Arab Gulf J. Scient. Res., **15** (2), pp. 525-550 (1997)

The Use of Sterological Techniques for Investigating the Effect of Tree Age and Level of Height on the Anatomical Structure of *Eucalyptus camaldulensis* var. *obtusa*

Tageldin Hussein Nasroun

Plant Production Department, College of Agriculture, King Saud University, P.O. Box 2460, Riyadh 11451, Saudi Arabia

ABSTRACT. Wood is a natural and a very variable material. Much of this variability is attributed to the cellular structure of wood. Stereological techniques were interoduced as fast, easy and adequately accurate methods for quantitative structural characterization of wood. The techniques rely on counts rather than direct measurements. In this investigation systematic point counts, boundary intersection counts and feature counts were made on projected transverse sections of wood from trees of *Eucalyptus camaldulensis* var. *obtusa* of different ages. Intersection counts and feature counts were also made on macerated fibers. These sterological counts were used for obtaining wood structural parameters such as volume fractions of different wood cells, cell wall and lumen volume fractions, cell cross-sectional dimensions, ratios of these dimensions and fiber length. The analysis revealed significant differences between the wood of trees of different ages in most parameters; while within-tree variations were significant only for a few parameters. Many of these variations, however, did not follow any special trend, which might be attributed to the intrisic patterns of variations inherited in this species.

References

Bamber, R.K. (1985) The wood anatomy of eucalypts and papermaking- *Appita*, **:83**(3): 21-216.

DeHoff, R.T. and **Rhines, F.M**. (1968) Quantitative microscopy. McGraw-Hill Book Company, New York.

Ifju, G., Chimelo, J.P. and **Nasroun, T.H**. (1978) Structure-property relation for wood and wood products. Proceedings : V. Inter-American Conference on Materials Technology, IPT, Sao Paolo, Brizil: 252-260 pp.

Ifju, G. (1983) Quantitative wood anatomy. Certain geometrical-Statistical relationship. *Wood and Fiber Science*, **15**(4): 326-337.

Steele, J.H., Ifju G. and **Johnson, J.A**. (1976) Quantitative characterization of wood microstructure. *J. Microscopy*, **17**(3): 297-311.

Underwood, E.E. (1970) *Quantitative sterology*. Addison-Wesley Pub. Co., Reading, MA. 274 p.

(Received 22/07/1995;
in revised form 07/06/1996)

مجموعها ٩ ,٩٩٪ . ورصدت ابعاد الخلايا والأنسجة في المقطع العرضي وطول الألياف في الجداول المرفقة . وبالرغم من ظهور فروق معنوية بين الخصائص التشريحية لأعمار الأشجار المختلفة إلا أن التوجهات لم تتبلور بعد إلا في بعض منها مثل زيادة نسبة الأوعية واقطارها مع التقدم في العمر ووجود نسبة أقل من الألياف في أخشاب الأشجار ذات الأعمار الصغيرة . وربما يرجع السبب في عدم ظهور توجهات واضحة بين الأعمار إلى صغر سن الأشجار المدروسة واحتوائها على نسبة كبيرة من الأخشاب حديثة التكوين غير الناضجة أو أنماط التباين الداخلي مما يشجع على الاستمرار في الدراسة باستعمال أعمار أكبر من الأشجار . وكان الوضع مخالفاً لذلك مع مستويات الارتفاع حيث لم تكن الفروق معنوية لكثير من الخصائص لمستويات الارتفاع المختلفة وبالرغم من ذلك ظهرت توجهات واضحة لاختلاف الخصائص مع الارتفاع مثل انخفاض طول اقطار الأوعية والألياف والخلايا البرانشيمية من أسفل الشجرة إلى أعلاها وانخفاض أطوال الألياف الخشبية من أسفل الشجرة إلى قمتها وزيادة أطوال الياف اللحاء من أسفل إلى أعلى .

تاريخ استلام :٢٢/٠٧/١٩٩٥م
تاريخ اعداده النهائي للنشر :٧/٠٦/١٩٩٦م

اللحاء للأعمار أو لمستويات الارتفاع المختلفة وبالرغم من ذلك أظهرت المقارنات المتعددة زيادة مضطردة في طول الألياف من أسفل الشجرة إلى قمتها وذلك على النقيض من ألياف الخشب .

وبالرغم من قلة الدراسات التشريحية الكمية للأخشاب الصلدة في المناطق المدارية إلا أنه يمكن استخلاص بعض المقارنات في هذا المجال . وقد جاءت كثير من الخصائص التشريحية متوافقة مع نتائج بعض الدراسات السابقة مثل نصرون (١٩٧٨) ونصرون والزاكي (١٩٨٧) حيث كانت نسب مساحة أنواع الخلايا المختلفة في هذا النوع من الكافور والذي ينمو تحت ظروف السودان متقاربة مع نتائج هذه الدراسة وكذلك الحال بالنسبة لسمك الجدار الخلوي للألياف ونسبة رانكل ومعامل قساوة الألياف . بينما كانت هناك فروق واضحة في بعض الخصائص الأخرى بين الدراسات التي أجريت في السودان والمشار إليها أعلاه وهذه الدراسة الشيء الذي يستدعي إجراء دراسات أخرى للبحث عن تأثير الموقع على الخصائص التشريحية للأخشاب .

خاتمـــة :

لقد مكنت الوسائل الاستريولوجية التي استخدمت في هذه الدراسة من قياس عدد كبير من الخصائص التشريحية لهذا الصنف من الكافور والتي بلغ عددها (٢٠) خاصية باستعمال عينات كبيرة الحجم مما يساعد على تحسين درجة الضبط الشيء الذي لم يكن ليتحقق إذا ما استعملت طرق القياس التقليدية . وقد بلغت متوسطات نسب المكونات المختلفة ما يلي : الأوعية ٢ ,١٩٪ ، الألياف ٤ ,٥٧٪ ، البرانشيما ٤ ,٧٪ والأشعة الخشبية ١٦٪ وبلغ مجموعها ١٠٠٪ بالضبط ، كذلك بلغت نسبة مساحة مجموع الفراغات الخلوية ٣٨٪ والجدر الخلوية ٩ ,٤٥٪ وباضافة نسبة الأشعة ١٦٪ بلغ

جدول (٨) . متوسط طول ألياف الخشب وألياف اللحاء (مم) للأعمار ومستويات الإرتفاع المختلفة .

أعمار الأشجار (سنة)	متوسط طول ألياف الخشب			متوسط طول ألياف اللحاء		
	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع
٢	١,٣٤	١,٣٨	١,٤١	١,٤٥	١,٥٠	١,٤٤
٣	١,٢٩	١,٦٠	١,٦٣	١,٤٦	١,٧٥	١,٦٥
٤	١,٤٦	١,٣٦	١,٤٥	١,٧٤	١,٧٠	١,٥٤
٥	١,٤٦	١,٣٤	١,١٤	١,٦٩	١,٤٥	١,٧١
٦	١,٤٣	١,٤٦	١,٣٤	١,٤١	١,٦٠	١,٦١
٦,٥	١,٣٧	١,١٥	١,١٠	١,٥٤	١,٥٣	١,٧٠
٧	١,٣٩	١,٤٣	١,٤٢	١,٦٩	١,٥٧	١,٥٦

لهذا الصنف ٣٧ ,١مم . ويقع ذلك داخل المدى الذي توصل إليه Bamber (1985)كمتوسط طول الألياف لعدد من أنواع الكافور وقد اظهر تحليل التباين فروقا معنوية لحد ما (P=0.03) بين متوسط اطوال الياف الأعمار المختلفة . بينما لم تكن الفروق معنوية بين مستويات الارتفاع المختلفة . ولم تظهر المقارنات المتعددة أي توجه محدد لاختلاف أطوال الألياف مع أعمار الأشجار . ولكنها أظهرت انخفاضاً في طول الألياف من أسفل الشجرة إلى القمة رغم عدم معنوية هذه الاختلافات .

أما متوسط طول ألياف اللحاء فقد تفاوت بين ٤١ ,١ مم لعمر ٦ سنوات عند ارتفاع الصدر و ٧٥ ,١ مم لعمر ٣ سنوات عند منتصف ارتفاع الشجرة . وبلغ متوسط طول الياف اللحاء لهذا الصنف ٥٨ ,١ مم وهي أطول من ألياف الخشب بمقدار ٣ ,١٥٪ ولم يظهر تحليل التباين فروقاً معنوية بين أطوال الياف

وتراوحت قيمة معامل قساوة الألياف من ٠,٠٤ لعمر ٥ سنوات لكل من ارتفاع مستوى الصدر وأعلى ارتفاع إلى ٠,١٦ لكل من عمري ٣ سنوات و ٥,٦ سنة عند منتصف ارتفاع الشجرة وكان المتوسط لهذا الصنف ٠,١٠ وأظهر تحليل التباين فروقاً معنوية بين قيم المعامل لأعمار الأشجار المختلفة (P=0.0019) لكن الفروق لم تكن معنوية بين مستويات الارتفاع المختلفة ولم تظهر أي توجهات محددة لهذه الاختلافات من المقارنات المتعددة ولكن كان هناك توافق بين هذه النتائج وما توصل إليه Bamber (1985) . وكان Bamber قد اشار إلى أن علاقة سمك الجدار الخلوي إلى قطر الفراغ الخلوي أو إلى قطر الخلية ككل تحدد إلى حد كبير كثافة الخشب . وهذه النسب تتمثل في نسبة رانكل ومعامل قساوة الألياف الذين تم حسابهما في هذه الدراسة . وقد ظهر هذا التوافق من نتائج تحليل أقل فرق معنوي (L.S.D) أيضاً اذ ظهر ترتيب أعمار الأشجار حسب معدلات هذه النسب متطابقاً تقريباً اي ان نفس الاشجار التي كانت لها قيم عالية من نسب رانكل كان أيضاً معامل قساوة الألياف فيها عالياً كما كان لها نسب عالية من الجدر الخلوية لأنها كلها متصلة اتصالاً قوياً بكثافة الخشب . ونسبة لهذه العلاقة القوية يمكن تقدير الكثافة من نسبة الجدر الخلوية لان كثافة الجدر الخلوية أو المادة الخشبية الصلبة معروفة وثابتة تقريباً لجميع أنواع الأخشاب وتعادل ١,٥٣ جم/ سم^{3} . ويمكن الحصول على الكثافة بضرف نسبة الجدر الخلوية بكثافة الجدر الخلوية (١,٥٣) .

طول الألياف :

ويبين الجدول ٨ متوسط طول الياف الخشب وطول الياف اللحاء للأعمار ومستويات الارتفاع المختلفة . ويتضح من الجدول ان متوسط طول الياف الخشب تراوح بين ١,١مم لعمر ٥,٦ سنة عند أعلى ارتفاع و ١,٦ مم لعمر ٣ سنوات عند منتصف ارتفاع الشجرة . وكان متوسط طول الياف الخشب

للأليـاف في هذا الصنف ٦ ,١ مـيكـرون . وظهـر من تحليل التبـاين الفـروق المعنوية جداً (P=0.0005) بين سمك الجدر الخلوية للأعمار المختلفة بينما كانت الفروق معنوية لحد ما بين مستويات الارتفاع المختلفة (P=0.02) . ولم تظهـر المقارنات المتعددة أي اتجاه محدد لاختلاف سمك الجدر مع اعمار الأشجار .

وحسبت بعض النسب المتداولة في هذا المجال بين بعض ابعاد الخلايا مثل نسبة رانكل ومعامل قساوة الألياف كما هو مبين في طرق البحث وضمنت في الجدول ٧ . وتراوحت نسبة رانكل بين ٠٨ ,٠ لعمر ٥ سنوات عند أعلى ارتفاع و ٤٧ ,٠ لعمر ٥ ,٦ عند منتصف ارتفاع الشجرة وكان متوسط النسبة لهذا الصنف ٢٦ ,٠ ووضحت من تحليل التباين فروق معنوية بين النسب المحسوبة للأعـمار المختلفـة (P=0.0018) بينما لم تكن الفروق بين مستويات الارتفاع معنوية . ولم تكشف المقارنات المتعددة عن أي توجهات محددة لاختلاف هذه النسب مع الأعمار أو مستويات الأرتفاع .

جدول (٧) . متوسط نسب أبعاد الخلايا للأعمار ومستويات الإرتفاع المختلفة .

أعمار الأشجار (سنة)	نسبة رانكل			معامل قساوة الألياف		
	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع
٢	٠,٢٢	٠,٣	٠,٢٥	٠,٠٨	٠,١٢	٠,١٠
٣	٠,٣٤	٠,٤٦	٠,١٦	٠,١٣	٠,١٦	٠,٠٧
٤	٠,٣٣	٠,٢٧	٠,٢٣	٠,١٢	٠,١١	٠,٠٨
٥	٠,٠٩	٠,٢١	٠,٠٨	٠,٠٤	٠,٠٩	٠,٠٤
٦	٠,٢٨	٠,٢٠	٠,٣٤	٠,١١	٠,٠٨	٠,١٢
٦, ٥	٠,٣٨	٠,٤٧	٠,٢٧	٠,١٤	٠,١٦	٠,١٠
٧	٠,١٨	٠,١٧	٠,١٤	٠,٠٨	٠,٠٧	٠,٠٦

جدول (٦) . متوسط أقطار الفراغات الخلوية وسمك الجدر الخلوية للألياف وللأعمار ومستويات الإرتفاع المختلفة (ميكرون) .

أعمار الأشجار (سنة)	متوسط أقطار الفراغات الخلوية للألياف			متوسط سمك الجدر الخلوية للألياف		
	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع
٢	٧,٥	٦,٣	٦,٤	١,٥	١,٩	١,٦
٣	٦,٧	٦,٠	٦,٩	٢,٣	٢,٨	١,١
٤	٦,٠	٦,٤	٦,٥	١,٨	١,٨	١,٣
٥	٨,٦	٦,٥	٧,٩	٠,٨	١,٤	٠,٦
٦	٧,١	٧,٠	٦,٠	٢,٠	١,٤	١,٩
٦, ٥	٦,٧	٦,٥	٦,٦	٢,٥	٣,٠	١,٨
٧	٦,٧	٧,٦	٦,٨	١,١	١,٣	٠,٨

يوضح الجدول ٦ متوسط أقطار الفراغات الخلوية وسمك الجدر الخلوية للألياف للأعمار ومستويات الارتفاع المختلفة . ويظهر من هذا الجدول ان منوسط أقطار الفراغات الخلوية للألياف تراوحت بين ٦ ميكرون لعمر ٣ سنوات عند منتصف ارتفاع الشجرة و ٦ ,٨ ميكرون لعمر ٥ سنوات عند ارتفاع الصدر . وكان المتوسط لهذا الصنف ٨ ,٦ ميكرون . واظهر تحليل التباين ان الفروق كانت معنوية لحد ما بين الأعمار المختلفة (P=0.03) ولم تكن معنوية بين مستويات الارتفاع الثلاث . ولم توضح المقارنات المتعددة اي توجهات محددة لهذه الفروق .

أما متوسط ضعف سمك الجدر الخلوية للألياف فقد تراوح بين ٦ ,٠ ميكرون لعمر ٥ سنوات عند أعلى أرتفاع للشجرة و ٣ ميكرون لعمر ٥ ,٦ سنة عند منتصف ارتفاع الشجرة . وكان متوسط ضعف سمك الجدار الخلوي

المقارنات المتعددة أن معظم الأعمار الكبيرة كانت اقطار أوعيتها أكبر من البقية ماعدا عمر ٦ سنوات وقد يكون ذلك تفسيراً لزيادة نسبة الأوعية مع التقدم في العمر . كما أوضحت المقارنات المتعددة انخفاضاً في اقطار الأوعية من أسفل الشجرة إلى القمة وبالرغم من عدم معنوية الفروق .

اما اقطار الألياف فقد تراوحت بين ٣ ,٧ ميكرون لعمر ٧ سنوات عند أعلى ارتفاع و ٤ ,٩ ميكرون لعمر ٥ ,٦ سنة عند منتصف ارتفاع الشجرة والمتوسط العام لقطر الألياف لهذا الصنف من الكافور كان ٤ ,٨ ميكرون . وأظهر تحليل التباين بان الفروق بين متوسط اقطار الألياف للأعمار المختلفة كانت معنوية بعض الشيء (P=0.024) بينما كانت الفروق اكثر معنوية بين اقطار الألياف لمستويات الأرتفاع الثلاث (P=0.005) . ولم يظهر من تحليل أقل فرق معنوي (L.S.D) للمقارنات المتعددة أي توجه واضح لاختلاف اقطار الألياف مع العمر . بينما أوضحت المقارنات المتعددة انخفاضاً مضطرداً في اقطار الألياف من أسفل الشجرة إلى أعلاها مثلها مثل اقطار الأوعية .

ويبين الجدول ٥ أيضاً ان اقطار الخلايا البرانشيمية تراوحت بين ٥ ,١١ ميكروناً في عمر ٦ سنوات عند أعلى ارتفاع و ٧ ,١٧ ميكروناً لعمر ٣ سنوات عند منتصف ارتفاع الشجرة وكان متوسط قطر الخلايا البرانشيمية لهذا النوع ٩ ,١٤ ميكروناً وأظهر تحليل التباين فروقاً معنوية بين هذه الأقطار لأعمار الأشجار المختلفة (P=0.0005) ولكن الفروق لم تكن معنوية بين مستويات الارتفاع المختلفة . وأظهرت المقارنات المتعددة ان معظم الأشجار كبيرة السن كانت اقطار الخلايا البرانشيمية فيها أصغر من بقية الأعمار على عكس الأوعية . كما ظهر من هذه المقارنات المتعدد انخفاض مضطرد في الأقطار من أسفل الشجرة مثل الأوعية والألياف إلى أعلاها رغم عدم معنوية الفروق .

ذلك إلى أن الأشعة الخشبية في الأخشاب الصلدة تتكون من خلايا برانشيمية فقط وكما هو معروف فان نسبة الجدر الخلوية في الخلايا البرانشيمية أقل من نسبة الفراغات الخلوية بينما العكس صحيح بالنسبة للألياف .

جدول (٥) . متوسط أقطار أنواع الخلايا المختلفة للأعمار ومستويات الإرتفاع المختلفة (ميكرون) .

أعمار الأشجار (سنة)	متوسط أقطار الأوعية			متوسط أقطار الألياف			متوسط أقطار الخلايا البرانشيمية		
	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع
٢	٢١٣,٨	١٣٥,٦	٢٠٧,١	٩,٠	٨,٢	٨,٠	١٧,٥	١٥,٣	١٥,٧
٣	٩٢,١	٢٣٢,٨	١٠١,٠	٩,٠	٨,٨	٨,١	١٦,٢	١٧,٧	١٣,٦
٤	١٤٥,١	١٢١,١	١٩٦,٥	٧,٨	٨,٢	٧,٨	١٦,٣	١٤,٦	١٦,٠
٥	٢٥٨,٨	١٧٥,٦	١٨٢,٠	٩,٢	٧,٨	٨,١	١٦,٤	١٧,٢	١٥,٩
٦	١٨٤,٧	١٥٠,٠	١٢٩,٦	٩,١	٨,٤	٧,٩	١٣,١	١١,٦	١١,٥
٦, ٥	٣٦٣,١	٣٥٠,٢	١٤٤,٣	٩,٢	٩,٤	٨,٤	١٣,٨	١٣,٠	١٥,٠
٧	٢١٢,٢	١٩٨,٣	١٥٣,٩	٧,٣	٨,٩	٧,٢	١٤,٨	١٤,٣	١٤,٧

ابعاد الخلايا ومكوناتها في المقطع العرضي :

يبين الجدول ٥ متوسط أقطار أنواع الخلايا المختلفة للأعمار ومستويات الارتفاع المتباينة . ويتضح من هذا الجدول أن اقطار الأوعية تفاوتت بين ١ ,٩٢ ميكروناً لعمر ٣ سنوات عند ارتفاع مستوى الصدر و ١ ,٣٦٣ ميكروناً لعمر ستة سنوات ونصف عند ارتفاع مستوى الصدر . وبلغ متوسط قطر الوعاء لهذا الصنف من الكافور ١٨٨ ميكروناً . وظهر من تحليل التباين وجود فروق معنوية بين اقطار الأوعية في الأعمار المختلفة من الأشجار (P=0.008) بينما لم تكن الفروق معنوية بين اقطار الأوعية لمستويات الارتفاع الثلاث . ووضح من

سنوات عند الارتفاع المتوسط للشجرة و ٢ ,٤٥٪ لعمر ٧ سنوات عند ارتفاع الصدر وبلغ متوسط نسبة الفراغات الخلوية للنوع ٣٨٪ . اما نسبة الجدر الخلوية فقد تفاوتت بين ٤ ,٣٥٪ لعمر ٧ سنوات عند ارتفاع الصدر و ٢ ,٥٤٪ . وقد أوضح تحليل التباين فروقاً معنوية جداً بين نسب الفراغات الخلوية والجدر الخلوية لأعمار الاشجار المختلفة بينما لم تكن الفروق معنوية بين مستويات الارتفاع ولم يظهر من المقارنات المتعددة أي توجه واضح للنسب مع الاعمار ولكن اتضحت العلاقة العكسية بين نسب الجدر الخلوية والفراغات الخلوية حيث انعكس ترتيب الأعمار مع النسبتين . الاعمار التي كانت نسب الجدر الخلوية فيها عالية نالت النسب الأقل من الفراغات الخلوية وبالعكس . وقد اظهر تحليل الارتباط علاقة موجبه بين نسب الفراغات الخلوية ونسبة الأوعية أيضاً (r=0.280) ويعود ذلك إلى أن نسبة الفراغات الخلوية في الأوعية أعلى بكثير من نسبة جدرها الخلوية . كما ظهرت علاقة موجبة أيضاً بين نسب الجدر الخلوية ونسبة الألياف (r=0.384) .

أما نسب مساحة الأشعة الخشبية فقد تفاوتت بين ٦ ,١١٪ لعمر ٥ سنوات عند منتصف ارتفاع الشجرة و ٤ ,٢٠٪ لعمر ٧ سنوات عند أعلى ارتفاع للشجرة . وبلغ متوسط نسب الأشعة الخشبية في هذا الصنف من الكافور ١٦٪ . وبالرجوع إلى نتائج تحليل التباين يتضح وجود فروق معنوية بين نسب الأشعة الخشبية في اعمار الاشجار المختلفة غير ان الفروق لم تكن معنوية بين مستويات الارتفاع . وفي كلا الحالتين لم يكن هناك أي توجه واضح لهذه الفروق مع الأعمار أو مستويات الارتفاع . وقد اظهر تحليل الارتباط علاقة عكسية بين نسب مساحة الأشعة الخشبية ونسبة مساحة الألياف (r = - 0.479) وكذلك علاقة عكسية مع نسبة مساحة الجدر الخلوية (r = - 0.398) . ويرجع

جدول (٣) . نسب مساحة الخلايا البرانشيمية ومكوناتها لأعمار الأشجار ومستويات الارتفاع المختلفة(٪) .

أعمار الأشجار (سنة)	نسبة فراغات الخلايا البرانشيمية			نسبة جدر الخلايا البرانشيمية			نسبة الخلايا البرانشيمية كاملة		
	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع
٢	٤,٦	٤,٠	٤,٠	٣,٠	٢,٨	٤,٦	٧,٦	٦,٨	٨,٦
٣	٠,٦	٢,٦	١,٨	١,٨	٦,٦	١,٨	٢,٤	٩,٢	٣,٦
٤	٢,٦	٢,٦	٣,٦	٣,٠	٤,٨	٣,٦	٥,٦	٧,٤	٧,٢
٥	٤,٦	٣,٤	٣,٠	٤,٢	٣,٠	٣,٠	٨,٨	٦,٤	٦,٠
٦	٤,٤	٢,٢	٢,٢	٢,٢	٣,٨	١١,٠	٦,٦	٦,٠	١٣,٢
٦, ٥	٦,٤	٥,٢	٢,٤	٥,٦	٧,٢	٤,٢	١٢,٠	١٢,٤	٦,٦
٧	٤,٤	٣,٦	٣,٠	١,٤	٤,٠	٢,٠	٥,٨	٧,٦	٥,٠

جدول (٤) . نسب مساحة الفراغات الخلوية والجدر الخلوية والأشعة الخشبية(٪) .

أعمار الأشجار (سنة)	نسب مساحة الفراغات الخلوية			نسب مساحة الجدر الخلوية			نسب مساحة الأشعة الخشبية		
	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع
٢	٤٠,٦	٤٠,٤	٣٩,٨	٤١,٨	٤٣,٢	٤١,٦	١٧,٦	١٦,٤	١٨,٨
٣	٣١,٦	٢٩,٠	٣٣,٢	٥١,٨	٥٤,٢	٥١,٠	١٦,٦	١٦,٨	١٥,٨
٤	٣٣,٦	٣٦,٦	٤٠,٦	٥٠,٦	٤٧,٦	٤٢,٤	١٥,٦	١٥,٨	١٧,٠
٥	٤٤,٠	٣٧,٨	٤٦,٤	٤٤,٠	٥٠,٦	٤٠,٢	١١,٨	١١,٦	١٣,٤
٦	٣٨,٨	٣٨,٨	٣٠,٨	٤٧,٢	٤٧,٤	٥٤,٠	١٤,٠	١٣,٨	١٥,٢
٦, ٥	٣٦,٠	٣٥,٠	٣٥,٤	٤٦,٠	٥٠,٢	٤٩,٤	١٨,٠	١٤,٨	١٥,٤
٧	٤٥,٢	٤٤,٠	٤٠,٨	٣٥,٤	٣٧,٤	٣٨,٨	١٩,٤	١٨,٦	٢٠,٤

ويوضح الجدول رقم ٤ نسب مساحة الفراغات الخلوية والجدر الخلوية والأشعة الخشبية . وتفاوتت نسبة مساحة الفراغات الخلوية بين ٢٩٪ لعمر ٣

ونسبة الألياف . وقد اتضحت هذه العلاقة العكسية أيضاً من تحليل الارتباط (r=-0.629) . وبالرغم من ان الفروق كانت غير معنوية بين مستويات الارتفاع المختلفة إلا ان التوجه كان أيضاً معاكسا لتوجه نسبة الأوعية حيث انخفضت نسبة الألياف من اسفل الشجرة إلى منتصف ارتفاعها ثم زادت النسب من منتصف الارتفاع إلى القمة .

يبين الجدول ٣ نسب مساحة الخلايا البرانشيمية ومكوناتها للأعمار ومستويات الارتفاع المختلفة . وقد ظهر من الجدول والتحليلات ان نسبة الفراغات أقل بقليل من نسبة جدر الخلايا ٤ ,٣٪ و ٤٪ على التوالي وهذا غير متوقع لأن وظيفة هذا النوع من الخلايا هي التخزين ويتوقع ان تكون الفراغات الخلوية أوسع من ذلك ويبدو ان القصيبات الليفية حسبت ضمن الخلايا البرانشيمية لأنها تقاربها في الموقع والشكل . واختلفت نسبة الخلايا البرانشيمية الكاملة بين ٤ ,٢٪ لعمر ٣ سنوات عند ارتفاع مستوى الصدر و ٢ ,١٣٪ لعمر ٦ سنوات عند أعلى أرتفاع . وبلغ متوسط نسبة الخلايا البرانشيمية لهذا الصنف من الكافور ٤ ,٧٪ . وأوضح تحليل التباين وجود فروق معنوية جداً بين نسب الخلايا البرانشيمية للأعمار المختلفة (P=0.0001) وفروق غير معنوية بين مستويات الارتفاع . كما اظهر تحليل أقل فرق معنوي (L.S.D) بان التوجه متوافق بعض الشيء مع نسبة الأوعية ومعاكس بنفس القدر لنسبة الألياف . وقد ظهر هذا التناسب العكسي مع الألياف من تحليل الارتباط (r=-0.457) .

أما مع مستويات الارتفاع فقد كان هناك توافقا واضحا مع توجه الأوعية بالرغم من ان الفروق لم تكن معنوية وارتفعت نسبة الخلايا البرانشيمية من أسفل الشجرة إلى منتصف الارتفاع ثم انخفضت من منتصف الارتفاع إلى القمة .

أما بالنسبة للألياف فقد كانت الصورة مختلفة بعض الشيء كما يوضح الجدول ٢ . وهنا وعلى النقيض من الأوعية فقد كانت نسبة جدر الألياف أعلى من نسبة الفراغات حيث بلغت ٣٧,٧٪ و ١٩,٧٪ على التوالي . وهذا أيضاً متوقع لأن وظيفة الألياف هي دعم وتقوية الشجرة في وضعها القائم . وتفاوتت نسبة الألياف كاملة من ٤٨٪ في حالة عمر ٧ سنوات عند الارتفاع المتوسط للشجرة إلى ٢,٧٠٪ من عمر ٥ سنوات عند متوسط ارتفاع الشجرة أيضاً وبلغ متوسط نسبة الألياف ٤,٥٧٪ . وظهر من تحليل التباين بأن هنالك فروقاً معنوية جداً بين نسب الألياف في الأعمار المختلفة (P=0.0001) إلا أن الفروق لم تكن معنوية بين مستويات الأرتفاع . وأوضح تحليل أقل فرق معنوي (L.S.D) نتائجا معاكسة لتلك التي تم الحصول عليها في حالة الأوعية حيث أن أخشاب الأعمار الكبيرة من الاشجار احتوت على نسب أقل من الألياف عن الأعمار الصغيرة . وهذا يشير إلى علاقة عكسية أو تكاملية بين نسبة الأوعية

جدول (٢) . نسب مساحة الألياف ومكوناتها لأعمار الأشجار ومستويات الارتفاع المختلفة (٪) .

أعمار الأشجار (سنة)	نسبة فراغات الألياف			نسبة جدر الألياف			نسبة الألياف كاملة		
	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع
٢	٢٣,٦	٢٤,٠	٢٢,٦	٣٥,٦	٣٧,٦	٣٣,٨	٥٩,٢	٦١,٦	٥٦,٤
٣	١٨,٨	١٣,٦	١٧,٤	٤٥,٦	٤٠,٨	٤٤,٠	٦٤,٤	٥٤,٤	٦١,٤
٤	٢٠,٤	١٧,٤	٢١,٠	٤٤,٤	٣٨,٨	٣٤,٨	٦٤,٨	٥٦,٢	٥٥,٨
٥	٢٦,٨	٢٥,٤	٢٩,٢	٣٥,٦	٤٤,٨	٣٤,٠	٦٢,٤	٧٠,٢	٦٣,٢
٦	١٧,٨	١٥,٦	١٢,٤	٤٠,٦	٣٧,٢	٣٦,٦	٥٨,٤	٥٢,٨	٤٩,٠
٦,٥	١٧,٢	١٥,٤	١٧,٨	٣٥,٤	٣٧,٦	٤٠,٠	٥٢,٦	٥٣,٠	٥٧,٨
٧	٢١,٠	١٧,٢	٢٠,٢	٣٠,٢	٣٠,٨	٣٣,٢	٥١,٢	٤٨,٠	٥٣,٤

٩ ,١٤٪ ونسبة الجدر ٣ ,٤٪ وقد تفاوتت نسبة الأوعية كاملة في بنية هذا النوع من الخشب بين ٨ ,١٣٪ لعمر ٤ سنوات عند ارتفاع الصدر و ٤ ,٢٧٪ لعمر ٦ سنوات عند الارتفاع المتوسط . وأوضح تحليل التباين فروقاً معنوية جداً بين نسب الأوعية في اعمار الاشجار المختلفة (P=0.0001) بينما كانت الفروق متوسطة المعنوية بين مستويات الارتفاع المختلفة (P=0.0044) وبلغ متوسط نسبة الأوعية لهذا النوع من الكافور ٢ ,١٩٪ . واشارت المقارنات المتعددة إلى توجه عام بأن الأعمار الكبيرة تحتوي على نسبة من الأوعية أكبر من الأعمار الصغيرة . كذلك أوضحت المقارنات المتعددة ان نسبة الأوعية زادت من أسفل الشجرة إلى منتصف ارتفاعها ثم انخفضت النسبة من منتصف الارتفاع إلى القمة . ولكن يحتاج ذلك إلى تأكيد بدراسة عدد أكبر من مستويات الارتفاع .

جدول (١) . نسب مساحة الأوعية ومكوناتها لأعمار الأشجار ومستويات الارتفاع المختلفة (٪) .

أعمار الأشجار (سنة)	نسبة فراغات الأوعية			نسبة جدر الأوعية			نسبة الأوعية كاملة		
	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع	إرتفاع الصدر	متوسط الارتفاع	أعلى إرتفاع
٢	١٢, ٤	١٢, ٤	١٣, ٢	٣, ٢	٢, ٨	٣, ٢	١٥, ٦	١٥, ٢	١٦, ٤
٣	١٢, ٢	١٢, ٨	١٤, ٠	٤, ٤	٦, ٨	٥, ٢	١٦, ٦	١٩, ٦	١٩, ٢
٤	١٠, ٦	١٦, ٦	١٦, ٠	٣, ٢	٤, ٠	٤, ٠	١٣, ٨	٢٠, ٦	٢٠, ٠
٥	١٢, ٦	٩, ٠	١٤, ٢	٤, ٢	٢, ٨	٣, ٢	١٦, ٨	١١, ٨	١٧, ٤
٦	١٦, ٦	٢١, ٠	١٦, ٢	٤, ٤	٦, ٤	٦, ٤	٢١, ٠	٢٧, ٤	٢٢, ٦
٦, ٥	١٢, ٤	١٤, ٤	١٥, ٢	٥, ٠	٥, ٤	٥, ٢	١٧, ٤	١٩, ٨	٢٠, ٤
٧	١٩, ٨	٢٣, ٢	١٧, ٦	٣, ٨	٢, ٦	٣, ٦	٢٣, ٦	٢٥, ٨	٢١, ٢

$\bar{P}_L$ متوسط عدد نقاط تقاطع خطوط الاختبار مع حدود الألياف لوحدة الطول و $\bar{N}_A$ متوسط عدد الالياف لوحدة المساحة . وقد تم حساب طول خط الاختبار ومساحة الاختبار بنفس الطريقة التي سبق ذكرها .

ومن هذ البيانات تم حساب متوسط طول الألياف ($\bar{L}$) كما موضح في الجزء السابق باستعمال المعادلة التالية :

$$\bar{L} = \frac{\pi \bar{P}_L}{2\bar{N}_A}$$

هذا ولقد تم تصميم الدراسة على هيئة تجربة بحثية عاملية من عاملين : الأول أعمار الأشجار بسبعة مستويات والثاني مستوى الارتفاع بثلاث مستويات واجري تحليل التباين وتحليل اقل فرق معنوي (L.S.D.) على هذا الأساس وذلك للبحث عما إذا كانت هناك فروق معنوية في هذه القياسات بين أعمار الأشجار وبين مستويات الارتفاع المختلفة وتحديد توجهات هذه الفروق ان وجدت .

النتائج والمناقشات

نسب الخلايا والأنسجة :

تبين الجداول من ١ إلى ٤ نسب مساحة أنواع الخلايا والمكونات التشريحية المختلفة في البنية المجهرية لهذا النوع من الخشب للأعمار ومستويات الارتفاع المختلفة . فالجدول ١ يبين نسب مساحة الأوعية في التركيب التشريحي لهذا الصنف من الكافور . ويفصل الجدول كل من نسب فراغات الأوعية وجدر الأوعية كل على حدة ثم يجمعها للحصول على نسب الأوعية كاملة للأعمار ومستويات الارتفاع المختلفة . وكما هو متوقع يوضح الجدول أن نسبة فراغات الأوعية اكبر بكثير من نسبة جدرها وهذا يتمشى مع وظيفة الأوعية كقنوات مختصة بتوصيل النسغ الناقص إلى الأوراق . وقد بلغ متوسط نسبة الفراغات

إيجاد نسبة الأوعية والألياف والبرانشيما والأشعة الخشبية والجدر والفراغات الخلوية ، كذلك تم حساب اقطار أنواع الخلايا المختلفة : -الالياف- الأوعية والبرانشيما ، كما تم حساب متوسط قطر الفراغ الخلوي وسمك الجدار الخلوي للألياف بالاضافة إلى بعض النسب التي تربط هذه القياسات وذلك بادخال البيانات التي تم حسابها وهي $\bar{P}p$ و $\bar{P}_L$ و $\bar{N}_A$ في المعادلات الاستريولوجية التي ورد ذكرها في الجزء السابق .

طول الألياف :

لتحديد طول الألياف تم اختيار شظايا خشبية بطريقة عشوائية من كل قرص من الأقراص التي تمثل مستويات الارتفاع الثلاثة . ومن هذه الشظايا أعدت الأليـاف أولاً بتفكيك شظايا الخشب بنقعها في خليط مكون من بيروكسيد الهايدروجين بتركيز ٣٠٪ وحامض الخليك الثلجي بنسبة ١ :١ ووضع الخليط بما فيه الشظايا في حمام مائي ساخن ليغلي (لمدة ساعة إلى ساعتين) للتخلص من مادة اللجنين التي تربط الألياف ببعضها وبالتالي تحررت الألياف عن بعضها . بعد ذلك صبغت الألياف بمادة الصفرانين وأعدت الشرائح بنشر كمية من الألياف على كل شريحة . وتم اختيار اربع شرائح بطريقة عشوائية من كل مستوى من مستويات الارتفاع . ثم وضعت الشرائح واحدة تلو الأخرى على المجهر وعكست من خلال المجهر على شبكة مربعة طول ضلعها ٢٧ سم واجريت عملية العد على خمس حقول من كل شريحة تم اختيارها بطريقة عشوائية كما تم اختيار زاوية سقوط الحقل المختار على الشبكة ايضاً بطريقة عشوائية بحيث تتقاطع خطوط الاختبار مع الألياف من اتجاهات مختلفة عشوائية .

واجريت عملية العد ومن نتائج العد تم حساب القياسات الأولية التالية :

خط الاختبار (L) =

$$L = ٥ \times \frac{٢٨٠}{٥٠٠} = ٢,٨ \text{ مم}$$

اما مساحة الاختبار (A) = $(\frac{٢٨٠}{٥٠٠})^{٢}$ = ٠,٣١٣٦ مم^{٢}

وبوقوع صورة الشريحة على الشبكة تجرى عملية عد المكونات التشريحية للأخشاب للحصول على البيانات الأولية التي ستحسب منها الخصائص التشريحية المطلوبة باستعمال القوانين والمعادلات الاستريولوجية التي سبق ذكرها . وقد أجريت عملية العد على خمسة حقول من كل شريحة أي بمعدل عشرين حقلا لكل مستوى من مستويات الارتفاع الثلاث . وبذلك يكون حجم العينة عشرين حقلاً .

وشملت القياسات الأولية التي تم الحصول عليها من عملية العد ما يلي :

عدد مواقع النقاط - عدد نقاط التقاطع مع حدود المكونات - وعدد المكونات الواقعة داخل الشبكة . بعد ذلك اجريت بعض الحسابات المبسطة على هذه البيانات : اذ تم حساب نسبة النقاط ($\bar{P}p$) أو نسبة المكونات من عدد مواقع النقاط وذلك بقسمة عدد مواقع النقاط على العدد الكلي لنقاط الاختبار وهي ٢٥ نقطة في هذه الحالة .

كذلك يحسب عدد نقاط التقاطع مع حدود المكونات لوحدة الطول ($\bar{P}_L$) وذلك بقسمة عدد نقاط التقاطع على طول خط الاختبار كما يحسب عدد المكونات لوحدة المساحة (N_A) بقسمة عدد المكونات على مساحة الاختبار .

والمرحلة الثالثة والأخيرة هي استعمال هذه القياسات الثلاث ($\bar{P}_p$) و ($\bar{P}_L$) و($\bar{N}_A$) لتقدير مكونات البنية المجهرية للأخشاب باستعمال المعادلات الموضحة في الجزء السابق . ويمثل متوسط نسبة النقاط ($\bar{P}p$) لكل نوع من الخلايا أو الأنسجة نسبة مساحة النوع المعني من المساحة الكلية للبنية الخشبية . وقد تم

المزروعة زراعة مكثفة بمحطة الابحاث والتجارب بديراب ، منطقة الرياض . وتم اختيار شجرة بطريقة عشوائية لتمثل كل عمر من الأعمار السبعة التي تضمنتها الدراسة والتي شملت الأعمار ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٥, ٦ ، ٧ سنوات . قطعت الاشجار وتم الحصول على عينات الاختبار أولاً في شكل اقراص من ثلاث مستويات ارتفاع هي : مستوى الصدر (١,٣ متر من سطح الأرض) ، وعند الارتفاع التجاري للشجرة أي أعلى ارتفاع يمكن ان يستفاد منه ، وعند منتصف ارتفاع الشجرة أي منتصف المسافة بين المستويين السابقين . قطعت مكعبات صغيرة من كل قرص من الأقراص التي تمثل الارتفاعات المختلفة وذلك بطريقة عشوائية ثم اعدت شرائح للمقطع العرضي للأخشاب من المكعبات وتم تفكيك النسيج الخشبي في المكعبات بعد طحنه كيميائيا بغرض تحرير الألياف عن بعضها .

بيانات المقطع العرضي :

اعدت الشرائح المجهرية التي تمثل مقاطع عرضية للأخشاب من المكعبات المذكورة أعلاه وتم اختيار أربع شرائح بطريقة عشوائية من كل مستوى من مستويات الارتفاع الثلاث . ثم وضعت كل شريحة على المجهر وعكست الصورة من المجهر إلى شبكة مربعة من الخطوط طول ضلعها ٢٨ سم وتتألف من ٥ خطوط أفقية تتقاطع مع ٥ خطوط عمودية مكونة بذلك ٢٥ نقطة تقاطع تمثل نقاط الاختبار في هذا التحليل . اما خط الاختبار فيحسب من الخطوط الأفقية للشبكة حسب درجة التكبير المستعملة كما ورد في القسم السابق وذلك بقسمة طول الخط الواحد (مم) على درجة التكبير ويضرب الحاصل بعدد الخطوط أي بخمسة . وبما أن درجة التكبير المستعملة كانت (٥٠٠) فان طول

(١) ضعف سمك الجدار الخلوي (DCWT) : $DCWT = \bar{d}F - L\bar{D}F$

حيث $\bar{d}F$ = متوسط قطر الألياف و $\bar{L}DF$ = متوسط قطر الفراغ الخلوي للألياف .

(٢) نسبة رانكل (RR) $RR = \frac{DCWT}{\bar{L}DF}$

مؤشر قساوة الألياف (CCR) : $CCR = \frac{DCWT}{2\bar{X}dF}$

حيث $\bar{d}F$ = متوسط قطر الألياف

كذلك يمكن ايجاد كل من :

متوسط طول الأوتار التي تقطع الخلايا (MCI) حيث :

$$MCI = \frac{2\bar{P}p}{P_L}$$

ومتوسط المسافة بين الخلايا المختلفة (MFP) حيث

$$(MFP) = \frac{2(1-\bar{P}p)}{\bar{P}_L}$$

اما حساب معامل توزيع قياسات المكونات أو الخلايا فيتم بإيجاد العزمين (moments) الأولين لتوزيع الخلايا وهما M_1 و M_2

$$M_1 = \bar{d} = \frac{\bar{P}_L}{2\bar{N}A} \qquad M_2 = (d)^2 = \frac{4\bar{P}p}{\pi\bar{N}A}$$

مواد وطرق البحث

استخدمت لهذا البحث عينات خشبيه من أشجار ذات أعمار مختلفة من أشجار الكافور صنف ابتوزا *Eucalyptus camaldulensis* Dehn var. *obtusa*

بالمعادلة التالية :

$$\bar{L}A = (\frac{\pi}{2})^{PL}$$

وفي النظم ذات المكونات المتناثرة أي النظم التي تتكون من أكثر من نوع واحد من الخلايا مثل بنية الاخشاب الصلدة يمكن حساب متوسط محيط الخلية الدائرية الواحدة ($\bar{L}$) إذا كان عدد المكونات لوحدة المساحة (NA) معروفاً وذلك من المعادلة الآتية :

$$L = \frac{L_A}{\bar{N}_A} = \frac{(\frac{\pi}{2})\bar{P}_L}{\bar{N}_A} = \frac{\pi\bar{P}_L}{2\bar{N}_A} = \pi\bar{d}$$

حيث d = متوسط قطر الخلية الدائرية

$\bar{L}$ = متوسط محيط الخلية

ومن ذلك نخلص بالمعادلة التالية لحساب متوسط قطر الخلية ($\bar{d}$)

$$\bar{d} = \frac{\bar{P}_L}{2\bar{N}_A}$$

كذلك يمكن حساب متوسط قطر الفراغ الخلوي LD من المعادلة التالية :

$$\bar{L}D = \sqrt{\frac{4Pp(lumen)}{\pi\bar{N}_A}}$$

حيث $\bar{P}p(lumen)$ = متوسط نسبة مساحة الفراغات الخلوية لنوع الخلية المعني في البنية التشريحية .

$\bar{N}_A$ = متوسط عدد الخلايا في وحدة المساحة

ومن هذين القطرين يمكن حساب ابعاد ونسب اخرى مفيدة لوصف التركيبة التشريحية للأخشاب منها سمك الجدار الخلوي ونسبة رانكل ومؤشر قساوة الألياف كما في المعادلات الآتية :

وهو أحد القياسات الهامة المطلوبة في التحليلات الاستريولوجية ويمثل عدد نقاط التقاطع بين خطوط الاختبار وحدود المكون المعني لوحدة طول خط الاختبار (P_L) . وخط الاختبار يساوي مجموع أطوال الأربعة خطوط الأفقية في الشبكة . ولكن بما ان الشرائح معكوسة على الشبكة من مجهر ومكبره مرات عديدة ، لابد من تصغير خطوط الاختبار حسب درجة التكبير للتوافق مع الحجم الحقيقي لمكونات البنية الخشبية . وعليه فان طول خط الاختبار يساوي الطول الحقيقي للخط الواحد مقسوم على درجة التكبير ويضرب الحاصل بعدد الخطوط للحصول على الطول الكلي أي خط الاختبار .

٣- عدد المكونات لوحدة المساحة (N_A) : وهنا يحصر عدد وحدات المكون المعني داخل الشبكة ويقسم على مساحة الاختبار . وتحسب مساحة الاختبار بنفس الطريقة أعلاه حيث يصغر طول ضلع الشبكة حسب درجة التكبير ويضرب حاصل التصغير X نفسه . وقياس N_A يقود إلى حساب متوسط مساحة الخلية ($\bar{A}$) باستعمال المعادلات الاستريولوجية الآتية : (Ifju 1983)

$$\bar{A} = \frac{\bar{A}_A}{N_A} = \frac{\bar{P}p}{N_A} \quad \therefore \bar{A} = \frac{\bar{P}p}{N_A}$$

بعد ذلك تستخدم البيانات الأولية التي سبق ذكرها (Pp) و (P_L) و (N_A) في تقدير قياسات مكونات البنية المجهرية للأخشاب باستعمال بعض المعادلات الاستريولوجية .

فعلى سبيل المثال نجد أن هناك علاقة تربط متوسط عدد نقاط التقاطع مع حدود المكونات (الخلايا) لوحدة الطول ($\bar{P}_L$) مع متوسط طول محيط الخلايا المعنية لوحدة المساحة ($\bar{L}_A$) وقد عبر Underwood (1970) عن هذه العلاقة

فرضية أن المادة المراد دراستها تمثل نظاماً ممتداً له سطح ذو طبيعة متكررة (DoHoff and Rhine 1968) على أن يتم اختيار الحقول أو العينات الاحصائية بطريقة عشوائية من الشرائح أو صورها المعكوسة على شبكة من الخطوط الأفقية والعمودية . ثم تجرى عليها عملية عد بسيطة على مكونات البنية التشريحية للأخشاب بدلاً من اجراء قياسات مباشرة لهذه المكونات . وبتطبيق بعض القواعد الهندسية والاحصائية استخلصت معادلات وقوانين تربط بين القياسات الأولية الناتجة عن عمليات العد التي تجرى على الشرائح وبعض خصائص المجسمات التي اعدت منها هذه الشرائح . وتشمل البيانات الأولية الناتجة من العمليات الاساسية للعد والتي تجرى على الشرائح أو صورها المعكوسة ما يلي :

١- عدد مواقع النقاط للنقطة الواحدة (أو نسبة النقاط) Pp : وتعتبر عملية مواقع النقاط من أبسط العمليات الاستريولوجية . وتعني مواقع النقاط للنقطة الواحدة عدد نقاط الاختبار الواقعة على المكون المعني كنسبة من العدد الكلي لنقاط الاختبار . ونقاط الاختبار عبارة عن نقاط تقاطع شبكة من الخطوط الأفقية والخطوط العمودية أو نهايات خطوط قصيرة أو نقاط موزعة توزيعاً عشوائياً على حقل الاختبار الذي تتم فيه عملية العد . وتعتبر نسبة النقاط هذه والتي يرمز لها (Pp) تقديراً لنسبة مساحة المكون المعني (A_A) في السطح المعكوس أو الشريحة وايضاً تقديراً لنسبة حجمه في المجسم (V_v) ومن هنا تأتي العلاقة الاستريولوجية الثابتة التالية :

$$V_V = A_A = L_L = P_P$$

حيث L_L = نسبة الطول

٢- عدد نقاط تقاطع الخطوط مع حدود المكونات لوحدة الطول (P_L) :

حسب حجم البيانات المطلوبة .

ويهدف هذا البحث إلى استثمار بعض هذه الوسائل الجديدة السريعة والتي تعتمد على عمليات العد بدلاً من القياسات المباشرة كبديل للطرق التقليدية المستعملة للدراسات التشريحية للأخشاب وغيرها ، واستخدامها لجمع بيانات عن البنية التشريحية لأخشاب من اشجار الكافور *Eucalyptus camaldulensis* Dehn صنف *obtusa* ذات اعمار مختلفة توضح ما اذا كانت هناك تأثيرات معنوية لعمر الاشجار أو مستوى الارتفاع في الشجرة على الخصائص التشريحية للأخشاب كما هو مؤكد في عديد من الأجناس الشجرية Ifiu وآخرون (1978) ولقد وقع اختيارنا على هذا النوع من الكافور لتواتر زراعته في المملكة العربية السعودية ولما يتصف به من سرعة النمو وتعدد أوجه استعمال أخشابه وذلك بهدف تحديد الأعمار التي يجب أن تقطع عندها الأشجار بما يتفق والهدف من الاستعمال .

قواعد التحليلات الاستريولوجية :

أول من بدأ في تعريف الأستريولوجيا وكما ذكر Steele وآخرون (1976) هو Elias في (1971) حيث أورد التعريف التالي : «الاستريولوجيا عبارة عن وسائل وتقانات لاستكشاف خصائص المجسمات من شرائح (سطحية) ذات بعدين فقط اعدت من هذه المجسمات الصلبة أو صور من هذه الشرائح معكوسة على سطح معين» . وبما أن هذه الوسائل ترتكز علي قواعد هندسية/ احصائية فقد أمكن استعمالها في مجالات عدة مثل الطب والمعادن والاخشاب وغيرها . وتعتمد هذه الوسائل على قياس وتصنيف عدد كبير من الحقول من الشرائح المعدة من المجسمات المراد تحليلها . والقياسات الاستريولوجية قياسات ذات طابع احصائي في الغالب ولذلك تبنى على

الشجرة الواحدة . وبالرغم من ذلك ظلت دراسة تشريح الاخشاب قاصرة حتى تاريخ حديث على التحليل الوصفي للبنية التشريحية التي تساعد فقط على تشخيص وتعريف الأخشاب المختلفة . ولم يهتم علماء تشريح الأخشاب في الماضي بتطوير طرق التحليل الكمي للبنيات التشريحية للأخشاب بالرغم من اهميتها في تقدير الخصائص الأخرى للأخشاب ومجالات استخدامها وكفاءة اداء الاخشاب في الاستخدام . ولكن تغير الحال في العقود القليلة الماضية وتحول إلى الإهتمام بوسائل التحليل الكمي للخصائص التشريحية بعد انتشار الوعي وسط علماء الأخشاب بادراك الروابط الوثيقة بين الخصائص التشريحية والخصائص الأخرى . واستخدمت في باديء الأمر بعض الطرق التقليدية للقياس المباشر لأبعاد الخلايا ونسب الانسجة إلا أنها كانت بطيئة ومضنية ، وكانت تتطلب جهداً ووقتاً طويلاً مما يضطر الباحثين لأخذ عينات قليلة نسبياً وذلك على حساب درجة الضبط . واستمر الحال كذلك إلى أن أوضح Steele وآخرون (1976) ومن بعدهم Ifju وآخرون (1978) امكانية استخدام النظريات والوسائل الاستريولوجية لاجراء التحليلات الكمية اللازمة لوصف البنية التشريحية للأخشاب . وكان قد سبقهم علماء آخرون طوروا استخدام هذه الوسائل في مجالات أخرى خاصة في مجالي الطب والمعادن .

وتتميز الوسائل الاستريولوجية بالسرعة وسهولة الحصول على البيانات المطلوبة لأنها تعتمد على عمليات عد بدلاً عن القياسات المباشرة كما وأنها تعطي بيانات اكثر ضبطاً من المتحصلة من الطرق التقليدية لانه من السهولة بمكان زيادة حجم العينات التي يجرى عليها التحليل لان عمليات العد أسهل واسرع بكثير من القياسات المباشرة . وقد ظهرت اجهزة اوتوماتيكية صممت خصيصا لاجراء هذه التحليلات التي لا تستغرق أكثر من عدة دقائق أو ثوان

استخدام الوسائل الإستريولوجية لدراسة تأثير عمر الأشجار ومستوى الارتفاع على البنية التشريحية لأخشاب الكافور - *Eucalyptus camaldulensis* var. *obtusa*

تاج الدين حسين نصرون

قسم الانتاج النباتي - كلية الزراعة - جامعة الملك سعود
ص .ب (٢٤٦٠) - الرياض ١١٤٥١ - المملكة العربية السعودية

الملخص . الأخشاب من المواد الطبيعية ذات الخصائص المتشعبة . ويعزى هذا التباين في الخصائص لطبيعة التركيب التشريحي للأخشاب . وقد إستخدمت الوسائل الإستريولوجية كطرق سهلة وسريعة ومضبوطه نسبياً للوصف الكمي للبنية التشريحية للأخشاب وغيرها . وتعتمد هذه الطريقة على عمليات عد لنقاط معينة بدلاً عن عمليات القياس المباشر وقد تم في هذه الدراسة عد مواقع النقاط ونقاط تقاطع حدود الخلايا مع خطوط الاختبار وعدد الخلايا وذلك على شرائح لمقاطع عرضية مجهرية لأخشاب من اشجار الكافور *Eucalyptus camaldulensis* صنف *obtusa* ذات أعمار مختلفة . والشرائح معكوسة من مجهر على شبكة من نوع خاص . كذلك تم عد نقاط تقاطع حدود الألياف وعدد الألياف من عينات الألياف المفككة ومنثورة على شرائح . واستخدمت نتائج العد الإستريولوجي هذه لحساب بعض الخصائص التشريحية للأخشاب مثل نسب أنواع الخلايا المختلفة ونسب الجدر الخلوية والفراغات الخلوية وابعاد الخلايا في المقطع العرضي بالإضافة إلى طول الألياف . وقد اظهرت النتائج فروقاً معنوية في كثير من الخصائص بين اخشاب الأشجار ذات الأعمار المختلفة . كما أظهرت فروقاً معنوية في بعض الخصائص بين مستويات الإرتفاع في الشجرة الواحدة . إلا أن بعض هذه الفروق لم تتبع إتجاهاً معيناً ويعزى ذلك لصغر سن الاشجار واحتوائها على نسبة كبيرة من الأخشاب حديثة التكوين غير الناضجة .

المقدمـــة :

الخشب مادة طبيعية متباينة الخصائص ومتعددة الاستعمالات . ويعزى هذا الاختلاف في الخصائص لتباين التركيب التشريحي للأخشاب حتى داخل