

تأثير الاسترة بحامض الفثالك اللاماني في بعض الصفات الفيزيائية لخشب الدلب الغربي

Platanus occidentalis L.

عبد الرزاق رؤوف الملاح
احمد يونس الخيرو
قسم الغابات – كلية الزراعة والغابات – جامعة الموصل - العراق
E-mail: abdulrazakalmalah@yahoo.com

الخلاصة

اجريت هذه الدراسة لبيان تأثير عملية الاسترة (Esterification) في بعض الصفات الفيزيائية (نسبة الزيادة بالوزن ونسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 و 6 ساعة ونسبة الانكماش بعد التجفيف على 60 و 110°م ونسبة كفاءة عدم الانكماش) لخشب الجنار الغربي *Platanus occidentalis L.* ودراسة تأثير بعض العوامل في الصفات المدروسة والتي تشمل نوع الخشب (العصاري والصميمي) ونوع الاستخلاص (المستخلص وغير المستخلص) و 4 درجات حرارة (25، 80، 100، 120)°م ومقارنتها مع الخشب الطبيعي غير المؤسّر لمعرفة افضل واكفاً طريقة لأسترة الخشب بحيث تزيد من كفاءة استخدام الخشب في الصناعات الخشبية المختلفة، وقد بينت النتائج ان المعدل العام للخشب المعامل قد تفوق معنوياً في زيادة نسبة الزيادة بالوزن (WPG) مقارنة مع الخشب غير المعامل 4.114، 0.655% على التوالي وفي تقليل نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة 5.245، 8.435% على التوالي و 6 ساعة 6.697، 0.0211% على التوالي وفي تقليل نسبة الانكماش بعد التجفيف على 60°م 3.428، 7.168% على التوالي وعلى 110°م 13.839، 15.640% على التوالي. علماً ان نسبة كفاءة عدم الانكماش بعد الغمر بالماء 2 و 6 و 24 ساعة هي 37.818، 33.170، 20.766% على التوالي. كما اظهرت النتائج ان الخشب العصاري اعطى اعلى القيم مقارنة بالخشب الصميمي في نسبة الزيادة بالوزن 4.647، 3.581% على التوالي ونسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة 5.306، 5.184% على التوالي وبعد الغمر بالماء 6 ساعة 6.726، 6.669% على التوالي ونسبة الانكماش بعد التجفيف على 60°م 3.524، 3.334% على التوالي بينما كان الخشب الصميمي افضل من العصاري في نسبة الانكماش بعد التجفيف على 110°م 11.592، 12.674% على التوالي. واطهرت النتائج ان اعلى نسبة زيادة بالوزن واقل نسبة انكماش بعد التجفيف على 110°م كان في الخشب المستخلص مقارنة مع الخشب غير المستخلص واطهر الخشب غير المستخلص اقل نسبة انتفاخ بعد الغمر بالماء 2 و 6 ساعة واقل نسبة انكماش بعد التجفيف على 60°م مقارنة مع الخشب المستخلص. كما ظهر ان اعلى معدل لنسبة الزيادة بالوزن واقل نسبة انتفاخ بعد الغمر بالماء 2 و 6 ساعة كانت عند 100°م واقل نسبة انكماش بعد التجفيف على 110°م و 60°م كانت عند 120°م و 80°م على التوالي. ولهذا يمكن اعتبار ان درجة الحرارة 100°م هي افضل درجة حرارية تستخدم في استرة خشب الجنار الصلد للحصول على افضل نسبة زيادة بالوزن وافضل الصفات الفيزيائية في ثباتية الابعاد.

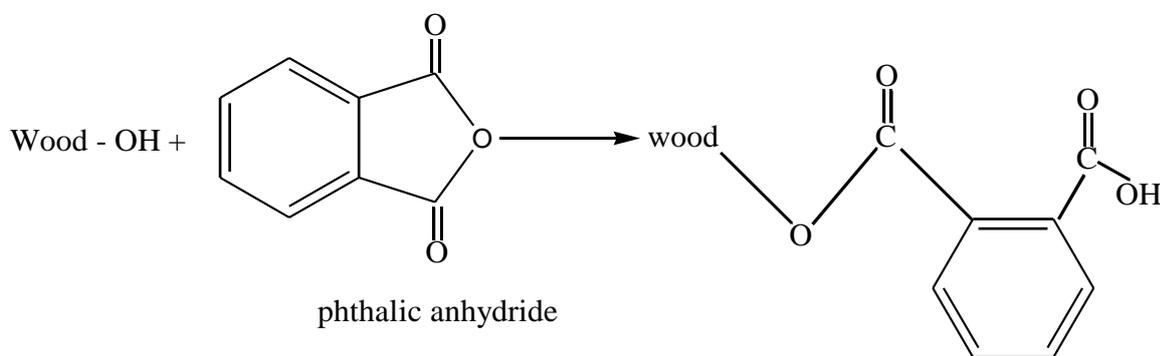
تاريخ تسلم البحث: 2012/3/5 وقبوله: 2012/5/21

المقدمة

ان معظم السيقان والالواح الخشبية الخام المنتجة حديثاً تتعرض الى التلف والتدهور اثناء الخزن والاستعمال نتيجة اصابتها بانواع مختلفة من الاحياء المجهرية خاصة الفطريات والحشرات لذا بادر الباحثون والعلماء منذ القدم على معاملة الخشب ببعض المواد الكيميائية والتي تستمى بالمواد الحافظة (Wood Preservative Chemicals) لغرض منع او تقليل الاصابة بالاحياء المجهرية او الحشرية، وقد استعملت العديد من المواد الحافظة سواء المحمولة بالماء او المواد المحمولة بالزيت، ولكن بعض من هذه المواد قد يكون له تأثير سام او ذو تأثير سلبي على صحة الانسان وعلى البيئة. (قصير واخرون، 1993). لذا فقد تم الاتجاه حديثاً الى استخدام المواد الكيميائية التي لا تؤثر على صحة الانسان او البيئة والتي تقوم بنفس وظيفة المواد الحافظة في زيادة فترة استخدام الاخشاب وكانت من افضل هذه المواد هي المواد التي تعمل على استلة الخشب (تخليل الخشب) وقد تم استخدام عملية الاستلة لتحسين خصائص الخشب الفيزيائية والكيميائية عن طريق استخدام انواع مختلفة من الانهايدريدات (مركبات لامائية) حيث يتم استبدال مجموعات الهيدروكسيل الحرة في الخشب بمجموعات الاستيل. ويعتقد ان عملية الهضم للخشب بواسطة

البحث مستل من رسالة الماجستير للباحث الثاني

الانزيمات من قبل الاحياء المجهرية يبدأ في مواقع الهيدروكسيل الحرة وهذه احدى الاسباب الرئيسية لتعرض الخشب الى التعفن والتسوس. ان عملية الاستلة تجعل الاصباغ تبقى مدة اطول على الخشب المؤسئل مقارنة مع الخشب غير المؤسئل حيث ان عملية الاستلة تجعل الاصباغ اكثر استقرارا على الخشب (Richardson، 1978). وكذلك ان الخشب المؤسئل يكون غير سام وليس له تأثير على البيئة كذلك ان عملية الاستلة تعطي للخشب متانة واستقرارا اكثر ومقاومة كبيرة للتعفن والحشرات. ان عملية تخليل الخشب باستخدام حامض فتالك اللامائي (Phthalic anhydride) تعتبر من العمليات التي تم اجراءها لأول مرة في العراق و اشار كل من Arseneau واخرون (1957) و Poopper و Bariskam (1972) الى انه يمكن ان تحدث عملية الاستلة بوجود او بعدم وجود العامل المساعد (Catalyst). ومن المواد المستخدمة في عملية الاستلة هي (ketene و Acetic acide anhydride و Actic acid و Acetylchloride) و افضلها هو الاسترة باستخدام حامض الفتالك اللامائي حيث يكون ارخص ثمنا من حامض الخليك اللامائي وبذلك يكون له مردود اقتصادي فضلا عن انه يعتبر من المواد الكيميائية المتداولة لذا تم اختياره في هذه الدراسة وان الصيغة الكيميائية له هي $C_8H_4O_3$. وعند معاملة الخشب مع حامض فتالك اللامائي يكون تفاعل مجموعة الايستر مع مجموعات الهيدروكسيل كما في الشكل الاتي:



الشكل (1): معادلة تفاعل مجموعة الايستر في حامض الفتالك اللامائي مع مجموعة الهيدروكسيل في الخشب

Figure (1): Reaction equation of ester group in phthalic acid anhydride with hydroxyle group of the wood.

وللتغلب على عيوب الخشب استخدم الباحث Litian zhang (2003) حامض الفتالك اللامائي في عملية استرة الخشب حيث تم الحصول على استقرار عالي للابعاد ومقاومة للهب والتحلل البيولوجي و اشارت النتائج التجريبية للباحث ان استخدام حامض الفتالك اللامائي في عملية استرة الخشب تعمل على استقرار الابعاد وزيادة كفاءة عدم الانتفاخ والحد من امتصاص الرطوبة بعد غمر الخشب في الماء و اظهر الخشب المؤسئل مقاومة كبيرة لفطريات العفن وهذه الصفات ازدادت بزيادة نسبة الزيادة في الوزن للخشب (Weight Percent Gain WPG) بعد اجراء عملية الاسترة. وقد تم اخذ قطع صغيرة من خشب الزان (*Fagus sylvatica*) والصنوبر الاسكتلندي (*Pinus sylvestris*) باحجام $110 \times 5 \times 5$ ملم ثم معاملتها بحامض الخليك اللامائي واستخدام اربع درجات حرارة تتراوح بين 80 - 120 م° لمدة 180 دقيقة وقد كانت النسب المئوية للزيادة في الوزن لخشب الزان (1.84 و 6.72 و 8.33 و 17.43%) على التوالي و (2.43 و 9.13 و 10.46 و 19.49%) للصنوبر الاسكتلندي على التوالي. ولقد تبين ان رفع نسبة الزيادة بالوزن (WPG) يقلل من الاصابات الفطرية للخشب المؤسئل حيث ان النتائج تشير الى انه عند استلة خشب الزان بنسبة اعلى من 8% والصنوبر بنسبة اعلى من 10% يؤدي الى حماية الخشب من التعفن بالفطريات (Militz و Beckers، 1994). ووجد Tillman واخرون (1986) في دراسة ان نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء لالواح خشب اشجار الاسبين المعامل والمؤسئل بمادة حامض الخليك اللامائي كان 7% ونسبة الانتفاخ لالواح الخشبية المعاملة مع مادة الكيتين (Ketene) 18% مقارنة مع نسبة الانتفاخ للخشب غير المؤسئل. وقد وجد Hill واخرون (2004) ان عملية استلة الخشب تعمل على تقليل الانكماش بعد التجفيف والسبب هو امتلاء الفراغات الموجودة في المناطق الرخوة في الجدار الخلوي بالمادة المؤسئلة مما يؤدي الى منع انكماشها. كما وجد Reaffirmed (1955) ان استلة الخشب عند نسبة زيادة بالوزن (WPG) حوالي 20% من محتوى الاستيل يقلل من نسبة الانكماش نحو 70% بالمقارنة مع الخشب غير المؤسئل. وهذه هي

الدراسة الاولى التي تجري في العراق حول عملية الاستئلة للخشب وتأثيرها على بعض الصفات الفيزيائية. وقد تم اختيار حامض الفثالك اللامائي في هذه الدراسة نظرا لتوفره في السوق المحلية ورخص ثمنه وكفاءته الجيدة في عملية استئرة الخشب ولم يستخدم حامض الخليك اللامائي (actic acid anhydride) لأنه يعتبر حاليا من المواد المحضورة وغير متوفر في الاسواق المحلية. كما ان النماذج الخشبية المستخدمة هي بلوكات خشبية صلدة علما بان معظم البحوث المنجزة مسبقا حول هذا الموضوع والتي استخدم فيها حبيبات او الياف الخشب مما يزيد من حداثة وابتكار هذه الدراسة. ويمكن تلخيص اهداف الدراسة الى ما يلي: معرفة تأثير عملية الاستئرة في بعض الصفات الفيزيائية واختيار افضل العوامل المدروسة بحيث تعطي افضل الصفات الفيزيائية التي تزيد من كفاءة استخدام الخشب في الصناعات الخشبية المختلفة مثل الحفاظ على ابعاده وعدم تأثره بالرطوبة العالية وعدم الاصابة بالفطريات او الحشرات.

مواد البحث وطرائقه

تم اختيار عينات الدراسة في شهر تشرين الثاني لسنة (2010) من منطقة بيع الاخشاب المباشر في مدينة الموصل - العراق (السكلة) حيث تم قطع اشجار الجنار الغربي في منطقة شقلاوة في محافظة اربيل النامية بصورة طبيعية على ارتفاع 966-970 م فوق مستوى سطح البحر. اختيرت خمسة جذوع من اشجار الجنار الغربي (الدلب الغربي) (*Platanus occidentalis* L.) وتم الاختيار على اساس استقامتها وخلوها من الامراض والحشرات وانعدام العيوب في سيقانها كما تم اختيار سيقان الاشجار جيدة النمو وذات الاقطار الكبيرة المناسبة لعمل نماذج الفحوصات الفيزيائية (جدول 1). حيث تم قياس قطر كل ساق عند ارتفاع مستوى الصدر (D.B.H) مع القشرة على مسافة 10 سم اسفل مستوى الصدر للتعويض عن ارتفاع القرمة (Browning، 1967)، ثم تم حساب عدد حلقات النمو السنوية عند ارتفاع الصدر لإيجاد العمر لكل شجرة ثم جزء كل ساق الى 4 قطع (blots) طول كل قطعة 1.5م لغرض دراسة الصفات الفيزيائية بعدها نقلت الجذوع الى مختبر تكنولوجيا الاخشاب التابع لقسم الغابات في كلية الزراعة والغابات حيث تم التأشير لغرض فصل الخشب العصاري عن الصميمي في المقطع العرضي.

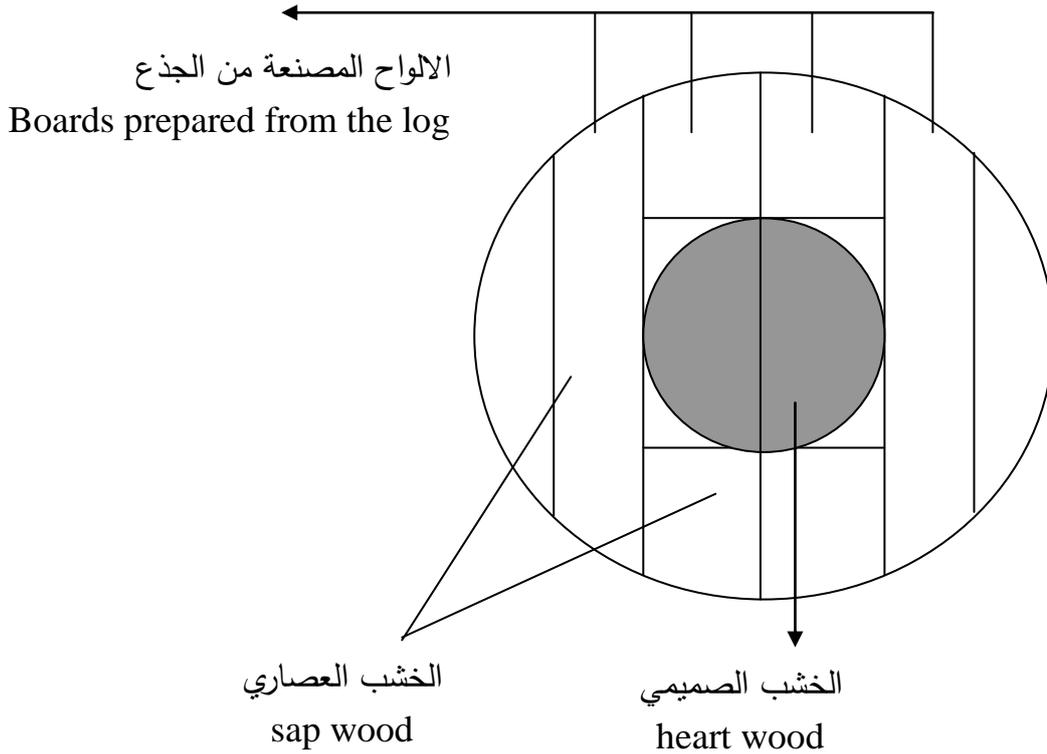
الجدول (1): معلومات عامة عن الجذوع التي تم اختيارها في التجربة

Table (1): Characteristics of trees used in the experiment.

رقم الجذع (Tree No.)	1	2	3	4	5
القطر عند ارتفاع الصدر مع القشرة (سم) (DBH cm)	30.4	29.3	27.7	28.5	31.6
عمر الجذع (سنة) (Tree age)	20	18	17	19	20

حيث نشر كل جذع (blot) مستدير الى اربع الواح بواسطة المنشار الحلقي (شكل 2) وتم تجفيفها هوانيا بعد وضع هذه القطع في غرفة جيدة التهوية ولمدة شهرين مع وضع ثقل على نهاية الالواح لمنع حدوث تقوس فيها وكان معدل درجة الحرارة 17°م ومعدل الرطوبة النسبية 28%. ثم اجريت اختبارات لقياس المحتوى الرطوبي للخشب على فترات امدها مرة واحدة لكل اسبوعين الى حين استقرار الرطوبة واصبحت $7 \pm 2\%$ ثم حولت الى الواح خشبية خالية من العيوب بابعاد 150×6×6 سم من الخشب العصاري والصميمي وتركت هذه الالواح 15 يوم في نفس غرفة التجفيف الهوائي لكي يتجانس محتواها الرطوبي ويتوازن مع الرطوبة النسبية للجو. ثم حولت الالواح (الصميمي والعصاري) الى نماذج حسب المواصفات المطلوبة لغرض دراستها.

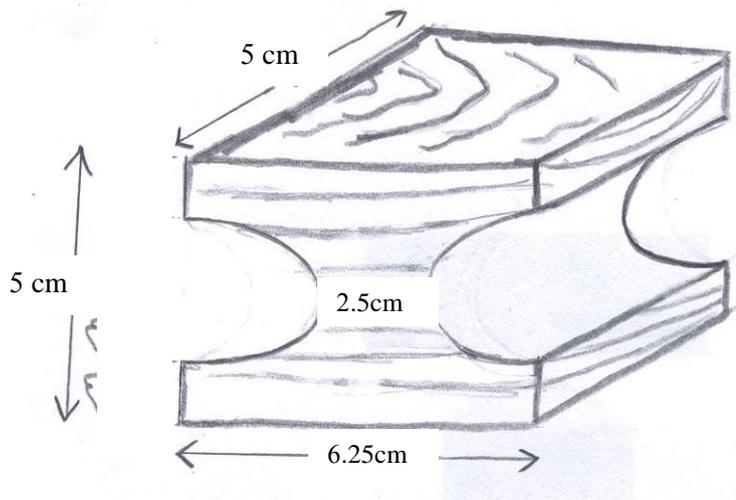
طريقة استخلاص واستئرة الخشب: بعد تحضير نماذج الفحص تم استخلاص نصف العدد من النماذج (الصميمي والعصاري) من المستخلصات حيث وضع الخشب في الايثانول بنزين لمدة 3 ايام بنسبة (1:2) وبعدها وضع في الحمام المائي بدرجة 100°م لمدة 5 ايام، ثم تم اجراء الغسل بالماء الحار لأزالة ما تبقى من الرطوبة او المواد الكيميائية ثم التجفيف على حرارة 105°م ± 2 للنماذج المستخلصة (Fengel و Wagener، 1989). وتم اجراء عملية الاستئرة لجميع النماذج الخشبية باستخدام حامض الفثالك اللامائي وذلك بعد اجراء تجربة اولية عن طريق اذابة عدة اوزان لهذا الحامض اللامائي (25، 50، 75غم) ومعرفة افضل وزن الذي يعطي اعلى نسبة زيادة بالوزن، وكان افضلها عند اذابة 75 غم من حامض الفثالك اللامائي phthalic acid anhydride في لتر ماء مقطر. واستخدم اربعة درجات حرارية مختلفة (25، 80، 100، 120)°م ولمدة 5 ساعات. حيث تم اختيار الـ 5 ساعات بعد اجراء تجربة اولية لمعرفة افضل درجة حرارة وافضل فترة زمنية عن طريق تسخين النماذج بمحلول الفثالك اللامائي لكافة الدرجات المختارة



الشكل (2): مخطط لطريقة فصل الخشب العصاري عن الصميمي وتحضير الالواح الخشبية لعمل نماذج الفحوصات المختلفة.

Figure (2): sketch showing the method of separation heart wood from sap wood and preparing the wood boards for sample test.

ولفترات 2، 3، 4، 5، 6، 7 ساعات ووجد ان افضلها للحصول على اعلى نسبة زيادة بالوزن هو في فترة 5 ساعات، ومن ثم تم اجراء التجفيف للنماذج الخشبية المعاملة وغير المعاملة على حرارة 105 ± 2 م لمدة 24 ساعة ثم وضع النماذج الخشبية في الحاضنة لغرض التكييف (condition) على حرارة 22 م ورطوبة 50 درجة باستخدام نترات الكالسيوم المائية $\text{Ca}(\text{NO}_3)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Calcium nitrate). وذلك بوضع كمية منه في طبق بتري وطبق اخر وضع فيه ماء ووضعهم داخل الحاضنة لغرض تثبيت الرطوبة. وتركت النماذج الخشبية داخل الحاضنة لمدة 5 ايام الى حين استقرار الوزن وبعدها تم اخذ وزن وحجم النماذج الخشبية بعد عملية التكييف وبعدها تم اجراء جميع الفحوصات الفيزيائية للنماذج الخشبية.



الشكل (3): ابعاد النماذج المستخدمة لقوة الشد العمودي على الالياف

Figure (3): Dimension of test sample for tension perpendicular to grain.

تحضير واختبار نماذج الدراسة: تم تحضير النماذج الخاصة بالفحوصات الفيزيائية وبالابعاد المقررة حسب المواصفات الدولية، وتم اختيار نماذج قوة الشد العمودي على الالياف لأنها تحتوي على سطوح مختلفة وبارقل سمك بحيث تسهل دخول حامض الفثالك اللامائي الى داخل الخشب. ثم بعد ذلك تم اجراء عملية الاسترة على هذه النماذج وذلك لضمان دخول المادة المؤسّرة الى داخل الخشب ثم اجراء الفحوصات المطلوبة، ولم تجرى استرة الالواح الخشبية ثم عمل النماذج الخاصة بفحوصات قوة الشد العمودي على الالياف لأن ذلك سوف يؤدي الى ازالة اجزاء كثيرة من الخشب المؤسّلت اثناء عمل النماذج مما يؤثر بشكل مباشر على نتائج الفحوصات وخاصة نسبة الزيادة بالوزن (WPG). (Anonymous، 1999). تم تحضير النماذج الخشبية الخاصة بفحص قوة الشد العمودي على الالياف بأبعاد $5 \times 5 \times 6.25$ سم قبل استنلة الالواح حسب المواصفات القياسية 1037-78 -ASTMD شكل (3).

طرق فحص نماذج الصفات الفيزيائية:

حساب نسبة الزيادة بالوزن (WPG): تم قياس وزن وحجم النماذج الخشبية التي تم تحضيرها حسب الفحوصات الفيزيائية المطلوبة قبل معاملتها بحامض الفثالك اللامائي ثم تم معاملتها وتجفيفها بالفرن بدرجة 105°M لمدة 24 ساعة وتم قياس وزن وحجم النماذج الخشبية بعد المعاملة والتجفيف لمعرفة نسبة الزيادة في الوزن (WPG) حسب القانون التالي:

$$\text{نسبة الزيادة بالوزن} = \frac{\text{الوزن بعد الاسترة} - \text{الوزن قبل الاسترة}}{\text{الوزن قبل الاسترة}} \times 100$$

حساب نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء لمدة (2، 6) ساعة: بعد اجراء عملية الاسترة للنماذج الخشبية (نماذج قياس قوة الشد العمودي على الالياف) (حيث استخدمت لقياس الصفات الفيزيائية والصفات الميكانيكية في رسالة الماجستير) تم تكييفها على درجة حرارة 22°M ورطوبة 50% لمدة 5 ايام وتم اخذ حجمها قبل غمرها بالماء (بعد التكييف). باستخدام طريقة الماء المزاج وباستخدام الميزان الحساس (Mettler) وبعدها تم غمر النماذج الخشبية بالماء حسب الفترة الزمنية المطلوبة حيث تم اخذ حجم النماذج الخشبية بعد غمرها بالماء.

وبعد ذلك تم قياس نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء حسب القانون التالي (Anonymous، 1982a):

$$\text{نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء} = \frac{\text{الحجم بعد الغمر بالماء} - \text{الحجم بعد التكييف}}{\text{الحجم بعد التكييف}} \times 100$$

حساب نسبة كفاءة عدم الانكماش: بعد ان تم حساب نسبة الانتفاخ للخشب المعامل وغير المعامل وتم حساب نسبة كفاءة عدم الانكماش حسب القانون التالي: (Obataya و Minata، 2008)

$$\text{نسبة كفاءة عدم الانكماش} = \frac{\text{نسبة الانتفاخ للخشب غير المعامل} - \text{نسبة الانتفاخ للخشب المعامل}}{\text{المعامل}} \times 100$$

حساب نسبة الانكماش بعد التجفيف: بعد تكييف النماذج تم غمرها بالماء لحين استقرار الوزن (3 ايام) وتم اخذ الحجم بعد الغمر بالماء وبعدها تم التجفيف على درجة 60°M ، 110°M وتم اخذ الحجم بعد التجفيف ثم حساب نسبة الانكماش بعد التجفيف حسب القانون التالي: (Anonymous، 1982b)

$$\text{نسبة الانكماش بعد التجفيف} = \frac{\text{الحجم قبل التجفيف} - \text{الحجم بعد التجفيف}}{\text{الحجم قبل التجفيف}} \times 100$$

التحليل الاحصائي: تم استخدام التصميم العشوائي الكامل (Factorial CRD) لتحليل بيانات البحث والتي تتألف من العوامل التالية:

نوع الخشب بمستويين (خشب صميمي، خشب عصاري).

نوع الاستخلاص بمستويين (مستخلص، غير مستخلص).

نوع المعاملة بمستويين (معامل، غير معامل).

درجة الحرارة باربعة مستويات (25، 80، 100، 120°M).

وبذلك يكون عدد الوحدات التجريبية $2 \times 2 \times 2 \times 4$ فيعطي 32 وحدة وبعمل ثلاث مكررات لكل وحدة تجريبية يكون العدد الكلي للملاحظات (96) مشاهدة. وتم دراسة تأثير هذه العوامل في الصفات الفيزيائية (نسبة الزيادة في الوزن، نسبة انتفاخ الخشب بعد الغمر بالماء 2 و 6 ساعة نسبة الانكماش بعد التجفيف على

درجة 60°م، 110°م، نسبة كفاءة عدم الانكماش ونسبة الانكماش بعد التجفيف) وقد تم استخدام النظام الاحصائي SAS (2001) بواسطة الحاسوب الشخصي (4 - Pentium) لايجاد تحليل التباين فضلا عن الحصول على الفروقات المعنوية بين متوسطات المعاملات على مستوى التجربة بطريقة دنكن (Duncan، 1955) لكافة الصفات المدروسة. كما استخدم البرنامج (Microsoft Excel) لرسم المنحنيات والعلاقة فيما بين المتغيرات المختلفة، علما بأنه تم اجراء تحليلين احصائيين الاول لكافة العوامل المدروسة المذكورة انفا لايجاد المعدل العام للفرق المعنوي بين النماذج المؤسّرة وغير المؤسّرة والتحليل الاحصائي الثاني هو عبارة عن تحليل منفصل للنماذج المؤسّرة (المعاملة) وتحليل اخر للنماذج غير المؤسّرة (غير المعاملة) لغرض معرفة الفروقات الحقيقية بين معاملات الخشب المعامل و بين معاملات الخشب غير المعامل. حيث تم حذف نوع المعاملة (بمستويين) من العوامل المدروسة.

النتائج والمناقشة

تأثير العوامل الرئيسية المدروسة في الصفات الفيزيائية:

1- نسبة الزيادة بالوزن (WPG) Weight Percent Gain: يشير جدول دنكن (2) للمتوسطات ان نسبة الزيادة بالوزن للخشب العصاري المعامل بحامض الفثالك اللامائي 4.647% اعلى مما في الخشب الصميمي 3.581%. وجاءت هذه النتائج مطابقة لما اوجده Hill (2006) في دراسته حول استلة الخشب ان الخشب العصاري (Sap Wood) هو افضل من الخشب الصميمي (Heart Wood) في عملية التفاعل مع الحوامض اللامائية اثناء عملية استلة الخشب. وقد يعود سبب زيادة نسبة الزيادة بالوزن في الخشب العصاري الذي يتميز بقلّة احتوائه على المستخلصات وزيادة رطوبة جدرانه مما يزيد من سرعة نفوذ الحامض الى داخل الخشب العصاري مقارنة مع الصميمي الى سهولة نفوذ الحامض الى داخل الانسجة وجدران الخلايا الخشبية للخشب العصاري الذي يتميز بقلّة احتوائه على المستخلصات وزيادة رطوبة جدرانه مما يزيد من سرعة نفوذ الحامض الى داخل الخشب العصاري مقارنة مع الصميمي حيث جاءت هذه النتائج مطابقة لما اوجده Beckers وآخرون (2003) ان اختراق حامض الخليك اللامائي الى عمق الخشب يكون اكثر مقارنة بالماء ويحدث ذلك بسبب تفاعل مجموعات الهيدروكسيل مع حامض الخليك اللامائي، بينما لم تظهر فروقات معنوية في نسبة الزيادة بالوزن بين الخشب العصاري 0.611% والصميمي 0.699% غير المعامل علما بان هذه الزيادة الطفيفة بالوزن تعود الى ارتباط كمية قليلة من الماء المقطر في جدران الخلايا الخشبية واصبحت من ضمن الماء المرتبط بالخشب. كما يظهر الجدول ان نسبة الزيادة بالوزن للخشب المعامل المستخلص 5.816% هي اعلى مما في الخشب غير المستخلص 2.413% وقد يعود سبب ذلك الى ان عملية الاستخلاص ادت الى حدوث فراغات وتجاويف داخل الخشب مما زاد من نسبة السطح الخشبي الذي يتفاعل مع الايستر الموجود في حامض الفثالك اللامائي وحل محل مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة بالخشب مما زاد في نسبة الزيادة بالوزن مقارنة مع الخشب غير المستخلص. اما سبب ارتفاع نسبة الزيادة بالوزن في الخشب المستخلص غير المعامل 0.749% (وهي نسبة ضئيلة اذا ما قورنت مع الخشب المعامل) مقارنة مع الخشب غير المستخلص غير المعامل 0.560% فقد يعود الى دخول كمية من جزيئات الماء المقطر الى داخل التجاويف والفراغات في الخشب المستخلص الناتجة بعد عملية الاستخلاص وارتباطها بجدران الخلايا الخشبية بواسطة عملية الالتصاق adsorption وبالمركبات الموجودة في الخشب مثل السيلولوز والهيميسيلولوز واللكتين (Bower وآخرون، 1982). اما بالنسبة لتأثير درجات الحرارة فيظهر الجدول (2) ان درجة حرارة 100°م قد تفوقت معنويا في زيادة نسبة الزيادة بالوزن (WPG) 8.859% مقارنة مع بقية الدرجات الاخرى، تليها درجة حرارة 80°م 3.732% والتي لم تختلف معنويا مع درجة حرارة 120°م 3.715% تليها درجة الحرارة 25°م 0.152%. وكانت هذه النتائج مطابقة لما اوجده Suida و Titsch (1928) ان استلة حبيبات خشب الزان والصنوبر انتجت زيادة في نسبة الوزن (WPG) 30-35% بعد 15-35 يوم عند استخدام حرارة 100°م كما وجد الباحثان Militz و Beckars (1994) عند معاملة قطع من الخشب الزان بحامض الخليك عند درجة 80°م لمدة 180 دقيقة كانت نسبة الزيادة بالوزن 1.84% ولخشب الصنوبر الاسكتلندي كانت الزيادة بالوزن عند نفس الدرجة (2.43%) ويعتقد ان سبب تفوق درجة حرارة 100°م في زيادة نسبة الزيادة بالوزن بانها درجة الحرارة المثلى لاجراء تفاعل الاسترة لحامض الفثالك اللامائي مع المكونات الكيميائية لخشب الجنار الغربي (خاصة في حالة عدم وجود عامل مساعد الذي قد يزيد من عملية الاسترة ورفع قيم نسبة الزيادة بالوزن) وان رفع درجات الحرارة اعلى من 100°م او اقل منها سوف يقلل من نسبة التفاعل او الاسترة التي تحدث في الخشب حيث انه عند درجة حرارة 100°م يتم احلال اعلى نسبة من مجموعة الايستر محل مجاميع الهيدروكسيل الموجودة في جدران الخلايا الخشبية الموجودة في الخشب المعامل بحامض الفثالك اللامائي ويليها نسبة الزيادة بالوزن في درجة حرارة 80°م والسبب يعود الى احلال جزء اقل من مجموعات الايستر محل مجموعات الهيدروكسيل الموجودة في جدران

الخلايا الخشبية ويليها نسبة الزيادة بالوزن عند 120°م والذي قد يكون بسبب تكسر بعض الاواصر الموجودة في جدران الخلايا الخشبية في هذه الحرارة المرتفعة حيث يتم احلال جزء اقل من مجموعة الاستر محل مجموعات الهيدروكسيل الموجودة في جدران الخلايا الخشبية. وكان اقل نسبة زيادة في الوزن في درجة 25°م والسبب انه في هذه الدرجة لم يحدث أي استبدال لمجموعات الاستر مع مجموعات الهيدروكسيل الموجودة في جدران الخلايا الخشبية وان حدثت فبنسبة قليلة جدا والذي قد يعود الى انخفاض في نسبة نوبان الحامض اللامائي في هذه الدرجة الحرارية. بينما لم تظهر فروقات معنوية في نسبة الزيادة بالوزن بين درجات الحرارة للخشب غير المعامل ما عدا بين درجة حرارة 100°م 0.828% ودرجة حرارة 120°م 0.660%. علما بان هذه الزيادة الطفيفة بالوزن قد تعود الى ارتباط كمية قليلة من الماء المقطر في جدران الخلايا الخشبية واصبحت من ضمن الماء المرتبط بالخشب. اما معدل التأثير العام للخشب المعامل وغير المعامل فيظهر جدول (2) التفوق المعنوي للخشب المعامل 4.114% في نسبة الزيادة بالوزن على الخشب غير المعامل 0.655% وهذه النتيجة جاءت مطابقة لما اوجده الباحث Rowell (1975) الذي اوضح ان تفاعل المادة المؤسئلة مع الخشب الصلب يعطي نسبة زيادة بالوزن (WPG) 4%. وهذا يعود الى حدوث عملية الاسترة للخشب المعامل بحامض الفثالك اللامائي وارتباطه بمجاميع الهيدروكسيل الموجودة في السلاسل السيلولوزية وكذلك ارتباط الحامض مع المكونات الخشبية الاخرى مثل اللكتين والهيميسيلولوز او مع المستخلصات الكيميائية الاخرى. بينما لم تحدث هذه العملية في الخشب غير المعامل.

الجدول (2): تأثير أسترة الخشب بحامض الفثالك اللامائي على نسبة الزيادة بالوزن (WPG) %.

Table (2): Effect of wood esterification with phthalic acid anhydride on weight percent gain (WPG).

نوع المعاملة بحامض الفثالك اللامائي (Phthalic acid treatment type)		مستويات المعاملات Tret. levels	المعاملات Treatments	الصفة Chara-cter
غير معامل (untreated)	معامل (treated)			
0.611 a	4.647 a	عصاري (sap)	نوع الخشب	نسبة الزيادة بالوزن % (WPG)
0.699 a	3.581 b	صميمي (heart)	Wood type	
0.749 a	5.816 a	مستخلص (extracted)	نوع الاستخلاص	
0.560 b	2.413 b	غير مستخلص (unextracted)	Extracting type	
0.528 b	0.152 c	25	درجات الحرارة (م) Temperature (°C)	
0.603 b	3.732 b	80		
0.828 a	8.859 a	100		
0.660 b	3.715 b	120		
0.655 b	4.114 a	المعدل (Mean)		

الحروف المختلفة لكل عامل يشير الى وجود فروقات معنوية (أ > 0.05).

Means with different letters are significantly different (a < 0.05)

2- نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة: يشير جدول دنكن (3) للمتوسطات عدم وجود فروقات معنوية في نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء (2 ساعة) بين الخشب العصاري المعامل بحامض الفثالك اللامائي 5.306% والخشب الصميمي 5.184% علما بان الخشب الصميمي المعامل اعطى قيمة افضل في تقليل نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة مقارنة مع الخشب العصاري، وقد يعود السبب في عدم وجود فروقات معنوية بين الخشب الصميمي والعصاري الى استرة الخشب بحامض الفثالك اللامائي واحلال مجموعة الهيدروكسيل (OH) بمجموعة الايستر في كل من الخشب العصاري والصميمي وبنسب متقاربة مما ادى الى عدم دخول الماء الى داخل الخشب وعدم حصول الانتفاخ فيهما وهذا ادى الى عدم ظهور فروقات معنوية بينهما. بينما يشير الجدول الى وجود فروقات معنوية في نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة بين الخشب الصميمي 7.746% غير المعامل الذي يكون نسبة الانتفاخ فيه اقل من الخشب العصاري 9.124%. وقد يعود السبب الى ان الخشب العصاري غير المعامل عمل على ادمصاص كمية اكبر من الماء مقارنة مع الخشب الصميمي غير المعامل وذلك لوجود فراغات اكثر وازدياد نسبة المركبات

المدمصاة للماء وقلة المستخلصات والمواد المترسبة بالخشب العصارى مقارنة مع الخشب الصمىمى مما زاد من نسبة انتفاخ الخشب العصارى. كما يظهر الجدول ان نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة للخشب المعامل المستخلص 5.938% هي اعلى مما فى الخشب المعامل غير المستخلص 4.552%، كذلك يظهر الجدول ان الخشب غير المعامل المستخلص اعطى نسبة انتفاخ بعد الغمر بالماء 10.103% اعلى مما فى الخشب غير المعامل وغير المستخلص 6.767. وقد يعود سبب ازدياد نسبة الانتفاخ بالسلك للخشب المعامل المستخلص مقارنة مع المعامل غير المستخلص الى ان الحامض اللامائى المستخدم لم يدخل الى اعماق البلوك الخشبى وقد اوضح Waldemar وآخرون (2004) ان مقدار تغلغل الاستيل الداخلى الى عمق الواح خشب spruce يصل من 4.5 - 5 ملم بعد عملية الاستئلة مما ادى الى دخول الماء الى المناطق الخالية من حامض الفثالك اللامائى بمرور الزمن وخاصة من المقطع العرضى للنموذج الخشبى عبر تجاويف الخلايا والفراغات والمسامات. وبما ان الخشب المستخلص يحتوى على فراغات وتجاويف اكبر مما فى الخشب غير المستخلص فهذا سوف يؤدى الى دخول كمية اكبر من الماء الى داخل الخشب المستخلص وزيادة نسبة الانتفاخ مقارنة مع الخشب غير المستخلص وقد اكدم Kamdem، Nzokou (2004) ان نماذج حبيبات الخشب الخالية من المستخلصات للبلوط (*redoak*) والـ (*blackcherry*) والصنوبر الاحمر (*red pine*) ادمصت ماء اكثر من نماذج الخشب غير المستخلصة عند وجود نسبة رطوبة عالية. كما اوضح mantanis وآخرون (1994) بشكل عام ان هناك زيادة فى نسبة الانتفاخ للاخشاب عند ازالة المستخلصات. اما بالنسبة للخشب غير المعامل فيظهر الجدول الى ان نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة للخشب غير المستخلص 6.767% اقل مما فى الخشب المستخلص 10.103% وقد يعود السبب فى ذلك الى دخول كمية من الماء الى داخل التجاويف والفراغات الناتجة من الخشب المستخلص بعد عملية الاستخلاص وارتباطه بجدران الخلايا الخشبية والمركبات الموجودة فى الخشب مقارنة مع الخشب غير المستخلص وكانت هذه النتائج مطابقة لما اوجده الباحث Wangaard (1962) فى دراسة لتأثير المستخلصات على صفات الاممصاص (*Sorption*) لتسعة انواع من الاخشاب الاستوائية والتي كانت نسبة المستخلصات فيها بين 3-17% واوضحا ان نقطة تشبع الالياف (FSP) كانت بين 20.5 - 32.8% قبل ازالة المستخلصات واصبحت بين 30.4 - 38% بعد ازالة المستخلصات باستخدام المذيبات العضوية. اما بالنسبة لتأثير درجات الحرارة فيظهر الجدول (3) ان درجة حرارة 100م كانت معنويا الاقل فى نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة 4.650% مقارنة مع درجة الحرارة 80م 4.905% و 25م 5.166% والتي لم تختلف فيما بينها معنويا اما درجة حرارة 120م فقد اعطت اعلى نسبة انتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة 6.259%. وقد يعود السبب الى ان درجة الحرارة العالية قد تعيق او تثبط عملية الاستئرة، ويعتقد ان سبب تأثير درجة حرارة 100م فى تقليل نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة هو ان الخشب المعامل بدرجة 100م اكتسب اعلى نسبة زيادة بالوزن بعد المعاملة بحامض الفثالك اللامائى حيث تم استبدال مجموعة الايستىر محل مجموعة الهيدروكسيل الموجودة فى جدار الخلية الخشبية. وجاءت هذه النتائج مطابقة مع ما اوجده كل من Ozmen و Nihat (2011) عند استئلة حبيبات خشب الصنوبر التركى عن طريق معاملة حبيبات الخشب بمادة حامض الخليك اللامائى واستخدمت مادة كاربونات البوتاسيوم كمادة محفزة وبدرجة حرارة 100م حيث وجد ان هناك زيادة فى الوزن بالنسبة لحبيبات الخشب المؤسئل لاشجار الصنوبر التركى (*Pinus brutia*) قدرت بحوالى 18-20% (WPG). كما لم تظهر فروقات معنوية فى نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة للخشب غير المعامل فى جميع درجات الحرارة المدروسة [25م (8.044%) و 80م (8.746%) و 100م (8.166%) و 120م (8.755%)]. اما معدل التأثير العام للخشب المعامل وغير المعامل فيظهر الجدول (3) اقل تأثير معنوي للخشب المعامل 5.245% فى نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة مقارنة مع الخشب غير المعامل 8.435% وهذا يعود الى ان الخشب المعامل اكتسب اعلى نسبة زيادة بالوزن بعد المعاملة بحامض الفثالك اللامائى حيث تم استبدال مجموعة الايستىر محل مجموعة الهيدروكسيل الموجودة فى جدران الخلية الخشبية وجاءت هذه النتيجة مطابقة لما اوجده الباحثون Tillman وآخرون (1986) ان نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء لالواح خشب اشجار الاسبن المعامل والمؤسئل بمادة حامض الخليك اللامائى كان 7% ونسبة الانتفاخ للالواح الخشبية المعاملة مع مادة الكيتين (*Ketene*) 18%. كما وجد ان عملية الاستئلة تحدث فى بوليمرات جدار الخلية الخشبية وان عملية استبدال مجموعة الهيدروكسيل بمجموعة الاستئلة تعمل على منع انتفاخ الخشب وقد يحدث الانتفاخ بشكل جزئى بعد الغمر بالماء (Rowell وآخرون، 1984). كذلك كانت هذه النتائج مطابقة لما اوجده Bariskam و Popper (1972) حيث اوضحا ان حامض الفثالك اللامائى اعطى ثباتية عالية للخشب. كذلك جاءت هذه النتيجة مطابقة لما اوجده الباحث Rowell وآخرون (1986) ان معاملة الخشب مع المادة الكيميائية اثناء الاستئلة تكون فعالة فى

تخفيض نسبة الانتفاخ للخشب بعد الغمر بالماء بسبب ان المادة الكيميائية تتفاعل مع مجموعة الهيدروكسيل الموجودة في بوليمرات جدار الخلية حيث تعطي المنتجات الخشبية الصلدة بعد الاستلة 70-80% استقرارا للابعاد. وكذلك جاءت هذه النتائج مطابقة لما اوجده Hill و Jones (1996) عند استرة بلوكات الخشب مع حامض السكسينيك اللامائي وجدوا انها تعمل على تثبيت الابعاد والاستقرار لبلوكات الخشب المؤستر.

3- نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة: يشير جدول دنكن (3) للمتوسطات عدم وجود فروقات معنوية في نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة بين الخشب العصاري المعامل بحامض الفثالك اللامائي 6.726% والخشب الصميمي 6.669%. كما يشير الجدول الى ان نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة في الخشب العصاري غير المعامل 10.506% هي اعلى قليلا مما في الخشب الصميمي غير المعامل 9.537% ولكن الفروقات بينهما لم تكن معنوية. ان هذه النتائج اعلاه هي مقاربة للنتائج التي تم الحصول عليها في تأثير نوع الخشب في نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة وتعود الى نفس الاسباب التي تم ذكرها سابقا. اما بالنسبة الى تأثير نوع الاستخلاص فيشير الجدول الى الخشب المعامل المستخلص اعطى نسبة انتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة 7.088% اعلى مما في الخشب غير المستخلص 6.307% ولكن لم تكن هناك فروقات معنوية بينهما. اما في الخشب غير المعامل فيظهر ان هناك زيادة معنوية في نسبة الانتفاخ بعد الغمر 6 ساعة للخشب المستخلص 11.924% مقارنة مع الخشب غير المستخلص 8.118%. وكانت هذه النتائج مشابهة للنتائج في تأثير نوع الاستخلاص في نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة وتعود الى نفس الاسباب التي تم ذكرها سابقا. اما بالنسبة لتأثير درجات الحرارة فيبين الجدول (3) تفوق درجة الحرارة 100م° 5.678% في تقليل نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة تليها درجة الحرارة 80م° 5.930% والتي لم يكن بينها وبين درجة الحرارة 100م° فروقات معنوية. اما درجتي الحرارة 120 و 25م° فقد اعطيا اعلى المعدلات 7.748، 7.434% على التوالي في زيادة نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة. وكانت هذه النتائج مقاربة لنتائج تأثير درجات الحرارة على نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة، وقد يعود سبب تفوق درجة الحرارة 100م° في تقليل نسبة الانتفاخ الى نفس الاسباب التي تم ذكرها عن تأثير درجات الحرارة في نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة. اما بالنسبة لتأثير درجات الحرارة على الخشب غير المعامل بعد الغمر بالماء 6 ساعة فيظهر الجدول (3) ان اقل نسبة انتفاخ كانت في درجة 100م° 9.514% واعلى نسبة انتفاخ في درجة الحرارة 120م° 10.414%. ولكن لم يكن هناك فروقات معنوية في تأثير جميع درجات الحرارة على نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة للخشب غير المعامل. وقد يعود سبب تفوق درجة الحرارة 100م° في تقليل نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة مقارنة مع بقية الدرجات الحرارية في الخشب المعامل الى تأثير هذه الدرجة الحرارية في زيادة نسبة الاسترة وبالتالي ارتفاع نسبة الزيادة بالوزن مما ادى الى تقليل نسبة الانتفاخ. ويظهر المعدل العام لتأثير الخشب المعامل وغير المعامل على نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة تفوق الخشب المعامل معنويا 6.697% في تقليل نسبة الانتفاخ مقارنة مع الخشب غير المعامل 10.021%. وكانت هذه النتائج مطابقة لنتائج تأثير المعدل العام للخشب المعامل وغير المعامل في نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة وتعود الى نفس الاسباب المذكورة انفا.

4- نسبة الانكماش بعد التجفيف على 60م°: يبين جدول دنكن (4) عدم وجود فروقات معنوية بين نوعي الخشب المعامل العصاري 3.524% والصميمي 3.334% وللخشب غير المعامل العصاري 7.304% والصميمي 7.330% في نسبة الانكماش بعد التجفيف 60م° وكذلك لم تظهر فروقات معنوية بين الخشب المستخلص وغير المستخلص المعامل 3.758، 3.100% على التوالي. علما ان الخشب غير المستخلص اعطى نسبة انكماش افضل من المستخلص وقد يعود ذلك الى نفس الاسباب التي تم ذكرها في تأثير نوع الاستخلاص على نسبة الانتفاخ بعد الغمر 2 ساعة. كما يظهر الجدول ان نسبة الانكماش بعد التجفيف 60م° للخشب غير المعامل غير المستخلص 4.146% اقل من الخشب غير المعامل المستخلص 10.191% والسبب قد يعود الى نفس الاسباب التي تم ذكرها في نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة حيث ان الخشب المستخلص يدمص نسبة رطوبة اعلى من الخشب غير المستخلص مما يزيد من نسبة الانكماش عند التجفيف. اما بالنسبة الى تأثير درجات الحرارة على الخشب المعامل فيبين جدول (4) انه لا توجد فروقات معنوية في نسبة الانكماش بعد التجفيف 60م° لدرجات الحرارة 25، 80، 100، 120م° 3.283 و 3.346 و 3.800% على التوالي وكذلك يبين الجدول ان الخشب غير المعامل لم يظهر وجود فروقات معنوية في نسبة الانكماش بعد التجفيف 60م° لدرجات الحرارة 25، 80، 100، 120م° 8.517 و 6.730 و 6.940 و 7.487% على التوالي. اما بالنسبة للتأثير العام للخشب المعامل وغير المعامل على نسبة الانكماش بعد التجفيف 60م° فيشير الجدول (4) الى تفوق الخشب المعامل في تقليل نسبة الانكماش بعد التجفيف 60م° 3.428% مقارنة مع الخشب غير المعامل 7.168% وكانت هذه النتائج مطابقة لما اوجده Hill واخرون (2004) ان عملية استلة الخشب تعمل على تقليل الانكماش بعد التجفيف والسبب هو امتلاء

الفراغات الموجودة في المناطق الرخوة في الجدار الخلوي بالمادة المؤسئلة وقلة وجود جزئيات الماء المدمصة مقارنة مع الخشب غير المعامل مما يؤدي الى منع انكماشها. وكذلك مطابقة لما اوجده Hill و Jones (1996) عند استرة بلوكات الخشب مع حامض السكسينيك اللامائي وجدوا انها تعمل على تثبيت الابعاد والاستقرار لبلوكات الخشب المؤستر.

الجدول (3): تأثير استرة الخشب بحامض الفثالك اللامائي على نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 و 6 ساعة (%)
Table (3): Effect of wood esterification with phthalic acid anhydride on swelling percent after immersion in water for 2 and 6 hrs.

نوع المعاملة بحامض الفثالك اللامائي (Phthalic acid treatment type)		مستويات المعاملات Tret. levels	المعاملات Treatments	الصفة Character
غير معامل (untreated)	معامل (treated)			
9.124 a	5.306a	عصاري (sap)	نوع الخشب Wood type	نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة % Swelling percent after immersion in water for 2 hrs
7.746 b	5.184 a	صممي (heart)		
10.103 a	5.938a	مستخلص (extracted)	نوع الاستخلاص Extracting type	
6.767 b	4.552b	غير مستخلص (unextracted)		
8.044 a	5.166 b	25	درجات الحرارة (م) Temperature (°C)	
8.746 a	4.905 b	80		
8.196 a	4.650 b	100		
8.755 a	6.259 a	120		
8.435 a	5.245 b	المعدل (Mean)		
10.506 a	6.726 a	عصاري (sap)	نوع الخشب Wood type	
9.537 a	6.669 a	صممي (heart)		
11.924 a	7.088 a	مستخلص (extracted)	نوع الاستخلاص Extracting type	
8.118 b	6.307 a	غير مستخلص (unextracted)		
9.817 a	7.434 a	25	درجات الحرارة (م) Temperature (°C)	
10.341 a	5.930 b	80		
9.514 a	5.678 b	100		
10.414 a	7.748 a	120		
10.021 a	6.697 b	المعدل (Mean)		

الحروف المختلفة لكل عامل يشير الى وجود فروقات معنوية ($0.05 > a$)

Means with different letters are significantly different ($a < 0.05$)

3- نسبة الانكماش بعد التجفيف 110°م: يبين جدول دنكن (4) للمتوسطات الى تفوق الخشب العصاري المعامل في تقليل نسبة الانكماش بعد التجفيف 110°م 11.592% مقارنة مع الخشب الصممي المعامل 12.674% وقد يعود السبب في ذلك الى ان نسبة الزيادة بالوزن (WPG) في الخشب الصممي اقل مما في الخشب العصاري فيحدث انكماش اكثر ويشير الجدول كذلك الى عدم وجود فروقات معنوية بين نوعي الخشب غير المعامل العصاري 13.605% والصممي 13.386% في نسبة الانكماش بعد التجفيف 110°م كما يظهر الجدول تفوق الخشب المعامل المستخلص في تقليل نسبة الانكماش بعد التجفيف 110°م

11.488% مقارنة مع الخشب المعامل غير المستخلص 12.779% وقد يعود السبب في انخفاض نسبة الانكماش في الخشب المستخلص المعامل الى احتوائه على نسبة من حامض الفثالك اللامائي اعلى مما في الخشب غير المستخلص مما قلل من نسبة امتصاص الماء وبالتالي قلل من نسبة الانكماش. كما ان تأثير الحرارة العالية 110°م على تطاير بعض المواد القابلة للتطاير مثل (الفينولات، التربينات) في الخشب غير المستخلص قد تؤدي الى تفكك المركبات وتبخرها بسبب الحرارة مما يزيد من نسبة انكماش الخشب غير المستخلص. وكانت هذه النتائج مطابقة لما اوجده Wookim وآخرون (2009) حيث اوضح ان الألواح التركيبية المصنعة من اربعة انواع من حبيبات الخشب الخالي من المستخلصات والمخلوطة مع حبيبات البلاستيك اظهرت زيادة في نسبة ادمصاص الرطوبة وفي نسبة الانتفاخ بالسلك وهذا يدل على ان المستخلصات الموجودة في الخشب تؤثر على الصفات الميكانيكية ونسبة ادمصاص الخشب ونسبة الانكماش. كما يظهر الجدول ان الخشب غير المعامل المستخلص اعطى اقل القيم في نسبة الانكماش بعد التجفيف 110°م 13.251% مقارنة مع الخشب غير المعامل غير المستخلص 13.785% وقد يعود السبب الى ازدياد نسبة فقدان بعض المواد القابلة للتطاير او التبخر في هذه الحرارة العالية مما زاد من نسبة الانكماش في الخشب غير المستخلص مقارنة مع الخشب المستخلص. اما بالنسبة الى تأثير درجات الحرارة على الخشب المعامل فيبين جدول (4) عدم وجود فروقات معنوية لدرجات الحرارة 25، 80، 100، 120°م، 12.222 و 11.980 و 12.397 و 11.934% على التوالي على نسبة الانكماش بعد التجفيف على 110°م، كذلك بالنسبة للخشب غير المعامل فيظهر الجدول ايضا انه لا توجد فروقات معنوية في نسبة الانكماش بعد التجفيف 110°م لدرجات الحرارة 25، 80، 100، 120°م 13.551 و 13.483 و 13.455 و 13.553% على التوالي. اما بالنسبة للتأثير العام للخشب المعامل وغير المعامل في نسبة الانكماش بعد التجفيف 110°م فيشير الجدول (4) الى تفوق الخشب المعامل في تقليل نسبة الانكماش بعد التجفيف 110°م 12.839% مقارنة مع الخشب غير المعامل 13.512% ويعود سبب ذلك الى نفس الاسباب التي تم ذكرها في تأثير نوع المعاملة على نسبة الانكماش بعد التجفيف على 60°م.

5- نسبة كفاءة عدم الانكماش: يبين جدول دنكن (5) للمتوسطات وجود تفوق للخشب العصري المعامل في نسبة كفاءة عدم الانكماش بعد الغمر بالماء 2، 6، 24 ساعة 41.845 و 35.979 و 20.843% على التوالي على الخشب الصميمي المعامل 33.075 و 30.072 و 20.692% على التوالي وقد كانت نسب تفوق الخشب العصري على الصميمي بهذه الصفة 20.958 و 16.417 و 0.724% على التوالي وقد يعود السبب الى ان الخشب العصري اكتسب كمية اكبر في نسبة الزيادة بالوزن للمادة المؤسثرة (WPG) مقارنة مع الخشب الصميمي وجاءت هذه النتائج مطابقة لما اوجده Reaffirmed وآخرون (1955) انه عند اخذ عينات من خشب التنوب (دوكلاص فير) ومعاملتها مع حامض الخليك اللامائي في عملية الاستلة فان الزيادة في الاستيل تعمل على زيادة كفاءة عدم الانكماش للخشب المؤسثل (antishrinkage) من 75-80% حيث يصبح الخشب اكثر استقرارا. وكذلك يظهر الجدول تفوق الخشب المستخلص في نسبة كفاءة عدم الانكماش بعد الغمر بالماء 2، 6، 24 ساعة 41.225 و 40.556 و 24.379% على التوالي على الخشب غير المستخلص 32.732 و 22.308 و 17.059% على التوالي حيث كانت نسبة الزيادة للخشب المستخلص بهذه الصفة على الخشب غير المستخلص 20.601 و 44.994 و 30.025% على التوالي وقد يعود سبب ذلك الى نفس الاسباب التي تم ذكرها في تأثير نوع الخشب في نسبة كفاءة عدم الانكماش المذكورة اعلاه. اما بالنسبة الى تأثير درجات الحرارة فيبين الجدول (5) والشكل (4) وجود تفوق في درجة حرارة 80°م في نسبة كفاءة عدم الانكماش بعد الغمر بالماء 2، 6، 24 ساعة 43.917 و 42.655 و 34.928% على التوالي وتليها درجة حرارة 100°م 43.265 و 40.319 و 32.295% على التوالي والتي لم يكن بينهما فروقات كبيرة. اما اقل درجة حرارة في نسبة كفاءة عدم الانكماش بعد الغمر بالماء 2، 6، 24 ساعة فكانت في درجة 25°م 35.778 و 24.274 و 1.137% على التوالي وتليها درجة حرارة 120°م 28.509 و 25.600 و 12.792% على التوالي وقد يعود سبب ذلك الى نفس الاسباب التي تم ذكرها في تأثير نوع الخشب على نسبة كفاءة عدم الانكماش، اما بالنسبة للتأثير العام لنسبة كفاءة عدم الانكماش بعد الغمر بالماء 2، 6، 24 ساعة فيشير الجدول الى تفوق نسبة كفاءة عدم الانكماش بعد الغمر بالماء 2 ساعة 37.818% على نسبة كفاءة عدم الانكماش بعد الغمر بالماء 6 ساعة 33.170% بنسبة 12.290% وتفوق نسبة كفاءة عدم الانكماش بعد الغمر بالماء 6 ساعة 33.170% على نسبة كفاءة عدم الانكماش بعد الغمر بالماء 24 ساعة 20.766% بنسبة 37.395%. ويلاحظ ان هناك انخفاض تدريجي في نسبة كفاءة عدم الانكماش مع ازدياد الفترة الزمنية للغمر في الماء. وكانت هذه النتائج مطابقة لما اوجده Wookim وآخرون (2009) حيث ان الألواح التركيبية المصنعة من اربع انواع من حبيبات الخشب الخالي من المستخلصات والمخلوطة مع حبيبات البلاستيك اظهرت زيادة في نسبة ادمصاص الرطوبة ونسبة الانكماش بزيادة فترة التعريض للرطوبة.

الجدول (4): تأثير استرة الخشب بحامض الفثالك اللامائي على نسبة الانكماش بعد التجفيف 60°م (%)
Table (4): Effect of wood estirification with phthalic acid anhydride on shrinkage percentage after drying on 60 and 110 °C.

نوع المعاملة بحامض الفثالك اللامائي (Phthalic acid treatment type)		مستويات المعاملات Tret. Levels	المعاملات Treatments	الصفة Character
غير معاملة (untreated)	معاملة (treated)			
7.304 a	3.524 a	عصاري (sap)	نوع الخشب Wood type	نسبة الانكماش بعد التجفيف 60°م (%) Shrinkage percent after drying at 60° C (%)
7.33 a	3.334 a	صميمي (heart)		
10.191 a	3.758 a	مستخلص (extracted)	نوع الاستخلاص Extracting type	
4.146 b	3.100 a	غير مستخلص (unextracted)		
7.517 a	3.286 a	25	درجات الحرارة (م) Temperature (°C)	
6.730 a	3.283 a	80		
6.940 a	3.346 a	100		
7.487 a	3.800 a	120		
7.168 a	3.428 b	المعدل (Mean)		
13.605 a	11.592 b	عصاري (sap)	نوع الخشب Wood type	
13.386 a	12.674 a	صميمي (heart)		
13.251 b	11.488 b	مستخلص (extracted)	نوع الاستخلاص Extracting type	
13.785 a	12.779 a	غير مستخلص (unextracted)		
13.551 a	12.222 a	25	درجات الحرارة (م) Temperature (°C)	
13.483 a	11.980 a	80		
13.486 a	12.397 a	100		
13.553 a	11.934 a	120		
13.512 a	12.839 b	المعدل (Mean)		

الحروف المختلفة لكل عامل يشير الى وجود فروقات معنوية (أ > 0.05).

Means with different letters are significantly different (a < 0.05)

تأثير تداخل العوامل المدروسة في الصفات الفيزيائية للخشب المعامل:

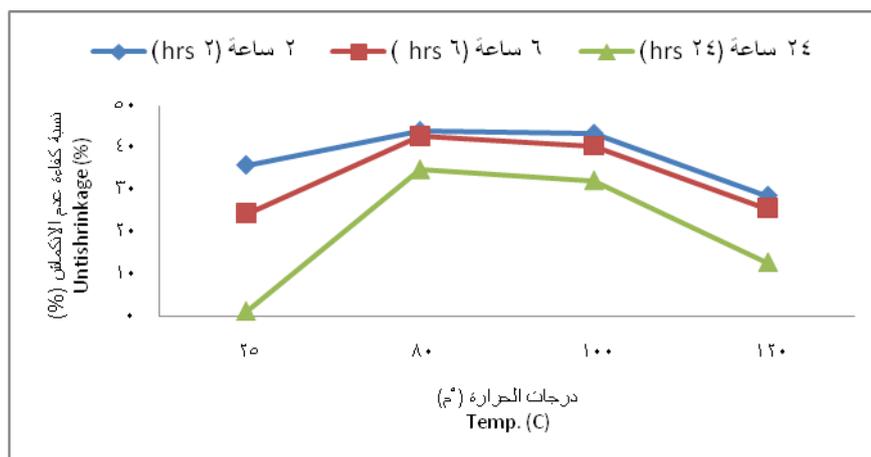
1- تأثير تداخل نوع الخشب مع نوع الاستخلاص في بعض الصفات الفيزيائية: يظهر الجدول (6) ان اعلى نسبة زيادة بالوزن كانت في الخشب الصميمي المستخلص 6.003% واقل نسبة زيادة بالوزن في الخشب الصميمي غير المستخلص 1.161% بينما كانت نسبة الزيادة بالوزن في الخشب العصاري المستخلص والخشب العصاري غير المستخلص 5.630 , 3.664% على التوالي والتي تقع بين النسبتين المذكورتين اعلاه. ويظهر الجدول ان الخشب العصاري المستخلص تفوق على الخشب العصاري غير المستخلص والخشب الصميمي المستخلص على الخشب الصميمي غير المستخلص في نسبة الزيادة بالوزن حيث كانت هذه النتائج مطابقة لتأثير العوامل الرئيسية لنوع الخشب ونوع الاستخلاص وتعود الى نفس الاسباب التي تم ذكرها انفا. اما بالنسبة لتأثير تداخل عاملي نوع الخشب مع نوع الاستخلاص في نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة فيبين الجدول اعلاه تفوق الخشب الصميمي غير المستخلص في تقليل نسبة الانتفاخ بعد الغمر

بالماء 2 ساعة 3.958% يليها الخشب العصاري غير المستخلص 5.145% ثم الخشب العصاري المستخلص 5.467% بينما اعطى الخشب الصميمي المستخلص اعلى نسبة انتفاخ بعد الغمر

الجدول (5) تأثير استرة الخشب بحامض الفثالك اللامائي في نسبة كفاءة عدم الانكماش

Table (5): Effect of wood esterification with phthalic acid anhydride on anti - shrinkage percent.

نسبة كفاءة عدم الانكماش بعد الغمر بالماء (%) Untishrinkage percent after immersion in water			مستويات المعاملات Tret. levels	المعاملات Treatments
24 ساعة (24hrs)	6 ساعة (6hrs)	2 ساعة (2hrs)		
20.843	35.979	41.845	عصاري (sap)	نوع الخشب Wood type
20.692	30.072	33.075	صميمي (heart)	
24.379	40.556	41.225	مستخلص (extracted)	نوع الاستخلاص Extracting type
17.059	22.308	32.732	غير مستخلص (unextracted)	
1.137	24.274	35.778	25	درجات الحرارة (م) Temperature (°C)
34.928	42.655	43.917	80	
32.295	40.319	43.265	100	
12.792	25.600	28.509	120	
20.766	33.170	37.818	(Mean) المعدل	



الشكل (4): تأثير درجات الحرارة عند استرة الخشب بحامض الفثالك اللامائي في نسبة كفاءة عدم الانكماش بعد الغمر بالماء 2 و 6 و 24 ساعة.

Figure (9): effect of temperature during wood esterification by Phthalic acid anhydride in antishrinkage percent after immersion in water for 2, 4 and 24 hrs.

بالماء 2 ساعة 6.409%. ويظهر الجدول ايضا ان الخشب العصاري غير المستخلص افضل من الخشب العصاري المستخلص والخشب الصميمي غير المستخلص افضل من الخشب الصميمي المستخلص في تقليل نسبة الانتفاخ. وكانت هذه النتائج مطابقة لتأثير العوامل الرئيسية لنوع الخشب ونوع الاستخلاص في نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة وتعود الى نفس الاسباب التي تم ذكرها آنفا. اما بالنسبة لتأثير تداخل العاملين المذكورين اعلاه في نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة فيبين الجدول اعلاه تفوق الخشب الصميمي غير المستخلص 5.745% في تقليل نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة بينما اعطى الخشب الصميمي المستخلص اعلى نسبة انتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة 7.593% بينما كانت نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة في الخشب العصاري المستخلص والخشب العصاري غير المستخلص 6.582 و 6.870% على التوالي يقعان بين النسبتين اعلاه. والتي كانت الفروقات بينهما قليلة وليست معنوية. حيث

كانت هذه النتائج مطابقة لتأثير العوامل الرئيسية لنوع الخشب ونوع الاستخلاص في نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة وتعود الى نفس الاسباب التي تم ذكرها انفا. اما بالنسبة لتأثير تداخل عاملي نوع الخشب مع نوع الاستخلاص في نسبة الانكماش بعد التجفيف على 60°م فيبين الجدول اعلاه ان اقل نسبة انكماش بعد التجفيف على 60°م كانت في الخشب الصميمي غير المستخلص 3.175% واعلاها في الخشب الصميمي المستخلص 10.890% بينما توسط كل من الخشب العصاري المستخلص 9.491% والخشب العصاري غير المستخلص 5.116% القيمتين اعلاه. علما بأن الخشب العصاري غير المستخلص تفوق معنويا على الخشب العصاري المستخلص وكذلك تفوق الخشب الصميمي غير المستخلص معنويا على الخشب الصميمي المستخلص في تقليل نسبة الانكماش وكانت هذه النتائج مقاربة لتأثير نوع الاستخلاص ونوع الخشب للعوامل الرئيسية على هذه الصفات. وقد يعود سبب تفوق الخشب الصميمي غير المستخلص على الخشب الصميمي المستخلص والعصاري غير المستخلص على العصاري المستخلص في نسبة الانكماش بعد التجفيف على 60°م الى نفس الاسباب المذكورة في تأثير نوع الاستخلاص ونوع الخشب على نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة.

2- تأثير تداخل نوع الخشب مع درجات الحرارة في بعض الصفات الفيزيائية: يظهر الجدول (7) ان اعلى نسبة زيادة بالوزن كانت للخشب العصاري في 100°م 10.101% وتليها 100°م للخشب الصميمي 7.617% والتي كانت بينهما فروقات معنوية ثم تليها 120°م للخشب العصاري 5.045% والتي كان بينها وبين الخشب الصميمي في نفس الدرجة 2.385% فروقات معنوية. وتليها 80°م للخشب الصميمي 4.244% والتي كان بينها وبين الخشب العصاري 3.220% في نفس الدرجة فروقات قليلة. واقل نسبة زيادة بالوزن كانت في الخشب الصميمي في 25°م 0.082% والتي كان بينها وبين الخشب العصاري في نفس الدرجة فروقات ليست معنوية 0.223% وتظهر نتائج هذا التداخل بشكل عام ان الخشب العصاري افضل من الصميمي في جميع درجات الحرارة في زيادة نسبة الزيادة بالوزن، وكذلك كانت درجة الحرارة 100°م هي المتفوقة بزيادة نسبة الزيادة بالوزن واقلها في درجة الحرارة 25°م. حيث كانت هذه النتائج مطابقة لتأثير العوامل الرئيسية لنوع الخشب مع درجات الحرارة وتعود الى نفس الاسباب التي تم ذكرها انفا.

الجدول (6): تأثير تداخل نوع الخشب مع نوع الاستخلاص للخشب المعامل في الصفات الفيزيائية المدروسة.

Table (6): Effect of wood type and extracting type interaction of esterified wood in the studied physical properties

صميمي (heartwood)		عصاري (sapwood)		الصفات Characters
غير مستخلص unextracted	مستخلص extracted	غير مستخلص unextracted	مستخلص extracted	
1.161 b	6.003 a	3.64 a b	5.630 a	نسبة الزيادة بالوزن (%) WPG
3.958 a	6.409 b	5.145 a b	5.467 b	نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 2 ساعة (%) swelling percent after immersion in water for 2 hrs.
5.745 a	7.593 b	6.870 a b	6.582 a b	نسبة الانتفاخ بعد الغمر بالماء 6 ساعة (%) swelling percent after immersion in water for 6 hrs.
3.175 a	10.890 d	5.116 b	9.491 c	نسبة الانكماش بعد التجفيف على 60°م % Shrinkage percent after drying at 60° C

الحروف المختلفة لكل عامل يشير الى وجود فروقات معنوية (أ > 0.05).

Means with different letters are significantly different (a < 0.05)

اما بالنسبة لتأثير تداخل عاملي نوع الخشب مع درجات الحرارة على نسبة الانكماش بعد التجفيف على 110°م فيبين الجدول اعلاه تفوق الخشب العصاري في درجة 100°م 10.809% في تقليل نسبة الانكماش بعد التجفيف على 110°م بينما اعطى الخشب الصميمي في نفس درجة الحرارة اعلى نسبة انكماش بعد التجفيف على 110°م 13.985% حيث ان الخشب العصاري اعطى دليلا واضحا في تقليل نسبة الانكماش

عند درجة حرارة 100°م مقارنة بالخشب الصميمي لان نسبة الزيادة في الوزن (WPG) للخشب العصاري في هذه الدرجة هي اعلى مما في الخشب الصميمي كما موضح ذلك في تأثير العوامل الرئيسية لنوع الخشب ودرجة الحرارة على نسبة الزيادة بالوزن. ويظهر الجدول ان الخشب العصاري في بقية درجات الحرارة 25، 80، 120°م امتلك نسبة انكماش بعد التجفيف على 110°م 11.642، 11.704، 12.214 % على التوالي اقل قليلا من الخشب الصميمي 12.230، 12.255، 12.226 % على التوالي والتي لم تكن معنوية. وكانت هذه النتائج مطابقة لتأثير العوامل الرئيسية لنوع الخشب ودرجات الحرارة في نسبة الانكماش بعد التجفيف على 110°م وتعود الى نفس الاسباب التي تم ذكرها انفا.

الجدول (7): تأثير تداخل نوع الخشب مع درجات الحرارة للخشب المعامل في الصفات الفيزيائية المدروسة.
Table (7): Effect of wood type and temperature interaction of esterified wood in the studied physical properties

درجات الحرارة (°م) Temp. (C)				نوع الخشب Wood type	الصفات Characters
120	100	80	25		
5.045 b c	10.101 a	3.220 c d	0.223 d	عصاري Sapwood	نسبة الزيادة بالوزن (WPG) (%)
2.385 c d	7.617 a b	4.244 c	0.082 d	صميمي heartwood	
11.642 a	10.809 a	11.704 a	12.214 a	عصاري Sapwood	نسبة الانكماش بعد التجفيف على 110°م (%) Shrinkage percent after drying at 110° C
12.226 a	13.985 b	12.255 a	12.230 a	صميمي Heartwood	

الحروف المختلفة لكل عامل يشير الى وجود فروقات معنوية (أ > 0.05).

Means with different letters are significantly different (a < 0.05)

الجدول (8): تأثير تداخل نوع الاستخلاص مع درجات الحرارة للخشب المعامل في الصفات الفيزيائية المدروسة.

Table (8): Effect of extraction type and Temperature interaction of esterified wood in the studied physical properties.

درجات الحرارة (°م) Temp. (C)				نوع الاستخلاص Extraction type	الصفات Characters
120	100	80	25		
5.026 b	11.796 a	6.155 b	0.288 d	مستخلص extracted	نسبة الزيادة بالوزن (WPG) (%)
2.404 c	5.922 b	1.308 c d	0.016 d	غير مستخلص unextracted	
11.931 bc	11.731 bc	10.940 a	11.350 a	مستخلص extracted	نسبة الانكماش بعد التجفيف على 110°م (%) Shrinkage percent after drying at 110° C
11.937 bc	13.064 ab	13.020 abc	13.094 abc	غير مستخلص unextracted	

الحروف المختلفة لكل عامل يشير الى وجود فروقات معنوية (أ > 0.05).

Means with different letters are significantly different (a < 0.05)

1- تأثير تداخل نوع الاستخلاص مع درجات الحرارة في بعض الصفات الفيزيائية: يظهر الجدول (8) ان اعلى نسبة زيادة بالوزن كانت للخشب المستخلص في درجة الحرارة 100°م يليها درجة الحرارة 80°م و 11.796 و 6.155 % على التوالي وقد كانت اعلى مما في غير المستخلص 5.922 و 1.308 % على التوالي. اما اقل نسبة زيادة بالوزن فكانت في درجة الحرارة 25°م للخشب المستخلص والخشب غير المستخلص 0.288 و 0.016 % على التوالي بينما كانت نسبة الزيادة بالوزن في درجة الحرارة 120°م للمستخلص وغير المستخلص 5.026 و 2.404 % على التوالي. ويظهر الجدول ان نسبة الزيادة بالوزن في الخشب المستخلص في كل درجات الحرارة اعلى مما في غير المستخلص وكانت هذه النتائج مطابقة لتأثير العامل الرئيسي نوع الاستخلاص في نسبة الزيادة بالوزن. وكذلك كانت هذه النتائج مطابقة لتأثير عامل درجات الحرارة الرئيسي في نسبة الزيادة بالوزن وتعود الى نفس الاسباب التي تم ذكرها انفا. اما بالنسبة لتأثير تداخل عاملي نوع الاستخلاص مع درجات الحرارة في نسبة الانكماش بعد التجفيف على 110°م فبيين الجدول اعلاه تفوق الخشب المستخلص في 80°م 10.940 % في التقليل من نسبة الانكماش بعد التجفيف على 110°م والتي كانت بينها وبين الخشب غير المستخلص في نفس الدرجة 13.020 % فروقات معنوية وتليها 25°م للخشب المستخلص 11.350 % بينما كانت النسبة للخشب غير المستخلص لنفس الدرجة الحرارية 13.094 % بينما اظهرت درجتى الحرارة 100 و 120°م عدم وجود فروقات معنوية في الخشب المستخلص في نسبة الانكماش 11.731 و 11.931 % على التوالي يقابلها النسب 13.064 و 11.977 % على التوالي للخشب غير المستخلص. ويظهر الجدول تفوق الخشب المستخلص في تقليل نسبة الانكماش بعد التجفيف على 110°م في كل درجات الحرارة المستخدمة مقارنة مع الخشب غير المستخلص والذي قد يعود الى تأثير زيادة نسبة الزيادة بالوزن للخشب المستخلص مقارنة مع غير المستخلص لجميع درجات الحرارة المدروسة وكانت هذه النتائج مطابقة لتأثير العوامل الرئيسية لنوع الاستخلاص ودرجات الحرارة وتعود الى نفس الاسباب التي تم ذكرها انفا.

الاستنتاجات

من النتائج التي تم ذكرها انفا يمكن استخدام عملية الاسترة باستخدام حامض الفثالك اللامائي لغرض ادامة واطالة عمر الخشب لمدة تقارب 10 اعوام دون أي ضرر يذكر واطالة فترة بقاء الطلاء على الخشب المؤسّر لمدة 12 عام بصورة طبيعية. كما يفضل استخدام بلوكات الخشب الصميمي للدلب الغربي غير المستخلص المعامل في الصناعات الخشبية المختلفة. ان افضل درجة حرارة في اعطاء افضل تفاعل لحامض الفثالك اللامائي مع الخشب كانت عند 100°م وبالتالي اعطاء افضل النتائج الخاصة بالصفات الفيزيائية.

EFFECT OF ESTERIFICATION BY PHTHALIC ACID ANHYDRIDE ON SOME PHYSICAL PROPERTIES OF *Platanus occidentalis* L. WOOD.

Abdulrazak R. Almalah

Ahmed Younis Al-Khero

Forestry Dept. / College of Agriculture and Forestry/ Mosul University - Iraq

E-mail:abdulrazakalmalah@yahoo.com

ABSTRACT

This study was performed to investigate the effect of esterification process on some physical properties (weight percent gain (WPG), swelling percent after immersion in water for 2 and 6 hours, shrinkage percent after drying at 60 and 110°C and antishrinkage percent) for *Platanus occidentalis* L. wood, and studying the effect of wood type, (sap wood and heart wood), extracting type (extracted and unextracted) and 4 heating temperature 25, 80, 100, 120°C and comparing it with an unesterified wood, to find the best and most suitable esterification method which can increase age and wood efficiency. The results showed that the mean value of treated wood was significantly better in increasing weight percent gain compared with untreated wood 4.114, 0.655% respectively, and in decreasing swelling percent after immersion in water for 2 hrs 5.245, 8.435% respectively, and for 6 hrs 6.697,

10.021% respectively, and in decreasing shrinkage percent after drying at 60°C 3.428, 7.168% respectively and at 110°C 12.839, 13.512% respectively. Untishrinkage efficiency percent after immersion in water for 2, 6, 24 hrs was 37.818, 33.170, 20.766% respectively. , The results also indicated that sap wood gave the highest value in weight percent gain as compared to heart wood 4.647, 3.581% respectively, and in swelling percent after immersion in water for 2 hr 5.306, 5.184% respectively, and after 6 hr's 6.726, 6.669% respectively, and in shrinkage percent after drying on 60°C 3.524, 3.334% respectively, while sap wood gave a lower value in shrinkage percent after drying at 110°C compared to heart wood 11.592, 12.674% respectively. Again, the results showed that the highest weight percent gain and the lowest shrinkage percent after drying at 110°C was in extracted wood compared with the unextracted, unextracted wood gave the lowest swelling percent after immersion in water for 2 and 6 hrs, and the lowest shrinkage percent after drying at 60°C compared with extracted wood. Also, the highest mean for weight percent gain and the lowest swelling percent after immersion in water for 2 and 6 hrs was at 100°C, and the lowest shrinkage percent after drying at 110°C and 60 ° C was at 120°C and 80 °C respectively. For this reason, 100°C can be considered as the best degree to be used for hard wood esterification of *Platanus occidentalis* L. to obtain the best weight percent gain and the best physical characters for dimension stability.

Key words: *Platanus occidentalis* , Esterification process.

Received: 5/3/2012 Accepted: 21/5/2012

المصادر

- قصير، وليد عبودي وباسم عباس ورياض صالح الخفاف (1993). استثمار الغابات، جامعة الموصل. دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل – العراق .
- Anonymous. (1982a). Wood-Determination of Volumetric Swelling. International Standard, ISO. 4859. Internal Organization for Standarizaion, Ref. No. ISO. 4859-1982 (E).
- Anonymous. (1982b). Wood-Determination of Volumetric Shrinkage. International Standard, ISO. 4858. Internal Organization for Standarizaion, Ref. No. ISO. 4858-1982 (E).
- Anonymous (1999). Air drying of lumber. United States Department of Agriculture. Forest Product Laboratory. Forest Service General Technical Report FPL-GTR-117.
- Anonymous. (2002). Statistical Analysis System Users Guide Version 15. Statistical Analysis System Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Beckers, E. P. J, H. Miltz (1994). Acetylation of solid wood. Initial trails on lab and semi industrial scale. Second Pacific Rimbio-Based Composites Symposium, Vancouver, Canada, 6-9 November. Wood Science Department Faculty of Forestry, University of British Columbia, Vancouver, PP 125-133.
- Bongers, H. P. M. and E. P. J. Bekers (2003). Mechanical properties of acetylated solid wood treated on pilot plant scale. In: van Acker, J. and Hill, C. (eds.) Proceeding Of The First European Conference On Wood Modification, 3-4 April (2000). Chent, Belgium, P. 341.350.

- Bower, J. L.; R. Shmulsky, and J. G. Haygreen (1982). *Forest Products and Wood Science: An Introduction*. The Iowa State University Press, Ames, IA, USA, 495 pp.
- Browning, B. I. (1967). *Method Of Wood Chemistry, Vol. I and II*. Interscience Publishers, Division Of John Wiley and Son, Newyork. USA.
- Fengel, D. and G. Wegener, (1989). *Wood Chemistry Ultrastructure Reactions*. Walternon de Gruyter & Co. Berlin. 613pp.
- Hill, C. A. S. (2006). *Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes*. John Wiley & Sons, chichester, England, 239 PP.
- Hill, C. A. S. Hale, M. and S. C. Forster (2004). Investigations of the role of cell wall moisture content and micropore blocking in the decay protection mechanism of anhydride modified wood. Presentation Given At The Final Conference Of Costaction E22, Estoril. Portugal.
- Hill, C.A.S. and D. Jones (1996). The Dimensional stabilization of Corsican pine sap wood by reaction with carboxylic acid anhydrides. *Holzforchung*, 50 (5): 457-462.
- Jae-Wookim, David. P. Harper Adam M. Taylor (2009). Effect Of Extractives On Water Sorption And Durability Of Wood-Plastic Composites. Wood and Fiber Science Society Of Wood Science & Technology Materials Science. Engineering Agriculture, Ecology and Forestry.
- Litian Zhang, (2003). Esterification of wood tutorial sales forms learn office word legal forms program user.
- Mantanis G. I, Young R A., Rowell R. M. (1994). Swelling of wood: partI. Swelling in water. *Wood Science and Technology Journal*, 28. 119-134.
- Mantanis G. I., Young R A., and R. M Rowell. (1994). Swelling of wood part II. swelling in organic liquids. *Holz forchung* 48: 480-490.
- Nihat Sami Cetin and Nilgul Ozmen (2011), Kahraman Maras Suteu, Imam University, Kahramamara, Turkey, Forestry Dept. accepted 21 March 2011.
- Obataya, E. and K. Minato. (2009). Potassium acetate-catalyzed acety lation of wood at low temperature 1: simplified method using a mixed reagent. *Journal of Wood Science*. 55: 18-22.
- Pascal Nzokou and Pascal kamdem, (2004). Influence of wood extractives on moisture sorption and wettability of red Oak (*Quercus Rubra*), black cherry 5. (*Prunus serotina*), and red pine (*Pinus resinosa*). *Journal of wood and Fiber science*. 36 (41): 483-492.
- Popper, R. and Bariskam (1972). "acytelation of wood. Part1: the sorption behavior of water vapor" *Holz Roh Werkst off* 30: 289-294.
- Reaffirmed, (1955). Detailed standard information – JIS. H. 2105.
- Richardson, B. A. (1978) wood preservation. Landcaster: the construction. en. [Wikipedia.org/wiki/wood_preservation#wood acetylation](http://Wikipedia.org/wiki/wood_preservation#wood_acetylation).
- Risi, J. and D. F. Arseneau (1957). Dimensional stabilization of wood. I. acetylation, *Forest Product Journal*. 7: 210-213.
- Rowell, R. M. (1975). Chemical modification of wood: Advantages and Disadvantages. *Proceedings American Wood Association* 71: 41-51.
- Rowell, R. M. and W. D. Ellis, (1984). Reaction Of Peroxides With Wood. USDA. Forest Service Research, EPL 451, Forest Products Laboratory, Madison W.I, 41PP.

- Rowell, R. M., A. M Tillman, and R. Simonson, (1986). A simplified procedure for the acetylation of hard wood and soft wood flakes for flake board production. *Journal Of Wood Chemistry And Technology* 6 (3): 427-448.
- Rowell, R. M., Y. Imasura, S. Kawai; M. Norimoto, (1989). Dimensional stability, decay resistance and mechanical properties of Veneer-faced low-density particale boards made fromacetylated wood. *Wood and Fiber Science Journal*, 21(1): 67-79.
- Tillman, Callum A. S. Hill. (1986). Wood Modification: Chemical, Thermal And Other Processes.
- Titsch, Suida (1928). Handbook Of Engineering Biopolymer: Homopolymers, Blend And Composites.
- Waldemar Homani, Boke Tjeerdsma, Erwin Beckers, and Andre Jorissen, (2004). Wood modification developments. structural and other properties of modified wood. *Heron*. 49, (4).
- Wangaard, F.F (1962). Contribution of hard wood fibers to the properties of kraft pulps. *TAPPI* 45 (7): 548-556. (C.F. John Davidson, 1972).