دراسة علمية لعلاج وصيانة
مدرسة الأمير أزبك اليوسفى بالقاهرة

أ.م.د. رجب أبو الحسن محمد •

الملخص :

يعتبر العصر المملوكى العصر الذهبى للعمارة الاسلامية فى مصر، وقد شهد عصر المماليك الجراكسة أقامة العديد من المنشآت المتنوعة، ومن أهم تلك المنشآت مدرسة ومسجد الأمير أزبك اليوسيفى، الذى يقع بشارع أزبك المتفرع من شارع الخضيرى بحى السيدة زينب بالقاهرة . انشأت المدرسة سنة ٩٠٠ هجرية – ١٤٩٥ ميلادية، والمبنى عبارة عن مسجد ومدرسة وكتاب وسبيل وضريح ، أمر ببناءه الأمير أزبك اليوسيفى وكان من كبار أمراء المماليك الجراكسة ، وأنشأت هذه المدرسة على نظام المدارس الاسلامية فى العصر المملوكي ذات التخطيط المتعامد، تتكون المدرسة من صحن مسقوف يتوسطة شخشيخة تحيط بة أربعة أيوانات، وتحتوي المدرسة علي مواد بناء متعدده تشمل الاحجار الجيرية التي استخدمت كماده بناء للجدران والعناصر المعماريه المختلفه بالاضافه الي المونات المستخدمه فى البناء والرخام المستخدم فى الاعمده وتكسيه الارضيات ، والاخشاب المحفوره والملونه، وتمت الدراسة للوضع الراهن ومظاهر التلف من خلال أخذ عينات من مواد البناء والاملاح وتحليلها وفحصها باستخدام حيود الاشعة السينية XRD والميكروسكوب المستقطب (Polarizing Microscope) والميكروسكوب الاليكترونى الماسح SEM والمزود بوحدة EDX ، وقياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية للحجر الجيرى المادة الاساسية فى بناء المسجد ، وذلك للتعرف على مكونات مواد البناء وأنواعها وتفسير وتحليل مظاهر التلف الموجودة بالآثر وتحديد العوامل المؤدية اليها، تمهيدا لاجراء عمليات الترميم والعلاج والصيانة للمدرسة.

الكلمات الدالة :

أزبك- مدرسة – ترميم – مملوكى – أحجار – تحليل – أملاح .

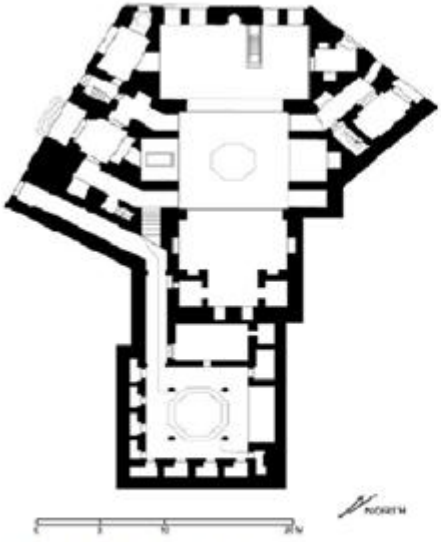
• قسم ترميم وصيانة الآثار - كلية الآثار والإرشاد السياحي - جامعة مصر للعلوم والتكنولوجيا

المنارة للاستشارات
www.

١- المقدمة : Introduction

تقع مدرسة الأمير أزبك اليوسفى بالسيدة زينب – القاهرة - رقم الأثر : ٢١١ - تاريخ انشاء الأثر : ٩٠٠هـ/١٤٩٥ م - عصر انشاء الأثر : دولة مماليك الجراكسة - اسم المنشئ : الأمير أزبك اليوسفى - نوع الأثر : مدرسة - حالة الأثر : قائم - المنطقة الإدارية للأثر : السيدة زينب - المنطقة الأثرية : جنوب القاهرة - عنوان الأثر : شارع أزبك من شارع الخضيرى[1] (شكل رقم ١) أنشأ الأمير أزبك اليوسفى المدرسة فى سنة ٩٠٠ هجرية / ١٤٩٥م وكان من أكبر أمراء دولة المماليك الجراكسة ومن أعظم قادتها فى عصر السلطان قايتباى ، وقد تقلب فى عدة وظائف كبيرة حتى أصبح فى عهد الملك الناصر محمد بن السلطان قايتباى مشيراً للمملكة ، المدرسة حافلة بالزخارف والكتابات العربية على الحجر والخشب ، فقد اجتمعت فيها شتى الصناعات والفنون الدقيقة ، فنجارتها الممثلة فى المنبر وكرسى السورة وأسقفها الخشبية وأرضيتها ووزرتها الرخامية جميعها ناطقة بما بلغته هذه الصناعات من منزلة رفيعة من الدقة والإتقان .

شكل (١) يوضح موقع مدرسة الامير أزبك اليوسيفى بمدينة القاهرة
محل بعد مشروع الاحياء العمراني للقاهرة التاريخية



شكل (٢) يوضح مسقط أفقى لمدرسة أزبك اليوسفى
محل بعد سعاد ماهر مساجد مصر

أقيمت المدرس على مساحة غير منتظمة متعددة الأضلاع حتى تتوافق وخط تخطيط الشارع الذى تطل علية الواجهه الرئيسية للمسجد وهو شارع أزبك ، وللمدرسة ثلاث واجهات إحداهما بحرية والثانية شرقية والثالثة قبلية - صورة رقم (١) ، وتقع

[1] مشروع الاحياء العمرانى للقاهرة التاريخية، مركز التراث العالمى – اليونسكو – القاهرة ٢٠١٤

المنارة للاستشارات
www.

الواجهه الرئيسية للمدرسة فى الضلع الشمالى الشرقى ، وبه المدخل الرئيسى ويبلغ طولها ١٧,٥ متر وبالطرف الغربى منها حوض لسقى الدواب وبقايا أبنية أخرى ، وبالطرف الشرقى سبيل يعلوه كتاب[٢] وإلى جانب المدخل منارة مكوّنة من قاعدة وثلاث طوابق ، الطابق الاول مثمن الشكل وبة اربع نوافذ ، والطابق الثانى مستدير الشكل ، والطابق الثالث مكون من ثمانية أعمدة توضع فوقها خوذة القبة التى يعلوها الهلال النحاسى ، وكانت تنتهى من أعلى بمسلة مخروطية وضعت مكان الطابق الثالث فى العصر العثمانى أزالتها إدارة حفظ الآثار العربية فى سنة ١٩٤٧م وأعادت بناء هذا الجزء العلوى كأصله . بنيت هذه المدرسة على نظام التخطيط المتعامد ، تتكون من صحن مسقوف (درقاعة) على شكل مربع طول ضلعه ٧,٥ متر بوسطه شخشخة تحيط به أربعة إيوانات اثنان منها كبيران ، وهما إيوان القبلة وهو أكبر الايونات[٣]

(مساحته ١٠ X ٥,٧٥ متر) والإيوان المقابل له (مساحته ٧,٥ X ٣,٩٠ متر) وأما الايوانان الآخران وهما الجانبيان (السدلتين) فصغيران مساحهما (٣,٥ X ٢,٧٥ متر (شكل رقم ٢) وأرضية الصحن تعتبر من النماذج الجميلة للأرضيات الرخامية الملونة. ويحيط بإيوان القبلة وزرة من الرخام ألملون يتوسطها محراب رخامى اتساعه حوالى ١,١٠ متر وعمقه ٠,٨٥متر يعلوه عقد نصف دائرى مرتكز على عمودين من الرخام تيجانها على شكل أوراق نباتية محوره بجواره منبر من الخشب المطعم بالصدف دقيق الصنع قوام زخارفه من الطبق النجمى ، وبأعلاها شبابيك من الجص المفرغ المحلى بالزجاج الملون ، وجميع الكتابات سواء منها المحفورة فى الحجر أو الخشب تتضمن آيات قرآنية واسم المنشئ[٤]، وتاريخ الإنشاء فوق المدخل نصه " أمر بإنشاء هذه المدرسة العبد الفقير إلى الله تعالى المقر الأشرف الكريم العالي السيفي أزبك اليوسفي أمير رأس نوبة النواب الملكي الأشرفي بتاريخ شهر شعبان سنة خمس وتسعمائة كان أزبك اليوسفي من أمراء السلطان قايتباي وقد توفي عام ٩٠٤ هـ " . ويوجد بالمدرسة العديد من مواد البناء ومظاهر التلف والتدهور تتمثل فيما يلى :

أ- العناصر الرخامية : Marble elements

وجود طبقة سوداء ناتجة عن التلوث الجوى أدت إلى طمس وإخفاء لون الرخام وإعطائه لوناً داكنا - وجود شروخ شعرية دقيقة فى بعض الأجزاء من الزخارف

---

(2) Behrens-Abouseif, Doris.,(1998) Islamic Architecture in Cairo, The American University in Cairo Press. pp,150

(٣) على مبارك ، الخطط التوفيقية ،ج٢ ، ص ١٢٦

(٤) سعاد ماهر ، مساجد مصر وأولياؤها الصالحون ، ج ٤ ، ص، ٢٨٢-٢٩٢.

المنارة للاستشارات
www.

الرخامية - انفصال فى الطبقة السطحية المصقولة للرخام فى بعض الأجزاء - تحول بعض الأجزاء أسفل القشرة السطحية المنفصلة إلى ما يشبه المسحوق - وجود طبقة سميكة من الأملاح المتكلسة والأتربة والعوالق بأسطح الزخارف الرخامية – كسور وانفصال فى البلاطات الرخامية [٥]- صورة رقم(٢) .

ب- الحجر الجيرى : Limestone

تبلور وتكلس كميات كبيرة من الاملاح على الجدران الحجرية الداخلية للمسجد وخاصة فى الاجزاء السفلى القريبه من الارض – تقشر سطح الحجر على شكل طبقات – فقد المونة من بين المداميك الحجرية – تكسر وانفصال فى الحجر بسبب الاملاح[٦].صورة (٣)- فقدان لبعض الأجزاء من الزخارف نتيجة تآكلها وتساقطها بفعل الاملاح. صورة (٤) تكون طبقة سوداء داكنة اللون على اسطح الاحجار أدت إلى طمس معالم الحجر نتيجة التلوث البيئى - وجود طبقة من الإتساخات والعوالق والأتربة على السطح الخارجى- استخدام مونة الاسمنت البورتلاندى الاسود – نحر وضعف وتفتت فى السطح الخارجى للزخارف الحجريه. صورة رقم (٥)- فقدان المونة الرابطة بين كتل الأحجار نتيجة إذابتها بفعل الرطوبة والاملاح مما أدى إلى تشويه الحجر وعدم ظهوره كوحدة واحدة – تآكل فى بعض الأجزاء بسبب فقدان المادة اللاحمة Binding material بين حبيبات الأحجار - ارتفاع والتصاق الاتربة حول جدران المدرسة واخفاء أجزاء من الزخارف الحجرية - انخفاض فى بعض أماكن الزخارف بسبب فقدان طبقات سطحية من الحجر خارج وداخل المسجد - انفصال طولى خطير جدا بين الحائط الغربى والجنوبى - فواصل بين المداميك الحجرية – ارتفاع منسوب الرطوبة فى المداميك الحجرية القريبة من الارض. صورة رقم (٦) – فقدان فى بعض أجزاء من المداميك الحجرية والتعدى ببناء عمارة حديثة ملاصقة تماما للمدرسة وعدم وجود حرم للاثر من جميع الجهات–صدأ حديد الشبابيك وتغطيته بطبقة سوداء بسبب الاتربة والتلوث البيئى[٧]- انخفاض منسوب ارضية المسجد عن منسوب الشارع مما جعله مكان لتجمع الرطوبة والأتربة ومياه المطر - تدهور حالة الأخشاب بشكل عام داخل المدرسة. صورة رقم (٧) -

---

[5] Frank, G. Matero, & Alberto, A.,(1995) Cleaning, Iron Stain Removal, and Surface Repair of Architectural Marble and Crystalline Limestone : The Metropolitan Club., Journal of the American Institute for Conservation : JAIC 1995,Volume 34, Number.1, Article 4 (pp.49 to 68).

[6] Selwitz,C.& Doehne, E., (2002) The evaluation of Crystallization modifiers for controlling salt damage to limestone. Journal of Cultural Heritage, 3, 205–216.

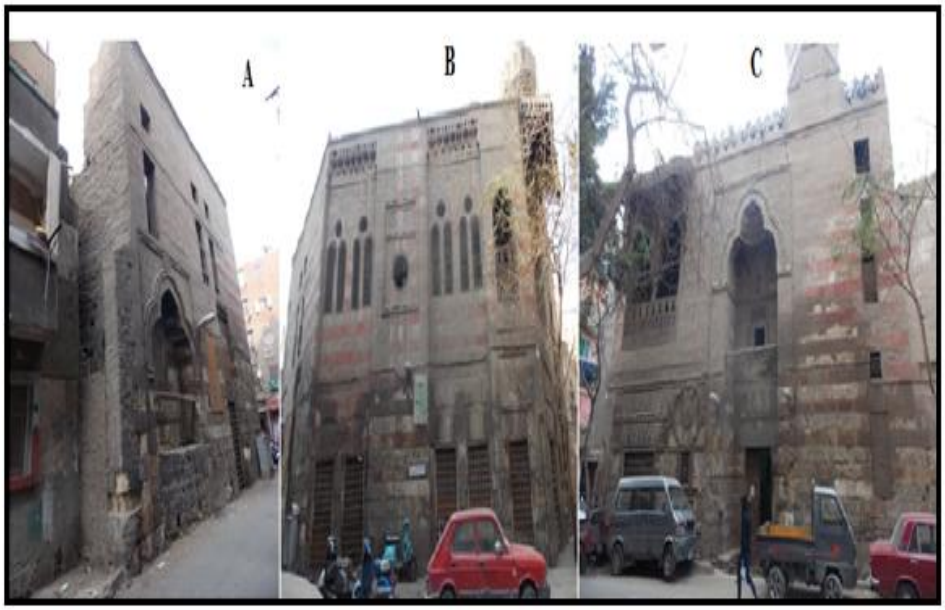
[7] Beck, K. & AL-Mukhtar, M., (2010). Weathering effects in an urban environment: acase study of tuffeau, a French porous limestone in: (Eds.) Smith, B., Gomez-Heras, M., Viles, H. & Cassar, J., Limestone in the built environment: present-day challenges for the preservation of the past, The Geological Society, London. pp: 103-111.

المنارة للاستشارات
www.

ارتفاع منسوب دورة المياه الملحقة بالمسجد عن منسوب ارضية المسجد وتسرب مياه الصرف وما تحتوى من أملاح الى جدران المسجد .

ج- المونة : The mortar

تعرضت المونات إلى التلف والتدهور الشديد بفعل تأثير إرتفاع الرطوبة وإذابتها لبعض مكونات المونة ، وجود الاملاح وتبلورها داخل مكونات المونة ادى الى اتلافها وتدهورها وتفككها



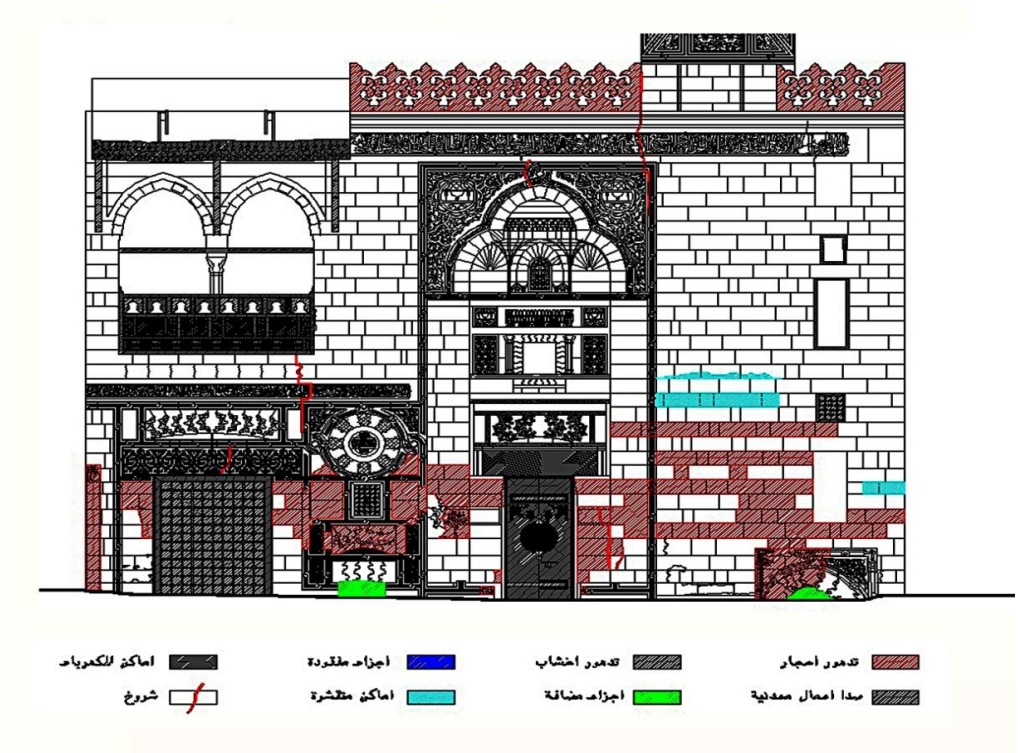
صورة رقم (١) توضح الوجهات الثلاثة الحالية للمدرسة A - الواجهة الجنوبية - B الواجهة الشرقية – C الوجهة البحرية (تصوير الباحث)

كما تضح فى الصورة(٣ ،٤،٥،٦،٧)– تدهور عام لجميع مواد البناء داخل وخارج المسجد. كل مظاهر التلف الخارجية للمسجد تم تسجيلها فى الشكلين

(٣ ، ٤) .

المنارة للاستشارات
www.

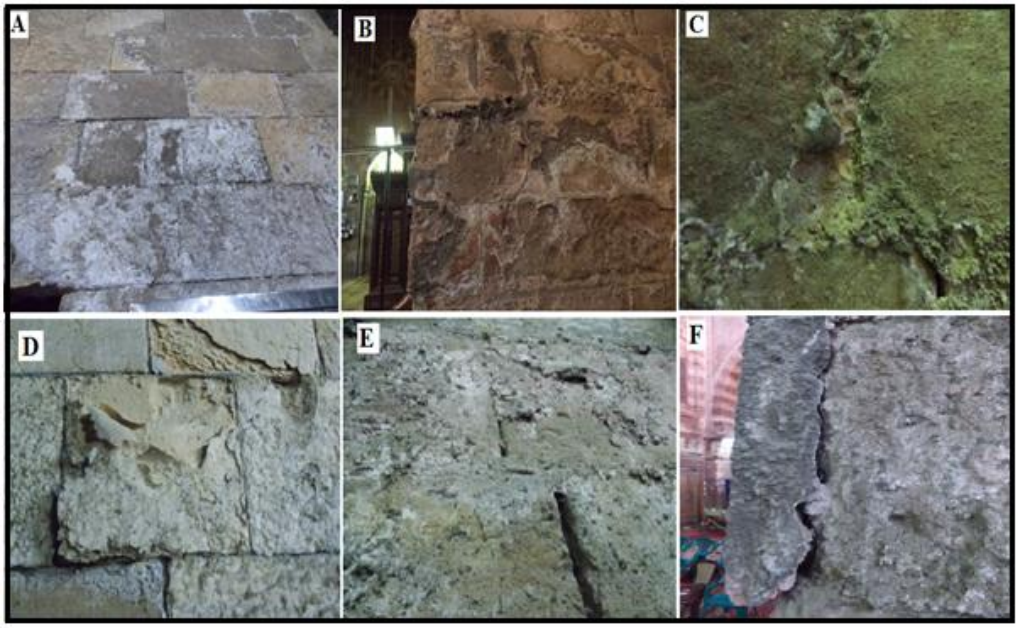
صورة رقم (٢) توضح بعض نماذج لمظاهر تلف الارضيات الرخامية من مدرسة ازبك اليوسفى (تصوير الباحث)



شكل رقم (٣) يوضح الواجهة البحرية للمدرسة موقع عليها مظاهر التلف (عمل الباحث)

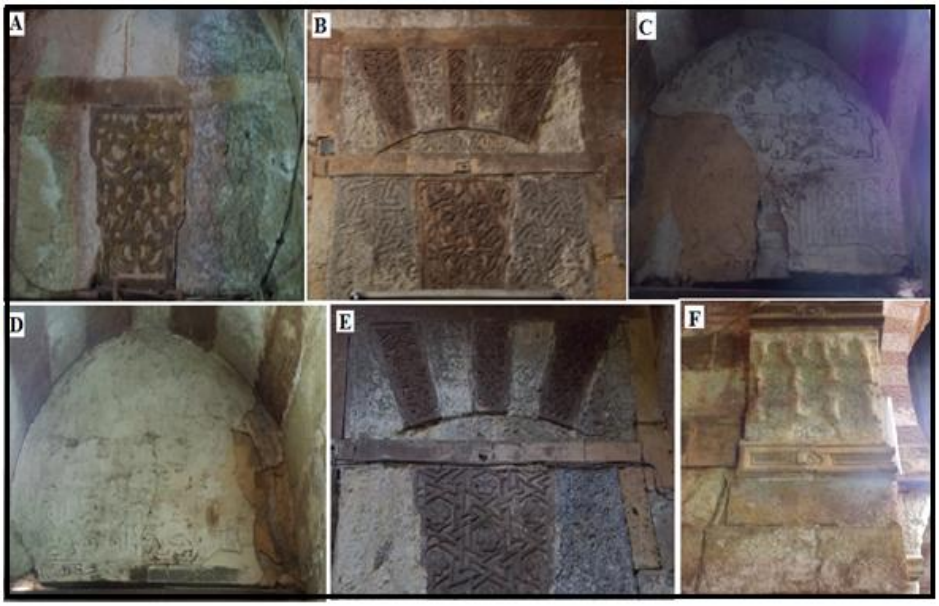
المنارة للاستشارات
www.

شكل رقم (٤) يوضح الواجهة الجنوبية للمدرسة موقع عليها مظاهر التلف (عمل الباحث)

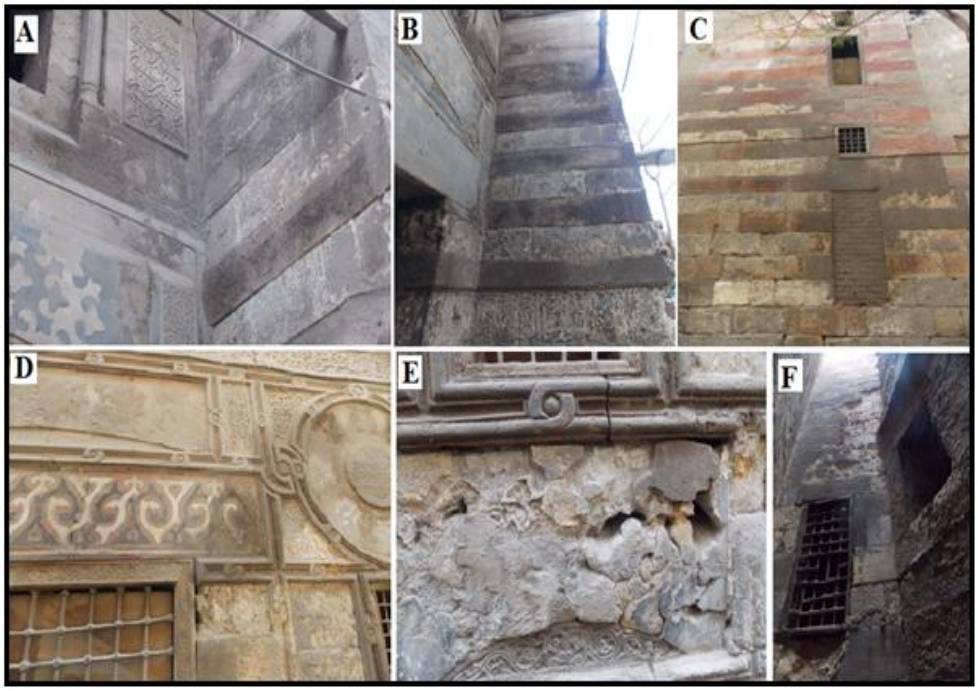


صورة رقم (٣) توضح تبلور وتكلس كميات كبيرة من الاملاح على سطح الحجر على الجدران الداخلية للمسجد A,B,C – تقشر سطح الحجر على شكل طبقات D – فقد المونة من بين المداميك الحجرية E – تكسر وانفصال فى الحجر بسبب الاملاح F(تصوير الباحث)

المنارة للاستشارات
www.

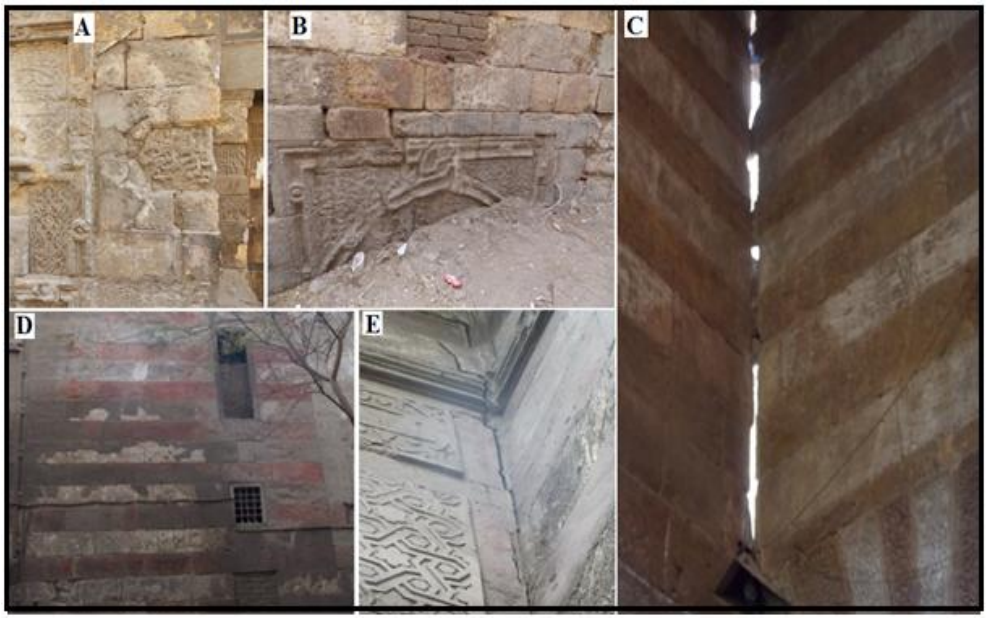


صورة رقم (٤) توضح فقدان لبعض الأجزاء من الزخارف نتيجة تآكلها وتساقطها بفعل الاملاح
(تصوير الباحث)



صورة رقم (٥) A,B,C,D توضح تكون طبقة سوداء داكنة على الزخرف وسطح الحجر – استخدام مونة اسمنت اسود E - تآكل ونحر فى الحجر والزخارف F. (تصوير الباحث)

المنارة للاستشارات
www.



صورة رقم (٦) توضح استخدام مونة اسمنت اسود على الزخارف الحجرية A – ارتفاع والتصاق الاتربة حول جدران المدرسة واخفاء أجزاء من الزخارف الحجرية B – شروخ وفواصل كبيرة وخطيرة جدا بين الجدران وبطول المبنى C,E – ارتفاع الرطوبة فى الجدران D (تصوير الباحث).

صورة رقم (٧ - A,B,C,D,E) توضح والتعدى ببناء عمارة حديثة ملاصقة تماما للمدرسة A - فقدان فى بعض أجزاء من المداميك الحجرية B– انخفاض منسوب ارضية المسجد عن منسوب الشارع C - صدأ حديد الشبابيك وتغطيته بطبقة سودا D,E - تدهور حالة الأخشاب بسبب الرطوبة والاملاح F. (تصوير الباحث)

المنارة للاستشارات
www.

٢- مواد وطرق الدراسة : Materials and Methods

أخذت عينات من مواد البناء (الحجر الجيرى ، الرخام ، المونة) والاملاح وتم فحصها وتحليلها باستخدام

- الميكروسكوب المستقطب **Polarizing Microscope (PLM)**
- حيود الاشعة السينية **X-ray diffraction (XRD)**
- الميكروسكوب الاليكترونى الماسح **Scanning Electron Microscope (SEM)**
- التحليل باستخدام **Energy Dispersive X-ray analysis (EDX)**
- التحليل الكيميائى لمواد البناء **Chemical analysis of Building Materials**
- قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية **The determination of physical and Mechanical Properties** للحجر الجيرى مادة البناء الاساسية للمدرسة ، وذلك للتعرف على خصائص مواد البناء ومكوناتها وأنواعها وتفسير وتحليل مظاهر التلف المتواجدة بالآثر وتحديد العوامل المسببة لها.

٣ – النتائج : Results

أولاً: الفحص باستخدام الميكروسكوب المستقطب : Polarizing Microscope

١ – الحجر الجيرى : : Limestone

تم فحص عينات الحجر الجيرى عن طريق إعداد قطاعات رقيقه من عينات من الحجر (Thin section) ثم فحصها بواسطة الميكروسكوب المستقطب أتضح من الفحص بالميكروسكوب المستقطب للعينات الحجرية أن الحجر المستخدم فى بناء مدرسة أزبك اليوسفى انه يتكون من معدن الكالسيت (حجر جيرى) مع وجود حبيبات من معدن الكوارتز و نسبة من المعادن الطينية (Clay Minerals) ، وجود تركيزات ونطاقات من أكاسيد الحديد ، وجود حفريات دقيقة في أرضية معدن الكالسيت، كما لوحظ انتشار بعض الفجوات في القطاعات نتيجة لذوبان الأملاح القابلة للذوبان في الماء ، بالإضافة إلى وجود بلورات الدولوميت السداسية الاوجه متداخل مع حبيبات الكالسيت دقيقة التحبب ، كما تلاحظ أن معظم البقايا الحفرية تعاني من التغيرات

المنارة للاستشارات
www.

المابعدية مثل (اعادة التبلور – الدلمتة – التحلل) وكل هذه العوامل تؤدي الى كبر أو يسهل عمل المياة تحت السطحية[٨] كما يتضح من صور (٨-A,B,C,D,E,F)

٢_ الرخام : Marble

تم أخذ أربعة عينات من رخام الارضية من الأجزاء المنفصلة والمتدهورة لفحصها بالميكروسكوب المستقطب للتعرف على مكوناتها ومظاهر تلفها

أتضح من الفحص بواسطة الميكروسكوب المستقطب أن الرخام يتكون أساساً من معدن الكالسيت ، وجود أكاسيد حديد ، وجود حبيبات من معدن الكوارتز ، وجود النسيج المتداخل الموزاييكى المميز للرخام ويتضح ذلك من خلال الصوره رقم (٩ -A) . يتميز الرخام بالنسيج السكرى المتداخل للحبيبات المعدنية لمعدن الكالسيت نتيجة عمليات التحول وجود خطوط الانفصام المميزة لمعدن الكالسيت المكون الأساسى للرخام صورة (٩-B) . أتضح من الفحص أن الزخارف تتكون من معدن الكالسيت دقيق التحبب بالإضافة إلى وجود نطاقات من أكاسيد الحديد[٩] والمعادن الطينية (٩- C) . وجود فجوات فى القطاع نتيجة ذوبان الأملاح التى كانت تشغل هذه الأماكن عند إعداد القطاع بالإضافة إلى وجود أجزاء من حفريات وهذا ما يؤكد أن هذه الزخارف ليست من رخام طبيعى صورة (٩ - D) .

٣ – المونة : The mortar

اتضح من فحص عينات المونة الاثرية وجود الجير كخلفية للمونة مع انتشار حبيبات الرمال المختلفة الاحجام فى وسط الجير مع تنوع فى اللون من الابيض الى الرمادى

اتضح ان العينه تتكون من معدن الكالسيت والكوارتز والجبس[١٠] . (صورة رقم ١٠- A,B,C,D)

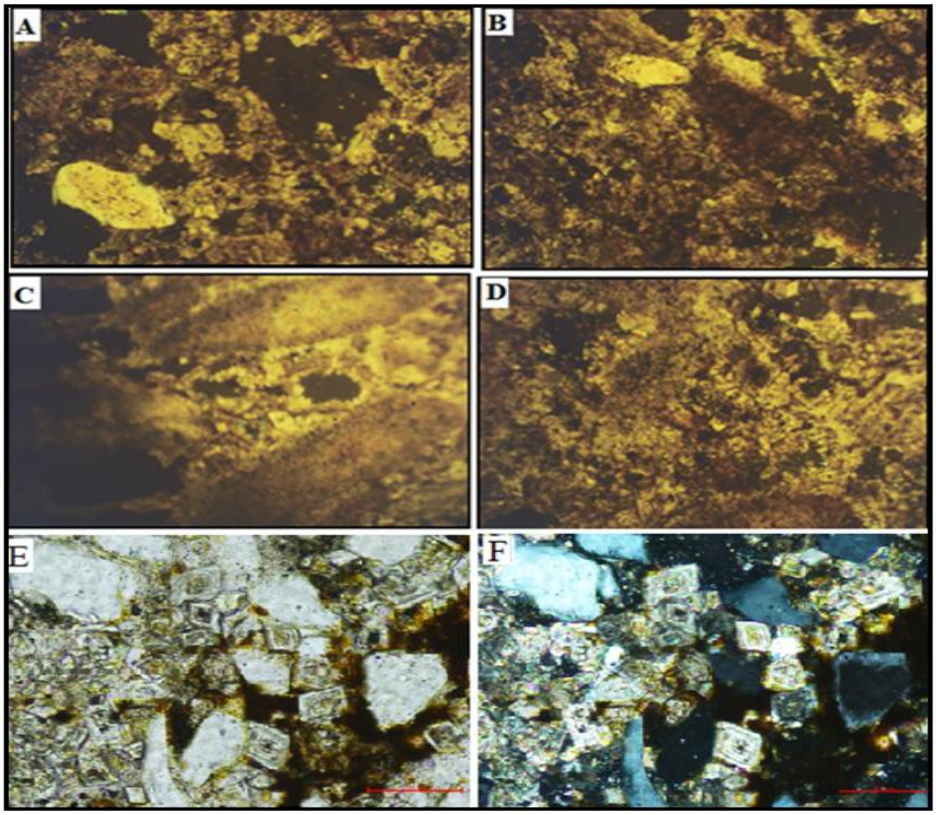
---

[8] Peter_A,_Dana, (2003) A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis ., Published by :The American Association of Petroleum Geologists Tulsa, Oklahoma, U.S.A., pp., 372- 392.

[9] Dolske, D.A., and S.I. Sherwood. (1992) Deposition of pollutants to an historic marble building. In Conference pro-ceedings, 7th International Congress on the Decay and Conservation of Stone, Lisbon, 15-18 June 1992, pp. 1373-82.

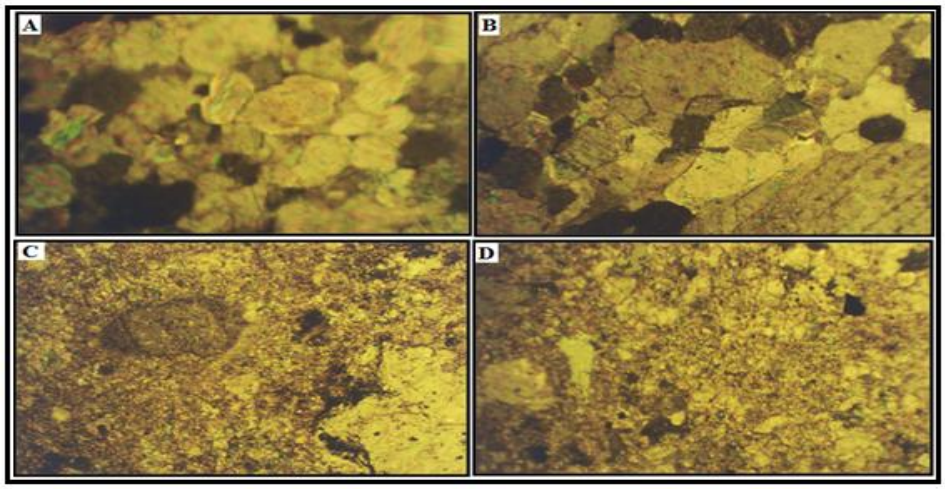
[10] Bader. N., Abu El-Hassan. R .,(2016) Examination and Conservation of Helal El-Beah Mosque, Dakahlia, Egypt, Journal of Building Construction and Planning Research, 2016, 4, 103-118

المنارة للاستشارات
www.

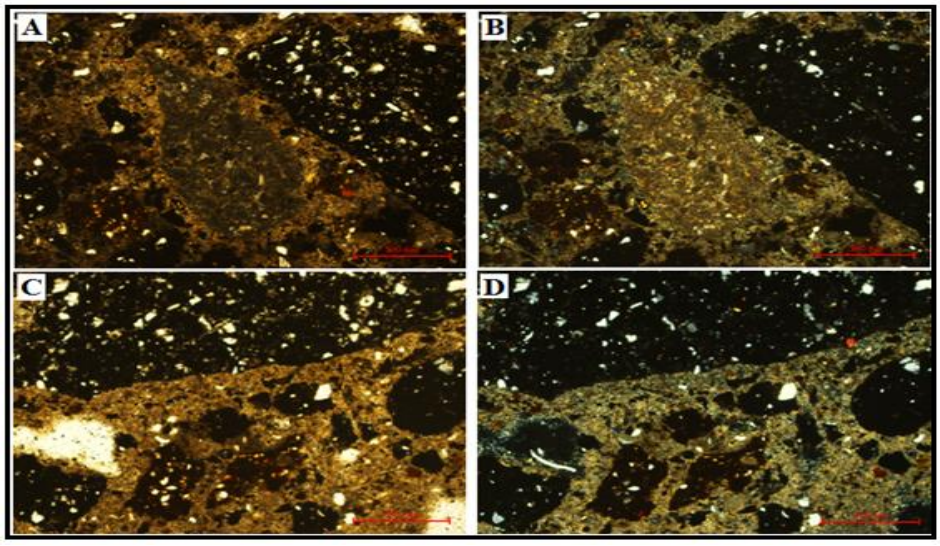


الصور رقم (٨) توضح صور بالميكروسكوب المستقطب لعينات حجر جيرى وحجر جيرى دولوميتى (A) عينه حجر يظهر بها حبيبات معدن الكالسيت وتجمعات من اكاسيد الحديد- (B) عينة حجر يظهر بها حبيبات معدن الكالسيت وتجمعات من اكاسيد الحديد ومعادن الطفله – (C) عينة يظهر بها حبيبات معدن الكالسيت وتجمعات من اكاسيد الحديد ومعادن الطفله وحفريات النيموليت – (D)عينة يظهر بها حبيبات معدن الكالسيت واجزاء من حفريات بالاضافه الي معادن الطفله وبعض حبيبات الكوارتز – (E,F) يظهر فيها بللورات معدن الدولوميت معينة الأوجه .

المنارة للاستشارات
www.



(صورة رقم ٩- A,B,C,D) توضح صور بالميكروسكوب المستقطب لعينات رخامية (A) ويتضح منها النسيج الموزاييكي المميز للرخام – (B) ويظهر فيه النسيج المتداخل لبلورات الكالسيت – (C), (D) يظهر فيها ضعف وتفكك حبيبات الكالسيت ، وجود نطاقات من أكسيد الحديد والمعادن الطينية مع وجود فجوات نتيجة ذوبان الأملاح التى كانت تشغل هذه الأماكن ، وهذا يؤكد أن هذه الزخارف من (الرخام الاحمر) ليس رخام طبيعى



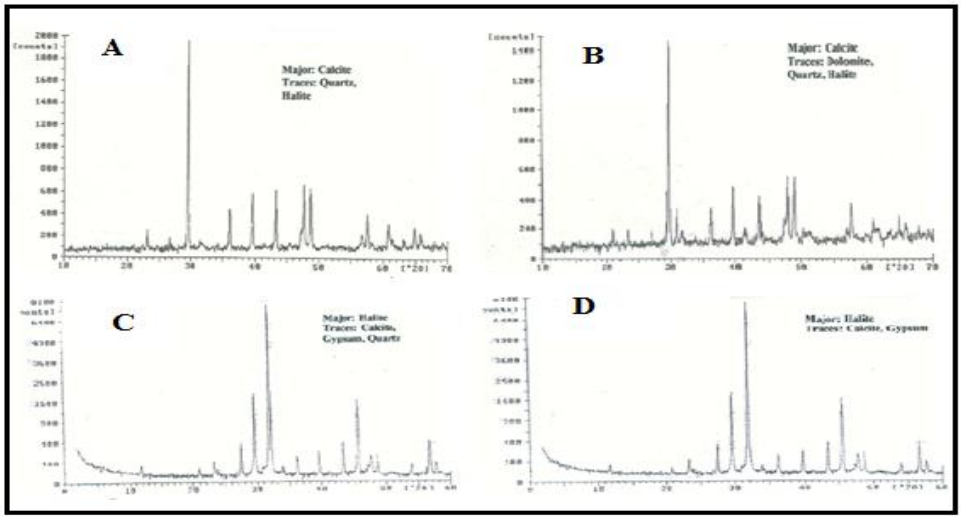
(صورة رقم ١٠- A,B,C,D) توضح صور بالميكروسكوب المستقطب لعينات من المونة المستخدمة فى بناء المدرسة ، توضح وجود الجير كخلفية للمونة مع انتشار حبيبات الرمال المختلفة الاحجام فى وسط الجير مع تنوع فى اللون من الابيض الى الرمادى

المنارة للاستشارات
www.

ثانياً : التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية : X-ray diffraction (XRD)

١- الحجر الجيرى : Limestone

تم إجراء تحليل أربع عينات من الحجر أخذت من مدرسة أزبك اليوسفى من مناطق مختلفة بواسطة حيود الأشعة السينية X-ray diffraction حيث أتضح أن الحجر المستخدم فى البناء يتكون أساساً من معدن الكالسيت ($CaCO_3$) بالاضافه الي وجود معدن الكوارتز ومعدن الدولوميت ، مما يوضح أن الأحجار المستخدمة فى نحت الزخارف من نوع الحجر الجيرى الدولوميتى (Dolomitic Limestone) كما توضح وجود نسبة من معدن الهاليت كملح مسببا تلف وتدهور أحجار البناء ، كما يوضحها الأشكال رقم (٥- A,B,C,D) والجدول رقم (١) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينات حجر جيرى أخذت من مدرسة أزبك اليوسفى .



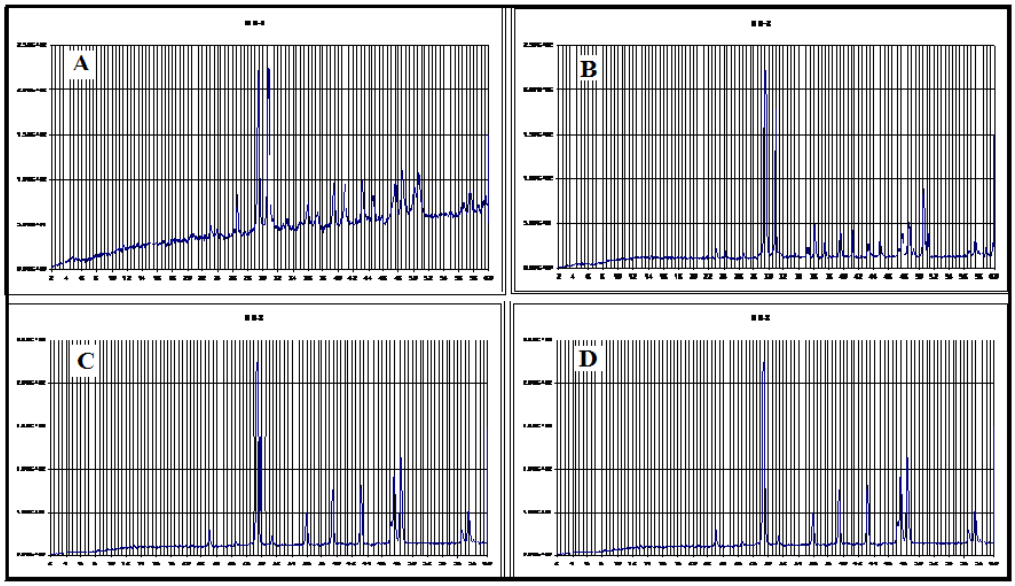
شكل رقم (٥- A,B,C,D) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينات حجر جيرى من مدرسة أزبك اليوسفى (A) تتكون من معدن الكالسيت ، الكوارتز ، الهاليت. B) تتكون من معدن الكالسيت ، الدولوميت ، الكوارتز ، الهاليت.(C) تتكون من الهاليت ، الكالسيت ، الكوارتز. (D) تتكون من الهاليت ، الكالسيت ، والجبس .

٢- الرخام : Marble

تم إجراء تحليل بواسطة حيود الأشعة السينية لعينات من الزخارف الرخامية من السبيل والمدرسة للتعرف على مكوناتها ، وذلك من الرخام ذو الألوان المختلفة الأسود والأبيض والأحمر كما يوضحها الشكل رقم (٦ – A,B,C,D) بالترتيب واتضح من التحليل أن الزخارف الرخامية ذات اللون الأحمر تتكون أساساً من معدن

المنارة للاستشارات
www.

الكالسيت ونسبة ضئيلة من معادن الدولوميت والهيماتيت وهو الذى يعطى الرخام الألوان المختلفة ، كما أتضح من التحليل أن الرخام يتكون أساساً من معدن الكالسيت بالإضافة إلى وجود شوائب من معدن الدولوميت والكوارتز وأكاسيد الحديد والكاولينيت .



الشكل رقم (٦- A,B,C,D) يوضح نمط حيود الاشعة السينية لعينات رخام من مدرسة وسبيل ازبك اليوسفى أتضح منها أن الرخام يتكون أساساً من معدن الكالسيت بالإضافة الى بعض الشوائب من الدولوميت واكاسيد الحديد والكاولينيت والتى تسبب ألوان الرخام .

٣ – المونة : The mortar

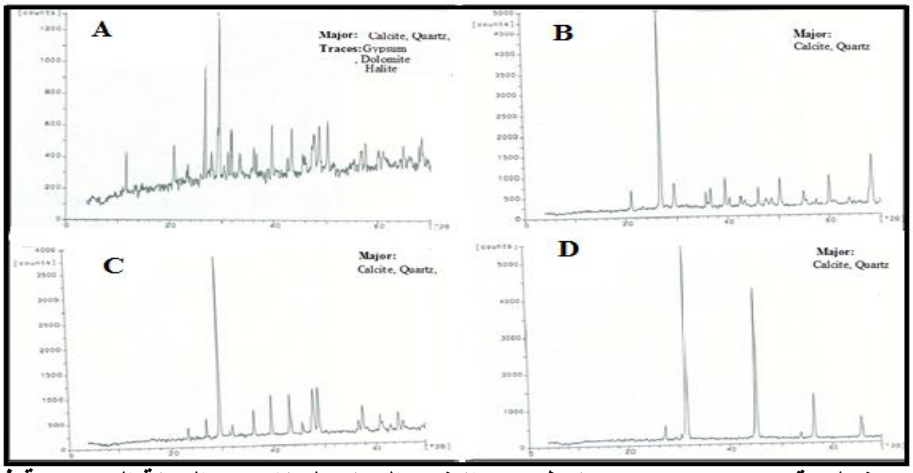
تم تحليل أربع عينات من المونة باستخدام حيود الأشعة السينية وأخذت تلك العينات من الواجهات الخارجية للمدرسة واتضح من خلال التحليل ان المونة المستخدمة فى بناء المدرسة تتكون بصفة اساسية من معدن الكالسيت والكوارتز بالاضافة الى وجود نسبه من الجبس والدولوميت وملح الهاليت (كلوريد الصوديوم) ويوضح الشكل رقم (٧- A) نمط حيود الاشعه السينيه لهذه العينات ، كما اتضح من خلال الفحص ان المونة تتكون بصفة اساسية من معدن الكالسيت والكوارتز ويوضح الشكل رقم (٧- B,C,D) نمط حيود الاشعه السينيه لهذه العينات.

٤ – المصبعات الحديدية :

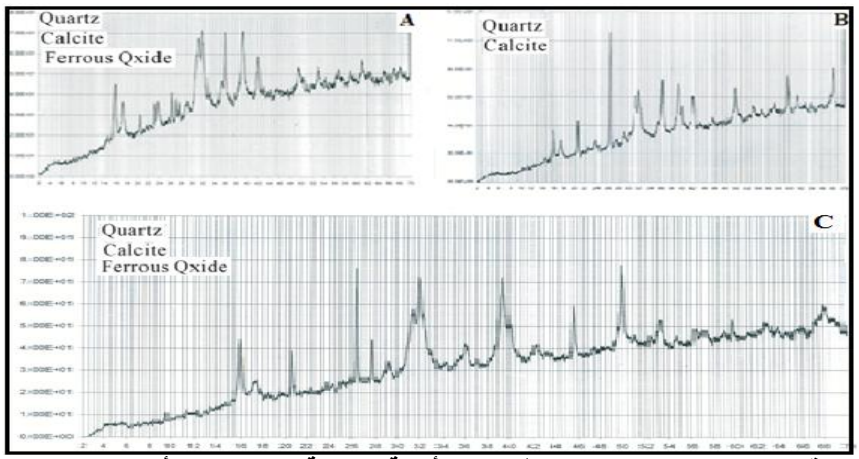
تم تحليل ودراسة مكونات صدأ المصبعات المعدنية بواسطة طريقة حيود الأشعة السينية، وقد أثبتت النتائج وجود معدن الهيماتيت كما أشتملت علي معدن الكالسيت $CaCO_3$ ومعدن الكوارتز SiO_2 (الرمل) ويوضح الشكل رقم (٨) نمط حيود الأشعة

المنارة للاستشارات
www.

السينية لمكونات صدأ المصبعات المعدنية ، حيث تعاني المصبعات المعدنية من الصدأ Corrosion والذى تكون علي السطح الخارجي للمصبعات المعدنية وأدي إلي تآكل في الطبقات السطحية للمصبعات وذلك بتكون معادن صدأ الحديد كما أثبت التحليل بحيود الأشعة السينية ، بالإضافة إلي وجود طبقة دهان حديثة ذات لون بني علي سطح المصبعات أخفت معالم الشكل الأصلي الأثري للمصبعات المعدنية وترسبت خلالها حبيبات من معدن الكالسيت $CaCO_3$ ومعدن الكوارتز SiO_2 .



شكل رقم (٧- A,B,C,D) نمط حيود الاشعه السينيه لعينات من المونة المستخدمة فى بناء المدرسة



شكل رقم (٨- A,B,C) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لمكونات صدأ الشبابيك الحديدية بالمدرسة اتضح منها وجود مركبات صدأ الحديد وأهمها الهيماتيت بالاضافة الى وجود معدن الكوارتز والكالسيت نتيجة التصاق الاتربة فوق مركبات الصدأ

ثالثاً:الفحص والتحليل باستخدام الميكروسكوب الأليكترونى الماسح المزود بEDX:

المنارة للاستشارات
www.

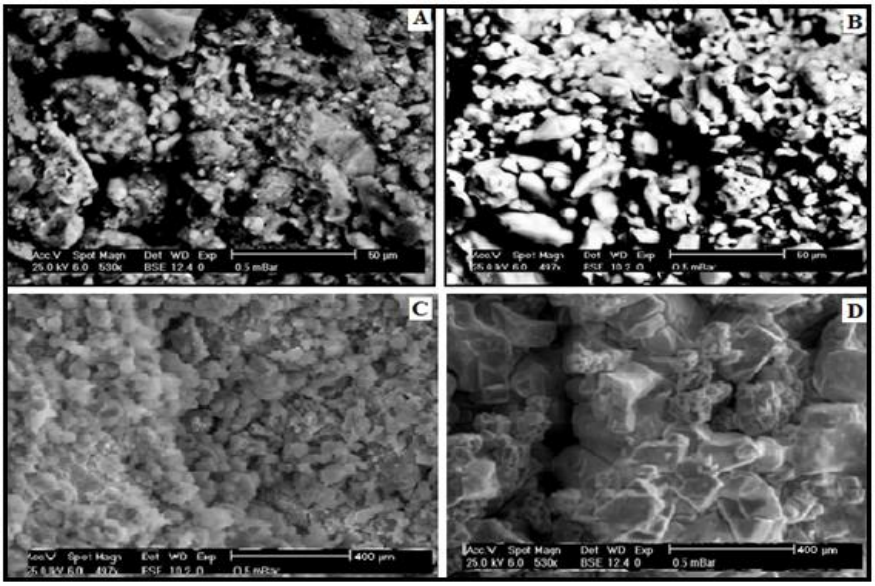
Scanning Electron Microscope (SEM) and (EDX) analysis

١ – الحجر الجيرى : Limestone

اتضح من خلال الدراسة بالميكروسكوب الاليكترونى الماسح والمزود EDX ان الحجر الجيرى المستخدم فى البناء عبارة عن حجر جيرى دولوميتى كما أتضح ان الحجر فى حالة ضعف شديد وتفكك وفقدان للمادة الرابطة بين الحبيبات بسبب وجود نسبة مرتفعة من بلورات ملح الهاليت داخل الحجر وخاصة فى الاجزاء السفلى من جدران المدرسة القريبة من الأرض. صورة رقم (١١) وشكل رقم (٩-A)

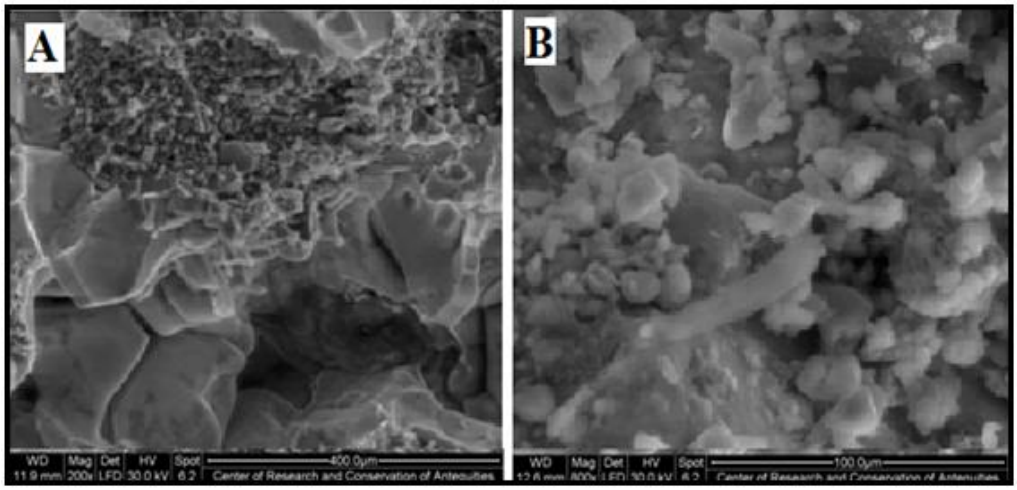
٢ – المونة : The mortar

اتضح من خلال الدراسة بالميكروسكوب الاليكترونى الماسح والمزود EDX ان المونة المستخدمة فى البناء تحتوى على نسبة مرتفعة من ملح الهاليت مما أفقدها خاصية الربط . صورة رقم (١٢) وشكل رقم (٩-B)

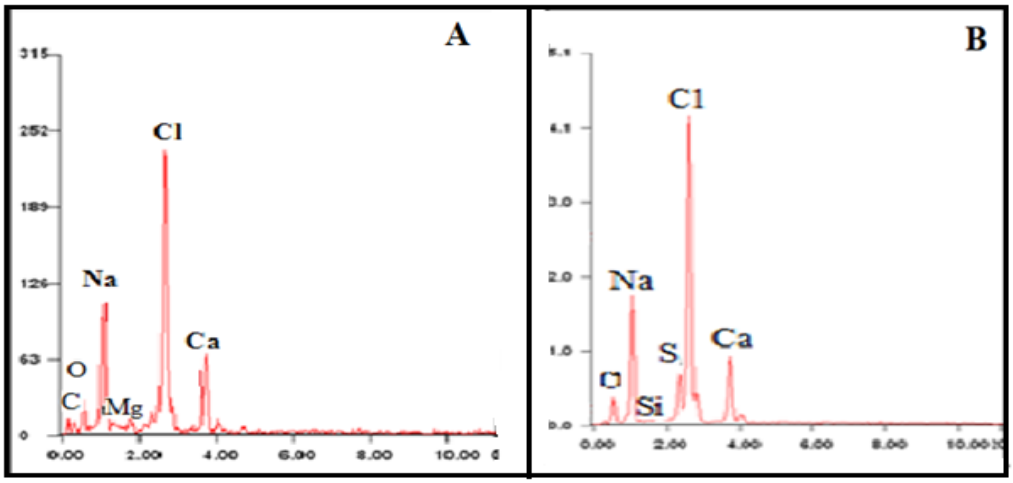


صورة رقم (١١- A,B,C,D) توضح صورة بالميكروسكوب الاليكترونى الماسح لعينة حجر جيرى من مدرسة أزبك اليوسفى يتضح منها فقدان الماده الرابطه بين حبيبات الحجر وتبلور الاملاح بين المكونات المعدنيه الي جانب وجود تآكل وضعف وتفكك بلورات الحجر

المنارة للاستشارات
www.



صورة رقم (١٢- A,B) توضح صورة بالميكروسكوب الاليكترونى الماسح لعينة مونة من مدرسة أزبك اليوسفى يتضح منها تبلور الاملاح بين مكونات المونة



شكل رقم (٩) A يوضح تحليل عينة حجر جيرى باستخدام EDX يتضح منها وجود معدن الكالسيت والدولوميت وملح الهاليت ، B يوضح تحليل عينة مونة باستخدام EDX يتضح منها وجود معدن الكالسيت وملح الهاليت والكوارتز.

رابعاً : التحليل الكيميائى لمواد البناء :

Chemical analysis of Building Materials

تم عمل تحليل كيميائى لمواد البناء بالمدرسة (تم تحليل عينتين من الحجر الجيرى وعينتين من الرخام وأربعة عينات من المونة ، والعينات أخذت من أماكن مختلفة من

المنارة للاستشارات
www.

خارج وداخل المدرسة) وكانت النتائج كما يوضحها الجدول رقم (١) و الشكل رقم (١٠).

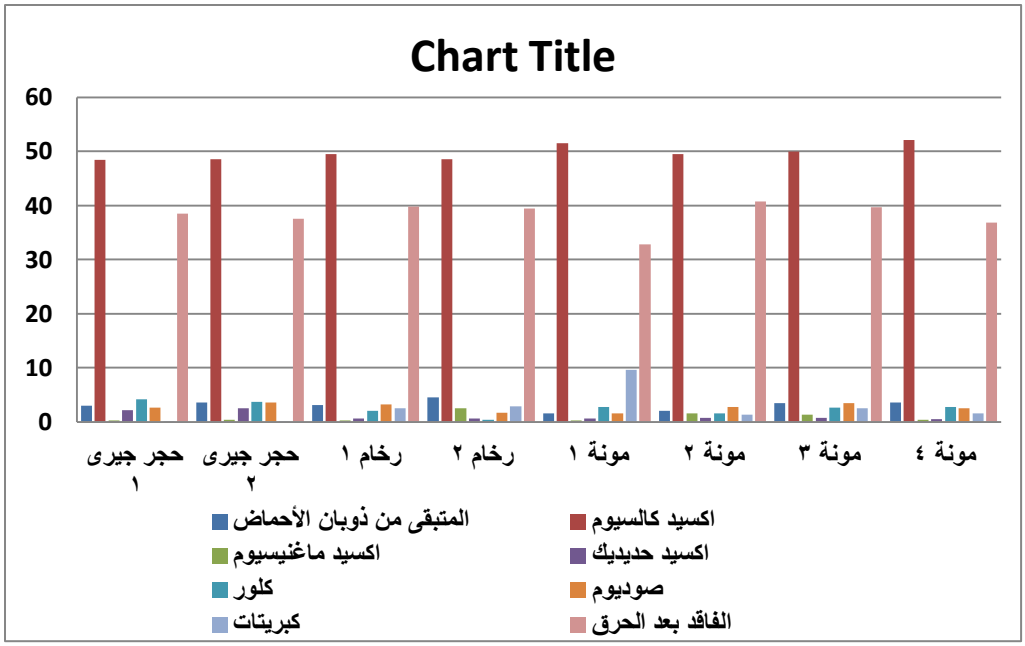
خامساً : قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية للحجر الجيرى المستخدم فى بناء المدرسة : Measuring the physical and mechanical properties of the limestone used in building the Madrasa

تم قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية للحجر الجيرى ولوحظ تباين النتائج من عينة لأخرى حسب مكان أخذ العينة وما تعرضت له الأحجار من تلف وتدهور أدى إلى التأثير على قوة التحمل الميكانيكية لها بفعل عوامل التلف المختلفة ، ولوحظ ان عينات الاحجار المأخوذة من الاماكن القريبة من الارض اكثر ضعفا من الاحجار البعيدة عن الارض . كما يوضح الجدول رقم (٩) نتائج قياس الخواص الفيزيائية لعشر عينات من الحجر الجير مأخوذة من اماكن مختلفة من المرسة. ويوضح الجدول رقم (١٠) نتائج قياس الخواص الميكانيكيه لثمان عينات من الحجر الجيري مأخوذة من أماكن مختلفة من مدرسة ازبك اليوسفى .

جدول رقم (١) يوضح نتيجة تحليل كيميائى (بالوزن) لعينات من مدرسة ازبك اليوسفى

نوع العينة	المتبقى من ذوبان الأحماض	اكسيد الكالسيوم	اكسيد الماغنسيوم	اكسيد الحديديك	كلور	الصوديوم	الكبريتات	الفاقد بعد الحرق
حجر جيرى(١)	٣	٤٨,٤٦	٠,٢	٢,١٦	٤,٢	٢,٦١	٠,٠٦	٣٨,٤٧
حجر جيرى(٢)	٣,٥	٤٨,٥١	٠,٣٥	٢,٤٦	٣,٧	٣,٥١	٠,٠٩	٣٧,٥٧
الرخام (١)	٣,١	٤٩,٥	٠,٢	٠,٦	٢	٣,٢٤	٢,٤٥	٣٩,٨٢
الرخام (٢)	٤,٥	٤٨,١	٢,٥	٠,٦٢	٠,٤	١,٦٧	٢,٩	٣٩,٣٧
المونة(١)	١,٥	٥١,١	٠,٢	٠,٥٩	٢,٧	١,٥٤	٩,٦	٣٢,٧٧
المونة(٢)	٢	٤٩,٥٥	١,٥	٠,٧١	١,٥	٢,٧٤	١,٣	٤٠,٧٠
المونة(٣)	٣,٤	٥٠	١,٣	٠,٧	٢,٦	٣,٤٤	٢,٥	٣٩,٦٧
المونة(٤)	٣,٥	٥٢,١	٠,٤	٠,٤٩	٢,٧٤	٢,٥	١,٥	٣٦,٧٧

المنارة للاستشارات
www.



شكل رقم (١٠) يوضح نتيجة تحليل كيميائى (بالوزن) لعينات من مدرسة ازبك اليوسفى .
(عمل الباحث)

جدول رقم (٢) يوضح نتائج قياس الخواص الفيزيائية لعينات من الحجر الجيرى بمدرسة ازبك اليوسفى

رقم العينه	الكثافه جم / سم^{٣}	امتصاص الماء %	المساميه %
١	١,٩٤	٧,٨٦	١٥,٩٨
٢	٢,١٢	٨,٠٩	١٥,٤٨
٣	١,٩٨	٨,٩٢	١٤,٨٧
٤	٢,١٨	٧,٧٦	١٥,٦٩
٥	٢,٠١	٨,٩٥	١٤,٢٨
٦	١,٩١	٧,٩٦	١٤,٩٤
٧	٢,٢٣	٨,٣٩	١٤,٦٧
٨	٢,١٤	٨,٦٨	١٥,٣٧
٩	١,٩٥	٨,١٦	١٥,١٢
١٠	٢,٠٣	٧,٩٩	١٤,٩٨

المنارة للاستشارات
www.

جدول رقم (٣) يوضح نتائج قياس الخواص الميكانيكية لعينات من الحجر الجيرى بمدرسة ازبك اليوسفى

رقم العينه	قوه تحمل الضغط كجم / سم ٢	قوه تحمل الشد كجم / سم ٢
١	٢٥٦,٢	٣٩,٤
٢	٢٤٨,٨	٣٨,٧
٣	١٩٨,٥	٣٩,٥
٤	٢٠٧,٧	٣٩,٦
٥	٢٦٧,٩	٣٦,٨
٦	٢١٦,١	٣٧,٩
٨	٢٠٤,٨	٣٩,٣
٨	٢٠٤,٨	٣٩,٣

٤- مناقشة النتائج : Discussion of results

من خلال دراسة الوضع الراهن للمدرسة اتضح ان المدرسة أقيمت على مساحة غير منتظمة متعددة الأضلاع حتى تتوافق مع خط تخطيط الشارع الذى تطل علية الواجهه الرئيسية للمدرسة ، وللمدرسة ثلاث واجهات إحداهما بحرية والثانية شرقية والثالثة قبلية ، وتقع الواجهه الرئيسية للمدرسة فى الضلع الشمالى الشرقى ، وبه المدخل الرئيسى للمدرسة .

كما ان دراسة الوضع البيئى المحيط بالمدرسة كان له أثر كبير فى تفهم العديد من عوامل ومظاهر التلف التى تسببت فى تدهور حالة المدرسة ، فمن الملاحظ ارتفاع منسوب المياه الارضية اسفل المدرسة بسبب انخفاض مستوى ارض المدرسة عن المنازل المحيطة بها ، وكذا لوقوع المدرسة فى منطقة شعبية مزدحمة بالسكان وتعانى من مشكلات متعددة مثل تسرب المياة من شبكات الصرف الصحى الى التربة المنشأ عليها المدرسة[١١] والتلوث البيئى الناتج عن عوادم السيارات والأتربة وعدم نظافة الشوارع والتعدى على حرم الاثر من جميع الجهات سواء من المنازل الملاصقة للمدرسة أوالشوارع الضيقة المحيطة بها والتى لاتراعى اى حرم للاثر

(11) Oestrreish,D,M.,(1993) The Ground Water Rise in The East of Cairo and Its Impact on Historic Buildings Geo scientific Research in Northeast Africa ,Thorweihe and Sehandelmjer, Rotterdam, pp.34-36 .

المنارة للاستشارات
www.

بالاضافة الى عدم عمل صيانة وقائية او صيانة دورية للاثر مما جعل حالتة تزداد سوءا بمرور الزمن وقد تم تصنيف المدرسة بأن حالتها سيئة جدا[١٢] .

ومن خلال نتائج الفحوص والتحاليل المختلفة ودراسة الخواص الفيزيائية والميكانيكية للأحجار ومواد البناء اتضح ان المواد الاثرية المتمثلة فى الحجر الجيرى والبلاطات الرخامية ومونات البناء تعانى بشدة من عوامل التلف التى تؤثر على المدرسة ، وأهمها ارتفاع منسوب المياه الارضية المتسربة من المنازل المحيطة ودورة المياة

الملحقة بالمدرسة واحتواء تلك المياه على املاح وخاصة ملح الهاليت شديد الخطورة[١٣] .

وأتضح من نتائج الفحص باستخدام الميكروسكوب المستقطب لعينات من الحجر المستخدم كمادة بناء للمدرسة أنه يتكون بصفة اساسية من معدن الكالسيت مع وجود بلورات معدن الدولوميت معينة الاوجه متداخلة مع أرضية حبيبات الكالسيت دقيقة التحبب (حجر جيرى دولوميتى) ، بالإضافة إلى وجود حبيبات من معدن الكوارتز ونسبة من المعادن الطينية Clay Minerals ، كما لوحظ انتشار بعض الفجوات في القطاعات نتيجة لذوبان الأملاح القابلة للذوبان في الماء أثناء تحضير القطاعات، كما أتضح من الفحص بواسطة الميكروسكوب المستقطب لعينات الرخام المستخدم فى بلاط ارضيات المدرسة أنه يتكون أساساً من معدن الكالسيت بالإضافة إلى وجود أكاسيد حديد وحبيبات من معدن الكوارتز و ظهور النسيج الموزاييكى المتداخل المميز للصخور الرخامية حيث تتداخل وتتلاحم الحبيبات المعدنية لمعدن الكالسيت مع بعضها البعض نتيجة عمليات التحول الحرارى بالإضافة إلى وجود خطوط الانفصام المميزة للكالسيت المكون الأساسى للرخام ، مع وجود فجوات فى القطاعات نتيجة ذوبان الأملاح التى كانت تشغل هذه الأماكن عند إعداد العينات[١٤].
وأتضح من نتائج الفحص باستخدام الميكروسكوب المستقطب لعينات من المونة المستخدمة فى بناء المدرسة انها تتكون من بصفة اساسية من الجير والرمل وقليل من الجبس .

---

[١٢] تقرير تم عملة فى اطار مشروع الاحياء العمرانى للقاهرة التاريخية ، مركز التراث العالمى، اليونسكو ، ٢٠١٤

[13] SELWITZ, C.& DOEHNE, E.(2002) The evaluation of crystallization modifiers for controlling salt damage to limestone. Journal of Cultural Heritage, 3, pp.205–216.

[14] Abd EL-Tawab, N.A (2012) Degradation and conservation of marble in the greek roman hadrianic baths in leptis magna, libya, *in* International Journal of Conservation Science 3(3):163-178 .

المنارة للاستشارات
www.

كما أتضح من نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية XRD لعينات الحجر الجيرى أن الحجر المستخدم فى البناء يتكون من معدن الكالسيت ($CaCO_3$) بالاضافه الي وجود معدن الكوارتز ومعدن الدولوميت ، مما يوضح أن الأحجار المستخدمة فى البناء من نوع الحجر الجيرى الدولوميتى (Dolomitic Limestone) كما أظهرت التحاليل وجود نسبة مرتفعة من ملح الهاليت مسببا تلفا شديدا وتدهورا لأحجار البناء وخاصة فى الاجزاء السفلى من الجدران مما يبرهن ان مصدر الملح هو التربة والمياة الارضية . كما أتضح من نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية XRD لعينات الرخام أن الزخارف الرخامية ذات اللون الأحمر تتكون أساساً من معدن الكالسيت و الدولوميت والهيماتيت وهو الذى يعطى اللون الأحمر للرخام بالإضافة إلى وجود معدن الكوارتز وملح الهاليت والذى يعتبر السبب الرئيسى فى تلف البلاطات الرخامية

كما أتضح من نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية XRD لعينات من المونة انها تتكون بصفة اساسية من معدن الكالسيت والكوارتز (مونة الجير) بالاضافة الى وجود نسبه من الجبس والدولوميت وملح الهاليت (كلوريد الصوديوم) كما أتضح من نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية XRD لعينات من المصبعات (الشبابيك) الحديدية أن مركبات الصدأ المتمثلة بشكل أساسي في معادن صدأ الحديد ترجع إلي عمليات الاكسدة التي حدثت للمصبعات الحديدية في وجود الرطوبة والتي تؤدي إلي إتحاد المكونات المعدنية للمصبعات مع الرطوبة والأكسجين مما يؤدي إلي تآكل طبقات من الأسطح الخارجية للمصبعات المعدنية كما أن إستخدام الطلاءات التي تخفي معالم الأثر الأصلية لا يمثل حماية للمصبعات من التلف والصدأ حيث لم يتم تنظيفها من مكونات الصدأ قبل إجراء عملية الطلاء وبالتالي استمرت مركبات الصدأ موجودة أسفل الطلاء تقوم بدورها المتلف في تحول طبقات أخري من المصبعات المعدنية إلي نواتج صدأ كما أن الأجزاء التي لم يتم تغطيتها بالطلاء إستمرت في التعرض للجو بما فيه من رطوبة وتلوث جوي وأصبحت بؤر للصدأ وزادت عندها حدة التلف والتدهور بالإضافة إلي ذلك فإن إخفاء اللون الأصلي للحديد باستخدام طلاء غير شفاف يأخذ اللون البني يؤدي إلي تشويه للسطح الخارجي للمصبعات الحديدية وفقدانها لمظهرها الأصلي وقيمتها الفنية والأثرية.

كما اتضح من خلال الدراسة بالميكروسكوب الاليكترونى الماسح والمزود EDX ان الحجر الجيرى فى حالة ضعف شديد وتفكك وفقدان للمادة الرابطة بين الحبيبات الي جانب وجود تآكل في البلورات بسبب وجود نسبة مرتفعة من بلورات ملح الهاليت داخل الحجر وخاصة فى الاجزاء السفلى من الجدران كما اتضح ان المونة

المنارة للاستشارات
www.

المستخدمة فى البناء تحتوى على نسبة مرتفعة من ملح الهاليت مما سبب تفككها وأفقدها خاصية الربط [١٥] .

وتطابقت نتائج التحليل الكيميائى للحجر الجيرى مع نتائج الفحص والتحليل السابقة بأن الحجر المستخدم فى البناء عبارة عن حجر جيرى دولوميتى ويحتوى على نسبة من اكاسيد الحديد وكلوريد الصوديوم وكبريتات الكالسيوم ، كما اتضح من التحليل الكيميائى للرخام وجود معدن الكالسيت حيث أنه المكون الرئيسى لحجر الرخام أما وجود معدن الهاليت (ملح كلوريد الصوديوم NaCl) فيرجع إلى التربة المقام عليها المدرسة حيث يصعد من التربة بالخاصية الشعرية من خلال المسام على هيئة محاليل ملحية ، وقد اتضح أن الزخارف الرخامية تعتبر رخام حقيقى بالنسبة للزخارف ذات اللون الأبيض والاسود أما الزخارف ذات الألوان الأصفر والأحمر فتعتبر من الرسوبات الجيرية المتبلور التى تعرف أنواعه باسم أشباه الرخام .

ومن نتائج التحليل الكيميائى لعينات المونة يتضح أن المونة المستخدمة فى بناء المدرسة عبارة عن مونة الجير والذي امكن التعرف عليها في صوره معدن الكالسيت الي جانب وجود الرمل في صوره معدن الكوارتز الي جانب وجود القليل من معدن الجبس والذي استخدم بكثره في عمليات البناء للاثار في العصور الاسلاميه ، وقد تعرضت هذه المونات إلى التلف والتدهور بفعل تأثير إرتفاع نسبة الرطوبة وإذابتها لبعض المكونات بالإضافة إلى وجود ملح الهاليت الذى سبب تلف وتدهور وتفكك المونة[١٦] .

ومن نتائج قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية للحجر الجيرى المستخدم فى بناء المدرسة اتضح تباين النتائج من عينة لأخرى حسب موقع العينة من المبنى وما تعرضت له الأحجار من تلف وتدهور أدى إلى التأثير السلبى على الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للحجر بفعل عوامل التلف المختلفة واتضح بشكل عام ان عينات الاحجار المأخوذة من الأجزاء السفلى للجدران تميزت بالضعف والتدهور فى الخواص الفيزيائية والميكانيكية عن العينات المأخوذة من الاجزاء العليا للجدران البعيدة عن المياة الارضية والاملاح ، ومن خلال نتائج الدراسة اتضح ان حالة المدرسة سيئة جدا وتحتاج الى مشروع ترميم شامل فى أقرب وقت لانقاذ المدرسة قبل تفاقم الوضع وضياع معالم أثرية لايمكن ان تعوض بأى حال من الأحوال .

---

(15) Charola,A.E., Chemical- Physical Factors in Stone Deterioration,Durability of Building Materials,5, 1998, pp.185.

(16) Moriconi, G ., Castellano, M. G., Collepardi, M.(1994) Mortar deterioration of the masonry walls in historic buildings. A case history: Vanvitelli's Mole in Ancona , Materials and Structures, 27, pp.408-414.

المنارة للاستشارات
www.

٥- التوصيات ومقترحات الترميم والصيانة للمدرسة :

Recommendations and suggestions for restoration and Conservation of the Madrasa

طبقا لما أسفرت عنه دراسات الوضع الرهن ورصد مظاهر التلف والتدهور للاحجار الجيريه ، نجد أنها تحتاج إلى إجراء عمليات الترميم والصيانة الآتية :

- عمل حرم حول المدرسة – خفض منسوب التربة حول المدرسة من جميع الجهات - وضع حلول مناسبة لعزل جدران وأرضيات المدرسة عن تأثير المياه الارضية - تحسين نظام الصرف حول المدرسة لخفض منسوب المياة الأرضية فى الجدران – عزل الأساسات بمواد تمنع صعود المياة الأرضية والاملاح الى الجدران - إجراء عمليات التنظيف الميكانيكى والكيميائى باستخدام المواد المناسبة لطبقات الأتربة والإتساخات والعوالق الموجودة على السطح - إجراء عملية استخلاص وازاله للاملاح - إجراء عملية تقوية للأسطح والبنية الداخلية للطبقات السطحية الخارجية الضعيفة والمتآكلة والتالفة وذلك باستخدام إحدى مركبات السيليكون - عمل تكحيل (ملء) بمونة الجير والرمل للفواصل بين الأحجار (العراميس) وذلك باستكمال المونة المفقودة من العراميس - إجراء عملية عزل سطحى للعناصر الزخرفية لحمايتها من تأثير الملوثات الجوية والرطوبة - عمل صيانة دورية بعد الانتهاء من عمليات الترميم

- بالنسبة للعناصر الرخامية فانها تحتوى على مظاهر تلف وتدهور متعددة يقترح لعلاجها وترميمها وصيانتها ما يلى :

إتباع طرق التنظيف الميكانيكى اليدوية لإزالة جميع طبقات التكلسات والأتربة والعوالق وبقايا أى مونة قديمة من على الأسطح الرخامية - إتباع التنظيف الكيميائي لإزالة الطبقة السوداء الرقيقة الناتجة عن التلوث الجوى على أسطح الزخارف باستخدام خليط من منظف صناعى متعادل مع الأمونيا والماء وتصلح هذه الطريقة لإزالة معظم الطبقات الرقيقة الموجودة على سطح الرخام أما الطبقات الأكثر سمكا أو الملتصقة التصاقا شديدا بالأسطح الرخامية فتستخدم معها كمادة مورا Mora Poultice - تثبيت القشور والأجزاء المنفصلة للمحافظة عليها من الفقد - تقوية الأجزاء الضعيفة من الزخارف باستخدام مادة مقوية مناسبة - عزل الأسطح الخارجية للزخارف الرخامية لصيانتها من التلف مرة أخرى – عدم تغطية رخام الأرضيات باستخدام السجاد . وبالنسبة للشبابيك (المصبعات) الحديدية نوصى بالآتى:

- إزالة طبقة الدهانات الزيتية البنية السطحية وما يعلوها من تكلسات وأتربة وإتساخات كيميائيا باستخدام المذيبات العضوية المناسبة وأهمها الطولوين والتراى

المنارة للاستشارات
www.

كلورو إيثيلين والثنر وداى ميثيل فورماميد - إجراء عمليات التنظيف الميكانيكى بالأجهزة والأدوات المناسبة[١٧] والتنظيف الكيميائى بالمحاليل المناسبة مثل مركب EDTA وهيدروكسيد الصوديوم NaOH وكبريتات الصوديوم Na_2SO_3 وغيرها لإزالة مركبات الصدأ الموجودة على السطح - يتم إجراء عملية شطف موضعى للتخلص من تأثير وبقايا المحاليل المستخدمة فى عملية التنظيف - عزل المصبعات الحديدية عن الوسط المحيط لحمايتها من الصدأ مرة أخري باستخدام البوليمرات وأهمها مركبات الأكريلك ومن أمثلتها البارالويد B72 المذاب فى التراى كلوروأثيلين بتركيز ٣ : ٥ %

[17] Ashurst,j., Burns,C.,(2007) Tools for joint and core treatment in Conservation of ruins Edited by John Ashurst, London, pp., 314-318.

المنارة للاستشارات
www.

٦- المراجع العربية :

(١) تقرير تم عملة فى اطار مشروع الاحياء العمرانى للقاهرة التاريخية ، مركز التراث العالمى ، اليونسكو القاهرة ٢٠١٤ .
(٢) سعاد ماهر ، مساجد مصر وأولياؤها الصالحون ، ج ٤ ، ص، ٢٨٢-٢٩٢.
(٣) على مبارك ، الخطط التوفيقية ،ج٢ ، ص ١٢٦

7 – References :

(1) Abd EL-Tawab, N.A (2012) Degradation and conservation of marble in the greek roman hadrianic baths in leptis magna, libya, *in* International Journal of Conservation Science 3(3):163-178 .
(2) Ashurst,j., Burns,C.,(2007) Tools for joint and core treatment in Conservation of ruins Edited by John Ashurst, London, pp., 314-318.
(3) Bader. N., Abu El-Hassan. R .,(2016) Examination and Conservation of Helal El-Beah Mosque, Dakahlia, Egypt, Journal of Building Construction and Planning Research, 2016, 4, 103-118
(4) Beck, K. & AL-Mukhtar, M., (2010). Weathering effects in an urban environment: acase study of tuffeau, a French porous limestone in: (Eds.) Smith, B., Gomez-Heras, M., Viles, H. & Cassar, J., Limestone in the built environment: present-day challenges for the preservation of the past, The Geological Society, London. pp: 103-111.
(5) Behrens-Abouseif, Doris.,(1998) Islamic Architecture in Cairo, The American University in Cairo Press. pp,150
(6) Charola,A.E., Chemical- Physical Factors in Stone Deterioration,Durability of Building Materials,5, 1998, pp.185.
(7) Dolske, D.A., and S.I. Sherwood. (1992) Deposition of pollutants to an historic marble building. In Conference pro-ceedings, 7th International Congress on the Decay and Conservation of Stone, Lisbon, 15-18 June 1992, pp. 1373-82.
(8) Frank, G. Matero, & Alberto, A.,(1995) Cleaning, Iron Stain Removal, and Surface Repair of Architectural Marble and Crystalline Limestone : The Metropolitan Club., Journal of the American Institute for Conservation : JAIC 1995,Volume 34, Number.1, Article 4 (pp.49 to 68).
(9) Moriconi, G ., Castellano, M. G., Collepardi, M.(1994) Mortar deterioration of the masonry walls in historic buildings. A case history: Vanvitelli's Mole in Ancona , Materials and Structures, 27, pp.408-414.
(10) Oestrreish,D,M.,(1993) The Ground Water Rise in The East of Cairo and Its Impact on Historic Buildings Geo scientific Research in Northeast Africa ,Thorweihe and Sehandelmjer, Rotterdam, pp.34-36
(11) Peter_A,_Dana, (2003) A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis ., Published by :The American Association of Petroleum Geologists Tulsa, Oklahoma, U.S.A., pp., 372- 392.
(12) Selwitz,C.& Doehne, E., (2002) The evaluation of Crystallization modifiers for controlling salt damage to limestone. Journal of Cultural Heritage, 3, 205–216.

المنارة للاستشارات
www.

Scientific study of treatment and Conservation Prince Azbek Al-yusfi Madrasa in Cairo

Dr. Ragab Abo El Hassan Mohamed•

Abstract:

The Mamluk era is considered as the golden age of islamic architecture , during this period , Azbek al - Yusufi Madrasa was constructed in 1495AD - 900 Hijri , which is located now in Azbek St. branched from Al - Khudairi St. in Sayeda Zeinab district in Cairo. The building is a mosque, school, shelter and tomb , it was built by the order of the Mamluk prince Azbek al - Yusufi, it was built on the system of orthogonal planning, The Madrasa consists of a courtyard surrounded by four Iwans, it contains various building materials such as limestone which used for constructing the walls and other architectural elements in addition to mortars that used in constructing and marble that employed in columns and flooring as well as engraved colored timbers. The study covers the present status and the deterioration aspects by taking samples from constructing materials and salts , analyzing and examination of it by using X-Ray diffraction (XRD) analysis, polarizing Microscope and Scanning Electronic Microscope with EDX unit following this is the measurement of the mechanical, chemical and physical properties of the lime stone which is the main element in the mosque building in order to determine the constituents and types of building materials with defining the causes of damage of the building for the purpose of operating restoration, conservation and treatment of the Madrasa.

Keywords:

Azbek - school - restoration - Mamluk - stones - analysis – salts

• **Department of Restoration and Conservation of Antiquities - Faculty of Archeology and Tourism Guidance - Misr University for Science and Technology(MUST)**

المنارة للاستشارات

www.