Plant Morphology

د. محمد كامل أحمد

لطلاب الفرقة الاولي بيولوجي ساعات معتمدة

2024/2025

الفهرس

المقدمة	2
علم الشكل الظاهرى وتشريح النبات	5
النباتات الزهرية	5
الصفات العامة للنباتات ذات الفلقتين	7
الصفات العامة للنباتات ذات الفلقة	8
البذور	10
التركيب العام للبذور	12
اغلفة البذرة	12
الجنين	13
الغذاء المدخر	14
تفاعلات تحول المواد النشوية داخل البذور	15
تفاعلات تحول المواد الدهنية داخل البذور	16
تفاعلات تحول المواد البروتينية داخل البذور	16
امثلة لتركيب البذرة فى بعض الفلقات	17
بذرة الفاصوليا	17
بذرة الخروع	17
حبة الذرة	19
انبات البذور	21
الماء	21
الاكسجين	22
درجة الحرارة المناسبة	22
الضوء	23
حيوية الجنين	23
كمون البذور	24
اسباب حدوث الكمون فى بذور النباتات المختلفة	25
امثلة لانبات بذور بعض النباتات	27
الجذر	37
التركيب المورفولوجى للجذر	38
انواع الجذور	42

الساق	54
انواع السيقان	59
تفرع الساق	65
السيقان المتحورة	70
الورقة	82
الصور المختلفة للاوراق	90
الاوراق المتحورة	98
التكاثر الخضرى	106
الأعضاء النباتية التى تستخدم فى التكاثر	108
التكاثر بالعقل	108
التكاثر بالترقيد	109
التطعيم	111
التكاثر بالدرنات – الكورمات – الريزومات ـ الأبصال	114
التكاثر بالأوراق	115
التكاثر بالجذور	115

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سَنُرِيهِمْ آيَاتِنَا فِي الْآفَاقِ وَفِي

أَنْفُسِهِمْ حَتَّى يَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ

الْحَقُّ أَوَلَمْ يَكْفِ بِرَبِّكَ أَنَّهُ

عَلَى كُلِّ شَيْءٍ شَهِيدٌ"

صدق الله العظيم

مقدمة

Introduction

يعتبر النبات همزة الوصل بين الموت و الحياة فهو الكائن الوحيد الذى نعرفه وله القدرة على تحويل المكونات غير الحية إلى مكونات حية . فالنبات يحوّل ثانى أكسيد الكربون والماء وهما مكونات غير حية إلى مواد عضوية، تتعقد لتكون لنا المادة الوراثية التى تعتبر الأمين على صفات الكائن والمتحكم فى كل نشاطاته ووظائفه الحيوية، فى وجود الضوء ومادة الكلورفيل الخضراء التى توجد فى داخل النبات. كما أن النبات هو الكائن الوحيد الذى يعيش فى وسطين مختلفين طيلة حياته فتكون جذوره تحت الأرض أو الماء وبقية النبات فوق الأرض أو أحيانا مغمورا تحت الماء كله أو جزءً منه. كما وهب الله النبات القدرة على تنقية الجو من ثانى أكسيد الكربون الذى يعتبر المكون الرئيسي المسئول عن ظاهرة الإحتباس الحرارى على سطح الأرض والتى تهدد الحياة برمتها فى العصر الراهن.

لقد تعامل الإنسان منذ نزوله على الأرض مع النبات كغذاء رئيسي له وللحيوان وبدأ التعرف علية والتفريق بين النباتات المختلفة من خلال خصائصها المورفولوجية وفرق بينها وبين الحيوانات. فقد قسّم أرسطو الكائنات الحية كلها بين النباتات والحيوانات. و تعد مملكة النبات حاليا إحدى الممالك الخمس في النظام الحديث. ميز أرسطو النباتات بأنها عديمة الحركة. وقد سماها كارولوس لينيوس بمملكة النبات أو باللاتينية *Vegetabilia* **ثم تم تسميتها** *Plantae* **. ومع الوقت ظهر عدم تجانس مملكة النباتات واحتوائها على مجموعات غير مرتبطة بالنباتات**

الحقيقية، لذلك سرعان ما تم فصل الفطريات و الأشنات من مملكة النباتات لتوضع في مملكة مستقلة. بالرغم من ذلك ما تزال تعتبر الفطريات والأشنات ذات خواص نباتية عديدة. ومع تقسيم النباتات إلى نباتات زهرية وغير زهرية فقد أصبحت النباتات الخضراء محل إهتمام الكثير من العلماء فقد قام كارلوس لينيوس بتقسيم مملكة النبات إلى 25 رتبة تعددت فيها العائلات ورغم إعتماد لينيوس الرئيسي على الزهرة إلا أن الشكل الظاهرى يلعب دورا مهما فى تصنيف النبات.

المورفولوجيا (*Morphology*) **أو علم دراسة الشكل الظاهري يهتم بدراسة شكل وتعضي الكائنات الحية أو أحد أعضائها من ناحية المظهر الخارجي.**

يتناول هذا الكتاب استعراضا مناسبا للوصف المورفولوجى للنباتات مغطاة البذور من التركيب والشكل الظاهرى ، بالإضافة إلى العلاقه بين تركيب النبات الزهرى وعوامل البيئة التى يعيش فيها مع إيضاح التحورات التى تحدث فى الشكل الظاهرى والتركيب الداخلى مما يحقق التأقلم لهذه النباتات مع البيئة التى تعيش فيها. كما يتعرض بصورة مبسطة لأنواع التكاثر

دكتور

محمد كامل أحمد

علم الشكل الظاهرى وتشريح النبات

Plant Morphology and Anatomy

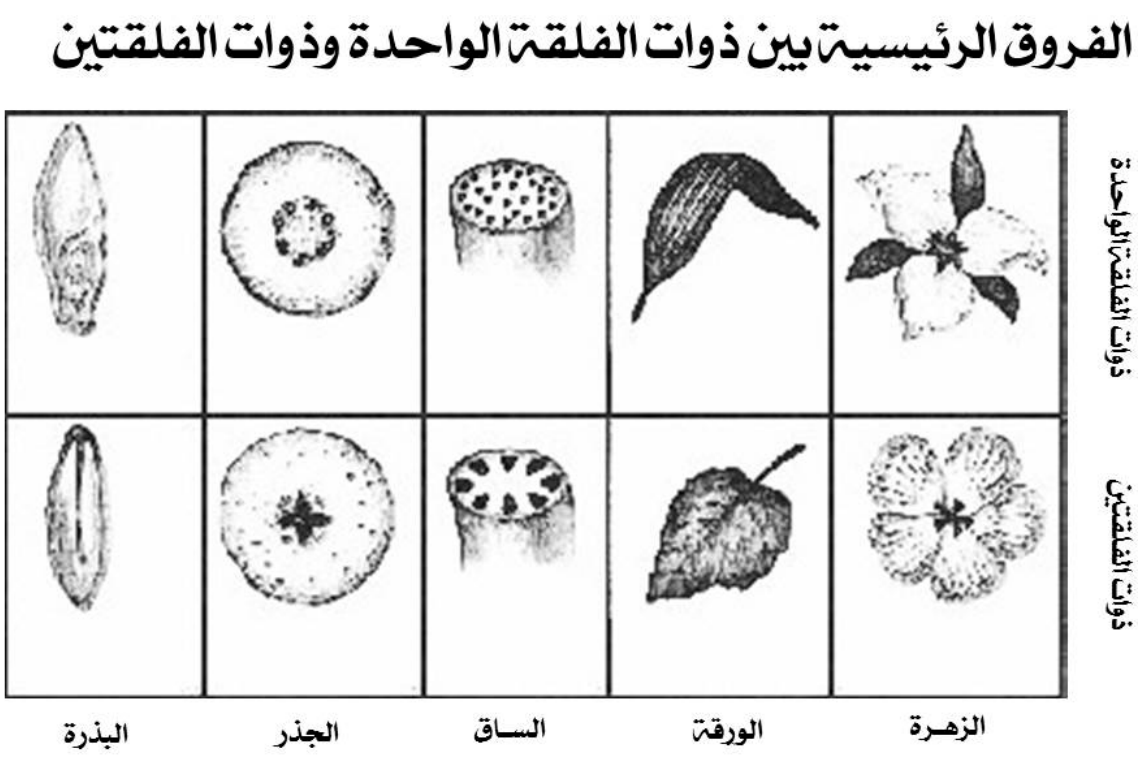
يمثل هذا العلم أحد الفروع الرئيسية لعلم النبات حيث يهتم بدراسة النبات خارجيا عن طريق الوصف الدقيق له ولأجزائه المختلفة إلى جانب دراسة تركيبه داخليا عن طريق اعداد قطاعات تشريحية ودراستها مجهريا ثم وصفها على المستوى التركيبى الخلوى، فشكل النبات ليس مجرد مظهر خارجى فقط وإنما هو إيضاح لوجود تنظيم وتوزيع العمل داخل جسم النبات. ولهذا الفرع من المعرفه علاقه وطيدة بفروع علم النبات الأخرى مثل علم الأجنة، علم البيئة النباتية، علم الخلية، علم الأنسجة، علم فسيولوجيا النبات .... الخ، كما أنه يرتبط بالعلوم الأخرى مثل علم الوراثة، علم أمراض النبات، علم الفطريات، علم الطحالب....الخ.

النباتات الزهرية *The flowering plants*

يتميز النبات الزهرى بتكوين أزهار التى يتكون عنها بذورا تكون محاطة بأغلفة ثمرية ولهذا فإنها تسمى بالنباتات مغطاة البذور *Angiosperms* .

تقسم النباتات الزهرية إلى مجموعتين هما ذوات الفلقة الواحدة *Monocotyledons* ومجموعة النباتات ذوات الفلقتين *Dicotyledons* وهما مصطلحان يصفان تركيب الأجنة.

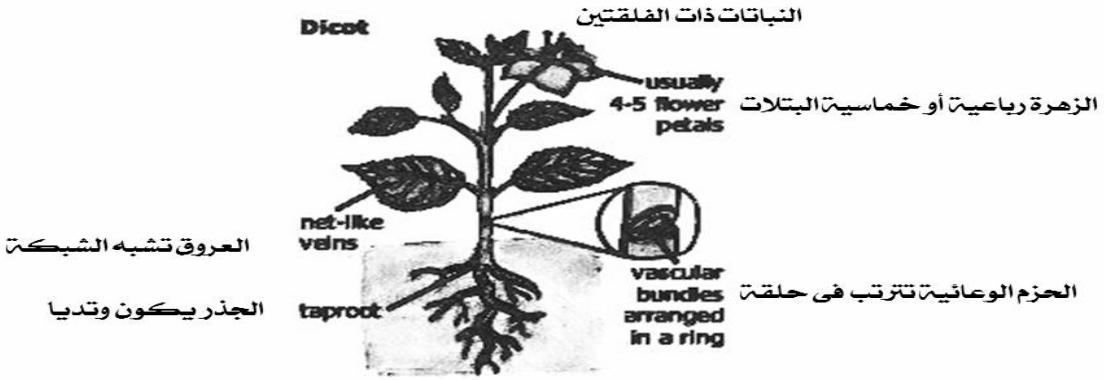
وكما هو موضح بالشكل رقم (1) الذى تظهر به أهم الفروق الجوهرية بين النباتات ذوات الفلقة الواحدة مثل الذرة والأرز والقمح والشعير والقصب، والنباتات من ذوات الفلقتين مثل الفول والفاصوليا والبازلاء والطماطم والفلفل.



الشكل رقم (1) يوضح الفروق الرئيسية بين النباتات ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين.

الصفات العامة لنباتات ذات الفلقتين

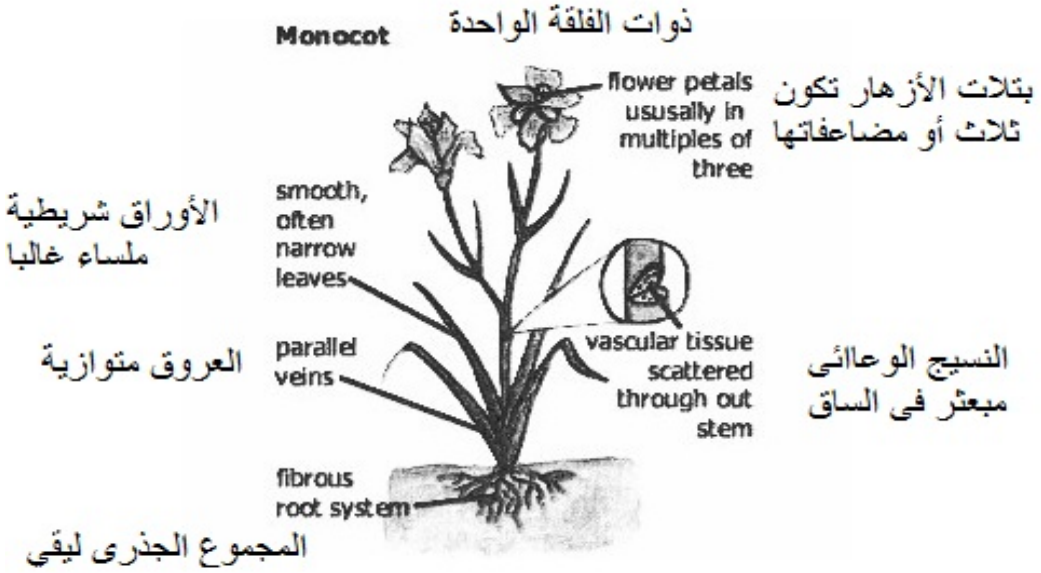
- البذور اندوسبرمية أو عديمة الاندوسبرم
- محور الجنين عليه فلقتين
- الإنبات هوائي في معظم البذور
- المجموع الجذري وتدي
- الأوراق بسيطة أو مركبة، التعريق شبكي أو ريشي
- الحزم الوعائية جانبية مفتوحة ويحدث بها نمو ثانوي
- الأزهار رباعية أو خماسية الأوراق الزهرية.



الشكل رقم (2) يوضح الخصائص الرئيسية فى النباتات ذوات الفلقتين.

الصفات العامة لنباتات ذات الفلقة

- البذور غالبا اندوسبرمية
- محور الجنين عليه فلقة محاطة بغمد الفلقة أو غمد الريشة أو الاثنين معا.
- الإنبات غالبا أرضى
- المجموع الجذري ليفي
- الأوراق بسيطة عادة
- التعريق متوازي طولي أو عرضي
- الحزم الوعائية جانبية مقفلة ونادرا ما يحدث النمو الثانوي
- الأزهار ثلاثية الأوراق الزهرية.



الشكل رقم (3) يوضح الخصائص الرئيسية فى النباتات ذوات الفلقة الواحدة.

البـــذرة

Seed

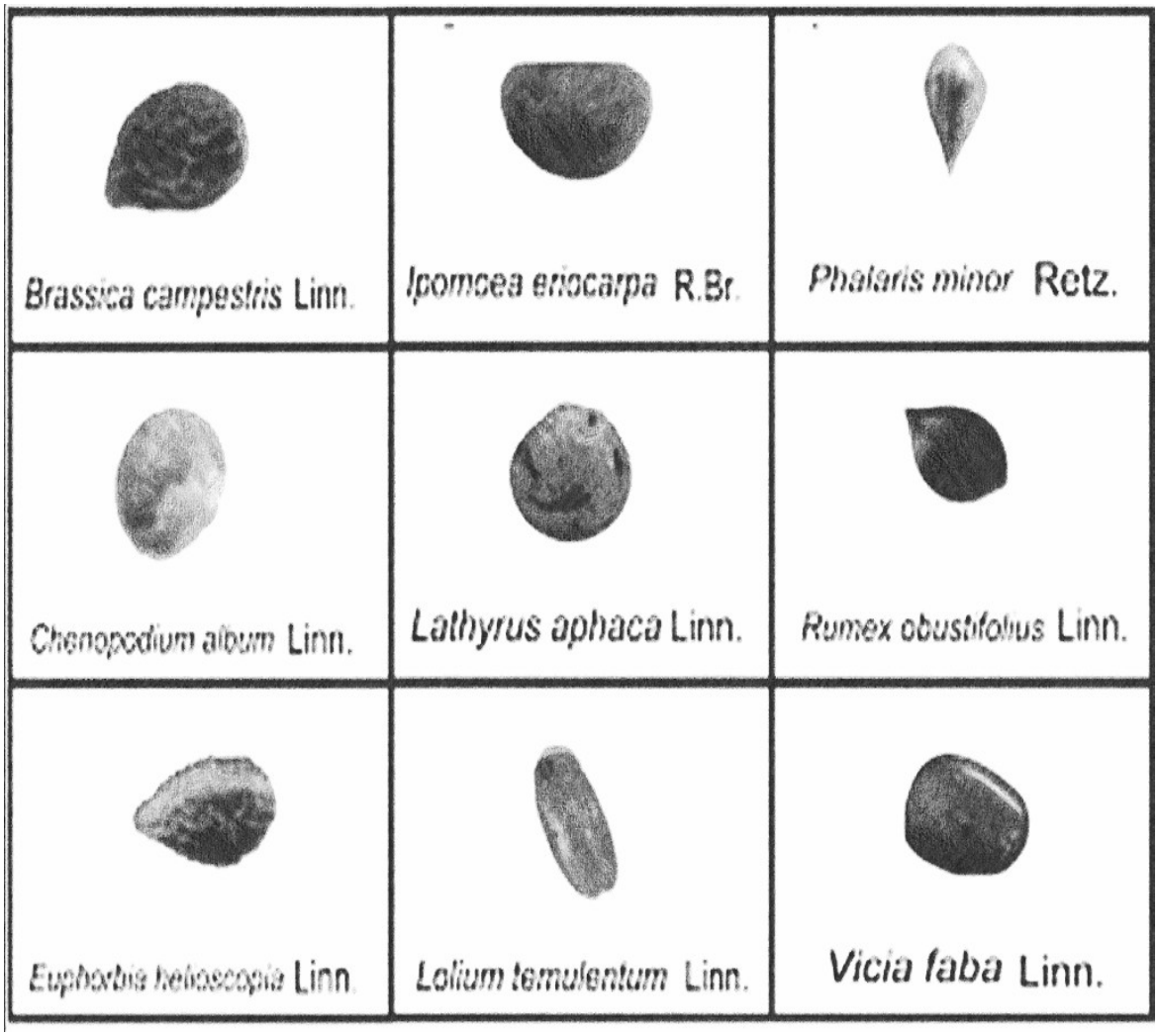
البـــذور

SEEDS

البذرة عبارة عن نبات جنينى فى حالة سكون يتزود بغذاء مختزن ، وتتكون البذور فى النباتات البذرية بواسطة عملية تكاثر جنسى حيث تندمج نواة (بيضة) توجد داخل الكيس الجنينى للبويضة مع نواة مذكرة من حبة اللقاح ليتكون الجنين الذى تحيط به مواد غذائية قد تختزن فى انسجة الجنين نفسه أو داخل نسيج خاص يعرف بالاندوسبرم *Endosperm* . ويظل الجنين فى حالة سكون داخل البذرة إلى أن تتوفر له الظروف الملائمة لإستعادة نشاطه فينمو على حساب المواد الغذائية المدخرة ليكون بادرة صغيرة ، سريعا ما تعتمد على نفسها فى تكوين غذائها وتستمر فى نموها لتكون نباتا بالغا.

وتختلف بذور النباتات المختلفة فى الشكل والحجم والملمس (شكل 4)، فمنها ما هو صغير للغاية يرى بصعوبة (بذور الهالوك) ومنها ما هو كبير نسبيا (جوز الهند) ، ومنها ما هو كروى أو صولجانى أو بيضى أو مستطيل أو مضلع أو غير منتظم الشكل ، ومنها ما قد يكون ناعم الملمس بغلاف جلدى أو غشائى أو خشن الملمس مزود بزوائد تساعد على الانتشار

وتشترك البذور جميعا فى ميزة واحدة وهى انها تتكون نتيجة عملية إخصاب كما أنها تتركب من أجزاء معينة متشابهة.



الشكل رقم (4) يوضح أشكال وأحجام وملمس بعض بذور النباتات.

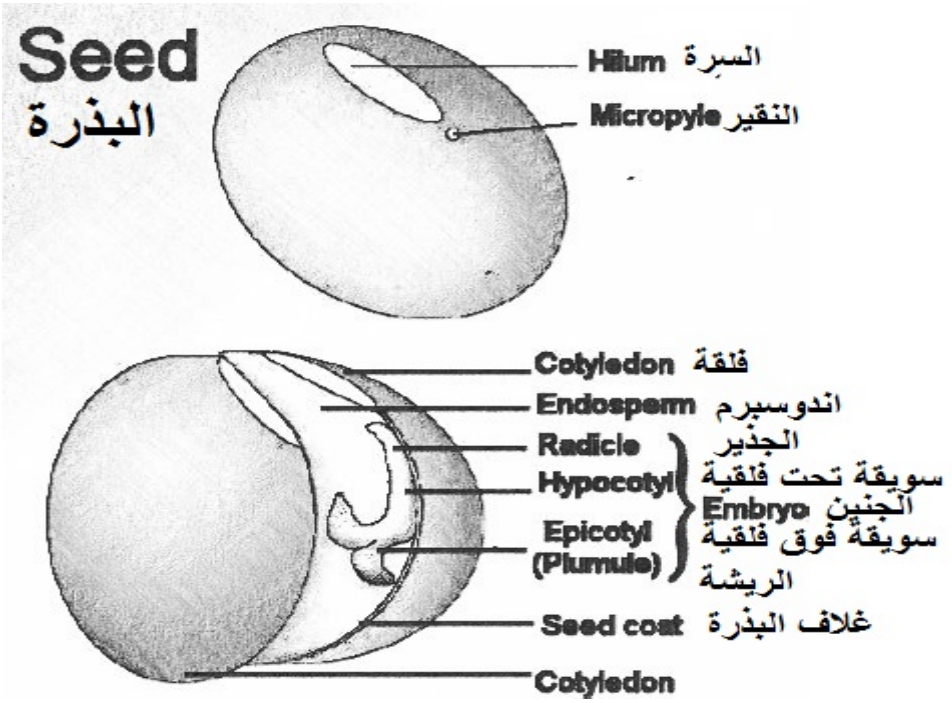
التركيب العام للبذور

تتركب البذور عموما من ثلاث أجزاء رئيسية هى (شكل 4) الجنين ، أغلفة البذرة و المواد الغذائية المدخرة التى يستغلها الجنين أثناء نموه وإستعادة نشاطه.

أغلفة البذرة *Seed coats*

تنشأ أغلفة البذرة من أغلفة البويضة بعد عملية الإخصاب ، وغالبا ما يوجد غلافان يمثلان غلافي البويضة ، وفى البويضات التى يوجد لها غلاف واحد فتكون البذرة ذات غلاف واحد ، وفى هذه الحالة يكون الغلاف عادة صلبا وخشنا ، أما إذا وجد غلافإن بذريان فإن الداخلى منها يكون رقيقا ويطلق على الغلاف الخارجى للبذرة اسم القصرة *Testa* وكثيرا ما يوجد على غلاف البذرة أدلة تركيبية واضحة تدل على أصله ، فتوجد عليها ندبة واضحة تمثل موضع اتصال البذرة بالحبل السرى تسمى بالسرة *Hilum* ، كما يوجد ثقب صغير يعرف بالنقير *Micropyle* وهو يمثل الموضع الذى تمر خلاله انبوبة اللقاح مخترقة اغلفة البويضة لتصل إلى الكيس الجنينى وكثيرا ما يستمر وجود النقير فى البذرة الناضجة كثقب دقيق يساعد على دخول الماء إلى داخل البذرة أثناء عملية الإنبات . ووظيفة اغلفة البذرة هى حماية الجنين من المؤثرات الخارجية وفى الحبوب تتحد قصرة البذرة الوحيدة بغلاف الثمرة لتكون ما يعرف

بغلاف الحبة كما فى القمح والذرة ، وقد تكون القصرة جلدية كما فى الفول والفاصوليا والبسلة أو غشائية كما فى الفول السودانى (الغشاء البنى اللون) أو صلبة كما فى الخردل.



الشكل رقم (4) يوضح الشكل والتركيب لبذرة من ذوات الفلقتين.

الجنين *Embryo*

تختلف الأجنة فى بذور النباتات المختلفة فى الحجم والشكل ولكنها عموما تتشابه فى التركيب ، ويتركب الجنين من محور صغير يحمل فلقة *Cotyledon* أو أكثر تمثل الأوراق الجنينية أو البذرية وهى أوراق متحورة تختلف فى الشكل عن الأوراق الخضرية لنفس النبات وهى التى تخرج أولا . ويعرف الطرف السفلى للمحور بالجذير *Radicale* أو الجذر الجنينى ، أما

الطرف العلوى للمحور فهو عبارة عن منطقة نمو انشائية تغلفها أوراق خضرية برعمية وتعرف باسم الريشة *Plumule* وتسمى المنطقة ما بين الجذير وموضع اتصال الفلقات بالمحور باسم السويقة تحت الفلقية *Hypocotyle* اما المنطقة التى تقع بين الريشة وموضع اتصال الفلقات بالمحور فتسمى بالسويقة فوق الفلقية *Epicotyle* ، ويختلف عدد الفلقات فى بذور النباتات وتستخدم هذه الصفة فى تقسيم النباتات مغطاة البذور . فالبذور التى تحتوى اجنتها على فلقة واحدة تتبع نباتات ذوات الفلقة الواحدة *Monocotyledonous* اما البذور التى تحتوى اجنتها على فلقتين فتتبع نباتات ذوات الفلقتين *Dicotyledonous* واما النباتات معراة البذور فتحتوى اجنتها على عدد من الفلقات يصل إلى اكثر من عشرة.

الغذاء المدخر *Stored food*

قد يختزن الغذاء فى بذور بعض النباتات فى الجنين وخاصة فى انسجة الفلقات ولهذا فتكون الفلقات متضخمة ومتشحمة وتعرف البذرة فى هذه الحاله بانها غير اندوسبريمية *Exendospermic* كما فى بذور البقوليات ، أو قد يختزن الغذاء خارج الجنين فى نسيج خاص يعرف بالاندوسبيرم *Endosperm* وتعرف البذرة فى هذه الحاله بانها اندوسبريمية

Endospermic وفى هذه الحالة تظل الفلقات رقيقة وغشائية كما فى الخروع والذرة .

والغذاء المختزن فى البذور يتكون اساسا من مواد كربوهيدراتية ودهنية وبروتينية ، وتوجد المواد الكربوهيدراتية على شكل نشا أو سكريات اخرى ، ويمثل النشا الصورة الغالبة للمواد الكربوهيدراتية المختزنة كما فى الحبوب ، وتوجد اشباه السيليلوز فى جدر خلايا الاندوسبيرم فى بذور البلح والبن والبصل ولهذا تظهر بذور هذه الأنواع النباتية صلبة. ولكى يستفيد الجنين النامى من هذه المواد الغذائية فلابد ان تتحول إلى صورة ذائبة حتى تستطيع ان تنتشر خلال جدر الخلايا ، ويحدث هذا التحول الكيميائى بواسطة مجموعة من الانزيمات يفرزها الجنين اثناء الإنبات وتقوم بتحويل هذه المواد من صورتها المعقدة الغير ذائبة إلى صورة بسيطة ذائبة.

تفاعلات تحول المواد النشوية داخل البذور:

النشا يتحول بواسطة انزيم الدياستيز إلى جلوكوز كما يتحول السليلوز بواسطة انزيم سليوليز إلى سلوبيوز (سكر ثنائى) والذى يتحول بدوره بواسطة انزيم السلوبييز إلى جلوكوز .

تفاعلات تحول المواد الدهنية داخل البذور:

تختزن الدهون والزيوت فى بذور بعض النباتات ، وغالبا ما تكون فى شكل قطرات زيتية فى الجنين أو فى الفلقات وتوجد هذه المواد بوفرة فى بذور الفول السودانى وفول الصويا والقطن والخروع وعباد الشمس والكتان . وتتحول الدهون اثناء فترة الإنبات بواسطة انزيم الليبيز إلى أحماض دهنية و جلسرين لتكون سهلة الامتصاص بواسطة الجنين.

تفاعلات تحول المواد البروتينية داخل البذور:

تختزن البروتينات فى جميع أنواع البذور حيث انها مواد ضرورية لنمو الجنين وتكوين البروتوبلازم. وقد تختزن بعض البذور هذه المواد بوفرة كما فى بذور البقوليات وفى القمح تختزن المواد البروتينية فى طبقه خاصه بالاندوسبيرم تحت القصرة تعرف بالطبقه الاليرونية *Aleurone layer* . تتحول البروتينات من الصورة المعقدة غير الذائبة بواسطة انزيم البروتييز إلى صورة بسيطة ذائبة يسهل امتصاصها على الجنين وهى أحماض أمينية وببتيدات.

أمثلة لتركيب البذرة فى بعض النباتات

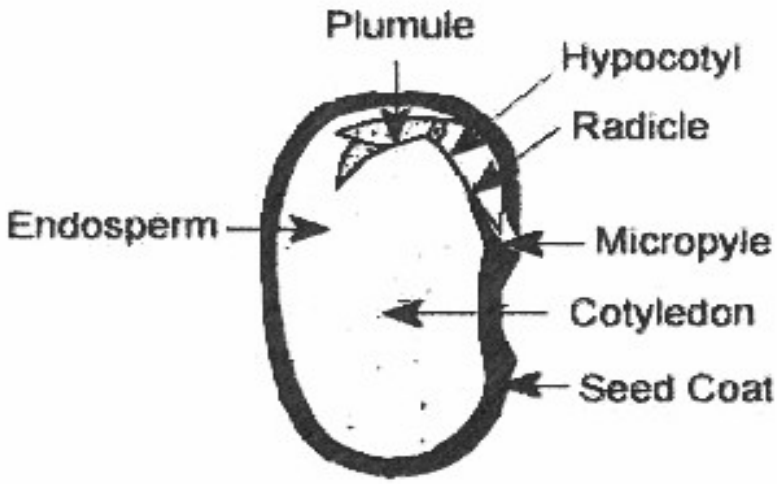
بذرة الفاصوليا *Phaseolus vulgaris*

تمثل بذرة الفاصوليا (شكل رقم 5) بذرة غير إندوسبيرمية من ذوات الفلقتين ، والبذرة كلوية الشكل قصرتها جلدية بيضاء ، ويوجد انتفاخ مثلث الشكل عند أحد طرفى السرة يوضح موضع الجذير . والسرة ندبة صغيرة تمثل موضع اتصال البذرة بالحبل السرى ، ويتركب الجنين من فلقتين متشحمتين تختزن بهما المواد الغذائية وهى مواد بروتينية ونشوية ، والريشة وهى صغيرة وتوجد بين الفلقتين، أما الجذير فهو رفيع مدبب ويتجه ناحية النقير ، وتحمل الريشة ورقتين برعميتين تحيطان بمنطقه النمو الانشائية وتصبح هاتان الورقتان أول أوراق خضرية حقيقية يحملها النبات فى المراحل المبكرة للانبات.

بذرة الخروع *Riccinus communis*

بذرة مستطيلة اندوسبرمية من ذوات الفلقتين (شكل رقم 5) وقصرتها صلبة بنية اللون مبرقشة . ويوجد عند أحد طرفي البذرة إنتفاخ إسفنجى أبيض يسمى بالبسباسة *Caruncle* يوجد تحته السرة والنقير ،

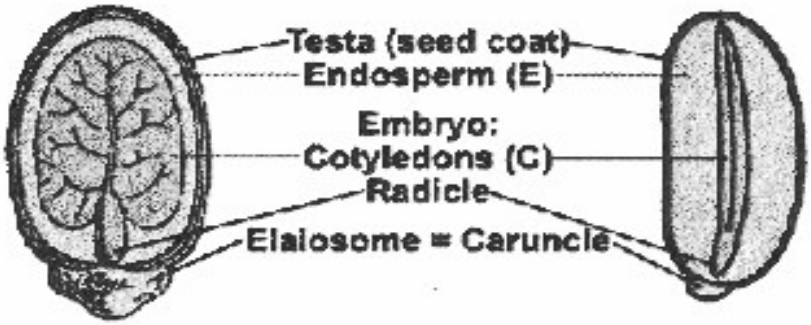
وتمثل البسباسة تضخما فى قاعدة الحبل السرى الذى يصل البذرة بجدار الثمرة . وتتشرب البسباسة الماء بسهولة ، ولهذا فهى تساعد على وصول الماء



Phaseolus vulgaris
(green been)

بذرة نبات الفاصوليا

***Ricinus communis* - castor bean (Euphorbiaceae)**



بذرة نبات الخروع

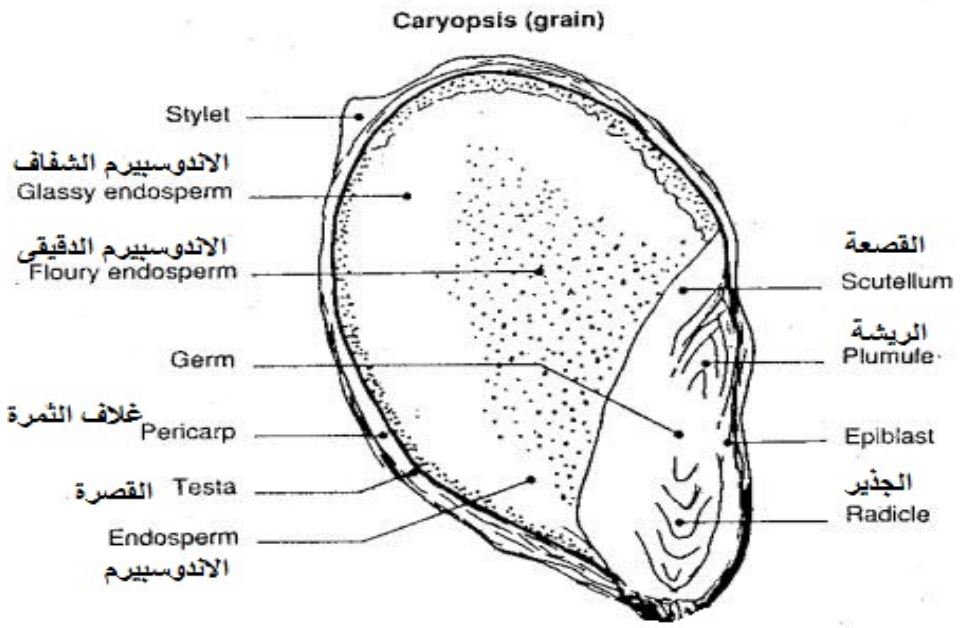
الشكل رقم (5) يوضح الشكل والتركيب لبذرتي الفاصوليا والخروع.

بكمية كافية أثناء الإنبات . وعند نزع القصرة يلاحظ وجود غشاء أبيض رقيق تحت القصرة مباشرة يعرف بالشغاف *Tegmen* وبعمل قطاع عرضى فى البذرة يمكن رؤية الفلقتين الغشائيتين يحيط بهما الاندوسبيرم ، وبعمل قطاع طولى منصف للبذرة يمكن تمييز إحدى الفلقتين ويوجد بهما تعرق واضح وتحتها يوجد الاندوسبيرم المتشحم الذى يمتلئ بالمواد الدهنية . ويلاحظ اتصال الفلقتين عند الطرف القريب من البسباسة بالريشة والجذير . ويحتوى الاندوسبيرم على حوالى 40 – 50 ٪ مواد دهنية و 15 – 20 ٪ مواد بروتينية على شكل حبيبات الاليرون البروتينية . ويستخرج زيت الخروع من هذه البذور.

حبة الذرة *Zea mays*

حبة الذرة عبارة عن ثمرة كاملة (الشكل رقم 6)، التحم فيها غلاف البذرة بغلاف الثمرة التحاما كاملا ، وحبة الذرة إندوسبيرمية من ذوات الفلقة الواحدة والحبة عريضة ومفلطحة ذات طرف عريض وأخر مدبب وتتصل بالقولحة من طرفها المدبب ، ويوجد على الطرف الأخر العريض ندبة تمثل بقايا القلم ، ويوجد على أحد سطحي الحبة جزء مقعر يعرف بالمنخفض البيضى وهو يحدد موضع الجنين ، ويمكن التعرف على أجزاء البذرة المختلفة بعمل قطاع طولى عمودى على السطح العريض يمر بموضع الجنين ، ويلاحظ ان الجنين ينغمس داخل الاندوسبيرم ويمكن تمييز نوعين

من الاندوسبيرم . الاندوسبيرم النشوى (وهو ابيض نشوى ويوجد بجوار الجنين) والاندوسبيرم القرنى (وهو عديم اللون شديد الصلابه ويوجد ناحية الخارج ويحتوى على مواد نشوية وبعض المواد البروتينية) ويتكون الجنين من فلقة واحدة تعرف بالقصعة *Scutellum* والجذير والريشة ، والقصعة عريضة منبسطة تلاصق الاندوسبيرم مباشرة وتعمل على امتصاص المواد الغذائية من الاندوسبيرم وتوصيلها إلى الجنين . ويوجد الجذير ناحية الطرف المدبب للحبة ويغلفه غمد يعرف بغمد الجذير ، اما الريشة فتوجد ناحية الطرف العريض للحبة وهى تتكون من منطقة نمو إنشائية يغلفها غمد الريشة.



الشكل رقم (6) يوضح تركيب بذرة نبات الذرة.

إنبات البذور *Seed Germination*

عملية الإنبات هى استعادة الجنين الساكن لنشاطه ونموه ، ويبدأ ذلك بتمزق اغلفة البذرة وخروج النبات الصغير منها . وتنبت بذور النباتات عندما تتهيأ لها الظروف الملائمة ، وقد يحدث أن تنبت البذرة وهى مازالت فى الثمرة ، أو بمجرد نضجها وهناك بعض أنواع البذور التى لا تنبت إلا بعد فترة من الزمن تتروح بين أيام أو شهور أو قد تصل إلى عدة سنوات . وعموما فإن إنبات البذور جميعا يتطلب توافر ظروف بيئية ملائمة قبل البدء فى عملية الإنبات ومن هذه العوامل:

المـــــاء

تمتاز البذور لمعظم الأنواع النباتية بان محتواها من الماء قليل جدا حوالى (15 ٪) وهذا هو السبب الرئيسى الذى يجعل البذور الجافة غير قادرة على الإنبات . ولا يحدث الإنبات إلا إذا امتص الجنين كمية كافية من الماء ، وفى هذه الحالة تنتفخ البذرة وينتج عن ذلك ضغط داخلى ينتج عنه تمزق القصرة . ولا يشترط ان يكون المحتوى المائى للتربة عاليا جدا حتى يحدث الإنبات ، وقد يكفى لذلك وجود كمية من الرطوبه فى البيئة المحيطة بالبذرة . وحيث أن العمليات الفسيولوجية فى الخلايا الحية تتم أساسا فى وسط مائى فإن امتصاص الماء يعتبر شرطا أساسيا للانبات .

الاكسجين

تختلف البذور فى حاجتها إلى الاكسجين ، ولكن فى معظم الاحوال لابد من وفرة الاكسجين لعملية الإنبات، وتتأثر كمية الاكسجين الموجودة بالتربة بالمحتوى المائى للتربة حيث توجد بينهما علاقة عكسية فكلما زاد المحتوى المائى بالتربة قل المحتوى من الاكسجين بها ، وقد لا تنبت البذور فى تربة مشبعة بالماء وذلك لعدم وفرة الاكسجين ووجود كمية عالية من ثانى اكسيد الكربون . والاكسجين لازم لتنفس الجنين اثناء عملية الإنبات .

درجة الحرارة المناسبة

تتباين البذور كثيرا من ناحية درجة الحرارة الملائمة للإنبات ، وإذا لم توجد عوامل محددة أخرى فإن بذور أى نوع نباتى تنبت فى مجال معين من درجات الحرارة ولكنها لا تنبت فى درجات حرارة أعلى أو أقل من هذا المجال . وعموما فإن بذور نباتات المناطق المعتدلة تنبت فى مجال حرارى أقل من المجال الذى تنبت فية بذور نباتات المناطق الاستوائية.

فبذور القمح مثلا تنبت فى درجات من الحرارة تتراوح بين (0 – 35 م) أما بذور نبات الذرة (وهو من نباتات المناطق شبه الاستوائية) فهى تنبت بين 10 – 45 م ، وتقع درجة الحرارة المثلى (وهى أحسن درجه ملائمة للإنبات) فى منتصف المجال الحرارى تقريبا، ومن الصعب تحديد درجة حرارة معينة

على أنها درجة الحرارة المثلى لان هذه الدرجة تختلف بإختلاف الظروف البيئية الأخرى السائدة.

الضـــــوء

من البذور ما لايستطيع الإنبات فى وجود الضوء مثل بذور البصل وبعض افراد العائله الزنبقية ، وهناك بعض البذور الاخرى التى لا تنبت الا فى وجود الضوء مثل بعض أنواع الفيكس ، وفى معظم الأنواع النباتية فإن الضوء لا يؤثر كثيرا على الإنبات .

حيوية الجنين

يجب أن يكون الجنين حيا لكى تنبت البذرة ، فالبذور المتعفنة أو التى ثقبتها الحشرات وأكلت أجنتها أو التى تعرضت لمواد كيميائية سامة فى تركيزات عالية ، أو التى قتلت أجنتها بالتعرض لدرجات عالية أو التأكسد البطئ نتيجه طول إختزانها فهذه البذور لاتنبت حتى إذا توفرت لها جميع الظروف الأخرى.

وتؤثر ظروف التخزين على حيوية البذرة . وقد ثبت أن تخزين البذرة فى درجات حرارة منخفضة يطيل من عمرها لانه يقلل من النشاط الحيوى للجنين ويبطئ من العمليات الفيسيولوجية التى تؤدى إلى استهلاك المواد

الغذائية المختزنة . وعلى العموم فإن البذور ذات القصرة السميكة تكون أطول عمرا من البذور ذات القصرة الرقيقه.

ولعل أطول عمر سجل فى البذور هو لاحد أنواع نبات اللوتس ، فقد عثر على بذور حية لهذا النبات فى منشوريا مطمورة تحت سطح الأرض فى منطقة قدّر عمرها بما يزيد على الالف عام . وفى اليابان عثر على بذور هذا النبات أيضا حية مطمورة فى منطقه قدّر عمرها بحوالى 3000عام . وبذور النباتات البقولية تتميز أيضا بعمر طويل ، فبذور نبات كاسيا التى خزنت فى إحدى التجارب لمدة 158عاما امكن استنباتها بنجاح.

كمون البذور

تفشل أنواع كثيرة من البذور فى الإنبات حتى لو توفرت لها جميع الظروف البيئية المناسبة . ويرجع ذلك غالبا إلى ظروف داخل البذرة نفسها . ويطلق على ظاهرة تأخر نمو البذور نتيجة أسباب داخلية وليس بسبب ظروف بيئية غير ملائمة للإنبات اسم (الكمون) ، وفى هذه الحالة فلابد للبذرة من تمضية فترة قبل أن تكون قادرة على الإنبات يطلق علية فترة الكمون.

ويعزى الكمون فى البذور لواحد أو اكثر من الأسباب الآتية:

أسباب حدوث الكمون فى بذور النباتات المختلفه:

عدم نفاذية القصرة للماء

فى هذه الحالة تكون أغلفة البذرة غير منفذة للماء ، وهذه الحالة شائعة فى كثير من البذور مثل البرسيم الحجازى ، ويتأخر الإنبات حتى تتشرب القصرة بالماء. وفى كثير من هذه البذور تزداد نفاذية القصرة للماء إذا حفظت لفترة فى جو جاف أو تعرضت لتقلبات من الحرارة والرطوبة ، كذلك يزيد فعل البكتريا والفطريات الموجوده فى التربة من نفاذية اغلفة البذرة للماء.

صــلابة القصرة

وفى هذه الحالة تكون القصرة صلبة جدا لدرجة يصعب على الجنين النامى كسرها وإختراقها كما فى بذور حب الرشاد ، ولذلك فإنه لابد للبذور من تمضية فترة من الوقت حتى تتحلل القصرة أو تقل مقاومتها ويحدث ذلك غالبا بفعل الرطوبة أو بعض التغيرات الكيميائية فى أغلفة البذرة. ويمكن إختزال فترة الكمون فى هذه الحاله بكسر القصرة ميكانيكيا.

عدم نفاذية القصرة للاكسجين

قد تكون القصرة غير منفذه للاكسجين كما فى بذور الشبيط (زانثيم *Xanthim*) وتنبت هذه البذور بحفظها فى مكان جاف لفترة من الوقت حتى تتفكك القصرة قليلا وتزداد نفاذيتها للاكسجين.

عدم اكتمال نضج الجنين

لا تحتوى بعض أنواع البذور الناضجة على أجنة مكتملة النمو ، وفى هذه الحالة فإنها لا تقوى على الإنبات ولا بد لها من تمضية فترة كافية حتى يكتمل نمو الجنين وتصبح قادرة على الإنبات كما فى كثير من الأراشيد.

كمون الجنين

يفشل الإنبات فى بعض أنواع البذور بالرغم من اكتمال نمو أجنتها ووجودها تحت ظروف ملائمة للإنبات . مثل بذور الخوخ والتفاح والصنوبر ، ويرجع ذلك إلى حالة الجنين الفسيولوجية ، ولابد لحدوث الإنبات من تمضية فترة كمون تحدث خلالها بعض التغيرات الفسيولوجية فى الجنين ، وفى بعض البذور قد يكون كمون الجنين ناتجا من وجود بعض المواد التى تمنع الإنبات تعرف (بالمثبطات) كما فى بذور الطماطم حيث ان عصير الطماطم يعطل عملية الإنبات .

أمثلة لإنبات بذور بعض النباتات

تبدأ عملية الإنبات بتشرب البذرة للماء مما يؤدى إلى ليونة القصرة وزيادة حجم الجنين الذى يضغط على القصرة فيمزقها ويبرز إلى خارج البذرة. وينمو النبات معتمدا على الغذاء المدخر فى البذرة حتى يكون الأوراق الخضراء ، وتنمو جذوره فى التربة لدرجة كافية ويصبح قادرا على الاعتماد على نفسه فى تكوين غذائه وتعرف هذه المرحله من حياة النبات بالبادرة *Seedling*. ويبدأ نمو البادرة بظهور الجذير الذى ينمو إلى أسفل بتأثير الجاذبية الأرضية مكونا الجذر الابتدائى الذى تظهر عليه الجذور الثانوية فيما بعد . وفى بذور بعض النباتات قد لا تستطيل السويقة تحت فلقية ، وبذلك تظل الفلقة أو الفلقات داخل البذرة تحت سطح التربة ، ثم تنمو الريشة إلى أعلى مكونة المجموع الخضرى للبادرة ويطلق على هذا النوع من الإنبات الإنبات الأرضى *Hypogeal germination* وهو مميز لكثير من بذور ذوات الفلقتين مثل الفول والبازلاء ، وبذور ذوات الفلقة الواحدة مثل القمح والذرة والبلح . وفى أنواع أخرى من البذور تستطيل السويقة تحت فلقية بسرعة وتنمو إلى أعلى وتكون منحنية إلى أسفل فى بادئ الأمر ثم لا تلبث أن تستقيم حاملة معها الفلقات فوق سطح التربة ، ويعرف ذلك بالإنبات الهوائى *Epigeal germination* حيث أن الفلقات تظهر فوق سطح التربة ، وهذا النوع من الإنبات شائع فى كثير من بذور ذوات

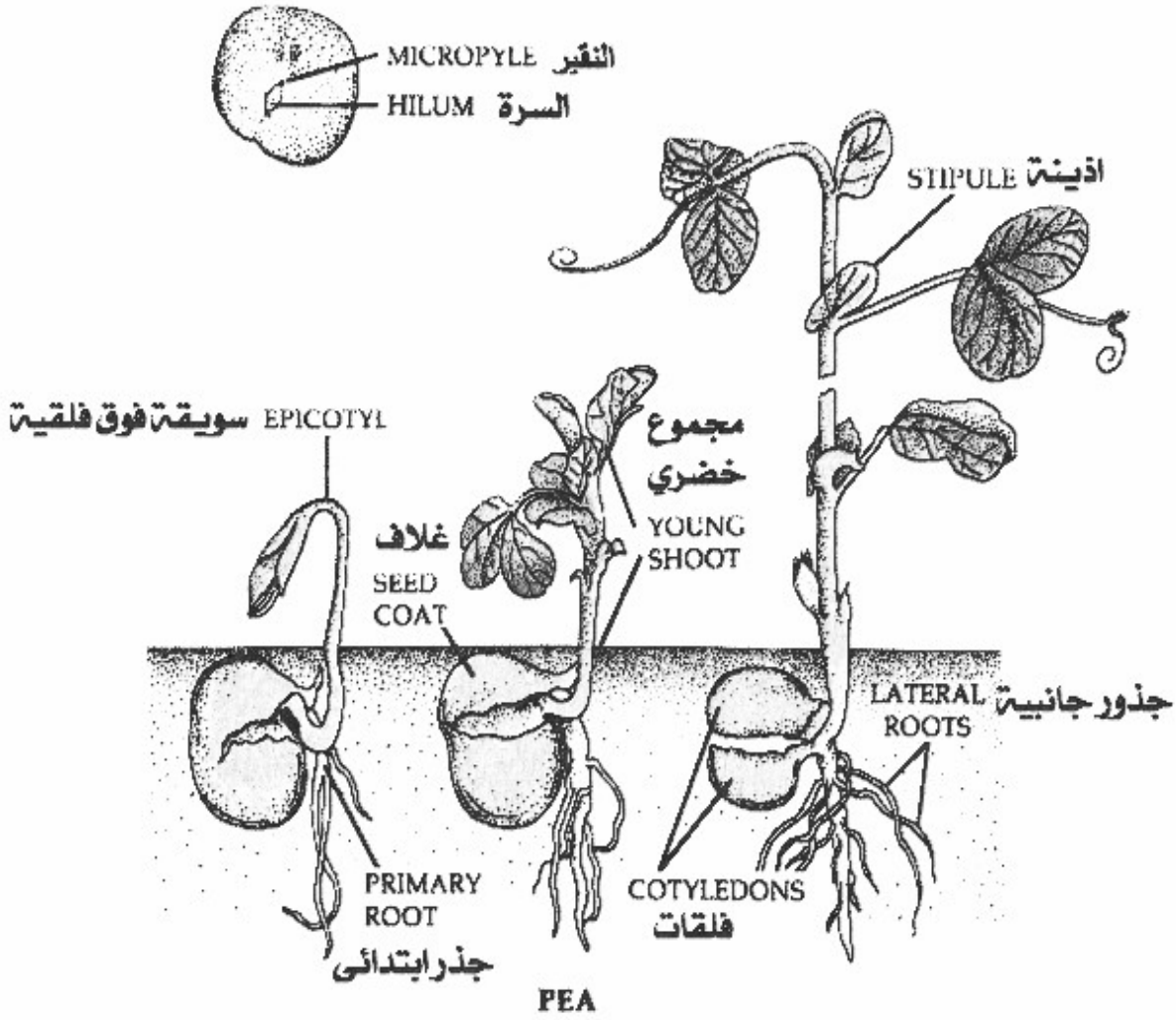
الفلقتين مثل الفاصوليا والخروع والقطن وبعض بذور ذوات الفلقة الواحدة مثل البصل ، وسوف نشرح مراحل الإنبات فى بعض هذه البذور.

أولا : بذور ذات إنبات أرضى

من ذوات الفلقتين

بذرة البازلاء *Pisum sativum*

يبدأ الإنبات بتشرب البذرة وانتفاخها وتمزق القصرة وبروز الجذير الذى ينمو إلى أسفل مكونا الجذر الابتدائى والجذور الجانبية وفى نفس الوقت تنمو الريشه إلى أعلى باستطاله السويقة فوق الفلقية بسرعة (الشكل رقم 7)، وتنمو الريشة وتعطى الساق الذى يقع بين الفلقتين أولى الأوراق الحقيقية . وتبقى الفلقتان تحت سطح الأرض حيث يستنفذ الغذاء المختزن بهما تدريجيا فى تغذية النبات الصغير وينتهى بهما الأمر إلى الضمور.



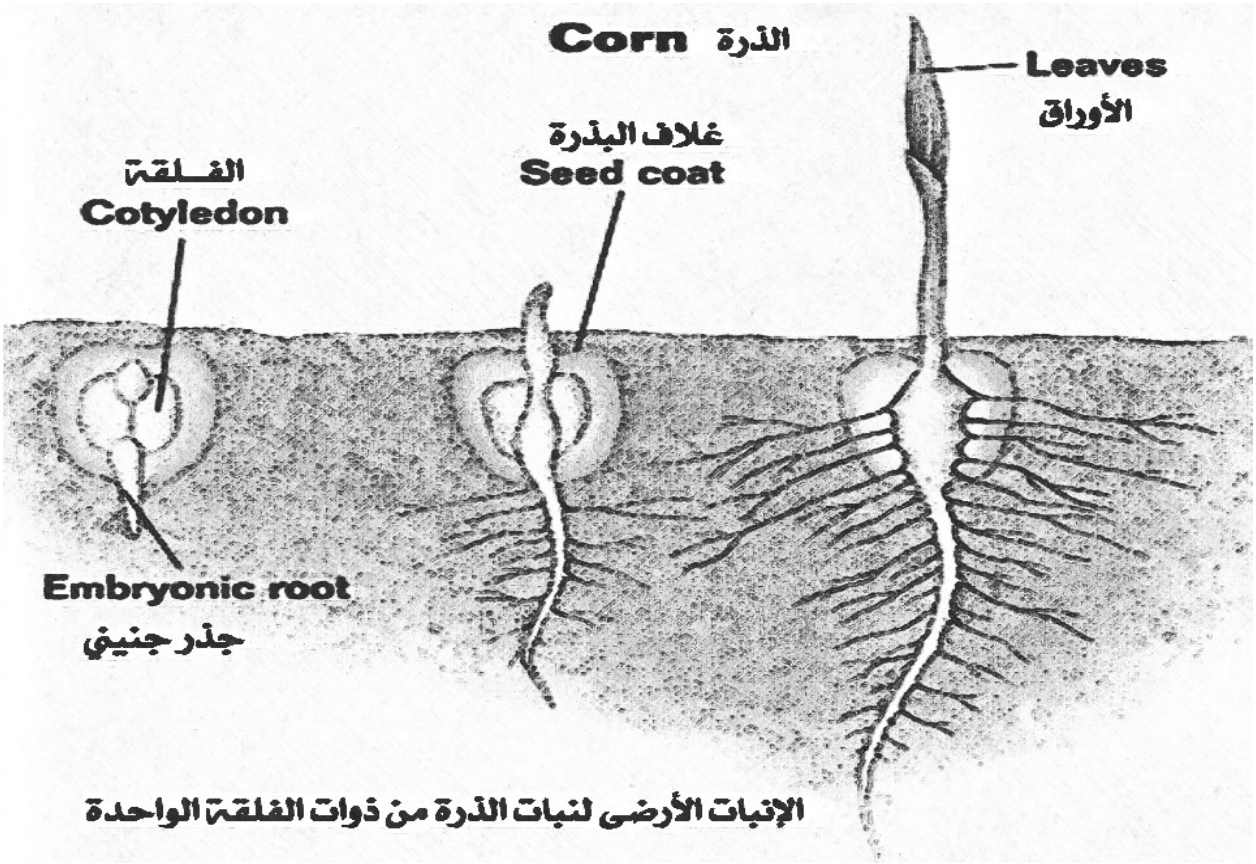
الشكل رقم (7) الإنبات الأرضى فى نبات البازلاء من ذوات الفلقتين.

من ذوات الفلقة الواحدة

الذرة *Zea mays*

عند وضع الحبة فى بيئة رطبة (الشكل رقم 8) يبرز الجذير خارج البذرة ممزقا غمده وأغلفة الحبة ، ثم ينمو ليكون الجذر الإبتدائى وبعد ظهور الجذر الإبتدائى مباشرة تنمو الريشة متجهة إلى أعلى وتكون داخل غمدها الذى يحميها من التمزق أثناء إحتكاكها بحبيبات التربة ، ثم لا يلبث أن يتمزق الغمد وتظهر الورقة الخضرية الأولى .

ويتكون المجموع الجذرى للبادرة من الجذر الإبتدائى والجذور الثانوية والجذور العرضية التى تنشأ من الجنين عند موضع إتصال الريشة بالجذير . وباستمرار نمو البادرة يضمر الجذر الابتدائى ولا يبقى فى النبات البالغ غير الجذور العرضية . وتبقى الفلقة داخل البذرة تحت سطح التربة حيث تعمل على امتصاص الغذاء من الاندوسبيرم وتوصله إلى النبات الصغير حتى يصبح قادرا على الإعتماد على نفسه.



الشكل رقم (8) الإنبات الأرضى فى نبات الذرة من ذوات الفلقة الواحدة.

ثانيا : البذور ذات الإنبات الهوائى

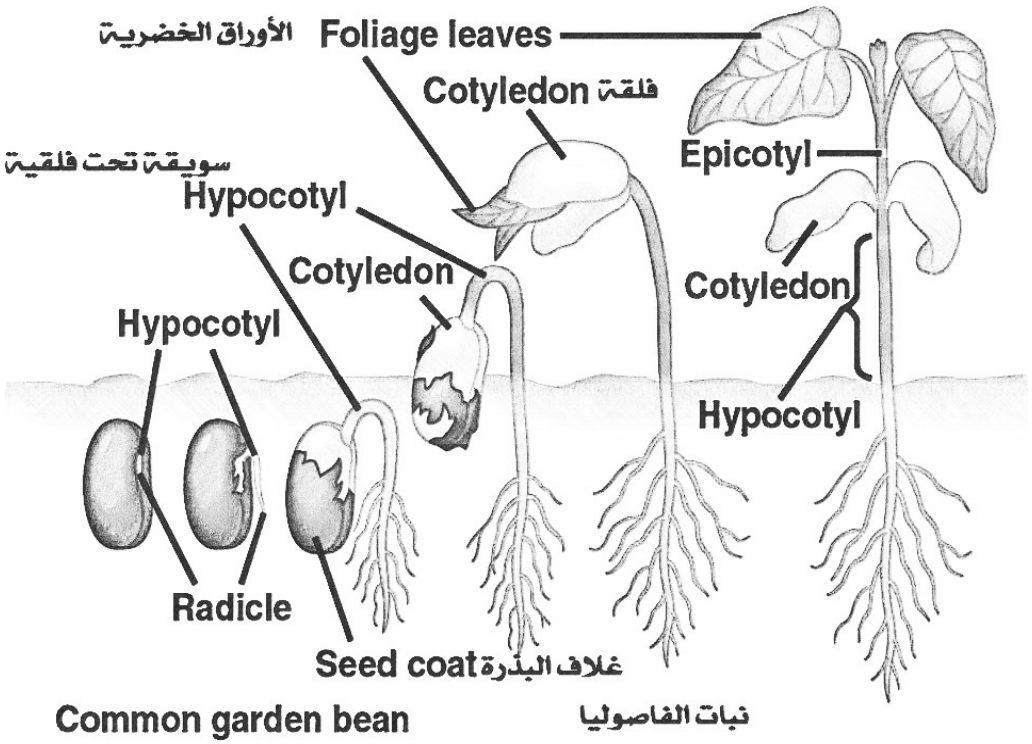
من ذوات الفلقتين

الفاصوليا

يبدأ الإنبات بانتفاخ البذرة وتمزق القصرة وبروز الجذير متجها إلى أسفل ثم تنمو السويقة تحت الفلقية سريعا إلى أعلى وتكون مقوسة فى بادئ الأمر ثم تستقيم حاملة معها الفلقات والريشة فوق سطح التربة ، ثم

تنفرج الفلقتان وتظهر الريشة التى تنمو إلى أعلى مكونة الساق والأوراق الخضراء

ويستهلك الغذاء المختزن فى الفلقتين فى نمو البادرة وتضمر الفلقتان تدريجيا وتسقطان فى النهاية . ويمثل الجزء من الساق الواقع بين موضع إتصال الفلقتين وأولى الأوراق الحقيقية السويقة فوق الفلقية ، أما الجزء الواقع بين الفلقتين وبداية الجذر الابتدائى فيمثل السويقة تحت الفلقية.



الشكل رقم (9) الإنبات الهوائى فى نبات الفاصوليا من ذوات الفلقتين.

بذرة الخروع *Ricinus communis*

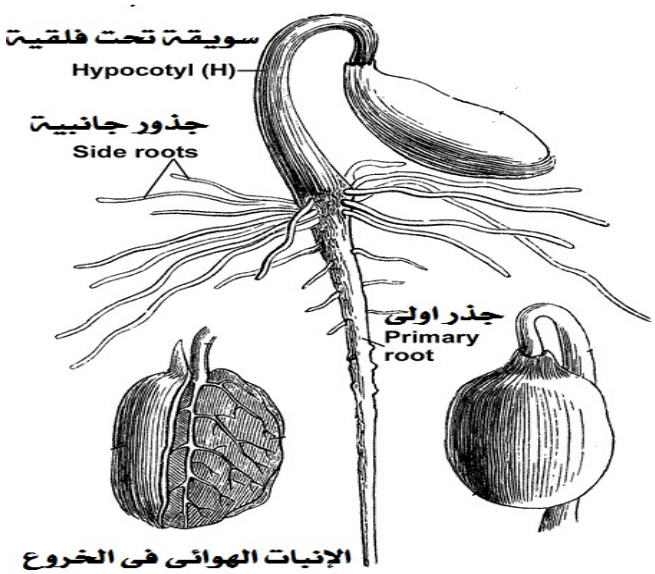
تشبه مراحل الإنبات فى بذرة الخروع مثيلاتها فى بذرة الفاصوليا فبعد ظهور الجذير خارج البذرة تنمو السويقة تحت الفلقية سريعا وتتقوس ثم تستقيم إلى أعلى حاملة معها الفلقتين وبقايا الاندوسبيرم والقصرة الممزقة . ويُستهلك الاندوسبيرم فى نمو الجنين ثم لا يلبث أن يجف ويسقط وتسقط معه بقايا القصرة، ثم تنفرج الفلقتان وتكبران فى الحجم وتخضران وتقومان بعملية التمثيل الضوئى وتعرف بالأوراق الفلقية *Cotyledonary leaves* وهى تختلف فى الشكل عن الأوراق الحقيقية للنبات . وتنمو الريشة مؤخرا لتكون الساق والأوراق الخضراء للبادرة. والفلقات فى بذرة الخروع تختلف عن بذرة الفاصوليا فهى رقيقه غشائية وتقوم فى أول الأمر بامتصاص الغذاء وتوصيله إلى الجنين النامى . ثم تعمل بعد ذلك كأوراق خضراء حيث تقوم بعملية التمثيل الضوئى لفترة طويلة.

من ذوات الفلقة الواحدة

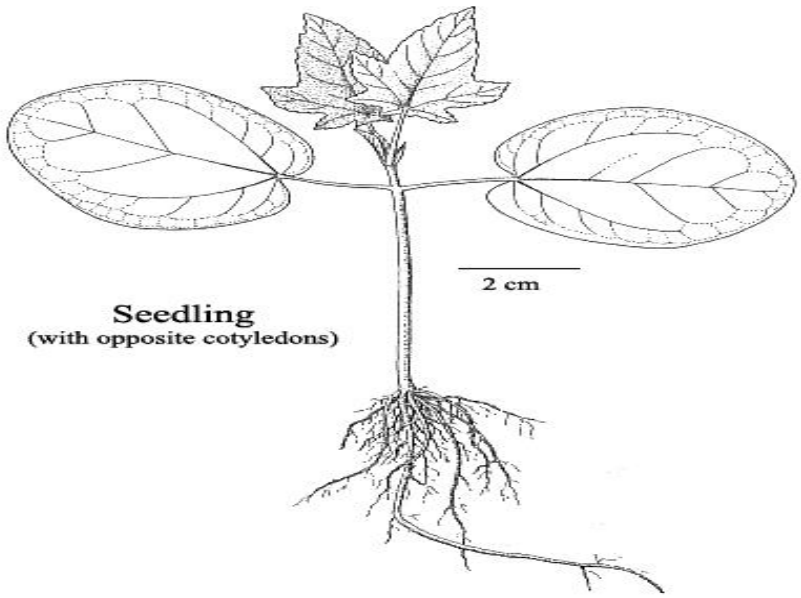
بذرة البصل

بذرة البصل بذرة اندوسبيرمية من ذوات الفلقة الواحدة ، وبالبذرة صغيرة ذات قصرة سوداء تحيط بالجنين والاندوسبيرم ، والجنين ملتو صغير يتكون من الجذير الذى يتصل بفلقة واحدة انبوبية تحتوى بداخلها على

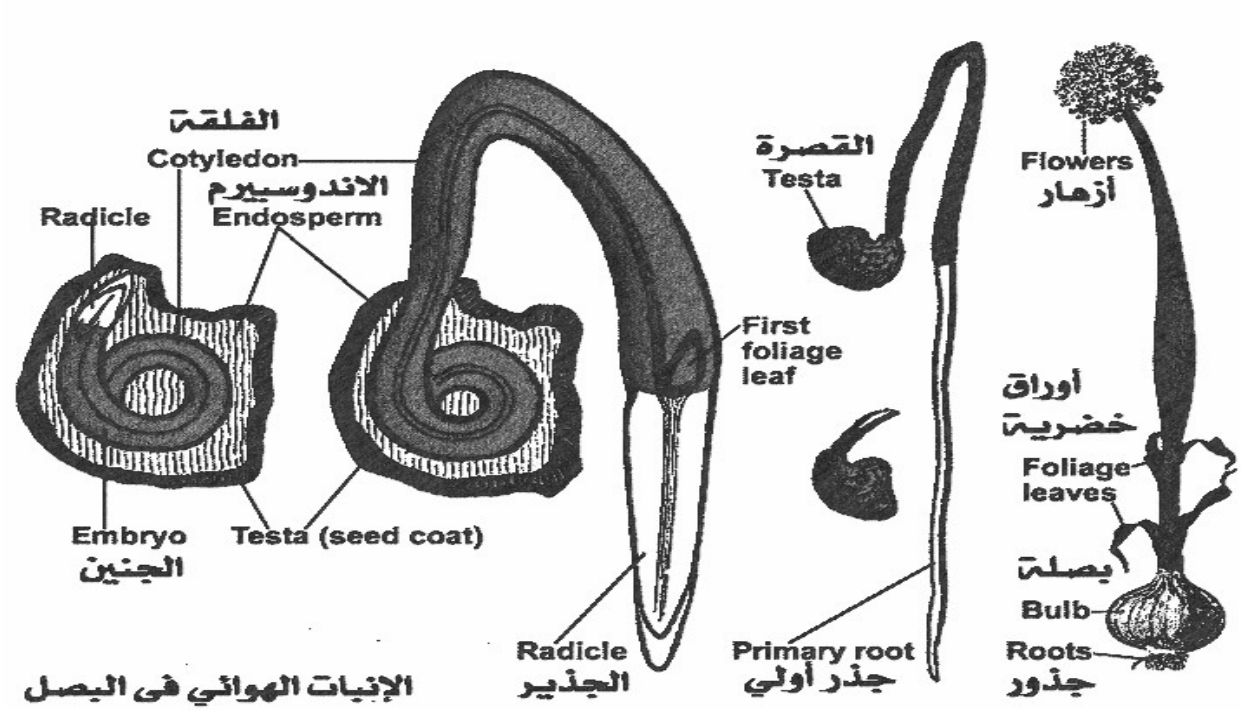
الريشة عند موضع اتصال الجذير بالفلقة . وعند وضع البذرة فى تربة رطبة تبدأ عملية الإنبات بانتفاخ البذرة وخروج الجذير إلى أسفل ، ثم تليه الفلقة وبداخلها الريشه . وتنمو الفلقة بسرعة وتتقوس وتظهر فوق سطح التربة ثم لا تلبث أن تستقيم وتخضر حاملة فى طرفها بقايا للاندوسبيرم والقصرة، وتقوم الفلقة بعملية التمثيل الضوئى. وباستمرار النمو يستهلك الاندوسبيرم وتظهر الريشة التى تخرج من مكانها فى الفلقة الانبوبية عند مكان اتصال الفلقة بالجذير ، وتكون الورقة الخضراء الأولى للبادرة. وتعمل الفلقة على امتصاص الغذاء من الاندوسبيرم وتوصيله إلى الجنين النامى كما أنها تقوم بعملية التمثيل الضوئى وتكوين الغذاء للبادرة الصغيرة وتساهم كذلك فى حماية الريشة فى الأطوار الأولى للإنبات .



الشكل رقم (10) الإنبات الهوائى فى نبات الخروع من ذوات الفلقتين.



الشكل رقم (9) يوضح الأوراق الفلقية فى نبات الخروع.



الشكل رقم (9) الإنبات الهوائى فى نبات البصل من ذوات الفلقة الواحدة.

الجـذر

Root

الجـــــذر

ROOT

المجموع الجذرى *Root system*

هو الجزء من النبات الذى يمتد تحت سطح التربة حيث يعمل على تثبيته ، وكذلك يقوم بامتصاص الماء والاملاح والمواد المغذية وتوصيلها من مناطق الامتصاص إلى قاعدة الساق . وغالبا ما يكون الجذر أسطوانى الشكل طويل نسبيا كثير التفرع ، وفى بعض الاحيان قد يتضخم نتيجه اختزانه للغذاء.

ويعتبر شكل وتركيب المجموع الجذرى للنوع النباتى من الصفات المميزه له ، مثله فى ذلك كمثل الأجزاء الهوائية . ويتغير شكل الجذر وطريقة تفرعه وتعمقه فى التربة بتغير الأحوال البيئية المحيطه به . فهو يمتد إلى أعماق بعيدة نسبيا ، ويكثر تفرعه فى التربة جيدة التهوية وقليلة المحتوى المائى ، ويكون سطحيا قليل التفرع إذا نما فى تربة مشبعة بالماء.

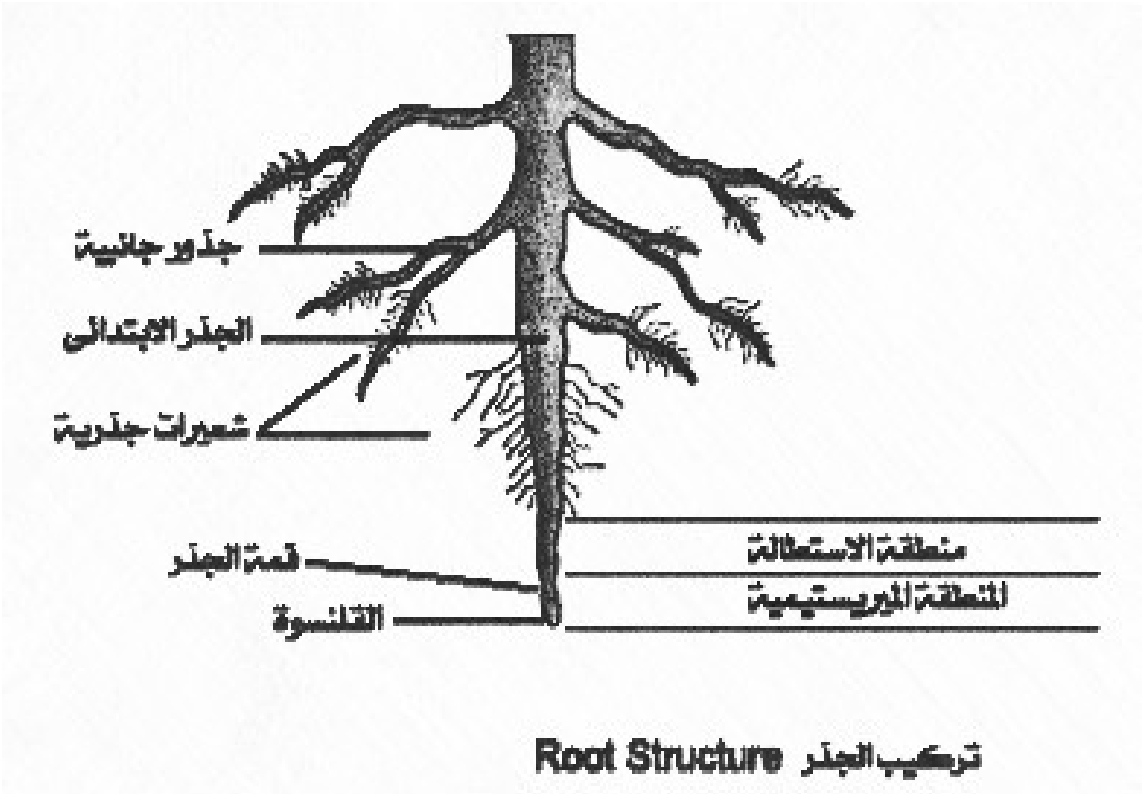
ويختلف المجموع الجذرى من الناحية المورفولوجية عن الساق حيث أن الجذر يكون عادة غير منتظم التفرع ولا تتميز فيه عقد أو سلاميات ، كما أن قمته النامية تغطى بغطاء واق يسمى القلنسوة ، بينما الساق تغطى قمته النامية بمنشئات الأوراق . ويتميز الجذر أيضا ً بأنه مجموع متجانس ففروعه

تشبهه تماما ً إلا فى العمر والحجم ، بينما يحمل الساق أجزاء غير متجانسة معه مثل الأوراق والأزهار والثمار . وخلايا الجذر خالية تماما من صبغ الكلوروفيل بينما تحتوى خلايا الساق الحديث على هذا الصبغ الاخضر.

ويطلق على أول ما يظهر من الجذر عند إنبات البذرة أسم الجذير ، وينشأ الجذر الابتدائى من الجذير ويستطيل تدريجيا ً ويزداد فى السمك ويكون الفروع الجانبية ويطلق على فروع الجذر الابتدائى اسم الجذور الثانوية.

التركيب المورفولوجى للجذر

مناطق الجذر: عند فحص الشكل الظاهرى (شكل رقم 10) لقمة الجذر يمكن بسهولة التعرف على أربعة مناطق مميزة ولكنها متداخلة ، ويمكن تمييزها أحيانا ً بالعين المجردة أو قد تحتاج إلى عدسة مكبرة. فعند قمة الجذر توجد منطقة قصيرة جدا ً لونها أبيض يطلق عليها القلنسوة *Calyptra* وهى تغلف منطقة النمو الموجودة فى نهاية قمة الجذر ، وتسهل القلنسوة عملية إختراق الجذر لحبيبات التربة ، وذلك لأن تمزق خلاياها ينتج عنه وجود مادة لزجة فى قمة الجذر تسهل من تغلغله بين حبيبات التربة كما أنها تحمى منطقة النمو من الاحتكاك مع حبيبات التربة .



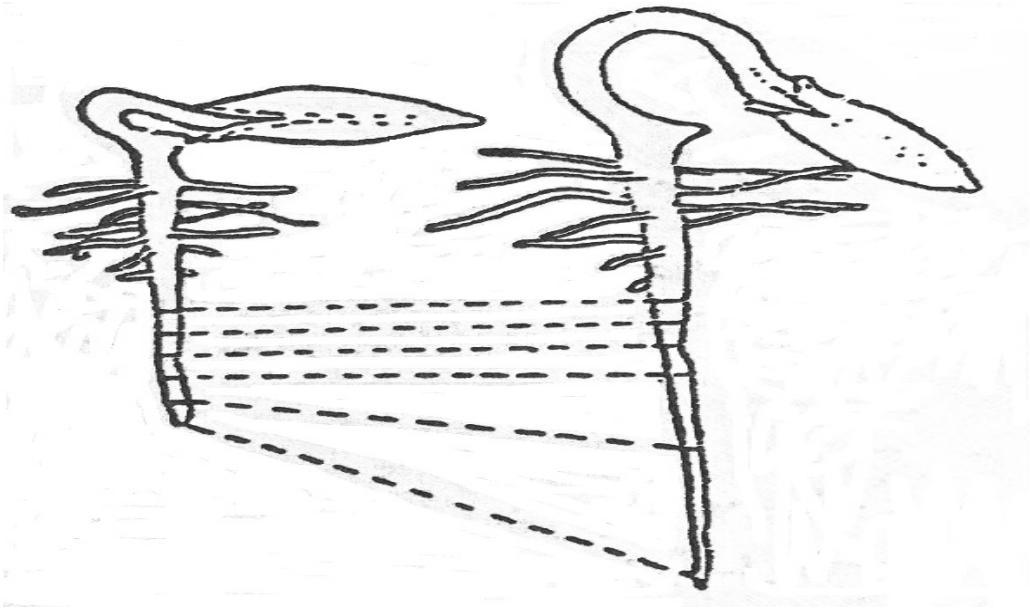
الشكل رقم (10) يوضح الشكل تركيب الجذر ومناطقه المختلفة.

ومنطقة النمو *Meristematic zone* **عبارة عن جزء صغير فى قمة الجذر تغلفها القلنسوة وتتكون من مجموعة متشابهة من الخلايا الإنشائية التى تتميز برقة جدرها وإمتلائها بالسيتوبلازم وخلوها من الفجوات العصارية. ولا تزيد فى الطول فى معظم الأحوال عن المليمتر. وفيها يتم الجزء الأكبر من عملية الإنقسام الخلوى وتكوين الأنسجة الجديدة.**

ويلى منطقة النموإلى أعلى منطقة الاستطاله *Elongation zone* **هى فى العادة لا تزيد على بضعة ملليمترات فى الطول ، وفى هذه المنطقة يتم**

الجانب الأكبر من الزيادة فى طول الجذر نتيجة استطالة الخلايا الحديثة المتكونة من عملية إنقسام الخلايا الإنشائية فى منطقة النمو.

ويمكن التعرف على منطقة الاستطاله بالتجربة (الشكل رقم 11) التى إجراها العالم الألمانى ساكس Sachs (سنة 1882) وذلك برسم خطوط أفقية متوازية بالحبر الشينى على المنطقه الموجوده خلف منطقه النمو مباشرة لمسافه بين كل خط والاخر ملليمتر واحد ، ثم يوضع الجذر فى منطقه رطبه لمدة يومين يمكن بعدها مشاهدة ان معظم الاستطاله قد حدثت على بعد ملليمترات من القمه النامية بينما تقل درجة الاستطاله كلما بعدنا عن قمة الجذر . وتمثل المنطقه التى حدثت فيها معظم الاستطالة منطقة الاستطالة.



الشكل رقم (11) يوضح تجربة ساكس لتحديد منطقة الاستطالة فى قمة الجذر.

وتوجد فوق منطقة الاستطالة منطقة تتميز بوجود عدد هائل من شعيرات دقيقة تسمى بالشعيرات الجذرية *Root hairs* ، وتمثل إمتدادات أنبوبية لخلايا البشرة الجذرية فى هذه المنطقة من الجذر . ويطلق عليها منطقة الشعيرات الجذرية ، أو منطقة الإمتصاص *Root hairs-zone* ويختلف طولها بإختلاف الأنواع النباتية والظروف والبيئية التى يحيا فيها الجذر أثناء تكوينه . وتتولى هذه الشعيرات إمتصاص الماء والمواد المعدنية من التربة.

وعمر الشعيرات الجذرية عادة قصيرة فكلما تغلغل الجذر فى التربة تتكون شعيرات جديدة فى الجزء الحديث من منطقة الامتصاص وتسقط الشعيرات القديمة ولهذا فإن منطقة الشعيرات تظل ثابتة الطول والوضع بالنسبة لقمة الجذر.

ووجود العدد الكبير من الشعيرات الجذرية فى منطقة الإمتصاص يعطى فكرة عن القدرة الكبيرة التى يستطيع بها النبات الحصول على حاجته من الماء . فمثلا فى نبات الشعير يحمل المجموع الجذرى أكثر من 13 بليون شعيرة تبلغ مساحة سطحها أكثر من 4000 قدم مربع تتغلغل فى منطقة لا يزيد حجمها عن قدمين مكعبين . ومن هذا يتضح أن الشعيرات الجذرية تزيد مساحة السطح الماص للجذر زيادة كبيرة.

ويلى منطقة الشعيرات منطقة جرداء تمثل المناطق التى تساقطت منها الشعيرات وهى التى يخرج منها فيما بعد الجذور الثانوية *Secondary roots* وتنشأ الجذور الثانوية من الانسجة الداخلية للجذر ، وتتفرع هذه الجذور بدورها لتعطى جذورا اصغر ، لا توجد الجذور الثانوية فى منطقة الامتصاص . وتشبه فى تركيبها التشريحى الجذر الاصلى تماما.

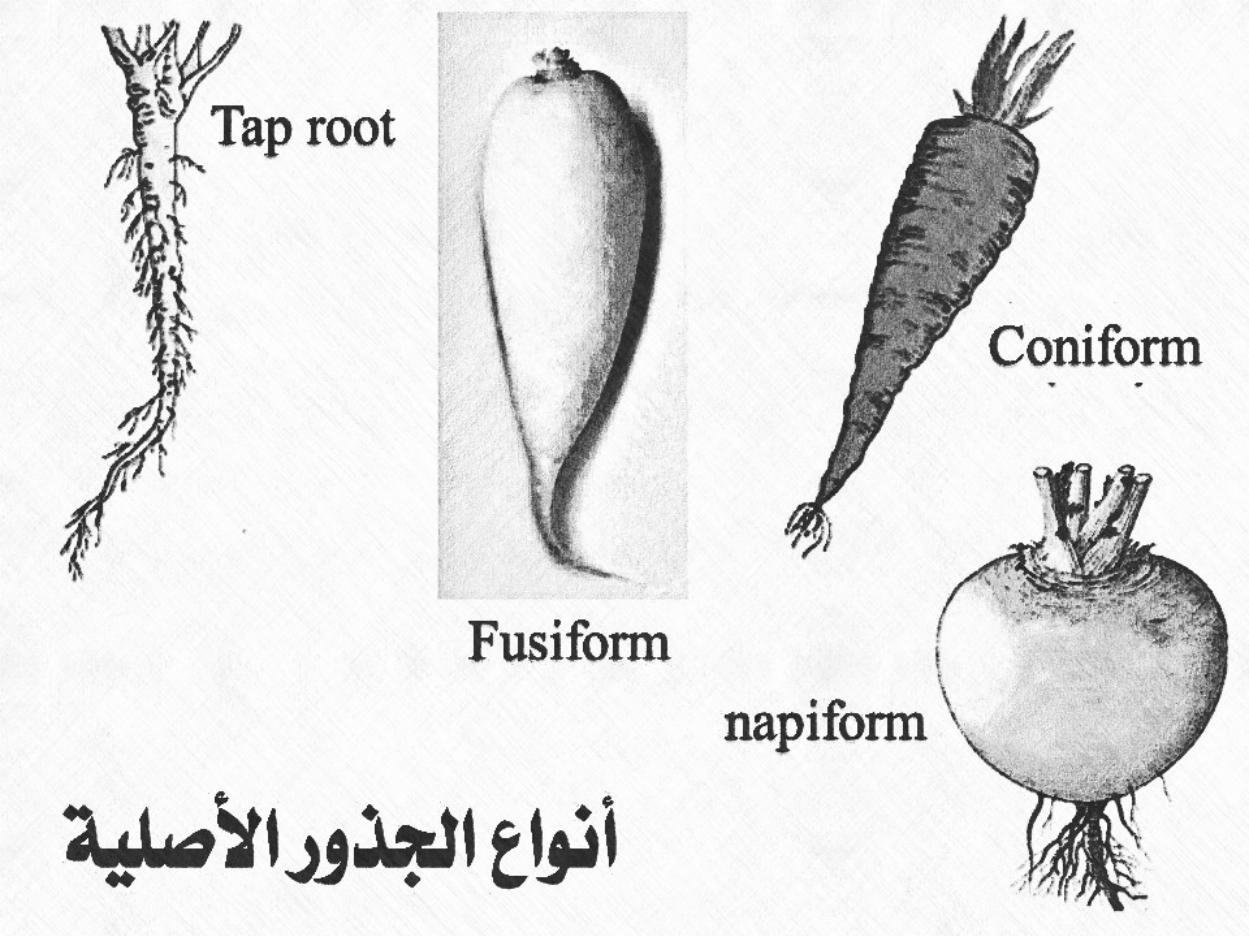
أنواع الجذور *Types of roots*

يوجد عادة نوعان أساسيان من الجذور . هما الجذور الوتدية وتنشأ من الجذير ، وأما الجذور العرضية فهى لا تنشأ من الجذير أى ليس لها أصل فى الجنين.

أولا : الجذور الوتدية *Tap roots*

هى مجموعة الجذور المتكونة من نمو الجذر الإبتدائى . وقد يكون المجموع الجذرى الوتدى أسطوانيا طويلا متفرعا يتكون من جذر أصلى ومجموعة من الجذور الثانوية المتفرعة بدورها إلى جذور ثلاثية وهكذا كما فى جذور القطن والملوخية وكثير من النباتات العشبية كالبرسيم وكثير من الأشجار مثل الصنوبريات . وقد يختزن الجذر الوتدى الغذاء

ويتضخم ليسمى جذر وتدى درنى تخزينى. ويختلف شكل الجذر الوتدى الدرنى ، فإما أن يكون مغزليا *Fusiform* **كما فى الفجل** *Raphinus sativus* **أو مخروطيا** Coniform **كما فى الجزر** *Daucus* sp. **أو متكورا (لفتي)** *Napiform* **كما فى اللفت** *Brassica rapa* **.**



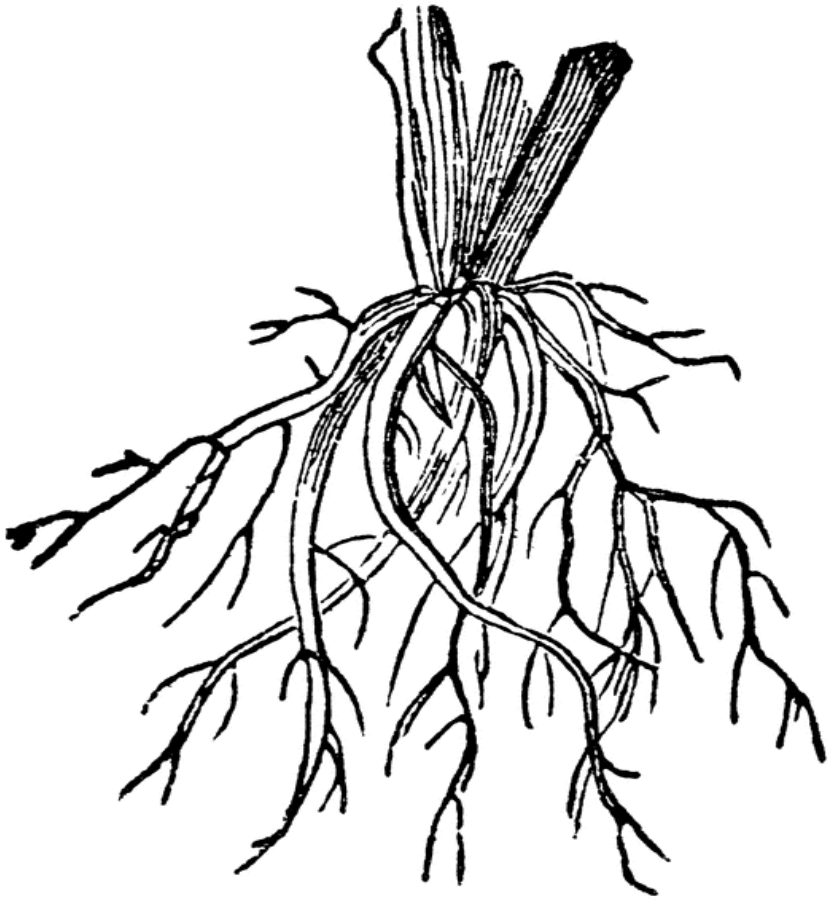
الشكل رقم (12) يوضح الشكل أنواع الجذور الوتدية الأصلية.

ثانيا : الجذور العرضية *Adventitious roots*

هى مجموعه الجذور التى لا تنشأ عن الجذير ، وفى العادة ليس لها أصل فى الجنين كما فى حبة الذرة حيث تنشأ عند موضع إتصال الريشة بالجذير . وتتكون الجذور العرضية على أعضاء بالغة كالسيقان الأرضية فى الأبصال والدرنات والكورمات والريزومات والعقل ، وقد تنشأ على أوراق بعض النباتات مثل البيجونيا *Begonia* والبريوفيلم *Bryophyllum* أو تخرج من العقد الأرضية لكثير من النباتات التى لها سوق قائمة كالقمح ، أو قد تخرج من العقد التى توجد فوق سطح التربة مباشرة كما فى الذرة. وهناك عدة أنواع من الجذور العرضية هى:

جذور ليفية *Fibrous roots*

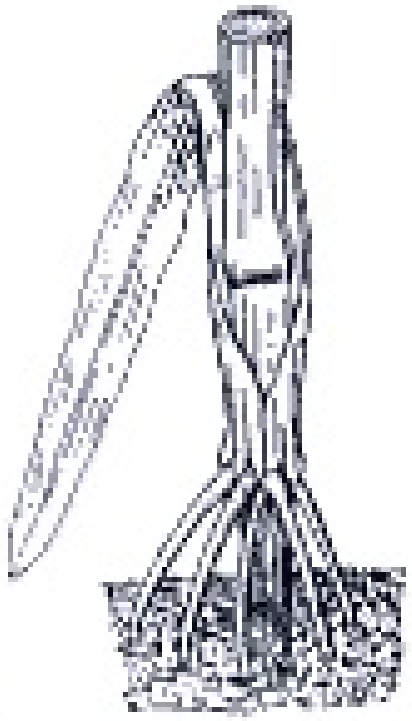
وهى جذور ليفية رقيقة (الشكل رقم 13) تخرج من العقد الأرضية الموجودة فى قاعدة الساق كما فى نباتات ذوات الفلقة الواحدة كالقمح ، وغالبا ما تحل هذه الجذور محل الجذر الأصلى الذى يتوقف عن النمو فى أطواره المبكرة. وتخرج كذلك من عقد بعض السيقان الأرضية كالأبصال والريزومات أو السيقان الهوائية كالنعناع والشليك.



الشكل رقم (13) جذور عرضية ليفية.

جذور دعامية *Prop roots*

وتخرج هذه الجذور (الشكل رقم 14) من العقد التى توجد فوق سطح الأرض مباشرة ، وتوجد فى بعض نباتات الفلقة الواحدة مثل الذرة، وهى جذور قوية تعمل كدعامات تساعد على تثبيت النبات فى التربة.

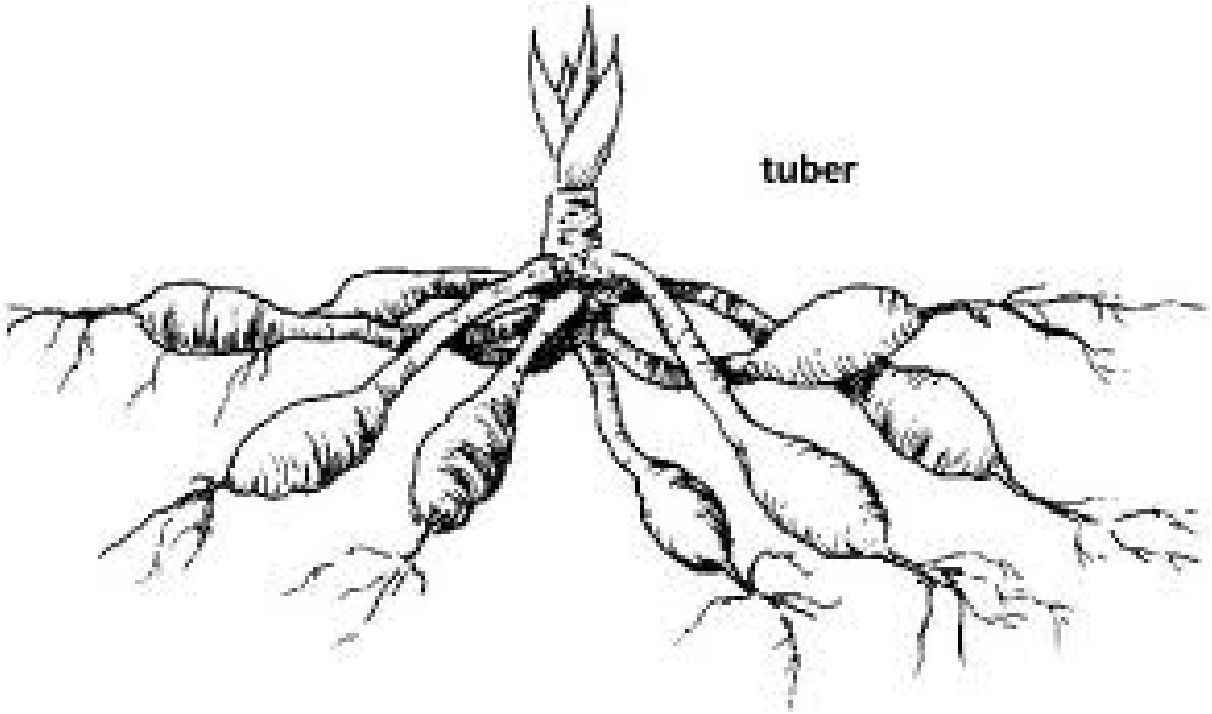


Prop roots of *Zea mays*

الشكل رقم (14) الجذور الدعامية فى نبات الذرة.

جذور درنية *Tuberous roots*

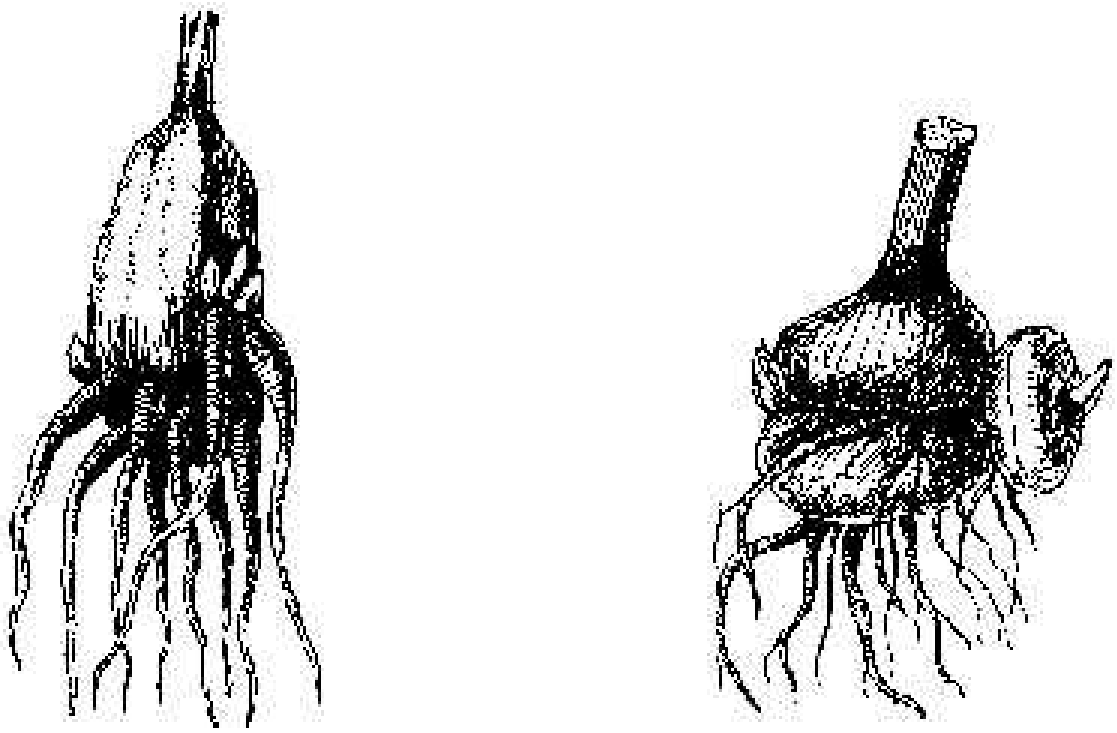
جذور متضخمة عرضية (الشكل رقم 15) تختزن فيها المواد الغذائية وتنشأ من جذور عرضية ليفية تتضخم نتيجه لإختزانها الغذاء كما فى البطاطا والداليا وكشك الماظ.



الشكل رقم (15) يوضح الشكل الجذور العرضية الدرنية.

الجذور الشادة *Contractile roots*

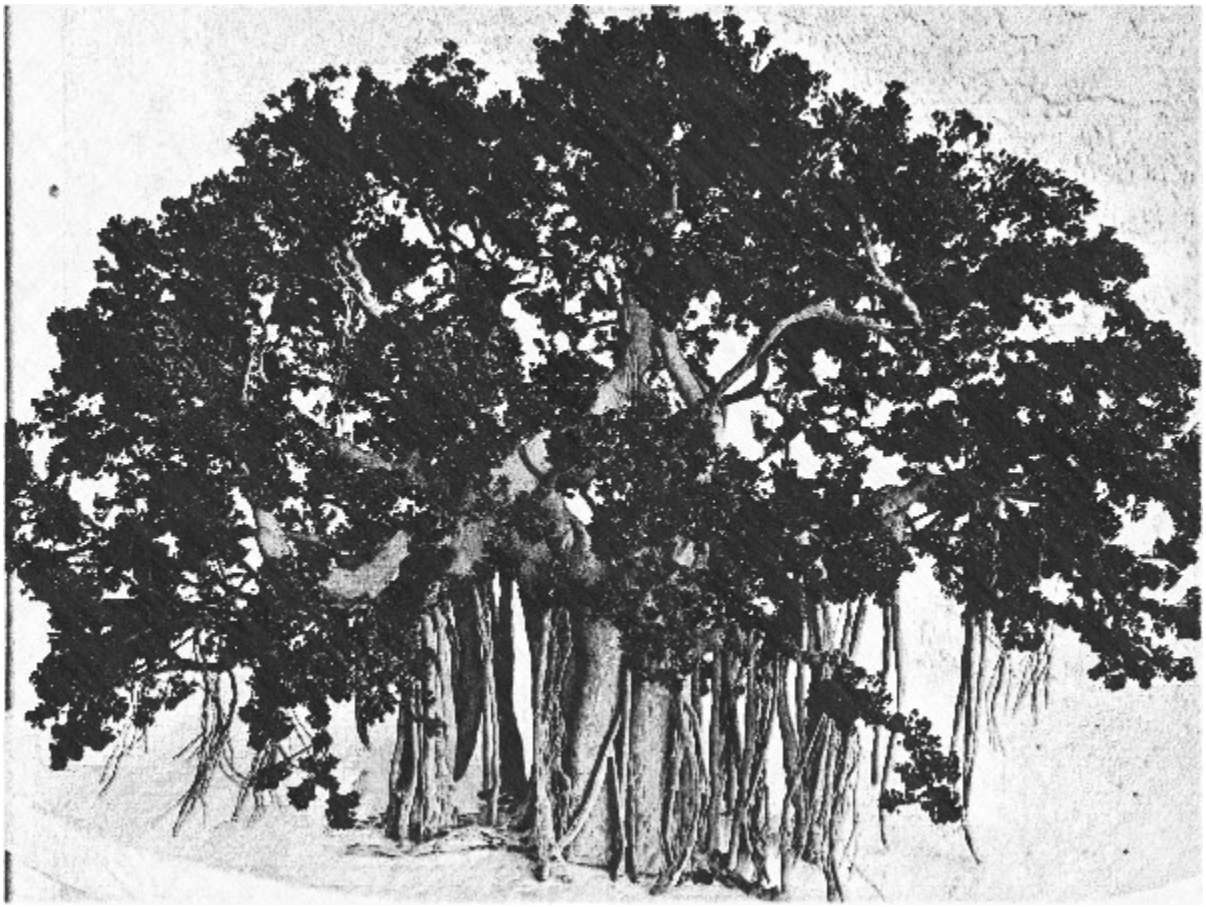
وهى مجموعه من الجذور توجد على بعض أنواع الابصال مثل ابصال البنكريشيام *Pancratium* وهى لولبية متقلصه (الشكل رقم 16) تعمل بتقلصاتها على جذب البصلة إلى أسفل وتثبيتها فى مكان عميق مناسب لها فى التربة .



الشكل رقم (16) يوضح الشكل الجذور العرضية الشادة كما فى البنكريشيوم.

الجذور الهوائية *Aerial roots*

تخرج هذه الجذور من السيقان الهوائية (الشكل رقم 17) متجهة إلى أسفل وتمتد فى الهواء حتى تصل إلى سطح الأرض كما فى نبات التين البنغالى *Ficus bengalensis* **وتعمل هذه الجذور كدعامات تعمل على تثبيت النبات وحمل الفروع الهوائية ، وزيادة قدرته على امتصاص الماء والغذاء المعدنى . وقد توجد على هذه الجذور أنسجه ايجروسكوبية** *Hygrosopic* **تعمل على امتصاص بخار الماء من الجو المحيط كما فى جذور بعض الاراشيد** *Orchids*.



الشكل رقم (17) الجذور العرضية الهوائية كما فى نبات التين البنغالى.

الجذور التنفسية *Respiratory roots*

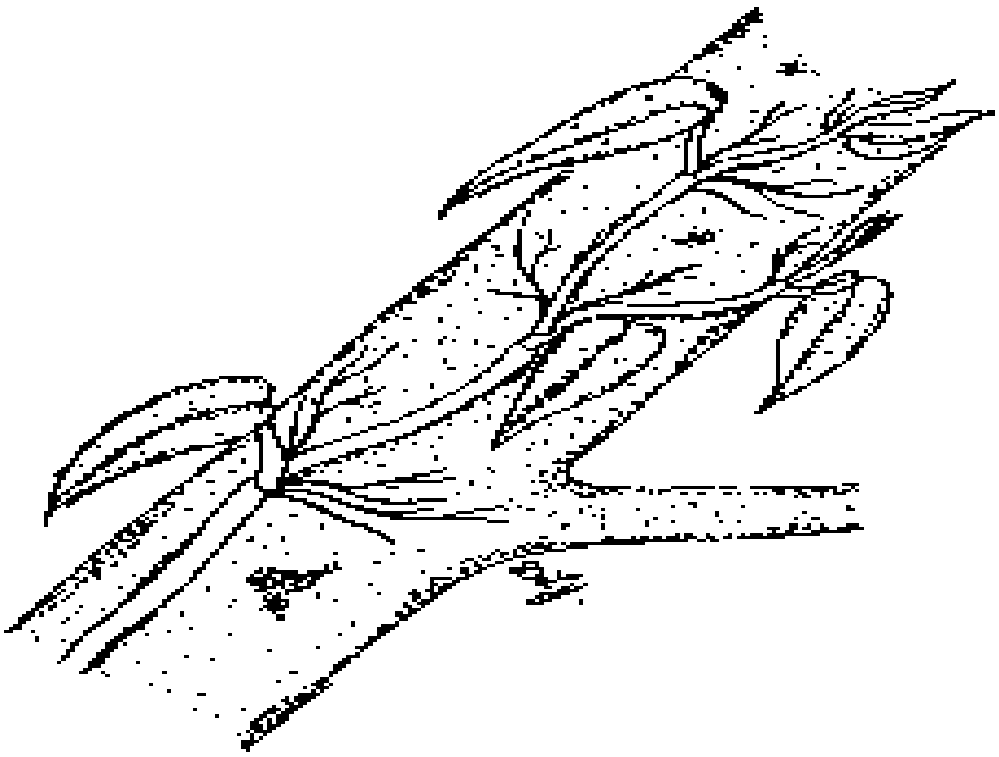
تخرج الجذور التنفسية (الشكل رقم 18) من أجزاء النبات المغمورة فى تربة رديئة التهوية نتيجة لتشبعها بالماء ، وتخرج هذه الجذور من الجذور العرضية الأفقية الممتدة فى التربة وتتجه للأعلى لتبرز فوق سطح التربة ، وتحتوى أنسجتها الداخلية على فراغات هوائية واسعة ، وتنتشر على سطحها

عديسات وظيفتها تبادل الغازات بين الهواء الجوى والفراغات التى تتخلل أنسجة الجذور الداخلية كما فى نبات الشورة *Avicennia*.

الشكل رقم (18) **الجذور العرضية التنفسية كما فى نبات الشورة.**

الجذور المتسلقة *Climbing roots*

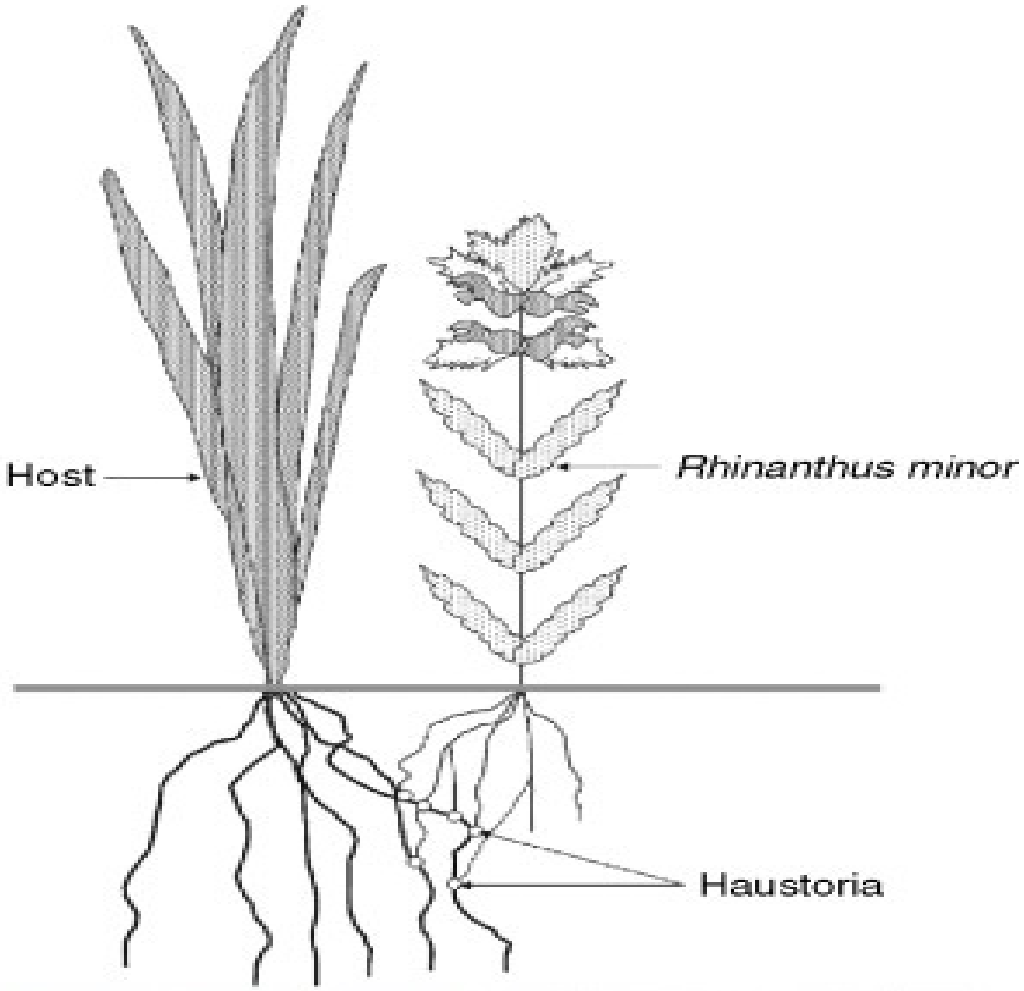
تخرج هذه الجذور (الشكل رقم 19) من سيقان بعض النباتات المتسلقة فتساعد على تثبيتها إلى الدعامات التى تتسلق عليها . وهى جذور قصيرة سالبة الإنتحاء الأرضى (أى أنها لا تتأثر بالجاذبية الأرضية وتتجه عكس عمل الجاذبية) كما فى نبات الشمع *Cereus* **وحبل المساكين** *Hedera helix*.



الشكل رقم (19) جذور عرضية متسلقة كما فى نبات حبل المساكين.

الجذور الماصه الطفيلية *Haustorial roots*

وهى جذور عرضية (الشكل رقم 20) تخرج من سيقان بعض النباتات البذرية المتطفلة وتخترق انسجة العائل حيث تحصل منه على الغذاء المجهز اللازم كما فى الهالوك *Orobanche* الذى يتطفل على الفول ، والحامول *Cuscuta* الذى يتطفل على البرسيم.



الشكل رقم (20) الجذور العرضية الماصة فى نبات رينانساس مينور.

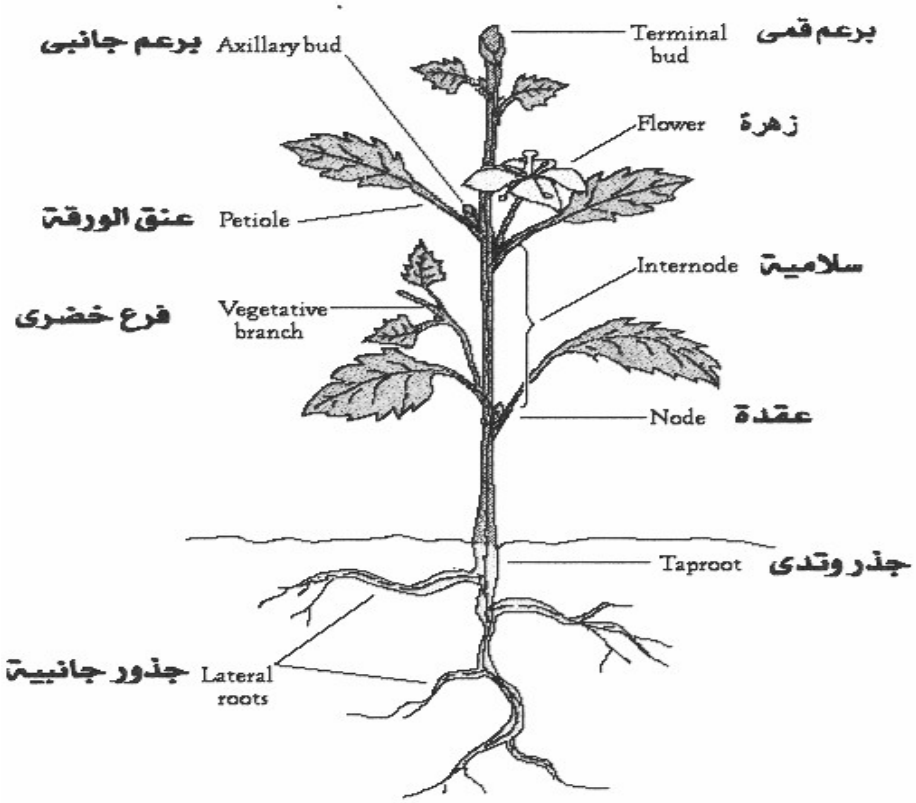
الساق

Stem

الســـاق

STEM

يكون الساق المحور الرئيسى للمجموع الخضرى (الشكل رقم 21) ويمتد على استقامة الجذر الابتدائى فى اتجاه الضوء وعكس الجاذبية الأرضية ، ووظيفته حمل الأوراق الخضراء وتعريضها للضوء كما أنه يعمل



الشكل رقم (21) : يوضح شكل النبات وعليه الساق ومكوناته.

على توصيل الماء والاملاح المعدنية من الجذر إلى الأوراق ، والغذاء المجهز من الأوراق إلى بقية أجزاء النبات . وينشأ الساق والفروع الجانبية نتيجة نمو البراعم ويطلق على البرعم الجنينى الموجود فى البذرة والذى يؤدى إلى تكوين المجموع الخضرى فى البادرة اسم الريشة *Plumule* . وتتفرع سيقان معظم النباتات حتى تستطيع أن تشغل حجما كافيا من الهواء الجوى يمكنها من تعريض الأوراق للضوء والأزهار للتلقيح والثمار والبذور للإنتشار ، ويتفرع الساق نتيجة نمو البراعم الجانبية التى يحملها مكونة بذلك فروعا جانبية ، ونادرا ما تنمو السيقان دون تفرع كما فى النخيل وقصب السكر والذرة.

والبرعم عبارة عن ساق جنينى تحميه وتغلفه مجموعة من الأوراق البرعمية. ويحمل الساق البراعم إما فى قمته أو فى آباط أوراقه. ويمكن تقسيم البراعم بالنسبه لموضعها على الساق إلى الأنواع الآتية:

البرعم الطرفى *Terminal bud*

وهو الذى يوجد فى قمة الساق (الشكل رقم 21) ويؤدى نشاطه إلى زيادة فى طول الساق . وغالبا ما يكون البرعم الطرفى هو أنشط البراعم التى يحملها الساق.

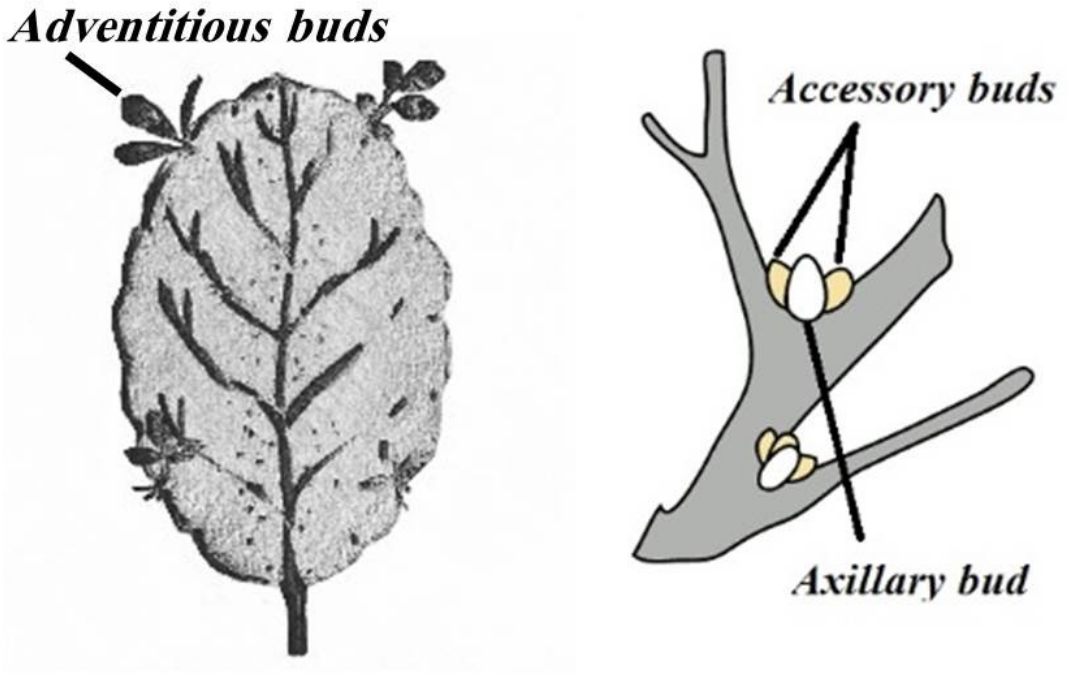
البرعم الأبطى *Axillary bud*

وهو الذى يوجد فى أبط الورقة (الشكل رقم 21) ويؤدى نشاطه إلى تكوين فروع جانبية قد تكون فروعا خضرية أو أزهارا أو نورات.

وفى معظم النباتات العشبية وكثير من النباتات الخشبية فإنه بالرغم من وجود برعم أبطى فى أبط كل ورقة فإن الفروع الجانبية لا تنمو عادة من هذه البراعم طالما كان البرعم الطرفى محتفظا بقدرته على النمو . وإذا تلف البرعم الطرفى أو أزيل صناعيا فإن البراعم الأبطية تنمو مباشرة لتعطى فروعا جانبية وتعرف هذه الظاهرة بالسيادة القمية *Apical dominance* .

البراعم المساعدة *Accessory bud*

هى براعم توجد عند العقد فى أباط الأوراق (الشكل رقم 22) وغالبا ما توجد فوق البرعم الأبطى أو على أحد جانبيه وتستطيع هذه البراعم النمو فى حالة عجز البرعم الأبطى عن النمو أو فى حالة تحوره إلى شوكة أو محلاق . وفى حالة وجود عدد من البراعم فى أبط الورقة فيطلق على أكبر برعم إسم البرعم الأساسى وعلى بقية البراعم اسم البراعم المساعدة.



الشكل رقم (22) : يوضح البراعم المساعدة التى تكون مع البرعم الجانبى.

البراعم العرضية *Adventitious buds*

هى براعم تنشأ فى غير موضعها العادى على الساق ، فقد تنشأ على الأوراق كما فى البيجونيا و البريوفيللم أو على الجذور كما فى درنات البطاطا .

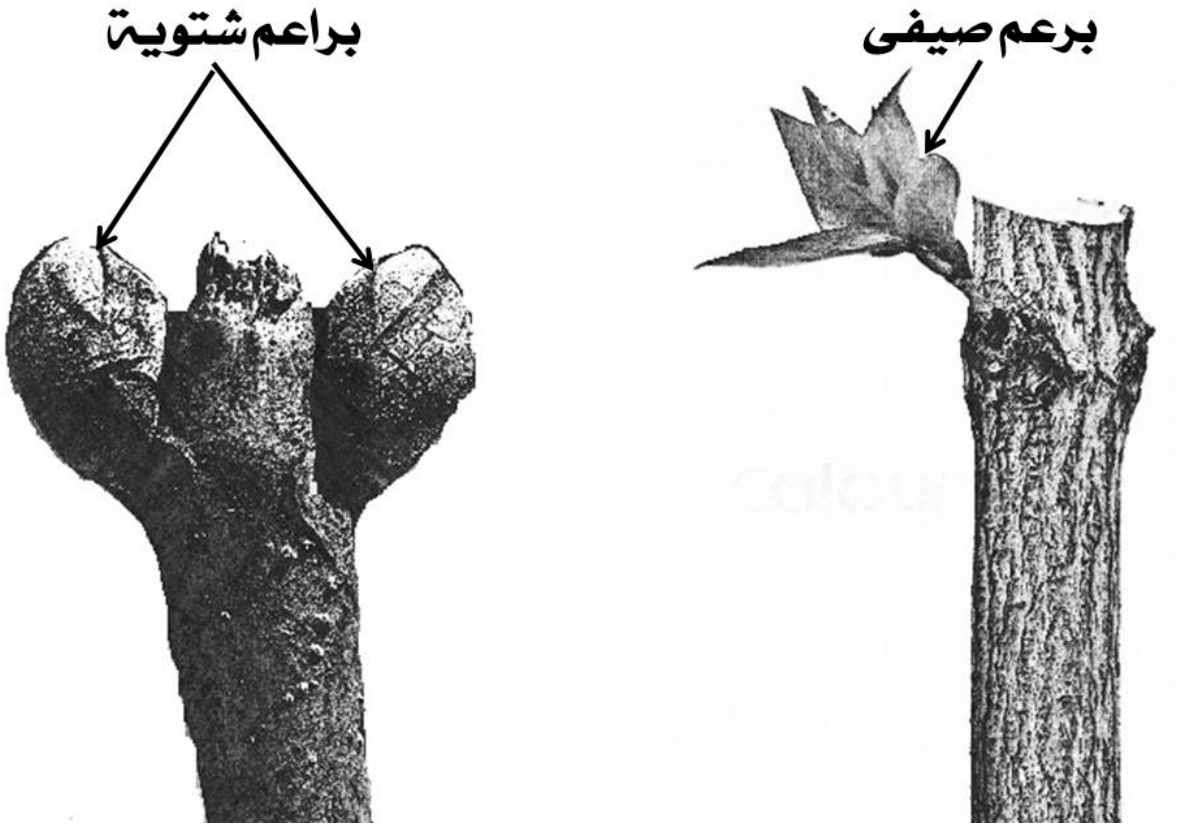
وتنقسم البراعم من الناحية التركيبية إلى نوعين:

البراعم الصيفية *Summer buds*

هى البراعم التى تكون أوراقها البرعمية جميعا خضراء (الشكل رقم 23) ويكون التفافها حول بعضها بطريقة غير محكمة وبهذا فهى غير معزولة تماما عن المؤثرات الخارجية كما فى براعم النباتات دائمة الخضرة مثل الدورانتا.

البراعم الشتوية *Winter buds*

وتوجد فى نباتات المناطق الباردة والنباتات متساقطة الأوراق حيث تحيط بالبرعم أوراق حرشفية (الشكل رقم 23) سميكة تغطى الأوراق البرعمية الرقيقة ، وبذلك تزيد من حمايتها ضد العوامل البيئية كبرودة الجو فى فصل الشتاء وأحيانا تتكون مواد صمغية فوق هذه الأوراق الحرشفية لتزيد من إحكام إلتفافها حول الأوراق البرعمية الرقيقة ، ويسمى هذا البرعم كذلك بالبرعم الحرشفى *Scale bud* . وتظل هذه البراعم كامنة فى فترة الخريف والشتاء وعند حلول فصل الربيع تسقط الأوراق الحرشفية وينمو البرعم ، ومن أمثلتها براعم نبات الحور والتوت.



الشكل رقم (23) : يوضح البراعم الصيفية والبراعم الشتوية.

أنواع السيقان *Types of stems*

تختلف السيقان فى الحجم والشكل والتركيب الداخلى وطريقة النمو فى الأنواع النباتية المختلفة . فيتراوح طولها من بضعة سنتيمترات كما فى بعض الأعشاب إلى عشرات الأمتار كما فى الأشجار الباسقة ، كما

تختلف السيقان فى سمكها من بضعة ملليمترات إلى بضعة أمتار. وقد تكون الساق صلبة كما فى الأشجار والشجيرات أو غضة رقيقة كما فى الحشائش والأعشاب الصغيرة. وتختلف السيقان فى طريقة نموها ، فمنها ما ينمو قائما راسيا إلى أعلى ومنها ما لا يستطيع حمل نفسه رأسيا فى الهواء ، فينمو زاحفا على سطح الأرض أو متسلقا أو ملتفا حول دعامات . وتنقسم السيقان تبعا لهذه الصفات إلى عدة أنواع مختلفة ، فتنقسم من حيث صلابتها إلى :

السيقان الخشبية *Woody stems*

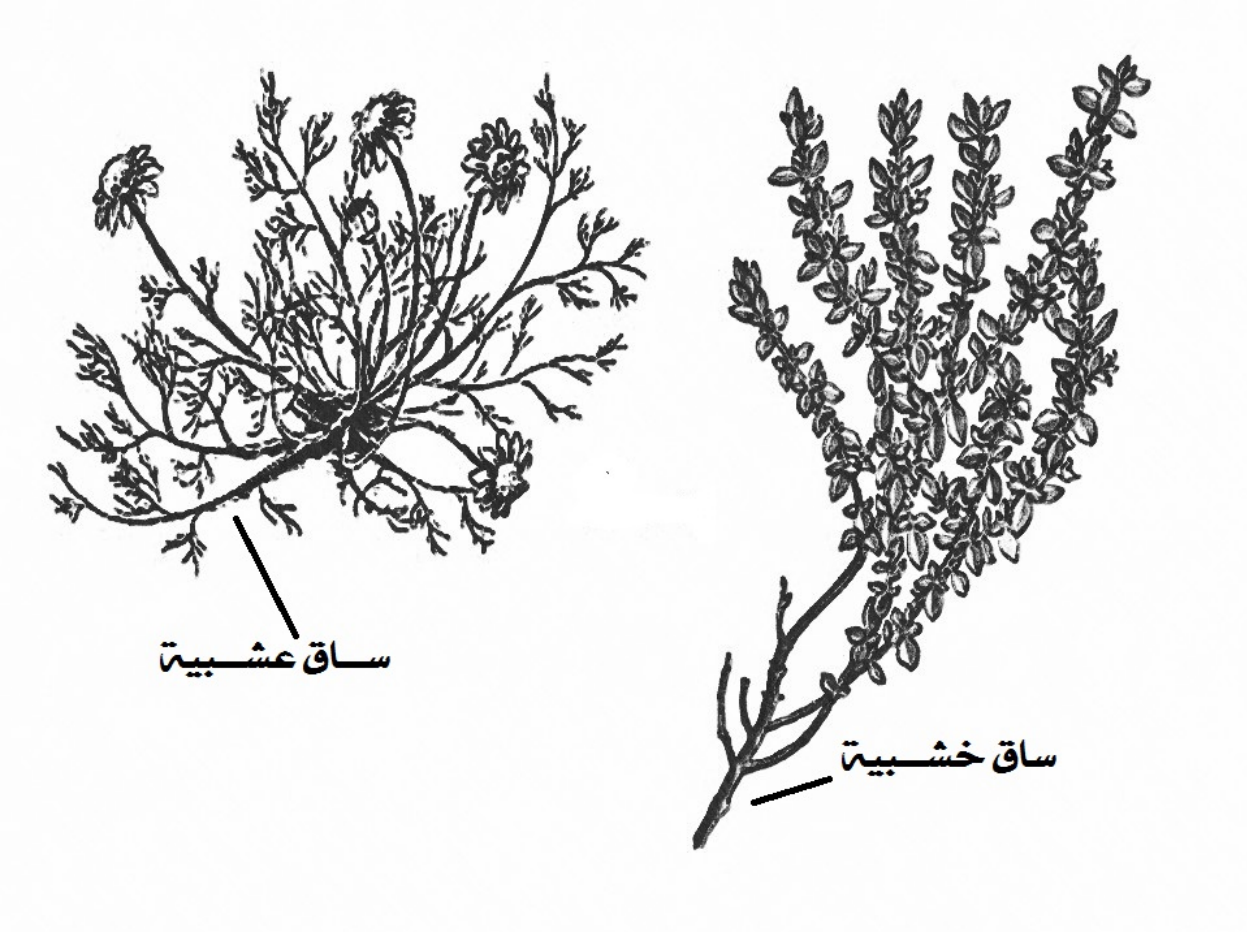
وتحتوى على كمية كبيرة من الأنسجة ولهذا فهى شديدة الصلابة مثل ساق الكافور وما شابهها من الاشجار الاخرى (الشكل رقم 24) .

السيقان العشبية *Herbaceous stems*

وتحتوى على كمية قليلة من الأنسجة الخشبية ولهذا فهى قليلة الصلابة مثل سيقان الاعشاب (الشكل رقم 24) والنجيليات كالقمح والارز وغيرها. وتنقسم من ناحية طريقة نموها إلى :

السيقان القائمة *Erect stems*

وهى التى تنمو رأسيا إلى أعلى فى الهواء ، ويمثل هذا النوع سيقان معظم النباتات.



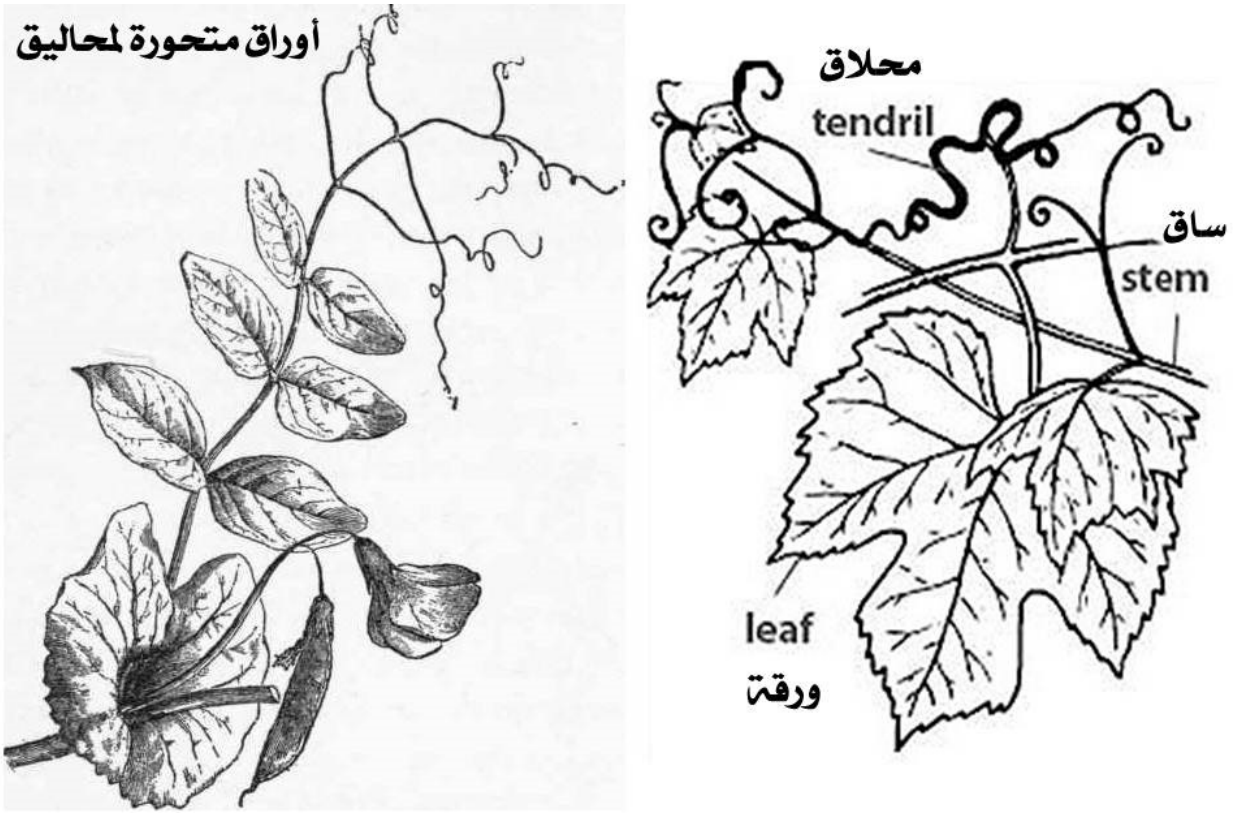
الشكل رقم (24) : يوضح نبات له ساق خشبية ونبات آخر ساقه عشبية.

السيقان الضعيفة *Weak stems*

وهى لا تقوى على حمل نفسها فى الهواء ، ولهذا تنمو زاحفة على سطح الأرض أو متسلقة أو ملتفة حول دعامات وتشمل الأنواع الاتية:

السيقان المتسلقة Climbing stems

وهى سيقان ضعيفة تنمو متسلقة على دعامات وتستعين على ذلك بواسطة أعضاء خاصة تسمى بالمحاليق *Tendrils* كما فى ساق العنب (الشكل رقم 25) ، وقد تكون المحاليق عبارة عن أنواع أو أوراق أو وريقات متحورة كما فى نبات بسلة الزهور . وقد يستعين النبات على التسلق بواسطة أعضاء اخرى كالاشواك كما فى الورد أو الجذور المتسلقة كما فى حبل المساكين أو بأعناق الأوراق كما فى ابو خنجر.



الشكل رقم (25) : يوضح السيقان المتسلقة بالمحاليق العنب (يمين) وبسلة الزهور (يسار).

السيقان الزاحفة *Prostrate stems*

وهى سيقان غير قائمة تنمو منبطحة على سطح الأرض (الشكل رقم 25) ، ولا يكون الساق جذورا عرضية فى الأجزاء التى تلامس سطح الأرض كما فى القرع والخيار والبطيخ.

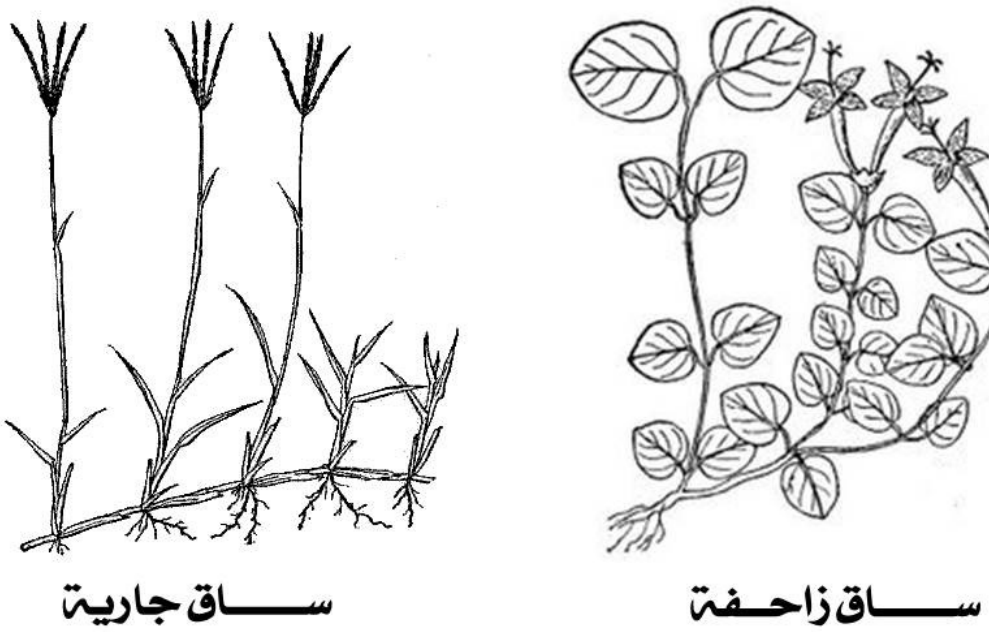
السيقان الجارية *Runners*

وهى سيقان ضعيفة تنمو منبطحة على سطح الأرض (الشكل رقم 25) ولكنها تختلف عن السيقان الزاحفة فى أنها تكون جذورا عرضية إلى أسفل فى الأجزاء التى تلامس سطح الأرض وفروعا هوائية إلى أعلى . وفى هذه الحالة قد يستمر البرعم الطرفى فى النمو وتسمى بالساق الجارية غير المحدودة كما فى اللوبيا أو يتحول البرعم الطرفى إلى فرع هوائى ، وينمو أحد البراعم الأبطية ليكمل نمو الساق كما فى الشليك.

وتنقسم السيقان من ناحية طولها إلى :

السيقان الطويلة *Long stems*

وهى مقسمة إلى عقد وسلاميات واضحة ، وهو النوع الشائع فى معظم النباتات.



الشكل رقم (26) : يوضح السيقان الضعيفة الزاحفة والجارية

السيقان القزمية *Dwarf stems*

وفيها يكون الساق قصيرا جدا (الشكل رقم 27) والمسافة بين العقد غير واضحة ، وتبدو الأوراق لذلك وكأنها خارجة من مستوى واحد كما فى الفجل والجزر . وقد يحمل النبات الواحد النوعين من السيقان الطويلة والقزمية كما فى الصنوبر حيث توجد سيقان طويلة تمثل المحور الرئيسى للنبات والفروع الجانبية وسيقان قزمية وهذه تنشأ فى أباط أوراق حرشفية ووظيفتها حمل الأوراق الإبرية الخضراء.

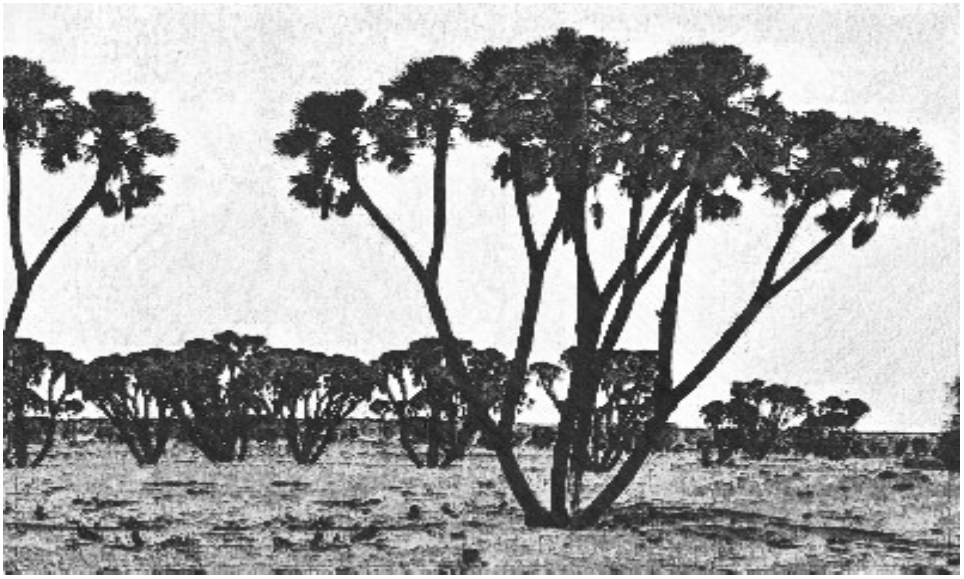
الشكل رقم (27) : يوضح نبات مزهر له ساق قزمية تخرج منها الأوراق من أماكن متقاربة.

تفرع الساق Branching of stem

تحدد الطريقة التى يتفرع بها الساق الشكل العام للنبات ، وبالرغم من أن معظم النباتات تتفرع نتيجة نمو البراعم الجانبية ، فإن هناك بعض النباتات تنمو دون تفرع ويكون البرعم الطرفى هو المسؤول عن الزيادة فى طول النبات ، و هناك نوعان أساسيان من التفرع:

التفرع القمى *Apical branching*

ويحدث نتيجة إنقسام القمة النامية إلى قسمين يكونا فرعين متساويين (الشكل رقم 28) وتتكرر العملية ، ويعرف بالتفرع ثنائى الشعبة *Dichotomous branching* كما يحدث فى بعض أنواع الطحالب مثل طحلب الفيوكس وهذا النوع نادر الحدوث فى النباتات الراقية ومثالها شجرة الدوم.



الشكل رقم (28) : يوضح التفرع الثنائى فى شجرة الدوم.

التفرع الجانبى *Lateral branching*

ويحدث نتيجة نمو ونشاط البراعم الموجودة على الساق وهو شائع الحدوث فى النباتات ويمكن تمييز نوعين أساسيين من هذا التفرع:

التفرع غير المحدود (صادق المحور) *Monopodial branching*

يستمر البرعم الطرفى فى النمو ليكون المحور الرئيسى للنبات ، ويظل نمو هذا البرعم غير محدود بحيث تكون أجزاء المحور الرئيسى ناتجة عن نشاطه ، وتخرج الفروع الجانبية من آباط الأوراق المحمولة على هذا المحور بحيث يكون أصغرها إلى أعلى وأكبرها إلى أسفل أى أنها متعاقبة قميا على الساق كما فى الكازورينا.

الشكل رقم (29) : يوضح التفرع الغير محدود (صادق المحور) فى المخروطيات.

التفرع المحدود (كاذب المحور) *Sympodial branching*

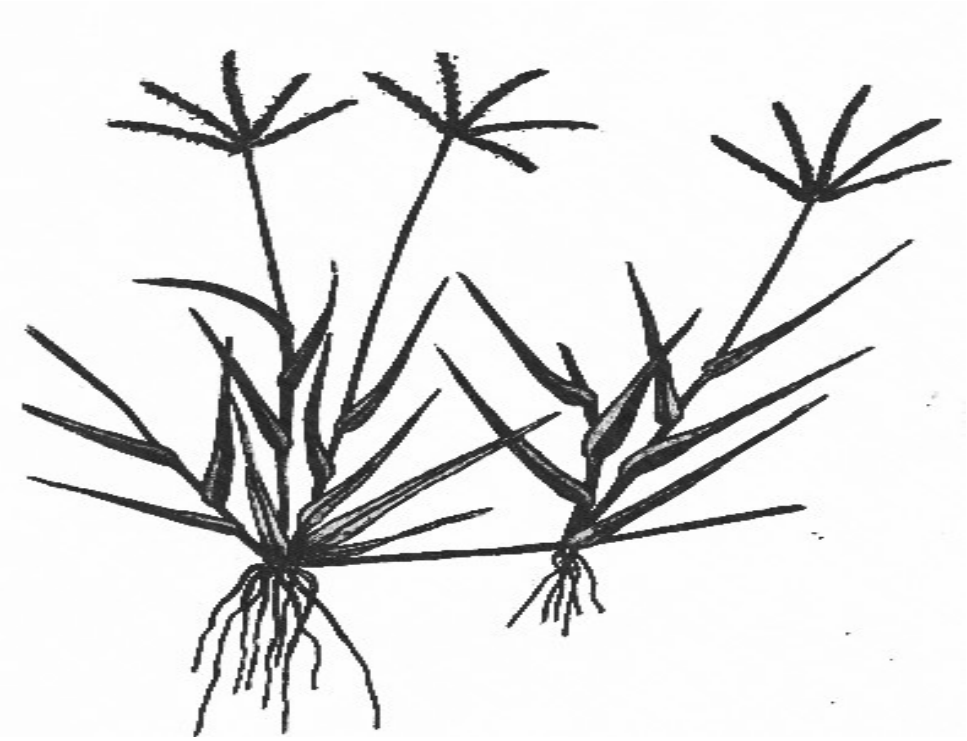
وفيه يقف البرعم الطرفى عن النمو لتحوره إلى محلاق أو تكوينه زهرة، ويواصل النبات نموه بواسطة برعم واحد أو أكثر من البراعم الأبطية ، وأنواع التفرع المحدود هى:

التفرع المحدود كاذب الشعبة *Monochasium branching*

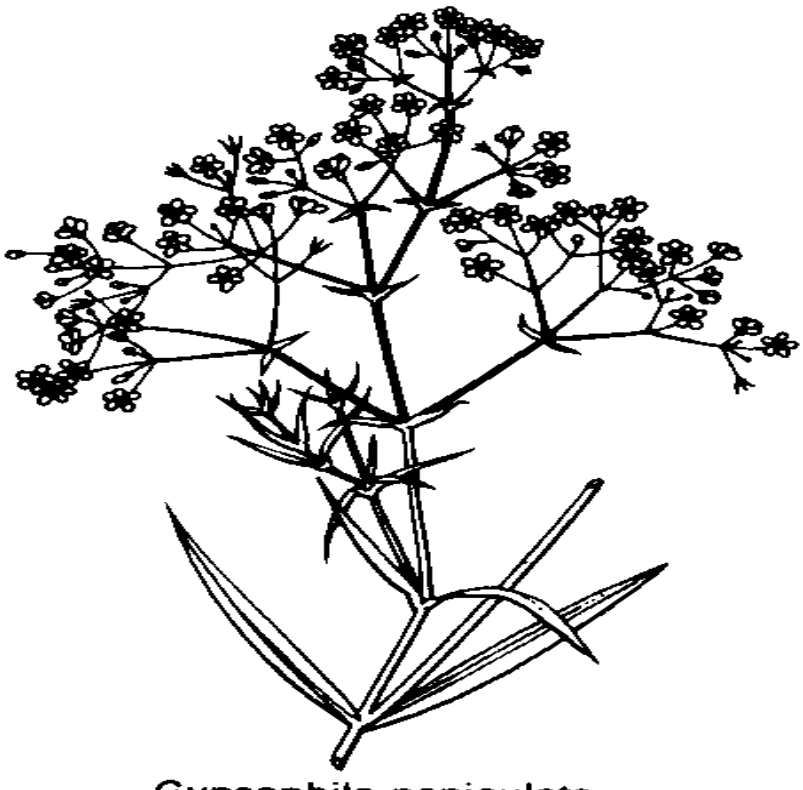
ونلاحظ فى هذا النوع من التفرع أن البرعم الطرفى قد توقف عن النمو بتكوين عضو مستديم ثم نشط البرعم الموجود فى أبط الورقة التى تلى هذا العضو مباشرة وأعطى فرعا خضريا يواصل النمو، وبعد مدة يقف هذا الفرع عن النمو ويكون عضوا مستديما ، ثم ينمو البرعم الموجود فى أبط الورقة التى تليه من أسفل وهكذا ، وقد يكون هذا العضو المستديم محلاقا كما فى العنب ، أو زهرة كما فى نبات أم جريسة ، أو فرعا هوائيا كما فى ريزومة النجيل (الشكل رقم 30).

التفرع المحدود كاذب الشعبتين *Dichasium branching*

وفيه يتوقف البرعم الطرفى عن النمو بتكوينه زهرة مثلا ، ثم ينمو من أسفل برعمان من أبطى ورقتين متقابلتين ليواصلا النمو ، وبعد مدة يتوقف نمو كل منهما بتكوين زهرة ومن أسفل كل منهما ينمو برعمين أبطيين وهكذا كما فى نبات جيبسوفيلا (الشكل رقم 31).



الشكل رقم (30) : **يوضح التفرع المحدود** (**كاذب الشعبة**) **فى نبات النجيل.**



Gypsophila paniculata

الشكل رقم (31) : **يوضح التفرع المحدود** (**كاذب الشعبتين**) **فى نبات جيبسوفيلا.**

السيقان المتحورة *Metamorphosed stems*

تتحور سيقان بعض الأنواع النباتية لتأدية وظائف معينة كالتمثيل الضوئى أو اختزان الماء فى النباتات الصحراوية ، أو للوقاية من حيوانات الرعى وتقليل النتح وفقد الماء فيتحور إلى اشواك ، أو قد يختزن الغذاء للتعمير والتكاثر الخضرى ويظل نموه تحت سطح الأرض مرسلا فروعا هوائية فى الظروف الملائمة ، أو للتسلق حيث يتحور إلى عضو لين حساس يلتف حول الدعامات يسمى بالمحلاق ، و سنتحدث عن بعض هذه التحورات التى تحدث للأغراض التالية :

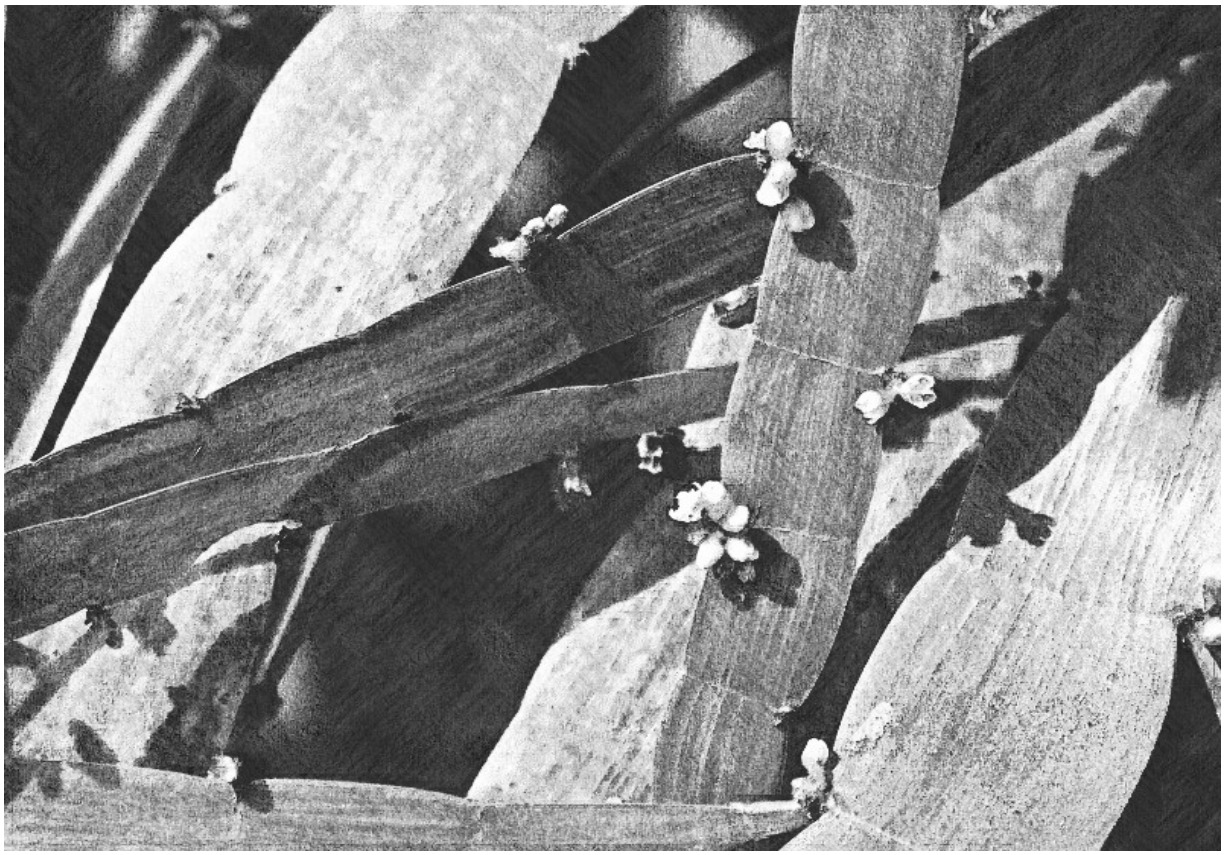
التمثيل الضوئى *Photosynthesis*

الأوراق هى الأعضاء الرئيسية فى النبات المسئولة عن القيام بعملية التمثيل الضوئى ، ويحدث فى بعض الأنواع النباتية أن تكون الأوراق مختزلة صغيرة الحجم غير خضراء تسمى بالأوراق الحرشفية ، أو أن تكون على شكل أشواك ، ولهذا فهى لا تساهم فى عملية التمثيل الضوئى ، لذلك تتولى بعض السيقان القيام بهذه العملية وتتحور إلى أشكال ورقية *Leafy stems* فتصبح رقيقة خضراء تشبه الأوراق الخضراء تماما كما فى نبات السفندر

Ruscus (الشكل رقم 32) حيث يأخذ الساق شكلا ورقيا توجد عليه أوراق حرشفية تحمل فى آباطها براعم تنمو لتعطى ازهارا ، وفى نبات

الشكل رقم (32) : ساق نبات السفندر وقد تحولت إلى الشكل الورقى للقيام بعملية التمثيل الضوئى وتظهر عليها الأزهار.

كشك الماظ *Asparagus* **تتحور السيقان إلى اشكال ورقية صغيرةخضراء وحيده السلامية** *Cladode* **وفى نبات المهلنبيكيا** *Muehlenbeckia* **تكون الساق خضراء ورقية مفلطحه مقسمه إلى عقد وسلاميات (الشكل رقم 33) وتحمل عند العقد أوراقا حرشفية تحمل فى آباطها براعم تنمو لتكون فروعا جانبية ورقية وتسمى بالساق الورقية عديدة السلاميات** *Phylloclade*.



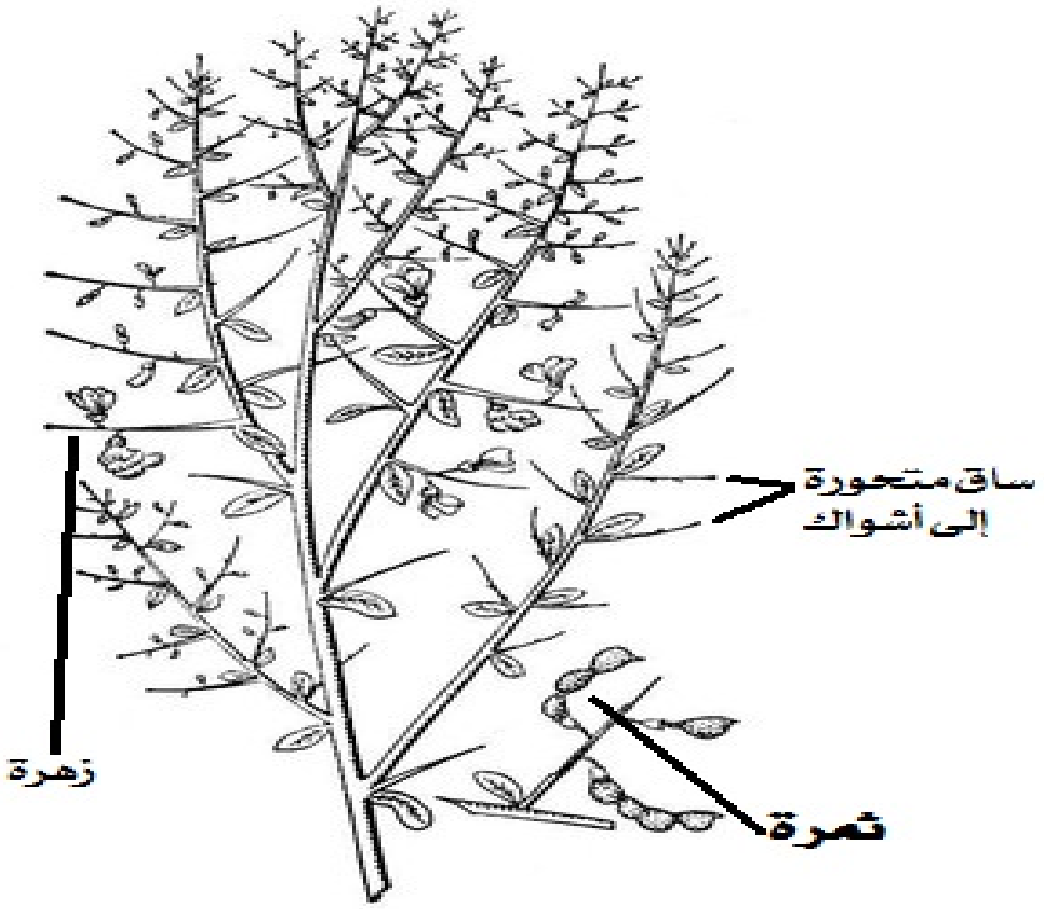
الشكل رقم (33) : ساق نبات المهلنبيكيا وقد تحولت إلى الشكل الورقى للقيام بعملية التمثيل الضوئى وتظهر البراعم عند السلاميات على الساق.

التسلق *Climbing*

قد يتحور الساق إلى اعضاء تساعد النبات على التسلق تسمى بالمحاليق وقد تخرج المحاليق من آباط الأوراق نتيجة نمو البراعم الأبطية ، ولهذا فهى عبارة عن فروع جانبية كما فى الأنتيجونن *Antigonon* أو يتكون المحلاق نتيجة نمو البرعم الطرفى كما فى العنب ، ويلاحظ أن المحلاق ينقسم إلى سلاميات يدل عليها ندب الأوراق الحرشفية المتساقطة ، وللمحاليق حساسية خاصة للتسلق فهى تتشبث بالدعامات وتشد نفسها وتلتف حولها عند ملامستها.

الحماية وتقليل النتح

قد تتحور السيقان فى بعض النباتات وخصوصا الصحراوية إلى اشواك حادة لتأدية هذه الوظائف . وتخرج هذه الأشواك من آباط الأوراق الخضراء نتيجة لنمو البراعم الأبطية ، وغالبا ما تحمل أوراقا صغيرة فى أبطها براعم زهرية كما فى نبات العاقول *Alhagi* (الشكل رقم 34) وحيث ان سطح الأشواك أقل فقدا للماء من الأوراق الخضراء فإن وجودها يعمل على تقليل النتح . وتختلف السيقان المتحورة إلى أشواك عن الزوائد الشوكية التى توجد على سطح بعض السيقان كالورد حيث أن الأخيرة (أشواك الورد) تنشأ سطحيا على سطح الساق بينما الأولى تنشأ نتيجة نمو البراعم.

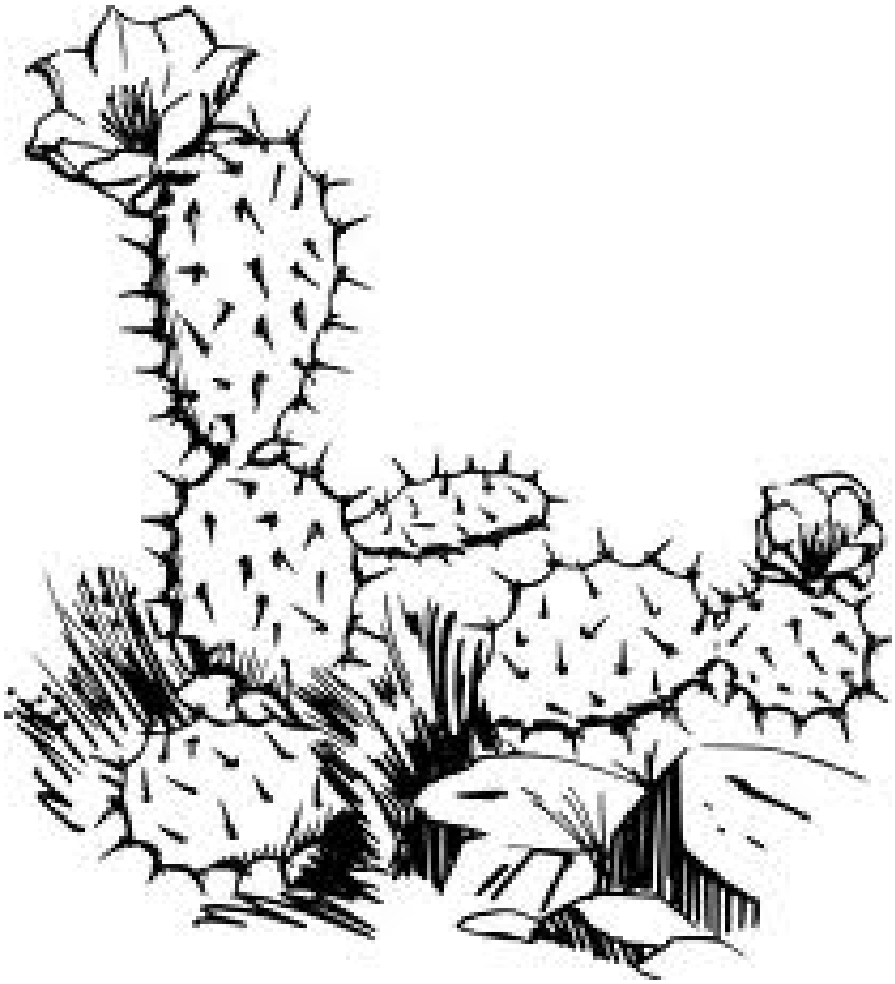


الشكل رقم (34) : ساق العاقول وقد تحولت إلى أشواك للحماية وتقليل النتح.

اختزان الماء

قد يتضخم الساق ويصبح عصيريا ومختزنا للماء (الشكل رقم 35) الذى يعتمد عليه النبات اثناء فصل الجفاف . وغالبا ما تكون الساق خضراء اللون وتقوم بعملية التمثيل الضوئى كما فى نبات التين الشوكى وسيقان هذا النبات عصيرية خضراء عريضة تنشأ فى آباط أوراق حرشفية ، وتحمل هذه السيقان أوراقا خضراء تسقط مبكرا تاركة مكانها ندبا تدل على

موضعها . وتنشأ فى آباط هذه الأوراق سيقان قزمية قصيرةوظيفتها حمل اشواك صغيرةعبارةعن أوراق متحورة.



الشكل رقم (35) : ساق التين الشوكى وقد تضخمت من أجل تخزين الماء.

التعمير واختزان الغذاء والتكاثر الخضرى

تنمو السيقان فى هذه الحالة تحت سطح الأرض مما يساعد النبات على تحمل الظروف غير الملائمة ، وهى تحمل أوراقا حرشفية توجد فى اباطها براعم تنمو فى الظروف الملائمة لتكون فروعا هوائية خضرية تظهر فوق

سطح الأرض . وتختزن هذه السيقان كمية كافية من المواد الغذائية تتغذى عليها البراعم اثناء نموها فى فصل النمو التالى . وهكذا تتضح ملاءمة هذه السيقان لتأدية وظائف التعمير واختزان الغذاء والتكاثر الخضرى ، وأنواع هذه السيقان هى:

الدرنات *Tubers*

من أمثلتها درنة البطاطس (الشكل رقم 36) وهى ساق ارضية درنية تتكون نتيجة تضخم نهايات الافرع الأرضية . ويمكن رؤية البرعم الطرفى لهذا الساق عند الطرف البعيد عن اتصال الدرنة بالفرع ، يوجد على درنة البطاطس مجموعة من العيون الغائرة توجد بداخلها براعم تنشأ فى آباط أوراق حرشفية تسقط مبكرا تاركة ندبا مكانها . وتتكاثر الدرنات خضريا بتقطيع الدرنة قطعا صغيرة يحمل كل منها برعما أو اكثر وجزء من النسيج الغذائى ثم توضع فى تربة ملائمة فتنمو البراعم وتكون فروعا هوائية.

الكورمات *Corms*

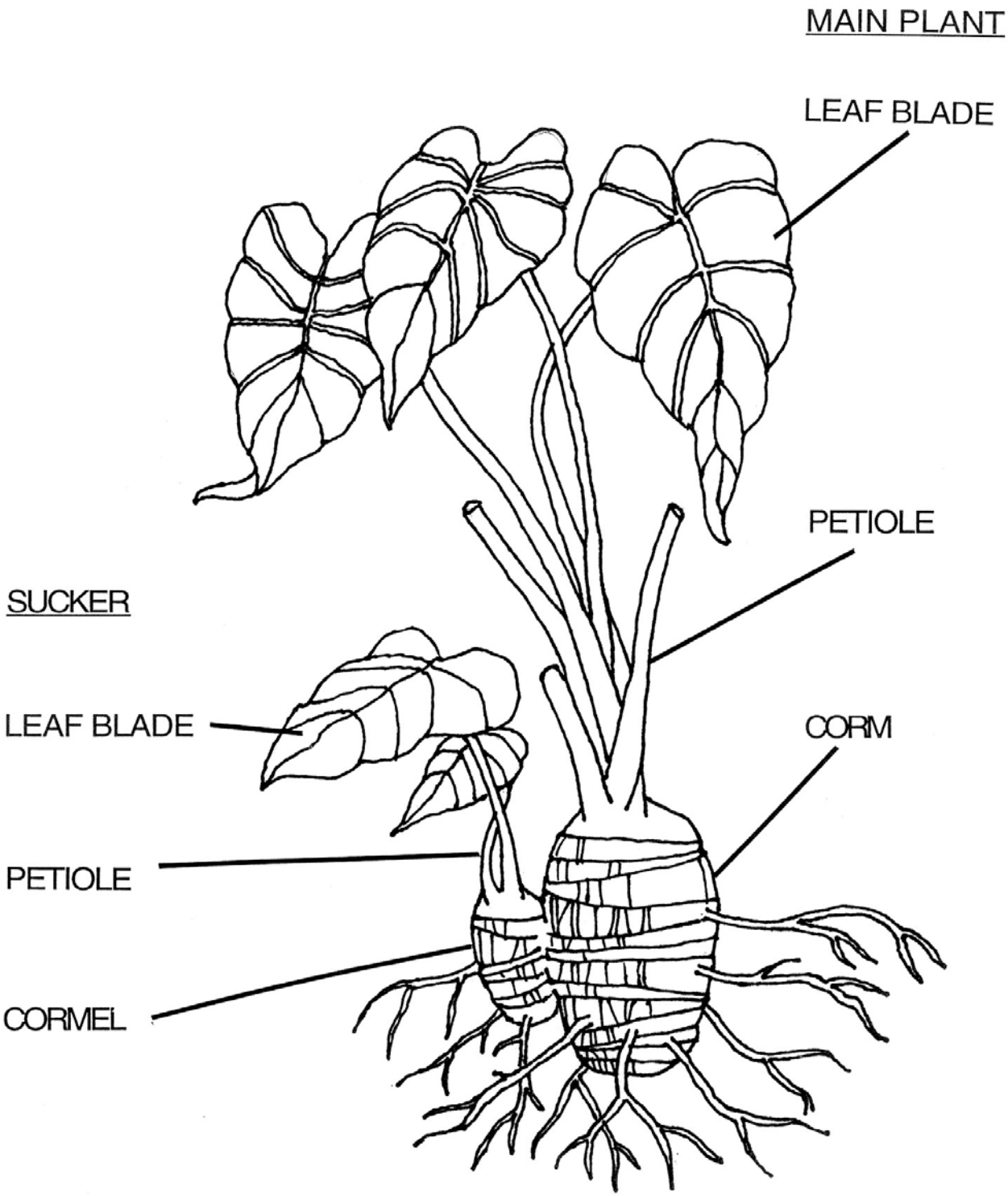
ومن أمثلتها كورمة القلقاس (الشكل رقم 36) وهى عبارة عن القاعده الأرضية المتضخمه لساق هوائية تنمو عموديا على سطح الأرض ، ويوجد عليها عقد وسلاميات واضحة وتحمل أوراقا حرشفية عند العقد ، وتوجد فى آباط الأوراق براعم ابطية . ويوجد أسفل الكورمه جزء متحلل يمثل

كورمة السنة الماضية بينما يمثل الجزء المتشحم كورمة السنة الحالية ، ويوجد البرعم الطرفى فى قمة الكورمة تحيط به الأوراق البرعمية وهى بيضاء محمرة اللون، اما البراعم الابطية فهى كبيرة الحجم قد تنمو لتكون كورمات صغيرة وهى كورمات السنه القادمه

الشكل رقم (35) : ساق البطاطس وقد تضخمت من أجل تخزين الغذاء و التعمير.

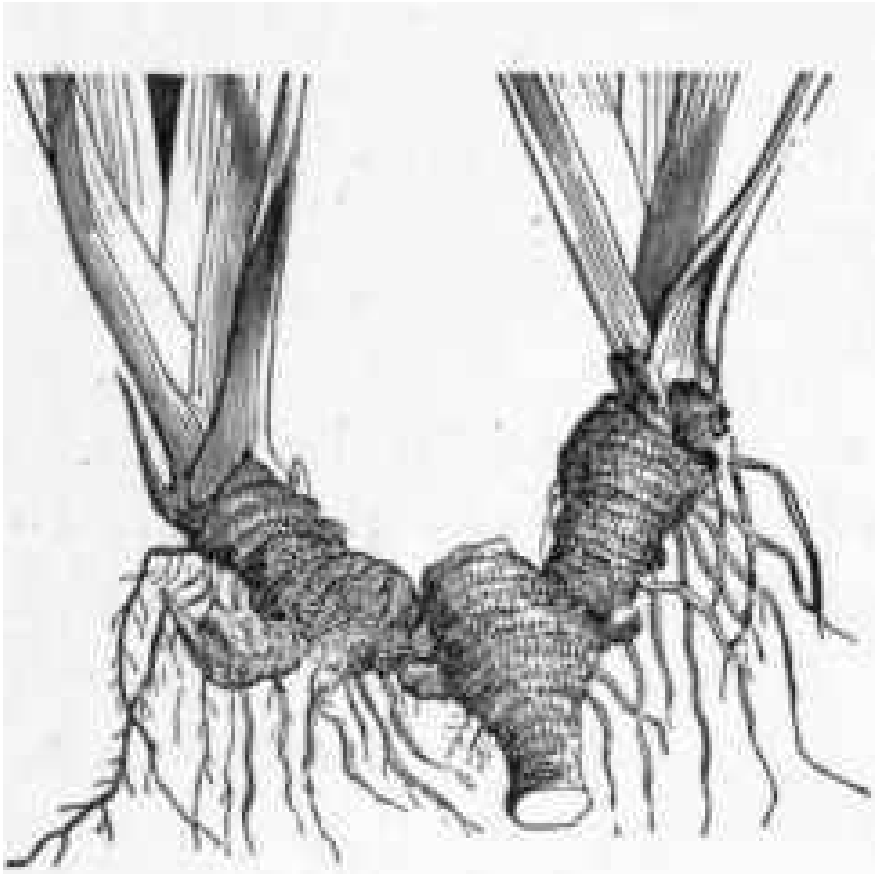
الريزومات rhizomes

ومن أمثلتها ريزومة النجيل والغاب (الشكل رقم 37) وهى ساق ارضية تنمو افقيا تحت سطح التربة ومقسمة إلى عقد وسلاميات واضحة ، وتخرج عند العقد جذور عرضية تتجه إلى أسفل كما انها تحمل أوراقا حرشفية



الشكل رقم (36) : **كورمة القلقاس وهى ساق تضخمت من أجل تخزين الغذاء و التعمير.**

رقيقة فى اباطها براعم . وتتفرع الريزومة تفرعا كاذب المحور حيث ان البرعم الطرفى يقف عن النمو الافقى ليعطى فرعا هوائيا ثم ينمو البرعم الابطى الذى يليه ليكمل نمو الريزومة.

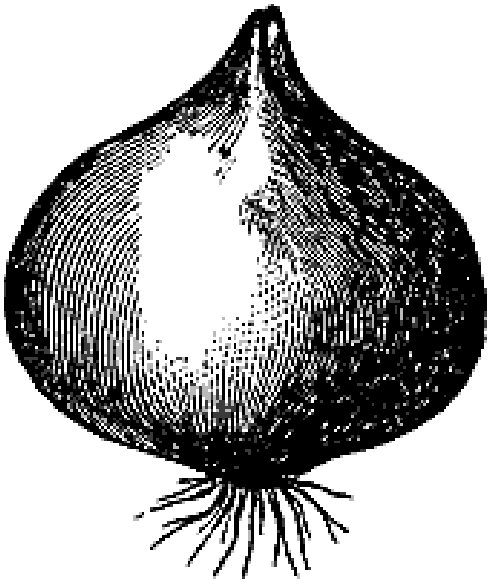


الشكل رقم (37) : **ساق متحورة إلى ريزومة من أجل تخزين الغذاء و التعمير.**

الأبصال *Bulbs*

توجد الأبصال فى أفراد العائلة الزنبقية كالبصل (الشكل رقم 38**). والبصلة عبارة عن ساق أرضية قصيرة قرصية تحمل حراشيف بيضاء سميكة عصيرية تمثل قواعد الأوراق الخضراء وتغطيها أوراق حرشفية**

جافة ، وتخرج من قاعدة الساق القرصية جذور عرضية ليفية ، وفى مركز الساق القرصية يوجد براعم أبطية فى آباط الأوراق الحرشفية وينمو البرعم الطرفى فى الظروف الملائمة للنمو ليعطى أوراقا خضراء ثم تتبعه البراعم الابطية ، ويعتمد النمو على الغذاء المدخر فى قواعد الأوراق المتشحمة . وفى الثوم تتجمع عدة بصيلات فى مجموعة واحدة تغلفها من الخارج أوراق حرشفية مشتركة ، وتمثل كل منها برعما ابطيا يختزن كمية من الغذاء فى أوراقه.



الشكل رقم (38) : البصلة ساق قرصية تضخمت قواعد الأرواق من أجل تخزين الغذاء و التعمير.

الورقة

Leaf

الورقة

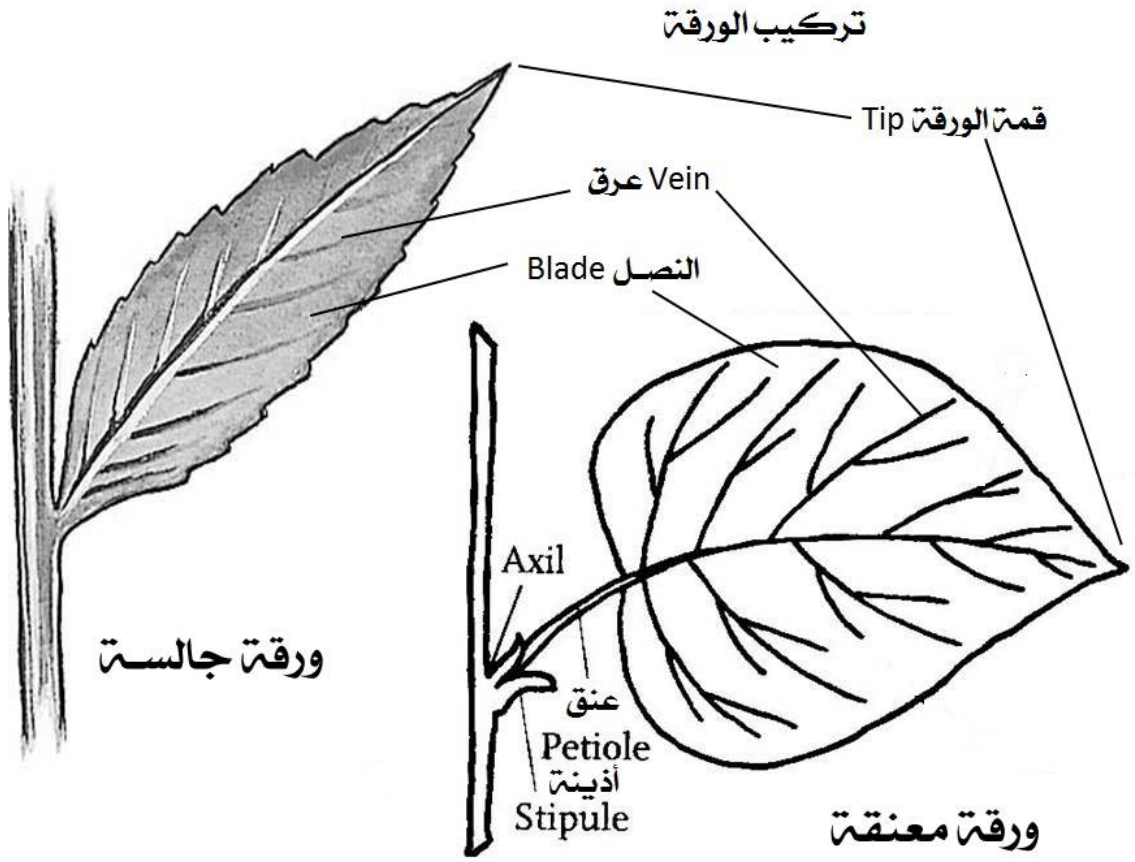
LEAF

الورقة (الشكل رقم 39) عبارة عن عضو منبسط رقيق أخضر (عادة) يتولى أساسا عملية البناء الضوئى و تكوين المواد الغذائية . وتحمل الأوراق على الساق عند العقد حيث تخرج ورقة أو اكثر عند كل عقدة حسب نوع النبات.

وتختلف الورقة عن الساق فى صفة رئيسية هى ان الساق له خاصية النمو غير المحدود بينما الورقة محدودة النمو حيث يتوقف نموها حينما تصل إلى حجم معين ، وتستمر فى أداء وظيفتها لموسم أو اكثر ثم تذوى وتسقط . وتنشأ الأوراق من منشئات الأوراق *Leaf primordial* وهى بروزات تظهر حول القمه الميرستيمية للساق.

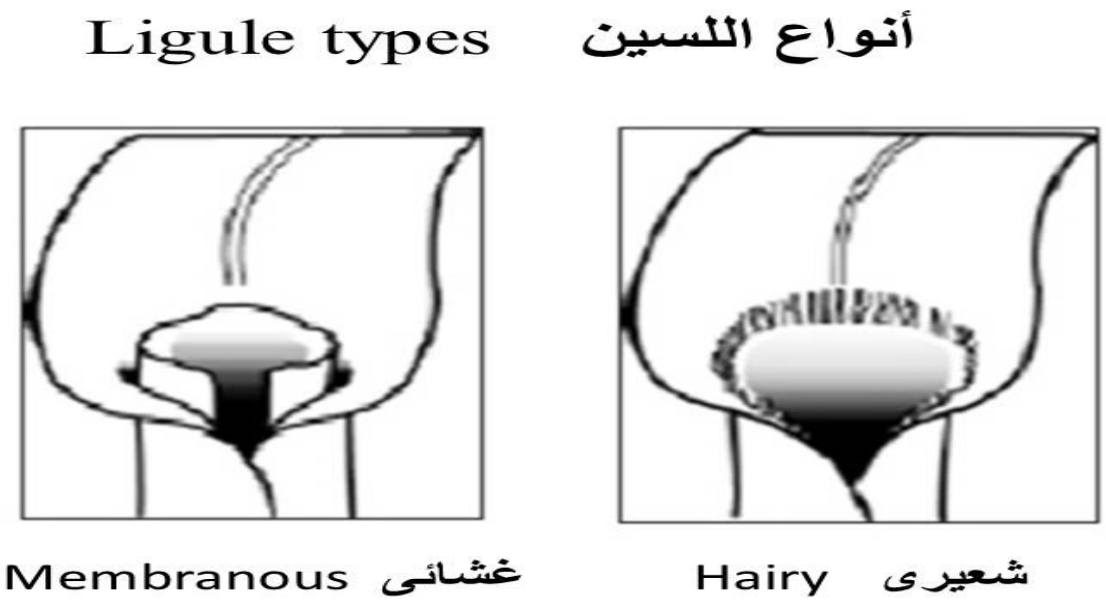
و تتكون الورقة من جزء رقيق منبسط يسمى بالنصل *Blade* يحمله بعيدا عن الساق جزء إسطوانى يسمى العنق *Petiole* ، و الذى قد يكون عنق عادى كما فى الكافور أو عنق طويل كما فى أوراق القلقاس أو عنق متسلق كما فى ابو خنجر ، و فى بعض الأوراق قد لا يوجد العنق وتسمى الورقة (جالسة) كما فى الكتان.

ويتصل العنق بالساق بواسطة جزء منتفخ عريض نوعا ما يعرف بالقاعدة *Base* وهى تعمل على حماية البراعم الابطية من المؤثرات



الشكل رقم (39) : يوضح الشكل تركيب ورقتي النبات المعنقة و الجالسة.

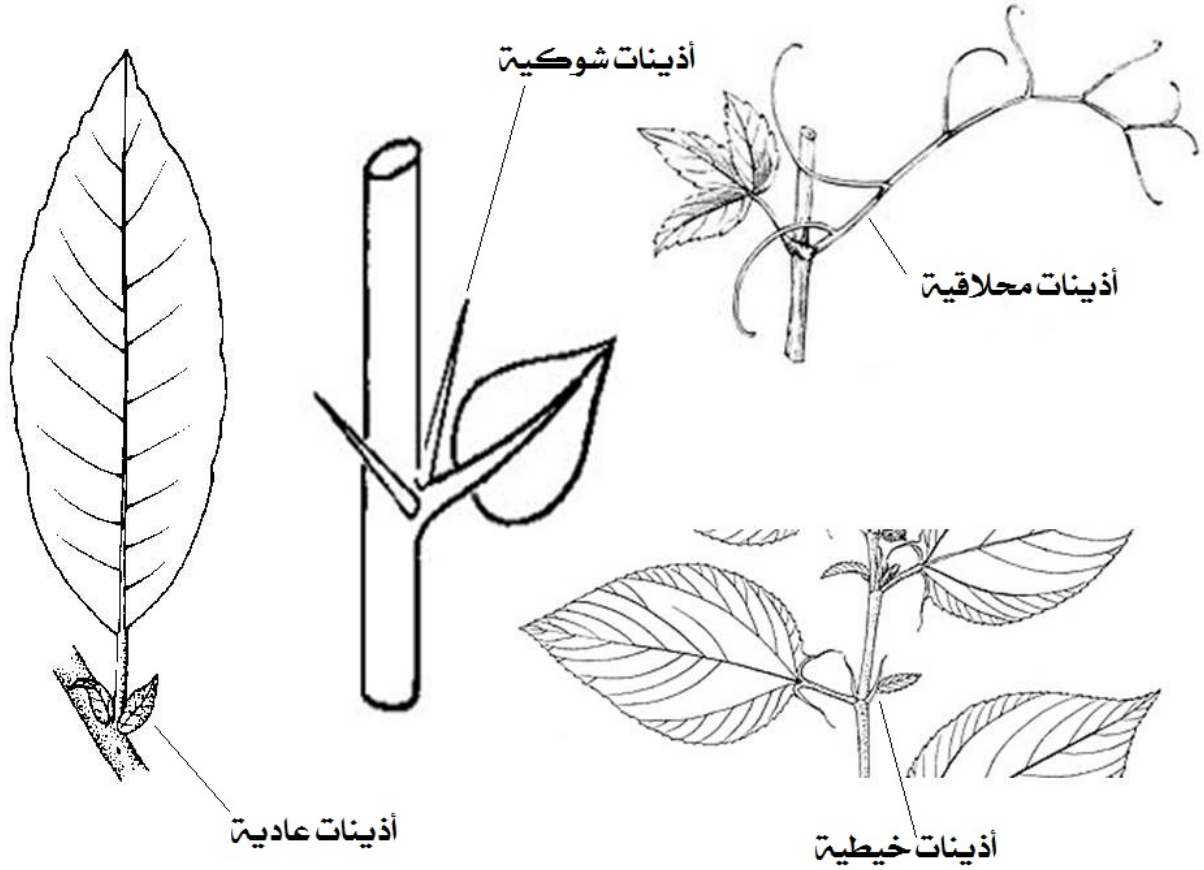
الخارجية . وفى الأوراق الجالسة قد يمتد العنق ليكون غمدا يحيط بالساق إحاطة تامة و فى هذا النوع من الأوراق يلاحظ وجود غشاء رقيق أو شعيرات بين النصل والقاعدة الغمدية تسمى باللسين *Ligule* (الشكل رقم 40) يساعد على منع تراكم المواد الغريبة بين النصل والغمد . وفى بعض الأوراق قد يوجد على جانبى القاعدة زوائد تساعد على حماية البراعم الابطية



الشكل رقم (40) : يوضح الشكل أنواع اللسين المختلفة والشائعة فى النجيليات.

تسمى بالأذينات *Stipules* (الشكل رقم 41) و قد لا توجد كما فى الكافور . وهناك عدة صور مختلفة للاذينات ، فقد تكون ورقية كما فى بسلة الزهور أو اشواكا كما فى السنط و النبق أو محاليق كما فى سميلاكس أو خيطية (شعيرية) كما فى الملوخية أو قد تكون عادية كما فى الورد.

ويحتوى النصل على مجموعه من العروق تساعد على تقويته وتزيد من صلابته ، وذلك لإحتوائها على أنسجة ملجننه قوية . وتمثل العروق إمتدادات الحزم الوعائية الموجودة بالساق وتنقل خلالها المواد الغذائية من الورقة للساق وبالعكس . ويختلف نظام التعرق فى الأنواع المختلفة من الأوراق . وهناك نوعان أساسيان من التعرق:



الشكل رقم (41) : يوضح الشكل أنواع الأذينات المختلفة.

التعرق المتوازى *Parallel venation*

وفيه تكون العروق الجانبية موازية طوليا للعروق الوسطى كما فى أوراق النجيليات ، ويسمى بالتعرق المتوازى الطولى . أو قد تكون العروق الجانبية متوازية ولكنها عمودية على العرق الوسطي كما فى أوراق الموز ، ويسمى بالتعرق المتوازي العرضى . وعموما فالتعرق المتوازي من مميزات أوراق نباتات ذوات الفلقة الواحدة (الشكل رقم 42).

التعرق المتوازى العرضى فى الموز

التعرق المتوازى الطولى فى الذرة

الشكل رقم (42) : يوضح الشكل أنواع التعرق المتوازى العرضى فى الموز والطولى فى الذرة .

التعرق الشبكى *Reticulate venation*

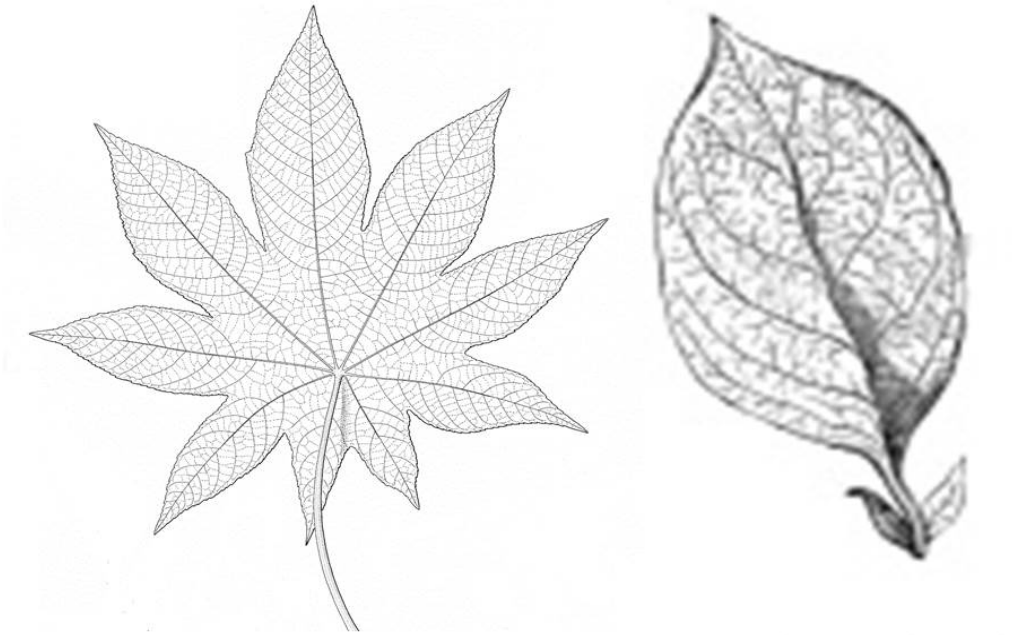
وفيه تخرج العروق الجانبية (الشكل رقم 43) من العروق الوسطى ، وتتفرع إلى عروق ثانوية تتفرع بدورها إلى عروق ثلاثية وهكذا ، وتتشابك العروق لتاخذ شكلا شبكيا . وتتميز نباتات ذوات الفلقتين بهذا النوع من التعرق . وهناك نوعان من التعرق الشبكى :

التعرق الشبكى الريشى *Reticulate pinnate venation*

ويتميز هذا النوع بوجود عرق وسطى رئيسى تخرج منه العروق الجانبية على الناحيتين كما فى أوراق الدورانتا.

التعرق الشبكى الراحى *Reticulate palmate venation*

وفيه يوجد بالورقة اكثر من عرق رئيسى واحد ، وتلتقى هذه العروق فى نقطه واحده عند قاعدة النصل كما فى أوراق الخروع.

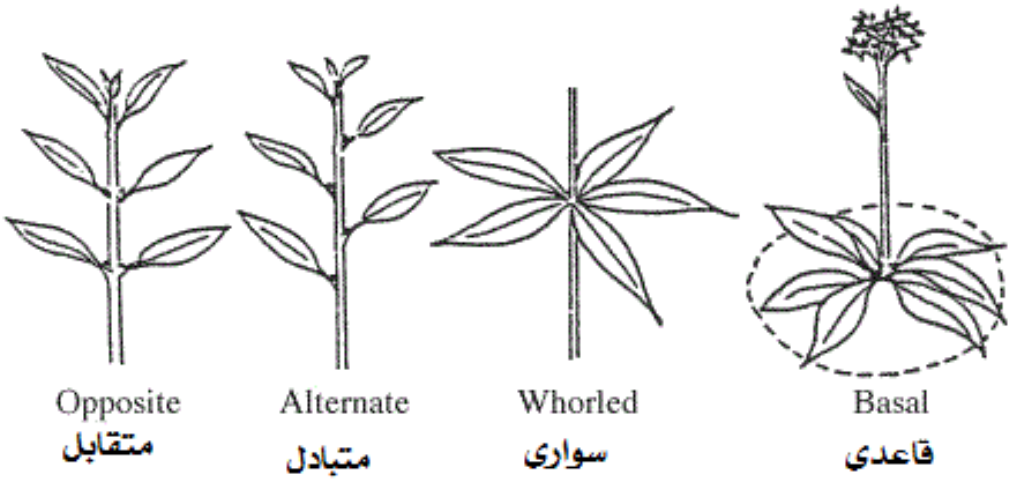


التعرق الشبكى الراحى التعرق الشبكى الريشى

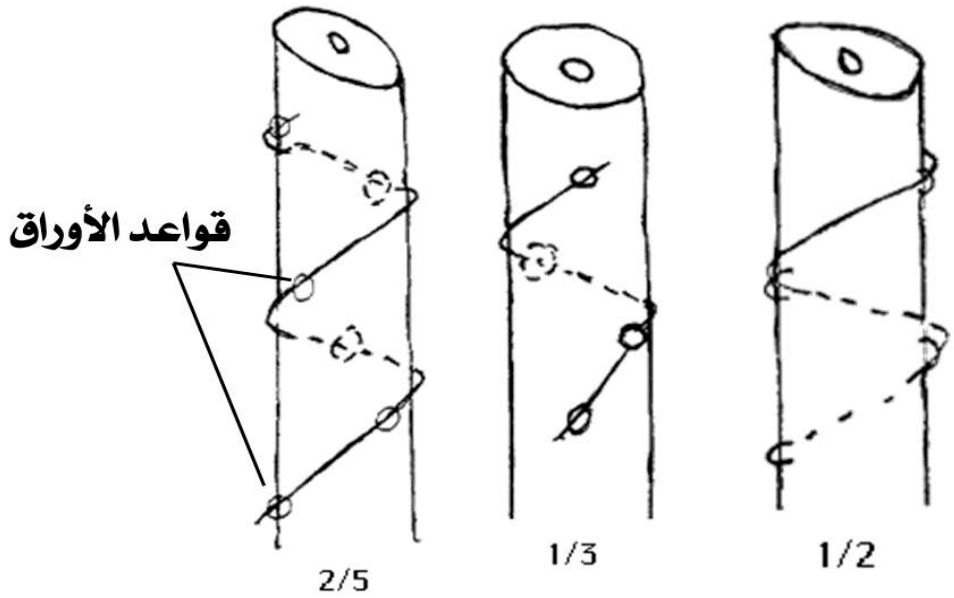
الشكل رقم (43) : **يوضح الشكل أنواع التعرق الشبكى الريشى والراحى .**

ويختلف نظام توزيع الأوراق على الساق (الشكل رقم 44) فى النباتات المختلفة ويسمى التوزيع متبادلا *Alternate* **إذا خرجت ورقة واحدة على الساق عند كل عقدة وتبادلت الأوراق المتعاقبة الوضع على الساق . أو قد يكون التوزيع متقابلا** *Opposite* **إذا خرجت ورقتان متقابلتان عند كل عقدة ، وقد تتعامد الأوراق المتقابلة المتعاقبة ، ويسمى التوزيع متقابلا متعامدا** *Opposite decussate* **وهناك بعض النباتات تتميز بوجود أكثر من ورقتين عند كل عقدة ويسمى التوزيع فى هذه الحالة سواريا** *Verticillate* **ويستعمل إصطلاح الإفتراق الزاوي** *Phyllotaxy* **للدلالة على نظام توزيع الأوراق على الساق بطريقة حسابية (الشكل رقم 45)، وذلك بإمرار خيط حول قواعد الأوراق بين ورقتين تقعان فوق بعضهما مباشرة على الساق وعد السلاميات التى تفصل هاتين الورقتين ، وبحساب نسبة عدد اللفات الكاملة للخيط إلى عدد السلاميات تحصل على الإفتراق الزاوى ، و فى النوع الواحد تكون هذه النسبه ثابتة فهى فى معظم نباتات ذوات الفلقتين ثلاثة اخماس (5/3) أو ثلاثة اثمان (8/3) ونادرا ما تكون نصف (2/1) أو ثلث (3/1).**

تنقسم الأوراق من ناحية شكل النصل إلى ثلاثة أقسام رئيسية . فقد يكون النصل عبارة عن جزء واحد ، وتسمى الورقة ة *Simple leaf* **أو قد يتجزأ إلى أجزاء غير منفصلة وتسمى مفصصة** *Lobed* **، أو قد تنفصل إلى عدة أجزاء وتسمى الورقة مركبة** *Compound leaf* **، ويسمى كل جـزء**

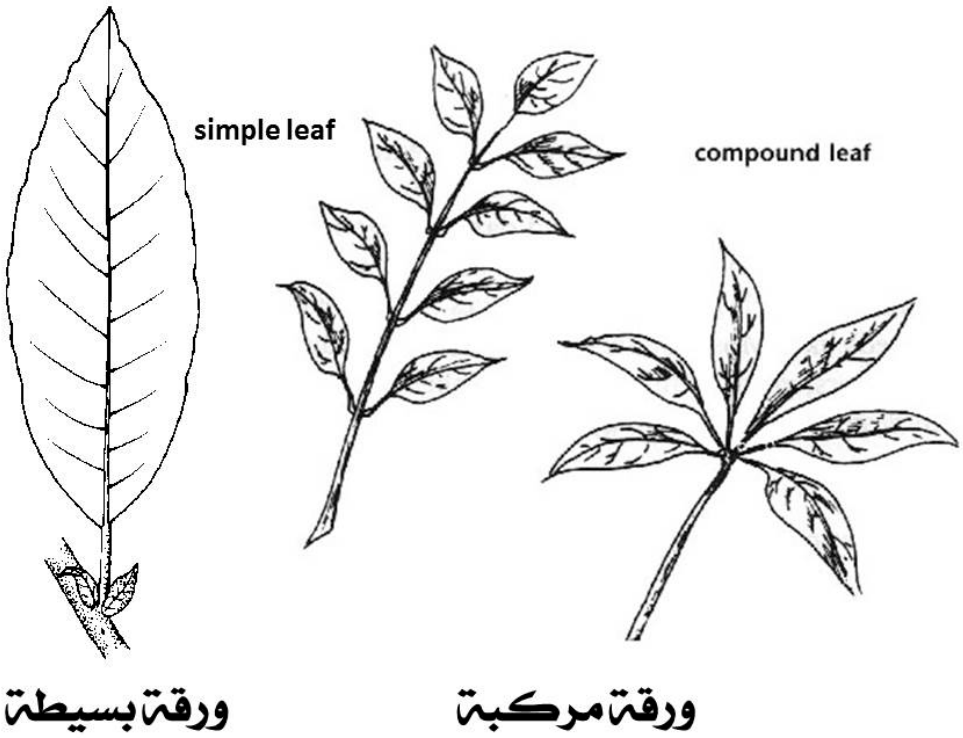


الشكل رقم (44) : **يوضح الشكل توزيع الأوراق على الساق .**



الشكل رقم (45) : **يوضح الشكل طريق تعيين الإفتراق الزاوي .**

من أجزائها وريقة *Leaflet* ويشمل كل قسم من هذه الأقسام عدة صور مختلفة (الشكل رقم 46).

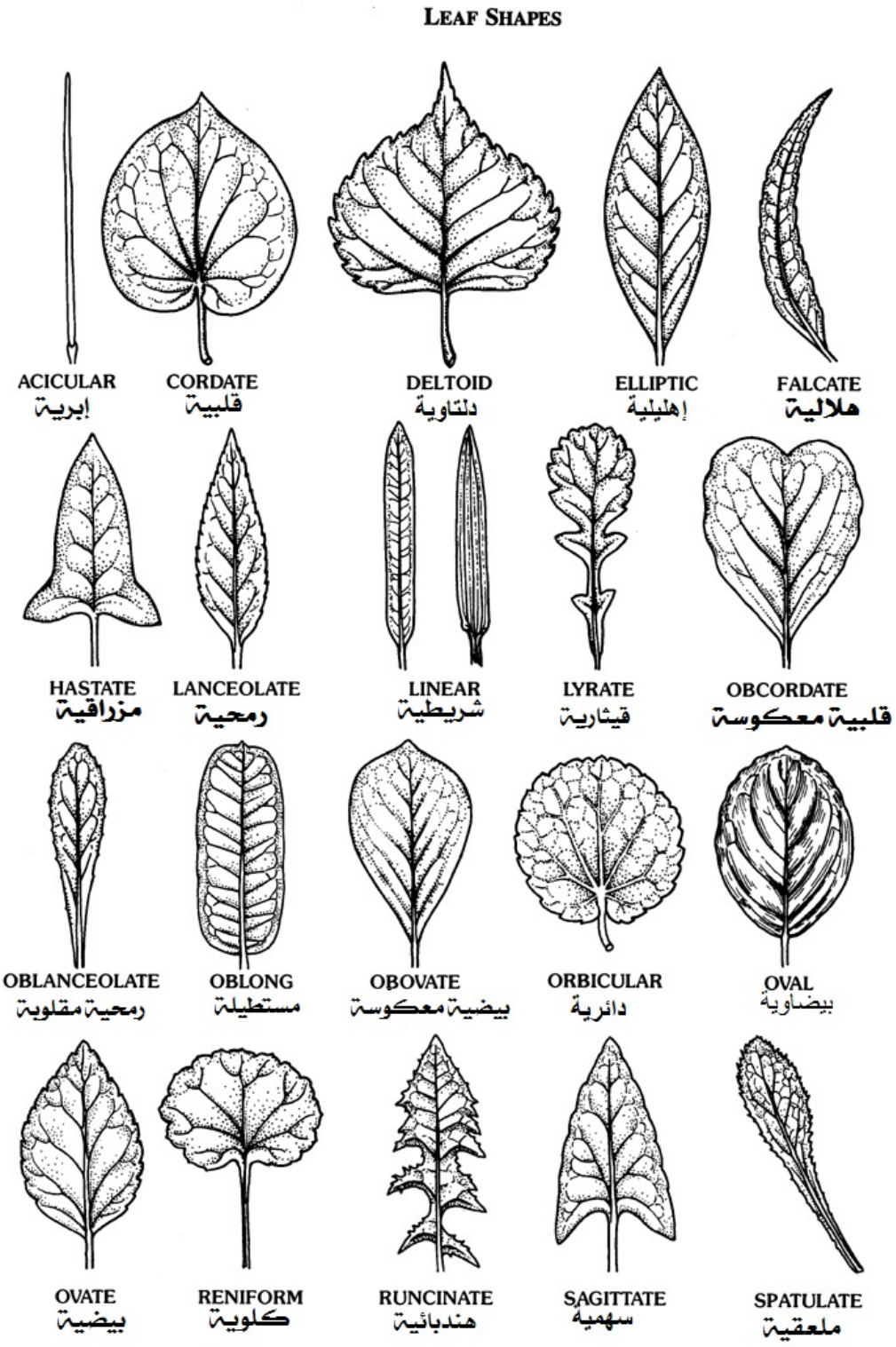


الشكل رقم (46) : يوضح الأنواع المختلفة للأوراق.

الصور المختلفة للأوراق

صور الأوراق البسيطة:

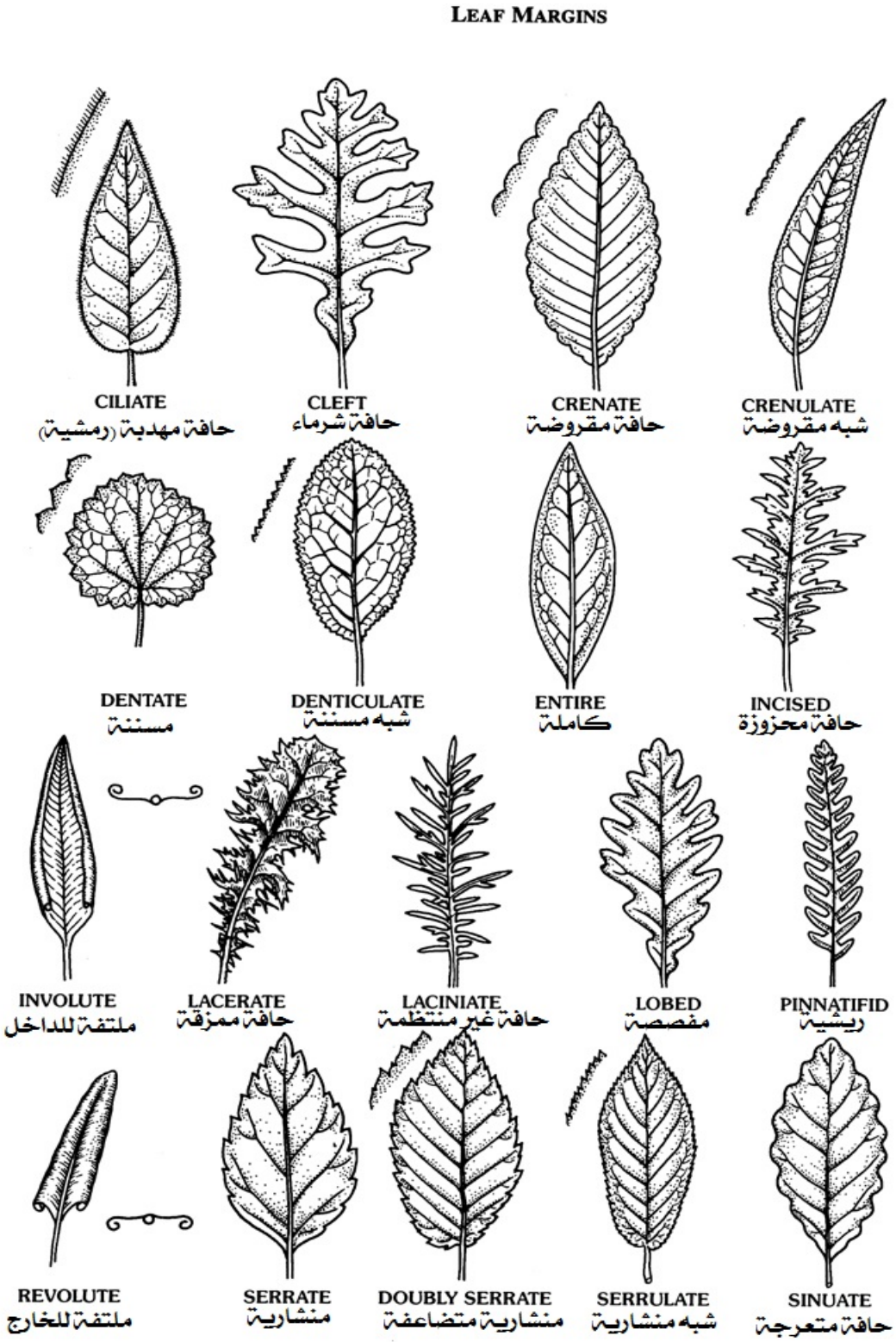
منها الورقة الابرية *Acicular* (الشكل رقم 47) كالأوراق الخضرية للصنوبر ، الورقة الشريطية *Linear* كأوراق القمح والذرة، الورقة



الشكل رقم (47) : يوضح الأشكال المختلفة للأوراق .

الأنبوبية *Tubular* **كأوراق البصل ، الورقة البيضية** *Ovate* **كأوراق الدورانتا ، الورقة الملعقية** *Spatulate* **كأوراق الرجله ، الورقة القلبية** *Cordate***كأوراق المشمش ، الورقة الكلوية** *Reniform* **كالأوراق الفلقية للقطن ، الورقة القرصية** *Peltate* **كأوراق ابو خنجر، الورقة الرمحية** *Lanceolate* **كأوراق الكافور، الورقة السهمية** *Sagittate* **كأوراق القطبه ، الورقة المزراقية** *Hastate* **كأوراق العليق و الورقة الاهليلية** *Elliptical* **كوريقات البوانسيانا.**

ويختلف شكل حافة النصل (الشكل رقم 48) فى الورقة البسيطة فقد تكون الحافة منتظمة وتسمى كاملة *Entir* **، وقد توجد بالحافة نتوءات حادة منتظمة قمتها متجهة للأمام وتسمى منشارية** *Serrate* **، أما إذا اتجهت قمة البروزات جانبيا متعامدة على الحافة فتسمى مسننة** *Dentate* **وقد تكون النتوءات صغيرة مستديرة القمة وتسمى مقروضة** *Crenat* **، أو قد تكون البروزات غير منتظمة بعضها كبير والأخر صغير وتسمى متعرجة** *Sinuate* **، و قد تكون التعاريج عميقة بعض الشئ وبذلك يقسم النصل إلى عدة إنقسامات ولكنها لا تصل إلى العرق الوسطي وتسمى الورقة فى هذه الحالة مفصصة.**



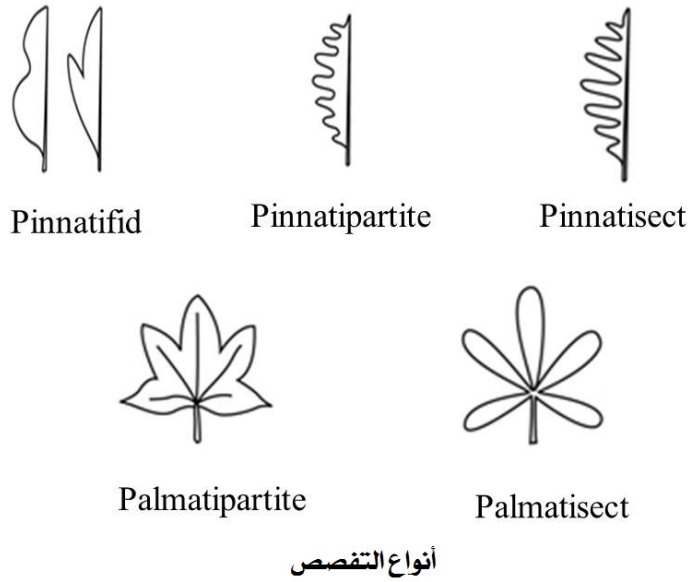
الشكل رقم (48) : **يوضح الأشكال المختلفة لحواف الأوراق .**

صور الأوراق المفصصة:

حينما يكون تفصص النصل غير غائر (الشكل رقم 49) ولا يزيد على منتصف المسافة بين حافه الورقة وعرقها الوسطي تسمى الورقة ضحلة التفصص الريشى *Pinnatifid* أو غائر ولا يزيد عن منتصف المسافة بين الحافة وقاعدة النصل وتسمى ضحلة التفصص الراحى *Palmatifid* أو قد يكون الإنقسام أكثر عمقا ويصل إلى مسافة أكثر من ثلاثة أرباع النصل وهذه تسمى عميقة التفصص الريشى *Pinnatipartite* أو عميقة التفصص الراحى *Palmatipartite* ، وفى بعض الأوراق قد يكون التفصص أكثر عمقا حتى يصل إلى العرق الوسطى تقريبا أوإلى قاعدة النصل ، وتسمى الورقة مشرحة التفصص الريشى *Pinnatisect* ومشرحه التفصص الراحى *Palmatisect*على التوالى.

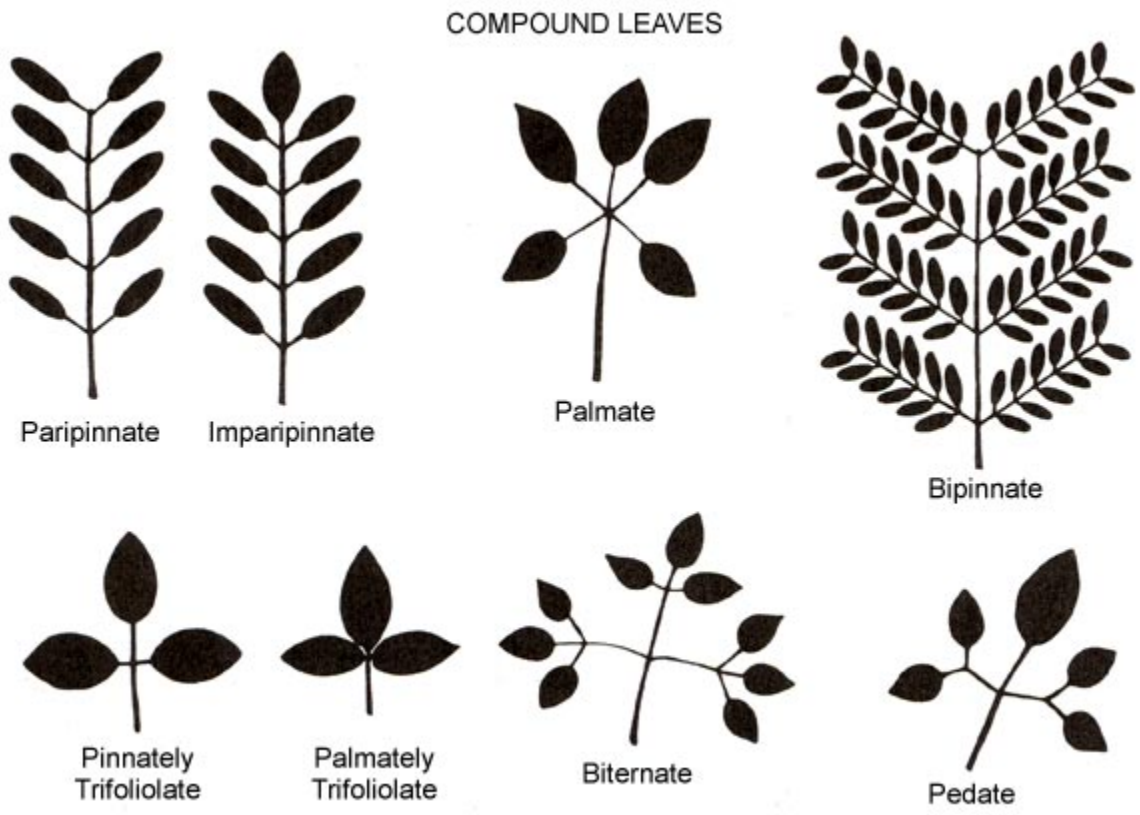
صور الأوراق المركبة:

وهى الورقة التى يتكون نصلها من عدة وريقات (الشكل رقم 49)، قد تترتب على جانبى المحور الرئيسى للورقة وتسمى الورقة مركبة ريشية *Compound pinnate*، أو قد تتصل الوريقات بعنق الورقة مباشرة وتبدو الوريقات وكأنها خرجت من موضع واحد وتسمى مركبة راحية *Compound*



الشكل رقم (48) : أنواع التفصص الريشى والراحى فى أوراق النبات.

palmate وفى النوع الأول قد ينتهى طرف محور الورقة المركبة بوريقة واحدة ، و تعرف بالورقة المركبة الريشية الفردية Imparipinnate ، أو بوريقتين وتعرف بالورقة المركبة الريشية الزوجية *Paripinnate* وقد تتجزأ الوريقة نفسها إلى أجزاء منفصلة تترتب على أفرع المحور الرئيسى للوريقة تعرف بالرويشات *Pinnules* وتعرف الوريقات نفسها بالريشات *Pinnae* وتسمى الورقة المركبة فى هذه الحالة بالريشية المتضاعفة Bipinnate.

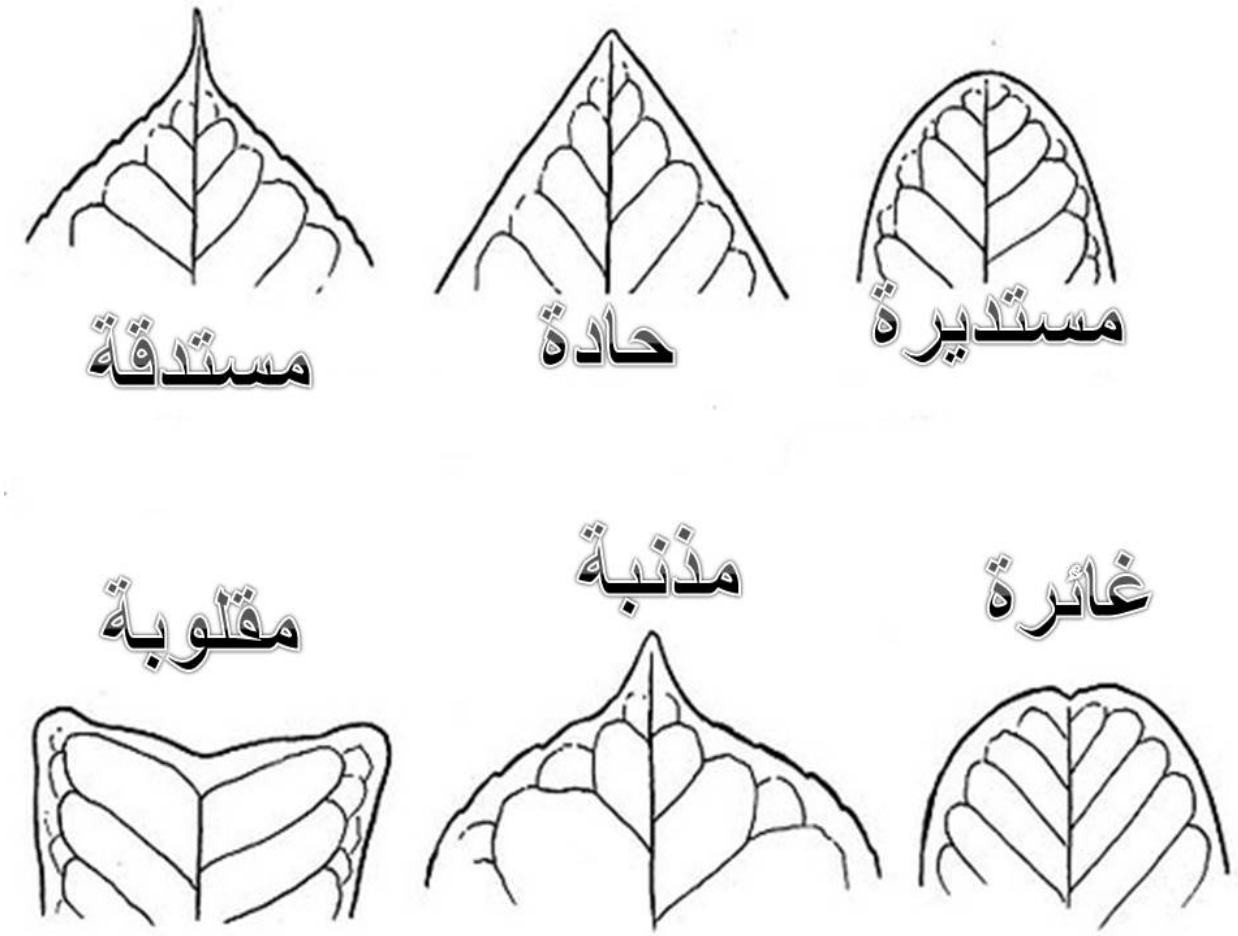


الشكل رقم (49) : **يوضح الأشكال الأنواع المختلفة للأوراق المركبة.**

قمة النصل:

تختلف أشكال قمة النصل (**الشكل رقم** 50) **فى أوراق النباتات المختلفة ، فقد تكون القمة مدببة حادة** *Acute* **كما فى أوراق الدورانتا ، أو قد تكون مدببة مستطيلة قليلة وتسمى مستدقة** *Acuminate* **كما فى وريقات السرسوع ، أو قد يكون الجزء المدبب طويلا وتسمى مستدقة مذنبة** *Caudate* **كما فى أوراق الفيكس ريليجيوزا** *Ficus religiosa*، **أو**

قد تكون مستديرة *Obluse* **كما فى وريقات اللبخ ، أو قد تنخفض قمة الورقة قليلا عن مستوى الحافة فى أعلى الورقة ، وتسمى غائرة أو مقلوبة** *Emarginated* **كما فى أوراق خف الجمل .**



الشكل رقم (49) : **الأنواع المختلفة لقمة بعض أوراق النبات.**

الأوراق المتحورة *Modified leaves*

من الصفات الأساسية للأوراق أنها تنشأ على الساق عند العقد كما توجد فى آباطها براعم ، وغالبا ما تكون الأوراق مفلطحة لتؤدى وظيفتها الأساسية وهى التمثيل الضوئى وتكوين الغذاء ، وفى بعض النباتات قد تتحور الأوراق أو أجزاء منها لتؤدى وظائف معينة منها:

إختزان الماء والغذاء

قد يختزن الغذاء فى قواعد الأوراق ، كما فى بعض نباتات ذوات الفلقة الواحدة مثل البصل ، ويستعمل الغذاء المدخر فى عملية النمو عند أستئنافه فى فصل النمو التالى ، ولذلك تضمر هذه القواعد ويصغر حجم البصلة كثيرا نتيجة تكوين فروع هوائية ، وتنشيط الأوراق الخضراء فى تكوين الغذاء الذى يدخر فى قواعدها الموجودة تحت سطح الأرض فى أواخر فصل النمو ، ولذلك تنتفخ هذه القواعد وتكبر مكونة أبصالا جديدة.

وتعتبر الأوراق الجنينية أو الفلقات الموجوده فى البذور غير الاندوسبيرمية أوراقا متحورة إختزنت الغذاء الذى يستعمل فى الأطوار الأولى لعملية الإنبات .

وفى بعض النباتات الصحرأوية مثل الرطريط والغاسول يختزن الماء بكثرة فى الأوراق المتشحمة حيث يستغله النبات فى أوقات الجفاف . فى

نبات الرطريط *Zygophyllum coccineum* يحمل الساق أوراقا مركبة خضراء مؤذنة ذات ورقتين ، والوريقات والعنق متشحمة اسطوانية تختزن الماء.

الشكل رقم (50): وفيه تظهر أوراق نبات *Zygophyllum coccineum* المتضخمة نتيجة لتخزينها الماء.

الحماية:

قد تتحور الأوراق فى بعض النباتات وتصبح رقيقة وجافة خالية من الكلوروفيل وتقتصر وظيفتها على حماية البراعم التى توجد فى آباطها كالأوراق الحرشفية التى توجد على الريزومات والكورمات والدرنات ، وهذه الأوراق لا تقوم بعملية التمثيل الضوئى وقد سبق الاشارة إلى وجود

أوراق حرشفية حول البراعم الشتوية تعمل على حماية الأجزاء الداخلية الرقيقة للبرعم ، وفى هذه الحالة قد تغطيها مواد صمغية وراتنجية تعمل على إحكام تغليف البرعم.

تقليل النتح:

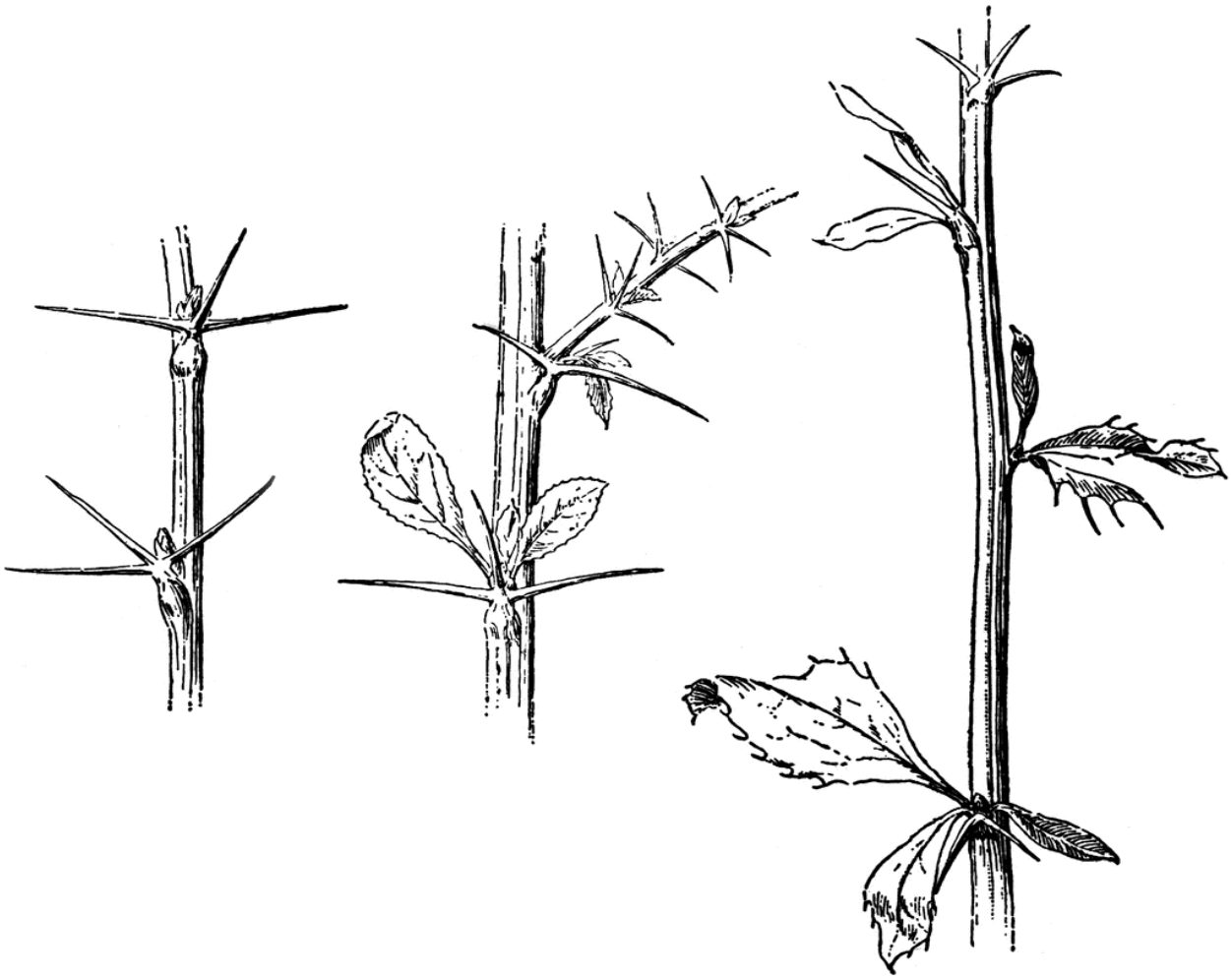
تتكون الأشواك فى النباتات عموما إستجابه لجفاف البيئة التى يعيش فيها النبات حيث أن الأشواك أقل فقدا للماء من الأوراق الخضراء المفلطحة وذلك نتيجة لإختزال مساحة سطحها وتغطيتها بمواد شمعية.

وقد تتحور الورقة كلها إلى شوكة كما فى نبات البربيرس حيث تأخذ الورقة شكل شوكة ذات ثلاث شعب (الشكل رقم 51) توجد على سيقان طويله ، وتوجد فى آباطها براعم تنمو لتعطى سيقانا قزمية تحمل أوراقا خضراء ذات حافة شوكية. أو قد تتحور الاذينات إلى أشواك كما فى النبق والسنط ، وفى الباركنسونيا يحمل النبات أوراقا مركبة ذات أذينات شوكية ويتحور محور الورقة المركبة فى جزئه الطرفى إلى شوكة.

التسلق:

تتحور الأوراق فى بعض النباتات إلى محاليق لتؤدى وظيفة التسلق كما فى نبات حمام البرج *Lathyrus aphaca* حيث تتحور الورقة كلها إلى محلاق وتكبر الأذينات وتتفلطح وتصبح ورقية لتقوم بعملية التمثيل الضوئى.

وقد يتحور جزء من الورقة إلى محلاق كما فى بسلة الزهور حيث تتحور بعض الوريقات الطرفية للورقة المركبة إلى محاليق ، وتكون الأذينات ورقية كبيرة، وتوجد عند قاعدة الورقة المركبة . وفى نبات سميلاكس *Smilax* تتحور الأذينات إلى محاليق . أما فى نبات كليماتس فإن عنق الورقة هو الذى يتحور إلى محلاق.



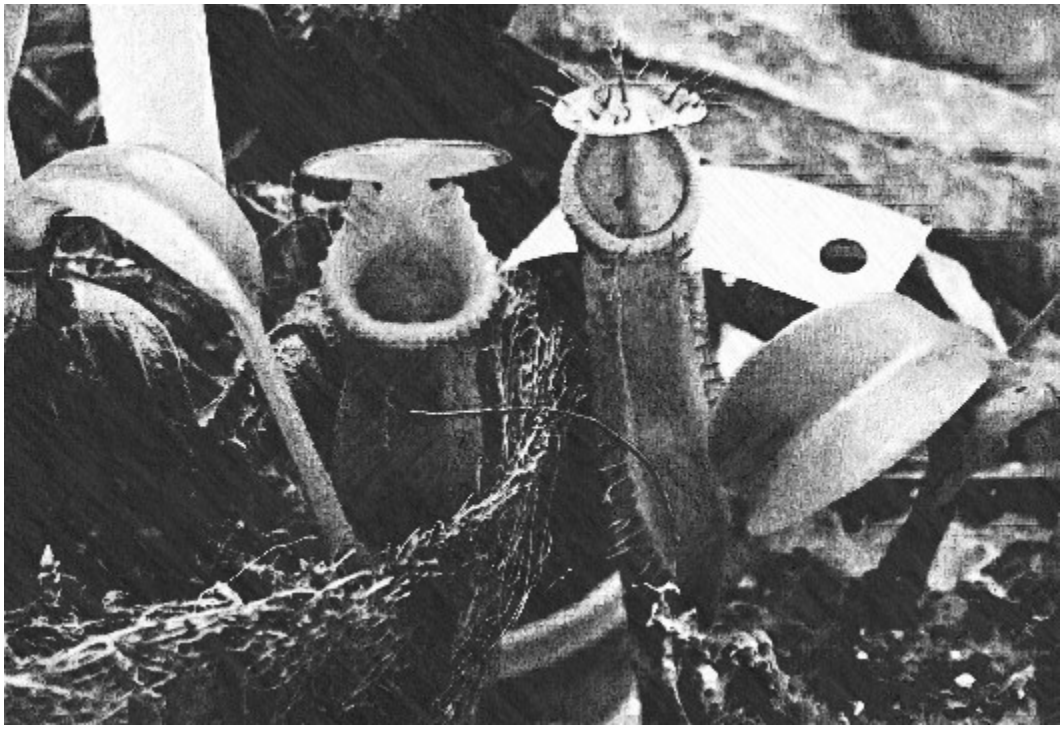
الشكل رقم (51): يوضح اشكل ورقة البربيرس وقد تحورت إلى شوكة ذات ثلاث شعب.

اصطياد الحشرات:

تمثل النباتات آكلة الحشرات مجموعة فريدة من النباتات الراقية التى تتغذى بطريقة شاذة على الحشرات ، فتتحور أوراقها إلى أعضاء خاصة تعمل على اصطياد الحشرات ، كما أنها تفرز إنزيمات معينة تعمل على هضمها وتحويلها إلى مواد بسيطة يسهل إمتصاصها بواسطة أجزاء الورقة . وتجدر الاشارة إلى أن هذه النباتات تحمل أوراقا خضراء تقوم بعملية التمثيل الضوئى وتكوين الغذاء العضوى ، ومن ثم فإنها لا تعتمد كلية على الحشرات فى غذائها . ومن أمثلة هذه النباتات نبات النبنش *Nepenthes* وفيه يتورق الجزء القاعدى من النصل ويكون الجزء الوسطى منه محلاقا أما الجزء العلوى من النصل فيتحور إلى ما يشبه القدر المزود بغطاء . وتغطى السطح السفلى لغطاء القدر مادة عسلية ، أما السطح الداخلى للقدر فيغطى بمادة شمعية وشعيرات متجهة إلى أسفل (الشكل رقم 52) . وعندما تدخل الحشرة القدر باحثة عن الرحيق الذى يفرزه غطاء القدر فإنها تنزلق للقاع نتيجة لوجود الماده الشمعية على جدار القدر فتغرق فى الماء المختزن فى القاع ، ثم تتحلل الحشرة بواسطة الإفرازات التى يفرزها النبات فى الماء.

وفى نبات الديونيا *Dionaea* (الشكل رقم 53) يتورق عنق الورقة ويأخذ شكل الجناحين ، والنصل متحور بشكل مصراعين على حافتها توجد زوائد حادة الأطراف والمصراعان يتحركان حركة مفصلية حول

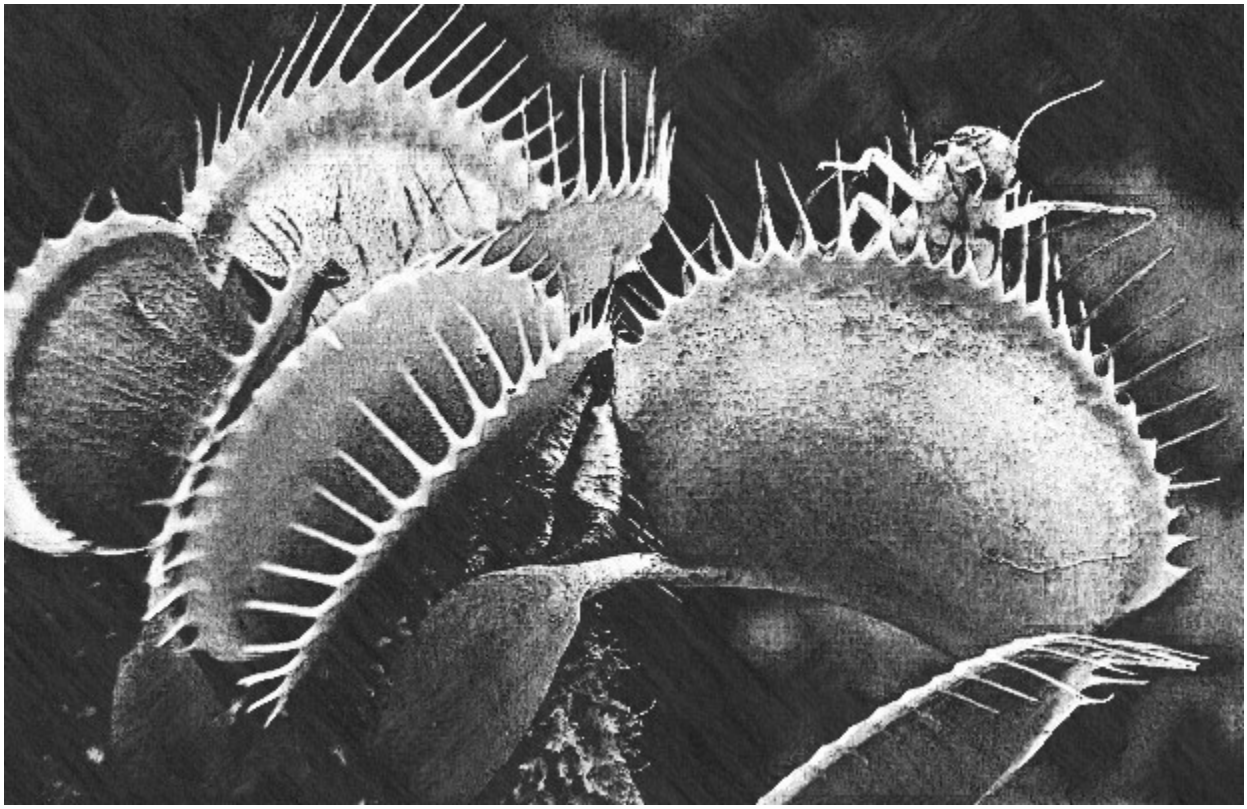
العرق الوسطى ، ويوجد فى وسط كل مصراع ثلاث أشواك حساسة مدببة الأطراف كما



الشكل رقم (53): يوضح نبات النبنش وقد تحورات الورقة إلى ما يشبه القدر وذلك لإصطياد الحشرات.

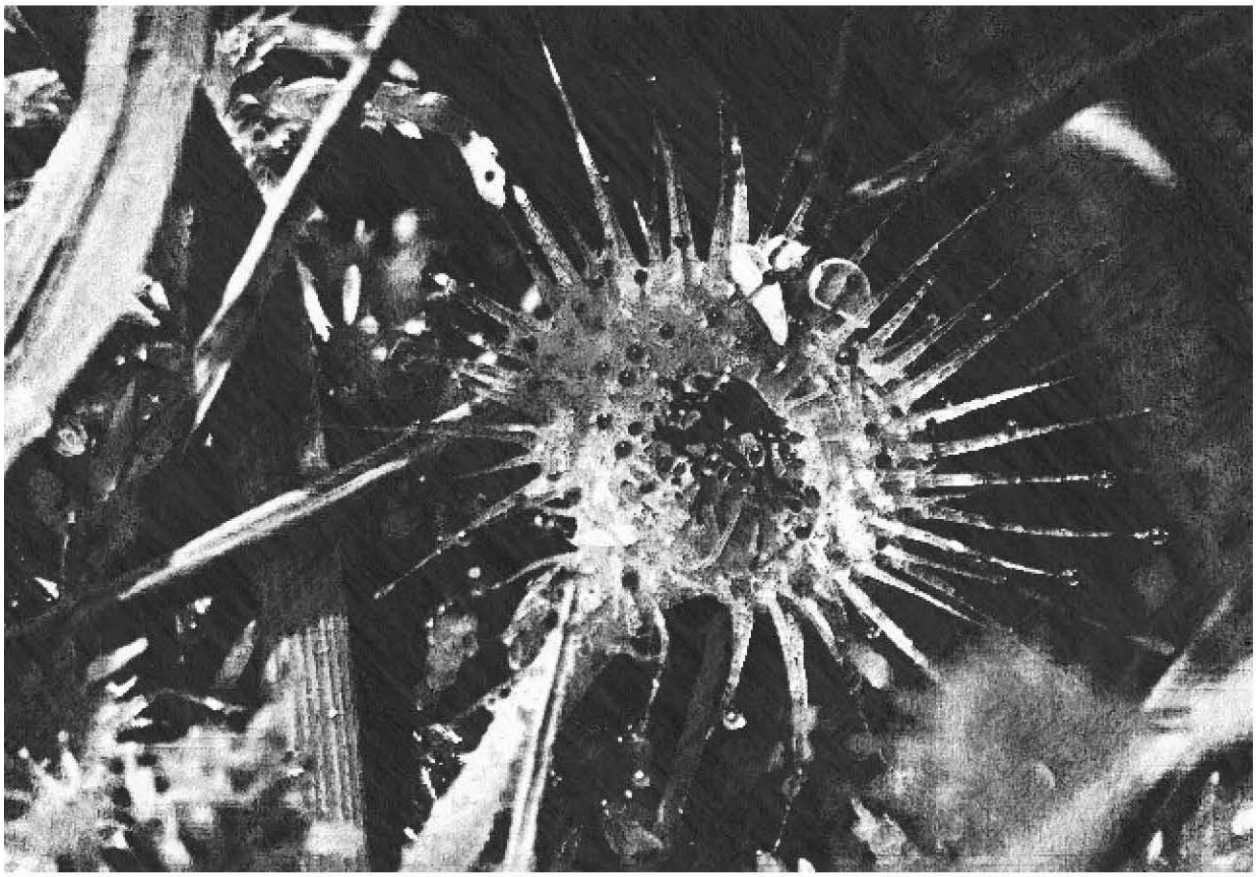
تنتشر على سطحه غدد إفرازية . وعند تلامس حشرة ما نصل الورقة والأشواك الحساسة ينطبق المصرعان بسرعة على الفريست ويتم هضمها بواسطة الغدد ثم إمتصاصها.

وفى نبات الدروسيرا *Drosera* تتغطى أوراق هذا النبات بشعيرات كثيرة يتركب كل منها من عنق ينتهى برأس صغيرة تفرز مادة لزجة تغطى سطحها وعندما تلمس الحشرة سطح هذه الشعيرات فإنها تلتصق بها



الشكل رقم (54): يوضح نبات الديونيا وقد تحورات الورقة إلى ما يشبه المصراعين وذلك لإصطياد الحشرات.

وتنثنى الشعيرات للداخل حتى تلامس جسم الفريسة وبعد فترة بسيطة تكون الحشرة قد أحيطت إحاطة تامة بالشعيرات التى يغمرها السائل اللزج الذى تفرزه ، ويحتوى هذا السائل على الإنزيمات اللازمة لهضم الحشرة كى يسهل إمتصاصها .



الشكل رقم (55): **يوضح نبات الدروسيرا.**

التكاثر الخضري

Vegetative reproduction

التكـــاثر الخضـــــرى

Vegetative Reproduction

تتميز دورة حياة النباتات البذرية بتعاقب طورين فى تاريخ حياتها ، طور خضرى ويمثله نمو الجذور والسيقان والأوراق ، وطور جنسى ويمثله إتحاد نواة مذكرة مع نواة مؤنثة تتكون داخل مبيض الزهرة ، ينشأ عنه تكوين الجنين داخل البذرة ، وعندما تنبت البذرة ينشط الجنين وينمو ليكون نباتا جديدا وهكذا . وتتكاثر معظم النباتات البذريه بواسطة البذور . وهناك بعض الأنواع النباتية تتكاثر خضريا بمعنى أن أجزاءا خضرية معينة من النبات تستطيع النمو لتكون نباتا جديدا إذا توفرت لها الظروف الملائمة.

وللتكاثر الخضرى بعض الأهميات الإقتصادية منها:

- إن بعض النباتات يمكن إستكثارها فى فترة وجيزة بطريقة التكاثر الخضرى عنها بطريقة البذور ، فمثلا يستغرق نمو الأبصال عدة سنوات إذا أستنبتت بطريقة البذور بينما لا يستغرق ذلك أكثر من سنة إذا أستكثرت خضريا.
- إن بعض النباتات لا تتكاثر جنسيا ولا تكون بذورا ، ولهذا فالطريقة الوحيدة لتكاثرها هى طريقة التكاثر الخضرى كما فى الموز والاناناس وبعض انواع الموالح.

- انه يمكن المحافظه التامه على الصفات الوراثيه للنبات اذا استكثر خضريا.

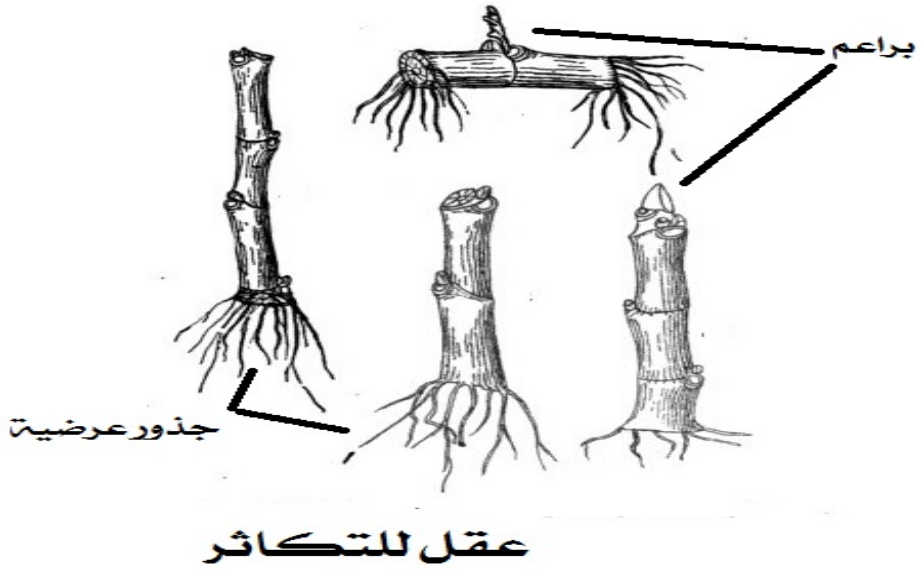
الأعضاء النباتية التى تستخدم فى التكاثر الخضرى

السيقان الهوائيه:

تستعمل السيقان الهوائية فى تكاثر بعض النباتات خضريا ، ويستخدم لذلك عدة طرق مختلفة منها:

أ- التكاثر بالعقل *Cuttings*

وتتلخص هذه الطريقة بأن تقطع أجزاء من سيقان النبات يختلف طولها من حوالى 3- 12 بوصة (الشكل رقم 56) تحمل بعض البراعم الجانبية وتسمى هذه بالعقل. ثم توضع رأسيا فى تربة ملائمة. فتنمو جذور عرضية من الجزء الأسفل للعقلة وتنمو البراعم الجانبية لتكون سيقانا هوائية . وتستعمل هذه الطريقة فى إكثار بعض النباتات الإقتصادية كالعنب وقصب السكر.



الشكل رقم (56) يوضح التكاثر بالعقل.

وقد ثبت أن معاملة العقل ببعض الهرمونات النباتية يساهم فى سرعة تكوين الجذور على العقل ، وقد أستخدمت هذه الظاهرة فى إمكانية إستخدام العقل فى التكاثر الخضرى فى بعض النباتات التى يستغرق تكوين الجذور العرضية فيها وقتا طويلا ، وفى هذه الطريقة يغمر الطرف السفلى للعقل فى محلول مخفف من الهرمون لمدة تصل إلى 24 ساعة قبل غرسها ، ومن الهرمونات النباتية المستعملة حمض الإندول خليك ، و الإندول بيروفيك ، و الألفانفثالين خليك.

ب- الترقيد *Layering*

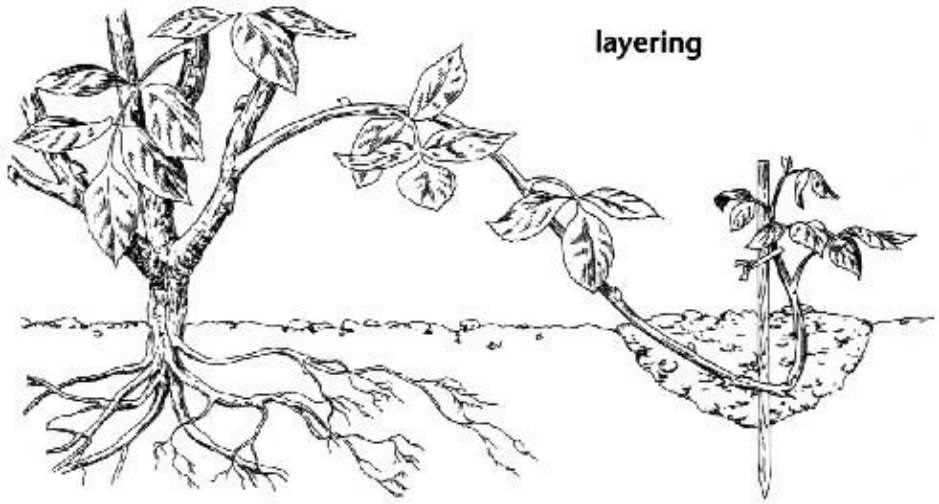
وتعتمد هذه الطريقة (الشكل رقم 57) على الظاهرة التى نشاهدها فى بعض النباتات ذوات السيقان الجارية كالشليك والتى تكون سيقانها جذورا عرضيه إذا لامست سطح التربة ، وتنمو البراعم لتكون فروعا هوائية. وقد أستعملت هذه الظاهرة صناعيا فى إكثار بعض النباتات التى لا تكون سيقانا جارية مثل العنب والتين والرمان والزيتون والليمون وتتلخص

الطريقة فى دفن فرع بأكمله أو جزء منه تحت سطح التربة مع إتصاله بشجيرته وموالاته بالرى حتى يتم خروج الجذور من هذا الفرع ، ثم يفصل الفرع من الشجرة الام حيث يكون نباتا جديدا.

وللترقيد نوعان:

I. **أرضى** : و هو الذى يتم إتباعه فى النباتات التى لها أفرع أو سيقان قريبة من سطح التربة . وقد يتكرر ذلك الترقيد أكثر من مرة على طول الفرع الواحد إذا كان طويلا ونريد الإستفادة منه بإخراج أكثر من نبات واحد جديد.

II. **هوائى** : و هو الذى يتبع عندما تكون النباتات أفرعها مرتفعة وبعيدة عن سطح التربة كما فى الأشجار الباسقة الإرتفاع . فيتم فى تلك العملية رفع التربة إلى الأغصان وذلك عن طريق عمل شرخ فى الغصن فى المكان المراد إخراج الجذور منه ثم إحاطته بتربة مناسبة رطبة وإحكام لف ذلك المكان داخل كيس بلاستيكى حتى تتركز الرطوبة وتخرج الجذور وبعد فترة يتم الفحص فنلاحظ خروج بدايات الجذور الجديدة على مكان القطع.



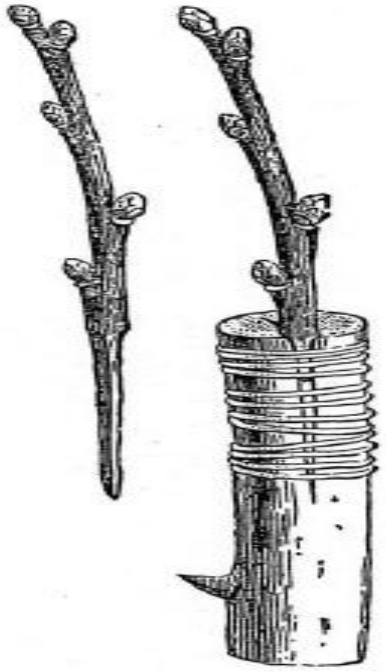
الشكل رقم (57): يوضح التكاثر بالترقيد.

التطعيم *Grafting*

وهو عبارة عن تركيب قطعة أو برعم من الفرع المراد إكثاره يعرف بالطعم *Scion* على ساق نبات أخر يعرف بالأصل *Stock* أو على فرع ما من فروعه لينمو الطعم ويكون القمة الخضرية للنبات . ويتصل النباتان معا ليكونا نباتا واحدا يستفيد فيه الطعم من المجموع الجذرى للأصل . كما يستفيد الأصل من المجموع الخضرى للطعم . ولا بد من أن يكون التطعيم بين نباتين من نفس الجنس مثل تطعيم التفاح على الكمثرى والنارنج على البرتقال والمشمش على الخوخ . وتجرى عملية التطعيم بعدة طرق مختلفة منها:

التطعيم بالقلم

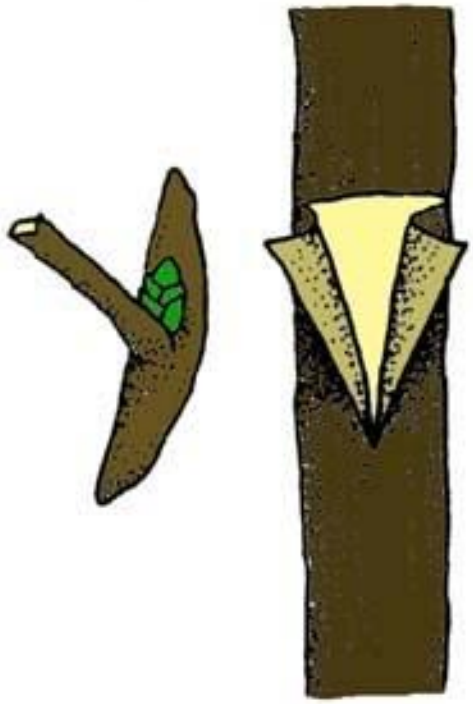
تركب قطعة من فرع الطعم على شكل قلم (الشكل رقم 58) له سن مدبب ويحتوى على عدد من البراعم ، فى شق طولى يقطع عموديا فى ساق الأصل بعد قطعه أفقيا على مقربة من سطح الأرض ، و لابد من أن تنطبق أنسجة الكامبيوم فى الطعم والأصل . ثم يدهن الجرح بطلاء التطعيم لحمايته من الأفات و الهواء . ويلف برباط محكم للوقاية من أشعة الشمس . وتستعمل هذه الطريقة فى حالة الاشجار كبيرة السن أو ذات الأفرع الغليظة وفى الأشجار متساقطة الأوراق.



الشكل رقم (58): يوضح طريقة التطعيم بالقلم.

التطعيم بالعين

هو عبارة عن فصل برعم واحد يسمى بالعين من فرع النبات المطلوب إكثاره وتركيبه على ساق نبات الأصل ليلتحم به وينمو عليه مكونا المجموع الخضرى. ويركب البرعم فى الأصل بعمل شق على شكل حرف T فى الأصل . و يوضع فيه البرعم ثم يربط برباط محكم ، وبعد نمو البرعم ووصوله الى درجة معينة من النمو تقطع أجزاء الأصل التى توجد أعلى مكان التطعيم.



الشكل رقم (59): طريقة التطعيم بالعين.

التطعيم باللصق

وفيه يلصق فرع من الطعم وفرع من الأصل ، بعد أن ينزع القلف فى كلاهما لمسافة محددة ويربط الفرعان بإحكام ، ويدهن الرباط بطلاء التطعيم . وبعد أن يتم الإلتحام يقطع فرع الطعم أسفل مكان الإلتحام وفرع الأصل أعلى مكان الإلتحام.

السيقان الأرضية

وهى أكثر الأعضاء النباتية استعمالا فى عملية التكاثر الخضرى التى تشتمل فى هذه الحالة على الأنواع التالية:

التكاثر بالدرنات

التكاثر بالدرنات

كما فى درنة البطاطس حيث يستكثر النبات بتقطيع الدرنة الى أجزاء يحتوى كل منها على عين أو أكثر. وتحتوى كل عين على عدد من البراعم وجزء من النسيج الغذائى . ثم توضع هذه الأجزاء فى تربة ملائمة فتنمو البراعم لتكون سيقانا هوائي تحمل أوراقا خضراء تخرج منها فروع أخرى تمتد أفقيا تحت سطح الأرض وهذه تتضخم نهايتها لتكون درنات جديدة.

التكاثر بالكورمات

تستكثر بعض النباتات كالقلقاس بتقطيع الكورمه إلى أجزاء يحتوى كل منها على برعم أو أكثر وجزء من النسيج الغذائى ، فتنبت أحد البراعم ليكون ساقا هوائية تحمل أوراقا خضراء ، ويختزن الغذاء الفائض فى الجزء الأرضى من الساق مكونا كورمة جديدة . وتذبل الأوراق الخضراء فى نهاية فصل النمو وتظل البراعم التى تحملها الكورمة الجديدة كامنة حتى فصل النمو التالى.

التكاثر بالريزومات

كما فى النجيل حيث تقطع الريزومة إلى قطع ، يحمل كل منها مجموعة من البراعم ، ثم تزرع فى تربة ملائمة فتخرج منها جذور عرضية وتنمو البراعم لتكون فروعا هوائية.

التكاثر بالأبصال

إذا وضعت البصلة فى تربة ملائمة فإن البرعم الطرفى ينمو ليكون فرعا هوائيا ، وكذلك تنمو البراعم الأبطية معتمدة على الغذاء المدخر فى القواعد المتشحمة للأوراق وفى أواخر فصل النمو تختزن الأوراق الخضراء

الجديدة الغذاء فى قواعدها التى تنتفخ لتكون أبصالا جديدة ، وتذبل بعد ذلك الفروع الهوائية.

الأوراق

تحمل أوراق بعض النباتات مثل البريوفيلم براعم عرضية على الأوراق . ويمكن إستكثار هذه النباتات بوضع قطع من الأوراق فى تربة ملائمة فتنمو البراعم العرضية مكونة فروعا هوائية و تخرج من السطح السفلى للورقه جذور عرضية.

الجذور

يمكن إستكثار بعض النباتات خضريا بواسطة الجذور كما فى الداليا والبطاطا ، ودرنة البطاطا عبارة عن جذر عرضى متشحم تتكون عليه براعم عرضية إذا زرعت فى تربة ملائمة ، وتنمو البراعم مكونة سيقانا هوائية تحمل فى أسفلها جذورا عرضيته . ويمكن فصل هذه السيقان وزراعتها لتنمو مكونة نباتات جديدة.

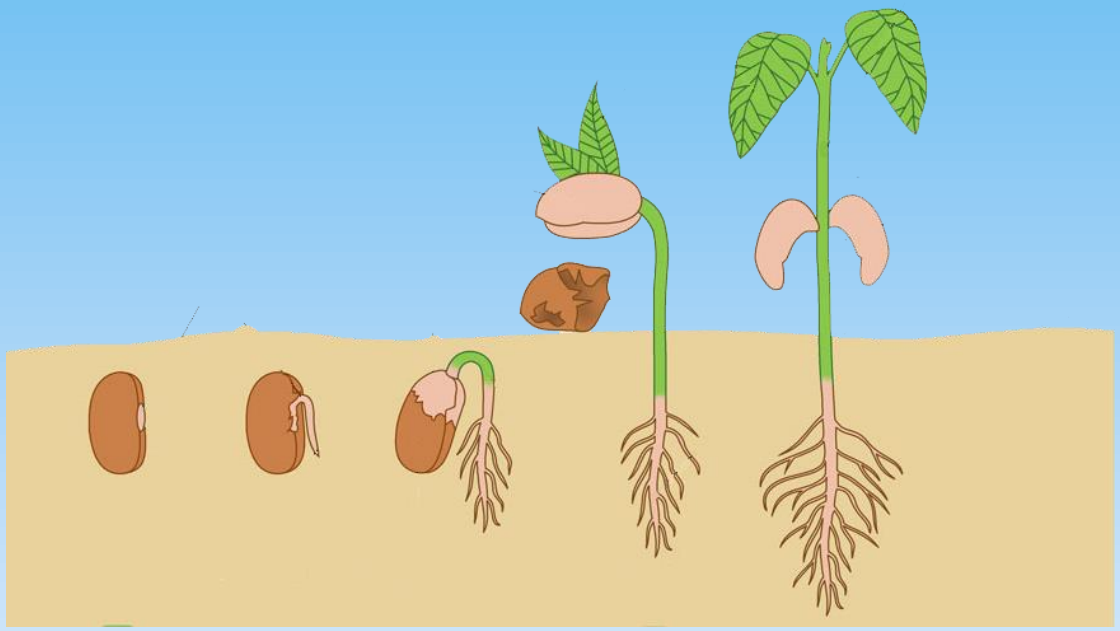
الشكل رقم (60): ويظهر فيه جذور البطاطا الدرنية وقد نمت البراعم العرضية ليتكاثر النابت خضريا.

تم بحمد الله

Plant Morphology

1st Year students

Practical Part



Prof Dr/Hamdy Ramadan
Dr/ Sabah Hammad

Department of Botany & Microbiology

2023-2024

SEEDS AND SEED GERMINATION

DICOTYLEDONOUS SEEDS

1- *Vicia faba* (Broad Bean)

Examine the dry seed and sketch its outline from the side and front views. Label the hilum and the microphyle. Examine also the different stages of germination. In an old seedling, note the development of 2 small primary leaves or prophylls and later the first compound leaves typical of ***Vicia faba***. note the enlarged epicotyl which is the part between the point of attachment to the cotyledons and the propyls. the hypocotyl on the other hand remains small and thus the cotyledons remains below the soil surface. this type of germination is called **hypogeal** germination.

البذور والإنبات

بذور النباتات ذوات الفلقتين

(١) الفول:

١- افحص بذرة الفول الجافة ولاحظ القصرة والسرة ولاحظ أن البذرة لا إندوسبرمية.

٢- بتوفر الظروف المناسبة للإنبات تنفتح البذرة ويمكن رؤية النقير وجيب الجذير والفلقتان والجنين.

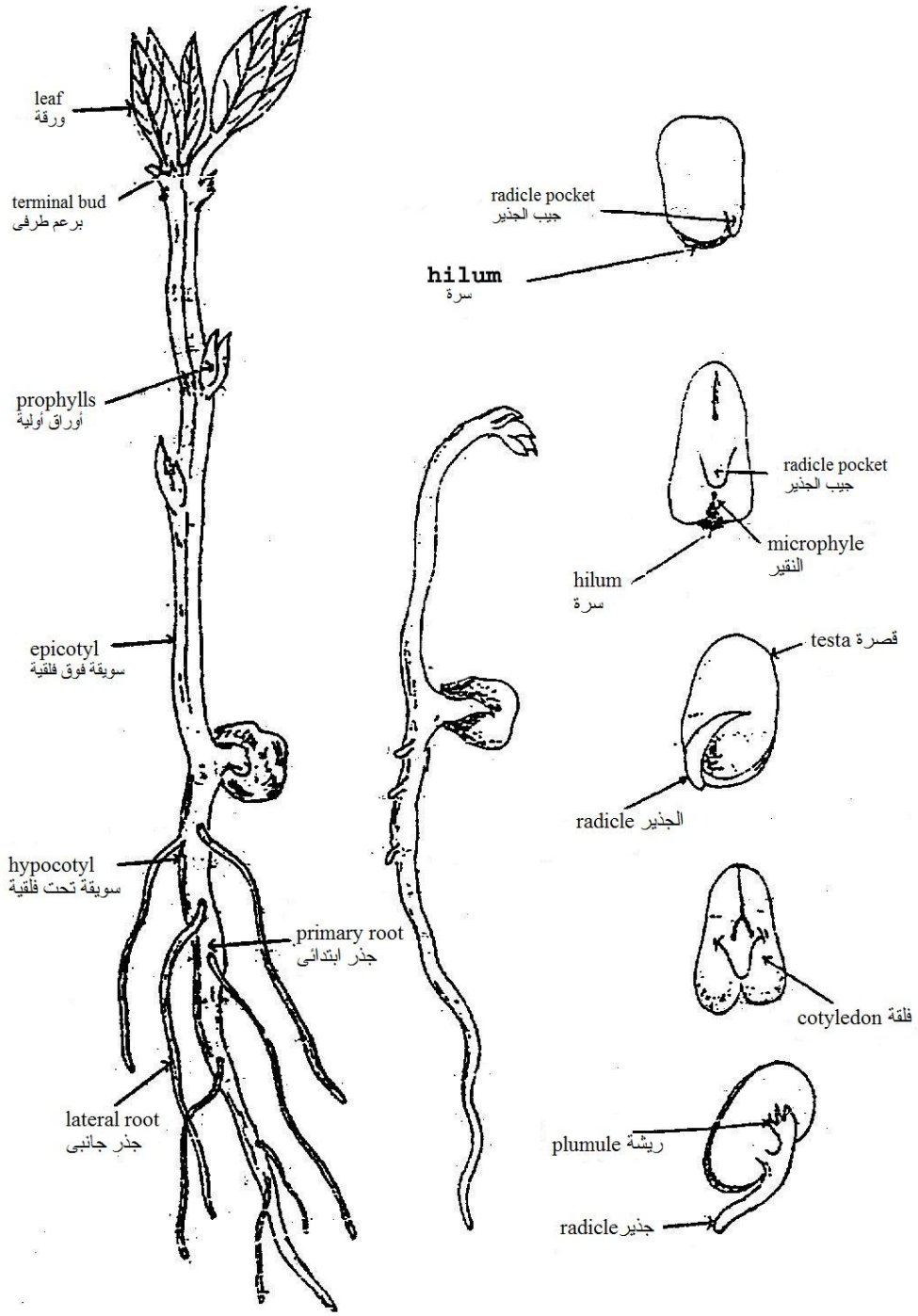
٣- يزداد انتفاخ الجنين وينمو الجذير ويمزق القصرة من جهة جيب الجذير ويظهر الجذير متجهاً فى نموه إلى اسفل وتنمو الريشة فى نفس الوقت بطيئاً إلى أعلى.

٤- يتم تمزق القصرة ثم تنمو الريشة إلى أعلى سطح التربة وتكون منحنية إلى أسفل لمقاومة الإحتكاك بحبيبات التربة.

٥- افحص البادرة الكاملة ولاحظ نمو الجذيرلتكوين مجموع جذرى مكون من جذر ابتدائى يتفرع منه جذور ثانوية وأن الريشة نمت لتكون مجموع خضرى مكون من ساق وأوراق.

٦- لاحظ إختلاف شكل الورقتين الأوليتين عن باقى الأوراق وأيضاً نلاحظ أن السويقة التحت فلقية صغيرة عن السويقة الفوق فلقية وان الفلقات تتكمش وتظل تحت سطح التربة خلال فترة الإنبات لذا يطلق على هذا النوع من الإنبات **إنبات أرضى**.

Seed germination of *Vicia faba*. خطوات إنبات بذرة الفول



2- *Lupinus termis* (Lupin).

Examine lupinus seed and note the hilum, the microphyle and position of the radicle. Remove the testa and make a drawing of the embryo. Within the embryo there are the two cotyledons, plumule and radicle. The seed is exendospermic. Examine the seedling and note the long hypocotyl carrying the fleshy cotyledonary leaves. Note that the hypocotyl is longer than the epicotyl. This type of germination is called **epigeal germination**.

(٢) الترمس:

١- البذرة الجافة تميل إلى الإستدارة وهى لا إندوسبرمية.

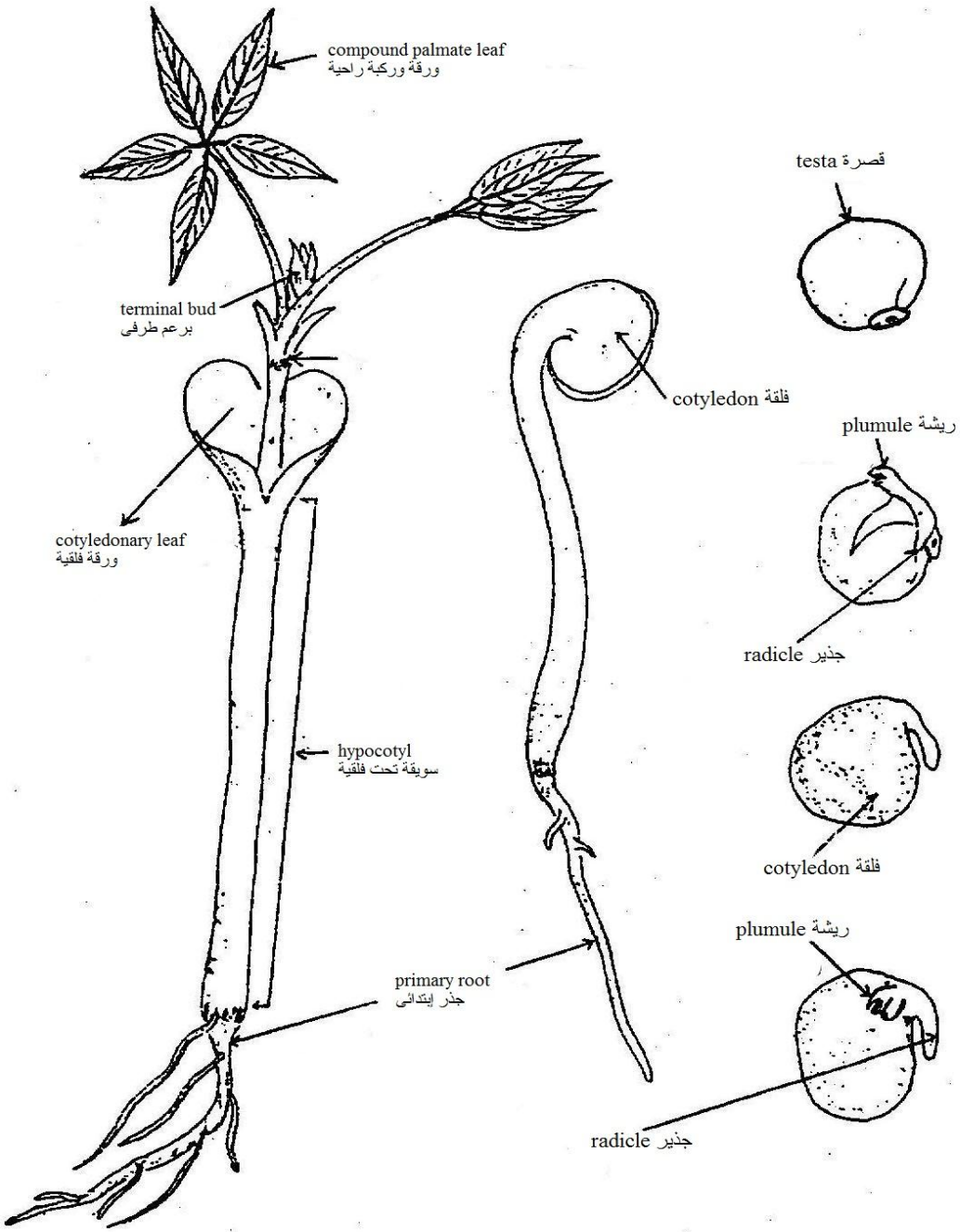
٢- البذرة المبتلة والجنين داخلها تشبه بذرة الفول المبتلة.

٣- ينمو الجذير إلى أسفل وتنمو الريشة إلى أعلى حاملة معها الفلقات ويكون ذلك مصحوباً بتمزق القصرة.

٤- تظهر الفلقات فوق سطح التربة وتخضران لتكونا الورقتان الفلقيتان.

٥- افحص البادرة الكاملة ولاحظ الفرق بين الورقتان الفلقيتان واوراق النبات الحقيقية. كما يلاحظ أن السويقة التحت فلقية أطول من السويقة الفوق فلقية ولذا يسمى هذا الإنبات **إنبات هوائى**.

Seed germination of *Lupinus termis* . خطوات إنبات بذرة الترمس



3- *Ricinus communis* (Castor Bean)

Sketch the seed from the outside and note that the microphyle is covered by a spongy structure called caruncle. Crack the shell and cut transverse and longitudinal section to show the relation of the different parts. Note the embryo which consists of two membranous cotyledons, a radicle and a plumule. Note that the embryo is surrounded by the endosperm. The seed of *Ricinus* is called **endospermic**, while the seed of *Vicia* and *Lupinus* in which the reserve food is stored in the embryo itself is called **exendospermic**. Note that in the seedling stage, the hypocotyl is long and the two expanded cotyledons form the first green leaves of the plant. So the type of germination here is **epigeal germination**.

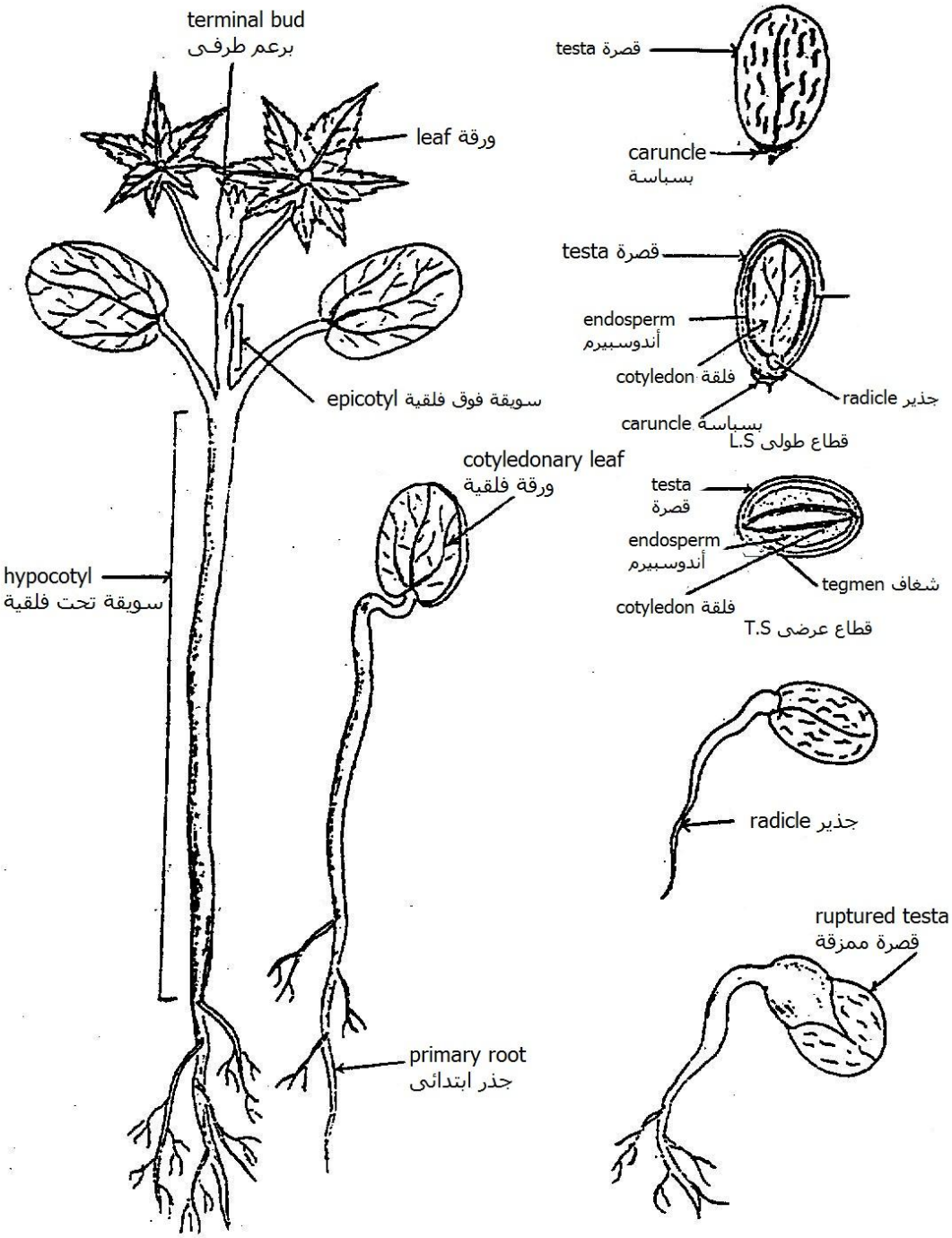
(٣) الخروع:

١- افحص البذرة الجافة ولاحظ القصرة المزركشة وكذلك الكتلة لبيشاء الطرفية والتى تسمى البسباسة.

٢- خذ قطاعاً طولياً وعرضياً فى البذرة ولاحظ وجود الطبقات التالية: القصرة- الشغاف- الإندوسبرم- الجنين. نلاحظ هنا أن البذرة اندوسبرمية.

٣- تتمزق القصرة وينمو الجذير إلى أسفل وتستطيل السويقة التحت فلقية إلى أعلى حاملة معها الفلقتان أعلى سطح التربة، حيث تخضران لتكونا الورقتان الفلقيتان. كما تنمو الريشة إلى أعلى مكونة المجموع الخضرى. الإنبات هنا من النوع الهوائى.

Seed germination of *Ricinus communis* . خطوات إنبات بذرة الخروع



MONOCOTYLEDONOUS SEEDS

1- *Zea mays* (Maize)

Note that one end of the grain is more or less tapering and leads to the former point of attachment to the cob, while the other end is broad and slightly rounded. Note also the oval depression on one of the flat faces. This marks the position of embryos. Above this, note the presence of sear-like projection marking the former stylar attachment.

Take a soaked grain of the same, split it into two halves along the axis of the embryo using a scalpel or safety razor. This cut will show the parts of the embryo and their relation to the endosperm. Make a sketch to show the plumule, plumule sheath, radicle, radicle sheath, the single cotyledon (Scutellum) and the white and yellow endosperm. In a young seedling note the appearance of the plumule sheath and radicle sheath enclosing the plumule and radicle respectively. The plumule and the radicle soon pierce through their sheaths and develop into the young shoot and young root. In an older seedling note the development of adventitious roots which come out from the base of stem.

بذورالنباتات ذوات الفلقة الواحدة

(١) الذرة الشامية:

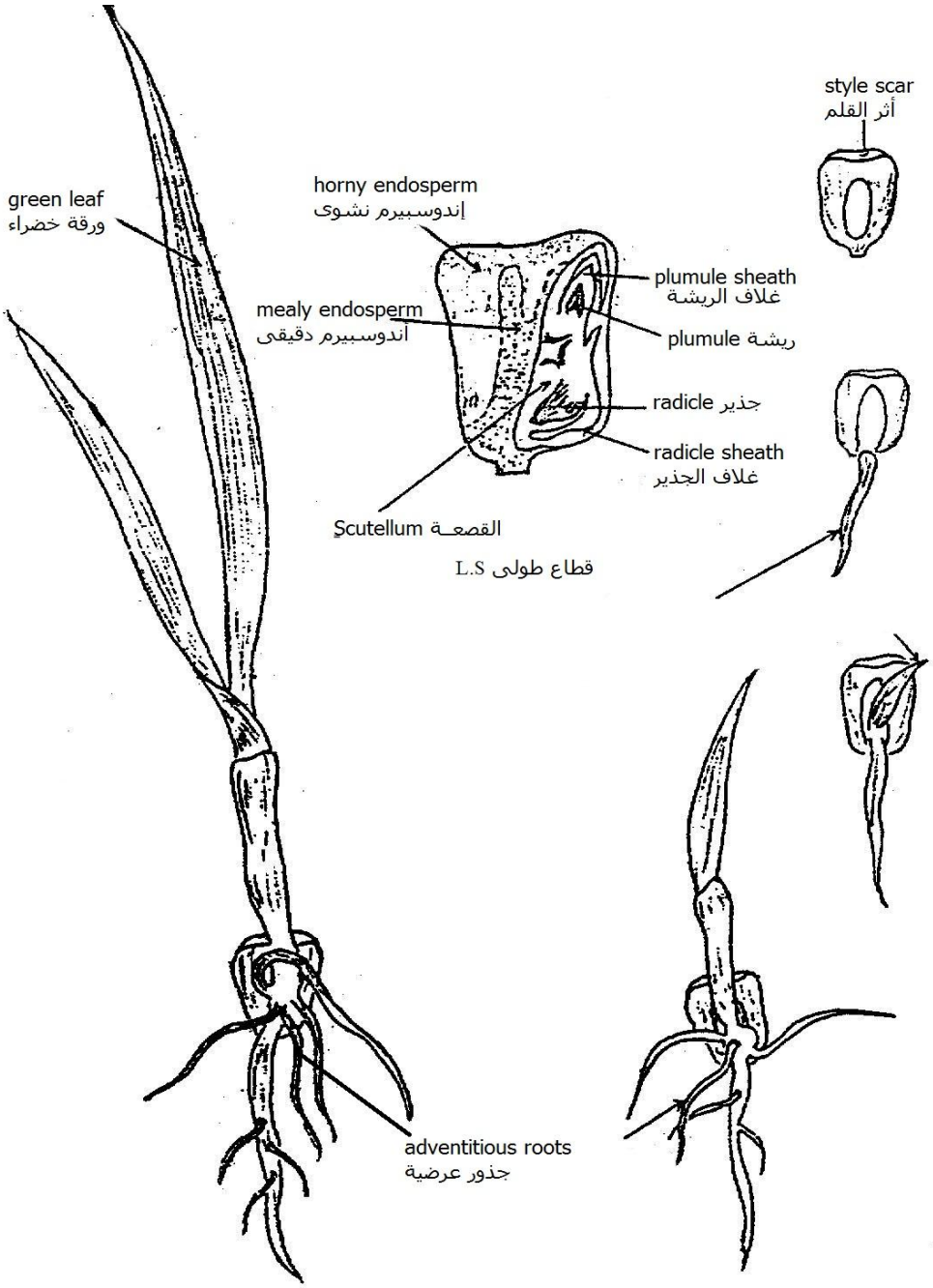
١- حبة الذرة ليست بذرة ولكنها ثمرة يلاحظ لى أحد سطحيها انخفاض بيضى الشكل يحدد موضع الجنين كما يوجد فى القمة العريضة نتؤ يمثل بقايا القلم.

٢- خذ قطاع طولى فى الحبة ولاحظ وجود الآتى: إندوسبيرم قرنى- إندوسبيرم دقيقى- جيب الجذير- الجذير- جيب الريشة- الريشة- القصعة.

٣- أثناء الإنبات ينمو الجذير إلى أسفل مخرقاً غمده ثم تظهر الجذور الجنينية كما تنمو الريشة إلى أعلى داخل غمدها حتى فوق سطح التربة حيث تخترق الغمد وتظهر الورقة الخضرية الأولى.

٤- افحص البادرة الكاملة ولاحظ ظهور الجذور العرضية وكذلك الأوراق الشريطية.

Grain germination of *Zea mays* . خطوات إنبات حبة الذرة



ROOT SYSTEM

Roots classified into:

I- Primary or tap root: Originate from the radicle and classified in to:

1- Normal tap roots: (e.g: cotton root).

2- Storage tap root:

a- Conical root: (e.g: carrot root).

b- Fusiform root: (e.g: radish root).

c- Napiform root: (e.g: turnip root).

II- Adventitious roots: Originate from some other organ than the radicle. It classified into:

a- Fibrous roots: (e.g: onion).

b- Prop roots: (e.g: maize).

c- Storage roots (tuberous): (e.g: sweet potato).

d- Climbing roots (tendrils): (e.g: *Cereus*).

e- Aerial roots (Pillar): (e.g: *Ficus beneghalensis*).

f- Respiratory roots: (e.g: *Avicennia* sp).

g- Haustoria of parasites: (e.g: *Orobanche* and *Cuscuta*).

المجموع الجذرى

تنقسم الجذور إلى:

أولاً: **جذر أولى أو وتدى:** ينشأمن الجذير وينقسم إلى

١- جذر وتدى عادى: جذر القطن.

٢- جذر وتدى متشحم:

أ- مخروطى: جذر الجذر.

ب- مغزلى: جذر الفجل.

ج- لفتى (كروى): جذر اللفت.

ثانياً: جذور عرضية: تنشأ من اى عضو عدا الجذير

أ- جذور ليفية: جذور البصل.

ب- جذور مساعدة: جذور الذرة.

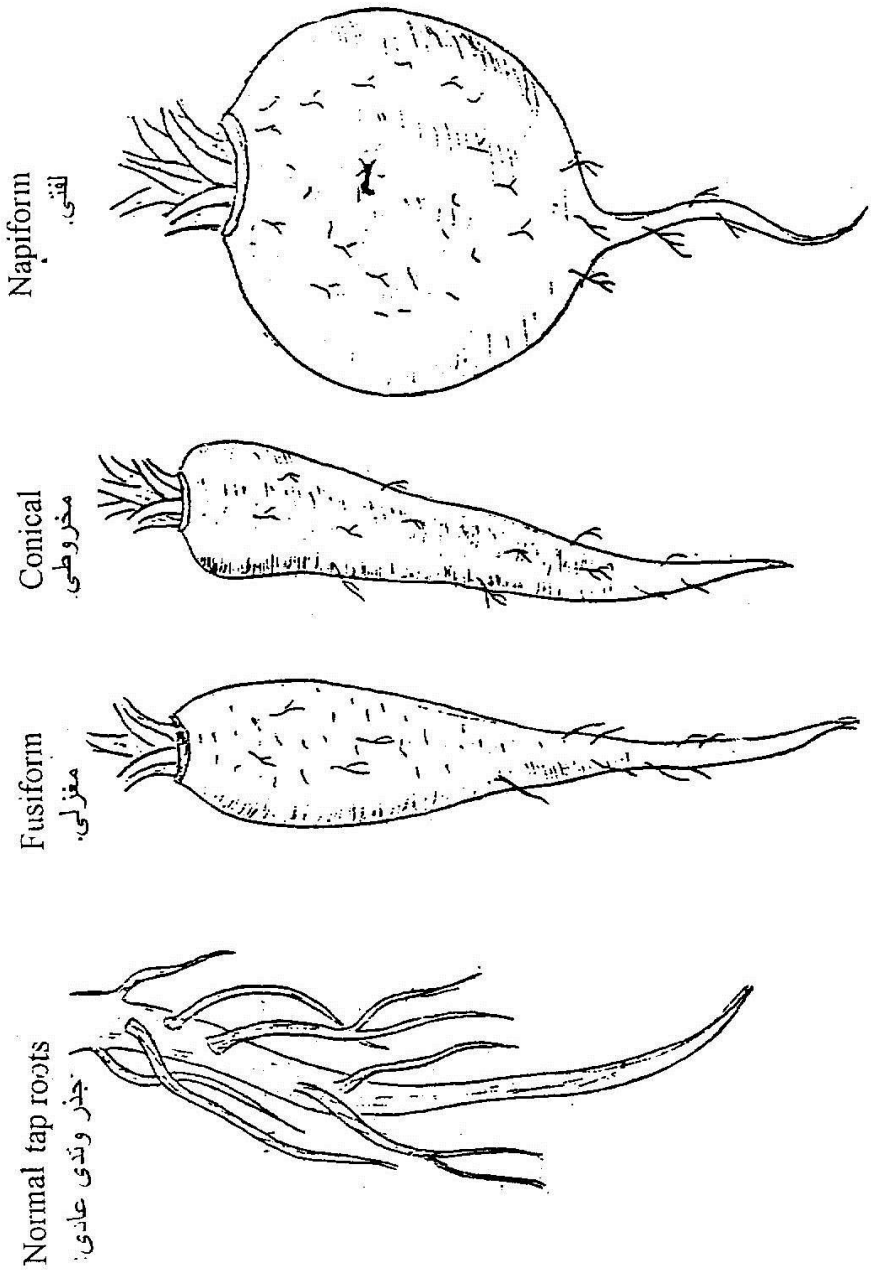
ج- جذور تخزينية (درنية): جذور البطاطا.

د- جذور متسلقة: جذور الشمع.

هـ- جذور هوائية (دعامية): جذور التين البنغالى.

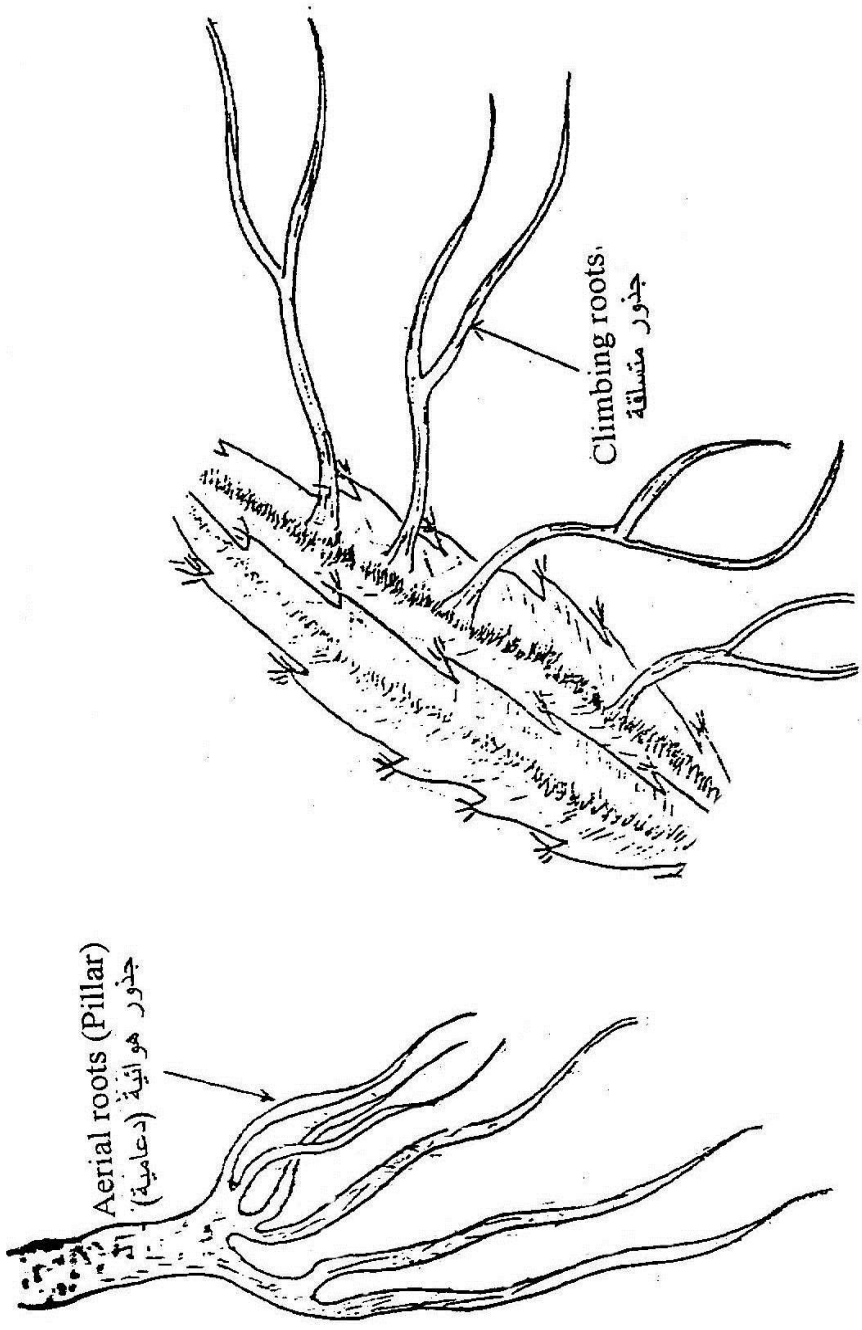
و- جذور تنفسية: جذور ابن سينا (المنجروف).

ز- جذور ممصات (طفيلية): جذور الهالوك والحامول.



Different types of tap roots
الأنواع المختلفة للجذور الوتدية

Different types of adventitious roots
الأنواع المختلفة للجذور العرضية



Different types of adventitious roots
الأنواع المختلفة للجذور العرضية

Different types of adventitious roots
الأنواع المختلفة للجذور العرضية

T.S in host stem ق.ع فى ساق العائل

SHOOT SYSTEM

The Stem

The buds:

1- **Classification according to their position on the stem:**
   a- Terminal bud: found at the tip of stem (e.g: *Duranta*).
   b- Lateral (axillary) buds: found on the sides of stem in the axils of leaves. Note also the accessory buds.

2- **Classification according to their nature:**
   a- Leafy buds (summer buds) or naked buds: (e.g: Cabbage) composed of main axis from which arises folded bud leaves.
   b- Scaly buds (winter buds) or covered buds: (e.g: *Morus* or *Populus*) the bud is enclosed in scale leaves.

المجموع الخضرى

(الساق)

البراعم:

١- تنقسم البراعم تبعاً لموضعها على الساق إلى:

أ- برعم طرفى: يوجد فى قمة الساق كما فى الدورنتا.

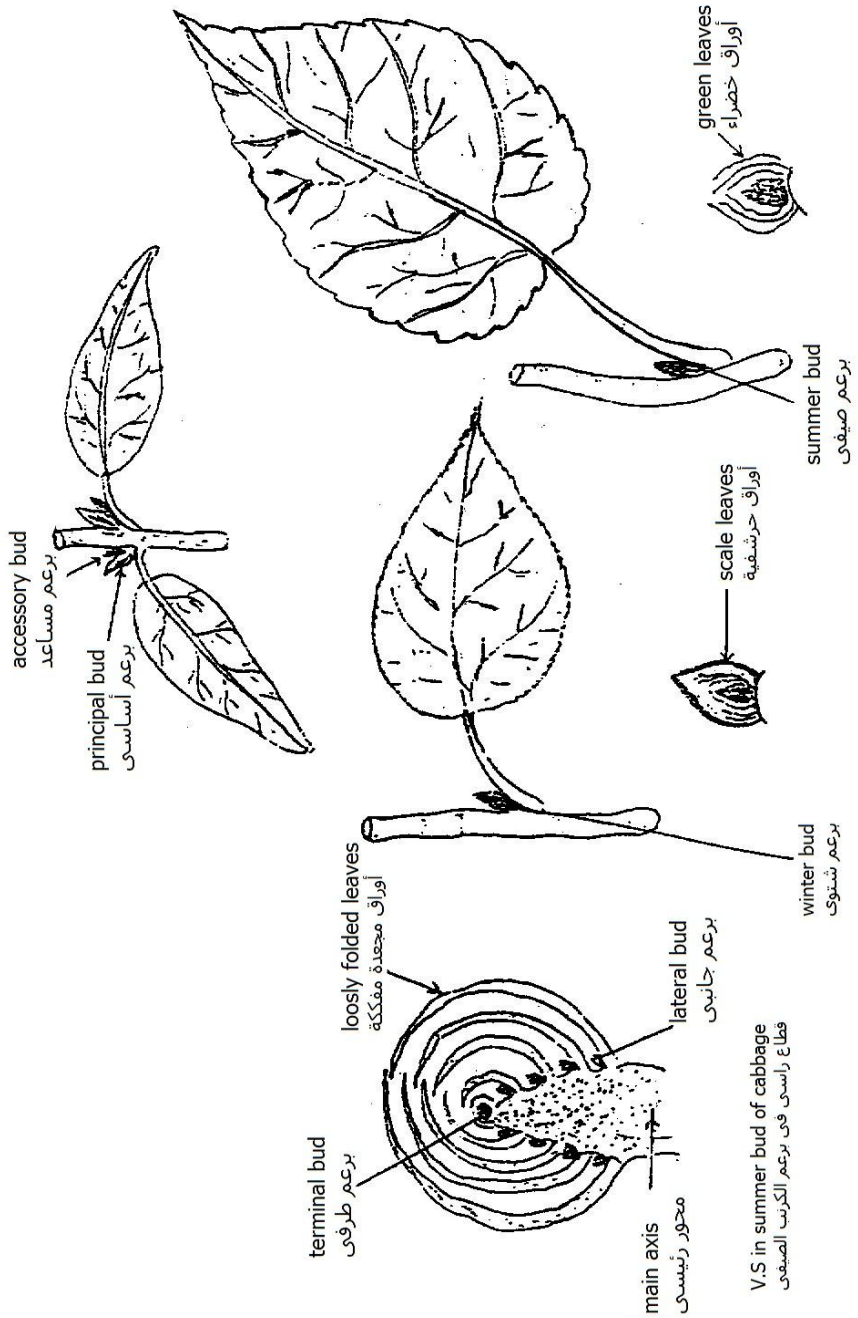
ب- برعم جانبى (إبطى): يوجد فى إبط الأوراق كما فى الدورنتا كما يوجد أحياناً بالإضافة إليه برعم مساعد.

٢- كما تنقسم البراعم تبعاً لتركيبها إلى:

أ- براعم ورقية (صيفية أو عارية): تتكون من اوراق برعمية خضراء مفككه كما فى الكرنب والدورنتا.

ب- براعم حرشفية (شتوية او مغطاه): تتكون من أوراق خضراء تغلفها بأوراق حرشفية جافة كما فى التوت والحور.

The buds البراعم



Branching of the stem:

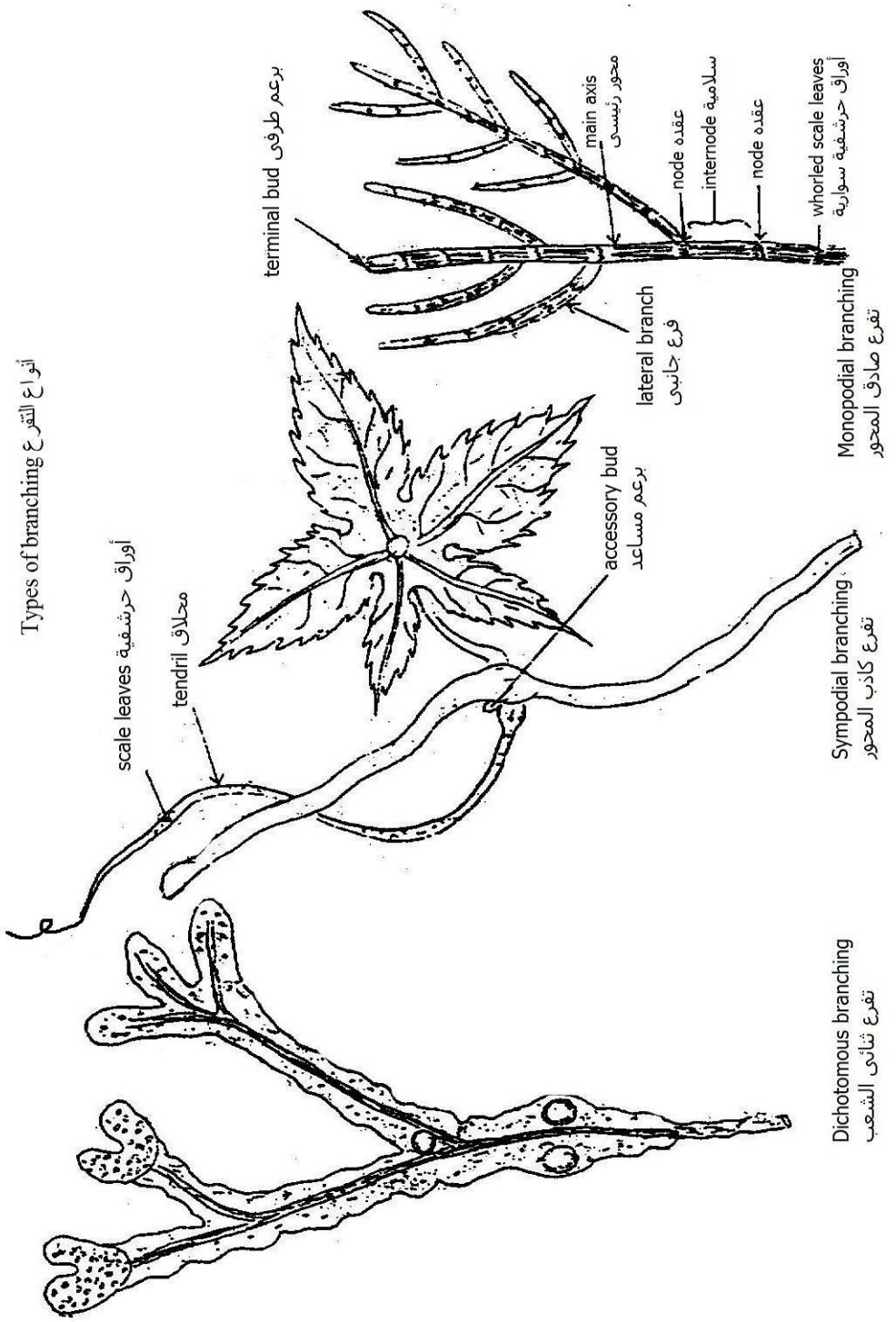
1- **Monopodial branching:** (e.g: *Casuarina*) the axis of the plant is given by the same terminal bud, leaves very small, whorled and united at the base, on short green branches.

2- **Sympodial branching:** (e.g: *Vitis*) the axis of plant consists of many segments which differ in origin. The terminal bud is transformed into tendril and the axillary bud completed the growth to form one or more segments or internodes of stem.

تفرع الساق:

١- **تفرع صادق المحور:** كما فى الكازورينا حيث يلاحظ أن البرعم الطرفى يظل مستمراً فى نموه والأفرع الجانبية تخرج من البراعم الأبطية والأوراق صغيرة وسوارية.

٢- **تفرع كاذب المحور:** كما فى العنب حيث يتوقف البرعم الطرفى عن النمو لتحوره إلى محلاق أو تكوينه زهرة ويواصل النبات نموه بواسطة أحد البراعن الإبطية.


Types of branching أنواع التفرع
terminal bud برعم طرفى
main axis محور رئيسى
node عقده
internode سلامية
node عقده
whorled scale leaves أوراق حرشفية سوارية
lateral branch فرع جانبى
accessory bud برعم مساعد
Monopodial branching تفرع صادق المحور
scale leaves أوراق حرشفية
tendril محلاق
Sympodial branching تفرع كاذب المحور
Dichotomous branching تفرع ثنائى الشعب

Forms of aerial stems:

1- **Erect stem:** e.g. *Duranta*.
2- **Climbing stem**
   - **a- By tendrils:** e.g. *Vitis*.
   - **b- By twining:** e.g. *Convolvulus*.
   - **c- By petiols:** e.g. *Tropaeolum*.
3- **Weak stems**
   - **a- Prostrate stem:** The stem creeps on the ground, but the roots do not arise at the nodes, e.g. watermelon.
   - **b- Creepers –** The stem creeps on earth and the roots arise at the nodes, e.g.: Strawberry.

أشكال السيقان الهوائية:

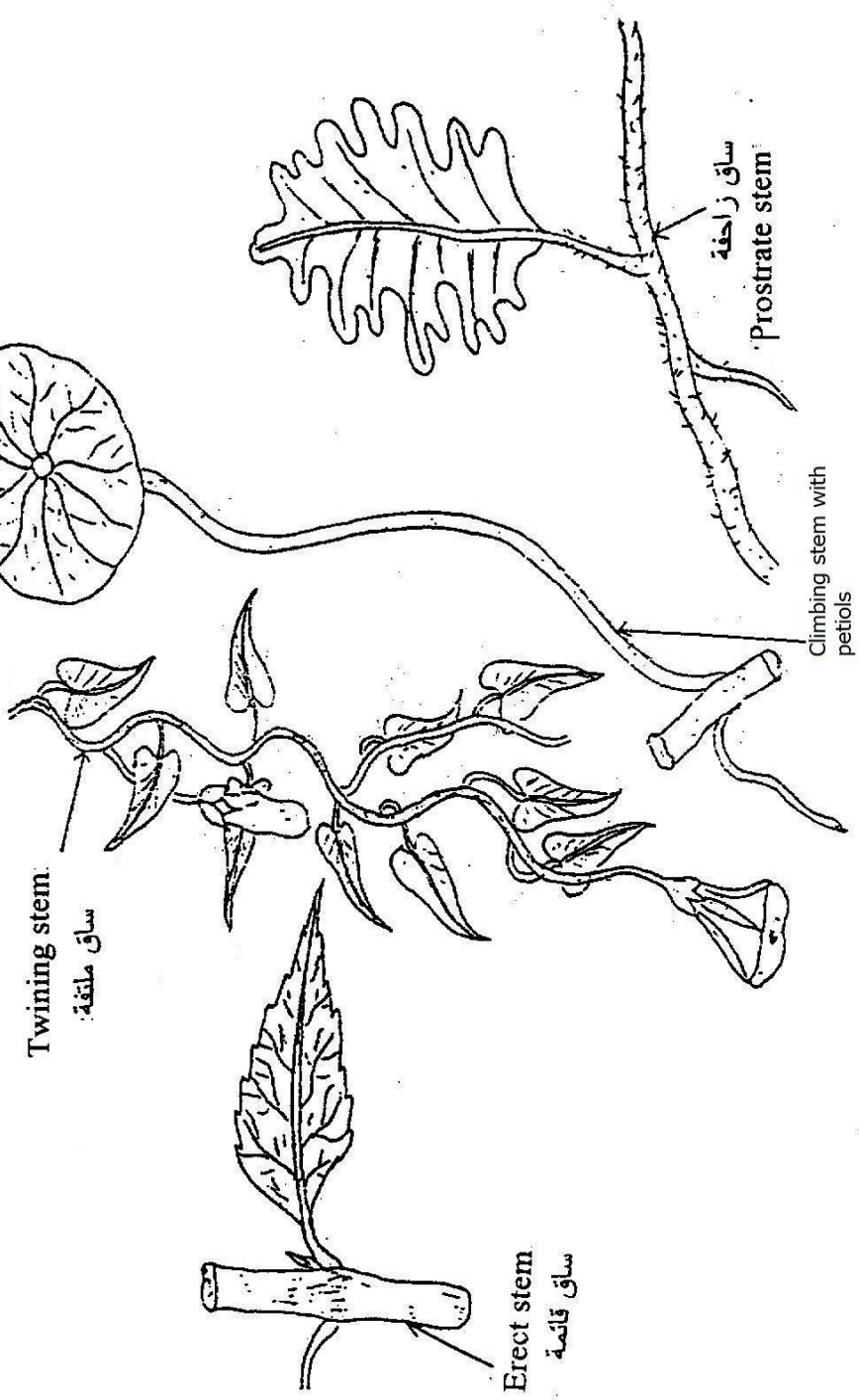
١- **ساق قائمة:** الدورنتا

٢- **ساق متسلقة :** ويكون ذلك بإستخدام

أ- **المحلايق:** العنب. **ب- الإلتفاف:** العليق **ج- أعناق الأوراق:** ابوخنجر.

٣- **سيقان ضعيفة:** ومنها

أ- **ساق زاحفة:** البطيخ. **ب- ساق جارية**: الفراولة.



Forms of aerila stems أشكال السيقان الهوائية

Modified stems:

The stem may be modified to serve the following functions:

1- **Assimilation**:

   a- ***Ruscus***: Here the shoots generally develop a reduced leaves, while the branch becomes flat and performs the functions of leaves (leafy stem).

   b- ***Opuntia***: The metamorphosed shoot is large, flattened and green. It is fleshy owing to storage of water (**Succulent stem)**. It bears small fleshy leaves which drop often very early. Spines occur in leaf axis.

2- **Reduction of transpiring surface:** (e.g: *Alhagi*). The branches take the form of spines.

3- **Climbing:** (e.g: *Vitis*). Here the bud instead of giving a branch, gives a tendril.

4- **Perennation, food storage and vegetative reproduction:**
   In this case the metamorphosed stems are subterranean and bear scale leaves. The reserve food material is stored in the underground stems or in the leaves.

   a- Rhizome: underground stem, horizontally divided into nodes and internodes, and covered by scale leaves. Note the adventitious roots, axillary buds, terminal bud and the aerial shoots. (e.g: Rhizome of *Canna* and *Cynodon*).

b- Tuber: (e.g: *Solanum tuberosum*). Fleshy tips of underground stems, small leaves and buds occur in surface pits (eyes). Note the terminal bud at one end and the position of attachment to the stalk at the other end.

c- Corm: (e.g: *Colcasia anticorm*). Subterranean swollen stem, vertically divided into nodes and internodes. Note that the internodes are encircled by scaly leaves arising at the nodes and axillary buds. Make a median longitudinal cut in the corm and sketch the cut surface. Note the corm of the present year (main bulk), with a remainant of the corm of the last year at its base. Corm of the next year will arise from any of the lateral bude.

d- Bulb: (e.g: Onion). Shortened shoot with a flattened discoid stem and fleshy leaf bases in which the reserve food material is stored. The terminal bud will give a flowering shoot. An axillary bud will give the bulb of the next year. Note also the dry brown scales and the adventitious roots.

5- Dwarf stem: e.g: *Pinus*.

6- Discoid stem: e.g: Carrot and radish.

تحورات السيقان:

تتحور السيقان لأداء الوظائف التالية:

١- التمثيل (البناء الضوئى):

أ- **السفندر:** الساق لها شكل ورقى وما يدل على أنها ساق أنها تخرج من إبط ورقة حرشفية وتحمل أوراق حرشفية فى آباطها براعم زهرية.

ب- **التين الشوكى:** ساق مفلطحة لها أوراق خضراء تتساقط مبكراً وفى آباطها إنتفاخات عليها أشواك عديدة (وهى **ساق عصيرية**).

٢- تقليل معدل السطح الناتح: وفيه تتحور السيقان الجانبية إلى أشواك.

٣- التسلق: كما فى العنب حيث تتحور البراعم ألى محاليق للتسلق.

٤- التعمير والتخزين والتكاثر الخضرى: وفيها تكون الساق تحت أرضية

أ- **الريزوم:** ساق تحت أرضية يوجد عليها عقد يخرج منها جذور عرضية وأوراق حرشفية فى آباطها براعم وللريزوم برعم طرفى وآخر إبطى (الكانا- النجيل).

ب- **الدرنة: (البطاطس)**. ساق أرضية يلاحظ عليها العيون الغائرة التى بداخلها عدة براعم وتوجد العين فى غبط ورقة حرشفية تسقط مبكراً.

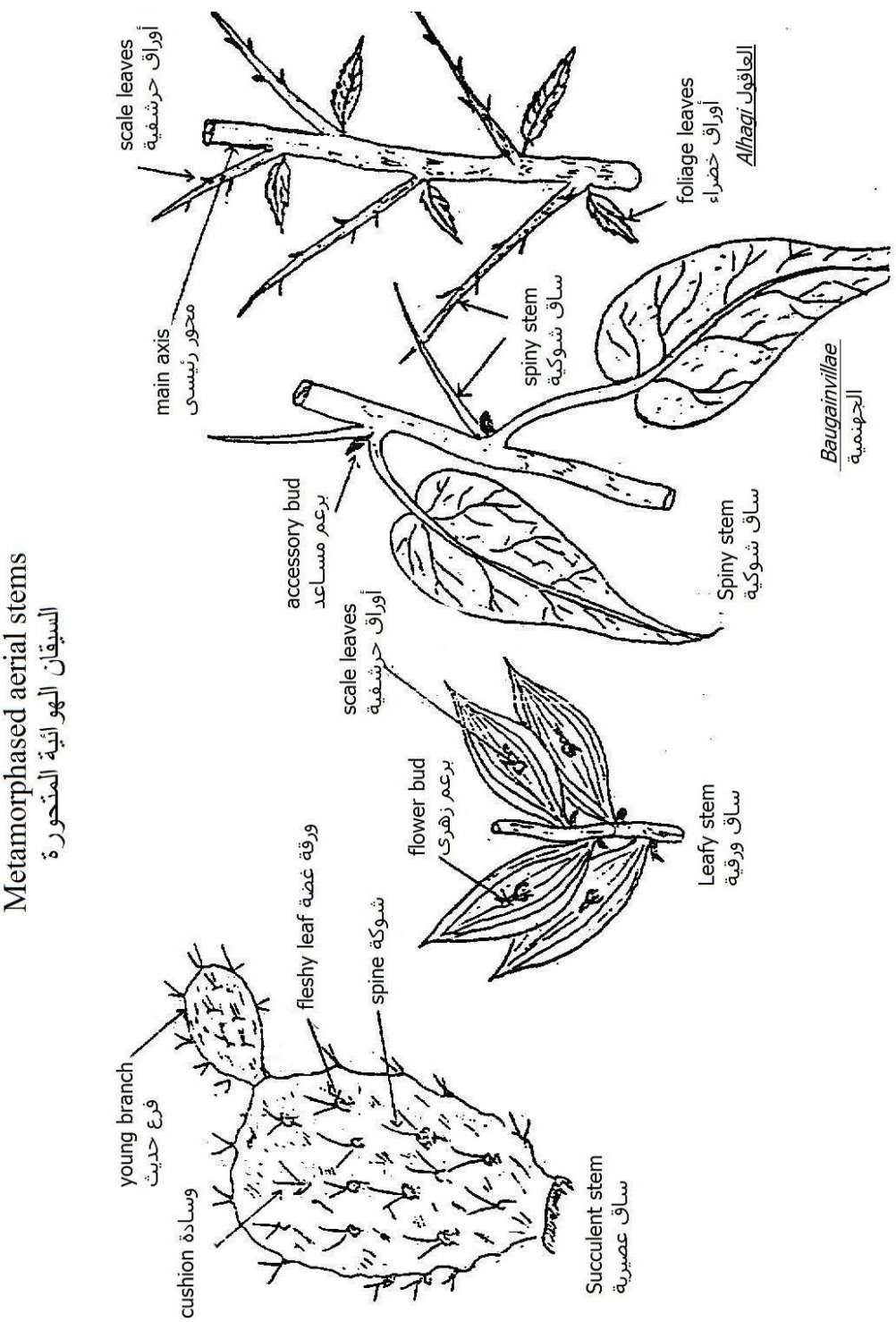
ج- **الكورمة: (القلقاس)**. ساق أرضية متضخمة تنمو عمودياً اسفل سطح التربة. لاحظ لعقد والسلاميات والأوراق الجرشفية التى فى آباطها براعم. كما يلاحظ البرعم الطرفى والجذور العرضية وبقايا كورمة السنة الماضية وكورمة السنة القادمة.

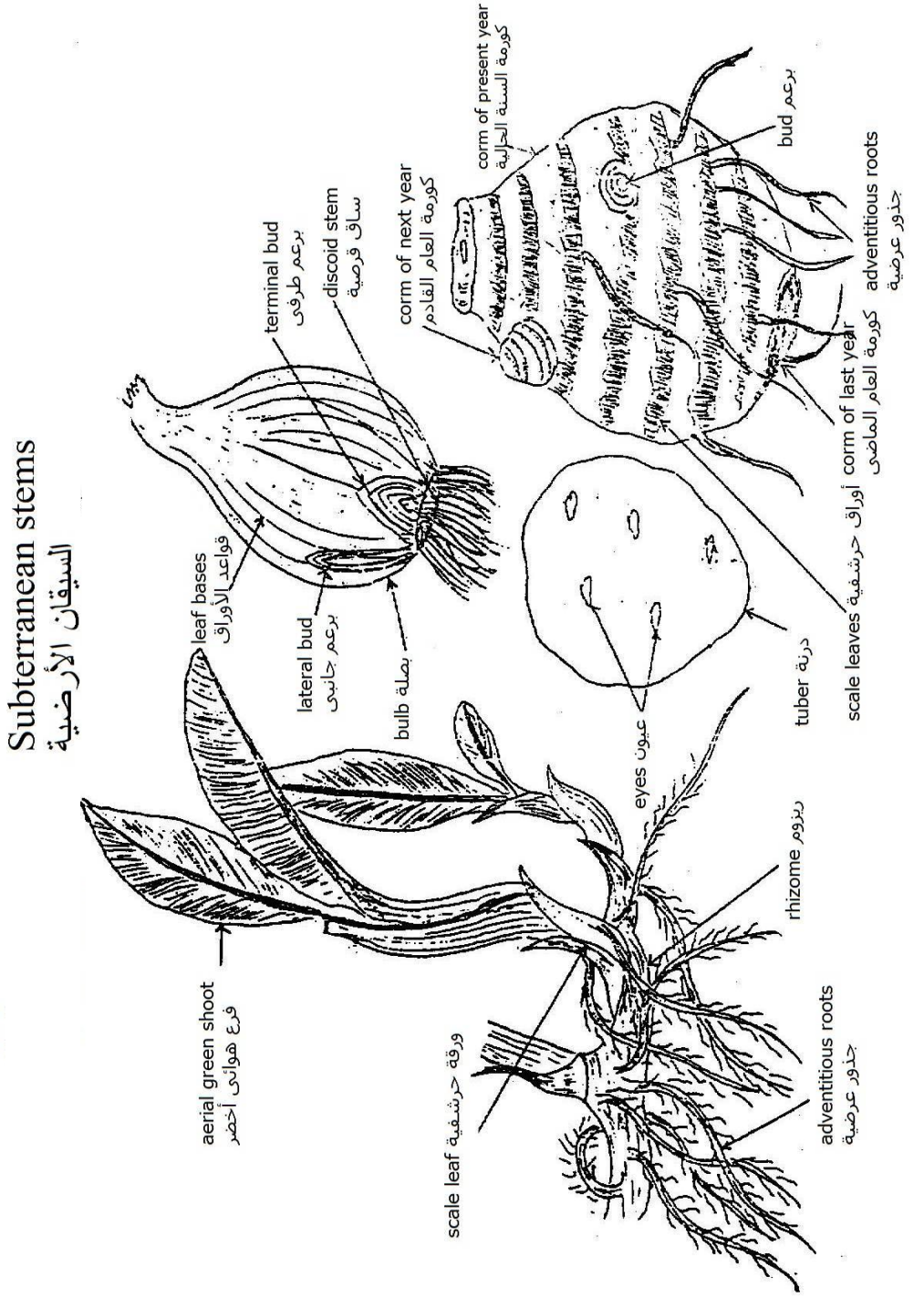
د- **البصلة: (البصل)** ساق أرضية قصيرة منبسطة قرصية الشكل تحمل أوراق حرشفية تغطى قواعد الأوراق المتشحمة. كما يلاحظ البرعم الطرفى والبراعم الإبطية والجذور العرضية الليفية.

٥- **ساق متقزمة:** الصنوبر.

٦- **ساق قرصية:** الجزر والفجل.

Metamorphased aerial stems
السيقان الهوائية المتحورة




Subterranean stems
السيقان الأرضية
aerial green shoot
فرع هوائى أخضر
leaf bases
قواعد الأوراق
terminal bud
برعم طرفى
discoid stem
ساق قرصية
corm of next year
كورمة العام القادم
corm of present year
كورمة السنة الحالية
lateral bud
برعم جانبى
bulb بصلة
scale leaf ورقة حرشفية
rhizome ريزوم
eyes عيون
tuber درنة
scale leaves أوراق حرشفية
corm of last year
كورمة العام الماضى
bud برعم
adventitious roots
جذور عرضية
adventitious roots
جذور عرضية

Leaves and their modifications.

Leaf petiole:

a- Sessile: petiole absent: (e.g: *Linum*).

b- Petiolate:

1- Normal petiole: (e.g: *Eucalyptus*).

2- Elongate petiole: (e.g: *Colocasia*).

3- Climbing petiole: (e.g: *Tropaeolum*).

الأوراق وتحوراتها:

تنقسم الأوراق تبعاً لوجود العنق إلى:

أ- ورقة جالسة: لايوجد لها عنق كما فى الكتان.

ب- ورقة معنقة: وتنقسم إلى

١- **عنق عادى:** كما فى الكافور.

٢- **عنق طويل:** كما فى القلقاس.

٣- **عنق متسلق:** كما فى أبوخنجر.

Leaf base:

1- Exstipulate: e.g. *Eucalyptus*.

2- Stipulate: classified into the following:

a- Hairy stipules: e.g. *Corchorus*.

b- Ordinary stipules: e.g. *Rosa*.

c- Leafy stipules: e.g. *Lathyrus*.

d- Stipuleolate: e.g. *Phaseolus*.

e- Spiny stipules: e.g. *Acacia* and *Ziziphus*.

كما تنقسم الوراق تبعاً لقاعدتها إلى:

١- **ورقة غير مؤذنة:** كما فى اوراق الكافور.

٢- **ورقة مؤذنة:** وتنقسم إلى

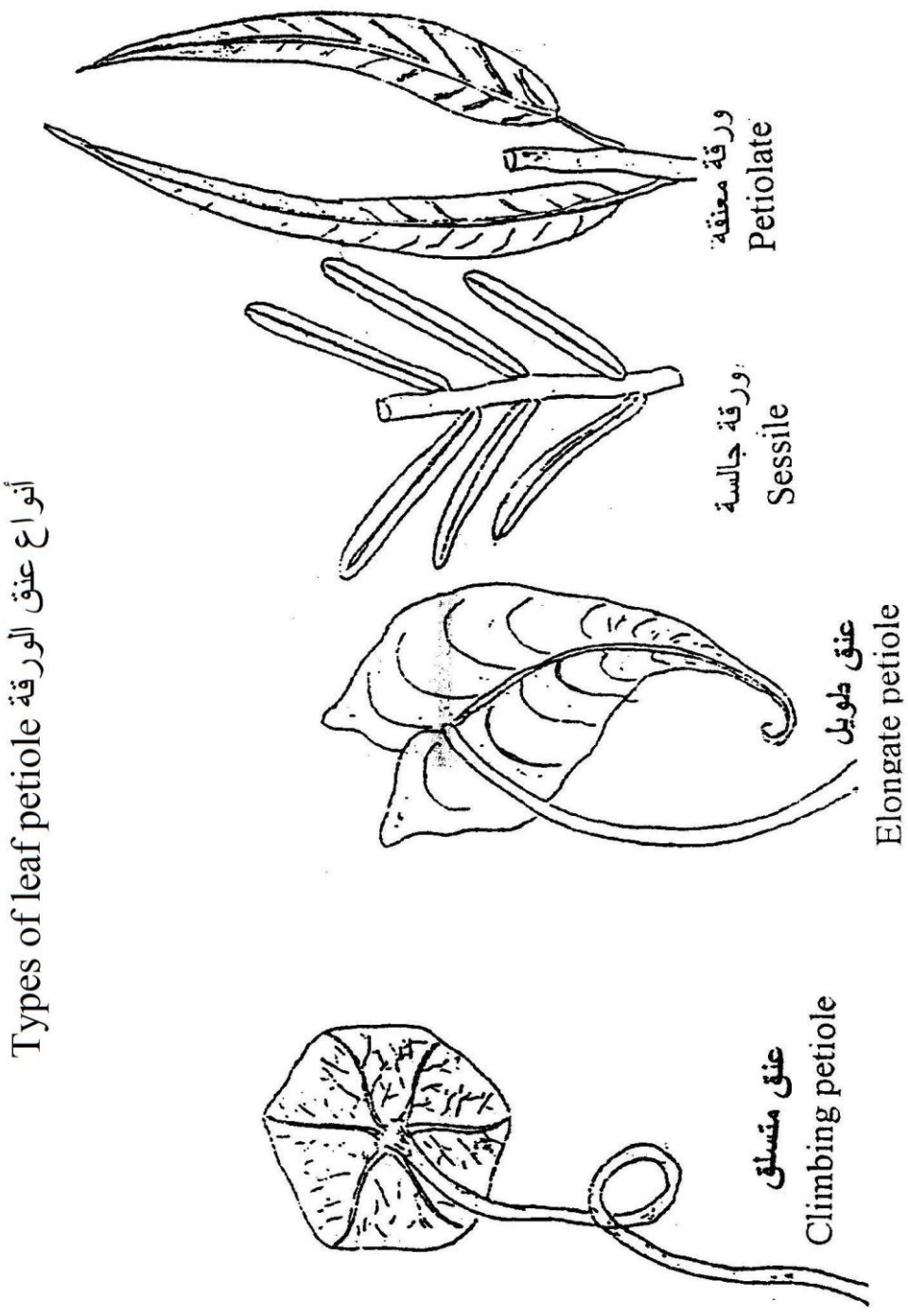
أ- **أذينات شعيرية:** كما فى الملوخية.

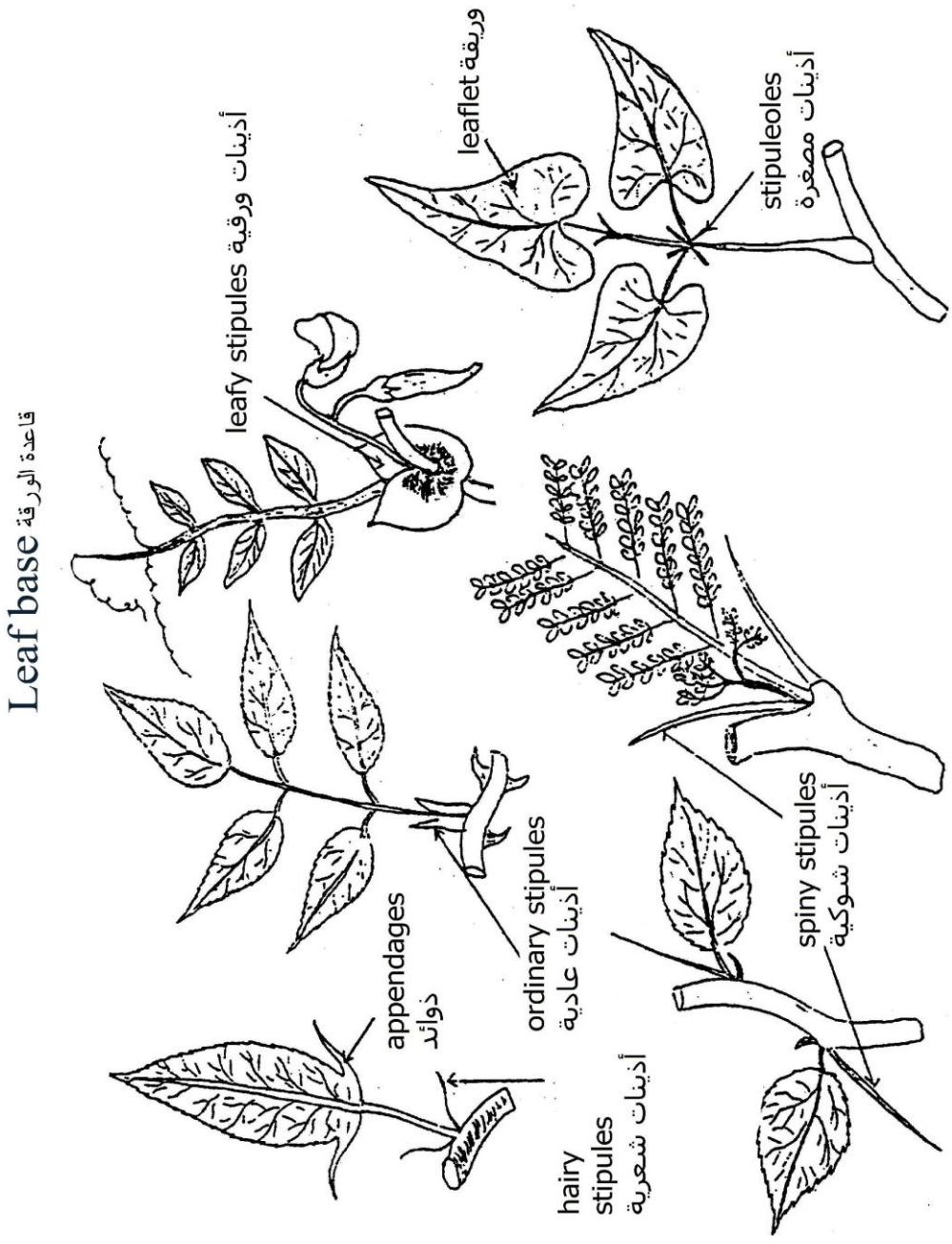
ب- **أذينات عادية:** كما فى الورد.

ج- **أذينات متورقة:** كما فى البسلة.

د- **أذينات مصغرة:** كما فى الفاصوليا.

هـ- **أذينات شوكية:** كما فى السنط والسدر.


أنواع عنق الورقة Types of leaf petiole
ورقة معنقة
Petiolate
ورقة جالسة
Sessile
عنق طويل
Elongate petiole
عنق متسلق
Climbing petiole


Leaf base قاعدة الورقة
leafy stipules أذينات ورقية
leaflet وريقة
stipuleoles أذينات مصغرة
appendages ذوائد
ordinary stipules أذينات عادية
hairy stipules أذينات شعرية
spiny stipules أذينات شوكية

Leaf venation:

1- **Reticulate:**

   a- Pinnate: e.g. *Ficus*.

   b- Palmate: e.g. *Ricinus*.

2- **Parallel:**

   a- Longitudinal: e.g. *Triticum* (wheat).

   b- Transverse: e.g. *Musa*.

التعرق فى الأوراق:

١- تعرق شبكى:

أ- شبكى ريشى: كما فى التين.

ب- شبكى راحى: كما فى الخروع.

٢- تعرق متوازى:

أ- متوازى طولى: كما فى القمح.

ب- متوازى مستعرض: كما فى الموز.

Leaf arrangement:

1- **Alternate:** e.g. *Eucalyptus*.

2- **Opposite superposed:** e.g. *Duranta*.

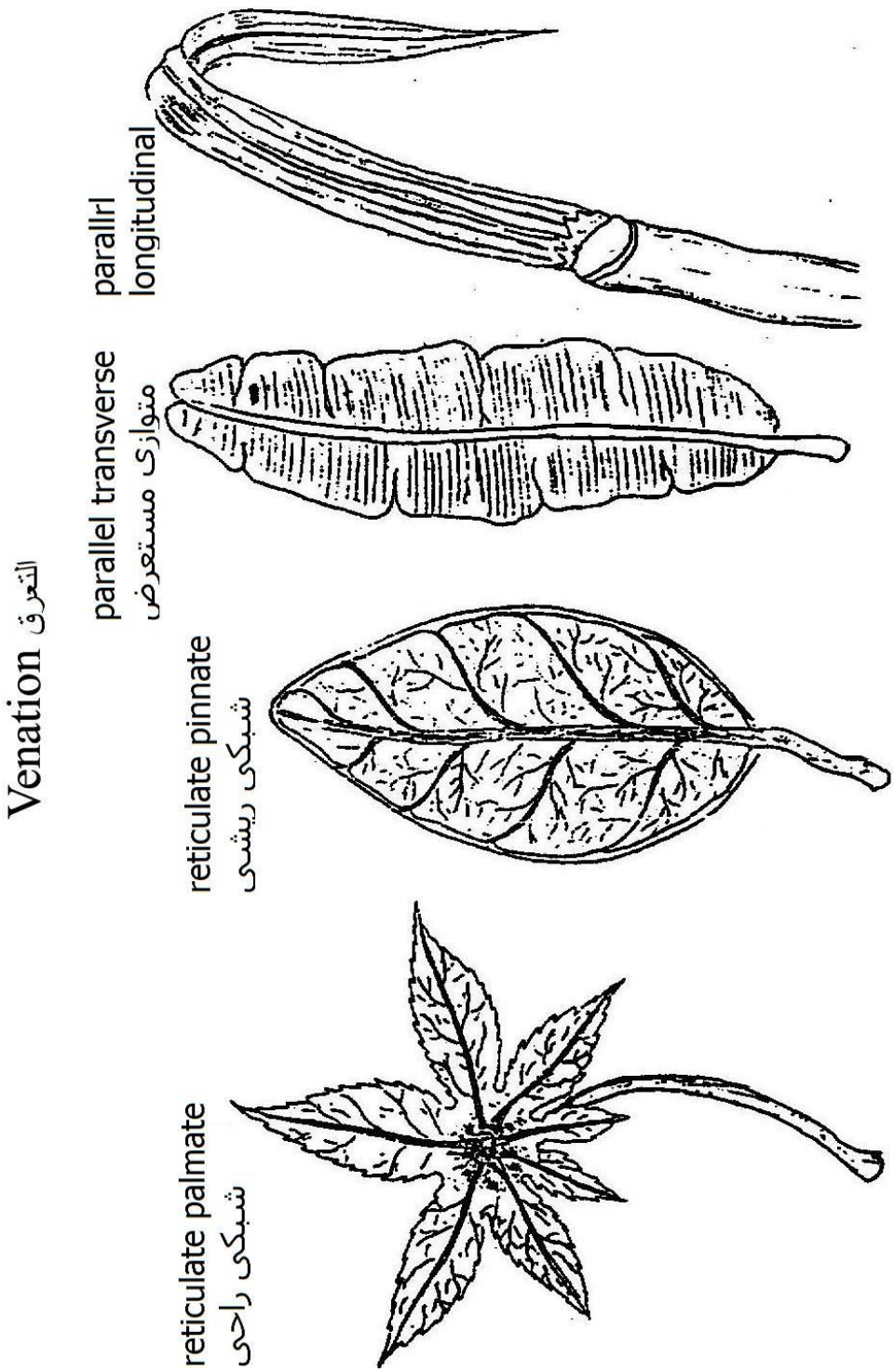
3- **Opposite decussate:** e.g. *Calotropis*.

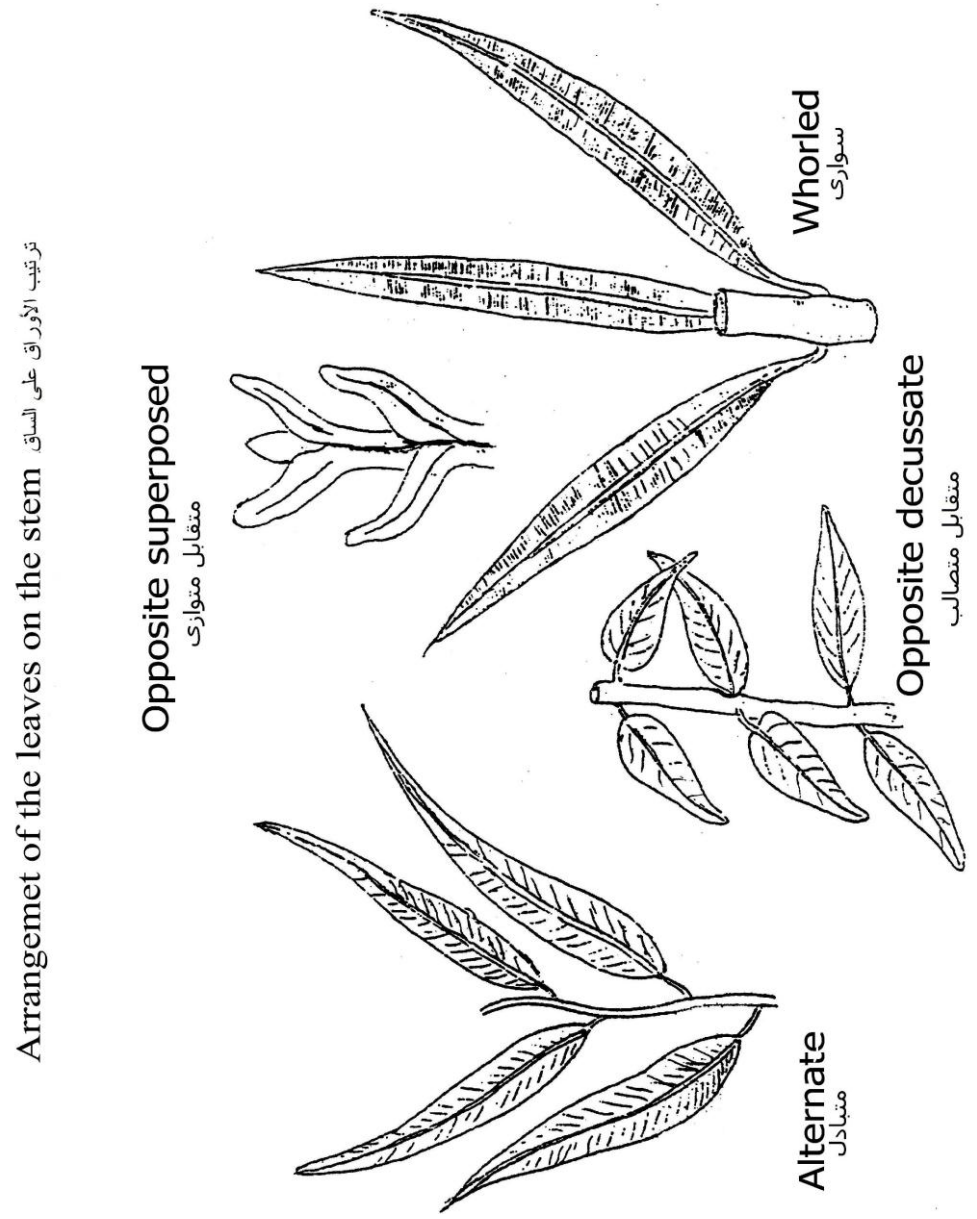
4- **Whorled or verticillate:** e.g. *Nerium*.

توزيع الأوراق على الساق:

١- متبادل: الكافور. **٢- متقابل:** الدورنتا.

٣- متقابل متصالب: أم العشار. **٤- سوارى (محيطى):** الدفلة.


Venation التعرق
parallel transverse
متوازى مستعرض
parallrl
longitudinal
reticulate pinnate
شبكى ريشى
reticulate palmate
شبكى راحى


Arrangemet of the leaves on the stem ترتيب الأوراق على الساق
Opposite superposed
متقابل متوازى
Whorled
سوارى
Opposite decussate
متقابل متصالب
Alternate
متبادل

Leaf blade

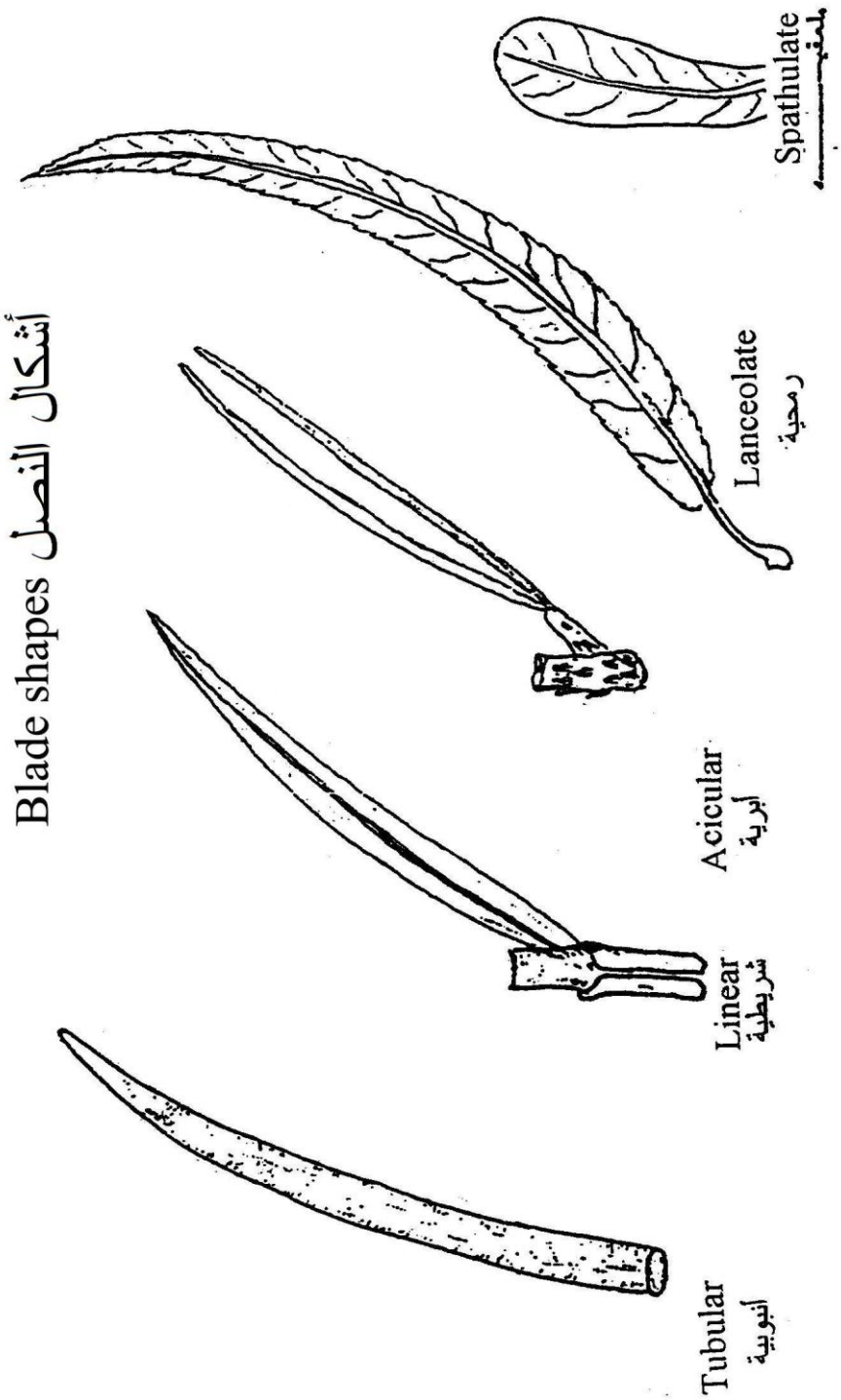
A- Shape:

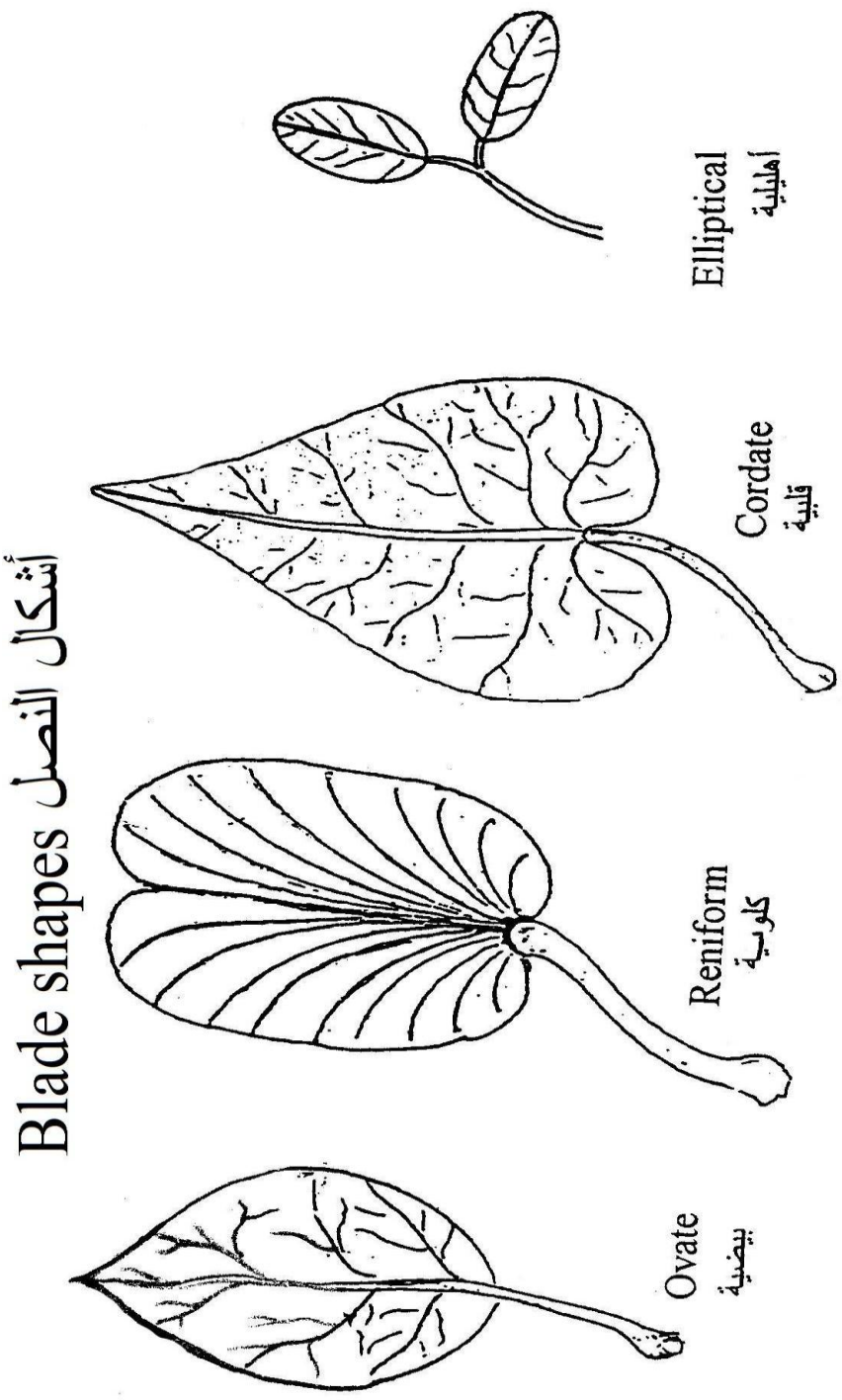
1- **Needle like or acicular:** e.g. *Pinus*.
2- **Linear:** e.g. wheat.
3- **Ovate:** e.g. *Ficus*.
4- **Spathulate:** e.g. *Portulaca*.
5- **Cordate:** e.g. *Ipomoea*.
6- **Reniform:** e.g. *Bauhenia*.
7- **Peltate:** e.g. *Tropaeolum*.
8- **Lanceolate:** e.g. *Eucalyptus*.
9- **Hastate**: e.g. *Convolvulus*.
10- **Tubular**: e.g. *Allium.*
11- **Sagittate:** e.g. *Calla*.
12- **Elliptical:** e.g. *Poinciana*.

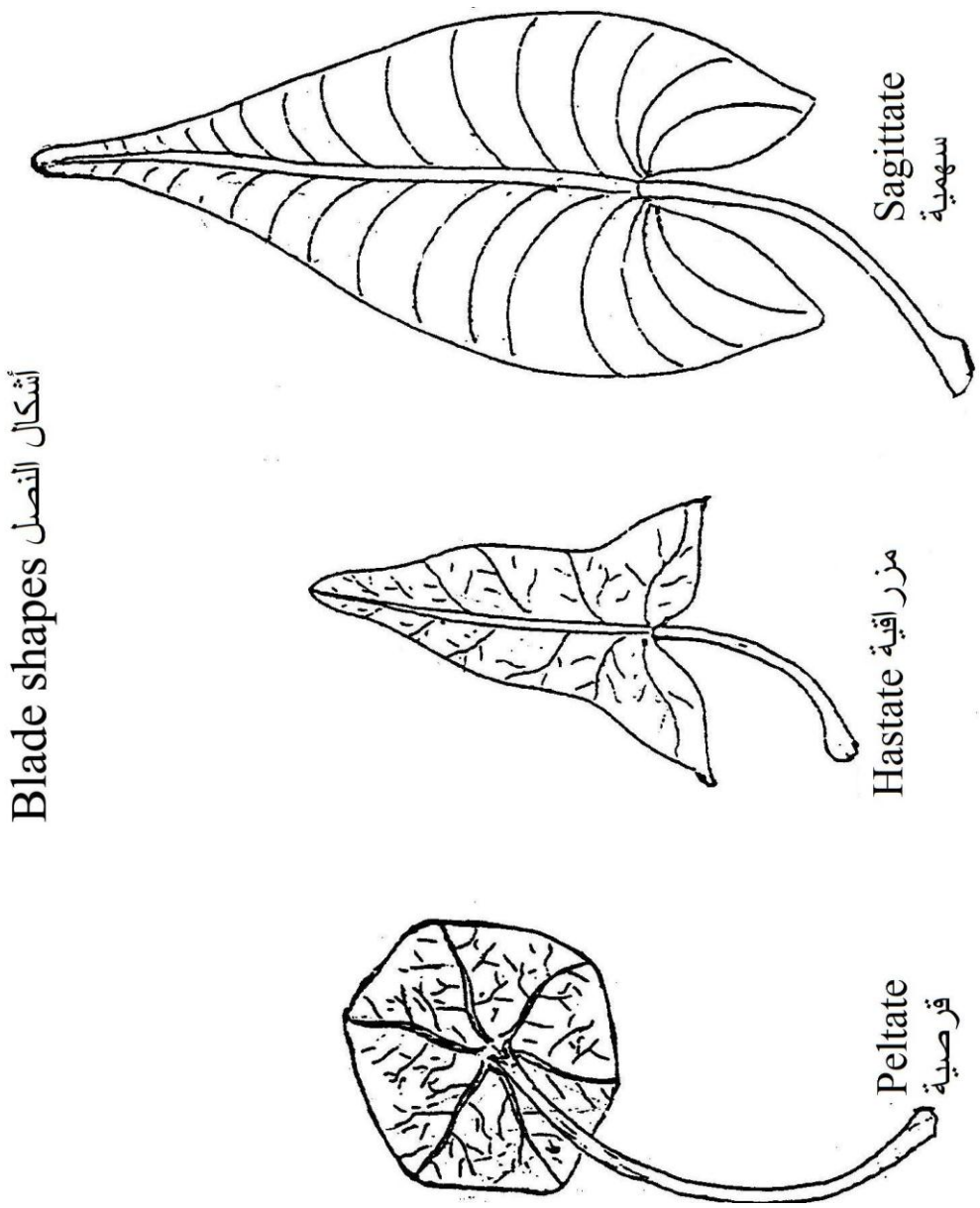
النصل:

أ- **شكل النصل:**

١- **ورقة إبرية:** الصنوبر.
٢- **ورقة شريطية:** القمح.
٣- **ورقة بيضية:** التين.
٤- **ورقة ملعقية:** الرجلة.
٥- **ورقة قلبية:** ست الحسن.
٦- **ورقة كلوية:** خف الجمل.
٧- **ورقة قرصية:** أبوخنجر.
٨- **ورقة رمحية:** الكافور.
٩- **ورقة مزراقية:** العليق.
١٠- **ورقة انبوبية:** البصل.
١١- **ورقة سهمية:** الكالا.
١٢- **ورقة أهليلية:** البوانسيانا.


Blade shapes أشكال النصل
Spathulate
ملعقية
Lanceolate
رمحية
Acicular
إبرية
Linear
شريطية
Tubular
أنبوبية


Blade shapes أشكال النصل
Ovate
بيضية
Reniform
كلوية
Cordate
قلبية
Elliptical
أهليلية


Blade shapes أشكال النصل
Sagittate
سهمية
Hastate مزراقية
Peltate
فرصية

B- Leaf margin:

1- **Entire:** e.g. *Ficus*.
2- **Dentate:** e.g. *Duranta*.
3- **Serrate:** e.g. *Rosa*.
4- **Crenate:** e.g. *Morus*.
5- **Sinuate:** e.g. *Cuercus*.

ب- حافة الورقة:

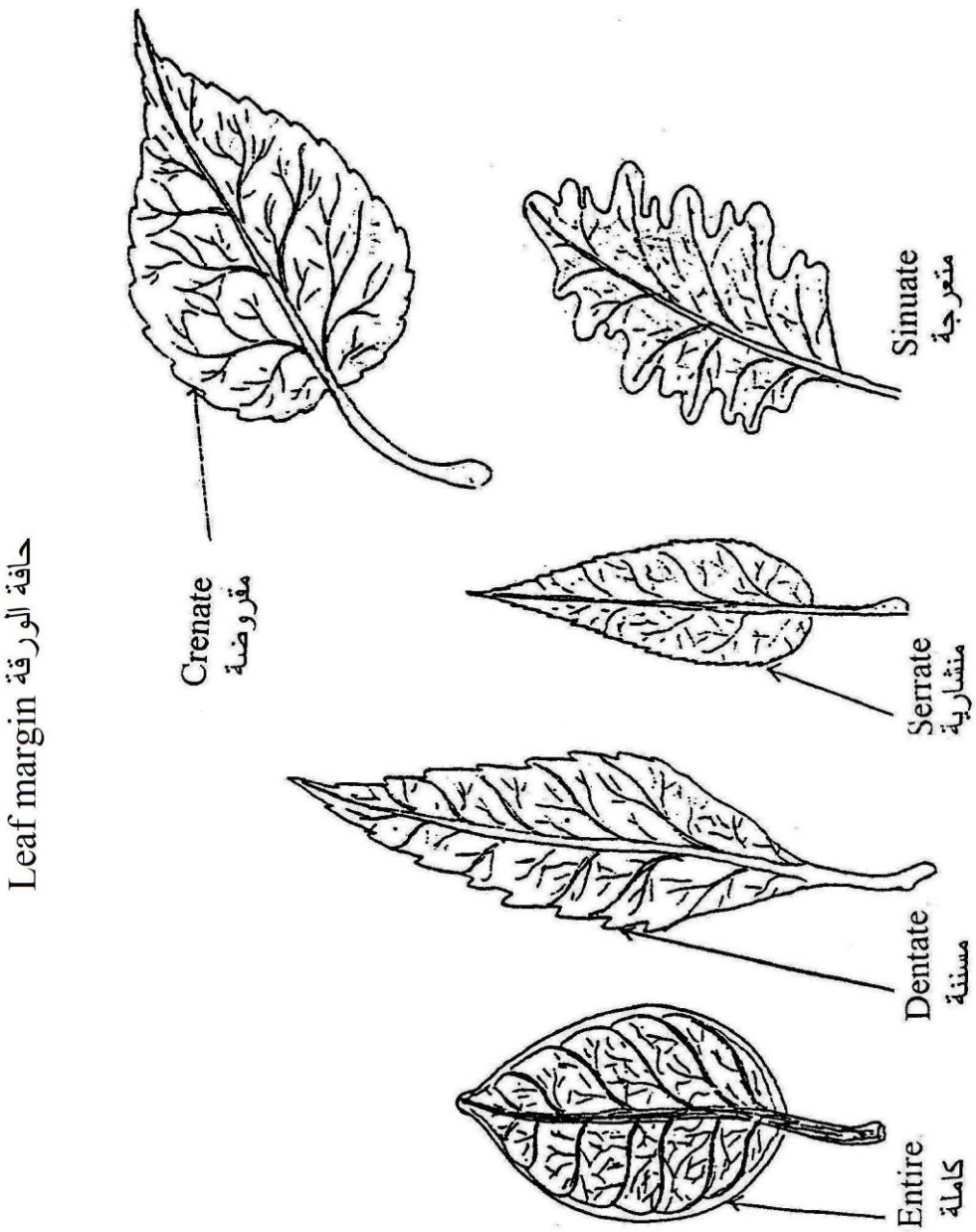
١- كاملة: التين.
٢-مسننة: الدورنتا.
٣-منشارية: الورد.
٤- مقروضة: التوت.
٥- متعرجة: البلوط.

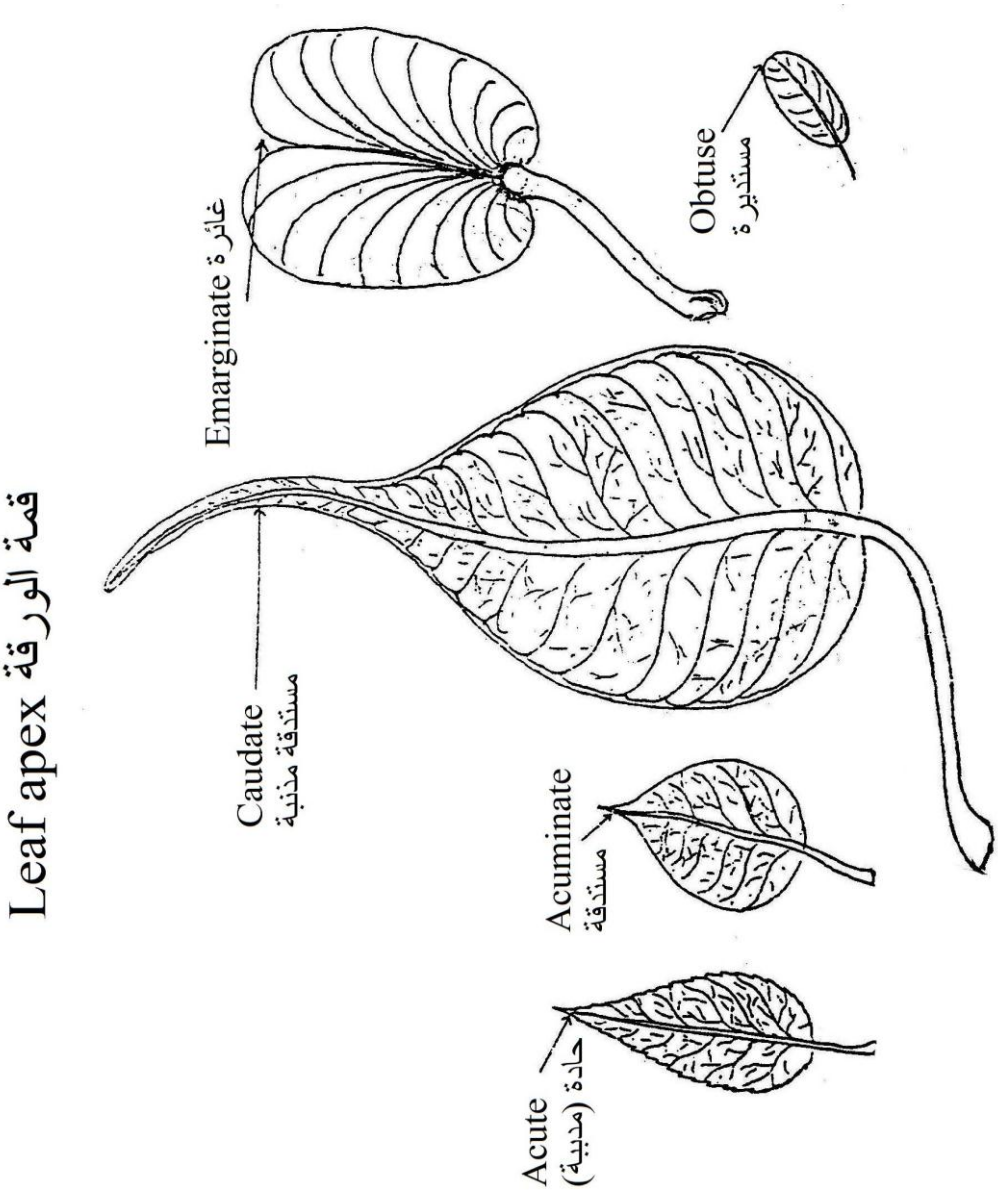
C- Leaf apex:

1- **Acute:** e.g. *Duranta*.
2- **Laminata:** e.g. *Dalbergia*.
3- **Caudate:** e.g. *Ficus religiosa*.
4- **Obtuse:** e.g. *Albezzia*.
5- **Emarginate:** e.g. *Bauhinia*.

ج- قمة الورقة:

١- **حادة (مدببة):** الدورنتا
٢- **مستدقة:** السرسوع.
٣- **مستدقة مذنبة:** التين المذنب.
٤- **مستديرة:** اللبخ.
٥- **غائرة:** خف الجمل.


Leaf margin حافة الورقة
Crenate مقروضة
Sinuate متعرجة
Serrate منشارية
Dentate مسننة
Entire كاملة


Leaf apex قمة الورقة
Emarginate غائرة
Obtuse مستديرة
Caudate مستدقة مذنبة
Acuminate مستدقة
Acute حادة (مدببة)

D- Leaf composition:

1- Simple: e.g. *Ficus nitida*.

2- Compound leaf:

a- Compound pinnate:

1- Paripinnate: e.g. *Albizzia*.

2- Imparipinnate: e.g. *Rosa*.

3- Bipinnate: e.g. *Poinciana*.

b- Compound palmate: e.g. *Lupinus*.

3- Lobed leaf:

a- Palmately lobed:

1- Palmatifid: e.g. *Pelargonium*.

2- Palmatipartite: e.g. *Ricinus*.

3- Palmatisect: e.g. *Ipomoea* sp.

b- Pinnately lobed:

1- Pinnatifid: e.g. *Chrysanthemum*.

2- Pinnatipartite: e.g. *Sernaria*.

3- Pinnatisect: e.g. *Foeniculum*.

د- تركيب الورقة:

١- **بسيطة:** التين.

٢- **مركبة:**

(أ) مركبة ريشية:

١- **مركبة ريشية زوجية:** اللبخ.

٢- **مركبة ريشية فردية:** الورد.

٣- **مركبة ريشية متضاعفة:** البوانسيانا.

(ب) مركبة راحية: الترمس.

٣- **مفصصة:**

(أ) مفصصة راحية:

١- **ضحلة التفصص الراحى:** الجارونيا.

٢- **عميقة التفصص الراحى:** الخروع.

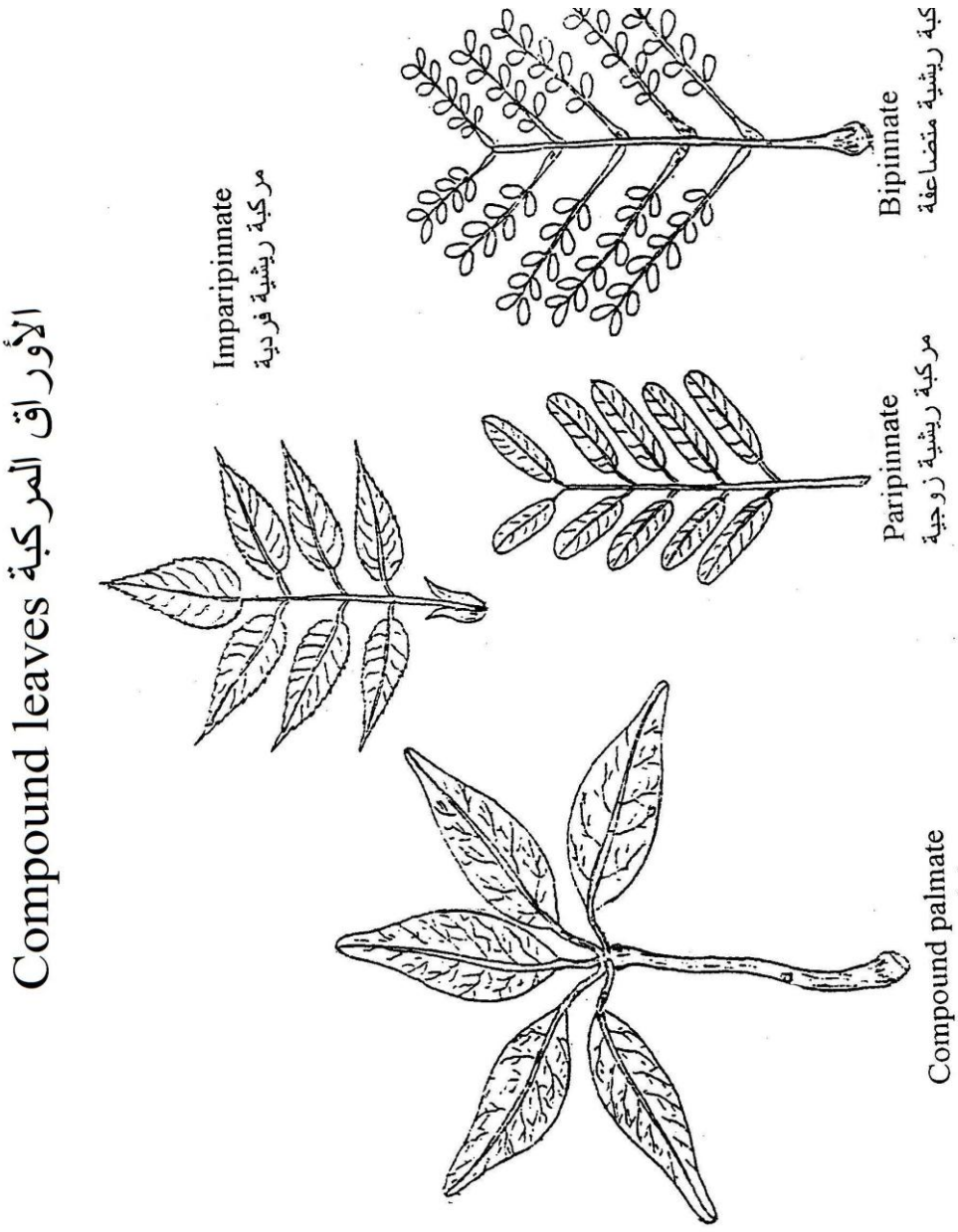
٣- **مشرحة التفصص الراحى:** ست الحسن المشرحة.

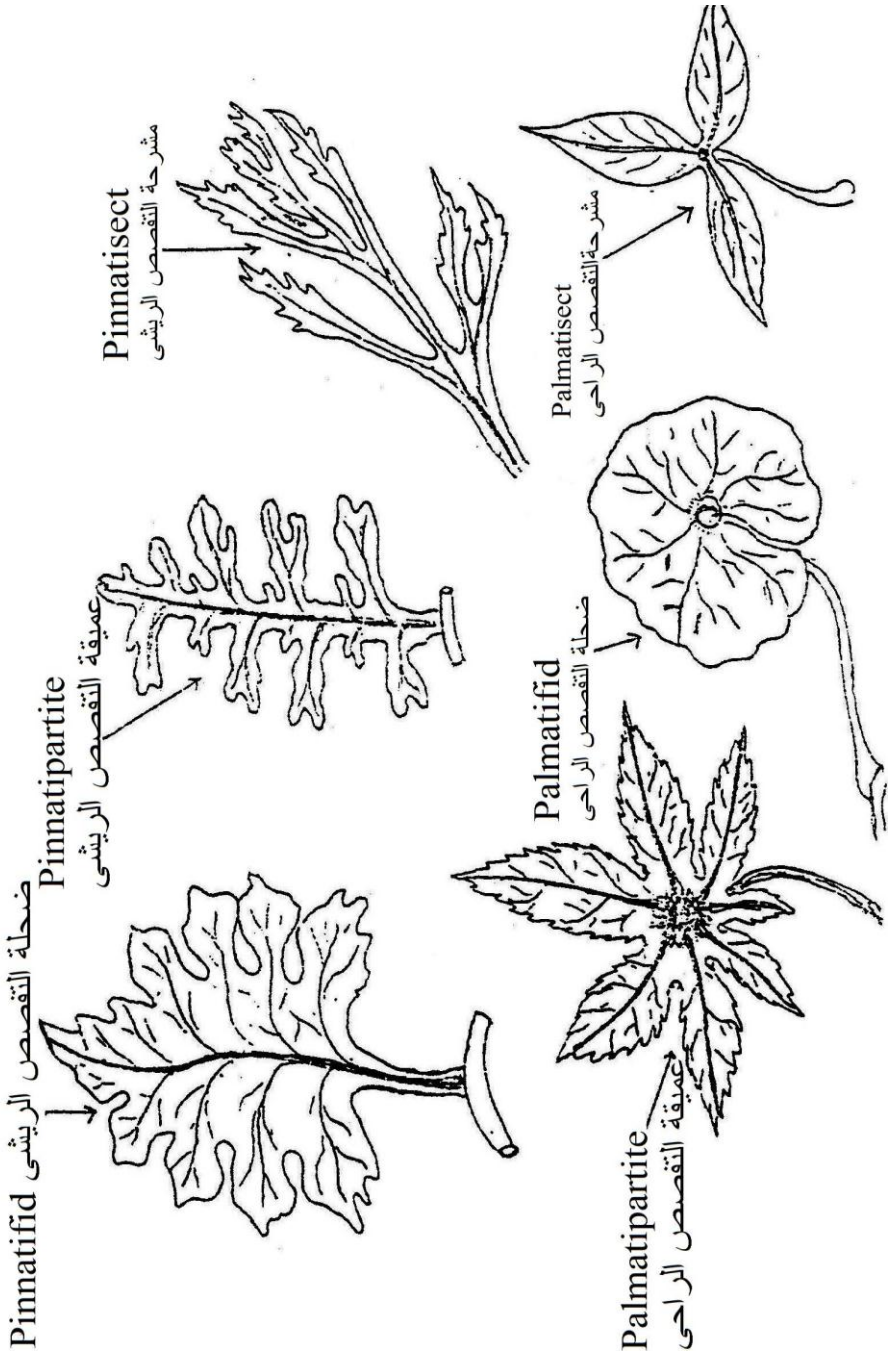
(ب) مفصصة ريشية:

١- **ضحلة التفصص الريشى:** الكريزانثيم.

٢- **عميقة التفصص الريشى:** السيناريا.

٣- **مشرحة التفصص الريشى:** الشمر.


Compound leaves الأوراق المركبة
Imparipinnate
مركبة ريشية فردية
Paripinnate
مركبة ريشية زوجية
Bipinnate
مركبة ريشية متضاعفة
Compound palmate
مركبة راحية


الأوراق المفصصة Lobed leaves
Pinnatifid ضحلة التفصص الريشى
Pinnatipartite عميقة التفصص الريشى
Pinnatisect مشرحة التفصص الريشى
Palmatifid ضحلة التفصص الراحى
Palmatisect مشرحةالتفصص الراحى
Palmatipartite عميقة التفصص الراحى

Modifications of the leaf

1- **Scale leaf:** e.g. *Cynodon*.
2- **Tendrils:** e.g. *Pisum* (leaflet modified into tendril).
3- **Spiny leaf:** e.g. *Acacia* (stipules modified into spines).
4- **Storage leaf:** e.g. *Zygophyllum*.
5- **Insectivorous plants:**
   - **a-** ***Nepenthes*:** The leaf modified into pitcher.
   - **b-** ***Drocera*:** Possesses cylindrical petioles and oval shape blades covered with glandular hairs.
   - **c-** ***Dionaea*:** The blade composed of two lobes which captures insects.
   - **d-** ***Urticularia*:** Some leaflets are modified into bladders.

تحورات الورقة:

١- **ورقة حرشفية:** النجيل. ٣- **أذينات شوكية:** السنط.

٢- **وريقات محلاقية**: البسلة. ٤- **ورقة تخزينية:** الرطريط.

٥- تحورات أوراق النباتات آكلة الحشرات:

أ- النبنسس: تتحور الورقة إلى وعاء يشبه القدر.

ب- الدروسيرا: لها عنق اسطوانى ونصل بيضى الشكل عليه شعيرات غدية.

ج- الديونيا: النصل يتكون من مصراعين على حافتهما ذوائد حادة.

د- حامول الماء: بعض الوريقات تتحور إلى مثانات.

Insectivorous plants
النباتات آكلة الحشرات
Nepenthes
نبات القدر
glandular hairs
شعيرات غدية
Drocera
دروسيرا
Dionaea
ديونيا
bladders مثانات
Urticularia
حامول الماء

بسم الله الرحمن الرحيم

اسم الطالب: ----------

الكلية:---------- الفرقة/الشعبة:----------

الفصل الدراسى:---------- العام الجامعى:----------

الأسبوع	التاريخ	توقيع المعيد أو المدرس المساعد	توقيع المشرف
الأول			
الثانى			
الثالث			
الرابع			
الخامس			
السادس			
السابع			
الثامن			
التاسع			
العاشر			
الحادى عشر			
الثانى عشر			
الثالث عشر			
الرابع عشر			