تقييم نوعية الهواء بموقع ميرت آمون بمدينة أخميم بسوهاج وتأثيراتها السلبية علي المواد والمقتنيات الأثرية

مصطفى سمير أبو الحسن حسن (*)

الملخص :

تتعرض المقتنيات الأثرية إلي للعديد من العوامل التى تتسبب في تلفها، و يعتمد هذا التلف علي الخواص الطبيعية والكيميائية للمواد المصنوعة منها هذه الآثار، بالإضافة إلي نوعية البيئية المحيطة بها .وفي الدراسة الحالية تم أخذ عينات لبعض ملوثات الهواء الغازية والجسيمات لمدة ستة أشهر بموقع ميرت آمون بأخميم بمحافظة سوهاج حيث تم رصد تركيز غازات ثاني أكسيد النيتروجين(NO_2)، وثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، والجسيمات العالقة وتوصلت الدراسة أن عمليات الإحتراق غير الكامل للوقود هي المصدر الرئيسى لإنبعاث غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2، كما أن عوادم السيارات هي المصدر الرئيسى لإنبعاث غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 وذلك للقرب الشديد لموقع الدراسة من مواقف السيارات ومجاورته للطرق الرئيسية، كما تنبعث الجسيمات العالقة من وسائل النقل أيضا بالإضافة إلي حركة الرياح والعواصف والغبار الناتج من تآكل التربة وعوامل التعرية .

الكلمات الدالة : المقتنيات الأثرية، الجسيمات العالقة، SO_2، NO_2، الملوثات الغازية .

المقدمة :

يعتبر التلوث من أكبر المشاكل التى تواجه المجتمعات المعاصرة وبخاصة الدول الصناعية حيث تزداد حجم الملوثات التى تدخل فى هواء الغلاف الجوى من العمليات الصناعية والذى يسبب تلفاً واضطراباً إلي جانب إتلاف التراث الثقافى ذات القيمة التاريخية والأثرية من مبانى ومنشات أثريه أو متاحف وما

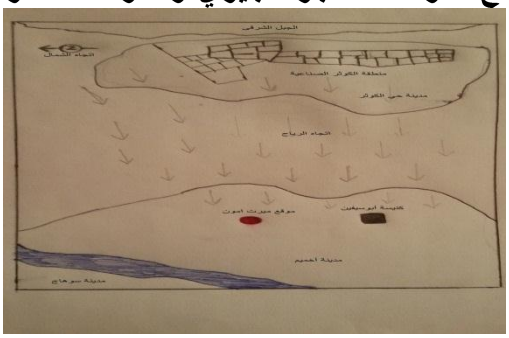
(*) أخصائى ترميم آثار – وزارة الآثار.

هذا البحث جزء من رسالة الماجستير الخاص بالباحث بعنوان: " دراسة صيانة بعض المواقع الاثرية بمدينة اخميم بسوهاج من تأثير الملوثات الجوية "، تحت إشراف أ.د. علية عبدالشكور – قسم تلوث الهواء – المركز القومي للبحوث – القاهرة & د. بهاء حسنين – قسم ترميم الآثار – كلية الآثار – جامعة سوهاج.

بها من مقتنيات أثرية وغيرها.كما أن التلوث الجوى يحدث تفاعلات كيميائية فى وجود لعض المواد التي التلف تعمل كعامل حفاز أو عامل مساعد لحدوث التلف لهذه الآثار، حيث تعتبر ملوثات الهواء أحد الأسباب الرئيسة فى تلف الآثار والمناطق الأثرية و تلوث البيئة المحيطة بالآثار .

وتلعب الظروف المحيطة الخارجية دوراً هاماً في تلف المواقع والمقتنيات الأثرية وتتكامل مع بعضها في إحداث مظاهر تلف مختلفة ذات طبيعة فيزوكيميائية أو بيولوجية وتظهر آثار التآكل والتفتت هذه واضحة في تلف الآثار .وتمثل طبيعة البيئية المحيطة بموقع ميرت آمون ومنطقة أخميم لقربها بمنطقة الكوثر الصناعية وما تحويه من صناعات كيماوية وغيرها من الصناعات مصدراً رئيسياً لإنبعاث غازات التلوث الجوى والجسيمات وتقع مدينة أخميم على الشاطئ الشرقى للنيل بمحافظة سوهاج ويحدها شمالاً مركز ساقلتة وجنوباً مركز دار السلام ويحدها من الشرق الجبل الشرقى وغربا الجبل الغربى(النيل ــ سوهاج) . وأخميم مدينة أثرية بها العديد من الآثار ومن المتوقع في القريب العاجل أن تتحول أخميم لمنطة سياحية نظراً للآثار الموجودة بها وهى من أقرب المراكز إلى مدينة سوهاج. كما تتميز مدينة أخميم بنشاطها التجارى الواسع وخاصة مجال صناعة السجاد .وتعتبر من المواقع السياحية الهامة نظراً لما يوجد بها العديد من المواقع الأثرية بالعصور المختلفة (شكل ١، ٢) .ومن أهم المواقع الأثرية بمدينة أخميم موقع ميرت آمون وكذلك بعض الآثار الأسلامية والقبطية والفرعونية، ويرجع إكتشاف موقع ميرت آمون الذي عثر فيه علي تمثال الملكة مريت آمون إلي نهاية عام ١٩٨١ أثناء حفر أساسات في موقع يقع في قلب مدينة أخميم بسوهاج. ظهرت بعض الشواهد الأثرية تبين أنها أطلال لمعبد من عصر الأسرة التاسعة عشر. بدأت هيئة الآثار المصرية حينذاك أعمال الحفائر والتي استمرت حتى عام ١٩٩٠. وأسفرت عن إكتشاف أول تمثال للملكة من الحجر الجيري، وهذا التمثال مصنوع من الحجر الجيرى الملون ويبلغ إرتفاعه حوالي ١٣ متراً (١).، كما أن قرب موقع الدراسة من وسائل النقل والمواصلات والطرق الرئيسية يؤدي إلي زيادة نسبة هذه الملوثات في الهواء والتى يكون لها تأثيراً سلبياً علي الآثار والمقتنيات الأثرية الموجودة بموقع الدراسة .ومن أهم

المظاهر التي تتسببها الملوثات الجوية علي المقتنيات الأثرية حيث تسبب في حدوث تلف وتشقق وشروخ للأحجار الجيرية وذلك عند تحول هذه الغازات إلي أحماض وتفاعلها مع مكونات الحجر الجيري وحدوث مظاهر التلف له .



شكل (١، ٢) يوضح خريطة توضيحية لمواقع المناطق الأثرية بمدينة أخميم ومواقعها من منطقة الكوثر الصناعية

المواد والطرق :

وتهدف هذه الدراسة إلى التعرف على نوعية الهواء فى المنطقة المختارة وتأثيرها على المواقع الأثرية والتى تسهم مع عدة عوامل أخرى فى تكوين مظاهر التلف التى تسبب أضراراً على الآثار والمواقع الأثرية وقد تم القياسات لملوثات الهواء على موقع تمثال ميرت آمون بمدينة أخميم لمعرفة تركيز غازات ثانى أكسيد الكبريت وثانى أكسيد النيتروجين، والجسيمات العالقة حيث تم وضع جهاز سحب الهواء فى موقع الدراسة وهو عبارة عن مضخة لسحب الهواء متصلة بزجاجات بها محاليل العينات حيث يتم إمرار الهواء بالمحلول لمدة ٢٤ ساعة ثم حساب حجم الهواء ومن ثم عمل هذه القياسات .

و استخدمت طريقة West and Gacke, 1986 (٢)، اللونية لتقدير تركيز غاز SO_2 في هواء الموقع، وتعتبر الطريقة اللونية باستخدام ويست وجيك هى الطريقة الأكثر دقة لتقدير وقياس تركيز غاز ثانى أكسيد الكبريت دون تداخل من الملوثات الأخرى الموجودة فى الهواء مع عدم تداخل ثالث أكسيد الكبريت أو حامض الكبريتيك عند تركيزات تبدأ من 0.1 الى ٥ جزء من المليون (٣).

كما استخدمت طريقة سولتزمان Saltsman method المتطورة واستخدمها كلا من Jacobs and Hochheiser, 1985 (٤) فى تقدير تركيز غاز ثانى اكسيد النيتروجين، وفى هذه الطريقة يمكن تقدير تركيزات NO_2 بدءاً من ٢٠ ميكروجرام / م٣، وحتى تركيز ٧٥٠ ميكروجرام / م٣ (٠,١ الى ٠,٤ جزء بالمليون جزء) وذلك فى حالة استخدام ٥٠ ملل من محلول الامتصاص على أن يتم سحب العينة بمعدل ٠,٢ لتر / دقيقة (٥).

واستخدمت طريقة ترشيح الهواء لتحديد تركيز الأتربة العالقة، حيث يتم قياس تركيز الجسيمات العالقة باستخدام طريقة ترشيح الهواء من خلال مرشح (ورقة ترشيح) توضع على حامل متصل بها جهاز سحب الهواء ويتم وزن المرشح قبل أخذ العينة ثم يتم إعادة وزنها مرة أخرى بعد عملية سحب العينة من الهواء حيث تتراكم الجسيمات العالقة بالهواء على ورقة الترشيح، ويكون الفرق بين الوزنين هو مقدار الجسيمات العالقة فى الهواء كما بالمعادلة الآتية :

$$\text{تركيز الجسيمات الصلبة T.S.P (بالميكروجرام / م٣)} = \frac{\text{الزيادة فى وزن ورقة الترشيح بالجرام} \times 10^6}{\text{حجم الهواء بالمتر المكعب}}$$

وسوف تطبق هذه الطريقة فى الدراسة الحالية كما شرحها كلا من Cohen,1973 , (٦) و Seeley and Skogerboe,1974 (٧).

النتائج والمناقشة :

تم سحب عينات من الملوثات الغازية والجسيمات العالقة من هواء موقع ميرت آمون وتم استخدام مضخة لسحب الهواء حيث يتم جمع العينات من الهواء

عن طريق أنابيب جمع العينات الغازية بالامتصاص، ويتم ذلك بسحب عينة من الهواء عن طريق مضخة لسحب الهواء لها قدرة سحب فى حدود معدل ٠,٥ إلى ٢,٥ لتر / دقيقة، ويتم قياس حجم الهواء الذى يتم إمراره بالمحلول باستخدام عداد لقياس حجم الهواء الجاف لمعرفة معدل سحب الهواء فى الدقيقة ثم حساب حجم الهواء المار عن طريق معرفة زمن السحب وهو زمن أخذ العينة صورة (١، ٢)، وتحديد تركيزات الملوثات الغازية والجسيمات العالقة جدول (١).

صورة (١،٢) توضح جهاز سحب الهواء المستخدم فى وحدة القياس

تركيزات الملوثات الغازية والجسيمات :

ثانى أكسيد الكبريت SO_2:

يبين جدول (٢) أن أعلى متوسط يومى لتركيز غاز ثانى أكسيد الكبريت يصل الى ٧٣.٣٣ ميكروجرام / م٣ من الهواء خلال شهر يناير، بينما

يسجل أدنى تركيز ٤.١٨ ميكروجرام / م٣ من الهواء خلال شهر أبريل.وقد بينت الدراسة أن متوسط تركيز غاز ثانى أكسيد الكبريت خلال فترة الدراسة يصل إلي ٢٩.٣٢ ميكروجرام / م٣ وهو أقل من الحد الأقصي المسموح به فى القانون المصرى الخاص بحماية البيئة (رقم ٤ لسنة ١٩٩٤) والتركيز العالمى لكل من منظمة الصحة العالمية ٦٠ ميكروجرام / م٣ . بينما جدول (٣) يبين المتوسطات الفصلية لتركيز غاز ثاني أكسد الكبريت فى موقع الدراسة وقد جاء أعلى تركيز فى فصل الشتاء (٤٩.٠٤ ميكروجرام / م٣) .

ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 :

يبين جدول (٢) أن أعلى متوسط يومى لتركيز غاز ثانى أكسيد النيتروجين يصل الى ٦٦.٦٨ ميكروجرام / م٣ من الهواء خلال شهر يناير، بينما يسجل أدنى تركيز ٩.٨٥ ميكروجرام / م٣ من الهواء خلال شهر مارس .وقد بينت الدراسة أن متوسط تركيز غاز ثانى أكسيد النيتروجين خلال فترة الدراسة يصل إلي ٢٧.٠٨ ميكروجرام / م٣ وهو أقل من الحد الأقصي المسموح به فى القانون الخاص بحماية البيئة (رقم ٤ لسنة ١٩٩٤) والتركيز العالمى ١٠٠ ميكروجرام / م٣ .بينما جدول (٣) يبين المتوسطات الفصلية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين فى منطقة الدراسة وقد جاء أعلى تركيز فى فصل الشتاء (٣٧.١١ ميكروجرام / م٣) .

الجسيمات العالقة :

ويبين جدول (٢) أن أعلى متوسط يومى لتركيز الجسيمات العالقة يصل الى ١٩٢.٧٠ ميكروجرام / م٣ من الهواء خلال شهر أبريل، ويفوق هذا التركيز الحد الاقصى المسموح به خلال ٢٤ ساعة وهو ١٥٠ ميكروجرام / م٣، بينما سجل أدنى تركيز له ٤١.٦٠ ميكروجرام / م٣ من الهواء خلال شهر مايو، وقد بينت الدراسة أن متوسط تركيز الجسيمات العالقة خلال فترة الدراسة يصل إلى ٩٤.٢٤ ميكروجرام / م٣، ويفوق الحدود القصوى المسموح بها فى القانون المصرى (رقم ٤ لسنة ١٩٩٤) والخاص بحماية البيئة وهى ٧٠ ميكروجرام / م٣ . ويبين جدول (٣) المتوسطات الفصلية لتركيز الجسيمات

العالقة فى منطقة الدراسة وقد جاء أعلى تركيز فى فصل الربيع (١١٤.٦٤ ميكروجرام / م٣) .

الأستنتاجات :

من خلال جدول رقم (٢) يبين أن نسبة تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 والناتج من الإحتراق غير الكامل للوقود والنفط لوسائل النقل، وصناعة الأسمدة والصناعات الكيماوية والموجودة بالمنطقة الصناعية بحى الكوثر وقربها من موقع الدراسة، حيث سجلت متوسط فترة الدراسة ٢٩.٣٢ ميكروجرام / م٣، وسجل أعلي متوسط يومي خلال شهر يناير يصل إلي ٧٣.٣٣ ميكروجرام / م٣،، وهو أعلي من متوسط تركيزات غاز SO_2 في الدراسة التي قام بها كل من Shakour ٢٠١٠، و Hassanein بقياسها في نطاق متحف سوهاج الجديد وهي ٧.٢ ميكروجرام / م٣، ويرجع هذا التركيز إلي زيادة استخدام الوقود في فصب الشتاء وبوجوده في هواء موقع ميرت آمون لعدة أيام فإنه من الممكن أن يتحول إما إلى أتربة محملة بالكبريتات SO4 والتي يمكن أن تتحول إلي حمض الكبريتيك H2SO4 في وجود الرطوبة وعامل مساعد مثل أيونات الحديد وأكاسيدها والتي تساعد علي إتمام التفاعل (٨)، وإما أن يتحول إلي ثالث أكسيد الكبريت SO3 والذي يمكن أن يتحول عن طريق الأكسدة في وجود الرطوبة أو بخار الماء إلي حمض الكبريتيك .

$$SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3$$

$$SO_3 + 2H_2O \xrightarrow{catalyst} H_2SO_4$$

حيث يتفاعل حمض الكبريتيك H2SO4 مع مادة الحجر الأساسية وهى كربونات الكالسيوم Calcium carbonate CaCO3 ليحولها الى كبريتات الكالسيوم المائية calcium sulphate (الجبس gypsum) Ca $SO_4.H_2O$ حيث تسمى بعملية الكبرتة sulphation (٩) والذى يؤدى بدوره الى زيادة عمليات التلف عند زيادة كميته وحجمه

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \xrightarrow{catalyst} Ca\ SO_4.2H_2O + CO_2$$

كما أن الجبس هو أكثر قابلية للذوبان فى الماء من الكالسيت وعند تكون الجبس على سطح الحجر فانه يؤدى إلى تكوين طبقة سطحية سوداء black crust نتيجة لامتصاص الجبس لجزيئات الكربون الموجود فى الجو، وعند

تبلور الجبس تحت سطح الحجر فيعمل على حدوث ضغوط ميكانيكية داخلية فى مسام الحجر (١٠)، كما يعتمد معدل التلف على مسامية الحجر وتركيز الغاز وكمية الرطوبة ودرجة الحرارة ووجود العوامل المساعدة لإتمام عملية التلف .كما يؤثر غاز SO_2 على الجرانيت (الأعمدة الجرانيتية) الموجودة بموقع الدراسة، حيث يهاجمه ويعمل على تحويل الفلسبارات إلى معادن الطفلة وتحدث عملية التحول الجزئى للفلسبارات عند PH أقل من ٦ وتتم عملية التحول عن طريق الإذابة والترسيب (١١).

و يؤثر غاز SO_2 على الرخام (بقايا التماثيل الرخامية) الموجودة بموقع الدراسة، حيث يقوم بتحويل لونه من شبه شفاف الى اللون الابيض المعتم وظهور بقع سوداء اللون، ويمكن أن يحدث تاثيرات ميكانيكية وظهور تقشر فى بعض الاماكن على سطحه (١٢) .

ومن خلال جدول رقم (٢) فإنه يبين أن نسبة تركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 والذي ينتج من عوادم السيارات ووسائل المواصلات وعمليات احتراق الوقود وذلك لقرب موقع الدراسة من مواقف للسيارات والطرق الرئيسية، والعمليات الصناعية المختلفه لمحطة توليد الكهرباء، حيث سجلت متوسط فترة الدراسة ٢٧.٠٨ ميكروجرام / م٣، وسجل أعلي تركيز يومي يصل إلي ٦٦.٦٨ ميكروجرام / م٣ خلال شهر يناير، وهو أقل من متوسط تركيزات غاز NO_2 في الدراسة التي قام بها كل من ٢٠١٠ Shakour، و Hassanein بقياسها في نطاق متحف سوهاج الجديد وهي ٣٣.٤٢ ميكروجرام / م٣، وقد ترجع هذه الزيادة في تركيز NO_2 في الشتاء لزيادة استخدام الوقود في الأجواء الباردة، وعند وجود هذا التركيز في هواء موقع ميرت آمون لعدة أيام فينتج عدة تفاعلات كيميائية حيث يتفاعل مع الرطوبة أو بخار الماء الموجود في الهواء الجوي مكوناً حمض النيتريك HNO_3

$$NO_2 + H_2O \longrightarrow HNO_3$$

حيث يتفاعل حمض النيتريك المتكون مع المركبات الكربوناتية (كربونات الكالسيوم) المكون الأساسى للحجر الجيرى والمونة وملاط الجير حيث يعمل على تحويل كربونات الكالسيوم غير القابلة للذوبان فى الماء الى نترات الكالسيوم شديدة الذوبان فى الماء مما يعرض سطح الأثر للاختزال نتيجة

عمليات الغسل بفعل مياة الامطار حيث إن طبقة النترات المتكونة طبقة ملحية هيجروسكوبية (١٣) .

$$CaCO_3 + 2HNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2$$

ولغاز ثانى أكسيد النيتروجين NO_2 تأثير يعرف بالضباب الدخانى حيث يتحلل حمض النيتروز الى NO_2 و OH مما يؤدى الى زياده شقوق مجموعة الهيدروكسيل OH (١٤) . ونتيجة للتفاعلات الكيميائية لغاز ثاني أكسيد النيتروجين التي يمكن أن تحدث في الهواء الجوي لموقع ميرت آمون فقد ينتج عنه حدوث شروخ دقيقة فى نسيج الأسطح الصخرية مثل الجيرانيت، وذلك من خلال تكوين أملاح النترات.

ومن خلال جدول رقم (٢) والذي يبين أن نسبة تركيز الجسيمات العالقة والناتجة من الرياح والعواصف والغبار الناتج من تآكل التربة وذلك لوجود مناطق ترابية مجاورة لموقع الدراسة، وتنبعث ايضا من وسائل النقل وعمليات الاحتراق غير الكامل للوقود والمنشآت الصناعية والتى توجد بالمنطقة الصناعية بحى الكوثر والقريبة من موقع الدراسة، وسجلت متوسط فترة الدراسة ٩٤.٢٤ ميكروجرام / م٣، والتي سجلت أعلي تركيز يومي خلال شهر أبريل ويصل إلي ١٩٢.٧٠ ميكروجرام / م٣ والذي يفوق الحدود القصوى المسموح بها في القانون المصرى الخاص بحماية البيئة (رقم٤ لسنة ١٩٩٤) وهو ١٥٠ ميكروجرام / م٣ خلال ٢٤ ساعة، وأقل من متوسط تركيز الأتربة العالقة في الدراسة التي قام بها كل من Shakour ٢٠١٠، و Hassanein بقياسها في نطاق متحف سوهاج الجديد وهي ٣٧٠٥.٥ميكروجرام / م٣ .

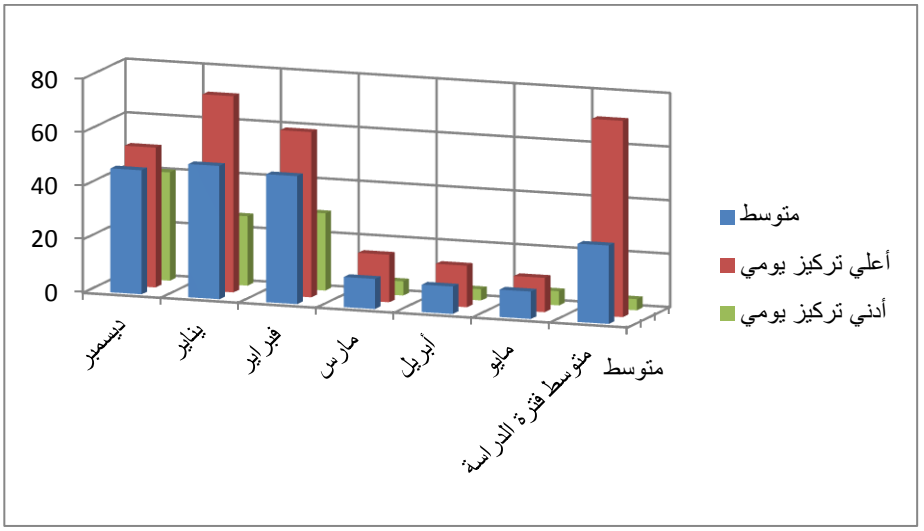
ونتيجة لارتفاع هذه النسبة فإن لهذه الجسيمات العالقة والموجودة في هواء موقع ميرت آمون فإنه يمكن أن تترسب علي سطح الحجر الجيرى المكون لتمثال ميرت آمون وتلتصق به وفي حالة وجود الرطوبة وبخار الماء المنتشرة فى الجو مما يؤدى إلى تشوه الطبقة السطحية للحجر الجيرى وحدوث غمقان لسطح الحجر وتكون طبقة سوداء والتي تشوه سطح الحجر الجيرى، كما تلعب دور العامل المساعد فى أكسدة غازات التلوث الجوى لأحتوائها على ذرات الأكسجين وتحويلها الى أحماض تعمل على إتلاف أسطح الأحجار الحجرية الآثرية (١٥) .

جدول رقم (١) يبين تركيز الملوثات الغازية والجسيمات العالقة خلال فترة الدراسة

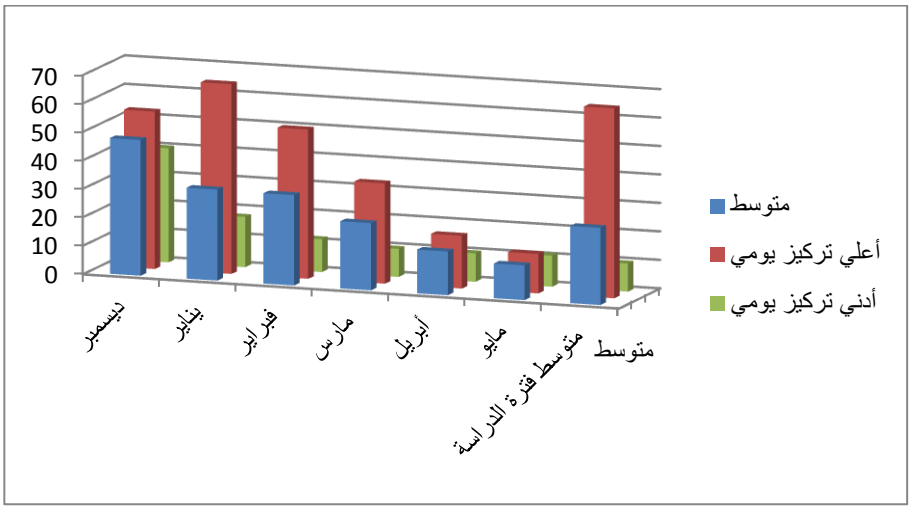
No	Date	SO_2 ($\mu g/m^3$)	NO_2 ($\mu g/m^3$)	الجسيمات العالقة ($\mu g/m^3$)
1	14-Des-2013	52.23	40.08	70.27
2	22-Des-2013	40.55	55.32	88.53
3	8-Jan-2014	25.98	23.05	57.2
4	17-Jan-2014	43.08	66.68	93.75
5	24-Jan-2014	57.08	20.33	93.67
6	30-Jan-2014	73.33	17.66	57.20
7	6-Feb-2014	51.09	43.90	83.33
8	13-Feb-2014	49.73	52.42	72.91
9	20-Feb-2014	61.81	19.04	46.87
10	27-Feb-2014	28.93	11.52	62.50
11	3-Mar-2014	15.87	35.2	177.08
12	8-Mar-2014	6.13	21.08	119.79
13	12-Mar-2014	17.80	9.85	125
14	24-Mar-2014	5.30	28.25	187.5
15	2-Apr-2014	15.52	10.001	192.70
16	12-Apr-2014	11.18	18.52	130.20
17	23-Apr-2014	4.18	17.50	109.37
18	14-May-2014	12..83	10.91	52.08
19	20-May-2014	12.69	13.85	41.60
20	28-May-2014	5.30	11.86	49.87

جدول (٢) يبين المتوسط الشهرى لملوثات الهواء الغازية (ميكروجرام / م ٣) فى موقع ميريت آمون

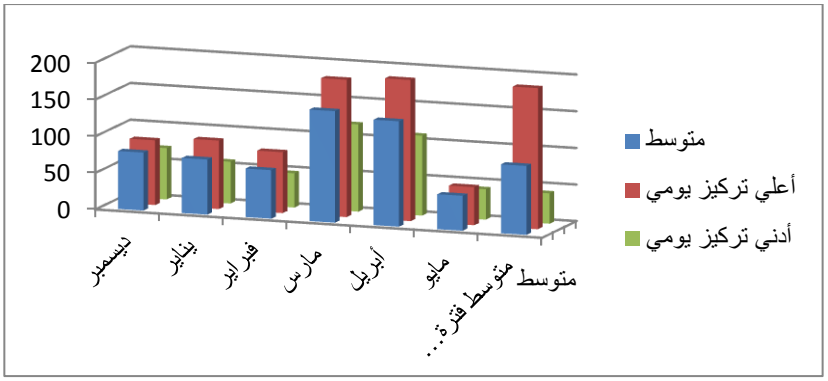
الشهر	SO_2 ($\mu g/m^3$)	NO_2 ($\mu g/m^3$)	الجسيمات العالقة ($\mu g/m^3$)
أدنى تركيز يومى	40.55	40.08	70.27
أعلى تركيز يومى	52.23	55.32	88.55
متوسط (ديسمبر)	46.39	47.70	79.41
أدنى تركيز يومى	25.98	17.66	57.20
أعلى تركي يومى	73.33	66.68	93.75
متوسط (يناير)	49.86	31.93	75.45
أدنى تركيز يومى	28.93	11.52	46.87
أعلى نركيز يومى	61.81	52.42	83.33
متوسط (فبراير)	47.89	31.72	66.35
أدنى تركيز يومى	5.30	9.85	119.79
أعلى تركيز يومى	17.80	35.2	187.5
متوسط (مارس)	11.27	23.59	152.34
أدنى تركيز يومى	4.18	10.001	109.37
أعلى تركيز يومى	15.52	18.52	192.70
متوسط (أبريل)	10.29	15.34	144.09
أدنى تركيز يومى	5.30	10.91	41.60
أعلى تركيز يومى	12.83	13.85	52.08
متوسط (مايو)	10.27	12.20	47.85
أدنى تركيز يومى	4.18	9.85	41.60
أعلى تركيز يومى	73.33	66.68	192.70
متوسط فترة الدراسة	29.32	27.08	94.24



شكل (٣) يوضح تركيز غاز ثانى أكسيد الكبريت (ميكروجرام / م ٣) فى هواء موقع ميرت آمون



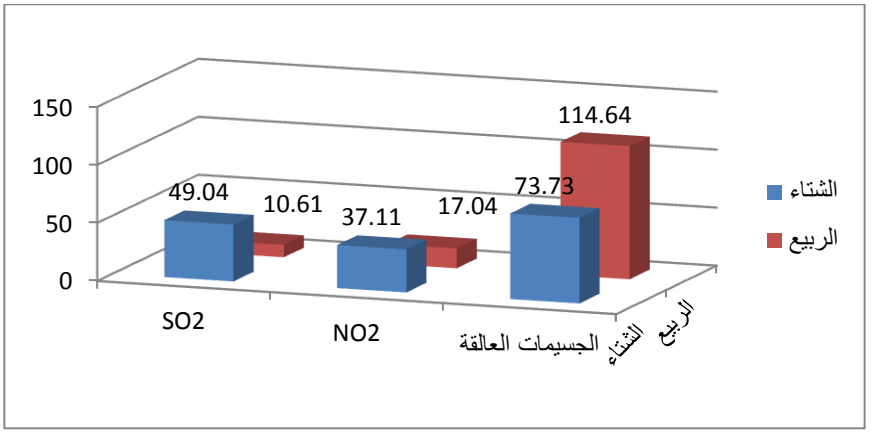
شكل (٤) يوضح تركيز غاز ثانى أكسيد النيتروجين (ميكروجرام / م ٣) فى هواء موقع ميرت آمون



شكل (٥) يوضح المتوسط الشهرى ومتوسط فترة الدراسة للجسيمات العالقة (ميكروجرام / م ٣) فى موقع ميرت آمون

جدول (٣) يبين المتوسط الفصلى لتركيز ملوثات الهواء الغازية (ميكروجرام / م ٣) فى موقع ميرت آمون

الفصل	SO_2 ($\mu g/m^3$)	NO_2 ($\mu g/m^3$)	الجسيمات العالقة ($\mu g/m^3$)
الشتاء	49.04	37.11	73.73
الربيع	10.61	17.04	114.64



شكل (٦) يوضح المتوسط الفصلى لتركيز الملوثات الهواء الغازية والجسيمات العالقة (ميكروجرام / م ٣) في موقع ميرت آمون

المراجع:

(١) التوصيف البيئي لمحافظة سوهاج، وزارة الدولة لشئون البيئة، ص ٤١-٤٣ .

(2) West,P.W and Gacke,G.C ;"Amal . chem..28, lited in stern A.C ;"Air pollution ", Scand Edition ,Vol.11,Acad.preas,Newyork, London ,1956 .

(3) Hassanein .B , Shakour .A.A , "Air Quality at bab el-wazeer&its bad effects on the historical buildings" , cairo university journal for evironmental sciences ,vol.6 , No.1 , Dec , 2008 .

(4) Hassanein .B , Shakour .A.A , "Determination of gaseous pollutants in ambient air adjacent to the New museum in sohag" , Ain-shams Center of papyrological studies and Inscriptions ,vol.27 , No.1, april, 2010.

(5) Jacobs,M.B and Hochheiser,S : Continuous sampling and ultramicrodete mination of nitrogen dioxide in air , analytical chemistry,30(3) ,1958 , p.p 426-428 .

(6) Cohen,S.L : Dependence of hi-vol , measurements on flow rate, Environ.Sci. Technol,7, 60, 1973.

(7) Seely,J.L and Shogerobe,R.K : Combind sampling analysis method of the determination of lead elements in atmospheric particulate,Anal chem. 46,1974.

(٨) عبد الحميد . ط .أ : " دراسة العوامل البيئية المؤثرة على معبد هبيس بالواحات الخارجة وطرق علاجه وصيانته "، رسالة ماجستير، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ١٩٩٧، ص ٦٦.

(9) Etymezian .V, Davidson .C.I, Finger .S, Striegel .M .F, Barabas .N, Chow .J .C : " Vertical gradients of

pollutant concentrations and deposition fluxes on a tall limestone building" , JAIC,Vol.37 , N.2 , Art.3 , 1998 , p.p 187-188.

(10) Elgohary, M.A ," Air Pollution and Aspects of Stone Degradation "Umayyed Liwân – Amman Citadel as a Case Study" " , Journal of Applied Sciences Research, 4(6) , 2008 , p 669.

(١١)صقر . أ.ع : " تأثير بيئة الدلتا على تلف المنشات الأثرية ومنهجية العلاج والصيانة تطبيقا على معابد منطقة تل بسطة "، رسالة ماجستير، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ٢٠٠٥، ص١٥٥ .

(12) Agelakopoulou.T , Metaxa.E , Karagianni. Ch.-S , Roubani-Kalantzopoulou.F, " Air pollution effect of SO2 and/or aliphatic hydrocarbons on marble statues in Archaeological Museums ", Journal of Hazardous Materials 169 , 2009 , p 182-183 .

(١٣) يوسف . ع .ع : " دراسة وعلاج تلف الألوان في الصور الجدارية لمقابر الأشراف بالبر الغربي بالأقصر تطبيقا على إحدى المقابر المختارة "، رسالة ماجستير، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ٢٠٠٤، ص١٣٤.

(١٤) عبد السلام . س : " دراسة أسباب التفتت السطحي للنقوش والكتابات الصخرية في شبة الجزيرة العربية وطرق الترميم "، رسالة دكتوراة، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ٢٠١٠، ص ٨٣-٨٥.

(15) Bernard.M. F," Conservation of Historic Buildings", Architectural Press, Third edition, Amsterdam, Boston, London , New York , Oxford . Paris , Tokyo , 2003 , p112.