الباب العاشر

التركيب التشريحى للاعضاء النباتية الحديثة

فى النباتات كاسيات البذور

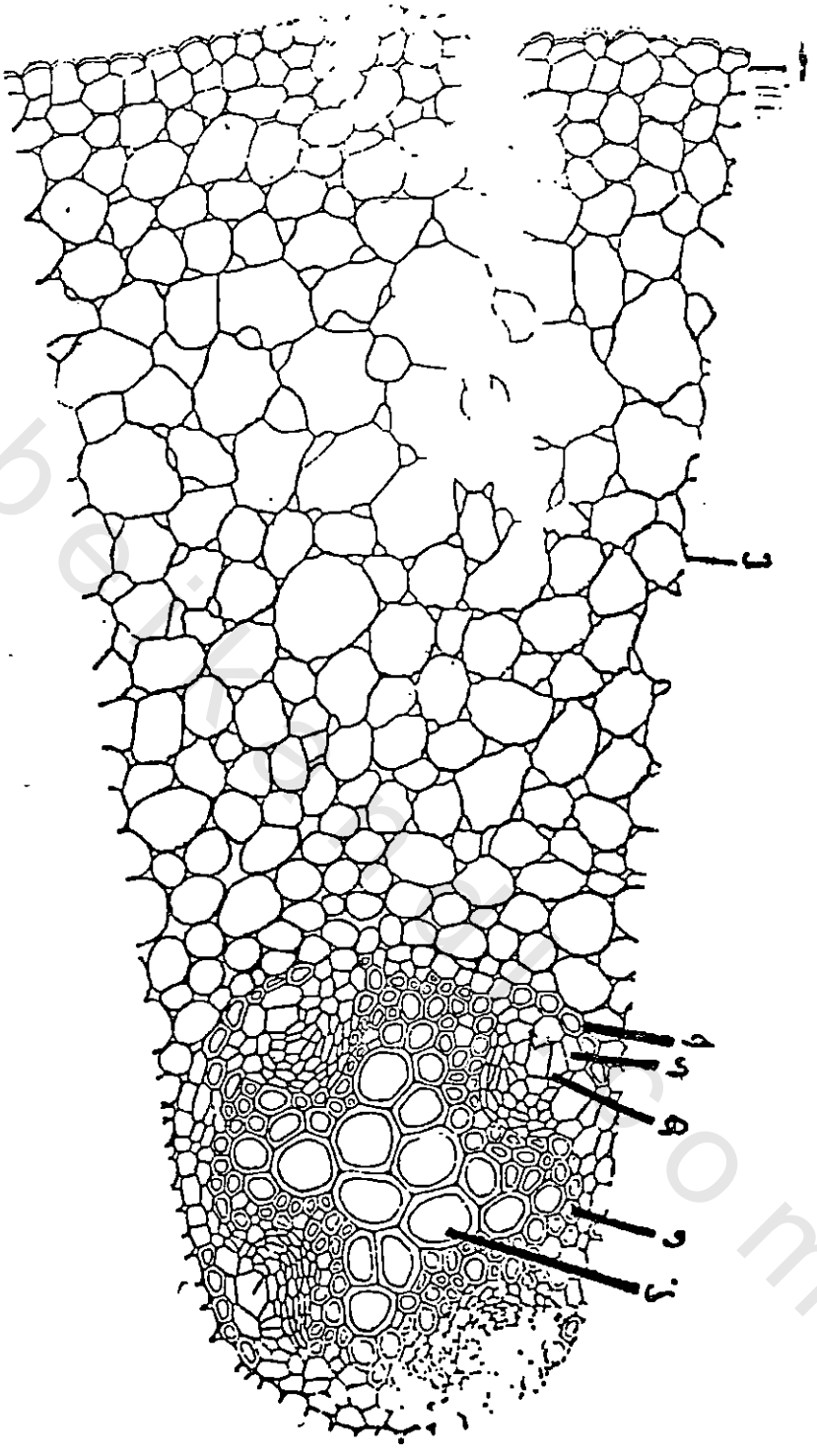
دلت دراسة البذور على أن النباتات كاسيات البذور يمكن تقسيمها إلى مجاميع حسب عدد الفلقات التى تحتويها بذورها . فهناك نباتات تحتوى بذورها على فلقتين وتسمى النباتات ذات الفلقتين وهناك نباتات تحتوى بذورها على فلقة واحدة وتسمى النباتات ذات الفلقة الواحدة . وليست هذه هى الصلة الوحيدة التى تقسم على أساسها النباتات كاسيات البذور بل وجد أن هناك صفات تشريحية مشتركة تجمع بين أفراد النباتات ذات الفلقتين كما وأن هناك صفات تشريحية مشتركة تجمع بين أفراد النباتات ذات الفلقة الواحدة .

فى هذا الباب دراسة للتركيب التشريحى للجذور والسيقان والأوراق فى كل من النباتات ذات الفلقتين وذات الفلقة الواحدة وذلك بعمل قطاعات مستعرضة لملاحظة توزيع الخلايا والأنسجة المختلفة فى كل منها .

أولا التركيب التشريحى لمنطقة الأنسجة الابتدائية فى الجذر .

الجذور ذات الفلقتين :

بفحص قطاع مستعرض لجذر ذات فلقتين نجد أنه يتكون من أنسجة موزعة من الخارج إلى الداخل (شكل ٦٧) كالآتى :



(شكل ٦٧) : رسم تفصيلى لجزء من قطاع مستعرض فى جذر حديث ذو فلقتين (عن دين) مبينا به :

ا ـ الأكسوردرمس ، ب ـ القشرة ، حـ ـ البشرة الداخلية ، ى ـ البريسيكل ، هـ ـ اللحاء ، و ـ الخشب الأول ، ز ـ الخشب التالى

١ — الطبقة الوبرية : Piliferous Layer

ويطلق عليها أيضا طبقة الشعيرات الجذرية وهى الطبقة الخارجية للجذر وتتكون من صف واحد من الخلايا الرقيقة الجدر وبعض هذه الخلايا يستطيل مكونا شعيرات جذريه وتتميز هذه الخلايا بعدم وجود الكيوتين عليها وكذلك عدم وجود الثغور بينها . وهذه الطبقة لاتلبث أن تزول وتحل محلها الطبقة الخارجية لمنطقة القشرة وتسمى بالاكسودرمس exodermis وهى مسوبرة suberised والتسوبر نوع من التغير الكيماوى من شأنه أن يجعل الجدر غير نفاذة للماء ولا يحدث هذا التغير إلا خلف منطقة الامتصاص أى منطقة الشعيرات الجذرية .

٢ـ القشرة : Cortex

تتكون من عدة طبقات من خلايا برنشيمية رقيقة الجدر بينها مسافات بينية واسعة وتنتهى القشرة من الداخل بالبشرة الداخليـــة endodermis وخلاياه تظهر فى القطاع العرضى بشكل مستطيلات متراصة وليس بينها مسافات بينية وخلاياها تظهر فى القطاع العرضى بيضاوية الشكل وتتميز بوجود شريط من مادة السيوبرين أو اللجنين يسمى شريط كاسبار Casparian strip يتخلل الجدار الإبتدائى للخلية مكونا حلقة تحيط بالخليه مارة بالجدر القطرية العرضية والطولية ويختلف الشريط فى العرض ولكن غالبا مايكون أقل كثيرا من الجدار الموجود به . وفى النباتات التى لايحدث بها نمو فى السمك تتغلظ الجدر الإبتدائية لخلايا البشرة الداخلية فيحدث تغليظ سيوبرينى على الجدر الداخلية للخلايا يتبعه تغلظ سليلوزى غير منتظم على الجدر ، ويكون التغليظ فى الجدر المحيطية الداخلية والجدر القطرية أكثر سمكا من الجدر المحيطية الخارجية . وعادة تلجنن جميع جدر الخلايا سواء المغلظة أو غير المغلظة فتظهر فى القطاع المستعرض

بشكل حرف U فتحته للخارج [illegible] وبعض خلايا البشرة الداخلية لايظهر بها تغليظ ، وهذه عادة تقع أمام الخشب الاول وتيسر مرور الماء والاملاح من القشرة إلى الاسطوانة الوعائية وتسمى هذه الخلايا بخلايا المرور ، passage cells .

٣ — الاسطوانة الوعائية Vascular cylinder

أول طبقة هى البريسكل pericycle أى الطبقة المحيطية وهى طبقة واحدة من خلايا برنشيمية تقع خارج الحزم الوعائية مباشرة .

والحزم الوعائية فى جذور ذوات الفلقتين قليلة العدد (٢ — ٨ حزم) ولايقع الخشب واللحاء الابتدائيان على نصف قطر واحد (أى حزم جانبية) كما فى الساق بل يقعان على أنصاف أقطار متبادلة أى الحزم قطرية radial bundles .

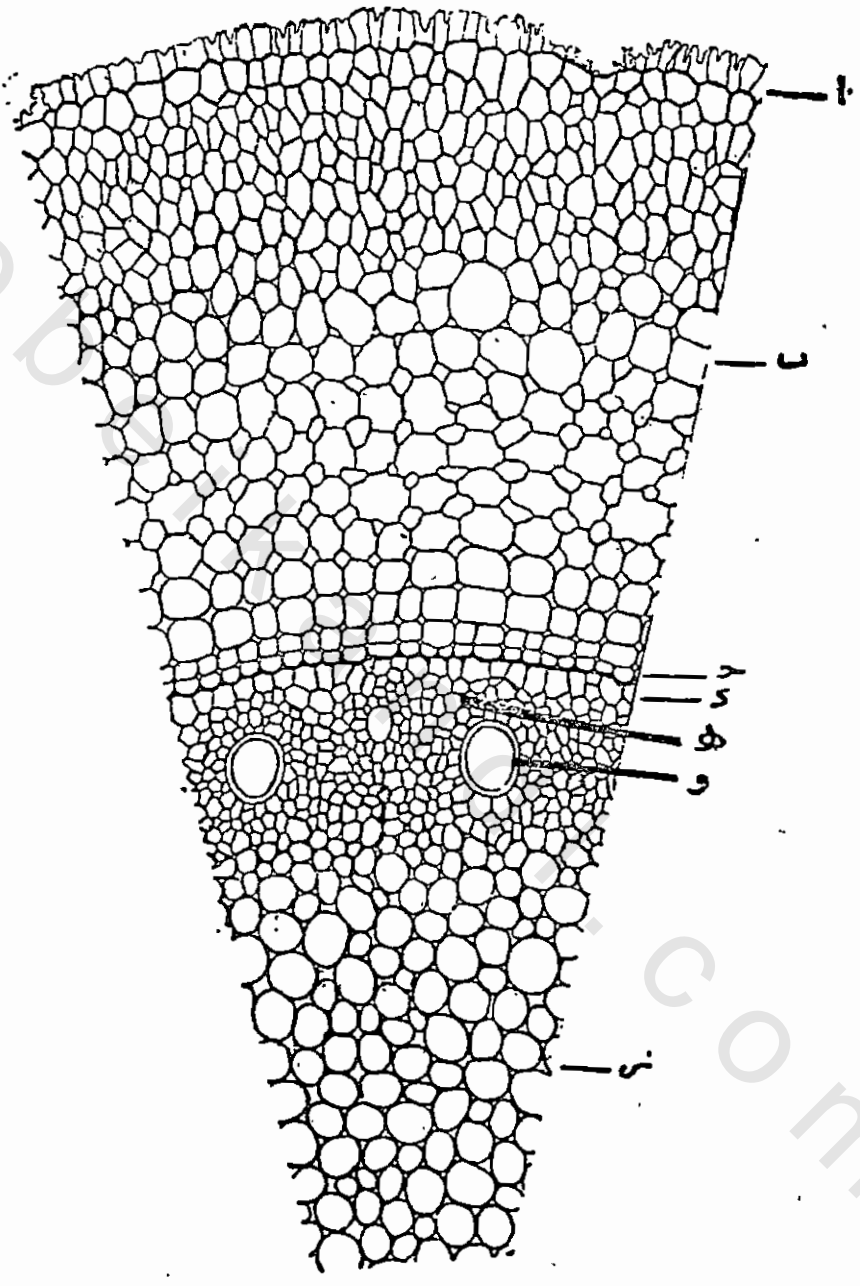
والحزم الوعائية فى الجذور خارجية الخشب الأول exarch والخشب التالى هو الأقرب إلى المركز وأحيانا يلتقى الخشب التالى لجميع الحزم ويلتحم فى مركز الجذر وعليه يكون الجذر مصمتاً ، وفى حالات أخرى توجد خلايا برنشيمية تشغل مركز القطاع وتسمى بالنخاع pith . واللحاء يوجد ككتل منفصلة تقع بين أذرع الخشب ويفصل بين الخشب واللحاء مجموعة من خلايا برنشيمية تسمى النسيج الرابط Conjunctive tissue .

الجذور ذات الفلقة الواحدة:

بفحص قطاع مستعرض لجذر حديث ذو فلقة واحدة نجد أنه يتكون من أنسجة موزعة من الخارج إلى الداخل (شكل ٦٨) كالآتى : —

١ — الطبقة الوبرية :

وهى أول طبقة للخارج وهى كشيلتها فى جذور ذات الفلقتين ، وعندما تتمزق تحل محلها طبقة الأكسودرمس .



(شكل ٦٨) : رسم تفصيلى لجزء من قطاع مستعرض فى جذر حديث ذو فلقة واحدة (عن دين) مبينا به:

ا ـ الأكسودرمس ، ب ـ القشرة ، ح ـ البشرة الداخلية ،
ى ـ البريسيكل ، هـ ـ اللحاء ، و ـ الخشب ، ز ـ النخاع .

٢ — القشرة :

وهى تشبه مثيلتها فى الجذور ذات الفلقتين وتنتهى من الداخل بالبشرة الداخلية غير أن القشرة هنا تكون رقيقة نسبياً إذا قورنت بزميلتها فى جذور ذات الفلقتين .

٣ — الاسطوانة الوعائية :

أول طبقة بها هى البريسيكل وهى من صف واحد من خلايا رقيقة الجدر وتقع خارج الحزم الوعائية مباشرة ، والحزم الوعائية عددها كبير (فى ذوات الفلقتين عددها من ٢ — ٨) مع قلة فى الأوعية فى كل حزمة (فى ذوات الفلقتين عدد الأوعية كبير فى كل حزمة). والخشب التالى لا يلتقى فى المركز وبذلك تتخلف فى وسط الجذر منطقة تتألف من خلايا برنشيمية غالبا .

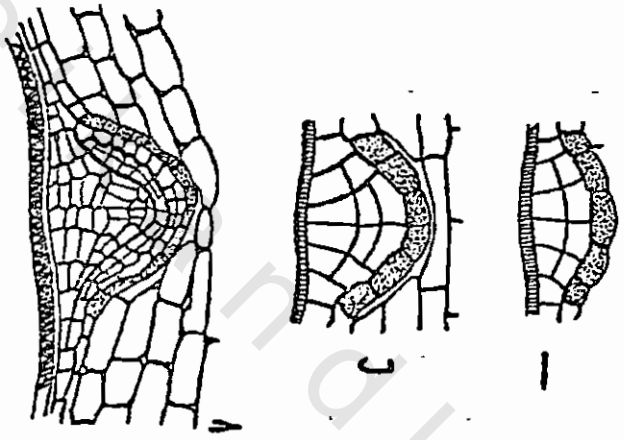
على أنه قد تتلجن خلاياه كما فى جذور البلح لتكون نسيجا دعاميا فى مركز الجذر .

تفرع الجذور :

تنشأ الفروع الجذرية من البريسيكل أى الطبقة المحيطية ويدل عدد الجذور الثانوية على عدد الحزم الوعائية أو على ضعف عددها وذلك لأنها تنشأ من مواجهة الخشب الأول أو من خلايا الطبقة المحيطية الواقعة بين الخشب الأول ونسيج اللحاء .

وتتميز الجذور عن بعضها بعدد الحزم الوعائية فبعضها يشتمل على حزمتين diarch أو ثلاث triarch أو أربع tetrarch أو خمس pentarch أو عدة حزم polyarch كما فى جذور النباتات ذوات الفلقة الواحدة وذلك لوجود عدد كثير من الحزم بها .

عند بدء تكوين جذر ثانوى تنشط خليتين أو أكثر من خلايا البريسيكل فتنقسم مكونة قمة نامية سرعان ما يتميز بها الأنسجة المرستيمية المعروفة وهى منشىء البشرة ومنشىء النسيج الأساسى ومنشىء الكمبيوم ومنشىء القلنسوة وتشق الخلايا المتزايدة طريقها فى القشرة فالبشرة ويقال أن الجذر النامى يفرز أنزيمات تذيب الجدر الخلوية للأنسجة التى تمر خلالها ، وتتكون القلنسوة قبيل خروج الجذر الثانوى من البشرة الخارجية (شكل ٦٩) .



(شكل ٦٩) : منشأ الجذور الثانوية
ا ، ب ، حـ ـ خطوات تكشف جذر ثانوى

يلاحظ هنا أن الجذور الجانبية داخلية الأصل endogenous بينما فى الساق تخرج الفروع من الطبقات السطحية أى خارجية الأصل exogenous .

ثانياً : التوزيع العام للأنسجة الابتدائية فى السيقان الحديثة

تعمل الساق أساسيا فى توصيل الماء والمحاليل الأيضية من الجذور إلى الأوراق وفى نقل الغذاء إلى أجزاء النبات المختلفة وثانويا فى التخزين وفى التكاثر ووظائف أخرى عديدة .

ويختلف التركيب التشريحى فى السيقان ذات الفلقتين عن التركيب التشريحى فى السيقان ذات الفلقة الواحدة .

السيقان ذات الفلقتين :

بفحص قطاع مستعرض لساق حديثة ذات فلقتين نجد أنه يتكون من أنسجة موزعة من الخارج إلى الداخل (شكل ٧٠) كالآتى : —

١ — البشرة : Epidermis

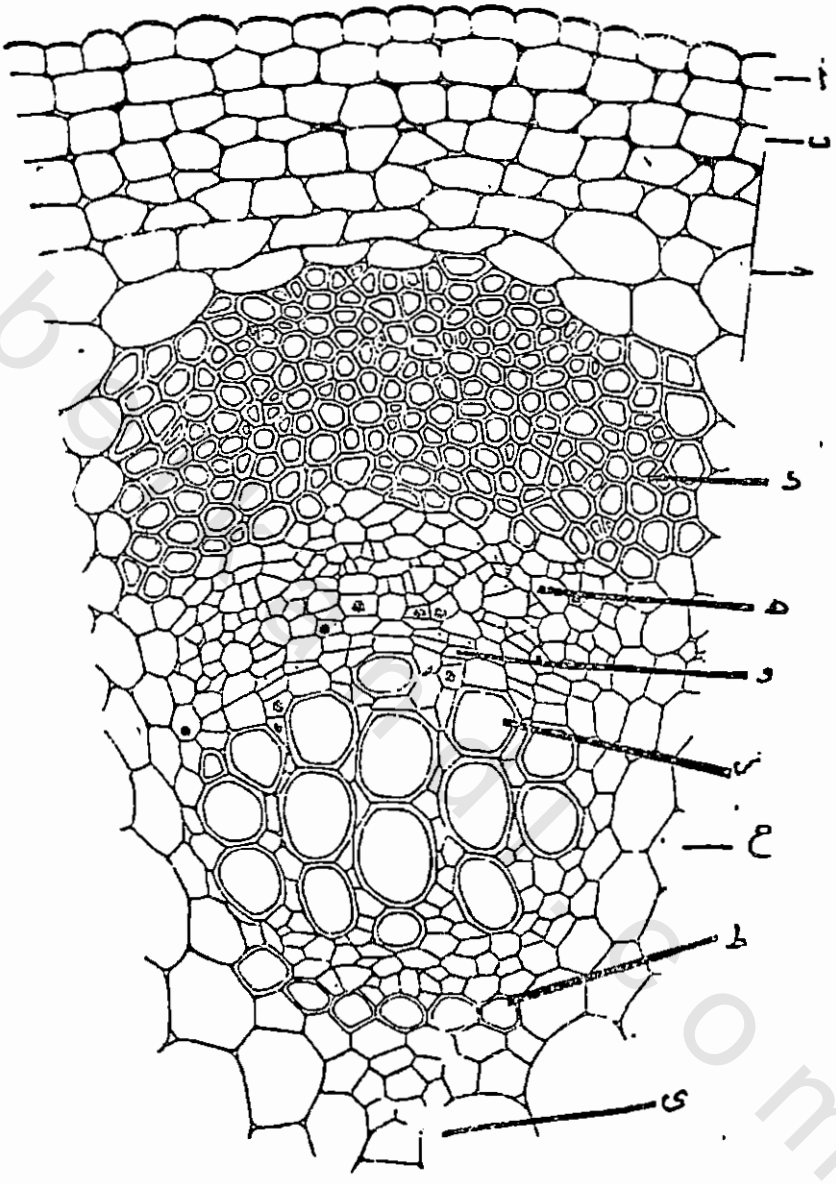
طبقة واحدة من الخلايا المتراصة ولا توجد بينها مسافات بينية وجدرها الخارجية سميكة ومغطاة بمادة الكيوتين وهى قليلة الإنفاذ للماء . وخلايا البشرة لاتحتوى عادة على بلاستيدات خضراء ما عدا الخلايا الحارسة وتمتد بعض خلايا البشرة فى كثير من النباتات إلى شعيرات قد تتركب من خلية واحدة أو من عدة خلايا . وفى بعض الأحيان تكون البشرة متضاعفة أو تتكون من أكثر من صف من الخلايا وقد يطلق على الصفوف التى تلى البشرة بتحت البشرة subepidermis .

٢ — القشرة : Cortex

تلى البشرة وسمكها عدة خلايا أكثرها برنشيمية وقليل منها كولنشيمية وتقع الأخيرة تحت البشرة وهي تختلف من حيث كميتها وطريقة توزيعها فى سيقان النباتات المختلفة .

تحتوى خلايا القشرة على بلاستيدات خضراء وبذا تقوم قشرة الساق علاوة على الأوراق بعملية التمثيل الكلوروفيلى وتدخر خلايا القشرة بعض المواد الغذائية .

وتنتهى القشرة من الداخل بطبقة من الخلايا البرنشيمية تتميز باحتوائها على



(شكل ٧٠) : رسم تفصيلى لجزء من قطاع مستعرض فى ساق حديثة ذات فلقتين (عن دين) مبينا به :

أ ـ البشرة ب ـ كولنشيمة القشرة حـ ـ برنشيمة القشرة
د ـ البريسيكل هـ ـ اللحاء و ـ الكمبيوم ز ـ الخشب الثانى
ح ـ أشعة نخاعية ط ـ الخشب الأول ى ـ النخاع

كثير من حبيبات النشا (تصطبغ باللون الأزرق إذا عولج القطاع بمحلول يود مخفف) وتسمى الغلاف النشوى starch sheath ، وفى بعض النباتات كما فى نبات أبو خنجر *Tropaeolum sp.* تنتهى القشرة بالبشرة الداخلية التى تتميز بوجود شريط كاسبار .

٣ — الاسطوانة الوعائية : Stele or Vascular Cylinder

وتشتمل على أنسجة البريسيكل والحزم الوعائية والأشعة النخاعية والنخاع .

ا — الطبقة المحيطية :

وهى فى ساق البرسيم تتكون من نوعين من الأنسجة هما النسيج الاسكلرنشيمى والنسيج البرنشيمى والأول يتركب من ألياف متلاصقة تماما فى مجاميع منعزلة ومقابلة للحزم الوعائية ، والثانى يتركب من خلايا برنشيمية توجد فوق الأشعة النخاعية .

وفى نباتات أخرى تتركب الطبقة المحيطية من طبقة واحدة من الخلايا البرنشيمية أو تتكون من حلقة مستمرة من الألياف .

ب — النخاع :

يشمل الجزء المركزى من الساق وخلاياه برنشيمية كبيرة الحجم ويمثل فى الساق منطقة واسعة إذا قيست بمنطقة القشرة الضيقة . وفى بعض السيقان العشبية كسيقان البرسيم والفول يوجد تجويف فى وسط الساق .

حـ — الأشعة النخاعية :

وهى خلايا برنشيمية موجودة بين الحزم الوعائية فى اتجاه قطرى .

د — الحزم الوعائية :

تتركب من لحاء وخشب وما بينهما من كامبيوم ، والخشب والنماء يقعان على

نصف قطر واحد أى أن الحزمة جانبية ، ونظرا لوجود الكمبيوم فهى حزمة جانبية مفتوحة open collateral v. b.

أولا : اللحاء : يتكون اللحاء من أربعة من الأعضاء النسيجية هى : - الأنابيب الغربالية sieve tubes والخلايا المرافقة companion cells والألياف fibres والخلايا البرنشيمية phloem parenchyma- ولا توجد الخلايا المرافقة فى النباتات معراة البذور .

ثانيا : الخشب : يتكون من صفوف قطرية من الأوعية تفصلها أحيانا صفوف قطريه من خلايا برنشيمية صغيرة ملجننة - وأوسع الأوعيه أى الخشب التالى metaxylem أقربها إلى الكامبيوم و أضيقها أى الخشب الأول protoxylem أقربها إلى المركز أى أن الخشب فى الساق داخلى الخشب الأول endarch .

والخشب واللحاء فى حزم الساق الحديثة يتكونان من الأنسجة الإنشائية الابتدائية الموجودة بالقمة النامية ولذلك يعرفان بالخشب واللحاء الابتدائيين .

ثالثا : الكامبيوم : يوجد الكامبيوم بين الخشب واللحاء وهو مكون من طبقة مريستيمية سمكها خلية واحدة لا تتشكل بتاتا إلى نسيج مستديم فى ذوات الفلقتين لأن وجود الكامبيوم يسمح بالتغلظ الثانوى .

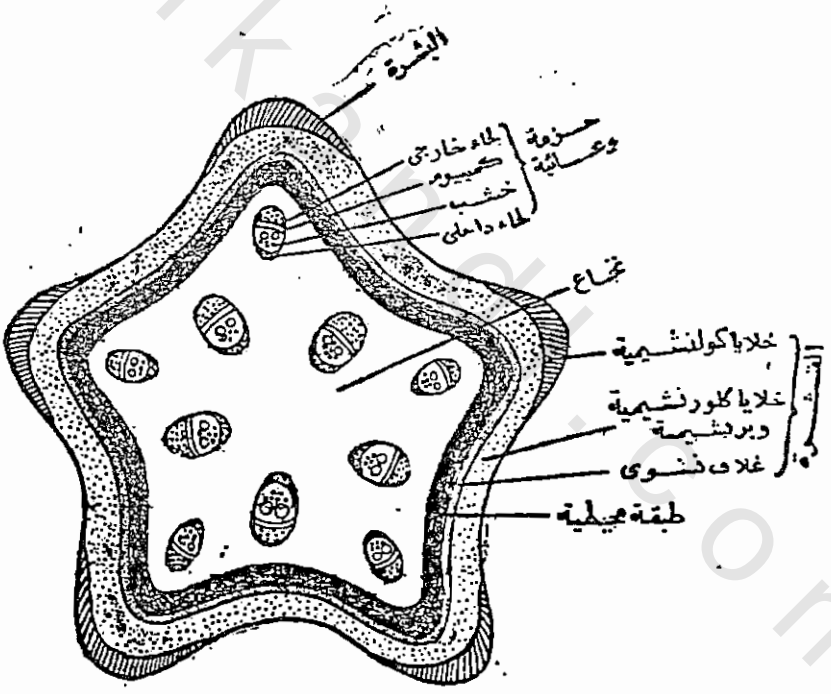
التركيب السابق وصفه للسيقان الحديثة ذات الفلقتين شائع فى كثير من النباتات غير أن كثيرمن نباتات العائلة القرعية ومن أمثلتها اللوف تشذ فى التركيب عن النوع السابق فساق اللوف ساق مضلعة مما يستلزم توزيعا خاصا للانسجة الدعامية (شكل ٧١) فتتركب من الأنسجة التالية .

١ — البشرة : وعليها شعيرات عديدة الخلايا .

٢ - القشرة : توجد الخلايا الكولنشيمية فى أركان الساق والكلورنشيمية تقع تحت البشرة فى المنخفضات التى بين الأركان البارزة .

وتلى طبقات الكولنشيمية والكلورنشيمية طبقات قليلة من الخلايا البرنشيمية تحدها من الداخل طبقة الغلاف النشوى .

٣ — الطبقة المحيطية : عبارة عن حلقه من خلايا اسكلرنشيميه تليها إلى الداخل عدة طبقات من خلايا برنشيمية .



(شكل ٧١) : رسم تخطيطى لقطاع مستعرض فى ساق اللوف

٤ — الحزم الوعائيه : يوجد حلقتان من الحزم الوعائيه والحزم الداخلية أكبر من الخارجيه ومتبادلة معها .

وهناك لحاءان فى كل حزمة ويفصل الكامبيوم اللحاء الخارجى عن الخشب التالى أى الحزم هنا مفتوحة .

أى أن الحزمة ذات جانبين مفتوحة open bicollateral bundle

السيقان ذات الفلقة الواحدة :

بفحص قطاع مستعرض لساق حديثة ذات فلقة واحدة نجد أنه يتكون من أنسجة موزعة من الخارج إلى الداخل (شكل ٧٢) كالآتى : —

١ — البشرة :

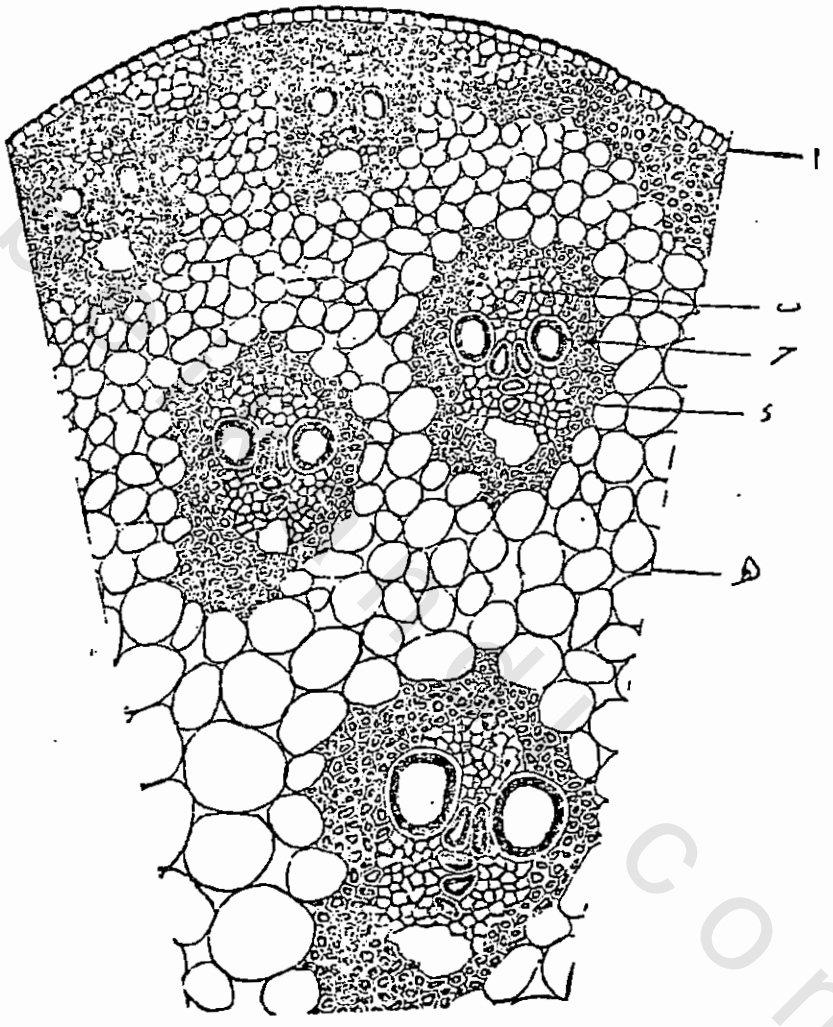
تتكون من طبقة واحدة من الخلايا تغلف الساق يغطيها الكيوتين وتتخللها الثغور وتبرز منها شعيرات وحيدة الخلية .

٢ — النسيج الأساسى : Ground Tissue

لا يتميز النسيج الأساسى إلى قشرة ونخاع وهو مكون من خلايا برنشيمية بينها مسافات بينية وبعض طبقاته الخارجية قد تتكون من ألياف . فى بعض الحالات وخاصة فى الريزومات توجد قشرة برنشيمية ممزة للخارج تنتهى بطبقة بشرة داخلية ذات جـــدد مسوبرة تحيط بالنسيج الأساسى الذى يحتوى على الحزم الوعائية .

٣ — الحزم الوعائية :

تظهر الحزم الوعائية صغيرة فى النسيج الأساسى وهى قليلة العدد نسبياً فى وسط الساق وتكثر جهة الخارج وتتركب كل واحدة من لحاء وخشب ابتدائيين على نصف قطر واحد ولكن ليس بينهما كامبيوم (حزم جانبية مغلقة closed collateral bundles) ويقع اللحاء للخارج ويتركب من أنابيب غربالية



(شكل ٧٢) :

رسم توضيحى لجزء من قطاع مستعرض فى ساق حديثه ذات فلقه واحدة (ساق الذرة)

ا ـ البشرة ب ـ اللحاء

حـ ـ الخشب ء ـ غلاف الحزمة

هـ ـ النسيج الأساسى .

وخلايا مرافقة فقط، أما الخشب فيقع للداخل ويكون من عدد قليل من الأوعية مرتبه على شكل حرف Y ويمثل الخشب التالى وعاءان كبيران يشغلان ذراعى الحرف Y ويستقر بينهما عدد قليل من القصيبات أما الجزء الباقى ويشير إلى مركز الساق فيتركب من خشب أولى ويليه إلى الداخل فجوة كبيرة تمثل بعض أوعية الخشب الأول وقد تمزقت نتيجة الشد الواقع عليها بسبب استطالة الساق بسرعه فى أدوار النمو الأولى ويحيط بأوعية الخشب الأول عدد قليل من الخلايا البرنشيمية الصغيرة .

ويغلف كل حزمة من جميع جهاتها غمد من الألياف سمكه طبقتان أو ثلاث وتتصل أغماد الحزم الخارجية بألياف النسيج الأساسى الواقعة تحت البشرة .

فى كثير من نباتات وحيدة الفلقة ذات الريزومات الأرضية نجد أن الحزم الوعائية من نوع الحزم مركزية اللحاء amphivasal bunble وذلك كما فى ريزوم نبات عود الوج *Acorus calamus* حيث يتكون اللحاء المكون من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وبرنشيمة لحاء فى المركز محاطا بخلايا الخشب .

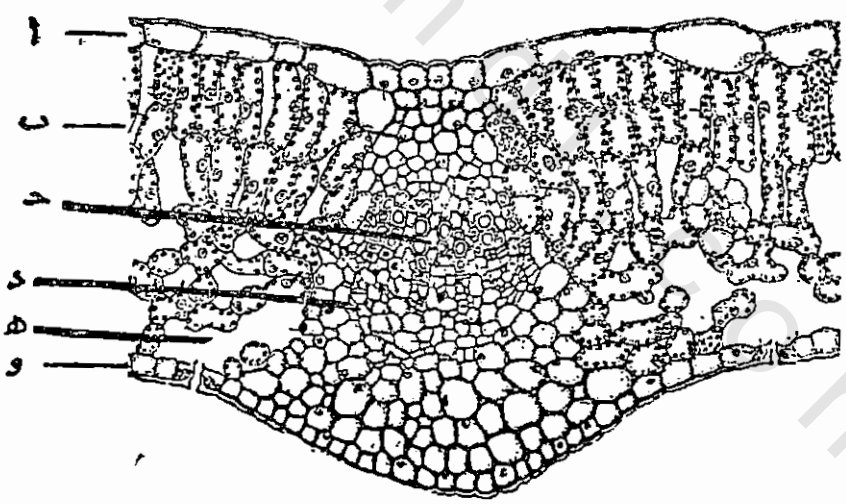
من التركيب التشريحى لكل من السيقان والجذور بوجه عام يتضح أن توزيع الأنسجه الدعاميه يختلف فى السيقان عنه فى الجذور فيلاحظ أن الأنسجة الدعامية موزعة فى السيقان على محيط القطاع الأمر الذى يجعلها أى السيقان أقدر على مقاومة الثنى والإنحناء التى تتعرض لها السيقان . أما فى حالة الجذور فتكون الأنسجة الدعامية موزعة فى مركز القطاع الأمر الذى يجعلها أى الجذور أقدر على مقاومة الجذب والشد التى تتعرض لها الجذور .

ثالثا : توزيع الأنسجة فى الأوراق النباتية :

تتركب الورقة من أنسجة مختلفة تشبه تلك الموجودة فى السيقان والجذور ، غير أن توزيعها يختلف بما يلائم طبيعة الوظائف التى تقوم بها الورقة . فالأوراق وهى أعضاء خضراء مفلطحة تقوم بكل من التمثيل الكربونى والتنفس وإخراج بخار الماء عن طريق الثغور وبمساعدة الأجزاء الداخليه للورقه .

التركيب التشريحى لأوراق النباتات ذات الفلقتين :

يفحص قطاع مستعرض لنصل ورقه نباتيه يلاحظ وجود بشرتين إحداهما علوية والأخرى سفليه يفصلها النسيج الأساسى للورقه mesophyll ويمتد خلال النسيج الأساسى العروق التى هى عبارة عن النسيج الوعائى (شكل ٧٣) ،



(شكل ٧٣) : رسم توضيحى لقطاع مستعرض ماراً بالعرق الوسطى لورقة نبات ذات فلقتين (عن هاوبت)

ا ـ البشرة العليا ب ـ النسيج العمادى حـ ـ التخشب
د ـ اللحاء هـ ـ غرفة هوائية يحيط بها من أعلى النسيج الاسفنجى
و ـ البشرة السفلى .

١ — البشرة :

البشرة تتكون عادة من صف واحد من الخلايا المتراصة المغطاة بطبقة من الكيوتيكل ، وقد تتكون البشرة العليا وخاصة فى النباتات النامية تحت ظروف جافة من أكثر من صف واحد من الخلايا . وتشبه خلايا البشرة السفلى خلايا البشرة العليا ، إلا أن خلايا البشرة السفلى أقل انتظاما وجدرها أرق وتحتوى على نسبة أعلى من الثغور . كثيراً ما تمتد من خلايا بشرة الأوراق زوائد البشرة .

٢ — النسيج الأساسى :

ويتركب النسيج الأساسى للورقة من خلايا برنشيمية كبيرة الحجم عادة ، تحتوى على نسبة عالية من البلاستيدات الخضراء وتختلف فى الشكل ، فتظهر خلايا النسيج الأساسى المجاورة للبشرة العليا ، فى القطاع العرضى ، مستطيلة ، أضلعها الطويلة عمودية على سطح الورقة ، ونسبة البلاستيدات الخضراء بها أعلى من نسبتها فى باقى خلايا النسيج ، والمسافات البينية بينهما قليلة وتسمى بالخلايا العمادية palisade cells ، أما الخلايا المجاورة للسطح السفلى فتظهر بأشكال ، غير منتظمة ونسبة البلاستيدات الخضراء بها أقل من الخلايا العمادية والمسافات البينية بها كثيرة وكبيرة وتسمى بالخلايا الاسفنجية spongy cells . وفى بعض الأحيان كما فى أوراق بنات السنتوريا *Centaurea* توجد الخلايا العمادية مجاورة للبشرتين العليا والسفلى ويوجد بين طبقتى النسيج العمادى كميات قليلة من الخلايا الاسفنجية محتلة المركز الوسطى . النسيج العمادى يتكون عادة من صف واحد من الخلايا ولكنه فى بعض النباتات وخاصة النامية تحت ظروف صحراوية يتكون النسيج العمادى من صفين أو ثلاثة ، وفى هذه الحالة تكون صفوف الخلايا العمادية العلوية أسمك من الصفوف السفلية ، كما أنه فى النباتات النامية فى الظل أو تحت ظروف مائية قد لا يظهر النسيج العمادى أو يقرب كثيراً فى الشكل من النسيج الا سفنجى .

كثيراً ما يحتوى النسيج الأساسى على خلايا كولنشيمية أو اسكلرنشيمية، فنى أوراق النباتات ذات الفلقتين يوجد عادة فى مناطق العروق الكبيرة تحت البشرة نسيج كولنشيمى قد يمتد بطول النصل وأحيانا يوجد بدلا من النسيج الكولنشيمى خلايا اسكلرنشيمية .

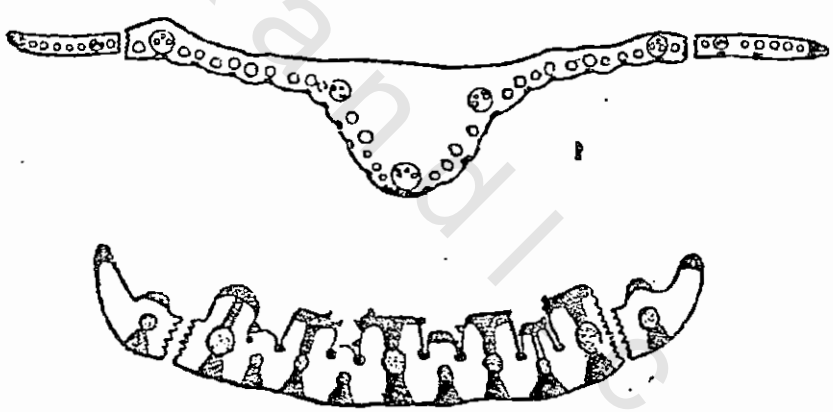
٣ — العروق :

العروق veins التى هى عبارة عن نهايات النسيج الوعائى للنبات توجد مغمورة فى النسيج الاسفنجى غالبا عدا فى العروق الكبيرة والعرق الوسطى حيث تمتد غالبا من البشرة العليا حتى البشرة السفلى . تظهر الحزم الوعائية فى القطاع العرضى ، بعضها فى مسقط عرضى والبعض فى مسقط طولى نظراً لتعريق النصل الشبكى . والحزم الوعائية للأوراق من النوع الجانبى المقفول فهى تتكون من خشب مرتب فى صفوف ، الخشب التالى منه جهة اللحاء والخشب الأول منه جهة السطح العلوى أما اللحاء فناحية السطح السفلى ، وفى بعض النباتات كما فى نبات الدخان *Nicotiana tabacum* تكون الحزم الوعائية للعروق الكبيرة ذات جانبين فيوجد بها لحاء آخر ناحية البشرة العليا . والحزم الوعائية فى العروق الكبيرة للنباتات ذات الفلقتين قد تكون مرتبة فى دائرة كما فى أوراق العنب أو تكون موزعة بدون نظام كما فى أوراق نبات عباد الشمس وأحيانا توجد حزمة واحدة فى العرق الكبير للنصل وهذه قد تكون هلالية الشكل كما فى أوراق نبات أبوتيلون *Abutilon* أو دائرية كما فى أوراق البلوط . وفى حالة وجود الحزمة أو الحزم فى شكل دائرى فيكون اللحاء للخارج والخشب للداخل . يتركب لحاء الأوراق من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وبرنشيمية لحاء ويتركب الخشب من أوعية خشبية وقصيبات وبرنشيمية خشب . وكلما صغرت العروق كلما قل عدد وحدات اللحاء والخشب حتى أنه فى نهايات العروق تتركب الحزمة من

قصية واحدة ويختزل اللحاء إلى خلايا برنشيمية . تُغلف الحزم الوعائية الكبيرة بخلايا برنشيمية ذات بلاستيدات خضراء قليلة ، والحزم الوعائية الصغيرة بصف أو أكثر من الخلايا البرنشيمية المندمجة .

التركيب التشريحي لأوراق النباتات ذات الفلقة الواحدة :

بفحص قطاع مستعرض لنصل ورقة من أوراق نباتات ذات الفلقة الواحدة (شكل ٧٤) تلاحظ وجود بشرتين ، عليا وسفلى يفصلهما النسيج الأساسي .



(شكل ٧٤) : رسم تخطيطي لقطاعين مستعرضين في أوراق نباتات ذات الفلقة الواحدة

ا ـ ورقة نجيل وفيها تجاميع الخلايا الاسكلرنشيمية بين الحزم والبشرة السفلى .

ب ـ ورقة نبات المس *Elymus* بها تجاميع الخلايا الأسكلرنشيمية في الإتجاهين العلوي والسفلي للحزم . لاحظ على البشرة العليا في التجاويف وجود الخلايا الحركية .

١ — البشرة :

تتكون عادة من صف واحد من الخلايا المتراصة تشبه مثيلتها فى بشرة أوراق النباتات ذات الفلقتين غير أنه كثيراً ما يتميز بها خلايا كبيرة الحجم تنثنى عندها الورقة ولهذا تسمى بالخلايا المفصلية أو الحركية كما تكون الثغور غائرة ، ولكل خليتين حارسين وخليتين مساعدتين.

٢ — النسيج الأساسى :

يتركب من خلايا غنية بالبلاستيدات الخضراء كبيرة الحجم ولا يتميز عادة إلى نسيج عمادى وآخر اسفنجى بل يتكون جميعه من خلايا برنشيمية متراصة مضلعة تقل بينها المسافات البينية بدرجة كبيرة عدا فى الغرف الهوائية للثغور . ويوجد بالنسيج الأساسى نسبة عالية من الخلايا الاسكلرنشيمية التى قد تغلف الحزم الوعائية تغليفا تاما ، وأحيانا لا يكون التغليف تاما فتظهر الخلايا الاسكلرنشيمية فى الاتجاهين العلوى والسفلى للحزمة أو فى أحد الاتجاهين فقط .

٣ — العروق :

فى النباتات ذات الفلقة الواحدة تكون الأوراق غالبا إما ذات تعريق متوازى طولى أو متوازى عرضى فإذا كان القطاع فى أوراق تعريقها متوازى طولى تظهر العروق كلها فى مسقط عرضى ويتدرج حجمها فى الصغر من العرق الوسطى فى اتجاهى حافتى الورقة ، أما إذا كان تعريق الأوراق متوازى عرضى فتظهر العروق فى مسقط طولى .

والحزم الوعائية فى العروق مركبة من خشب جهة السطح العلوى (الخشب مرتب على هيئة حرف Y ، الخشب التالى يحتل ذراعى الحرف Y ويجاور اللحاء والخشب الأولى يحتل ساق الحرف Y ويتجه جهة البشرة العليا) ولحاء

جهة السطح السفلى ،وقدتغلف الحزمة بغلاف من خلايا برنشيمية كبيرة الحجم جداً وتسمى بالبرنشيمة المحددة border parenchyma، وقد تغلف الحزمة بنطاق من الخلايا الإسكلرنشيمية تسمى أسكلرنشيمة غلاف الحزمة وقد تمتد فى الاتجاهين العلوى والسفلى حتى تصل تحت كل من البشرة العليا والبشرة السفلى.

تساقط الأوراق :

يحدث سقوط الأوراق نتيجة لتكوين طبقة خاصة من خلايا برنشيمية تسمى منطقة الانفصال abscission zone فى قواعد أعناق الأوراق ، وقد تتكون هذه المنطقة مبكرا مع نمو الورقة وقد لاتتكون إلابعد تمام نمو الورقة. والخلايا البرنشيمية فى هذه المنطقة تكون أصغر وأقل تغليظا من الخلايا المجاورة، كما أن حزمها الوعائية غالبا لاتغلف بخلايا اسكلرنشيمية . ويحدث تساقط الأوراق بعدة طرق منها أن الصفيحة الوسطية لخلايا منطقة الانفصال قد تتحلل وتتفكك وفى حالات أخرى تتحلل خلايا المنطقة نفسها وفى حالات ثالثة قد تتكون فى منطقة الانفصال خلايا فلينية تفصل أنسجة الورقة عن الساق. وفى الحالتين الأوليتين تتكون طبقة فلينية فى منطقة الانفصال بعد سقوط الأوراق مباشرة ، ويتم انفصال العنق عن الساق من الخارج إلى الداخل .

بالنسبة للحزم الوعائية فى منطقة الانفصال فانه من وقت التساقط تنسد الأوعية بمواد صمغية أو بتكوين تيلوزات tyloses . والتيلوزات هى نموات زائدة من جدر الخلايا البرنشيمية المجاورة للوحدات الخشبية الناقلة تمر خلال أزواج النقر إلى فراغ الوحدات الخشبية حيث تنتفخ وتنتقل إليها نواة الخلية البرنشيمية وبعض سيتوبلازمها . وبذلك فإن تساقط الأوراق بهذه الطرق يحمى أنسجة الساق من التعرض للعوامل الجوية والأمراض النباتية والآفات الحشرية .

الحزم الوعائية

Vascular bundles

الحزم الوعائية تعمل على نقل السائل الغذائى سريعا فى النبات وهى تتكون من أنسجة مختلفة هى الخشب واللحاء ونسيج الكامبيوم المرستيمى . وتقسم الحزم الوعائية حسب ترتيب كل من الخشب واللحاء إلى مجاميع (شكل ٧٥) هى : —

الحزم الوعائية القطرية Radial v. b

توجد عادة فى الجذور وهى تتكون من خشب ولحاء على أنصاف أقطار متبادلة ولا يوجد بينهما كامبيوم . والحزم القطرية قليلة العدد فى الجذور ذات الفلقتين وكثيرة العدد فى الجذور ذات الفلقة الواحدة .

الحزم الوعائية الجانبية Collateral v. b.

وفيها يكون الخشب واللحاء متجاورين على نصف قطر واحد ومنها : —

ا — الحزم الجانبية المقفلة Closed collateral v. b.

والخشب واللحاء ليس بينهما كامبيوم . والحزم الجانبية المقفلة موجودة فى السيقان ذات الفلقة الواحدة .

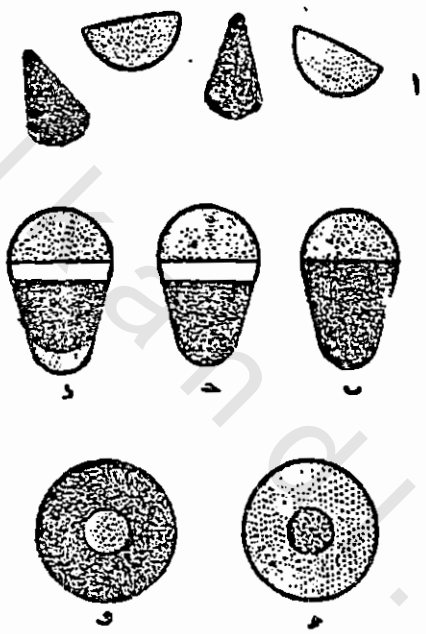
ب — الحزم الجانبية المفتوحة Open collateral v. b.

والخشب واللحاء يوجد بينهما كامبيوم وهى موجودة فى معظم السيقان ذات الفلقتين .

حـ — الحزم ذات الجانبين bicollateral v. b.

وفيها يوجد لحاءان يقعان على جانبى الخشب . وكل من اللحاء الخارجى

والخشب واللحاء الداخلى تقع على نصف قطر واحد . وفى هذه الأحوال يوجد كامبيوم واحد يقع بين اللحاء الخارجى والخشب . وهذا النوع من الحزم يوجد فى سيقان نباتات العائلة القرعية عموما .



(شكل ٧٥) : أنواع الحزم الوعائية

(الخشب داكن اللون ، اللحاء فاتح اللون ، الكمبيوم أبيض)

ا ـ حزمتين قطريتين . ب ـ حزمة جانبية مقفلة .

حـ ـ حزمة جانبية مفتوحة . و ـ حزمة ذات جانبين .

هـ ـ حزمة مركزية الخشب . و ـ حزمة مركزية اللحاء.

الحزم الوعائية المركزية Concentric v.b. ويوجد منها نوعان: ـ

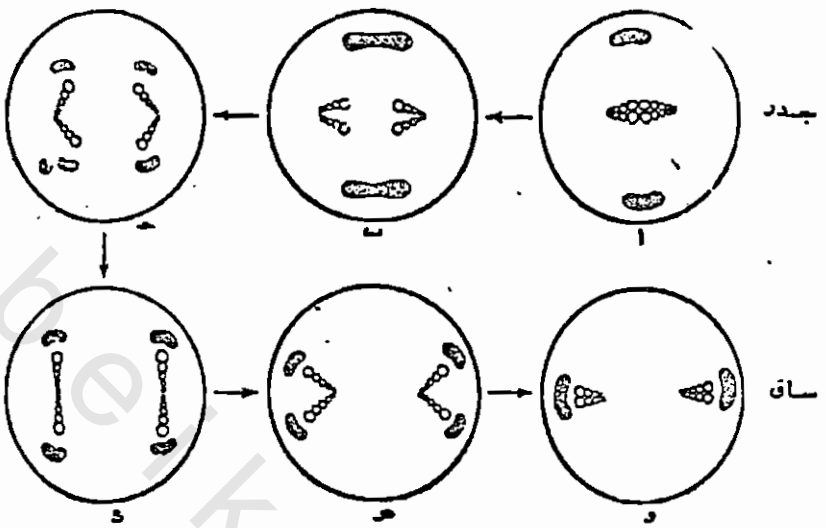
ا ـ حزم مركزية الخشب amphicribral v.b وفيها يوجد الخشب

فى مركز الحزمة ويحاط بنسيج اللحاء ويوجد هذا النوع عادة فى النباتات العرضية كما يوجد فى بعض سوق النباتات الزهرية التى تعيش فى أوساط مائية مثل الألوديا .

ب — حزم مركزية اللحاء amphivasal v. b. وفيها يوجد اللحاء فى مركز الحزمة ويحاط بنسيج الخشب ويوجد هذا النوع فى عدد قليل من سيقان وجذور النباتات ذات الفلقة الواحدة مثل نبات الدراسينا *Drracaena* .

الإتصال الوعائى بين الجذر والساق :

يتضح من الدراسات السابقة وجود إختلافات كبيرة بين تركيب وتوزيع الحزم الوعائية فى كل من الجذر والساق لنفس النبات . ففى النباتات ذات الفلقتين مثلا، تكون الحزم الوعائية مركزة فى وسط القطاع العرضى للجذر ، بينما تكون الحزم الوعائية محيطية التوزيع فى الساق ، ويكون الخشب فى وضع متبادل مع اللحاء فى الجذر بينما يكون اللحاء والخشب على قطر واحد فى الساق ، كما يكون الخشب خارجى المنشأ فى الجذر بينما نجده داخلى المنشأ فى الساق . لذلك ففى منطقة الإنتقال transition region بين الجذر والساق التى تمثل عادة بالسويقة تحت الفلقية ، يحدث تغيير تدريجى فى توزيع الأنسجة المختلفة داخل الاسطوانة الوعائية ويمكن توضيح ذلك بشرح طريقة الإنتقال فى البنجر *Beta vulgaris* (شكل ٧٦) حيث الأسطوانة الوعائية فى الجذر ذات صفين من أنواع الخشب يتقابلان فى المركز وتتعامد عليهما كتلتين من اللحاء .



(شكل ٧٦) :

منطقة الإنتقال بين الجذر والساق فى نبات البنجر

فى الأجزاء السفلية من السويقة تحت الفلقية تستطيل كتلتى اللحاء وتنقبض كل منهما فى منتصفها ويتباعد ذراعى الخشب قليلا ثم ينفرج الخشب التالى جانبياً ويبقى الخشب الأول فى موضعه تاركا مركز القطاع خالى من الحزم الوعائيه و يظهر النخاع فى المركز. وعلى مستوى من السويقة تحت الفلقية أعلى من السابق تنقسم كتلتى اللحاء كلية ، ويتباعد جزيئى كل كتلة جانباً ، ويزداد انفراج الخشب التالى حول الخشب الأول وبذلك يتكون بالقطاع أربعة مجاميع من اللحاء وأربعة أذرع من الخشب . ويتقابل كل إثنين من أذرع الخشب عند الخشب الأول . وعلى مستويات أعلى من السابق يزداد تحرك كتل اللحاء جانبياً حتى تتقارب كل كتلتين ناتجتين من مجموعتين

مختلفتين ويكونا كتلة واحدة فى مكان منتصف بين الكتلتين الأصليتين، ويزداد انفراج أذرع الخشب حتى يصبح كل نصفين على خط مستقيم ، ثم يتغير إتجاه الأذرع فتصبح فى وضع أقرب إلى داخلى المنشأ . ثم يتقارب كل نصفين ويقل الإنفراج بينهما مكونين فى النهاية ذراع واحد داخلى المنشأ وفى وضع جانبى داخلى بالنسبة للحاء . ويحتوى الساق فى هذه الحالة على حزمتين وعائيتين كما فى الجذر .

obeikandl.com