

دراسة بعض الصفات التشريحية والميكانيكية لخشب الضغط *Compression Wood* في اشجار الصنوبر البروتي المائلة *Pinus brutia Ten.*

عبدالرزاق رؤوف سليمان
جامعة الموصل / كلية الزراعة والغابات / قسم الغابات
هلز عارف الدوسكي
دائرة زراعة دهوك / مشتل غابات
مالطا / دهوك

الخلاصة

أجريت هذه الدراسة لبيان تأثير خشب الضغط (*Compression Wood*) في بعض الصفات التشريحية والصفات الميكانيكية لخشب اشجار صنوبر زاويتا *Pinus brutia Ten.* ذات السيقان المائلة والنامية في محافظة دهوك ومقارنتها مع الاشجار القائمة (ميل الشجرة) لمستويات الارتفاع الاربعه وبين خشب الضغط والخشب المقابل لخشب الضغط (موقع الخشب)، وبين الخشب الصميمي والخشب العصاري (نوع الخشب)، لمعرفة إمكانية استخدام الأشجار الحاوية على خشب الضغط في الصناعات التكنولوجية المختلفة. وأظهرت النتائج ان اعلى معدل لطول القصيبة وقطرها كان في الأشجار القائمة، في حين ظهرت زيادة قليلة لسمك جدار القصيبة في الأشجار المائلة، وكذلك تفوقت الأشجار المائلة على الأشجار القائمة في صفة نسبة رانكل. كما لوحظ زيادة في قيم معظم الصفات التشريحية من الأسفل (قاعدة الشجرة) إلى الأعلى (قمة الشجرة) حيث ظهرت اقل قيمة للصفات التشريحية في المستوى الأول ١.٥ م من الارتفاع، وازدادت هذه القيم تدريجيا بزيادة مستويات الارتفاع ووصلت إلى أعلى قيمة لها في مستوى الارتفاع الثالث ٤.٥ م ثم انخفضت قليلا في مستوى الارتفاع الرابع ٦ م. كما أظهرت النتائج ان أعلى معدل لطول القصيبة وقطرها كان في الخشب المقابل، في حين ظهرت زيادة قليلة لسمك جدار القصيبة في خشب الضغط ولكنها لم تختلف معنوياً عن نسبتها في الخشب المقابل. وكذلك اظهرت نسبة رانكل زيادة في قيمتها في خشب الضغط مقارنة بالخشب المقابل. كما لوحظ تفوق الخشب العصاري على الصميمي في جميع الصفات التشريحية المدروسة عدا نسبة رانكل. وهذا يدل على أن معظم قيم الصفات التشريحية تزداد بزيادة المسافة من اللب نحو القشرة. كذلك بينت النتائج ان اعلى معدل لمعامل الكسر (MOR) ومعامل الانحاء (MOE) وقوة الشد العمودي على الالياف كان في الاشجار القائمة وتفوقت بشكل معنوي على مثيلاتها في الأشجار المائلة. كما كانت اعلى قيمة للصفات الميكانيكية في مستوى الارتفاع الاول (١.٥م) وانخفضت هذه القيم تدريجياً بزيادة مستويات الارتفاع الى ان وصلت الى أقل قيمة لها في المستوى الثالث (٤.٥م) ثم ارتفعت قليلاً في مستوى الارتفاع الرابع (٦م). كذلك اظهرت الدراسة تفوق الخشب المقابل في جميع الصفات الميكانيكية على خشب الضغط. وكذلك تفوق الخشب العصاري في الصفات الميكانيكية المدروسة على الخشب الصميمي. كما اظهرت النتائج عدم تركز اللب في اسفل ساق الشجرة المائلة، ويزداد تركز اللب كلما ازداد ارتفاع الساق.

المقدمة

يحتوي جنس الصنوبر على ٩٠ نوعاً من ضمنها نوع الصنوبر البروتي (زاويتا) *Pinus brutia Ten.*، وهو من أنواع منطقة البحر المتوسط التي تنتشر بالاتجاه شرقاً أكثر من اتجاهها غرباً وعلى ارتفاع ٦٠٠ – ١٥٠٠ م عن سطح البحر (Mirov ، ١٩٦٧). كما يتواجد بشكل طبيعي في محافظة دهوك في منطقتي زاويته واتروش في شمال العراق عند ارتفاع ٩٠٠ – ١١٠٠ م عن سطح البحر على شكل غابات وقائية (داؤد ، ١٩٧٩). يعد خشب صنوبر زاويتا من الأخشاب الجيدة والمرغوبة لصناعة الألواح الخشبية وصناعة الأثاث وكذلك في صناعة العجينة السليلوزية والورق (عبدالله ، ١٩٨٦). يطلق على خشب التفاعل في المخروطيات بخشب الضغط (*Compression wood*)، ويعد خشب الضغط أحد أنواع خشب التفاعل المتكون في الجزء السفلي من السيقان المائلة أو المنحنية أو الأشجار النامية على المنحدرات (Haygreen و Bowyer ، ١٩٨٢). ويمكن التعرف عليه من خلال الترتيب الحلقي اللامركزي (*Eccentric*) لحلقات النمو السنوية الموجودة في سيقان الأشجار المائلة بدرجات مختلفة خاصة في المنحدرات .

مستل من رسالة ماجستير للباحثة هلز عارف

تاريخ تسلم البحث ٢٠٠٨/١١/١٣ وقبوله ٢٠٠٩/٣/٢٥

ويعزى ظهور خشب الضغط إلى زيادة تركيز هرمون الأوكسين بالجزء السفلي للسيقان النامية للأشجار المائلة أو المنحنية من المخروطيات والذي يمكن إحداثه صناعياً بواسطة استخدام أندول أستيك أسد

(I A A) (Davies و Wardrop ، ١٩٦٤). يعد خشب الضغط من العيوب الطبيعية للخشب يمكن أن يسبب الانكماش الشاذ للخشب والتصدع والالتواء والتشوهات الخشبية الأخرى عند التصنيع كما إنه يقلل من قوى العجينة الورقية نتيجة لاختلاف تركيبه التشريحي والكيميائي عن الخشب الاعتيادي (قصير وآخرون ، ١٩٨٥).

وقد أوضح Yeh وآخرون (٢٠٠٥) أن هناك عوامل عديدة تساهم في تشكيل خشب الضغط منها (الضوء، الجاذبية، الأوكسين النباتي، الإجهاد، تأثير الرياح)، وقد يسبب عامل واحد أو أكثر في تكوين خشب الضغط. وقد قام بدراسة مقارنة خشب الضغط بالخشب الاعتيادي وبين بان خشب الضغط يكون ذا لون احمر داكن وأطلق على المنطقة المقابلة لخشب الضغط في الساق بالخشب المقابل (opposite wood)، ويمتلك خشب الضغط قصيبات دائرية وقصيرة وزاوية ميل للألياف (Microfibrils angle) عالية (٤٥°) وجدران ثانوية سميكة للقصيبات مع غياب طبقة S_3 (Secondary layer No.3).

أما بالنسبة إلى كمية خشب الضغط داخل سيقان الأشجار فتختلف حسب ارتفاع الساق وقطرها وحسب الأنواع وضمن الشجرة الواحدة حيث وجد Haight (١٩٥٨) إن نسبة وجود خشب الضغط بين أشجار صنوبر *P. taeda* تكون مختلفة فقد بين إن نسب خشب الضغط في الأشجار القائمة تكون (٦%) وتصبح (٩.١%) في الأشجار المائلة وتزداد هذه النسبة بزيادة درجة الانحناء حتى تصل إلى نسبة (٦٧.١%) في الأشجار شديدة الانحناء. وقد بين كل من Archer و Wilson (١٩٧٣) أن كمية خشب الضغط يزداد من اللب نحو القشرة لأشجار صنوبر *P. strobus*.

إن قصيبات خشب الضغط تكون عادة أقصر طولاً من قصيبات الخشب الاعتيادي وقد تصل درجة النقصان في الطول بحدود (٣٠%) تقريباً (قصير وآخرون ، ١٩٨٥)، وهذا ما أكده Timell (١٩٨٦) بأن قصيبات خشب الضغط تكون أقصر من قصيبات الخشب الاعتيادي. وكذلك أكدت كل من Spicer و Gartner (١٩٩٠) أن طول قصيبات خشب الضغط لأشجار *Pseudotsuga menziesii* تكون قصيرة مقارنة مع الخشب الاعتيادي. وكذلك قطر قصيبات صنوبر *P. contorta* (Mexal France).

ك جدار قصيبات خشب الضغط للصنوبريات فإنه يكون ذات سمك جدار أكبر مما في الخشب الاعتيادي (Foulger)، وهذا ما أكده Yumoto وآخرون (١٩٨٣) بأن القصيبات الموجودة في خشب الضغط في صنوبر *P. radiata* تكون ذات جدران سميكة تحتوي على أخاديد تمتد طول القصيبات. Donaldson () إن قصيبات خشب الضغط

تمتلك جدراناً سميكة مقارنة بالخشب الاعتيادي وبالتالي تزداد نسبة رانكل فيها. وفيما يتعلق بقوة خشب الضغط والمعتمدة على وحدة الوزن فإن خشب الضغط أقل قوة من الخشب الاعتيادي. يكون خشب الضغط أقل صلابة ومقاومة للانحناء نسبة إلى وزنه وعند كسره يعطي سطوحاً خشنة (قصير وآخرون ، Lindstrom).

إن الهدف من هذه الدراسة هو معرفة أهم الصفات التشريحية والميكانيكية لخشب الضغط في سيقان الأشجار المائلة ومقارنتها مع صفات الأخشاب لسيقان الأشجار القائمة وعند مستويات ارتفاع وقطر مختلفة ومن ثم معرفة مدى إمكانية استخدام خشب الضغط في الصناعات الخشبية المختلفة.

مواد البحث وطرقه

تم اختيار عينات الدراسة من منطقة غابات زاويتا النامية بصورة طبيعية في محافظة دهوك على (-) . اختيرت أربع أشجار من صنوبر زاويتا *Pinus brutia* Ten. من احد المواقع على سفح الجبل وعلى ارتفاع متقارب بين (-) م فوق مستوى البحر وبأعمار متقاربة قدر الإمكان بين (-) سنة، اختيرت ثلاث أشجار مائلة وذات زوايا ميل متقاربة مع الأفق (٦٠°)، هذا بالإضافة إلى شجرة المقارنة والتي تميزت بالاستقامة وعمودية على الأفق علماً بأن زاوية المنحدر الجبلي كانت بحدود (٢٥ - ٣٠)° مع الأفق، وقد اختيرت هذه الأشجار بحيث تكون مستقيمة وخالية قدر الإمكان من الإصابات الحشرية والأمراض. أسقطت هذه الأشجار على ارتفاع (١٥ سم) فوق سطح الأرض وبعد إزالة الأغصان تم حساب العمر لكل شجرة وأجريت على السيقان القياسات كما هو مبين في الجدول () .

() : معلومات عامة عن الأشجار التي تم اختيارها في التجربة .

	DBH		
--	-----	--	--

()	()	()	()	()
		.	.	()
		.	.	()
		.	.	()
		.	.	()

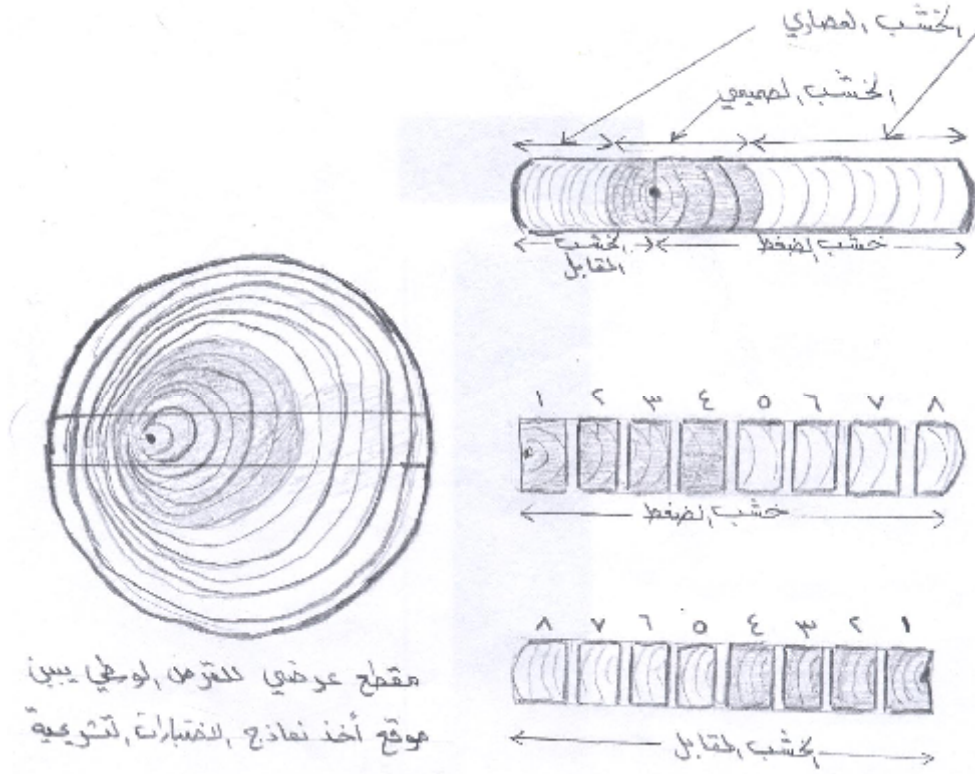
() لغرض دراسة الصفات التشريحية والميكانيكية المطلوبة من أسفل الشجرة إلى القمة طوليا ومن اللب إلى القشرة خشب الصميمي والعصاري قطريا أزيلت القشرة عن كل قطعة وأخذت أقراص بسمك () من وسط كل قطعة خشبية ختبارات التشريحية.

نشرت كل قطعة خشبية طوليا إلى نصفين عبر مركز الساق () بحيث يمثل النصف الأول خشب نفس الطريقة التي اتبعها الباحث Donaldson () صاف القطع الخشبية التابعة للشجرة القائمة فسميت بالنصف الأول والنصف الثاني لعدم احتوائها على خشب الضغط وان وجدت فبنسبة قليلة ووضعت القطع في غرفة جيدة التهوية ولمدة شهرين لغرض تجفيفها وأجريت اختبارات لقياس المحتوى الرطوبي للخشب على فترات أمدها مرة واحدة لكل أسبوعين إلى حين استقرار الرطوبة لتصبح بين (-) % . أخذت أربعة أقراص وسطية من الأجزاء الأربعة لكل ساق بسمك () .

كل قرص كما هو مبين في الشكل () وبعد تمييز الخشب الصميمي والخشب العصد () حلقات نمو لكل من الخشب الصميمي والخشب العصاري وأهملت القطع رقم التداخل الذي يحصل بين الخشب الصميمي والعصاري ، وجزئت هذه القطع الصغيرة إلى بلوكات بأبعاد (× ×) .

كما تم تقطيع النماذج الخشبية إلى قطع صغيرة بعرض عود الثقاب وبطول () حسب طريقة (Franklin) لغرض فصل الخلايا الخشبية (Maceration) . ثبتت القصبية على شرائح زجاجية وبمعدل أربع شرائح لكل عينة بحيث تم ضمان اخذ () قصبية باستخدام المجهر الضوئي العادي المجهز بالعدسة العينية المدرجة لأخذ القياسات وحسبت قوة التكبير المناسبة حيث استخدمت عدسة شبيئية بقوة تكبير (X) لقياس طول القصبية واستخدمت عدسات شبيئية بقوة تكبير (X) لقياس قطر القصبية وسمك جدار القصبية . وتم تعديل قياسات الأبعاد إلى القيم الحقيقية بواسطة (Calibrator slide) ، وحسب قطر تجويف القصبية من حاصل طرح ضعف سمك جدار القصبية من قطر القصبية .

كما تم تقطيع النماذج الخشبية إلى قطع صغيرة بعرض عود الثقاب وبطول () حسب طريقة Franklin () لغرض فصل الخلايا الخشبية (Maceration) . ثبتت القصبية على شرائح زجاجية وبمعدل أربع شرائح لكل عينة بحيث تم ضمان اخذ القراءات لـ () قصبية باستخدام المجهر الضوئي العادي المجهز بالعدسة العينية المدرجة لأخذ القياسات وحسبت قوة التكبير المناسبة حيث استخد عدسة شبيئية بقوة تكبير (X) لقياس طول القصبية واستخدمت عدسات شبيئية بقوة تكبير (X) لقياس قطر القصبية وسمك جدار القصبية . وتم تعديل قياسات الأبعاد إلى القيم الحقيقية بواسطة (Calibrator slide) ، وحسب قطر تجويف القصبية من حاصل طرح ضعف سمك جدار القصبية القصبية .



() : طريقة تحضير نماذج الاختبارات التشريحية

أما نسبة رانكل فتم حسابها بواسطة المعادلة التالية :

$$= \text{نسبة ضعف سمك جدار القصيبة} / \text{قطر تجويف القصيبة}$$

تم عمل نماذج خشبية بأبعاد (X X) م بحيث تتألف من ثلاث حلقات نمو سنوية من اللب وباتجاه القشرة ، حيث تم عمل شرائح ميكروسكوبية وباستخدام المشراح المنزلق (Sliding Microtome)، حيث أخذت مقاطع تشريحية لقطع خشبية تمثل المقطع العرضي لخشب الضغط والخشب المقابل لأشجار صنوبر زاويتا المائلة والقائمة لغرض مقارنة تأثير هذه العوامل في بعض الصفات التشريحية للمقطع العرضي للقصيبات.

تم استخدام القطعتين المتبقيتين الموجودتين أعلى وأسفل القرص الوسطي لكل قطعة خشبية في الساق لغرض إجراء الفحوصات الميكانيكية ، وبعد تمييز الخشب الصمغي عن العصاري نشرت إلى () خشبية بأبعاد (X) وعلى طول القطع بحيث يمثل الألواح الثلاثة القريبة من اللب الخشب القلبي والألواح الثلاثة القريبة من القشرة تمثل الخشب العصاري، وفي حالة عدم كفاية القطر لعمل النماذج الخشبية (X) (وخاصة في المنطقة العليا من الساق) ملها من على جانبي النماذج الم

أجريت الاختبارات الميكانيكية حسب نظام المواصفات الأمريكية. ASTM D 143-52.

. أما اختبارات الانحناء الاستاتي فقد نفذت حسب نظام المواصفات البريطانية BSS No.373.

1957 (Cote Kollman) .

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

- الشجرة بمستويين () .
- ارتفاع الساق بأربعة مستويات () .
- تويين () .
- نوع الخشب بمستويين (خشب صمغي ، خشب عصاري) .

ونظرا لصعوبة الحصول على أشجار بنفس العمر لإجراء الاختبارات المختلفة عليها فقد تم تعديل القراءات والتحليل على أساس الوزن النوعي باستخدام تحليل التباين المشترك (Covariance) () . إيجاد جداول تحليل التباين فضلا عن الفروقات المعنوية بين متوسطات المعاملات بطريقة (Duncan) () .

النتائج والمناقشة

أ- الصفات التشريحية :-

١- تأثير العامل حالة الشجرة :- يشير () لها قصبية (ملم) ولقطر القصبية (٣٥.٦٥١ مايكرون) مما في الأشجار المائلة (٢.٢٣٥ ملم، ٣٠.٤٧٩ مايكرو) على التوالي ، وهذا يدل على إن الأشجار النامية بشكل طبيعي وعمودية على الأفق تمتلك طول وقطر قصبية وقطر تجويف أعلى من الأشجار المائلة والحاوية على خشب الضغط . كما يظهر الجدول تفوق نسبة رانكل (٠.٣٥٦) في الأشجار المائلة على مثيلاتها من الأشجار القائمة (٠.٢٨٤) وهذا يثبت وجود نسبة كبيرة من القصبية ذات الجدران السمكة والتي يمثلها خشب الضغط في الأشجار المائلة مقارنة مع مثيلاتها من الأشجار القائمة . كما ارتفعت قيمة سمك جدار القصبية للأشجار المائلة (٣.٩١٣ مايكرون) (مايكرون) ولكنها لم تكن معنوية .

وجاءت هذه النتائج مطابقة لما أوجده Hyvarinen Spurr () قصير وآخرون () حيث أوضحوا إن طول قصبية خشب الضغط أقصر بحدود % من قصبية الخشب الاعتيادي . Donaldson () الضغط الشديد (Sever compression wood) *P. radiata*

إن ازدياد عدد خلايا خشب الضغط نتيجة سرعة النمو وازدياد سمك جدران القصبية في خشب الضغط للأشجار المائلة وازدياد نسبة اللكتين فيها قد يعود لمحاولة تغيير اتجاه الساق إلى الحالة القائمة ومنع انحناءه للأسفل بفعل الجاذبية الأرضية .

٢- تأثير مستويات الارتفاع :- يظهر ال () أن أقل معدل لطول القصبية كان في الارتفاع الأول () ثم يبدأ بالتزايد في المستوى الثاني () () ووصل إلى أعلى طول للقصبية في مستوى الارتفاع الثالث () () ثم يبدأ بالتناقص في المستوى الأخير في أعلى الساق () فيصل إلى () . وقد يعود سبب ازدياد معدل طول خلايا القصبية بشكل معنوي في الارتفاع الثالث للساق () لغرض زيادة مرونة ومقاومة الساق للانحناء أو التقوس بفعل تأثير الرياح وكذلك . ويلاحظ من أيضا إن بقية الصفات المدروسة المتمثلة بمعدل القصبية وسمك الجدار ونسبة رانكل قد اتخذت نفس المسار الذي اتخذته في طول القصبية حسب الارتفاع. ومما يجدر الإشارة إليه إن زيادة قطر القصبية الملحوظ في قد يكون هو المسبب في زيادة كل من سمك جدار القصبية وقطر التجويف ونسبة رانكل. هذه الزيادة الملحوظة في قطر وسمك جدران القصبية في الارتفاع الثالث تزيد من قوة وممانعة الساق لمقاومة التأثيرات الميكانيكية على ساق الشجرة كما هو الحال في زيادة طول القصبية. بب زيادة معدلات طول وقطر وسمك الجدار وقطر التجويف ونسبة رانكل في الارتفاع الرابع () مع معدلات هذه الصفات في الارتفاع الأول () فقد يعود إلى قرب جزء الساق العلوي إلى الناج الذي يجهز بالمواد الغذائية المصنعة بشكل أفضل مقارنة مع تقاع الأول البعيد عن تاج الشجرة.

وقد جاءت هذه النتائج مطابقة لما ذكره Dezeeuw Panshin () من أن طول الألياف في ساق خشب أشجار اليوكالبتوس *Eucalyptus regnans* تزداد بزيادة الارتفاع إلى إن تصل إلى أعلى طول لها () ثم تنقص تدريجيا إلى إن تصل إلى أقل قيمة لها في قمة () . وأوضح إن هذه النتائج تكون متطابقة في كل من الخشب الصلب والخشب الرخو .

٣- تأثير موقع الخشب :- يلاحظ من الجدول (٢) أن معدل طول وقطر القصبية للخشب المقابل (٢.٧٣٢ ملم ، ٣٥.١٤٥ مايكرون ، ٢٧.٧٨٢ مايكرون) على التوالي هو أعلى من مثيلاتها في خشب الضغط (٢.٤٦٠ ملم ، ٣٠.٩٨٥ مايكرون) على التوالي ، بينما لوحظ زيادة في سمك جدار القصبية في خشب الضغط (٣.٩٩٢ مايكرون) مقارنة عما في الخشب المقابل (٣.٨٢٠ مايكرون) ولكنها لم تكن معنوية ، بينما تفوقت نسبة رانكل معنويا في خشب الضغط (٠.٣٥٥) على مثيلاتها في الخشب المقابل (٠.٢٨٥) . ويلاحظ إن هذه التأثيرات مشابهة ومطابقة لتأثير عامل حالة الشجرة للأشجار المائلة والقائمة على الصفات

المدروسة وذلك لوجود خشب الضغط بنسبة كبيرة في الأشجار المائلة مقارنة مع القائمة وكذلك وجود خشب الضغط بشكل واضح ومميز في الجزء السفلي من الساق () مقارنة مع الجهة المقابلة لخشب ()

وقد كانت هذه النتائج مطابقة لما ذكره كل من قصير وآخرون () Timell () بأن قصيبات خشب الضغط تكون أقصر طولاً من قصيبات الخشب () Saranpaa Wagenfuhr () إن القطر الشعاعي للخشب الربيعي في خشب الضغط يكون أقل () Kienholz () Foulger () Yumoto () القصيبات الموجودة في خشب الضغط تكون ذات جدران سميكة وتحتوي على أخاديد تمتد بشكل حلزوني على طول القصيبات . كما بين Saranpaa Wagenfuhr () إن جدران قصيبات خشب الضغط *P. sylvestris* تكون أسمك من جدران قصيبات الخشب الاعتيادي.

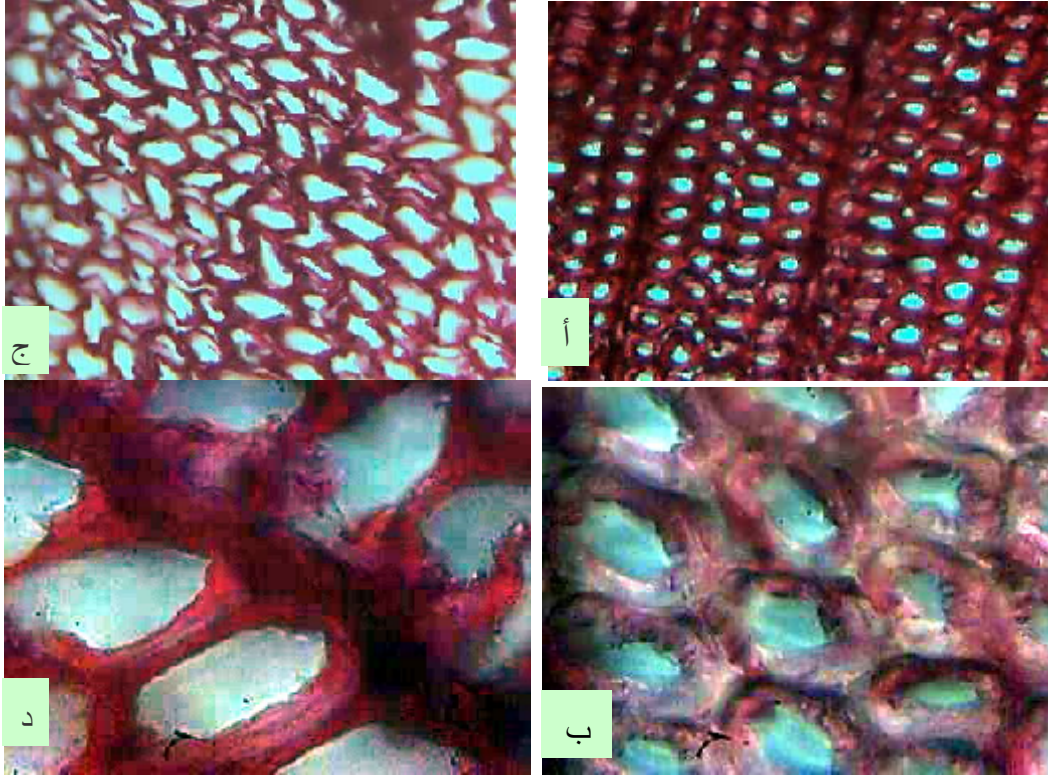
- تأثير نوع الخشب :- ويبين الـ () تفوق الخشب العصارى في طول وقطر القصيبة وسمك () ملم ، ٢٠١ . مايكرون ، ٧ . مايكرون) على التوالي على مثيلاتها من الخشب الصميمي (١.٤ ملم ، ٢٥ . مايكرون ٣.٢ مايكرون) على التوالي ، بينما تفوق الخشب الصميمي في نسبة رانكل (.) ساري (٠.٣٠١) . وجاءت هذه النتائج مطابقة لما () Saranpaa Wagenfuhr () نوبر *P. sylvestris* حيث أوضح إن طول القصيبة يزيد مع زيادة المسافة من اللب نحو القشرة . كما بين المحيسن (١٩٧٩) بأن قطر قصيبات صنوبر زاويتا *P. brutia* يزيد مع زيادة المسافة من اللب نحو القشرة . وأوضح Kininmonth و Whitehouse () إن قطر قصيبات خشب الضغط يزيد من اللب نحو القشرة .

() : تحليل دنكن لتأثير العوامل الرئيسية المدروسة على متوسطات الصفات التشريحية المدروسة

الصفات التشريحية					
ل القصيبة ()	قطر القصيبة (مايكرون)	سمك جدار القصيبة (مايكرون)			
.	.	.	.	مستويات ()	
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		
.	.	.	.		صميمي

الحروف المختلفة لكل عامل يشير إلى وجود فروقات معنوية (> .) .

التركيب المجهرى للمقاطع العرضية للقصيبات :- ويوضح الشكل () المقطع العرضي لقصيبات خشب () في الأشجار المائلة وقصيبات الخشب الاعتيادي في () ويظهر بشكل واضح الشكل الدائري لقصيبات خشب الضغط والذي يحتوي على فراغات بينية مقارنة مع قصيبات الخشب الاعتيادي ذات الجدران المضلعة على فراغات بينية. فضلاً عن ازدياد سمك جدران قصيبات مع قصيبات الخشب الاعتيادي للأشجار القائمة. وعند زيادة قوة تكبير العدسة الى (X) يظهر بوضوح جدران خشب الضغط () للقصيبات الحاوية على اللكنين () جدران الخلايا). بينما يقل سمك الجدار وكمية اللكنين المترسبة في الخشب الاعتيادي للأشجار القائمة شكل () .



() : مقطع عرضي لقصبينات خشب الضغط في الأشجار المانلة والخشب الاعتيادي في الأشجار . قوة التكبير: () ()

- الصفات الميكانيكية :-

- تأثير العامل - بين ال () إن عامل حالة الشجرة تفوق في الأشجار القائمة معنويا في صفتي معامل الكسر (MOR) (كغم/سم²) ومعامل المرونة (MOE) (٩٠٢٩١.٦ كغم/سم²) للانحناء الاستاتي على الأشجار المانلة (٨١١.٣ ، ٧٨١٥٥.٧) كغم/سم² على التوالي. كذلك كانت قوة الشد العمودي على الألياف في الأشجار القائمة (٢٨.٩ كغم/سم²) أعلى مما في الأشجار المانلة (٢٤.٥ كغم/سم²) . وقد يعود سبب قلة قوة الانحناء الاستاتي وقوة الشد العمودي على الألياف في الأشجار المانلة مقارنة مع الأشجار القائمة هو زيادة نسبة اللكتين وقلة نسبة السليلوز في الأشجار المانلة نتيجة لتواجد نسبة عالية من خشب الضغط فيها، وقد أكد Zhang (١٩٩٤) إن زيادة معدل النمو في خشب الضغط يقلل من الصفات الميكانيكية له . كما كانت هذه النتائج مطابقة لما أوضحه Donaldson وآخرون (٢٠٠٤)

P. radiata

MOE

بالخشب الاعتيادي .

- تأثير مستويات الارتفاع :- يظهر () (.) والذي يمثل أسفل الساق أعطى أعلى القيم لمعامل الكسر (/ .) (/ .) هذه القيم بالانخفاض كلما ارتفعنا للأعلى ، حيث كانت أقل القيم لمعامل الكسر والمرونة في الارتفاع الثالث (.) (٧٥١٨٠.٧ ، ٧٨٩.٤) كغم/سم² على التوالي ثم ارتفعت هذه القيم قليلا في المستوى الارتفاع الأخير (٦ م) (٨١٤٧٤.٥ ، ٨٥٥.٨) كغم/سم² على التوالي . ويظهر الجدول إن أعلى قيمة لقوة الشد كانت في الارتفاع الأول (١.٥ م) (٣٠.٨ كغم/سم²) ثم انخفضت هذه القيم كلما ارتفعنا إلى أعلى الساق ووصلت إلى أقل قيمة لها في الارتفاع الثالث (٤.٥ م) (٢٤.٦ كغم/سم²) ثم ارتفعت قليلا في المستوى الرابع (٦ م) إلى (٢٤.٧ كغم/سم²) ولكن بشكل غير معنوي . وكانت هذه النتائج مطابقة لما أوجده المحسن (١٩٧٩) حيث بين إن معامل الكسر ومعامل المرونة لخشب أشجار صنوبر بروثيا *P. brutia* أظهرت انخفاضاً واضحاً في القوة كلما اتجهنا من قاعدة الشجرة إلى الأعلى باتجاه القمة. كما أوضح إن أعلى معدل لقوة الشد العمودي على الألياف كان في قاعدة الشجرة ويتناقص كلما اتجهنا إلى الأعلى باتجاه

القمة . Cockrell () الخواص الميكانيكية لصنوبر *P. radiata* وبين بان القوة الميكانيكية تتناقص قليلا مع ارتفاع الساق .

وقد يعود سبب ارتفاع القوة الميكانيكية في أسفل الساق هو لغرض زيادة مقاومة قاعدة الشجرة للحمل المسلط عليه من وزن الساق والأفرع والتاج . أما سبب انخفاض القوة الميكانيكية كلما ارتفعنا إلى أعلى الساق فقد يكون لزيادة مرونة الساق خاصة في الأجزاء العليا ولزيادة مقاومته للاجهادات الميكانيكية الناتجة ياح أو وزن التاج والأفرع أو وزن الثلوج المتراكمة على التاج .

- تأثير الخشب :- يظهر الجدول (٣) إن الخشب المقابل أعطى أعلى القيم لمعامل الكسر والمرونة (٨٦٦٧٦ كغم/سم^٢ على التوالي مقارنة مع خشب الضغط (٨٣٨.٨ ، ٨١٧٧١.٣ كغم/سم^٢ كذلك قيمة قوة الشد العمودية على الألياف للخشب المقابل (٢٨.٢ كغم/سم^٢) أعلى مما في (٢٥.٢ كغم/سم^٢) . وجاءت هذه النتائج متفقة مع ما ذكره قصير وآخرون (١٩٨٥) من إن خشب الضغط أقل قوة من الخشب الاعتيادي ولكن توجد اختلافات وفقا لنوع الحمل المسلط على العينة ، وبصورة عامة يكون خشب الضغط أقل صلابة ومقاومة للانحناء نسبة إلى وزنه ، وعند كسره يعطي سطوحاً خشنة . وتقل خواص خشب الضغط الميكانيكية نسبياً إذا ما قورنت بكثافته العالية ويرجع ذلك إلى نسبة اللكئين العالية وانخفاض نسب السليلوز وزيادة في نسبة الكلاكتان عن النسب الطبيعية .

- تأثير :- بالنسبة لتأثير عامل نوع الخشب في صفتي معامل الكسر ومعامل المرونة فيظهر () () / () على التوالي على الخشب الصميمي () / () العمودية على الألياف في الخشب العصارى (كغم/) أعلى مما في الخشب الصميمي (٢٤. كغم/سم^٢) . وكانت هذه النتائج مطابقة لما أوجده المحيسن () على إن قيمة الخاصية بالنسبة لجهد الألياف عند حد التناسب ومعامل في خشب أشجار الصنوبر البروتي *P. brutia* قد أظهرت انخفاضاً واضحاً في القوة كلما اتجهنا من القشرة إلى اللب وعلى مختلف مستويات الارتفاع ، وقد يعود سبب زيادة القوة الميكانيكية في الخشب العصارى مقارنة بالخشب الصميمي هو وجود نسبة أعلى من السليلوز ونسبة قليلة من اللكئين في الخشب العصارى مما في الخشب الصميمي مما يزيد من بعض قواه الميكانيكية فضلاً عن زيادة سمك وطول جدران القصبيات كلما ابتعدنا عن اللب نتيجة زيادة العمر () . وعند ملاحظة الفرق بين موقعي الخشب لكل ارتفاع ولكل نوع من الأشجار (القائمة والمائلة) لقوة الشد العمودية على الألياف (جدول ٤) نلاحظ أن قيمة الفرق في جميع مستويات الارتفاع في الأشجار القائمة تكون مقاربة إلى (٢ كغم/سم^٢) أي إن هناك نقصان ثابت في قوة الشد العمودية على الألياف بما يقارب (٢ كغم/سم^٢) في كل مستوى من مستويات الارتفاع كلما ارتفعنا إلى أعلى الساق . وهذا يدل على تجانس الخشب في النصف الأول والنصف الثاني في ساق الشجرة القائمة من حيث عدم احتوائه على خشب (أو وجوده بكميات قليلة) (Centric Pith)

بينما يكون قيمة الفرق في قوة الشد في الأشجار المائلة لكل مستوى من مستويات الارتفاع متغيرة وغير ثابتة حيث تكون أعلى ما يمكن في مستوى الارتفاع الأول () () ثم يقل الفرق تدريجياً كلما ارتفعنا إلى أعلى الساق حتى يصل إلى أقل قيمة له في مستوى الارتفاع الثالث () حيث يص (كغم/سم^٢) ثم يرتفع قليلاً في مستوى الارتفاع الرابع (٦ م) ليصبح (٣.٨ كغم/سم^٢) ، إن النتائج أوضحت أن أعلى فرق في قوة الشد العمودي على الألياف بين خشب الضغط والخشب المقابل هو في أسفل ساق الشجرة المائلة ، وإن هذا الفرق يقل كلما ارتفعنا إلى الأعلى في سيقان هذه الأشجار ، إن ذلك يدل على أن (Eccentric) في الساق يكون في أسفل ساق الشجرة ثم تقل هذه النسبة من عدم تمركز اللب كلما ارتفعنا للأعلى بحيث يصبح اللب أكثر قرباً لمركز ساق الشجرة في قمة الساق (Centric) . وكانت هذه النتائج مطابقة لما أوجده الباحثان Warensjo و Rune (٢٠٠٤) حول قوة الجذع ونسبة خشب الضغط في أشجار (*Pinus sylvestris*) (Scotches pine) ، حيث أوضحنا إن أعلى

() : تأثير العوامل الرئيسية المدروسة في بعض الصفات الميكانيكية حسب اختبار

الصفات الميكانيكية	
--------------------	--

قوة الشد العمودية على الألياف (/)	(/)			
	MOE	MOR		
.	.	.		
.	.	.		
.	.	.	.	مستويات الارتفاع ()
.	.	.	.	
.	.	.	.	
.	.	.	.	
.	.	.		
.	.	.	صميمي	
.	.	.		

الحروف المختلفة لكل عامل يشير إلى وجود فروقات معنوية (> .) .

() : الشد العمودي على الألياف الفرق بين موقعي الخشب / نوع ميل للشجرة في قوة العمودي على الألياف للتداخل بين حالة الشجرة ومستويات الارتفاع وموقع الخشب

الفرق بين موقعي الخشب / نوع ميل للشجرة في (/)	الألياف (/)		مستويات ()	
.	.			
.	.		.	
.	هو .		.	
.	.		.	
.	ده .		.	
.	هو .		.	
.	ده .		.	
.	هـ .		.	
.	.		.	

الحروف المختلفة لكل عامل يشير إلى وجود فروقات معنوية (> .) .

STUDYING SOME ANATOMICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF COMPRESSION WOOD FOR *Pinus brutia* Ten. LEANING TREES

Abdulrazak R. S. Almalah
Mosul Univ. / College of Agric.
& Forestry / Forestry Dept., Iraq

Halez A. A. Aldosky
Dohuk Agriculture Office / Malta
Forest Nursery / Dohuk

ABSTRACT

This study was conducted to show the effect of compression wood on some anatomical characteristics and mechanical characteristics of brutia pine *Pinus brutia* Ten. trees growing naturally at Dohuk provenance and to compare it with the standing trees (tree leaning type) for four levels of stem height, and between compression wood and opposite wood present in front of compression wood (wood location) and between heart wood and sap wood (wood type) to know the possibility of using tree stems containing compression wood in various technological wood products. The results showed that the highest values for tracheid length and tracheid diameter were in the standing trees, while there was little increase in tracheid cell wall thickness of leaning trees. Also leaning trees were significantly better than standing trees in rankel ratio. It was found that there was increase in the values of most anatomical characteristics from stem base to stem top. The lowest values for the studied anatomical characteristics were in the first level of height (1.5 m), then they began to increase gradually by increasing stem height level until they reached the maximum values at the 3rd level of height (4.5m), then these values were decreased slightly at the 4th level of the height (6 m). The results indicated that the highest mean values of tracheid length and diameter were in opposite wood. While there was slight increase in tracheid cell wall thickness in compression wood, but it was not significantly different to opposite wood. Also, there was significant increase in rankel ratio in compression wood compared with opposite wood. Sapwood showed the best values for all anatomical characteristics except rankel ratio compared with heart wood. This indicated that most anatomical characteristics will increase by increasing the distance from pith to bark which may relate to age effect. It was found that the highest mean of modulus of rupture (MOR) and modulus of elasticity (MOE) and tension perpendicular to grain was in the standing trees and significantly higher compared to the leaning trees. Also, it was noticed that the highest values of the mechanical characteristics were in first height (1.5m), they decreased gradually by increasing height levels and it reached lower value at the 3rd height level (4.5 m) then they increased slightly in the 4th height level (6 m). Also, the study showed that opposite wood were better than compression wood in all mechanical characteristics. Sapwood showed the highest values of the studied mechanical characteristics compared to heartwood. The results showed that the base of the leaning tree stem was eccentric, and it became more centric by increasing height level.

- () . تصنيف أشجار الغابات . ليم العالي والبحث العلمي.
 للطباعة والنشر ، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل .
 الراوي ، خاشع محمود و عبدالعزيز محمد خلف الله () . تصميم وتحليل التجارب الزراعية .
 التعليم العالي والبحث العلمي
 عبدالله ، احمد سعيد () . مقارنة بعض الصفات النوعية لجذوع أربع أنواع من الصنوبر لاستخدامها
 في صناعة العجينة الورقية . رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل .
 قصير ، وليد عبودي وسليم إسماعيل شهباز وباسم عباس عبد علي () . الخشب كمادة أولية .
 وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، دار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل .
 المحيسن ، عزام احمد () . دراسة بعض الخواص التكنولوجية لخشب صنوبر زاويتا النامي طبيعيا في
 زاويتا . رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الزراعة والغاب .

- Archer, R. R. and B. F. Wilson (1973). Mechanics of the Compression Wood Response . Plant Physiology . 51 : 777–782.
- Cockrell, R. A. (1959). Mechanical Properties of California Grown Monterey Pine (*Pinus radiata*). Hilgardia 1 Berkeley, Calif. 28(7), 227- 38. (c.f. Forestry Abstr. 37 (2): 2373,1971).
- Donaldson, L. A. ; J. Grace and G. M. Downes (2004). Within- tree Variation in Anatomical properties of compression wood in radiata pine . IAWA J. 25 : 253–271
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F-tests. Biometrics 11:1-42.
- Foulger, A. N. (1969). Classroom Demonstrations of wood properties. U. S. Department of agriculture , forest service , forest products laboratory . pp. 17.
- France, R. C. and J. G. Mexal (1980). Morphological Variation of Tracheids in The Bole Wood of Mature *Picea engelmannii* and *Pinus oonterta* . Can. Jpur. For. Res. 10(4): 8-573 .
- Franklin, G. (1946). Arapid Method for softening wood for microtome sectioning . Tropical woods 88:36. (C.F. Jane, FW. 1970).
- Haught, E. (1958). Further study on compression wood in loblolly pine . 2d report forest tree improvement program, school of forestry, North Carolina state college , Raleigh .
- Haygreen, D. G. and J. L. Bowyer (1982). Forest product and wood science an introduction . The Iowa state University. Iowa, USA.
- Kienholz, R. (1930). The wood structure of “pistol-butted” mountain hemlock. Am. J. Bot. 17: 739–764.
- Kininmonth, J. A and L. J. Whitehouse (1991). Properties and uses of New Zealand radiata pine. 1 – Wood properties.
- Kollman, F. and W. Cote. (1968). Principles of wood science and technology, part 1, springen-verleg, Berlin. Heidelberg. 592 pp.
- Lindstrom, H. ; P. Harris ; C. T. Sorensson and R. Evans (2004). Stiffness and wood variation of 3-year old *Pinus radiata* clones . Wood science and Technology. 38 : 579 – 597 .
- Mirov, N. T. (1967). The Genus Pinus The Ronald Press Company. New york .
- Panshin, A. J. ; C. D. Zeeuw and H. P. Brown (1980). Text Book of wood Technology . The American Forestry Series . New York, I. 643.
- Spicer, R. and B. L. Gartner (1998). Hydraulic properties of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) branches and branch halves with reference to compression wood . Tree Physiology 18: 777-784.
- Spurr, S. H. and M. J. Hyvarinen (1954). Compression wood in conifers as a morphogenetic phenomenon, Botan. Rev. 20(9):551-560.
- Timell, T. E. (1986). Compression Wood in Gymnosperms, 1. Springer-Verlag. New York.
- Wagenfuhr, R. and P. Saranpaa (2006). Compression wood in *Pinus sylvestris* L. wood science and technology . Poster 261.
- Wardrop, A. B. and G. W. Davies (1964). The nature of reaction wood. VIII. the structure and differentiation of compression wood. Aust. J. Bot. 12, 24-38.

- Warensjo, M. and G. Rune. (2004). Stem straightness and compression wood in a 22-year-old stand of container-grown Scots pine trees *Silva Fennica* 38(2): 143–153.
- Yeh, T. F. ; T. Yamada ; E. Capanema ; H. M. Chang ; V. Chiang and J. F. Kadla (2005). Rapid screening of wood chemical component variations using transmittance near infrared spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.* 3328-3332.
- Yumoto, M. ; S. Ishida and K. Fukazawa (1983). Studies on the formation and structure of the compression wood cells induced by artificial inclination in young trees of *Picea glauca*. IV. Gradation of the severity of compression wood tracheids. *Res. Bull Coll. Exp For Hokkaido Univ.* 40:409-454.
- Zhang, S. Y. (1994). Effect of growth rate on wood specific gravity and selected mechanical properties in individual species from distinct wood categories . *Wood Science and Technology.* 29: 451-465.