المكونات غير الحيـــة بالخلية النباتية

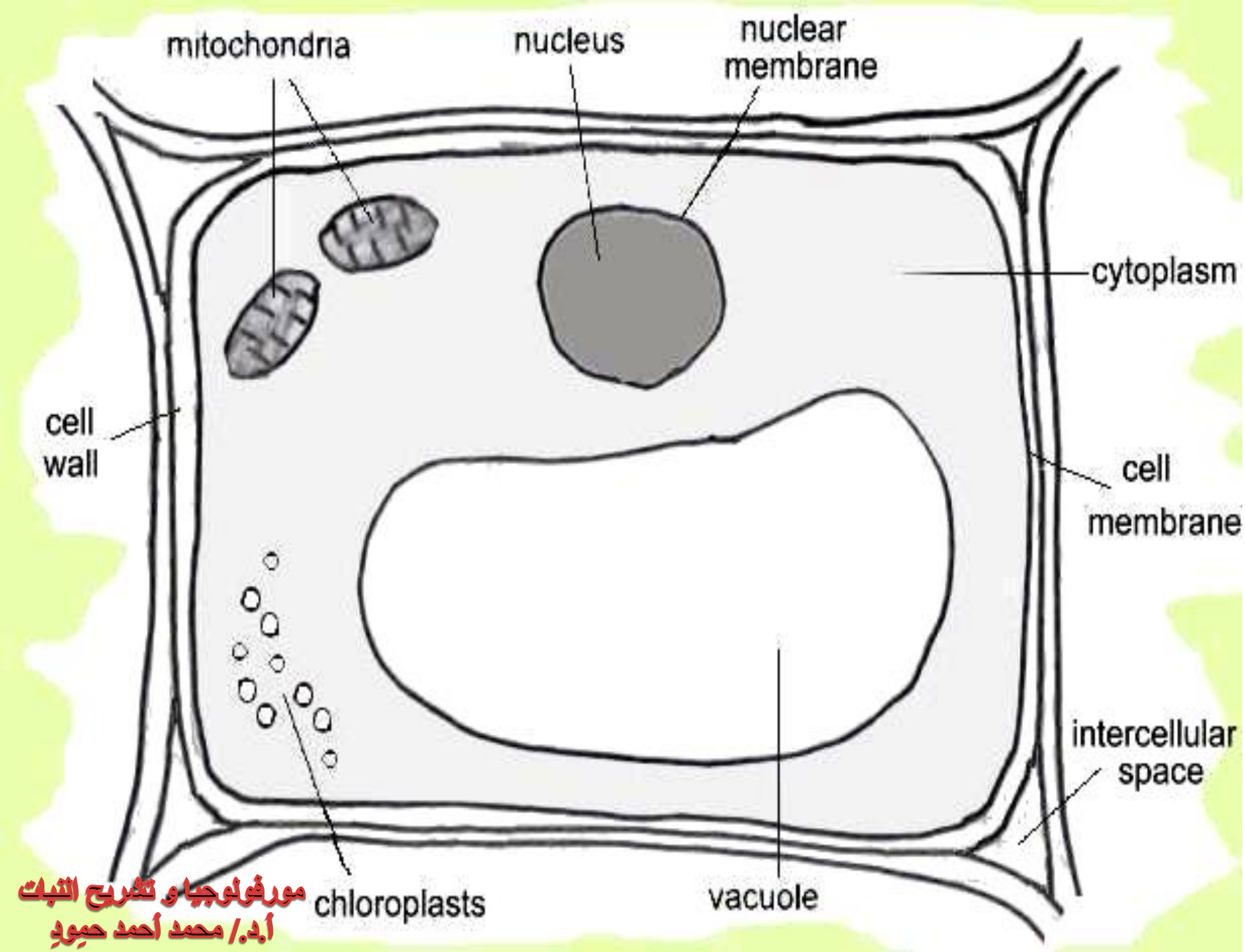
cellو هى مكونات لا تدخل فى تكوين البروتوبلازم و توجد فى العصير الخلوى فى صورة ذائبة أو غير ذائبة (بلورات) sap

- **الفجـــوةالعصاريـــة:-**

هي عبارة عن فجوة محاطة بغشاء بلازمى فجوى **tonoplast** و مملوءة بسائل مائي او عصير خلوى به سكريات و بروتينات و أحماض عضوية و قلويدات و أصباغ.

وتوجد الفجوات العصارية مبعثرة في السيتوبلازم في الخلايا الحديثة الميرستيمية حيث تمتلئ الخلية بالسيتوبلازم الكثيف

وعند نضج الخلية تتجمع هذه الفجوات مع بعضها لتكون فجوة واحدة كبيرة في وسط الخلية وتكون محاطة بغشاء هو جزء من الغشاء البلازمي الداخلي وهو غشاء اختياري النفاذية.



مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

عند تجمعها من الفجوات الصغيرة فان الفجوة العصارية تدفع السيتوبلازم ليلاصق الجدار كطبقة رقيقة

ومن **وظائف الفجوة**

- المحافظة علي استمرارية ضغط الامتلاء للخلية وهو هام جداً للتركيب الدعامي وللتحكم في حركة الماء.
- تخزين المواد الأساسية اللازمة للنشاط التمثيلي للخلية وتخزين منتجات التمثيل الثانوية والمركبات الدفاعية للخلية والسامة
- وهكذا يحتوي العصير علي مواد كالسكريات والأحماض العضوية والأملاح المعدنية والغازات والصبغات والقلويدات والدهون والتانينات وأحياناً البللورات

للعصير الخلوي حامضيا إلا أنه في بعض pH وعادة يكون الـ الأحيان قد يتراوح ما بين 1–11 حسب مكوناته. ولهذا فدراسته غير سهلة من الناحية السيتولوجية والكيموحيوية.

و يلعب الغشاء غير المزدوج المحيط بالفجوة دوراً هاماً في النشاط الكيميائي للخلية مثل :

- تراكم أيونات الهيدروجين.
- وتخزين المواد السامة .
- والسماح بعبور بعض المواد في اتجاه واحد (من الخلية للفجوة).
- ووجود الصبغات بالفجوة مثل الانثوسيانين والذي يلون عديد من الأزهار والثمار والأوراق.

تابع :أهم المكونات غير الحية في السيتوبلازم والعصير الخلوى

1- المركبات العضويـــــــة :

أولاً: البروتينات:-

هي أكثر المركبات العضوية أنتشاراً.ويلعب دوراً هاماً في بناء الأنسجة وتتركب البروتينات من : الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين وكميات قليلة من الكبريت والفوسفور .

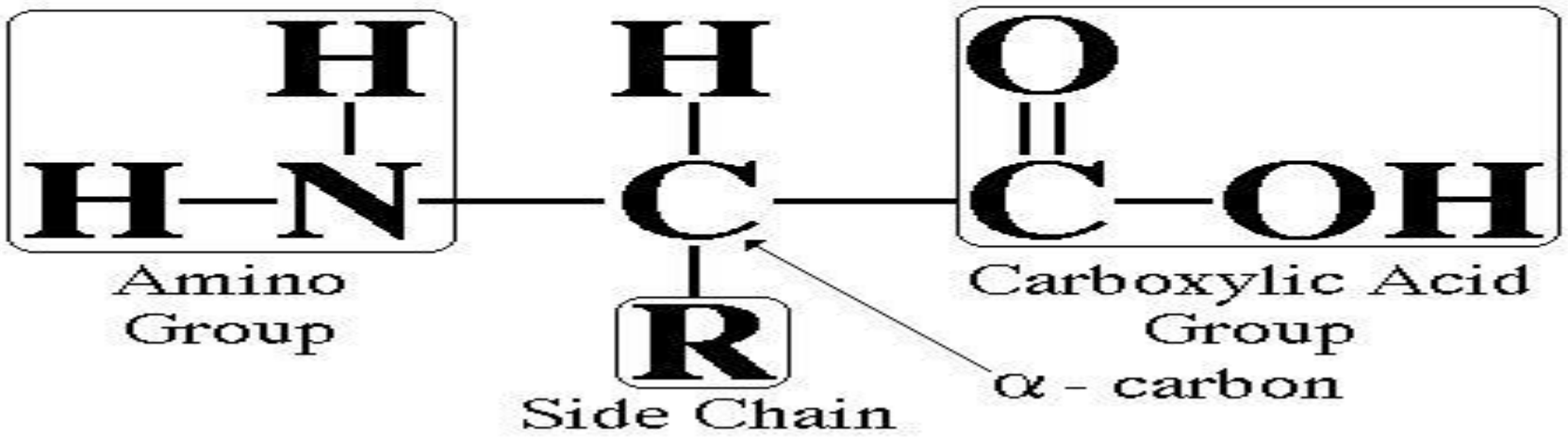
جزيئات البروتين معقدة التركيب ووحدتها التركيبه هي الأحماض الأمينية.

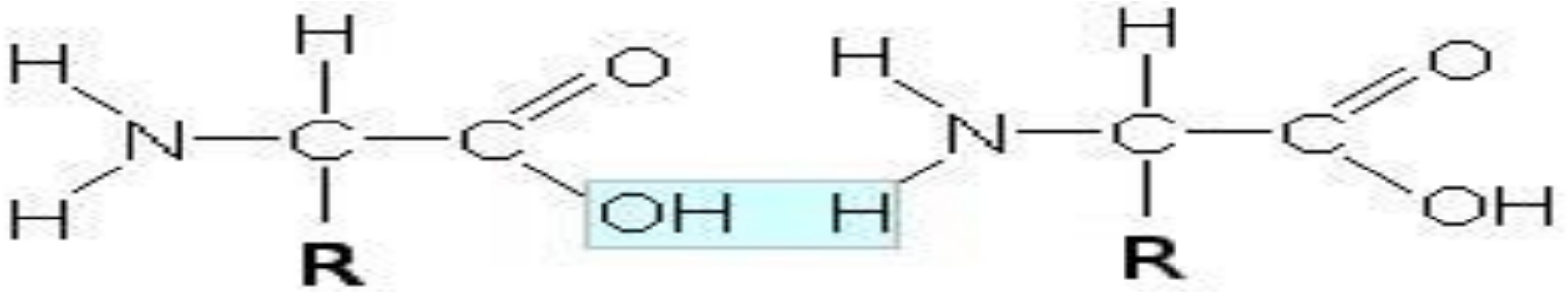
الأحماض الأمينية هي أحماض عضوية:

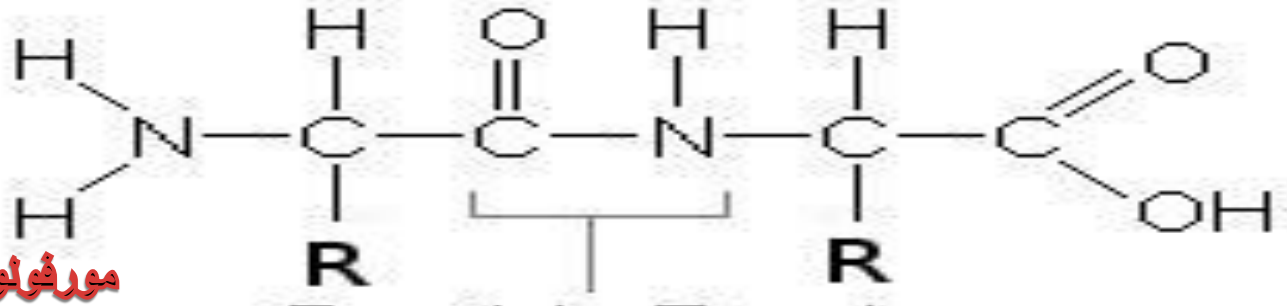
أحد طرفيها تحتوي على مجموعة أمينية. والطرف الآخر على مجموعة الكربوكسيل.

يتحد الشق الحامضي مع الشق القاعدي في الحمض ويليه فقدان الماء (ويتكون بين الحمض روابطة ببتيدية). نسبته في الخلية النباتية 7-10%. وهو مكون رئيسي في ماده الأساس.

Amino Acid Structure

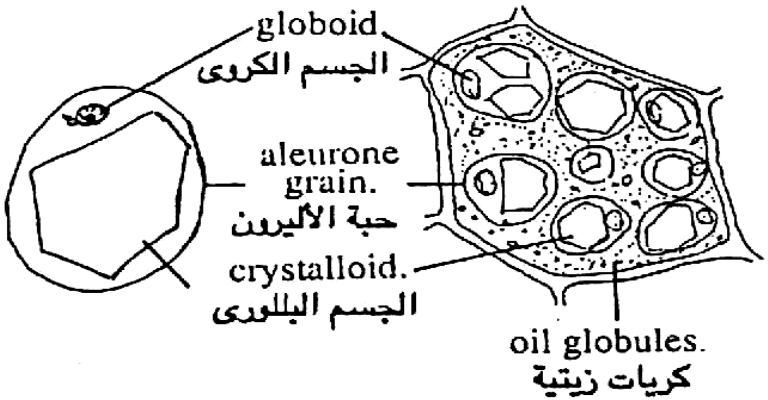




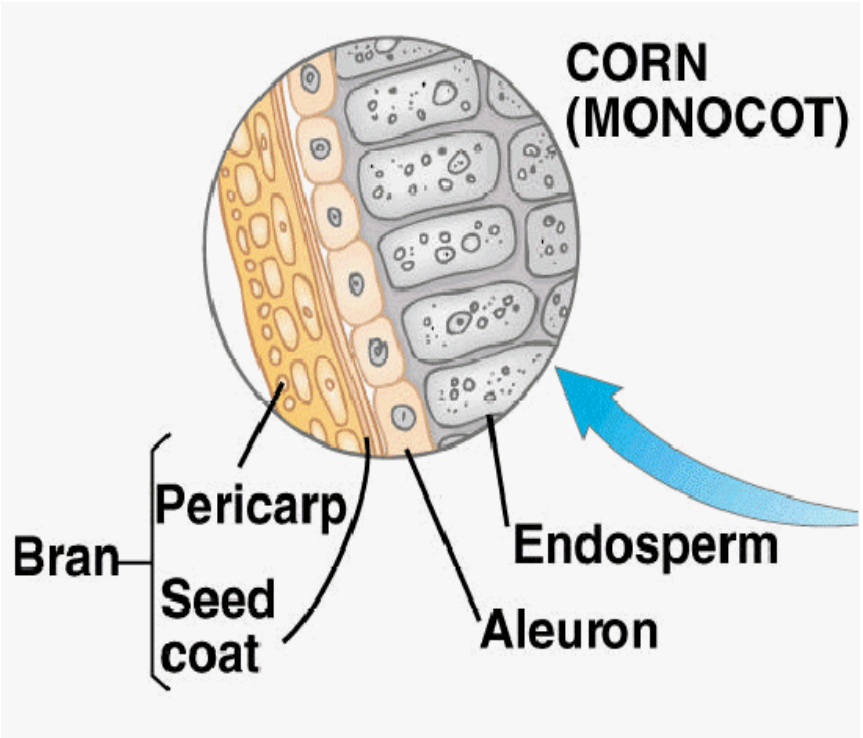


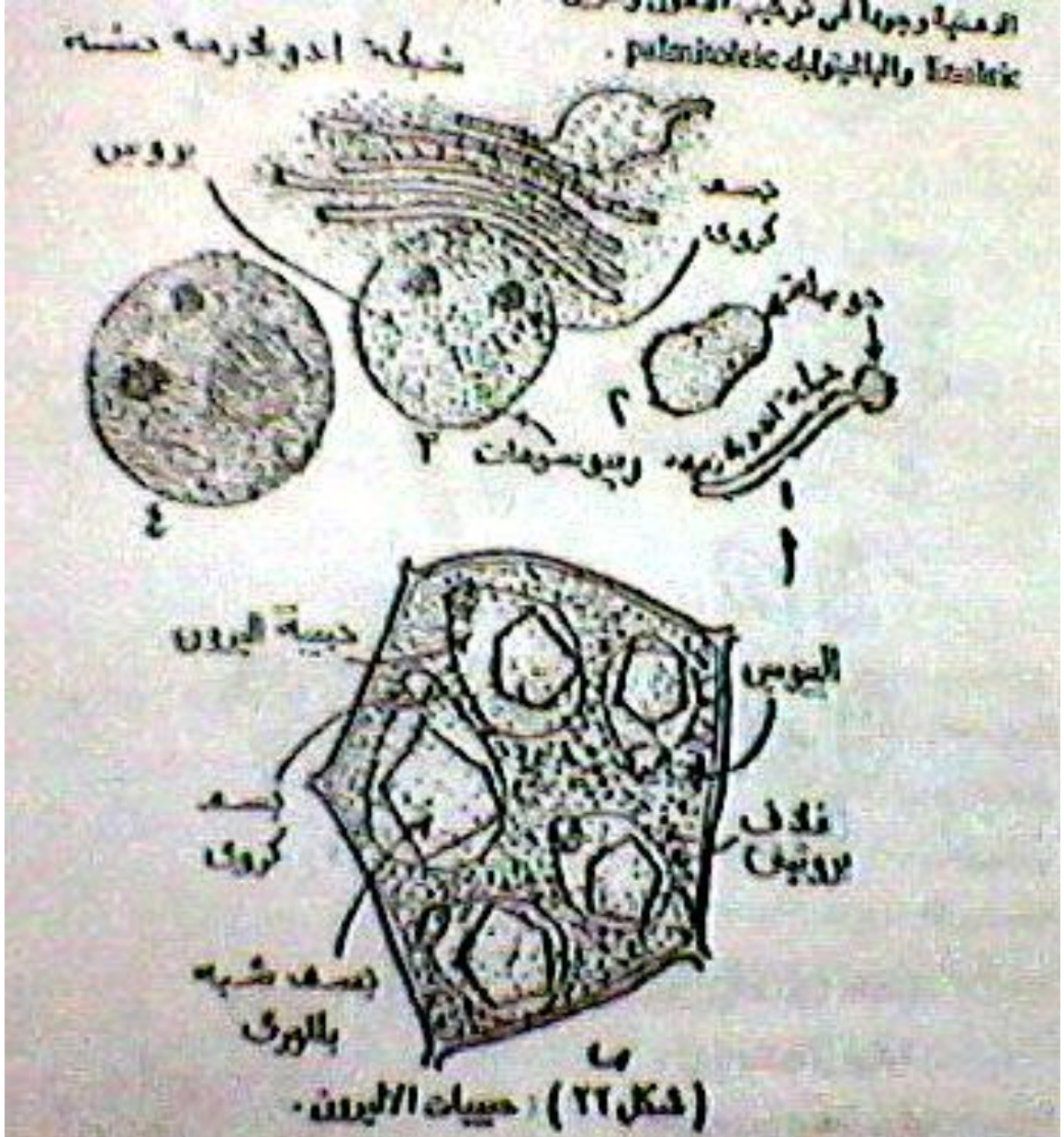
مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

يوجد البروتين كمركب اختزانى فى حبيبات الأليرون aleurone
فى حبة القمح و الذرة و بذرة الخروع grains
فى حبة القمح يكون البروتين غير متبلور amorphous
بينما فى بذرة الخروع تكون حبيبة الاليرون محاطة بغشاء بداخله
و crystaloid جسمان احدهما كبير هو الجسم شبه المتبلور
الجسم الاخر صغير و يسمى الجسم الكروى globoid



endosperm cell of *Ricinus communis*.
حبيبات الأليرون فى خلية أندوسبيرم نبات الخروع .



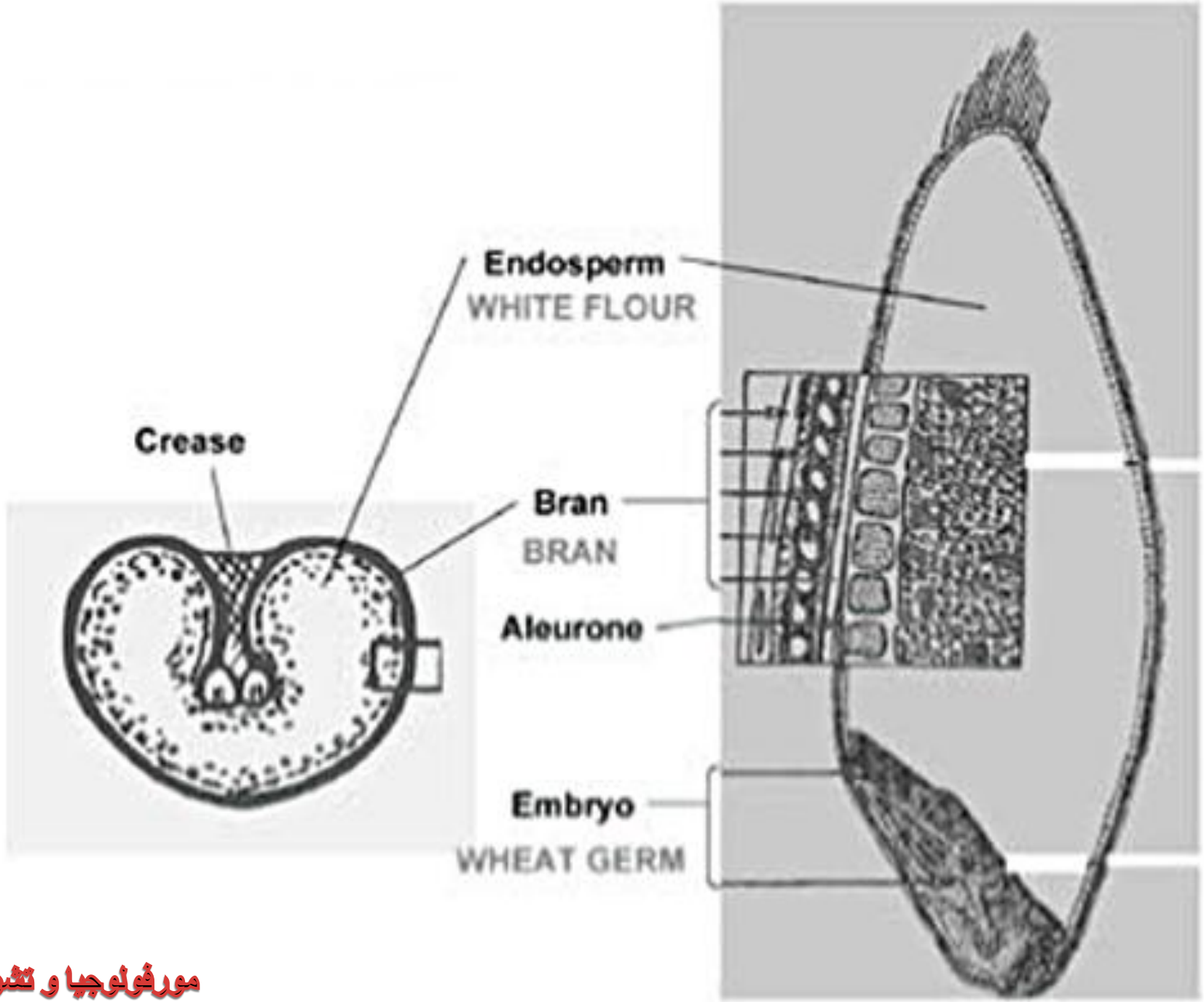


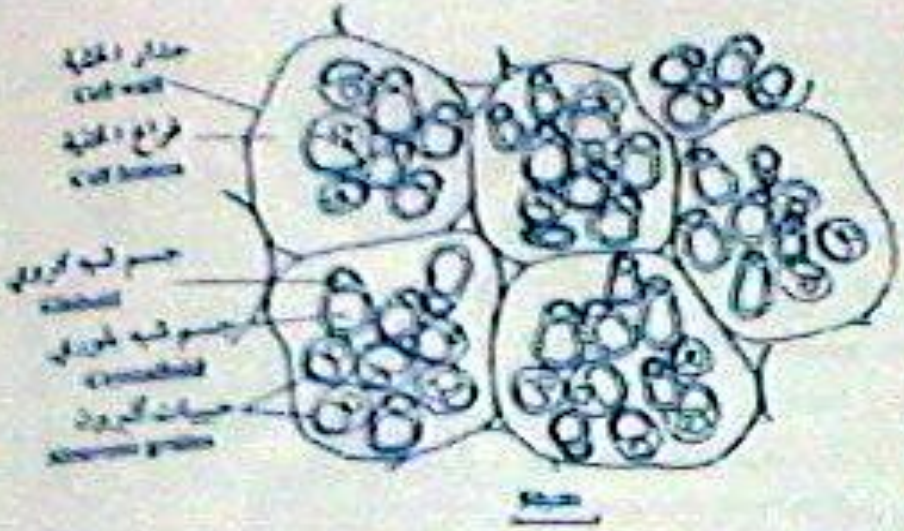
(شكل ٢٢) : حبيبات البردن.

ا) خلايا تكون حبيبة البردن (١، ٢، ٣، ٤ عربيا).

ب) خلايا بها حبيبات البردن.

مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د./ محمد أحمد حمود


Endosperm
WHITE FLOUR
Crease
Bran
BRAN
Aleurone
Embryo
WHEAT GERM



(أ) مجموعة من الخلايا الترشيمية الحاوية على حبيبات الأليرون في قطاع عرضي لجزء من بشرة الفروع

(ب) جزء من قطاع طولي في حبة القمح يوضح الطبقة الأليرونية

شكل (١١): حبيبات الأليرون.

مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

ثانيـــاً: المواد الكربوهيدراتية:-

هي مركبات من الكربون والهيدروجين والأكسجين والعنصران الأخيران يتحدان بنسبة 1:2 وهي نفس نسبتها فى الماء

تنقسم المواد الكربوهيدراتية إلى ثلاث أقسام :-

*المواد آحادية التسكر:-

تمتاز بحلاوة طعمها وقابلة بللذوبان في الماء والكحول قابلة للأنتشار في الأغشية شبه منفذة.
هي سكريات بسيطة أهم المركبات الخلية الأنواع الخماسية والسداسية. من السكريات الخماسية: سكر الريبوز أهمها الحمضيين DNA ,RNA تقوم بدور أساسي في توفير الطاقة الحيوية اللآزمة للجسم.

*المواد ثنائية التسكر:-

يتكون من جزئين آحادي التسكر مف فقد جزئ ماء وهو يشبه آحادي التسكر في صفاته.
من أهم هذه المواد: السكر الشعير، سكر اللبن، سكر القصب.

*المواد عديدة التسكر:-

هي تتكون من عدة جزيئات وحيده التسكر مع فقدان عدد مناظر من جزيئات.
ليس لها طعم حلو، تكون محاليل غروية مع الماء وغير قابلة للتبلور ولا تنشر خلال الأغشية شبة المنفذة.

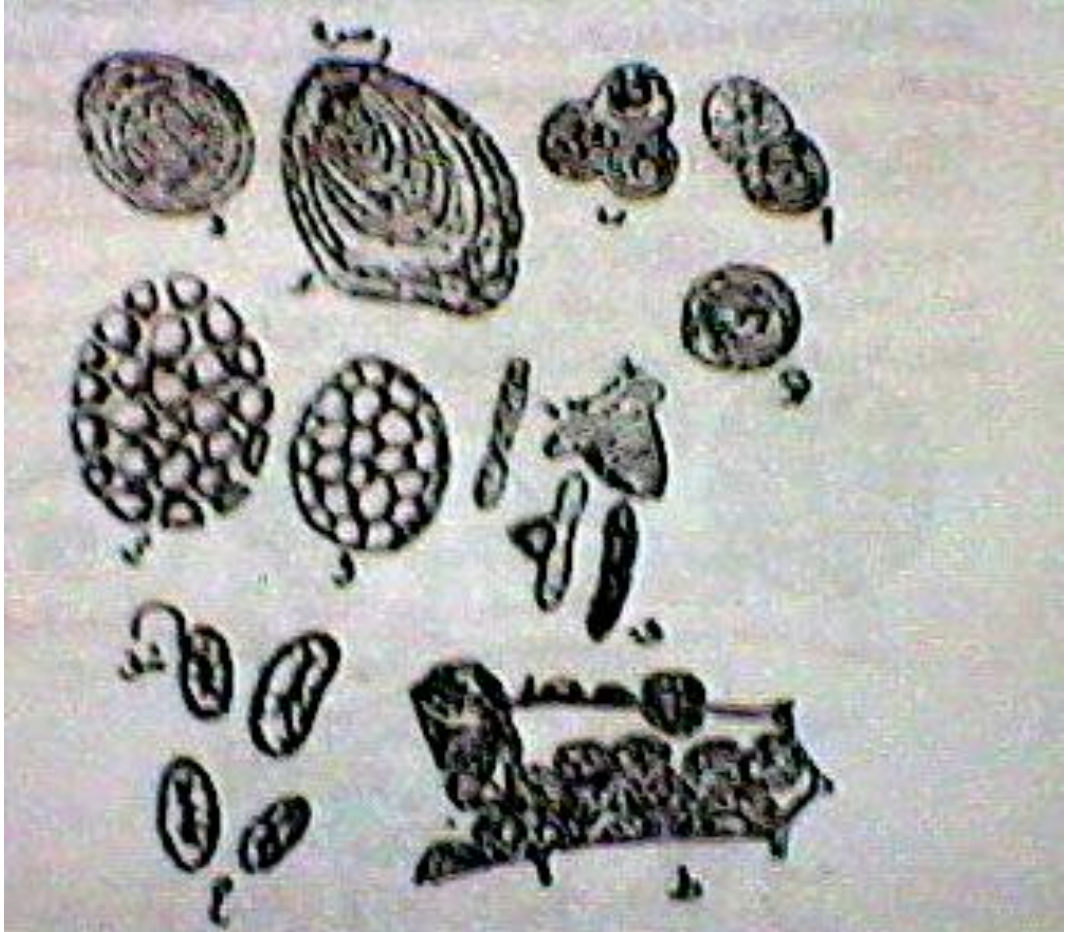
أهم المركباتها: النشا والسليوز والجليكوجين.

يوجد النشا على هيئة حبيبات تظهر فى شكل حلقات متداخلة كما centric قد تكون وسطية أو مركزيةhilumتتوسطها السرة كما فى excentricفى القمح و قد تكون لا مركزية او جانبية البطاطس

و قد تظهر السرة على هيئة نقطة (البطاطس و القمح) أو شق فى موضع السرة قد يكون متفرعا (البسلة و الفصوليا)

و تكون حبيبة النشا بسيطة اذا احتوت على سرة واحدة و تكون مركبة اذا احتوت على اكثر من سرة

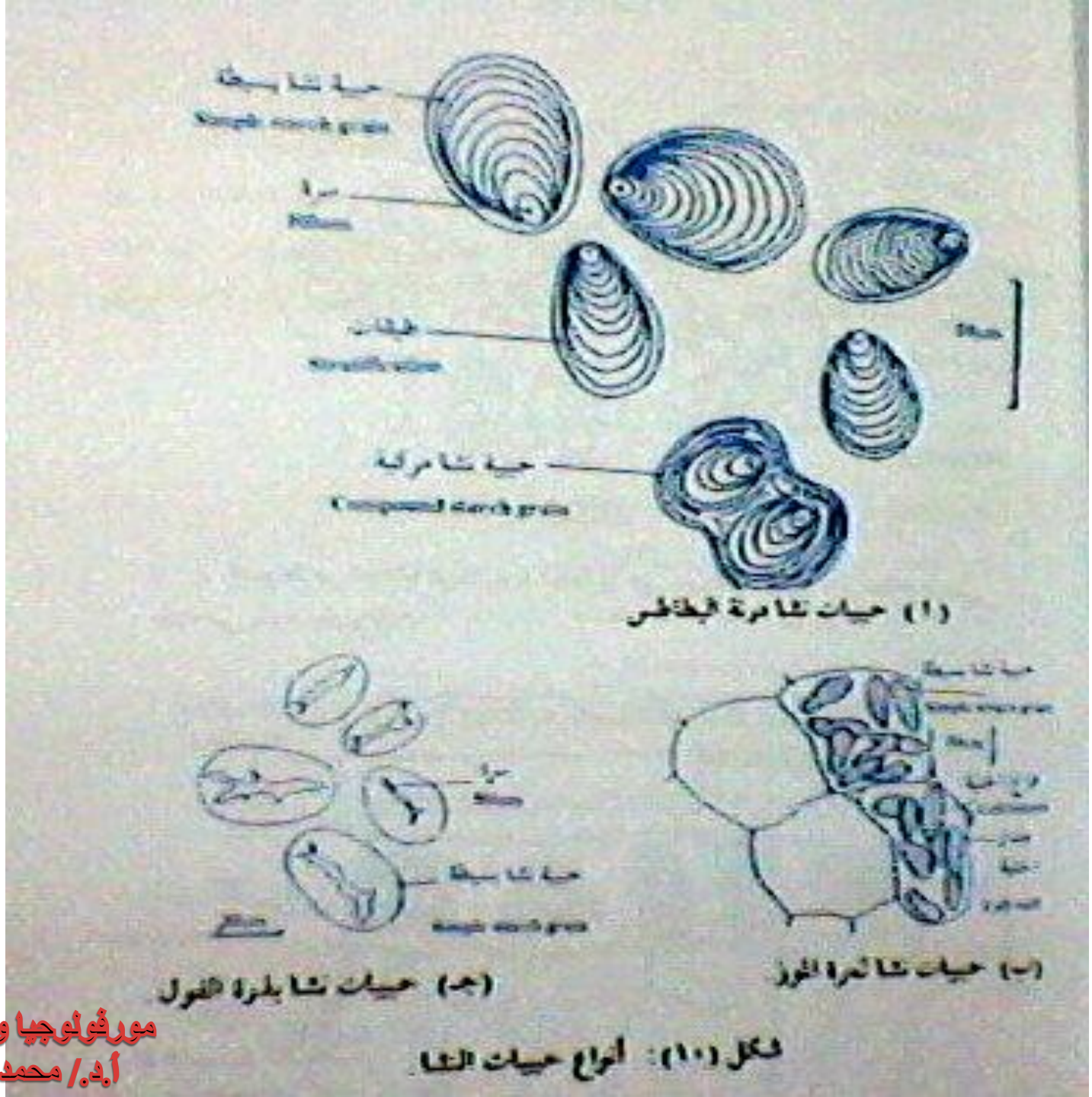
و يتكون النشا بالبلاستيدات الخضراء (نشا انتقالى يتحول عند الضرورة الى سكريات ذائبة) كما ان النشا يتكون بالبلاستيدات عديمة اللون و يخزن بها (نشا اختزانى)



(شكل ٦١) : مكونات في بعض الأنسجة النباتية

أ - ج) حبوب نشا .
هـ) بلاستيدات بسيطة .
هـ) ثقوب مركبة .
ز) الأسطوانة ذات قرن متقرع
ح) بلاستيدات يتكون فيها حبيبات النشا في مراحل مختلفة
ط) بلاستيدات تحتوي داخلها على حبيبات نشا
ى ، ك) بلاستيدات مركبة
ل) بلاستيدات نصف مركبة
م ، ن) أنزيم مركبة وبسيطة

مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود



(أ) حيات ثمارة البطاطس

(ب) حيات ثمارة الفول

(جـ) حيات ثمارة بذرة الفول

شكل (١٠): أنواع حيات الثمار

مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

ثالثـاً: الليبـــيدات:-

نسبة 1.5-3%مادة أساسية في جميع النظم الغشائية للخلية. مصدر غني بالطاقة الحرارية.

الليبيدات التي تكون صلبة عند درجة 20 تسمى ..الدهون..

أما الليبيدات التي تكون سائلة عند درجة 20 تسمى..الزيوت..

تقسيم الليبيدات:

1. ليبيدات بسيطة:- هي خليط ثلاثي الجيليسريد مثال الزيوت والدهون.
2. الستيرويدات:- وهي تشمل على مجموعة من حلقية أليفاتية بجانب السلاسل الجانبية. مثل الكوليسترول.

3-الليبيدات المرتبطة : وتحتوى على ليبيد +شق آخر

مثال:-

* الفسفوليبيدات: وهي الدهون تحتوى على الفوسفات. مثال: أسيتال فوسفوليبيدات.

*الجليكوليبيدات: وهي دهون تحتوي على مواد كربوهيدرات .

2-المركبات غير العضويـــــــــة :

أولاً: المـــــــاء:-

نسبتة في الخلية (80-90%)

أهمية الماء:

- الحفاظ على التوازن الأسموزي للخلية.
- مذيب لمعظم المركبات داخل الخلية.
- وسط مناسب لأغلب التفاعلات الحيوية في الخلية.
- يعطي المرونة المطلوبة للخلية ويحافظ على شكلها وحجمها.

ثانيــاً: المحتويات غير العضوية الآخرى:-

نسبتها ضئيلة في معظم الخلايا 1.5-5%.

- لها دور كبير في تنظيم الـ pH للسيتوبلازم في الحدود المطلوبة لنشاط الخلية.
- تعمل على حفظ التوازن الأيواني والكهربي.
- تشارك في ضبط أسموزية للخلية.

تشمل عناصر أو مجاميع: الصوديوم- البوتاسيوم- الكالسيوم- الكربونات.

البلورات:

تختلف في تركيبها الكيماوي كثيراً كما يلي:

- بروتينية/في درنات البطاطس.
- سكرية/في نبات الداليا.

تعتبر بلورات أملاح الكالسيوم هي أكثر البلورات أنتشاراً بالخلايا.

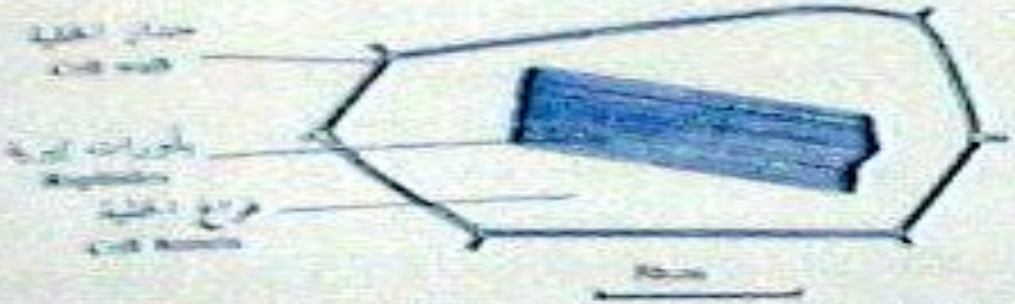
أملاح الكالسيوم توجد في صور مختلفة:

معينية rhombic أو نجمية druses– أبرية raphids.

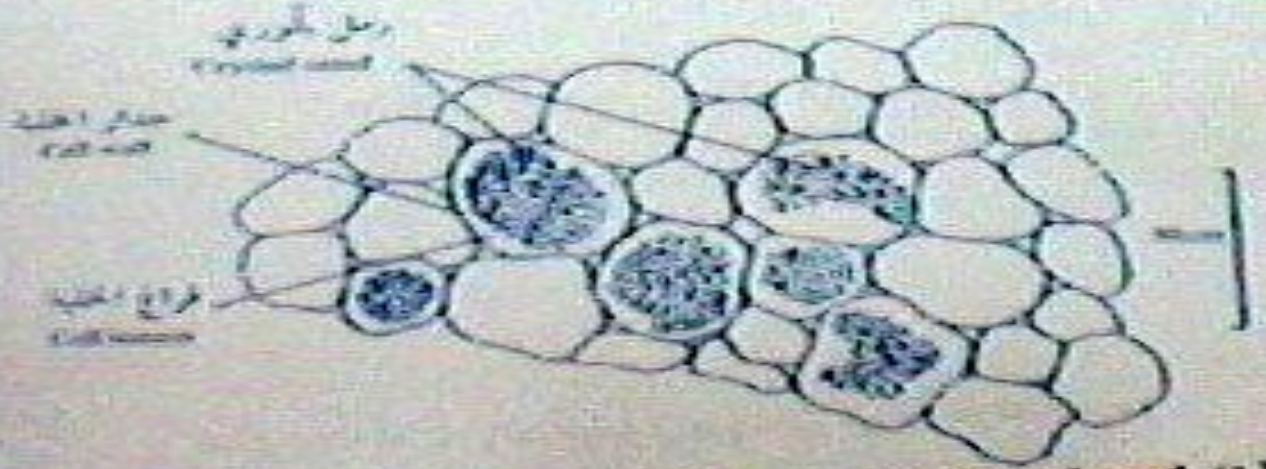
بلورات كربونات الكالسيوم تكون على شكل عناقيد من الجدر الخلايا (الحوصلة الحجرية cystolith).

هيستولوجيا وتشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

شكل (١٢ ب) بلورة نجمية من مرشحة سائل نبات الرمث

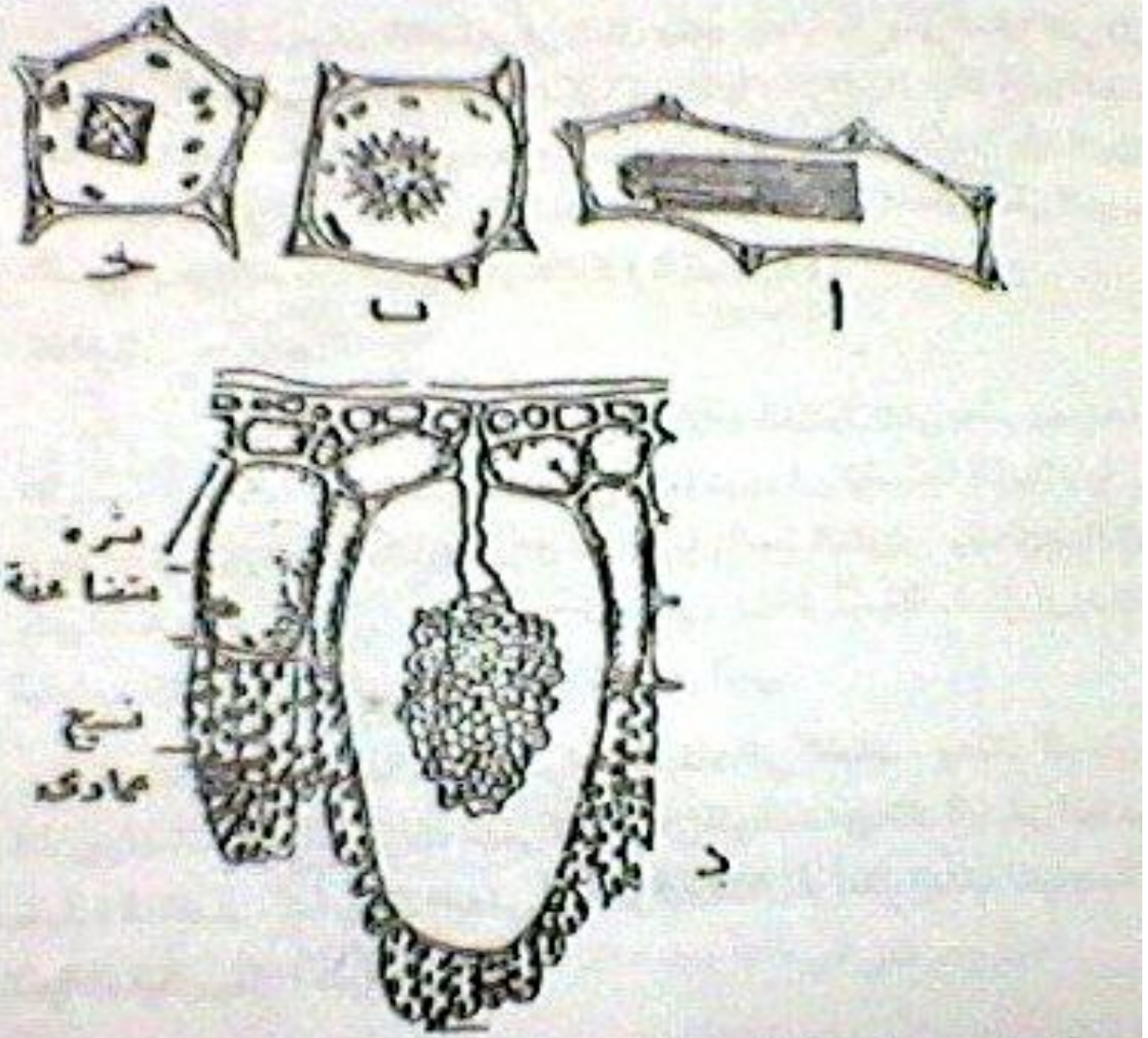


شكل (١٢ جـ) بلورات إبرية في خلية ومشبعة من قشرة ساق نبات الكشك نار



شكل (١٢ د) مجموعة من الخلايا المرشحة المحتوية على الرمل البلوري من نخاع عرضي في الجزء الوسطى لورقة نبات الدنيا

مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود



(شكل ٢٢) بلورات أملاح الكالسيوم فى خلايا نباتية

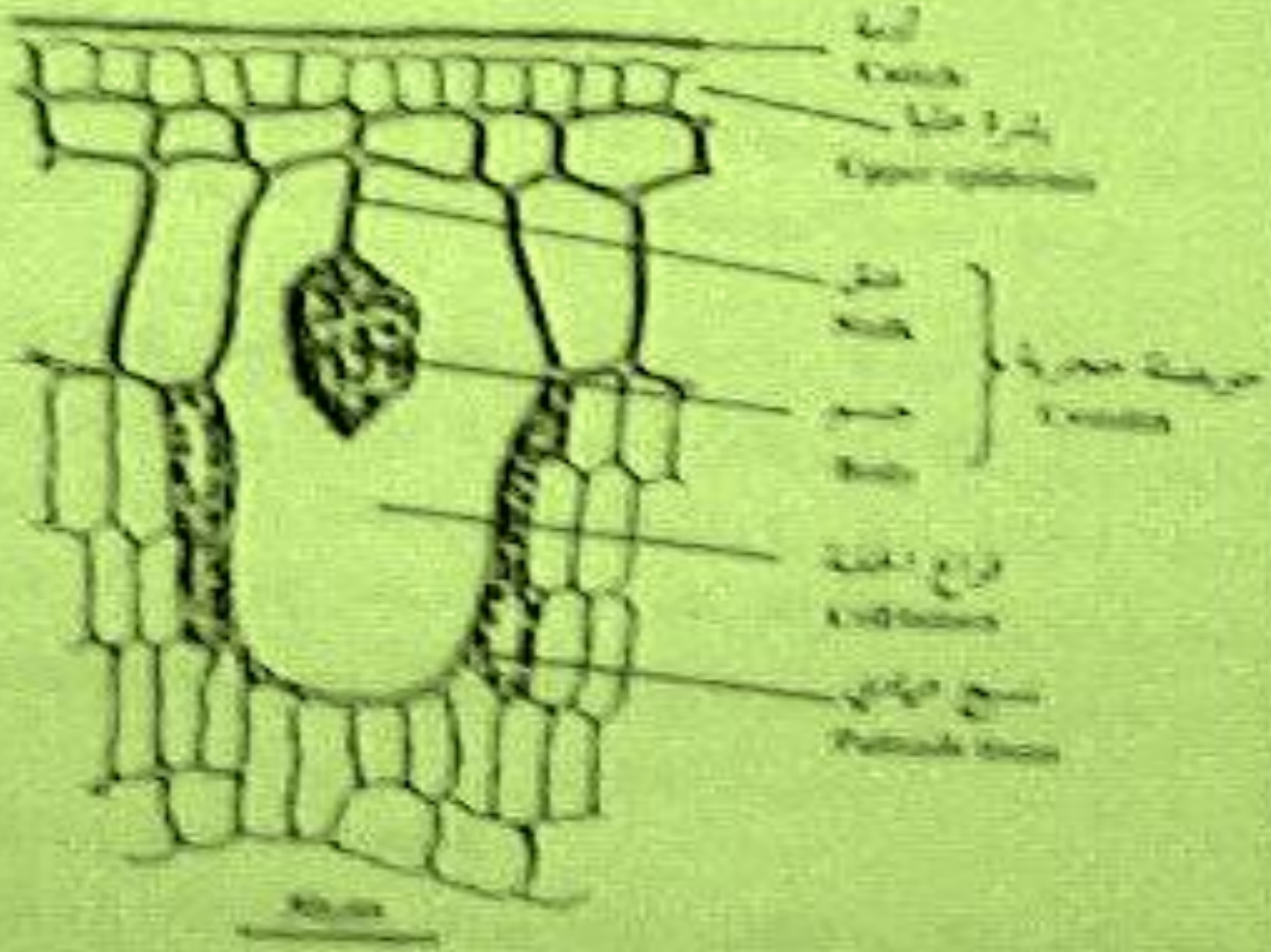
ا) بلورات إبرية

ب) طورة مجسمة

جـ) طورة معينة

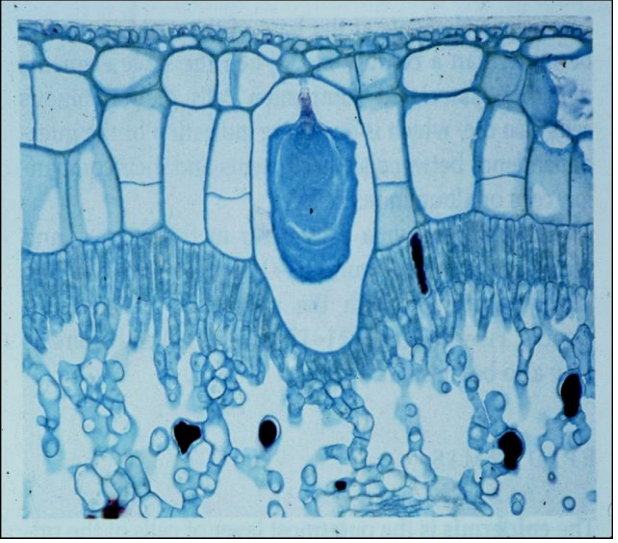
د) حوصلة حجرية

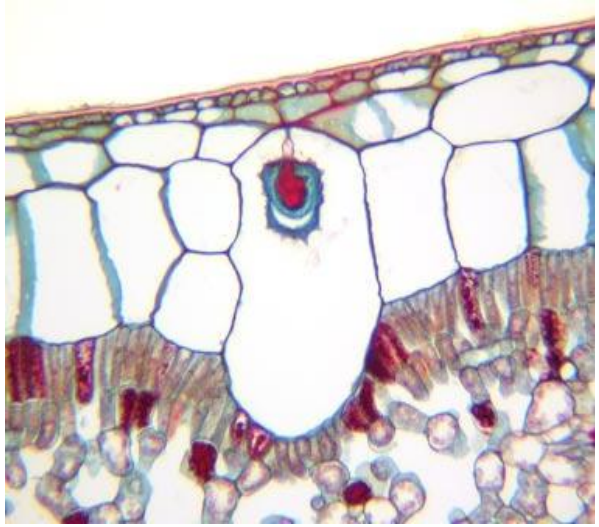
مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

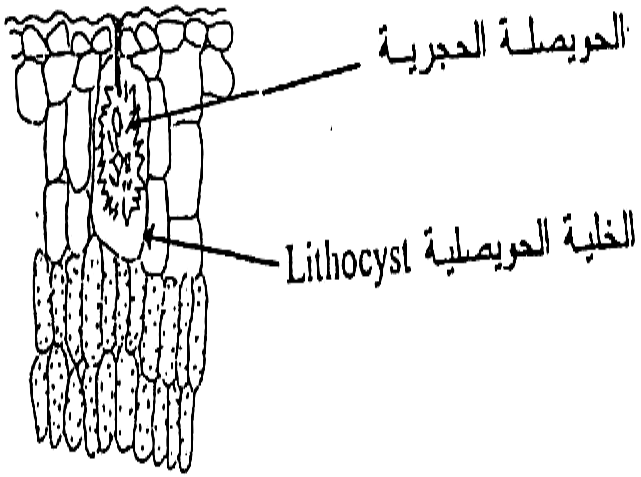


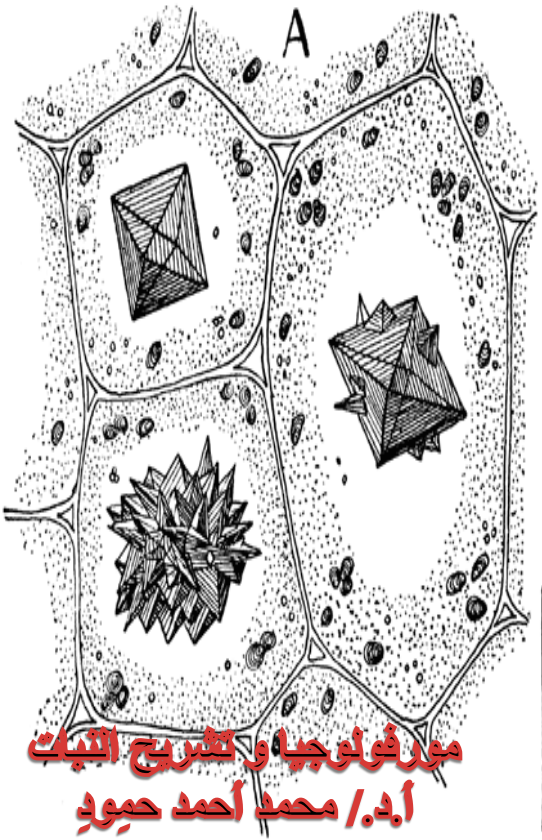
شكل (٢٦-٢٨) رسم تفصيلي لجزء من قطاع عرضي في ورقة نبات ذي الفلقتين يوضح الحزمة الخشبية

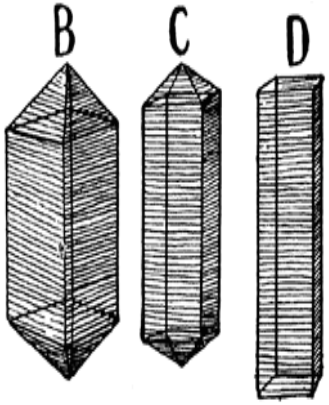
مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

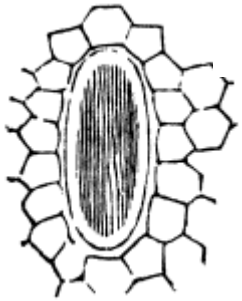


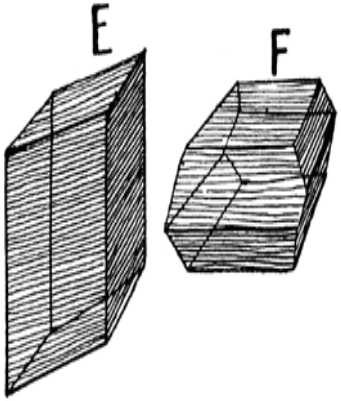


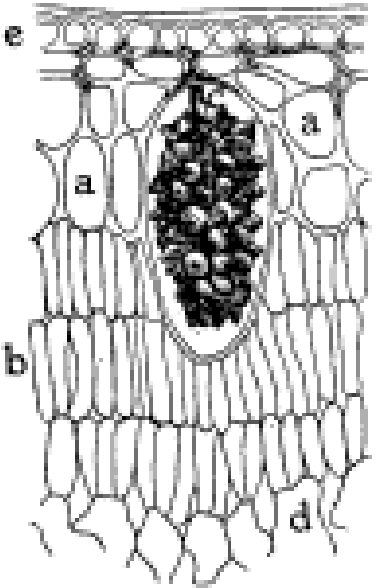


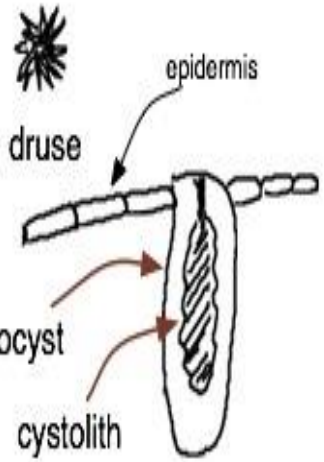












مورفولوجيا و تشريح النبات

أ.د/ محمد أحمد حمود

أشباه القلويات:-

هي مركبات أزوتية (نتروجينية) معقدة التركيب ذات تأثيرات فسيولوجية على الإنسان والحيوان من هذه المركبات:

أ ـ الكافيئين: ويوجد في بذور القطن وأوراق الشاي والقهوة وهو يؤثر على الجهاز العصبي المركزي والكلي والجهاز التنفسي والقلب.

ب ـ الأفيون: يوجد في المادة اللبنية للثمار غير الناضجة لنبات الخشخاش ويستعمل في المستحضرات الطبية وهو يؤثر على الجهاز العصبي المركزي.

ج ـ الكينين: يوجد في قلف بعض نباتات جنس الكينا ويسبب هبوطاً في عضلات القلب ويستعمل لعلاج الملاريا.

د ـ الأتروبين: ويوجد في نباتات الفصيلة الباذنجانية مثل نبات السكران ويستعمل طبياً لتوسعة حدقة العين.

هـ ـ النيكوتين: ويوجد في نبات الدخان ويستعمل كمادة مخدرة.

الصبغات pigments:-

عادة توجد الأصباغ النباتية في البلاستيدات والفجوات العصارية وهي إما أن تكون:

- صبغات غير قابلة للذوبان في الماء وتذوب في الكحول مثل اليخضور وأشباه الكاروتينات التي توجد في البلاستيدات الخضر

- وإما أن تكون أصباغا تذوب في الماء مثل أشباه الفلافونات (الأنثوسيانات والفلافونات) والتي توجد عادة في الفجوات التي تكسب العديد من الأزهار والثمار ألوانها المختلفة

فمثلاً الأنثوسيانات تعطي اللون الأحمر والبنفسجي والأزرق والأرجواني،

بينما تعطي الفلافونات اللون الأصفر الباهت الشفاف للبتلات

التانينات (المواد الدباغية) :-

هي مجموعة غير متجانسة من مشتقات الفينول،

واسعة الانتشار في النبات وتظهر في القطاعات العرضية للأجزاء النباتية ككتل خشنة أو ملساء أو كأجسام ذات أحجام مختلفة

وتأخذ لوناً أحمر أو أصفر أو بني،

وتوجد في الألياف والأنسجة الوعائية والبريديرم وفي الفواكه غير الناضجة وأغلفة البذور،

وتوجد في الخلية إما في السيتوبلازم أو في الفجوة أو داخلة في تركيب الجدار كما في جدر خلايا الفلين

وأحيانا تتراكم مادة الدباغيات بكميات كبيرة في بعض الخلايا فيعرف هذا النوع من الخلايا بالأكياس الدباغية

وأحياناً تكون لهذه المواد أهمية في معرفة العلاقة التصنيفية للنبات.

الوظيفة: تعمل على وقاية النبات من فقد الماء والتعفن والتلف عن طريقة الحيوان وبه مركبات مضادة للتأكسد

جدار الخلية Cell Wall

يعتبر جدار الخلية النباتية من أهم صفاتها التي تميزها عن الخلية الحيوانية التي تفتقر إلى مثل هذا الجدار،

ولكن قليلاً من الخلايا النباتية لا يوجد بها مثل هذا الجدار منها:

- الأبواغ السابحة في الطحالب والفطريات
- والخلايا التناسلية في كل من النباتات البدائية والراقية.

وظيفة الجدار الخلوي:

أ- حماية الخلية النباتية و إعطاء الخلية شكلاً ثابتًا.

ب- صلابة هذا الجدار مع ضغط الماء في الفجوات هما المسؤولان عن ضغط الامتلاء التي تساعد في دعامة النبات. فهو يقوم بتنظيم الضغط الأسموزي (يقاوم الضغط الناتج عن تضخم الفجوة العصارية عند دخول الماء إلى الخلية).

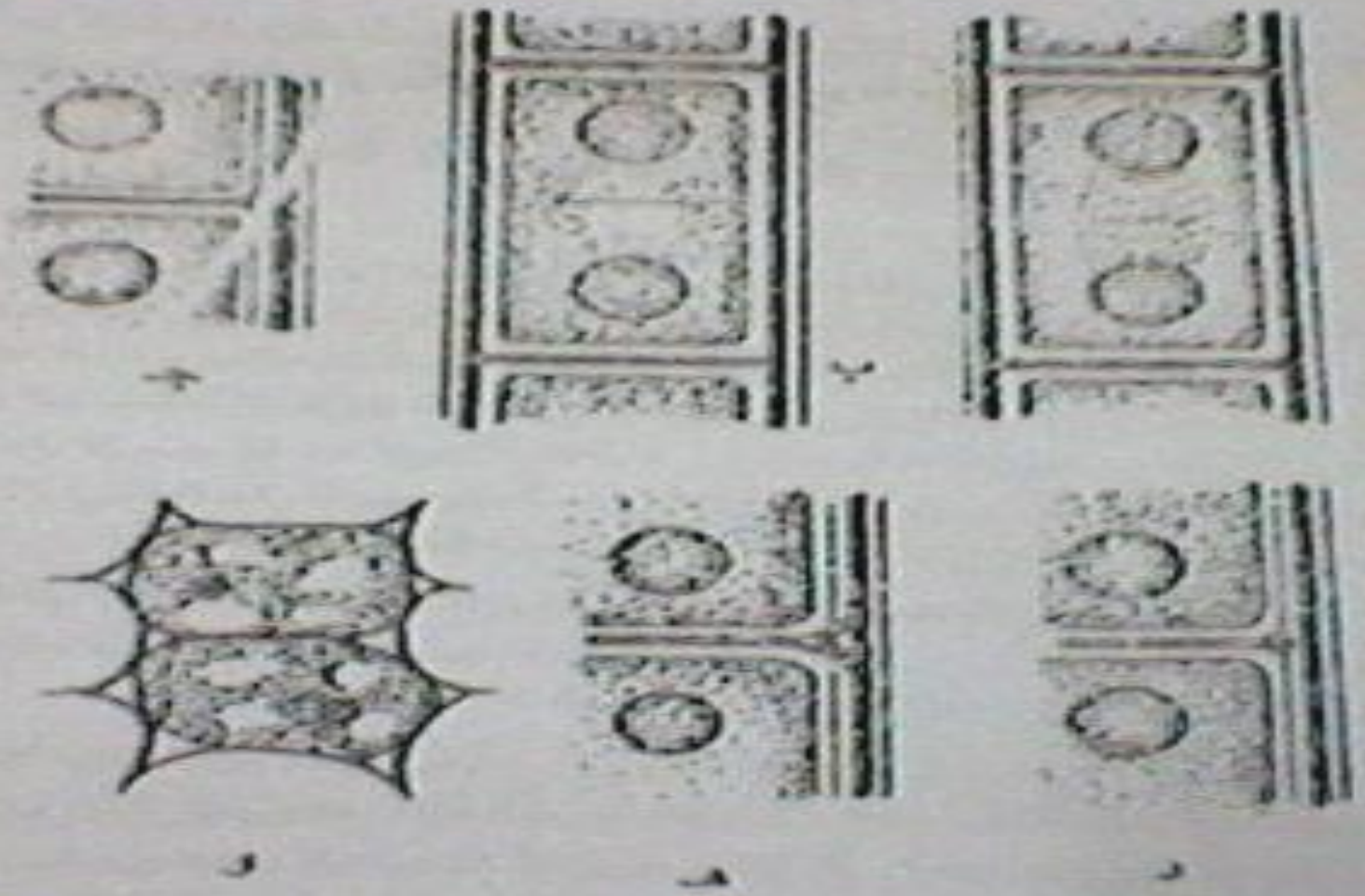
جـ- اشتراك الجدار الخلوي في امتصاص وانتقال الماء والأملاح.

د- يشترك الجدار الخلوي في عملية إفراز الإنزيمات خارج وداخل الخلية.

هـ- يلعب الجدار الخلوي دوراً هاماً في مقاومة الأمراض. فهو ينتج أجسام مضادة كما أنه قد يحتوي على مضادات الاختراق لمقاومة الطفيليات.

تكوين جدار الخلية
Formation of cell wall

يبدأ تكوين الجدار أثناء الانقسام غير المباشر للخلية (والذي سنتناوله بالدراسة فيما بعد) حيث تنقسم النواة Karyokinesis بالخلية الأم إلى نواتين ثم تنقسم بعدها المواد الأخرى (السيتوبلازم Cytokinesis) وفي هذه الأثناء يبدأ تكوين الجدار حيث تتجمع الفراجموبلاست في الطور النهائي Telophase على هيئة برميل وفي الوقت نفسه تتجمع مادة الصفيحة الخلوية في منطقة خط استواء الفراجموبلاست والمكونة من حويصلات تفرز عن طريق الدكتيوسومات مكونة بذلك الصفيحة الخلوية Cell plate داخل الفراجموبلاست والتي تقسم البروتوبلاست إلى قسمين ثم تتجمع الأنابيب الدقيقة على محيط الصفيحة الخلوية مكونة بذلك الغشاء البلازمي الخارجي لكل من الخليتين، وتزداد الصفيحة الخلوية بالنمو حتى تتصل بالجدار الأصلي للخلية الأم مكونة بذلك الصفيحة الوسطى والتي تفصل تماماً البروتوبلاست مكونة بذلك خليتين جديدتين، ثم تترسب بعد ذلك على جانبي الصفيحة الوسطى مادة السليولوز مكونة بذلك الجدار الابتدائي لكل من الخليتين والذي يستمر ترسيبه حتى تقف الخلية عن الاستطالة وما يترسب بعد ذلك من مواد سليولوزية أو غيرها تكون الجدار الثانوي .



(شكل ٧٥) : خطوات تكوين الجدار الثانوي

(أ ، ب) تكوين الصفيحة الثانوية .

(جـ) تكوين الصفيحة الثانوية .

(د ، هـ) تكوين مسامات بينية .

(و) تشكل الجدار الثانوي .

مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

تركيب جدار الخلية

يتميز جدار الخلية مجهرياً إلى ثلاثة أجزاء يمكن ذكرها حسب النشأة والتكوين وهي الصفيحة الوسطى، والجدار الابتدائي، والجدار الثانوي .

1 الصفيحة الوسطى . Middle Iamella

غير متبلورة وغير **Intercellular substances** وهي مكونة من مواد بين خلوية قد تتحد مع **Pectic substances** نشطة ضوئياً وتتكون أساساً من مواد بكتية الكالسيوم، كما قد تدخل مادة اللجنين في تكوينها وخاصة في الأنسجة الخشبية، وتربط الصفيحة الوسطى بين الخلايا المفردة لتكوين النسيج وتقع بين الجدر الابتدائية للخلايا المتجاورة

وتظهر تحت المجهر بوضوح نظراً لاختلاف موادها عن بقية أجزاء الجدار ولكن عندما تتلجنن فإنه يصعب التمييز بينها وبين أجزاء الجدار الأخرى وخاصة عندما تتلجنن هذه الأجزاء، وتسمى عندئذ بالصفيحة المركبة **Compound middle lamella** وتشمل الصفيحة الوسطى والجدار الابتدائي وجزء من الجدار الثانوي، وتوجد الصفائح المركبة في القرفوليات والتأليف

2. الجدار الابتدائي Primary wall

هو الجدار الأساسي والأول الذي يتكون أثناء نمو الخلية . إذا أخذ بعين الاعتبار أن الصفيحة الوسطى عبارة عن مواد بكتية وليست جداراً متميزاً .

كما أنه الجدار الوحيد في كثير من أنواع الخلايا ويتكون من

- مادة السليولوز وأشباه السليولوز، وقد يدخل اللجنين في تركيبه في بعض الخلايا،
- وهو غير متماثل ضوئياً
- ويختلف سمكه من خلية إلى أخرى حسب ترسب مادة السليولوز

فقد يكون رقيقاً كجدر خلايا اندوسبيرم بذرة نخيل البلح (انظر النسيج البرنشيمي)

وينمو الجدار الابتدائي في مساحة السطح مع بدء الخلية بالنمو كما يتبع ذلك فترة متصلة أو منفصلة من النمو في سمكه.

ومن الخلايا التي تتميز بوجود جدر ابتدائية فقط

الخلايا الإنشائية ومشتقاتها الحديثة

وكذلك الخلايا الحية مثل

الخلايا البرنشيمية

والخلايا الكولنشيمية

والخلايا الغربالية وعناصر الأنابيب الغربالية

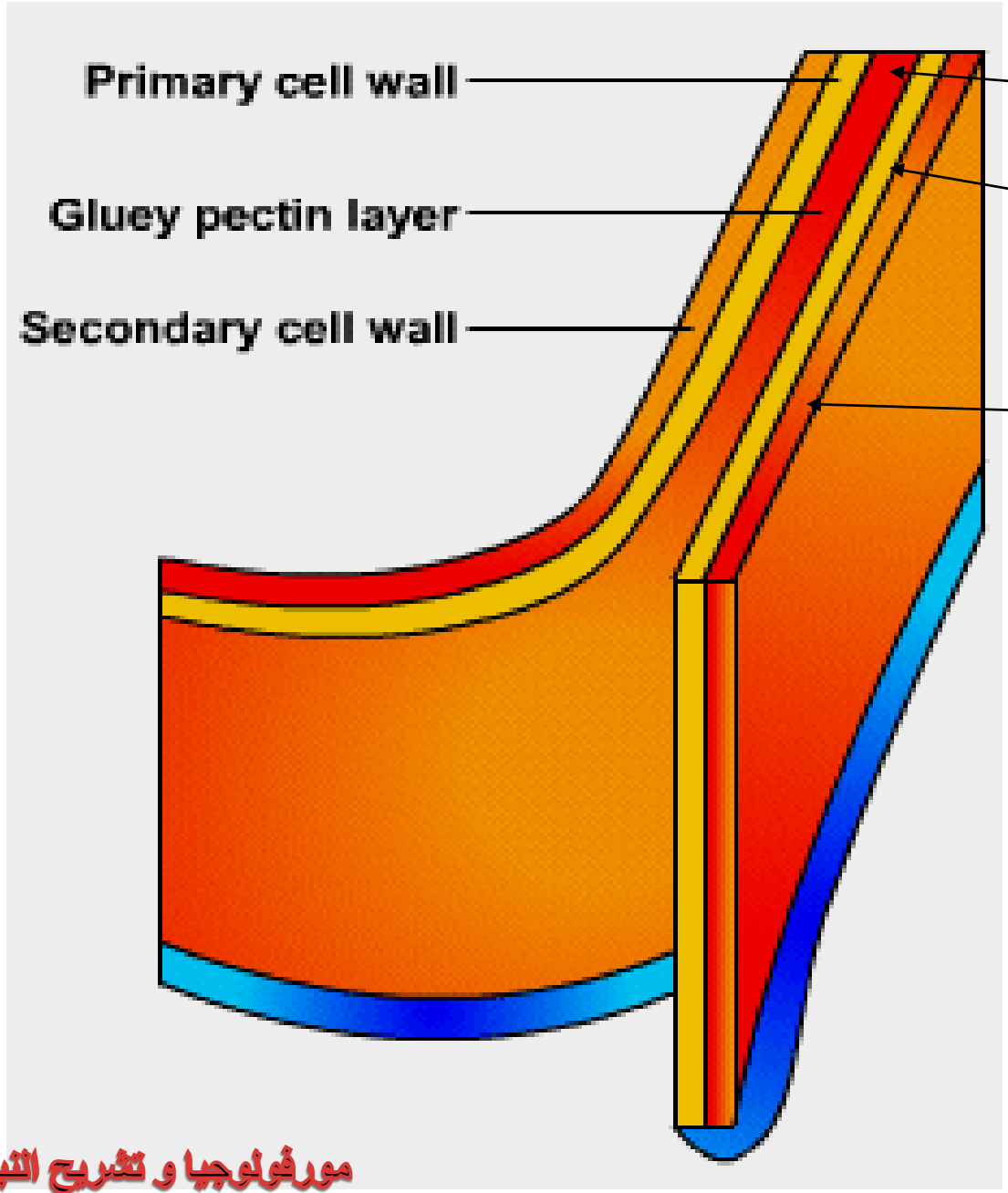
والخلايا المرافقة والخلايا الزلالية.

3. الجدار الثانوي Secondary wall

وهو الجدار الذي يلي الجدار الابتدائي في التكوين ويتكون أساساً من السليولوز أو السليولوز وأشباه السليولوز، وقد يتغير هذا التركيب نتيجة لترسب مادة اللجنين ومواد أخرى مختلفة،

ويبدأ ترسب مادة الجدار الثانوي عادة بعد توقف الجدار الابتدائي عن الزيادة في مساحة السطح وهو الوقت الذي تقف فيه الخلية عن النمو والاستطالة ويرى بعض العلماء أن الطبقة الأولى من الجدار الثانوي تعاني من الاستطالة بسبب ترسبها قبل أن تقف الخلية عن النمو والاستطالة. ويتكون هذا الجزء من جدار الخلية في جميع خلايا النبات بل في خلايا معينة كالخلايا التي تفقد بروتوبلازمها عند البلوغ مثل الألياف والقصيبات والأوعية وبرنشيمة الخشب.

ويتكون الجدار الثانوي في الألياف والقصيبات من ثلاث طبقات تختلف عن بعضها البعض طبيعياً وكيميائياً، ويعزي هذا الاختلاف لتلك الطبقات إلى اتجاه الليفات التي تتكون منها كل طبقة (انظر التركيب المجهري لجدار الخلية .


Primary cell wall
Gluey pectin layer
Secondary cell wall
الصفيحة الوسطى
الجدار الابتدائي
الجدار الثانوى

التركيب الكيميائي

يتكون جدار الخلية أساساً من هيكل سليولوزي ومواد أخرى مختلفة نوجزها فيما يلي

1 السليولوز . Cellulose

وهو المادة الرئيسة في بناء الهيكل الأساسي لجدار الخلية،

والسليولوز مركب كربوهيدراتي عديد التسكر، محب للماء ويكون على صورة متبلورة وهو كثير الشبه بالنشا وجزيئاته على صورة سلسلة طويلة تحتوي ($C_6H_{10}O_5$)n ورمزه على حوالي 1000 جزئ من الجلوكوز متصلة مع بعضها البعض بجسور من الأكسيجين فيها روابط 1.4 . B جلوكوسيدية

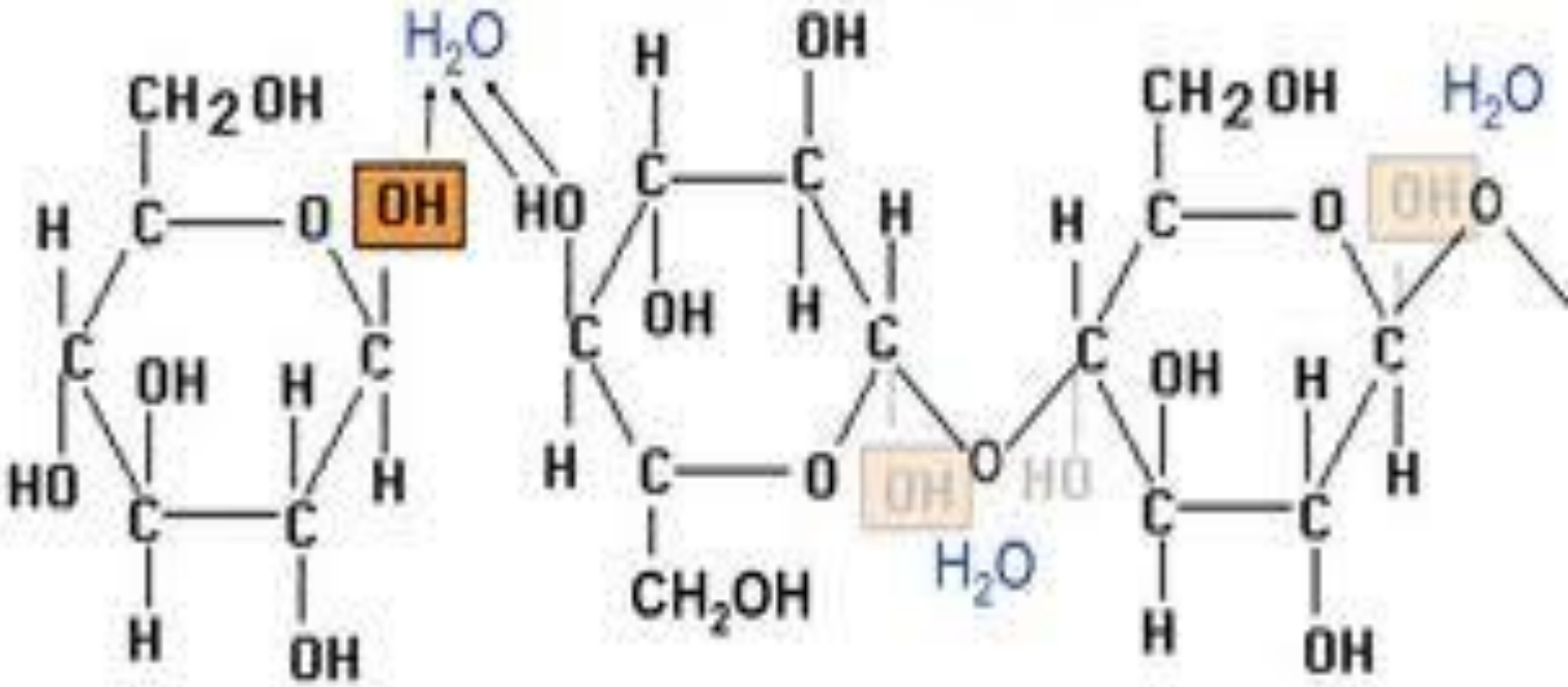
ويتفاوت طول السلسلة الواحدة الذي قد يصل إلى 4 ميكروميترات، وتترتب الجزيئات بنظام معين في جدار الخلية ولذلك فلها خاصتا الاستقطاب الضوئي والانكسار الثنائي،

والسليولوز مادة منفذة للماء والمواد الغذائية،

وعند معالجة الجدر السليولوزية باليود ثم إضافة حمض الكبريتيك بتركيز 66٪ فإنها تصطبغ باللون الأزرق.

مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

CELLULOSE



2- أشباه السليولوزHemicelluloses

هي مجموعة غير متجانسة من عديد السكريات ذات درجات ذوبان معينة

وتتكون على هيئة سلاسل
وحداتها سكريات خماسية ($C_5H_{10}O_5$) منها الأرابينوز والزيلوز،

وسكريات سداسية ($C_6H_{12}O_6$) منها المانالات والجالاكتوزات،

وتعطي أشباه السليولوز لوناً أحمر عند معاملتها بأحمر روثينيم Ruthenium red.

3 المواد البكتية ـ Pectic substances

هي مواد غير متبلورة غروية محبة للماء بشدة

وتكّون الصفيحة الوسطى من جدار الخلية، وأحياناً تدخل في تكوين الجدار الابتدائي،

وتوجد هذه المواد في ثلاث صور هي:

وحمض البكتيك Pectin والبكتين Propectin البكتين الأولى ، وتشبه إلى حد كبير المواد شبه السليولوزية إلا أنها Pectic acid ذات درجات ذوبان مختلفة.

4- الصموغ والمواد المخاطية Gums and mucilage

وهي مواد كربوهيدراتية مركبة قريبة الشبه بالمواد البكتية كما أن لها خاصية الانتفاخ بالماء، وتوجد في النبات نتيجة للاضطرابات الفسيولوجية والمرضية مسببة تحللاً لجدر الخلايا وخاصة جدر الخلايا الخارجية في عديد من النباتات المائية وفي أغلفة البذور.

5. اللجنين Lignin

وهو أهم مواد الجدار التي تضاف بعد تكوينه وتركيبها الكيميائي غير معروف بدقة، ويعتقد بأنها بلمرات ذات محتوي كربوني عال متميز عن المواد الكربوهيدراتية، ويتكون أساساً من فينيل البروبان في صورة مختلفة، واللجنين ناتج نهائي للأيض يعمل كمادة أساسية إضافية لجدار الخلية، وهو مادة صلبة منفذة للماء والمواد الغذائية، قد تدخل في تركيب كل من الصفيحة الوسطى والجدار الابتدائي ولكنها مادة أساسية للجدار الثانوي.

ويعطي اللجنين لوناً أحمر عند معاملته بصبغة الصفرانين وكذلك محلول فلوروجليسينول Phloroglycenol solution مضافاً إليه قطرات من حمض الهيدروكلوريك المركز .

6. الكيوتين Cutin

مادة دهنية ولكنها لا تذوب بسهولة في مذيبات الدهون، ويتركب من أحماض دهنية عالية البلمرة، والكيوتين غير منفذ للماء والغازات إلى حد كبير ويترسب على هيئة طبقة متماسكة متصلة على سطح البشرة الخارجي للأجزاء الهوائية تسمى الأدمة Cuticle ، كما يوجد الكيوتين متداخلاً مع السليولوز في الجدر الخارجية لخلايا البشرة، وتعرف هذه العملية بالكوتنة Cutinization ، كما تعرف عملية تكوين الأدمة بالتأدم Cuticularization ،

ويوجد الكيوتين أيضا في الأدمة الداخلية لأغلفة البذور، وفي جدر خلايا النسيج الوسطى المحيط بالغرف الهوائية التي تقع عادة تحت الثغور في الورقة،

ويمكن الكشف عن وجود الكيوتين بإضافة سودان 4 إلى العينة فتعطي الجدر المكوتنة لوناً أحمر .

7- السيوبرين Suberin

يشبه مادة الكيوتين في التركيب ويوجد مع السليولوز فى جدر خلايا الفلين

وتعرف عملية تخلل السيوبرين للسليولوز في جدار الخلية بالسوبرة Suberization ،

كما يوجد في البشرة الداخلية والبشرة الخارجية للجذور

ويمكن الكشف عن وجود السيوبرين بإضافة صبغة سودان 4 إلى العينة فتعطي الجدر المسوبرة لوناً أحمر .

8 الشموع - Waxes

توجد الشموع مع الكيوتين والسيوبرين في جدار الخلية وقد تترسب فوق الأدمة بأشكال مختلفة مما يجعلها ذات أهمية كبيرة في تعريف النبات، وهي مواد قابلة للانصهار ويمكن استخلاصها في مذيبات الدهون ويعطي ترسب الشمع المظهر اللامع لكثير من الأوراق والثمار.

9. السيليكا Silica

مادة معدنية تترسب في جدار الخلية ولكنها قد تترسب أحيانا في تجويف الخلية على هيئة أجسام سليكية Silica bodies في خلايا البشرة وخاصة بشرة النباتات النجيلية .

10. الكالوز Callose

مادة كربوهيدراتية لم يعرف تركيبها بدقة، ولكنها تعطي عند تحللها جلوكوز، وتوجد في عناصر الأنابيب الغربالية وفي أنابيب حبوب اللقاح .

ويمكن الكشف عن الكالوز بصبغة أزرق الأنيلين وأزرق ريسورسين Blue resorcin حيث يعطي لوناً أزرق .

11. الجلاتين Gelatin

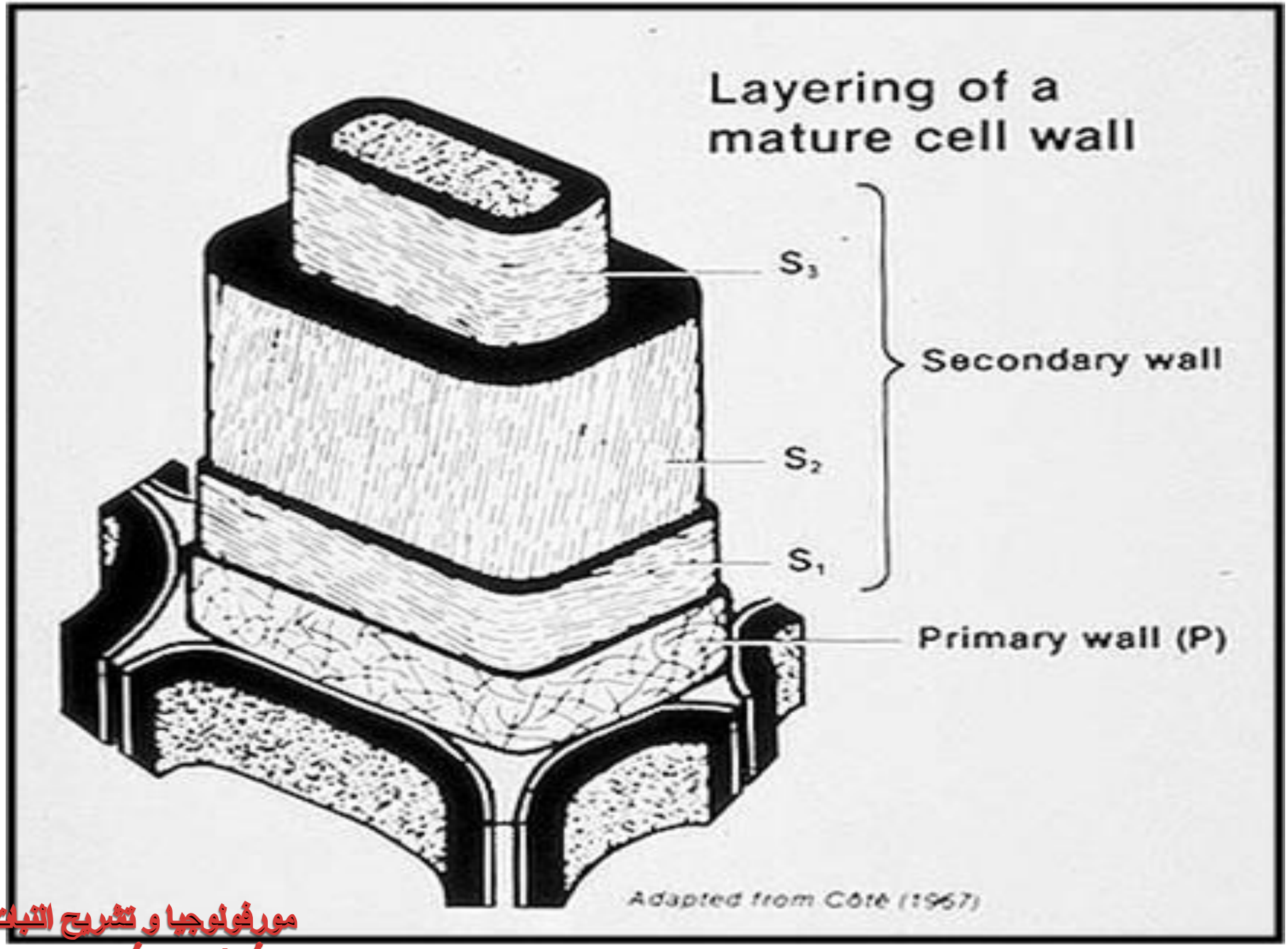
مادة بروتينية توجد في الجدر الثانوية لبعض ألياف عدد من النباتات الكاسيات البذور وفي أنسجة بعض الثمار والبذور .

بالإضافة لما سبق توجد بعض المواد والمركبات الأخرى في جدار الخلية مثل المواد الدباغية والراتنجات التي توجد بكثرة في جدر خلايا الخشب الصميمي .

التركيب المجهري لجدار الخلية

يتكون جدار الألياف والقصيبات . تحت المجهر الضوئي المركب . من طبقات وذلك في المقطع العرضي، كما تتكون الطبقات السميكة من صفيحات **Lamellae** قد تكون مركزية أو قطرية الانتظام أو تكون ذات تنظيم معقد،

يتكون الجدار **Fibrils** و وقد وجد أن جدار الخلية يتكون من خيوط مجهرية أو لييفات من نظامين الأول لييفات سليولوزية والثاني نظام مستمر من فراغات شعرية دقيقة، تمتلئ باللجنين في جدر الألياف والعناصر التوصيلية، أو الكيوتين في جدر خلايا البشرة أو السيوبرين في جدر خلايا الفلين، أو أشباه السليولوز في معظم جدر الخلايا البرنشيمية أو مواد عضوية أخرى وبلورات دقيقة أو محلول مائي في جدر خلايا الأنسجة الطرية، وتكوّن المواد التي بين اللييفات من المادة غير السليولوزية.

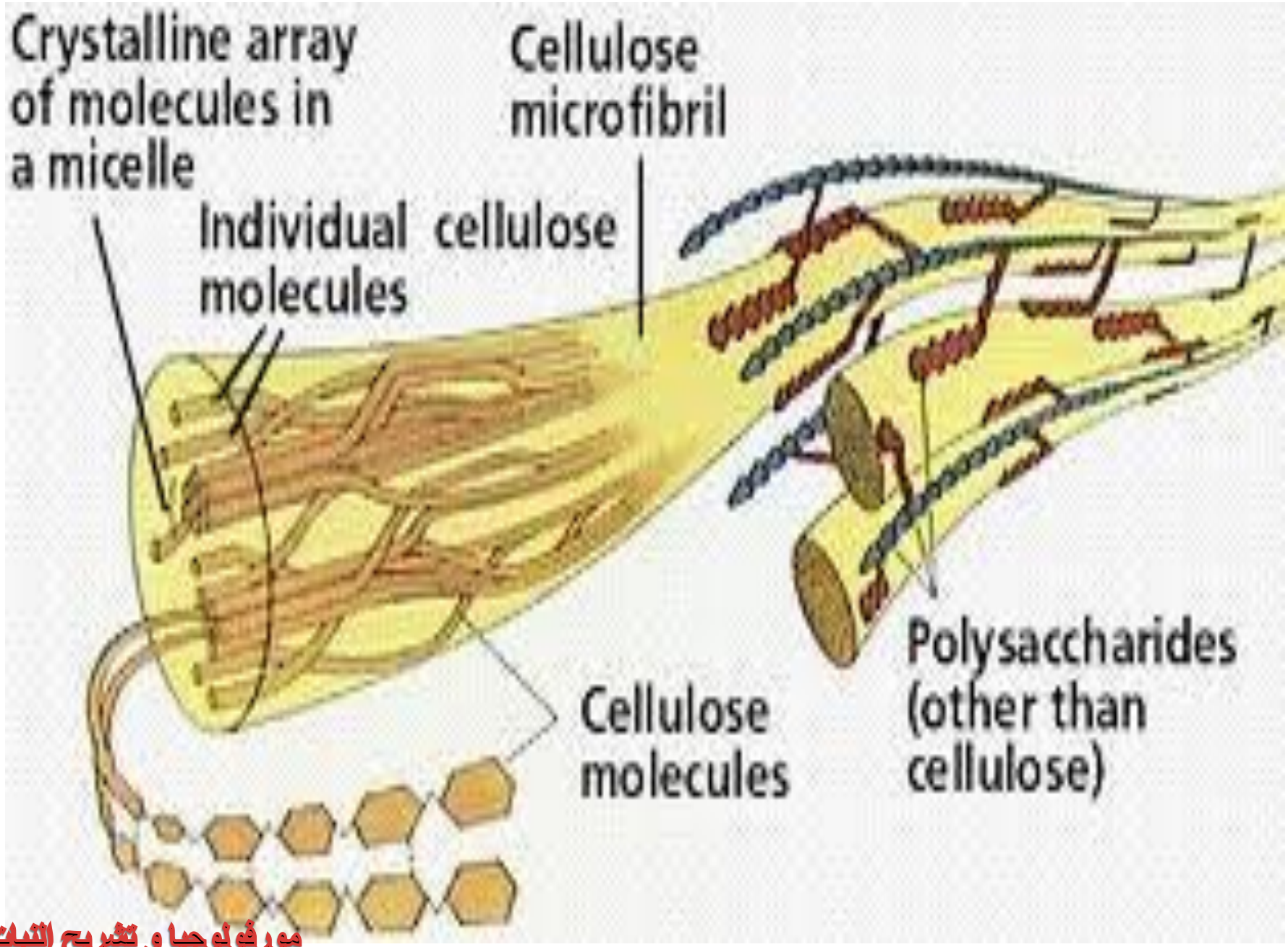


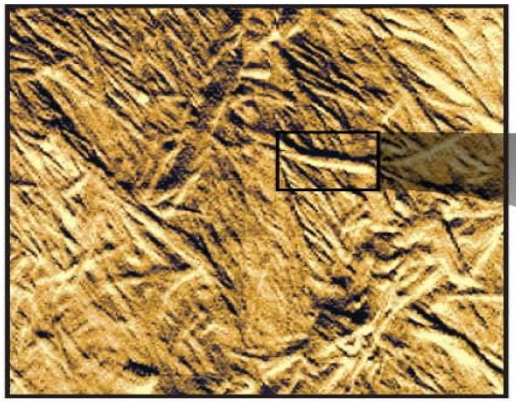
مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

وتجدر الإشارة إلى أن التركيب الدقيق لجدار الخلية قد اتضح باستعمال المجهر الإلكتروني، حيث يمكن تلخيص تركيب السليولوز في جدار الخلية بالنقاط التالية :

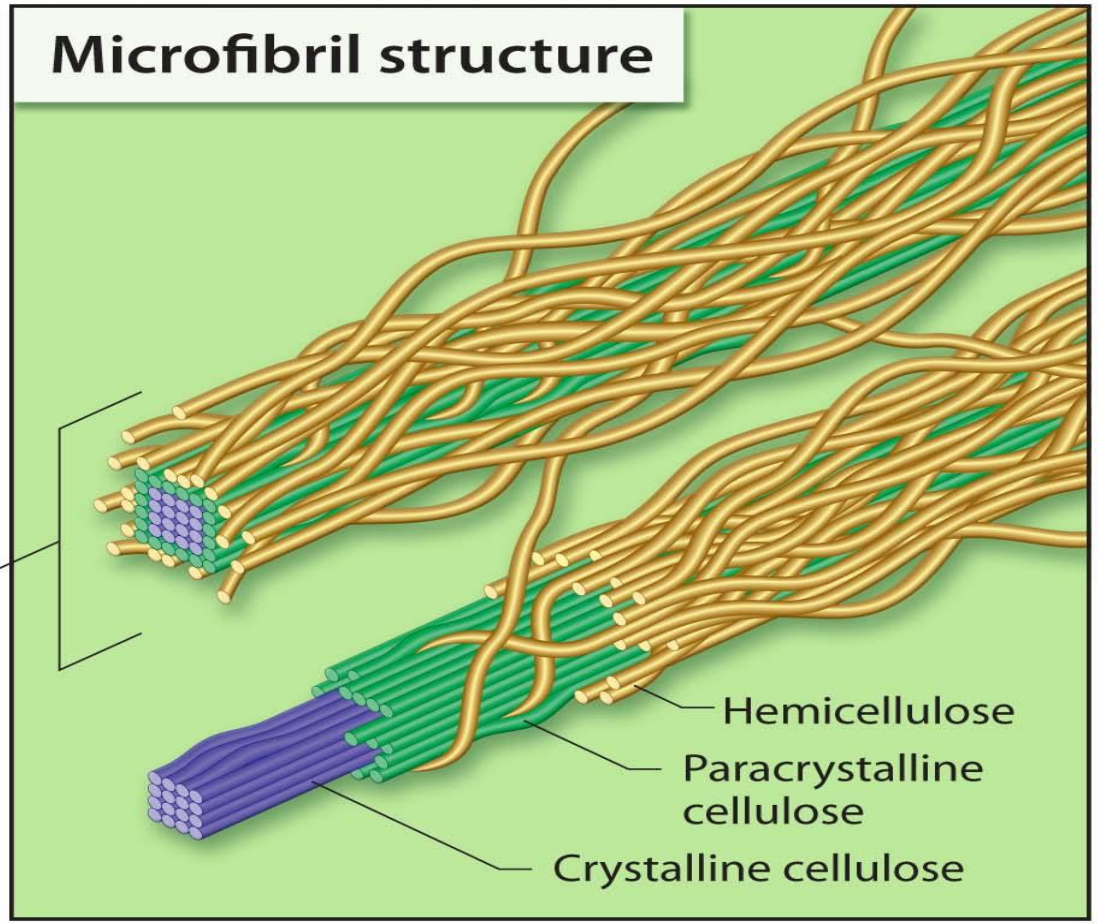
يتميز جدار الخلية إلى صفيحات تتكون من لييفات كبيرة Macrofibrils تكون شبكة ثلاثية الأبعاد تتماسك مع شبكة موازية من المساحات الشعرية الدقيقة المملوءة بالمادة غير السليولوزية، عرض هذه اللييفات الكبيرة حوالي 0.4 . 0.5 ميكروميتر

وتتكون كل لييفة كبيرة من حزم من اللييفات الدقيقة Microfibrils عرضها حوالي 20 . 30 مليميكروميترا وأن هذه اللييفات الدقيقة تتكون من لييفات أولية Elementary fibrils عرضها 3 – 5 ملليميكرومترات وبها 100 جزئ سليولوز في المقطع العرضي.

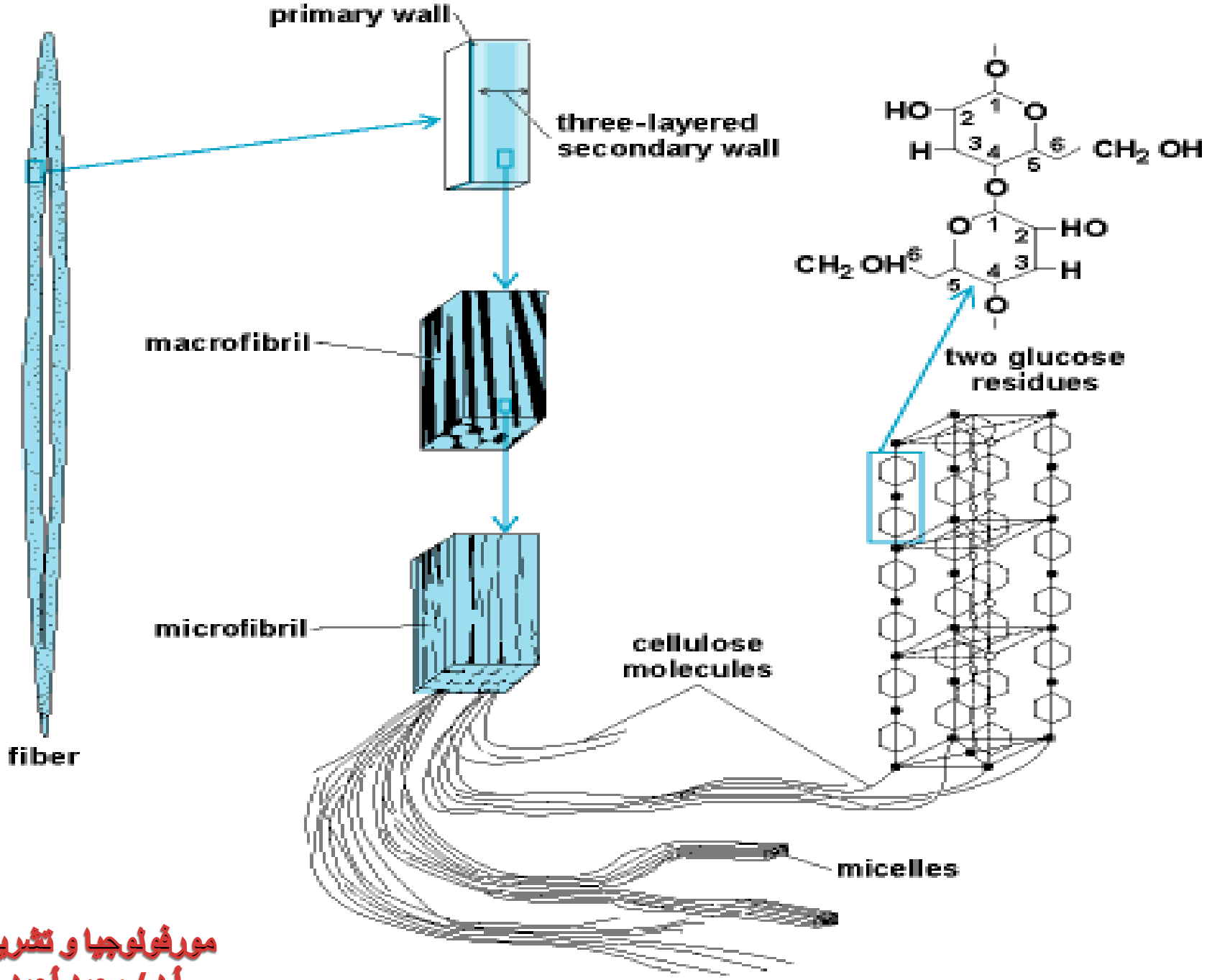

Crystalline array of molecules in a micelle
Cellulose microfibril
Individual cellulose molecules
Cellulose molecules
Polysaccharides (other than cellulose)



Layered mesh of microfibrils in plant cell wall



Glucose كما وجد أن عدد جزيئات الجلوكوز المختزل في جزئ السليولوز للجدر الثانوية لخلايا residues 500 – 10000 500 – الألياف مختلف، قد يتراوح بين وأطوالها بين 0.25 . 5 ميكروميتر. أما تركيب 10000 الجدر الابتدائية فقد نال نصيبا وافياً من الدراسة والبحث حيث يتكون من تركيب صفيحي ولكن تختلف زوايا الليفات المتقاطعة من جدار خلية إلى أخرى وفي الصفيحات المختلفة، كما أنها قد تختلف حتى في أجزاء مختلفة من جدار الخلية الواحدة .


primary wall
three-layered
secondary wall
macrofibril
microfibril
fiber
cellulose
molecules
micelles
two glucose
residues
HO
H
CH2 OH
O

وقد اختلفت الآراء حول كيفية نمو وترسيب جدار الخلية وقد برزت عدة نظريات مختلفة أهمها :

Intussusception theory نظرية التداخل (الحشر)

وتفترض أن نمو جدار الخلية ينتج عن تكوين مواد جديدة للجدار تتداخل بين الليفات الدقيقة السابقة عند نمو الخلية واستطالتها المؤدي إلى اتساع المسافات بين الليفات الصغيرة المكونة للجدار، وهذا يمنع من رقة الجدر وتمزقها عند نمو الخلية واستطالتها

وتفترض أن نمو جدار **Apposition theory** نظرية التراكم الخلية ينتج عن تكوين مواد جديدة تترسب فوق مواد الجدار السابقة مما يؤدي إلى الزيادة في سمك الجدار وليس زيادة في مساحته.

وقد عدلت هاتان النظريتان بعد فحص جدار الخلية بالمجهر الإلكتروني إلى نظريتين حديثتين هما

نظرية النمو الفسيفسائي

Mosaic growth theory

وتفترض أن الليفات الدقيقة في بعض مناطق من الجدار تتباعد نتيجة وكبر حجم الخلية وتترسب ليفات **Turgor pressure** لضغط الامتلاء جديدة في المساحات الناتجة عن تباعد الليفات السابقة.

Multinet growth theory ونظرية النمو الشبكي المتعدد

وتفترض أن التغلظ والزيادة في مساحة سطح الجدار الابتدائي تنتج بانفصال الليفات الدقيقة العرضية وتبادل اتجاهاتها في صفيحات الجدار الأولى من عرضية تقريباً إلى طوليه وتكون صفيحات جديدة ذات ليفات دقيقة عرضية تضاف ناحية المركز

(شكل ٢١) : النمو الشبكى للعدد .

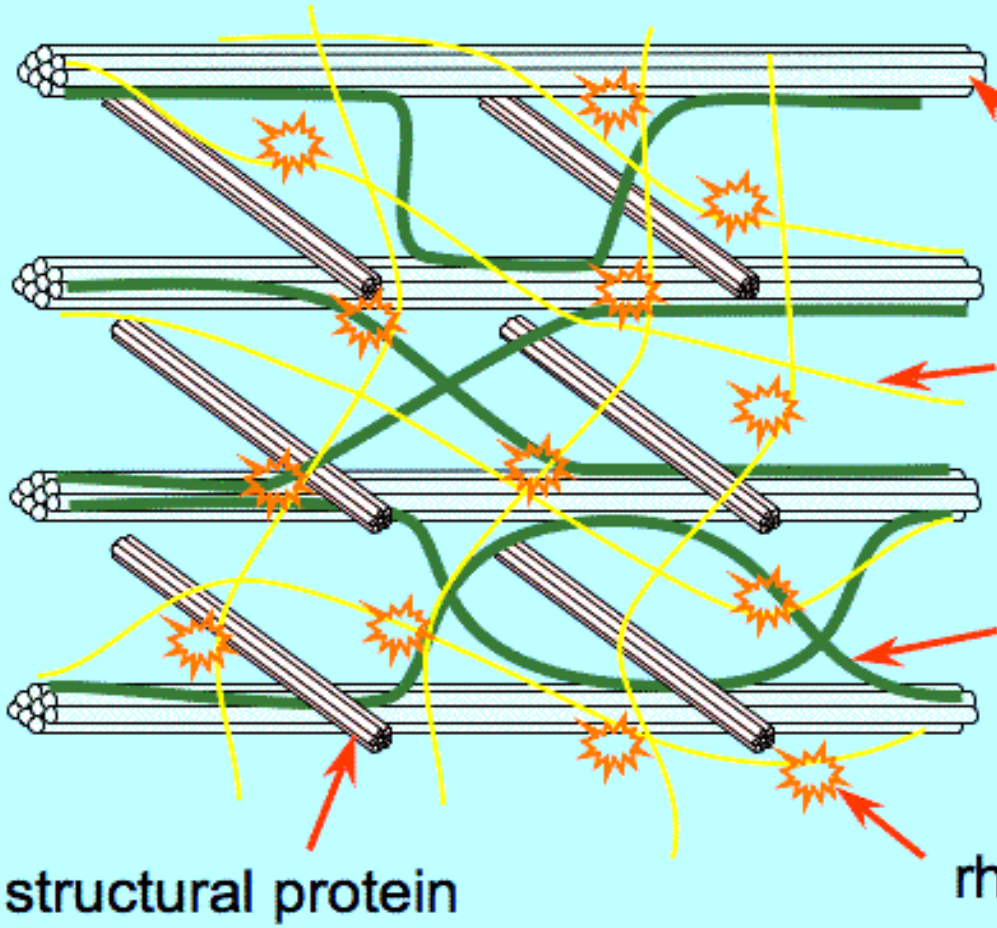
كيفية ترتيب الخلايا العضية الى الجدار الابتدائى

أ ، ب ، جـ ، خلايا نمو القلم (١ ، ب ، جـ) .

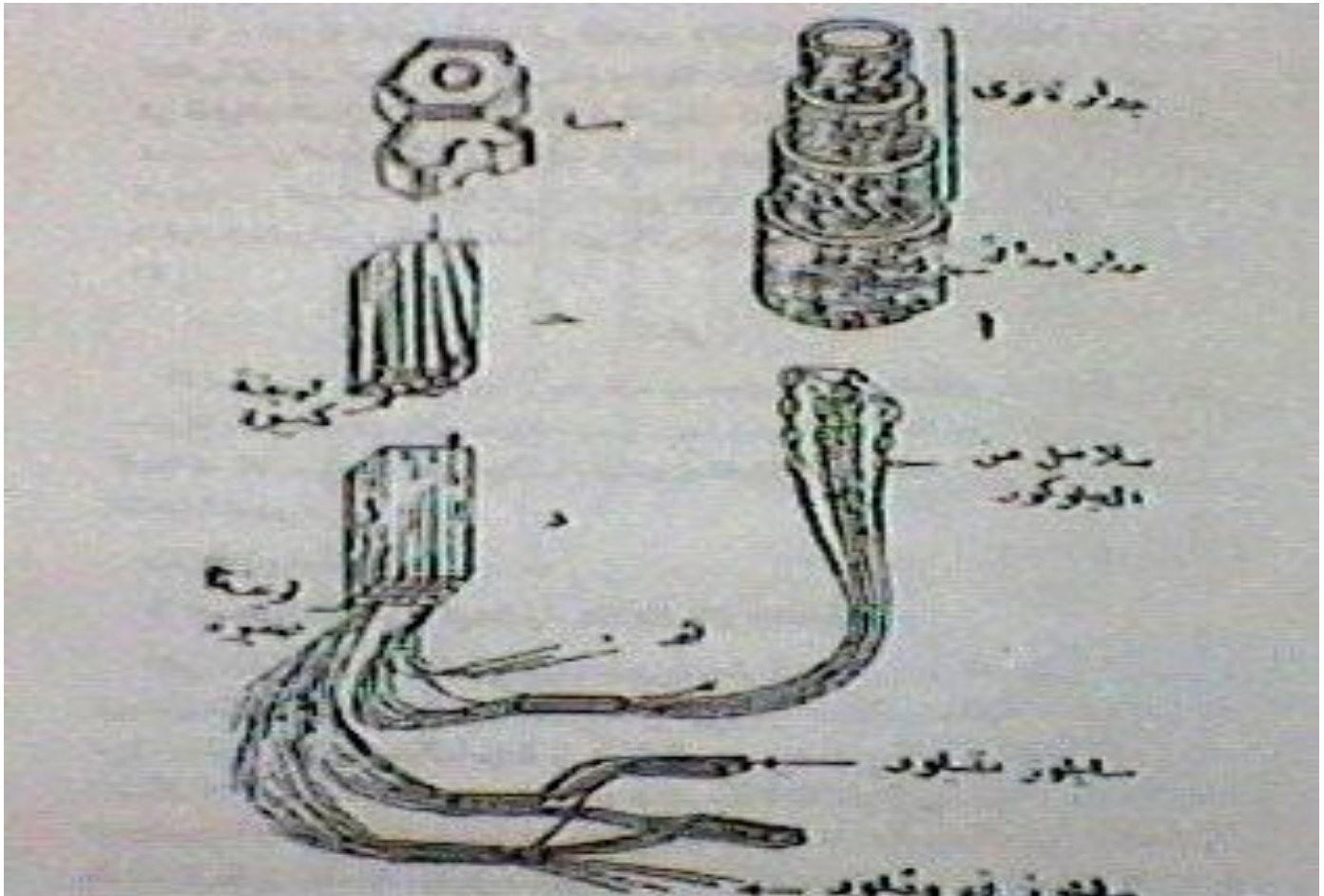
مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

Primary Plant Cell Wall:

cross-linked polymers of various sugars and protein



Lignin can be polymerized in the spaces among these polymers



(شكل ٢٥) : تركيب الجدار الثانوى

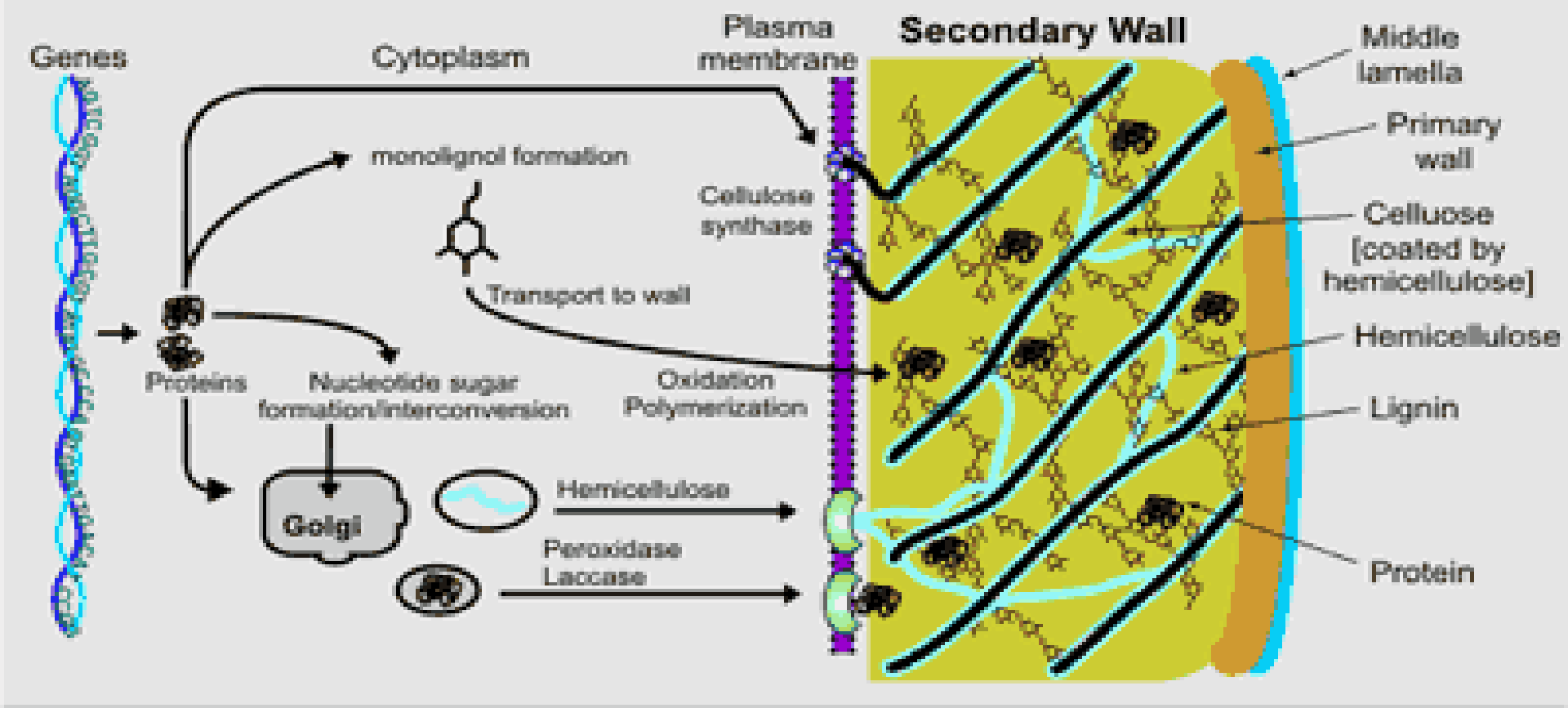
ا) انتباه الفراغات البينية فى كل من الجدار الابتدائى والجدار الثانوى

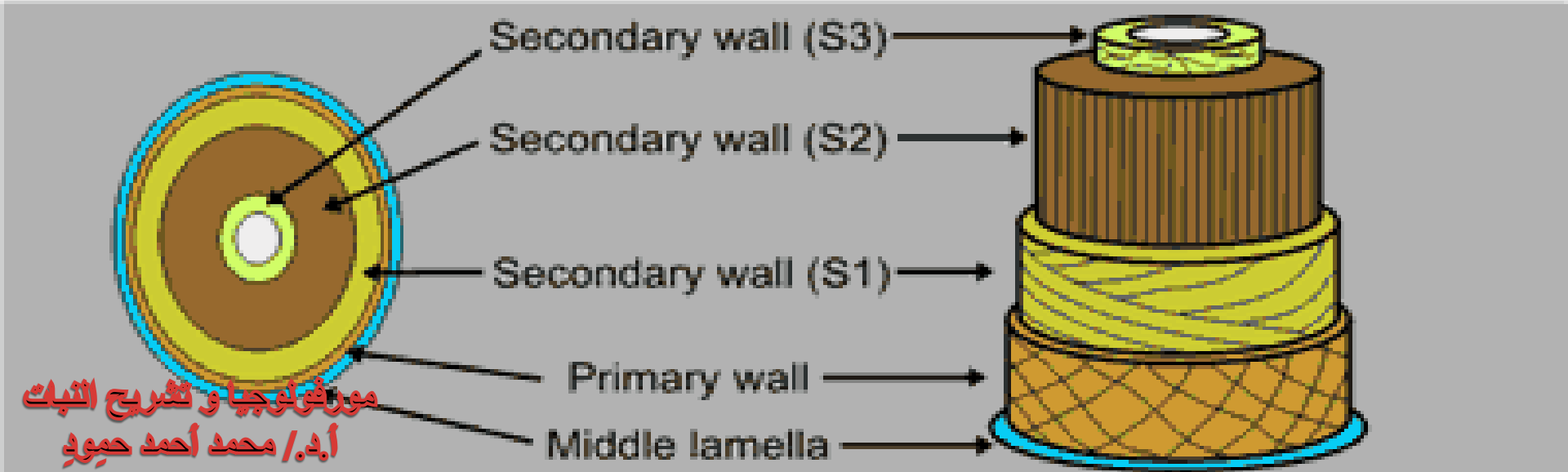
ب) انطباع عرضى بين الجدر الابتدائية والجدر الثانوية

جـ) جزء من الجدار الثانوى المسامى مكبر بين الفراغات الكبيرة

د) جزء من فريلة كبيرة مكبر بين الفراغات البينية

هـ) تركيب الفريلة البينية





مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

النقر Pits

تتميز جدر الخلايا النباتية بوجود انخفاضات أو تجاويف متفاوتة في العمق والاتساع تسمى حقول النقرية الابتدائية Primary pit–fields وذلك في حالة وجودها في الجدر الابتدائية

بينما تسمى بالنقر في حالة وجودها في الجدر الثانوية.

وتتكون النقرة من تجويف النقرة Pit aperture

والفرق بين النقر والحقول النقرية الابتدائية طفيف إذ

يتكون غشاء النقرة في الحقول النقرية الابتدائية من الصفحة الوسطى

بينما يتكون غشاء النقرة في النقر من الصفيحة الوسطى والجدار الابتدائي

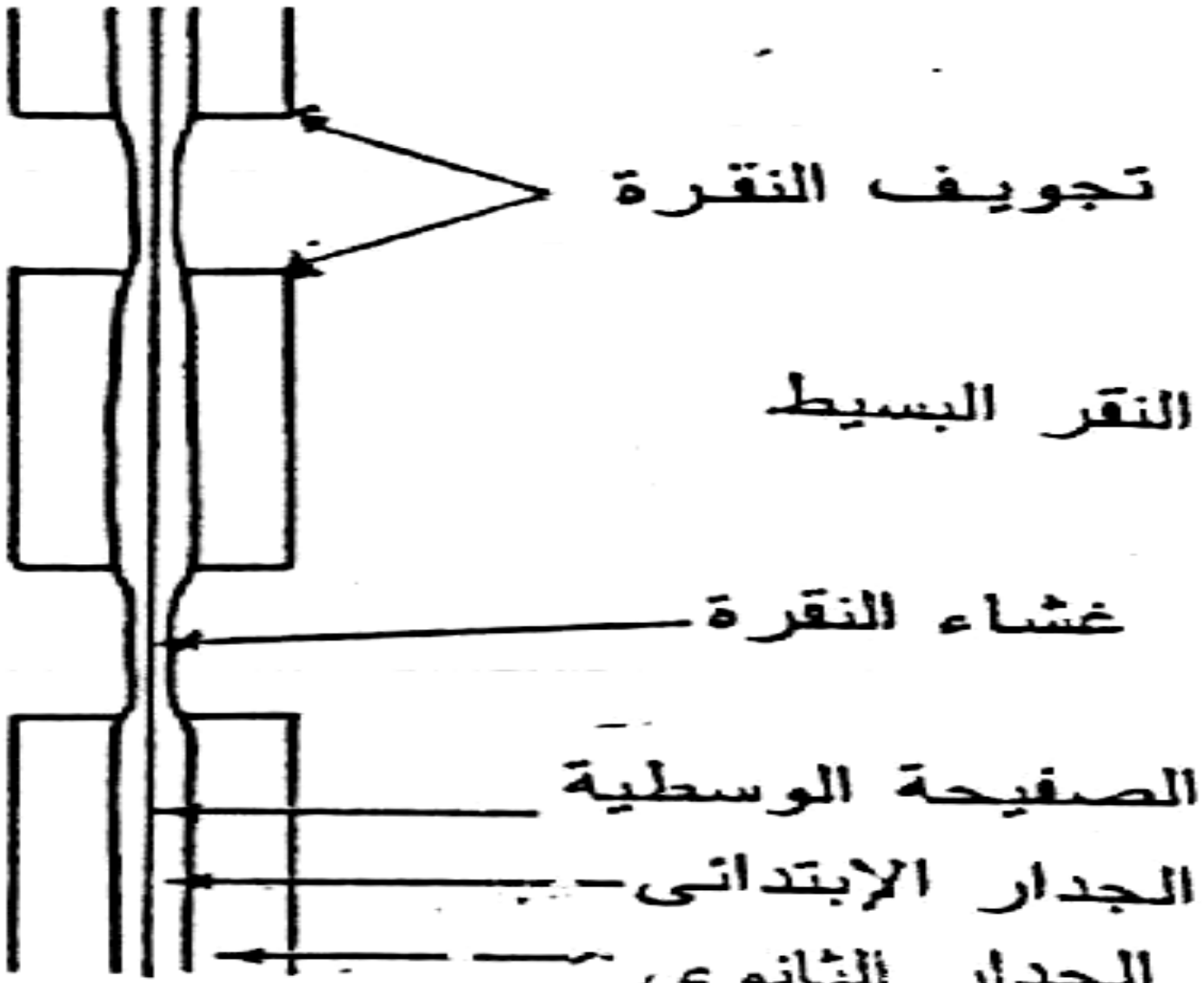
كما أن عدد الحقول النقرية كبير بحيث يظهر الجدار سبحي الشكل. أما بعض النقر فيمكن أن تتكون الواحدة منها على أكثر من حقل نقري ابتدائي كما قد تشاهد الروابط السيتوبلازمية من خلال الحقول النقرية الابتدائية حيث توجد

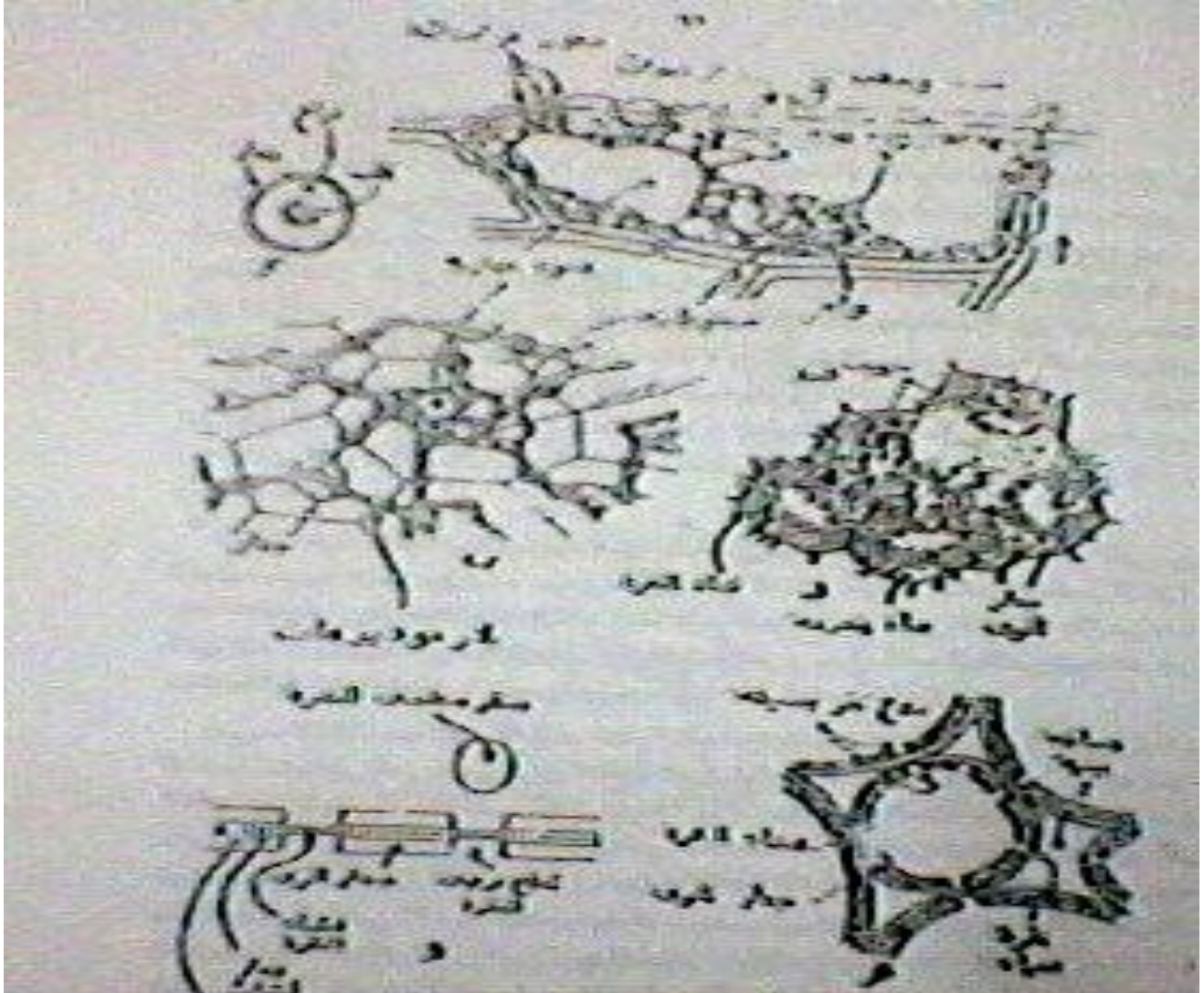
موقع واجبي وتاريخ النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

وتقسم النقر إلى نوعين :

أ) نقر بسيطة Simple pits وفيها يتم ترسب الجدار الثانوي طبيعياً في تجويف النقرة حيث يبقى التجويف وفتحة النقرة باتساع واحد، وعادة تتقابل كل نقرتين بسيطتين، ويسمى هذا النوع زوجاً من النقر البسيطة–Simple pit pair كما في الألياف والخلايا الحجرية.

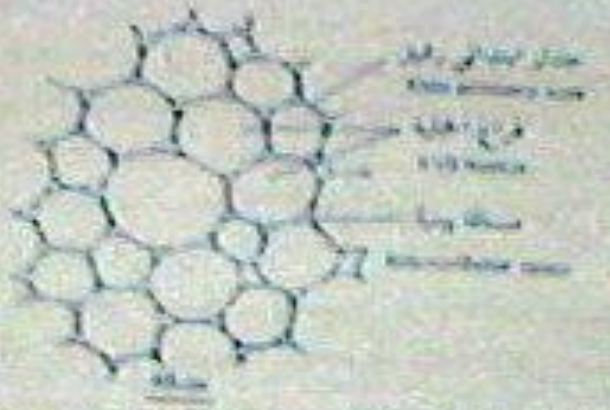
ب) نقر مضفوفة Bordered pits وفيها يتقوس الجدار الثانوي على تجويف النقرة مكوناً الضفة Border وبهذا تكون فتحة النقرة أضيق من تجويفها وغالباً ما تتقابل كل نقرتين مضفوفتين فيسمى هذا الوضع زوجا من النقر المضفوفة Bordered pit–pair كما هو الحال في القصيبات والأوعية وأحياناً تتقابل نقرة مضفوفة وأخرى بسيطة ويسمى هذا الوضع بالنقرة نصف المضفوفة Half bordered pit–pair كما في الجدر المشتركة بين الألياف والقصيبات أو القصيبات وبرنشيمة الخشب وقد تقابل النقرة إحدى المسافات البينية، وحينئذ تسمى بالنقرة العمياء Blind pit كما في خلايا النسيج البرنشيمي .

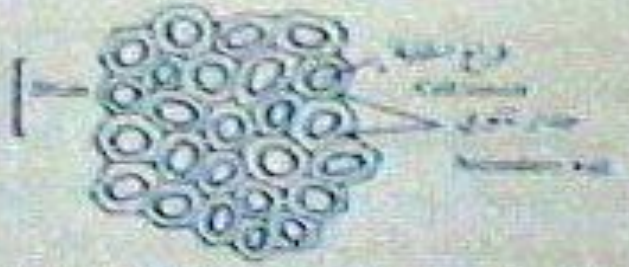

تجويف النقرة
النقر البسيط
غشاء النقرة
الصفيحة الوسطية
الجدار الابتدائى
الجدار الثانوى

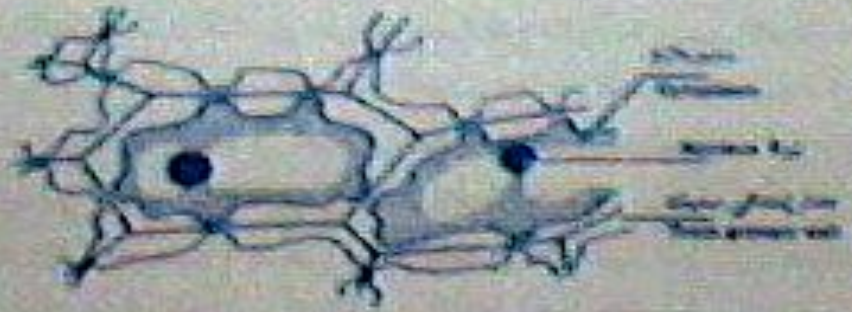


(شكل ٢٧) أنواع الثمر

مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود



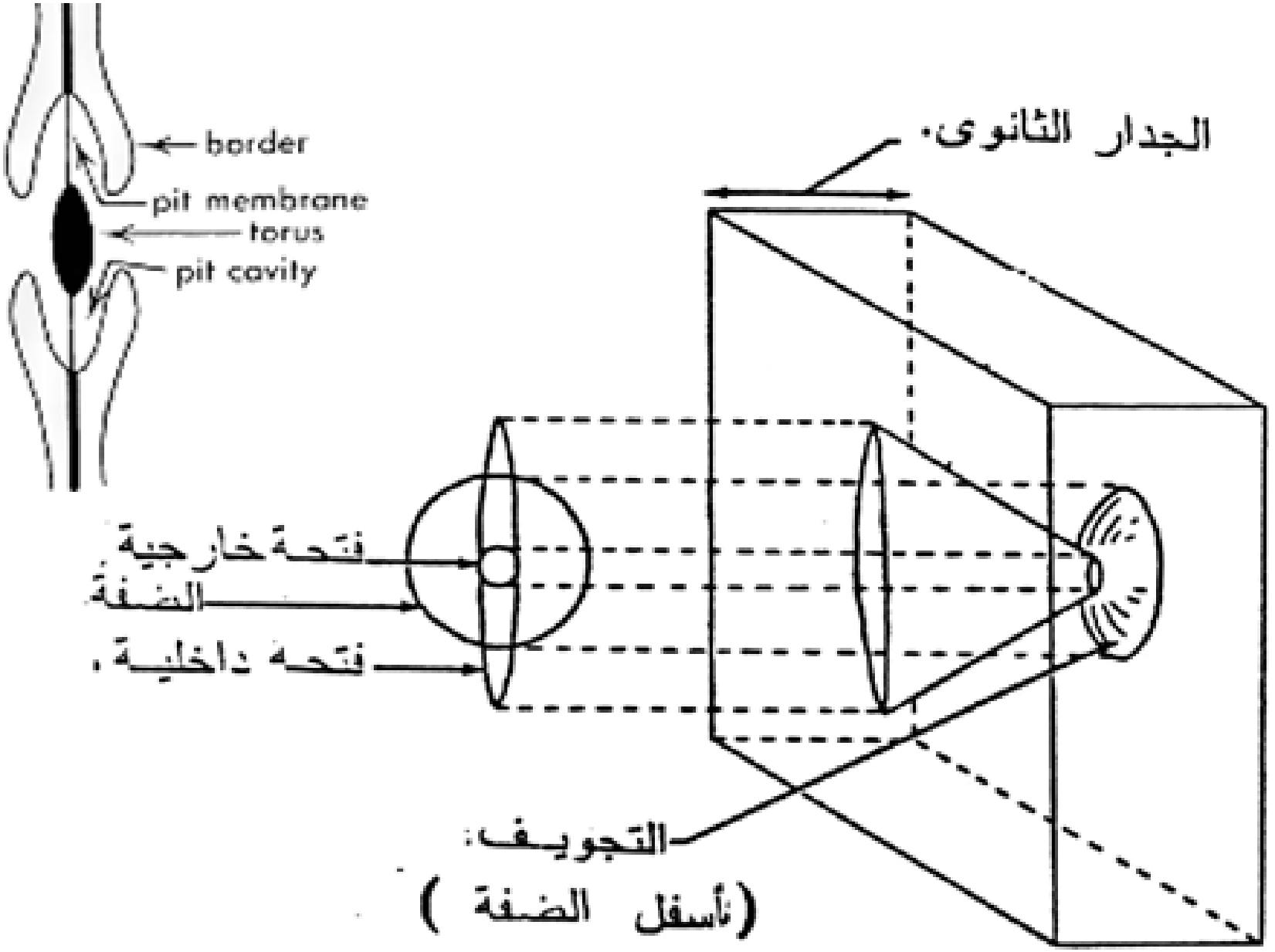


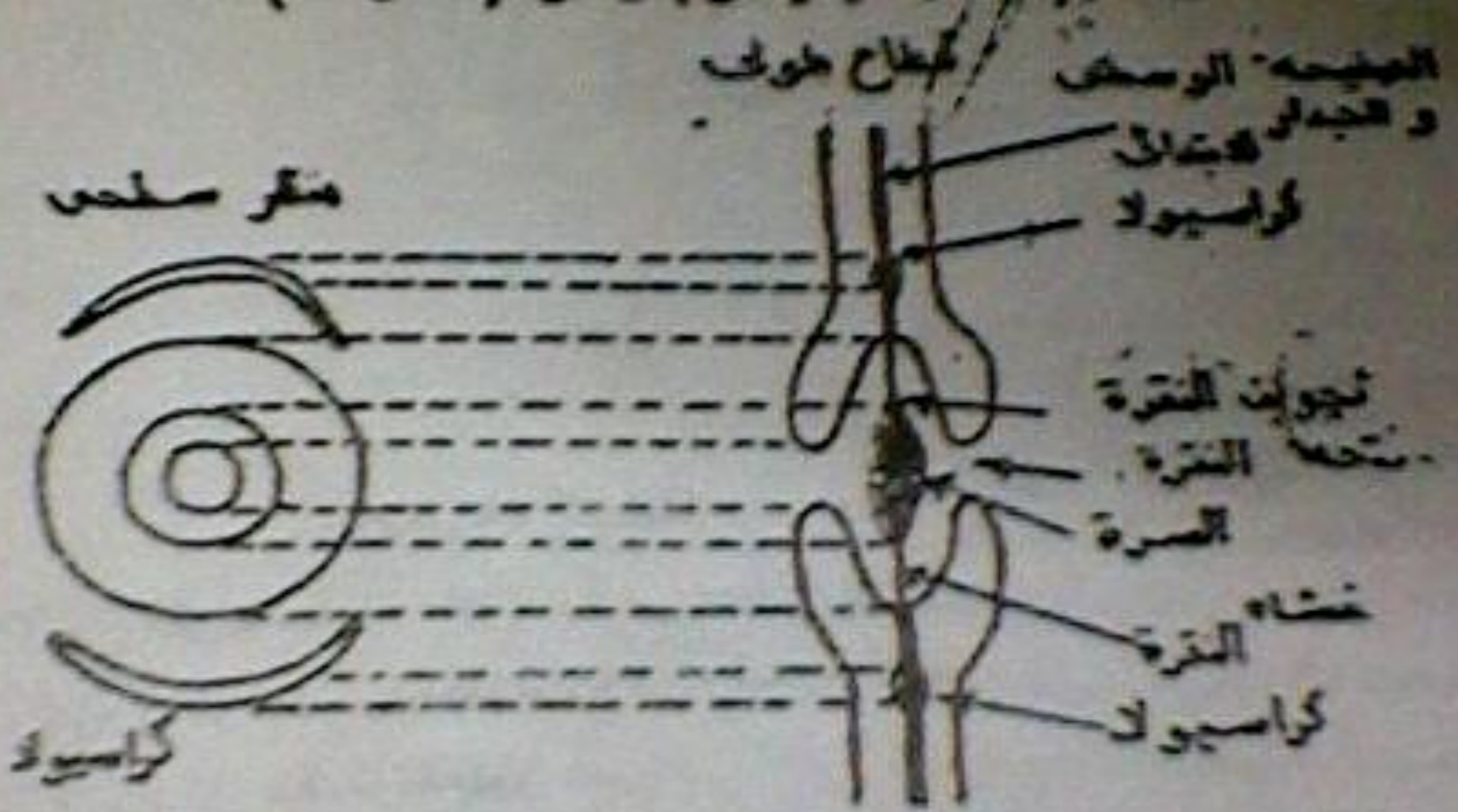


شكل (١٢): جدار الخلية

مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

وتتميز النقر المضفوفة أحيانا بوجود تضخم في غشاء النقرة يسمى بالتخت Torus كما في قصيبات المخروطيات. وعندما يكون الجدار الثانوي سميكا يتكون للنقرة قناة Pit canal ذات فتحتين إحداهما داخلية وتفتح إلى تجويف الخلية Cell Iumen والأخرى خارجية وتفتح إلى تجويف النقرة.

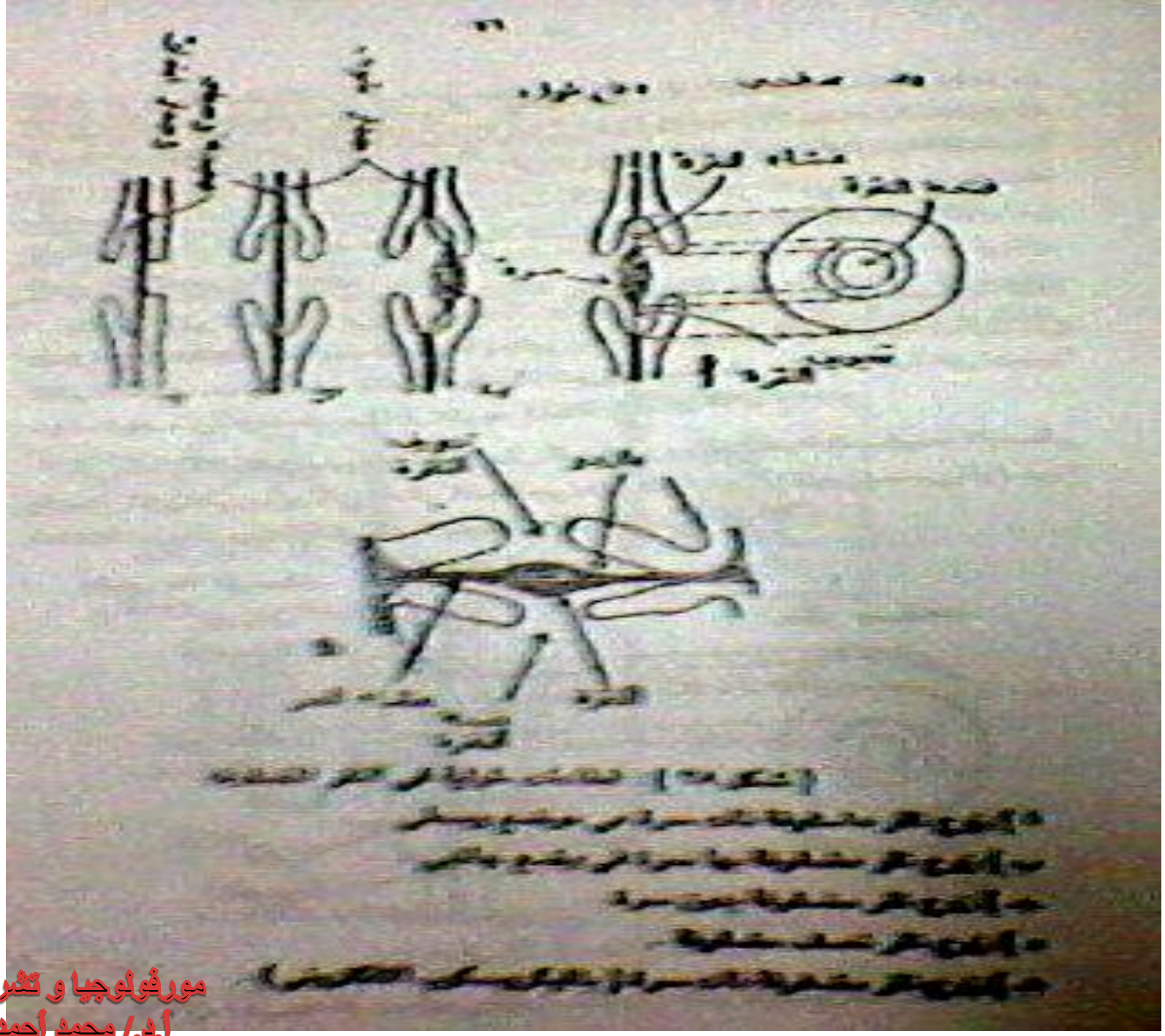

border
pit membrane
torus
pit cavity
الجدار الثانوى
فتحة خارجية
الضفة
فتحة داخلية
التجويف
(أسفل الضفة)

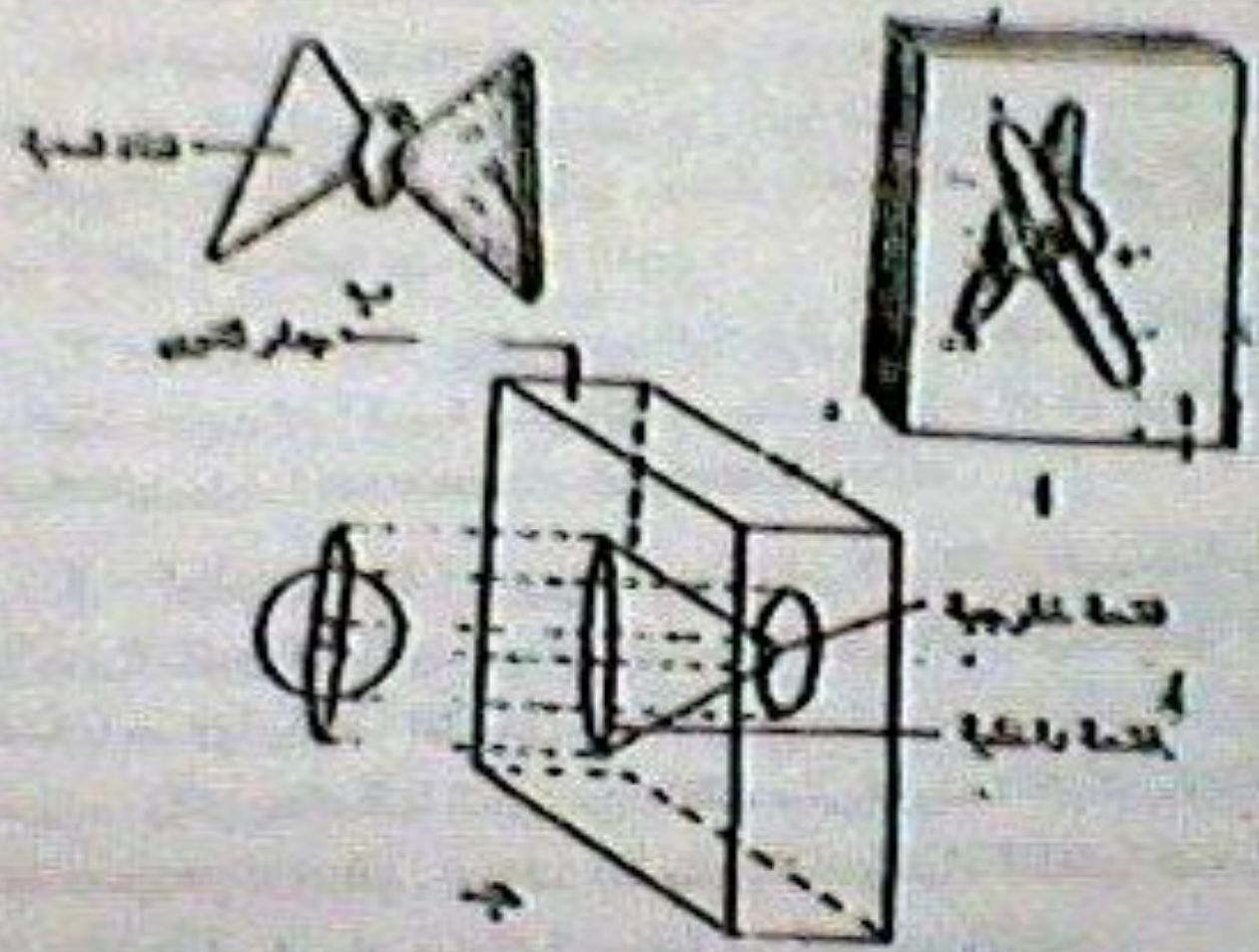


(شكل ٢٩) : نقرة مضغوطة

قطاع طولى ومنظر سطحى لنقرة مضغوطة ذات كراسيولات cussulate

مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د./ محمد أحمد حمود





(شكل ٢٠) : نماذج نظر مختلفة ذات قناة راسية

أ) منظر سطحي ب) منظر جانبي جـ) مسقط .

مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود

شكل (١١): الثمرة المضغوطة

مورفولوجيا و تشريح النبات
أ.د/ محمد أحمد حمود