دور بعض العوامل المتلفة المؤثرة فى تجوية الحجر الرملى المستخدم فى بيت الولادة بإدفو- ج١

د. محمد الجوهرى

١- المقدمة

تتعرض بعض المبانى الأثرية و التاريخية فى مصر للعديد من العوامل والقوى المتلفة فى البيئات المحيطة بها مما قد يؤدى إلى إحداث العديد من الأضرار والإتلافات التى قد تؤدى بدورها فى النهاية إلى فناء الأثر فناءا تاما خاصة مع عدم اتخاذ الإجراءات و الاحتياطات اللازمة لحمايتها وصيانتها من هذه العوامل .

وسوف نتناول بالدراسة والتحليل فى هذا البحث بعضا من هذه العوامل وتأثيراتها فى أحجار بيت الولادة (الاميزى) بإدفو لما لها من أهمية كبرى فى إحكام دائرة التلف حول الأثر وذلك بغية الوصول إلى التعرف على أهم مسببات التلف المؤثرة على أحجار الأثر موضوع الدراسة فى حين نتناول فى بحث آخر دراسة أهم الطرق والمواد التى يمكن استخدامها لفحص وتقوية أحجار هذا الأثر من خلال إجراء العديد من التجارب المعملية وذلك للوصول الى الهدف الأساسى وهو وضع خطة علمية لعلاج وصيانة الأثر موضوع البحث والحد من ضراوة هذه العوامل وتاثيرها فى عناصره المعمارية والزخرفية .

ومن أهم هذه العوامل : -

- التأثير الناتج عن تبادل الحرارة والرطوبة
- التأثير الناتج عن العوامل البشرية
- التأثير الناتج عن بعض أنواع الطيور المنتشرة فى منطقة الدراسة

وقد قام الباحث فى هذا البحث بفحص ودراسة عدد من العينات الحجرية التى تم اختيارها من بعض الأماكن المختلفة والممثلة لمظاهر التلف التى تعرض لها الأثر بشقيها **الفيزيائى** و **الكيميائى** لتوضيح مدى العلاقة بين هذه العوامل وما ينتج عنها من مظاهر متلفة، و ذلك باستخدام العديد من الدراسات التحليلية والتجريبية مستخدما عدد من طرق الفحص العلمى و من أهمها : -

- دراسة وفحص العينات بطرق الأشعة السينية
- دراسة وفحص العينات باستخدام الميكروسكوبات
- دراسة الخواص الفيزيائية و الميكانيكية للعينات (الكثافة ، الوزن النوعى ، معامل المرونة ، امتصاص الماء ، مقاومة الانضغاط)

وفى النهاية تمت مناقشة أهم النتائج التى توصل اليها البحث ووضع عدد من التوصيات العلمية الملائمة لإزالة تأثير هذه العوامل أوعلى الأقل الحد من تأثيراتها المتلفة مستخدمين لذلك أدق و أكثر الطرق والمواد الملائمة لحالة الأثر موضوع الدراسة .

١-١ بيت الولادة (الاميزى) بإدفو

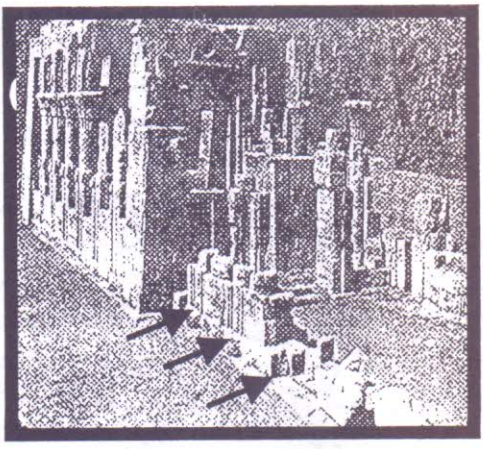
عرف المصريون القدماء منذ أقدم العصور كيفية إنشاء المبانى المخصصة للعديد من الأغراض سواء الدينية أو الحربية أو الدنيوية وبرعوا فى إقامتها وبنائها وليس أدل على ذلك من وجود العديد من المبانى والصروح التى تذخر بها أرجاء البلاد من عمائر شتى متعددة الأغراض [١]

١-جورج بمزنز، وآخرون : معجم الحضارة المصرية القديمة الهيئة المصرية العامة للكتاب، ط ٢ ، ١٩٩٦ ، ص ٨٦

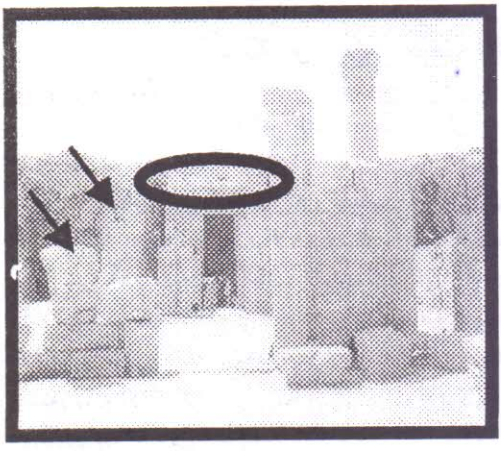
وقد كان للمعابد مكانة كبيرة فى الأعمال المعمارية عند المصريين القدماء وظلت هكذا حتى فى العصر اليونانى الرومانى ، حيث ظهرت بها بعض العناصر والمظاهر المعمارية ذات الأغراض المتعددة ومن أهمها العناصر المعروفة بحوائط الحجابة *Screen wall* ، المذبح الرئيسى *Main scarify* ، بيوت الولادة *Birth house* [٢] المعروفة **بالماميزى** ، وهى كلمة قبطية أطلقها اليونانيون وتدل على نفس المعنى وهو ذلك العنصر المعمارى موضوع الدراسة

وكان السبب الرئيسى لاختيار بيت الولادة بإدفو كموضوع للدراسة ما يتميز به من كونه من أكثر بيوت الولادة التى تعرضت لأعمال التلف مختلفة المصادر وقد شيد بيت ولادة الاله بادفو فى عهد كل من بطليموس السابع والثامن وهو مبنى ذو قيمة كبيرة لما يتضمنه من العديد من العناصر الفنية والمعمارية القيمة [٣]

ويعتبر من أكثر النماذج الممثلة لهذا العنصر المعمارى من المعابد الصغيرة وهو يقوم فى الفناء المواجه لمعبد إدفو الكبير فى الناحية الجنوبية الغربية وهو عبارة عن بناء مستطيل الشكل يتألف من قاعة أمامية بها هيكلان وسلم وقاعة كبيرة مزينة بمناظر الاحتفال بمولد الالهة والطقوس التى تخلد هذه الحادثة هذا بالإضافة إلى احتوائه على العديد من الأعمدة ذات الرؤس متعددة التيجان ومن أهم أنواعها التيجان ذات الرؤس المركبة أو تيجان اللوتس[٤] ، الخ.. (شكل -١)



بيت الولادة الإلهية الكائن بمعبد ادفو كما أورد Finnestad, R.B.1997عن علماء الحملة الفرنسية ويتضح به اكتمال عناصره المعمارية والفني.



بيت ولادة الإله بمعبد ادفو الآن ويتضح به مدى التلف الذى أصاب احجاره نتيجة تأثره بالعديد من العوامل البيئية المتلفة ٢٠٠٢.

١-٢ الظروف البيئية المؤثرة فى بيت الولادة بإدفو.

2- Finnestad , R.B.: *Temples of the potlmic and roman period* , temples of ancient Egypt , NY , 1997 , P. 190

٣- عبد الحليم نور الدين (دكتور): مواقع ومتاحف الآثار المصرية ،القاهرة ، ١٩٩٨، ص : ١٩٠

٤ - إبراهيم نصحى (دكتور) : تاريخ مصر فى عصر البطالمة ، ج-٤ ، ط -٤ ، القاهرة ، ١٩٧٧ ص . ٢٣٦

تتعرض الأحجار و المبانى الأثرية فى المواقع التاريخية للعديد من العوامل والقوى المتلفة المؤثرة فيها خاصة فى الأزمنة المعاصرة [٥] وتتعرض الآثار المصرية فى مختلف المواقع الأثرية للعديد من عوامل و قوى التلف المختلفة الناتجة عن المؤثرات الطبيعية و الصناعية ويتوقف تأثير هذه العوامل على عدد كبير من المعطيات منها : -

- نوع وتركيب الحجر المستخدم فى تشييد المنشأة
- طبيعة الجو السائد فى المنطقة
- الخصائص الطبيعية المميزة للحجر
- نوع وطبيعة العوامل البيئية المتواجدة فى المنطقة

وفى حالة الأثر (موضوع الدراسة) فإن موقعه الفريد (داخل معبد ادفو) وتعدد و اختلاف الظروف البيئية (الطبيعية والصناعية) حوله قد أدت إلى زيادة التأثيرات المتلفة خاصة الناتجة عن تداخل بعض من هذه العوامل المؤثرة فى المنطقة وما نتج عنها من العديد من المؤثرات السلبية التى أثرت على أحجار الأثر وعناصره المعمارية والزخرفية ومن أهمها:-

١. التأثيرات الناتجة عن تعاقب دورات البلل والجفاف نتيجة تأثير الرطوبة والحرارة [٦] (بمختلف مصادرهما) ، وما ينتج عنهما من إتلافات عديدة خاصة التبلور الملحى .
٢. التأثيرات الناتجة عن عوامل الإتلاف البشرى ، وما ينتج عنه من العديد من المظاهر المتلفة خاصة الميكانيكية منها .
٣. التأثيرات الناتجة عن الطيور وما ينتج عنهامن إتلافات متعددة بشقيها الفيزيائى والكيميائى.

وسوف نوضح فيما يلى تفسيرا التأثير الناتج عن التداخل بين كل من هذه العوامل وما ينتج عنها من مظاهر تلف متعددة .

١-٢-١ التأثيرات الناتجة عن تعاقب دورات البلل والجفاف (الرطوبة - الحرارة)

ان عمليات تلف الأحجار الرملية الناتجة عن تعاقب الحرارة والرطوبة بمصادرها المختلفة تعتبر من أهم مسببات التلف الفيزيوكيميائية للأحجار والمبانى الأثرية فى مصر.[٧] حيث أن تنوع واختلاف درجات الحرارة يؤدى الى إختلاف معاملات التمدد والإنكماش للحجر والمعادن المكونة له مما يزيد من فاعلية التمدد الحرارى الطولى لمعادن الحجر مؤديا فى النهاية الى حدوث بعض الضغوط والانفعالات فى سطح الحجر وبين بلوراته خاصة فى أصغر دائرة من الحجر (*Micro zone of stone*) [٨].

5-Colantuono, A., et al .: *Accurate measurement of expansion and shrinkage in porous stones caused by moisture absorption* , "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol., Paris, 1993 , pp: 204-211

6-Brunjail, C ., et al .: *Experimental alteration simulation of Sandstone by capillary rising and superficial evaporation* , "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993 , pp : 163-169

7-Abdel Hady ,M,M.: *Durability of monumental Sandstone in upper Egypt*, the engineering geology of ancient works, monuments and historical sites , Athens , 1988, pp: 825-831

8- ICROM : *General reflections on the causes of disintegration of stone* , Italy ,1992, pp: 4-14

بالإضافة إلى أنه من المعروف أن الاتصال بين كل من الحجر الرملى والظروف الجوية المحيطة به خاصة التعاقب المستمر فى درجات الحرارة والرطوبة تعتبر من أهم مسببات التلف المؤثرة على معادن الحجر خاصة المعادن السيليكاتية [٩]، حيث يؤدى استمرار عمليات البلل والجفاف إلى ظهور بعض بلورات الأملاح وهو ما يؤدى بدوره إلى تآكل حواف البلورات المعدنية المكونة للحجر بالإضافة إلى إذابة المادة اللاحمة.

هذا و تتعرض المنطقة المحيطة بالأثر لعدد من الظروف الجوية ذات التأثيرات الضارة على عناصره المعمارية و الزخرفية والتى يمكنها أن تتسبب فى إحداث العديد من الميكانيكيات المتلفة التى قد تؤدى بدورها إلى إحكام دائرة التلف حول الأثر وأهمها عنصرى الحرارة والرطوبة الجوية.[١٠] [١١]

وقد قام الباحث بدراسة معدلات الحرارة والرطوبة فى منطقة الدراسة فى الفترة الزمنية الممتدة بين عامى ١٩٦٠ ، ٢٠٠٠[١٢] (فترة زمنية مقدارها ٤٠ عام) و يوضح الجدول رقم (١) ، الشكل رقم (٢ أ ، ب) نتائج هذه الدراسة

جدول (١) يوضح متوسطات درجات الحرارة والرطوبة النسبية فى منطقة الدراسة فى الفترة من ١٩٦٠ – ٢٠٠٠

فصول السنة	شهور السنة	متوسط درجات الحرارة °م	متوسط درجات الرطوبة النسبية %
الشتاء	ديسمبر	١٧,٣	٤٠
	يناير	١٥,٦	٣٩
	فبراير	١٧,٦	٣٠
الربيع	مارس	٢١,٨	٢٢
	أبريل	٢٧,٠	١٨
	مايو	٣٠,٧	١٥
الصيف	يونيو	٣٠,٣	١٥
	يوليو	٣٤,٩	١٨
	أغسطس	٣٣,٢	٢٠
الخريف	سبتمبر	٣١,٥	٢٢
	أكتوبر	٢٨,٢	٢٥
	نوفمبر	٢١,٩	٣٥

9- Carroll, D. *Rock weathering*, plenum press, NY, 1974, p.5

10- Bromblet, P.: *Relations entre les varitions des conditions environnementales et les processus de dégradations successifs des temples de Karnak (Egypt)*, "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993, pp:91-98

11- Schiavon, N .: *Microfabrics of weathered granite in urban monuments*, "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993, pp:271-278

12- E.M.O.: *Database of temperature & RH.*, Aswan unit, Egypt, 2000

قد اتضح من خلال هذه الدراسة وجود تباين كبير بين النسب الواحدة فى الفصول المختلفة ارتفاعا وانخفاضا على مدار العام مما يزيد من فرص حدوث ميكانيكيات التلف المتعددة (الفيزيائية والكيميائية)

٢-٢-١ التأثيرات الناتجة عن التلف البشرى

إن وجود الأنشطة الإنسانية الضارة بجوار او داخل المواقع الأثرية يمكنها أن تتسبب فى إحداث عمليات التلف أو العمل على زيادة تأثيراتها على المواقع المؤثرة فيها حيث أكد كل من Charola ,A.E. et al (1993) , Vouvé , et al , (1990 – b) على أن تأثيرات الأنشطة الإنسانية الضارة على الأحجار الأثرية يمكنها العمل على إزالة العديد من الزخارف لنقوش من فوق أسطح الجدران الأثرية. [١٣][١٤] هذا ويتوقف مقدار هذه الإزالة على مدى ضراوة وشدة هذه الأنشطة بالإضافة إلى توافر بعض عوامل التلف الأخرى[١٥] ، وهو ما حدث فى بعض الأماكن بمنطقة الدراسة إذ أمكن للعوامل البشرية أن تتسبب فى إحداث بعض الضغوط والانفعالات فى العديد من الأماكن نتيجة لاستخدام طرق ومواد غير ملائمة أثناء إجراء عمليات الترميم السابقة و هو ما يتضح غالبا فى أماكن متعددة من الأثر خاصة فى الأماكن القريبة من الأساسات حيث تم استخدام مادة الفينافيل بدرجات تركيز عالية مما أدى بدوره إلى تكوين طبقات صلبة من المادة المقوية تعمل كمادة عازلة بين الحجر الأم والقطع التى تم علاجها بها .

كما أن استعمال المون غير الملائمة فى عمليات استكمال الأماكن المفقودة وسد الفراغات والفجوات ومن أهمها مونة الأسمنت الأسود بالإضافة إلى استخدام الحديد غير المجلفن ينتج عنها العديد من الأخطار وهو ما قد أكد عليه Bosc, J.L et al .: (1993)[١٦] بالإضافة لظهور بعض المظاهر المتلفة الأخرى الناتجة عن عدم توافر الدراية الكافية بطبيعة المواد المستخدمة فى عمليات العلاج والترميم.

كما يمكن لبعض الأنشطة الإنسانية ومنها الزيارات غير المنتظمة والتى لايراعى فيها اتخاذ الإجراءات التنظيمية الملائمة بالإضافة الى عدم وضع الضوابط العلمية الكافية لتقنينها أن تتسبب فى ايجاد بعض المظاهر المتلفة الناتجة عن تأثير المشى وما ينتج عنه من احتكاك مما يؤدى بدوره الى حدوث المظاهر المعروفة بمظاهر البرى والنحر .[١٧]

هذا بالإضافة إلى أن الزيادة فى نسبة بخار الماء الناتج عن عمليات التنفس (يتخلف عن كل سائح فى المتوسط من ٢٠ ٢٥ مم من بخار الماء) خاصة فى القاعات والحجرات المغلقة يمكنها

13-Charola , A.E ., et al :. *The human factor in the preservation of the mo-numental heritage of Easter island*, "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993, pp: 3-10

14-Vouvé, J., et al .: *Étude climatologique et hydrogéologique d'un tunnel de laves orné sous climat subtropical , cas de la caverne peinte d'ana- kay-tangata (île de pâques)*, 9th ICOM committee for conservation, Los Angeles, 1990, pp: 795-797

15-Fassina, V ., et al.: *The effect of past treatments on the acceleration of weathering processes in the statues on prato della valle*, "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993, pp: 129-136

16-Bosc,J.L ., et al.: *Altération des mortiers de ciment placés dans une ambiance aérienne sali: intérêt de l' ajout de metakaolin* , "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol. I , Paris, 1993, pp: 67-74

17-Hawass, Z.: The *Egyptian monuments : problems and solutions* , "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993 , pp: 19-25

أن تؤدى فى النهاية إلى زيادة المحتوى الرطوبى داخل الحجر مما يؤدى بدوره إلى البدء فى عمليات التميع الملحى (من المعروف أن منطقة الدراسة تحتوى على العديد من مصادر الأملاح ومن أهمها أملاح النترات المتواجدة فى الأسمدة المستخدمة فى الأراضى الزراعية بالإضافة إلى وجودها فى مياه الصرف الصحى الناتجة من المنازل المحيطة بالمنطقة ، أملاح الكلوريدات المتواجدة كشائبة فى التربة المصرية) والبدء فى تحريكها داخل مسام الحجر وإذابتها مؤدية فى النهاية إلى ظهور طبقات من الأملاح المتبلورة على أسطح الجدران وبين مسامها خاصة عند استمرار التعاقب بين درجات الحرارة والرطوبة . [١٨]

بالإضافة إلى أن بعض المظاهر المتلفة الناتجة عن تأثير النشاطات الإنسانية المتعمدة مثل الكتابة والرسم على أسطح الجدران وعناصرها المعمارية والزخرفية أو اقتطاع أجزاء منها لإعادة استخدامها فى أعمال فنية أخرى نتيجة عدم توافر الوعى الأثرى يمكنها أن تؤدى إلى إحداث كافة المؤثرات المتلفة وما ينتج عنها من مظاهر تلف وتجوية بصورها المختلفة (فيزيائية و كيميائية).

٣-٢-١ التأثيرات الناتجة عن الطيور

تعتبر الإتلافات الناتجة عن تأثير الطيور أحد أهم المؤثرات البيولوجية المتلفة المؤثرة على أحجار المبانى الأثرية ومكوناتها المعدنية حيث يمكنها أن تؤدى إلى فنائها والقضاء عليها سواء عن طريق تأثيراتها الميكانيكية أو الكيميائية، أو على الأقل تهيئتها للتأثر بالعوامل المتلفة الأكثر تعقيدا، حيث وجد أن تلف وتحلل الأحجار والمعادن المكونة لها يكون نتاجا لعملية متسعة يشترك فيها العوامل البيولوجية مع باقى العوامل المتلفة الأخرى.[١٩] وليس أدل على ذلك من تفاعل فضلاتها مع المصادر للرطوبة مؤدية فى النهاية لتكون الظاهرة المتلفة المعروفة باسم البؤر الحمضية *Acidic central points* [٢٠]

وقد أكد العديد من الباحثين[٢١] أن الإتلافات الناتجة عن الطيور المؤثرة على أحجار المبانى الأثرية تكون على علاقة واضحة بالظروف البيئية المحيطة بالإضافة إلى علاقاتها المتشابكة مع المكونات المعدنية للأحجار خاصة توافر المصادر الغذائية الملائمة لها من أملاح وبقايا عضوية داخل تكوين الحجر نفسه أو فى التربة وطبقات الشييد.[٢٢] .

18- El gohary, M.A.: *The effect of groundwater on the acceleration of weathering processes in the Edfu temple area*, 1st conference , faculty of archaeology , Faume , Egypt, 2001, pp:1-12

19- Krumbein,W.E.: *Biology of stone mineral in building bio-deterioration,bio-transfer, bio-protection*, VI th int. cong. on deterioration and conservation of stone,Torun, Italy 1988,p.5

٢٠- محمد الجوهرى : دراسة مقارنة لأسباب تلف وطرق علاج وصيانة الآثار الحجرية فى المواقع الأثرية ، رسالة ماجستير، كلية الآثار، جامعة القاهرة ، ١٩٩٦ ، ص. ١٠١

21-Warscheid,T et al .:*Studies on temporal development of microbial infection of different types of sedimentary rocks and its effect on the alteration of the physico-chemical properties in building materials*. "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol..I, Paris, 1993 , p. 303

22- Cassar, J.: *The hal saflient prehistoric hypogeum in Malta. An conservation of an underground limestone monument*. "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol..I, Paris, 1993 , pp: 287- 291

بالإضافة إلى علاقاتها غير المباشرة مع الخواص الإنشائية والمعمارية والزخرفية المميزة للأحجار والمبانى الأثرية و أعمال الترميم السابقة التى تمت لها وذلك لما تلعبه هذه الظروف من دور هام فى تكوين البيئات الملائمة لنمو وتواجد هذه الكائنات والطيورحيث تلعب هذه الظروف دورا هاما فى تكوين البيئات الملائمة لتواجد هذه الطيور ومن أهم أنواع الطيور المنتشرة فى منطقة الدراسة والمؤثرة بالتلف بشقيه الميكانيكى والكيميائي عليها :-

* الزرازير *Struunus valgaris* [٢٣] * العصفور الأزرق *pass domesticus*
* يمام النخيل *streptobelia senegalesis egyptice* [٢٤]
* الوطاويط من نوع *taphozous mudiventrus mudiventrus* [٢٥] (وهو من الأنواع التى تنتشر بصورة كبيرة فى أراضى جنوب مصر) وتوضح الصور أرقام (١، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨) بعض من مظاهر التلف المؤثرة على أحجار الأثر موضوع الدراسة

٢- الدراسة التجريبية

وهى مجموعة من الدراسات العلمية والمعملية التى قام الباحث بإجرائها لدراسة وفحص عدد من العينات الحجرية التى تم تجميعها طبقا لخطوات علمية مدروسة من عدة أماكن مختلفة تتمثل بها كافة مظاهر التلف المؤثرة فى الأثر موضوع الدراسة بغية الوصول لتحديد تركيبها الكيميائى والمعدنى ودراسة خصائصها الفيزيائية والميكانيكية للوصول فى النهاية إلى تحديد التغيرات المختلفة التى طرأت عليها ، وقد استخدم لهذا الغرض العديد من تقنيات الفحص والدراسة من أهمها [٢٦]

٢-١ دراسة الأحجار بالأشعة السينية *X-Ray*

أحد أهم وأدق الطرق العلمية المستخدمة فى فحص ودراسة المواد بصفة عامة والأثرية بصفة خاصة وقد استخدمها الباحث فى فحص ودراسة الحجر الرملى الحديدى *Ferruginous Sandstone* المكون الأساسى للمواد الخام المستخدمة فى تشييد الأثر موضوع البحث وهو ما قد دللت عليه الدراسات المعملية التى تم إجراؤها لتحديد ووصف التركيب الكيميائى والمعدنى المميز للعينات وقد تم ذلك باستخدام طريقتين من طرق الأشعة السينية :-

٢-١-١ الفحص والدراسة بطريقة تفلور الأشعة السينية *EDX*

تم استخدام هذه الطريقة[٢٧] [٢٨] [٢٩] فى فحص ودراسة عدد ٩ عينات من الحجر الرملى تمثل بدورها **ثلاثة فصائل** متدرجة فى حدة مظاهر التلف وظهور الأملاح المتبلورة على أسطحها وكانت نتائج الفحص كما يوضحها الجدول رقم (٢)

23- Honeyborn, D.B.: *Weathering and decay of masonry,* " conservation building and decorative stone, vol.I, Boston, 1990, p.169

24- Levine, N.D.: *Protozoan prasites of domestic animals and of man*, Burgess publi. Co., USA,1961,p.398

25- Heyneman,D. et al .: *Helminthes reported form Bats (chiroplera) in Egypt with an illustrated key to the common flukes*, jour. Egypt publi. Health assoc., vol. 37, no.4, 1962,pp: 112-115

26- Janssens, K., et al.: *Overview*, microscopic X- Ray fluorescence analysis ,J.W., NY., 2000

27- Janssens, K., et al .: *Applications in art and archaeology* , microscopic X- Ray fluorescence analysis ,J.W., NY., 2000, pp: 300-312

28- Moens, L., et al .: *X-ray fluorescence*, modern analytical methods in art and archaeology,vol.155,NY, 2000, pp: 55-76

جدول (٢) يوضح نتائج تحليل العينات بطريقة *EDX*

الفصيلة	العينة	نتائج التحليل								
		Si	Al	Fe	K	Ca	Na	S	Cl	Mg	Other
الأولى	١	٩٤.٦	٠.٧١	–	–	٠.٤	–	–	٤.٤	–	–
	٢	٧٩.٦	–	–	٢.٦	١٠.١	–	–	٧.٧	–	٠.٠٤
	٣	٧٧.٣	١٠.٥	٥.٩	٠.٣	٥.١	٢.٥	–	–	١.٨	١.٦
الثانية	٤	٥٥.٥	٥.٦	١٨.٢	٤.٣	٨.٣	–	–	٨.٢	–	–
	٥	٥٤.٣	٣٦.٣	–	٠.٩	٠.٣	٤.٣	–	–	٣.٨	–
	٦	٥٢.٤	–	٤	٣.٩	٦.٣	٤.٥	٣.٤	٢٥.٦	–	–
الثالثة	٧	٩.٦	٢٨.٦	–	١١.٥	٠.٣	٦.٢	–	٤٢.٩	٠.٦	٠.٠٣
	٨	٢.٨	٢.٦	–	٢٨.٦	٨.٣	٨.٤	٠.٣٢	٤٥.٣	٣.٦	٠.٠٢
	٩	٧.٢	١٢.٥	–	٨.٤	١٠.٦	٨.٩٤	٠.٥	٤٧.٧	٣.١٥	٠.٨١

وقد اتضح من خلال الفحص والدراسة أن العينات قد تم تقسيمها إلى ثلاثة فصائل أساسية طبقا لمدى حدة مظاهر التلف المؤثرة فيها وذلك طبقا لنسب تحللها وظهور طبقات الأملاح المتبلورة عليها وهي : –

- **الفصيلة الأولى**

و تضم العينات الحجرية (شبه التالفة) *Semi-weathered* أرقام ١، ٢، ٣ و تتراوح نسبة التغير بها بين ٦ – ٣٠ % وتشكل فيها العناصر الكيميائية نسبة ١٠١,٧٤ % وتتدرج كما يلي : –

السيليكون ٨٣,٨٠ % ، الألومنيوم ٣,٧٢ % ، الحديد ١,٩٩ %

البوتاسيوم ٠,٩٨ % ، الكالسيوم ٥,١٦ % ، الصوديوم ٠,٨٣ %

الكلور ٠,٩٨ % ، الماغنسيوم ٠,٥٨ % ، ملوثات ٠,٥٤ %

- **الفصيلة الثانية**

و تضم العينات الحجرية (التالفة) Weathered أرقام ٤ ، ٥ ، ٦ وتتراوح فيها نسبة التفكك بين ٤٥ – ٤٧ % وتشكل فيها العناصر الكيميائية نسبة ١٠٠,٣٨% وتتدرج كما يلي : –

السيليكون ٥٤,١٤ % ، الألومنيوم ١٤ % ، الحديد ٧,٥٧ %

البوتاسيوم ٣,٠٣ % ، الكالسيوم ٥ ٠ % ، الصوديوم ٣ %

الكبريت ١,١٤ % ، الكلور ١١,٢٤ % ، الماغنسيوم ١,٢٦ %

- **الفصيلة الثالثة**

و تضم العينات الحجرية المتهالكة (التالفة تماما) Fully-Weathered أرقام ٧ ، ٨ ، ٩ ويلاحظ فيها زيادة نسبة التفكك والانهيار عن سابقتيها حيث تزيد بها نسبة التفكك عن ٩٠ % وتشكل فيها العناصر الكيميائية نسبة ٩٩,٦٦ % وتتدرج كما يلي : –

السيليكون ٦.٥٥ % ، الألومنيوم ١٤,٥٦ % ، الحديد ٠ %

البوتاسيوم ١٥.٨٨ % ، الكالسيوم ٥,٥٧ % ، الصوديوم ٧,٨٥ %

29- **Rollinson, R.H.**: *Using geochemical data evaluation ,presentation, interpretation,* **Longman group, London, 1993, p.10**

الـــــكبريت ٠,٢٧ % ، الكـلـــــــور ٤٥,٢٨ % ، الماغنـــــــسيوم ٢,٤٦ % ، ملوثات ٠,٢٩ %.

وتوضح الأشكال أرقام (٣ أ ، ب ، ج – ٤ أ ، ب ، ج – ١٥ أ ، ب ، ج) انمـــاط تفلـــور الأشـــعة السينية

٢-١-١ الفحص والدراسة بطريقة حيود الأشعة السينية *XRD*

استخدم هذا التكنيك فى العديد من الدراسات التى اهتمت بدراسة الخواص المختلفـــة للمـــواد الاثرية بصفة عامة والأحجار الاثرية بصفة خاصة [٣٠] [٣١] وقد استخدم فى دراسة وفحص العينـــات الحجرية موضوع الدراسة فى صورة المسحوق[٣٢] لتوضيح المركبات المعدنية الأساسية المكونـــة لها ومقارنتها بمركبات التجوية المكونة على أسطحها والناتجة عن تأثرها بعمليات التحول والتحلـــل المختلفة يوضح الجدول رقم (٣) نتائج الفحص.

جدول رقم (٣) يوضح نتائج الفحص والدراسة بطريقة حيود الأشعة السينية *XRD*

S. no	*Major Minerals*		*Minor Minerals*	
	Minerals	*Chemical Composition*	*Minerals*	*Chemical Composition*
الفصيلة الأولى				
1	- Quartez	SiO_2	- Mica - Halite - Calcite	*Hidro silicate , Al , K , Mg , Fe* *Na Cl* *Ca Co₃*
2	- Quartez - Halite - Sylvite	SiO_2 *Na Cl* *K Cl*	- Hematite - Niter - Gothite	*Fe O* KNO_3 *Alpha – FeO (OH)*
3	- Quartez - Calcite	SiO_2 $CaCo_3$	-Plagioclease - Microcline - Kaolinite	*Silicate , Al , Ca , Na* *K , Al , Si_3 , O_8* $Al_4 (Si_4 . O_{10}) (OH)_8$
الفصيلة الثانية				
4	Quartez Sylvite	SiO_2 *K Cl*	- Halite	*Na Cl*
5	Quartez Sylvite Halite	SiO_2 *K Cl* *Na Cl*	- Niter - Nitrate - Hematite	KNO_3 NO_2 *FeO*
6	- Quartez Halite	SiO_2 *Na Cl*	- Sylvite - Niter - Hematite	*K Cl* KNO_3 *FeO*
الفصيلة الثالثة				
7	- Quartez - Sylvite	SiO_2 *K Cl*	- Halite - Kaolinite - Gothite	*Na Cl* $Al_4 (Si_4 . O_{10}) (OH)_8$ *Alpha – FeO (OH)*

30- Jones ,K.,W.: *Applications in geological sciences* , **microscopic X-Ray fluorescence analysis ,J.W., NY., 2000, pp: 269-270**

31- Pei-yuan chen .: *Table of key lines in X Ray diffraction patterns of minerals in clay and associated rocks*, **ASTM, vol. 8, 1991, p. 66**

32- Hardy ,R et al .: *X-ray powder diffraction of sediments* , **" techniques in sedimentology , Oxford, 1989,p191-282**

8	- Quartez - Sylvite	SiO_2 KCl	- Gama Alumina (SYN) - Kaolinite - Gothite	$Gama - Al_2O_3$ $Al_4(Si_4O_{10})(OH)_8$ $Alpha - FeO(OH)$
9	- Quartez - Sylvite - Halite	SiO_2 KCl $NaCl$	- Hematite	FeO

وقد اتضح من خلال الدراسة والفحص بتكنيك حيود الأشعة السينية ***XRD*** وجود زيادة فى نسبة عمليات التحلل والتحول المعدنى خاصة عمليات التحول المؤثرة على معادن السيليكا والتى تؤدى بها فى النهاية إلى تحولها لمعادن الطفلة بالاضافة إلى زيادة نسبة وجود الفتات الصخرى على أسطح الحجر الأثرى نفسه ، وكذلك زيادة نسبة وجود الأملاح المؤثرة فى إحداث عمليات التلف ومن أهمها الهاليت ، السيلفيت ، النيتر ، وتوضح الأشكال أرقام (٦ أ ، ب ، ج - ٧ أ ، ب ، ج - ٨ أ ، ب ، ج) أنماط حيود الأشعة السينية لعينات الأحجار موضوع البحث

٢-٢ فحص ودراسة الأحجار باستخدام الميكروسكوبات *Microscopic Analysis*

تعتبر طرق الفحص باستخدام الميكروسكوبات من أهم الطرق العلمية الحديثة التى يمكن استخدامها فى مجال فحص ودراسة الأحجار الأثرية من خلال دراسة الخواص المميزة للمعادن المكونة لها وقد قام الباحث بدراسة وفحص عدد من العينات الحجرية المأخوذة من منطقة الدراسة باستخدام نوعين من الميكروسكوبات هما الميكروسكوب المستقطب والميكروسكوب الإلكترونى الماسح، بغية التعرف على مكوناتها المعدنية و دراسة الخصائص المورفولوجية المميزة لأسطحها التى يمكن أن تنتج عن عمليات التحلل والتحول المعدنى نتيجة تأثرها بعمليات التلف المختلفة .

٢-٢-١ الفحص والدراسة بالميكروسكوب المستقطب *Polarizing Microscope*

يلعب الميكروسكوب المستقطب[٣٣] دورا هاما فى التعرف على المكونات المعدنية للصخور من خلال قدرته على التفريق بين المعادن المكونة لها عن طريق خواصها البصرية[٣٤] ، وقد دللت عمليات الفحص بهذا الأسلوب والتى تم إجراؤها على العينات على عدد من الحقائق العلمية والتى يوضحها الجدول رقم (٤)

جدول (٤) يوضح نتائج الفحص البتروجرافى لعينات الحجر الرملى للأثر موضوع الدراسة

نتائج الوصف الميكروسكوبى	الحبيبات الزاوية وشبه الزاوية	الحبيبات المستديرة وشبه المستديرة
عدد الحبيبات	٦١٩	٢٦٥
النسبة المئوية	%٧٠	%٣٠
أقل قياس	٧ × ٧	٨٠,٢ × ٥٠,٠ ميكرون
أكبر قياس	٨ × ٨	٣٠,٧ × ٤٠,٨ ميكرون

33- Ehlers, E.G, et al. : *Petrology, Igneous, Sedimentary and Metamorphic*, Freeman, San Franisco, 1982, pp:122-135

34-Nieble,C., et al.: *Suggested method for petrographic description of rocks*, Inter. Soc. for rock mechanics commission ,International Jour. of rock mechanics , mining and geomechanics abstracts , vol.15 , no .2 1977, pp: 41-45

نسبة معدن الكوارتز	%٥٥,٢	%١٠,٦
نسبة معدن الفلسبار	%١,٢	%٠,١

وقد اتضح من خلال عمليات الفحص المورفولوجى للعينات أمكننا استنتاج النقاط الآتية :-

* تتكون العينات أساسا من حبيبات معدن الكوارتز (المكون الأساسى للحجر الرملى دقيق التبلور) والمرتبطة ببعضها بمادة لاحمة من أكاسيد الحديد *Iron Oxides* .
* تعرض حبيبات الكوارتز لعمليات التآكل الناتجة عن التفاعلات الكيميائية والبيوكيميائية بينها وبين المواد الملوثة المحيطة بها وبصفة خاصة (المحاليل المنحية) .
* اختلاف الشكل المورفولوجى لبعض حبيبات الكوارتز حيث تحولت من الشكل الاساسى المميز لها (الزاوى وشبه الزاوى) إلى أشكال أخرى (المستديرة وشبه المستديرة)

The qz grain are change from angular and sub-angular to rounded and sub-rounded grains

* تحول معظم المعادن الثانوية المتواجدة فى تركيب الحجر وأهمها معادن الفلسبار إلى معادن الطفلة بالإضافة إلى تحطم وتلف أكاسيد الحديد (المادة اللاحمة) ، وتوضح الصور أرقام (٩، ١٠، ١١، ١٢) شرحا لهذه الظواهر .

٢-٢-٢ الفحص والدراسة بالميكروسكوب الإلكترونىَ الماسح *SEM*

يمثل الفحص بهذا التكنيك أحدى أهم الطرق العلمية المستخدمة فى الفحص والدراسة والتعرف على خصائص وصفات المواد[٣٥]. والخامات الأثرية وبصفة خاصة الاحجار والمواد غير العضوية ، كما يمكن استخدام هذا التكنيك فى دراسة شكل وترتيب الحبيبات المكونة للاحجار والطرق المثالية التى يتم بها توزيعها داخل المواد اللاحمة [٣٦] بالإضافة إلى إمكانية استخدام هذا التكنيك فى دراسة موفولوجية التلف المؤثرة على الأحجار تحت الفحص والناتجة عن تأثير العديد من العوامل والقوى المتلفة .

هذا بالإضافة إلى استخدام الميكروسكوب الإلكترونى الماسح فى التعرف على كيفية توزيع مواد العلاج والتقوية والعزل على الأسطح المعالجة ودراسة مدى قدرتها على تغليف وتقوية حبيبات الأحجار المعالجة بهذه المواد بالإضافة إلى ملئها للشقوق المتواجدة فى المادة اللاحمة خاصة تلك الناتجة عن عمليات الإذابة والتحلل وقد دللت عمليات الدراسة والفحص على النقاط الآتية : -

* حدوث تحطم وتفكك فى طبقات أكسيد الحديد (المادة اللاحمة) مما أدى بدوره الى تفكك حبيبات الكوارتز وما نتج عنه من انهيار فى بنية الحجر .
* وجود تآكل وتحطم فى حواف حبيبات الكوارتز، واختلاف أشكالها عن الشكل النموذجى المميز لها (الشكل الزاوى وشبه الزاوى).
* ظهور مظاهر الاسوداد والقتامة على أسطح الحبيبات.
* تراكم كميات كبيرة من أملاح (الهاليت، السيلفيت، النيتر) على أسطح الأحجار

35-José-Yacamán ,M, et al .: *Electron microscopy and its application to the study of archaeological materials and art preservation* ," **modern analytical methods in art and archeology , vol.135 , NY, 2000, pp: 405-411**

36- **Trewin, N.:** *Use of the scanning electronic microscope in sedimentology*, " **techniques in sedimentology , Oxford, 1989, pp:229-373**

مؤدية إلى حدوث ضغوط وانفعالات بين مسام الحجر وأجزائه المختلفة، مما قد ينذر في النهاية بتحطمه وفنائه التام وما ترتب عليه من انهيار فى بنية الحجر والأثر كله ، وتوضح الصور ارقام (١٣،١٤،١٥،١٦) شرحا لهذه الظواهر .

٣- النتائج

١- أثبتت عمليات البحث والدراسة التى أجريت للأثر موضوع الدراسة أنه قد تعرض لتاثير العديد من العوامل المتلفة التى أثرت سلبا على مكوناته المعمارية والزخرفية نتيجة توافر بعض العوامل الفيزيائية (أدت إلى وجود تغيرات فى الشكل) وأخرى كيميائية (أدت إلى وجود تغيرات فى التركيب) وليس أدل على ذلك من ظهور العديد من المظاهر المتلفة الناتجة عن عوامل التلف سابقة الذكر والتى يمكن تلخيصها فى النقاط الآتية:-

أ. ظهور العديد من طبقات الأملاح على أسطح الحجر وأهمها أملاح الكلوريدات والنترات.

ب. ظهور بعض الشروخ والإنفصالات السطحية نتيجة الضغوط والانفعالات الناتجة عن استعمال الطرق والمواد غير الملائمة أثناء عمليات العلاج والترميم السابقة.

ج. وجود بعض من معادن الطفلة داخل التكوين الحجرى والناتجة عن تحول معادن السيليكا نتيجة تأثير المحاليل الملحية فى معادن الكوارتز.

د. ظهور بعض طبقات الأملاح على أسطح الجدران نتيجة الاستخدام الخاطئ للأماكن الأثرية من قبل الأهالى و السائحين بالإضافة إلى ظهور العديد من بقع الصدأ خاصة فى الأماكن القريبة من مصادر المياه نتيجة استعمال الحديد غير المجلفن فى أعمال الترميم السابقة.

ه. ظهور بعض الحفر والثقوب نتيجة التأثير الميكانيكى للطيور المختلفة بالإضافة إلى تراكم الفضلات والاتساخات الناتجة عنها.

٢- أثبتت عمليات الفحص والدراسة للعديد من أجزاء الأثر بالإضافة إلى نتائج تحليل العينات التى أجريت باستخدام العديد من تقنيات الفحص والتحليل المختلفة العديد من النتائج و التى يمكن تلخيصها فى النقاط الاتية :-

أ. **الفحص والتحليل بطريقة التفلور *EDX*** أثبتت وجود زيادة مطردة فى نسب عناصر الكلور *Cl* والصوديوم *Na* والبوتاسيوم *K* حيث تدرجت نسب الزيادة فى هذه العناصر كما يوضحها الجدول رقم (٦) والأشكال أرقام ٩ أ ، ب ، جـ

جدول رقم (٦) يوضح زيادة نسب عناصر أملاح (الهاليت ، السيلفيت ، النيتر) فى العينات الحجرية

الفصيلة	عنصر الكلور %	عنصر الصوديوم %	عنصر البوتاسيوم %
الأولى	٠,٩٨	٠,٨٣	٠,٩٨
الثانية	١١,٢٤	٣	٣,٠٣
الثالثة	٤٥,٢٨	٧,٨٥	١٥,٧٤

ب. **الفحص والدراسة باستخدام طريقة الحيود *XRD*** أثبت وجود العديد من طبقات الأملاح على أسطح الأحجار يتكون أغلبها من أملاح الهاليت كلوريد الصوديوم (*Na Cl*) ، السيلفيت كلوريد البوتاسيوم (*K Cl*) ، النيتر نترات البوتاسيوم (KNO_3) وهو ما يفسر مدى التوافق والتوائم بين نتائج التحليل بكلتا الطريقتين (*XRD* ، *EDX*) ويرجع السبب فى وجود الزيادة المطردة فى نسب ملحى الهاليت والسيلفيت عن النسب الواقعية المتوقع ظهورها فى نتائج تحليل الأحجار الرملية غير التالفة (ووضح هذا فى نتائج التحليل للفصيلتين الثانية والثالثة) ويمكن

تفسير ذلك بأن ظهور كلا الملحين قد يفسر بأنه نتيجة طبيعية لتأثير المياه الأرضية ذات المنسوب المرتفع طوال العام فى منطقة الدراسة (وهى مياه غنية بملح الهاليت المتواجد كشائبة طبيغية فى التربة المصرية ، فى حين تعزى زيادة نسبة ملخ السيليفيت إلى هجرة أملاح النترات المتوافرة فى مياه الصرف الزراعى المحيطة بمنطقة الدراسة المحتوية على الأسمدة العضوية ، ومياه الصرف الصحى الناتجة عن المنازل المحيطة بالأثر و المحتوية على مركبات النترات أو وجودها كعنصر ثانوى فى أملاح الفلسبار البوتاسى الموجود بنسب ضئيلة فى تركيب الحجر الرملى موضوع الدراسة وتفاعلها مع أملاح الكلوريدات مكونة تلك الأملاح هذا بالإضافة إلى إمكانية توافر مصادر النترات من خلال الإفرازات العضوية الناتجة عن وجود أنواع الطيور المختلفة).

ج. الفحص والدراسة باستخدام الميكروسكوب المستقطب *Optical Microscope* أثبت النقاط الأتية :-

• أن تعرض العديد من العينات لعمليات التاكل ينتج أساسا عن التفاعلات الكيميائية والبيوكيميائية الناتجة عن تفاعل المياه الأرضية مع العديد من مصادر الأملاح المتواجدة فى التربة أو الحجر نفسه مثل أملاح الصوديوم و البوتاسيوم والنترات ، بالإضافة إلى الإفرازات الحمضية الناتجة عن أنواع الطيور المختلفة المنتشرة فى المنطقة المحيطة بالأثر .

• أن تعرض الحبيبات المعدنية المكونة للحجر التاكل و التحطم ينتج أساسا عن تأثير العوامل المتلفة الفيزيائية أو الميكانيكية خاصة تلك الناتجة عن تأثير عمليات التمدد والانكماش الناتجة بدورها عن تأثير التبادل المستمر فى درجات الحرارة والبرودة ارتفاعا و انخفاضا (يؤدى ارتفاع درجة الحرارة ٥١٠م إلى ازدواج التأثير الناتج عن التجوية الكيميائية) ، هذا بالإضافة إلى التغيرات المورفولوجية للحبيبات والناتجة عن التأثيرات الفيزيائية و الميكانيكية للطيور المختلفة بالإضافة إلى التأثيرات المتلفة الناتجة عن التلف البشرى المتمثل فى عمليات البرى والاحتكاك واللمس

• أن تعرض العديد من العينات التى تم فحصها للتفكك والانهيار (التجوية الكيميائية) فى طبقات المواد اللاحمة وتحول معظمها إلى طبقات مفككة ينتج أساسا عن تأثير عمليات التحلل والإذابة التى أثرت فى المادة اللاحمة الأساسية بالإضافة إلى تأثيرها على المعادن الثانوية فى العينات مثل معادن الفلسبار والتى أدت إلى تحولها إلى معادن الطفلة خاصة فى ظل ظروف تواجد نسب مرتفعة من مصادر التلوث الناتجة عن عوادم السيارات وبعض المناطق الصناعية المحيطة بمنطقة الدراسة

د. الفحص والدراسة باستخدام الميكروسكوب الإلكترونى الماسح *SEM* أثبت النقاط الأتية :-

• أن كافة المظاهر المتلفة التى أثرت بالتلف على أسطح الجدران الحجرية موضوع الدراسة تعزى أساسا إلى تكون طبقات من الأتربة و الاتساخات بالإضافة إلى الطبقات السوداء الناتجة عن تراكم المواد الصلبة الطبيعية التى تؤدى إلى التصاق ذرات الكربون على أسطح هذه الأحجار و تراكم بعض الذرات المتطايرة الدقيقة (المناج والدخان) الناتجة عن احتراق وقود السيارات السياحية ، هذا بالإضافة إلى تراكم بعض طبقات الأملاح و الفضلات العضوية للطيور على أسطح هذه الجدران.

• أن تعرض حواف حبيبات الكوارتز لمظاهر التاكل والتحطم واختلاف أشكالها من الشكل المورفولوجى النموذجى المميز لها (الشكل الزاوى وشبه الزاوى) وتحولها إلى (الشكل المستدير وشبه المستدير) إنما ينتج أساسا عن تعرضها للعديد من الإجهادات والانفعالات خاصة فى أجزائه السطحية المعرضة بصورة مباشرة لعمليات التلف المختلفة ومن أهمها الدورات المتعاقبة للبلل و

الجفاف الناتجة عن التعاقب المستمر لدرجات الحرارة والرطوبة بالإضافة إلى البرى والاحتكاك الناتج عن تأثير كل من العوامل البشرية والعوامل البيولوجية.

- التوصيات

وهى مجموعة من التوصيات العلمية التى استخلصها الباحث من خلال الدراسات التى قام بالإضافة إلى المعلومات والأبحاث العلمية التى أطلع عليها والهدف منها العمل على إزالة كافة المؤثرات المتلفة الضارة المؤثرة فى الأثر موضوع الدراسة ووضعه على الخريطة السياحية ، والتى يمكن تلخيصها فى النقاط الآتية :-

اتخاذ كافة الخطوات العلمية اللازمة للتعامل مع الاتساخات العضوية ، وغير العضوية ، المتواجدة على أسطح الجدران وبين المداميك الحجرية ميكانيكيا باستعمال الأدوات المناسبة (الفرر ، المشارط ، الفرايز اليدوية والكهربية الدقيقة) وذلك للحد من كثافتها والتقليل من سمكها مع ملاحظة وجوب الحذر الشديد أثناء القيام بهذه الخطوة بسبب الطبيعة الضعيفة للأحجار موضوع الدراسة.

إجراء عمليات التنظيف الكيميائى وهى الخطوة التالية وفيها يتم العامل مع الطبقات الدقيقة الباقية من الإتساخات والبقع السطحية باستخدام عدد من المحاليل والمواد العضوية وغير العضوية التى يجب استعمالها بحرص شديد مع ملاحظة استخدام المياه المقطرة الخالية من الأملاح لإزالة اثار هذه المحاليل لتجنب أثارها السلبية فى التاثير على الأحجار فيما بعد.

العمل على إزالة واستخلاص طبقات الأملاح باستخدام العديد من الطرق الملائمة لحالة الأثر ويقترح الباحث هنا استخدام طريقة الكمادات فى صورة المستحلب (كمادات الطفلة ، كمادات لب الورق) وذلك لعدم تحمل أسطح الأحجار لاستخدام أية تقنيات أخرى لاستخلاص الأملاح ، مع ملاحظة إضافة بعض المواد الكيميائية مثل مادة سيليكات الماغنسيوم لمادة الكمادات لتحسين خواصها وإعطائها قدرة أكبر على إنفاذ الأملاح.

٤- العمل على علاج وتقوية بعض الأجزاء التالفة من الأحجار باستخدام عدد من المواد المقوية والتى يجب أن يتم اختبار صلاحيتها معمليا للحصول على أكثر النتائج المرضية التى يمكن معها تطبيقها فى الحقل الأثرى بأمان تام.

٥- العمل على استبدال الأجزاء الحجرية شديدة التلف بتلبيسات حجرية ملائمة من نفس المحاجر الأصلية التى جلبت منها احجار الأثر أو أية محاجر أخرى تتشابه أحجارها فى كافة الخواص الكيميائية و الميكانيكية والفيزيائية مع أحجار الأثر موضوع الدراسة.

٦- العمل على إزالة كافة المخلفات العضوية وغير العضوية المتواجدة على أسطح الأحجار وذلك لإزالة كافة وسائط التغذية اللازمة لنمو الطيور ، ويتبع ذلك التعامل مع أسطح الجدران ببعض المواد الكيميائية المضادة لنمو هذه الوسائط العضوية .

العمل على عزل أساسات المبنى الأثرى بمواد مقوية عازلة للحد من التفاعل المستمر لمكونات الحجر مع المياه الأرضية وما بها من أملاح ذائبة والتى تؤدى فى النهاية إلى حدوث عمليات التبلور الملحى.

المراجع

ابراهيم نصحى (دكتور) : تاريخ مصر فى عصر البطالمة ، ج-٤ ، ط-٤ ، القاهرة ، ١٩٧٧ ص . ٢٣٦

الهيئة المصرية العامة للكتاب : معجم الحضارة المصرية القديمة ، ط ٢ ، ١٩٩٦ ، ص ٨٦

عبد الحليم نور الدين (دكتور) : مواقع ومتاحف الآثار المصرية ، القاهرة ، ١٩٩٨، ص : ١٩٠

محمد الجوهرى (دكتور) : دراسة مقارنة لأسباب تلف وطرق علاج وصيانة الآثار الحجرية فى المواقع الأثرية ، رسالة ماجستير ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة ، ١٩٩٦ ، ص. ١٠١

Abdel Hady , M, M .: *Durability of monumental Sandstone in upper Egypt* the engineering geology of ancient works, mouments and historical sites, Athens , 1988

Bosc,J.L., et al.: *Altération des mortiers de ciment placés dans une ambiance aérienne sali: intérêt de l' ajout de metakaolin* , "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993

Bromblet, P.: *Relations entre les varitions des conditions environnementales et les processus de dégradations successifs des temples de Karnak (Egypt)* , "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993

Brunjail, C., et al .: *Experimental alteration simulation of Sandstones by capillary rising and superficial evaporation* , "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993

Carroll, D. *Rock weathering* , plenum press, NY, 1974

Cassar, J.: The hal saflient prehistoric hypogeum in Malta. An conservation of an underground limestone monument, "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol..I, Paris, 1993 , pp: 287- 291

Charola , A.E., et al .: *The human factor in the preservation of the mo-numental heritage of Easter island*, "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993

Colantuono, A., et al .: *Accurate measurement of expansion and shrinkage in porous stones caused by moisture absorption* , "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993

E.M.O.: *Database of temperature & RH.*, Aswan unit ,Egypt ,2000

Ehlers, E.G, et al. : *Petrology, Igneous, Sedimentary and Metamorphic*, Freeman, San Franisco, 1982

El gohary, M.A.: *The effect of groundwater on the acceleration of weathering processes in the Edfu temple area*, 1st conference , faculty of archaeology , Faume , Egypt, 2001

Fassina, V ., et al.: *The effect of past treatments on the acceleration of weathering processes in the statues on prato della valle*, "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993

Finnestad, R . B.: *Temples of the potlmic and roman period* . temples of ancient Egypt , NY , 1997 , P. 190

Hawass, Z.: The *Egyptian monuments : problems and solutions* , "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993

Heyneman,D. et al .: *Helminthes reported form Bats (chiroplera) in Egypt with an illustrated key to the common flukes*, jour. Egypt publi. Health assoc., vol. 37, no.4, 1962,pp: 112-115

Honeyborn, D.B.: *Weathering and decay of masonry*, " conservation building and decorative stone, vol.I, Boston, 1990, p.169

ICROM : *General reflections on the causes of disintegration of stone* , Italy , 1992

Janssens, K., et al .: *Applications in art and archaeology* , microscopic X-Ray fluorescence analysis ,J.W., NY., 2000

Janssens, K., et al.: *Overview*, microscopic X- Ray fluorescence analysis ,J.W., NY., 2000

Jones ,K.,W.: *Applications in geological sciences* , microscopic X-Ray fluorescence analysis ,J.W., NY., 2000

José-Yacamán ,M, et al .: *Electron microscopy and its application to the study of archaeological materials and art preservation* , " modern analytical methods in art and archeology , vol.135 , NY, 2000

Karaveziroglou, M., et al .: *Compressive strength of masonry with thick mortar joints* , "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993

Levine, N.D.: *Protozoan prasites of domestic animals and of man*, Burgess publi. Co., USA,1961,p.398

Meng, B.: *Characterization of pore structure for the interpretation of moisture transport*,"conservation of stone and other materials",RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993

Moens, L., et al .: *X-ray fluorescence*, modern analytical methods in art andarchaeology,vol.155,NY, 2000

Nieble,C., et al.: *Suggested method for petrographic description of rocks*, Inter.Soc .for rock mechanics commission ,International Jour. of rock mechanics, mining and geome-chanics abstracts, vol.15 no.2 ,1977

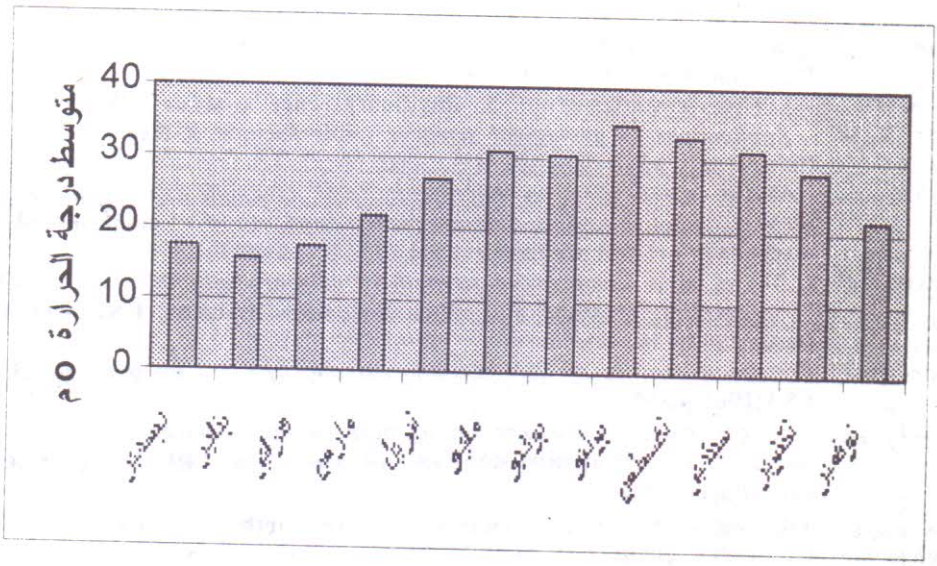
Pei- yuan chen .: *Table of key lines in X - Ray diffraction patterns of minerals in clayand associated rocks*, ASTM, vol.08,1991

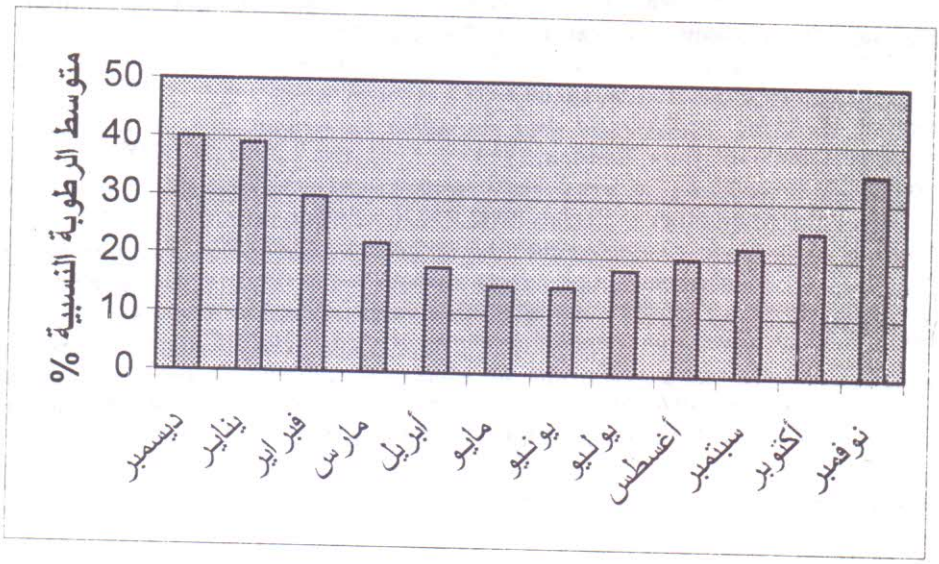
Rollinson, R. H.: *Using geochemical data evaluation , presentation , interpretation*, Longman group, London, 1993

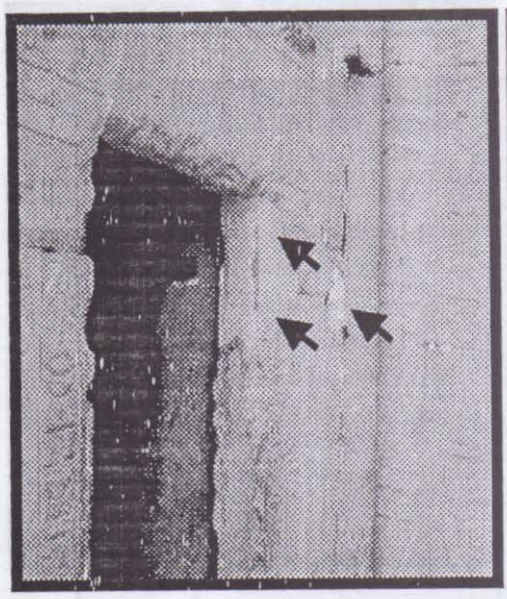
Schiavon, N .: *Microfabrics of weathered granite in urban monuments*, "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993

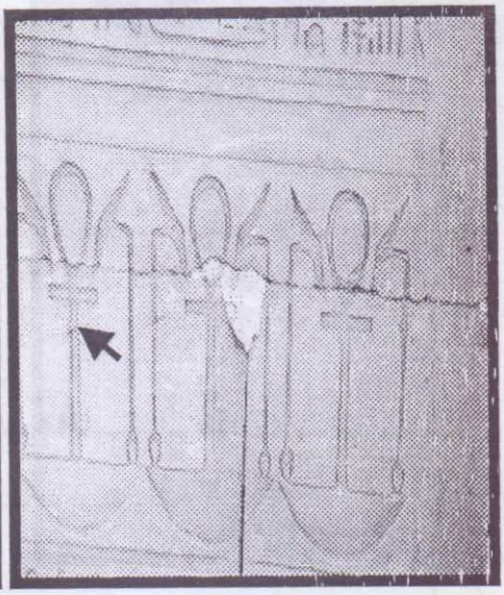
Vouvé, J., et al .: *Étude climatologique et hydrogéologique d'un tunnel de laves orné sous climat subtrapical , cas de la caverne peinte d' ana- kay-tangata (île de pâques)*, 9th ICOM committee for conservation, Los Angeles, 1990

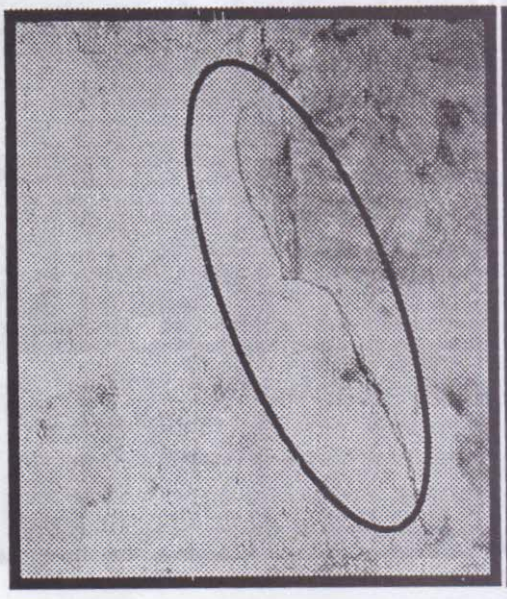
Warscheid,T et al .:*Studies on temporal development of microbial infection of different types of sedimentary rocks and its effect on the alteration of the physico-chemical properties in building materials*, "conservation of stone and other materials "RILEM, UNESCO, vol.I, Paris, 1993 , p. 303

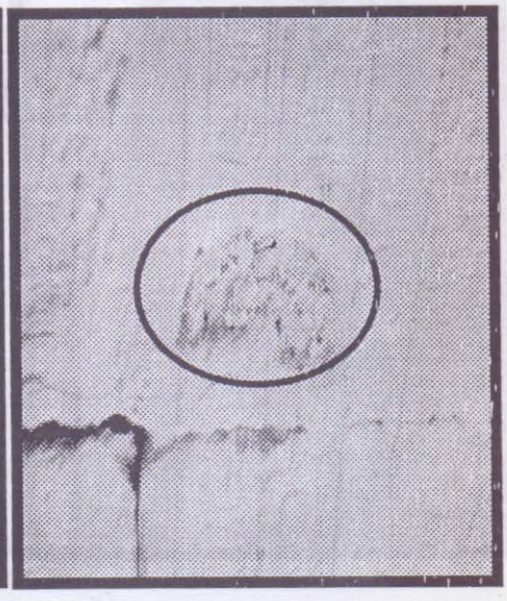

متوسط درجة الحرارة °م
40
30
20
10
0
ديسمبر
يناير
فبراير
مارس
أبريل
مايو
يونيو
يوليو
أغسطس
سبتمبر
أكتوبر
نوفمبر

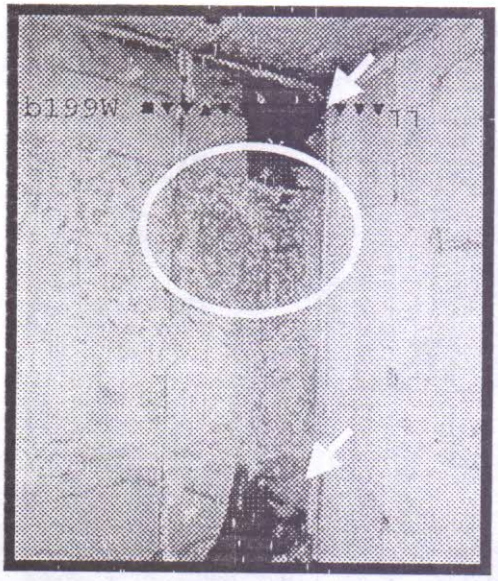

متوسط الرطوبة النسبية %
50
40
30
20
10
0
ديسمبر
يناير
فبراير
مارس
أبريل
مايو
يونيو
يوليو
أغسطس
سبتمبر
أكتوبر
نوفمبر

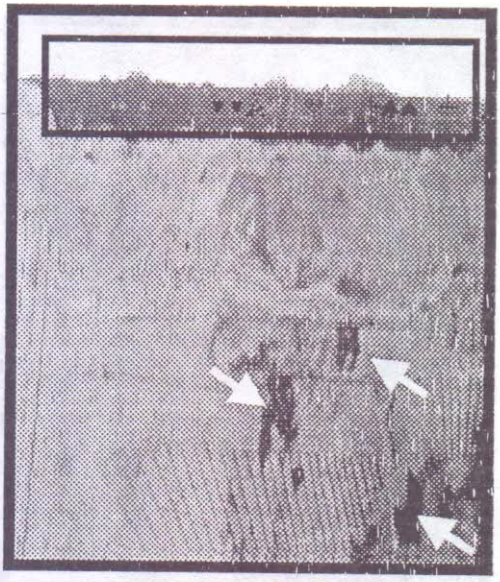


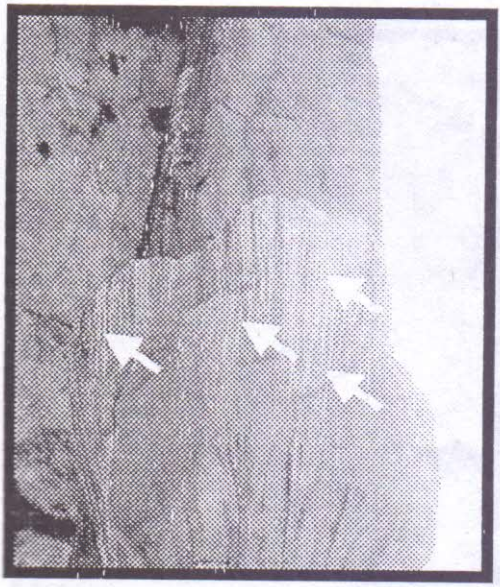


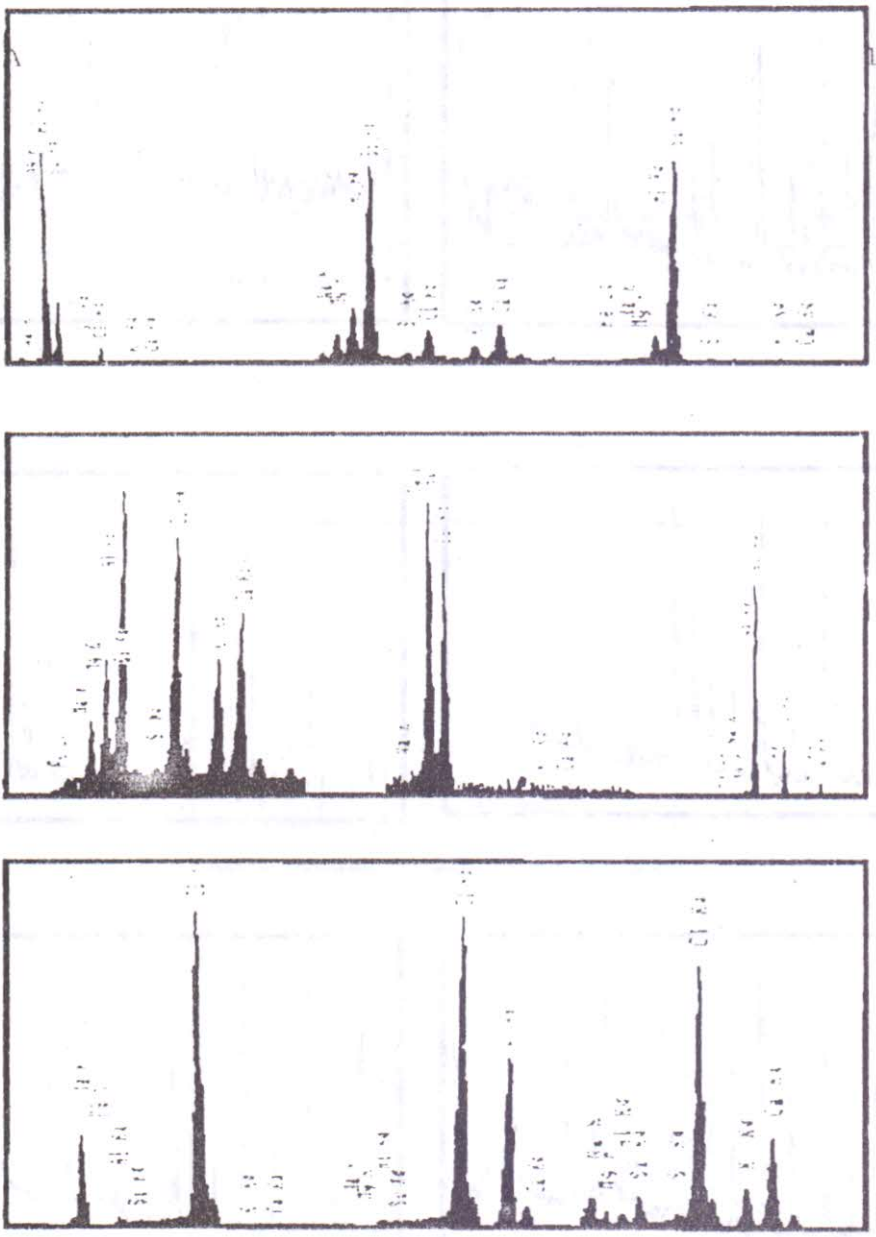


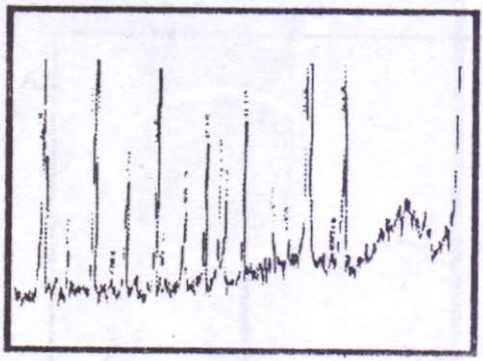


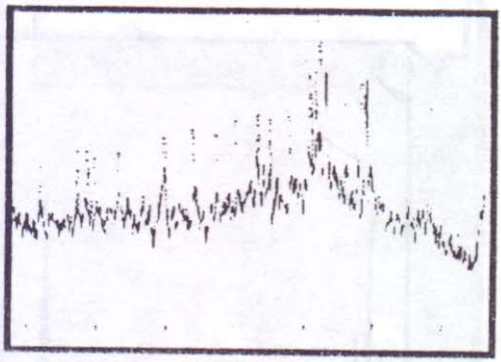


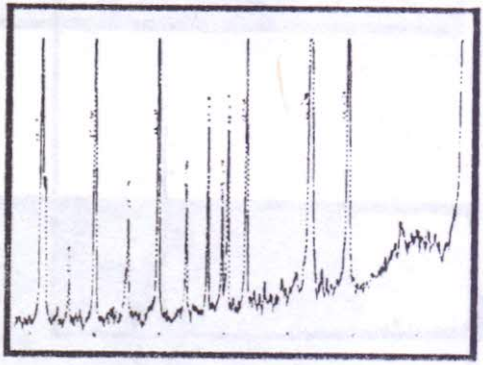


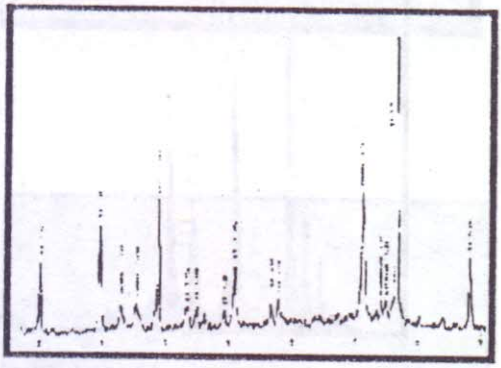


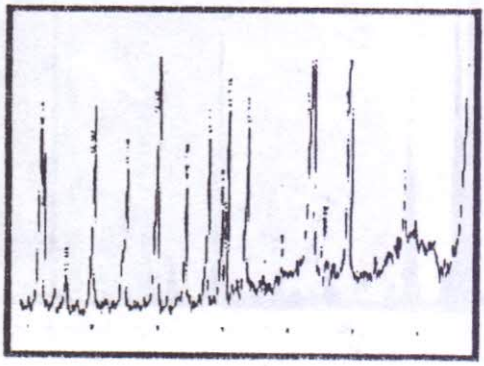


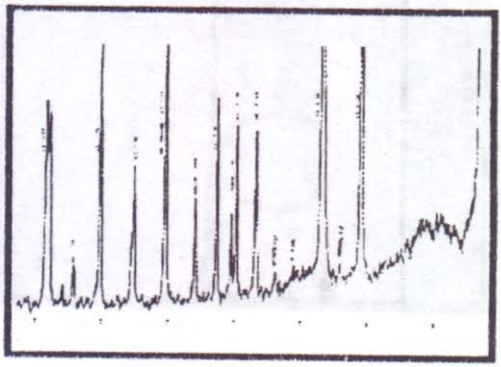


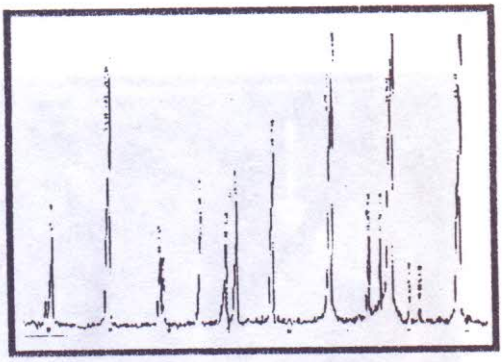


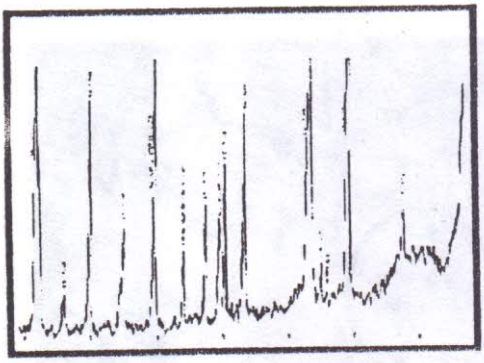


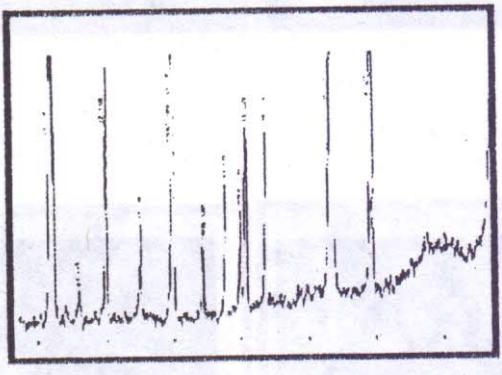


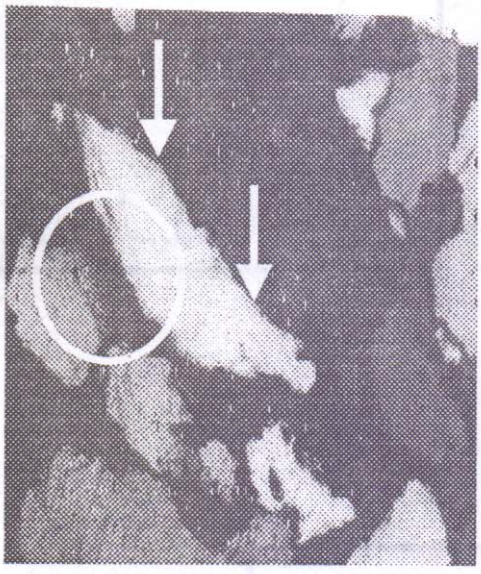


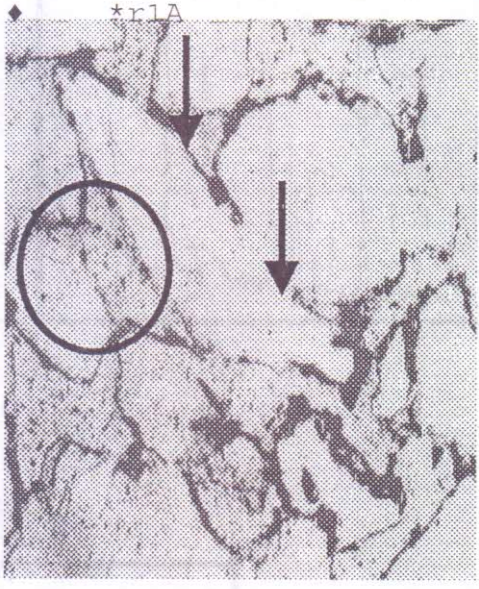


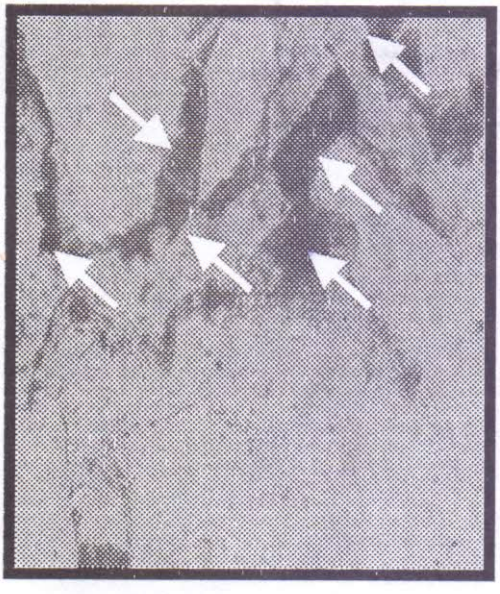


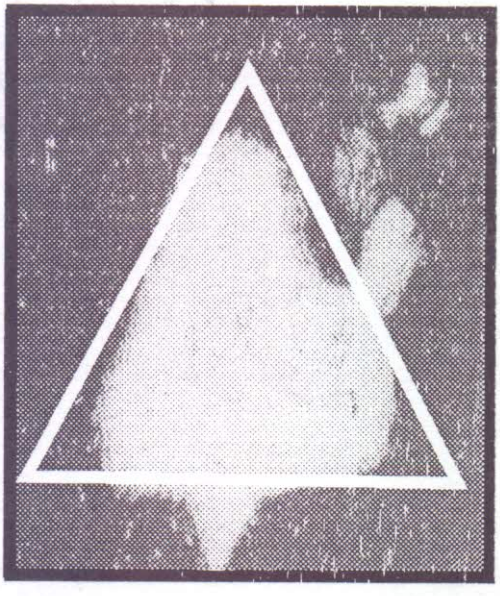


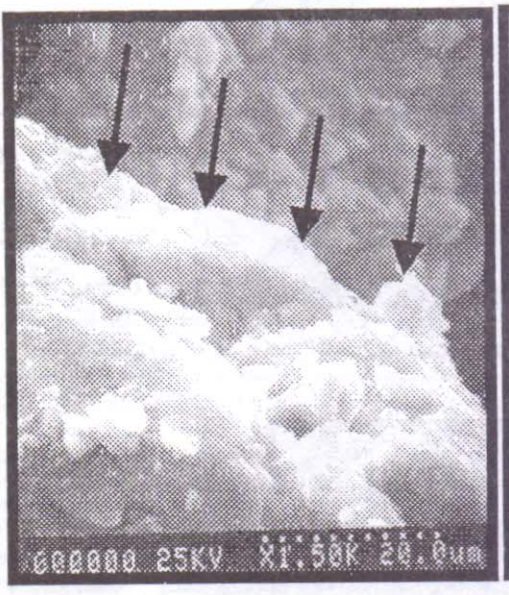


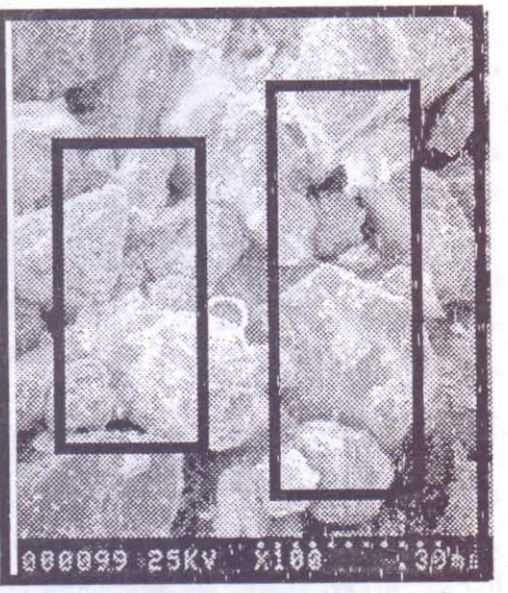




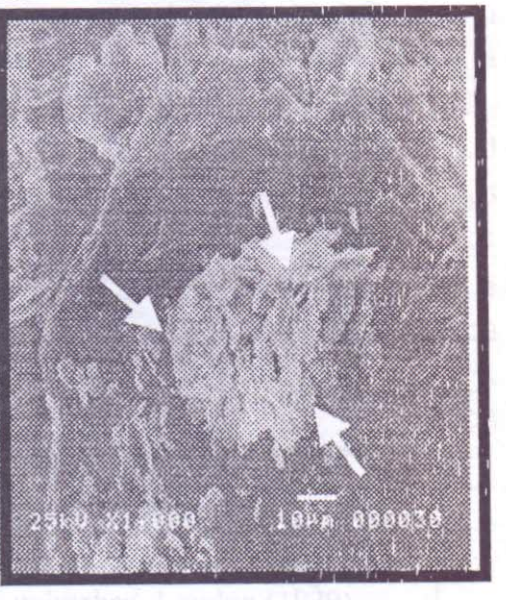


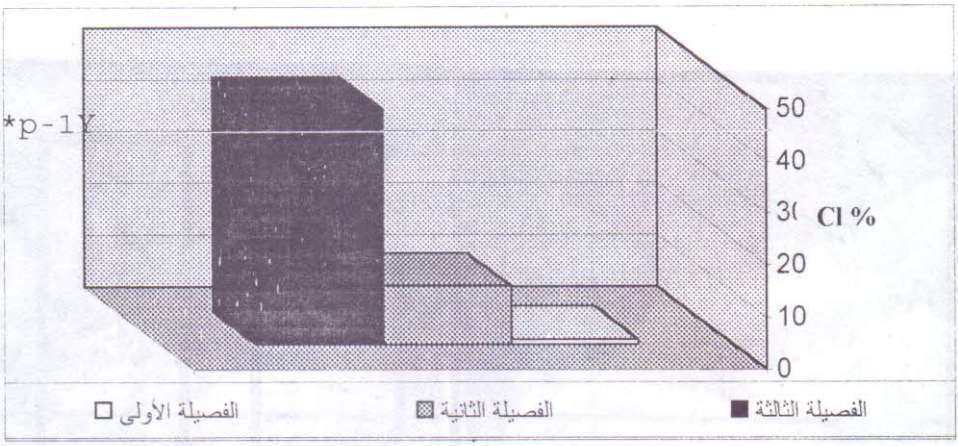


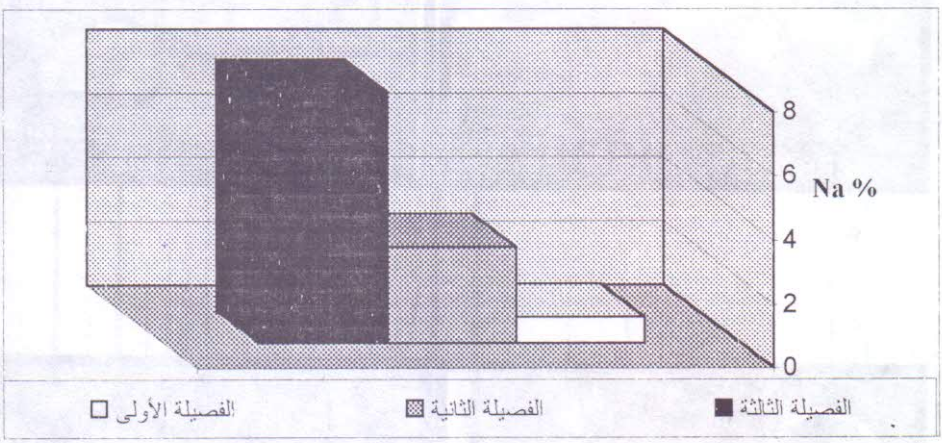

000000 25KV X1,500 20.0um

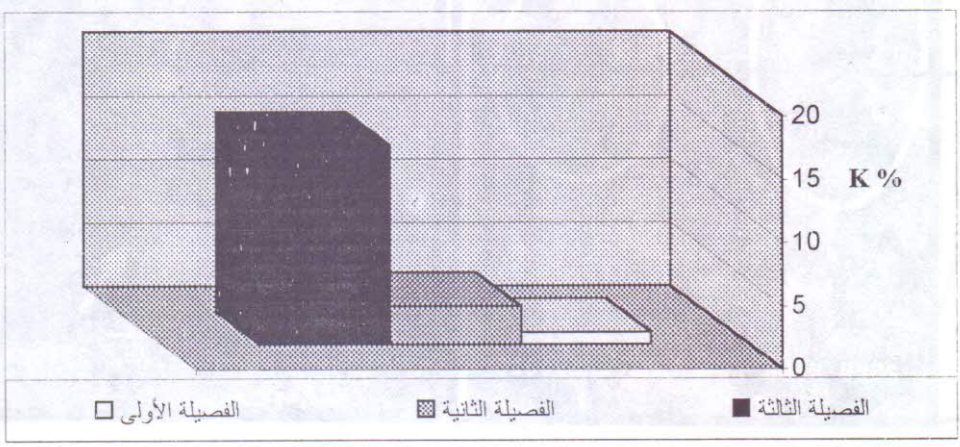

000099 25KV X100

25kV X100 000028


25kV X1,000 10µm 000030







شكل رقم- ٩ (أ، ب، ج) يوضح نسبة الزيادة فى عناصر الكلور ، الصوديوم، البوتاسيوم