

دراسة علمية لعلاج وصيانة مدرسة الأمير أربك اليوسفى بالقاهرة

أ.م.د. رجب أبو الحسن محمد *

المخلص :

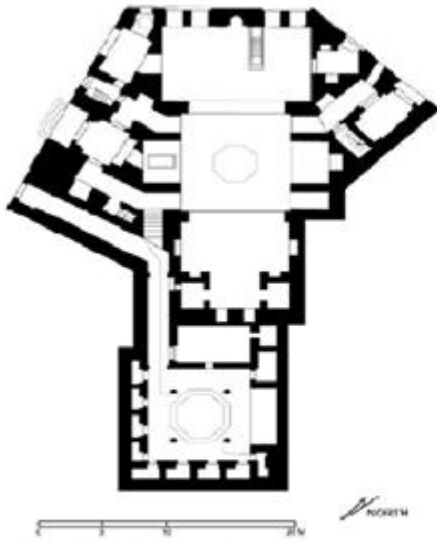
يعتبر العصر المملوكى العصر الذهبى للعمارة الاسلامية فى مصر، وقد شهد عصر المماليك الجراكسة إقامة العديد من المنشآت المتنوعة، ومن أهم تلك المنشآت مدرسة ومسجد الأمير أربك اليوسفى، الذى يقع بشارع أربك المتفرع من شارع الخضيرى بحى السيدة زينب بالقاهرة. انشأت المدرسة سنة ٩٠٠ هجرية - ١٤٩٥ ميلادية، والمبنى عبارة عن مسجد ومدرسة وكتاب وسبيل وضريح، أمر ببنائه الأمير أربك اليوسفى وكان من كبار أمراء المماليك الجراكسة، وأنشأت هذه المدرسة على نظام المدارس الاسلامية فى العصر المملوكى ذات التخطيط المتعامد، تتكون المدرسة من صحن مسقوف يتوسطه شخشيخة تحيط به أربعة أيوانات، وتحتوي المدرسة على مواد بناء متعددة تشمل الاحجار الجيرية التي استخدمت كماده بناء للجدران والعناصر المعمارية المختلفه بالاضافه الي المونات المستخدمه فى البناء والرخام المستخدم فى الاعمده وتكسيه الارضيات، والاشخاب 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 :

أربك- مدرسة - ترميم - مملوكى - أحجار - تحليل - أملاح .

١- المقدمة : Introduction

تقع مدرسة الأمير أزيك اليوسفي بالسيدة زينب - القاهرة - رقم الأثر : ٢١١ - تاريخ انشاء الأثر : ١٤٩٥/هـ ١٩٠٠ م - عصر انشاء الأثر : دولة مماليك الجراكسة - اسم المنشئ : الأمير أزيك اليوسفي - نوع الأثر : مدرسة - حالة الأثر : قائم - المنطقة الإدارية للأثر : السيدة زينب - المنطقة الأثرية : جنوب القاهرة - عنوان الأثر : شارع أزيك من شارع الخضيرى^(١) (شكل رقم ١) أنشأ الأمير أزيك اليوسفي المدرسة في سنة ٩٠٠ هجرية / ١٤٩٥ م وكان من أكبر أمراء دولة المماليك الجراكسة ومن أعظم قادتها في عصر السلطان قايتباي ، وقد تقلب في عدة وظائف كبيرة حتى أصبح في عهد الملك الناصر محمد بن السلطان قايتباي مشيراً للمملكة ، المدرسة حافلة بالزخارف والكتابات العربية على الحجر والخشب ، فقد اجتمعت فيها شتى الصناعات والفنون الدقيقة ، فنجارتها الممثلة في المنبر وكرسى السورة وأسقفها الخشبية وأرضيتها ووزرتها الرخامية جميعها ناطقة بما بلغته هذه الصناعات من منزلة رفيعة من الدقة والإتقان .



شكل (٢) يوضح مسقط أفقى لمدرسة أزيك اليوسفي
محل يعد بسعاد ماهر مساجد مصر



شكل (١) يوضح موقع مدرسة الأمير أزيك اليوسفي بمدينة القاهرة
محل يعد مشروع الاحياء العمرانى للقاهرة التاريخية

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

(١) مشروع الاحياء العمرانى للقاهرة التاريخية، مركز التراث العالمى - اليونسكو - القاهرة

الواجهة الرئيسية للمدرسة في الضلع الشمالي الشرقي ، وبه المدخل الرئيسي ويبلغ طولها ١٧,٥ متر وبالطرف الغربي منها حوض لسقى الدواب وبقايا أبنية أخرى ، وبالطرف الشرقي سبيل يعلوه كتاب^(٢) وإلى جانب المدخل منارة مكوّنة من قاعدة وثلاث طوابق ، الطابق الأول مثن الشكل وبة أربع نوافذ ، والطابق الثاني مستدير الشكل ، والطابق الثالث مكون من ثمانية أعمدة توضع فوقها خوذة القبة التي يعلوها الهلال النحاسي ، وكانت تنتهي من أعلى بمسلة مخروطية وضعت مكان الطابق الثالث في العصر العثماني أزلتها إدارة حفظ الآثار العربية في سنة ١٩٤٧م وأعدت بناء هذا الجزء العلوي كأصله . بنيت هذه المدرسة على نظام التخطيط المتعامد ، تتكون من صحن مسقوف (درقاعة) على شكل مربع طول ضلعه ٧,٥ متر بوسطه شخشة تحيط به أربعة إيوانات اثنان منها كبيران ، وهما إيوان القبلة وهو أكبر الإيوانات^(٣)

(مساحته ١٠ X ٥,٧٥ متر) والإيوان المقابل له (مساحته ٧,٥ X ٣,٩٠ متر) وأما الإيوانات الأخران وهما الجانبيان (السدلتين) فصغيران مساحتهما (٣,٥ X ٢,٧٥ متر) (شكل رقم ٢) وأرضية الصحن تعتبر من النماذج الجميلة للأرضيات الرخامية الملونة. ويحيط بإيوان القبلة وزرة من الرخام الملون يتوسطها محراب رخامي اتساعه حوالي ١,١٠ متر وعمقه ٠,٨٥ متر يعلوه عقد نصف دائري مرتكز على عمودين من الرخام تيجانها على شكل أوراق نباتية محوره بجواره منبر من الخشب المطعم بالصدف دقيق الصنع قوام زخارفه من الطبق النجمي ، وبأعلاها شبابيك من الجص المفرغ المحلى بالزجاج الملون ، وجميع الكتابات سواء منها المحفورة في 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 أزيك اليوسفي أمير رأس نوبة النواب الملكي الأشرفي بتاريخ شهر شعبان سنة خمس وتسعمائة كان أزيك اليوسفي من أمراء السلطان قايتباي وقد توفي عام ٩٠٤ هـ " . ويوجد بالمدرسة العديد من مواد البناء ومظاهر التلف والتدهور تتمثل فيما يلي :

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 في بعض الأجزاء من الزخارف

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

(3) على مبارك ، الخطط التوفيقية ، ج٢ ، ص ١٢٦
(4) سعاد ماهر ، مساجد مصر وأولياؤها الصالحون ، ج ٤ ، ص، ٢٨٢-٢٩٢.

- 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 تأكلها وتساقطها بفعل الاملاح. صورة (٤) تكون طبقة سوداء داكنة اللون على اسطح الاحجار أدت إلى طمس معالم الحجر نتيجة التلوث البيئى - وجود طبقة من الإتساختات والعوالق والأتربة على السطح الخارجى- استخدام مونة الاسمنت البورتلاندى الاسود - نحر وضعف وتفتت فى السطح الخارجى للزخارف الحجرية. صورة رقم (٥)- فقدان المونة الرابطة بين كتل الأحجار نتيجة إذابتها بفعل الرطوبة والاملاح مما أدى إلى تشويه الحجر وعدم ظهوره كوحدة واحدة - تأكل فى بعض الأجزاء بسبب فقدان المادة اللاصقة 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 للآثر من جميع الجهات-صدأ حديد الشبائيك 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.& Dohne, 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.

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 ارتفاع الرطوبة وإذابتها لبعض مكونات المونة ، وجود الاملاح وتبلورها داخل مكونات المونة ادى الى اتلافها وتدهورها وتفككها



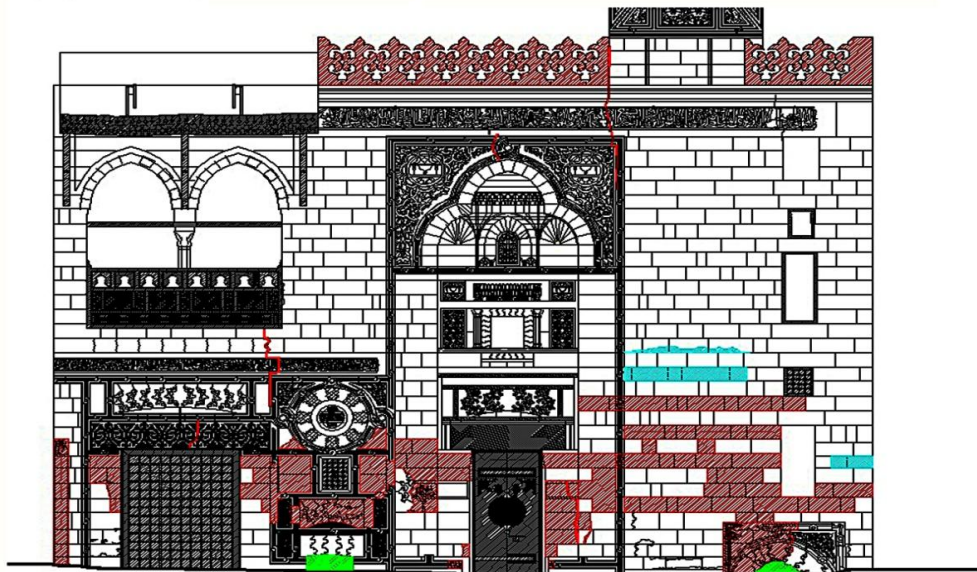
صورة رقم (١) توضح الواجهات الثلاثة الحالية للمدرسة A - الواجهة الجنوبية - B الواجهة الشرقية - C الواجهة البحرية (تصوير الباحث)

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

(٤ ، ٣) .

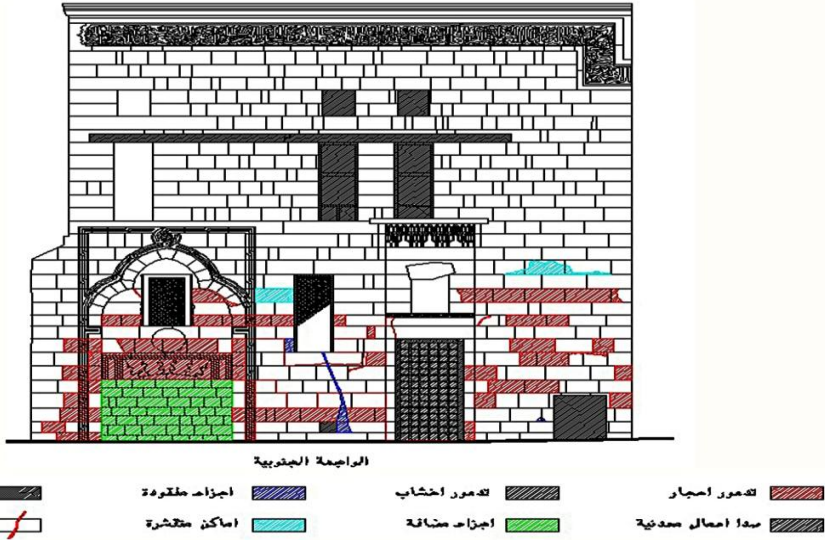


صورة رقم (٢) توضح بعض نماذج لمظاهر تلف الارضيات الرخامية من مدرسة ازبك اليوسفى (تصوير الباحث)

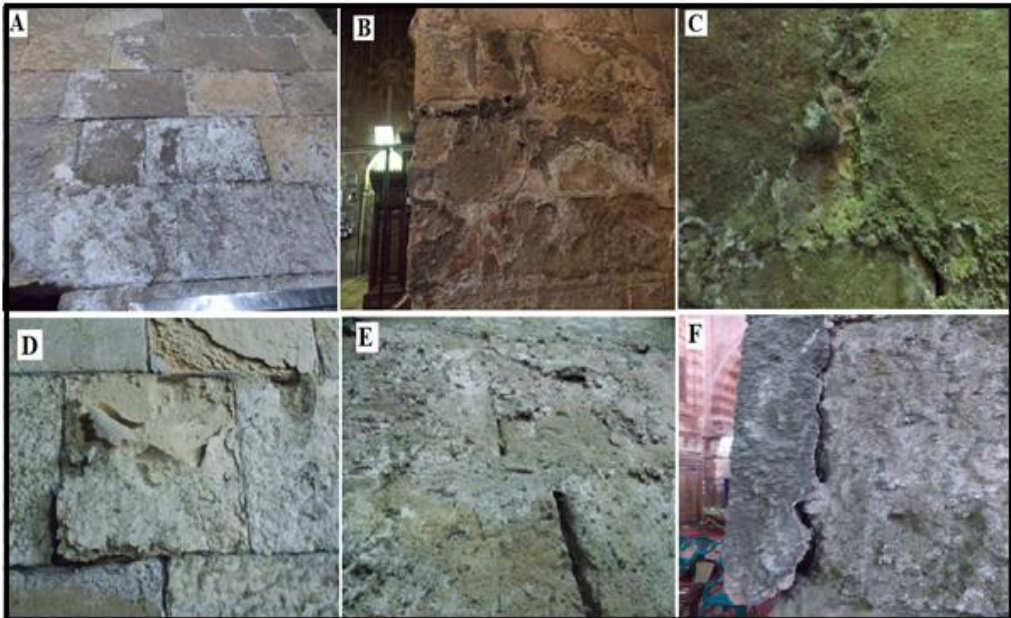


اماكن للكهرباء	اجزاء مقلدة	تدمور احشاش	تدمور احجار
شروع	اماكن مقشرة	اجزاء مضافة	سدا اعمال معدنية

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



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



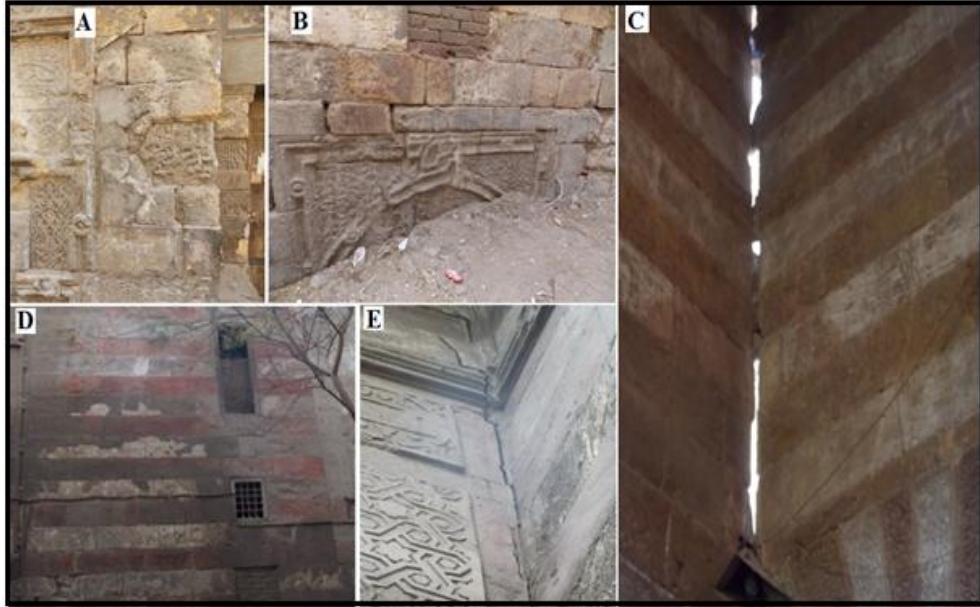
صورة رقم (٣) توضح تبلور وتكلس كميات كبيرة من الاملاح على سطح الحجر على الجدران الداخلية للمسجد A,B,C - تقشر سطح الحجر على شكل طبقات D - فقد المونة من بين المداميك الحجرية E - تكسر وانفصال في الحجر بسبب الاملاح F (تصوير الباحث)



صورة رقم (٤) توضح فقدان لبعض الأجزاء من الزخارف نتيجة تأكلها 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 - تأكل ونحر في الحجر والزخارف F. (تصوير الباحث)



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



صورة رقم (٧ - A,B,C,D,E) توضح والتعدى ببناء عمارة حديثة ملاصقة تماما للمدرسة A - فقدان في 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)

٢- مواد وطرق الدراسة : Materials and Methods

أخذت عينات من مواد البناء (الحجر الجيري ، 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 الكيمياءى لمواد البناء Chemical analysis of Building Materials

- قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية **The determination of physical and Mechanical Properties** للحجر الجيري 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 الجيري : : Limestone

تم فحص عينات الحجر الجيري عن طريق إعداد قطاعات رقيقة 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 جبرى) مع وجود حبيبات من معدن الكوارتز و نسبة من المعادن الطينية (Clay Minerals) ، وجود تركيزات ونطاقات من أكاسيد الحديد ، وجود حفریات 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

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

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 الموزايكي المميز للرخام ويتضح ذلك من خلال صورته رقم (٩ -A) . يتميز الرخام بالنسيج السكري المتداخل للحبيبات المعدنية لمعدن الكالسيت نتيجة عمليات التحول وجود خطوط الانقسام 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) .

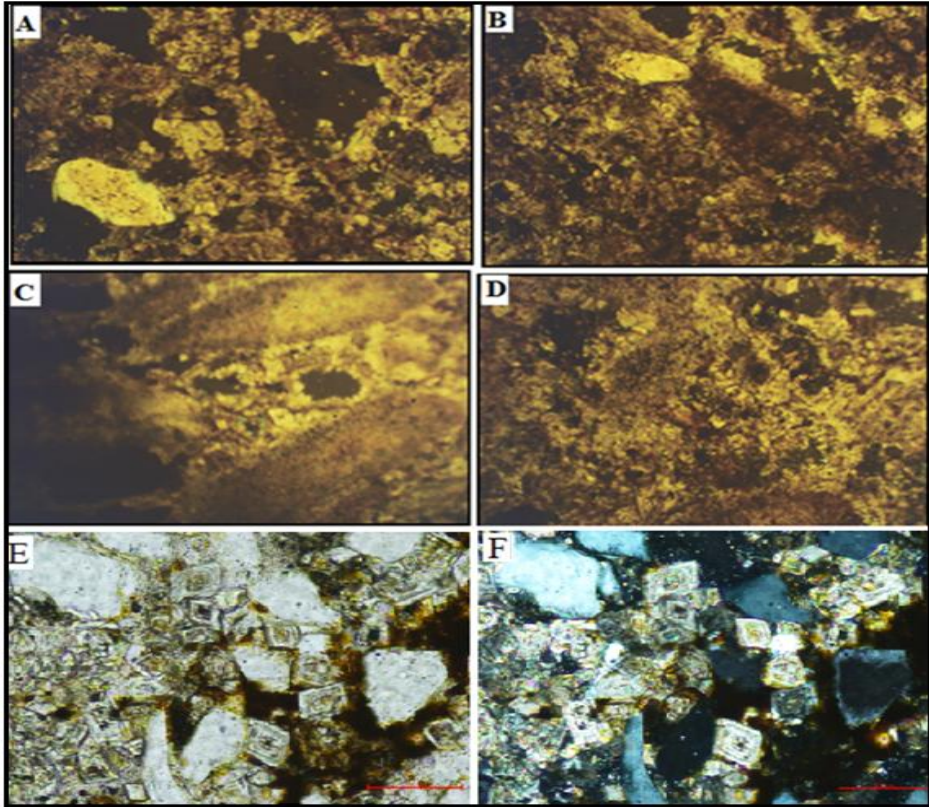
٣ – المونة : The mortar

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)

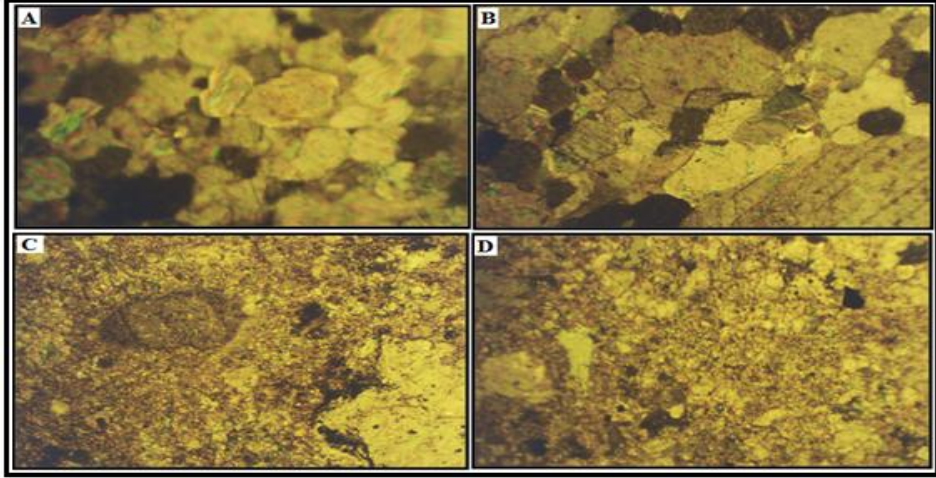
⁽⁸⁾ Peter_A,_Dana, (2003) A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis ., Published by :The American Association of Petroleum Geologists Tulsa, Oklahoma, U.S.A., pp., 372- 392.

⁽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.

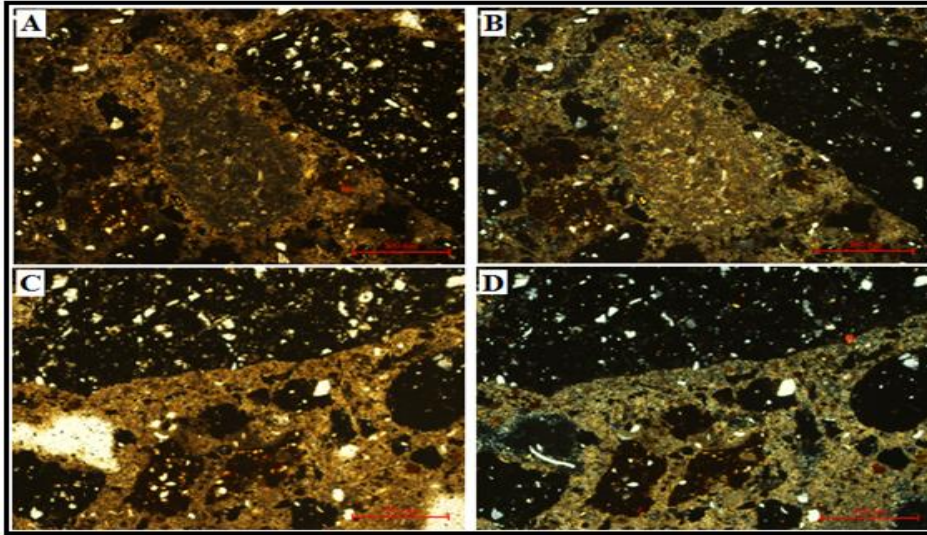
⁽¹⁰⁾ Bader. N., Abu El-Hassan. R .,(2016) Examination and Conservation of Helal El-Beah Mosque, Dakahlia, Egypt, Journal of Building Construction and Planning Research, 2016, 4, 103-118



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 بلورات معدن الدولوميت معينة الأوجه .



(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 التي كانت تشغل هذه الأماكن ، وهذا يؤكد أن هذه الزخارف من (الرخام الاحمر) ليس رخام طبيعي

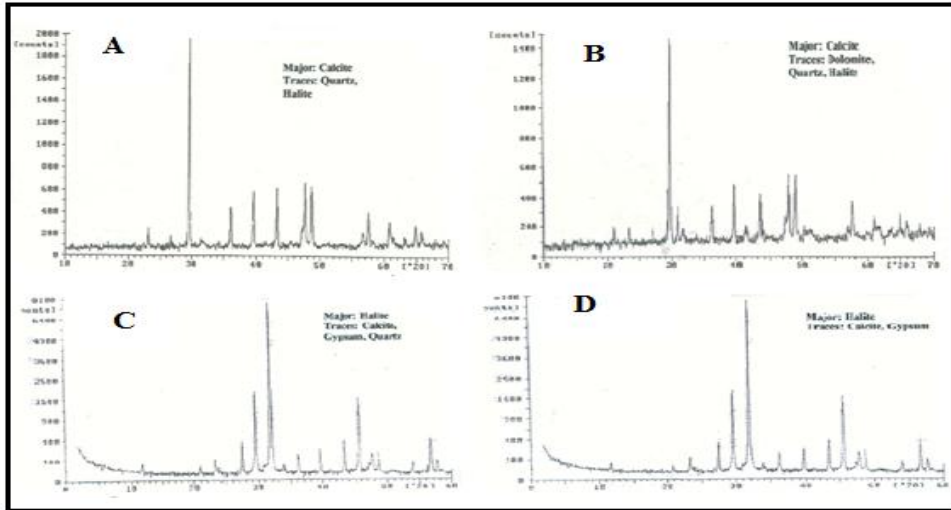


(صورة رقم ١٠ - A,B,C,D) توضح صور بالميكروسكوب المستقطب لعينات من المونة المستخدمة في بناء المدرسة ، توضح وجود الجير كخلفية للمونة مع انتشار حبيبات الرمال المختلفة الاحجام في وسط الجير مع تنوع في اللون من الابيض الى الرمادي

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

١- الحجر الجيري : Limestone

تم إجراء تحليل أربع عينات من الحجر أخذت من مدرسة أزيك اليوسفي من مناطق مختلفة بواسطة حيود الأشعة السينية X-ray diffraction حيث أتضح أن الحجر المستخدم في البناء يتكون أساساً من معدن الكالسيت (CaCO_3) بالإضافة الي وجود معدن الكوارتز ومعدن الدولوميت ، مما يوضح أن الأحجار المستخدمة في نحت الزخارف من نوع الحجر الجيري الدولوميتي (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 جيري أخذت من مدرسة أزيك اليوسفي .

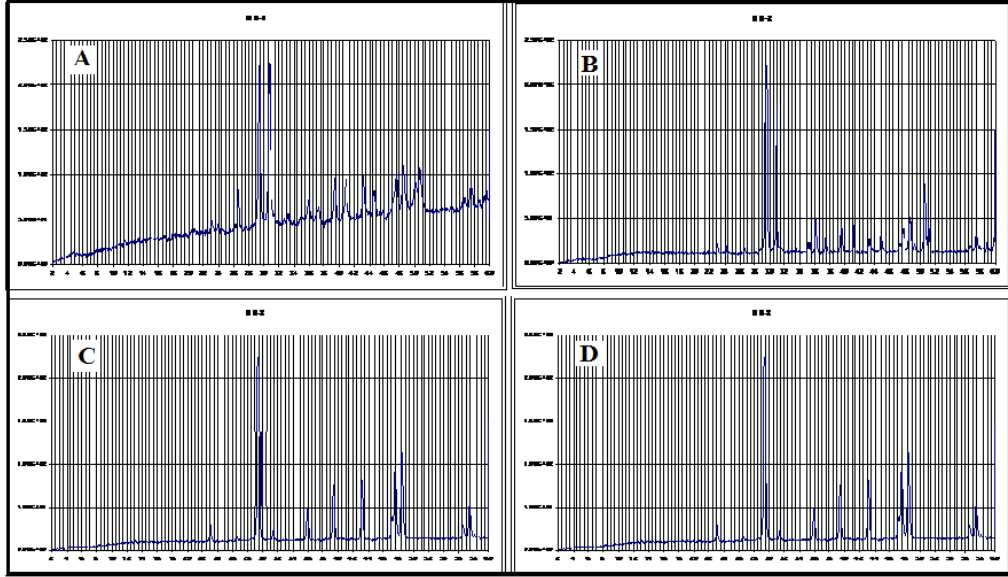


شكل رقم (٥ - A,B,C,D) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينات حجر جيري من مدرسة أزيك اليوسفي (A) تتكون من معدن الكالسيت ، الكوارتز ، الهاليت. (B) تتكون من معدن الكالسيت ، الدولوميت ، الكوارتز ، الهاليت. (C) تتكون من الهاليت ، الكالسيت ، الكوارتز. (D) تتكون من الهاليت ، الكالسيت ، والجبس .

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

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



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

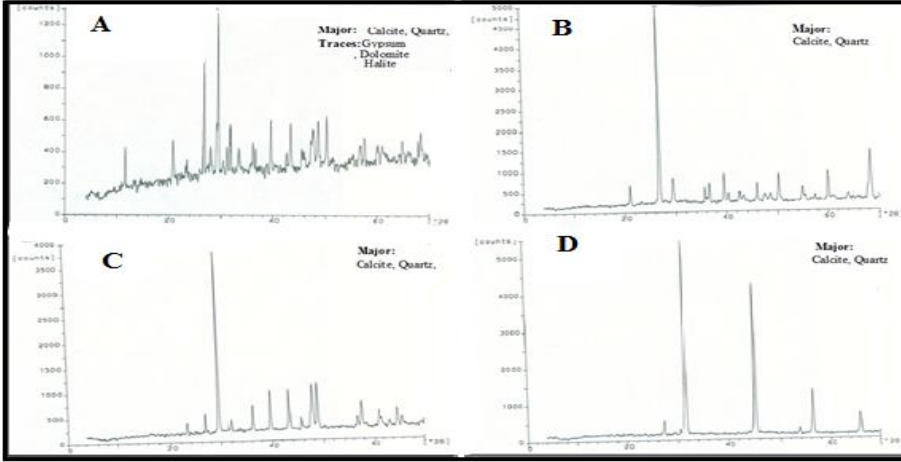
٣ - المونة : The mortar :

تم تحليل أربع عينات من المونة باستخدام حيود الأشعة السينية وأخذت تلك العينات من الواجهات الخارجية للمدرسة واتضح من خلال التحليل ان المونة المستخدمة في بناء المدرسة تتكون بصفة اساسية من معدن الكالسييت والكوارتز بالإضافة 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 الكالسييت والكوارتز ويوضح الشكل رقم (٧- B,C,D) نمط حيود الاشعه السينيه لهذه العينات.

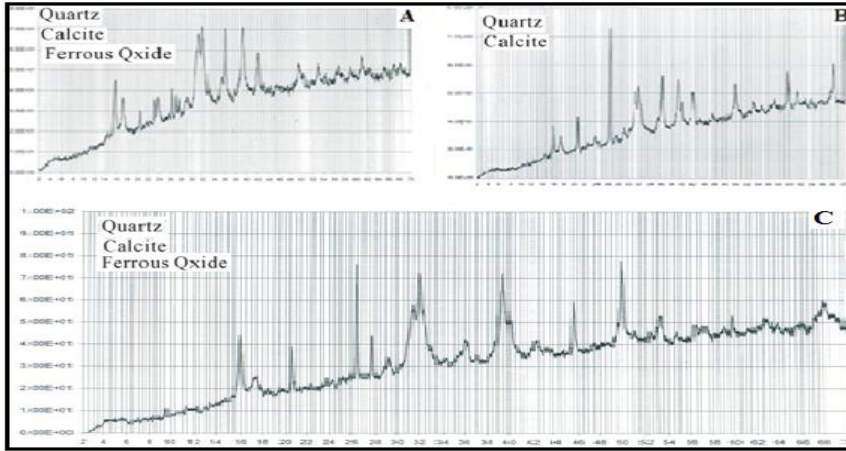
٤ - المصبغات الحديدية :

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

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



شكل رقم (٧- A,B,C,D) نمط حيود الاشعة السينية لعينات من المونة المستخدمة في بناء المدرسة



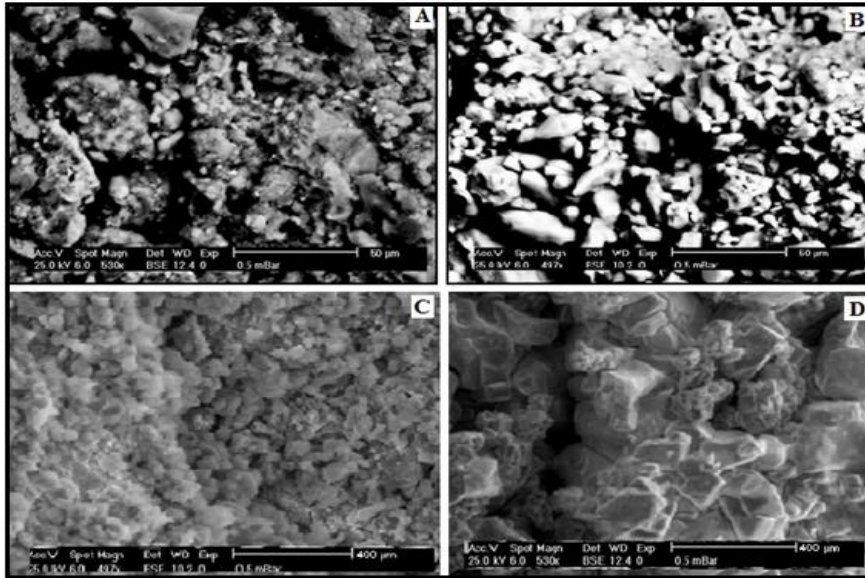
شكل رقم (٨- A,B,C) يوضح نمط حيود الأشعة السينية لمكونات صدأ الشبائيك الحديدية بالمدرسة اتضح منها وجود مركبات صدأ الحديد وأهمها الهيماتيت بالإضافة الى وجود معدن الكوارتز والكالسيت نتيجة التصاق الاتربة فوق مركبات الصدأ
ثالثاً: الفحص والتحليل باستخدام الميكروسكوب الأليكترونى الماسح المزود بـEDX:

Scanning Electron Microscope (SEM) and (EDX) analysis ١ - الحجر الجيري : Limestone

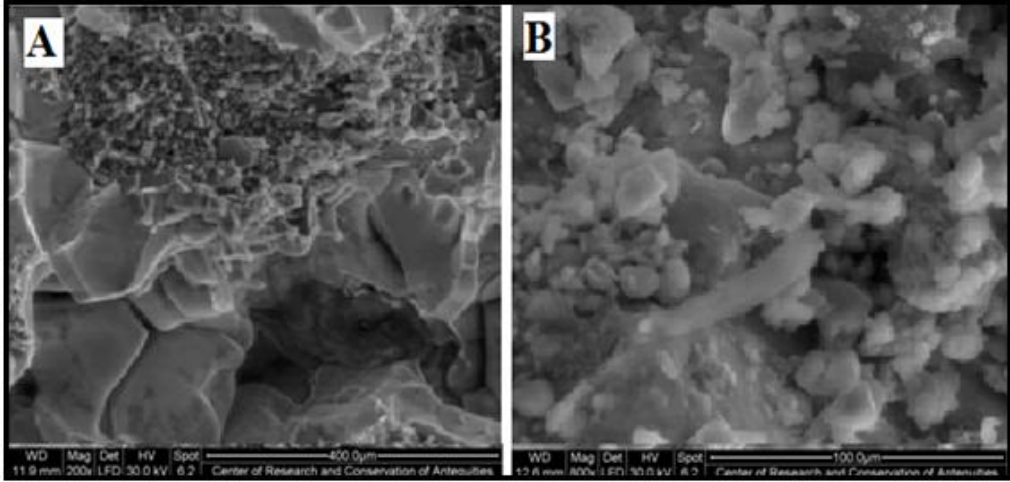
اتضح من خلال الدراسة بالميكروسكوب الاليكترونى الماسح والمزود EDX ان الحجر الجيري المستخدم فى البناء عبارة عن حجر جيري دولوميتى كما أتضح ان الحجر فى حالة ضعف شديد وتفكك وفقدان للمادة الرابطة بين الحبيبات بسبب وجود نسبة مرتفعة من بلورات ملح الهاليت داخل الحجر وخاصة فى الاجزاء السفلى من جدران المدرسة القريبة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

٢ - المونة : The mortar

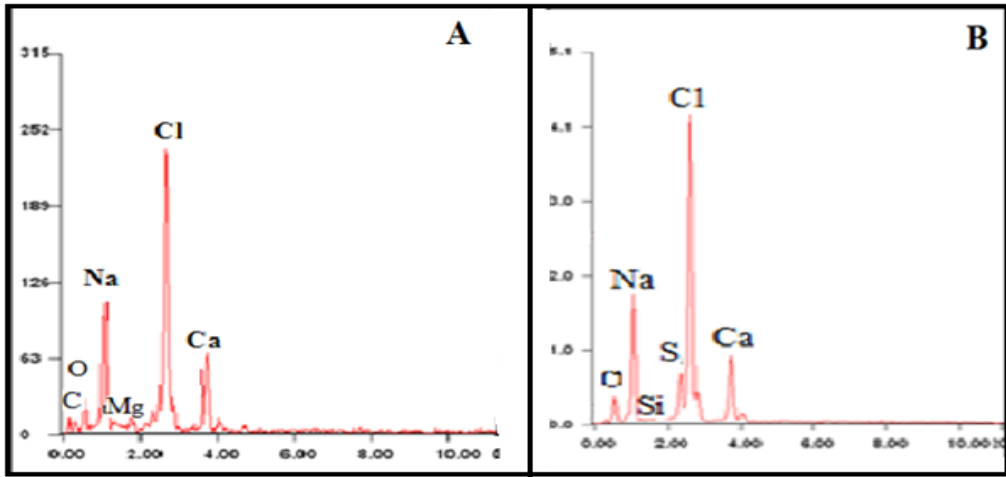
اتضح من خلال الدراسة بالميكروسكوب الاليكترونى الماسح والمزود EDX ان المونة المستخدمة فى البناء تحتوى على نسبة مرتفعة من ملح الهاليت مما أفقدها خاصية الربط . صورة رقم (١٢) وشكل رقم (B-٩)



صورة رقم (١١ - A,B,C,D) توضح صورة بالميكروسكوب الاليكترونى الماسح لعينة حجر جيري من مدرسة أزيك اليوسفى يتضح منها فقدان المادة الرابطة بين حبيبات الحجر وتبلور الاملاح بين المكونات المعدنية الي جانب وجود تآكل وضعف وتفكك بلورات الحجر



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 جيري 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

دراسات في آثار الوطن العربي ١٩

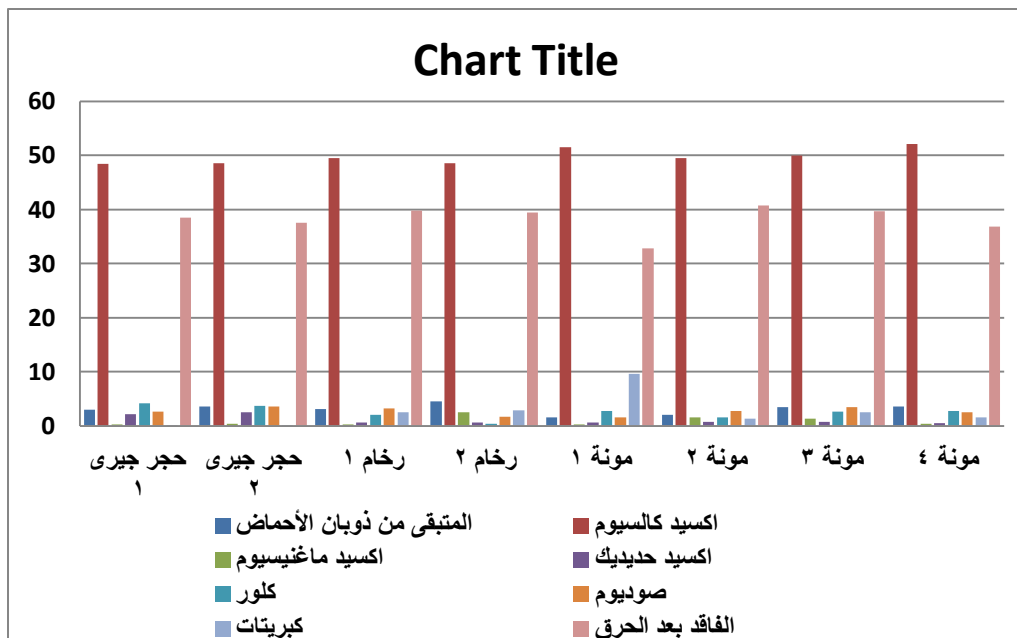
خارج وداخل المدرسة) وكانت النتائج كما يوضحها الجدول رقم (١) و الشكل رقم (١٠).

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

تم قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية للحجر الجيري 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 مأخوذة 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 الميكانيكية لثمان عينات من الحجر الجيري مأخوذة من أماكن مختلفة من مدرسة ازبك اليوسفى .

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

نوع العينة	المتبقى من ذوبان الأحماض	اكسيد الكالسيوم	اكسيد الماغنسيوم	اكسيد الحديدك	كلور	الصوديوم	الكبريتات	الفاقد بعد الحرق
حجر جيري (١)	٣	٤٨,٤٦	٠,٢	٢,١٦	٤,٢	٢,٦١	٠,٠٦	٣٨,٤٧
حجر جيري (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



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

جدول رقم (٢) يوضح نتائج قياس الخواص الفيزيائية لعينات من الحجر

الجيري بمدرسة ازبك اليوسفي

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

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

رقم العينة	قوة تحمل الضغط كجم / سم ^٢	قوة 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 عليه الواجهه الرئيسية للمدرسة ، وللمدرسة ثلاث واجهات إحداها 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 التلوث 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 المياه 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 أو الشوارع الضيقة المحيطة بها والتي لاتراعى اى حرم للاثر

(11) Oestreish,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 .

بالإضافة الى عدم عمل صيانة وقائية او صيانة دورية للاثر مما جعل حالته تزداد سوءا بمرور الزمن وقد تم تصنيف المدرسة بأن حالتها سيئة جدا^(١٢) .

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

الملحقة بالمدرسة واحتواء تلك المياه على املاح وخاصة ملح الهاليت شديد الخطورة^(١٣) .

وأوضح 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 الموزاييكي المتداخل المميز للصخور الرخامية حيث تتداخل وتتلاحم الحبيبات المعدنية لمعدن الكالسيت مع بعضها البعض نتيجة عمليات التحول الحرارى بالإضافة إلى وجود خطوط الانقسام المميزة للكالسيت المكون الأساسى للرخام ، مع وجود فجوات فى القطاعات نتيجة ذوبان الأملاح التى كانت تشغل هذه الأماكن عند إعداد العينات^(١٤) .
وأوضح 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 .

كما أتضح من نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية XRD لعينات الحجر الجيري أن الحجر المستخدم في البناء يتكون من معدن الكالسيت (CaCO_3) بالإضافة الي وجود معدن الكوارتز ومعدن الدولوميت ، مما يوضح أن الأحجار المستخدمة في البناء من نوع الحجر الجيري الدولوميتي (Dolomitic Limestone) كما أظهرت التحاليل وجود نسبة مرتفعة من ملح الهاليت مسببا تلفا شديدا وتدهورا لأحجار البناء وخاصة في 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) بالإضافة الى وجود نسبه من الجبس والدولوميت وملح الهاليت (كلوريد الصوديوم) كما أتضح من نتائج التحليل باستخدام حيود الأشعة السينية XRD لعينات من المصبغات (الشبابيك) الحديدية أن مركبات الصدأ المتمثلة بشكل أساسي في معادن صدأ الحديد ترجع إلى عمليات الاكسدة التي حدثت للمصبغات الحديدية في وجود الرطوبة والتي تؤدي إلى إتحاد المكونات المعدنية للمصبغات مع الرطوبة والأكسجين مما يؤدي إلى تآكل طبقات من الأسطح الخارجية للمصبغات المعدنية كما أن استخدام الطلاءات التي تخفي معالم الأثر الأصلية لا يمثل حماية للمصبغات 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 أخرى من المصبغات المعدنية إلى نواتج صدأ كما أن الأجزاء التي لم يتم تغطيتها بالطلاء استمرت في التعرض للجو بما فيه من رطوبة وتلوث جوي وأصبحت بؤر للصدأ وزادت عندها حدة التلف والتدهور بالإضافة إلى ذلك فإن إخفاء اللون الأصلي للحديد باستخدام طلاء غير شفاف يأخذ اللون البني يؤدي إلى تشويه للسطح الخارجي للمصبغات الحديدية وفقدانها لمظهرها الأصلي وقيمتها الفنية والأثرية.

كما اتضح من خلال الدراسة بالميكروسكوب الاليكترونى الماسح والمزود EDX ان الحجر الجيري 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

المستخدمة في البناء تحتوي على نسبة مرتفعة من ملح الهاليت مما سبب تفككها وأفقدتها خاصية الربط^(١٥).

وتطابقت نتائج التحليل الكيميائي للحجر الجيري مع نتائج الفحص والتحليل السابقة بأن الحجر المستخدم في البناء عبارة عن حجر جيري دولوميتي ويحتوي على نسبة من أكاسيد الحديد وكلوريد الصوديوم وكبريتات الكالسيوم ، كما اتضح من التحليل الكيميائي للرخام وجود معدن الكالسييت حيث أنه المكون الرئيسي 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 حقيقي بالنسبة للزخارف ذات اللون الأبيض والأسود أما الزخارف ذات الألوان الأصفر والأحمر فتعتبر من الرسوبات الجيرية المتبلور التي تعرف أنواعه باسم أشباه الرخام .

ومن نتائج التحليل الكيميائي لعينات المونة يتضح أن المونة المستخدمة في بناء المدرسة عبارة عن مونة الجير والذي يمكن التعرف عليها في صورته معدن الكالسييت الي جانب وجود الرمل في صورته معدن الكوارتز الي جانب وجود القليل من معدن الجبس والذي استخدم بكثوره في عمليات البناء للاثار في العصور الاسلاميه ، وقد تعرضت هذه المونات إلى التلف والتدهور بفعل تأثير ارتفاع نسبة الرطوبة وإذابتها لبعض المكونات بالإضافة إلى وجود ملح الهاليت الذي سبب تلف وتدهور وتفكك المونة^(١٦).

ومن نتائج قياس الخواص الفيزيائية والميكانيكية للحجر الجيري المستخدم في بناء المدرسة اتضح تباين النتائج من عينة لأخرى حسب موقع العينة من المبنى وما تعرضت له الأحجار من تلف وتدهور أدى إلى التأثير السلبي على الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للحجر بفعل عوامل التلف المختلفة واتضح بشكل عام ان عينات الاحجار المأخوذة من الأجزاء السفلى للجدران تميزت بالضعف والتدهور في 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 في 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., Collepari, 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.

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 للأحجار الجيرية ، 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 الأرضية - تحسين نظام الصرف حول المدرسة لخفض منسوب المياه الأرضية في الجدران - عزل الأساسات بمواد تمنع صعود المياه الأرضية والاملاح الى الجدران - إجراء عمليات التنظيف الميكانيكي والكيميائي باستخدام المواد المناسبة لطبقات الأتربة والإتساخات والعوالق الموجودة على السطح - إجراء عملية استخلاص وإزالته للأحجار - إجراء عملية تقوية للأسطح والبنية الداخلية للطبقات السطحية الخارجية الضعيفة والمتآكلة والتالفة وذلك باستخدام إحدى مركبات السيليكون - عمل تحميل (ملء) بمونة الجير والرمل للفواصل بين الأحجار (الغراميس) وذلك باستكمال المونة المفقودة من الغراميس - إجراء عملية عزل سطحي للعناصر الخزفية لحمايتها من تأثير الملوثات الجوية والرطوبة - عمل صيانة دورية بعد الانتهاء من عمليات الترميم

- بالنسبة للعناصر الرخامية فإنها تحتوي على مظاهر تلف وتدهور متعددة يقترح علاجها وترميمها وصيانتها ما يلي :

إتباع طرق التنظيف الميكانيكي اليدوية لإزالة جميع طبقات التكلسات والأتربة والعوالق وبقيتها أي مونة قديمة من على الأسطح الرخامية - إتباع التنظيف الكيميائي لإزالة الطبقة السوداء الرقيقة الناتجة عن التلوث الجوي على أسطح الخزارف باستخدام خليط من منظف صناعي 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 أو Poulitice - تثبيت القشور والأجزاء المنفصلة للمحافظة عليها من الفقد - تقوية الأجزاء الضعيفة من الخزارف باستخدام مادة مقوية مناسبة - عزل الأسطح الخارجية للخزارف الرخامية لصيانتها من التلف مرة أخرى - عدم تغطية رخام الأرضيات باستخدام السجاد . وبالنسبة للشبابيك (المصبعات) الحديدية نوصى بالآتي:

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

كلورو إيثيلين والثنر ودای ميثيل فورماميد - إجراء عمليات التنظيف الميكانيكى بالأجهزة والأدوات المناسبة^(١٧) والتنظيف الكيميائى بالمحاليل المناسبة مثل مركب EDTA وهيدروكسيد الصوديوم NaOH وكبريتات الصوديوم Na₂SO₃ وغيرها لإزالة مركبات الصدأ الموجودة على السطح - يتم إجراء عملية شطف موضعى للتخلص من تأثير وبقايا المحاليل المستخدمة فى عملية التنظيف - عزل المصبغات الحديدية عن الوسط المحيط لحمايتها من الصدأ مرة أخرى 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.

٦- المراجع العربية :

- (١) تقرير تم عمله في 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., Collepari, 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) Oestreich,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 Sehandelmjjer, 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.

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)