The effect of activity preservative Chromate copper boron Chloride (CCB) in resistance infect *Trichoderma atroviride* fungi which is caused wood decay *Picea Canadensis* Miller. In karbal

تأثيرفعالية المادة الحافظة كرومات البورون النحاسية (CCB) في مقاومة الإصابة بفطر *Trichoderma atroviride* المسبب لتفسخ خشب التنوب الكندي *Picea Canadensis* Miller. في كربلاء المقدسة.

زينب عليوي محمد التميمي / جامعة كربلاء / كلية الزراعة
E-mail Sabah-gz@yahoo.com

الخلاصة

من خلال دراسة تأثير فطر التفسخ *Trichoderma atroviride* على خشب التنوب الكندي *Picea Canadensis* Miller. المستورد في محافظة كربلاء المقدسة ومدى تأثير مادة الحفظ المتمثلة بـ (CCB) Chromate copper boron Chloride في في ظروف المختبر ، أظهرت نتائج الدراسة المسحية لمخازن الاخشاب في بعض مناطق كربلاء المقدسة وبعد العزل المختبري والتشخيص ظهور الفطر *T.atroviride* على الوسط Malt extract Agar (MA) .

كما أظهرت نتائج اختبار القدرة التدهورية للفطر المعزول من أخشاب التنوب كفاءة عالية في تفسخ الاخشاب تسببت في إحداث فقداً معنوياً في وزن الخشب الجاف مع استمرار مدة التحضين البالغة تسعة أسابيع .

وبينت نتائج اختبار مستويات مختلفة من مكونات المادة الحافظة (1000، 2000، 3000، ملغم . لتر$^{-1}$) التأثير العالي في تثبيط نمو الغزل الفطري وبمعدل (73.19 ، 73.06 ، 73.15 ، 73.11) والتي لم تختلف فيما بينها معنويا قياسا بكلوريد الزنك الذي اثر معنويا في تثبيط نمو الغزل الفطر بمعدل بلغ مقداره 72.73% .

واظهرت النتائج أن كفاءة المادة الحافظة تزداد بزيادة التركيز بشكل تدريجي وأفضلها تثبيطاً كان عند التركيز 3000 ملغم . لتر$^{-1}$.

كما وأظهرت نتائج اختبار تأثير الفطر في خفض أوزان الخشب للتنوب حدوث أعلى متوسط فقد في الوزن الجاف ، تمكنت المادة الحافظة من توفير حماية كاملة للخشب وعلى مدى فترتي التحضين من الإصابة الفطرية. ولم تختلف نتائج اختبار الوزن النوعي عن صفة الفقد بالوزن اذ ان اكبر فقد للوزن النوعي احدثه الفطر مقارنة بمعاملة المقارنة في حين لم تختلف مادة CCB معنوياً عن معاملة المقارنة وخلال فترتي التحضين .

وفي اختبار تأثير المادة الحافظة في حماية نماذج أخشاب التنوب من الزيادة بالسمك والوزن بعد 24 ساعة من الغمر بالماء المقطر تمكنت مادة CCB الحافظة من توفير حماية عالية للأخشاب بعد ثلاثة وستة اشهر من التحضين مع حدوث زيادة معنوية في السمك والوزن للخشب الملقح بفطر*T.atroviride* .

Abstract :

In the course of studying the effect of decay fungus *Trichoderma atroviride on Picea Canadensis* Miller. Wood which imported to Karbala governorate and to study the effect of chemical preservative Chromate copper boron Chloride (CCB) in laboratory condition , The results of the survey studying showed , that all wood have been infected brown rot in different levels on some place of Karbala , The result of isolation showed the presence of *T.atroviride* on Malt extract Agar (MA) medium .

The results of deterioration efficiency which was done on the isolated fungus from *Picea Canadensis* Miller. wood showed high efficiency in decomposing the tested wood caused a significant reduction in weight loss of dry wood with prolonged time of incubation .

The results also showed that the efficiency of the preservative increased with the increase in their concentration. it is noticed that the concentration 3000 mg . L^{-1} of preservative inhibit completely the growth of hypha to fungus under study.

The results of testing concerning the effect of fungus on weight losses of *Picea Canadensis* Miller. Wood showed that had the highest ratio of losing the dry weight, in case of using the preservative to protect the wood of *Picea Canadensis* Miller. From weight loss , it was shown that preservative gave a complete protection to wood for the two periods of incubation of fungal

infection .

The highest loss in specific gravity (S .G) about by a fungus compared to the treatment comparison . generally, the CCB did not differ significatly compared to the treatment comparison during the two periods of incubation .

The results of testing the preservative protect the wood of *Picea Canadensis* Miller. From thickness and weight increase after 24 hours from distilled water immersion that preservative gave a highest

protection to woods after three and six months of incubation with the occurrence of a significant increase in thickness and weight of the wood inoculated with fungus T.*atroviride* .

المقدمة (Introduction) :

يعد الخشب من المواد الأساسية التي تلعب دورا هاما في حياة الانسان ، فهو مركب عضوي طبيعي أستعمل على مر التاريخ كمادة أساسية في العديد من الصناعات ، ففضلا عن استخدامه في البناء وصناعة الأثاث والأعمدة وبناء السفن والمسارح فأنه يستخدم في صناعة الورق والتي تعد من أوسع الصناعات في العالم وكذلك يدخل في صناعة الرايون وخيوط أسيتات السيليلوز والأفلام ومواد الطلاء والبلاستيك والكحول الاثيلي وحامض الخليك والكلوكوز وغيرها [1] .

تعمل الكائنات المجهرية ومنها الفطريات على تحليل الخشب مع الوقت وتحت ظروف معينة من خلال مهاجمة البوليمرات الطبيعية لجدران الخلايا ، والتي تعد مصادر للتغذية .[2].

تعد الفطريات المفسخة للأخشاب أهم وأخطر الكائنات الحية المدهورة والمحطمة لبنائها والتي تعمل على تدمير الهيكل الداخلي للخشب بتغذيتها على المكونات الرئيسة له المتمثلة بالسيليلوز والهيميسليلوز واللكنين بعد تغلغلها بين وداخل الخلايا [3] .

يُعّد التعفن البني للأخشاب Brown - rot من أخطر العوامل المدهورة للألياف السيليلوزية في الاخشاب وأكثرها شيوعاً وانتشاراً في العالم [4] إذ يوجد أكثر من 1000 نوع من الفطريات المُفَسِخة للأخشاب تنتمي إلى40 جنس و 16 عائلة ويعد السبب الرئيس في إحداث خسائر كبيرة للأخشاب في العالم [5] .

تسبب فطريات التعفن الرخو Soft rot fungi خسائر كبيرة وهامة في الأخشاب ومنتجاتها المختلفة كالأثاث والبنايات الخشبية والملاجئ والظلات والخشب المعاكس وخاصة في الظروف الرطبة مسببة تشوهات وتفسخات مدمرة [6] ، ويتركز تأثيرها في حدوث الجيوب الموضعية Localized pockets في الطبقات السطحية المعرّضة للرطوبة العالية ، وعند اشتداد التدهور يدكن لون الأخشاب وتصبح في حالتها الجافة رخوة وهشة ومفككة التراكيب [2] .

تشير الإحصاءات الأمريكية إلى أن نسب الفقد بالأخشاب بلغت 10% أي ما يعادل1 بليون دولار سنوياً نتيجة التدهور الحاصل بسبب مهاجمة الفطريات للأخشاب غير المعالجة أو الأخشاب المعالجة بصورة غير صحيحة وبلغت أكثر من 2.8 بليون دولار لعام 2002 [7] وبيّن [8] أن الخسائر في الأخشاب غير المعاملة في الولايات المتحدة تقدر بـ 50 مليون دولار سنوياً بسبب الفطريات، وذكر [9] أن السنوات الأخيرة ونتيجة التدهور الفطري للأخشاب في موزنبيق انخفض إجمالي الصادرات الخشبية وصناعة الأخشاب إلى 3% .

تستخدم المواد الحافظة بغية توفير الحماية لجميع أجزاء الأخشاب التي تعد غير مقاومةً للتعفن ، لاسيما وإن أغلب الإصابات منقولة من المشاجر وتتطور أثناء الخزن وبعد التصنيع [1] .

تستخدم مادة CCB على نطاق واسع في حفظ الأخشاب فقد أشار[10] أن مادة CCB منحت حماية جيده للأخشاب من التعفن البني وأن تباين النتائج كانت بسبب اختلاف الفطريات وخاصة في الظروف الرطبة مسببة تشوهات وتفسخات مدمرة .

وجد أن الاخشاب المعاملة بالمواد الحافظة من الممكن أن تستمر في الخدمة مدة 60 عاماً في حين إن الأخشاب غير المعاملة تتراوح مدة خدمتها 3-7 سنة [11].

اكد [12] ان الـ *Trichoderma* . sp من الفطريات التي لها قدرة انزيمية كبيرة تستطع ان تستغل المواد المعقدة مثل السيليلوز واللكنين الموجودة في الاخشاب والترمم عليها .

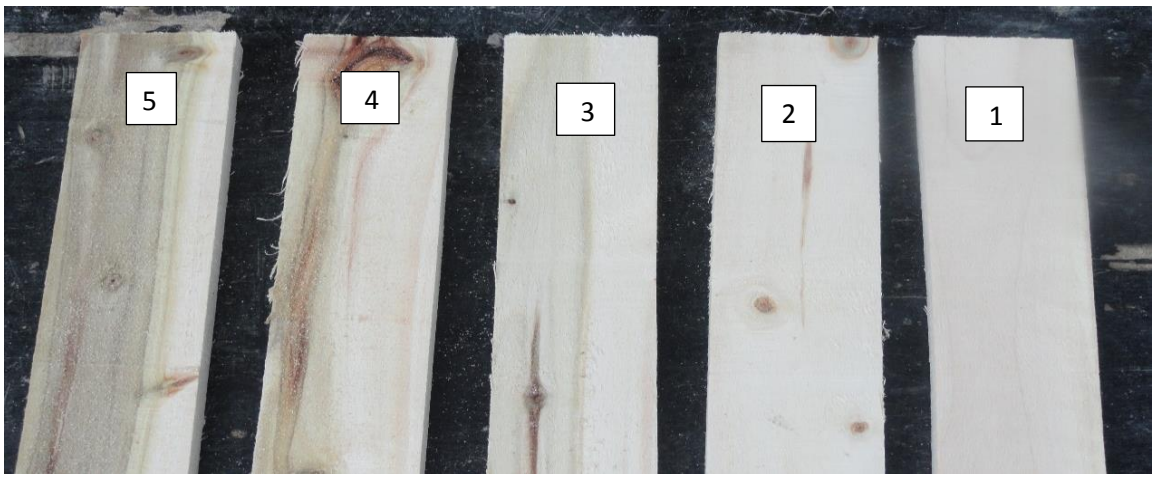
لقد أولت الدراسات في العالم أهمية كبيرة لتعفنات الأخشاب وتدهورها وبصفة خاصة استخدام المعالجات ووسائل حفظها [3]أما في العراق لا توجد دراسات كثيرة تتناول طبيعة حفظ الأخشاب لاسيما انتشار تدهورها مع تزايد الطلب عليها والمتمثلة بخشب التنوب المستورد والذي يستخدم لأغراض متعددة واهمها صناعة والاثاث و المحجلات الخشبية وصناعة التحف الفنية والمعاكس وغيرها مما يجعلها أكثر عرضة للتدهور ومن المؤكد استمرار تحلل الأخشاب أثناء الخزن وبعد التصنيع ، وبغية التقليل من الأضرار التي تؤدي إلى خفض القيمة التجارية والصناعية لها نتيجة الاصابة الفطرية ، ولغرض تعزيز الاتجاهات السابقة ارتأينا إجراء التجربة الأتية على أخشاب التنوب لاسيما وإنَّ أغلب الأخشاب المطلوبة في محافظة كربلاء من التنوب والمعرضة للإصابة الفطرية

وذلك من خلال دراسة فعالية المادة الحافظة CCB واجراء بعض الاختبارات التكنولوجية للأخشاب المعاملة بها وتأثيرها في الفطر المسبب لتفسخ أخشاب التنوب وخفض التدهور .

المواد وطرائق العمل :

مسح أخشاب التنوب المُتَدهورة :

تمّ إجراء المسح الميداني لأخشاب التنوب المتدهورة بالتعفن البني في أربعة مخازن للأخشاب فضلاً عن عدد من المحلات الخاصة ببيعها وتصنيعها في مناطق متفرقة بمحافظة كربلاء المقدسة خلال نيسان 2015 ، تمّ تقييم إصابة أخشاب التنوب بالتعفن البني والتدهور الحاصل على الأخشاب سواء المصنع منها أو غير المصنع من خلال ملاحظة أعراض الإصابة الظاهرية على الأخشاب أو بعد عمل مقاطع للوقوف على حجم الإصابة المتمثلة بتغير لون الأخشاب الى اللون البني كما في الشكل (1) .



الشكل (1) مقاطع في الأخشاب المخزونة تبين الفئات الخمسة للأخشاب المُتَدَهوِرة .

واستناداً إلى دليل شِدة التدهور وفقاً لطريقة [13] تمّ تصنيف الأخشاب المصابة إلى خمس فئات تبعاً لحجم التدهور الحاصل في الأخشاب المختارة عشوائياً في كل مخزن .

ومن العلاقة الأتية تم حساب شِدة التدهور حسب معادلة [14] في الأخشاب :

$$\% \text{ شِدة التدهور} = \frac{\text{عدد الأخشاب من الفئة (1) × تكرارها +.....+ عدد الأخشاب من الفئة (5) × تكرارها}}{\text{العدد الكلي للأخشاب المختبرة × دليل أعلى فئة}} \times 100$$

كما تمّ حساب النسبة المئوية لإصابة الأخشاب بالتدهور في قطع الأخشاب المخزونة بغض النظر عن حجم الإصابة من العلاقة الأتية :

$$\text{النسبة المئوية للإصابة (\%)} = \frac{\text{عدد الأخشاب المصابة}}{\text{العدد الكلي}} \times 100$$

العزل :

جُلِبت عينات من خشب الجام Spruce (التنوب الأبيض أو الكندي *Picea Canadensis* Miller) المصابة بالتدهور إلى المختبر بغية عزل الفطريات المُدهوِرة له وفقاً للطريقة الأتية :-

غُسِلت الأجزاء المصابة التي لا تتجاوز أبعادها عن 0.5 سم بالماء الجاري لمدة ثلاث ساعات ، من المناطق المحاذية للإصابة ومن ثمّ عُقِمت سطحياً باستخدام محلول مائي تركيزه 1% من هايبوكلورات الصوديوم لمدة ثلاث دقائق ، ثم رُفِعت القطع من المحلول ، غسلت بماء مقطر معقم لإزالة المعقم السطحي وجُفِفت بين ورقتي ترشيح معقمة ، زُرِعت القطع في أطباق بتري معقمة تحتوي على الوسط الغذائي المكون من مستخلص الخميرة والأكار Malt extract Agar (MA) المضاف إليه الصبغة روز بنغال Rose Bengal بمعدل 30 ملغم . لتر$^{-1}$ قبل التعقيم لمنع نمو الملوثات الفطرية [15] ، كما تمّت إضافة المضاد الحيوي كلوروم فينيكول بمعدل 250 ملغم . لتر$^{-1}$ بعد تعقيمها في الأوتوكليف لمدة 20 دقيقة في 121 م° وضغط 1,5 باوند / انج^2 وقبل تصلبها لمنع النمو البكتيري ، واحتوى كل طبق على 5 قطع خشبية ، وحُضِنت الأطباق في 25 – 27 م° لمدة 3 – 5 أيام ، نقيت المستعمرات النامية لغرض التشخيص .

تم تشخيص الفطر المدروس بواسطة تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) وتحديد التتابع النيوكلوتيدي في مختبر الفايروسات النباتية التابع لقسم وقاية النبات / كلية الزراعة / جامعة كربلاء .

حُفِظ الفطر المعزول في أنابيب اختبار تحتوي على الوسط الغذائي MA المائل لحين الحاجة إلى استخدامها في التجارب اللاحقة .

اختبار القدرة التدهورية للفطر المعزول في اخشاب التنوب :

اختبرت القدرة التدهورية للفطر المعزول من خلال تأثيره في صفة الفقد بالوزن لأخشاب التنوب إذ تمّ اختيار الواح من التنوب خالية من الإصابات تم الحصول عليها من محلات بيع الاخشاب وتصنيعها في مدينة كربلاء المقدسة ، قطِعت الاخشاب السليمة بأبعاد 3×1×0.5 سم تبعا لـ [16] وعُقِمت بالأوتوكليف ثمّ جُففت في فرن كهربائي بدرجة حرارة 105 م° لمدة 48 ساعة(لحين ثبوت الوزن) وبعد اخراجها من الفرن وزنت بميزان حساس . أدخلت القطع الخشبية في انابيب سبق وزرعت بالفطر وبواقع قطعة خشبية لكل أنبوبة ، وضع الوجه الذي يمثل أكبر مساحة سطحية للقطعة بتماس على الغزل الفطري في الأنبوبة ، حُضِنت الأنابيب في 25- 27 م° ، أخرجت القطع من الانابيب بعد 9 أسابيع [17] كأقصى فترة اختبار لغرض حدوث تغيير في الوزن من التحضين ثم غسلت وجففت ووزنت [18] أخذت النتائج بحساب نسبة الوزن المفقود من القطع كدليل لمقدار التدهور فيها . ثم حللت احصائيا .

تأثير مستويات من مادة CCB الحافظة ومكوناتها وكلوريد الزنك في نمو الفطريات المسببة للتدهور :

في دراسة تأثير مكونات المواد الحافظة في تثبيط نمو الفطر *Trichoderma atroviride* تمّ إضافة مكونات المواد الحافظة الرئيس ومادة كلوريد الزنك فضلاً عن استخدام مادة CCB إلى الوسط الغذائي PDA المعقم كلٌ على انفراد وبأربع مستويات (صفر ،1000 ،2000 ، 3000 ملغم . لتر$^{-1}$) ، ومن ثمّ مُزِجت المواد الكيميائية بصورة جيدة حتى تمام ذوبانها بالوسط قبل تصلبه فضلاً عن إضافة المضاد الحيوي كلوروم فينيكول بمعدل 250 ملغم . لتر$^{-1}$ ثم صُبت في أطباق بتري معقمة التي سبق وإن رسم على قاعدتها من الخارج بواسطة القلم الثابت قطرين متعامدين ، واشتملت كل معاملة على ثلاثة مكررات.

لقحت الأطباق في مركزها بقرص قطره 4 ملم مأخوذ من حافة مستعمرة حديثة نامية على وسط MA بعمر خمسة أيام للفطر *T. atroviride* بواسطة الثاقب الفليني المعقم ، وحُضِنت الأطباق في 25± 2م° ، ونُفِذت تجربة عامليه باستخدام التصميم العشوائي الكامل CRD .

أُحصِيت النتائج بحساب متوسط قياس قطرين متعامدين لكل مستعمرة فطرية نامية ، ومن العلاقة الأتية تمّ حساب النسبة المئوية للتثبيط في نمو الغزل الفطري :-

$$\text{النسبة المئوية لتثبيط النمو (\%)} = \frac{\text{متوسط قطر مستعمرة المقارنة – متوسط قطر مستعمرة المعاملة}}{\text{متوسط قطر مستعمرة المقارنة}} \times 100$$

تم تحليل البيانات إحصائياً وفق التصميم العشوائي الكامل (CRD) وبخمسة مستويات للعامل الأول واربعة مستويات للعامل الثاني ثم قورنت المتوسطات باستخدام اختبار (L. S. D) عند مستوى احتمال 5 % .

أُجري اختبار المستعمرات الفطرية المعاملة بالمواد الحافظة بعد توقفها عن النمو للتعرف فيما لو تسببت بقتل أو إيقاف النشاط الفطري .

الاختبارات الفيزيائية للخشب المصاب بالفطر :

1-تهيئة عينات الدراسة:

هُيأت قطع من الخشب العصاري السليم لأخشاب التنوب المستخدمة في الدراسة بشكل متوازي مستطيلات وبأبعاد 6 × 2 × 2 سم وعُقِمت بالأوتوكليف ثمّ جُففِت في فرن كهربائي بدرجة حرارة 105 م° لمدة 48 ساعة وبعد اخراجها من الفرن وزنت بميزان حساس 2- المعاملة بالفطر :

هُيأت مستعمرات فطرية من الفطر *T. atroviride* نامية على الوسط MA في قناني زجاجية سعة 500 مل زرعت القناني بأقراص قطرها 4 ملم ، وضِعت فيها القطع الخشبية على المستعمرات النامية مباشرة وبواقع قطعة خشبية لكل قنينة اختبار ، وضع الوجه الذي يمثل أكبر مساحة سطحية للقطعة بتماس على الغزل الفطري في الأنبوبة ، أما القطع الخشبية لمعاملة المقارنة فقد وضعت على الوسط الغذائي المعقم فقط ، حُضِنت الأنابيب في 25- 27 م° وللفترات صفر (المقارنة) و 3 و 6 أشهر [16] .

3- تهيئة مادة الحفظ CCB :

حضرت 5 % من مادة الحفظ لمحلول CCB (34 ٪ من $CuSO_4 \times 5H_2O$ و 37٪ من $K_2Cr_2O_7$ و 28, 7 ٪ من H_3BO_3) [19].

وقد غمرت القطع الخشبية في محلول CCB وبعد خمسة أيام من الغمر أُخرِجت القطع الخشبية وجُففت في الفرن الكهربائي على درجة حرارة 60 م° لمدة 24 ساعة وضع الوجه الذي يمثل أكبر مساحة سطحية للقطعة بتماس على الغزل الفطري في الأنبوبة حُضِنت الأنابيب في 25- 27 م° وللفترات صفر (المقارنة) و 3 و 6 أشهر [16] .

4- تأثير الفطر والمادة الحافظة CCB في بعض الخصائص الفيزيائية للأخشاب :

تمّت دراسة بعض الصفات الفيزيائية لخشب التنوب المعامل بمحلول الحفظ والملقح بفطر التفسخ على النحو الاتي :

1- تأثير الفطر وفترات التحضين في صفة الفقد في وزن الاخشاب :
أُخرِجت القطع الخشبية من الأنابيب بعد كل فترة لإزالة النموات الفطرية منها بغسلها تحت ماء جاري و جُفِفت في فرن كهربائي على درجة حرارة 105 م° لمدة 48 ساعة تقريبا (لحين ثبات الوزن) ، ثم وزِنت بميزان حساس ، واشتملت كل معاملة على ثلاثة مكررات ، وحُسِبت النسبة المئوية للفقد بالوزن باستخدام العلاقة الأتية :

$$\text{النسبة المئوية للفقد بالوزن}(\%) = \frac{\text{وزن القطعة الخشبية قبل التلقيح – وزنها بعد التلقيح}}{\text{وزنها قبل التلقيح}} \times 100$$

2- تأثير الفطر وفترات التحضين في الوزن النوعي لأخشاب التنوب :
أُتبعت الطريقة المستخدمة من قبل [20] في حساب الوزن النوعي للقطع الخشبية الناتجة من التجربة آنفة الذكر إذ غُمِرت القطع الخشبية المجففة بعد وزنها في منصهر البرافين لبضع ثواني وتكوين طبقة عازلة للحيلولة دون امتصاص الماء أثناء الغمر بالماء ، ومن ثمّ تم تقدير الوزن النوعي من العلاقة الأتية :

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{وزن العينة في الهواء}}{\text{وزن الماء المزاح}}$$

3 – اختبار نماذج الغمر بالماء :
اجري هذا الفحص لمعرفة مقدار التغيير النسبي بالسمك والوزن بعد غمر النماذج في الماء لمدة (24 ساعة) . قيست اوزان النماذج وسمكها من ثلاثة نقاط ثم أخذ معدل السمك ليمثل سمك النموذج قبل الغمر بالماء. ثم وزنت النماذج بواسطة ميزان حساس لفحص نسبة الزيادة في الوزن . غطست النماذج في حوض مملوء بالماء وبعمق 5 سم لمدة ثم أخرجت النماذج وتم قياس الوزن والسمك لجميع النماذج .
حسبت نسبة الزيادة في السمك والوزن بأستخدام المعادلات التالية :

$$W24\ \% = [(w24-w1)/w1] \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث ان w24 % = النسبة المئوية للتغيير في الوزن بعد الغمر بالماء 24 ساعة .
W24 = وزن النموذج بعد مرور24 ساعة من الغمر (غم) .
W1 = وزن النموذج قبل الغمر (غم) .

$$T24\% = [(T24-T1)/T1] \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث ان T24 % = النسبة المئوية للتغيير في السمك بعد الغمر بالماء 24 ساعة .
T24 = وزن النموذج بعد مرور 24 ساعة من الغمر (غم) .
T1 = وزن النموذج قبل الغمر (غم) .
أجريت عملية تحليل البيانات إحصائياً في التجربة وفق التصميم العشوائي الكامل (CRD) وبمستويين للعامل الأول وثلاثة مستويات للعامل الثاني ثم قورنت المتوسطات باستخدام اختبار (L. S. D) عند مستوى احتمال 5 % .

النتائج والمناقشة :

مسح الأخشاب المتدهورة:

من نتائج دراسة المسح الميداني على أخشاب التنوب يتضح من الجدول (1) ارتفاع نسب الإصابة بالتدهور في أخشاب التنوب في المواقع الممسوحة المتمثلة بأربعة مخازن للأخشاب وعدد من المحلات الخاصة ببيعها وتصنيعها في محافظة كربلاء المقدسة إذ تراوحت النسبة بين 90 – 100 ٪ ، وبشِدة عالية تراوحت بين 93 – 98 ، حيث لوحظ وجود إصابات بالتعفن البني وهو السائد في اخشاب التنوب بالإضافة إلى وجود مظاهر التصبيغ بصورة محدودة الشكل .

الجدول (1) نسبة وشِدة إصابة أخشاب التنوب بالتدهور في بعض مخازن الأخشاب في محافظة كربلاء المقدسة .

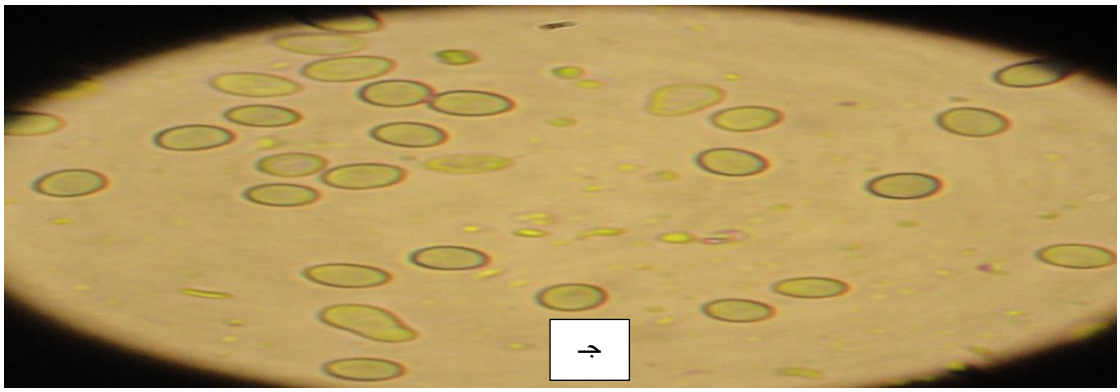
المخزن	النسبة المئوية للتدهور (%)	شِدة التدهور
الجرية	100	96
باب طويريج	90	98
الحسينية	95	95
العباسية	100	93

الشكل (2) امتداد الإصابة بالتعفن البني على مساحات كبيرة من أخشاب التنوب المخزونة.

وقد يُعزى اشتداد تدهور أخشاب التنوب إلى تعرّضها للإصابة الفطرية ولفترة طويلة أثناء الخزن فضلاً عن كون الأخشاب المصنعة ظهرت عليها أثار الإصابة بالتعفن البني بصورة واضحة الشكل (2) ، إذ يتوقع من الشكل إن الإصابة كانت وعائية ومصدرها المشجر إذ لم تظهر أعراض التعفن البني على الجزء السطحي من الأخشاب [1] .

العزل: -

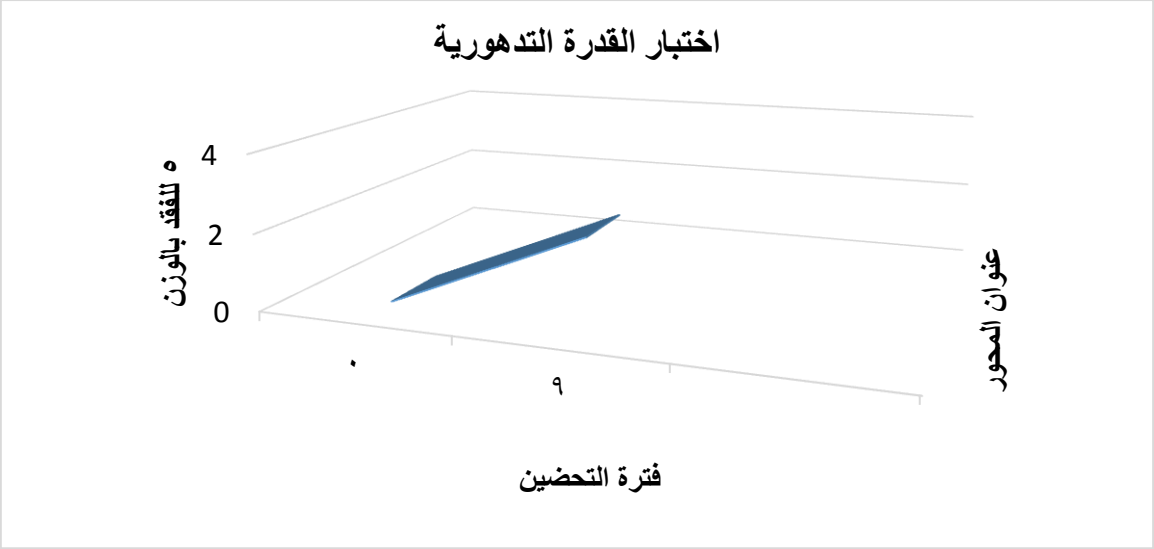
تمّ عزل الفطر *T.atrovirite* من أخشاب التنوب المُتفسِخ ، اعطي الفطر مستعمرات في البداية بيضاء رقيقة ثم تحولت تدريجيا الى اللون الاخضر الشكل (3) .



الشكل (3) الفطر *T.atrovirite* أ- مظهرمستعمرة الفطر على الوسط MA في بداية التبويغ .
ب- مظهر مستعمرة الفطر على الوسط MA في مرحلة متقدمة من التبويغ .
جـ - أبواغ الفطر*T.atrovirite* .

اختبار القدرة التدهورية :

أظهرت نتائج اختبار القدرة التدهورية من خلال تأثيرها في صفة الفقد بالوزن وعلى مدى 9 أسابيع اذ تسبب الفطر *T.atroviride* بنسبة فقد بلغت 2.20 % (الشكل ، 4) وقد يعزى الفقد في الوزن الجاف لخشب التنوب نتيجة استغلال مكوناته الكيميائية الرئيسة كمغذيات للفطر المدروس في نموه وتكاثره [2] .



الشكل (4) اختبار القدرة التدهورية لأخشاب التنوب بعد مرور 9 أسابيع من التحضين .

-تأثير مستويات من مادة CCB الحافظة ومكوناتها وكلوريد الزنك في نسب تثبيط نمو الفطريات المسببة للتدهور مختبريا :

تبين من الجدول (2) أن المادة الحافظة ومكوناتها أشد تأثيراً في تثبيط نمو الغزل الفطري والتي لم تختلف فيما بينهما معنويا مقارنة بكلوريد الزنك الذي اثر معنويا في تثبيط نمو الغزل الفطر بمعدل بلغ مقداره 72.73% .

ومن متوسط تأثير التركيز نجد أن كفاءة المادة الحافظة تزداد بزيادة التركيز بشكل تدريجي وأفضلها تثبيطاً معنويا التركيز 3000 ملغم . لتر$^{-1}$. ان التركيز 1000 ملغم . لتر$^{-1}$ كان فعالاً في تثبيط نمو الفطر*T.atroviride* والذي سجل معدل بلغ مقداره 93.80% تلاه التركيز 2000 ملغم . لتر$^{-1}$ بمعدل 98.40% في حين سجل التركيز 3000 ملغم . لتر$^{-1}$ اعلى تأثير في نسبة تثبيط النمو بمعدل 100% .

وفيما يخص تأثير تداخل مكونات المادة الحافظة مع تراكيزها ، تبيّن ان جميع المواد الحافظة أظهرت تأثير معنوي ضد الفطر*T.atroviride* عند التركيز 1000 ملغم . لتر$^{-1}$ سجل كلوريد الزنك معدل بلغ مقداره 92.40 % ثم كبريتات النحاس المائية وثنائي كرومات البوتاسيوم بمعدل 93.80 ، 93.86 % على التوالي تلاها حامض البوريك بمعدل تثبيط 94.69 % الذي لم يختلف معنويا عن مادة CCB . في حين أعطى التركيز 3000 ملغم . لتر$^{-1}$ أعلى نسبة تثبيط نمو 100 % ولجميع المواد المختبرة .

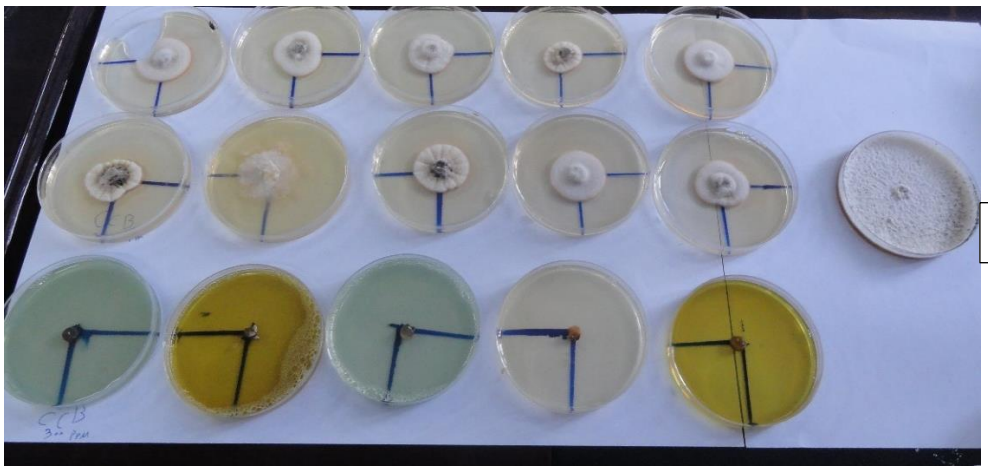
أستخدم النحاس والخارصين والعديد من العناصر الرئيسية كمواد غير عضوية مؤازرة للمادة الفعالة في مبيدات المكافحة للفطريات المُدهورة للأخشاب [21]إضافة إلى سميتها العالية ودورها في تثبيط الفطريات [22]إذ تعمل هذه المواد الكيميائية على تغير طبيعة البروتين والأنزيمات الفطرية بارتباطها بمجاميع (SH) الموجودة في خلايا الفطر وبالتالي أعاقتها للعديد من الأفعال الحيوية ومنها التنفس [23] وهذا ينطبق أيضاً على بقية المواد المدروسة فعند استخدامهما جميعاً تشكل فاعلية تثبيط عالية للأنزيمات الفطرية وإن تباينت في كفاءتها ضد الفطريات [2] . أشار [23] أن مركبات النحاس المتمثلة بـعنصر النحاس (Cu) وحامض البوريك بصورة منفردة كمواد حافظة محمولة بالماء تعمل على تثبيط نمو فطريات التعفن البني بنسبة 100 ٪ وذلك في الاختبارات التمهيدية لها على وسط PDA .تمّ استبعاد التراكيز الأقل من 1000 ملغم . لتر$^{-1}$ لعدم كفائتهما في تثبيط نسب نمو الغزل الفطري (بعض المواد اختلفت عن المقارنة وبفارق والبعض الاخر تساوى تقريبا مع المقارنة) .

جدول (2) تأثير مستويات مادة CCB الحافظة ومكوناتها وكلوريد الزنك في نسب تثبيط نمو الفطريات المسببة لتدهور خشب التنوب مختبريا .

المادة الحافظة	التركيز ملغم . لتر$^{-1}$				تأثير متوسط المادة الحافظة
	المقارنة	1000	2000	3000	
كلوريد الزنك	0.00	92.400	98.53	100	72.73
حامض البوريك	0.00	94.69	98.06	100	73.19
كبريتات النحاس المائية	0.00	93.80	98.46	100	73.06
ثنائي كرومات البوتاسيوم	0.00	93.86	98.73	100	73.15
CCB	0.00	94.26	98.20	100	73.11
تأثير متوسط التراكيز	0.00	93.80	98.40	100	

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%

المادة الحافظة = 0.24
التراكيز = 0.24
للتداخل = 0.49



الشكل (5) تأثيرتراكيزمن مادة الـ CCB وكلوريد الزنك في تثبيط نموالفطر *T.atrovirite*

- تأثير الفطر وفترات التحضين في صفة الفقد في وزن الاخشاب :

أظهرت نتائج صفة الفقد بالوزن لأخشاب التنوب وعلى مدى فترتين كما في الجدول (3) وجود فروقات معنوية عند مستوى احتمال 5 ٪ في تأثيرها في الوزن الجاف لأخشاب التنوب ، إذ تسبب الفطر *T.atroviride* بأعلى نسبة فقد في اخشاب التنوب بلغت 4.60 ٪ بفارق معنوي عن معاملة المقارنة ومادة الحفظ .

وبصورة عامة تباينت نسب الفقد في وزن الأخشاب الجافة للتنوب منذ بداية التحضين حيث ازدادت نسب الفقد في وزن العينات وبفارق غير معنوي مع تقدم مراحل التحضين إذ سجّلت فترة التحضين الأولى معدل بلغ 1.35 ٪ في حين أعطت فترة التحضين الثانية نسبة فقد بلغت 2.30 ٪ .

وفيما يتعلق بتأثير تداخل المادة الحافظة والفطريات نجد ان مادة CCB كانت كفوءة في خفض الفقد بالوزن وبفارق معنوي خلال فترتي التحضين الأولى والثانية .

الجدول (3) تأثير المادة الحافظة CCB في حماية نماذج أخشاب التنوب من الفقد بالوزن .

فترة التحضين (شهر) / المعاملات	3	6	تأثير متوسط المعاملات
صفر(المقارنة)	0.00	0.00	0.00
T.atroviride	3.70	5.49	4.60
CCB	0.33	1.40	0.87
تأثير متوسط الفترات	1.35	2.30	

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال
الفترات = 1.49
المعاملات = 1.83
للتداخل = 2.59

- تأثير الفطر وفترات التحضين في صفة الوزن النوعي في الاخشاب :

أظهرت نتائج اختبار صفة الوزن النوعي لاخشاب التنوب الموضحة في جدول(4) وعلى مدى فترتي تحضين وجود فروقات معنويه فقد لوحظ ان الفقد في الوزن النوعي خلال الفترة الأولى كان بمعدل 0.41 والذي اختلف معنويا عن فترة التحضين الثانية .

من هذا يتبين ان إطالة فترة خزن الاخشاب المصابة بفطريات التفسخ قد يؤدي الى حدوث تلف خلال الأيام الأولى من التلقيح بالفطر وهذا يسبب ضررا كبيرا في الخواص الميكانيكة للاخشاب كون الوزن النوعي مرتبط بخواص القوة وهو الدليل على كمية المواد الموجودة في جدار الخلية [1].

وفيما يخص تأثير الفطر فأنها خفضت من الوزن النوعي مقارنة بمعاملة المقارنة معنوياً في حين لم تختلف مادة CCB معنوياً عن معاملة المقارنة .

ومن تاثير التداخل بين المادة الحافظة والفطرنجد أن مادة CCB أحتفظت بقييم الوزن النوعي للعينات المعاملة بالفطر بمستوى العينات غير المعاملة بالفطر.

الجدول (4) تأثير المادة الحافظة CCB في حماية نماذج أخشاب التنوب من الفقد بالوزن النوعي .

فترة التحضين (شهر) / المعاملات	3	6	تأثير متوسط المعاملات
صفر(المقارنة)	0.45	0.45	0.45
T.atroviride	0.35	0.31	0.33
CCB	0.44	0.43	0.44
تأثير متوسط الفترات	0.41	0.40	

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%
الفترات = 0.01
المعاملات = 0.01
للتداخل = 0.02

ومن ملاحظة النتائج للنماذج المدروسة وجد أن الفطر تسبب في إحداث أنخفاض في النسب المئوية للوزن الجاف لخشب التنوب نتيجة تغذي الفطريات على المواد الكربوهيدراتية ونموها وتكاثرها وهذا ينطبق مع ما ذكره [24] على أن الخشب غير المعالج بالمواد الحافظة يكون معرضاً للتدهور بفعل الفطريات كنتيجة حتمية لتغذية الفطريات على الكربوهيدرات.
أن إصابة الأخشاب نتيجة الهجوم الفطري سوف يعمل على تحطيم السيليلوز بفعل عوامل أنزيمية والهيميسليلوز بفعل عوامل أنزيمية وغير أنزيمية متمثلة بالجذور الحرة مثل مركب Fe^{++} حامل آيونات الحديد الذي يتحول بتفاعل عكسي إلى حامض الأوكزاليك أو إلى Fonton H_2O_2 حيث يتم أنتاج مجموعة هيدروكسيل جذري ($HO^{\cdot}$) الحاوي على الأوكسجين الحر الجذري ($O^{\cdot}$)والناتج من تفاعل بيروكسيد الهيدروجين مع ملح الحديد الثنائي الشحنة Fe^{++} بواسطة تفاعل Fonton [1] وهذا النوع من التدهور يُعَد مهم جداً لكون فتحات الجدار الأولي للأخشاب صغيرة جداً ولا يمكن اختراقها من الأنزيمات الفطرية وخاصة خلال مراحل التدهور الأولي إذ تعمل مجتمعة كعوامل لا أنزيمية في تحطيم وأكسدة الهيميسليلوز فضلاً عن تحطيم السيليلوز ومن ثمّ التغذي عليهما مسببةً خسارة في الوزن الجاف للأخشاب [2].
توصل [25] أن نسب الفقد بالوزن للعينات الملقحة بفطريات التعفن البني بعد أربعة أسابيع كان أعلى من نسب الفقد للعينات التي عوملت بالنحاس والكروم ولنفس الفترة وكان النحاس أفضل من الكروم في حفظ العينات من التدهور الفطري في حين أن مادة CCB تميزت بأفضلية عليهما وتراوحت نسبة الفقد بالوزن للعينات المعاملة بمادة CCB والملقحة بفطريات التعفن البني بين 1,3 ٪ - 1,9 ٪ نسبة إلى الوزن الجاف للخشب في حين بلغت نسبة الفقد لنماذج المقارنة بين 15,9 ٪ - 36,3 ٪ كما اختلفت نسب الفقد في الوزن الجاف للخشب باختلاف النوع الفطري .

- تأثير الفطر وفترات التحضين في صفة الزيادة في سمك الاخشاب المختبرة بعد 24 ساعة من الغمر بالماء :

يتضح من الجدول (5) حدوث زيادة معنوية في نسبة الانتفاخ بالسمك للخشب المعامل بالفطراذ بلغ المعدل العام لنسبة الانتفاخ بالسمك لخشب التنوب 16.46 % بعد 24 ساعة من الغمر بالماء قياسا مع معاملة المقارنة والخشب المعامل بمادة الـ CCB في حين لم تختلف الاخشاب المعاملة بالمادة الحافظة معنويا عن المقارنة .

ولم يكن للفترات تأثير معنوي في هذه الصفة قياسا مع معاملة المقارنة .

وفيما يخص تأثير التداخل بين الفطر والمادة الحافظة خلال فترتي التحضين نجد ان مادة CCB كانت كفؤة في حفظ الخشب في صفة الزيادة بالسمك وبمعدل 8.34 و8.32 % على التوالي والتي لم تختلف معنويا عن المقارنة قياسا الى الاخشاب المعاملة بالفطر فقط مسجلة معدل بلغ مقداره 15.61 و 17.31 % على التوالي ولنفس الفترات .

الجدول (5) تأثير المادة الحافظة CCB في حماية نماذج أخشاب التنوب من التغيير بالسمك بعد 24ساعة من الغمر بالماء .

فترة التحضين (شهر) / المعاملات	3	6	تأثير متوسط المعاملات
صفر(المقارنة)	18.63	18.63	18.63
T.atroviride	20.35	22.35	21.35
CCB	18.25	18.63	18.33
تأثير متوسط الفترات	19.08	19.87	

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% الفترات =0.91
المعاملات = 1.10
للتداخل = 1.56

- تأثير الفطر وفترات التحضين في صفة الزيادة بالوزن للأخشاب المختبرة بعد 24 ساعة من الغمر بالماء :

يتبين من الجدول (6) أن هنالك زيادة معنوية في الوزن للخشب المعامل بفطر*T.atroviride* مسجلا معدل بلغ مقداره 21.35 هذا من جهة ومن جهة أخرى فقد كان لـ CCB القدرة في الحفاظ على الخشب من الزيادة بالوزن للخشب المعامل بالفطر *T.atroviride* مسجلاً معدلاً بلغ 18.44 بمستوى الزيادة بالوزن للخشب غير المعامل بالفطر .

وبعد ستة اشهر من التحضين إزدادت نسبة الزيادة بالوزن بصورة غير معنوية عن فترة ثلاثة أشهر . وفيما يخص تأثير التداخل نلاحظ ان الفطر عمل على زيادة النسبة المئوية لوزن الاخشاب وبصورة معنوية قياسا بمعاملة المقارنة بمعدل 20.35 و22. 35 % على التوالي في حين لم تختلف فترات التحضين معنوياً فيما بينها. وبذلك تمكنت مادة CCB من التقليل من الإصابة وأعطت قيماً جيدة في الحفاظ على الخشب المعامل بها مقارنة بالخشب غير المعامل .

الجدول (6) تأثير المادة الحافظة CCB في حماية نماذج أخشاب التنوب من الزيادة بالوزن بعد 24ساعة من الغمر بالماء .

فترة التحضين (شهر) / المعاملات	3	6	تأثير متوسط المعاملات
صفر(المقارنة)	8.4	8.4	8.42
T.atroviride	15.61	17.31	16.46
CCB	8.34	8.32	8.33
تأثير متوسط الفترات	10.79	11.35	

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% الفترات =0.81

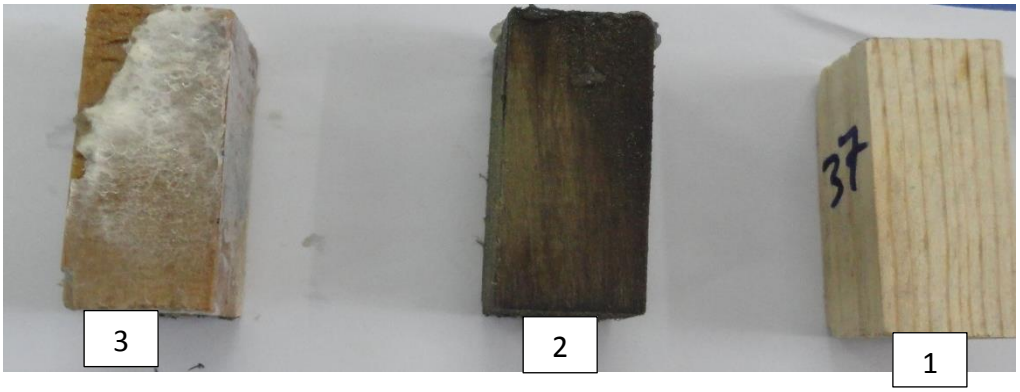
المعاملات = 0.99

للتداخل = 1.41

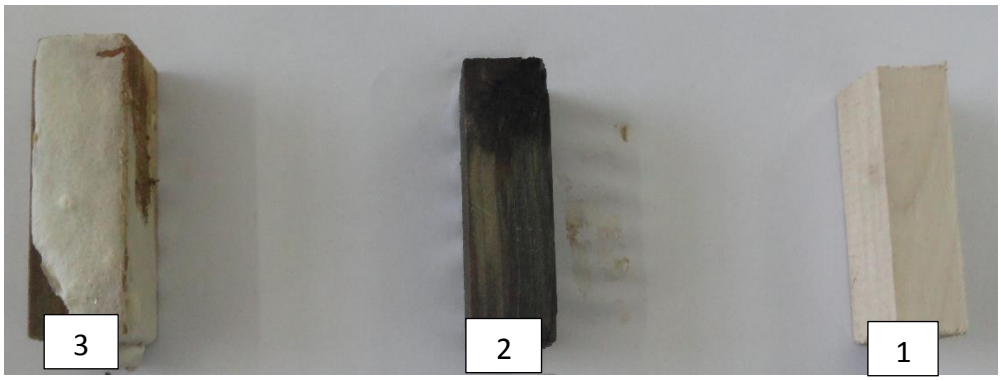
أن الإصابة الفطرية للأخشاب تعمل على تحطيم سيليلوز الجدار الخلوي للأخشاب وتفكيك اللكنين وبالتالي خفض متانتها ويستعمر فطر التعفن البني الاخشاب عن طريق المقطع الشعاعي وينتشر في الاتجاه الطولي للأنسجة من خلال النقر ، ويتوغل بواسطة الهايفات الفطرية ومن ثم ينمو داخل تجاويف الخلية ، ويخترق الجدار الثانوي بمساعدة الانزيمات المحللة للسيليلوز (الجدار الثانوي يكزن مقاوم نسبيا لفعل الفطريات لاحتوائه على اللكنين) ويعمل على خفض الكربوهيدرات بالكامل [23] مما يزيد من نفاذية وانتشار السوائل فيها مؤديا إلى حدوث تشرب عالي في الأخشاب المتفسخة التي تبقى معرّضة للتدهور والتفسخ بشكل مستمر عند توفر عوامل النمو الأخرى وبالتالي زيادة المستعمرات الفطرية المُحَطِمة للأخشاب.

لقد وجد[26] أن الفقد في قوة الأخشاب نتيجة الإصابة الفطرية يظهر قبل الفقد المعنوي في وزن الأخشاب الجافة ، أن فطريات التفسخ أدّت إلى حدوث خسارة في القوة أسرع من الفقد بالوزن نتيجة للتدهور بالفطريات بإحداثها تغيراً في الخصائص الكيميائية للأخشاب مما سبب انخفاضاً في القوة قبل حدوث الانخفاض في الوزن وبالتالي سوف تؤثر في الخصائص الفيزيائية [27] .

من المعلوم أن مادة CCB تتكون من عدد من المركبات الكيميائية تمّ تشكيلها لغرض التغلب على فطريات تفسخ الأخشاب والتغاير الحاصل فيها وبأقل ضرر قد ينجم عن بعض المواد الكيميائية وبالتالي تحسين خواصها في عملية حفظ الاخشاب، فمادة CCB تتكون من حامض البوريك وثنائي كرومات البوتاسيوم وكبريتات النحاس المائية ، وقد تعزى الفعالية العالية لمركب CCB في حماية الاخشاب من التدهور إلى كبريتات النحاس وسميتها العالية للفطريات وحامض البوريك الذي يُعّد من المواد السامة لجميع الخلايا ودورها في تثبيط وظيفة الأنزيم وبالتالي التأثير على الخلية الفطرية [28] فقد ثبت أن عملية خلط نسب من حامض البوريك مع النحاس قد أعطى نتائج جيدة وكلما ازدادت نسب الخلط أزدادت عملية التثبيط ، وفيما يخص مادة ثنائي كرومات البوتاسيوم فإن دورها الأساسي في عملية الخلط كمادة مثبتة للنحاس في الأخشاب عند معاملته بمواد الحفظ [29] .



الشكل (6) عينات الفحص بعد ثلاثة اشهر من التحضين
(1- بدون فطر ، 2- مادة CCB والفطريات ، 3- فطر فقط) .



الشكل (7) عينات الفحص بعد ستة اشهر من التحضين
(1- بدون فطر ، 2- مادة CCB والفطريات ، 3- فطر فقط) .

ومن هنا يتبين لنا ان استخدام المادة الحافظة قد عملت على خفض تدهور الأخشاب مقارنة بالمعاملات غير المحفوظة من خلال خفض نشاط الفطريات أو قتلها وذلك نتيجة خفض عمليات التدهور والتقليل من الفقد في الوزن الجاف الناتج عن الفطريات ، وبذلك ثبت أن المعاملة بالمواد الحافظة أدّى إلى إطالة عمر الاستخدام للأخشاب فضلاً عن تحسين خواصها المختلف لذا يفضل معاملة الخشب بالمواد الحافظة بعد قطعها من الأشجار مباشرة وقبل تخزينها او تصنيعها لتكون اكفأ تصنيعيا وأحدى اقتصاديا .

المصادر :

1- باشا ، ئاري عادل عبد القادر (2007) . مقاومة بعض الأخشاب للفطر *Nattrassia mangiferae* المسبب للتفسخ في نينوى . اطروحة دكتوراه . كلية الزراعة والغابات . جامعة الموصل / العراق ..

2- التميمي ، زينب عليوي محمد ، (2014) . تأثير معاملة الخشب بالمواد الحافظة في بعض الخصائص التكنولوجية لخشب الحور الأسود *Populus nigra L.* المعرض للإصابة ببعض الفطريات . أطروحة دكتوراه كلية الزراعة والغابات . جامعة الموصل / العراق.

3- Clausen, C. A.(2010) . Biodeterioration of wood . In Robert J. Ross (Eds.) .Wood Handbook : Wood as an engineering material . United States Department of Agriculture : Forest Service . General Technical Report : FPL-GTR-190 .

4- Green, F. and T. Highley (1997). Mechanism of brown - rot decay: Paradox or Paradigum. International Biodeterioration and Biodeterioration 39: 113 – 124.

5- Brooks , FE. (2004) . Tech Paper 41. ASCC Land Grant, Malaeimi, AS. Interscience Publishers , division of John Wiley and Sons New York USA . 275pp.

6- Hassan, W. A. and A. A. Abdulkader (2009). Soft Rot and wood staining fungi and efficiency of their preservatives. Dept.of Foresty, College of Agriculture, University of Duhok, Iraq. 12:49 –

7- Hartwig, R. P.; and C. Wilkinson (2003). Mold and Insurance, Insurance Issues White Paper Series, Vol. 1, No. 4 (New York: Insurance Information Institute).

8- Lee, K. H.; S. G. Wi.; A. P. Singh and Y. S. Kim (2004). Micromorphological characteristics of decayed wood and laccase produced by the brown-rot fungus *Coniophora puteana*.J. Wood Science 50: 281–284.

9- Alberto, M. M. (2006). Acontribuição do sector florestal faunístico para economia do país. Ministérioda Agricultura. Direção Nacionalde Terras Florestas. Maputo. 103p.

10- Humar,M.; M. Sentjurc,S.A.Amartey,and F. Pohleven (2005). Influence of acidification of CCB (Cu / Cr / B) impregnated wood on fungal copper tolerance. Holzforschung 58: 743 – 749.

11- Crawford, D. M. ; B. M. Woodword and C. A. Hatfield (2000) . Compariso wood preservatives in stake tests : 2000 progress report . Res . Note FPL – RN – 02 , United States Department of Agriculture , Forest Service , Forest Products Laboratory. Madison, W. , U.S.A .

12-أبوهيلة ، عبد الله بن ناصر (1987) . أساسيات علم الفطريات ، مطابع جامعة الملك سعود ، جامعة الملك سعود، الطبعة الأولى 421 صفحة .

13-- Large, E. C. (1969).Measuring plant diseas.Annual Rev. Pytopathol.4:9 – 28

14- Mckinney, H. H. 1923. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedling by Helminthosporum sativum. J. Agric. Research 26: 195 – 217.

15- Smith, J. E. A. and M. O. Moss (1985). Mycotoxins, formation, analysis and significationce. Chichester.New Yourk, 148 pp.

16-- ASTM. (1998). Standard method of accelerated laboratory test of naturaldecay resistance of wood In: ASTM D 20/7-94.American Societyfor Testing and Masterials. West Conshohocken. PA.382pp .

17- Huang, Z.; K. Maher and S. Amartey (1997). Analysing the chemical change in wood brought about by decay fungi. Inter. Res. Group on Wood Preservation. Stockholm, Sweden. IRG / WP04 – 10544.

18- Nicholas, D. D. (1973). Deterioration of wood and prevention by preservative treatment .with the assistance of Wesley.Loos,Vo.1.

19- ECS, European Committee for Standardization,(1989). Wood preservatives; Determination of the toxic values against wood Destroying basidiomycetes cultured an agar medium. EN113. Brussels. 14 pp.

20-Haygreen, D. G. and J. L. Bowyer (1982). Forest Product and Wood Science an introduction. The Iowa State University. Iowa, U. S. A. 273 pp.

21- Schultz, T. H. Miltiz; M. H. Freeman; B. Godell and D. D. Nicholas (2008). Development of Commercial Wood Preservatives; efficacy, Environmental, and Health Issues . Chapter 16, American Chemical Society Symposium Series 982, Washington, DC, 272-284.

22- Baldrian, P. (2006). Fungal laccases – occurrence and properties. FEMS Microbiology Reviews 30:215–242.

23- Vignali, F. (2011).Wood treatments with siloxane meterials and metal complexes for preseration purposes.Athesis of Ph. D.University Degli Studi di Parma. Dottorato di Ricerca in Scienzo Chimicheciclo.189.

24- Santos, C. M. T.; C. H. S. Del Menezzi, and M. R. Souza (2012). Roperties of thermo mechanically treated wood from Pinus caribaea var. hondurensis. Biological Resources, 7:1850-1865.

25- Humar, M. and B. Lesar (2008). Fungicidal properties of individual components of copper-ethanolamine-based wood preservatives. Int. Iodeterior. Biodegrad. 62, 46 – 50.

26- Curling, S. F.; J. E. Winandy and C. A. Clausen (2000) .Experimental method to simulate incipient decayof wood by basidiomycete fungi. Interna-tional Research Group on Wood Preservation Document No. IRG/WP 00-20200, Stockholm, Sweden.

27- Hashemi, H. K.; M. Moderate; V. Safdari and B. Kord (2011). Decay resistance, hardness, water absorption and thickness swelling of bagasse fiber / plastic composite, Bioresources, 6: 3289 – 3299.

28- Goodell, B. (2003). Wood Deterioration and Preservation. Wood Science and Technology Department, rono.

29- Jüngel, P. and S. Hellkamp (2008). The role of chromium in wood preservatives under BPD areview and the current situation. in Europe. The International Research Group on Wood Protection, (Istanbul - Turkey), IRG/WP 08-30468, 10 p.