دراسة تحليلية لمواد البناء فى مجموعة السلطان قلاوون وتفسير ما أصابها من تلف

Analytical Study of Building Materials in the Sultan Qalawun Group and the Explanation of their Damage.

منى محمود السيد خليل [1*]، راندة شنودة ميخائيل[2]
[1*]مدرس، قسم ترميم، كلية الآثار، جامعة أسوان
[2] أخصائي شئون تعليم (مدرس مادة)، كلية الآثار، جامعة القاهرة
khalilmona74@yahoo.com

الملخص

الحفاظ والترميم للتراث المعماري والمباني الآثرية بواجهتها المعمارية المميزة وعناصرها الزخرفية المتعددة هو السبيل الوحيد للحفاظ علي تراثنا الانساني والحضاري حتى يصل إلى الاجيال القادمة، ويعتبر السلطان الملك المنصور سيف الدين قلاوون من أعظم شخصيات سلاطين عصر المماليك وكان السلطان قلاوون مغرماً بالإنشاء وتعد مجموعته المعمارية بشارع المعز لدين الله بالقاهرة درة منشأته جميعها، وتنفرد بتنوع في وحداتها المعمارية الثلاثة الرئيسية (البيمارستان والقبة والمدرسة). قد تعرضت هذه المجموعة إلى المياه الأرضية والعديد من عوامل التلف سواء كانت عوامل فيزيوكيميائية وتشمل الرطوبة وتأثير الاملاح وتأثير الرياح وتأثير التلوث الجوي، وكذلك عوامل التلف البشرية. ومجموعة قلاوون قد تم ترميمها إلا أنها لا تزال تحتاج إلى الصيانة والمتابعة المستمرة ووضع خطة العلاج والترميم والصيانة.

البحث دراسة لمواد بناء مجموعة السلطان قلاوون وتفسير ما أصابها من تلف حتى نتمكن من وضع خطة علاج وحفظ علي اسس علمية سليمة، واستخدمت العديد من الفحوص والتحاليل لدراسة تلك العينات من الاحجار المأخوذة من اماكن مختلفة من مجموعة قلاوون، وذلك من خلال الفحوص بالميكرسكوب المستقطب (PM والميكرسكوب الالكترونى الماسح المزود بوحدة SEM- EDX) وحيود الأشعة السينية (XRDوالتحليل بأستخدام Atomic absorption. اما عن تحليل المياة الارضية يتضح من خلال نتيجة التحليل ارتفاع نسبة أيون الكالسيوم Ca+2 فى عينة المياه الأرضية من جامع قلاوون مع وجود نسبة من ايون البيكروبات HCO3-وهذا يدل على مدى التأثير المتلف للرطوبة على مادة البناء، والمتمثلة فى الحجر الجيرى والاعمدة الرخامية، والذى يتكون بصفة أساسية من معدن الكالسيت (كربونات الكالسيوم) حيث تتحول الى بيكربونات الكالسيوم باتحادها بالماء وهى قابله للذوبان مما يؤدى لنسبة عاليه من أيونات الكالسيوم Ca+2والبيكروبنات HCO3 مكونة بيكربونات الكالسيوم Ca (HCO3) 2 كما يشير تواجد ايونات الماغنسيوم Mg+2 على وجود معدن الدولوميت.

الكلمات الدالة:مجموعة قلاوون،عوامل التلف، الفحوص،التحاليل،الميكرسكوبات،الأمتصاص الذري،المياه الارضية.

Abstract

The preservation and restoration of the architectural heritage and archaeological buildings with their distinctive architectural façade and multiple decorative elements is the only way to preserve our human and civilizational heritage until it reaches the coming generations, and the Sultan al-Mansur al-Mansur Seif al-Din Qalawun is considered one of the greatest figures of the sultans of the Mamluk era. Sultan Qalawun was fond of construction. His architectural group on al-Muizz Street in Cairo is considered the jewel of his entire facility, and is unique in its diversity in its three main architectural units (the bimaristan, the dome and the school).

This group has been exposed to ground water and many damage factors, whether physicochemical factors, including moisture, the effect of salt, the effect of wind, the effect of air pollution, as well as human damage factors. The Qalawun group has been restored, but it still needs maintenance and continuous follow-up. Develop a plan for treatment and restoration.

Research is a study of the building materials of the Sultan Qalawun Group and the explanation of the damage suffered so that we can develop a treatment plan and preserve on sound scientific foundations, and used Several tests and analyzes were used to study those samples of stones taken from different places in the Qalawun group, through tests using polarized microscope (PM), scanning electron microscope equipped with (SEM-EDX) and X-ray diffraction (XRD), and analysis using Atomic absorption. As for the analysis of ground water, it is clear from the results of the analysis that the percentage of calcium ion Ca+ 2 is high in the ground water sample from the Qalawun collector, with the presence of a percentage of the HCO-3 bacterium ion - and this indicates the extent of the destructive effect of moisture on the building material, which is represented in limestone and marble columns, Which consists mainly of the mineral calcite (calcium carbonate), where it turns into calcium bicarbonate by combining with water and it is soluble, which leads to a high percentage of calcium ions Ca+ 2 and bicarbonate HCO3 forming calcium bicarbonate Ca (HCO3) 2 as indicated by the presence of magnesium ions Mg+ 2 on the presence of dolomite.

keywords: Qalawun group, damage factors, microscopic examination, Atomic absorption, ground water.

مقدمـة:

موضوع البحث دراسة التلف بمجموعة السلطان قلاوون بشارع المعز لدين الله، وتتكون هذه المجموعة من بيمارستان وقبة ومدرسة. النص التأسيسي المنقوش علي عتب المدخل الرئيسي، والذي يتضمن تاريخ البدء والانتهاء، وذلك علي النحو التالي (أمر بأنشاء هذه القبة الشريفة المعظمة والمدرسة المباركة والبيمارستان المبارك مولانا السلطان الاعظم الملك المنصور سيف الدنيا والدين قلاوون الصالحي وكان ابتداء عمارة ذلك في ربيع الاخر سنة ثلاث وثمانين وستمائة والفراغ منه في جمادي الاولى سنة اربع وثمانين وستمائة) إن عملية البناء اسغرقت اربعة عشر شهرا وهذا يعني أن بناء هذه المجموعة الضخمة تم في مدة يسيرة.[1] صور (1) ،(2)،(3).

وقد كان هناك رغبة في سرعة انجاز البناء حتي أنه تم الحرص على أن يكون موضع إعداد الزخارف الجصية لهذه المجموعة قريبا منهم وإختير لذلك قطعة ارض خراب بجوار حمام الساباط لتكون موضع الجباسات للعمائر السلطانية.[2] يقع المدخل العام للمجموعة كلها في الواجهة الجنوبية الشرقية وهي الواجهة الرئيسية للمجموعة كلها والمطلة علي شارع المعز لدين الله الفاطمي. صور(4)،(5)،(6) وتتكون كتلة المدخل من كتفين بارزين، أسفل كل كتف منهما عمود رخامي ذو تاج كورنثي. ويحصر هذان الكتفان بينهما عقدين احداهما علوي والأخر سفلي، والعقد العلوي أكثر اتساعا من السفلي، ويعلو باب الدخول عتب رخامي يحوي النص التأسيسي للمجموعة. وبصدر

(1) الحداد (محمد) ، *السلطان المنصور قلاوون ، تاريخ: احوال مصر في عهده :منشأته المعمارية* ، صفحات من تاريخ مصر، القاهرة ، 1993 ، ص 113.

(2) امين (محمد) ، *وثائق وقف السلطان قلاوون علي البيمارستان المنصوري*: ملاحق تذكرة النبيه لابن حبيب، ج1، 1976، ص357.

المدخل قنديلية بسيطة عبارة عن قمريتين مطولتين يعلوهما قمرية مستديرة. صور(7) ،(8) ،(9)،(10).[3] هذا ويتوج واجهة هذه المجموعة صف من الشرافات المسننة. وتعتبر الشرافات المسننة بواجهة مجموعة قلاوون هي أقدم مثال بق حتى اليوم استخدم في زخرفة وجهها الخارجي الزخارف النباتية المتقنة التنفيذ.

أما عن مئذنة قلاوون تمثل القاعدة بدن مربع، صور(11)،(12)،(13) ووتتجلى التأثيرات الاندلسية في أعلى البدن المربع الاول كذلك في البدن المربع الثاني حيث تظهر التاثيرات جليةُ في إفريز العقود الثلاثية الفصوص الذي يعلو البدن كذلك فأن زخارف البدن الثالث المستدير تمثل شبكة واضحة من المعينات.[4]

البيمارستان المنصوري لهذه المجموعة يعد علامة حضارية مميزة لعصر سلاطين المماليك إلا أنه لسوء الحظ لم يتبق من هذا البيمارستان سوي القليل من عناصره فلم يتبقى إلا ثلاث ايوانات وبحالة سيئة للغاية. صور (14)،(15)،(16). فالإيوان الجنوبي الشرقي لم يتبق من زخارفة الجصية إلا النافذة بأعلي الضلع الشمالي الشرقي وقوام زخرفتها عقد مدبب يحوي بداخله قمريتين مطولتين يحصران بينهما قمرية مستديرة وتعلوهما قمريه واسفلها قمريتين مستديرتين وشغلت أطارات هذه القمريات بزخارف جصية رائعة قوامها الزخارف الكتابية والنباتية. والإيوان الشمالي الغربي أزيل معظمه أما الايوان الشمالي الشرقي فالواقع أن حالته سيئة على الرغم من عمليات الترميم التي أجريت واستمرت لفتره طويلة.

مجموعة قلاوون تعرضت لإجراء مشروع ترميم كامل سابق إلا إن حالتها ووضعها الراهن نجد به العديد من مظاهر التلف والتدهور والتي تحتاج إلي دراسة وتقييم من أجل وضع الخطة المناسبة والمقترحات الملائمة للعلاج والصيانة. إن هذه المجموعة تتأثر بالعديد من عوامل التلف صور (17: 24) وتشمل هذه العوامل الرطوبة Moisture، المياه الأرضية Ground water، التغيرات فى درجات الحرارة، تأثير الأملاح[5]، والرياح إلى جانب التلوث الجوى[6] Air pollution.علاوة على التعامل السيء من المواطنين سكان المنطقة والزائرين.

ويهدف البحث إلى دراسة لمواد بناء مجموعة السلطان قلاوون وتفسير ما أصابها من تلف، وايضاً تحليل المياة الارضية التي تمثل خطراً علي المبنى. ودراسة التغييرات التى يمكن أن تكون قد طرأت على مواد البناء باستخدام طرق غير متلفة [7] والإستعانة بالاجهزة العلمية، وذلك لتكوين رأى علمي مبدئي وذلك تمهيداً لوضع برنامج الترميم المناسب والملائم لضمان سلامة التطبيق والعلاج وفقاً لنتائج التحاليل والفحوص.

عوامل ومظاهر التلف التي تتعرض لها مجموعة قلاوون:

الرطوبة :Moisture

مصطلح Moisture يطلق على جميع مصادر الرطوبة جوية كانت أو مصادر ارضية، والرطوبة الشاملة بمصادرها المختلفة تعتبر فى حد ذاتها قوة متلفة، كما إنها فى نفس الوقت تعتبر القوى المحركة التى تحرك ميكانيكية التلف للعوامل الاخرى كالحرارة والتلوث الجوى والكائنات الحية الدقيقة. وتعد الرطوبة واحدة من المشاكل الرئيسية التي تعاني منها المباني الآثرية وتؤدي إلى تدهور المبنى سواء هيكليا أو جماليا.[8] وهناك كثير من الدراسات أكدت على إن انتشار الرطوبة داخل مكونات البناء تحكمه العديد من العوامل:

قوة الانتشار The Diffusion Force وخاصة فى مواد البناء غير متجانسة التركيب، فنجد أن المياه تتسرب من الكتل العالية المسامية إلى الاخرى اقل مسامية ، مثال ذلك إن كانت مواد البناء طوب لبن.

(3) أبوالفتوح (محمد) ، *مداخل العمائر المملوكية بالقاهرة ،الدينية والمدنية* ، ماجستير، جامعة القاهرة، 1975، ص177.

(4) سالم (السيد)، *المأذن المصرية* ، *نظرة عامة عن اصلها وتطورها منذ الفتح العربي حتى الفتح العثماني* ، الاسكندرية، الطبعة الثانية، ب.ت، ص30.

(5) Espinosa Marzal, R. M., and G. W. Scherer., Crystallization of Sodium Sulfate Salts in limestone. Environmental Geology,2008, 56 (3–4): 605–21.

(6) Brimblecombe P., and C. M. Grossi., Damage to Buildings from Future Climate and Pollution. APT Bulletin,2007, 38 (2–3): 13–18

(7) Anna B., Daniela P., Building Archaeology: A Non-Destructive Archaeology. D.S. A., Department of Sciences for Architecture, University of Genova, Italy,2000, p.2.

(8) Franco Sandrolini, "An Operative Protocol For Reliable Measurements Of Moisture In Porous Materials Of Ancient Buildings", Buildings and Environment 41, 2006 , p. 173.

الخاصية الاسموزية Osmosis Force وهذه الخاصية تشير لدور بعض انواع الاملاح فى انتقال الماء من مكان غلى مكان، وتسمى هذه الأملاح بالأملاح الهيجروسكوبية Hygroscopic ومنها ملح كلوريد الصوديوم كبريتات الكالسيوم، حيث تقوم هذه الاملاح بتوصيل المياه من المناطق الاكثر تشبعا إلى المناطق الأقل تشبعاً، فتتحول مكونات البناء سواء من الحجر أو طوب الى حالة من الانفعالات الداخلية التى نشأ عنها العديد من الإنفعالات الداخلية وما يصحبها من تشقق وشروخ مختلفة.

المياه الأرضية: ground water

تعد من اهم عوامل التلف التى تعانى منها المبانى الآثرية بشكل عام وجامع قلاوون بشارع المعز بشكل خاص، من الحقائق الثابتة والراسخة لدى علماء ترميم الآثار أن العامل الرئيسى وراء تلف وتدهور المنشات الاثرية هو إرتفاع نسبة الرطوبة داخل هذه المبانى. (9)

لقد لوحظ أن مستوى المياه الارضية فى مدنية القاهرة و يتراوح ما بين 1م اسفل سطح الارض فى بعض المناطق فى حين يغمر الاساسات فى مناطق أخرى، وقد يرتفع الى حوالى 5 م فأكثر فى بعض المناطق الاخرى(10). وعادة ما يكون أقصى إرتفاع للمياه داخل المبانى الاثرية محددا بخط أو دائرة تزهر ذات لون ابيض او خط ذو لون بنى أو داكن ولقد شيدت المبانى الاثرية بمدينة القاهرة على تربة ثابتة فى ظروف بيئية مناسبة لفترة طويلة من الزمن، حيث ادت الظروف الطبيعية الغير مواتيه إلى تعرض هذه المبانى إلى التلف الواضح، وتعتبر المياه الأرضية المشبعة بالاملاح واحدةُ من أهم عوامل التلف الفيزيوكيميائى والتى تسبب مظاهر تلف خطيرة حيث إنها تعمل على التلف والتدمير. ويساعد على امتصاص المياة الارضية بشراهة مسامية الآحجار الجيرية العالية (11) وهي الاحجار المستخدمة في بناء الاثار الاسلامية.

الهبوط: Settlement

كلما تعرضت التربة لتذبذب مستوى المياه الارضية أسفل أساسات جامع قلاوون تحدث بها العديد من الحركات الانشائية Structural movement حيث أن أساسات جامع قلاوون المشيدة على تربة ناعمة Clay Silt Soil فالتربة تتكون من الحبيبات الناعمة والماء وهواء الفراغات داخلها مما يجعلها(12) دائما تتعرض للحركات السفلية فى الاتجاهات المختلفة ففى مثل هذه الحالات يحدث انتفاش للتربة الطينية الانتفاشية ويكبر حجمها وعند تبخر هذه المياه بسبب الارتفاع فى الحرارة يحدث انكماش لتلك الطفلة الامر الذى يترتب علية تعرض الجدران للهبوط وظهور الشروخ.

تدهور الاساسات:

تنشأ شروخ وتصدعات فى أجزاء مختلفة من أساسات الجامع، وذلك نتيجة للتغير فى الظروف الهيدروليكية وهى إرتفاع منسوب المياه الارضية وانخفاضها والتغيرات الموسمى للمياه واختفاء المياه وما يصحب ذلك جفاف. وتحتوى المياه الأرضية على أملاح مختلفة منها أملاح الكلوريدات والكبريتات والنترات والتى تؤدى إلى أحداث التلف فى احجار المنشات الاثرية حيث تنتقل هذه المياة محملة بالاملاح إلى داخل مسام الحجر.(13)

حيث تعمل الرطوبة على إنتقال المحاليل الملحية خلال مسام وشقوق الاحجار، وبإرتفاع درجات الحرارة يتبخر الماء ويتبلور داخل مسامها ويحدث ما يسمى بتزهر الأملاح عند حدوث التبلور بداخل المسام وتسمى هذه

---

(9) حجاب (أيمن) ، *" تأثيرالرطوبة على المباني الأثرية الإسلامية بمدينة القاهرة وطرق الصيانة المقترحة"*، مجلة الاتحاد العام للآثاريين العرب، المقالة 4، المجلد 16، العدد 16، فبراير 2015، ص:62.

(10) عبدالمجيد (محمد) ، *"دراسة لاسباب تصدع وانهيارات المباني الاثرية الاسلامية والحلول المقترحة للاثار المختارة*، رسالة ماجستير،كلية الاثار، جامعة القاهرة،2009،ص153.

(11) Bernard Fitzner, "Limestone Weathering of Historical Monuments in Cairo, Egypt "Natural Stone, Weathering Phenomena, Conservation Strategies and Case Studies, The Geological Society,London,2002 , p. 233.

(12) Al-Agha A.S., "Solved Problems in Soil Mechanics Prepared", Soil Mechanics, Based on Principles of Geotechnical Engineering, 8th Edition,2016. p.3-4.

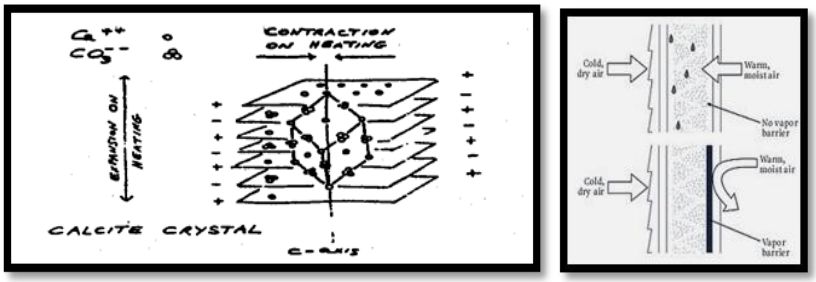
(13) Bernard M. Feilden, "Climetic Causes of Decay", Conservation of Historic Buildings, Third Edition,2003,p101.

العملية بالتزهر الخفي تسبب اجهادات على مسام طبقات الاحجار. وتتمثل أشكال تلف الاحجار فى التفتيت السطحي وفقد التماسك على طول حواف الحبيبات نتيجة للتمدد الحرارى والتأثير الكيميائى ويظهر الكالسيت وهو المكون الرئيسى للاحجار الجيرية المشيد منها جامع قلاوون وقدرتها الكبيرة للاتحاد مع ثانى أكسيد الكبريت الذى يتحول لقشور من نتيجة لتأثير المياه وينتج عنه انفصال فى صورة طبقات رقيقة مطحونة كالبودرة.[14]

التفاوت فى درجات الحرارة وتأثيرها على المبانى الأثرية:

تعتبر الحرارة من العوامل ذات التاثير المباشر على الجامع الاثرى وما تتضمنه من مواد، فالحرارة تتسبب فى حدوث الكثير من مظاهر التلف فى الابنية الآثرية كما أنها تعد عاملاً مساعداً ومنشطاً للعديد من العوامل ومسببات التلف الاخرى. ونلاحظ أن الأحجار الآثرية تتعرض لتغيرات دورية يومية وموسمية فى درجات حرارة الجو المحيط بها وتعتبر مصدراً هاماً للضغوط التى تتعرض لها مواد البناء.

تختلف المواد ومنها الصخور والأحجار فى درجة التأثر بالحرارة ويزداد هذا التأثر عند التذبذب بين الانخفاض والارتفاع ليلاً ونهاراً وصيفاً وشتاءً حيث يؤدى تكرار دوراته إلى تلف للأحجار والصخور باختلاف أنواعها إلي التمدد الحرارى Thermal expansion لمواد البناء مما يسبب حدوث ضغوط ينتج عنها تغير فى الأبعاد أو تشوه شكلى أو ربما حدوث الشروخ. شكل رقم (1)



شكل رقم (1) أ، ب يوضح الاتجاهات التى تتمدد فيها بلورات الكالسيت عند تعرضها للحرارة. نقلاً عن [15] Torraca, G.,:

الأملاح: Salts

تعتبر الأملاح من أهم العقبات التى كثيراً ما تكون حائلاً أمام ثبات واستقرار المبني الآثرى أو حتى محاولة ترميمه، لذلك لأن المصادر الأساسية للأملاح والأسباب التى تؤدى لتكوينها وسرعة نمو بلوراتها تتوافر فى البيئة المصرية، وينتج عنه انفصال فى صورة طبقات رقيقة مطحونة كالبودرة. [16]وذلك نظراً للتركيب المسامى لمعظم الأحجار المستخدمة فى البناء للمبانى الآثرية.[17]

الأمطار الحمضية:

حيث تتسبب في التجوية الفيزيوكيميائية Physiochemical Weathering عن طريق غسل وإزاحة مكونات مواد البناء مما ينتج عنها تفكك أو تشرخ أو تلف بالقشرة السطحية وبالتالي يكون من السهل تساقطها أو انهيارها، هذا بالإضافة إلى عمليات تشرب الأسطح وتشبعها بالماء مما ينتج عنه تزهر الأملاح عند الجفاف مشوهه للأسطح.

التلف بالملوثات الجوية:

(14) Abd El – Hady , M.,"Ground Water and Deterioration of Islamic Building in Egypt" , Cairo , 1995 .

(15) Torraca, G.,: Porous Building Materials ,Materials Science for Architecture Conservation, ICCROM,1982,pp27-28.

(16) Abd El – Hady , M., "Ground Water and Deterioration of Islamic Building in Egypt" , Cairo , 1995.

(17) عبد الهادى (محمد) ، *تلف المبانى الأثرية بالقاهرة وطرق صيانتها وتأهلها المؤتمر العربى لترميم وإعادة تأهيل المنشآت*، المجلد الثانى، 1998.

أكاسيد الكربون تتواجد كمقومات طبيعية في الغلاف الجوي، عند تعرض الأحجار الجيرية للتلوث الجوى بغاز SO_2 تحدث عملية الكبرية Sulphation حيث تتكون على أسطح الأحجار طبقات من معدن الجبس $CaSO_4 2H_2O$ والناتج عن احتراق الوقود البترولى الثقيل Heavy Fuel Oil Combustion وهذه الحبيبات ذات نشاط فيزيوكيميائى وتستطيع تكوين جزيئات كيميائية كبريتية خاصة الكبريتات حيث تمتص هذه الحبيبات Adsorb ثانى اكسيد اكبريت SO_2 من الجو وتؤكسده الى SO_2 وهذا التفاعل يصبح اكثر تركيزاً وشدة فى وجود ثانى اكسيد النيتروجين NO_2 وغاز الاوزون O_2 وكذلك فى حالة وجود رطوبة[18] نسبة عالية.

وفى حالة وجود غاز SO_2 بمفرده كملوث فى الهواء الجوى فإن أملاح الجبس تتكون من خلال مرحلتين هما:

المرحلة الأولى: تتكون كبريتات الكالسيوم نصف المائية $CaSO_4 ½ H_2O$ وذلك باتحاد الكالسيت المكون الرئيسى للأحجار الجيرية $CaCO_3$ مع ثانى اكسيد الكبريت SO_2 فى وجود الرطوبة الجوية، وذلك طبقاً للمعادلة الآتية:

$$CaCO_3 + SO_2 + ½ H_2O \longrightarrow CaSO_4 ½ H_2O + CO_2$$

كبريتات الكالسيوم نصف المائية Calcium Sulphate Hemihydrate و ذلك كمركب وسطى Internediate product .

نجد إن وسائل النقل والتكدس السكاني وما تسببه من ملوثات غازية وغازات ناتجة من إحتراق الوقود تعتبر من الأسباب الرئيسية التى تؤدي إلى تلوث الهواء في إقليم القاهرة الكبري الذى تقع به مجموعة قلاوون حيث إن نسبة التلوث فى الهواء بالقاهرة قد تجاوزت الحد المسموح فى القانون[19] لتتخطى81% .

المرحلة الثانية : فى وجود الاكسجين و الرطوبة تتكون أملاح الجبس طبقاً للمعادلة التالية:

$$CaSO_4 + ½ H_2O + ½ O_2 + {}^3/_2 H_2O \longrightarrow CaSO_4 .2 H_2O$$

كما تعتبر غازات الكبريت من أخطر الملوثات الغازية تأثيراً علي المواد الجيرية (احجار جيرية ومونات).[20]

الزلازل Earthquakes

الزلازل ظاهرة طبيعية، عبارة عن موجات هزات سريعة، ومتلاحقة وقصيرة المدى تتعرض لها قشرة الأرض خلال فترات متقطعة نتيجة للإضطرابات الباطنية.

وقد تسبب هذه الاضطرابات فى أن تتجعد طبقات الصخور داخل القشرة الأرضية أو أن يحدث بها تصدعات وكسور أو فوالق وما قد يصاحبها من ارتفاع كتلة صخرية فى اتجاه سطح الأرض أو انخفاض كتل أخرى.

التاثير الهدمى للزلازل على جامع قلاوون:

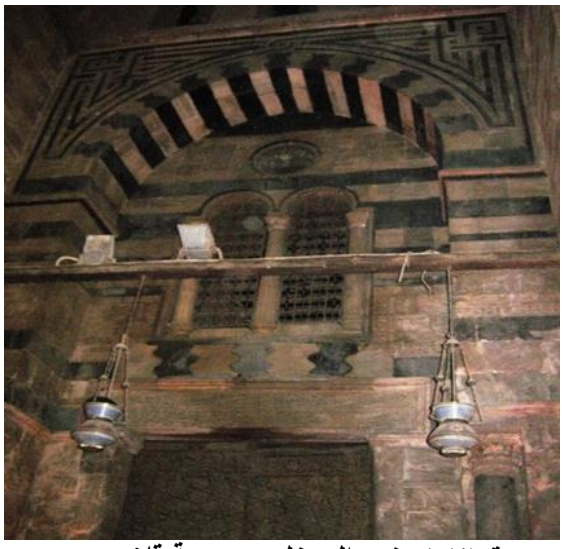
تعتبر الزلازل من عوامل وقوى التلف الخطير والتى تدمر وتقتل الناس بدون أى إنذار مسبق كما ذكر محمد عبد الهادى أننا دائماً بين زلزالين زلزال مضى وزلزال أتً لذلك يجب أن نبذل قصار جهدنا لحماية تراثنا القومى من تاثير الزلزال القادم. كما يعتبر البعض الزلازل من أخطر عوامل التلف الميكانيكى التى لا يمكن السيطرة عليها بالنسبة للمبانى بصفة عامة وبالنسبة للمبانى الاثرية بصفة خاصة. ولقد لوحظ أن البعض من المبانى الآثرية فى مدينة القاهرة التاريخية قد عانت الكثير من مظاهر التلف من تاثير زلزال اكتوبر 1992والذى لعب دور كبيراً فى تدمير الكثر من العناصر المعمارية للمبانى الآثرية وتعرض البعض منها للإنهيار كما أن التكوين المعمارى لهذه المبانى قد تأثر وضعف من جراء تاثير الزلازل السابقة مما يعرض هذه المبانى للانهيار الكلى. بالإضافة إلى تعرض بعض الاعمدة للكسر مما جعل المبنى معرض للإنهيار فى حالة الحركة التى تتعرض لها الأرض من تأثير الزلازل والتى تتحرك فيما يعرف بالحركة العشوائية وبالتالى تعرض المبانى فوق سطح الأرض لحركة تعمل على تعرض هذه المبانى لعمليات هز ورد تختلف شدتها.

---

(18) Khallaf, M. K., "Effect of Air Pollution on Archaeological Building In Cairo", Monitoring Control and Effects of Air Pollution,InTehc,2011, p.181.

(19) سلامة (محمد)، *" دور النقل الحضرى المستدام فى حل مشكلة تلوث الهواء فى القاهرة الكبرى"*، مجلة كلية الهندسة ، جامعة الفيوم ، الفيوم، المجلد 4، العدد 1، يناير،2021،ص 83.

(20) Giorgio, T., "Deterioration of Porous Building Materials ", Lectures on Material Science Conservation, OPT, p.88.

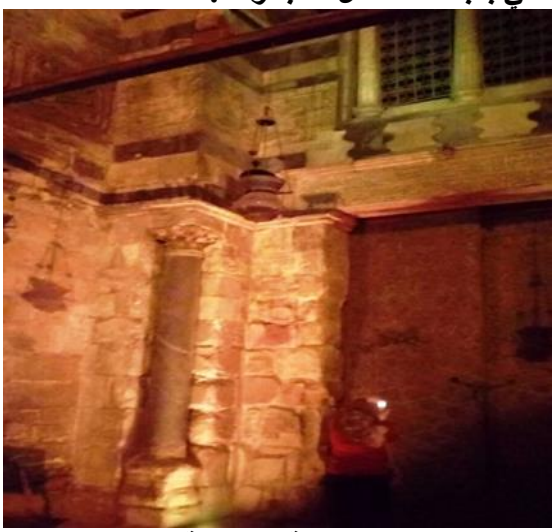


صورة (1) توضح المدخل مجموعة قلاوون ونلاحظ قمريتين مطولتين يعلوهما قمرية مستديرة. وتتضح القنديلية البسيطة أعلى الباب.

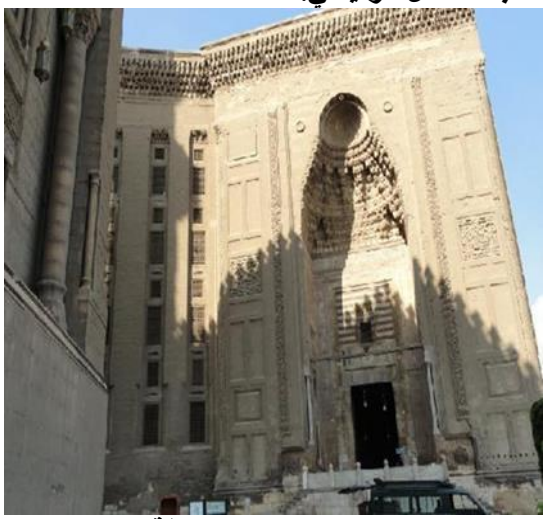
صورة (2) توضح تفاصيل لزخارف الحشوات من باب مدخل مجموعة قلاوون ودقة الزخارف.

صورة(3) توضح رسم تخطيطي للمجموعة وهي علي باب عند مدخل المجموعة.

صورة (4) توضح النص التأسيسي المنقوش علي عتب المدخل الرئيسي.

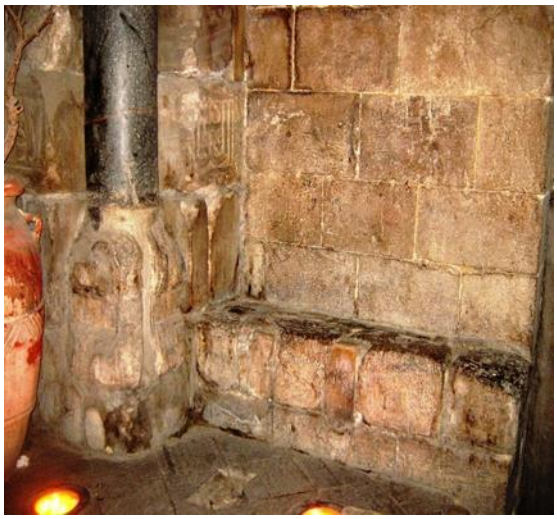


صورة (5) توضح بوابة مجموعة قلاوون .

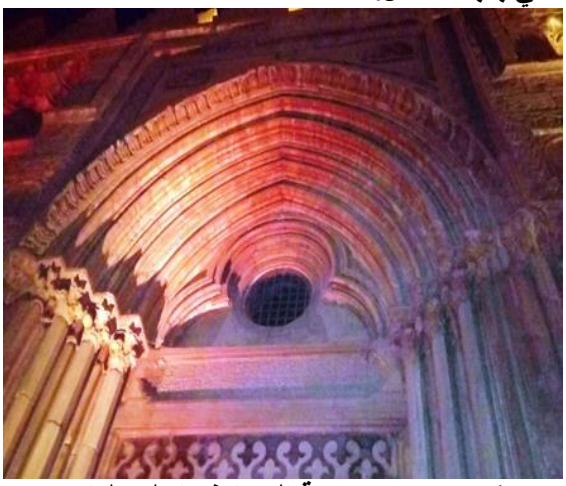


صورة(6) توضح اعلي الجدار ودقة الزخارف.

صورة(7) توضح عمود رخامي ذو تاج كورنثي علي باب المدخل.



صورة(8) توضح اسفل العمود علي مدخل مجموعة قلاوون.



صورة(9) توضح روعة الزخارف اعلي الباب الملاصق للمجموعة والخاص بمسجد محمد بن قلاوون.

صورة(10) توضح قنديلية بسيطة والزخارف ودقة الهندسية.

صورة (11) توضح المئذنة المربعة البدن . والشبابيك الجصية. تصوير الباحثة.

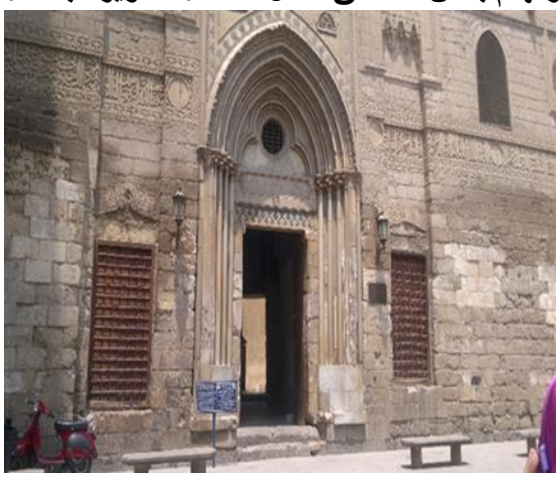
صورة(12) توضح الشرافات المسننة أعلي السور.

صورة(13) توضح الشبابيك الجصية واطارات هذه القمريات زخارف جصية والشريط الكتابي اسفلهما والتلف الواضح علي الرغم من ترميم هذه الاماكن.

صورة(14) توضح التلف والاهمال والتدهور علي الباب الجانبي عند مدخل البيمارستان.تصوير الباحثة.

صورة (15) توضح التلف والاتساخات الواضحة وتهدم بعض المناطق اسفل النافذة. تصوير الباحثة.

صورة(16) توضح مدخل المستشفي حاليا وهو مكان البيمارستان بجموعة قلاوون.



صورة(17) توضح تلف الجداران علي جانبي المدخل لجامع محمد بن قلاوون.

صورة(18) توضح مدى حالة تلف وتراكم الاملاح علي السطح.

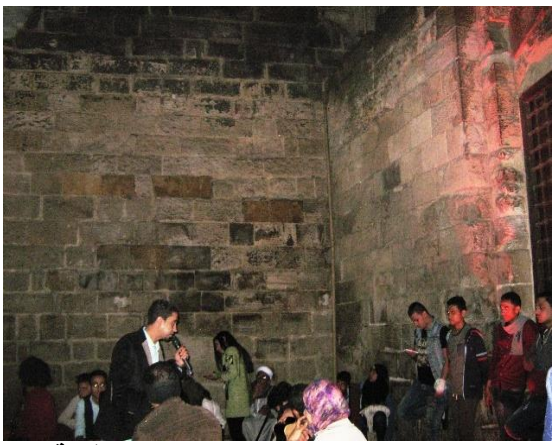
صورة(19)توضح الاملاح والرطوبة علي احجار الجدار.

صورة(20) توضح التلف بالجدار الملاصق لباب المدخل.

صورة(21) توضح الاتساخات علي الحجر الجيري نتيجة سوء تعامل المجموعات الشبابية في اثناء الحفلات المقامة.

صورة(22) توضح حالة الجدران الشرقي للمدخل.

صورة (23) توضح الاضاءة واقامة فاعليات ملاصقة لجدار مجموعة قلاوون ومطلة علي شارع المعز.



صورة(24) توضح اعادة توظيف الاثر واقامة الحفلات ولكن دون تنظيم او وعي. تصويرالباحثة.

الفحوص والتحليل Investigation and Analysis

فى البداية يجب أن نتعرف على الفحوص والتحاليل المختلفة لتحديد الطريقة المناسبة لاستخدامها فكل طريقة تعطى النتائج المطلوب منها. والتطبيق باستخدام طريقة واحدة من الفحص والتحليل غالباً يكون غير كاف أما عند استخدام عدة طرق مختلفة و متنوعة يؤدى بنا ذلك إلى العديد من النتائج و التى تعطى وصفاً دقيقاً ومؤكد لكل جزء من الأثر والذي نريد معرفة مكوناته والتغيرات التي حدثت له [21]. وتستخدم العديد من طرق التحاليل للقطع الأثرية إلا أن المتخصصين فقط هم الذين يستطيعون تحضير العينات بطريقة جيدة بأقل كمية ممكنة ليتم التعرف على ما هو مطلوب من عناصر ومركبات. فالتحضيرات الجيدة للعينة تعطى نتائج وتقارير سليمة ودقيقة عند الفحص أما إذا كانت هناك صعوبات فى التحضير أو نحتاج لكميات من العينة لطريقة تحليل معينة فتستبدل بطريقة أخرى [22] مناسبة. العينات المأخوذة من القطع يجب أن تكون من أماكن متنوعة ومتفرقه فى القطعة، ويجب فى البداية تحديد الأماكن التى تؤخذ منها العينات. علاوة على أخذ عينة من كل لون اذا كانت هناك مناطق وأجزاء ملونه وذلك قدر الأمكان للتعرف على العناصر والمركبات وذلك لأعطاء تقرير دقيق وواضح للباحث قبل البدء فى العمل.[23] حيث تم عمل مجموعة كاملة وشاملة من والاختبارات والتحاليل لتحديد الخصائص الطبيعية لعينات حجرية من جامع قلاوون بشارع المعز بالقاهرة بحيث تشكل هذه الاختبارات والتحاليل فى مجملها حصراً شاملاً لكافة مواصفات والتغييرات التى يمكن أن تكون قد طرأت عليها باستخدام الاجهزة الحديثة.وتمت التحاليل والفحوص لعينات من الأحجار بأستخدام الميكرسوب المستقطب والميكرسكوب الالكتروني الماسح وايضاً تحاليل المياه الارضية بإستخدام طريقة الامتصاص الذري.

طرق الفحوص والتحاليل للعينات موضوع البحث:

الفحص بالميكروسكوب المستقطب Polarizing Microscope

تعتبر الدراسة بواسطة الميكروسكوب المستقطب من الدراسات الهامة وهذا النوع من الميكروسكوبات يمكننا من التعرف على التركيب المعدنى للعينة وكذلك لفحص اى عمليات تلف والتى تعتمد على التغير فى الخواص البصرية للمعادن، كذلك الكشف عن التلف الميكانيكى الذى يمكن أن يحدث داخل حبيبات المعادن للعينة نتيجة زيادة الضغط المؤثر عليها، والتعرف على وجود الاملاح. وتم إستخدام جهاز من نوع (Nikon ECLIPSE LV100POL (DS-FI1). المتواجد بقسم الجيولوجيا- كلية العلوم- جامعة القاهرة.

نتائج الفحص الميكروسكوبى Polarizing microscope لبعض القطاعات المعدنية لعينات من الجامع :-

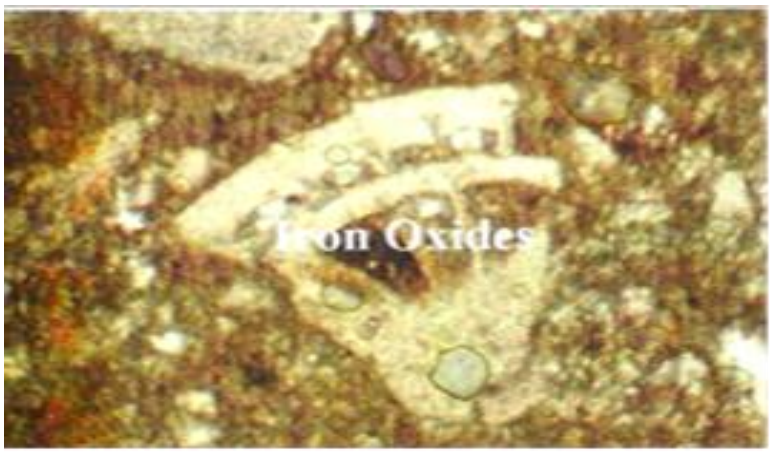
فحص قطاعات مختلفة لعينات من قشور الحجر المتساقط من جدران الجامع الأثرية بالميكروسكوب المستقطب حيث أمكن التعرف على بللورات المعادن المختلفة التى يتكون منها الحجر مثل بلورات الكالسيت الهاليت والكوارتز والهورنبلند والجبس وكذلك لتعرف على نسيج الحجر الجيرى وطريقة تلاحم وترابط الحبيبات والبللورات المعدنية المختلفة الحجم والشكل. وفيما يلى تفسير لبعض الصور بالفوتوغرافية التي التقطت تحت الميكروسكوب المستقطب للعينات المختلفة. وتوضح الصور أرقام (25: النتائج المختلفة. حيث يتضح فى العديد من الصور انه حجر جيرى عضوى و بلورات الجبس وحبيبات من الكوارتز دقيقة، يتضح فى الصورة رقم (25) شرخ دقيق يتضح فيه الجبس واكسيد الحديد ، وجود الكالسيت فى صورة رقم (26) أرضية دقيقة الحبيبات. يتضح فى الصورة رقم (27-28) الأتساخات متداخلة .

عينةرقم(1): قطاع من عينة الحجر الجيرى متساقطة من الجدار الشمالى الشرقى فى بقوة تكبير (X40) بين المستقطبين المتعامدين تبين انه حجر جيرى عضوى يوضح حبيبات الكالسيت والجبس و اكسيد الحديد و الفرشتوريت وبعض البقايا العضوية و معادن الطفلة .

(21) Gebhard, R., "Material Analysis in Archaeology", Kluwe Academic Publishers, Netherlands, 2003, pp 1-5.

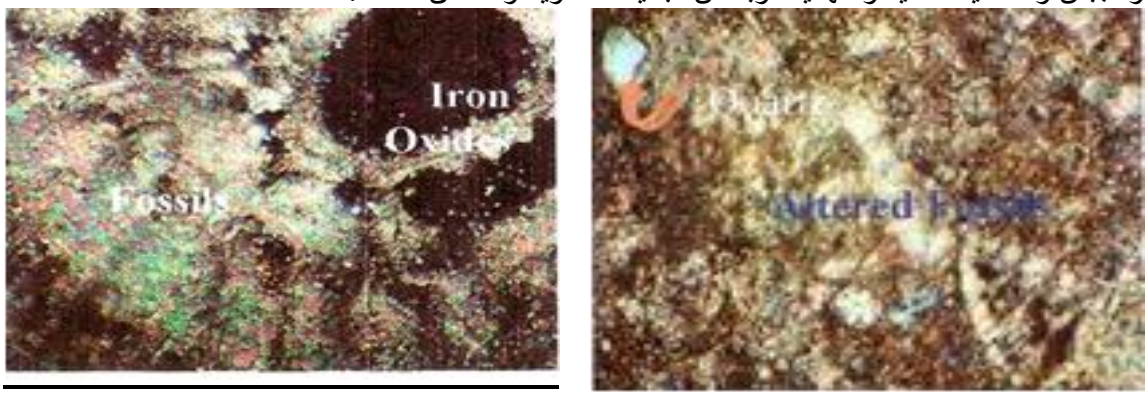
(22) Calza, C., et al, "X- ray Micro fluorescence Analysis of Pigments in Decorative Paintings from Sarcophagus Cartonnage of an Egyptian Mummy", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Elsevier, 2007, pp 249-252.

(23) Sculptures, Painting , wall Paints, Sampling and Methods , Smithsonian Museum conservation Institute, Washington, D.C., 2005.



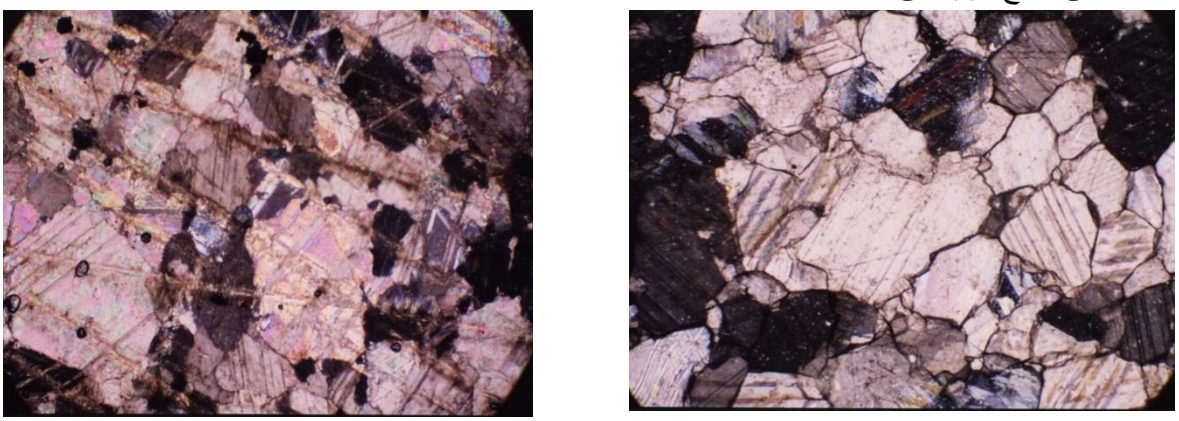
صورة رقم (25) توضح تحت الميكرسكوب المستقطب x40 عينة حجر جيرى من جامع قلاوون يظهر فيها بلورات الجبس وبعض الاكاسيد .

عينة رقم (2): توضح قطاع بقوة تكبير (X100) يوضح حبيبات الكالسيت والمتداخلة فتتخللها حبيبات من معدن والجبس و اكاسيد الحديد و الهاليت وبعض البقايا العضوية و معادن الطفلة.



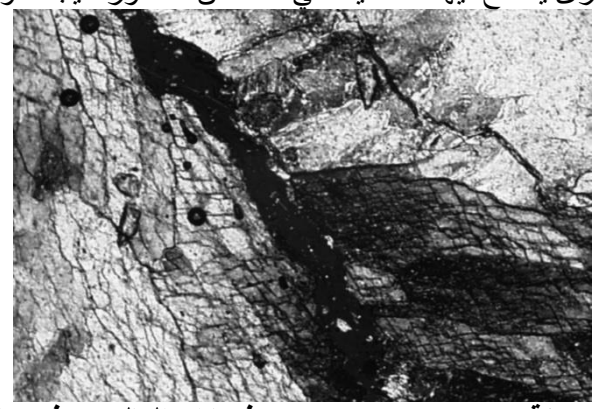
صورة رقم (26)(ا-ب) توضح تحت الميكرسكوب المستقطب بقوة تكبير ((X40لعينة من الأحجار جامع قلاوون يظهر فيها بلورات الجبس و بعض الاكاسيد و بقايا معادن الطفلة.

عينةرقم(3) : عينة متساقطة من تاج أحد الأعمدة فى صحن جامع قلاوون توضح قطاع نموذجي بقوة تكبير (X40) بين المستقطبين المتعامدين يوضح حبيبات الكالسيت ذات التوامة الصفائحية lamellar twining والمتداخلة inter locking فى نسيج موزايكى mosaictexture



صورة (27) تحت الميكرسكوب المستقطب بقوة تكبير (X40) لعينة من تاج رخامى قلاوون يظهر فيها بلورات الكاليست ذات التوامه الصفائحية والمتداخلة فى نسج موزايكى للفورشتوريت.

عينة رقم(4): عينة حجر جيرى يتضح فيها الكالسيت في حالة من التدهور نتيجة عوامل التلف.



صورة رقم (28) توضح عينة من حجر جيرى . يتضح فيها ان الكالسيت فى حاله سيئة من التلف تحت الميكرسكوب المستقطب بقوة تكبير (X80)

الميكرسكوب الالكترونى الماسح المزود بوحدة:S.E.M/EDX

Scanning Electron Microscopy and Energy Dispersive analysis

يتم استخدام S.E.M فى التعرف على الطبقات المختلفة [24]. واتضح من الفحص أنه يتواجد الجبس كما وكربونات الكالسيوم وكلوريد الصوديوم. ونلاحظ الأونة الأخيرة تزايد التعاون بين العلماء والمتخصصين فى مجال ترميم الآثار ويظهر ذلك واضحاً فى استخدام الطرق العلمية المتنوعة للفحص والتحليل للتعرف على خواص ومركبات الآثار مما يجعل S.E.M. EDX من أهم التحاليل المفيدة ويعطى معلومات تساعد فى وضع خطة علاج سليمة لأنه يعطى معلومات وفيرة عن التركيب المعدنى فى صورة عناصر أو أكاسيد.

لدراسة العينات المختلفة للتعرف على العناصر المكونة كما تم التعرف على نسبة الأملاح . يظهر ذلك فى الصور الآتيه- والتحليل باستخدام Scanning Electron microscopy ويلعب دوراً مهماً فى مجال صيانة وترميم الأثار حيث يتم التعرف بأستخدامه على خواص وعناصر الآثار.[25] يعتبر الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (S.E.M) من أهم الطرق المستخدمة في مجال فحص و دراسة وتحليل المواد الأثرية بمختلف أنواعها و خاصة الآثار الحجرية حيث أنه يعتبر من الطرق الغير متلفة.

كما تتوافر لديه قوة تكبير عالية تستطيع من خلالها الحصول على معلومات وافية عن التركيب المعدني و البلورات لأسطح العينة و التعرف على مدى التغير الذي طرأ على البلورات المعدنية نتيجة عوامل التلف و كذلك التعرف على أنواع الأملاح الموجودة وإشكالها البلورية مما يعطى صورة واضحة عن التلف الذى قد يصل إلية الأثر الحجري كله. كما يمكن الاستعانة به فى تقييم مواد التقوية المستخدمة لمواد البناء ويستخدم هذا الجهاز بصورة كبيرة فى تشخيص نواتج ومظاهر التلف داخل مواد البناء.

الفحص والتحـــليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح لعينات ومواد البناء من جامع قلاوون بشارع المعز:

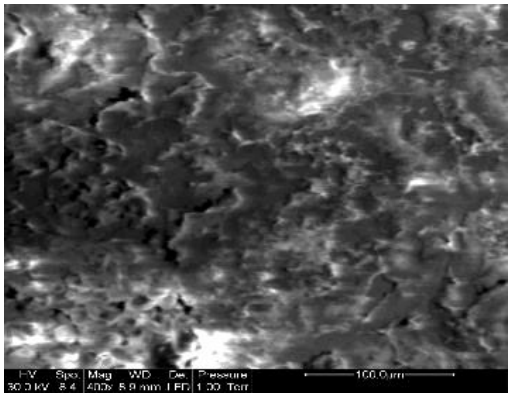
يستخدم هذا النوع من الفحص في دراسة الشكل المورفولوجي للعينات حيث تبدو التفاصيل الدقيقة واضحة، وتصل قوة التكبير إلي 100.000 مرة، ويفيد أيضا في دراسة تركيب العينات حيث تظهر النتائج في صورة أكاسيد، والجهاز الذي تم الفحص عليه هو جهاز FEI Qunta 200 وهو إيطالي الصنع ، ولا يحتاج إلا لبضعة مليجرام فقط دون إعداد مسبق للعينات، وغالبا ما يتم الفحص والتحليل علي الحالة التي توجد عليها العينة.

(24) Brybaert, A., "Painted plaster from Bronze Age Thebes, Boeotia (Greece): a Technological Study", Journal of Archaeological Science, 35, 2008, p. 2761.

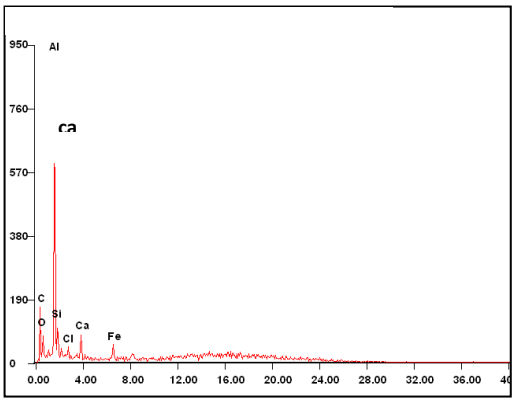
(25) Schreiner, M., et al, "Scanning Electron Microscopy and Energy Dispersive Analysis: Applications in the field of Cultural Heritage", Anal Bio anal chem., Springer, 2007, pp. 737-747.

تمثل عينة رقم (1) عينة حجرية من الجدار الشمالي الغربي لجامع قلاوون: أخذ العينات أن تكون غير معالجة ، ومن أماكن غير ظاهرة لا تؤثر علي الشكل العام ، وهي طريقة غير متلفة، وأساس عمل الجهاز سبق توضحيها قبل ذلك، وقد تم فحص عدد (3) عينة من جامع قلاوون المطبق عليها، نتائج الفحص والتحليل كما يلي:

وقد تم عمل فحص وتحليل لعينة منها بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة EDX، وكانت نتائج الفحص والتحليل كما يلي: لقد تم فحص العينة أولا بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح SEM و صورة رقم (29) بقوة تكبير (400X) ويوضح الفحص وجود حبيبات تبدو في صورة متجانسة مع بعضها البعض، فضلا عن وجود نسيج دقيق الحبيبات بالإضافة إلي وجود أملاح داخل المسام والفجوات. ويتضح من نتائج الفحص للعينة أن العينة ذات نسيج دقيق ذو حبيبات متجانسة غير أنها تحوي بعض الفجوات والعديد من الشوائب المعدنية المختلفة الأشكال والأحجام فضلا عن وجود بعض الأملاح.



صورة رقم (29) تمثل صورة بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) لعينة من احجار لجامع قلاوون بقوة تكبير(400X).

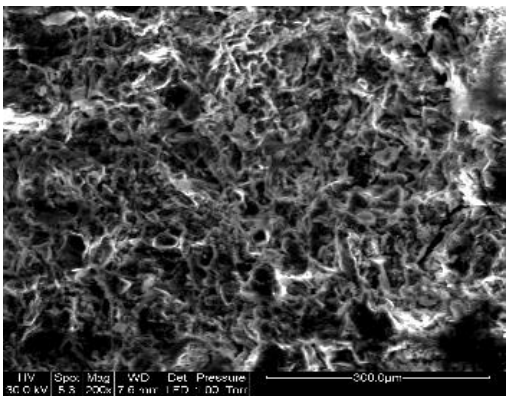


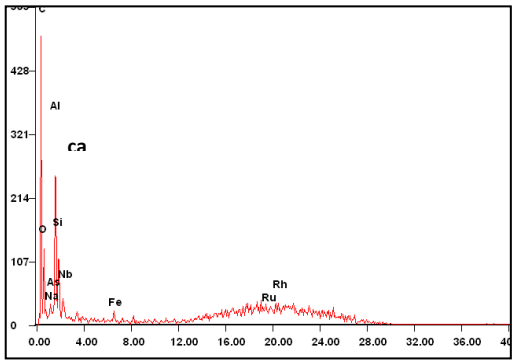
شكل رقم (2) يمثل نمط تشتت طاقة الأشعة السينية EDXلعينة من احجار الصحن جهة الشمال الغربى لجامع قلاوون حيث ظهرت عناصر الالومنيوم و السليكا والكلوريد والحديد والكربون.

تمثل عينة رقم (2) عينة حجرية من الجدار الشمالي الشرقي للشبابيك الجصية لجامع قلاوون: وقد تم عمل فحص وتحليل لعينة منها بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة EDX، والنتائج كما يلي: تم عمل فحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح لعينة الأحجار ومكان العينة الصورة رقم (30) والصورة رقم (31) بقوة تكبير (200X) أوضح الفحص وجود مناطق وفجوات بالعينة، فضلاً عن وجود بعض الأملاح داخل المسام، وشرخ داخلي ربما ناتج عن الانفعالات والضغوط الداخلية الناجمة عن تبلور الأملاح أو نتيجة للاحمال الخارجية التي أدت إلي ضعف التركيب البنائي للحجر. ولقد أوضحت نتائج الفحص أن االعينة ذات نسيج دقيق تبدو فيها الحبيبات شبه متجانسة، غير أنها تحتوي العديد من بلورات الأملاح وبعض الشوائب المعدنية الأخرى والشروخ.

صورة رقم(30) توضح مكان أخذ العينة من العمود.

التحليلEDX: ولقد تم عمل تحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة لنفس العينة، وكانت النتائج كما في الشكل رقم (2).



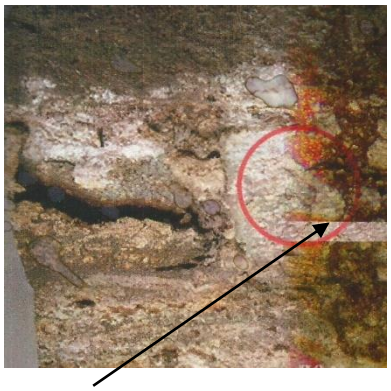


صورةرقم (31) تمثل صورة ب(SEM) لعينة من أحجار لجامع قلاوون بقوة تكبير(X 300) توضح وجود أملاح و طبقة سناج و فجوات و شروخ دقيقة.

شكل رقم(3) يمثل نمط تشتت طاقة الأشعة السينية EDX عينة من حجر الجامع، وظهرت عناصر الكالسيت والمونيوم و الحديد والصوديوم.

يتضح من نتائج التحليل السابق للعينة أنها ذات سطح غني بالكربون مما يعطي دلالات علي وجود نسبة أملاح بدرجة عالية فضلا عن وجود طبقات سناج، من جراء حرق أكوام الزبالة، ومن أهم الأملاح المتواجدة أملاح الكربونات خاصة كربونات الكالسيوم ، أما الكلور فهو موجود بنسبة ضعيفة ربما يكون ناتج عن وجود التكلسات الطينية الموجودة علي سطح العينة، لأنه موجود طبيعيا في التربة المصرية. ويتضح من نتائج التحليل بـ EDX شكل رقم (3) أنها تحوى نسبة كربون عالية و وجود نسبة أملاح عالية من الكربونات، بالإضافة إلي وجود العديد من الشوائب المعدنية مثل الزرنيخ والنبيليوم والنحاس والتي توحي بوجود تكلسات طينية.

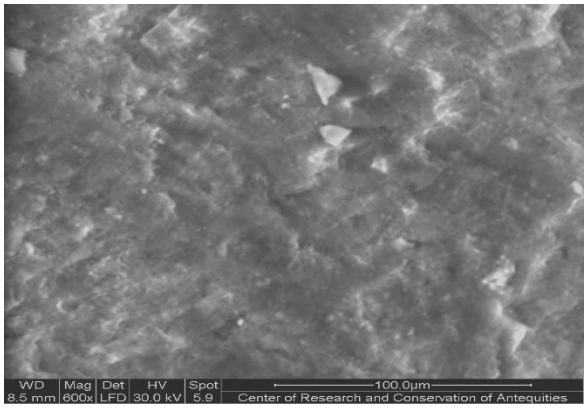
تمثل عينة رقم (3) عينة حجرية من الجدار الجنوب الغربى لجامع قلاوون، وقد تم عمل فحص وتحليل لعينة منها بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة EDX، وكانت نتائج الفحص والتحليل كما يلي:



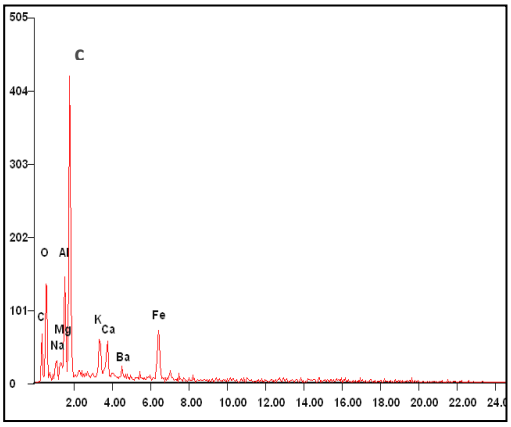
صورة رقم (32) توضح مكان أخذ العينة من الجدار.

تم عمل فحص بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح S.E.M لعينة الأحجار ومكان أخذ العينة كما في الصورة رقم (32) والصورة رقم (33) بقوة تكبير (600X) ولقد أوضح الفحص وجود مناطق وفجوات بالعينة، وشرخ داخلي ربما ناتج عن الانفعالات والضغوط الداخلية الناجمة عن أو الأحمال الخارجية.

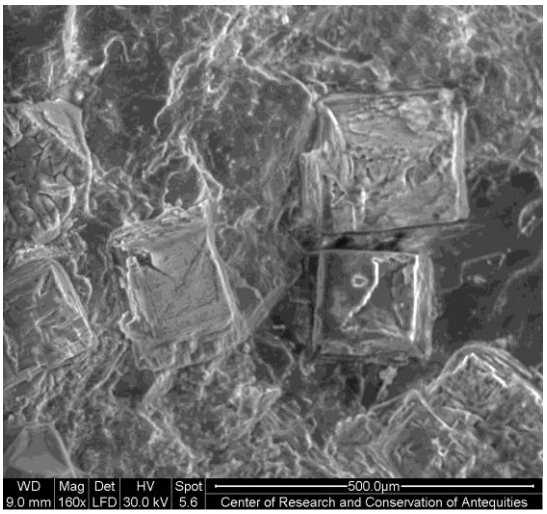
-التحليل EDX ولقد تم عمل تحليل بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح المزود بوحدة لنفس العينة، وكانت النتائج كما في الشكل رقم (4-5).



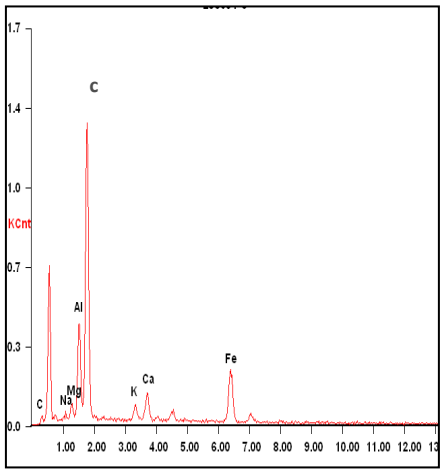
صورة رقم(33تمثل صورة (SEM) لعينة من احجار جامع قلاوون بقوة تكبير(600X) توضح وجود املاح.



شكل رقم (4) يمثل نمط تشتت طاقة الأشعة السينية EDXلعينة من حجرالعقد الاول من الصحن جهة الشمال الغربى جامع قلاوون حيث ظهرت عناصر الكالسيوم والمونيوم.



صورة رقم (34) توضح الشكل البلورى ملح كلوريد الصوديوم فى شكله المثالى للتبلور المكعبى و هذا يدل على ثبات حالة الملح وعدم وصول الرطوبة.



شكل رقم (5) يمثل نمط تشتت طاقة الأشعة السينية EDXلعينة من حجرالعقد الثالث من الصحن جهة القبلة جامع قلاوون حيث ظهرت عناصر الكالسيوم و الومنيوم و الحديدو النحاس و الماغنسيوم

التحليل بواسطة حيود الأشعة السينية Xray diffraction

تعتبر الدراسة والفحص باستخدام الأساليب المختلفة للأشعة السينية من أفضل وأدق الطرق المستخدمة فى حقل الأثار للتعرف على مكوناتها وموادها وتحديد أنواعها والنسب المكونة لها تقريبا . واستخدام طرق X-ray واحد من أهم وأوسع الطرق استخداماً [26]. والهدف من التحاليل أن توضح حقائق حتى يمكننا أن نتناول الأثر بالعلاج

([26]) Calza, C. , et al , "X-ray Microtlluore Science with Synchrotron Radiation Applied in the Analysis of Pigments from Ancient Egypt", Applied physics, A. 90, Springer- verlag, 2008 , p.75.

،وبمعنى أخر فنحن نذهب فى بحثنا من دون أى فكرة محددة ولكن بوصول نتائج التحاليل ومنها حيود الأشعة السينية يمكننا أن نعتمد عليها لنبدأ العمل. واستخدام XRD فى الفحص والتحليل يمكننا من التعرف على المركبات التي تشملها كل عينة[27]. ويتم الفحص باستخدام عينات صغيرة جداً من القطعة الأثرية أو من البقايا المتساقطة من تلك القطع المطلوب فحصها[28]. كما أن التحاليل تثبت كل لون ان وجد بصورة واضحة ويظهر مع التحاليل الأخرى الألوان وما اختلط بها من مواد أخرى.[29]

نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية لعينات من أيونات جامع قلاوون بشارع المعز بالقاهرة:

تم تحليل عدد4 عينات أخذت من جامع قلاوون فى مناطق مختلفة لعمل التحليل باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية وتتضح نتائج التحليل في جدول (1) حيث تبين الإشكال نتائج تحليلها بحيود الأشعة السينية.

Table (1):

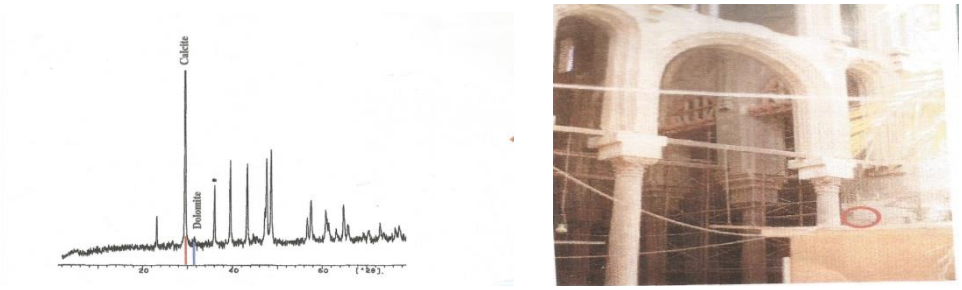
Sample no.	Mineral	Relative	Card no.
1	كالسيت $CaCo_3$	Major	5-0586
	دولوميت $CaMg(CO_3)_2$	Minor	1418-900-96
2	كالسيت $CaCo_3$	Major	5-0586
	كوارتز SiO_2	Minor	5-0490
	جبس $CaSo_4.2H_2o$	Minor	33-0311
3	كالسيت $CaCo_3$	Major	5-0586
	كوارتز SiO_2	Minor	5-0490
	جبس $CaSo_4.2H_2o$	Minor	33-0311
	كاولين $Al_2Si_2O_5(OH)_4$	Trace	29-1488
4	هاليت NaCl	Major	5-628
	كالسيت $CaCo_3$	Minor	5-0586
	كوارتز SiO_2	Minor	5-0490

(27) Yoshimura, S., "Scientific field research in Egypt", Institute of Egyptology, Waseda University, Japan, Chapter 1-3, Springer, 2005 , pp. 55-63.

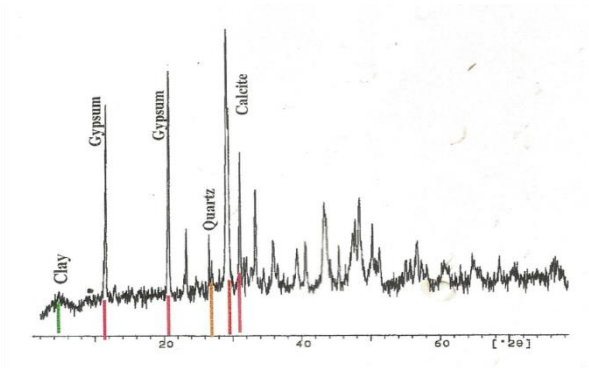
(28) Calza, C., "XRF Applications in Archaeometry Analysis of Marajoara Pubic covers and pigment from The Roman period", National Museum Riode Janeiro, Brazil, 2007.

(29) Gil, M., L Carvalho M., et al "Lime washing painting in Alentejo urban heritage: Pigment Characterization and Diffrentation by WDXRF and XRD", Applied physics A., 90, Sprirger verlag, 2007, p. 49.

العينة رقم (1) : أخذت هذه العينة من حجر إيوان القبلة بجامع قلاوون بالقاهرة أظهر التحليل بحيود الأشعة أن العينة تحتوي علي معدن الكالسيت $CaCo_3$ كمكون رئيسى ومعادن الدلوميت وتتضح النتائج الشكل رقم (6) وتوضح النتائج الكالسيت المكون الرئيسي للعينة، ووجود الطفلة يدل علي وجود بعض رواسب التربة الطينية. **صورة رقم (35) توضح مكان أخذ العينة من إيوان القبلة.**

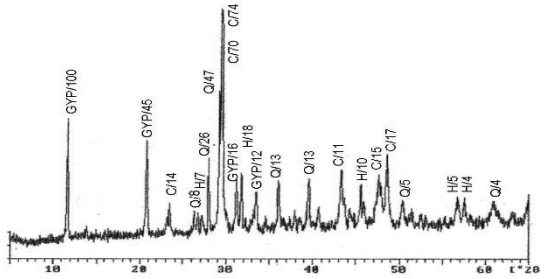


العينة رقم (2) : أخذت هذه العينة من المكان في صورة رقم (36) والنتيجة تتضح الشكل رقم (7) من المونة الموجودة من إيوان القبلة ولقد أظهر التحليل بنمط حيود الأشعة السينية أن العينة تحتوي الكالسيت $CaCo_3$ والكوارتز الجبس والطين والسليكا.



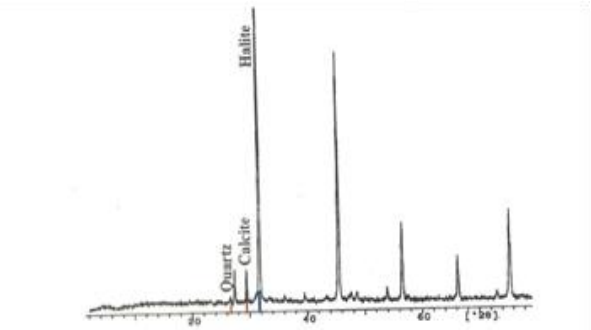
صورة رقم (36) مكان اخذ العينة من مونة القبلة. شكل (7) يوضح نمط لعينة مونة بياض الجامع

العينة رقم (3) : أخذت هذه العينة من المكان صورة (37) الشكل رقم (8) من أساسات جامع قلاوون بالقاهرة وقد أظهر التحليل بحيود الأشعة السينية أن العينة تحتوي علي معدن الكالسيت كمكون رئيسى ومعدن الكوارتز.



صورة رقم (37) توضح مكان أخذ العينة من الأساسات. شكل (8) يوضح نمط حيود الاشعة للاحجار

العينة رقم (4) :أخذت هذه العينة من المكان صورة(38) الشكل رقم (9) عينة متساقطة بجوار الجدار، ظهر أنها تحتوي علي معدن الهاليت كمكون رئيسى ومعدن الكالسيت و الكواتز كمعادن ثانوية.



صورة رقم (38) مكان أخذ العينة من أساسات. شكل رقم (9) نمط حيود الأشعة السينية أملاح متساقطة.

التحليل بواسطة الامتصاص الذرى Atomic Absorption

تعتبر طريقة الامتصاص الذرى Atomic Absorption من أدق التحليل وأكثرها حساسية وهى تفيد فى التعرف على العناصر المكونة للمادة سواء كانت متبلورة أو غير متبلورة وكذلك أجراء تحليل كمي دقيق حيث تقدير نسبتها أو درجة تركيزها فى المادة حتى جزء من المليون . والأساس العلمي للتحليل بواسطة الامتصاص الذرى يعتمد الأساس العلمي لطريقة الامتصاص الذرى على الإثارة الحرارية او الكهربية لذرات المواد مما يؤدى الى نقل هذه الالكترونات من مستوى متعادل من الطاقة إلى مستويات متعددة من الطاقة، وينتج عن ذلك انبعاث إشعاعات مختلفة الطول الموجي مميزة للعناصر المختلفة. و**طريقة التحليل كالتالى:-**

1- يبدأ التحليل بأخذ وزن من العينة وإذابته فى احد الأحماض ولو وجد جزء لم يذوب يجب القيام بعملية ترشيح ثم يكمل السائل المرشح الى حجم معلوم . ثم يؤخذ حجم من المحلول ويخفف .

2- بعد ذلك يشغل الجهاز ويراعى فرق الجهد ان يكون 300V وشدته عدد قليل من المللى أمبير.

3- ثم يتم إدخال اللمبات الخاصة بكل عنصر كل لمبة على حده ، ولكل لمبة ظروف تشغيل خاصة بها. والطيف المنبعث من لمبة العنصر مميز للعنصر.

4- يرش محلول العينة فى اللهب حيث تتبخر العينة وتنفصل لذرات العنصر بعد ذلك يتجه الضوء من لمبة للعنصر فى شكل خط طيفى مميز لهذا العنصر، ويمر بمنطقة اللهب التى يسقط عليها رذاذ من محلول العينة.

5- بعد ذلك تقاس شدة الخط الانتقالى للعنصر بمروره فى اللهب متين إحدهما عند احتواء اللهب على ذرات العنصر والأخرى بدون هذه الذرات ويدل الفرق فى شدة على الكمية الممتصة من الأشعة بواسطة ذرات العنصر وتتناسب هذه الكمية مع نسبة تركيز العنصر فى محلول العينة . وبذلك يمكن معرفة العناصر وتركيزها.

دراسة عينات من المياه الأرضية بواسطة التحليل بجهاز الامتصاص الذرى: تم إختيار ثلاث عينات من المياه الأرضية من ثلاثة مواقع مختلفة وذلك في عام (2019) للمقارنة بينهم ومعرفة نسب الأيونات الذائبة فى هذه المياه. كالتالي:

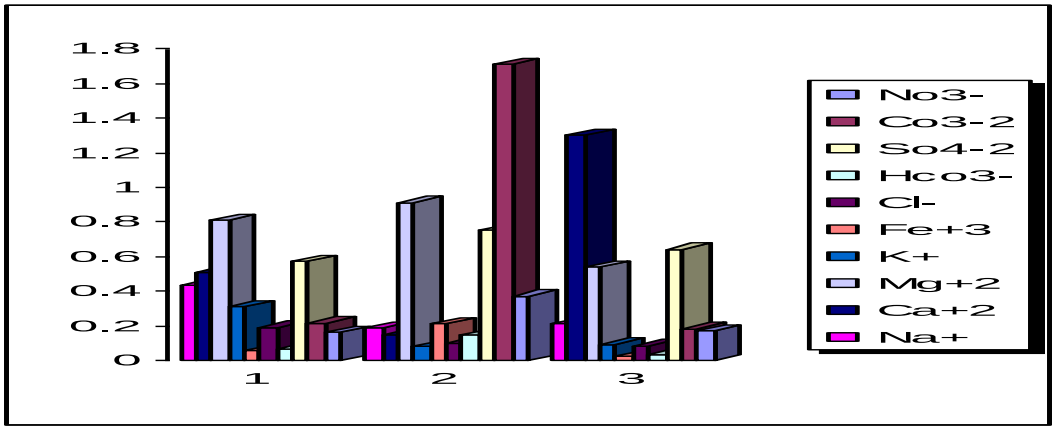
1- عينة مياة أرضية من جامع الجوهرى (الموسكى).

2- عينة مياة أرضية جامع قلاوون (شارع المعز) منطقة الدراسة التطبيقية للبحث

3- عينة مياة أرضية منجامع الماس الحاجب (منطقة السيوفية).

والنتائج موضحة بالجدول رقم (2) وممثلة فى الشكل رقم (10) لثلاث عينات من المياه الأرضية كالتالى :-

جدول رقم (2) يوضح نتائج التحليل بالامتصاص الذرى لعينات المياة الارضية:



شكل رقم (10) يوضح النسب المئوية لأيونات الأملاح الموجودة فى ثلاث عينات من المياه الأرضية عينة (1) مياه أرضية من جامع الجوهري .عينة (2) مياه أرضية من جامع قلاوون . عينة (3) مياه أرضية من جامع ألماس الحاجب.

Constituent %	Sample 1	Sample 2	Sample 3
Na^{+}	0430	0370	0.210
Ca^{+2}	1.510	1.710	1.300
Mg^{+2}	0.810	0.750	0.540
K^{+}	0.310	0.147	0.090
Fe^{+3}	0.057	0.102	0.021
CI^{-}	0.190	0.210	0.085
HCO^{-3}	0.067	0.080	0.0305
SO_4^{-2}	0.570	0.910	0.0640
CO_3^{-2}	0.215	0.190	0.180
NO_3^{-}	0.160	0.185	0.170

مناقشة النتائج والإستنتاجات :-

يتضح من البحث أن الهدف من اجراء التحاليل أن توضح لنا حقائق علمية حتى يمكننا أن نتناول الأثر بالعلاج وذلك بعد التعرف على مكوناته وايضا تلف كل جزء حتى يتم وضع خطة علاج سليمه.

- إتضح أن الاحجار الستخدمة هي حجر جيرى عضوى و وتواجدت بلورات الجبس وحبيبات من الكوارتز دقيقة ، كما تواجد فيه الجبس واكسيد الحديد و الفرشتوريت.
- إتضح وجود الكالسيت والأتساخات متداخلة بشكل كبير، ووجود معدن الهاليت كمكون رئيسى ومعدن الكالسيت و الكوارتز كمعادن ثانوية.
- إتضح تحت الميكرسكوب المستقطب لعينة من تاج رخامى مجموعة قلاوون وجود بلورات الكاليست ذات التوأمة الصفائحية والمتداخلة فى نسج موزايكى مع الفورشتوريت.
- إتضح من الفحص والتحليل لعينة من حجر العقد الثالث من الصحن جهة قبلة جامع قلاوون وجود عناصر الكالسيوم والومنيوم والحديد والنحاس والماغنسيوم والكالسيت، وتواجد ملح كلوريد الصوديوم فى شكله المثالى للتبلور المكعبى وهذا يدل على ثبات حالة الملح وعدم وصول الرطوبة بأستمرار لهذا المكان .
- إتضح بتحليل عينة من المونة من جدار القبلة باستخدام التحليل بنمط حيود الأشعة السينية أن المونة لهذة العينة تحتوي الكالسيت (CaCo3)، الجبس والطين والسليكا.
- إتضح وجود أيونات الصوديوم Na^{+} وان كانت نسبتها أعلى عينة المياة الأرضية من جامع الماس الحاجب يليها عينة المياه الأرضية من جامع قلاوون وثم عينة المياة الأرضية من جامع الجوهرى ويشير وجود أيونات الكلور CI- على وجود ملح الهاليت.
- كلوريد الصوديوم NaCI والذى يتبلور على سطح الأحجار وأسفل السطح مباشرة أو داخل مسام الأحجار مما يؤدى الى تأكلها وتفتتها.
- كما يتضح من خلال نتيجة التحليل ارتفاع نسبة أيون الكالسيوم Ca^{+2}فى العينات الثلاثة وإن كان أعلاها فى عينة المياه الأرضية من جامع قلاوون مع وجود نسبة من أيون البيكروبات HCO^{3-} وهذا يدل على مدى التأثير المتلف للرطوبة على مادة البناء لهذه الآثار والمتمثلة فى الحجر الجيرى والاعمدة الرخامية الحامله لهذا البناء.
- المجموعة تتكون أحجارها بصفة أساسية من معدن الكالسيت (كربونات الكالسيوم) حيث تتحول إلى بيكربونات الكالسيوم باتحادها بالماء وهى قابله للذوبان مما يؤدى إلى وجود نسبة عاليه من أيونات الكالسيوم Ca^{+2}والبيكروبنات HCO_3 مكونة بيكربونات الكالسيوم $Ca\ (HCO_3)_2$ كما يشير وجود أيونات الماغنسيوم Mg^{+2} على وجود معدن الدولوميت في العينات التي تم تحليلها.
- كربونات الكالسيوم والماغنسيوم $Ca,Mg(CO_3)_2$ ضمن مكونات مادة الحجر المستخدمة فى بناء الجامع والتى تعرضت للتلف ايضاً بفعل تأثير
- كما يتضح أيضاً من نتيجة التحليل وجود نسبة عالية من أيونات الكبريتات SO_4^{-2} والتي تشير إلى أنها نتجت من تأثير وجود الكائنات الحية الدقيقة وخاصة البكتريا التى تفرز الكبريت والفطريات.
- أثبتت الدراسة الميكروبيولوجية التى اجريت على وجودها أيونات الكبريتات بسبب التلوث الجوى حيث يوجد ثانى أكسيد الكبريت SO_2 فى الهواء الجوى ويتعرض للذوبان فى المياه فينتج عنه حمض الكبرتيك H_2SO_4 والذى يستطيع أن يتفاعل مع الاحجار الجيرية لجامع قلاوون ويؤدى إلى تلفها وتفتيتها وضعف القوى الميكانيكية لها بجانب تكوين طبقة قاتمة على أسطح احجار المجموعة.

التوصيات:

- المتابعة المستمرة بعد انتهاء أعمال ومشاريع ترميم المباني الأثرية، وذلك لتحديد الأجزاء التي مازالت تحتاج إلى تدخل أو التي أصبحت في حالة مستقرة.
- الإهتمام بالأبحاث والتقارير والدراسات التي تتناول حالة المجموعة ووصفها والتحاليل والفحوص المستمرة للوقوف علي أى تغييرات تحدث للأثر وعناصرة.

- تعتبر العوامل البيئية الجيدة من أهم العوامل التي تحافظ على الآثار من التدهور سواء من حيث المناخ أو نسبة تلوث الهواء أو منسوب المياه الأرضية، والذي إذا ارتفع يكون له تأثير قوي على سوء حالة المنطقة الأثرية، ولذلك يجب التقليل من عوامل التلوث.
- تفاوتت نسبة تآكل الأحجار في واجهة المجموعة، ومعظم الحوائط الحجرية يظهر عليها تأثيرات المياه على شكل أملاح متسربة على سطحه .وظهرت تأثيرات العوامل الجوية في الأجزاء العلوية من المجموعة في شكل تآكل أحرف وأسطح الأحجار والطوب وتفكك المونة.
- نتيجة لسوء حالة شبكات الصرف الصحي وإحاطة المنطقة الأثرية بالمجتمعات العمرانية دون وجود حرم لها. مما يستلزم معه إتخاذ أجراءات سريعة لإنقاذ هذه المناطق وتجديد شبكات المرافق والصيانة لها بصفة دورية.
- إخلاء المنطقة الملاصقة لمجموعة قلاوون من المباني والاشغالات والتعديات المختلفة الملاصقة لها، والعمل علي خلق حرم لها يساهم في الحفاظ عليها.
- الاهتمام بدورات تثقيفية وحملات في المنطقة لنشر الوعي الاثري. بحيث يكون الشرح والتفسير بالعديد من الوسائل التي تناسب كافة الفئات، وذلك لنقل أهمية المكان الأثري للسكان المقيمين بالقرب من مجموعة قلاوون وايضاً للزائرين.

قائمة المراجع والمصادر

المصادر والمراجع العربية:

- امين (محمد) ، وثائق وقف السلطان قلاوون علي البيمارستان المنصوري: ملاحق تذكرة النبيه لابن حبيب، ج1، 1976
- الحداد (محمد) ، السلطان المنصور قلاوون ، تاريخ: احوال مصر في عهده :منشأته المعمارية ، صفحات من تاريخ مصر، القاهرة ، 1993.
- سالم (السيد)، المأذن المصرية ، نظرة عامة عن اصلها وتطورها منذ الفتح العربي حتى الفتح العثماني ، الاسكندرية، الطبعة الثانية، ب.ت.

المقالات و الرسائل العربية:

- أبوالفتوح (محمد) ، مداخل العمائر المملوكية بالقاهرة ،الدينية والمدنية ، رسالة ماجستير، جامعة القاهرة، 1975.
- حجاب (أيمن) ، " تأثيرالرطوبة على المباني الأثرية الإسلامية بمدينة القاهرة وطرق الصيانة المقترحة"، مجلة الاتحاد العام للآثاريين العرب، المقالة 4، المجلد 16، العدد 16، فبراير 2015، ص:62.
- سلامة (محمد)، دور النقل الحضرى المستدام فى حل مشكلة تلوث الهواء فى القاهرة الكبرى، مجلة كلية الهندسة ، جامعة الفيوم ، الفيوم، المجلد 4، العدد 1، يناير،2021،ص 83.
- عبد الهادى (محمد) ، تلف المبانى الأثرية بالقاهرة وطرق صيانتها وتأهلها المؤتمر العربى لترميم وإعادة تأهيل المنشآت، المجلد الثانى، 1998.ص95.
- عبدالمجيد (محمد) ، دراسة لاسباب تصدع وانهيارات المباني الاثرية الاسلامية والحلول المقترحة للاثار المختارة، رسالة ماجستير،كلية الاثار، جامعة القاهرة،2009.

المراجع الاجنبية:

- Abd El – Hady , M.,"Ground Water and Deterioration of Islamic Building in Egypt" , Cairo , 1995 .
- Al-Agha A.S., "Solved Problems in Soil Mechanics Prepared", Soil Mechanics, Based on Principles of Geotechnical Engineering, 8th Edition,2016.
- Anna B., Daniela P., Building Archaeology: A Non-Destructive Archaeology. D.S. A., Department of Sciences for Architecture, University of Genova, Italy,2000.

- Bernard Fitzner, "Limestone Weathering of Historical Monuments in Cairo, Egypt "Natural Stone, Weathering Phenomena, Conservation Strategies and Case Studies, The Geological Society,London,2002 .
- Bernard M. Feilden, "Climetic Causes of Decay", Conservation of Historic Buildings, Third Edition,2003.
- Brimblecombe P., and C. M. Grossi., Damage to Buildings from Future Climate and Pollution. APT Bulletin,2007, 38 (2–3):pp. 13–18
- Brybaert, A., "Painted plaster from Bronze Age Thebes, Boeotia (Greece): a Technological Study", Journal of Archaeological Science, 35, 2008, p. 27-61.
- Calza, C. , et al , "X-ray Microtlluore Science with Synchrotron Radiation Applied in the Analysis of Pigments from Ancient Egypt", Applied physics, A. 90, Springer- verlag, 2008.
- Calza, C., "XRF Applications in Archaeometry Analysis of Marajoara Pubic covers and pigment from The Roman period", National Museum Riode Janeiro, Brazil, 2007.
- Calza, C., et al, "X- ray Micro fluorescence Analysis of Pigments in Decorative Paintings from Sarcophagus Cartonnage of an Egyptian Mummy", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Elsevier, 2007. pp 249-252.
- Espinosa Marzal, R. M., and G. W. Scherer., Crystallization of Sodium Sulfate Salts in limestone. Environmental Geology,2008, 56 (3–4):pp. 605–21.
- Franco Sandrolini, "An Operative Protocol For Reliable Measurements Of Moisture In Porous Materials Of Ancient Buildings", Buildings and Environment 41, 2006 .
- Gebhard, R., "Material Analysis in Archaeology", Kluwe Academic Publishers, Netherlands, 2003.
- Gil, M., L Carvalho M., et al "Lime washing painting in Alentejo urban heritage: Pigment Characterization and Differentiation by WDXRF and XRD", Applied physics A., 90, Sprirger verlag, 2007.pp :49-54
- Giorgio, T., "Deterioration of Porous Building Materials ", Lectures on Material Science Conservation, OPT.p.88
- Khallaf, M. K., "Effect of Air Pollution on Archaeological Building In Cairo", Monitoring Control and Effects of Air Pollution, InTehco, 2011.
- Schreiner, M., et al, "Scanning Electron Microscopy and Energy Dispersive Analysis: Applications in the field of Cultural Heritage", Anal Bio anal chem., Springer, 2007.
- Sculptures, Painting , wall Paints, Sampling and Methods , Smithsonian Museum conservation Institute, Washington, D.C., 2005.
- Torraca, G.,: Porous Building Materials ,Materials Science for Architecture Conservation, ICCROM,1982.
- Yoshimura, S., "Scientific field research in Egypt", Institute of Egyptology, Waseda University, Japan, Chapter 1-3, Springer, 2005 . pp. 55-63.