المحاضرة 5: تقنيات الفحص والتّشخيص الميداني للأضرار

المجلس العلمي

تمهيد

1- وسائل العمل

2- الفحص الميداني لعوامل تلف المباني الأثرية

3- تشخيص عوامل تلف المباني الأثرية

خلاصة

المجلس العلمي

تمهيد

تعد عملية ترميم والحفاظ على معلم تاريخي من المهام الصعبة والمعقدة، والتي تتطلب دراسات تمهيدية من شأنها توضيح عملية التدخل المباشر على المبنى، إذ لا تكفي المعاينة النظرية للمعلم لمعرفة أسباب التلف، فالمرمم يحتاج للدلائل العلمية لمعالجة المشاكل التي تهدد حياة المبنى، وذلك من خلال التحاليل المخبرية، وعليه فعملية المحافظة على المعلم الأثري من مختلف العوامل تأتي بعد مراحل عديدة، يستخدم فيها وسائل ومعدات التكنولوجية لمعرفة عوامل التلف بدقة، ونلخصها فيما يلي:

1-وسائل العمل:

توجد عدة أجهزة تستعمل للكشف عن عوامل تلف الحجارة من بينها والأكثر شيوعا نذكر:

أ-المجهر الإلكتروني الماسح:

المجهر الإلكتروني الماسح (Le Microscopie Electronique à Balayage)، هو أسلوب يستخدم في كثير من الأحيان لملاحظة وقراءة سطح الحجر، لأنّه يقوم على مبدأ التفاعل الالكتروني إذ يقوم شعاع إلكتروني بمسح سطح العينة ليتم تحليلها، وتعمل كاشفات مختلفة على تحليل الجزيئات وإعادة بناء صورة من السطح[54].

تكمن نوع المعلومات التي يوفرها المجهر الإلكتروني الماسح في تقييم جودة المونة الرابطة بين مواد البناء، مدى امتصاص حبيبات الحجر للماء و نسبة الاحتفاظ به. فكلما زادت قدرة الامتصاص زاد احتمال تدهور الحجر تحت تأثير ذوبان الجليد والدورات الرطبة والجافة وتبلور الملح و من هنا يمكن للمجهر الإلكتروني الماسح اكتشاف هذه العملية ، خاصة إذا تم دمجها مع تقنية الأشعة السينية الفلورية.

[54]- Anonyme, Caractérisation des microorganismes se développant sur les façades en pierre exposées aux embruns marins, ENSEL microbiologie, Nobatek, ANGLET – France, S.D, p:18.

يمكننا على الكشف على مختلف التفاعلات البيوكيميائية والبيولوجية التي تحدث على أسطح الحجر أو داخل مواد البناء، والتعرف على نوع الإصابة و عوامل التلف البيولوجية[55].

ب-تقنية تفلور الأشعة السينية La Diffraction aux rayons X

حيود الأشعة السينية (DRX) هو أسلوب الفحص القائم على إسقاط الأشعة السينية على المواد، ولاسيما المواد البلورية، وميزة هذا الأسلوب هو أنّه يتيح التمييز بين العديد من الأشكال المتبلورة المتشابهة من حيث التركيبة (على سبيل المثال السليكا والكوارتز)، إلا أنّ هذه التقنية لا تميز المركبات غير متبلورة، وبالتالي يعتبر أسلوب تحليلي مكمل[56].

- ساهم هذا الفحص في معرفة تركيبة ونوعية المواد المؤولة عن التلف وبالتالي معرفة أسباب تحلل المواد وتلفها.

-طريقة حيود الأشعة السينية فعالة لتحديد التركيب المعدني للعينات الحجرية وكذلك تركيبة الطبقة السطحية لمواد ولاسيما المواد الطينية.

-مقارنة الاختلافات في التركيب المعدني للحجر السليم والقشرة المكتسبة مما يمكن من تحديد أصل هذه القشرة[57].

ج-تحليل الطيفي XPS

تحليل الطيفي La Spectroscopie XPS تمكن هذه التقنية من تحليل الطبيعة الكيميائية للمادة معينة بدقة من خلال عدد الإلكترونات المنبعثة في المادة[58].

---

[55] - Soledad GARCÍA MORALES, **Comprendre les processus de dégradation des matériaux, Université polytechnique de Madrid, Espagne,** p 243

[56] - Anonyme, Caractérisation des microorganismes se développant sur les façades en pierre exposées aux embruns marins, OP.CIT, p: 19

[57] -Soledad GARCÍA MORALES, OP.CIT, p 243

[58] - Anonyme, Caractérisation des microorganismes se développant sur les façades en pierre exposées aux embruns marins, OP.CIT, p: 20

د- التحليل باستخدام مطياف الأشعة تحت الحمراء

تستخدم هذه الطريقة فى التحليل للتعرف على مكونات الصور الزيتية باستخدام التحليل الطيفى للأشعة تحت الحمراء، حيث أن العديد من المواد العضوية وغير عضوية للصورة تكون لها خصائص الامتصاص للأشعة تحت الحمراء ، كما يستخدم أيضا لتحديد خصائص المواد العضوية فى طبقة اللون حيث تظهر العينات على هيئة قطاعات رقيقة، حيث تعتبر هذه الطريقة من أفضل الطرق المستخدمة فى التعرف على المواد الطبيعية نباتية وحيوانية كالراتنجات والزيوت والغراء .. وغيرها من المواد الأخرى[59].

2-الفحص الميداني لعوامل تلف المباني الأثرية

يعد الفحص أو الملاحظة هي أول خطوة تواجه المتخصصين عند البدء في إعداد خطة الصيانة، فهي أفضل وسيلة للتعرف على المبنى بشكل جيد، وهي الأساس لأي تدخل مستقبلي وأعمال الفحص للأثر إما أن تكون بصرية أو بالفحص الدقيق باستخدام الأساليب والأجهزة العلمية الحديثة. ومن خلال استخدام أساليب الفحص والمختلفة يمكن الحصول على دراسة شاملة عن الأثر أو المبنى من حيث مواد وأساليب البناء لعناصره المختلفة ومظاهر التلف والمشاكل الموجودة به.

تساعد على فهم المبنى وفي التعرف على حالة المبنى والمشاكل التي تواجهه ، كما تساعد في عملية اتخاذ القرار واختيار التدخلات المناسبة وأساليب الترميم والصيانة الصحيحة[60].

تشتمل عملية الفحص على الخطوات التالية:

---

[59] - عبد الناصر بن عبد الرحمن الزهراني، تشخيص لأهم عوامل ومظاهر التلف مواد البناء الأثرية في موقع قرح في المملكة السعودية – دراسة ميداني تحليلية-، مجلة أدوماتو، السعودية ،2009، ص: 95 81- 104 للإستزادة ينظر

Soledad GARCÍA MORALES, OP.CIT, p 243

[60] - سلمان أحمد المحاري، مرجع سابق، ص: 160

أ-الدراسات التاريخية وجمع المعلومات:

تعتمد هذه الخطوة على تجميع المعلومات التاريخية من المصادر المختلفة سواء من الوثائق والكتب والمراجع أو من المصادر والروايات الشفهية وتكون هذه المعلومات مكتوبة أو على شكل صور أو رسومات قديمة.

ب- مرحلة التوثيق: تشمل مايلي:

المساقط التسجيلية: يوضح عليها كافة التفاصيل الموجودة على الطبيعة كالشروخ والأحجار دون أي إضافة أو أبعاد وتكون مصحوبة بمقياس جرافيكى للاسترشاد.

المساقط المعمارية : يوضح عليها كافة الأبعاد والمناسيب ويرمز لكل فراغ برمز خاص ولكل حائط رمز آخر مرتبط برمز الفراغ الموجود به .

المساقط الوصفية : يتم وصف كل المواد والشروخ وكذا أماكن العينات ونتائجها وأماكن التدهور وأنواعها .

التفاصيل المعمارية : يتم عمل كافة التفاصيل المعمارية للأبواب والشبابيك والسلالم والتفاصيل المعمارية الدقيقة كمقرنصات والأسقف الخشبية والرخام .

ج- الفحص البصري المبدئي:

تعتبر هذه الخطوة من أهم الخطوات في مرحلة الفحص والتوثيق، ففي هذه الخطوة يتم تحديد الحالة والوضع الراهن للمبنى والتي على أساسها تحدد طريقة التدخل والعلاج. تبدأ عملية الفحص البصري بأخذ نظرة على واجهات المبنى من مسافة بعيدة الجميع جهاته إن أمكن، ومن ثم الاقتراب من المبنى لأخذ نظرة من الأعلى على المبنى من أحد المباني المجاورة أو أي وسيلة أخرى، وبعدها يتم الدوران حول جميع جوانب المبني عن قرب للتعرف على الواجهات والجيران المحيطين به وبالاقتراب أكثر من المبنى يتم إجراء الفحص القريب المسافة بحيث يكون الفاحص قريبا جدا من أسطح المبنى بطول ذراع تقريبا ، حيث يمكنه رؤية التفاصيل الدقيقة في الواجهات والتي من الممكن أن تكون قد لفتت نظره أثناء الفحص البعيد مثل الاختلاف في الألوان والفواصل والزخارف والشروخ ومظاهر التلف الأخرى.

بعد الانتهاء من الفحص الخارجي يتم الدخول للمبنى لإجراء الفحص الداخلي للتعرف على مكونات المبنى وتصميمه وتقسيماته الداخلية. وخلال هذه المرحلة يتم تعيين الأجزاء الداخلية المميزة للمبني للحفاظ عليها مستقبلا وعدم تغييرها، وكذلك التعرف على علاقة أجزاء المبنى مع بعضها، وهل العلاقة فيما بينها تعتمد على فتحة باب أو ممر أو سلم.

والمهم هنا هو أن جميع الخطوات التي تم اتخاذها خلال هذه المرحلة توثق كتابيا وبالصور. وأن بعد الانتهاء من هذه المرحلة يتم في الغالب التعرف على قيم المبنى والأجزاء التي يجب الحفاظ عليها بشكل هام، والأجزاء التي يجب إجراء تدخل سريع لها في المستقبل القريب فيما يعرف بتدابير السلامة[61].

ج-1-أساليب الفحص البصري:

تتعدد أساليب الفحص البصري حسب المختصين والدارسين تبعا لهدف الدراسة والموضوع الذي تبحث فيه(تصدعات، تسربات، قشرة سوداء....) وأكثر أسلوب معتمد ذلك الذي يستند على تصنيف مظاهر التلف تبعا لمسبباتها بحيث يتم الحصول على خمس مجموعات وهي:

الأولى لمظاهر التلف الميكانيكية.

الثانية لمظاهر الإنحلال والضياعات.

الثالثة لمظاهر التبادلات والترسبات.

الرابعة لمظاهر التلف البيولوجي.

الخامسة لمظاهر الإتلاف البشري[62].

د- الفحص الدقيق: تعتبر هذه الخطوة مكملة للخطوة السابقة، وفيها يقترب الفاحص بشكل أكثر من المبنى ويستخدم فيها بعض من الأدوات والأجهزة المساندة.

---

[61] - سلمان أحمد المحاري، مرجع سابق، ص: 162

[62] - حمزة نظام، مرجع سابق، ص: 45

د-1-فحص ومراقبة الشروخ: دراسة ومراقبة الشروخ في المبنى والتأكد فيما إذا كانت هذه الشروخ متحركة أو ثابته ودراسة اتساعها ومدى خطورتها. ويمكن مراقبة هذه الشروخ باستخدام قطع زجاجية أو جبسية أو أجهزة حديثة للتأكد من مدى خطورتها.

د-2-فحص أساليب ومواد البناء: في هذه الخطوة تتم دراسة وتوثيق طريقة بناء الجدران وسمكها وعمق أساساتها، وكذلك أخذ عينات من مواد البناء وفحصها والتعرف على مكوناتها باستخدام الأجهزة والأساليب العلمية الحديثة مثل حيود أو تفلور الأشعة السينية والدراسات البتروجرافية والمايكروسكوب الالكتروني الماسح وغيرها من الأساليب الحديثة.

د-3-فحص تمديدات الكهرباء والماء: دراسة وفحص أماكن توصيل الأسلاك الكهربائية ومدى سلامتها وهل هناك توصيلات كهربائية بداخل الجدران.وكذلك فحص أنابيب المياه وسلامتها وصلاحيتها وأماكن تواجدها.

د-4-فحص الأسقف: دراسة الأسقف وأنواعها وأساليب بنائها والمواد المستخدمة في انشائها والتعرف على سمكها وطبقاتها العليا.

د-5-فحص مظاهر التلف: (الأملاح – الرطوبة – التلف البيولوجي) دراسة مشاكل ومظاهر التلف المختلفة من أملاح ورطوبة وتلف بيولوجي، والبحث عن مصادر ومسببات هذه المشاكل [63] .

هـ- الجانب التجريبي

و- الجانب التطبيقي وأعمال الترميم :

البدء في تطبيق خطة الحفاظ من قبل مهنيين متخصصين ويفضل أن يتم ذلك تحت إشراف الجهة التي وضعت خطة وتصميم الحفاظ، وتوثيق خطوات التنفيذ لخطة الحفظ والتوثيق بعد إنهاء أعمال الحفظ،

[63] – سلمان أحمد المحاري، مرجع سابق، ص: 162-163

إعداد خطط للتعامل مع الممتلكات/المواقع في الحالات الطارئة وإعداد نظام للمساعدة المعمارية والتقنية من خلال نشر أدوات تنفيذية وكتيبات صيانة وترميم ولوحات توضيحية للحلول والأعمال الممنوعة[64].

ي- مراقبة حالة الأثر بعد الانتهاء من الترميم: لبيان التغيرات التي يمكن أن تطرأ على الأثر .

3- تشخيص عوامل تلف المباني الأثرية:

بعد الانتهاء من مراحل التوثيق والبحث جميعًا تأتي مرحلة التشخيص، وهو خطوة هامة ينبغي أن تسبق أية عملية حفاظ على مبنى أو ممتلك ثقافي. والتشخيص هو تصنيف للبناء وفقًا لحالة تدهوره و يحدّد سبب تضرره ومداه ويكشف إن ثمّة حالات ملحّة تستلزم التدخّل. إن الدراسات المتعددة الاختصاصات التي تمّ إجراؤها خلال عملية التوثيق تسمح بتحديد فرضيّات حول طبيعة الضرر. كما أن البحث التاريخي يُغني سبل اختيار طريقة الحفاظ أو الترميم أو الصيانة الصحيحة ويقدّم أفضل الحلول الاقتصادية والتقنية والاجتماعية بالإضافة إلى المحافظة على الأرث الثقافي المبني.

إن المسح البياني والهندسي، ومسح الأضرار والمواد المستخدمة والمنشآت وتقنياتها، ومسح المحيط والعوامل المؤثرة في الممتلك/المبنى، ومن ثم التحقق من الأضرار وأسبابها وإجراء التجارب اللازمة كافة في الموقع أو في المختبر وتحليل هذه البيانات يساهم في القيام بتشخيص جيّد من شأنه تحديد أسباب الأضرار وإيجاد الحلول المناسبة. أما طبيعة التدخّل ودرجته فيتمّ اتخاذ القرار بشأنهما بما يتناسب مع درجة التدهور والوضع الحالي للمبنى/الممتلك الثقافي[65].

خلاصة

تكتسي مرحلة فحص وتشخيص الأضرار اللاحقة بالمبنى الأثري أهمية بالغة فهي تمثل مرحلة حاسمة في عمر المبنى، فالتعرف على عوامل التلف من شأنه تحديد المسببات ومن ثم طرق العلاج. إذ تتطلب مهارات خاصة وطاقم بشري متخصص و متنوع بالإضافة للوقت الكافي.

---

[64] - إسماعيل الحمادي - محمد البلاونة، لائحة توجيهية في مبادئ أعمال الحفاظ على المواقع الثقافية وترميم المباني التاريخية، المركز الإقليمي لحفظ التراث الثقافي في الوطن العربي)إيكروم-الشارقة) ، 2017، ص: 54

[65] - إسماعيل الحمادي - محمد البلاونة، مرجع سابق، ص-ص: 43-44

المحاضرة 6: منهجية توثيق الأضرار اللاحقة بالأثر

المجلس العلمي

تمهيد

1- البحث في عوامل تلف المباني الأثرية

2- مظاهر تلف المباني الأثرية

3- منهجية توثيق الأضرار اللاحقة بالمباني الأثرية

خلاصة

المجلس العلمي

تمهيد

نظريا يمكن فصل عوامل تلف طبيعية عن أخرى كيميائية أو بيولوجية في الدراسة، لكن أثناء المعاينة الميدانية تجد نفسك أمام حالة مرضية يعاني منها معلم أثري تشترك في ظهورها مجموعة من العوامل، حيث يمكن توثيق خلال المعاينة الميدانية ورصد مظاهر تلف مثل اختلاف الألوان، انتفاخ الجدران، تشققات، تفتت وتبلور للأملاح وغير ذلك .

1- البحث في عوامل تلف المباني الأثرية:

أ-العوامل الداخلية:

تتدخل الخواص الطبيعية والكيميائية للحجر أو الصخر مثل تركيبه البلوري والكيميائي ومساميته ونفاذيته وصلادته والمواد الرابطة الداخلية في تحميله وقوة التحميل الميكانيكي في عملية تلفه وانهياره، ما لم تكن تلك الأحجار لها القدرة على مقاومة التلف هذا بالإضافة إلى ظروف نشأة الصخور كما أن التركيب المعدني لبعض الصخور الرسوبية الصخور الكلسية مثلا يتعرض لبعض التغيرات الفيزيوكيميائية الضارة أثناء عمليات التكوين ....الخ[66].

ب -العوامل الخارجية:

توجد مجموعة من العوامل الجوية تسبب في التغييرات الفيزيوكيمائية والميكانيكية للمباني الأثرية كما يلي:

ب-1- الريّاح:

يسهل عمل الريّاح في حالة هبوبها بقوّة وبشكل أفقي، وينشط عملها في الأماكن ذات الغطاء النباتي الضعيف أو المنعدم[67]، وهذا ما نراه بوضوح لاسيّما في الأقاليم الصحراوية والشبه الصحراوية، فالريّاح تعمل على حت وصقل الأسطح، وأيضا نقل وإرساب ما تحمله من رمال

---

[66] – رقية عبدالصمد، أثر الرطوبة والأملاح على الصخور الكلسية في المباني الأثرية، مذكرة لنيل شهادة ماجستير في صيانة والترميم، معهد علم الأثار، جامعة الجزائر، الجزائر ،2008-2009، ص: 33.

[67] – علي شلش وآخرون، جغرافية الأقاليم المناخية، جامعة مطبعة بغداد، 1978، ص 143 .

وأتربة[68] التي تؤدّي إلى تلف الأسطح[69]، ولكن درجة تأثيرها على الأسطح تختلف باختلاف نوعية الحجر ونوعية الملاط المستخدم كرابط فيما بينها[70].ينظر الصورة رقم:3

ب-2-الرطوبة:

تتّخذ الرطوبة داخل المباني الأثرية ثلاثة أشكال، فقد تكون على شكل ماء سائل أو بخار ماء أو الخاصية الشعرية للماء.

***الماء السائل:** هو الماء الموجود في الثغرات التي توجد في أنابيب الصرف والناتج عن الأمطار والتكاثف، والذي تمتصّه أحجار المبنى المسامية، وذلك في حالة عدم السيطرة عليه، كما أنّه قد يرتفع في هيكل المبنى عن طريق الخاصية الشعرية Capillaritéويتبخّر. وعندما ينفذ ماء الأمطار بواسطة الريّاح نحو الأسطح يتولّد ضغط يساعد على تغلغله إلى الملاط، ومن ثم تتبلّل مواده، فتصبح هشّة[71]. ينظر الشكل رقم 1

* **بخار الماء:** ينتج عن تكثيف الرطوبة على الجدران الباردة، ولاسيّما في فترة الصباح والليل[72]، كما يمكن أن ينتج عن تبخّر الماء الذي ينتقل بواسطة الخاصّية الشعرية في آخر مرحلة لها في حالة ما إذا كان المبنى عامرا، حيث يكثر التنفس والطبخ واستعمال الحمامات. ينظر الشكل رقم 2.

***انتقال الماء بواسطة الخاصّية الشعرية Capillarité** : تعمل هذه الخاصّية من الأسفل إلى الأعلى، ومن البارد نحو الحار، ومن الحالة السائلة نحو الحالة الغازية، ويظهر الماء بصفة خاصّة في المواد المسامية، التي يتنقل فيها بواسطة الخاصّية الشعرية من الأرضيات من خلال الحوائط انطلاقا من الأساسات المبللة[73].ينظر الشكل رقم3

---

[68] – عبد العزيز ضريح شرف، الجغرافية الطبيعة، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية، د.ت، ص 241-242.

[69] – منى فؤاد علي، ترميم الصور الجدارية، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، د.ت، ص 91.

[70] – محمد عبد الهادي محمد،مرجع سابق، 1996، ص 87.

[71]- Jean et Laurent Coignet, la Maison Ancienne, Imprimé en France, 2004, P 112.

[72]– منى فؤاد علي، مرجع نفسه، ص 89.

[73]- Jean et Laurent Coignet , Op.cit, P 112.

تؤدّي الرطوبة إلى تفاعل كيميائي بين أحجار البناء وما يحمله الهواء من أملاح وأحماض ومركبات الفحم الأخرى[74]، فتكثّف بخار الماء في الفترة الصباحية على الجدران السطحية وداخل الثغرات والمسام يؤدّي إلى إذابة الأملاح القابلة للذوبان في الحجر أو في المونات، وتبدأ محاليل هذه الأملاح في التحرّك نحو الأسطح لتتبخّر عند ارتفاع درجة الحرارة، وتتبلور فتحدث ضغوطا موضعية وانفعالات تتلف الأسطح والنقوش. ولا يقتصر فعل الأملاح على الحجر فقط، بل أيضا على الطوب الأحمر، حيث تظهر بلورات كبريتات الكالسيوم المائية(الجبس) الكبيرة الحجم على سطحه، ومن الملاحظ أن كلّ الأملاح السهلة الذوبان مثل كلوريدات وبعض أملاح الكبريتات تبقى في المحلول وتتحرّك متقدّمة أو متراجعة، وذلك تبعا للمتغيرات الجوّية، في حين تتبلور الأملاح الأقل إذابة على الأسطح أو بالقرب منها مثل كبريتات الكالسيوم والجبس[75]. ينظر الصورة رقم:4

ب-3-الأمطار:

المطر هو عبارة عن قطرات من ماء، تسقط من الجوّ اتّجاه سطح الأرض نتيجة لتكاثف السحب، منها الأمطار الخفيفة التي تدوم لفترة طويلة، وأحجام قطراتها صغيرة، وتأثيرها ضعيف بخلاف الأمطار الشديدة الغزارة التي تعرف بقصر مدّة سقوطها، وكبر أحجام قطراتها، وقدرتها على نحت وجرف الأتربة[76]. (ينظر الصورة رقم:5)،يختلف تأثير الأمطار على المباني التاريخية عن تأثير الرطوبة، سواء من ناحية وجود الماء في الأحجار أو من ناحية تغذيتها للمياه الجوفية. كما تعمل الأمطار على نقر الأسطح[77].

---

[74]- أحمد إبراهيم عطية وعبد الحميد الكفافي، مرجع سابق، ص 122.

[75] - محمد أحمد عوض، ترميم المنشآت الأثرية، ط1، دار نهضة الشرق، القاهرة، 2002، ص 130.

[76] حليمي عبد القادر علي، مدخل في الجغرافيا المناخية والحيوية، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1981، ص 180-202.

[77]-Thierry Verdel, Géotechnique et Monuments Historiques, Institut National Polytechnique de Loraine, Ecole des Mines de Nancy, 1993, P 55.

ب-4-المياه الجوفية:

ونقصد هنا المياه التي توجد تحت سطح الأرض وفي المسام الصخرية القريبة من سطح الأرض[78]. ومصدرها مياه الأمطار والسيول والثلوج، ونضيف إلى ذلك تلك الثغرات التي تظهر في قنوات الصرف الصحي[79].

يمكن ملاحظة تأثيرها السلبية في المباني المشيّدة على ضفاف الأنهار وقرب السواحل، أو تلك المبنية على الأراضي الزراعية وفي الأحياء السكنية القديمة التي غالبا ما تفتقر إلى وسائل الصرف الصحي[80].

ب-5-العوامل البيولوجية:

هو مجموعة الخسائر التي تحدثها الكائنات العضوية الدقيقة، إلى جانب تلك الناتجة عن الحشرات والحيوانات والنباتات والطيّور[81].

***الكائنات العضوية الدقيقة: مثل** الفطريات، وهي من بين الكائنات الحيّة التي تشكّل مملكة مستقلّة، كونها رصاصية التغذية أو تتغذّى على بعض المواد العضوية، ومنها ما يعيش حياة طفيلية، وهي على أنواع: فمنها الزقية والخيطية والطحلبية والناقصة. وتنقسم من ناحية الحجم إلى قسمين: الفطريات الدقيقة والفطريات المرئية[82]. ينظر الصورة رقم:6

بالإضافة إلى الحزازات التي تنتج عن إتّحاد الطحالب والفطريات، وتتميز بتنوّعها وسرعة نموّها وانتشارها على أسطح المواد الأثرية، ومن أهمّ أنواعها نذكر: الحزّازات القشرية التي تختلف عن الحزّازات التي تنمو على الأسطح من ناحية القدرة على التغلغل في مواد البناء، كما تعمل على تحليل

---

[78] -مشيل كمال عطا الله، أساسيات الجيولوجيا، ط1، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، 2000م، ص 348- 349.

[79] - Jean et Laurent Coignet, Op.cit, P 115.

[80]- عاصم محمد رزق، علم الآثار بين النظرية والتطبيق، مكتبة مدبولي، 1996، ص 185- 186.

[81]- Thierry Verdel, OP.CIT, P: 49 .

[82]- فتحي دردار، البيئة في مواجهة التلوّث، طبعة منقحة، نشر المؤلف ودار الأمل، تيزي وزو، الجزائر، 2003، ص78.

المواد بسبب ما تنتجه من أحماض عضوية كحمض الأوكساليك، وتزداد شدّة تأثيرها على الأسطح المزخرفة والمزينة بالرسومات التي يصعب تنظيفها وتتطلّب وقاية وعناية دائمة[83].

***الكائنات الحيّة :**

إنّ لتأثير الكائنات الحيّة عدّة مظاهر مثل النباتات والطيّور بمختلف أنواعها والحيوانات مثل الفئران التي تعيش في كلّ الظروف، وتمتاز بسرعة الانتقال في الأنفاق والممرّات التي يصنعها لنفسه داخل التربة والأساسات والجدران وداخل الأسقف الخشبية، إلى جانب الحشرات مثل ناخرات الأخشاب والنمل الأبيض وخنفساء الأثاث وخنفساء نخر الأخشاب وغيرها[84]. ينظر الصورة رقم:7

2- مظاهر تلف المباني الأثرية عن طريق المعاينة الميدانية:

أ-تشقق الحجارة وانكسارها:

تعد المباني الأثرية الحجرية أكثر عرضة للتشقق والتصدع لطبيعتها الفيزيوكيميائية، والتشققات هي عبارة عن فتحات طولية أو عرضية بمقاسات مختلفة قد تكون مجهرية كما يمكن أن تكون كبيرة تصل إلى عدة سنتيمترات ويمكنها أن تقسم الحجارة إلى أقسام أو أجزاء تسقط فيما بعد، وتنشأ الشقوق عادة عن دورات الجليد والذوبان ، كما يمكن أن تنتج عن جذور النباتات أو نتيجة الزلازل والاهتزازات، أو نتيجة القطع الحديدية التي يتم غرسها في الحجارة وهذا عند صدأها و زيادة حجمها[85]. ينظر الصورة رقم:8

ب-فقدان ترابط الحبيبات:

يحدث هذا التفتت وانهيار الحبيبات الرملية في الأماكن الرطبة وغير المتعرضة للتساقط المطري، فتتفتت حبيبات الصخور بسبب ذوبان أسمنت الكالسيت وتبلور الأملاح مثل الهاليت (NaCl) والثناريديت (Na2SO4) والجبس (CaSO4، H2O2). ثم تتراكم في شكل

---

[83] - فتحي دردار ، مرجع سابق، ص 110-112.

[84]- محمد أحمد أحمد عوض، مرجع سابق، ص-ص: 152- 159.

[85] - شلبي زينب، دراسة تلف وصيانة حجر الطوف، مذكرة لنيل شهادة ماجستير في الصيانة والترميم، جامعة الجزائر، 2011، ص:81

مسحوق من بقايا الرمال والصخور على مستوى قاعدة الجدران.يسرع تبلور الأملاح من عملية التفتت حبيبات الصخور وتزيد عملية التآكل في ظل التساقط المطري والرياح.[86] ينظر الصورة رقم:9

ج-مرض الصفائح:

يقصد به انشطار الطبقات الخارجية في شكل طبقات رقيقة (ورقات) أو في شكل صفائح، تحدث في الأماكن المرتفعة الرطوبة والمعرضة للأمطار أو للصعود المياه بالخاصية الشعرية، وفي حجارة الزوايا وأطر النوافذ، وبجوار قنوات تصريف مياه الأمطار، وتوجد هذه الصفائح بعيدة عن التراصف الطبقي وتكون موازية لسطح الجدار، وهي مختلفة عن التشظيات الناتجة عن الجليد والإنفصالات الناتجة عن التمدد المائي، ويتم تشكل هذه الصفائح نتيجة لتبخر الماء وما ينجم عنه من جفاف وترسب للأملاح تتبلور داخل مسام الحجارة محدثة ضغطا كبيرا، ونتيجة لتعاقب دورة البلل والجفاف يزداد الترسب ويؤدي إلى تشقق على طول هذا الخط مسببا تشققا للحجارة، ويمكن لهذه الصفائح أن تنفصل وتسقط فاتحة الطريق لظاهرة تلف أخرى كالتفتت أو التنخرب[87].

د-اسوداد الأسطح:

تعاني معظم المعالم الأثرية من ظاهرة اسوداد الواجهات سواء الداخلية أو الخارجية، ما يعرف بالمرض الأسود، وهذا راجع لعدة أسباب أبرزها وجود ملوّثات جوّية في الهواء التي تتفاعل مع الرطوبة الجوّية ومياه الأمطار وتتحوّل إلى أحماض ، وتحملها الريّاح وتنشر في مساحات واسعة وفي أماكن مختلفة. ينظر الصورة رقم:10

كثيرا ما نصادف هذه الظاهر في المناطق التي ترتفع فيها نسبة التلوّث الجوّي، فغالبا ما نلاحظ أجزاء فاتحة وأخرى داكنة على الأسطح، تتكوّن هذه الأخيرة بسبب التصاق الجسيمات

[86] - Kévin Beck, Étude des propriétés hydriques et des mécanismes d'altération de pierres calcaires à forte porosité, thèse présentée a l'université d'Orléans pour obtenir le grade de docteur , université d'Orléans 2006, p : 20-21

[87] - شلبي زينب، مرجع سابق، ص:81

المنتشرة في الهواء الجوّي على السطح في ظل وجود الرطوبة، فتشكل طبقات رمادية اللون في البداية ثم تتحول تدريجيا إلى طبقة سوداء اللون[88].

هـ-تزهر الأملاح:

التزهر هو عبارة عن ترسب الأجزاء الملحية على أسطح الحجارة ، متخذة أشكالا متنوعة وألوانا متباينة (بقع بيضاء أو رمادية)، نلاحظ تزهر الأملاح في شكل مسحوق (pulvérulentes) أو شعيرات ناعمة duveteuse أو بثور pustuleuses.

عادة ما نلاحظ تزهر الأملاح في الأجزاء السفلية من المبنى ، و في أماكن انتقال الرطوبة بالخاصية الشعرية ولاسيما إذا كان انتقال الرطوبة بالخاصية الشعرية أسرع من عملية التبخر وهنا يصطلح عليه تزهر فرعي subflorescences. ينظر الصورة رقم:11

يرتبط شكل البلورات الزهرية بطبيعة مادة البناء ونوع الملح، وفي ما يلي أهم أنواع هذه الأملاح المتبلورة:

-الكبريتات ($CaSO_4$,$MgSO_4$, Na_2So_4)

-الكلور(NaCL, KCL)

-الكربونات($CaCO_3$,$MgCO_3$)

-النترات(KNO_3, ou salpêtre , $NaNO_3$)[89].

---

[88] -Roger-Alexandre Lefèvre, Les effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux du patrimoine bâti: la pierre et le verre, POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE N° 172, paris, OCTOBRE-DÉCEMBRE 2001, p : 572.

[89] - Mélanie Denecker, Le rôle des sulfates de sodium dans l'altération des roches: application à la conservation du patrimoine bâti, école de Sciences de la Terre, de l'Univers et de l'Environnement , France ,2007 ,p :23-24

تعد كبريتات الصوديوم أكثر ضرارا من كلور الصوديوم، إذ تكوّن كبريتات الصوديوم بلورات ملحية رطبة عكس كلور الصوديوم. كما أنها تتفاعل مع غاز الكبريت الموجود في الهواء نذكر كبريتات الصوديوم المركب الكيميائي ذو الصيغة Na_2SO_4 الملح الصوديومي لحمض الكبريت .

تتواجد كبريتات الصوديوم على هيئتين:

مرحلة لامائية Une phase anhydre نجد كبريتات الصوديوم على شكل مسحوق وهو ما نلاحظه على أسطح المعالم الأثرية.

مرحلة مائية hydratée : تكون كبريتات الصوديوم متحدة مع 10 جزيئات من الماء $Na_2SO_4.10H_2O$، وتدعى في هذه الحالة ملح غلاوبر Mirabilite ، وهو مستقر عند 32.4°م، ويتخذ صيغة أخرى عندما يتحد مع07 جزيئات من الماء ويطلق عليه $Na_2SO_4.7H_2O$ phase heptahydratée، في هذه الحالة يتميز بعدم الاستقرار عند درجة حرارة 24°م[90].

و-تغير اللون:

"ينتج تغير اللون عن الأمطار وقنوات صرف مياه الأمطار التي تحتوي على خلل يسمح للماء أن يتدفق ، ما يسبب غسلا وتعرية للسطح المار من خلاله مما يؤدي إلى تغير في اللون ويصبح أكثر خفتا (فاتح)، كما يتجمع الغبار ودخان السيارات على السطح ، إضافة إلى المستعمرات البيولوجية التي تظهر على سطح الحجارة وتغير لونه منها ما هو أخضر أو بني أو رمادي أو أبيض على حسب النوع الذي ينمو ، كما ينتج عن صدأ الحديد" [91] . ينظر الصورة رقم:12

3- منهجية توثيق الأضرار اللاحقة بالمباني الأثرية:

بعد التعرف بعمق على الأضرار التي أرهقت كاهل المبنى الأثري ومسبباتها، لابد من توثيقها ميدانيا من خلال تطبيق عدة إجراءات. وفيما يلي طريقة تسجيل وتوثيق الأضرار المعتمدة في مشروع ترميم مسجد أولاد الإمام بتلمسان.

---

[90] - Mélanie Denecker, Op.cit , p-p : 06-07.

[91] - شلبي زينب، مرجع سابق، ص-ص: 84-85

-التصوير الفتوغرافي والفيديو، مع الوصف الأدبي. ينظر الصورة رقم 13.

- رسم مخططات متنوعة وتوثيق الأضرار عليها كما يوضح المخطط رقم 2.

خلاصة:

رصد مظاهر التلف كالتشققات وانتفاخ الجدران والتصبغات وظهور بعض الأمراض كالمرض الأسود ، والتعرف عليها عن قرب من خلال معرفة مسببات هذه الأمراض والعوامل المؤدية لها يساعد في تحديد خطة العلاج والترميم. لذا لابد من توثيقها بشتى الوسائل المتاحة ووضعها في أرشيف المعلم الأثري حتى نتمكن من العودة إليها حتى بعد انتهاء أعمال الترميم إذا تطلب الأمر ذلك.