

**دراسة علمية لظاهرة البثور والحفر بالأيقونات القبطية الناتجة عن تأثير الرطوبة تطبيقاً على أيقونة أثرية من الكنيسة الكاثوليكية بأسوان**

د. ثناء علي علي أبو طالب (\*)

**الملخص :**

دراسة لظاهرة الثقوب والحفر في الأيقونات القبطية الناتجة من العرض في ظروف بيئية غير مناسبة مثل تردد الرطوبة النسبية التي تؤدي الى التفاعلات الكيميائية لطبقات الأيقونة وينتج عنها اجهادات ميكانيكية تسبب تدهور الأيقونة مثل ظاهرة البثور والحفر الناتجة من تفاعل أيونات المعادن بالألوان والأحماض الدهنية بالوسيط اللوني فينتج الصابون المعدني داخل طبقة الألوان ثم ينتفخ ويكون نتوء تنمو وتزداد في الحجم وتقوم بالضغط على طبقة الألوان فتؤدي الى تشققها أو انفصالها أو تفجر البثور وتتحول الى حفر مما يسبب تدهور طبقة الألوان وسوف تتم الدراسة على هذه الظاهرة من حيث اسبابها وكيفية حدوثها والتلف الذي نتج عنها تطبيقاً على أيقونة ترجع لأواخر القرن التاسع عشر (١٨٩٦م) من الكنيسة الكاثوليكية بأسوان وبناء عليه سوف نقوم بفحص وتحليل الأيقونة لتفسير ميكانيكية التلف لاقتراح طرق العلاج التي ستستخدم الحفظ والحماية وقد اثبت التحليل بالأشعة تحت الحمراء (FTIR) استخدام وسيط لوني من صفار البيض وزيت بذرة الكتان و أرضية التصوير من كربونات الكالسيوم و الغراء الحيواني والورنيش من المصطكى وأثبت كلا من والفحص والتحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة (Edx) والتحليل بطريقة حيود الأشعة السينية (XRD) والتحليل بالأشعة تحت الحمراء (FTIR) وجود كبريتات الكالسيوم المكون الرئيسي للأرضية والأصباغ المستخدمة في الأيقونة هي أزرق الالترامارين وأصفر الجوسيت وصبغة أحمر الفوه .

**الكلمات الدالة :**

البثور – الحفر – تمير الجراس- الألوان – الصابون المعدني

(\*) كلية الآثار – جامعة أسوان

## المقدمة :-

تختلف الاساليب الفنية للأيقونة باختلاف الوسائط الممزوجة باللون و قد يكون هذا الوسيط بياض البيض يسمى تمبرا البيض<sup>(١)</sup> اوالببيض مع زيت بذرة الكتان يسمى اسلوب تمبرا الجراس وهو اسلوب متبع بالأيقونات فى اواخرالقرن الخامس عشر المنفذة على الخشب<sup>(٢)</sup> ومن الاساليب الاخرى المتبعة على مر القرون رسم الايقونة على حوامل مختلفة<sup>(٣)</sup> مثل حامل القماش او الخشب او الجلود او البردي، او الورق<sup>(٤)</sup>.

قد تتعرض بعض الأيقونات بمرور الزمن والظروف البيئية غيرالمناسبة المحيطة بها والاسلوب الخاطيء في صناعة الايقونة لظاهرة البثور وهى عبارة عن فقاعات متناثرة على سطح الأيقونة هذه البثور تتحول إلى حفر .

ومن الدراسات التى تناولت مظاهر وعوامل تلف الأيقونات فى عام ١٩٨٩م<sup>(٥)</sup> ذكر ان زيادة الرطوبة النسبية تودى لزيادة التلف البيولوجي متمثلا في النمو الحشري أو الميكروبي خاصة الفطر الذي يحلل السليلوز، و إفراز هذه الكائنات مواد لزجة في صورة بقع تشوه السطح وفى ١٩٩٠<sup>(٦)</sup> ذكر ان عوامل التلف التى تواجه الأيقونات بكنائس وأديرة مصر خاصة الحرارة المنبعثة من الشموع أو الناتجة من عمليات التدفئة بالدفايات الكهربائية أو أسلوب الاضاءة الخاطيء .

1-- Mora, Paolo, Laura Mora, and Paul Philippot. Conservation of wall paintings. Vol. 350. London: Butterworths, 1984.

2- J. Dunkerton, 'Osservazione sulla teeniea della Iviadonna londinese di Giovanni Santi', in Giouanni Santi, Conuegno internazionale di studi, Urbina '99.) cd. R. Varese, Milan 1999, pp. 57-60.Urbina '99.

3- Higgitt, Catherine, and Raymond White. "Analyses of paint media: new studies of Italian paintings of the fifteenth and sixteenth centuries." National Gallery Technical Bulletin 26 (2005): 89.

4-Daniilia, Sister, and Konstantinos S. Andrikopoulos. "Issues relating to the common origin of two Byzantine miniatures: in situ examination with Raman spectroscopy and optical microscopy." *Journal of Raman Spectroscopy* 38.3 (2007): 332-343.

٥- وفيقة نصحي : علاج و صيانه بعض المخطوطات الورقية ، رساله ماجستير ، قسم ترميم ، كلية الآثار ، جامعه القاهرة ، ١٩٨٩

6 - SKALOVA, Z. Conservation problems in Egypt: icons, preliminary classification and some case studies. In: *Preprints of the IXth Triennial Conference*. 1990. p. 777-782.

كما ذكر في عام ١٩٩١<sup>(٧)</sup> ان درجة تأثر الخشب بالرطوبة النسبية يتوقف علي الخواص الفيزيائية والكيميائية للخشب وقد ذكر عام ١٩٩٧م<sup>(٨)</sup> تأثير عوامل التلف المختلفة علي طبقة الالوان بالأيقونات والتي تؤدي الي تدهور واضمحلال الالوان وتحولها للون الداكن وفي عام ٢٠١٠<sup>(٩)</sup> ذكر ان الأسلوب الأمثل في علاج وصيانة الأيقونات المنفذة بأسلوب التمبرا في مصر. وفي عام ٢٠١١م<sup>(١٠)</sup> ذكر دراسة عملية لتقنيات الأيقونات ولطرق ترميم وصيانة الأيقونات في مصر حيث تمكن من استخدام التبطين بالخيط الشمعي مع الأيقونات التي تعاني من الجفاف الشديد للحامل النسيجي وبناءات على الدراسات السابقة فقد تناولت الدراسة ظاهرة تلف البثور والحفر بالأيقونات الاثرية نتيجة العرض في مناخ متغير و تسريب الرطوبة من خلال الجدران التي ترتحل عبر طبقات الايقونة بدءا من النسيج الكتان ذات الألياف السلولوزية فيمتص الرطوبة<sup>(١١)</sup> ، وتتنفخ الالياف ويؤدي هذا إلى زيادة قطر خيط النسيج<sup>(١٢)</sup> فيؤدي إلى زيادة المرونة والتعرض للتلف<sup>(١٣)</sup> وينتقل هذا التأثير إلى ارضية التصوير فتؤدي إلى

7 - Tsoumis, George. *Science and technology of wood: structure, properties, utilization*. Vol. 115. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

<sup>٨</sup> - عبد الرحمن السروجي : دراسة علاج وصيانة الايقونات القبطية ، تطبيقا علي أيقونات من بعض المتاحف و كنائس و أديره الوجه البحري ، رساله ماجستير ، قسم ترميم ، كلية الآثار ، جامعه القاهرة ، ١٩٩٧

<sup>٩</sup> - وديع بطرس ، دراسات مقارنة لمدارس الترميم الاجنبيه في علاج و صيانة ايقونات التمبرا الموجوده في مصر تطبيقا علي النماذج المختارة للبحث ، قسم ترميم ، كلية الآثار ، جامعه القاهرة ، ٢٠١٠

١٠ - علاء السيد : دراسة علمية لتقنيات الايقونات الحبشية في مصر و طرق ترميمها و صيانتها تطبيقا علي احدي النماذج المختارة ، رساله ماجستير ، قسم الترميم ، كلية الآثار ، جامعه القاهرة ، ٢٠١١م

11 - JAIC, Volume 38, Number 1, Article 6, 1999, p.p. 55 to 67.

12- Mecklenburg, Marion F., & Other., "Investigation Into the Deterioration of Paintings, and Photographs using Computerized Modeling of Stress Development." *Journal of the American Institute for Conservation* 33.2 (1994): 153-170.

13 - Michalski, Stefan. "Paintings-their response to temperature, relative humidity, shock, and vibration." *Art in transit: Studies in the transport of paintings* (1991): 235-236.

فقد قوة اللاصق الغرائي وتؤدي إلى الانفصال والتفتت<sup>(١٤)</sup> ثم تنتقل الرطوبة إلى طبقات الألوان وخاصة الاكاسيد الارضية التي يدخل في تركيبها الحديد مثل المغرة الصفراء و المغرة الحمراء والأمر التي تتلف عند زيادة الرطوبة النسبية التي تتجاوز ٦٠ ٪ نتيجة لتضخم الطين الطبيعي الموجود في هذه الألوان التي تتكون اساساً من معادن الطفلة وعند ارتفاع درجة الحرارة يقل المحتوى المائي في الألوان والوسيط اللوني (زالال البيض وزيت بذرة الكتان) مما يؤدي وجود العديد من الفراغات بين الجزيئات واعدة ترتيب الجزيء<sup>(١٥)</sup> فيفقد الوسيط خاصية الربط بين حبيبات اللون مع بعضها البعض وبين أرضية التصوير مما يؤدي الي انفصال اللون في صورة قشور<sup>(١٦)</sup> وعند ارتفاع الرطوبة النسبية تؤثر على الوسيط (البروتين والزيطي) فتزداد نسبة الاحماض الدهنية الحرة والجذور الحرة وغيرها من المواد مثل الكربوكسيلات المعدنية<sup>(١٧)</sup> ويتم التفاعل بين الأحماض الدهنية بالمواد الرابطة وأيونات المعادن بالألوان وأرضية التصوير ويتكون الصابون المعدني الذي يؤدي إلى حدوث تغيرات قطبية لطبقة الالوان وعدم التوافق بين مصفوفة الوسيط والمواد المترسبة على السطح فيؤدي الى عدم ثبات الجزيئات وخلخلة في تركيب الطلاء ويتجمع صابون المعادن داخل طبقة الطلاء<sup>(١٨)</sup> ويكون بثور تنمو وتزداد في الحجم وتقوم بالضغط على طبقة الالوان فيؤدي الى تشققها و تتحول بمرور الوقت الى حفر<sup>(١٩)</sup> وينتج تكوين املاح الاوكسالات التي يمكن أن تتحرك وتهاجر من خلال طبقات الالوان وتتجمع

- 14- Hearle, John WS, and William Ernest Morton. Physical properties of textile fibres. Elsevier, 2008.
- 15- K.adam , agenge and deterioration of proteinaceous media , studies in conservation , vol .27 no . 4 ( 1981) p.153
- 16- Mecklenburg, Marion F. "Determining the acceptable ranges of relative humidity and temperature in museums and galleries, part 1, structural response to relative humidity." (2007)
- 17 -Richens ,D. T. The chemistry of aqua ions: synthesis, structure, and reactivity: a tour through the periodic table of the elements. Wiley. ISBN 0-471-97058-1,(1997).
- 18- Hermans, Joen J., et al. "The crystallization of metal soaps and fatty acids in oil paint model systems." Physical Chemistry Chemical Physics 18.16 (2016): 10896-10905.
- 19- Cotte, Marine, et al. "Lead soaps in paintings: Friends or foes?." Studies in Conservation 62.1 (2017): 2-23.

و تتزهر على سطح اللوحات (٢٠) وتتسم هذه العملية بالاستمرار ونتيجة التمدد والأنكماش تحدث اجهادات ميكانيكية تؤثر على الخواص الميكانيكية للألوان فتقل الصلابة وتنفجر البثور وتتحول الى حفر مما يسبب تدهور طبقة الالوان و زيادة الهشاشية وفقد قوة الترابط والتقشر .

وتتكون البثور ايضا ومظاهر التلف الاخرى نتيجة الأسلوب التكنيكي الخاطئ فى تصنيع الايقونة (٢١) ويعتمد تكوين هذه البثور على درجة الحرارة وتشبع مكونات الايقونة بالهواء ومعدل امتصاص سطح اللوحة للحرارة وسمك طبقة الطلاء والمواد الرابطة(٢٢).

### مواد وطرق الدراسة

#### ١- مواد الدراسة:

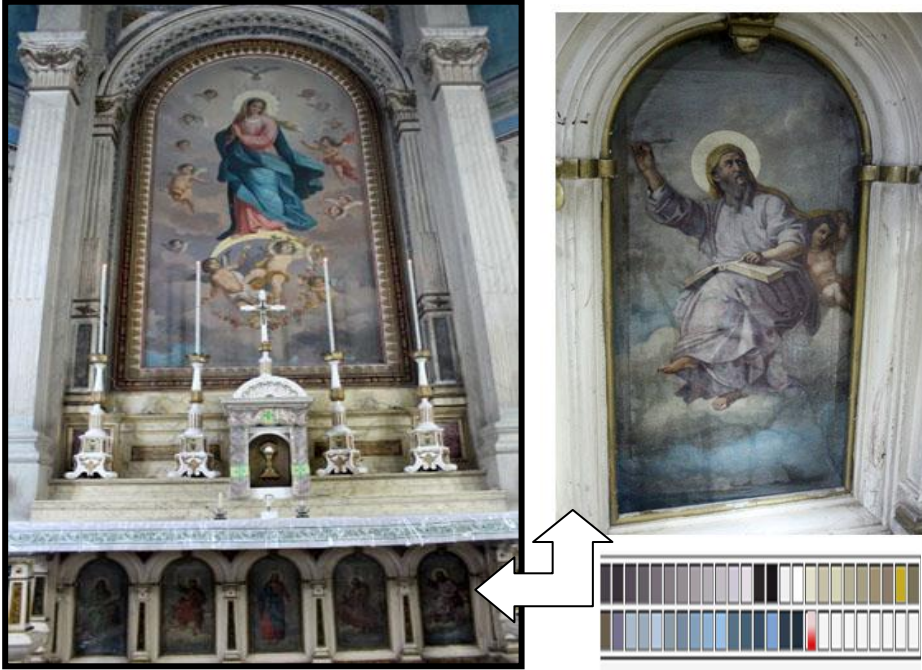
تمت الدراسة على أيقونة قبطية اثري بالكنيسة الكاثوليكية بأسوان يرجع تاريخها الى (١٨٩٦م) معروضة بشرقية الكنيسة داخل حنية صغيرة بالجزء السفلى بالهيكل الذى يحتل الجهة الشرقية كما موضح بالصورة (١) بجوار مجموعة من الحنيات الصغيرة من جهة اليمين بداخل كل حنية ايقونة ل احد الرسل من الجانب الأيسر تصور القديس متي جالسا يضع رجله اليسرى علي اليمني ويحمل كتابا على ارجله ويرفع بيده اليمني ريشة ويرتدي رداء رماديا مائل للبنفسجى وعلي رأسه وشاح اصفر يمسك به ويوجد من الجهه اليسرى ملاك صغير ويحيط براس القديس هاله بيضاء علي خلفيه زرقاء من السماء و الدرجات اللونية كما موضحة بالصورة (١)التي تم استخراجها من الايقونة بالأساليب الحديثة كنوع من التوثيق اللونى عبارة عن مجموعة الوان محدودة من درجات الازرق والبنفسجى والاصفر الأوكرو الابيض وهي مصورة بأسلوب تمبرا الجراس علي

20- J. Zucker 'From the Ground Up: The Ground in 19th-Century American Pictures,' Journal of the American Institute for Conservation, 38, 1999, pp. 3-20.

21- William , B . M., Portrait painter Kingston, Canada: Agnes Etherington Art Center, Queen's University, Canada , 1978,p.145.

22- Brunt, N. A. "Blistering of paint layers as an effect of swelling by water." (1964).

طبقة تحضير رقيقه فوق حامل قماشي من الكتان تم شده على اطار خشبي طوله ٣٥سم عرض ٦٥xسم طول ورسمها راهب يدعي كليمنت شرويس عام ١٨٩٦م



صورة (١) توضح الهيكل و مجموعة الحنيات من اسفل و مكان الايقونة داخل الحنية من الجهة اليمنى تصور القديس متي الموضحة بالسهم والدرجات اللونية بالايقونة

تعرضت الايقونه لمظاهر تلف مختلفة مثل ضعف وتهالك الحامل النسيجي وتموج الحامل النسيجي وهشاشيه اليافه والالوان تعاني من التشققات والشروخ والتقشر والبهتان والايقونة تعرضت الى الرطوبة الزائدة من الحائط المحيط بها الى مما ادى الى عوامل تلف مختلفة نتيجة وقوعها من مكانها كما موضح بالصورة (٢) و تم الفحص والتحليل في الدراسة على (٣) عينات كانت متساقطة بجانب الايقونة من اللون الازرق والاحمر والاصفر .

## ٣ - طرق الدراسة :

### الادوات المستخدمة :-

تم عمل دراسة فحصية تحليلية للعينات للألوان بالأشعة تحت الحمراء FTIR والتحليل بحيود الأشعة السينية XRD والفحص والتحليل للألوان بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة تشتيت الأشعة السينية EDX والفحص بالميكروسكوب الضوئي و بالميكروسكوب المكبر والذي يتصل بالكمبيوتر الذي يعطى قوة تكبير تصل الى 100 x بعد عمل شرائح رقيقة Thin Section من العينات للألوان تمهيدا للفحص باستخدام الميكروسكوب ودراسة تركيبها الطبقي .

الفحص البصري :- باستخدام بعض العدسات التي تصل قوة تكبيرها ما بين ٤ X

٦ X للتعرف على مظاهر التلف السطحية

التسجيل الفوتوغرافي :- الذي تم في الضوء الطبيعي وتم بالضوء المائل لدراسة السطح وهذا الفحص يبين السطح والأتساخات بالأيقونة التصوير الأشعة فوق البنفسجية :- باستخدام كاميرا كانون بأور شوت الرقمية (Power Shot S5IS) حيث يتم تعريض الأيقونة للإشعاع الكهرومغناطيسي الذي ينتج في شكل انبعاث للإشعاع ويتم تسجيله علي فيلم .

الفحص بالاستريوميكروسكوب (Olympus DP 731):-

يتصل بكمبيوتر وكاميرا ويصل لقوة تكبير ١٠٠ x وتم اجراء التحاليل بكلية العلوم قسم الجيولوجيا بأسوان

### الفحص بالميكروسكوب الضوئي :-

وهو يستخدم لدراسة الشكل الظاهري الخارجي لسطح وقد تم تجهيز الشريحة المقطعية لعينة من اللون البنى بكلية العلوم جامعة أسيوط قسم الجيولوجيا كما موضح بالشكل رقم (١)

الفحص والتحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة EDX:- استخدم في فحص وتحليل العينات لدراسة ماهية التلف والتركيب المعدني سواء



شكل (١) توضح تجهيز القطاع العرضي

في صورة عناصر وأكاسيد للمكونات المعدنية للألوان وأرضية التصوير وتم الفحص والتحليل بمعهد الفلزات بالتبين .

#### التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية -XRD :-

لمعرفة المركبات المعدنية التي يتكون منها الألوان وأرضية التصوير

#### التحليل باستخدام جهاز طيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) :-

يستخدم لتحديد الوسيط اللوني والمادة الأصقة بأرضية التصوير والورنيشات حيث يتم تحليل عينة من طبقة اللون الأصفر المخلوطة بالوسيط اللوني وعينة من اللون الأحمر والأزرق وتم اجراء التحاليل بمعهد البحوث والبتترول بالقاهرة

### النتائج :-

— اولاً : طرق التسجيل والتصوير التي استخدمت لتسجيل اللوحة الأثرية:

التصوير بالضوء المائل بوضع المصباح من الهالوجين بزاوية ميل  $45^\circ$  في اركان سطح الايقونة فأوضح الشروخ والتشققات بالسطح كما موضح بالصورة رقم (٣) ووضح التصوير بالأشعة فوق البنفسجية مظاهر التلف المختلفة مثل التغير اللوني والألتواء وعدم استواء السطح و الأتساخات على السطح كما موضح بالصورة رقم (٤).



صورة (٤) توضح والالتواء والتجعد للحامل



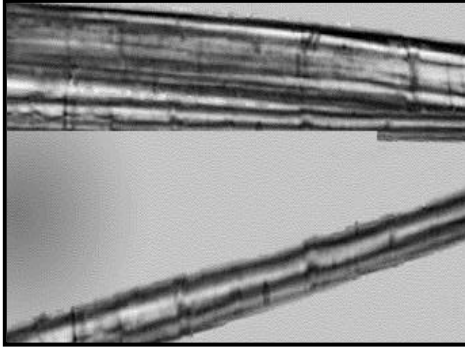
صورة (٣) توضح الشروخ بالجهة اليسرى بالشال

### الفحص والتصوير باستخدام الميكروسكوب الضوئي :

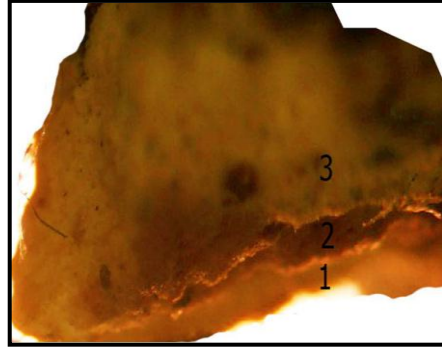
- الفحص بالميكروسكوب الضوئي بقوة تكبير  $\times 200$  للأيقونة اوضح الفحص ان الايقونة تتكون من عدة طبقات فوق بعضها وهي طبقة التحضر و طبقة الالوان وطبقة الورنيش كما موضح بشكل ( ١٢ ) وان الحامل من الكتان كما موضح



بشكل ( ٢ ب ) بقوة تكبير ٤٠٠ x وتتميز ألياف الكتان بالعقد والشقوق المتقاطعة على طول الألياف.



شكل ( ٢ ب ) قطاع طولى لعينة من الحامل  
بقوة تكبير ٤٠٠



شكل ( ١٢ ) قطاع عرضى لعينة من الايقونة يوضح ١- طبقة التحضير - ٢- طبقة الألوان - ٣- طبقة الألوان الورنيش



صورة ( ٥ ) ضعف الحامل وتساقط قشرة اللون تزهرا الاملاح على السطح

### الفحص بالاستريوميكروسكوب :-

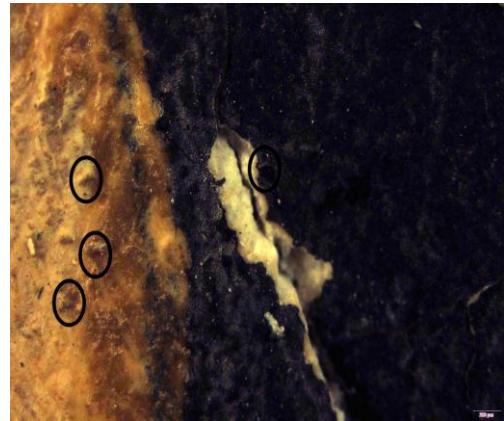
اثبت الفحص بقوة تكبير ٢٠ X الضعف الشديد للحامل والتساقط لقشرة اللون وتزهرا الاملاح كما بالصورة (٥) بسبب الرطوبة المتسربة من الحائط الى الايقونة وغالباً ما يحتوى الماء المتغلغل داخل الحوائط على أملاح قابلة للذوبان أما ناتجة من أذابه للأملاح الموجودة فى مواد البناء أوناتجة من تفاعل الغازات الجوية مع مواد البناء وعند حدوث الجفاف يبدأ تبلور هذه

الأملاح وتزهرا على السطح وترتحل عبر طبقات الايقونة وتسبب تلف المواد الخام للأيقونة لانها تتبلور داخل طبقات الايقونة ويحدث تزهرا على السطح وتكون قادرة على جذب الملوثات الغازية من الهواء فيحدث تغير للألوان مثل

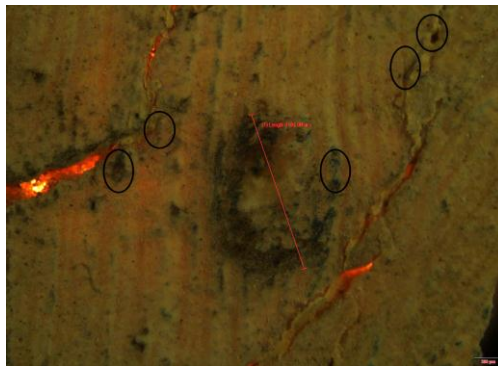
اللون الأزرق بالسماة يأخذ الشكل الرمادي<sup>(٢٣)</sup> وتؤدي ارتفاع الرطوبة الى تهالك وضعف الحامل الكتان وكذلك انتفاخ طبقة الالوان وتكوين الثقوب<sup>(٢٤)</sup> التي تؤدي إلى ارتفاع بين طبقات الألوان ثم تنفجر الثقوب وتكون حفر سريعًا كما موضح بالصورة (٦) و (٧) و (٨).



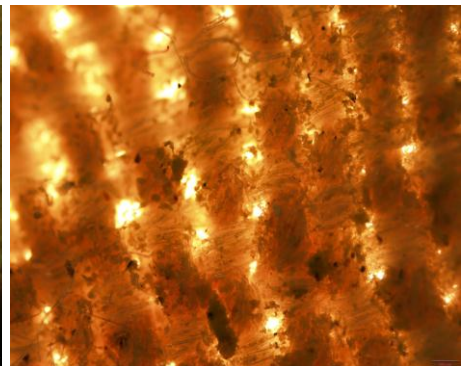
صورة (٧) توضح انفجار الثقوب المصاحب للتشققات والحفر



صورة (٦) توضح الثقوب والشروخ والتساقط لطبقة اللون



صورة (٨) توضح شكل الثقوب وكيفية انفجارها وتحولها لتشقق



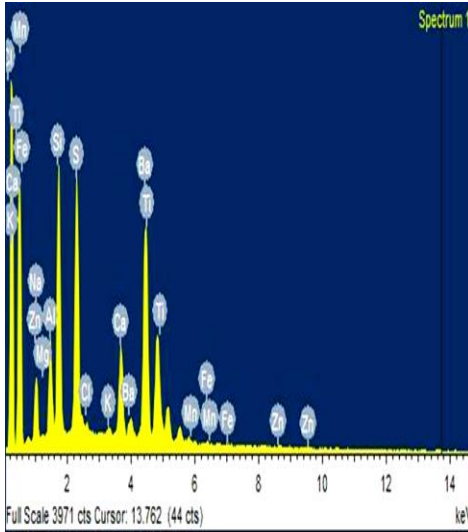
<sup>23</sup> -Gettens, R. J. and E. West Fitzhung Azurite and Blueverditer, Artists' pigments. A. Roy. New York, Oxford University Press 2 ,(1997).

<sup>24</sup> -<http://www.ppg.com/getpaint/etraining/solver>.

## ب - الفحص والتحليل بالميكروسكوب الالكتروني الماسح المزود بوحدة

### تشخيص الاشعة السينية EDX

اوضح الفحص بالميكروسكوب الالكتروني بقوة تكبير  $\times 200$  ان الحامل من الياف الكتان و يعانى من الضعف الشديد والتآكل والأتساخات كما بالصورة (٩) وأوضح التحليل بتشخيص الاشعة السينية لعينة من اللون الأزرق السماوى كما موضح بالشكل (٣) والجدول (١) انها تتكون من الباريوم السيليكا والكبريت كمركب اساسى والصوديوم والالومنيوم والكالسيوم بنسبة متوسطة ونسبة قليلة جدا من الحديد والخاصين والتيتانيوم الماغنسيوم والمنجنيز والزنك والكلور ويفسر هذا اللون من ازرق الالترامارين وهو يتركب كيميائياً من سيليكات الصوديوم والألمنيوم <sup>(٢٥)</sup>  $[(Na,Ca)_8(Al,Si)_{12}O_{24}(S,SO_4)]$  الذى يصنع



شكل (٣) يوضح التحليل بتشخيص الاشعة السينية لعينة من اللون الأزرق بمنطقة السماء

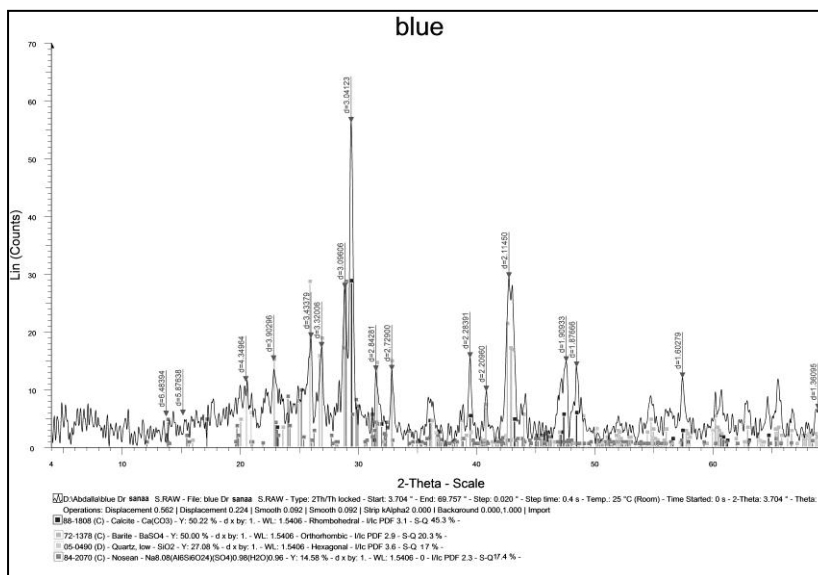
من معدن الازورد الذى <sup>(٢٦)</sup> وتفسير وجود ابيض الباريوم كمركب اساسى ومن المرجح استخدامه ممزوج مع الازرق للحصول على درجات ظلية من اللون السماوى وأكد التحليل بحيود الاشعة السينية استخدام ازرق الالترامارين كما بالشكل (٤) لوجود الصوداليت برقم الكارت (٨٤-٢٠٧٠) بنسبة ١٧.٤% والكوارتز برقم الكارت (٥ - ٠٤٩٠) بنسبة ١٧% وكربونات الكالسيوم برقم الكارت (١٨٠٨٨) بنسبة ٤٥.٣% و الباريت برقم الكارت (٧٢-١٣٧٨) بنسبة ٢٠.٣%

- 25- Re, Alessandro, et al. "Lapis lazuli provenance study by means of micro-PIXE." Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms 269.20 (2011): 2373-2377.
- 26- Leyden, Donald E., and John B. Atwater. "Hydrolysis and condensation of alkoxysilanes investigated by internal reflection FTIR spectroscopy." Journal of adhesion science and technology 5.10 (1991): 815-829.

و معظم أحجار اللازورد تحتوي على معادن مثل الكالسيوم والصدوليت المسؤول عن اللون الأزرق<sup>(٢٧)</sup>  
وازرق الالترامارين من الالوان الطبيعية التي تحلل<sup>(٢٨)</sup> بزيادة الرطوبة .

ELEMENT	Na K	Mg K	Al K	Si K	S K	Cl K	K K	Ca K	Ti K	Mn K	Fe K	Zn K	Ba L	Total
Weight %	6.99	.25	7.74	20.45	18.40	.65	.52	5.07	0.47	0.01	0.43	0.20	38.83	100

جدول (١) يوضح قيم التحليل بنشتيت الاشعة السينية لعينة من اللون الازرق بمنطقة السماء

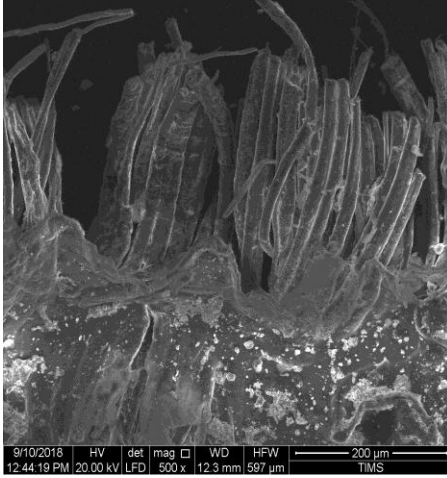


شكل (٤) يوضح التحليل بحيود الاشعة السينية لعينة من اللون الازرق السماء

وكذلك أوضح التحليل بنشتيت الاشعة السينية لعينة من ارضية التصوير للتعرف على العناصر المعدنية التي تتركب منها الارضية وهي موضحة في الشكل رقم (٥) والجدول (٢) انها تتكون من الكالسيوم والكبريت والسيليكا كعناصر أساسية والباريوم والصدوديوم والالومنيوم بنسبة متوسطة والحديد والزنك والكاميوم بنسبة قليلة جدا وهذا يؤكد أن العينة تتكون من الكالسييت ووضح الفحص

- 27- Bruni, S., et al. "Spectrochemical characterization by micro-FTIR spectroscopy of blue pigments in different polychrome works of art." *Vibrational Spectroscopy* 20.1 (1999): 15-25.
- 28-Tumosa, Charles S., and Marion F. Mecklenburg. "The influence of lead ions on the drying of oils." *Studies in Conservation* 50.sup1 (2005): 39-47.

بالميكروسكوب الالكتروني بقوة تكبير  $1000 \times$  ان الارضية ضعيفة ومفككة كما بالصورة (١٠) وواضح وجود ثقب وحفر نتيجة تكوين الصابون المعدني بقوة

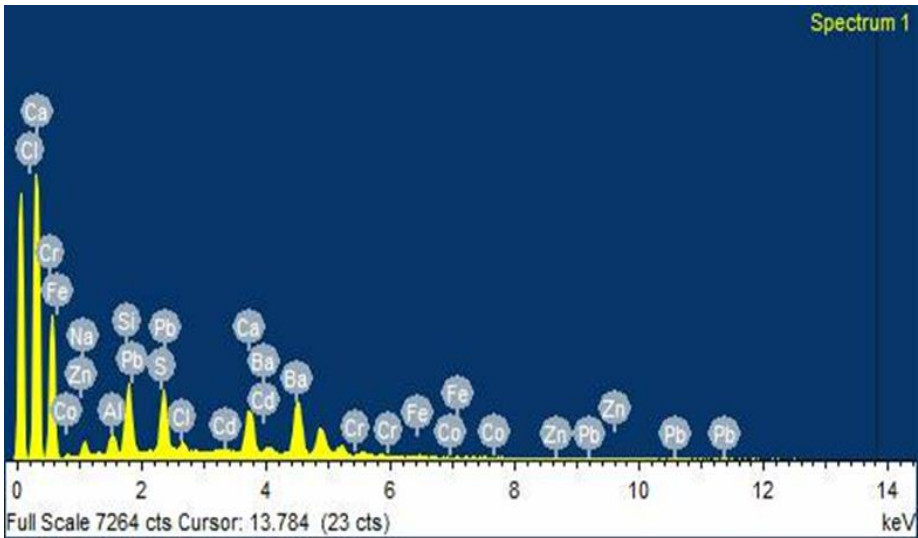


تكبير  $500 \times$  كما بالصورة (١١) وأكد التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية لعينة من طبقة التحضير انها تتكون من الكالست برقم الكارت (٨٨-١٨٠٨٨) كمركب اساسى بنسبة ٦٣.٤% والكوارتز برقم الكارت (٠٥ - ٠٤٩٠) بنسبة ٣٦.٦% وهى موضحة في الشكل رقم (٦)

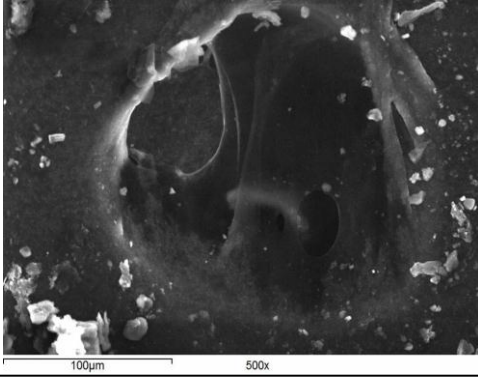
صورة (٩) توضح ان الالياف الكتان تعاني من الضعف

Element	Ca L	Na K	Al K	Pb L	Si K	S K	Cl K	Ba K	Cr K	Fe K	Co K	Zn K	Cd L	TOTAL
weight	37.77	7.15	6.35	0.19	19.18	15.57	2.80	9.14	0.01	0.071	0.05	0.60	0.49	100

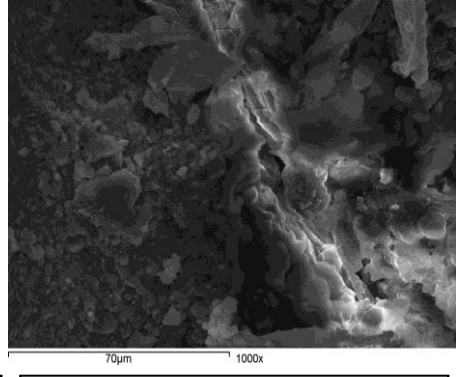
جدول (٢) يوضح قيم التحليل بتشتيت الاشعة السينية لعينة من ارضية التحضير



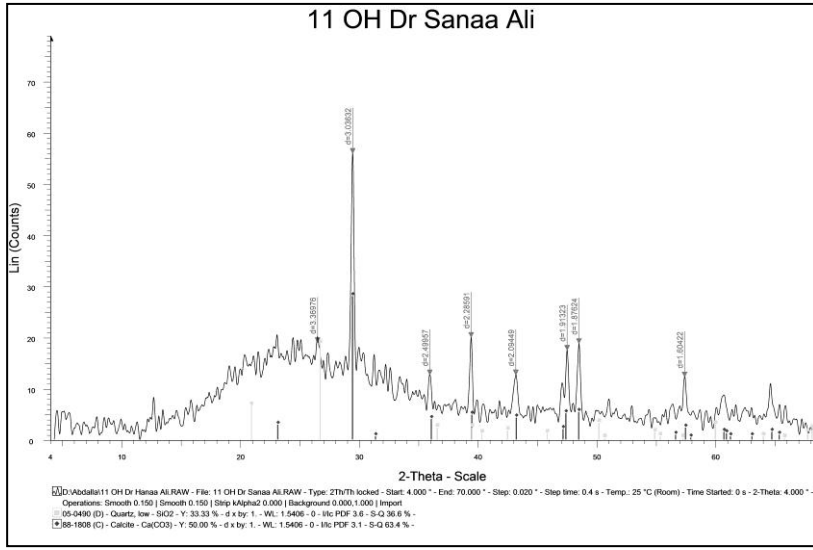
شكل (٥) يوضح التحليل بتشتيت الاشعة السينية لعينة من ارضية التحضير



صورة ( ١١ ) توضح الصابوب المعدنى والحفر على السطح وما يصاحبه من الثقوب بقوة تكبير  $\times 500$



صورة ( ١٠ ) توضح التشقق والانفصال لأرضية التصوير بقوة تكبير  $\times 1000$

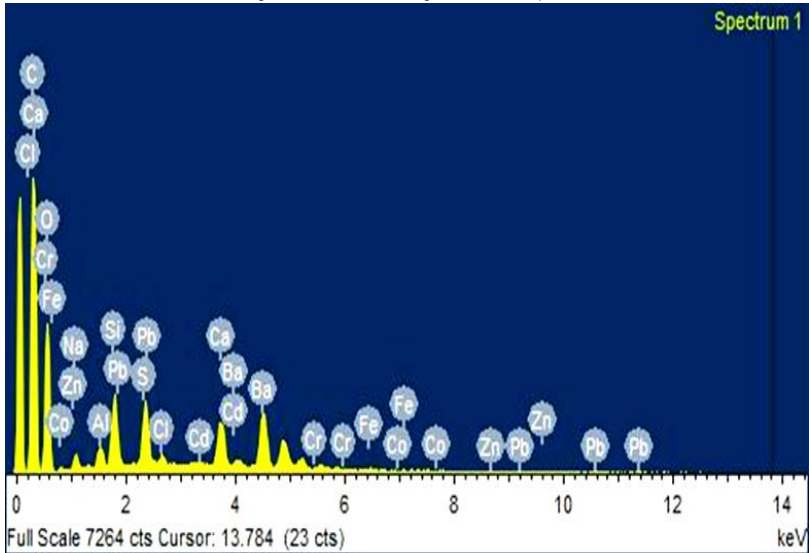


شكل ( ٦ ) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة من ارضية التصوير

تم تحليل عينة من اللون الاصفر الاوكر من غطاء الراس للقديس متى موضحة بالشكل رقم (٧) والجدول (٣) انها تتكون من الكربون بنسبة ٢٠.٥١ و الاكسجين بنسبة ٣٧.٩٥ كمركيبات أساسية والحديد بنسبة ١٤.٠٧ بنسبة متوسطة والزنك والماغنسيوم الكالسيوم و السيليكا بنسبة قليلة جدا ومادة اللون هي اكسيد الحديد وأكد التحليل بطريقة حيود الأشعة السينية للون الأصفر الاوكر كما موضح

دراسة علمية لظاهرة البثور والحفر بالأيقونات القبطية الناتجة عن تأثير الرطوبة

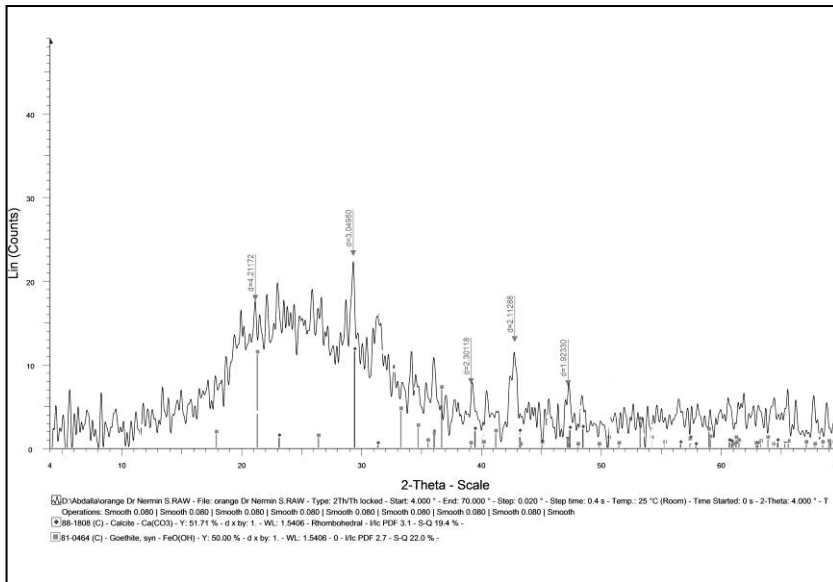
بالشكل (٨) انها من الجوسيت برقم الكارت ( ٤٦٤ - ٨١ ) تتكون من الحديد بنسبة ٣٠% والسيليكا برقم الكارت (٨٨-١٨٠,٨٨) بنسبة ٧٠%



شكل (٧) يوضح التحليل بتشتيت الاشعة السينية لعينة من اللون الاصفر الاوكر

ELEMENT	CK	O K	Na K	Al K	Si K	Cl K	S K	CaK	Fe K	Co K	Zn K	Ba L	Pb L	Cd L	TOTAL
Weight %	42.51	37.95	0.99	0.52	1.48	0.02	1.15	0.90	14.07	0.01	0.08	0.08	0.03	0.04	100

جدول (٣) يوضح قيم التحليل بتشتيت الاشعة السينية لعينة من اللون الاصفر الاوكر



شكل ( ٨ ) يوضح نمط حيود الاشعة السينية لعينة من غطاء الراس للون الاصفر الاوكر

## - التحليل بمطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR) لكلا من أرضية التصوير والوسيط اللوني والورنيش:

تم التحليل لتحديد الوسيط اللوني أرضية التصوير والورنيش والمادة اللاصقة المستخدمة بأرضية التصوير حيث يتم تحديد التركيب الكيميائي للمجموعات الفعالة للعينات التاريخية ومقارنتها مع العينات القياسية بحيث تكون ظروف التشغيل للعينات القياسية مطابقة لنفس ظروف التشغيل للعينات الاثرية مع مراعاة

Cast from solvent on BaF<sup>2</sup> Resolution = 4 cm<sup>-1</sup>  
Scans 1 20 Range = 4000-400 cm<sup>-1</sup>

ونتج عنها طيف الإمتصاص المميز لكل مركب حيث يمتص كل مركب الأشعة تحت الحمراء عند طول موجي معين وعن طريق تحديد هذا الطول الموجي وتحديد مناطق الإمتصاص يتم التعرف على المركب من خلال التعرف على المجموعات الفعالة به<sup>(٢٩)</sup>، ومقارنتها مع العينات القياسية.

وأثبت التحليل ان الوسيط اللوني هو صفار البيض ممزوج بزيت بذرة الكتان و تم التعرف على صفار البيض من وجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (٣٤٤١.٩٢ سم<sup>-١</sup>) يدل على مجموعة الهيدروكسيل (OH) وكذلك جود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (٢٩٢٢.٢٦٢ سم<sup>-١</sup>) و(٢٨٥٠.٧٢ سم<sup>-١</sup>) يدل على مجموعة الأحماض الدهنية (C-H) وكذلك جود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (١٧٣٥.٣٧ سم<sup>-١</sup>) و(١٦٧٣.٤٠ سم<sup>-١</sup>) يدل على وجود مجموعة الاسترات (C = O) وكذلك جود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (١٥٩٤.٤٩ سم<sup>-١</sup>) و(٦٧٠.٨٣ سم<sup>-١</sup>) و (٦٦١.٣٣ سم<sup>-١</sup>) يدل على مجموعة (N-H) وكذلك جود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (١٥٩٤.٤٩ سم<sup>-١</sup>) يدل على مجموعة (C-N) وكذلك جود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى عند (١٤٥٠.٠٩ سم<sup>-١</sup>) يدل على مجموعة (C-H).

29-Boon, Jaap J., et al. "Mechanical and chemical changes in Old Master paintings: dissolution, metal soap formation and remineralization processes in lead pigmented ground/intermediate paint layers of 17th century paintings." 13th Triennial Meeting of the ICOM Committee for Conservation in Rio De Janeiro Preprints (R. Vontobel ed), James & James, London, Vol. 406, p. 401. , 2002



وهذا يدل على احتمال وجود بروتين نتيجة لاستخدام صفار البيض كوسيط لوني<sup>(٣٠)</sup>(٣١).

وثبتت ايضا تواجد زيت بذرة الكتان بعد مقارنته بالعينة القياسية<sup>(٣٢)</sup> وجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (٢٨٥٠.٧٢ سم<sup>-١</sup>) يدل على مجموعة O-H stretching band ووجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (٢٨٥٠.٧٢ سم<sup>-١</sup>) يدل على مجموعة C-H stretching bands ووجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (١٧٣٥.٣٧ سم<sup>-١</sup>) يدل على مجموعة C=O stretching band ووجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (١٤٥٠.٠٩ سم<sup>-١</sup>) يدل على مجموعة C-H bending bands ووجود حزم امتصاص عند اطوال موجية في المدى (١٢٠٠ سم<sup>-١</sup>) و (١١٧٦.٧ سم<sup>-١</sup>) و (١٠١٧.٠٤ سم<sup>-١</sup>) يدل على مجموعة C-O stretching bands ووجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (٧١٢.٣١ سم<sup>-١</sup>) يدل على مجموعة C-H torsion band وبمقارنة النتائج مع العينات القياسية<sup>(٣٣)</sup> لوحظ تقارب شديد واضح مع العينة الأثرية مما يؤكد أن الوسيط اللوني هو صفار البيض ممزوج مع زيت بذرة الكتان كما موضح بالجدول (٤) و بالشكل (١٠) نستنتج

- 30-Mazzeo, R., et al. "Attenuated total reflection micro FTIR characterisation of pigment–binder interaction in reconstructed paint films." *Analytical and bioanalytical chemistry* 392.1-2 (2008): 65-76.
- 31- Ganitis, V., et al. "A post-Byzantine icon of St Nicholas painted on a leather support. Microanalysis and characterisation of technique." *Journal of Cultural Heritage* 5.4 (2004): 349-360.
- 32- Casadio, Francesca, Ivana Giangualiano, and Francesca Piqué. "Organic materials in wall paintings: the historical and analytical literature." *Studies in Conservation* 49.sup1 (2004): 63-80.
- 33 - Miliani, C., et al. "Reflection infrared spectroscopy for the non-invasive in situ study of artists' pigments." *Applied Physics A106.2* (2012): 295-307.

ان الوسيط اللوني بالايقونة خليط من صفار البيض وزيت بذرة الكتان وهذا الاسلوب كان متبع في القرن الرابع عشر والسادس عشر (٣٤)

المجموعة الوظيفية	الوسيط اللوني ( صفار البيض)	العينة القياسية
<b><u>N-H stretching band</u></b>	<u>٣٤٠٠</u>	<u>cm<sup>-1</sup> ٣٢٠٠-٣٤٠٠</u>
<b><u>C-H stretching bands</u></b>	<u>(٢٩٢٢.٢٦) (٢٨٥٠.٧٢)</u>	<u>'cm ٢٨٠٠- ٣١٠٠</u>
<b><u>C=O stretching bands</u></b>	<u>(١٧٣٥.٣٧) (١٦٧٣.٤٠)</u>	<u>'cm ١٦٠٠-١٧٥٠</u>
<b><u>C-N-H bending band</u></b>	<u>(١٥٩٤.٤٩)</u>	<u>'cm ١٥٠٠-١٥٦٥</u>
<b><u>C-H bending band</u></b>	<u>(١٤٥٠.٠٩)</u>	<u>'cm ١٣٠٠-١٤٨٠</u>
المجموعة الوظيفية	الوسيط ( زيت بذرة الكتان )	العينة القياسية
<b><u>O-H stretching band</u></b>	<u>٣٤١٤.٩٢</u>	<u>cm ٣٢٠٠-٣٦٠٠</u>
<b><u>C-H stretching bands</u></b>	<u>٢٨٥٠.٧٢</u>	<u>'cm ٢٨٠٠-٣٠٠٠</u>
<b><u>C=O stretching band</u></b>	<u>١٧٣٥.٣٧</u>	<u>cm ١٧٣٠-١٧٥٠</u>
<b><u>C-H bending bands</u></b>	<u>١٤٥٠.٠٩</u>	<u>'cm ١٣٠٠-١٤٨٠</u>
<b><u>C-O stretching bands</u></b>	<u>-١٠١٧.٠٤-١١٧٦.٧-١٢٠٠</u>	<u>cm ٩٠٠-١٣٠٠</u>
<b><u>C-H torsion band</u></b>	<u>٧١٢.٣١</u>	<u>'cm ٧٠٠-٧٥٠</u>

جدول ( ٤ ) يوح المقارنة بين المجموعة الفعالة للوسيط اللوني( زيت بذرة الكتان - صفار البيض ) للعينة الاترية والعينة القياسية

وقد استخدم الصفار مع الزيت مخلوط مع الأكاسيد اللونية في اللوحات المنفذة على الحوامل الخشبية في اواخر القرن السادس عشر (٣٥). وكذلك تم التحليل لتحديد أرضية التصوير والمادة اللصقة بالمقارنة بينهما وبين العينات القياسية من خلال المركبات الأساسية

34- Colombini, Maria Perla, and Francesca Modugno. "Organic materials in art and archaeology." Organic mass spectrometry in art and archaeology (2009): 3-36.

35 - Roy Ashok, Marika Spring, and Carol Plazzotta. "Raphael's early work in the National Gallery: paintings before Rome." National Gallery Technical Bulletin 25 (2004): 4-35

لتركيبهم<sup>(٣٦)</sup> كما بالجدول (٥) والشكل (١١) فنجد وجود حزم امتصاص عند الطول الموجي في المدى (١٣٧٨٠.٢ سم<sup>-١</sup>) للمجموعة الفعالة  $(CO_3)^2$  stretching band ووجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (٨٦٠.٥ سم<sup>-١</sup>) للمجموعة الفعالة O-C-O bending band مما يدل على وجود كربونات الكالسيوم ومعرفة المادة الاصقة لوحظ وجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (٣٤٠٠ سم<sup>-١</sup>) للمجموعة الفعالة N-H stretching band ووجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (٢٩٠.٢٣.٨٠ سم<sup>-١</sup>) للمجموعة الفعالة C-H stretching bands ووجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (١٦٣٧.٦٨ سم<sup>-١</sup>) للمجموعة الفعالة C=O stretching band ووجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (١٥٠٠.٢٥ سم<sup>-١</sup>) للمجموعة الفعالة C-N-H bending band ووجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى (١٤٥٤.١٧ سم<sup>-١</sup>) للمجموعة الفعالة C-H bending band وبناءا على ما سبق لوحظ تقارب بين نمط تحليل العينة القياسية للغراء المخلوطة بكربونات الكالسيوم وعينة الأرضية للايقونة الاثرية.

العينة القياسية	الطاشير (العينة الاثرية)	المجموعات الفعالة
<u>1490-1370 cm<sup>-1</sup></u>	<u>13780.2</u>	<u><math>(CO_3)^2</math> stretching band</u>
<u>910-850 cm<sup>-1</sup></u>	<u>860.5</u>	<u>O-C-O bending band</u>
العينة القياسية	(الغراء الحيواني) (العينة الاثرية)	المجموعات الفعالة
<u>3400-3200 cm<sup>-1</sup></u>	<u>3400 cm<sup>-1</sup></u>	<u>N-H stretching band</u>
<u>3100-2800 cm<sup>-1</sup></u>	<u>29023.80 cm<sup>-1</sup></u>	<u>C-H stretching bands</u>
<u>1660-1600 cm<sup>-1</sup></u>	<u>1637.68 cm<sup>-1</sup></u>	<u>C=O stretching band</u>
<u>1565-1500 cm<sup>-1</sup></u>	<u>1500.25</u>	<u>C-N-H bending band</u>
<u>1480-1300 cm</u>	<u>1454.17</u>	<u>C-H bending band</u>

جدول (٥) يوضح المقارنة بين المجموعة الفعالة لارضية التصوير والغراء الحيواني للعينة الاثرية والعينة القياسية

36 - Derrick, Michele R., Dusan Stulik, and James M. Landry. Infrared spectroscopy in conservation science. Getty Publications, 2000.:8-10

### تحليل الورنيش:-

بالمقارنة بالعينة القياسية وجود حزم امتصاص عند طول موجى في المدى (٣٤٠٤.٠٣ سم<sup>-1</sup>) مما يدل على المجموعة الفعالة O-H stretching band ووجود حزم امتصاص عند اطوال موجية في المدى (٢٨٥٤.٦ سم<sup>-1</sup>) - (٢٩٢٥.١٢ سم<sup>-1</sup>) مما يدل على المجموعة الفعالة C-H stretching bands ووجود حزم امتصاص عند طول موجى في المدى (١٧٣٣.٩٧ سم<sup>-1</sup>) مما يدل على المجموعة الفعالة C=O stretching band ووجود حزم امتصاص عند طول موجى في المدى (١٦٤٧.٣٣ سم<sup>-1</sup>) مما يدل على المجموعة الفعالة C-C stretching band ووجود حزم امتصاص عند الاطوال الموجية في المدى (٢٦٦٣.٥٢ سم<sup>-1</sup> و١٤٢٣.٨٣ سم<sup>-1</sup>) مما يدل على المجموعة الفعالة C-H bending bands ووجود حزم امتصاص عند الاطوال الموجية في المدى (١٢٦٣.٥٢ سم<sup>-1</sup> / ٩٠٣.٦٣ سم<sup>-1</sup>) مما يدل على المجموعة الفعالة CO stretching bands بالمقارنة بالعينة القياسية وجد تقارب بينها وبين ورنيش المصطفى كما موضح بالجدول (٦)

المجموعة الفعالة	العينة الاثرية	بالعينة القياسية لورنيش المصطفى
O-H stretching band	3404.03	<u>3600-3200 cm<sup>-1</sup></u>
C-H stretching bands	2854.61 -2925.12	<u>3100-2800 cm<sup>-1</sup></u>
C=O stretching band	1733.97	<u>1740-1640 cm<sup>-1</sup></u>
C-C stretching band	1647.33	<u>1650-1600 cm<sup>-1</sup></u>
C-H bending bands	1263.52 /1423.83	<u>1480-1300 cm<sup>-1</sup></u>
CO stretching bands	1263.52 /903.63	<u>1300-900 cm<sup>-1</sup></u>

جدول (٦) يوضح المقارنة بين المجموعة الفعالة لورنيش المصطفى للعينة الاثرية والعينة القياسية

### تحليل الالوان ب FTIR:-

تم تحديد التركيب الكيميائي للمجموعات الفعالة للالوان التاريخية ومقارنتها بالعينات القياسية وقد تم اللجوء الى التحليل بمطيافية الأشعة تحت الحمراء لعينة

اللون الاحمر التي لم يتم التعرف عليها بالتحاليل السابقة وتم التعرف عليها من خلال المقارنة بالعينة القياسية كما موضح بالشكل (١١) والجدول (٧) ووجود حزم امتصاص عند الطول الموجي في المدى (٩٢.١٤-٣٤ سم<sup>-١</sup>) المجموعة الفعالة O-H stretching band ووجود حزم امتصاص عند الاطول الموجية (٢٦.٢٦-٢٩٢٢ سم<sup>-١</sup> و ٧٢.٧٢-٢٨٥٠ سم<sup>-١</sup>) للمجموعة الفعالة C-H stretching bands وجود حزم امتصاص عند الاطول الموجية (١٦٤٠ سم<sup>-١</sup> - ١٧٤٠ سم<sup>-١</sup>) للمجموعة الفعالة 'C=O stretching bands' ووجود حزم امتصاص عند الطول الموجي في المدى ١٦٢٠ سم<sup>-١</sup> مما يدل على وجود المجموعة الفعالة C-C aromatic bands ووجود حزم امتصاص عند الطول الموجي (١٤٥٠.٠٩) للمجموعة الفعالة C-H bending bands ووجود حزم امتصاص عند طول موجي (١١٧٦.٧٠ سم<sup>-١</sup> - ١٣٠٠ سم<sup>-١</sup>) للمجموعة الفعالة C-O stretching bands وبالمقارنة لوحظ وجود تقارب بين العينة القياسية لصبغة الفوه وعينة اللون الاثرية كما موضح بالجدول (٧) مما يوضح ان الفنان استخدم لون احمر الفوه في لون البشرة .

<u>المجموعات القياسية</u>	<u>المجموعات الاثرية</u>	<u>احمر الفوه المجموعة الفعالة</u>
<u>3600-3200 cm<sup>-1</sup></u>	<u>3414.92</u>	O-H stretching band
<u>31 00-2800 cm<sup>-1</sup></u>	<u>- 2850.72 / 2922.26</u>	C-H stretching bands
<u>1 740-1 640 cm</u>	<u>1640 - 1740</u>	'''C=O stretching bands
<u>1 620-1420 cm</u>	<u>1620</u>	c-c aromatic bands
<u>1 480-1300 cm</u>	<u>- 1450.09 -</u>	C-H bending bands
<u>1300-900 cm</u>	<u>1176.70 /1300</u>	'C-O stretching bands

جدول (٧) يوضح المقارنة بين المجموعة الفعالة لاحمر الفوه للعينة الاثرية والعينة القياسية

وعند التحليل لعينة اللون الازرق المائل الى الرمادي كما بالشكل (١١) والجدول (٨) وجد حزم امتصاص عند الطول الموجي في المدى ٤٢.٧٦-١٠٧٦ سم<sup>-١</sup> مجموعات امتصاص من الهيكل الصوديائي<sup>(٣٧)</sup> ووجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى ١١٥٣ ومجموعة امتصاص السيليكا وسليكونات الألومنيوم

37- Hoch, Marion, and Athula Bandara. "Determination of the adsorption process of tributyltin (TBT) and monobutyltin (MBT) onto kaolinite surface using Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy." Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 253.1-3 (2005): 117-124

وجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى ١٠٣٠ سم<sup>-١</sup> - ٩١٣ سم<sup>-١</sup> (٣٨) لمجموعة السيليكات وجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى ٩٢٤ سم<sup>-١</sup> لمجموعة سيليكونات الالومنيوم (٣٩).

وبتحليل عينة من اللون الاصفر يمكن تحديد اللون كما بالجدول (٨) والشكل (١١) من وجود حزم امتصاص عند طول موجي في المدى ٣١١٧ سم<sup>-١</sup> (٤٠) للمجموعة الفعالة للهيدروكسيل OH stretching band المميزة للون ووجود حزم امتصاص عند الطول الموجي في المدى ١٠٣٦ سم<sup>-١</sup> للمجموعة الفعالة للكوارتز ووجود حزم امتصاص عند الطول الموجي في المدى ٩١٧ سم<sup>-١</sup> للمجموعة الفعالة لهيدروكسيد الالومنيوم ووجود حزم امتصاص عند الطول الموجي في المدى ٧٩٤ سم<sup>-١</sup> (٤١) للمجموعة الفعالة للجوسيت ووجود حزم امتصاص عند الطول الموجي في المدى ٨٠٠ سم<sup>-١</sup> للمجموعة الفعالة الكوارتز والجوسيت ومن المرجح ان اللون يتواجد معه الكوارتز لأنه من الأكاسيد الأرضية الذي تتواجد معه ووجود حزم امتصاص عند الطول الموجي في المدى ٥٠٠٩ سم<sup>-١</sup> للمجموعة الفعالة لأملاح اوكسالات الكالسيوم VS (CO) (٤٢) هو ملح الكالسيوم لحمض الأكساليك ووجود حزم امتصاص عند الطول الموجي في المدى ١٥٩٤.٤٩ سم<sup>-١</sup> يدل على وجود المجموعة الفعالة

38-Ramanaidou, E.R., Wells, M., Belton, D., Verrall, M., Ryan, C., 2008. Mineralogical and microchemical methods for the characterization of high-grade banded iron formation-derived iron ore. Soc. Econ. Geol. 15, 129–156

39-Desnica, Vladan, K. Furic, and M. Schreiner. "Multianalytical characterisation of a variety of ultramarine pigments." E-Preservation Science 1 (2004): 15-21.

40- Krehula, Stjepko, et al. "The effects of In<sup>3+</sup> doping on the properties of precipitated goethite." Journal of Alloys and Compounds 658 (2016): 41-48.

41- Ishii, M., M. Nakahira, and T. Yamanaka. "Infrared absorption spectra and cation distributions in (Mn, Fe) <sub>3</sub>O<sub>4</sub>." Solid State Communications 11.1 (1972): 209-212.

42- Van der Snickt, Geert, et al. "Material analyses of 'Christ with singing and music-making Angels', a late 15th-C panel painting attributed to Hans Memling and assistants: Part I non-invasive in situ investigations." Journal of Analytical Atomic Spectrometry 26.11 (2011): 2216-2229..

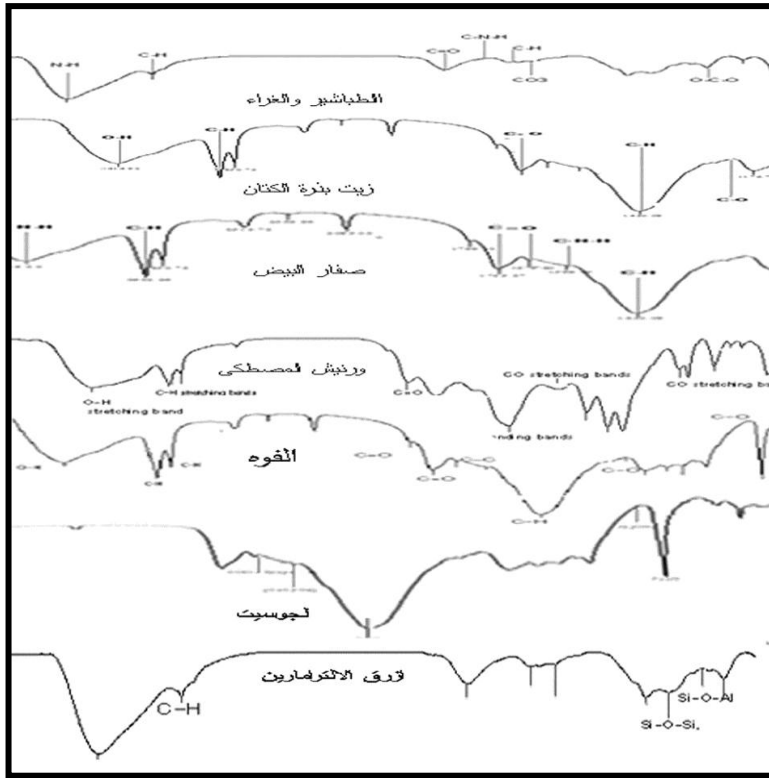
وجود الصابون المعدني واملاح الأوكسالات نتيجة الرطوبة العالية وعوامل التلف الاخرى وخاصة ان الأوكسيد الأرضية تتحلل في وجود الرطوبة وتحدث التفاعلات الكيميائية والعمليات الفيزيائية التي تؤدي الى إطلاق أيونات معدنية من الأصباغ التي تتفاعل مع الأحماض الدهنية من الوسيط الزيتي لتكوين رواسب الصابون البلورية المعدنية<sup>(٤٣)</sup> كل هذه الظواهر يكون لها تأثير مدمر ليس فقط على مظهر السطح ولكن أيضا على سلامه الهيكل البنائي للأيقونة<sup>(٤٤)</sup>

ازرق الأترامارين	المجموعة الفعالة
<u>1076.42</u>	<u>الصوديومي</u>
<u>1153</u>	<u>v(Si-O-Si e Si-O-Al)</u>
<u>913-1030</u>	<u>asymmetric Si-O-Si stretching bands</u>
<u>1013-1085</u>	<u>AL-O-Si</u>
<u>924</u>	<u>Si-O stretching bands</u>
<u>الجوسيت</u>	<u>المجموعة الفعالة</u>
<u>3300</u>	<u>medium v(OH)</u>
<u>1036, strong</u>	<u>v as (Si-O-Si)</u>
<u>917, medium</u>	<u>v (Al-O-H)</u>
<u>800, medium</u>	<u>v(Fe-O-H) goethite and &amp; (-O-Si-)</u>
<u>1594.49</u>	<u>COO- Soaps</u>
<u>1450.09</u>	<u>(CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) calcium oxalates</u>

جدول ( ٨ ) يوضح المقارنة بين المجموعة الفعالة من العينة الاثرية والعينة القياسية لكلا من أزرق الأترامارين وأصفر الجوسيت

43- Hermans, Joen J., et al. "An infrared spectroscopic study of the nature of zinc carboxylates in oil paintings." Journal of analytical atomic spectrometry 30.7 (2015): 1600-1608.

44-Zoppi, A., et al. "Metal oxalates in paints: a Raman investigation on the relative reactivities of different pigments to oxalic acid solutions." Analytical and bioanalytical chemistry 397.2 (2010): 841-849.



شكل ( ١١ ) يوضح التحليل لارضية التصوير والوسيط اللوني ( زيت بذرة الكتان - صفار البيض ) وورنيش المصطكى واحمر الفوه والجوسيت وازرق الالترامارين



### مناقشة النتائج :-

تم التوصل الى الاتى :

- ✗ تتأثر الأيقونات بالرطوبة وبخار الماء وتسبب ضعف مواد التلوين و فقدان للالتصاق بين جزيئات اللون بامتصاص الماء ويؤدي هذا إلى ظهور انتفاخ السطح والتشقق والتقشر وظهور البثور
- ✗ تسبب الرطوبة ظاهرة التفتيح للالوان بسبب تحلل الوسيط والذي ينتج عنه ضعف قوة ربط المواد العضوية الرابطة في الألوان<sup>(٤٥)</sup>
- ✗ تسبب الحرارة و الرطوبة الى تكوين هواء محبوس تحت طبقة الالوان وينمو ويزداد حجم الهواء ويؤدي الى تشكيل البثور وتعرض لضغوط داخلية تؤؤل الى التشقق.
- ✗ يؤدي التلوث السطحي تحت فيلم طبقة الالوان فيسبب حدوث الثقوب
- ✗ تتكون الكربوكسيلات المعدنية (الصابون المعدني) بشكل طبيعي عندما تتفاعل الأحماض الدهنية الحرة مع ذرات المعادن .
- ✗ تلاحظ انتشار الأتربة والأتساخات على سطح الأيقونة وبسبب العرض للأيقونة على حائط رطب تتكثف قطرات الماء على الاسطح الخلفية للأيقونة تعمل على ذوبان أى مواد عالقة على السطح الخلفى من اتساخات واملاح وهجرة هذه المواد فى صورة محاليل لداخل سطح اللوحة ثم إعادة تبلورها مرة ثانية عند الجفاف فتحدث ضغوط داخلية تؤدى الى التقشر و التشرخ والتشقق .
- ✗ اختلاف معدلات الرطوبة بين السطح الامامى والسطح الخلفى للأيقونة الملامس للحائط الرطب يؤدي الى ضعف الالياف للحامل الكتان وعدم قدرته على القيام بوظيفته كداعم بسبب اختراق الرطوبة للحامل القماش وتحلل اللاصق وتلف مكونات أرضية طبقة التصوير التى تنفصل بقوة عن الحامل القماش أو ترتفع على شكل بثور
- ✗ الاسلوب التقنى لتمبرا الجراس التى تتم بوسيط عبارة عن خليط مزدوج من البيض وزيت بذرة الكتان ادى الى مظاهر تلف مختلفة مثل ظاهرة التحلل المرتبطة بتكوين الصابون المعدني الذى يؤثر على مظهر الايقونة .

45 -Stephenson, J., The Materials and Technique of painting ,London, 1989, p.p ,185- 186

- ✗ استخدام الملونات الارضية فى التلوين مثل اصفر الجوسيت وأزرق الالترامارين و كربونات الكالسيوم فى طبقة التحضير يكونوا عرضة للتلف بشكل سريع لاحتوائهم على الطين و ينتج عنها ذرات من المعادن فى وجود الرطوبة تتفاعل مع الوسيط وتكون الصابون المعدنى وتنمو وتزداد فى الحجم وتسبب تكوين البثور هذه البثور تتحول إلى الحفر ثم التشقق
- ✗ البثور يمكن أن تكون منطقة لامتناص الرطوبة وعند الجفاف نتيجة تأثير الحرارة تؤدي إلى اجهادات تسبب تلف طبقات الايقونة .
- ✗ وأكثر منطقة تتأثر بالرطوبة فى الحامل القماش للأيقونة الأطراف مما يؤدي إلى تنعيم المعجون الغرائى عند الحواف أكبر من المناطق الأخرى أو أن قوة الانكماش على مدار محيط الايقونة تكون كبيرة ويؤدي ذلك إلى تقوس أجزاء كثيرة من الايقونة و التجعيد للنسيج .

### الاستنتاجات :-

- توصل البحث لمجموعة من النتائج علي قدر كبير من الأهمية في التعرف علي الاسلوب التكنولوجي للتعرف على المواد المستخدمة والأسلوب المتبع فى الايقونة المنفذة على الحوامل القماش ومظاهر التلف والعوامل المسببة لها حتى نتمكن تحديد اسلوب العلاج.
- توصل البحث الى أن الألوان التى تحتوى على بعض مركبات الطين وكربونات الكالسيوم والميكا والسيليكا بالأيقونة وهى ألوان تختلف فى درجة جودتها وامتصاصها لزيوت بذر الكتان (الوسيط) وصفار البيض فهناك ألوان تمتص الوسيط بدرجة كبيرة بسبب الجزيئات العالية فى المواد الرابطة وأخرى ضعيفة الامتصاص ويعتبر الجوسيت ذات امتصاص الزيت العالي وكذلك الالترامارين فانها سوف تتحلل فى وقت قصير جدا نتيجة الظروف البيئية الغير مناسبة وينتج ذرات تنتقل عبر طبقة الالوان أو إلى طبقة مجاورة فى الايقونة وفي هذه الحالة فإن الأيونات المهاجرة قادرة على تحطيم طبقات الطلاء بسبب تشكيل اصبان المعادن التى تعمل على تفكك و انقطاع السلاسل الجزيئية للزيت ومن ثم التدهور التدريجى للسطح الايقونة .

**المراجع الأجنبية**

1. Mora, Paolo, Laura Mora, and Paul Philippot. Conservation of wall paintings. Vol. 350. London: Butterworths, 1984.
2. J. Dunkerton, 'Osservazione sulla teenia della Iviadonna londinese di Giovanni Santi', in Giouanni Santi, Conuegno internazionale di studi, Urbina '99.)' cd. R. Varese, Milan 1999, pp. 57-60. Urbina '99.
3. Higgitt, Catherine, and Raymond White. "Analyses of paint media: new studies of Italian paintings of the fifteenth and sixteenth centuries." National Gallery Technical Bulletin 26 (2005): 89.
4. Daniilia, Sister, and Konstantinos S. Andrikopoulos. "Issues relating to the common origin of two Byzantine miniatures: in situ examination with Raman spectroscopy and optical microscopy." Journal of Raman Spectroscopy 38.3 (2007): 332-343.
5. - وريقة نصحي : علاج و صيانه بعض المخطوطات الورقية ، رساله ماجستير ، قسم ترميم ، كلية الأثار ، جامعه القاهرة ، ١٩٨٩
6. SKALOVA, Z. Conservation problems in Egypt: icons, preliminary classification and some case studies. In: Preprints of the IXth Triennial Conference. 1990. p. 777-782.
7. Tsoumis, George. Science and technology of wood: structure, properties, utilization. Vol. 115. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.
8. - عبد الرحمن السروجي : دراسة علاج و صيانه الأيقونات القبطية ، تطبيقا علي أيقونات من بعض المتاحف و كنائس و أديره الوجه البحري ، رساله ماجستير ، قسم ترميم ، كلية الأثار ، جامعه القاهرة ، ١٩٩٧

- 9- وديع بطرس ، دراسات مقارنة لمدارس الترميم الاجنبيه في علاج و صيانه ايقونات التميرا الموجوده في مصر تطبيقا علي النماذج المختارة للبحث ، قسم ترميم ، كلية الاثار ، جامعه القاهرة ، ٢٠١٠
- 10- علاء السيد : دراسة علمية لتقنيات الأيقونات الحبشية في مصر و طرق ترميمها و صيانتها تطبيقا علي احدي النماذج المختارة ، رساله ماجستير ، قسم الترميم ، كلية الاثار ، جامعه القاهرة ، ٢٠١١م
11. JAIC, Volume 38, Number 1, Article 6,1999,p.p. 55 to 67.
12. Mecklenburg,MarionF., &Other,. "Investigation Into the Deterioration of Paintings, and Photographs using Computerized Modeling of Stress Development." Journal of the American Institute for Conservation 33.2 (1994): 153-170.
13. Michalski, Stefan. "Paintings-their response to temperature, relative humidity, shock, and vibration." Art in transit: Studies in the transport of paintings (1991): 235-236.
14. Hearle, John WS, and William Ernest Morton. Physical properties of textile fibres. Elsevier, 2008.
15. K.adam , agenge and deterioration of proteinaceous media , studies in conservation , vol .27 no . 4 ( 1981) p.153
16. Mecklenburg, Marion F. "Determining the acceptable ranges of relative humidity and temperature in museums and galleries, part 1, structural response to relative humidity." (2007)
17. Richens ,D. T. The chemistry of aqua ions: synthesis, structure, and reactivity: a tour through the periodic table of the elements. Wiley. ISBN 0-471-97058-1,(1997).

18. Hermans, Joen J., et al. "The crystallization of metal soaps and fatty acids in oil paint model systems." *Physical Chemistry Chemical Physics* 18.16 (2016): 10896-10905.
19. Cotte, Marine, et al. "Lead soaps in paintings: Friends or foes?." *Studies in Conservation* 62.1 (2017): 2-23.
20. J. Zucker 'From the Ground Up: The Ground in 19th-Century American Pictures,' *Journal of the American Institute for Conservation*, 38, 1999, pp. 3–20.
21. William , B . M., *Portrait painter Kingston, Canada: Agnes Etherington Art Center, Queen's University, Canada , 1978,p.145.*
22. Brunt, N. A. "Blistering of paint layers as an effect of swelling by water." (1964).
23. Gettens, R. J. and E. West Fitzhung *Azurite and Blueverditer, Artists' pigments. A. Roy. New York, Oxford University Press 2 ,(1997).*
- 24.-<http://www.ppg.com/getpaint/etraining/solver>.
25. Re, Alessandro, et al. "Lapis lazuli provenance study by means of micro-PIXE." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 269.20 (2011): 2373-2377.
- 26.- Leyden, Donald E., and John B. Atwater. "Hydrolysis and condensation of alkoxysilanes investigated by internal reflection FTIR spectroscopy." *Journal of adhesion science and technology* 5.10 (1991): 815-829.

27. Bruni, S., et al. "Spectrochemical characterization by micro-FTIR spectroscopy of blue pigments in different polychrome works of art." *Vibrational Spectroscopy* 20.1 (1999): 15-25.
28. Tumosa, Charles S., and Marion F. Mecklenburg. "The influence of lead ions on the drying of oils." *Studies in Conservation* 50.sup1 (2005): 39-47.
29. Boon, Jaap J., et al. "Mechanical and chemical changes in Old Master paintings: dissolution, metal soap formation and remineralization processes in lead pigmented ground/intermediate paint layers of 17th century paintings." 13th Triennial Meeting of the ICOM Committee for Conservation in Rio De Janeiro Preprints (R. Vontobel ed), James & James, London, Vol. 406, p. 401. , 2002
30. Mazzeo, R., et al. "Attenuated total reflection micro FTIR characterisation of pigment–binder interaction in reconstructed paint films." *Analytical and bioanalytical chemistry* 392.1-2 (2008): 65-76.
31. Ganitis, V., et al. "A post-Byzantine icon of St Nicholas painted on a leather support. Microanalysis and characterisation of technique." *Journal of Cultural Heritage* 5.4 (2004): 349-360.
32. Casadio, Francesca, Ivana Gianguialano, and Francesca Piqué. "Organic materials in wall paintings: the historical and analytical literature." *Studies in Conservation* 49.sup1 (2004): 63-80.
33. Miliani, C., et al. "Reflection infrared spectroscopy for the non-invasive in situ study of artists' pigments." *Applied Physics* A106.2 (2012): 295-307.

34. Colombini, Maria Perla, and Francesca Modugno. "Organic materials in art and archaeology." *Organic mass spectrometry in art and archaeology* (2009): 3-36.
35. Roy Ashok, Marika Spring, and Carol Plazzotta. "Raphael's early work in the National Gallery: paintings before Rome." *National Gallery Technical Bulletin* 25 (2004): 4-35
36. Derrick, Michele R., Dusan Stulik, and James M. Landry. *Infrared spectroscopy in conservation science*. Getty Publications, 2000. ١٠-٨:
37. Hoch, Marion, and Athula Bandara. "Determination of the adsorption process of tributyltin (TBT) and monobutyltin (MBT) onto kaolinite surface using Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy." *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 253.1-3 (2005): 117-124
38. Ramanaidou, E.R., Wells, M., Belton, D., Verrall, M., Ryan, C., 2008. Mineralogical and microchemical methods for the characterization of high-grade banded iron formation-derived iron ore. *Soc. Econ. Geol.* 15, 129–156
39. Desnica, Vladan, K. Furic, and M. Schreiner. "Multianalytical characterisation of a variety of ultramarine pigments." *E-Preservation Science* 1 (2004): 15-21.
40. Krehula, Stjepko, et al. "The effects of In<sup>3+</sup> doping on the properties of precipitated goethite." *Journal of Alloys and Compounds* 658 (2016): 41-48.
41. Ishii, M., M. Nakahira, and T. Yamanaka. "Infrared absorption spectra and cation distributions in (Mn,

- Fe) 304." *Solid State Communications* 11.1 (1972): 209-212.
42. Van der Snickt, Geert, et al. "Material analyses of 'Christ with singing and music-making Angels', a late 15th-C panel painting attributed to Hans Memling and assistants: Part I. non-invasive in situ investigations." *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 26.11 (2011): 2216-2229..
43. Hermans, Joen J., et al. "An infrared spectroscopic study of the nature of zinc carboxylates in oil paintings." *Journal of analytical atomic spectrometry* 30.7 (2015): 1600-1608.
44. Zoppi, A., et al. "Metal oxalates in paints: a Raman investigation on the relative reactivities of different pigments to oxalic acid solutions." *Analytical and bioanalytical chemistry* 397.2 (2010): 841-849.
45. Stephenson, J., *The Materials and Technique of painting*, London, 1989, p.p ,185- 186 .