تاثير التلوث الجوي وميكانيكا التربة على المنشات الفنية المعمارية تطبيقاً على نافورة قصر الملك فاروق بالركن - حلوان- مصر

Air pollution and soil mechanics affected on the architectural installations, as applied to the fountain of king farouk's palace in El-rakan, Helwan, Egypt

أ. د/ شحاتة أحمد عبد الرحيم

استاذ ترميم الاثار الغير عضوية بكلية الآثار جامعه الفيوم

Prof. Shehata Ahmed Abd El Rahim

Professor of restoration of inorganic antiquities, Faculty of Archeology, Fayoum University

أ. د/ محمد أحمد عوض

استاذ الترميم المعماري (الاثار والمباني القديمة) بكلية الآثار جامعه سوهاج

Prof. Mohamed Awad

conservation Department faculty of archeology SOHAG university

mohamed_awad@art.sohag.edu.eg

م. د/ حسام رجب أحمد

مدرس م ترميم الآثار بكلية الآثار جامعه سوهاج

Dr. Hossam Ragab Ahmed

Lecturer of Archeology Restoration, Faculty of Archeology, Sohag University

Hossamseleem@yahoo.com

ملخص البحث Abstract:

يقع قصر الركن للملك فاروق الاول على الجهة الشرقية من نهر النيل وتوجد النافورة موضوع البحث بالقصر حيث تتكون من محور مركزى مثمن الشكل تبرز من أربعة واجهات منه أربعة رؤوس سباع فى وضع متعامد وترتكز أربعة تماثيل آدمية اثنان منهم لطفلين والآخرين لرجولين روعى فيها النسب الجمالية والتشريحية.

تعتبر نافورة ركن حلوان التى تقع داخل فناء القصر (متحف الركن بحلوان) من أهم وأجمل تصميمات النوافير الرخامية الآثرية من حيث التصميم الإنشائى والفنى

ولقد لعبت ميكانيكا التربة وعامل التجوية دوراً كبيرا فى إتلاف تلك النافورة ، فظهرت مظاهر التلف خطيرة منها التحلل لسطح تماثيل النافورة وظهور بعض التصدعات والأملاح المتزهرة على السطح من تاثير الخاصية الشعرية بالإضافة إلى التفاعل الكيميائى الذى حدث نتيجة لتواجد تلك النافورة فى بيئة بيها نسبة عالية من الغازات الحمضية مثل ثانى أكسيد الكربون ، وثانى اكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون ، والأكسجين بالإضافة إلى نسبة البخرالعالية فى المنطقة ، حيث تعتبر المنطقة من أهم المناطق نسبة التلوث العالية لمدينة صناعية وهى مدينة حلوان

تعانى النافورة من ارتفاع نسبة تظهر المعادن فى صورة أملاح وتعدد أشكال وأحجام بلوراتها لتنوعها منها الكبريتية وللكربونية ومعادن الكلوريدات بالإضافة الى تأثير الحركة الميكانيكية لكتلة التربة التحتية النافورة)موضوع البحث) حيث تقع النافورة مكسوفة فى فناء القصر فى منطقة صناعية وهى التبين حيث تكثر المصانع دون وجود فلتر لتنقية الهواء من الغازات الناتجة عنها مثل غاز ثانى أكسيد الكربون ، ثانى أكسيد الكبريت ، وغيرها

بالاضافه الى حركة المرور من سيارات النقل الثقيل والخفيف على الطرق المجاورة مما تردى الى تلف مؤثر على النافورة من خلال حركة التربة.

الكلمات المفتاحية:
التلوث الجوى ، ميكانيكا التربة ، افورة قصر الملک فاروق بالركن، التصدعات

Abstract:

The corner palace of King Faruq I is located on the eastern side of the Nile River, and the fountain in question is located in the palace, which consists of a central octagonal axis that stands out from four facades, four heads of seven are in a perpendicular position, and four human statues are based, two of them for two children and the other for two men who took into account the aesthetic and anatomical proportions.

The Helwan Corner Fountain, which is located inside the courtyard of the palace (Rukn Museum in Helwan), is one of the most important and most beautiful designs of archaeological marble fountains in terms of structural and artistic design.

Soil mechanics and weathering have played a large role in damaging that fountain, so serious manifestations of damage have appeared, including the decomposition of the surface of the fountain statues and the appearance of some cracks and blooming salts on the surface from the influence of the capillary property in addition to the chemical reaction that occurred as a result of the presence of that fountain in an environment with a high percentage of gases Acid like carbon dioxide, sulfur dioxide, carbon monoxide, and oxygen in addition to the high rate of evaporation in the region, where the region is considered one of the most important areas of high pollution for an industrial city, which is the city of Helwan.

The fountain suffers from a high percentage of minerals appearing in the form of salts and the multiplicity of shapes and sizes of their crystals for their diversity, including sulfur, carbon and chloride minerals, in addition to the influence of mechanical movement of the fossil soil mass (the subject of the research)

Where the fountain is eclipsed in the courtyard of the palace in an industrial area, which is Al Tebeen, where factories abound without a filter to purify the air of the resulting gases such as carbon dioxide, sulfur dioxide, and others.

In addition to the traffic from heavy and light trucks on the adjacent roads, which leads to damage to the fountain through the movement of soil.

Keywords:

Atmospheric pollution, soil mechanics, the fountain of King Farouk Palace in the corner, fissures

1- المقدمة Introduction:

تعتبر نافورة ركن حلوان التي تقع داخل فناء القصر (متحف الركن بحلوان) من أهم وأجمل تصميمات النوافير الرخامية الآثرية من حيث التصميم الإنشائي والفني.

ولقد لعبت ميكانيكا التربة وعامل التجوية دوراً كبيرا في إتلاف تلك النافورة ، فظهرت مظاهر التلف خطيرة منها التحلل لسطح تماثيل النافورة وظهور بعض التصدعات والأملاح المتزهرة علي السطح من تاثير الخاصية الشعرية بالإضافة إلي

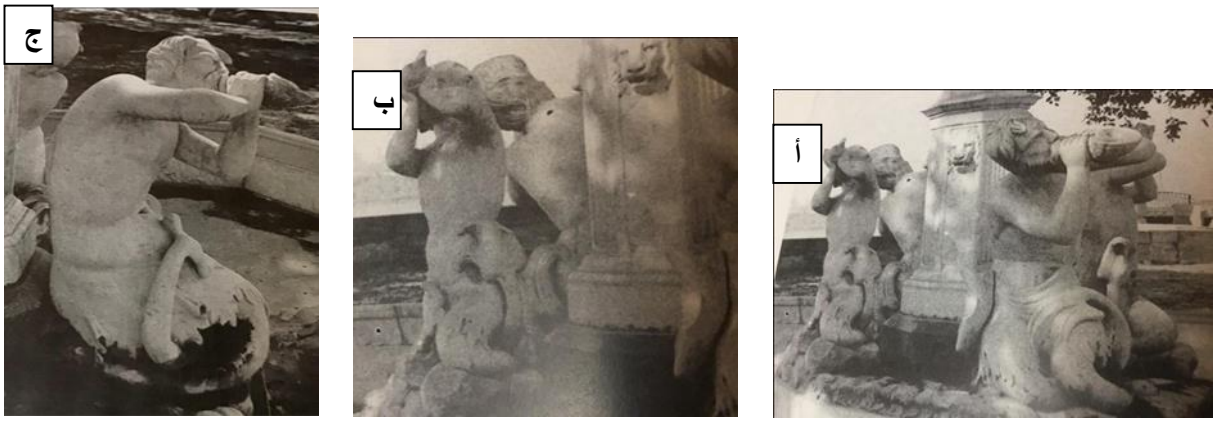
التفاعل الكيميائي الذي حدث نتيجة لتواجد تلك النافورة في بيئة بيها نسبة عالية من الغازات الحمضية مثل ثاني أكسيد الكربون ، وثاني اكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون ، والأكسجين بالإضافة إلي نسبة البخر العالية* في المنطقة* .

يقع القصر في الجهة الشرقية من نهر النيل في صورة مركب راسية علي الضفة الشرقية للنيل.

صورة رقم 1 توضح موقع قصر ركن فاروق بحلوان

ونظرا لوجوده بالقرب من النيل مباشره يتبين سبب انتقال المياة تحت السطحية عن طريق الرشح والنشع مع حدوث عمليات الانتفاش بالتربة الطينية* أسفل كتلة النافورة الرخامية .

ويتضح مما سبق أهمية عمليات الترميم والعلاج والحفاظ هلي هذا الآثر النادر الذي يتكون من تمثالي لرجلين وطفلين بالتبادل حيث تخرج المياة من فوهة كل منهم ولكن مع تعاقب الزمن توقفت النافورة عن العمل.



صورة رقم 2 (أ، ب، ج) توضح شكل النافورة والحالة التي عليها قبل الترميم

2- الهدف من البحث :Aim of research

يهدف هذا البحث إلي العمل علي إعادة عمل النافورة وذلك بالترميم والعلاج كل مظاهر التلف التي ظهرت علي مكونات النافورة الفنية والهندسية والإنشائية

3-مظاهر التلف وعواملها: Deterioration factors and symptoms

اولاًُ المظاهر: symptoms

1) ظهور تصدعات وفك للمكون المثمن الخارجي لحوض النافورة.

2) ظهور بلورات الأملاح وتظهرها على السطح منها الليفية والإبرية والكتلية التي ظهرت بصورة واضحة على واجهات التماثيل.

3) ظهور تحلل لمكونات مادة الرخام (الكرارة[1]) وتحلله في صورة مساحيق ضعيفة من تأثير عامل التجوية .
4) إرتفاع نسبة الرطوبة في التماثيل حتى أعلي نقطة من تأثير قوة الخاصية الشعرية لارتفاع المحاليل الكيميائية من التربة إلى جسم التماثيل وقد عمل ذلك على ظهور اللون الإسود والبني والاخضر على بعض الأماكن كل التماثيل خاصة تماثيل الرجلين.

ثانيا العوامل التي أدت إلى التلف:
1) التلوث الجوي ونشاط الغازات الملوثة والتي تخرج من فوهات المصانع لمنطقة حلون منها:

- أول اكسيد الكبربون أول أكسيد الكربون Carbonic oxide : ينتج من عمليّة الأكسدة الجزئيّة (الاحتراق غير التام للكربون)والمركبات العضوية مثل الفحم، وهذا يحدث عند ندرة الأكسيجين، أو عند احتراق ذي حرارة مرتفعة جدًّا ويعتبر من الغازات الشديدة السمية وهو من صور الكربون وأيضا بعض الزيوت والشحوم من الآلات والمركبات وهو من الجزيئات ثنائية الذرة غير المتجانسة وذلك لأنه يحتوي علي عنصرين مختلفين هما الكربون والأوكسجين هذا الغاز يمكن أن يحترق أيضًا، فتُستكمل عمليّة احتراقه الغير تامّة، ويُصدر نارًا زرقاء[2] ، يمكن إنتاجه في المختبرات أيضًا عن طريق تفكيك حمض الفورميك* HCOOH، وينتج أيضًا الماء. لهذا الغاز أهميّة صناعية فليس بالضرورة دائما غازًا خبيثًا
- ثاني أكسيد الكربون Carbon dioxide: ينتج من تخمر المواد السكرية سواء بالطرق الكيميائية أو بالكائنات الحية الدقيقة ومن تحلل الكربونات ومن إحتراق المواد العضوية المستخدمة في الصناعات المتنوعه خاصة التي تشمل في بعض مراحلها على تفاعل بخار الماء مع المواد الهيدروكربونية وكذلك من الإحتراق الكامل للمواد العضوية ويذوب ثاني أكسيد الكربون في الهواء في مياه الأمطار مكوناً حمض الكربونيك
- ثاني أكسيد الكبريت Sulphur dioxide : غاز سام عديم اللون له رائحة نفَّاذة، ويتكون بصورة طبيعية من النشاط البركاني، ومن تحلُّل المادة العضوية ويمكن أيضًا تصنيعه عن طريق حرق الكبريت أو تسخين مركَّبات الكبريت المعدنية وينطلق هذا الغاز في الغلاف الجوي من معامل تكرير النفط والمصانع ومحطات توليد الكهرباء التي تستهلك الفحم أو النفط ،ويمكنه الذوبان في قطرات الماء ليكوِّن المطر الحمضي الذي يؤذي، وقد يقْتل الحياة الفطرية[1] ، ويتكون المطر الحمضي أيضًا إذا تحول ثاني أكسيد الكبريت في الجو إلى ثالث أكسيد الكبريت [3] و يتحول الغاز إلى سائل تحت الضغط ودرجة حرارة -10°م، وعندها يستخدم كسائل تبريد وينتج هذا الغاز أساساً نتيجة لعمليات احتراق النفط والغاز الطبيعي، وذلك لاحتوائهما على نسبة من الكبريت ويتميز غاز ثاني أكسيد الكبريت برائحته الكريهة النفاذة وتزداد خطورته على عمليات التنفس لكل الكائنات الحية عند زيادة نسبته إلى 3 جزء في المليون، ويتسبب كذلك في الأمطار الحمضية الضارة على سطح الأرض و يتواجد الكبريت في الجو في شكل مركبات غازية منها : ثاني أكسيد الكبريت ، ثالث أكسيد الكبريت ، كبريتيد الهيدروجين4 وتحتوي نواتج الإحتراق علي كل أكاسيد الكبريت وكمية من ثالث أكسيد الكبريت ويعتمد ذلك علي درجات الحرارة وفي وجود آثار من أكاسيد الحديد أو النحاس كعامل مساعد يتأكسد ثاني أكسيد الكبريت المتكون إلي حمض الكبرتيك المدمر للمواد الآثرية حيث أنه حمض ثابت غير متطاير وغيرها من الغازات .
- التفاعلات الكيميائية في وجود بخار الماء والصقيع في الصباح الباكر.

2) حركة ميكانيكا التربة والانتفاشات في التربة (كتلة التربة الطينية أسفل كتلة تصميم النافورة الإنشائي والهندسي.
3) عامل التجوية الكيميائية الناتج من اتحاد الكربون وثاني أكسيد الكربون مع بخار الماء وتاكسده علي سطح التماثيل بالنافورة موضوع البحث.

4) عامل التجوية الميكانيكية وهي الحركة الميكانيكية التي ادت إلي تفكك الشكل المثمن لحوض النافورة وتفكك بعض الغجزاء منها مع فقد المادة الرابطة لتصميم وتكوين العناصر الفنية والمعمارية للنافورة موضوع البحث.

4- التحاليل والأختبارات:

أخذت العينات من لعض التماثيل موضوع البحث من الاجزاء الساقطة وذلك لدراسة التحاليل باستخدام التقنيات الحديثة لدراسة الخواص الفيزيائية والميكانيكية باستخدام الطرق الميكانيكية الفيزيائية كما بالجدول رقم 1.

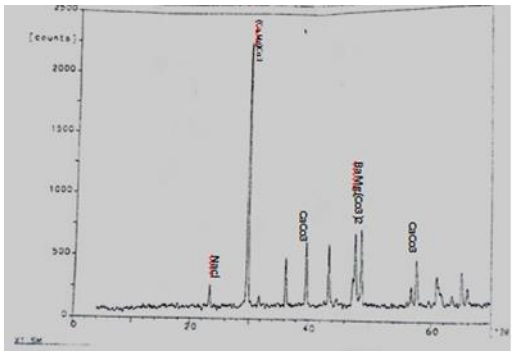
KIND OF STONE SAMPLE	Colour	Thermal expansion coefficient (10-71c)	Modulus of rupture min. ASTM c99	Compressive strength (10 3 psi)	Porosity %	Specific gravity Gm	Hardness
Marble	Yellowish	2.4	500	3.800	25	2.02	3.4
Marble	white	3.00	400	1.800	23	2.53	2.8
Marble	gray	3.3	500	8.000	22	2.01	4.00

جدول 1 يوضح الخواص الفيزيائية والميكانيكية للرخام

وكذلك باستخدام التحليل بحيود الأشعة السينية لتعرف على المعادن والمركبات التي تتكون منها عينة الأختبار والفحص.

	Card Id	Match score	Rel M score	I%	Displ (um)	Formula	Name
1	0696-06	1.89	0.95	1	-28	Feo	Iron ,syn
2	0586-05	18.40	0.92	100	70	CaCo3	Calcite ,syn
3	0628-05	3.44	0.57	3	73	Nacl	Halite , syn
4	0697-43	7.13	0.36	1	-246	(Ca,Mg)Co3	Calcite , mag.
5	0530-12	5.53	0.20	1	188	BaMg(Co3)2	Norsethite

جدول 2 يوضح نتائج التحليل بحيود الأشعة السينية لتعرف علي المعادن والمركبات التي تتكون منها عينة الأختبار



شكل 1 يوضح تحليل حيود الأشعة السينية لعينة من النافورة موضوع البحث

5- نتائج

من خلال الدراسه لعوامل التلف تقدم الدراسة خطة التطبيق للعلاج والصيانة:

1) تم عمل حمامات غسيل لجسم النافورة بالماء والفرشاه لرفع ما عليها من مواد كربون وأتربة.

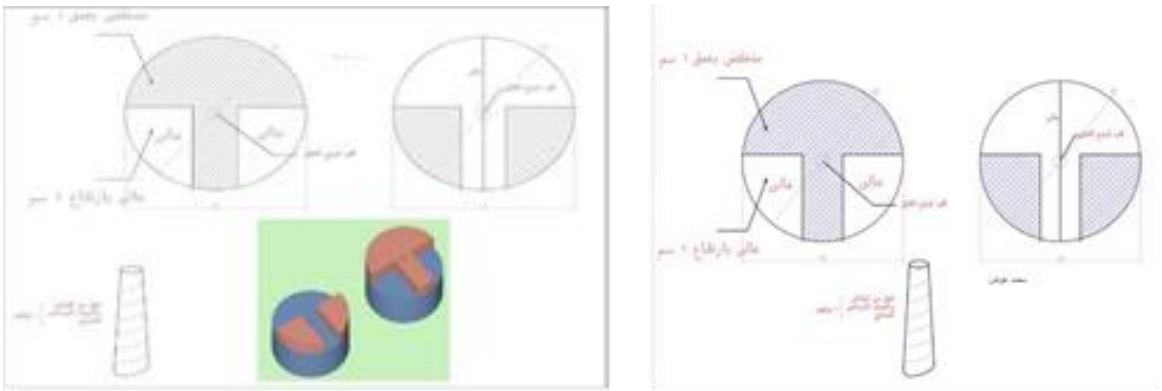
2) عمل كمادات من خليط الطين والرمل بعد تجميع داخل إناء لعمل محلول بإستخدام الفرش لتكوين طبقة على الجسم وذلك لإمتصاص الأملاح المتذهره والمتكلسة داخل رخام النافورة موضوع البحث.

3) تم الغسيل بالماء المقطر لرفع الطين وما عليه من املاح ومعادن في صورة املاح بعد 48 ساعة وتم التكرار لهذا العملية ثم اختبار ماء الغسول بمحلول نترات الفضة للتاكد من خلو الأثر من الأملاح والمعادن التي في صورة أملاح وتنضيف الجسم تماماً من كل العوالق التي عليه.

4) يتم عزل جسم النافورة الرخامية بأستخدام شمع وتلميعه بأستخدام قطعة من اللباد للعزل عوامل التلف المستقبلية.

5) تم تجميع المثمن لحوض النافورة هندسياً وانشائياً بعد عمل طبقة من الخرسانة بسمك 5 سم^1 لوقف حركة ونشاط الخاصية الشعرية والحركة الإنشائية لكتلة التربة أسفل النافورة مع أستخدام مادة عزل مناسبة لا تتاثر بحرارة الشمس وأشعتها ولا الرطوبة .

6) بالنسبة للذراع المكسور تم عمل فتيل للذراع في صورة مثلث دائري يتم تجميع الزراع واستخدام مادة الايبوكسي (من البوليمرات المعترف بها بالمؤتمرات العالمية) وتركه لمدة 72 ساعة وتم تعليق الزراع بقطعة من الشاش كما هو موضع بالتصميم الهندسي الملحق شكل 2 .



شكل 2 يوضح التصميم المستخدم في علاج الزراع الذي فصل من احد تماثيل الاطفال

6-المراجع

- عبد الحى ,جمال . الفنون البصرية ودورها فى الحفاظ على الثقافة والهوية ، مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية ، المجلد 3، العدد 12 (2) ، 2018
- • eabd alha, jamal. alhifaz ealaa althaqafat waldirasat, majalat aleamarat walfunun waleulum al'iinsaniat , almujalid 3 , aleadad 12 (2) , 2018
- عبد القادر ,أحمد . مبادى الجيولوجيا العامة، ط1، دار عالم الكتاب والنشر والتوزيع، الرياض،1986
- • eabd alqadir, 'ahmid. mbada aljiulujia aleamat , t 1 , dar ealam alkitab walnashr waltawzie , alriyad , 1986
- عبد الرحيم ,جمال. الفنون والزخارف الإسلامية في العصرين الأيوبى والمملوك ى2000
- • eabd alrahim, jamal. alfunun walzukharif al'iislamiat fi aleisrin al'ayubaa walmumlukaa 2000
- السروي ,احمد . الملوثات الهوائية ، القاهرة ، مصر ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ،2010 .
- • alsurui ahmd. almulawathat alhawayiyat, alqahrt, misr , dar alkutub aleilmiat lilnashr waltawzie , 2010.
- شحاته ,أمجد إبراهيم . علي ,محمد رياض . خواص المواد ، دار الفجر للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، 2005م.
- • shahhatuh 'amjad 'iibrahim. eali muhamad riad. khuas almawadi, dar alfajr lilnashr waltawzie , altubeat al'uwlaa , 2005 m.
- Addson I.,: "Building Failures aguide to diagnosis remedy and Prevention", London 1984.
- Kingery WD, Vandiver PB, Prickett M. The beginnings of pyrotechnology, partII: production and use of lime and gypsum plaster in the pre-pottery Neolithic Near East. J Field Archaeol 1988 .
- Elsen J. Microscopy of historic mortars—a review. Cem Concr Res 2006
- Lucas A, Harris JR. Ancient egyptian materials and industries. 4th ed. New York: Dover Publications; 1999.
- Agnew N, Maekawa S. Preserving Nefertari's legacy. Sci Am 1999; 75–9.
- Blasco-Lَpez FJ, Alejandre Sلnchez FJ. Porosity and surface hardness as indicators of the state of conservation of Mudéjar plasterwork in the Real Alcلzar in Seville. J Cult Heritage 2013;14:169–73.
- Adams J, Kneller W, Dollimore D. Thermal analysis (TA) of lime and gypsumbased medieval mortars. Thermochim Acta 1992;211:93–106.
- Rodriguez-Navarro C. Binders in historical buildings: traditional lime in conservation. In: Herrero JM, Vendrell M, editors. International seminar on archaeometry and cultural heritage: the contribution of mineralogy. Bilbao: Sociedad Espaٌola de Mineralogيa; 2012. p. 91–112.
- Ashurst J, Ashurst N. Practical building conservation: mortars, plasters and
- renders. English heritage technical handbook, vol. 3. New York: Halsted Press; 1988.
- Bohner M. Design of ceramic-based cements and putties for bone graft substitution. Eur Cells Mater 2010;20:1–12.
- William D. Callister, Jr, : "Fundamentals Of Meterials Science And Engineering. An Intrroduction", John Willey & Sons, Inc., 5th Edition, 2001.
- 66- William. B,: "The conservation and seasoning of wood", London, 1988.

- 67- Winlock, H.E.,: "The Tomb of Queen Meryet-Amun At Thebes", New York, 1997.
- 68- Zidan. Y, and Elhadidi. N, : The Conservation of A Wooden GRAEC ROMAN Coffin Box " , 2006 .
- Hon D-N-S., "The Effect of Air and Radiation on Wood",In Cellulosics : Pulp, Fibers and Environmental Aspects, Edited by Kennedy , J.F.,Phillips, G.O., Williams, P.A., Ellis Harwood LTD., 1993
- Fodera, P. L., K. N.Needleman, J. L.Vitagliano , " The conservation of a painted Baltimore sidechair (ca. 1815) attributed to John and Hugh Finlay" , 1997, Journal of the American Institute For Conservation , JAIC 2004, Volume 43, Number 1, Article 7
- Thomson,G.,"The Museum Environment" Butterworth ,London,1986 ,PP.151-152
- Hughes, E. E., R.Myers , " Measurement of the concentration on sulfur dioxide, nitrogen oxides, and ozone in the National Archives monuments ", 1983, Journal of the American Institute For Conservation , JAIC 1993, Volume 32, Number 1, Article 7

---

* محمد عوض ، " دراسات في ترميم المنشأت الآثرية " ، الجزء الأول ، الطبعة الأولي ، دار محسن للطباعة ، 2000

* تعتبر حلون من أهم المناطق نسبة التلوث العالية لمدينة صناعية .

* تم التعرف علي نوع التربة من خلال الجسات الارضية وتحليلها

1 أحمد عبد القادر المهندس وآخرون، مبادى الجيولوجيا العامة ، ط1، دار عالم الكتاب والنشر والتوزيع، الرياض، 2005 .

2 أحمد السروي ، مرجع سابق ، ص 55 .

* حمض الفورميك أو حمض النمليك (يسمى نظامياً بحمض الميثانويك) ، و أبسط حمض كربوكسيلي وصيغة الكيميائية HCOOH أو CH2O2 وهو وسيط مهم في التخليق الكيميائي ويتكون طبيعياً، وأشهر الأمثلة هي وجوده في لسعة النمل وسم النحل ، كون حمض الفورميك في الحالة السائلة في درجة الحرارة الاعتيادية وهو سائل عديم اللون ، ذو رائحة مميزة قابل للامتزاج مع الماء الإيثانول الأسيتون والإيثير وهو حمض ضعيف (لا تتفكك جزيئاته كليا)، يتأين جزئيا ليعطي أيون الميثانوات – HCOO

[1] **Agrawal, P. N., G. M.Verma, R. K.Verma, D. D.Sahgal , Op cit , p 3 .**

3 محمد عوض ، " دراسات في ترميم المنشأت الآثرية " ، مرجع سابق ، ص 65

4 أحمد السروي ، مرجع سابق ، ص 67 .

[1] **Addson I.,: "Building Failures aguide to diagnosis remedy and Prevention", London 1984.**