INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE

ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

Factors and manifestations of damage affecting stone statues

عوامل ومظاهر التلف المؤثرة على التماثيل الحجرية

[1] Mohammed gad ahmed , [2] Abdo Al-Derby , [3] Jamal Qamh ,

[1]Conservation Director of the antiquities of Karnak temples - Ministry of tourism and antiquities, Luxor-Egypt
[2] Professor and Head of Antiquities Restoration Department, Faculty of Archeology, South Valley University
[3] Professor and Head of the Geology Department - Faculty of Sciences - Menoufia University

الملخص :

سنتناول في هذه الورقة البحثية عوامل ومظاهر التلف المؤثرة على التماثيل الحجرية في البيئة المفتوحة حيث تنقسم العوامل المتلفة للتماثيل إلى عوامل طبيعية وهي التي تحدث بدون تدخل من البشر أي بفعل الطبيعة ولها الباع الأكبر من عوامل التلف وتتمثل في تأثير الحرارة والرطوبة والرياح والزلازل والأملاح بصورة فرديه أو بصورة متبادلة ، وعوامل بيولوجية وتتمثل في التأثير البيولوجي للكائنات الحية كالطيور والحيوانات والحشرات والكائنات الحيه الدقيقة كالبكتريا والفطريات والطحالب ،هذا بالإضافة إلى العوامل البشرية والتي تحدث بفعل البشر سواء متعمده مثل الحروب والعداءات السياسية وإعادة استخدام الأثر لغرض اخر أو غير متعمده مثل أعمال الترميم الخاطئة وعدم الوعي والحس الأثري وتأثير التلوث الجوي بسبب فعل البشر وأخيرا دراسة عوامل التلف الداخلية للحجر والتي تنشأ إما عن مكونات الحجر الداخلية أو عيوب في تشغيل الحجر .

الكلمات الدالة :

عوامل تلف طبيعية ، عوامل تلف بيولوجية ، عوامل تلف بشرية ، عوامل تلف داخلية ، مظاهر تلف ، تماثيل حجرية

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

1. المقدمة :

تجوية الحجر هي ظاهرة طبيعية حدثت منذ تشكل الحجر وستستمر ما دام الحجر موجودًا. وتساهم عوامل كثيرة في هذه التجوية.[1] حيث تعاني أحجار البناء من عمليات التلف ، اعتمادًا على عوامل مثل تكوين المادة نفسها ، و عوامل خارجية مثل الظروف البيئية (المناخ و التلوث) [2] و تدهور الحجر من التماثيل والمباني المكشوفة كان واضحًا منذ العصور القديمة وقد ذكره بالفعل الكتاب اليونانيون والرومانيون [3] حيث يؤدي الهجوم المستمر على الآثار الحجرية من قبل عوامل التجوية المختلفة إلى فقدان حبيبات الحجر والجزيئات الكبيرة من الأسطح المكشوفة. يُعزى فقدان المواد السطحية إلى حد كبير إلى العمليات التي تنطوي إما على انحلال مادة التدعيم التي تربط حبيبات الحجر معًا أو تعطيل الروابط بين الخلايا الحبيبية عن طريق زيادة إجهادات الشد الداخلية. [4] وإذا نجت التماثيل الأثرية من بيئة الدفن أو الغمر، فعادة ما يكون ذلك فقط بسبب توازنها مع بيئتها. وعندما يتم التنقيب عنها ، فجأة يختل هذا التوازن بشدة حيث يتم إدخال القطع الأثرية في بيئة الغلاف الجوي. ويبدأ التدهور مرة أخرى وقد يكون واضحًا بعد وقت قصير مثل بضع ثواني إذا لم يتم الوصول إلى توازن ثانٍ في غضون فترة زمنية قصيرة، فسوف يتحول ذلك التدهور إلى التدمير. فإن أكثر سمات التنقيب ضررًا على القطع الأثرية هي التغيير في المحتوى المائي لبيئتها. كالذين يتعرضون للرواسب الرطبة في بيئة الدفن قد يعانون من فقدان الماء بعد استخراجها وأولئك الذين يعانون من ظروف شديدة الجفاف بسبب عدم وجود الماء قد تفقد الماء في الغلاف الجوي عند استخراجها لأن الهواء يكون أكثر جفافاً من معظم الرواسب [5]

أما عن مظاهر التلف فيمكن تعريفها بانها أشكال التجوية المختلفة و نتيجة للتفاعل البيئي على الهياكل الأثرية غير المتشابهة و يمكن وصف التغييرات على سطح الصخور الناتجة عن عمليات التجوية بمساعدة مصطلحات محددة حيث تم سابقا إنشاء أنظمة مختلفة للمصطلحات وقد نشأت الكثير من المشاكل مع استخدام هذه المصطلحات المختلفة. ثم تم تطوير نظامًا من أربع مجموعات أساسية من أشكال التجوية: (فقدان المواد الحجرية - تغير اللون / الرواسب - الانفصال - التشققات /

1) Charola, A. E. "Chemical-physical factors in stone deterioration." Durability of building materials 5.3-4 (1988): 309-316

2) Garcia-Talegon, Jacinta, et al. "Heritage Stone 5. Silicified Granites (Bleeding Stone and Ochre Granite) as Global Heritage Stone Resources from Avila, Central Spain." *Geoscience Canada* (2016): 53-62

3) Fassina, Vasco. "Environmental pollution in relation to stone decay." *Durability of Building materials* 5 (1988): 317-358.

4) Al-Saad, Z. "A laboratory test program for the evaluation of various types of stone preservatives for consolidating the stone monuments of Petra." *Petra, the restoration of the rockcut tomb facades, ed. M. Kuehlenthal and H. Fischer. Munich: Bayerisches Landsamt für Denkmalpflege* (2000): 191-200

5) Cronyn, Janet Margaret. *Elements of archaeological conservation*. Routledge, 2003 p29:30

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

التشوه) . يمكن أن تكون العديد من المصطلحات مصدرًا لسوء الفهم. وللتغلب على هذه المشاكل ومواءمة جميع مناهج التصنيف الحالية
وقبل أن نتمكن من اتخاذ أي إجراء لمنع أو علاج تدهور الحجر، يجب أن نفهم سبب هذا التدهور. أحيانًا يكون السبب واضحًا ؛ في بعض الأحيان قد يكون هناك عدة أسباب مختلفة تعمل في وقت واحد. [6] ويمكن تصنيف عوامل التلف التي تؤثر على التماثيل الحجرية إلى :

2. عوامل تلف طبيعية natural deterioration factors

وهي العوامل الطبيعية التي تؤدي إلى تلف التماثيل بفعل الطبيعة ودون تدخل البشر ومن اهم هذه العوامل ما يلي :

1.2. الرطوبة النسبية Relative Humidity

تعتبر الرطوبة النسبية الرابط المشترك في معظم عمليات تلف الآثار الحجرية حيث أنها تكون في اغلب الأحيان بمثابة العامل المنشط لعمليات التلف الأخرى وهو العامل الذي يعمل على إحكام دائرة التلف حول الأثر ويظهر هذا في النتاج المشترك لكل من الحرارة والرطوبة .[7] حيث ان الترطيب والتجفيف بالحرارة يؤدي إلى تلف الأحجار وإمكانية تبلور الأملاح اوهيدرتها [8] . كما تعتبر الرطوبة باختلاف مصادرها من أخطر عوامل التلف الفيزيوكميائية على الآثار والتي ينجم عن وجودها داخل مسام الأحجار أضرار بالغة مالم يتخذ الاحتياطات اللازمة لحماية الأثر من تأثير الرطوبة وتتنوع مصادر الرطوبة غير أن أكثرها أهمية مياه الأمطار.Rain water والمياه تحت السطحية والتكاثف.Condensation
وتتساقط الأمطار نتيجة لانخفاض درجة حرارة الهواء المحمل ببخار الماء في طبقات الجو العليا مما يؤدي إلي تكاثف بخار الماء علي شكل ذرات مائية صغيرة تتكون منها السحب حتي إذا ما واصلت إلي مناطق شديدة البرودة في الجو بدأت الذرات الصغيرة في التجمع حتي تتكون نقاط كبيرة تبدأ في السقوط نحو الأرض مكونة المطر عند سقوط الأمطار الغزيرة وارتطامها بالأسطح تعمل على حفر ونحر قنوات شعرية بالطبقات الخارجية للأثر ومياه الأمطار غالباً ما تكون حمضية لأن الهواء يحتوي علي غاز Co_2 حيث يذوب في الماء مكونا حمض الكبريوتيك وهو حمض ضعيف، حيث يحلل هذا الحمض ببطء بعض مواد الأثر ، كما أن الهواء الجوي الملوث في المناطق الصناعية يحتوي علي كميات مختلفة من أكاسيد الكبريت مما يؤدي إلي إنتاج حمض الكبريتيك ويتسبب هذا الحمض في تحليل العديد من المعادن.
وبالنسبة للمياه السطحية فأن ارتفاع منسوب المياه تحت السطحية في التربة من

6) Price, Clifford A., and Eric Doehne. "Stone conservation: an overview of current research." (2011) p 9

7) محمد عبد الرؤوف الجوهري ، المؤثرات البيئية على المواقع والمباني الأثرية ،2018صـ 12

8) Ashurst, John, and Francis G. Dimes, eds. Conservation of building and decorative stone. Routledge, 1998 – P 164

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

العوامل الحيوية في عمليات التلف والتقليل من الخواص الميكانيكية للحجر وتعرف الماء باسم "المحفز الشامل" لأنها تنشط العديد من عوامل التلف الأخرى ؛ وبالتالي فإنها تسهل معظم التفاعلات الكيميائية وتمكن الكائنات الحية من الازدهار[9] وغالبًا ما تحتوي التربة والتربة التحتية على كميات صغيرة من المواد الملونة ، المشتقة من تحلل المواد العضوية ، القابلة للذوبان في الماء بدرجة كافية لتكون قادرة على إحداث بقع بالحجر. بشكل غير سار[10]

ويتمثل التأثير الحقيقي لهذه المياه فيما تحمله من الأملاح أو مواد عضوية موجودة في مصادر هذه المياه أو التربة بواسطة الارتفاع الشعري .وتتمثل مصادر المياه تحت السطحية في مياه شبكات الشرب والصرف الصحي. ومياه المجاري المائية. ومياه الصرف الزراعي. والمياه الجوفية. يؤدي وجود هذه المياه بالتربة والتي تذبذب مستواها بين طبقات التربة المختلفة فتحدث نتيجة لذلك انتفاشا أو انكماشا لمكونات التربة مما يؤثر على اتزان الأثر أما عن التكثيف فأن قطرات الماء الناشئة عن عملية التكثف عند حبسها داخل التركيب المسامي لمواد البناء وعند انخفاض درجة الحرارة وحدوث الصقيع يحدث لها زيادة في الحجم نتيجة عملية التجمد وتحولها من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة وبالتالي زيادة ضغطها علي الجدران ن و يؤدى ذلك إلى حدوث الشروخ الدقيق . وغالباً ما يحتوى الماء المتغلغل داخل المسام علي أملاح قابلة للذوبان وعند حدوث الجفاف يبدأ تبلور هذه الأملاح داخلياً والتي تسبب تشوه وتلف الأثر كما إنها تؤدى إلى تبلورها ع السطح مكونة قشرة سميكة صلدة على أسطح الأثر كما أن زيادة الرطوبة تؤدي إلي نمو الفطريات حيث تبدأ مستعمراتها في النمو بألوان مختلفة منها البني والأسود والأخضر والرمادي وعمليه امتصاص الأثر للرطوبة ثم فقدها مره أخرى تمثل عمليه الشهيق والزفير وزياده الرطوبة النسبية تتسبب في تفاعلات كيميائية تؤدي بدورها إلى تحلل مادة الأثر . [11]

و تلعب دورات التجوية دورًا كبيرًا في تحديد عمر الحجر حيث انب الروابط الحبيبية هي ما يربط الحجر الرملي معًا فتتسبب حركة بنية الحبوب في تلف هذه الروابط ، وعادةً ما تكون نتيجة لتغلغل الرطوبة حيث يمكن للرطوبة أن تلحق الضرر بالحجر في صورة إدخال الأملاح وتبلورها داخل مسام الحجر في نهاية المطاف إلى التحلل الناجم عن دورة الذوبان والتجمد في حالة العديد من الأحجار والذي ينتج ضغوط على مسام الحجر كما يمكن أن يتسبب الماء في تمدد الطين الذي يحتوي عليه بعض الأحجار وانقباضه مما يؤدي إلى التشقق الأولي والضياع في نهاية المطاف { صورة رقم 1}.[12]

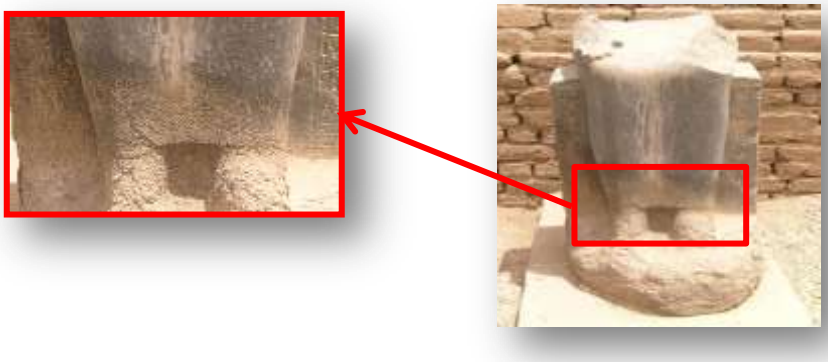
9) Cronyn, Janet Margaret. Previous reference, 2003 p18

10) Ashurst, John, and Francis G. Dimes, eds. Previous reference, 1998 – P 164

11) حسين علي الدراوي ,المشرف د. لطيفة محمد وفاء .الترميم المعماري للمباني الأثرية بين الحفاظ والتشويه ..جامعة طرابلس، 2013. صـ 21

12) Federico, Marco J. "Performance Evaluation of Mechanical Pinning Repair of Sandstone." Theses (Historic Preservation) (2008): P 4

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/



{صورة رقم 1} توضح آثار الرطوبة على الأجزاء السفلية من التماثيل

2.2. التفاوت في درجات الحرارة Variation of air temperature

التباين في درجات الحرارة بين الليل والنهار ينتج عنه تمدد الأسطح الخارجية وانكماشها باستمرار والذي لا يكون منتظما داخل الأحجار نظرا لرداءة توصيلها للحرارة مما يسبب انفصال الجزء الخارجي عن الكتلة الحجرية وتساقطها تدريجيا وخصوصا فى الزوايا للحجر حيث أنها اكثر عرضه للحرارة { صورة رقم 2 } وبتكرار نفس التأثير تنفصل طبقه أخرى وهكذا [13] ويظهر هذا واضحا في التماثيل الجرانيتية حيث ان حجر الجرانيت يتكون من عدة معادن ولكل معدن معدل تمدد وانكماش ومختلف ودرجة الحرارة مرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالرطوبة النسبية [14]
والحرائق هي حدث كارثي آخر من أشكال درجات الحرارة. يمكن أن تسبب هذه الضغوط لأن الحجر ليس موصلًا حراريًا جيدًا ، وبالتالي فإن درجة حرارة السطح ستكون مختلفة بشكل كبير عن تلك الموجودة في الحجر الأساسي. سيؤدي التمدد الذي يتعرض له أثناء التسخين إلى درجات حرارة عالية إلى تحطيم حرفي للطبقات الخارجية للكتل الحجرية تاركًا وراءها التصدع والتشقق والتشظي{ صورة رقم 3 } إلى التأكل واختفاء الملامح العامة قد تؤدي الحرائق إلى تغير اللون والتغيرات المعدنية في بعض مكونات الأحجار لتعديل خصائصها الفيزيائية. على سبيل المثال ، أكسدة معادن الحديد و تكوين الهيماتيت وجفاف الطين وتحلل الكالسيت أو الدولوميت والانكماش المفاجئ للكوارتز هذا بالإضافة إلى انه يمكن زيادة الضرر أثناء المحاولات لإطفاء الحريق بالماء الذي قد يبرد بسرعة سطح الحجر الساخن و زيادة التشظي بالصدمة الحرارية الناتجة.[15]

13) حسين علي الدراوي - مرجع سابق، 2013. صـ 21

14) Cronyn, Janet Margaret. Previous reference, 2003 p75

15) Siegesmund, siegfried, and rolf snethlage, eds. Stone in architecture: properties, durability. Springer science & business media, 2011– P 229

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

{ صورة رقم 2} توضح تأثير اختلاف درجات الحرارة على تمثال من الجرانيت الوردي موجود أمام الصرح السابع من الجهة الغربية

{ صورة رقم 3} توضح تأثير اختلاف درجات الحرارة على احد التماثيل الموجودة على المساطب داخل معبد الكرنك

3.2. الأملاح salts

{ صورة رقم 4} توضح تزهر الاملاح على اسطح احد التماثيل بمعبد موت ناتجة عن تبخر المياح المحملة بالاملاح داخل مسام الحجر بفعل ارتفاع درجة الحرارة

و تعتبر الأملاح العنصر الفعال والمشترك لجميع العوامل الأخرى حيث تلعب الاختلافات في الرطوبة ودرجات الحرارة دورًا مهمًا في التبلور و إذابة الأملاح المختلفة.[16] وزيادة منسوب المياه الجوفية المشحونة بأملاح قابلة للذوبان. يمتصها الهيكل الأثري مما يزيد من كمية الأملاح والرطوبة. يحدث التبخر على شكل ماء من الحجر. حيث يتبخر ببطء أكثر من داخل الهيكل وتتحرك الرطوبة إلى السطح وتتبلور الأملاح من المحلول إما على السطح أو في المسام تحت السطح وهذين الإجراءين يتسببان في تشقق السطح [17] وتمثل الأملاح القابلة للذوبان أحد أهم أسباب تلف الأحجار { صورة رقم 4 } .

حيث تتسبب الأملاح في تلف الحجر بعدة طرق. والأهم هو نمو بلورات الملح داخل مسام الحجر ، والتي يمكن أن تولد ضغوطًا كافية للتغلب على قوة شد الحجر وتحويل

16) Ismail, Badawi M. "The impact of environmental conditions on the roman tombs in Alexandria city." Journal of the Faculty of Arts in Qena9.10 (2000): 64-91

17) ISmail Badawy, Abo Heleika,. "Assessment and Monitoring the Groundwater Risk Using Electrical and Shallow Refraction Seismic Measurements and Conservation Aspects of Hawara Pyramid." Journal of the Faculty of Arts in Qena11.11 (2001): 78-110.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

الحجر إلى مسحوق وهناك العديد من مصادر الأملاح. مثل تلوث الهواء وهو مصدر رئيسي للكبريتات والنترات. وتشمل المصادر الأخرى التربة ، التي يمكن من خلالها نقل الأملاح إلى الآثار عن طريق ارتفاع الرطوبة أملاح تهب بفعل الرياح من البحر أو الصحراء .[18] ويعتبر تبلور الملح هو الأهم لأنه قد يكون الأكثر ضررًا. يهاجم المواد المسامية بصرف النظر عن تركيبها الكيميائي [19]

4.2. الرياح wind

تعد الرياح من عوامل التلف للتماثيل الأثرية مما تحمله من رمال ناعمة و أتربة و ملوثات جوية، فهي تعمل ع التأكل السطحي للتماثيل الأثرية. كما تعتبر الرياح والتيارات الهوائية من أهم عوامل التعرية إذ تحمل هذه الرياح أثناء مرورها ع سطح الأرض حبيبات الرمال ذات الصلابة العالية [20] لذلك تعتبر الرياح من عوامل التلف الميكانيكي علي التماثيل الحجرية حيث أنها تهاجم أسطح هذه التماثيل و تؤدى إلى تفتت المواد المصنوعة منها أو تعمل علي كشط أو برى السطح الخارجي لها وتأثير النحر يكون أقوى ما يمكن فوق سطح الأرض بقليل حيث تكون للرياح مقدرة عالية علي حمل حبيبات رمال أكبر حجما و أكثر عددا ، و تسمى هذه الظاهرة بالنحر السفلي{ صورة رقم 5 } .

{ صورة رقم 5} توضح تأثير نحر الرياح على تمثال ابو الهول بالجيزة

وبتكرار العواصف الرملية تؤدي إلى تآكل المناطق الضعيفة والمتحللة وتكون الرياح جافه جدًا أثناء النهار ورطبه أثناء الليل بسبب التغيرات الحرارية العالية اليومية [21] لذا فهي تلعب دورا هاما في خلخلة اتزان معدلات الرطوبة و الحرارة حيث تؤدى إلى حدوث تغير في معدلات الحرارة و الرطوبة ارتفاعا و انخفاضا. أيضا تلعب الرياح دورا أخر في التلف الناتج عن التلوث الجوي حيث يمكنها حمل غازات التلوث الجوي المختلفة و نقلها من مصادرها المختلفة إلى مواقع الأثر.

18) Price, Clifford A., and Eric Doehne Previous reference (2011) p 15

19) Ashurst, John, and Francis G. Dimes, eds. Previous reference, 1998 – P 153

20) عبد المعز شاهين - ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية - المجلس الأعلى للآثار - صـ 169

21) Arnold, Andreas, Konrad Zehnder, and Andreas Küng. Deterioration and conservation of monumental stones with polychrome relief decoration in upper Egypt: the archaeological remains of the Temple of Merenptah. ETH Zurich, 2002.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

5.2. الزلازل Earthquakes

الزلازل هي حركات أرضية مستمرة وان اختلفت بين الشده والضعف [22] وتعتبر مخاطر الزلازل أحد عوامل الاضمحلال العديدة التي نواجهها [23] .وتعتبر الزلازل من اخطر عوامل التلف الميكانيكي التي تلحق بالتماثيل أضرارا بالغه ويشمل التلف الميكانيكي جميع العمليات التي تولد ضغطًا ميكانيكيًا إما على نطاق مجهري أو على هياكل كاملة. هناك عدد كبير جدًا من مظاهر التلف الميكانيكي المختلفة ، مثل التفكك الحبيبي ، والتفكيك ، والتشظي ، والانحلال الهيكلي الكامل.[24] وينتج الضرر الميكانيكي عندما يتعرض الحجر لحمل أو إجهاد أعلى من المقاومة الميكانيكية له. والأحداث الكارثية مثل الزلازل هي المسؤولة عن الأضرار الجسيمة في الآثار وخاصة التماثيل { صورة رقم 6 ، 7 } [25] .

{ صورة رقم 6} توضح التأثير المدمر للزلازل على تمثال الملك امنحتب الثالث بالبوابة الشمالية لمعبد الملك امنحتب الثالث بغرب الاقصر

{ صورة رقم 7} توضح التأثير المدمر للزلازل على تمثال الملك رمسيس بمعبد الرمسيوم بغرب الاقصر

3. عوامل تلف بيولوجية Biological Factors

1.3. الحيوانات animals

ومن اهم أنواع الحيوانات المنتشرة في المناطق الأثرية الثعالب البرية والفئران في المناطق الهادئة والكلاب والقطط وتعيش هذه الحيوانات في المناطق الأثرية بكثرة والبعض قد يكون مستخدماً في أعمال الحراسة وعندما تتغذي الكلاب والقطط على ما يتركه لها السائحون من فضلات الطعام فإنها تترك فضلاتها في المنطقة. ويتمثل تأثير الحيوانات Animals Effects في عملية احتكاكها مع الأسطح الأثرية في أثناء عمليات التغذية والنوم والتبرز { صورة رقم 8 ، 10 }

22) محمد عبد الهادي محمد - دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية – مكتبة زهراء الشرق – صـ 244

23) Balderrama, Alejandro Alva. "Earthquake damage to historic masonry structures." Conservation of building and decorative stone; vol. 2. 1990. p-107

24) Brimblecombe, Peter. The effects of air pollution on the built environment. Vol. 2. World Scientific, 2003 p 133

25) Siegesmund, Siegfried, and Rolf Snethlage, eds. Previous reference, 2011 – P 229

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

أما فيما يتعلق بمخلفات وفضلات هذه الحيوانات فتتفاعل مع الأسطح مكونة أحماض عضوية { صورة رقم 9 } ، تتفاعل مع هذه الأسطح مؤدية إلى تأكلها وفضلات هذه الحيوانات تحتوي على نوعين على الأقل من جراثيم الأمراض الخطيرة وهي هيستوبلاسمرزيم (الداء المصورى النسيجي = مرض رئوي) والتهاب السحايا الجرثومي [26].

{ صورة رقم 8} توضح انتشار الكلاب في المنطقة الاثرية معبد موت

{ صورة رقم 9} توضح التأثير المتلف للحيوانات على التماثيل من فضالات تعمل على تشويه الاثر

{ صورة رقم 10} توضح انتشار الحيوانات في المنطقة الاثرية معبد ادفو

2.3. الطيور birds

تمثل الطيور أحد أكثر العوامل خطورة على الآثار من خلال آليات التدهور الثلاثة الرئيسية "الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية". [27] وتعتبر فضلات الطيور تشوهًا كبيرًا في بعض التماثيل الحجرية ويمكن أن تؤدي تراكماتها إلى تعفن سطح الأثر [28] ويأتي دور الطيور في عملية إتلاف الأثر ميكانيكيا عند استخدام الطيور المناقير والأظافر على سطح التماثيل الحجرية لاستخلاص والتهام بعض أنواع البلورات الملحية الموجودة في تكوين الحجر. أما عن دور الطيور في عملية الإتلاف الكيميائي فيتلخص في تجمع الفضلات والمخلفات للطيور على سطح التمثال مثل فضلات الحمام ودم الوطاويط مما يؤديه إلى تكوين بقع وطبقات حمضية أساسها بعض الأحماض العضوية الذي يؤدي إلى حدوث التجوية الكيميائية هذا بالإضافة إلى جزبها لبعض الكائنات الحية الدقيقة التي تتغذى عليها . [29] يحدث التلف بشكل رئيسي بسبب تراكم فضلاتها ومواد التعشيش حيث إنها تشكل سمادًا يتحلل نتيجة التأثير البكتيري ويطلق أحماض تهاجم الحجر الجيري والحجر الرملي { صورة رقم 11 }. [30]

26) هزاز عمران ، جورج دبوره ، المباني الأثرية ، ترميمها وصيانتها .
27) El-Gohary, Mohamed. "EFFECTIVE ROLES OF SOME DETERIORATION AGENTS AFFECTING EDFU ROYAL BIRTH HOUSE" MAMMISI"." International journal of conservation Science 6.3 (2015).
28) Ashurst, John. "Cleaning masonry buildings." Conservation of building and decorative stone. 1990. 125-154.
29) محمد عبد الرؤوف الجوهري ، مرجع سابق ،2018صـ - 49 : 50
30) Ashurst, John, and Francis G. Dimes, eds. Previous reference, 1998. P 169

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

{صورة رقم 11} صورة توضح انتشار الطيور فوق اسلاك الكهرباء والتي تسقط فضلاتها على سطح الاثار بعد استخراجها من بيئتها وعرضها

3.3. النباتات Plants

يؤدي نمو الغطاء النباتي ، بدءًا من الأعشاب والسراخس التي تميل إلى النمو في مفاصل الأحجار والشروخ ، إلى الضغوط الميكانيكية التي تحدثها جذورها. إذا لم يتم إجراء الصيانة بشكل منتظم ، فسوف يزداد هذا الضرر مع تطور الغطاء النباتي العالي والشجيرات وحتى الأشجار الكبيرة ، مما يؤدي إلى تكسير الهيكل الحجري نفسه ، كما هو مألوف في كثير من الأحيان في المواقع الأثرية. [31] ويوجد العديد من أنواع النباتات المختلفة الشائعة يمكنها انب تنمو على الجدران الأثرية وأسفلها وبين الفواصل والشروخ في التماثيل الحجرية معتمدة على الظروف البيئية المختلفة مثل عناصر المناخ وطبيعة الأرض حيث انب بعض النباتات تعمل على خفض المحتوي الرطوبي تدريجيا للتربة اسفل الأثر مما يؤدي إلى بعض الأخطار للأثر هذا بالإضافة إلى بعض النباتات التي تنمو في فواصل والشروخ الموجودة في التماثيل تؤدي إلى زيادة نسبة الشروخ واتساعها نتيجة لما لها من قدرة هيدروليكية كما أنا تؤدي إلى إنتاج بعض البقع اللونية الناتجة عن مواد العصارة الداخلية [32] وقد ثبت أيضًا أن بعض أنواع الأشجار سريعة النمو يمكن أن تخفض تدريجياً متوسط المحتوى الرطوبي للتربة المحيطة ، وبالتالي تتسبب في انكماش كافٍ لتدمير أسس الهياكل الأثرية المجاورة { صورة رقم 12، 13} . [33]

31) Siegesmund, Siegfried, and Rolf Snethlage, eds Previous reference, 2011 – P 229

32) محمد عبد الرؤوف الجوهري ، مرجع سابق ،2018صـ - 48 : 49

33) Kumar, Rakesh, and Anuradha V. Kumar. "Biodeterioration of stone in tropical environments: an overview." (1999) p 25

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

{ صورة رقم 12} صورة توضح تأثير النباتات على احد تماثيل المعبودة سخمت فى معبد موت بالكرنك

{ صورة رقم 13} صورة توضح تأثير النباتات على احد تماثيل الكباش بمعابد الكرنك

4.3. الحشرات insects

من اشهر هذه الحشرات واخطرها تهديدا على الآثار النمل الأبيض[34] والنحل البري حيث يقوم النحل البري ببناء أعشاش على سطح الأثر كما أن له القدرة ع أفرا مادة شمعية والعسل وكلها مظاهر تلف للأثر و تمكن معالجتها يدوياً بإزالة تلك العشوش أو باستخدام مبيدات كيميائية { صورة رقم 14 } هذا بالإضافة إلى الدبابير حيث انب الدبابير تقوم ببناء أعشاشها أيضا على سطح الأثر مما يؤدي إلى تشويه بصري للأثر هذا وعند هدم هذه الأعشاش أو أزالته تترك خلفها جزء من قاعدة العش الطينية ملتصقة بالسطح وعند أزالتها تؤثر على الباتينة الخارجية لسطح التمثال .[35]

{ صورة رقم 14} صورة توضح تأثير حشرة النمل الابيض على احد تماثيل الكباش بمعابد الكرنك

34) Wylie, F. R., G. L. Walsh, and R. A. Yule. "Insect damage to aboriginal relics at burial and rock-art sites near Carnarvon in central Queensland." Australian Journal of Entomology 26.4 (1987): 335-345.

35) Wylie, F. R., G. L. Walsh, and R. A. Yule. Previous reference (1987): 335-345.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

الكائنات الحية الدقيقة microorganisms

النشاط البيولوجي في الغلاف الجوي ، على عكس بيئة الدفن ، لا يقتصر على نقص الأكسجين أو عادة بدرجات الحرارة المنخفضة. هنا العامل الرئيسي في تحديد نمو أو عدم وجود كائن حي معين ، بصرف النظر عن مصدر الغذاء ، هو الرطوبة ويتم التحكم في نشاط الكائنات الحية بشكل أساسي من خلال التحكم في العوامل الأخرى ، وهي الرطوبة ودرجة الحرارة والغبار والضوء. وأيضا هناك نوع اخر من المكافحة السلبية وهو ما يعرف بالمكافحة البيولوجية للآفات. في هذه الطريقة يتم إدخال الكائن الحي إلى البيئة لتفترس الآفات.[36]**و**من الممكن أن يكون تلوث الهواء عاملًا أكثر أهمية في التوسط في الهجوم البيولوجي على الآثار [37]

وتعتبر العوامل البيولوجية من أخطر العوامل المترتبة ع وجود الرطوبة حيث أنها توفر بيئة ملائمة تماماً لنمو وتواجد الكائنات الحية الدقيقة وتكاثرها [38] وتساهم الكائنات الحية أيضًا في تحلل الأحجار والمواد المماثلة ، وعلى الرغم من أن تأثيرها ، بشكل عام ، أقل أهمية إلى حد ما من بعض التأثيرات الضارة الأخرى التي تم أخذها في الاعتبار ، فإن دراستهم تقدم العديد من الميزات المثيرة للاهتمام. [39] حيث كل الكائنات الحية تحتاج إلى درجة معينة من الماء وبالتالي لن تتحمل أقصى درجات الجفاف ، ولن يتحملوا البرودة الشديدة أو الحرارة.[40] وتنقسم عوامل التلف البيولوجي إلى عدة مؤثرات وهي :

وتختلف أنواع الكائنات الحية الدقيقة علي حسب احتياجاتها الحرارية المحدودة لنموها حيث لا تنمو البكتريا في درجات الحرارة القصوى ولاكن درجة الحرارة المثلي للنمو هي 37م5 ،كما أن الكائنات الحية الدقيقة تنمو على أسطح الآثار عندما تكون الرطوبة في الجو المحيط أكثر من 65% .

36) Cronyn, Janet Margaret. Previous reference, 2003 p38,78
37) Brimblecombe, Peter. Previous reference, 2003 p 13
38) محمد عبد الرؤوف الجوهري ، مرجع سابق ،2018صـ 47
39) Price, Clifford A., and Eric Doehne. Previous reference (2011) p 20
40) Cronyn, Janet Margaret. Previous reference,2003 – P 15

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

4. عوامل التلف البشرية human deterioration factors

ان العامل البشري من اهم العوامل المسببة لتلف الآثار الحجرية وخاصة التماثيل لما ينتج عنه من مشاكل عديدة منها ما هو كان يحدث في العصور الفرعونية القديمة ومنها ما يحدث في عصرنا هذا وعوامل التلف البشرية هي كل عوامل التلف التي تؤثر على التماثيل الأثرية و التي تنتج عن أفعال البشر ، وتنقسم عوامل التلف البشرية إلى قسمين وهما :

1.4. عوامل تلف بشريه متعمده Intentional human deterioration factors

1.1.4. الحروب والعداءات السياسية Wars and political enmities

تعد الحروب من اشد الأخطار التي يلحقها الأنسان بآثار الحضارات القديمة ويزداد خطرها كلما تقدمت أداة الحرب وأسلحتها [41] كما ان تأثيرها مباشر وسريع في تدمير الأثر .[42] واهم امثله الحروب التي أدت إلى تدمير العديد من التماثيل هي حرب أمريكا والعراق والتي من خلالها تم سرقة وتدمير التماثيل الأثرية في متحف النجف كذلك أعمال تنظيم القاعدة في أفغانستان حيث قاموا بتدمير كافة التماثيل على اعتبارها شكل من أشكال الوثنية . وخلال العصور الفرعونية ، تم أحيانًا طمس ملامح الوجه عن قصد من قبل أولئك الذين يكرهون أو يخشون الشخص الذي يتم تصويره. بسبب الاعتقاد المصري القديم بأن التمثال كان يحتوي على روح شخص ، فقد يكون من الممكن أن يتم تحطيم الأنف في بعض الأحيان لجعل التنفس مستحيلاً{ صورة رقم 15 } ، وبالتالي قتله. ربما تم أيضًا تشويه العينين والأذنين والفم لتدمير الحواس. [43]

41) عبد المعز شاهين - مرجع سابق - صـ 169
42) حسين علي الدراوي - مرجع سابق ، 2013. صـ 23
43) Watts, edith whitney, and barry girsh. Art of ancient egypt: a resource for educators. Metropolitan museum of art, 1998 p 55

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

{ صورة رقم 15} توضح التلف البشري المتعمد للتماثيل نتيجة للحروب

2.1.4. إعادة استخدام الآثار Reuse of artifacts

ان ظاهرة إعادة استخدام آثار العصور القديمة في عصور تالية لم تكن وليدة حضارة معينة بل بدأت مع بداية تعمير الإنسان للكون منذ بدأ الخليقة، عندما بدأ الإنسان في استخدام مخلفات الإنسان الذي سبقه من مسكن ومستلزمات دينية ودنيوية، ليتطور الأمر إلى استعمال قبرة الذي دفن فبه وأثاثه الجنائزي، ويتعدى الأمر إلى نقش إسمه وكأنه هو الذي صنعهم دون الإشارة إلى القديم في حالات كثيرة . ومن اهم الحالات التي حدثت فيها هذه الظاهرة استخدام بعض تماثيل الملوك في الفترات السابقة كالتماثيل التي اغتصبها الملك رمسيس الثاني من ملوك الدولة الوسطى . [(44)] وأيضا إعادة استخدام تمثال الثالوث المقدس أمون وموت وخنسو في معبد الأخ منو بالكرنك بعد تحطيم أجزاء منه ليأخذ شكل الصليب بعد إعادة استخدام المعبد وتحويله إلى كنيسه في العصر القبطي { صورة رقم 16 ، 17 } .

44) عائشة عبد العزيز التهامى - أضواء على بعض الآثار المصرية التي أعيد استخدامها في الآثار الإسلامية - مجلة الاتحاد العام للآثاريين العرب (15) – 2014 – صـ 177 : 201

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

{ صورة رقم 16} صورة توضح اعادة استخدام تمثال ثالوث طيبة بمعبد الاخ منو وتحويله الى صليب بعد تحويل المعبد الى كنيسه فى احد العصور

{ صورة رقم 17} صورة توضح اعادة استخدام تما ثيل سخمت بمعبد موت حيث يظهر فى الصورة علامات قطع الاحجار في التماثيل استعدادا لفصلها واعادة استخدامها

2.4. عوامل تلف بشريه غير متعمده

Unintentional human deterioration factors

1.2.4. قله الوعي والحث الأثري

Lack of awareness and archaeological inductance

يعد نقص الوعي لدي العامة بقيمة المباني الأثرية وكذلك عدم الإحساس بأهميتها كموروث حضاري هو دافع رئيسي للإساءة والتعدي عليها [45] وتتسبب هذه المشكلة في العديد من حالات التلف و قله الوعي ليست فقط عند المصريين ولكن عند الزوار الأجانب أيضا ان هؤلاء الناس لا يدركون ان الأثر هو تاريخ بلدنا وتراث أجدادنا وبرهان هويتنا ومن السلوكيات التي يقوم بها الزوار الملامسة والكتابة على سطح الأثر وتعد هذه الظاهرة شائعه بكثرة فلا تكاد تزور موقعا أو معلما اثريا ولا تجد على بقاياه أو جدرانه اثر لهذه الفعلة كما انب هناك سلوكيات تصدر من بعض الزوار تؤثر على المواقع الأثرية ومن أهمها حب السياح اخز صور فوق معالم وبقايا اثريه [46] وهناك تأثيرات أخرى ناتجة عن الكتابة على الأسطح .[47] كذلك ملامسة سطح الأثر باعتقاد اخذ المباركة مما يترك خلف هذه الملامسة مناطق سوداء وبقع قبيحة ناتجه عن دهون الأيد [48]{ صورة رقم 18 } .هذا بالإضافة إلى اعتقاد بعض الناس بالخرافات الصادرة عن بعض المنجمين والدجالين حيث يقوموا بتلطيخ الآثار بالدماء { صورة رقم 19 } .

45) حسين علي الدراوي مرجع سابق 2013. صـ 23
46) عبد القادر دحدوح. " اثر العوامل البشرية في تلف المعالم والمواقع الأثرية "مجلة المعارف للبحوث والدراسات التاريخية- 2018 صـ 127 : 148

47) El-Gohary, Mohamed. Previous reference 6.3 (2015).
48) Ashurst, John, and Francis G. Dimes, eds. Previous reference, 1998 –.P 172

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

{ صورة رقم 18} صورة توضح عدم الوعي والحس الاثري عند الزوار ويظهر فى علامات التبارك

{ صورة رقم 19} صورة توضح نثر الدماء على التماثيل بسبب الجهل والاعتقاد بخرافات الدجالين

2.2.4. أعمال الترميم الخاطئ Wrong restoration work

الترميم الخاطئ وغير المدروس هو من اخطر مظاهر التلف التي قد يتعرض لها أي اثر لذا كان من الضروري قبل الشروع في أي عمل ترميمي النظر بالعين الفاحصة للمواد والتشريعات التي نصت عليها المواسيق والاتفاقات الدولية بشان الحفاظ وترميم الأثر .[49] يمكن تجنب الكثير من الأضرار التي تلحق بالقطع الأثرية إذا تم التعامل معها بشكل صحيح حيث تكون العديد من القطع الأثرية أضعف بكثير مما تبدو عليه حتى بعد الحفظ. [50] ومن أمثلة الترميم الخاطئ التي تتم للتماثيل الحجرية استخدام مونة الإسمنت الأسود والتي تحتوي على كمية كبيرة من الأملاح غالبًا ما تحد قوة الإسمنت البورتلاندي ، والمسامية المنخفضة ، والقلوية العالية ، ومحتوى الملح القابل للذوبان من استخدامه لأنها تساهم في التدهور المتسارع للحجر المجاور [51] الإسمنت البورتلاندي الرمادي "GPC" المستخدم في أعمال الحفظ عبارة عن مسحوق ناعم تم إنشاؤه عام 1824. يتكون بشكل أساسي من خليط من مواد الإسمنت الهيدروليكي التي تتكون أساسًا من سيليكات الكالسيوم والألومينات كما أنها صلبة جدًا وقوية ومصنعة عن طريق تكليس الكميات القياسية من المواد الجيرية والطينية عند درجة حرارة عالية جدًا واستخدم قديما في ترميم بعض الأجزاء المتدهورة دون التقيد بقواعد السلوك أو قواعد الممارسة التي أدت في النهاية إلى خلق بعض الإجهاد العدواني والضغط الداخلي ووجود العديد من مظاهر التلف .[52]

وكذلك استخدام مونة استكمال أو ملئ للشروخ غير متجانسة مع مادة ولون الأثر بطريقة عشوائية { صورة رقم 20 } . مما ينتج عنها تشوه بصري، هذا والجدير

49) حسين علي الدراوي ,مرجع سابق - ، 2013. صـ 33

50) Cronyn, Janet Margaret. Previous reference, 2003 p78

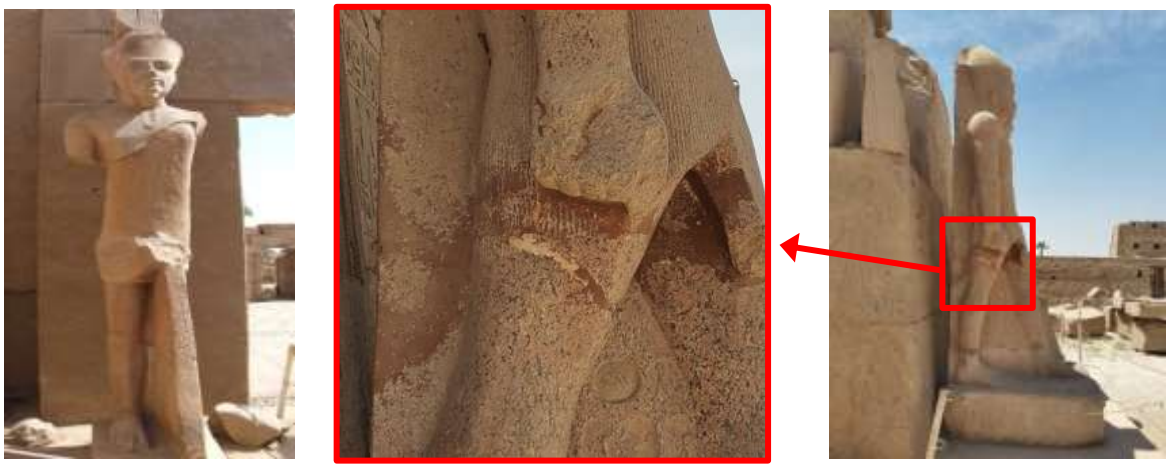
51) Griswold, John, and Sari Uricheck. "Loss compensation methods for stone." Journal of the American Institute for conservation 37.1 (1998): 89-110

52) El-Gohary, M. "Degradation of limestone buildings in Jordan: Working effects and conservation problems:“A critical study according to internati-onal codes of practice”." Adumatu journal 16 (2007): 7-24

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE

ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

بالذكر انب من اخطر عمليات الترميم الخاطئة التي تتم للتماثيل هي استكمال الأجزاء المفقودة دون دراسة النسب التشريحية أو السمات الفنية للتمثال المراد استكماله { صورة رقم 21 } . هذا بالإضافة اللي استخدام الحديد القابل للصدأ في تدعيم الأجزاء أثناء الترميم { صورة رقم 23,22 } .



{ صورة رقم 20} صورة توضح اعمال الترميم الخاطئة المتمثلة فى تطبيق مونة الاستكمال بشكل عشوائي والذي يؤدي الى تشويه شكل التمثال

{ صورة رقم 21} صورة توضح اعمال الترميم الخاطئة والمتمثلة فى استخدام الاسمنت الاسود فى اعمال الترميم وكذلك النسب التشريحية الخاطئة

{ صورة رقم 22} صورة توضح اعمال الترميم الخاطئة والمتمثلة فى استخدام الحديد القابل للصدأ فى اعمال التدعيم فى تمثال الملك رمسيس الثاني بصان الحجر

{ صورة رقم 23} صورة توضح اعمال الترميم الخاطئة والمتمثلة فى استخدام الحديد القابل للصدأ فى اعمال التدعيم فى احد تماثيل الكباش بمعبد الكرنك

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

3.2.4. التلوث الجوي Air Pollution :

التلوث من جسيمات الغلاف الجوي يمثل مشكلة عالمية لجميع أنواع الحجر ويعتبر السبب الرئيسي في تحلله فالنشاط البشري قد أدى إلى زيادة كبيرة في الكميات التي يمكن العثور عليها من أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكربون في المناطق الحضرية ، فضلاً عن زيادة مستويات التلوث في المناطق الريفية بشكل كبير. كلها قادرة على الذوبان في الماء لتكوين محلول حمضي وبالتالي فهي قادرة على التفاعل مع المواد الجيرية و تتراكم نواتج التفاعل وقد تشكل قشورًا سوداء كثيفة على الأسطح الحجرية. [53] فأصبحت التجوية وتدهور الآثار الحجرية عملية طبيعية خاصة بالقرب من المناطق الحضرية والصناعية بسبب تلوث الهواء ، والذي إذا لم نتمكن من إيقافه ، فعلينا إبطائه ، وإلا فلن يكون لدينا أي تراث ثقافي للحفاظ عليه في المستقبل [54] فتلوث هواء المناطق الأثرية بمخلفات الآلات نتيجة دخول وسائل النقل الحديثة اليها وأنشاء المصانع الجديدة بالقرب منها مسببه أضرار شديده بالأحجار الأثرية وذلك بترسيب نواتج احتراق الوقود على الأسطح وخصوصا التماثيل والنصب التذكارية في الميادين { صورة رقم 24 } .[55]

{ صورة رقم 24} صورة توضح تأثير الأمطار الحمضية الناتجة عن التلوث الجوي على التماثيل الجيرية

ولا شك أن زيادة التلوث الحضري تؤدي إلى
على الحجر الجيري حيث يرتبط الفقد في المقام
عام ، فإن الأملاح المشتقة من التفاعلات بين
عوامل التحلل ضررًا.[56] حيث يؤدي وجود ملون
للأحجار. و تتأثر الأحجار الجيرية ، بطبيعتها
الحمضية أكثر من أي أحجار أخرى[57] وقد
الطبيعية والملوثات الجوية إلى زيادة هائلة
الاضمحلال في الآثار الحجرية الحضرية في العقود الأخيرة إلى الزيادة الحادة في
ملوثات الهواء.

53) Price, Clifford A., and Eric Doehne. Previous reference." (2011) p 10
54) El-Gohary, M. A. "Air pollution and aspects of stone degradation “Umayyed liwân–Amman citadel as a case study”." Journal of Applied Sciences Research 4.6 (2008): 669-682
55) حسين علي الدراوي مرجع سابق - 2013. صـ 22
56) Brimblecombe, Peter. Previous reference 2003 p 56
57) Charola, A. E. " Previous reference 5.3-4 (1988): 309-316

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

الملوثات تشمل أي مادة طبيعية أو صناعية قادرة على الطيران.[58] تعد دراسة تأثير تلوث الهواء على الأحجار من أولى الدراسات التي أجريت بهدف فهم الآليات الفيزيائية و الكيميائية و البيولوجية التي تؤدي إلى تدهور الأثار حيث تعتبر الأحجار من أكثر المواد المستخدمة على نطاق واسع في الآثار. وهناك إجماع عام وأدلة واسعة ، على أن الضرر الذي يلحق بأحجار البناء في البيئات الحضرية يرجع في الغالب إلى تلوث الهواء [59]

5. عوامل التلف الداخلية Internal damage factors :

وتشمل كل ما يتعلق بالخواص الكيميائية والطبيعية للحجر او الصخر مثل تركيبه الكيميائي والبلوري ومساميته ونفاذيته وصلابته والمواد الرابطة الداخلة في تكوينه وقوة التحميل .

1.5. مكونات الحجر الداخلية Interior stone components :

برع المصري القديم في معرفة الكثير عن التراكيب والخواص الجيولوجية للأحجار التي اقتطعها من المحاجر لاستخدامها في نحت التماثيل حيث انه على سبيل المثال قام بترك المسلة الناقصة عندما اكتشف انب بها عيوب قد تؤدي إلى تحطمها فيما بعد وكذلك تركه للقطعة الحجرية الضخمة التي كانت ستستعمل في بناء الأهرامات وشكلت فيما بعد على هيئة تمثال أبو الهول عند اكتشافه ما بها من عيوب جيولوجية [60] ولكن هناك بعض الأمثلة في المنحوتات المصرية القديمة تؤكد ان المصري القديم وقع في اختيار بعض الأحجار الغير صالحه أو التي بها عيوب لعملية النحت ومن اهم هذه العيوب لمكونات الأحجار هي استخدام الحجر الجيري الزي يوجد في تكوينه بعض المركبات الضعيفة أو التي تتكون من مركبات الطفلة فبمرور الزمن وتعرض التمثال إلى عوامل التلف المختلفة تتأكل هذه المركبات وتتحلل بفعل التجوية تاركه خلفها ثقوب وفراغات في الحجر تعمل على تشوه مظهر التمثال كما في تمثال الملك رمسيس الثاني من الكوارتزايت الذي تم نقله المتحف الكبير { صورة رقم 27 .} كما انه في في بعض الصخور النارية مثل الجرانيت أثناء تكوينه قد تترسب طبقة من نوع من المعادن بكثرة اذ انه يتكون من عدة معادن فبعد الجفاف وتكوين الصخر يكون هناك طبقه تختلف فيها نسب المعادن عن باقي الحجر (يسمي عرق) { صورة رقم 25 ، 26} ونظرا لاختلاف التركيب الكيميائي والخواص الفيزيائية لكل

58) Fassina, Vasco. " Previous reference (1988): 317-358.
59) Brimblecombe, Peter. Previous reference, 2003 p 63
60) عيسى زيدان عبد البديع زيدان ، علاج وصيانة التماثيل الجرانيتية الضخمة في البيئة المفتوحة تطبيقا علي نموذج مختار ، رسالة ماجيستير في ترميم الآثار 2015.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

معدن من معادنه قد يحدث فرق في معامل التمدد والانكماش للمعادن مع تعرضه للحرارة والرطوبة مما يؤدي على انفصل الطبقتين فى التمثال

2.5. العيوب الناتجة عن عملية النحت Defects resulting from the sculpting :

ومن امثله هذه الظاهرة في الأحجار الرسوبية وخاصة الحجر الرملي حيث يتكون الصخر الرسوبي نتيجة تفتت وترسب وتدعيم الرمال والصخور والرواسب الناجمة من التجوية والتعرية و تنتقل الرواسب بالماء والرياح والجليد والأنهار الجليدية والتي تسمى عوامل التعرية و تتشكل الصخور الرسوبية عند درجات حرارة منخفضة وضغوط على سطح الأرض بسبب ترسب المياه أو الرياح أو الجليد. (61)

فتتميز الصخور الرسوبية بشكل خاص بوجود طبقات وتظهر هذه الطبقات على هيئة صفائح متتابعة بعضها فوق بعض. وعند قطع الأحجار والبدأ في تشكيلها يقع النحات في خطأ اختيار اتجاه طبقات الترسيب ويقوم بنحت التماثيل في الاتجاه المعاكس لاتجاه الترسيب أي انه يجعل طبقات الترسيب رأسية وليست الفقيه مما يؤدي إلى انفصالها مع الوقت وتعرضها للإجهاد بسبب الضغط وعوامل التلف الأخرى { صورة رقم 28 } .

كما ان هناك عامل اخر من عوام التلف التي تنتج من عيوب عملية النحت وهو عدم تقدير اكبر بعد للتمثال المراد نحته قبل استخدام الحجر فينتج عنه نقص في الأطراف للتمثال هذا بالإضافة إلى بعض الأخطاء التي تنتج عن عملية النحت نفسها وكل هذا يتم معالجته من قبل النحات المصري القديم باستعاضة الأجزاء الناقصة بأجزاء من حجر اخر يتم لصقها باستخدام بعض المون حيث انه مع مرور الزمن يتم فقد هذه الأجزاء المستعاضة واختفائها {صورة رقم 31,30,29 } .

61) Boggs jr, sam, and sam boggs. Petrology of sedimentary rocks. Cambridge university press, 2009.*p 3*

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE

ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

{ صورة رقم 25} صورة توضح تأثير مكونات الحجر فى عملة التلف حيث تكون عرق من معادن مختلفة ادي الى انفصال التمثال بسبب اختلاف معامل التمدد والانكماش فى احد تماثيل معابد الكرنك

{ صورة رقم 26} صورة توضح تأثير مكونات الحجر فى عملة التلف حيث تكون عرق من الجرانيت الوردي فى حجر جرانيت اسود فى احد التماثيل

{ صورة رقم 27} صورة توضح تأثير مكونات الحجر فى عملية التلف حيث اماكن ضعيفة تحللت بفعل عوامل التلف المختلفة فى تمثال من الكوارتزايت للملك رمسيس الثاني بصان الحجر

{ صورة رقم 28} صورة توضح اخطاء نحت وتشغيل الحجر حيث ان النحات قام بنحت التماثيل فى الاتجاه المعاكس لاتجاه الترسيب وجعل طبقات الترسيب رأسية وليست افقيه مما ادي الى انفصالها مع الوقت وتعرضها للاجهاد بسبب الضغط وعوامل التلف الاخري

{ صورة رقم 29} صورة توضح استعاضة اجزاء ناقصه باجزاء من حجر اخر فقدت مع الوقت فى احد تماثيل سخمت بمعبد موت

{ صورة رقم 30} صورة توضح استعاضة اجزاء ناقصه باجزاء من حجر اخر فى تمثال الملك تحتمس بالكرنك

{ صورة رقم 31} صورة توضح استعاضة اجزاء ناقصه باجزاء من حجر اخر فقدت مع الوقت فى احد تماثيل سخمت بمعبد موت

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

نتائج البحث:

من خلال ما سبق توصل البحث إلى ان عوامل التلف المؤثرة على التماثيل الحجرية المصرية القديمة تتمثل في عوامل تلف طبيعية وهي التي تؤثر على التماثيل دون تدخل البشر مثل الحرارة والرطوبة والرياح والأملاح والأمطار واهمها الزلازل التي تؤدي إلى تدمير الأثر نهائيا وعوامل تلف بيولوجية وهي التي تؤثر على التماثيل بفعل الكائنات الحية غير البشرية كالنباتات والحيوانات والطيور والحشرات والكائنات الحية الدقيقة كما انه من اهم عوامل التلف المؤثرة على التماثيل هي عوامل التلف البشرية وهي التي تحدث بفعل الإنسان سواء كانت متعمده مثل الحروب وإعادة استخدام الأثر مرة أخرى بعد تحطيمه أو غير متعمده مثل التلوث الجوي وانعدام الوعي الأثري وأعمال الترميم الخاطئة كذلك هناك عامل اخر هو التركيب الداخلي للحجر المنحوت منه التمثال .

المراجع:

1.محمد عبد الرؤوف الجوهري ، المؤثرات البيئية على المواقع والمباني الأثرية ،2018
2.حسين علي الدراوي ,المشرف د. لطيفة محمد وفاء .الترميم المعماري للمباني الأثرية بين الحفاظ والتشويه ..جامعة طرابلس، 2013
3.عبد المعز شاهين - ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية - المجلس الأعلى للآثار
4.محمد عبد الهادي محمد - دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية – مكتبة زهراء الشرق
5.هزاز عمران ، جورج دبوره ، المباني الأثرية ، ترميمها وصيانتها .
6.عائشة عبد العزيز التهامى - أضواء على بعض الآثار المصرية التي أعيد استخدامها في الآثار الإسلامية - مجلة الاتحاد العام للآثاريين العرب (15) – 2014
7.عبد القادر دحدوح. " اثر العوامل البشرية في تلف المعالم والمواقع الأثرية ".مجلة المعارف للبحوث والدراسات التاريخية- 2018
8.عيسى زيدان عبد البديع زيدان ، علاج وصيانة التماثيل الجرانيتية الضخمة في البيئة المفتوحة تطبيقا علي نموذج مختار ، رسالة ماجيستير في ترميم الآثار 2015.

1. Al-Saad, Z. "A laboratory test program for the evaluation of various types of stone preservatives for consolidating the stone monuments of Petra." Petra, the restoration of the rockcut tomb facades, ed. M. Kuehlenthal and H. Fischer. Munich: Bayerisches Landsamt für Denkmalpflege (2000):
2. Arnold, Andreas, Konrad Zehnder, and Andreas Küng. Deterioration and conservation of monumental stones with

ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

polychrome relief decoration in upper Egypt: the archaeological remains of the Temple of Merenptah. ETH Zurich, 2002.

3. Ashurst, John, and Francis G. Dimes, eds. Conservation of building and decorative stone. Routledge, 1998

4. Ashurst, John. "Cleaning masonry buildings." Conservation of building and decorative stone. 1990.

5. Balderrama, Alejandro Alva. "Earthquake damage to historic masonry structures." Conservation of building and decorative stone; vol. 2. 1990.

6. Boggs jr, sam, and sam boggs. Petrology of sedimentary rocks. Cambridge university press, 2009.

7. Brimblecombe, Peter. The effects of air pollution on the built environment. Vol. 2. World Scientific, 2003

8. Charola, A. E. "Chemical-physical factors in stone deterioration." Durability of building materials 5.3-4 (1988)

9. Cronyn, Janet Margaret. Elements of archaeological conservation. Routledge, 2003

10. El-Gohary, M. "Degradation of limestone buildings in Jordan: Working effects and conservation problems:“A critical study according to internati-onal codes of practice”." Adumatu journal 16 (2007)

11. El-Gohary, M. A. "Air pollution and aspects of stone degradation “Umayyed liwân–Amman citadel as a case study”." Journal of Applied Sciences Research 4.6 (2008

12. El-Gohary, Mohamed. "EFFECTIVE ROLES OF SOME DETERIORATION AGENTS AFFECTING EDFU ROYAL BIRTH HOUSE" MAMMISI"." International journal of conservation Science 6.3 (2015).

13. El-Gohary, Mohamed. Previous reference 6.3 (2015)

14. Fassina, Vasco. "Environmental pollution in relation to stone decay." Durability of Building materials 5 (1988)

15. Federico, Marco J. "Performance Evaluation of Mechanical Pinning Repair of Sandstone." Theses (Historic Preservation) (2008)

ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 2, 2021, 41 – 64. www.egyptfuture.org/ojs/

16. Garcia-Talegon, Jacinta, et al. "Heritage Stone 5. Silicified Granites (Bleeding Stone and Ochre Granite) as Global Heritage Stone Resources from Avila, Central Spain." Geoscience Canada (2016)
17. Griswold, John, and Sari Uricheck. "Loss compensation methods for stone." Journal of the American Institute for conservation 37.1 (1998)
18. ISmail Badawy, Abo Heleika,. "Assessment and Monitoring the Groundwater Risk Using Electrical and Shallow Refraction Seismic Measurements and Conservation Aspects of Hawara Pyramid." Journal of the Faculty of Arts in Qena11.11 (2001)
19. Ismail, Badawi M. "The impact of environmental conditions on the roman tombs in Alexandria city." Journal of the Faculty of Arts in Qena9.10 (2000):
20. Kumar, Rakesh, and Anuradha V. Kumar. "Biodeterioration of stone in tropical environments: an overview." (1999)
21. Price, Clifford A., and Eric Doehne. "Stone conservation: an overview of current research." (2011)
22. Siegesmund, siegfried, and rolf snethlage, eds. Stone in architecture: properties, durability. Springer science & business media, 2011
23. Watts, edith whitney, and barry girsh. Art of ancient egypt: a resource for educators. Metropolitan museum of art, 1998
24. Wylie, F. R., G. L. Walsh, and R. A. Yule. "Insect damage to aboriginal relics at burial and rock-art sites near Carnarvon in central Queensland." Australian Journal of Entomology 26.4 (1987)
25. Wylie, F. R., G. L. Walsh, and R. A. Yule. Previous reference (1987)