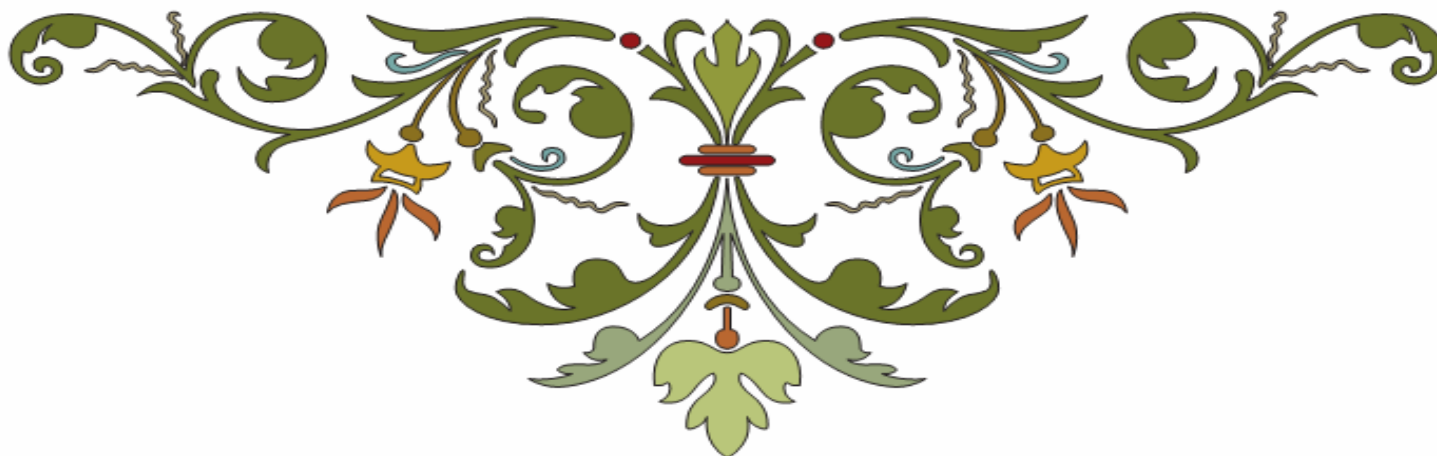


In the Name of God



# Plant Propagation

*M. Gholami*



# DEFINITION OF PROPAGATION



- What is propagation?
  - *Propagation is the natural mechanism by which plants regenerate.*
  - *Propagation is most often by seeds produced by a plant*
  - *or by plant parts like vines, roots, tubers, stem cuttings etc..*



# VEGETATIVE PROPAGATION

- Asexual propagation (vegetative propagation) = reproduction of plant material from vegetative organs (leaf, stem, root, bud) so that the offspring will contain the exact characteristics of the parent plant with regards to genotypes and health status.

Updated slide

## **Concepts important in asexual propagation:**

Totipotency

Differentiation

Dedifferentiation

Meristems (undifferentiated cells!)

Primary "Apical" (root - shoot tips)

Secondary "Lateral" (vascular-cork cambiums)

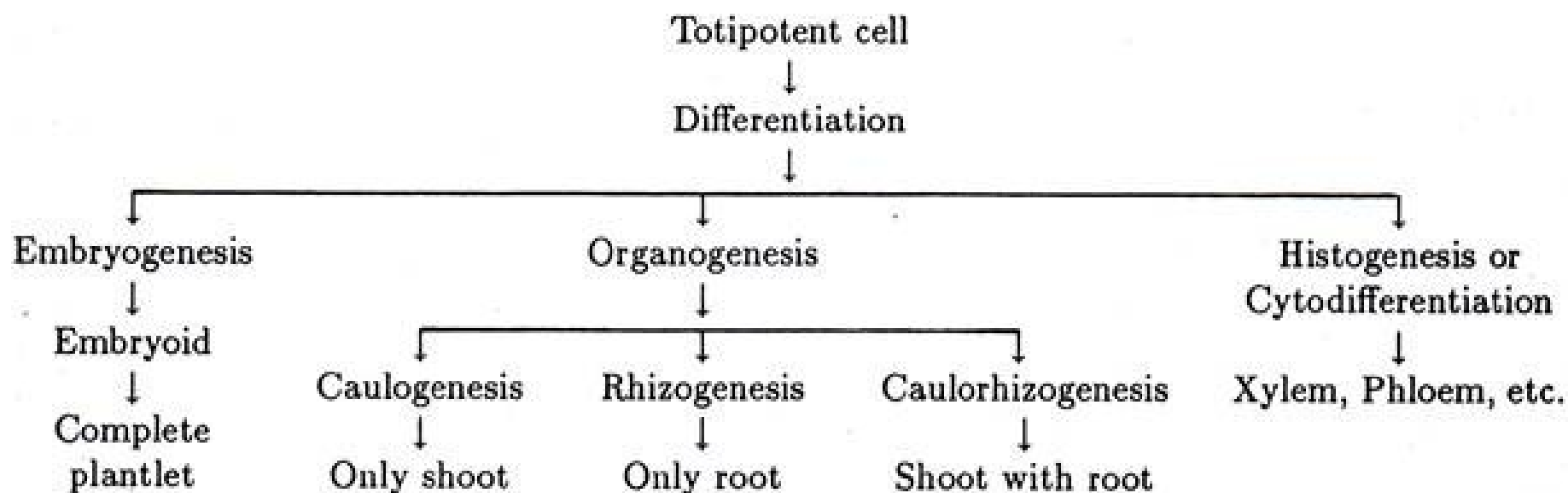
Adventitious

Plant growth hormones **1+1=2**

Auxins Greek origin "means to grow"!

Cytokinin compound promotes cell division. Highest concentrations found in root, young leaves, developing fruit<sup>10</sup>

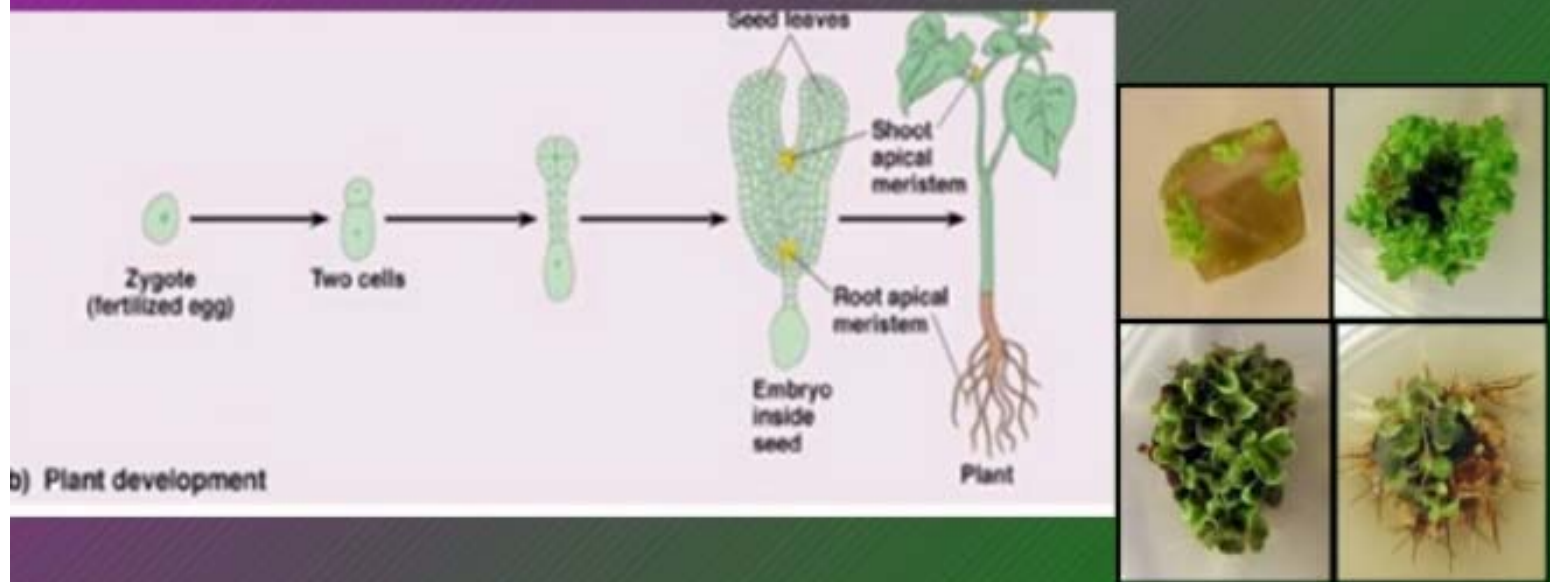
○ همچنان که گیاه رشد و نمو میکند، سلولهای مریستمی برنامه ریزی می شوند تا به سلول های ویژه ای تمایز یابند که ساقه، برگ، ریشه و در نهایت گل و اندام های زایشی را تولید کنند. پیشرفت این مراحل (ontogenetic) در زندگی گیاه (چرخه زندگی) به مراحل رویانی (embryonic)، نونهالی (juvenile) و بالغی (adult/ mature) موسوم است.





# Totipotency of Plant Cells

Plant cells possess profound ability to show their full genetic potential and follow a developmental pathway similar to that of the zygote resulting in the formation of a new plant.



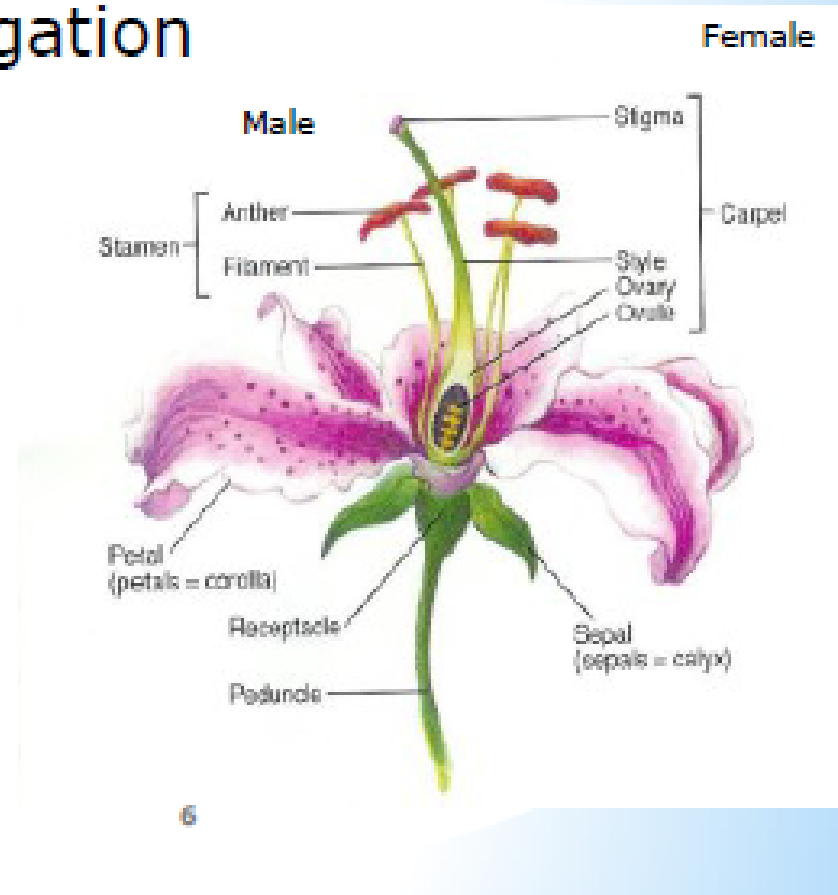
TOTIPOTENCY IS THE GENETIC POTENTIAL OF A PLANT CELL TO PRODUCE THE ENTIRE PLANT. IN OTHER WORDS, TOTIPOTENCY IS THE CELL CHARACTERISTIC IN WHICH THE POTENTIAL FOR FORMING ALL THE CELL TYPES IN THE ADULT ORGANISM IS RETAINED.



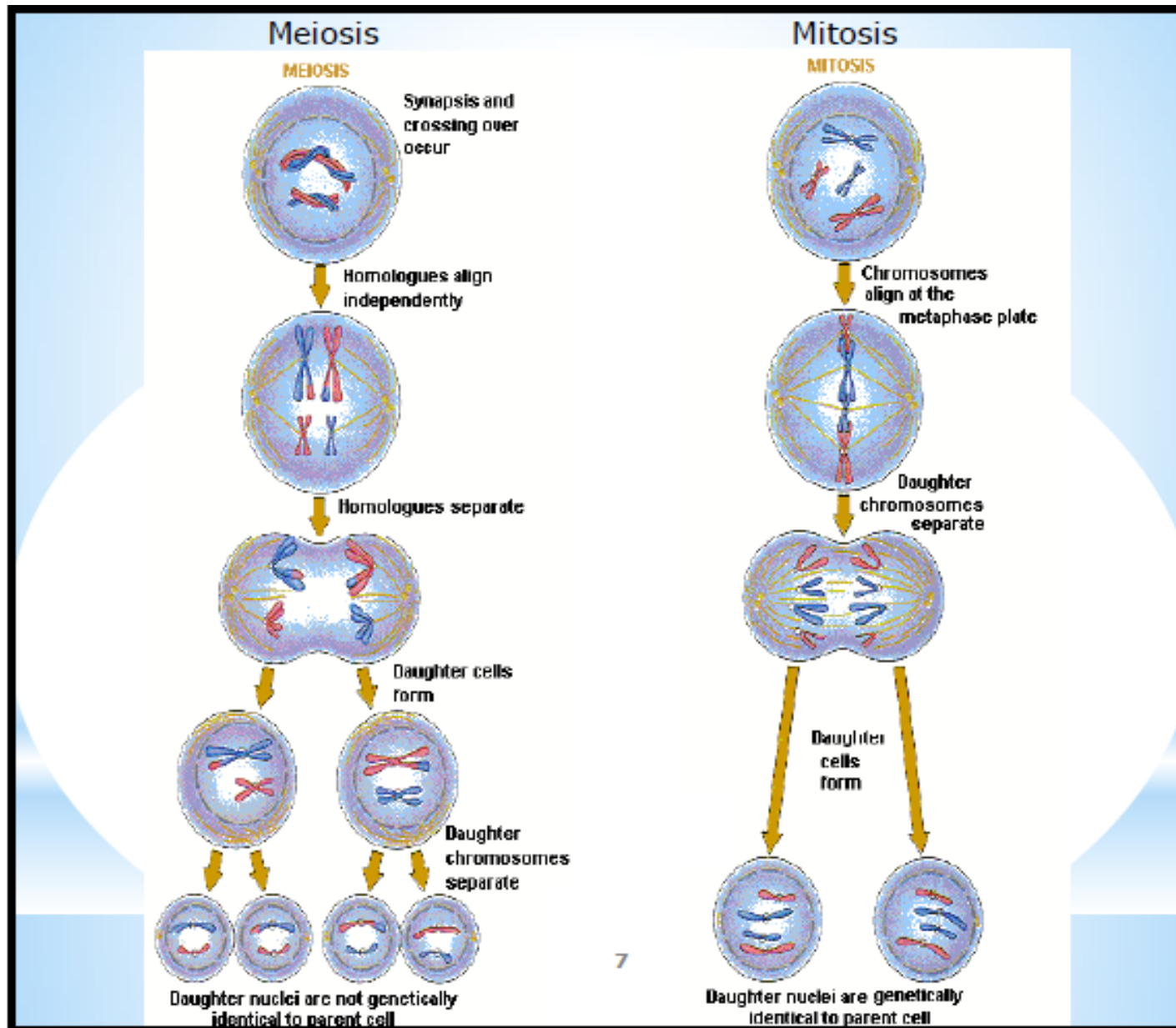
# Sexual vs. Asexual

## Sexual propagation

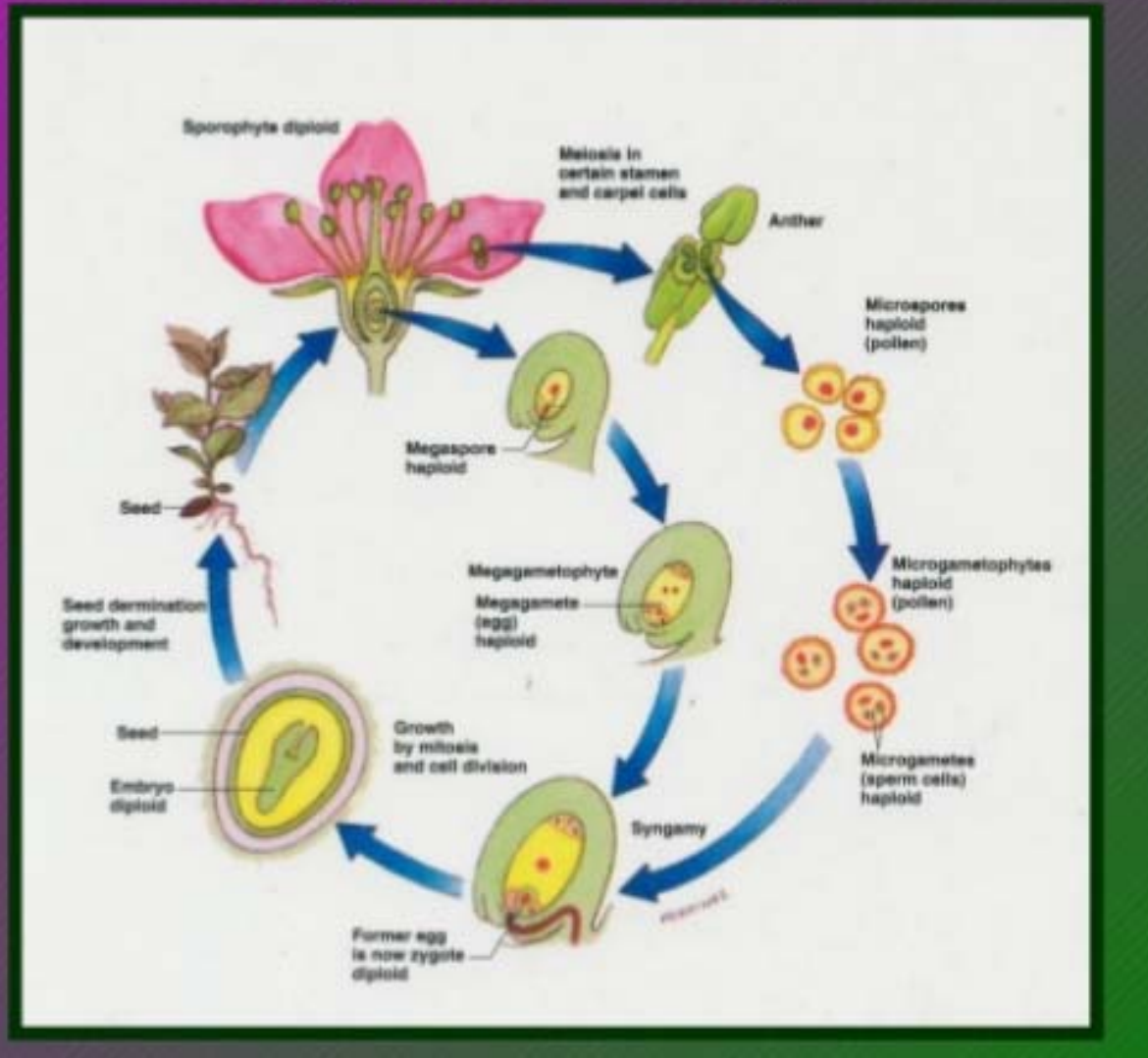
- end result is a seed







# Angiosperm Life Cycle



# Reasons for Sexual Propagation

- Create new varieties
- Create resistance to insects and disease
- Create new flower and/or foliage color
- Create new form and texture







# Seed Storing

- **Keep cool and dry**
- **Warm and moist conditions are the greatest enemies of stored seed**
- **Keep seed in paper verses plastic bags**



# Germination of Seeds

- Viability
- Purity percentage
- Germination percentage
- Pure live seed = Purity % x Germination %





# Breaking Dormancy

- **Stratification** – exposing the seed to cold
- **Scarification** – abrading the seed coat
- **Soaking** – use moderately warm, not boiling, water
- **Acid Soak** – tough seed coats require mild acid solution to soften the seed coat



# Germination Requirements

- Optimum temperature range
- Light requirement
- Moisture requirement
- Information charts exist for most plants



# What Happens Next?

- Seed imbibes water and swells
- Seed coat splits
- Radical appears
- Seed leaves appear
- First true leaves appear



# SEXUAL (SEED) VS ASEXUAL (VEGETATIVE) REPRODUCTION

Cross pollination ensures variation  
More resistant to disease.  
Dispersal reduces competition.  
Seeds can remain dormant and survive unfavourable conditions  
Sexual reproduction favours evolution

New plants well developed before separating from parent  
Retain parental genotype.  
New plants obtained in a shorter time.  
Only one parent needed.  
Sure of establishing new daughter plant

## SEXUAL VS ASEXUAL REPRODUCTION (2/2)

Seed production - complex.

A lot of seed produced - few new plants obtained.

Pollination + dispersal depend on external agents.

Seeds + fruits eaten by animals

Grow in clumps - competition for minerals, light, space.

Susceptible to disease - all genetically similar  
- clones

## WHAT HAPPENS?

Part of the plant becomes separated from the parent plant and grows into a new plant.

New plants generally develop from an axillary bud of the parent plant.

Parts of the parent plant are specially modified for the purpose.



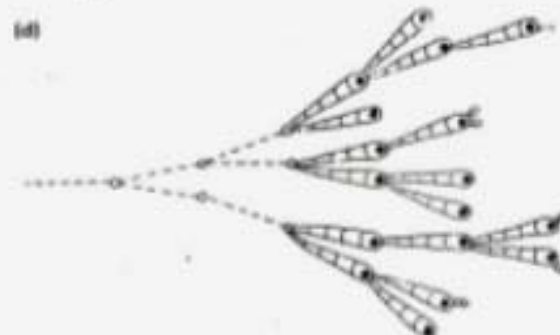


# Methods of Asexual Propagation

- Cuttings
- Layering
- Grafting
- Offsets
- Separation
- Division

What's the biology involved?

# Natural Cloning



stolon

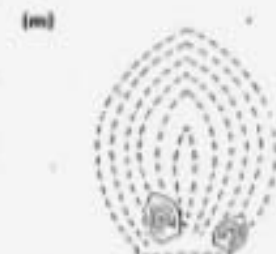
rhizome



corm



tuber



bulb



# VEGETATIVE PROPAGATION

**vegetative propagation:** reproduction not involving seed

Two types:

**Natural** e.g. rhizomes, corms, tubers, bulbs,

**Artificial** - used by gardeners to propagate plants e.g. cuttings, layering, grafting, and budding.



## *WHEN IS IT APPROPRIATE TO USE VEGETATIVE PROPAGATION*

- When the species in question:
  - is an out breeder; (*outbreeding* depression is when progeny resulting from crosses between genetically distant individuals (outcrossing) exhibit lower fitness in the parental environment than either of their parents)
  - is dioecious;
  - has recalcitrant seeds;
  - has low germination rates;
  - flowers and fruits erratically and;
  - to capture their genetic diversity.



# CLONING

**clone:** all offspring genetically identical - produced asexually  
i.e. all have come from one original parent e.g. King  
Edward potato.

Clones are produced by mitosis.

All the offspring from the various methods of vegetative  
reproduction (both natural and artificial) mentioned above  
are examples of clones.



# RATIONALE FOR VEGETATIVE PROPAGATION....1

- *Maintaining superior genotypes*
  - Most tropical tree species are outbreeders implying that through the recombination of genes during sexual reproduction, many important characteristics might disappear. If a superior individual tree has been identified by farmers or researchers, its genetic information can be 'fixed' through vegetative propagation, thus allowing the reproduction of the same superior individual in the next generation





# CREATION OF A CULTIVAR

## *Variation in Allanblackia fruits*



Anticipated earlier fruiting, smaller trees and uniform quality *Allanblackia* fruits



## RATIONALE FOR VEGETATIVE PROPAGATION...2

- *Problematic seed germination and storage*
  - Some tree species produce seedless fruits (e.g. banana) and need to be propagated vegetatively, others bear fruit very scarcely or erratically (*Prunus africana*) or seeds difficult to germinate (*Allanblackia spp*).
  - In these cases, vegetative propagation might be a suitable and cheaper alternative to seedling production.



## RATIONALE FOR VEGETATIVE PROPAGATION...3

### *Shortening time to flower and fruit*

- Most vegetative progaules originate from scions or cuttings from mature trees, and maintain the characteristics of maturity after grafting or rooting.



**Flowering *Allanblackia*  
graft**

## RATIONALE FOR VEGETATIVE PROPAGATION....4

- ***Combining more than one genotype in one plant***
  - Grafting is a unique way of combining desired characteristics from two or more plants into a single one.
  - Graft scions with particular fruit characteristics onto rootstocks with other desirable characteristics:
    - disease resistance and adaptability to environmental constraints.
  - Another possibility is the grafting of more than one cultivar or species onto the same stem, for example *Irvingia gabonensis* (sweet fruits) grafted to an *Irvingia wombolu* (bitter fruits) rootstocks and a male AB pollinator branch grafted to a female tree.



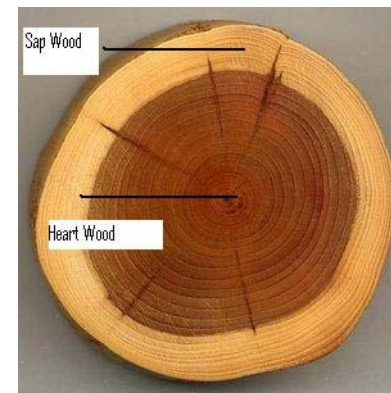


## RATIONALE FOR VEGETATIVE PROPAGATION....5

- *Uniformity of plantations*
  - For many commercially grown species, *Irvingia spp*, *Dacryodes edulis*, *Cola spp*, *Allanblackia spp*. etc. uniformity of growth form or fruiting season is important economically.



# CONTROL VEGETATIVE OR MORPHOLOGY CHARACTERISTICS .... 6





# Plant Propagation

---

Vegetative propagation of importance to agriculture, horticulture and forestry since it provides:

1. For the production of uniform material for crop planting,
2. For the multiplication of good quality or superior trees, ornamentals, vegetables etc.



## VEGETATIVE PROPAGATION METHOD...1

**Cuttings:** severed uninodal leafy shoot or root fragments usually place into a suitable rooting substrate and kept under high humidity in propagators until adventitious roots and shoots are formed respectively.



# Cuttings - techniques

## Stem cuttings

Hardwood	(last years wood)
Semi-hardwood	(Current wood/mature wood)
Softwood	(succulent new growth)
Herbaceous	(anytime plant is active)

## Leaf cuttings

(needs to grow **stem/root**)

## Root cuttings

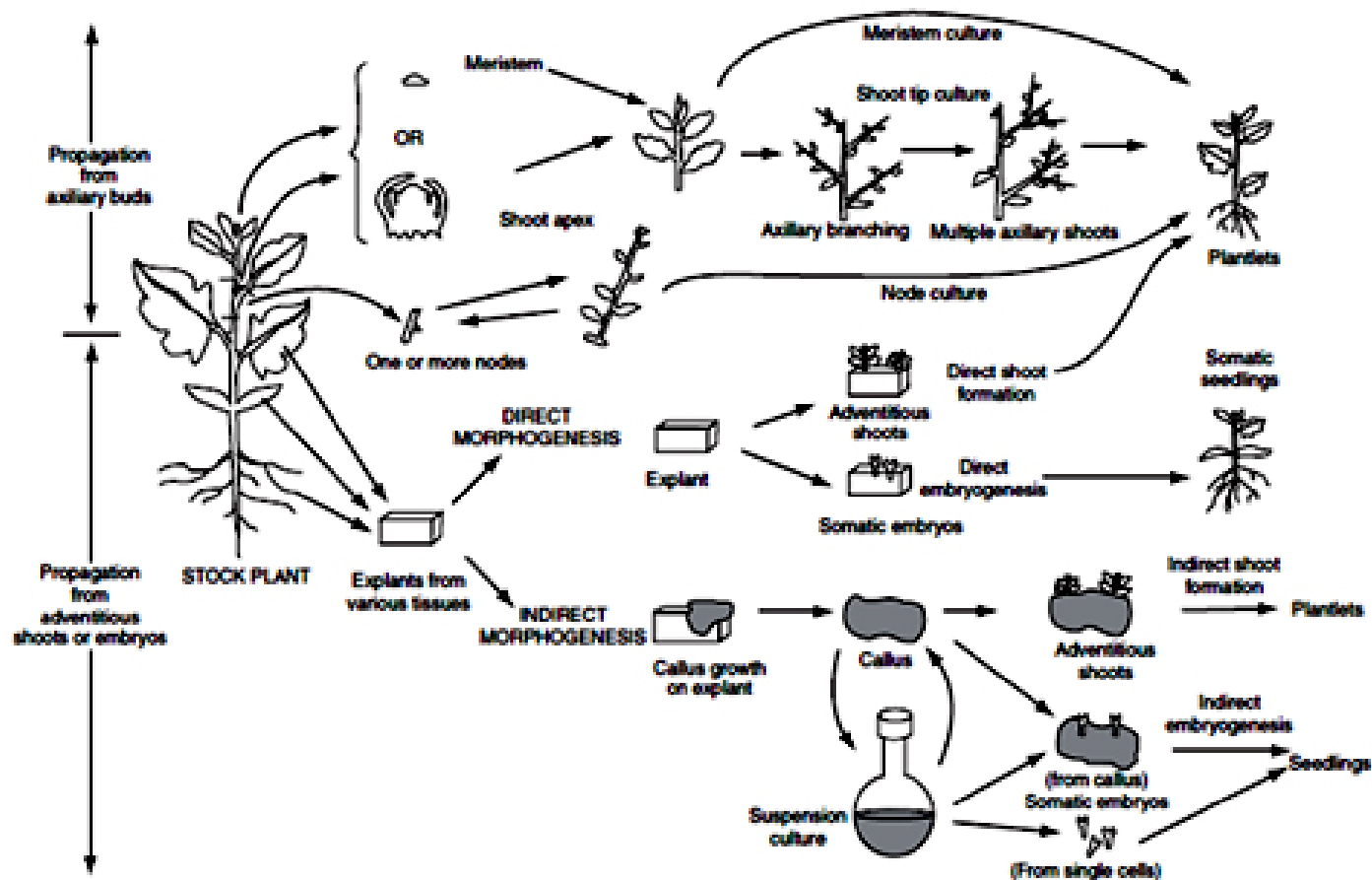


# VEGETATIVE PROPAGATION

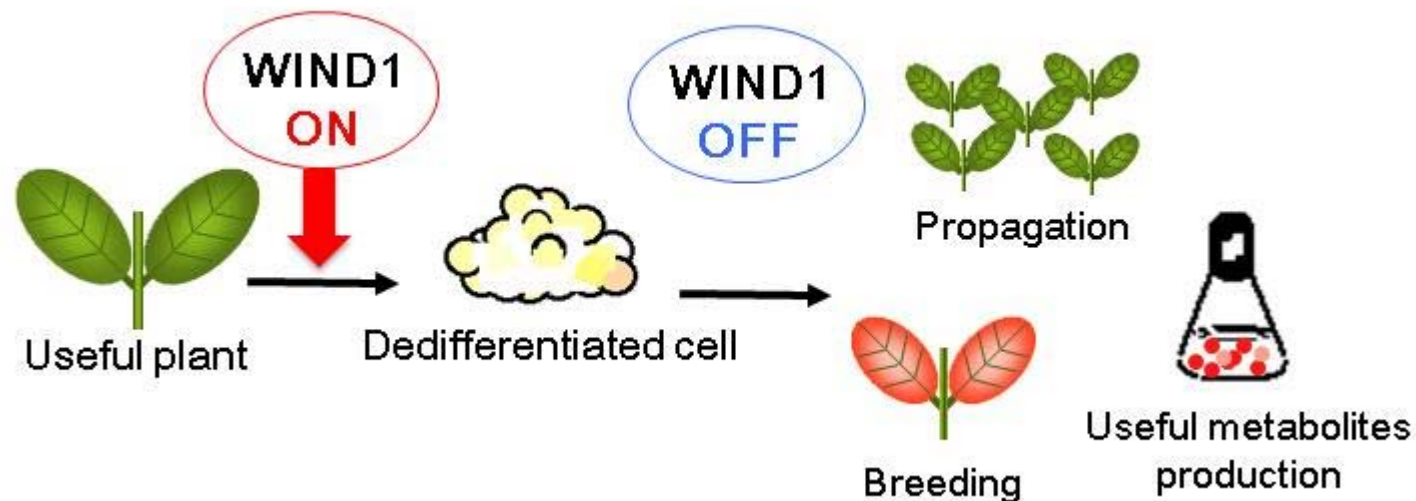
- Asexual – Not involving flowers or fusion of egg and sperm
- Accomplished through mitosis:
  - Nucleus contains genetics for entire plant
  - Cells genetically identical
  - Cells can still differentiate
  - Capable of becoming any kind of cell
- Due to:



- Totipotency – ability of *mature cell* to return to *embryonic state* and produce *whole new individual*



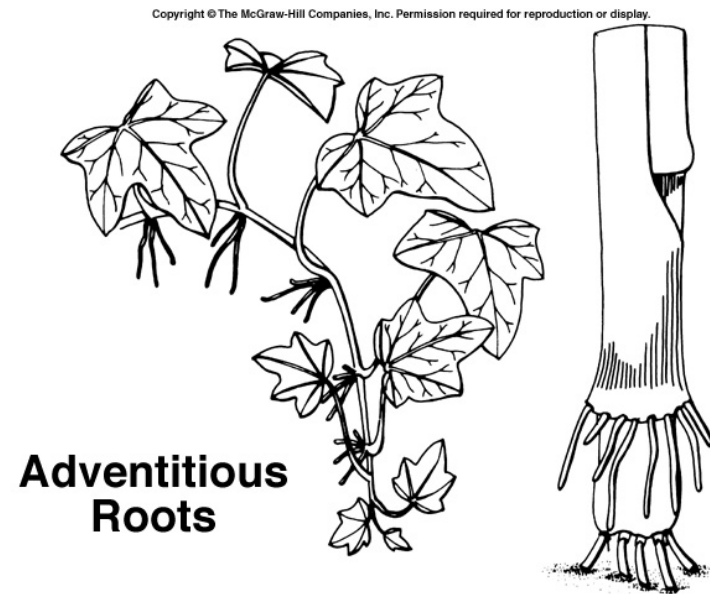
- **Dedifferentiation** is an important biological phenomenon whereby cells regress from a specialized function to a simpler state reminiscent of stem cells. Stem cells are self-renewing cells capable of giving rise to differentiated cells when supplied with the appropriate factors.





# VEGETATIVE PROPAGATION

- Mitosis produces:
  - Adventitious roots
  - Adventitious shoots
  - Callus



# تشکیل ریشه نا بجا

## Adventitious Roots

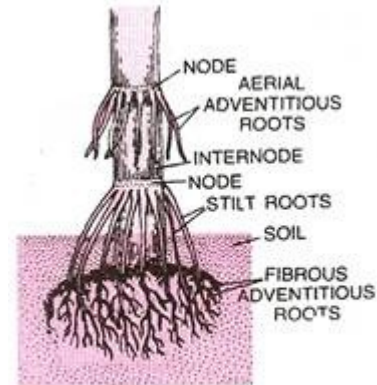


Fig. 5.14. Stilt roots of Maize.

## Adventitious root formation on stems

Adventitious roots  
Preformed and wound-induced

دو نوع ریشه نابجا

○ ریشه های پیش تشکیل شده

○ ریشه های زخم

○ ریشه های زخم فقط پس از قلمه گیری  
ایجاد می شوند که واکنشی در برابر اثر زخم می  
باشد

○ ریشه های پیش تشکیل شده به طور  
طبیعی روی ساقه گیاه مادری تشکیل می شوند  
اما تا زمانی که ساقه قطع نشود، بیرون نمی  
آیند.

### Preformed (latent)

- Root primordia are pre-formed but lie dormant
- Emerge in response to environmental conditions
- Easy to root species
  - *Salix* (Willow)
  - *Hydrangea*
  - *Populus* (Poplar)
  - *Ribes* (Currant)

### Wound induced

- Develop only after the cutting is taken
- In response to wounding
- De novo = “anew”
- Direct – cells in close proximity to the vascular system (easy-to-root taxa)
- Indirect – from callus (difficult-to-root taxa)



### ۳ مرحله فرایند بهبودی و باززایی:

- مردن سلول های آسیب دیده، تشکیل یک صفحه بافت مرده، مسدود شدن زخم با ماده ای چوب پنبه ای (سوبرینی)، محافظت از سطح بریده شده در برابر از دست دادن آب و ورود عوامل بیماری زا
- شروع به تقسیم سلول های زنده پشت این صفحه پس از چند روز، تشکیل لایه ای از سلول های پارانشیمی (کالوس)
- شروع به تقسیم و آغازیدن ریشه های نابجا در سلول های معینی در نزدیکی لایه زاینده آوندی و آوند آبکش



## تغییرات ساقه در مین آغازیدن ریشه (مرحله سوم)

- ۱- نامتمایز شدن برقی سلول های تمایز یافته خاص
- ۲- تشکیل آغازنده های ریشه از برقی سلول های نزدیک به دسته های آوندی که اکنون پس از نامتمایز شدن به حالت مریستمی در آمدند
- ۳- نمو بیشتر این آغازنده های ریشه و تبدیل آنها به سرآغازه های ریشه (پریموردیا)
- ۴- رشد و بیرون آمدن سرآغازه های ریشه از میان بافت ساقه به سمت خارج، تشکیل ارتباط آوندی بین سرآغازه ریشه و بافت هادی خود قلمه



- در گیاهان علفی ریشه های نابجا از نزدیک معمولا قسمت بیرونی دسته های آوندی و از بین دسته های آوندی منشا می گیرند
- در گیاهان چندساله چوبی ریشه های نابجا معمولا از سلول های پارانشیمی زنده که بیشتر در آوند آبکش ثانویه جوان هستند منشا می گیرند

- **آغازنده های ریشه های پیش تشکیل شده**  
یا نهفته به طور طبیعی تا زمانی که ساقه قطع نشود و در شرایط محیطی مناسب برای توسعه بعدی و رویش سرآغازها قرار داده نشوند، بیرون نمی آیند.
- منشا این آغازنده های ریشه پیش تشکیل شده همانند تشکیل ریشه های نابجای نو می باشد





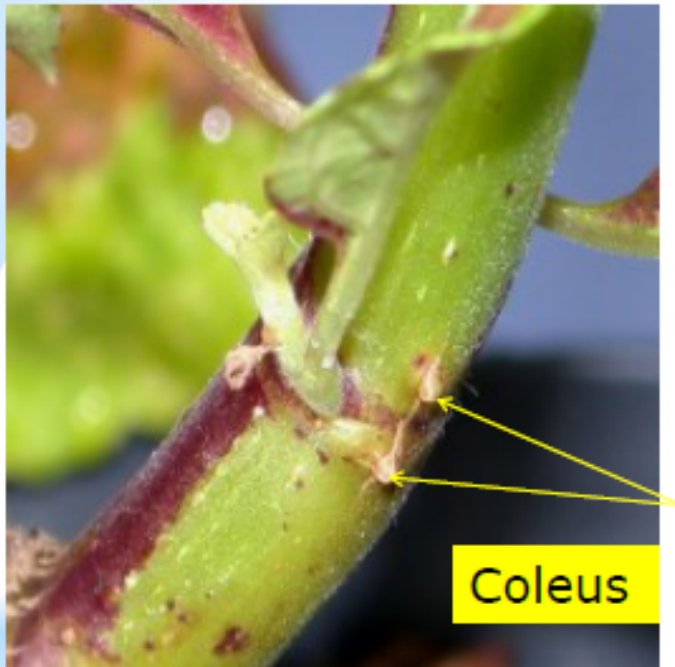


Emerging preformed root initials of  
*Hedera helix*



SCIENCEPHOTOLIBRARY

## Preformed root initials



# Preformed root initials



Willow



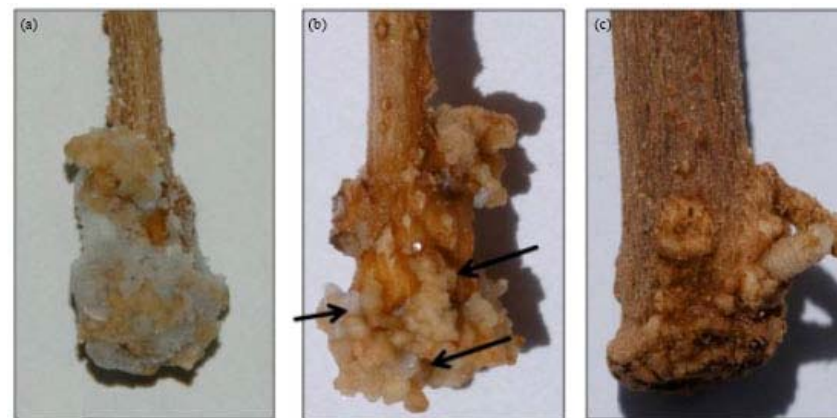
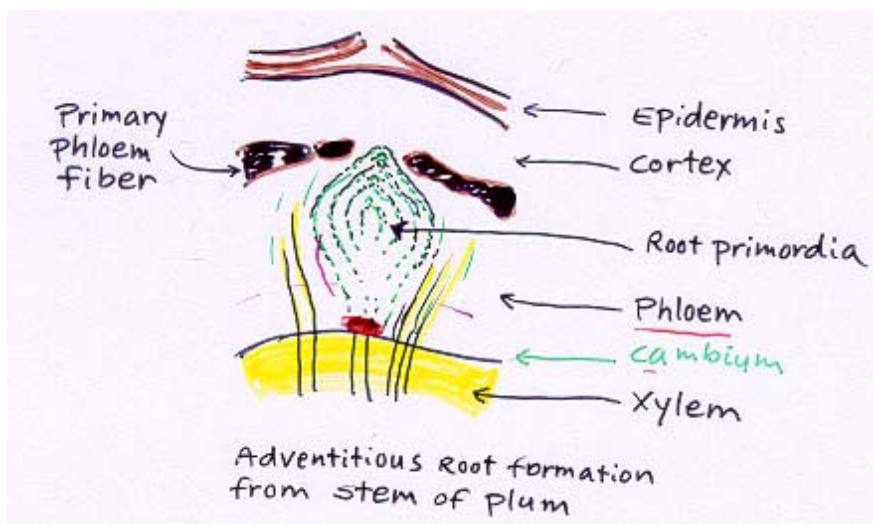
Tomato





## پینه

توده ای نامنظم از سلول های پارانشیمی که در حالات مختلف چوبی شدن قرار دارد. پینه از سلول های جوان ناحیه آوندی لایه زاینده به دست می آید. گرچه سلول های مختلف کورتکس و مغز هم ممکن است به تشکیل پینه کمک کنند



- اغلب اولین ریشه ها از میان پینه بیرون میزنند و این باعث شده تصور شود پینه اساس ریشه زایی است. در بیشتر گیاهان تشکیل پینه و ریشه با آن که هر دو حاصل تقسیم میتوز هستند ولی مستقل از هم هستند
- در قلمه های سفت ریشه زای منشأ ریشه های نابجا پینه است.

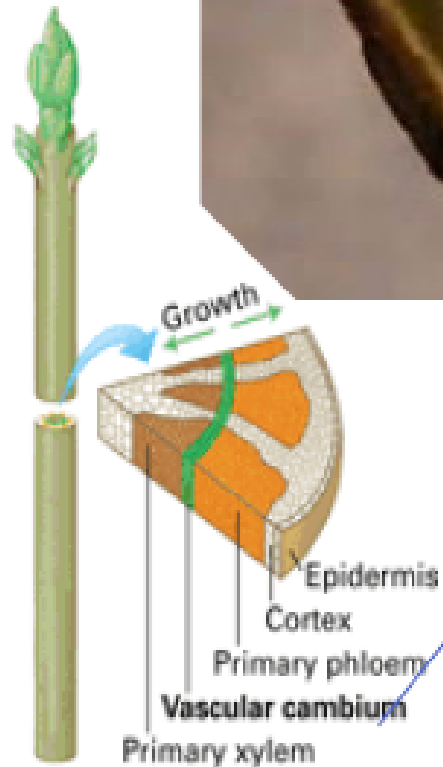
## Wounding a cutting



## Response to wounding



Year 1  
Early Spring

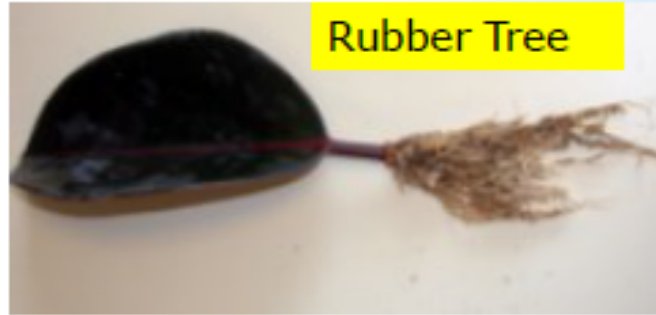


**Leaf cuttings**    adventitious buds  
AND adventitious roots needed

African Violet



Rubber Tree



Piggy back plant



Begonia





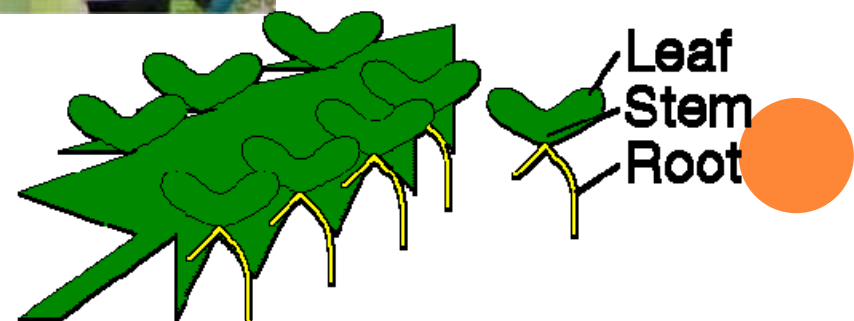
## منشا شاخه و ریشه جدید در قلمه برگ:

○ مریستم های اولیه (پیش تشکیل شده): سلول هایی که به طور مستقیم از سلول های رویانی منشا گرفتند و همیشه به حالت مریستمی هستند و فعالیت مریستمی آنها متوقف نمی شود

○ مریستم های ثانویه (زخم): سلول هایی که متمایز شده اند ولی دوباره به ناحیه های مریستمی جدید متمایز می شوند که منتج به باززایی اندام های گیاهی جدید می شود



- 2) In plants like bryophyllum adventitious root are grow on leaves this buds are dormant till they are attached to the plant
- 3) This plantlets are detached from parent plant to continue their growth



## Leaf

- Limited number of species
- Leaf blade or leaf blade and petiole
- Original leaf not part of new plant
- *Sansevieria* Leaf only
- Insert vertically – observe polarity
- Roots form at base



## Leaf

- Begonia - Leaf only
- Fleshy leaves – cut veins underside
- Roots form at vein cuts
- African violet – leaf only, leaf plus petiole, portion of leaf blade



29

- آغازیدن ریشه و نمو آن مستقل از تشکیل جوانه نابجا و شافساره است
- ریشه های نابجا بسیار آسان تر از جوانه های نابجا روی برگ تشکیل می شوند







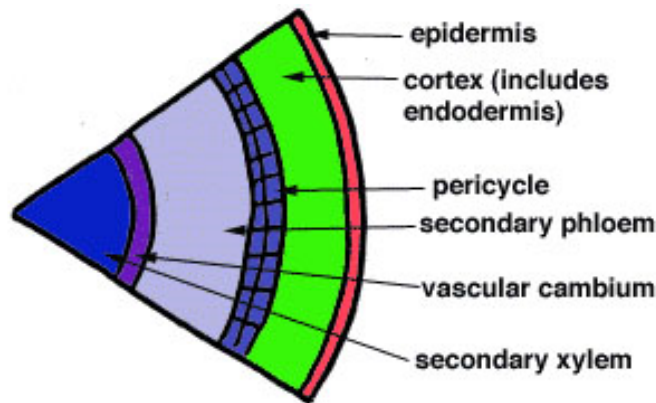


## Root

- Young plant in late winter
- Maintain correct polarity or horizontal
- 1" – 2" deep
- Cutting size depends on type of roots
- Japanese anemone, Daphne, Trumpet vine, Forsythia



- در ریشه های جوان جوانه های جانبی ممکن است به صورت درون زا در سلول های پریسیکل در نزدیکی بافت های زاینده آوندی برخیزند
- در ریشه های مسن جوانه ها ممکن است به صورت برون زا در یک رشد پینه مانند از لایه چوب پنبه ساز برخیزند یا ممکن است به شکل پینه از پرآوری بافت شعاعی پدید آیند. سرآغازه های جوانه ممکن است از پینه زخم هم حاصل شوند که از انتهای بریده شده یا سطح آسیب دیده ریشه ها پرآوری می کنند.



- ✓ باززایی مریستم های جدید ریشه روی قلمه ریشه اغلب مشکل تر از تولید جوانه های نابجا است.
- ✓ ریشه های جدید ممکن است نابجا نباشند بلکه از آغازنده های ریشه نهفته ای که روی ریشه های فرعی قدیمی وجود دارد حاصل شوند
- ✓ معمول ترین نوع در قلمه ریشه ابتدا تولید شاخساره نابجا است. پس از آن ریشه ها اغلب از پایین شاخه جدید و نه از قطعه ریشه اصلی ظاهر می شوند

