

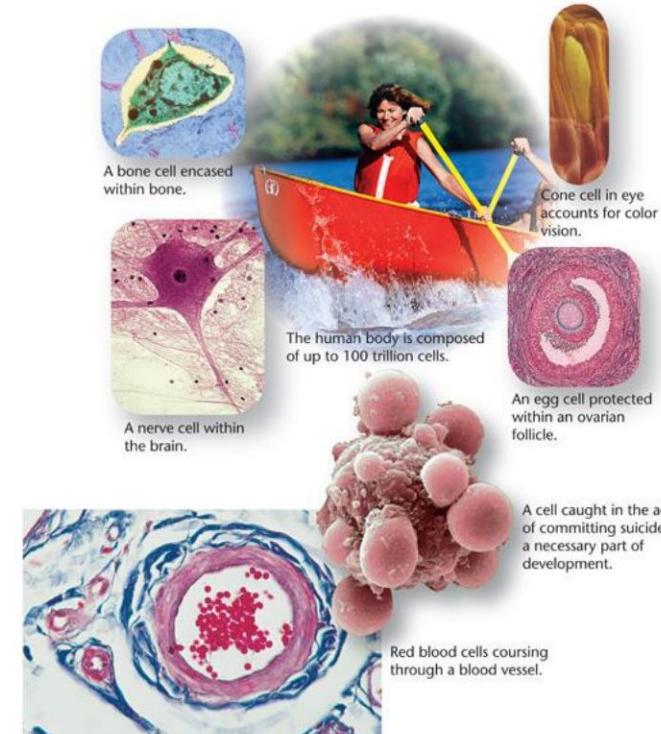
أساسيات علم الأحياء

سيلفيا س. مادير

الفصل الرابع مخطط المحاضرة

إعداد: الدكتور ستيفن إيبس جامعة جنوب إلينوي
كاربونديل

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



4.1 نظرية الخلية • نظرية الخلية المبنية على أعمال شلайдن

وشفين. • النقاط الرئيسية لنظرية الخلية.

-جميع الكائنات الحية تتكون من خلايا.

-الخلايا هي الوحدات الأساسية للبنية والوظيفة في الكائنات الحية. -تأتي الخلايا فقط من خلايا موجودة مسبقاً.

• تحتوي جميع الخلايا على غشاء خارجي يسمى **الغشاء البلازمي**.

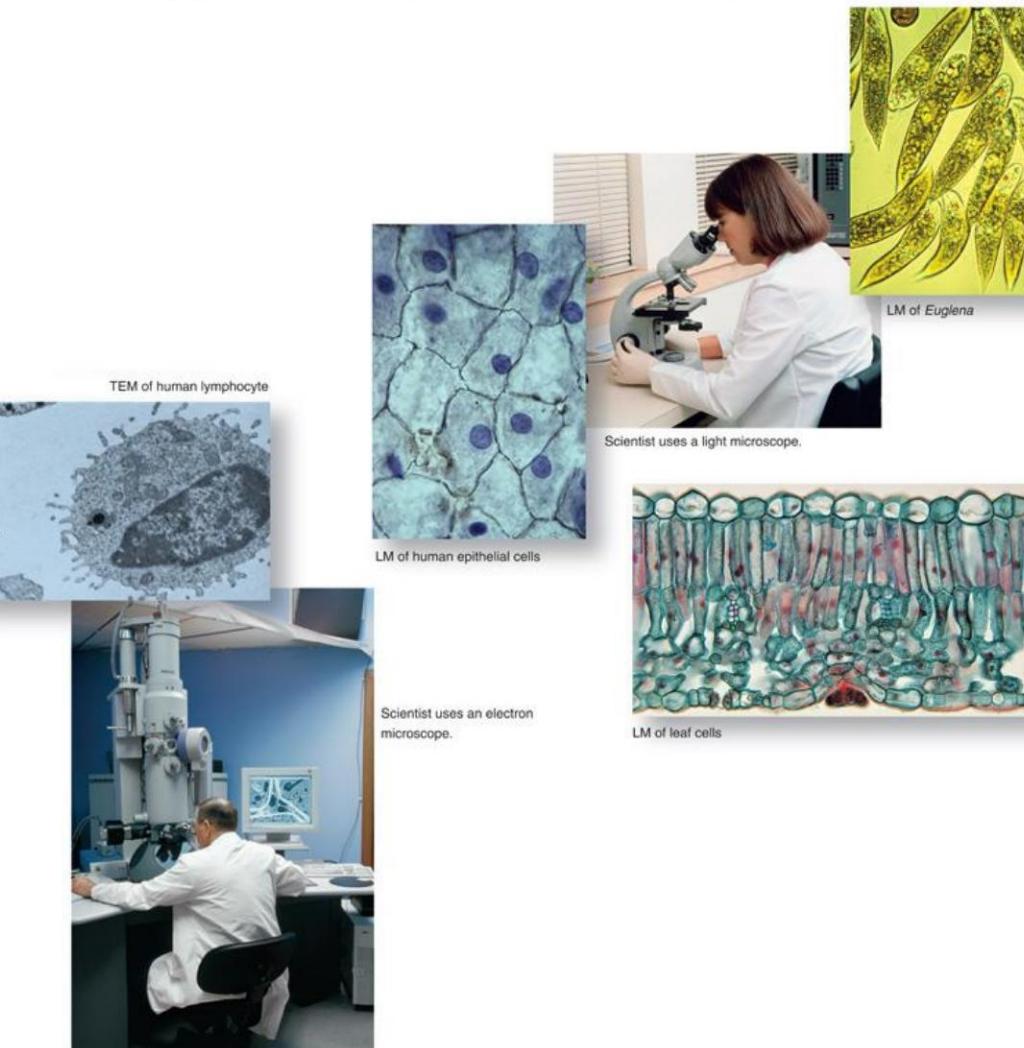
• يحيط الغشاء البلازمي بمادة شبه سائلة تسمى **السيتوبلازم**، وهي **المادة الوراثية** للخلية والرنا.

4.1 الخلايا تحت المجهر

- تكون أجسامنا من عدة مئات من أنواع **الخلايا المختلفة**، حيث يوجد مليارات من كل نوع من الخلايا.
- كل نوع من الخلايا متخصص في وظيفة معينة.
- **الخلايا صغيرة جدًا** بحيث يلزم استخدام المجهر لرؤيتها هم.

الخلايا تحت المجهر (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



1.4. الخلايا تحت المجهر (تابع)

- يمكن استخدام **المجاهر الضوئية** لرؤية الخلايا ولكن ليس بتفاصيل كثيرة.
- تسمح **المجاهر الإلكترونية** برؤية بنية الخلايا بشكل أكثر تفصيلاً.

المجهر

- يتم استخدام المجهر المجاهر لتصور الخلايا
- في المجهر الضوئي ، (LM) يمر الضوء المرئي عبر العينة ثم عبر العدسات الزجاجية
- تعمل العدسات على انكسار الضوء (ثنية)، بحيث تكون الصورة مكبر

• ثلاثة معايير مهمة للمجهر

التكبير، نسبة صورة الجسم
الحجم إلى حجمه الحقيقي

الدقة، مقياس وضوح الصورة، أو الحد الأدنى ل المسافة بين نقطتين مميزتين

التبالين، الاختلافات المرئية في السطوع بين أجزاء الصورة.

عينة

- يمكن للمجاهر الضوئية التكبير بفعالية إلى حوالي 1000 مرة حجم العينة الفعلية
- تعمل التقنيات المختلفة على تعزيز التباين وتمكين صبغ مكونات الخلية أو وضع علامات عليها
- دقة المجهر الضوئي القياسي منخفضة للغاية لدراسة العضيات، وهي الهياكل المحاطة بغشاء في الخلايا حقيقة النواة

• نوعان أساسيان من المجاهر الإلكترونية
(EMs) تستخدم لدراسة الهياكل الخلوية الفرعية

• المجاهر الإلكترونية الماسحة (SEMs)

تركيز شعاع من الإلكترونات على سطح العينة، مما يوفر صوراً تبدو ثلاثية الأبعاد.

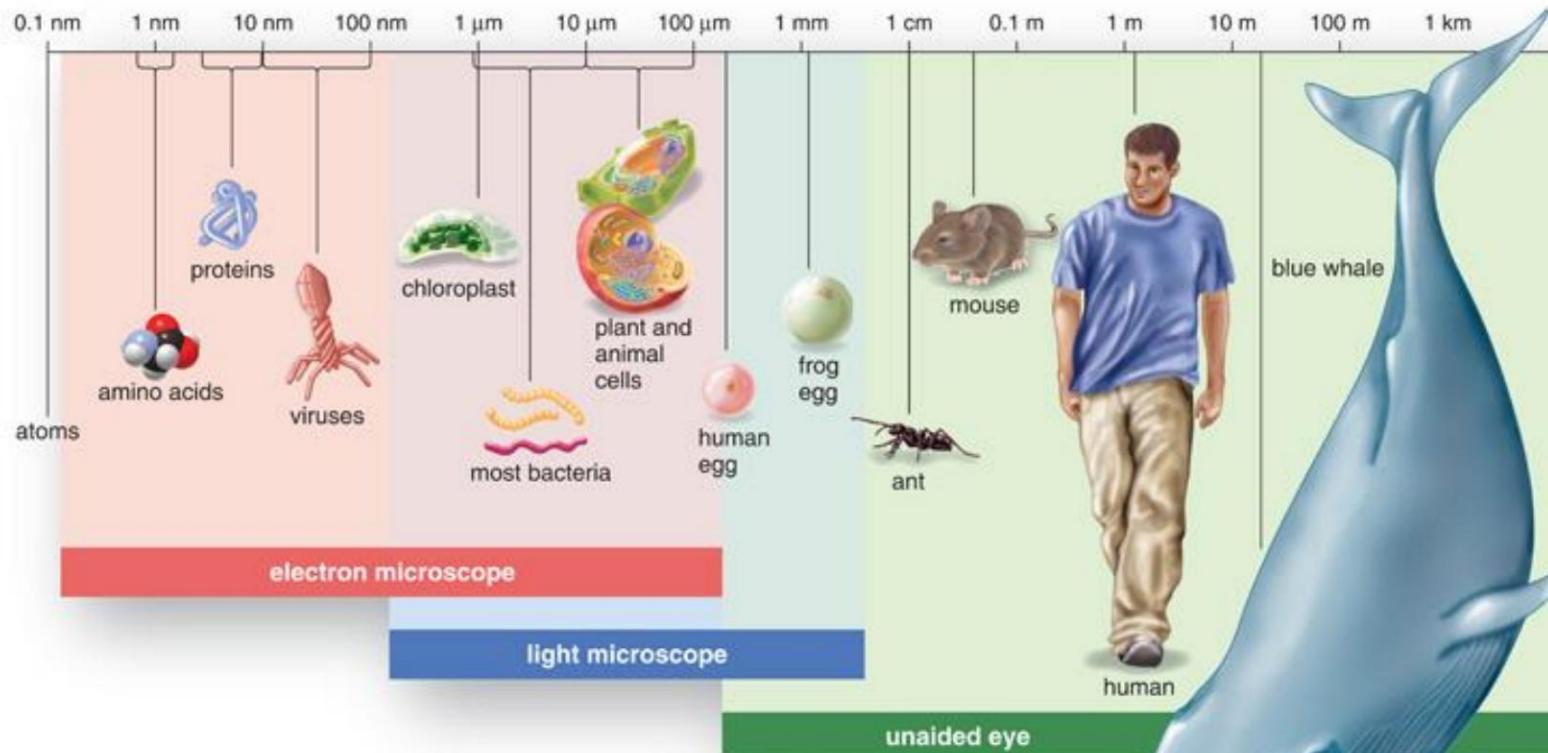
د

• المجاهر الإلكترونية الناقلة

(TEMs) تركز حزمة من الإلكترونات عبر عينة • تستخدم TEMs بشكل أساسى لدراسة البنية
الداخلية للخلايا

الخلايا تحت المجهر (تابع)

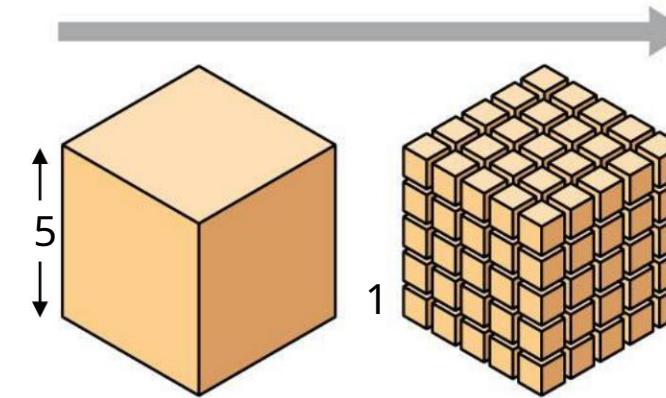
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



4.1 الخلايا تحت المجهر (تابع)

- الخلايا صغيرة لأنها محدودة بسطحها.
نسبة المساحة إلى الحجم.
- مساحة سطح الخلية مهمة لأنها يجب أن تكون كبيرة بما يكفي للسماح بدخول العناصر الغذائية الكافية إلى الخلية.
- يمكن للخلايا زيادة مساحة سطحها باستخدام مواد متخصصة بالإسقاطات مثل **الزغبيات**.

تزيّد مساحة السطح بينما يظل الحجم الإجمالي ثابتاً



المساحة السطحية الكلية [مجموع مساحات السطح (الارتفاع × العرض) لجميع جوانب الصندوق × عدد الصناديق]	6	150	750
الحجم الإجمالي [الارتفاع × العرض × الطول × عدد الصناديق]	1	125	125
من السطح إلى الحجم نسبة S إلى V [مساحة السطح ÷ الحجم]	6	1.2	6

4.2 النوعان الرئيسيان للخلايا

- تكون نظرية الخلية من عنصرين:

- جميع الكائنات الحية تتكون من خلايا.

- الخلايا تأتي فقط من خلايا موجودة مسبقاً.

- تحتوي جميع الخلايا على غشاء خارجي يسمى الغشاء البلازمي.

- يحيط الغشاء البلازمي بمادة شبه سائلة تسمى **السيتوبلازم** والمادة الوراثية للخلية.

4.2 النوعان الرئيسيان من الخلايا (تابع)

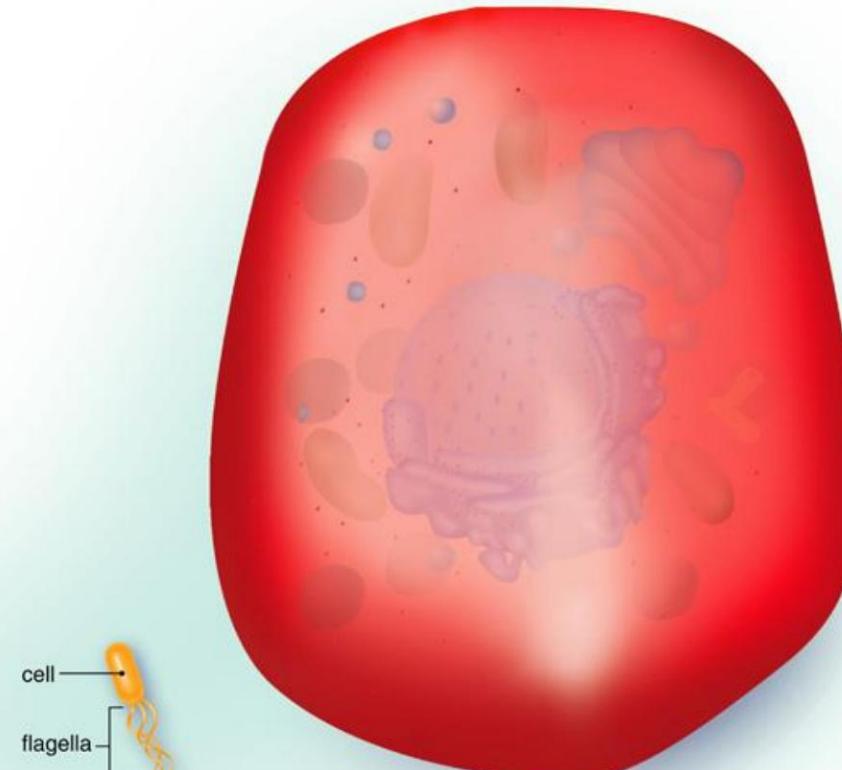
- تنقسم الخلايا إلى نوعين وفقاً لطريقة تنظيم مادتها الوراثية.
- **الخلايا البدائية** ، التي تفتقر إلى نواة محاطة بغشاء، يكون مادتها الوراثية موجودة في منطقة تسمى **النواة**.
- تحتوي الخلايا **حقيقية النواة** على **نواة** محاطة بغشاء تخزن **الحمض النووي**.

الخلايا البدائية

- الخلايا البدائية النواة هي أبسط وأصغر بكثير من الخلايا حقيقية النواة.
- كانت الخلايا البدائية من بين الكائنات الحية الأولى على الأرض أرض.
- تعيش الخلايا البدائية في مجموعة واسعة من البيئات ويمكن العثور عليها في الماء والتربة والهواء.
- تنقسم بدائيات النوى إلى مجموعتين:
 - البكتيريا والعتائق.

الخلايا البدائية (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Prokaryotic cell: simple
internal structure

Eukaryotic cell: complex
internal structure

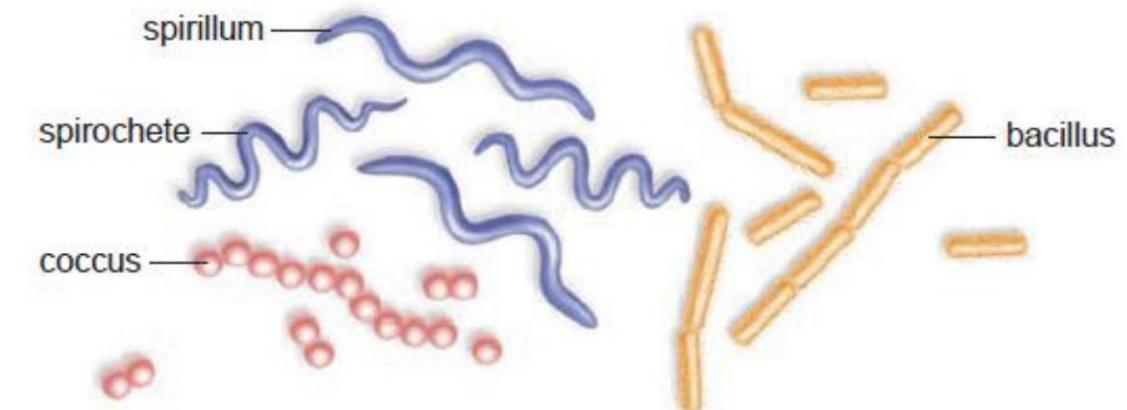
الخلايا البدائية (تابع)

- **البكتيريا هي نوع من الخلايا بدائية النواة.**
- **بعض البكتيريا تسبب أمراضًا ضارة.**
- **بعض البكتيريا مفيدة.**
- تعمل البكتيريا على تحلل بقايا الجثث.**
- يمكن استخدام البكتيريا في تصنيع المواد الكيميائية للاستخدام البشري (على سبيل المثال، المواد الكيميائية الصناعية والأدوية).**
- البكتيريا هي عنصر مهم في بعض الكائنات الحية البشرية للأطعمة (على سبيل المثال، الزبادي).**

البنية البكتيرية

تم العثور على ثلاثة أشكال أساسية من بدائيات النوى

- العصية: بكتيريا على شكل قضيب.
- المكورات : بكتيريا ذات شكل كروي .
- الحلزونية: بكتيريا صلبة حلزونية الشكل .



البنية البكتيرية

• يحيط بسايتو بلازم البكتيريا غلاف خلوي يتكون من **غشاء خلوي** وجدار **خلوي** وكبسولة .

-غشاء الخلية يشبه غشاء الخلايا حقيقة النواة.

-جدار الخلية يحافظ على شكل الخلية.

-الكبسولة عبارة عن طبقة واقية من السكريات المتعددة حول جدار الخلية والتي تساعد البكتيريا على مقاومة جهاز المناعة المضييف وحمايته من الجفاف.

البنية البكتيرية (تابع)

- الحمض النووي للبكتيريا هو عبارة عن كروموسوم ملتف واحد يتواجد في [النواة](#).
- تحتوي العديد من البكتيريا على جزء من الحمض النووي على شكل حلقة تسمى البلازميد.
- يحتوي سيتوبلازم البكتيريا على آلاف من الخلايا الصغيرة جزيئات تسمى [الريبوسومات](#) التي تقوم بتصنيع جميع البروتينات التي تحتاجها الخلية.
- تستقلب معظم البكتيريا بنفس طريقة الحيوانات، ولكن تتمتع البكتيريا الزرقاء (البكتيريا الخضراء المزرقة) بالقدرة على التمثيل الضوئي بطريقة مشابهة للنباتات لأنها تحتوي على خيوط رفيعة تسمى الثايلاكويدات.

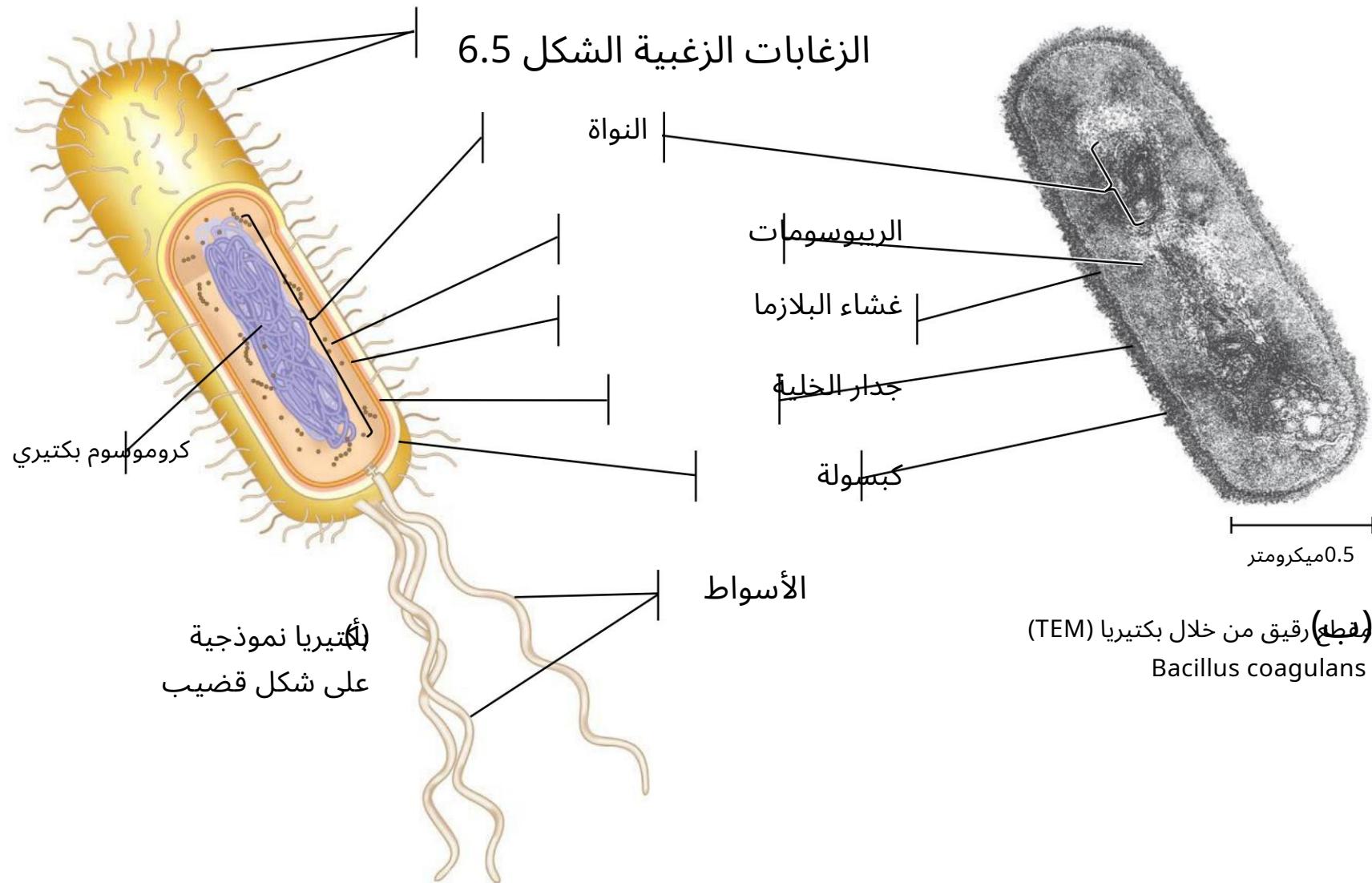
البنية البكتيرية (تابع)

• يمكن أن تمتلك البكتيريا ملحقات ذات وظائف محددة.

- يمكن استخدام **الأسواط** لمساعدة البكتيريا على التحرك في الماء.

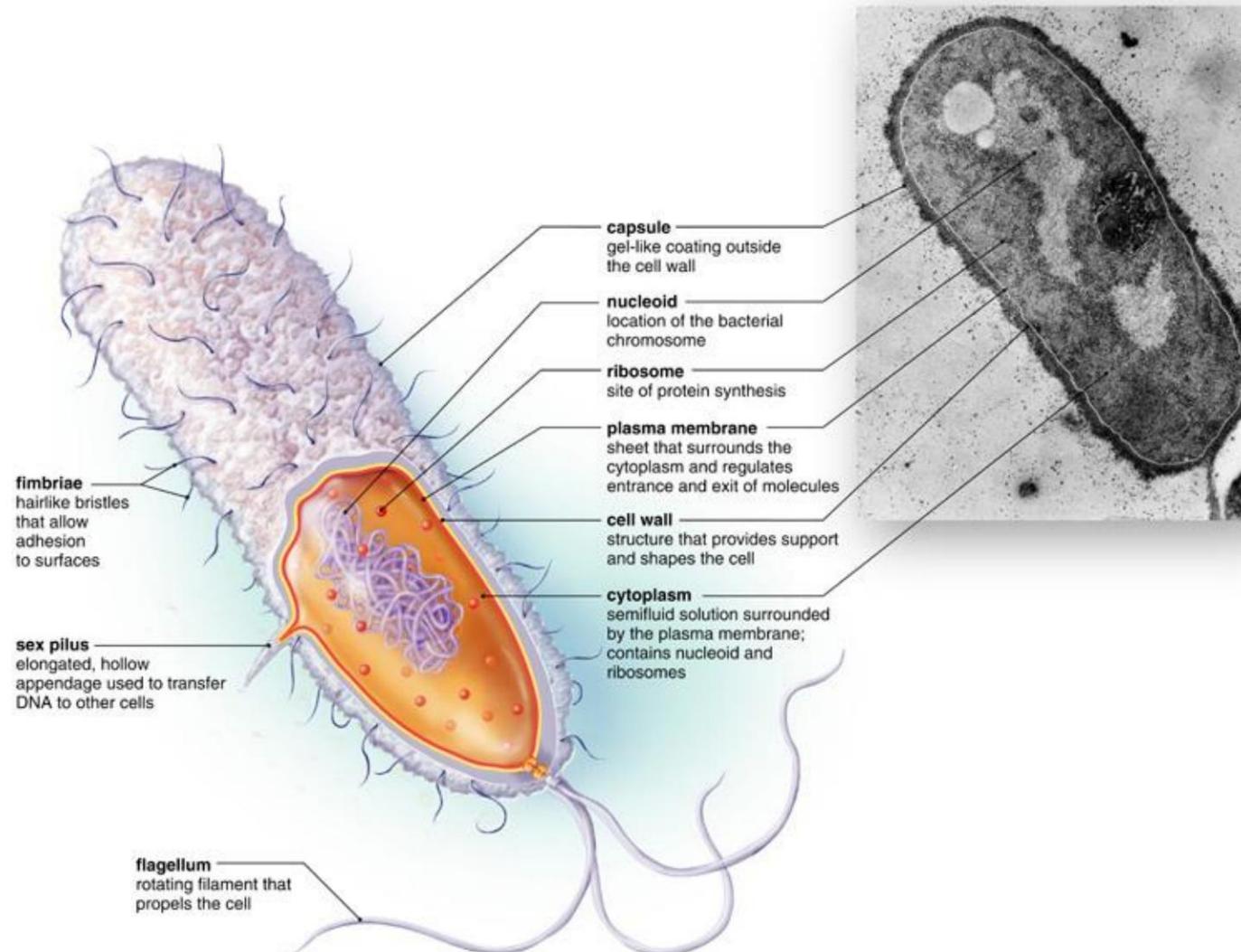
- **الزغابات** هي ألياف صغيرة تشبه الشعيرات تسمح للبكتيريا بالالتصاق أنفسهم إلى الأسطح.

- تُستخدم **أهداب الاقتران** لنقل الحمض النووي من بكتيريا إلى أخرى. آخر.



البنية البكتيرية (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



4.4 الخلايا حقيقة النواة

- تحتوي الخلايا حقيقة النواة على نواة محاطة بغشاء يحتوي على الحمض النووي الخاص بها.
- الخلايا حقيقة النواة أكبر من الخلايا بدائية النواة ونسبة مساحة السطح إلى الحجم أقل.
- تحتوي الخلايا حقيقة النواة على عدد من الحجرات الداخلية المحاطة بغشاء تسمى [العضيات](#).

4.4 الخلايا حقيقة النواة (تابع)

يمكن تقسيم العضيات إلى أربع فئات.

-**النواة** والرايوبوسومات .

-**عضيات النظام الغشائي الداخلي**.

-**العضيات المرتبطة بالطاقة**.

-**الهيكل الخلوي**.

4.4 الخلايا حقيقة النواة (تابع)

- تواصل النواة مع الريبوسومات للسيطرة على تخلق البروتين.
- كل عضية من عضيات [نظام الغشاء الداخلي](#) لديه إنزيماته الخاصة وينتج منتجات محددة.
- يتم نقل منتجات [نظام الغشاء الداخلي](#) في الخلايا على شكل حويصلات نقل.

4.4 الخلايا حقيقية النواة (تابع)

• كلا النوعين من العضيات المرتبطة بالطاقة لهما مادتهما الوراثية وريبوسوماتهما الخاصة.

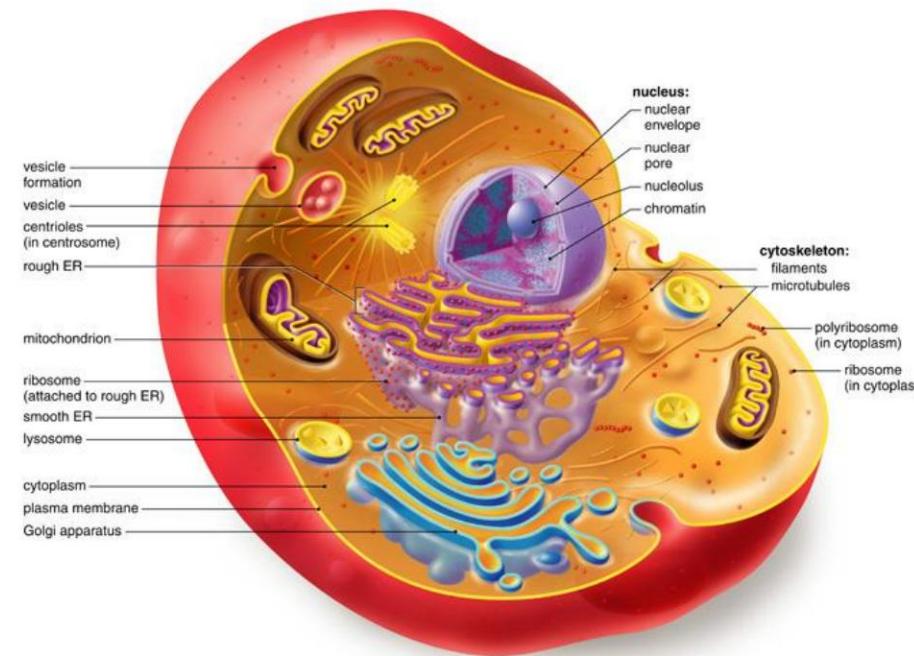
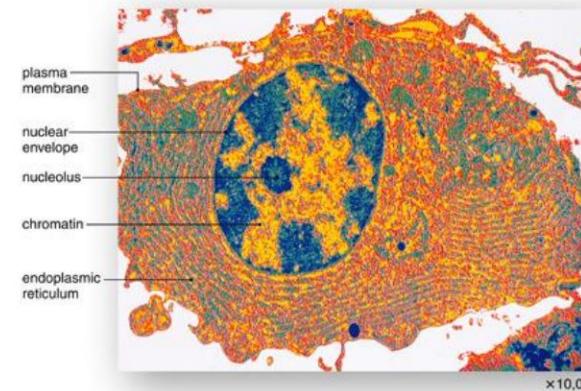
- توجد **الميتوكوندريا** في جميع الخلايا حقيقية النواة.

- توجد **البلاستيدات الخضراء** في خلايا حقيقيات النوى القادرة على التمثيل الضوئي.

• **الهيكل الخلوي** عبارة عن شبكة بروتينية تحافظ على شكل الخلية وتساعد في حركة العضيات.

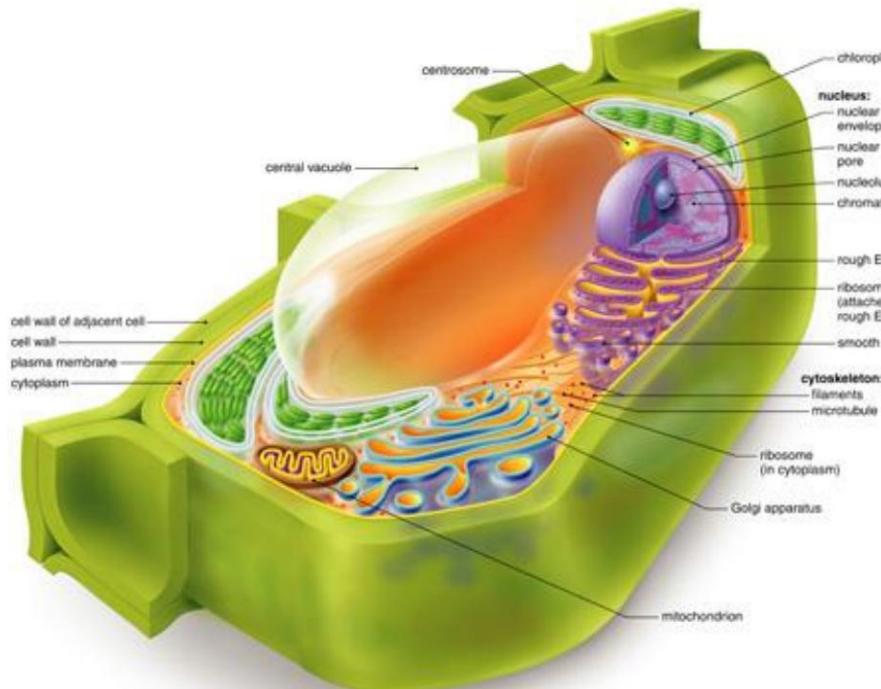
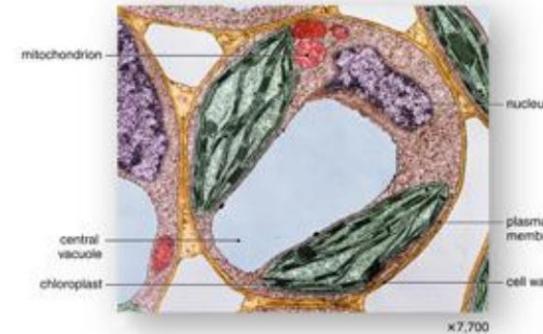
الخلايا حقيقية النواة (تابع) 4.4

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



الخلايا حقيقية النواة (تابع) 4.4

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

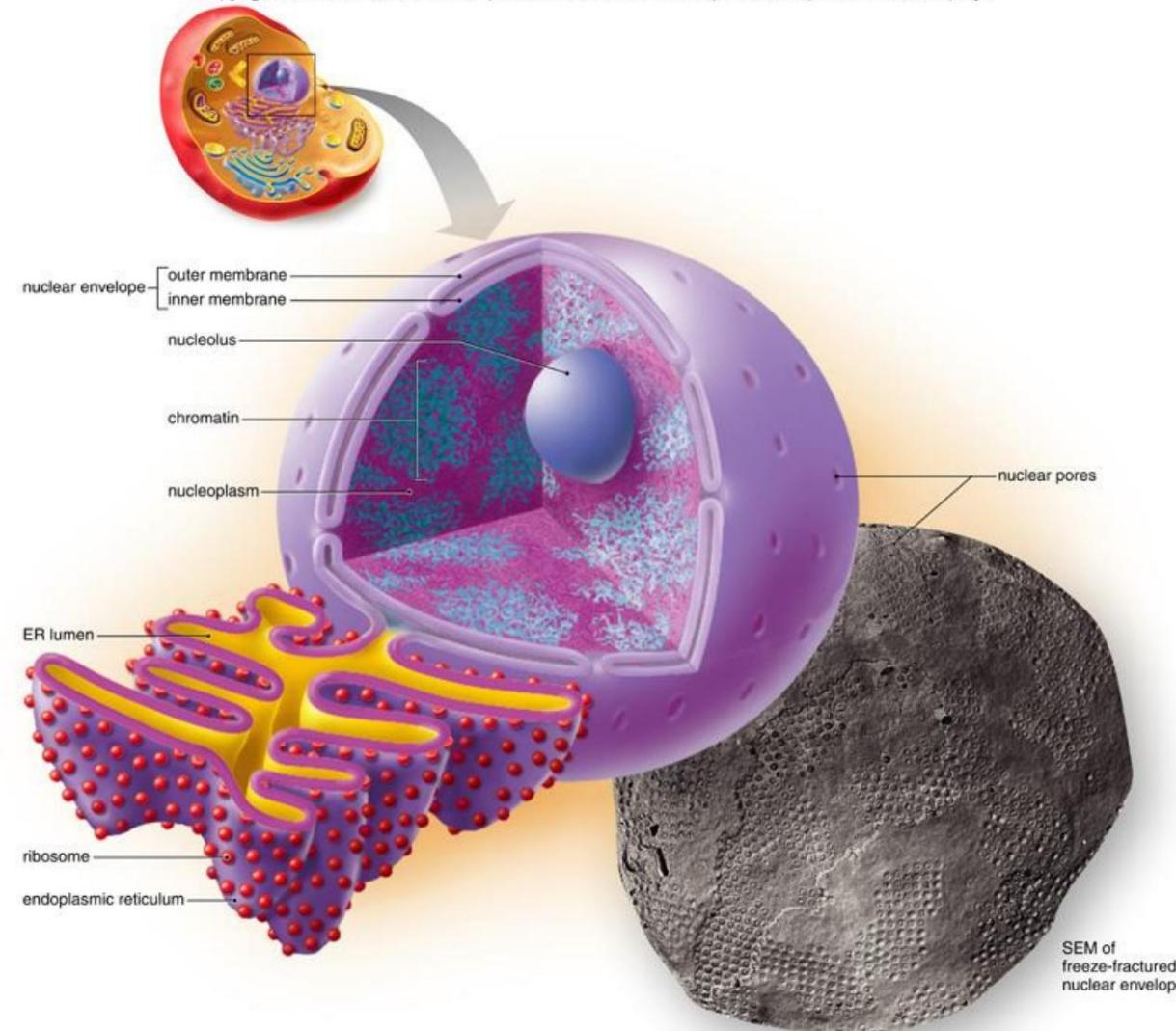


النواة والرنا

- النواة عبارة عن بنية بيضاوية تقع بالقرب من مركز معظم الخلايا حقيقية النواة.
- تحتوي نواة الخلية حقيقية النواة على **الكروماتين** داخل **نواة شبه سائلة**.
- الكروماتين، الذي يتكون من الحمض النووي والبروتين وبعض **RNA**، هو عادة عبارة عن شبكة من الخيوط الدقيقة.
- تتكثف الخيوط أثناء انقسام الخلايا لتكوين خيوط مرئية **الكروموسومات**.

النواة والريبوسومات (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



النواة والريبوسومات (تابع)

• يتم إنتاج الحمض النووي **RNA** في النواة.

□ يعمل الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA) ك وسيط للحمض النووي (DNA) ويحمل المعلومات الخاصة بمتسلسل الأحماض الأمينية في البروتين.

يتحد **الحمض النووي الريبوزي الريبوسومي (rRNA)** مع بروتينات محددة لتشكيل الوحدات الفرعية للريبوسومات.

□ يشارك الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA) في تجميع الأحماض الأمينية أثناء تخليق البروتين.

النواة والريبوسومات (تابع)

- يتم فصل محتويات النواة عن السيتوبلازم بواسطة **الغشاء النووي**.
- يحتوي الغشاء النووي على **مسام نووية** تسمح بمرور الوحدات الريبوسومية mRNA و خارج النواة والبروتينات إلى النواة.
- تجتمع وحدات الريبوسوم، واحدة كبيرة وأخرى صغيرة، في السيتوبلازم وتسخدم في صنع البروتينات.

الريبوسومات

- توجد **الريبوسومات** في كل من بدائيات النوى و حقيقيات النوى، ولكن بأحجام مختلفة.
- تكون الريبوسومات من وحدتين فرعيتين: الوحدة الفرعية الصغيرة والوحدة الفرعية الكبيرة.
- في الخلايا حقيقية النواة، يمكن العثور على الريبوسومات في مواقع وأشكال مختلفة.

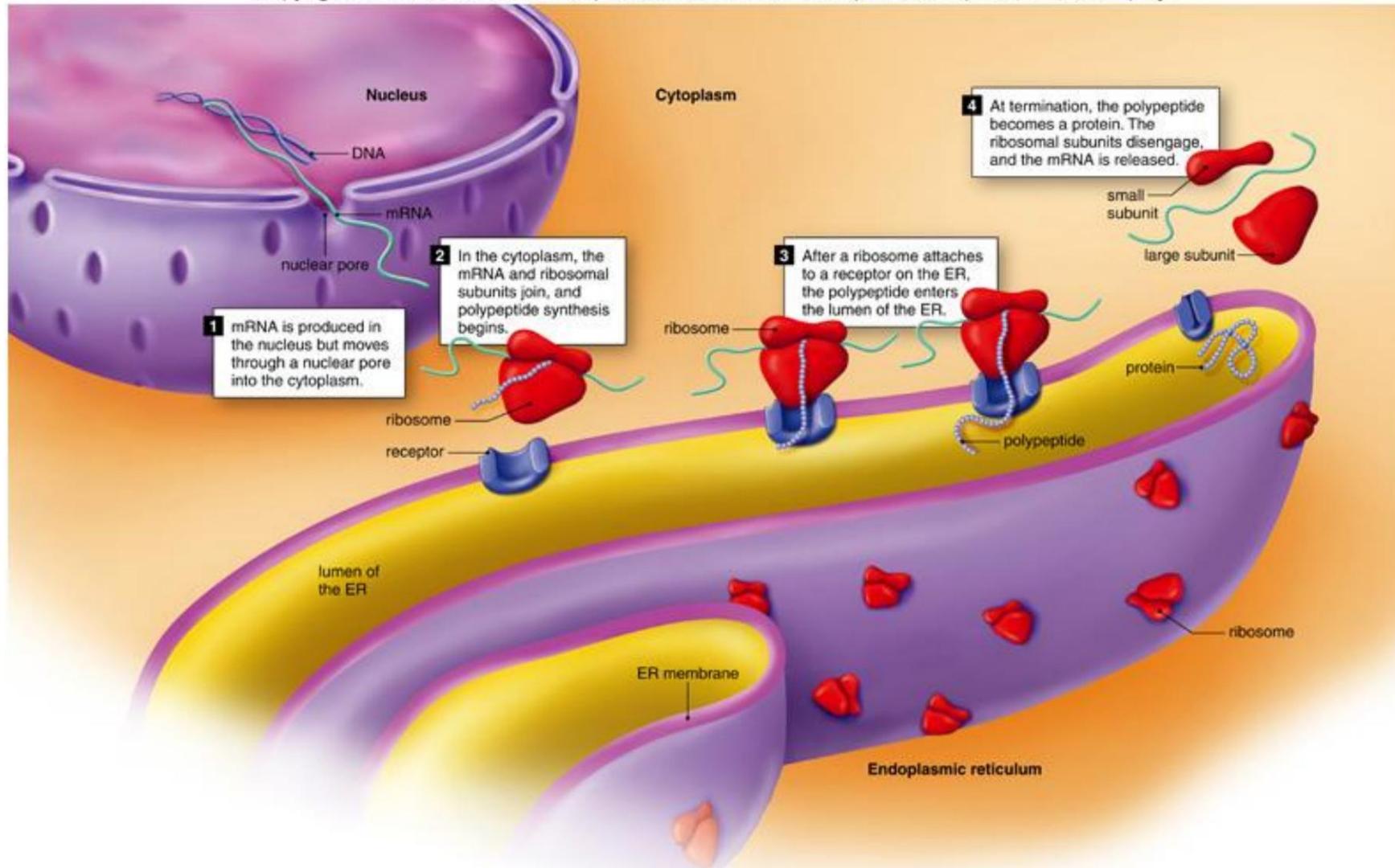
-الريبوسومات الفردية الحرة في السيتوبلازم
-مجموعات في السيتوبلازم تسمى **الريبوسومات المتعددة**
-متصل بالشبكة **الإندوبلازمية (ER)**

الريبوسومات (تابع)

- البروتينات التي تصنعها هذه الخلايا المختلفة يتم استخدام الريبوسومات في أجزاء مختلفة من الخلية.
- يتم استخدام البروتينات من الريبوسومات الحرة في السيتوبلازم.
- البروتينات من الريبوسومات المرتبطة بـ ER يتم إيداع في.

الريبوسومات (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



نظام الغشاء الداخلي

• يتكون **نظام الغشاء الداخلي** من أربعة مكونات.

-**الغشاء النوي**

-**الشبكة الإنDOBلازمية (ER)**

-**جهاز جولي**

-**أكياس غشائية تسمى الحويصلات**

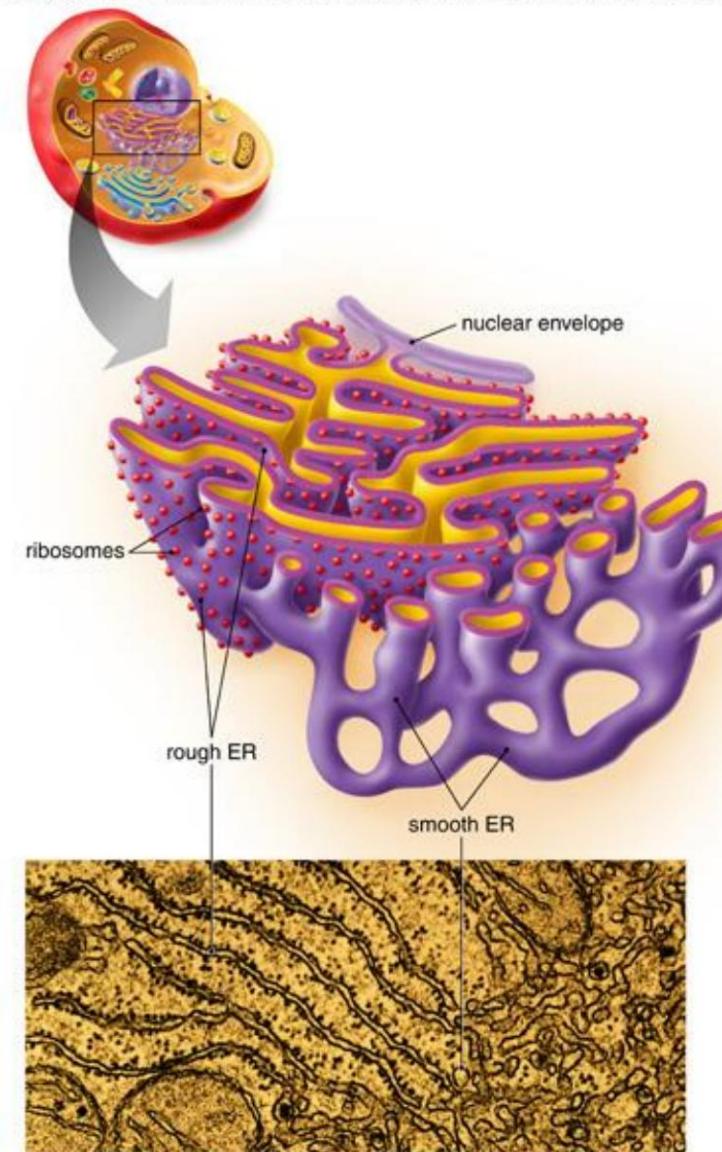
• يقوم هذا النظام بتقسيم الخلية إلى أقسام ويحمل الجزيئات
بين مكونات النظام.

الشبكة الإنDOBلازمية

- الشبكة الإنDOBلازمية عبارة عن نظام معقد من القنوات الغشائية والحوصلات المسطحة (الأكياس).
- الشبكة الإنDOBلازمية الخشنة مليئة بالريبوسومات.
 - تقوم الشبكة الإنDOBلازمية الخشنة بتصنيع البروتينات.
 - يتم تعبئه هذه البروتينات في **حوصلات النقل**.
- تقوم **الشبكة الإنDOBلازمية الملساء** بتخليق الدهون التي يتم تعبئتها أيضاً في حوصلات النقل، الشبكة الإنDOBلازمية الملساء لا تحتوي على ريبوسومات متصلة بها. كما أنها تعمل على إزالة السموم من الأدوية وخاصة في الكبد.

الشبكة الإندوبلازمية (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

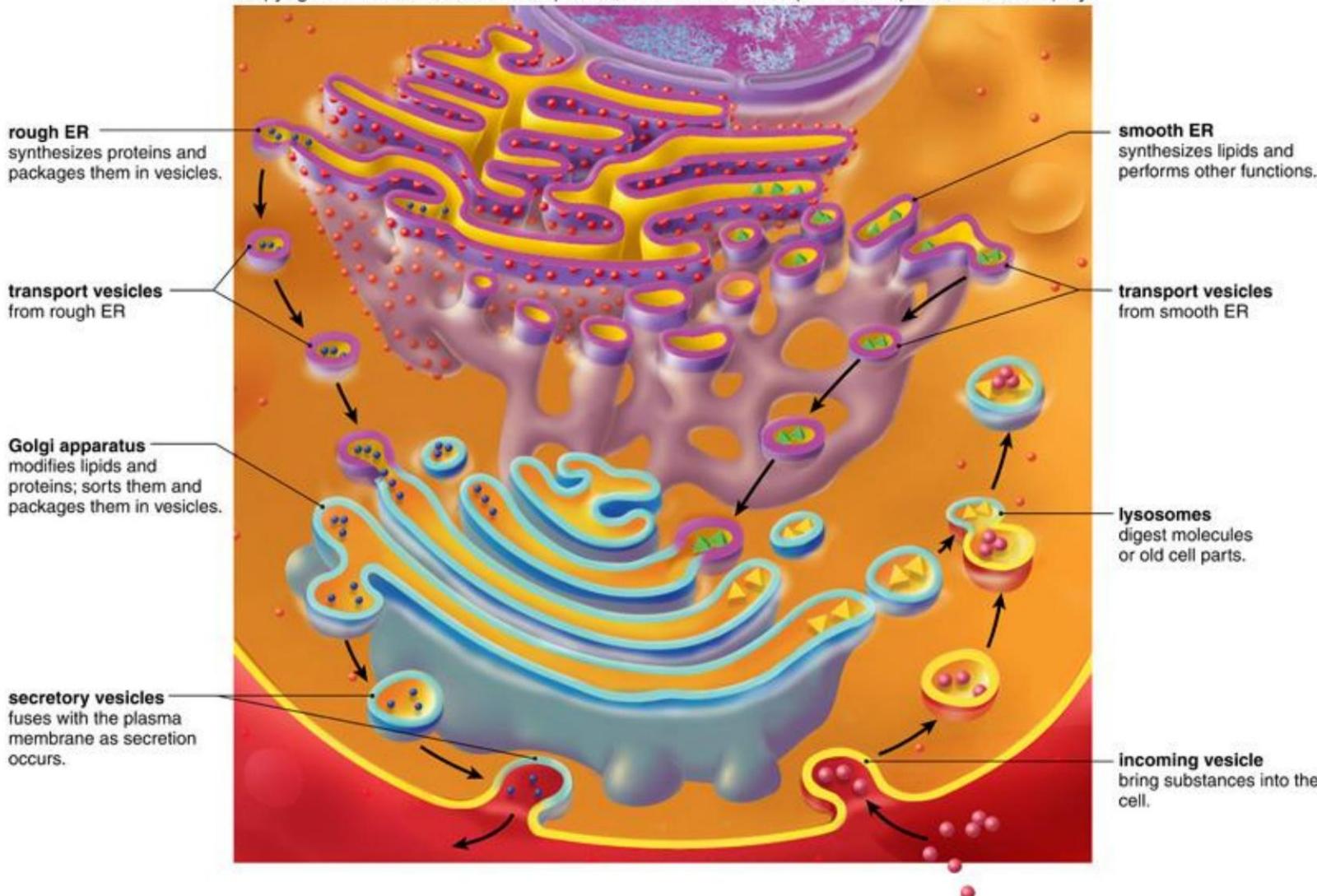


جهاز جولجي

- يتكون **جهاز جولجي** من عدد كبير **من الأكياس المسطحة**. • له جانبان: الوجه السيس (الداخلي) الموجه نحو الشبكة الإنDOBلازمية، والوجه الترانس (الخارجي) الموجه نحو الغشاء البلازمي.
- يستقبل جهاز جولجي حويصلات نقل البروتين من الشبكة الإنDOBلازمية ويعينها في حويصلات جديدة.
- يقوم جهاز جولجي بتوجيه الحويصلات الجديدة إلى الموضع المخصص للبروتين.

جهاز جولي (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



الليوسومات

- **الليوسومات** هي حويصلات جولجي تحتوي على بروتينات تعمل كإنزيمات تحللية. وهي تعمل على هضم الجزيئات (المواد) أو العضيات غير الوظيفية داخل الخلية.
- تشارك الليوسومات أيضًا في **موت الخلايا المبرمج**، أو عملية التمثيل الغذائي. **موت الخلية**.

البوروکسیسومات

- هي حويصلات محاطة بغشاء تشبه الليزوزمات، إلا أن إنزيماتها تؤدي إلى إنتاج بوروکسید الهیدروجين. (H_2O_2)
- بوروکسید الهیدروجين هو جزء سام يجب أن يتم تقسيمه على الفور إلى ماء وأكسجين بواسطة إنزيم آخر داخل البوروکسیسومات.

الفجوات

- الفجوات عبارة عن أكياس غشائية أكبر من حويصلات.
- في بعض الكائنات الحية، مثل النباتات، قد يكون للفجوات وظائف متخصصة.
- في معظم الكائنات الحية، يمكن للفجوات تخزين العناصر الغذائية، أو الأيونات، أو الجزيئات الأخرى.

الفجوات

- **أنواع الفجوات في الخلايا النباتية:**
- **الفجوة المركزية:** وهي فجوة كبيرة تشكل ما يصل إلى 90% من حجم الخلية. وهي مليئة بسائل يسمى النسغ، وهو يدعم الخلية ويتحكم في حجمها. كما أنها تخزن العناصر الغذائية والمنتجات السامة.
- **فجوات أخرى** تقوم بتخزين الصبغات والماء والمواد المغذية.

الفجوات (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



a.

×800



b.

×7,700

العضيات المرتبطة بالطاقة

- هناك نوعان من العضيات الغشائية المتخصصة في تحويل الطاقة وهما [البلاستيدات الخضراء](#) وال[الميتوكوندриا](#) .
- تستخدم البلاستيدات الخضراء الطاقة الشمسية لتصنيع الكربوهيدرات عن طريق عملية التمثيل الضوئي.
- تقوم الميتوكوندريا بتحليل الكربوهيدرات لإنتاج ثلثي فوسفات [الأدينوزين](#) (ATP).

البلاستيدات الخضراء

- توجد **البلاستيدات الخضراء** في النباتات وغيرها من الكائنات الحية القادرة على التمثيل الضوئي. الكائنات الحية.
- **البلاستيدات الخضراء** محاطة بغشاءين (داخلي وخارجي).
- تحتوي المساحة الداخلية الكبيرة على شبه سائل يسمى **سدى**.

البلاستيدات الخضراء (تابع)

• تحتوي السدى على عنصرين من آلية التمثيل الضوئي.

-إنزيمات التمثيل الضوئي

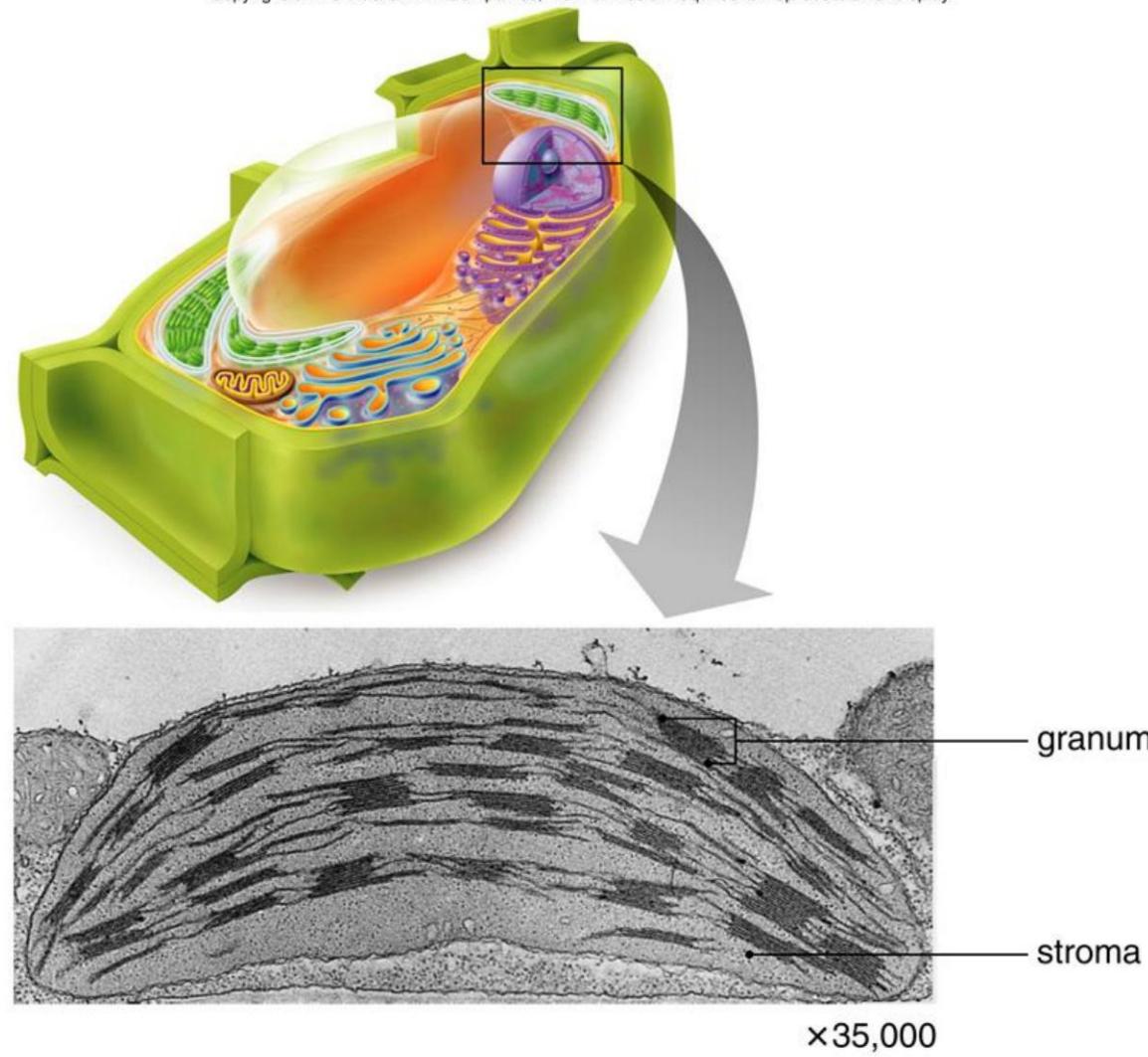
-مجموعة ثلاثة من الأغشية، منظمة على شكل سلسلة من الأكياس على
شكل أقراص تسمى **الثايلاكويدات**.

• يتم تنظيم **الثايلاكويدات** في أكواام أو جرانا.

• يتم تضمين الصبغات التي تلتقط الضوء لعملية التمثيل الضوئي في
غشاء **الثايلاكويدات**.

البلاستيدات الخضراء (تابع)

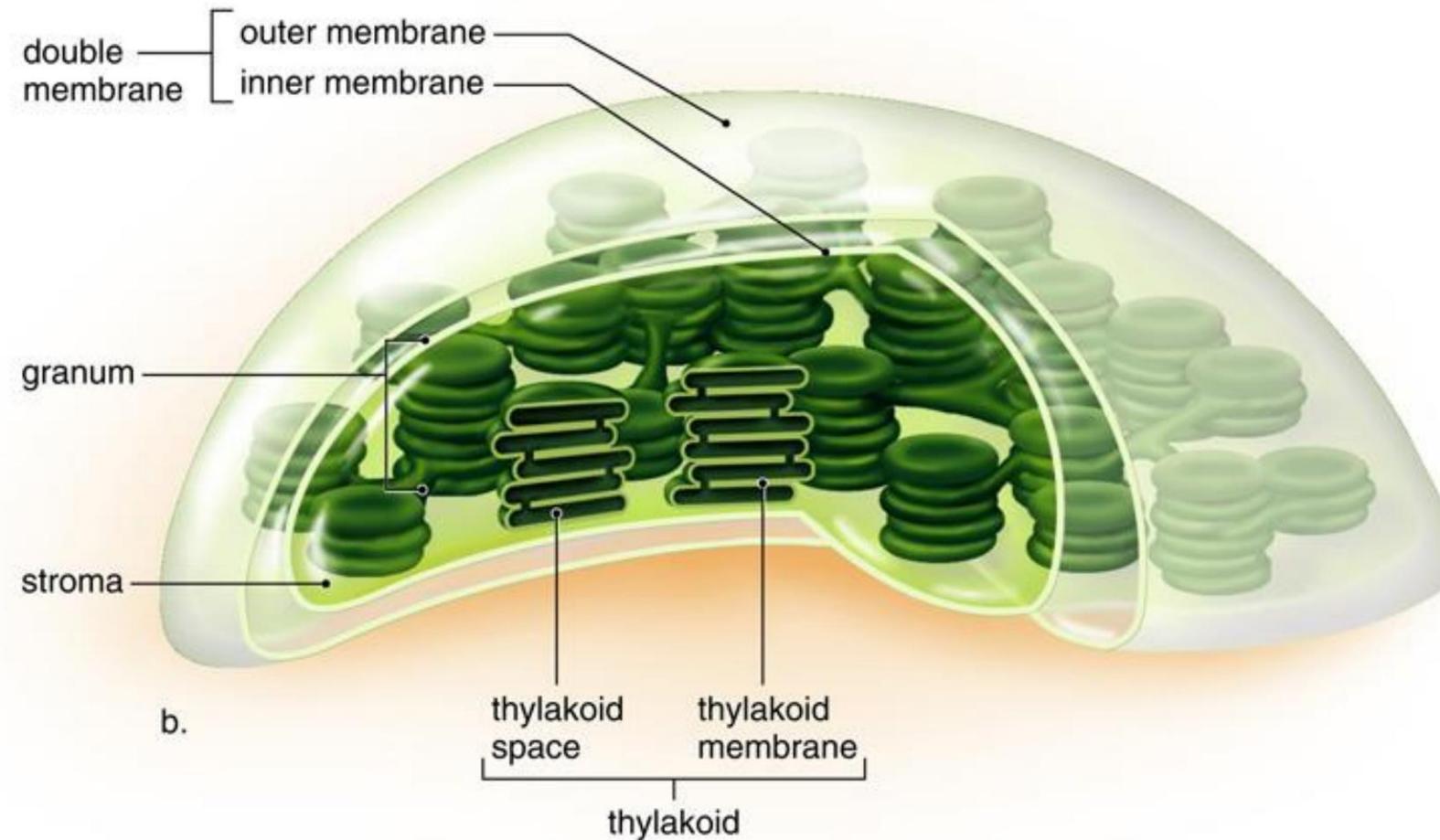
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



a.

البلاستيدات الخضراء (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



أنواع أخرى من البلاستيدات

•تحتوي النباتات على عدة أنواع من البلاستيدات: •البلاستيدات الخضراء: تحتوي على صبغات ملونة. •البلاستيدات الخضراء: تحتوي على الكلوروفيل. •البلاستيدات البيضاء: تقوم بتصنيع وتخزين النشا والزيت.

الميتوكوندريا

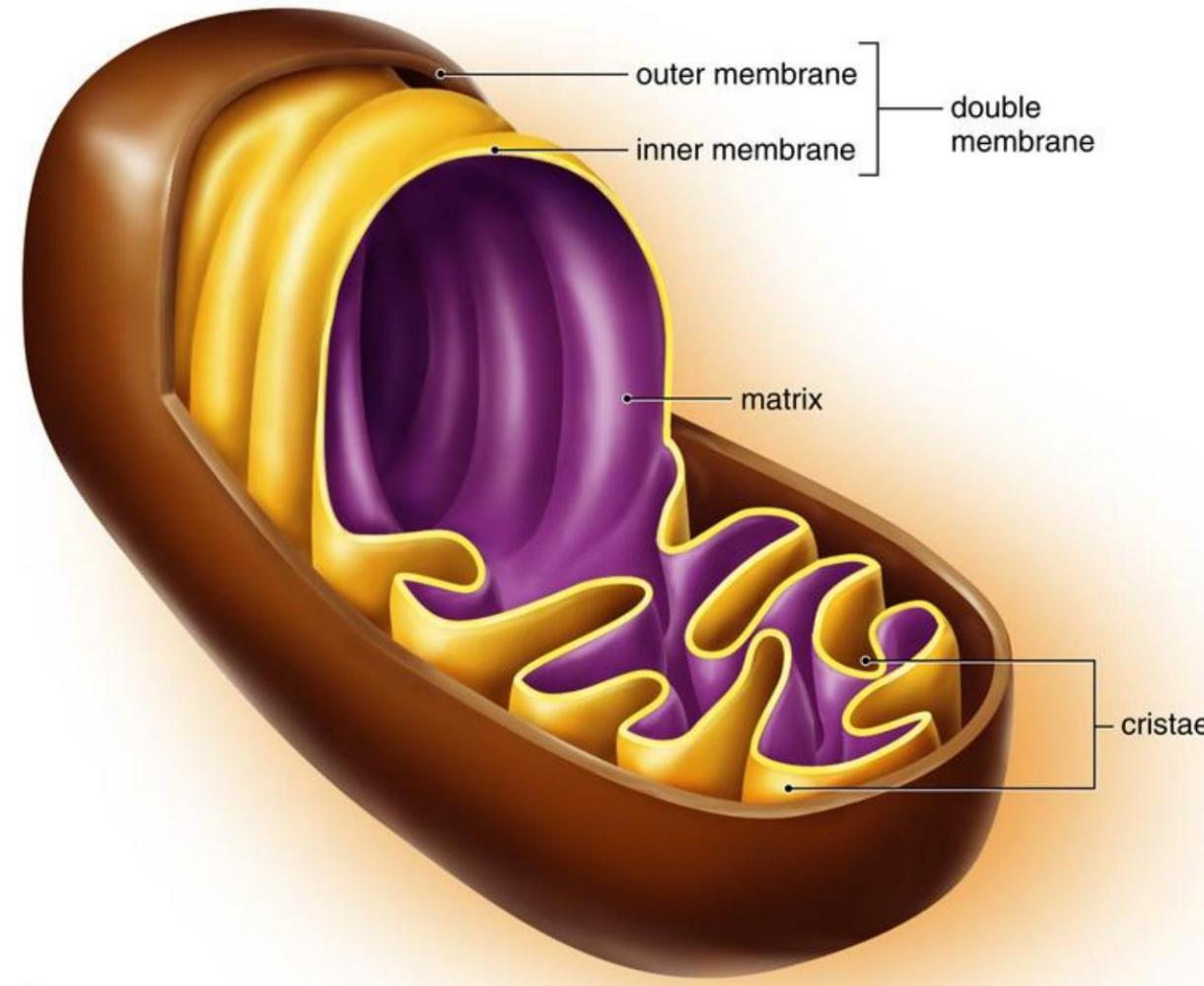
- **الميتوكوندريا** محاطة بغشاء مزدوج.
- تشكل تلaffيف الغشاء الداخلي **أعرافاً**،
التي تزيد من مساحة السطح.
- يحيط الغشاء الداخلي **بالمصفوفة**.

الميتوكوندريا (تابع)

- تحتوي المصفوفة على إنزيمات تعمل على تفتيت الكربوهيدرات والعناصر الغذائية الأخرى للحصول على الطاقة.
- غالباً ما يطلق على الميتوكوندريا اسم "محطة الطاقة" للخلية لأنها تنتج معظم الـ ATP.
- تسمى عملية تحلل هذه الجزيئات في وجود الأكسجين لإنتاج ATP [بالتنفس الخلوي](#).

الميتوكوندريا (تابع)

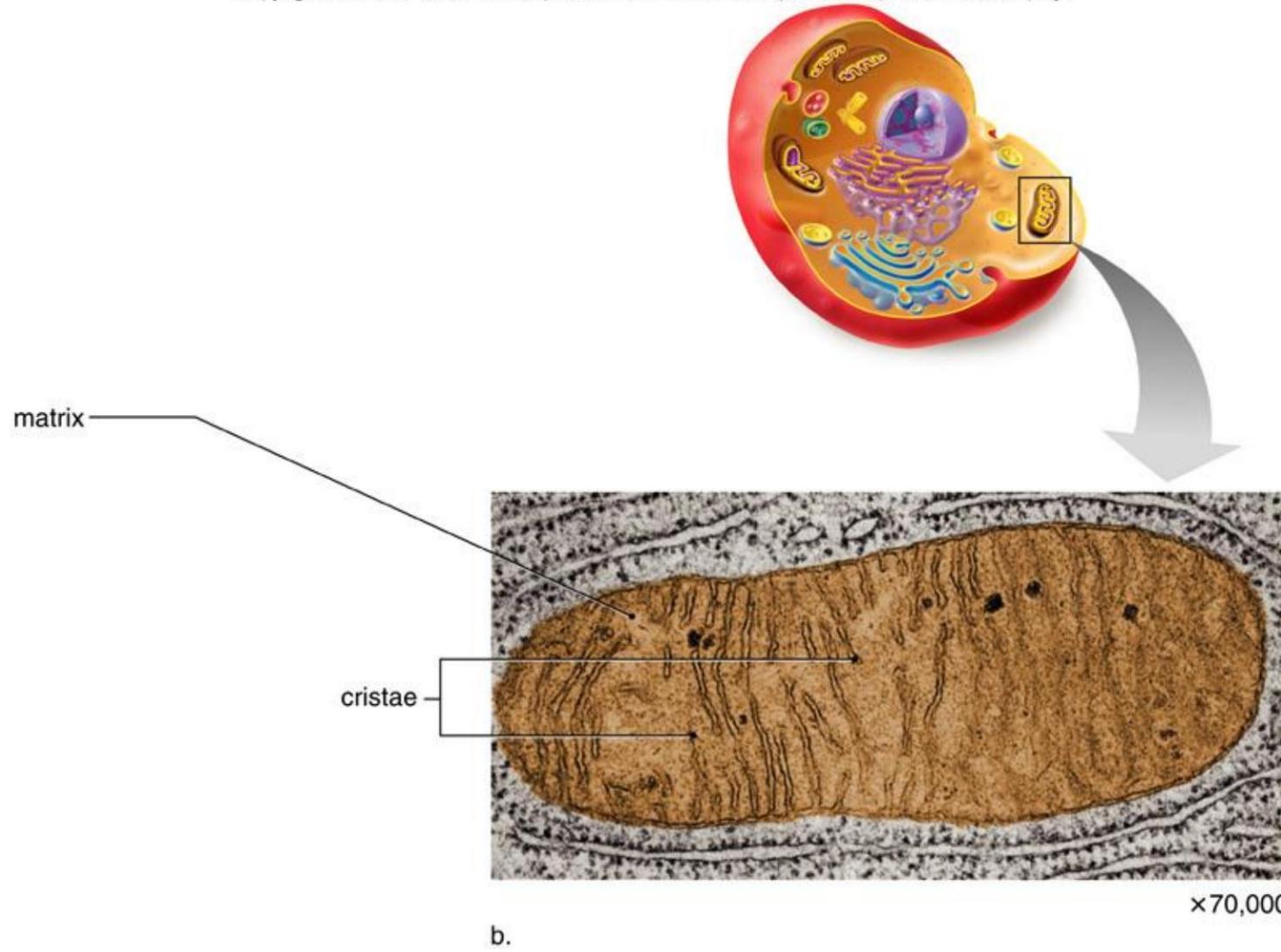
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



a.

الميتوكوندريا (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



الهيكل الخلوي

- **الهيكل الخلوي** عبارة عن شبكة من البروتينات الخيوط والألياف التي تمتد من النواة إلى الغشاء اللازم.
- يحافظ الهيكل الخلوي على شكل الخلية.
- يتكون الهيكل الخلوي من ثلاثة مكونات.
 - **خيوط الأكتين**
 - **الألياف الدقيقة**
 - **خيوط وسيطة**

خيوط الأكتين

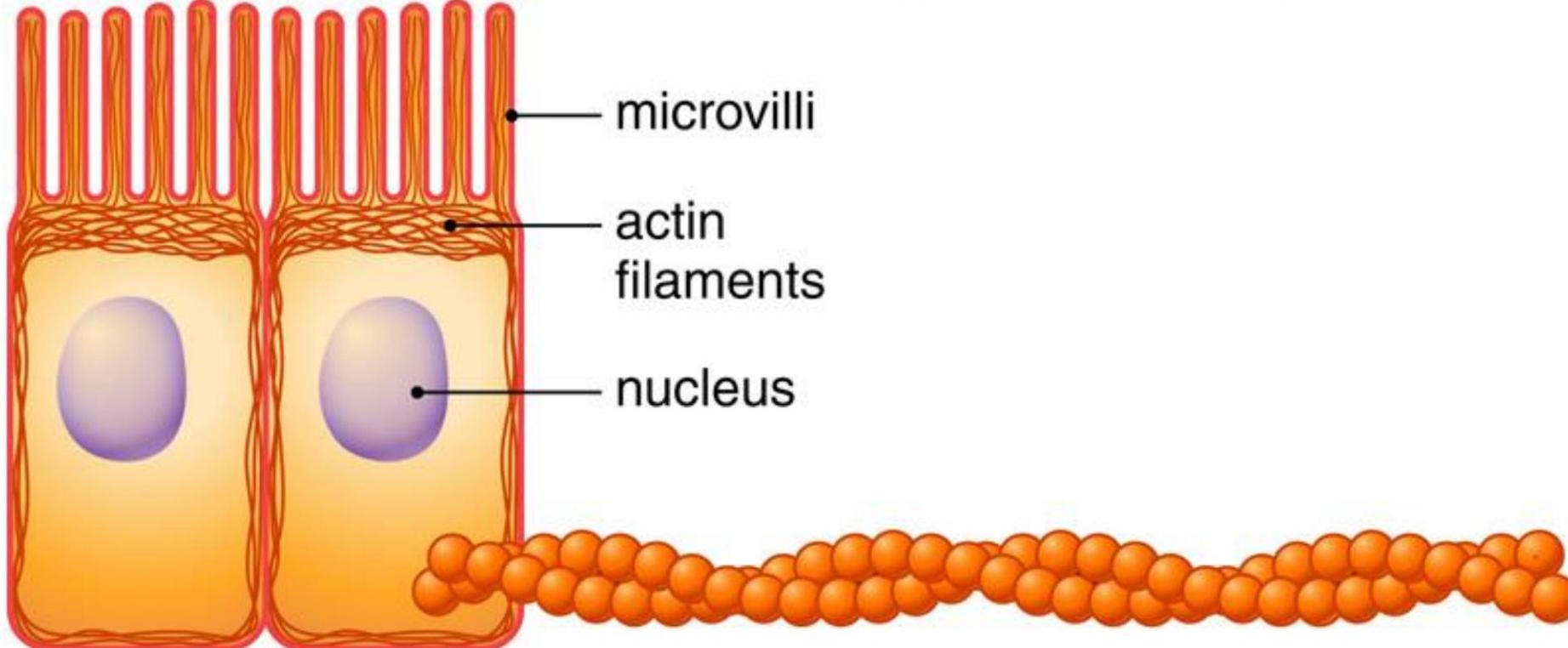
- تسمى أيضًا بالخيوط الدقيقة. وهي طويلة و ألياف رقيقة للغاية.
- تكون خيوط الأكتين من سلسلتين من الأكتين الكروي مونومرات متشابكة في شكل حلزوني.
- خيوط الأكتين تدعم الخلية وأي نتوء، مثل الزغيبات.
- الأكتين، وجزيء آخر يسمى الميوسين، هما أيضًا تشارك في انقباض العضلات وانقسام الخلايا في العملية تحتاج إلى ATP.

خيوط الأكتين

- في النباتات، تشكل خيوط الأكتين مساراً تدور فيه البلاستيدات الخضراء في "التدفق السيتوبلازمي"
- خيوط الأكتين مسؤولة عن تكوين أرجل كاذبة تساعد في الحركة الأمامية.
- تلعب خيوط الأكتين دوراً مهماً في انقسام الخلايا، وذلك من خلال فصل الخلويتين الجديدين.

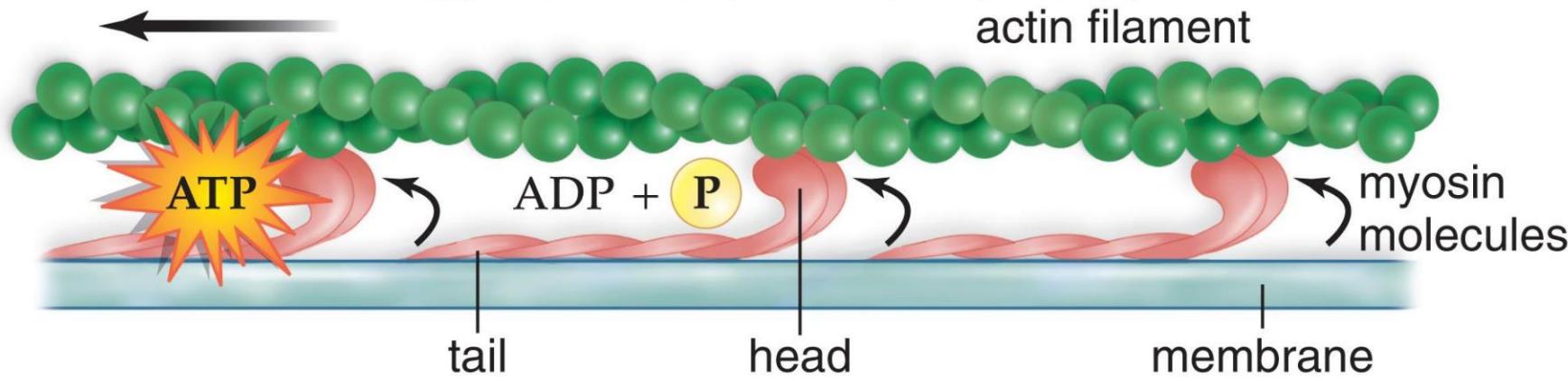
خيوط الأكتين (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



الصفحة 78

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



خيوط وسيطة

- [الخيوط المتوسطة](#) هي خيوط متوسطة الحجم بين خيوط الأكتين والأنابيب الدقيقة.
- هذه البوليبيتيدات الليفية الشبيهة بالحبار تدعم النواة والغشاء البلازمي، وتلعب دوراً في تكوين الوصلات بين الخلايا.

الأَنَابِيبُ الدَّقِيقَةُ

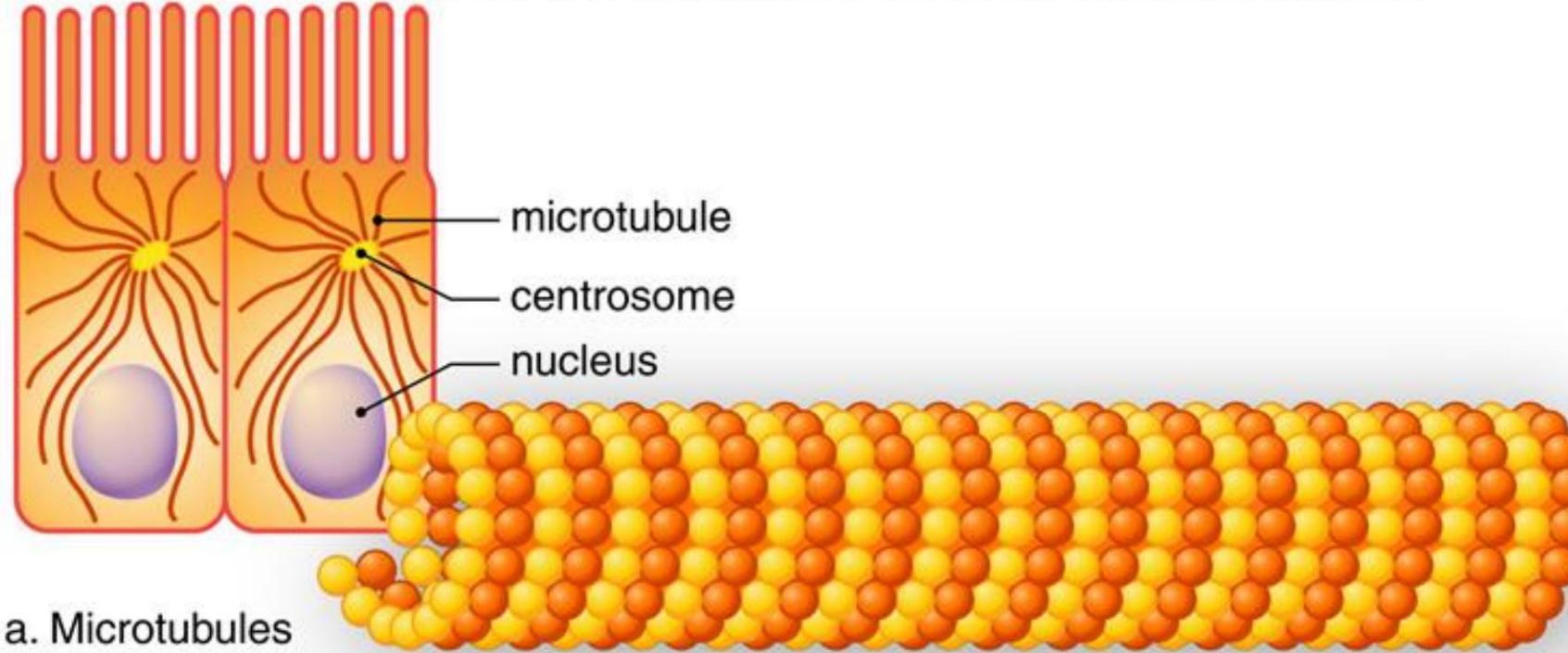
- **الأَنَابِيبُ الدَّقِيقَةُ** هي بروتينات مرتبة لتكوين أجوف اسطوانات.
- وهي الأَكْبَرُ حَجْمًا بين مكونات الهيكل الخلوي.
- يتم تجميع **الأَنَابِيبُ الدَّقِيقَةُ** بواسطة **الجَسْمُ الْمَرْكُزِيُّ**.
- يمكن ربط **الأَنَابِيبُ الدَّقِيقَةُ** بالجزيئات الحركية مثل الكينيسين والداينين.

الأنابيب الدقيقة

- تساعد الأنابيب الدقيقة في الحفاظ على شكل الخلية وتعمل كمسارات يمكن للعضيات التحرك على طولها.
- تلعب دوراً مهماً في انقسام الخلايا لأنها تشكل المغزل الانقسامي الذي يوزع الكروموسومات بين الخلايا الناتجة.

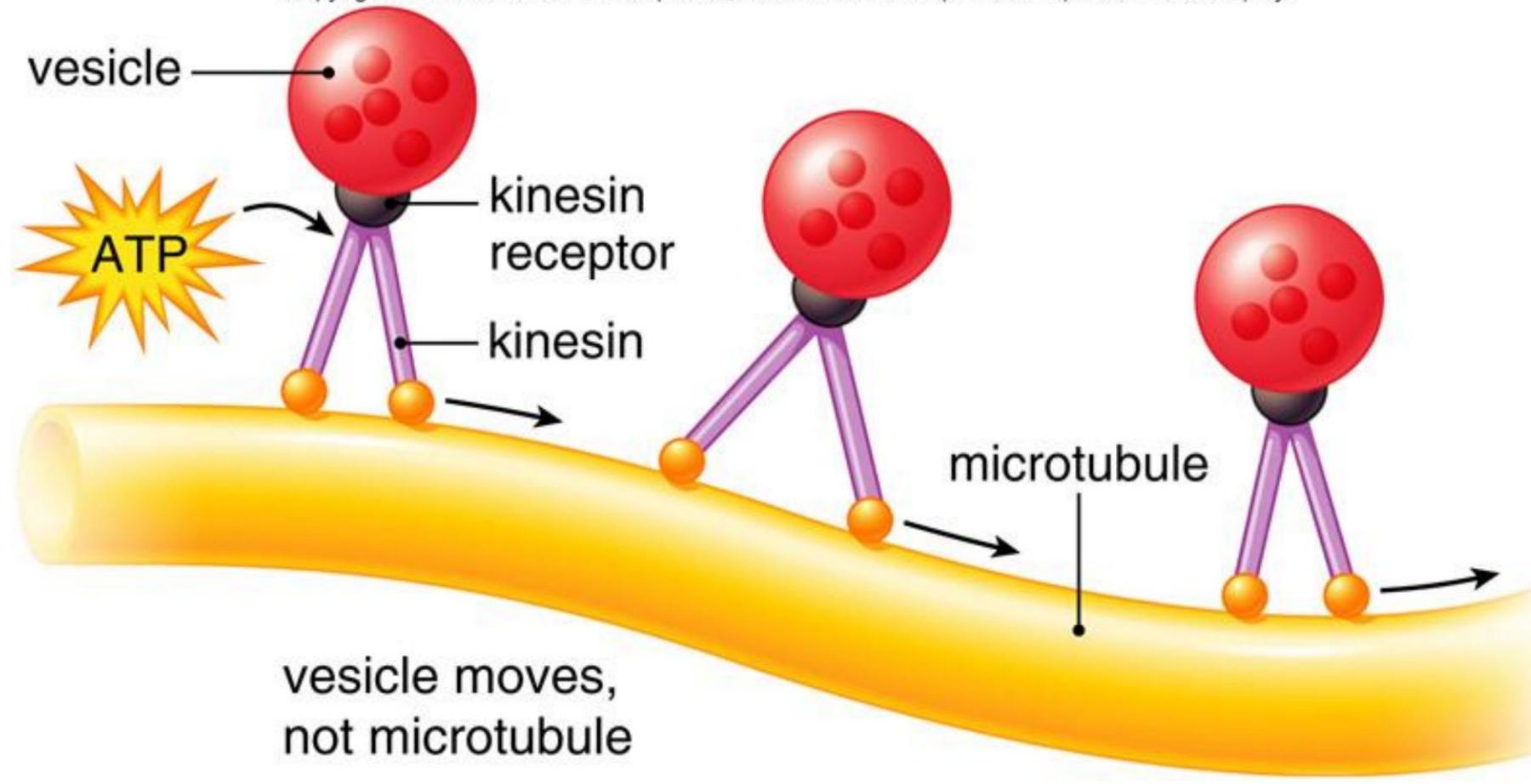
الأَنَابِيبُ الدُّقِيقَةُ (تَابِعٌ)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



الأَنَابِيبُ الدَّقِيقَةُ (تَابِعٌ)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



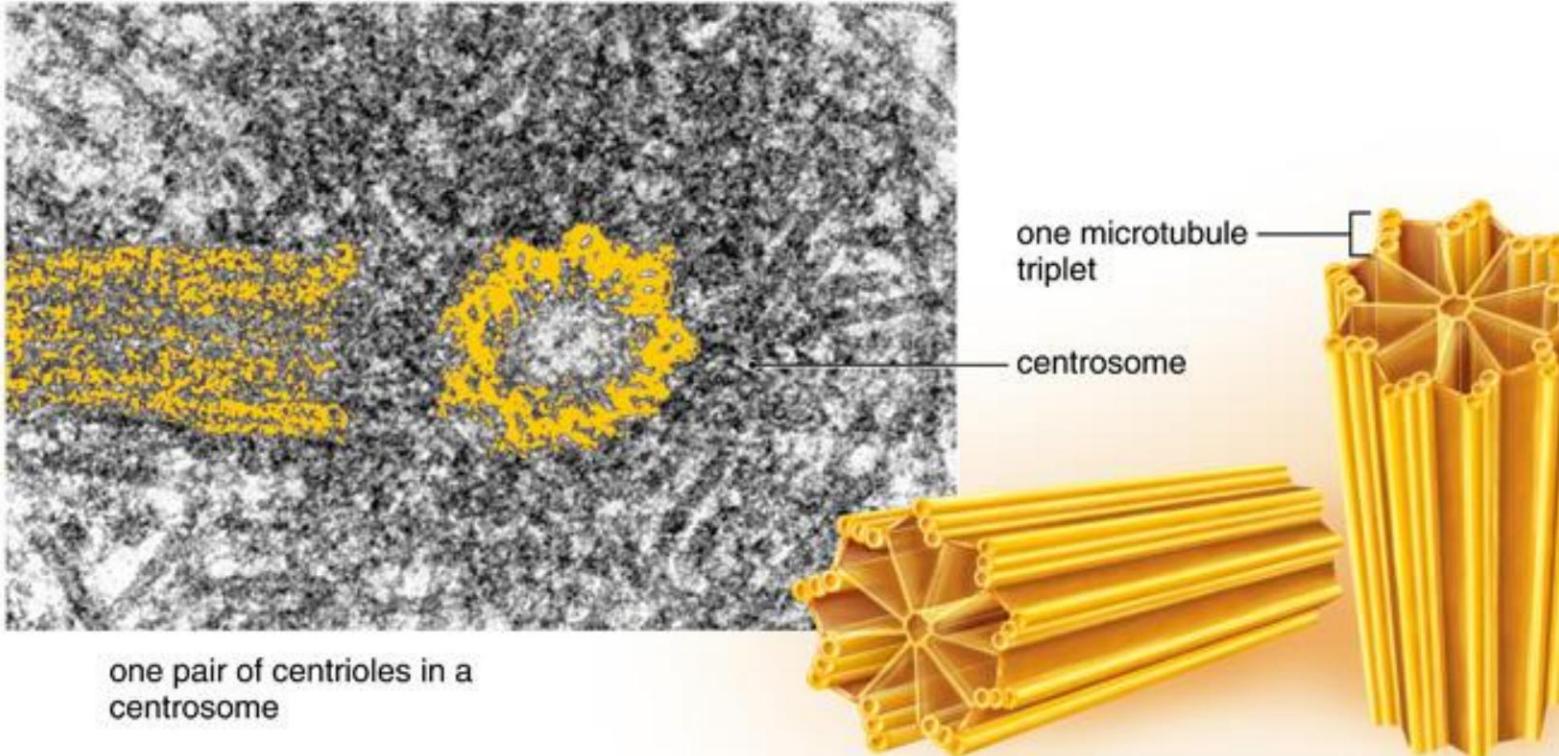
b. Microtubular tracks

الجسمات المركزية

- **الجسمات المركزية** هي عبارة عن أسطوانات قصيرة ذات نمط 9+0 من الثلاثيات الدقيقة.
- يوجد جسمان مركزيان في الخلية.
- في النباتات وبعض الأوليات، يقع الجسم المركزي في الجسم المركزي.
- تشارك الجسيمات المركزية في انقسام الخلايا.

الجسمات المركزية (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



الأهداب والسوط

• **الأهداب والأسوات** هي نتوءات تشبه [الشعر](#) تسمح للكائنات الحية بالحركة.

• لديهم 9+2 نمط من ثنايات الأنابيب الدقيقة.

• تختلف الأهداب والأسوات في الحجم ولكنها متشابهة في التركيب.

- كلاهما عبارة عن أسطوانات محاطة بغشاء.

- كلاهما له جسم قاعدي في السيتوبلازم له بنية مشابهة للأجسام المركزية.

الأهداب والسوط (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



cilia in bronchial wall

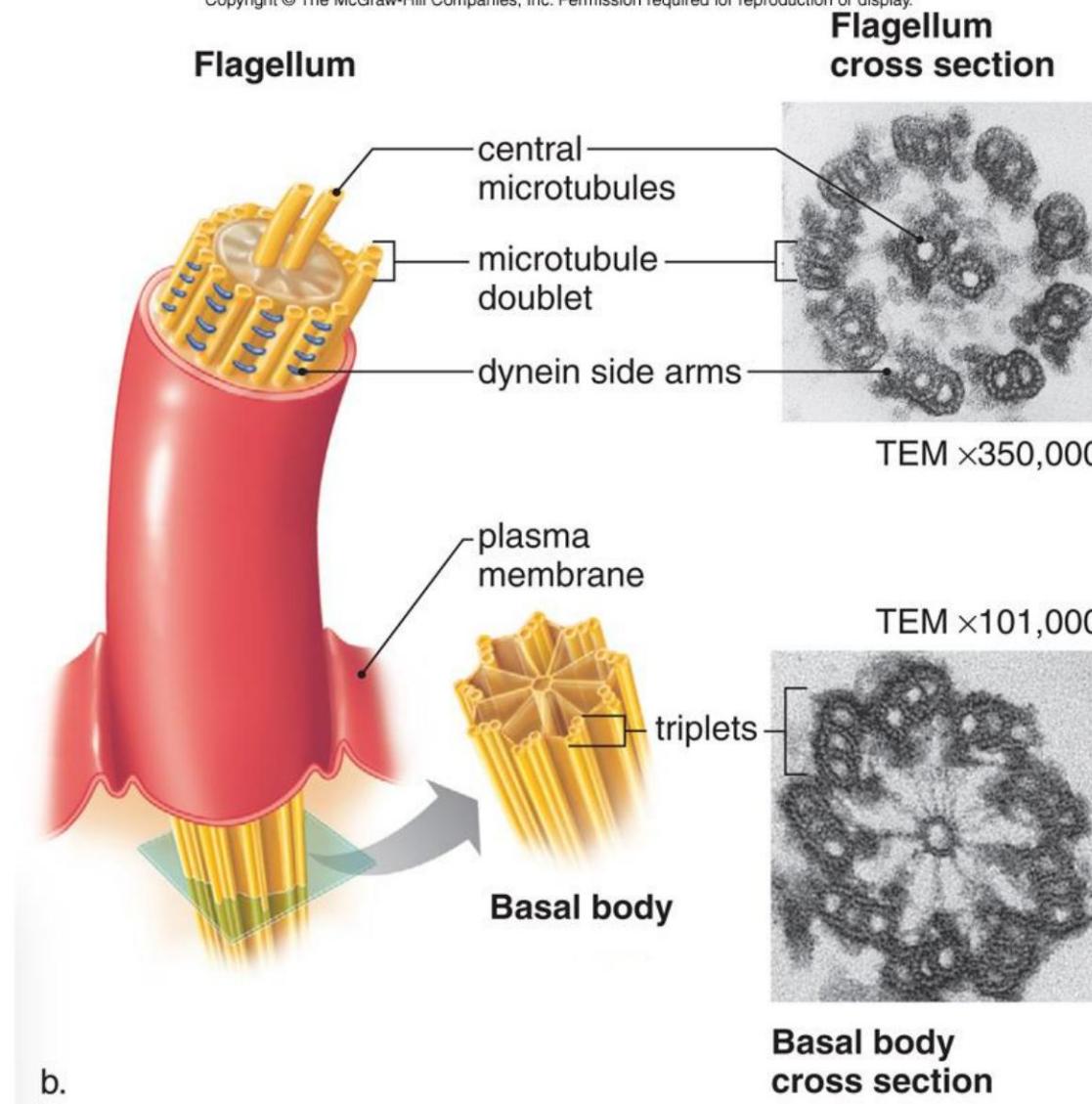
a.



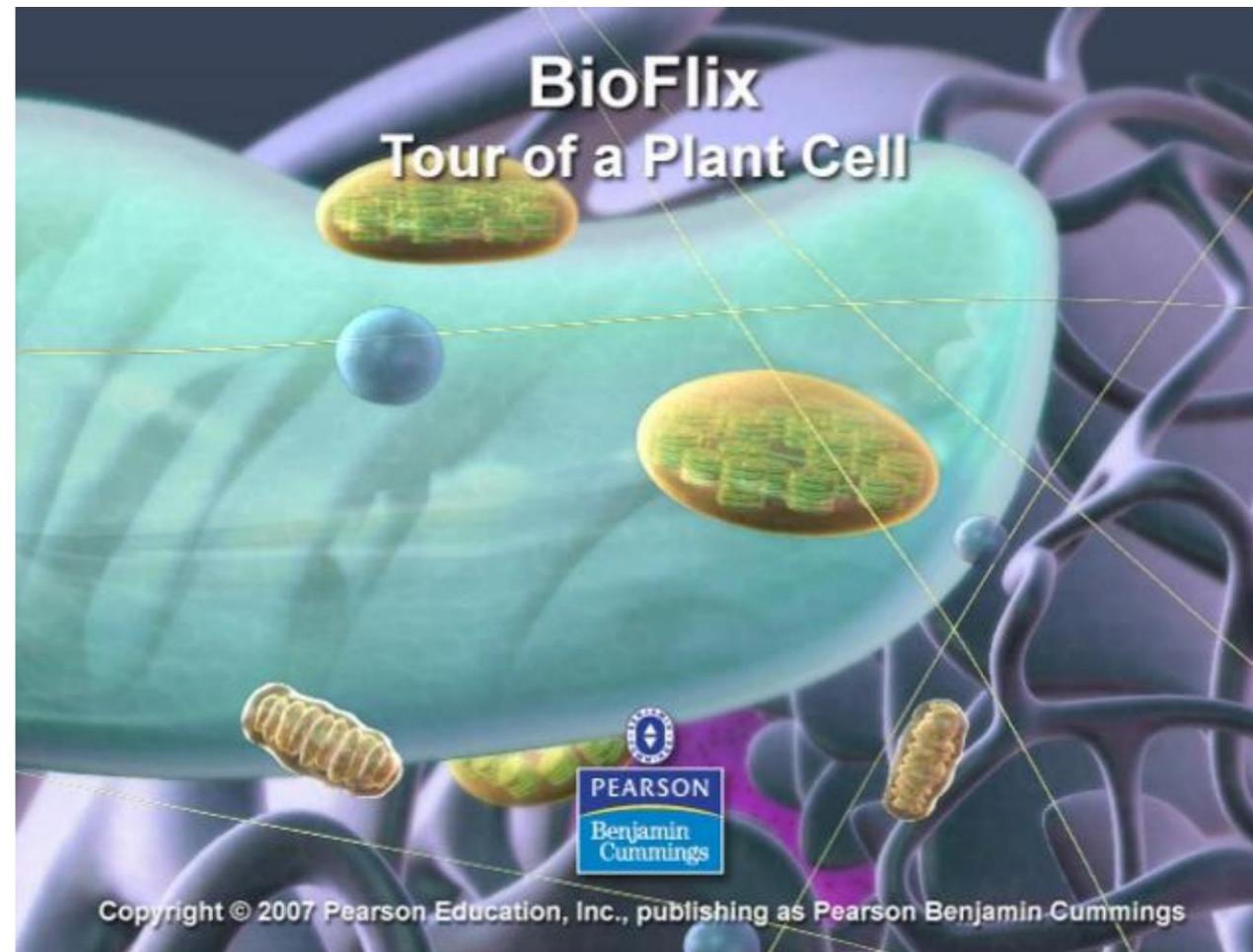
flagella of sperm

الأهداب والوسط (تابع)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



جولة في خلية نباتية BioFlix:



جولة في خلية حيوانية BioFlix:

