أعضاء النبات

المورفولوجيا والتشريح

-مرفولوجيا الجذر

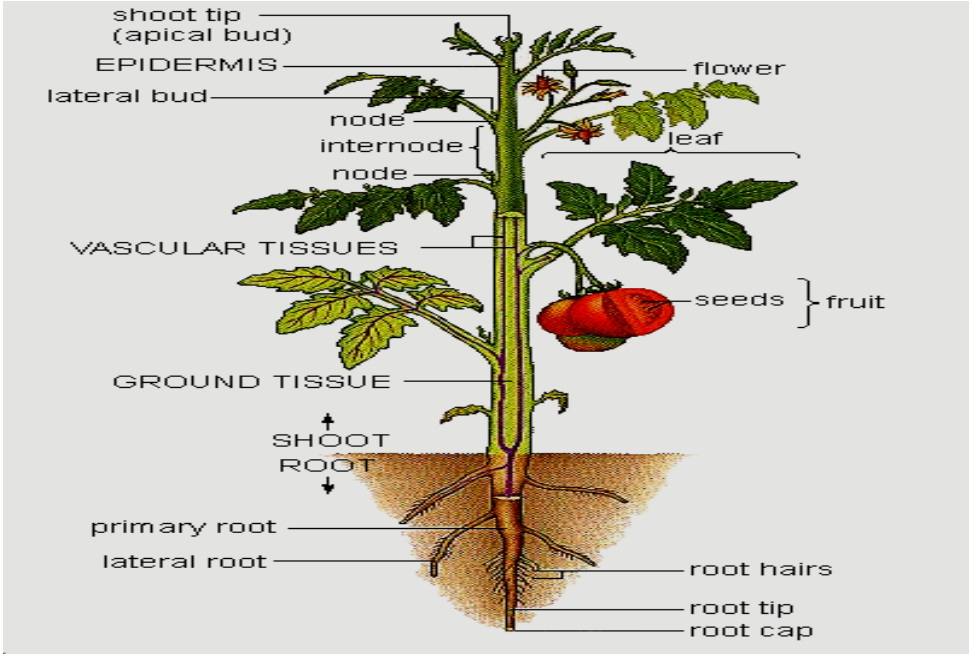
- تشريح الجذر

- مرفولوجيا الساق

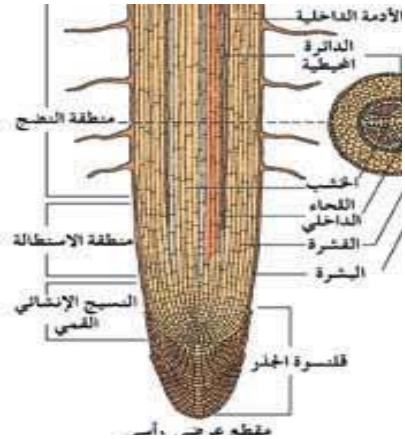
-تشريح الساق

- مورفولوجيا الورقة

- تشريح الورقة



يتركب جسم النبات الزهرى من جزأين رئيسيين هما: المجموع الخضرى *shoot system* وغالباً ينمو فوق سطح التربة ويتكون من الساق وفروعه وما تحمله من أوراق وبراعم وأزهار وثمار والجزء الآخر هو المجموع الجذرى *Root system* ويمثل الجزء السفلى من محور النبات وينمو عادة تحت سطح التربة إلا أن بعض الجذور تنمو هوائياً فوق سطح التربة



- الجـــــذر

تتميز الجذور بعدة صفات أهمها

1- تغطى قمة الجذر بنسيج واق يسمى القلنسوة *Root cop*.

2- وجود شعيرات جذرية متخصصة فى امتصاص الماء والذائبات من التربة

3- تنشأ الجذور الجانبية *Lateral roots* داخلياً *Endogenous* من خلايا الطبقة المحيطة *Pericycle* للجذر الرئيسي.

4- تتميز الجذور بالانتحاء الضوئى السالب *Negative phototropism* أى أنها تنمو فى اتجاه المكان المظلم وانتحاء أرضى موجب *Positive geotropism* أى تنمو فى اتجاه الجاذبية الأرضية ولهذا تنمو الجذور لأسفل وتتغلغل فى التربة.

يقوم الجذر بمجموعة من الوظائف الهامة في النباتات الراقية أهمها :

1- تثبيت النبات في التربة:

يتغلغل الجذر الرئيسي في باطن الأرض ، وتضرب فروعه الجانبية مائلة في كل إتجاه ، ويتشعب المجموع الجذري تشعباً كبيراً مما يساعد على تدعيم النبات وتثبيته .

2- امتصاص الماء والأملاح الذائبة:

تقوم الشعيرات الجذرية بامتصاص الماء والأملاح الذائبة في التربة ، كما تساعد خلايا الطبقة الوبرية في منطقة الامتصاص بالجذر بهذه الوظيفة.

3- اختزان الغذاء المدخر:

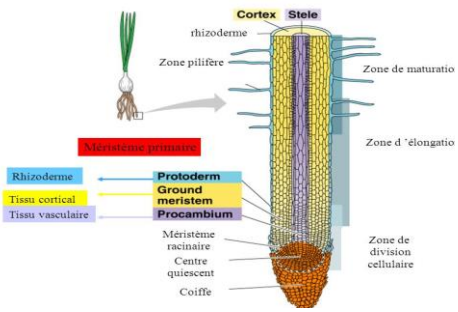
يحدث في حالات معينة تجمع المواد المغذية الادخارية في جذور بعض النباتات كما هو الحال في: جذور البطاطا الحلوة واللفت والبنجر والفجل والجزر وما شابهها من الجذور المنتفخة المتشحة .

مناطق الجذر :

بدراسة قطاع طولي في جذر حديث يمكن تميز عدة مناطق مرتبة من طرف الجذر إلى قاعدته هي:

- القلنسوة *root cap*

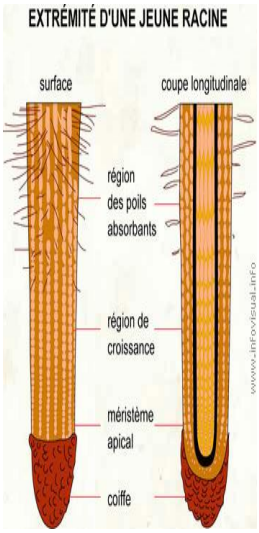
تركيب واق للمرستيم القمى للجذر من الاحتكاك بحبيبات التربة عند تغلغل الجذر فى التربة. تأخذ القلنسوة شكل أصبع القفاز الذي يحمي نهاية الجذر المرستيمية وتتألف القلنسوة من عدة طبقات من الخلايا، الداخلية منها فتية صغيرة الحجم أما الخلايا الخارجية فكبيرة وهرمة، وتتجدد خلايا القلنسوة بصورة مستمرة فعند تقطع طبقة الخلايا الخارجية تحل محلها طبقة



الخلايا الداخلية في وقت تتشكل طبقة جديدة من الخلايا الداخلية لا توجد القلنسوة عادة في جذور النباتات المائية الطافية.

- المرستيم القمي أو قمة الجذر *Apical Meristerm or root apix*

تقع فى قمة الجذر تحاط القلنسوة خلاياها مرستيمية نشطة .



- منطقة الاستطالة *Zone of Elongation*.

تلى منطقة المرستيم القمى تنشأ من المرستيم القمى. تتكون من خلايا مرستيمية متطاولة وهى المسئولة عن نمو الجذر فى الطول.

- منطقة الشعيرات الجذرية *Region of root haris*.

تعلو منطقة الشعيرات الجذرية تقوم الشعيرات الجذرية بامتصاص الماء والعناصر الغذائية من التربة

الشعيرة الجذرية عبارة عن امتداد أنبوبى لإحدى خلايا القشرة فى منطقة الشعيرات الجذرية.

ومع استطالة الجذر تموت الاوبار العلويةوتسقط، في حين أن الاوبار الجديدة تظهر في الأسفل، فالكساء الوبري الذي يتجدد باستمرار، مارا بمناطق جديدة من التربة، يحافظ على امتداده على الجذر وعلى بعده عن قمته

منطقة التشعب أو المنطقة الفلينية:

وهي ما تبقى من الجذر وفيها تتشكل الجذور الثانوية ويبدو الجذر فيها خشنا مائلا إلى السمرة إذ تتألف الطبقات الخارجية في هذه المنطقة من الخلايا ذات جدران مغلظة تقوم بوقاية الجذر.

تنقسم الجذور إلى جذور جنينية وجذور عرضيه

أ- الجذور الجنينية أو البذرية: les racine séminales

وهى الجذور التي تنشا من تطور ونمو جنين البذرة ويوجد نوعان:

الجذور اللفية: les racines fasciculées

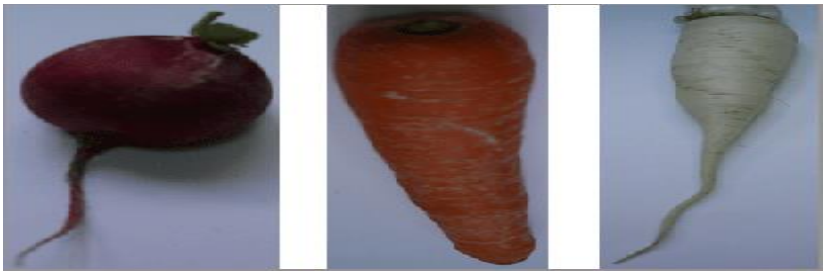
يكون منشأها جنين البذرة وتنمو هذه الجذور فى الطبقة السطحية للتربة وتتميز بأنها تكون محدودة العدد ولا يمكن أن نميز فيها جذر رئيسي من بين الجذور الليفية حيث جميع الجذور تكون متقاربة في السمك والطول كما أنها لا تأخذ أعماقا كبيرة في التربة وتتميز معظم النباتات أحادية الفلقة بهذا النوع من الجذور ومنها العائلة النجيلية مثل نبات الذرة-القمح والشعير.

أ-2- الجذر الوتدى: les racines pivotantes

ينشأ من نمو جدير جنين البذرة وتتميز معظم النباتات ذوات الفلقتين بوجود الجذر الوتدى. ويتميز هذا النوع من النظام الجذري بوجود جذر رئيسي متفوق على الجذر الثانوي في السمك والطول كما يأخذ مسافات عميقة في التربة، ويتكون الجذر الوتدى من الجذر الرئيسى ويسمى الجذر الابتدائى racine primaire وفروعه الجانبية والتى تعرف بالجذور الثانوية أو الجذور الجانبية وتنشأ الثانوية (الجذور الجانبية) داخلياً من الطبقة المحيطية Péricycle وتترتب الجذور الجانبية فى تعاقب قمى بمعنى أن أحداثها وأقصرها بالقرب من قمة الجذر بينما أكبرها سناً وأكثرها طولاً بالقرب من القاعدة ونتيجة لذلك يظهر الشكل العام للمجموع الجذري الوتدي مخروطياً يتألف من الجذر الابتدائي وهو المحور الرئيسي

تخرج منه الجذور الجانبية وتنشأ عليها فروع تسمى جذور ثالثة ورابعة حتى السابعة أحيانا وتقوم الجذور الوتدية بتثبيت النبات فى التربة وامتصاص الماء والذائبات من التربة.ويعتبر هذا النوع من الجذور هو السائد بين النباتات لذوات الفلقتين .

وقد يحدث أن يختزن الجذر الوتدي الغذاء فيتشحم وينتفخ ويتخذ أشكالاً مختلفة منها:



المغزلي كما في الفجل

المخروطي كما في الجزر

اللفتي كما في اللفت

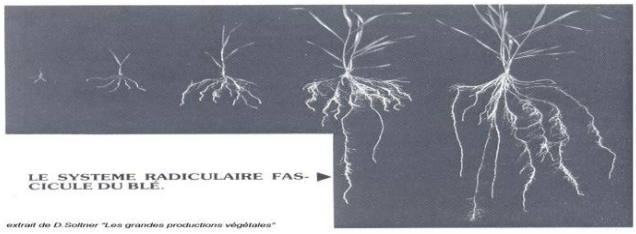
الجذور العرضية:

كل جذر لا ينشأ أساساً من الجذير (الجنين) يعتبر جذراً عرضياً ، فالجذور العرضية هى الجذور التى تنشأ على أى جزء من أجزاء النبات عدا جذير الجنين ، فهى تنشأ على الأوراق والسيقان كما تنشأ على الكورمات والأبصال وتتكون الجذور العرضية على العقل الساقية والورقية أثناء إجراء التكاثر الخضرى. في بعض الأحيان الأخرى قد تتحور الجذور العرضية لتؤدي وظائف خاصة . وتتميز النباتات ذات الفلقة الواحدة بأن الجذر الابتدائي (الجنيني) قصير العمر وتتوقف عن النمو وتموت فى المراحل المبكرة من النمو ونتيجة لذلك يقوم النبات بتكوين مجموعة أخرى من الجذور تنشأ من العقد السفلى للساق تسمى هذه الجذور بالجذور العرضية.

أنواع الجذور العرضية :

- الجذور الليفية (الخيطية):

جذور رقيقة تخرج من العقد الأرضية الموجودة في قاعدة الساق وهي جذور رفيعة ودقيقة كالخيوط وتكثر في النباتات ذوات الفلقة الواحدة كالذرة والقمح والشعير، وتنشأ مبكرة أحياناً لتحل محل الجذور الابتدائية الذي تتوقف عن النمو وهي كثيرة العدد. ونجدها في نباتات ذات الفلقة الواحدة كالنباتات النجيلية مثلاً , بعد أن ينشأ الجذر الابتدائي من جذير جنين البذرة ، في مرحلة الإنبات , ثم تقوم قاعدة الساق بإنتاج جذور ثانوية كثيرة التي تشبه في شكلها الليف, لهذا تسمى هذه الجذور بالجذور الليفية .



2 - الجذور المساعدة:

تخرج من العقد السفلى القريبة من سطح الأرض ، على سيقان بعض النباتات القائمة الرفيعة غير المتفرعة كسيقان الذرة وقصب السكر ، وتتجه هذه الجذور مائلة إلى الأسفل حتى إذا بلغت سطح التربة اخترقته وتفرعت في باطن الأرض وانتشرت كما تنتشر الجذور العادية ، ومن أهم وظائفها مساعدة الجذور في تدعيم النبات وتثبيته في الأرض وحفظه قائماً برغم العواصف والمؤثرات الجوية.

- الجذور الهوائية الدعامية: racines aériennes

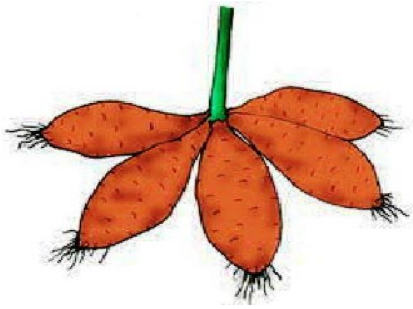
تخرج من السيقان والاغصان متجهة إلى أسفل وتمتد في الهواء حتى تصل إلى سطح الأرض فتخترقها وتتفرع فيها وتنتشر كما في نبات التين البنغالي ، وتعمل هذه الجذور كدعامات تعمل على تثبيت النبات وحمل الفروع وزيادة لقدرة على امتصاص الماء والغذاء من التربة. وتلك الجذور تمتد في الهواء وتستطيع أن تمتص منه بخار الماء قبل أن تبلغ سطح الأرض ومن أمثلتها جذور التين البنغالي Ficusbenghalensis.

- الجذور الدرنية: racines tubéreuses

أ- جذور عرضية رئيسية مخزنة مثل البطاطا Ipomoea batates

ب- جذور عرضية ثانوية مخزنة مثل الأسبرجس Asparagus

وهي جذور عرضية متشحمة تختزن فيها المواد الغذائية التي يعتمد عليها النبات في بعض أدوار حياته ، ومن أمثلتها درنات البطاطا الحلوة ودرنات الأسبرجس والأصل في المجموع الجذري لكثير من هذه النباتات انه عرضي ليفي ، تشحمت بعض جذوره في أجزاء منها مكونة هذه الدرنات ، ومختزنة فيها المواد الغذائية .



- الجذور الشادة: racines contractiles

وهي جذور متقلصة توجد في أسفل الكورمات والأبصال وتستطيع بتقلصها أن تشد النبات إلى الأسفل ، فتهبط الكورمة أو البصلة إلى المستوى الطبيعي الملائم إن كانت البذور قد غرست في مستوى مرتفع قريب من سطح الأرض . وبفضل هذه الجذور تظل الساق الأرضية المختزنة دائماً على بعد ملائم من سطح الأرض يزيد من دعامتها ضد الرياح .

- الجذور التنفسية: racines respiratoires

توجد هذه الجذور في النباتات التي تعيش في مستنقعات طينية رخوة ، من حيث التربة سيئة التهوية ومشبعة بالماء وغنية بالبقايا النباتية المتحللة ، في مثل هذه التربة ترتفع نسبة ثاني أوكسيد الكربون الناتج من تحلل المواد العضوية ولا تجد جذور النباتات كفايتها من الأكسجين اللازم لتنفسها .

- الجذور التسلقية أو المحاليق الجذرية: racines escalade

وهي جذور عرضية تخرج من سيقان بعض النباتات الملتفة مثل نبات حبل المساكين Hedera helix أو المتسلقة مثل نبات الشمعCereus ، وتخترق هذه الجذور التسلقيةالدعامة أو الحافظ فتعمل بذلك على تثبيت السيقان المتحللة بها وبذلك يستمر صعود النبات لأعلى . وتخرج هذه الجذور في الغالب من جانب الساق الموجه للدعامة .

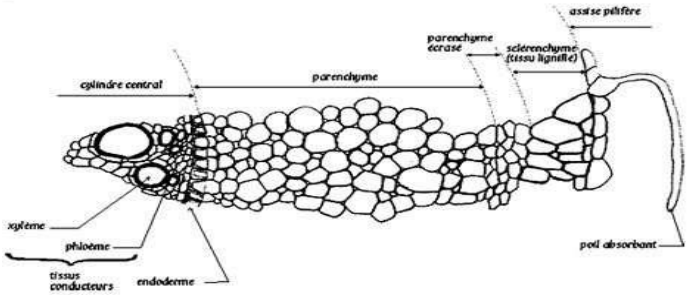
- جذور ماصة طفيلية: racines haustoria (parasitaires)

هى جذور عرضية تخرج من بعض سيقان النباتات الجذرية المتطفلة وتخرج أنسجة العائل حيث تحصل منه على الغذاء المجهز اللازم كما في نبات الهالوك Orobanche

التركيب الداخلى للجذور *Internal structure of Roots*

بدراسة التركيب التشريحى للجذور من خلال دراسة قطاعات عرضية فى منطقة الاستطالة وبداية المنطقة المستديمة فى الجذر نجد أن الجسم الابتدائى للجذر يتركب من الأنسجة **التالية:-** 1- البشرة *Epidermis* 2- القشرة *Cortex*

3- الاسطوانة الوعائية *Vascular cylinder*



- البشرة *Epidermis*

عبارة عن صف واحد من خلايا محكمة التلاصق متطاولة ذات جدر رقيقة لا تكسوها أدمة وخالية من الثغور. تستطيل بعض خلاياها فى منطقة الشعيرات الجذرية مكونة الشعيرات الجذرية. والشعيرة الجذرية عبارة عن امتداد أنبوبى لخلية واحدة من خلايا البشرة تقوم بدراسة سطح الامتصاص فى الجذر.

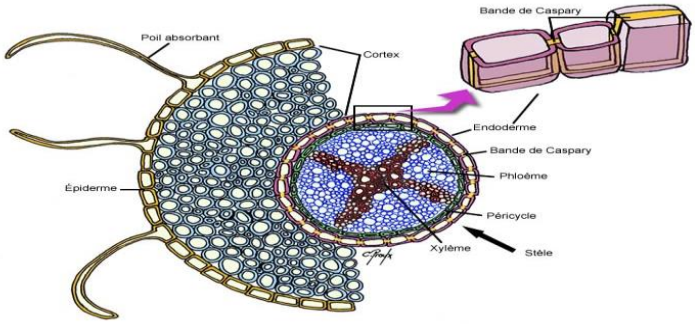
- القشرة *Cortex*

تتركب القشرة من عدة صفوف من خلايا بارنكيمية رقيقة الجدر بينها مسافات بينية واسعة تحتوى خلايا البشرة على النشا وقد تحتوى على خلايا إفرازية للحليب النباتى *Laticifers* والقنوات الراتنجية *Resin ducts*.

فى جذور ذوات الفلقتين الخشبية والتى يحدث بها نمو ثانوى تتمزق البشرة وتتحور بعض الطبقات الخارجية للقشرة إلى نسيج حماية يسمى الأكسودرمس *Exodermis* وتتميز خلايا الأكسودرمس بجدرها السميكة الملجننة كما يترسب عليها أشرطة من السوبرين عدا بعض الخلايا تظل جدر خلاياها رقيقة تسمى بخلايا المرور *Passage cells*.

آخر صف من خلايا القشرة والتى تنفصل القشرة عن الاسطوانة الوعائية تسمى القشرة الداخلية *Endodermis*.

القشرة الداخلية: عبارة عن صف واحد من الخلايا مستطيلة الشكل تقريباً مغلظة الجدر نتيجة لترسيب شريط كاسبار *casbarian strip* ويقوم الأندودرمس بالتحكم فى مرور الماء من القشرة إلى عناصر الخشب الناقلة، كما تمثل خلايا الأندودرمس *Endoermis* خزان هواء يمنع انسداد عناصر الخشب بالهواء. ويعتبر الأندرودرمس طبقة ميكانيكية داخلية كما تعمل على منع تسرب المواد من الأسطوانة الوعائية إلى القشرة .



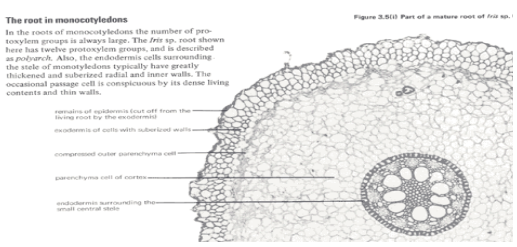
- الأسطوانة الوعائية *Vascular cylinder*

يطلق مصطلح الأسطوانة الوعائية على الجزء الأوسط من الجذر ويشمل كل الأنسجة الموجودة للداخل من نسيج القشرة.ويتكون من:

أ- (الطبقة المحيطة) البريسكيل *Pericycle*

ب- الحزم الوعائية *Vascular bundles*

جـ- النخاع *Pith*.



ا-البريسيكل *Pericycle*

صف واحد من الخلايا البارنكيمية رقيقة الجدر توجد للداخل من الأندودرمس والطبقة المحيطة إما أن تكون مستمرة أو مجزأة. ينشأ من البريسيكل الجذور الجانبية والكامبيوم الفلينى وجزء من الكامبيوم الوعائى فى الجذور التى يحدث بها النمو الثانوى.

ب- الحزم الوعائية *Vascular bundles*

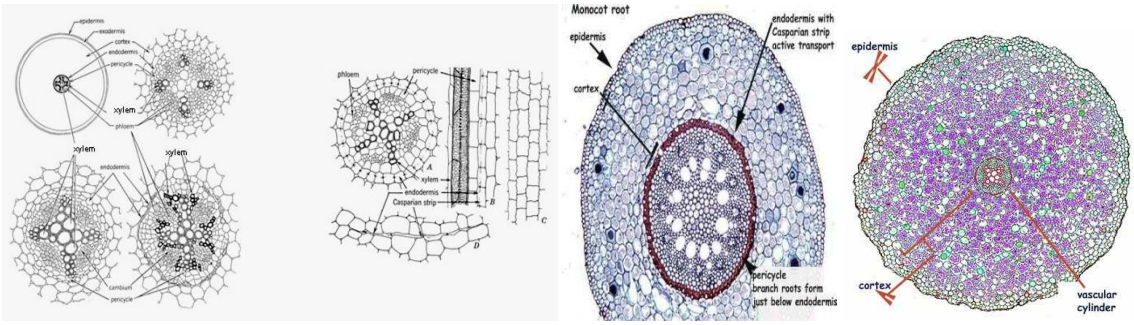
الحزم الوعائية فى الجذور حزم قطرية *Radial bundles* تتكون من أذرع خشب وأذرع لحاء على أنصاف أقطار متبادلة.

تنفصل الحزم الوعائية القطرية عن بعضها بواسطة خلايا بارنكيمية وتصبح هذه الخلايا إسكلرنكيمية فى الجذور التى لا يحدث بها نمو ثانوى. ويتميز الخشب الابتدائى إلى خشب أول وخشب تالى ويبدأ تكشف أوعية الخشب الابتدائى من الخارج إلى الداخل فى اتجاه مركز الجذر وبذلك يكون الخشب الأول للخارج بجوار البريسكيل بينما الخشب التالى يكون للداخل فى اتجاه مركز الجذر.

ولذلك يوصف الجذر الابتدائى فى جذور مغطاة البذور بأنه خارجى الخشب الأول *Exarch xylem*. عناصر الخشب الأول أقل عدداً وضيقة مقارنة بعناصر الخشب التالى.

جـ- النخاع *Pith*

النخاع يشغل مركز الجذر ويتركب من خلايا بارنكيمية متجانسة تخزن المواد الغذائية. النخاع يكون ضيق جداً أو غير موجودة فى جذور ذوات الفلقتين التى يحدث بها نمو ثانوى وذلك نتيجة لأن الخشب التالى يشغل مركز الجذر



منشأ الجذور الجانبية *Origin of l-ateral roots*

تنشأ الجذور الجانبية على الجذر الابتدائى أو أحد فروعه أو على الجذر العرضى من الطبقة المحيطة *Pericycle* ولهذا توصف الجذور الجانبية بأنها داخلية المنشأ *Endogenous* وتتكون بدايات الجذور الجانبية فى أماكن محددة من الطبقة المحيطة تختلف باختلاف عدد حزم (أذرع الخشب) فى الجذر كالتالى:-

1- فى الجذور ثنائية الحزم *Diarch* مثل الجزر *Daucus carota* والبنجر *Beta vulgaris* تنشأ الجذور العرضية فى مناطق البريسيكل التى تقع بين أذرع الخشب واللحاء 2- فى الجذور التى تحتوى على أكثر من حزمتين (ذراعين) خشب تنشأ بدايات الجذور الجانبية إما فى مقابل أذرع الخشب كما فى كثير من ذوات الفلقتين أو وفى مقابل اذرع اللحاء كما فى جذور ذوات الفلقة الواحدة كما فى العائلة النجيلية *Poaceae*

منشأ الجذور العرضية *Origin of adventitious*

تشمل الجذور العرضية جميع الجذور التى تنشأ من أى جزء من أجزاء النبات عدا جذير الجنين. فهى تنشأ على السيقان الأرضية مثل الكورمات والأبصال والريزومات كما تنشأ على العقل التى تجهز من سيقان النباتات لاستخدامها فى إجراء التكاثر الخضرى بالعقلة

مراحل تكوين الجذور العرضيه:

تشمل عمليه تكوين الجذور العرضيه عدة مراحل:

- اعادة التميز *Dedifferentiation*.
- تكوين منشآت الجذور *Formation of root initials*
- تكوين بدايات الجذور *Formation of root primordia*
- مرحله نمو وخروج الجذور العرضيه

Growth and emergence of adventitious roots

التحول بين الجذر والساق: _ *Vascular Transition between root and stem*

يكون كلا من الجذر والساق محوراً واحداً للنبات. يمتد فى النبات جهاز وعائى واحد بالرغم من اختلاف نوع الحزم الوعائية فى الجذر عن الساق وأيضاً اختلاف ترتيب الأنسجة الوعائية داخل الحزمة. فالحزم الوعائية فى الجذر حزم وعائية قطرية *Radial vascular bundles* يوجد كلا من الخشب واللحاء على أنصاف أقطار متبادلة بينما الحزم الوعائية فى الساق حزم وعائية جانبية *Collateral vascular bundles* يوجد كلا من الخشب واللحاء على نصف قطر واحد. بالإضافة إلى أن الخشب الأول فى الجذر يكون للخارج بينما الخشب الأول فى الساق للداخل. ولكى يتم الاتصال الوعائى بين الجذر والساق لابد من وجود منطقه يحدث فيها تحول فى ترتيب وتنظيم الأنسجة الوعائية لكى تتحول من الطراز الموجود فى الجذر إلى الطراز الموجود فى الساق، وتسمى هذه المنطقه بمنطقه التحول *Transition zone*.

وتوجد عدة نظم للتحول فى ترتيب الانسجه الوعائيه منها:

- النظام الاول: تنشق ازرع الخشب قطريا الى جزئين يلتف كل جزء بزاويه 180 درجة مئويه احداها الى اليسار والاخرى الى اليمين وتتحد مع اشرطه اللحاء. ويصبح عدد الحزم الوعائيه فى الساق مساويا لعدد اشرطه اللحاء فى الجذر ويحدث هذا النوع فى نبات الفيوماريا.
- النظام الثانى: لا تنشق اشرطه الخشب الا انها تلتف حول نفسها بزاويه 180 درجة مئويه. تنشق اشرطه اللحاء قطريا الى جزئين وتلتف لتتقابل مع اشرطه الخشب.
- النظام الثالث: تنشق كلا من اشرطه الخشب واللحاء وتلتف اجزاء الخشب واللحاء ويتلاقى انصاف اشرطه الخشب مع انصاف اشرطه اللحاء ويصبح عدد الحزم فى الساق مساويا ضعف عدد الحزم فى الجذر.
- النظام الرابع: ينقسم نصف اشرطه الخشب وتلتحم مع الحزم الغير منقسمه. بينما لا تنقسم اشرطه اللحاء وتلتف حزم الخشب حتى تتلاقى مع حزم اللحاء. ويصبح عدد الحزم مساويا نصف عدد الحزم بالجذر.