# تأثير مستويات مختلفة من الضغط والحرارة وفترات التجفيف على نسبة سرعة التجفيف والانكماش أثناء تجفيف خشب أشجار اليوكالبتوس [+]

# EFFECT OF DIFFERENT LEVELS OF TEMPERATURE, PRESSURE AND DRYING PERIOD ON PERCENTAGE OF DRYING RATE AND SHRINKAGE DURING DRYING OF EUCALYPTUS WOOD

عبدالرزاق رؤوف الملاح [*]

المستخلص:

تم دراسة تأثير ثلاث مستويات من درجات الحرارة (٨٠، ١٠٠ و ١٢٠ ْم) وثلاث مستويات من الضغط (صفر، ١٧,٦ و ٣٥,٢ كغم/سم٢) لسمكين من الواح خشب اليوكالبتوس *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. (١ و ٠,٥ إنج) وتسعة فترات تجفيف بمدة ١٠ دقائق/فترة للألواح سمك ١ إنج و ٥ دقائق/فترة للألواح سمك ½ إنج على نسبة سرعة التجفيف ونسبتي الانكماش بالسمك والعرض. أثبتت النتائج وجود زيادة معنوية في نسبة سرعة التجفيف ونسبتي الانكماش بالسمك والعرض لكلا السمكين بزيادة كل من درجة الحرارة والضغط. كما قلت نسبة سرعة التجفيف معنوياً بازدياد فترات التجفيف لكلا السمكين وازدادت نسبتي الانكماش بالسمك والعرض بزيادة فترات التجفيف. ويمكن الاستنتاج بان أحسن درجة حرارة يمكن استخدامها للحصول على أفضل نسبة سرعة تجفيف وزيادة نسبتي الانكماش بالسمك والعرض لكلا السمكين هي ١٠٠ ْم، حيث ان درجة الحرارة ١٢٠ ْم قد تؤدي الى حدوث بعض العيوب الغير مرغوبة فضلاً عن تقليل كلفة التجفيف عند استخدام درجة الحرارة ١٠٠ ْم. كما ان استخدام الضغط ٣٥,٢ كغم/سم٢ يعطي افضل النتائج في زيادة نسبة سرعة التجفيف وزيادة نسبتي الانكماش بالسمك والعرض وخاصة للألواح سمك (١) إنج.

Abstract:

**The effect of three temperature levels (80, 100, 120 ْC), three pressure levels (zero, 17.6, 35.2 kg/cm$^2$) for two thickness boards (1 and ½ inch) of *Eucalyptus camaldulensis* dehn. on drying rate percent, thickness and width shrinkage percent have been studied. Also, nine drying periods, 10 minutes/period for 1 inch thick board and 5 minutes/period for ½ inch thick board were included. Results indicated that there were significant increase in drying rate percent, thickness and width shrinkage percent by increasing temperature and pressure for both board thickness. While drying rate percent decreased significantly by increasing drying periods for both board thickness. Thickness and width shrinkage percent increased significantly by increasing drying periods. It can be concluded that the best temperature which can increase drying rate**

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠٠٢/٢/٢٠ ، تاريخ قبول النشر ٢٠٠٢/٧/٢٩.

[*] استاذ مساعد / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

**percent, shrinkage percent of board thickness and width is 100 ̊C, Since 120 ̊C may causes undesirable wood defects. Also, using 100 ̊C is better economically than 120 ̊C. 35.2 Kg/cm$^2$ pressure give the best results in increasing drying rate and shrinkage percent for thickness and width of the boards specially 1 Inch thick boards.**

**المقدمـــــة:**

تعتبر اشجار اليوكالبتوس إحدى اهم الأشجار الناجح زراعتها في العراق، حيث انها تستطيع النمو والتأقلم في مختلف البيئات المناخية والتربية مما جعلها من الانواع المعتمد عليها في مختلف المجالات الزراعية والصناعية. إلا ان احد مساوئ اشجار اليوكالبتوس هو احتواء أخشابها على نسبة عالية من الرطوبة خاصة في فصل النمو التي قد تصل إلى اكثر من ٧٥% [1] وبالاخص النوع *Eucalyptus camaldulensis* الذي يفضل النمو في البيئات الرطبة[2] وهذا ينعكس على نوعية الألواح الخشبية المصنعة خاصة بعد التجفيف حيث تتعرض الى التشققات او الالتواء او الانحناء او غيرها. لهذا اصبح من الضروري اجراء الدراسات والبحوث حول كيفية تجفيف اخشاب هذا النوع المهم من الاشجار باسرع وقت ومن دون حدوث عيوب تأثر على الصفات الميكانيكية والفيزيائية للألواح الخشبية المصنعة.

هنالك عدة عوامل تحدد كفاءة انجاز العمليات التصنيعية والحصول على المادة المصنعة باسرع وقت، ومن اهم تلك العوامل السرعة في الحصول على المادة المصنعة وزيادة الانتاج للحصول على واردات أفضل. وفي مجال تجفيف الألواح الخشبية تعتبر سرعة التجفيف عاملاً مهماً لزيادة كفاءة الانتاج. وهناك عدة طرق تجارية تستخدم لتجفيف الأخشاب ولكن ليس للوقت أو سرعة التجفيف دور مهم في هذا المجال مثل التجفيف الهوائي أو باستخدام افران التجفيف (Kiln drying)، الا انه بالامكان استخدام طرق اخرى مناسبة وسريعة لتجفيف الرقائق أو الالواح الخشبية مثل استخدام الضغط والحرارة. فقد اوضح [3] ان طريقة التجفيف باستخدام الضغط والحرارة من الطرق السريعة والكفوءة لتجفيف الرقائق الخشبية، ولتجفيف الرقائق السميكة المستخدمة لأغراض انتاج الالواح الطبقية المركبة[4] (Schaffer وآخرون ١٩٧٢). كما وجد[5] ان زيادة درجة حرارة المكبس يقلل من زمن التجفيف ولكن زيادة الضغط لم يكن له تأثيراً معنوياً. كما ان زيادة سمك اللوح يزيد من زمن التجفيف وان زيادة درجة الحرارة والضغط زادت من نسبة الانكماش بالسمك. وقد وجد[1] ان زيادة الحرارة والضغط يزيدان معنوياً من نسبة الفقد الرطوبي ونسبتي الانكماش بالسمك والعرض.

[6] وجد ان استخدام الضغط مع الحرارة وباستعمال الصفائح المعدنية المثقبة لأغراض التهوية (Caules) تكون أسرع اثناء تجفيف رقائق خشب الصنوبر من التجفيف باستخدام الأفران (Kiln) أو التجفيف بالهواء النفاث (Jet-drying) فضلاً عن تقليل نسبة التشوهات الناتجة. ان هذه الدراسة تهدف إلى ايجاد تأثير الضغط والحرارة وفترات تجفيف مختلفة على نسبة سرعة التجفيف ونسبتي الانكماش بالسمك والعرض لألواح خشب اليوكالبتوس وبسمكين مختلفين لغرض اتباع افضل الأساليب في زيادة كفاءة وسرعة التجفيف خاصة للأخشاب ذات المحتوى الرطوبي العالي مثل خشب اليوكالبتوس.

**مواد وطرق البحث:**

تم تصنيع ألواح بأبعاد (١٠×٣٠سم) وبسمكين (١ و ٠,٥ إنج) بعد اسقاط احدى أشجار اليوكالبتوس *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. في بداية صيف عام ٢٠٠٠ بعمر ٢٠ سنة وبقطر ٤٢ سم وبطول ٢٣ متر في احدى حقول كلية الزراعة والغابات في حمام العليل. ثم حفظت داخل اكياس بلاستيكية (لمدة يومين) لمنع فقد الرطوبة لحين اجراء

الدراسة عليها. عُرضتْ هذه الألواح إلى ثلاث مستويات من درجات الحرارة (٨٠، ١٠٠ و ١٢٠ ْم) وثلاث مستويات ضغط (صفر، ١٧,٦ و ٣٥,٢ كغم/سم$^{٢}$) و ٩ فترات تجفيف باستخدام المكبس الحراري نوع Siempelkamp المجهز بوحدات تسخين كهربائية. تم حساب الوزن والسمك والعرض للألواح المستخدمة كل خمسة دقائق للألواح سمك ½ إنج خلال فترة تجفيف لمدة ٤٥ دقيقة، وكل ١٠ دقائق للألواح بسمك (١) إنج خلال فترة تجفيف لمدة ٩٠ دقيقة. واجريت الفحوصات حسب المواصفات الأمريكية [7] .

نفذت التجربة العاملية حسب التصميم العشوائي الكامل (CRD) لغرض التحليل الأحصائي [8] . كما تم استخدام النظام الأحصائي [9] بوساطة الحاسوب للحصول على جداول تحليل التباين فضلاً عن ايجاد الفروقات المعنوية بين متوسطات المعاملات بطريقة دنكن وعلى مستوى معنوية ٥% لكافة الصفات المدروسة. وكانت العوامل المدروسة (٣ درجات حرارة × ٣ مستويات ضغط × ٩ فترات تجفيف) وباستخدام ٦ مكررات لكل معاملة وسمكين للخشب تم تجهيز ١٠٨ لوح لغرض اجراء الدراسة. ولم يدخل سمك اللوح كعامل لاختلاف فترة التجفيف.

## النتائج والمناقشة:

**نسبة سرعة التجفيف :** يبين جدول (١) وجود فروقات معنوية لتأثير درجات الحرارة والضغط وفترات التجفيف وتداخلاتهم على نسبة سرعة التجفيف تحت مستوى احتمال ٠,٠١ لكلا السمكين. جدول إختبار دنكن للمتوسطات (جدول ٢) للألواح بسمك ١ إنج يوضح هذه العلاقة ويبين ان نسبة سرعة التجفيف تزداد بزيادة درجات الحرارة (١٣,١٥٣،١٥,٩٤٠ و ٢٥,١٩٨% لدرجات الحرارة ٨٠، ١٠٠ و ١٢٠ ْم على التوالي)، أي ان نسبة سرعة التجفيف ازدادت بمقدار الضعف تقريباً في درجة حرارة ١٢٠ ْم مقارنةً مع ٨٠ ْم. وجدول (٣) أعطى ايضاً نتائج مشابهة للألواح بسمك ½ إنج حيث ازدادت نسبة سرعة التجفيف بزيادة درجات الحرارة (٤١,٢٥٥، ٥٨,٣١٦ و ٧١,٢١٨% لدرجات الحرارة نفسها المذكورة أعلاه) حيث ازدادت نسبة سرعة التجفيف في درجة الحرارة ١٢٠ ْم بمقدار ٤٢% مقارنةً مع درجة الحرارة ٨٠ ْم.

جاءت هذه النتائج مطابقة لما اوجده كل من [9] و[ ٥] حيث أوضحوا ان زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة سرعة التجفيف. وقد يعود السبب في زيادة نسبة سرعة التجفيف بزيادة درجة الحرارة إلى ازدياد نسبة التبخر للماء الموجود في داخل الخلايا الخشبية ولجزيئات الماء المرتبطة بجدران وانسجة الخلايا الخشبية خاصة النسيج القريب من المكبس الساخن.

اما بالنسبة لتأثير مستويات الضغط على نسبة سرعة التجفيف فانها مشابهة لتأثير درجات الحرارة. فقد زادت نسبة سرعة التجفيف معنوياً للألواح سمك ١ إنج (جدول ٢) بازدياد الضغط المسلط (١٥,١٤٨، ١٨,٧٣٨ و ٢٠,٤٠٧% لمستويات الضغط صفر، ١٧,٦ و ٣٥,٢ كغم/سم$^{٢}$ على التوالي). أي ان النسبة ازدادت عند الضغط ٣٥,٢ كغم/سم$^{٢}$ بمقدار ٣٤% مقارنةً مع النسبة عند الضغط صفر. أما الألواح سمك ½ إنج (جدول ٣) فأظهرت نتائج مماثلة (٤٦,٥٥٣، ٦٠,٤٣ و ٦٣,٨٠٦% لمستويات الضغط المذكورة أعلاه) أي بنسبة زيادة في الضغط الأخير (٣٥,٢ كغم/سم$^{٢}$) مقداره ٣٧% مقارنةً مع النسبة في الضغط الأول (صفر كغم/سم$^{٢}$). ولكن لم تظهر فروقات معنوية بين مستويي الضغط الأخيرين ١٧,٦ و ٣٥,٢ كغم/سم$^{٢}$.

وكانت هذه النتائج مطابقة لما وجده [11] بان زيادة الضغط سوف يزيد من سرعة التبخر أكثر من زيادة حرارة المكبس لألواح خشب أشجار التسوكا الشرقي (Eastern hemlock, *Tsuga canadensis*). كما وجد [10] ان زيادة الضغط يؤدي إلى زيادة نسبة الفقد الرطوبي. أما [5] فقد وجد ان زيادة الضغط على نوعين من ألواح الخشب الصلد

(القوغ الأصفر والزان الأمريكي) يزيد من سرعة التبخر ولكنها لم تكن معنوية. وقد يعود السبب في زيادة نسبة سرعة التجفيف بزيادة الضغط إلى زيادة التلامس بين سطح المكبس الساخن والنسيج الخشبي مما يزيد من نسبة الإنتقال الحراري خاصةً قرب سطحي اللوح الملامسين للمكبس وهذا يزيد من نسبة الفقد الرطوبي وبالتالي يزيد من سرعة التجفيف [1] .

ويلاحظ من جدول ٢ و ٣ بان نسبة سرعة التجفيف قلت بزيادة سمك اللوح، حيث كانت الزيادة في المعدل العام لنسبة التجفيف في الألواح سمك ½ إنج (٥٦,٩٢٩) أكبر بمقدار الضعفين تقريباً من نسبة سرعة التجفيف للألواح بسمك ١ إنج (١٨,٠٩٧). وقد يعود السبب (عند إهمال تاثير فترة التجفيف لكل سمك) إلى زيادة نسبة السطح المعرض للتجفيف إلى حجم اللوح للألواح بسمك ½ إنج مقارنةً مع نسبة السطح المعرض للتجفيف إلى الحجم للألواح سمك ١ إنج. وبهذا يكون الإنتقال الحراري في الألواح سمك ½ إنج اسرع مما في الألواح سمك ١ إنج مما يزيد من نسبة سرعة التجفيف.

اما بالنسبة لتاثير عامل فترات التجفيف على نسبة سرعة التجفيف فان الجدول (٤) يوضح هذه العلاقة، ويظهر ان نسبة سرعة التجفيف للألواح سمك ١ إنج لمدة تجفيف ٩٠ دقيقة وبفترة ١٠ دقائق لكل فترة تقل بزيادة فترة التجفيف. كما كانت النتائج متشابهة لنسبة سرعة التجفيف للألواح سمك ½ إنج المجففة خلال ٤٥ دقيقة وبفترة ٥ دقائق لكل فترة. علماً بان نسبة سرعة التجفيف للسمكين وللفترة الأولى أقل قليلاً من الفترة الثانية والذي يعود إلى تأثير فترة الإحماء للنسيج الخشبي خلال الفترة الاولى التي قللت من نسبة الفقد الرطوبي وبالتالي قللت من نسبة سرعة التجفيف. ويمكن ملاحظة ان نسبة سرعة التجفيف انخفضت بشكل ملحوظ خلال فترات التجفيف الأربعة الأولى خاصةً في السمك ½ إنج أي ان معظم الفقد الرطوبي يحدث خلال الفترات الأربعة الأولى من التجفيف. جاءت هذه النتائج متوافقة مع ما وجده [5] حيث لاحظ ان نسبة سرعة التجفيف/دقيقة تقل بزيادة فترة التجفيف لألواح خشب الـ ( American beech, *Fagus grandifolia* Ehrh.) سمك ½ إنج.

**نسبة الإنكماش بالسمك / فترة تجفيف :** أثبتت النتائج وجود فروقات معنوية لتأثير الضغط ودرجات الحرارة وفترات التجفيف وتداخلاتهما على نسبة الانكماش بالسمك تحت مستوى احتمال ٠,٠١ ولكلا السمكين (جدول ١) فيما عدا تداخل العوامل الثلاثة فلم يظهر وجود فروقات معنوية وفي كلا السمكين. جدول دنكن لتحليل التباين للمتوسطات (جدول ٢) يوضح هذه العلاقة للألواح بسمك ١ إنج ويُظهرْ انه بزيادة درجة الحرارة تزداد نسبة الإنكماش بالسمك (١,٩٩٥، ٣,٢٢٧ و ٥,٠٣١% لدرجات الحرارة ٨٠، ١٠٠ و ١٢٠ ْم على التوالي). كما كانت النتائج متشابهة (جدول ٣) للسمك ½ إنج (٤,٦٤٥، ٨,٠٢٠ و ٨,٨٦٥% لنفس درجات الحرارة المذكورة أعلاه). وكانت هذه النتائج متطابقة مع نتائج كل من[12] و[5] و [1] الذين أوضحوا انه تحدث زيادة معنوية بنسبة الأنكماش بالسمك بزيادة درجات الحرارة لبعض انواع الأخشاب الصلدة.

كما بينت النتائج وجود تأثيرات مشابهة للضغط على نسبة الانكماش للألواح سمك ١ أنج (جدول ٢) بازدياد الضغط المسلط (٢,١٢٩، ٣,٤٤٧ و ٤,٦٧٧% للضغط صفر، ١٧,٦ و ٣٥,٢ كغم/سم$^{2}$ على التوالي) وكذلك للسمك ½ إنج (جدول ٣) (٤,١٦٠، ٨,٠٤١ و ٩,٣٢٩% لمستويات الضغط المذكورة أعلاه). وهذه النتائج مشابهة لما أوجده [5] Peter (١٩٨٠) الذي اوضح بان زيادة الحرارة مع زيادة الضغط لبعض انواع اخشاب الأشجار الصلدة يؤدي إلى زيادة نسبة الانكماش بالسمك، حيث ان الحرارة تزيد من تلين الخشب (Wood plasticization) كما ان زيادة الضغط سوف يزيد من نسبة الانتقال الحراري الذي بدوره يزيد من نسبة الفقد الرطوبي مما يزيد من نسبة الانكماش بالسمك.

اما بالنسبة لتأثير فترات التجفيف على نسبة الانكماش بالسمك فان الجدول (٤) يوضح ذلك ويُظهرْ بان نسبة الانكماش بالسمك للالواح بسمك ١ إنج تزداد بزيادة فترة التجفيف لكل ١٠ دقائق ولمدة ٩٠ دقيقة. وقد كانت النتائج مشابهة

للألواح سمك ½ إنج لفترة ٥ دقائق ولمدة ٤٥ دقيقة. وكانت هذه النتائج مطابقة لما وجده [5] الذي اوضح وجود زيادة بنسبة الانكماش بالسمك للألواح سمك ½ إنج بزيادة فترة التجفيف لألواح خشب الـ ( Yellow-poplar, *Liriodendendron tulipifera* L.).

**نسبة الانكماش بالعرض / فترة تجفيف :** جدول (١) يبين وجود فروقات معنوية لنسبة الانكماش بالعرض عند مستوى احتمال ٠,٠١ لمستويات الضغط والحرارة وفترات التجفيف وتداخلاتهما فيما عدا تداخل الحرارة مع فترات التجفيف حيث كان معنوياً عند مستوى احتمال ٠,٠٥ ولم يكن التداخل معنوياً بين الضغط وفترات التجفيف. وكذلك لم يكن التداخل بين العوامل الثلاث المدروسة للألواح بسمك ½ إنج معنوياً. جدول تحليل دنكن للمتوسطات (جدول ٢) للسمك ١ إنج يبين هذه العلاقة حيث ان معدل نسبة الانكماش بالعرض تزداد بزيادة درجات الحرارة (٠,٠٠٨٠، ٠,٠٠٩٩ و ٠,٠١٣٩% لدرجات الحرارة ٨٠، ١٠٠ و ١٢٠ ْم على التوالي). وكانت هذه النتائج مشابهة لما اوجده الملاح وقصير (٢٠٠١) بان زيادة درجة الحرارة تزيد من نسبة الانكماش بالعرض. أما تأثير الحرارة على نسبة الانكماش بالعرض للألواح بسمك ½ إنج فقد أظهرت درجة الحرارة ١٠٠ ْم أكبر زيادة في نسبة الانكماش بالعرض (٠,٠٤٦٣%) مقارنةً مع درجة الحرارة ١٢٠ ْم (٠,٠٣٧٥%) و ٨٠ ْم (٠,٠٢٦٥%)، وقد يعود السبب في ذلك إلى تداخل كل من الضغط والحرارة الذي أدى إلى تفوق درجة الحرارة ١٠٠ ْم في زيادة نسبة الانكماش بالعرض.

ان السبب في زيادة نسبة الانكماش بالعرض/فترة بزيادة الحرارة يعود إلى نفس الأسباب المذكورة في نسبة الانكماش بالسمك/فترة. اما سبب حدوث زيادة كبيرة في نسبة الانكماش بالعرض عند درجة الحرارة ١٠٠ ْم للألواح سمك ½ إنج مقارنةً مع درجة الحرارة ١٢٠ ْم فقد يعود إلى التاثير المتداخل بين الحرارة والضغط الذي زاد من قيمة تأثير درجة الحرارة ١٠٠ ْم.

ومن الجدول (٤) يمكن معرفة تأثير فترات التجفيف على نسبة الأنكماش بالعرض للسمكين من الألواح الخشبية المختبرة. حيث يظهر ان هناك زيادة بنسبة الانكماش بالعرض للألواح سمك ١ و ½ إنج بزيادة فترة التجفيف كل ١٠ و ٥ دقائق ولمدة ٩٠ و ٤٥ دقيقة على التوالي.

**<u>الإستنتاجات :</u>**

نستنتج من هذه الدراسة انه بالامكان زيادة نسبة سرعة التجفيف وتقليل الفترة الزمنية لتجفيف ألواح خشب اليوكالبتوس بزيادة درجة الحرارة والضغط باستخدام المكابس الحرارية مقارنةً مع طريقة التجفيف المتبعة تجارياً كالتجفيف الهوائي أو بالأفران (Kiln). وإن الألواح المجففة بسمك ½ إنج تعطي نسبة سرعة تجفيف ونسبتي انكماش بالسمك والعرض أعلى من الألواح سمك ١ إنج. ان احسن درجة حرارة يمكن استخدامها للحصول على أفضل نسبة سرعة تجفيف وزيادة نسبتي الأنكماش والعرض لكلا السمكين هي ١٠٠ ْم حيث ان درجة الحرارة ١٢٠ ْم قد تؤدي الى حدوث بعض العيوب الغير مرغوبة فضلاً عن تقليل كلفة التجفيف عند استخدام درجة الحرارة ١٠٠ ْم. كما ان استخدام الضغط ٣٥,٢ كغم/سم$^{٢}$ يعطي افضل النتائج في زيادة نسبة سرعة التجفيف وزيادة نسبتي الانكماش بالسمك والعرض وخاصة للألواح سمك (١) إنج.

**جدول (١) تحليل التباين لمتوسطات مربعات العوامل المدروسة للألواح الخشبية المجففة.**

| العوامل المدروسة | درجات الحرية | نسبة سرعة التجفيف (%) | الانكماش بالسمك (%) | الانكماش بالعرض (%) |
|---|---|---|---|---|
| ١- سمك (١) إنج | | | | |
| الحرارة (آ) | ٢ | ١٢٨٨٢,٤٨ ** | ٧٥٥,١٤ ** | ٠,٠٠٢٩ ** |
| الضغط (ب) | ٢ | ٢٣٣٩,٩٦ ** | ٥٢٥,٩٤ ** | ٠,٠٠١٠ ** |
| فترات التجفيف (ج) | ٨ | ٥٨٨٩,٨٥ ** | ١٥٢٩,٥٠ ** | ٠,٠٢٦ ** |
| آ × ب | ٤ | ١١٩٤,٥٢ ** | ٢٣٧,٣٩ ** | ٠,٠٠٠٩ ** |
| آ × ج | ١٦ | ٨٦٠,٩٨ ** | ١٩٣,٥١ ** | ٠,٠٠٢٣ ** |
| ب × ج | ١٦ | ٦٥٣,٩٦ ** | ١١٦,٧٦ ** | ٠,٠٠٠٧ ** |
| آ × ب × ج | ٣٢ | ١٣١٠,١٢ ** | ٤٦,١٦ غ.م | ٠,٠٠٠٧ ** |
| الخطأ التجريبي | ٤٠٥ | ٥٧٩٧,٣٤ | ٥٦٣,٨٧ | ٠,٠٠٨٢ |
| ٢- سمك (٢/١) إنج | | | | |
| الحرارة (آ) | ٢ | ٧٣١٨٦,٠٥ ** | ١٦١٤,٨٨ ** | ٠,٠٣١٧ ** |
| الضغط (ب) | ٢ | ٢٧٠٨٦,٩٨ ** | ٢٣٤٥,٥٣ ** | ٠,٠١٢٥ ** |
| فترات التجفيف (ج) | ٨ | ١٤٩٦٣٢,١٥ ** | ٥٦٢٤,٤٩ ** | ٠,١٩٧ ** |
| آ × ب | ٤ | ٨٤٧٢,٨٦ ** | ٤٩٢,٦٧ ** | ٠,٠١٨٥ ** |
| آ × ج | ١٦ | ٩١٧٤٣,٥٣ ** | ٤٥٣,٥٦ ** | ٠,٠٠٩٤ * |
| ب × ج | ١٦ | ٣٨٦٤٥,٩٧ ** | ٤٤٦,٨٠ ** | ٠,٠٠١٨ غ.م |
| آ × ب × ج | ٣٢ | ٣٠٩٧٦,٣٩ ** | ٦٤,٦٣ غ.م | ٠,٠٠٩٠ غ.م |
| الخطأ التجريبي | ٤٠٥ | ١٠٠٤٧٤,١٨ | ١١٩١,٩٨ | ٠,١٣٤٧ |

** : معنوي عند مستوى احتمال ١%، * : معنوي عند مستوى احتمال ٥%، غ.م : غير معنوي

**جدول (٢) تأثير درجات حرارة المكبس والضغط وتداخلهما على نسبة سرعة التجفيف ونسبتي الانكماش بالسمك والعرض لالواح خشب اليوكالبتوس سمك (١) إنج لمدة ٩٠ دقيقة.**

| الصفات المدروسة | الضغط (كغم/سم٢) | درجة الحرارة (°م) (٨٠) | (١٠٠) | (١٢٠) | المعدل |
|---|---|---|---|---|---|
| نسبة سرعة التجفيف لكل دقيقة (%) | صفر | ١١,٥٠١ ز | ١٤,٦٠٩ هـ و | ١٩,٣٣٤ ج | ١٥,١٤٨ ج |
| | ١٧,٦ | ١٣,٦٩١ و | ١٦,٢١٢ دهـ | ٢٦,٣١١ ب | ١٨,٧٣٨ ب |
| | ٣٥,٢ | ١٤,٢٦٩ هـ و | ١٧,٠٠٧ د | ٢٩,٩٥١ آ | ٢٠,٤٠٧ آ |
| المعدل | | ١٣,١٥٣ ج | ١٥,٩٤٠ ب | ٢٥,١٩٨ آ | |
| نسبة الانكماش بالسمك لكل ١٠ دقائق (%) | صفر | ١,٣٨٠ د | ٢,٤٢٥ ج | ٢,٥٨٣ ج | ٢,١٢٩ ج |
| | ١٧,٦ | ٢,٢٨٩ ج | ٢,٩٧٠ ج | ٥,٠٨٤ ب | ٣,٤٤٧ ب |
| | ٣٥,٢ | ٢,٣١٧ ج | ٤,٢٨٨ ب | ٧,٤٢٦ آ | ٤,٦٧٧ آ |
| المعدل | | ١,٩٩٥ ج | ٣,٢٢٧ ب | ٥,٠٣١ آ | |
| نسبة الانكماش بالعرض لكل ١٠ دقائق (%) | صفر | ٠,٠٠٥٨ ج | ٠,٠١٠٥ ب | ٠,٠٠٩٩ ب | ٠,٠٠٨٧ ج |
| | ١٧,٦ | ٠,٠٠٨٧ ب ج | ٠,٠٠٩٠ ب ج | ٠,٠١٥٠ آ | ٠,٠١٠٩ ب |
| | ٣٥,٢ | ٠,٠٠٩٥ ب | ٠,٠١٠٤ ب | ٠,٠١٧٠ آ | ٠,٠١٢٣ آ |
| المعدل | | ٠,٠٠٨٠ ج | ٠,٠٠٩٩ ب | ٠,٠١٣٩ آ | |

**جدول (٣) تأثير درجات حرارة المكبس والضغط وتداخلهما على نسبة سرعة التجفيف ونسبتي الانكماش بالسمك والعرض لالواح خشب اليوكالبتوس سمك (٢/١) إنج لمدة ٤٥ دقيقة.**

| الصفات المدروسة | الضغط (كغم/سم$^2$) | درجة الحرارة (°م) | | | المعدل |
|---|---|---|---|---|---|
| | | (٨٠) | (١٠٠) | (١٢٠) | |
| نسبة سرعة التجفيف لكل دقيقة (%) | صفر | ٣٣,٤٠٣ هـ | ٤٨,١٨٢ ج د | ٥٨,٠٧٦ ب ج | ٤٦,٥٥٣ ب |
| | ١٧,٦ | ٤٧,٣٣٧ ج د | ٦٤,٥٥٧ ب | ٦٩,٣٩٨ ب | ٦٠,٤٣٠ آ |
| | ٣٥,٢ | ٤٣,٠٢٧ دهـ | ٦٢,٢١١ ب | ٨٦,١٨١ آ | ٦٣,٨٠٦ آ |
| المعدل | | ٤١,٢٥٥ ج | ٥٨,٣١٦ ب | ٧١,٢١٨ آ | |
| نسبة الانكماش بالسمك لكل ٥ دقائق (%) | صفر | ٢,٩٠٢ هـ | ٤,٨٨٩ د | ٤,٦٩١ د | ٤,١٦٠ ج |
| | ١٧,٦ | ٦,١٠١ د | ٨,٥١٧ ج | ٩,٥٠٧ ب ج | ٨,٠٤١ ب |
| | ٣٥,٢ | ٤,٩٣٤ د | ١٠,٦٥٥ ب | ١٢,٣٩٩ آ | ٩,٣٢٩ آ |
| المعدل | | ٤,٦٤٥ ج | ٨,٠٢٠ ب | ٨,٨٦٥ آ | |
| نسبة الانكماش بالعرض لكل ٥ دقائق (%) | صفر | ٠,٠١٣٤ د | ٠,٠٤١٣ آب | ٠,٠٣٥٧ ب ج | ٠,٠٣٠١ ج |
| | ١٧,٦ | ٠,٠٣٦٠ ب ج | ٠,٠٥٠١ آ | ٠,٠٢٧٠ ج | ٠,٠٣٧٧ ب |
| | ٣٥,٢ | ٠,٠٣٠٢ ب ج | ٠,٠٤٧٦ آ | ٠,٠٥٠٠ آ | ٠,٠٤٢٦ آ |
| المعدل | | ٠,٠٢٦٥ ج | ٠,٠٤٦٣ آ | ٠,٠٣٧٥ ب | |

**الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية بين السطور والأعمدة وتحت مستوى احتمال ٥%.**

**جدول (٤) تأثير فترات التجفيف خلال ٩٠ و ٤٥ دقيقة للألواح بسمك ١ و ½ إنج على التوالي على نسبة سرعة التجفيف ونسبة الانكماش بالسمك ونسبة الانكماش بالعرض.**

| سمك اللوح | فترات التجفيف (دقيقة) | نسبة سرعة التجفيف/دقيقة | نسبة الانكماش بالسمك | نسبة الانكماش بالعرض |
|---|---|---|---|---|
| (١) إنج | ١٠ | ٢١,٧٥٠ ب | ٠,٥٥٦ ط | ٠,٠٠٠٤٨٣ ط |
| | ٢٠ | ٢٣,٥٠١ آ | ١,٣٣٥ ح | ٠,٠٠٠١٦٣ ح |
| | ٣٠ | ٢١,٣١٧ ب | ٢,٠٣٦ ز | ٠,٠٠٤٤٤ ز |
| | ٤٠ | ١٩,٨٢٠ ج | ٢,٠٧٧٥ و | ٠,٠٠٧٣٧ و |
| | ٥٠ | ١٧,٥٢٦ د | ٣,٥١٩ هـ | ٠,٠٠٩٩٤ هـ |
| | ٦٠ | ١٦,٤٦٦ دهـ | ٤,٢٤٨ د | ٠,٠١٣٥٤ د |
| | ٧٠ | ١٥,٧١٢ هـ | ٤,٨٦٦ ج | ٠,٠١٦٩٩ ج |
| | ٨٠ | ١٣,٧٢١ و | ٥,٤٥٠ ب | ٠,٠١٩٥٥ ب |
| | ٩٠ | ١٣,٠٦١ و | ٥,٩٧٧ آ | ٠,٠٢٢٢٨ آ |
| (٢/١) إنج | ٥ | ٨٤,١٣١ آ | ١,٤٨٥ ط | ٠,٠٠٣٠٩ ح |
| | ١٠ | ٨٤,٩٠٦ آ | ٢,٥٤٥ ح | ٠,٠١٢١٦ ز |
| | ١٥ | ٧١,٤٢٥ ب | ٥,١٧٣ ز | ٠,٠٢٢٣٢ و |
| | ٢٠ | ٥٣,٠٤١ ج | ٦,٤٧٩ و | ٠,٠٣٠٦٨ هـ |
| | ٢٥ | ٥٠,١٧٧ ج د | ٧,٤٩٠ هـ | ٠,٠٣٨٨٠ د |
| | ٣٠ | ٤٨,١١٥ ج د | ٨,٦٨٥ د | ٠,٠٤٦٠٢ ج |
| | ٣٥ | ٤٦,٢١٠ د | ١٠,٠٢٤ ج | ٠,٠٥٤٢٥ ب |
| | ٤٠ | ٣٨,٧٧٧ هـ | ١٠,٩٠٧ ب | ٠,٠٥٩٥٩ آب |
| | ٤٥ | ٣٥,٥٩٠ هـ | ١١,٨٠٥ آ | ٠,٠٦٤٠٢ آ |

**الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية بين السطور للعمود الواحد تحت مستوى احتمال ٥%.**

المصادر:


1- الملاح، عبدالرزاق رؤوف ووليد عبودي قصير . تأثير الضغط والحرارة على نسبة الفقد الرطوبي والإنكماش أثناء تجفيف خشب اليوكالبتوس. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. المجلد (١) العدد (٦). جامعة تكريت. العراق. ٢٠٠١

٢- داؤد، محمود داؤد . تصنيف أشجار الغابات. مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر-جامعة الموصل، ٤٢٩ ص. ١٩٧٩

٣ - Lutz, J. F.; H. Haberman and H. Panzer . Press drying green, Flat sliced walnut veneer to reduce buckling and end waviness. Forest Prod. J. 24(5): 29-34. 1974.

٤ -Schaffer, E. L.; L. Tschernitz, C. C. Peters; R. C. Moody; R. W. Jokerst and J. J. Zahn. FPL press-lam process. Fast, efficient conversion of logs into structural products. Forest prod. J. 22(11): 11-18. 1972.

٥ -Peter, Y. S. Chen . Press conditions Affect Drying Rate and Shrinkage of Hardwood Boards. Forest Prod. J. 30(7): 43-47.

٦ -Koch. P. Techniques for drying thick southern pine veneer. Forest Prod. J. 14(9): 382-386. 1964.

7-American Society for Testing and Materials . Standard methods of evaluation the properties of wood-base fiber and panel materials. D 1037-78. USA. 1978.

٨ -Snedecore, G. W. and W. G. Cochran . Statistical methods. The Iowa State University press, Ames, Iowa. 593 pp. 1967.

٩ -SAS. (1996). Statistical Analysis System. SAS Institute In. Release 6.12 TS020, North Carolina State University. Cary Nc. 27511, USA. 1980.

10-Wang, J. H. and F. C. Beall (1975). Laboratory press-drying of red oak. Wood Sci. 8(2): 131-140.

11-Zeigler, G. A.; W. K. Murphey and F. C. Beall . Operational variables in press drying eastern hemlock. Forest Prod. J. 21(10): 32-34. 1971.

12-Maclean, J. D. Effect of oven heating and hot pressing on strength properties of wood. American Wood-preserver's Assoc. 51: 1-23. 1955.