علاقة الكيمياء في صيانة الاثار العضوية

(أسباب التلف وطرق الصيانة مختبرياً)

Chemistry's relationship with the maintenance of organic archaeology

(The reasons for damage and maintenance methods)

م.م. هارون رشيد حميد [1]

Asst. Lect. Haroon Rasheed Hameed AlSamarrae [1]

E-mail: Haroon.r.h@unsamarra.edu.iq

أ.م. سيماء حميد احمد [2]

Asst. Prof. Semaa hameed Ahmed [2]

E-mail: Semaa.hameed@unsamarra.edu.iq

الباحثة: هند عمر عبد الكريم [3]

Researcher: Hind Omar abdulkareem [3]

E-mail: Iraq70736@gmail.com

جامعة سامراء / كلية الآداب [1-3]

University of Samarra \ College of Art [1-3]

الكلمات المفتاحية: المادة العضوية، العظم، الجلد، الخشب، التلف الفيزيائي.

Keywords: Organic Material, Bone, Skin, Wood, Physical, damage.

الملخص

تلعب الكيمياء دورًا حيويًا في ترميم (الاثار) العضـــوية، حيث يتم اســـتعمال المواد الكيميائية والتقنيات الخاصــة بها للحفاظ على الآثار وصــيانتها من التلف والتآكل، وتشــمل هذه الآثار العضـوية الأشـياء المصـنوعة من المواد العضـوية مثل الخشـب والأقمشـة والجلود والورق والعظام والعاج.

إذ تمت دراســـة كافة مظاهر التلف التي يتعرض لها الخشـــب والعظم والجلد وتحديد مظاهر التلف على بعض النماذج الخشـبية والجلدية والعظمية وتم تحديد ضـررها ومن ثم توثيق التلف ودراســته و من ثم اختيار المواد الكيميائية التي تســتخدم في المختبر لغرض صــيانة هذه القطع وعلاجها مختبرياً وتم إزالة السناج والبقع الدهنية منها وتم استخدام بيروكسيد الهيدروجين و حامض السـتريك والعديد من المواد الاخرى المتوفرة وتمت معالجة هذه القطع وحفظها، وهنا تبين ان دور الكيمياء في علاج نماذج من الاثار العضـوية هو فعال وآمن وله دور كبير في المعالجة والترميم.

Abstract

Chemistry plays a vital role in the preservation of organic (archaeological) materials, as it uses its chemicals and technologies to preserve, preserve and preserve traces of damage and erosion, and these organic traces include organic things such as wood, fabrics, leather, paper, bone and ivory.

All forms of damage to wood, bone, and skin were studied, and damage was identified in some models of wood, skin, and bone pieces. Damage has been determined. The damage was documented and studied. The chemicals used in the laboratory were selected for laboratory maintenance and treatment. Soot and greasy spots were removed from them. Hydrogen peroxide and citric acid were used. And here it turns out that the role of chemistry in treating models of organic effects is effective and safe and has a major role in treatment and restoration.

المقدمة

ان علاقة الكيمياء في صـــيانة الاثار العضـــوية ترتبط ارتباطا وثيقا إذ ان العديد من عوامل التلف تعتمد بشـكل مباشـر على طرق الترميم بالمواد الكيميائية لا غيرها ، ويتم اسـتخدام الكيمياء في صيانة الآثار العضوية في العديد من الطرق، بما في ذلك:

1- تحليل المواد: يستخدم الكيميائيون تحليل المواد لتحديد تركيب المواد العضوية في الآثار، مما يساعد في فهم خصائصها وتحديد أفضل الطرق للحفاظ عليها.

2- التنظيف: يستخدم الكيميائيون مواد كيميائية خاصة لتنظيف الآثار العضوية، مثل الاخشاب والعظام والجلود، بطرق آمنة لضمان الحفاظ على جودتها.

3- التثبيت: يتم اسـتخدام المواد الكيميائية لتثبيت الأجزاء المتحركة في الآثار العضـوية، وذلك من دون حدوث أي تلف.

4- التجفيف: يتم اســتخدام التقنيات الكيميائية لتجفيف الآثار العضــوية بطريقة آمنة وفعالة، وذلك لتجنب تلفها أثناء الجفاف.

وقســم البحث الى ثلاث مباحث أولها التعريف بالمادة العضــوية وكذلك تعريف بالمواد العضوية التي استخدمت في الدراسة مثل العظم والجلد والخشب وتضمن المبحث الثاني مظاهر التلف التي تتعرض لها المواد العضـــوية بينما تطرق المبحث الثالث الى عمليات الترميم في المختبر والمواد الكيميائية التي اســتخدمت فيها وكانت ذات تأثير جيد غير ضـــار بالمواد العضوية.

المبحث الاول

المادّة العضويّة:

يطلق مصــطلح المادة العضــوية على المواد التي تتكون بصــورة رئيســة من الكربون، وتنتشـــر هذه المواد بالطبيعة بشـــكل كبير، فهي تشـــكل البروتينات، والكربوهيدرات، والدهون، والأحماض النووية وغيرها، كما ويمكن وصـــف مخلفات الكائنات الحية بأنّها عضـــويّة، كبقايا النباتات المتحللة أو المواد المتحللة من الحيوانات، اذ تنتقل هذه المخلفات بصـورة أو بأخرى إلى التربة لتشكل مصدراً لتغذيتها [1].

العظم:

العظم أحد المواد التي كان من الطبيعي أن يسـتخدمها الإنسـان البدائي لأنه على وجه العموم موجود وقد استخدم العظم منذ القدم واستمر ذلك لعصور متتالية حيث استخدم الإنسان العظم لصـناعة العديد من الأدوات مثل رؤوس السـهام والمخارز والأمشـاط وغيرها من الأشـياء التي كانت تستخدم في الزينة مثل الأساور والخواتم [2].

تعريف العظم:

العظم هو نسيج ضام يكون من مادة بين خلوية والسطح الداخلي والخارجي للعظم مغطى بطبقات من النسيج الضام ويسمى السطح الخارجي (periosteum) والسطح الداخلي يسمى (enqosteum) والعظم ينقسم لعظام الهيكل الآدمي الجسمي والهيكل الداخلي الحشوي[3].

تركيب العظم:

العظم مادة ذات تركيب خاص معقد يكون من طور عضوي معدني وطور عضوي بروتيني والجزء غير العضوي يمثل (90%) ويتكون من كالسيوم هيدروكسي أباتيت ($ca10po4oh_2$) والباقي يمثل (10%) ويكون من جزءعضوي يتركب من الكولاجين وغير الكولاجين واللبيدات والسكريات العديدة وكربوهيدرات أخرى، ومن أهم العناصر الموجودة في العظم الكالبيوم، الفسفور، النيتروجين، الحديد، الفلور والماء بنسبة (10%) وكذلك الدهون [4].

الجلد: هو ذلك الغلاف الخارجي الذي يكسو أجسامنا وأجسام الحيوانات والزواحف والطيور والأسماك وجميع المخلوقات غير أن هذا التعريف للجلد يعتبر من التعريفات العامة الشاملة، إلا أن هناك من بحث عن تعريف محدد تكسوه المسحة العلمية ليكون مدخلاً لدراسة تركيب الجلد، وهناك من الباحثين من عرف الجلد الحيواني على أنه غشاء متواصل من نسيج ذو ألياف، يمثل الطبقة السطحية من جسم الحيوان حيث ينبت الشعر أو الفروة ويتركب من نوع من البروتين. يعرف علميًا بالكولاجين، Collagen ومن هنا نجد أن الجلد هو الدعامة الخارجية للجسم ويغطي هو وتراكيبه الإضافية الجسم من الخارج ويحميه[5].

تركيب الجلد:

بعد الاستعراض الموجز لتعريف الجلد ووظائفه للكائن الحي فإنه يمكن الآن أن نتناول تركيب الجلد الذي يمكن تقسيمه إلى نوعين:

التركيب البنائي للجلد :قبل أن نتناول التركيب البنائي للجلد، يجب أن يكون معروفًا لدينا أن الجلد يتكون من ملايين الملايين من الخلايا المتراصة ذات الوظائف المختلفة والمتنوعة، من هنا نجد أن الخلية بوجه عام تُعد وحدة بناء الكائنات الحية بما فيها الإنسان والحيوان وأن الجلد الحيواني وإن كانت وحدات بنائه هي الخلية الحيوانية إلا إن تركيبه كثير التعقد نظرًا لتعدد وظائفه وأنه يمكن تقسيم الجلد إلى ثلاث طبقات أساسية هي:-

أ- الطبقة السطحيةepidermis :تعد هذه الطبقة هي الطبقة الخارجية الدقيقة أو البشرة وتتألف من أنسجة أو طبقات تشبه الخلايا المنظمة، ووظيفة هذه الطبقة أنها بمثابة الغطاء الواقي للطبقة الداخلية السميكة من الجلد.

ب- طبقة أم الجلد :تعد طبقة الدرمس dermis هي الطبقة المركزية للجلد اذ يحفظها الدباغ أثناء عملية الدباغة ليتم تحويلها إلى جلد مدبوغ وتختلف هذه الطبقة عن الطبقة السطحية epidermis في تكوينها من خلايا تأخذ شكل الشعر وتشبه كومة من الخيوط [6].

ت- الطبقة الداخلية اللحمية Adibose Tissue : يوجد بسطح هذه الطبقة اللحمية طبقة من الدهن والعضلات وهي عديدة في جلد الخنزير، وتتميز هذه الطبقة بكثرة الأوعية الدموية والأعصاب أكثر من تلك الموجودة بها كعازل ضد البرد وكمؤنة احتياطية للطعام بالنسبة للحيوان الحي.ومن المعروف أن هذه الطبقة كانت تتلف لاتصالها بالأنسجة العضلية الواقعة أسفلها[7].

2. **التركيب الكيميائي للجلد:** عندما نرى التركيب الدقيق لجلد الحيوان يتضح لنا أن نسيج الجلد الحقيقي True skin يتكون من تركيب شبكي من ألياف البروتين والمكون الرئيس يكون بروتين ويكون معروفًا بالكولاجين، كما أن ما يقرب من نصف البروتين الموجود بالجسم يكون مشترك في تكوين الهيكل والأنسجة والدعامة الأخرى [8].

امثلة لانواع الجلود[9]:-

1. جلد الضان Sheep Skin
2. جلد الجمل Camel – Skin
3. جلد الخنزير pig skin
4. جلد الماعز Goat skin
5. جلد الماشية والعجول: Cahel Hide and Cal skin

الخشب:

هو نسيج ليفي مسامي على شكل هيكلي يوجد في جميع أنواع الأشجار، والنباتات الخشبية، ويتكون من ألياف السليلوز القوية، ويُعد الخشب بمثابة الأوعية الدموية للأشجار، ويتم الاستفادة من الاشجار والخشب منذ آلاف السنين في مواد البناء والوقود [10].

التركيب الكيميائي للخشب:

1. المكونات الاساسية للخشب: يتركب الخشب من ثلاث مكونات أساسية هي السليلوز. والهيميسليولوز واللجنين [11].
2. المكونات الثانوية للخشب: وهي المستخلصات الخشبية مثل الجليكوسيدات والتانات.

التركيب الفيزيائي للخشب:

الخشب مسترطب (له خاصية امتصاص الماء) ينتفخ عند امتصاصه للماء ويتقلص عند فقدانه للماء وهو اكثر المواد العضوية امتصاص للماء اذ يمتص تقريباً 30% من الوزن الجاف[12].

انواع الاخشاب الطبيعية:

تقسم الاخشاب الطبيعية حسب المناطق المناخية الى مايلي:

اولا: الاخشاب اللينة قاتمة اللون

1. **خشب الصّنوبر الأبيض يُعد خشب الصّنوبر white pine wood** :من أنواع الخشب اللّين باهظ الثّمن، ويُستخدم لصناعة جميع أنواع الأثاث باختلاف طُرزها، فهو يُستخدم على نطاق واسع في صناعة الأثاث.
2. **خشب السويد:** هو خشب ذو لون أبيض مائل إلى الاصفرار، كما يتوفر هذا الخشب بخمس درجات تبعا لنسبة العقد ويستخدم خشب السويد في صناعة الأبواب، والشبابيك، وغيرها [13].

ثانيا: الاخشاب قاتمة اللون المتوسطة الصلابة:

1. **خشب الزان beech wood** : يحصل على خشب الزان من أشجار الزان، وهي أشجار متساقطة الأوراق، وموطنها الأصلي المناطق المعتدلة وشبه الاستوائية في النصف الشمالي من الكرة الأرضية ويكون لون خشب الزان بنياً مائلاً للأحمر الفاتح. ويُستخدم في صناعة الاثاث، والأرضيات، وحاويات الشحن، ومقابض الأدوات، والأدوات الخشبية [14].
2. **خشب الماهوجني Mahogany wood** :يُعد خشب الماهوجني من أثمن وأجود أنواع الخشب في العالم، ويُستعمل في صناعة الاثاث ذي المواصفات العالية، وتُستخرج منه القشور الخشبيّة. ويكون لون خشب الماهوجني ما بين البني، والبني المائل للأحمر، والأحمر الغامق، كما أنّ حبيباته مميزّة وجذابة [15].
3. **خشب السّنديانoak wood** : يُستخرج خشب السّنديان أو البلوط من أشجار السّنديان التي تنمو في نصف الكرة الشّمالي، وهي أشجارً قد تكون دائمة الخضرة، أو متساقطة الأوراق. ويتميّز خشب السّنديان بالقوة، والمرونة، والمتانة، وجمال أليافه [16].

ثالثا: الاخشاب الصلبة الثمينة:

1. **خشب الأبنوس ebony wood: أصلب** وأقوى الأخشاب مما يجعله صعب التشغيل كما أن ألوان خشب الابنوس مختلفه فمنه الاحمر والاخضر والابيض الذي يميل للاصفرار والبني والاسود الداكن ويستعمل في أشغال القشرة وهو أغلى الانواع كما انه نادر الوجود [17].
2. **خشب الجوز Walnut Wood** : يعد خشب الجوز مثاليًا من حيث المتانة والقوة والتحمل وتماسك جزيئاته وعدم تعرضه للتشققات وفوق كل ذلك جماليته وتنوع مظاهره والانطباع الايجابي الذي يتركه لكل من يراه[18].

عيوب الأخشاب:

تنشأ العيوب في الأخشاب نتيجة للعوامل الجوية المختلفة ومن أهم هذه العيوب:

العقد وتكثر في الأخشاب اللينة ومن مخاطرها قد تنفصل أثناء العمل اذ يتحتم إزالتها او حرقها، و**الالتواء** يحدث بسبب قوة الرياح حينما تكون الاشجار صغيرة ومرنة ، **التعفن** ويحدث بسبب تحلل المواد الزلالية الأشجار ، و**الرضوض** هي فوالق تكون في المقطع العرضي للشجرة نتيجة سقوط الأشجار بسبب عملية قطعها او سقوطها بشدة على الأرض، اما **الشيخوخة** حيث يصبح قلب الشجرة أجوفا ويتلف جزء من الخشب بسب تأخر قطع الشجرة عن الوقت المناسب[19].

المبحث الثاني

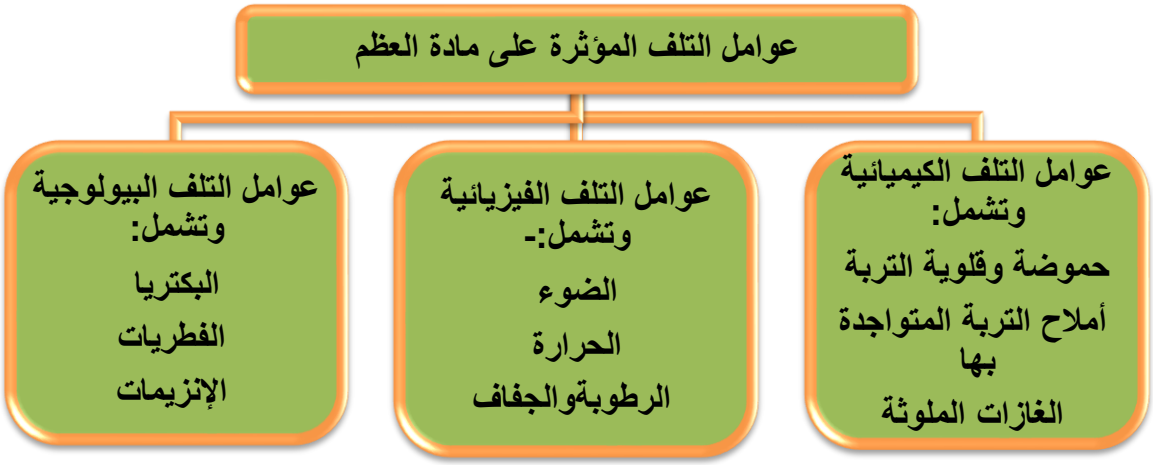
عوامل ومظاهر التلف المؤثرة على العظم:

تتأثر العظام بظروف الدفن وكذلك التعرض للظروف الخارجية، وهذه المواد عرضة للتلف السريع في حالة تعرضها أو تخزينها في ظروف غير مستقرة. لذلك، نتوقع الحصول على مواد عظمية في حالة سيئة إذا كانت بيئة الدفن أو التعرض سيئة من حيث التربة او التعرض للصدمة البيئية او بيئة دفن ملحية، والبيئات جيدة التهوية ذات الرطوبة، وكذلك البيئات التي تشمل الرواسب الأثرية الحمضية، وكذلك العظام تتعرض لأضرار جسيمة نتيجة للتغير البيئي بالتناوب بين الجفاف والرطوبة، كما أن التقلبات المناخية تسبب أضرارًا جسدية شديدة للعظام تتمثل في والشقوق والانقسام والكسر [20].

أهم مظاهر التلف المختلفة بالنسبة للعظام:

نظراً لحساسية العظام فأنها تتعرض الى العديد من مظاهر التلف منها الاصفرار بسبب الشمس و التحلل نتيجة الرطوبة والمياه، وكذلك الاعوجاج بسبب تردد درجات الحرارة غير الصحيحة ومن المظاهر الأخرى هو تآكل العظم نتيجة الاحماض والميكروبات وأيضاُ تحدث

ظاهرة التحجر للعظام بسبب تحلل المادة العضوية وايضاً انحلال التركيب المعدني نتيجة الحموضة العالية في التربة [21].



اولا: عوامل التلف الفيزيائية.

إذ أن معظم حالات التلف التي تصيب العظم تحدث بعد الكشف عنه، اذ أن الآثار المستخرجة من الحفائر تتعرض لعوامل التلف الفيزيائية من ضوء، حرارة، ورطوبة [22].

1. **الضوء:** إذ الضوء المرئي وكذلك أشعة الشمس المباشرة تؤثر في العظم حيث تؤدي لمظاهر التغير اللوني بحيث يصبح العظم أكثر اصفراراً حيث نجد أن إضاءة العرض المباشر المرتفعة لمثل هذه المواد تضر بها ضرر بليغ اذ يحدث لهما ما يعرف بالتجفيف الحراري [23].
2. **الحرارة: اذ** إن العظم باعتباره المواد العضوية يتأثر بدرجات الحرارة العالية حيث تتسبب الحرارة بصورة عامة في تقلص أبعاد الآثار المصنوعة من هذه المادة حيث أن درجة الحرارة عند 30°م تتسبب في تقلص الأبعاد بنسبة (0.2%) ونجد أن التركيب الطبيعي للكولاجين الداخل في تركيب العظم عند رفع درجات الحرارة إلى درجة قصوى 50-60°م وعندما تفقد مثل هذه المواد لمحتواها المائي تتعرض للاعوجاج والالتفاف نتيجة للتغيرات الحاصلة [24].
3. **الرطوبة والجفاف:** يحصل عند تعرض كل من المواد المصنوعة من العظم بصورة متعاقبة للجفاف والرطوبة والتجمد والانصهار نتيجة مثلاً لخروجها من بيئة الدفن لبيئة التعريض تحدث ضغوط داخلية بالعظم وينتج عن هذا تشقق وتشرخ وهذا يتسبب في تلف القشرة الخارجية لهذه المواد[25].

ثانيا: عوامل التلف الكيميائية

1. **حموضة وقلوية التربة:** تعمل الأحماض الموجودة بالتربة على تحلل المكونات المعدنية الموجودة بمادة العظم حيث أن التربة الحمضية تعمل على ذوبان المكون الرئيس للعظم وهو الهيدروكسي أباتيت حيث يحدث تحلل لعنصر كربونات الكالسيوم الموجود بالعظم وتتحول المادتان إلى ما

يشبه الإسفنج ويعتمد تحلل العظم على عدة عوامل هي: (تركيز المواد الطباشيرية – المحتوى المائي – قيمة الأس الهيدروجيني). [26]

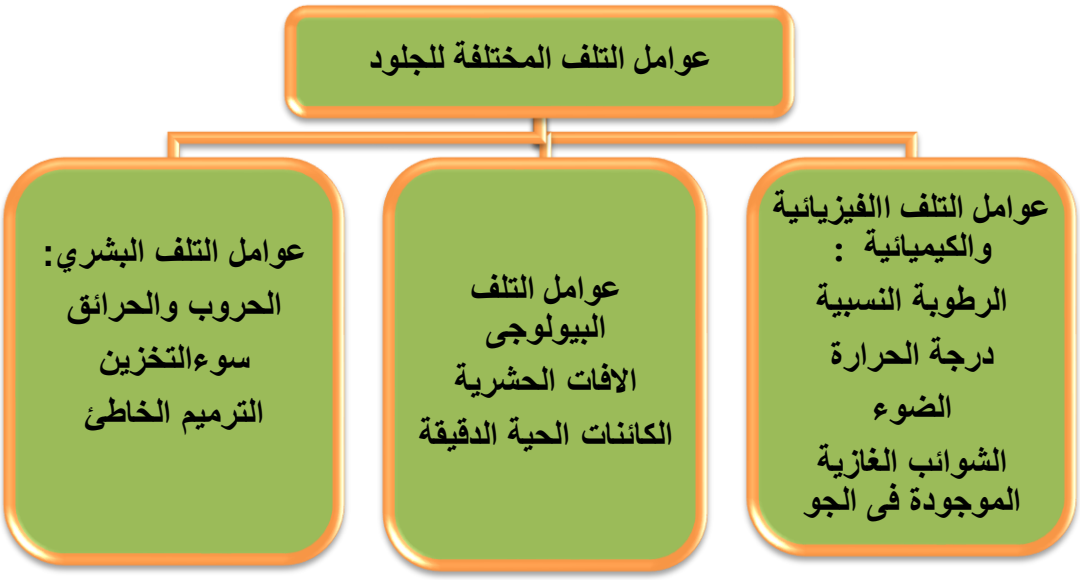
2. **الأملاح المتواجدة بالتربة:**حيث أنه في حالة التركيز العالي من الأملاح المتعادلة بالتربة المضمون بها الآثار العظمية يحدث ترسب للبروتينات من محاليلها المائية وتعرف هذه الظاهرة بظاهرة التمليح والأملاح التي تعمل على ذوبان البروتين في التربة هي: (كبريتات الامونيوم، كبريات الصوديوم، وأملاح الماغنسيوم) [27].
3. **التلوث الغازي والملوثات الهوائية الغازية:** يحدث تلوث للعظام بفعل بعض الغازات والملوثات الهوائية مثل(الأكسجين– الأوزون– غازات التلوث الحمضي – غاز ثاني أكسيد الكبريت – مركبات النيتروجين الغازية) تؤثر هذه المواد على المواد العضوية وكذلك غير العضوية للعظام حيث يفكك الروابط الجزئية الداخلة في تركيب هذه المواد مما يضعف من الخواص الفيزيائية لها ويؤدي لتفتتها وتحللها [28].

ثالثاً: عوامل التلف البيولوجي

يقصـد بالتلف البيولوجي تغير بمكونات المادة، يحدث بواسـطة نشـاطات عوامل التلف البيولوجي (الكائنات الحية الدقيقة) حيث تتغلغل الكائنات الحية الدقيقة لمثل هذه المواد عن طريق الفراغات الطبيعية مثل الأوعية الدموية، والفجوات العصـبية وترسـب الأحماض الأمينية مستخدمة، في نموها الأنسجة غير المعدنية كمصدر للغذاء [29].

1- **تأثير البكتريا على العظم:** البكتريا تنقسم إلى:(بكتريا هوائية إجبارية – بكتريا لا هوائية اختيارية – بكتريا لا هوائية إجبارية) وكلاً من الأنواع الثلاثة عبارة عن كائنات حية صغيرة الحجم. يحدث انخفاض في الوزن الجزيئي للأحماض الدهنية الامينية داخل العظم بواسطة إنتاج البكتريا اللاهوائية [30].
2- **تأثير الفطريات على العظم** الفطريات هي كائنات أقرب من صفاتها وتشكيلها العام إلى النبات عن الحيوان، وهي كائنات تتغذى على المواد العضوية مثل العظم حيث أن مثل هذه الكائنات تتحلل هذه المواد العضوية إلى مواد بسيطة قابلة للذوبان في الماء وكذلك تفرز الفطريات الكثير من الأحماض العضوية التي تؤثر على العظم، وهي تعد أكثر الأنواع التي تلحق أضرار بالعظم حيث تزيد من سرعة تحلل العظام[31].
3- **الإنزيمات:** عبارة عن مواد بروتينية، وهي تحتوي على مركز فعال يسمى مركز نشاط الإنزيم حيث يتم تحويل المواد المتفاعلة إلى نواتجها وفي الحقيقة فإن النظام الإنزيمي يمزق سلاسل الكولاجين في مناطقها الحلزونية مسببة تلف كولاجين العظم[32].

عوامل تلف الجلود[33]



اولا: العوامل الفيزيائية والكيميائية[34]

1. **الرطوبة**:ان ارتفاع الرطوبة النسبية في البيئة المحيطة يؤدي إلى امتصاص المواد العضوية بصفة عامة والجلد بصفة خاصة للماء بخاصية الهيجروسكوبية داخل شبكة الألياف ليرتفع محتواها المائي الداخلي مع ظهور الأعراض التالية: تغير في مظهر المادة حيث يتغير الجلد في أبعاده ومظهره واتساخ الجلود نتيجة لالتصاق الأتربة والمعلقات الأخرى الصلبة الموجودة في الهواء .وان انخفاض الرطوبة يسبب بفقدان المواد العضوية بصفة عامة لمحتواها المائي بالتبخر و تجف ويظهر عليها أعراض الجفاف من تصلب وتشقق وهشاشيه وتفتت وذلك عند وجودها في بيئة تنخفض بها الرطوبة النسبية فعند تعرض الجلود للجفاف الزائد تتحول أحياناً الي مادة صلبة سوداء متفحمة وبصفة عامة يمكن الجلد الرطب بعد جفافه ويكون هذا واضحاً في الجلود قليلة السمك. [35]
2. **درجة الحرارة**: تؤثر درجة الحرارة غير الملائمة تأثيرا سيئا على الجلود الأثرية إذ تسرع في عمليات تلف وتدهور تلك القطع والتغير القليل في درجات الحرارة يمكن أن يكون له عدة تأثيرات بعضها جيد وبعضها سيئ هذا ويذكر أنه لا يكون للتغير في درجة الحرارة نفس القدر من الأهمية الذي يكون للتغير في درجة الرطوبة النسبية ولكنه يؤثر علي درجة المحتوى المائي للجلد الجفاف[36].
3. **الضـوء** :ويؤثر الضوء على المواد العضوية بلا استثناء بصوره متلفة فهو يؤثر على الوزن وكذلك على القوة والمتانة وأكثر الأضرار خطورة هي الضوء الكيموضوئى والذي ينسب عن الأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي إما الأشعة تحت الحمراء والتي ينحصر ضررها أساسا فيما تسببه من تأثير حراري يؤدى الى اضمحلال واصفرار الرق وزوال الالوان والنقوش والاحبار [37].

ثانيا: العوامل البيولوجية

1. الفطريات والبكتريا:

يوجد منها أنواع كثيرة وتنتشـر في معظم أنحاء العالم وهي تضـم ما يقرب من مئة ألف نوع وأفراد هذه المجموعات أما أن تكون وحيدة الخلية وتلعب الفطريات دورا ليس هينا فى تحلل الجلد أكثر من تأثيرها في الورق وتحت الظروف الجوية وظروف الإعاشـــة العادية فإن الجلد لا يتأثر بهذا النوع من التحلل بشكل كبير [38].

2. الحشرات والقوارض: الصراصير –النمل الأبيض –حشرة السمك الفضي –خنفس الجلود [39].

ثالثاً: عوامل التلف البشري

هي العوامل التي تحدث بفعل الانسان او بتدخل منه وتشمل عدة عوامل وهي:

1. **الحروب والحرائق** :لا يخفي علينا أن الحروب تعد أشد الإخطار التي يلحقها الإنسان بالآثار سواء كانت مباني ومقتنيات من تحف أو غيرها وكذلك الحرائق التي قد تنشب والتي تكون في الغالب ناتجة من الإهمال البشري والتي تتسبب في احتراق قطع الرق وضياع معظمها وتحولها الى اللون الاسود وضياع الكتابات الموجودة عليها.
2. **سوء التخزين :ويحدث** هذا نتيجة عدم الاهتمام بمخازن المقتنيات الجلدية مع عدم توفير الظروف البيئية الملائمة من حيث معدلات الرطوبة والحرارة.
3. **الترميم الخاطئ:** ويكون ذلك من قبل القائمين في مجال الصيانة والترميم بعدم الملاحظة الدورية للمقتنيات الذي يحدث من قبل المرممين نتيجة الترميم الخاطئ وكذلك لاستخدام مواد ترميم غير مناسبة لا تتوفر فيها شروط المواد الترميمية [40].

4. عوامل تلف الأخشاب:

أولا: العوامل الفيزيوكميائية Physiochemical Factors: وهي العوامل المســؤولة عن تلف الأثار الخشــبية فيزيائيا وكيميائيا وميكانيكيا. وتتضــمن التغيرات الدورية في درجات الرطوبة والحرارة الجوية وتأثيرات الإضـاءة المباشـرة باختلاف أنواعها. العوامل الكيميائية المحللة لمكونات الخشـب مثل التلوث الجوي وما ينتج عنه من تحلل مائي أو أكسـدة لمركبات الخشـب الكيميائية هذا بجانب دور عوامل التجوية الخارجية بما تحتويه من غازات تلوث وغبار وأتربة وامطار ورياح وغيرها.

1. **تأثير الضوء:** في الضوء يحدث تأكسد لمادة الخشبين ويصبح لون الخشب اغمق ولكن اذا تعرض الخشب للمياه الجارية فانه يصبح رمادياً حيث إن محلول الخشبين يزول.
2. **تأثير الرطوبة على الخشب:** ظهور بعض التشققات والتشوهات على الخشب إذ ان عمر الخشب ليس له علاقة بهذه التشوهات وانما طبيعة الخشب. ان الجفاف الذي يصيب الاخشاب ينتج من

فقدان الماء من جدران الخلية مما يودي الى تضخيم حجم النسيج، فتؤدي عملية الترطيب الى رجوع الخشب الى الوراء مرة أخرى وتؤدي الحركة المستمرة الى إزاحة أي مواد على السطح مثل الجبس التصويري، وقد تسبب في تعطيل المفاصل وربما يودي ذلك الى تأثير على الخشب نفسه نتيجة للانحلال الفيزيائي والذي يوصف بانه يحدث نتيجة التمدد والتقلص المستمرين للخشب كاستجابة للتغير في الرطوبة في المحيط الجوي.

3. **تأثير الحرارة على الخشب:** الحرارة لها تأثير بطيء على الخشب، مقارنة بتأثير الرطوبة إذا قارناها بقابلية الخشب على امتصاص الرطوبة. وهذا التأثير يعمل بالنسبة للتمدد والتقلص ما عدا في حالة التجمد له تأثيرات مؤذية وخاصة على الخشب الذي في داخله رطوبة عالية. ويتعرض للتفتت بتعرضه للجفاف وللحرارة العالية حيث تبدأ عمليات تحلله بالحرارة ويحدث له تغيرات لونيه وخشونة لسطحه، وضعف متانته ونقص وزنه ويتشابه مظهره مع مظهر الخشب المصاب بالعفن البني وتقل صلابة الخشب عند تعرضه لدرجات حرارة. (41).

ثانيا: العوامل البايلوجية وتأثيرها على الاخشاب:

أ- **التعفن:** تعمل خاصية التعفن على تغير الخواص الفيزيائية والكيميائية للجسم الخشبي إذ تتغذى الفطور وتنمو على حساب الانسجة الخشبية مما يؤدي إلى تفكك وتسلخ الالياف الخشبية، التي تتحول إلى طبقات وشرائح متوازية، هذا إلى جانب تبدل لون الخشب ولعل اشد أنواع الفطور فتكاً حيث يعمل في هذه الدرجة على التكاثر والنمو ضمن المسامات الخشبية، مؤديا إلى تفكك لحمتها وتغيير شكلها ولونها، مما يفقد الجسم الخشبي متانته ومقاومته،

ب-**الفطريات:** الخشب مثل الورق والجلد يهاجم (كأي مادة عضوية) من قبل الفطريات لأنه مادة ماصة للرطوبة ومغذي في نفس الوقت للفطريات. (42)

ثالثا: التلف البشري

1 -التخزين أو الحفظ الخاطئ للآثار داخل المقابر والسراديب والمباني.

2 -كذلك اهمال الرطوبة الزائدة يساعد على وجود الحشرات القارضة واليرقات الاكلة للأخشاب والتي تسبب التسوس لها.

3 -عدم مراعاة وجود لهب شديد مما يؤدي إلى اشتعال النار به فورا حيث أنه سريع التأثر بالحرارة(43).

مظاهر التلف الانسانية:

تعزى عملية التلف التي تصـــيب العمل الفني إلى مجموعة من العوامل التي تعلل على أنها نقص في العمل نفســه، تؤدي إلى تشــوه الاثر، ومن ثم تصــيب الهيكل الخشــبي والطبقة التصويرية.

وهناك تشـــوه أخر مصـــدره: نقص العناية المتعلقة بســـوء حفظ العمل الفني–الإهمال–الحروب–الحرائق–سوء الترميم. (44).

المبحث الثالث (فحص وطرق العلاج مختبرياً)

اولاً :الفحص الظاهري:

من خلال الفحص الظاهري او البصـــري للقطعة الاثرية (العظم – الجلود–الخشـــب) نســـتطيع تشـــخيص بعض مظاهر التلف الموجودة على القطعة الاثرية التي تؤثر عليها مما يُؤدي الى فقدان خاصية المتانة والمرونة والمظهر الخارجي .

ثانياً: طرق صيانة القطعة الاثرية:

1. **الطريقة الميكانيكية:** تعد عملية التنظيف الميكانيكي بواسطة الفرش والأدوات الدقيقة من أهم أعمال العلاج لهذه الطريقة لابد من التعرف على الاتساخات وأنواعها من خلال أعمال الفحص والتحليل، وحتى لا يكون للتنظيف الميكانيكي آثار ضارة على القطعة الاثرية ويعتمد التنظيف الميكانيكي على طبيعة ونوعية المواد العالقة على أسطح المادة الاثرية لضمان اختيار الوسيلة المناسبة لعملية التنظيف، اذ يهدف التنظيف الميكانيكى إلى فك الارتباط بين طبقة الاتساخات والأتربة عن أسطح القطع الاثرية، ولذلك يراعى استخدام الفرش والأدوات بشكل يتناسب مع حالة أسطح المادة الاثرية حتى لا تتسبب فى حدوث تشوهات على الأسطح(45).
2. **الطريقة الكيميائية** : يعد التنظيف الكيميائي استكمالا لأعمال التنظيف التي يصعب إزالتها بالتنظيف الميكانيكي، ويعد الماء المخلوط ببعض المذيبات العضوية هو أنسب أنواع التنظيف الكيميائي، إذ يمكن إضافة بعض المواد المعقمة والمطهرة أثناء عمليات التنظيف الكيميائي، ولا يتم اللجوء للتنظيف الكيميائي بالأحماض أو القلويات الشديدة إلا في حالات تكون فيها البقع الحمضية أو الفطرية أو وجود تكلسات شديدة على القطعة الاثرية حيث يفضل التنظيف الكيميائي مع استخدام فرش ناعمة حتى يتم إزالة الدهون والمواد البروتينية الملتصقة القطعة الاثرية حيث يتم استخدام بعض المحاليل التالية فى أعمال التنظيف الكيميائي (46).

المواد الكيميائية المستخدمة في المختبر لغرض صيأنة(العظام –الجلود–الخشب)

ت	اسم المادة	الصيغة الكيميائية	درجة نقاوته
1	الاستون	C_3H_6O	%98
2	الايثانول	C_2H_5OH	%95
3	بيروكسيد الهيدروجين	H2O2	%97
4	حامض الكبريتيك	H2SO4	%99
5	حامض الستريك	C6H8O7	%95
6	كلوروفينول	C_6H_5ClO	97%
7	فلوريد الصوديوم	NaF	%94

طرق صيانة القطعة العظمية من مظاهر التلف مختبرياً

الطريقة الميكانيكية:

ازالة الاتربة:

يتم اســـتخراج العظم من التربة ويتم ازالة الاتربة والعوالق بها ميكانيكاً يتم التنظيف باستخدام الفرشاة ذات الشعر الناعم وتجنب استخدام الادوات الحادة والخشنة لأنه يسبب تخدش للقطعة العظمية حيث تبدأ عملية التنظيف باستخدام الفرشاة بحركة من الاعلى الى الاسفل وبعد التأكد من ازالة جميع العوالق يتم تجفيف القطعة العظمية باستخدام قطعة من الشاش او القطن مغمورة بإحدى المواد المتطايرة(الاستون) ثم بعد ذلك يلف بقطعة من الشاش تم يحفظ.

صورة القطعة العظمية قبل ازالة الاتربة

صورة القطعة العظمية بعد ازالة الاتربة

الطريقة الكيميائية مختبرياً:

ازالة السناج: لإزالة السناج من الاثر العظمي يجب ألا نستعمل محاليل مائية بل نستعمل مذيبات عضوية مثل (الايثانول0.5 %) ويتم التنظيف بوضع قطعة من الشاش او القطن ويمسح الاثر تم يغسل في الاسبيرتو او الكحول ويمكن ازالة التشققات السوداء باستعمال (بيروكسيد الهيدروجين0.1%) ويتم التنظيف بلطف ثم بعد ذلك يلف الاثر بقطعة من الشاش ويحفظ.

صورة القطعة العظمية قبل ازالة السناج

صورة القطعة العظمية بعد ازالة السناج

ازالة بقع الدهون مختبرياً:

لإزالة بقع الدهون من الاثر العظمي نسـتخدم (حامض الكبريتيك بتركيز 5%) ويحضـر باسـتخدام قانون النورمالية وينظف الاثر عن طريق مسـح القطعة بالحامض باسـتخدام قطعة من الشـــاش او القطن وتكرر هذه العملية الى ان يتم ازالة جميع الدهون العالقة بالأثر ثم بعد ذلك يجفف باستخدام الاستون.

صورة القطعة العظمية قبل ازالة الدهون

صورة القطعة العظمية بعد ازالة الدهون

ازالة البكتريا والفطريات مختبرياً:

لإزالة البكتريا من الاثر العظمي نسـتخدم (حامض السـتريك بتركيز 0.02%)عن طريق تنقيع القطعة بالحامض لمدة 15دقيقة وبعدها نسـتخدم قطعة من الشـاش او القطن لإزالة البكتريا العالقة ونكرر هذه العملية عدة مرات الى ان يتم ازالة البكتريا العالقة بالأثر تم بعد ذلك يلف بقطعة من الشاش ويحفظ.

صورة القطعة العظمية قبل ازالة البكتريا

صورة القطعة العظمية بعد ازالة البكتريا

طرق صيانة الجلود من مظاهر التلف مختبرياً

ازالة السناج من الجلود:

تم استعمال مادة كلوروفينول حيث تم سحب (4ml) من المادة الكيميائية ووضعت في قنينة حجمية سعة (500ml) وضعت بالماء المقطر. تم غمر القطعة الجلدية الحاوية على السناج في المحلول وتركت لمدة نصف ساعة ثم استخدمت الفرشاة ذات الشعر الناعم لغرض ازالة السناج بعد التأكد من انه تم ازالتها بالكامل ثم غسل القطعة بالماء المقطر لغرض ازالة المادة الكيميائية ثم تتم عملية التجفيف.

صورة القطعة الجلدية قبل ازالة السناج

صورة القطعة الجلدية بعد ازالة السناج

ازالة الاملاح من الجلود مختبرياً:

يتم غسل القطعة الجلدية الحاوية على الاملاح بالماء المقطر ويتم تكرار هذه العملية حتى نتخلص من جميع الاملاح على القطعة الجلدية ثم نقوم بتجفيفها.

صورة القطعة الجلدية قبل ازالة الاملاح

صورة القطعة الجلدية بعد ازالة الاملاح

ازالة الفطريات من الجلد مختبرياً: تحضـــير المواد الكيميائية المســـتخدمة في ازالة الفطريات من على الجلد: تحضـــير (فلوريد الصـــوديوم بتركيز 5%) لإزالة الفطريات نحضـــر المحلول بوزن (0.2g) من المادة وتوضع في قنينة حجمية سعة(100ml)ونكمل الحجم الى حد العلامة بالماء المقطر.

طريقة العمل: يغمر الجلد المعرض للإصـابة بالفطريات في حوض زجاجي يحتوي على محلول فلوريد الصـوديوم بتركيز (0.05M) لمدة سـاعة كاملة ثم يرفع من الحوض ونقوم بعملية التنظيف بواسـطة الفرشـاة الناعمة وبعد التأكد من ازالة الفطريات يغسـل بالماء المقطر لغرض ازالة المواد الكيميائية.

صورة القطعة الجلدية قبل ازالة البكتريا

صورة القطعة الجلدية بعد ازالة البكتريا

طرق صيانة الخشب من مظاهر التلف مختبرياً

ازالة السناج من الاخشاب:

تم اسـتعمال مادة كلوروفينول حيث تم سـحب (4ml) من المادة الكيميائية ووضـعت في قنينة حجمية سـعة (500 ml) وضـعت بالماء المقطر. تم غمر القطعة الخشـبية الحاوية على السناج في المحلول وتركت لمدة نصـف سـاعة ثم اسـتخدمت الفرشـاة ذات الشـعر الناعم لغرض ازالة الســناج بعد التأكد من انه تم ازالتها بالكامل ثم غســل القطعة بالماء المقطر لغرض ازالة المادة الكيميائية ثم تتم عملية التجفيف.

صورة القطعة الخشبية قبل ازالة السناج

صورة القطعة الخشبية بعد ازالة السناج

ازالة الفطريات من الخشب:

تحضير المواد الكيميائية المستخدمة في ازالة الفطريات من على الخشب: تحضير(فلوريد الصـوديوم بتركيز 5%) لإزالة الفطريات نحضـر المحلول بوزن (0.2g)من المادة وتوضـع في قنينة حجمية سعة(100ml) ونكمل الحجم الى حد العلامة بالماء المقطر.

طريقة العمل: يغمر الخشـب المعرض للإصـابة بالفطريات في حوض زجاجي يحتوي على محلول فلوريد الصـوديوم بتركيز (0.05M) لمدة سـاعة كاملة ثم يرفع من الحوض ونقوم بعملية التنظيف بواسـطة الفرشـاة الناعمة وبعد التأكد من إزالة الفطريات يغسـل بالماء المقطر لغرض إزالة المواد الكيميائية.

صورة القطعة الخشبية قبل ازالة الفطريات

صورة القطعة الخشبية بعد ازالة الفطريات

التوصيات:

من خلال دراســة عوامل تلف العظام والجلود والاخشــاب اتضــح لنا أن مثل هذه المواد تكون أكثر عرضـــة لعوامل تلف متعددة ســـواء فيزيائية، كيميائية، بيولوجية، لذلك يجب أن نقدم ببعض التوصيات وهي ما يلي:

- يجب صيانة المقتنيات المصنوعة من هذه المواد وذلك منذ الكشف عنها في الحقل الأثري بتوفير الإسعافات الأولية لهذه المقتنيات حتى لا تتعرض للتلف لاختلاف بيئة الدفن عن بيئة التعريض.
- بالنسبة للمقتنيات المحفوظة داخل المتاحف في خزائن العرض يجب أن يتم توفير ظروف العرض المناسبة والمتمثلة في:
- درجات الحرارة والرطوبة المناسبة.
- نوع الإضاءة المناسبة وفقاً لحالة المعروضات داخل الخزائن ومراعاة أن تكون إضاءة غير مباشرة.
- يجب توفير جو خالي من أي غازات ملوثة وذلك بتوفير مرشحات على مداخل المتاحف والنوافذ.
- يجب توفير الظروف المناخية بالنسبة للقطع الموجودة داخل مخازن المتاحف نظراً لأن هذه الأماكن تكون مركزاً لعوامل التلف المختلفة خاصة البيولوجي منها إذا ما تم الاعتناء بالمقتنيات الموجودة وتوفير درجات الحرارة والرطوبة والإضاءة المناسبة.

الهوامش والمصادر:

(1) محمود، حسام الدين عبد الحميد، موضوعات في صيانة الاثار العضوية، محاضرات تمهيدي ماجستير 1995، ص1-10.

(2) شاهين، عبد المعز، زكي إسكندر، طرق صيانة وترميم الآثار والمقتنيات الفنية الاثار، الهيئة العامة المصرية للكتاب ،1975، ص62.

(3) Khan SN, Bostrom MP, Lane JM. Bone growth factors. Orthop Clin North Am 2000;31(3):375-88.

(4) Ducy P, Amling M, Takeda S, et al. Leptin inhibits bone formation through a hypothalamic relay: a central control of bone mass. Cell 2000;100(2):197-207.

(5) محمود، حسام الدين عبد الحميد، تكنولوجيا صيانة وترميم المقتنيات الثقافية، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1979، ص 43.

(6) يوسف، مصطفى السيد، صيانة المخطوطات علماً وعملاً، عالم الكتب،2000، م 32.

(7) يوسف، مصطفى السيد، المصدر السابق، 32.

(8) يوسف، مصطفى السيد، المصدر السابق،32-38.

(9) اماني محمد كامل، علاج وصيانة الجلود تطبيقا على بعض الجلود الاثرية رسالة ماجستير، قسم الترميم كلية الاثار، جامعة القاهرة سنة1997، ص87.

(10) الزبيدي، محمد بن محمد بن عبد الرزاق المرتضى ،تاج العروس من جواهر القاموس ،تحقيق نوف الجراح، دار بيروت، 2009، ص67.

(11) مظلوم، عبد الوهاب طارق، المبادئ الأساسية في صيانة المواد العضوية، مجلة التراث والحضارة ،العدد 5، بغداد،1983، ص60.

(12) مظلوم، عبد الوهاب طارق، المصدر السابق، ص60.

(13) ج .ام .كرونين، و.س. روبنسون، اساسيات ترميم الاثار ،ترجمة ،عبد الناصر عبد الرحمن الزهراني، جامعة الملك سعود، الرياض2014، ص368.

(14) كجة جي، صباح اسطيفان، الصناعة في تاريخ وادي الرافدين، بغداد،2002، ص31.

(15) علي، ياسين عبد الكريم محمد، الأثاث في العصر الاشوري الحديث، بغداد،2009، ص39.

(16) علي، ياسين عبد الكريم محمد، المصدر السابق، ص39.

(17) علي، ياسين عبد الكريم محمد، المصدر السابق 2009، ص39.

(18) علي، ياسين عبد الكريم محمد، المصدر السابق، ص39.

(19) شاهين عبد المعز طرق صيانة وترميم الاثار والمقتنيات الفنية، الهيئة المصرية للكتاب، مصر1993، ص81-82. ينظر: عمران، هزار، ودبورة، جوورج، المباني الاثرية ترميمها وصيانتها والحفاظ عليها، منشورات وزارة الثقافة، دمشق، 1997، ص، 223-ص299.

(20) Stephen, P. K., The conservation of archaeological Bone, Paris Congress, 1994, p. 98; Johnson, L., Bone and related Materials,

Getty Institute Conservation, in: In Situ Conservation, 1986, p. 132; Sease, C., op.cit., 1984, p.-48; Donnan, S.G., Field Conservation of archaeological Textiles, A case study from Pacatnamu, in: In situConservation, Paul Getty Conservation Institute, 1986. p48.

(21) حجازي، ثروت محمد، الأسس العلمية لعلاج وصيانة المكتشفات الاثرية في مواقع الحفائر، سلسلة الثقافة الاثرية والتاريخية، المجلس الأعلى للاثار، القاهرة، 2005م، ص 144-115.

(22) عبد الله، إبراهيم محمد، علاج وصيانة التحف الخشبية، دار الوفاء للطباعة والنشر، الإسكندرية، ص66.
ينظر ايضاً: زياد، سلهب والطيار، محمد شعلان، صيانة الاثار وترميمها، جامعة دمشق، 2009ص231
ج .ام .كرونين، و.س. روبنسون ,اساسيات ترميم الاثار ،ترجمة ،عبد الناصر عبد الرحمن الزهراني، جامعة الملك سعود، الرياض2014 ص272.

(23) عبد الله، إبراهيم محمد، علاج وصيانة التحف الخشبية، دار الوفاء للطباعة والنشر، الإسكندرية، ص66.
ينظر ايضاً: زياد، سلهب والطيار، محمد شعلان، صيانة الاثار وترميمها، جامعة دمشث،2009ص231
ج .ام .كرونين، و.س. روبنسون، اساسيات ترميم الاثار، ترجمة ،عبد الناصر عبد الرحمن الزهراني، جامعة الملك سعود، الرياض2014 ص272.

(24) عبد الله، إبراهيم محمد، علاج وصيانة التحف الخشبية، دار الوفاء للطباعة والنشر، الإسكندرية، ص66.
ينظر ايضاً: زياد، سلهب والطيار، محمد شعلان، صيانة الاثار وترميمها، جامعة دمشق ،2009ص231
ج .ام .كرونين، و.س. روبنسون ,اساسيات ترميم الاثار ،ترجمة ،عبد الناصر عبد الرحمن الزهراني، جامعة الملك سعود ،الرياض2014 ص272.

(25) عبد الله، إبراهيم محمد، علاج وصيانة التحف الخشبية، دار الوفاء للطباعة والنشر، الإسكندرية، ص66.
ينظر ايضاً: زياد، سلهب والطيار، محمد شعلان، صيانة الاثار وترميمها، جامعة دمشق ،2009ص231
ج .ام .كرونين، و.س. روبنسون ,اساسيات ترميم الاثار، ترجمة، عبد الناصر عبد الرحمن الزهراني، جامعة الملك سعود ،الرياض2014 ص272.

(26) ميس سيمون، روتلدج، علم الاثار عظام الانسان، لندن، 1998.

(27) ميس سيمون، روتلدج، المصدر السابق، ص67.

(28) غرايبـة، سـامح وفرحـان، يحـيى، المدخل إلى العلوم البيئية"، ط٣، دار الشروق للنشر والتويزيع، عمان، ص١٥٩-٢٦٣.

(29) فون اندت، ديفيد دبليو، دونالد جيه اورتينز، التأثيرات التجريبية لحجم العظام مجلة العلوم الاثرية ،1984، ص144.
ينظر: مظلوم، عبد الوهاب طارق، المبادئ الأساسية في صيانة المواد العضوية، مجلة التراث والحضارة، العدد 5، بغداد،1983، ص63. ينظر: زياد، سلهب والطيار، محمد شعلان، صيانة الاثار وترميمها، جامعة دمشق ،2009ص232.
ينظر: ج.ام .كرونين، و.س. روبنسون ,اساسيات ترميم الاثار ،ترجمة ،عبد الناصر عبد الرحمن الزهراني، جامعة الملك سعود ،الرياض2014 ص274.

(30) فون اندت، ديفيد دبليو، دونالد جيه اورتينز، المصدر السابق ،ص144. ينظر: مظلوم، عبد الوهاب طارق

المصدر السابق ،ص63 . ينظر: زياد، سلهب والطيار، المصدر السابق، ص232. ينظر: ج .ام .كرونين، و.س. روبنسون، المصدر السابق، ص274.

(31) فون اندت، ديفيد دبليو، دونالد جيه اورتينز، المصدر السابق ،ص144. ينظر: مظلوم، عبد الوهاب طارق المصدر السابق، ص63. ينظر: زياد، سلهب والطيار، المصدر السابق، ص232. ينظر: ج.ام .كرونين,و.س. روبنسون ,المصدر السابق، ص274.

(32) فون اندت، ديفيد دبليو، دونالد جيه اورتينز، المصدر السابق ،ص144. ينظر: مظلوم، عبد الوهاب طارق المصدر السابق، ص63. ينظر: زياد، سلهب والطيار، المصدر السابق، ص232. ينظر: ج.ام .كرونين، و.س. روبنسون، المصدر السابق، ص274.

(33)حواس، زاهي، الاسس العلمية لعلاج وصيانة المكتشفات الاثرية في موقع الحفائر ,ص102.

(34) ج .ام .كرونين، و.س. روبنسون، اساسيات ترميم الاثار، ترجمة ،عبد الناصر عبد الرحمن الزهراني، جامعة الملك سعود ،الرياض2014،ص106-107.

(35) ج .ام .كرونين، و.س. روبنسون المصدر السابق ،ص106-107.

(36) القيسي، باهرة عبد الستار، معالجة وصيانة الاثار دراسة ميدانية وزارة الثقافة والاعلام، بيروت ،1981، ص167.

(37) ج .ام .كرونين، و.س. روبنسون ،المصدر السابق ،ص106-107.

(38) القيسي، باهرة عبد الستار، معالجة وصيانة الاثار دراسة ميدانية وزارة الثقافة والاعلام، بيروت ،1981، ص168.

(39) فضل الله جعفر زهير ، صيانة وترميم المكتشفات الاثرية، احدث الوسائل والتقنيات العالمية (دار قابس للطباعة والنشر ,2006م) ص146.

(40) عبد المعز شاهين الاسس العلمية لصيانة وعلاج الرق والبردي، هيئة الاثار المصرية، قطاع المتاحف، القاهرة، 1981.

(41) زياد سهلب، والطيار، محمد شعلان، صيانة الاثار وترميمها،(جامعة دمشق ,2009)،ص 231.

(42) القيسي، باهرة عبد الستار، معالجة وصيانة الاثار دراسة ميدانية وزارة الثقافة والاعلام، بغداد ،1981، ,ص168.

(43) عبد القادر، حسن إبراهيم، ترميم وصيانة الاثار ومقتنيات المتحف الفنية، الرياض، 1979، ص129.

(44) عبد الله، إبراهيم محمد، علاج وصيانة التحف الخشبية، دار الوفاء للطباعة والنشر، الإسكندرية، ص130.

(45) ج .ام .كرونين، و.س. روبنسون، اساسيات ترميم الاثار، ترجمة، عبد الناصر عبد الرحمن الزهراني، جامعة الملك سعود ،الرياض2014،ص 37-39. .

(46) زياد، سلهب والطيار، محمد شعلان، صيانة الاثار وترميمها، جامعة دمشق،2009ص 242.