# تأثير الظروف البيئية
# (درجة الحرارة ، الرطوبة ، الاضاءة ، الملوثات الكيميائية)
# على مواد المقتنيات المتحفية اثناء العرض والتخزين

**أ.د. اسراء قحطان صبري**
كلية هندسة المواد /جامعة بابل
mat.asraa.kahtan@uobabylon.edu.iq

**أ. مازن محمد حسين**
مركز بابل للدراسات الحضارية والتاريخية/جامعة بابل
mazin.husain@uobabylon.edu.iq

**الكلمات المفتاحية:** (المتحف ،الرطوبة ،الاضاءة)

**كيفية اقتباس البحث**

صبري ، اسراء قحطان، مازن محمد حسين، تأثير الظروف البيئية(درجة الحرارة ، الرطوبة ، الاضاءة ، الملوثات الكيميائية)على مواد المقتنيات المتحفية اثناء العرض والتخزين ،مجلة مركز بابل للدراسات الانسانية، تموز ٢٠٢٥،المجلد:١٥ ،العدد:٤ .

**هذا البحث من نوع الوصول المفتوح مرخص بموجب رخصة المشاع الإبداعي لحقوق التأليف والنشر ( Creative Commons Attribution ) تتيح فقط للآخرين تحميل البحث ومشاركته مع الآخرين بشرط نَسب العمل الأصلي للمؤلف، ودون القيام بأي تعديل أو استخدامه لأغراض تجارية.**

**مفهرسة في Indexed**
**IASJ**

**مسجلة في Registered**
**ROAD**

# Impact of environmental conditions (temperature, humidity, lighting, chemical pollutants) On museum collection materials during display and storage

**Mr. Dr. Israa Qahtan Sabry**
College of Materials Engineering/University of Babylon

**A. Mazen Muhammad Hussein**
Babylon Center for Cultural and Historical Studies/University of Babylon

**Keywords** : (museum, moisture , lighting)

**How To Cite This Article**
Sabry, Israa Qahtan , Mazen Muhammad Hussein, Impact of environmental conditions(temperature, humidity, lighting, chemical pollutants)On museum collection materials during display and storage ,Journal Of Babylon Center For Humanities Studies, July 2025,Volume:15,Issue 4.

**This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/**

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

**Abstract:**

The research is a serious attempt towards museum work for preserving human and cultural heritage, as museum holdings and inventories are a rich cultural heritage for any society, and there are many dangers that threaten museum holdings in all museums and under all circumstances. These dangers threaten the world's museums as a result of changes in climatic, biological, chemical and physical factors and the development of events on the surface of the Earth. This study aims to understand the risks that exist in the display and storage environment that cause gradual and cumulative deterioration and damage to antiquities and museum holdings, and the necessary steps to protect them from damage. In order to provide a safe environment for displaying and storing archaeological holdings and preserving them from damage. It is known that the simplest and least expensive methods for maintaining and treating

archaeological collections and preserving them for future generations are to use the prevention method, which is represented by the term "Preventive" conservation, which means a number of procedures that lead to protecting the antiquity and protecting it in the long term from the effects of damaging environmental factors and conditions during its use, transportation, handling, or display and storage. The research deals in its first section with defining museum term linguistically and technically, as well as the types of museums, the concept of museum collections, and the concept of preventive preservation of museum collections. The second section of the research dealt with the environmental hazards to which museum collections and their types are exposed. As for the third section of the study dealt with preserving and maintaining museum collections and their types, as well as examination tools and techniques and preventive maintenance procedures. The research has been supported with pictures, tables, and identification diagrams that are necessary for such a study. Specialized and diverse sources were used to benefit the study. This study is a modest effort towards museum work in which the cultural and human heritage of museum collections are preserved.

**الملخص:**

البحث محاولة جادة في سبيل عمل متحفي يرتقى به الى مستوى الحفاظ على التراث الانساني والحضاري ، حيث تعد الموجودات والمخزونات المتحفية ارثا حضاريا غنيا لأي مجتمع من المجتمعات . وهنالك العديد من الاخطار التي تهدد المقتنيات المتحفية في جميع المتاحف وفي جميع الظروف ، أنّ هذه الأخطار تهدد متاحف العالم نتيجة التّغيرات في العوامل المناخية ، البيولوجية ، الكيميائية والفيزيائية وتطوّر الأحداث على سطح الكرة الأرضية. تهدف هذه الدراسة إلى الإلمام بالمخاطر التي توجد في بيئة العرض والتخزين والتى تسبب تدهور وتلف تدريجي وتراكمي للآثار والمقتنيات المتحفية، والإجراءات اللازمة لوقايتها وحمايتها من التلف من اجل توفير بيئة آمنة لعرض وتخزين المقتنيات الأثرية والحفاظ عليها من التلف. ومن المعروف أن الطرق الأبسط والأقل تكلفة في صيانة وعلاج المقتنيات الأثرية وحفظها للأجيال القادمة، هي استخدام اسلوب الوقاية والذي يتمثل بمصطلح " الصيانة الوقائية Preventive conservation" والمقصود بها عدد من الإجراءات التي تؤدي الى وقاية الأثر وحمايته على المدى البعيد من تأثيرات العوامل والظروف البيئية المتلفة أثناء استخدامها أو نقلها أو تناولها أو عند العرض والتخزين ، يتناول البحث في المبحث الاول منه التعريف بمصطلح المتحف لغويا واصطلاحا وكذلك انواع المتاحف ومفهوم المقتنيات المتحفية ومفهوم الحفظ الوقائي للمقتنيات المتحفية ، تناول المبحث الثاني من البحث الاخطار البيئية التي تتعرض لها المقتنيات المتحفية

وانواعها ، اما المبحث الثالث من الدراسة فقد تناول حفظ وصيانة المقتنيات المتحفية وانواعها وكذلك ادوات وتقنيات الفحص و اجراءات الصيانة الوقائية ، تم تعزيز بحثنا بالصور والجداول والمخططات التعريفية التي لابد منها لهكذا دراسة ، تم استعمال مصادر متخصصة ومتنوعة تفيد الدراسة . تعد هذه الدراسة جهدا متواضعا في سبيل عمل متحفي يحافظ فيه على الارث الحضاري والانساني للمقتنيات المتحفية.

**المقدمة:**

المتحف هو الموقع الذي يحتوي على العديد من المقتنيات المصنوعة من مواد عديدة عضوية وغير عضوية منها: الاخشاب – الحجر – الفخار– الخزفيات – انواع المعادن وغيرها. تتعرض هذه المواد عادة عند الحفظ والتخزين والعرض إلى ظروف بيئية مختلفة. هناك العديد من الظروف التي تهدد المقتنيات المتحفية مثل الحرائق والسرقات والفيضانات، إلا أن أخطر العوامل التى تؤدي الى تلف وتدميرالآثار والعديد من المقتنيات المتحفية هي الظروف البيئية المتمثلة فى ارتفاع وتذبذب درجات الحرارة والرطوبة والملوثات الجوية المختلفة.

أنّ هذه الأخطار تهدد جميع متاحف العالم نتيجة التّغيرات في العوامل المناخية ، البيولوجية ،الكيميائية والفيزيائية وتطوّر الأحداث على سطح الكرة الأرضية . تهدف الدراسة المقدمة إلى الإلمام بالمخاطر والأسباب التى توجد فى بيئة العرض والتخزين والتى تسبب تدهور وتلف تدريجي وتراكمي للآثاروالمقتنيات المتحفية، والإجراءات اللازمة لوقايتها وحمايتها من التلف لأجل توفير بيئة آمنة لعرض وتخزين المقتنيات الأثرية والحفاظ عليها من التلف. من المعروف أن الطرق الأبسط والأقل تكلفة فى صيانة وعلاج المقتنيات الأثرية وحفظها للأجيال القادمة، هى استخدام اسلوب الوقاية والذي يتمثل بمصطلح " الصيانة الوقائية Preventive conservation" والمقصود بها عدد من الإجراءات التى تؤدي الى وقاية الأثر وحمايته على المدى البعيد من تأثيرات العوامل والظروف البيئية المتلفة أثناء استخدامها أو نقلها أو تناولها أو عند العرض والتخزين

تتمثل بعض المخاطر على المقتنيات الأثرية فى حالتي العرض والتخزين بالظروف البيئية المحيطة فيما اذا كانت المقتنية موجودة فى الهواء أو مغطات فى التربة أو مغمورة فى الماء، بعض الظروف يتعلق باستعمال مواد يتولد عنها أبخرة وأحماضا ضارة ، مثل هذه الأخطار ينبغى الوقوف عليها والإلمام بها وذلك لأخذ الاحتياطيات ووضع استراتيجيات وإجراءات الصيانة والوقاية اللازمة لمواجهتها وهذا ما تهدف إليه هذه الدراسة ،حيث تعتمد المتاحف الحديثة على استراتيجية الحفظ الوقائي المتعلق بمراقبة وفحص الرطوبة النسبية، الحرارة

،الإضاءة وتركيبة الجو الكيميائية لتفادي تعرض المقتنيات المتحفية إلى عوامل التلف المختلفة وذلك باستخدام الوسائل الوقائية اللازمة لحفظ المقتنيات ولضمان استدامتها لفترة طويلة.

وهناك أنواع اخرى من المخاطر التي تهدّد المتاحف من أحداث مفاجئة وكارثية مثل الزلازل ، والفيضانات، والحرائق، والصراع المسلح إلى عمليات التدهور والتلف التدريجي والتراكمي التي تسببها العوامل البيولوجية الكيميائية والفيزيائية وقد لايتمثل الخطربالاضرار المادية في المقتنيات المتحفية ، فيكون بشكل خسارة معلوماتية، تتسبب في عدم القدرة للوصول إلى المعلومات التاريخية للقطع التراثية حيث تلحق بالمقتنيات المتحفية أو الموقع الأثري خسارة في القيمة إذا لم يكن هناك توثيق صحيح أو إذا ضاع التوثيق الموجود.

ان تقديم هذه الدراسة جاء بعد زيارة لمتحف الحلة المعاصر في محافظة بابل والاطلاع على المقتنيات التراثية وطريقة العرض والخزن للمساهمة في خدمة مدينتنا من خلال تقديم خبرة المختصون في مجال الصيانة وعرض نتائج دراسات علمية سابقة في مجال تاثير العوامل البيئية على مواد المقتنيات المتحفية وكيفية فحصها وتقليل تاثيرها مساهمة للحفاظ على الارث التاريخي ليكون شاهدا للاجيال.

## المبحث الاول

## المصطلحات التقنية

**المتحف**: هو المكان المخصص لحفظ وتوثيق وعرض وصيانة التراث الانساني والطبيعي والتطور العلمي والفني ونشر المعرفة الانسانية والحضارية في المجتمع. ان كلمة (متحف): فاعل من اتحف ، وكلمة (تحف): وهي جمع تحفة .و(تحفه) اسم: يقال لما له قيمة فنية او أثرية ,ويمتلئ المتحف بالتحف الفنية واثار وادوات لها قيمة تاريخية او فنية [١].

جاء في معجم لسان العرب في تعريف كلمة (متحف) وهي من (تحف)، (متحف): تحف :التحفة: الطرفة من الفاكهة وغيرها من الرياحين. والتحفة بفتح الحاء والجمع (تحف)[٢].

والتحفة: وزان رطبة ما أتحفت به غيرك [٣]. وكذلك (اتحفه): اعطاه تحفه ويقال اتحفه بكذا.

(التحفة) : الطرفة ويقال لماله قيمة فنية أو أثرية :تحفه والجمع تحف [٤].

و المتحف :موضع التحف الفنية أو الاثرية والجمع متاحف

**المقتنيات المتحفية**: هي مجموعة اغراض مادية وغير مادية ذات قيمه علمية، أو فنّية، أو تاريخية، محفوظة بداخل المتاحف تمّ جمعها مع مرور الوقت وفق معايير دقيقة ويتم تخزينها، والاعتناء بها، واستخدام وسائط متعددة لتقديمها للجمهور ، كالعرض الدّائم، والعرض المتنقل،وجداريات العرض الافتراضي، وغيره. تشمل المقتنيات المتحفية اللّقى الأثرية، والوثائق



Journal Of Babylon Center For Humanities Studies 2025 Volume :15 Issue : 4
(ISSN): 2227-2895 (Print) (E-ISSN):2313-0059 (Online)

الأرشيفية والصّور التّاريخية، وقد تتمثل بعدد من المجموعات الطّبيعية مثل خام المعادن ، واللّوحات الفنّية من النّباتات المجفّفة ، وبقايا الحيوانات المحنّطة ونماذج الفنون التّطبيقية التّقليدية، كالألبسة، والأواني الفخارية، والتّحف الخشبية، وغيرها [٥].

**المتحف الافتراضي:** هو كياناً افتراضياً يمثله موقع على شبكة الإنترنت يستخدم لعرض عدداً من المقتنيات المتحفية المتواجدة في عدد من المتاحف أو الأماكن المختلفة ضمن موقع واحد على الشبكة ؛ومن خلال هذا الموقع يتم التعليق على المقتنيات المعروضة ونشر الدراسات و البحوث المرتبطة بها وغير ذلك من المعلومات والخدمات المتحفية [٦].

**مفهوم الحفظ الوقائي:** هو عدد من الخطوات والإجراءات التي تهدف إلى تقليل الإضرارواالتلف التي يسببها الجو المناخي والبيئة المحيطة بالمقتنى الاثري ، عن طريق التدخل غير المباشربطريقة تحفظ للمقتنى الاثري طابعه الأصلي وقيمته التاريخية، والفنية [٧] .

**المراقبة البيئية:** هو دراسة المعايير الفيزيائية (درجة الحرارة، الرطوبة، الاهتزازات ،كثافة الغبار) ،الكيميائية (الضوء، الملوثات الغازية) والبيولوجية (الفقاريات، الحشرات والكائنات الدقيقة) [٨]

**البطاقة التنفيذية لمخطط الحماية:** هي استمارة تقييمية طويلة، تحتوي على المعلومات الضّرورية عن المتحف بما فيها مخطط بنايته، واقسامه الحسّاسة، والتجهيزات الالكترونية المنصّبة لهذا الغرض، والطّاقم البشري السّاهر على هذه العملية الوقائية، وهي بذلك توضّح مدى استعداد المتحف لمواجهة الأخطار الإنسانية والكوارث الطبيعية المحيطة به [٩].

## المبحث الثاني

## الاخطار التي تتعرض لها المقتنيات المتحفية

هناك عشرة عوامل تسبب تدهور وفقدان المقتنيات المتحفية يوضحها الشكل ادناه:

**شكل يوضح انواع مختلفة من الاخطارالتي تتعرض لها المقتنيات المتحفية اثناء العرض والتخزين**[١٠]

ان الجوانب الرئيسية لنظام التحكم في بيئة العرض والتخزين هي تنظيم درجة الحرارة وتنظيم الرطوبة النسبية وتحديد مصادر الاضاءة اضافة الى تنظيم حركة الهواء .هذه العوامل تتفاعل مع بعضها لتؤثر على البيئة التي تحيط بالمقتنيات المتحفية

**١. ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية وتذبذبها**

يعتبر بخار الماء أحد مكونات الغلاف الجوى، وتختلف نسبته باختلاف المنطقة والمناخ والموسم من السنة ووقت اليوم نهارًا أم ليلا. ويعبر عن تركيز بخار الماء والتى تعرف بالرطوبة النسبية Relative Humidity فى الجو بمصطلح الرطوبة النسبية المئوية لبخار الماء فى ا لهواء مقارنة بالنسبة اللازمة لتشبع الهواء عند نفس الدرجة من الحرارة.

ان عمليات صدأ المعادن وتآكلها تكون أكثر شدة وسرعة فى الجو الرطب لأن أغلب التفاعلات الكيميائية تحدث بمساعدة الرطوبة اللازمة لاستمراره. ويتضاعف تأثير الرطوبة إذا وجدت أيونات أخرى كالكلوريد والكبريت والنيتروجين والكربون. حيث تؤدى الرطوبة العالية فى وجود مثل هذه الأيونات إلى تكون أحماض مثل حمض الكربونيك، وحمض الكبريتيك، وحمض النيتريك، ومركبات الكلوريدات القاعدية على أسطح المشغولات المعدنية المختلفة فى البيئات

المختلفة. وتقوم الرطوبة بدور المحلول الموصل الكهربائي يمثل المعدن فيها القطب الموجب anode بينما تمثل بعض مناطق السطح أو الطبقات الخارجية لراسب الصدأ القطب السالب cathode وتسمى التفاعلات التى تحدث على المعدن بتفاعلات الأكسدة oxidation reactions وتكون مصحوبة بإذابة أو تحلل المعدن فى الالكتروليت وتكوين أيونات موجبة نتيجة فقده للالكترونات، بينما تعرف تفاعلات المهبط بتفاعلات الاختزال reduction وتشمل انبعاث للهيدروجين. [١١]

**١.١ مصادر الرطوبة**

تأتى الرطوبة أو بخار الماء فى بيئتي العرض والتخزين بصورة أساسية من مصدرين؛ أولهما مصدر خارجى يتمثل فى ماء المطر، أو البحيرات أو الأنهار أو البحار القريبة، ومن الجدران من مواسير المياه الراشحة أو من خلال الخاصية الشعرية من الأرضية إلى الجدران. ومصدر داخلى من خلال التنفس حيث ينتج الإنسان فى العادة ٥٠ غم من بخار الماء كل ساعة. أو من خلال المساحات الرطبة أو من خلال التكثف على الأسطح الباردة.

تعتمد الرطوبة النسبية على درجة الحرارة، فإذا انخفضت الحرارة داخل هذه الأجواء فإن الرطوبة النسبية سترتفع وبالعكس فى حالة ارتفاع الحرارة ستنخفض الرطوبة النسبية.مثل هذه التغيرات يمكن أن يسببها ضوء الشمس أوبقع الضوء المركزة أو التدفئة فى بيئتي العرض والتخزين. والسبب الشائع للرطوبة العالية فى المتاحف وفى بيئة التخزين هو تسرب الرطوبة إلى الجدران والأسقف مما يتطلب الأمر عدم عرض وتخزين الآثار على مثل هذه الجدران أو بالقرب منها.

ويشكل التكثف خطورة بالغة على المقتنيات المتحفية المعروضة أوالمخزنة لأن قطرات الماء هذه تسبب تفاعلات كيميائية مختلفة بفعل الملوثات أوالكيماويات المختلفة أو الكائنات الحية الدقيقة مما يعجل من تعرض المشغولات الأثرية المعدنية للصدأ والتآكل. ان زيادة الرطوبة النسبية عن معدلها المسموح به فى بيئتي العرض والتخزين٦٥ % يتطلب استخدام أجهزة موضعية خافضة للرطوبة (dehumidifiers) وهذه الأجهزة تحتوى على كيماويات ماصة للرطوبة مثل السيليكا جل Silica gel او الزيولايت Zeolite وهناك أجهزة تعمل أوتوماتيكيًا تحتوى على أجهزة حساسة للرطوبة humidity sensors تعطى الإشارة لتشغيل الأجهزة الرافعة أو الخافضة للرطوبة حسب نسبة الرطوبة فى الجو المحيط حيث أن أجهزة القياس هذه متصلة بعقل الكترونى يعطى إشارة التشغيل أو الإيقاف فى الوقت المناسب آليًا لضبط رطوبة جو خزانات أو صالات العرض أو حجرات التخزين. وذلك فى حالة عدم وجود تكييف مركزى Controlled central air condition متحكم فيه ليلا ونهارًا. [١٢]

**٢.١ تاثير الرطوبة على بعض المعادن**

**الآثار المصنوعة من النحاس وسبائكه** يكون تأثير الرطوبة عليها ملحوظًا فى وجود أيونات متلفة مثل الكلوريد أو الكبريت. حيث تؤدى الرطوبة المرتفعة عن الحد المسموح به داخل أجواء المتاحف أو فى بيئة التخزين وفى وجود أيون الكلوريد إلى تطور ظاهرة التاكل المعروف بمرض البرونز Bronze disease فى النحاس وسبائكه، والذى يتميز بوجود بقع ذات لون أخضر فاتح فى شكل حفر أو بثرات يغطيها هذا المسحوق الأخضر الفاتح . ويعتبر التحكم فى الرطوبة النسبية هو الطريقة الأساسية لمنع مرض البرونز . وفى وجود، أيون الكبريت تتكون على أسطح هذه الآثار كبريتيدات النحاس وكبريتاته .

أما **الآثار المصنوعة من الحديد** فتتفاعل مع الأكسجين فى وجود الرطوبة العالية لتكون طبقة من نواتج صدا أكاسيد الحديديك القاعدية المسامية وغير المتماسكة وهيدروكسيدات الحديديك والحديدوز وكلوريدات الحديد فى وجود ايون الكلوريد ودورة الرطوبة النسبية سواء اليومية أو الموسمية لا تمثل مشكلة كبيرة للآثار المعدنية، وإنما التعرض المستمر للرطوبة المرتفعة هو الذى يمثل خطرًا على الآثار المعدنية.

**اما الآثار المصنوعة من الفضة** لا تتأثر بالأجواء الجافة أو الرطبة فى بيئتي العرض، والتخزين طالما كانت هذه البيئة خالية من الأوزون والآمونيا ومركبات الكبريتيد وليس المهم التحكم فى الرطوبة النسبية فقط بل المهم أيضا تقليل التذبذب فيها بين الارتفاع والانخفاض. ويوصى بأن يكون معدل الرطوبة النسبية ببيئتي العرض والتخزين لكل المواد الأثرية من ٤٥ – ٦٥ % ، وفى حالة المشغولات الأثرية المصنوعة من أكثر من نوع من المواد كأن تكون مشغولة معدنية متصلة بمادة عضوية كالنسيج أو الخشب فإن معدل الرطوبة النسبية يجب أن يتمشى مع الظروف التى يوصى بها لأكثر هذه المكونات حساسية للرطوبة وهى المواد العضوية فى هذه الحالة. [١٣]

كرات مدفعية تعاني من الصداء والتاكل بسبب الرطوبة النسبية العالية [١٤]

مرض البرونز / احد مقتنيات متحف الحلة المعاصر

**٢ . تذبذب درجات الحرارة**

لا يمكن أن تؤثر درجة حرارة الغرفة على التركيب المعدنى Metallurgical structure للمعدن، حيث يتطلب ذلك درجة حرارة أعلى بكثير من درجة حرارة الغرفة وقد لا ينطبق هذا على الصلب القاسى فقد سجل أن درجات الحرارة تحت ١٠٠ °م يمكن أن تغير فى التركيب المعدنى للأدوات والأسلحة المصنوعة منه ، غير أن مثل هذه الدرجة تبقى مرتفعة عما يمكن أن يوجد فى بيئتي العرض والتخزين. ولا تتأثر المعادن بدرجات الحرارة عند معدلاتها العادية، غير أن درجات الحرارة لها تأثيرها المباشر على بعض التفاعلات الكيميائية، وهذا التأثيريكون مضاعفًا مع ارتفاع درجة الحرارة بمعدل ١٠ °م عن درجة حرارة الغرفة. لذلك فإن تفاعل المعادن مع الأكسجين والملوثات الجوية مثل أكاسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين وغيرها تحدث بصورة

أسرع نسبيًا فى الصيف عنه فى الشتاء. ولدرجة الحرارة فى معدلاتها العادية تأثيرعلى المواد المصاحبة للمعادن فى بيئتي العرض والتخزين مثل اللواصق والأغطية نتيجة التعرض لها لمدة طويلة، حيث تتحلل اللواصق أو يتغير لونها كما يمكن أن تصبح الأغطية السطحية على المعادن أ كثرلزوجة sticky وجاذبة للأتربة والغبار.

ان انخفاض درجة الحرارة عن معدلاتها الطبيعية لا يؤثر على معظم المعاد ن، ولكن هناك استثناء وحيد وهو القصدير، حيث يوجد القصدير فى صورة القصدير الأبيض الثابت فوق درجة حرارة 13.2 °م يتغير إلى القصدير الرمادى white tin غير المتماسك لو قلت درجة الحرارة عن هذا المعدل، وتسمى هذه الظاهرة بآفة او مرض القصدير tin pest . وتتميز المعادن بالمعامل العالى للتمدد الحرارى مما يجعل التذبذبات فى درجة الحرارة تؤدى إلى تمدد وانكماش طفيف فى أبعاد المعد ن. ولا يمثل هذا أهمية كبير ة فى معظم الظروف، ولكن فى حالة وجود معدنين على اتصال، كل منهما ذو معامل تمدد مختلف تمامًا عن الآخر، فإن بعضًا من الضغط يمكن أن يقع على منطقة الاتصال بينهما بسبب تذبذب درجة الحرار ة. مثل هذا يمكن أن يتسبب فى فقد التماسك أو الترابط بين المعدن الأصلى والمعادن الأخرى أو الأحجار الكريمة فى أماكن التطعيم نتيجة التمددوالانكماش المتكرر. ان التحكم فى درجات الحرارة والرطوبة داخل المتاحف يتطلب قياسهما بصفة مستمرة حتى يمكن التحكم فيهما سواء بالزيادة أو النقصان. وتستخدم لذلك أجهزة عديدة مثل الثرموهيجروميتر لقياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية، والثرمومتر لقياس درجة الحرارة وحدها، والهيجروميتر والسيكروميتر وغيرها لقياس الرطوبة وحدها. أن التكييف المركزى المتحكم فيه ليلا ونهارًا هوالطريقة الوحيدة المضمونة للتحكم فى معدلات الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة فى أجواء المتاحف وفى بيئة التخزين . ولا يعنى تكييف الهواء داخل قاعات العرض تلطيف الجو فقط فى تلك القاعات وإنما يعنى أيضًا التحكم فى معدلات الحرارة والرطوبة، وتنقية الهواء من نواتج تلوث الهواء الصلبة والسائلة والغازية التى تسبب أضرارًا بالغة للمعروضات. ان المهم فى إجراء ات الصيانة الوقائية منع أو تجنب الارتفاع العالى فى درجات الحرارة أو الرطوبة النسبية فى بيئتي العرض التخزين لهذا يراعى ألا تزيد الحرارة فى بيئتي العرض والتخزين عن ٢٠ م°. مع العلم أن مثل هذه الظروف الشديدة أو القاسية عادة ما تكون موضعية وتؤثر فقط على القليل من الآثار، فعلى سبيل المثال درجات الحرارة العالية وبالتالى الرطوبة النسبية المنخفضة يمكن أن يسببها سقوط ضوء الشمس المباشر على الأثر أو بسبب لمبات الإضاءة الصناعية المركزة على الأثر أو القريبة منه أو وجود دفايات أو مواد مشعة بالقرب من الأثر. [١٥] .حيث أوصى المعهد الأسترالي لحفظ المواد الثقافية

(Australian Institute for the Conservation of Cultural Materials) بالشروط التالية كمبادئ توجيهية لتجميع المواد العامة: [١٦]

- يجب الحفاظ على درجات الحرارة في نطاق ١٥–٢٥ درجة مئوية ، بحد أقصى ± ٤ درجة مئوية في أي فترة ٢٤ ساعة.
- يجب الحفاظ على مستويات الرطوبة النسبية في نطاق ٤٥ – ٥٥٪ بحد أقصى للتغير ± ٥٪ في أي فترة ٢٤ ساعة.

**تلف الطلاء بسبب التمدد التفاضلي للمادة الأساس وطبقات الطلاء.** [١٧]

**3 . الإضاءة**

إن اختيار مصادر الضوء داخل قاعات المتاحف يتم وفقًا لعاملين هامين أولهما أن يكون الضوء كافيًا لإظهار ما تتمتع به المعروضات من قيم أثرية أو تاريخية أو فنية جمالية، وثانيهما ألا يكون الضوء سببًا فى تلف المعروضات يجب على أى مؤسسة أن تقوم بقياس مستويات الضوء وشدته وتسجيله كجزء من البرنامج المعتاد فى مناطق المجموعات المتحفية، ومناطق العرض،والتخزين.

ولا شك أن للضوء تأثيراته على المقتنيات الأثرية المختلفة فى بيئتي العرض و التخزين ،وفى معظم الأحيان يفوق التأثير الضار للضوء التأثيرات الضارة للحرارة والرطوبة والتلوث الجوى.

وبصفة عامة فإن مدى التلف يعتمد على:

درجة حساسية المواد المعرضة للضوء، شدة الأشعة، مدة التعرض، الخواص الضوئية للأشعة من حيث كونها تحتوى على موجات ذات أطوال موجية قصيرة أو طويلة وذات طاقة عالية أو منخفضة .

وأكثر تأثيرات الضوء ملاحظة هى التغيرات اللونية التى تحدث للمواد الأثرية العضوية التى قد تكون على اتصال بالمعدن، فعلى سبيل المثال ما يحدث للعاج من تبييض Bleaching وبهتان الأصباغ والأحبار، وتغير لون الخشب والورنيشات، جميعها ، يحدث نتيجة التعرض

للضو ء . وتختلف المواد فى تفاعلها مع الضوء فبعض المواد تبهت والبعض الآخر يصبح أكثر دكانة، فمثلا بعض أنواع الخشب عندما تتعرض للضوء يصفر لونها والبعض الأخر يبيض لونه والبعض الثالث يتحول إلى اللون الرمادى ، أو يحدث له دكانة وغمقان كبير. بالإضافة إلى ما يسببه الضوء من اضمحلال للألوان نتيجة للأكسد ة، فإن التأثيرات الحرارية المصاحبة للضوء تؤدى إلى تنشيط تفاعلات الهدم الكيميائية أيضا، وما ينتج عنها من تأثيرات الجفاف ومظاهره المختلفة، حيث يتسبب الضوء فى تكسير وتحلل التراكيب الجزيئية للمواد العضوية فيضعف ألياف النسيج والأوراق والجلود وغيرها. [١٨]

**تلاشي ألوان بزة عسكرية واشرطة الميداليات بسبب التعرض لاشعة الشمس والضوء ( يلاحظ ان المناطق التي لم تتعرض للضوء تظهر الوانا اقوى ) . (نشرت الصورة باذن من محفوضات ارشيف منظمة ايكروم ) [١٩]**

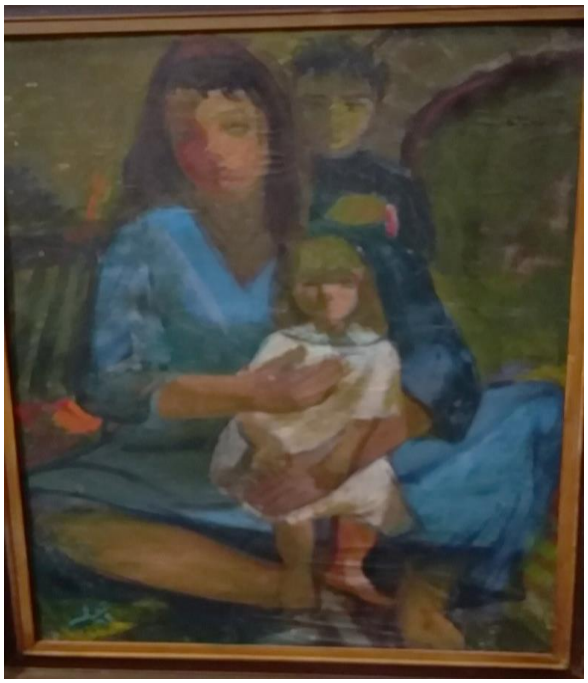
### ١.٣ انواع الموجات الضوئية الاكثر ضررا

على الرغم من أن كل أنواع الضوء لها أضرار متفاوتة فإن الموجات الأكثر ضررًا هى:

- **الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet rays**

الاشعة ذات الطاقة العالية والطول الموجى القصير ( ٣٢٠- ٣٨٠نانومتر) تعتبر هى المسؤولة عما يسمى بالتلف الكيميائى الضوئى Photochemical degredation وتوجد هذه الأشعة بنسبة عالية فى ضوء الشمس وبكمية ليست بالقليلة فى لمبات التنجستن والفلورسنت. واذا كان مستوى الأشعة أكثر من ٧٥ مايكروواط/ لومن لابد من التحكم بها. تسبب الأشعة فوق البنفسجية اصفرار ، وتفتت ، أو ضعف ، و تفكك المواد وقد تسبب تفتت مادة الطلاء على السطح لذلك وجب تخفيضها إلى أقرب من ٥ ميكروواط / لومن كلما أمكن ذلك وبعض تقنيات التحكم فى الضوء المرئى فعال فى التحكم فى أشعةUV . [٢٠]

**تغيّر في اللون وضعف في الريش الذي تتكون منه إحدى المراوح الاحتفالية تسبب الضوء والأشعة ما فوق البنفسجية في حدوثه على مدى فترة ثلاثين عامًا (المتحف المصري، القاهرة، في الفترة ما بين عام ١٩٧٠ وعام ٢٠٠٠ . نشرت الصورة بإذن محفوظات أرشيف منظمة إيكروم).** (ينظر)[١]



**تاثير الاضاءة على احد مقتنيات متحف الحلة المعاصر**

- **الموجات القصيرة** من الضوء المرئى الأبيض حتى الضوء الأزرق، وتأثيرها أقل ضررًا.
- **الأشعة تحت الحمراء Infra-red rays**

ذات الموجات الطويلة ( ٧٦٠ نانومتر فما فو ق)، وتسبب هذه الأشعة ر فع درجة حرارة المواد الأثرية المعرضة لها وتعجل من عمليات التلف الكيميائى، ولها المقدرة أيضًا على إحداث تغيرات فى الرطوبة النسبية المحيطة حيث تتناسب الرطوبة فى المواد عكسيًا مع هذه الأشعة الساقطة عليها. وتقاس شدة الضوء المرئى بجهاز يسمى Luxmeter or Light meter وهو يعطى قراءة مباشرة للضوء ويعبر عنه باللوكس. واللوكس يساوى تقريبًا ٠.١ لومن. هو الوحدة البريطانية المستخدمة لقياس الضوء، وفى بعض الدول تستخدم وحدة ال footcandle لقياس الضوء وهو يمثل كمية الضوء الساقط على سطح يبعد بمقدار قدم عن شمعة . بينما تقاس الأشعة فوق البنفسجية بجهاز يسمى UV Monitor ويعبر عنها بوحدات µW/Lumen الميكروواط/ لومن فى حين أن الأشعة تحت الحمراء لا تقاس ولكن يمكن إدراك تأثيرها بسهولة بملاحظة التغيرات فى درجة الحرارة المصاحبة. وكمية التلف التى يمكن أن تحدث بالتعرض لضوء شديد فى زمن قصير تماثل تلك التى تنتج من التعرض لضوء ضعيف فى مدة طويلة.

ويلعب ضوء الشمس دورًا هامًا فى أكسدة الملوثات الغازية ومنها غاز ثانى أكسيد الكبريت $SO_2$ الذى يتحول فى غضون يومين إلى ثلاثة أيام على الأكثر إلى غاز ثالث $SO_3$ .وتبين أن طاقة الضوء تحفِّز التفاعل بين المعادن والغازات الجوية. ففى المتحف البريطانى لوحظ أن عملات الفضة المعروضة قرب النافذة فى إحدى قاعات العرض الحديثة والتى لم يمر عليها سوى ثلاثة أشهر قد تكَّون على أوجهها المعرضة للضوء ناتج صدأ أبيض فى صورة مسحوق تبين أنه لكلوريد الفضة المتحلل إلى فضة خالصة وكلوريد، والذى يختلف عن كلوريد الفضة المتماسك المتكون على خلفية هذه العملات وتبين من خلال الفحص والتحليل أن السبب المباشر فى هذه الحالة ليس فى ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة ولا إلى التفاعل الكيميائى للعملات مع الملوثات الجوية المنبعثة من المواد المستخدمة فى بناء خزانات العرض وإنما السبب المباشر فى ذلك يرجع إلى معدل الإضاءة العالى حيث وجد أن معدل ال ضوء المرئى الذى تم قياسه بقاعة العرض فى صباح يوم مشمس، والذى يعتبر نموذجًا للعديد من الأيام التى تبعت افتتاح القاعة، وجد أنه ٥٠٠ لوكس ومعدل الأشعة فوق البنفسجية كان ٥٠ ميكروواط/لومن بينما كان معدل الضوء الساقط على العملات الفضية التى تعرضت لهذا النوع من التلف ٩٦٠ لوكس و ٧٠ ميكروواط/لومن من الأشعة فوق البنفسجية. وهذا المستوى يعتبرعاليًا ،وبدون شك كان السبب فى التغيرات الملحوظة حيث تم اختزال كلوريد الفضة بسهولة إلى الفضة المعدنية بواسطة الضوء ،وارجع وجود الكلوريد إلى أنه ربما كان ناتجًا عن تحلل المواد البلاستيكية المحتوية على الكلوريد. [٢١]

ويجب التحكم فى مستوى الإضاءة فى بيئتي العرض والتخزين والمستويات المسموح بها من الإضاءة للآثار المعدنية والمجوهرات هى ٣٠٠ لوكس وقد يزيد قليلا، ومن الأشعة فوق البنفسجية ٧٥ ميكروواوت/لومن وهو المستوى الأعلى المسموح به لكل أنواع المواد الأثرية [٢٢]. ويفضل عدم استعمال الإضاءة المباشرة من ضوء النهار أو ضوء الشمس، واستعمال الإضاءة غير المباشرة مثل الإضاءة المنعكسة من حوائط بيضاء ،أو لمبات الفلورسنت منخفضة الأشعة فوق البنفسجية . وقد تستخدم أجهزة للتحكم فى أشعة الشمس التى تتسرب داخل قاعات العرض تحتوى على خلايا ضوئية تسمى Venetian blinds أو Louvre blinds فى سقف قاعات العرض أو عند نوافذ وفتحات المتحف المختلفة فى صورة مرشحات . أو ستائر أو دهان النوافذ بدهانات تقوم بترشيح الضوء وتخليصه من الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء مثل مادة بولى فينيل بوترال Polyvinyl butral التى لها القدرة على امتصاص تلك الأشعة ذات الموجات أقل من ٣٨٠ نانومتر وتمتص حوالى٥٠ % من الأشعة فوق البنفسجية التى يبلغ طول موجتها ٤٠٠ نانومتر، كذلك تستخدم لنفس الغرض مادة Cellulose acetate ومادة Benzotriales ومادة Benzophenones ومادة Polymethyl methacrylate يغطى بها أسطح زجاج النوافذ والفتحات المختلفة بالمتحف . وقد توضع أغطية من البرسبكس الماص للأشعة فوق البنفسجية فوق مصادر الضوء أو لتغطية خزانات العرض. ,ينصح مصممو المتاحف أن يكون لون هذه ارضيات قاعات العرض داكنًا حتى تمتص الضوء الساقط عليها ولا ينعكس على المعروضات فيتلفه. ويفضل فى إضاءة بيئتي العرض والتخزين استخدام مفاتيح غلق الضوء اوتوماتيكيًا التى تفتح عند الحاجة إليها أو عند الزيارة [٢٣].

**٤. الملوثات**

الملوثات هي مركبات ، سواء كانت طبيعية أو من صنع الإنسان ، لها آثار ضارة على مواد المقتنيات المتحفية. قد تنتج من [٢٤]:

- المواد المرتبطة بالمقتنيات، بما في ذلك حاويات التخزين والعرض ومواد البناء
- مكونات المقتنيات نفسها
- الهواء المحيط.

يتكون الهواء بصورة رئيسية من الأوكسجين والنيتروجين، لكنه يحتوى أيضا على خليط معقد من العديد من الغازات التى توجد فى تركيزات منخفضة مثل الأوزون وثانى أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وكبريتيد الهيدروجين. هذه التركيزات يمكن ان تسبب تلفًا وتآكلا بطيئًا للآثار المعدنية فتتسبب فى تغطية أسطحها بمركبات صدأ عديدة نتيجة التفاعل بينها وبين الفلزات أو السبائك

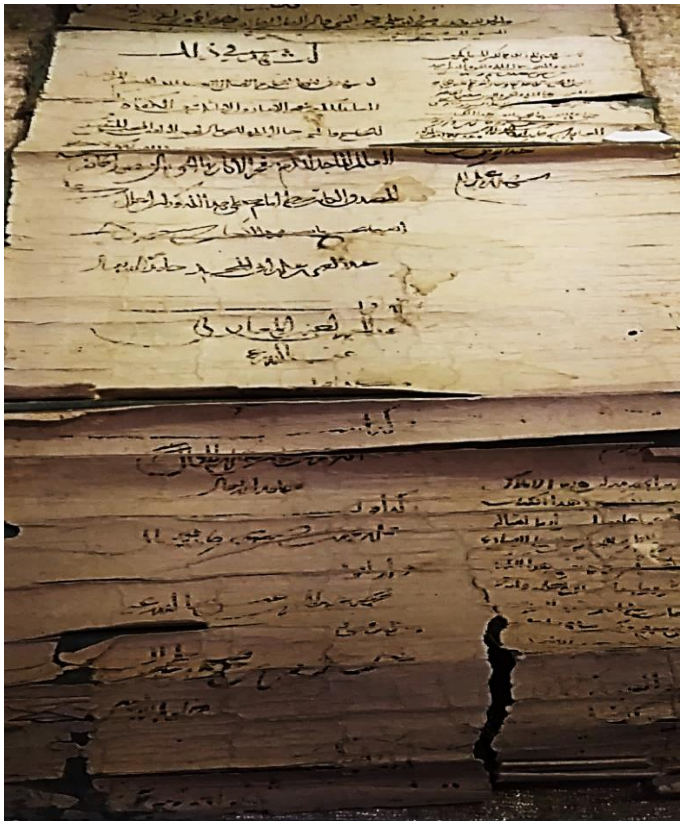
المعدنية المكونة لها، وخاصة فى أجواء المناطق الصناعية أو الساحلية . وتأتى الملوثات فى بيئتي العرض والتخزين من تسرب غازات التلوث إلى أجواء المتاحف ومن الغازات المنبعثة من الأخشاب ومنتجاتها المستخدمة فى التخزين والحفظ، وعندما يكون مصدر التلوث فى مكان مغلق مع الأثر فإن التلف يمكن أن يكون سريعًا وشديدًا عنه فى البيئة المفتوحة ولايتوقف تأثير هذه الملوثات على التغيرات اللونية لبعض المواد بل يمتد فى المعادن الأثرية إلى تغيرات ميكانيكية وكيميائية وتآكل ، والأخشاب من المواد شائعة الاستخدام فى صناعة وتجهيز خزانات العرض ودواليب وأدراج التخزين وذلك لرخص ثمنها وسهولة التعامل معه ، غير أنها يمكن أن تنتج أبخرة أو مواد غازية أو بخارية تشكل خطرًا وتسبب ضررًا على المواد المخزونة فيها فى الظروف البيئية القاسية والتى يمكن أن تعجل من تلف المشغولات المعدنية. ان خطورة هذه المركبات الغازية تكمن فى تحولها فى وجود الرطوبة إلى أحماض كربوكسيلية أهمها حمض الفورميك وحمض الخليك والتى تحفز صدأ المعاد ن وخاصة الرصاص ولو وجدت بنسبة صغيرة جد ا لإنتاج الكحولات مثل الكحول الايثيلى والمثيلى والاسترات مثل خلات المثيل .

وتتوقف كمية هذه الأحماض الناتجة على الظروف البيئية المحيطة حيث تزداد كميتها مع ارتفاع معدل الرطوبة، كما تتوقف على نوع الخشب، فمثلا خشب البلوط وخشب الدرداء من الأخشاب المنتجة بكثرة لحمض الفورميك وحمض الخليك . والأخيرعلى وجه الخصوص ينبعث من كل أنواع الأخشاب التى تنتمى للأخشاب الصلبة Hardwoods مثل خشب البلوط أو السنديان والذى يعتقد انه أكثر انواع الأخشاب التى ينبعث منها بخار حمض الخليك حيث يمكن ان يتحو ل ٧% من وزن هذا الخشب إلى بخار لحمض الخليك فى غضون عامين عند درجة حرارة ٤٨ °م .ويعتمد معدل التحلل على توفر الماء ودرجة حرارة البيئة المحيطة بالخشب، وانبعاث بخار حمض الفورميك من الخشب عامة ما يكون أقل كثيرًا من انبعاث حمض الخليك.

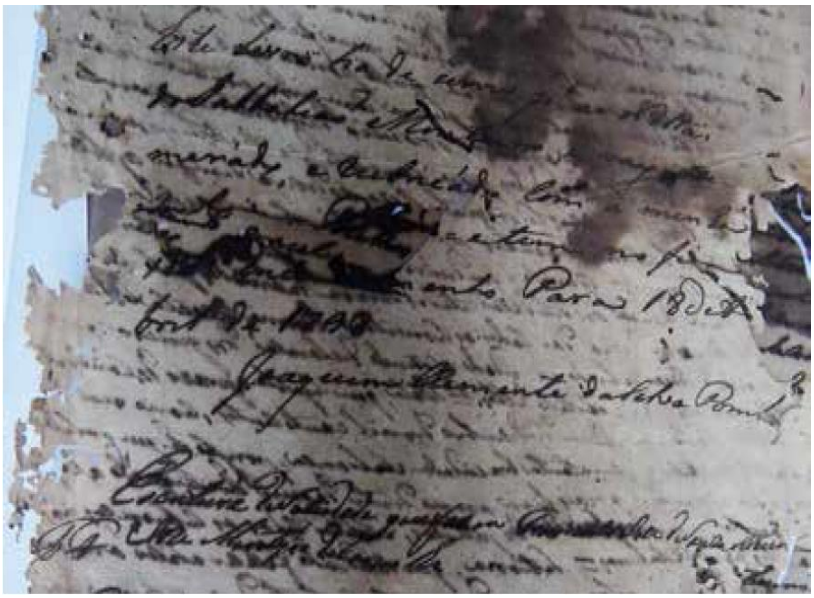
وقد تكون الأقمشة الشائع استخدامها فى إعداد فتارين العرض أحد مصادر المركبات الكبريتية فمثلا يعتبر الصوف من المواد المنتجة لغازات الكبريتيد وبصفة خاصة كبريتيد الكربونيل . ومع ذلك، فإن القماش الذى يضاف إليه إضافات مثل المواد التى تكسبه مقاومة الاشتعال أو المواد المقاومة للتجاعيد والطى فإنها يمكن أن تكون مصدرًا للمواد الضارة مثل الفورمالدهيد أو الأحماض العضوية.

كما أن لواصق الفينول فورمالهيد والميلامين فورمالدهيد واللذان قد يتواجدا كمواد تشطيب على الأقمشة المستخدمة فى العرض والتخزين تعتبر من المصادر الجيدة للفينول $C_6H_5OH$ والفورمالدهيد والذى يتحول فى وجود الرطوبة إلى حمض الفورميك . والأصباغ الكبريتية

المستخدمة فى صباغة الصوف والقطن تعتبر مصدرًا جيدًا للنواتج الكبريتية. وكذلك الغراء وبعض الأصماغ واللواصق والألوان الداخل فى تركيبها الكازين تعتبر جميعًا مصادر جيدة لنواتج الكبريت هذه المواد المحتوية على مركبات الكبريت مثل كبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الكربونيل، وكبريتيد الهيدروجين سريع التفاعل جميعها تسبب تآكل الخيوط المعدنية وصدأ الفضة والنحاس والبرونز فى المتاحف حيث يتسبب فى تكون باتينا سوداء أو متعددة الألوان داكنة هذا بالإضافة إلى المواد الأخرى المصنعة من خلات السليلوز ولواصق خلا ت البولى فينيل تعتبر مصدرًا جيدًا لحمض الخليك ، وكذلك الراتنجات واللاكيهات واللواصق، والمذيبات العضوية المستخدمة فى إعداد اللواصق مثل خلات الايثيل يمكن أن تتحلل أن تتحلل إلى كحول وحمض تحت ظروف بيئية معينة وبخاصة أثناء التبخر الكامل للمذيب اللاصق أو من الأثر المعالج.[٢٥] .



**تلف احد المحفوظات الورقية في متحف الحلة المعاصر**



**تلطيخ وتاكل بسبب الحبر الذي تاكسد على احدى الوثائق الموجودة في محفوظات الارشيف والذي نتج عن تسرب المياه** [٢٦]

والمواد المصنوعة من بولى فينيل الكلوريد مثل حاويات البلاستيك تعتبر مصدرًا لانبعاث كلوريد الهيدروجين وخاصة عند التعرض لدرجة حرارة تصل إلى ٦٠ °م ولا ننسى إمكانية تحول هذا الغاز فى وجود الرطوبة إلى حمض الهيدروكلوريك غير العضوى. كما يمكن أن تكون نترات السليلوز مصدرًا لحمض النيتريك. ويمكن أن تبعث بأكاسيد النيتروجين.

وهناك الملوثات العضوية المنبعثة من لوازم وخامات التنجيد الصناعية، والكلورين والآمونيا المنبعثين من مواد التنظيف والتطهير والتعقيم المستخدمة فى المتاحف. والكيماويات المستخدمة فى المواد الحافظة مثل الفورمالدهيد والايثانول تعتبر ملوثات جوية بارزة، وكذلك المبيدات الحشرية الطيارة.

وهناك ملمح هام للتلوث داخل أجواء المتاحف والمخازن يتمثل فى شيوع الأملاح الهيجروسكوبية ومثل هذه الأملاح فى البيئات المفتوحة تغسل أو تنزح من على أسطح الآثار خلال فترات الرطوبة العالية، بينما فى البيئات المغلقة مثل بيئة المتاحف والمخازن حيث الرطوبة المتعادلة وحيث لا يتوفر غاز ثانى أكسيد الكبريت بدرجة كافية ليكون كبريتات غير هيجروسكوبية بإحلالها محل الايونات الأخر ى مثل الأحماض الطيارة أو الأكاسيد، نجد أن هذه الأملاح لا تتعرض للنزوح وبامتصاصها للرطوبة تكون فيلمًا سائلا يحفز من التفاعل أو الهجوم الكيميائى. والرصاص الخالص عادة ما ينظر إليه المهندسون الإنشائيون والمدنيون على أنه معدن ثابت وغير قابل للصدأ والتآكل. غير أن هذا الامر يكون مختلفًا فى المتاحف حيث يتعرض الرصاص

للتآكل مكونًا كربونات الرصاص، نتيجة التعرض لكبريتيد الكربونيل أو ثانى أكسيد الكربون، المعروفة بالهيدروسيروسيت، والتى تعطى الرصاص المظهر الأبيض اللون ، وقد يتعرض الرصاص للتفتت بصورة كاملة إذا تم حفظه لفترة قصيرة فى أماكن مغلقة تحتوى على مواد تنبعث منها أحماض كربوكسيلية ، أو فى كبائن من الخشب أو فى صناديق من الكرتون أو فى أظرف من الورق. ومع أن سبائك الرصاص مع النحاس أو القصدير تكون أكثر مقاومة من الرصاص الخالص، فإن البرونز الذى يحتوى على نسبة عالية من الرصاص leaded bronze يتعرض للتلف أو التآكل فى أماكن تركز الرصاص لو تم تخزينه فى بيئة تحتوى على أيونات متلفة.

كما يسبب حمض الخليك صدأ الآثار النحاسية والبرونزية حيث يكو ن على أسطحها طبقة من خلات وكربونات النحاس والصوديوم sodium copper carbonate acetate ذات اللون الأزرق. والتى ثبت وجودها على أسطح أثر مصرى قديم بالقسم المصرى بالمتحف البريطانى، شملت أدوات وأسلحة وتماثيل وأوان، أغلبها من النحاس وسبائك البرونز والنحاس والزرنيخ والبرونز ذو نسبة الرصاص العالية، كانت محفوظة فى صناديق من الخشب تحتفظ بمستويات عالية من حمض الخليك. نفس المركب قد تم التعرف عليه وتحديده على بعض الآثار المعدنية من النحاس والبرونز فى اليونان تم معالجتها وتخزينها فى صناديق خشبية. وكذلك تم تحديد مركب جديد ذو لون أزرق فاتح على مجموعة من المشغولات الأثرية المعدنية من سبائك النحاس (مصرية وإغريقية وآشورية وصينية)، ثبت أنه مركب للنحاس والصوديوم مع الخلات والفورمات.وُارجع وجود مجموعتى الفورمات والخلات إلى أبخرة حمضى الفورميك والخليك المنبعثة من المكونات الخشبية لخزانات العرض والتخزين حيث كانت توجد هذه المجموعة من الآثار .كما تتأثر الفضة بالغازات الملوثة فى أجواء المتاحف وفى بيئة التخزين وخاصة كبريتيد الكربونيل COS وكبريتيد الهيدروجين $H_2S$ ، التى تنبعث من بعض المواد المستخدمة فى العرض أو التخزين، أو قد تتسرب مع الهواء الذى لم يتم تنقيته إلى داخل المتحف. ووجودهما ولو بتركيزات ضعيفة جدًا يمكن أن يتسبب فى تلوث الآثار المصنوعة من الفضة[٢٧] .

**٥. التاثير البيولوجى**

على الرغم من ان الصدأ المعدنى قد تسببه البكتيريا لكن هذا لا يمثل مشكلة داخل المتاحف ،كما أن نمو العفن الفطري لا يتوقع على الأثر المعدنى إن لم يكن هذا النمو موجودًا على غطاء عضوي تم تطبيقه سابقًا على سطح الأثر المعدني، أو أن هذا العفن قد انتشر على أثر عضوي مجاور للأثر المعدني. وتعدّ الإصابات الحشرية من الأخطار المتلفة التي تعاني منها

المقتنيات المتحفية. والواقع أن الحشرات لا تقوم بدورها المتلف للتراث الثقافي إلاّ إذا توفرت الظروف الملائمة لنموها وتكاثرها، ولمزاولة نشاطها، وتأثيراتها المتلفة. وتتمثل هذه الظروف في توفر المادة الغذائية الكربوهيدراتية أو السيليلوزية، أو البروتينية، ودرجة حرارة ملائمة ومعدل رطوبة مناسبة وكذلك توفر الأوكسجين. ولكل نوع من أنواع الحشرات درجة حرارة ونسبة رطوبة مثالية، وبيئة من الأوكسجين يعيش وينمو ويتكاثر خلالها. وهناك آفات حشرية عديدة تصيب القطع التراثية المتحفية، وخاصة ذات الأصل العضوي (النباتي أو الحيواني)، منها: الأرضة (النمل الأبيض) [٢٨] .

ان العلاج الكيميائي المستخدم ضد الحشرات يمكن أن يضر بالقطع الأثرية أكثر من الضرر التي تسببه الحشرات نفسها .لهذا السبب يوضع العلاج من قبل مختصين يعملون على التقنيات المستخدمة بالمعالجة للاعمال الفنية ومدى التاثيرات الفيزيائية والكيميائية لهذه المعالجات [٢٩] .

وهناك بعض الإجراءات التى يمكن تطبيقها تحد من مخاطر التاثير البيولوجى ، منها تغطية أية فراغات بأسقف المبنى المتحفى يمكن أن تستغلها الطيور لبناء أعشاشها، والحرص على أن تكون مصادر الطعام والأغذية بعيدة عن الآثار، بالإضافة إلى التحكم فى الظروف البيئية بحيث لا تسمح بنمو العفن ولا تشجع على انتشاره منها الاحتفاظ برطوبة نسبية اقل من ٦٥% .

وقد تتسبب الحوادث العارضة والحمل الخاطىء للأثر المعدنى عند النقل من وإلى بيئتى العرض والتخزين فى حدوث مشاكل عارضة قد تؤدى إلى تدمير الأثر المعدنى أو تلفه.مما يتطلب ان تكون خزانات العرض أو صناديق التخزين مصممة بشكل يسمح بتقليل أو منع التلف الناتج عن الحوادث العارضة للآثار المعدنية ،كأن يتم تثبيتها جيدًا وتبقى فى وضع آمن، والآثار الدقيقة أو الضعيفة يتم وضعها فى حوامل ثابتة فى أدراج ومحاطة بالإسفنج أو المطاط الصناعى المصنوع من البولى ايثيلين أو البولى استر. وهناك أسس عامة وإجراءات وقائية يجب مراعاتها تشمل مراعاة النظافة التامة، وغسل اليدين جيدًا، كما يجب ارتداء قفازات من القطن عند تناول أو حمل الآثار المعدنية المصقولة أو ذات السطح الأملس لمنع التلوث الناتج عن عرق اليدين. كما يجب تجنب التناول غير الضرورى، وحمل أثر واحد فى المرة الواحدة، مع الوضع فى الاعتبار حالة الأثر ووزنه عند التناول أو النقل والحمل وفك الأجزاء المركبة إذا كان الأثر يتكون من أجزاء يسهل فكها عند النقل أو الحمل وذلك لتقليل فرصة حدوث كسو ر. واستخدام حوامل مسطحة لحمل الآثار الهشة، ولا يجب سحب أو دفع الأثر على السطح. ومادة الحاوية التى سيتم نقل الأثر أو حمله فيها، ومواد التغليف فى حالة التغليف. ويجب أن تكون المادة المستخدمة فى

التغليف خاملة كيميائيًا، ومقاومة للصدمات، وتوفر وسطًا لا يتأثر بالظر وف البيئية (التغيرات فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية) [٣٠]

**منحوته خشبية تسبب النمل الابيض بثقبها واضعافها نشرت الصورة باذن من محفوظات ارشيف منظمة ايكروم** [٣١]

**تلف في احد المقتنيات الخشبية / متحف الحلة المعاصر**

## المبحث الثالث

## حفظ وصيانة المقتنيات المتحفية

### ١. حفظ المعالجة

هي تلك الاجراءات والتدخلات المباشرة على التحف أو على مجموع الممتلكات الثقافية لحمايتها من مختلف الإخطار بفعل القدم أو نتيجة العوامل الطبيعية، ولا يتم تنفيذ هذه العمليات إلا إن وجد بالفعل خطر يهدد المقتنيات على المدى القصير والمتعلقة بطبيعة التحفة وسرعة تلفها، إلا أن هذه التدخلات في بعض الأحيان تغير من المظهر البنيوي للممتلك لذلك هي تختلف عن الحفظ الوقائي الذي ينصب في المقام الأول على البيئة المحيطة بالمقتنيات، ومن جهة ثانية باختلافه عن الترميم الذي يهتم باستعادة وإحياء الممتلك الثقافي لصورته التي كان عليها من قبل ومن الأمثلة على ذلك هي تلك اللوحات التي تم تجليدها بمادة الورق المقوى (كرتون) هذه الأخيرة تصدر مادة حمضية تتسبب في تلف الصورة، فالمهمة هنا تكمن بإزالة هذا النوع من الورق المقوى هذه الطريقة تسمى حفظ المعالجة ناهيك عن تطهيرالنسيج من الحشرات باستعمال المبيدات، إزالة الأملاح من الفخار، مراقبة المواد الأثرية الرطبة، تقوية الرسومات الجدارية، إزالة الإعشاب من على الفسيفساء، تثبيت استقرار المعادن من تأثير الصدأ والتآكل[٣٢].

### ٢ . حفظ– الترميم

وهو مصطلح يشمل جميع العمليات من حفظ وقائي وحفظ المعالجة والترميم، والتي يسعى من ورائها نقل هذه الممتلكات إلى الأجيال القادمة. هذا التعريف ليست له دلالة وقيمه إلا في المتاحف ولا يشمل المعالم والمكتبات والأرشيف بالمعنى الدقيق للكلمة، فإنه لا ينطبق إلا على التراث، أي على القطع الأثرية التي تعبر عن الملكية الجماعية للشعوب وعن الواقع القانوني عن طريق تحويل الملكية الخاصة لصالح الملكية العامة. وعليه يمكن القول إن حفظ المقتنيات لايقتصر فقط على توفير الجو المناخي الملائم والاعتماد على المراقبة الدورية، ولكن المهمة أصعب من ذلك أذا لم تتضافرالجهود لكل من المعالجة والترميم لأن اهتمامهم واحد ولديهم قواسم مشتركة في توفير جميع الشروط الممكنة لنقل هذا التراث في أحسن الظروف وتداوله بين الجيل الحاضر والمستقبل. ان ممارسة الحفظ والترميم يتطلب امتلاك المؤهلات المهنية المحددة والتمسك بقواعد السلوك المهني ، كما أن بحثهم ينصب بالدرجة الأولى على جمع الوثائق والمعلومات التي تخص طبيعة كل ممتلك لأن التحفة لوحدها تحوي على مجموعة من البيانات، والمعاني التاريخية، وتلك الأساليب المنجزة التكنولوجية منها والايقونية والثقافية والجمالية والروحية، فمجال التدخل لا بد أن يسبق بمراجعة منهجية علمية للمعرفة الكاملة لكل جانب من

جوانب الظروف المحيطة بالتحفة. فالمرمم والمحافظ يعملان على التحفة نفسها مثل الجراح الذي لديه الخبرة في المعالجة والمهارة اليدوية المرتبطة بالمعرفة النظرية والقدرة على تقييم الوضع في آن واحد وحسن النضر على الفور في تقيم الضرر. فالتعاون المتعدد التخصصات هو أمر بالغ الأهمية لأن اليوم المرمم والمحافظ كعضو واحد يعملان في فريق عمل كما أنهما لا يمكن أن يكونا خبيران في الفن والتاريخ الثقافي أو في علم الكيمياء أو أي علم من العلوم الطبيعية والإنسان. فهما يحتاجان إلى استكمال بحثهما من خلال النتائج والتحاليل والأبحاث العلمية. هذا التعاون يمكن أن يعطي نتائج جيدة إذا ما استطاع الحفظ والترميم صياغة أسئلة بطريقة علمية دقيقة وتفسير الإجابات في سياقها الصحيح [٣٣] .

**ادوات وتقنيات الفحص**

تمثل المعلومات أهمية خاصة من خلال إبراز القيمة الأثرية للقطع وكيفية صيانتها من مختلف الأخطار. إن مرحلة التحليل والاختبار هي المرحلة الأولية والضرورية قبل القيام بأي تدخل على القطع والتحف الأثرية سواء في رد الاعتبار أو في الصيانة الوقائية ومن جملة وسائل التحليل المقترحة في هذه الدراسة تحديد شكل القطعة، وتفاصيل السطح من خلال تشخيص الأضرار وتحديد المناهج والوسائل الوقائية الملائمة، ومن بين وسائل الاختبارالمعتمدة في التحليل هي الاعتماد على العلوم المساعدة كالكيمياء والفيزياء، ومن وسائل التحليل البصرية والبنيوية نذكر من منها [٣٤]:

* تحليل رامان الطيفي Raman spectroscopie
* تحليل الطيف الضوئي La spectroscopie des photoélectrons
* المجهر الضوئي optique Microscope
* المجهر المكبر binocular loupe
* مسح المجهر الالكتروني (MEB) microscopie électronique à balayage )
* مجهر رامان microscope Raman

ان العناية بالمجموعات المتحفية تتطلب مراقبة جملة من العوامل وتثبيتها في سجل سنوي يصف وضعية المجموعات إن كانت في حالة جيدة أو سيئة ويكون مصحوبا بنسبة المئوية للتحف التالفة والتحف الأخرى التي يجب مراقبتها عن طريق عمل جداول مراقبة

**دليل جداول المراقبة لعوامل التلف (المحيط البيئي، قاعات العرض، عمارة المتحف)**[٣٥]

**المحيط البيئي**

| | |
|---|---|
| الرطوبة النسبية | (المتوسط السنوي، التغييرات الموسمية، المفاجئة) |
| الحرارة | (المتوسط السنوي، الحرارة كحد أقصى، وكحد أدنى) |
| الأمطار | (فترة تساقط الأمطار بنسب كحد أقصى، وبنسب كحد أدنى) |
| الأملاح | ( المناطق القريبة من البحر، المناطق الداخلية) |
| ارتدادات | (منطقة زلزالية، نشاط بشري) |
| التلوث | (القرب من المصانع، منطقة حضرية... ) |
| الموقع | ( منبسطة، على منحدر، حديقة) |
| الاتجاه | (اتجاه الرياح، اتجاه مسار الشمس ) |
| مجاري تصرف المياه | (طبيعية، اصطناعية، القرب من البحيرات...) |

**جدول رقم ١ :يوضح عوامل المحيط البيئي والنقاط المهمة التي يجب تدوينها ومراقبتها**

**القاعات**

| | |
|---|---|
| بالنسبة لكل قاعة | (ترقيم، مساحة، مخطط...) |
| الجدران | ( المواد: خشب، زجاج، طين، اسمنت...) |
| زخرفة | (جدار بدون طلاء، أعمال خشبية، ...) |
| الأرضية | (بلاطات خزفية، من الخشب، الطين...) |
| الإضاءة | (إن كانت طبيعية: حساب حجم النافذة والأشعة المسلطة، وان كان المصابيح المستقيمة أو مصابيح الهالوجين ...) |
| التدفئة | ( مركزي، متحرك، تاريخ تشغيله ) |
| التهوية | (مروحة تهوية، نوافذ...) |
| الحماية من خطر السرقة | (نظام ميكانيكي، نظام الكتروني، نظام كهربائي) |
| الحماية من الحرائق | ( قارورات إطفاء الحرائق...) |
| شبكة أنابيب | ( مكان ساخن، مكان رطب، منطقة ما قد تكون مصدر خطر) |

**جدول رقم ٢ :يوضح العناصر التي تتضمنها قاعات العرض وانظمة الحماية التي يجب تدوينها ومراقبتها**

العمارة

| | |
|---|---|
| السقف | (الشكل: مدبب، مسطح، مقبب...)<br>( مواد البناء: قرميد، زجاج، معدن، اسمنت) |
| مجاري صرف المياه | (مجاري صرف المياه: مزراب، أنابيب..) |
| الجدران | ( المواد: طين، حجارة، الطوب...)– الحالة: صحي، أملاح الخاصية الشعرية) |
| الهندسة | ( سطح البناية، الأروقة، الصحن، ارتفاعات...) |
| الفتحات | (حساب عدد الفتحات، اتجاه مسار الرياح والشمس، الحجم...) |

**جدول رقم ٣:يوضح تاثير التصميم المعماري ومواد البناء والتفاصيل المهمة التي يجب تدوينها**

**إجراءات الصيانة الوقائية**

للحد من التلوث فى بيئتي العرض والتخزين يجب منع تسرب الملوثات إلى أجواء المتاحف عن طريق استخدا م أجهزة لترشيح الهواء أو تنظيفه وتنقيته من المواد الضارة الصلبة منها أو الغازية أو السائلة . واستخدام أجهزة تكييف الهواء وترشيح أو تنقية الكربون air–conditioning and carbon filtrationالتى ترشح الهواء من الأوزون وغاز ثانى أكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين كما تقلل من تركيزات ثانى أكسيد النيتروجين.

وهناك عدد من الباحثين نشروا اختبارات بسيطة لفحوصات يجب إجراؤها على أية مادة للتأكد من صلاحيتها للاستخدام فى أغراض العرض والتخزين للمجموعات المتحفية. وبعض هذه الاختبارات سهل التطبيق ويستغرق وقتًا قصيرًا وبعضها الآخر يحتاج لفترة طويلة تصل إلى أربعة أسابيع. وتتوقف نوعية وعدد هذه الاختبارات على نوعية المواد الأثرية التى ستكون على اتصال بالمواد المراد اختبارها وطبيعة هذا الاتصال من حيث كونه اتصالا مباشرًا أم غير مباشر . ومن أمثلة هذه الاختبارات[٣٦]:

1. **اختبار Oddy (عام ١٩٧٣)للغازات الضارة أو المتلفة للفضة والنحاس والرصاص** وهذا الاختبار قد وضعه Andrew Oddy وعدد من المشاركين معه فى المتحف البريطانى عام ١٩٧٠ ثم تم تطويره فى السنوات التالية. وهو عبارة عن اختبار للصدأ المعجل ولقد صمم هذا الاختبار فى البداية من أجل الكشف عن تأثيرالمواد المراد استخدامها للعرض والتخزين والمراد اختبارها على المعادن ثم تم تطويره فى دراسات لاحقة ، للكشف عن احتمالية تصاعد الغازات الضارة من المواد والتى سوف تسبب صدأ المعادن ومن ثم ستتلف المواد الأثرية الأخرى فى بيئتي العرض والتخزين.

**خطوات الاختبار** [٣٧]:

تعتمد الفكرة الأساسية لهذا الاختبار على وضع عينة من المادة المراد اختبارها مع شرائح صغيرة قياسية ونظيفة من النحاس والفضة والرصاص فى أنبوبة اختبار محكمة الغلق بداخل فرن درجة حرارتة ٦٠ °م لمدة ٢٨ يومًا ثم ملاحظة التغيرات الحادثة للشرائح المعدنية، ومعدل الصدأ الذى تكَّون عليها والذى يعتبر المؤشر الحقيقى لتقييم احتمالية تصاعد الغازات الصادرة من المادة المختبرة . وتشمل خطوات هذا الاختبار:

١. إعداد شرائح من النحاس والفضة والرصاص بأبعاد ١٠ ملم × ١٥ ملم ×٠.١ ملم سمك بدرجة نقاء عالى ( ٩٩.٥%)

٢. يتم تنظيف هذه الشرائح بفرش زجاج ناعمة باستخدام فرشاة لكل معدن، ويراعى أن تكون الشرائح مسطحة تمامًا.

٣. يتم عمل ثقب صغير فى منتصف الجزء العلوى من الشرائح يتم ربط خيط من النايلون غير قابل للاشتعال بكل شريحة من خلال هذا الثقب على أن يكون أقصى سمك للخيط ٠.٠٥٣ ملم

٤. يتم غمر كل شريحة من الشرائح المعدنية الثلاث فى الأسيتون داخل طبق بترى لعدة دقائق ثم ترفع الشريحة المعدنية باستخدام ملقاط نظيف تمامًا وتوضع بين طبقتين من ورق التشيو الخالى من الحموضة حتى تجف تمامًا.

٥. يتم وضع حوالي ٢ غم من المادة المراد اختبارها داخل أنبوب اختبار سعتة ٥٠ ملم.

٦. تملأ أنبوبة اختبار أخرى صغيرة سعة ٠.٥ ملم بالماء المقطر وتوضع داخل الأنبوبة السابقة بجوار العينة المختبرة.

٧. يتم تعليق الشريحة المعدنية السابق تجهيزها بواسطة خيط النايلون ثم تغلق فوهة الأنبوبة بإحكام.

٨. يتم تجهيز عينات إرشادية control لمقارنة النتائج.

٩. توضع الأنابيب السابق تجهيزها داخل فرن درجة حرارته ٦٠ °م لمدة ٢٨ يومًا. ثم ترفع العينات بعد ذلك ويتم تقييم النتائج.

وقد طبق هذا الاختبار أيضا على الماغنسيوم والزنك والالومنيوم ، والحديد أيضا وأعطى بعض النجاح ولأن هذا الاختبار يعجل من تلف المادة موضوع الاختبار ، فإنه سوف يحدد أى من المواد سيكون متلفا. ويعيب هذا الاختبار المدة الطويلة التى يستغرقها للحصول على النتائج.

صورة توضح اختبار Oddy للغازات الضارة [٣٨]

2.**اختبار weyde ( ١٩٧٢ )للغازات المؤكسدة** ويعتمد على ملاحظة تغير لون فيلم الفضة الجزيئية على الصور الفوتوغرافية . وكذلك اختبار Collings and Young ١٩٧٦، لاختبار تأثير المواد التى يتصاعد منها الأبخرة ومدى تأثير هذه، الأبخرة فى صدأ أو تصدؤ وتأكسد أسطح أو أفلام الفضة فى الصور الفوتوغرافية القديمة التى تتأثر بالأبخرة الملوثة المنبعثة من الدهانات أو الأثاث الخشبى أو الصور الفوتوغرافية نفسها [٣٩] .

3. **اختبارات أخرى مثل Azide test** الذى يجرى للمواد المحتوية على الكبريت فى صورة كبريتيد الهيدروجين وكبريتيد الكربونيل، التى يمكن أن تستخدم فى بيئتى العرض والتخزين وتعتبر السبب الرئيسى لتصدؤ الفضة، ويمكن أن تؤثر أيضا فى النحا س. ويمكن الاعتماد على هذا الاختبار فى التأكد من سلامة الأقمشة أو الورق أو الأخشاب أو اللواصق التى تستخدم فى أغراض العرض والتخزين.

ويعتمد هذا الاختبار على تفاعل Iodine مع Sodium Azide فى وجود الكبريت الموجود بالمادة المراد اختبارها الذى يقوم بدور العامل ا لمساعد، حيث ينتج عن هذا التفاعل تصاعد غاز النيتروجين والذى يظهر فى صورة فقاعات يمكن رؤيتها تحت الميكروسكوب الضوئى. وتشير هذه الفقاعات على وجود الكبريت فى المادة المختبرة ومن ثم استبعادها من الاستخدام مع الفضة أو النحاس.

وهناك اختبارات أخرى هامة للكشف عن الغازات المتطايرة الأخرى المحتمل انبعاثها من المواد المستخدمة فى العرض والتخزين منها اختبار The Iodide للكشف عن الأحماض المتطايرة وخاصة حمضى الخليك والفورميك.

ويمكن استخدام أجهزة لقياس الأس الهيدروجينى لتحديد مدى حموضة أو قلوية المواد المستخدمة فى العرض والتخزين. وذلك بقياس قيمة الأس الهيدروجينى للغازات المتصاعدة نتيجة احتراق عينة صغيرة من المادة المختبرة، أو بقياس قيمة الأس الهيدروجينى للمستخلص السائل aqueous extract للمادة المختبرة على البارد أو بقياس قيمة الأس الهيدروجينى لسطح المادة المختبرة

اضافة الى ذلك تتطلب إجراءات الصيانة الوقائية للآثار المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين استخدام كبائن أو أرفف معدنية بدلا من استخدام الأخشاب فى العرض والتخزين، ولو استخدم الخشب فيجب معالجته وغلق مسامه بالإيبوكسى أو بورنيش من البولى يرثان فى الماء ثم تركها مدة ثلاثة شهور حتى تتبخر أية إضافات بخارية منه قبل أن تتعرض الآثار له.

كما يمكن استخدام قماش الفحم المنشط Activated Charcoal cloth كبطانة في بيئتي العرض والتخزين، لأن هذا القماش يمتص الأبخرة الضارة ومن ثم يوفر وقاية للمشغولات الأثرية من التعرض لهذه الأبخرة. وأغطية السطح العضوية سوف يبطىء من معدل انبعاث الأبخرة الحمضية غير أنه سيزيد من حموضة الخشب وسيزيد من معدل إنتاج الحمض. والعلاج السليم الوحيد هو تغطية الخشب برقائق من المعدن أو من المايكا.

ومن المواد الآمنة التى يمكن استخدامها فى العرض والتخزين للمجموعات الأثرية المعدنية السيراميك والأصباغ غير العضوية والبولى ايثيلين وبوليميرات الأكريلك (المحاليل أكثر من المستحلبات) والزجاج والبولى سيترين وأ لياف البولى استر والقطن والكتان. واغلبها مواد خاملة لا تتسبب فى انبعاث ملوثات ضارة على المشعولات المعدنية [٤٠].

**قائمة الهوامش**

[١] – معجم المعاني الجامع، معجم عربي– عربي

[٢] – ابن منظور،معجم لسان العرب، دار المعارف، القاهرة، مصر، ص٤٢١.

[٣] – الفيومي، أحمد بن محمد بن علي المقرىء، المصباح المنير في غريب شرح الكبير للرافعي،منشورات دار الهجرة، ايران،ط١،ط٢، ١٤١٤هـ.

[٤] – المعجم الوسيط، مجمع اللغة العربية، جمهورية مصر العربية،ص٨٢، ط٤ ،٢٠٠٤ م.

[٥] – بقدور مريم، التدابير الوقائية بالمتاحف الوطنية لمواجهة المخاطر الإنسانية والكوارث الطبيعية، رسالة دكتوراه في العلوم تخصص(علم الاثار والمحيط) ،جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان –كلية العلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية– قسم علم الاثار،٢٠١٨ ص١٥ .

[٦] – هشام محمد محمد حسين، عصام محمد موسى محمد، أثر التقنيات الحديثة على تطوير المتاحف فى مصر، مجلة العلوم التكنولوجية ،جامعة اسيوط،كلية الهندسة، المجلد ٤١، العدد ٢،الصفحة ٦٤٥-٦٦٤، ٢٠١٣ .

[٧] – براهيمي فايزة، الحفظ الوقائي ودوره في تمديد العمر الافتراضي للمقتنيات المتحفية، مجلة روافد، المجلد ٢، العدد١ ، ٢٠١٨ ، ص ٥٦ .

[٨] – المصدر السابق نفسخ ، ص ٦٢ .

[٩] – بقدور مريم، التدابير الوقائية بالمتاحف الوطنية لمواجهة المخاطر الإنسانية والكوارث الطبيعية، رسالة دكتوراه في العلوم تخصص(علم الاثار والمحيط) ،جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان –كلية العلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية– قسم علم الاثار،٢٠١٨ ، ص ١٧ .

[١٠] – خوسيه لويز بيدروسولي جونيور، كاثرين انتومارشي ،ستيفان ميكالسكي ، دليل إدارة المخاطرللتراث الثقافي، المركز الدولي لدراسة حفظ وترميم الممتلكات الثقافية، ٢٠١٦

[١١] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين، دراسات في آثار الوطن العربي، المجلد ١٣، العدد ١٣، ٢٠١٠، الصفحة ١٩٦٠-١٩٩٩ ، ص ١٩٦٢ – ١٩٦٣ .

[١٢] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين، دراسات في آثار الوطن العربي، المجلد ١٣، العدد ١٣، ٢٠١٠، الصفحة ١٩٦٠-١٩٩٩ ، ص ١٩٦٤ – ١٩٦٨ .

David Gilory,Ian Godfrey,conservation and care of collections,Western Australian Museum,1998 -.

[١٣] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم ، المصدر السابق ،

[١٤] – خوسيه لويز بيدروسولي جونيور، كاثرين انتومارشي ،ستيفان ميكالسكي ، دليل إدارة المخاطرللتراث الثقافي، المركز الدولي لدراسة حفظ وترميم الممتلكات الثقافية، ٢٠١٦ .

[١٥] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين، دراسات في آثار الوطن العربي، المجلد ١٣، العدد ١٣، ٢٠١٠، الصفحة ١٩٦٠-١٩٩٩ ، ص ١٩٦٦ – ١٩٦٩ .

[16] - David Gilory,Ian Godfrey,conservation and care of collections,Western Australian Museum,1998-.

[17] .- David Gilory,Ian Godfrey,conservation and care of collections,Western Australian Museum,1998.-

[١٨] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين، دراسات في آثار الوطن العربي، المجلد ١٣، العدد ١٣، ٢٠١٠، الصفحة ١٩٦٠-١٩٩٩ ، ص ١٩٦٩ – ١٩٧١ .

[١٩] – هشام محمد محمد حسين، عصام محمد موسى محمد، أثر التقنيات الحديثة على تطوير المتاحف فى مصر، مجلة العلوم التكنولوجية ،جامعة اسيوط،كلية الهندسة، المجلد ٤١، العدد ٢،الصفحة ٦٤٥-٦٦٤، ٢٠١٣،

[٢٠] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين، دراسات في آثار الوطن العربي، المجلد ١٣، العدد ١٣، ٢٠١٠، الصفحة ١٩٦٠-١٩٩٩ ، ص ١٩٧٠ .

-James R. Druzik and Stefan W. Michalski, Guidelines for Selecting Solid-State Lighting for Museums, P 39-45, 2012.

[٢١] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين، دراسات في آثار الوطن العربي، المجلد ١٣، العدد ١٣، ٢٠١٠، الصفحة ١٩٦٠-١٩٩٩ ، ص ١٩٧٠ .

[22] – James R. Druzik and Stefan W. Michalski, Guidelines for Selecting Solid-State Lighting for Museums, P 39 -45, 2012 .

[٢٣] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين، دراسات في آثار الوطن العربي، المجلد ١٣، العدد ١٣، ٢٠١٠، الصفحة ١٩٦٠-١٩٩٩..

[24] David Gilory,Ian Godfrey,conservation and care of collections,Western Australian Museum,1998 -.

[٢٥] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين، دراسات في آثار الوطن العربي، المجلد ١٣، العدد ١٣، ٢٠١٠، الصفحة ١٩٦٠-١٩٩٩، ص

[٢٦] – خوسيه لويز بيدروسولي جونيور، كاثرين انتومارشي ،ستيفان ، دليل إدارة المخاطرللتراث الثقافي، المركز الدولي لدراسة حفظ وترميم الممتلكات الثقافية، ٢٠١٦ ميكالسكي ، ص ٣٥ .

[٢٧] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين، دراسات في آثار الوطن العربي، المجلد ١٣، العدد ١٣، ٢٠١٠، الصفحة ١٩٦٠-١٩٩٩

[٢٨] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، المتاحف الخاصة ..الاخطار والتحديات، https://www.al-jazirah.com/2015/20151227/wo3.htm

[٢٩] – سعيد عبد الكريم الحجي، حفظ مجموعات التراث الأثري وحمايتها في المتاحف، مجلة جامعة دمشق،المجلد ٣٣ ، العدد الأول،٢٠١٧، ص

[٣٠] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، المتاحف الخاصة ..الاخطار والتحديات، https://www.al-jazirah.com/2015/20151227/wo3.htm

. سعيد عبد الكريم الحجي، حفظ مجموعات التراث الأثري وحمايتها في المتاحف، مجلة جامعة دمشق،المجلد ٣٣ ، العدد الأول،٢٠١٧ ، ص

[٣١] – خوسيه لويز بيدروسولي جونيور، كاثرين انتومارشي ،ستيفان ، دليل إدارة المخاطرللتراث الثقافي، المركز الدولي لدراسة حفظ وترميم الممتلكات الثقافية، ٢٠١٦ ميكالسكي ، ص ٣٧ .

[٣٢] – براهيمي فايزة، الحفظ الوقائي ودوره في تمديد العمر الافتراضي للمقتنيات المتحفية، مجلة روافد، المجلد ٢، العدد١ ، ٢٠١٨ ، ص٥٦-٥٧ .

[٣٣] – براهيمي فايزة، الحفظ الوقائي ودوره في تمديد العمر الافتراضي للمقتنيات المتحفية، مجلة روافد، المجلد ٢، العدد١ ، ٢٠١٨ ، ص ٥٧– ٥٨ .

[٣٤] – براهيمي فايزة، الحفظ الوقائي ودوره في تمديد العمر الافتراضي للمقتنيات المتحفية، مجلة روافد، المجلد ٢، العدد١ ، ٢٠١٨ ، ص٦٣ .

[٣٥] – براهيمي فايزة، الحفظ الوقائي ودوره في تمديد العمر الافتراضي للمقتنيات المتحفية، مجلة روافد، المجلد ٢، العدد١ ، ٢٠١٨، ص٦٤ .

[٣٦] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين، دراسات في آثار الوطن العربي، المجلد ١٣، العدد ١٣، ٢٠١٠، الصفحة ١٩٦٠–١٩٩٩،ص١٩٧٨ . ينظر : Oddy, W.A., An unsuspected danger in display, Museums Journal, 73, 1973, pp.27–28

[٣٧] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين، دراسات في آثار الوطن العربي، المجلد ١٣، العدد ١٣، ٢٠١٠، الصفحة ١٩٦٠–١٩٩٩، ص ١٩٧٩ .
The British library, https://blogs.bl.uk/collectioncare/2014/06/materials-testing-the- -oddy-test.html

[38] - The British library, https://blogs.bl.uk/collectioncare/2014/06/materials-testing-the-oddy-test.html

[٣٩] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين، دراسات في آثار الوطن العربي، المجلد ١٣، العدد ١٣، ٢٠١٠، الصفحة ١٩٦٠–١٩٩٩، ص١٩٨٠ . ينظر :

Collings, T.J., and F.J., Young, 1976. Improvements in Some Tests and Techniques in Photograph Conservation, Studies in Conservation, 2l, pp.79-84.

[٤٠] – محمد أبو الفتوح محمود غنيم، الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين، دراسات في آثار الوطن العربي، المجلد ١٣، العدد ١٣، ٢٠١٠، الصفحة ١٩٦٠–١٩٩٩، ص ١٩٨٢ – ١٩٨٣ .

**المصادر**


**1.** معجم المعاني الجامع، معجم عربي– عربي

**٢.** ابن منظور،معجم لسان العرب، دار المعارف، القاهرة، مصر، ص٤٢١.

**٣.** الفيومي، أحمد بن محمد بن علي المقرىء، المصباح المنير في غريب شرح الكبير للرافعي،منشورات دار الهجرة، ايران،ط١،ط٢، ١٤١٤هـ.

**٤.** المعجم الوسيط، مجمع اللغة العربية، جمهورية مصر العربية،ص٨٢، ط٤ ،٢٠٠٤ م.

**5.** بقدور مريم، التدابير الوقائية بالمتاحف الوطنية لمواجهة المخاطر الإنسانية والكوارث الطبيعية، رسالة دكتوراه في العلوم تخصص(علم الاثار والمحيط) ،جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان –كلية العلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية– قسم علم الاثار،٢٠١٨

**6.** هشام محمد محمد حسين، عصام محمد موسى محمد، أثر التقنيات الحديثة على تطوير المتاحف فى مصر، مجلة العلوم التكنولوجية ،جامعة اسيوط،كلية الهندسة، المجلد ٤١، العدد ٢،الصفحة ٦٤٥-٦٦٤ ،٢٠١٣

**7.** براهيمي فايزة، الحفظ الوقائي ودوره في تمديد العمر الافتراضي للمقتنيات المتحفية، مجلة روافد، المجلد ٢، العدد١ ، ٢٠١٨

**8.** خوسيه لويز بيدروسولي جونيور، كاثرين انتومارشي ،ستيفان ، دليل إدارة المخاطرللتراث الثقافي، المركز الدولي لدراسة حفظ وترميم الممتلكات الثقافية، ٢٠١٦ ميكالسكي

**9.** محمد أبو الفتوح محمود غنيم، الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية فى بيئتي العرض والتخزين، دراسات في آثار الوطن العربي، المجلد ١٣، العدد ١٣، ٢٠١٠، الصفحة ١٩٦٠-١٩٩٩

**المصادر الاجنبية :**

**10**. David Gilory,Ian Godfrey,conservation and care of collections,Western Australian Museum,1998.

**11**. James R. Druzik and Stefan W. Michalski, Guidelines for Selecting Solid-State Lighting for Museums, P 39-45, 2012.

**12.** محمد أبو الفتوح محمود غنيم، المتاحف الخاصة ..الاخطار والتحديات،
https://www.al-jazirah.com/2015/20151227/wo3.htm

**13.** سعيد عبد الكريم الحجي، حفظ مجموعات التراث الأثري وحمايتها في المتاحف، مجلة جامعة دمشق،المجلد ٣٣ ، العدد الأول،٢٠١٧

**14**. The British library, https://blogs.bl.uk/collectioncare/2014/06/materials-testing-the-oddy-test.html

**Sources**

1.Mu'jam al-Ma'ani al-Jami', Arabic-Arabic Dictionary

2.Ibn Manzur, Lisan al-Arab Dictionary, Dar al-Ma'arif, Cairo, Egypt, p. 421.

3.al-Fayyumi, Ahmad ibn Muhammad ibn Ali al-Muqri', al-Misbah al-Munir fi Gharib Sharh al-Kabir by al-Rafi'i, Dar al-Hijrah Publications, Iran, 1st, 2nd ed., 1414 AH

4.al-Mu'jam al-Waseet, Arabic Language Academy, Arab Republic of Egypt, p. 82, 4th ed., 2004 CE

5.Bakdour Maryam, Preventive Measures in National Museums to Confront Humanitarian Risks and Natural Disasters, PhD Thesis in Archaeology and the Environment, Abu Bakr Belkaid University, Tlemcen, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Archaeology, 2018

6.Hisham Mohamed Mohamed Hussein, Essam Mohamed Moussa Mohamed, The Impact of Modern Technologies on Museum Development in Egypt, Journal of Technological Sciences, Assiut University, Faculty of Engineering, Volume 41, Issue 2, pp. 645-664, 2013

7.Brahimi Faiza, Preventive Conservation and Its Role in Extending the Lifespan of Museum Collections, Rawafed Magazine, Volume 2, Issue 1, 2018

8.José Luis Pedrosoli Jr., Catherine Antomarchi, Stephan, Risk Management Guide for Cultural Heritage, International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property, 2016
9.Mohamed Abu Al-Futuh Mahmoud Ghoneim, Preventive Maintenance of Metal Artifacts in Display and Storage Environments Studies in the Archaeology of the Arab World, Volume 13, Issue 13, 2010, pp. 1960-1999