الأثار الخشبية وطريقة علاجها بتقنية النانو تكنولوجي

Wood traces and their treatment with nanotechnology technology

إعداد

معزوز شيماء

د.صبرينة دحماني

أستاذة محاضرة بجامعة أبي بكر بلقايد تلمسان. الجزائر

Doi: 10.21608/kjao.2020.116870

استلام البحث: ١٥ / ٨ / ٢٠٢٠ قبول النشر: ١٦ / ٩ / ٢٠٢٠

المستخلص:

يتلخص موضوع دراستنا حول الخشب وكيفية علاجه بتقنية النانو تكنولوجي، إذ تطرقنا في بداية الموضوع أهمية الخشب وخواصه، ومن خلال هذه الأخيرة نستخلص أهم عوامل التلف التي تساهم في تلف هذه المادة الأثرية، ومن ثم تطرقنا إلى مبدأ عمل تقنية النانو وأهم إستخداماتها في مجال صيانة وترميم الخشب الأثري، إذ لاقت صدى كبير جدا، إذ تم إستخدام طلاء النانو لطرد الماء على شكل قطرات دون ترك أثر على الخشب أثناء إنزلاقه من على سطحه، وتسمح هذه التقنية بعدم تعفن الخشب وتغلغل المياه داخله حتى لا يفقد صلابته، وقامت تقنية النانو بتحسين خصائص الخشب لمعالجة عيوب عدة.

الكلمات المفتاحية: عوامل تلف المادة الخشبية - الخشب الأثري –سبل الحفاظ على المادة الخشبية- النانو تكنولوجي.

Abstract:

The topic of our study on wood and how to treat it with nanotechnology, as we discussed at the beginning the importance of wood and its properties, and through this topic we draw the most important factors of damage that contribute to the damage of this material, and we discussed the principle of nanotechnology and its most important uses in the maintenance and restoration of the archeological wood. The Nano coating was used to expel the water in droplets without leaving a trace on the wood while it was sliding off the surface, which allows the wood not to rot and water to penetrate inside so that it does not lose its solidity, and nanotechnology has improved the properties of wood to address several defects.

مقدمة:

يعتبر الخشب من المواد الأساسية التي لعبت دورا رئيسيا في التاريخ الإنساني، فقد أستخدم في مختلف المجالات منذ عصور ما قبل التاريخ إلى يومنا هذا، فهو موجود في الطبيعة ويعرف بأنه عبارة عن مادة عضوية مسامية وقابلة للتشكيل وقد يرجع ذلك إلى خواصه الفيزيائية والميكانيكية والحرارية وذلك لتعدد استعمالاته في العناصر المعمارية كالأبواب والشبابيك والمشربيات والأرضيات والجسور والسلالم والأسقف وعلاوة على هذا سهولة تصنيع هذه المادة، كما أن الأخشاب إحدى المواد العضوية التي تتعرض إلى عوامل تلف تؤدي إلى زوالها مع مرور الزمن، وهناك مجموعة من الطرق والأساليب للحفاظ عليه لمدة أطول من بينها تقنية النانو تكنولوجي التي لاقت رواجا كبيرا في مجال الصيانة والترميم خاصة في الدول المتطورة.

١ ـ ماهية الخشب:

لغة: عرفه الأصمعي:" الخَشَبَةُ : ما غَلُظَ مِن العِيدانِ، والجمع خَشَبٌ، مثل شجرةٍ وشَجَر، وخُشُبٌ وخُشْبٌ خُشْبانٌ[١]

اصطلاحا: (boscus)هو عبارة عن مادة صلبة ملتحمة، ليفية تتكون من الساق والفرع والجذر.[٢] فالخشب عبارة عن مادة طبيعية نباتية حية وعضوية، فهو بمختلف أنواعه يتكون من مجموعة خلايا.[٣]

٢ـ تاريخ استعمال الخشب: لقد شاع استعمال المادة الخشبية من عصور ما قبل التاريخ إلى يومنا هذا، ففي عصور ما قبل التاريخ أعتبر الخشب من المواد المهمة التي استخدامها في بناء المنازل وإيقاد النار وطهي الطعام إلى جانب أنه إستعملها كوسيلة للدفاع عن نفسه ضدَ الحيوانات[٤]، كما استعملها الفينيقيون في صناعة القوارب للتنقل، حتى صارت مادة فنية في

١إبن منظور (أبو الفضل جمال الدين بن الكرم)، لسان العرب، تح: ياسر سليمان أبو شاوي، مجدي فتحي السيد، ج ١٣،المكتبة التوفيقية،مصر،١٩٨١،ص١١٥.

٢ libraire Larousse illustre, tome2, nouveau Larousse Claude Auge, ,paris ,s.d,p197

٣ ماري برديكو، الحفظ في علم الاثار (الطرق والأساليب العلمية لحفظ وترميم المقتنيات الاثرية)، تر : محمد أحمد الشاعر، مج : ٢٢، المعهد العلمي الفرنسي للأثار، القاهرة، مكتبة العامة، ٢٠٠٢،ص ٣١٩ .

١ناهض عبد الرزاق القيسي، الفنون الزخرفية العربية الإسلامية، دار المناهج، بغداد، ٢٠٠٩، ص ٤٥ .

مختلف المجالات كالكراسي والخزائن والصناديق والآلات الموسيقية... في العصر الحديث٥ وإعتبرت أيضا من أهم المواد في الحضارة المصرية فقد كثر استعمالها في صناعة التماثيل مثل: تمثال شيخ البلد الواقف وكذلك الجنود الفراعنة إلى جانب لوحات حسي رع التي تظهر من خلالها مدى براعة وإتقان الفنان المصري[٦] أما عند المسلمين فقد حرصوا على استغلال الخشب في عمارتهم وأثاثهم وكذلك لتسقيف ويعتبر من أهم المواد التي استعملت في المباني على نطاق واسع كما يلي:

- صناعة الأبواب ولشبابيك ودُكك المبلغين والمقرئين والمنابر ودواليب والخزانات الحائطية[٧].

- حوامل المصاحف وتوابيت الأولياء الصالحين والأواني وغيرها من الأدوات[٨]. وقد ذكرها ابن خلدون في مقدمته ديوان المبتدأ والخبر بأنها من ضروريات العمران فقد استعمله في إيقاد النار وكذلك أستعمل في البناء في قوله :" وأعد بدار الطبخ من الحطب لليلة الوليمة .....،

وأوقدوا الجريد * يصوبون عليه الزيت ....."٩.

° H. J. PLENDER LET, LA conservation des antiquités et des œuvres tr, d.art, paris,1966, Paul philippot, eyroles G1 boulvard, p:15.

٦رشيد الناضوري،المدخل في التحليل الموضوعي المقارن للتاريخ الحضاري السياسي في جنوب غربي آسيا وشمال إفريقيا الكتاب الأول مرحلة التكوين والتشكيل الحضاري والسياسي من العصر الحجري الحديث حتى نهاية الألف الثالثة ق.م، دار النهضة، بيروت، ١٩٧٧، ص٣١٨ .

٧ شاديا الدسوقي عبد العزيز، الأخشاب في العمائر الدينية بالقاهرة العثمانية، مكتبة زهراء الشرق، قاهرة،٢٠٠٣، ص ٨٣ .

٨ عبد العزيز مرزوق، الفنون الزخرفية الإسلامية في المغرب والاندلس، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٩٨، ص ١٦٧.

*الجريد: هو من مكونات النخلة حيث تتكون من الكرناف والجريد يمكننا أن نعرف هذا الأخير على أنه تلك العروق الحاملة وتتوج رأس النخلة ولمزيد من المعلومات ينظر إلى :جودي محمد،المسكن الإسلامي في القصور الصحراوية بالجزائر دراسة تحليلية مقارنة لقصور مزاب وورقلة، رسالة ذكتوراه، تخصص علم الأثار والمحيط، قسم علم الأثار، جامعة أبي بكر بلقايد، تلمسان،٢٠١٤، ص ٣٠٠.

٦عبد الرحمن بن خلدون، المقدمة، تح: عبد السلام الشدادي، ط١، بيت الفنون والعلوم والأداب، الدار البيضاء، ٢٠٠٥، ص ٢٩٢.

٣- **أنواع الخشب:** تتنوع الأشجار حسب المناخ والتربة التي وجدت فيها إذ يمكننا تقسيمها إلى قسمين: الأثرية مهددة بالاندثار

٣-١-**الأخشاب الورقية:** وهي الأشجار الطرية ذات الأوراق المتجددة سنويا ،ولا تحتوي هذه الأخيرة على راتنج مثل:خشب البلوط والزان...١٠.

٣-٢- الأخشاب الراتنجية: وهي أشجار ذات أوراق دائمة الإخضرار حيث تمتاز بوجود مادة الراتنج١١ ومنها : خشب الأرز، والسرو....

٤-تركيب الخشب :

٤-١- بنية الخشب: تمتاز الأخشاب ببنيتها الفريدة من نوعها، وهي أكثر تعقيدا من المواد العضوية الأخرى. حيث يمكن تقسيم الخشب حسب تركيبه إلى ثلاث مقاطع وهي:المقطع الشعاعي، المقطع المماسي، والمقطع العرضي. فعندما نقسم ساق الشجرة إلى مقطع عرضي يمكننا أن نلاحظ ستة أجزاء رئيسية وهي كتالي:

القشرة :وهي تتكون من الطبقة الخارجية وتسمى اللحاء وطبقة داخلية تسمى النجب، ووجد هذا الجزء لحماية الشجرة من التلف الميكانيكي .١٢

الشكير : هو عبارة عن نسيج رقيق وحي، يقع بين طبقة نجب والقلب،ويتميز بلونه الفاتح.١٣

القلب: يقع بين النجب والشكير، وهو في كل سنة ينشىء طبقة جديدة من الخشب بإتجاه الداخل وطبقة من النجب بإتجاه الخارج، وهكذا فإن نمو جذع الشجرة يتم من الخارج إلى الداخل١٤.

اللب: يتكون من نسيج إسفنجي ميت، يوجد في الوسط (أنظر الصورة رقم٠١).١٥

---

[١] غياث كليسلي، أسباب تلف الأعمال الخشبية الأثرية وطرق صيانتها، المديرية العامة للأثار والمتاحف، مجلة العلم والترميم، ع:٠١، ص٨٢.

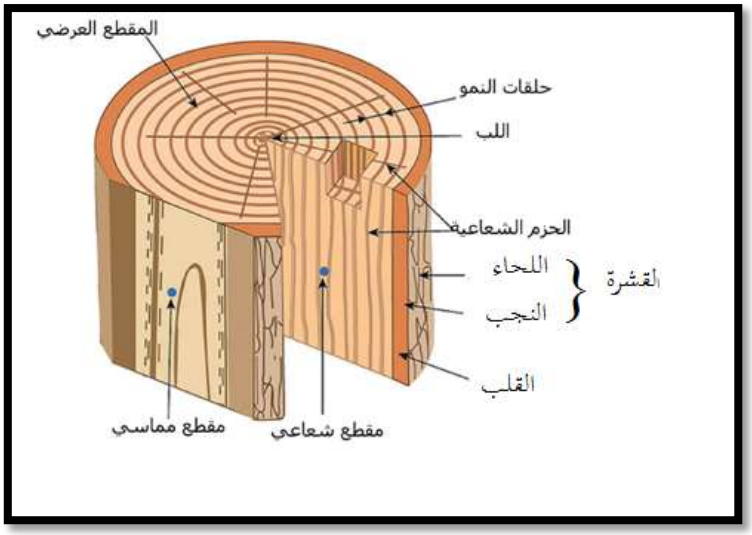
١١نفسه، ص٨٢.

١٢ ربعين عمر، تأثير عوامل تلف البيولوجية على المادة الخشبية الأثرية –دراسة عينة نموذجية -، رسالة ماجستير، علم الأثار، جامعة الجزائر،٢٠٠٨،ص ٥٠.

١٣ Belgique institue of mechanics, bois, en structures latteur, Pierre :47 .,2017,p

١٤ مريم بقدور،صيانة ومعالجة الأخشاب الأثرية –دراسة عينات في متحفي تلمسان والأثار القديمة والفنون الإسلامية -، رسالة ماجستير، علم الأثار والمحيط، جامعة تلمسان،٢٠١٠،ص ١٤ .

١٥ ربعين عمر، المرجع السابق، ص ٥٠.



الصورة رقم ٠١: تمثل رسم تخطيطي لمقطع عرضي لساق خشبي نقلا عن غياث كليسلي، المرجع السابق، ص٨٢ بتصرف.

٤)-٢-تركيب الكميائي:

١ –**السيليلوز:** هو مكون أساسي للأخشاب، ويعد من أكثر المواد العضوية تواجدا في المملكة النباتية تبلغ نسبتها حوالي:٤٠-٤٥% من وزن الخشب، ويحتوي على عنصر الكربون أيضا[١٦]

٢- الهيميسيليلوز: هو المكون الثاني بعد السليلوز، حيث ينتمي إلى عائلة السكريات، وتمثل ٢٠% من مجموع المواد المكونة للخشب[١٧].

٣- اللجنين : هو المكون الثالث في تركيب الخشب، والخشبين وعبارة عن مادة عضوية اكثر وفرة في النباتات، حيث يختلف كميائيا عن السيليلوز والنصف السيليلوز، حيث يشكل اللجنين حوالي ٢٠- ٦٠%من الخشب حيث تختلف نسبته حسب نوع الشجرة[١٨]

---

١٦ صفاء محمد محمد إبراهيم، دراسة علمية تطبيقية لعلاج وصيانة بعض التحف الخشبية الأثرية الإسلامية المزخرفة برقائق جلدية وطبقات الملونة على بعض التحف من مجموعة المتحف الإسلامي بالقاهرة،رسالة ماجستير ترميم وصيانة الأثار،جامعة القاهرة،٢٠٠٦، ص ٩٤.

١٧ Alice Guedel, rapport final « etat de l’art sur la production de molecules chemiques issues du bois en France .ademe,France,2015,p:15

٤- **المستخلصات:** هي عبارة عن مركبات عضوية مختلفة التركيب الكميائي وتتكون المستخلصات من مواد صمغية وراتنجات والدهون والنشويات والقلويات[١٩]

٥)-**خصائص الخشب:** يمتاز الخشب كغيره من المواد العضوية بمجموعة من الخصائص ألا وهي :

الكتلة الحجمية : (الكثافة) تعرف من خلال الكتلة الجمية في كمية من الرطوبة تقدر ١٢% ، حيث تختلف الكثافة من نوع إلى أخر من الخشب،وتقاس هذه الأخيرة بوحدة قياس كلغ /المتر المكعب، وتنحصر كثافة الخشبية غالبا بين ٨٠كلغ/م٣ الى ٤٠٠كلغ /م٣ .٢٠

الرطوبة: ويقصد بها كمية الماء داخل في تركيبة الخشب،وتختلف نسبة الرطوبة حسب الحرارة والرطوبة في الهواء، وعند تبخر المياه بفضل الحرارة تحدث ظاهرة التمدد والإنكماش. ويوجد أربع حالات للرطوبة في الخشب وهي كما يلي :

١)-حالة لامائية :رطوبة تساوي ٠ % .

٢)-حالة نصف جافة إلى جافة : وتكون نسبة الرطوبة أكبر من ٠ و أقل من ٣٠% .

٣)- حالة تشبع تام : تفوق نسبة الرطوبة ٣٠ % .٢١

المسامية : لها أهمية كبيرة في الخشب فاذا زادت نسبة المسامية في الخشب فهي تؤدي إلى الإنتفاخ وإذا قلت فهي تؤدي **إلى الإنكماش،** وتختلف من نوع لاخر وذلك بإختلاف المواد الممتصة : ماء، غاز، محاليل ....[٢٢]

لون الخشب:تختلف ألوان الخشب إختلافا كبيرا وهي من العناصر الهامة المميزة للأخشاب ولونه قابل للتغير نتيجة الظروف البيئية المحيطة كما أنه يختلف بين الخشب العصاري

---

١٨ Mohamed jebrane, fonctionnalisation chimique du bois transesterification des esters d'enol, these docourate, l'université .bordeaux, France, 2009,p :15,16

١٩ Mohamed jebrane,op cit,p :17

٢٠ GIANA ALMEIDA, INFLUENCE DE LA STRUCTURE DU BOIS SUR SES PROPRIÉTÉS PHYSICO-MÉCANIQUES À DES TENEURS EN HUMIDITÉ ÉLEVÉES, Thèse de doctorat, specialite sciences du bois, QUÉBEC, 2006, p :25.

٢١ P.sallrnave , propriètès physiques et mécanique des bois, centre techenique forstier tropical, France, 1964, p :09

٢٢ Qilan fu, comportement physique chimique et mécanique du bois a compression sous l'effet de la chaleur et de l'humidité, thése dectorat, universite leval, Québec, canada, 2019, p :26

والخشب الصميمي فيكون الخشب العصاري دائما فاتح اللون أو أبيض بينما الخشب الصميمي غامق اللون" بني أو بني أحمر أو أسود"[٢٣]

رائحة الخشب وطعمه: تتميز بعض الأخشاب بأن لها رائحة وطعم خاصة وتختلف حسب نوع الخشب [٢٤] .

النفاذية :هي تسرب السوائل للخشب حيث تنتقل للمسامات بطريقة شعرية، وتختلف نسبة نفاذية من نوع لأخر[٢٥].

الصلابة: تلعب هذه الأخيرة دور كبير على الخشب، وتختلف حسب نوعه فمثلا الأخشاب لينة تكون أقل صلابة من الأخشاب الصلبة[٢٦]

6)- عيوب الخشب: تظهر عيوب الخشب نتيجة عوامل طبيعية ومن أهمها نذكر:

العقد: وهي مكان اتصال الغصن بالجذع، ونجدها بكثرة في الأخشاب اللينة[٢٧].

الالتواء: يحدث الالتواء لبعض الأشجار وذلك بسبب الرياح الشديدة على الشجرة وهي صغيرة[٢٨].

الرضوض: وتظهر هذه الأخيرة نتيجة القطع العرضي للشجرة واصطدامها بشدة بالأرض[٢٩]

التعفن: هو ناتج عن تحلل المواد الداخلة في تركيب الشجرة مما يؤدي إلى تعفنها[٣٠]

الشيخوخة: تؤدي إلى تجوف قلب الشجرة وذلك راجع لتاخر قطعها عن وقتها المناسب[٣١]

---

٢٣ إبراهيم محمد عبد الله، علاج وصيانة التحف الخشبية عناصر معمارية فنية وزخرفية، ط١، دار وفاء الدنيا للطباعة والنشر، الإسكندرية،٢٠١٢، ص ٧٣،٧٥.

٢٤ إبراهيم محمد عبد الله، ترميم الأثار الخشبية عناصر معمارية –فنية – زخرفية،دار المعرفة الجامعية، جامعة الإسكندرية، مصر، ٢٠١٦، ص ٥٥.

٢٥. Qilan fu,op,cit, p :29

٢٦. Ibid,, p :32

٢٧ المؤسسة العامة لتعليم الفني والتدريب المهني، خواص وإختبارات المواد،الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، السعودية، ص ٣٤ .

٣إبراهيم محمد عبد الله، علاج وصيانة التحف الخشبية عناصر معمارية ..... ، ص ٦٠ .

٢٩ حيدرجبار محمد، المواد الخشبية تلف والصيانة، مجلة ملوية للدراسات الأثرية والتارخية ،المج:٣، الع:٦، ٢٠١٦، ص ٧٧.

٣٠ حنان علي خزاعة، معالجة الأخشاب باستخدام المواد الطبيعية تطبيقا على العناصر المعمارية الخشبية في إحدى المباني تراثية في قرية سحم، رسالة ماجستير في صيانة تراث الحضاري، جامعة يرموك، ص ٤٥.

٣١ حيدر جبار محمد، المرجع السابق، ص٧٧.

٧-**عوامل تلف الاخشاب:** يعد الخشب من بين المواد العضوية المعرضة للتلف، وذلك راجع لعدة أسباب مختلفة ومتنوعة، نذكر من بينها مايلي :

أ- **عوامل تلف الفيزيوكميائية:** تعتبر من بين العوامل التي تساعد على تلف الآثار ولاسيما العضوية، حيث نلخصها فيما يلي :

أ- ١- الرطوبة النسبية: تعد الرطوبة النسبية من العوامل المهددة للأثار خاصة الخشبية حيث تأثر عليها بطريقة مباشرة عن طريق مياه الأمطار، وغير المباشرة بالثلج والبرد والضباب، وتصعد من الأرض عن طريق الخاصية الشعرية أو أن تحمل بواسطة الهواء، خاصة إذ كان الأثر محاذيا للبحر، وتعتبر الرطوبة كعامل مساعد للكثير من العوامل الأخرى من بينها: الكائنات الدقيقة، ومن هنا يكمن تأثير الرطوبة النسبية على المادة الخشبية من خلال تشبعها بالماء،وذلك لأنها مادة هيجروسكوبية (لأن الماء مكون أساسي للخشب بنسبة حوالي% ٨0)، فعندما يتعرض الخشب إلى الجفاف فإنه يؤدي إلى إنكماش النسيج الخلوي وفي حالة اكتسابه للماء فإنه يسبب له انتفاخ وبالتالي هشاشته وتلفه[٣٢].

- أ)- ٢- الحرارة: تعتبر تغيرات في درجات الحرارة من العوامل التي تؤثر تأثيرا كبيرا على المواد الأثرية خاصة المواد العضوية، حيث تتسبب الحرارة المرتفعة في جفاف الخشب ومن ثم تؤدي إلى انكماش وظهور شقوق وشروخ أما عند انخفاضها مع عامل الرطوبة المرتفعة فتسبب في انتفاخ الخشب و بتالي تفتته[٣٣] .

أ)- ٣- الضوء: حيث يعتبر هذا الأخير من بين العوامل المضرة للخشب،إذ تسبب زوال الألوان وبهتانها وكذلك، اصفرار الورنيش وتشققه مع مرور الوقت، فالأشعة الفوق البنفسجية تقوم بتكسير الجزيئات السيليلوزية حيث تسمى هذه الظاهرة بالتحلل الضوئي، أما بالنسبة للأشعة تحت الحمراء تأثر على المادة العضوية وتسبب تشققه٣٤.

أ)- ٤- التلوث الجوي: يعد من بين العوامل التي تأثر على المواد الأثرية وخاصة العضوية منها، حيث يعمل على تهيئة الوسط المناسب لالتصاق الأتربة بأسطح المواد الأثرية (التحف)، بالإضافة إلى الأتربة المحملة، نجد ظاهرة الغازات التي بدورها تأثر على المقتنيات (تكسبها ألوان التلوث البصري إلى جانب تسريع عملية التفاعل الفزيوكيمائي...) منها:غاز الأكسجين، ثاني أكسيد الكربون، وأكسيد الأزوت[٣٥].

---

٣٢ نادية لقمة، نادية لقمة، علاج وترميم مجموعة التماثيل الخشبية التي عثر عليها بمصطبة " كاعبر "،وزارة الثقافة القاهرة ، ص٧٠-٨٠.

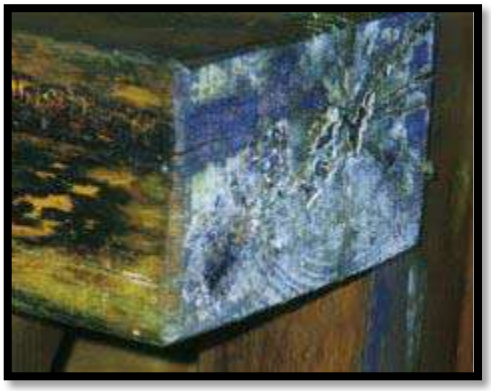
٣٣ صفاء محمد إبراهيم، المرجع السابق، ص ١٣٩،١٤٠.

٣٤ محمد نصير أحمد محمد، تقنيات وعوامل تلف وعلاج.....المرجع السابق، ص٩٧.

٣٥ فاطمي عائشة، التحف العضوية بمتاحف الغرب الجزائري(دراسة وسط الحفظ)، أطروحة دكتوراه علم الأثار جامعة أبو بكر بلقايد ، تلمسان،٢٠١٩، ص٨٦،٨٧.

ب- **العوامل البيولوجية:** يساهم العامل البيولوجي بدور هام وفعال في تلف المقتنيات الخشبية حيث تضم العديد من الأنواع: كالحشرات الخاشبة، والفطريات الخشبية بالإضافة إلى الكائنات المجهرية .

ب)- ١- الفطريات: تعيش بكثرة على المادة الخشبية،إذ يمكن أن تكون عبارة عن عفن وهناك أنواع أخرى يطلق عليها إسم الفطريات الملطخة، حيث يكون لكليهما نفس الدور فهو تغير لون الخشب وظهور ألوان قاتمة، وهناك أنواع أخرى تدخل على البنية الخشبية فتفقدها خصائصها الميكانيكية خاصة المقاومة، وبذلك يصعب معالجتها٣٦.(أنظر اللوحة رقم٠١) .



اللوحة رقم ٠١: تبين الفطريات نقلا عن أربعين عمر، المرجع السابق،ص ١٠٥.

ب)- ٢- البكتيريا: تأثر تأثيرا أبطيء وأقل على الخشب من الفطريات حيث أنها تصيب الأخشاب المطمورة في التربة والمشبعة بالماء،وهناك ثلاثة أنواع من البكتريا إلى تكوين أحماض تتسبب في تأكل وتحلل المواد الخشبية[٣٧].

ب)- ٣- الحشرات: تعد إصابة الأخشاب بالحشرات أخطر بكثير من إصابتها بالكائنات الحية الدقيقة، وتسبب الحشرات التي تهاجم الأخشاب بأضرار كبيرة قد تصل إلى القضاء عليها،لأنها تتغذى على المواد الكربوهيدراتية وسيليلوز،واتخاذها كمأوى عن طريق حفر الأنفاق بوضع البيض إلى جانب أنها تقوم بنقل الفطريات والجراثيم الأماكن الأخرى.وما يزيد من تأثير هذا العامل أن ظروف نمو

---

٣٦ ربعين عمر، المرجع السابق،ص٨٥

[٣٧] عاصم محمد رزق، علم الأثار بين النظرية وتطبيق، مكتب مدبولي، القاهرة، ١٩٩٦، ص ٠٨،٠٩.

وتغذية الحشرات على الخشب تتشابه مع الفطريات[٣٨]،وبتالي هنا كعدد من الحشرات التي تهاجم الأخشاب منها:

- النمل الأبيض (الأرضة): يعيش في شكل تجمعات ويتكاثر بسرعة هائلة ويتغذى على الخشب،حيث يعتبر من أهم الكائنات التي تدمر المواد السيليلوزية ويصيب الأخشاب الجافة والرطبة الحية أو المستخدمة، ويقوم النمل الأبيض بنخر وثقب الخشب، وعندما يتعرض الخشب للإصابة بنمل الأبيض إلى تلف الأجزاء الداخلية للخشب تاركة الخلية الخارجية سليمة، أي تهدم البنية الآلية للخشب وفي بعض أحيان تأخذ شكلا أسفنجيا[٣٩].(أنظر الصورة رقم٠٢)

الصورة رقم٠٢: تبين النمل الأبيض نقلا عن أربعين عمر، المرجع السابق،ص ١٠٣.

- سوسة الخشب: تعود إلى أسرة الخنافس ولها أنواع متعددة،حيث تتغذى بكثرة على الأخشاب الصمغية والورقية اللينة،وتثقب هذه الحشرات الممرات بمجور صغير ب١ملم لكن بعدد كبير في اتجاهات مختلفة ويمكن تعرف على وجودها من خلال بقايا النشارة التي تتركها في مدخل الممرات،حيث أنها تحدث حفر كامل للخشب[٤٠].(أنظر اللوحة رقم ٠٢).

٣ رشا عبد العظيم ياسين، دراسة تأثير البايلوجي على المكونات الأثرية، المجلة الملوية للدراسات الأثرية وتارخية، مج:٠٤، ع:٠٨،جامعة سمراء، ٢٠١٨،ص٢٨٠،٢٩٠.

[٣٩] حيدر عبد الجبار، المرجع السابق، ص٨٤

٤٠ مريم بقدور، المرجع السابق، ص٣٩.

اللوحة رقم ٠٢: سوسة الخشب نقلا عن غياث كليسلي، المرجع السابق، ص٨٣.

ت- **العوامل البشرية:** لا تقل أهمية وخطورة العامل البشري عن العوامل الأخرى ،إذ يعتبر كعامل مساعد أو أساسي في إتلاف المقتنيات الأثرية بل قد يؤدي إلى ضياعها كليا، ويكمن تلفه في قلة إن لم نقل انعدام الوعي الثقافي والحضاري والأثري بقيمة هذا الموروث، ومن أسبابه نذكر:

ت)- ٢- سوء التعامل مع التحف:

ث- لترميم المواد الخشبية أهمية في الحفاظ على الموروث، ولكن في معظم الأحيان تكون هذه العملية سببا في تدهور حالة التحفة، وهذا راجع لسوء التعامل معها أثناء عملية المعالجة وتشخيص حالتها، وذلك لاختيار الطرق المناسبة لترميمها كاستعمال أوتاد قابلة للصدأ أو استعمال خشب مسوس....الخ[٤١].

[٤١] مريم يقدور، المرجع السابق، ص٤٣.

ت)- ٣- سوء العرض والتخزين: تتعرض التحف الأثرية وخاصة الخشبية إلى تلف شديد يفقدها ما تتميز به من قيم فنية وجمالية وأثرية. وهذا راجع إلى تعرضها لأفعال تؤثر عليها بالخدش والكسر أو تغير المعالم فضلا عن أعمال العرض والتخزين التي لا تستند إلى الأسس والقواعد العلمية والفنية٤٢.

٨)–سبل معالجة التحف الخشبية:

١-تقنية النانو في صيانة وترميم الخشب: ومع تطور مجال الصيانة وترميم ظهرت طرق جديدة في الحفاظ على المواد الأثرية، والتي استعملها المرممون في مختلف أنحاء العالم والتي لاقت رواجا كبيرا، ألا وهي تقنية النانو التكنولوجي حيث حققت هذه التكنولوجيا نجاحات في مختلف المجالات.

أ)-تعريف تقنية النانو:

لغة: إن أصل كلمة" النانو "مشتق من الكلمة الإغريقية(نانوس)وهي كلمة تعني القزم ويقصد بها كل ما هو صغير وتقنية النانو تعني : تقنية المواد المتناهية الصغر أو التكنولوجيا المجهرية الدقيقة[٤٣].

علم النانو: هو دراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز قياسها ال 100 نانو متر .والنانو متر هي وحدة قياس تساوي -٦ ١٠ميلليمتر أو-٩ ١٠متر[٤٤].

ويعتمد مبدأ هذه التكنولوجيا على التقاط الذرات متناهية الصغر لأي مادة والتلاعب بها وتحريكها من مواضعها الأصلية إلى مواضع أخرى ثم دمجها مع ذرات لمواد أخرى لتكوين شبكة بلورية لكي نحصل على مواد نانوية الأبعاد متميزة الخواص عالية الأداء٤٥.

ب)-الخشب المعالج بتقنية النانو: تم استخدام تقنية النانو في مادة الخشب، حيث تم تجميع جزيئات الخشب وإعادة ترتيبه مما يجعله أكثر ترابط وقوة عن المادة الطبيعية كما تم اختراع حساسات النانو لتحديد أماكن الفطريات ونقاط تأكله لمعالجته، حيث قاموا باستخدام طلاء النانو لطرد الماء المسمى بتأثير زهرة اللوتس(Super Hydrophobic) إذ يقوم بطرد الماء على شكل قطرات دون ترك أثر على الخشب أثناء انزلاقه من على سطحه، وتسمح

---

٤٢ محمد عبد الهادي، مبادىء ترميم الأثار غير العضوية، مكتبة النهضة، القاهرة، ١٩٩٦، ص١٤٣.

٤٣ علي يوسف، النانو تكنولوجي وتطبيقاته في المستقبل، المركز الوطني للمتميزين، سوريا، ٢٠١٤، ص٠٤.

٤٤ أماني محمد كامل أبو كرورة، بعض التطبيقات العلمية الحديثة الواجب إستخدامها في مجال ترميم وصيانة القطع الأثرية، مجلة العمارة والفنون، الع:١٠، جامعة الفيوم، ص ٥٧.

٤٥ علي يوسف، المرجع السابق، ص ٠٤.

هذه التقنية بعدم تعفن الخشب وتغلغل المياه داخله حتى لا يفقد صلابته، وقامت تقنية النانو بتحسين خصائص الخشب لمعالجة عيوب عدة مثل :قابلية الاحتراق[٤٦] .

ج)-ميزات الخشب المعالج بتقنية النانو:

- يصبح سطح الخشب مقاوم وطارد للمياه والأتربة.
- مقاوم الأبخرة والتغلغل داخل الخشب ، ومقاوم عالي لدرجات الحرارة .
- الطلاء غير مرئي(بدون ألوان)شفاف مما يحافظ على لون الخشب الطبيعي.
- مقاوم للأشعة فوق البنفسجية، ومقاوم للعوامل الجوية وكذلك للتآكل والتصدعات وكذا الطحالب.
- مادة قويه وصلبة قادرة على التحمل مثل الخرسانة وصديقة للبيئة.
- تكاليفها منخفضة ومادة خفيفة الوزن، مرنة تقبل التشكيل، سهلة التنظيف٤٧

٤٦ عبد الله أحمد عبد الله حسب الله، تطبيقات تقنيات النانو(تأثير تطبيقات تقنيات النانو على المواد المستخدمة في الواجهات الخارجية للمباني)، رسالة ماجستير في الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠١٧، ص٦١.

٤٧ عبد الله أحمد عبد الله حسب الله، المرجع السابق، ص٦٢.

Doi: 10.21608/kjao.2020.116870

لوحة رقم ٠٣: سطح الخشب معالج بطبقة من طلاء النانو الطارد للمياه. نقلا عن عبد الله أحمد عبد الله حسب الله، المرجع السابق، ص٦٢.

قائمة المصادر والمراجع باللغة العربية:

- إبن منظور (أبو الفضل جمال الدين بن الكرم)، لسان العرب، تح: ياسر سليمان أبو شاوي، مجدي فتحي السيد، ج ١٣،المكتبة التوفيقية،مصر،١٩٨١.
- عبد الرحمن بن خلدون، المقدمة، تح: عبد السلام الشدادي، ط١، بيت الفنون والعلوم والأداب، الدار البيضاء، ٢٠٠٥.
- غياث كليسلي، أسباب تلف الأعمال الخشبية الأثرية وطرق صيانتها، المديرية العامة للأثار والمتاحف، مجلة العلم والترميم، ع:٠١.
- إبراهيم محمد عبد الله، ترميم الأثار الخشبية عناصر معمارية –فنية – زخرفية،دار المعرفة الجامعية، جامعة الإسكندرية، مصر، ٢٠١٦.
- إبراهيم محمد عبد الله، علاج وصيانة التحف الخشبية عناصر معمارية فنية وزخرفية، ط١، دار وفاء الدنيا للطباعة والنشر، الإسكندرية،٢٠١٢،.
- المؤسسة العامة لتعليم الفني والتدريب المهني، خواص وإختبارات المواد،الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، السعودية .
- أماني محمد كامل أبو كرورة، بعض التطبيقات العلمية الحديثة الواجب إستخدامها في مجال ترميم وصيانة القطع الأثرية، مجلة العمارة والفنون، الع:١٠، جامعة الفيوم.
- جودي محمد،المسكن الإسلامي في القصور الصحراوية بالجزائر دراسة تحليلية مقارنة لقصور مزاب وورقلة، رسالة ذكتوراه، تخصص علم الأثار والمحيط، قسم علم الأثار، جامعة أبي بكر بلقايد، تلمسان،٢٠١٤.
- حنان على خزاعله، معالجة الأخشاب بإستخدام المواد الطبيعية تطبيقا على العناصر المعمارية الخشبية في إحدى المباني تراثية في قرية سحم، رسالة ماجستير في صيانة تراث الحضاري، جامعة يرموك.
- حيدرجبار محمد، المواد الخشبية تلف والصيانة، مجلة ملوية للدراسات الأثرية والتارخية ،المج:٣، الع:٦، ٢٠١٦.
- ربعين عمر، تأثير عوامل تلف البيولوجية على المادة الخشبية الأثرية –دراسة عينة نموذجية -، رسالة ماجستير، علم الأثار، جامعة الجزائر،٢٠٠٨.
- رشيد الناضوري،المدخل في التحليل الموضوعي المقارن للتاريخ الحضاري السياسي في جنوب غربي آسيا وشمال إفريقيا الكتاب الأول مرحلة التكوين والتشكيل الحضاري والسياسي من العصر الحجري الحديث حتى نهاية الألف الثالثة ق.م، دار النهضة، بيروت، ١٩٧٧ .
- شاديا الدسوقي عبد العزيز، الأخشاب في العمائر الدينية بالقاهرة العثمانية، مكتبة زهراء الشرق، قاهرة،٢٠٠٣.
- عاصم محمد رزق، علم الأثار بين النظرية وتطبيق، مكتب مدبولي، القاهرة، ١٩٩٦

ـ عبد العزيز مرزوق، الفنون الزخرفية الإسلامية في المغرب والاندلس، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٩٨.
ـ عبد الله أحمد عبد الله حسب الله، تطبيقات تقنيات النانو(تأثير تطبيقات تقنيات النانو على المواد المستخدمة في الواجهات الخارجية للمباني)، رسالة ماجستير في الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.
ـ علي يوسف، النانو تكنولوجي وتطبيقاته في المستقبل، المركز الوطني للمتميزين، سوريا، ٢٠١٤، ص٠٤.
ـ فاطمي عائشة، التحف العضوية بمتاحف الغرب الجزائري(دراسة وسط الحفظ)، أطروحة دكتوراه علم الأثار جامعة أبو بكر بلقايد ، تلمسان،٢٠١٩.
ـ ماري برديكو، الحفظ في علم الاثار (الطرق والأساليب العلمية لحفظ وترميم المقتنيات الاثرية)، تر : محمد أحمد الشاعر، مج : ٢٢، المعهد العلمي الفرنسي للأثار، القاهرة، مكتبة العامة، ٢٠٠٢.
ـ محمد عبد الهادي، مبادىء ترميم الأثار غير العضوية، مكتبة النهضة، القاهرة، ١٩٩٦
ـ مريم بقدور،صيانة ومعالجة الأخشاب الأثرية –دراسة عينات في متحفي تلمسان والأثار القديمة والفنون الإسلامية ـ، رسالة ماجستير، علم الأثار والمحيط، جامعة تلمسان،٢٠١٠.
ـ نادية لقمة، علاج و ترميم مجموعة التماثيل الخشبية التى عثر عليها بمصطبة " كاعبر "،وزارة الثقافة القاهرة .
ـ ناهض عبد الرزاق القيسي، الفنون الزخرفية العربية الإسلامية، دار المناهج، بغداد، ٢٠٠٩.
صفاء محمد محمد إبراهيم، دراسة علمية تطبيقية لعلاج وصيانة بعض التحف الخشبية الأثرية الإسلامية المزخرفة برقائق جلدية وطبقات الملونة على بعض التحف من مجموعة المتحف الإسلامي بالقاهرة،رسالة ماجستير ترميم وصيانة الأثار،جامعة القاهرة،٢٠٠٦.

قائمة المراجع باللغة الفرنسية :

-Alice Guedel, rapport final « etat de l’art sur la production de molecules chemiques issues du bois en France ademe,France,2015.
-Claude Auge, nouveau Larousse illustre, tome2, libraire Larousse ,paris ,s.d.
-GIANA ALMEIDA, INFLUENCE DE LA STRUCTURE DU BOIS SUR SES PROPRIÉTÉS PHYSICO-MÉCANIQUES À DES TENEURS EN HUMIDITÉ ÉLEVÉES, Thèse de doctorat, specialite sciences du bois, QUÉBEC, 2006.

- H. J. PLENDER LET, LA conservation des antiquités et des œuvres d.art, tr, Paul philippot, eyroles G1 boulvard, paris,1966.

-Mohamed jebrane, fonctionnalisation chimique du bois transesterification des esters d'enol, these docourate, l'université bordeaux, France, 2009.

- P.sallrnave , propriètès physiques et mécanique des bois, centre techenique forstier tropical, France, 1964.

-Pierre latteur, structures en bois, institue of mechanics, Belgique ,2017.

-Qilan fu, comportement physique chimique et mécanique du bois a compression sous l'effet de la chaleur et de l'humidité, thése dectorat, universite leval, Québec, canada, 2019.

Doi: 10.21608/kjao.2020.116870