بعض الخواص الفيزيائية لخشب اشجار الكازوارينا *Casuarina equisetifolia* L. النامية في الموصل

اميمة عبد الصمد حسن طلال قاسم ابراهيم التكاي

جامعة الموصل / كلية الزراعة

- **تاريخ استلام البحث 2/6/2020 وقبوله 13/7/2020**
- **البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول**

الخلاصة

وضع هذا البحث لغرض دراسة بعض الخواص الفيزيائية لخشب اشجار الكازوارينا النامية في الموصل، وقد تناول دراسة الكثافة الجافة و الكثافة الاساسية و الانكماش الحجمي والانتفاخ الحجمي ونقطة تشبع الالياف والمحتوى الرطوبي الغاطس واقصى محتوى رطوبي ونسبة الخشب في جدر الخلايا ونسبة المسامية، وهذه الخواص من المهم الإلمام بها كونها تؤثر بشكل كبير في أداء وقوة الخشب المستخدم في العديد من التطبيقات الإنشائية وغيرها، وكانت النتائج كالتالي:

1- الكثافة الجافة (0.632) غم/سم^3. 2- الكثافة الاساسية (0.558) غم/سم^3. 3- الانكماش الحجمي (14.051%). 4- الانتفاخ الحجمي (14.618%). 5- نقطة تشبع الالياف (26.214%). 6- المحتوى الرطوبي الغاطس (84.354%). 7- اقصى محتوى رطوبي (112.723%). 8- نسبة الخشب في الجدر (42.1333%). 9- المسامية (57.7798%).

وقد كانت العلاقة موجبة بين الكثافة الجافة والانكماش الحجمي والانتفاخ الحجمي ونقطة تشبع الالياف، في حين كانت العلاقة سالبة مع اقصى محتوى رطوبي ونسبة المسامية ونسبة الخشب في جدر الخلايا.

كما تبين من خلال هذه الدراسة أن خشب الكازوارينا متوسط الكثافة وذو نسبة انكماش وانتفاخ عالية وله نقطة تشبع الياف عالية ايضاً، مما قد يؤدي الى تشققه او التوائه عند النشر والتجفيف, لذا فهو لا يصلح لصناعة الالواح الخشبية.

كلمات مفتاحية: الكازوارينا، الخواص الفيزيائية، الكثافة، الانكماش، المحتوى الرطوبي.

'Some wood physical properties of *Casuarina equisetifolia* L. grown in Mosul'

Omaima Abdulsamad Hasan Talal Kasim Al Takay

Mosul University / College of Agriculture

- **Date of research received 2/6/2020 and accepted 13/7/2020**
- **Part of MSc. dissertation for the first author.**

Summary

This research was conducted to study the percentages of some wood physical properties of *Casuarina equisetifolia* L. grown in Mosul, the study included oven dry density, basic density, volumetric shrinkage, volumetric swelling, Fiber saturation, Green moisture content, Maximum moisture content, Percentage of cell wall, Percentage of the porosity, These characteristics are important to know because they can be highly dependent on the performance and strength of wood used in many applications such as construction applications and others, and the results are as follows:

1-Oven dry density (0.632) g/cm^3. 2-Basic density (0.558) g/cm^3. 3-Volumetric shrinkage (14.051%). 4-Volumetric swelling (14.618%). 5-Fiber saturation point (26.214%). 6-Green moisture content (84.354%). 7-Maximum moisture content (112.723%). 8-Percentage of cell wall (42.1333%). 9-Percontage of the porosity (57.7798%).

The relationship was positive between dry density, volumetric shrinkage, volumetric swelling and fiber saturation point, but there is negative relationship between maximum moisture content, percentage of cell wall and percentage of the porosity.

It was found during this study that the Casuarina wood is of medium density with a high shrinkage rate and has a high fiber saturation point as well, which may lead to cracking or twisting when spreading and drying, so it is not suitable for the manufacture of wood panels.

Key words: Casuarina, Physical properties, Density, Shrinkage, Moisture content.

المقدمة

الكازوارينا شجرة قائمة، سريعة النمو، دائمة الخضرة، اوراقها حرشفية، اغصانها متدلية، يتراوح ارتفاعها بين (10 – 25) متر ويمكن ان تصل الى 20م في اقل من 12 سنة (Balasubramanian، 2001)، تنمو في انواع مختلفة من الترب الطينية والرملية وتتحمل ملوحة التربة والحرارة العالية والمنخفضة نسبيا، تتحمل اشجارها الجفاف والظروف البيئية القاسية وملوحة التربة (Wang وأخرون،2003 و Chaves وأخرون، 2009)، ، تعمل على تحسين التربة اذ تحوي جذورها على البكتريا التي تثبت النتروجين مما يسهل نموها في البيئات المالحة (Diagne وأخرون، 2013)، وتزرع في العراق على نطاق واسع كمشاجر اروائية او للزينة، وهي تنمو في الموصل واربيل وكركوك وهي شديدة التأثر بالبرد والانجماد لذلك فهي لا تنمو في المناطق الشمالية الجبلية (الداؤدي، 1979)، تعد الكازوارينا واحدة من الاشجار المفضلة لتشكيل الغابات في المناطق الساحلية (Liu وأخرون، 2014)، حيث تعمل على تثبيت الرمال المتحركة، كما أنها مفيدة في أنظمة الحراجة الزراعية وإنتاج الخشب والوقود (Zhong وأخرون، 2005)، وتوفر فوائد بيئية بما في ذلك استصلاح الأراضي وكمصدات للرياح ولتثبيت الكثبان الرملية وحماية الأراضي الزراعية، وتعد الكازوارينا من الاشجار الرائدة في المواقع المتدهورة ولتحسين التربة واستعادة النظام البيئي وصيانته (Wang وXiao، 2011)، يعد خشبها من الاخشاب ذات الكثافة العالية اذ قد تصل الى 0.83 غم/سم^3 لكنه صعب النشر ويتشقق ويلتوي عند التجفيف و لأن خشبها قوي فأنه يستخدم كأعمدة مستديرة لنقل اسلاك الطاقة والدعائم ولعمل الاسيجة، ويعد خشب الكازوارينا جيد جدا كوقود اذ يحترق ويعطي كمية كبيرة من الطاقة (500 كيلو سعره / كغم) لذا يدعى بأنه الخشب الافضل كوقود (Burgess، 1966) وقد درس محمود (1985) الوزن النوعي لأشجار الكازوارينا النامية في ثلاث مواقع عراقية اذ بلغ المعدل في الدبس 0.674 غم/سم^3 وفي منطقة كصيبه 0.693 غم/سم^3 اما في منطقة النورية فقد بلغ 0.770 غم/سم^3، وقد وجد الانكماش الحجمي للأثل النامي في اليونان (14.0%) (Tsoumis، 1991) وللبلوط القرمزي *Quercus coccinea* (14.7%) و للبلوط الاسباني *Quercus palustris* (14.5%) (Glass و Zelinka، 2015) والقيقب نوع *Acer nigrum* أيضا (14.0%) وفقا لـ (Wood handbook، 1995)، كذلك وجد أن المحتوى الرطوبي لخشب بلوط الصفصاف *Quercus phellos* (82%) (Glass و Zelinka، 2015)، اما المحتوى الرطوبي للبلوط الاحمر الجنوبي (83%)، وقد وجد من خلال الدراسات ان المحتوى الرطوبي لخشب اشجار القيقب السكري (29.4%) (Roger، 2007) اذ يتباين المحتوى الرطوبي بتباين الأنواع ونوع الخشب، و يتراوح من حوالي 25٪ إلى أكثر من 250٪ (ضعف وزن مادة الخشب الجاف مرتين ونصف).يهدف البحث الى تعيين بعض الخواص الفيزيائية المؤثرة في خواص الخشب لأشجار الكازوارينا النامية في الموصل فضلاً عن امكانية استعمالاته.

المواد و طرائق البحث

اختيرت ثلاث اشجار كازوارينا بعمر (27) سنة, وقطر مع القشرة عند مستوى الصدر يتراوح من (35.5–38.2 سم), وارتفاع من (17-17.5 متر), نامية في الموصل، الواقعة في الطرف الشمالي لمدينة الموصل على الجهة الشرقية لنهر دجلة، تم اسقاط الاشجار في العاشر من شهر تموز للعام 2019 الميلادي، اخذت اقراص بسمك (20 سم), عند مستوى الصدر من كل شجرة, ثم ازيلت عنها القشرة, حولت بعدها الاقراص الى مكعبات بأبعاد (2 x 2 x 2 سم) (Bozkurtوأخرون، 1982), ثم غمرت المكعبات بالماء لمدة 72 ساعة (لضمان الوصول الى نقطة تشبع الالياف)، بعدها تم تعيين الوزن الرطب للمكعبات كل على حده باستخدام ميزان كهربائي حساس, ثم استعملت طريقة الغمر لتعيين الحجم للمكعبات كل على حده، تركت العينات لتجف هوائيا, جففت بعد ذلك في الفرن بدرجة حرارة (103)°م لحين ثبات الوزن، عُين بعدها الوزن الجاف للمكعبات كل على حده, ثم غطست النماذج في شمع البارافين المنصهر لتكوين طبقة عازلة, بعدها تم تعيين الحجم الجاف بطريقة الغمر أيضا, ثم استخدمت القوانين التالية لتعيين الخصائص الفيزيائية التالية: الكثافة الجافة (غم/سم^3) = الوزن الجاف بالفرن / الحجم الجاف بالفرن، الكثافة الاساسية (غم/سم^3) = الوزن الجاف بالفرن / الحجم الرطب الغاطس، الانكماش الحجمي % = [(الحجم الرطب – الحجم الجاف)

100 x] / الحجم الرطب، الانتفاخ الحجمي %= [(الحجم الرطب – الحجم الجاف) / الحجم الجاف] x 100، نقطة تشبع الالياف % = الانكماش الحجمي / الكثافة الاساسية، المحتوى الرطوبي الغاطس % =[(الوزن الرطب – الوزن الجاف)/ الوزن الجاف] x 100، اقصى محتوى رطوبي% = [1.5 – الكثافة الاساسية / 1.5 x الكثافة الاساسية] 100x، نسبة الخشب في الجدر % = [(الكثافة **الجافة بالفرن** / 1.5)] x 100، نسبة المسامية % = 100- نسبة الخشب% وفقاً لـ (Bozkurt وأخرون، 1982).

النتائج والمناقشة

1- الكثافة الجافة (غم/سم^3):

من خلال الجدول (1) لوحظ ان المعدل العام للكثافة الجافة بالفرن لخشب اشجار الكازوارينا (0.632) غم/سم^3 وبمدى (0.544 – 0.742) غم/سم^3 وكان الانحراف القياسي (0.025) . تعد كثافة الخشب مؤشر جيد لكمية المادة الخشبية في وحدة الحجم من الخشب وهي دليل حقيقي لخواص قوة الخشب (Chave وأخرون، 2009)، وتتأثر كثافة الخشب بحجم الخلايا وعددها وسمك جدرها ونسبة الخشب الربيعي الى الخشب الخريفي ونسبة الخشب العصاري الى الخشب القلبي، فضلا عن كمية المستخلصات والمعادن فيها والتركيب الدقيق لجدر الخلايا (Glass و Zelinka،2017) ويعد هذا المعدل مقارب لما وجده محمود (1985) لخشب اشجار الكازوارينا النامية في الدبس (0.674) غم/سم^3 وهي مقاربة لخشب اشجار الاثل (0.66) غم/سم^3 (Mantanis و Birbrilis، 2010) والدردار (0.66) غم/سم^3 النامية في اليونان (Tsoumis، 1991). ويعد خشب الكازوارينا النامية في الموصل وفقاً لهذا المعدل متوسط وفقاً لـ (Zheng، 2006 وVenson، 2008).لقد تباينت الاشجار الثلاثة فيما بينها في معدلات الكثافة الجافة, الا ان الفرق كان بسيطاً جداً بين الشجرة الاولى والثانية, في حين كان الفرق بينهما والشجرة الثالثة واضحاً جداً, اذ بلغت المعدلات (0.681 و0.645 و0.571) غم/سم^3 لكل من الشجرة الاولى والثانية والثالثة على التوالي الجدول (1). يبدو ان السبب في التباين البسيط بين كل من الشجرة الاولى والثانية هو التباين البسيط في نسبة المادة الخشبية في الجدر، اذ بلغت نسبة الخشب (45.466% و 43.04%) لكل من الشجرة الاولى والثانية, الا أن نسبة المادة الخشبية في الشجرة الثالثة كانت منخفضة بالمقارنة معهما اذ بلغت (38.086%), وهذا هو سبب الانخفاض في الكثافة الجافة للشجرة الثالثة.

2- الكثافة الاساسية (غم/سم^3**):**

بلغ المعدل العام للكثافة الاساسية لأشجار الكازوارينا (0.558) غم/سم^3 وبمدى (0.472–652.0) غم/سم^3 وبانحراف قياسي (0.0204) الجدول (1)، يلاحظ أن هذه القيمة اقل من معدل الكثافة الجافة بالفرن, وهذا امر طبيعي نتيجة لزيادة حجم العينات بعد الغمر (بسبب الانتفاخ) الامر الذي يؤدي الى نقصان الكثافة، في حين يبقى الوزن الجاف ثابتاً.

لقد تباينت الاشجار في معدلات الكثافة الاساسية, الا ان الفرق كان بسيطاً بين كل من الشجرة الثانية والثالثة (0.549–0.538) غم/سم^3 في حين كان الفرق اوسع بينهما مع معدل الشجرة الاولى (0.588) غم/سم3 الجدول(1). من الجدول (1) نرى ان نسبة الانتفاخ الحجمي للشجرة الثالثة (13.270%) وهي اقل مما عليه بالنسبة للشجرة الاولى والثانية (15.861% و14.917%)، ان انخفاض الانتفاخ الحجمي للشجرة الثالثة ادى الى زيادة كثافتها الاساسية بحيث ادى الى تقاربها مع الاشجار الثانية والأولى, اذ ان الكثافة الاساسية تساوي الوزن الجاف بالفرن مقسوما على الحجم الرطب.

الصفات / الاشجار	الكثافة الجافة (غم/سم^3)	الكثافة الاساسية (غم/سم^3)	الانكماش الحجمي (%)	الانتفاخ الحجمي (%)	نقطة تشبع الالياف (%)	المحتوى الرطوبي الغاطس (%)	اقصى محتوى رطوبي (%)	نسبة المسامية (%)	نسبة الخشب (%)
الاولى	0.681	0.588	15.866	15.861	26.965	90.348	103.285	54.466	45.466
الثانية	0.645	0.549	14.919	14.917	27.166	79.263	115.449	56.960	43.040
الثالثة	0.571	0.538	13.265	13.270	24.510	83.451	119.172	61.913	38.086
المعدل العام	0.632	0.558	14.051	14.618	26.214	84.354	112.723	57.779	42.133
اقل قيمة	0.544	0.472	11.190	11.180	15.550	42.888	86.606	63.286	36.280
اعلى قيمة	0.742	0.652	17.504	17.222	35.392	99.448	121.018	50.493	49.506
S.D.	0.0252	0.0204	2.3470	1.9752	3.4871	5.7575	6.8062	4.7052	4.8565

الجدول (1) الخواص الفيزيائية لخشب اشجار الكازوارينا

S.D. الانحراف القياسي

3- الانكماش الحجمي:

بلغ المعدل العام للأنكماش الحجمي لخشب الكازوارينا (14.05%) وبمدى (11.190%–17.504 %) وأنحراف قياسي (2.347) الجدول (1).

الانكماش الحجمي هو نقصان في أبعاد الخشب وبالتالي نقصان في الحجم نتيجة لفقدان الرطوبة دون نقطة تشبع الالياف، أي فقد الماء المرتبط بجدار الخلية, ويعد هذا المعدل مقارب للانكماش الحجمي للأثل النامي في اليونان(14.0 %), علما ان كلاهما له نفس الكثافة (Tsoumis،1991).

لقد تباينت الاشجار في قيم معدلاتها للأنكماش الحجمي اذ بلغ المعدل (13.265% و 14.919% و15.866%) لكل من الاشجار الثالثة والثانية والاولى على التوالي, اذ كان معدل الشجرة الثالثة هو الاقل ومعدل الشجرة الاولى هو الاعلى الجدول (1), اذ كان معدل الشجرة الثالثة هو الادنى ومعدل الشجرة الاولى هو الاعلى، ويلاحظ وجود علاقة طردية بين الكثافة الجافة والانكماش الحجمي لكل شجرة، اي يزداد الانكماش الحجمي بزيادة الكثافة الجافة الجدول (1)، ويتفق ذلك مع ما ذكره (Glass و Zelinka،2017)، وكانت العلاقة طردية ايضاً بين نسبة الخشب في جدر الخلايا و الانكماش الحجمي, اذ نجد ان النسبة في جدر الخلايا للشجرة الثالثة هو (38.086%) ومعدل انكماشها الحجمي (13.265%)، في حين كانت نسبة الخشب في كل من الشجرة الثانية والاولى هي (43.04%-45.466%), أما نسبة انكماشهما الحجمي فهي (14.919% و 15.866%) بالترتيب الجدول (1).

4- الانتفاخ الحجمي:

بلغ المعدل العام للأنتفاخ الحجمي لخشب الكازوارينا 14.618% وبمدى (11.180% - 17.222%) وانحراف قياسي(1.975) الجدول (1).الانتفاخ هو زيادة في ابعاد الخشب وبالتالي الزيادة في الحجم عند اكتساب الخشب للرطوبة دون نقطة تشبع الالياف، وقد يكون الانتفاخ مساوياً تماماً للأنكماش او يختلف عنه بنسبة قليلة، وبالنسبة لخشب الكازوينا قيد الدراسة فأن القيم كانت متساوية الى حد كبير بين الانتفاخ الحجمي والانكماش الحجمي من حيث معدلات الاشجار والعلاقة الطردية بين الانتفاخ الحجمي والكثافة الجافة ونسبة المادة الخشبية في الجدر الجدول (1). اذ نجد تصاعداً في قيم المعدلات من الشجرة الثالثة ثم الثانية والى الاولى في كل من الكثافة الجافة ونسبة الانكماش الحجمي والانتفاخ الحجمي ونسبة المادة الخشبية في الجدر كما في الجدول (1).

5- نقطة تشبع الالياف:

بلغ المعدل العام لنقطة تشبع الالياف لخشب اشجار الكازوارينا (26.214%) وبمدى (15.5504%- 35.392%) وبأنحراف قياسي (3.487), الجدول (1).نقطة تشبع الالياف هي النقطة التي يحدث عندها فقدان لجميع الرطوبة الموجودة في تجاويف الخلايا والفراغات الاخرى (الماء الحر), وبقاء الماء المرتبط بجدار الخلية فقط، لذلك فأن قيمة نقطة تشبع الالياف ترتبط بعلاقة قوية وطردية مع كمية المادة الخشبية في جدر الخلايا، كما توجد علاقة عكسية مع كمية المستخلصات المترسبة على جدر الخلايا, اذ ترتبط المستخلصات بجدر الخلايا عن طريق ارتباطها بمجاميع الهيدروكسيل, وبذلك تقلل من نسبة الماء المرتبط فضلا عن كون بعضها كارهة للماء (Rowell، 2005) تباينت الاشجار في معدلاتها لنقطة تشبع الالياف, وقد كانت القيم متساوية تقريباً لكل من الشجرة الاولى والثانية (26.965% و27.166%) على التوالي بينما اختلفت الشجرة الثالثة عنهما وكانت قيمتها أقل (24.510%), نظرا لقلة كثافتها الجافة (0.571 غم/سم^3) وقلة نسبة الخشب في جدرها (38.08%), اذ وجدت علاقة موجبة مع الكثافة الجافة ونسبة المادة الخشبية في جدر الخلايا, الجدول(1)، ويعد هذا المعدل مرتفع نوعا ما, وقد يعود ذلك الى قلة وجود الخشب القلبي, لان الخشب القلبي يحوي على نسبة عالية من المستخلصات التي تؤدي الى قلة الماء المرتبط بجدر الخلايا وبالتالي الى قلة نقطة تشبع الالياف.

6- المحتوى الرطوبي الغاطس:

بلغ المعدل العام للمحتوى الرطوبي الغاطس لخشب اشجار الكازوارينا (84.354%) وبمدى (42.888% - 99.448%), وبأنحراف قياسي (5.757), الجدول (1).المحتوى الرطوبي بعد نقع العينات لمدة 72 ساعة, هو النسبة المئوية للماء الحر الموجود في تجاويف الخلايا فضلاً عن الماء المرتبط بجدار الخلايا خلال نقع الخشب لهذه المدة، ويعتمد على النسبة المئوية للتجاويف الموجودة في الخشب ونسبة المادة الخشبية.لقد تباينت الاشجار في معدلات المحتوى الرطوبي الغاطس، فقد بلغ المعدل للشجرة الثالثة (83.451%) وللشجرة الاولى (90.348%) وبلغ معدل الشجرة الثانية (79.263%) الجدول (1), وعلى الرغم من تقارب

نسبة المادة الخشبية والمسامية لكلا الشجرتان الاولى والثانية الا انهما تباينتا في المحتوى الرطوبي، وقد بلغ معدل الشجرة الثالثة (83.451%) على الرغم من ان نسبة المسامية كانت هي الاكبر (69.913%) ونسبة المادة الخشبية هي الاقل (38.086%).تكمن اهمية معرفة المحتوى الرطوبي للخشب لتخمين تكاليف عمليات النقل عند استثمار الغابة ونقل الجذوع او الالواح الخشبية المنشورة من خلال معرفة وزن الجذوع والالواح الرطبة, لان زيادة المحتوى الرطوبي تؤدي الى زيادة الكثافة الرطبة.

7- اقصى محتوى رطوبي:

بلغ المعدل العام لأقصى محتوى رطوبي لخشب اشجار الكازوارينا (112.723%) وبمدى (86.606%-121.018%) وبأنحراف قياسي (6.8062), الجدول (1).اقصى محتوى رطوبي يعني المجموع الكلي للماء الحر الموجود في تجاويف الخلايا والماء المرتبط بجدر الخلايا كنسبة مئوية, ويعتمد ذلك على نسبة المسامية مع نسبة المادة الخشبية والتركيب الدقيق لجدر الخلايا, وهي حالة مثالية نادراً ما يمكن الوصول اليها، وتتراوح هذه النسبة بين (44%) عندما تكون الكثافة (0.90) غم/سم^3 و (277%) عندما تكون كثافة الخشب (0.30) غم/سم^3 (Glass وZelink، 2017).

تباينت الاشجار فيما بينها بمعدلات اقصى محتوى رطوبي فقد تزايدت المعدلات من الشجرة الاولى ثم الثانية والى الثالثة اذ بلغت (103.285% و115.449% و119.172%) على التوالي، وقد وجدت علاقة عكسية بين نسبة المادة الخشبية (086.38%) واقصى محتوى رطوبي للشجرة الثالثة (119.172%), اما العلاقة مع نسبة المسامية (61.913%) فقد كانت طردية مع الشجرة الثالثة, الجدول (1)، أي كلما قل سمك الجدار زاد قطر التجويف, وكلما زاد قطر التجويف زادت نسبة اقصى محتوى رطوبي، يرتبط ذلك بكثافة الخشب, اذ ان الكثافة الواطئة تعطي جدران نحيفه وتجاويف واسعة, مما يعني ان النسبة عالية في اقصى محتوى رطوبي عندما تكون تجاويف الخلايا وجدرها مشبعة جميعها بالماء وتعد الكثافة العامل الاساسي المؤثر فيها، اذ تقل التجاويف بزيادة الكثافة ويقل كذلك الماء الحر، اما بالنسبة لتأثير نسبة المستخلصات ونسبة الخشب القلبي فأن نسبة المستخلصات ترتفع في الخشب القلبي وتكون تجاويف خلاياه مملوءه كلياً او جزئياً بالتايلوسات، فاذا قلت نسبة الخشب القلبي زاد المحتوى الرطوبي.

8- نسبة المسامية:

بلغ المعدل العام لنسبة المسامية لأشجار الكازوارينا (57.7798%) وبمدى (50.4934% - 63.2866%) وبأنحراف قياسي (4.7052), الجدول(1).تعتمد نسبة المسامية على قطر الخلية وسمك الجدار وقطر التجاويف ونوع الخلايا ونسبها ووجود التجاويف بين الخلايا من عدمه وأغلب هذه الصفات محكومة بالعامل الوراثي والبيئي مثل سرعة النمو.لقد تباينت الاشجار في معدل نسبة المسامية اذ كانت الشجرة الاولى ذات اقل معدل (54.4660%) ثم تليها الشجرة الثانية بمعدل (56.9600%) وكانت الشجرة الثالثة ذات اعلى معدل (61.9134%) وكانت العلاقة لنسبة المسامية عكسية مع معدل الكثافة الجافة.

9- النسبة المئوية للخشب في جدر الخلية:

بلغ معدل نسبة الخشب في اشجار الكازوارينا (42.133%) وبمدى (36.2806%-49.5055%) وبأنحراف قياسي (4.8565), الجدول (1). يرتبط سمك الجدار بالعامل الوراثي والعمر والظروف البيئية والعمليات التنموية المطبقة مثل التخفيف والتسميد, اذ يزداد بزيادة العمر والتسميد وزيادة حجم التاج.وقد تباينت الاشجار في معدلات نسبة الخشب في جدر الخلايا فقد بلغت في الشجرة الاولى (45.4660%) اما الثانية (43.0400%) وبلغ معدل الشجرة الثالثة (38.0866%) اذ كان الفرق بين الشجرة الاولى والثانية بسيطاً لكنه كان أوسع بينهما وبين الشجرة الثالثة.من خلال هذه الدراسة تبين أن خشب الكازوارينا متوسط الكثافة وذو نسبة انكماش وانتفاخ عالية وله نقطة تشبع الياف عالية ايضاً، مما قد يؤدي الى تشققه او التوائه عند النشر والتجفيف لذا فهو لا يصلح لصناعة الالواح الخشبية, لذا لانوصي بذلك, كما نوصي بدراسة الطاقة الحرارية الناتجة عند حرق خشب الكازوارينا.

المصادر العربية

1. **الداؤودي، محمود داود (1979)** ، تصنيف أشجار الغابات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل.
2. **محمود، عبداللطيف سلطان (1985).** دراسة بعض الخواص التشريحية والكيمياوية والوزن النوعي لخشب اشجار *Casuarina equisetifolia* Forst. النامية في العراق. رسالة ماجستير، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.

3. **Balasubramanian, A. (2001)**. Screening for salinity resistance in clones of Casuarina equisetifolia Forst. Ph.D Dissertation, Forest Research Institute, India.

4. **Bozkurt,Y.,Yaltirik, F.Oedonmez, (1982).**Turkiye, de, Orman, yan,urunleri. I. u. Yayin No. 28 O. F. yayin No. 302, Istanbul.

5. **Chave, J., Coomes, D., Jansen, S., Lewis, SL., Swenson, NG. and AE, Zanne (2009).** Towards a world wide wood economics spectrum. Ecology Letters. 12:351-366.

6. **Chaves MM, Flexas J, Pinheiro C. (2009).** Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. Ann Bot. 103:551.

7. **Diagne N, Arumugam K, Ngom M, Nambiarveetil M, Franche C, Narayanan KK, Laplaze L. (2013).** Use of Frankia and actinorhizal plants for degraded lands reclamation. Biomed Res Int. 2013:948258.

8. **Glass Samuel V., Zelinka Samuel L. (2015).** Moisture Relations and Physical Properties of Wood. General Technical Report FPL–GTR–190.

9. **Glass, S.V. and Zelinka, S.L. (2017).** Moisture relations and physical properties. General Technical Report-GTR-190.

10. **Liu, X., Lu, Y., Xue, Y. and Zhang, X. (2014).** Testing the importance of native plants in facilitation the restoration of coastal plant communities dominated by exotics. For. Ecol. Manage., 322: 19-26.

11. **Mantanis, G and Birbrilis, D. (2010).** Physical and Mechanical properties of athel wood (Tamarix aphylla).

12. **Roger E. Hernández (2007).** 'Effects of extraneous substances, wood density and interlocked grain on fiber saturation point of hardwoods', Wood Material Science and Engineering, 2:1, 45 – 53.

13. **Rowell,R. (2005).** Hand book of Wood chemistry and wood composites. CRC Press LLC.

14. **Tsoumis, G.(1991).**Science and technology of wood: Structure, properties, utilization. Van Nostrand Reinhold, New York, USA, pp. 82.

15. **Venson, Silva Guzman, Fuentes Talavera and Richter, H,G. (2008).** Biological, physical and mechanical wood properties of Paraiso (Melia azedarach) from a roadside planting at Huaxtla, Galisco, Mexico. Journal of Tropical Forest Science, 20(1): 38-47.

16. **Wang WB, Xiao W. (2011).** Research on sand-fixation role of desert plants based on analysis of sandy soil sizes. J Arid Land Resour Environ. 25:132–137.

17. **Wang WX, Vinocur B, Altman, A. (2003).** Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. Planta. 218:1–14.

18. **Wood Handbook (1955).**volumetric shrinkage values obtained from Table 12, p. 70 and Table 39, p. 315, rehpectively, of the Wood Handbook (1955).

19. **Zheng, Y., Pan, Z., Zhang, R., Jenkins, B.M., Blunk, S. (2006).** Properties of medium-density particle board from saline Athel wood. Ind. Crop. Prod. 23, 318–326.

20. **Zhong C, Bai J, Zhang Y. (2005).** Introduction and conservation of Casuarina trees in China. For Res. 18:345–350.