الباب الحادى عشر

التركيب التشريحى للأعضاء النباتية المسنة

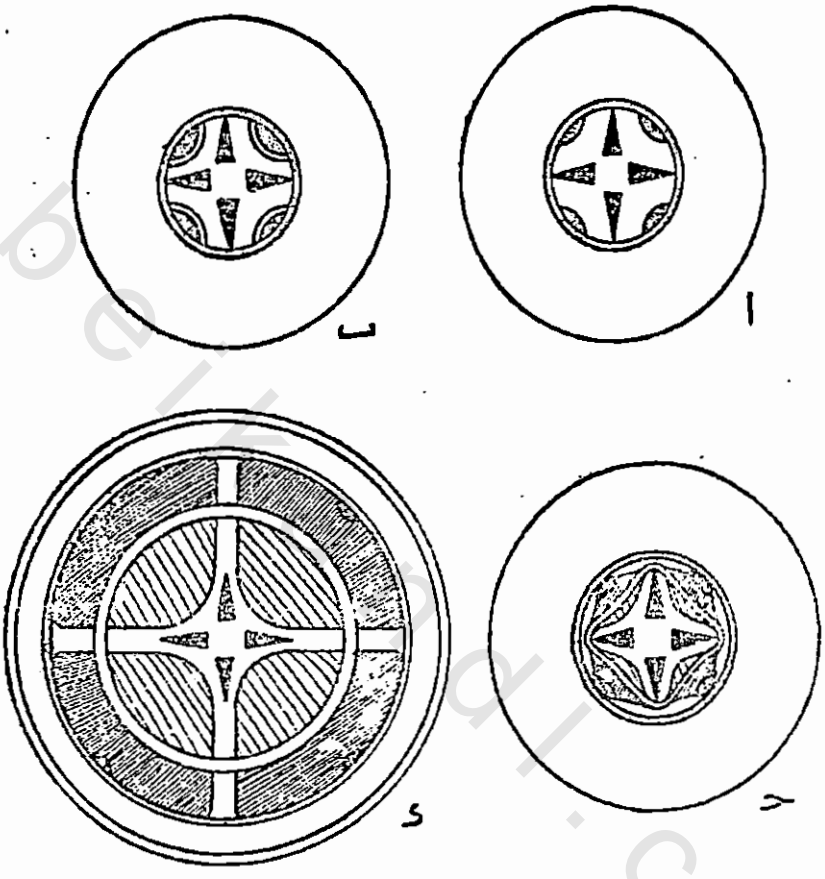
فى النباتات كاسيات البذور

الأعضاء النباتية الحديثة من جذور وسيقان ، يحدث بها تغليظ مستمر كلما تقدم بها العمر وذلك لإضطراد الحاجة إلى تكوين عناصر توصيلية جديدة ، تتناسب مع إحتياج النبات المستمر فى النمو . والنشاط الثانوى هذا يرجع إلى وجود خلايا الكمبيوم المرستيمية الموجودة فى سيقان وجذور النباتات ذات الفلقتين . لهذا نجد أن التغليظ الثانوى غير معروفٍ فى معظم النباتات ذات الفلقة الواحدة .

التركيب التشريحى لمنطقة الأنسجة الثانوية للجذور

تزيد سيقان النباتات ذات الفلقتين فى السمك وهذا هو الحال أيضا فى جذورها وهذا بخلاف سوق وجذور النباتات ذوات الفلقة الواحدة التى لايحدث فيها تغليظ ثانوى إلا نادرا .

فى الجذور يوجد عادة طبقتان أو ثلاث من خلايا برنشيمية موجودة بين مجموعات اللحاء الابتدائى وأذرع الخشب الابتدائى . وقبيل بدء التغلظ الثانوى تستعيد هذه الخلايا البرنشيمية قدرتها على الانقسام وتكون أشرطة كمبيومية داخل اللحاء عددها مساو لعدد مجاميع اللحاء . أو أذرع الخشب (شكل ٧٧) وينتج عن نشاط هذه الأشرطة تكوين خشب ثانوى إلى الداخل ولحاء ثانوى إلى



(شكل ٧٧) : رسم تخطيطى يبين خطوات التغليظ الثانوى فى جذر ذو فلقتين

ا ـ جذر حديث ذو فلقتين به أربع حزم قطرية

ب ـ ظهور أشرطة كمبيومية للداخل من نسيج اللحاء .

حـ ـ إتصال الأشرطة الكمبيومية التى تكشفت للداخل من نسيج اللحاء بالأشرطة الكمبيومية التى تكشفت للخارج من الخشب الأول .

د ـ حلقة الكمبيوم أصبحت كاملة الإستدارة وأعطت للخارج لحاء ثانوى وللداخل خشب ثانوى .

الخارج . فتنقسم كل خلية كمبيومية بجدار عماسى إلى خليتين جديدتين ، تتكشف الداخلية منهما إلى وعاء خشبي، وتبقى الخلية الخارجية الجديدة المجاورة للحاء خلية كمبيومية ، تنقسم ثانية وعند انقسامها تضاف الخلية الخارجية الجديدة إلى اللحاء بينما تحتفظ الخلية الداخلية بالقدرة على الانقسام ، وعلى ذلك تستمر خلايا الكمبيوم فى الانقسام طول موسم النمو فيضاف خشب جديد أى ثانوى خارج الخشب القديم ولحاء جديد أى ثانوى داخل اللحاء السابق التكوين .

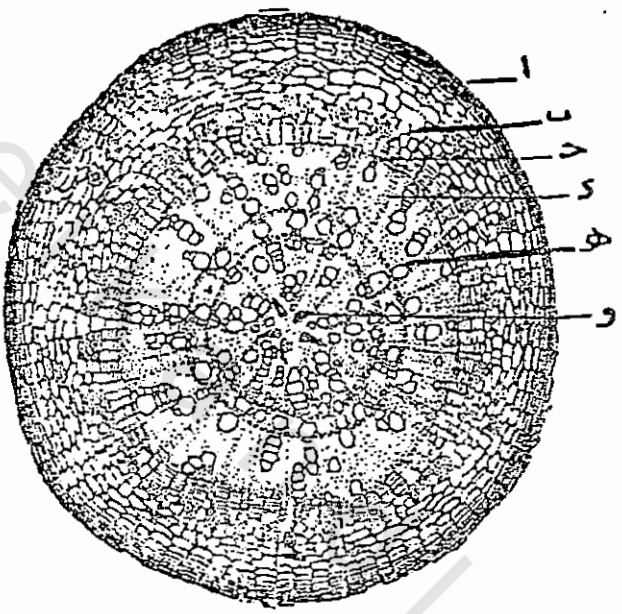
تمتد أشرطة الكامبيوم السابق تكوينها تدريجيا على جوانب أذرع الخشب حتى يتصل بعضها ببعض خارج هذه الأذرع فى نسيج البريسيكل وبذلك تصبح طبقة الكامبيوم حلقة مقفلة ولكنها متموجة لا تلبث أن تستدير تدريجيا لازدياد نشاط أجزائها الموجودة داخل اللحاء عن أجزائها الأخرى الموجودة حول الأذرع الخشبية .

وبعد أن يستمر التغلظ الثانوى فترة من الزمن تتكون اسطوانتان واسعتان من الخشب واللحاء الثانويين (شكل ٧٨) تخترقهما أشعة نخاعية ابتدائية وأخرى وعائية (أى رئيسية وأخرى غير رئيسية) والأولى تكون واسعة وتكون على امتداد أذرع الخشب الإبتدائى وتصل ما بين القشرة والنخاع أما الثانية فتكون ضيقة .

هذا ولا يتميز بالجذور عادة حلقات سنوية كالتى توجد بالساق وذلك لأن الجذور موجودة فى التربة بعيدة عن المؤثرات الخارجية .

أما الجذور المختزنة للمواد الغذائية فيوجد بها نسبة عالية من الخلايا

البرنشيمية موجودة بوفرة فى الخشب واللحاء الثانويين وتكون الأوعية الخشبية والخلايا اللحائية أما فى مجموعات مبعثرة أو مرتبة فى صفوف قطرية .



(شكل ٧٨) : قطاع مستعرض فى جذر مسن ذو فلقتين

ا ـ طبقات الفلين — ب ـ اللحاء الثانوى

حـ ـ الكمبيوم — ء ـ أشعة نخاعية

هـ ـ الخشب الثانوى — و ـ الخشب الابتدائى

ونتيجة للتغلظ الثانوى وفى الجذور يتكون نسيج الفلين ليحل محل طبقة الاكسوديرمس والقشرة المتمزقة وفى الجذر ينشأ الفلوجين غالبا فى طبقة البريسيكل وتنقسم خلايا الفلوجين فتعطى خلايا فلينية جهة الخارج وخلايا برانشيمية أى فلوديرم جهة الداخل .

التركيب التشريحى لمنطقه الأنسجة الثانوية فى الساق

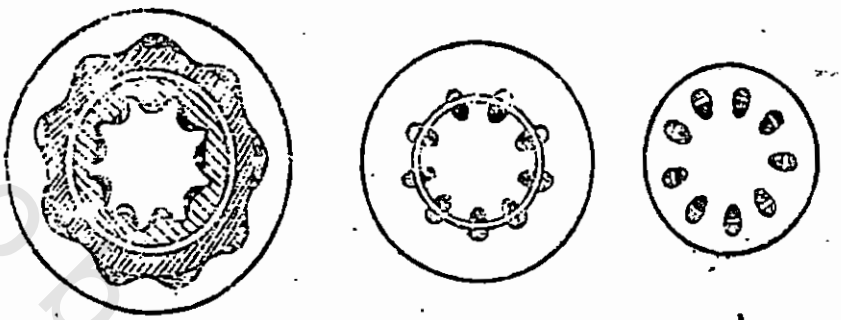
أولا : نباتات ذوات الفلقتين :

تزداد مناطق الساق التى أتمت نموها الطولى فى الغلظ نتيجة لتكوين خلايا جديدة بواسطة كل من الكمبيوم الحزمى والبين حزمى والكمبيوم الفلينى phellogen .

ويطلق على نمو الساق فى السمك النمو الثانوى secondary growth وقد يستمر هذا مئـــات السنين أو عدة آلاف من السنين كما فى شجرة كاليفورنيا الضخمة *Sequoia* spp. .

ينشأ معظم النمو فى سمك الساق نتيجة لتكوين الأنسجة الثانوية التى تنشأ عن النشاط الكامبيومى ، فبعد ظهور الأنسجة الابتدائية وأحيانا قبل تمام تكشفها يبدأ النشاط الكامبيومى فى الحزمة مكونا الأنسجة الثانوية وفى كثير من النباتات ذات الفلقتين وخاصة النباتات الخشبية لا يقتصر النشاط الكامبيومى على الحزم الوعائية بل يتعداها إلى مابين الحزم فتستعيد بعض الخلايا البرنشيمية الموجودة بين الحزم الوعائية نشاطها متحولة إلى خلايا كامبيومية تسمى الكامبيوم بين الحزمى interfascicular cambium تمييزاً لها عن الكامبيوم الحزمى fascicular cambium الموجودة داخل الحزم الوعائية وبذلك يظهر الكامبيوم فى حلقة متصـــلة (شكل ٧٩) . وينشأ عن نشاط الكامبيوم تكوين لحاء ثانوى فى الخارج وخشب ثانوى فى الداخل .

وقد تكون الأعضاء النسيجية للخشب الثانوى ، عبارة عن أوعية أو قصيبات أو برنشيمية خشب أو ألياف خشب .



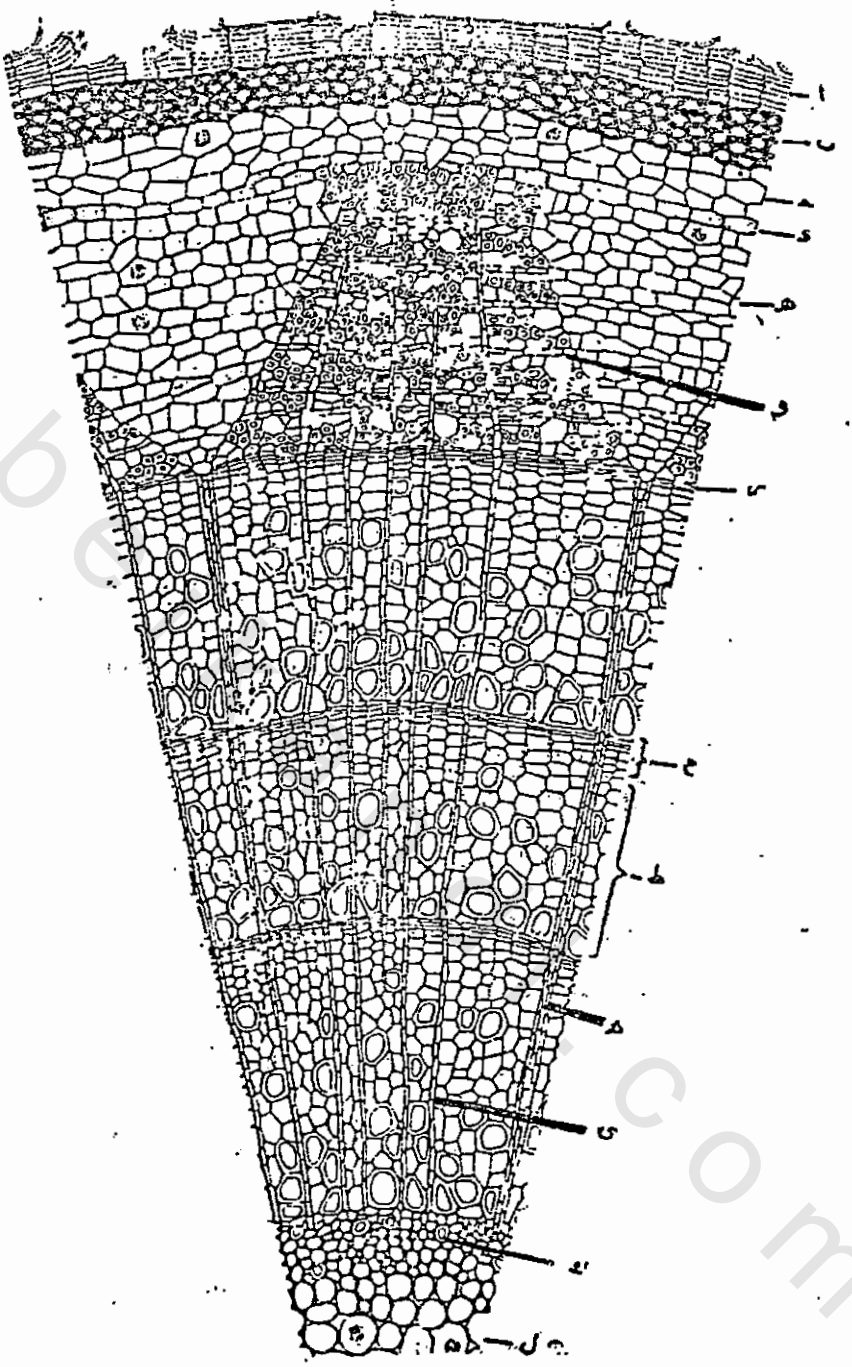
(شكل ٧٩) : رسم تخطيطى يبين خطوات التغليظ الثانوى فى ساق ذات فلقتين
ا ـ ساق حديثة ذات فلقتين ب ـ ظهور الكمبيوم البين حزمى
حـ ـ حلقة الكمبيوم التامة الإستدارة أعطت لحاء ثانوى للخارج وخشب ثانوى للداخل .

كذلك قد تكون الأعضاء النسيجية فى اللحاء الثانوى عبارة عن خلايا لحاء أو أنابيب غربالية وخلايا مرافقة أو ألياف لحاء أو برنشيمية لحاء .

ولما كانت عناصر الخشب قوية مغلظة فان العناصر الخشبية لاتنضغط تحت تأثير الازدياد المستمر فى تغليظ الساق (شكل ٨٠) وهذا بخلاف ما يحدث للحاء الثانوى الذى يكون فى العادة أقل اتساعا من منطقة الخشب الثانوى.

هذا ويلاحق الكامبيوم الازدياد المستمر فى قطر الخشب الثانوى واللحاء الثانوى بتوسيع محيطه باحدى طريقتين .

١ ـ إما بالانقسام فى اتجاه قطرى يتبعه نمو الخليتين الناشئتين إلى الحجم الأصلى
٢ ـ أو بانقسام الخلايا انقساما محيطيا يعقبه ذوبان الصفيحة الوسطى من بين الخليتين وانزلاق العليا فوق السفلى حتى تصبح مجاورة لها بعد أن كانت فوقها .



(شكل ٨٠) : رسم تفصيلي لجزء من قطاع مستعرض في ساق مسن (٣ سنوات) ذات فلقتين (عن دين) مبينا به

ا ـ الفلين ب ـ قشرة ثانوية ج ـ قشرة ابتدائية د ـ غلاف نشوي
و ـ عناصر اللحاء مكونة من مجاميع من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة متبادلة مع مجاميع من الألياف . ز ـ كمبيوم ح ـ خشب دعامي ط ـ خشب عصاري
ى ـ أشعة نخاعية ى ـ أشعة وعائية ل ـ خشب إبتدائي ل ـ نخاع

الأشعة النخاعية والأشعة الوعائية :

تتصف الأشعة النخاعية بما يأتى : —

١ — يكون عددها فى ساق ما محدودا .

٢ — تمتد من النخاع إلى الطبقة المحيطية .

٣ — تمتد عموما طوليا بطول السلامية كلها.

٤ — تنشأ من المرستيم الأساسى ولو أنه يضاف إليها نسيج ثانوى من الكمبيوم بين الحزمى كلما استطالت قطريا .

هذا وتتصف الأشعة الوعائيه بما يأتى : —

١ — عددها فى ساق ما غير محدود حيث يزداد تكوينها كلما كبر الساق.

٢ — لا تمتد أبدا نحو الداخل حتى تصل النخاع كما أنها لا تمتد نحو الخارج مطلقا حتى تصل الطبقة المحيطية .

٣ — تمتد طوليا لبضعة خلايا وهى لا تمتد مطلقا بطول السلامية كلها .

٤ - تنشأ من الكمبيوم الحزمى .

والأشعة الوعائية منها ما يقع فى الخشب ويطلق عليه الشعاع الخشبي xylem ray ومنها ما يقع فى اللحاء ويطلق عليه الشعاع اللحائى phloem ray .

والغرض من تكوين الأشعة الوعائية هو تسهيل نقل الاغذية والماء قطريا.

الحلقات السنوية : Annual Rings

إذا قطعت شجرة عرضيا وصقل سطحها المقطوع ظهرت حلقات دائرية هى عبارة عن الحلقات السنوية ، فى الأشجار الخشبية التى تنمو فى المناطق المعتدلة والباردة . يوجد فى كل عام موسم نمو محدود وموسم خمول ويؤدى ذلك إلى

تكوين خشب به نسبة عالية من الأوعية ويبدو للعين مساميا ويطلق عليه الخشب العصارى early wood .

وفى موسم الخول يتكون خشب به نسبة عالية من ألياف ذات تجاويف ضيقة وجدر سميكة ويطلق عليه الخشب الدعامى late wood .

وقديما كان يطلق على الخشب العصارى الخشب الربيعى spring wood والخشب الدعامى كان أيضا يسمى الخشب الصيفى summer wood .

هذا وليس هناك حدا فاصلا بين الخشب العصارى والخشب الدعامى على أن هناك خط واضح بين الخشب الدعامى لسنة ما والخشب العصارى للسنة الثانية وهذ الخط هو الذى يرى بالعين المجردة .

هذا وتدل عدد الحلقات السنوية التى ترى فى قطاع عرضى لشجرة ما على عمر هذا الجزء من الجزع ويقل عدد الحلقات السنوية تدريجيا من قاعدة الجزع إلى قمته .

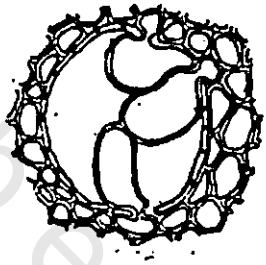
الخشب الصميمى والخشب الرخو :

إذا فحصنا المقطع النهائى لجزع قرمة ما ، لاحظنا أن الاسطوانة الخشبية مكونة من منطقة خارجية فاتحة اللون تسمى الخشب الرخو sapwood تحيط بمنطقة أغمق لونا هى الخشب الصميمى heartwood .

ويتكون الخشب الرخو من أعضاء بعضها لا زال حياً خصوصاً الخلايا البرنشيمية بينما يتكون الخشب الصمى من أعضاء كلها ميتة .

وتمتلىء عناصر الخشب الصميمى عادة بمواد مختلفة ذا كنة اللون مثل الراتنج والأصباغ والتانين وتزيد هذه الرواسب فى وزن وقوة احتمال الخشب .

وتنغلق غالبا تجاويف الأوعية فى الخشب الصميمى بأجزاء مثانية الشكل من الخلايا البرنشيمية المجاورة تنفذ خلال النقر التى بجدر الأوعية الخشبية ويقال لها التيلوسات tyloses (شكل ٨١) والتيلوسات هى أجزاء حية غير أنها عندما تبلغ أقصى حجمها تموت وبذلك يصبح الخشب الصميمى مكونا جميعه من عناصر ميتة .



(شكل ٨١) : التيلوسات قطاع عرضى فى وعاء خشبى تظهر به الأجزاء المثانية من الخلايا البرنشيمية المجاورة .

تكوين العقد الخشبية : Formation of Knots in Timber

ولما كان خشب الساق متصلا بخشب الفرع . ولما كان الخشب الثانوى المتكون فى السيقان الرئيسية أكثر مما يتكون فى الأفرع الجانبية ، لذلك ينغمس خشب الجزء القاعدى للفرع فى الخشب الثانوى للساق الرئيسية . فإذا قطعنا لوحا خشبيا فى الساق (طولى بالنسبة للساق وعرضى بالنسبة للفرع) تظهر فى القطاع مجموعة حلقات مستديرة وسط الأشرطة الطويلة وهذه الحلقات تكون ما يسمى بالعقدة .

القلف : Bark

فى بعض النباتات يستمر نشاط الكمبيوم الفلينى الأول طول الحياة ويعطى كتلة سميكة من الفلين على سطح الساق أما فى معظم النباتات الخشبية فإن نشاط الكمبيوم الأول يتوقف بعد فترة وجيزة ويتحول هو نفسه إلى طبقة من الفلين ويتكون كامبيوم ثان أكثر عمقا داخل القشرة ينتج بدوره منطقة جديدة من

الفلين ثم لا يلبث الكامبيوم الثانى أن يبطل عمله هو الآخر ليتكون من بعده كامبيوم ثالث يعطى فلينا جديدا وهكذا وأخيراً يتكون الكامبيوم الفلينى فى اللحاء الثانوى .

هذا وتطلق كلمة القلف bark على جميع الأنسجة الميتة أى الطبقات المتبادلة من الفلين والقشرة الميتة ـ الواقعة خارج الكمبيوم الفلينى .

هذا وتتساقط الأجزاء الخارجية من القلف إما على هيئة حلقات كاملة ويعرف القلف فى هذه الحالة بالقلف الحلقى ring bark ، وإما على هيئة حراشيف وفى هذه الحالة يسمى قلفا حرشفيا scale bark .

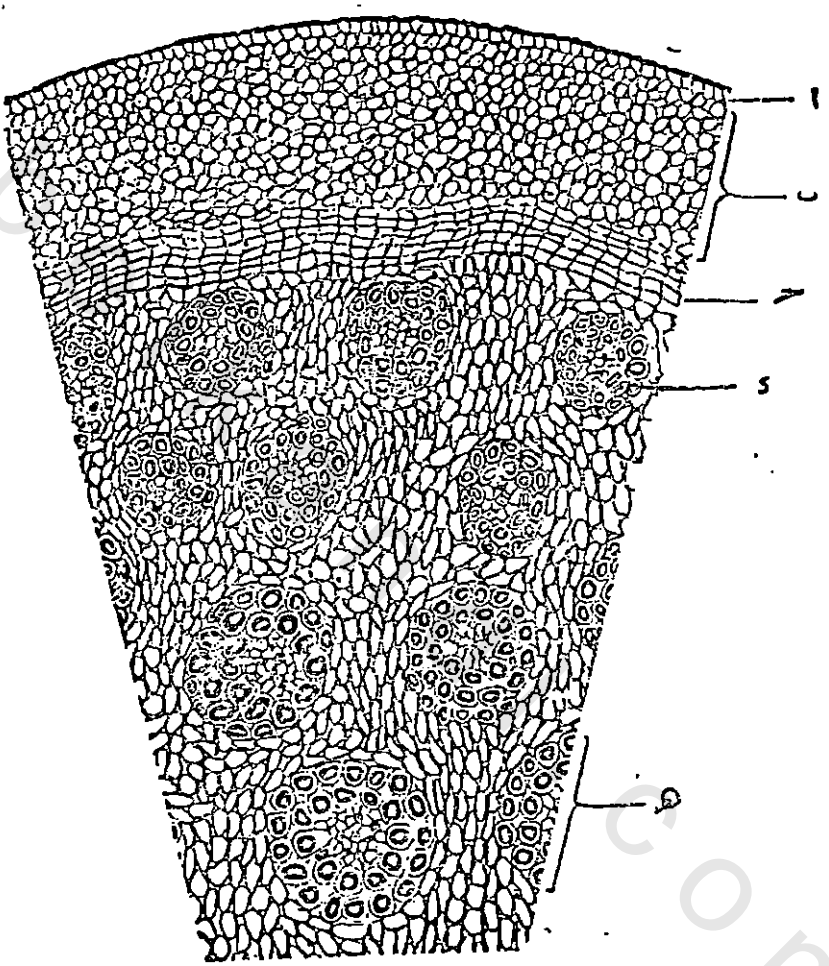
ثانياً : التغليظ الثانوى الشاذ فى ذوات الفلقة الواحدة :

هناك نباتات شاذة من ذوات الفلقة الواحدة مثل الدراسينا (شكل ٨٢) يحدث فيها تغليظ ثانوى حقيقى فيلاحظ فى الساق لهذا النبات وجود قشرة مميزة عن النسيج الأساسى الذى تتوزع فيه الحزم الوعائية الابتدائية توزيعا متناثرا مما يميز سوق ذات الفلقة الواحدة عامة .

والحزم هنا مركزية concentric يتركب كل منها من لحاء قليل فى المركز وخشب كثير يحيط به والخشب يتكون كله من قصيبات وليس من أوعية .

عندما يبدأ التغليظ تتكون حلقة كامبيومية ثانوية فى خلايا الطبقة الداخلية من القشرة وخارج منطقة الحزم الوعائية الابتدائية .

ولا يؤدى نشاط الكامبيوم إلى تكوين خشب ثانوى للداخل



(شكل ٨٢) : قطاع مستعرض فى ساق نبات الدراسينا

لتوضيح التغليظ الثانوى الشاذ

ا — البشرة ب — القشرة

حـ — الكمبيوم ء — حزمة وعائية ثانوية

هـ — حزمة وعائية إبتدائية .

ولحاء ثانوى للخارج كما هو الحال فى ذوات الفلقتين بل يعطى برنشيمية للخارج تمثل القشرة الثانوية ويعطى للداخل برنشيمية تتخللها حزم وعائية ثانوية secondary vascular bundles تنتظم فى صفوف قطرية كل صف له أصل واحد من الكامبيوم .

هذا وتتلجنن جدر الخلايا البرنشيمية التى تفصل الحزم الوعائية وبذلك تصبح الاسطوانة الواقعة داخل حلقة الكامبيوم قوية صلدة .

هذا ونتيجة التغلظ الثانوى هو تمزق البشرة الخارجية التى يحل محلها نسيج البريديرم بطبقاته المختلفة لحماية الأجزاء الداخلية .

obeikandl.com