lapis Lazuli) والصيغة الكيميائية له $(Na, Ca)_8(Al, SiO_4)_6(S, SO_4, Cl)_2$ (عز الدين، حلمي، 1961) وإرتفاع نسبة عنصر الكبريت ووجود نسبة من الحديد كشائبه بنقاط التحليل للمواضع البنية المائل للإصفرار والذي يشير لوجود معدن بيريت الحديد (FeS_2) (Cited: <https://mineralseducationcoalition.org>, 2022)، المتميز باللون البنى المائل للإصفرار بنية ضعيفة ميكانيكياً، وقد يكون هو الجزء الظاهر بخواص فسفورية ذهبية ذات وميض متلألأ أسفل الطيف المتفلور للأشعة فوق البنفسجية.

- ومواد التطعيم الخضراء ربما تكون (الفيروز Turquoise) النصف كريم نظراً لأن العناصر الإضافية المكونة له بخلاف السليكا هي الكالسيوم والنحاس والألومنيوم والقليل من شوائب أكسيد الحديد وهو ما يميز التركيب العنصري والكيميائي لحجر الفيروز، ونظراً لعدم وجود العناصر المميزة لحجر الزمرد كمعدن البريليوم فقد تم إستبعادة. (Aldred, Cyril., 1987).

- ومواد التطعيم الحمراء المتكونة 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 الذي يعتبر هو المكون الأساسي للأحجار الكريمة والنصف كريمة. بالإضافة لتفسير وجود نسبة ضئيلة من عنصر الحديد وصلت تقريباً 2% ربما يكون شائبة طبيعية متسببة في إكتسابه للون الأحمر المميز له والذي أعطي الحجر الكريم درجة لونية تميل للإحمرار مميزه له.

- نتائج التحليل بطيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) تم من خلال التحليل بواسطة (FTIR) التعرف على نوع مادة اللصق الحديثة المستخدمة لتجميع نصفى الجعران وكانت (الإيبوكسى) وهى مادة غير إسترجاعية وشديدة الصلادة وغير قابلة للانكماش وذات لون رمادي حاد مشوه لسطح الأثر (Alwadi, A., et al., 2013)، ويحتمل أن تكون المادة المستخدمة لإعادة تثبيت وحدات مواد التطعيم الحديثة هي البارالويد ب72 والمادة المستخدمة لتجميع وملء مناطق الشقوق الدقيقة بشريحة الفضة الخلفية للجعران هي خلات الفينيل المبلمرة (PVA) وهى مواد عادة ماتستخدم حديثاً بعمليات إعادة التجميع واللصق (Scott, D., et al., 1996)، أما المادة المشبع بها لب القرص الدائرى

- أما الجهة الخلفية التي كان سمكها مرتفع نسبياً وذات بريق ونقاء أعلى ظاهرياً فربما تم تثبيتها ميكانيكياً بالطرق المباشر لها على سطح الفضة والضغط للتثبيت واللصق بلواصق طبيعية كالصمغ أو الغراء، وهو مالم يتم التعرف عليه نظراً لعدم توافر عينات منها نتيجة تغطية السطح بتكلسات ونواتج تلف عديدة بكثافة عالية. بينما توجد إحتتمالات أخرى لإختلاف لون وخواص طبقتى التذهيب الأمامية والخلفية، أهمها أن السبب ربما يرجع لإختلاف درجة تأكسد العناصر الموجودة بالسليكا (Schlosser, Sandra, 2012) عند تعرضها لبيئة دفن أو ظروف بيئية غير ملائمة (Abdallah, Medhat., et al, 2022) حيث تتأثر أولاً المعادن الأقل نبلاً بالرقائق طبقاً للسلسلة الكهروكيميائية (Scott, David., 1991)، مثل شوائب الحديد وأى إضافات لفلز النحاس مسببه إختلاف بشكل وخواص الرقائق تاركه خلفها سطحاً مشوهاً وتالف بمظاهر تطويع وتآكل عن مثيله الغير معرض لنفس الظروف من الجهة الأخرى (Lechtman, Heather., 1971) وذلك تبعاً لنسبته (Oddy, Andrew., op.cit, 1993).

- كما إتضح أن المادة البيضاء الموجودة داخل القرص الدائرى بالكامل هي عبارة كربونات الكالسيوم نظراً لوصول نسبة عنصر الكالسيوم إلى 84% وقد يكون أستخدم كمادة مألثة للسان المعدنى الخارج من الجعران به لإحكامه ميكانيكياً ولضمان عدم إختلال توازنه أو سقوطه أو تشوهه، وربما كدعامة لتشكيل شرائح الفضة من الجهتين أعلاها لتأخذ شكل التقبيب المتواجدة عليه لمحاكاة وإبراز شكل الشمس الحقيقي دون الحاجة لصب كتله مصمته لتقوم بهذا الغرض. ويمكن أن يكون هناك سبب اخر وهو عدم إستهلاك السليكا المراد تنفيذ القطعة بها أو لما قد يؤثر سلباً على القوة الميكانيكية والبنية التشريحية للجعران ككل عند تثبيتها أعلاه نظراً لثقل وكثافة المعادن العالية بحاله الصب المصمت بالكامل للوحدة.

- كما تبين أن مواد التطعيم الزرقاء المرصع بها زخارف الجعران تتكون من 46% من عنصر السليكا و30% كالسيوم والكبريت بنسبة 11% والألومنيوم 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

الشاش الدعامى لمادة اللب الداخلى للقرص بمنطقة الفوهه التي تسمح بمرور القضيب المعدنى المثبت أعلى لجعران نظراً لضعف مادة الارجوانيت المكون منها اللب الداخلى. وهذا يشير بأنها مادة ترميم حديثة طبقت بغرض اللصق والتثبيت للمواد الضعيفه في تسعينات القرن الماضى كما ذكر (Ismail., Y., et.al., 2016).

- وجود أحد معادن الطفلة فى تركيب عينات نواتج التلف المتكلسه بشده بالجهة الخلفية للجعران متمثلاً فى صورة معدن الميكروكلين يشير إلى بقاء الأثر لمدة طويلة فى تربة دفن طفلية (Brauer,G., 1975)، وإحتواء العينات على أكسيد الفاناديوم (V₂O₅) الرباعى الذى على شكل بلورى أسود ذو إنحلال ضعيف فى الماء يطلق عليه صخور الفوسفات ويشير وجوده لطبيعة التربه المكتشف بها القطعة والتي يدل التحليل إنها تربه حيويه به مركبات عضويه (Ingo, G. M., et al., 2019).

- ووصلت نسبة معدن الجرافيت Graphite إلى ٣٥% بعينه مادة الإستكمال والتجميع الحديثة لنصفى الجعران ربما يشير ذلك لإستخدامه كمادة ملونة عند إعداد خليط مادة التجميع، ووجوده بعينات نواتج تلف السطح الأمامى والخلفى للجعران والذي قد يكون نتيجة إستخدامه الخاطيء فى عملية تثبيت سطح سبيكة الفضة الخلفى أو لإخفاء الخدوش ذات المظهر اللامع بالسطح الأمامى والتي قد تكون ناتجة عن عملية تنظيف غير دقيقة لسطح الفضة. وظهور معدن الديانيت Diaenite بنسبة ١٩% من تركيب العينة رقم (B1) ومعدن Digenite (Cu₉ S₅) بنسبة ١٦% بعينه (A2)، ربما سبب وجود كبريتيد النحاس بصور مختلفة ننتيجة إكتشاف الأثر بتربة مشبعة بالمياه (عثر على القطعة بخبيئة البحيره المقدسه بمعبد دندره) وحيث أن فى حالة توافر أملاح الكبريتات الذائبة بالإضافة لمواد عضويه متحللة كما أوضحت نتيجة الفحص الميكروبيولوجي وأثبتت وجود كائنات حية دقيقة كالبكتريا والفطريات ونتيجة تحليل عينة رقم (B3) بواسطة XRD التي تشير لوجود مواد عضويه نظراً لوجود معادن حيويه، كصخور الفسفور متمثلة فى أكسيد الفاناديوم (V₂O₅)، فإنه قد يحدث إختزال بكتيري (Ghoniem, M., 2011) والبكتيريا المختزلة Bacteria reducing-Sulfate تقوم بإختزال الكبريتات المتوفرة فى هذا الوسط، فى ظروف يقل فيها الأكسجين، مما يؤدي إلى تكوين كبريتيد الهيدروجين وإنتاج أيونات الكبريتيد التى تتفاعل مع أيونات النحاس (Scott,

هي(شمع البرافين) الذى تم إستخدامه ربما لتقوية اللب الداخلى المفتت أو لإعادة تثبيت الرقائق الذهبية الضعيفه والمنفصله التي كانت تغطى سطح الفضة المصنوع منها القرص كما كان متبعاً بتسعينات القرن الماضى (Ismail, Y., et.al., 2016) وهو ما أدى لإنتقالها من خلال الشروخ ومناطق الفقد العديدة.

- نتائج الدراسة المورفولوجية للكائنات الميكروبيولوجية

Microbiological Study

تم ملاحظة النمو الفطرى على طبق واحد من أطباق بتري بالمسحة السابعة المعزولة من أعلى الجناح الأيسر للجعران وتبين أن الفطر النامى هو الأسبرجلس *Aspergillus sydowii*، ونمو بكتيرى بالمسحة السادسة المعزولة من الجهة الخلفية للقرص البكتريا *Fusarium tricinctum* وهم من الكائنات التي يمكنها إحداث تشوه وتآكل وتلف ميكروبي واضح بالأثر (Domsch, et al., 2007) و (Raper, et al., 1949) ، (Tapani, Y. M., 2002)، وربما يكون سبب وجودهم الظروف البيئية الضارة غير الملائمة ببنء الكشف أو التخزين والحفظ غير الأمن مما تسبب فى إصابتهم بمثل هذه الأنواع من الكائنات الحية الدقيقة وأدى لإنتشارها.

- نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية (XRD) يفسر وجود مركب كلوريد الفضة فى صورة معدن الكلورارجيريت (AgCl) بنسبة تراوحت بين (٤٩- ٩٧%) بتركيب معظم عينات نواتج التلف، ربما لوجود الأثر بتربة غنية بأملاح الكلوريدات فى ظل وجود رطوبة مرتفعة (Cronyn,A.M.,1990) الذى يعتبر عن طبقة غير واقية وغير قابلة للذوبان (Stambolov, T.,1985)، ووجود معدن الأراجونيت (Aragonite) (CaCO₃) بنسبة تجاوزت الـ ٨٠% من تركيب عينات المادة الموجودة داخل القرص يدل على أن مادة اللب الداخلى له هى كربونات الكالسيوم حيث أن تركيبه الكيمائى يشبه الكالسييت فى تركيبه لكنه يختلف عنه فى خواصه فهو أكثر صلادة وأقل استقراراً من الكالسييت. (حلمى، ٢٠٠٢) كما تبين بتحليل عينة أخرى من اللب الداخلى للقرص الدائرى بمنطقة الفوهه (تختلف فى درجاتها اللونية، حيث إنها أكثر إصفرار وذو ملمس دهنى) مع وجود البرافين x Paraffin wax (CH₂) بنسبة وصلت إلى ٤١% بعينه B2 مما يدل على إستخدام شمع البرافين كوسيط لاصق لتثبيت رقائق التذهيب بكثافة زائدة قد تكون وصلت لللب الداخلى نتيجة كثرة وجود الشروخ العميقة والشقوق الدقيقة بالمعدن، أو لتطبيقه لتثبيت

الفضة الخلفية المكونة لمجسم الجعران وتشويها له، كذلك استخدام البولي فينيل أسيتات للصق المناطق الضعيفه وإستكمال المفقودة بشريحة الفضة الخلفية للجعران مما تسبب في حدوث تغير لوني لها بمرور الزمن وإصفرارها ونمو الكائنات الدقيقة، بالإضافة للكشف عن نوع النمو الميكروبي الموجود على القطعة، وقد تم الكشف عن فطر الإسبرجلس والعديد من أنواع البكتريا التي كشفت عنها الدراسة الميكروبيولوجية وعليه فإن معظم نتائج كافته التحاليل والفحوص التي أجريت تشير إلى تدهور حالة القطعة؛ الأمر الذى يستدعي البدء الفورى في إعداد خطة العلاج والترميم المبدئية المناسبة.

This paper presents an analytical **Summary** study of an unique gilded silver and gold winged scarab inlaid with semi-precious stones. The wings of the scarab were executed in cloisonné style, carrying a circular silver-plated gold sun disk on top. It was discovered at the Temple of Dendera and it dates back to the Greco-Roman period. This winged scarab is one of the rarest and most valuable antiquities belonging to the Egyptian civilization to be displayed at the Grand Egyptian Museum and it is currently being studied in preparation for conservation and restoration at the GEM-CC. It displays great artistic value that reflects the extent of the development and skill of the ancient Egyptian goldsmith and his full knowledge of the technology of crafting, assembling, welding and decorating such rare artifacts with peerless skill. The winged scarab was exposed to various deterioration factors causing the formation of tarnish that concealed its shape luster and minute details and causing many other forms of damage. Furthermore, some of the past conservation processes carried out used unsuitable, irreversible methods and materials. Various techniques of examination and analysis were carried out to detect and document all the

(D.A,2002) الموجودة نتيجة إضافة فلز النحاس بسبيكة الجعران والقرص الدائرى وسبائك لحام الأجزاء المختلفة للقطعة الأثرية التي تراوحت فيها نسبة النحاس من ٤ - ٩ % تقريباً كما وضحت نتائج التحليل العنصرى لهم بواسطة XRF المتنقل، ونظراً لأنه الفلز الأقل نبلاً بالسبيكة تبعاً للسلسلة الكهروكيميائية مكوناً طبقة من كبريتيدات النحاس أحد مركبات التآكل المتلفة. (Michael B. M, & Brenda J. L, 1992).

٦ الإستنتاجات Conclusions

من خلال الفحوص والتحليل التي أجريت على القطعة الأثرية موضوع الدراسة (الجعران الممنج بالقرص الدائرى اعلاه) إتضح إنه يعانى من العديد من مظاهر التلف المتمثلة في الفقد بسبيكة القرص الدائرى من الجهة الخلفية ووجود العديد من الشقوق الدقيقة والشروخ المتسعه من الأمام والخلف متسببه في سقوط أجزاء من مادة اللب الداخلى له، بالإضافة لظهور نواتج تآكل نشط بمواضع عديدة بالقرص وكذلك وجود نواتج تآكل متكلسه بشده بالجهة الخلفية للجعران وسقوط وفقد العديد من وحدات التطعيم بألوانها المختلفة.

- فضلاً عن ما تعانیه من ضعف وتفتت وظهور بثور وإضمحلال لوني بدرجات مختلفة. الشرائح الذهبية التي تحد زخارفها من الخارج بها إنبعاج وتشويه في العديد من وحداتها، وتآكل طبقات التذهيب، خاصة في الجهة الخلفية اذا ما تم مقارنتها بالجهة الأمامية. كما أسفرت نتائج التحاليل عن وجود عمليات ترميم حديثة عديدة أجريت على القطعة منذ أكثر من ٤٠ عاماً مروراً بحقب قريية بإستخدام مواد وطرق غير ملائمة لتلك القطعة النادرة وموثيق الترميم العالمية، كتطبيق لاصق الإيبوكسى كمادة لصق لنصفي الجعران المنفصلين، والذي يعتبر مادة غير إسترجاعيه ومشوهه للسطح (Alwadi, A., et al, 2013) ويصعب جداً إزالتها والتخلص منها كيميائياً أو ميكانيكياً، (Maria Gonzalez, Juan Carlos et.al, 2020) وتطبيق شمع البرافين بكثافه عاليه لتثبيت ولصق طبقات التذهيب وتقوية الشقوق الدقيقة باللب الداخلى للقرص، وهو ما تسبب في تجمع الأتربة على معظم عناصر القطعة وتغير لون مادة اللب الداخلى له، بالإضافة إلى وجود نمو ميكروبية عديد بالقطعة، (Ismail, Y., et.al, 2016) وإستخدام البارالويد ب ٧٢ بلزوجة عالية لإعادة لصق وتثبيت مواد التطعيم بالجهة الأمامية للجعران مما نتج عنه ترسبها أعلى سطحها وسطح شرائح الذهب الرأسية وشريحة

دكتوراه غير منشورة،- قسم التاريخ - كلية الاداب - جامعة طنطا.

٨- عبد العزيز، ياسمين (٢٠١٨)، " علاج وصيانة الحلى الذهبية المنفذة بإسلوب الكوازونية المرصعة بالزجاج والفيانس مع التطبيق على بعض النماذج المختارة" رسالة ماجستير بقسم الترميم كلية الاثار، جامعة القاهرة، ص ٢٣٣.

٩- عبد المعز، ياسمين (٢٠١٦) "صيانة وترميم أبريق الكلاريت تطبيقاً على مجموعة متحفية مختارة"، رسالة ماجستير بقسم الترميم كلية الاثار، جامعة القاهرة، ص ٢٣٣.

١٠- عز الدين ، حلمي محمد، (١٩٦١) علم المعادن، ص ١١،

11-Abdallah, Medhat., Moustafa, Mohamed., Morsi, Ezzat. M., & Ali, Gehan, (2022) "Archaeometric Study and Conservation OF A Goddess Bastet Statue From THE Late Period of Ancient Egypt". International Journal of Conservation Science, 13(2) PP. 491-514.

12-Aldred, Cyril., (1978)"Jewels of the Pharaohs. Egyptian jewelry of the dynastic period"PP. 27-28.

13-wadi, Anas., Jabra,Rafei., Alkass, Ghasan.,& Alchik,Diab, (2013) "Preparation and Characterization of Epoxy Resin/Cycloaliphatic Amine Coating", PP.175-190.

14-Baumgart, H.,and Phillipp, F(1984)"High-voltage electron microscopy investigation of subgrain boundaries in recrystallized silicon-on-insulator structures" MRS Online Proceedings Library (OPL), P35.

15-Beckhoff, Burkhard., Kawahara, Nakasaka, Shoji, T., KanngieBer, Habil Birgit., Langhoff, Norbert., Wedell, Reiner & Wolff, Helmut., (2006)"Wavelength dispersive XRF and a comparison with EDS". Handbook of practical X-ray fluorescence analysis. Springer-Verlag, Berlin, Germany, PP. 284-308.

aspects of damage such as Multispectral Imaging, X-Ray Radiography, different microscopes were used such as the stereomicroscope, Polarizing microscope, and Scanning Electron Microscope (SEM), also analysis was performed using XRD, XRF and FTIR. The results of the previously mentioned examinations and analysis gave important results that contributed to the development of the conservation and restoration plan of the scarab in a scientific manner.

Key words: Winged scarab, gilded silver, semi-X-Ray Radiography, analysis by precious stones, XRD, XRF .

قائمة المراجع

١- ألفريد، لوکاس، (١٩٩١) "المواد والصناعات عند قدماء المصريين" ترجمه ذكى إسکندر، محمد زکریا غنیم، عبد الحمید أحمد، مكتبة مدبولی، القاهرة، ص ١٤ - ٧٨٤ .

٢- السيد سعد، سماح، (٢٠٠٨)"علاج وصيانة التحف النحاسية المكفنة بالذهب والفضة" تطبيقاً على احدى النماذج المختارة من العصر المملوكى والمحفوظة بمتحف كليه الاثار جامعة القاهرة" رساله ماجستير، قسم الترميم، كليه الاثار، جامعة القاهرة ص ١٣٥، ١٥٤.

٣- سعيد علي، ناجي، (٢٠١٨) "دور المعابد وقدسيتها". مجلة أبحاث (8) ، ص ٧١.

٤- سمير، أديب (٢٠٠٠) "موسوعه الحضارة المصرية القديمة"، الطبعة الأولى، العربى للنشر والتوزيع ، ص ٨٢.

٥- سيريل، ألدريد، (١٩٩١) "مجوهرات الفراعنة"، ترجمة السويفى، مراجعة احمد قدرى، الطبعة الثانية، القاهرة، ص ١١-١٩٨.

٦- عبد الحميد، محمد، (٢٠١٦) "رمزية قرص الشمس المجنج في حماية المعبد المصري منذ عصر الدولة الحديثة حتى نهاية العصر البطلمى- دراسة أثرية حضارية"، مقال منشور بقسم الأثار- كلية الاداب جامعة كفر الشيخ، ص ١٦.

٧- عبد الفتاح، أمنية، (٢٠٠٠)، " المناجم والمحاجر في مصر القديمة منذ بداية الدولة القديمة وحتى نهاية الدولة الحديثة، رسالة

Artistic Works, ,AIC Objects Specialty Group Postprints, Vol. 12, P85.

25.Ghoniem,Mohamed.,(2011)"Thecharacterization of a corroded egyptian bronze statue and a study of the degradation phenomena", International Journal of Conservation Science, 2(2), PP. 95-108.

26-Gómez-Tubío, Ortega-Feliu., Moreno-Suárez., Gómez-Tubío,Ager, Respaldiza., García-Dils, & Rodríguez-Gutiérrez. (2010). "A comparative study of PIXE and XRF corrected by Gamma-Ray Transmission for the non-destructive characterization of a gilded roman railing". Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 268(11-12), PP.1920-1923.

27-Huang, Houyi, Guanglin Xu, and Xinyou Liu.,(2021) "Study on the Purity of Gold Leaf in a SO₂ Atmosphere at Ambient Temperature". Materials, 14(9), P.2425.

28-Ingo, G.M., Riccucci, C., Guida, G., Pascucci, M., Giuliani, C., Messina, E., & Di Carlo, G. (2019) "Micro-chemical investigation of corrosion products naturally grown on archaeological Cu-based artefacts retrieved from the Mediterranean sea"Applied Surface Science, PP.470, 695-706.

29-Ismail, Yara., Ahmed Abdrabou, and Medhat Abdallah.(2016)"A non-destructive analytical study and the conservation processes of Pharaoh Tutankhamun's painted boat model". International Journal of Conservation Science, 7(1), PP.14-15.

30-iang, Haida. (2011) "Advances in multispectral and hyperspectral imaging for archaeology and art conservation", UK,School of

16-Belfiore, Cristine M, Mazzoleni, Paolo., Manenti, Angela M., Mastelloni, Maria A., Corsale, Valentina & Barone, Germana., (2021)"Non-destructive XRF analysis of Aegyptiaca from Sicilian archaeological sites. Mediterranean Archaeology & Archaeometry", 21(1), P.1.21.

17-Brauer, G. (1975)"Handbuch der präparativen anorganischen Chemie" (Vol. 2)Enke.

18-Corbeil, Marie-Claudie. (2006) "Applications of X-ray diffraction in conservation science and Archaeometry", Advances in X-ray Analysis, 47(2), PP.18-29.

19-Costa, Virginia. (2001) "The deterioration of silver alloys and some aspects of their conservation." *Studies in Conservation* 46.sup1, PP. 18-34.

20-Demortier, Guy., (1984) "Analysis of gold jewellery artifacts". Gold Bulletin, PP.17.1, 27-38.

21- Domsch, Klaus Heinz., Gams, Walter and Anderson, Traute-Heidi, (1980) "Compendium of Soil Fungi" Vol. 2, London, Academic Press, P. 672.

22-Elving, Perry & Winefordner,J, (1989) "Room-temperature phosphorescence of polynuclear aromatic hydrocarbons on matrix-modified solid substrates." Analytical chemistry 61.20 , PP.2328-2330.

23-Frantz, James & Schorsch, Deborah.,(1990) "Egyptian red gold", Archeomaterials, 4(2), P.146.

24-Fulton,S., and Keochakian, S., (2005)"The conservation of tumbaga metals from Panama at the Peabody Museum, Harvard University, The American Institute for Conservation of Historic &

- diffraction and X-ray fluorescence portable systems." *Applied Physics A* 100.3, PP.671-681.
- 41-Palomar, Teresa, Oujja, M., Llorente, I., Barat, B, Canamares, M, Cano, E., & Castillejo, M (2016) "Evaluation of laser cleaning for the restoration of tarnished silver artifacts." *Applied Surface Science* 387, PP.118-127.
- 42-aterakis, Alice Boccia, Sachihiro Omura, and Ellen van Bork. (2015) "An unusual example of gold cloisonné from Central Anatolia" *STAR, Science&Technology hgfhof Archaeological Research*, Vol.1, no.2, PP.106-114.
- 43-Perez-Rodriguez Jose., Robador, María., Haro, Jimenez., Blanes, Martinez., Garofano, sabel., Odriozola, C. and Duran, A., (2013) " Non-invasive analytical techniques applied to characterize the components of ancient golden medallions", *Heritage Science*, Vol. 1, no. 1, P. 4.
- 44-Peter, Northover, Shirley Northover, and Alison Wilson. (2013) "Microstructures of ancient and historic silver.", PP.253-260.
- 45-Petrie, William Matthew Flinders (1900) "Dendereh1889", Sold at the offices of the Egypt Exploration Fund, Vol. 17., PP.5-6.
- 46-Pillon, Andrea. (2022) "La terrasse d'Hathor à Dendara et la réversion des offrandes divines: un élément du paysage culturel des villes au Moyen Empi " *Bulletin de l'Institut français d'archéologie orientale (BIFAO)* 122, PP. 451-491.
- 47-Plenderleith, Harold James & Werner, Aea., (1973) "The conservation of Antiquities and works of Art.", Oxford University Press, London, PP. 170-197.
- 48-Preys, René. (2022) "La destruction des animaux dans le temple de Dendara. Science and Technology, Nottingham Trent University, Clifton Lane, Nottingham, PP.309-323.
- 31-Maria Gonzalez ,Juan Carlos,(2020) "Applications of FTIR on Epoxy Resins– Identifications, Monitoring the Curing Process, Phase Separation", PP.261-262.
- 32- Michele, Bever, (1985) "Encyclopedia of Materials Science and Engineering" Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Frankfurt. Vol.3, F-1.
- 33-Mohar, F., (ed), (2009) "Gold chemistry applications and future directions in the life sciences", Wiley.
- 34-origi, Maria Pia, (2018) "X-Ray Radiography." *The Encyclopedia of Archaeological Sciences*, Italy, 1-5 , P.39.
- 35-Moses, Carl. And Janet S. Herman., (1991) "Pyrite oxidation at circumneutral pH." *Geochimica et cosmochimica acta* 55.2 , PP.471-482.
- 36-Northover, Shirley. Margaret , J.,Northover, and Imlach.G (2016) "Microstructures of cast silver-copper alloy archaeological artefacts.
- 37-Oddy, Andrew., (1981) "*Gilding through the ages*". *Gold Bulletin*, 14(2), P.76-77.
- 38-Oddy, Andrew.,(1988)"The gilding of Roman silver plate"*Argenterie Romaine et Byzantine*,P.9-17.
- 39-Oddy. Andrew. (1993) "Gilding of metals in the Old World." *Metal plating and patination*. Butterworth-Heinemann, PP. 171-181.
- 40-Pagès-Camagna,S., Laval, E., Vigears,D. and Duran, A. (2010) "Non-destructive and in situ analysis of Egyptian wall paintings by X-ray

- Irina Averkieff, The Getty Conservation Institute. PP.56- 111.
- 56-Scott, David A and Roland Schwab."Metallography in archaeology and art", 2019, P.86. 217-224.
- 57-Scott, David A, Copper and bronze in art-corrosion, colorants, conservation. Getty publications, 2002, P. 239 ,364-365.
- 58-Scott, David A, Podany, Jerry & Considine, B.(Eds.), (1994). Ancient & historic metals-conservation and scientific research. Getty Publications.
- 59-Selwyn, Lyndsie. (2004) "Overview of archaeological iron: the corrosion problem, key factors affecting treatment, and gaps in current knowledge." *Proceedings of metal* , PP. 294-306.
- 60-Shanks, Michael and Connie Svabo. Shanks. (2013) "Archaeology and photography:apragmatology", California and Denmark, Alfredo González-Ruibal, Routledg, PP. 105-118.
- 61-Sparavigna, A. C., (2016). Depletion gilding-An ancient method for surface enrichment of gold alloys. arXiv preprint arXiv-PP.1601.00845.
- 62-Spencer, Patricia & Murray, Margaret., (1984) "The Egyptian temple": a lexicographical study. Routledge, PP.59-69, 99.
- 63-Tapani, Y. M., Paavanen-Huhtala, S., Bulat, S. A., Irina, A., & Nirenberg, H. I. (2002). Molecular, morphological and phylogenetic analysis of the *Fusarium avenaceum*/F. *arthrosporioides*/F. *tricinctum* species complex—a polyphasic approach. *Mycological Research*, 106 (6), PP.655-669.
- Interprétation" géographique" et interprétation" architecturale" des scènes rituelles." Of Gods and men, research on the Egyptian temple from the new kingdom to the Graeco-Roman period. Editorial Universidad de Alcalá, PP. 183-212.
- 49- Raper, K. B. & Thom, C, (1949) "Manual of the Penicillia. Soil Science. The Williams and Wilkins Co, Vol. 68, P. 415 .
- 50- Sadat Mohamed, Fatmaa ElZahraa, (2011) "Application of laser and ultrasonic techniques in the cleaning of metal threads, Applied on a Selected object", Master Thesis, Conservation Dept, Faculty of Archaeology, Cairo Univ.
- 51-Salem, Yussri. (2022) "Casting, gilding and corrosion mechanisms in two gilded hollow bronze statues from ancient Egypt." *Journal of Archaeological Science, Reports* 43, 103446.
- 52-Schalm, Olivier., Storme, Patrick, and Rita Wiesinger., (2015) "The sulfidation process of sterling silver in different corrosive environments: impact of the process on the surface films formed and consequences for the conservation-restoration community." *Heritage Science* 3.1 , PP.1-15.
- 53-Schlosser, S., Reinecke, A., Schwab, R., Reinecke, A., Schwab, R., Pernicka, E., Sonetra, S., Laychour, V.(2012) "Early Cambodian gold and silver from Prohear", composition, trace elements and gilding. *J. Archaeol. Sci.* 39(9), PP. 2877-2887.
- 54-chorsch, Deborah, (2001) "Precious-metal polychromy in Egypt in the time of Tutankhamun". *The Journal of Egyptian Archaeology*, 87(1),, PP.55-71.
- 55-Scott, David A (1991) "Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals"