INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE

ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 1, 2021, 139 – 151. www.egyptfuture.org/ojs/

دراسة لأهم مظاهر تلف أحد الهياكل العظمية الآدمية المحفوظة بالمخزن المتحفي بالديابات -سوهاج

A study of the most important manifestations of damage to one of the skeletons preserved in the museum store in Al-Diyabat - Sohag

هند عابدين* محمد معروف رقية البنا*****

***متحف سوهاج القومي**

**** كلية الآثار جامعة سوهاج**

***** المركز القومي للبحوث**

hendabdeen@hotmail.com

الملخص

يتعرض العظم الأثري لعدة أنواع من التلف (الكيميائي، الفيزيائي، البيولوجي، البشري). ويختلف تأثير هذا التلف على عديد من العوامل منها تركيب ونوع العظام، حالتها قبل الدفن، تأثير التربة عليها والتغيرات التي حدثت لها أثناء الدفن وفي هذا العمل سيتم توثيق حالة الهيكل و تناول أهم عوامل ومظاهر تلف هيكل عظمي محفوظ بالمخزن المتحفي بالديابات - سوهاج ، وذلك بالاستعانة بوسائل الفحص والتحليل كالميكروسكوب الرقمي، الميكروسكوب الإلكتروني الماسح، التحليل بمطياف الأشعة تحت حمراء، وقد أشارت إلى مدى الضعف الموجود في التركيب المورفولوجي للعظام حيث نلاحظ بعض التآكل ووجود شقوق وفراغات في التركيب الداخلي، وضعف عام في المظهر السطحي بالإضافة لوجود بعض النقر أو الحفر الصغيرة. تم عمل دراسة للبيئة المحيطة ورصد درجات الحرارة ونسبة الرطوبة على فترات زمنية والتعرف على مصادر التهوية والإضاءة وهل هي مصادر طبيعية أم صناعية، أيضاً من تحليل مطياف الأشعة تحت الحمراء تبين وجود كربونات كالسيوم على سطح بعض العظام، وقد تبين بعد الفحص الميكروبيولوجي عدم وجود أي إصابة ميكروبية بالهيكل العظمي.

الكلمات المفتاحية: الكولاجين، هيدروكسي أباتيت، بيئة الدفن، الفحص الميكروبيولوجي، الميكروسكوب الإلكتروني الماسح.

1. المقدمة

- **بمجرد أن تدخل العظام إلى التربة، فإن تدهورها يعتمد على طبيعة بيئة الدفن (Baxter, D 2004)، عرف (Wilson&Pollard) عملية التلف بأنها نتاج العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التراكمية التي تغير جميع المواد الأثرية في بيئة الدفن؛ حيث تقوم هذه العمليات بتعديل الخواص الكيميائية والهيكلية الأصلية للمكونات العضوية والغير عضوية وتحكم مصيره النهائي، من حيث الحفظ أو التدمير (Mayne, R 2013)، السؤال الأكثر أهمية ما هو المكون الأكثر تأثيراً في تحديد حالة العظام؟ والإجابة هي العلاقة الوثيقة بين الكولاجين والمعادن التي تدعم جميع آليات حفظ العظام**

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 1, 2021, 139 – 151. www.egyptfuture.org/ojs/

من التلف (Nielsen-Marsh C., etal 2000)، ففي المراحل الأولى من تدهور العظام الأثرية، لا يتأثر المكون المعدني تقريباً بسبب ارتباطه الحميم بمصفوفة الكولاجين. هذه الرابطة البروتينية المعدنية محمية بشكل متبادل، حيث يحمي الكولاجين غير القابل للذوبان الطور المعدني من تحلل مكوناته المعدنية. وفي المقابل، يتم حماية الجانب البروتيني (العضوي) من مهاجمة الكائنات الحية الدقيقة لأن الإنزيمات الميكروبية (collagenases) لا يمكنها اختراق المسام الصغيرة للغاية (المسام) بين بلورات الكالسيوم هيدروكسي أباتيت (HAP). يمنح الطور المعدني أيضًا الكولاجين بعض الحماية ضد التحلل الكيميائي من خلال ارتباط عناصره بإحكام، بمجرد تعطل هذا الارتباط الحميم بين الكولاجين والطور المعدني، يصبح الهيكل معرضاً للتفكك من قبل مجموعة متنوعة من الآليات البيولوجية والكيميائية والفيزيائية (Turner-Walker, G 2009)، وعلى الرغم أن العظم أحياناً يبدو مستقر ظاهرياً إلا إنه قد يكون ضعيفًا بدرجة كبيرة داخلياً بسبب زيادة المسامية وانهيار ألياف الكولاجين وهذا هو الوضع الأكثر شيوعًا في العظام الأثرية (Abdel-Maksoud, G., El-Sayed, A 2016)، وقد أفاد كلاً من (عبد الهادي، عبد المقصود) أن تأثير التربة قد يظهر في صورة حفر صغيرة على سطح العظام (Pitting) وهو التلف الموضعي لسطح العظم المحصور في نقطة أو مساحة صغيرة فقد يأخذ شكل تجاويف وقد يحدث انخفاضات حادة في سطح العظام كنتيجة للتآكل الكيميائي، كما تسبب عمليات التجوية تغييرات لونية على سطح العظام، كما تسبب اتساع في قنوات هافرس وحدوث بعض التآكل على حواف القنوات كما أن تغيير لون العظام يعتبر مؤشراً على فقدان الخصائص العضوية وغير العضوية(Abdel-Maksoud, G., El-Sayed, A 2016).

هناك عنصران مشتركان بين التركيب المعدني للعظام وبين التربة وهما (Ca, Po4) وللحفاظ على التوازن بين التربة والعظام يحدث تبادل أيوني بينهما، فنسبتهم في العظام تتغير تبعاً لنسبتهم في التربة (White&Hannus 1983)فالقشرة الخارجية للعظم بها تركيز عالي من الهيدروكسي أباتيت، ومع تعرض العظم للتلف تقل صلابة العظم نظراً لفقدان نسبة من الهيدروكسي أباتيت، فوجود العظم في بيئة حمضية مع وجود نسبة عالية من أيونات الهيدروجين قد يؤدى إلى رشح (تسرب) أيونات الكالسيوم من الهيدروكسي أباتيت، واستبدالها بأيونات الهيدروجين وخاصة في السطح الخارجي للعظام(Mays, S 2002). المعادلة التالية توضح دور أيون الهيدروجين على ذوبان هيدروكسي أباتيت:

$$Ca_5(PO_4)_3OH + 7H^+ \rightleftharpoons 5Ca^{2+} + 3H_2PO_4^- + H_2O.$$

الزيادة في تركيز أيون الهيدروجين تجعل هيدروكسي أباتيت يذوب بينما في ظروف أكثر قلوية يصبح الهيدروكسي أباتيت أكثر استقراراً، كما أن تدهور كولاجين العظم يؤدى إلى إنتاج ببتيد قابل للذوبان مما يعرض الكولاجين للفقد بسهولة خصوصاً عند التعرض لدرجة حموضة عالية، أما في عدم وجود فقد لمعادن العظم وما ينتج عنه من تحلل ميكروبي، لا يحدث فقد كبير أيضاً في الكولاجين (Surabian, D 2011).

2. المواد والطرق المستخدمة

1-2 التوثيق الأثري للهيكل العظمي محل الدراسة

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 1, 2021, 139 – 151. www.egyptfuture.org/ojs/

- **توثيق وضع الهيكل وحالة تخزينه**

من خلال الفحص البصري لحالة الهيكل العظمي وكيفية تخزينه وطبيعة التابوت الخاص به.

- **تحديد النوع والعمر**

وذلك من خلال فحص بعض عظام الهيكل العظمي كالجمجمة والحوض والتحام رؤوس العظام وفقاً ل (Ortner& Putschar 1981)(White& Folkens 2005) (Mays 2002) .

- **تسجيل أجزاء الهيكل العظمي**

بعد تسجيل وتوثيق وضع الهيكل العظمي في المخزن قبل أي تدخل تم ترتيبه في الوضع التشريحي لاستبيان حالته ومشاكله ومعرفة ما إذا كان كامل أم غير كامل، وذلك بالاستعانة بشيت لعظام هيكل كامل مع وضع مفاتيح لتوضيح الأجزاء الموجودة والمفقودة وأيضاً العظام التي بها فقد.

2-2 دراسة البيئة المحيطة

لابد من التعرف على الظروف البيئية المحيطة بالأثر قبل التعامل معه ووضع خطة للعلاج لمعرفة هل كان لها تأثير على حالة الهيكل الحالية ومعرفة درجة الحرارة الرطوبة النسبية للبيئة المحيطة بالهيكل العظمي لذا تم وضع جهاز قياس الحرارة والرطوبة لأخذ قراءات لها الكترونياً، حيث تم أخذ قراءات 80 يوم صيفاً وشتاءً، مع أخذ القراءات كل ساعة على مدار اليوم.

3-2 الفحص والتحليل

- **التصوير الفوتوغرافي**

تم تصوير الهيكل العظمي باستخدام كاميرا (Nikon D3200 -48 megapixel) مع الاستعانة ببرنامج (Photoshop) لتحديد بعض مظاهر التلف الواضحة على بعض العظام.

- **الميكروسكوب الرقمي**

تم فحص العينات بميكروسكوب (Digital Microscope Rohs1600X 2 MP Zoom Microscope 8Led)، لمعاينة مظاهر التلف الخارجية والتي لا تكون واضحة بالعين المجردة.

- **الميكروسكوب الإلكتروني الماسح.**

تم استخدامه للتعرف على التركيب المورفولوجي للعظام وتحديد حالته وقد تم استخدام جهاز الميكروسكوب الإلكتروني الماسح الموجود بالمركز القومي لبحوث الثروة المعدنية موديل

Using SEM Model Quanta 250 FEG (Field Emission Gun) attached with EDX Unit (Energy Dispersive X-ray Analyses), with accelerating voltage 30 K.V., magnification14x up to 1000000 and resolution for Gun.1n) FEI company, Netherlands.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 1, 2021, 139 – 151. www.egyptfuture.org/ojs/

- **التحليل بمطياف الأشعة تحت الحمراء.**

هي تقنية شائعة تعتمد على عدم ثبات الروابط الجزيئية حيث إنها تخضع لبعض التغيرات مثل الاهتزاز والانحناء عندما تتعرض لشعاع (FTIR) حيث يحدث حركات اهتزازية يتم امتصاصها في أطول موجية محددة، ومن خلال الامتصاص لهذه الأطوال الموجية يتم استنتاج المعلومات. يوفر(FTIR) معلومات عن معادن العظم وأيضاً عن التركيب البروتيني والأحماض الأمينية وخصائص الكولاجين (Paschalis, E 2009). لذا تم إجراء هذا التحليل لدراسة المجموعات الوظيفية لمكونات العظم سواء كثافة وجود أو غياب هذه المجموعات الوظيفة لتوثيق مظاهر التلف وللتعرف على طبيعة ومكونات الطبقة البيضاء المتكلسة، والطبقة ذات اللون الأحمر. وقد تم هذا التحليل بجهاز التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء، بمعمل الكيمياء بكلية العلوم، جامعة سوهاج، موديل الجهاز (FTIR.B RUKER, Alpha, made in German وقد تم التحليل بعد طحن حوالي أقل من جرام من العينة وإضافة 0.1 جرام (kbr)، وخلطهم ثم ضغطهم معاً في قرص صلب.

4-2 الفحص الميكروبيولوجي.

تم أخذ 3 مسحات من أماكن مختلفة من الهيكل العظمي محل الدراسة، ثم تم تقديم هذه المسحات إلى معمل الميكروبيولوجي بمركز بحوث وصيانة الآثار، قطاع المشروعات، وزارة الآثار وذلك لمعرفة الحمل الميكروبي عليه وتعريف الكائنات الموجودة به عن طريق الخطوات الآتية:

- **تم عمل محلول ملحي (0,9%) من الجراثيم المحتمل تواجدها بالمسحات تحت الدراسة.**
- **تم حقن (1 مل) في بيئة مناسبة لنمو الميكروبات (بيئة الدوكس آجار) وذلك لمعرفة أنواع وكمية الحمل الميكروبي على العينات.**

(جدول1) يوضح بيئة الدوكس آجار.

Sucrose	**30.0**
Na No_3	**2.0**
K_2HPo_4	**1.0**
Mg $So_4.7H_2o$	**0.5**
K Cl	**0.5**
Fe $So_4.7H_2o$	**0.01**
Agar	**15**
Distilled Water	**1000**

3. المناقشة والنتائج

1-3 التوثيق الأثري للهيكل العظمي محل الدراسة

- **توثيق وضع الهيكل وحالة تخزينه**

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 1, 2021, 139 – 151. www.egyptfuture.org/ojs/

كان الهيكل محفوظاً في تابوت خشبي ذو حالة متدهورة وبه فقد في جانبين من الجوانب الأربعة للتابوت (صورة 1) الذي كان عليه قديماً طبقة جصية حيث يوضح (صورة 2) بقايا طبقة جصية متساقطة على عناصر الهيكل العظمي، كما كان يوجد بالتابوت أيضاً بقايا اللفائف الكتانية الخاصة بالهيكل العظمي.

(صورة1) للهيكل العظمى قبل إجراء عمليات الترميم.

(صورة2) للتابوت الخشبي الخاص بالهيكل العظمي ويتضح من الصورة بقايا الطبقة الجصية.

- تحديد النوع والعمر

أ- تحديد النوع

بعد فحص أماكن تحديد النوع بالجمجمة والحوض تبين أن نوع الهيكل أنثى.

(صورة 3) لأماكن تحديد النوع في الحوض.

(صورة 4) لأماكن تحديد النوع في الجمجمة.

ب- تحديد العمر

بعد فحص:

- أماكن التحام رؤوس العظام (صورة5).
- نمو الضرس الثالث(صورة6) على الرغم من أن الأسنان أقل دقة في تحديد العمر إلا إنه تم وضعها تأكيداً للمعلومة.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 1, 2021, 139 – 151. www.egyptfuture.org/ojs/

- أماكن اتصال عظام الجمجمة (صورة 7)
- نقطة الالتقاء العاني (صورة8).
- منطقة التحام العجز بالحوض حيث إنها من أكثر الأماكن دقة في تحديد العمر(صورة9).

- تبين أن عمر الهيكل (سن الوفاة) يتراوح ما بين 35 -45 سنة.

(صورة 5) توضح التحام رؤوس العظام.

(صورة6) توضح نمو الضرس الثالث.

(صورة7) توضح ظهور خطوط الالتحام بالجمجمة.

(صورة8) توضح نقطة الالتقاء العاني.

(صورة9) توضح منطقة التحام العجز بالحوض.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 1, 2021, 139 – 151. www.egyptfuture.org/ojs/

- **تسجيل أجزاء الهيكل العظمي**

بعد تسجيل وتوثيق وضع الهيكل العظمي في المخزن قبل أي تدخل تم ترتيبه في الوضع التشريحي(صورة10)، لاستبيان حالته ومشاكله ومعرفة ما إذا كان كامل أم غير كامل، وذلك بالاستعانة بشيت لعظام هيكل كامل مع وضع مفاتيح لتوضيح الأجزاء الموجودة والمفقودة وأيضاً العظام التي بها فقد (شكل1).

(صورة10) للهيكل العظمي محل الدراسة في الوضع التشريحي.

(شكل1) يوضح الأجزاء المفقودة والأجزاء المكسورة في الهيكل العظمي.

2-3 دراسة البيئة المحيطة

أ- نتيجة قراءة درجات الحرارة ونسبة الرطوبة شتاءاً

(جدول2) يوضح متوسط درجة الحرارة شتاءً.

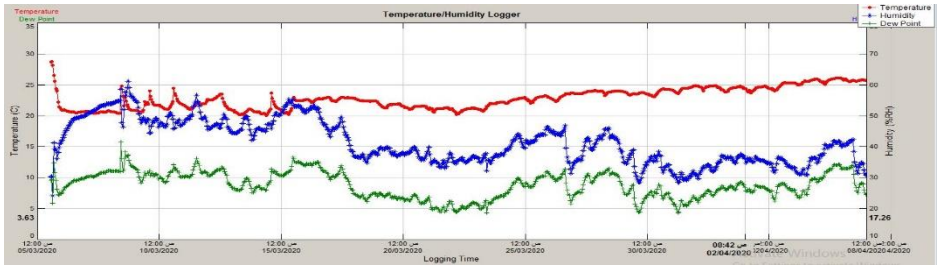
(جدول3) يوضح متوسط نسبة الرطوبة شتاءً.

أقل نسبة رطوبة	%29.30

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 1, 2021, 139 – 151. www.egyptfuture.org/ojs/

أقل درجة حرارة	20.06درجة مئوية
أعلى درجة حرارة	33.39درجة مئوية

أعلى نسبة رطوبة	%51.30



(شكل2) يوضح قياس درجات الحرارة والرطوبة النسبية شتاءً داخل المخزن المتحفي.

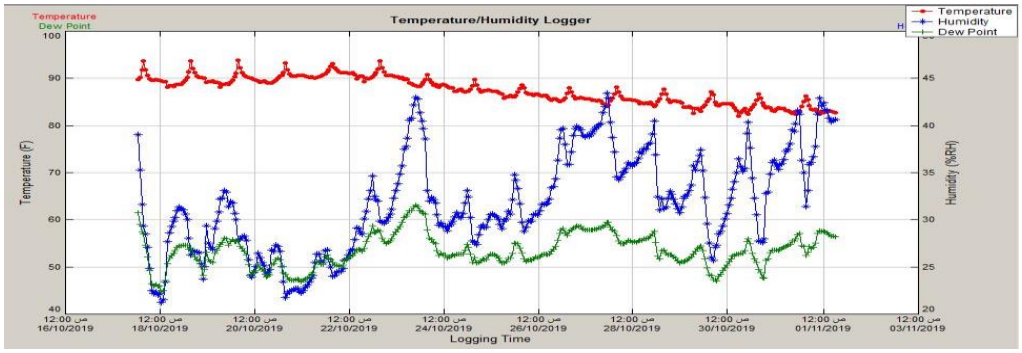
ب- نتيجة قراءة درجات الحرارة ونسبة الرطوبة صيفاً.

(جدول4) يوضح متوسط درجة الحرارة صيفاً.

أقل درجة حرارة	27.81درجة مئوية
أعلى درجة حرارة	34.39درجة مئوية

(جدول5) يوضح متوسط نسبة الرطوبة صيفاً.

أقل نسبة رطوبة	%23.25
أعلى نسبة رطوبة	%43.45



(شكل3) يوضح قياس درجات الحرارة والرطوبة النسبية صيفاً داخل المخزن المتحفي.

نلاحظ من النتائج عدم وجود تباين ملحوظ بين درجات الحرارة ونسب الرطوبة مما لا يعرض الهيكل العظمي لخطورة تذبذب درجات الحرارة والرطوبة.

3-3 الفحص والتحليل

- من الفحص البصري للهيكل العظمي وجد أنه يعاني من حالة من الضعف والتآكل في بعض المناطق.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 1, 2021, 139 – 151. www.egyptfuture.org/ojs/

- وجود بعض الشروخ الدقيقة التي قد تكون ناتجة عن التعرض لتغيير مفاجئ في درجات الحرارة والرطوبة أثناء الكشف أو بعده.
- بعض الكسور التي قد تكون ناتجة عن التعرض للضغوط الميكانيكية قبل وضعه بالمخزن.
- فقد لبعض عظام الهيكل العظمي.

- أثناء التعامل مع الهيكل تم ملاحظة وجود طبقة بيضاء متكلسة(صورة11)، وطبقة أخرى ذات لون أحمر داكن (صورة12)، وقد تم تحليل عينة من كل منهما للتعرف على ماهية كل طبقة مع أخذ مسحة من اللون الأحمر للفحص الميكروبيولوجي وسيتم ذكر هذا بالتفصيل لاحقاً.

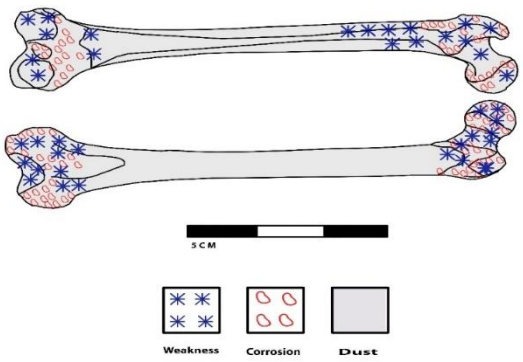
(صورة11) مثال للطبقة البيضاء المتكلسة الموجودة على بعض عظام الهيكل العظمي.

(صورة12) مثال للطبقة ذات اللون الأحمر الملتصقة ببعض عظام الهيكل العظمي.

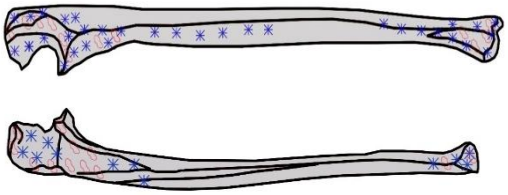
- التصوير الفوتوغرافي

نلاحظ من الفحص البصري ضعف حالة الهيكل بصفة عامة مع ملاحظة وجود بعض التنقير والتآكل السطحي ومعاناة أطراف بعض العظام من الهشاشة.

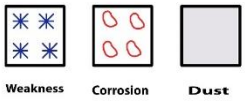
(صورة13) لعظمة الفخذ اليسرى.



(شكل4) يوضح مظاهر التلف الموجودة بعظمة الفخذ اليسرى.

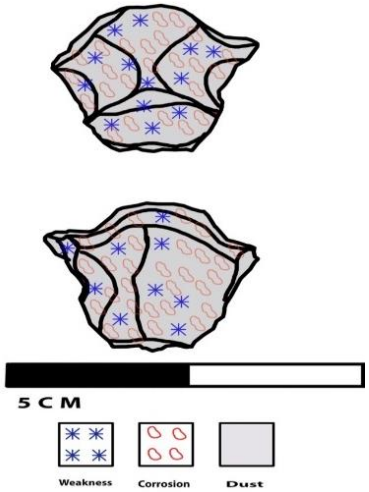


INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 1, 2021, 139 – 151. www.egyptfuture.org/ojs/



(صورة14) لعظمة الزند اليمنى.

(شكل5) يوضح مظاهر التلف الموجودة بعظمة الزند اليمنى.

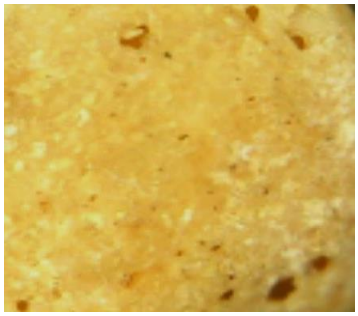


(صورة 15) توضح الجزء الأعلى من عظمة القص.

(شكل6) يوضح مظاهر التلف الموجودة بالجزء الأعلى من عظمة القص.

- **الميكروسكوب الرقمي**

توضح الصور الآتية تفاصيل مظاهر الضعف في العظام والتي لا تكون مرئية بالعين المجردة حيث نلاحظ ضعف عام في المظهر السطحي بالإضافة لوجود بعض النقر أو الحفر الصغيرة.

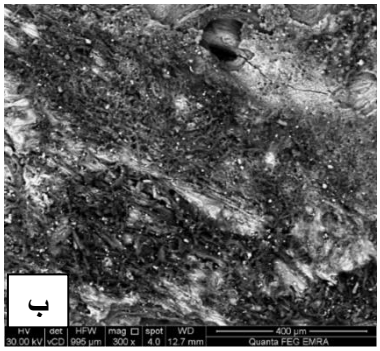


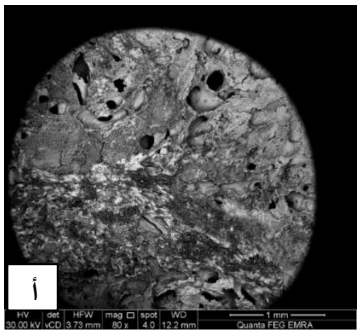
(صورة16) بالميكروسكوب الرقمي (USB)توضح التنقير الموجود على سطح العظمة.

- **الميكروسكوب الإلكتروني الماسح**

توضح (صورة 17) مدى الضعف الموجود في التركيب المورفولوجي للعظام حيث نلاحظ بعض التآكل ووجود شقوق وفراغات في التركيب الداخلي.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 1, 2021, 139 – 151. www.egyptfuture.org/ojs/





(صورة 17) بالميكروسكوب الإلكتروني الماسح حيث (أ) بقوى تكبير80x، (ب) قوى تكبير x300 توضح مدى تدهور التركيب الداخلي العظم.

- **التحليل بمطياف الأشعة تحت الحمراء.**

تبين بعد التحليل الطيفي وجود تمدد بسيط عند منطقة 3318سم$^{-1}$ لرابطة (N-H)، لُوحظ اثنان من التغيرات الحادة عند منطقة 2917 و2850سم$^{-1}$وقد أشار ذلك إلي تمدد رابطة (C-H)، ايضاً ظهرت ثلاث مجموعات وظيفية تمثل على التوالي وجود (amide I,II,III) وهي رابطة (C=O) عند منطقة 1629سم$^{-1}$، رابطة (C-N-H) عند منطقة 1540سم$^{-1}$, رابطة (C-H)عند منطقة 1436سم$^{-1}$، أكثر من المكونات الغير عضوية، أيضاً تبين أن الطبقة البيضاء عبارة عن كربونات كالسيوم (Reig, F., Gimeno-Adelantado, P 2002)، قد تعود لبقايا الطبقة الجصية التي كانت تغطى التابوت الخاص بالهيكل العظمى من الداخل وقد ظهر ذلك لظهور رابطة (C-O-C) عند منطقة 875-712سم-^{1}، بينما كانت الترسبات ذات اللون الأحمر بقايا أنسجة وجلد ووقد تبين ذلك عند منطقة 1640-2125سم$^{-1}$ (Lucassen G, W, et al 1998) .

4-3 الفحص الميكروبيولوجي

أوضحت النتائج عدم وجود أي إصابات ميكروبية على بيئة الدوكس آجار، مع وجود بعض فطريات الهواء الغير محللة مثل: Aspergillus niger, Aspergillus flavus, Aspergillus fumigatus.

4. الاستنتاجات

تتعرض الهياكل العظمية الأثرية لصور وألوان عديدة من الإهمال والتلف سواء في الحفائر أو في المخازن ومن هذه الصور ما يشوب عملية الرفع من تحديات فى دقة الأداء وسرعة الرفع قبل انهيار الأثر أو إذا ما تعرض بعد الكشف لتغيير الظروف المناخية لفترة طويلة، وكذلك التعامل الخاطئ مع هذه العظام بعد رفعها سواء في النقل أو التخزين أو اختيار مواد تقوية دون عمل أي اختبارات مسبقة أو مراعاة الظروف المناخية المحيطة وهذا ما يتعارض مع واجبنا كمرمى للآثار حيث يجب السعي لحل هذه المشكلة بالدراسة والبحث العلمي، وفي هذا العمل تم دراسة وتوثيق حالة هيكل عظمي آدمي

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 1, 2021, 139 – 151. www.egyptfuture.org/ojs/

محفوظ بالمخزن المتحفي بالديابات -سوهاج بالاستعانة بوسائل الفحص والتحليل كالميكروسكوب الرقمي، الميكروسكوب الإلكتروني الماسح والتي أظهرت حالة الضعف التي يعاني منها بعض عظام الهيكل بوجه خاص وظهور بعض التآكل والشقوق بالتركيب المورفولوجي، وظهور بعض النقر على السطح الخارجي لبعض العظام، أيضاً تقنية بمطياف الأشعة تحت الحمراء أثبتت وجود طبقة من كربونات الكالسيوم مترسبة على بعض عظام الهيكل قد يكون بسبب تساقط بقايا الطبقة الجصية للتابوت الخشبي على بعض عظام الهيكل العظمي، تم عمل دراسة للبيئة المحيطة ورصد درجات الحرارة ونسبة الرطوبة على فترات زمنية والتعرف على مصادر التهوية والإضاءة وهل هي مصادر طبيعية أم صناعية حيث كان لابد من التعرف على الظروف البيئية المحيطة بالأثر قبل التعامل معه ووضع خطة للعلاج لمعرفة هل كان لها تأثير على حالة الهيكل الحالية وبالتالي العمل على تغييرها وتحسينها بعد علاج الهيكل وتخزينه وفقاً لإجراءات الصيانة الوقائية له، تم عمل فحص ميكروبيولوجي لأماكن مختلفة بالهيكل العظمي وأوضحت النتائج عدم وجود أي إصابات ميكروبية على بيئة الدوكس آجار، كما اتضح عدم وجود تأثير مثبط لمادة التقوية على الميكروبات، مع وجود بعض فطريات الهواء الغير محللة مثل:**Aspergillus niger, Aspergillus flavus, Aspergillus fumigatus** .

- **المراجع:**

1. **Abdel-Maksoud, G., El-Sayed, A.(2016). Microscopic Investigation for Condition Assessment of Archaeological Bones from Different Sites in Egypt, International Journal of Conservation Science 7.2.**
2. **Baxter, K.(2004). Extrinsic Factors that effect the Preservation of Bone, Nebraska Anthropologist.**
3. **Lucassen G, W, Van Veen, G. N., & Jansen, J. A. (1998). Band analysis of hydrated human skin stratum corneum attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectra in vivo. Journal of biomedical optics, 3(3), 267-280.**
4. **Mayne, R. (2013). Geochemistry of the Soil and its Effect on Bone.", England, BSC Archaeological, Anthropological and Forensic Sciences.**
5. **Mays, S.(2002). The archaeology of human bones, Routledge.**
6. **Nielsen-Marsh, C., Gernaey, A., Turner-Walker, G., Hedges, R., Pike, A., & Collins, M. (2000). The chemical degradation of bone. Human osteology in archaeology and forensic science, 439-454.**
7. **Ortner, D. (2003). Identification of pathological conditions in human skeletal remains. Academic Press.**
8. Paschalis, E.**(2009). Fourier transform infrared analysis and bone. Osteoporosis international, 20(6), 1043-1047.**

INTERNATIONAL JOURNAL OF
MULTIDISCIPLINARY STUDIES IN ARCHITECTURE
AND CULTURAL HERITAGE
ISSN: 2735-4415 VOLUME 4, ISSUE 1, 2021, 139 – 151. www.egyptfuture.org/ojs/

9. . Reig, F., Adelantado, J. G., & Moreno, M. M. (2002). FTIR quantitative analysis of calcium carbonate (calcite) and silica (quartz) mixtures using the constant ratio method. Application to geological samples. Talanta, 58(4), 811-821.
10- Surabian, D.(2011). Preservation of Human Remains in Soil", Agriculture USDO, Tolland, Connecticut.
11- Turner-Walker, G. (2009). Degradation pathways and conservation strategies for ancient bone from wet, anoxic sites. In Proceedings of the 10th Triennial Meeting of the ICOM-CC Working Group for Wet Organic Archaeological Materials (pp. 659-675). Nederlandse Archeologische Rapporten (NAR) Amsterdam.
12- White, D., Black, M., Folkens, A.(2012). *Human Osteology*, Third Edition, Acadmic press.

Received: April 2021
Accepted: June 2021