

## تأثير بعض المواد الحافظة لخشب الحور الأسود *Populus nigra L.* المعامل بفطريات التدهور في بعض الصفات الميكانيكية

وليد عبودي قصير  
كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل – العراق  
E-mail: Sabah\_gz@yahoo.com

زينب عليوي محمد التميمي  
كلية الزراعة / جامعة كربلاء – العراق

### الخلاصة

أظهرت نتائج دراسة تأثير مواد الحفظ CCB و CCA و CZC في بعض الصفات الميكانيكية لخشب الحور الأسود المعامل بفطريات التفسخ *Neoscytalidium dimidiatum* و *Alternaria alternata* و *Acremonium camptosporum* لصفة الانحناء الاستاتي تبين فترات التحضين لمعاملي المرونة والكسر فإن أعلى خفض كان عند فترة التحضين (ثمانية أشهر) وأدناها كان عند فترتي التحضين (شهرين) و(أربعة أشهر) ولم تختلف الفطريات والمواد الحافظة فيما بينها معنوياً ولكن اختلفت عن معاملة المقارنة وبفارق معنوي. أظهرت نتائج الشد الموازي للألياف والصلادة تبايناً في فترات التحضين حيث تفوقت فترة التحضين شهرين في قوة الشد الموازي للألياف والصلادة معنوياً على باقي الفترات تلاها فترة التحضين أربعة أشهر ثم فترة التحضين ثمانية أشهر مسجلة أدنى معدل، كما وجد أن الفطريات الثلاثة خفضت من قوة الشد الموازي للألياف والصلادة في العينات المعاملة بها (وبدون وجود فروقات معنوية بينها)، وعملت جميع المواد الحافظة على منع خفض قوة الشد الموازي للألياف للخشب المعامل بها فيما نجد أن المواد الحافظة احتفظت بقيمة صلادة الخشب المعامل بالفطريات وكان أفضلها المادة الحافظة زرنبخات النحاس الكروماتية (CCA) وبفارق معنوي عن مادة كرومات البورون النحاسية (CCB) ومادة كلوريد الزنك الكروماتي (CZC) اللذان لم يختلفا معنوياً فيما بينهما قياساً إلى معاملة المقارنة.

الكلمات الدالة: CCA، CCB، CZC، الخصائص الميكانيكية، فطريات التعفن الرخو، فطريات التعفن البني.

تاريخ تسلم البحث: 2013/10/28، وقبوله: 2014/5/13.

### المقدمة

استخدم الخشب منذ القدم في مختلف الأماكن والظروف والمجالات فالخشب مادة طبيعية يتكون من العديد من المركبات العضوية ويمثل مصدراً غذائياً مهماً للعديد من الكائنات الحية ومنها الأحياء المجهرية (Nair، 2006)، تُعد الفطريات المُفسخة للأخشاب أهم وأخطر الكائنات الحية المدمرة والمحطمة لبنائه والتي تعمل على تدمير الهيكل الداخلي للخشب بتغذيتها على المكونات الرئيسية له المتمثلة بالسيليلوز والهيميسليلوز واللكتين بعد تغلغلها بين وداخل الخلايا (Clausen، 2010) إذ يُعد التعفن البني للأخشاب Brown - rot من أخطر العوامل المدمرة للألياف السيليلوزية وأكثرها شيوعاً وانتشاراً في العالم حيث يوجد أكثر من 1000 نوع من الفطريات المُفسخة للأخشاب (Pataky، 1999) تنتمي إلى 40 جنس و16 عائلة وتعد السبب الرئيس في إحداث خسائر كبيرة للأخشاب في العالم (Brooks، 2004). تسبب فطريات التعفن الرخو Soft rot fungi خسائر كبيرة وهامة في الأخشاب الرخوة والصلدة وفي المنتجات الخشبية المختلفة كالأثاث والبنائيات الخشبية والملاجئ والظلات والخشب المعاكس. أشارت إحصاءات أمريكية إلى أن نسب الفقد بالأخشاب بلغت 3% أي ما يعادل 1 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 (Hartwig و Wilkinson، 2003) وبين Lee وآخرون (2004) أن الخسائر في الأخشاب غير المعاملة في الولايات المتحدة تقدر بـ 50 مليون دولار سنوياً بسبب الإصابة الفطرية، وذكر Alberto (2006) أن السنوات الأخيرة ونتيجة التدهور الفطري للأخشاب في موزنبيق انخفض إجمالي الصادرات الخشبية وصناعة الأخشاب إلى 3%. أن تقييم الصفات الميكانيكية للأخشاب من الأمور المهمة والضرورية لتحديد مدى ملائمتها للاستعمالات المختلفة لأن الخواص الميكانيكية للأخشاب تعبر عن صفاتها التي تمكنها من مقاومة القوى الخارجية المؤثرة والتي تؤدي إلى تغيير في شكلها وحجمها. أكد Anderson وآخرون (2002) أن صفة الصلادة للأخشاب قد تتباين في مقاومتها للتفسخ تبعاً لطبيعة المكونات الكيميائية فيها، فقد أثبت Raberg (2006) أن درجة التدهور بفطريات التعفن الرخو المرتبطة بفقدان الوزن في الخشب تُعد أفضل مقياس لمعرفة المراحل المبكرة للتدهور من خلال معرفة تأثير الانحناء الاستاتي (MOR و MOE)، وأوضح Schirp و Wolcott (2005) حدوث انخفاض في القوى الميكانيكية للأخشاب بفعل الإصابة بفطريات التعفن البني. تستخدم مادتي CCA و CCB على نطاق واسع في حفظ الأخشاب فقد بين Archer و Lebow (2006) امتلاك مادة CCA القابلة على الأداء الجيد في عملية الحفظ لعقود من الزمن قد تستمر لأكثر من 50 سنة في الخدمة وتُعد مادة CCA واحدة من أكثر المواد المستخدمة في عمليات الحفظ إذ بلغ معدل استخدامها أكثر من 90% من بين المواد الحافظة المستخدمة (Villumsen، 2003) وبين Humar وآخرون (2004) الاستهلاك الواسع لمادتي CCB و CCA كمواد حافظة للأخشاب. ويتم استخدام مادة CCA بغية التغلب على التدهور الحاصل بسبب التعفن الرخو للأخشاب وخاصة في البنائيات الرطبة (Daniel و Nilsson، 1997) وأشار Humar وآخرون (2005) أن مادة CCB منحت حماية جيدة للأخشاب

من التعفن البني وأن تباين النتائج كانت بسبب اختلاف الفطريات وخاصة في الظروف الرطبة مسببة تشوهات وتفسخات مدمرة (Hassan و Abdulkader، 2009)، أستخدم الخارصين بشكل كرومات وكلوريد الزنك وبصيغة CZC بنسب خلط معينة حيث يستعمل الخارصين في حفظ العديد من المنتجات الخشبية مثل الرقائق والخشب المعاكس والألواح وغيرها (Laks، 2004) كما عُرِف الخارصين بفاعليته العالية في تثبيط الفطريات ويُعد مادة سامة وله تأثير واسع على نشاطها عند استخدامه بالتراكيز المناسبة (Baldrian، 2006). أجريت هذه الدراسة لمعرفة تأثير المواد الحافظة المدروسة في بعض الصفات الميكانيكية لآخشاب الحور الأسود (الانحناء الاستاتي، الشد الموازي على الألياف، الصلادة).

### مواد البحث وطرائقه

جلبت عينات من آخشاب الحور الأسود *Populus nigra* L. المصابة بالتدهور من مخازن ومحلات الآخشاب الخاصة بتصنيع الأثاث وبيعها في منطقة الميدان بمحافظة نينوى الى المختبر وتم عزل وتشخيص النموات الفطرية النامية حول القطع المعزولة بعد تثقيتها بغية التشخيص لمرتبته الجنس (Hunter و Barnett، 2006) ومرتبته النوع تبعاً لصفات الفطريات المشار إليها من Sutton و Dyco (1989) هُيأت قطع خشبية بأبعاد (30×2×2) سم و(28×2×2) سم و(15×5×5) سم من الجزء العصاري لآخشاب الحور الأسود وبما يوافق طبيعة الإختبارات الميكانيكية التي أجريت في هذه الدراسة، تم تعقيم القطع الخشبية بجهاز الأوتوكليف ثم جُففت في فرن كهربائي بدرجة حرارة 105 م لمدة 48 ساعة وبعد إخراجها من الفرن وزنت بميزان حساس، وحضرت 5% من مواد الحفظ للمحاليل CCB (34% من 5H من  $\text{CuSO}_4 \times 2\text{O}$  و 37% من  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  و 28.7% من  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) (Anonymous، 1989) أما مادتي CCA (33% من  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$  و 56% من  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  و 11% من  $\text{As}_2\text{O}_5 \times 2\text{H}_2\text{O}$ ) و CZC (18.5% من  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 5\text{H}_2\text{O}$  و 81.5% من  $\text{ZnCl}_2$ )، إذ حضرت تبعاً لNicholas (1973). غمرت القطع الخشبية في محاليل CCB و CCA و CZC كلاً على حده وبعد خمسة أيام من الغمر أخرجت القطع الخشبية وجُففت في الفرن الكهربائي بدرجة حرارة 60 م لمدة 24 ساعة ثم غُمرت في عالق بوغي بلغ تعداده  $10 \times 1.86$  بوغ / مل للفطر *Neoscytalidium dimidiatum* و  $10 \times 0.61$  بوغ / مل للفطر *Alternaria alternata* و  $10 \times 3.87$  بوغ / مل للفطر *Acremonium camptosporum*، أضيف المضاد الحيوي سلفات الستريبتومايسين بمعدل 50 ملغم. لتر<sup>-1</sup> من المحلول، ثم وضعت النماذج الخشبية في أكياس نايلون مقاومة لحرارة العالية (200 م) ومعقمة نوع Roasting bags (Piknik) من إنتاج شركة TBET التركية بأبعاد 28×25 سم موضوعة في أواني بغرف العزل، صب الوسط Malt extract (MA) فيها بغرفة العزل بمعدل 100 مل / كيس ليغمر نصف سمك القطع ورفعت الأواني من غرفة العزل بعد تصلب الوسط وحُضنت في حاضنة على درجة حرارة (25 ± 2 م) ولفترات هي (0، 2، 4، 8) أشهر (Anonymous، 1998)، وأخرجت القطع الخشبية بعد كل فترة لإزالة النموات الفطرية منها بغسلها تحت ماء جاري ثم جففت في فرن كهربائي على 105 م لمدة 48 ساعة ثم وزنت بميزان حساس.

نفذت تجربة عامليه باستخدام التصميم العشوائي الكامل CRD وأحصيت نتائج النسبة المئوية للفقد بالوزن، وحللت إحصائياً باستخدام نظام SAS وقورنت النتائج بطريقة دنكن عند مستوى احتمال 0.05. تم حساب معامل المرونة (MOE) ومعامل الكسر (MOR) للقطع الخشبية المعاملة بمحاليل الحفظ والمُلقحة بالفطريات باستخدام جهاز هيدروليكي نوع Amsler Universal testing machine 20 ton في مختبر قسم الميكانيك بكلية الهندسة / جامعة الموصل، إذ وضعت النماذج في الجهاز بين مسندين المسافة بينهما (span) 28 سم، وسلط الحمل على الوجه المماسي Tangential للنموذج عند نقطة المنتصف وبسرعة ثابتة (6.604 ملم / دقيقة)، وتم قراءة الانحراف الناتج بواسطة مقياس الانحراف بدقة 0.01 ملم، أُخذت القراءة بعد تسليط كل 10 كغم على النموذج وهكذا حتى الوصول إلى حد التناسب Proportional limit (يستدل عليه من الانحراف الكبير الذي يحدث في النموذج والذي يختلف عن الانحراف السابق قبل الوصول إلى حد التناسب) وبعد الوصول إلى حد التناسب تُسجل القوة المقابلة لإضافات متساوية للانحراف ويستمر حتى الوصول إلى الحمل الأقصى الذي يحدث عنده الانهيار ثم حسبت قيمة الانحراف باستخلاص الفارق بين قراءات مقياس الانحراف لحين الوصول إلى نقطة التناسب وتم حساب معامل المرونة من العلاقة الآتية:

$$\text{معامل المرونة (كغم / سم}^2\text{)} = \frac{\text{ك} \times \text{ل} / 3}{\text{ن} \times \text{ع} \times \text{س}^3}$$

ك (كغم): الحمل عند حد التناسب. ن (سم): الانحراف عند (ك). س (سم): سمك النموذج.

ل (سم): طول المسافة بين المرتكزين (28). ع (سم): عرض النموذج.

وتم حساب معامل الكسر من العلاقة الآتية:-

$$\text{معامل الكسر (كغم / سم}^2\text{)} = \frac{\text{ك} \times \text{ل} / 2}{\text{ن} \times \text{ع} \times \text{س}^2}$$

ك (كغم): الحمل الأقصى. ل (سم): طول المسافة بين المرتكزين (28).

ع (سم): عرض النموذج. س (سم): سمك النموذج.

تم مقارنة النسبة المئوية للفقد بالوزن لنماذج الانحناء الاستاتي مع النسبة المئوية لمعامل الكسر والمرونة لكل نموذج.

حُلَّت النتائج إحصائياً باستخدام نظام التباين المشترك Covariance وقورنت المتوسطات بطريقة دنكن. اختبار قوة الشد الموازي على الألياف: تم تحضير النماذج الخشبية الخاصة بفحص قوة الشد الموازي على الألياف استناداً للمواصفات القياسية 1037-78-ASTMD وجرى اختبار النماذج باستخدام الجهاز الهيدروليكي نوع Amsler Universal testing machine 20 ton الذي استخدم في فحص الانحناء الاستاتي في مختبر قسم الميكانيك بكلية الهندسة جامعة الموصل.

ثبنت النماذج بجهاز الفحص وتم تسليط الحمل المعاكس (سحب) بسرعة منتظمة 2.5 ملم/ دقيقة ولحين حدوث الكسر عند الحمل الأقصى. وتم إيجاد قوة الشد الموازي للألياف باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{قوة الشد الموازي للألياف} = \text{ق} / \text{م}$$

ق (كغم): أقصى حمل تحمله النموذج. م (سم<sup>2</sup>): المساحة السطحية للنموذج.

حُلَّت النتائج إحصائياً باستخدام نظام التباين المشترك Covariance وقورنت المتوسطات بطريقة دنكن.

اختبار الصلادة **Hardness**: تم عمل ثقب في نهايتي القطع الخشبية بطول 5 سم وقطر 3 ملم قبل وضع العينات في الأوكياس لتسهيل دخول الفطريات والمواد الحافظة إلى داخلها وذلك قبل إجراء المعاملة بالمواد الحافظة والتلقيح بفطريات التسخ. أجري اختبار الصلادة بطريقة Jankas method بإدخال كرة معدنية بقطر 0.444 أنج، لحد نصف قطرها داخل النموذج الخشبي، وسُجِلت النتائج بإحصاء مقدار الحمل اللازم لضغط نصف قطر الكرة الصلبة بمقدار 0.222 أنج داخل النموذج الخشبي في مساحة 1 سم<sup>2</sup>، وهيأت النماذج الخشبية الخاصة بفحص الصلادة حسب المواصفات القياسية 1037-78-ASTMD. دونت القراءات للمقطع المماسي لكل نموذج اختبار وقد تم الحصول على قيمة الصلادة مباشرة بوحدة الكيلوغرام. أجري اختبار فحص الصلادة بطريقة جانكا في مختبر المعادن التابع لقسم الصناعات والمعادن في المعهد الفني التقني / الموصل. حُلَّت النتائج إحصائياً باستخدام نظام التباين المشترك Covariance وقورنت المتوسطات بطريقة دنكن.

### النتائج والمناقشة

#### تأثير المواد الحافظة المدروسة على الانحناء الاستاتي **Bending strength**:

أ- معامل المرونة **(MOE) Modulus of Elasticity**: أظهرت نتائج اختبار معامل المرونة لخشب الحور الأسود الموضحة في الجدول (1) أن الفطريات الثلاثة لم تؤثر في معامل مرونة الخشب عند التحضين لفترة شهرين إذ لم تختلف معنوياً عن العينات غير المعاملة بالفطريات (المقارنة) أما بعد فترة أربعة أشهر من التحضين فقد إنخفض معامل المرونة للعينات المعاملة بجميع الفطريات بدون وجود فروقات معنوية فيما بينهما، وقد أدى استخدام مواد الحفظ إلى المحافظة على معامل المرونة للخشب المعامل بجميع الفطريات ولم يكن هنالك فارق معنوي بين مادة حفظ وأخرى، وتسببت الفطريات الثلاثة في إحداث خفض شديد بمعامل المرونة من دون وجود فروقات معنوية بينها ذلك بعد ثمانية أشهر من التحضين ومع ذلك فإن CCB حافظ على معامل المرونة للعينات المعاملة بالفطريات إلى مستوى معامل المرونة للعينات غير المعاملة بالفطريات معنوياً وكذلك مادة CZC، أما مادة CCA فقد كانت بكفاءة CZC ضد الفطرين *A.alternata* و *N. dimidiatum* وأدنى منه ضد الفطر *Ac. camptosporum*.

ومن تأثير الفطريات فإن الفطريات الثلاثة لم تختلف معنوياً فيما بينها بخفض معامل المرونة واختلفت معنوياً عن معاملة المقارنة 20546.2 كغم / سم<sup>2</sup> كما لم تختلف المواد الحافظة فيما بينها معنوياً حيث نجد أن المواد الثلاثة حافظت على معامل المرونة للخشب وبفارق معنوي عن العينات المعاملة بالفطريات والأخيرة مسجلة أدنى معدل بلغ 14835.2 كغم / سم<sup>2</sup>.

أما في تأثير الفترات نجد أن الخفض المعنوي كان عند التحضين لفترة ثمانية أشهر بمعدل 16255.6 كغم / سم<sup>2</sup> في حين لم تظهر فترتي شهرين وأربعة أشهر من التحضين تأثير معنوي في خفض معامل المرونة. ومن تأثير التداخل بين المادة الحافظة والفطريات نجد أن المواد الحافظة الثلاثة أحتفظت بقيم معامل المرونة للعينات المعاملة بالفطريات الثلاثة بمستوى العينات غير المعاملة بالفطريات وبدون وجود فارق معنوي بينها.

الجدول (1): تأثير المواد الحافظة المدروسة في معامل المرونة (كغم / سم<sup>2</sup>) لخشب الحور الأسود المعامل بثلاثة فطريات وثلاث فترات تحضين مختبرياً.

Table (1): the effect of preservatives studied in the Modulus of Elasticity (MOE) (kg / cm<sup>2</sup>) black poplar wood which treatment by three fungi and three laboratory incubation periods.

فترة التحضين incubation period	فترة التحضين والمادة الحافظة incubation	معامل المرونة (كغم / سم <sup>2</sup> ) effect of (MOE) (kg / cm <sup>2</sup> ) الفطريات / Fungi	المادة الحافظة preservative	فترة التحضين (شهر) Incubation
--------------------------------------	---	---	--------------------------------	-------------------------------------

	period & preservative	N	AC	A	C		period (Month)
19688.5a	17631 be	14914 b-g	17713 a-f	17352 a-f	20546 ab	Control	2
	21023 a	22620 a	20534 ab	20411 ab	20546 ab	CCB	
	20321 ab	20458 ab	19788 abc	20490 ab	20546 ab	CCA	
	19775 ab	18572 a-e	20502 ab	19479 abc	20546 ab	CZC	
19036.8 a	15001 c	12948 e-i	14311 b-h	12200 f-i	20546 ab	Control	4
	20482 ab	20540 ab	20336 ab	20505 ab	20546 ab	CCB	
	20269 ab	20401 ab	19798 abc	20329 ab	20546 ab	CCA	
	20396 ab	20409 ab	204010 ab	20117 ab	20546 ab	CZC	
16255.6 b	11873 d	8975 h i	9970 g-i	8002 i	20546 ab	Control	8
	19409 ab	18546 a-e	18836 a-e	19709 abc	20546 ab	CCB	
	16024 c	15993 b-f	13295 d-i	14262 b-g	20546 ab	CCA	
	17716 bc	19820 abc	15542 b-f	14956 b-g	20546 ab	CZC	
		17858 b	17586.1 b	17317.6 b	20546 a	*تأثير متوسط الفطريات Average fungi effect	
*تأثير متوسط المادة الحافظة Average preservative effect		19141 ab	19634 a	19433 a	20546 a	2	*تأثير التداخل بين فترة التحضين والفطريات effect of interference between the incubation period and fungi
		18600 ab	18714 ab	18288 ab	20546 a	4	
		15833 bc	14411 c	14232 c	20546 a	8	
14835.2 b	12279 b	13998 b	12518 b	20546 a	C	*تأثير التداخل بين المادة الحافظة والفطريات effect of interference between the preservative and fungi	
20306.2 a	20569 a	19902 a	20208 a	20546 a	CCB		
18871.1 a	18951 a	17627 a	18360 a	20546 a	CCA		
19295.4 a	19634 a	18818 a	18184 a	20546 a	CZC		

*Neoscytalidium dimidiatum* :N ; *Acronium camptosporum* :AC ; *Alternaria alternata* :A Control:C

\* المتوسطات التي تشترك بنفس الأحرف للعوامل المفردة وتداخلاتها لا تختلف معنوياً فيما بينها حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05.

The averages with the same letter for each factor and their interaction is a non-significant according to Duncan s multiple test at rang 0.05.

أما تأثير تداخل فترة التحضين والمادة الحافظة نجد أن مادة CCB كانت أفضل المواد الحافظة في المحافظة على قيم معامل مرونة الخشب بعد شهرين من التحضين معطية معدل بلغ 21023 كغم / سم<sup>2</sup> وإن لم تختلف معنوياً عن مادتي CCA و CZC وبعد أربعة أشهر من التحضين ساهمت جميع المواد الحافظة في الحفاظ على معامل المرونة وبدون فارق معنوي بينهما، أما بعد ثمانية أشهر فكان أفضلها معنوياً CCB يليه CZC ثم CCA في الحفاظ على قيم معامل المرونة للخشب، ومن تداخل فترة التحضين والفطريات نجد أن الفطريات الثلاثة خفضت من معامل المرونة بشكل تدريجي مع زيادة فترة التحضين بدون وجود فارق معنوي بينها. إن عدم وجود فروقات معنوية بين الفطريات الثلاثة في إحداثها للتدهور في خشب الحور الأسود يعود إلى إستهلاكها المتقارب من كميات السيليلوز في الخشب للفطريات الثلاثة وبالتالي يكون حجم الفجوات الناتجة في الخشب متقاربة أيضاً وحتى بعد ثمانية أشهر من التحضين وذلك إنعكس على معامل المرونة. ويأتي دور مواد الحفظ في تثبيط النشاط الفطري وبخاصة مادة كرومات البورون النحاسية (CCB) لجميع الفطريات ومادة كلوريد الزنك الكروماتي (CZC) المقارب له ثم مادة زرنخات النحاس الكروماتي (CCA) الأخير بسبب انخفاض تأثيره عن كرومات البورون النحاسية وكلوريد الزنك الكروماتي ضد الفطر *Ac. camptosporum* إن انخفاض المرونة في الخشب المتدهور بسبب الفطريات ناتج عن استهلاك كميات من السيليلوز والهيميسيليلوز ومن ثم تشكل الفجوات وقصر السلاسل السيليلوزية التي يترتب عنها انخفاضاً في معامل مرونة الخشب (Vignali, 2011).

ب - معامل الكسر (Modulus of Rupture (MOR) : يتبين من الجدول (2) إن معامل الكسر للخشب لم يختلف عن الخشب غير المعامل بالفطريات معنوياً بعد شهرين وأربعة أشهر من التحضين ويبدو من ذلك أن انخفاض معامل الكسر حدث بعد ثمانية أشهر من التحضين ويفارق معنوي بين الفطريات الثلاثة (التي لم تختلف فيما بينها معنوياً) عن تلك التي لم تعامل بالفطريات رغم ظهور انخفاض بمعامل المرونة في المراحل المبكرة من التحضين في الجدول (1) وبذلك يبدو

أن إنخفاض معامل الكسر يظهر بعد حدوث خلل كبير في الخشب (Kretschmann، 2008) ومع ذلك فقد كان لـ CCB القدرة في الحفاظ على معامل الكسر للخشب المعامل بالفطر *A. alternata* مسجلاً معدلاً بلغ 254.91 كغم / سم<sup>2</sup> الذي لم يختلف معنوياً عن معامل الكسر للخشب غير المعامل بالفطر والذي بلغ معدله 265.29 كغم / سم<sup>2</sup> وكذلك الحال بالنسبة لمادة CCA في الحفاظ على معامل الكسر للخشب المعامل بالفطريات الثلاثة و CCB للخشب المعامل بالفطريات *Ac. camptosporum* و *N. dimidiatum* وذلك بعد فترة شهرين من التحضين كذلك مادة CCB ضد الفطرين *A. alternata* و *Ac. camptosporum* ومادة CCA ضد الفطرين *A. alternata* و *N. dimidiatum* و CCB ضد الفطريات الثلاثة بعد فترة تحضين أربعة أشهر من التحضين. وبعد ثمانية أشهر من التحضين إنخفض معامل الكسر معنوياً عن فترتي شهرين وأربعة أشهر ولكن تمكنت المواد الحافظة في الحفاظ على قيم معامل الكسر عالية وبشكل محدود إذ أستطاعت مادة CCB من التقليل من الإصابة وأعطت قيمة عالية لمعامل الكسر للخشب المعامل بالفطر *A. alternata* مقارنة بالخشب غير المعامل وبدرجة أدنى ضد الفطر *N. dimidiatum* ولم يكن كفوياً في الحفاظ على معامل الكسر للخشب المعامل في حين كانت مادة CCA كفوياً في الحفاظ على قيم معامل الكسر للخشب المعامل بالفطر *N. dimidiatum* ولم يكن كفوياً في المحافظة على معامل الكسر للخشب المعامل بالفطرين الآخرين وكذلك كان الحال بالنسبة لمادة CCB.

وفيما يخص تأثير الفطريات فإنها خفضت من معامل الكسر عن المقارنة غير المعاملة معنوياً ولكنها لم تختلف معنوياً فيما بينها، ويؤكد ذلك تأثير تداخل فترات التحضين والفطريات إذ تفوقت معاملة المقارنة بمعدل 265.29 كغم / سم<sup>2</sup> التي لم تختلف عن الفترتين الأولى والثانية ولكافة الفطريات المدروسة معنوياً في حين سجل الخشب المعرض للفطر *A. alternata* أقل معدل بلغ مقداره 191.38 كغم / سم<sup>2</sup> والذي لم يختلف معنوياً عن بقية الأخشاب المعرضة لباقي الفطريات معنوياً ولنفس فترة التحضين.

أيضاً تأثير تداخل فترات التحضين والمادة الحافظة إذ وجد تفوق الفترة الثانية من التحضين لمادة CCB بمعدل 269.52 كغم / سم<sup>2</sup> التي لم تختلف معنوياً عن باقي المواد والفترات باستثناء الفترة الأخيرة لمادة CCA بمعدل 220.93 كغم / سم<sup>2</sup> في حين سجلت الفترة الأخيرة وبدون مادة حافظة أدنى معدل بلغ مقداره 171.23 كغم / سم<sup>2</sup>.

وبالنسبة لتأثير التداخل بين المادة الحافظة والفطريات نجد ان المادة الحافظة CCB كانت كفوياً في الحفاظ على قيم معامل كسر الخشب المعامل بالفطرين *A. alternata* و *N. dimidiatum* في حين نجد أن مادة CCA كانت كفوياً في رفع معامل كسر الخشب المعامل بالفطر *N. dimidiatum* ومادة CCB كانت كفوياً في الحفاظ على قيم معامل الكسر ضد الفطريات الثلاثة، وبذلك تظهر النتائج تأثر معامل الكسر بشكل ملحوظ بعد ثمانية أشهر من التحضين إذ انخفض من 265.29 كغم / سم<sup>2</sup> عند المقارنة غير المعاملة إلى متوسط 171.23 كغم / سم<sup>2</sup> في المعاملة بالفطريات كما يُعد النشاط الفطري طويل الأمد مؤثراً في معامل الكسر وبالتالي أظهرت المواد الحافظة تأثيراً متبايناً في الحفاظ على قيم معامل الكسر وأبدى الفطر *Ac. camptosporum* تحملاً عالياً لمواد الحفظ وقد يكون ذلك بسبب طبيعة غزوه للخشب والذي يهاجم الأوعية (Wong، 2007) ويتغلغل فيه مما يمكنه الهروب من التأثير السمي المباشر لمواد الحفظ.

**تأثير المواد الحافظة المدروسة في قوة الشد الموازي على الألياف:** يتبين من الجدول (3) أن الفطريات الثلاثة *A. alternata* و *Ac. camptosporum* و *N. dimidiatum* خفضت من قوة الشد الموازي للألياف (بدون وجود فروقات معنوية بينها) إذ بلغت قوة الشد 223.96 و 223.73 و 219.96 كغم / سم<sup>2</sup> على التوالي بالمقارنة مع تلك التي لم تعامل بالفطريات والتي سجلت معدل بلغ 365.94 كغم / سم<sup>2</sup>، وتمكنت المادة الحافظة كرومات البورون النحاسية (CCB) من الحفاظ على مستويات قوة الشد في العينات المعاملة بالفطريات الثلاثة بما يقارب مستويات الشد بالعينات غير المعاملة (المقارنة) إذ لم يلاحظ وجود فروقات معنوية بينها. وكذلك كانت مادة كلوريد الزنك الكروماتي (CZC) وكذا زرنخات النحاس الكروماتية (CCA) فقد كانوا بذات الكفاءة وذلك بعد شهرين وأربعة أشهر من التحضين، ويبدو من ذلك أن مواد الحفظ جميعاً ساهمت في الحفاظ على قيم الشد الموازي للألياف بما يوازي مستويات العينات غير المعاملة (المقارنة). وبعد ثمانية أشهر من التحضين ساهمت المواد الحافظة أيضاً في الحفاظ على قيم مستويات الشد الموازي للألياف الخشب المعامل بالفطريات قياساً بالعينات غير المعاملة بالفطريات جميعاً وخاصة مادة كرومات البورون النحاسية التي منعت انخفاض قوة الشد في العينات المعاملة بالفطر *A. alternata* مسجلاً معدل بلغ (324.68 كغم / سم<sup>2</sup>) عن تلك غير المعاملة بالفطر (365.94 كغم / سم<sup>2</sup>) معنوياً، ومادة زرنخات النحاس الكروماتية التي منعت انخفاض قوة الشد في العينات المعاملة بالفطر *Ac. camptosporum* (362.29 كغم / سم<sup>2</sup>) معنوياً، ومادة كلوريد الزنك الكروماتي التي منعت انخفاض قوة الشد في العينات المعاملة بالفطر *Ac. camptosporum* (307.21 كغم / سم<sup>2</sup>) عن تلك غير المعاملة بالفطر (365.94 كغم / سم<sup>2</sup>) معنوياً. ومن تأثير الفطريات نجد إن الفطريات الثلاثة خفضت من قوة الشد الموازي للألياف في العينات المعاملة بها (وبدون وجود فروقات معنوية بينها) بالقياس مع تلك التي لم تعامل بالفطريات معنوياً. وكذلك فإن جميع المواد الحافظة منعت من خفض قوة الشد للخشب المعامل بها. وفي تأثير فترات التحضين فقد تفوقت فترة التحضين الأولى في قوة الشد الموازي للألياف معنوياً بمعدل 331.64 كغم / سم<sup>2</sup> على باقي الفترات في حين سجلت فترة التحضين الأخيرة أدنى معدل بلغ 285.86 كغم / سم<sup>2</sup>.

الجدول (2): تأثير المواد الحافظة المدروسة في معامل الكسر (كغم / سم<sup>2</sup>) لخشب الحور الأسود المعامل بثلاثة فطريات ولثلاث فترات حفظ مختبرياً.

Table (2): The effect of preservatives studied in the Modulus of Rupture (MOE) (kg / cm<sup>2</sup>) for black poplar wood which treatment by three fungi and three laboratory incubation periods.

فترة التحضين incubation period	فترة التحضين والمادة الحافظة incubation period & preservative	معامل الكسر (كغم / سم <sup>2</sup> ) effect of (MOR) (kg / cm <sup>2</sup> ) الفطريات / Fungi				المادة الحافظة preservative	فترة التحضين (شهر) Incubation period (Month)
		N	AC	A	C		
241.14 a	221.24 bc	203.41 b-f	203.80 b-f	212.42 b-f	265.29 ab	Control	2
	236.98 abc	210.05 b-f	217.69 b-f	254.91 a-d	265.29 ab	CCB	
	252.23 ab	246.55 a-e	250.86 a-d	246.22 a-e	265.29 ab	CCA	
	254.12 ab	264.66 ab	261.97 abc	224.56 b-f	265.29 ab	CZC	
241.56 a	199.67 cd	175.05 d-g	175.90 c-g	182.44 b-g	265.29 ab	Control	4
	244.38 abc	209.48 b-f	249.28 a-d	253.49 a-d	265.29 ab	CCB	
	252.67 ab	261.10 abc	223.95 b-f	260.35 abc	265.29 ab	CCA	
	269.52 a	318.34 a	243.36 a-e	251.09 a-d	265.29 ab	CZC	
212.73 b	171.23 d	108.84 g	168.64 efg	142.15 fg	265.29 ab	Control	8
	224.49 abc	209.36 b-f	180.85 b-g	242.48 a-e	265.29 ab	CCB	
	220.93 bc	248.15 a-e	209.48 b-f	160.79 fg	265.29 ab	CCA	
	234.29 abc	231.08 a-e	220.70 b-f	220.08 b-f	265.29 ab	CZC	
		223.84 b	217.21 b	220.92 b	265.29 a	*تأثير متوسط الفطريات Average fungi effect	
*تأثير متوسط المادة الحافظة Average preservative effect		231.16 abc	233.58 abc	234.54 abc	265.29 a	2	*تأثير التداخل بين فترة التحضين والفطريات effect of interference between the incubation period and fungi
		240.99 ab	223.12 abc	236.84 abc	265.29 a	4	
		199.36 bc	194.92 c	191.38 c	265.29 a	8	
197.38 b		162.43 e	182.78 cde	179.02 de	265.29 a	C	*تأثير التداخل بين المادة الحافظة والفطريات effect of interference between the preservative and fungi
235.29 a		209.63 cd	215.94 bcd	250.29 ab	265.29 a	CCB	
241.94 a		251.93 ab	228.10 abc	22.45 a-d	265.29 a	CCA	
252.64 a		271.36 a	242.01 ab	231.91 ab	265.29 a	CZC	

A Control: C : *Alternaria alternata* AC : *Acremonium camptosporum* N : *Neoscytalidium dimidiatum*

\* المتوسطات التي تشترك بنفس الأحرف للعوامل المفردة وتداخلاتها لا تختلف معنوياً فيما بينها حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05.

The averages with the same letter for each factor and their interaction is a non-significant according to Duncan s multiple test at rang 0.05.

وفيما يتعلق بتأثير تداخل فترة التحضين والمادة الحافظة لوحظ تفوق الفترة الثانية من التحضين لمادة CCA بمعدل 371.04 كغم / سم<sup>2</sup> والتي لم تختلف معنوياً عن باقي المواد والفترات بإستثناء الفترة الأخيرة لمادتي CCA و CZC بمعدل 308.78 و 306.05 كغم / سم<sup>2</sup> على التوالي في حين سجلت الفترة الأخيرة وبدون مادة حافظة أدنى معدل بلغ مقداره 215.03 كغم / سم<sup>2</sup>.

وعن تأثير التداخل بين المادة الحافظة والفطريات نجد أن المادة الحافظة CCB كانت كفؤه في الحفاظ على قيم عالية لقوة الشد الموازي للألياف للخشب المعامل بالفطر *A. alternata* في حين نجد أن مادة CCA كانت كفؤه في الحفاظ على قيم قوة الشد الموازي للألياف للخشب المعامل بالفطرين *A. alternata* و *Ac. camptosporum* ومادة CZC كانت كفؤه في الحفاظ على قيم قوة الشد الموازي للألياف للأخشاب المعرضة للفطرين *A. alternata* و *N. dimidiatum*.

وبخصوص تأثير تداخل فترة التحضين والفطريات تظهر النتائج تأثير قوة الشد الموازي للألياف بشكل ملحوظ بعد ثمانية أشهر من التحضين إذ انخفض من 365.94 كغم/سم<sup>2</sup> في المقارنة (غير المعاملة) إلى متوسط 239.99 كغم / سم<sup>2</sup> في المعاملة بالفطريات وبالتالي نجد أن النشاط الفطري طويل الأمد قد أثر في قوة الشد الموازي للألياف.

الجدول (3): تأثير المواد الحافظة المدروسة في الشد الموازي على الألياف لأخشاب الحور الأسود المعامل بثلاثة فطريات وثلاث فترات تحضين مختبرياً.

Table (3): the effect of preservatives studied in the tension parallel to grain(kg / cm<sup>2</sup>)for black poplar wood which treatment by three fungi and three laboratory incubation periods.

فترة التحضين incubation period	فترة التحضين والمادة الحافظة incubation period & preservative	الشد الموازي على الألياف (كغم / سم <sup>2</sup> ) effect of tension parallel to grain (kg/cm <sup>2</sup> ) Fungi / الفطريات				المادة الحافظة preservative	فترة التحضين (شهر) Incubation period (Month)
		N	AC	A	C		
331.74 a	258.40 c	219.96 f-i	223.73 f-i	223.96 f-i	365.94 abc	Control	2
	351.38 ab	328.65 a-e	349.30 a-d	363.64 ab	365.94 abc	CCB	
	371.04 a	369.62 ab	370.22 ab	378.36 a	365.94 abc	CCA	
	346.15 ab	349.31 a-d	315.86 a-e	353.50 a-d	365.94 abc	CZC	
316.33 b	239.85 c	215.75 g h i	203.42 h i	174.28 i	365.94 abc	Control	4
	329.80 ab	307.61 a-e	305.33 a-e	340.53 a-e	365.94 abc	CCB	
	355.40 ab	315.53 a-e	361.35 abc	378.77 a	365.94 abc	CCA	
	340.29 ab	361.90 abc	309.10 a-e	324.22 a-e	365.94 abc	CZC	
285.86 c	215.03 c	178.70 i	162.24 i	153.26 i	365.94 abc	Control	8
	313.58 ab	295.25 b-e	268.45 f-h	324.68 a-f	365.94 abc	CCB	
	308.78 b	215.85 ghi	362.29 abc	291.06 c-f	365.94 abc	CCA	
	306.05 b	269.92 e-h	307.21 a-e	281.15 d-g	365.94 abc	CZC	
		285.22 b	294.87 b	284.41 b	365.94 a	*تأثير متوسط الفطريات Average fungi effect	
*تأثير متوسط المادة الحافظة Average preservative effect		315.98 abc	313.98 abc	330.79 ab	365.94 a	2	*تأثير التداخل بين فترة التحضين والفطريات effect of interference between the incubation period and fungi
		300.10 bc	299.10 bc	300.19 bc	365.94 a	4	
		239.99 d	270.99 bcd	266.55 cd	365.94 a	8	
237.76 b		204.80 c	196.46 c	183.84 c	365.94 a	C	*تأثير التداخل بين المادة الحافظة والفطريات effect of interference between the preservative and fungi
332.58 a		310.50 b	307.69 b	346.22 ab	365.94 a	CCB	
345.07 a		280.33 c	364.62 a	369.40 ab	365.94 a	CCA	
330.83 a		327.04 ab	310.72 b	319.63 ab	365.94 a	CZC	

A Control: C : *Alternaria alternata* AC : *Acremonium camptosporum* N : *Neoscytalidium dimidiatum*

\* المتوسطات التي تشترك بنفس الأحرف للعوامل المفردة وتداخلاتها لا تختلف معنوياً فيما بينها حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05.

The averages with the same letter for each factor and their interaction is a non-significant according to Duncan s multiple test at rang 0.05.

**تأثير المواد الحافظة المدروسة في صلادة الخشب المعامل بفطريات التفسخ:** أظهرت نتائج اختبار الصلادة لخشب الحور الأسود الموضحة في الجدول (4) أن الفطريات الثلاثة أثرت معنوياً في خفض صلادة خشب الحور الأسود (وبدون وجود فارق معنوي بينها) مقارنة بالعينات غير المعاملة، وأدت المعاملة بالمواد الحافظة في الحفاظ على صلادة خشب الحور الأسود المعرض للفطريات بمستوى الخشب غير المعامل بأستثناء العينات الخشبية المعاملة بمادة CZC والمعرضة للفطريين *Ac. camptosporum* و *N. dimidiatum* وذلك بعد فترة شهرين من التحضين، وبعد فترة أربعة أشهر من التحضين إنخفضت صلادة الخشب معنوياً عن صلادة الخشب المعامل بالفطريات والمحضن لفترة شهرين وخاصةً بالفطر *N. dimidiatum*، وأدت المعاملة بالمواد الحافظة إلى الحفاظ على معدلات عالية القيم وخاصة مادتي CCB و CZC ضد الفطر *A. alternata* ومادة CCA ضد الفطريين *Ac. camptosporum* و *N. dimidiatum* إلى مستوى الخشب غير المعامل، وبعد فترة ثمانية أشهر من التحضين إنخفضت صلادة الخشب معنوياً عن صلادة الخشب

المعامل بالفطريات والمحضن لفترة أربعة أشهر وخاصة بالفطر *N. dimidiatum*، وأدت المعاملة بالمواد الحافظة إلى الإحفاظ بقيم عالية وخاصة مادة CCA ضد الفطرين *Ac. camptosporum* و *N. dimidiatum* إلى مستوى الخشب غير المعامل بالفطريات. وبعد فترة ثمانية أشهر من التحضين انخفضت صلادة الخشب معنوياً عن صلادة الخشب المعامل بالفطريات والمحضن لفترة أربعة أشهر وخاصة المعاملة بالفطر *N. dimidiatum*، وأدت المعاملة بالمواد الحافظة إلى الحفاظ على قيم صلادة الخشب وخاصة مادة CCA ضد الفطرين *Ac. camptosporum* و *N. dimidiatum* ومادة CZC ضد الفطر *A. alternata*، ويؤكد ذلك تداخل تأثير المادة الحافظة والفطريات. ومن تأثير الفطريات نجد أن الفطريات خفضت من صلادة خشب الحور الأسود وخاصة الفطران *Ac. camptosporum* و *N. dimidiatum* (من دون وجود فارق معنوي بينهما) وبفارق معنوي عن الفطر *A. alternata*. وفيما يتعلق بالمواد الحافظة نجد أن المواد الحافظة حافظت على صلادة الخشب المعامل بالفطريات وكان أفضلها المادة الحافظة CCA وبفارق معنوي عن CCB و CZC للذان لم يختلفا معنوياً فيما بينهما قياساً إلى معاملة المقارنة (بدون مادة حافظة) التي أعطت أدنى معدل بلغ 290.87 كغم / سم<sup>2</sup>.

ومن تأثير الفترات نجد أن الفقد في الصلادة ازداد مع زيادة فترة التحضين فقد تفوقت فترة التحضين الأولى معنوياً على باقي فترات التحضين مسجلة معدلاً بلغ مقداره 379.80 كغم / سم<sup>2</sup> في حين سجلت فترة التحضين الأخيرة أقل معدل بلغ 334.93 كغم / سم<sup>2</sup>، ويؤكد ذلك تداخل فترة التحضين والمادة الحافظة إذ وجد تفوق الفترة الأولى من التحضين لمادة CCB بمقدار 403.33 كغم / سم<sup>2</sup> والتي لم تختلف معنوياً عن باقي المواد والفترات باستثناء الفترة الأخيرة لمادة CCB بمعدل 347.15 كغم / سم<sup>2</sup> في حين سجلت الفترة الأخيرة وبدون مادة حافظة أدنى معدل للصلادة بلغ مقداره 246.93 كغم / سم<sup>2</sup>. من ملاحظة النتائج الخاصة بالصفات الميكانيكية لجميع النماذج المدروسة نجد إنخفاض معامل المرونة ومعامل الكسر والشد الموازي للألياف والصلادة للعينات غير المعاملة بالمواد الحافظة والمعاملة فقط بالفطريات إذ أعطت أدنى المعدلات لجميع الفطريات المدروسة، وهذا دليل للنشاط الفطري عليها حيث أكد Santos و Delmenezzi (2012) أن الخشب غير المعالج بالمواد الحافظة يكون معرضاً للتدهور بفعل الفطريات كنتيجة حتمية لتغذية الفطريات على الكربوهيدرات، ومن النتائج تم ملاحظة وجود علاقة بين النسبة المئوية لصفة الفقد بالوزن ومدى ارتباط معامل المرونة والكسر بها فقد تبين أن معامل الكسر كان أول الصفات المتأثرة بالتدهور الفطري ثم معامل المرونة وأخيراً نسبة الفقد بالوزن الجاف لخشب الحور الأسود فقد تسبب الفطر *A. alternata* في نسبة فقد بلغت 1.92 % في حين بلغت قيمة الفقد بالقوة لمعامل الكسر 16.72% وقيمة الفقد بقوة معامل المرونة 15.715% ونتج عن الإصابة بالفطر *Ac. camptosporum* نسبة فقد بالوزن الجاف مقدارها 2.39% في حين كانت قيمتي الفقد في معاملي الكسر والمرونة 16.72% و 14.40% على التوالي، وتسبب الفطر *N. dimidiatum* في نسبة فقد بالوزن 2.10% في حين كانت قيمة الفقد بالقوة لمعامل الكسر 15.62% ونسبة الفقد بالقوة لمعامل المرونة 13.08%. لقد وجد Curling وآخرون (2002) أن الفقد في قوة الأخشاب نتيجة الإصابة الفطرية بالتعفن البني يظهر قبل الفقد المعنوي في وزن الأخشاب الجافة، وأكد Wilcox (1978) أن الفقد في وزن الأخشاب بنسبة 5-10% يؤدي إلى انخفاض قوة انحناء الأخشاب بمقدار 50-70%، وأثبت Raberg (2006) أن التدهور بفطريات التعفن الرخو المرتبطة بفقدان الوزن للخشب يعد أفضل مقياس لمعرفة المراحل المبكرة للتدهور من خلال معرفة تأثير الانحناء (MOR و MOE)، وأشار Winandy و Morrell (1993). إن الخفض في الصفات الميكانيكية (MOR و MOE) كان بمقدار 3 - 4 مرات مقارنة بمقدار الفقد بالوزن الجاف للأخشاب، وقد يعود السبب في تأثر الأخشاب بالهجوم الفطري إلى طبيعة مكوناتها وطريقة تشكلها كونها المسؤولة عن مدى مقاومتها لفعل فطريات التعفن وبالتالي سوف تؤثر في الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للأخشاب (Hill، 2000 و Hashemi وآخرون، 2011)، وأثبتت العديد من الدراسات أن فطريات التعفن أدت إلى حدوث خسارة في القوة أسرع من الفقد بالوزن ونتيجة للتدهور بالفطريات بإحداثها تغييراً في الخصائص الكيميائية للأخشاب مما سبب انخفاضاً في القوة قبل حدوث الانخفاض في الوزن (Curling وآخرون، 2000 و Stark، 2001). وكذلك الحال بالنسبة لصفة الشد الموازي للألياف والصلادة حيث ظهر أعلى فقد في القوة للعينات المعاملة فقط بالفطريات وظهر ذلك في المراحل المبكرة من التدهور وحينها يكون من الصعوبة التعرف عليه من خلال قياس الانخفاض بالوزن حيث أشار Kretschmann (2008) أن فطريات التعفن البني تعمل على خفض القوى الميكانيكية، أن عملية التدهور يكون تأثيرها الأكبر على المتانة والانحناء وعلى الخصائص الأخرى منها الصلادة، إذ أن صفة الصلادة للأخشاب قد تتباين في مقاومتها للتعفن انسجاماً مع المكونات الكيميائية في الأخشاب (Anderson وآخرون، 2002)، وذكر Bohnoff (2002) أن التدهور في الخصائص الكيميائية للأخشاب يتسبب في هشاشتها وخفض معامل الشد فيها.

وبيّن Schirp و Wolcott (2005) أهمية ارتباط الصفات الميكانيكية بدرجة التدهور الحاصل للأخشاب إذ أن فقدان نسبة ضئيلة من الخشب يؤدي إلى خفض كبير في القوى الميكانيكية، ونلاحظ أيضاً أن كافة المواد الحافظة قد عملت على خفض تدهور الأخشاب مقارنة بالمعاملات غير المحفوظة من خلال خفض نشاط الفطريات أو قتلها، وهذا يتفق مع ما ذكره كل من Adetogun (1998) و Adegeye و Adetogun (2000) أن استخدام المواد الحافظة أدى إلى خفض عمليات التدهور وقلل من الفقد في الوزن الجاف الناتج عن الفطريات، وبذلك ثبت أن المعاملة بالمواد الحافظة أدى إلى إطالة عمر الاستخدام للأخشاب فضلاً عن تحسين خواصها الميكانيكية (Adetogun وآخرون، 2003 و Donath، 2004 و Vignali، 2011).

الجدول (4): تأثير المواد الحافظة المدروسة في صلادة الحور الأسود المعامل بثلاثة فطريات ولثلاث فترات تحضين مختبرياً

Table (4): the effect of preservatives studied in the hardness (kg / cm<sup>2</sup>) for black poplar wood which treatment by three fungi and three laboratory incubation periods.

فترة التحضين incubation period	فترة التحضين والمادة الحافظة incubation period & preservative	الصلادة (كغم / سم <sup>2</sup> ) effect of hardness (kg / cm <sup>2</sup> ) الفطريات / Fungi				المادة الحافظة preservative	فترة التحضين (شهر) Incubation period (Month)
		N	AC	A	C		
379.80 a	331.73 cd	320.20 def	296.89 fgh	299.97 fg	409.85 a	Control	2
	404.16 a	403.27 a	396.83 a	406.68 a	409.85 a	CCB	
	403.33 a	403.42 a	403.37 a	396.67 a	409.85 a	CCA	
	380.02 abc	343.22 cde	360.02 bc	406.97 a	409.85 a	CZC	
354.08 b	293.96 d	226.36 i	276.50 h	263.14 h	409.85 a	Control	4
	364.98 abc	313.44 efg	346.74 cde	389.90 ab	409.85 a	CCB	
	383.32 ab	403.44 a	409.84 a	310.16 efg	409.85 a	CCA	
	374.08 abc	360.01 bc	316.58 def	409.90 a	409.85 a	CZC	
334.93 c	246.93 e	156.55 j	218.14 i	203.16 i	409.85 a	Control	8
	347.15 bc	316.84 deg	310.11 efg	351.81 cd	409.85 a	CCB	
	381.49 ab	403.42 a	402.97 a	309.70 efg	409.85 a	CCA	
	364.16 abc	360.05 bc	276.66 g	410.09 a	409.85 a	CZC	
		334.18 c	334.55 c	346.51 a	409.85 a	*تأثير متوسط الفطريات Average fungi effect	
*تأثير متوسط المادة الحافظة Average preservative effect		367.53 abc	364.28 abc	377.57 ab	409.85 a	2	*تأثير التداخل بين فترة التحضين والفطريات effect of interference between the incubation period and fungi
		325.81 bcd	337.42 bcd	343.27 bcd	365.94 a	4	
		309.21 d	301.97 d	318.69 cd	409.85 a	8	
290.87 C		234.37 d	263.84 d	255.42 d	409.85 a	C	*تأثير التداخل بين المادة الحافظة والفطريات effect of interference between the preservative and fungi
372.09 b		344.52 c	351.23 bc	382.80 ab	409.85 a	CCB	
389.38 a		403.34 a	405.39 a	338.85 c	409.85 a	CCA	
372.75 b		354.43 bc	317.75 c	408.98 a	409.85 a	CZC	

A Control: C : *Alternaria alternata* AC : *Acremonium camptosporum* N : *Neoscytalidium dimidiatum*

\* المتوسطات التي تشترك بنفس الأحرف للعوامل المفردة وتداخلاتها لا تختلف معنوياً فيما بينها حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05.

The averages with the same letter for each factor and their interaction is a non-significant according to Duncan s multiple test at rang 0.05.

## THE EFFECT OF SOME PRESERVATIVES ON TO BLACK POPLAR *Populus nigra* L. WOOD WHICH TREATMENT BY SOME DETERIORATION FUNGI IN MECHANICAL PROPERTIES

Z. A. Tememe  
College of Agriculture,  
Karbala University. Iraq

W.J. Kasir  
College of Agriculture and Forestry, Mosul University. Iraq

E-mail: [Sabah\\_gz@yahoo.com](mailto:Sabah_gz@yahoo.com)

### ABSTRACT

The results showed the effect of preservatives on some mechanical properties of black poplar wood which treated with wood decay fungi (*Neoscytalidium dimidiatum*, *Alternaria alternata*, *Acremonium camptosporum*) such as bending strength modulus of elasticity (MOE) and modulus of rupture (MOR). the results revealed the effects on static bending property

which involved (MOE) and)MOR). It was shown that the highest decrease in the values of (MOE) and )MOR) were found at the last stage of incubation and the lower loss in these values appeared in the first and second period of incubation.the results also showed that there were no significant differences among the fungi and the type of preservatives used in this study, while there was a significant differences between them and the control.

With respect to the values of tensile parallel to the grain and hardness , the results showed a variation in their values according to the different in the incubation times, the highest values of tensile and hardness appeared in the samples incubated for two months followed by the second incubation period(4 months) and then the lowest values of both properties obtained at the last stage of incubation.It is also found that the three kinds of fungi decreased the values of tension and hardness in the wood samples but there was no significant differences among them in their effects on the same properties.it is also noticed, that , all the used preservatives in this study preserved the decrease in the values of tensile parallel to the grain of the wood samples treated with them, also the infected samples of wood treated with the preservatives maintained a high values of hardness , in which (CCA) was the best and differed significantly from (CCB) and (CZC).

Keywords: Wood preservatives CCB, CCA ,CZC; mechanical properties; Soft rot fungi; Brown rot fungi.

---

Received: 28/10/2013, Accepted: 13/5/2014.

#### المصادر

- Adetogun, A. C.; and A. O. Adegeye (2000). Evaluation of cashew nut shell liquid (CNSL) as a wood preservative using weight loss. *Bioprospector 2(1): 85-102.*
- Adetogun,A. C.; and Y. K. Ogunsanwo (2003). Evaluation of cashew nut shell Liquid (CNSL) as wood preservative using crushing strength. *Nigeria 3(4):55-61.*
- Alberto, M. M. (2006). Acontribuição do Sector Florestal Faunístico Para Economia do País. Ministério da Agricultura. Direção Nacional de Terras Florestas. Maputo. 103p.
- Anderson, C. A.; J. R. Loferski and F. E. Woeste (2002). Wood Bits, detecting early wood decay. *Building Standard 71(4):6-7.*
- Anonymous. (1989). Wood Preservatives ; Determination of The Toxic Values Against Wood Destroying Basidiomycetes Cultured On Agar Medium. European Standard(113). Brussels. 14 pp.
- Anonymous. (1998). Standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of wood In: ASTM D 20/7-94.American Society for Testing and Masterials. West Conshohocken.PA.382pp.
- Archer, K. and A. Lebow. (2006). Primary wood processing:principles and practice. Wood Preservation Chemical Specialties,Inc., Charlotte, North Caroline, USA,Chapter 9,2<sup>nd</sup>edition, 297-338.
- Baldrian, P. (2006). Fungal laccases - occurrence and properties. Blackwell Synergy Food and Energy Security *Microbiology Reviews 30(2):215-42.*
- Barnett, H. L. and B. B. Hunter (2006). Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Publishing Company. 241pp.
- Bohnhoff, D. R. (2002). Hidden danger. *Wood Design Focus 12(1):19-25.*
- Brooks, F. E. (2004). Technology Paper 41. American Samoa Community College(ASCC) Land Grant, Malaeimi in American Samoa (MAS).

- Clausen, C. A.(2010). Bio deterioration of wood. In Robert J. Ross Electronic Data Systems (Eds.).Wood Handbook: Wood As An Engineering Material. United States Department of Agriculture: *Forest Service. General Technical Report: FPL-GTR-190.*
- Curling, S. F.; J. E. Winandy and C. A. Clausen (2000). Experimental method to simulate incipient decay of wood by basidiomycete fungi. International Research Group on Wood Preservation Document No. IRG/WP 00-20200, Stockholm, Sweden.
- Curling, S. F.; J. E. Winandy and C. A. Clausen (2002). Relationships between mechanical properties, weight loss and chemical composition of wood during incipient brown rot decay. *Forest Products Journal* 52(7):34 -39.
- Daniel, G. and T. Nilsson (1997). Developments in the study of soft rot and bacterial decay. In: Bruce. A & Palfreymans (eds.): *Forest Products Biotechnology.* Taylor & Francis Pub., London P. 33 -42.
- Donath, S.; H. Militz and C. Mai (2004). Wood modification with alkoxysilanes. *Wood Science and Technology* 38 (7): 555-566.
- Hartwig, R. P.; and C. Wilkinson (2003). Mold and Insurance, Insurance Issues White Paper Series, 1. P.(4) (New York: Insurance Information Institute).
- Hashemi, H. K.; M. Modirzare ; V. Safdari and B. Kord (2011). Decay resistance, hardness, water absorption and thickness swelling of bagasse fiber / plastic composite, *Bioresources*, 6 (3): 3289 - 3299.
- Hassan, W. A. and A. A. Abdulkader (2009). Soft rot and wood staining fungi and efficiency of their preservatives. *Journal Duhok University, Iraq.* 12(1):49 -53.
- Hill, C. A. S. (2000). Wood plastic composites strategies for compatibilizing the phases, *Journal of Wood Science.*, 15 (3): 140 -146.
- Humar, M.; M. Bokana ; Amartey ; S. A. M. Sentjurcc ; P. Kaland and F. Pohlevena(2004). Fungal Biodremediation of copper, chromium and boron treated wood as Studied by electron Paramagnetic resonance. *Wood Science. International. Biodeterior Biodegrad* 53(1), 25-32.
- 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(6): 743 - 749.
- Kretschmann, D. E.and D. W. Green (2008). Strength properties of low moisture content yellow-poplar.In: *Proceedings, World Conference on Timber Engineering.* June 2-5; Miyazaki, Aspan:. 8p.
- Laks, P. E. (2004). Protection of wood-Based Composites. *Proceedings of the American Wood Protection Association Annual Meeting*,100(1): 78-82.
- 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*. *Journal Wood Science* 50(3): 281-284.
- Nair, S. S. (2006). Effectiveness of Copper-boron Diffusion Treatments For Wood. Thesis Master, College of Graduate Studies, University of Idaho.Indai.
- Nicholas, D. D. (1973). *Deterioration of Wood and Prevention by Preservative Treatment.*with the assistance of Wesley.Loos,Vo.1.
- Pataky, N. R. (1999). Wood rots and decay. Report on Plant Disease No. 642. Department of Group Sciences, University of Illinois at Urbana-Champaign. P 22-28.
- Raberg, U. (2006).Fungal Degradation and Discolouration of Scots Pine.Thesis of Ph. D. Department of Wood Science Swedish University of Agricultur Science,Sweden.

- Santos, C. M. T.; C. H. S. Del Menezzi, and M. R. Souza (2012). Roperties of thermomechanically treated wood from *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *Biological Resources*, 7(2):1850-1865.
- Schirp, A. and M. P. Wolcott (2005). Fungal degradation of wood-plastic composites and evaluation using dynamic mechanical analysis. *Journal of Applied Polymer Science*, 99(6), 3138–3146.
- Stark, N. (2001). Influence of moisture absorption mechanical properties of wood flour-polypropylene composites. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*. 14(5):421–432.
- Sutton, B. C. and B. J. Dyko (1989). Refevison of *Hendersonula*. Mycological. *Renewable Energy Systems*. 93(4):466-488.
- 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.
- Villumsen, A. (2003). Elektrodialyisk Rensning of CCA Impraegneret Affald Strae Life Project Number Life Environmental /000/369, Lyngby, Denmark.
- Wilcox, W. W. (1978). Effectiveness of ammoniacal copper zinc arsenate wood preservative as indicated by a soil-block analysis. *Forest Products Journal* 37(7/8): 62-63.
- Winandy, J. E. and J. J. Morrell (1993). Relationship between incipient decay, strength, and chemical composition on Douglas-fir heart wood. *Wood and Fiber Science* 25(3):278288.
- Wong, T. M. (2007). Director, Timber Industries Development Division, Malaysia Timber Council.1<sup>st</sup>.Q.P75.