مقدمة:

الأملاح لها دور مهم في تلف المباني الأثرية ولاسيما الواقعة في المناطق الرطبة وخاصة الساحلية، متسببة في ضغوط ميكانيكية وتفاعلات فيزيوكيميائية متعددة نظرا لتنوع مصادر الأملاح في المبنى. إذ تعتبر التغيرات في درجات الحرارة والرطوبة النسبية والرياح من العوامل المساهمة في تبلور الأملاح وفي تلف المباني الأثرية، وفيها يلعب الماء دورا هاما، فعندما يتسرب إلى المسام بطرق مختلفة يتجمد عند انخفاض درجة الحرارة ثم يعود إلى حالته السائلة عند ارتفاع درجة الحرارة، وبتكرار هذه العملية خلال فصول السنة يسهل تلف مواد البناء المتشربة، إذ يزيد حجم الماء بمقدار 9% عند تجمده في درجة الصفر مئوي، ويحدث الجليد ضغطا عند هذه الدرجة مقداره 60 كغ/سم2 تقريبا، ويزيد حجم الضغط كلما انخفضت درجة الحرارة دون 0م°، أما عند ارتفاع درجة الحرارة فتتبخر المياه الموجودة في المسام حاملة معها الأملاح القابلة للذوبان وترسبها على الأسطح أو تترسب داخل مواد البناء محدثة أضرار متنوعة. نهدف من خلال البحث حصر مظاهر التلف الناجمة عن تواجد الأملاح في المبنى ، لذلك أثرنا إشكالية البحث في مصادر الأملاح في المبنى الأثري وكذا دورة الأملاح في مواد البناء وما يصاحبها من تفاعلات كيميائية وضغوطات ميكانيكية على مواد البناء .

1-تعريف الأملاح:

الأملاح مادة أيونية تنتج من تفاعل حمض وقاعدة، أو تنتج من إحلال أيون موجب محل أيون الهيدروجين في الحمض ، أو تنتج من إحلال أيون سالب محل أيون الهيدروكسيد في القاعدة[i].

2-أنواع الأملاح: تنقسم الأملاح إلى ثلاث أنواع :

- الأملاح الحمضية Sel Acide : ملح يزيد من تركيز أيون الهيدرونيوم عند إذابته في الماء، وتكون قيمة PH لمحلوله المائي أقل من 7.

- الأملاح القاعدية Sel Basic: ملح يزيد من تركيز أيون الهيدروكسيد عند إذابته في الماء . وتكون قيمةPh لمحلوله المائي أكبر من7 .

- الأملاح المتعادلة Sel Neutralise: ملح لا يؤثر في تركيز أيون الهيدروكسيد وأيون الهيدرونيوم عند إذابته في الماء . وتكون قيمة PH [ii] لمحلوله المائي تساوي 7 .

3-مصادر الأملاح:

تتعدد مصادر الأملاح في المباني الأثرية بين مصادر داخلية وأخرى خارجية:

3-1-المصادر الداخلية:

-نوع مادة بناء المبنى بحد ذاتها .

- نوعية الملاط الرابط بين مواد البناء، على سبيل المثال ملاط الجبس الذي يعد مصدر رئيسي لملح الكبريتات .

-مواد الترميم.

-تأكسد البيريت la pyrite وتحولها إلى جبس[iii].

3-2- المصادر الخارجية:

-مياه البحر: تعد مياه البحر مصدر رئيسي للأملاح، إذ يزداد نشاطها في البيئة الساحلية وتنتقل إلى مواد البناء بواسطة رذاذ البحر أو الأمطار المحملة بكميات معتبرة من الأملاح و الرطوبة الجوية و المياه الجوفية وما تحملانه من أملاح ذائبة[iv] .

يحتوي البحر الأبيض المتوسط حوالي 38.4 غرام من الملح في اللتر الواحد، وذلك لاتصاله بالمحيط الأطلسي عبر مضيق جبل طارق الذي يعتبر مصدرا لمياهه. ومن الأملاح الأساسية المكونة لمياه البحر نذكر مايلي:

نوع الملح	تركيزه في مياه البحر /كغ
الكلور	19
الصوديوم	10.6
سلفات	2.7
مغنزيوم	1.3
كالسيوم	0.4
بوتاسيوم	0.4

الجدول رقم 1 يمثل الأملاح الأساسية المكونة لمياه البحر الأبيض المتوسط [v].

- رذاذ البحر: يتميز هواء المدن الساحلية بتشبعه بالرطوبة المحملة بالأملاح، وعند جفاف هذا الهواء تتسرب دقائق صغيرة من بلورات الأملاح على سطوح الآثار المختلفة، مشكلة بقع رطبة على سطح المباني الأثرية تنمو عليها الفطريات أو الطحالب، أو يذوب الملح ويتسرب نحو المسام ليتبلور أثناء ارتفاع درجة الحرارة، مما يلحق تدميرا بالسطح بعد وقت طويل مع تكرار العملية[vi].

- الأمطار الحمضية: تعتبر الأمطار الحمضية أحد عوامل تلف مواد البناء المباني التاريخية، وتساهم في تكون أملاح متنوعة بفعل التفاعلات الكيميائية التي تحدثها مع مواد البناء خاصة الأحجار الكربوناتية، بسبب ما تحتويه من أحماض ناتجة[vii] عن تفاعل الغازات المحتوية على الكبريت، ولاسيما تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجين عند وجود الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس، فيتشكل أكسيد آخر من أكاسيد الكبريت المعروف باسم ثالث أكسيد الكبريت، الذي يتفاعل مع بخار الماء ليكوّن حمض قوّي يسمى الكبريتيك، الذي يبقى معلقا في الهواء في شكل رذاذ دقيق، وفق المعادلة التالية:

$$So_2 + {}^1/_2\, O_2 \longrightarrow So_3 + H_2O$$

الماء ثالث أكسيد الكبريت أكسجين ثاني أكسيد كبريت

$$So_3 + H_2O \longrightarrow H_2So_4$$ حمض الكبريتيك

بعض جزيئات هذا الرذاذ الناتج عن اتحاد بعض المواد القلوية مثل النشادر الموجود في الهواء يتحوّل إلى كبريتات النشادر، التي تبقى معلقة في الهواء على شكل دقائق كبريتات النشادر وحمض الكبريتيك، ويظهر على هيئة ضباب خفيف، وعند سقوط الأمطار يذوبان في ماء المطر، ويسقطان على هيئة مطر حمضي[viii].

كما تتفاعل أكاسيد النيتروجين مع الماء لتكون حمض النيتريك، والكلور مع الماء ليكون حمض الهيدرو كلوريك، وأخيرا ثاني أكسيد الكربون مع الماء معطيا حمض الكربونيك[ix]،

وفقا للمعادلة التالية: $$Co_2 + H_2o \longrightarrow H_2Co_3$$

يؤثر حمض الكربونيك على مواد البناء التي تحتوي على كربونات الكالسيوم والمغنزيوم مثل ملاط الجير، والحجر الجيري، والرخام التي تتفاعل معه وتتحوّل إلى بكربونات، فقد لوحظ تآكل وتفتت بعض أحجار برج لندن **و**كنيسة **لود ستمتستر**، إذ بلغ عمق التآكل بعض السنتيمترات، كما يتفاعل حمض الكربونيك مع منتجات السراميك التي تتكوّن من سليكات الكالسيوم والألمنيوم القابلة للذوبان في المياه الحمضية، على الرغم مما تتميز به من خواص منع وصد لمياه الأمطار ، وفي حالة الجفاف تتبلور هذه المواد الذائبة على الأسطح فينجر عنه تقشر الحجارة وتفتت سطحها[x].

كما توجد مصادر أخرى للأملاح منها المياه الجوفية ، مياه الأمطار، التربة، استخدام الأملاح في إذابة الثلوج والجليد، مواد التطهير مثل ماء جافيل، أبخرة البراكين، الجسيمات الصلبة ....[xi].

4–عوامل تبلور الأملاح في المبنى الأثري:

توجد مجموعة من العوامل تساهم بشكل مباشر في ترسيب وتبلور الأملاح نلخصها في الجدول التالي:

العوامل البيئية	خواص مادة البناء	العوامل البشرية
الماء	التركيبة المعدنية	مواد الترميم الحديثة
الخاصية الشعرية	مدى المسامية	استعمال المبني
السيول	الصلابة	المبيدات الحشرية
تكاثف بخار الماء على سطح المبنى		استعمال مواد التطهير والتنظيف
تباين في درجات الحرارة والرطوبة النسبية		
التلوّث الجوّي		

الجدول رقم2: يوضح عوامل تبلور الأملاح

5– دورة الأملاح في المبنى الأثري:

يؤدي تكثف بخار الماء – في فترات ارتفاع الرطوبة النسبية على أسطح المباني– إلى انتشار الماء الناتج داخل الأحجار الرسوبية، ثم إذابته للأملاح القابلة للذوبان سواء في الحجر نفسه أو في المونات، وطبقات الشيد، وتبدأ المحاليل في التحرك نحو الأسطح الخارجية لتتبخر أثناء فترات الجفاف، فيلاحظ بعد ذلك تبلور الأملاح على الأسطح، ومع استمرار نمو هذه البلورات تزيد عملية الضغوطات الموضوعية والانفعالات التي تتلف الواجهات والنقوش[xii].

ومن الملاحظ أن كل الأملاح الذائبة تميل إلى الحركة نحو الخارج، والأملاح الأكثر إذابة مثل الكلوريدات وبعض أملاح الكبريتات تبقى في المحلول وتتحرك متقدمة أو متراجعة، وذلك تبعا للتغيّرات التي تحدث في المناخ والجوّ، أمّا الأملاح الأقل إذابة تتبلور على السطح أو بالقرب منه مثل كبريتات الكالسيوم والجبس[xiii]، كما لوحظ أن كميات الجبس وكبريتات الكالسيوم (أنهيدريت) تكون كبيرة في حالة المباني المعرضة للضوء والحرارة عنها في حالة المباني المعتمة لاستمرار عملية البخر[xiv].

في الواقع، درجة التبلور تعتمد على نوع من الملح (مصدر التبلور)، ومستويات التشبع من مصدر الأملاح، ودرجة التشبع في حد ذاتها ترتبط بمعدل التبخر (سريع إذا كان جوّ الجاف، أو بسبب تعرض المبنى باستمرار لأشعة الشمس القوية ...)، بالإضافة إلى سبب في تبلور الأملاح على السطح أو داخل مادة البناء، الذي يخضع إلى مدى الاختلاف بين مسامية مادة البناء ومسامية الملاط الرابط ، وتوجد أملاح قابلة للذوبان تتأثر باختلاف درجات الحرارة والرطوبة النسبية[xv].

وعلى العموم يتحكم في شكل التبلور وطريقة تبلور الأملاح عاملين هما:

-عامل خارجي: خصائص العوامل المناخية في الوسط(الرطوبة ، الحرارة ، الرياح)

-عامل داخلي: الخصائص الجوهرية للمادة، الرطوبة ، نوع الملح الموجود في مادة البناء[xvi].

فعندما تتبلور الأملاح داخل مواد البناء تتسبب في انشطار وتفكك المواد وزيادة الشقوق الموجودة، في حين عندما يكون التبلور على سطح المبنى فإنّها تتزهر وتترسب على شكل طبقات صلبة أقل تدميرا[xvii].

---

[i] – رقية عبد الصمد، أثر الرطوبة والأملاح على الصخور الكلسية في المباني الأثرية، مذكرة لنيل شهادة ماجستير، في صيانة والترميم، جامعة الجزائر، 2009، ص 67.

[ii] – المرجع نفسه، ص: 68

[iii] – 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 20

[iv] – Mélanie Denecker , op.cit, p 21

[v] – توابتي رضا ، حماية المباني الأثرية من الأخطار البحرية، مذكرة لنيل شهادة ماجستير في علم الأثار والمحيط، جامعة تلمسان،2018 ، ص: 30 .

[vi]– هزار عمران وجورج دبورة، المباني الأثرية ترميمها صيانتها والحفاظ عليها، منشورات وزارة الثقافة، المديرية العامة للآثار والمتاحف، سوريا، 1998، ص: 78.

[vii]– محمد عبد الهادي محمد، مبادئ ترميم الآثار غير العضوية، مكتبة نهضة الشرق، القاهرة، 1996، ص: 223.

[viii]– بوجلابة فوزية سعاد، أخطار التلوث البيئي على المعالم الأثرية بمدينتي وهران وتلمسان، أطروحة دكتوراه في العلوم، جامعة تلمسان، الجزائر،2015، ص:78 .

[ix]– محمد محمود دهبية، علم البيئة، ط1، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، الأردن، 2010، ص 51.

[x]–بوجلابة فوزية ، مرجع سابق،ص: 78

[xi] – Mélanie Denecker, op.cit,p 20

[xii]– عزت زكي حامد قادوس، علم الحفائر وفن المتاحف، مطبعة الحضري، الإسكندرية، 2004، ص: 209

[xiii] –عند انخفاض نسبة الرطوبة يتحول الجبس إلى انهدريت، يلاحظ هنا فقدان الماء المتحد كيميائيا مع كبريتات الكالسيوم لينتج عنه تقاعل شديد في طبقات الملاط $caSo_4{}_2H_2O$ $caSO_4$ ينظر عزت زكي حامد قادوس، مرجع نفسه، ص: 259.

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

[xv] – Philippe Bromblet, , Altérations de la pierres, Association MEDISTONE –,France, 2010, p :10.

[xvi] – Mélanie Denecker, Op.cit , p : 23

[xvii] –Henri de la Boisse et autre, Les monuments historiques et la pierre, Direction régionale des affaires culturelles du Languedoc-Roussillon (drac-l.-r.) , France, 2012, p :24