طرق ترميم أخشاب الأسقف الخشبية الأثرية الحاملة للوحات ملونة والمصابة بالتلف البيولوجي تطبيقا علي أخشاب السقف القوطي قصر رأس التين ـــ الإسكندرية

د. يحيي عثمان محمود

مقدمة

يعتبر قصر رأس التين التاريخي من أقدم القصور الموجودة في مصر والإسكندرية في يومناهـ ذا وقصر رأس التين أحد المعالم التاريخية والأثرية بالإسكندرية ، وتعود الأهمية التاريخية لهذا القصر إلى أنه القصر الوحيد الذي شهد وعاصر قيام أسرة محمد على في مصر والتي استمرت نحو مائة وخمسين عاما ، وهو نفس القصر الذي شهد غروب حكم الأسرة العلوية عن مصر عندما شهد خلع الملك السابق فاروق وشهد رحيله منه على ظهر اليخت الملكي المحروسة من ميناء رأس التين.

بناء القصر:

بدأ محمد علي في بناء قصر رأس التين عام ١٨٣٤م ليضمه إلى قصوره علاوة على القصور الأخرى التي كان يملكها في الإسكندرية مثل قصر المحمودية وقصر إبراهيم باشا.

وقد تم الاستعانة في بنائه وإصلاحه فيما بعد بمهندسين أجانب منهم المهندس الفرنسي سيريزي بك ، والذي استقدمه محمد علي عام ١٩٢٨م لإنشاء دار الصناعة والإشراف عليها ، وقد عهد إليه بتصميم جناح الحرم في هذا القصر ، كما شارك في بنائه مهندسان آخران هما روميو والمسيو ليفرويج ، وقد تم بناء هذا القصر عام ١٨٤٥م ، وقد استغرق بناؤه أحد عشر عاما ، ولكن أعمالا تكميلية وإنشاء أجنحة إضافية ظلت قائمة به إلى عام ١٨٤٧حيث تم افتتاحه رسميا.

الشكل المعماري وسبب التسمية:

تم بناء القصر على الطراز الأوروبي الذي كان شائعا في الإسكندرية في ذلك الوقت ، نظرا لكثرة الجاليات الأجنبية الموجودة في الإسكندرية في تلك الفترة ، وقد استخدم في بناء هذا القصر عمال أجانب ومصريين ،

وقد بني القصر في أول الأمر على شكل حصن ، وكان في مكانه أشجار التين التي كانت موجودة بوفرة في تلك المنطقة ، ولذلك سمي قصر رأس التين

و ظل قصر رأس التين من أهم القصور الملكية ، حيث كان مقرا صيفيا للحكام على مر العصور ينتقلون إليه كل عام خلال فصل الصيف

قصر رأس التين

الأسقف الملونة

الأخشاب هي أحدي المواد العضوية، ولذلك تتعرض لكل مظاهر تلفها من تحلل و إلتفاف وإعوجاج وتشقق وإصابة بالحشرات والفطريات وتغير في الشكل والتركيب التشريحي والكيميائي لهذه الأخشاب وغير ذلك من مظاهر التلف إذا ما تعرضت للظروف أو العوامل التي تسبب كل ذلك، بل إنها قد تفنى تماماً إذا لم تتخذ الإحتياطات اللازمة والضرورية للمحافظة عليها وصيانتها.

ولا شك أن مسؤلية علاج وترميم وصيانة الآثار بصفة عامة والآثار الخشبية بصفة خاصة هي مسؤلية خطيرة وتعتبر في الصدارة من رسالة المرمم نظراً لسهولة تحللها وتأثرها بعوامل التلف المختلفة وصعوبة التعامل معها.

والجدير بالذكر أنه يجب علاج هذه الآثار الخشبية والحفاظ عليها – سواء كانت جافة أو رطبة – وذلك بإستخدام أنسب المواد والطرق المتاحة، وكذلك أنسب الأساليب التي يمكن تطبيقها حسب حالة ودرجة تلف أو تحلل كل أثر، بالأضافة إلى حجم الأثر ومكانه.

التركيب الكيميائى للخشب

يتركب الخشب أساسا من السيليولوز $(C_6 H_{10}O_5)_n$ كما يحتوى على مادة اللجنين وهى المادة اللاصقة التى تربط خلايا الخشب بعضها ببعض.

كما توجد بالخشب مواد أخرى بنسب صغيرة مثل الراتنجات Resins والتانات Tannins والزيوت العطرية والسكريات والشموع ويظن أن قيمة N فى الرمز الكيميائى للسيليولوز تساوى ٥٠٠٠ جزئ تقريبا.

المحتوى المائى للأخشاب:

تحتوى الأشجار الخضراء بعد قطعها مباشرة على كمية من الماء يتراوح ما بين ٤٠٪ إلى أكثر من ٢٠٠٪, مع العلم بأن الجزء الأكبر من هذا الماء متواجد على هيئة "ماء حـــر" أو ماء شعرى Free Water Or Capillary Water فى فراغات الخلايا Cell Cavities، بينمـــا يمتص بقية الماء فى جدران الخلايا.

ويحدث إنكماش للخشب إذا حدث فقد للماء, حيث ينكمش نتيجة إنكماش جدار الخلية Cell wall tissue. ويكون المحتوى المائى عند هذه النقطة حوالى ٢٥-٣٠٪ (مع الإشارة إلى أن هذه النسبة تختلف من نوع خشب إلى آخر). وتقل هذه النسبة تدريجيا بإستمرار عمليات التجفيف والأقلمة Seasoning حتى تصل إلى ما يعرف بتوازن محتوى الرطوبة فى الخشب Equilibrium Moisture Content (EMC).

عوامل ومظاهر وميكانيكية تلف الأخشاب

تعاني الأخشاب الأثرية من العديد من مظاهر التلف والتي تتمثل في:

- تآكل الخشب وضعفه وهشاشيته
- إنفصال الألياف والتعرض للتشقق
- إلتواء الخشب warping of wood
- التعرض للتشقق والتغير فى الأبعاد والشكل الأصلى والالتفاف والتشوه.
- ضعف الترابط بين ألياف الخشب إنفصال الألياف عن طريق تكـــوين صـــدوع وشقوق أو بواسطة انفصال جزئى او كامل لخلايا مفردة أو مجموعة من الخلايا، مما يسبب حدوث شروخ وذلك فى الاتجاه الشعاعى، وتختلف هذه الشـــروخ فى العمق والحجم حسب حالة الخشب وقوة الحركة التى تعرض لها.

التلف البيولوجى Biological Factors

تنقسم العوامل البيولوجية التي ثبت تواجدها بأخشاب السقف إلى:

- الكائنات الحية الدقيقة (Microorganisms) مثل:الفطريات (Fungi)
- الحشرات (Insects)
- الحيوانات (Animals)

- **١- الكائنات الحية الدقيقة** Microorganisms :

هي كائنات حية دقيقة لا يمكن رؤيتها إلا بالميكروسكوب ، وهي واسعة الإنتشار في الطبيعة ومسئولة عن الكثير من التغيرات الطبيعية والكيميائية الهامة لحياة الإنسان والحيوان والنبات ، وعند توافر الظروف الملائمة بها فإنها تقوم بتحليل المواد العضوية مثل البقايا العضوية في التربة.

وثبت معملياً أنه للكائنات الدقيقة القدر على إفساد وإتلاف كل مكونات الأخشـ ـاب ومن أهم الكائنات الحية الدقيقة التي تتسبب في تلف الأخشاب:

- الفطريات
- البكتريا
- الطحالب
- الأشنة

وتقوم تلك الكائنات بالتسبب في حدوث التلف بصور متعددة منها مثلاً تلك الأحماض العضوية التى تفرزها على السطح والتى تنتشر بشكل كبير فى المناطق الرطبة والتى تتلـــون بألوان غامقة من البنى الغامق إلى الأسود، والتى يصعب إزالتها أثناء عمليات التنظيف بجانب ما تسببه من ضعف فى الطبقة السطحية وما بأسفلها.

ومن الكائنات الدقيقة التي تم التعرف عليها من خلال الفحص المعملي:

- **الفطريات** FUNGI

عزل وتعريف الفطريات

العينات الخشبية المستخدمة لعزل الفطريات وتعريفها قد أخذت من الأماكن التالية:

١. عينة من خشب البطانة
٢. عينة من خشب البرطوم
٣. عينة من خشب

وقد تم مراعاة أن تؤخذ العينات الخشبية من أماكن تالفة توضح مدى التحلل الذى أصاب هذة الأخشاب وقد لوحظ تغير لون الأخشاب عن لونها الأصلى.

ولدراسة هذة العينات ميكروبيولوجيا "الفطريات" فقد تم غسل العينات الخشبية ثلاث مرات فى مياة مقطرة ثم جففت باستخدام ورق ترشيح معقم. ثم قطعت العينات الخشبية الى أجزاء صغيرة باستخدام مشرط معقم. وقد تم عمل ما يلى لعزل وتعريف الفطريات التى يمكن أن تنمو على الأخشاب موضوع الدراسة:

١. أخذ مسحات من القطع الخشبية التالفة بواسطة قطعة من القطن الماص المعقم والمبلل بقليل من الماء المعقم ثم المسح على الجزء المراد اختيارة ووضع قطعة القطن فى أنبوبة الاختبار المحتوية على حوالى ٢٠ ملى من الماء المعقم. يتم بعد ذلك سداد أنبوبة الاختبار بالقطن ولفها بورق الألمونيوم لضمان عدم التلوث. تم عمل تركيزات مختلفة من المحلول الأصلى وقد وصلت هذة التخفيفات الى ١٠ ٤ و ١٠ ٥.

٢. بالنسبة للعينات الخشبية التى وضعت مباشرة على البيئات المستخدمة فى أطباق بترى تم غسلها ثلاث مرات فى مياة مقطرة ثم جففت باستخدام ورق ترشيح معقم ثم قطعت العينات الخشبية الى أجزاء صغيرة وذلك باستخدام مشرط معقم.

٣. يتم توزيع المحلول المائى "الذى جهز من الخطوة رقم ١" وكذلك العينات الخشبية "المجهزة فى الخطوة رقم ٢" فى أطباق بترى وتحضن لفترة من اسبوع الى عشرة أيام فى حضانة عند درجة حرارة من ٢٨ – ٣٠° م.

٤. يتم عزل الفطريات فى أنابيب الآجار المائل ويتم التحضين لمدة من ثلاثة الى خمسة أيام عند درجة حرارة من ٢٥ — ٣٠ °م ثم يتم دراسة الخواص المزرعية وكذلك فحصها مجهريا. وبالنسبة للفحص المجهرى كان يتم عمل شرائح مبتلة من مزارع الفطريات ثم تثبيتها فى الكندا بلسم.

البيئات المستخدمة

- بيئة واكسمان Waksman's medium
- جلوكوز Glucose ١٠ جم
- ببتون Peptone ٥ جم
- كبريتيد ماغنسيوم Magnisum sulphide ٥ جم
- آجار Agar ١٥ جم
- ماء مقطر Distilled water ١٠٠٠ ملى
- درجة الأس الهيدروجينى pH ٥.٥

- بيئة تشبكس Czapek's medium

سكروز Sucrose ٣٠ جم

نترات صوديوم Na NO3 ٢ جم

فوسفات بوتاسيوم ثنائى القاعدة KH2 PO4 ١ جم

كبريتات ماغنسيوم مائية MgSO4. 7H2O ٠.٥ جم

كلوريد بوتاسيوم KCL ٠.٥ جم

كبريتات حديد مائية FeSO4. 7H2O ٠.٠١ جم

آجار Agar ١٥ جم

ماء صنبور Tap water ١٠٠٠ ملى

درجة الأس الهيدروجينى pH ٥٠٥ – ٦

البيئة المستخدمة فى تنقية المستعمرات الفطرية

تم استخدام بيئة مارتن Martin's medium والتى تتكون من:

جلوكوز ١٠ جم

ببتون ٥ جم

فوسفات بوتاسيوم ثنائى القاعدة ١ جم

كبريتات الماغنسيوم المائية ٠.٥ جم

صبغة روزبجان ٣٣ جم

سلفات استربتومايسين ٣ جم

آجار ٢٠ جم

درجة الأس الهيدروجينى ٥.٥ – ٦

الفطريات المعرفة Identified fungi

Aspergillus niger	*Trichoderma glucum*
Aspergillus glaucus	*Trichoderma album*
Aspergillus flavus	*Trichoderma koningi*
Penicillium chermesimum	*alternaria alternate*
Fusarium nivale	

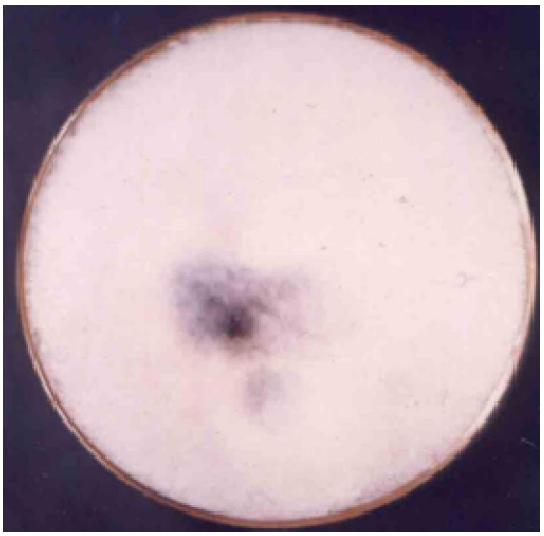
وقد تم تعريف الفطريات طبقا للمراجع الأتية:

١. *Rapir, K. B., and Fennel, D. I., The genus Aspergillus, Williams and Wikins, Baltinare, U.S.A. 1965.*

٢. *Webester, J., Introduction to fungi, Cambridge Univ. Press, U.K. 1970.*

٣. *Barnett, H. L., and Hunter, B. B., Illustrated genera of imperfect fungi, third edition, Burgress Publishing Co. Minncopolis, Minnesota, U.S.A., 1978.*

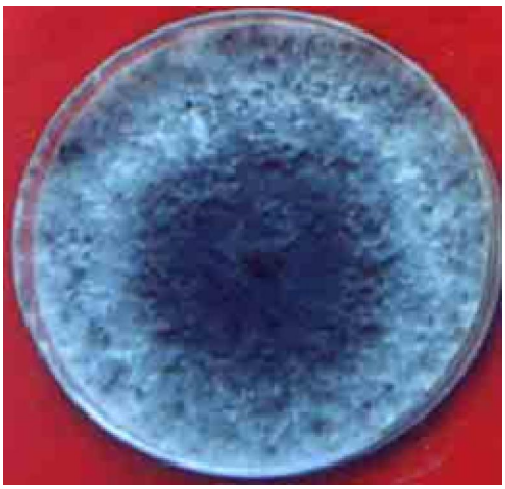
٤. *Domsch, K. H., Gaws, W.L., and Anderson, T. H., Compendium of soil fungi, 1 and 2 Academic Press. Inc. London, U.K., 1980.*



Fusarium nivale

Aspergillus flavus

Trichoderma album



Aspergillus niger

Trichoderma Koningi

(ب) الحشرات Insects:

بالفحص الظاهري (العيني) للعناصر الخشبية بسقف القاعة القوطي أمكن التعرف على وجود إصابة بالحشرات من المظاهر التالية:

- وجود مسحوق الخشب.
- في بعض الأماكن تظهر الأصابة في شكل إنفصال جزء من الخشب وهذا يكون في الحالات المتقدمة كما هو موضح بالصور وخاصة بالبراطيم الموجودة بالجدران وكذلك بالمخدات الحاملة.

- تم التعرف على نوعية الحشرات من خلال حجم الثقوب التي تحدثها الحشرة، وكذلك نوع الأنفاق وترتيبها وكذلك بواسطة طبيعة ومدى إنتشار الإصابة.

وبالفحص المعملي بواسطة الميكروسكوب أتضح أن الآفات الحشرية التي تم التعرف عليها والتي تسبب أضراراً لتلك الأخشاب تنتمي إلى رتبة غمدية الأجنحة **Order Coleoptera**

وتضم هذه الرتبة أغلب الآفات الحشرية التي تشكل خطورة على الأخشاب في مصر، وهي ذات دورة حياة كاملة (بيض – يرقة – عذراء – طور ناضج) تتميز بزوج خارجي من الأجنحة كيتيني صلب وزوج داخلي غشائي بجانب أجزاء فم قارضة، وتضم هذه الرتبة أفراداً رمية ومفترسة وأفراداً تتغذى على المكونات النباتية والحيوانية.

ومن الآفات الحشرية التي تتبع هذه الرتبة والتي تم التعرف عليها وتحديدها :

- خنفساء الأثاث **Anobium punctatum** وهي تتتبع:

  عائلة الأنوبيدي **Famil Anobiidae**

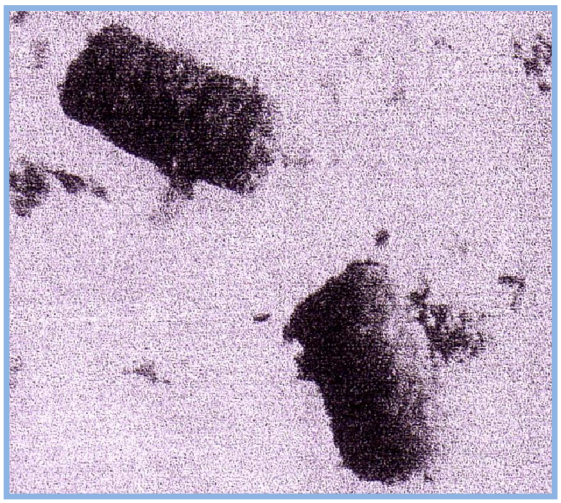
- حشرة **Lyctus brunneus** وهي تتتبع:

  عائلة اللكتيدي **Family: Lyctidae**

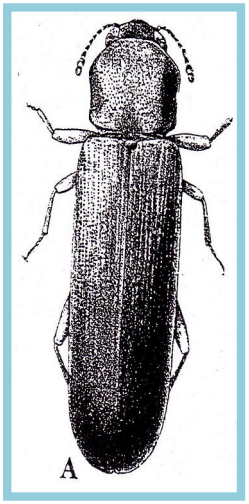
- خنفساء الدرمستين **Dermestes sp.** وهي تتبع:

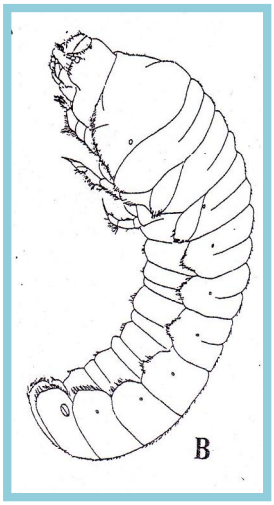
  عائلة الدرمستيدي **Family Dermestides**

- حشرة العنكبوت **Spider**



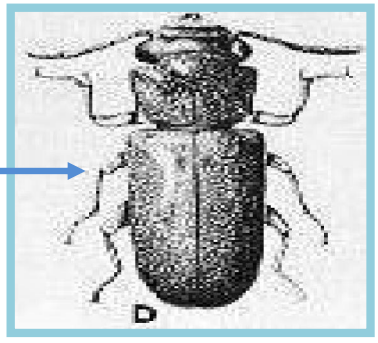
الفضلات المحببة التي عثر عليها داخل الأنفاق





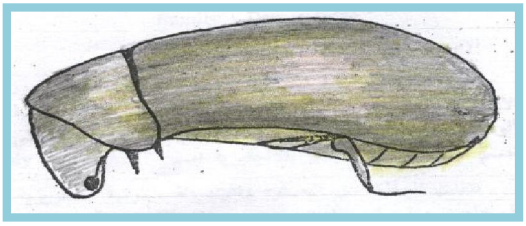
خنفساء الأثاث

اليرقة

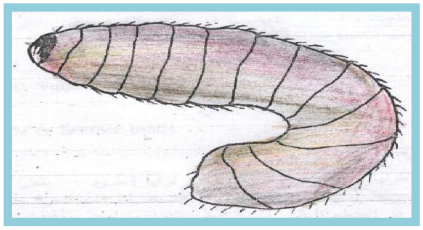


الحشرة الكاملة

حشرة خنفساء الخشب



الحشرة الكاملة



اليرقة

خنفساء الدرمستين

خطة العلاج

تم تقسيم خطة العمل في الأسقف الخشبية طبقا لما يلي:

- التنظيف وإعداد ثقوب الحقن
- التعقيم
- الإستكمال
- التقوية

إسلوب عمل الترميم الدقيق للعناصر الخشبية:

معظم العناصر الخشبية والتى تمثل البراطيم الخشبية بين مداميك الطوب وكذلك البراطيم الخشبية التى تربط جدران تحتاج الي التدخل الترميمي سواءا نتيجة للخواص الفيزيائيـــة او نتيجة للتلف البيولوجى.

- **أولا: التنظيف وإعداد ثقوب الحقن**

١- التنظيف الميكانيكي

- **إزالة الأتربة:**

حيث ان العناصر الخشبية مغطاة بالأتربة لذلك فقد إستخدام أولاً الأسلوب الميكانيكى وذلك المكنسة الكهربائية ثم بإستخدام الهواء المضغوط أو الفرش الناعمة.

- **إزالة المواد الصلبة والمواد العالقة:**

تم إستخدام الفرش الخشنة أو الفرر المعدنية لإزالة المواد المتكلسة وذلك بعد تطريتها بالماء والكحول الإيثيلى بنسبة ١ : ١ دون إتلاف سطح الخشب.

٢- التنظيف الكيميائي

- **إزالة الإتساخات والمواد العالقة الصعبة:**

تم فى هذه الحالة إستخدام المذيبات العضوية الكيميائية المتعارف عليها والمعتمدة فى مجال الترميم مثل : التنر Thinner والبنزول Benzol والكحول الإيثيلى Ethyl Alcohol والتولوين Toluene.

- **إزالة الدهانات :**

وهي تلك الدهانات السوداء التي تغطي معظم البراطيم الخشبية والتي يعتقد أنها مادة البوتامين السوداء أو مادة الوود سيرف Wood serve أو المادتين معا، والتي مثلت عائقا صعبا لإستمرار وتنفيذ عمليات الترميم سواءا تعقيم أو تقوية أو إستكمال.

وقد تم فى هذه الحالة إستخدام بعض المذيبات العضوية الكيميائية والتى أثبتت كفاءتها في إزالة الدهانات القديمة دون الإضرار بالخشب أو ترك أي آثار جانبية مثل:

مذيب الداي ميثيل فورماميد Dimethyl Formamide سواءا بصورتة الكاملة أو مضافا اليه التولوين Benzol Toluene والكحول الإيثيلى Ethyl Alcohol بنسبة ٥ : ٢ : ٢

على أن يتم العمل بإستخدام إسلوب الكمادات بواسطة القطن الطبى وتترك الكمادة لمدة (٥- ١٠ دقائق)

ويتم إزالة بقايا العلاج بإستخدام القطن الطبى المندي بالكحول الإيثيلى

إعداد ثقوب الحقن

ثانيا: التعقيم

تتمثل الإصابات البيولوجية في السقف القوطى بقصر رأس التين فيما يلى :

أ- الحشرات

هناك عوامل بيئية متوفرة بهذا المبني تؤدى إلى نمو الحشرات وتكاثرها وتتمثل هذه العوامل في درجة الحرارة ـــ الرطوبة ـــ الضوء ـــ الرياح والأمطار ـــ الأتربة والاتساخات.

وتعد دراسة الآفات الحشرية التي تصيب المواد العضوية مثل الأخشاب تسهل كثيرا في استنباط الطرق الملائمة للمقاومة وكيفية اكتشاف الإصابة في مراحل مبكرة وقبل فوات الأوان وذلك طبقا لدراسة دورة الحياة وطرق التغذية والتحور وأعراض الإصابة والطور المعدي . وقد أثبت الفحص بالعين المجردة أن العناصر الخشبية بالمتحف مصابة بحشرة السمكة الفضية Thermobia aegyptiaca وكذلك خنفساء الأثاث Anobium punctatum وحشرة Lyctus brunneus

وحشرة خنفساء الدرمستين .Dermestes sp.

هذا بالإضافة إلى الإصابة بحشرة العنكبوت Spider والتي تغطى الأسقف الخشبية والتي تمثل إحدى الإصابات الشائعة والتي تصيب معظم المباني الأثرية والتاريخية والمباني القديمة نتيجة لعدم إجراء أعمال الصيانة والنظافة بصفة دورية ومنتظمة .

طرق التعقيم

تم إستخدام مبيد السيديال Cedial المذاب في النفط النباتي كمبيد حشري موضعي لإبادة تلك الحشرات وتعقيم أماكنها على أن يكون ذلك عن طريق:

- الحقن بإستخدام سيرنجات طبية.

- الحقن بإستخدام مضخة.
- الدهان السطحي بإستخدام فرشاة.
- الرش بإستخدام ماكينة رش المبيدات

وفي كل الحالات يرعي أن يصل العلاج الي درجة التشريب، على أن يكون التشريب في إتجاه الألياف، وعند وجود نتوء يتم الضغط عند إستخدام العلاج حتى يتم التأكد من تمام التشريب على أن يتم مع هذه العملية إجراء عملية تنظيف موضعي لأثـــار العنكبـــوت وذلك بإســـتخدام كحـــول إيثيلى ومـــاء بنسبة ١ : ١. كما يمكن إســـتخدام نفـــس الأسلوب بعد إزالة البيوت الطينية (والتي تكونت عن طريق النحل البرى أو الدبور الباني أو الطيور).

وقد تمت عمليتي الحقن من خلال ثقوب تم إعدادها خصيصا لهذا الغرض.

والجدير بالذكر أن هذ المبيد يتميز بالمواصفات الآتية :

- ذات سمية عالية.
- ليس له تأثير على أي من طبقات الألوان (إذا وجدت).
- له قدرة عالية على النفاذيه.
- غير قابل للإشتعال وسهلة الإستخدام.
- لا يتفاعل مع مكونات الخشب المعالج.

ويجب ملاحظة أنه في حالة تقوية العناصر الخشبية أن تتم عملية العلاج والتعقيم قبل التقوية بخمسة عشر يوما .

ب- الكائنات الحية الدقيقة

اقتراحات لأهم المواد المستخدمة فى المقاومة الفطرية

الغرض من عملية التعقيم للخشب هو منع الهجوم البيولوجى وبصفة خاصة الفطريات. وتتطلب المبيدات الفطرية فى الأماكن الأثرية التى تحوى كم هائل من المشغولات الخشبية خاصة فى القاهرة التاريخية لا سيما اذا أخذنا فى الاعتبار أنها تتعرض لظروف بيئية مناسبة. ولاجراء عمليات تعقيم شاملة لابد من اجراء عمليات التنظيف السطحية سواء الميكانيكية أو الكيميائية حتى يتسنى للمبيد الفطرى أن يتغلغل بسهولة داخل الأخشاب ويؤدى الغرض الذى استخدم من أجلة.

وهناك كم هائل اليوم من المبيدات الفطرية التى تستخدم فى مجال علاج وصيانة الأخشاب الا أن هناك مجموعة من العوامل تحكم اختيار المادة المستخدمة فى المقاومة الفطرية منها على سبيل المثال لا الحصر ما يلى:

١. طبيعة المادة
٢. طول فترة الحماية المطلوبة.
٣. ثبات المضاد الفطرى نحو المادة.

وكل هذة العوامل سوف تحدد اختيار المضاد الفطرى وأفضل طريقة للتطبيق. ومن وجهة نظر الصيانة فان المبيد الفطرى لابد الا يكون لة تأثير ضار على المادة الأثرية الخشبية. كما أنة لابد أن يكون قليل السمية للمرمم ومأمون الاستخدام. كما أنة لابد أن يكون سهل الاستخلاص اذا تطلب الأمر. يضاف الى ما سبق أنة لابد أن يحمى الأخشاب أثناء أو بعد أى معالجات أخرى.

ويمكن القضاء على الفطريات المعزولة باستخدام المبيدات التالية:

١. وودسيرف Woodserv

وهو مبيد من مشتقات البنتاكلوروفينول ولة مميزات عدة مثل قدرتة العاليه على ابادة الفطريات والحشرات، يتميز بثباتة الكيميائى لفترات طويلة، لا يؤدى الى صدأ الحديد اذا

ما لامس الأخشاب بالاضافة الى قدرتة العالية على التغلغل فى مسام الخشب. ورقمة الهيدروجينى ٦.٥ – ويستخدم بالرش أو الفرشاة بمعدل ١٢ م٢ لكل كجم لكل وجة من الخشب.

٢. البنتاكلوروفينول الذائب فى الكحول الاثيلى بنسبة تركيز من ١-٥٪. وهذا المبيد لة القدرة على المقاومة الفطرية والحشرية فى آن واحد كما يتميز ببقاءة العالى داخل الألياف الخشبية.

٣. مادة السيليكور Celcure وهى تعطى مقاومة فطرية وحشرية.

٤. مادة البيرفيكيور

كذلك يمكن استخدام المبيدات التالية:

١. الثيمول المذاب فى الكحول الايثيلى بنسب تركيز من ١ – ٥٪ز

٢. Preventol extra ""o-phenyl phenol المذاب فى الاسيتون بنسب تركيز من ١-٢٪.

٣. P-nitrophenol المذاب فى الكحول أو الأسيتون بنسب تركيز من ١-٢٪.

ضغط المبيد بالأخشاب بإستخدام مضخة

عملية حقن المبيد في القوائم الخشبية

عملية رش المبيد بماكينة الرش

التقوية

نظرا لجفاف بعض أجزاء الخشب فقد تم حقن تلك الأجزاء بزيت بذر الكتان ولتقوية الأماكن االضعيفة بالأخشاب نتيجة لعوامل التلف السابق ذكرها فقد تم إستخدام البولي يورثان Poly Urethane والمخفف بمادة كيمسولف ٣ Kemsolv 3 وذلك عن طريق الحقن بإستخدام سيرنجات طبية أو عن طريق ضغط المادة بإستخدام مضخات الهواء.

وقد لزم الأمر في بعض الأماكن الضعيفة إستخدام طريقة الدهان للأسطح الخشبية

التقوية بالحقن للوصول لأعمق

ثالثا

التقوية عن طريق الرش ٣٢٦

- **ملء الشروخ والفجوات**

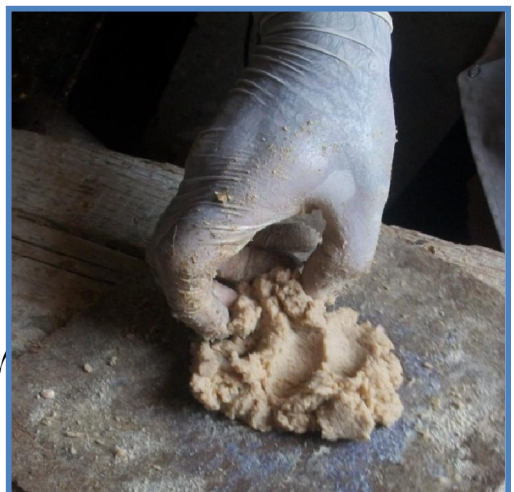
لملء الشروخ والتشققات والفجوات بالعناصر الخشبية فقد تم إستخدام معجون مكون من مادة البريمال primal مضافا اليها نشارة خشب ناعمة من نفس نوع الخشب المرمم لذا فإنه يفضل إستخدام نشارة قطع الأخشاب القديمة بالمواقع والتى ليس لها إستخدام وليست ذات قيمة كما يمكن إضافة بعض الأكاسيد اللونية لاعطاء المخلوط المستخدم لونا يتناسب مع لون الخشب، كما يمكن إضافة خيوط الكتان لملء الفجوات والشروخ الكبيرة.

- **إستكمال الأجزاء الناقصة**

يمكن إستكمال الأجزاء الناقصة والفجوات الكبيرة والتالفة نتيجة إصابات حشرية أو للأجزاء المفقودة والتى لا يناسبها العلاج السابق بإستخدام أجزاء أخرى من الخشب من نفس نوع الخشب المرمم ويفضل إستخدام بعض قطع الأخشاب القديمة بالموقع والتى ليس لها إستخدام ويتم تركيب هذه الأجزاء بعد تعقيمها بإستخدام مادة البريمال.

- **ملء ثقوب الحقن**

لملء الشروخ الثقوب والفجوات التي تم صنعها بالعناصر الخشبية لإجراء عمليات الحقن سواءا للتعقيم أو التقوية فقد تم إستخدام معجون مكون من مادة البريمال primal مضافا اليها نشارة خشب ناعمة من نفس نوع الخشب المرمم وقد تم تركها باللون الفاتح حتي يتم التعرف علي تلك الثقوب في حالة إعادة عمليات الحقن أو الترميم مستقبلا.



إعداد الثقوب تمهيدا للحقن

تجارب حقن المادة

تجارب خلط نشارة الخشب كمادة مالئة

الحقن بإستخدام الزيت لتعويض الفاقد

حقن المادة المقوية في البراطيم

حقن المبيد في البراطيم الخشبية

ملء الأماكن الناقصة بالأخشاب

تحديد أماكن التعقيم والتقوية

الأخشاب بعد الإستكمال

المراجع:

المراجع العربية:

١ – السيد دياب محمد سالم، علاج الأعمدة الخشبية الآثرية وصيانتها، رسالة ماجيستير، قسم ترميم الآثار ، كلية الآداب ، جامعة سوهاج، ٢٠١٤.

٢.الكود المصرى لحساب الأحمال والقوى فى الأعمال الإنشائية وأعمال المبانى،كود رقم (٢٠١) ،المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء، وزارة الإسكان والمرافق والتنمية العمرانية،ج.م.ع، سبتمبر ٢٠٠٨م.

٣– المهندسون الأستشاريون (محرم باخوم): مشروع رأس التين ٢٠١٤

٤.خديجة آدم تو قصر س ابيقا على قصر الآمير ألين آق الناصرى الحسامى بمدينة القاهرة ، رسالة ماجيستير ،كقسم ترميم الآثار، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ٢٠١٢.

٥.سيلفيا لابور ، الطرق والأساليب العلمية لحفظ وترميم المقتنيات الآثرية ، مؤلف جماعى ،الناشرون" مونيك دربيه، ميشيل فيتمان"–المعهد العلمى الفرنسى للآثار الشرقية بالقاهرة، المجلد ٢٢، ٢٠٠٢.

٧. محمود سيد محمود على،مكانيكية تدهور الأعتاب الخشبية بالمنشأت الأثرية المدنية بمدينة أسنا دراسة تجريبية فى علاج الأخشاب الأثرية وصيانتها،رسالة ماجيستير،قسم ترميم الأثار،كلية الأداب،جامعة جنوب الوادى، ٢٠١٠.

المراجع الأجنبية:

١ – Green. W, Winandy. E, and Kretschmann. E, 1999," Mechanical Properties of Wood", Forest Products Laboratory. Wood handbook - Wood as an engineering material. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–113.

2- Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.

3- Miller, R.B., 1999, "Structure of wood, Wood as engineering material" Forest Products Laboratory, General technical report FPL-GTR 113

٤- .Pinto. L, 2001, "Inventory of repair and strengthening methods", Timber Master's thesis, University of Minho, Italy

5- Tampone G., 2007 "Acquaintance of Ancient Timber Structures", in Acts of 3rd Seminar.

٦- Walker, J.C.F., 2006,"Primary Wood Processing: Principles and Practice" 2nded, Springer, London