يعرف ببارانشيمة الأشعة الخشبية Parenchymatous Xylem Rays . أما فى الخشب الابتدائى فى كل النباتات فإنه يحتوى على كميى كبيرة من البرانشيمة الخشبية. ومن حيث الوظيفة تقوم البارانشيمة الخشبية بادخار الغذاء ومن المحتمل أن تكون مختصة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بوظيفة التوصيل .

٤) الألياف الخشبية: Xylem Fibers

فى تطور الليفة من القصبة يكون غلظ الجدار قد ازداد ويقل تبعا لذلك قطر التجويف ويتناقص أيضا فى معظم الأنواع طول الخلية كما يختزل عدد النقر وحجمها وحينما يصل الاختزال إلى مرحلة يصبح عندها تجويف الخلية تقريبا شبه مصمت والنقر من الصغر بحيث لا يتم عن طريقها غير توصيل قليل أو معدوم . وتوجد بين هذه الخلايا والقصيبات العادية صور انتقالية تعرف بالليفة القصيبية Fiber Tracheid الليفة القصيبية أصغر منها فى الأوعية وتكون ضفافها مختزلة أو اثرية ويلاحظ هنا كلما صغر قطر الحجرة زاد طول الفتحة الداخلية Inner Apreture ولا توجد هذه الفتحات المستطيلة إلا فى الجدران الغليظة ولذلك يكون شكل القناة التى تصل ما بين حجرة النقرة أشبه ما تكون بقمع مفلطح وتكون الفتحة الخارجية Outer apreture لهذه القناة دائرية المحيط .

وينتج عن التخصص نوع من الألياف ذو جدر غليظ جدا ونقر مختزلة إلى الحد الذى تصبح فيه بسيطة ويطلق على هذه الألياف ألياف الخشب المستدقة Libriform Fiber وذلك لمشابهتها الألياف اللحاء وتكثر ألياف الخشب المستديمة فى النباتات الخشبية من ذوات الفلقتين . وتوجد فى بعض الأحيان طبقات جيلاتينية Gelatinous Layer فى جدر الألياف يطلق على الخلايال التى تحتوى على هذه الطبقات بالألياف الجيلاتينية Gelatinous Fibers وهى هنا ذات وظيفة تخزينية . وفى بعض الألياف يستمر بقاء البروتوبلاست بعد نضج الجدار الثانوى للخلية وقد ينقسم الجدار الأصلى إلى جزءين أو أكثر تفصلها حواجز عرضية رقيقة مكونة ما يعرف بالليفة المجزأة Septate Fiber وهى فى الحقيقة ليست خلايا فورية بل صفوفا من الخلايا أما الحواجز العرضية فجدر حقيقية ويوجد فى كل حجرة بروتوبلاست به نواة ويمكن بسهولة خلط الليفة المجزأة مع بعض الخلايا البارانشيمية الخشبية لعدم وجود الجدر الثانوية على الحواجز وتوجد هذه الألياف فى كثير من النباتات وعلى الاخص الشجيرات والأعشاب الكثيرة التخشب وكذلك فى كثير من الأشجار الاستوائية .

ملائمة التركيب للوظيفة :

يتولى الخشب توصيل العصارة الغير مجهزة من الجذر إلى الساق فالأوراق وهى تتكون من ماء مذاب به بعض الأملاح ذات الأهمية لحياة النبات وحجم هذه العصارة كبير جدا إذا قورن بالعصارة الناضجة التى تتكون فى الأوراق ولهذا فعناصر التوصيل فى الخشب يجب أن تكون متسعة ذات أقطار كبيرة حتى يمكنها توصيل الحجم الكبير من الغذاء كما أن اتجاه عمود العصارة هنا مضاد للجاذبية الأرضية وبالتالى يبذل التيار الصاعد ضغطاً كبيراً على جدر عناصر التوصيل التى لابد وأن تتزود بجدار مغلظ (لجنينى) لتواجه الضغط الواقع عليها .

١-اللحاء Phloem

وكما أن القصيبة هى الطراز الخلوى الرئيسى فى الخشب من حيث التركيب والوظيفة فإن العنصر الغربالى Sieve Element هو أيضا الطراز الخلوى الأساسى فى اللحاء ويوجد من هذه الخلية اللحائية الأساسية نوعان :

نوع بسيط أكثر بدائية More Premative هى الخلية الغربالية Sieve Cell فى عاريات البذور والنباتات التريدية (السراخس) حيث لا توجد صفوف متحدة من الخلايا . نوع ثان متخصص Specialized وهو وحده من صف من الخلايا وهو عنصر الأنبوبة الغربالية Sieve Tube .

واللحاء كالخشب نسيج مركب قد يتكون من :

أ- خلايا غربالية وبرانشيمة لحاء فقط كما فى التريديات وكثير من عاريات البذور .

ب- من خلايا غربالية وبرانشيمية وألياف اللحاء كما فى بعض عاريات البذور .

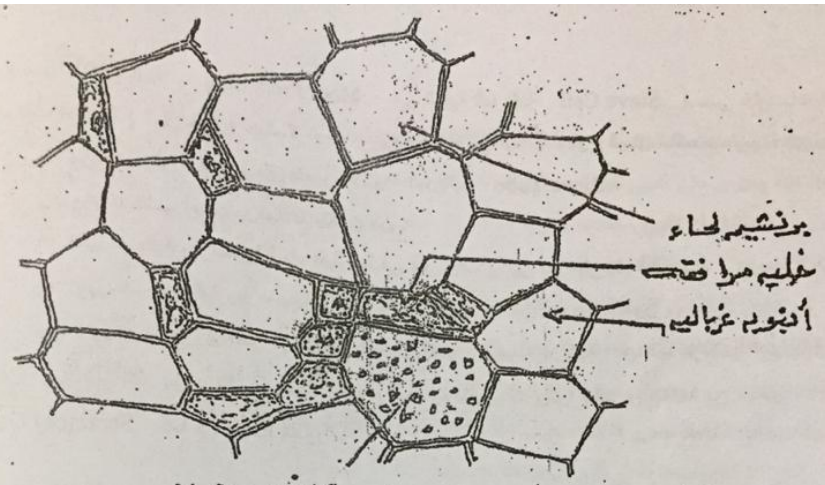
جـ- أو من نوعين أو أكثر من الطرز الخلوية الآتية : أنابيب غربالية - وخلايا مرافقة Companion Cells ونوع أو أكثر من برانشيمة اللحاء وألياف لحاء واسكليريدات وأنواع أخرى مختلفة من الخلايا الإفرازية Secretory Cells كما فى مغطاة البذور .

١- الخلية الغربالية والأنبوبة الغربالية Sieve Cell And Tube :

الخلايا الغربالية وعناصر الأنبوبة الغربالية هى خلايا مستطيلة حية جدرها سليلوزية رقيقة ويحتوى البروتوبلاست على فجوة مركزية كبيرة وعلى طبقة محيطية رقيقة من السيتوبلازم وتختفى النواة حين تصل إلى اكتمال النضج ويوجد بالسيتوبلازم بلاستيدات عديمة اللون Leucoplastids تقوم فى بعض النباتات بتجميع النشا وتحتوى الفجوة فى بعض ذوات الفلقتين على مواد مخاطية (ذات طبيعة بروتينية) قد تتوزع فى العصير الخلوى كله والجدار فيما يبدو يتكون من طبقات ابتدائية فقط . والخلايا الغربالية وعناصر الأنبوبة الغربالية متكافئة مورفولوجيا ومتماثلة فى التركيب الأساسى وفى الوظيفة ولكنها تختلف من حيث ثقوب جدر الخلايا الغربالية وخيوطها السيتوبلازمية تكون كلها متشابهة على حين تكون فى عنصر الأنبوبة الغربالية على درجتين من التخصص وتعرف الأولى منها بالمساحات الغربالية Sieve Areas والثانية بالصفائح الغربالية Sieve Plates. وكذلك من حيث النشأة Ontogeny نجد أن الخلية الغربالية تنشأ من خلية كمبيومية واحدة وبالتالى تظهر عند النضج غير مرتبة فى صفوف أما فى حالة الأنبوبة الغربالية فإنها تنشأ من عدة خلايا كمبيومية التحمت مع بعضها لتعطى فى النهاية صفوفا من الأنابيب الغربالية .

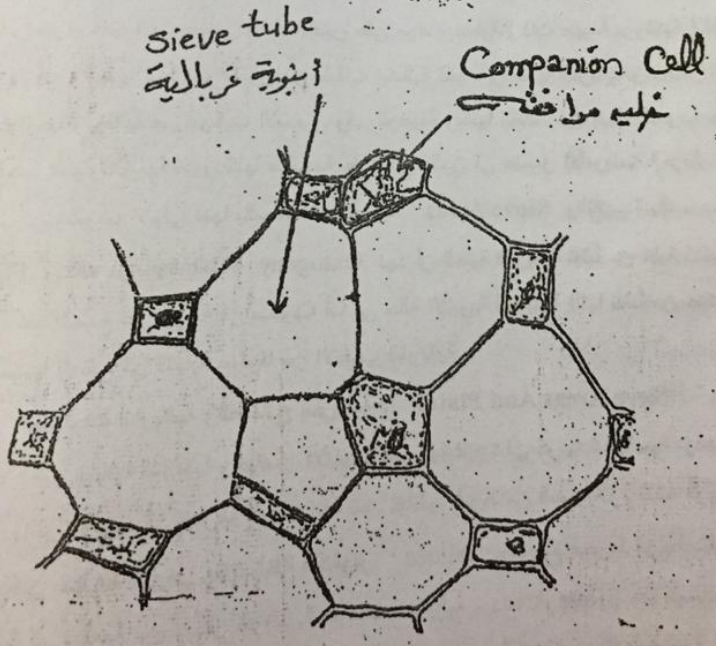
المساحات الغربالية والصفائح الغربالية : Sieve Areas And Plates

تعتبر الخلايا الغربالية وعناصر الأنابيب الغربالية فريدة فى كونها خلايا حية تؤدى وظيفتها على حين لا توجد بها نواة وتوجد فى جدرها ثقوب دقيقة تمتد خلالها خيوط من السيتوبلازم تشبه الروابط البلازمية وإن كانت المادة أكثر منها غلظا وهى هنا مغلظة بالكالوس Callose وتتجمع الخيوط الرابطة السيتوبلازمية للعناصر الغربالية فى مساحة من الجدار تعرف بالمساحات الغربالية Sieve Areas هذه المساحات الغربالية تكون غير متخصصة فى عاريات البذور والسرخسيات وتصبح على درجة كبيرة من التخصص فى مغطاة البذور فتكبر الخيوط السيتوبلازمية وتكون المساحات أكثر تحديدا وتشغل تلك المساحات أجزاء محددة تقريبا من جدار الخلية - من الجدر الطرفية عادة وتعرف بالصفائح الغربالية Sieve Plates وهناك نوعان من الصفائح الغربالية :



صفيحة غربالية
Sieve plate

T. S. showing Dicot phloem
قطاع عرضي في لحاء نبات ثنائية الفلقة



T. S. showing Monocot phloem
قطاع عرضي في لحاء نبات ثنائية الفلقة

أ- بسيطة ذات مساحة غربالية واحدة والثقوب والخيوط السيتوبلازمية فى هذه الحالة تميل إلى الكبر وتشغل الصفيحة معظم أو كل الجدار الطرفى الذى يكون فى العادة مستعرضا .

ب- مركبة ذات مساحات غربالية عديدة والثقوب والخيوط السيتوبلازمية أصغر من مثيلاتها فى الصفائح الغربالية البسيطة وتشغل عادة جزء من الجدار الطرفى المائل Oblique Cell Wall وتنتشر المساحات الغربالية على الجدر الجانبية والطرفية أو تنحصر جزئيا أو كليا فى جدر معينة كالجدر القطرية والطرفية فى الأنابيب الغربالية .

ويختلف عدد المساحات الغربالية على الجدر الجانبية كثيرا . فيوجد فى العادة عدد قليل منها أو لا يوجد على الإطلاق حينما يكون الجدار الطرفى مستدقا لمسافة طويلة فإن الجدار الجانبى والطرفى يكون مغطى بأكمله بمساحات غربالية متقاربة . ويتوقف عدد المساحات الغربالية وموضعها إلى درجة كبيرة على وضع الأنابيب الغربالية المحيطية وترتيبها

الأنابيب الغربالية Sieve Tube

تتحد عناصر الأنابيب الغربالية لتكوين أنبوبة غربالية يكون مرتبطا بتحور فى الشكل والترتيب والتركيب بحيث يؤدى فى النهاية إلى تكوين أنبوبة طويلة .

وفى مراحل تكوين الأنبوبة الغربالية تزداد عناصرها فى القطر وتقصر فى الطول ويتفاوت شكل هذه العناصر فى مدى يماثل ذلك الذى يوجد فى صفوف الأوعية والقصيبات الخشبية .

ففى النوع الأكثر بدائية تكون الأطراف مستدقة كثيرا ومن ثم يصعب تميز الجدار الطرفى من الجدار الجانبى وغالبا يكون الجدارالطرفى المحدد المعالم مائلا أو معترضا فى الأنواع الأكثر تخصصا . كذلك فى تكوين الأنابيب الغربالية تتناقص المساحات الغربالية فى العدد وفى النوع البدائى من الأنبوبة الغربالية تكون المساحات الغربالية كثيرة وتوجد على صفيحة تشغل الجدار الطرفى الطويل المائل (النوع المركب Compound Type) وهذه المساحات متشابهة للمسامات الكثيرة الموجودة على الجدر الجانبية أما النوع الأكثر تقدما فيحتوى على مساحة واحدة فى صفيحة (النوع البسيط Simple Type) تشغل كل الجدار الطرفى المستعرض تقريبا وتكون المساحات على الجدر الجانبية نادرة أو معدومة . وأقطار الخيوط السيتوبلازمية الموصلة Plasmodesmata فى هذا النوع المتقدم تكبر مثيلاتها فى الأنواع الأخرى كثيرا ونوع الأنبوبة الغربالية ثابت فى الفصائل Families وحتى فى الأجناس Genera أحيانا .

المحاضرة ٥

النشوء التكوينى للعناصر الغربالية Development Of Sieve Elements

تفاوت الخلايا الوالدة للعناصر الغربالية فى الشكل من القصيبة الاسطوانية إلى المستطيلة الضيقة المستدقة وعندما تتميز هذه الخلايا فإنها تستطيل ويصبح السيتوبلازم كثير الفجوات نشيطا فى انسيابه Cytoplasmic Streaming ويتغلظ الجدار وتتكون المساحات الغربالية وتصبح الخيوط السيتوبلازمية بارزة وتزداد فى الحجم ويتكون الكالوس (وهو عبارة عن مادة كربوهيدراتية معقدة التركيب تسمى الكالوس (Callose) طول الخيوط

الموصلة. وعندما يصل عنصر الأنبوبة الغربالية إلى مرحلة اكتمال الحجم يصبح الجدار رفيعا وتتحلل النواة وتواصل الخيوط الموصلة زيادتها فى القطر ويتوقف انسياب السيتوبلازم وتصبح طبقة السيتوبلازم المحيطية رقيقة جدا وتختفى الحدود بين السيتوبلازم والفجوة ومن ثم تختفى الخواص شبه المنفذة Semipermeability ويبدو أن الفترة التى تبدأ فيها الخلية وظيفتها كنسيج موصل Conducting Tissue تبدأ عند هذه المرحلة ويستمر التوصيل بالأنابيب الغربالية فى كل النباتات لفترة وجيزة فقط تتفاوت من أيام قليلة فى اللحاء الابتدائى Primary Phloem (يتكون مبكرا) إلى سنة وربما أكثر فى اللحاء الثانوى Secondary Phloem للنباتات الخشبية يبدأ تكوين الكالوس Callose خلال الحياة الوظيفية للأنبوبة الغربالية وذلك بظهور حلقات عند فتحات الثقوب وبتوالى الترسيب تتكون اسطوانات تغلف الخيوط فوق المساحة الغربالية مكونة كتلة تشبه الوسادة وفى المراحل الأخيرة لتغلظ هذه الوسادة تصبح الخيوط ضعيفة وقد تتمزق بعضها أو كلها ويبدو أن هذه الحالة تصاحب موت البروتوبلاست ولهذا يطلق على وسادة الكالوس الكالوس النهائى وفى هذه الحالة تفقد الأنبوبة الغربالية وظيفتها التوصيلية إلى الأبد وفى بعض النباتات الخشبية لا يموت البروتوبلاست ويذوب فى الكالوس النهائى فى فصل النشاط المقبل لتستعيد الأنبوبة الغربالية قدرتها على أداء وظيفة التوصيل .

٢- الخلايا المرافقة Companion Cells

الخلية المرافقة طراز متخصص من الخلايا البرانشيمية وثيق الصلة من حيث نشأته وموضعه ووظيفته بعناصر الأنبوبة الغربالية .

وتوجد هذه الخلايا فقط فى مغطاة البذور وهى فى هذه النباتات تصاحب معظم عناصر الأنابيب الغربالية وقد يفتقر اللحاء الأول Protophloem أحيانا إلى الخلايا المرافقة كما أنها قد تكون نادرة الوجود فى اللحائين الابتدائى والثانوى المبكر Primary And Secondary Phloem لبعض النباتات الخشبية وتكثر الخلايا المرافقة فى لحاء كثير من النباتات ذوات الفلقة الواحدة حيث تكون مع الأنابيب الغربالية النسيج بأكمله .

تتكون الخلايا المرافقة بالانقسام الطولى أو الطولى المائل للخلية الوالدة Mother Cell لعنصر الأنبوبة الغربالية وذلك قبل أن يبدأ تخصص هذه الخلية وقد تتحول إحدى الخليتين الوليدتين إلى خلية مرافقة وتصبح الأخرى عنصرا للأنبوبة الغربالية وقد تنقسم الخلية الأخيرة انقسامات مستعرضة مكونة صفا من الخلايا المرافقة ومن ثم فإن خلية واحدة أو أكثر قد تصاحب العنصر الغربالى وعدد الخلايا المرافقة على طول العنصر الغربالى ثابت فى النوع الواحد تقريبا ..والخلايا المرافقة المفردة شائعة الوجود فى اللحاء الابتدائى والنباتات العشبية أما الخلايا الكثيرة العدد فتميز اللحاء الثانوى فى النباتات الخشبية .

وتحتوى الخلايا المرافقة على قدر كبير من السيتوبلازم الحبيبى ، ونواة ظاهرة تبقى طول حياة الخلية وهى لا تحتوى على نشا فى أى وقت من الأوقات وهى مرتبطة دائما مع عنصر الأنبوبة الغربالية وتتمحق معه .

وتبدو الخلية المرافقة فى القطاع العرضى صغيرة عادة مثلثة الشكل أو مستديرة أو قائمة الزوايا تمتد إلى جانب عنصر الأنبوبة الغربالية . وفى كثير من الأحيان تبدو الخلية المرافقة وكأنها ممتدة بين نهايتى عنصر الأنبوبة الغربالية.

وفى اللحاء الثانوى لكثير من عاريات البذور تكون الخلايا الحافية للأشعة وهى المعروفة بالخلايا الزلالية Albuminous Cells مختلفة كثيرا عن بقية الخلايا القائمة .

٣- بارنشيمة اللحاء **Phloem Parenchyma**

يحتوى اللحاء فى العادة على خلايا برانشيمية من أنواع أخرى غير الخلايا المرافقة وتكون هذه الخلايا فى الشكل بين المستطيلة الممتدة فالأسطوانية العريضة شبه الكروية أو عديدة الأوجه وقد تنقسم الخلية المستطيلة وهى صغيرة مكونة صفا من الخلايا يحتفظ بشكله وموضعه عند البلوغ فيما يدل على هذه النشأة وتتفاوت محتويات هذه الخلايا تفاوتا كبيرا فتوجد بها البلورات Crystals والمواد التانينية Tannins والمخاطية Mucilage واللبنية Latex ..... الخ وتمتلئ معظم الخلايا البرانشمية بالنشا أو الزيت فى فترات الركود . وقد لا توجد البرانشيمة فى اللحاء فيتكون النسيج من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة فقط كما هى الحال فى الحزم الوعائية لكثير من ذوات الفلقة الواحدة.

٤ - ألياف اللحاء واسكليريداته **Phloem Fiber And Sclereide**

والخلايا الاسكلارنشيمية نادرة أو غير موجودة فى لحاء السرخسيات الحية كما أنها لا توجد فى هذا النسيج فى بعض عاريات ومغطاة البذور . غير أن فى كثير من النباتات البذرية تكون الألياف جزءا بارزا فى كل من اللحاء الابتدائى والثانوى .

وألياف اللحاء الابتدائى قد أعطى فى تقديرها فى بعض النباتات على أنها أليات البيريسيكل (انظر النسيج الاسكلارنشيمى) . وتختلف ألياف اللحاء عن الخشب فى أن النقر تكون دائما من النوع البسيط وجدر الألياف اللحائية ملجننة ولهذا تعمل إلى درجة كأنسجة دعامية وقد تكون سليلوزية كما فى نبات الكتان وتشبه ألياف اللحاء فى أغلب الأحيان ألياف القشرة وألياف اللحاء الثانوى وهذه الألياف مجتمعة أو منفردة تكون مع غيرها من ألياف الحزم الوعائية فى بعض الأحيان التى تستغل فى الصناعة والتجارة ويحتوى اللحاء الابتدائى والثانوى أيضا أحيانا على الاسكليريدات وتتكون من الخلايا البرانشيمية عندما يتقدم النسيج فى العمر وتتوقف الأنابيب الغربالية عن القيام بوظيفتها .

وظيفة اللحاء **Phloem Function**

الوظيفة الرئيسية هى توصيل المواد الغذائية الناضجة المجهزة Food Conducting Tissue بروتينية أو كربوهيدراتية من الأوراق إلى بقية أجزاء النباتات وحجم هذه العصارة قليل ومن هنا فإن قطر عناصر التوصيل فى الأنابيب أو الخلايا الغربالية تكون صغيرة إذا ما قورن بالعناصر الخشبية واتجاه تيار التوصيل مع اتجاه الجاذبية الأرضية ولهذا فالتيار الهابط لا يبذل ضغطا على الجدار الذى يكون فى هذه الحالة رقيقا سيليلوزيا ثم أن وجود الحواجز الغربالية يساعد على انتقال الغذاء من خلية إلى أخرى ، ولكنه فى نفس الوقت يعمل على ابطاء وتهدئة تيار التوصيل الهابط حتى يمكن أن نجد الأجزاء المختلفة من حجم النبات لاحتياجاتها من العصارة الناضجة .

ومن المعتقد أن العناصر الغربالية هى الخلايا الرئيسية المتخصصة فى هذا التوصيل وترتبط معها بطريقة ما الخلايا المرافقة أو الخلايا الزلالية وتهاجم الأنسجة الإسكلرانشيمية من ألياف اسكليريدات إلى درجة ما فى تدعيم العضو وحماية الأنسجة الرخوة الموجودة ناحية الداخل بالنسبة لها .

The Root الجذر

يطلق على ذلك الجزء من محور النبات الذى ينمو عادة تحت سطح التربة لفظ الجذر وذلك تميزا له عن الجزء الهوائى من المحور المعروف بالساق . وبديهى أن هناك جذورا هوائية Aerial Roots كما أن هناك سوقا أرضية Terrestia Stem غير أنه من الوجهة التشريحية توجد فروق أساسية بين الجذر والساق فى ترتيب وطريقة تكوين الأنسجة الابتدائية (انظر الأبواب السابقة) وكذلك الأنسجة الثانوية كما سنتناولها فى هذا الجزء .

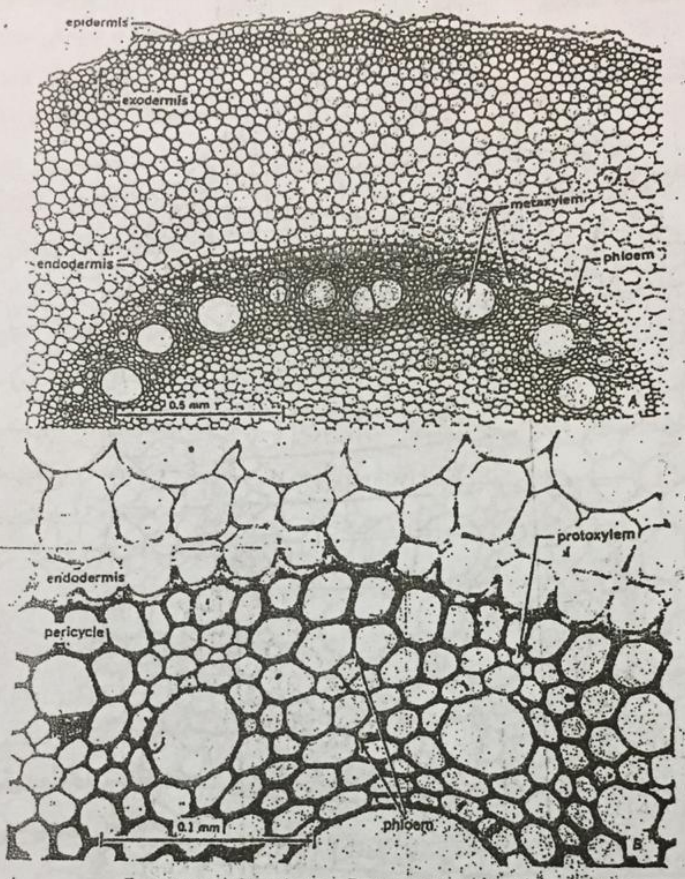
للجذر وظيفة مزدوجة Double Function فهو من الناحية الفسيولوجية عضو النبات الماص يمتص الماء والأملاح الذائبة ويوصلها إلى الساق كما أنه يعمل كعضو ادخار للمواد الغذائية التى تنتقل إليه من الأوراق أما من الناحية الميكانيكية فإنه يثبت النبات ويحفظ الساق فى وضع يمكن معه عمل مساحة ورقية كبيرة . والجذر من الناحية التركيبية ، ذو أثر فعال فى التدعيم بالنسبة لقدرته على الشد Tenslle Strength وقابليته للالتواء Flexiblity وكثرة تشعبه داخل التربة . يحدث الجزء الأكبر من الامتصاص بالانتشار خلال جدار الشعيرات الجذرية الرقيقة هذا على الرغم من أنه فى بعض النباتات مثل جنس الشقيق *Ranunculus* مثلا تكون الشعيرات معدومة ، ويدخل الماء إلى الجذر مباشرة خلال البشرة الرقيقة وفى العادة تكون الجذور المسنة ، والجذور التى حدث فيها تغلظ ثانوى ، غير قادرة على الامتصاص لوجود البيريديرم، وتؤدى فقط وظائف التوصيل والتدعيم والادخار . وقد يحدث الادخار فى قشرة ولحاء وخشب الجذور النموذجية ، أو فى الجذور الشحمية Storage Roots المتخصصة ، كجذور البطاطا والجزر ويوجد أيضا فى جذور بعض النباتات العشبية المعمرة مواد نشوية كثيرة خاصة فى وقت كمون القمم أو عدم وجودها .

الجذور على درجة كبيرة من التنوع فى الشكل والتركيب . وقد يرتبط هذا التنوع مباشرة بالوظيفة . والجذور ذات الوظيفة أو التركيب الواضح هى الجذور التخزينية Storage واللحمية Flishy المائية Aquatic الليفية Fiberous والدعامية Braoe الوتدية Tap الهوائية Aerial والماسكة Holdfast .

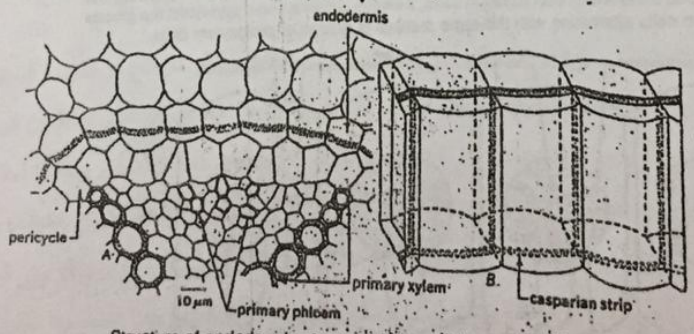
وتوجد عادة فى الأنواع المختلفة من النباتات مجموعات جذرية ذات تركيب وصفات متميزة غير أن العوامل البيئية Ecologioal Factors وبخاصة رطوبة التربة ونوعها قد تحدث تغيرا كبيرا . فالنباتات التى تنمو فى تربة جافة مثلا تحتوى عادة على مجموع جذرى ممتد إلى درجة تفوق كثيرا نباتات نفس النوع وهو فى تربة رطبة.

يتفاوت طول الوقت الذى يقوم فيه الجذر بوظيفته كعضو ماص على حسب نوع النبات ففى كثير من النباتات العشبية وبخاصة الابصال والأزهار والأعشاب ذات الجذور التخزينية فإن الجذور الليفية هنا تنمو لوقت قصير ثم تموت بعد ذلك .

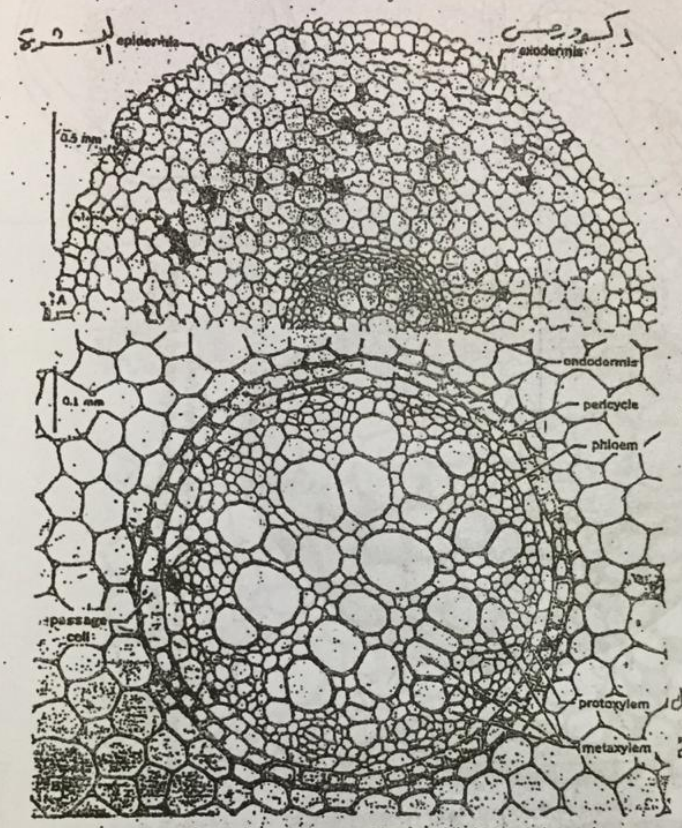
يعرف الجزء من المحور الرئيسى لجذر النباتات بالجذر الابتدائى Primary Root وفروع هذا الجذر بالجذور الثانوية Secondary Roots وتختلف الجذور الابتدائية والثانوية فى طريقة نشأتها . فالجذر الابتدائى



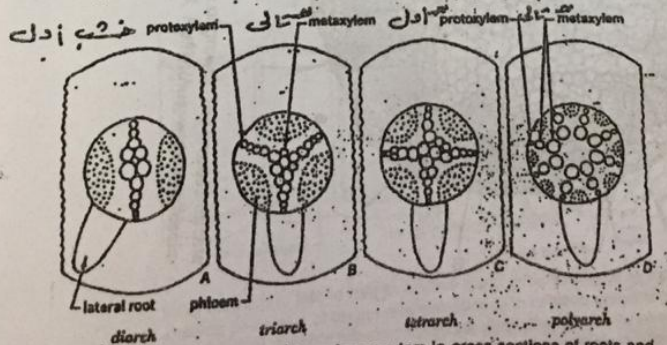
Transverse sections of mature *Zea mays* roots. *A*, the wide cortex is sclerified beneath the single-layered exodermis; the epidermis is partly broken down. The vascular tissue surrounds a pith. *B*, enlarged view from *A* showing the thick-walled endodermis and a group of phloem cells between two radial files of xylem cells.



Structure of endodermis. *A*, cross section of part of root of morning glory (*Convolvulus arvensis*) showing position of endodermis with regard to xylem and phloem. The endodermis is shown with transverse walls bearing casparian strips in focus. *B*, diagram of three connected endodermal cells oriented as they are in *A*; casparian strip occurs in transverse and radial walls (that is, in all anticlinal walls) but is absent in tangential walls.



Transverse sections of mature *Lilium* root. *A*, the wide cortex consists of parenchyma. The epidermis is partly broken down so that the exodermis is exposed in some regions. The vascular cylinder has no pith. *B*, enlarged view from *A* showing the thick-walled endodermis with passage cells, a mostly single-layered pericycle, ten groups of phloem cells alternating with the same number of groups of protoxylem cells.



Different patterns formed by primary xylem in cross sections of roots and position of lateral root with regard to xylem and phloem of main root. The patterns *A*–*C* are characteristic of dicotyledons; *D* is found in many monocotyledons.

موجود فى المراحل المبكرة للبادرة Seedling Stage وفى بعض النباتات يكون موجودا فى الجنين داخل البذرة Seed Embryo أما أصل الجذور الثانية كتراكيب جانبية ستأتى دراسته فى هذا الجزء .

يتكون بين الجذر والساق منطقة انتقال أو تحول يتحول فيها الخشب خارجى الخشب الأول Exarch Protoxylem والتركيب القطرى للحزم الوعائية Radial Bundles فى الجذر إلى التركيب الحادى للساق أى يتكون حزم وعائية جانبية Collatoral Bundles ذات خشب أولى داخلى Endarch Protoxylem تشبه أنسجة الجذر الابتدائية البالغة – باستثناء ترتيب الأنسجة الوعائية ونظام تكويدها مثيلاتها فى الساق ويكون النخاع غير موجود عادة فى جذور ذوات الفلقتين – إلا فى الجذر الابتدائى للبادرات وبعض الجذور الاختزانية ، غير أنه يوجد نخاع بصفة عامة فى جذور ذوات الفلقة الواحدة.

القلنسوة الجذرية Root Cap Or Calyptera يوجد هذا التركيب المتخصص على قمم الجذور فى كل النباتات تقريبا ، فيما عدا جذور بعض النباتات المتطفلة Parasitic Plants وجذور النباتات ذات الجذر فطريات (ميكوريزا Mycorhiza) . وتحتوى جذور بعض النباتات المائية على قلنسوات أثريةوهى حديثة غير أنه سرعان ما تموت ، وتختفى القلنسوة . وتعمل القلنسوة كغلاف واحد متجددة بصورة مستمرة ، يقى مرستيم الجذر الابتدائى عندما يدفع داخل التربة . وتنشأ القلنسوة من منشأ خاص بها يعرف بمنشأ القلنسوة Calyptrogen أو أحيانا تنشأ من منشأ البشرة حسب المجموعات النباتية المختلفة (انظر جزء المرستيمات) .

الأنسجة الوعائية الابتدائية للجذر تكون من النوع القطرى Radial Bundls وفيه تترتب عناصر الخشب واللحاء على أنصاف أقطار متبادلة (انظر الهيكل الوعائى) ، ويتفاوت عدد أقواس أو أشرطة الخشب تفاوتا كبيرا فى المجموعات المختلفة من النباتات. ففى جذور ذوات الفلقة الواحدة يكون عدد الصفائح القطرية للخشب الابتدائى فى أكثر الأحيان أكثر من اثنى عشر . أما فى ذوات الفلقتين الخشبية والعشبية ومعراة البذور والنباتات التريدية فإنها تتميز بوجود عدد قليل نسبيا من أشرطة الخشب الابتدائى وتعرف الجذور بأنها أحادية أو ثنائية أو ثلاثية أو رباعية أو خماسية أو عديدة الحزم وترتبط هذه التسمية على عدد المجموعات الخشبية الموجودة فى هذه النباتات .

المحاضرة ٤

النمو الثانوى فى الجذر

ينشأ الكامبيوم فى الجذور التى يوجد بها تغلظ ثانوى كأشرطة أو شرائح مرستيمية فى أنسجة الكامبيوم الأولى أو الأنسجة البرنشيمية الموجودة بين اللحاء الابتدائى ومركز العمود الوعائى وتتكون فى هذه الحالة صفوف مماسية قصيرة من البداءات الكمبيومية التى تعطى خلايا خشب ثانوى ناحية الداخل وخلايا لحاء ناحية الخارج ومن حدود هذه الشرائح التى تكونت أولا تأخذ طبقة البداءات فى الامتداد جانبيا وذلك بتميز بداءات جديدة فى البرنشيمة الموجودة بين أشرطة اللحاء والخشب الابتدائيين حتى تلتقى قطع الكامبيوم فى البريسيكل بين الخشب والإندودرمس.

وبهذه الطريقة تتكون اسطوانة كمبيومية متصلة تبدو فى القطاع العرضى متعرجة نظرا لأنها تنحنى ناحية الخارج حول مجموعات الخشب الابتدائى ثم تنحدر إلى الداخل تحت اللحاء الابتدائى على أنه نظرا لأن الأنسجة الثانوية تتكون فى وقت أكثر تبكيرا وربما بصورة أسرع من أجزاء الكامبيوم الموجودة إلى الداخل فى اللحاء