جامعة سوهاج

كلية الآثار

الفرقة الرابعة

الحشرات والكائنات الحية الدقيقة وطرق المقاومة

إعداد

د/ محمود أبو الفتوح

2021

مقدمة:

يلعب التلف الميكروبيولوجي دوراً هاماً في تلف عديد من الآثار العضوية مثل الخشب والورق وغيرها كما يؤدي إلى تلف الأخشاب المغطاة بطبقة من الجسو الملونة وذلك عن طريق الكائنات الحية الدقيقة التي توجد في كل مكان وفي حالة تواجد الظروف الملائمة لها من الضوء والغذاء ودرجة الحرارة ودرجة الحموضة فإنها تقوم بدورها في تحلل الخشب وكذلك المواد العضوية المستخدمة في لصق وتكوين الأخشاب وغيرها مما يساعد على إتلاف ما تحدثه من تغييرات في التركيب الكيميائي وتشوهات في الشكل[١]

– تشمل الكائنات الحية الدقيقة مجموعة من الميكروبات الصغيرة جداً لا يمكن رؤيتها إلا بالميكروسكوب (المجهر) ولكنها ذات قدرة على أحداث الكثير من المظاهر المرئية للعين تدل على وجودها وتتمثل هذه الكائنات في الفطريات والبكتيريا والاكتنوميسيات وتتمثل خطورة هذه الكائنات في أنها واسعة الانتشار إذ توجد في كل مكان وتنتقل مع الهوا حيثما اتجه. ولا يخلو مكان يا من الهواء وبالتالي لا يخلو من الميكروبات. وتتميز هذه الكائنات بقدرتها على التجرثم عند تغير الظروف المحيطة بها كحدوث جفاف أو ارتفاع في درجة الحرارة فتكمن هذه الجراثيم في حالة تكون غير مباشرة بالتغيرات المناخية حولها إلى أن تصبح الظروف ملائمة لنموها فسرعان ما تنبت مكونة مزرعة ميكروبية جديدة تبدأ في الانتشار[٢].

---

(1) علياء محمد عطية عبد الحميد : دراسات في علاج وصيانة التوابيت الخشبية الحاملة للطبقة اللونية.. مع تطبيقات عملية في هذا المجال ، رسالة دكتوراه ، قسم الترميم ، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ١٩٩٩، ص ١٠٤.

(2) مصطفى مصطفى السيد : صيانة المخطوطات علماً وعملاً، عالم الكتب ، ٢٠٠٢م ، ص ٦١.

وتتعدد الكائنات التي يمكنها تحليل المواد العضوية كالسليلوز وغيره من المواد الداخلة في تركيب الأثر الخشبي[١] حيث تقوم تلك الكائنات بإفراز إنزيمات تعمل كعوامل مساعدة حيوية هاضمة مثل أنزيم السليولوز وغيره من الإنزيمات حيث تقوم بتحليل المركبات المعقدة التركيب إلى جزيئات بسيطة التركيب يستطيع الكائن الدقيق أن يمثلها غذائياً بالأكسدة ليكون منها خلاياه الجديدة [٢].

وتعتبر عملية التلف النتيجة المباشرة للإصابة بالكائن الدقيق حيث يمكن ملاحظتها من خلال :

١- مظهر ولون الخشب المصاب والذي يختلف عن مظهر ولون الخشب السليم المتماسك.

٢- انخفاض متانة الخشب بصورة كبيرة كما يصير خفيفاً وهشاً وضعيفاً مع تقدم الإصابة.

٣- وجود رائحة مميزة لرائحة القطن [٣].

ومن أشهر الكائنات الحية الدقيقة والتي تسبب التلف للآثار الخشبية:

١- الفطريات. ٢- البكتريا. ٣- الأكتيوميستات.

---

(1) هاني حنا عزيز : دراسة علاج وصيانة الأخشاب الأثرية المنفذة باسلوب الخرط مع تطبيقات عملية في هذا المجال – رسالة دكتوراه – قسم الترميم – كلية الآثار – جامعة القاهرة – ٢٠٠٣ م ، ص ١٠٤.

(2) محمد علي أحمد : عالم الفطريات ، الدار العربية للنشر والتوزيع ، القاهرة ، الطبعة الأولى ، ص١٩٩٨ ، ص ٣٨

(3) هاني حنا عزيز : المرجع السابق ، ص ١٠٤.

١- الفطريات :Fungi

تعتبر الفطريات العامل الأساسي في تحليل السليلولوز واللجنين كما أنها تعد المسئولة عن تحلل أنواع عديدة من المصنوعات الخشبية[١] نظراً لنفاذها في الشقوق وتشويهها بتكوين بعض البقع لذا كان لابد من دراسة الفطريات والعوامل المؤثرة في نموها وأهم أنواعها المسببة لتلف الأخشاب[٢].

تعريف الفطريات وتركيبها :

الفطريات عبارة عن كائنات حية دقيقة Microorganisms تتبع مجموعة النباتات الثالوثية في المملكة النباتية وهي متفاوتة في الشكل والتركيب وتتكون من خلية واحدة لا ترى بالعين المجردة إلى كائن يتكون من عدد من الخلايا يمكن أن يرى بالعين المجردة. ومعظم الفطريات يتركب جسمها من خيوط دقيقة متفرعة كل خيط يطلق عليه اسم هيفا Hypha وتتجمع الهيفات مع بعضها وتعطي تركيب يسمى ميسيليوم Myclelium أو الغزل الفطري والهيفات قد تكون مقسمة عريضة أو غير مقسمة [٣].

والفطريات عبارة عن نباتات عديمة الكلوروفيل ليس لها القدرة على تكوين غذائها بنفسها من الماء وثاني أكسيد الكربون أي غير ذاتية التغذية وبالتالي تعتمد في تغذيتها على المواد العضوية الحية أو الميتة والتي توفر

---

(1) نجلاء محمود علي : تكنيك وعلاج وصيانة الآثار الخشبية المطعمة في العصر الفرعوني تطبيقاً على أحد التوابيت المختارة – رسالة ماجستير قسم الترميم – كلية الآثار – جامعة القاهرة – ٢٠٠٠م – ص ١٦٥.

(2) علياء محمد عطية : المرجع السابق – ص ١٥١.

(3) عبد الله بن ناصر : أساسيات علم الفطريات – الطبعة الأولى – مطابع الفيروز – القاهرة – ١٩٩٩ – ٢٠٠٠ – ص ١٥٠.

لها الكائنات المواد الكربوهيدراتية التي تعجز الفطريات عن تجهيزها بنفسها وذلك بعد أن تقوم بتحويلها إلى مركبات بسيطة الإنزيمات التي تفرزها خارج الخلايا[1] فهي تقوم بواسطة جهازها الإنزيمي الذي يقوم بعملية تحليل للسللولوز الموجودة في الخشب إلى مواد بسيطة التركيب قابلة للذوبان في الماء وكذلك يقوم الفطر بأكسدة غذائه وتحويله إلى ثاني أكسيد الكربون والماء لكي يحصل على الطاقة اللازمة لمباشرة نشاطه.

- أشكال وألوان الفطريات :

تأخذ الفطريات أشكالاً مختلفة فبالنسبة للفطريات وحيدة الخلية تأخذ أشكالاً منها المستدير والبيضاوي والنجمي والاسطواني أو المغزلي أما الفطريات عديدة الخلايا فهي فطريات خيطية تكون ما يسمى بالغزل الفطري ميسليوم وبعض الفطريات لا لوان لها والبعض الآخر ملون.

وتدخل الفطريات ضمن مجموعة النباتات الثالوثية ولكنها تختلف عن النباتات أو الطحالب في أنها لا تحتوى على البلاستيدات الخضراء لذلك فهي لا تستطيع أن تعيش مستقلة بذاتها بل لابد من الاعتماد على الكائنات ذاتية التغذية في معيشتها للحصول منها على غذائها أو على المواد الميتة ومن هذه المواد الأخشاب التي توفر لهذه الكائنات المواد الكربوهيدراتية التي تعجز عن تجهيزها بنفسها ولكن لكي تعيش الفطريات هذه المعيشة المترممة لابد لها من بيئة مناسبة. حيث يتأثر نمو الفطريات شأنها في ذلك شأن باقي الأحياء بالعوامل البيئية التي تحيط بها حيث تؤثر مثل هذه العوامل الخارجية ولكن أيضاً في حالات كثيرة يمكن أن تحدث تغييرات في طبيعة النمو ومحتوياتها الكيميائية.

---

(1)Clays ltd, Bungay , Suffolk : Oxford concise science dictionany , secand edition , New york , 1984 , P. 341.

ولقد أدى ذلك الاختلاف في طبيعة نمو عديد من الفطريات إلى حيرة الباحثين والعاملين الأوائل في مجال الفطريات حيث وصفوا أنواعاً من الفطريات لم تكن سوى لنوع واحد إلا أن نمواته تعرضت لظروف بيئية مختلفة أدت إلى تباين النمو فظهرت هذه الاختلافات الفسيولوجية لنفس نوع الفطر.

ومن هنا كان لابد من الإشارة إلى أهم العوامل التي تساعد على نمو الفطريات وذلك لمحاولة تجنبها عند معالجة وتخزين الآثار الخشبية المصابة ومن هذه العوامل ما يلي:-

١- الرطوبة: Humidity

تهاجم الفطريات الأخشاب والآثار الخشبية التي بها رطوبة نسبية ما بين ٢٥ – ٣٠% وهذا المحتوى قد يكون ناتج عن امتصاص الأخشاب للرطوبة الجوية أو مياه الأمطار وهناك عدد قليل من الفطريات فطريات العفن الجاف ولذلك نجد أن نسبة الرطوبة تلعب دوراً كبيراً في عملية إصابة الأخشاب بالفطريات كما أن الفطريات قادرة على أن تنقل الماء من الأجزاء الرطبة أي الأجزاء الجافة[١].

والفطريات التي تصيب الأخشاب تحتاج لحياتها إلى الماء كما تحتاجه أيضاً كوسيط من أجل توزيع إنزيمات التحلل[٢] ولهذا يرجع السبب

---

(1) نجلاء محمود علي : دراسة تقنية وعلاج وصيانة الآثار الخشبية اليونانية الرومانية والقبطية في مصر مع التطبيق على أحد الآثار الخشبية المختارة – رسالة دكتوراه – قسم الترميم – كلية الآثار – جامعة القاهرة – ٢٠٠٥ ، ص ٢٥٠.

(2) عبد الرازق عبد الرحمن أبو سعدة : مملكة الفطريات – مطابع الفيروز – الطبعة الأولى – القاهرة – ١٩٩٩ – ص ٣١٠.

في أن معظم الأخشاب في مصر في حالة جيدة نسبياً نظراً لعدم تعرضها للإصابة بهذه الكائنات بسبب تميز جو مصر بالجفاف. إلا أن الأخشاب المحفوظة في باطن الأرض وداخل المقابر يمكن أن تتعرض إلى فترات من البلل بسبب ظروف طارئة مثل الفيضانات والأمطار أو أي من العوامل التي تسبب رفع الرطوبة مرة أو أكثر وبالتالي فإن الأخشاب خلال هذه الفترات قد تتعرض لهجوم الكائنات الحية الدقيقة. وقد لوحظ من صور وتسجيلات الحفائر أن معظم الإصابة بالفطريات تحدث من أجزاء الخشب المتصلة بأرضية أو حوائط المقبرة إذ أن الرطوبة تتجمع في هذه المواضع وقد تحدث الإصابة بعد فترة قصيرة من غلق المقبرة حيث تكون جراثيم الفطريات مازالت قابلة للنمو والانتشار. كما قد يساعد وجود الحشرات من مناطق الدفن على إمكانية تواجد الفطريات وذلك من خلال اختراقها للمقابر وإصابتها للأخشاب حاملة معها جراثيم الفطريات [1].

٢- الأكسجين : Oxygen

يعتبر الأكسجين الجوي أيضاً من العوامل الهامة التي يتوقف عليها نمو الفطريات. وتجد أن معظم الفطريات المحللة للخشب تتحمل تركيزات الأكسيجين المنخفضة لكنها لا تنمو في الظروف اللاهوائية والظروف المثالية لنمو الفطريات وتحلل الجدار الخلوي تكون أثناء ارتفاع تركيز

(1) نادية إبراهيم أحمد نعمة : دراسة وصيانة الأخشاب الجافة تطبيقاً على مختارات من التماثيل الخشبية من مقتنيات المتحف المصري – رسالة دكتوراه – قسم الترميم – كلية الآثار – جامعة القاهرة ١٩٩٩ ، ص ١٣٠.

الأكسجين وانخفاض تركيز ثاني أكسيد الكربون ومحتوى الأكسجين اللازم لنمو الفطريات يختلف من نوع لأخر[١].

ويمكن القول أن قلة التهوية أو انعدامها والرطوبة النسبية المرتفعة تساعد على نمو الفطريات وازدهارها لكن نجد أن الأكسجين موجود باستمرار في الهواء الجوي حول الأخشاب ومنعدم فقط في حالة الجو الرطب أو المحتوى على غاز خامل كذلك في حالة الخشب الموجود في الماء وهي الحالات التي يعدم فيها الأكسجين اللازم لنمو الفطريات [٢].

٣- درجة الحرارة : Tempereture

تعتبر أنسب درجة حرارة لنمو الفطريات بين درجتي ٢٥ – ٣٠ وبالرغم من أن هناك بعض الأنواع من الفطريات يمكن أن تتحمل درجة الحرارة المرتفعة لفترة طويلة في حين أن بعض الأنواع الأخرى تتحمل درجات الحرارة المنخفضة[٣].

وللحرارة دور تام في التفاعلات الإنزيمية للفطريات ويبدأ نمو الخيوط الفطرية (الهيفا) لبعض الأنواع عند 30° م داخل من صفر م تصبح الفطريات خاملة بينما أفضل الظروف لنمو الفطريات المحللة للخشب بين 15° – 40° م يتوقف النمو في معظم الأنواع.

---

(1) صفا عبد القادر محمد : دراسة تقنية وعلاج وصيانة المراكب الخشبية الأثرية من العصر الفرعوني تطبيقاً على أحد النماذج المختارة – قسم الترميم – كلية الآثار – جامعة القاهرة ، ٢٠٠٥، ص ١٢٧.

(2) عفاف الجندي ، رضا طه : علم الحشرات والكائنات الدقيقة ، الفرقة الرابعة ، ترميم – كلية الآثار – جامعة الفيوم – ٢٠٠٠م – ص ٥٣.

(3) عبد الله بن ناصر : المرجع السابق ، ص ١٢٧.

وتظهر الفطريات اختلافات كبيرة في مدى تأثرها بتغير درجات الحرارة ومدى تحملها للحرارة العالية وللبرودة وبصفة عامة نلاحظ أن جراثيم الفطريات أكثر تحملاً للحرارة من الميسليوم وكلاهما يتأثر أكثر بالحرارة الرطبة بالمقارنة بالحرارة الجافة كما أن جراثيم بعض الفطريات تموت إذا تعرضت للتجمد في وجود الماء ولكن عند تخفيضها وهي على حالة مجمدة فإنها تستمر في الاحتفاظ بحيويتها لفترات طويلة [1].

٤- الأس الهيدروجين :

كما تعتمد قابلية الأخشاب للإصابة بالفطريات أيضاً على تركيز الهيدروجين (قيمة الأس الهيدروجين) PH Valua حيث يؤثر على النشاط الإنزيمي للفطريات. فمعظم فطريات العفن البني والأبيض تصل إلى النمو المثالي عند قيمة PH مقدرها (٥ -٦) ويمكن القول بأن فطريات العفن التي تتحمل الظروف الحمضية أكثر من فطريات العفن الأبيض بينما تتحمل فطريات العفن اللبن الظروف القلوية عند قيمة PH=11 كما تتأثر فطريات التتبع أيضاً بشدة بقيمة PH ويتوقف النمو إذا تجاوزت درجة الحموضة عن (٥) ويجب ذكر أن الفطريات قادرة على إفراز أحماض لتعادل قيمة PH في الوسط المحيط تبعاً لاحتياجاتها [2].

تتحمل معظم الفطريات المترممة مدى واسع من تركيز أيون الهيدروجين بينما تفضل بعض هذه الفطريات تركيزات معينة فإذا تغيرت هذه التركيزات أدى ذلك إلى تغير في طبيعة نمو الفطر ولقد أظهرت نتائج عديدة

---

(1) محمد علي أحمد ، محمد عبد الرازق النواوي : المرجع السابق ، ص ٧١ ، ٧٢.

(2) عبد الله بن صالح : الاساس العلمي للفطريات – الطبعة الثانية – القاهرة – ص ٧١.

من الدراسات أن رقم PH يؤثر تأثيراً مباشراً على نشاط الإنزيمات الخارجة وعلى التمثيل الغذائي للفطر[١].

وبصفة عامة تتناسب البيئة المائلة للحموضة إنبات الجراثيم بل وتشجعها على الإنبات وعلى النمو خلال المراحل الأولى لتكوين مستعمرة فطرية حديثة بينما يناسب الوسط المائل للقلوية نمو معظم أنواع البكتريا. وعندما يستكمل الفطر نموه مكوناً مستعمرة فطرية يتغير تأثره بتركيز ايون الهيدروجين حيث يرجع ذلك إلى تراكم نواتج التمثيل الغذائي في بيئة النمو وهناك العديد من أنواع الفطريات تكون كميات هائلة من الأحماض العضوية مثل الاوكساليك Oxalic والستريك Citric والجلوكونيك Glucanic بنسب متفاوتة [٢].

٥- الضوء :

من الصعب وضع تصور عام يوضح تأثير الضوء على نمو الفطريات فهناك بعض الأنواع الفطرية التي تنمو بصورة جيدة سواء في الضوء أو الظلام دون أن يؤثر ذلك في معدل نموها أو طبيعتها بينما هناك أنواع أخرى من الفطريات يتأثر نموها كما ونوعاً بالضوء.

كما أن بعض الفطريات ذات قدرة موجبة على الانتحاء الضوئي وهذا يعني اتجاه نموها نحو مصدر الضوء أو أنها تقوم بتوجيه أجسامها الثمرية التي تكونها بحيث تواجه أكثر الأماكن استضاءة [٣].

ميكانيكية التلف بواسطة الفطريات "ميكانيكية تحليل السليولوز واللجنين" :

---

(1) Chael.M.O, Garraway : Fungal Nutr. Tion and physiology , Canada , 1984 , p: 22.

(2) محمد علي أحمد ، محمد علي عبد الرازق النواوي : المرجع السابق ، ص ٦٨.

(3) محمد أحمد ، محمد عبد الرازق النواوي : المرجع السابق ، ص ٨٧ ، ٨٨.

ينتقل الفطر من مكان إلى أخر بواسطة الرياح – الماء – أو الحشرات وتنمو هيافته بسرعة لتكوين خلايا إما فردية أو جماعية والتي تسمى بخلايا التلوث الميكروسكوبية التي تقوم بتحليل مواد ومركبات الخشب بواسطة إنزيمات خاصة يفرزها الفطر خارج هيافته وتتحول في النهاية إلى مركبات عضوية بسيطة قابلة للذوبان في الماء سهلة الامتصاص وبذلك يتمكن الفطر من الحصول على الطاقة اللازمة له بأكسدة هذه المواد إلى ثاني أكسيد الكربون وماء [1].

يمكن القول أن قدرة الفطريات على تحليل المركبات البسيطة والمعقدة التركيب هي واحدة من الصفات الفسيولوجية الرئيسية الهامة التي تميز هذه الكائنات الحية الدقيقة الشائعة الانتشار في البدنية.

هذه القدرة على تحليل المركبات العضوية تجعل الفطريات دائمة النشاط في البيئة بصرف النظر عن نوع المواد العصوية المتاحة حولها والتي تنمو عليها منحللة إياماً ومستفيدة منها في الحصول على الطاقة وعلى المواد العضوية الأولية التي تحتاج إليها في النمو، كما أنها خلال ذلك يعتمد تدوير هذه الحلقات في الطبيعة.

أنواع الفطريات التي تصيب الأخشاب:

تنقسم الفطريات التي تصيب الخشب إلى نوعين:

١- الفطريات المحللة للأخشاب. ٢- الفطريات الملونة للأخشاب.

---

(1) محمد أحمد أحمد عوض : دراسة ترميم القباب الخشبية وصيانتها في القاهرة الإسلامية تطبيقاً على قبة خشبية بخانقاه الامير شيخو – رسالة دكتوراه – قسم الترميم – كلية الآثار جامعة القاهرة – ١٩٩٤ ، ص١٤٧.

أولا : الفطريات المحللة للأخشاب:

وهي فطريات بازيدية تتميز بوجود أجسام تمر به مميزة للفطر تظهر على السطح وتتغلغل الخيوط الفطرية في الخشب، حيث تدمره بتحليل مركباته الكيميائية مما يؤدي إلى ضعف وهشاشية الخشب وفقدانه لمتانته وهي تعيش على الأخشاب المبللة بالماء أو الملامسة للرطوبة [١].

والتلف الناتج عن هذه الفطريات يعتمد على قدرتها على تحليل العناصر البنائية للجدر الخلوية بالخشب واستخدامها كمصدر غذائي حيث كلماتخللت الهيفا داخل الخشب فإنها تفرز إنزيمات تحول السليلوز والهيمسليلوز واللجنين أحيانا بالجدار الخلوي إلى سكريات متنوعة ومركبات أروماتية ذات وزن جزئي منخفض نسبيا والتي تستخدم عندئذ للنمو كمصدر للطاقة [٢].

عندما تتخلل الفطريات داخل الخشب فإنها تنتقل من خلية إلى خلية عبر الفتحات الطبيعية مثل النقر البسيطة والمصفوفة وصفائح التنقيب بين العناصر الوعائية أو أحيانا تتخلل مباشرة عبر الجدار الخلوي بواسطة عمل ثقوب وفتحات بواسطة الإنزيمات وهي تهاجم الخلايا ذات المخزون الغذائي أولا مثل خلايا بارنشيمية الأشعة.

---

(1) هاني حنا عزيز : المرجع السابق ، ص ١٠٥.

(2) كونستانتين جون : مقدمة في علم الفطريات ، ترجمة مصطفى عبد العزيز ، دار المعرفة ، ١٩٩٨ ، ص٥١٣.

ويمكن تقسيم الفطريات المحللة للخشب التي تسبب تحلل الجدار الخلوي إلى مجموعات بناء على نوع التحلل الناتج والذي تحدده الأنظمة الأنزيمية الموجودة في أنواع معينة من الفطريات إلى [1].

(أ) فطريات العفن الأبيض:

تتبع فطريات العفن الأبيض الفطريات البازيديةBasidiomycotina وهي قادرة على تحليل اللحنين بالإضافة إلى مكونات الجدار الخلوي الأخرى (عديدة التسكر) وهذه الفطريات يمكن تمييزها عن الفطريات البازيدية الأخرى المحللة للخشب بأنها قادرة على إفراز phenol oxidases وهي إنزيمات مؤكسدة تحلل اللحنين. ونظرا لوجود بعض الاختلافات في التأثير الأنزيمي لفطريات العفن الأبيض فإنها تنقسم إلى :-

- فطريات عفن أبيض متزامنة simultaneous whith rot fungi وهي تحلل البوليمرات البنائية الأساسية (سليلوز – هيمسيليولوز لجنين) في نفس الوقت وبمعدلات متساوية.
- فطريات عفن أبيض متعاقبة sepuential white rot fungi وهي تقوم بتحليل اللحنين قبل السليولوز[2]

وبوجه عام فإن الأخشاب الصلبة أكثر عرضة للإصابة بالعفن الأبيض من الأخشاب اللينة والخشب المصاب بهذه الفطريات عادة ما يكون له مظهر فاتح اللون أو أبيض والذي يفسر بزيادة نسبة السليولوز بالرغم من أن الخشب في المراحل المبدئية من الإصابة يبدو داكن اللون وذلك لأن أكسدة اللحنين تسبب اللون البني أو الأحمر بما يطلق معه مصطلح العفن

---

(1) صفا عبد القادر محمد : المرجع السابق ، ص ١٣٠.

(2) kathleen tolaro and Arthur talano ; foundations in Microbiology, first edtition, London , 1996, P.137.

الأحمر red rot حيث أن الخشب في بداية التحلل بصبغ باللون الأحمر بسبب نواتج تحلل اللحنين ولكما تقدمت الإصابة فإن الأجزاء المصبوغة تحلل ويبقى السليولوز ذو اللون الفاتح [١].

فإن الهيفا تتواجد بأعداد كبيرة بينما يقل عددها في المراحل المتأخرة من الإصابة وبصفة عامة تتواجد الهيفا في تجويف الخلايا بوفرة في الخشب المصاب بالعفن الأبيض أكثر من المصاب بالعفن البني.

ويجب القول بأن بعض الخلايا في الخشب تهاجم بشكل أكبر من الخلايا الأخرى أي أن الخلايا داخل الخشب لا تتحلل بصورة متساوية.وتبدأ الإصابة في الأخشاب الصلبة في خلايا بارنشيمية الأشعة والأوعية بينما تحدث في الأخشاب اللينة في خلايا بارنشيمية الأشعة وقنوات الراننج [٢].

في بعض الحالات قد تحللت الصفيحة الوسطى بها مما يؤدي إلى انفصال الخلايا عن بعضها البعض. وفي المراحل المتأخرة من الإصابة فإن فطريات العفن الأبيض تحلل الصفيحة الوسطى في الجدار الخلوي مؤدية بذلك إلى انهيار كامل لتركيب الجدار الخلوي بالخشب.حيث يحدث ترقيق منتظم له يبدأ من تجويف الخلية.

والتلف بفطريات العفن الأبيض يسبب انخفاض في خواص المتانة لا يكون بشكل كبير في المراحل المبكرة من الإصابة لكنه يصبح أكثر وضوحا

---

(1) صفا عبد القادر : المرجع الساق ، ص ١٣٠.

(2) نجلاء محمود علي : رسالة ماجستير ، المرجع الساق ، ص ١٦٧.

بتقدم الإصابة حيث يؤدي اللحنين إلى زيادة المسامية والتمدد مع انهيار كامل للمناطق المصابة [١]

مظاهر الإصابة بالعفن الأبيض:

١- تحدث تحلل تام للأخشاب عند الإصابة بفطريات العفن الأبيض.
٢- لا يفتت الخشب المصاب بالضغط عليه (كما هو الحال في العفن البني) لكن بالضغط على الخشب المصاب يتحول إلى كتل ليفية.
٣- يكون للخشب مظهر فاتح اللون أو مبيض والذي يفسر بزيادة نسبة السليولوز.
٤- انخفاض في خواص المتانة للخشب [٢].

(ب) فطريات العفن البني:

وهي تتبع الأنواع البازيدية والتي تهاجم السليلوز والهيمسليلوز أساسا تاركه اللحنين والذي لا تهاجمه إلا بصورة ضئيلة حيث يكون التأثير الكيميائي الرئيسي لهذا العفن على اللحنين هو إزالة مجموعات الميثوكسيل الأروماتية مع انشقاق محدود وأكسدة حلقات البنزين لذا فإن تركيب اللحنين يظهر متماسك نسبيا مما يحافظ على مظهر الأنسجة إلا أن الخشب المصاب يعاني من فقد زائد للهيمسليولوز وزيادة في الوزن الجزئي لجزيئات السليولوز. لذا فإن الخشب المصاب بالعفن البني يتميز في المراحل المتأخرة بجانب اللون البني القاتم الذي يرجع إلى زيادة اللحنين به بفقدان في الوزن يصل لحوالي ٥٠% كما يعاني من انكماش في الحجم يسبب ظهور عدد من

---

(1) السيد عزت قنديل : حماية أخشاب المباني والأثاث ، منشأة المعارف بالاسكندرية ، ٢٠٠٤ ، ص ١١٤.
(2) عفاف الجندي ، رضا طه : المرجع السابق ، ص ٦١-٦٢.

الشروخ بعرض التصريفات تؤدي إلى انفصال أجزاء من طبقة السطح على كل مكعبات [١]

ومن أمثلة هذه الفطريات coniophora cerebella والمعروف بالاسم الشائع فطر البدرونات the cellar fungus والذي يصيب الأخشاب في المباني التي ترتفع فيها نسبة الرطوبة الناتجة عن المياه الأرضية أو الأمطار مع درجة حرارة تتراوح بين ٢٣ – ٣٥درجة حيث يهاجم الأخشاب ذات المحتوى الرطوبي العالي (أكثر من ٥٠%) سواء داخل المباني أو خارجها [٢].

وبفحص التركيب الخلوي الدقيق للخشب المصاب بالعفن البني باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني النافذ وجد أن جدران الخلايا تظهر فقدان عام في التماسك حيث تظهر الجدران الثانوية والصفائح الوسطى متمددة مسامية ومشوهة مما يفقدها شكلها الطبيعي. وفي الإصابة المتقدمة تتفتت جدران الخلايا الثانوية وتتحول إلى كتلة محببة من بقايا الجدران، إلا أن منطقة أركان الخلايا للصفيحة الوسطى تظل غير مصابة نسبيا بينما نظهر العديد من التمزقات بين الخلايا في منطقة الصفيحة الوسطى ويلاحظ وجود بقايا هيفا الفطر داخل فراغات الخلايا حيث تفرز أنزيمات تحدث ثقوب بالجدران كما أنها تهضم جدران الخلايا بالأجزاء الخارجية للفراغات [٣]

وبوجه عام فإن جدران خلايا الخشب المصاب بالعفن البني والتي تتكون بصورة أساسية من لجنين متحول تكون ذات تماسك ضعيف ويصبح من السهل تهشم الخشب أو تحوله إلى مسحوق عند الضغط عليه وهناك

---

(1) نادية إبراهيم أحمد لقمة : المرجع السابق ، ص ١٣٥.

(2) عبد الله بن صالح : المرجع السابق ، ص ٣٦.

(3) نادية إبراهيم أحمد : المرجع السابق ، ص ١٣٦.

أنواع من فطريات العفن البني مثل poria incrassate وذات تأثير مدمر على الأخشاب إذ أنها لا تحتاج إلى رطولة خارجية فهي تحصل على الرطوبة التي تحتاج إليها من خلال بعض العمليات الحيوية التي تقوم بها وهي تتلف الأجزاء الداخلية من الخشب لذا فقد لا يلاحظ وجودها في مراحل متقدمة من الإصابة [1].

التلف الكيميائي المشابه للنخر :

chemical damage resembling decay

أحيانا يصاب الخشب بالتلف نتيجة لبعض المؤثرات الكيميائية للوسط المحيط ويكون مظهر التلف في هذه الحالة مشابهة تماما للتلف الناتج عن الفطر وذلك بحدوث الاتصال المباشر بالأحماض القوية التي تؤثر على مادة السليولوز والهيماسليولوز الموجود بالخشب. وهذا التلف يشبه إلى حد كبير العفن البني المتقدم وقد يهاجم ملح قلوي القوى اللحنين الموجود في الخشب ويعطي ألياف الخشب المعزولة ميزة تشابهه بعض الشيء العفن الأبيض في مراحله المتقدمة وفي هذه الحالة يكون عامل الرطوبة مهم جدا، يظهر على الخشب نواتج الصدأ يشبه الصدأ الناتج عن معين الحديد، والتلف الناتج من العوامل الكيميائية يعطي لنونا بنيا داكنا قريب من اللون الأسود.

وفي عام ١٩٥٠ استطاع كل من فيندلاي وسافوري Findly and Savary التعرف على العفن الصوفي الناعم soft rot في مراجله الأولى بعد أن كان التعرف عليه شبه مستحيل فهو يشبه إلى حد كبير العفن البني ولكنه يمثل مادة هشة طرية ناعمة الملمس تشبه ألياف الصوف الخام تكون

(1) سامح محرم شنيشن : المرجع الساق ، ص ١٥٠.

طبقة ضحلة على السطح الخارجي للخشب أعصاب له طعم حلو لارتفاع نسبة السكر والسليولوز، ينتشر في كل مساحة السطح المصاب من الخشب ويعتبر النوع الوحيد من العفن الذي لا يميز مبكرا حيث يبدأ بتكوين طبقة ملساء لامعة رقيقة السمك ذات لون بني تشبه إلى حد كبير شكل وملمس عسل النحل ثم تتحول إلى ألياف صوفية.

ومن مميزاته الفيزيائية والكيميائية أيضا أنه ينتشر على السطح الخارجي للخشب، وأحيانا يمكنه التعمق ليحدث النخر والتشققات عند الجفاف المصاحب للخشب مع ظهور جحور وثقوب هشية.

يمكن الكشف والتعرف عليه عن طريق استخدام الآلات الحادة للكشف عن معالم الخشب بعد رفعه من على سطح وواجهات الخشب للتعرف عليه كذلك يمكن فحصه ميكروسكوبيا حيث تظهر نظام الخوبقات الحلزونية وبداخلها الفطريات وظهور التجاويف ذات الشكل السداسي [1]

ومن أمثلة فطريات العفن البني:

1- Gloeophyllum saepiarium.

2- formitopsis caianderi

3- Antrodia serialis

4- Antrodia carbonica

(1) محمد أحمد أحمد عوض : المرجع السابق ، ص ١٧٤.

(جـ) فطريات العفن اللين " الطري " : Soft rot fungi

العفن اللين نوع منفصل من أنواع تحلل الخشب لكن الفطريات المسببة لهذا التلف تكون مزودة بأنظمة إنزيمية مماثلة للفطريات المسببة للعفن الأبيض والبني، وهي قادرة على تحليل عديدات التسكر وكذلك اللحنين وتشير كل الدراسات إلى أن كربوهيدرات الخشب تتحلل أولا قبل اللحنين أما تحلل اللحنين فيكون متفاوت تبعا لنوع الفطر والظروف المحيطة به ونوع الخشب المصاب.

ويظهر العفن اللين " الناعم " عند ظروف خاصة وهي ارتفاع تحتوى الطروبة في الخشب ووجود الخشب في تربة رطبة وأيضا عندما يكون النمو والنشاط مرتفعا بصفة عامة وعندما تكون فطريات التحلل البازيدية والتي تعتبر منافسة له في النمو في حالة مثبطة أي عندما تكون التهوية منخفضة المحتوى الرطوبي مرتفع أو تكون مثبطة باستخدام مواد حافظة "مانعة للنمو" أي وجود مبيدات ودرجة الحرارة مرتفعة وتركيزات مرتفعة من النيتروجين الذائب أيضا وهي تعتبر من العوامل المناسبة والمخفزة لظهور هذا النوع من التحلل soft rot [1]

وتبدأ الإصابة في كل أنواع الخشب بواسطة فطريات العفن اللين من خلال أثقبة بالخشب بالإضافة إلى ذلك قد تحدث الإصابة أيضا من خلال الأوعية في الأخشاب الصلبة، وتصبح البرانشيمية المحورية كبداية لتكوين مستعمرة فطرية وفور دخول الفطر إلى الخشب تتكون المستعمرة في فراغات القصبة المحورية في الخشب اللين ثم تنتشر الخيوط الفطرية من

---

(1) عبد الوهاب إبراهيم حامد السنباطي: علاج وصيانة الأخشاب المغمورة في الماء أداء طمروه في تربة رطبة تطبيقا على عينات خشبية من المركب الأثري التي عثرت عليها هيئة الآثار بمسطرد، ١٩٨٧، رسالة ماجستير قسم الترميم ، كلية الآثار، جامعة القاهرة، ١٩٩١، ص ١٨٩.

قصيبة إلى قصيبة عن طريق passive penetration وعند الفحص الميكروسكوبي للعينات الخشبية المتحللة بالعفن اللين تبدو الفراغات على شكل سلاسل منتظمة من الفراغات المعينة الشكل أو ذات شكل اسطواني مخروطي الأطراف [١]

وعند إصابة الخشب بالعفن اللين فإنه ينتج نوعين من التلف تكوين فجوات بالإضافة إلى نخر الجدار الخلوي. وتنمو هيفات الفطريات داخل طبقة S_2 من الجدار الثانوي منتجة تجاويف (فجوات) هذه الفجوات تلاحظ جيدا في القطاع العرضي للخشب المصاب وأن شكل وحجم هذه الفجوات يكون متفاوت فالفجوات المتكونة في ألياف الأخشاب الصلبة وفي القصيبات سميكة الجدر بالخشب المتأخر للأخشاب اللينة تكون عادة أكبر من المتكونة في قصيبات الخشب المبكر للأخشاب اللينة. ويؤدي اتساع هذه الفجوات من خلال النشاط الإنزيمي المستمر وتكوين فجوات جديدة إلى تدمير كامل للطبقة S_2 من الجدار الثانوي بينما تختلف مدى إصابة الصفيحة الوسطى والطبقة S_3 بالعفن اللين ولذا فإنها الطبقات الوحيدة التي يمكن أن تبقى بعد الإصابة الشديدة [٢].

أما النوع الثاني من التلف الذي تسببه فطريات العفن اللين وهو نخر الجدار الخلوي فإنه يؤدي إلى ترقيق الجدران الخلوية لخلايا الخشب وهو يحدث تتابعا مع تكوين الفجوات في الأخشاب الصلبة وهذا النوع يكون نادرا في الأخشاب اللينة والأخشاب الصلبة ذات المحتوى العالي من اللحنين .

---

(1) الظاهر رمضان ، محمود أحمد الرفيقي : علم مقتنيات الأخشاب – منشورات الثانوية الفنية ، طرابلس ، ليبيا، ١٩٩٣ ، الطبعة الأولى ، ص ٤٤.

(2) صفا عبد القادر : المرجع السابق ، ص ١٣٣.

وبالرغم من أن الأخشاب التي تهاجم عن طريق فطريات العفن البني تظهر سطحا غامقا مماثل للسطح المصاب بالعفن اللين إلا أن الشقوق تكون أكثر وضوحا في حالة العفن اللين soft rot وأقل عمقا نظرا لطبيعة الإصابة السطحية أو الخارجية للتآكل أو التحلل وعمق التحلل يمكن أن يستخدم كدليل على قابلية أنواع الأخشاب للإصابة بالعفن اللين ويمكن التعرف على مراحل الإصابة من خلال الثقوب " الشقوق " وأقطارها ففي المراحل الأولى للإصابة تكون عدد الثقوب قليلة وأقطارها صغيرة أما في الحالات المتقدمة من الإصابة تفقد الخلية قوتها ويصبح الخشب ضعيف جدا ويفقد كل خواصه الميكانيكية [1]

ثانيا : فطريات التبقع Stanning fungi :

هذه الفطريات لا تسبب أضرار جسيمة للخشب كالتي تسببها فطريات التحلل إذ أنها تهاجم المواد السكرية والنشوية المختزنة في الفراغات الخلوية لتستمد غذائها وبالتالي فهي لا تحدث تدميرا لمكونات الخشب الرئيسية [2].

وتنتشر فطريات التبقع على السطح ثم تنتقل إلى داخل الخلايا في صورة خيوط فطرية داكنة اللون وذات ألوان متعددة منها التبقع الأزرق أو الأخضر أو الأحمر أو البني ويحدث التغير اللوني نتيجة لتراكم الكميات الكبيرة للغزل الفطري الملون Digmented hyphae الموجودة داخل

(1) علياء محمد عطية : المرجع السابق ، ص ٢١٠.

(2) عبد الوهاب السنباطي : المرجع السابق ، ص ١٩٤.

الخلايا الخشبية وذلك بفعل أنواع مختلفة من فطريات التبقع وهذه الفطريات لا تؤثر على متانة الخشب إلا بدرجة بسيطة [١].

والفطريات الصغيرة التي تسبب انخفاض في جودة الخشب يرجع ذلك إلى نمو الغزل الفطري على السطح مسببا ظهور مساحات مختلفة الألوان حسب نوع الفطر (أسود – رمادي – أخضر – بنفسجي – أحمر) وهي أقل الفطريات تأثيرا على الخشب وبصورة عامة فإن إصابة الخشب بهذا النوع من الفطريات يلحقه الإصابة بالأنواع الأخرى الأكثر ضررا وذلك تبعا لنظام التتابع في تكوين المستعمرات.

ومن أشهر فطريات هذه المجموعة الفطريات التي تعرف باسم فطريات الصبغة الزرقاء blue staning dungi والتي تسبب حدوث مرض الصبغ الزرقاء blue stain حيث تظهر أعراض الإصابة على الخشب المصاب في صورة بقع أو خيوط أو مساحات ذات لون أزرق فاتح أو أسود فاتح غير منتظمة على سطح ألواح الخشب أو عند نهايات الجذوع الخشبية (logs) خاصة في الأخشاب المنشورة اللينة [٢]

وفي هذه الحالة غالبا ما يكون سطح الخشب مصاب بالمسليوم والجراثيم الفطرية وميسليوم هذه الفطريات عادة يخترق سطح الخشب إلى عمق أكبر من ٢,٥مم من خلال الأشعة الخشبية. وتعيش هذه الفطريات على محتوى الخلية وتتمركز في خلايا الأشعة البرانشيمية والبرانشيمية المحورية بالإضافة إلى وجود الهيفات Hyphae (لونها داكن وتلون جدران الخلايا)

---

(1) نادي إبراهيم لقمة : دراسة علاج وصيانة الأخشاب الجافة تطبيقا على مختارات من التماثيل الخشبية من مقتنيات المتحف المصري ، رسالة دكتوراه ، ١٩٩٩ ، ص ٢٨٣.

(2) سيدنرت قنديل : المرجع السابق ، ص ١٢٤.

وأحيانا تجاويف القصيبات والأوعية والألياف وغالبا ما تمتد من خلية لأخرى عن طريق النقر ونادرا ما يكون عن طريق ثقب جدار الخلية.

لا تكون الصبغة الزرقاء على السطح الخارجي فقد وإنما تمتد خلال كتلة الخشب كلها (لذلك يصعب إزالة أثاره من على السطح).

وفطريات التبقع الزرقاء تصيب الأخشاب الرطبة والأخشاب الجافة إذا أصابها البلل وهذه الصبغة لا تؤثر على قوى الخشب المصاب بقدر ملموس ولكن هناك بعض الفقد في المتانة والفقد في المتانة يعني القدرة على تحمل الصدمات المفاجئة [1]

التبقع غير الفطري:

بجانب البقع الفطرية stanning fungi أو البقع الناتجة عن التجوية الفيزيائية ينتج نوع آخر من البقع على سطح الخشب (مثل تعرضه للأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء والحرارة والرطوبة والجفاف) فقد تؤدي عمليات الأكسدة التي تتم على أسطح الخشب المقطوح حديثا للإنزيمات الموجودة في عصارة الخشب إلى حدوث تغير لوني مؤقت في بعض أنواع الخشب.

وقد يحدث تبقع كيميائي في الخشب نتيجة اتصاله بالحديد وتزداد هذه الظاهرة بصفة خاصة في أنواع الخشب المحتوية على نسبة عالية من

(1) حمزة محمد محمود : علم الأحياء الدقيقة ، ص ١٢٠.

التأين حيث تتكون في الظروف الرطبة تانات الحديد ذات اللون الأزرق المائل للسواد [١].

٣- البكتريا : Bacteria

هي من النباتات المنشقة التي تندرج تحت النباتات الأولية في المملكة النباتية وهي عبارة عن خلايا صغيرة لا ترى بعين المجهر ومتوسط قطرها ١,٢٥ميكرون [٢] وتعتبر البكتريا من الكائنات الحية متناهية الصغر وحيدة الخلية يتراوح قطر خليتها بين ٠,٥ إلى ١ ميكرون وهي مادة خالية من النباتات الراقية من حيث احتوائها على المادة الخضراء [٣].

أشكال البكتريا: يوجد منها أشكال عديدة كالكرديه والعصوية واللولبية.

(١) الشكل الكروي :

تسمى coccus وهي إما أن توجد فرادى أو تظل متصلة بعد أول انقسام وتسمى Dipolococcuy وقد تتكون في شكل سبحة أو سلسلة أو في مجموعات غير منتظمة.

(٢) الشكل العصوي:

---

(1) A. schots, F.M Dewey, R.P. oliver : Modern Asseays for plant pattogenic fang: Identification, Detection and Quantification، Cambridage, P.239.

(2) هاني حنا : مرجع سابق ، ص ٧٨.

(3) نجلاء محمود علي حسن : دراسة تقنية وعلاج وصيانة الآثار الخشبية اليونانية الرومانية والقبطية في مصر مع التطبيق على أحد الآثار الخشبية المختارة، رسالة دكتوراة – قسم الترميم – كلية الآثار – جامعة القاهرة – ٢٠٠٥م ، ص ١٩.

تسمى Baccilli وهي على هيئة عصى طويلة أو قصيرة نسبيا فيوجد العصوي القصير حيث يقرب طولها من عرضها والعصوي الطويل وتوجد الخلايا مفردة أو في سلاسل [١].

(٣) الشكل اللولبي:

وتشتمل البكتريا اللولبية على ٣ طرز :

أ- البكتريا الحلزونية: وهي حلزونية الشكل متصلبة الجدار.

ب- البكتريا الضمية : وهي دائرية أو ضمية الشكل وتتحرك بالأسواط [٢].

تتعدد أنواع البكتريا بصورة فائقة للتصور فلكل نوع من أنواع البكتريا تعطى غالبا الفرصة لإضافة الأخشاب بأنواع جديدة من الكائنات الحية الدقيقة الأخرى وذلك عندما تسمح بذلك الظروف كالحرارة والرطوبة والأس الهيدروجيني والأكسجين بالإضافة إلى الضغط الأسموزي [٣]

العوامل الطبيعية المؤثرة على نمو البكتريا:

توجد كثير من العوامل الطبيعية التي تؤثر في نمو البكتريا ويجب العمل على تهيئتها حتى تحصل على أقصى درجات نمو إذا كان الكائن مرغوياً في نموه ويمكن الحد من فعاليته هذه العوامل لوقف نمو الكائنات الضارة ومن أهم هذه العوامل [٤].

---

(1) عصام محمد سيد : دراسة تأثير التلف العضوي على بعض المنشآت الأثرية ، رسالة دكتوراه ، ص٣٨.

(2) عبد اللطيف عبد اللطيف حمد : دراسة معملية وتطبيق العوامل تلف المخطوطات البردية وطرق علاجها وصيانتها وترميمها ، ١٩٩٩ ، ٧١٤.

(3) هاني حنا عزيز حنا : دراسة في علاج وصيانة الأخشاب الأثرية المنفذة بأسلوب الخرط مع تطبيقات عملية في هذا المجال ، رسالة دكتوراه ، ٢٠٠٣ ، ص ٧٨.

(4) مصطفى مصطفى السعد : صيانة المخطوطات علما وعملا ، ص ٦٤ – ٦٥.

(١) الحرارة:

تعتبر الحرارة عاملا أساسيا يؤثر على نمو البكتريا ولكل نوع من أنواع البكتريا درجة حرارة مثلى للنمو ومعظم أنواع البكتريا تنمو في درجات حرارة متوسطة وتعتبر درجة الحرارة المثلى للنمو من (٢٥ – ٣٥ درجة) [١].

(٢) الرطوبة:

يكون الماء من ٧٠% إلى ٩٠% من مكونات الحلية البكترية وحيث أن البكتريا تتغذى بالانتشار الغشائي فإن الماء ضروري لحياتها ليذيب المواد الغذائية للخلية وليعمل المواد التالفة خارج الخلية وللمحافظة على رطوبة البروتو بلازم والرطوبة المناسبة تتراوح بين (٧٥-٨٠%) [٢].

(٣) الأس الهيدروجيني:

تفضل البكتريا الوسط المتعادل وهناك أنواع تعيش في الوسط المتعادل وهناك أنواع تعيش في الوسط الحمضي مثل بكتريا حمض اللاكتيك وبكتريا الكبريت الكيمو معدنية التغذية [٣]

كما أن للبكتريا القدرة على النمو في البيئة القاعدية (PH) ويطلق عليها ١سم البكتريا البحرية [٤].

---

(1) Ciays ud, Bungay , suffix : Oxford concise science dictionary, second edition, New York 1984 p.341-280.

(2) عصام محمد سيد : مرجع سابق ، ص ٣٨.

(3) عبد اللطيف عبد اللطيف : مرجع سابق ، ص ١١٤.

(4) نجلاء محمود علي حسن : مرجع سابق ، ص ١٩.

(٤) الأكسجين:

بعض أنواع البكتريا تستطيع النمو بدون أكسجين وهي بكتريا لا هوائية والبعض الآخر لا يستطيع النمو بدون أكسجين وهي بكتريا هوائية [١].

(٥) الضوء:

يوجد أنواع قليلة من البكتريا التي تحتاج للضوء منها غالبية أنواعها تهلك إذا تعرضت للضوء ولاسيما الأشعة الزرقاء والبنفسجية والفوق بنفسجية[٢].

(٦) الضغط الأسموزي:

بزيادة الضغط الأسموزي تموت خلايا البكتريا وبصفة عامة فإن خلايا البكتريا مقاومة للضغط الأسموزي العالي تفوق مقاومة الخلايا النباتية والحيوانية[٣].

(٧) التغذية:

أغلب أنواع البكتريا غير ذاتية التغذية تعيش على أنسجة ميتة وتسمى مترممة أو على أنسجة حية وتسمى متطفلة وبعضها تنشئ المواد العضوية من مواد غير عضوية باستخدام الطاقة الكيميائية الناتجة عن أكسدة بعض المركبات وتسمى كيميائية التغذية مثل البكتريا التي تؤكسد الأمونيا إلى نيتريت كما تقوم بعض الأنواع

---

(1) عبد اللطيف عبد اللطيف : نفس المرجع ، ص ١١٤.

(2) هاني حنا عزيز حنا : مرجع سابق ، ص ٧٨.

(3) سعد علي زكي محمود وعصمت خالد علام : أمراض النبات البكتيرية والفيروسية ، الطبعة الثانية ، ١٩٩٦، مكتبة الأنجلو المصرية ، ص ٣٧.

بالبناء الضوئي مثل بكتريا الكبريت والتي تحتوي على نوع خاص من الكلوروفيل البكتيري وتستطيع بواسطته استخدام الطاقة الضوئية وبناء المركبات العضوية [١]

تأثير البكتريا على الأخشاب :

بالرغم من أن البكتريا لا تعتبر من عوامل التلف الرئيسية في الأخشاب مقارنة بالفطريات إلا أن لها القدرة على إصابة الأخشاب الأثرية وخصوصا المدفونة في التربة أو المغمورة في الماء وبناء على ذلك يقل دور البكتريا الهوائية في تلف الأخشاب الخارجية ولقد تناولت العديد من الأبحاث الدور الإتلافي الذي تسببه البكتريا للأخشاب[٢] والذي اقتصر على مهاجمة الجدر الخلوية الخشبية وتلف الأغشية النقرية pitemembrance والتعديد على النتروجين الموجود بها كما تستخدم العصارة الخشبية الذاتية وتتفاعل مع الكائنات الأخرى المهاجمة للخشب [٣].
يمكن تقسيم الأنواع المختلفة من البكتريا وفقا لشكل التلف النباتي إلى :

(١) بكتريا محللة لأغشية التقشر.
(٢) بكتريا محللة للجدر الخلوية للخشب [٤]

---

(1) Kathleen Talaro, Arthur talaro : foundation in microbiology, 1996, London.

(2) السيد عزت قنديل ، عطا الله أحمد أبو الحسن ، إبراهيم السيد جبر الله ، سمير فؤاد علي توفيق : حماية أخشاب المباني الأثرية ، الناشر منشأة المعارف بالأسكندرية ، ٢٠٠٤ ، ص ١٢٦.

(3) Hedges. J.I: "The chemistry of archaeological wood" from archeological wood a diances in chemistry series, 225.

(4) سامح محرم شبين : علاج وصيانة الأبواب الخشبية المصفحة بالبرونز تطبيقا على باب من العصر المملوكي بالمتحف الإسلامي بكلية الآثار جامعة القاهرة ، ٢٠٠٠م ، ص ١١٧.

البكتريا المحللة لأغشية التقشر:

هذه البكتريا تدمر أغشية التقشر من خلال العصيات وبارثيمة الأشعة في الخشب الأثري الرطب أو الجذوع المخزنة في الماء وهذا النوع يصيب الأخشاب اللينة أكثر من الأخشاب الصلبة ويصيب الخشب العصاري أكثر من الخشب الصميمي ويجب ذكر الإصابة بهذه البكتريا يؤدي إلى زيادة المسامية وتزيد من مقاومة أنواع السوائل [١].

(٢) البكتريا التي تصيب جدران الخشب:

البكتريا المكونة للأنفاق Tuneling bacteria:

يكون سطح الخشب المصاب بهذا الطراز من البكتريا لينا بني اللون وقد يصبح لون الخشب في بعض الحالات مائل للرمادي وذو ملمس وقوام دهني Butterylike consistencey وما زال تعريف هذا النوع من البكتريا غير مؤكد ولكنها تتحرك ذاتيا بدون أسواط ومتعددة الأشكال ومنتجة لمواد مخاطية تحلل السليلوز واللجنين وهذه الصفات تتشابه مع صفات البكتريا الـ gliding bacteria وقد اتضح من خلال الفحوص أن البكتريا أحادية الخلية [٢].

ميكانيكية التلف بها:

قد اتضح من خلال الفحوص من أن البكتريا أحادية الخلية تحفر أنفاقا في طبقتي S_1 و S_2 وأن كل نفق يحتوي على خلية بكتيرية واحدة bacterium في نهاية طرفه وتبدأ عملية اختراق الجدار الخلوي عندما تلتصق الخلية البكتيرية بسطح طبقة S_3 للجدار الخلوي بواسطة مادة مخاطية extracellular)

---

(1) صفا عبد القادر : دراسة تنفيذ وعلاج وصيانة المراكب الخشبية الأثرية في العصر الفرعوني تطبيقا على أحد العناصر ، ص ١٤٩.

(2) د/ نسرين محمد : مرجع سابق ، ص ١١٥.

(capsular glayco calyx) حيث تغطي هذه المادة الخلية البكتيرية حتى أثناء نشاطها في الحفر ويسمح التلف الأغلالي لطبقة S_3 للخلية البكتيرية أن تتعمق في الجدار الخلوي للخشب ثم تكون المادة الغلافية أي مدخل النفق قبوي الشكل مكون من عدة طبقات ويحدث الانقسام البكتيري أسفل سطح طبقة S_3 ثم تتكون الأنفاق عندما تتقدم البكتريا إلى كل من طبقتي S_1 و S_2 الواضح أن تكوين الأنفاق داخل الجدر الخلوية للخشب ينتج عن قدرة البكتريا على تحلل السليولوز[1] كما أثبتت الأبحاث الحديثة أن لهذه البكتريا القدرة أيضا على تحلل اللجيتين ويتسبب هذا النوع من البكتريا في ليونة سطح الخشب المصاب وفقد نهائي لقوى الألياف في مناطق الإصابة، وتكون طبقات السطح ذات ملمس إسفنجي ويسهل خدشها بالأظافر [2].

(٢) بكتريا التجاويف Cavitations bacteria :

لها القدرة على تكوين تجاويف غير منتظمة مختلفة الأحجام بجدر خلايا الخشب خاصة في طبقة S_2 وتبدأ هذه التجاويف صغيرة ثم تزيد في الحجم مع تقدم الإصابة حيث تميل للشكل الطولي.

العلاقة بين بكتريا التجاويف وفطريات العفن الطري:

تكون تجاويف البكتريا عكس التجاويف الناتجة عن العفن الطري أكثر أو أقل تعامدا مع المحور الطويل للألياف، وتوجد مادة في منطقة النقر أو جوارها مما يرجح أن الهجوم يبدأ من حجرات النقر Pit Chambers وعادة ما يصاحب هذا النوع من البكتريا الإصابة بالعفن الطري [3].

---

(1) هاني حنا : مرجع سابق ، ص ١٧.

(2) Eaton. R.A, : Hala M.D.C wood decay pests and protection chamal Hal 1st ed London، 1993 , p.150.

(3) نادية أحمد محمد : مرجع سابق ، ص ٢٨٣.

(٣) البكتريا الناقرة:

قد ظهر هذا الطراز من الإصابة على الأخشاب الصلبة واللينة المعالجة وغير المعالجة الموجودة في بيئات مختلفة.

ميكانيكية تلفها:

تلتصق الخلية البكتيرية التابعة لهذا الطراز من البكتريا على أسطح الفراغات الخلوية لخلايا الخشب من خلال تكوين glycocalyx فتتكون مساحات كبيرة مغطاة بالبكتريا وتفقد أسطح الفراغات للجدر الخلوية للخشب عند إصابتها بهذا الطراز من البكتريا مظهرها الأصلي وتصبح غير منتظمة ومليئة بالثقوب والنقر إن قدرة هذا الطراز من البكتريا لتحلل المواد الخشبية الملجنة وتكسير اللحنين بمنطقة الصفيحة الوسطى من خلال نظام أنزيمي [١]

تقسيم البكتريا من حيث حاجتها للأكسجين.

البكتريا الهوائية:

تعيش هذه النوعية من البكتريا حيث يتوافر غاز الأكسجين بصورة أساسية وتحلل هذه النوعية السليلوز إلى كلوجوز ثم إلى ثاني أكسيد الكربون.

البكتريا اللاهوائية:

يمكن لهذه النوعية من البكتريا أن تعيش وتتكاثر في معزل عن غاز الأكسجين فتتكاثر على سبيل المثال تحت سطح التربة تحلل البكتريا اللاهوائية

---

(1) نسرين محمد نبيل : مرجع سابق ، ص ١٦٦.

السليلوز إلى أحماض عضوية وثاني أكسيد الكربون وهيدروجين وميثان عن طريق إفراز بعض الأحماض المدمرة للآثار الخشبية [1].

تقسيم البكتريا من حيث التغذية:

- **البكتريا الكبريتية:**

يعتمد هذا النوع من البكتريا على وجود الكبريت في التربة حيث تكون كمية الكبريت في الأرض الزراعية كبيرة ولكن تتزايد النسبة في المناطق الصالحة الزراعية بالإضافة إلى أن هذا النوع من البكتريا يقوم بتحويل المواد الموجودة في التربة إلى أملاح الكبريت وباندفاع الماء من التربة فيسبب في تحويل مركبات الكبريت إلى حمض الكبريتيك فيتركز قد يصر إلى ١,٥.

- **البكتريا البترية:**

يقوم هذا النوع من البكتريا بأكسدة النشادر في ماء المطر ومخلفات الطيور فيحولها إلى حمض النيتريك المخفف والتلف الناتج عن هذا النوع يتمثل في أن بعض أنواع هذه البكتريا تفرز نوعان من الإنزيمات التي تحلل مكونات الخشب لإنتاج الطاقة اللازمة لها لإجراء العمليات الحيوية الخاصة بالبكتريا نفسها.

- **البكتريا المفرزة لإنزيم السليلاز:**

يهاجم السليلوز عدد من أنواع البكتريا التي تفرز إنزيم يطلق عليه السليلاز (cellulouse) فيقوم بتحليل السليلوز إلى سليوبيوز cellobiose ثم يعمل نوعا آخر من البكتريا على تحلل السليوبيوز إلى وحدات من سكر الجلوكوز ومن الجدير أن البكتريا لا تلجأ إلى إجراء تلك العمليات المعقدة إلا في حالة عدم وجود مصدر غذائي آخر سوى الخشب إلا إذا تم تحت الماء وتميل البكتريا بصفة عامة إلى تكوين مستعمرات من الخلايا البارتثيميد باستعمال البروتين كمصدر لها والبكتريا لها القدرة

(1) نجلاء محمود: مرجع سابق ص:١٩١، ١٩٢.

على إصابة بعض الأغشية الرقيقة للخلية وأيضا تهاجم الجذر الخلوية حيث وجد أن لها القدرة على تحطيم الكربوهيدرات واللجنين [١]

٣- الاكتيوميسينات Actinomycetes :

تمثل مجموعة ثالثة من الكائنات الحية الدقيقة تقع بين البكتريا البسيطة التركيب والفطريات.

فهي مجموعة تتداخل جذورها مع كل من المجموعة الأكثر بدائية والمجموعة الأكثر تطورا وهي مجوعة الاكتيومسينات [٢] فيتراوح أقطارها بين ٠,٥ : ١ ميكرون وفي بعض الأجناس قد تصل إلى ٢ ميكرون [٣].

* تتميز أفرادها بتكوين جيسليوم خطي متفرع مكون من هيفات رقيقة وطويلة غير مقسمة بجدر عرضية وذات تفرعات عديدة.

رتبة الأكتنوميسيتالات Actinomycetales :

١- خلايا أفرادها مستطيلة (عصوية) تميل إلى التفرع فتبدو كخيوط متفرعة وفي بعض العائلات ويتكون ميسليوم يشبه هيفات الفطريات إلا أنها دقيقة الحجم والخيوط قد تكون قصيرة جدا كما في عائلة ميكوبكتيرية والاكتينوميسنيه أو خيوط طويلة كما في عائلة ستربتوميسيتيه وتلتف الخيوط (الهيفات) يؤدي إلى تكون أشكال كروية أو مستطيلة دفيترية

---

(1) السيد عزت قنديل ، عطا الله أحمد أبو الحسن ، إبراهيم السيد خير الله ، سمير فؤاد علي توفيق : حماية أخشاب المباني الأثرية ، ٢٠٠٤ ، الناشر منشأة المعارف بالأسكندرية.

(2) عبد الرحمن محمد عبد الرحمن السروجي : دراسة تجريبية وتطبيقية للطرق الحديثة المستخدمة عالميا في فحص وترميم وصيانة اللوحات الزيتية ، رسالة دكتوراه ، ٢٠٠٢ ، ١٠٨.

(3) عبد الوهاب إبراهيم السباطي : علاج وصيانة الأخشاب الأثرية المغمورة في تربة رطبة ، رسالة ماجستير ، ١٩٩١، ص١٩٦.

أشكال عصوية غير منتظمة في صفائها التصبغية وأقطارها وغالبا تترسب في أشكال عمادية وتتخذ أشكال (V، Y،T) [1].

٢- في بعض العائلات تتكون جراثيم حقيقية محمولة على الهيفات الرأسية أو القاعدية (الأفقية) وهدف الجراثيم قد تكون مفردة على الهيفات أو في أزواج أو في سلاسل تتكون من أعداد مختلفة من الجراثيم.

٣- موجبة لصبغة جرام إلى أن هذه الصبغة صغيرة تبعا لحجم المزرعة.

٤- الميكوبكتريا تكون صاعدة للحمض الكحولي وبعض أفراد النوكارديا تكون ضعيفة بالنسبة للصمود للأحماض.

٥- جميع الأفراد هوائية ماعدا بعض أجناس عائلة أكتيوميستيه قد تكون غير هوائية اختيارا أو هوائية.

٦- أفراد هذه العائلة تكون شائعة الوجود في التربة وقليلة لوجود الماء العزب[٢].

التغذية:

وهي من الميكروبات غير ذاتية التغذية لذلك وجودها مرتبط بوجود المواد العضوية المناسبة وهي يمكنها استخدام عدة مركبات كربونية سواء بسيطة أو معقدة التركيب من أحماض عضوية وسكريات وهيدروكربونات الدفاتية ويمكن لأنواع عديدة منها أن تحلل السليلوز وتكن بمعدل بطيء ومن أشهر أنواعها المحللة للسليلوز **striptonycetes**

---

(1) محمد حلمي عبد العزيز:أساسيات في علم البكتريا، الطبعة الأولى ، دار المعارف ، ١٩٩٤ ، ص ٣٠١.

(2) عبد اللطيف عبد اللطيف حسين افندي : دراسة معملية وتطبيقية لعوامل تلف المحفوظات البردية وطرق علاجها وصيانتها وترميمها ، ١٩٩٩ ، ص ١١٦.

بالنسبة لظروف نموها:

درجات حرارة تتراوح بين ٢٨- ٣٧ درجة.

رطوبة نسبية منخفضة ٦٠ – ٨٠%.

بيئات ذات درجة حموضة (٧ – ٨)

الأكسجين الجوي ومن الصعب السيطرة عليها بالطرق الفيريوكيميائية علـــى عكس الفطريات لذلك تلعب دور هام في تحلل المواد العضوية.

ميكانيكية تلف الأكتينوميسينات:

الأكتينوميسينات Cellulolytic Actinomycetes مجموعة تـــشمل أكثـــر من عائلة ولكن بعض هذه العائلات أكثر نشاطا في تحليـــل المركبـــات الـــسليلوزية ويعتبر جنس الـــstreptomyces أنشط الأجناس في هذا التحليل وعموما نذكر أهم أجناس هذه المجموعة في تحليل السليلوز [1]

1- Streptomyces albus. **2- Streptomyces flanus.**

3- griseus. **4- lavendulee.**

5- antibiotics **6- thermomonospora curvata**

والـ Actinomyces والـ Nocardelia

ونوعيات الإصابة بهذه الأجناس قد يحدث تبعا ملون كما فـــي جـــنس الـــــ streptomy

(1) مصطفى السيد يوسف : صيانة المخطوطات علما وعملا ،عالم الكتب ، ٢٠٠٢ ، ص ٧٦.

أولا : يحدث طبقة ملونة سحيقة الأجناس باستثناء الـ Nocarcha التي قد تعطي بعض الألوان [١].

طرق مقاومة الكائنات الحية الدقيقة:

حيث أنه التحكم في البيئة المحيطة بالأثر ربما تكفي لإيقاف النمو الفطري ما عدا في حالة إصابة الخشب بالعفن الحاني Dry rot [٢].

حيث أنه ناتج عن فطر " Sepula lacrgmans " وهو فطر من الفطريات البازيدية المسببة لمشاكل كبيرة في الخشب.

وهو قادر على التعايش في ظروف جافة تصل إلى درجة رطوبة نسبية ٢٠% له قدرة فائقة لنق الماء لمسافات كبيرة نسبيا ويطلق عليه اسم "الفطريات الموصلة للماء " water-condueting fungis لذلك نلجأ لاستخدام المقاومة الفيزيائية والكيميائية [٣]

---

(1) محمد حلمي عبد العزيز : مرجع سابق ، ص ٣٠١.

(2)Johnson. G. Rae, A., Wills, B. ward, & lee, J.: Organic Materials antiqutres, ethnographa and pictroialart, British Museum , 1993, P.67.

(3) نسرين محمد نبيل : رسالة ماجستير ، مرجع سابق ، ص ١٥٦ – ١٥٧.

١- الطرق الفيزيائية:

أ- الأشعة الكهرومغناطيسية electromagnetic rays :

يمكن استخدام النوع ذات التردد العالي لإبادة الفطريات وفي بعض الكائنات الحية الدقيقة تعتبر طريقة ذات إمكانيات كبيرة يمكن استخدامها على نطاق واسع مع الآثار[١].

ومن مميزاتها:

١- إبادة الكائنات الحية الدقيقة بكل مراحل نموها.
٢- لا ترتبط عملية الإبادة بنوعية معينة من المواد.
٣- لا تضر الأشعة ذات التردد العالية بالنقوش [٢].
٤- يمكن استخدام هذه الأشعة للتعقيم وذلك بعد الانتهاء من التنظيف بشرط ضبط وتثبيت درجة الحرارة والرطوبة النسبية وحفظ الأثر داخل فترينة محكمة الغلق.

ب- أشعة جاما Gamma Rays :

أثبتت الأبحاث أن الفطريات لا تستطيع مقاومة هذه الأشعة وأن معظمها يهلك في أدنى جرعة منها.

لكن لابد من إجراء تجريب على نموذج تجريبي قبل البدء في علاجها والجدير بالذكر أنها استخدمت لتعقيم السليلوز في ظروف مختلفة.

---

(1) نجلاء محمود علي حسن : رسالة ماجستير ، ص ٢١٢.

(2) نجلاء محمود علي حسن : رسالة ماجستير ، مرجع سابق ، ص ٢١٢.

ج- استخدام نظائر المشعة :

تستخدم حديثا في عملية مقاومة الكائنات الحية الدقيقة [١] حيث يستخدم كوبالت ٦٠ الذي يعطي نتائج جيدة.

د- تأثير الأشعة الفوق بنفسجية على البكتريا:

Eeffect of ultra violet light on bacteria :

حيث تؤدي الأشعة الفوق بنفسجية وخاصة المجاورة لوحدات 2500 – 2700 انجستروم (A) إلى فعل قاتل للبكتريا [٢]، بالرغم من أن هذه الأشعة محدودة التأثير نظرا لضعف قوة اختراقها للخلايا إلا أن قليل من المجموع الأكبر لخلايا البكتريا يمكن أن ينجو من الموت [٣].

تاريخ استخدام المقاومة الكيميائية للفطريات:

المبيدات استخدمت في صورة بدائية في الأزمنة القديمة حيث اكتشف الناس فعاليتها في مكافحات الأمراض والآفات [٤].

وهناك سجلت تشير إلى استخدامها بواسطة اليوناني والروماني وكذلك في الهند فقد عرف اليوناني " فائدة استخدام الكبريت في المكافحة البيولوجية "

وقد حدث تطور كبير في المعلومات الخاصة بالمبيدات الفطرية بعد القرن ١٨ بعد التطور المذهل في الكيمياء.

---

(1) Eaton. R, : wood decay , pests and protection , London , 1993 , P.319.
(2)Sinha.U,: An introduction to bacteria , 1985. P.133.

(3) دين أ. أندرسون : ترجمة محمد أحمد حداد ، مرجع سابق ، ص ١٠٠.

(4) زيدان هندي عبد الحميد : الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات ، الجزء الأول ، الدار العربية للنشر والتوزيع ،طبعة ثانية ، ١٩٩٥ ، ص ٣٠.

وعرفت أهمية وفائدة استخدام كلوريد الزئبق كمادة حافظة ويستمر التطور في هذا المجال حتى الوقت الحالي [1].

٢- المقاومة الكيميائية:

تعتبر من أحد طرق مقاومة التلف البيولوجي سواء كان حشريا أو تلف كائنات حية دقيقة وذلك باستخدام مواد كيميائية toxic chemicals كما تعتبر وسيلة للدفاع والحماية الرئيسية ضد هجموها.

* وتتلخص هذه الطريقة في استخدام المبيدات المضادة هذه الطرق في استخدام المبيدات المضادة بالطرق المختلفة.

* ولكي يكون المبيد كوياوذو تأثير فعال لابد أن تتوافر به الشروط التالية:

١- أن يكون ذات درجة سمية عالية وتأثير فعال وقوي في الإبادة بأقل تركيز وجرعة ممكنة وفي نفس الوقت سهلة التداول والتطبيق بأمان وألا يكون ضار بالآثار أو بصحة الإنسان وليس له آثار جانبية مع انخفاض نسبة تلويثه للبيئة.
٢- أن تكون عديمة اللون لا تؤثر في لون الأثر ولا تتسبب في تغيير أبعاده عند التطبيق [2] ولا تتأثر بالظروف المختلفة مثل الحرارة والضوء للشمس وأن تكون ثابتة لا تتحلل بسرعة وذات درجة صلاحية طويلة مع طول مدة فاعليتها في الإبادة.
٣- أن تكون سهلة التسرب داخل مسام الأثر.

---

(1) Data.R.Y,: Abiologists guide to analysis & DNA Steen kundson, 2002, P.76.

(2) هاني حنا عزيز حنا : رسالة ماجستير ، مرجع سابق ، ص ٨٩.

٤- أن تكون قادرة على الالتصاق بسطح الأثر فترة طويلة لكي تمنع الحشرات من مهاجمة الأثر وألا تكون سريعة الاشتعال [١].

يمكن حصر المبيدات التي يمكن استخدامها للمقاومة الفطرية فيما يلي :

تقسم المبيدات وفقا لتراكيبها إلى ما يلي:

(١) مجموعة الكربوهيدرات celebrated Hydrocarbon:

١- الجامكان.

٢- بارادكس.

٣- والد د.ت. D.D.T

(٢) مجموعة الفينولات الكلورية Chlorinated phenols:

١- بنتاكلور فينول ومشتقاته.

٢- بنتاكلور فينول الصوديوم.

٣- لوريل بنتا كلوروفيان.

(٣) مجموعة المركبات الفينولية pehnolic compounds:

١- الثيمول.

٢- أورتوفينيل فينول.

٣- الساليسيل اينليد.

٤- المينا كرسنريل اسيتان

---

(1) نجلاء محمود علي حسين: مرجع سابق ، ص ٢١٣.

(٤) مجموعة المبيدات الغازية :

١- ثاني كبريتيد الكربون.

٢- بروميد الميثيل.

٣- أكسيد الإيثلين مخلوطا بغاز Co_2.

(٥) مجموعة غير محددة Miscellaneous:

الليثيان + المجموعة السابقة الذكر تستخدم على هيئة محلول في إناء أو في مذيبات العضوية [١]

(٦) مجموعات أخرى من المبيدات الغازية أو المركبات الطيارة وتتكون من:

- **الفورمادهيد.**
- **ثاني أكسيد الإيثيلين.**
- **رابع كلوريد الكربون [٢]**

وتعتبر أشهر المبيدات الفطرية:

فلوريد الصوديوم (Naf)

فلوريد ماغنسيوم والسليكون (Mg_2Sif)

بنتاكلورو فينول (C_6Hcl_5)

بالإضافة إلى الزركون والثيمول [١].

---

(1) نجلاء محمود علي حسين : مرجع سابق ، ص ٢١٥.

(2) محمود مرسي : المقاومة الحيوية لأمراض النبات ، دار المعرفة ، ١٩٩٨ ، ص ١١٥.

وبصفة عامة تتبع الطريقة الآتية لصيانة الأخشاب من الإصابة بالفطريات:

١- نسقى أطراف الأخشاب بالشمع السائل أو بورنيش السيليكون وذلك لسد مسامها وعزلها عن الجو.
٢- تسقى الأجزاء التي تلامس أرضيات المتاحف أو أماكن العرض بمحاليل المبيدات الكيميائية ويمكن استخدام محلول فلوريد الصوديوم التجاري ويحضر بإذابة ٥جم في كل لتر من الماء أو محلول فلوريد الماغنسيوم (التجاري) ويحضر بإذابة ٢٥٠جم في كل لتر من الماء ويقلب باستخدام عصاه خشبية.
٣- تفادي التغيرات المستمرة في درجات الرطوبة النسبية.
٤- تثبيت الرطوبة النسبية عند درجة تتراوح بين ٥٥، ٦٥% في درجة حرارة تتراوح بين ١٧، ٢٥ مئوية [٢].

حساسية البكتريا للمضادات الحيوية:

Sensitivity of bacteria to antibiotics

توجد كميات متعددة الآن من المضادات الحيوية بعضها يمنع نمو البكتريا ذات الخصائص المعينة بينما تمنع المضادات الحيوية الأخرى ذات المجال الواسع نمو كثير من أشكال البكتريا [٣]

---

(1) نجلاء محمود علي حسين : ص ٢١٥.

(2) عبد المعز شاهين : مرجع سابق ، ص ٢٧٤.

(3) سعد علي زكي محمود : عصمت خالد عثمان ، أمراض النباتات البكتيرية والفيوروسية ، الطبعة الثانية ، مكتبة الأنجلو المصرية ، ١٩٩٦ ، ص ١٩٥.

ثالثاً : التلف البيولوجي :

Trypodendron lineatum (Scolyidae)

The striped ambrosia beetle

الخنفساء العطرية المخططة

* الحشرات البالغة Adults :

يبلغ طولها ٣,٥ مم ، ذات لون أسود لامع أو بني ذو خطوط باهته على طول الظهر، والأجنحة عمديه ، كما يختلف شكل الرأس بين الذكور والإناث•.

* الضرر Damage :

تقوم الحشرات البالغة بإحداث ثقوب وتجاويف داخل الأخشاب ، كما أنها تتغذي هي وصغارها من اليرقات على الأخشاب ذات الرائحة العطرة وخشب النسغ أيضاً حيث تحدث دهاليز بداخل خشب النسغ ، وفضلات ذلك النوع من الحشرات ذات لون أبيض. ••

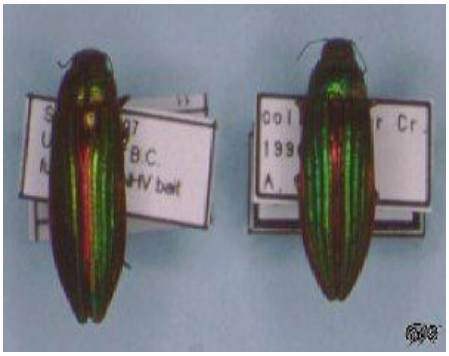
(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.pestcontrolcanada.com/powderpostbeetles.html 4 / 2 / 2009.

Buprestis aurulenta (Buprestidae)

the golden Buprestid

* الحشرات البالغة Adults :



وهي ذات لون أخضر معدني لامع مصحوب بخط أحمر على طول الحواف ، كما أنها غمدية الأجنحة ، وبرونزية اللون من أسفل ، كما أنها سطحها الغمدي يتميز بوجود مسافات واسعة تفصل بينها ضلوع أو حروف ضيفة• .

* الضـــــرر Damage :

حيث تضع البالغات أو الحشرات اليافعة بيضها في اللحاء وعندما تنمو اليرقات تقوم بعمل حفر داخل الخشب وتملئ هذه الحفر بالفضلات ودائماً ما تكون هذه الحفر بيضية الشكل ومسطحة••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.pestcontrolcanada.com/powderpostbeetles.html 4 / 2 / 2009.

Trachykele blondeli (Buprestidae)

the western cedar borer

* الحشرات البالغة Adults :

وهي خنفساء ذات لون أخضر زمردي ، ولها بريق ولمعان الذهب ، ويبلغ طولها من ١١ إلي ١٧ مم ، كما أن الأجنحة غمدية وبها كثير من البقع السوداء• .

* الضـــــرر Damage :

تقوم الحشرات البالغة بعمل حفر داخـــل الخشب ، كما أنها تصل إلي خشب القلب الصلب Hard Wood داخل الأشـــجار وتقوم بعمل أنفاق بداخله ، لذلك نجد أن الحشرات ويرقاتهـــا تـــدهور الأعمـــدة والالواحة الخشبية••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.pestcontrolcanada.com/powderpostbeetles.html 4 / 2 / 2009.

Monochamus spp. (Cerambycidae)

sawyer beetles

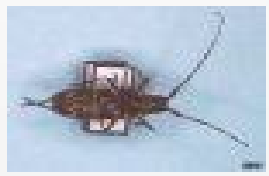
الخنافس الناشرة للخشب

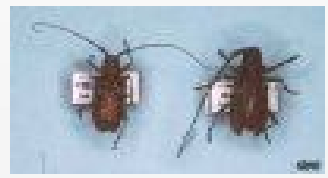
* الحشرات البالغة Adults :

لها قرون استشعار والجسم مستطيل شبه اسطواني ويحتوي على نتوءات مخروطية الشكل على الجوانب وتتميز قرون الاستشعار بأنها طويلة جداً(•).

* الضـــــرر Damage :

تقوم الحشرات اليافعة بعمل حفر وشقوق وقنوات داخل الخشب ، والفتحات التي تخرج منها الحشرات البالغة دائرية الشكل ، وثقوب اليرقات بيضية الشكل ممتلئة بالفضلات ، كما أن اليرقات من الممكن أن تحُدث أنفاقاً لمدة تزيد عن العام الواحد داخل الخشب (••).





(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.pestcontrolcanada.com/powderpostbeetles.html 4 / 2 / 2009.

Ergates spiculatus (Cerambycidae)

the timberworm

* الحشرات البالغة Adults :

وهي حشرة كبيرة الحجم يبلغ طولها حوالي من ٦٠ – ٧٠ مم ، ومسطحة بشكل خفيف وجوانب الصدر تكون شائكة •.

* الضـــــرر Damage :

تحُدث الحشرات اليافعة ويرقاتهـــا ثقوبـــاً وحفر كبيرة وأنفاق معبأة فـــي الفـــضلات داخل الخشب••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.pestcontrolcanada.com/powderpostbeetles.html 4 / 2 / 2009.

Opsimus quadrilineatus (Cererambycidae)

spruce limb borer

* **الحشرات البالغة Adults :**

خنفساء صغيرة بنية اللون، العيون منقسمة إلي جـــزئيين، وبها جوانب لها نتوءات متجهة إلي الخلف• .

* **الضـــــرر Damage :**

تحدث هذه الخنفساء أنفاق وثقوب مليئة باليرقـــات بـــشكل مكثف••.

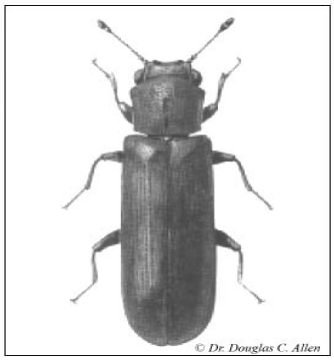
(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.pestcontrolcanada.com/powderpostbeetles.html 4 / 2 / 2009.

Hemicoelus gibbicollis (Anobiidae)

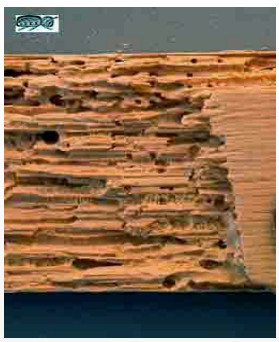
the Pacific powder-post beetle

* الحشرات البالغة Adults :



الحشرات البالغة يبلغ طولها مـــن ٢,٥ – ٥,٥ مـــم ، والأجنحة غمدية مستقيمة ومغطاة بشعر مصفر قصير ، والصدر يكون أضيق من الأجنحة الغمدية بشكل ملحوظ ، وعند مشاهدتها من الجانب نلاحظ أن لهـــا نتـــوءات واضحة المعالم•.

* الضـــــرر Damage :



تعد هذه الخنفساء هي الأكثر خطورة على الإطلاق من كل أنواع الخنافس حيث أنها تهاجم خشب النسغ غير المتعفن بشكل متكرر إلي أن يتدمر ويسحُق تماماً••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.pestcontrolcanada.com/powderpostbeetles.html 4 / 2 / 2009.

Anobium punctatum (Anobiidae)

the furniture beetle

خنفساء الأثاث

* الحشرات البالغة Adults :

وهي خنافس اسطوانية أو بيضية الشكل ، بنية اللون ، يبلـــغ طولها ٢,٧ – ٤,٥مم•.

* الضـــــرر Damage :

تهاجم كلاً من اليرقات والبالغات منتجـــات الأخـــشاب وتكون أنفاق عميقة كما أنها تغزو خشب النسغ إلـــي أن تسحقه كاملاً••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.pestcontrolcanada.com/powderpostbeetles.html 4 / 2 / 2009.

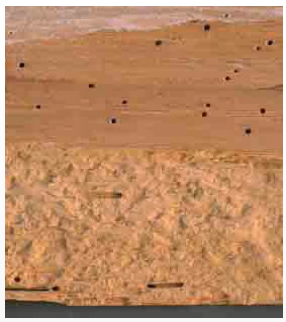
Lyctus spp. (Lyctidae)

the powder-post beetles

خنفساء البودر

*** الحشرات البالغة Adults :**

اللون أما بني لامع أو أسود ، والأجنحة غمدية ضيقة مسطحة وهزيلة ، ويتراوح طولها من ٣ – ١٦ مم ، وتكون الأطوال الأكبر مقوسة بشكل طفيف ويكون لونها أبيض مصفر[•].



*** الضرر Damage :**

تقوم الحشرات البالغة واليرقات بالحفر والتنقيب في المنتجات الخشبية الجافة (المجففة) وتقوم بعمل ثقوب دائرية داخل الخشب، وهذه العائلة هي الأكثر تدميراً والأشد خطراً بين العائلات التي تهاجم منتجات الخشب [••].

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.pestcontrolcanada.com/powderpostbeetles.html 4 / 2 / 2009.

Zootermopsis angusticollis (Hodotermitidae)
the Pacific dampwood termite
من عائلات النمل الأبيض

* الحشرات البالغة :Adults

* لها زوجان من الأجنحة لهما نفس الحجم والشكل ذات لون بني داكن ، مليئة بالعروق، يصل طولها ٢٥مم والأجسام مسطحة بنية اللون .

* الحورية تكون بدون أجنحة ولونها أبيض مصفر وطولها ٣ – ١٥مم .

* الجنود ذات لون بني فاتح ولها رأس كبير مسلحة بفكوك كبيرة وسوداء ومسننة ويتراوح طولها من ١٠ – ٢٠ مم •.

* الضـــــرر Damage :

تقوم الحشرات البالغة بإحداث ثقوب وتجاويف داخل الأخشاب، كما أنها تتغذي هي وصغارها من اليرقات على الأخشاب ذات الرائحة العطرة وخشب النسغ أيضاً حيث تحدث دهاليز بداخل خشب النسغ، وفضلات ذلك النوع من الحشرات ذات لون أبيض.••

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

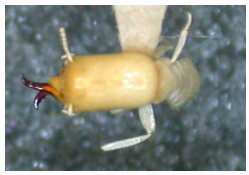
Reticulitermes hesperus (Rhinotermitidae)
the western subterranean termite

من عائلات النمل العربي

* الحشرات البالغة Adults :

* المنتجين منها ذوي أجنحة ولونها بني داكن مائل إلي الأسود وأجسامها اسطوانية الشكل، وتقريباً ٤مم في الطول والأجنحة طويلة وشفافة .

* الشغالين منها ذات أجسام بيضاء رمادية، وتقريباً ٥مم في الطول.



* الجنود وهي ذات رؤوس ضخمة وفكوك سفلية بارزة ، وتقريباً ٧مم في الطول•.

* الضرر Damage :

يتغذي هذا النوع من النمل الأبيض بشكل أساسي على الخشب الربيعي ويترك الخشب الصيفي والذي يكون أكثر صلابة ، ويقوم هذا النمل الأبيض ببناء أنابيب شبه ترابية في الأساسات لكي يصل إلي أماكن الأخشاب••.

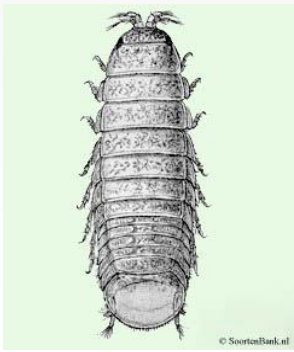
(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Limnoria lignorum (Limnoriidae)

the gribbles

* الحشرات البالغة Adults :



تشبه حشرة الخشب العادية ، ٦ مم في الطـــول ، ولهـــا سبعة أزواج من الأرجل وأربعة أزواج من فتحات الفم •.

* الضـــــرر Damage :

تتغذي بشكل جماعي وتقوم بتلف كل الأخشاب التي لم يتخللها مادة وقائية حافظة وتصبح أماكن التلف شبه اسطوانية مجوفة ، وهذه الحشرات عادة مـــا تهاجم الدعامات الخشبية وعادة ما تهاجم بأعـــداد كبيرة من الحشرات••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Bankia setacea (Teredinidae)

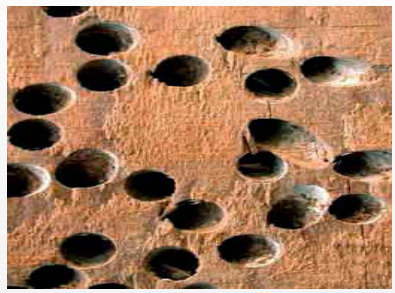
the shipworms

* الحشرات البالغة Adults :

الجسم يشبه جسم الديدان ، وله زوج من السيفونات في نهايته الخلفيـــة ، ويـــصل طولها إلي ٦٠ سم وقطرها حوالي ٢٠ مم•.

* الضـــــرر Damage :

تكون أنفاق مبطنة ومحشوة بمادة كلسيه جيرية بيضاء صلبة ، وتستقر اليرقـــات داخل الدعامات الخشبية ويصبح الخشب مليء بالثقوب تماماً••.



(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Dendroctonus ponderosae (Scolytidae)

mountain pine beetle

* الحشرات البالغة Adults :

تكون الحشرات البالغة ثمينة، سوداء اللون اسطوانية، ويتراوح طولها من ٤ – ٧,٥مم ، ولها قرون استشعار تكون صغيرة ومثنية ، ولها رأس أكثر وضوحاً إذ شوهدت من أعلي ، وتكون اليرقات بيضاء اللون مقوسة بدون أرجل ولها رأس وفك سفلي مميز وهناك أربعة أطوار يرقية منها •.

Larvae

* الضـــــرر Damage :

تهاجم الحشرات البالغة الأشجار الحية، وتكوَن البيض في دهاليز يصل طولها إلي ٩٠سم، وتكون هذه الحشرات البالغة فطريات زرقاء اللون في الخشب كما أنها تعد هذه الحشرات من أكثر الخنافس تدميراً للحاء وللأخشاب الجافة••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Dendroctonus rufipennis (Scolytidae)

spruce beetle

* الحشرات البالغة Adults :

وهي حشرة ذات لون بني محمر ، وتكون الأجنحة غمدية ، ويبلغ طولها حوالي من ٤ – ٧ مم•.

* الضـــــرر Damage :

تحدث هذه الحشرات واليرقات توقعات لونية على الخشب ، كما أنها تقوم بإحداث شقوق طولية وحفر وثقوب وأنفاق داخل الخشب ••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Dendroctonus pseudotsugae (Scolytidae)

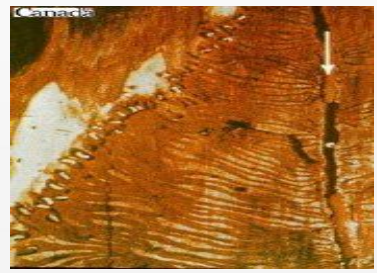
Douglas-fir beetle

* الحشرات البالغة Adults :

تكون الحشرات البالغة شبيهة في الحجم Dendrotonus ponderosae وهي حشرات لها أجنحة غمدية تتميز بأنها ذات سطح صلب• .

* الضـــــرر Damage :

تقوم هذه الحشرات بعمل دهاليز داخل الخشب بعمق حوالي ٥٠ سم ومتوسط ٢٥سم كما أنها تحدث تجاويف أو جيوب ضيقة في منشور الخشب كما أن يرقاتهـا تتـرك فـضلات وإفرازات لينة داخل الشقوق فـي الخـشب ، وتعـد هـذه الحـشرة مـن أهـم الخنـافس عـداءاً للحـاء ولخـشب Douglas-fir بكل أنواعها••.

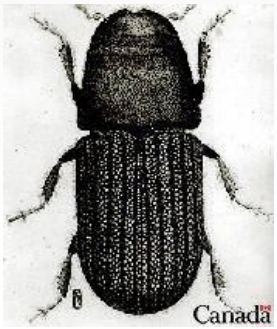


(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Dendroctonus brevicomis (Scolytidae)

western pine beetle



* **الحشرات البالغة Adults :**

الحشرة البالغـــة ويرقاتهـــا تـــشبه **Dendroctonus Ponderosae** ، ويبلغ طولها من ٣ – ٥ مم• .

* **الضـــــرر Damage :**

الحشرات البالغة تتواجد بشكل عشوائي حيـــث تتواجد على ألياف الخشب وتتفرع بـــداخلها ، كما أن هذه الحشرات تحـــدث ثقـــوب داخـــل الخشب وتترك البيض بداخل تلـــك الثقـــوب ، وعند هجوم تلك الحشرات تحدث أنابيب دقيقة عشوائية على سطح الخشب وكذلك غبار أحمر ناتج عن حفر تلك الأنابيب••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Dryocoetes confusus (Scolytidae)

western balsam bark beetle

* الحشرات البالغة Adults :

يبلغ طولها من ٣,٤ – ٤,٣ مم كما توجد هناك فرشاة كثيفة من الهلب الأصفر (الشعر الأصفر) على الانثي ، لكن جبهة الذكر تكون غير كثيفة الشعر•.

* الضـــــرر Damage :

هذه الحشرات تنتشر في الدهاليز داخل الأخشاب وتقوم بإحداث خدش على سطح الخشب كما أنها تترك بقع زرقاء على سطح الخشب وبداخله وتقوم بإحداث ثقوب مجوفة داخل الخشب ، كما أن هذه الحشرات تعد الأكثر تدميراً من بين كل أنواعها••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

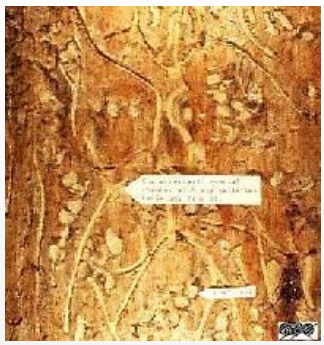
(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Ips spp. (Scolytidae)
engraver beetles
الخنافس الحافرة

* الحشرات البالغة Adults :

تكون الحشرات البالغة ذات لون بني محمر يميل للسواد، لامعة غالباً، ويتراوح حجم خنافس اللحاء الاسطوانية من ٣ – ٦,٥مم ، وهناك خاصية مميزة بهذا النوع من الحشرات وهي التجويف الواضح في النهاية الخلفية للأجنحة الغمدية للحشرات البالغة والذي تحفه من كلا الجانبين أشواك أو نتوءات تشبه الأسنان من ٣ – ٦ (العدد) ، وتكون اليرقات لها غشاء بني اللون في الرأس والجسم أبيض اللون وتكون عديمة الأرجل(•).

* الضـــــرر Damage :



أنواع مختلفة من هذه الحشرات تعد مسببة للضرر والإصابة لأنواع مختلفة من السنوبر وتغزو أنواع عديدة منها ، كما تحدث هذه الحشرات ويرقاتها أنفاقاً ودهاليز داخل الخشب لذلك سميت هذه الحشرات بالخنافس الحافرة للخشب(••).

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Scolytus ventralis (Scolytidae)

the fir engraver

حافرة خشب التنوب

* الحشرات البالغة Adults :

يبلغ معدل طول البالغين ٤ مم ، وتعد من أكبر أنواع Scolytus ، كما تتميز البالغين بوجود تجويف بطني من الخلف•.

* الضرر Damage :

تهاجم هذه الحشرات أخشاب التنوب وتحدث بها العديد من الدهاليز وتترك بداخلها اليرقات والبيض كما أنها تقوم بالحفر بعمق داخل الأخشاب وتحدث تجاويف مركزية بالداخل••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Phloeosinus spp. (Scolytidae)

cedar bark beetle

* الحشرات البالغة Adults :

اللون بني محمر، غالباً ما يكون لامـــع، تبلغ حوالي ٢٤ مم طولا•.

* الضـــــرر Damage :

تحتاج هذه الحشرات في الغالـــب إلـــي الأشجار الضعيفة لكي تقوم بالحفر فـــي داخلها وإحداث تجاويف ودهاليز تتـــرك بداخلها البيض ، كما أنها تهاجم أخشاب الأرز بصفة خاصة••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Agrilus anxius (Buprestidae)

the bronze birch borer

* الحشرات البالغة Adults :

نحيلة شبه اسطوانية الشكل، يبلغ طولها من ٧ – ١١ مم، داكنة اللون برونزية وانسيابية الشكل، كما أن يرقاتها ذات لون عاجي •.

* الضرر Damage :

تهاجم الأشجار الضعيفة والحشرات البالغة لا تتسبب بالإصابة بشكل مباشر حيث يتم وضع البيض داخل اللحاء في الأغصان وتخترق اليرقات القلب وبعض ذلك تحفر إلي أن تصل إلي اللحاء ، كما يلاحظ أن الإنفاق جميعها منفصلة ولا تنشأ من نفس النفق الرئيسي ••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Pissodes terminalis (Curculionidae)

lodgepole pine terminal weevil

* الحشرات البالغة Adults :

وهي حشرة متعددة الألوان ما بين الأصفر والبني، ويبلغ طولها حوالي من ٧ – ٥ مم، وتتميز بقرون الاستشعار كاملة النضج والتي تميز هذه العائلة •.

* الضرر Damage :

تقوم الحشرات ويرقاتها بالحفر في منطقة اللحاء القلبية (القلب) ••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Pissodes strobi (Curculionidae)

The Sitka spruce weevil (white pine weevil)

* الحشرات البالغة Adults :

وهي حشرة ذات لون بني محمر وبها رقع من حراشيف بنية أو رمادية اللون ، ويلاحظ بها الخرطوم الانسيابي النحيل وكذلك الجسم، ويبلغ طولها من ٤ – ٥ مم ، كما أن يرقاتها منحنية بدون أرجل ، ولونها أبيض مصفر ، وذات رأس بني فاتح وسطحها أملس •.

* الضـــــرر Damage :

تضع الحشرات البالغة البيض داخل الثقوب التي تكونها في الخشب كما أن يرقاتها تتغذي على اللحاء وتتجه إلي أسفل وتدمر اللحاء في اتجاهها، كما أنها تؤدي إلي تشوه محوري داخل الخشب ••.

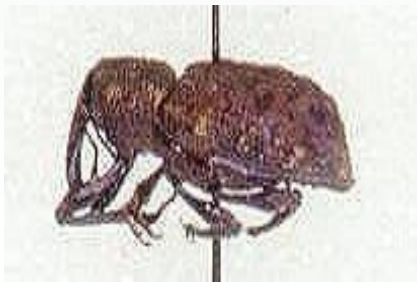
(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Steremnius carinatus (Curculionidae)

the root collar weevil

* الحشرات البالغة Adults :



تتميز هذه الحشرة بجسمها النحيف والطويـــل، وكذلك الخرطوم يكون نحيف ، كما توجد على الأجنحة ظلال رمادية محمرة ، واليرقات لهـــا غشاء رأسي بني اللون ولها فك سفلي قوي ، كما أن يرقات ذلك النوع عديمة الأرجل [•].

* الضـــــرر Damage :

تتغذي يرقات هذه الحشرات على اللحاء وتقوم الحشرات البالغة بعمل أنفـــاق داخـــل الخشب [••].

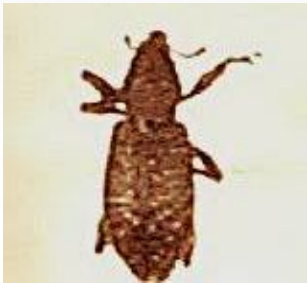
(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Hylobius warreni (Curculionidae)

Warren's collar weevil

* الحشرات البالغة Adults :



يبلغ طولها حوالي من ٨ – ١١ مم في الطـــول، ولونهـــا أسود كاتم ومكسوة بحراشيف رماديـــة بـــين المـــساحات الصغيرة البيضاء ، كما يلاحظ أن الخرطوم يعـــد صـــفة مميزة لتلك العائلة ، ويرقاتها ذات لون أبـــيض عديمـــة الأرجل ومثنية •.

* الضـــــرر Damage :

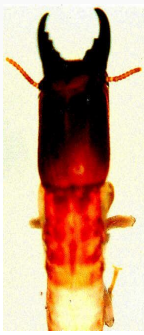
تقوم الحشرات البالغة واليرقات بإحداث ثقـــوب طويلـــة داخل الخشب وحفر اسطوانية الشكل كمـــا أن يرقاتهـــا تقوم بإحداث تبقعات لونية على سطح الخشب وتحـــدث تقشر نتيجة لتمزق ألياف الخشب••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008

Dampwood and Drywood termites : Kalotermitidae

النمل الأبيض في الخشب الجاف واللين •



Paraneotermes simplicicornis

Pterotermes occidentis

Incisitermes minor

Incisitermes banksi

Marginitermes hubbardi

* الضـــــرر Damage :

تسكن مجموعة النمل الأبيض في الخشب الجاف أو الرطب وتحفر ثقوباً واسعة يميناً ويساراً بداخل تلك الأخشاب وتقوم بتمديرها••.

(•) www.Forestry.ubc.Ca/Fetch21/Frstpest Mgmtch home.htm.04/06/2009.

(••) www.northwesttermite.com/wood.html 4 / 2 / 2008