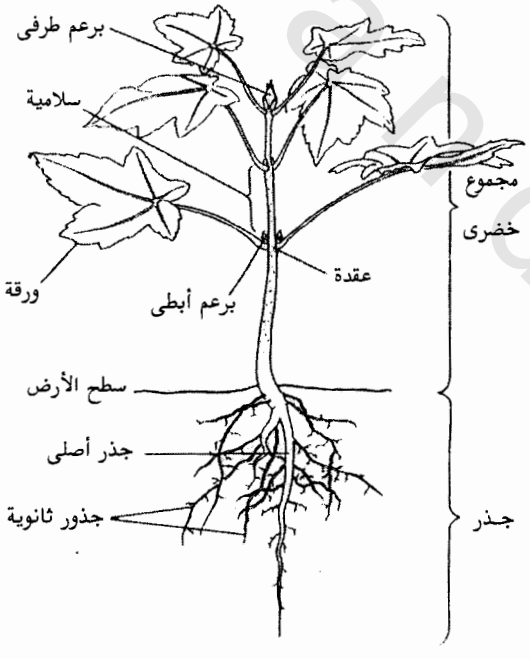
الفصل الأول : النباتات الزهرية (التركيب والوظيفة)
Flowering plants (Structure and function)

النباتات الزهرية هى النباتات التى تتكاثر عن طريق الأزهار ، ومنها البازلاء والقطن والبرتقال ، والشكل المبين لنبات الجميز Sycamore فى مراحل نموه الأولى ، نتناوله كنموذج لجميع النباتات الزهرية ، ويتركب من **المجموع الجذرى** Root system تحت الأرض ، **والمجموع الخضرى** يتركب من ساق Stem معتدلة تحمل **الأوراق** Leaves **والبراعم** Buds التى تنمو مكونة الفروع ـ **والبرعم** فى قمة الساق يسمى **البرعم الطرفى** Terminal bud الذى ينمو حتى تزداد الساق فى الطول ، بينما البراعم على جانب الساق تسمى **البراعم الإبطية** Lateral buds كما أن البراعم الطرفية والإبطية تنمو مكونه الأزهار .



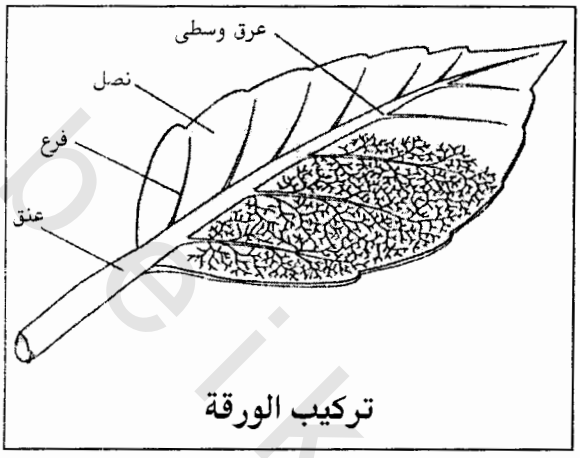
الشكل الخارجى للنبات الزهرى

وتخرج الأوراق والبراعم من مناطق معينة على الساق تسمى **العقد** Nodes وبين كل عقدتين تسمى المنطقة **السلامية** Internode وتكون الأوراق الغذاء بالبناء الضوئى ، وترسله إلى الساق التى تحمله إلى جميع أجزاء النبات ، وكذلك تحمل الماء والأملاح الذائبة من الجذر إلى الأوراق والأزهار – بالإضافة إلى أن الساق دعامة للنبات ، وتحمل الأوراق فى الهواء حتى تحصل على الطاقة الضوئية ، وتمتص ثانى أكسيد الكربون لتقوم بعملية البناء الضوئى – كما أنها تحمل الأزهار حتى يتم التلقيح بواسطة الرياح أو الحشرات .

obeikandl.com

والجذور Roots تثبت النبات فى التربة وتحميه من السقوط وتمتص الماء والأملاح لصناعة الغذاء فى الأوراق .

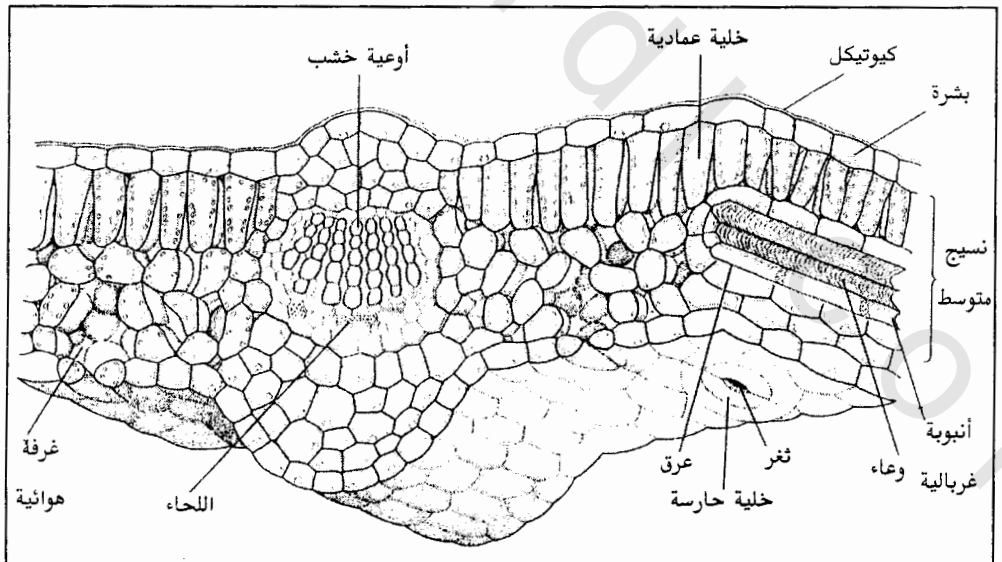
الورقة Leaf :



تركيب الورقة

تتصل الورقة بالساق بواسطة عنق الورقة leaf stalk ، وهو ممتد داخل الورقة مكونًا عرقًا وسطيًا mid rib ، يتفرع منه شبكة من الأوعية التى تنقل الماء والأملاح إلى الورقة ، لتصنع الغذاء وتنقل الغذاء المصنوع من الورقة ، كما أن شبكة الأوعية تدعم الأنسجة فى نصل الورقة .

ونصل الورقة leaf blade عريض ورفيع ، ويمكن التعرف على الأنسجة المكونة له من خلال قطاع عرضى فى نصل الورقة ، يتم فحصه مجهرياً .



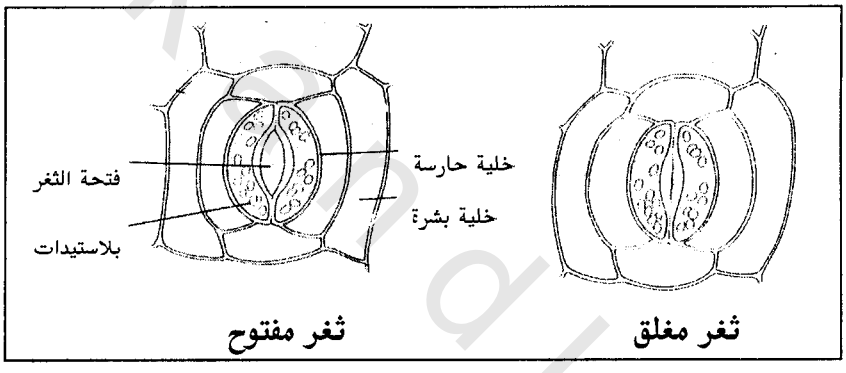
قطاع عرضى فى ورقة النبات كما تبدو تحت المجهر

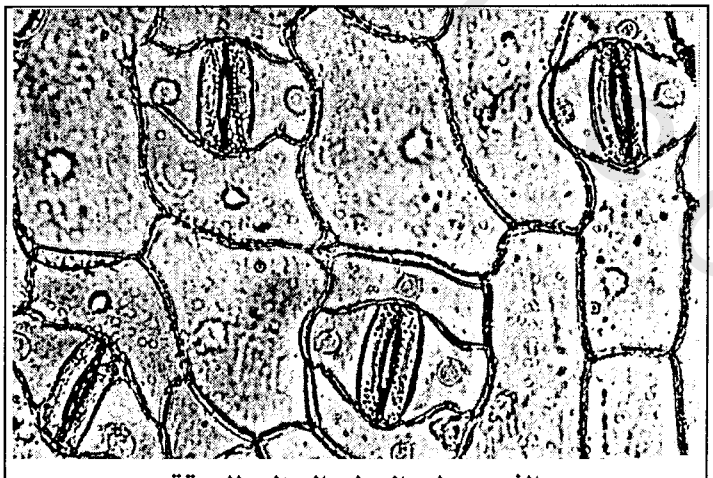
* البشرة Epidermis :

تكون صفاً واحداً من الخلايا على السطح العلوى والسطح السفلى للورقة كما أن البشرة تحافظ على شكل الورقة ، وخلاياها المتلاصقة تقلل من فقد الورقة للماء ، وتمنع دخول البكتريا والفطريات ، كما أن هناك طبقة شمعية رقيقة تسمى الكيوتيكل cuticle ، تغطى البشرة لتقلل الفاقد من الماء .

* الثغور Stomata :

توجد فى بشرة الورقة .. والثغر stoma يتكون من زوج من الخلايا الحارسة guard cells تحيط بفتحة الثغر وتغير شكل الخلايا الحارسة ينتج عنه فتح وغلق الثغر ، وتنتشر الثغور على البشرة السفلى غالبا فى النباتات ذات الفلقتين ، بينما يتساوى توزيعها على البشرة العليا والسفلى فى النباتات ذات الفلقة الواحدة .





الثغور على السطح السفلى للورقة

وتفتح الثغور خلال ساعات النهار ، وتغلق فى المساء والليل ، وهذه الظاهرة تختلف حسب نوع النبات . وعند فتح الثغر ينتشر ثانى أكسيد الكربون داخل الورقة ، لتقوم بالبناء الضوئى ، ويتوقف ذلك عند غلق الثغور فى الليل ، وذلك معناه غلق الثغور عند توقف عملية البناء الضوئى ، وتقلل من كمية بخار الماء المفقود.

ويفسر غلق وفتح الثغور بنظريات مختلفة منها : أنه فى الضوء يزداد تركيز البوتاسيوم فى الفجوات العصارية للخلايا الحارسة ، مما يدفع الماء بالضغط الأسموزى من خلايا البشرة إلى الخلايا الحارسة. ولأن جدار الخلية الحارسة أكثر سمكا فى موقع فتحة الثغر عن بقية الجدار ، وأقل مرونة ، ولذلك تتمدد الخلايا الحارسة عدا الجدار السميك عند فتحة الثغر ، فتتقوس الخلايا الحارسة فينفتح الثغر ، وعندما تغادر أيونات البوتاسيوم الخلايا الحارسة ، يمر الماء خارج الخلايا وتعتدل الخلايا الحارسة وتغلق الثغر .

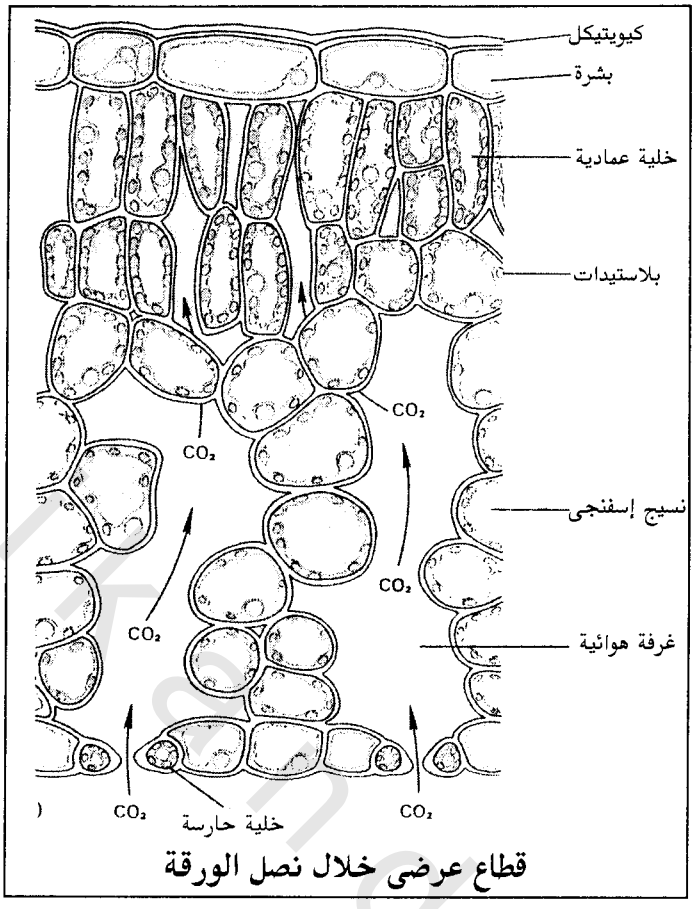
وفى وقت سابق كان من المعتقد أن الخلايا الحارسة وهى خلايا البشرة الوحيدة التى تحتوى بلاستيدات خضراء وتكون السكر بالبناء الضوئى فى النهار ، مما يرفع تركيز العصير الخلوى ويزيد انتفاخ الخلايا ، و فى الحقيقة تكاد عملية البناء الضوئى لا تذكر فى هذه الخلايا ، كما أن هناك بعض الخلايا الحارسة فى بعض النباتات لا تحتوى على بلاستيدات خضراء .

* النسيج المتوسط Mesophyll :

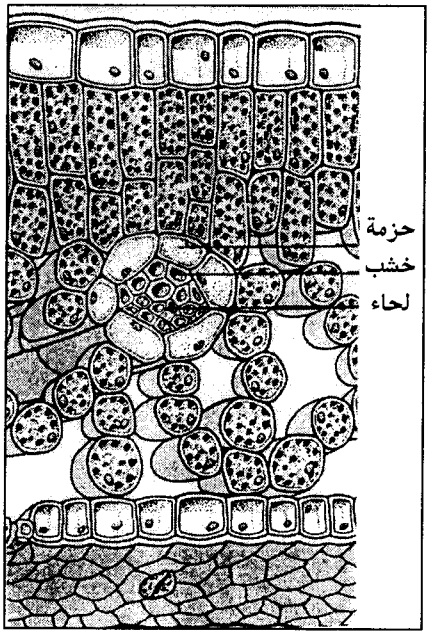
هو النسيج بين البشرة العليا والبشرة السفلى ، ويتكون من طبقتين : احداهما نسيج علوى يسمى العمادى palisade mesophyll والأخرى نسيج سفلى يسمى النسيج الإسفنجى spongy mesophyll .

أما النسيج العمادى ، خلاياه مستطيلة وغنية بالبلاستيدات الخضراء ، والنسيج الإسفنجى خلاياه مختلفة الشكل وتترك مسافات بينية كبيرة .

ووظيفة النسيج المتوسط عملية البناء الضوئى ويزداد استهلاك ثانى أكسيد الكربون ، مما يخفض من تركيزه فى الفجوات ، فينتشر من الهواء الخارجى إلى داخل الورقة خلال الثغور ، وفى الوقت نفسه يزداد الأكسجين فى الفجوات كناتج ثانوى فى عملية البناء الضوئى فيبدأ ينطلق من الفجوات عبر الثغور إلى خارج الورقة .



قطاع عرضى خلال نصل الورقة



* الحزم الوعائية Vascular bundles

تنقل الأوعية الماء إلى الورقة للقيام بالبناء الضوئى ، وتحصل الخلايا على الماء بالضغط الأوسموزى ، لأن تركيز الماء فى خلايا الورقة (لوجود السكر) أقل من تركيز الماء فى خلايا الأوعية (لعدم وجود السكر) وشبكة الأوعية فى الورقة تجعل وصول الماء يسيرا إلى كل خلية .

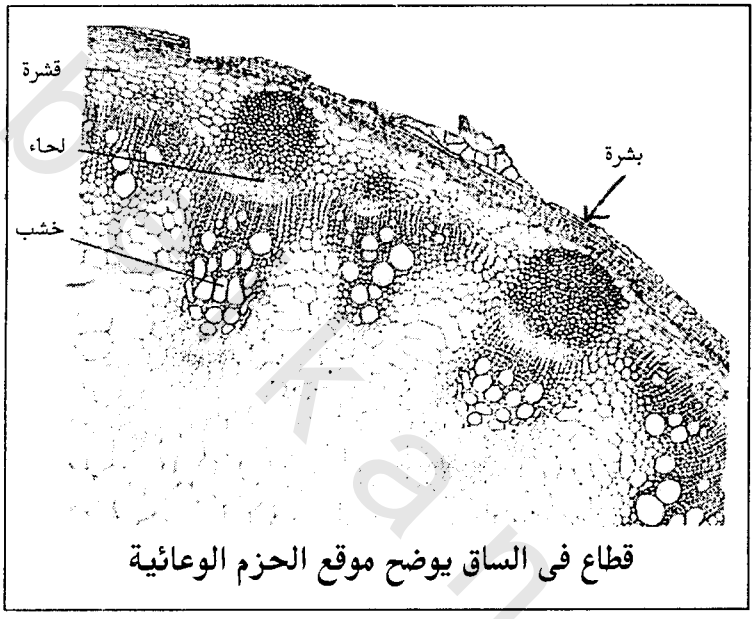
والسكر المتكون فى الورقة ينتقل إلى اللحاء phloem ، الذى يحمل السكر إلى الساق .

obeikandl.com

الساق Stem :

عند دراسة قطاع عرض فى ساق نبات نجد أنه يتركب من :

* البشرة Epidermis :



قطاع فى الساق يوضح موقع الحزم الوعائية

تشبه مثيلتها فى الورقة من حيث أنها صف واحد من الخلايا تحافظ على شكل الساق ، وتقلل الماء المفقود ، وتحتوى على ثغور تسمح بدخول الأكسجين و خروج ثانى أكسيد الكربون ، وفى السيقان الخشبية يحل محل البشرة طبقة من خلايا ميتة تسمى لحاء الشجرة .

* الحزم الوعائية Vascular bundles :

و تتكون من مجموعة من الخلايا المتخصصة فى توصيل الماء والأملاح الذائبة إلى أعلى و أسفل الساق . و الحزم الوعائية فى كل من الساق و الورقة و الجذر ، تتصل مع بعضها مكونة جهاز نقل داخل النبات .

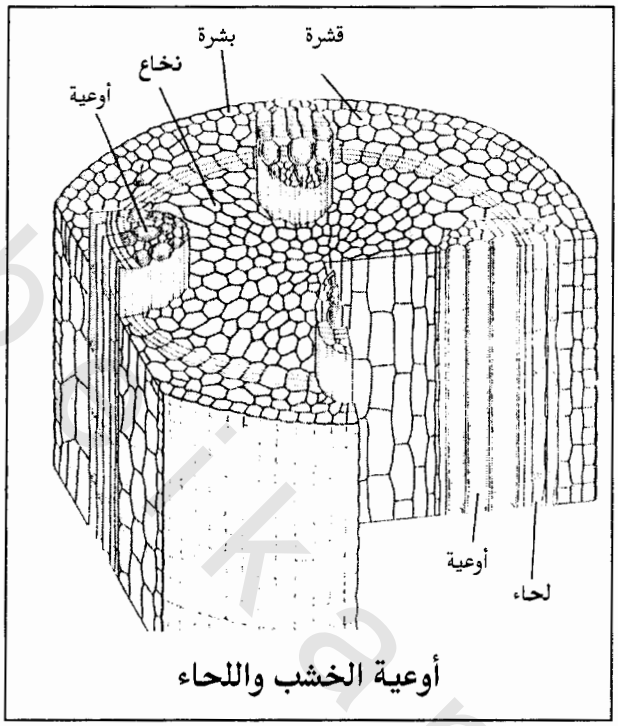
والأنسجة الرئيسية فى الحزم الوعائية هى :

*** الخشب Xylem واللحاء phloem :**

حيث ينقل الخشب الماء والأملاح الذائبة ، وينقل اللحاء الغذاء المتكون فى الأوراق ، والخلايا فى كل نسيج منهما ، تكون أنابيب طويلة تسمى الأوعية Vessels فى الخشب ، وتسمى الأنابيب الغربالية Sieve tubes فى اللحاء وكل منهما يحيط به ويدعمه خلايا أخرى .

* الأوعية Vessels :

تتكون أوعيـة الخشـب مـن سلسلة مـن الخلايـا الطويلـة ، تتصـل نهايـة كـل منـهما بالأخرى وتزول الجدر الفاصلـة بين هذه الخلايا مكونة أنابيب رفيعـة ، ويـزداد سمـك جـدار هذه الأنـابيب نتيجـة ترسـيب مادة اللجنـين Lignin ، الـذى يجعل جدر هذه الأنابيب قوية وغير منفذة . ويحتوى الخشب كذلـك علـى خلايـا مسـتطيلة مغلظـة تدعـم نسـيج الخشـب تسمى الألياف Fibres .

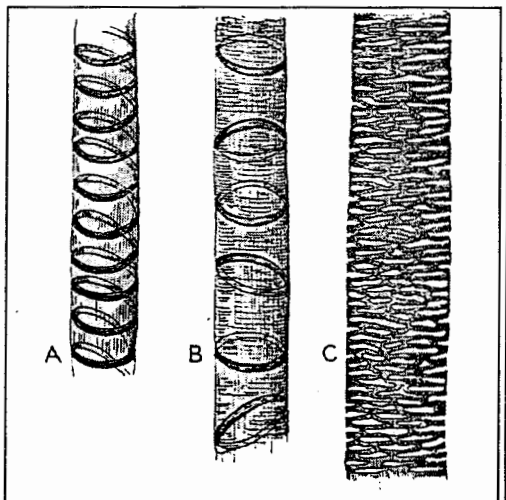


أوعية الخشب واللحاء

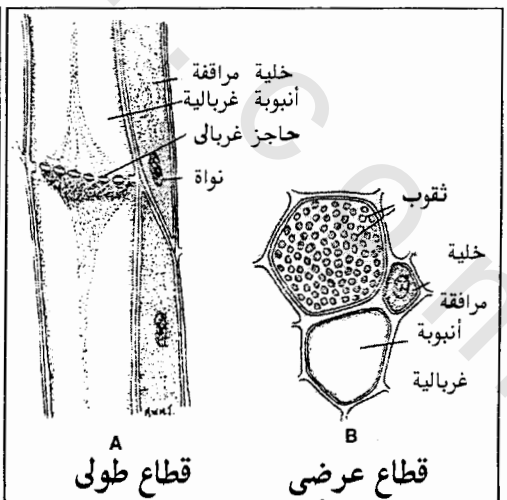
* الأنابيب الغربالية Sieve tubes :

تكون الخلايا الموصلة فى اللحاء أنابيب غربالية تشبه الأوعية ، مكونة مـن عمـود رأسى من الخلايا ، وجدر الخلايا غير مغلظة والخلايا غير ميتة .

وبين الأنابيب صفائح غربالية sieve plates ، ويحتوى اللحاء على خلايا تدعمه .



أوعية الخشب مغلظة بمادة اللجنين



قطاع طولى قطاع عرضى
أوعية اللحاء

obeikandl.com

والحزم الوعائية وظيفتها النقل والدعامة ، وتحتوى ألياف وخلايا أخرى مغلظة الجدر ، وفى كثير من السيقان ترتب الحزم الوعائية فى أسطوانة بعيدة عن بشرة الساق ، وتتوزع الحزم داخل الساق ، بما يسمح لها بمقاومة تأثير الرياح بينما فى الجذر تحتل الحزم الوعائية مركز الجذر .

* القشرة والنخاع Cortex and pith :

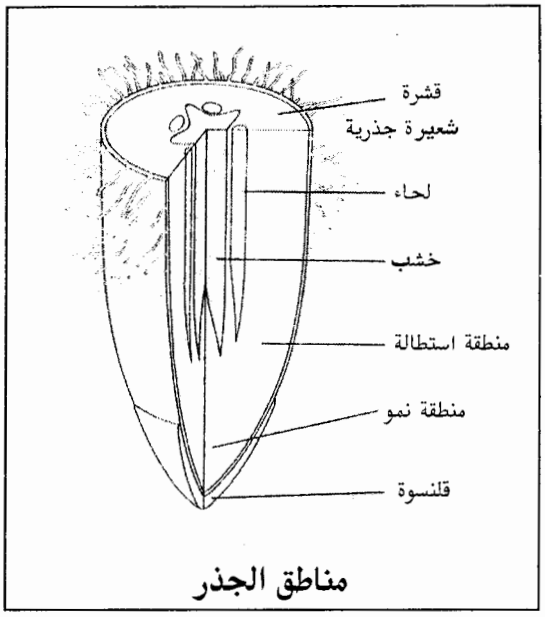
الأنسجة بين البشرة والحزم الوعائية تسمى القشرة Cortex ، ذات خلايا مخزنة للنشا ، وتحتوى الخلايا الخارجية فى السيقان الخضراء على البلاستيدات ، وتقوم بالبناء الضوئى ـ والنسيج فى مركز الساق يسمى النخاع pith ، وهى أنسجة تخزن الغذاء .

الجذر Root :

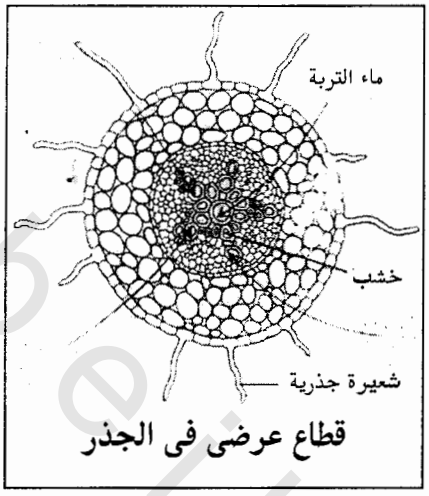
عند دراسة قطاع فى الجذر ، تظهر الحزم الوعائية فى مركز الجذر ـ الخشب ينقل الماء والأملاح ، واللحاء يأتى بالغذاء من الساق إلى الجذر ، ليمد خلايا الجذر باحتياجها من المواد الغذائية والطاقة .

* الطبقة الخارجية والشعيرات الجذرية Outer layer and root hairs :

لا توجد طبقة بشرة مميزة ـ ففى قمة الجذر طبقات مختلفة من الخلايا تكون القلنسوة root cap ، وهذه الخلايا يحدث لها إحلال باستمرار ؛ لأنها تتحلل نتيجة اختراق الجذر للتربة ، وفى المنطقة أعلى القلنسوة ، حيث يتوقف الجذر عن نمو الخلايا فى الطبقة الخارجية ، يمتد منها أنابيب رفيعة تسمى الشعيرات الجذرية تمتد بين حبيبات التربة وتلتصق بها وتمتص الماء من التربة بالضغط الأسموزى ، وتمتص أيونات الأملاح المعدنية بالانتشار diffusion ، أو النقل النشط active transport ، والأعداد الهائلة من الشعيرات الجذرية ، تزيد من مساحة سطح الامتصاص فى الجذر ـ والشعيرات الجذرية عمرها قصير .



مناطق الجذر

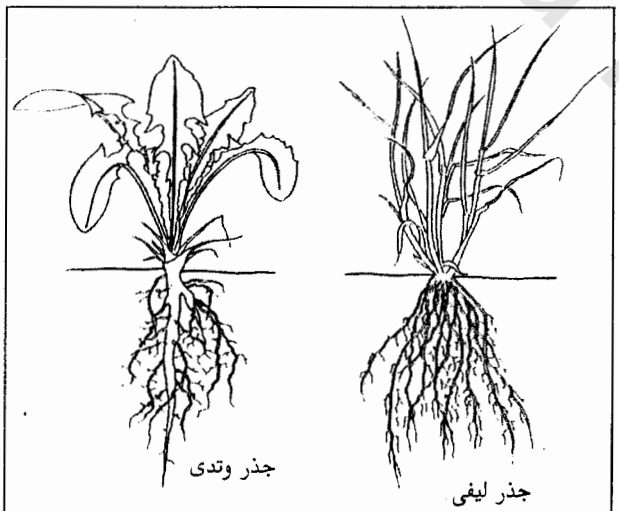


قطاع عرضى فى الجذر

* النمو فى الجذور والسيقان Growth in roots and stems :

تنقسم الخلايا بسرعة فى قمة الجذر ، وتنتج أعدادًا هائلة من الخلايا الجديدة وأعلى هذه المنطقة منطقة امتصاص الماء ، حيث الجدر الخلوية رقيقة والفجوات العصارية منتفخة ، مما يجعل الخلايا تستطيل وهذه الخلايا سوف تدفع قمة الجذر لأسفل خلال التربة . . ونمو الجذر هنا نتيجة انقسام خلايا القمة ونتيجة تمدد الخلايا .

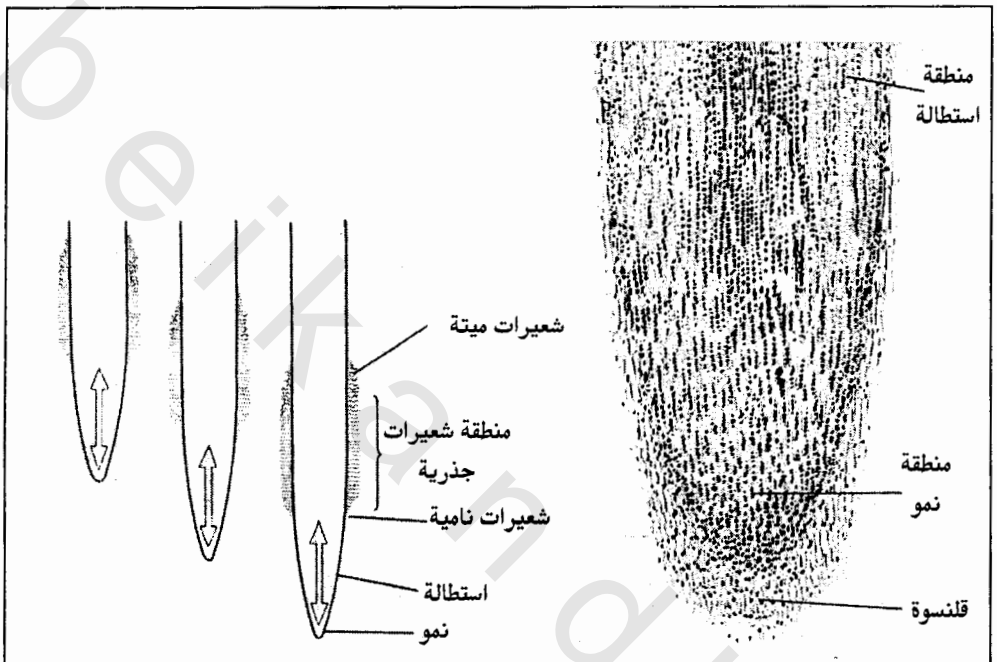
وتنمو من الجذر الأصلى Main root ، جذور ثانوية Lateral roots ، تمتد من الحزم الوعائية مخترقة القشرة ، وتنمو أفقيًا نحو التربة ، وهذه الجذور تنمو من الجذر الأصلى ويعرف بالجذر الوتدى - Tap root ، وفى بعض النباتات تنمو هذه الجذور من قواعد السيقان ، وتسمى بالجذر الليفى Fibrous root .



شكل يوضح الجذر الوتدى والجذر الليفى

obeikandl.com

ولسرعة النمو فى منطقة النمو بالجذر ، تحدث تحولات غذائية سريعة ، حيث يتحول الجلوكوز إلى سليلوز لبناء جدر الخلايا الجديد ، وتتحول الأحماض الأمينية إلى بروتينات تكون سيتوبلازم الخلايا الجديدة وتحتاج هذه التحولات إلى طاقة ، ومن ثم فإن معدل التنفس فى مناطق النمو للجذور مرتفع .

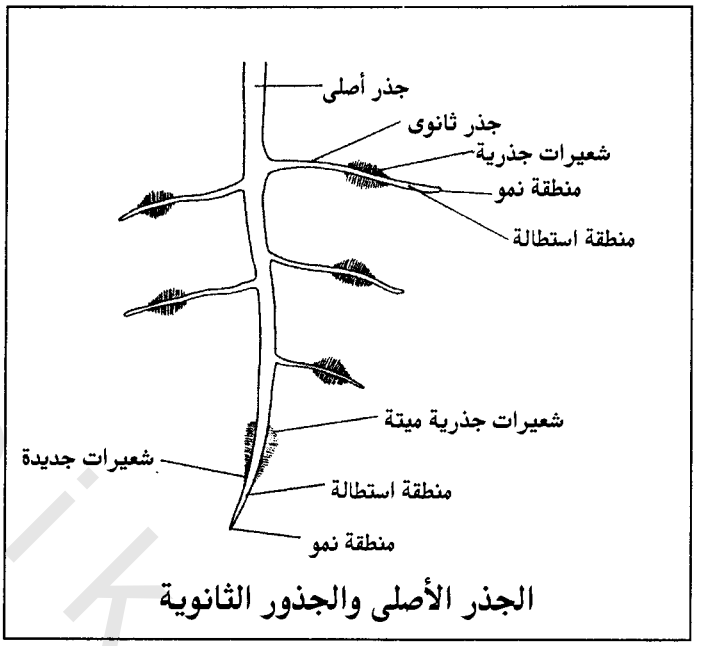


مناطق الجذر وعملية نمو واستطالة الخلايا

* مناطق الجذر :

قمة الجذر الأصلى هى منطقة النمو ، يليها منطقة الاستطالة يليها منطقة الشعيرات الجذرية ثم منطقة الجذور الثانوية ، وكل جذر من الجذور الثانوية الجانبية يحمل نفس المناطق الموجودة على الجذر الأصلى .

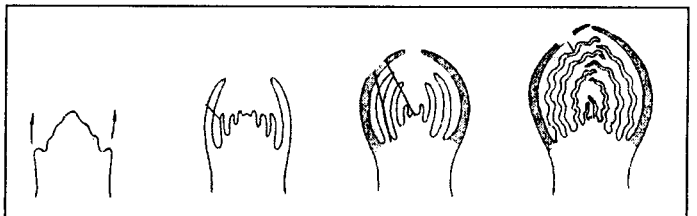
obeikandi.com



الجذر الأصلى والجذور الثانوية

وتنمو السيقان بانقسام خلايا القمة النامية للساق ، وكذلك استطالة الخلايا تحت القمة النامية ، ويعتبر انقسام الخلايا فى قمة الساق أكثر تعقيدا عنه فى الجذر ، لأنه ينتج عنه أوراق جديدة وفروع جديدة .

وانقسام خلايا قمة الساق يكون البراعم التى تحاط بأوراق حرشفية ، تحمى هذه الأوراق الرقيقة الداخلية من البرد ومهاجمة الحشرات والفطريات ، وفى الربيع تستطيل سيقان البراعم بسرعة نتيجة تمدد الخلايا ، وتدفع الأوراق الحرشفية ، ويخرج للفرع أوراق جديدة ، وتسقط الأوراق الحرشفية ، وتنمو الأوراق الجديدة ، ويحدث ذلك فى أسابيع قليلة خلال السنة ، ثم تتكون براعم طرفية جديدة ، وأخرى جانبية جديدة ، وفى الفصل القادم تنمو البراعم الطرفية ، مما يزيد من طول النبات ، وتنمو البراعم الجانبية مكونة الفروع ، وكل من البراعم الطرفية والجانبية يمكن أن تنتج أزهارا كما تنتج أوراقًا .



تكوين البرعم والأوراق الحامية له