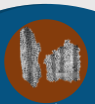
# المجهر الضوئي مكن العلماء من اكتشاف الخلايا.



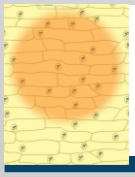
**روبرت هوك**
قام بفحص قطعة من الفلين تحت المجهر
أطلق على الفجوات اسم **الخلية**

**مارشيلوملبيجي**
-أول من شاهد خلايا الدم الحمراء ووصفها
-اكتشف الشعيرات الدموية

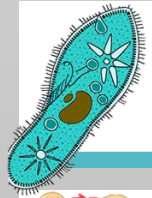
**العالمان شليدن وشفان**
"الخلية هي الوحدة **البنائية** التي تتركب منها جميع الكائنات الحية"

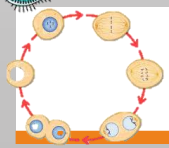
**العالم فيرشو**
"الخلية هي الوحدة **الوظيفية** الى جانب كونها الوحدة البنائية لجميع الكائنات الحية.

**تبلورت أفكار كل من شليدن وشفان وفيرشو في النظرية الخلوية.**



| | |
|---|---|
| 1 | الخلية هي الوحدة الوظيفية الأساسية لجميع الكائنات الحية. |
| 2 | تتكون جميع الكائنات الحية من خلايا قد تكون منفردة أو متجمعة. |
| 3 | تنشأ جميع الخلايا من خلايا كانت موجودة من قبل. |

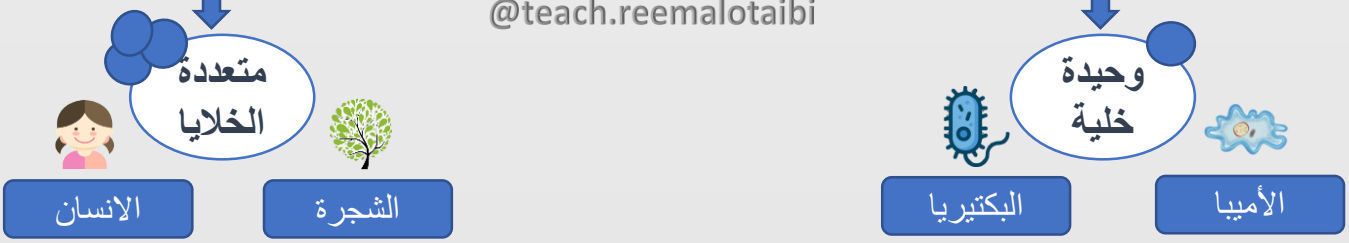




مبادئ النظرية الخلوية

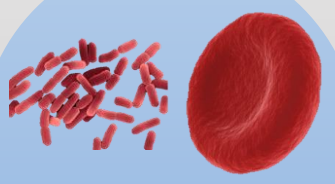
# الكائنات الحية

@teach.reemalotaibi




## تتنوع وتختلف الخلايا في:

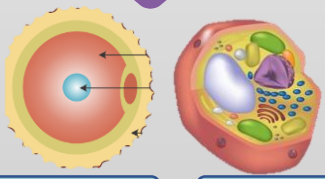
### الحجم




-الخلية البكتيرية صغيرة لدرجة أنه يمكن تواجد ٨٠٠٠ خلية منها داخل خلية حمراء واحدة.

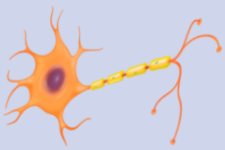
- الخلية العصبية أطول الخلايا، قد يصل طولها الى أكثر من متر.

### الشكل




### الوظيفة

هناك ارتباط بين شكل الخلايا ووظيفتها.

| | الشكل | الوظيفة |
|---|---|---|
|  | خلية عصبية طويلة | نقل الرسائل من الحبل الشوكي الموجود داخل العمود الفقري الى جميع أجزاء الجسم. |
| | الخلايا العضلية الاسطوانية الطويلة تتجمع مع بعضها لتشكل أليافا | تتميز بقدرتها على الانقباض والانبساط مما يسهل الحركة. |

@teach.reemalotaibi

# أهمية تطور المجاهر

- زيادة مقدرة العلماء على الملاحظة والتحليل
- ازدادت المعرفة بعلم الخلية والعلوم المتصلة به

## المجهر الضوئي

**الإيجابيات**

- امكانية فحص العينات وهي حية -والأشياء كبيرة الحجم عبر تقطيعها الى شرائح رقيقة "لتسمح بنفاذ الضوء".

**السلبيات**

- لايمكن تكبير الأشياء أكثر من ألف مرة لأن الصورة تصبح غير واضحة.

**قوة التكبير**

1000 مرة

**الأشعة المستخدمة**

ضوء الشمس أو ضوء صناعي

**الأنواع**

المجهر الضوئي البسيط
المجهر الضوئي المركب

## المجهر الإلكتروني

**الإيجابيات**

- انتاج صور عالية التكبير والتباين وفي غاية الدقة بسبب الحجم المتناهي الصغر للإلكترونات.

**السلبيات**

- لايمكن فحص العينات الحية لأنه يجب تفريغ الهواء منها لتنفذ الالكترونات خلالها.

**قوة التكبير**

مليون مرة (في النوع الجديد من المجاهر الالكترونية الماسحة)

**الأشعة المستخدمة**

أشعة إلكترونية

**الأنواع**

المجهر الإلكتروني الماسح
المجهر الإلكتروني النافذ

ابتكر العلماء طريقة أفضل لملاحظة العينات بصورة أوضح وذلك بزيادة التباين عن طريق:

- استخدام الأصباغ من سلبياتها:تقتل العينة الحية
- المعالجة بالضوء انظر شكل٥ ص١٦

| المجهر الإلكتروني الماسح | المجهر الإلكتروني النافذ |
|---|---|
| تقوم الإلكترونات بمسح سطح الجسم المراد فحصه دون أن تنفذ إلى داخله | تنفذ الإلكترونات عبر شريحة رقيقة جدا من الجسم المراد فحصه |
| قدرة تكبير 150 000 مرة | قدرة تكبير 500 000 مرة |



اعداد المعلمة: ريم العتيبي

جميع الخلايا تتكون من الأجزاء الرئيسية التالية :

أ.غشاء الخلية @teach.reemalotaibi ب.البروتوبلازم

يتألف من السيتوبلازم و النيكليوبلازم

النيكليوبلازم:
المساحة الممتلئة بالسائل داخل الغشاء النووي

3

## السيتوبلازم

- هو مادة شبه سائلة تملأ الحيز الموجود بين غشاء الخلية والنواة .
- يتكون من الماء وبعض المواد العضوية وغير العضوية.
- يحتوي السيتوبلازم على "هيكل الخلية".
- يضم السيتوبلازم عضيات الخلية.

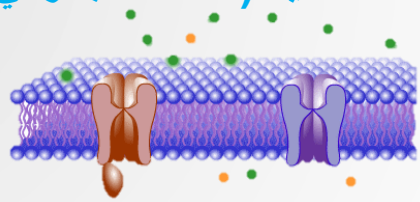
هيكل الخلية: شبكة من الخيوط والأنابيب الدقيقة .

**أهميتها:**

- تكسب الخلية دعامة تساعد في الحفاظ على شكلها وقوامها
- تعمل كمسارات تنتقل عبرها المواد المختلفة من مكان الى آخر داخل الخلية.

1

## غشاء الخلية (الغشاء البلازمي)



- يوجد في جميع أنواع الخلايا.
- تعريفه: عباره عن طبقة رقيقة من الفوسفوليبيدات والبروتينات تفصل مكونات الخلية عن البيئة.
- أهميته: ينظم مرور المواد من والى الخلية.
- يتكون غشاء الخلية من طبقتين من جزيئات الفوسفوليبيدات (شكل ١٠ ص٣٠) .
- يعتبر الغشاء الخلوي تركيبا سائلا لأن الفوسفوليبيدات المكونة لغشاء الخلية تركيبا سائلا.
- جزيئات البروتين توجد بين جزيئات الفوسفولبيدات، وظيفتها :

١.تعمل كمواقع لتمييز المواد المختلفة كالهرمونات.

٢-كبوابات لمرور المواد من والى الخلية.

- الكوليسترول يرتبط بجزيئات الفوسفولبيدات، وظيفته: إبقاء الغشاء متماسكا ويقلل من مرونته.

2

## جدار الخلية

- يوجد في الخلايا النباتية ولايوجد في الخلايا الحيوانية .
- أهميته : حماية الخلايا وجعلها مقاومة للرياح العاتية ولعوامل الطقس الأخرى.
- يتكون جدار الخلية من سكريات معقدة تعرف بالسيليلوز" ووحدات عديدة من الجلوكوز.

السيليلوز: هي سكريات معقدة تشكل الهيكل الأساسي للجدار الخلوي.

# عضيات الخلية

هي مجموعة من التركيبات الموجودة في السيتوبلازم..يؤدي كل نوع منها وظيفة معينة.

المصنع الخلوي

@teach.reemalotaibi

# معلومات هامة

بعض العضيات يقتصر وجوده على الخلايا النباتية والبعض الآخر يقتصر وجوده على الخلايا الحيوانية.

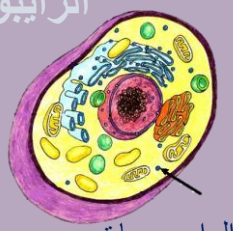
## النواة

هي مركز التحكم في الخلية يحيط بالنواة غشاء مزدوج يسمى الغشاء النووي وظيفته فصل محتويات النواة عن السيتوبلازم.

يوجد في الغشاء النووي ثقوب دقيقة تمر من خلالها المواد بين النواة والسيتوبلازم.

الغشاء النووي

## الرايبوسومات



هي عضيات مستديرة تنتج البروتين في الخلية.

الرايبوسومات

*بعض الرايبوسومات سابح في السيتوبلازم حيث ينتج **البروتين** ويطلقه الى السيتوبلازم فيستخدم في النمو والتجديد.

*وبعض الرايبوسومات يرتبط بالسطح الخارجي **للشبكة الاندوبلازمية الخشنة** يقوم بإنتاج البروتينات التي تنقلها الشبكة الاندوبلازمية لخارج الخلية **(مثل الانزيمات)**.

## جهاز جولجي

مجموعة من الأكياس الغشائية المسطحة مستديرة الأطراف، بالإضافة الى مجموعة من الحويصلات الغشائية المستديرة.

**وظيفة جهاز جولجي:** استقبال جزيئات المواد التي تفرزها الشبكة الاندوبلازمية وتصنيفها وادخال التعديلات عليها .ثم يقوم اما بتوزيعها الى أماكن استخدامها في الخلية. أو يعبئها داخل حويصلات تطردها الخلية للخارج كمنتجات افرازية.

## الميتوكندريا

عضيات غشائية كيسية الشكل، يتكون جدارها من غشاءين . تمتد من الغشاء الداخلي مجموعة من الثنيات تسمى **الأعراف** .

أهمية الميتوكندريا :

*المستدع الرئيسي لأنزيمات التنفس في الخلية

*مستودع للمواد اللازمة لتكوين مركب الطاقة

## الليسوسومات

حويصلات غشائية مستديرة وصغيرة الحجم تحوي داخلها الأنزيمات الهاضمة.

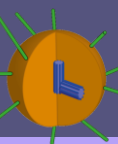
وظيفتها:

١.هضم الجزيئات الكبيرة من المواد الغذائية.

٢.التخلص من العضيات المسنة.

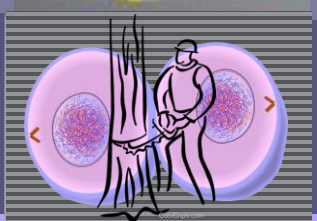
لا تتأثر الخلية بالانزيمات الليسوسومية لأنها في معزل داخل الغشاء المحيط بالليسوسومات.

## الجسم المركزي (السنتروسوم)



عضي دقيق يقع بالقرب من النواة.

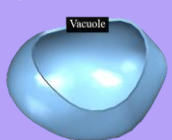
يوجد في جميع الخلايا الحيوانية باستثناء الخلية العصبية.



يغيب الجسم المركزي عن الخلايا النباتية.

يحتوي الجسم المركزي على جسمين دقيقين يعرفان "**بالسنتريولين**" لهما دور مهم في انقسام الخلية.

## الفجوات

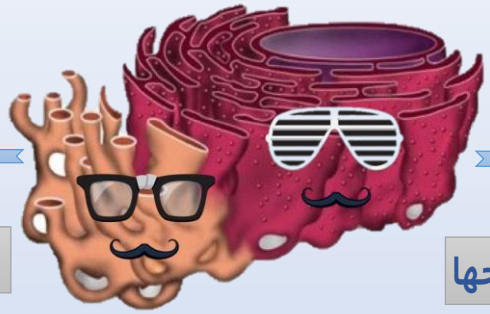



أكياس غشائية تشبه فقاعات ممتلئة بسائل ما، يخزن الماء والمواد الغذائية أو فضلات الخلية لحين التخلص منها.

تكون الفجوات صغيرة عديدة في الخلايا الحيوانية.بينما تتجمع في فجوة واحدة كبيرة في الخلايا النباتية.

# الشبكة الاندوبلازمية

شبكة من الأكياس الغشائية التي تتخلل جميع أجزاء السيتوبلازم وتتصل بكل من الغشاء النووي وغشاء الخلية وهي نوعان:



## الشبكة الاندوبلازمية الخشنة

لوجود الرايبوسومات على سطحها

أهمية الشبكة الاندوبلازمية الخشنة

1. تحتوي على الرايبوسومات التي تنتج البروتين
2. ادخال التعديلات على البروتين
3. تصنيع أغشية جديدة

## الشبكة الاندوبلازمية الناعمة

لعدم وجود الرايبوسومات

أهمية الشبكة الاندوبلازمية الناعمة

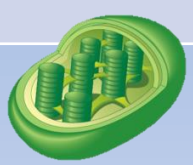
1. انتاج الليبيدات
2. تحويل الكربوهيدرات الى جليكوجين
3. تقليل سمية بعض المواد السامة.

# البلاستيدات

عضية توجد في جميع الخلايا النباتية وبعض الطلائعيات ولاتوجد في الخلية الحيوانية ولها عدة أنواع:

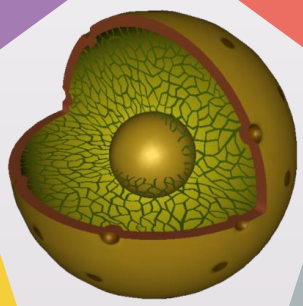
| نوع البلاستيدة | البلاستيدات الخضراء | البلاستيدات الملونة | البلاستيدات البيضاء |
|---|---|---|---|
| أمثلة لأماكن تواجدها | النسيج الأوسط في الورقة الخضراء | خلايا لب ثمرة الطماطم | خلايا ساق البطاطا وجذورها |
| الصبغات التي تحتوي عليها | كميات كبيرة من الكلوروفيل -كميات قليلة من صبغات الكاروتين | صبغات الكاروتين | لايوجد أي صبغات |
| أهميتها | تساعد الخلايا في عملية البناء الضوئيل احتوائها على مادة الكلوروفيل | يعزى لها اللون الأحمر في ثمرة الطماطم واللون البرتقالي في الجزر | تعمل كمراكز لتخزين النشا |

تتكون البلاستيدة الخضراء من غشاء خارجي مزدوج وطبقات متراصة من الثيلاكويد.
الثيلاكويد: صفائح تتراص فوق بعضها البعض لتكون الجرانم في البلاستيدة.
مجموعة الثيلاكويد تشكل (جرانم) مجموعات الجرانم تسمى (جرانا)
الحشوة:تجويف البلاستيدة الذي تنغمس فيه أغشية الثيلاكويد.


شكل ١٧ ص٢٤

# تركيب النواة

@teach.reemalotaibi



**1 السائل النووي**

سائل هلامي شفاف ، يحتوي على الشبكة الكروماتينية.

**2 الشبكة الكروماتينية (الشبكة النووية)**

خيوط دقيقة متشابكة وملتفة حول بعضها البعض، تتحول الى كروموسومات أثناء انقسام الخلية

**3 الكروموسومات**

*هي المادة الوراثية للكائن الحي حيث تحمل التركيبات المعروفة بالجينات.

*تتميز بعددها الثابت في خلايا النوع الواحد.

**4 الجينات**

تركيبات موجودة على الكروموسومات تحدد الصفات الوراثية وتنقلها من جيل لآخر.

**5 النوية**

هي تركيب في النواة مسؤول عن تكوين **الرايبوسومات**

* تكون النوية أكبر حجما في الخلية المتخصصة بتكوين المواد البروتينية

**تركيب الشبكة الكروماتينة**

تتألف من خيوط دقيقة تتركب من الأحماض النووية DNA الملتفة حول بروتين الهيستون.

**النيوكليوسوم:** وحدة بناء الشبكة النووية ويتألف من حمض DNA وبروتين الهيستون.

**الأحماض النووية:** جزيئات عضوية معقدة التركيب تحمل الجينات وتنتقل من جيل لآخر عبر عملية التكاثر.

**الجينات:** المعلومات الوراثية المنظمة التي تضبط شكل الخلية وبنيتها ووظيفتها.

46 كروموسوم

20 كروموسوم

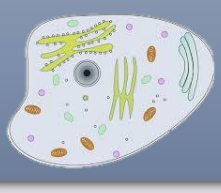
## تصنف الخلايا بحسب وجود نواة محددة في الخلية الى :

أ.خلايا أولية (غير حقيقية)

لايوجد نواة محددة

ب.خلايا حقيقية

يوجد نواة محددة



# أنواع الأحماض النووية وبنيتها

تقسم الأحماض النووية إلى نوعين:

١.حمض رايبوزي منقوص الأكسجين DNA ٢.حمض رايبوزي RNA

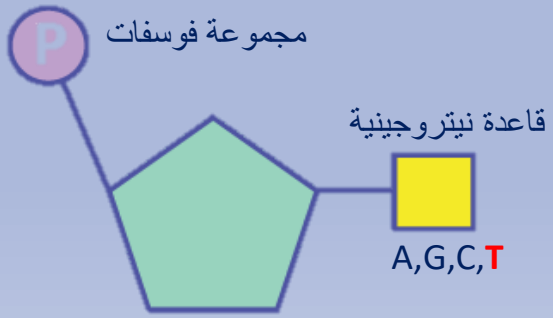
يتكون الحمضان النوويان DNA و RNA من مجموعة مترابطة في شكل شريطي من الوحدات البنائية تعرف الواحدة منها بالـ نيوكليوتيدة

**وحدة بناء الأحماض النووية وتتكون من :**

@teach.reemalotaibi

## DNA

- يتكون من **شريطين** من النيوكليوتيدات (لولب مزدوج)
- القواعد النيتروجينية: A,G,C,T
- نوع السكر: أحادي خماسي منقوص الأكسجين
- أهميته:يحمل المعلومات الوراثية التي تحدد صفات الكائن الحي

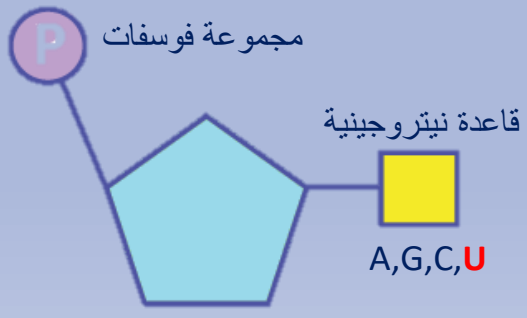



سكرأحادي خماسي منقوص الأكسجين

تركيب النيوكليوتيدة في DNA

## RNA

- يتكون من شريط **مفرد** من النيوكليوتيدات
- القواعد النيتروجينية: A,G,C,U
- نوع السكر: أحادي خماسي
- أهميته:تستخدمه الخلايا لبناء البروتينات المسؤولة عن اظهار الصفات الوراثية




سكرأحادي خماسي

تركيب النيوكليوتيدة في RNA

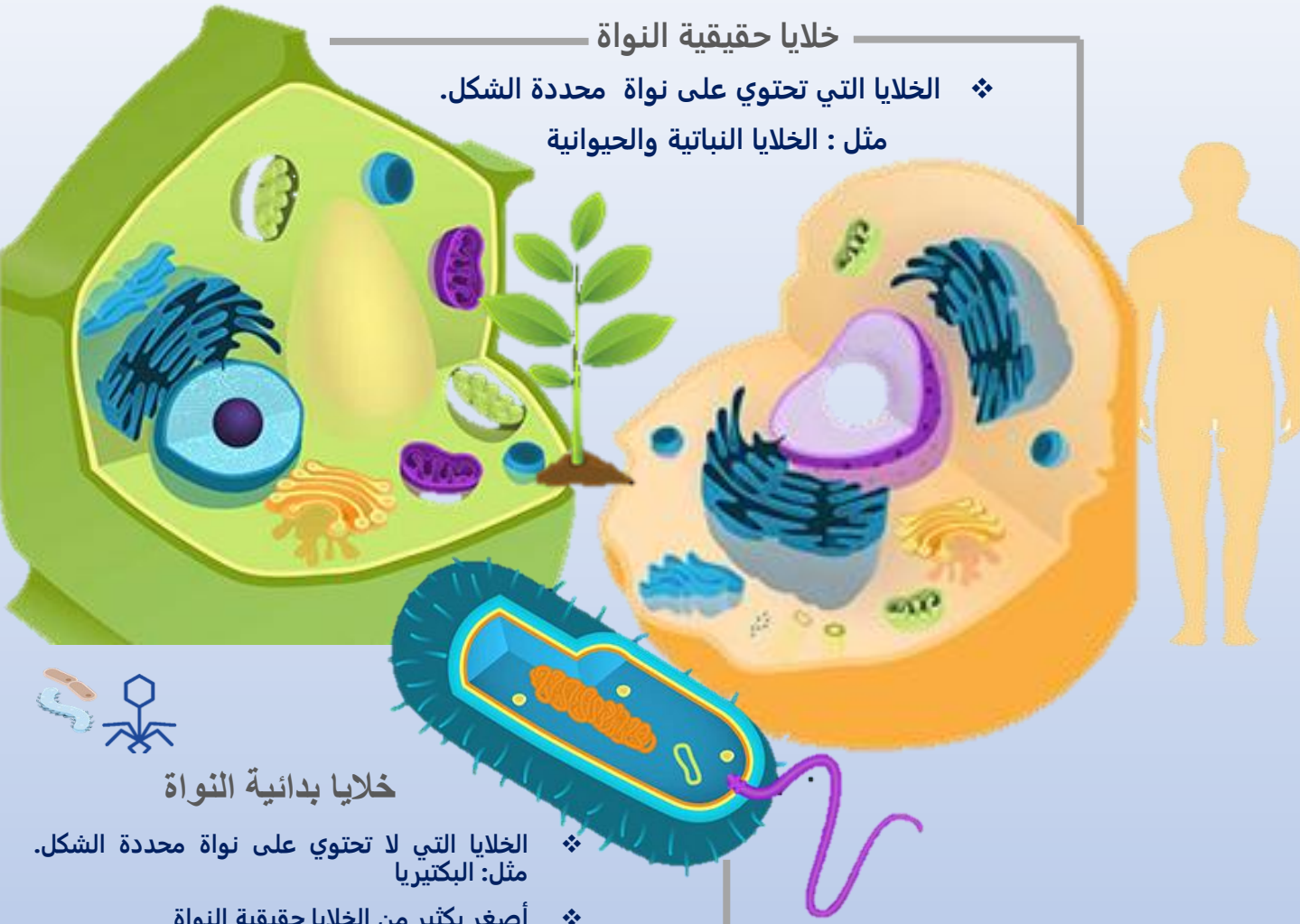
# تنوع الخلايا

@teach.reemalotaibi

## خلايا حقيقية النواة

- الخلايا التي تحتوي على نواة محددة الشكل.

مثل : الخلايا النباتية والحيوانية



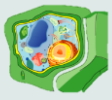
## خلايا بدائية النواة

- الخلايا التي لا تحتوي على نواة محددة الشكل.
  مثل: البكتيريا
- أصغر بكثير من الخلايا حقيقية النواة
- تركيبها الداخلي أقل تعقيدا لأنها تفتقر للغشاء النووي وجميع العضيات ماعدا الرايبوسومات.
- تؤدي الخلية أولية النواة جميع الأنشطة الخلوية الحيوية.

- تراكيب توجد في الخلية النباتية ولاتوجد في الحيوانية:

١ البلاستيدات الخضراء

٢ الجدار الخلوي



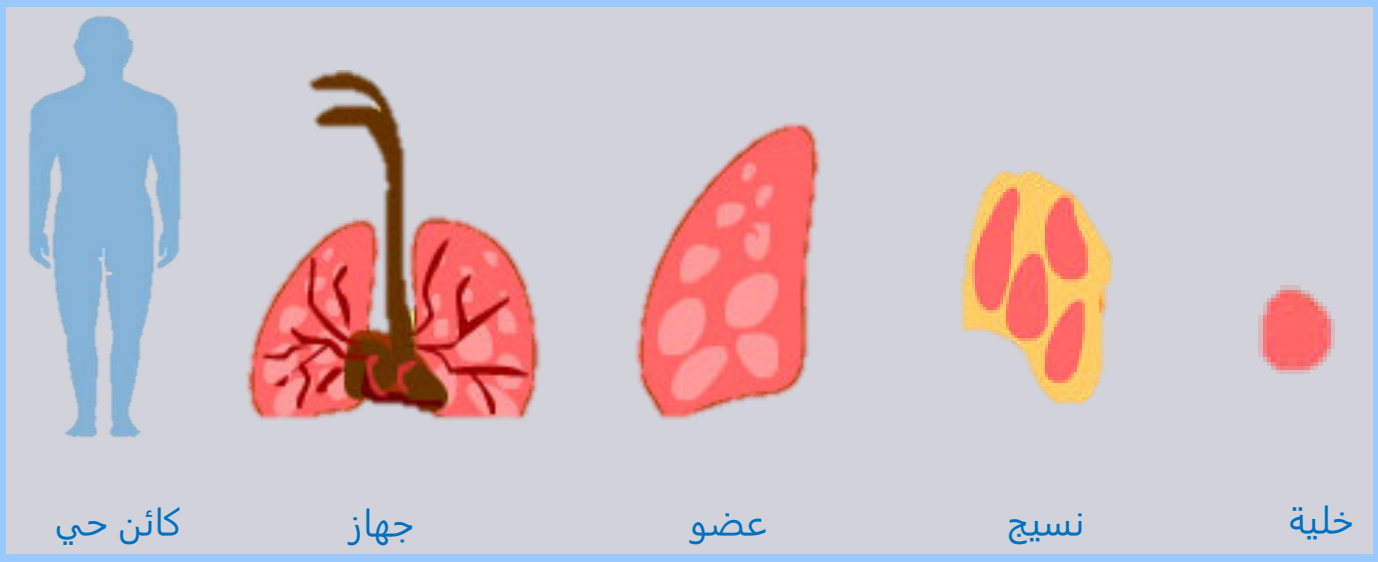
٣ الفجوة المركزية الكبيرة ،
ولكن قد توجد في الخلية الحيوانية فجوات صغيرة

- تركيب يوجد في الخلية الحيوانية ولايوجد في الخلية النباتية: الجسم المركزي.

انظري جدول المقارنة في الكتاب المدرسي ص٣٠

# تنوع الأنسجة في النبات والحيوان

@teach.reemalotaibi

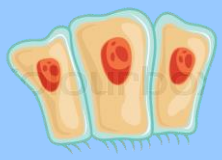



**مجموعة منظمة من الخلايا التي تعمل في تعاون و تكامل**

## أنواع الأنسجة

### 1 نسيج بسيط

يتكون من خلايا متماثلة في الشكل والتركيب والوظيفة.

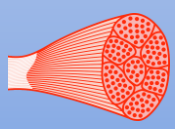


### 2 نسيج مركب

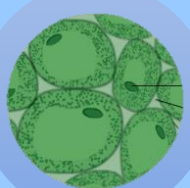
يتكون من أكثر من نوع من الخلايا.

**تتنوع الأنسجة وتختلف تبعا لاختلاف الكائنات وتنوعها.**

الأنسجة الحيوانية



الأنسجة النباتية

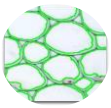


# الأنسجة النباتية

@teach.reemalotaibi

- بسيطة
  - الأنسجة الأساسية
  - الأنسجة الجلدية
- مركبة
  - الخشب
  - اللحاء

## النسيج البرانشيمي

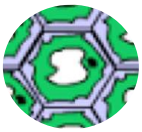


- ❖ خلاياه حية تحتوي على السيتوبلازم.
- ❖ بيضاوية الشكل.
- ❖ لها جدران خلوية رقيقة و مرنة
- ❖ يوجد بينها فراغات للتهوية .
- ❖ تحتوي على بلاستيدات خضراء أو ملونة أو عديمة اللون .
- ❖ تحتوي على فجوة كبيرة أو أكثر.

**وظائفه:**

- ❖ القيام بعملية البناء الضوئي .
- ❖ تخزين المواد الغذائية كالنشا.
- ❖ التهوية .

## النسيج الكولنشيمي

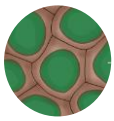


- ❖ نسيج حيّ .
- ❖ خلاياه مستطيلة قليلاً .
- ❖ جدران خلاياه مغلظة بشكل غير منتظم و غير مغطاة بمادة اللجنين .

**وظيفته:**

- ❖ يساعد في تدعيم النبات .

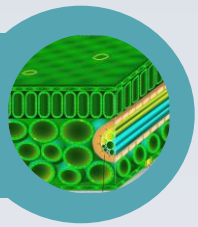
## النسيج السكلرنشيمي



- ❖ خلاياه مغلظة الجدران .
- ❖ مغطاة بمادة اللجنين .
- ❖ و لها جدران ثانوية .

**وظيفته:**

- ❖ يقوم بتقوية النبات و تدعيمه و حماية الأنسجة الداخلية .



### النسيج الجلدي (البشرة)

يتكون من طبقة واحدة من الخلايا المستطيلة أو الأسطوانية، ولا توجد بين خلاياه فراغات .

**أهميته:**

يغطي سطح النبات ليحميه من المؤثرات الخارجية، ويسمح بتبادل المواد بين النبات والوسط المحيط به.

## الأنسجة النباتية المركبة (الوعائية)

### نسيج اللحاء

يتكون من أنابيب غربالية و خلايا مرافقة و خلايا برانشيمية و ألياف.

الخلايا المرافقة : تزود الخلايا الغربالية بالمواد والطاقة اللازمة لنشاط الأنبوب الغربالي.

وظيفة نسيج اللحاء:

نقل المواد الغذائية الناتجة عن عملية البناء الضوئي من الأوراق إلى الأجزاء الأخرى من النبات.

### نسيج الخشب

يتكون من أوعية الخشب و القصيبات و خلايا برانشيمية وخلايا سكلرنشيمية و ألياف.

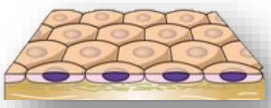
تترسب على جدران نسيج الخشب من الداخل مادة اللجنين بأحد الأنواع التالية :
نقري،شبكي،حلزوني،حلقي. (شكل ٣٢ ص٣٥).

وظائف نسيج الخشب:

- ❖ نقل الماء و الأملاح من الجذور إلى الأوراق .
- ❖ تدعيم النبات .

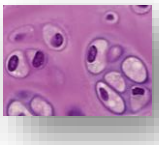
# الأنسجة الحيوانية

## الأنسجة الطلائية



- هي الأنسجة التي تغطي سطح الجسم من الخارج لتحميه من المؤثرات الخارجية.
- تبطن تجاويف الجسم من الداخل فتؤدي وظائف متنوعة حسب موقعها.
- يتكون النسيج الطلائي من خلايا متلاصقة ومتشابهة في الشكل والوظيفة.
- النسيج الطلائي البسيط: يتكون من طبقة واحدة من الخلايا
- النسيج الطلائي المصفف: يتكون من عدة طبقات من الخلايا.
- تسمى أنواع الأنسجة الطلائية بحسب شكل الخلايا:
  الحرشفي – المكعبي - العمودي
  (ص٣٥ شكل٣٣)

## الأنسجة الضامة



تكون خلاياها متباعدة نوعاً ما وموجودة في مادة بينية أو بين خلوية سائلة أو شبه صلبة أو صلبة.

أنواعها:

١-النسيج الأصلي: يربط أجهزة الجسم ببعضها.

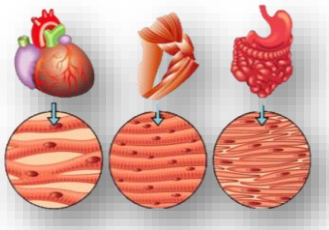
٢-النسيج الهيكلي: ذو مادة صلبةيترسب فيها الكالسيوم في حال العظام ، من أمثلته العظام والغضاريف.

٣-النسيج الدهني: يخزن الدهن في خلاياه.

٤-النسيج الضام الوعائي: (الدم)

@teach.reemalotaibi

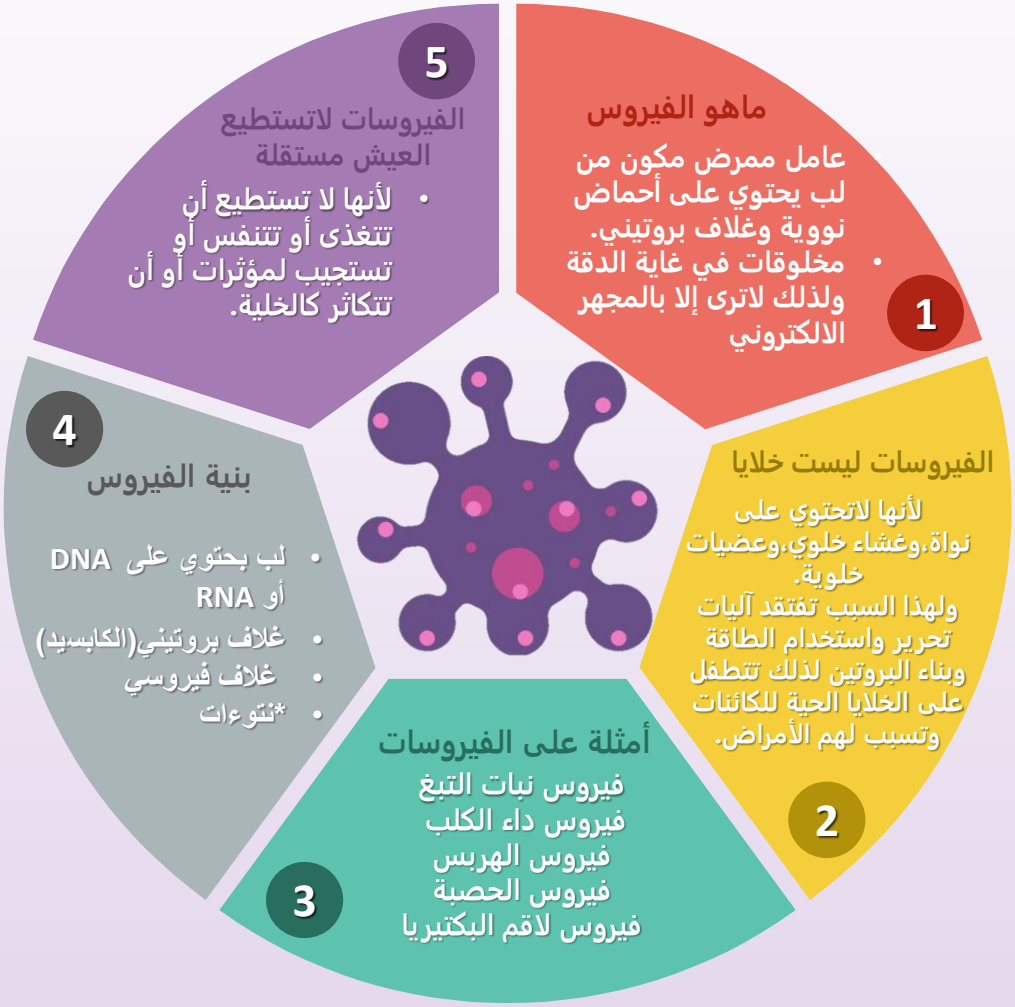
## الأنسجة العضلية



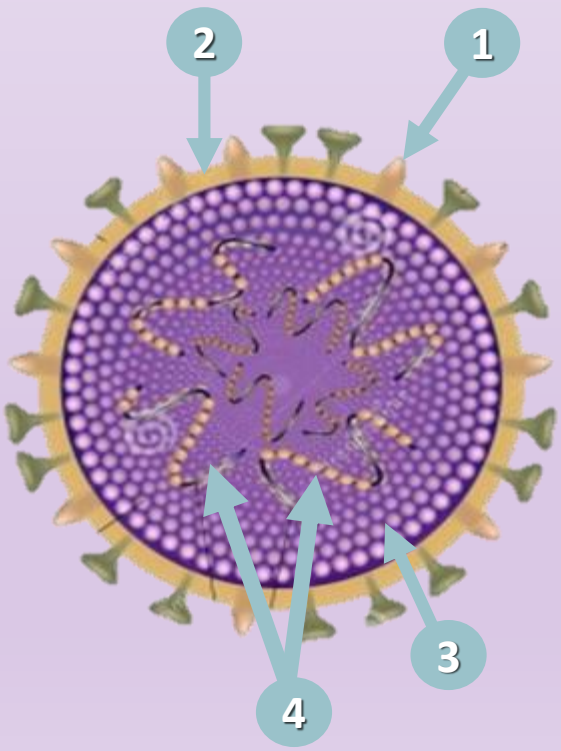
- تعرف خلايا النسيج العضلي بالخلايا العضلية أو الألياف العضلية وتتميز بقدرتها على الانقباض والانبساط.
- أهميتها: تمكن الكائن الحي من الحركة.
- للنسيج العضلي ٣ أنواع:
- اللاارادية (الملساء): غير مخططة وتوجد في أجزاء الجسم غير الخاضعة في عملها للإرادة.
- الارادية(المخططة): ترتبط بالهيكل وتخضع في عملها للإرادة.
- القلبية: لا تتواجد إلا في القلب .

## الأنسجة العصبية

- هي المسؤولة عن تنظيم الأنشطة المختلفة لأعضاء الجسم
- تقوم خلاياه باستقبال المؤثرات الحسية من داخل وخارج الجسم
- وتوصيلها للمخ والحبل الشوكي
- ثم نقل الأوامر الحركية من أحدهما إلى أعضاء الاستجابة.




@teach.reemalotaibi




1

**النتوءات:**
تشبه الأشواك وتتواجد على غلاف الفيروس .
أهميتها: تساعد الفيروس على ملاحظة الخلية المضيفة والالتصاق بها.

2

**الغلاف الفيروسي:**
يتكون من طبقة دهنية خارجية وطبقة بروتينية داخلية تغلف الكابسيد.
أهميته: يساعد الفيروس على اقتحام خلايا الكائنات الحية.

3

**الكابسيد:**
غلاف بروتيني يغلف شرائط الـ DNAأو الـ RNA
أهميته: يحمي الأحماض النووية الموجودة داخل الفيروسات من التلف

4

**الأحماض النووية:**
لب الفيروسات يحتوي على الحمض النووي DNA أو RNA
أهمية الأحماض النووية: تحمل المورثات الخاصة بالفيروس.

## الفيرويدات

### التركيب



- الفيرويدات أبسط تركيبا من الفيروسات.
- تتكون من أشرطة حلقية قصيرة من RNA
- يغيب عنها الكابسيد

### طريقة التضاعف



تدخل الفيرويدات إلى داخل نواة الخلية المصابة وتوجه الأيض فيها لصنع فيرويدات جديدة.

@teach.reemalotaibi

### الأمراض التي تسببها الفيرويدات



تسبب العديد من الأمراض للنباتات

أمثلة:

- مرض الدرنات المغزلية في البطاطس.
- مرض بهتان ثمار الخيار.

### معلومة هامة:

لم يستطع الكشف عن أماكن تواجد الفيرويدات لأنها لا تدمر خلايا العائل.

## البريونات

### التركيب



- البريونات مخلوقات غير حية.
- أبسط تركيبا من الفيرويدات .
- تتركب من البروتين فقط.
- لا تحوي أي أحماض نووية ولهذا يعتقد بعض العلماء أنه من المستحيل أن تضاعف البريونات نفسها.

### طريقة التضاعف

البريونات تتكون من بروتين تنتجه خلايا عصبية طبيعية، ولسبب غير مفهوم يتحول الى بروتينات ممرضة تحث تحول جزيئات بورتين أخرى إلى بريونات.

@teach.reemalotaibi

### الأمراض التي تسببها البريونات



تحلل خلايا النسيج العصبي وتحوله لنسيج اسفنجي مما يؤدي لموت الكائن المصاب

مثال:

- مرض جنون البقر.

### معلومة هامة:

لم يثبت حتى الآن انتقال البريونات للإنسان بسبب طول فترة حضانة المرض في الانسان

# النمط النووي

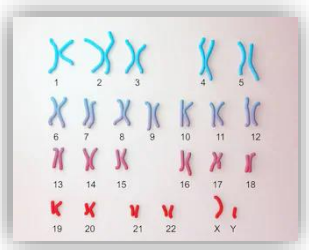
## تعريف النمط النووي

خارطة كروموسومية للكائن الحي
أي: ترتيب الكروموسومات وفقا لمعايير محددة.
(في الخلايا حقيقية النواة فقط)

## تحليل النمط النووي

النمط النووي للخلايا الجسمية:
يضم أزواج كروموسومات جسمية وزوج كروموسومات جنسية(تحدد جنس الكائن الحي):
الأنثى:زوج من الكروموسوم الأنثوي السيني (XX) ، الذكر: كروموسوم أنثوي سيني مع الذكري الصادي (XY)
النمط النووي للأمشاج (الخلايا الجنسية)
الأمشاج:البويضة (1n) والحيوان المنوي (1n)
ينتج عن اتحادهما الزيجوت (2n)
ص٤٦ - شكل (٤٤)

@teach.reemalotaibi



## أهمية النمط النووي

- تحديد عدد الكروموسومات
- تصنيف جنس الكائن
- اكتشاف أي خلل في عدد أو تركيب الكروموسومات

## طريقة ترتيب الكروموسومات

١-قص كل كروموسوم على حدة.
٢-جمع الكروموسومات المتماثلة (التي تتشابه فى الطول و الشكل).
٣-ترتيب الكروموسومات في أزواج من الأطول إلى الأقصر.

## النمط النووي للخلايا الجسمية والجنسية

الخلايا الجسمية:ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n)
الخلايا الجنسية:أحادية المجموعة الكروموسومية (n)

## طريقة تحضير النمط النووي

-يجب أخذ عينة من خلايا ذات نواة ( مثال: كرات الدم البيضاء ).

المواد الازمة لتحضير النمط النووي:

- الهيبارين:مادة مضادة للتخثر.
- الكولشيسين: لتثبيت الخلايا فى الطور الاستوائي.
- الإيثانول: مادة مثبتة.

خطوات التحضير ص٤٤