كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الاولى

المادة : علم الحياة النباتية1

المحاضرة : السابعة /نظري/ د. طارق

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

البنية التشريحية للساق

يوجد نموذجان من البنية التشريحية للساق :

- البنية الابتدائية الناتجة من خلايا المرستيم القمي للبرعم، والبنية الثانوية الناتجة من الكامبيوم الوعائي والكامبيوم الفليني.

تستمر البنية الابتدائية عند معظم أحاديات الفلقة، مع بعض الاستثناءات، وعند بعض ثنائيات الفلقة. أما البنية الثانوية، تظهر في عريانات البذور ومعظم ثنائيات الفلقة.

1- البنية الابتدائية في ساق ثنائيات الفلقة:

إذا فحصنا مقطعاً عرضياً في ساق نبات من ثنائيات الفلقة، نلاحظ النسج التالية من المحيط باتجاه مركز المقطع كما يبين الشكلان رقم : 15 و 17 .

أ- **البشرة:** تتألف من طبقة واحدة من الخلايا تتغطى جدرها الخارجية بطبقة من مادة القشرين الكتيمة تدعى القشيرة، تكون مجردة من الصانعات الخضراء والنشاء، تتمايز بعض خلايا البشرة إلى مسام تؤمن المبادلات الغازية بين الوسط الخارجي والنسج الداخلية الحية للساق. تتغطى البشرة في كثير من النباتات بأوبار واقية. لا تشاهد القشيرة ولا المسام في سوق النباتات المغمورة في الماء.

ب- **القشرة أو البارانشيم القشري:** تلي البشرة مباشرة وتتألف من خلايا ذات جدر رقيقة سللوزية وتنفصل عن بعضها بوساطة فراغات تسمى الأصمخة. تملك الطبقات الخارجية (2-3 طبقة) صانعات خضراء تعطيها اللون الأخضر، تساهم هذه الخلايا مع الأوراق في عملية التركيب الضوئي. يتمايز ضمن البارانشيم القشري في معظم الأحيان نسجاً دعامية وهي:

- **نسيج كولانشيمي:** يقع تحت البشرة مباشرة ويتألف من 2-3 طبقات، يشكل أحياناً حلقة مغلقة أو يكون على شكل مجموعات تتوضع في أعراف الساق (ساق الكوسا).

- **نسيج سكلرانشسيمي** متخشب: ويتألف من عدد مختلف من الطبقات الخلوية التي تشكل حلقة مغلقة في الجزء العميق من القشرة كما نلاحظ في الشكل رقم : 15 ، أو أحياناً تشكل جزراً معزولة ضمن البارانشيم القشري.

تسمى آخر طبقة من القشرة الأدمة الباطنة وتتألف من خلايا بارانشمية صغيرة الحجم وبشكل عام قليلة الوضوح، ولكن غالباً ما تتميز خلاياها بإحتوائها على كمية غزيرة من النشاء أكثر منها في الخلايا المجاورة من القشرة.

حـ- **الأسطوانة المركزية:** تتكون من كتلة من الخلايا البارانشيمية ، تتمايز في داخلها الحزم الناقلة الوعائية بأعداد مختلفة وتتوضع غالباً في حلقة واحدة لكن أحياناً نلاحظ عند ثنائيات الفلقة الابتدائية (بعض نباتات الفصيلة الحوذانية) أكثر من حلقة.

يمكن أن نميز داخل الاسطوانة الأجزاء الآتية :

- **المحيط الدائر:** يتألف من طبقة واحدة من الخلايا وأحياناً من عدة طبقات. تكون خلاياه في السوق الفتية بارانشيمية ذات جدر سللوزية رقيقة ولكنها تتخشب فيما بعد في معظم الأحيان لتتحول إلى خلايا دعامية تدعى ألياف المحيط الدائر(الشكل رقم: 17) . وممكن أن يكون التخشب كاملاً إذ تكون حلقة المحيط الدائر مغلقة.

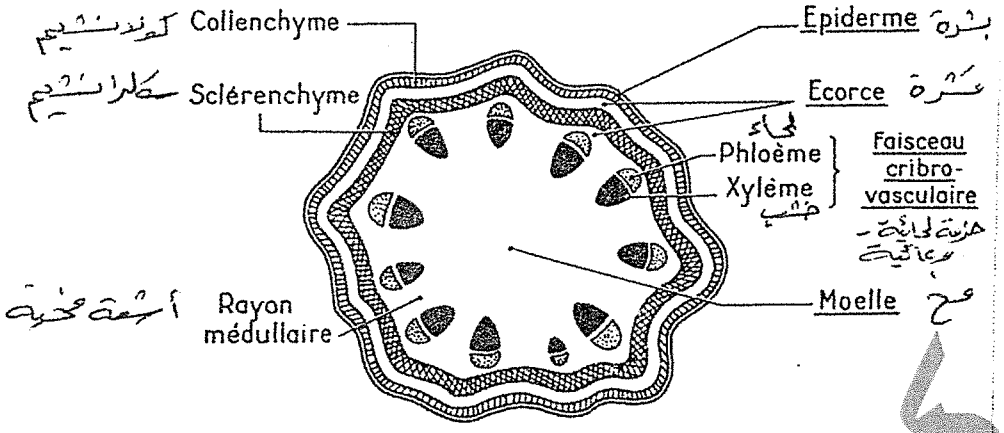
- **المخ:** وهو الجزء المركزي من الساق، ويتألف من خلايا بارانشيمية ضخمة، تكون غالباً سللوزية ولكن يمكن أن تتخشب أحياناً. يشكل المخ في ساق ثنائيات الفلقة مساحة واسعة على العكس من جذورها، وفي كثير من النباتات يتخرب المخ في مستوى السلاميات (المسافات بين العقد) فتتشكل مكانه فضوة مخية بينما تبقى خلاياه سليمة في مستوى العقد.

- **الأشعة المخية:** وتشمل الخلايا البارانشيمية التي تفصل بين الحزم الناقلة وتصل المخ بطبقة المحيط الدائر.

- **الحزم الناقلة الغربالية- الوعائية:** تتوزع بشكل عام في حلقة واحدة تفصل بينها خلايا الأشعة المخية ويتطابق فيها اللحاء مع الخشب . يتوضع اللحاء من الخارج فوق الخشب الذي يكون من الداخل (الحزم جانبية).

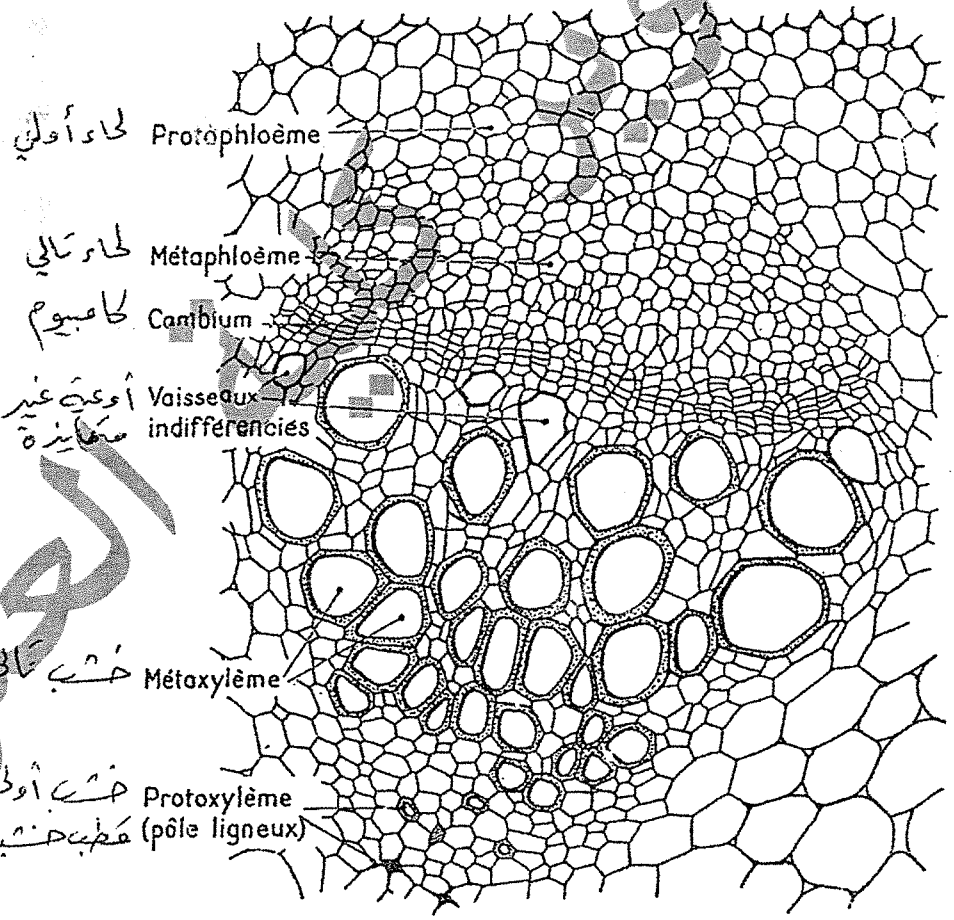
يتألف اللحاء من أنابيب غربالية مع خلاياها المرافقة ومن بارانشيم لحائي. تتمايز العناصر الأولى للحاء بجانب المحيط الدائرعلى الوجه الخارجي لطليعة الحزم الناقلة وتدعى اللحاء الأول ثم يتمايز إلى داخلها باتجاه المركز عناصر اللحاء التالي ويشكلان معاً اللحاء الابتدائي. (التمايز جابذ) . تُظهر الحزم الغربالية- الوعائية عند بعض الفصائل من ثنائيات الفلقة (القرعية والباذنجانية) لحاءً داخلياً يغطي قطب الخشب الواقع باتجاه المخ. يسمى هذا النمط من الحزم المحاطة بكتلتين لحائيتين حزماً ثنائية الجانب، وعلى عكس اللحاء يتمايز الخشب باتجاه نابذ حيث تتمايز أولى عناصر الخشب على الوجه الداخلي لطليعة الحزم الوعائية ويكون قطرها ضيقاً وتخشبها حلقياً وحلزونياً وتدعى الخشب الأول ثم يتمايز فيما بعد إلى الخارج من الخشب الأول أوعية الخشب التالي وتكون أوسع من السابقة ويكون تخشبها سلّمياً، شبكياً ومنقطاً. يشكل مجموع الخشب الأول والتالي الخشب الابتدائي.

يوجد بين اللحاء والخشب طبقة من الخلايا مسطحة صغيرة الحجم جدرها سللوزية رقيقة تحتفظ بخواصها الجنينية المرستيمية تشكل الكامبيوم الوعائي (الشكل رقم: 16) الذي سيكون (حسب الحالة) وظيفياً أو لا. ففي الحالة الأولى يعطي بعد إنتهاء النمو الابتدائي للساق الخشب واللحاء الثانونين.



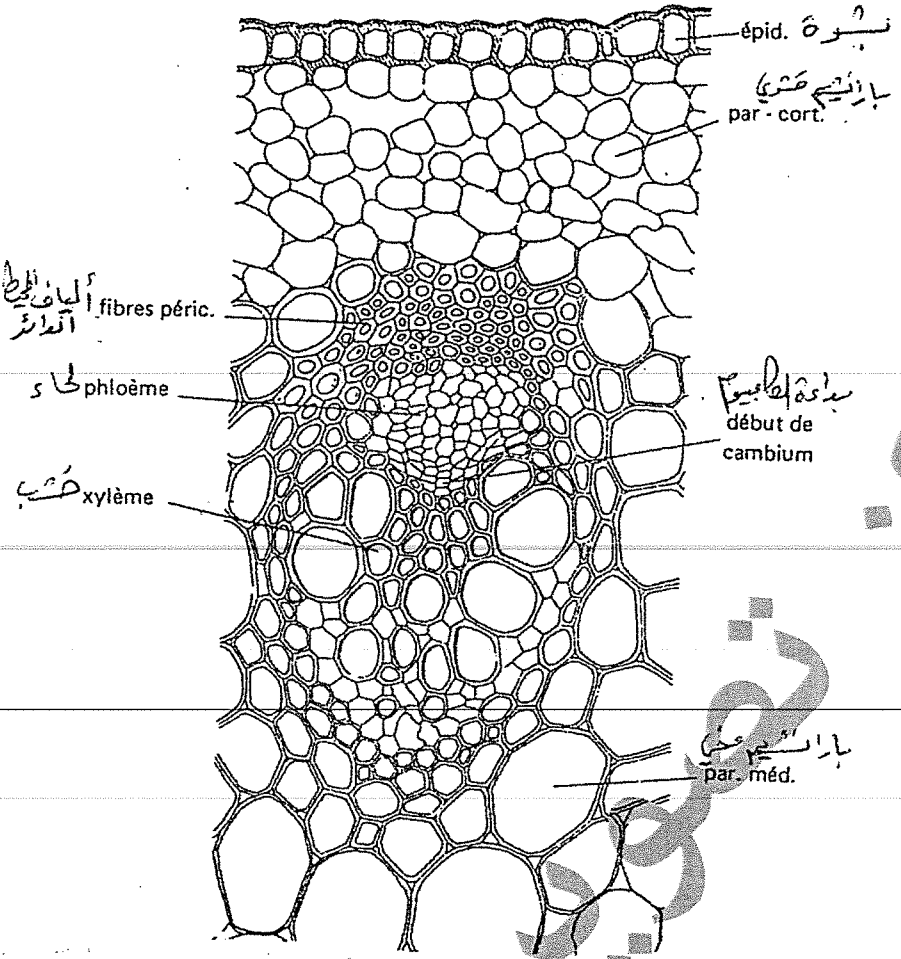
Structure primaire de la tige d'Aristoloche (*Aristolochia clematitis*) (G : × 12).

شكل رقم 15: البنية الإبتدائية لساق نبات الأريستولوش



Faisceau cribro-vasculaire d'une tige d'Aristoloche (G : × 150).

شكل رقم 16 : حزمة غربالية- وعائية لساق الأريستولوش



شكل رقم 17 : رسم تفصيلي لقطاع من مقطع عرضي في ساق الحوذان يوضح البنية الإبتدائية وبدء تشكل البنية الثانوية .

2- البنية الابتدائية في ساق أحاديات الفلقة:

تكون البنية الابتدائية في أحاديات الفلقة قريبة منها في ثنائيات الفلقة ولكن معظم الأحيان تختلف عنها ببعض النقاط. فإذا فحصنا مقطعاً عرضياً في ساق نبات أحادي الفلقة نلاحظ الطبقات الآتية . (الشكلان رقم: 18 و 19) .

- البشرة: تتألف من طبقة واحدة من الخلايا يترسب عليها بشدة المقشرين (قشيرة) تحوي بين خلاياها مسامات (ثغور)

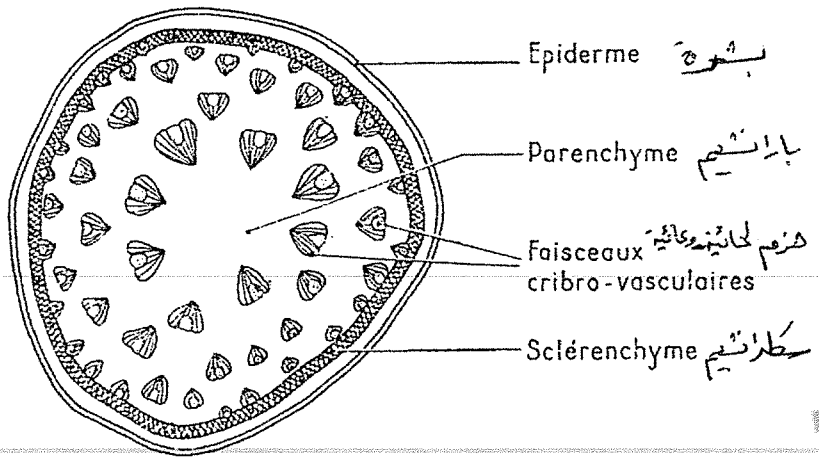
- بارانشيم أساسي: يحوي عدداً كبيراً من الحزم اللحائية الخشبية،وتتوضع في عدة دوائر متحدة المركز ونادراً ما تتوضع في حلقة واحدة بصورة مماثلة لساق ثنائيات الفلقة، حيث

يوجد دائماً على الأقل حلقتان من الحزم وبشكل عام عدة حلقات أو تكون الحزم موزعة بشكل عشوائي كما في الذرة لذلك من الصعب جداً، في هذه الحالة، تمييز بارانشيم قشري واسطوانة مركزية. نلاحظ أيضاً حلقة مستمرة من السكلرانشيم تتخللها الحزم المحيطية .

تُظهر الحزمة اللحائية الخشبية غالباً بنية خاصة حيث يأخذ الخشب شكلاً مشابهاً لحرف (V) كما في الشكل رقم: 20 ويحتل الخشب الأول رأس هذا الحرف بينما يشكل الخشب التالي ذراعيه. أما اللحاء فيتوضع بين ذراعي الخشب التالي وقد يزول كل من الخشب واللحاء الأوليين أثناء نمو الساق واستطالته. يمكن أن نلاحظ في بعض الأحيان أن الخشب يحيط تقريباً بشكل كامل باللحاء كما هو في ريزوم السوسن. يتألف اللحاء من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة فقط. ويتألف الخشب من أوعية خشبية وبارانشيم خشبي. يتمايز اللحاء بشكل جابذ أما الخشب فيتمايز بشكل نابذ.

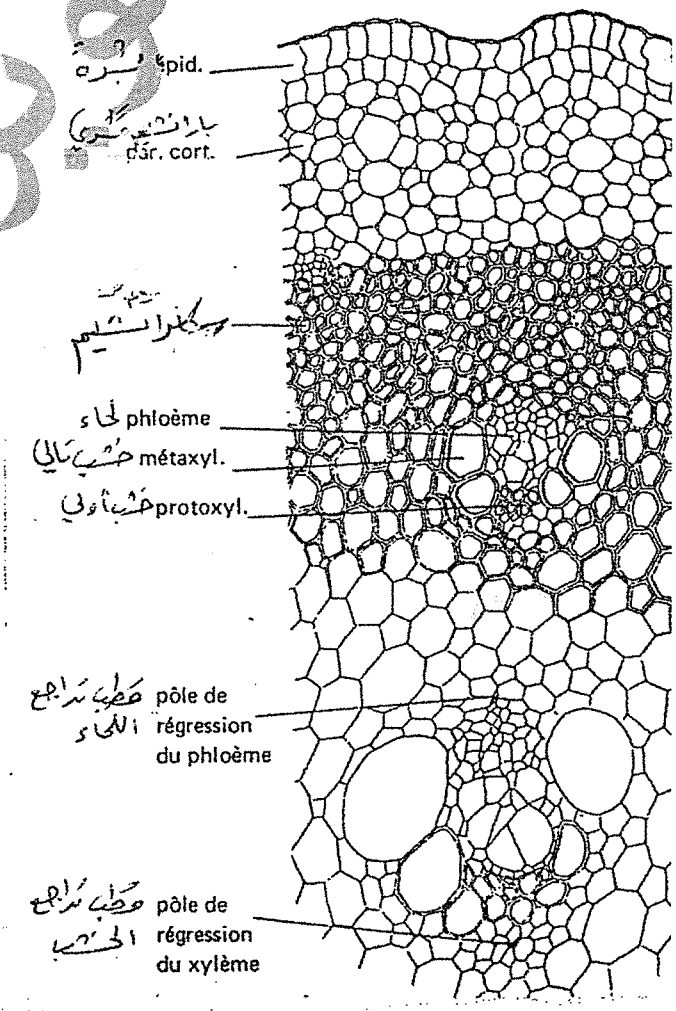
في النهاية نشير إلى أنه غالباً ما يحيط بالحزم الناقلة غمد من السكلرانشيم كما هو في الذرة والقفندر. إضافة إلى ذلك تتميز أحاديات الفلقة بأنها مجردة من الكامبيوم الوعائي أي لا تستطيع أن تشكل نسجاً ثانوية تضاف إلى النسج الإبتدائية لذلك تسمى الحزم عندها بالحزم المغلقة، وتبقى سوق معظم أحاديات الفلقة على شكل اسطوانة ذات قطر متجانس.

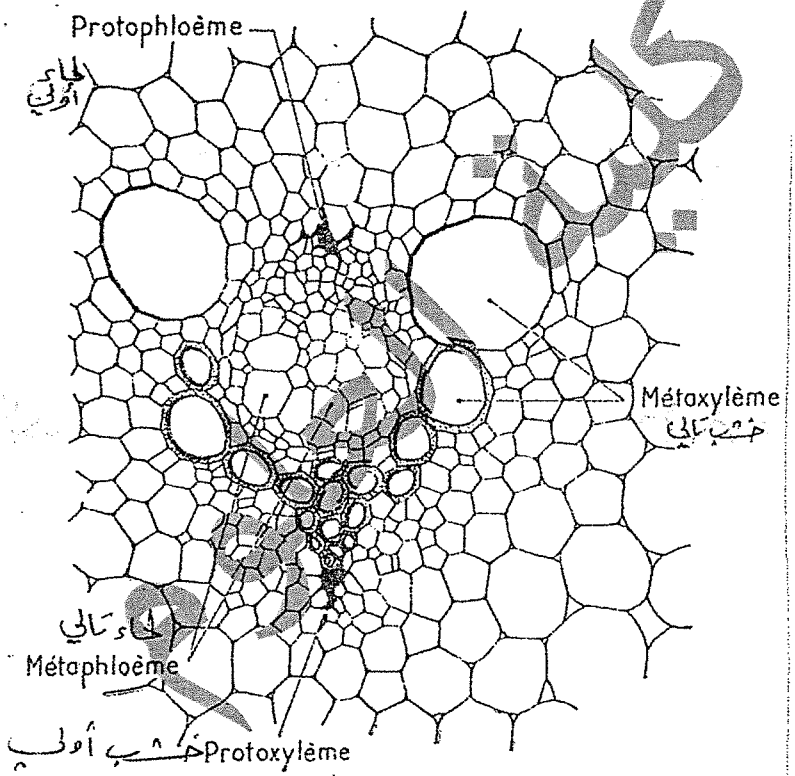
أما الجذوع الضخمة لبعض أحاديات الفلقة كأشجار الفصيلة النخيلية مثلاً التي تأخذ شكلاً مخروطياً فتعود الزيادة في ثخانتها إلى تشكل أعداد هائلة من الخلايا الجنينية من قمة الساق وهذه الخلايا تتمايز تدريجياً خلال سنين عديدة مما يؤدي إلى زيادة حجم النسج الإبتدائية لذلك يزداد ثخن جذوع هذه الأشجار من القمة إلى القاعدة.



— Structure de la tige d'Asperge (G × 12).

شكل رقم 18 :البنية الإبتدائية لساق نبات الهليون .





— Faisceau cribro-vasculaire d'une tige d'Asperge (G : × 150).

ل رقم 19 : رسم تفصيلي لقطاع من مقطع عرضي في ساق الهليون

شكل رقم 20 : حزمة غربالية- وعائية لساق الهليون

البنية الثانوية: ينتج النمو العرضي عند عريانات البذور ومعظم ثنائيات الفلقة من إضافة نسج ثانوية إلى النسج الابتدائية حيث تشكل هذه النسج الجديدة بنية جديدة (البنية الثانوية) تنشأ هذه الأخيرة من نشاط طبقتين مولدتين: الطبقة المولدة اللحائية – الخشبية أو الكامبيوم الوعائي وهي التي تتشكل أولاً، والطبقة المولدة الفلينية القشرية التي تتشكل فيما بعد، وبشكل عام تقع في القشرة قرب البشرة، تسمى هذه الطبقة المولدة الكامبيوم الفليني.

تشكل الكامبيوم الوعائي: لاحظنا أثناء دراسة البنية الابتدائية أن الكامبيوم يتوضع على شكل أقواس بين الخشب واللحاء في كل حزمة لحائية- خشبية (الكامبيوم الحزمي) وتشكل هذه الأقواس العناصر الأولى للكامبيوم الوعائي، تتصل هذه الأقواس فيما بعد بين بعضها بوساطة أقواس الكامبيوم الواقع في الأشعة المخية بين الحزم اللحائية- الخشبية (كامبيوم بين الحزم). يتشكل هذا الأخير من بعض الخلايا البارانشيمية الواقعة بين الحزم بعد عودتها عن تمايزها إلى حالتها المرستيمية. تبدأ العودة عن التمايز قرب الحزم الناقلة وتمتد فيما بعد في بارانشيم الأشعة المخية.

تنقسم خلايا الكامبيوم بصورة مماسية لتعطي خلايا تتوضع في صفوف شعاعية إلى الجهة الخارجية والداخلية. تتمايز فيما بعد الخلايا الخارجية وتعطي لحاءً ثانوياً بينما تتمايز الخلايا الداخلية وتعطي خشباً ثانوياً، ويتم تشكل النسج الثانوية حسب نموذجين.

1- لا يتم تشكل الخشب واللحاء الثانويين إلا في مستوى الحزم الناقلة ويتم ذلك بوساطة الكامبيوم الحزمي أما الكامبيوم الموجود بين الحزم لا يشكل نسجاً ثانوية ولكن يعطي بارانشيماً ثانوياً مشكلاً أشعة خشبية ولحائية (الكرمة- الزان) وينتج من ذلك تشكل حلقة متقطعة من النسج الناقلة الثانوية. (الشكل رقم : 21- ب)

2- يتم تشكل الخشب واللحاء الثانويين على امتداد حلقة الكامبيوم ضمن وبين الحزم وينتج من ذلك تشكل حلقة مستمرة من النسج الثانوية. تستمر حزم الخشب الابتدائي على الوجه الداخلي للخشب الثانوي، أما على الوجه الخارجي للحاء الثانوي، ينسحق اللحاء الابتدائي بشكل عام وتصبح بنيته قليلة الوضوح (البلوط مثلاً).(الشكل رقم:21-أ)

لا يتشكل اللحاء والخشب الثانويين عند معظم النباتات العشبية إلا في مستوى الحزم الابتدائية بينما يعطي إنقسام الكامبيوم بين الحزم خلايا تبقى بارانشيمية (نسج ثانوية متقطعة).

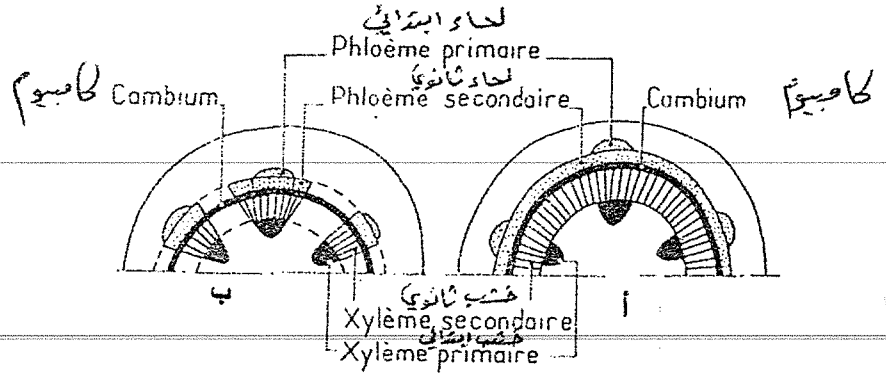
إن عمل الكامبيوم في النباتات المعمرة لا يكون مستمراً بل يتباطأ نشاطه في الخريف ويتوقف في الشتاء ويصبح نشيطاً في الربيع. يحدث هذا النشاط المتناوب أيضاً في اللحاء. إن الخشب الثانوي المتشكل خلال فصل النمو لا يكون متجانساً، ففي فصل الربيع بداية فصل النمو تكون الحرارة معتدلة والأمطار وافرة، يكون الكامبيوم في أوجه نشاطه حيث يعطي خشباً ثانوياً غنياً بالأوعية الخشبية، وتكون أقطار هذه الأخيرة واسعة وجدرها رقيقة نسبياً، ويكون هذا الخشب فقيراً بالألياف الخشبية.

أما خلال فصل الخريف ، تكون الأمطار معدومة والحرارة عالية فيكون الخشب الثانوي المتشكل فقيراً بالأوعية وغنياً بالألياف وتكون أوعيته ضيقة وجدرها ثخينة. يمكن تمييز خشب الربيع عن خشب الخريف بسهولة وبالعين المجردة، إذ يكون لون الأول فاتحاً ولون الثاني قاتماً يفصلهما خط واضح. يشكل مجموع خشب الربيع والخريف حلقة نمو سنوية لذلك يمكن معرفة عمر النبات عن طريق تعداد حلقات النمو السنوية، كما يمكن معرفة الظروف الخارجية المناخية وذلك بقياس ثخانات حلقات الخشب المتشكل خلال الربيع والخريف.

تشكل الكامبيوم الفليني:

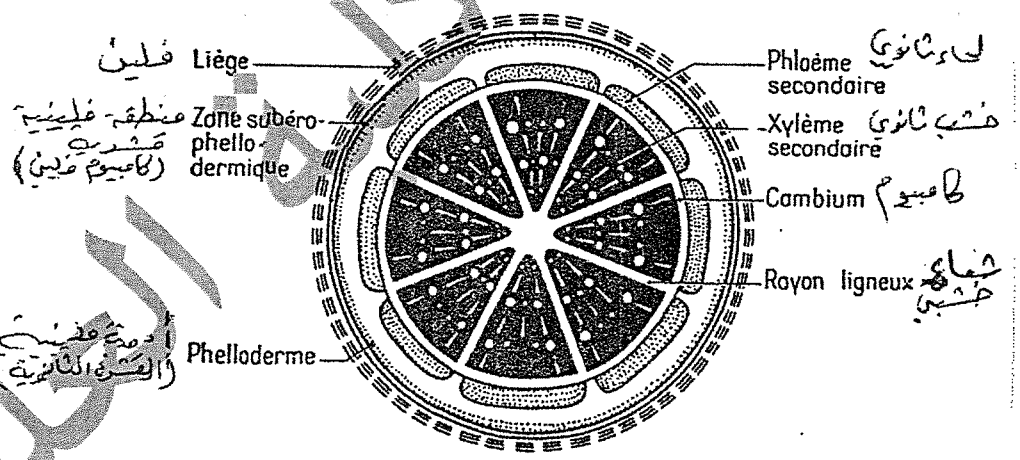
يظهر الكامبيوم الفليني بعد الكامبيوم الوعائي على أعماق مختلفة من الساق. لا يتشكل غالباً إلا بعد سنة وأحياناً عدة سنوات بعد نشاط الكامبيوم. يمكن أن تكون بعض سوق النباتات العشبية التي تملك بنية ثانوية، غير مزودة بهذا الكامبيوم. يتشكل في معظم الأحيان الكامبيوم الفليني اعتباراً من طبقة الخلايا التي تلي البشرة (البيلسان الأسود) وممكن أن يقع في الطبقات العميقة من القشرة (الصنوبر) وأحياناً ممكن أن يتشكل في اللحاء الابتدائي (الكرمة).

يتشكل من الخلايا البارانشيمية بعد عودتها عن تمايزها وغالباً بعد عودة خلايا الكولانشيم عن تمايزها (عندما يتشكل تحت البشرة مباشرة) إلى حالتها الجنينية وإنقسامها بسرعة حيث تعطي حلقة مغلقة من خلايا نشيطة وتشكل الكامبيوم الفليني. تنقسم خلايا هذا الأخير وتعطي أولاً الفلين الذي يتمايز على السطح الخارجي للكامبيوم ويعطي فيما بعد على الوجه الداخلي لخلايا الكامبيوم خلايا بارانشيمية (القشرة الثانوية). يُظهر الكامبيوم الفليني نشاطاً مختلفاً حسب الفصول كما لاحظنا عند الكامبيوم الوعائي. يشكل مجموع الكامبيوم الفليني والفلين والقشرة الثانوية، البشرة الثانوية. إن الزيادة في الحجم نتيجة تشكل النسج الثانوية تؤدي إلى تمزق النسج الخارجية للساق وبالتالي يلعب الفلين دوراً واقياً للساق. تلعب القشرة الثانوية الدورنفسه الذي يلعبه البارانشيم القشري الطبيعي. بعد تشكل عدة طبقات من الفلين، تموت خلايا النسج الابتدائية الواقعة إلى الخارج منه وتتوسف. تتشكل على سوق النباتات المعمرة عبر النسيج الفليني فتحات تدعى بالعديسات، تتألف هذه الأخيرة من خلايا فلينية محفلة لتسمح بالمبادلات الغازية بين الوسط الخارجي والنسج الداخلية الحية . (الشكل رقم : 22) .



شكل رقم 21 : مخطط يبين تشكل النسج الناقلة الثانوية .

أ- على شكل حلقة مغلقة . ب - على شكل حلقة متقطعة .



شكل رقم 22 : مقطع عرضي في ساق نبات الزان عمره ثلاث سنوات يبين تشكل البنية الثانوية الى جانب البنية الإبتدائية .

مركز تصوير كلية العلوم

البنية التشريحية للجذر

I- دراسة البنية الابتدائية في الجذر :

يعطي إنقسام المرستيم القمي للجذر نسجاً تسمى بالنسج الابتدائية وتدعى بنية الأعضاء في هذه الحال البنية الابتدائية. تقتصر جذور النبات على البنية الابتدائية طيلة حياتها في معظم النباتات أحاديات الفلقة والنباتات ثنائيات الفلقة الابتدائية، والنباتات الوعائية الدنيا (السراخس) . إذا فحصنا مقطعاً عرضياً في مستوى منطقة الأوبار الماصة للجذر (منطقة تبدأ بعد القمة ببضعة ميليمترات وتمتد بضعة سنتيمترات مغطاة بأوبار تمتص الماء والأملاح المعدنية من التربة) نلاحظ أنه يوجد في جذورجميع النباتات الوعائية المناطق التالية من المحيط إلى داخل الجذر.

طبقة الأوبار الماصة، القشرة، الاسطوانة المركزية، (الشكل رقم: 27)

1- طبقة الأوبار الماصة: تتألف من طبقة مستمرة من خلايا ذات جدر رقيقة سللوزية. ترسل معظمها امتدادات خارج الجذر تدعى الأوبار الماصة. يكون جدار الوبرة رقيقاً ويحيط بطبقة رقيقة من السيتوبلاسما التي تحيط بدورها بفجوة كبيرة. توجد النواة بشكل عام في قمة الوبرة. (الشكل رقم: 27)

2- القشرة: تكون ثخينة ودائماً أكبر من ثخانة قشرة ساق ينتمي لنفس النبات. تتألف قشرة الجذر من خلايا بارانشيمية غير يخضورية تترك بينها فراغات (أصمخة) وذات جدر رقيقة سللوزية، تقوم هذه الخلايا بإدخار المواد الغذائية وغالباً تكون من طبيعة نشوية . تتعرض الخلايا المحيطة بالقشرة للوسط الخارجي بعد موت وتوسف طبقة الأوبار الماصة ، فتتفلن جدرها وتشكل منطقة متفلنة تتألف من طبقة واحدة أو عدة طبقات .

- **الأدمة الباطنة:** وهي آخر طبقة خلوية من القشرة، تحيط بالإسطوانة المركزية وتتميز جدرها ببنية خاصة. تتطاول خلاياها بالاتجاه الطولي للجذر، وتكون سطوحها الخارجية والداخلية سللوزية بينما تتوضع على سطوحها الجانبية ثخانة غير نفوذة من الخشب والفلين تحيط بها بشكل كامل على شكل شريط (شريط كاسباري).(الشكل رقم: 28). يلتصق الغشاء السيتوبلاسمي لهذه الخلايا بشدة بالجدار الخلوي في مستوى شريط كاسباري، وهذا الالتصاق يكون مهماً لأنه لا يسمح بمرور الماء والأملاح المعدنية الممتصة من قبل الجذور والتي ستذهب إلى داخل الاسطوانة المركزية سوى عبر الوجهين الخارجي والداخلي للخلية، حيث أن مرور هذه المواد في مستوى الشريط يكون مستحيلاً وهذا يفسر الدور المهم الذي تقوم به طبقة الأدمة الباطنة في تنظيم مرور الماء والأملاح المعدنية إلى داخل الجذر. تظهر هذه البنية في مستوى منطقة الأوبار الماصة (منطقة الامتصاص) عند جميع النباتات الوعائية. تحافظ الأدمة الباطنة على هذه البنية في المناطق المعمرة من الجذر عند معظم التريديات وعريانات البذور ومغلفات البذور ثنائيات الفلقة. وعلى عكس ذلك، نلاحظ عند معظم أحاديات الفلقة وبعض ثنائيات الفلقة أن بنية جدر خلايا الأدمة الباطنة تتغير في المناطق المعمرة من الجذر (المناطق غير الماصة) حيث تتغطى الجدر الجانبية والعميقة بالفلين وتثخن بينما تبقى الجدر الخارجية سللوزية وتأخذ هذه الخلايا شكلاً مشابهاً لحرف U أو نعل الفرس.(شكل رقم: 28) وأحياناً ممكن أن تتفلن جميع الجدر. عندما تحدث هذه التغيرات، تبقى بعض الخلايا الواقعة مقابل رأس الخشب

الأول محافظة على بنيتها الابتدائية حيث تكون رقيقة الجدر غير متفلنة تسمح بمرور المحاليل إلى الداخل ولذلك تسمى بخلايا المرور.

3- **الاسطوانة المركزية:** وهي جزء من الجذر، تتألف من بارانشيم أساسي حيث يوجد داخله الحزم الوعائية (الخشبية) والحزم اللحائية المنفصلة والمتناوبة، كما تقوم بتدعيم الجذر وتقويته لما تحتويه من عناصر متخشبة. نلاحظ أيضاً في البارانشيم الأساسي المحيط الدائر والمخ والأشعة المخية.

- **المحيط الدائر:** وهو عبارة عن الطبقة الخارجية للاسطوانة المركزية وتتألف من خلايا بارانشيمية تقع مباشرة تحت الأدمة الباطنة حيث تكون خلاياها متناوبة مع هذه الأخيرة. يتألف بشكل عام من طبقة واحدة من الخلايا وأحياناً من أكثر وفي الحالة الأخيرة تتناوب الخلايا فيما بينها في الأجزاء المعمرة من الجذور، تبقى جدر الخلايا بشكل عام سللوزية ولكن عند بعض الأنواع ممكن أن تثخن وتتخشب .

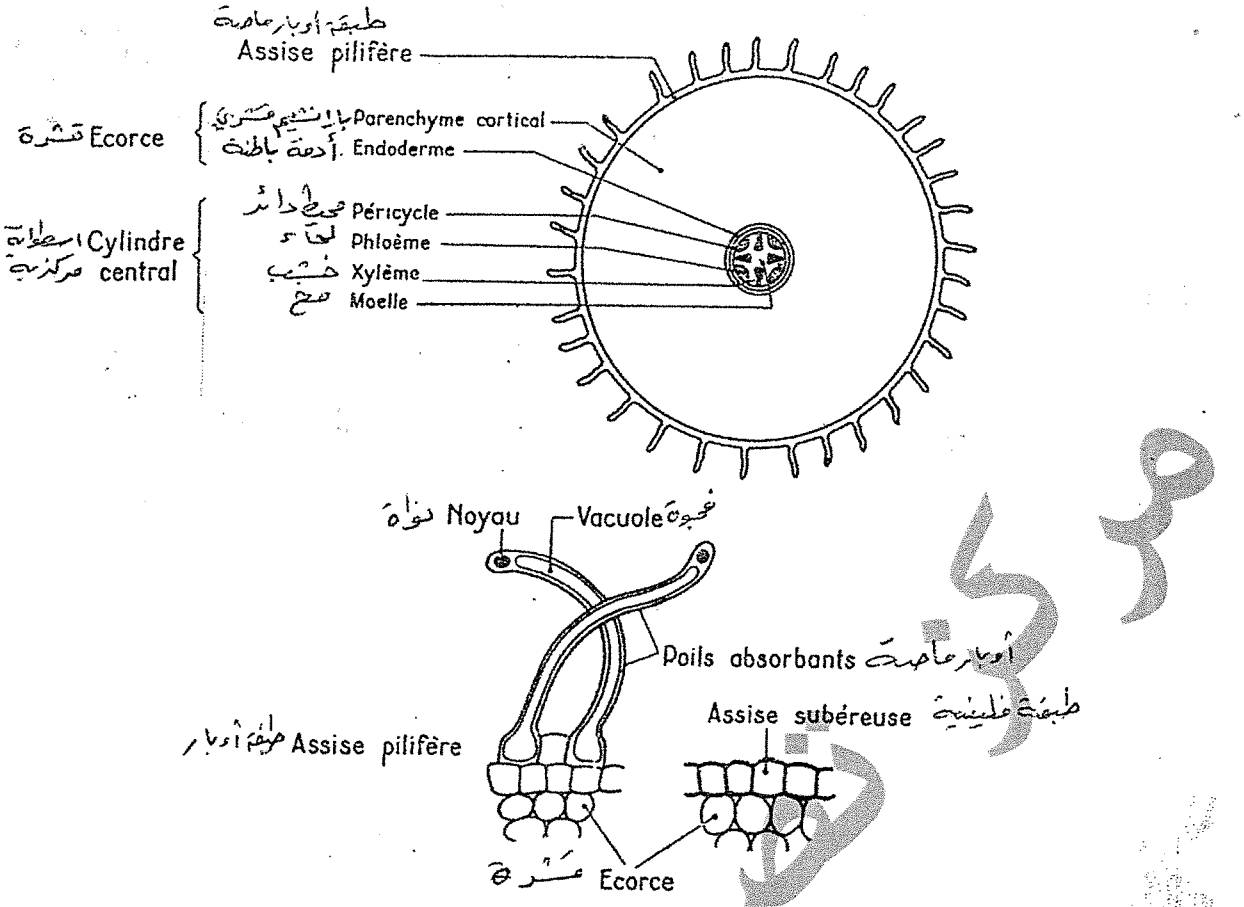
- **المخ:** وهو يشغل الجزء المركزي من الاسطوانة المركزية، ونلاحظ أنه ممكن أن يكون صغيراً جداً، ويوجد دائماً في الجذور الفتية حيث يتشكل من خلايا ذات جدر سللوزية. ولكن غالباً ما يكون غائباً عند ثنائيات الفلقة حيث أن مركز الاسطوانة يكون مشغولاً بالنسج الوعائية.

- **الأشعة المخية:** تتألف من خلايا ذات جدر رقيقة تشغل كل الفراغ الموجود بين المخ والمحيط الدائر وتفصل الحزم الناقلة عن بعضها وقد تتخشب هذه الخلايا في كثير من الحالات.

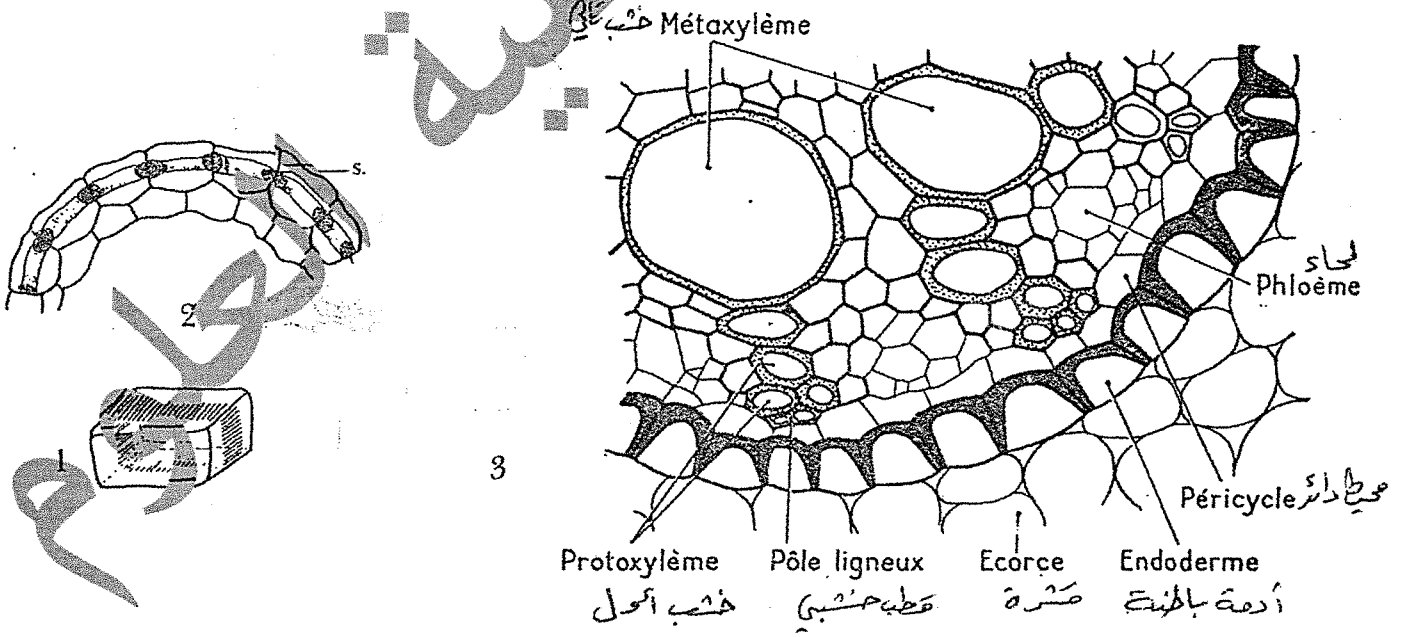
- **الحزم الناقلة:** يختلف عدد هذه الحزم حسب الأنواع، ولكن يكون ثابتاً في النوع الواحد. تتناوب الحزم الناقلة الخشبية مع الحزم اللحائية وتساويها في العدد، وبصورة عامة يكون عدد الحزم الناقلة في جذور أحاديات الفلقة أكبر منه في ثنائياتها حيث يتراوح في هذه الأخيرة بين 2-6 ونادراً ما يكون أكثر من ذلك. تتألف الحزم اللحائية بشكل عام من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وخلايا بارانشيم لحائي ونادراً ما نلاحظ وجود ألياف. يتم تمايز اللحاء باتجاه جابذ أي من الخارج إلى الداخل إذ يتمايز الجزء الخارجي أولاً بتماس المحيط الدائر ويدعى اللحاء الأول ثم يتبعه إلى الداخل منه تمايز اللحاء التالي ويدعى مجموع اللحاء الأول والتالي اللحاء الابتدائي.

أما الحزم الخشبية للجذر الفتي تتألف من أوعية خشبية دون عناصر مرافقة حيث أن البارانشيم المخي المتخشب هو الذي يحيط بأوعية الخشب . يتمايز الخشب أيضاً باتجاه جابذ حيث تتمايز الأوعية الأولية بتماس المحيط الدائر وهي الأوعية الحلقية واللولبية وتدعى الخشب الأول ثم يتمايز فيما بعد باتجاه الداخل من الخشب الأول أوعية خشبية قطرها أوسع من السابقة وتخشبها يكون سلّمياً، شبكياً، منقطاً و تشكل ما يسمى بالخشب التالي ويدعى مجموع الخشب الأول والتالي الخشب الابتدائي.

لقد ذكرنا سابقاً الفروق بين مكونات النسج الناقلة لمغلفات البذور وتلك الموجودة في عريانات البذور والسراخس .



شكل رقم 27 : البنية الإبتدائية في جذر نبات ثنائي فلقة (الفيكاريا من الفصيلة الحوذانية)
البنية العامة في الأعلى ، طبقة أوبار وطبقة فلينية في الأسفل



شكل رقم 28 : 1- خلية معزولة من الأدمة الباطنة تُظهر الشخاتة الفلينية
2- طبقة أدمة باطنة . شريط ثخين من الفلين (شريط كاسباري)
3- جزء من الاسطوانة المركزية لجذر السوسن (من أحاديات الفلقة) يبين خلايا الأدمة الباطنة التي تأخذ شكل حرف U

مركز تصوير كلية العلوم

-مقارنة بين ثنائيات الفلقة و أحاديات الفلقة من حيث البنية الإبتدائية للجذر :

تتميز البنية الابتدائية في جذر أحاديات الفلقة عنها في جذر ثنائيات الفلقة بما يلي :

أ- تستمر البنية الابتدائية طيلة حياتها عند أحاديات الفلقة (مع بعض الاستثناءات مثل وجود اللحاء والخشب الثانويين في الدراسينا) وتتميز بوجود خشب تالي خاص (أوعية ذوات أقطار واسعة واقعة على محيط المخ وبدون علاقة مع الخشب الأول) .

ب- تتألف المنطقة المتقلنة في القشرة من عدة طبقات بينما تتألف من طبقة واحدة في ثنائيات الفلقة.

جـ- في المناطق المعمرة، تتغير بنية خلايا الأدمة الباطنة المعروفة (شريط كاسباري) والتي تظهر في منطقة الأوبار الماصة، إذ تتقلن جميع جدرها ما عدا الجدر الخارجية التي تبقى سللوزية وتأخذ شكل حرف U أما في معظم ثنائيات الفلقة وعريانات البذور تحافظ خلايا الأدمة الباطنة على التقلن بشكل شريط (شريط كاسباري) في المناطق المعمرة.

د- الاسطوانة المركزية، بشكل عام، أكبر من تلك الموجودة عند ثنائيات الفلقة وعدد الحزم المتناوبة أكثر حيث لا يقل أبداً عن 6 حزم لكل نمط من النسج الناقلة بينما نلاحظ في الثنائيات أن عدد الحزم نادراً ما يزيد عن 5 حزم .

هـ- يتألف المخ من عدد كبير من الخلايا تشكل مساحة واسعة من مركز الجذر وغالباً ما يتخشب المخ في الأجزاء المعمرة من الجذر. لكنه يشكل في جذور ثنائيات الفلقة منطقة محدودة المساحة مؤلفة من بضعة خلايا في معظم الحالات وقد ينعدم أحياناً نتيجة التقاء الحزم الوعائية في مركز الجذر .

قارن بين (الشكل رقم : 31) و (الشكل رقم : 32) .

II- دراسة البنية الثانوية في الجذر :

تشكل نباتات ثنائيات الفلقة وعريانات البذور بعد إنتهاء النمو الابتدائي للجذور نسجاً ثانوية تؤدي إلى ازدياد مستمر في ثخنها ونموها العرضي. تنشأ هذه النسج من نشاط المرسيتم الثانوي: الطبقة المولدة اللحائية- الخشبية أو الكامبيوم الوعائي والطبقة المولدة الفلينية- القشرية أو الكامبيوم الفليني.

الكامبيوم الوعائي: وهو يولد اللحاء والخشب الثانويين: يبدأ تشكل الكامبيوم من انقسامات متعددة لبعض الخلايا المتوضعة على السطح الداخلي للحزم اللحائية حيث تشكل أقواساً من الكامبيوم غير متصلة مع بعضها، إضافة إلى ذلك تنقسم خلايا المحيط الدائر في مستوى أقطاب الخشب الأول بعد عودتها عن تمايزها وتشكل أقواساً صغيرة جداً تتصل مع الأقواس السابقة التي تشكلت على السطح الداخلي للحزم اللحائية وعندئذ تتشكل حلقة من الكامبيوم تكون متعرجة لأنها تمر على السطح الداخلي للحاء الابتدائي وتلتوي بالاتجاه الخارجي لأقطاب الخشب الابتدائي. (الشكل رقم : 29 -1).

عندما تصبح حلقة الكامبيوم وظيفية، تعطي للخارج لحاءً ثانوياً وللداخل خشباً ثانوياً يتوضع بين أذرع الخشسب الابتدائي ويدفع طبقة الكامبيوم واللحاء الثانوي والابتدائي نحو الخارج فتأخذ عندئذ الحلقة الملتوية شكلاً دائرياً. (شكل رقم : 29 – 2)

يشكل مجموع الخشب الثانوي واللحاء الثانوي ثخانة تكون إما متقطعة أو مستمرة. ففي الحالة الأولى لا يعطي الكامبيوم نسجاً ناقلة متمايزة إلا في بعض النقاط بينما يعطي فيما بينها خلايا عادية (بارانشيم) كما يوضح (الشكل رقم: 29 – 2) حيث نلاحظ 6 حزم يعلو كل منها اللحاء الابتدائي ويتوضع بينها الخشب الابتدائي. أما الثخانة المستمرة فتتشكل باستمرار إنقسام حلقة الكامبيوم حيث تتشكل حلقة مستمرة من اللحاء والخشب الثانويين تجتازهما خلايا الأشعة الخشبية واللحائية (الشكل رقم: 30) .

بعد ذلك، نلاحظ أن اللحاء الابتدائي ينسحق ويضمحل تدريجياً تحت تأثير الضغط الذي تولده النسج الثانوية المتشكلة، لكن الخشب الابتدائي يبقى في مركز الجذر داخل الخشب الثانوي .

– **الكامبيوم الفليني:** تؤدي زيادة قطر الجذر الناتجة عن تشكل النسج الثانوية إلى تمزق النسج الخارجية. لذلك يتشكل الكامبيوم الفليني بشكل عام في المنطقة العميقة من القشرة اعتباراً من المحيط الدائر، حيث أن منشؤه مرتبط مع الكامبيوم الوعائي، فبعد عودة خلايا المحيط الدائر المتوضعة مقابل الأقطاب الخشبية عن تمايزها تساهم الخلايا الأكثر عمقاً (الداخلية) في تشكل أقواس الكامبيوم الوعائي، وتشكل الخلايا الأخرى الأكثر سطحية (الخارجية) العناصر الابتدائية للمنطقة الفلينية– القشرية (الكامبيوم الفليني)، تمتد العودة عن التمايز فيما بعد إلى جميع خلايا المحيط الدائر وتشكل منطقة فلينية– قشرية مستمرة تحيط بشكل كامل بالنسج الناقلة الابتدائية والنسج الناقلة الثانوية الناشئة من الكامبيوم الوعائي. (شكل رقم : 30)

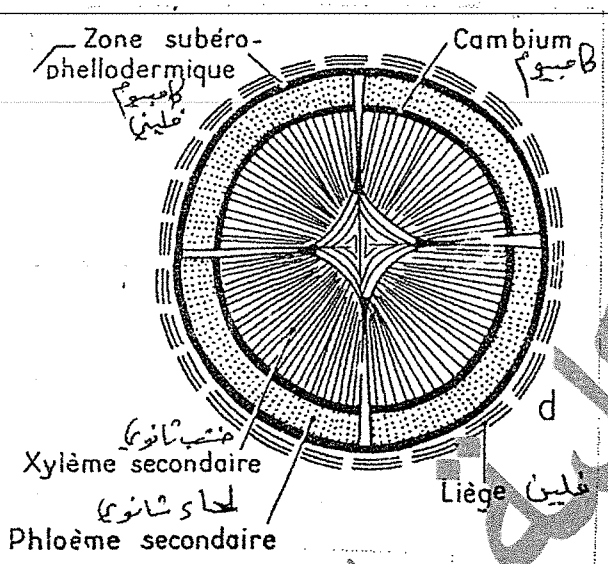
يعطي انقسام الكامبيوم الفليني نسيجاً فلينياً نحو الجهة الخارجية حيث يقوم بحماية النسج الحية الداخلية ويحل بدوره هذا محل الطبقة المتفلنة، ونسيجاً بارانشيمياً ثانوياً (بارانديم قشري ثانوي) نحو الجهة الداخلية حيث يقوم بدور إدخاري ويحل محل البارانشيم القشري. يدعى مجموع النسيج الفليني والكامبيوم الفليني والقشرة الثانوية بالبشرة الثانوية.

تتعزل القشرة الابتدائية بشكل كامل خارج البشرة الثانوية حيث يؤدي استمرار زيادة النمو الثانوي إلى تمزقها وتوسفُها. (شكل رقم: 30).

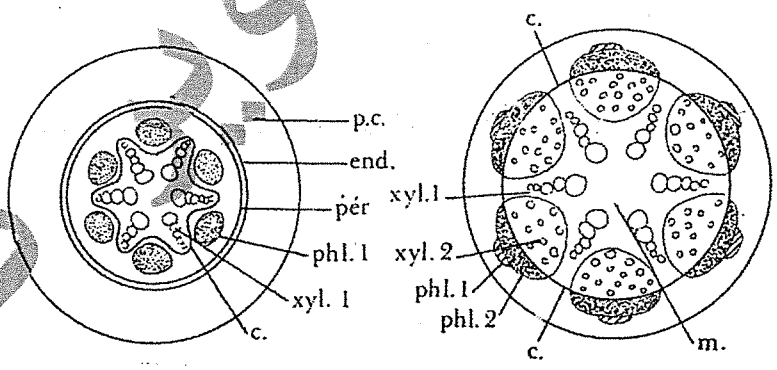
مقارنة بين الجذر والساق

الجذر	الساق
أ– الصفات الخارجية:	
1– توجود قلنسوة تغطي القمة	– لا توجد قلنسوة
2– عدم وجود براعم	– وجود براعم
3–غير مقسم إلى عقد ومسافات عقدية	– مقسم إلى عقد ومسافات عقدية
4– لايحوي على يخضور	– يحوي على يخضور في الأطوار الأولى من نموه

5- لا يحمل أوراقاً	- يحمل أوراقاً
ب- الصفات التشريحية:	
1- طبقة البشرة غير مغطاة بقشيرة وتتكون منها الأوبار الماصة	- البشرة مغطاة بقشيرة ولا تحوي أوباراً ماصة بل تحوي أوباراً
2- الأدمة الباطنة تحوي على ثخانة خاصة (شريط كاسباري)	- طبقة الأدمة الباطنة لا تحوي على شريط كاسباري.
3- القشرة عادة سميكة نسبياً	- القشرة رقيقة.
4- حزم الخشب واللحاء متناوبة	- حزم الخشب واللحاء متطابقة
5- الخشب الابتدائي يكون فيه الخشب الأولي للخارج والخشب التالي للداخل.	- الخشب الابتدائي يكون فيه الخشب الأولي للداخل والخشب التالي للخارج.



شكل رقم 30



1 شكل رقم 29 2

شكل رقم 29 : 1- تشكل الكامبيوم الوعائي (يأخذ شكلاً متعرجاً)
2- منظر تخطيطي لجذر ثانوي عمره سنة واحدة يبين حلقة الكامبيوم الدائرية وتشكل النسج الناقلة الثانوية المتقطعة ، اضافة الى النسج الإبتدائية .

1- pc : بارانشيم قشري ، end : أدمة باطنة ، per: المحيط الدائر ، ph.1 : لحاء ابتدائي
Xyl.1 : خشب ابتدائي ، c : كامبيوم وعائي .
2- xyl.1 : خشب ابتدائي ، xyl.2 : خشب ثانوي ، ph.1: لحاء ابتدائي ، ph.2 :لحاء ثانوي
c : كامبيوم وعائي ، m: المخ

شكل رقم 30 : تشكل المناطق المولدة (الكامبيوم الوعائي والكامبيوم الفليني) في جذر ثنائيات الفلقة المعمرة . تشكل البنية الثانوية (حلقة مستمرة من اللحاء والخشب الثانويين تجتازهما خلايا الأشعة الخشبية واللحائية ، والفلين الذي يتبعه فيما بعد تشكل البارانشيم القشري) .

مركز تحضير كلية العلوم

البنية التشريحية للورقة

أولاً: البنية التشريحية للورقة في النباتات ثنائيات الفلقة:

تتألف الورقة، بشكل عام، من صفيحة مسطحة خضراء اللون (نصل الورقة) محمولة على الساق بوساطة معلاق الورقة، وقد ينتفخ المعلاق في قاعدته مشكلاً غمد الورقة.

ونلاحظ في بعض الأحيان على جانبي الغمد زائدتين ورقيتين تدعيان الأذينتين. تتميز الورقة بتناظرها الجانبي ونموها المحدود.

إذا قمنا بعمل مقطع عرضي في وسط نصل الورقة، فإننا نلاحظ النسج الأساسية الآتية :(الشكل رقم:34)

- **البشرة:** تغطي سطح النصل كله، وتتألف من طبقة واحدة من الخلايا، ويمكن أن تتألف من طبقتين أو أكثر. تكون خلاياها عادة خالية من الصانعات الخضراء في الأنواع التي تعيش في بيئات جافة بينما عند النباتات المائية فيمكن أن تحتوي على صانعات خضراء. تتغطى البشرة بطبقة ثخينة من مادة القشرين تدعى القشيرة، وتختلف ثخانتها حسب الوسط الذي يعيش فيه النوع.

نلاحظ في هذا المقطع وجود بشرة داخلية أو علوية خالية من المسام، وبشرة خارجية أو سفلية ذات قشيرة أقل ثخانة من تلك على البشرة العلوية وتحوي على المسام. وكما ذكرنا سابقاً، يتألف السم من خليتين سميتين تحيطان بالفوهة السمية وتحتويان على الصانعات الخضراء. تأخذ كل خلية شكلاً كلوياً، ويكون جدارها الداخلي المجاور للفوهة السمية ثخيناً بينما الجدار الآخر البعيد عن فتحة السم يكون رقيقاً فلدى انتباج الخلايا نتيجة السكريات المركبة بعملية التركيب الضوئي، يعاني الجدار الرقيق شداً أكثر مما يعانيه الجدار الثخين وهذا يؤدي إلى تقعر الجهة الثخينة وبالتالي تنفتح المسام، بينما عندما ينخفض الضغط الحلولي ليلاً، تتكمش الخلايا السمية وهذا يؤدي إلى انغلاق المسام. يختلف عدد المسام باختلاف الأنواع ويختلف مستوى توضعها حسب البيئة التي يعيش فيها النبات، ففي البيئة الرطبة تكون المسام سطحية بينما

في المناطق الجافة تكون المسام غائرة ومغطاة بأوبار. تقوم خلايا البشرة، بوساطة هذه المسام، بتنظيم عملية تبادل الغازات أثناء عمليتي التركيب الضوئي والتنفس ، وبتبخير الماء أثناء التعرق.

- النسيج المتوسط :

ويتألف من خلايا بارانشيمية يخضورية رقيقة الجدر. يتصف هذا النسيج بأنه يكون غير متجانساً، إذ يتكون من نوعين من النسج المتوضعة فوق بعضها .

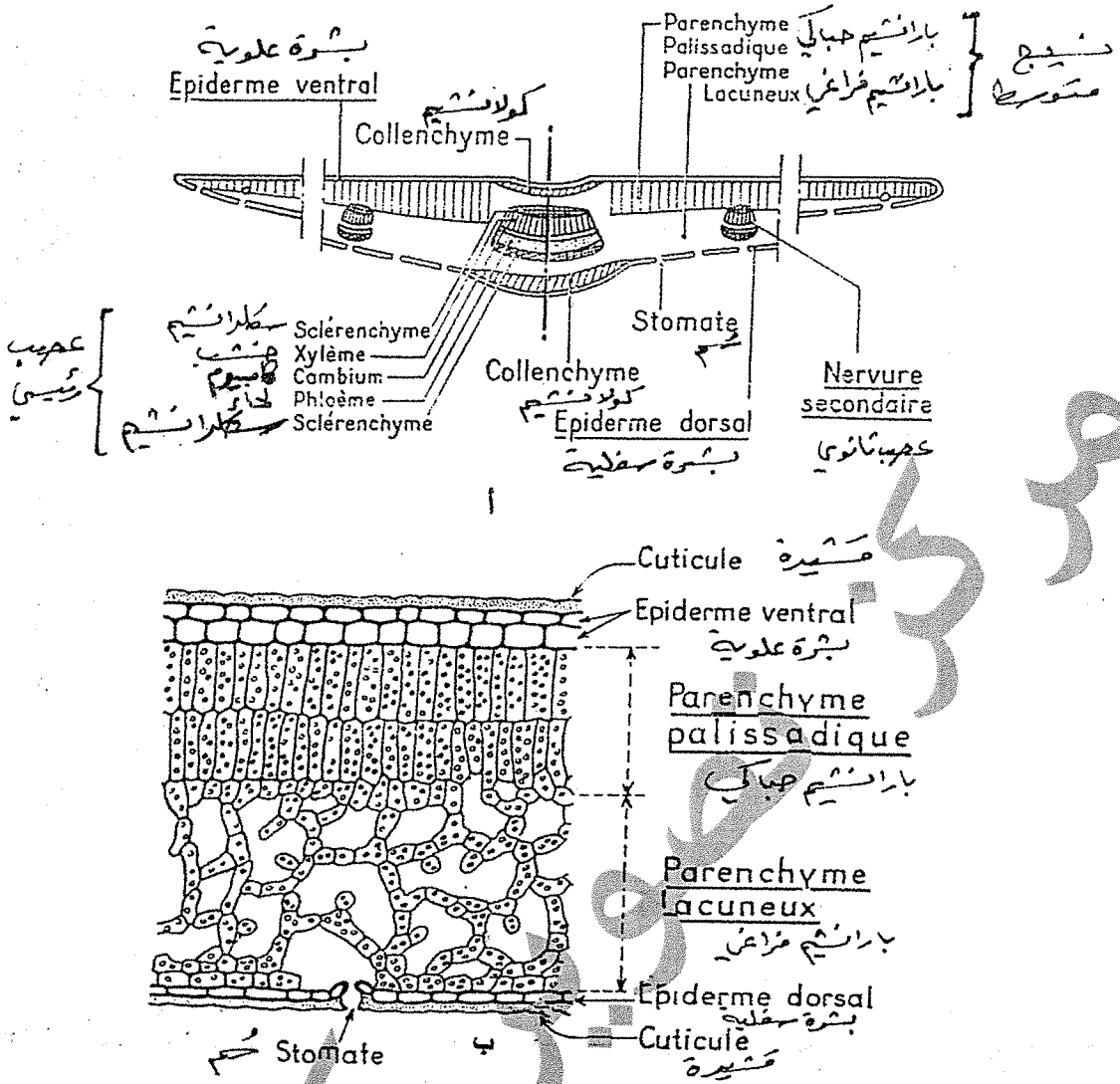
أ- **النسيج الحباكي:** يتوضع تحت البشرة العلوية ، ويتألف من خلايا عمودية متطاولة لا تترك بينها فراغات ، وتحتوي على عدد كبير من الصانعات الخضراء ، لذلك يكون اللون الأخضر للسطح العلوي للورقة قاتماً أكثر منه للسطح السفلي.

يختلف عدد الطبقات التي تنتظم وفقها خلايا هذا النسيج تبعاً للأنواع النباتية، وتختلف أيضاً في النبات الواحد وذلك حسب كمية الإضاءة التي تتعرض لها. فعند الزان مثلاً، الأوراق المحيطية للشجرة والتي تتلقى كمية كبيرة من الضوء، تمتلك طبقتين وأحياناً ثلاث طبقات من البارانشيم الحباكي بينما الأوراق المتطورة في الداخل ، أي في الظل ، لا تُظهر سوى طبقة واحدة من البارانشيم الحباكي. نلاحظ في بعض الأحيان وجود خلايا دعامية سكلرانشيمية تسمى سكلريت، أو خلايا كولانشيمية تتوزع بين خلايا النسيج الحباكي.

ب-**النسيج الفراغي:** تتوضع خلايا هذا النسيج بين البارانشيم الحباكي والبشرة السفلية، وهي خلايا بارانشيمية ذات أشكال غير منتظمة، وتترك بينها فراغات كبيرة تمتلئ بالهواء وبخار الماء والغازات الأخرى وتتصل بالمسام مشكلة الغرف تحت السمية ، تحتوي هذه الخلايا على صانعات يخضورية بأعداد أقل مما هي عليه في النسيج الحباكي.

في بعض الأحيان ، نلاحظ أن النسيج الحباكي يتوضع تحت البشرتين العلوية والسفلية للورقة ويشغل تقريباً كل النسيج المتوسط كما في ورقة الأوكاليبتس أو الكينا.

وفي حالات أخرى، نجد أن بعض الأوراق تحتوي على طبقتين من النسيج الحباكي وتتوضعان على وجهي نصل الورقة بينما البارانشيم الفراغي يكون واقعاً في الجزء الوسطي للنسيج المتوسط.



شكل رقم 34 : أ – مخطط لمقطع عرضي في نصل ورقة لنبات ثنائي فلقة .

ب– رسم تفصيلي للبارانشيم الورقي .

مدونة علوم الحياة

- الحزم الناقلة:

يشكل العصب الرئيسي للورقة والذي يمر بمنتصفها بروزاً على وجهها السفلي، وتتفرع منه الأعصاب الثانوية والثالثية... ويتألف بشكل أساسي من حزمة لحائية- خشبية كبيرة حيث يتوضع فيها الخشب من جهة البشرة العلوية واللحاء من جهة البشرة السفلية وكأن الخشب يتوضع فوق اللحاء(الشكل رقم:35).

تتغمس هذه الحزمة الناقلة ضمن بارانشيم متجانس وفقير باليخضور (لا نلاحظ هنا بارانشيم حباكي ولا فراغي).

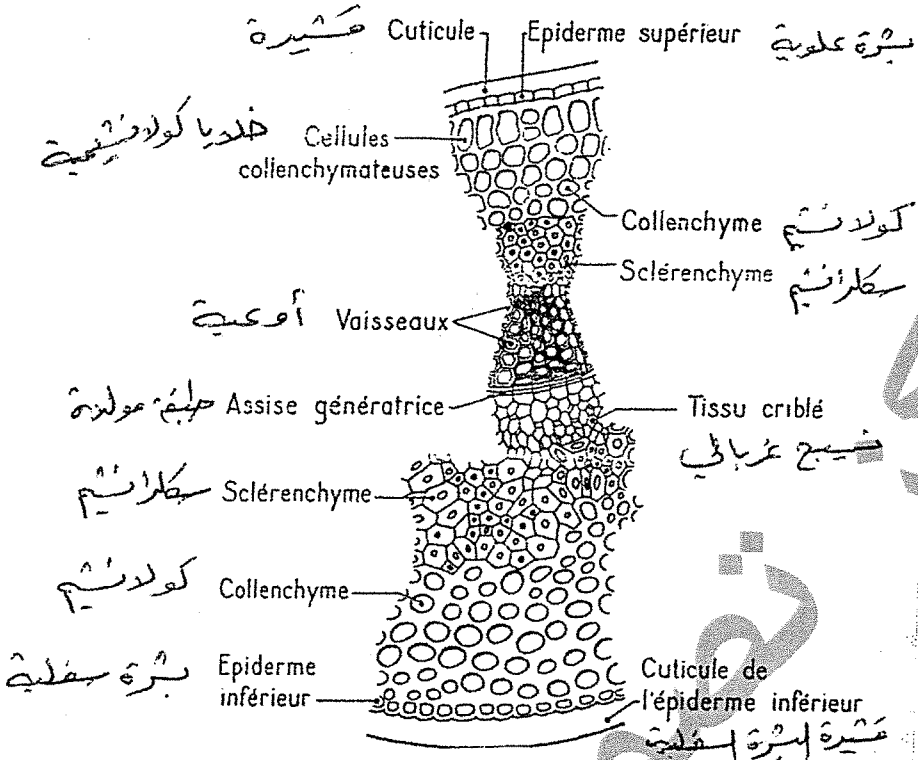
تتمايز ضمن هذا البارانشيم نسجاً دعامية: كولانشيم يقع قرب كلاً من البشرتين العلوية والسفلية، وسكلرانشيم يغطي خشب ولحاء الحزمة (الشكل رقم:35).

تحتوي الأوراق في كثير من نباتات ثنائيات الفلقة على كامبيوم محدود العمل يقع بين اللحاء والخشب الابتدائيين، وينشط هذا الكامبيوم خلال فترة معينة أثناء نمو الورقة ليعطي نسجاً ثانوية ثم يقف عن الانقسام عندما يكتمل نموها.

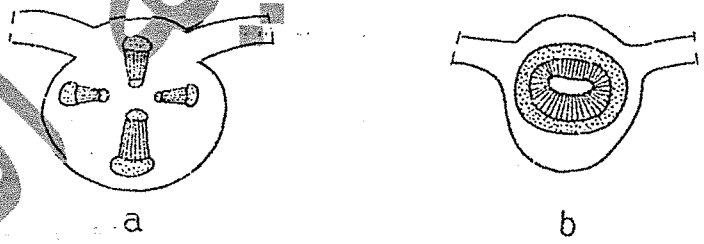
أما الأعصاب الثانوية، فتتألف من حزم لحائية- خشبية مماثلة لحزمة العصب الرئيسي ولكن يتناقص حجمها مع شدة تفرعها، كما تتناقص كمية النسج الدعامية وكمية النسيج البارانشيمي المحيط بها. وهكذا تتميز حزم الأعصاب الدقيقة ببنية بسيطة حيث أنها تحتوي على عدد بسيط من الأوعية الخشبية واللحائية المحاطة بغمد بارانشيمي مؤلف من طبقة واحدة من الخلايا.

يمكن أن نلاحظ عند بعض النباتات أن العصب الرئيسي يملك بنية مختلفة عن تلك الشائعة عند الأوراق والمذكورة سابقاً (حزمة واحدة ضخمة) إذ نلاحظ عند القرع والكرمة مثلاً أن العصب الرئيسي يملك عدة حزم ناقلة وتتوضع بشكل حلقة كاملة (شكل رقم : 36-a)، وعند الليمون تشكل النسج الناقلة في العصب الرئيسي حلقة مستمرة حيث يتوضع الخشب في الداخل واللحاء في الخارج (شكل رقم : 36-b)

مركز تصوير كلية العلوم



شكل رقم 35 : رسم تفصيلي لقطعة من العصب الرئيسي (المركزي) لورقة نبات ثنائي فلقة .



شكل رقم 36 : البنية التشريحية للعصب الرئيسي . a – القرع b– أليمون

مركز تصوير كلية العلوم

البنية التشريحية للمعلاق

سندرس مثالاً على ذلك معلاق اللبلاب أو العشق اللولبي. فإذا عملنا مقطعاً عرضياً في منتصف المعلاق، فإننا نلاحظ جانبين بارزين يسمحان لنا أن نحدد الوجه العلوي للمعلاق. ونلاحظ أيضاً النسج الآتية من المحيط إلى الداخل (الشكل رقم: 37) .

- **البشرة مع قشيرة ومسام .**

- **بارانشيم أساسي** . يكون فقيراً بالصانعات اليخضورية، حيث أن الخلايا متساوية الأقطار لا تترك بينها إلا أصمخة، ويحتوي بعضها على بللورات ضخمة قنفذية الشكل من حمّاضات الكالسيوم. يوجد تحت البشرة حلقة مستمرة من الكولانشيم وهذا النسيج الداعم يشكل الجانبين البارزين على السطح العلوي للمعلاق.

- **حزم لحائية- خشبية تتوضع بشكل دائرة.** يتجه الخشب في كل حزمة نحو مركز المعلاق ، واللحاء نحو الخارج ويمكن أن نلاحظ قنوات مفرزة خارج لحاء الحزم.

لا تملك هذه الحزم الحجم نفسه . يوجد على الوجه السفلي للمعلاق حزمة ذات حجم كبير ومن ثم على كل جانب نلاحظ وجود حزم تتناقص بالحجم تدريجياً كلما اتجهنا نحو الأعلى. وكما هو في نصل الورقة، تُظهر بنية المعلاق تناظراً جانبياً لتوزع الحزم.

- **البارانشيم المخي والأشعة المخية** : يتألف البارانشيم المخي من خلايا سللوزية الغلف تتوضع في المركز، ويشكل امتدادها بين الحزم الأشعة المخية.

النماذج المختلفة لبنية المعلاق:

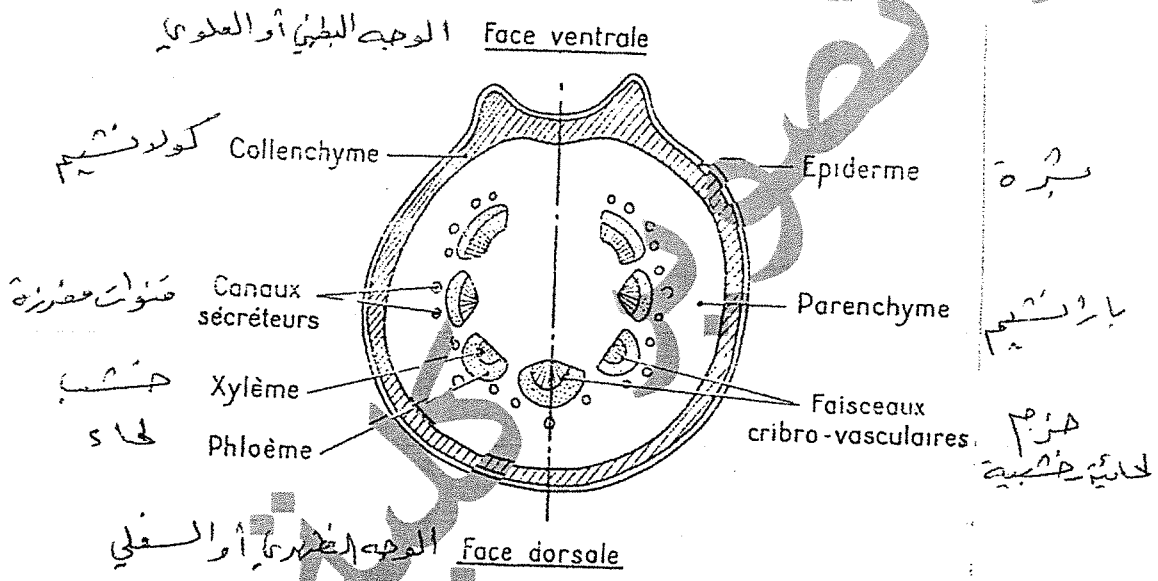
يمكن أن نميز النماذج المختلفة التالية، والتي ذكرنا بعضاً منها فيما يخص العصب الرئيسي.

1- معلاق يحوي حزمة لحائية خشبية واحدة فقط. تكون الحزمة على شكل هلال داخل البارانشيم الأساسي مثل الليلك (الشكل رقم :38 – a) .

2- معلاق يحوي عدة حزم لحائية- خشبية ويمكن أن تتوضع بشكل قوس مفتوح باتجاه الوجه العلوي كما هو الحال في الأريستولوش(الشكل رقم :38 – b) وعندما تكون عديدة، يمكن أن تشكل دائرة كاملة كما هو الحال عند العشق اللولبي.

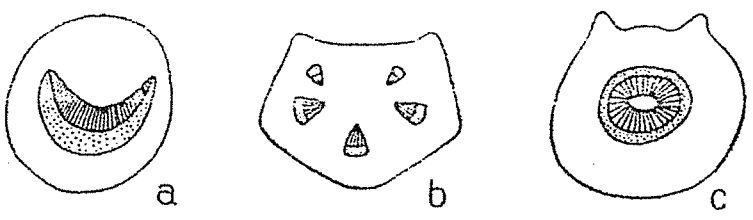
3- معلاق تكون نسجه الناقلة على شكل حلقة مستمرة. يكون الخشب داخلياً واللحاء خارجياً، مثل الليمون (الشكل رقم :38 – c) .

تشكل الحزم اللحائية- الخشبية للمعلاق ، على مستوى العقدة ، والمشتركة مع حزم الأذينتين إن وجدت، الآثار الورقية التي تدخل إلى الساق وتندمج مع جهازه الناقل.



Organisation du pétiole de Lierre (*Hedera helix*) (Coupe transversale).

شكل رقم 37 : بنية المعلاق لنبات العشق اللولبي (مقطع عرضي) .



شكل رقم 38 : نماذج مختلفة لبنية المعلاق : a- الليلك b- الأريستولوش c- الليمون

ثانياً – البنية التشريحية للورقة في النباتات أحاديات الفلقة:

إذا عملنا مقطعاً عرضياً في الورقة فإننا نلاحظ النسج الأساسية نفسها التي شاهدناها في نصل ورقة ثنائيات الفلقة (شكل رقم: 39) . يكون المعلاق عندها، بشكل عام، غائباً ويتثبت النصل مباشرة على الساق بوساطة غمد.

– **البشرة:** تختلف البشرة هنا قليلاً عن نظيرتها في أوراق ثنائيات الفلقة. فمن حيث توزع المسام، تتوزع بشكل عام على الوجهين العلوي والسفلي للورقة بشكل منتظم أكثر منه عند ثنائيات الفلقة. ومع ذلك هذه ليست قاعدة عامة مطلقة. إضافة إلى ذلك تُظهر البشرة العلوية للورقة عند الكثير من النجيليات بعضاً من الخلايا الكبيرة المحركة التي تختلف عن الخلايا البشرية الأخرى بشكلها وبدورها في حماية الورقة ضد الجفاف.

– **النسيج المتوسط:** يتألف من بارانشيم يخضوري ، وتكون الخلايا التي تشكل هذا النسيج متساوية الأقطار، وتترك بينها أصمخة قليلة الأهمية. يتميز النسيج المتوسط هنا عن نظيره في ثنائيات الفلقة بأنه يكون متجانساً أي لا نلاحظ نسيج حباكي ولا نسيج فراغي. ولكن عند بعض النباتات (الزنبق) يمكن أن نميز طبقة من البارانشيم الحباكي وأخرى من البارانشيم الفراغي (شكل رقم: 40 -a) .

– **الحزم الناقلة:** تكون الأعصاب، والتي لا تشكل هنا بروزات ، متوازية ولكن هناك بعض أحاديات الفلقة (النخيل) لا تحوي أوراقها على أعصاب متوازية بل تكون ريشية،يتكون كل عصب من حزمة لحائية خشبية حيث يقع الخشب باتجاه الوجه العلوي للورقة، واللحاء باتجاه الوجه السفلي. يكون اللحاء مغطى بحزمة من الألياف السكلرانشيمية (شكل رقم: 39) .

وكما هو الحال في ثنائيات الفلقة ، يمكن أن يكون العصب المؤلف من حزمة لحائية– خشبية محاطاً بغمد. فإذا كان هذا الغمد بسيطاً عند بعض أحاديات الفلقة ومؤلفاً من طبقة واحدة من الخلايا البارانشيمية (الذرة الصفراء)، فإنه أكثر تعقيداً عند أحاديات فلقة أخرى وهكذا عند القمح مثلاً تكون كل حزمة

محاطة بغمدين، أحدهما بتماس الحزمة ويتألف من خلايا ذات جدر ثخينة ومتخشبة، والآخر يقع في الخارج ويتكون من خلايا فقيرة بالصانعات الخضراء وذات جدر رقيقة (شكل رقم: 40- b) .

مقارنة بين أوراق نباتات أحادية الفلقة وأوراق نباتات ثنائية الفلقة

الصفة	نباتات أحادية الفلقة	نباتات ثنائية الفلقة
الشكل	نصل الورقة شريطي عادة	شكل نصل الورقة مختلف
العروق	متوازية	شبكية
البشرة	توجد خلايا كبيرة (محركة) وخلايا صغيرة	خلايا البشرة ذات حجم متقارب
النسيج المتوسط	متجانس لا يمايز إلى نسيج حباكي ونسيج فراغي (بشكل عام)	يتألف من نسيج حباكي ونسيج فراغي
الحزم الوعائية	محاطة بغمد (الذرة) أو بغمدين (القمح) من الخلايا المتمايزة	الحزم البسيطة محاطة بغمد بارانشيمي

مركز تصوير كلية العلوم

مكتبة A to Z