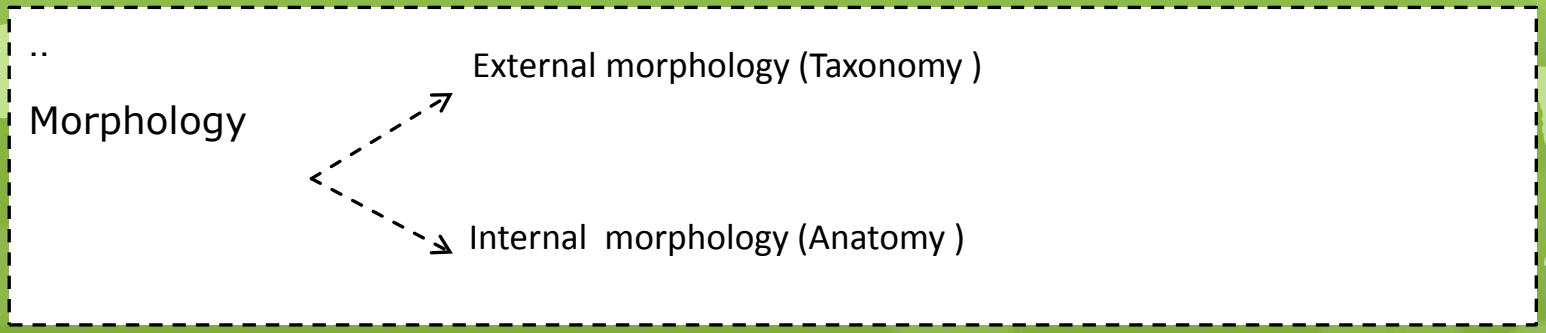
تركيب ونمو الجسم النباتي
Structure and Development of the plant body

يعد علم تشريح النبات **Plant anatomy** من العلوم البايولوجية المهمة التي استخدمت لحل الكثير من المشاكل التي يتعلق بدراسة النباتات من حيث تركيبها والعلاقات بين العائلات النباتية والاجناس والانواع. ان علم التشريح هو احد فروع علم الهيئة **Morphology** والذي يتعامل مع التركيب الداخلي للكائنات الحية حيث يهتم بدراسة الاعضاء المكونة للجسم النباتي والانسجة المكونة لهذه الاعضاء وتكيّفها للقيام بوظائفها المختلفة، اما الفرع الاخر من علم الهيئة فهو يهتم بدراسة المظهر الخارجي للنبات **External morphology** وهو ما يطلق عليه بعلم التصنيف.

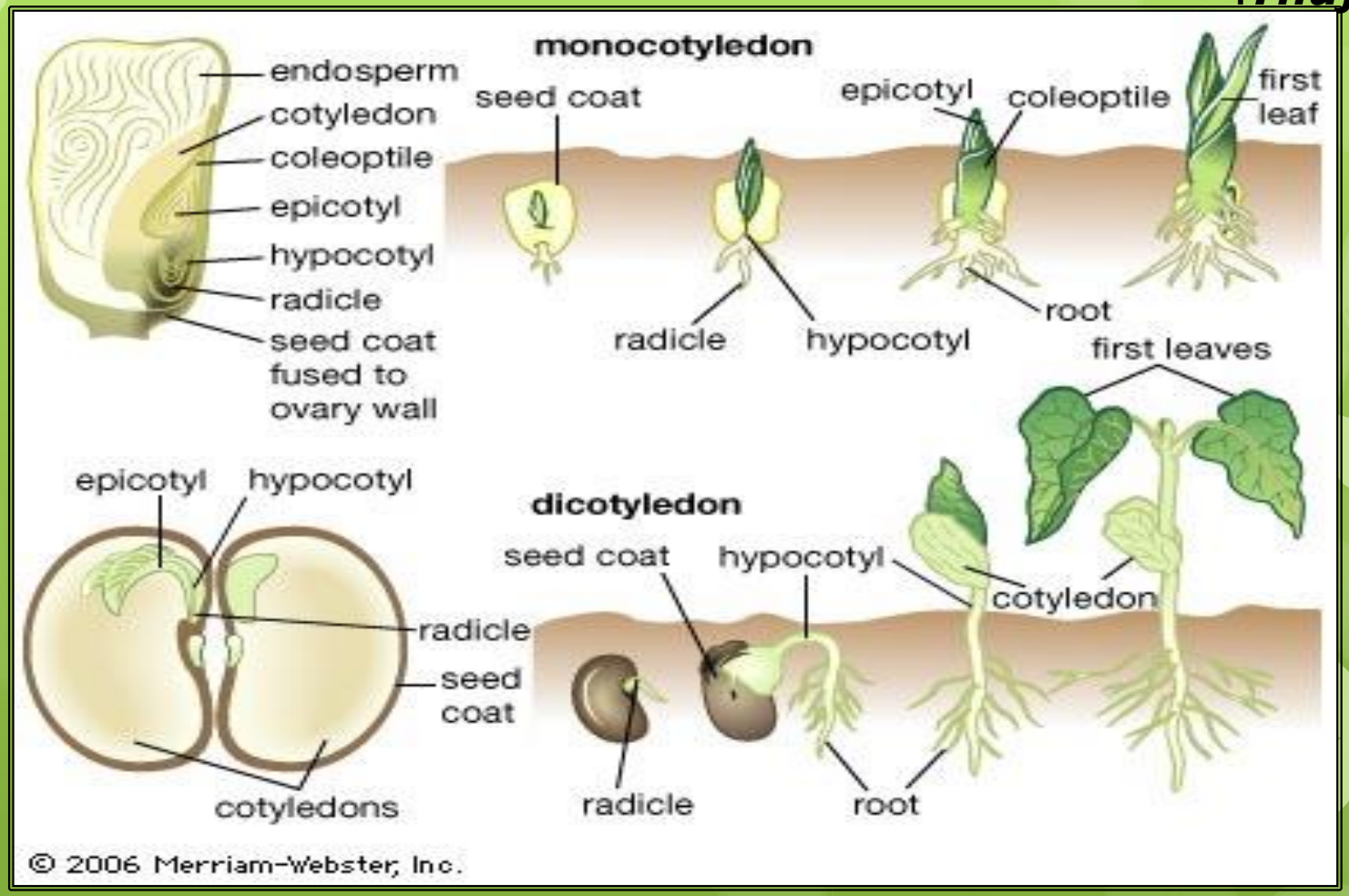


اما كيف يتكون الجسم النباتي Plant body ؟

يبدأ ظهور جسم النبات الراقي عند تكوين البيضة المخصبة **zygote (2n)** وهذه تنتج من اتحاد كميتين ذكري **gamete ♂ (n)** والكميت الانثوي **gamete♀ (n)** ثم بعد ذلك تعاني من انقسامات متعددة ويصاحب ذلك عمليتي التمييز **Differentiation** والتخصص **Specialization**مما يؤدي الى تكوين الطور البوغي **Sporophyte (2n)** وعادة يكون الجنين داخل البذرة **Seed** وبعد عملية انبات البذرة **Seed germination** تتكون البادرة **Seedling**وهذه باستمرار نموها يتكون النبات البالغ **Adult plant**.

ان النباتات الزهرية **Flowering plants (Anthophyta)**تبدأ بالبذرة **seed** وتحاط البذرة بغلاف يطلق عليه غلاف البذرة **Seed coat**، وتحتوي بداخلها على جنين **Embryo**كما انها تحتوي على غذاء مخزون يستخدم لنمو الجنين، ويخزن الغذاء في الفلق **Cotyledons** كما في حالة العديد من نباتات ذوات الفلقتين وقد يخزن الغذاء في نسيج خاص هو السويداء **Endosperm**كما في الذرة والخروع واحيانا يخزن في نسيج البريسبيرم **Perisperm**وهو من بقايا الجويزاء **Nucellus**التي تحيط بالكيس الجنيني كما في بذور البنجر ***Beta*** والهيل ***Elettaria*** والفلفل الاسود ***Piper***. ويتكون الجنين من محور صغير **Minute axis**ذو نهايتين هما القمة النامية الجذرية **Root growing point**والقمة النامية الخضرية **Shoot growing point**، ويقع على جانبي محور الجنين الفلق **Cotyledons**او ما يسمى بالأوراق البذرية **Seed leaves**، ويسمى محمور الجنين الذي يقع تحت الفلق بسويق تحت الفلق **Hypocotyl**اما الجزء الذي يقع فوق الفلق فيسمى بسويق فوق الفلق **Epicotyl** وينتهي بالرويشة **Plumule** والتي عندما تنمو تعطي النظام الخضري **Shoot system**, والذي يشمل الساق وما يحمله من اوراق وازهار واثمار وبذور، اما القمة النامية الجذرية فعندما تنمو تعطي النظام الجذري **Root system**.

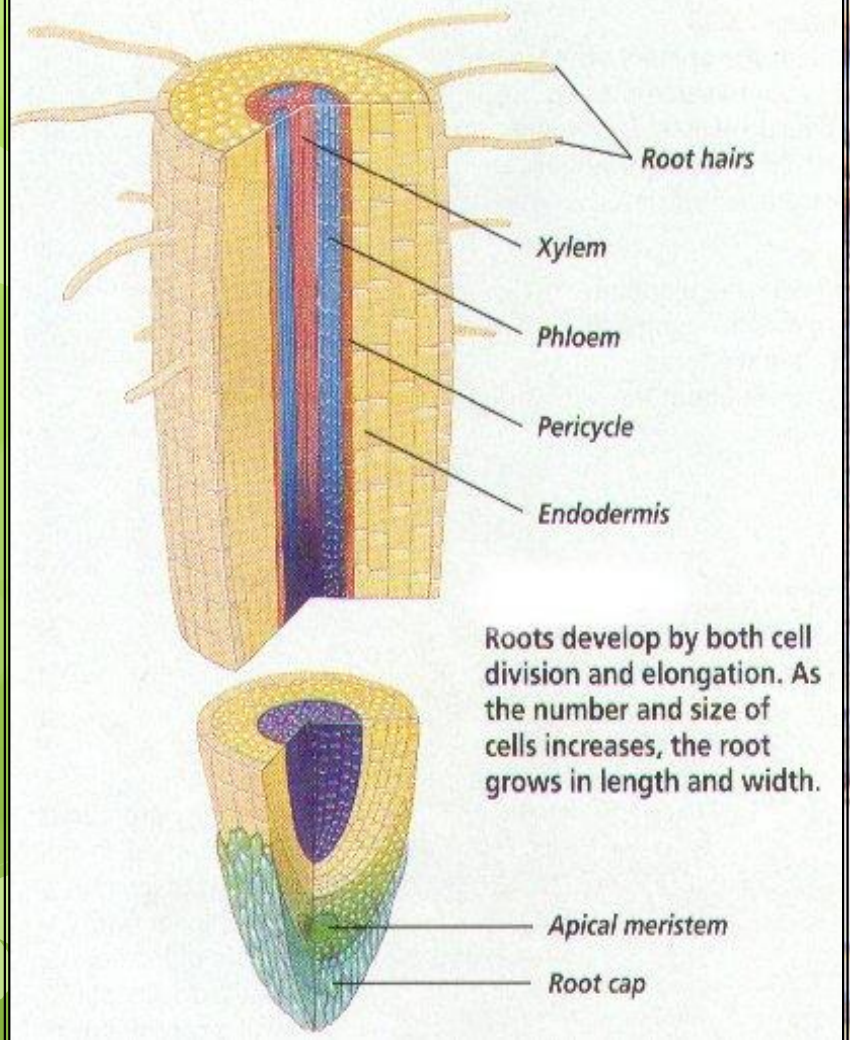
تتمثل **الاعضاء التكاثرية** في النباتات البذرية **Spermatophyta** **بالأزهار** في النباتات الزهرية **Anthophyta** ويطلق عليها بمغطاة البذور **Angiosperm**، **والمخاريط** **Cones** في معراة البذور **Gymnosperm** مثال ***Pinus*** والعفص ***Thuja***.

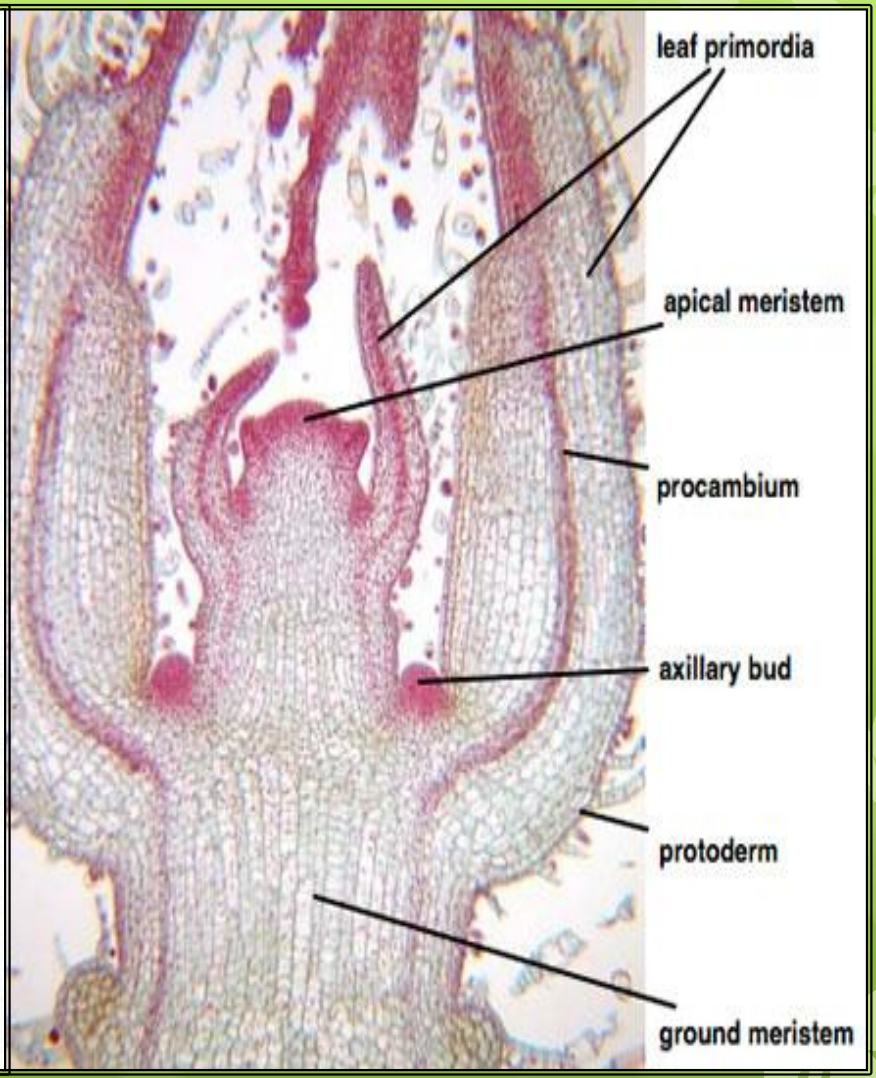


انواع النمو التي تحدث في النبات :

1- النمو الابتدائي Primary growth

قبل التعرف على النمو الابتدائي لا بد لنا من ان نلقي نظرة على تركيب القمتين الناميتين الجذرية والساقية ، ان كلا القمتين تحتوي على مرستيم اولي **Promeristem** ويتميز هذا المرستيم الى ثلاثة مرستيمات ابتدائية في منطقة الاستطالة **Elongation zone** وهذه المرستيمات هي البشرة الاولية **Protoderm** والمرستيم الاساس **Ground meristem** والكامبيوم الاولي **Procambium**وينتج عن هذه المرستيمات الثلاث انسجة دائمية **Primary tissues** . فالنمو الابتدائي يحصل في جسم النبات ويؤدي الى تكوين الجذور والاعضاء الخضرية والتكاثرية من وقت نشوء الجنين بواسطة المرستيمات الابتدائية واحيانا المرستيمات البينية **Intercalary meristems**ولغاية اكتمال استطالة النبات، وهذا النوع من النمو يحدث في معظم ذوات الفلقة الواحدة **Monocot** والنباتات الحولية **Annual plants**من ذوات الفلقتين وكذلك النباتات الوعائية البدائية **Vascular cryptogams**.


Root hairs
Xylem
Phloem
Pericycle
Endodermis
Roots develop by both cell division and elongation. As the number and size of cells increases, the root grows in length and width.
Apical meristem
Root cap


leaf primordia
apical meristem
procambium
axillary bud
protoderm
ground meristem

2- النمو الثانوي Secondary growth

ان هذا النوع من النمو يحصل في النباتات المعمرة وينتج عنه زيادة قطرية سواء كان ذلك في الجذر او الساق بسبب زيادة وتكوين انسجة ثانوية **Secondary tissues** بفعل المرستيمات الثانوية **Secondary meristems** والتي تشمل الكامبيوم الوعائي **Vascular cambium** المتخصص بإضافة خشب ولحاء ثانويين، والكامبيوم الفليني **Cork cambium (phellogen)** الذي يكون البشرة المحيطة **Periderm** التي تتكون من الفلين **Cork (Phellem)** والقشرة الثانوية **Phellderm** . يطلق على المرستيمات الثانوية بالمرستيمات الجانبية **Lateral meristems** وهي مرستيمات لا جنينية **Non embryonic meristem**، ومن الجدير بالذكر ان الكامبيوم الوعائي ليس جميعه لا جنيني بل ان الجزء الذي يقع داخل الحزم الوعائية والذي يطلق عليه **Fascicular cambium** اي الكامبيوم الحزمي هو لا جنيني لأنه ينشأ من الكامبيوم الاولي **Procambium**، اما جزء الكامبيوم الحزمي الاخر اي ما بين الحزم **Interfascicular cambium** يكون لا جنيني لأنه ينشأ من خلايا بارنكيمية فقدت تميزها.

ممَ يتكون جسم النبات الراقي؟

يتألف جسم النبات الراقي من ملايين الخلايا المختلفة والتي تظهر فيما بينها علاقات طوبوغرافية ووظيفية معينة مكونة ما يسمى بالأنسجة **Tissues**. ويمكن ان يُعرف النسيج: بانه مجموعة من الخلايا المتماسكة والتي قد تكون متشابهة في صفاتها كما في الانسجة البسيطة **Simple tissues** مثال نسيج البشرة والبارنكيما الكولنكيما، او تكون مختلفة في صفاتها كما في الانسجة المعقدة **Complex tissues** مثال نسيج الخشب **Xylem** الذي يتكون من الاوعية **Vessels** والقصيبات **Tracheids** والالياف **Fibers** والبارنكيما **Parenchyma**، ونسيج اللحاء **Phloem** الذي يتألف من الأنابيب المنخلية **Sieve tube** والخلايا المرافقة **Companion cells** والالياف **Fibers** والبارنكيما.

ويمكن ايجاز تعريف النسيج: بانه مجموعة من الخلايا المقترنة تركيبياً ووظيفياً وذات موقع خاص. وقد تتجمع الانسجة مع بعضها نتيجة الاستمرار الطوبوغرافي او التشابه الوظيفي او كليهما مكونة ما يسمى بالنظام النسيجي **Tissue system** مثل النظام النسيجي الضام **Dermal tissue system** ويشمل البشرة **Epidermis** والبشرة المحيطية **Periderm**، والنظام النسيجي الاساسي **Fundamental tissue system** والذي يضم القشرة والاشعة اللبية واللب، ثم النظام النسيجي الوعائي **Vascular tissue system** والذي يشمل الخشب واللحاء.

Classification of Tissues تقسيم الانسجة

تقسم الانسجة الى واحد او اكثر من الاسس التالية:

1- الموقع في الجسم النباتي **Position in plant body** .

2- تركيب الوحدات التي يتألف منها النسيج **Kind of constituent cells**.

3- الاصل او مرحلة النمو **Origin** .

4- الوظيفية **Function** .

فمثلا تقسم الانسجة استناداً الى مرحلة النمو الى

1- الانسجة المرستيمية **Meristematic tissues**

2- الانسجة الدائمية **Permanent or mature tissues**

وقد تقسم استناداً الى نوع الخلايا

1- الانسجة البسيطة **Simple tissues** وتمتاز بكونها مكونة من نوع واحد من الخلايا المتشابه في خواصها وصفاتها كالبشرة **Epidermis** والنسيج البارنكيمي **Parenchyma tissues** والنسيج الكولنكيمي **Collenchyma tissues** والفلين **Cork** او **Phellem**.

2- الانسجة المعقدة **Complex tissues** وتمتاز بكونها مكونة من اكثر من نوع من الخلايا نسيج الخشب **Xylem** و اللحاء **Phloem** .

الأنظمة النسيجية حيث ذكر بان النباتات على الرغم من اختلافها من الناحية المورفولوجية تتكون من ثلاثة انظمة هي:-

1- النظام النسيجي الضام **Dermal tissue system**.

2- النظام النسيجي الاساسي **Fundamental tissue system** .

3- النظام النسيجي الوعائي **Vascular tissue system**.

The organs of plant body اعضاء الجسم النباتي

يتكون الجسم النباتي مما يأتي:

The root الجذر

توجد الجذور في جميع النباتات البذرية **Spermatophyta** والتي تشمل معّراة البذور **Gymnosperms** ومغطاة البذور **Angiosperm**وتعد الجذور من الاعضاء الاساسية في النبات ولعل من اهم وظائفها

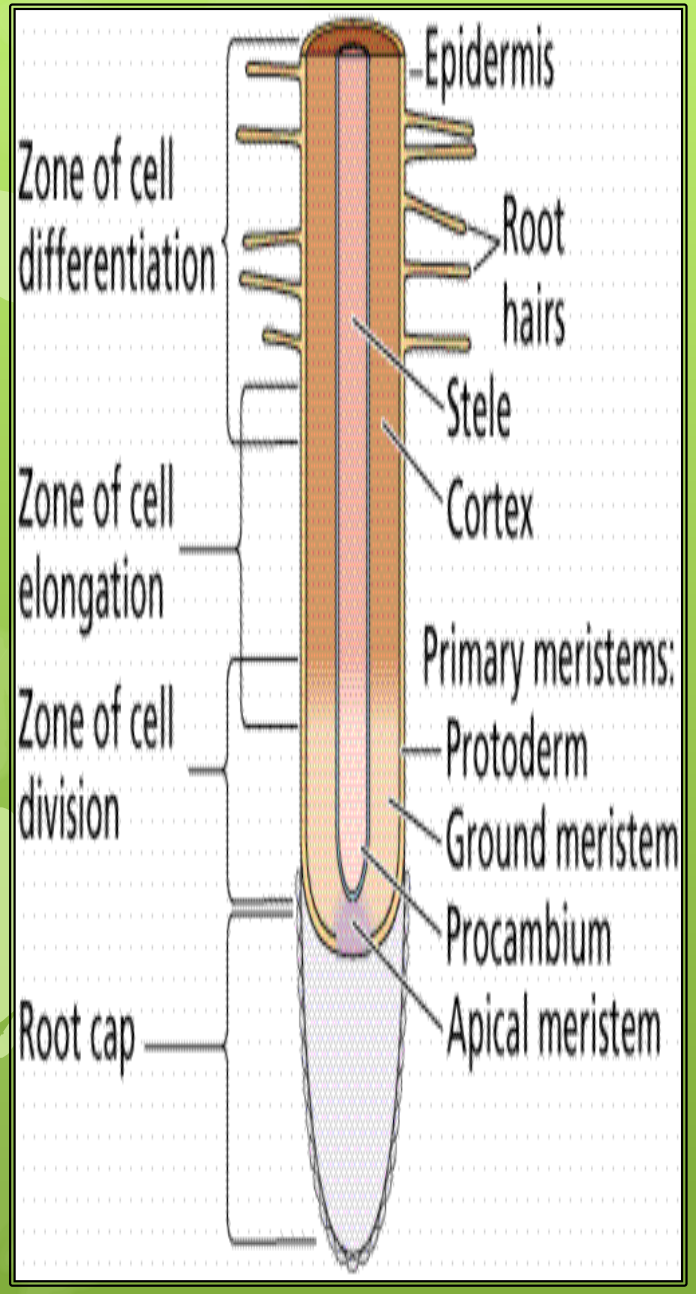
الامتصاص **Absorption** اي امتصاص الماء والاملاح المذابة فيه وكذلك

تثبيت **Fixation**النبات في التربة،

وتمتاز الجذور بكونها خالية من العقد **Nodes** والسلاميات **Internodes**

وتنمو عادة بعيداً عن الضوء.

ينشأ الجذر عادة من الجذير **Radical** الذي ينمو مكون الجذر الابتدائي **Primary root** وهذا بدوره اما ينمو ويتفرع الى جذور ثانوية وثالثية والتفرع هنا ينشأ من الدائرة المحيطية **Pericycle**ليكون النظام الجذي الوتدي **Tap root system**والذي تتميز به نباتات ذوات الفلقتين، او يموت الجذر الابتدائي وينمو عوضاً عنه جذور تنشأ من قاعدة الساق يطلق عليها بالجذور العرضية **Adventitious root system** ومنها الجذور الليفية **Fibrous roots** الذي نجدها في الحشائش .



توجد في **الجذور اربعة مناطق هي:**

1- القلنسوة **Root cap**

2- منطقة الخلايا المنقسمة او المرستيم القمي **Region of cell division or apical meristem**،

3- منطقة الاستطالة **Region of elongation**

4- منطقة النضج **Region of Maturation**.

ان وظيفة القلنسوة هي حماية القمة النامية ويكون **Sub-apical** اي تحت القمة. اما منطقة المرستيم القمي فان خلاياها لها القابلية على الانقسام حيث تتميز جزئياً الى ثلاث انسجة مرستيمية ابتدائية هي البشرة الابتدائية **Protoderm** والمرستيم الاساس **Ground meristem** والكامبيوم الاولي **Procambium**، ان الانسجة المرستيمية الابتدائية يمكن ملاحظتها عند اخذ مقطع في منطقة الاستطالة. اما منطقة النضج او منطقة الشعيرات الجذرية **Root hair region** فيمكن تمييز الطبقات التالية فيها:

1- البشرة Epidermis : وهي تتكون من صف واحد من الخلايا ويلاحظ ان بعض الخلايا تحمل شعيرة جذرية وتمتاز البشرة بكونها خالية من الكيوتكل **Cuticle**(لماذا؟).

2- القشرة Cortex: وهي مكونة من خلايا برنكيمية ذات مسافات بينية، وتكون خالية من الخلايا الكولنكيمية والخلايا الكلورنكيمية (يشذ من ذلك بعض الجذور الهوائية) ويحدها من الداخل القشرة الداخلية **Endodermis**.

3- الاسطوانية المركزية Central cylinder: وهذه تشمل الدائرة المحيطية **Pericycle**واللب والاسطوانة الوعائية **Vascular cylinder**. ينشأ من الدائرة المحيطية الجذور الجانبية وينشأ منها ايضا جزء من الكامبيوم الوعائي **Vascular cambium**الذي يقع مقابل اذرع الخشب، واحياناً الكامبيوم الفليني **Cork cambium** = **Phellogen**في الجذور الفتية يقع كل من الخشب واللحاء على انصاف اقطار متبادلة وتبقى بينهما مجموعة من الخلايا التي لها القابلية على الانقسام وعندما يحصل النمو الثانوي **Secondary growth**يتكون الكامبيوم الوعائي بشكل دائرة يضيف خشب ثانوي **Secondary xylem**للداخل ولحاء ثانوي **Secondary phloem**الى الخارج وهذا يؤدي الى الزيادة القطرية في الجذر ، اما النمو الطولي للجذر **Linear growth**فيكون مسؤولاً عنه المرستيم القمي **Apical meristem.**

2 - الساق The stem

يعرف الجزء الهوائي من النبات بالاصطلاح **Shoot** وهذا يشمل الساق وفروع الساق والاوراق، اما الفروق بين الساق والجذر :

1- الساق يحتوي على عقد **Nodes** وسلاميات **Internodes** في لا وجود للعقد والسلاميات في الجذور.

2- السيقان تحمل الاوراق **Leaves** والبراعم **Buds** واحياناً حراشف **Scales** في حين تخلو الجذور من ذلك.

3- قمة الساق **Stem apex** تكون نهائية او قمية **Apical**، في حين تكون في الجذر تحت قمية **Sub-apical** وذلك لوجود القلنسوة **Root cap**.

4- طريقة نمو السيقان واتجاهها تختلف عن الجذور ، ويكون النمو في الجذر اكثر انتظاماً من الساق لخلوه من العقد والسلاميات والبادئات الورقية والبرعمية.

5- تغلف القمة النامية في الجذر بقلنسوة **Root cap**، في حين تغلف البراعم بأوراق حرشفية محورة او شعيرات لحماية المرستيمات القمية.

6- ينمو الساق عكس اتجاه الجاذبية الارضية عادة **Gravity**، في حين ينمو الجذر باتجاه الجاذبية الارضية.

Function of stem وظائف الساق

تتباين السيقان في اشكالها وحجومها وتحوراتها وغير ذلك تبعاً للبيئة التي تنمو بها والوظيفة التي تقوم بها ويمكن ايجاز وظائف السيقان بما يلي:

1- الدعم الميكانيكي **Mechanical support** حيث ينمو الساق الى الاعلى حاملا الاغصان والاوراق والازهار والثمار.

2- التوصيل **Conduction** حيث يتم توصيل الماء والاملاح فيه والتي يقوم بامتصاصها الجذر الى جميع اجزاء النبات ومن ثم نقل المواد الغذائية المصنعة نتيجة عملية التركيب الضوئي الى بقية اجزاء النبات.

3- خزن المواد الغذائية **Food storage** كما هو الحال في البطاطا وقصب السكر والخس والالماز ***Helianthus tuberosus*** والزنجبيل (عرق الحار) ***Zingiber officinal***.

4- خزن الماء **Water storage** كما هو الحال في النباتات العصارية والصبيريات **Cactaceae**.

5- كوسائل تعمير ارضية كما هو الحال في الرايزومات والكورمات والابصال والدرنات.

6- كوسائل للتكاثر الخضري **Vegetative propagation** كما هو الحال في وسائل التعمير الارضية بالإضافة الى الاقلام كما في العنب والتوت وغيرها.

7- القيام بعملية التركيب الضوئي **Photosynthesis** في حالة السيقان الخضراء.

يمكن **تقسيم السيقان الى ثلاثة اقسام** او انواع هي:

1- **السيقان الهوائية** **Aerial stem** وهي تلك السيقان التي تنمو فوق سطح التربة وتكون بأنواع كالقائمة **Erect** والصاعدة **Ascending** والضعيفة **Weak stem** كالزاحفة **Runner**.

2- **السيقان الارضية** **Subterranean stem** كالأبصال والدرنات والرايزومات والكورمات .

3- **السيقان المحورة او الخاصة** **Modified or specialized stem** وهي سيقان تحورت لأداء وظيفة معينة كالحوالق **Tendrils** الموجودة في العنب ***Vitis*** والسيقان المسطحة كما في الصبير والسيقان الشوكية كما في العاقول ***Alhagi*** والنارنج ***Citrus***.

اصل الساق Origin of the stem

الساق هو جزء من الـــ **Shoot system** وفي جنين البذرة **Embryonic shoot** حيث يتكون من محور ذو سلاميات غير متطاولة ويحتوي على بادئة ورقية واحدة او اكثر وهذا ما يطلق عليه بالرويشة **Plumule** ويطلق على الجزء الساقي منها **Epicotyl** وعند انبات البذرة بالـــ **Shoot meristem** ينمو ليضيف اوراق وبالتالي يتميز الى عقد **Nodes** وسلاميات **Internodes**.

تشريح ساق من ذوات الفلقتين Anatomy of Dicot stem

عندما نفحص مقطع مستعرض في منطقة النضج او في منطقة اسفل القمة النامية لنبات ورد الشمس ***Helianthus annuus*** يظهر المقطع اما دائري او متموج قليلاً. ويمكن ملاحظة الانسجة التالية:

1- البشرة **Epidermis** وهي طبقة خارجية وحيدة الصف **Uniseriate** مكونة من خلايا ذات طبيعة بارنكيمية وتكون اسطوانية في شكلها مسطحة من الخارج وتبدو مستطيلة في المقطع العرضي وتحاط من الخارج بطبقة من الكيوتكل **Cuticle** وهذه مكونة من مادة الكيوتين **Cutin** وهي مادة غير منفذة للماء او الهواء ويتباين سمكها حسب البيئة التي ينمو فيها النبات، كما تحوي البشرة على الثغور **Stomata** ، وتحوي البشرة على العديد من الشعيرات المتعددة الخلايا **Multicellular hairs**.

2- القشرة **Cortex** وهي المنطقة التي تلي البشرة وتتميز الى ما يلي:

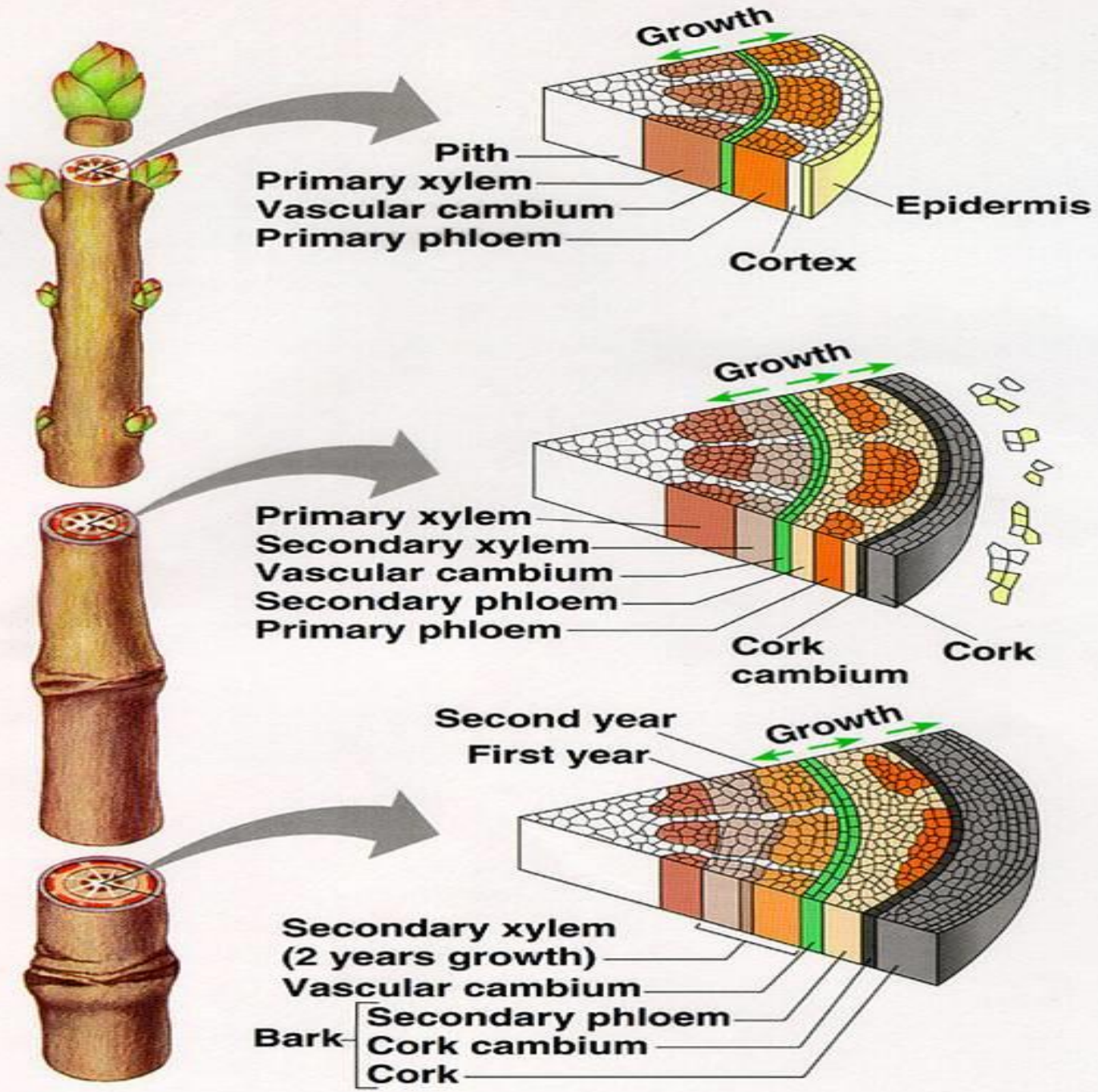
أ- الهايبودرمس **Hypodermis** وتقع اسفل البشرة مباشرة وتتكون من **3-4** طبقات من الخلايا الكولنكيمية **Collenchymatous cells**، وهذه الكولنكيما من النوع الزاوي **Angular collenchyma** وهذه الطبقة تكون مستمرة تحت البشرة وتوفر وظيفة دعامية الى الساق.

ب- القشرة الكبيرة **General cortex** وهذه مكونة من خلايا برنكيمية تقع اسفل الهايبودرمس وتكون هذه الخلايا رقيقة الجدران وتوجد بينها مسافات بينية **Intercellular spaces** وقد تحتوي القشرة على قنوات هلالية **Mucilage canals** او راتنجية **Resin ducts** وكل قناة تكون محاطة بخلايا طلائية **Epithelial cells** ذات بروتوبلاست كثيف. ان خلايا القشرة قد تحتوي على بعض البلاستيدات الخضراء وتقوم بعملية التركيب الضوئي وكذلك تفيد كنسيج خازن.

ج- القشرة الداخلية **Endodermis** وهي الطبقة الداخلية من القشرة والتي تفصل الاسطوانة الرئيسية **Stele**، وتكون خلاياها شبيهه بالبرميل متراصة ذات طبيعة بارنكيمية وتحتوي على العديد من حبيبات النشأ **Starch grains** لهذا يطلق على هذه الطبقة اسم الغلاف النشوي **Starch sheath**. الجدران القطرية والداخلية تتثخن لترسب اللكنين الذي يكون شريط كاسبار **Casperian strip** وهو ما تتصف به خلايا القشرة الداخلية، وقد لا تتميز القشرة الداخلية في بعض النباتات

3- الستيل **Stele**(الاسطوانة المركزية) وهذه تشمل الدائرة المحيطية **Pericycle**والحزم الوعائية **Vascular bundles**واللب **Pith** والاشعة اللبية او النخاعية **Pith or medullary rays**. تقع الدائرة المحيطية تحت القشرة الداخلية وتتكون من خلايا بارنكيمية وسكلرنكيمية وفي حالة عدم تمييز القشرة الداخلية لا يمكن تمييز الدائرة المحيطية. اما الحزم الوعائية فتكون مرتبة في حلقة حول اللب وتكون الحزم مفتوحة اي حاوية على كامبيوم حزمي **Fascicular cambium**وتحتوي الحزمة على لحاء ابتدائي **Primary phloem**الى الخارج وخشب ابتدائي **Primary xylem** الى الداخل ويفصل بينهما الكمبيوم الحزمي . ومن الجدير بالذكر ان الحزم الوعائية تكون مبعثرة ومغلقة في ذوات الفلقة الواحدة . ويقع في المركز اللب وهو مكون من خلايا بارنكيمية توجد بينها مسافات بينية ، كما يلاحظ ايضا الاشعة اللبية او النخاعية وهذه تفصل بين الحزم الوعائية المتجاورة وهي ايضا تتكون من خلايا بارنكيمية.

في حالة حصول النمو الثانوي **Secondary growth**نجد ان الكامبيوم يصبح بشكل حلقة كاملة وذلك لفقدان خلايا الاشعة اللبية التي تقع على امتداد الكمبيوم الحزمي تمييزها بعملية فقدان التمايز **Dedifferentation**وتصبح خلايا مرستيمية وعندئذ يطلق عليه بالكامبيوم ما بين الحزم مكوناً مع الكمبيوم الحزمي الكمبيوم الوعائي **Vascular cambium**ونتيجة لنشاط هذا الكامبيوم يضيف الى الخارج لحاء ثانوي والى الداخل خشب ثانوي مما يؤدي الى زيادة قطر النبات وبالتالي تهشم البشرة، ويعوض عن البشرة بالبشرة المحيطة **Periderm**والبريدرم تتكون من كامبيوم فليني **Cork cambium or phellogen**وفلين الى الخارج وقشرة داخلية الى الداخل. ولا بد من الاشارة الى ان منشأ الكامبيوم الفليني في الجذر يكون داخلي **Endogenous**وفي الساق يكون خارجي **Exogenous** .


Growth
Pith
Primary xylem
Vascular cambium
Primary phloem
Epidermis
Cortex
Growth
Primary xylem
Secondary xylem
Vascular cambium
Secondary phloem
Primary phloem
Cork cambium
Cork
Second year
First year
Growth
Secondary xylem
(2 years growth)
Vascular cambium
Bark
Secondary phloem
Cork cambium
Cork

هناك بعض الفروق التشريحية بيت سيقان ذوات الفلقتين وذوات الفلقة الواحدة

1- المقطع يكون متميز الى طبقات في ذوات الفلقتين في حين يكون غير متميز وواضح في ذوات الفلقة الواحدة.

2- طبقة الهايبوديرمس **Hypodermis** تتكون من نسيج كولنكيمي في ذوات الفلقتين بينما تكون سكلرنكيمية في ذوات الفلقة الواحدة.

3- القشرة عادة تكون من عدد قليل من الصفوف في ذوات الفلقتين، اما في ذوات الفلقة الواحدة فلا يطلق عليها بالقشرة وانما تسمى نسيج اساسي **Ground tissue** حيث لا يمكن تمييزها عن مركز الساق.

4- عدد الحزم الوعائية قليل ومرتبة في ذوات الفلقتين بينما يكون عدد الحزم كثير ومبعثر في ذوات الفلقة الواحدة.

5- الحزم الوعائية في ذوات الفلقتين تكون مفتوحة لاحتوائها على كامبيوم حزمي **Fasicular cambium** بينما تكون مغلقة في ذوات الفلقة الواحدة اي تكون خالية من الكامبيوم.

6- وجود اللب بشكل واضح في ذوات الفلقتين وعدم وضوحه في ذوات الفلقة الواحدة.

7- توجد قبعة من الالياف تسمى قبعة الحزمة **Bundle cap** ولا يوجد غلاف للحزمة في ذوات الفلقتين، بينما يوجد غلاف للحزمة مكون من الالياف ولا وجود لقبعة الحزمة في ذوات الفلقة الواحدة.

3 - الورقة The leaf .

تعرف الورقة كنمو جانبي مسطح ناشئ من عقد السيقان او الاغصان في ترتيب تصاعدي وتعد من الملحقات الرئيسة التي يحملها الساق وتتميز باتساعها وانبساطها عادة ، ومن اهم وظائف الاوراق ما يلي:

1- القيام بعملية التركيب الضوئي **Photosynthesis** .
2- القيام بعملية التبادل الغازي **Exchange of gases**
3- القيام بعملية النتح **Transpiration**.
4- خزن المواد الغذائية **Food storage** كما في اوراق الخس .
5- الحماية **Protection** كما في حالة الحراشف التي تحمي البراعم او تحولها الى اشواك .
6- التكاثر كما في حالة البنفسج الافريقي.

ان الاوراق اما ان تكون محمولة على سويق ورقي **Petiole** او تكون جالسة على الساق **Sessile**وقد توجد زوائد عند قاعدة السويق الورقي تدعى بالاذينات **Stipule**، اما النصل فهو الصفيحة المرتبطة من الورقة وقد تمتد من قاعدته زوائد تسمى بالاذينات النصلية **Auricle** .

اما بالنسبة **لتشريح الورقة** فيلاحظ ان المقطع تحده بشرتان عليا **Upper epidermis (adaxial epidermis)** وسفلى **Lower epidermis (abaxial epidermis)** وبينهما النسيج المتوسط **Mesophyll**، وقد يتكون الميزوفيل من طبقة عمادية واحدة **Palisade parenchyma**ذات خلايا متطاولة عمودية على سطح البشرة، وطبقة اسفنجية **Spongy tissue** وتمتاز هذا بكونه مكون من خلايا بارنكيمية تحتوي على مسافات بينية واسعة وتكون بأشكال مختلفة. بالنسبة لبشرة الورقة، عادة تتكون من صف واحد من الخلايا **Uniseriate** المتراصة توجد عليها طبقة من الكيوتين **Cutin** تسمى بالكيوتكل **Cuticle** ويتباين سمك هذه الطبقة تبعاً للبيئية التي ينمو فيها النبات، كما يوجد ضمن البشرة المعقدات الثغرية **Stomatal complex**وقد يقتصر توزيع المعقدات الثغرية على البشرة العليا او السفلى او الاثنين معاً وقد يتكون المعقد الثغري من الخلايا الحارسة **Guard cells**فقط او من الخلايا الحارسة والخلايا المساعدة **Subsidiary cells**وللخلايا الاخيرة واعدادها وترتيبها اهمية تصنيفية، ولا بد من الاشارة ان الثغور **Stomata** لا يقتصر وجودها على الاوراق فقط وانما توجد على السيقان الفتية والاذينات **Stipule**والاجزاء الزهرية والثمار.

الكيوتين Cutin: مادة دهنية معقدة تتشرب في جدران خلايا بعض الانسجة او تكون بشكل طبقة على سطح خلايا البشرة تسمى بالكيوتكل Cuticle.

الكيوتكل Cuticle: طبقة من الكيوتين والشموع Waxesتقع على الجدران الخارجية لخلايا البشرة.

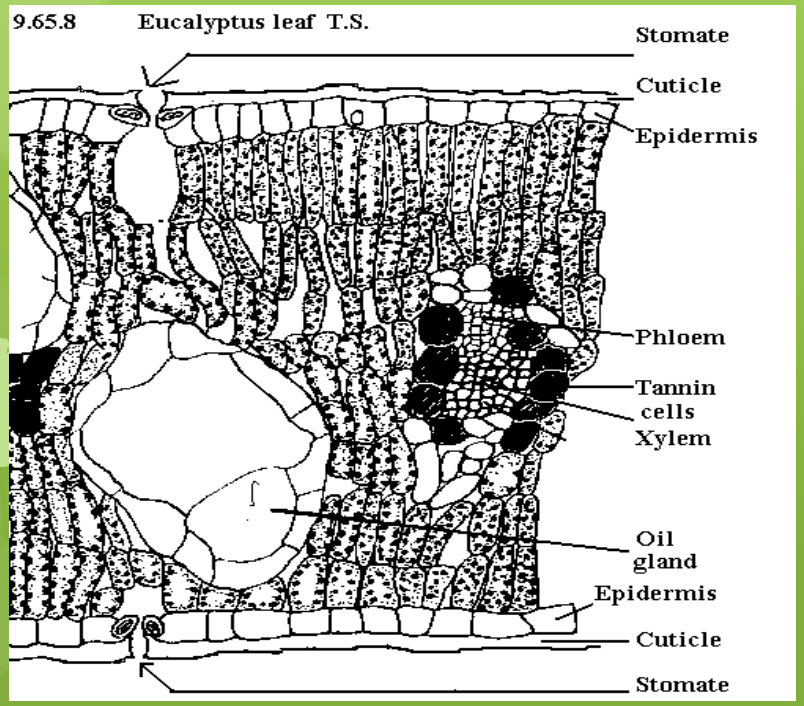
اما النسيج المتوسط **Mesophyll**فيمكن القول عنه بانه النظام النسيجي الاساسي **Ground tissue system** للورقة وقد يكون هذا النسيج متميز الى خلايا عمادية **Palisade cells** وخلايا اسفنجية **Spongy cells**وقد يكون الميزوفيل غير متميز الى خلايا عمادية واسفنجية ، ولابد من الاشارة الى ان الوظيفة الاساسية للنسيج المتوسط هو صناعة الغذاء بواسطة عملية التركيب الضوئي **Photosynthesis**. الخلايا العمادية هي خلايا متطاولة متراصة قليلة المسافات البينية عمودية على البشرة وتحتوي على اعداد كبيرة من البلاستيدات الخضراء

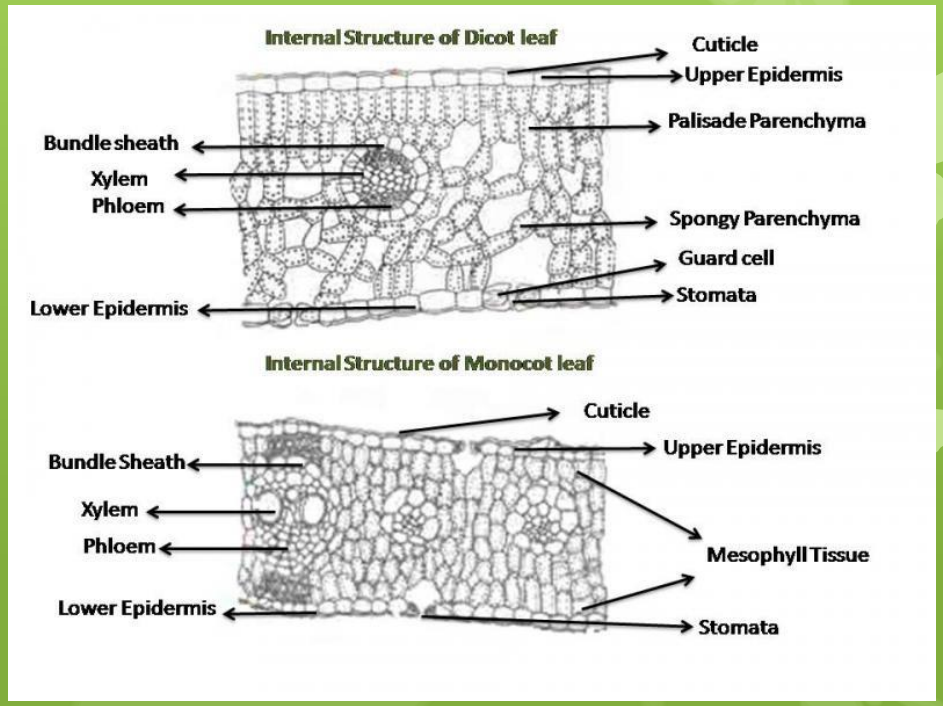
Bifacial leaf: وهي الورقة التي تحتوي على طبقة عمادية واحدة تقع على جانب واحد للنصل والطبقة الاسفنجية على الجانب الاخر.

Dorsiventral leaf: وهي الاوراق تحتوي على جانب العلوي مختلف او متميز عن الجانب السفلي وهذا الاصطلاح مشتق من الـ Abaxial والـ Adaxial اي ظهري Dorsal وبطني Ventral على التوالي.

Isolateral leaf (Isobilateral leaf) : وهي الورقة التي تقع فيها الطبقة العمادية اسفل البشرة العليا وفوق البشرة السفلى .

Unifacial leaf: وهي الورقة التي تحتوي على نفس التركيب على جانبي الورقة.





4 - الزهرة The Flower

هي عبارة عن غصن محور يحمل اوراقاً محورة تخصصت لغرض التكاثر او المساعدة عليه، وهي عضو التكاثر في مغطاة البذور **Angiosperms**او النباتات الزهرية **Anthaphyta** **(Flowering plants)** وتتألف الزهرة عادة من اوراق محمولة على حامل **Peduncle** او حويمل **Pedicel** ذو نهاية منتفخة يطلق عليها بالتخت **Receptacle** .

الزهرة في مغطاة البذور اربعة اجزاء رئيسية هي: الكأس **Calyx** ويطلق على اوراقه **Sepals** والتويج **Corolla** وتسمى وحدات التويج بالأوراق التويجية **Petals**ثم الاسدية **Stamens**والمدقة او المدقات **Pistils**. ويطلق على حلقتي الكاس والتويج بالغلاف الزهري **Perianth**كما هو الحال في الطماطة ***Lycopersicon*** والباذنجان ***Solanum*** وقد لا يكون الغلاف الزهري متميزاً الى كاس وتويج عندئذ يطلق عليه مصطلح **Perigon** وعلى وحداته **Tepals**وتكون اوراق الغلاف الزهري عقيمة ووظيفتها حماية الاجزاء الزهرية والمساعدة على التكاثر وخصوصاً عملية التلقيح **Pollination**، وقد تكون الزهرة فاقدة للغلاف الزهري عندئذ يطلق عليها بالأزهار العارية **Naked flower**كما في الصفصاف ***Salix***والغرب ***Populus***.

اما الحلقة الثالثة فهي الاسدية **Stamens (Microsporophyll)** ويطلق على مجموعة الاسدية بجهاز الذكورة **Androecium**، اما الحلقة الرابعة فتمثل بالمدقة او المدقات وتبنى من وحدات يطلق عليها بالكربلات **Carpells (Megasporophylls)** ويطلق عليها بجهاز الانوثة **Gynoecium**، كما يطلق على الاسدية والمدقات بالأوراق السبورية **Sporophyll** وهي متخصصة بعملية التكاثر **Reproduction** عندما تحتوي الزهرة على الحلقات الاربعة يطلق عليها بالزهرة الكاملة **Complete flower** كما في الـ**Rosa** غير انها عندما تفقد حلقة من الغلاف الزهري كالكأس او التويج يطلق عليها بالزهرة الناقصة **Incomplete flower** كما في لالة عباس ***Mirabilis***، وعندما تحتوي الزهرة على الاسدية والمدقات يطلق عليها بالزهرة التامة **Perfect flower** الا ان الزهرة عندما تفقد الاسدية او المدقة يطلق عليها بالزهرة غير التامة **Imperfect flower** وهذه اما تكون زهرة ذكرية **Male flower** او **Staminate flower** (♂) او تكون زهرة انثوية **Female flower** او **Carpellate flower** او **Pistilate flower** (♀) .

تتكون الاجزاء التكاثرية من الاسدية **Stamens** والمدقات **Pistils**، وتتألف السداة من المتك **Anther**والخويط **Filament**، ويتكون المتك من فصين عادة يطلق على الواحد منها **Theca** ويحتوي كل فص على كيسين لقاحين ويحتوي كل كيس لقاح **Pollen sac**على الخلايا امية لحبوب اللقاح **Pollen mother cell (PMC)** وتحتوي على **2n** من الكروموسومات وعند نضج المتك تمر هذه الخلايا بانقسامين اختزاليين فتكون كل خلية امية لحبوب اللقاح اربعة حبات من حبوب اللقاح **Pollen grain (n)**.

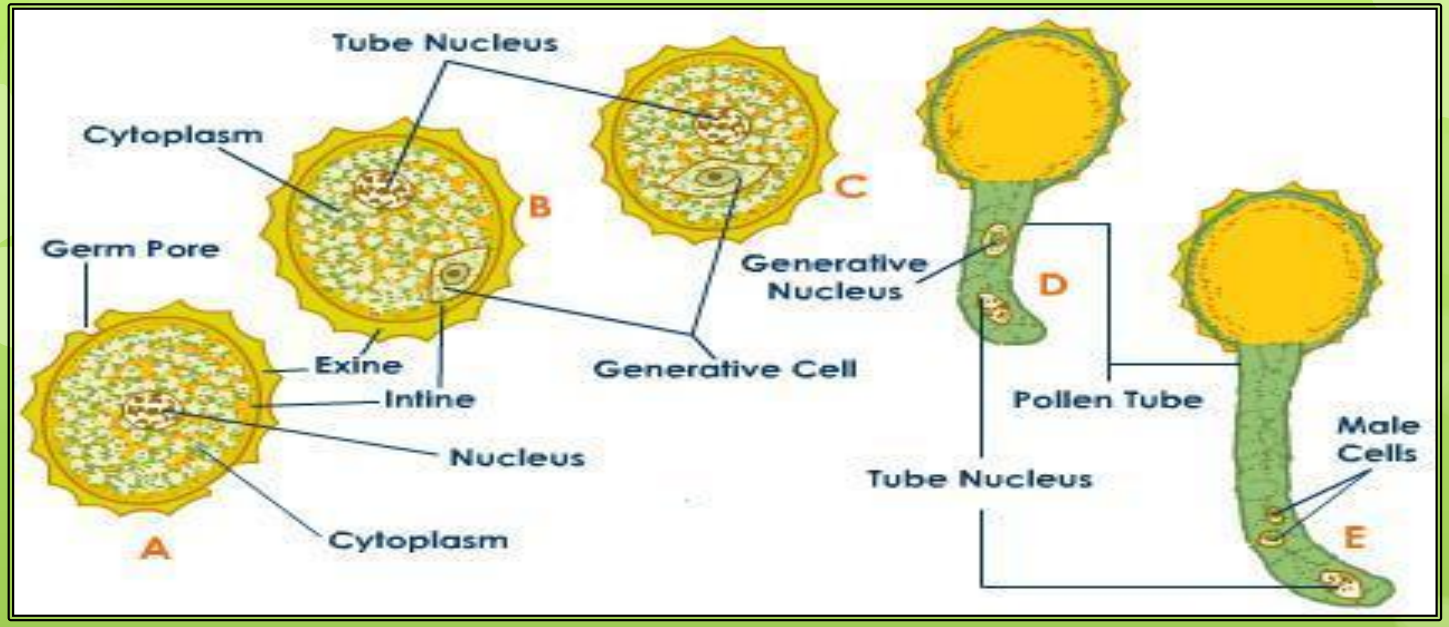
اما المدقة **Pistil** فتبنى من ورقة سبورية محورة تدعى بالكربلة **Carpel** وقد تكون المدقة بسيطة مكونة من كربلة واحدة كما في الباقلاء ***Vicia*** ولكنها قد تكون مركبة من اكثر من كربلة واحدة عندئذ يطلق عليها بالمدقة المركبة **Compound** كما في جنس الحمضيات ***Citrus*** وقد يتألف جهاز الانوثة **Gynoecium**من اكثر من مدقة منفصلة عن بعضها البعض وتتكون كل مدقة من كربلة واحدة كما في حالة الورد الاشرفي ***Rosa***والشليك او الفراولة ***Fragaria***. اما اجزاء المدقة فهي:

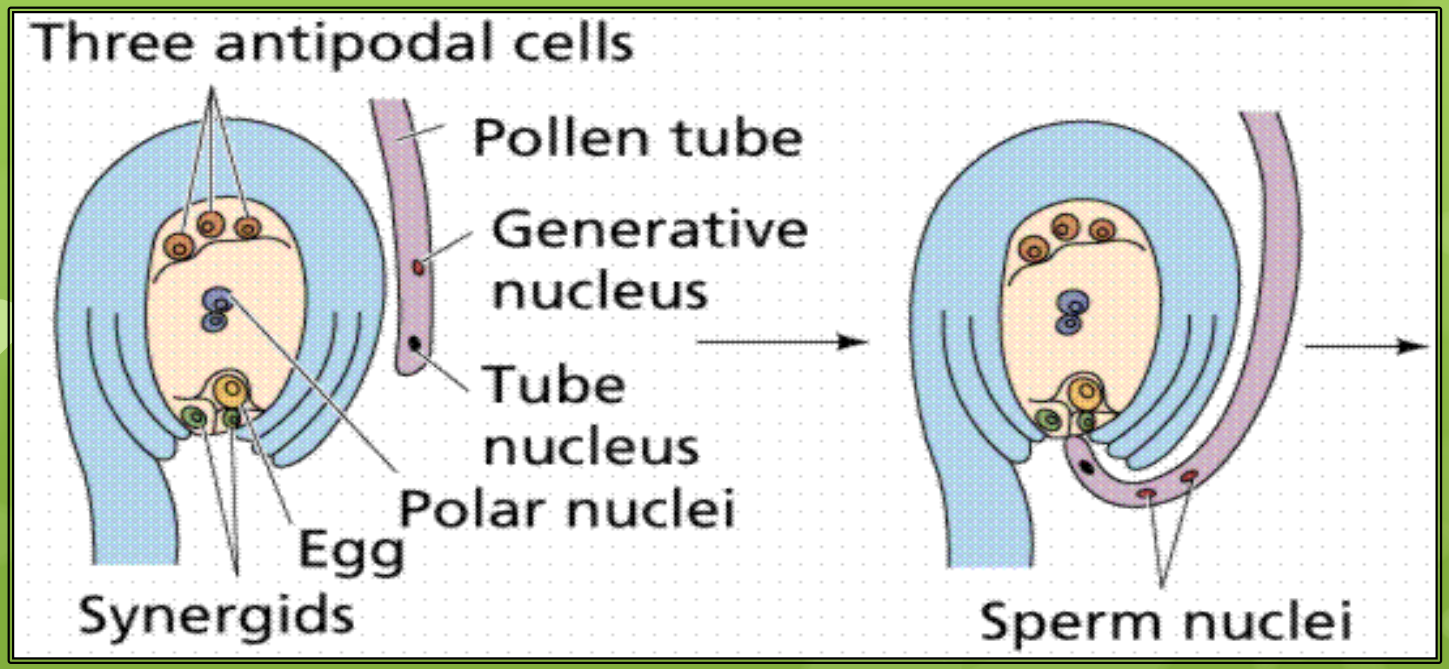
1- الميسم **Stigma** وهو الجزء العلوي من المدقة والمهيء لاستلام حبوب اللقاح حيث يفرز سائل ميسمي **Stigmatic liquid** يساعد على مسك حبوب اللقاح ونموها وبعد نمو انبوب اللقاح يخترق الميسم ثم القلم **Style** ليصل الى البويضات **Ovules** في المبيض **Ovary**.

2- القلم **Style** وهو جزء القلم الذي يصل الميسم بالمبيض ومن خلاله يمر انبوب اللقاح.

3- المبيض **Ovary** وهو الجزء المنتفخ من المدقة والذي يحتوي على البويضات **Ovules** ويتكون المبيض من ردهة واحدة او اكثر او غرف **Locule**.

من المعروف ان حبة اللقاح تحتوي على خلية مولدة **Generative cell** ونواة انبوبية **Tube nucleus**، تعاني الخلية المولدة من انقسام خيطي فتكون كميتين ذكريين **2 male gametes** وبعد اختراق انبوب اللقاح للبويض عن طريق النقير او البويب **Micropyle** تنحل نهايته ثم تنحل النواه الانبوبية ، ثم يتحد احد الكميتين الذكريين مع البيضة ليكون بيضة مخصبة **Zygote (2n)** وهذه تنقسم وتنمو فيتكون الجنين **Embryo** ، اما الكميت الذكري الثاني فيتحد مع النواتين القطبيتين **Polar nuclei** فيؤدي الى تكوين نواة الاندوسبرم **Andosperm nucleus (3n)** ويطلق على هاتين العمليتين بالإخصاب المزدوج **Double fertilization** وبعد عملية الاخصاب تنمو البويضات الى بذور **Seeds** والمبيض الى ثمار.


Tube Nucleus
Cytoplasm
B
C
Germ Pore
Generative Nucleus
D
Exine
Intine
Generative Cell
Pollen Tube
Male Cells
Nucleus
Tube Nucleus
Cytoplasm
A
E


Three antipodal cells
Pollen tube
Generative nucleus
Tube nucleus
Polar nuclei
Egg
Synergids
Sperm nuclei

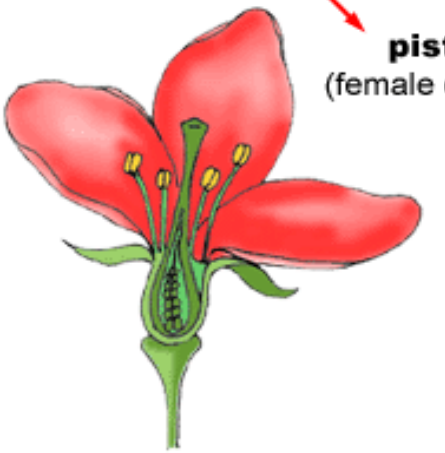
© E.M. Collins 2001

flower
(bisexual)

mature plant
with stem, roots and leaves

stamen
(male organ)

pistil
(female organ)



embryo
(inside seed)

ovule
(containing a megaspore mother cell)

anther
(containing microspore mother cells)

zygote

sporophyte (2n)

MEIOSIS

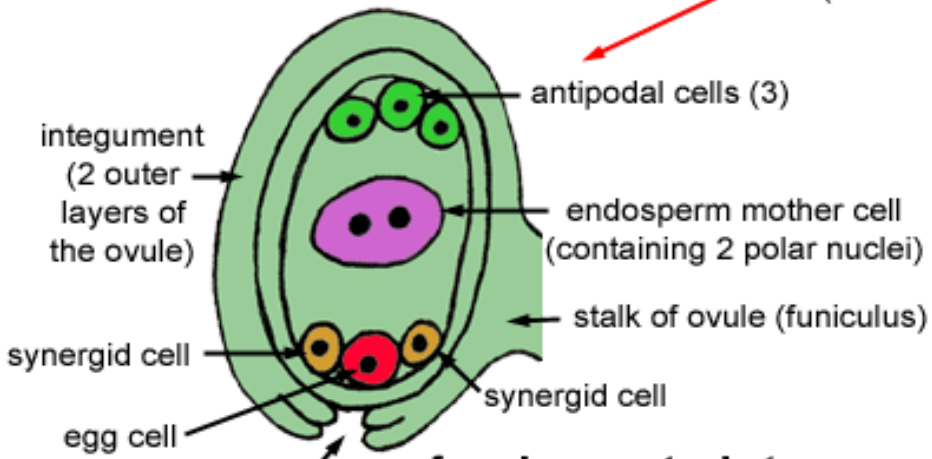
FERTILIZATION

gametophyte (n)

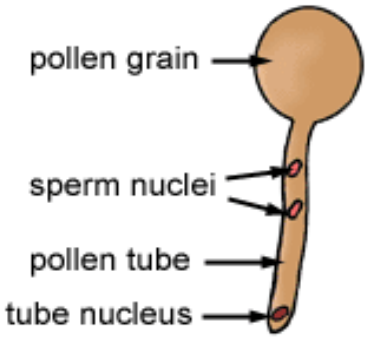
sperm #1 + egg = zygote (2n)
sperm #2 + 2 polar nuclei = endosperm (3n)

one functional **megaspore** (inside ovule)

microspore (pollen grain)



female gametophyte
7 celled (8 nucleate) embryo sac



male gametophyte