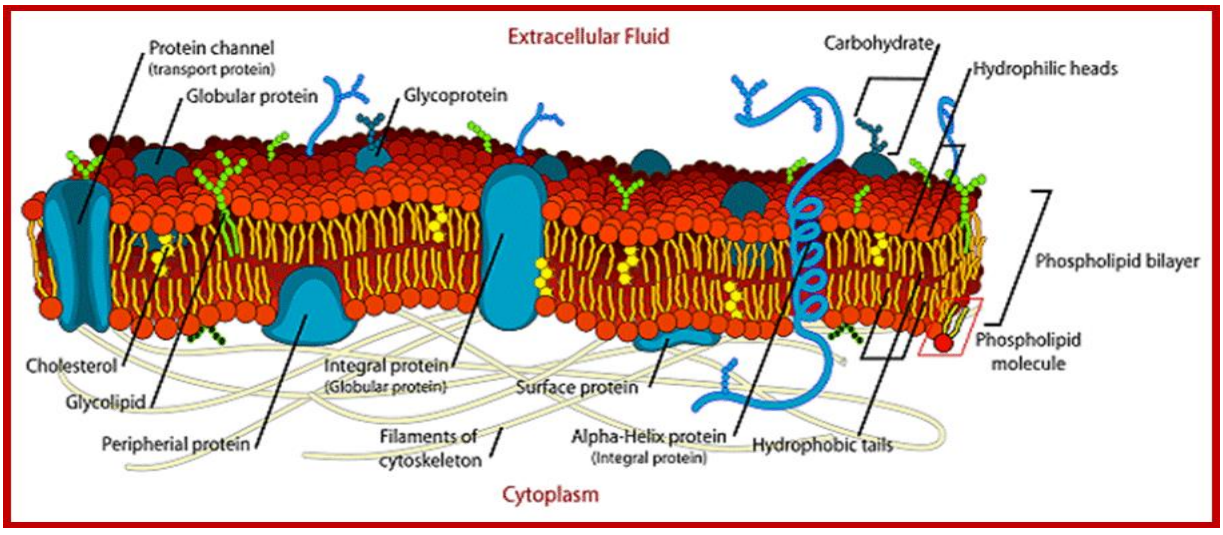
حركية النمو:

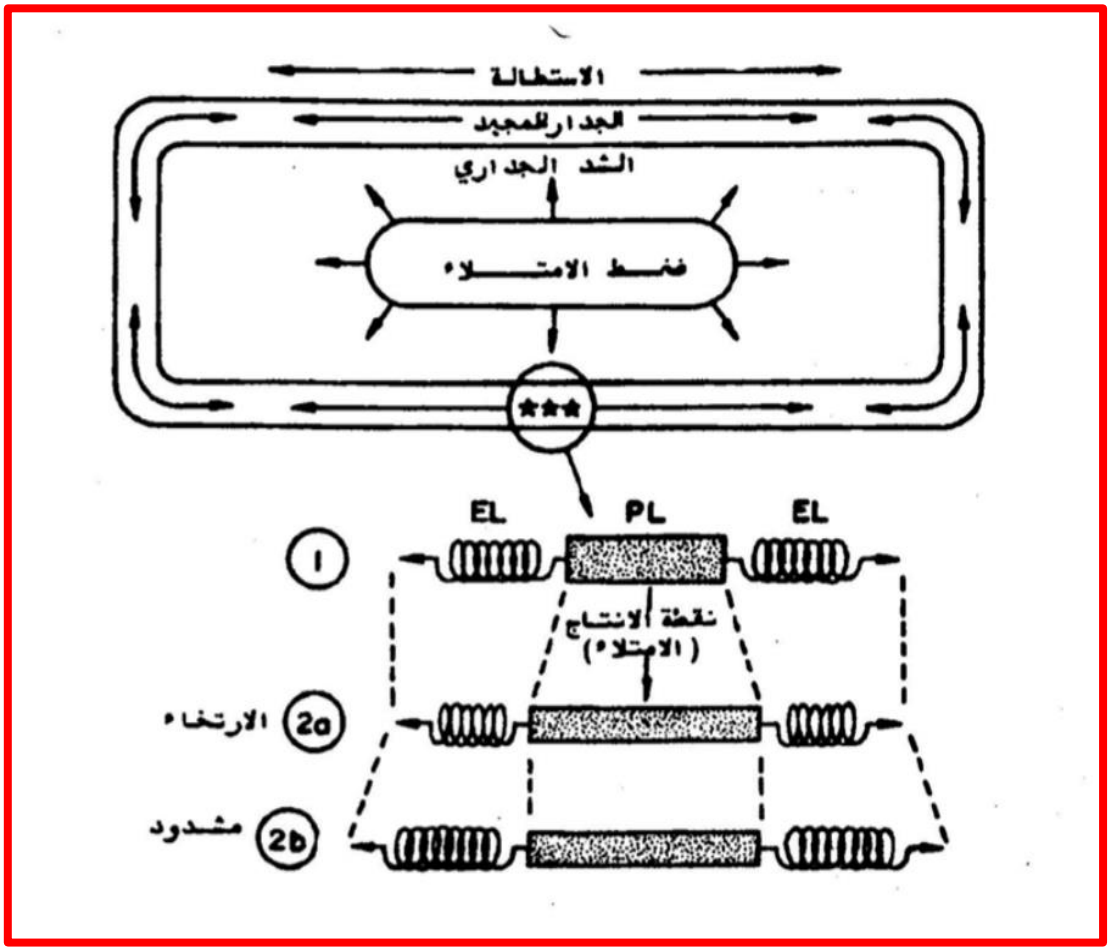
مما لا شك فيه، أن الخلية النباتية هي الوحدة الأساسية لنمو النبات وتكوين جميع أجزائه، وأن نمو أي عضو يعكس نمو خلاياه، النمو كما هو معروف هو الزيادة غير العكسية في حجم الخلية خلال مدة زمنية. أن أغلب حجم الخلية هو الماء، وهذا يعني أن أي زيادة في حجم الخلية يتطلب امتصاصها للماء، أما إذا لم تستطيع ذلك فإنها لن تنمو. ويمكن إيضاح هذه الحقيقة، بغمس الخلية النباتية في محلول متساوي الأسموزية (Isotonic solution)، مثل محلول المانيتول أو أي محلول مشابه، إذ يلاحظ أن غمسها في هذا المحلول لا يُحدث فيها امتصاص للماء، ومن ثم عدم زيادة حجمها وتضخمها ونموها، على الرغم من توافر جميع المواد الضرورية لعملية التمثيل الضوئي والنمو. وإذا نقلت هذه الخلية إلى محلول تركيزه أقل من تركيز العصير الخلوي (Hypotonic solution)، أو ماء نقي، فإن الخلية سوف تمتص الماء وتتضخم وتستطيل بسرعة، وهكذا يمكن الاستنتاج أن عملية الاستطالة والتضخم في الحجم تعتمد بشكل رئيسي على امتصاص الماء. وكما هو معروف أن الخلايا تمتص الماء نتيجة فرق الجهد الأسموزي بين الخلية والوسط المحيط بها، فالتركيز العالي للعصير الخلوي يؤدي إلى خفض جهد ماء الخلية، مما ينتج عنة فرق جهد الماء بين الخلية والوسط ويحدث امتصاص للماء مسبباً انتفاخها إلى ما لا نهاية أو إلى أن يصل الضغط المتولد داخلها إلى الحد الذي لا يستطيع معه الغشاء البلازمي للخلية (شكل 1) مقاومته ومن ثم ينفجر.



شكل 1. الغشاء البلازمي

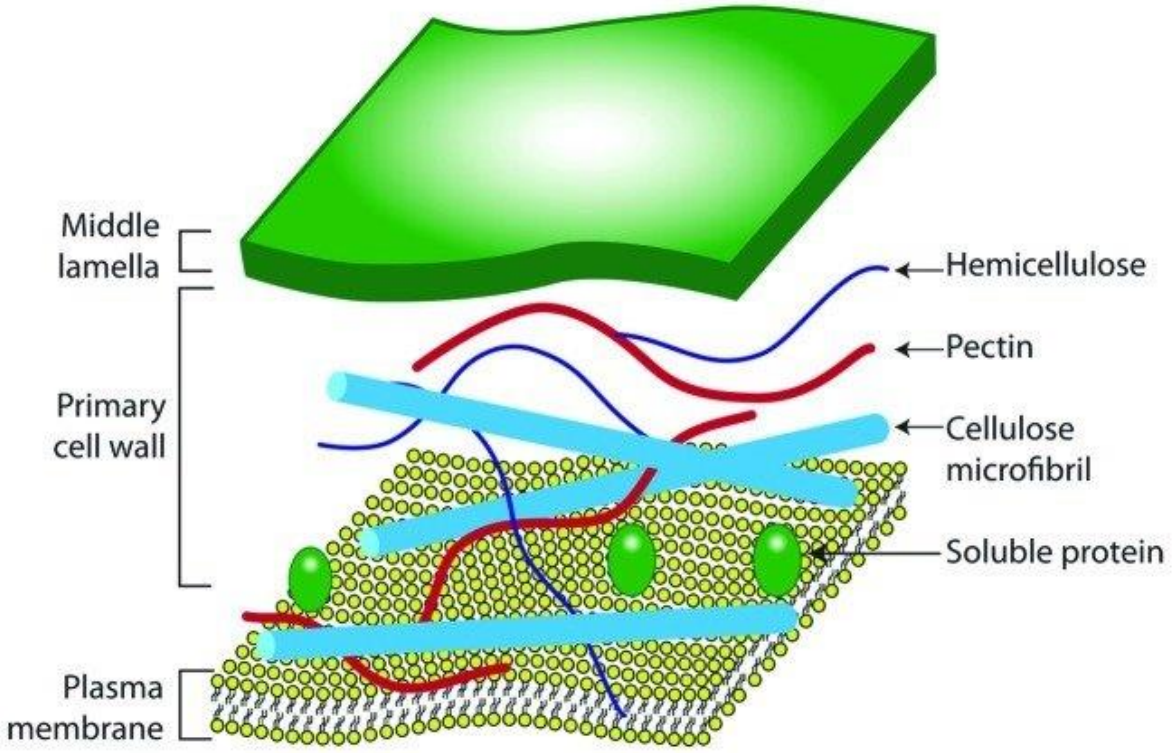
ا.د. ثامر عبد الله زهوان
ا.م.د. طه شهاب احمد

والذي يمنع حدوث ذلك هو ان الخلايا النباتية تتميز بوجود جدار خلوي صلب نوعا ما ومرن يحيط بالغشاء البلازمي لمقاومة الضغط المتولد داخل الخلية النباتية (الذي ربما يصل إلى نحو اثنين ميجا باسكال 2Mpa)، وللتغلب على هذا الضغط العالي فإن الجدار الخلوي لا بد أن يكون صلباً ومرناً إلى حد ما. إن مرونة الجدار الخلوي وصلابته ساعدت كثيراً في التغلب والحد من العوائق التي تحد نمو الخلايا، ولذا نفترض أن نمو الخلية يعتمد على قدرتها في تعديل مرونة الجدار الخلوي وصلابته. نتيجة لما سبق، فإن مرونة الجدار الخلوي وصلابته يمكن أن تؤدي دور مهماً في عملية امتصاص الماء واستطالة الخلايا وتضخمها، وبذلك تتضح لنا آلية نمو الخلايا. ومن الملاحظ أن تمدد الخلايا يتطلب زيادة الحجم متبوعاً بزيادة في مساحة سطح الجدار المحيطة (تمدد الجدار الخلوي) (Wall extension). بينت الكثير من الأبحاث أن ضغط الامتلاء يتحكم في تمدد الجدار الخلوي، على سبيل المثال عندما ينخفض ضغط امتلاء عملياً ينخفض معدل تمدد الجدار الخلوي. وعلاوة على ذلك لا يحدث النمو ولا تمدد الجدار في الخلايا التي بها ضغط امتلاء منخفض أو في حدود الصفر، مع أن الخلايا نشيطة أيضاً ومنظمات النمو موجودة بها. من الواضح أن تمدد الجدار الخلوي (المطاطية) تتحكم في عمليات أيض الخلايا لأنه يمكن إيقافها باستعمال المثبطات الأيضية مثل السيانيد أو مركبات اخرى مثل 2، 4 ثنائي نيتروفينول 2,4-Dinitrophenol (DNP) أن حدوث أي فعالية في الخلية يؤدي إلى زيادة تمدد الجدار الخلوي (مطاطية الجدار)، وهذا ما يسمى تفكك (أو تخلخل الجدار) (Wall loosening). يتضح من المناقشة أن نمو الخلايا يواجه أدواراً متضاربة لجهد الامتلاء، فمن جهة نجد أن ضغط الامتلاء يستحث التمدد غير العكسي لجدار الخلية، ومن ناحية أخرى يلاحظ أن ضغط الامتلاء يضاد استمرار امتصاص الماء الذي يعد القوة اللازمة لتمدد الجدار. وتتمكن الخلايا النباتية من حل هذه المشاكل حسب ما أوضحت تجارب العالم كوسجروف (Cosogrove, 1987)، الذي أشار إلى أن استرخاء الشد (Stress relaxation) في الجدار الخلوي الذي يعد مركز كل عمليات نمو الخلايا (شكل 2).



شكل 2. الشد والاسترخاء في جدار الخلية النباتية

كما هو معروف أن الجدار الخلوي (شكل 3)، يتركب من سلاسل طويلة من السليلوز وانصاف السيليلوز والسكريات المتعددة الاخرى (Polysaccharides) ووحداتها مرتبطة عرضياً بعضها مع بعض. يلاحظ أن هذه المركبات تقاوم إعادة التشكل بسبب تمدد البروتوبلاست (التي يحدثها ضغط الامتلاء). إن القوة الناتجة من تمدد البروتوبلاست والتي تضغط على الجدار تؤدي إلى تكوين إجهاد (Stress) وهو (القوة/وحدة مساحة) ضمن أو خلال الجدار الخلوي. عند إزالة هذه الإجهادات، بواسطة تخلخل الجدار، يبدأ نمو الخلايا. إن عملية نمو الخلية تبدو عملية تعديل مستمر لضغط الامتلاء خلال الاسترخاء من الجهد لتعطي في النهاية توازناً للأدوار المتناقصة لعملية امتصاص الماء وتمدد الجدار الخلوي.



شكل 3. يبين الجدار الخلوي في النباتات

تحليل حركيات النمو:

تطورت الدراسات الرياضية لنمو النبات وتكشفه في النصف الأول من القرن العشرين، والهدف من ذلك هو تحليل النمو رياضياً، باستخدام نماذج رياضية بسيطة، مما يؤدي إلى فهم ومعرفة العوامل الداخلة في النمو واختبارها بواسطة التجارب العلمية. وبالرغم من الأبحاث المكثفة في تحليل نمو النبات وتكشفه باستعمال النماذج الرياضية البسيطة، فأن هذه النماذج لا توضح نمو النبات وتكشفه بشكل جيد، لأن النماذج الرياضية لا تأخذ في الاعتبار المتغيرات المحيطة بالنبات في بعض الأحيان. حديثاً ومع التطور الهائل في أجهزة الحاسوب الآلي وسهولة استخدامها في إجراء التحاليل الرياضية والعمليات الإحصائية المعقدة زاد استخدام النماذج الرياضية الحديثة لدراسة وايضاح عمليات نمو النبات وتكشفه وكيفية التحكم في نموه باستخدام منظمات النمو النباتية، واستعمال النماذج الرياضية خصوصاً في علوم وظائف أعضاء النبات وعلوم البيئة والزراعة والري.

النماذج الرياضية لها العديد من الفوائد:

- لها دوراً مهماً في محاكاة العوامل المناخية وتركيب التربة ومستوى المواد المعدنية المغذية والماء والحرارة والضوء والتكشف والإنتاج.
- كما أن لها دوراً فعالاً في تصميم برامج التربية الوراثية لإنتاج أصناف جديدة تلائم الظروف البيئية المحيطة بالنبات.
- وفي تنظيم استخدام أنظمة الري والتسميد بطرق اقتصادية وكذلك في تقدير نسبة التلوث ومعرفة تأثيره في الإنتاج.
- مع أن هذه النماذج ليست عملية في تفسير نمو النبات وتكشفه، إلا أنها توضح إلى حد ما طبيعة عمليات النمو مما يسمح بالمقارنة بين الظروف المختلفة.

تعد حركية النمو طريقة سهلة لتحليل وتلخيص معطيات النمو، لهذا نجد أن علماء فسيولوجيا النبات يستعملونها بكثرة في تفسير نتائج تجاربهم وإيضاحها.

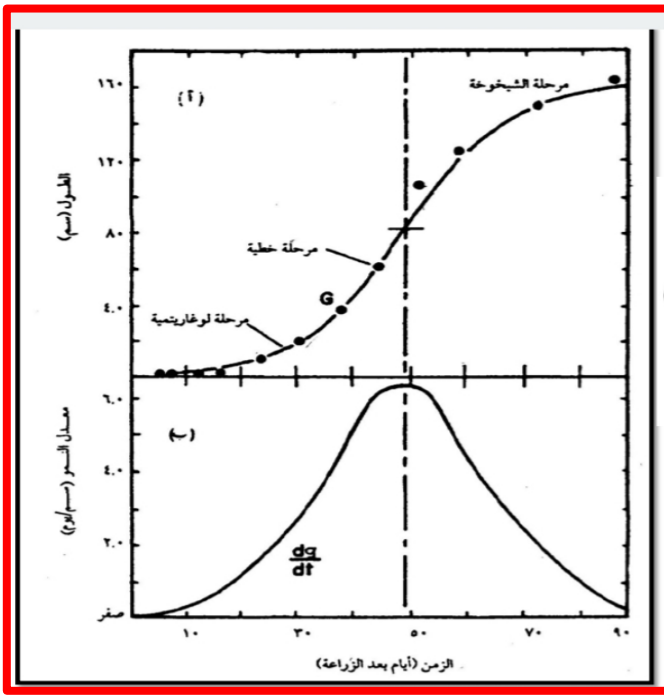
منحنيات النمو:

تستخدم لإيضاح معدلات النمو في النباتات الراقية أو في أجزائها منحنيات يطلق عليها منحنيات النمو، وهي كثيرة ومتعددة منها ما هو على شكل حرف S مقلوب أو خطي أو جرسي أو أشكال أخرى (شكل 4). عند دراسة منحنى نمو مثالي من النوع السيكمويدي (Sigmoid Curve) أي على هيئه S تقريباً في العديد من النباتات الحولية، يلاحظ أن هناك ثلاث مراحل للنمو:

- الأولى ابتدائية، وهي الطور اللوغاريتمي (Logarithmic phase).
- الثانية الطور المستقيم (Linear phase).
- الثالثة طور الشيخوخة (Senescence phase).

يمكن ملاحظة هذه المراحل في الشكل 4. الذي يبين منحنى النمو السيكمويدي، نجد أن معدل النمو في الطور اللوغاريتمي يزداد غالباً في المراحل الأولى من النمو اسياً مع الزمن (ما هو دور العناصر الغذائية في ذلك؟)، وهذا معناه أن معدل النمو يكون بطيئاً في البداية لكنه في تزايد مستمر وفي الطور المستمر (المرحلة الخطية) يستمر نمو النبات بمعدل ثابت وعادة ما يكون بأقصى سرعة لبعض الوقت، في هذا الطور تبلغ تفاعلات البناء (Anabolism) ذروتها. اما طور الشيخوخة (Senescence) فإنه يتميز بمعدل

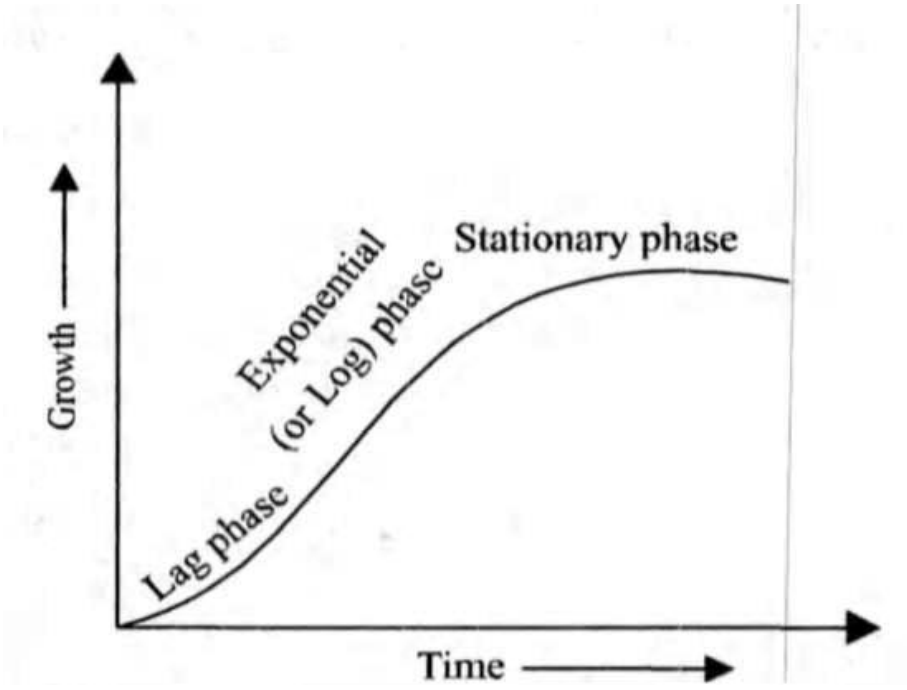
منخفض للنمو عندما يبلغ النبات مرحلة نضجه، ويدخل في طور الشيخوخة إذ ان معدل تفاعلات الهدم (Catabolism) تفوق معدلات تفاعلات البناء.



الشكل رقم 4

(أ) يوضح منحني النمو النموذجي ذو الشكل السيني (S) (السيقمويدي) لنبات الذرة.

(ب) منحنى معدل النمو (شكل جرسي).



شكل 4. يبين منحنات النمو

طور او مرحلة الحداثة Juvenility stage:

إن دورة حياه كثير من أنواع النباتات المعمرة تشتمل على مرحلتين تكون فيها بعض الخصائص في الشكل الظاهري والعمليات الفسيولوجية (مميزة إلى حد ما)، مثلاً، نجد بعد الإنبات ان معظم بادرات النباتات الحولية والمعمرة تدخل مرحلة نمو سريع لتكوين المجموع الخضري للسيقان والأوراق. لا يحدث (عادة) ظهور أزهار تحت الظروف الطبيعية، وتحدث أحياناً خصائص مميزة في الشكل الظاهري، وتتضح خاصة في أشكال الاوراق. وأثناء هذا الطور، يقال عن النباتات التي لها هذه الخصائص أنها في طور الحداثة (Juvenile phase)، وهي على النقيض من طور النضج أو اكتمال النمو. وهكذا فإنه على الرغم من تعريف الحداثة بأنها عدم القدرة على تكوين الأزهار، إلا أنه هناك معلومة تشير الى ان الأزهار نفسها تكون في حالة حداثة، عموماً فان الحداثة تبدأ من إنبات البذرة حتى وصول الاشجار إلى مرحلة بدأ التزهير.

تتميز هذه المرحلة بعدة مميزات منها:

1- يكون النمو الخضري خلال هذه المرحلة أسرع من أي مرحلة من مراحل النمو الأخرى للأشجار بسبب ارتفاع انتاج الجبريلين فيها.
2- عدم مقدرة الاشجار خلال هذه المرحلة على التزهير.
3- قدرة العقل المأخوذة من الاشجار خلال هذه المرحلة على التجذير بدرجة عالية لارتفاع نسبة الخلايا المرستيمية فيها.
4- تتميز هذه المرحلة في بعض النباتات بصفات مرفولوجية وفسيولوجية واضحة تقل او تزول مع انتقال النبات إلى المرحلة اللاحقة من النمو كوجود الأشواك في بعض الحمضيات كاليوسفي والبرتقال والنارنج وقلتها او اختفائها عند دخول الاشجار في مرحلة البلوغ.
5- تتراوح مدة هذه المرحلة من عدة أشهر إلى عدة سنين وهي صفة وراثية اذ تبلغ عدة أشهر في الموز والباباظ و2-3 سنة في الحمضيات والخوخ والمشمش والاجاص والكمثرى والتفاح والعنب في حين تتراوح مدتها ما بين 4-8 سنوات في اشجار النخيل والجوز.
6- احتياج الاشجار خلال هذه المرحلة الى نسبة عالية من النيتروجين مقارنةً مع العناصر الأخرى. (مناقشة)

التطور إلى كائن حي كامل:

بينت الكثير من الأبحاث أن القدرة على التحول إلى كائن كامل، تحدث من تعاون خلايا عدة لتشكل بدايات (Primordia) ينشأ منها النبات الكامل.

- يمكن ان تتكشف النباتات من خلايا أحادية (مفردة). الخلايا المفردة تتحرر من قطع الكنب او ما يسمى بنسيج الجروح (الكالس) الناتج من لحاء جذر الجزر (على سبيل المثال) عندما تتغير الظروف، ووجد أن الخلايا المفردة يمكن أن تنقسم في المعلق الخلوي (أحياناً) لتشكل أجنة متعددة الخلايا، ومن هذه تتكون النباتات القادرة على إنتاج البذرة.
- تكون الأجنة الجسدية التي تتكشف إلى نبات متميز وفي مثل هذه الحالة لا يتكون الجنين في البذرة من اتحاد الأمشاج. يسمى هذا الأسلوب في التكاثر بدون تناسل (بدون تلقيح واخصاب) ويطلق عليه Apomixis وهو أحد انواع التكاثر بدون اخصاب ويمكن اعتباره أحد انواع التكاثر غير الجنسي او هو الطريقة التي تتكون بها الاجنة دون اندماج الخلايا الجنسية المذكرة مع المؤنثة وينشأ الجنين من نمو احدى الخلايا الأميّة ثنائية المجموعة الكروموسومية (الصبغية) مباشرة الى جنين تشابه خلاياه تماماً النبات الذي نشأت منه في تركيبها الوراثي.

الانسجة النباتية plants tissues:

يتألف جسم النبات في معظم النباتات الراقية من عدد من الاعضاء المختلفة مثل الجذر والساق والورقة والزهرة وتتألف هذه الاعضاء من عدد من الانسجة المختلفة (شكل 5) وتتألف الانسجة من خلايا مختلفة، وينشأ التركيب المعقد لجسم النبات خلال التكشف من خلية مفردة هي zygote أو البيضة المخصبة التي تعطي بانقسامها وانقسام مشتقاتها نبات صغير الحجم يعرف بالجنين embryo الذي تتكون فيه فلقة واحدة أو أكثر ومنطقتين للمرستيمات القمية احدهما للجذر واخرى للساق هذه المرستيمات القمية تعطي الانسجة والاعضاء التي يتركب منها جسم النبات الابتدائي، ثم يعقبه تكوين جسم النبات الثانوي الذي يضم انسجة مستديمة ثانوية ويحدث هذا النوع نتيجة تكوين مرستيمات تعرف بـ المرستيمات الثانوية التي تتمثل بالكامبيوم الوعائي Vascular cambium والكامبيوم الفليني Cork cambium وتوصف بأنها مرستيمات جانبية لكونها تقع بموازاة المحور الطولي للعضو النباتي.

تقسم الانسجة النباتية الى على أساس درجة التمايز الى قسمين:

- الانسجة المرستيمية.
- الانسجة المستديمة.

اولاً تقسيم الانسجة المرستيمية:

1- التقسيم على أساس الموقع position تقسم الى:

أ- مرستيمات قميّة Apical meristems: تمثل المرستيمات القمية في السيقان والجذور وتفيد في زيادة طول العضو النباتي.

ب-مرستيمات جانبية Lateral meristems: الموجودة بشكل موازي للمحور الطولي للعضو النباتي وتتمثل بالكامبيوم الاولي Procambium والكامبيوم الوعائي والكامبيوم الفليني وتعزى اليها الزيادة في سمك العضو النباتي.

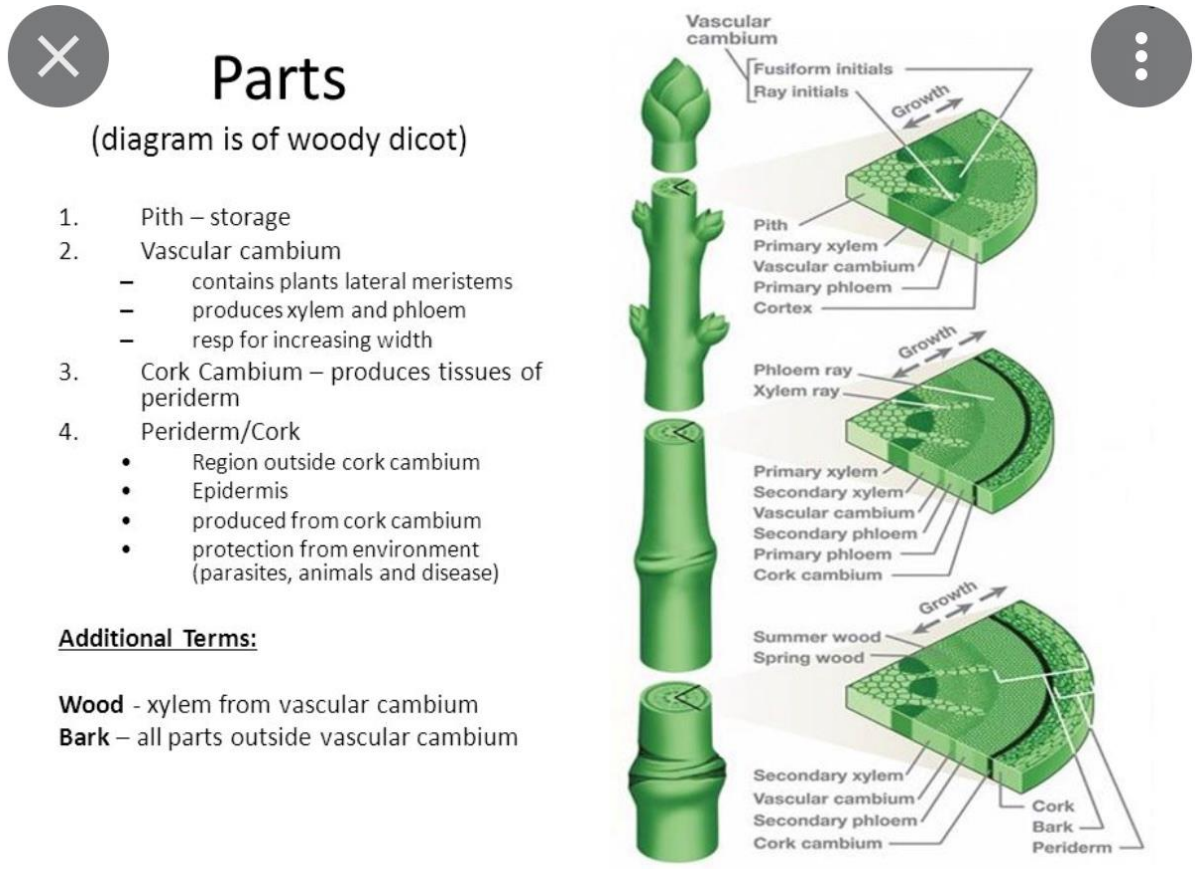
ت-المرستيمات البينية Intercalary meristems: هي المرستيمات المشتقة من المرستيم القمي للساق وتعمل بنشاط بعيداً عنه وتوجد بين انسجة ناضجة كما في قاعدة نصل الورقة.

ث-المرستيمات الابطية Axillary meristems: مرستيمات أصلها من المرستيم القمي للساق وموجودة عند اباط الأوراق وتظهر فترة سكون (كمون) وتمثل رصيداً مرستيمياً في النبات في حال تلف او حدوث ضرر في المرستيم القمي.

2- التقسيم على أساس الأصل Origin: تقسم الى:

أ- مرستيمات ابتدائية Primary meristems: هي التي تنشأ من المرستيم القمي وتتمثل بالكامبيوم الاولي Procambium والبشرة الأولية Protoderm والمرستيم الأساس Ground meristem.

ب-مرستيمات ثانوية Secondary meristems: تنشأ من خلايا مستديمة لها القدرة على فقدان التمايز (Dedifferentiation) والتحول الى خلايا مرستيمية مثل الكامبيوم الوعائي والكامبيوم الفليني.



شكل 5. يبين بعض الانسجة ونموها

ثانياً: تقسيم الانسجة المستديمة: وتقسم اعتماداً على أسس عدة منها:

1- على اساس الاصل: وتقسم الى:

أ- انسجة مستديمة ابتدائية: وهي التي تنشأ من مرستيمات ابتدائية مثل اللحاء الابتدائي Primary phloem والخشب الابتدائي Primary xylem والبشرة Epidermis.

ب-انسجة مستديمة ثانوية: وهي التي تنشأ من مرستيمات ثانوية مثل نسيجي اللحاء والخشب الثانويين Secondary xylem and phloem والبشرة المحيطة (البريديرم)periderm .

2- على اساس التعقيد: وتقسم الى:

أ- انسجة بسيطة simple tissues: وتتكون من نوع واحد من الخلايا مثل بارنكيما اللب.

ب-انسجة معقدة complex: وهي انسجة تضم أكثر من نوع واحد من الخلايا مثل الخشب واللحاء.

3- على اساس الاستمرار الطوبوغرافي: وتقسم الى ثلاثة انظمة نسيجية:

أ- النظام النسيجي الضام Dermal tissue system: ويتمثل بالبشرة في مرحلة النمو الابتدائي والبريديرم (البشرة المحيطة) في مرحلة النمو الثانوي.

ب-النظام النسيجي الوعائي vascular tissue system: يشمل نسيجي الخشب واللحاء في مرحلتي النمو الابتدائي والثانوي.

ت-النظام النسيجي الأساس ground tissue system: ويشمل القشرة واللب والاشعة اللبية في السيقان والجذور والنسيج المتوسط في الأوراق.

4- على اساس التشابه الفسلجي: وتقسم الى:

أ- انسجة ضامة dermal tissue وتشمل البشرة والبريديرم.

ب-انسجة ناقلة conducting tissue وتشمل الخشب واللحاء في النمو الابتدائي والثانوي.

ت-انسجة دعاميةsupporting tissue: وتشمل الكولنكيما والسكلرنكيما والأوعية والقصيبات.

ث-انسجة البناء الضوئي photosynthetic tissue: وتشمل النسيج الميزوفيلي في الأوراق والكلورنكيما (ما هو؟) في قشرة السيقان.

ج- التراكيب الافرازية: وتشمل الخلايا والانسجة المعنية بعملية الافراز مثل الشعيرات الغدية والغدد الرحيقية والقنوات الراتنجية.

ح- الانسجة الخازنة: وتشمل جميع الأنسجة التي تقوم بالخزن مثل خزن الماء والمواد الغذائية مثل بارنكيما القشرة واللب.

خ- الانسجة الهوائية: تشمل البارنكيما الهوائية في الأعضاء النباتية في السيقان والاوراق والبارنكيما الاسفنجية في الأوراق والتي تعد من البارنكيما الهوائية لاحتوائها على وفرة من المسافات البينية التي تسمح بالتبادل الغازي بين داخل العضو النباتي وخارجه.

- البشرة الأولية: مرستيم انتقالي ينتج البشرة، تنقسم خلايا هذا المرستيم بصورة عمودية على السطح لتكون طبقة من خلايا بشرة تغطي الساق او الجذر.
- الكامبيوم الاولي: مرستيم انتقالي، ينتج عن نشاطه تكوين نسيجي الخشب واللحاء الابتدائيين.

- المرستيم الأساس: مرستيم انتقالي، يكون النسيج الأساس في العضو النباتي، اذ يعطي نسيج القشرة واللب والاشعة اللبية.

نظريات النمو في المرستيمات القمية:

1- **نظرية المنشآت النسيجية Histogen theory:** هي اول النظريات التي تفسر تكشف السيقان والجذور، وتفترض وجود مناطق مرستيمية تعرف بالمنشات النسيجية في قمتي الساق والجذر وتنشأ منها الانسجة الابتدائية الثلاثة في النبات (البشرة، الانسجة الوعائية والنسيج الأساس) وهذه المنشات هي:

- منشئ البشرة Dermatogen: تنشأ منها البشرة.
- منشئ الانسجة الوعائية Plerome: تنشأ منها الاسطوانة الوعائية.
- منشئ القشرة Periblem: تنشأ منه القشرة.
- منشئ القلنسوة Calyptrogen: يعطي القلنسوة Root cap في الجذور.

2- **نظرية الغلاف والبدن Tunica – corpus theory**: هذه النظرية تفسر النمو في السيقان فقط، تتألف قمة الساق بموجب هذه النظرية من منطقتين هما الغلاف tunica والبدن corpus ويشكل الغلاف الطبقة او الطبقات الخارجية من قمة الساق والتي تنقسم عموديا على السطح فقط فتتكون البشرة، أما البدن فيتألف من الخلايا الواقعة تحت الغلاف والتي تنقسم بجميع الاتجاهات وينتج عن نشاطها تكوين الاسطوانة الوعائية والقشرة.

3- **نظرية نمو المناطق Growth of zone theory**: تفسر هذه النظرية النمو في المرستيم القمي في عاريات البذور، ويضم المرستيم القمي تبعا لهذه النظرية المناطق الاتية:

- منطقة المنشات القمية: وتقع في أقصى قمة الساق وتنقسم خلاياها عموديا وتضاف مشتقاتها الى السطح وتنقسم خلاياها انقسامات موازية للسطح لتضيف خلايا إلى المنطقة التي تقع تحتها (منطقة الخلايا الأمية المركزية).
- منطقة الخلايا الأمية المركزية: وتقسم خلايا هذه المنطقة باتجاهات مختلفة فتضيف خلايا إلى الجوانب وخلايا الى المنطقة الواقعة تحتها.
- منطقة المرستيم المحيطي أو الجانبي: تساهم هذه المنطقة مع الكامبيوم الأولي في نشوء الأوراق.

- منطقة المرستيم الضلعي: وهي مسؤولة عن تكوين الجزء الأكبر من اللب Pith اما بقية اللب فيعمل على تكوينه المرستيم المحيطي.

بعض المفاهيم الفسيولوجية:

- **النمو Growth:** هو الزيادة غير العكسية في عدد الخلايا وحجمها ومن ثم الزيادة غير العكسية في حجم ووزن الكائن الحي. ويمكن التعبير عنها بـ:
  1- ارتفاع النبات او طول النبات.
  2- عدد التفرعات.
  3- عدد الأوراق
  4- المساحة الورقية.
  5- الوزن الجاف والرطب.
  6- غيرها من الدلالات.
- **التمايز او التخصص Differentiation:** يشير الى اختلاف الخلايا او الانسجة او الأعضاء النامية في خصائصها التشريحية والوظيفية اذ تعطي بعض الخلايا جذور وتعطي خلايا أخرى ساق واوراق والبعض الاخر يعطي ثمار وهكذا.
- **التطور Development:** هو محصلة النمو والتمايز وهي التغيرات التي يمر بها النبات من انبات البذور الى اكتمال تكون الازهار والإنتاج ومن ثم الشيخوخة.
- **منحنى النمو Growth curve:** ويسمى ايضاً أمنحنى Sigmoid curve S، وهو يمثل ثلاث مراحل: النمو البطيء، ثم السريع ثم البطيء او المفقود.
- **التواقت الضوئي (الفترة الضوئية) Photo periodism:** هو استجابة النباتات لطول الفترة الضوئية لحدوث التزهير. وتقسم الى:

1- نباتات النهار القصير Short Day Flowering Plants (SDPs): تزهر هذه النباتات عندما يصبح النهار أقصر من الفترة الحرجة (الفترة الحرجة تختلف حسب النبات).

2- نباتات النهار الطويل Long Day Flowering Plants (LDPs): تزداد شدة ازهارها عندما يصبح النهار أطول من الفترة الحرجة.

3-نباتات محايدة Day Neutral Flowering Plants (DNPs): لا يتأثر ازهار هذه النباتات بطول النهار.

- **عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis:** هي عملية تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية تعمل على تحلل H_2O وتثبت CO_2 في مركب سكر الجلوكوز.
- **عملية التنفس Respiration:** هي عملية اكسدة نواتج التمثيل الضوئي لإنتاج الطاقة التي تستخدم في نمو النبات.
- **الانبات Germination:** هو خروج الجذير والرويشة من البذرة بعد تشربها بالماء.
- **البزوغ:** هو عملية خروج الرويشة او الأوراق من سطح التربة.
- **النضج الفسيولوجي:** هو نضج الثمار بشكل كامل مع وجود كمية كبيرة من الماء داخلها.
- **نباتات محدودة النمو:** هي النباتات التي يتوقف فيها إنتاج البراعم الخضرية وتنتهي مرحلة النمو الخضري عند دخول النبات مرحلة النمو التكاثري.
- **نباتات غير محدودة النمو:** هي النباتات التي يستمر فيها إنتاج البراعم الخضرية وتستمر مرحلة النمو الخضري عند دخول النبات مرحلة النمو التكاثري.
- **الارتباع Vernalization:** تعني معاملة النبات بدرجات حرارة منخفضة لتسريع عملية التزهير (في بعض النباتات).
- **السيادة القمية Apical dominance:** هي هيمنة او سيطرة البرعم الرئيسي على البراعم الأخرى ومنعها من النمو او التقليل منه بسبب انتاج الهرمون النباتي الاوكسين IAA.
- **الشد Stress:** هو أي عامل خارجي يسبب تأثيرات غير ملائمة للكائن الحي وهو بذلك يشير الى الضرر الذي يلحق بالنبات، وقد يكون الاجهاد حيوي بسبب عوامل حيوية الاحياء المجهرية والمسببات المرضية والحشرات وغيرها، او بيئي مثل الحرارة والملوحة والجفاف وغيرها.