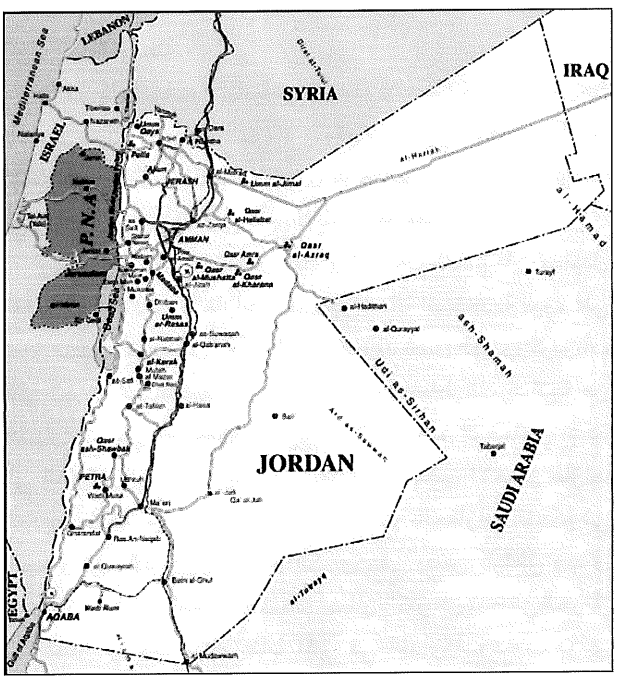
التلـوث البـيئي الذي يهدد المواقع الأثرية والتراثية والسياحية في محافظة الزرقاء

محمد وهيب



إن أهم ما تعاني منه البيئة في الوقت الحاضر هو التلوث خاصة التلوث الصناعي الذي يؤثر سلباً على كافة مناحي الحياة، وفي هذا البحث سيتم التركيز على التلوث الصناعي الذي يؤثر على المواقع الأثرية والتراثية والسياحية في محافظة الزرقاء باعتبار هذه الأماكن مراكز جذب سياحي ذات أثر مباشر على الاقتصاد الوطني حيث تسهم السياحة بنسبة تتراوح ما بين ١٥-٢٠٪ من الدخل الوطني، الأمر الذي يدفع نحو مزيد من العناية بالمواقع ذات العلاقة وتطويرها بما يكفل تحسين مستوى أداء الخدمات فيها نحو الأفضل وذلك بهدف جذب مزيد من الزوار إلى المملكة مما يسهم بدون شك في تحسين فرص العمل وتشغيل الأيدي العاملة وتطوير المنتج الوطني نحو الأفضل.

التلوث الناتج عن عوادم السيارات

يعتبر التلوث الصناعي من آفات العصر، وخطره داهم يهدد كل شيء على سطح الأرض، حيث أن مخلفات المصانع السامة تلوث الماء والهواء والتربة، فاستعمال المواد الكيماوية في مختلف مجالات الحياة أدى إلى إحداث تغيرات ملحوظة وهامة جداً ليس لحياتنا فحسب بل للأجيال القادمة.

ومن الأخطار البيئية تلويث الهواء بغازات سامة ناتجة عن عوادم السيارات والطائرات والمصانع، ولا تزال مخلفات العصر تنتشر في كل مكان، فالقمامة والنفايات تغطي مساحات واسعة ويهدد وجودها الأراضي الزراعية والمياه الجوفية، ونتيجة حرقها تنتشر السموم في الجو والتي تتولد عند إحراقها مركبات الديوكسين (Dioxion) القاتلة، وهي في الأصل مواد لدائنية (بلاستيكية) لا تتحلل إلا بعد سنوات طويلة، حيث تغطي طبقة منها سطح الحجارة وتؤدي إلى عزلها مما يسهل ويساعد على تشويه الطبقات العليا وتغيير لونها.

إن محركات المركبات تولد غازات سامة مثل أكسيد الكربون (CO) وأكسيد النتريك (NO) الذي يتفاعل مع أوكسجين الهواء حيث تسارع أشعة من نشاط هذا التفاعل إلى ثاني أكسيد النيتروجين القاتل (CO_2)، وكذلك ينتج عن المحروقات غازات سامة من أشدها خطورة غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) الذي يكوّن مع الماء حامض الكبريتيك (H_2SO_4)، وهذا يؤدي إلى تآكل الحجارة في المستقبل البعيد بفعل تفاعلها معها، وتتساقط جميع الغازات السامة على الأرض كأمطار حمضية حيث تتجمع في التربة وفوق النبات (Torraco 2000).

إن الطبيعة السهلية لمدينة الزرقاء ومحيطها مع تدني الوعي العام لسواقي المركبات المختلفة وافتقار المركبات إلى الصيانة الكافية كلها تزيد من تلوث المباني بدخان عوادم السيارات وعلى المباني الأثرية (Ashurst and Dimus 2001).

وبصورة عامة إن تلوث الهواء الجوي بغازات الكبريت يصيب هذه الحجارة بالتفكك والتلف حيث تتفاعل غازات الكبريت (Sulphu Gases) الذائبة في مياه الأمطار مع كربونات الكالسيوم مكونة كبريتات الكالسيوم على سطح الحجر وتتحول هذه الكبريتات إلى بلورات (Crystals) عند جفافها، ولما كانت عملية التبلور تؤدي إلى زيادة الحجم فإنها تعمل على تكسير جزيئات الحجر من حولها بالقرب من السطح الخارجي، ولما كانت كبريتات الكالسيوم لا تذوب في الماء بسهولة فإنها تتراكم في طبقات وخاصة في الحجارة المغطاة غير المعرضة بصورة مستمرة إلى مياه الأمطار، وعندما

تتشقق الكبريتات على سطح الحجارة وتسقط تأخذ معها جزءاً من مكونات الحجر نفسه وتتسرب الأملاح الذائبة في الماء والموجودة في التربة أو تلك العالقة في الهواء إلى مسامات الحجارة، حيث تغير من حجمها أو أثر تعرضها للجفاف فتؤدي إلى تفكك أجزاء الحجارة شيئاً فشيئاً، كما يعمل الصقيع على إنجماد الماء داخل مسامات الحجر ويؤدي إلى زيادة حجم جزيئات الماء ومن ثم تفكك جزيئات الحجارة، ونستنتج مما سبق أن حجم الضرر الناتج عن الظروف الأخيرة (عوادم السيارات) يعتمد على مسامية الحجارة بصورة عامة وعلى نسبة المسامات الدقيقة (Fine pores) بصورة خاصة، وأن ارتفاع نسبة المسامات الدقيقة يؤدي إلى زيادة حجم الضرر بشكل ملحوظ (Stambolov and De Borer 1976).

يتأثر لون الحجر أيضاً بدخان عادم المركبات الذي يحوله إلى لون داكن وتساهم معرفة خصائص الحجارة المستعملة في البناء في اختيار النوع الملائم كي يناسب الظروف السائدة للبيئات المختلفة ويمكن عند ذلك تلافي استعمال الحجارة التي يتأثر لونها بدخان عوادم السيارات في المناطق المكتظة (كما هو الحال في موقع خربة السمراء وخربة خو) (أبو دية ١٩٨٦: ١٨٢–١٨٥).

وعليه فلابد من الإفادة في التجربة هذه لصالح قصر شبيب الذي يوجد في وسط مدينة الزرقاء حيث يتعرض القصر لعدة عوامل من التلوث سواء كانت طبيعية أم بشرية إلا أن العامل الأهم هو عوادم السيارات المارة في الشارع المجاور والتي تؤثر على القصر من النواحي التالية:

- إصابة واجهات القصر الحجرية بالتشويه وتغير لون حجارتها بسبب المواد الكيماوية التي يحتويها دخان السيارات.
- تكون طبقة سوداء إسفنجية على سطح الحجارة مما يؤدي إلى تآكل واجهات المبنى الحجرية وبالتالي إلى سقوطها.
- الاهتزازات الناتجة عن حركة السيارات حول القصر تؤدي إلى تداعي الأساسات التي تحتاج إلى صيانة وترميم.
- يؤدي سقوط مياه الأمطار على القصر إلى تسربها داخل البناء وزيادة تصدع جدران القصر بسبب عدم وجود حماية أو صيانة للجدران.

وعليه فإن عوادم السيارات والاهتزازات المصاحبة لحركتها تلعب دوراً رئيسياً وبارزاً في تهديد قصر شبيب وغيره من بقايا المباني التراثية الأخرى في محافظة الزرقاء.

ولتخفيف الضرر الناتج عن عوادم السيارات الذي يلعب دوراً كبيراً في تلويث الهواء استخدام منتجو السيارات طريقتين أساسيتين: حقن الهواء في مشعب العادم قريباً من صمامات العادم، حيث تكون حرارة العادم عند أعلى درجة مما يستحث عمليات الأكسدة للمواد غير المؤكسدة أو المؤكسدة جزئياً، وفي هذه الطريقة تضبط أيضاً عمليات المغذي (الكاربورايتر) وتوقيت الشرر لتقليل المواد الملوثة المنبعثة.

والطريقة الأساسية الثانية هي تصميم الاسطوانات (السلندرات) وضبط نسبة (الوقود–الهواء) وتوقيت الشرر، وغير ذلك من المتغيرات للإقلال من كميات الهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون في العادم إلى الحد الأدنى الذي لا يلزم معه حقن الهواء.

ويمكن الإقلال من تفاعل هيدروكربونات العادم بأن يستبدل البنزين بوقود آخر كالغازات البترولية المسالة المستخدمة اليوم على نطاق محدود في بعض أنواع السيارات وقد تصل الهيدروكربونات التي تخرج في عادمها من ١٠–٢٠٪ من نشاط تلك الناتجة من السيارات التي تستعمل البنزين. ولا يضاف الرصاص عادة إلى الغازات البترولية المسالة، وتعالج في بعض الأحيان غازات العادم الناتجة من الغازات البترولية المسالة بالحفازات للتحكم في الهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون في بعض المناطق ويمثل استعمال الغازات البترولية المسالة أخطاراً أكبر من ناحيتي الحريق والانفجار وتتطلب بذلك عناية أكبر في التداول، وسوف يؤدي حدوث تحول كبير من البنزين إلى الغازات البترولية المسالة إلى اضطراب في معامل تكرير البترول ونظام توزيع الوقود الحالي.

ولقد أوضحت الخبرة بالمركبات المسيرة بالغازات البترولية إمكان استخدام الوقود في السيارات العامة على الأقل ولكن الحل العملي اليوم هو التمسك بالبنزين مع التحكم في الانبعاثات الناتجة عنه (ماراسوفييج ١٩٨٥).

المياه الملوثة

يعرف التلوث المائي بأنه عبارة عن أي تغيير يطرأ على العناصر الداخلة في تركيبه بطريقة مباشرة أو غير مباشرة نتيجة نشاط الإنسان مما يجعل هذه المياه أقل صلاحية للاستعمال وأكثر خطراً من حيث تأثيرها ومن بين أهم ملوثات المياه

- الكيماويات الزراعية وخاصة مادة (D.D.T) والأسمدة الزراعية حيث تؤدي إلى تلوث المياه بالنترات NO3 والنيتريت NO2.
- المنظفات الكيماوية.
- التلوث بالفلزات الثقيلة مثل الزئبق والرصاص والزرنيخ و

الاسبست.

– التلوث بالنفايات الصلبة مثل فضلات المجاري المنزلية.

يعتبر وادي الزرقاء من الأماكن التي تتأثر سلباً بالمياه الملوثة إذ أن المياه تتدفق عبر سيل الزرقاء وتؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على المواقع الأثرية والتراثية، فجريان المياه خلال فصل الصيف وازديادها وارتفاع منسوبها خلال فصل الشتاء يؤدي إلى انجراف أجزاء من التلال والمواقع الأثرية المتواجدة في منطقة وادي الزرقاء، وعلى سبيل المثال موقع تل البيرة الأثري الذي يتأثر سلباً بهذا السيل ويؤدي إلى انجراف بعض الحجارة من أماكنها وكذلك عمليات النحات المستمرة لأسفل التل، مما ينتج عنه انجراف الطبقات الأثرية ومكوناتها من الأدوات والمواد التي تعتبر هامة للتأريخ كما تؤدي إلى انهيار الأجزاء العلوية من التل خاصة أن انجراف الأجزاء السفلية يؤدي إلى عدم استقرار التل وبالتالي إلى استمرار الإزاحة والانهيارات طالما بقيت أساسات التل غير مستقرة (العش ١٩٨٩).

وحيث أن المياه تحتوي على مواد كيماوية فإن تأثير هذه المواد على الحجارة الأثرية والمواد يكون واضحاً ويسبب تآكلها وتشققها وتلفها بسرعة مع الأخذ بعين الاعتبار أن بعض العوامل الطبيعية تزيد من تأثير هذه العوامل وخاصة الزلازل والهزات الأرضية إذا ما حدثت (السيوطي ١٩٨٦).

المطر الحمضي

يتكون المطر الحمضي من انبعاث كل من غاز ثاني أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين إلى الجو والناتج عن احتراق الوقود كالبترول والغاز الطبيعي حيث تتحد هذه الغازات مع بخار الماء والأكسجين وتقوم الشمس بدورها في زيادة هذه التفاعلات في الجو لينتج صابون حمضي مخفض يحمل بواسطة الهواء إلى أماكن بعيدة عن مصدره. ويؤثر هذا المطر بشكل فاعل على المباني الأثرية والتراثية ويؤدي إلى هشاشة الحجارة وتساقطها (Fielden 1994).

الهواء الملوث

توجد في الهواء الذي نستنشقه كميات متنوعة من الغبار المتأتي من الصناعات المختلفة، من الناحية الأخرى تهب العواصف في المناطق الجافة وشبه الصحراوية وتشير كميات هائلة من الغبار الذي يؤدي في بعض الحالات إلى تقليل مجال الرؤية ويؤثر بطريقة واضحة على المباني الأثرية والتراثية ويلاحظ في بعض المناطق الصحراوية أن العواصف تتكرر مرات عديدة في السنة وعلى سبيل المثال ريح الشمال المعروفة في المملكة العربية السعودية تكون جارفة للأتربة والرمال الناعمة وقد تهب أحياناً بسرعة ٦٠ كم في الساعة وتحدث أحياناً مرات عديدة في الشهر الواحد.

أما الغبار الصناعي فيحتوي على مركبات الرصاص والاسبست والمنغنيز والبريليوم والزرنيخ والنحاس والخارصين وذلك يتوقف على نوعية المنشآت الصناعية المسببة للغبار وبما أن وقود السيارات (الكازولين) يحوي على ٣ إلى ٤ سم٣ من مادة رابع اثيلات الرصاص في كل غالون لذا فالسيارات بأنواعها هي مصدر كبير للتلوث وحيث أن مناخ محافظة الزرقاء يتأثر بشكل مستمر للغبار والأتربة فإن المباني الأثرية والتراثية في عرضة مستمرة لمثل هذا النوع من التأثير الذي يؤدي إلى تغيير لون حجارة البناء وتشويهها أحياناً ولا يفوتنا ذكر الغبار المتطاير من مصنع الإسمنت الأبيض وتأثيره على المواقع الأثرية المنتشرة حوله وخاصة قصر الحلابات وحمام السراح وغيرها من مواقع العصور الحجرية (شاهين ١٩٧٥؛ الغزاوي ١٩٩١).

التلوث الناتج عن المصانع

تولد المصادر الصناعية مجموعة من المواد الملوثة للهواء تتوقف على الأساليب المستخدمة، والمواد الخمس الملوثة الشائعة هي أول أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكبريت، الهيدروكربونات، أكاسيد اللازوت والجسيمات (Lazzarini and Tabassol 1998) ومن بين مصادر المواد الخمس الأخيرة مصانع الكيماويات العضوية وغير العضوية ومصانع الحديد والصلب، ومصانع الورق، ومصانع الفلزات غير الحديدية. والصناعة هي أهم مصدر للجسيمات كما أنها المصدر الثاني لأكاسيد الكبريت ومن الصعب حصر مدى خفض التلوث وذلك لتباين المصادر ويكفي القول أنه رغم المجهودات الكبيرة على المستوى العالمي فإن الحالة تزداد سوءاً وذلك لنمو الصناعة وفي كثير من الحالات للفشل في تطبيق الأساليب التكنولوجية المتاحة وفي بعض أحيان أخرى الافتقار إلى وجود طرق عملية اقتصادية فانطلاقات ثاني أكسيد الكربون وحدها تزداد بمعدل ٦–٧٪ سنوياً، والصناعة في مقدمة مسببات ذلك.

ويتواجد في محافظة الزرقاء عدد من مصادر التلوث منها مصانع الكيماويات ومصنع الحديد الصلب ومصانع الورق ومجمع مصانع الضليل حيث تؤثر تلك المواد الملوثة المنبعثة من هذه المصانع على المواقع الأثرية في منطقة وادي الضليل وكذلك في الأجزاء الشرقية الشمالية من محافظة الزرقاء (جيوفاني ١٩٨٤).

التلوث الناتج عن الاستخدامات المنزلية

يرجع إلى تدفئة المنازل والمنشآت التجارية ٦٪ فقط من وزن الانبعاثات الإجمالية من المواد الخمس الرئيسية الملوثة للهواء و١٢٪ فقط من أكاسيد الكبريت، ولكن تأثيرات التدفئة في جودة الهواء في المدن أعظم بكثير مما تبينه هذه الأرقام لأن الانبعاثات تدخل الهواء في الأماكن المزدحمة على ارتفاعات منخفضة نسبياً فوق الأرض والتدفئة الداخلية مشكلة صعبة نظراً لصغر مضارها وتعددها بدرجة كبيرة إلا أن تأثيرها في منطقة ذات كثافة سكانية عالية مثل مدينة الزرقاء يكون كبيراً ويؤثر بشكل واضح على المباني التراثية والسياحية في المدينة، والوسيلة الاقتصادية الوحيدة للإقلال من

انبعاثات أكاسيد الكبريت من عمليات التدفئة الداخلية هي استعمال وقود تقل فيه نسبة الكبريت (Giorgio 1988).

أحد البدائل هو تسخين المنازل والمنشآت التجارية بالهواء الساخن أو الكهرباء أو البخار من وحدات إنتاج مركزية كبيرة بدرجة تمكن من استخدام الوسائل التكنولوجية الاقتصادية المتقدمة للإقلال من التلوث.

وتتطلب بعض عمليات التحكم في انبعاثات الملوثات مراقبة المصادر فلا يوجد إلا القليل من الأجهزة التي تعمل بطريقة مرضية في المراقبة المستمرة لانبعاثات الغازات من المداخن، ومن المشاكل الحالية عدم كفاية الأجهزة في درجات الحرارة العالية لغازات المداخن وتعرضها للانسداد بالجسيمات والماء ويمكن حل هذه المشكلات باستخدام أجهزة ضوئية بمسح المدخنة بدلاً من سحب عينات منها.

ومن المرغوب فيه وجود أجهزة لمراقبة الانبعاثات من المداخن عن بعد وهناك استخدام أجهزة الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء في قياس ثاني أكسيد الكبريت بالمداخن واستخدام جهاز "ليدار" في قياس الجسيمات.

أثر عوامل التلوث على حجارة المباني الأثرية والتراثية

التعرية: إن اختلاف درجات الحرارة بين الليل والنهار وبين الصيف والشتاء يسبب تشققات في الحجر نتيجة للتمدد والتقلص الناتج عنهما، ومن خلال هذه التشققات تتسرب مياه الأمطار أو الأمطار الحمضية إلى داخل الجدران أو داخل الحجر نفسه فتتكون طبقة من الأملاح على الصخر، إن هذه القشرة تزول وتتفكك بفعل الرياح أو الأمطار، فإذا كان عليها رسوم أو نقوش وبتكرار العملية ستزول حتماً كل الطبقة العليا بل وحتى المواد الرابطة في المبنى أو الصخر نفسه.

وقد أصيبت الكثير من المداميك العليا في محمية الأزرق المائية بهذا العامل (أبو دية ١٩٨٦).

التفكك: إن استخدام مواد كيماوية جديدة في المباني التاريخية عند صيانتها غير المواد الأصلية يؤثر كثيراً عليها بل ويضعف المبنى الأصلي مما يتسبب في ظهور شقوق على السطح ثم تسقط المواد الجديدة وتأخذ معها كمية من المبنى القديم. كما أن المباني الأثرية تعاني من عناصر التلوث السالفة الذكر ومن سوء استعمال الإنسان بسبب إعادة الاستخدام وأحياناً إجراء إضافات على هذه المباني فيزداد الثقل على قاعدتها وخاصة إذا كانت القاعدة هشة أو المواد ضعيفة فتفكك الصخور وتؤدي إلى سقوط المبنى في كثير من الأحيان (ماراسوفياج ١٩٨٥).

الأملاح: نتيجة لتبخر المياه التي تتسرب إلى الجدران بواسطة الشعيرات الماصة أما عمودياً أو صعوداً أو نزولاً، وأما من السطح إلى الداخل تتعرض هذه المياه لعدة تغييرات كيماوية ومعدنية، وتنفصل الأملاح بالتبلور على عدة طبقات أفقية ثم تتأكسد في شكل أملاح المعادن. نظراً لهذه الحالات وإضافة إلى اختلاف الأحوال الطبيعية من حرارة وبرودة أي من الجفاف إلى الرطوبة التي تمر على السطح تترسب طبقة من الملح على السطح إلى عمق معين ثم تكون قشور على السطح على شكل انتفاخات في الجدار غالباً ما تسقط على الأرض بعد مدة من تكوينها في أغلب الأحيان، وإذا بقيت على هذا الحال ستتكون نتوءات داخلية من تبلور الأملاح الأقل ذوباناً. وتحدث هذه المشاكل بكثرة في الصخور الكلسية إذ تتفاعل كيماوياً مع الشوائب التي يحملها الهواء من أملاح وأحماض ومركبات الفحم. فخلال تناوب الرطوبة والجفاف تتبلور هذه الأملاح وتتحلل، الأمر الذي يؤدي إلى تفجر الحجر وتفتت طبقته التي تتحول إلى كاربونات الكلس إلى سلفات الكلس والمنغنيز حيث تتأثر كل من قلعة الأزرق وقصر شبيب ومواقع وادي الزرقاء بهذا التلوث (جيوفاني ١٩٨٤).

ولهذا ففي حالات النتوءات المتآكلة فإن وجود الأملاح الذائبة يشكل أهمية أساسية، بينما نجد أن التفاعل الكيماوي الناتج من مركبات الصخر وذوبان الإسمنت الموجود (أو المحيط بها) لا تشكل إلا أخطار ثانوية ولا تتداخل إلا في بعض الحالات، وتعاني حجارة الطابق الأرضي في قلعة الأزرق وجدران المحمية المائية في الأزرق من بقايا الأملاح المتشكلة على سطحها بشكل واضح مخلفاً وراءه بقعاً بيضاء اللون تؤدي إلى إضعاف صلابة الحجر بشكل متواصل يؤدي في النهاية إلى سقوطه.

الرطوبة: تتزايد الرطوبة في الصخر - بناءاً كان أو أثراً منقولاً - كلما قلت درجات الحرارة أو كلما زادت نسبة المياه المتبخرة في الهواء أو في الجو المحيط بهذا المبنى الأثري وتدخل فيه بواسطة الشعيرات الماصة عبر مسام موزعة بجميع الأجزاء الداخلية للصخر نفسه وتتسرب هذه المياه في الصخور أما من الشقوق الموجودة أعلاها أو على سطحها أو تتصاعد الرطوبة من الأسس أو امتصاص البخار وقطرات الندى التي تنزل على الغلاف الخارجي، وفي جميع الحالات نجد أن الماء أو الرطوبة تتجه إلى داخل الجدار أو المبنى لكن ما يلاحظ هو أن المبنى الأثري يجف من الداخل إلى السطح، أي العملية عكسية لأن عملية تبخر الماء الداخلي تمر في آخر مراحلها بالسطح وبالتالي فهي تنقل الأملاح غالبا مع الرطوبة إلى سطح البناء فتسد مساماته وعند الامتصاص ثانية تتكاثف بلورات الأملاح وتصعب عملية التبخر فتفجر البلورات محدثة تفجيرات في القشرة الصخرية نفسها، وفي بعض الحالات وخاصة في المناطق الجبلية والصحراوية يتجمد الماء بداخل الصخر مما تؤدي إلى انفجار فيه (Massari 1977).

نمو البكتيريا والفطريات على الصخر: من أغرب أنواع الفطريات الأشنات حتى أنها تتحدى الطبيعة بنموها فوق الصخر وغيرها من الأماكن المهجورة والجرداء وخاصة الأماكن التي تكثر فيها الرطوبة، وهي تمهد الطريق بعد ذبولها وموتها لنباتات ثابتة تعيش على بقاياها

عندما تتحلل أنسجتها، وهكذا إلى أن يتكون الجو الملائم لنمو أشجار قادرة على العيش في هذه الأماكن. وهناك حالات أخرى تؤثر على الصخر وتسبب أضرار به بعد الأكسدة (التأكسد) وأهم هذه الحالات مثلاً الصدأ الناتج عن استعمال المعادن في تقوية المبنى الأثري والحالة هذه مطابقة لما تتعرض له أبنية المحمية المائية في الأزرق وفي وادي الزرقاء (Stambolov and De Borer 1976).

الخلاصة

يتضح من نتيجة هذه الدراسة أن المواقع الأثرية والتراثية المتواجدة ضمن محافظة الزرقاء تتعرض إلى مخاطر التلوث الصناعي الذي يتهدد وجود هذه الشواهد التاريخية، ومع ازدياد حجم التوسع في إنشاء المصانع والورش والمجمعات السكنية فإن معدل زيادة التلوث في ارتفاع مستمر وعليه فلابد من اتخاذ إجراءات احترازية تسهم في هذه المرحلة على وقف التدهور في أساسات هذه الأبنية ومن ثم تطبيق خطة تخفيف الضرر الناتج عن كافة عناصر التلوث الصناعي وفيما يلي بعض الإجراءات المقترحة لإيجاد حل لمشكلة التلوث الصناعي الذي يتهدد الإرث الحضاري

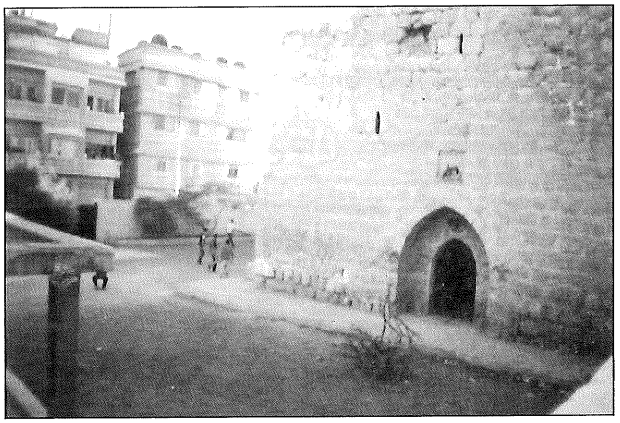
- وسائل مكافحة التلوث الصناعي لتخفيف الضرر على المواقع الأثرية والتراثية:

استخدام المداخن العالية (لتوزيع الملوثات على حيز أكبر من الهواء) خاصة في مصنع الإسمنت الأبيض.

- وسائل الترشيح وغرف الترسيب (لحجز الجسيمات من المداخن أو الأدخنة والغازات من مواسير العادم).
- حرق الملوثات الغازية (مثل جهاز الشعلة بمعامل البترول لحرق الغازات الكبريتية السامة) مثل مصفاة تكرير البترول.
- وسائل الامتصاص مثل أسطح الكربون النشط أو الألومينا أو السليكا جيل لامتصاص الملوثات الغازية.
- غسل الملوثات كالدمونيا بالماء وقليل من حمض الكبريتيك أو تحويلها إلى مركبات دافعة بالأكسدة مثلا .
- استخدام الوقود الأقل تلويث (يخلو من الكبريت والرصاص) كالغاز الطبيعي والكحولات والطاقة الشمسية والنووية.
- تعديل خطوات وعمليات الصناعة واستخدام مواد وسيطة وأقل تلويث وتحسين المحركات.
- التخطيط السليم عند إنشاء المصانع لوقاية المواقع الأثرية والسياحية والتراثية.
- تحديد مرور السيارات.
- مراقبة حركة الملوثات وتركيزها.
- بناء المظلات الواقية لحماية مخلفات الأبنية الأثرية والتراثية من تقلبات الطقس وسقوط المطر الحمضي على الأجزاء الهامة.
- التنسيق مع الهيئات المحلية والإقليمية والدولية مستقبلاً للإفادة من الخبرات والدراسات والتجارب في حماية المواقع الأثرية والتراثية وإدامتها كخير شاهد للأجيال القادمة.

جدول توضيحي

الرقم	المحافظة/ المدينة	البلد/القرية	مصدر التلوث	نوع التلوث	الموقع المتأثر أثري/ تراثي/ سياحي	طرق المحافظة والوقاية المقترحة	الجهة ذات العلاقة
١-	الزرقاء	الهاشمية	مصفاة البترول	غازات وأبخرة	خربة خو	خفض نسبة الغازات والأبخرة المنبعثة	وزارة الطاقة والثروة المعدنية/ دائرة الآثار/القيادة العامة للقوات المسلحة
٢-	الزرقاء	الحلابات	مصنع الإسمنت الأبيض	غبار و أتربة	قصر الحلابات	إضافة تجهيزات (فلاتر) على مداخن المصنع	إدارة الشركة المساهمة/دائرة الآثار
٣-	الزرقاء	أبو صياح	مكب النفايات	دخان و أبخرة وروائح	خربة السور المحجر الروماني	نقل المكب إلى منطقة أخرى	أمانة عمان الكبرى/ وزارة البيئة/دائرة الآثار
٤-	الزرقاء	وادي الزرقاء	سيل الزرقاء	إنجرافات بسبب المياه الملوثة/ الروائح	تل البيرة مواقع وادي الزرقاء	بناء جدران حجرية واقية	بلدية الزرقاء/دائرة الآثار
٥-	الزرقاء	وادي العش	المحاجر والكسارات	غبار وأتربة	قصر الماخونة	نقل المحاجر إلى منطقة أخرى	أمانة عمان/ بلدية الزرقاء/دائرة الآثار
٦-	الزرقاء	الخربة السمراء	محطة التنقية	أبخرة وغازات وروائح	موقع خربة السمراء الأثري	معالجة أسباب التلوث بالطرق العلمية للحد من تأثيرها	وزارة المياه والري/ سلطة المياه/دائرة الآثار
٧-	الزرقاء	وسط المدينة	السيارات والشاحنات	عوادم السيارات	قصر شبيب	التخفيف من حركة السيارات بجانب القصر	دائرة السير/ هندسة المرور/ دائرة الآثار
٨-	الزرقاء	الأزرق الشمالي	السيارات والشاحنات	عوادم السيارات والاهتزازات	قلعة الأزرق	إعادة تنظيم الشارع الرئيسي وإبعاده عن القلعة	دائرة السير/بلدية الأزرق الشمالي/دائرة الآثار
٩-	الزرقاء	الأزرق الجنوبي	الحرائق	تشويه الحجارة وتغير لونها	البركة والحوض	إزالة الأعشاب والنباتات القريبة من المخلفات الأثرية	الجمعية الملكية لحماية الطبيعة/ دائرة الآثار



المراجع

أبو دية، أيوب

١٩٨٦ عيوب الأبنية، **المجلة الثقافية**. العدد ٢٠، ط١: ص ١٨٢-١٨٥.

ماراسوفييج، توسلاف

١٩٨٥ **المدن التاريخية سبل الحفاظ عليها واحيائها**. ترجمة عرفان سعيد، العراق.

العش، أبو الفرج

١٩٨٩ **تكنولوجيا ترميم وصيانة الأبنية ومواد البناء والمقتنيات الأثرية**. دمشق.

السيوطي، ج

١٩٨١ **كشف الصلصة عن وصف الزلزلية**. مضيفة محمد الخامس، المغرب.

شاهين، عبد المعز

١٩٧٥ **طرق صيانة وترميم الآثار والمقتنيات الفنية**. مراجعة زكي اسكندر: الهيئة المصرية للكتاب.

الغزاوي، عبد الستار

١٩٩١ **الترميم والصيانة للمباني الاثرية والتراثية**. دبي.

جيوفاني، مزري

١٩٨٤ **الرطوبة في المباني التاريخية**. ترجمة ناصر عبد الواحد، بغداد.

Ashurst, J. and Dimes, F.

2001 *Conservation of building and decorative stone*. London.

Crowford, O.

1955 *Said and Done, the Autobiography of an archaeologist*. London.

Fielden, B.

1994 *Conservation of Historic Building*. Aron. Bath press.

Field, H.

1960 *North Arabian Desert Archaeological Survey, 1926-1950*. U.S.A.

Garrad, A.

1988 The Environmental History of the Azraq Baisn. *SHAJ* II. Amman.

Giorgio, T.

1988 *Porous building, aterials*, ICCROM: Rome.

Glueck, N.

1940 The Other side of Jordan. *ASOR*, London.

Harding, G.

1967 *The Antiquities of Jordan*, 1st edition. London.

Kennedy, D.

1981 Preliminary Report of a survey of Roman Military Installation in North-Eastern Jordan. *ADAJ* XXV: 21-24.

1983 Archaeological Explorations on the Roman Frontier in North-East Jordan. *BAR*, Series

Maitland

1927 The works of the Old Men in Arabia. *Antiquity* I: 197-203.

Lawrence, T.

1962 *Seven Pillars of Wisdom: a triumph*, Grosenor Place: London.

Lazzarini, L. and Tabasso, L.

1998 *Restavro della pietra*. Rome.

Massari, G.

1977 *Humidity in Monuments*. ICCROM: Rome.

Musil, A.

1927 *Arabia Deserta*. New York. No. 134: Oxford.

Parker, S.\

1980 Towards a History of lines Arabicus, 868-878. *BAR* series 71: Oxford.

Riely, D. and Kennedy, D.

1986 *Archaeological Air Photography and the Eastern Lines*, 667-676. Oxford.

Rees, L.
1929 The Transjordan Desert. *Antiquity* 3: 389-406.

Roletson, G.
1982 Preliminary Report on the 1980 Excavations at Ain El-Assad. *ADAJ* XXVI: 5-30.

Stambolov, T. and De-Boer, V.
1976 *The Deterioration and conservation of porovs building materials in monuments* ICCROM: Rome.

Torraca, G.
2000 Deterioration and decay of monuments a lecture presenred in a training course titled, conservation and Management of Archaeological Sites, 17th Sep. 29th 2000 Held on the 9th of October 2000, and organized by Unesco.