علم الخلية

CYTOLOGY

تعريف الخلية

الخلية أصغر وحدة حية وتعتبر الوحدة البنيوية والوظيفية الأساسية لجميع الكائنات الحية. معنى كونها وحدة بنيوية هو أن بناء كل كائن حي بأنسجته وأعضائه ناتج عن تآلف عدد كبير من الخلايا أما كونها وحدة وظيفية فمعناه أن جميع وظائف الجسم الكبرى ناجمه عن مجموع الوظائف التي تؤديها كل خلية على حدة.

تتعذر رؤية الخلايا بالعين المجردة لصغر حجمها ولمشاهدتها يعتمد العلماء على المجهر ويدعى العلم الذي يهتم بدراسة الخلايا بعلم الأحياء الخلوي .

تركب الخلية مكوناتها بالاعتماد على العناصر التي تحصل عليها من الوسط الخارجي حيث تتضمن الخلية عدداً من العضيات و تحاط بغشاء سيتوبلاسمي لدى الخلايا الحيوانية، بينما يدعم الغشاء السيتوبلاسمي بجدار خلوي لدى الخلايا النباتية.

تتمتع الخلايا بمجموعة من السمات من أبرزها

- المحافظة على وسط داخلي ثابت يختلف عن ظروف الوسط الخارجي
- استشعار الوسط الخارجي كالتغيرات في الحرارة والحموضة ...
- تنظيم عبور الجزيئات من والى الخلية من خلال عملية النقل الانتقالي للجزيئات
- تحفيز التفاعلات الكيميائية من خلال تنظيم التفاعلات الكيميائية التي تحصل بداخلها
- توليد الطاقة من خلال التقاطها من خارج الخلية (من اشعة الشمس والغذاء) وتحويلها الة شكل جاهز للاستخدام ()
- امتلاك مادة وراثية تشفر الرنا والبروتينات
- استبدال الجزيئات المتضررة او توليد نسخ كافية من الجزيئات كي تتضاعف الخلية

التركيب الكيميائي للخلية

تتكون الخلية من عدد محدد من العناصر الكيميائية حيث يشكل الكربون و الأكسجين و الهيدروجين والآزوت و الكالسيوم نحو٩٨ % من كتلة المادة الحية في حين لاتزيد نسبة بقية العناصر الأخرى التي تدخل في تركيب المادة الحية عن ٢ %.

- تقسم المركبات الكيميائية الداخلة في تركيب المادة الحية إلى:

١. مركبات لا عضوية تضم الماء والأملاح المعدنية

٢. مركبات عضوية تضم البروتينات والسكاكر واللبيدات والأحماض النووية

ماهو الفرق بين المركبات العضوية واللاعضوية؟

١. تحتوي المركبات العضويّة على عنصر الكربون في تركيبتها بينما تفتقر المركبات اللاعضويّة لعنصر الكربون انما تحتوي على أيونات موجبة وسالبة

٢. ترتبط المركبات العضويّة برابطة تساهمية فيما بينها أما المركبات اللاعضوية فتربطها روابط أيونية

٣. المركبات العضوية عادة تكون كبيرة الحجم وتحتوي العديد من الذرات أما المركبات اللاعضوية تحتوي على عدد صغير من الذرات

٤. المركبات العضوية تترافق عادة مع الكائنات الحية بينما المركبات اللاعضوية تترافق مع الأشياء غير الحية

المكونات اللاعضوية للخلية

- **الماء:**

يعد الماء اكثر المركبات الكيمياوية انتشارا في الخلايا الحية. تختلف نسبة الماء حسب النوع النباتي والعضو النباتي وعمر النبات فقد تصل نسبة الماء في الأوراق الخضراء الى ٩٥ %من الوزن العام كما يشكل في بعض الثمار نسبا مرتفعه جدا بينما تنخفض هذه النسبة الى ١٣% أو ٧% في البذور والأشواك

- يتكون جزيء الماء من ذرتين من الهيدروجين تحملان شحنة موجبة ترتبطان مع ذرة واحدة من الأكسجين ذات شحنة سالبة ممّا يجعل جزيء الماء جزيئاً غير متماثل فأحد جانبيه يحمل شحنةً موجبةً والجانب الآخر يحمل شحنةً سالبة، وهو ما يُسمّى بالقطبية. يكسب هذا التركيب جزيئة الماء خواص تماسكية وقدرة اذابة تجعلان الماء مادة أساسية لمعظم التفاعلات البنيوية وتكسبها القدرة على الانتقال حاملة معها الاملاح المعدنية والمواد المغذية في النبات

المكونات اللاعضوية للخلية

يوجد الماء ضمن الخلية بحالتين :

١. **الماء الحر :**

يشكل الماء الحر العصارة الخلوية في الفجوات اذ تنحل فيه مواد عضوية وغير عضوية مختلفة مثل الأملاح التي تصبح أكثر فعالية من الناحية الكيميائية عندما تنحل في الماء وتتحرك شواردها بحرية أكثر من كونها في الحالة الصلبة. وهو ضروري من أجل تفاعلات الإستقلاب الخلوي ، كما يشكل الوسط الملائم لمختلف التفاعلات الكيميائية

٢. **الماء المرتبط:**

يدخل الماء المرتبط في تركيب المادة الحية للخلية مثل ال DNAو البروتينات حيث يتحد مع بروتينات السيتوبلاسم بروابط هيدروجينية

يمكن إجمال أهم وظائف الماء في الخلايا بمايلي

١. الماء يتمتع بأعلى حرارة نوعية مقارنة مع السوائل الأخرى فهو بفضل ذلك يساهم في تنظيم الحرارة حيث يحافظ على ثبات درجة حرارة الخلية ويخمد الفروق الحرارية بين الوسط الداخلي لخلايا المتعضية والوسط المحيط

٢. الماء وسط حال ومذيب ممتاز للعديد من الأيونات والمركبات الموجودة في الخلايا

٣. الماء ينقل المواد الغذائية التي تنحل فيه من الوسط الخارجي للخلية إلى داخل الخلية وينقل الفضلات الى خارج الخلية

٤. الماء مصدر لإمداد الخلية بالأكسجين والهيدروجين اللذين يدخلان في تركيب الكثير من المركبات العضوية التي تتكون منها المادة الحية

٥. وسط هام تجري فيه جميع التفاعلات البيوكيميائية خلال عملية استقلاب المواد وهكذا يلاحظ تباطؤ التفاعلات الحيوية في البذور نظرا لفقدانها الماء

يمكن إجمال أهم وظائف الماء في الخلايا بمايلي

٦. يملك أكبر توتر سطحي بعد الزئبق :

بسبب قطبية الماء تميل جزيئات الماء إلى التماسك مع بعضها البعض عن طريق تشكيل روابط هيدروجينية مما يكسب الماء توتر سطحي كبير تجعل العديد من الأجسام تطفو على سطحه وهي من الخواص الفيزيائية للماء، يدخل الماء إلى جسم الكائن الحي عن طريق تناوله المباشر أو تناول الأغذية الحاوية عليه كما ينتج الماء عن العمليات الإستقلابية في الخلية.

Damascus University

المكونات اللاعضوية للخلية

- **الأملاح المعدنية :**

توجد الأملاح المعدنية في الخلية النباتية على شكل شوارد مختلفة كما توجد على شكل بللورات متباينة الأشكال (ابرية – موشورية – عنقودية) فتمتاز بذلك عن الخلية الحيوانية التي تكون فيها الأملاح بشكل منحل.

أهم هذه الأملاح:

فوسفات البوتاسيوم- الصوديوم- الكالسيوم- نترات البوتاسيوم وكلور البوتاسيوم- سلفات الكالسيوم – اليود – البور. غالبا ماتتشرد هذه الأملاح في الاوساط المائية إلى شوارد بعضها موجبة الشحنة وبعضها سالبة الشحنة ومن أهم الشوارد داخل الخلية البوتاسيوم والفوسفات أما الشوارد الرئيسية خارج الخلية فهي شوارد الصوديوم والكلوريد. أو تكون مرتبطة بمواد عضوية وخاصة البروتينات حيث تشكل الأنزيمات . تقوم الأملاح في الخلية بالحفاظ على التوازن الشاردي أو تسهم في بناء المادة الحية

تصنيف الخلايـــا الحية

- تم تحديد أنواع الخلايا بفضل المجهر الإلكتروني، حيث استطاع فحص البنية الدقيقة لنماذج متنوعة من الخلايا.

١ـ **الخلايا بدائية النواة :** هو النمط الخلوي الأكثر بساطة، لا وجود لنواة حقيقية وانما منطقة شبيهه بالنواة لا تحاط نواتها بغلاف نووي . تكون مكونات النواة غير مفصولة عن باقي اجزاء الخلية كالبكتيريا . تتميز بثلاث صفات أساسية وهي:

أـ **امتلاكها عدة أغشية خلوية:**

وهي غشاء الخلية محاط بطبقة حماية إضافية تدعى جدار الخلية . غاليا تحتوي على طبقة ثالثة خارجية سكرية تشكل بنية شبيهة بالمحفظة .

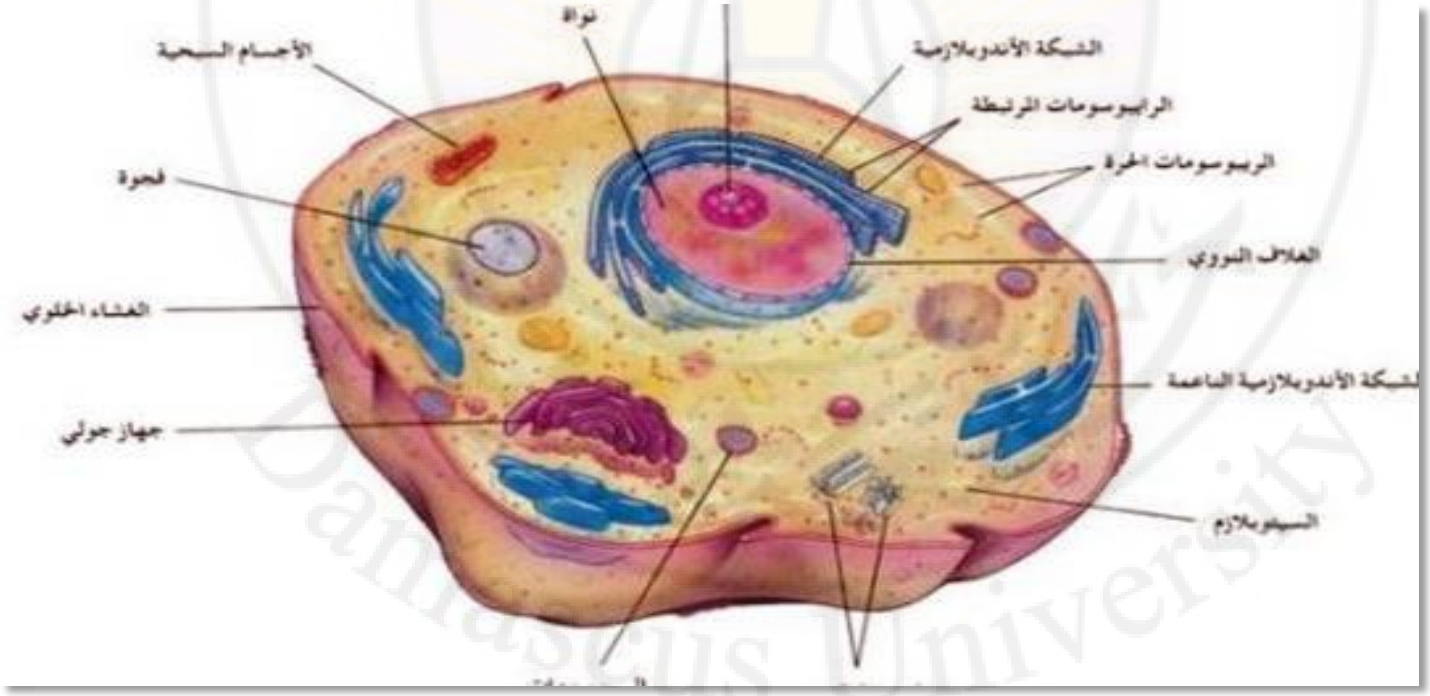
أـ جميع بدائيات النوى خلايا وحيدات خلية

بـ لا تتضاعف بدائيات النوى بالانقسام الخيطي وانما فقط بالانقسام المباشر



تصنيف الخلايـــا الحية

- **٢ـ الخلايا حقيقية النواة:** هو نمط أكثر تطورا وتعقيدا. السمة الأبرز في خلايا حقيقات النوى امتلاكها بنية كبيرة وهي النواة وتحاط نواتها الحقيقة بغلاف نووي يفصلها عن باقي الاجزاء . كخلايا الحيوان والنبات .



مقارنة بين بدائيات النوى وحقيقيات النوى

	طلائعيات النوى	حقيقيات النوى النباتية
الأفراد التي تشملها	الجراثيم والطحالب الخضراء المزرقة	النباتات
حجم الخلية	يتراوح بين ١-١٠ ميكرون	يترواح بين ١٠-٥٠ ميكرون
طريقة الانقسام الخلوي	انقسام مباشر	انقسام خيطي
تصنيع المادة الوراثية	في السيوبلازما	في النواة
الصبغيات	صبغي دائري واحد صغير	عدد من الصبغيات كبيرة الحجم خطية
الشبكة السيتوبلازمية	غير موجودة	موجودة
الهيكل الخلوي	بدائي وغير متطور	متطور
جهاز غولجي	غير موجود	موجود
النواة	غير موجودة	موجودة
الصانعات الخضر	عير موجودة	موجودة
الفجوات	غير موجودة	موجودة وكبيرة الحجم

الفرق بين الخلية النباتية والخلية الحيوانية

تتميز الخلية النباتية عن مثيلتها الحيوانية باحتوائها على عدد من العضيات التي تفتقدها الخلية الحيوانية وهي:

١. **الصانعات :**

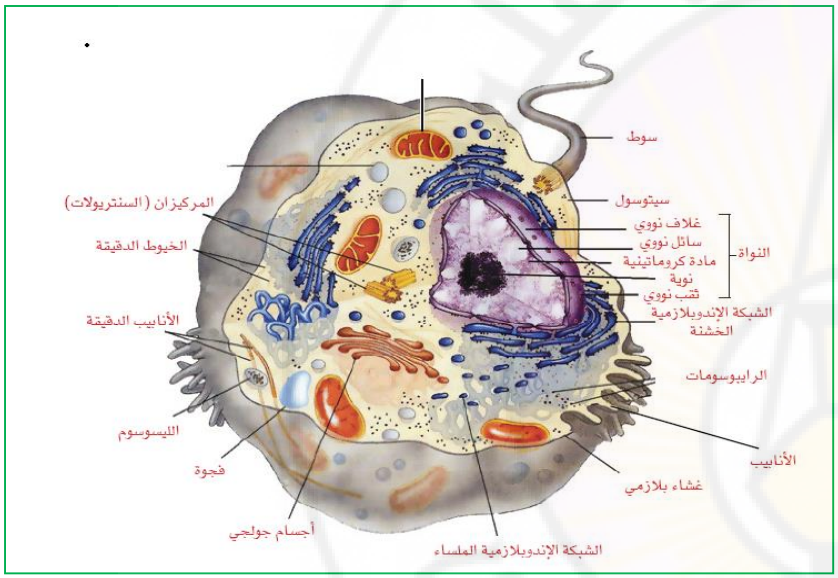
التي تقوم باقتناص أشعة الشمس واستخدامها في تحويل غاز ثاني اكسيد الكربون الجوي الى مركبات عضوية وتحرر الأوكسجين

٢. **الفجوات في الخلية النباتية:**

شديدة التنوع فبعض الخلايا تملك فجوات عديدة وصغيرة بينما البعض الأخر تتضمن فجوة واحدة ضخمة تحتل الجزء الأكبر من الخلية

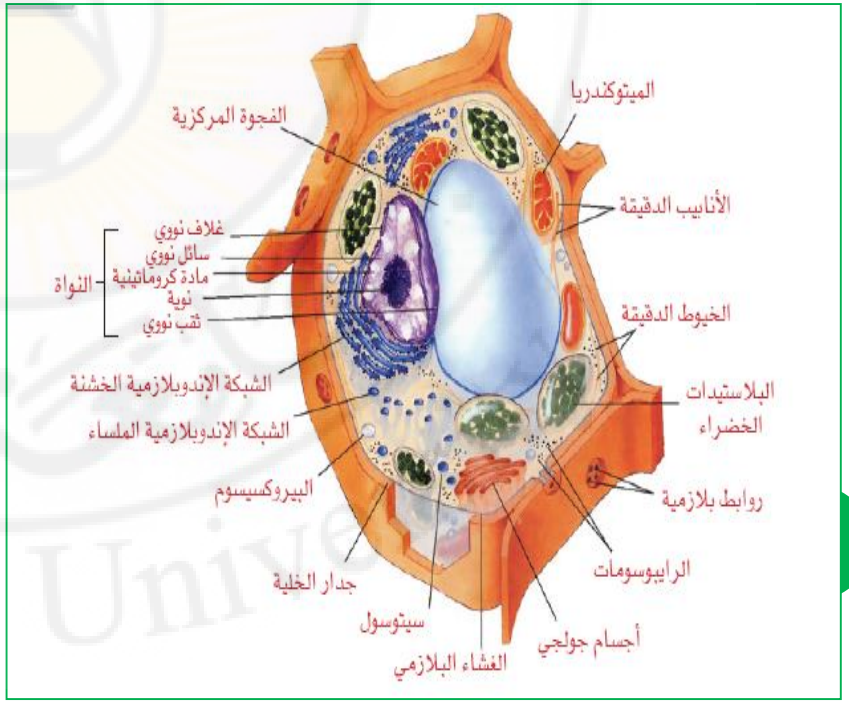
٣. **الجدار الخلوي**

الفرق بين الخلية النباتية والخلية الحيوانية



خلية حيوانية

خلية نباتية



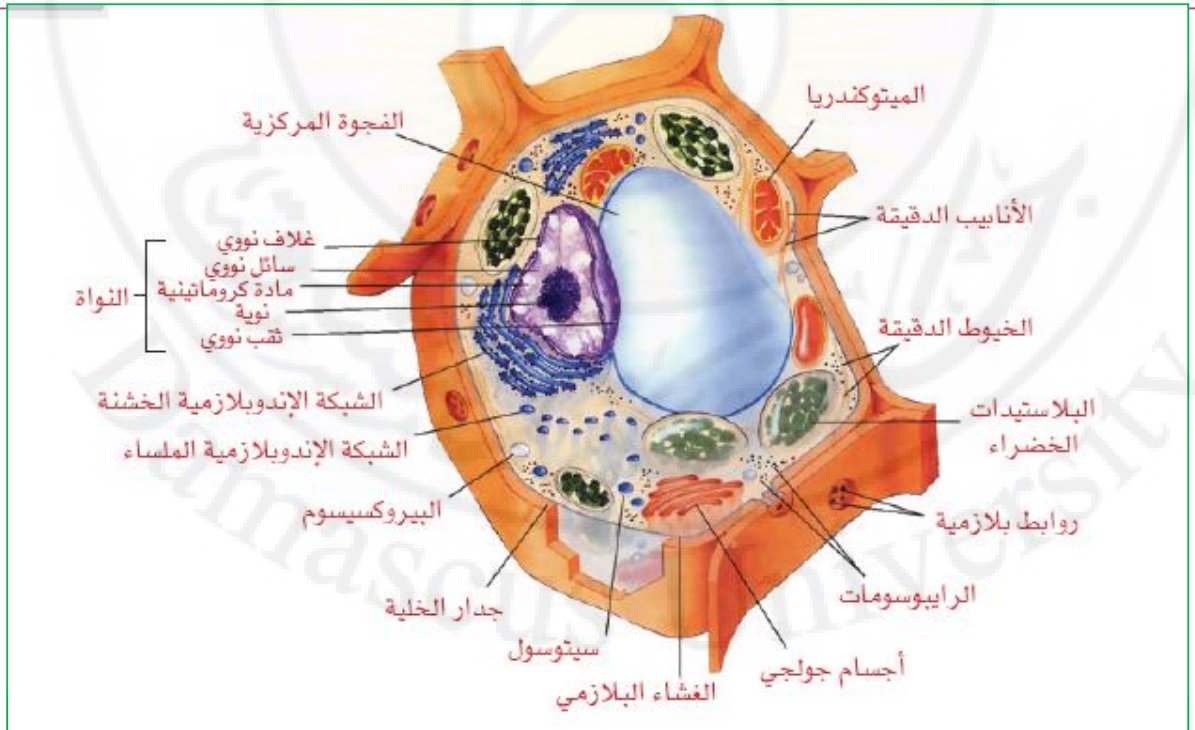
مركبات الخلية النباتية

تتركب الخلية من ثلاث أجزاء رئيسية :

١ـ الغشاء البلازمي (يحيط بالغشاء البلازمي في الخلايا النباتية جدار خلوي، أما في الخلايا الحيوانية فلا يوجد هذا الجدار) .

٢ـ السيتوبلازم: مادة شبه سائلة تسبح فيها مكونات الخلية .

٣ـ النواة: مركز السيطرة على الخلية .

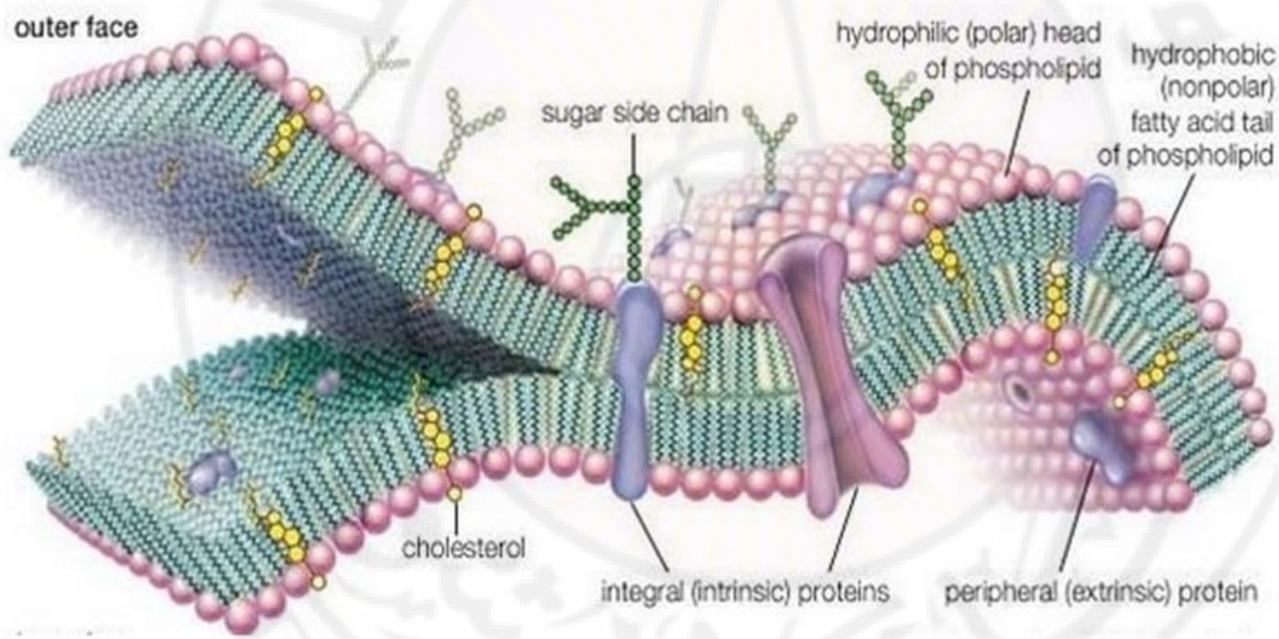


أولاً: الغشاء البلازمي

- غشاء حيوي، شفاف يحيط بمكونات الخلية مثل العضيات والبروتينات والاحماض النووية والكربوهيدرات والمواد الآخرى ويفصلها عن الوسط المحيط ، يسمى بالغشاء الخلوي
- **يتألف بشكل خاص من البروتينات والدهنيات مرتبة بشكل فسيفسائي،**
- وتعتمد نسبة البروتين إلى الدهون على موقع الغشاء الخلوي ووظيفته، فعلى سبيل المثال يتكوّن الغشاء الذي يحيط بالميتوكندريا من ٧٥% من البروتين، و٢٥% من الدّهون، بينما يتكوّن الغشاء الذي يحيط بخلايا شوان التي تشكّل غمدا عازلاً للخلايا العصبيّة من ٢٠% من البروتينات، و٨٠% من الدّهون

النموذج الفسيفسائي السائل للغشاء الخلوي

هونموذج صُمِّم ليشرح ملاحظات متنوعة حول بنية وآلية عمل مكونات الغشاء الخلوي. يُشير هذا النموذج إلى أن غشاء الخلية يتكون من ليبيد ثنائي الطبقة، ينغرس في هذه الطبقة بعض أنواع البروتينات. تزود هذه الطبقة الثنائية الغشاء الخلوي بالمرونة، واللزوجة، والميوعة اللازمة له. كما تظهر جزيئات الكولسترول وقليلات السكاكر المرتبطة إما بالليبيدات أو البروتينات، وتكون ليبيدات الغشاء سائلة وليست صلبة كما تتحرك العديد من البروتينات بسهولة ضمن الغشاء كل ذلك يعطي الشكل الفسيفسائي المتنوع للغشاء الخلوي،


outer face
hydrophilic (polar) head
of phospholipid
hydrophobic
(nonpolar)
fatty acid tail
of phospholipid
sugar side chain
cholesterol
integral (intrinsic) proteins
peripheral (extrinsic) protein

بروتينات الغشاء البلازمي

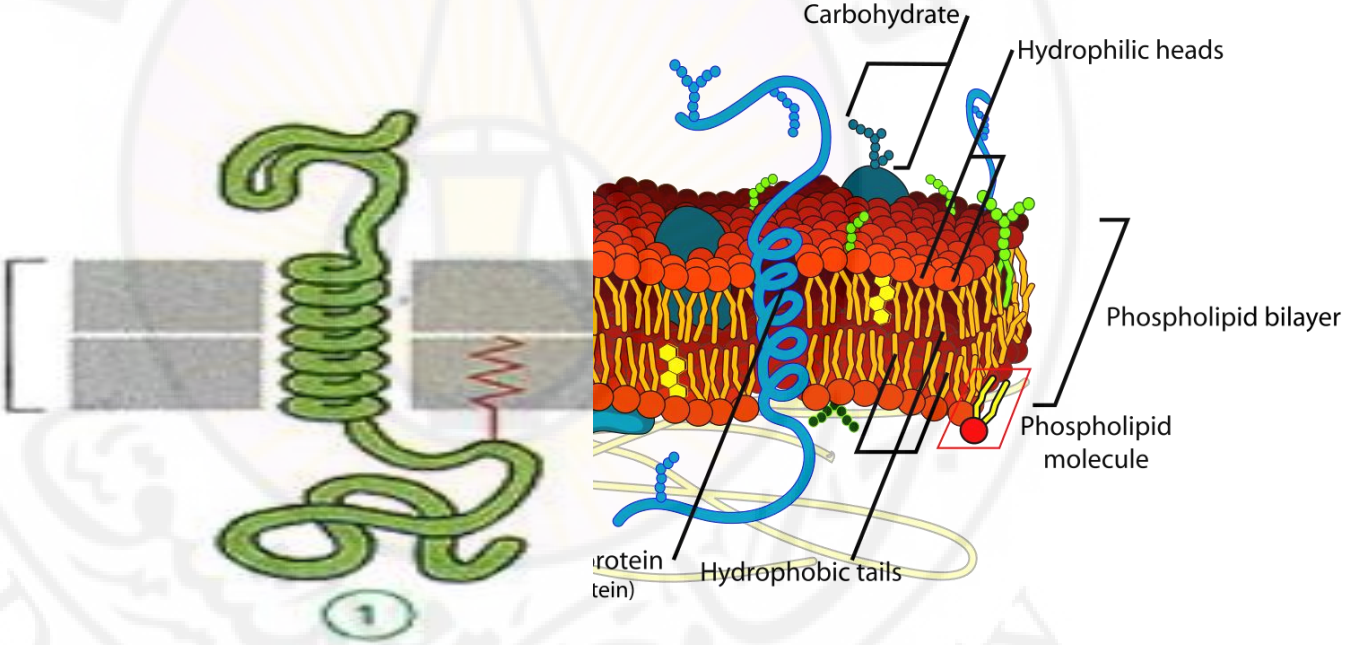
تتراوح نسبة البروتينات في الغشاء الخلوي بين ٢٥ -% ٧٥ % حسب وظيفة الخلية وتتميز بحجمها الكبير مقارنةً مع جزيئات المواد الدسمة. تنقسم بروتينات الغشاء البلازمي الى مجموعتين رئيسيتين تم تصنيفها اعتماداً على الإختلاف في طبيعة ارتباطها مع الطبقة الليبيدية المضاعفة والطرائق التي تذوب بها:

١. **البروتينات المتداخلة: integral proteins**

وهي بروتينات تخترق الطبقة الليبيدية المضاعفة وتمتد أطرافها لتظهر على جانبي الغشاء البلازمي. هذه البروتينات تتميز ايضا بكونها ثنائية القطبية أي تتألف من جزء محب للماء يكون على تماس مع الوسط المحيط بالخلية أو مع السيتوبلاسما ومن جزء كاره للماء يتوضع ضمن طبقة الليبيدات على شكل حلزون الفا ونتيجة لذلك يبقى الغشاء البلازمي محفظا على نفاذيته الاصطفائية،

البروتينـات المتداخلـة: integral proteins

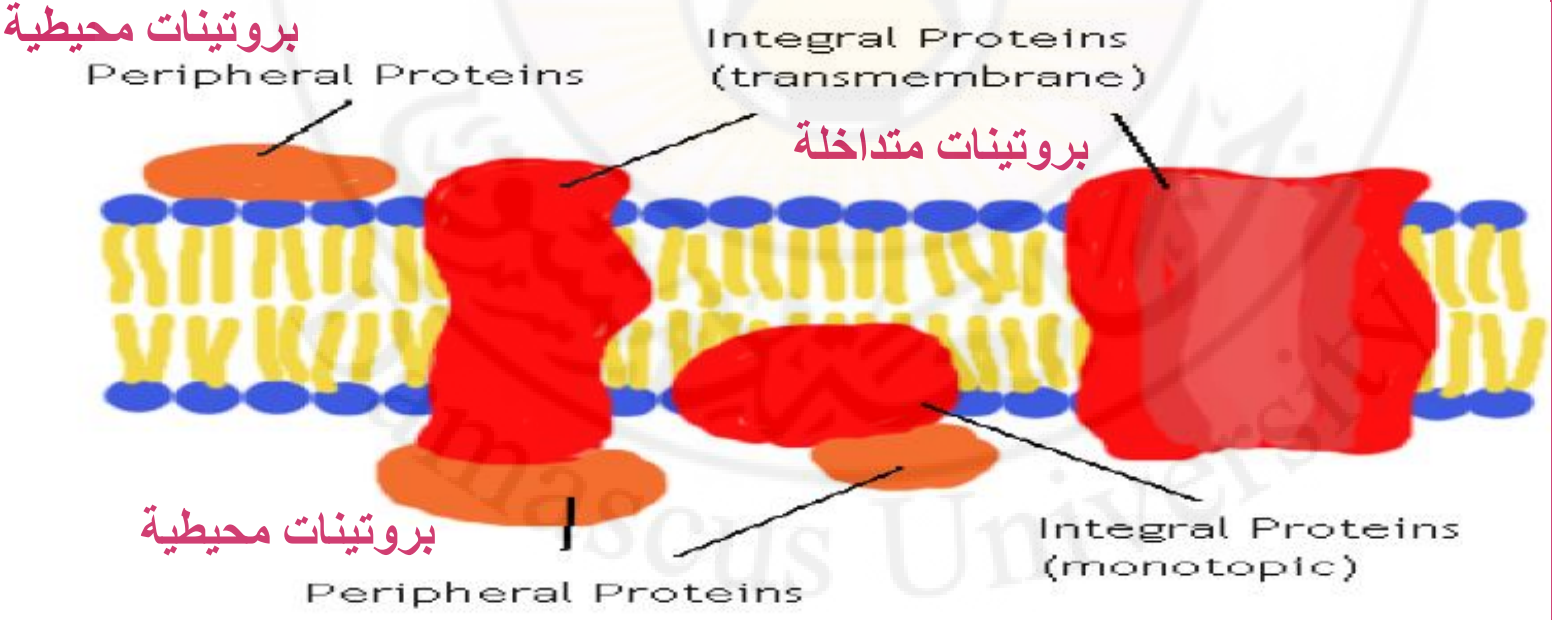
الطبقة الليبيدية المضاعفة



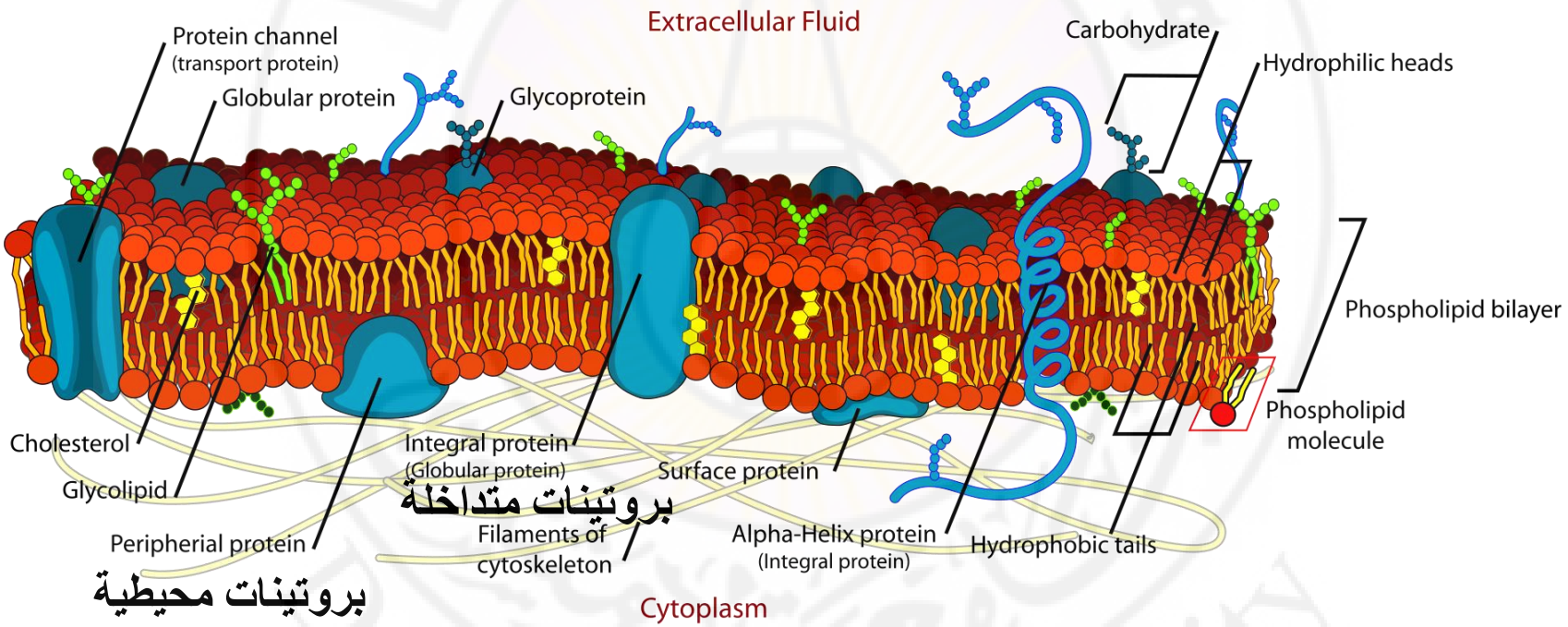
بروتينات الغشاء البلازمي

٢. **البروتينـات الطرفيـة أو المحيطيـة peripheral proteins**

لا تنطمـر البروتينـات الطرفيـة فـي الطبقـة الليبيديـة المضاعفـة علـى الاطـلاق؛ إنمـا توضع بكاملها خارج الطبقة الليبيدية المضاعفة سواء على السطح الخارجي او السطح الداخلي للغشاء الخلوي. تشكل البروتينات المحيطية نسبة تقل عن ٣٠ % من مجموع البروتينات الغشائية ولا تعد البروتينات المحيطية ضرورية لبناء الغشاء وإنما تساعد المستقبلات الغشائية في نقل الإشارة :

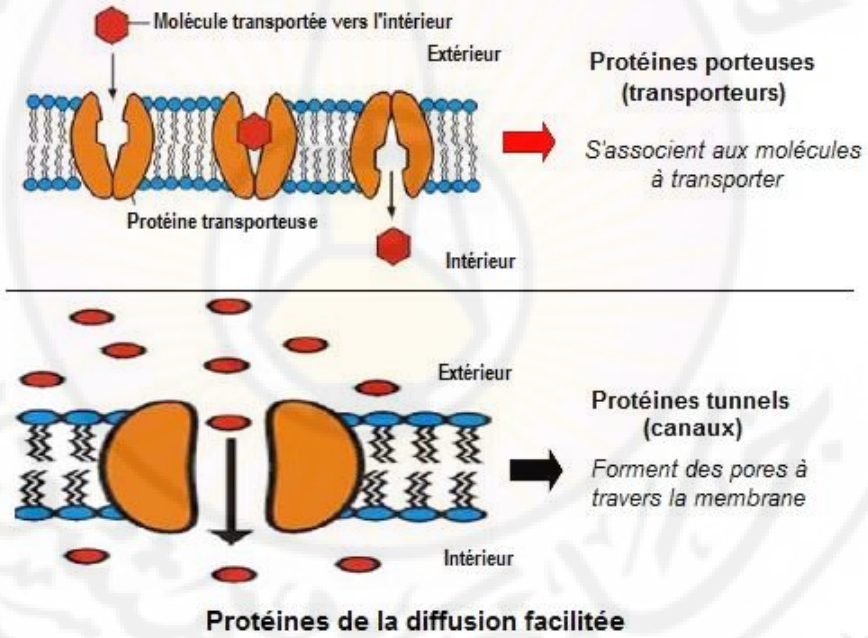


البنية المجهرية للغشاء البلازمي (الخلوي)



وظائف بروتينات الغشاء البلازمي

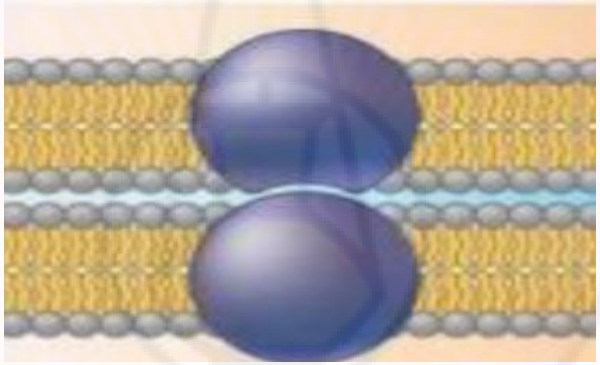
١. نقل المواد المغذية أو المواد الاستقلابية والشوارد من وإلى الخلية



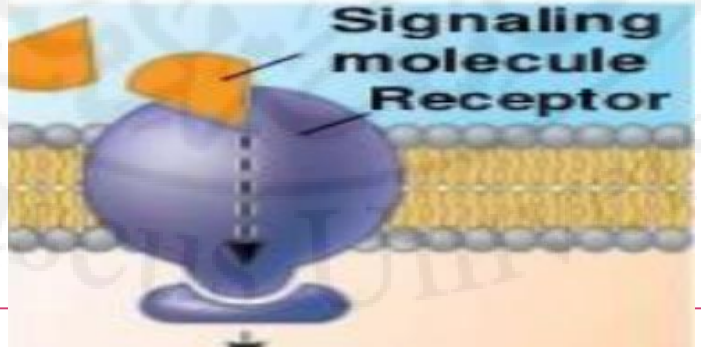
٢. تعمل كأنزيمات لديها القدرة على تحفيز بعض التفاعلات الكيميائية

وظائف بروتينات الغشاء البلازمي

٣. الالتصاق بين الخلايا حيث يمكن للبروتينات الغشائية الخاصة بالخلايا المتجاورة أن ترتبط معا



٤. مستقبلات تحوي مواقع ربط بأشكال خاصة ترتبط عليها بعض المركبات الكيميائية بشكل نوعي



وظائف الغشاء البلازمي (الغشاء الخلوي)

١. يشكل حدود الخلية ويفصلها عن البيئة المحيطة بها

٢. يلعب دور أساسي في تنظيم عبور الماء والشوارد والمركبات الأخرى السكريات والأحماض الأمينية من وإلى الخلية وفقا لحاجة الخلية لهذه المواد ويطلق على هذه الخاصية اسم النفوذية الإصطفائية فهو يسمح بنفوذ بعض المواد إلى داخل الخلية في حين يمنع مرور مواد أخرى إليها

٣. يساهم في نقل المعلومات بين الخلايا وتأمين استجابتها للهرمونات والنواقل العصبية

٤. يساهم في عمليتي الإدخال والإطراح الخلويين وبالتالي المحافظة على استمرر حياة الخلية

النواة

النـــواة

تعرف النواة على أنها السمة المميزة والرئيسية في جميع الخلايا حقيقيات النوى باستثناء الكريات الحمر الناضجة عند الانسان وخلايا الأنابيب الغربالية الناضجة في لحاء النبات. وهي أكبر عضية في الخلية حيث يبلغ متوسط قطرها ١٠-١٥ ميكرون.تأخذ شكل كروي وتحتل مركز الخلية، يمكن لشكلها أن يتغير خلال مسيرة حياة الخلية وذلك تبعا لنشاطها الوظيفي. توجد المادة الوراثية DNAداخل النواة وهي تحتوي كل المعلومات الضرورية لتركيب البروتينات البنيوية والوظيفية في الخلية وتنظم جميع وظائفها الاستقلابية لذلك تعد النواة المركز المسيطر في الخلية

البنية المجهرية للنواة

النواة ذات بنية معقدة وتتضمن في الطور البيني العناصر التالية

١) الغلاف النووي

٢) الكروماتين

٣) البلازما النووية

٤) نوية واحدة أو أكثر



مكونات النواة

أولاً: الغلاف النووي

عبارة عن غشاء مضاعف داخلي وخارجي، يميز حقيقيات النوى. يُغلّف النواة بالكامل ويفصل المادة الوراثيّة للخلية عن السيتوبلازما المحيطة بالنواة، اذن وظيفته:

١. يعمل على حماية **المادة الوراثية من التلف وذلك بمنع وصول أية مواد أو جزيئات كيميائية مضرة إلى الصبغيات .**

٢. كذلك يفصل الغلاف النووي بين العمليات التي تجري داخل النواة والعمليات التي تجري في أرجاء الخلية

بنية الغلاف النووي

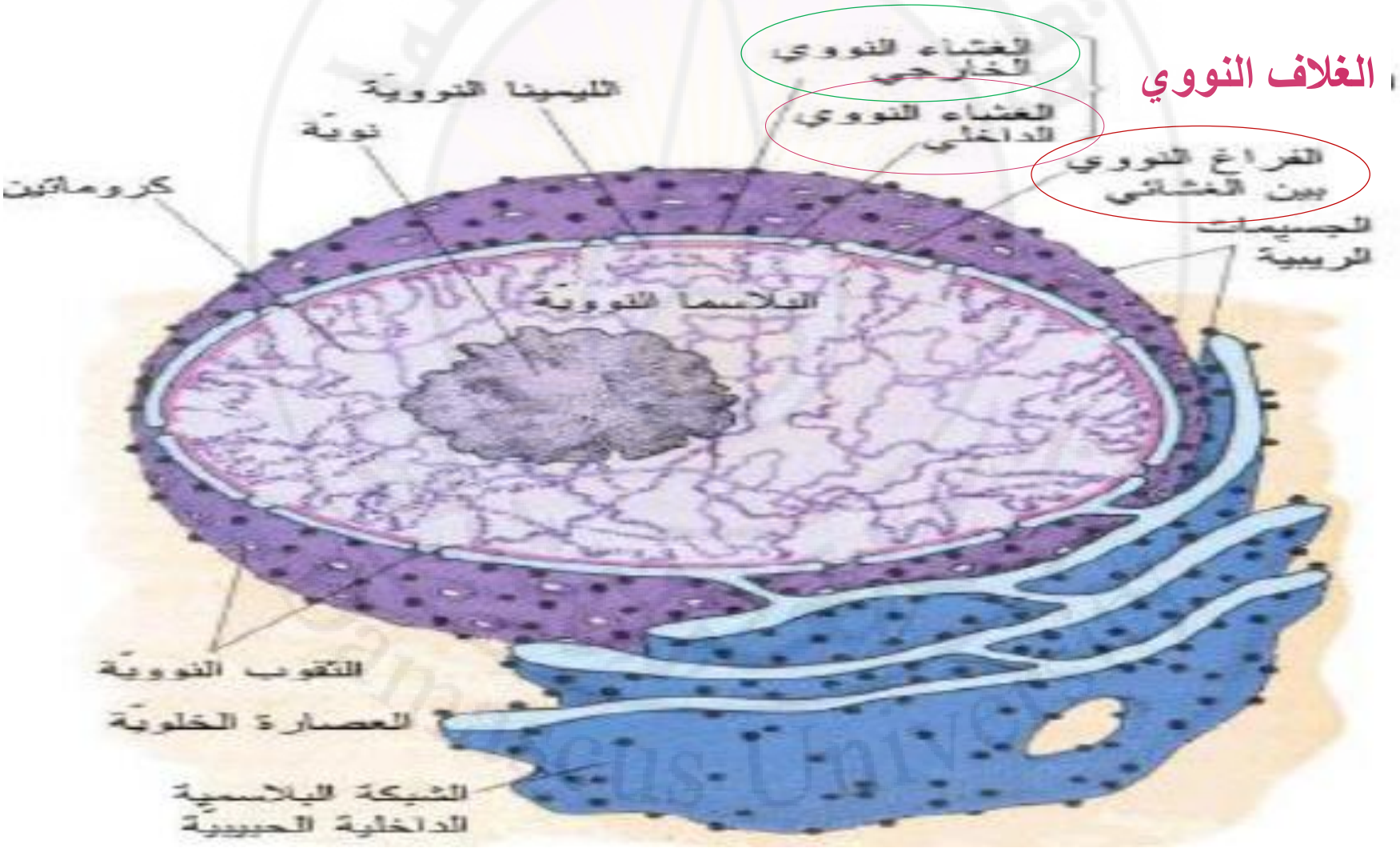
١. **يتكون من غشائين هما الغشاء النووي الخارجي والغشاء النووي الداخلي** يفصل بينهما مسافة تتراوح بين ١٠ - ٥٠ نانو متر **تدعى بالفراغ حول النواة،**

- **الغشاء النووي الخارجي** يتصل مع الشبكة البلاسمية الباطنة الخشنة ، ويغطى مثلها بالريباسات
- **الغشاء النووي الداخلي** يكون مبطن بشبكة كثيفة من الخيوط البروتينية تسمى اللامينا.

يمكننا تمييز ثلاثة أشكال من اللامين يرمز اليها ب C,B,A من أهم وظائفها

a. تحافظ على شكل النواة عن طريق دعم الغلاف النووي
b. تتفكك هذه الشبكة في بداية الانقسام النووي باستثناء اللامين B الذي يحافظ على ثباته فتلعب دور في تمزق الغشاء النووي مما يؤدي إلى تحرر الصبغيات

بنية الغلاف النووي



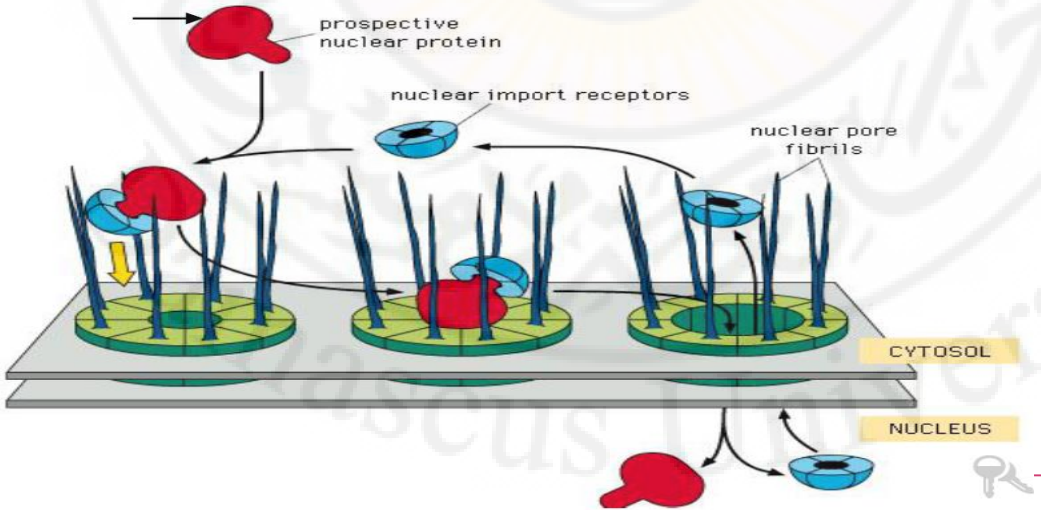
بنية الغلاف النووي

٢. النقر النووية:

يحتوي الغلاف النووي على ثقوب كبيرة ندعوها **النقر النووية**، ذات بنية بروتينية معقدة تتألف من ثمانية أضلاع تنتظم حول قناة وتتصل هذه الأضلاع معا لتشكيل حلقتين واحدة عند السطح النووي تدعى الحلقة النووية والأخرى عند السطح البلاسمي تدعى الحلقة البلاسمية.

وظيفة النقر النووية:

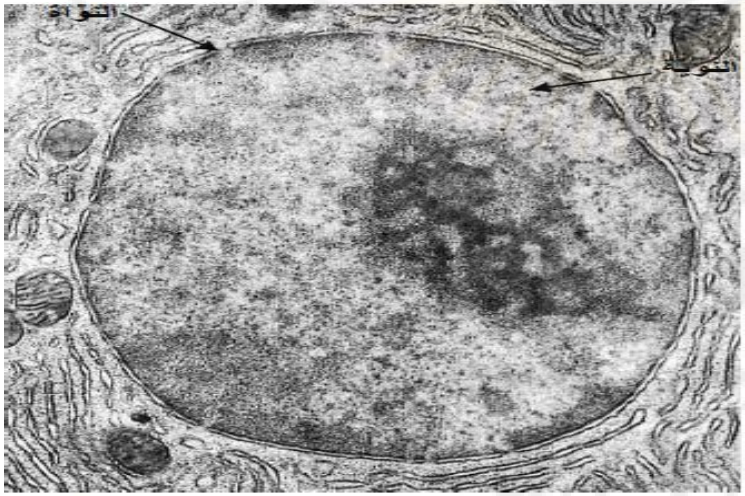
تعد الثقوب النووية بمثابة بوابات ضمن الغلاف تسيطر على تبادل المواد بين النواة والسيتوبلاسم مثل خروج الرنا الرسول ووحدات الريباسات من النواة ودخول النكليوتيدات والبروتينات



مكونات النواة

ثانياً: النوية

وهي بنية بارزة داخل النواة تبدو تحت المجهر الألكتروني على شكل كتلة من حبيبات كثيفة التلوين نظرا لمحتواها المرتفع من مادتي الDNA والRNA، تأخذ النوية شكلا كرويا عادة ضمن النواة، وهي غير مفصولة عن البلازما النووية أي غير محاطة بغشاء. قد يوجد في النواة نوية واحدة أو أكثر. وظيفتها:هي جهاز إنتاج الريباسات، فهي مسؤولة عن اصطناع الRNA الريباسي (rRNA)

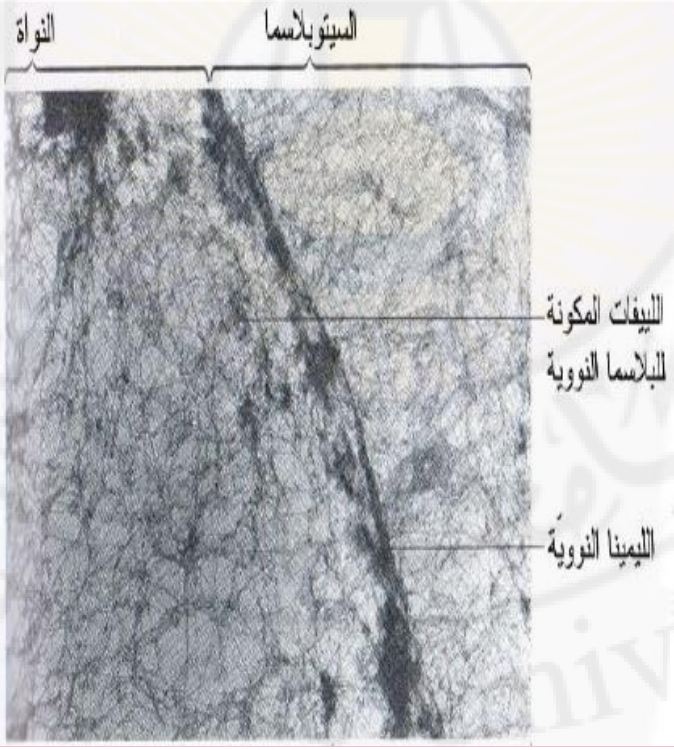


صورة بالمجهر الألكتروني للنواة وتظهر فيها النوية

مكونات النواة

ثالثاً: البلازما النووية

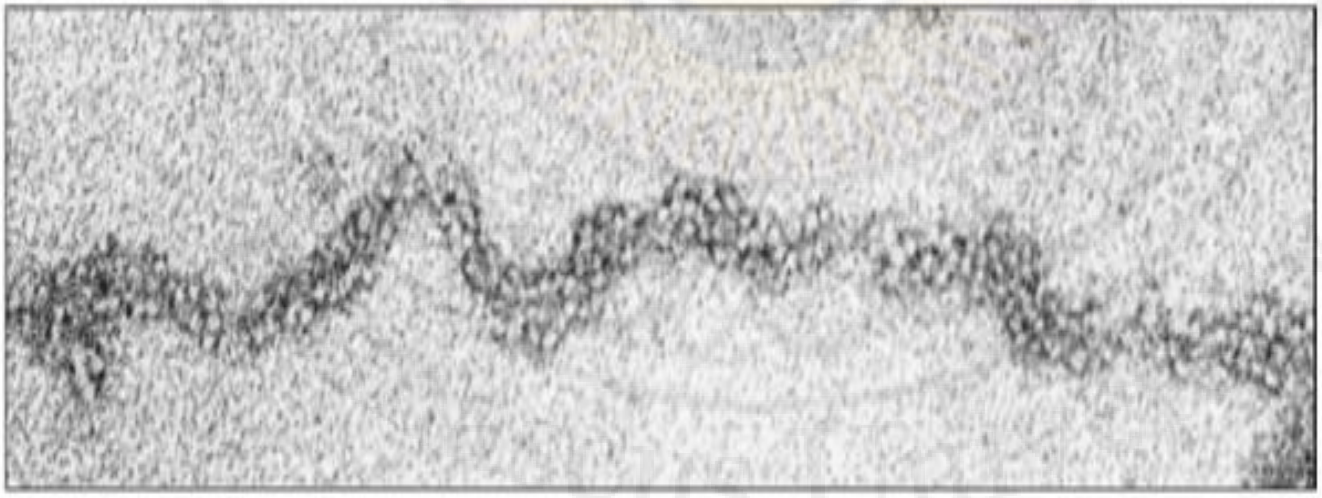
عبارة عن سائل هلامي عديم اللون، يملأ نواة الخلية وتنغمر فيه المحتويات النووية الأخرى، كالنوية والشبكة الكروماتينية.



مكونات النواة

رابعا: الكروماتين (المادة الصبغية)

وهو شبكة من الخيوط الدقيقة الحبيبية تدعى بالمادة الصبغية أو الملونة ويعود ذلك الى تلون هذه المادة بسهولة اثناء دراستها بالمجهر. تتكون المادة الصبغية او الكروماتين بشكل رئيسي من الحمض النووي الدنا المرتبط مع بروتينات أساسية (قاعدية الخواص) تدعى بالهيستونات



أشكال الكروماتين بالمجهر الالكتروني

تُظهِر الدراسة بالمجهر الألكتروني أن الخيوط الكروماتينية تُشاهَد في نواة الخلية في الطور البيني من الدورة الخلوية بشكلين مختلفين هما:

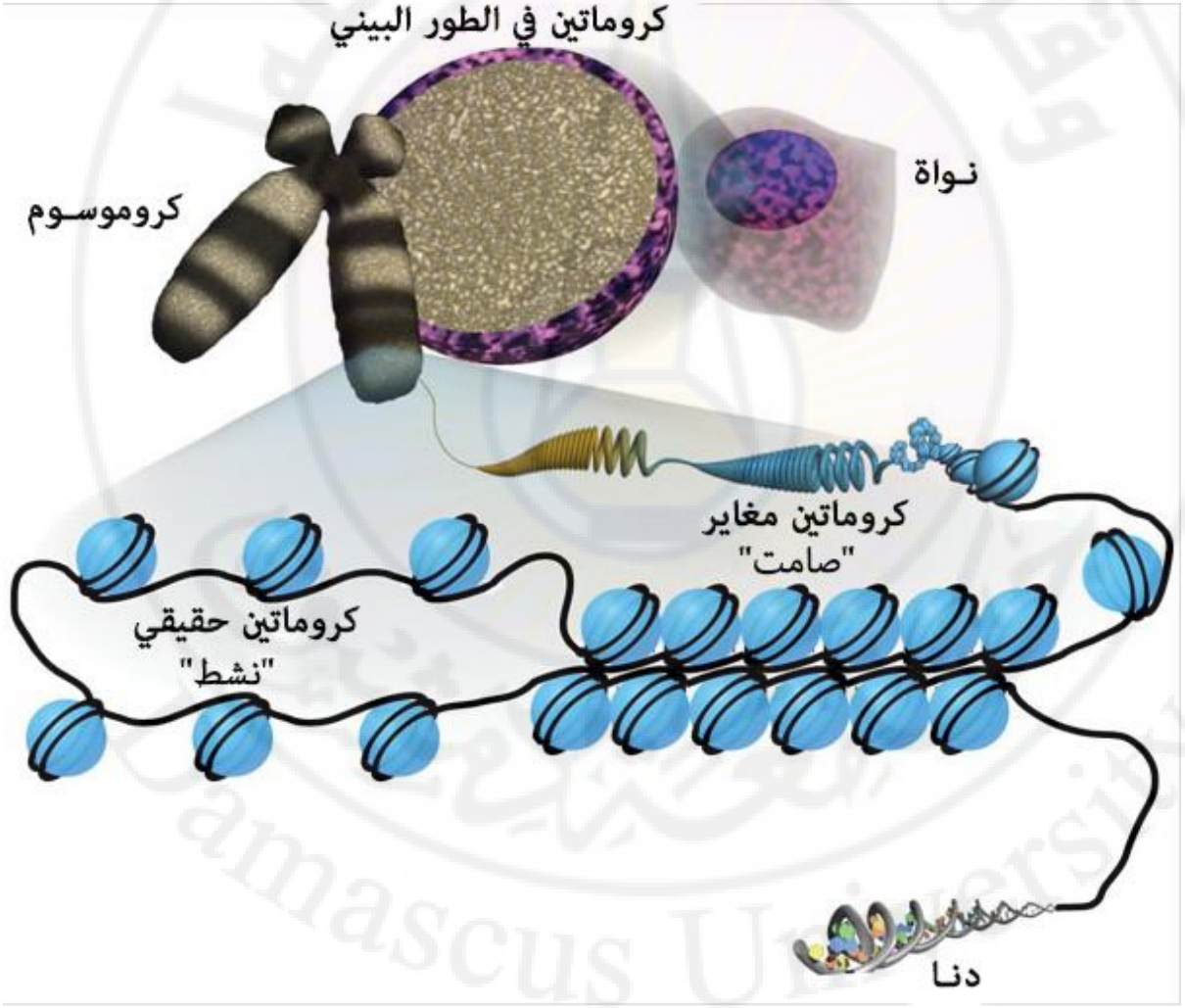
١. **الكروماتين الحقيقي Euchromatin**

ينتشر بالقرب من مركز النواة وهو كروماتين قليل التكثف والإلتفاف يكون إما نشيط أو هادىء انتساخيا وذلك حسب حاجة الخلية،

٢. **الكروماتين المتباين Heterochromatin**

يوجد بالقرب من الغشاء النووي وهو شديد التكثف والإلتفاف و خامد انتساخيا بسبب بنيته المرزومة بشدة مما يؤدي إلى منع وصول عوامل الإنتساخ إليه التي تقوم بنسخ ال DNA إلى RNA وبالمقابل تصل عوامل الإنتساخ بسهولة إلى الكروماتين الحقيقي لكونه أقل رزما مما يجعل معظم حادثات الإنتساخ تتم في منطقته وفي منطقة النوية كما هو موضح في الشكل التالي:

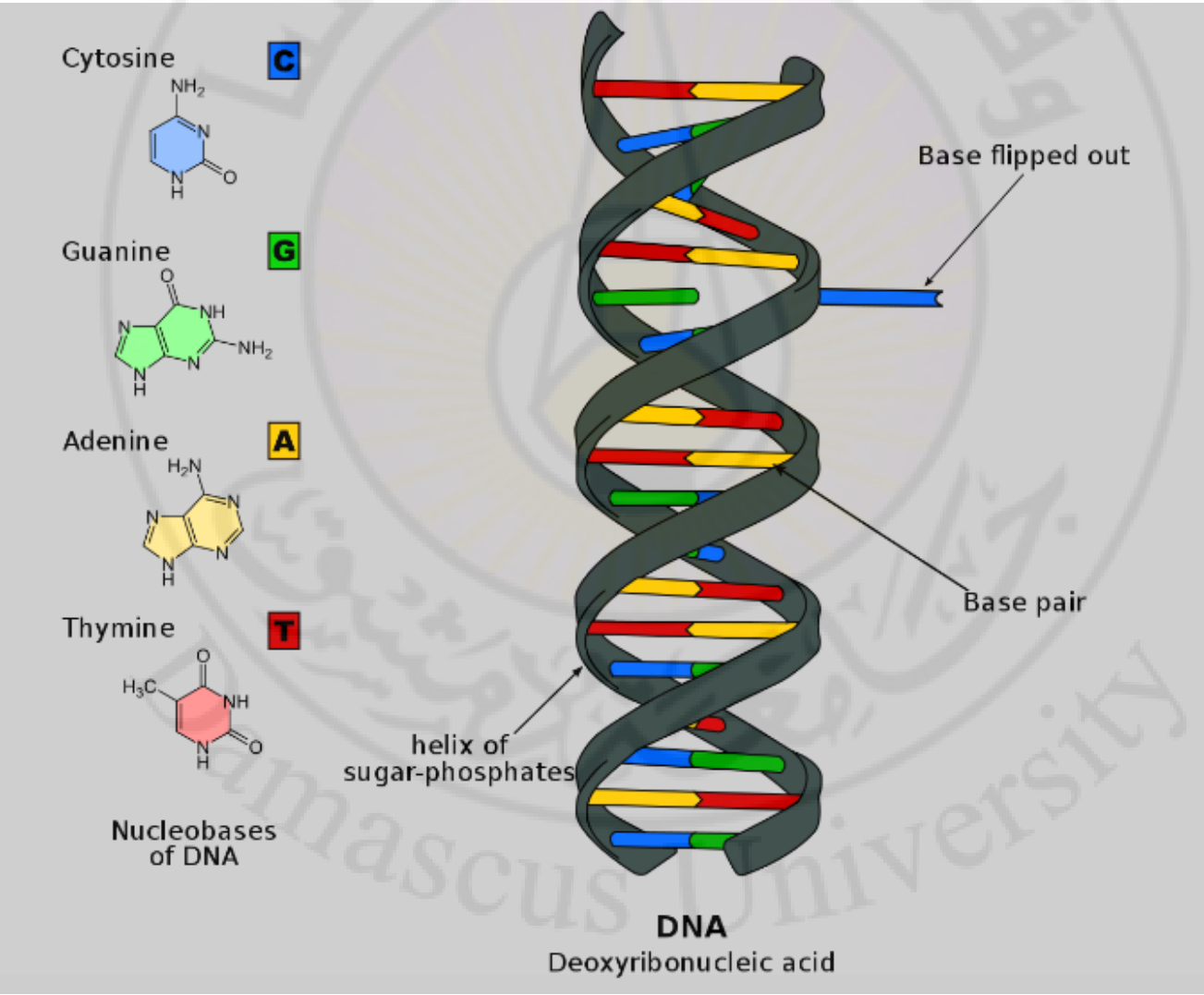
أشكال الكروماتين



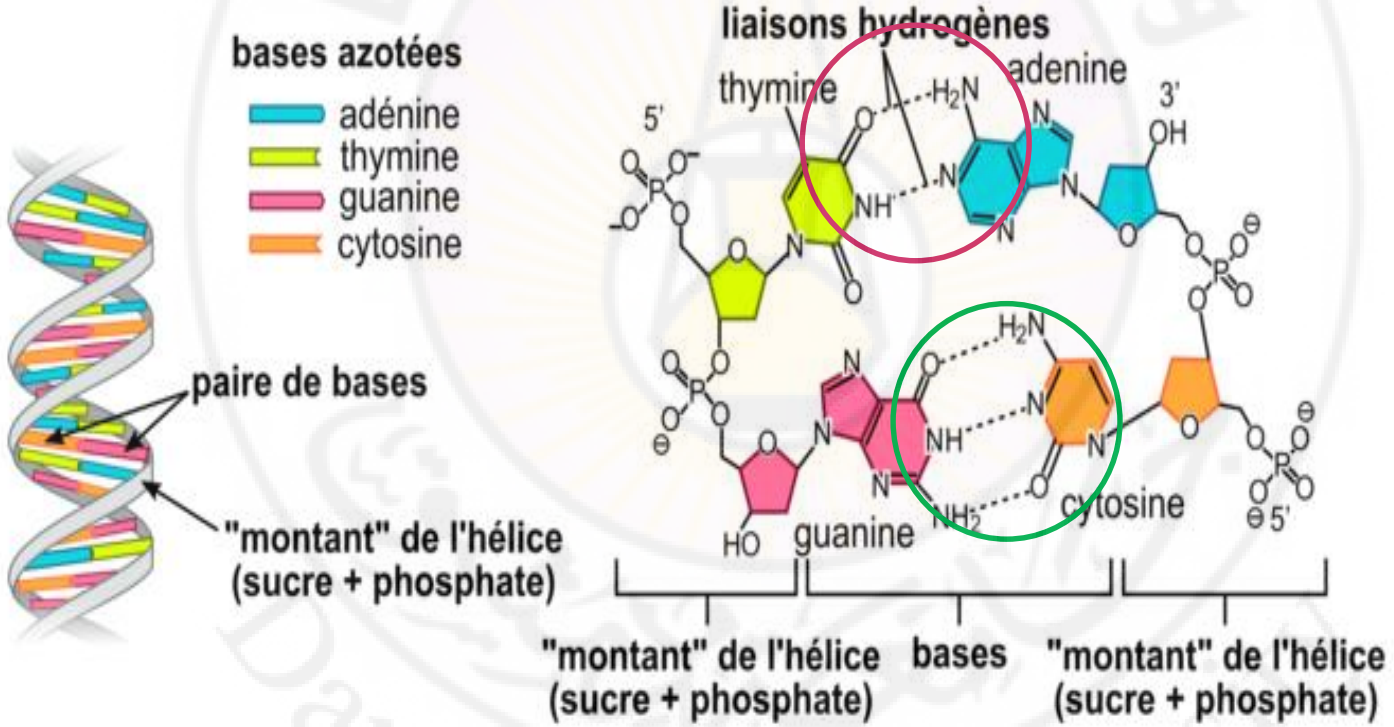
بنية الدنا DNA

- **الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين** اختصارا يسمى الدنا وهو عبارة عن جزيء ضخم يتواجد داخل خلايا كل الكائنات الحية والعديد من الفيروسات ويحتوي على المعلومات الوراثية التي تسمح بعمل وتكاثر وتطور هذه الكائنات،
- تتكون معظم جزيئات الدنا من سلسلتيتين ملتفتين حلزونيا كل سلسة عبارة عن بوليمير من النكليوتيدات .يتألف كل نيكليوتيد من: **سكر خماسي هو الريبوز منقوص الأكسجين** يرتبط مع **جزيء من حمض الفوسفور وأساس أزوتي واحد** (أدينين A، ثايمين T، غوانين G، سايتوسين C).
- ترتبط السلسلتان مع بعضهما بروابط هيدروجينية تجمع بين الأسس الأزوتية المتقابلة حيث يحصل تزواج بين الغوانين والسيتوزين عبر ثلاث روابط بينما يتم التزواج بين الأدنين والتايمين عبر رابطتين . يمكن فصل السلسلتين عن بعضمها البعض برفع درجة الحرارة إلى حد معين مما يسبب انقطاع روابط الهيدروجين التي تربط بين الاسس الأزوتية بينما عندما تنخفض درجة الحرارة تعود سلسلتي الدنا إلى التزاوج من جديد.

بنية الدنا DNA

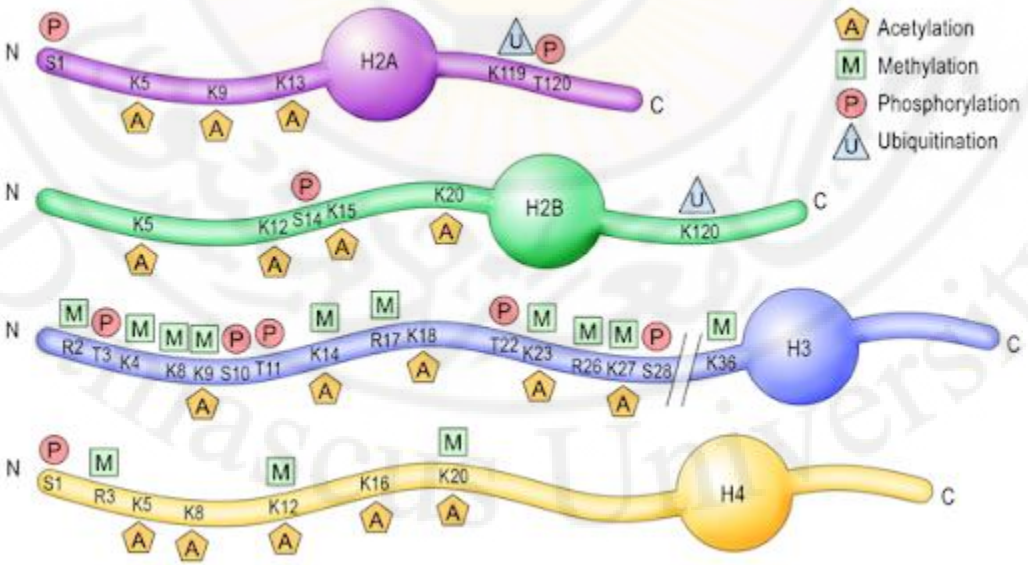


الروابط الهيدروجينية في سلسة الدنا

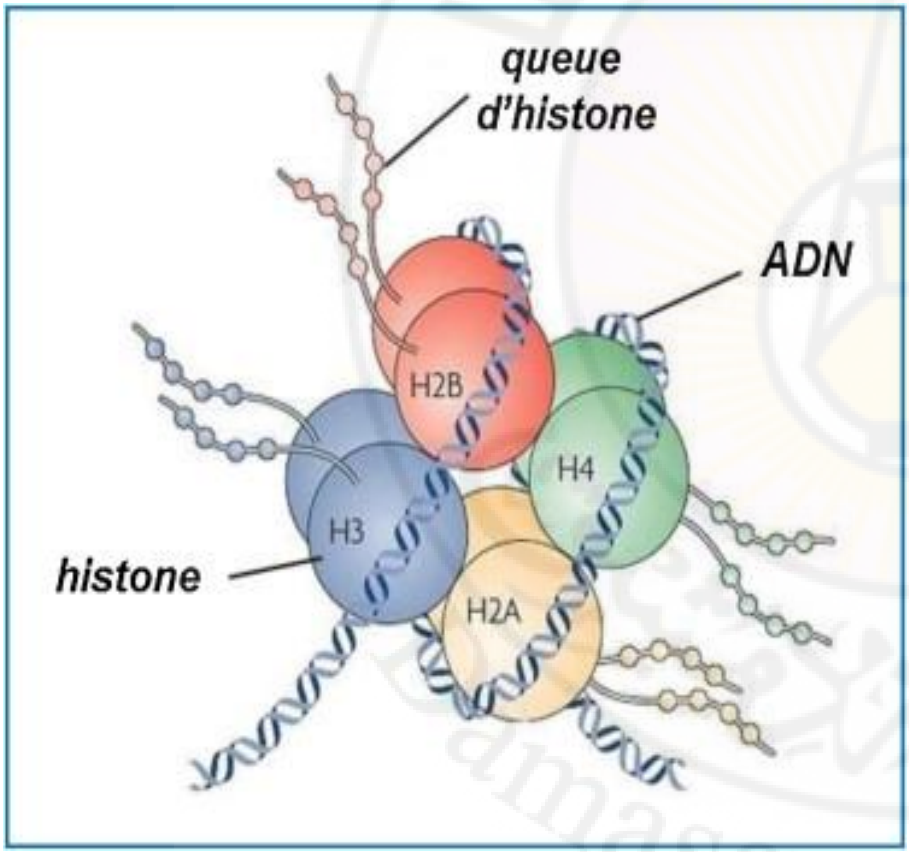


البروتينات المرتبطه مع الدنا

- تعد الهسيتونات البروتينات الاساسية المرافقة للدنا وهي عبارة عن بروتينات قاعدية الخواص أي أن الأس الهيدروجيني هو الأساسي، صغيرة الحجم منخفضة الوزن، موجبة الشحنة الكهربائية، غنية بالأحماض الأمينية وخاصة بالليزين والأرجنين. توجد الهيستونات على شكل كرية في نوى الخلايا حقيقيات النوى بينما تغيب عند بدائيات النوى.
- يوجد خمسة أنواع من الهيستونات يرمز لها ب H1 ’ H2B, H2A,H4, H3. يتمتع الدنا بشحنة كهربائية سالبة بسبب وجود جزيء الفوسفات الداخل في تركيبه ولهذا السبب يتشكل ارتباط وثيق جدا بين الهيستونات الموجبة والدنا السلبي .



وظيفة الهيستونات



بدون الهستونات ، سيكون الحمض النووي في الكروموسومات طويلًا جدًا. لكن بوجود الهيستونات يلتف جزيء الدنا مضاعف السلسلة حول كرية(الهيستونات) بمقدار لفتين حيث يبلغ طول خيط الدنا الملتف ١٤٠ شفعا من الأسس لذلك يتم اضافة الهيستونات الى الماده الوراثية لجعلها أكثر انضغاطا وبالتالي تكون الوظيفة الأساسية للهيستونات رزم وترتيب الدنا في بنية هيكلية تدعى الجسيمات النووية حيث تعمل كالبكرات يلتف حولها جزيء الدنا .

إن عملية الارتزام تسمح لجزيء الدنا الطويل جدا بأن يتناسب مع حجم النواة التي لايتجاوز قطرها بضعة ميكرونات

مكونات الخلية النباتية

CELL CYCLE الدورة الخلوية

هي مجموعة من الأحداث المنظمة المتتابعة التي تمر بها الخلية في الفترة الزمنية الواقعة بين انقسامين متتاليين ويتحقق من خلالها انقسام الخلية وإنتاج خلايا جديدة ونمو الكائن الحي.

تمر الخلية في دورة حياتها بمرحلتين أو طورين هما:

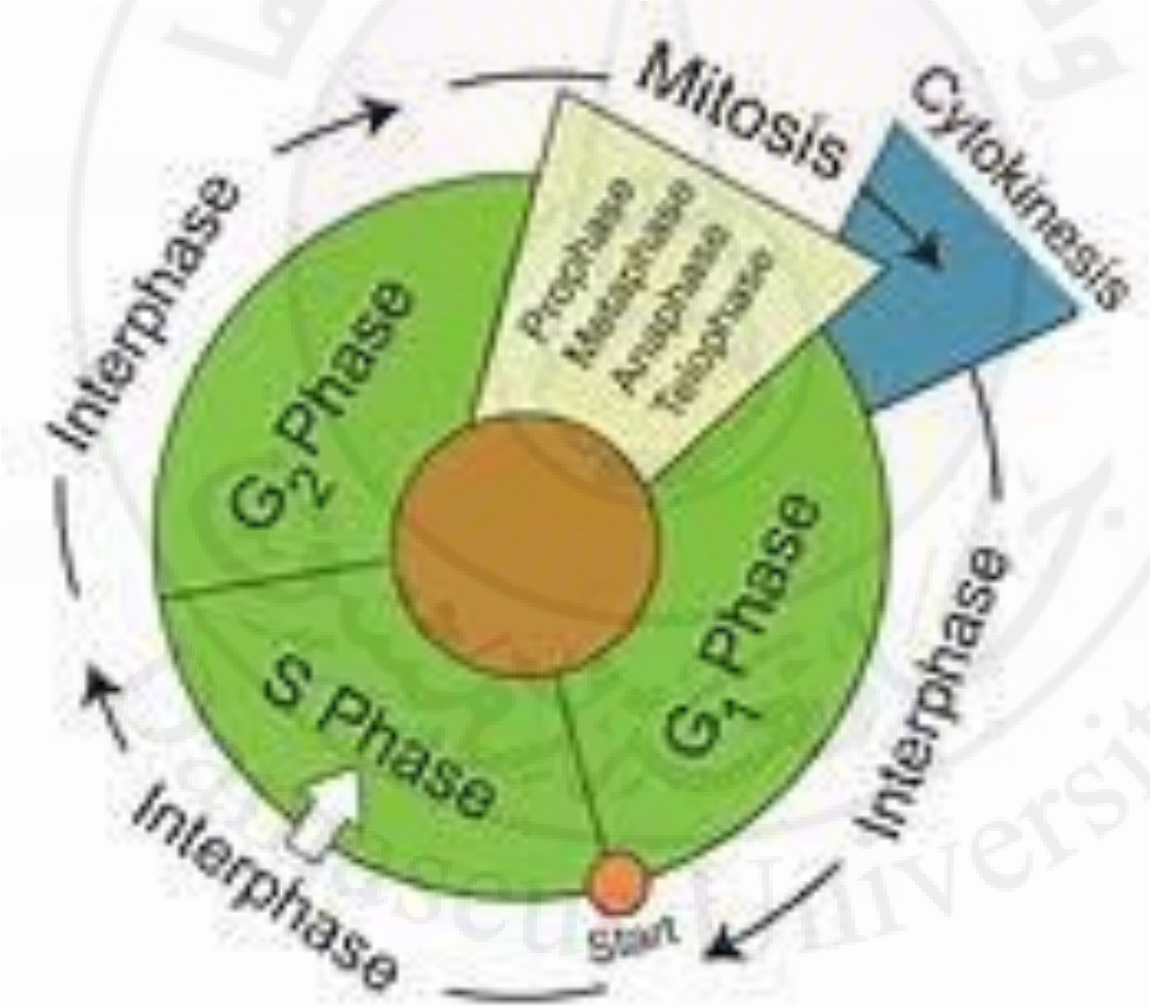
١. **الطور البيني Interphase :**

هو الطور مابين انقساميين متتالين ويأخذ ٩٠% من زمن الدورة الخلوية حيث يحصل فيه نمو الخلية وتضاعف مكوناتها تمهيدا لانقسامها مجددا وتتوقف الفترة الزمنية لاكماله على العوامل الغذائية ودرجات الحرارة ونوع النسيج.

٢. **طور الانقسام الخلوي (المتساوي Mitosis والمنصف Miosis)**

يشكل حوالي ١٠% من دورة حياة الخلية وهويتناوب مع الطور البيني الذي يشكل ٩٠% من الدورة الخلوية .يتطلب طور الانقسام تضاعف مسبق للصبغيات والذي يتم في الطور البيني

CELL CYCLE الدورة الخلوية



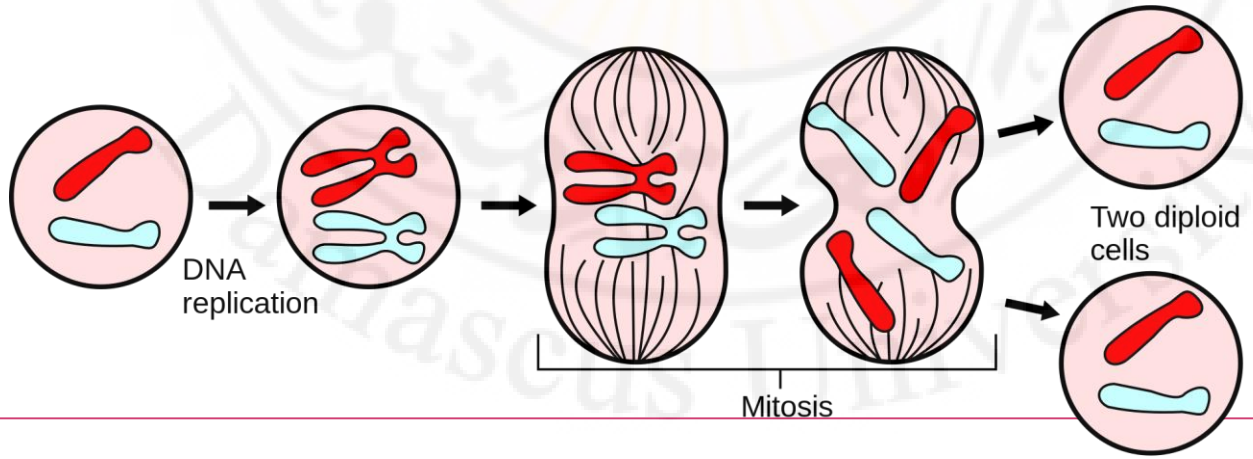
CELL DIVISION الانقسام الخلوي

تعتمد استمرارية الحياة على تكاثر الخلايا أو انقسامها فالانقسام الخلوي هو ظاهرة تؤدي إلى تكوين خلايا جديدة متماثلة البنية والوظيفة بدءاً من خلية واحدة مما يؤدي إلى تضاعف الكائنات وحيدة الخلية وتوليد خلايا عديدة بدءاً من خلية واحدة (البيضة الملقحة zygote) تتمايز فيما بعد لتعطي نسجاً وأعضاء و كائن حي من نوع أبويه،

يوجد نوعان من الانقسام الخلوي لدى الكائنات الحية :

١. **الانقسام المتساوي أو الخيطي أو الميتوزي Mitosis:**

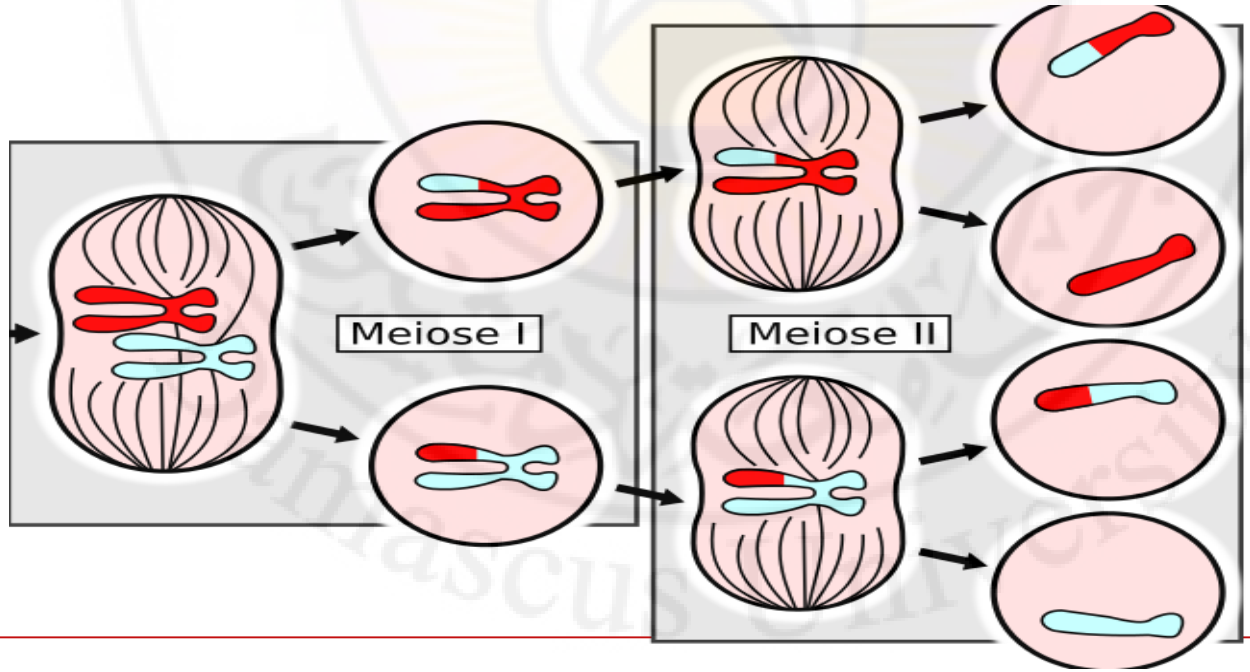
هو العملية الحيوية التي يتم بها انقسام النواة إلى قسمين،حيث تضاعف الخلية الصبغيات في الطور البيني من الدورة الخلوية ثم تقوم بتوزيعها بشكل متساوي بين الخليتين البنتين الناتجتين عن الانقسام وهو مايُعَرف بالانقسام المتساوي أو الخيطي (Mitosis)



CELL DIVISION الانقسام الخلوي

٢. **الانقسام المنصف أو الميوزي Miosis:**

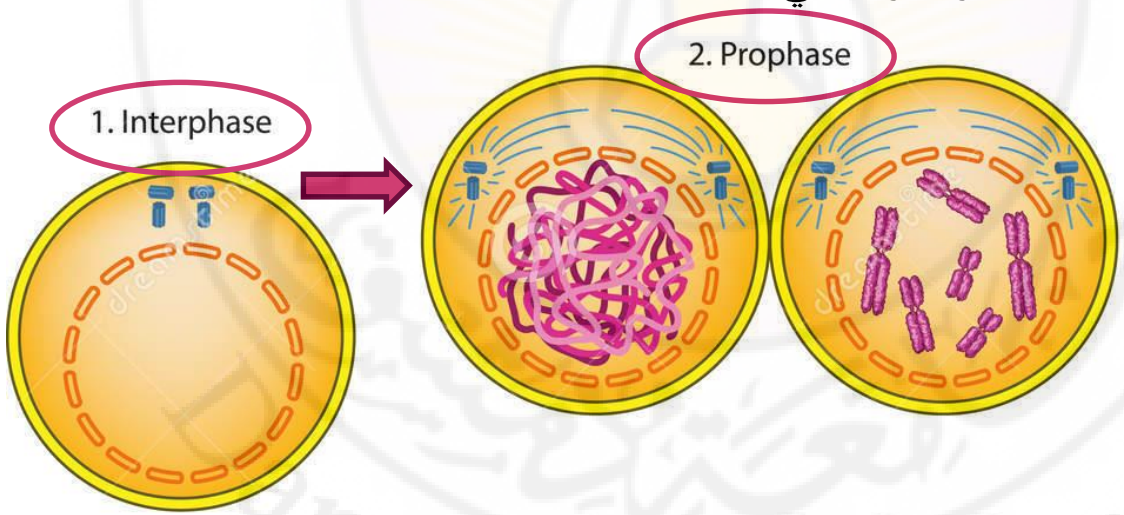
ويدعى بالانقسام الاختزالي يحدث في الخلايا التناسلية الحية والتي تسمى بالخلايا الجنسية الأم ويهدف إلى اختزال عدد الصبغيات إلى نصف عددها في الخلية الأم، في الأعراس المتشكلة نتيجة الانقسام المنصف وعند حدوث الالقاح تندمج العروس الذكرية أحادية الصيغة الصبغية مع العروس الانثوية أحادية الصيغة الصبغية وتتشكل البيضة الملقحة ثنائية الصيغة الصبغية التي ستنشأ منها جميع خلايا الجسم عن طريق الانقسام المتساوي الذي يعد أساس التنامي ونمو الكائن الحي.



مراحل الانقسام المتساوي أو الخيطي أو الميتوزي MITOSIS

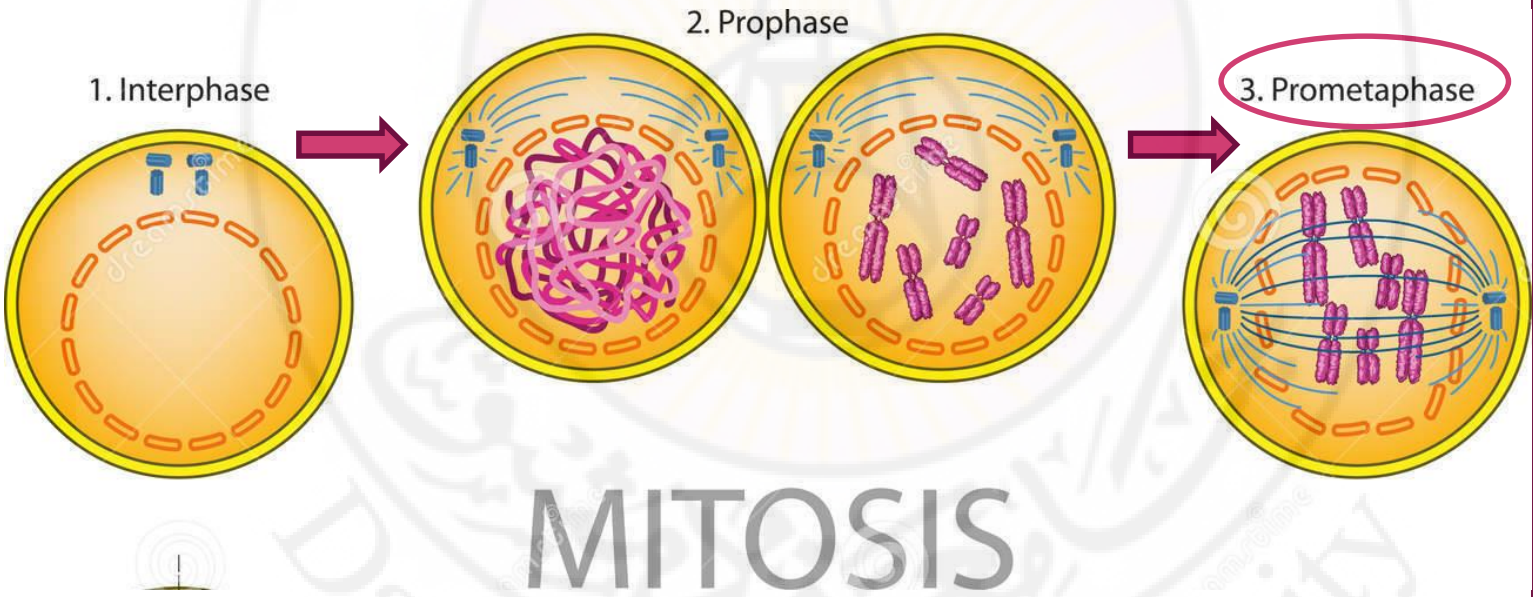
- يتم انقسام الخلية وفق خمس مراحل هي:

١. **الطور الأول (التمهيدي) Prophase :** يتميز بالتكثف التدريجي للكروماتين الذي سبق ان تضاعف خلال الطور البيني Interphase. في نهاية الطور الأول تظهر بنية الصبغيات بشكل واضح حيث كل صبغي مؤلف من صبيغيين مرتبطين بالجزيء المركزي . تتفكك النوية وتختفي كليا.



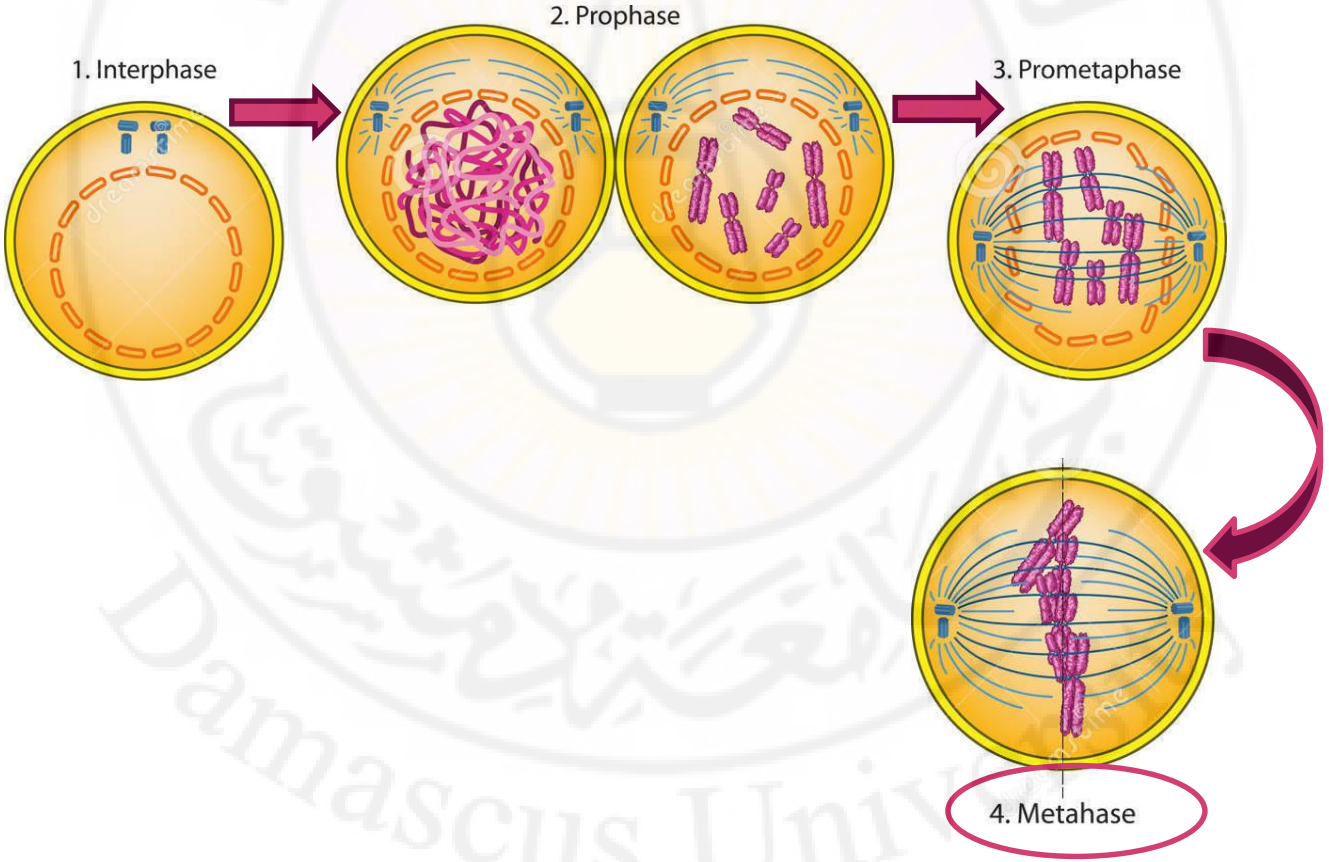
مراحل الانقسام المتساوي أو الخيطي أو الميتوزي MITOSIS

٢. **طليعة الطور الاستوائي Prometaphase**: فيها يتفكك الغلاف النووي وتبدأ خيوط المغزل بالتشكل



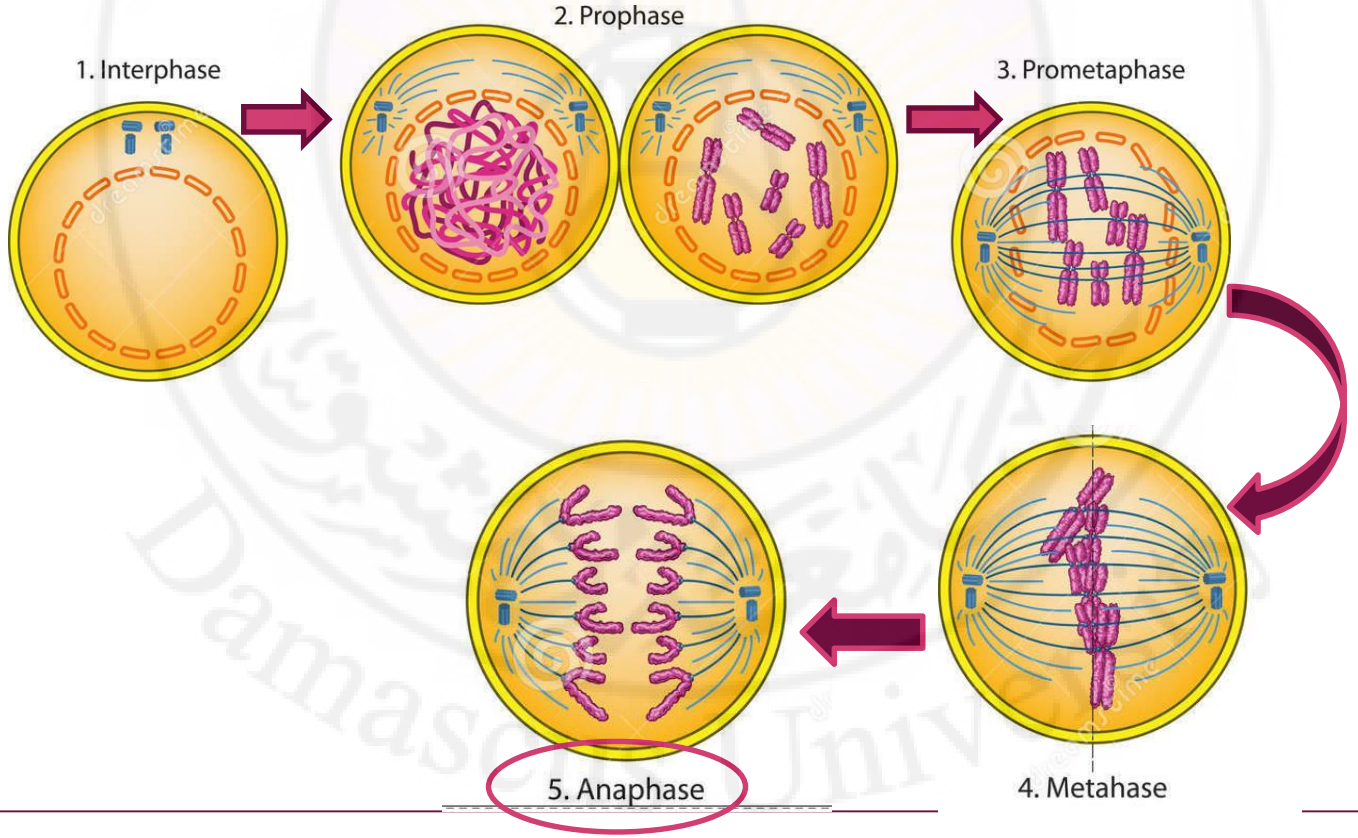
مراحل الانقسام المتساوي أو الخيطي أو الميتوزي MITOSIS

٣. **الطور الاستوائي Metaphase**: وفيه تتوضع الصبغيات في منتصف الخلية حيث يصبح كل صبغي على مسافة متساوية من قطبي الخلية.



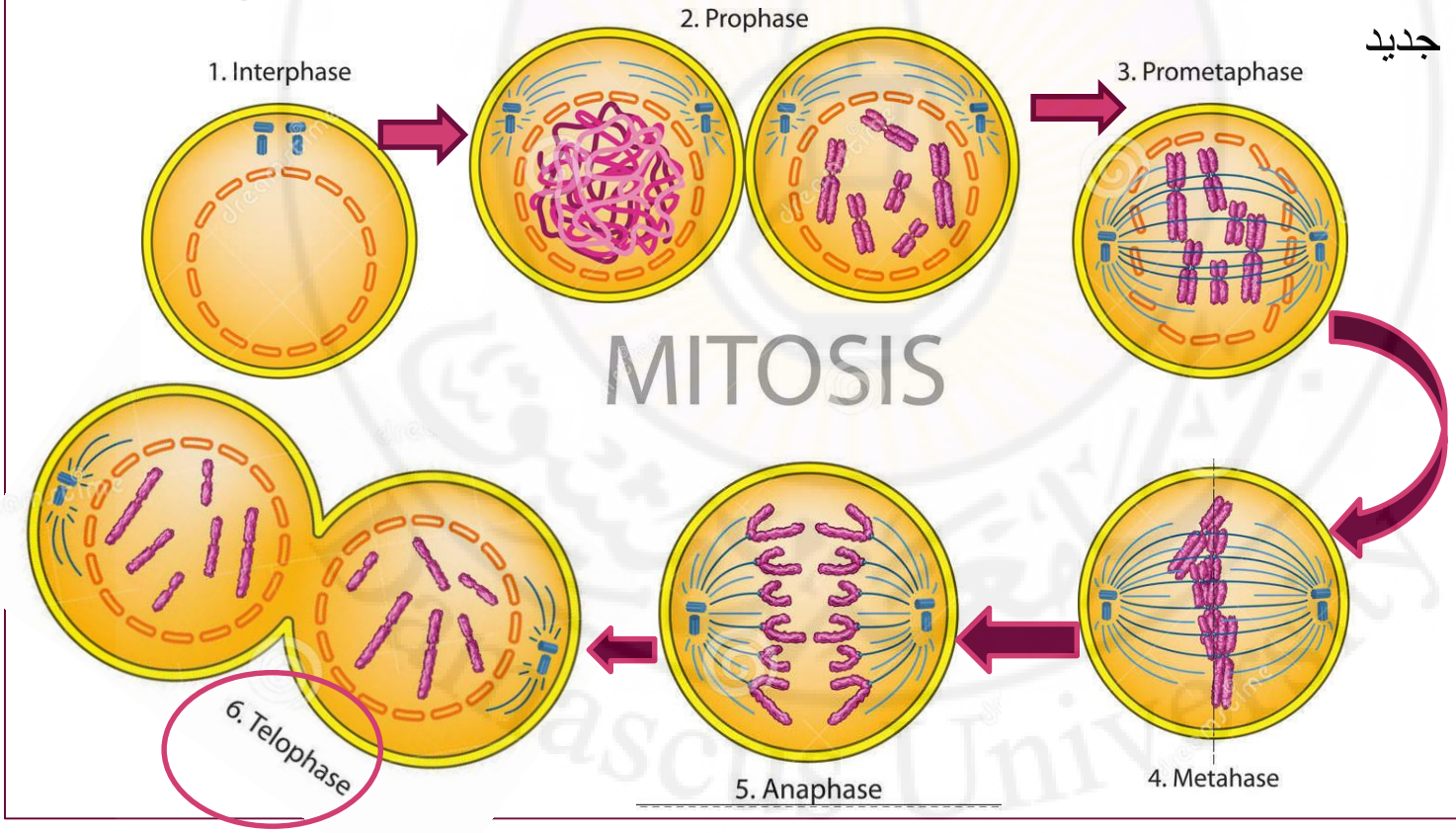
الانقسام المتساوي أو الخيطي أو الميتوزي MITOSIS

٤. **طور الهجرة Anaphase** : يبدأ بانفصال الصبغي الى صبيغيين ويهاجر كل منهما سريعا باتجاه أحد قطبي الخلية وذلك بفضل تقلصات بعض خيوط المغزل وتطاول بعضها الاخر.



مراحل الانقسام المتساوي أو الخيطي أو الميتوزي MITOSIS

٥. **الطور الرابع Telophase**: تنتقل فيه الصبيغيات التي أصبحت فيما بعد صبغيات إلى كل من قطبي الخلية وتختفي خيوط المغزل ويتشكل غلاف نووي من جديد حول كل مجموعة من الصبغيات حيث تبدأ الصبغيات بفقد تكثفها وحلزنتها وتنبى النويات من جديد



مراحل الانقسام المتساوي أو الخيطي أو الميتوزي MITOSIS

- يتم انقسام الخلية وفق خمس مراحل هي:

١. **الطور الأول Prophase :** يتميز بالتكثف التدريجي للكروماتين الذي سبق ان تضاعف خلال الطور البيني Interphase. في نهاية الطور الأول تظهر بنية الصبغيات بشكل واضح حيث كل صبغي مؤلف من صبيغيين مرتبطين بالجزيء المركزي . تتفكك النوية وتختفي كليا.

٢. **طليعة الطور الاستوائي Prometaphase**: فيها يتفكك الغلاف النووي وتبدأ خيوط المغزل بالتشكل

٣. **الطور الاستوائي Metaphase**: وفيه تتوضع الصبغيات في منتصف الخلية حيث يصبح كل صبغي على مسافة متساوية من قطبي الخلية.

٤. **طور الهجرة Anaphase** : يبدأ بانفصال الصبغي الى صبيغيين ويهاجر كل منهما سريعا باتجاه أحد قطبي الخلية وذلك بفضل تقلصات بعض خيوط المغزل وتطاول بعضها الاخر.

٥. **الطور الرابع Telophase**: تنتقل فيه الصبيغيات التي أصبحت فيما بعد صبغيات إلى كل من قطبي الخلية وتختفي خيوط المغزل ويتشكل غلاف نووي من جديد حول كل مجموعة من الصبغيات حيث تبدأ الصبغيات بفقد تكثفها وحلزنتها وتنبى النويات من جديد

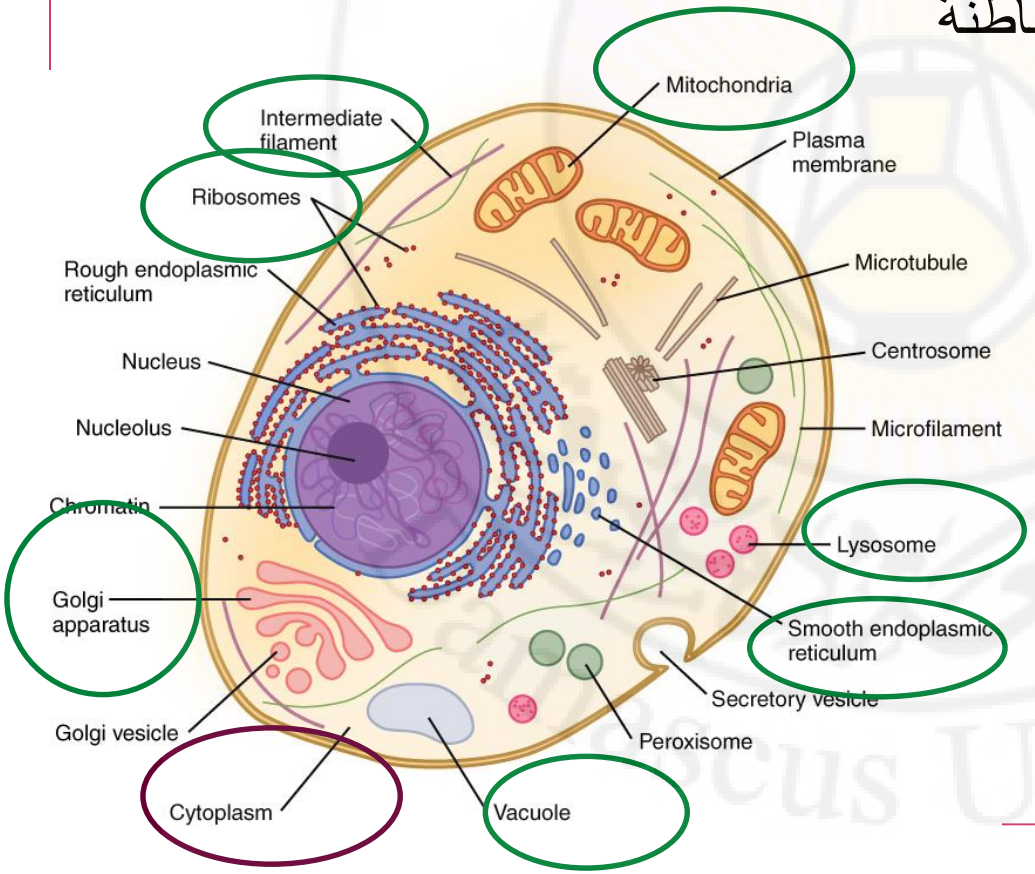
السيتوبلاسم

The Cytoplasm

السيتوبلاسم

هو الجزء من مادة الخلية يقع بين الغشاء البلازمي والنواة وهي مادة شبه سائلة يحتوي على العديد من العضيات:

١. الشبكة السيتوبلاسمية الباطنة
٢. أجسام جولجي
٣. الليسوسومات
٤. الميتوكندريا
٥. الفجوات الخلوية
٦. البلاستيدات
٧. الرياسات



١) الشبكة السيتوبلاسمية الباطنة

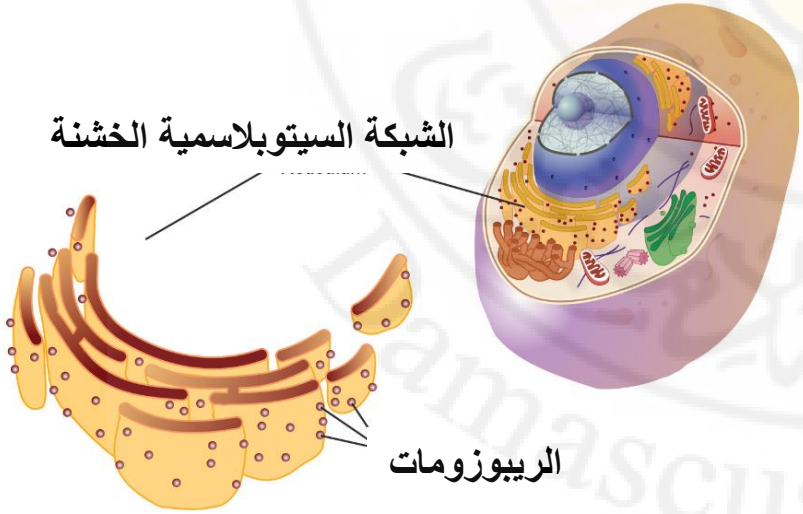
وهي عبارة عن منظومة معقدة من التجاويف المحاطة بغشاء والمنتشرة داخل السيتوبلاسم للخلايا حقيقيات النوى. يغطيها في بعض المناطق حبيبيات هي الريباسات. تتصل الشبكة السيتوبلاسمية الباطنة مع الغلاف النووي وتقسم إلى شبكة سيتوبلاسمية خشنة وشبكة سيتوبلاسمية ملساء

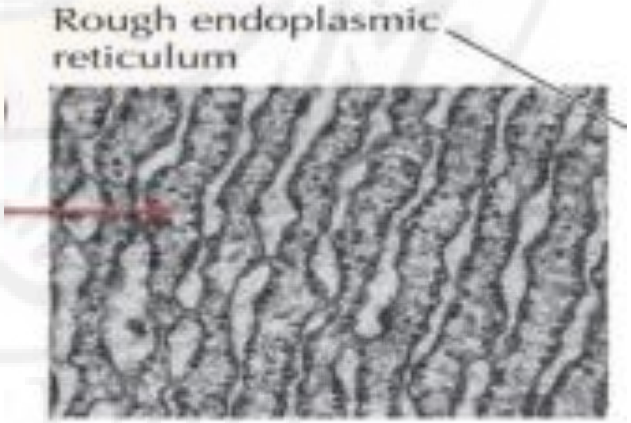


أنواع الشبكة السيتوبلاسمية الباطنة

a. **النوع الحبيبي أو الخشن :**

وترجع خشونة مظهرها الى وجود حبيبات دقيقه منتشرة على الاسطح المواجهه للسيتوبلاسم وتسمى هذه الحبيبات بالريبوزومات، لذلك تعتبر الشبكة السيتوبلاسمية الحبيبية ذات علاقه وثيقة بعملية تخليق البروتينات ويكثر وجودها في الخلايا المتخصصه التي تفرز البروتينات.

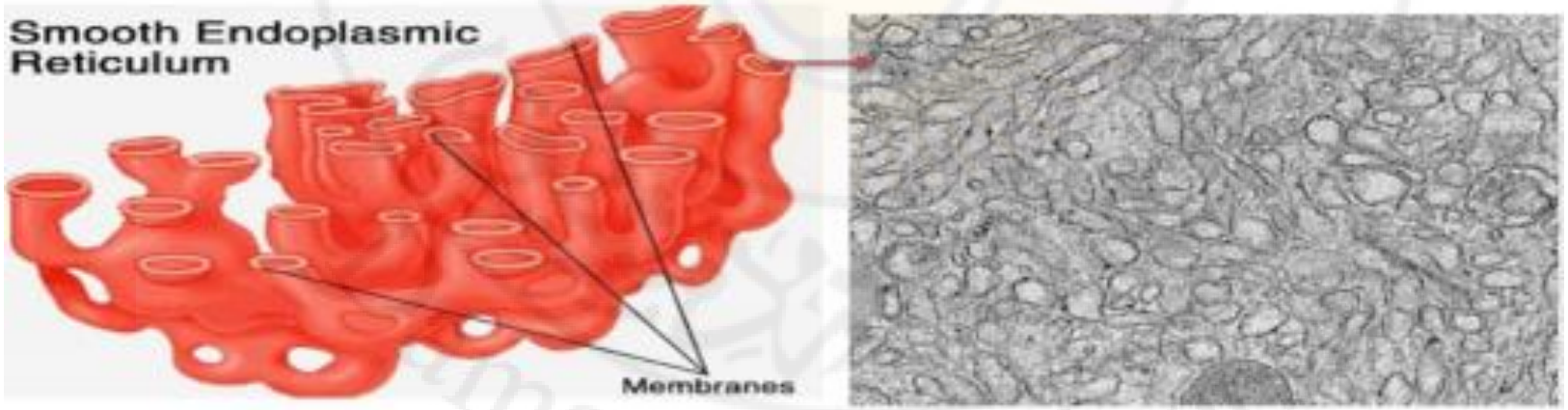




أنواع الشبكة السيتوبلاسمية الباطنة

b. النوع الاملس أو اللاحبيبي:

ويخلو هذا النوع من الريبوزومات ولذلك تظهر أغشية هذا النوع ملساء أو لا حبيبية وينتشر هذا النوع في الخلايا البرانشيمية وفي الخلايا التي تبنى فيها المواد الدهنيه والفوسفولبيدات



صورة بالمجهر الألكتروني وشكل تخطيطي للشبكة السيتوبلاسمية الداخلية الملساء

وظائف الشبكة السيتوبلاسمية الباطنة

١. **تركيب البروتينات** :

يتم تركيب البروتينات المخصصة للشبكة السيتوبلاسمية الباطنة على الريباسات (الريبوزومات) الموجوده على سطح الشبكة السيتوبلاسمية الباطنة الخشنة

٢. **اصطناع الدسم:**

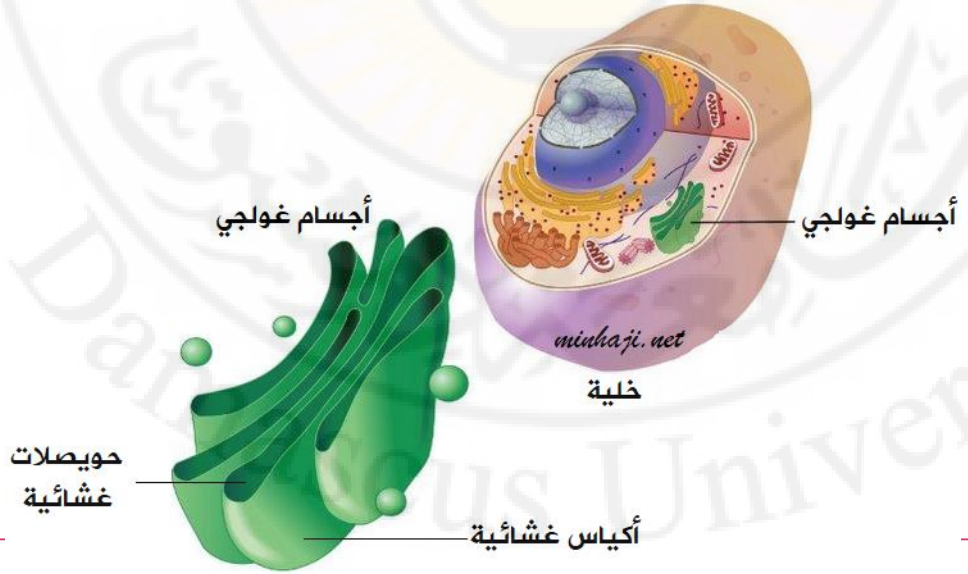
من الوظائف الرئيسة للشكبة السيتوبلاسمية الملساء اصطناع الليبيدات وخاصة الفوسفوليبيدات التي تعد المركب الرئيس في بنية الأغشية البلاسمية ولهذا تكون الشبكة السيتوبلاسمية الملساء واسعة الانتشار في الخلايا التي تفرز الليبيدات بأنواعها المختلفة.

٣. **نزع السمية:**

يسهم كلا نوعي الشبكة السيتوبلاسمية الباطنة في نزع السمية وهي عملية يتم من خلالها التخلص من المواد السامة في المتعضية

٢) جهاز غولجي

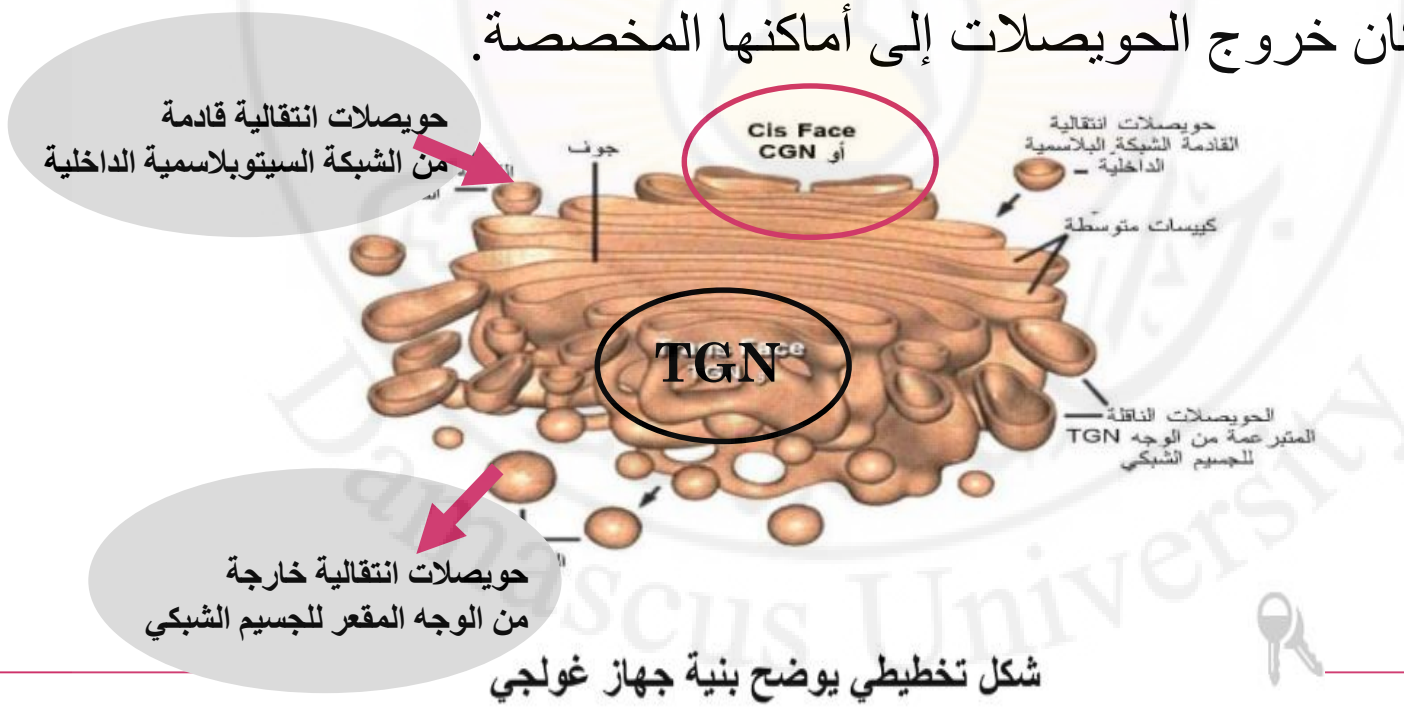
تم وصفه أول مرة من قبل الباحث الايطالي غولجي عام ١٨٩٨م حيث لاحظ وجود تراكيب شبكية تتوضع حول النواة في سيتوبلاسما الخلايا العصبية المدروسة بالمجهر الضوئي أطلق عليها اسم جهاز غولجي، جهاز غولجي عبارة عن مجموعة من الأكياس الغشائية تدعى بالجسيمات الشبكية ويتكون الجسيم الشبكي الواحد من كييسات غشائية ملساء على شكل صفائح مجوفة مكدسة بعضها فوق بعض يتراوح عددها بين (٣-٨) و مفصولة عن بعضها بمسافات بينية،تقع غالبا بالقرب من النواة وتكون هذه الصفائح محدبة من جهة ومقعرة من الجهة الاخرى ورفيعة في الوسط ومنتفخة في الاطراف.



٢) جهاز غولجي

يمتاز جهاز غولجي باستقطابه إذ يملك قطبين أو وجهين :

- وجه مركزي محدب يعرف وجه التشكل (Cis) وهو مكان دخول الحويصلات القادمة من الشبكة السيتوبلاسمية الداخلية
- أما الوجه الآخر يكون مقعر يعرف وجه النقل أو النضج (TGN) وهو مكان خروج الحويصلات إلى أماكنها المخصصة.



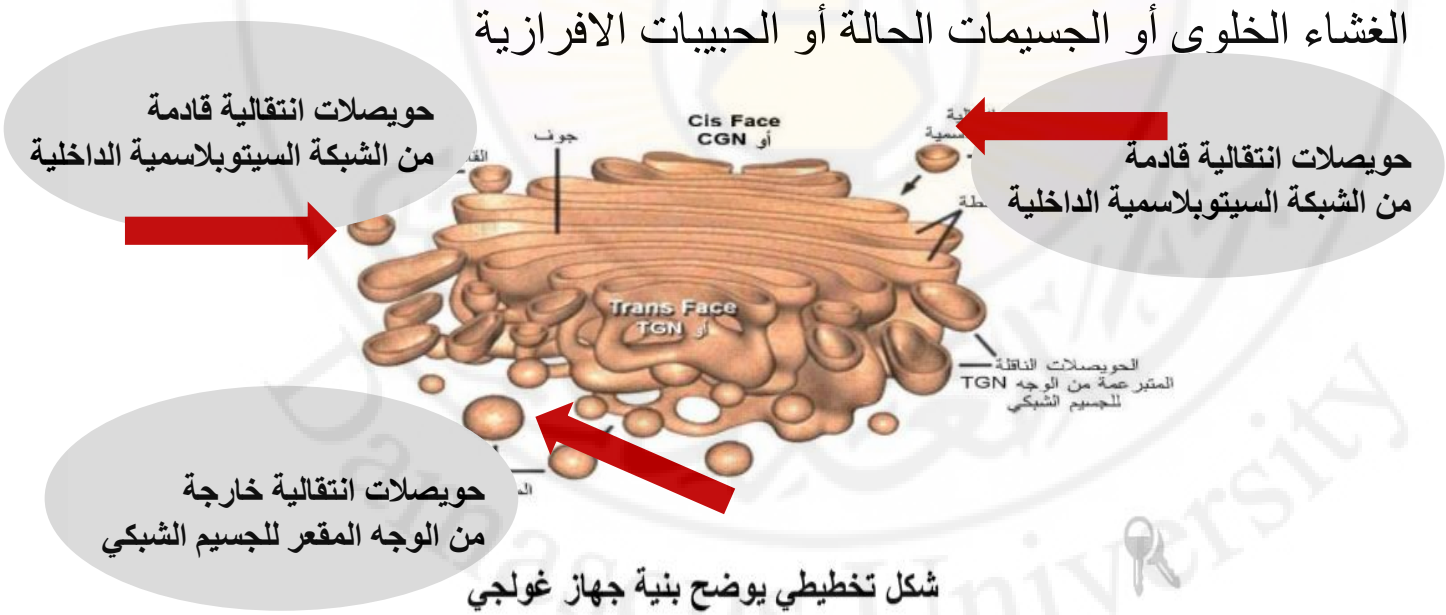
شكل تخطيطي يوضح بنية جهاز غولجي

٢) جهاز غولجي

يظهر على جانبي جهاز غولجي عدد كبير من الحويصلات:

١. **حويصلات صغيرة تدعى بالحويصلات الانتقالية** تنتشر بالقرب من الشبكة السيتوبلاسمية الداخلية وتحمل البروتينات والليبيدات من الشبكة إلى جهاز غولجي،

٢. **حويصلات كبيرة تدعى بالحويصلات الافرازية** تتبرعم من أطراف وجه النقل تنتشر على الجانب المقابل لغشاء الخلية وتحمل البروتينات المعالجة من جهاز غولجي إلى الغشاء الخلوى أو الجسيمات الحالة أو الحبيبات الافرازية



شكل تخطيطي يوضح بنية جهاز غولجي

وظائف جهاز غولجي

١. تنظيم حركة مرور الحويصلات في الجملة الغشائية الداخلية وتوجيها إلى أماكنها الصحيحة .

٢. إضافة وربط جزيئات السكر إلى البروتينات لتشكيل البروتينات السكرية.

٣. تجميع البروتينات الافرازية في حويصلات إفرازية وتغليفها وتخزينها تمهيداً لافرازها استجابة لمنبه معين.

٣) الجسيمات الحالة LYSOSOMES

تعرف على أنها عبارة عن حويصلات كروية الشكل محاطه بغشاء رقيق مفرد يتراوح قطرها بين ٠.٠٥ – ٠.٥ ميكرون. **توجد الأجسام الحالة في الخلايا الحيوانية.**
تقوم الجسيمات الحالة بتفكيك الجزيئات الكبيرة الناتجة عن الاستقلاب الخلوي (كالسكاكر، البروتينات، الدسم ، الأحماض النووية) وذلك بفضل احتوائها على أنزيمات محلمهه وتحويلها الى مواد أبسط تركيبا تنقل إلى السيتوبلاسم بتدخل أنزيمات البيرمياز حيث يعاد استعمالها في عمليات الاستقلاب الخلوية.

- **أهم أنزيمات الحلمهة في الجسيمات الحالة:**

١. البروتياز (أنزيم مفكك للبروتينات)
٢. النوكلياز (يفكك الأحماض النووية DNA)
٣. الفوسفاتاز الحامضيه (يحرر الفوسفات من مركباته)
٤. سلفاتاز (تفكيك مركبات الكبريت).
٥. بيتا غلوكورونيداز (تفكيك المركبات السكرية).

وتنشط هذه الإنزيمات فقط في باطن الجسيم الحمضي PH=5 وإذا تسربت الأنزيمات إلى السيتوبلاسم لا تكون فعالة جدا لان درجة حموضة الستوبلاسم PH=٧.٥ لذلك الأنزيمات ليس لها تأثير خطير في مكونات السيتوبلاسم.

وظائف الجسيمات الحالة (الليسوسومات)

تتمثل الوظيفة الرئيسية للأجسام الحالة في المساعدة في استقلاب الخلية عن طريق تناول وحل الأجزاء غير المرغوب فيها من الخلية أو بقايا الخلية أو المواد الغريبة التي دخلت الخلية. إذ تقوم الإنزيمات الهضمية الموجودة في باطنها الحمضي بتفكيك الهياكل والجزيئات الكبيرة إلى مكونات بسيطة، ثم تعيد المنتجات إلى الخلية لاستخدامها مرة أخرى أو التخلّص منها. بفضل هذه الوظيفة تعتبر الأجسام الحالة مهمة من أجل بقاء الخلية على قيد الحياة.



٤) الميتوكوندريا MITOCHONDRIA

عضية اسطوانية الشكل متطاولة حبيبية او خيطية موجودة بصورة عامة في الخلايا حقيقية النواة فهي موجودة في السيتوبلاسم الخلايا في الحيوانات والنباتات

وظيفتها:

تعمل الميتوكوندريا على انتاج جُزئيات الطاقة للخلية عن طريق تحويل سكر الجلوكوز الناتج من عملية البناء الضوئي مع الأكسجين إلى جزئيات الطاقة ثُلاثِي فُسْفاتِ الأَدِينُوزِين (ATP)

بنية الميتاكوندريا

تتكون من:

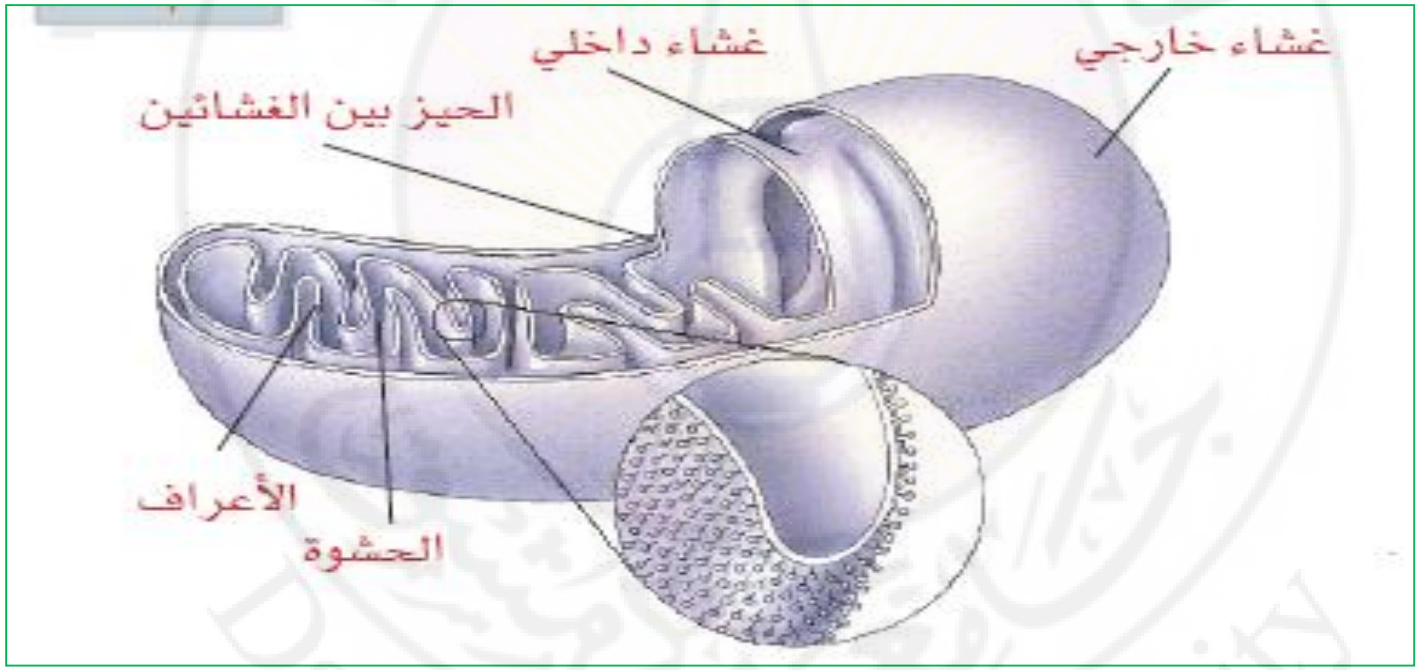
١. غشاء خارجي أملس يتركب من ٦٠ % بروتينات و ٤٠% ليبيدات. يحتوي على مستقبلات وبروتينات خاصة تسمح بالتعرف وباستيراد البروتينات الميتوكوندرية التي يتم تركيبها في السيتوبلاسم كما يحتوي على أنزيمات متنوعة.

٢. غشاء داخلي (يحتوي على انثناءات) يتركب من ٨٠% بروتينات و ٢٠% ليبيدات وهو مركز نقل الالكترونات وضخ البروتونات والماكينة الضرورية لتركيب ال ATP

٣. ويحتوي التجويف الداخلي على مادة تسمى بالحشوة.

٤. أعراف «Cristae»، تتكون من العديد من الطيّات الداخلية للغشاء الداخلي، وتستقر عليها «مُخلِّقات أدينوسين ثلاثي الفوسفات - ATP synthases

٤) الميتوكوندريا MITOCHONDRIA



٥) الفجوات VACUOLES

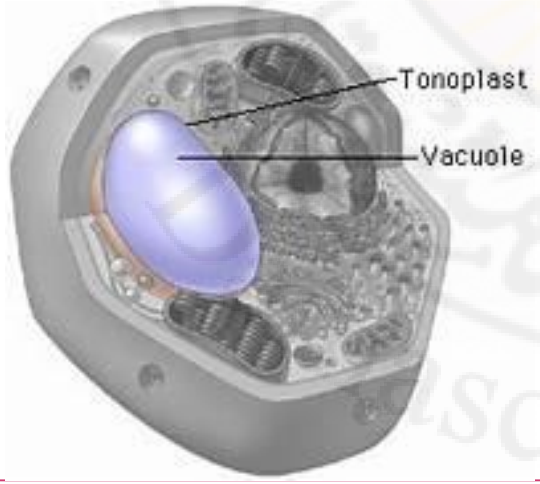
- تُعرَّف الفجوات بأنَّها حُجيرات كبيرة مُغلّفة بغشاء تقوم بعدّة وظائف من أهمّها:

١. تخزين المواد المفيدة للخلية،

٢. كما تُساهِم في عِدّة عمليات أخرى؛ كالحماية، وإزالة السموم، والنموُّ.

- من أهم الفجوات في الخلية:

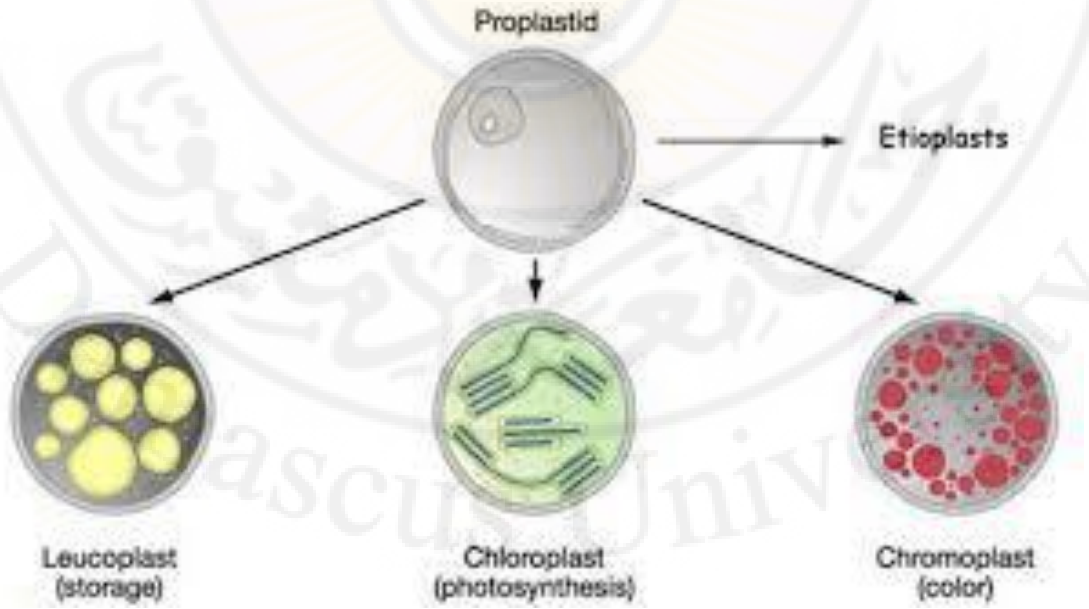
الفجوة المركزية التي تشغل ما نسبته ٣٠% من حجم الخلية النباتية الناضجة، وتحتوي في داخلها **العُصارة الخلوية** المكوّنة من خليط من الماء والأملاح و مركبات عضوية (سكريات وليبيدات وبروتينات) ومدخرات غذائية وغيرها



٦) البلاستيدات (الصانعات)

عبارة عن عضيات خلوية تخص الخلايا النباتية فقط سواء وحيدة خلية أو كثيرة الخلايا وتغيب لدى الخلايا الحيوانية والفطريات. تحتوي الصانعات على أصبغة عديدة يمكن ترتيبها في ثلاث مجموعات رئيسية وهي:

١. الصانعات الخضراء : الصباغ الأساسي فيها هو اليخضور
٢. الصانعات الملونة : تسيطر فيها الأصبغة شبه الكاروتينية
٣. الصانعات عديمة اللون : وهي عديمة الأصبغة



A. الصانعات الخضراء

- الصانعة الخضراء عبارة عن عضية لها القدرة على امتصاص الطاقة الضوئية وتخزينها على شكل طاقة كيميائية في جزيئات ال ATP التي تعد الحامل الأساسي للطاقة الضرورية لعملية التركيب الضوئي في الخلية.
- توجدالصانعات الخضراء في الخلايا والأنسجة المعرضة للضوء وبخاصة في النسيج المتوسط الورقي.
- أهم العمليات التي تتم في الصانعات الخضراء هو انتاج المركبات العضوية انطلاقا من ثاني أكسيد الكربون الجوي والماء وذلك بفضل عملية الاصطناع الضوئي ويتحرر نتيجة لذلك الأكسجين وهذا ما جعل النباتات كائنات ذاتية التغذية وأكسبها دور في الحفاظ على توازن العالم الحي.

بنية الصانعات الخضراء

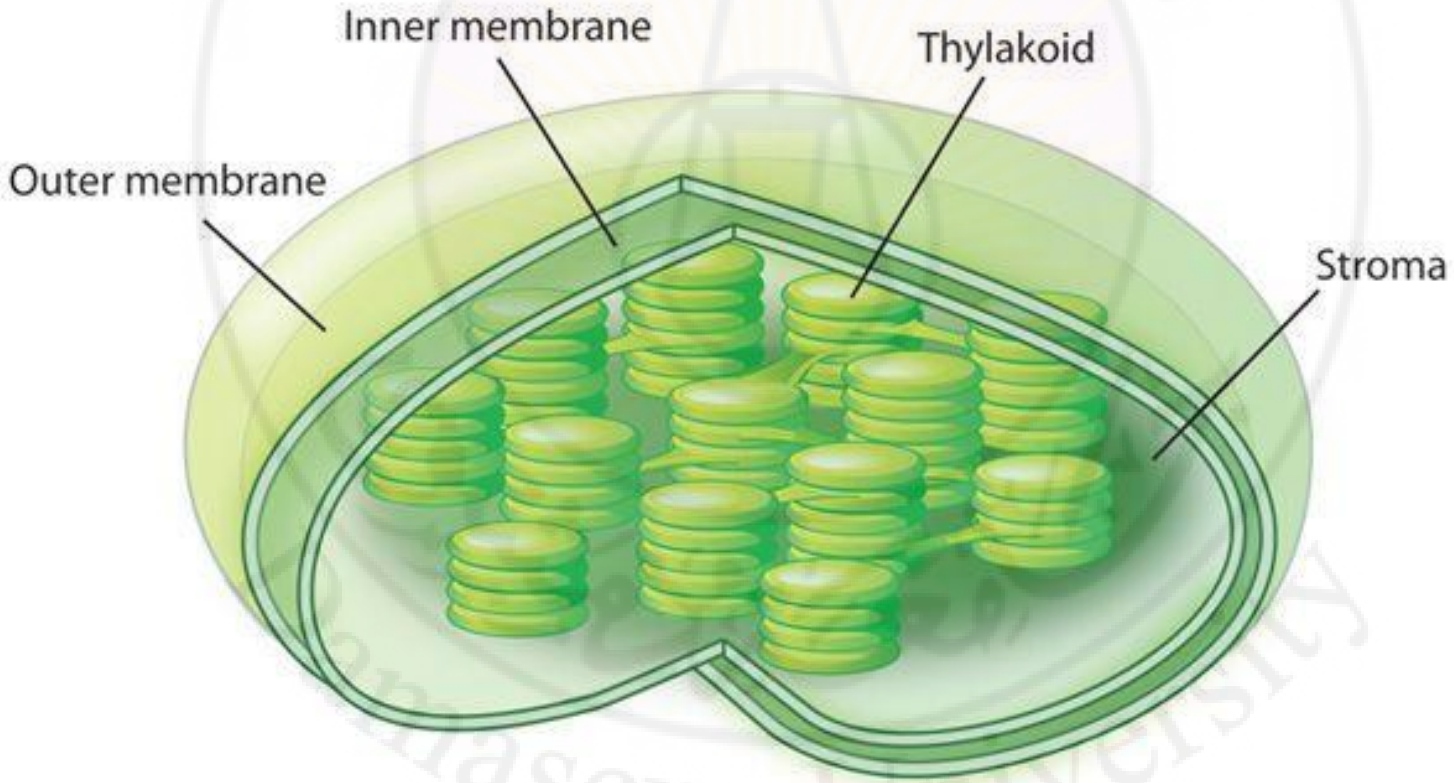
١. تحاط البلاستيدات الخضراء بغشائين:

الغشاء الأول هو غشاء خارجي نفوذ للجزيئات العضوية الصغيرة، في حين أن الغشاء الداخلي أقل نفادية والمواد تعبره بفضل أنزيمات متخصصة هي أنزيمات البيرمياز.

٢. يحيط الغشاء الداخلي للصانعة الخضراء بمادة أسلسية ندعوها الستروما (السردة).

٣. تحتوي البلاستيدات الخضراء أيًضا على غشاء داخلي ثالث يسمى الثايلاكويد (Thylakoid)، وهو عبارة عن مجموعة من الطيات المضغوطة، ويظهر على المجهر الإلكتروني كأقراص مسطحة متكدسة. يحتوي الثايلاكويد على مجمع حصاد الضوء بما في ذلك الصبغات مثل الكلوروفيل، وكذلك بروتينات كثيرة تساهم في نقل الإلكترونات المستخدمة في التركيب الضوئي وتركيب ال ATP.

بنية الصانعات الخضراء



B. الصانعات الملونة

عبارة عن صانعات تسيطر فيها الأصبغة شبه الكاروتينية فتأخذ ألوانا متباينة من الأصفر إلى البرتقالي فالأحمر وهي لاتقوم بعملية التركيب الضوئي وتصادف في:

١. الثمار الناضجة : كالبندورة والفليفلة الحمراء والبرتقال
٢. تويجات بعض الأزهار : كالورد الأصفر والتوليب
٣. الجذور اللحمية : كالشمندر والجزر

Damascus University

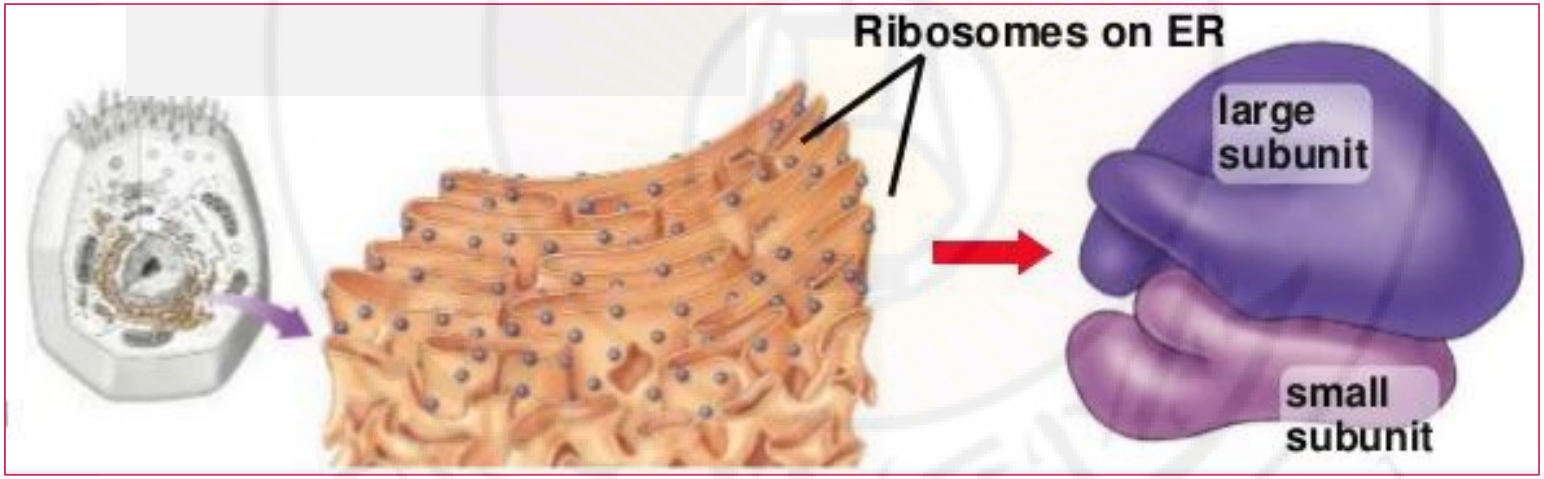
C. الصانعات عديمة اللون

تفتقر هذه الصانعات للأصبغة وتبدي تحورات لادخار الغذاء تصادف في جميع الأعضاء النباتية وتكثر بخاصة في الأعضاء الادخارية مثل الجذور والبذور والأوراق الفتية وتصنف بحسب نوع الغذاء المدخر ألى :

١. صانعات نشاء حيث تدخر النشاء
٢. صانعات الدسم وتدخر المواد الدسمة على شكل شحوم أو على شكل زيوت كما هو الحال في الجوز والبندق وبذور عباد الشمس
٣. صانعات بروتينية وتدخر البروتينات كما في بعض البذور النباتية

٧) الريباسات أو الريبوسومات

وهي عبارة عن دقائق بروتينية ريبية نووية مكونة من (الرنا الريباسي rRNA + البروتينات). توجد في السيتوبلاسم الخلايا الحية في بدائيات النوى وحقيقياتها.



وظيفتها؟

تعتبر الريباسات أو الريبوسومات موقع اصطناع البروتينات حيث يتم على سطحها تجميع الحموض الأمينية لبروتين ما وفق ترتيب محدد.

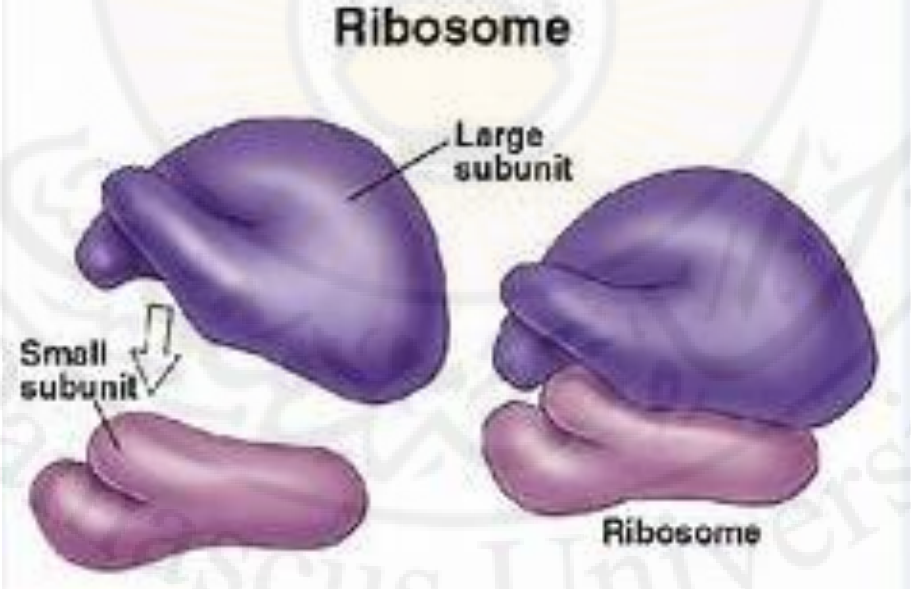
هيكل ومُكوِّنات الريباسة أو الريبوسوم

- الريبوسوم يتكون من إثنين من العناصر الرئيسية التي تُسمَّى :

١. **الوحدات الفرعية الكبيرة :**

٢. **الوحدات الفرعية الصغيرة**

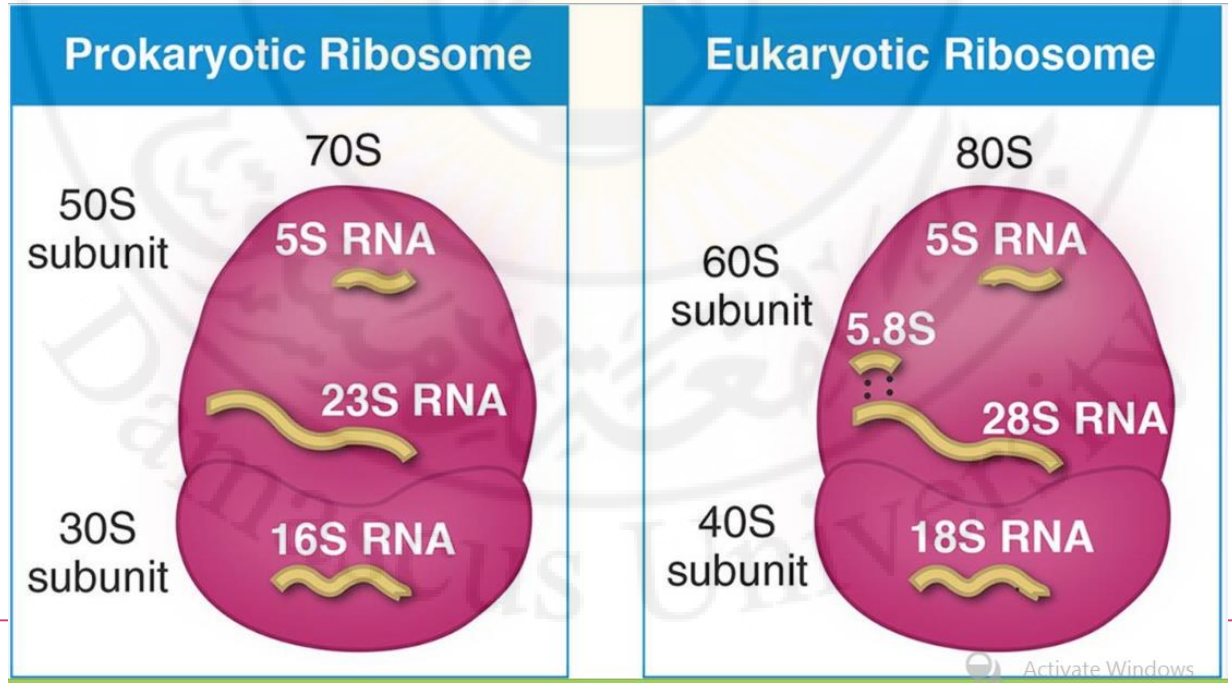
هاتين الوحدتين يتحدان معاً عندما يكون الريبوسوم مُستَعِدّاً لصِناعة (بروتين) جديد.



هيكل و مُكوِّنات الريبوسوم

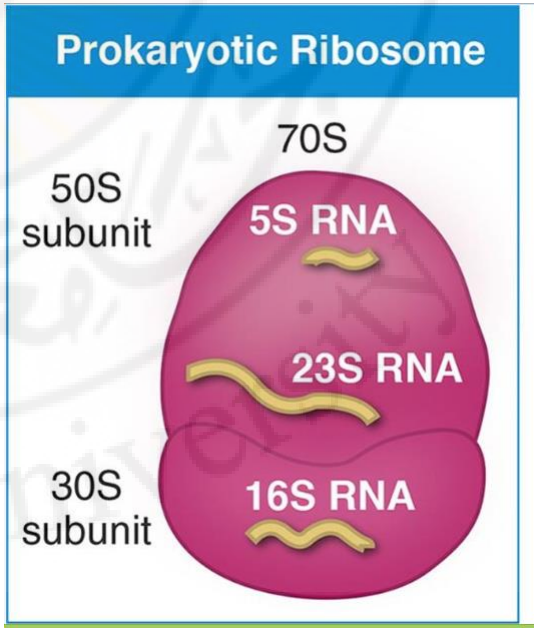
يشار إلى حجم كل وحدة فرعية بمعامل الترسيب نعبر عنه بوحدة سفيدبرغ.

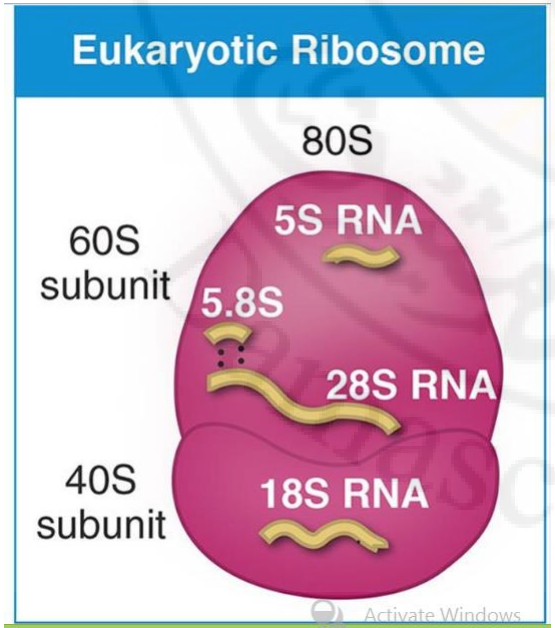
- **في ريباسات بدائيات النوى :** معامل سفيدبرغ يساوي (**70 S**) ككل يطلق عليها اسم (**٥٠ S** للوحدة الكبيرة و **٣٠ S** للوحدة الصغيرة)
- **بينما في ريباسات حقيقيات النوى** : معامل سفيدبرغ فيساوي إلى (**80 S**) يطلق عليها اسم (**60 S** للوحدة الكبيرة و**40 S** للوحدة الصغيرة)



مقارنة بين الريبوسومات عند بدائيات النوى وحقيقيات النوى

ريباسات بدائيات النوى ٧٠S	ريباسات حقيقيات النوى 80S
حجمها صغير	حجمها أكبر
تحتوي ٥٣ نمط من البروتين	تحتوي ٧٠-٨٠ نمط من البروتين
تمتلك ثلاث أنماط من جزيئات الرنا 23S rRNA 5S rRNA ١٦S rRNA	تمتلك أربع أنماط من جزيئات الرنا 18S rRNA, 28S rRNA, 5.8S rRNA , 5S rRNA





مشتقات البروتوبلاست

عبارة عن مجموعة من المواد عدد كبير منها ينحصر في السيتوبلاسم وعدد أقل يترسب خارج حدودها لتشكيل الجدار الخلوي وتعد مشتقات البروتوبلاست الحاصلات الأساسية لنشاط العضيات الخلوية المختلفة. تصنف في ثلاث زمر:

١. مواد فيزيولوجية نشطة كالبروتينات والأنزيمات والهرمونات النباتية والفيتامينات...
٢. حاصلات الاستقلاب الخلوي وهي مركبات متنوعة كالسكاكر واللبيدات والبروتينات قد تأخذ أشكال محددة (كحبات النشاء أو البللورات وغيرها) وقد تكون منحلة في العصارة الخلوية
٣. الجدار الخلوي

Damascus University

١ـ المواد الفيزيولوجية النشطة

١. **البروتينات:**

وتصنف إلى ثلاث زمر بروتينات بنائية – بروتينات توجه وتحدد مجرى التفاعلات البيوكيميائية (الأنزيمات) – بروتينات ادخارية.

٢. الهرمونات النباتية:

تتمتع بنشاط فيزيولجي كبير وتدعى بهرمونات النمو كالاوكسينات والجبريلينات.

٣. **الفيتامينات:**

تقوم كالأنزيمات بدور منشطات ، تم تركيبها صناعيا ويرمز لها بالأحرف الأبجدية اللاتينية ويتصف بعضها بقدرتها على الانحلال بالماءمثل فيتامين B-C-H حيث توجد في العصارة الخلوية ويستطيع بعضها الاخر الانحلال في الددسم مثل D-A – E وهذه الفيتامينات توجد في السيتوبلاسم

٢ـ حاصلات الاستقلاب الخلوي

النشاء: يتجمع في الخلايا النباتية بكميات كبيرة على شكل حبيبات صغيرة ويشكل النشاء المادة الادخارية الرئيسية في النبات ويصادف بثلاثة أشكال : أولي و انتقالي و ثانوي (ادخاري)

١. **النشاء الأولي:** يتركب في الصانعات الخضراء بعملية التركيب الضوئي وبتأثير بعض الأنزيمات مثل (اميلاز و مالتاز) يتحول النشاء الأولي إلى سكاكر بيسيطه فيستطيع حينها الانتقال من خلية إلى اخرى

٢. **النشاء الانتقالي:** يتشكل نتيجة تعرض السكاكر البسيطة الناتجة عن اماهة النشاء الأولي لتفاعلات أنزيمية معاكسة فيتشكل النشاء الانتقالي

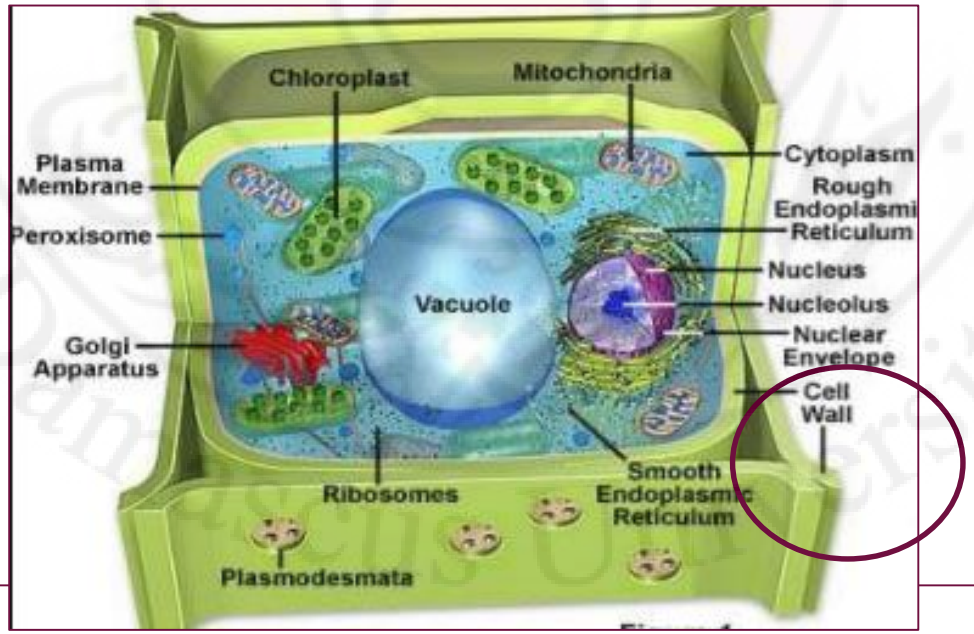
٣. **النشاء الثانوي**: يتم ادخاره في الخلايا والنسج و يتشكل نتيجة تفكك النشاء الانتقالي بفعل الانزيمات السابقة إلى سكاكر بسيطة . يصطنع النشاء الادخاري غالبا في الصانعات النشوية .

مثال على تطور النشاء وتحوله بمراحله الثلاث نبات البطاطا:

يجري تشكل النشاء الأولي في الضوء في الأجزاء الهوائية للنبات بفعل عملية التركيب الضوئي ثم ينتقل عبر الساق (النشاء الانتقالي) إلى الدرنات ليتراكم ويدخر فيها على هيئة نشاء ادخاري أو ثانوي

٣- الجدار الخلوي CELL WALL

- عباة عن جدار قاس، يحيط بجميع الخلايا النباتية ويوجد عند النباتات والفطور والبكتريا. لكنه يختلف بالتركيب فهو عند النباتات مؤلف من السيللوز بينما في الفطور والبكتريا فهو ذو طبيعة كيتينة
- من اهم وظائف الجدار الخلوي:
- يؤمن الجدار الخلوي الحماية والدعم ويعطي الخلايا النباتية شكلا محددا.



النسج النباتية

مفهوم التمايز الخلوي

يعرف التمايز الخلوي بأنه اختصاص الخلية النباتية بوظيفة معينة واكتسابها تبعا لذلك بنية مورفولوجية واضحة ومحددة حيث تتشابه خلايا النسيج النباتي الواحد بالبنية والوظيفة. يتم التمايز في مراحله الأولى بصورة بطيئة ومتشابهة في النسج النباتية المختلفة بينما يختلف في مراحله الانتهائية وذلك حسب نوع النسيج النباتي.ان التمادي في التمايز الخلوي قد يؤدي إلى موت الخلية وذلك بسبب ضمور السيتوبلاسم وتلاشي العضيات الخلوية تدريجيا فالشدة في التمايز تؤدي إلى هرم وشيخوخة الخلية

مفهوم التمايز الخلوي

ومن أهم مظاهر الشيخوخة:

١. ازدياد العلاقة البلاسمية النووية إلى حد كبير
٢. ازدياد لزوجة العصارة الخلوية
٣. وجود فجوة كبيرة واحدة
٤. ازدياد نفاذية الأغشية البلاسمية
٥. تباطؤ تدريجي في الوظائف الحيوية المختلفة وخاصة في التنفس وذلك لتلاشي الميتاكوندريا

مراحل التمايز الخلوي

يمكن ايجاز مراحل التمايز الخلوي بالنقاط الأساسية التالية:

١. توقف الانقسام الخلوي

٢. نمو الخلية وتطورها فيرافق ذلك تغير شكلي في بنيتها الداخلية وخاصة فيما يتعلق باتحاد الفجوات مع بعضها البعض

٣. تضخم حجم الخلية

٤. تمايز الصانعات إلى أشكالها المختلفة

٥. تشكل الفراغات بين الخلايا

٦. تبدلات كيميائية تطرأ على الجدار الخلوي

التغيرات النوعية في البنية الكيميائية للجدار الخلوي

a) **التخشب :**

وهو تشرب الجدار الخلوي لمادة الخشبين فترتفع بذلك قساوته وكثافته وتنخفض مرونته وقدرته على النمو.

b) **التفلن :**

يبدأ الجدار الخلوي بالتفلن بتغطية سطحه بطبقة كثيفة من مادة كيميائية خاملة هي الفلين. الطبيعة الكيميائية للفلين قريبة جدا من الشحوم وهو مركب كاره للماء، يتألف من سلاسل ضخمه من الحموض الدسمة المشبعة مع حموض هيدروكسيلية معقدة. يتراكم الفلين في جدر خلايا النسج الواقية الثانوية مشكلا مادة عازلة للماء والحرارة.

c) **التقشرن :**

هو تسرب طبقة سطحية على الجدار الخلوي من مادة القشيرين شبيه أيضا بالشحوم يحفظ أعضاء النبات من التبخر الشديد ويحميها من تسلل الطفيليات.

النسيج النباتي

- عبارة مجموعة من الخلايا المتحدة مع بعضها البعض قد تكون متشابهة في الخواص وتقوم بوظيفة مشتركة **فتسمى بالانسجة البسيطة** مثل خلايا النسج البرانشيمية أو قد تكون مختلفة في الخواص ولكنها تعمل مع بعضها لتقوم بوظيفة مشتركة **فتسمى بالانسجة المعقدة** مثل نسيجي اللحاء والخشب. والعلم الذي يدرس الأنسجة من حيث أنواعها وتركيبها ووظائفها وانتظامها في الأعضاء يسمى بعلم الأنسجة

- تتصف الخلايا المشكلة لأي نسيج نباتي بالصفات التالية:

١. تملك بنية مورفولوجية متشابهه

٢. تقوم بوظائف فيزيولوجية واحدة

٣. تتمتع بأصل عام واحد

النسيج النباتي

- مثلاً: يتألف جنين بذرة القمح من جذير وبريعم وسويقة وفلقة. جميع خلايا هذه الأعضاء الجنينية تتصف بمايلي:

١. جميعها ذات بنية مورفولوجية متشابهه ، تتجلى بضخامة نواتها ورقة جدارها السللوزي وفجواتها الصغيرة.

٢. جميعها تقوم بوظيفة فيزيولوجية واحدة ، تنحصر في توليد خلايا فتية جديدة ذات انقسام خيطي سريع ونمو كبير.

٣. جميعها تتمتع بأصل واحد، اذ أنها تطورت كلها بدءا من خلية واحدة هي البيضة الملقحة أو الزيغوت بعدئذ تتمايز بعض خلايا الجنين لتشكل الجذر الرئيس وبعضها الأخضر لتشكل السويقة والجزء الثالث لتكوين الساق والأوراق.

النسيج النباتي

Simple Permanent Tissues

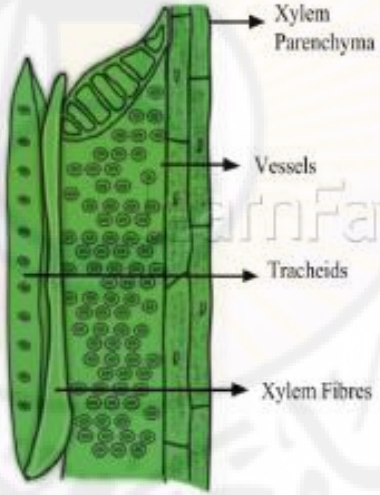
Parenchyma



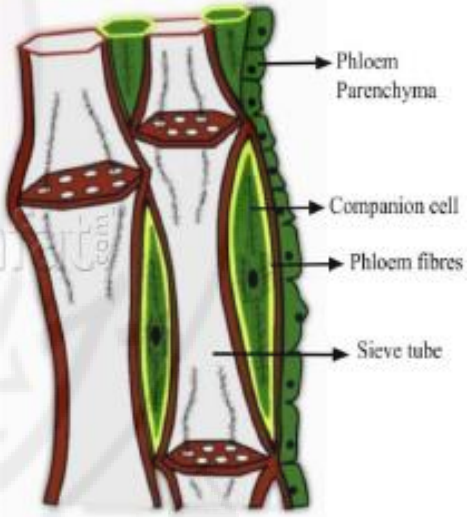
Chlorenchyma



Complex Permanent Tissue



Xylem



Phloem

البنية المجهرية للنسيج النباتي

عند دراسة البنية المجهرية للأعضاء النباتية تبين وجود ست مجموعات نسيجية رئيسية حسب وظيفة كل نسيج وهي:

١. مجموعة النسج المولدة أو القسومة

٢. مجموعة النسج الواقية

٣. مجموعة النسج الأساسية أو البرنشيمية

٤. مجموعة النسج الاستنادية

٥. مجموعة النسج الناقلة

٦. مجموعة النسج المفرزة

١. مجموعة النسج المولدة أو القسومة

تتميز النباتات الراقية عن الحيونات بقدرتها على النمو باستمرار وبالتالي هذه المجموعه من النسج مسؤوله عن نمو النبات حيث تساعد على نمو وتطور العضوية النباتية باستمرار خلال فترة حياتها بكاملها بفضل قدرتها على الانقسام بشكل مستمر

تتصف الخلايا القسومة بصفتين أساستيين و هما:

١. **الانقسام النشط:**

أي تكون الخلايا في حالة انقسام دائم وتدعى بالخلايا الأصلية أو البدائية كما في خلايا الميرستيم القمي

٢. **التمايز :**

أي قدرتها على التحول إلى عناصر نسيجية متخصصة في مختلف النسج. فمثلا نواتج الخلايا الأصلية يتغير شكلها وتتبدل الطبيعة الكيميائية لجدرها وتنتقل إلى عناصر متخصصة في مجموعات نسيجية أخرى

أنماط النسج القسومة أو المولدة

١. النسيج القسوم القمي : Apical Meristem

- يوجد في قطبي النبات أي في نهاية المحاور الرئيسية والجانبية للساق والجذر.
- وظيفتة الأساسية : نمو الأعضاء النباتية طولا عند القمة

٢. النسيج القسوم الجانبي : Lateral Meristem

- ينتشر في الأعضاء النباتية المحورية المعمرة لعريانات البذور وثنائيات الفلقة.
- وظيفته الأساسية : مسؤول عن نمو الأعضاء النباتية عرض ا وهذا يعرف باسم الكامبيوم وله شكلان كامبيوم وعائي وكامبيوم فليني .

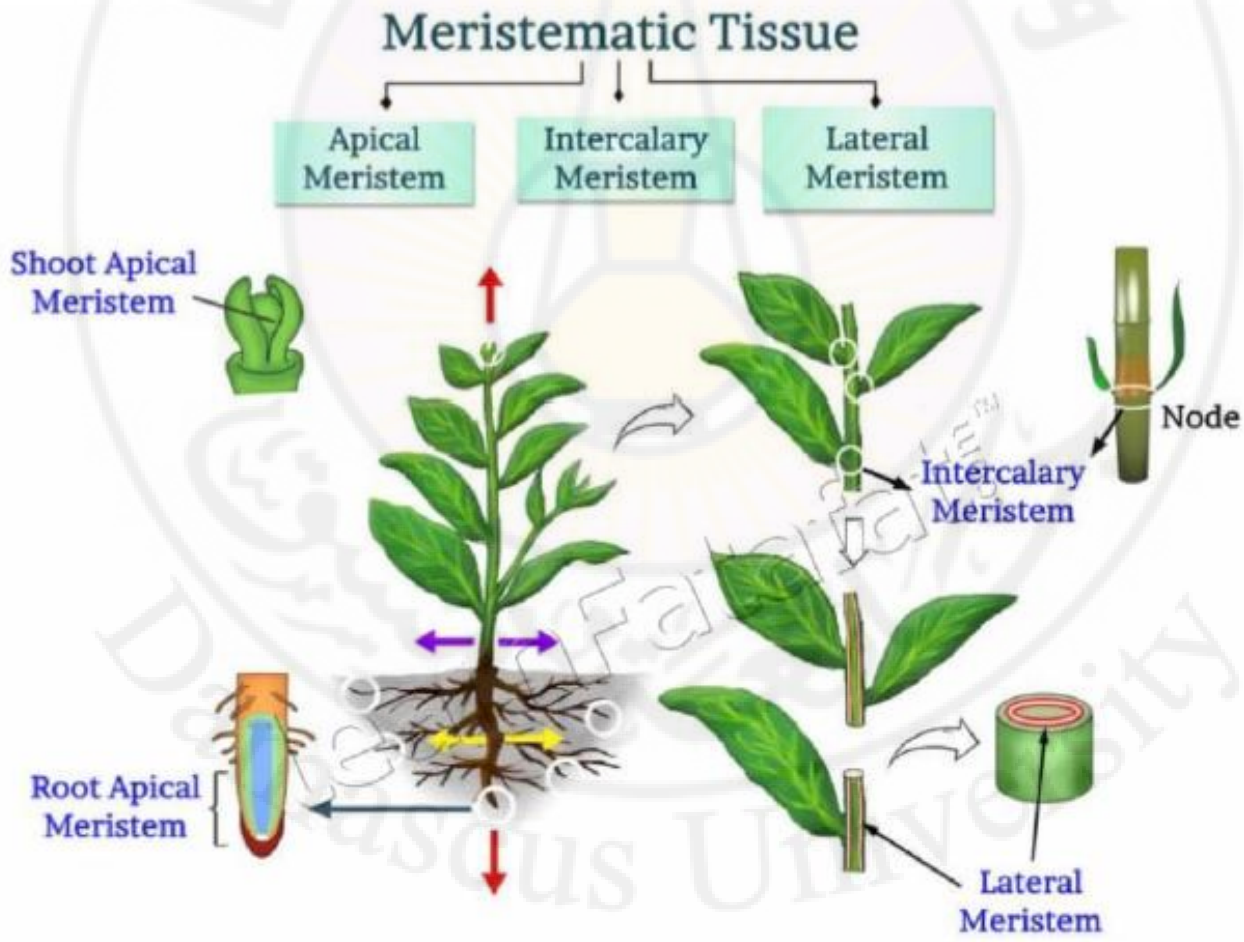
٣. النسيج القسوم البيني : Intercalary Meristem

- يتواجد في الجزء السفلي لسلاميات الفوارع والاوراق غالبا ينشط لفترة قصيرة كما في حالة تطور البراعم واحيانا يستمر نشاطه كمافي قاعدة سلاميات النجيليات .
- وظيفته : مسؤول عن زيادة الطول بين العقد.

٤. ميرستيم الاصابات والجروح Traumatic Meristem

يمكن أن يظهر هذا النسيج في أي جزء من النبات تعرض لاصابه أو جرح، يتشكل هذا النسيج من خلايا برنشيمية متراصه تنقسم بنشاط كبير

١. مجموعة النسج المولدة أو القسومة



٢. مجموعة النسج الواقية

عبارة عن مجموعة من النسج ذات توضع محيطي اي أنها تحيط بالأعضاء النباتية المختلفة من سوق وأوراق و أزهار وجذور وبالتالي تكون وظيفتها الأساسية حماية الأعضاء النباتية من الجفاف أو الدفاع عنها من العوامل المؤذية للوسط الخارجي كالاضاءة الشديدة والحرارة المرتفعة والجفاف وغيرها

يمكن تقسيم النسج الواقية استناداً إلى زمن تشكلها ومكانها إلى ثلاث مجموعات رئيسية:

A. البشرة وملحقاتها (الزوائد - القشيرة – المسام)

B. نسيج واق ثانوي (البيريدرم= الفللوجين + الفلين + الفللودرم)

C. نسيج واق ثالثي (القلف)

A. البشرة

- وهي نسيج ابتدائي أولي يحيط بالأعضاء النباتية الهوائية من سوق وأوراق وأزهار وثمار.
- تتألف من خلايا حية تشتمل على فجوة كبيرة لاتحتوي على صانعات خضراء وانما غالبا تحتوي عى صانعات عديمة اللون.
- يختلف شكل خلايا البشرة حسب العضو النباتي الدروس فتكون مسطحة دائرية في بشرة أوراق ثنائيات الفلقة بينما تكون متطاولة مضلعة في أوراق وساق نباتات وحيدات الفلقة.
- تحتفظ خلايا البشرة بقدرتها على الانقسام لمدة طويلة وبفضل ذلك لاتعيق البشرة نمو النباتي عرضاً.

وظائف البشرة في العضو النباتي

تختلف وظيفة البشرة حسب العضو النباتي الذي تحيط به فهي:

a. تقوم بتنظيم عملية النتح والتبادل الغازي في الورقة بفضل احتوائها على المسامات.

b. تؤدي خلايا البشرة دور نوافذ ضوئية بسبب فقدان خلايا البشرة للصانعات الخضراء تكتسب شفوفية كبيرة وتزيد قدرتها على امتصاص الأشعة الضوئية فتقوم بدور نوافذ ضوئية.

c. تقوم خلايا البشرة بحماية الورقة أو الغصن الفتي من الاحتراق وذلك بسبب قدرة البشرة على عكس بعض الأشعة الضوئية التي تمتصها بفضل وجود صانعات عديمة اللون وبلورات لأملاح معدنية مختلفة في خلايا البشرة، الأمر الذي يكسب البشرة بريقاً ولمعاناً خاصين فيوفر لها القدرة على عكس بعض الأشعة الضوئية الممتصة.

b. تقوم خلايا البشرة بوظيفة دفاعية من خلال كون البشرة مغطاة بطبقة مستمرة من مادة القشيرين التي تحفظ النبات من زيادة النتح ومن تسلل العضويات الدقيقة للنبات.

c. تقوم بوظيفة افرازية بفضل وجود بعض الأوبار المفرزة التي تفرز زيوت عطرية اتيرية أو راتنجية أو قلويدية تحمي هذه الأوبار النبات من التهام الحيوانات العشبية.

ملحقات البشرة

١. **الزوائد :**

وهي عبارة عن أوبار أو أشعار أو حراشف تنمو على السطح العلوي للبشرة **وتقوم هذه الزوائد** بحماية النبات من الحرارة المرتفعه وتساعد على تخفيف النتح وذلك من خلال شكلها البراق اللامع حيث تعكس أشعة الشمس وتحمي الأوراق والفوارع الفتية من تجاوز حدود التسخين ومن زيادة النتح **تؤدي مثل هذه الدور الأوبار المظلية في ورقة الزيتون.**

٢. **القشيرة:**

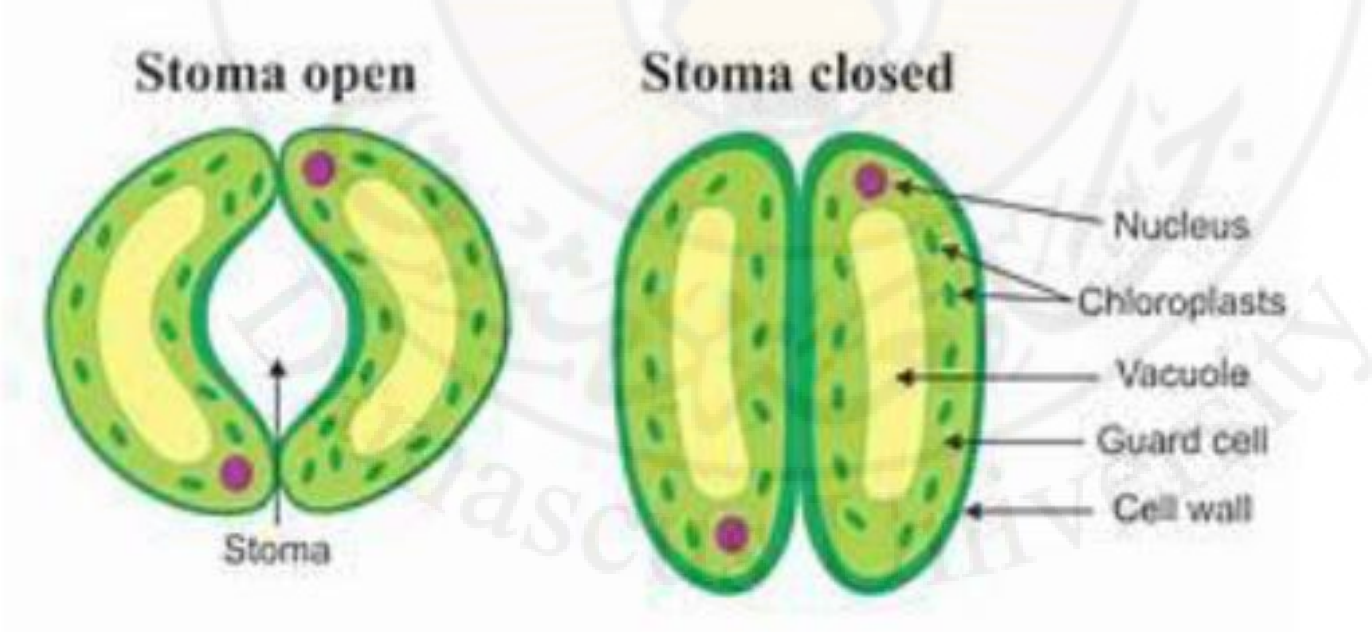
طبقة عديمة اللون غير نفوذه للماء وتقريبا غير نفوذه للغازات تغطي السطح الخارجي لخلايا البشرة. تتركب القشيرة من مادة القشيرين. في بعض الأحيان تغطى القشيرة بطبقة شمعية كما في اوراق الملفوف وثمار الكرز والخوخ . ينتمي الشمع والقشيرين إلى المواد الشبيهه بالدسم تنحصر **أهمية القشيرة** في حفظ النبات من زيادة النتح ومن تسلل العضويات الدقيقة الى داخل النبات كما تمنع تسرب الأمطار إلى نسج النبات الداخلية .

ملحقات البشرة

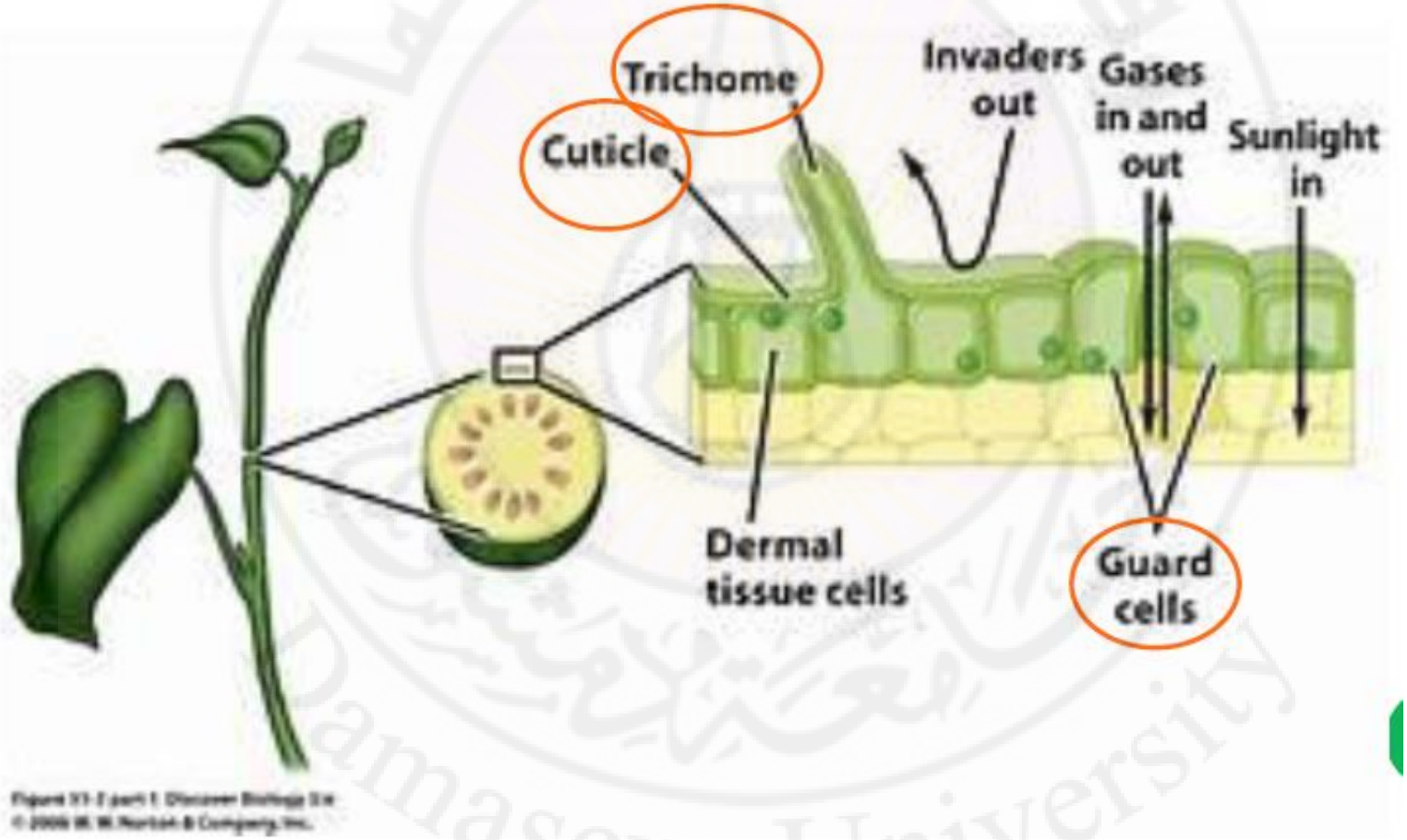
٣. **المسام**

عبارة عن خلايا ذات شكل كلوي توجد بين خلايا البشرة تشرف على التبادل الغازي مابين النسج الداخلية في العضو النباتي والوسط الخارجي.

يتألف السم من خليتين هلاليتي الشكل تسمى بالخلايا السمية (تشرف على عملية غلق وفتح الفوهة السمية) تتركان بينهما فوهة تسمى بالفوهة السمية تؤدي دور ا مهما في انجاز عملية التبادل الغازي



ملحقات البشرة



B. النسيج الواقي الثانوي (البيريدرم)

يتميزعن البشرة بأنه نسيج واق ثانوي يحل محل البشرة بعد موتها وانسلاخها وذلك بسبب الزيادة المستمرة في سمك العضو النباتي مما يشكل ضغطا على البشرة والأجزاء الخارجية من القشرة مما يؤدي الى تمزقها ومما يؤدي إلى فقدان البشرة وبالتالي لابد من تعويض البشرة بنسيج أخر يحمي أجزاء النبات الداخلية فيقوم البيريدريم فيقوم بحماية النسج النباتية ويحيط عادة بالأعضاء المحورية كالسوق والجذور. يتشكل البيريدرم بصورة موازية لزيادة قطر الجذر أو الساق في عريانات البذور ومغلفات البذور.

يتألف البيريدريم من ثلاث نسج مختلفة وهي:

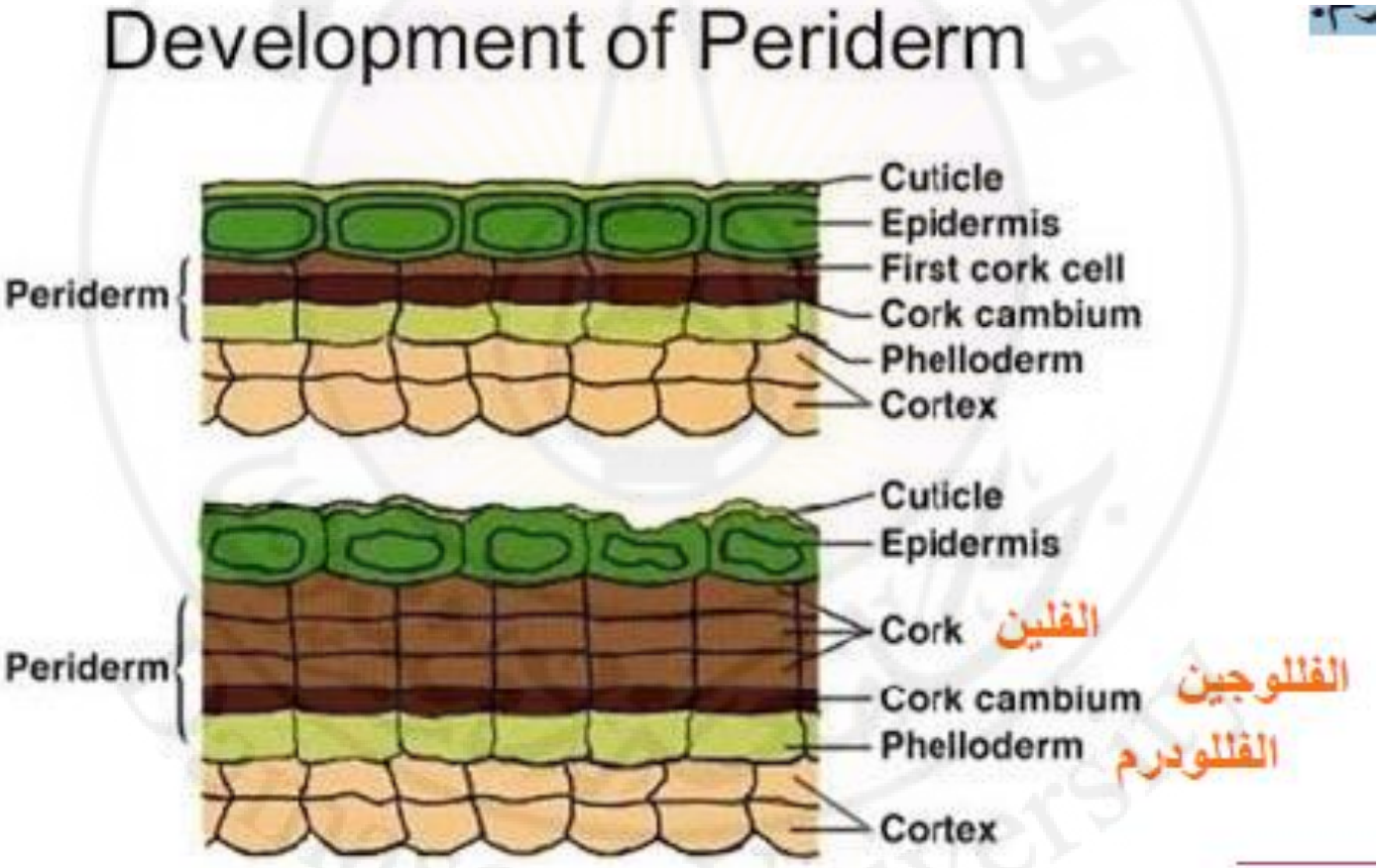
١. الفلين (الطبقة الخارجية)
٢. الفللوجين (الطبقة الوسطى)
٣. الفللوديرم (الطبقة الداخلية)

مراحل تشكل البيريدرم

تتمايز البيريدرم وتتطور بدءاً **الفللوجين** الذي يتمايز من البشرة نفسها، تبدأ خلايا الفللوجين بالانقسام المماسي أي بصورة موازية لمحور العضو النباتي مؤدية ألى زيادة سمك الساق النباتي فينتج عنه نوعان من الخلايا:

- **خلايا باتجاه المحيط (تمايز جابذ)**، تتمايز هذا الخلايا إلى **الفلين** .
- **خلايا باتجاه المركز (تمايز نابذ) عبارة عن** ثلاث أو أربع طبقات سوف تشكل نسيجاً برنشيماً ثانوياً هو **الفللودرم** بهذا الشكل يعتبر البيريدرم نسيج معقد مؤلف من ثلاث نسج مختلفة وهي الفللوجين والفلين والفللودرم

مراحل تشكل البيريدرم



الفرق بين الفلين والفللودرم

الفلين والفللودرم كلاهما يدخل في تركيب البيريدرم لكن :

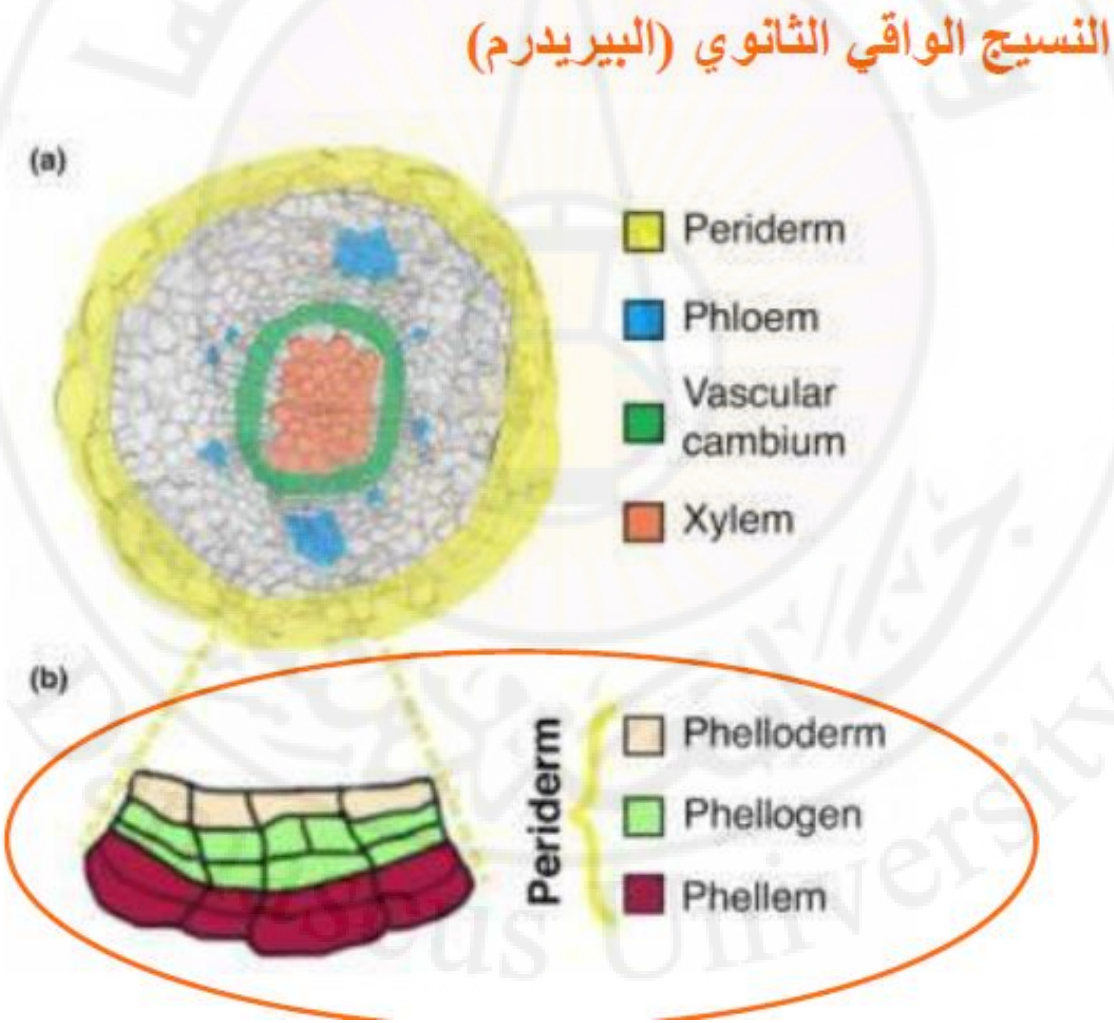
- **الفلين:**

عن طبقة من الخلايا الميتة متراصة جدا بحيث لاتشتمل على فراغات فيما بينها ولا تسمح للماء والغاز بالمرور من خلالها وبالتالي هذه الطبقة تحمي الأعضاء النباتية من زيادة النتح ومن العوامل الخارجية المؤذية.

- **بينما الفللودرم :**

لايقوم بوظيفة دفاعية وانما هو عبارة عن خلايا يخضورية حية قد تحتوي بلاستيدات خضراء لتقوم بعملية البناء الضوئي كما انها تقوم بعملية الخزن

النسيج الواقي الثانوي (البيريدرم)



C. النسيج الواقي الثالثي (القلف)

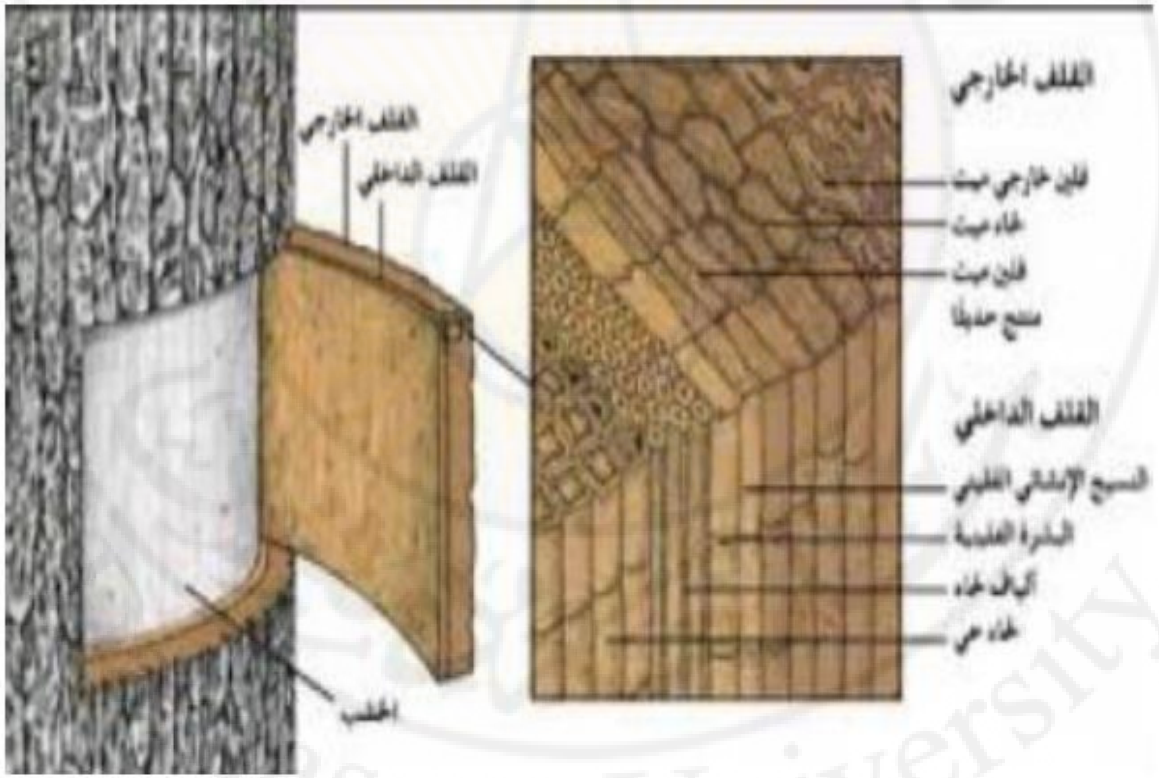
- يسمى بالنسيج الواقي الثالثي يحل محل الفلين (النسيج الواقي الثانوي) ويوجد في الأشجار ويتألف من مجموعة من النسج الميتة .
- كيف يتشكل القلف ؟

يتشكل القلف نتيجة النمو التدريجي لجذع الشجرة عرضاً فيلاحظ بعد مرور سنتين أو ثلاث تمزق البيريدرم وتشكل طبقة جديدة من الفللوجين. يعطي الفللوجين الجديد نحو المحيط طبقات فلينية جديدة تقوم بعزل وفصل جميع النسج الميتة من القشرة. تتكاثف طبقة النسج الميتة والمعزولة ويتغير شكلها وتسمى حينئذ بالقلف.

- ماهي وظيفة القلف؟

يقوم القلف بوظيفة دفاعية عن الشجرة حيث تعيش على قلف أشجار الغابات الاستوائية الرطبه أنواع من السراخس وأرجل الذئب. عندما تنسلخ وتتساقط أجزاء القلف المعزولة يتحرر النبات من الغبار والأحياء المستوطنة على جذوعه والتي تشكل طبقة سميكة وكتيمه تؤدي إلى تعقيد الوظائف الحيوية للنبات وعرقلتها

C. النسيج الواقي الثالثي (القلف)

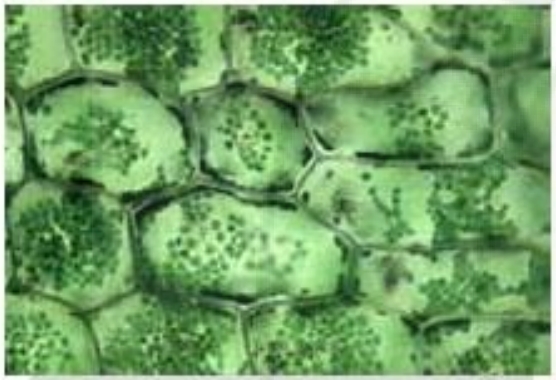


٣. مجموعة النسج الأساسية أو البرنشيمية

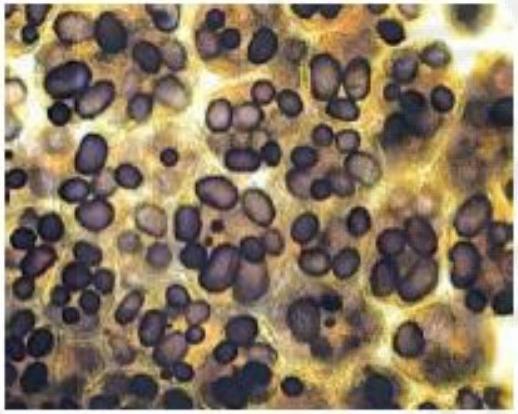
- تدعى النسج الأساسية أيضا بالنسج الصانعة كما تسمى النسج البرنشيمية وهي عبارة عن مجموعة من النسج تؤلف الكتلة الأساسية للأعضاء النباتية وتسبق بالتشكل جميع النسج الأخرى وتملأ الفراغ بين النسج الناقلة والاستنادية ولذلك تسمى بالنسج الضامة. تتمايز النسج الأساسية في النباتات الراقية إلى نسج أخرى متنوعة لتقوم بوظيفة محددة كالاصطناع الضوئي وادخار الغذاء ونقل الماء والمركبات العضوية وغيرها.
- يمكننا تمييز أربع أنماط رئيسية من النسج الأساسية أو البرنشيمية وهي:
- البرنشيم اليخضوري
- البرنشيم الادخاري
- برنشيم الامتصاص
- البرنشيم الهوائي

Damascus University

أنماط النسج الأساسية أو البرنشيمية



Chlorenchyma



Storage parenchyma

1. **البرنشيم اليخضوري:**

تشتمل خلاياه على الصانعات الخضراء فيدعى بالنسيج الصانع ويصادف في الأوراق والأغصان الفتية الخضراء. تقوم خلاياه بعملية التركيب الضوئي

2. **البرنشيم الادخاري**

عديم الصانعات الخضراء ينمو في الأعضاء التكاثر الجنسي والاعاشي كالبذور والثمار والبصلات والدرنات والجذور اللحميه حيث يوجد في الجذر أكثر ممن الساق وذلك لان الجذر له قدرة أكبر على ادخار لمواد العضوية

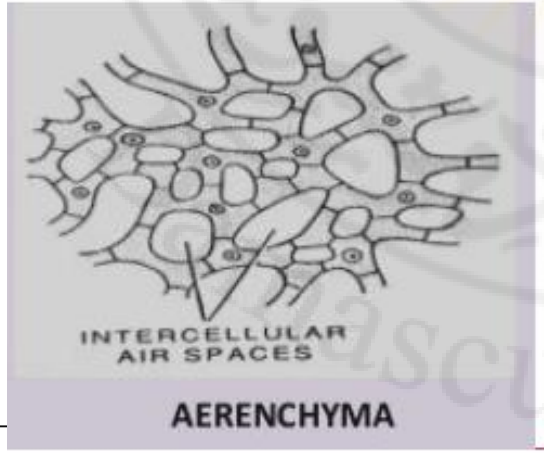
أنماط النسج الأساسية أو البرنشيمية

٣. **البرنشيم الامتصاص**

ينتشر في منطقة الأوبار الماصة للجذر الفتي وفي أوبار الأوراق والنسج الواقية للجذور الهوائية . يقوم بنقل الماء والأملاح المعدنية من منطقة الجذور إلى بقية أجزاء النبات.

٤. **البرنشيم الهوائي**

نسيج برنشيمي في النباتات المائية ذو خلايا غير متراصة وذو فراغات هوائية كبيرة، تمتد من الجذر إلى الساق و الأوراق. مثل هذه الفراغات الهوائية في الساق والأوراق تساعدها على السباحه في الماء. بنية البرنشيم الهوائي توفر للأعضاء النباتية المتانة والخفة والمرونة في الوسط المائي





البنية المجهرية للنسيج النباتي

عند دراسة البنية المجهرية للأعضاء النباتية تبين وجود ست مجموعات نسيجية رئيسية حسب وظيفة كل نسيج وهي:

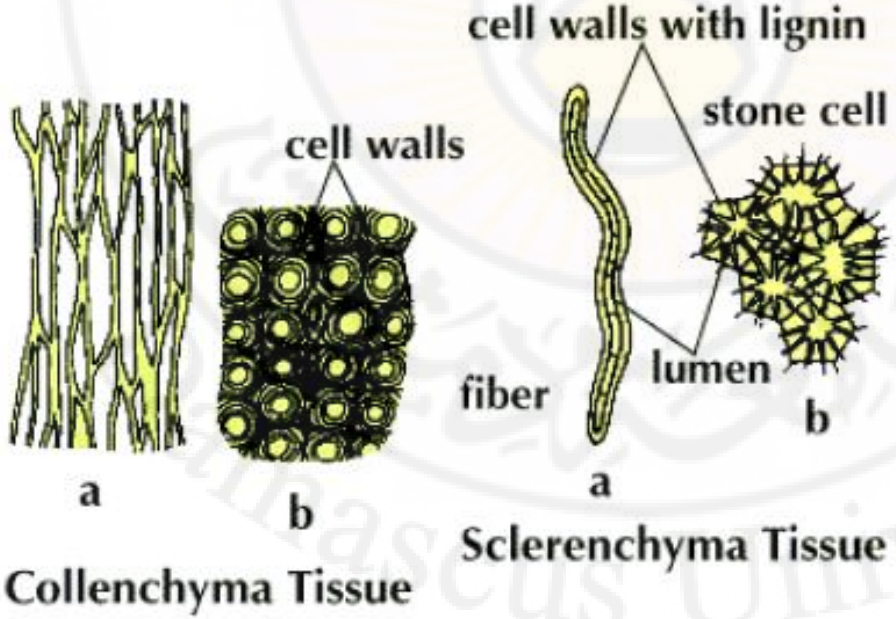
١. مجموعة النسج المولدة أو القسومة
٢. مجموعة النسج الواقية
٣. مجموعة النسج الأساسية أو البرنشيمية
٤. مجموعة النسج الاستنادية
٥. مجموعة النسج الناقلة
٦. مجموعة النسج المفرزة

Damascus University

٤. مجموعة النسج الاستنادية

هي نسج خلاياها ميتة فقدت جدرانها كميات متفاوته من الماء وتشربت بمادة السيللوز أو الخشبين، تؤلف بمجموعها هيكل ميت لدعم الأعضاء النباتية ومنعها من الكسر والتهشم.
يمكن تصنيف النسج الاستنادية بحسب الطبيعة الكيميائية لجدرها الخلوية إلى:

١. النسيج المتصمغ (الكولانشيم)
٢. النسيج المتخشب (السكلرنشيم)



٤. مجموعة النسج الاستنادية

١. النسيج المتصمغ (الكولانشيم) : نسيج تشربت جدران خلاياه بمادة السيللوز وهذه الخلايا فقدت جزء من مائها وبقيت حية (تحتفظ بنواة وسيتوبلاسم). يقسم بحسب ترسب السيللوز في زوايا الخلايا النباتية إلى:

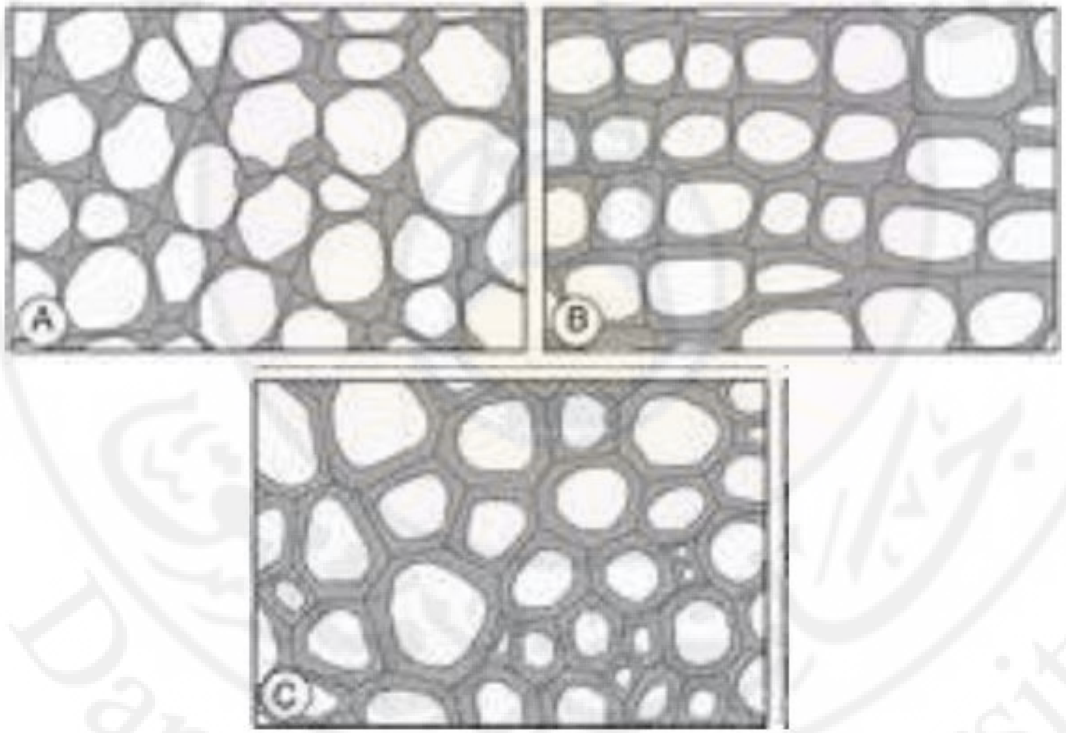
a. **نسيج متصمغ زاوي:** يترسب السيللوز في زوايا الخلايا النباتية ،

b. **نسيج متصمغ حلقي**: يترسب السيللوز على كامل جدار الخلية المتصمغة من الداخل

c. **نسيج متصمغ مماسي**: يترسب السيللوز على أحد سطحي الخلية المتصمغة العلوي أو السفلي

٢. النسيج المتخشب (السكلرنشيم): عبارة عن نسيج متصلب دعامي تشربت جدران خلاياه بمادة الخشبين وفقدت كميات كبيرة من الماء كما فقدت محتوياتها الخلوية وأصبحت ميتة.

٤. مجموعة النسج الاستنادية



(A)كولانشيم زاوي (B) .كولانشيم مماسي (C) .كولانشيم حلقي .

٤. مجموعة النسج الاستنادية

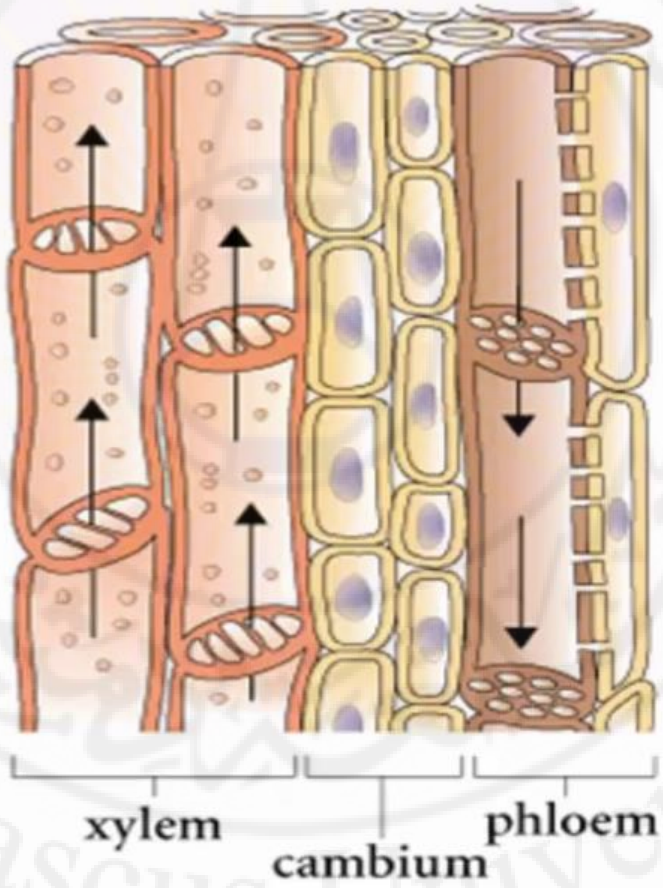
نوع النسيج	كولانشيم	المتخشب او السكليرانشيم
خصائصه	1. تتشرب الجدر الخلوية بمادة السيلوز 2. خلايا حية محتفظة بالماء وبعض المكتنفات الخلوية 3. يرافق النسج والأعضاء النباتية الآخذه بالنمو والتطور	1. تتشرب الجدر الخلوية بمادة الخشبين 2. خلايا ميتة فقدت الماء والنواة والسيتوبلاسم 3. يرافق النسج الكهلة
أنواعها	زاوي- مماسي- حلقي	لحائيه ذات جدر سيللوزيه خشبيه ذات جدر خلويه متخشبه
أماكن وجودها	الاوراق- الساق- الجذور	• قشور البذور
الوظيفه	- اعطاء مرونه للنبات كونها مرنه قادره على الانثناء دون ان تتكسر - دعامه الانسجه المحيطه بها	- وقاية النبات و حمايته - اكسابه الدعامه والصلابه للقيام بوظائفه - النقل

٥. مجموعة النسج الناقلة

عبارة عن نسج تملك خلاياها شكل أوعيه او انابيب تتحد مع بعضها وفق المحور الطولي للنبات لتشكيل الجهاز الوعائي في النبات. يتكون هذا الجهاز من مجموعتين متكاملتين من النسج وهي: الخشب واللحاء. يعمل الجهاز الوعائي في النبات على نقل الماء والأملاح والمواد الغذائية الضرورية للنبات إلى جميع أعضاء النبات.



٥. مجموعة النسج الناقلة



١. الخشب

وهو عبارة عن نسيج وعائي وظيفته نقل (النسغ الناقص أو الخام) أي الماء والأملاح المعدنية مثل الأزوت والفوسفور والكالسيوم والبوتاسيوم الممتصة من التربة بواسطة الجذر صاعدا به نحو الساق فالأوراق.

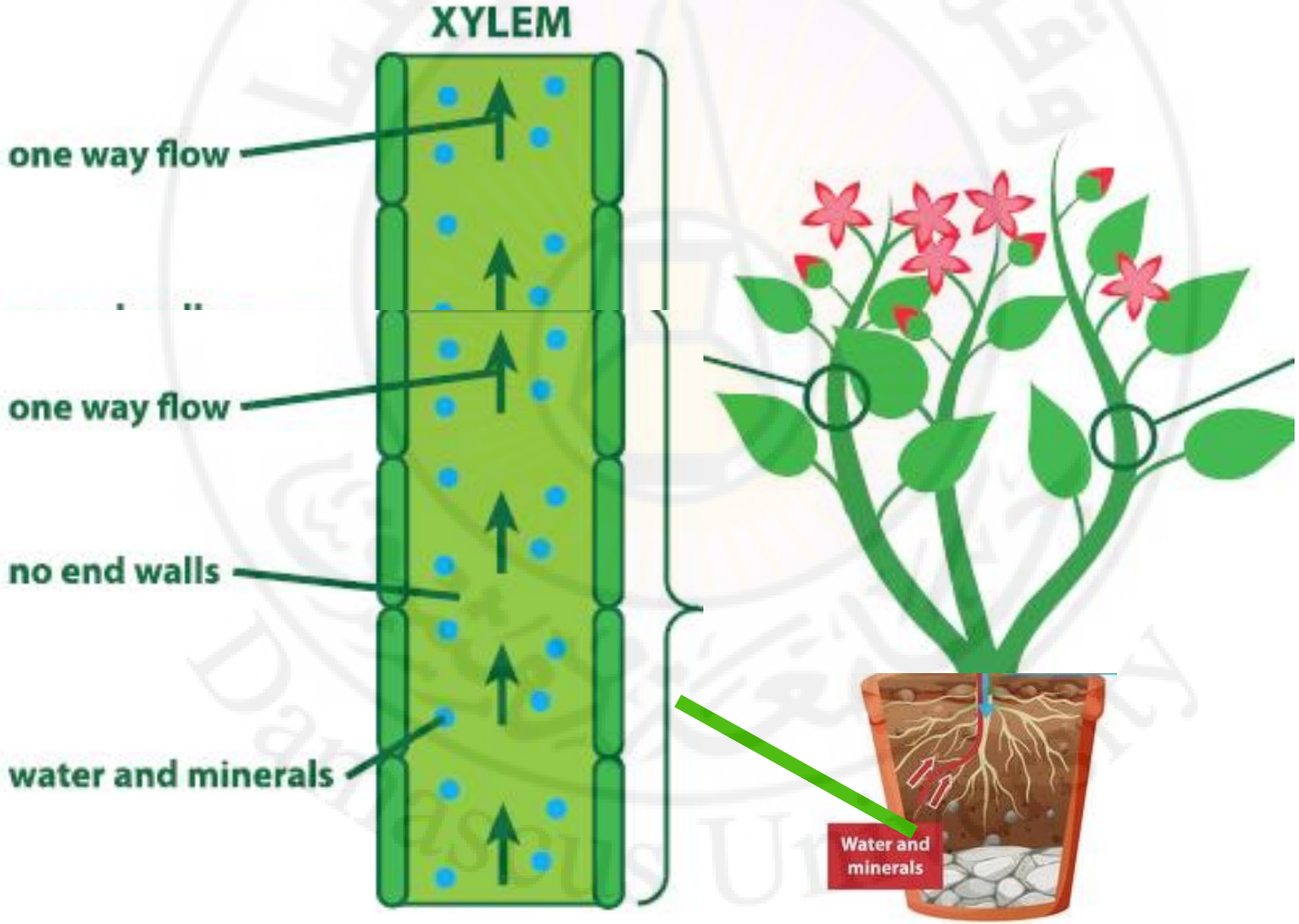
مميزات الخشب:

١. ناقل باتجاه واحد من أسفل التربة إلى أعلى النبات (عكس الجاذبية الأرضية)

٢. يعتمد النقل فيه بشكل أساسي على مدى مايمتصه النبات وبفقده من مياه عن طريق النتح

٣. يتكون من خلايا ميتة (أنابيب جوفاء ميتة خالية من العضيات التي تمنع انتقال الماء)

٤. يحتوي على مادة اللجنين التي تترسب على جدران الأوعية الخشبية مما يكسبها الصلابه والدعم

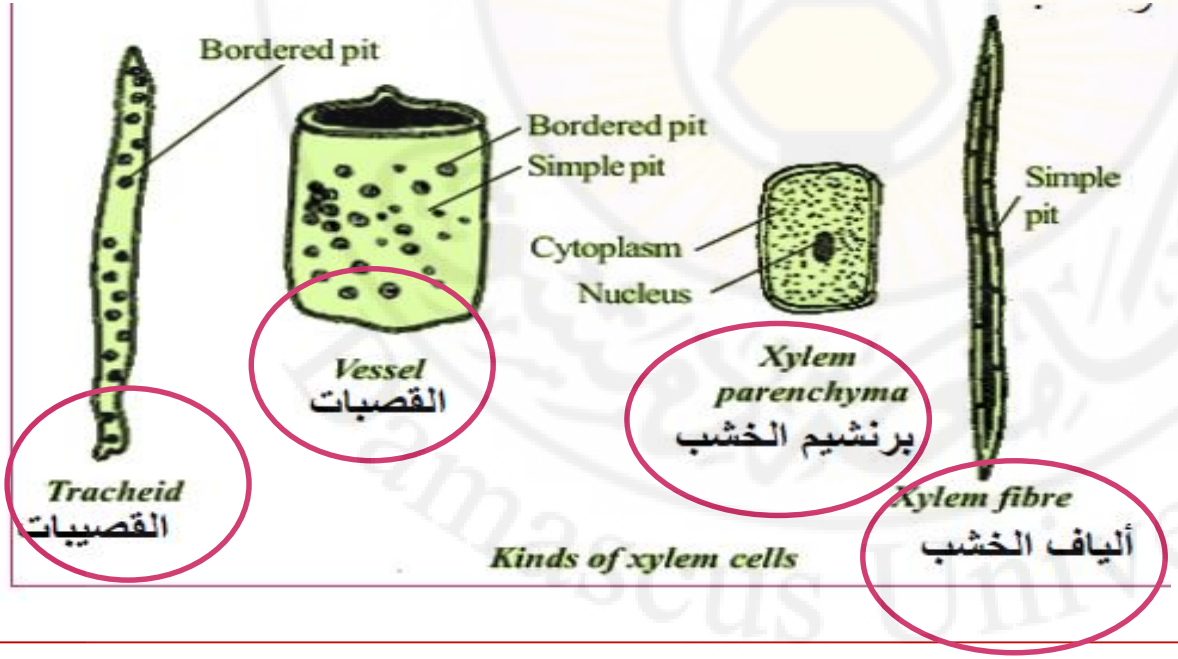

XYLEM
one way flow
one way flow
no end walls
water and minerals
Water and minerals

مكونات الخشب

يتألف الخشب من العناصر النسيجية التالية المكونة له:

تؤلف القصبات والقصيبات الجهاز الناقل للنسغ الناقص

I. القصيبـــات
II. الأوعية (القصبات)
III. برنشيم الخشب
IV. ألياف الخشب

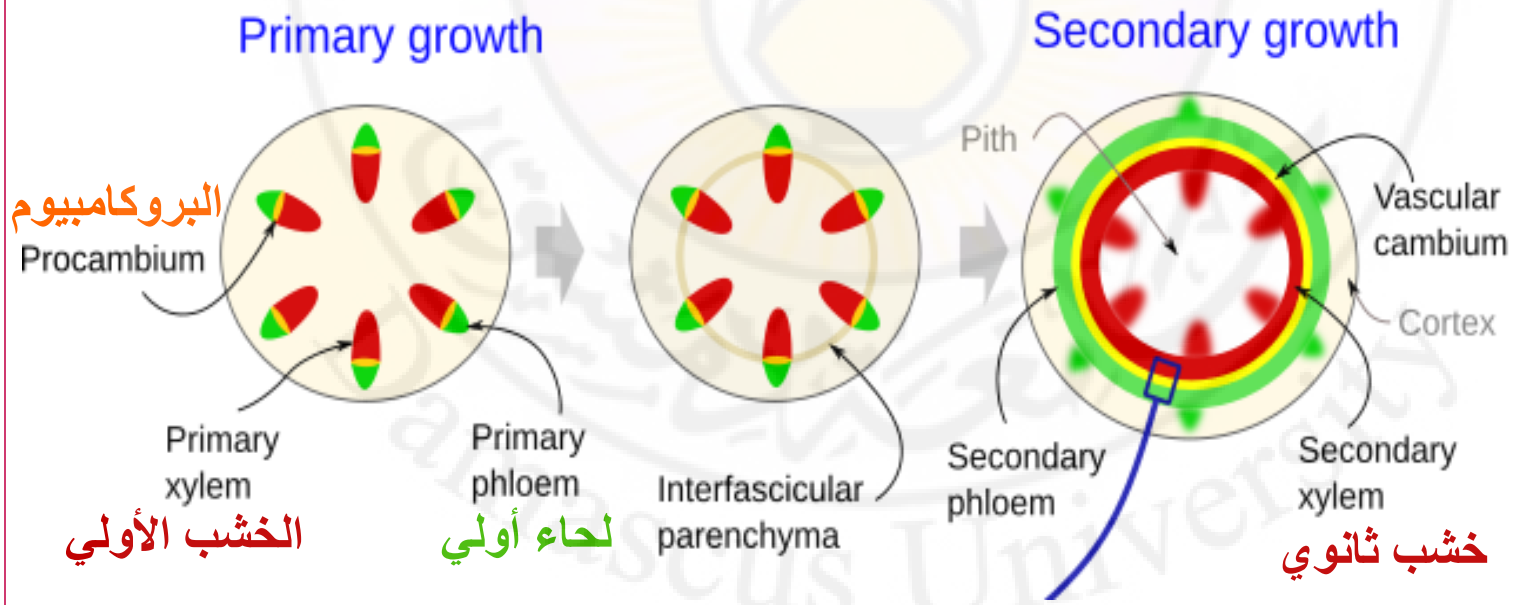


أنواع الخشب بحسب أصل الخشب وزمن تشكله

- نميز بين نوعين للخشب بحسب أصل الخشب وزمن تشكله وهما:

١. **الخشب الأولي:** يتمايز الخشب الأولي بدءا من صف من الخلايا القسومة المتوضعة بشكل مواز للمحور الطولي للنبات في النسيج القسوم القمي وتسمى (بالبروكامبيوم) والذي يتمايز فيما بعد إلى كامبيوم

٢. **الخشب الثانوي** :يتشكل بدءاً من الخلايا المتمايزة عن الكامبيوم



العناصر النسيجية المكونة للخشب XYLEM



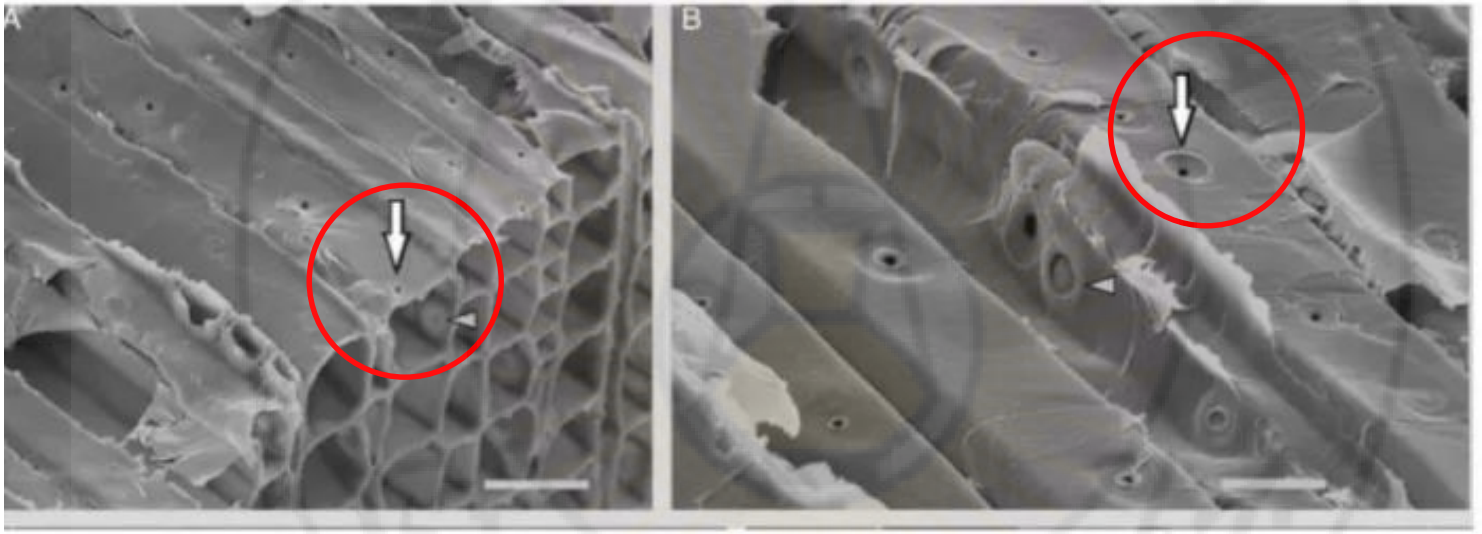
١. القصيبات:

عبارة عن خلايا ميتة مستطيلة الشكل مدببة الطرفين ذات جدارعرضي مائل يبقى موجود طيلة النشاط الوظيفي لخلايا القصيبات. يشتمل على نقر أو ثقوب تفصل خلايا القصيبة عن بعضها ومن خلالها يندفع النسغ الخام نحو أعلى النبات.

يمكن تمييز نوعين من القصيبات :

١. قصيبات وعائية تشتمل كميه كبيرة من النقر الضخمة

٢. قصيبات ليفية تشتمل عدد قليل من هذه النقر.



شكل 4 . يظهر النقر المضفوفة على جدران العناصر الخشبية لنبات الدردار ملاحظة بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح.

(A) تظهر الجدران العمودية للقصيبات وهي تضم عدد من النقر(السهم).

(B) تكبير للصورة (A)وهي تظهر بوضوح النقر الجانبية التي تربط بين العناصر الناقلة.

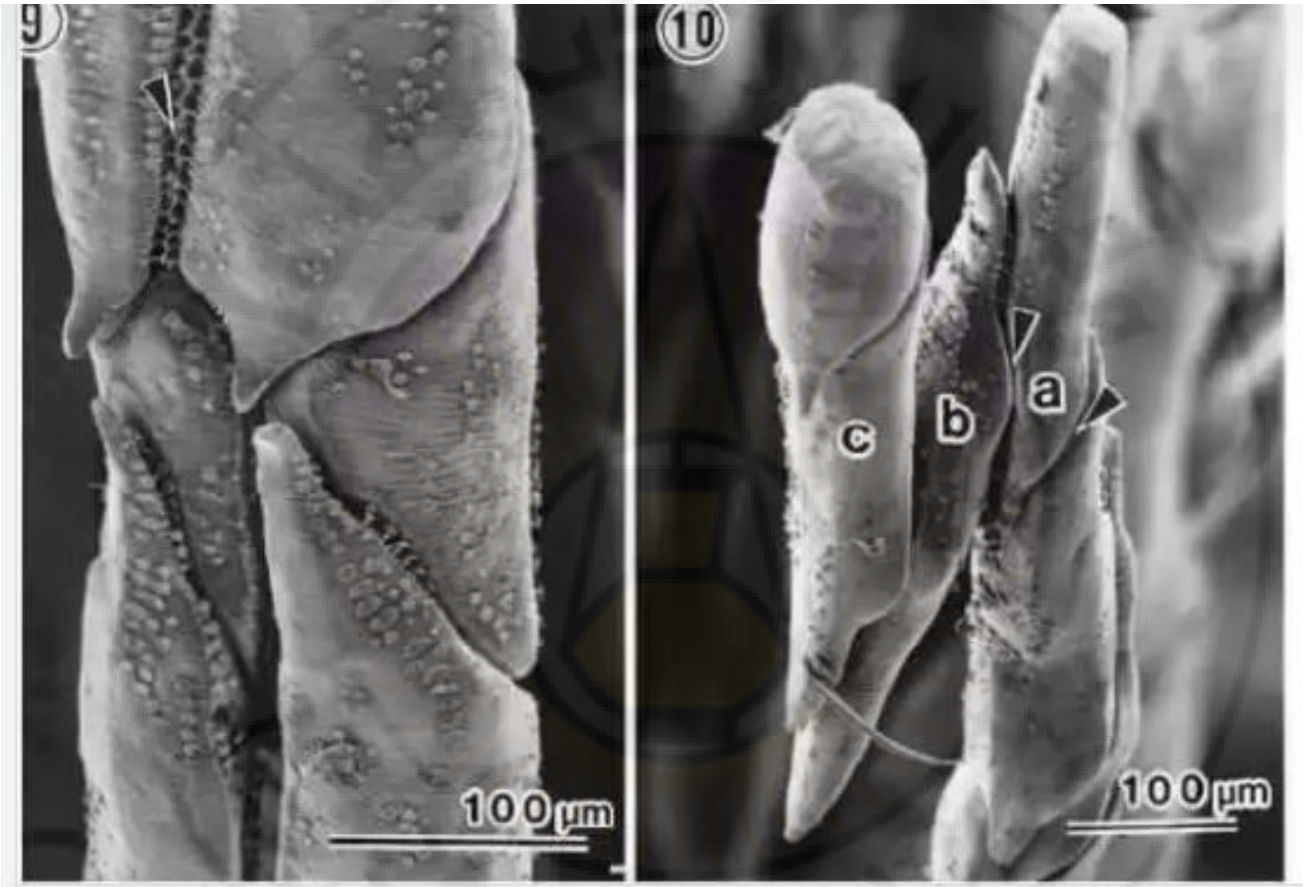
العناصر النسيجية المكونة للخشب XYLEM

٢. الأوعية (القصبات):

عبارة عن اتحاد عدد كبير من الخلايا الميتة المتطاولة شاقولياً، تجتمع هذه الأوعية إلى جانب بعضها مشكلة حبالاً متجاورة تمتد من قاعدة النبات حتى قمته. على عكس القصيبات يزول الجدار العرضي في خلايا القصبات و الذي يفصلها عن بعضها تحت تأثير الضغط المرتفع الذي تسببه تيارات المحاليل الملحية (النسغ الخام) التي تجري في القصبات وبالتالي يمر فيها تيار النسغ الخام بحرية كاملة. تأخذ الأوعية أوالقصبات أشكال مختلفة فنميز منها

a. الأوعية الحلقية
b. الحلزونية
c. السلمية
d. الشبكية
e. منقطة.





شكل 5. صورة بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح تظهر الخلايا الوعائية وهي تتوضع فوق بعضها البعض لتكون الأنبوب الوعائي. النقاط التي تظهر مثل الحبيبات على جدران الخلايا تمثل مواقع النقر المزدوجة. a ، b ، c تمثل خلايا وعائية وهي التي تتوضع فوق بعضها لتكون الأنبوب الوعائي.

العناصر النسيجية المكونة للخشب XYLEM

٣. **برنشيم الخشب:** يتألف من نوعين من الخلايا:

a) خلايا برنشيمية متخشبة

b) خلايا برنشيمية حية، ذات جدر خلوية متخشبة ولكنها تحتفظ بمحتواها الحي أي تحتوي على نواة وسيتوبلاسم، تحيط بالأوعية والقصيبات . تساعد الأوعية والقصيبات على تعزيز وظيفتها الناقلة وتقويها.

٤. **الياف الخشب:**

خلايا ميتة ذات جدر سميكة أسطوانية مستطيلة ومدببة الطرفين.

وظيفتها: تعتبر ألياف الخشب بمثابة العناصر الاستنادية التي تؤمن الدعامة الأساسية للنبات وذلك لأن العناصر الناقلة في الخشب (الأوعية والقصيبات) هي العناصر الأساسية التي تعطي النبات هيكله وشكله العام بفضل جدرها الخلوية المتخشبة وبدونها يخسر النبات شكله وهيكله، لكن الكمية الكبيرة من الماء التي تجري في هذه العناصر تستدعي وجود دعامة اضافية (الياف الخشب)، تحيط هذه الالياف الاستنادية في كثير من النباتات العشبية بالخشب مشكلة دعامة قوية تؤمن دعم النبات

مكونات أخرى لنسيج الخشب



برانشيمية الخشب

ألياف الخشب

ظاهرة انسداد العناصر الناقلة في الخشب

- تقوم العناصرالناقلة في كثير من النباتات العشبية بوظيفتها بنقل النسغ الخام طوال فترة حياتها
- بينما في النباتات الشجرية المعمرة فلا تستطيع الأوعية والقصيبات القيام بوظيفتها بصورة مستمرة والسبب في ذلك يعود إلى انغلاق مجرى الأوعية وأحيانا جوف القصيبات فلا تستطيع بذلك مواصلة نقلها لمحاليل الأملاح المعدنية. يتم ذلك الانغلاق بسبب تشكل فقاعات تنشأ من الخلايا البرنشيمية المجاورة (يمكن لنواة الخلية البرنشيمية أن تتحول إلى شكل فقاعي) وتدخل وتمتد إلى العناصر الناقلة عن طريق الثقوب الموجوده في جدرها الخلوية فتسبب انغلاق في الأوعية الخشبية.

٢. اللحاء

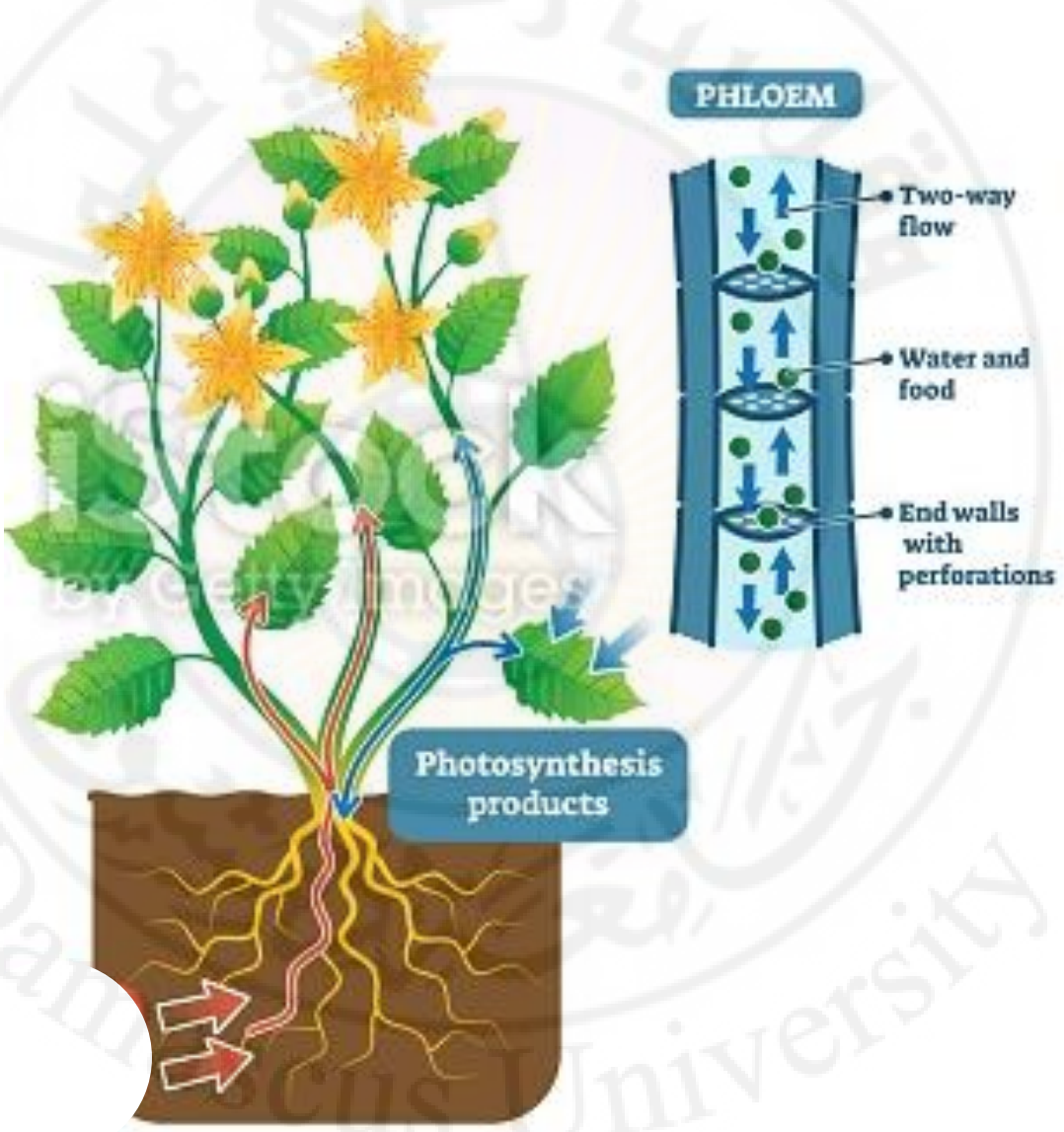
- **تواجده:** يتوضع في النباتات ثنائية الفلقة في الجهه المحيطية من سوقها وجذورها.
- **وظيفته:** اللحاء عبارة عن نسيج وعائي، يقوم بنقل النسغ التام أي المواد العضوية (كالحموض الأمينية والسكاكر والشحوم والفيتامينات) التي يتم تركيبها في الأعضاء النباتية الخضراء بعملية التركيب الضوئي إلى جميع أجزاء النبات الأخرى بما في ذلك الثمار والبذور...
- **مميزات اللحاء:**

١. نقل في جميع الاتجاهات (لأعلى ولأسفل النبات)

٢. يتكون من خلايا حية

٣. مرتبط ارتباط وثيق بنواتج عملية التركيب الضوئي (سكريات وغيرها)

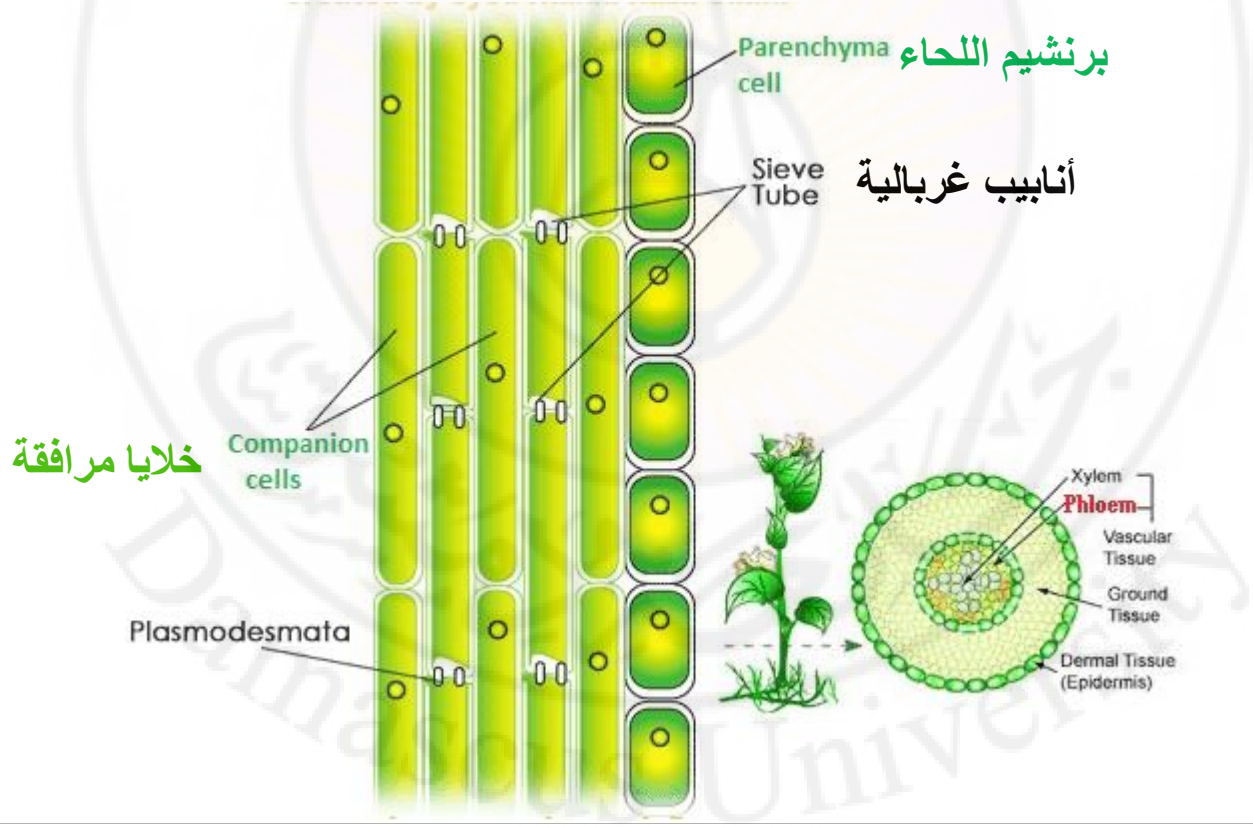
.


PHLOEM
Two-way flow
Water and food
End walls with perforations
Photosynthesis products

العناصر المكونة لنسيج اللحاء

- يتكون اللحاء من العناصر الأساسية التالية :

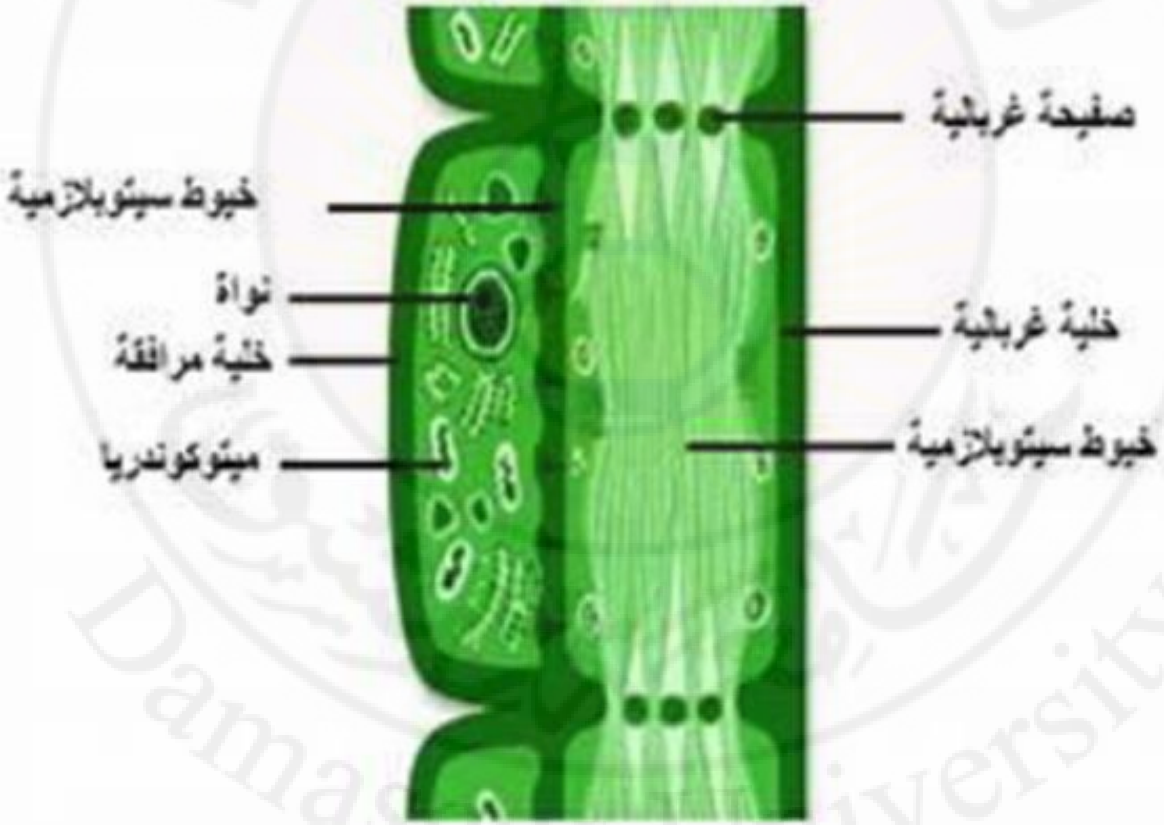
الأنابيب الغربالية – الخلايا المرافقة – برنشيم اللحاء – ألياف اللحاء



العناصر المكونة لنسيج اللحاء

١. الأنابيب الغربالية:

تتألف الأنبوبة الغربالية من اتحاد عدد كبير من الخلايا الحية تدعى بالخلايا الغربالية التي تتصل مع بعضها طوليا، تشبه القصبات في نسيج الخشب ، ولكنها تختلف عنها بكونها خلايا حية. تقابل الخلايا الغربالية القصيبات وتقوم بنقل النسغ التام من الأعضاء الهوائية للنبات إلى باقي أجزاء النبات. يساعد انتقال محاليل المواد العضوية في الأنابيب الغربالية على ظهور تثقبات في جدرها العرضية على شكل الغربال ولذلك سميت بالأنابيب الغربالية. كما يساعد انتقال هذه المحاليل على ظهور حواجز غربالية (صفائح غربالية)على الجدر الطولية للخلايا الغربالية.


صفيحة غربالية
خيوط سيتوبلازمية
نواة
خلية مرافقة
ميتوكوندريا
خلية غربالية
خيوط سيتوبلازمية

العناصر المكونة لنسيج اللحاء

٢. الخلايا المرافقة:

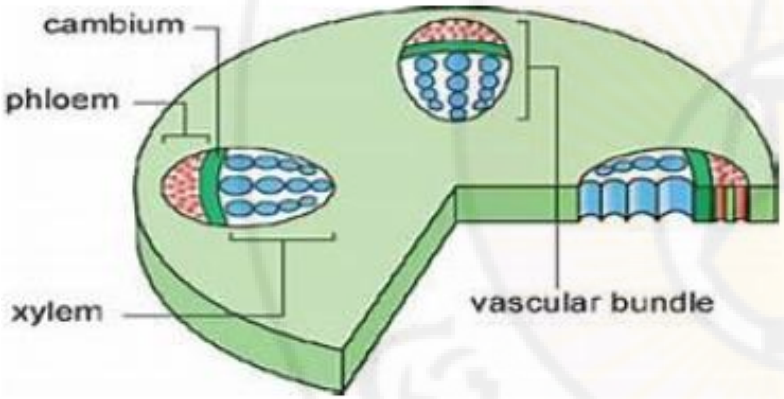
تتشكل الخلايا المرافقة مع الأنابيب الغربالية في الوقت نفسه بدءاً من انقسام خلية قسومة أم مشتركة طولياً إلى خليتين : الكبيرة منها هي خلية الأنبوب الغربالي أما الخلية الثانية فهي الخلية المرافقة لهذا الانبوب. قد تنقسم الخلية الأم السابقة مرتين أو ثلاث مرات متتابعة وتتشكل تبعا لذلك خليتان أو ثلاث خلايا مرافقة لأنبوب غربالي واحد.

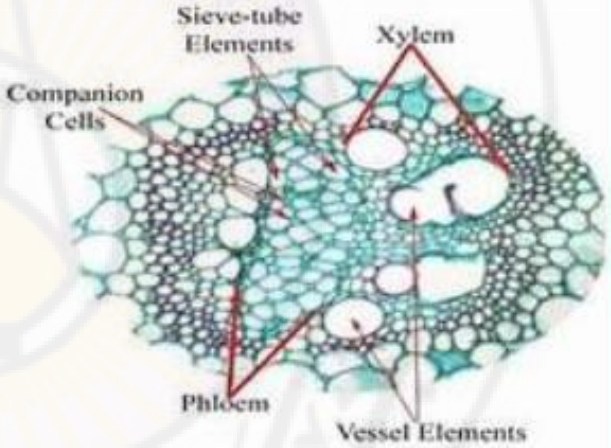
٣. برنشيم اللحاء:

يعد من عناصر اللحاء الأساسية اذ تجري في خلاياه تفاعلات حيوية متنوعة تتجمع فيها مواد ادخارية مختلفة كحبات النشاء ، لبيدات، مواد عضوية وغيرها

الحزم الناقلة ـ الحزم الوعائية الاستنادية

- تنتشر عناصر النسج الناقلة في النبات وفق نظام محدد يتعلق هذا النظام بوجود مجموعة من الحزم الناقلة التي تجتاز جميع أعضاء النبات، بدءا من نهاية الجذر حتى قمة الساق والأوراق. بفضل هذا النظام المتكامل من الحزم الناقلة ، تجري في أعضاء النبات عمليات استقلاب متكاملة أيضاً.
- تتألف الحزم الناقلة الكاملة من كتلة من الخشب وأخرى من اللحاء مع مجموعة من الألياف الاستنادية والبرنشيم الوعائي. بينما اذا كانت الحزمة الناقلة مؤلفة من الخشب فقط دون اللحاء أو بالعكس من اللحاء فقط دون الخشب فتدعى الحزمة في هذه الحالة بالحزمة الناقلة غير الكاملة.


cambium
phloem
xylem
vascular bundle

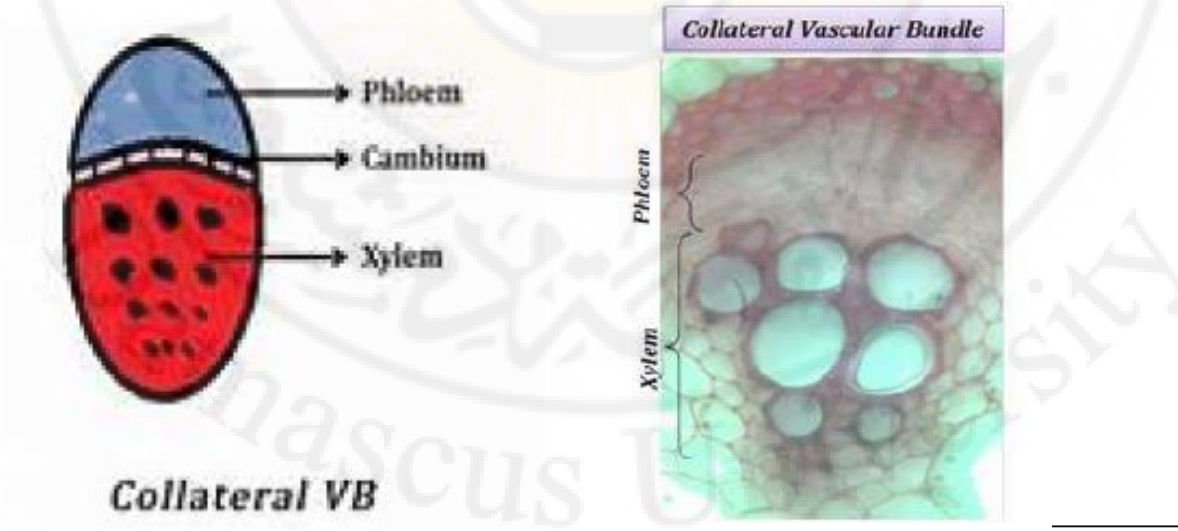

Sieve-tube Elements
Xylem
Companion Cells
Phloem
Vessel Elements

أنماط الحزم الناقلة

استناداً إلى وضعية الخشب واللحاء في الحزمة الكاملة يمكننا تمييز أربع أنماط رئيسية من الحزم:

١. **الحزم المتطابقة جانبياً :**

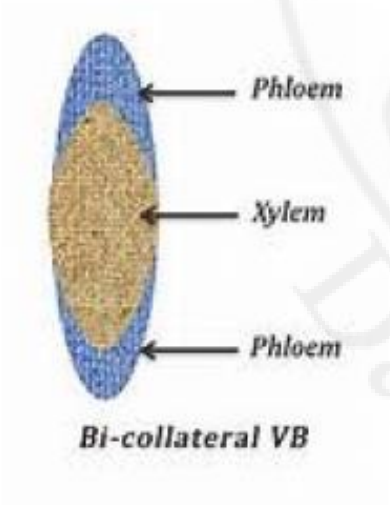
وفيها يتوضع اللحاء إلى جانب الخشب، فمن أحد طرفي الحزمة يتشكل اللحاء ومن الطرف المقابل يتمايز الخشب. ينتشر هذا النمط من الحزم في معظم النباتات العشبية والشجرية لوحيدات الفلقة أو ثنائياته وفي عريانات البذور

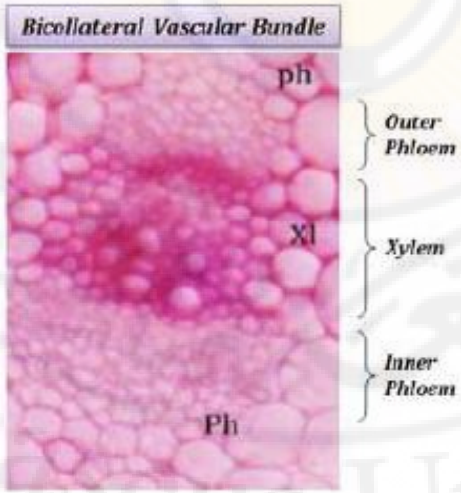


أنماط الحزم الناقلة

٢. الحزم المتطابقة ثنائية الجانب:

وفيها يتشكل اللحاء على طرفي الخشب فيوجد لحاء داخلي على الجانب الداخلي للخشب ولحاء خارجي نحو محيط العضو النباتي مثال الفصيلة القرعية والباذنجانية



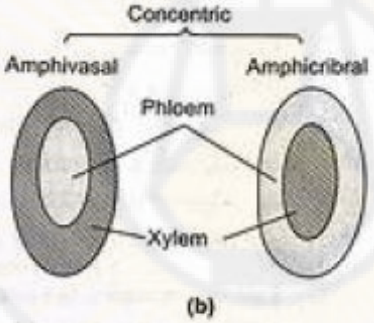




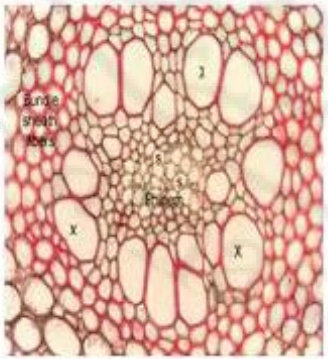
أنماط الحزم الناقلة

٣. الحزم متحدة المركز:

ويحيط فيها اللحاء بالخشب بصورة تامة كما في السراخس أو بالعكس يحيط الخشب باللحاء كما في بعض أنواع السوسن.



Amphivasal



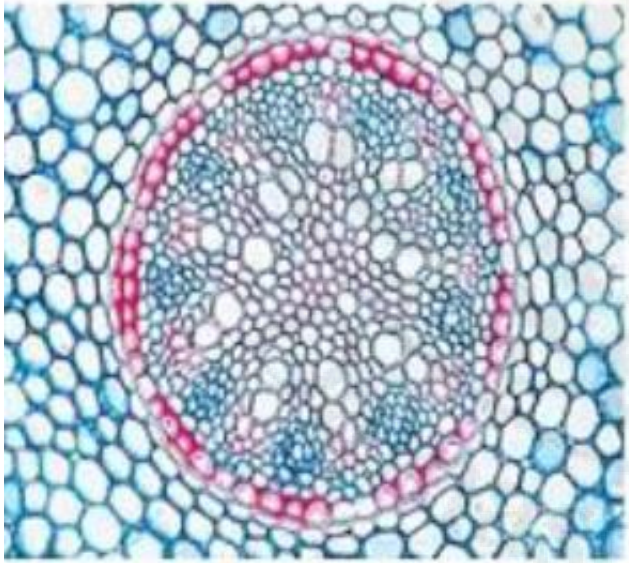
Amphicribal

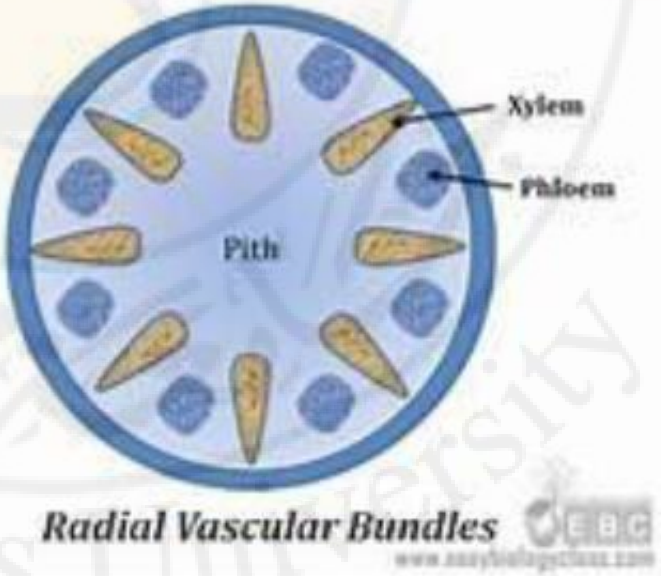


أنماط الحزم الناقلة

٤. الحزم المتناوبة أو الشعاعية:

تملك بنية معقدة فالحزم الخشبية تتناوب قطريا مع الحزم الغربالية مشكلة أشعة قطرية متماثلة. يصادف هذا النمط من الحزم الناقلة في البنية الابتدائية فقط لجذور النباتات ثنائيات الفلقة



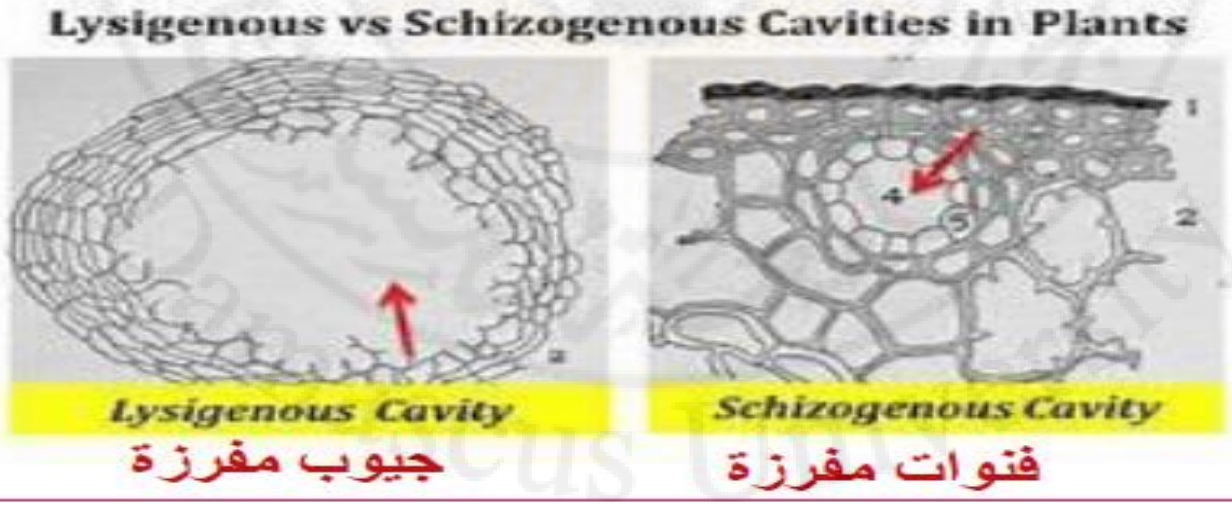


٦. مجموعة النسج المفرزة

مجموعة من الخلايا تمايزت لإنتاج وتجميع ومن ثم إفراز مواد كيميائية مختلفة ناتجة عن عمليات الاستقلاب الخلوية. مثل هذه المواد تعتبر كفضلات لاتستخدم في عملية نمو النبات وتطوره.

تقسم النسج المفرزة إلى مجموعتين:

١. **نسج داخلية الافراز :** وهي نسج يتم فيها افراز المواد إلى داخل خلايا مفرزة كالخلايا اللبنية و داخل جيوب افرازيه خاصه مثال ثمرة البرتقال و قنوات مفرزه مثال ورقة الصنوبر



٦. مجموعة النسج المفرزة

٢. نسج خارجية الافراز: تقوم بطرح المفرزات خارج الخلايا المفرزة وتنتشرعلى سطح الاعضاء النباتيه ويتم افراز المواد الى سطح النبات عبر مايلي:

a. أوبار غديه : كما في النباتات الشفوي

b. غدد هاضمه : تشاهد في النباتات اكلة الحشرات حيث تقوم بافراز انزيمات هاضمة عند ملامستها للحشرة

c. غدد رحيقيه : متخصصة في افراز الرحيق كما في بتلات الورد

d. مسام مائيه : توجد في نهايات الأوراق لبعض النباتات وتختص بإفراز الماء خارج جسم النبات في صورة سائلة وتسمى هذه الظاهرة الإدماع

e. غدد عطرية : متخصصة في تركيب وافراز الزيوت الطيار. تتمايز الغدد العطرية في النباتات ذات الإزهار الطويل فتقوم بتركيب المواد العطرية وافرازها وبالتالي جذب الحشرات اليها ومساعدتها في عملية التأبير

٦. مجموعة النسج المفرزة

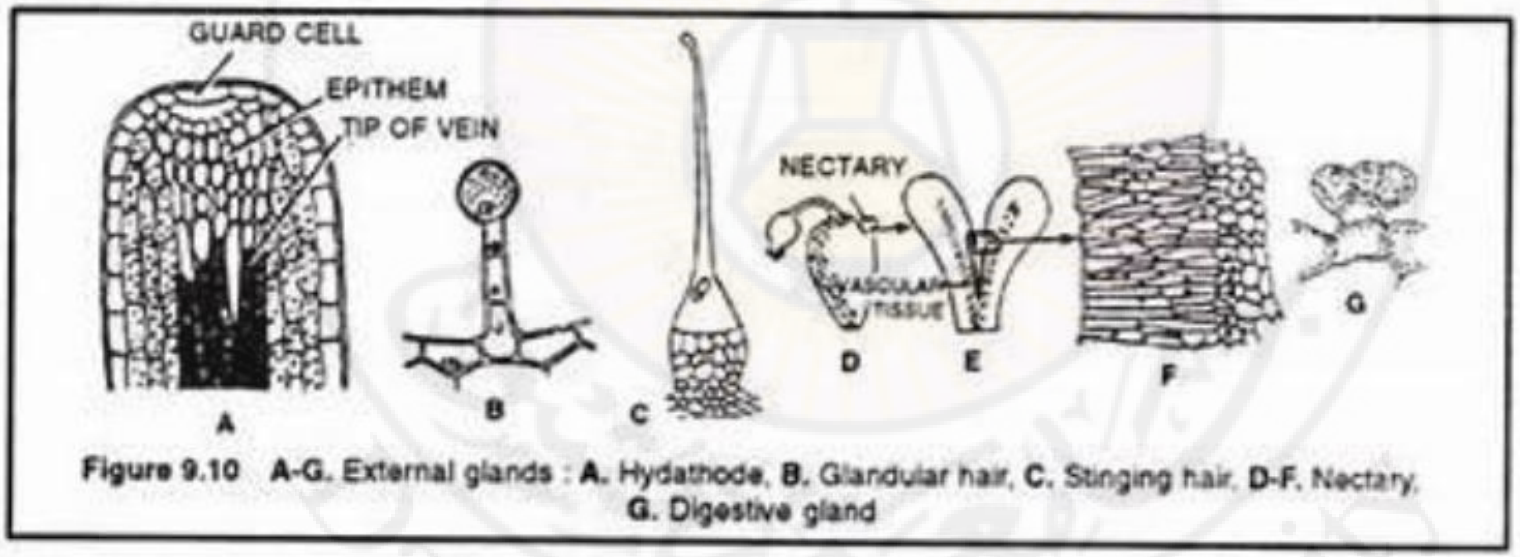


Figure 9.10 A-G. External glands : A. Hydathode, B. Glandular hair, C. Stinging hair, D-F. Nectary, G. Digestive gland

مجموعة نسج خارجية الافراز

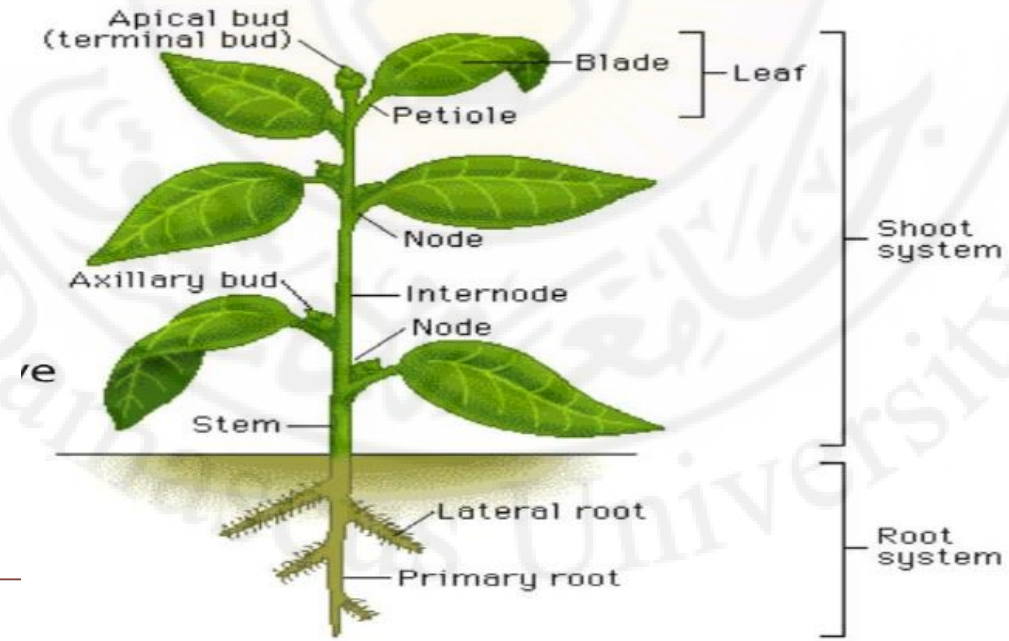
أعضاء النبات

أعضاء النبات

يتركب جسم النبات الزهري من جزأين رئيسيين هما :

١. **المجموع الخضري :** وغالبا ينمو فوق سطح التربة ويتكون من الساق وفروعه وماتحمله من أزهار وثمار وبراعم وأوراق

٢. **المجموع الجذري :** ويمثل الجزء السفلي من محور النبات وينمو عادة تحت سطح التربة إلا قسم من الجذور تنمو فوق سطح التربة وتدعى بالجذور الهوائية



أولاً: الجـــذور Roots



الجذور ROOTS

يعرّف الجذر بأنه جزء النبات الذي ينْمو تحت سطح التربة. تقوم الجذور بالوظائف التالية:

١. تثبيت النبات فى التربه .

٢. إمتصاص الماء والذائبات من التربه لنقلها إلى الساق ومنها إلى باقى أجزاء النبات.

٣. تخزينٌ الغذاء داخل أنسجتها لفترة محدودة لحين الاحتياج اليها وقد تصبح الجذور أعضاء متخصصة فى التخزينٌ مثل جذور الجزر واللفت والفجل

٤. تفرز جذور بعض النباتات أملاح وأحماض عضويةٌ فى التربه تتغذى عليهًا الكائنات الحّية الدقيقٌه وتسمى المنطقه المحيطٌه بالجذور بالمحيطٌ الجذري Rhizosphere

٥. تتحور الجذور فى بعض النباتات لتؤدى وظٌيفة معينة تلائم احتياجات النبات أو ظروف البيئة التي يعيش فيها.

الصفات العامة للجذور

تتميز الجذور بعدة صفات :

١. تغطى قمة الجذر بنسيج واق يسمى القلنسوة

٢. وجود شعيرات جذرية متخصصة بامتصاص الماء والذائبات من التربة

٣. تتميز الجذور **بالانتحاء الضوئي السالب** أي أنها تنمو باتجاه المكان المظلم **وبانتحاء أرضي موجب** أي تنمو باتجاه الجاذبية الأرضية ولهذا تنمو الجذور نحو الأسفل وتتغلغل في التربة.

٤. **من حيث الأصل يمكننا تمييز ثلاث أنماط للجذر:**

I. **الجذر الرئيسي**: يتشكل بدءاً من الجذير في البذرة

II. **الجذورالعارضة**: تتشكل بدءاً من الأعضاء النباتية كالسوق والاوراق والدرنات والبصلات

III. **الجذور الجانبية**: تتشكل من محاور ثانوية بدءاً من الجذر الرئيسي أو الجذور العارضة

أشكال الجذور حسب بيئتها الغذائية

استنادا إلى البيئة الغذائية التي تنمو فيها الجذور نميز أربع أشكال رئيسية للجذور:

١. **الجذور الترابية:** تنمو كليا أو جزئيا تحت سطح التربة كما في النباتات الراقية

٢. **الجذورالمائية:** تتنشر في طبقة من الماء ولكنها لاتبلغ قاع البركة مثال جنس عدس الماء

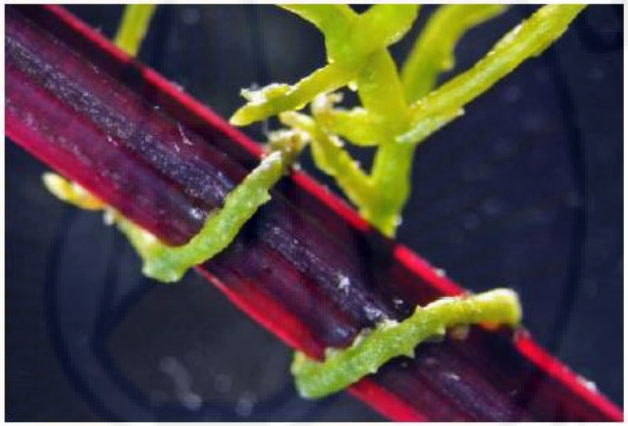
٣. **الجذور الهوائية**: هي جذورعارضة تظهرعلى الفوارع الهوائية وتنمو نحو الأسفل وتقوم بامتصاص الهواء وبخار الماء عن طريق طبقة خلوية سطحية ذات قوام بنفسجي نلاحظها عند نباتات الغابات الاستوائية كالتين المطاطي

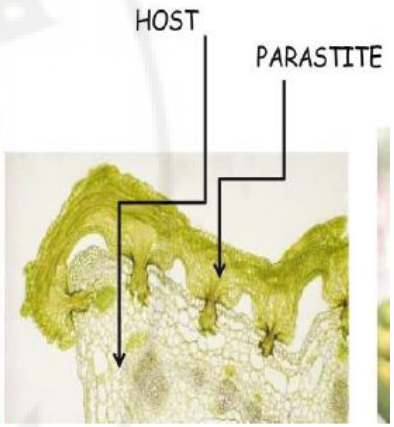
٤. **الجذورالممصية أو المتطفلة:** جذورعارضة تقوم بوظيفةٌ الامتصاص تشبه الجذور تنشأ من سيقان بعض النباتات الزهريةٌ المتطفلة على هيئة بروزات أو ممصات تخترق أنسجة النبات العائل حتى تصل إلى الحزم الوعائيٌة وتمتص منها المادة الغذائيٌة الجاهزة كالدبق الأبيض وجنس الحامول

أشكال الجذور حسب بيئتها الغذائية

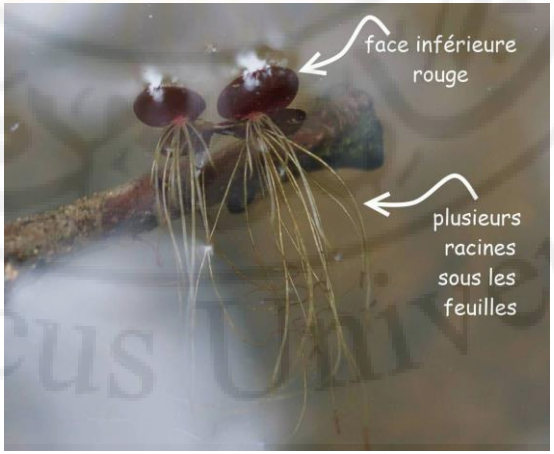
الجذور الهوائية







الجذور المتطفلة



الجذور المائية

أشكال المجاميع الجذرية

١. **المجموع الجذري الوتدي Tap root system:**

ينشأ من الجذير في البذرة ويتميز بسيطرة الجذر الرئيسي على جميع فروعه الجانبية. ينتشر في معظم ثنائيات الفلقة وفي عريانات البذور.

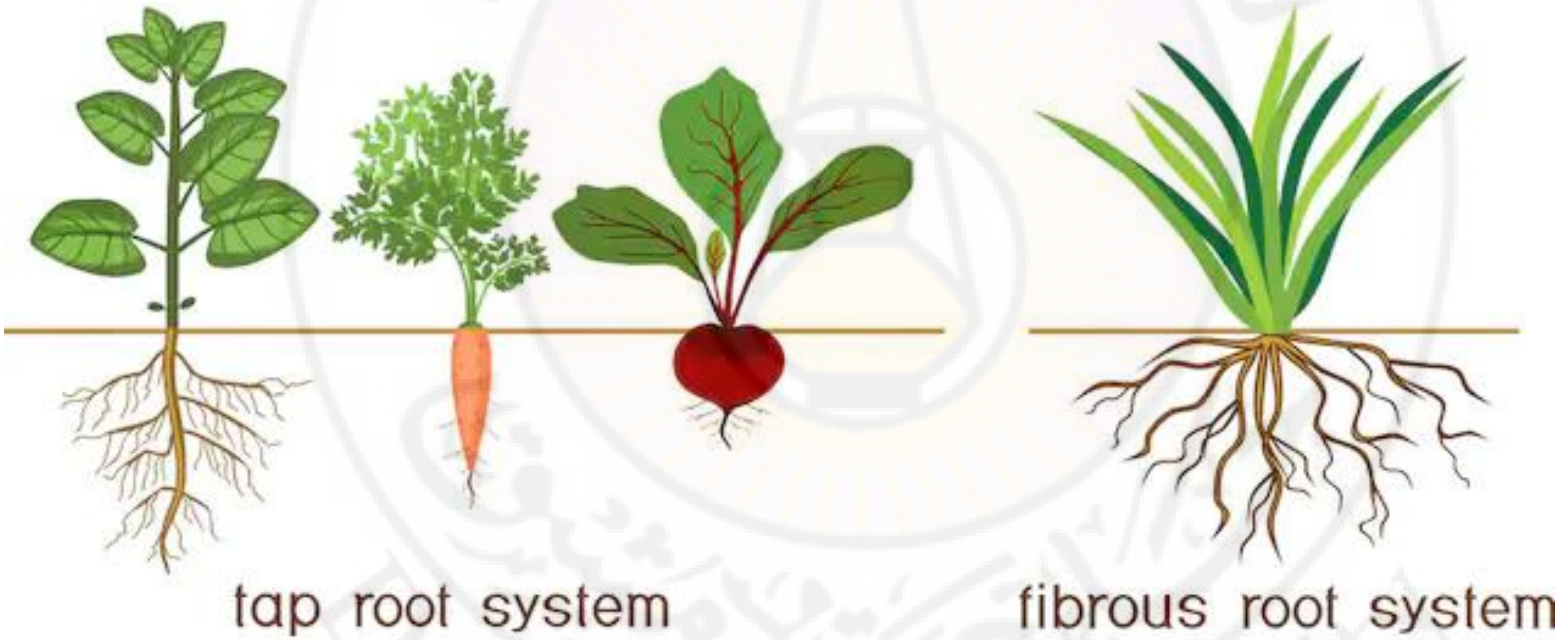
٢. **المجموع الجذري الليفي Fibrous root system :**

ينشأ من أي جزء من النبات عدا الجذير والجذر الرئيسي وينتشر في وحيدات الفلقة كما في النجيليات

٢. **المجموع الجذري المختلط:**

يتشكل نتيجة نمو المجموعين الجذريين الوتدي والليفي في الوقت نفسه كما هو الحال في النباتات العشبية كالفريز الحرجي

أشكال المجاميع الجذرية



البنية المجهرية لمقطع طولي في الجذر

١. **القلنسوة:**

تحيط بمخروط النمو للجذر وتقوم بحماية الميرستيم القمي للجذر أثناء تقدمه بين حبيبات التربة عند تغلغل الجذر في التربة.

٢. **الميرستيم القمي:**

تؤدي هذ المنطقة إلى نمو الجذر طولا بفضل انقسام خلاياها النشط من جهه وتطاول هذه الخلايا من جهه أخرى. تتألف هذه المنطقة من منطقتين :المنطقة القسومة و منطقة الاستطالة.

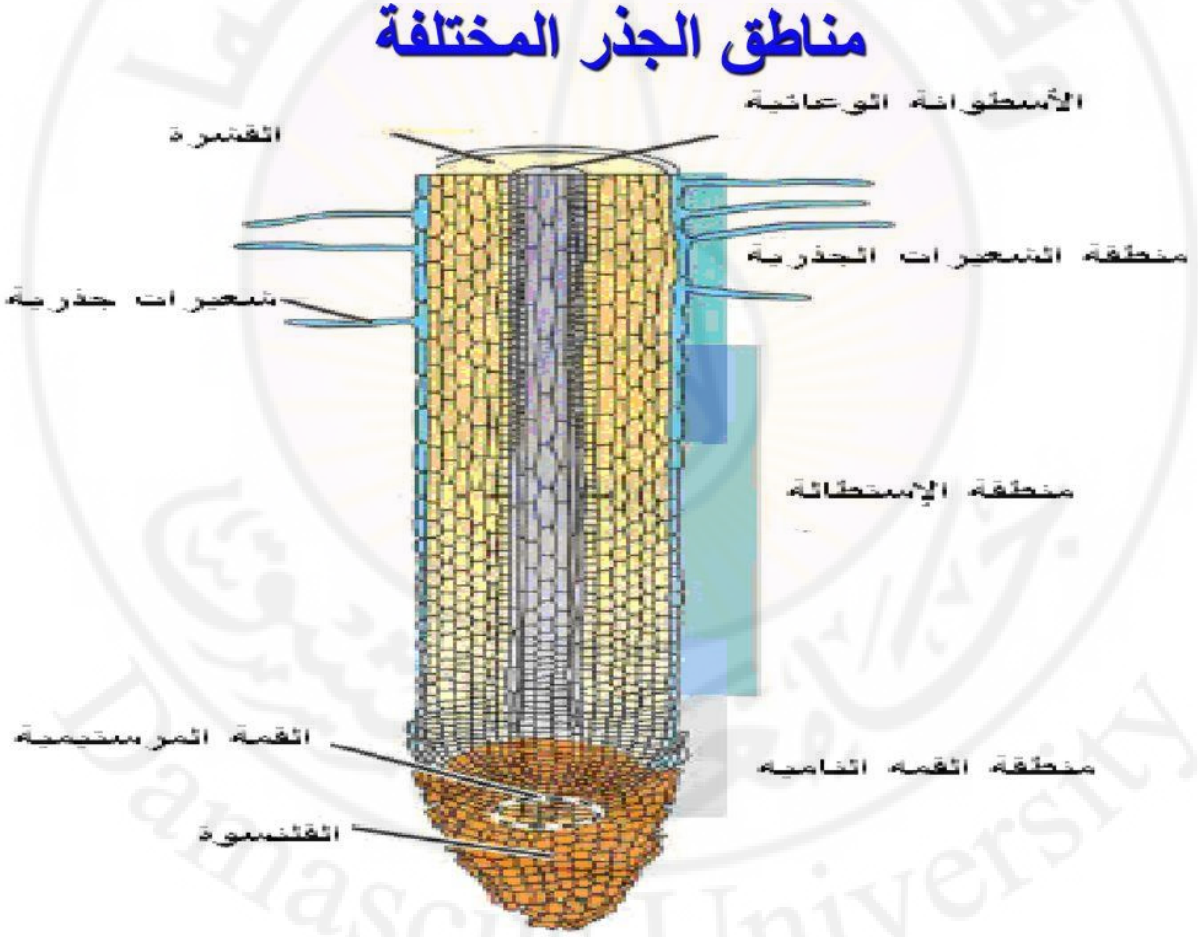
٣. **منطقة الأوبار الماصة :**

تسمى أيضا بمنطقة الامتصاص تقوم بامتصاص الماء والعناصر الغذائية من التربة. تتميز بأنها تتقدم باستمرار مع نمو الجذر. ومع استطالة الجذر تموت الاوبار العلوية وتسقط، في حين أن الاوبار الجديدة تظهر في الأسفل.

٤. **المنطقة الفلينية:**

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

البنية المجهرية لمقطع طولي في الجذر



التحورات الرئيسية للجذر

١. **الجذور الدرنية:**

سميت بذلك نتيجة لتضخمها وخزنها للمواد الغذائية التي يعتمد عليها النبات في دورة حياته مثل درنات البطاطا الحلوه.

٢. **الجذور الهوائية:**

تقوم بشكل أساسي بامتصاص بخار الماء من الجو مباشرة. تصادف عند النباتات النامية في الأراضي قليلة الهواء كالمستنقعات

٣. **الجذور الممصية :**

تكون على شكل ممصات في النباتات الطفيلية حيث تخترق هذه الجذور نسج النبات المضيف وتمتص منها المواد الغذائية والماء كما في الدبق الأبيض وجنس الحامول.

التحورات الرئيسية للجذر

٤. **الفطور الجذرية :**

أحيانا ينمو النبات بفضل تعايشه مع فطر في التربة خلال مرحلة انتاش بذوره فيؤدي الانتشار الواسع لخيوط الفطر على جذر النبات إلى عدم نمو الأوبار الماصة فتقوم خيوط الفطر بوظيفة تلك الأوبار وتتشكل في مثل هذه الحاله أعضاء معقدة متعايشة مؤلفة من الجذر والفطر فتسمى بالفطور الجذرية

ويمكن تمييز نوعين من الفطور الجذرية:

a) **فطور خارجية التغذية:** وفيها تحيط خيوط الفطر بسطح الجذر فقط وتحل محل الأوبار الماصة. توجد مثل هذه الفطور عند جنس السنديان والزان وفي بعض المحاصيل الزراعية كالقمح القاسي والكتان.

b) **فطور داخلية التغذية:** في هذه الفطور خيوط الفطر تتسرب إلى داخل خلايا الجذر فتقوم بصنع أنزيمات الإماهه التي تقوم بتفكيك المركبات الادخارية في الخلايا والمواد العضوية في التربة فيؤدي ذلك إلى رفع قدرة خلايا الجذر على امتصاص المواد المعدنية من التربة.

التحورات الرئيسية للجذر

الجذور الدرنية



الجذور الهوائية



الفطور الجذرية



الجذور الممصية



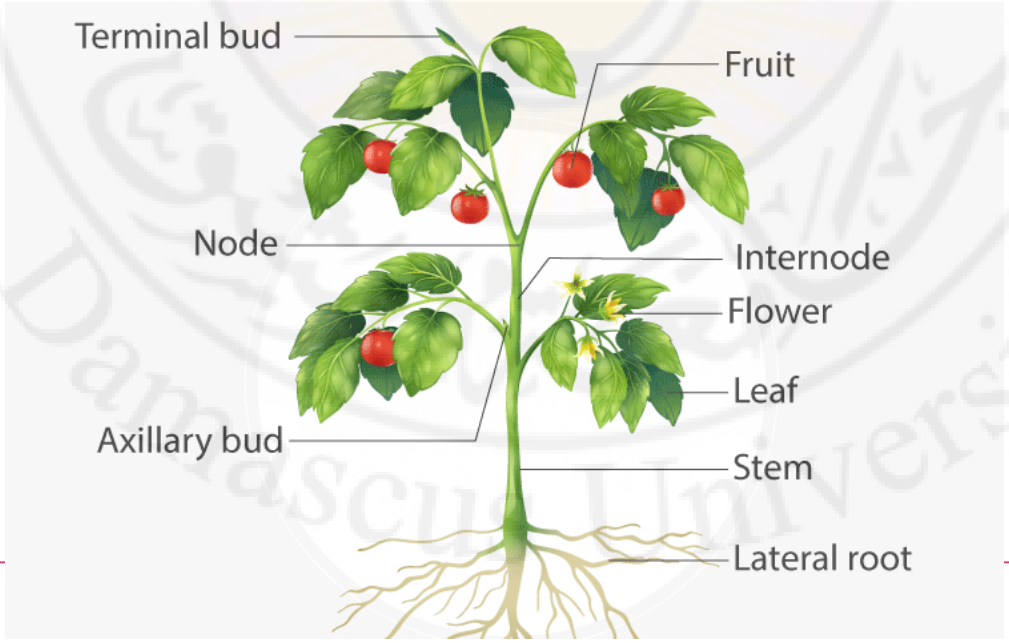
ثانياً: الساق



الساق

هي المحور الرئيسي للمجموع الخضزي والذي يمتد على استقامة الجذر الابتدائي يتميز بنمو غير محدود ، ينمو عادة فوق سطح التربة ويحمل الأوراق والأزهار والثمار والبراعم ويتميز بانجذاب أرضي سالب. أهم وظائف الساق:

١. انتاج الأوراق والأزهار والثمار وحملها
٢. نقل النسغ الناقص (الماء والأملاح المعدنية) من الجذر إلى الأوراق عبر أوعية الخشب
٣. نقل الغذاء (النسغ الكامل) من الأوراق إلى جميع أنحاء النبات عبر نسيج اللحاء



طرق تفرع الساق

ينمو الساق بفضل نشاط البرعم القمي وبالتالي يمكن التمييز بين ثلاث طرق لتفرع الساق:

١. **التفرع القمي الثنائي الحقيقي:**

في هذا النموذج تنقسم نقطة النمو إلى نصفين متساويين يعطي كل منهما محورا ثانويا مستقلا. ثم يعود مخروط النمو في كل محور للانقسام ثانية بالطريقة نفسها لاعطاء محورين ثالثيين وهكذا تتكرر العملية عدة مرات كما في أرجل الذئب.



طرق تفرع الساق

٢. **التفرع وحيد المحور:**

في هذا النمط يحافظ مخروط النموفي البرعم القمي على نشاطه زمنا طويلا فبعد كل استراحة شتوية يعاود هذا المخروط نشاطه من جديد مؤديا إلى نمو وتطور محور النبات الرئيسي مجددا ولهذا السبب يتميز المحور الرئيسي للنبات بنمو غير محدود وتتشكل الفوارع الجانبية بدءا من البراعم الجانبية فيكون أكبرها عند قمة الساق وأصغرها قريب من قمة الفارع الرئيسي



طرق تفرع الساق

٣. **التفرع الثنائي الزائف:**

وفيه تموت القمة النامية للفارع ويظهر عوضاً عنها في العام التالي وبالوقت نفسه برعمان متقابلان جانبيان يعطيان فارعين جديدين متساويين تقريبا وتبقى بينهما قمة الفارع الميتة في العام السابق



أنواع السوق

تقسم السوق إلى :

١. **السوق الترابية :** توجد مطموره تحت سطح التربة

٢. **السوق الهوائية :** تنمو فوق سطح التربة وتقسم إلى:



a. **السوق القائمة**

b. **السوق الناهضة**

c. **السوق الملتفة**

d. **السوق المتسلقة**

e. **السوق المستلقية**

f. **السوق الزاحفة**

أنواع السوق الهوائية

a. **السوق القائمة:** تلاحظ في معظم النباتات الشجرية والشجيرية التي تنتصب في الهواء بفضل نسجها الاستنادية كما في الحور والجوز والتين

b. **السوق الناهضة:** تصادف عند النباتات العشبية كالزعتر وتتميز بنسج استنادية أقل تطور ونمو مقارنة بالسوق القائمة

c. **السوق الملتفة:** تحاول هذه السوق الاحتفاظ بوضعها الشاقولي عن طريق التفافها بصورة حلزونية حول دعامة ما كما في الفاصولياء.

d. **السوق المتسلقة:** تستطيع النمو بصورة قائمة عن طريق تسلقها على الجدران ويتم ذلك بواسطة محاليق كما في الكرمة وتسمى بالنباتات الملتفة أو المتسلقة العرائش

e. **السوق المستلقية:** وتنمو بصورة أفقية على سطح التربة ولا تشكل جذور عارضه من عقدها كما في الفصيلة القرعية مثل الخيار والبطيخ والكوسا

f. **السوق الزاحفة:** وتنمو بصورة أفقية على سطح التربة وتتميز عن السوق المستلقية بكونها تشكل جذور عارضه من عقدها نحو الأسفل وفوارع هوائية منتصبة للاعلى كما في الفريز

البنية التشريحية لساق نبات ثنائي الفلقة

١. **البشرة**:

تشكل البشرة الطبقة الخارجية المكونة من خلايا بشرية كتلك المغطية للأوراق والجذور.

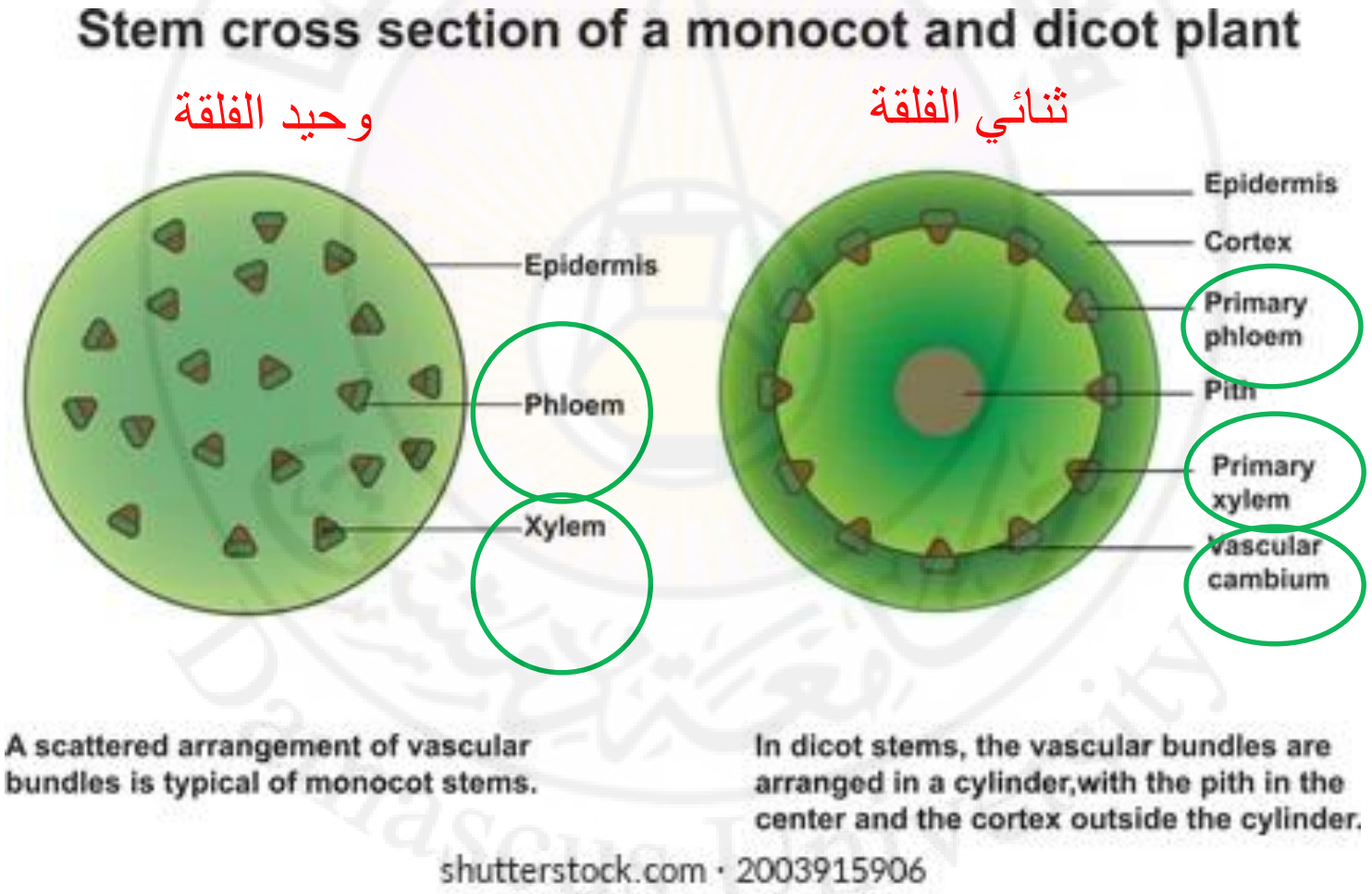
٢. **القشرة**:

تتكون معظمها من خلايا بارانشيمية (خلايا مغذية)، وتقوم في بعض النباتات بتخزين الغذاء والماء.

٣. **الأسطوانة المركزية:**

تتألف الاسطوانة الوعائية المركزية من حزم وعائية. وتتألف الحزمة الوعائية من ثلاث أنواع من الأنسجة وهي اللحاء phloem،والخشب xylem وبينهما يتوضع الكامبيوم cambium. بينما في وحيدات الفلقة ينطبق الخشب على اللحاء دون وجود الكامبيوم

الحزمة الوعائية لساق نبات ثنائي الفلقة ووحيد فلقة



ثالثاً: الـورقـــة





الورقة

هي أحد الأعضاء الرئيسية الهوائية المهمة المكونة للنبات بجزئه الهوائي، فهي تعتبر مصدر الغذاء الحياتي للإنسان والحيوان وللنبات نفسه، تتم فيها غالبية عملية التمثيل الضوئي: فالجذر يمتص ، والساق تنقل ، والورقة تصنع. تتميز الورقة بالخصائص العامة التالية:

١. ذات تناظر جانبي بفضل سطحيها السفلي والعلوي
٢. نمو محدود بفضل نشاط النسيج القسوم القمي في نهايتها
٣. شكلاً مسطحاً بفضل نشاط النسيج القسوم البيني على جانبيها
٤. أعمار مختلفة: تعيش أوراق الأشجار الغير دائمة الخضرة لفصل واحد فقط وحتى تلك دائمة الخضرة من النادر أن تعمل لأكثر من سنتين أو سبع

الوظائف العامة للأوراق

١. **التركيب الضوئي** :تلتقط الأوراق الخضراء ضوء الشمس عن طريق عمليه التركيب الضوئي. تتضمن هذه العملية التقاط وتخزين الطاقة في جزيئات السكر التي تشكلت من الماء وثنائي أكسيد الكربون. تعتمد كل الطاقة اللازمة للكائن الحي على التركيب الضوئي منذ بدء حياته حتى نهايتها.

٢. **تحتوي الأسطح السفلية للورقة (والعلوية أيضاً في بعض النباتات) ثغور صغيرة** والتي تسمح بدخول غاز ثنائي أكسيد الكربون اللازم لعمليه التركيب الضوئي، كما وتلعب دورا أساسيا في إطلاق الأوكسيجين من الورقة خلال عملية التركيب الضوئي..

٣. **التنفس والتخلص من الفضلات:** تقوم الأوراق بمهام أخرى كالتنفس. تنتج خلال عملية التنفس وخلال عمليات استقلابية أخرى فضلات. تتجمع هذه الفضلات في الأوراق ويتم التخلص منها عند سقوط الورقة.

٤. **النتح والادماع:** تلعب الأوراق دورا رئيسيا في حركة الماء الممتص من قبل الجذور والمنقول عبر النبات. يتبخر معظم الماء الواصل إلى الأوراق في الجو عبر عمليه النتح. توجد فتحات خاصة في بعض النباتات تدعى بالفتحات المائية وتقع في أطراف العروق في الورقة، ويدعى فقدان الماء عبر الفتحات المائية بالإدماع. ويكون ذلك عادة في الليل حيث لا يوجد عملية نتح.

أجزاء الورقة

تمتلك معظم أوراق النباتات **عنق ونصل مسطح** تنتشر فيه شبكة من العروق. يظهر زوج من الزوائد التي تأخذ شكل الورقة أو الحراشف وتدعى **بالأذينات** عند قاعدة العنق. تفتقر الأوراق في بعض الأحيان للعنق وعندها يطلق عليها اسم أوراق لاطئة.

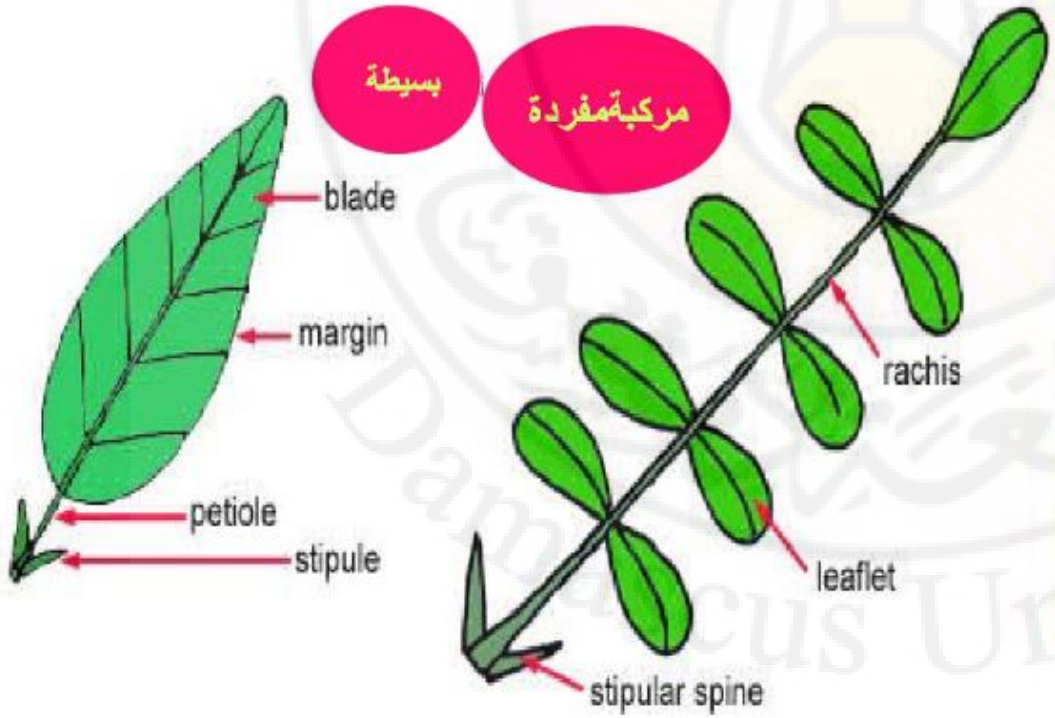




ورقة لاطئة

أنواع الأوراق

يمكن أن تكون الأوراق بسيطة أو مركبة. تمتلك الورقة البسيطة نصلا واحدا بينما يكون نصل الورقة المركبة مقسوما بعدة طرق إلى وريقات. وبغض النظر عن عدد الوريقات فان الورقة المركبة تملك برعما ابطيا واحدا عند القاعدة، بينما لا تحتوي الوريقات على مثل هذه البراعم..





الأوراق المركبة

تقسم الأوراق المركبة إلى:

A. **أوراق مركبة كفية:** يحمل المعلاق الورقي في نهايته عدة وريقات تقع في مستوى واحد كما في البرسيم

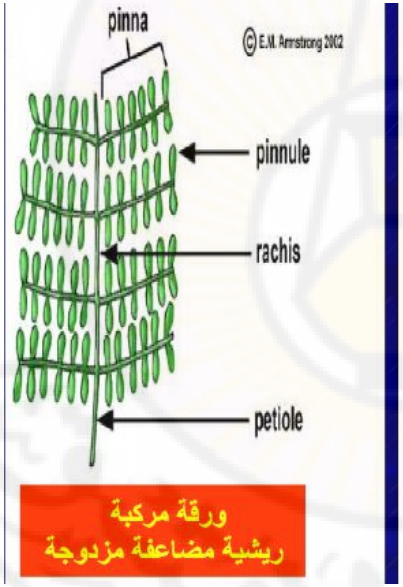
B. **أوراق مركبة ريشية** : وفيها يحمل المعلاق الورقي الوريقات على جانبيه حيث تنتظم في أزواج متقابلة وتصنف في الفئات التالية:

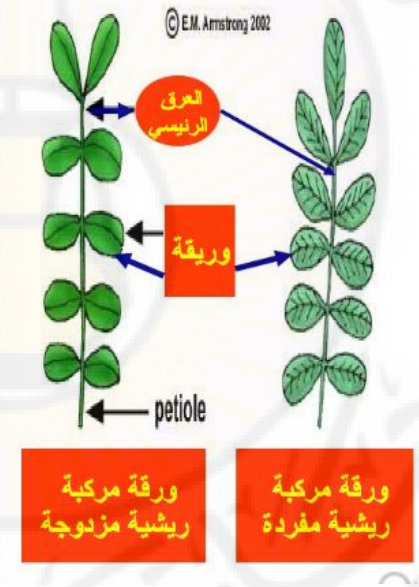
- **أوراق مركبة ريشية مفردة** : ينتهي المعلاق الورقي بوريقة واحدة فقط كما في الورد
- **أوراق مركبة ريشية مزدوجة** : وفيها ينتهي المعلاق الورقي بورقتين متقابلتين كالخرنوب
- **أوراق مركبة ريشية ثلاثية** : وفيها يحمل المعلاق الورقي بنهايته ثلاث وريقات فقط كما في جنس النفل
- **أوراق مركبة ثنائية الريش :** وفيها تكون الورقة مركبة مرتين فتتجزأ الوريقات إلى صفائح ورقية أدق منها كما في جنس الأكاسيا

الأوراق المركبة



أوراق مركبة ريشية ثلاثية







أوراق مركبة كفية

تضليع الأوراق

تنتشر في قرص الورقة جملة من الحزم الناقلة الوعائية اللحائية تعرف باسم **الأضلاع**. تتحد هذه الحزم مع مثيلتها في الساق والجذر مشكلة حزمة ناقلة متكاملة تكسب الأضلاع قرص الورقة قوة ومتانة كبيرتين وتحميهما من التمزق بفعل الرياح والعواصف



أشكال التضليع في الورقة

١. **التضليع البسيط:**

يمتاز بوجود ضلع واحد فقط (حزمة ناقلة واحدة) يخترق قرص الورقة من قاعدتها حتى قمتها ويصادف في الطحالب والصنوبريات

٢. **التضليع الثنائي:**

وفيه يخترق قرص الورقة أضلاع متفرعة ثنائيا ويلاحظ هذا الشكل في بعض النباتات البذرية كالجنكو

٣. **التضليع القوسي والمتوازي** :

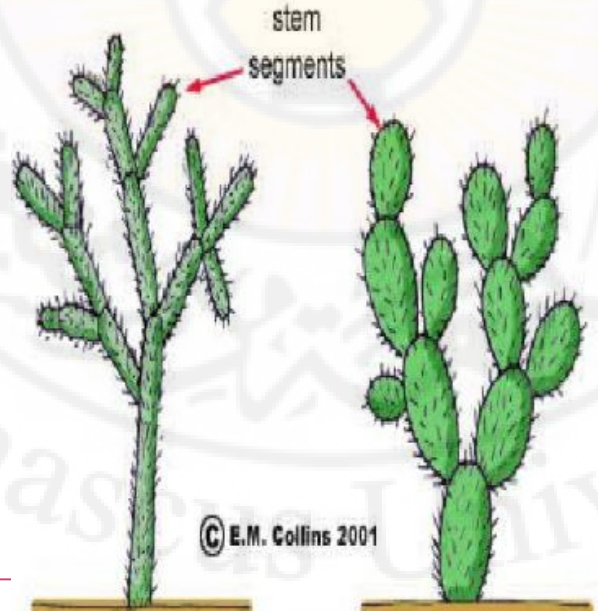
وفيه يجتاز قرص الورقة من القاعدة حتى القمة عدة أضلاع متشابهة وغير متفرعة ومتوازية كما في النجيليات



تحورات الأوراق

١. **الأشواك:**

شكل من أشكال تحور الأوراق يتنشر في نباتات الصحراء كما في الصبار تختزل أوراق الصبار والعديد من نباتات الصحراء على شكل اشواك. وتعرف هذه الأشواك بالأوراق بسبب تموضعها على الساق ووجود براعم إبطيه. يقلل تناقص سطح الأوراق وتحولها إلى أشواك من معدلات الفقد المائي من قبل النبات وحمايته من الحيوانات العاشبة. تحدث عملية التركيب الضوئي في هذه النباتات الصحرأوية في السيقان الخضراء.



تحورات الأوراق

٢. **الأجهزة القانصة للحشرات:**

تعد من أشكال الأوراق المتحورة وتمتاز فيها نباتات آكلة الحشرات فاذا وقعت حشرة صغيرة في باطن هذه الأجهزة تموت وتتحلل بسرعة بفعل الأنزيمات التي تفرزها هذه النباتات تصادف هذه الأجهزة عند كل من خناق الذباب والندا الشمسي (الدروسيرا)



الندا الشمسي (الدروسيرا)



خناق الذباب

تحورات الأوراق

٣. **الأوراق اللحمية:**

تقوم هذه الأوراق بوظيفة ادخار المواد الغذائية فتأخذ بنية لحمية سميكة كما في الملفوف والبصل

٤. **المحاليق:**

توجد العديد من النباتات التي تأخذ أوراقها شكل المحاليق. تساعد هذه الأوراق المعدلة على هيئة محاليق في التفاف النباتات على سطح قاس يساعدها في التسلق ويدعم السوق الضعيفة.كما في البازلاء



التغير السنوي في لون الأوراق

تأخذ النباتات غير دائمة الخضرة في الخريف ألوان عديدة قبل أن تفقد أوراقها في فصل الخريف. تحتوي الصانعات الخضراء في الأوراق المعمرة على مجموعة أنواع من الصبغات مثل اليخضور والكاروتينات والتي تعطي اللون الأصفر الشاحب وصبغات الزانتوفيلات. يلعب كل من هذه الصبغات دورا هاما في عملية التركيب الضوئي. تكون عادة كمية الكلوروفيل أكثر من باقي الصبغات، ويطغى عادة اللون الأخضر للكلورفيل على صبغات الكاروتين والزانتوفيل. يتفكك الكلوروفيل في الخريف وتظهر ألوان أخرى معطية الأوراق ألوانها الصفراء.

البنية التشريحية للأوراق

إذا تم قطع ورقة نبات ثنائي الفلقة بشكل عرضي وفحصها بالمجهر سنجد ٣ مناطق وهي البشرة والنسيج الوسطي، والعروق.

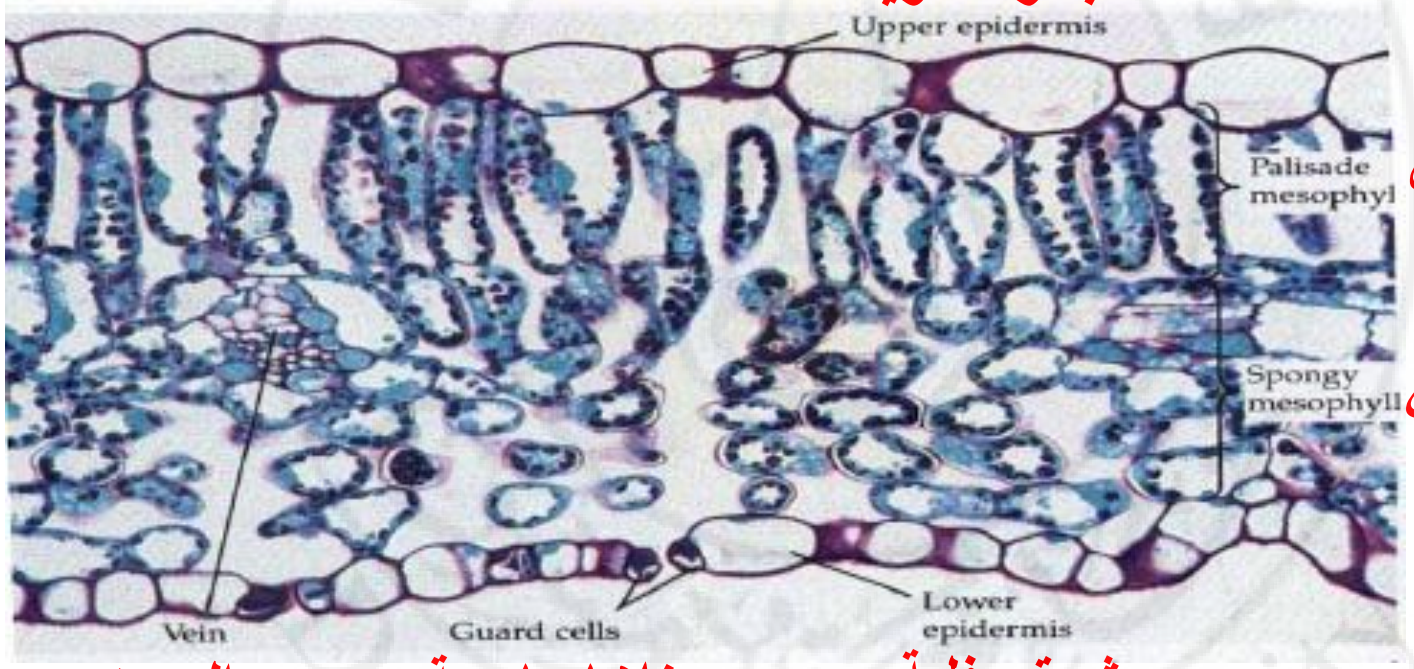
١. **البشرة:**

وهي طبقة خلوية مفردة تغطي سطح الورقة بشكل كامل. يمكن تمييز البشرة على السطح السفلي للنصل من البشرة العلوية من خلال احتوائها على عدد كبير من الثغور. خلايا البشرة عادة خالية من البلاستيدات الخضراء ماعدا الخلايا الحارسة للثغور. ويوجد غلاف شمعي للبشرة عادة.

٢. **النسيج الوسطي:**

تحدث معظم عملية التركيب الضوئي في نسيج الورقة الوسطي حيث يمكن تمييز منطقتين فيه. تتألف الطبقة المتوسطة العلوية من خلايا النسيج الوسطي بحيث تكون مرصوفة عادة في صفين. تدعى هذه الطبقة بالنسيج العمادي تحوي على ٨٠ % من كلوروبلاست الورقة. وتتألف المنطقة السفلية من خلايا بارانشيمية مصفوفة بشكل غير متراص مع فسحات هوائية وفيرة بينها وتدعى بنسيج الورقة الاسفنجي وتحوي خلاياها أيضاً الكلوروبلاست.

البنية التشريحية للأوراق



البنية التشريحية للأوراق

٣. **العروق (الحزم الوعائية):** تكون للعروق أحجام متفاوتة وهي موجودة بشكل عشوائي في نسيج الورقة الوسطي. تتألف الحزمة من نسج الخشب واللحاء يتجه الخشب نحو السطح العلوي للورقة بينما يتمايز اللحاء نحو السطح السفلي. تنحصر وظيفة الحزم الوعائية (العروق) في تموين خلايا الورقة بالماء والأملاح المعدنية (الخشب) وترحيل الواد العضوية المتشكلة نتيجة عملية التركيب الضوئي من الأوراق إلى بقية أعضاء النبات (اللحاء).

