تقييم ظروف البيئة الداخلية المناخية لمتحف آثار جرش بالأردن

Evaluation of the Internal Environmental Conditions of the Jerash Archaeological Museum in Jordan

أ.د/ محمد مصطفى إبراهيم

أستاذ، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة

Prof. Mohamed Moustafa Ibrahim

Professor, Department of Conservation, Faculty of Archaeology, Cairo University

mmmi228@yahoo.com

أ.م.د/ أحمد حسن بركات الشرمان

أستاذ مشارك، قسم الآثار، جامعة اليرموك

Assist. Prof. Dr. Ahmed Hassan Al-Shorman

Associate Prof, Department of Archaeology. Yarmouk University

ahmad.shorman@yu.edu.jo

م.د/ شريف عمر محمد

مدرس، قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة

Dr. Sherif Omar Mohamed

Lecturer, Department of Conservation, Faculty of Archaeology, Cairo University

sherif_omar_m@cu.edu.eg

الباحث/ طلعت حسني أحمد أبو العدس

باحث دكتوراه قسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة

Researcher. Talat Houssni Ahmad Abu AlAdas

PhD researcher, Department of Conservation, Faculty of Archaeology, Cairo University

tallat_84@yahoo.com

الملخص:

يقع متحف آثار جرش على ربوه عالية تطل على مدينة جرش الأثرية والسكنية بالمملكة الأردنية الهاشمية، ويحتوي المتحف على عدد كبير من المقتنيات الأثرية العضوية مثل العظام والعاج، وغير العضوية مثل الفخار والاحجار والزجاج والمعادن. معظم هذه المقتنيات معروضة داخل خزانات عرض والبعض الآخر معروض حر داخل المتحف، وهذه المقتنيات تمثل مختلف العصور والحضارات التي تعاقبت على مدينة جرش منذ العصر الحجري. ومن أهم مميزات هذا المتحف ان مقتنياته من مكتشفات مدينة جرش الأثرية. وتهدف هذه الورقة البحثية الى تقييم معدلات الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة والضوء داخل هذا المتحف وتأثير ذلك على حالة المقتنيات الأثرية المعروضة والمحفوظة بداخلة. حيث تمثل التقلبات في درجات الحرارة والرطوبة النسبية الناجمة عن العوامل الخارجية مثل الطقس أو عدد الزائرين مشكلةً جسيمة للعديد من المتاحف. إن معظم الدراسات الحديثة والخاصة بصيانة وحماية الآثار تطالب حالياً بتطبيق مفهوم الصيانة الوقائية والتي من أهم مفرداتها ضبط درجات الحرارة والرطوبة النسبية داخل مبني المتحف. وكذلك محاولة الوصول إلى حالة من الاتزان مع الرطوبة النسبية في الوسط المحيط بالأثر للحفاظ على المحتوى الرطوبي المتزن والمناسب لهذه المواد الأثرية، وذلك لحماية معروضات المتاحف من التأثير المتلف الذي تسببه الرطوبة النسبية العالية أو المنخفضة. وتمت الدراسة من خلال قياس معدلات الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة لمدة عام بداية من شهر نوفمبر ٢٠١٩ م وحتى شهر أكتوبر ٢٠٢٠م باستخدام جهاز Datalogger وجهاز Digital Light Meter الذي أستخدم في قياس شدة الإضاءة. والميكروسكوب الضوئي

الرقمي المحمول لدراسة سطح بعض المقتنيات الأثرية بالمتحف. وتشير النتائج الى ان الظروف البيئية داخل هذا المتحف غير متحكم فيها ويوجد تذبذب كبير بين معدلات الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة خلال فصول السنة حيث وصلت معدلات الرطوبة النسبية خلال شهر يناير الى (٩٥,٤%) وهي نسبة عالية جداً، ودرجات الحرارة وصلت في شهر يونيو الى (38.4^{O} C) وهي ايضاً مرتفعة. الامر الذي ادي الى تلف بعض المقتنيات الأثرية وبخاصة المعدنية. ومن ثم لابد من التدخل السريع واخذ الإجراءات المناسبة للحد من خطورة هذه الظروف للحفاظ على هذه المقتنيات من التلف والتدهور.

الكلمات المفتاحية:
البيئة الداخلية، الصيانة الوقائية، الرطوبة النسبية، متحف جرش الأثري، الأردن.

Abstract:

Jerash Archeological Museum is located on a high hill overlooking the ancient and residential city of Jerash, Jordan. It contains a lot of organic collocations such as bones, ivory and inorganic material, including pottery, stone, glass, and metal from various periods and civilizations of Jerash since the stone age. These artifacts are exhibited in showcases or without showcases in the museum. The present research paper aims to evaluate the degrees of relative humidity, temperature, and light inside the museum and their impact on the collections. Fluctuations of temperature and humidity caused by external factors, including climate, or visitors are a serious problem for many museums. Most of the recent studies related to the conservation and protection of antiquities recommend the application of the concept of preventive conservation that includes controlling temperature and relative humidity in museums to balance relative humidity, for instance, in the surrounding environment to protect these materials. The study was carried out inside Jerash Archaeological Museum by measuring the temperature and relative humidity using Datalogger and Digital Light Meter to measure the intensity of lighting for a year from November 2019 to October 2020. The portable digital microscope was used to study the surfaces of some museum artifacts. The results indicated that the environmental conditions inside the museum are not controlled and there is a large fluctuation of the degrees of relative humidity and temperature throughout the year. The highest value of relative humidity (95.4%) was reported in January, whereas the highest value of temperature (38.4°C) was in June. Thus, some artifacts, especially the metals, were deteriorated may cause the damage of some archaeological collections, especially metals. Urgent intervention and appropriate measures must be taken to reduce the risk of these conditions to preserve these artifacts from deterioration.

Key Words:

Internal environment, preventive conservation, relative humidity, Jerash Archaeological Museum, Jordan.

المقدمة:

لقد تزايد الوعي الأثري والاهتمام بالتراث الثقافي على مستوى العالم، وأخذت معظم الدول في وضع الإجراءات التنظيمية والقوانين المنظمة للمحافظة على التراث وحمايته وتأسيس المراكز العلمية والإدارية، وتأهيل العاملين والمختصين من أجل التطبيق الأمثل لإدارة هذا التراث، ولا سيما التراث الأثري في الموقع أو المتحف الذي يتعرض لأخطار كثيرة. إن تعرض

التراث الأثري لمخاطر عديدة ومتنوعة أوجب اتخاذ إجراءات لتلافيها وحمايتها قبل حدوثها ، وذلك من خلال ترسيخ معارف الحماية، وتقييم الأسباب الحقيقية التي تؤدي إلى تدهور وتلف كبير في المجموعات الأثرية ، وبحث الطرق المناسبة لمعالجتها وصيانتها ، واتخاذ الإجراءات الضرورية لتجنب الضرر الذي يمكن أن يصيب المجموعات الأثرية في المخازن وقاعات العرض في المتاحف ، والمخاطر الطبيعية والبشرية التي تهدد المجموعات المتحفية ، كالعوامل الجوية والحرائق والفيضانات والسرقة والتخريب ، والعمل على الحد من هذه المخاطر ، والاستعداد لحالات الطوارئ ، ووضع خطط استراتيجية لإدارة ذلك . وقد بات الحفظ الوقائي ضروريا في استراتيجيات حماية التراث الأثري بالنظر إلى الظروف المتغيرة للمجتمعات وتطورات العصر من أزمات وحروب وكوارث، ومن الضروري أيضا تجنب انتظار وقوع الضرر أو الخطر، ويجب التدخل بسرعة لإنقاذ التراث الأثري (الحجي، ٢٠١٧، ص٣٥). ولابد من تطبيق إجراءات عملية لحماية التراث الأثري وحفظه في المتاحف والمخازن الأثرية بالأردن من خلال الدراسات الخاصة بالظروف البيئية المحيطة لحماية هذه المقتنيات وهذا الإرث الفريد الذي يحكي عن حضارة الاردن. ويوجد في المملكة الأردنية الهاشمية أكثر من ٤٠ متحفا باختلاف أنواعها كمتاحف للآثار ومتاحف للتاريخ ومتاحف للتراث الشعبي ومتاحف للتاريخ الطبيعي ومتاحف للفنون ومتاحف عسكرية ومتاحف للمسكوكات ومتاحف نباتية ومتاحف وثائقية ومتاحف للأطفال، والتي تعود ملكيتها إلى الدولة والجيش ضمن النطاق الحكومي وإلى الجامعات والبنوك والأشخاص ضمن النطاق الخاص. ومتاحف المملكة الأردنية الهاشمية تعتبر مصدرا من المصادر الهامة للتعرف على التاريخ الحضاري فيه، كما تعمل هذه المتاحف على تنمية وتطوير التفاهم والتعاون والسلام بين الناس فهي تحتوي في أروقتها وقاعاتها على مزيج من التاريخ والتراث والفن والعلم، ونظراً لأهميتها فقد اهتمت الدولة ببنائها وجعلها كشاهد على الحضارات الإنسانية والأحداث التاريخية التي وقعت في فترات زمنية مختلفة (البشتاوي ، ٢٠١٨ ،ص ١٦٤). ومن بين هذه المتاحف متحف آثار جرش.

متحف آثار جرش:

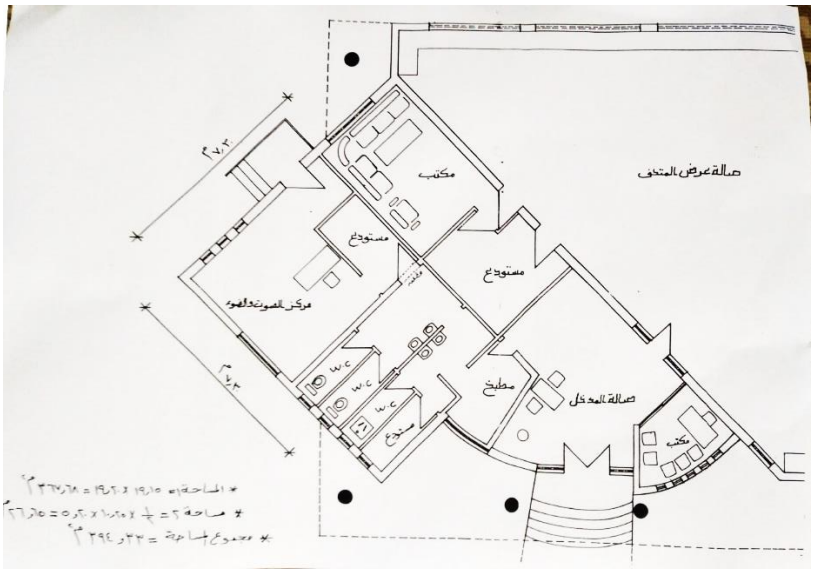
يعود تأسيس هذا المتحف الى سنة ١٩٦٣ م، حيث كان المبنى في قبو ساحة معبد آرتميس، وفي سنة ١٩٨٥ تم نقله الى المبنى الحالي - تحت عنوان "الأردن عبر التاريخ" بمساعدة من جامعة اليرموك ووزارة السياحة والآثار - الذي كان يستخدم كاستراحة، فهو لا يمثل أي طراز معماري محلي خاصة وأنه يقع ضمن مدينة أثرية مهمة، ويطل أيضا على جرش الأثرية والمدينة الحديثة مما يجعله بارزا واضحا. فإلى جانب متحفي الكرك والبتراء، فانه يعتبر من متاحف الموقع، حيث يتميز هذا النوع من المتاحف بأنه يرتبط بموقع محدد، فقد قام في المنطقة التي تم الحصول على القطع الأثرية منها في موقع الحفرية (راتب، (١٩٩٣) ص ٨٥).

هذا المتحف يتبع ادارياً دائرة الآثار العامة في الأردن. وفي الساحة الأمامية للمتحف عرضت بعض التماثيل الرخامية والحجرية والنصب التذكارية عليها كتابات باللغة اليونانية واللاتينية وتوابيت حجرية مزخرفة بأشكال نباتية وهندسية ومذابح حجرية من مختلف العصور وعرض بالساحة الخلفية أيضاً الكثير من النصب التذكارية. والمتحف يتكون من طابق واحد فقط وعدة أقسام داخلية كالتالي:

- **قاعة بهو المدخل:** وهي غير منتظمة الشكل، وتستخدم لأغراض عدة كمكتب استعلامات، ومكان لعرض بعض اللوحات والقطع والمجسمات الكبيرة، اضافة الى أنه من خلالها يتم الوصول الى غرف وقاعات المتحف.
- **قاعة العرض:** وتبدو بشكل مثلث تقريبا، وقد تم ادخال بعض التعديلات والتوسعات عليها.
- **المكاتب الادارية:** وهي عبارة عن مكتب أمين المتحف، اضافة الى غرفة صغيرة تستخدم كمكتب للمراقبين.

●**المرافق الضرورية والخدمات:** حيث يوجد مخزن بعيد عن مبنى المتحف في قبو آرتميس، وهذا كان المتحف الرسمي سابقاً. والشكل (١) يوضح مخطط لمتحف آثار جرش وصور للمتحف من الخارج.

●كما يحتوي المتحف على مطبخ ودورات مياه، وبالقرب منه توجد غرفة الصوت والضوء. وتوجد حوله حديقة ومساحة واسعة، مما يضفي عليه جمالا طبيعيا، وتعمل الأشجار كملطف للجو وكمصدات للرياح، كما تستغل الحديقة في العرض الخارجي ورغم ذلك، فان المتحف ما يزال يفتقر الى معظم المرافق الضرورية (راتب، (١٩٩٣)، ص ٨٦). واللوحة (١) توضح متحف آثار جرش من الخارج وكتلة المدخل الخاصة به والحديقة الموجودة حول المتحف.



شكل (١) يوضح مخطط عام لمتحف آثار جرش نقلاً عن (وزراة السياحة والآثار – مديرية آثار جرش)

(أ)

صورة توضح مدخل المتحف

(ب)

صورة توضح الحديقة الموجودة حول المتحف

لوحة (١) توضح صور لمدخل متحف آثار جرش الأثري والحديقة الموجودة حولة

يحتوي المتحف على عدد كبير من المقتنيات الأثرية غير العضوية مثل القطع الفخارية والزجاجية والمعادن والعملات والمجوهرات والأحجار الكريمة وبعض التماثيل والمذابح الرخامية والحجرية. ومواد غير عضوية حيث توجد به بعض بقايا العظام. كما يوجد بداخل المتحف خارطة تمثل أهم المواقع والمعالم الأثرية في المدينة الأثرية. وقد تم عرض القطع الأثرية في خزائن عرض بتسلسل تاريخي منذ العصر الحجري الحديث حتى العصر المملوكي (Qaddhat., R.M.Y.,(2014),p.28) مروراً بالعصر الهلنستي والروماني والبيزنطي والاموي. كما تم عرض جميع القطع الفخارية المتعددة الاشكال باختلاف العصور بالإضافة الى خزائن لعرض القطع الزجاجية (التي عثر عليها في المقابر الأثرية) واللقى المعدنية وخزائن لعرض المسكوكات الذهبية والفضية والبرونزية، كما عرض على جدران المتحف من الداخل لوحات من الفسيفساء عليها أشكال هندسية ونباتية وحيوانية عثر عليها في الكنائس المنتشرة في المدينة الأثرية زودت ببطاقات شرح وافيه. واللوحة (٢، ٣) توضحان بعض المقتنيات المعروضة والمحفوظة داخل متحف آثار جرش. وطرق العرض داخل فتارين وايضاً استخدام طريقة العرض الحر لبعض تماثيل الرخام. كما يتضح استخدام المراوح في عملية التهوية واستخدام النوافذ العلوية للإضاءة نهاراً.

صور توضح بعض المسكوكات المعدنية المعروضة بالمتحف

صور توضح حجر الغلق لمنتصف احدى القباب أكتشف عام ٢٠١٥ من قبل البعثة الفرنسية في محيط معبد زيوس

صور توضح بعض الأدوات والاواني الفخارية

صورة عامة لفتارين العرض داخل المتحف

لوحة (٢) توضح بعض المقتنيات الأثرية المعروضة والمحفوظة بمتحف آثار جرش

صور توضح بعض المقتنيات الفخارية داخل فتارين العرض

صور توضح بعض التماثيل الحجرية المعروضة بشكل حر داخل المتحف ويتضح أيضا الاعتماد على المراوح في عملية التهوية ولا توجد أي أجهزة تكييف او مرشحات لتنقية الهواء بالمتحف

لوحة (٣) توضح بعض المقتنيات الأثرية المعروضة داخل فتارين العرض والمعروضة ايضاً بشكل حر بمتحف آثار جرش

البيئة الداخلية بالمتحف:

يقصد بها درجات الحرارة والرطوبة والضوء والملوثات الجوية المختلفة وكل ما يخص ظروف العرض والتخزين والحفظ للمقتنيات الأثرية داخل المتاحف، وتلعب هذه العوامل البيئية وبخاصة عند ارتفاع مستويات درجات الحرارة والرطوبة وتذبذبهما وكذلك الملوثات الجوية المختلفة دورا هاما وخطيرا في تلف وتدهور الآثار وتدميرها. لذلك فان لهذه القياسات ووسائل التحكم والدرجات المثلى والحدود الآمنة المتعلقة بالحرارة والرطوبة والضوء والتلوث الجوي في البيئة المحيطة بالأثر داخل فتارين العرض والتخزين، دوراً مهما في تقليل تلف الآثار، وهذا من صميم الصيانة الوقائية التي تعتبر من ابسط الطرق لحفظ وصيانة المقتنيات الأثرية. ويقصد بها مجموعة الإجراءات التي تتبع لحماية ووقاية الأثر في المستقبل من تأثيرات العوامل والظروف البيئية المتلفة أثناء نقلها او عند العرض والتخزين (غنيم ، (٢٠١٠)، ص ١٩٦١) .

من أهم الوظائف الرئيسة التي تقوم بها المتاحف هو توثيق مجموعات التراث الثقافي بمختلف أنواعها ودراستها وترميمها وحفظها وعرضها، وللحفظ وجوه مختلفة لها معان كثيرة والتي من أهمها حفظ المجموعات الأثرية من خلال التحكم بالمناخ الداخلي أثناء عمليات العرض والتخزين (الحجي، (٢٠١٧)، ص ٨٨). لذلك كان لابد من دراسة هذه العوامل والقاء الضوء عليها والالمام بها لأخذ الاحتياطات ووضع الإجراءات والخطط للتحكم فبها وذلك من أجل الحفاظ على المقتنيات الأثرية المحفوظة والمعروضة داخل متحف جرش الأثري وهذا ما تهدف اليه هذه الورقة البحثية.

الرطوبة النسبية:

وهي التي تعرف بمعدل النسبة المئوية لبخار الماء في الهواء مقارنة بالنسبة اللازمة لتشبع الهواء عند نفس درجة الحرارة (Appelbaum, B.,1991, p.25.). ويعد ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية وتذبذبها من أخطر عوامل تلف مواد الآثار العضوية وغير العضوية فبالإضافة الى انها تقوم بدور مساعد في تنشيط عوامل التلف الأخرى مثل الحرارة والتلوث الجوي والاملاح والتلف الميكروبيولوجي فهي تعتبر في حد ذاتها من اهم عوامل التلف نشاطا ويظهر تأثيرها بشكل كبير على كل مواد الآثار وبخاصة المعادن. وتعانى المقتنيات المعدنية المحفوظة والمعروضة بمتحف جرش من حدوث تآكل وتكون

التفاعلات الكيميائية اكثر شدة واستمرارية في الجو الرطب (Shrier ,L.L., et al.,(1994), p.33.). وفي حالة تواجد بعض الايونات مثل الكلوريدات والكبريتات والنتيروجين فيحدث تضاعف ويزداد التأثير المتلف وتتكون الاحماض مثل الكبريتيك والكربونيك والنتيريك ومركبات الكلوريدات علي اسطح المقتنيات المعدنية (Stambolov, T.,(1985) p.19,). وهذا ما تم ملاحظته في بعض الآثار المعدنية حيث حدث تآكل لساطور من الحديد المحفوظ بمتحف جرش.

ويوجد مصدرين للرطوبة في البيئة الداخلية للمتاحف الأول خارجي ويتمثل في ماء المطر او البحيرات او الانهار او البحار القريبة، ومن الجدران من خلال الرشح الناتج من مواسير المياه او من خلال الخاصية الشعرية من الأرضية الى الجدران. والمصدر الثاني داخلي من خلال زوار المتحف حيث يكون من تنفس الانسان او من خلال التكثف علي الاسطح الباردة (Gaël de Guichen,(1984) , p.6). وتوجد كمية محددة من الرطوبة في صورة بخار ماء ، في كل من بيئتي العرض والتخزين باعتبارها بيئات مغلقة ، ويشار إليها على أنها الرطوبة الفعلية Absolute وهي وزن بخار الماء الفعلي الذي يحتويه حجم معين من الهواء عند درجة حرارة معينة ، ويعبر عنها بالجرام لكل متر مكعب من الهواء والعلاقة بين هذه الرطوبة ودرجة التشبع تعتمد على درجة الحرارة ، وبالمثل تعتمد الرطوبة النسبية على درجة الحرارة ، فإذا انخفضت الحرارة داخل هذه الأجواء فإن الرطوبة النسبية سترتفع وبالعكس في حالة ارتفاع الحرارة ستنخفض الرطوبة النسبية. مثل هذه التغيرات يمكن أن يسببها في بيئتي العرض والتخزين ضوء الشمس أو بقع الضوء المركزة أو التدفئة. ويمكن ملاحظة التأثيرات الخطيرة للرطوبة النسبية وعلاقتها بدرجة الحرارة في خزانة العرض إذا علمنا أن الرطوبة النسبية ٦٠ % في خزانة عرض محفوظة عند درجة حرارة 25 ° م سوف ترتفع إلى حوالي 80% إذا انخفضت درجة الحرارة إلى 20 ° م ثم الوصول إلى درجة الندي Dew point إذا انخفضت درجة الحرارة إلى ١٦ ° م وبالتالي يحدث التكثف في صور قطرات صغيرة من الماء أو فيلم رطب على السطح البارد. ويشكل التكثف خطورة بالغة على المجموعات المتحفية المعروضة أو المخزنة لأن قطرات الماء هذه تسبب تفاعلات كيميائية مختلفة بفعل الملوثات أو الكيماويات المختلفة أو الكائنات الحية الدقيقة (غنيم (٢٠١٠)، ص ١٩٦٤). وبالتالي فان عامل الرطوبة بشتى مصادرها وبخاصة داخل المتاحف لها اضرار جسيمة على المواد الأثرية في ظل عدم التحكم فيها الامر الذي يؤدي في النهاية الى تلف وتدهور هذه المواد.

درجة الحرارة:

التغير في درجات الحرارة ما بين الارتفاع والانخفاض على مدار اليوم الواحد وكذلك على مدار العام يعد أيضا من اهم عوامل تلف المقتنيات الأثرية داخل المتاحف، وتعتبر درجة الحرارة هي العامل الأهم والمشترك فهي تحفز كل من التلف الفيزيائي والكيميائي والبيولوجي بالإضافة إلى علاقتها بالعوامل الأخرى مثل الضوء والرطوبة. ومصادر الحرارة هي: الشمس، الإضاءة الصناعية، الإشعاع الحراري من الزائرين والعمال، الأجهزة الكهربائية مثل المكيفات والمراوح والدوائر التليفزيونية وفلاشات التصوير... إلخ (عبد المنعم، (٢٠٠٤)، ص١٤٨). وترتبط درجة الحرارة ارتباطا وثيقا بمعدلات الرطوبة والاثنين معا يعملان على تلف معظم المواد الأثرية داخل بيئتي العرض والتخزين بالمتاحف ان لم يتم التحكم فيهما.

الاضاءة:

الضوء له تأثيراته على المقتنيات الأثرية المختلفة في بيئتي العرض والتخزين داخل المتاحف، واحياناً كثيرة يكون التأثير الضار للضوء أكبر من التأثيرات الضارة للحرارة والرطوبة وايضاً التلوث الجويAir Pollution حيث يعتمد التلف على درجة حساسية المواد المعرضة للضوء، وشدة الأشعة، ومدة التعرض، والخواص الضوئية للأشعة من حيث كونها تحتوي

على موجات ذات أطوال موجية قصيرة أو طويلة وذات طاقة عالية أو منخفضة (Appelbaum, B.,(1991), p.70). ويتمثل التأثير الضار للضوء في التغيرات اللونية التي تحدث لبعض المواد الأثرية العضوية، حيث يحدث تبييض للعاج، واضمحلال وبهتان الأصباغ والأحبار، وتغير لون الاخشاب وطبقة الورنيش (Gilroy, D., and Godfrey, M.,(1998), p.2 l.).

وتختلف المواد في تفاعلها مع الضوء فبعض هذه المواد يحدث لها بهتان والبعض الأخر يصبح أكثر دكانة، بالإضافة إلى ما يسببه الضوء من اضمحلال للألوان نتيجة للأكسدة، كذلك فإن التأثيرات الحرارية المصاحبة للضوء تؤدي إلى تنشيط تفاعلات الهدم الكيميائية أيضاً، وما ينتج عنها من تأثيرات الجفاف ومظاهرة المختلفة، حيث يتسبب الضوء في تكسير وتحلل التراكيب الجزيئية للمواد العضوية فيضعفها. وعلى الرغم من أن كل أنواع الضوء لها أضرار متفاوتة فإن الموجات الأكثر خطورة وضرراً هي:

- الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet rays ذات الطاقة العالية والطول الموجي القصير (٣٨٠-٣٢٠ نانومتر) وتعتبر هي المسئولة عما يسمى بالتلف الكيميائي الضوئي Photochemical degradation . وتوجد هذه الأشعة بنسبة عالية في ضوء الشمس وبكمية ليست بالقليلة في لمبات التنجستين والفلورسنت.
- الموجات القصيرة من الضوء المرئي الأبيض حتى الضوء الأزرق، وتأثيرها أقل ضرراً.
- الأشعة تحت الحمراء Infrared rays ذات الموجات الطويلة (٧٦٠ نانومتر فما فوق)، وتسبب هذه الأشعة رفع درجة حرارة المواد الأثرية المعرضة لها وتعجل من عمليات التلف الكيميائي، ولها القدرة أيضا على إحداث تغيرات في الرطوبة النسبية المحيطة حيث تتناسب الرطوبة في المواد عكسيا مع هذه الأشعة الساقطة عليها.

وتقاس شدة الضوء المرئي بجهاز يسمى Luxmeter or Light meter وهو يعطي قراءة مباشرة للضوء ويعبر عنه باللوكس. واللوكس يساوي تقريبا ١, لومن. واللومن Lumen هو الوحدة البريطانية المستخدمة لقياس الضوء (غنيم (٢٠١٠)، ص ١٩٩٦- ١٩٧٠). ومن الواضح ان الإضاءة داخل متحف جرش تعتمد على الإضاءة الطبيعية واستخدام لمبات الفلورسنت والتي تشكل خطراً على هذه المقتنيات على المدي الزمني البعيد.

قياس درجة الحرارة ومعدلات الرطوبة النسبية وشدة الإضاءة بمتحف جرش الأثري:

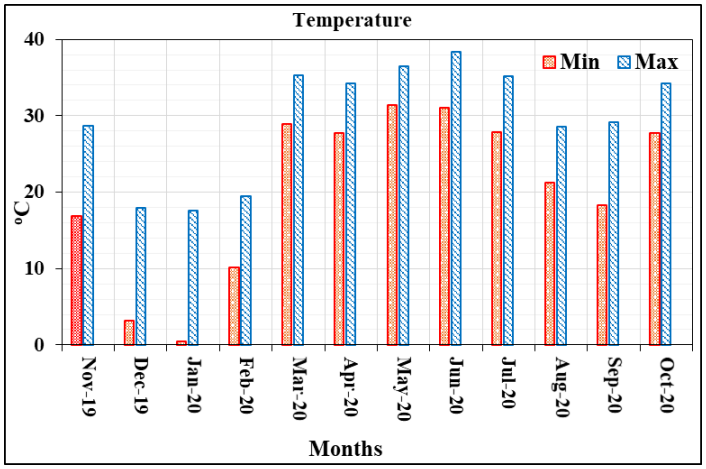
قياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية:

تم عمل قياس لدرجات الحرارة ومعدلات الرطوبة النسبية داخل المتحف لمدة عام بداية من شهر نوفمبر ٢٠١٩ م وحتى شهر أكتوبر لعام ٢٠٢٠م وتم ذلك باستخدام جهاز UNI-T UT330C Humidity/ Temperature/ pressure Datalogger IP٦٧ لهذا الغرض وأعُد الجهاز بحيث يتم القياس والقراءة والتسجيل كل ٤ ساعات، وبالتالي فإن اليوم الواحد تم تسجيل ٦ قياسات للحرارة والرطوبة النسبية ونقطة الندى. ويمكن توضيح النتائج من خلال الجدول (١) الذي يوضح الحد الأدنى والأقصى لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية داخل المتحف في الفترة من نوفمبر ٢٠١٩م وحتى أكتوبر ٢٠٢٠م. وكذلك الاشكال (٢ ، ٣ ، ٤).

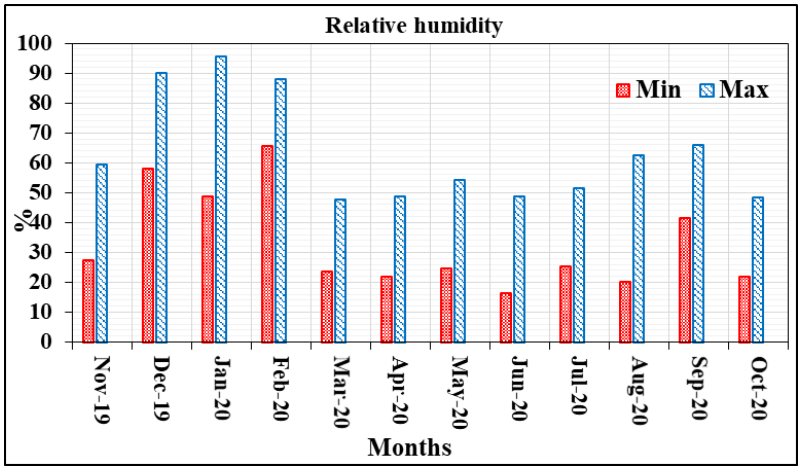
جدول (١) يوضح الحد الأدنى والأقصى لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية داخل متحف جرش الأثري في الفترة من نوفمبر ٢٠١٩م وحتى أكتوبر ٢٠٢٠م.

Month	Temperature ^{O}C		Relative Humidity RH%		Dew point ^{O}C	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
November	16.9	28.7	27.5	59.4	0.9	15.1
December	3.2	17.9	57.9	90.1	2.9	11
January	0.5	17.6	48.8	95.4	1.6	10.7
February	10.1	19.5	65.5	88.1	6	14.7
March	28.9	35.3	23.5	47.8	9	20
April	27.7	34.2	21.9	48.9	9.4	20.3
May	31.4	36.5	24.5	54.1	12.7	23
June	31.1	38.4	16.3	48.8	8.3	22.9
July	27.9	35.2	25.3	51.6	7.8	20.2
August	21.2	28.6	20.2	62.5	2.8	17.6
September	18.3	29.1	41.5	65.9	8.9	17.1
October	27.7	34.2	21.9	48.5	0.9	15.1

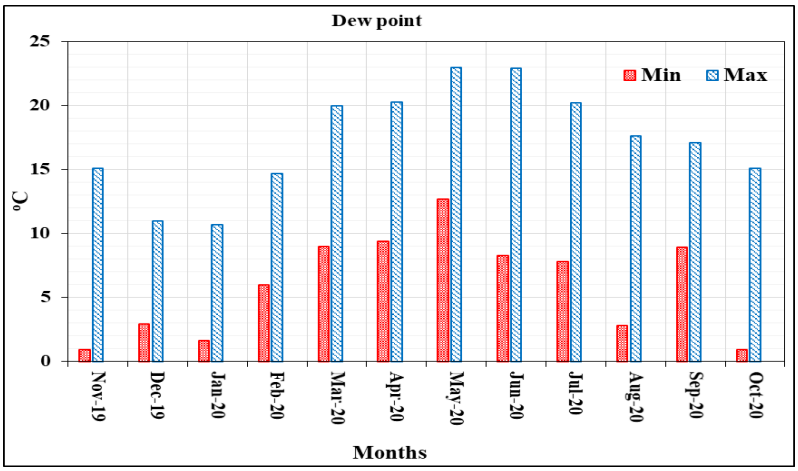
من خلال النتائج الواردة في الجدول السابق يمكننا تفسير سبب الضرر والتدهور الذي حدث لبعض المقتنيات الأثرية بالمتحف وبنسب متفاوتة. وذلك نتيجة لعدم توفير الظروف البيئية المناسبة والموصي بها عالمياً لتحقيق أفضل ظروف العرض والحفظ لهذه المقتنيات.



شكل (٢) يوضح نتائج القياس لدرجة الحرارة داخل متحف جرش الأثري لمدة عام بداية من نوفمبر ٢٠١٩م وحتى أكتوبر ٢٠٢٠م



شكل (٣) يوضح نتائج القياس لدرجة الرطوبة النسبية داخل متحف جرش الأثري لمدة عام بداية من نوفمبر ٢٠١٩م وحتى أكتوبر ٢٠٢٠م



شكل (٤) يوضح نتائج القياس لنقطة الندي داخل متحف جرش الأثري لمدة عام بداية من نوفمبر ٢٠١٩م وحتى أكتوبر ٢٠٢٠م

قياس شدة الإضاءة:

متحف آثار جرش يستخدم نوعين من الإضاءة هما:

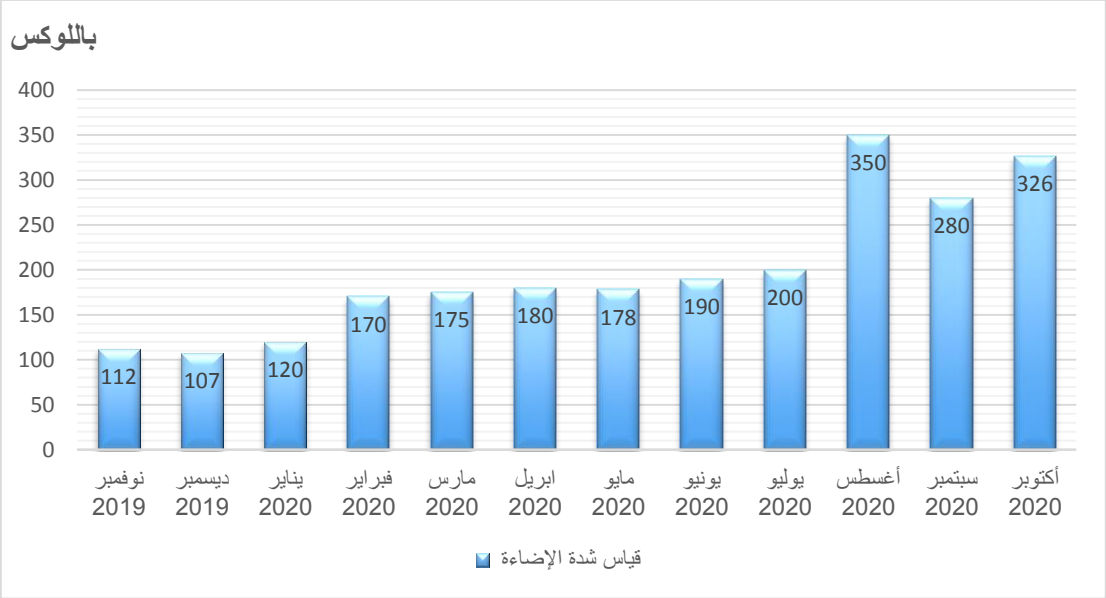
الإضاءة الطبيعية: من خلال أشعة الشمس التي تدخل إلى المتحف من النوافذ العلوية له.

الإضاءة الصناعية: حيث تستخدم لمبات الفلورسنت بشكل مباشر دون استخدام أي مرشحات.

فالشمس والمصادر الضوئية الصناعية يصدر عنها كمية مختلفة من الإشعاعات السابق ذكرها مثل الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء، لذلك كان من الضروري قياس شدة الإضاءة داخل المتحف، حيث تم أخذ قياسات شدة لإضاءة على مدار عام كامل بداية من شهر نوفمبر ٢٠١٩م وحتى شهر أكتوبر ٢٠٢٠م بواسطة جهاز (Digital Light Meter) من طراز UT383S. ويمكن توضيح نتائج القياس من خلال الجدول (٢) والشكل رقم (٥).

جدول (٢) يوضح قياس مستوي شدة الإضاءة داخل المتحف لمدة عام كامل

مستوى شدة الإضاءة خلال عام بداية من نوفمبر ٢٠١٩ وحتى أكتوبر ٢٠٢٠م												
الشهر	نوفمبر ٢٠١٩	ديسمبر ٢٠١٩	يناير ٢٠٢٠	فبراير ٢٠٢٠	مارس ٢٠٢٠	ابريل ٢٠٢٠	مايو ٢٠٢٠	يونيو ٢٠٢٠	يوليو ٢٠٢٠	اغسطس ٢٠٢٠	سبتمبر ٢٠٢٠	أكتوبر ٢٠٢٠
مستوى الإضاءة باللوكس	١١٢	١٠٧	١٢٠	١٧٠	١٧٥	١٨٠	١٧٨	١٩٠	٢٠٠	٣٥٠	٢٨٠	٣٢٦



شكل (٥) يوضح نتائج قياس شدة الإضاءة داخل متحف آثار جرش

وتبين من خلال قياس شدة الإضاءة أن هناك تفاوت في مستوي شدة الإضاءة داخل المتحف خلال العام الواحد، وأن شدة الضوء وصلت إلى ٣٥٠ لوكس خلال شهر أغسطس لعام ٢٠٢٠ وفى شهر أكتوبر وصلت الى ٣٢٦ لوكس هي اعلى من الحدود المسموح بها .وتكمن الخطورة في مصادر الضوء السابقة سواء كانت مصادر طبيعية أو مصادر صناعية ، في أن الأشعة فوق البنفسجية(U.V) هي الأكثر إتلاف للتحف الأثرية لأن لها طاقة منشطة ومسرعة لحدوث التفاعلات الكيميائية الضوئية المسببة لتأكل مادة الأثر وتغير لونه، ويمكن ان ينتج عنها تلف على المدي الزمني البعيد وخاصة للآثار الحساسة للضوء مثل المواد الأثرية العضوية (العظم والعاج المحفوظة داخل المتحف)، وايضا الآثار الملونة حيث يحدث تغير لوني وبهتان واضمحلال للكثير منها.

الفحص باستخدام الميكروسكوب الضوئي الرقمي:

تعد الدراسة بواسطة الميكروسكوب الضوئي الرقمي من أهم الدراسات الخاصة بعملية الفحص وذلك من خلال قدرته على التكبير العالي والتصوير والتسجيل والفحص للطبقات السطحية الخاصة بمظاهر التلف للمقتنيات داخل المتاحف. ومن ثم يعتبر من طرق التحليل غير المتلفة حيث لا يتم اخذ عينة ويتم الفحص مباشرة للأثر دون حدوث أي ضرر وخاصة في مثل

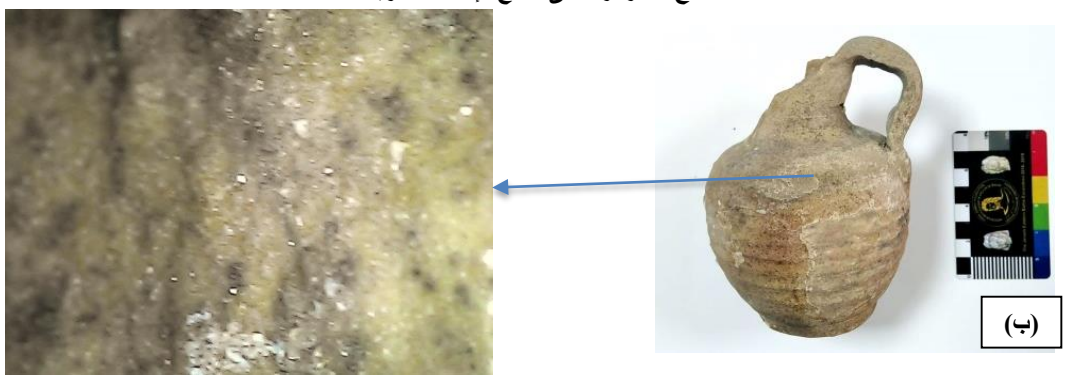
هذه الحالة والتي يصعب الحصول على عينات لدراستها. ومن خلاله تم الفحص والتصوير لسطح بعض المقتنيات بمتحف جرش الأثري وتسجيل مظاهر التلف التي لحقت بها.

مواصفات ونوع الجهاز المستخدم:

Digital Microscope, HD color CMOS Sensor, High Speed DSP,24bit DSP, Super Resolution 460*480 to 1600*1200, 5× Digital Zoom, Compatible with USB3.0.

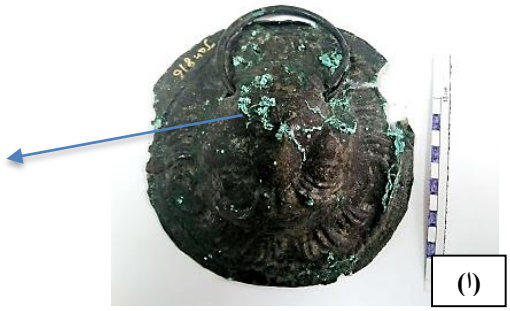
له قوة تكبير من ٤٠× وحتى ١٠٠٠× ويمكن توضيح هذه المظاهر ودراسة الحالة من خلال الصور التالية والتي توضح عملية الفحص والتصوير بالميكروسكوب الضوئي (الرقمي) المحمول. ويمكن توضيح نتائج الفحص من خلال الشكل اللوحة (٤)،(٥).

صورة ثور من الفخار يحمل على ظهره وعاءً وتبين من خلال الفحص باستخدام الميكروسكوب الضوئي بقوة تكبير (× 50) وجود بعض الاملاح المتزهرة على سطح الإناء الفخارية

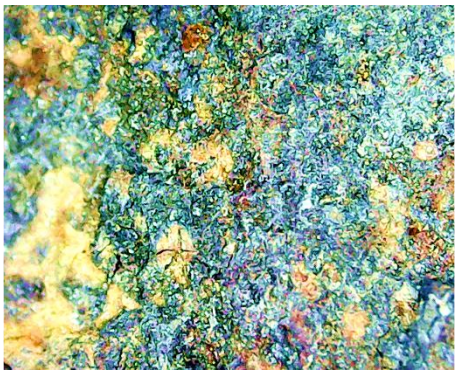


صورة لآنية فخارية وتبين من خلال الميكروسكوب بقوة تكبير(45×) وجود طبقة متكلسة ربما تكون ملحية ومتداخلة مع الاتساخات في ظل الرطوبة المرتفعة فتكونت الطبقة الصلبة شديدة الالتصاق بسطح الانية

لوحة (٤) توضح نتيجة الفحص باستخدام الميكروسكوب الضوئي الرقمي لمظاهر تلف بعض الاواني الفخارية المعروضة والمحفوظة بالمتحف



صورة توضح راس أسد برونزي مفرغ (البعثة الفرنسية) وتظهر نتائج الفحص بقوة تكبير (× 40) وجود تآكل في البرونز وتكون مركبات التآكل ذات اللون الخضر الفاتح نتيجة لارتفاع معدلات الرطوبة



صورة توضح ساطور من معدن الحديد وتبين نتيجة الفحص بقوة تكبير (× 50) ظهور مركبات تآكل الحديد وحالة التلف الكبيرة التي وصل لها الساطور

صورة توضح قارورة زجاجية ويتضح من خلال الفحص بالميكروسكوب بقة تكبير (×40)وتظهر انها مصابة بظاهر تآكل الزجاج وهذه الظاهرة تحدث في ظل معدلات عالية من الرطوبة

لوحة (٥) توضح نتائج الفحص باستخدام الميكروسكوب الضوئي الرقمي المحمول لبعض مظاهر تلف المقتنيات المعدنية والزجاجية بمتحف آثار جرش

مناقشة النتائج:

●تبين من خلال دراسة الظروف البيئية الداخلية لمتحف جرش الأثري بالأردن الى ان معظم هذه الظروف غير جيدة وتؤثر بالسلب على المقتنيات الأثرية المعروضة والمحفوظة به حيث ان الحدود المثالية والمسموح بها بالنسبة لدرجة الرطوبة النسبية لمعظم المجموعات المتحفية تتراوح من (٤٥ %الى ٥٥%) ويجب ألا تزيد أو تقل بمقدار (٥%) عن هذه الدرجات، كذلك فإن درجة والحرارة يجب ألا تتعدى عن ١٨° م (NPS Museum Handbook,2016 ,24-26). ويتضح من خلال القياسات التي تمت للرطوبة النسبية انها تخطت الحدود المسموح بها حيث وصل اعلي معدل لها في شهر يناير وكانت نسبتها (٩٥,٤%) واقل معدل لها تم تسجيله في شهر يونيو حيث وصلت الي (٤٨,٨%) وعند النظر الى النتائج

نجد ان هناك تذبذب ما بين الارتفاع والانخفاض خلال فصول العام وهذه بدورة يؤدي الى تلف وتدهور حالة القطع المقتنيات الأثرية داخل بيئتي العرض والتخزين بالمتحف.

- أما درجة الحرارة فتم تسجيل أعلي قيمة لها في شهر يونيو حيث وصلت الى (38.4^{O} C) واقل قيمة لدرجة الحرارة تم رصدها في شهر يناير سجلت (17.6^{O} C) وهذا يدل على التذبذب بين درجة الحرارة والرطوبة بشكل واضح خلال العام الواحد، ونلاحظ هنا ان هناك علاقة ما بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية حيث كل ما زادت درجة الحرارة انخفضت الرطوبة النسبية والعكس. وتشير هذه النتائج الى ان معظم مقتنيات المتحف تتعرض لدرجات حرارة ورطوبة نسبية عالية جداً خلال العام الواحد. وهذا مؤشر خطير لحالة حفظ هذه المقتنيات.
- كما تبين من خلال دراسة شدة الإضاءة ان معدلاتها عالية وتلاحظ استعمال الإنارة الساطعة والطبيعية في عملية العرض المتحفي مدة طويلة إلى الحاق أضراراً بالقطع الأثرية الموجودة بالمتحف وخاصة الملونة وغيرها، وفي الوقت نفسه فإن درجة الحرارة غير المناسبة يمكن وبشكل سريع أن تسبب أضراراً بالقطع الأثرية.
- أما نتائج الفحص باستخدام الميكروسكوب الضوئي الرقمي المحمول فقد أظهرت النتائج وجود تزهرات ملحية على أسطح بعض الاواني الفخارية التي تم دراستها و نتيجة لتبلور هذه الاملاح وتزهرها يمكن ان تسبب بعض الضغوط على بدن الفخار وهذا بدورة يؤدي الى حدوث تشقق وتفتت ببدن الفخار(Buys , S ., Oakly , V., (1999),p.23.)وتحدث إعادة اتبلور والتزهر للأملاح نتيجة لارتفاع معدلات الرطوبة في الوسط المحيط . كذلك وجود تدهور لحالة بعض المقتنيات المعدنية حيث ظهرت نواتج تآكل الحديد على الساطور حيث يتفاعل فلز الحديد مع الاكسجين في وجود الرطوبة العالية وتتكون طبقة من نواتج تآكل أكاسيد الحديديك القاعدية غير المتماسكة وكذلك هيدروكسيدات الحديديك والحديديوز وكلوريدات الحديد في وجود ايون الكلورين (Garcia, S.R., et.al., (1998) , p.120.) . وكذلك تآكل سبيكة البرونز نتيجة لتكون مركبات التآكل ذات اللون الأخضر الفاتح ويحدث ذلك نتيجة لوجود معدلات عالية من الرطوبة (Scott, D.,(1990),p.193) ويعتبر التحكم في الرطوبة النسبية هو الحل الأمثل لمنع حدوث ظاهرة مرض البرونز (Bradley, S.,(2005) ,p. 160).

أما دراسة الأنية الزجاجية فقد ظهرت بها حفر ويدل ذلك على الإصابة بظاهرة التآكل حيث تظهر حفر صغيرة منعزلة وتزداد بمرور الوقت وتتصل ببعضها مكونه حفراً أكبر واعمق (ournié , A., P., et al.,(2008),pp.2142-2154) وتعتبر الرطوبة العالية هي السبب الرئيسي في إصابة الزجاج بظاهرة التآكل حيث تعتبر الرطوبة العامل الرئيسي الذي يسبب تلف الزجاج ويشكل بيئة غير موائمة لبقاء الزجاج بدون تلف (Newton, R., (1985), P. 21) ويعتبر غياب الرطوبة من البيئة المحيطة بالزجاج من العوامل التي تحافظ عليه ثابتا لفترات زمنية طويلة (Cronyn, J. M., (1990), P. 130 .).

الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال العرض السابق للظروف البيئية داخل متحف جرش الأثري بالمملكة الأردنية الهامشية وملاحظة تأثيرها المتلف على المقتنيات المتحفية المعروضة به. تبين من خلال الدراسة ان الظروف غير متحكم فيها لذلك لابد من زيادة الاهتمام ووضع الخطط والاستراتيجيات والبدء الفوري في تعديل الوضع من خلال التحكم بالمناخ داخل المتحف حيث تعمل هذه الاجراءات على الاستقرار في درجة الحرارة والرطوبة ومن ثم المحافظة على القطع الأثرية من التلف والتدهور. وذلك من خلال تثبيت المناخ داخل قاعات وفتارين العرض وكذلك في أماكن وصناديق التخزين والحفظ من أجل توفير ظروف ثابته للعرض والتخزين الى حد ما. ويتم ذلك باستخدام التكييف المركزي حيث يتم التحكم به ليلاً ونهاراً للدرجات الحرارة

والرطوبة مع توفير أجهزة قياس ومراقبة ورصد لهذه الدرجات داخل كل خزينة عرض مع وجود نظام مركزي لتنقية الهواء من الملوثات الجوية.

أما طريقة الحفظ والعرض المثالية فتتم من خلال توفير درجات الحرارة والرطوبة داخل كل خزينة على حدة طبقا لنوع المواد الأثرية المعروضة او المحفوظة بها حيث ان لكل مادة سواء كانت عضوية او غير عضوية درجات حفظ خاصة بها ولا يتم تعميم وتثبيت الدرجات على كل أنواع المواد الأثرية.

وبخصوص الإضاءة فلابد من التحكم فيها وعدم استعمال الإضاءة المباشرة سواء كانت الطبيعية او الصناعية كما يحدث هنا في هذا المتحف والاعتماد على الإضاءة غير المباشرة مثل الإضاءة المنعكسة او من خلال وضع مرشحات للأشعة الضارة. وذلك لحماية التراث الأردني حتى يصل الي الأجيال القادمة حيث ان التراث يحفظ كيان الأمة وبقاءها واستمرارها.

ضرورة الاهتمام بعملية الصيانة الدورية للقطع الأثرية المعروضة بالمتحف للحد من تلفها الى جانب توفير الظروف البيئية المناسبة للمعروضات والمقتنيات الأثرية.

المراجع

المراجع العربية:

- عبد المنعم، حمدي، (٢٠٠٤)، دراسة في علاج وصيانة المخطوطات الورقية المصورة ذات الاغلفة الجلدية الملونة، رسالة ماجستير، قسم الترميم، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ص١٤٨.

-Ebdalmnem , hamdi , (2004) dirasatan fi wasianat almakhtutat alwarqiat , risalat mulawanatan mulawanat , qism altarmim , kuliyat alathar , jamieat alqahirat , s 148.

- الحجي، سعيد عبدالكريم، (٢٠١٧)، حفظ مجموعات التراث الأثري وحمايتها في المتاحف، مجلة جامعة دمشق، المجلد ٣٣، العدد الأول، ص٣٥.

-Alhajiu , saeid eabdalkrym , (2017) , hifz majmueat alturath al'atharii wahimayatiha fi almutahif , majalat jamieatan dimashq , almujalid 33 , aleadad al'awal , s 35.

- عبد اللطيف، مازن رسمي راتب (١٩٩٣)، المتاحف الأثرية في الأردن – دراسة تحليلية، رسالة ماجستير، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية، ص85- ٨٦.

-Eabd allatif , mazin rasmi ratib (1993) , almatahif al'athariat fi al'urduni - dirasatan tahliliatan , risalat majstir , kuliyat aldirasat aleulya , aljamieat al'urduniyat , sa85- 86.

- غنيم، محمد أبو الفتوح محمود، (٢٠١٠) الصيانة الوقائية للمشغولات الأثرية المعدنية في بيئتي العرض والتخزين، حولية الاتحاد العام للآثاريين العرب، دراسات في آثار الوطن العربي ١٢، المجلد ١٣، العدد ١٣ ، ص ١٩٦٠-١٩٩١.

- Ghanim , muhamad 'abu alfutuh mahmud , (2010) alsiyanat alwiqayiyat lilmashghulat al'athariat almaedaniat fi biiyati aleard waltakhzin , hawl alaitihad aleami lilathariiyn alearab , dirasat fi athar alwatan alearabii 12 , almajalid 13 , aleadad 13 , s 1960-1991.

- البشتاوي، محمد حمد، (٢٠١٨) ، واقع المتاحف الأردنية في إدارة المخاطر والأزمات ، المؤتمر الدولي تراثنا بين الاستدامة والأزمات والذي عقد بجامعة مؤتة خلال الفترة ما بين (١١-٩) نيسان ٢٠١٨ م بتنظيم كلية العلوم الاجتماعية / جامعة مؤتة بالتشارك مع كلية البترا للسياحة والآثار / جامعة الحسين بن طلال، ص ١٦٤.

- Albushatawi , muhamad hamd , (2018) , almatahif al'urduniyat fi al'asasat wal'azamat , almutamar alduwaliu turathuna bayn alaistidamat wal'azamat eaqd mawtat khilal alfatrat ma bayn (9-11) nisan 2018 m. albitra lilsiyahat walathar / jamieat alhusayn bin talal , s 164.

المراجع الأجنبية:

Appelbaum, B., (1991), Guide to Environmental Protection, Sound View press, Boston, USA , p.25.

- Bradley, S., (2005), Preventive Conservation Research and Practice at the British Museum, *JAIC*, 44, p. 160.
- Buys , S. , Oakely , V.,(1999), Conservation and Restoration of ceramics , Butterworth – Heinemann ,ltd., Oxford , 1999 , P. 2٣ .
- Cronyn, J. M.,(1990), The element of archeological conservation, P. 130.
- Gaël de Guichen, (1984), Climate in museums, ICCROM, Rome, p.6.
- Garcia, S.R., Gilroy D., and MacLeod, I. D., (1998) Metals, In: A Practical Guide to the Conservation and Care of Collections, Western Australian Museum, p.120.
- Gilroy, D., Godfreyو I.M.,(1998), Preventive Conservation, In: A Practical Guide to the Conservation and Care of Collections, Western Australian Museum, pp.1-10.
- Newton, R. G., (1985),The durability of glass, In "Glass technology", Vol. 26, P. 21.
- NPS Museum Handbook ,(2016). Part I, Chapter 4, Museum Collections Environment, National Park Service, Museum Management Program, Washington, p.24:26.
- Qaddhat., R.M.Y.,(2014), Evaluation Study of the Administrative Status in Jordanian Museums from Visitor's Point of View (Jerash Archaeological Museum and the Jabal Al Qalla Museum), journal of Management Research , vol.6, No.2,p.28.
- Scott, D., (1990), Bronze Disease: A Review of Some Chemical Problems and The Role of Relative Humidity, JAIC, Volume 29, 7, p. 193.
- Shrier,L.L.et al., (1994), Corrosion 1,2,Butterworths, Third Edition, Great Britian, part 1, p.33.
- Stambolov, T., The Corrosion and Conservation of Metallic Antiquities and Works of Art, Amsterdam, 1985, p. 19.
- Tournié , A., P., et al., (2008) , Glass Corrosion Mechanisms: A Multiscale Analysis, Solid State Ionics 179, Elsevier B.V. , P P. 2142–2154.