

دراسة تحليلية للصور الجدارية ومشاكل التدهور بمعبد مدينة هابو

عويس عبد الراضي عطية،^١ * نبيل أحمد عبد التواب^٢

^١ وزارة السياحة والآثار، الأقصر، جمهورية مصر العربية

^٢ كلية الآثار بصان الحجر، جامعة الزقازيق، جمهورية مصر العربية

الملخص

تقع مدينة هابو الأثرية جنوب جبانة طيبة، على الضفة الغربية لنهر النيل بغرب الأقصر، وتضم العديد من الآثار الهامة، ولعل من أهم آثارها معبد رمسيس الثالث الجنازي، والذي أقامه لتسجيل انتصاراته على جدرانه، وليكون معبداً لأمون، شيد المعبد من الحجر الرملي المحلي، وزخرفت جدرانه بنقوش ملونة غاية في الرقة والجمال. تعرضت تلك النقوش للعديد من عوامل ومظاهر التلف البيئية المختلفة والتي كان لها دور في ضعف بنيتها الداخلية والتأثير على قيمها الجمالية. ويهدف البحث إلى إلقاء الضوء على تلك النقوش الجدارية الهامة وألوانها الزاهية، ودراسة مكوناتها للوقوف على أهم التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي حدثت لمكوناتها بسبب قوتي التلف المختلفة المحيطة بالمعبد، وذلك تمهيداً لوضع خطة صيانة علاجية لتلك النقوش وما عليها من مواد ملونة. تم استخدام العديد من التقنيات العلمية لدراسة مكونات الصور الجدارية بمعبد مدينة هابو ومظاهر التلف بها، حيث تم دراسة التركيب المعدني لمكوناتها باستخدام الأشعة السينية (XRD)، الدراسة البتروجرافية للحامل الحجري باستخدام الميكروسكوب المستقطب Polarizing Microscope (PM)، دراسة العينات باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) الملحق به وحدة EDX. وقد أظهرت النتائج أن الحجر الرملي يتكون بشكل أساسي من الكوارتز والألبيت والأورثوكلاز والميكروكلين والدولوميت. كما أظهرت النتائج والمعلومات بتحديد أنواع الأملاح ويمكن استخدام ميزات التدهور في المستقبل لأغراض الحفظ.

الكلمات الدالة

معبد مدينة هابو؛ حجر رملي؛ مواد ملونة؛ قوتي التلف؛ فحوص وتحاليل

Article History

Received: 29/4/2022

Accepted: 2/7/2022

DOI: 10.21608/LIJAS.2023.207940.1003

Analytical Study of Mural Painting and the Deterioration Problems of the Temple of Medinet Habu

Eweis Abdel-Rady Ataya, ^{1,*} Nabil Ahmed Abdel-Tawab ²

¹ Ministry of Tourism and Antiquities, Luxor, Egypt

² Faculty of Archeology, San Al-Hagar, Zagazig University, Egypt

Abstract

The ancient Medinet Habu is located south of the Theban necropolis, on the west bank of the Nile River, west of Luxor. It includes many important monuments, and perhaps the most important of its monuments is the temple of Ramesses III, which he built to record his victories on its walls and to be a temple to Amun. The temple was built from local sandstone. Its walls are decorated with colorful patterns of great delicacy and beauty. These inscriptions were exposed to many different environmental factors and manifestations of deterioration, which had a role in weakening their internal structure and affecting their aesthetic values. The research aims to shed light on these important wall inscriptions and their bright colors, and study their components to find out the most important physical and chemical changes that occurred to their components due to the various forces of deterioration surrounding the temple, in preparation for developing a conservation and restoration plan for these inscriptions and the colored materials on them. Several scientific techniques were used to study the components of the murals in the Medinet Habu temple and the manifestations of their damage, where the mineral composition of its components was studied using X-rays (XRD), The Petrographic study of the stone carrier using a polarizing microscope (PM), and the study of samples using a Scanning electron microscope (SEM) with an EDX unit attached. The results showed that the sandstone consists mainly of quartz, albite, orthoclase, microcline and dolomite. The results also showed information by identifying the types of salts and the features of degradation can be used in the future for conservation purposes.

Keywords

Medinet Habu Temple; Sandstone; Colored Materials; Damage Forces; Examinations and Analyses.

١ - مقدمة

مدينة هابو منطقة أثرية تقع جنوب جبانة طيبة، على الضفة الغربية لنهر النيل بغرب الأقصر وتضم العديد من الآثار الهامة، ولعل من أهم آثارها معبد رمسيس الثالث، الذي يعد من أعظم معابد الأسرة العشرون، حيث زخر محيط مدينة هابو بالعديد من الصروح و لكن أشهرها على الإطلاق و أكثرها تمتعاً بالدراسة هو المعبد الجنائزي لرمسيس الثالث، و قد عُرف في مصر القديمة بقصر "ملايين السنين لملك مصر العليا والسفلى" "وسر ماعت رع مري أمون".^(١)، وهو من أكبر المعابد الجنائزية التي خُصصت لتخليد ذكرى الملوك في عصر الدولة الحديثة^(٢)، وتبلغ مساحته ما يقرب من ٣٢٠ مترًا طولاً من الشرق إلى الغرب، و ٢٠٠ مترًا عرضاً من الشمال إلى الجنوب، وهو المعبد الوحيد المحصن، وأغلب الظن أنه شيد على مرحلتين، المرحلة الأولى وتشمل المعبد نفسه بملحقاته داخل سور مستطيل والمرحلة الثانية بدأت أغلب الظن في النصف الثاني من حكم رمسيس الثالث وفي هذه الفترة تم تشييد السور الخارجي ببوابتيه الكبيرتين المحصنتين في كل من الشرق والغرب وقد شيد بين السورين في الشمال والجنوب منازل الكهنة وموظفي المعبد.^(٤) وقد تم تشييد المعبد بالحجر الرملي الذي تم اقتطاعه من محاجر جبل السلسلة Gebel Silsila في صعيد مصر^(٥)، وقد نُفذت علي جدران المعبد نقوشاً جدارية تحمل قيماً جمالية وفنية تتمثل في دقة نقوشها وما تحمله من ألوان زاهية نفذت بأسلوب النقش الغائر Sunk relief وخاصة في الأجزاء السفلية من الجدران وعلى واجهات الصروح بالمعبد كونها أكثر بقاء، وفي بعض الحالات كان يجمع بين النقش الغائر والبارز Sunk/Raised relief على الجدران الداخلية للمعبد وبعض المناظر التي تخص الملك رمسيس الثالث في علاقاته الدينية مع الآلهة والآلهات. صورة رقم (١: أ، ب) وبعد الانتهاء من تنفيذ النقوش الجدارية وبعد معالجة العيوب في الحجر أثناء النقش مستعينا بنوع جيد من الجص، يتم طلاء الجدران بطبقة بيضاء ناعمة Finer Coat وذلك لإعطاء ملمس ناعم مستوى جاهز لتلقى الألوان عليه، ومن أشهر الألوان التي تم استخدامها في معبد مدينة هابو بكثافة اللون الأزرق المصري، وخاصة على الجدران وأسقف، واللون الأحمر والأصفر والأسود وكانت تخلط بوسيط عضوي رابط الذي ثبت بالتحاليل أنه الصمغ العربي.

¹- William J., Murnane: United With Eternity, A concise guide to Monuments of Medinet Habu, The Oriental Institute University of CHICAGO The American University in Cairo Press, 1980, pp. 1-2.

²- Richard H .Wilkinson: The Complete Temples of Egypt, 2000, pp.193.

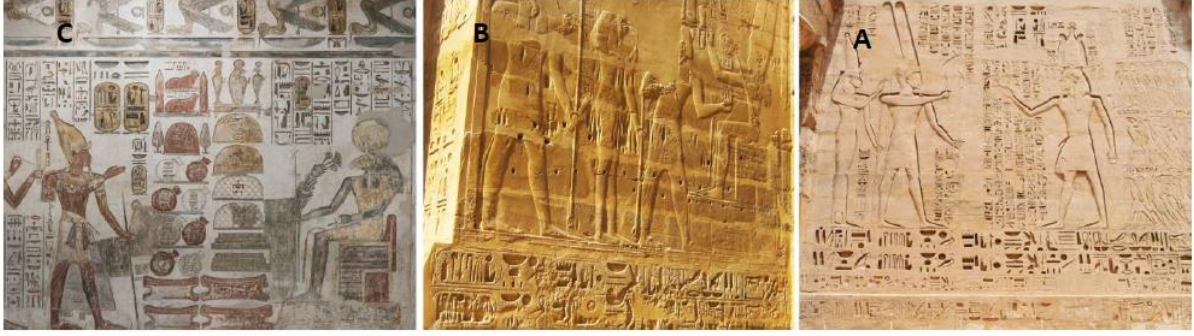
^٣- سمير الدين أديب : تاريخ وحضارة مصر القديمة، ١٩٩٧م، ص٢١٧.

^٤- رمضان السيد : تاريخ مصر القديمة، الجزء الثاني، منذ بداية الأسرة الخامسة عشر حتى دخول الاسكندر الاكبر مصر عام ٣٣٢ ق.م ، وزارة

الثقافة ، هيئة الآثار المصرية ، 1993 م، ص.199-198

^٥- ألفريد لوكاس : المواد والصناعات عند المصري القديم ، القاهرة ، 1991 م، ص.55

^٦- منى فؤاد : ترميم الصور الجدارية ، مكتبة زهراء الشرق القاهرة ، 1997 م، ص.25-24



صورة رقم (1: A, B, C) توضح النقوش الجدارية بمعبد مدينة هابو، A النقش الغائر، B الجمع بين النقش البارز والغائر مع بقايا طبقة الغسول الأبيض والألوان، C بعض النقوش الجدارية المحتفظة بطبقة الغسول الأبيض والألوان الطبيعية الأرضية. تصوير الباحث.

تعرضت تلك النقوش الجدارية بالمعبد للعديد من عوامل التلف المختلفة والتي أدت إلى تلفها وتدهورها. ومن أهم مظاهر التلف التي تم رصدها بالنقوش الجدارية بالمعبد:

- ترسيبات وبقع عضوية من الطيور (الحمام المنزلي والغريان والعصافير) والحيوانات (الوطاويط) حيث نتج عن فضلات الطيور والحيوانات التأثير الكيميائي المتمثل في تكوين أحماض مثل حمض النيتريك والفسفوريك والتي تفاعل مع المكونات المعدنية للنقوش الجدارية مكونة أملاح عديمة اللون⁽¹⁾، كما نتج عن الترسبات العضوية الكثير من البقع والاتساخات Soiling والتي بدورها تهيئه الفرص لنمو الكائنات الحية الدقيقة وبالتالي تزايد معدلات التلف بأسطح النقوش الجدارية بالمعبد و خاصة بقع دماء الوطاويط.⁽²⁾ صورة رقم (2: A, B)

- وجود طبقات سناج تكونت بفعل نشاط ديني مسيحي قديم في (العصر القبطي) بالمعبد حيث تم إعادة استخدام ملحقات من المعبد للتعبد والمعيشة وخاصة بالفناء الثاني والحجرات الجانبية بقدس أقداس المعبد، نتج عن ذلك تراكم هذه الطبقات التي ترسبت على أسطح النقوش الجدارية والتصقت بها مع وجود الرطوبة النسبية أدى إلى حجب وتشويه الألوان مكونة طبقة صلبة سوداء اللون، لها دورا متلفا إذ ثبت أنها تلعب دورا هاما ومنشط في تفاعلات أكسدة غازات التلوث الجوي.⁽³⁾ صورة رقم (2: C)

- بقع نتجت عن تأثير التجوية الملحية، إذ تكمن خطورة هذه الأملاح المتكونة على أسطح النقوش

¹ - وائل جمال، شعبان محمد عبد العال، مصطفى عبد الفتاح : دراسة تجريبية لعلاج وتأثير فضلات الطيور على الصور والنقوش الجدارية، مجلة كلية الآثار، العدد السادس والعشرون، يناير ٢٠٢٣م.

² - نبيل أحمد عبد التواب : دراسة علمية تطبيقية في ترميم وصيانة النقوش الجدارية في واجهات بعض المقابر الأثرية من آثار التجوية الفيزيوكيميائية والبيولوجية بمنطقة هضبة الجيزة، دكتوراة، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ٢٠٠٣م، ص ٣١-٣٢.

³ - شعبان محمد عبد العال: دراسة تقنية استخدام الإنزيمات في تنظيف الصور الجدارية، دراسة تجريبية تطبيقية في العلاج والصيانة، رسالة دكتوراة، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ٢٠١٠م، ص ١٢٢.

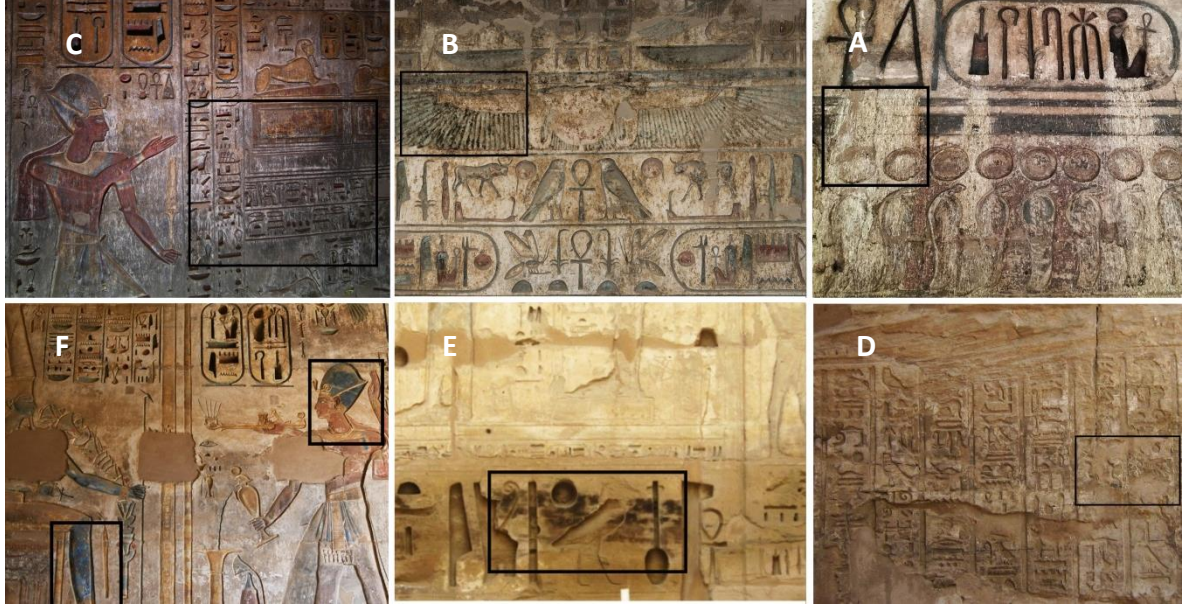
- الجدارية في الضغط الناتج عن تميؤها أو نتيجة تبلورها في وجود معدلات الحرارة و الرطوبة^(١)، أدى إلى تكون طبقات ملحية متزهرة شوهت أسطح النقوش الجدارية بالمعبد. صورة رقم (D.٢).
- بقع سوداء نتجت عن تأثير أكاسيد الحديد المادة الرابطة ذات الطبيعة الجيولوجية للحامل الحجري الرملي، حيث هاجرت هذه الأكاسيد في ظل معدلات الرطوبة إلى السطح وفي وجود الأملاح كونت طبقات صلدة سوداء شوهت النقوش الجدارية بالمعبد.^(٢)،^(٣) صورة رقم (E.٢)
 - بقع نتجت عن عمليات الترميم الخاطئ بالمعبد تمثلت في استخدام بعض المواد المقوية قديما (البارالويد B72 ، البريمال) وهذه مواد قابلة لجذب الاتربة والاتساخات، والتي بمرور الوقت ترسبت فوق أسطح النقوش الجدارية تسببت في غمقان الطبقة اللونية وتصلبها. صورة رقم (F.٢)
- وهذه العوامل بالطبع ناتجة عن تأثير المعبد بالعديد من أهم قوي التلف والتي من أهمها:
- عوامل التلف العضوية التي لعبت دورا خطيرا في عمليات تلف النقوش الجدارية بالمعبد، خاصة مع توافر الظروف البيئية الملائمة لنموها، كالرطوبة والحرارة، وأيضا المواد التي تتغذى عليها، (تلاحم المعبد بالأراضي الزراعية المحيطة، كذلك توافر المصارف والترع بالمنطقة) وتشمل عوامل التلف العضوية المؤثرة بالمعبد الطيور بأنواعها المختلفة سابقة الذكر والوطايط.
 - عوامل تلف مرتبطة بالطبيعة الجيولوجية بالمعبد، حيث تشمل التجوية الملحية حيث ثبت من خلال الدراسات السابقة وجود ملح الهاليت ضمن شوائب الحامل الحجري والتربة الحاملة بالمعبد، كذلك تلعب أكاسيد الحديد (المادة الرابطة للحامل الحجري الرملي) الذي ثبت وجوده من خلال الفحوص والتحليل التي تمت بالمعبد (XRD, EDX)، دورا خطيرا في تلف وتشويه أسطح النقوش الجدارية.
 - عوامل التلف البشرية وتمثلت هذه العوامل في أعمال التعبد والمعيشة قديما بالمعبد أدى إلى تراكم السناج بالنقوش الجدارية، كذلك أعمال الترميم الخاطئ في استخدام مواد غير مناسبة في عمليات الترميم كل هذه العوامل أدت إلى تدهور النقوش الجدارية بالمعبد.

^١ - خالد محمد الحمصاني: دراسة مشكلة الأملاح وعلاجها في الصور والنقوش الجدارية بمنطقة سقارة تطبيقا على إحدى المقابر المختارة من عصر الدولة القديمة، رسالة ماجستير، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ٢٠٠٧م، ص ١٤١.

^٢ - Abdel Kader R. R., Mohamed El- Sayed S. S., and Abo - El Yamin A.,: study the severe effects of Iron compounds presenting in sandstone on the deterioration of wall paintings of archaeological tombs in Bahariya Oasis - Egypt, Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal, Volume 1, No 3, July 2019, Page: 5-13.

^٣ - عز عرابي : دراسة تلف النقوش الصخرية الجرانيتية بجزيرة سهيل بأسوان، مجلة كلية الآثار، عدد 20، 2017م.

تهدف الدراسة إلى الوقوف على أهم المكونات الكيميائية والفيزيائية للنقوش الجدارية بمعبد مدينة هابو (حامل الحجر الرملي، طبقة الغسول الأبيض، طبقة اللون، الوسيط اللوني)، كما تهدف الدراسة إلى رصد الحالة الراهنة للنقوش وما تعانيه من مظاهر تلف مختلفة تمهيدا لوضع خطة صيانة علاجية لها.



صورة رقم (٢: A,B,C,D,E,F) توضح الحالة الراهنة لأسطح النقوش الجدارية بمعبد مدينة هابو، حيث A تأثير الترسيبات العضوية من فضلات الطيور، B تأثير دماء الوطاويط على أسطح النقوش الجدارية، C تأثير طبقات السناج على أسطح النقوش الجدارية، D تأثير التجوية الملحية على أسطح النقوش الجدارية بالمعبد.

٢- المواد والطرق

٢-١ مواد الدراسة

تم اختيار عدد من عينات التصوير الجداري بمعبد مدينة هابو (الحامل الحجري، طبقة الغسول الأبيض، عينات من المواد الملونة (اللون الأزرق، اللون الأحمر، اللون الأصفر، اللون الأسود)، وذلك من أماكن غير ظاهرة من النقوش بحيث لا تؤثر على المظهر الجمالي لها. كما تم التقاط عينات من نواتج التلف والتي تم رصدها على طبقات النقوش عينات (ملح، دم وطاويط). تم حفظ العينات وترقيمها كما في الجدول رقم (١)، حيث أجريت العديد من الفحوص والتحليل لهذه العينات للوقوف على أهم التغيرات المعدنية والكيميائية التي حدثت لمكونات النقوش الجدارية تمهيدا لوضع خطة الصيانة.

جدول رقم (١) يوضح العينات الأثرية المستخدمة في الدراسة

م	رمز العينة	نوع العينة
1	A	الحامل الحجري
2	B	طبقة الغسول الابيض
3	C	اللون الأزرق
4	D	اللون الأصفر
5	E	اللون الأحمر
6	F	اللون الأسود
7	G	الوسيط اللوني الرابط بعينة اللون الأزرق
8	H	ملح
9	I	دم وطاويط

٢-٢ طرق الدراسة

١-٢-٢ الفحص البتروجرافي Petrographic Examination

تم استخدام الميكروسكوب المستقطب في الوصف البتروجرافي لعينات الحجر الرملي الذي يمثل مادة البناء الرئيسية بالمعبد وكذلك حامل التصوير، حيث تم إعداد شرائح رقيقة Thin Section لعينات من الحجر الرملي، وطبقة الشيد، وتم طبخ العينات بالمعامل المركزية للهيئة المصرية العامة للثروة المعدنية بالقاهرة، وقد تمت الدراسة باستخدام جهاز ماركة Leitz بكاميرا ديجيتال ماركة Leica المتصلة بجهاز كمبيوتر، تحت قوة تكبير تراوحت بين X20, X40، وقد تمت الدراسة بالمعامل المركزية للهيئة المصرية العامة للثروة المعدنية بالقاهرة.

٢-٢-٢ التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية X-Ray Diffraction Analysis

تم استخدام حيود الأشعة السينية XRD في دراسة العينات للوقوف على التركيب المعدني لمكونات النقوش الجدارية والمواد الملونة وكذلك نواتج التلف، حيث تم استخدام

Using a Philips PW1840 Diffractometer, the patterns were run with Ni-filtered Cu K α radiation ($\lambda=1.5406 \text{ \AA}$) at 40 kv and 25 mA. The scanning was limited from $2\theta = 0^\circ$ to 300° .

حيث تمت الدراسة بكلية العلوم، قسم الفيزياء، جامعة سوهاج.

٢-٢-٣ التحليل بالأشعة تحت الحمراء: FTIR (Fourier Transform Infra-Red)

تم تحليل عدد من العينات اللونية لمعرفة الوسيط اللوني المستخدم بمعبد مدينة هابو، كذلك نواتج التلف دم الوطاويط، وقد استخدم في عملية التحليل طريقة قرص الهاليد باستخدام بروميد البوتاسيوم KBR. حيث تم استخدام جهاز من نوع:

Bruker Alpha Spectrophotometer, made in Germany, NMR Laboratory, Chemistry Department, Chemistry of Science, Sohag University.

٢-٢-٤ الدراسة باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM -EDX)

تم فحص وتحليل ودراسة عدد من عينات النقوش الجدارية بالمعبد بواسطة SEM والمزود بوحدة EDX للتحليل العنصري، وذلك للتعرف على مورفولوجية السطح وحجم الحبيبات Grains size، ورصد أهم التغيرات الداخلية التي حدثت، كما استخدم لرصد العناصر المكونة لمكونات التصوير ونسب تواجدتها بالعينات ودراسة ما طرأ عليها من تغيرات كيميائية، وتم التحليل بوحدة الميكروسكوب الإلكتروني بالمعامل المركزية للهيئة المصرية العامة للثورة المعدنية بالقاهرة. بظروف تشغيل:

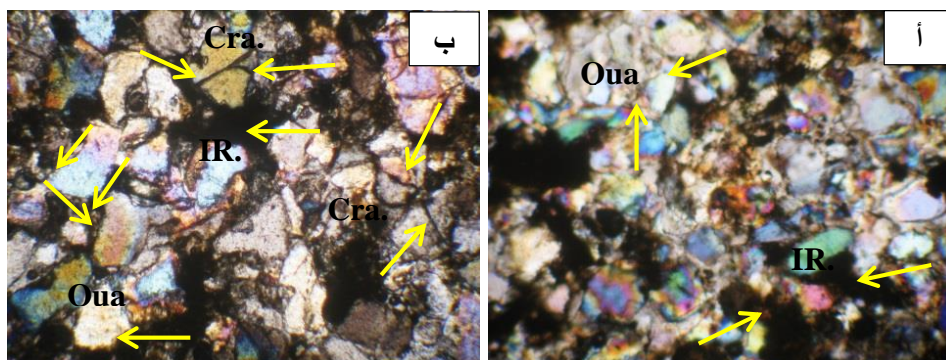
Using (SEM, JSM 5500, JEOL Japan) with magnification ranges from 200X up to 1000X, coupled with an Oxford energy dispersive X-ray spectrometer (EDS) system with link ISIS software and (model 6587) X-ray detector. Small samples were examined without coating at low vacuum mode 10-20 Kv.

٣- النتائج

٣-١ الفحص باستخدام الميكروسكوب المستقطب: Polarizing Microscope

٣-١-١ عينة حجر رملي - الحامل الحجري - بمعبد مدينة هابو

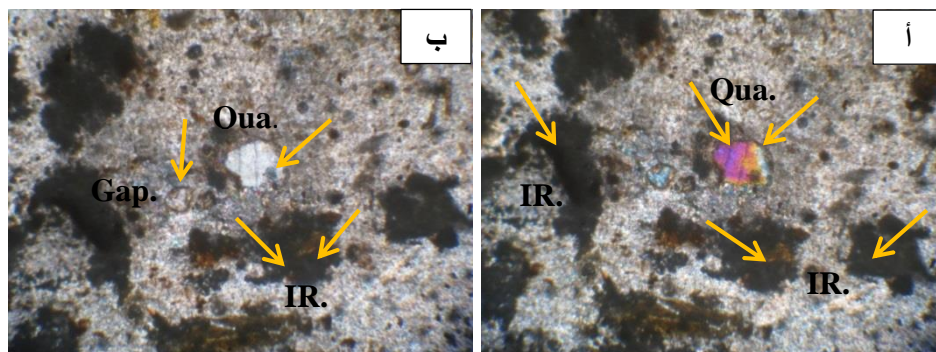
من خلال الفحص بالميكروسكوب المستقطب أتضح أن العينة من الحجر الرملي الذي يتكون من حبيبات الكوارتز SiO₂، التي تتدرج من الحبيبات الدقيقة إلى الحبيبات المتوسطة الخشونة، والتي ترتبط مع بعضها البعض بواسطة أكاسيد الحديد Iron Oxides ذات اللون الداكن. كما يظهر من خلال الفحص تعرض حبيبات الكوارتز إلى التشوية الميكانيكي، وبعض التشققات الدقيقة جداً، والتي تعبر عن الإجهادات التي تعرض لها الحجر. صورة رقم (٣:أ، ب).



صورة رقم (٣: أ، ب) تبين الفحص بالميكروسكوب المستقطب لقطاع رقيق من عينة (A) الحجر الرملي الحامل الحجري، حيث (أ) توضح حبيبات معدن الكوارتز المكون الرئيسي للحجر، إضافة الى وجود أكاسيد الحديد على حواف حبيبات معدن الكوارتز، كما تظهر حجم حبيبات الكوارتز وهي إما متأكلة أو مسننه نتيجة للتآكل بالتجوية (ب) توضح تعرض حبيبات الكوارتز إلى التشوية الميكانيكي، والمتمثل في بعض التشققات الدقيقة والشروخ والتي تعبر عن الإجهادات التي يتعرض لها الحجر. قوة تكبير X 40 .

٢-١-٣ عينة طبقة الغسول الأبيض White wash

من خلال الفحص البتروجرافي لعينات الغسول الأبيض لوحظ وجود فجوات وتفكك مع انتشار الشروخ، كذلك وجود أكاسيد الحديد، وبالإضافة الى لبعض حبيبات معدن الكوارتز نتيجة التصاقها بسطح العينة صورة رقم (٤: أ، ب).

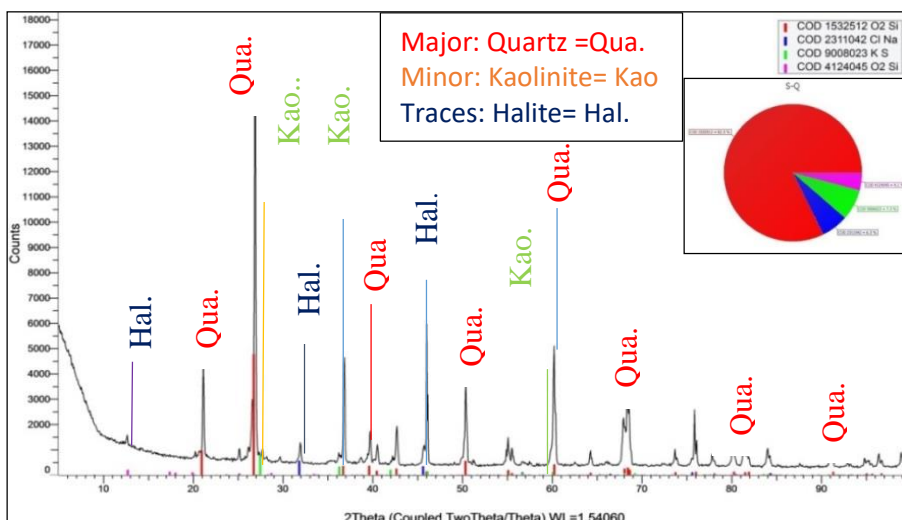


صورة رقم (٤: أ، ب) توضح الفحص البتروجرافي لعينة (B) طبقة الغسول الأبيض، حيث يلاحظ انتشار الفجوات والشروخ، ووجود أكاسيد الحديد وبالإضافة الى حبيبات معدن الكوارتز نتيجة التصاقه بسطح العينة. قوة تكبير X 40

٢-٣ الدراسة المعدنية باستخدام حيود الأشعة السينية X-ray diffraction

١-٢-٣ عينة الحجر الرملي Sandstone Sample

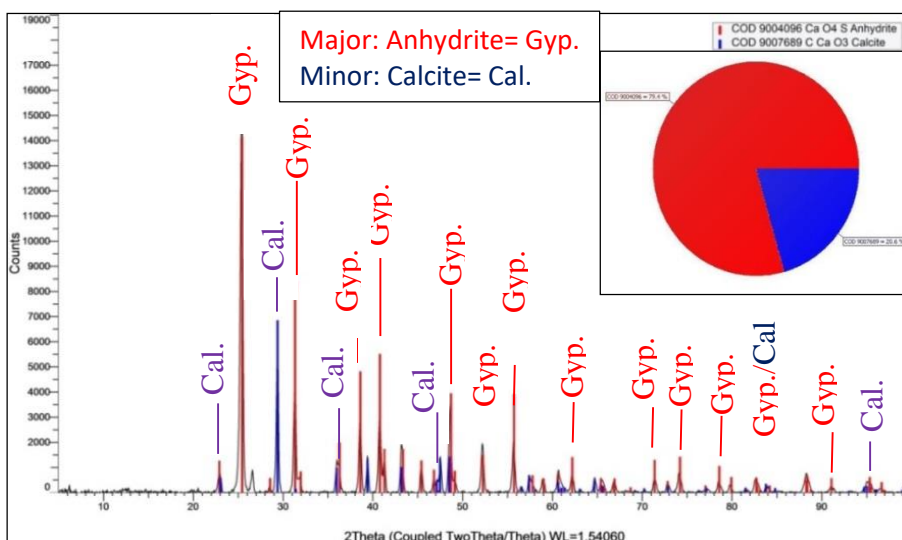
بدراسة نمط حيود الأشعة السينية XRD اتضح أن العينة تتكون بشكل أساسي من الكوارتز SiO_2 بنسب 82,3%، مع وجود بعض الشوائب من معدن الكاولينيت $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ ، و كلوريد الصوديوم NaCl بنسب 7,3% ، 6,3% على التوالي. شكل رقم (١).



شكل (١) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة (A) الحامل الحجري الرملي- والذي يظهر من خلاله أن المكون الأساسي هو معدن الكوارتز، بإضافة إلى تواجد المعادن الطينية وأملاح الهاليت

٢-٢-٣ عينة طبقة الغسول الأبيض White wash sample

بدراسة نمط حيود الأشعة السينية XRD أتضح أن العينة تتكون بشكل أساسي من معدن الأنهدريت $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Anhydrite بنسب 79,4%، والكالسيت CaCO_3 Calcite كمكون ثانوي بنسب 20,6%. شكل رقم (٢).



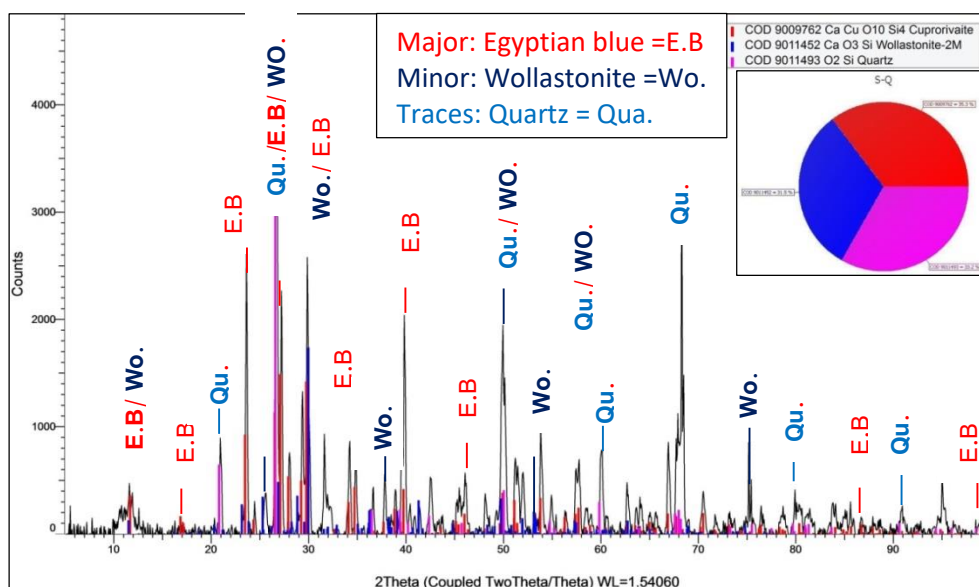
شكل (٢) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة (B) الغسول الأبيض والذي يظهر من خلاله المكون الأساسي هو الجبس، بالإضافة إلى تواجد كربونات كالسيوم كمكون ثانوي.

جدول (٢) يوضح ملخص نتائج التحليل XRD لمكونات الصور الجدارية بمعبد مدينة هابو

م	اسم العينة Name Sample	المكون الرئيسي Major	الثانوي والشوائب Minor & Traces
١	عينة الحجر الرملي Sandstone	الكوارتز Quartz	الهاليت Halite الكاولينيت Kaolinite
٢	عينة الغسول الأبيض Plaster layer	الأنهيدريت Anhydrite	الكالسيت Calcite

٣-٢-٣ عينات المواد الملونة: عينة مادة ملونة زرقاء Blue Pigment

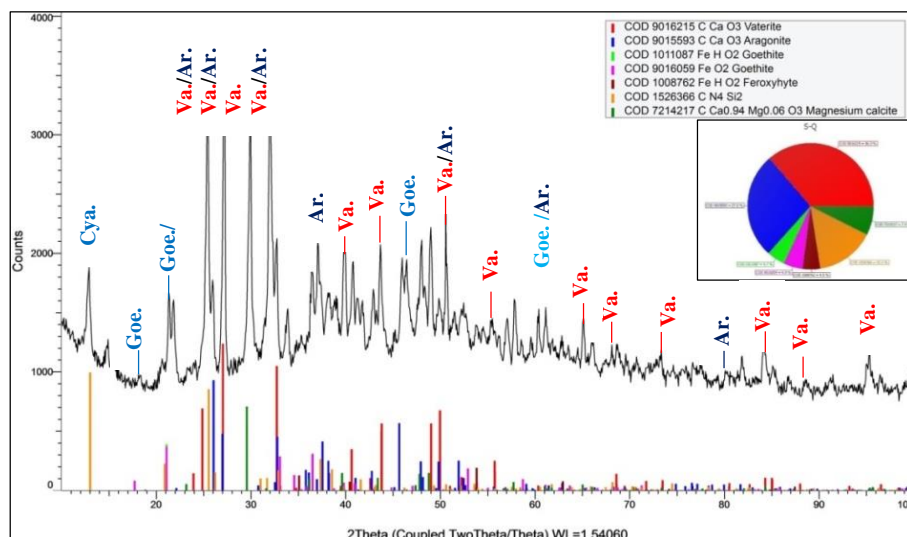
بدراسة نمط حيود الأشعة السينية تبين أن العينة تتكون بشكل أساسي من الأزرق المصري Cuprorivaite Egyptian blue $CaCuSi_4O_{10}$ بنسب 35.3%، الكوارتز SiO_2 وسليكات الكالسيوم Cuproan Wollastonite $CaSiO_3$ بنسب 33.2%، 31.5% على التوالي. شكل رقم (٣)



شكل (٣) يوضح نمط XRD لعينة (C) لون أزرق والذي يظهر من خلاله المكون الأساسي الأزرق المصري، الكوارتز، مركب سليكات الكالسيوم مكونات ثانوية.

٣-٢-٤ عينة مادة ملونة صفراء Yellow Pigment

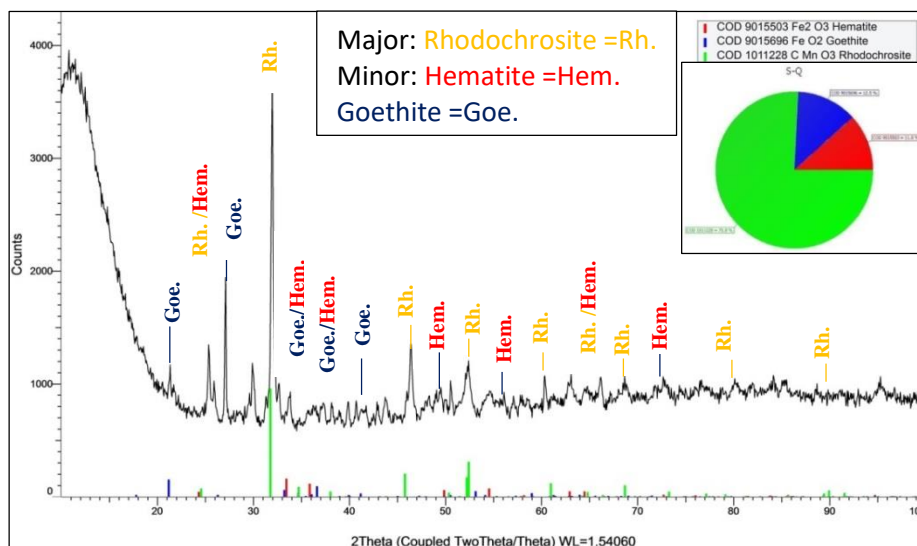
بدراسة نمط حيود الأشعة السينية تبين أن العينة تتكون بشكل أساسي من كربونات الكالسيوم الفاتريت Vaterite $CaCO_3$ بنسب 36,3%، الأرجونيت Aragonite $CaCO_3$ بنسب 27%، مركب Si_2CN_4 ، كربونات المغنسيوم $MgCO_3$ ، الجوثيت Goethite FeO_2 ، هيدروكسيد الحديد $FeHO_2$ النسب على التوالي 15.1%، 7.4%، 4.5%، 4.9%. شكل رقم (٤)



شكل (٤) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة (D) لون أصفر والذي يظهر من خلاله وجود المعادن الفاتيريت والأرجونيت أحد أطور كربونات الكالسيوم ملتصقة بالعينة ومعدن الجوثيت وكربونات المغنسيوم.

٣-٢-٥ عينة مادة ملونة حمراء Red Pigment

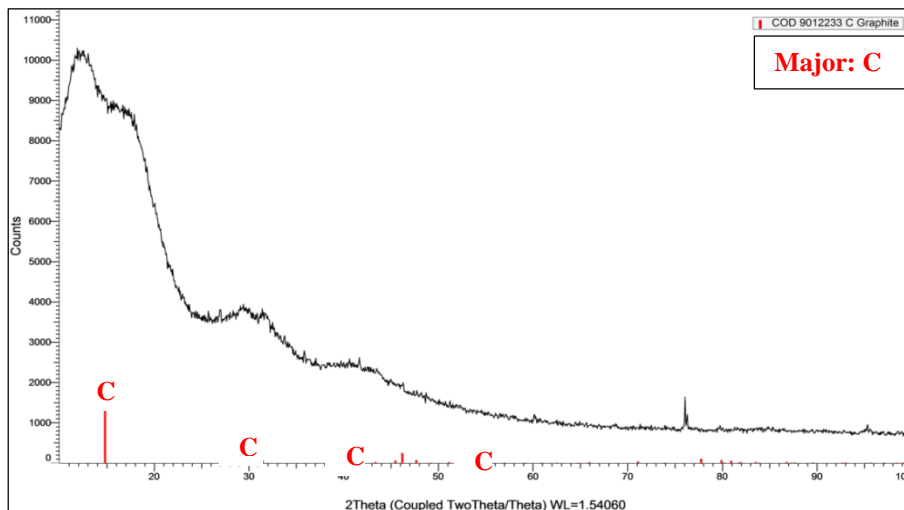
بدراسة نمط حيود الأشعة السينية تبين أن العينة تتكون بشكل أساسي من كربونات المنجنيز Rhodochrosite $MnCO_3$ بنسب 75.8%، والجوثيت FeO_2 Goethite، الهيماتيت Hematite FeO_3 مكونات ثانوية بنسب 12.5% و 11.8% على التوالي. شكل (٥)



شكل (٥) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة (E) لون أحمر والذي يظهر من خلاله المكون الأساسي كربونات المنجنيز، والجوثيت والهيماتيت مكونات ثانوية.

٦-٢-٣ عينة مادة ملونه سوداء Black pigment

بدراسة نمط حيود الأشعة السينية تبين أن العينة السوداء تتكون من الجرافيت C Graphite
كمكون أساسي بنسبة 100%. شكل رقم (٦)



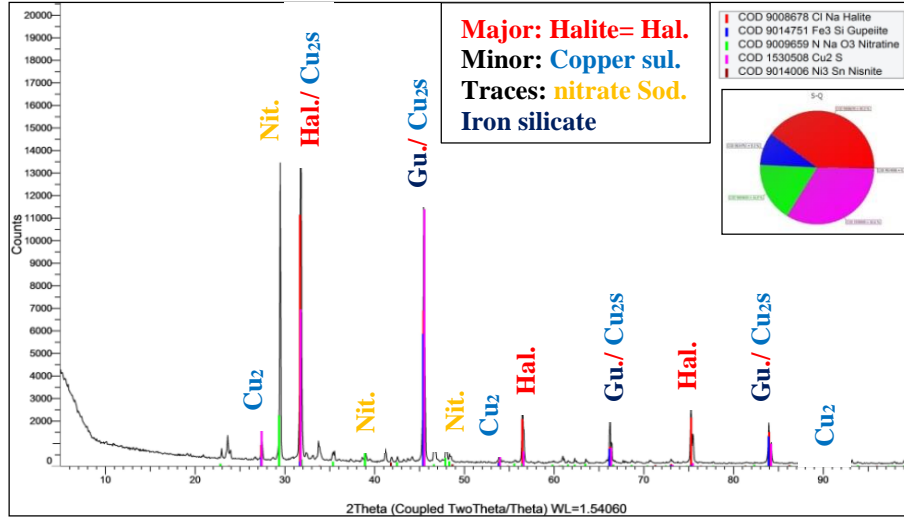
شكل (٦) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة (F) لون أسود والذي يظهر من خلاله المكون الأساسي الجرافيت أحد أشكال الكربون الأسود.

جدول (٣) يوضح ملخص نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية لعينات المواد الملونة المستخدمة بمعبد هابو.

م	العينة الملونة Pigment Sample	المكون الرئيسي Major	المكون الثانوي والشوائب Minor & Traces
١	عينة (C) مادة ملونة زرقاء Blue Pigment	الأزرق المصري Ca Cu Si ₄ O ₁₀ Egyptian blue	الكوارتز SiO ₂ Ca SiO ₃ سليكات الكالسيوم
٢	عينة (D) مادة ملونة صفراء Yellow Pigment	الفاتريت CaCO ₃ Vaterite C	الأرجوانيت CaCO ₃ Aragonite كربونات المغنسيوم Magnesium calcite الجوثيت FeO ₂ Goethite هيدروكسيد الحديد FeHO ₂
٣	عينة (E) مادة ملونة حمراء Red Pigment	كربونات المنجنيز MnCo ₃	الجوثيت FeO ₂ Goethite الهيماتيت Fe ₂ O ₃ Hematite
٤	عينة (F) سوداء Black Pigment	الجرافيت C Graphite	

٣-٢-٧ عينة ملح Salt Sample

بدراسة نمط حيود الأشعة السينية أتضح أن العينة تتكون من الهاليت NaCl Halite كمكون أساسي بنسب 40%، كبريتيد النحاس $Cu_2 S$ كمكون ثانوي بنسب 33.5%، مع وجود شوائب من نترات الصوديوم $Na NO_3$ وسيلسيد الحديد $Fe_3 Si$ ومركب اليود والقصدير $Ni_3 Sn$ بنسب 16.9%، 9.3%، 0.2% على التوالي. شكل رقم (٧)



شكل (٧) يوضح نمط حيود الأشعة السينية عينة (H) ملح والذي يظهر من خلاله المكون الأساسي أملاح الهاليت، بالإضافة الى كبريتيد النحاس، نترات الصوديوم، سيلسيد الحديد.

٣-٣ التحليل بالأشعة تحت الحمراء: Fourier Transform Infra-Red (FTIR)

٣-٣-١ تحليل الوسيط المستخدم في المادة الملونة الزرقاء

تم استخدام طريقة FTIR للتعرف على الوسيط اللوني الرابط Bending materials، واستخدمت عينة ملونة زرقاء في التحليل، ومن خلال مقارنة مناطق الامتصاص المختلفة للعينة مع عينات قياسية (الصمغ العربي - زلال بيض - الغراء الحيواني)، أتضح تطابق مناطق الامتصاص مع عينة الصمغ العربي، لذلك فإنه من المرجح أن الوسيط العضوي الرابط لمادة اللون هو الصمغ العربي Arabic Gum. شكل رقم (٨) ونتائج هذه الدراسة.



شكل رقم (٨) يوضح تحليل FTIR عينة (G) الصمغ العربي يوضح المجموعات الوظيفية للعينة.

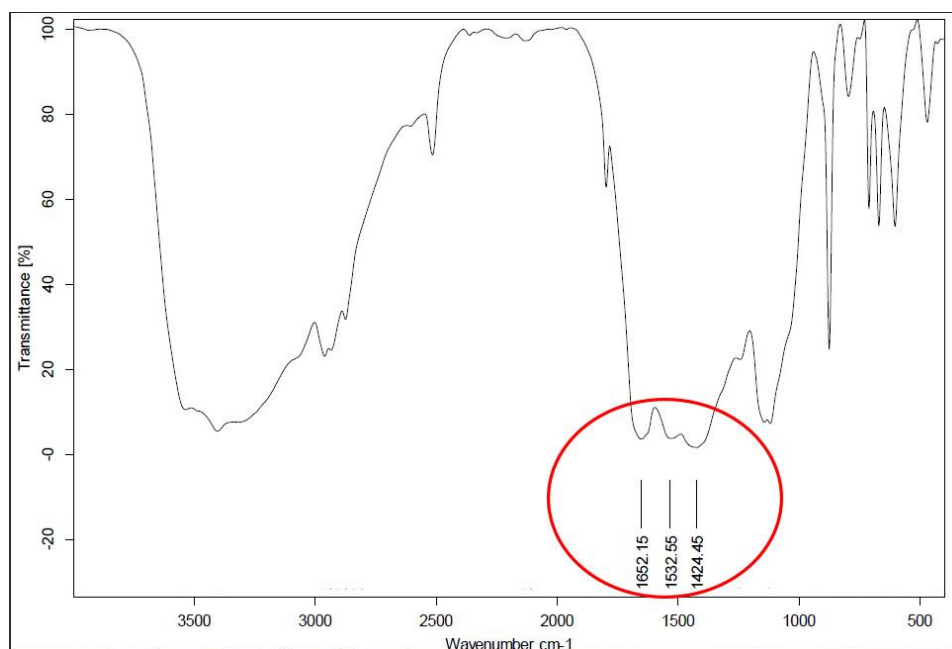
جدول رقم (٤) المجموعات الفعالة التي تم تسجيلها للوسيط اللوني بالتحليل FTIR مقارنة بعينة قياسية للصمغ العربي.

Wave number Cm^{-1} الطول الموجي		Functional group المجموعات الفعالة
Sample	Arabic gum	
3403	3426	OH- stretching inter molecular H-bonding
2926	2925	C-H stretching "Asymmetric" C-H stretching "Symmetric" for aliphatic Group.
1602	1652	C-C stretching
1377	1423	C-H bending overlapping OH bending.
1029	1031	O-O stretching

مناقشة نتائج التحليل: من الملاحظ في التحليل اختفاء مجموعة OH في منطقة الامتصاص (A) $3290\text{--}3305\text{ cm}^{-1}$ ، المجموعة الوظيفية عند منطقة الامتصاص (B) 2926 cm^{-1} تدل على وجود سكريات مثل الجالاكتوز، أيضا وجود مجموعات قلوية عند تمدد C-H، وجود تبلور عند منطقة الامتصاص (C) 1602 cm^{-1} عند C=C، لوحظ وجود بروتينات الجالاكتوبروتينات (D) عند 1377 cm^{-1} ، تمثل المجموعة الوظيفية عند 1264 cm^{-1} انحاء الألكان CH_3 ، وتمتد مجموعة C-O، والأثير تمتد C-O-C، وتمتد الأمينات C-N، يرجع تمدد الأثير إلى Y ارتباط اثنين من سكريات الجالاكتوز، وتمتد ثاني أكسيد الكربون والنفثالينات من البروتينات السكرية، يمثل النطاق المتميز عند حوالي 1029 cm^{-1} انحاء الكين C-H من عديد السكاريد لعينات الصمغ.

٣-٣-٢ تحليل بقع دماء الوطاويط:

تم دراسة وتحليل عينة من بقع دماء الوطاويط باستخدام تحليل الأشعة تحت الحمراء FTIR للتعرف على المجموعات الوظيفية بها. شكل رقم (٩) ونتائج هذه الدراسة.



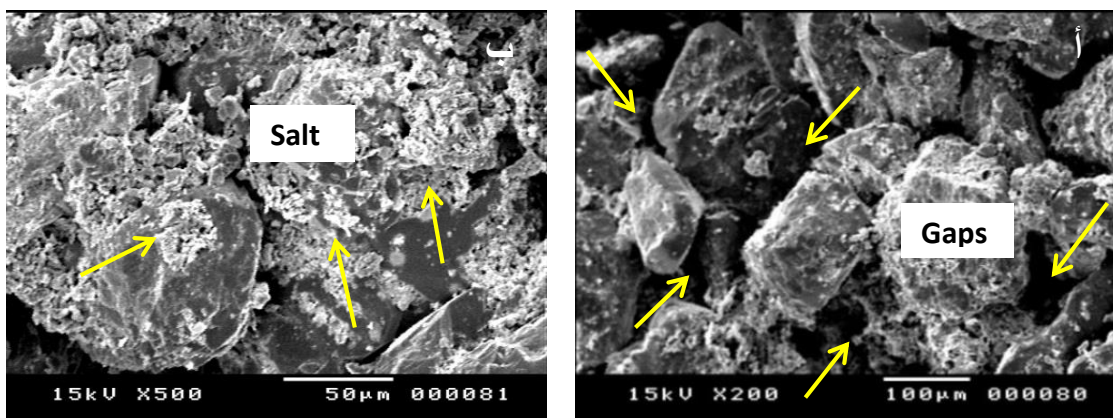
شكل رقم (٩) يوضح تحليل FTIR عينة (I) لدم وطاويط، كما يوضح المجموعات الوظيفية للعينة.

مناقشة نتائج التحليل: تلاحظ بعينة دم الوطاويط وجود العديد من المجموعات الوظيفية نظراً لطبيعة العينة البروتينية، حيث أنها تتكون من العديد من المجموعات الوظيفية فظهرت على التحليل، مجموعة الكربوكسيل (COOH-) ومجموعة الأمين القاعدية (NH₂-)، حيث ظهرت مجموعات البروتين واضحة عند الأرقام 1652-1532-1424، كما ظهرت شوائب أخرى غطت على اطياف الدم نظراً لالتصاق العينة الشديد بسطح حامل الحجر الرملي وطبقة اللون.

٣-٤-٤ الدراسة باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM - EDX)

٣-٤-١ عينة الحجر الرملي Sandstone Sample

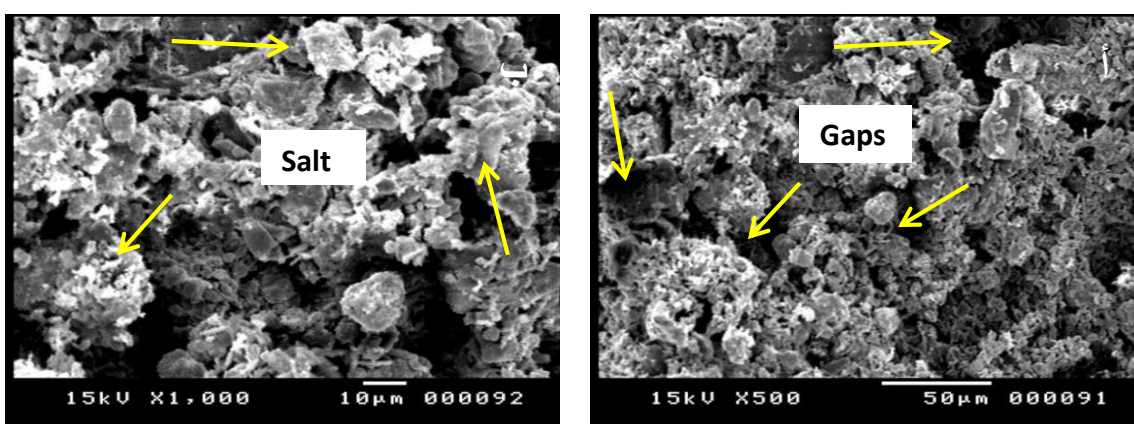
أُتضح من خلال الفحص باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح لعينة الحجر الرملي الحامل الحجري أنها تتكون بشكل أساسي من حبيبات الكوارتز SiO₂ الدقيقة غير المتساوية الحجم، والتي ترتبط مع بعضها البعض بواسطة طبقة رقيقة من أكاسيد الحديد، كما أظهر الفحص وجود تآكل شديد في أسطح حبيبات الكوارتز فضلاً عن تفككها وانفصالها عن بعضها البعض، مع وجود فجوات كثيرة، نتيجة لنزح المادة الرابطة وفقدانها وتبلور الأملاح وتواجدها بدلاً منها، حبيبات الكوارتز، والأملاح تم تأكيدها بواسطة نتائج XRD، و EDX.



صور رقم (٥: أ، ب) توضح الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح لعينة الحجر الرملي: (أ) يظهر بها تآكل حبيبات الكوارتز وانفصالها عن بعضها البعض نتيجة للتآكل بالتجوية والأملاح، كذلك نزوح وتفتت وإذابة المادة الرابطة للخارج بشكل كبير، وعليه يظهر في الصور الفجوات أو الثقوب، (ب) تبلور الأملاح بين حبيبات الكوارتز وتواجدها بدلا من المادة الرابطة، قوة تكبير X500 X200.

٣-٤-٢ عينة طبقة الغسول الأبيض White wash

أُتضح من خلال الفحص باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح لعينة الغسول الأبيض (الشديد)، وجود تفكك وضعف طبقة الشديد، مع انتشار الفجوات على سطح العينة، كذلك انتشار بلورات الأملاح بين طبقة الشديد أدى إلى إحداث ضغوط وفجوات منتشرة بسطح العينة.



صورة رقم (٦: أ، ب) توضح الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح لعينة طبقة الغسول الأبيض حيث: (أ) يظهر ضعف وتفكك طبقة الغسول، وانتشار الفجوات والثقوب بها. (ب) يظهر من خلال الفحص تبلور الأملاح في شكل طبقات ملحية على سطح العينة. قوة تكبير X1000 X500.

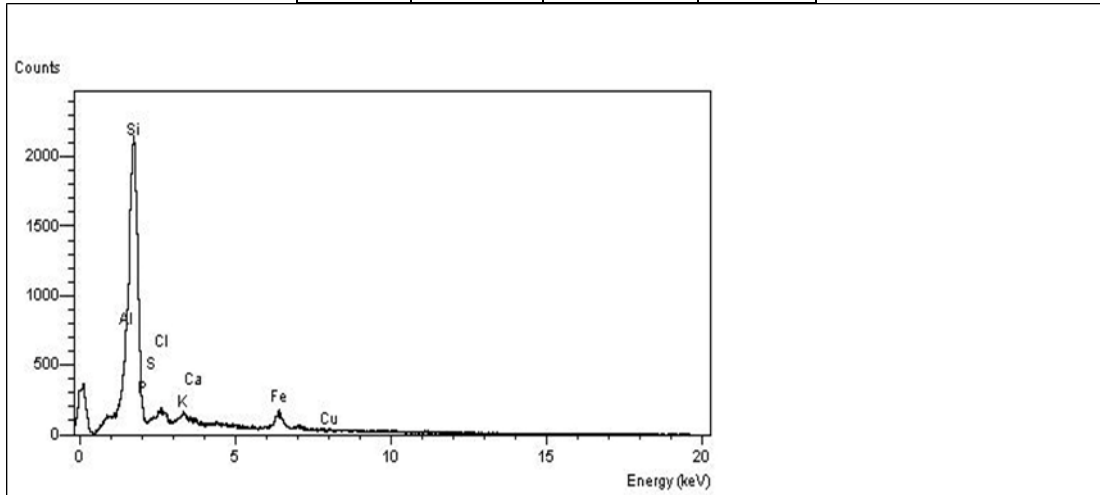
٣-٥ التحليل باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) المزود بتحليل (EDX)

٣-٥-١ عينة الحجر الرملي الحامل الحجري Sandstone Sample

احتوت عينة الحجر الرملي على عنصر السليكون Si بنسبه كبيرة ٦٢,٥١%، الألومنيوم Al بنسبة ٩,٧٩%، الفسفور P بنسبة ٧,٥٢%، عنصر الكبريت S بنسبة ٣,٠٤%، عنصر الكلور Cl بنسبة ٤,٩٣%، عنصر البوتاسيوم K بنسبة بلغت ٢,٩٧%، عنصر الكالسيوم Ca بنسبة ١,١٦%، عنصر

الحديد Fe بنسبة ٧,٩%، عنصر النحاس Cu بنسبة ٠,١٩%. جدول رقم (٥)
جدول رقم (٥) يوضح نسب العناصر في عينة (A) الحجر الرملي.

Elements	Line Type	Compound %	Atomic %
Al	K	9.79	10.95
Si	K	62.51	67.15
P	K	7.52*	7.32*
S	K	3.04*	2.86*
Cl	K	4.93	4.19
K	K	2.97	2.29
Ca	K	1.16*	0.87*
Fe	K	7.9	4.27
Cu	K	0.19*	0.09*
Total	...	100.00	100.00



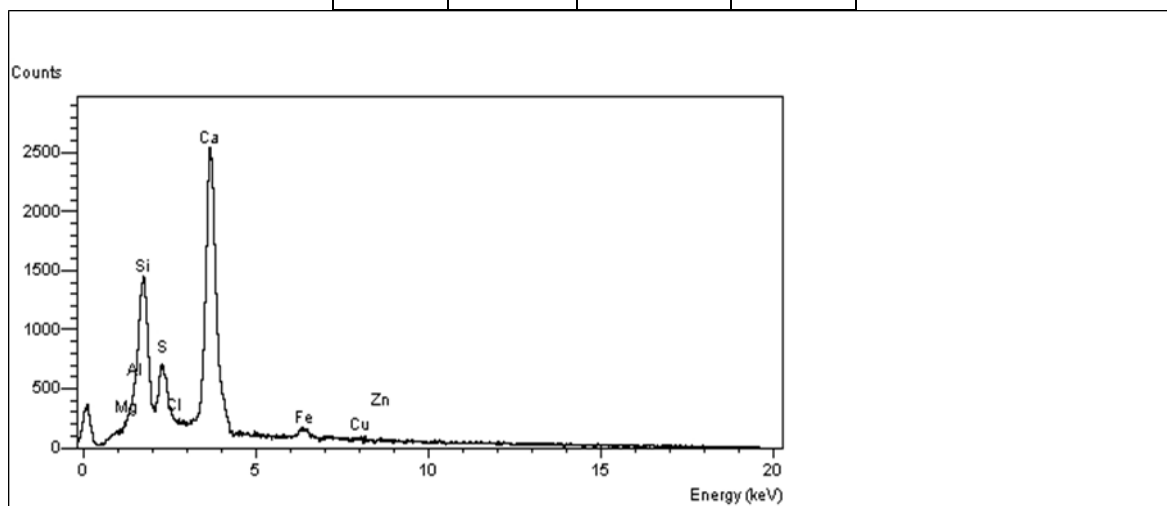
شكل رقم (١٠) يوضح نمط تحليل عينة (A) الحامل الحجري (الحجر الرملي) باستخدام (SEM-EDX)

٣-٥-٢ عينة الغسول الأبيض White wash

احتوت عينة الغسول الأبيض على عنصر الكالسيوم Ca بنسبه كبيرة ٥٠,٧٢%، عنصر السليكون Si بنسبه ٢٥,٥٦%، عنصر الكبريت S بنسبه ٩,٩٣%، عنصر الألومنيوم Al بنسبه ٥%، عنصر المغنسيوم Mg بنسبه ٢,١٧%، عنصر الحديد Fe بنسبه ٣,٢٧%، عنصر النحاس Cu بنسبه ١,١١%، عنصر الزنك Zn بنسبه ١,٤١%، عنصر الكلور Cl بنسبه ٠,٨٢%. جدول رقم (٦).

جدول رقم (٦) يوضح نسب العناصر في عينة (B) الغسول الأبيض.

Elements	Line Type	Compound %	Atomic %
Mg	K	2.17*	3.10*
Al	K	5.00	6.43
Si	K	25.56	31.60
S	K	9.93	10.75
Cl	K	0.82*	0.80*
Ca	K	50.72	43.93
Fe	K	3.27	2.03
Cu	K	1.11*	0.61*
Zn	K	1.41*	0.75*
Total	...	100.00	100.00



شكل رقم (١١) يوضح نمط تحليل عينة (B) الغسول الأبيض باستخدام (SEM-EDX)

٤ - مناقشة النتائج Discussion

٤-١ نتائج الفحص بالميكروسكوب المستقطب

- أظهر الفحص بالميكروسكوب المستقطب لعينة من الحجر الرملي (الحامل الحجري) بمعبد مدينة هابو عن وجود حبيبات الكوارتز المكون الرئيسي للحجر، والمادة اللاحمة من أكاسيد الحديد على حواف حبيبات الكوارتز، وهو ما أكدته التحليل ب EDX حيث أثبت وجود معدن الكوارتز التي تعنى السليكات وكذلك وجود معادن الحديد والكالسيوم كما أظهر الفحص حجم حبيبات الكوارتز وهي إما متآكلة أو مسننه نتيجة للتآكل بالتجوية وخاصة التجوية الأملاح وبشكل غير منتظم، كذلك تعرض حبيبات الكوارتز إلى التشوية الميكانيكي، والمتمثل في بعض التشققات الدقيقة والشروخ والتي تعبر عن الإجهادات التي يتعرض لها الحجر، كما يظهر بالصور الفجوات والثقوب الناتجة عن الانكماش الناتج

عن نزع وفقدان المادة اللاصقة وترسيبها على أسطح الحبيبات في أماكن متفرقة.

- أظهر الفحص بالميكروسكوب المستقطب لعينة طبقة الغسول الأبيض وجود التفكك وعدم التماسك في طبقة الغسول، وانتشار الشروخ الدقيقة والفجوات على سطح العينة، كما أظهر الفحص وجود أكاسيد الحديد، وبالإضافة إلى بعض حبيبات الكوارتز نتيجة التصاقها بسطح العينة.

٢-٤ نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية XRD ما يلي:

- عينة الحامل الحجري الرملي رمز (A): تبين أنها تتكون بشكل أساسي من الكوارتز SiO_2 ، إلى جانب بعض الشوائب من معادن الكاولينيت $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ Kaolinite وأملاح الهاليت $NaCl$ Halite، وهو ما أكدته التحاليل ب EDX ونتائج الفحص البتروجرافي، ويفسر ذلك بأن نسبة السليكا عالية بهذه العينة يشير إلى معدن الكوارتز المكون الأساسي للحامل الحجري، وجود معادن طينية (كاولينيت) بالعينة دليل على وجود شوائب وترسيبات طينية محيطة بالحامل الحجري، كذلك وجود أملاح الهاليت، يؤكد التعرض لتأثير نشع المياه الحاملة للأملاح متبلورة بين حبيبات الكوارتز وعلى أسطحها.

- عينة طبقة الغسول الأبيض رمز (B): تبين أن العينة تتكون من معدن الأنهيدريت $Anhydrite$ كـمكون أساسي والذي تراوحت نسبته إلى ٧٩,٤% وهذا مؤشر لظروف الجفاف التي تسود المنطقة، وإليه ترجع كل الشروخ والشقوق الدقيقة المنتشرة على أسطح النقوش الجدارية و كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ Calcite كـمكون ثانوي، والتي قد تكون أما شوائب أصلية أو إضافات لتزيد من درجة بياض الأرضيات وقوة الربط بالعينة، وهو ما أكدته التحاليل ب EDX لعينة الغسول الأبيض.

نتائج التحليل بأنماط حيود الأشعة السينية XRD لعينات المواد الملونة بالمعبد ما يلي:

- اللون الأزرق عينة رمز (C) : تبين أن العينة من الأزرق المصري $Egyptian\ blue$ المعروف باسم الكوبروريفيت سليكات النحاس والكالسيوم $CaCuSi_4O_{10}$ Cuprorivaite.
- اللون الأصفر عينة رمز (B): تبين أن العينة من الجوثيت $Goethite$ ، ووجود المعادن الفاتيريت $Vaterite$ الأرجوانيت $Aragonite$ أحد أطور كربونات الكالسيوم ربما يفسر وجودها إلى أثناء أخذ العينة اللونية كانت ملتصقة بأجزاء من طبقة الشيد.
- اللون الأحمر عينة رمز (E): تبين أن العينة من خليط من الجوثيت $Goethite$ ، الهيماتيت $Hematite$ ، أما وجود شوائب من مركب كربونات المنجنيز بالعينة وارد وخاصة الأكسيد بشكل عام مع الوان المغرة الحمراء ربما يكون ناتج من ترسيبات بيئية أو لونية.
- اللون الأسود عينة رمز (F) تبين أن العينة من أسود الكربون (الجرافيت) $Graphite$

كما أثبتت نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية XRD لنواتج التلف ما يلي:

- عينة ملح رمز (H) تبين أن العينة من أملاح كلوريد الصوديوم الهاليت Na Cl، مما يؤكد التعرض لتأثير نشع المياه الحاملة للأملاح أو التلوث الجوي، بالإضافة إلى كبريتيد النحاس $Cu_2 S$ هو معدن من معادن الألوان من خامات النحاس، يرجح وجوده بنسبه ضئيلة إلى أخذ عينة الملح وهي مختلطة بعينة لون أسود، نترات الصوديوم وجوده يعنى تعرض التأثير للرطوبة العالية، مركب سيليسيد الحديد ومركب اليود والقصدير مركبات نيزكية يرجح وجودها بنسبة ضئيلة جدا إلى ترسيبات بيئية بالعينة.

٣-٤ التحليل بالأشعة تحت الحمراء FTIR

- التعرف على الوسيط اللوني عينة اللونية رمز (G): باستخدام طريقة التحليل بالأشعة تحت الحمراء (FTIR)، تبين أن الوسيط اللوني الرابط في المعبد هو الصمغ العربي Arabic gum.
- عينة دم وطاويط رمز (I): تبين بعينة دم الطاويط وجود العديد من المجموعات الوظيفية نظراً لطبيعية العينة البروتينية، والتصاقها بالسطح الجداري، فظهرت على التحليل، مجموعة الكربوكسيل (-COOH) ومجموعة الأمين القاعدية ($-NH_2$)، حيث ظهرت مجموعات البروتين واضحة، كما ظهرت شوائب أخرى غطت على اطياف الدم نظراً لالتصاقها بسطح حامل الحجر وطبقة اللون.

٤-٤ أثبت الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM ما يلي:

- أن عينة الحامل الحجري (الحجر الرملي) تتكون بشكل أساسي من حبيبات معدن الكوارتز SiO_2 ، والتي ترتبط مع بعضها البعض بواسطة طبقة رقيقة من أكاسيد الحديد، كما أظهر الفحص عن وجود تآكل شديد في أسطح الحبيبات، فضلا عن تفككها وانفصالها عن بعضها البعض، كما أظهر الفحص وجود بعض الحفر والفجوات والشروخ والتشققات الصغيرة بسطح العينة، كذلك نزع وفقد أكاسيد الحديد المادة اللاصقة وتبلور الأملاح وتواجدها بدلا منها مما أدى إلى خلخلة وانفصال الحبيبات عن بعضها البعض.
- تبين من خلال الفحص باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح لعينة طبقة الغسول الأبيض، وجود تفكك وضعف شديد بها، مع انتشار الشروخ الدقيقة على سطح العينة، كذلك أظهر الفحص انتشار بلورات الأملاح أدى إلى إحداث ضغوط واجهادات وفجوات منتشرة بسطح العينة. كذلك العينة مكونة من معدن الأنهدريت Anhydrite المتحول عن الجبس وهذا ما أكدته نتائج حيود الأشعة السينية، حيث أظهر الفحص ب SEM أن العينة كثيرة المسام والفجوات، وبالتالي إليه ترجع كل الشروخ والشقوق الدقيقة المنتشرة في أسطح النقوش الجدارية بالمعبد.

٤-٥ التحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM والمزود بوحدة EDX ما يلي:

- تبين أن عينة الحامل الحجري (الحجر الرملي) تتكون من عنصر السليكون SiO_2 بنسبه عالية، كذلك عناصر الألومنيوم، والبوتاسيوم، والكبريت، والكلور، والكاولينيت، والكالسيوم، والحديد، والنحاس، حيث جاءت نتائج التحليل ب SEM والمزود بوحدة EDX مؤكدة لنتائج التحليل ب XRD، نستخلص مما سبق أن تواجد نسبة السليكا عالية يشير إلى أن العينة لبلورة معدن الكوارتز، عناصر الألومنيوم والبوتاسيوم بالعينة إشارة إلى تكون معادن طينية (كاولينيت) من شوائب وترسيبات طينية، عناصر الكالسيوم والكبريت إشارة إلى وجود أملاح معدنية مترسبة بسطح العينة، وجود عنصر الحديد فهو إشارة إلى المادة اللاحمة أكاسيد الحديد، أما عنصر النحاس ربما يرجح وجوده بنسبة ضئيلة إلى تأثيرات وترسيبات بيئية أدت إلى وجوده ضمن عناصر العينة.

- عينة طبقة الغسول الأبيض احتوت على عنصر الكالسيوم بنسبه كبيرة، كذلك وجود عناصر السليكون والكبريت والمغنسيوم والألومنيوم والكلورين والحديد والنحاس والزنك بالعينة، وهذا ما أكدته نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية XRD لعينة الغسول الأبيض، نستخلص مما سبق أن وجود عنصري الكالسيوم والكبريت إشارة إلى أملاح معدنية وأملاح الأنهيدريت، حبيبات معدن السليكا إشارة إلى معدن الكوارتز متصلة بطبقة الغسول، وجود الألومنيوم بالعينة إشارة إلى التغير المعدني الذي نتج عن معادن طينية بالعينة من الفلسبارات، عناصر الحديد والنحاس والزنك إشارة إلى تأثيرات بيئية ولونية متصلة بطبقة الغسول الأبيض.

٥- الاستنتاج Conclusion

تبين من خلال الفحص البصري أن النقوش الجدارية بمعبد مدينة هابو تعاني من العديد من التغيرات ومظاهر وعوامل تلف تمثلت بتأثيرات بيئية ذات الطبيعة الجيولوجية (أكاسيد الحديد، التجوية الملحية)، قوى التلف البيولوجي والتلف البشري بأنواعه المختلفة سالف الذكر، كما توصل البحث إلى أن مكونات النقوش الجدارية بمعبد مدينة هابو موضوع البحث تتكون من حامل حجري من الحجر الرملي النوبي Nubian sand stone، كما توصل البحث إلى أن طبقة الغسول الأبيض (الشيد) بمعبد هابو مكونة من معدن الأنهيدريت Anhydrite المتحول عن الجبس بنسبة كبيرة وهذا مؤثر لظروف الجفاف التي تسود المنطقة، وإليه ترجع كل الشروخ والشقوق الدقيقة المنتشرة في أسطح النقوش الجدارية. بدراسة أنماط حيود الأشعة السينية لعينات المواد الملونة بمعبد مدينة هابو تبين أن اللون الأزرق مكون من الأزرق المصري، اللون الأحمر من الهيماتيت، اللون الأصفر من الجوثيت، اللون الأسود من الكربون (الجرافيت)، كما اتضح من خلال الدراسة بالأشعة تحت الحمراء FTIR للوسيط اللوني أنه من الصمغ العربي Arabic gum، كما توصل البحث إلى أن الأملاح الموجودة هي ملح الهاليت والماغنسيوم والكالسيوم. كما توصل

البحث إلى معظم عوامل ومظاهر التلف العضوية من الترسبات العضوية لفضلات الطيور والوطاويط خاصة مع وجود كم هائل من الطيور داخل المعبد وخارجها، كما توصل البحث إلى عمل رصد وتصنيف مظاهر تلف الصور الجدارية بمعبد مدينة هابو موضوع البحث وأهم عوامل وقوى التلف التي أدت إلى تلك المظاهر وتفسيرها علمياً.

٦- التوصيات Recommendations

- ❖ إعداد دراسة شاملة عن أهم الاتساخات والبقع سواء كانت بقع عضوية أم غير عضوية - التي أصابت الصور والنقوش الجدارية بمعبد مدينة هابو والوقوف علي أسباب تواجدها.
- ❖ يجب تكريس الجهود في حماية معبد مدينة هابو من التلاحم مع الأراضي الزراعية خاصة من الناحية الشمالية من المعبد وما ينتج عن هذا التلاحم من هجرة للمحالييل الملحية من الأرض الزراعية إلى الآثار مما يؤدي إلى إتلافها مع مرور الزمن.
- ❖ إحاطة موقع مدينة هابو بحرم يبعد حوالي ١-٢ كم بحث لا يسمح في هذا الحرم بمرور المركبات الثقيلة التي تسبب الاهتزازات ذات التأثير المباشر وغير المباشر عليها الآثار.
- ❖ تعتبر مشكلة الطيور من أهم المشكلات التي تأثرت بها معابد البر الغربي عامة ومعبد مدينة هابو خاصة، ومن خلال الدراسة الحقلية نقدم بعض المقترحات وحلول لهذه المشكلة، والتي تتمثل في تركيب أجهزة إلكترونية للتحكم في سلوك وطرده الطيور من المعبد، حيث أن هذه الأجهزة تصدر تسجيلات تهدد تطلب من الطيور الابتعاد من المعبد.
- ❖ يمكن استخدام مسامير Spikes من الصلب غير قابل للصدأ غير مرئية وتثبيتها بأعداد كافية من خلال عراوى Lugs وقلووظ Screws في مواضع أعشاش الطيور وأماكن وقوفها المتكرر.
- ❖ ضرورة اتخاذ خطوات نحو عمل قاعدة بيانات للطرق والمواد المستخدمة وعمل شبكة بيانات تشارك فيه كل الجهات والهيئات العلمية المحلية والعالمية لتحديد أفضل الطرق المستخدمة في كل مراحل الترميم.
- ❖ ضرورة التقييم المستقبلي لمدى نجاح طرق العلاج التي نستخدمها في الوقت الحاضر والمواد والأساليب.
- ❖ يوصى بتوثيق أعمال الصيانة غير الناجحة التي لها نفس أهمية توثيق العمل الناجح وذلك لتفادي إعادة استخدام الطرق أو المواد التي ثبت عدم فاعليتها وما ينتج عنها من مظاهر تلف.
- ❖ يجب بكل حزم منع الزائرين من لمس النقوش الجدارية بالأيدي مع توفير الحماية الكاملة وزيادة الوعي الأثري للزائرين بقيمتها الأثرية، والتأكيد على دور الإعلام في غرس الوعي الأثري لغير المتخصصين لأن ذلك يساعد على حماية وحفظ الآثار من التلف البشري.

❖ مداومة الصيانة للصور الجدارية بشكل دوري على فترات ليست بعيدة، ومداومة تنظيف أسطحها من الأتربة وبالطرق الميكانيكية باستخدام الفرش الناعمة.

٧- المراجع

أولاً: المراجع العربية والمعربة:

١. لوкас، ألفريد، (١٩٩١م)، المواد والصناعات عند المصري القديم، القاهرة.
٢. مرعى، حسين حسن، (٢٠٠٤م)، التقييم العلمي لاستراتيجية علاج طبقات الشيد المصورة المنفذة على حوامل حجرية تطبيقاً على إحدى مقابر أشراف الدولة الحديثة بالبر الغربي بالأقصر، رسالة ماجستير، قسم ترميم آثار، كلية آثار، جامعة القاهرة.
٣. الحمصاني، خالد، (٢٠٠٧م)، دراسة مشكلة الأملاح وعلاجها في الصور والنقوش الجدارية بمنطقة سقارة تطبيقاً على إحدى المقابر المختارة من عصر الدولة القديمة، رسالة ماجستير، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة.
٤. السيد، رمضان، (١٩٩٣م)، تاريخ مصر القديمة، الجزء الثاني، منذ بداية الأسرة الخامسة عشر حتى دخول الاسكندر الأكبر مصر عام ٣٣٢ ق.م، وزارة الثقافة، هيئة الآثار المصرية.
٥. أديب، سمير، (١٩٩٧م): تاريخ وحضارة مصر القديمة.
٦. عبد الله، منصور، (٢٠١٤م)، دراسة مقارنة لتقييم فاعلية كلاً من المركبات التقليدية والمركبات النانوية المستخدمة في التنظيف والحماية لأسطح بعض الأحجار الأثرية، تطبيقاً على نماذج مختارة، رسالة ماجستير، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة.
٧. الأمير، شعبان، (٢٠١٠م)، دراسة تقنية استخدام الإنزيمات في تنظيف الصور الجدارية، دراسة تجريبية تطبيقية في العلاج والصيانة، دكتوراة، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة.
٨. عرابي، عز عربي، (٢٠٢٠م)، دراسة أسباب تلف اللوحات الجيرية المنقوشة بثل حبة الأثري بسيناء، مجلة الاتحاد العام للآثاريين العرب، العدد ١.
٩. عرابي، عز عربي، (٢٠١٧م)، دراسة تلف النقوش الصخرية الجرانيتية بجزيرة سهيل بأسوان، مجلة كلية الآثار، العدد ٢٠.
١٠. الزغبى، محمد سعد، (٢٠١٦م)، دراسة مقارنة في تقييم كفاءة المركبات التقليدية المستخدمة في تقوية الأحجار الكلسية ومركبات النانو المصنعة منها تطبيقاً على بعض النماذج الأثرية المختارة، رسالة ماجستير، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة.

١١. فؤاد، منى، (١٩٩٧م)، ترميم الصور الجدارية، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة.
١٢. عبد التواب، نبيل أحمد، (٢٠٠٣م)، دراسة علمية تطبيقية في ترميم وصيانة النقوش الجدارية في واجهات بعض المقابر الأثرية من آثار التجوية الفيزيوكيميائية والبيولوجية بمنطقة هضبة الجيزة، رسالة دكتوراة، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة.
١٣. حفني، ياسر، (٢٠١٣م)، دراسة تقوية الآثار الحجرية الرملية باستخدام تكنولوجيا النانو تطبيقا على نموذج مختار، رسالة ماجستير، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1. Abu-Bakr M., (2018), "Nano Treatment of Decayed Cement-Lime Mortars from the Edfena Royal Palace (Rosetta, Egypt)", SHEDET Annual Peer-Reviewed Journal Issued by The Faculty of Archaeology, Fayoum University, Issue No. 5.
2. Abu-Bakr, M., (2019), "Monitoring Building Materials exposed to Marine Environment: examples from Farasan Islands", Saudi Arabia, Scientific Culture, Vol. 5, No. 2.
3. Younes, A. F. ,(2015), Geological and Geochemical Studies on Sandstone and Limestone Deterioration and Conservation (Case Study Habu and Hatshepsu Temples) Luxor-Egypt, the Master Science Degree (Geology), Azhar University, Faculty of Science, Geology Department.
4. Charola, A. E., (2000), Salts in the Deterioration of Porous Materials, An Overview, Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 39, No. 3.
5. Abdel Kader, R., R., Mohamed El- Sayed, SH., S., and Abo El Yamin, A., (2019) ,Study the Severe effects Of Iron Compounds Presenting in Sandstone on the Deterioration of Wall Paintings of Archaeological Tombs in Bahariya Oasis- Egypt, Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal, Volume 1, No 3, July, Page: 5-13.
6. Richard H .Wilkinson, (2000), The Complete Temples of Egypt.
7. William J. Murnane, (1980), united With Eternity, A concise guide to Monuments of Medinet Habu, The Oriental Institute University of CHICAGO The American University in Cairo Press, P. 8.