دراسة تصنيفية مقارنة للصفات التشريحية لأنواع جنس الصنوبر *Pinus* L. النامية في شمال العراق

هايس صايل جرجيس الجواري[1] عبد الرزاق رؤوف سليمان الملاح[1] يونس محمد قاسم الالوسي[1]

[1] جامعة الموصل-كلية الزراعة والغابات

الخلاصة

أُجريت دراسة تصنيفية للصفات التشريحية لـ (6) أنواع تابعة لجنس الصنوبر .Pinus L من العائلة الصنوبرية Pinaceae نامية في شمال العراق في (11) موقعا تتوزع على محافظات نينوى ودهوك وأربيل ، خمسة منها مدخلة هي (*Pinus halepensis* Mill. ، *P.* Medw. ، *P. eldarica* Ten. ، *P. pinea* L. ، *P. canariensis* Sm. ، *P. radiata* Son.)، ونوع واحد ينمو بصورة طبيعية هو الصنوبر البروتي *P. brutia* . وقد شملت الدراسة جانبين هما :

1- الدراسة المكرسكوبية لمقاطع الخشب (فصل خلايا الخشب ميكانيكيا): أظهرت أنواع الصنوبر المدروسة تغايرات واضحة في صفات الخشب في مقاطع الأوجه الثلاثة، إذ تبين وجود تباين ملحوظ بين الأنواع في عدد خلايا الأشعة في الارتفاع / ملم^2، وفي ارتفاع الأشعة في الوجه المماسي، وفي ارتفاع خلايا الأشعة المستعرضة، وفي ارتفاع الأشعة المغزلية وقطر القناة الراتنجية المغزلية وحافة جدران القصيبات الشعاعية ray tracheids في الوجه الشعاعي . وتم تشخيص ثلاثة أنواع من النقر في حقول التقاطع cross-fields ، فهي صفة تشخيصية مهمة لتشخيص الأنواع التابعة لجنس الصنوبر، فهناك ثلاثة أنواع من النقر في حقول التقاطع، وهي Pinoid و Taxodioid و Fenestriform .

2- فصل خلايا الخشب كيميائيا (Maceration): أظهرت نتائج الدراسة التشريحية للخشب تباين الأنواع المدروسة في أبعاد القصيبات (طول وقطر القصيبات وسمك الجدار) ونسبة رانكل وقطر النقر المضفوفة وقطر فتحة النقر المضفوفة ، فساهمت في عزل وتشخيص أنواع الصنوبر المدروسة، ووفقا لنسبة رانكل إن الصنوبر الشعاعي *P. radiata* هو الأصلح لصناعة العجينة والورق . واتضح من هذه النتائج أن للصفات التشريحية للخشب أهمية تصنيفية في تشخيص أنواع الصنوبر المدروسة لما تمتلكه من ثبوتية ودعم للصفات المظهرية المدروسة. وقد تفوق النوع *P. canariensis Sm.* في أغلب صفات النمو والمورفولوجيا وتم عزله وتشخيصه عن الأنواع الأخرى المدروسة ، وعزل النوع *Pinus brutia* عن النوع *P. halepensis* واعتبارهما نوعين منفصلين ومستقلين وبصورة قطعية ، كما يميل الباحثون الحاليون وعلى ضوء الدراسات المشار إليها في الدراسة الحالية إلى اعتبار أن النوع *Pinus eldarica* هو تحت نوع للصنوبر البروتي *Pinus brutia subsp. eldarica* . وهذه أول مرة في القطر العراقي وُضع مفتاح تشخيصي تشريحي لخشب أنواع الصنوبر *Pinus* sp. النامي في شمال العراق بالاعتماد على دليل Panshin و DeZeeuw (1980) لتشخيص أخشاب هذه الأنواع المدروسة.

الكلمات المفتاحية : التشخيص النباتي، الصفات التشريحية، أنواع الصنوبر *Pinus* sp.

Comparative Identification Anatomical Characteristics Study Of *Pinus* species (Pinaceae) growing in Northern IRAQ

Haees S. J. AL- Jowary[1] Abdulrazak R. S.AL- malah[1] Younis M. Q. AL-alousy[1]

[1]University of Mosul College of Agriculture And Forestry

ABSTRACT

This study included Comparative Identification Anatomical characteristics for (6) species belonging to the genus *Pinus* L. (Pinaceae) which are growing in northern Iraq in (11) Sites which were distributed in Ninavah , Dohuk , and Erbil Provinces , five of them were cultivated (*Pinus halepensis* Mill. , *P. eldarica* Medw., *P. pinea* L. , *P. canariensis* Sm., *P. radiata* Son.) and one species grown naturally (*P. brutia* Ten.).

Anatomical study : included tow aspects :

1- Anatomy Wood mechanically (mechanically separated cells) : the Pinus species studied showed clear variation in wood characters for the three sections (transverse, tangential longitudinal, radial longitudinal) which showed clear different between the species in number of type of ray high / mm^2, ray height in tangential section, ray height in radial section , height of fusiform ray, dimeter of fusiform resin canal , wall of ray tracheids , and identified three type of pits in the cross- fields which are consider characteristics taxonomic importance in the identified of pine species, and found three type of pits in the cross- fields : Pinoid, Taxodioid and Fenestriform therefore it considered very important characteristic of identified of pine species .

2 - separation of cells wood chemically: The results study of anatomical wood showed variation of the species studied in the dimensions of the tracheids (length and diameter of the tracheids and wall thickness) , the ratio of Runkel , dimensions of bordered pits . And contributed to the study of the anatomical wood to separated and identified species of pine studied. According to Runkel ratio , *Pinus. radiata* is the most suitable for the pulp and paper industry with the lowest rate (0,255). And so the rest of the species. It is clear from these results that some of the anatomical characteristics of the leaves and the anatomy of wood are of taxonomic significance in the identified of the pine species studied because of its proven identity and support for the studied phenotypes.The type *P. canariensis* Sm. In most of the traits of growth and morphology, it was separation and identified from other studied species. *Pinus brutia* was isolated from *P.* halepensis as separate and independent species. In the light of the studies referred to in this study, the current researchers tend to consider that *Pinus eldarica* is subspecies of *Pinus brutia* (*Pinus brutia* subsp. eldarica). For the first time in the Iraqi country, an anatomical diagnostic key has been developed for Pinus species growing in northern Iraq ,evidence for their identification of the timber of these studied species.

Key words : Plant identification , Anatomy characteristic *Pinus* sp.

المقدمة

تعد العائلة الصنوبرية Pinaceae أكبر عائلة في رتبة المخروطيات Coniferales، فهي تضم (9) أجناس و(300) نوع تقريبا، تتوزع هذه الفصيلة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية من الدائرة القطبية وحتى خط الاستواء (نحال، 2003)، وأكبر أجناس العائلة الصنوبرية هي (الصنوبر *Pinus* والشوح *Abies* والتنوب *Picea*) إذ تعد المكونات الأساسية للعديد من الغابات في المناطق الأبرد من نصف الكرة الشمالي، وبخاصة أشجار الصنوبر التي تعد أهم هذه الأنواع من الناحية التجارية، إذ تستعمل لإنتاج الأخشاب في المناطق المعتدلة والاستوائية من العالم،

لم يعد المشتغل في علم التقسيم يعتمد على الشكل الخارجي فحسب في دراسته التصنيفية رغم أن الصفات المظهرية كانت وما زالت أساسية ومهمة جداً في دراسته، فقد اتجه المصنفون في السنوات الأخيرة إلى الاستفادة من بعض النتائج التي توصل إليها الباحثون في العلوم الأخرى كعلم الوراثة وعلم االمتحجرات وعلوم البيئة والتشريح والخلية وحبوب اللقاح واستعانوا بها في دراستهم بغية الحصول على تصور أكمل وأشمل عن العلاقات التطورية بين المجموعات التصنيفية (الجواري ،2009).

ونظراً لما قد يحدث من تماثل في صفات الشكل الظاهري لنباتات متباعدة مثل طبيعة النمو وأشكال الورقة، فقد تم تدعيم هذه الدلائل بدراسة الصفات التشريحية وعلاقتها بالتصنيف. وثبت حالياً أن الصفات التشريحية تتفق على قدم المساواة في أهميتها مع الصفات الظاهرية ولا يجب إغفالها.

وأكد Stace (1980) على أهمية الصفات التشريحية في الدراسات التصنيفية لقلة تأثرها بالظروف المحيطة، وتعد القصيبات كتلة البناء الأساسية في خشب الصنوبريات (الخشب الرخو) وتشكل نسبة عالية من نسيج الخشب في معراة البذور، إذ تشكل (90%) أو أكثر من حجم الأخشاب الرخوة (قصير وآخرون ، 1985)، ولأن القصيبات تشكل هذه النسبة العالية من نسيج الخشب كان لها تأثير كبير في صفات الخشب مقارنة مع غيرها من الخلايا. إذ تعد صفة طول القصيبة في المخروطيات من أهم الخواص التشريحية التي تؤثر في صفات ونوعية العجينة السليلوزية، وتفيد دراسة اختلافات طول القصيبة في إنتاج عجائن ذات صفات معينة للورق، وثمة أدلة قوية على أن بعض صفات الخشب مسيطر عليها الى حد كبير وراثياً، أي هي محكومة بتوارث الشجرة (Schweingruber، 2007). ودرست AL-Slievanee (2008) الصنوبر البروتي في مواقع زاويته وأتروش وشكفتي شمال العراق ، ووجد من النتائج أنه لم يكن ثمة تأثير كبير للمواقع في صفة طول القصيبة، بل ثمة تباين وتأثير واضح لعامل الأشجار في طول القصيبة، أن للتشريح النباتي أهمية كبرى في التصنيف وهو يؤدي خدمة كبيرة عند دراسة الفصائل المعقدة إذ يعتمد علم الدندرولوجيا Dendrology على الصفات التشريحية للخشب في تصنيف الأشجار. وقد اعتمد عدد من المصنفين على الصفات التشريحية في تصنيف الأنواع التابعة لجنس *Pinus* L. (نحال ، 2003). إن أنواع جنس الصنوبر لم تحظى بدراسات تصنيفية تشريحية تساهم في تحديد الوضع التصنيفي لأنواع هذا الجنس، ولعل الدراسة التي يمكن الإشارة إليها هي ما قام به Malan (1995) بمقارنة أطوال القصيبات لأربعة أنواع من الصنوبر هي (*Pinus elliottii* و *P. radiata* و *P. patula* و *P. taeda*) إذ وجد أن معدل الطول كان (3,3 ، 2,9 ، 3,4 و 3,2) ملم على التوالي ، ودرس عبدالله (1986) بعض الصفات النوعية لجذوع أربعة أنواع من الصنوبر هي (الصنوبر البروتي ، الصنوبر الحلبي ، صنوبر الداريكا والصنوبر الثمري) في مشجر غابة نينوى لاستخدامها في صناعة العجينة الورقية وأظهر تحليل التباين اختلافاً معنوياً بين الأنواع في معظم الصفات المدروسة وقد تفوق صنوبر الداريكا في أغلب الصفات المدروسة وبرز كأفضل الأنواع المدروسة للاستخدام في صناعة العجينة والورق . إذ إن قطر القصيبة يعد من أبعاد الخلية الأساسية التي تلعب دورا كبيرا في تحديد صلاحية استعمال النوع للعجينة، إذ يؤثر بشكل معنوي في معامل التمزق للورق المنتج وذلك لتأثيره في المساحة الجانبية التي تسمح بتكوين أواصر ارتباط أكثر بين القصيبات أثناء صنع الورق (Schweingruber،2007) و (Kiaei و Samariha، 2011) . والدراسة الحالية تهدف إلى دراسة بعض أنواع جنس *Pinus* L. من الجوانب الاتية :

دراسة تصنيفية مقارنة ومفصلة للصفات الدقيقة Micromorphology للأنواع قيد الدراسة، ودراسة الصفات التشريحية لبعض الأجزاء الخشبية التي يمكن توظيفها لتشخيص الأنواع قيد الدراسة، وقد شملت صفات الأوجه الثلاثة للخشب (العرضي والشعاعي والمماسي) والقصيبات والنقر المضفوفة ونسبة رانكل والأشعة والقنوات الراتنجية وابعاد القصيبات وغيرها من الصفات ذات الأهمية التصنيفية .وتحديد انتشار المراتب التصنيفية المختلفة للأنواع التابعة لجنس الصنوبر وتوزيعها الجغرافي في شمال العراق .ووضع مفتاح تشريحي لتشخيص أخشاب أنواع الصنوبر قيد الدراسة .

المواد طرائق البحث

الدراسة التشريحية :Anatomical study

شملت الدراسة التشريحية جانبين اساسين هما:

الجانب الأول، وتضمن تشريح الخشب ميكانيكيا(فصل خلايا الخشب ميكانيكيا)، والجانب الثاني تضمن تشريح الخشب كيميائيا (فصل الخلايا كيميائيا)، كما يأتي :

اولا - تحضير مقاطع الخشب المكرسكوبية (فصل خلايا الخشب ميكانيكيا): اختيرت (28) شجرة بأعمار متساوية تقريبا لكي يقل التأثير إلى الحد الأدنى لأقطار الأشجار والعمر، فيقل تأثيره في خصائص الخشب التشريحية (Yaman ، 2006)، وقدرت الأعمار بآلة مثقاب النمو Increment borer (Core) قطر(5) ملم بأخذ عينات عند ارتفاع الصدر d.b.h لساق الأشجار المدروسة .

أخذت جميع العينات من الواجهة نفسها من الجهة الغربية للأشجار عند ارتفاع مستوى الصدر .d.b.h للساق وفقا للطريقة التي ذكرها Hoadley (1990) و Saribas و Yaman(2005) و Schweingruber (2007) وقطعت على شكل مكعبات ذات أبعاد (1×1×2) سم، وطُرِّيت العينات Softening بغليها في الماء المقطر حتى غطست تحت ثقل وزنها، وللإسراع من عملية التغطيس أضيف إليها الماء البارد بين الحين والآخر، ثم خزنت العينات في محلول من مادة الكليسرين والكحول الأثيلي بنسبة 1:1 إذ عُملت شرائح ميكروسكوبية بسمك (15 – 20) مايكرونا للمقاطع الثلاثة (عرضي ، طولي مماسي ، طولي شعاعي) باستخدام المشراح المنزلق Sliding Microtome هندي الصنع نوع (HL.207 HL. Scientific industries. India Rotary Microtome) بزاوية سكين ستيل a steel knife (10 – 15°) (Yaman ، 2007)، ثم أخذت هذه الرقيقة الخشبية التي عملت بالمايكروتوم ووضعت على سلايد مجهر وغطاء سلايد Cover وفحصت بمجهر متطور من نوع Motic Image plus 2 مزود بآلة تصوير وهو متصل بلابتوب وأخذت (25) قراءة أو قياسا ، ودرست خصائص الأوجه الثلاثة للخشب (العرضي و المماسي والشعاعي). وأجري العمل في مختبر علوم الأخشاب في قسم الغابات / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل .

ثانيا - فصل الخلايا كيميائيا :Maceration: وضعت القطع الخشبية الصغيرة التي بطول 1-2 سم على شكل عيدان الثقاب الممثلة لمستوى القطر عند ارتفاع الصدر للأنواع قيد الدراسة في قناني زجاجية ذات غطاء، ولإذابة لكنين الصفيحة الوسطى أضيف إليها أحجام متساوية من حامض الخليك الثلجي وبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) تركيز (9٪) (وفقا لحجم العينة) بنسبة 1:1، ثم وضعت في فرن كهربائي بدرجة حرارة (65°م) مدة (48) ساعة، بعدها غسلت الأجزاء الخشبية بالماء وأضيف الماء المقطر إلى كل قنينة ثم عرضت للرج لضمان الحصول على أكبر عدد من الخلايا المفردة (Franklin،1945) .

أ - طريقة تثبيت الخلايا: ثبتت الخلايا المفصولة على شرائح مؤقتة باستعمال قضيب فولاذي نظيف بدون وضع غطاء لمنع حدوث أي تشويه لأبعاد الخلايا المفصولة (Adamopoulos وVoulgaridis،2002).

ب - طريقة قياس أبعاد الخلايا: قيست أبعاد القصيبات بالمجهر نوع Motic Image plus2 ، ولقياس طول القصيبات استخدمت عدسة شيئية بقوة تكبير (x10)، أما لقياس قطر القصيبات وسمك جدارها فقد استخدمت عدسة شيئية بقوة تكبير (x40) .

ج - كما حسبت نسبة رانكل لكل قصيبة بالمعادلة الآتية:

نسبة رانكل = ضعف سمك جدار القصيبة/ قطر تجويف القصيبة

سمك جدار القصيبة = قطر القصيبة – قطر تجويف القصيبة / 2 .

وحسبت نسبة طول القصيبة إلى قطرها، وقيس طول عنصر القصيبة من النهاية إلى النهاية، إذ أخذت (25) قراءة لكل صفة من الصفات المدروسة، وقد شملت القياسات الأشجار لكل نوع من الأنواع المدروسة. وروعي أن تكون الأشجار المختارة للدراسة مستقيمة، وخالية من الأمراض، وليس فيها اعوجاج وغير ملتوية وألا تكون عديدة التفرع وأن تكون المسافات بين الأشجار لا تقل عن 50 متر وبعمر أكثر من 20 سنة مع تجنب الأشجار الحدودية. ويوضح الجدول (1) أنواع الصنوبر المدروسة ومواقع ونسبة انتشار كل نوع .

الجدول (1): مواقع الدراسة ونسبة انتشار كل نوع من أنواع جنس الصنوبر.Pinus L المدروسة

ت	الأنواع Species	محافظة نينوى Ninavah Governorate				محافظة دهوك Dohuk Governorate					محافظة اربيل Erbil Governorate		نسبة الانتشار Rate distribution %
		مشتل غابة نينوى (م غ ن) Forest nursery of Ninavah	غابة نينوى (غ ن) Forest OF Ninavah	المخيم (م خ) Mokhiam	حديقة الشهداء (ح ش) Kingdom of Mosul	زاويته 1 (ز1) Zawita 1	زاويته 2 (ز2) Zawita 2	القصور (ق) Kosowr	سواره توكا (س ت) Sowaratoka	اتروش (ش) Atroosh	مشتل اربيل المركزي (م ا م) nursery of Erbil	حجران (ح ج) Hujran	
1	*Pinus brutia*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	%100
2	*P. pinea*	+	+	+	+			+	+		+	+	%72,7
3	*P. halepensis*		+	+	+			+			+		%45,4
4	*P. eldarica*		+	+									%18,18
5	*P. canariensis*	+		+									%18,18
6	*P.radiata*			+							+		%18,18

العلامة (+) تعني تواجد النوع في مواقع الدراسة

النتائج والمناقشة

اولا - نتائج فصل الخشب كيميائيا Maceration :

أ- طول القصيبات Tracheids length : يبين الجدول (2) تباينات ملحوظة في معدلات طول القصيبة بين الأنواع المدروسة، إذ كان أعلى معدل لطول القصيبة (5.176) ملم في الصنوبر الكناري *P. canariensis*، ولذلك عزل عن الأنواع الأخرى قيد الدراسة، يليه الصنوبر البروتي *P. brutia* (3.267) ملم ، وسجل النوع *P. pinea* أقل معدل لطول القصيبة بلغ (2.631) ملم. وبهذه النتيجة عزلت الأنواع عن بعضها ، كما ظهر أن هناك تأثير للأشجار ضمن النوع الواحد بسبب تأثير العوامل الوراثية في طول القصيبة، وهذا يتفق مع ما أشار أليه Smith (1967) و Malan (1995) والزيدبكي (1999) والتميمي (2000) من تباين الأشجار ضمن النوع الواحد، واتفقت هذه النتيجة أيضا مع عبدالله (1986) الذي وجد أن الصنوبر البروتي سجل أعلى معدل لطول القصيبة، إذ بلغ (3.44) ملم، كما انسجمت نتائج الدراسة مع ما وجده يحيى وآخرون (1991) الذين درسوا صفات خشب الصنوبر البروتي في موقعي زاويته وأتروش كما تطابقت هذه النتيجة مع Abassail و Kiaei (2011) اللذين وجدا ان طول قصيبات صنوبر الداريكا تراوح بين (2.14 – 4.61) ملم بمعدل بلغ (3.4) ملم، كما توافقت مع نتائج Kiaei وآخرين (2013) التي بينت تبايناً قليلاً في طول القصيبات لصنوبر الداريكا بين المواقع التي درست. وبسبب امتلاك الصنوبر الكناري *P. canariensis* والصنوبر البروتي *P. brutia* لأعلى معدل لطول القصيبات مقارنة مع الأنواع الأخرى المدروسة تبرز أهميتهما للاستخدام في صناعة العجينة السليلوزية والورق ، إذ يؤثر طول القصيبة إيجابياً في معامل التمزق ومقاومة الاختراق والشد والصفات المظهرية للورق المنتج، وهذا ما أشار أليه (Kiaei وآخرون، 2013)، ولذلك تفضل الأنواع ذات القصيبات الطويلة في صناعة العجينة والورق (Zobel ، 1981).

ب- قطر القصيبات Tracheids diameter: يؤثر قطر القصيبة في الخواص الميكانيكية والفيزيائية للخشب، وكذلك في صناعة العجينة السليلوزية والعديد من الصناعات الأخرى فضلاً عن تأثير هذه الصفة في عمليات حفظ الأخشاب والتسطيح والأعمال التكميلية الأخرى التي تجرى على الأخشاب عند استخدامها في صناعة الأثاث. ويبين الجدول (2) واللوحة (1) تبايناً عالياً بين الأنواع المدروسة في صفة قطر القصيبة في مواقع الدراسة المختلفة، وتميز النوع *P. canariensis* بأكبر قطر للقصيبة بلغ معدله (34.321) مايكروناً، ولذلك عزل عن الأنواع الأخرى قيد الدراسة، وتميز النوع *P. halepensis* بامتلاكه أقل معدل لقطر القصيبة بلغ (18.594) مايكروناً، ولذلك عزل عن الأنواع الأخرى المدروسة وعن الصنوبر البروتي *P. brutia* الذي بلغ معدل قطر القصيبة فيه (26.471) مايكروناً، ولم يكن ثمة تأثير للمواقع في اختلاف قطر القصيبة، وتوافقت هذه النتيجة مع يحيى وآخرين (1999) الذين أشاروا إلى أن موقعي الدراسة (زاويته وأتروش) لم يساهما بأي جزء من الاختلاف في صفة قطر القصيبة، كما انسجمت النتيجة الحالية مع AL-Slievanee **(2008)** التي لم تجد فروقات معنوية بين أشجار الصنوبر البروتي في المواقع المختلفة، كما تباينت أفراد النوع الواحد فيما بينها في قطر القصيبة، وقد يعود السبب إلى العوامل الوراثية ضمن النوع الواحد او غيرها من الاسباب، أو نتيجة للظروف البيئية وتأثيرها في قطر القصيبة التي تتأثر بدورها بقطر التاج، وهذا ما أكده Husch وآخرون (2003) و AL- Slievanee (2008) و Kiaei وآخرون (2013). وتتفق هذه النتائج مع ما وجده عبدالله (1986) إذ وجد تبايناً كبيراً بين الأنواع التي درسها في صفة قطر القصيبة. ويرتبط قطر القصيبة مع تطور تاج الشجرة بتقدم العمر بسبب زيادة تكون هورمون IAA بزيادة حجم التاج، وهذا يؤدي إلى زيادة قطر القصيبة، وهذا ما أشار أليه (Larson ، 1973) . ويبرز النوعان *P. canariensis* و *P. radiata* كأفضل الأنواع قيد الدراسة للاستخدام في صناعة العجينة والورق، إذ يتميزان بامتلاكهما أعلى المعدلات لقطر القصيبة بين الأنواع المدروسة،

ج- سمك جدار القصيبة Tracheid Wall Thickness : يؤثر سمك جدار القصيبة تأثيراً كبيراً في الخواص الميكانيكية والفيزيائية للخشب ، وكذلك في كمية ونوعية العجائن الورقية وغيرها من الصناعات التي تعتمد على تحويل الخشب كيميائياً لغرض الاستفادة منه، فقد تبين من الجدول (2) تبايناً قليلاً بين أنواع الصنوبر المدروسة في سمك جدار القصيبة ، إذ تميز النوع *P. canariensis* بأعلى معدل بلغ (5.039) مايكروناً، ولذا أمكن عزله عن الأنواع الأخرى ، أما أقل سمك لجدار قصيبة فكان في صنوبر *P. radiata* إذ بلغ معدله (3.28) مايكرونا، وأمكن تشخيصه وعزله عن الأنواع المدروسة الأخرى أيضا. و فيما يخص النوعين صنوبر بروتيا والصنوبر الحلبي فقد أمكن تشخيصهما وعزلهما عن بعضهما بامتلاك الصنوبر البروتي *P. brutia* لسمك جدار أكبر بلغ معدله (4.88) مايكرونا، وبلغ معدل سمك جدار قصيبة الصنوبر الحلبي *P. halepensis* (3.446) مايكرونا ، كما اختلفت أشجار النوع الواحد بينها لأسباب وراثية (Smith ، 1967). واتفقت هذه النتيجة مع عبدالله (1986) و Malan (1995) والتميمي (2000) في حصولهم على النتيجة نفسها من حيث وجود اختلافات بين أشجار النوع الواحد. ويبين الجدول (2) فروقات بين أفراد النوع الواحد ضمن مواقع الدراسة المختلفة، وهذا يدل على التأثير الكبير للمواقع في صفة سمك جدار القصيبة. وجاءت هذه النتيجة مطابقة لما توصل أليه يحيى وآخرون (1991) و Kiaei وآخرون (2013) الذين أكدوا على تأثير المواقع في سمك جدار القصيبة وكان التأثير كبيرا في سمك جدار قصيبات صنوبر الداريكا. ولوجود تأثير كبير للأنواع في سمك جدار القصيبة فهي تتمايز في الاستخدام في صناعة العجينة والورق من ناحية هذه الصفة، اذ يبرز الصنوبر الكناري *P. canariensis* ، كأفضل الأنواع المدروسة لامتلاكه أعلى معدل لسمك الجدار، يليه صنوبر الداريكا *P. eldarica* وهكذا بقية الأنواع .

د- نسبة رانكل Runkel Ratio : نسبة ضعف سمك جدار القصيبة إلى قطر التجويف تعد مؤشراً جيداً لتصنيف القصيبيات (Nicholson وآخرون ، 1975)، ويشير Botnia (2007) وNasir (2008) إلى أن النسب الرياضية المحسوبة من قياس أبعاد الألياف تساعد في تخمين مختلف خواص الورق، وتعد نسبة رانكل هي الأهم من أجل إيجاد مدى ملاءمة أي نوع من الخشب لصناعة العجينة والورق، والقيمة القياسية لنسبة رانكل تساوي (1)، وكلما قلت القيمة عن الواحد نحصل على خواص قوة أفضل، وزيادة القيمة على واحد دلت على أن الليف (القصيبة) صلب أي قليل المرونة، وهذا يؤدي إلى تكوين ورق سميك ذي قوة ارتباط ضعيفة أو قليلة مقارنة مع قيمة نسبة رانكل المنخفضة (Botnia ، 2007) و (Nasir ، 2008) . ويبين الجدول (2) عدم وجود تأثير كبير للأنواع في معدل نسبة رانكل، فقد أعطى الصنوبر الثمري *P. pinea* أعلى معدل بلغ (0.656) ، ولذلك أمكن عزله عن الأنواع الأخرى المدروسة، وجاء بعده الصنوبر الحلبي *P. halepensis* بمعدل (0.591)، وبلغ أقل معدل لنسبة رانكل (0.255) في الصنوبر الشعاعي *P. radiata* وبذلك أمكن عزله عن الأنواع الأخرى . ووفقا لنسبة رانكل الصنوبر الشعاعي *P. radiata* هو الأصلح لصناعة العجينة والورق، ومن الجدير بالذكر أن جميع أنواع الصنوبر الستة المدروسة تصلح لصناعة العجينة والورق وفقا لنتائج نسبة رانكل، كما هو موضح في الجدول (2)، إذ إن معدلات نسبة رانكل للأنواع الستة تقع جميعها ضمن مجموعة القصيبيات الرقيقة حسب تصنيف Runkel (1952)، والقصيبيات الرقيقة تعطي قابلية للشد ومقاومة اختراق العالية للورق المنتج (Zobel ، 1981) .

وتوضح نتائج الدراسة الحالية لأبعاد القصيبيات أن الاختلافات بين الأنواع أكبر من الاختلافات بين الأنواع نفسها في المواقع المختلفة، وهذا يدل على أن التباين مصدره وراثي مادامت الأشجار تعيش تحت الظروف البيئية نفسها في الموقع الواحد، وهذا دعم للدراسة المورفولوجية للأوراق الإبرية والمخاريط ، وهو يؤكد على ضرورة الانتخاب الفردي للأشجار في أي محاولة لتحسين أشجار هذه الأنواع المدروسة. ووفقا لـ Zobel و Talbert (1984) إن (70%) من التباين هو الاختلاف في التركيب الوراثي و(30 %) بسبب الاختلاف بين المواقع .

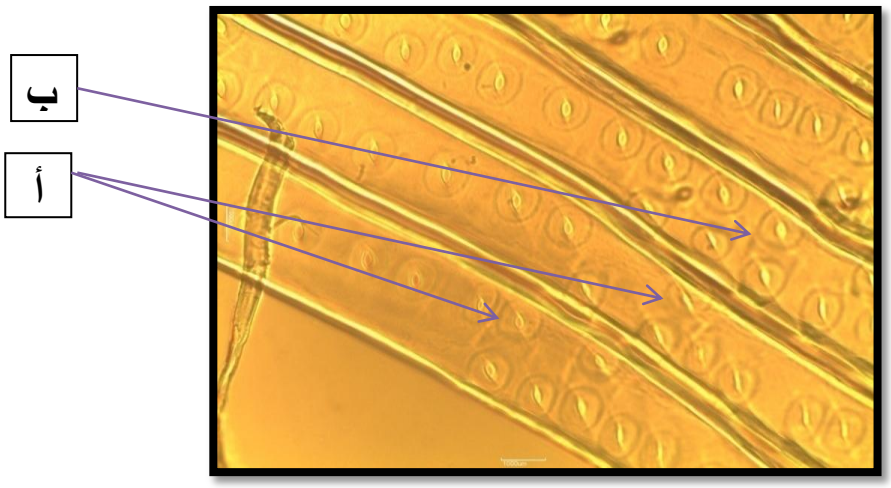
ه- أبعاد النقر المضفوفة: ordered Pits dimensions: تعرف النقر المضفوفة بأنها عدم استمرارية في جدار الخلية الثانوي ، والنقر تخدم كممرات للاتصال بين الخلايا المتجاورة، ويعد نوع النقر سواء البسيطة أو المضفوفة من الصفات المميزة لأنواع الخلايا، إذ إن النقر المضفوفة تكون موجودة عادة في جدار القصيبيات، والنقر البسيطة موجودة في الخلايا البرنكيمية (قصير وآخرون ، 1985) . ويعد تركيب النقر المضفوفة صفة تشخيصية بين الأنواع النباتية، إذ يختلف تركيب النقر المضفوفة في الأخشاب الرخوة Soft woods عما في الأخشاب الصلدة Hard woods ، والجزء المركزي من غشاء النقرة المضفوفة لمعظم الأخشاب الرخوة يكون متثخنا ويسمى بالقبة Torus . أما النقر المضفوفة في الأخشاب الصلدة فلا تحوي القبة Torus. كما أن نوع النقر في حقول التقاطع Cross-field يعد صفة تشخيصية للأخشاب الرخوة (Schweingruber ، 2007) . وقد أظهرت أنواع الصنوبر المدروسة تبايناً في أبعاد النقر المضفوفة، ففي ما يتعلق بقطر فتحة النقرة Aperture pit أعطى الصنوبر الكناري *P. canariensis* أعلى معدل وبلغ (4.994) مايكرونا، ولذلك عزل عن الأنواع الأخرى، يليه الصنوبر الشعاعي *P. radiata* (4.368) مايكرونا ، وسجل الصنوبر الحلبي *P. halepensis* أقل معدل لقطر فتحة النقر المضفوفة بلغ (2.806) مايكرون ، فساعد في عزله عن الأنواع الأخرى المدروسة، كما هو موضح في الجدول (2) واللوحة (1) . أما من ناحية قطر النقر المضفوفة (الخط الخارجي المتثخن المسمى أنيولاس Annulus)، كما هو موضح في فاختلفت الأنواع المدروسة أيضا، كما هو موضح في الجدول (2)، إذ تميز النوع *P canariensis*. بأعلى معدل لقطر النقرة المضفوفة بلغ (10.975) مايكرونا فساعد في عزله وتمييزه عن الأنواع الأخرى، وتميز النوع *P. halepensis* بأقل معدل لقطر النقر المضفوفة بلغ (6.936) مايكرونا، وأمكن عزله عن الأنواع الأخرى قيد الدراسة أيضا، وقد اتفقت هذه النتيجة مع Bozkurt وآخرين (1993) في دراستهم للصنوبر البروتي .

الجدول (2) أبعاد القصيبيات ونسبة رانكل وأبعاد النقر المضفوفة والقنوات الراتنجية لأنواع جنس الصنوبر .Pinus L المدروسة

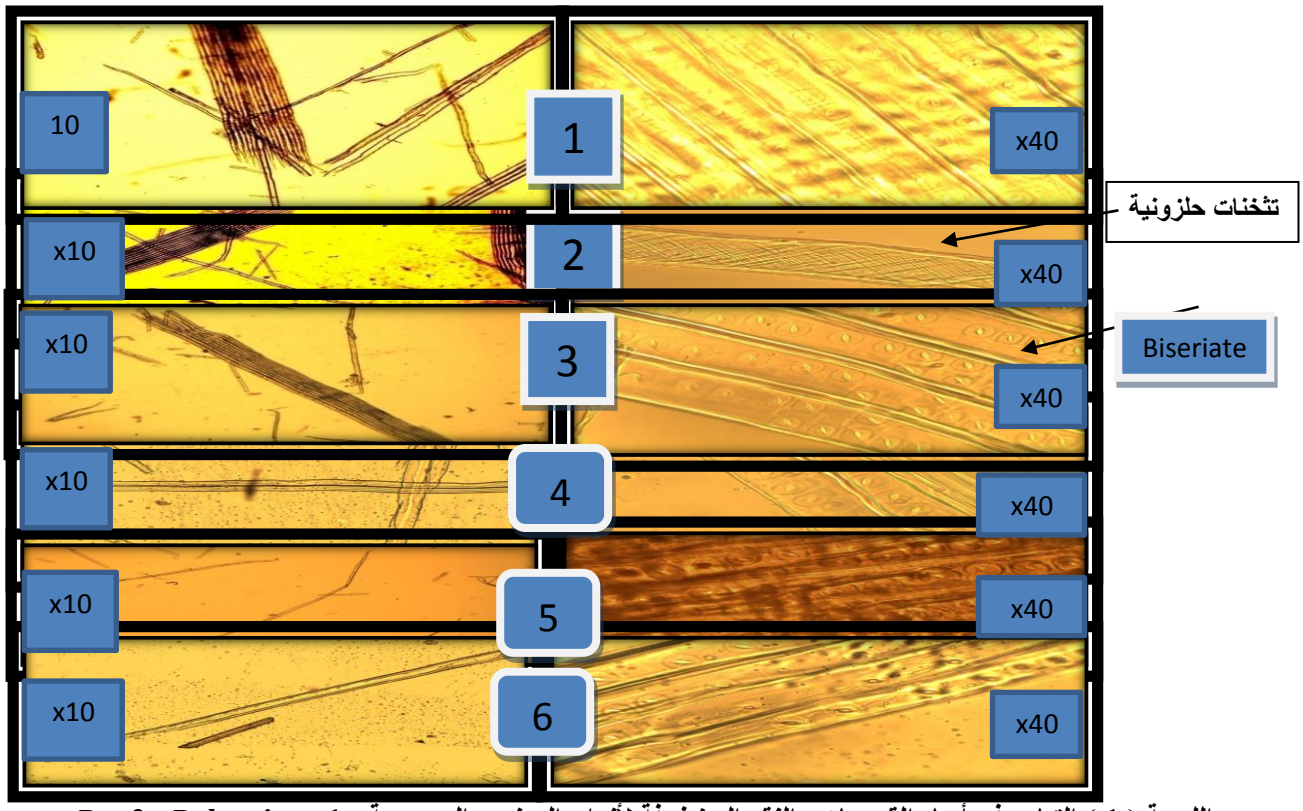
ت	الأنواع Species والمواقع	طول القصيبة mm	قطر القصيبة µm	سمك جدار القصيبة µm	نسبة رانكل	قطر فتحة النقرة المضفوفة Aperture µm	قطر النقرة المضفوفة Annulus µm
1	*Pinus brutia* م غ ن	(3.395)	(25.918)	(7.158)	1.233	(3.715)	(8.896)
2	*Pinus brutia* غ ن	(3.114)	(32.044)	(6.284)	0.632	(3.411)	(7.534)
3	*Pinus brutia* ح ش	(3.231)	(25.878)	(3.852)	0.423	(2.711)	(7.924)
4	*Pinus brutia* م خ	(3.465)	(27.839)	(4.561)	0.487	(3.021)	(8.430)
5	*Pinus brutia* ز 1	(3.892)	(23.943)	(3.674)	0.442	(3.557)	(9.815)
6	*Pinus brutia* ز 2	(2.723)	(23.496)	(4.718)	0.671	(2.958)	(10.181)
7	*Pinus brutia* س ت	(3.328)	(25.317)	(4.529)	0.557	(2.861)	(6.989)
8	*Pinus brutia* ق	(3.613)	(25.874)	(3.676)	0.396	(3.172)	(7.913)
9	*Pinus brutia.* ش	(3.419)	(23.067)	(4.193)	0.571	(2.323)	(9.511)
10	*Pinus brutia* م ا م	(2.970)	(24.259)	(4.46)	0.581	(2.932)	(7.125)
11	*Pinus brutia* ح ج	(2.795)	(33.548)	(4.582)	0.375	(2.294)	(8.258)
المعدل للصنوبر البروتي	(3.267)	(26.471)	(4.880)	(0.526)	(2.999)	(8.416)	

12	*Pinus halepensis* غ ن	(2.741)	(18.946)	(3.421)	0.565	(2.874)	(7.991)
13	*Pinus halepensis* م خ	(2.732)	(19.436)	(3.329)	0.521	(3.347)	(6.897)
14	*Pinus halepensis* ح ش	(2.701)	(19.163)	(3.933)	0.696	(2.718)	(5.781)
15	*Pinus halepensis* ق	(3.209)	(17.257)	(3.306)	0.621	(2.341)	(9.383)
16	*Pinus halepensis* م ا م	(2.632)	(18.170)	(3.244)	0.555	(2.753)	(4.632)
المعدل للصنوبر الحلبي	**(2.803)**	**(18.594)**	**(3.446)**	**(0.591)**	**(2.806)**	**(6.936)**	
17	*Pinus pinea* م غ ن	(2.048)	(26.912)	(5.062)	0.603	(2.849)	(9.335)
18	*Pinus pinea* غ ن	(2.825)	(24.910)	(5.287)	0.737	(3.255)	(8.482)
19	*Pinus pinea* م خ	(2.743)	(25.983)	(5.103)	0.646	(3.812)	(9.225)
20	*Pinus pinea* ح ش	(2.673)	(23.862)	(4.119)	0.527	(3.651)	(9.889)
21	*Pinus pinea* ق	(2.451)	(21.794)	(3.897)	0.556	(3.879)	(10.135)
22	*Pinus pinea* س ت	(2.529)	(18.679)	(3.77)	0.676	(2.071)	(7.337)
23	*Pinus pinea* م ا م	(2.745)	(20.530)	(3.270)	0.467	(2.893)	(7.516)
24	*Pinus pinea* ح ج	(3.034)	(20.335)	(5.191)	1.043	(2.406)	(10.258)
المعدل للصنوبر الثمري	**(2.631)**	**(22.875)**	**(4.462)**	**(0.656)**	**(3.102)**	**(9.022)**	
25	*Pinus eldarica* غ ن	(3.282)	(31.652)	(4.993)	0.460	(4.210)	(8.304)
26	*Pinus eldarica* م خ	(2.987)	(32.714)	(5.021)	0.442	(4.181)	(8.273)
المعدل لصنوبر الداريكا	**(3.134)**	**(32.183)**	**(5.007)**	**(0.451)**	**(4.195)**	**(8.288)**	
27	*Pinus canariensis* م غ ن	(5.142)	(34.677)	(5.115)	0.418	(5.339)	(11.971)
28	*Pinus canariensis* م خ	(5.210)	(33.966)	(4.963)	0.412	(4.649)	(9.980)
المعدل للصنوبر الكناري	**(5.176)**	**(34.321)**	**(5.039)**	**(0.415)**	**(4.994)**	**(10.975)**	
29	*Pinus radiata* م خ	(2.962)	(31.674)	(3.362)	0.269	(4.451)	(7.982)
30	*Pinus radiata* م ا م	(2.872)	(32.886)	(3.198)	0.241	(4.286)	(7.461)
المعدل للصنوبر الشعاعي	**(2.917)**	**(32.280)**	**(3.280)**	**(0.255)**	**(4.368)**	**(7.721)**	

- القيم بين الأقواس تمثل المعدل - الحروف م غ ن ، غ ن ، ح ش .....الخ مشار الها في الجدول (2)



الشكل (3) : زوج النقر pit paired أ- (Biseriate pits) في الصنوبر الثمري مع وجود ب- الكراسيولي crassulae. قوة التكبير 40× .



اللوحة (1) التباين في أبعاد القصيبات والنقر المضفوفة لأنواع الصنوبر المدروسة : 1 – *P. brutia* -2 *P. halepensis* -3 *P. pinea* -4 *P. canariensis* -5 *P. eldarica* -6 *P . radiata*

قوة التكبير 10× و 40× .

ثانيا: تشريح الخشب ميكانيكيا : لدراسة أوجه الخشب الثلاثة (العرضي والطولي الشعاعي والطولي المماسي) أهمية لمعرفة خصائص الخشب، إذ يتميز كل وجه بخصائص وصفات خشبية تختلف عن الأوجه الأخرى، فيمكن معرفة خصائص حلقات النمو growth ring والخشب المبكر early wood والخشب المتأخر late wood والقنوات الراتنجية من دراسة المقطع العرضي cross- section، ويمكن معرفة خصائص الأشعة rays وجدر القصيبات الشعاعية ray tracheids فضلاً عن النقر في حقول التقاطع cross-field التي تعد أحد أهم الصفات التشخيصية لأخشاب معراة البذور gymnosperms من دراسة المقطع الطولي الشعاعي radial section . ومن دراسة المقطع المماسي tangential section يمكن معرفة صفات الأشعة rays والأشعة المغزلية fusiform rays والقنوات الراتنجية resin canals والخلايا الطلائية epithelial cells المحيطة بالقنوات الراتنجية ، وذلك باستخدام آلة المايكروتوم ، كما شرح آنفا في مواد العمل وطرائقه ، ومن الاطلاع على المصادر والبحوث تبين أنه لا توجد أي دراسة تشريحية وتشخيصية لأوجه الخشب الثلاثة وتشريح الخشب ميكانيكياً لأنواع الصنوبر على مستوى القطر العراقي، فهي الدراسة الأولى في هذا المجال أما الدراسات والبحوث السابقة فاعتمدت على فصل الخشب كيميائيا (maceration).، وهذا يعطي دعماً إضافياً آخر يساعد في عزل وتشخيص أنواع الصنوبر المدروسة، ويبين المخطط (1) أنواع الخلايا الطولية والعرضية في خشب الصنوبريات الناتجة من البداءات المغزلية والبداءات الشعاعية . وقد أظهرت أنواع الصنوبر المدروسة تغايرات واضحة في صفات الخشب في مقاطع أوجه الخشب الثلاثة، كما هو موضح في الجدولين (3 و 4) واللوحات (2- 7) .

1- عدد خلايا الأشعة في الارتفاع / ملم2 : يبين الجدول (3) تبايناً ملحوظاً بين الأنواع المدروسة في عدد خلايا الأشعة في الارتفاع في المليمتر المربع الواحد، وتميز النوع *P. brutia* بأكبر عدد من خلايا الأشعة بمعدل (1- 26.27) شعاع / ملم2، ولذلك أمكن عزله عن الأنواع الأخرى المدروسة ، وتميز النوع *P. radiata* بأقل عدد من خلايا الأشعة في المليمتر المربع الواحد بمعدل (1- 10.5) شعاع / ملم2 ، فساعد في عزله عن الأنواع الأخرى، كما أمكن عزل النوعين الصنوبر البروتي والصنوبر الحلبي عن بعضهما، إذ تميز النوع الثاني بامتلاكه عدد خلايا أشعة أقل بلغ (1- 24.8) شعاع / ملم 2.

2 - ارتفاع الأشعة في الوجه المماسي : أبدت أنواع الصنوبر قيد الدراسة تبايناً كبيراً في هذه الصفة، ساعد في عزل وتشخيص الأنواع عن بعضها وقد سجل النوع *Pinus canariensis* أعلى معدل ارتفاع بلغ (227.572) مايكرونا، ولذلك شخص وعزل عن بقية الأنواع ، وسجل النوع *Pinus radiata* أقل معدل (125.615) مايكرونا، فساعد في تشخيصه وعزله عن الأنواع الأخرى، وفي الصنوبر البروتي بلغ معدل الارتفاع (196.726) مايكرونا، وبلغ في الصنوبر الحلبي (172.272) مايكرونا ولذلك أمكن عزلهما عن بعضهما، كما هو موضح في الجدول (3) .

3- عدد صفوف خلايا الأشعة في الوجه المماسي : من ناحية عدد صفوف خلايا الأشعة في الوجه المماسي برز نوع الخلايا الوحيدة الصف Uniseriate ray بدون القنوات الراتنجية ، أما مع القنوات الراتنجية فغالبا ما تكون الأشعة وحيدة الصف أو ثنائية الصف Biseriate أو عديدة الصفوف Multiseriate ، وقد أمكن الاستفادة من هذه الصفة التشريحية في تقسيم أنواع الصنوبر قيد الدراسة على ثلاث مجاميع ، ضمت المجموعة الأولى الأنواع التي تميزت بكثرة بوجود الأشعة نوع وحيدة الصف Uniseriate ، وشملت الأنواع (*P. brutia* ،*P. halepensis* ،*P. pinea* و *P. canariensis*) ، كما هو موضح في اللوحات (2 - 6 ، ثالثا)، وضمت المجموعة الثانية الأنواع ذات الأشعة ثنائية الصف Biseriate ، وشملت نوعا واحدا فقط هو النوع (*P. radiata*)، كما هو موضح في اللوحة (7 ، ثالثا)، أما المجموعة الثالثة فضمت الأنواع التي تميزت بوجود الأشعة نوع عديدة الصفوف Multiseriate ، وشملت على نوع واحد فقط هو النوع (*P. eldarica*) ، كما هو موضح في اللوحة (5 ، ثالثا)، ولذلك أمكن تشخيص وعزل هذه الأنواع قيد الدراسة بعضها عن البعض الآخر، كما موضح في الجدول (3).

4 - ارتفاع خلايا الأشعة المستعرضة : فيما يتعلق بارتفاع الأشعة المستعرضة في الوجه الشعاعي radial section اختلفت الأنواع فيما بينها وأمكن عزل وتشخيص النوع *P. canariensis*، إذ تميز بأعلى معدل بلغ (225.646) مايكرونا، وسجل النوع *P. radiata* أقل معدل (115.664) مايكرونا، وبلغ في الصنوبر البروتي (187.821) مايكرونا، وبلغ في الصنوبر الحلبي (165.115) مايكرونا، فساعد في تشخيصهما وعزلهما عن بعضهما، كما هو موضح في الجدول (3).

5- ارتفاع الأشعة المغزلية Fusiform rays height : تباينت الأنواع المدروسة في صفة ارتفاع الأشعة المغزلية وسجل النوع *P. canariensis* أعلى معدل ارتفاع بلغ (549.808) مايكرونا، وعزل عن الأنواع الأخرى ، وسجل النوع *P. radiata* أقل معدل بلغ (186.241) مايكرونا، ولذلك أمكن عزله عن بقية الأنواع قيد الدراسة ، كما عزل الصنوبر البروتي عن الصنوبر الحلبي من هذه الصفة التشخيصية إذ بلغ معدل ارتفاع الأشعة المغزلية للصنوبر البروتي (262.474) مايكرونا، وبلغ معدل ارتفاعها في الصنوبر الحلبي (244.029) مايكرونا، ولذلك عزلا عن بعضهما ، كما هو موضح في الجدول (3) .

6- قطر القناة الراتنجية المغزلية Resin canal diameter : تباينت الأنواع بينها في قطر القنوات الراتنجية، وقد تميز النوع *P. halepensis* بأكبر قطر بلغ معدله (541.33) مايكرونا ، وسجل النوع *P. radiata* أقل قطر بمعدل (228.23) مايكرونا، ولذلك تم عزلهما عن الأنواع الأخرى ، كما أمكن عزل بقية الأنواع المدروسة عن بعضها ، كما هو موضح في الجدول (3) .

7- عدد النقر في حقول التقاطع Cross- field Number of pits per : تراوح بين (1 - 4) نقر وسجل النوعان *P. brutia* و *P. pinea* أكبر عدد من النقر في حقول التقاطع تراوح بين (1 - 4) نقر ، وسجل النوعان*P. eldarica* و *P. radiata* أقل عدد تراوح بين (1 - 2) نقرة ، أما النوعان *P. halepensis* و *P. canariensis* فتراوح عدد النقر بين (1-3) نقر ، كما هو موضح في اللوحات (2 – 7) والجدول (3). وقد اتفقت هذه النتيجة مع Bozkurt وآخرين (1993) في دراستهم للصنوبر البروتي و (Yaman، 2007) في دراسته للنوع *P. sylvestris* ومقارنته مع الضرب *P. sylvestris* var. *compacta* .

الجدول (3) أبعاد خلايا الأشعة والأشعة المغزلية والقنوات الراتنجية وعدد النقر في حقل التقاطع لأنواع الصنوبر المدروسة .

ت	الأنواع والمواقع	عدد خلايا الأشعة في الارتفاع / ملم ^{2}	ارتفاع الأشعة في الوجه المماسي µm	عدد صفوف خلايا الأشعة في الوجه المماسي	ارتفاع خلايا الأشعة المستعرضة µm	ارتفاع الأشعة المغزلية µm	قطر القناة الراتنجية المغزلية µm	عدد النقر في حقول التقاطع
1	*P. brutia* م غ ن	1-28	235,212	Uniseriate	218,158	398,906	411,096	1-4
2	*P. brutia* غ ن	1-25	201,062	Uniseriate	198,813	288,853	423,187	1-4
3	*P. brutia* ح ش	1-26	219,218	Uniseriate	187,943	398,912	409,891	1-4
4	*P. brutia* م خ	1-27	204,132	Uniseriate	195,171	307,128	412,760	1-4
5	*P. brutia* ز 1	1-28	183,185	Uniseriate	174,614	278,936	415,872	1-4
6	*P. brutia* ز 2	1-27	171,481	Uniseriate	169,894	296,482	414,671	1-4
7	*P. brutia* س ت	1-27	193,531	Uniseriate	188,541	255,814	420,121	1-4
8	*P. brutia* ق	1-25	209,642	Uniseriate	205,364	302,189	411,882	1-4
9	*P. brutia* ش	1-26	200,702	Uniseriate	194,836	222,106	412,332	1-4
10	*P. brutia* م ا م	1-25	189,981	Uniseriate	183,738	292,431	411,451	1-4
11	*P. brutia* ح ج	1-25	155,84	Uniseriate	148,981	281,286	415,694	1-4
	المعدل للصنوبر البروتي	**(1- 26,2)**	**(196,726)**	**Uniseriate**	**(187,821)**	**(262,474)**	**(414,45)**	**(1-4)**
12	*P. halepensis* غ ن	1-24	205,212	Uniseriate	161,583	232,114	541,280	1-3
13	*P. halepensis* م خ	1-23	169,371	Uniseriate	178,913	248,843	539,672	1-3
14	*P. halepensis* ح ش	1-26	186,432	Uniseriate	158,716	235,772	543,145	1-3
15	*P. halepensis* ق	1-25	171,537	Uniseriate	161,031	244,278	537,885	1-3

16	*P. halepensis* م ا م	26-1	158,281	Uniseriate	165,332	259,141	544,671	3-1
	المعدل للصنوبر الحلبي	**(24,8 -1)**	**(172,272)**	**Uniseriate**	**(165,115)**	**244,029) (**	**(541,33)**	**(3-1)**
17	*P. pinea* م غ ن	16-1	213,741	Uniseriate	165,673	242,714	463,897	4-1
18	*P. pinea* غ ن	16-1	206,584	Uniseriate	185,812	226,851	471,561	4-1
19	*P. pinea* م خ	17-1	214,836	Uniseriate	160,618	241,638	467,788	1-4
20	*P. pinea* ح ش	16-1	208,774	Uniseriate	165,302	246,738	465,115	1-4
21	*P. pinea* ق	17-1	201,918	Uniseriate	172,581	262,631	473,211	1-4
22	*P. pinea* س ت	17-1	195,263	Uniseriate	181,374	249,819	463,336	1-4
23	*P. pinea* م ا م	16-1	204,118	Uniseriate	171,982	261,708	472,756	1-4
24	*P. pinea* ح ج	15-1	198,368	Uniseriate	168,713	263,986	462,545	1-4
	لمعدل للصنوبر الثمري	**(6,25 -1)**	**(205,45)**	**Uniseriate**	**(171,15)**	**(256,01)**	**(467,52)**	**(4-1)**
25	*P. eldarica* غ ن	20-1	178,97	Multiseriate 3-1	168,116	248,851	387,398	2-1
26	*P. eldarica* م خ	22-1	183,784	Multiseriate 3 -1	161,853	255,871	394,577	2-1
	المعدل لصنوبر الداريكا	**(21 -1)**	**(181,377)**	**Multiseriate 3-1**	**(164,984)**	**252,361) (**	**(390,98)**	**(2-1)**
27	*P. canariensis* م غ ن	17 -1	230,352	Uniseriate1	216,004	551,623	238,592	3-1
28	*P. canariensis* م خ	22-1	224,793	Uniseriate1	235,289	547,993	232,789	2-1
	المعدل للصنوبر الكناري	**(19,5 -1)**	**(227,572)**	**Uniseriate1**	**(225,646)**	**549,808) (**	**(235,59)**	**(3-1)**
29	*P. radiata* م خ	12-1	135,372	2-1 Biseriate	118,581	198,131	230,868	2-1
30	*P. radiata* م ا م	9-1	115,858	Biseriate	112,748	174,352	225,611	2-1
	المعدل للصنوبر الشعاعي	**(10,5 -1)**	**(125,615)**	**Biseriate2-1**	**(115,664)**	**(186,241)**	**(228,23)**	**(2-1)**

- القيم بين الأقواس تمثل المعدل .

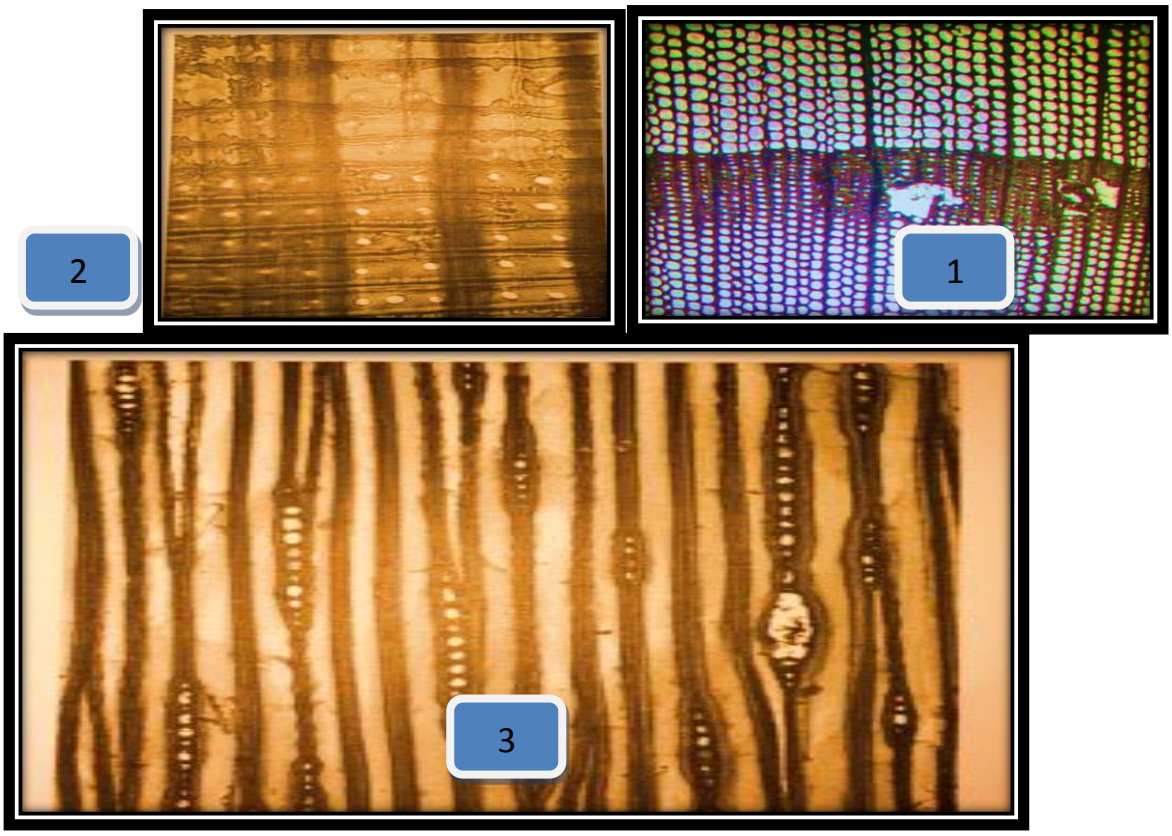
ويبين الجدول (4) التباين بين الأنواع المدروسة في الصفات النوعية لخلايا الأشعة وأنواع النقر في حقول التقاطع وحافة جدر القصيبات الشعاعية وموقع تواجد القنوات الراتنجية ونوع التحول او الانتقال من الخشب المبكر إلى الخشب المتأخر وصفات حلقات النمو في المقطع العرضي ونوع التنقير في الجدر الشعاعية للقصيبات. فمن ناحية نوع النقر pits في حقول التقاطع cross-fields فهي صفة تشخيصية مهمة لتشخيص الأجناس التابعة لعوائل رتبة المخروطيات Pinales، أما عن تشخيص الأنواع التابعة لجنس الصنوبر فهناك ثلاث انواع من النقر في حقول التقاطع وهي Pinoid و Taxodioidو Fenestriform ، إذ قسمت الأنواع المدروسة على ثلاث مجموعات بالاستناد إلى نوع النقر في حقول التقاطع ضمت المجموعة الأولى الأنواع التي كانت فيها النقر من نوع Pinoid وشملت الأنواع (*P. brutia* و *P. halepensis* و *P. canariensis*) في حين ضمت المجموعة الثانية الأنواع التي كانت فيها النقر من نوع Pinoid واحيانا Taxodioid وشملت نوع واحد هو النوع *P. pinea* أما المجموعة الثالثة فضمت الأنواع التي كانت فيها النقر من نوع Fenestriform وشملت النوعين *P. eldarica* و*P. radiata* فساعد في عزل الأنواع عن بعضها من البعض الآخر وكما موضح في اللوحات (2 – 7). وبالاستناد إلى نوع حافة جدران القصيبات الشعاعية ray tracheids في الوجه الشعاعي أمكن تقسيم أنواع الصنوبر قيد الدراسة على مجموعتين احتوت المجموعة الأولى على قصيبات شعاعيه ذات حافة مسننة dentate وشملت الأنواع (*P. brutia* و *P. halepensis* و *P. eldarica* و *P. canariensis* و *P. radiata*)، في حين احتوت المجموعة الثانية على قصيبات شعاعيه ذات حافة ملساء smooth وشملت النوع *P. pinea* ، لذا تعد صفة حافة جدران القصيبات الشعاعية صفة تشخيصية بالغة الأهمية في تشخيص أنواع الصنوبر وكما موضح في اللوحات (2- 7) . كما أظهرت الأنواع تبايناً في موقع القنوات الراتنجية في المقطع العرضي وكما موضح في اللوحات (2- 7) إذ كان موقع القنوات الراتنجية في الأنواع (*P. brutia* و *P. eldarica* و*P. Canariensis* و *P. radiata*) في وسط الخشب المتأخر late wood في حين كان موقع القنوات الراتنجية في النوع *P. pinea* في منطقة التحول من الخشب المبكر early wood إلى الخشب المتأخرlate wood ، اما في النوع *P. halepensis* فان موقع القنوات الراتنجية هو في الخشب المتأخر وفي منطقة الانتقال . وكان لصفة نوع التحول (الانتقال) transition من الخشب المبكرearly wood إلى الخشب المتأخر late wood أهمية في تشخيص الأنواع قيد الدراسة فقد أمكن عزل وتشخيص الصنوبر البروتي *P. brutia* عن الصنوبر الحلبي *P. halepensis* من خلالها فقد كان نوع التحول في النوع الأول هو فجائي abrupt وكما موضح في اللوحة (2) وبهذا يسهل تمييز حلقات النمو growth ring في هذا النوع من الصنوبر حيث تكون متميزة ، اما في النوع الثاني فان نوع التحول منى الخشب المبكر إلى الخشب المتأخر هو تدريجي gradual إلى مفاجئ abrupt وبذلك يصعب تمييز حلقات النمو growth ring في الصنوبر الحلبي وكما موضح في اللوحة (3)، كما تميز النوع *P. pinea* بان نوع التحول هو تدريجي إلى مفاجئ اما في الأنواع *P. eldarica* و *P. canariensis* و *P. radiata* فان نوع التحول كان مفاجئ abrupt وكما موضح في اللوحات (4 و 5 و 6 و 7). ومن الصفات التشخيصية المهمة الأخرى التي تمت دراستها في المقطع الشعاعي Radial Section هي نوع التنقير pitting في جدران القصيبات الشعاعية ray tracheids حيث أمكن تشخيص نوعين من التنقير وهما وحيدة الصف Uniseriate و ثنائية الصف Biseriate وعلى أساسها تم تقسيم الأنواع المدروسة على مجموعتين ضمت المجموعة الأولى الأنواع وحيدة الصف Uniseriate وشملت النوعين (*P. eldarica* و *P. radiata*) في حين ضمت المجموعة الثانية

الأنواع ثنائية الصف Biseriate وشملت الأنواع (*P. brutia* و *P. halepensis* و *P. pinea* و *P. canariensis*) وكما موضح في اللوحات (2- 7).

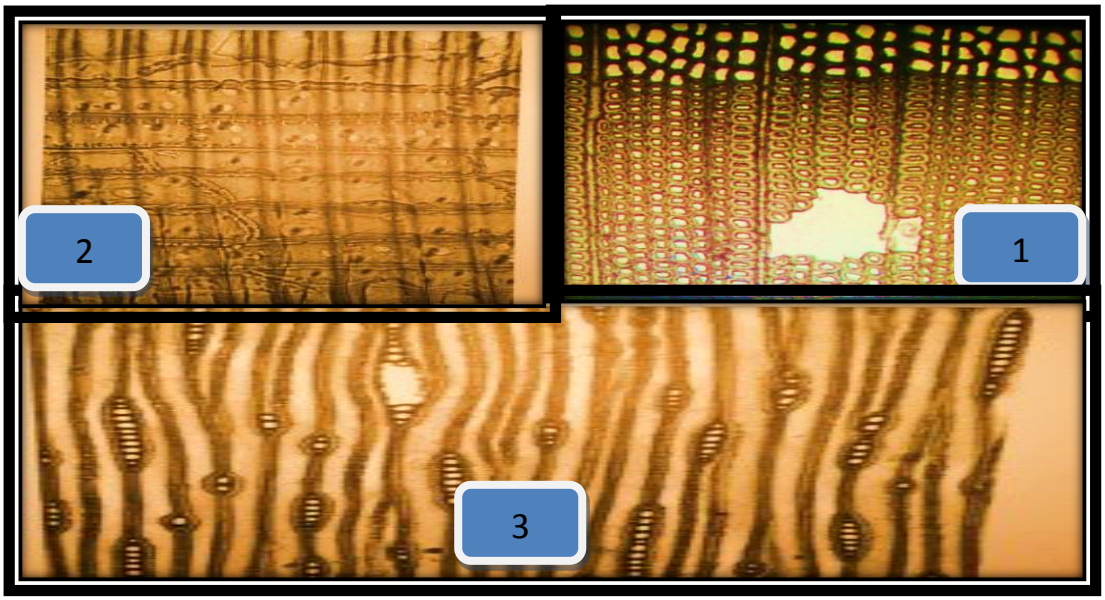
كما استفيد من صفة وجود أو عدم وجود التثخنات الحلزونية Helical thickening في القصيبات في تقسيم الأنواع المدروسة على مجموعتين، ضمت المجموعة الأولى نوع واحد فقط احتوت قصيباته على التثخنات الحلزونية وهو الصنوبر الحلبي *P. halepensis* وكما موضح في اللوحة (1 ، ثانيا) في حين ضمت المجموعة الثانية الأنواع التي لا تحتوي قصيباتها على تثخنات حلزونية وشملت بقية الأنواع المدروسة.

الجدول (4) الصفات النوعية لخلايا الأشعة وحقول التقاطع والقصيبات الشعاعية وحلقات النمو في أنواع الصنوبر *Pinus sp.* المدروسة .

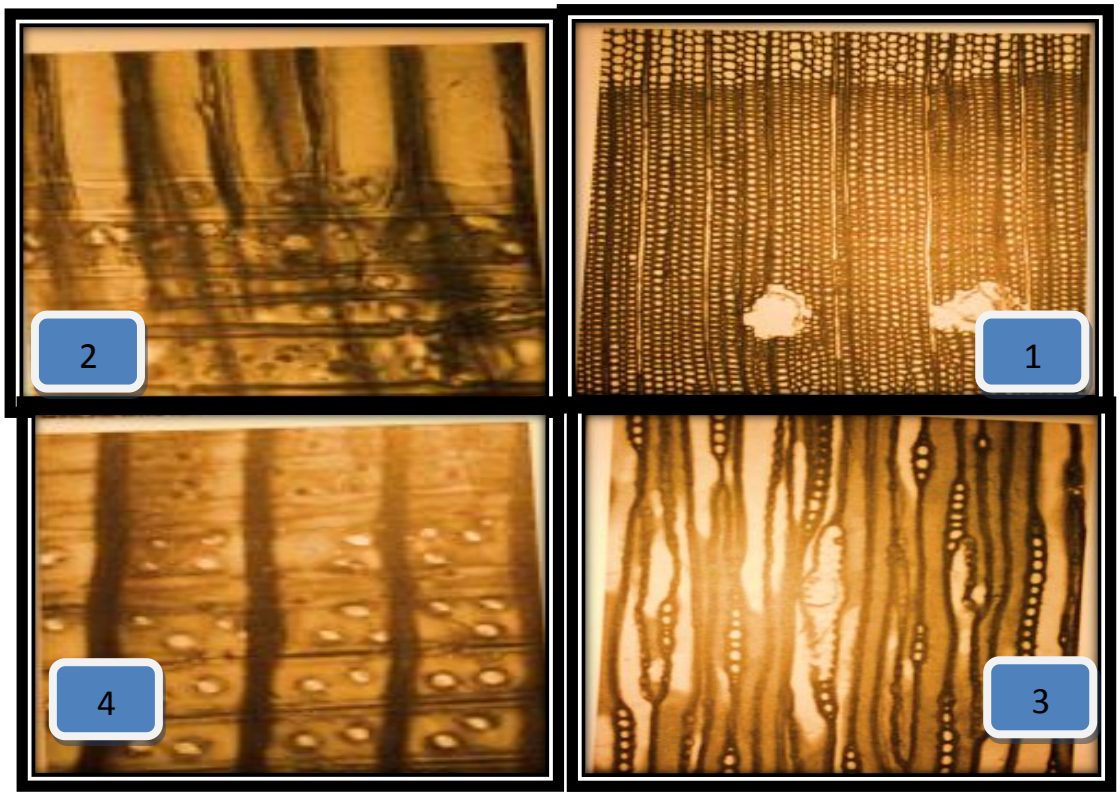
ت	الأنواع Species	نوع النقر في حقول التقاطع	حافة جدران القصيبات الشعاعية	موقع القنوات الراتنجية	نوع الانتقال من الخشب المبكر إلى الخشب المتأخر	تمييز حلقات النمو في المقطع العرضي	نوع التنقير في الجدران الشعاعية للقصيبات	وجود التثخنات الحلزونية
1	*P. brutia*	Pinoid	Dentate	في الخشب المتأخر late wood	abrupt	متميزة يسهل تمييزها	Biseriate	---
2	*P. halepensis*	Pinoid	Dentate واحيانا Smooth	في الخشب المتأخر وفي منطقة الانتقال	gradual to abrupt	متميزة نوعا ما ويصعب تمييزها	Biseriate	+
3	*P. pinea*	Pinoid واحيانا Taxodioid	Smooth	في منطقة الانتقال	gradual to abrupt	متميزة نوعا ما ويصعب تمييزها	Biseriate	---
4	*P. eldarica*	Fenestriform	Dentate	في الخشب المتأخر late wood	abrupt	متميزة يسهل تمييزها	Uniseriate	---
5	*P. canariensis*	Pinoid	Dentate	في الخشب المتأخر late wood	abrupt	متميزة يسهل تمييزها	Biseriate	---
6	*P. radiata*	Fenestriform	Dentate	في الخشب المتأخر late wood	abrupt	متميزة يسهل تمييزها	Uniseriate	---



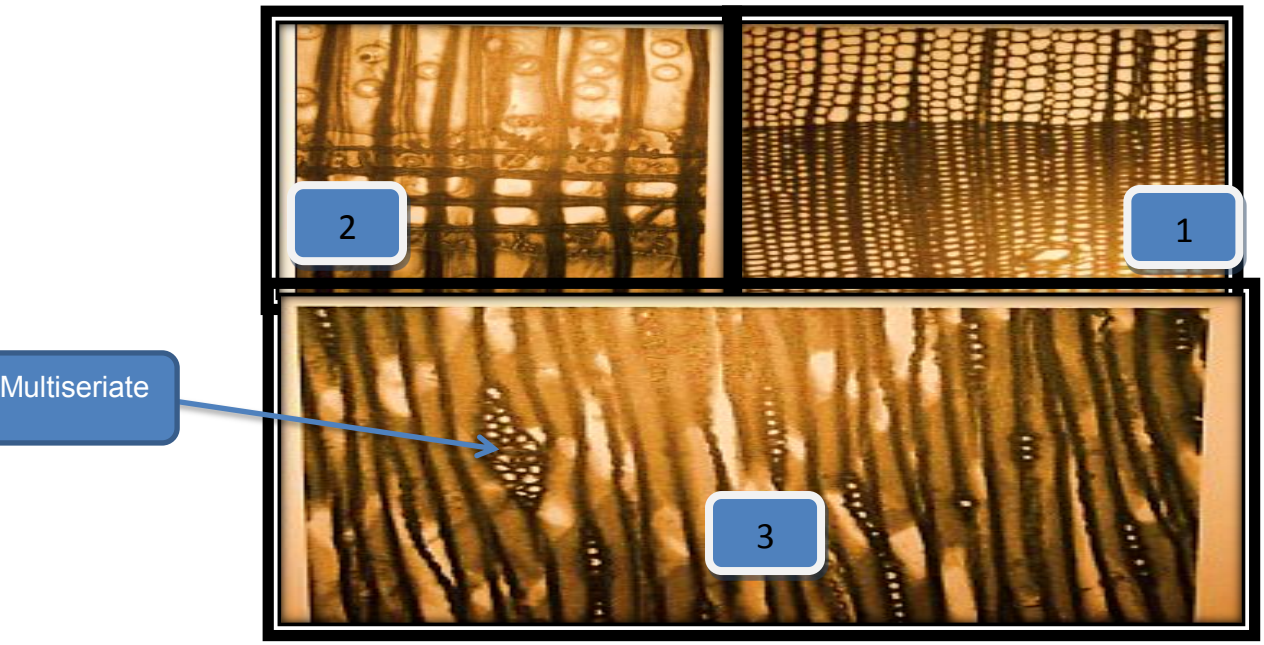
اللوحة (2) مقطع عرضي وشعاعي ومماسي لخشب الصنوبر البروتي *P. brutia* مقطع عرضي مع قناة راتنجية ، 2- مقطع شعاعي يبين الاشعة مع نقر حقول التقاطع cross- field نوع pinoid وقصيبات شعاعية بجدر مسننة dentate ، 3- مقطع مماسي يبين الاشعة Rays مع الاشعة المغزلية .



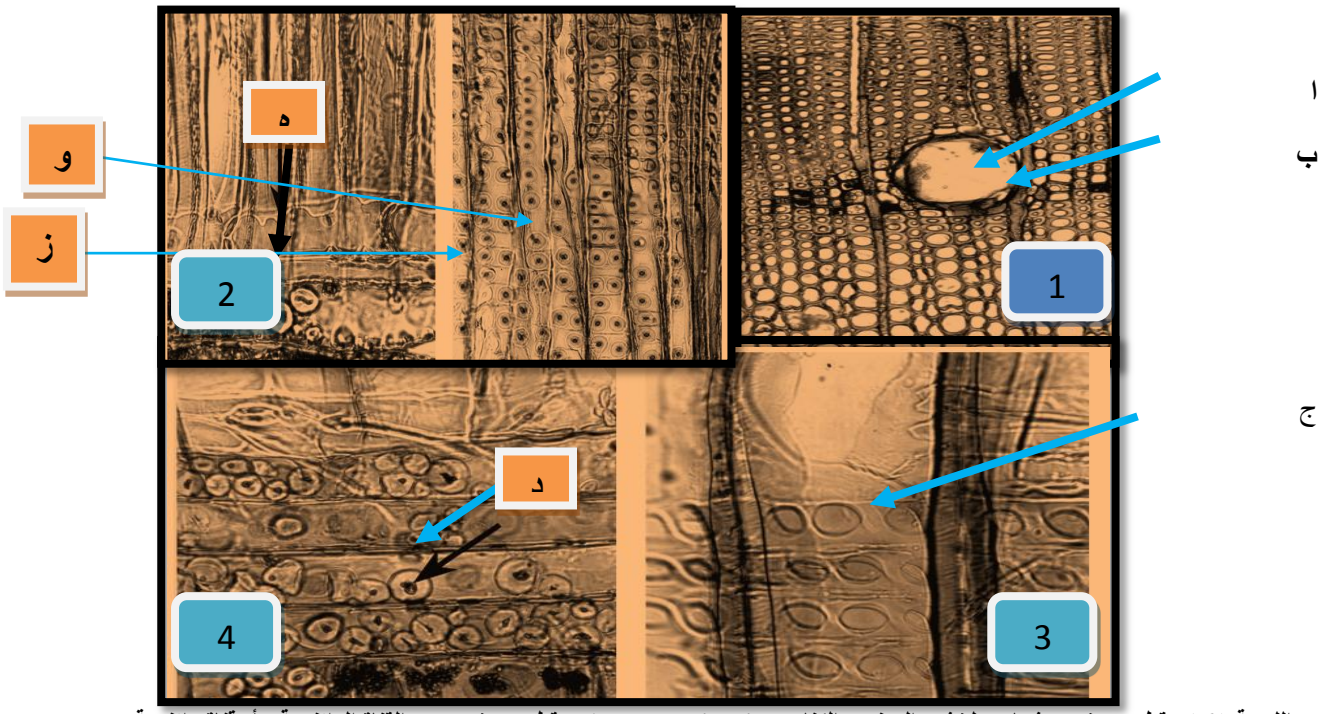
اللوحة (3) مقطع عرضي وشعاعي ومماسي لخشب الصنوبر الحلبي *P.halepensis* 1-مقطع رضي مع قناة راتنجية، 2- مقطع شعاعي يبين الاشعة مع نقر حقول التقاطع cross- field نوع pinoid وقصيبات شعاعية بجدر مسننة dentate بعض الشيء ، 3- مقطع مماسي يبين الاشعة Rays مع الاشعة المغزلية .



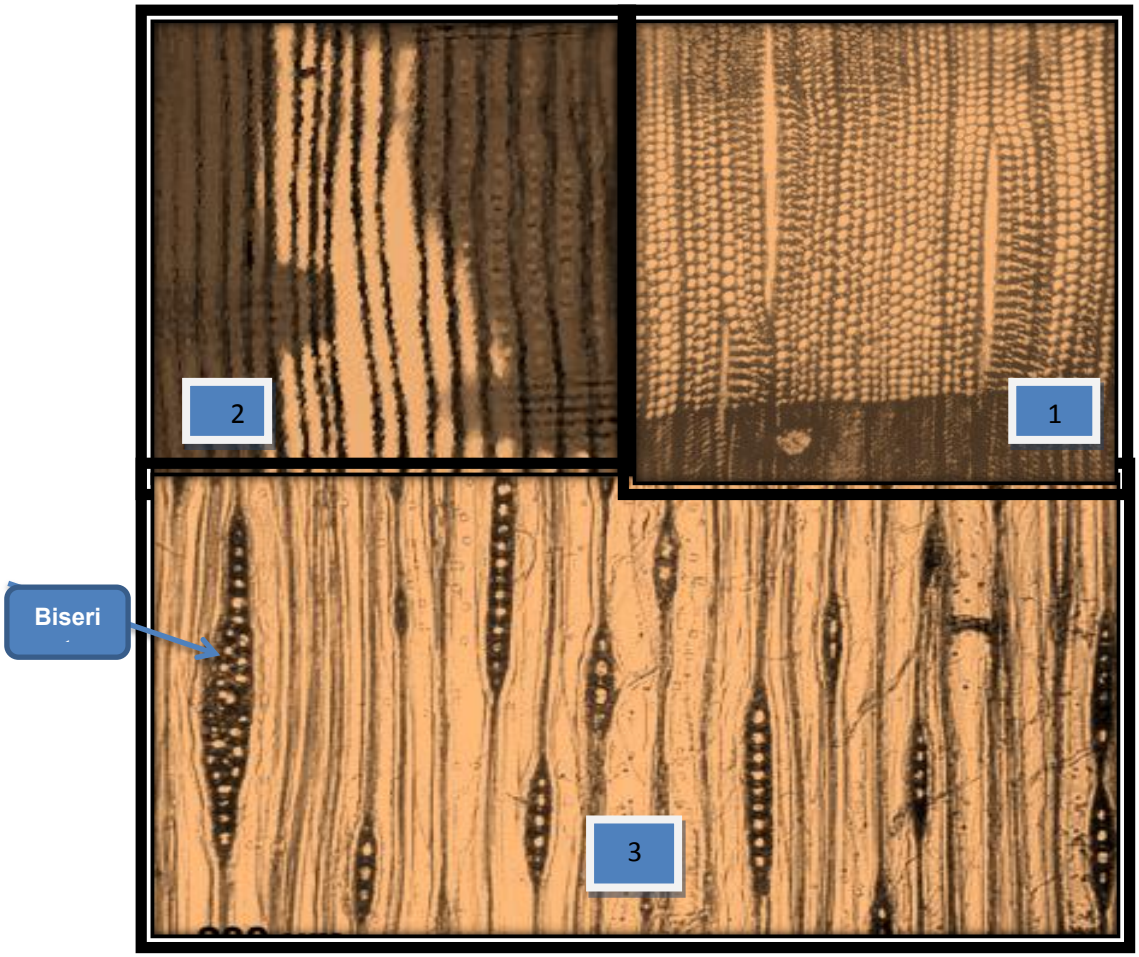
اللوحة (4) مقطع عرضي وشعاعي ومماسي لخشب الصنوبر الثمري *P. pinea* 1- مقطع عرضي مع قناة راتنجية ، 2- مقطع شعاعي يبين الاشعة مع نقر حقول التقاطع cross- field نوع pinoid وقصيبات شعاعية بجدر ملساء smooth ، 3- مقطع مماسي يبين الاشعة Rays مع الاشعة المغزلية ، 4- نقر حقول التقاطع نوع pinoid واحياناً Taxodioid .



اللوحة (5) مقطع عرضي وشعاعي ومماسي لخشب صنوبر الداريكا *P. eldarica* -1 مقطع عرضي مع قناة راتنجية ، 2- مقطع شعاعي يبين الاشعة مع نقر حقول التقاطع cross- field نوع Fenestriform وقصيبات شعاعية بجدر مسننة dentate ، 3- مقطع مماسي يبين الاشعة Rays مع الاشعة المغزلية نوع Multiseriate.



اللوحة (6) مقطع عرضي وشعاعي لخشب الصنوبر الكناري *P. canariensis* 1- مقطع عرضي يبين القناة الراتنجية : أ- قناة راتنجية ب- الخلايا الطلانية المحيطة بها epithelial cell . 2- (ه) قصيبة شعاعية مسننة Dentate Ray Tracheid،(ز) زوج نقر مضفوفة متقابلة Opposite مع (و) كراسيولي Crassulae . 3- (ج) نقر من نوع Pinoid في حقول التقاطع . 4- (د) حبيبات نشأ في خلايا البارنكيما الشعاعية.



اللوحة (7) : مقاطع الأوجه الثلاثة لخشب الصنوبر الشعاعي *P. radiata* 1- مقطع عرضي يبن الخشب المبكر والخشب المتأخر ويلحظ وجود القناة الراتنجية resin canal في الخشب المتأخر. 2- مقطع شعاعي يظهر النقر المضفوفة نوع Uniseriate. ، 3- مقطع مماسي يبين الاشعة Rays مع الاشعة المغزلية .

ان صفات الخشب المذكورة آنفاً هي صفات وراثية ثابتة، ولذا إن الدارسة التشريحية للخشب لأنواع الصنوبر قيد الدراسة وعلى وجه الخصوص للصنوبر البروتي *P. brutia* والصنوبر الحلبي *P. halepensis* ، إذ تؤكد عدم انتمائهما إلى الوحدة التصنيفية نفسها وعدّهما نوعين منفصلين . كما تبين من الدراسة التشريحية أيضا أن قيم الصفات التشريحية للخشب لصنوبر الداريكا *P. eldarica* كانت أقل من قيم صفات خشب الصنوبر البروتي ،كما هو موضح في الجدول (4) ، وهذا يعطي مؤشراً بأن صنوبر الداريكا هو تحت نوع من الصنوبر البروتي ، وجاءت هذه النتيجة متوافقة مع توصل أليه (Yaman 2007a) من أن قيم صفات خشب الضرب *P. sylvestris* var. *compacta* أقل من قيم النوع *P. sylvestris* ومما تقدم يتضح أن الأدلة التشريحية تقف جنبا إلى جنب مع بقية الأدلة التصنيفية الأخرى لأداء غرض واحد مشترك هو تشخيص وتمييز وعزل أنواع جنس الصنوبر قيد الدراسة.

ولأول مرة في العراق وضع مفتاح تشريحي لتشخيص أخشاب أنواع الصنوبر *Pinus sp.* بالاعتماد على صفات الخشب التشريحية النوعية وبالاستناد الى دليل (Panshin و DeZeeuw، 1980) ، كما هو موضح في الجدول (6) .

الجدول (6) المفتاح التشريحي لتشخيص خشب انواع الصنوبر. *Pinus* sp في شمال العراق .

الأنواع species الصفات characters		*P. brutia*	*P. halepensis*	*P. pinea*	*P. eldarica*	*P. canariensis*	*P. radiata*
عدد صفوف خلايا الأشعة في الوجه المماسي	Uniseriate	+	+	+		+	
	Multiseriate				+		
	Biseriate						+
نوع النقر في حقول التقاطع	Pinoid	+	+			+	
	Pinoidوأحيانا Taxodioid			+			
	Fenestriform				+		+
حافة جدران القصيبات الشعاعية	Dentate	+			+	+	+
	Dentateوأحيانا Smooth		+				
	Smooth			+			
موقع القنوات الراتنجية	في الخشب المتأخر late wood	+			+	+	+
	في الخشب المتأخر وفي منطقة الانتقال		+				
	في منطقة الانتقال			+			
نوع الانتقال من الخشب المبكر الى الخشب المتأخر	Abrupt	+			+	+	+
	Graduate to Abrupt		+	+			
تمييز حلقات النمو في المقطع العرضي	متميزة ويسهل تمييزها	+			+	+	+
	متميزة نوعا ما ويصعب تميزها		+	+			
نوع النقر في الجدار الشعاعية	Biseriate	+	+	+		+	
	Uniseriate				+		+
وجود التثخنات الحلزونية	غير موجود	+		+	+	+	+
	موجود		+				

المصادر

1. التميمي ، زينب عليوي (2000) . دراسة بعض الخصائص التكنولوجية لخشب أشجار الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. النامية في مشاجر سنجار . رسالة ماجستير ، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل ، العراق .
2. الجواري ، هايس صايل جرجيس (2009). دراسة تشخيصية مقارنة للصفات المظهرية والكيميائية لأصناف الفستق *Pistacia vera* L في محافظة نينوى. رسالة ماجستير ، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل، العراق .
3. الزيدبكي، أسامة إبراهيم أحمد (1999). دراسة بعض الصفات التكنلوجية لخشب أشجار السرو الأفقي النامي في منطقة حمام العليل . رسالة ماجستير ، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل .
4. عبدالله ، احمد سعيد (1986). مقارنة بعض الصفات النوعية لجذوع أربع أنواع من الصنوبر لاستخدامها في صناعة العجينة الورقية . رسالة ماجستير ، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل ، العراق .
5. قصير، وليد عبودي وسليم إسماعيل شهباز وباسم عباس عبد علي (1985). الخشب كمادة أولية . كتاب مترجم . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، دار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل ، العراق .
6. الكاتب ، يوسف منصور (2000) . تصنيف النباتات البذرية ، دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، العراق .

7. المحيسن ، عزام احمد (1979). دراسة بعض الخواص التكنولوجية لخشب صنوبر زاويته النامي طبيعيا في زاويته . رسالة ماجستير ، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل ، العراق.
8. نحال ، إبراهيم (2003). علم الشجر (الدندرولوجيا) ، كلية الزراعة ، جامعة حلب ، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية ، مطبعة جامعة حلب ، سورية .
9. يحيى ، موفق دخيل ووليد عبودي قصير وسليم إسماعيل شهباز (1991). التباين الطبيعي لأشجار الصنوبر البروتي في شمال العراق .
- التباين في بعض صفات الخشب ذات الأهمية الصناعية . مجلة زراعة الرافدين 23 (3) : 89 – 95 .
10. Abassail, N.S., and M. Kiaei, (2011). Formation of Juvenile / Mature wood in *Pinus eldarica* Medew. and Related wood properties. *World Applied Sciences Journal* 12 (4) : 460- 464, ISSN18/8- 4952 IDOSI . Iran.
11. Adamopoulos , S. and E. Voulgaridis(2002).Within-tree variation in growth rate and cell dimensions in the wood of black locust (*Robinia pseudoacacia*). *IAWA Gournal*,23(2) : 191-199.
12. AL- Slievanee, H. S.(2008). Effect Of Elevation, Locality, and Aspect on Some Wood and Growth Characters OF (*Pinus brutia* Ten.) Grow Naturally In Dohuk Province. Master thesis in Forestry Science College of Agriculture, University of Dohuk .Iraq.
13. Botnia, F. (2007) . The Eucalyptus fiber and the Kraft pulp quality requirements for paper manufacturing www. Celso-foelkel.com.br.
14. Bozkurt Y, Goker Y, Erdin N, As N (1993). (Anatomical and technological properties of red pine in Datça). In: Uluslararasi Kizilçam Sempozyumu Bildiriler Kitabi (Proceedings of the International Symposium on Red Pine),628-635.Ankara:Türkiye Cumhuriyeti, Orman Bakanligi) .
15. Franklin, G. L. (1945). Preparation of thin section of synthetic resins and wood composites and anew macerating method for macerating wood *Nature*155(3-24) .
16. Hoadley, R.B.(1990). Identifying Wood . Accurate results with simple tool. The Taunton Press.
17. Husch, B., T. W. Bees, J. A. Kershaw.(2003). Forest Menstruation . John Wiley and Sons Inc. Hoboken, New Jersey . John Wiley & Sons), pp. 88–99.
18. Kiaei, M. (2011). Anatomical, Physical, and Mechanical properties of eldar pine (*Pinus eldarica* Medw.) grown in the Kelardasht region. *Turk Argic.* For 35(2011) : 31-42. TUBITAK. IRAN.
19. Kiaei, M., and A. Samariha,(2011). Relationship between Altitude Index and Wood properties of *Pinus eldarica* Medw. (Case Study in North Iran). *Gazi University Journal of Science. GUJ Sci.* 24 (4) : 911- 918 .
20. Kiaei, M., Sadegh, A. and R. Moya ,(2013). Site Variation of Tracheid Features and Static Bending Properties In *Pinus eldarica* Wood. *Cellulose Chem. Technol.*, **47** (1-2), 49-59 .
21. Larson, P. R. (1973) . The Physiological Basis for Specific Gravity in Conifers, Proceedings, IUFRO- 5 , Meet , 672 – 678 .
22. Malan, F. S. (1995). The wood properties and qualities of the pines grown by the south African Forestry company LTD.
23. Nasir, G. M. (2008). Fiber morphology in relation to suitability for pulp and paper. Forest Products Research, Pakistan Forest Institute , Peshawar.
24. Nicholson, J. E. , Hillis, W. E. and N. Ditchburne (1975). Some Tree Growth - Wood Property relationships. Can. Jour. For. Res. 5(3) : 424-432.
25. Panshin, A.J. and C. DeZeeuw(1980) .Textbook of Wood Technology 4th ed. McGraw- Hill, New York.
26. Runkel, R. (1952). Pulp From Tropical Wood, Zell Wood Forschung and Zellst- off chemic. 29: 1-77. Haller. Verlag. (C. F. Nicholson et al. 1975) .
27. Saribas, M. , and B. Yaman (2005). Wood anatomy of *Crataegus tanacitefolia* (Lam.) pers. (*Rosaceae*) , Endemic to turkey. *International Journal OF Botany* 1(2): 158-162.

28. Schweingruber, F.H. (2007) . Wood Structure and Environment .Springer Series in Wood Science .Springer Verlag Berlin Heidelberg 2007.
29. Smith, W. J. (1967). The Heritability of Fiber characteristics and its application to wood quality improvement in forest trees . Silvea Genetica, 16(2): 41-50 .
30. Stace, C.A.(1980). Plant Taxonomy and Biosystematics. Edward Arnold, London, 279pp.
31. Yaman, B. (2006) . Variations in quantitative vessel element characters of Cerasus avium (*Rosaceae*) in Turkey. Inst. Sci., Zonguldak Karaelmas Univ., Bartin. Turkey.
32. Yaman, B. (2007). Comparative Wood Anatomy of *Pinus sylvestris* and its Var. Compacta in the west black sea region of Turkey.
33. Zobel, B.J. (1981) .Wood Quality from fast-grown plantations . Tappi64 (1) : 71-74 .
34. Zobel, B.J. and J. T. Talbert (1984). Applied Forest Tree Improvement . John Wiley and Sons Inc. New York . 505 pp.