



كلية الفنون التطبيقية  
جامعة بنها



# مادة دراسات وعلوم بيئية

المحاضرة السابعة  
يوم الإثنين ٢٣/٣/٢٠٢٠

دكتور المادة:

م/ نوران أيمن

د/ سارة عبد ربه

# العوامل البيئية المؤثرة على الآثار

- تعد العوامل البيئية جزءاً من المحيط الذي نعيش فيه وأن تأثيرها يتفاوت من عامل إلى آخر من حيث الشدة إلى التأثير البسيط، وهي من أكثر العوامل تأثيراً في عملية التحلل التي تحصل للآثار، فالعوامل البيئية الفيزيائية مثل: الحرارة و الرطوبة تكمن في أنها تتلف الآثار وخاصة العضوية منها كونها تتكون من ألياف تتمدد وتقلص بالتالي تكون أكثر عرضة للتلف كما أن للضوء دور في عملية التحلل كونه يغير من صفات و ألوان الألياف المكونة للمادة العضوية، والعوامل البيئية الكيميائية مثل بعض الأحماض التي تعمل على إذابة المادة العضوية وتحللها بسرعة وكذلك الأمطار الحمضية، والعوامل البيئية الحيوية المتمثلة بالحشرات بأنواعها المختلفة والتي تتغذى على المادة العضوية مسببة تلف المنحوتات الأثرية.

# أولاً: العوامل الفيزيوكيميائية

وتشتمل هذه العوامل علي الرطوبة والحرارة والرياح ودور الاملاح والتلوث في تلف الاثار، وهذه العناصر السابقة تعمل متكاملة في احداث التلف الفيزيوكيميائي للآثار.

## درجات الحرارة والرطوبة المرتفعة

- العوامل الميكانيكية المدمرة من تأثير وأضرار التغيرات في درجة الحرارة علي الأثار يكون فعالاً عندما يكون التغير مستمراً و مفاجئاً.
- فالتأثيرات الضارة التي تسببها درجة الحرارة والرطوبة المرتفعة علي الآثار بمختلف أنواعها بدرجات متفاوتة، مثل التي تمر بها مصر حالياً ووصفت بأنها غير مسبوقه، يتطلب إجراءات معينة لحماية الأثار ومنع الحرارة المرتفعة من التأثير عليها.
- و لا خوف من درجات الحرارة المرتفعة علي الأثار الموجودة بالمتاحف نظراً لوجود تكيف مركزي بكل متحف، ومنها يمكن السيطرة علي ارتفاع درجات الحرارة، اما الاثار الثابتة بالمواقع فهناك احتمال اكيد ان تتاثر بارتفاع الحرارة ولاسيما في حالة وجود حشائش بهذه المواقع مثل المعابد، وهنا الخوف يكمن في اشتعال هذه الحشائش، كذلك الحرارة لها تأثير علي المواد الرابطة للآثار.

• أما الرطوبة تأثيرها علي الأثار خطير جداً خاصة علي الأثار العضوية وتؤدي الي وجود عفن فطري وبكتيري عليها، والخشب من الاثار العضوية التي تتاثر بالتاكيد بزياده وارتفاع الرطوبة، ويؤدي العفن الفطري عليها إلي تغير في ألوانها ويدمر الألياف المصنوعة منها، كما يؤدي الي وجود بقع لونية تشوة الاثر بلا شك، وفي المواقع الاثرية المفتوحة يجب التخلص من اي حشائش قد تكون موجودة لحماية الأثار من الحرارة والرطوبة المرتفعة.

• و كل أنواع الأثار تتاثر بارتفاع درجات الحرارة والرطوبة كل حسب مادته ومداه الزمني، والرطوبة لها تأثير سيئ حيث تساعد علي تبلور الأملاح علي سطح الأثار مما يؤدي إلي حدوث تشققات بها، و الأثار العضوية هي الأسرع تأثراً وتضرراً بذلك، كما في حالة تدهور مركب خوفو طوال السنوات العديدة التي كانت مدفونة فيها في باطن الأرض، قبل أن يتم إستخراجه وإجراء الترميم اللازم له وإنقاذه من الدمار.

• و درجة الحرارة المرتفعة تؤدي إلى تقليل المحتوى المائي في الأثار الخشبية، مما يؤدي إلى حدوث تشققات بها، كما أن الرطوبة مع الحرارة تسبب ما يسمى بالتحلل الحراري للخشب وهذا خطير جداً حيث أنه يزيد من فقد المحتوى المائي للأثر لدرجة أخطر من تأثير الحرارة بمفردها، والرطوبة تؤثر على الأثار المصنوعة من الأحجار خاصة الجيرية، حيث تدفع الأملاح عبر طبقات الحجر الجيري حتى الطبقة الخارجية لتؤدي في النهاية لتفتت الأحجار وتكسرها بما يشبه النزيف.

• و الأثار المعدنية خاصة الحديد تتأثر بالحرارة والرطوبة المرتفعة والتي تؤدي إلى حدوث عملية صدأ وأخطره النشاط الذي يظل يأكل في المعدن حتى يتحول إلى بودرة، فبيئة الحفظ الجيدة والمهيئة بدرجات مناسبة هي أفضل سبيل للحفاظ على الأثار من تأثيرات وأضرار الحرارة والرطوبة المرتفعة.

- و في المباني المكشوفة تختلف أنماط و نوعية التلف الذي يحدث في المباني الأثرية المكشوفة، وذلك عند وجودها تحت تأثير عامل التغيرات الكبيرة في درجات الحرارة في فترة زمنية طويلة، تبعاً للحالة التي توجد عليها من حيث كونها جافة أو مبللة، فنجد أن تأثيرات الحرارة العالية في الأونة الأخيرة وإرتفاع درجة الحرارة بمصر فوق العادة ولمدة طويلة وفترات بعيدة، هذه الظروف تؤدي إلى حدوث هجرة الأملاح وترسيبها مما يؤدي إلى تهالك طبقات التكسية وتقشر للأسطح الأثرية، ونجد في مصر معدل فارق درجات الحرارة بين النهار والليل يقترب من ٧ درجات مئوية، في حين أن الإختلاف بين فصلي الشتاء والصيف ما يقرب من ١٦ إلى ١٨ درجة مئوية، مما ينتج عنه إختلاف معدلات التمدد والإنكماش يؤدي في النهاية إلى حدوث شروخ و تشققات في جميع أجزاء الأثر.

- تأثير درجات الحرارة والرطوبة المرتفعة يختلف بالنسبة لكل من الآثار المشكوفة بالأماكن المفتوحة والآثار الغير مكشوفة، وفي المباني الطينية الاثرية يؤدي التفاوت في درجات الحرارة والرطوبة إلي انتفاش الطفلة وبالتالي تؤدي الي جفافها في درجات الحرارة العالية مما يؤدي الي تدميرها، كما تؤدي الرطوبة في الجو وتكثفها على سطح الاثر خاصة في الاماكن القريبة من مصانع و عوادم السيارات الي تكون العديد من الاحماض خاصة حمض الكربونيك والهيدروكلوريك والنيتريك والكبريتيك عليها، وهذه الأحماض من أخطر الأنواع ضرراً على الآثار وتؤدي الي تشويهها وتفتتها وتلفها.

- هذا فضلاً عن تأثير الرطوبة العادية حيث تعمل على انتفاش المعادن الطينية والتي تعتبر من مكونات العديد من الآثار الحجرية، وهجرتها خارج الأثر مما يؤدي الي تفتت الآثار، أما الآثار العضوية الخطر عليها يكون كبير، فضلاً عن أن الأثر لو كان حاملاً للألوان وكتابات، فان الرطوبة تؤدي الي تلف الألوان وتفاعلها مع مركبات الألوان وتكون احماض تؤثر عليها.

## الرياح:

- يعتبر هبوب الرياح والعواصف من العوامل الجوية التي تشكل خطورة بالغة علي اسطح الاحجار الاثرية، وتتوقف خطورة الرياح علي سرعتها وعللي المصدر الذي جاءت منه ، فالرياح التي تهب من مناطق صحراوية تجلب معها حبيبات الرمال التي ترشف بها أسطح الاحجار الاثرية فتعمل علي نحرها، كما تجلب معها جواً حراً مثل رياح الخماسين التي تعمل علي اعادة تبلور الاملاح.
- اما الرياح التي تهب من المناطق الباردة وخاصة وسط وجنوب اوربا والتي تعبر البحر المتوسط فتجلب معها جوا باردا ، كما تجلب معها بخار البحر الابيض المتوسط المحمل بالاملاح الذائبة التي تتسرب الي مواد البناء فتتلفها تلفاً شديداً.



● و تلعب الرياح دوراً خطيراً في تلف الأحجار، ويتلخص هذا الدور في حركة الهواء او ما يسمى بالتيارات الهوائية والتي توجد فوق اسطح المباني الاثرية وهذه التيارات تساعد علي زيادة تبخر المياه المحملة بالأملاح الذائبة.

● كما تحمل الرياح أيضاً السناج ومخلفات المصانع التي تسبب غمقان وإسوداد للأسطح مما يصعب ازالته، كما ان وجود الرطوبة تتكون البقع الحمضية او الكلورية وهو ما يسمى بالتلف المزدوج وتعمل الأحماض والقلويات علي تاكل الاسطح حيث تتكون البقع مركبات صلبة مثل كربونات الكالسيوم او كبريتات الكالسيوم .

● إن الرياح تحمل الجراثيم الفطرية والبكتريا والتي تترسب علي اسطح الآثار وخاصة الرخامية وفي حالة الظروف البيئية الملائمة لها من حرارة ورطوبة تعمل علي بدء التلف العضوي للأثر.

## ثانياً: العوامل الكيميائية المتلفة للأثار

- التلوث الجوي للبيئة المحيطة للأثر وهذه العوامل المتلفة تعتبر من مستجدات العصر الحديث والذي ترافق ظهورها مع نشأة الثورة الصناعية وانتشار المصانع والتي من اهم مساوئها تدخلها في التوازنات الطبيعية .
- ولقد برزت تساؤلات عديدة ويعزي سبب هذا التساؤل الي الزيادة المطردة للغبار والغيوم وما تسببه من اضرار للانسان وللبيئة والتي نتجت عن التوسع الهائل في عمليات شق الطرق والانفجار السكاني والعمراني وزيادة عمليات التعدين السطحي ، يضاف الي ذلك التفجيرات النووية في الجو وما تنتجه المصانع من غازات ومواد كيميائية في الجو بالاضافة الي نشاطات اخري للانسان.
- فالآثار تتأثر بهذه العوامل والتي تؤثر علي الخصائص الفيزيائية والكيميائية للآثار.

## أولاً: التلوث الهوائي:

يعني التلوث الهوائي الزيادة في تركيز المواد الغريبة عن التكوين الاساسي للهواء ، وتنقسم هذه الملوثات طبقاً لمصدرها إلي:

١- ملوثات جوية طبيعية

٢- ملوثات جوية صناعية

### ١- الملوثات الجوية الطبيعية:

- وتتمثل هذه الملوثات الطبيعية في الحبيبات الصلبة الملوثة للهواء وهي حبيبات الاتربة والاتساخات والرمال الدقيقة وكربونات الكالسيوم المتطايرة وكبريتات المعادن القلوية المتصاعدة من بخار الماء ، وهذه الحبيبات صغيرة الحجم وخفيفة الوزن وتكون معلقة في الهواء أو تترسب احياناً.
- وتؤثر الرياح في انتشار هذه الملوثات وعندما يتم ترسبها علي السطح الأثري تؤدي الي تغطية الزخارف والكتابات بلون اسود غير محبب مما يؤدي الي ضياع مظهر الأثر ويقلل من قيمته الجمالية والفنية.

## ٢- الملوثات الجوية الصناعية:

- وتلعب المصادر الصناعية دوراً هاماً في تلوث الهواء ويتمثل فيما تفرزه مداخن المصانع والمنازل ومحركات الديزل والحافلات من ملوثات صناعية مختلفة سواء كانت صلبة او سائلة او غازية حيث تدفع مئات والاف الاطنان يوميا من الجسيمات الصلبة وهي تتمثل في حبيبات الكربون السوداء والاكاسيد المعدنية والشحوم والزيوت البترولية ، كما انها تكون محملة بغبار  $Co_2$  وبعض الغازات الصناعية الضارة .
- وهذه الملوثات الجوية تعمل علي تشوية مظهر الأثر بالاضافة الي ترسب الحبيبات والاتربة علي الاشرطة الكتابية والزخارف.

## الترسيب الجاف والرطب للملوثات الجوية:

- لتوضيح ميكانيكية التلف للحجر فلا بد أن نوجه اهتمامنا الي تقدير ترسيب الحبيبات الصغيرة وتكثيف بخار الماء علي السطح، وترسيب الحبيبات يعتبر الخطوة النهائية في سلسلة الانتقال والتحول للملوثات بين مصادر الانبعاث والسطح المستقبل.
- والترسيب الجاف يتكون من تراكم الملوثات علي سطح الحجر من الهواء منقولة بواسطة الرياح، وميكانيكية الانتقال تعتمد علي حجم الحبيبات والتي تصل الي سطح الحجر وتستبقي عليه بواسطة قوي فان درفال، كما تؤثر علي هذه العملية سرعة الرياح ومدى حمل الحبيبة لشحنات الكترولستاتيكية، كما أن خشونة السطح تلعب دوراً هاماً في عملية الترسيب. والتصاق الحبيبات يعتمد علي كمية المواد اللزجة المرسبة علي السطح.
- أما الترسيب الرطب فيعتمد علي حجم الحبيبات وقيم PH ودرجة الحرارة ودرجة الرطوبة، حيث أن المطر الكثيف يمكن أن يغسل ويجفف الشوائب ويبطيء من مهاجمتها للحجر، كما ان إشعاع الشمس والرياح يؤثران علي تبريد وتسخين الحجر الذي يتأثر بتكثيف وتبخر الرطوبة حيث يؤثر ذلك علي معدل الترسيب.

## ثالثاً: عوامل التلف البيولوجية المتلفة للآثار

- تلعب الكائنات الحية الدقيقة دوراً لا يقل أهمية وخطورة عن عوامل التلف الفزيوكيميائية وهذه العوامل مختلفة حيث تعمل مجتمعة وتتكامل مع بعضها في أحداث التلف العضوي بالآثار.

### ١- البكتيريا:

- وتعتبر البكتيريا اصغر الكائنات الحية الدقيقة، وهي كائنات وحيدة الخلية حيث تتركب من نواة يحيط بها السيتوبلازم والتركيبات الداخلية الاخرى.
- وتتراوح اشكلها ما بين الشكل كالروي، العصوي، اللولبي، وهي تستعمل الاكسجين كعامل نهائي في الاكسدة، وتحصل علي الطاقة اللازمة لها عن طريق التفاعلات التي تتضمن الاكسدة والاحتراق والتي لها دور في تلف الاثار الحجرية.

● من الأنواع التي تتلف الأثار حجرية:

- البكتريا المؤكسدة للكبريت:

● وهي من اخطر الانواع الي تسبب تلف الاحجار الجيرية ، والتي تحتوي علي نسبة عالية من الكبريت.

- بكتريا التروجين:

● وهذا النوع من البكتريا يوجد علي الاحجار المتواجد عليها مخلفات الطيور ، وتقوم هذه البكتريا بأكسدة الامونيا وتحويلها الي حمض النيتروز ، وعندما تتفاعل مع كربونات الكالسيوم المكون الرئيسي للرخام تولها الي نترات كالسيوم القابلة للذوبان في الماء ، وتقوم الامطار في معظم الاحيان بازالتها، وقد ارجع كاوفمان سبب تلف الاحجار الكربونية الي التلف البيولوجي الناتج عن عملية النترجة.

## ٢- الفطريات:

- وتعتبر الفطريات من اهم الانواع التي تسبب التلف البيولوجي للأحجار الجيرية والرخام، وهي تتكون من مجموعة من الكائنات الخالية من الكلوروفيل لذا فهي غير قادرة علي تمثيل الغذاء الكربوني بل تمتصه مجهزاً
- وقد ثبت ان الخلايا الفطرية تفرز احماض عضوية ذات درجة تركيز عالية تتسبب في تلف الاحجار، و مادة كربونات الكالسيوم كالتي توجد بالرخام التي لم تتعرض لهذه الاحماض حيث تتحول الي املاح هذه الاحماض القابلة للذوبان في الماء وبالتالي تتلف الاحجار.



### ٣- الاشنه:

- هي كائنات ذات الوان متعددة غالبا ما تكسو سطح الصخور، وهي تتكون من كائنين مختلفين (فطر ، طحلب) والفطريات المكونه للاشنه فقدت القدرة علي ان تعيش منفردة ولذلك فهي لا توجد في الطبيعة الا علي هيئة اشنات، اما الطحالب فقد توجد حرة وقد توجد في معيشة تكافلية مع الفطريات، واهمها الطحلب الاخضر، الاخضر المزرق.
- وتعتبر الاشنات ابطء الكائنات نمو، وتعتبر العوامل المفضلة للاشنه هي الضوء المباشر ودرجة الحرارة المعتدلة ورطوبة ثابتة وهواء جوي نقي، كما تؤثر الرياح علي نموها.
- وتلعب الاشنه دورا هاما في تلف مواد البناء المختلفة والتي تحتوي علي نسبة عالية من الرطوبة ولا يقتصر نشاطها علي اسطح الاحجار بل يمتد نشاطها اسفل هذه الاسطح بعدة مليمترات مما تسبب انفصال اجزاء منها بمرور الوقت ، والاشنة تتسبب في تلف الحجر عن طريق العمليات الكيميائية والميكانيكية باطلاقه حمض الكربونيك وحمض الاوكساليك ، ونتاج مركبات اشنية تذوب في الماء وينتج اوكسالات الكالسيوم حيث تفاعل حمض الاوكساليك مع مادة كربونات الكالسيوم المكون الرئيسي للرخام.

## رابعاً: الدور البشري المتلف للآثار:

- إن الدور البشري لا يقل أهمية عن العوامل السابقة فقد يكون عاملاً مساعداً ولا يقتصر دوره علي تشويه وضياع المعالم الاثرية والفنية والجمالية ، بل قد يتعدى الامر الي التأثير علي متانة وقوة الاثر، والدور البشري المتلف اما عن طريق الانسان نفسه عن طريق مساهمة الدور البشري، او عن طرق المواد التي يستخدمها في الترميم.

ويمكن تقسيم العوامل البشرية المتلفة للآثار كالاتي:

## ١- تشويه الآثار وتلفها:

- وهو نتيجة لقلّة الوعي الاثري والحضاري بقيمة هذه المقتنيات الاثرية كما ان الاستكمال الخاطيء والتي منها استكمال بوابة رخامية برخام مخالف للون بالحديقة المتحفية بطنطا، بالإضافة إلى أن زيادة الأحمال علي الاعمدة الرخامية يؤدي الي شروخ طولية.

## ٢- تأثير الزائرين علي الآثار:

- حيث زيادة اعداد الزائرين للمباني الاثرية ومنها الرخام وذلك عن طريق الاتصال المباشر (بالاقدام – الايدي – الملابس ) او عن طريق تلوث الهواء بدخان التبغ ، او عن طريق زيادة الرطوبة النسبية للهواء داخل المبني مما يسبب تكثف الرطوبة علي الاسطح الباردة وبخاصة الآثار الرخامية حيث يؤدي الي تحريك الاملاح من داخل التماثيل الي خارجها فيزداد تلف السطح ويصاحب ذلك عمليات انفصال اجزاء من الاثر علي هيئة قشور.

### ٣- استعمال اسياخ الحديد في التسليح:

- ان مشاكل كل المقويات المعدنية ناتجة عن صدأ المعدن ، ويعتبر الحديد خطر جدا وذلك لزيادته في الحجم عندما يصدأ مخلفا ضغوط داخلية نتيجة حجم الاكاسيد المتكونة عليه وذلك لتغير الظروف البيئية المحيطة به، وذلك لأن هيدروكسي الكالسيوم المستخدم في المونة والذي يسبب صدأ الحديد يتكربن بواسطة ثاني اكسيد الكربون حيث تبدأ هذه العملية علي سطح المونة اولاً ثم تتعمق الي الداخل، وتعتمد سرعة ذلك علي مسامية المادة.
- كما ان التمدد الحراري للحديد اعلي من التمدد الحراري للاحجار ، ويعتبر هذا الاختلاف خطير حيث يؤدي الي مزيد من الشروخ والشقوق الدقيقة ، كما ان اسياخ الحديد تؤدي الي اتساخ الرخام وذلك عن طريق هجرة مركبات الصدا عبر مسام الرخام .

### ٤- استعمال مونة الجبس في المناطق الرطبة:

- تستعمل مونة الجبس لاستكمال الأماكن المفقودة وخاصة في الرخام، واستخدامها في اماكن ترتفع فيها درجة الرطوبة النسبية يؤدي الي تلف الرخام حيث ان الجبس يتأثر بسهولة في الرطوبة العالية حيث يذاب جزء منه ويهاجر الي اماكن مختلفة وتترسب ويتبلور مرة اخري علي هيئة بلورات ملحية عند انخفاض درجة الرطوبة النسبية والتي تحدث ضغوط موضعية هائلة مصاحبة للنمو البلوري له مؤدية الي تفتت السطح الحجري.

## المطلوب من الطلاب:

- عمل بحث عن العوامل البيئية المؤثرة على الجداريات النحتية
- أهم الفنانين الذين أنتجوا أعمال نحتية باستخدام مواد معاد تدويرها