جمهورية السودان

وزارة التربية و التعليم

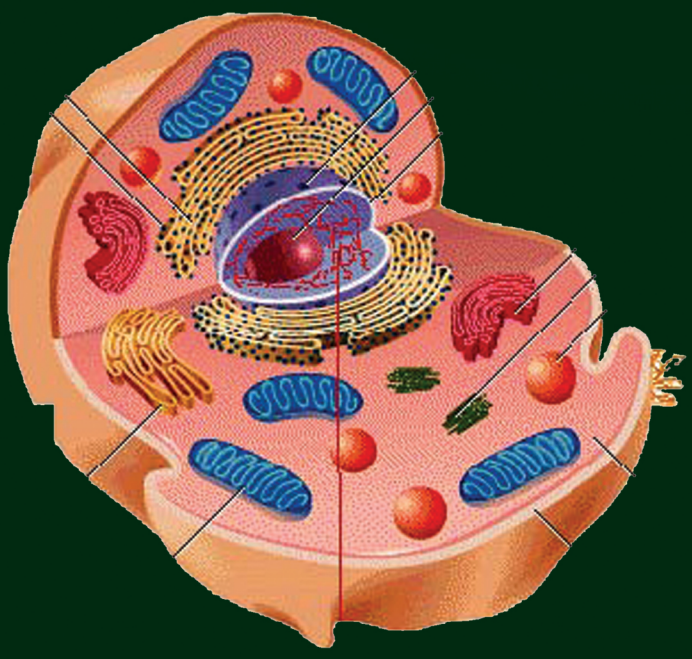
المركز القومي للمناهج والبحث التربوي

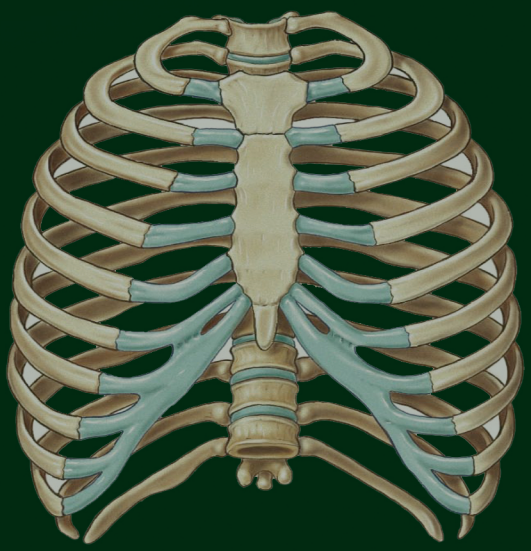
بحت الرضا

وزارة التربية والتعليم

التعليم الثانوي

علمُ الأحياء





الصف الأول

بسم الله الرَّحمن الرَّحيم
جُمهورِيَّةُ السُّودان
وزارةُ التَّربية والتعليم
المركز القومي للمناهج والبحث التربوي
بخت الرضا
التَّعليمُ الثَّانوي

عِلْمُ الأَحْيـــــــــاءِ

الصَّفُّ الأوَّلُ

لجنةُ إعدادِ الكتابِ وتطويره :

د. راشد عبدالله أحمد حسونه – المركز القومي للمناهج والبحث التربوي
د. سليمان محمد الحسن – المركز القومي للمناهج والبحث التربوي
أستاذ. بدري محمد أوشي – المركز القومي للمناهج والبحث التربوي
أستاذة . مي الضو محمد يوسف – المركز القومي للمناهج والبحث التربوي
بروفيسور/ عبد السلام محمود عبدالله – جامعة السودان المفتوحة

لجنةُ مراجعةِ وتنقيحِ الكتابِ:

بروفيسور/ محمد عثمان خضر – جامعة الخرطوم
بروفيسور/ عبد السلام محمود عبدالله – جامعة السودان المفتوحة
بروفيسور/ يوسف بابكر أبوجديري – جامعة الخرطوم
بروفيسور/ سيادات التيجاني محمد – جامعة الخرطوم
دكتور/ التيجاني محمد حسن علاَّم – جامعة الخرطوم

التصميم التَّعليمي: هبة عوض عثمان

التصميم و الإخراج الفني:

أ. مجدي محجوب فتح الرحمن – المركز القومي للمناهج والبحث التربوي
أ. داليـــــا بشير الفـــــكي – المركز القومي للمناهج والبحث التربوي

الجمع بالحاسوب: عبد القادر موسى محمد – المركز القومي للمناهج والبحث التربوي
هبة عوض عثمان

جميع حقوق الطبع والتأليف ملك للمركز القومي للمناهج والبحث التربوي.
ولا يحق لأي جهة، بأي وجه من الوجوه نقل جزء من هذا الكتـــــاب أو إعادة طبعه أو
التصرف في محتواه دون إذن كتابي من إدارة المركز القومي للمناهج والبحث التربوي.

ردمك: 978 – 99942 –53– 09 –8

بسم الله الرحمن الرحيم

والصلاة والسلام على نبي الهدى ومعلم البشر

مقدمة

عزيزي الطالب، أهلاً ومرحباً بك إلى مُقرَّر علم الأحياء للصف الأول الثانوي.

لقد سلكنا في منهج علم الأحياء للمرحلة الثانوية هذا تقديم دراسة مقارنة للخصائص التنظيمية، والتركيبية المظهرية، والتشريحية، والفسيولوجية، والوراثية، التي خص بها الله سبحانه وتعالى الكائنات الحية لتؤدي، على الوجه الأكمل، وظائفها الحيوية المتمثلة في التركيب البنائي والتغذية، والنقل، والتنفس، والإخراج، والتنسيق، والحركة، والانتقال، والتكاثر، وانتقال الصفات الوراثية، والعلاقات البيئية.

يحثك هذا النهج من الدراسة المقارنة التي تربط التركيب بالوظيفة-عزيزي الطالب- على التفكر والتدبر، وبصفة خاصة في خلق الله سبحانه وتعالى لتكون دراستك لعلم الأحياء تعبداً وبحثاً عن المعرفة، وذلك استجابة لقوله سبحانه وتعالى:

﴿ ٱلَّذِينَ يَذْكُرُونَ ٱللَّهَ قِيَـٰمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِى خَلْقِ ٱلسَّمَـٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَـٰذَا بَـٰطِلًا سُبْحَـٰنَكَ فَقِنَا عَذَابَ ٱلنَّارِ ﴿١٩١﴾ رَبَّنَآ إِنَّكَ مَن تُدْخِلِ ٱلنَّارَ فَقَدْ أَخْزَيْتَهُۥ ۖ وَمَا لِلظَّـٰلِمِينَ مِنْ أَنصَارٍ ﴿١٩٢﴾ ﴾

(آل عمران 191 – 192)

وقوله تعالى:

﴿ فَلْيَنظُرِ ٱلْإِنسَـٰنُ مِمَّ خُلِقَ ﴿٥﴾ خُلِقَ مِن مَّآءٍ دَافِقٍ ﴿٦﴾ يَخْرُجُ مِنۢ بَيْنِ ٱلصُّلْبِ وَٱلتَّرَآئِبِ ﴿٧﴾

الطارق(5–7)

وقوله تعالى:

﴿ أَفَلَا يَنظُرُونَ إِلَى ٱلْإِبِلِ كَيْفَ خُلِقَتْ ﴿١٧﴾ ﴾

«الغاشية 17».

لقد احتوى كتاب علم الأحياء للصف الأوَّل –الذي بين يديك– المادة العلمية الخاصة بمدخل في علم الأحياء ،وحدة بناء الكائنات الحيَّة، ونظام تصنيف الكائنات الحيَّة ، وكيفية الحركة، والدعامة في الكائنات الحيَّة.

وإليك العناوين الواردة في المقرر:

السلسلة	أسم الوحدة	الصفحة
1	مدخل لعلم الأحياء	1
2	بيولوجية الخلية	12
3	تصنيف الكائنات الحية	67
4	الحركة في الكائنات الحية	106
5	الدعامة في الكائنات الحية	137

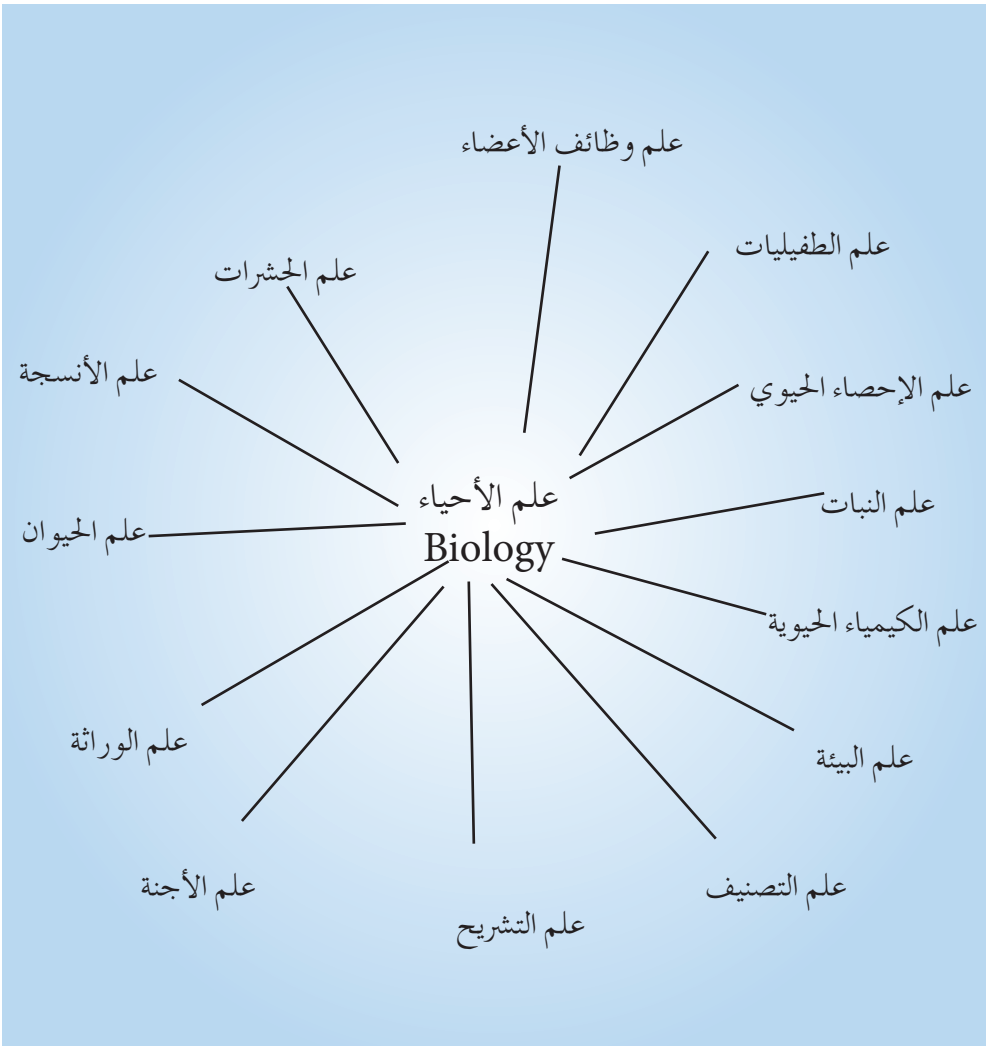
نرجو أن تفيد من هذا الكتاب وأن تستمتع بدراسته. كما نسعد بتلقي نقدكم وآرائكم، أساتذةً وطلاباً، لأن ذلك سيكون لنا مُعيناً على تطوير مناهجنا والمُضيُّ بها قُدُماً.

والله ولِيُّ التَّوفيق

المؤلفون

مدخل لعلم الأحياء

An Introduction to Biology



أهداف الوحدة

عزيزي الطَّالب، بعد فراغك من دراسة هذه الوحدة، ينبغي أن تكون قادراً على أن:

1. تُعرِّف مفهوم علم الأحياء.
2. تشرح إسهامات العلماء السابقين (المسلمين وغير المسلمين) وعلماء عصر النهضة في تطور علم الأحياء.
3. تصف كيفية تقسيم علم الأحياء إلى فروع بحسب التقسيم القديم والتقسيم على حسب نوع المجموعة تحت الدراسة والتقسيم على حسب موضوع الدراسة.
4. توضِّح ماهية علاقة علم الأحياء بالعلوم الأخرى.

مدخل لعلم الأحياء

An Introduction to Biology

1. مفهوم علم الأحياء

علم الأحياء Biology هو العلم الذي يختص بدراسة خصائص الكائنات الحية، المنقرضة منها والمعاصرة، من حيث أنواعها وأشكالها وتركيب أجسامها ووظائف أعضائها وسلوكها وعاداتها وتطورها وتصنيفها وعلاقاتها البيئية. كما يختص بدراسة الصفات الوراثية وكيفية انتقالها من جيل إلى آخر. ويصف علم الأحياء أنشطة الكائنات الحية مستصحباً في ذلك علوم الكيمياء والطبيعة والرياضيات والإحصاء.

2. نبذة تأريخية عن علم الأحياء

بدأ علم الأحياء منذ أقدم العصور حين اهتمَّ الإنسان بالكائنات الحية النباتية والحيوانية واعتمد عليها في غذائه وملبسه ومسكنه، وأخذ يستأنس الحيوانات ويدرس النباتات في محيطه البيئي ويزرعها ليحصل منها على غذائه وكسائه وأدويته. وتحصَّل الإنسان على المعرفة الأحيائية عن طريق الملاحظة والرصد والمحاولة والخطأ والصواب، وتراكمت لديه معرفة أحيائية نقلها إلى أجياله التالية.

1.2 إسهامات القُدماء في مجالات علم الأحياء

أ. في نحو عام 2000ق . م. بدأت الزراعة الحديثة بشقيها النباتي والحيواني حيث أقيمت السدود على مجاري المياه وأُنشئت قنوات الري لتوفير مياه الري للمحصولات والحيوانات. ولقد سجل هؤلاء القدماء المعرفة الأحيائية عن الزراعة وتربية الحيوان واستئناسه وما عرفوه عن الأعشاب والنباتات وفوائدها في الطب ومعالجة الأمراض.

ب. في حقبة الإغريق والرومان (القرن الثاني قبل الميلاد إلى القرن الثالث الميلادي) أنشئت المدارس والأكاديميات وظهرت نظريات عن نشأة الكون

والحياة وصُنِّفت الكائنات الحيَّة. كما تم في هذه الفترة تشريح النبات والحيوان وجثث الموتى وظهر الطبيب أبو قراط أبو الطب وصاحب نظرية تشخيص الأمراض. وتمَّ التمييز بين الأوعية الدموية والأعصاب وبين الشرايين والأوردة ودُرس الجهاز العصبي والمخ في الإنسان.

ج. في العصور المظلمة في أوروبا أصبح العلماء أعداءً تقليديين للكنيسة، ودخلت أوروبا في ما يسمى العصور المظلمة وتوقف تقدم العلوم وفقد معظم الإرث الإغريقي والروماني في العلوم وغيرها.

تدريب (1)

قبل أن نواصل ما بدأناه عن تأريخ علم الأحياء، إليك هذا التدريب:

بدأ علم الأحياء منذ بدء الخليقة، ولكن بطريقة عفوية وفطرية – وضِّح كيف بدأ ؟

2.2 دور العلماء المسلمين السابقين في تطور علم الأحياء

في الفترة ما بين القرن الثامن الميلادي والحادي عشر بلغ التقدم العلمي في البلاد الإسلامية مدىً كبيراً وأنشئت الجامعات والمدارس والمراكز العلمية. واهتم المسلمون بعلوم الإغريق والفرس والرومان والهنود، وتبنَّى العلماء منهج التفكير الاستقرائي، وقام المسلمون بترجمة الإرث العلمي والفلسفي للرومان والإغريق والفرس والهنود وأضافوا له كثيراً من المعارف الجديدة ومن أشهر العلماء المسلمين:

1. حنين بن اسحق: طبيب عربي ترجم مؤلفات أفلاطون وأرسطو وجالينوس، ويعتقد أنه لولا ترجمة علماء المسلمين الإرث المعرفي للرومان والإغريق لفقد

هذا الإرث تماماً.

2. **الجاحظ**: ألف **كتاب الحيوان** وتطرق فيه إلى كثير من الحيوانات وسلوكها وعاداتها وأهميتها.
3. **الدميري**: ألف **موسوعة عن الحيوان**.
4. **ثابت بن قرة**: طبيب ورياضي وعالم فلك عربي ألف كتاب «الذخيرة في الطب».
5. **ابوبكر الطبري**: طبيب ألف كتابي «**الحاوي في الطب**» و«**مسألة الجدري والحصبة**».
6. **البيروني**: ألف مرجعاً في العقاقير.
7. **ابن سينا**: ألف كتاب «**القانون**» في الطب وهو مرجع أساسي لدراسة الطب في أوربا حتى عصر النهضة.
8. **علي بن عيسى**: طبيب عيون ألف مرجعاً عن **أمراض العيون**.
9. **ابن النفيس**: طبيب عربي **اكتشف الدورة الدموية الصغرى**.
10. **ابن البيطار**: عالم نبات أشهر مؤلفاته «**الأدوية المفردة**».

3.2 عصر النهضة

في القرن **الثاني عشر** الميلادي قامت في أوروبا نهضة علمية أدت إلى ظهور ما يسمي **بالعلم الحقيقي**، وظهر علماء أثروا حركة العلوم والثقافة والفلسفة من بينهم ليوناردو دافنشي الذي يعتبر من أعظم علماء الأحياء حيث كانت له معرفة بعلم التشريح وبوظائف الأعضاء وعلم الأحياء. ونذكر أيضاً **اندرياس فيزيليوس** الجراح وعالم التشريح، والطبيب **وليم هارفي** مكتشف الدورة الدموية الكبرى وأب علم وظائف الأعضاء التجريبي، الذي درس علم الأجنة في الدجاج.

في القرن **السابع عشر** الميلادي أنشئت **الجمعيات العلمية** التي اهتمت بالأبحاث العلمية ونشرها وتبادل المعلومات.

لقد أثر قيام **الثورة الصناعية** في حياة الناس وبدأت **النهضة العلمية** وتراكمت

المعرفة في كل فروعها، وأصبح لعلم الأحياء فروعه المتعددة مثل **علم الوراثة** والأب الحقيقي له هو **جريجور مندل**.

وفي القرن **العشرين** ارتقت **العلوم الطبيعية وعلم الأحياء** بدرجة كبيرة جداً، وتزامن ذلك مع اكتشاف وسائل الاتصال والمعلومات وأجهزة الطباعة وشبكات المعلومات، حيث توصل العلماء إلى **تركيب الجينات والأحماض النووية** Nucleic Acids (الدنا والرنا) ومعرفة **الجينوم** (محتوى الجهاز الوراثي للكائن الحي من الجينات)، ودرس العلماء الطفرات الصبغية والجينية، وتطوَّر علم **الوراثة الجزيئية**.

3. فروع علم الأحياء

1.3 التقسيم القديم

قديماً قُسِّم علم الأحياء إلى:

1. **علم الحيوان** Zoology ويختص بدراسة حياة الحيوان.
2. **علم النبات** Botany ويختص بدراسة حياة النبات.

وبتطور المعرفة والتقنيات تعددت فروع علم الأحياء وأصبح لابد من أن يتخصص العلماء في تخصُّصات دقيقة الأمر الذي قاد إلى تقسيم علم الأحياء إلى فروع متعددة، ولكنها متداخلة ومترابطة ولا توجد حدود فاصله بينها. ولقد صنف العلماء علم الأحياء إلى فروع وفق أسس عدة منها:

2.3 التصنيف على أساس المجموعة تحت الدراسة

مثل :

- علم الفيروسات Virology
- علم البكتيريا Bacteriology
- علم الحيوانات الأولية Protozoology
- علم الفطريات Mycology
- علم الدِّيدان Helminthology

- علم القواقع Malacology
- علم الحشرات Entomology
- علم الأسماك Ichthyology
- علم البرمائيات والزواحف Herpetology
- علم الطُّيور Ornithology
- علم الثَّدييَّات Mammology
- علم الأمراض Pathology
- علم الطُّفيليات Parasitology
- علم الأحياء الدَّقيقة Microbiology، وغيرها.

3.3 تقسيم علم الأحياء حسب موضوع الدِّراسة

ومن أمثلتها:

أولاً: علم التَّشريح: Anatomy ويختص بدراسة التَّركيب البنائي للكائنات الحية ويشمل عدداً كبيراً من الفروع منها:

أ. **علم التَّشريح العام** Gross Anatomy ويختص بدراسة التَّركيب البنائي الداخلي للكائنات الحية عند فحصها بالعين المجردة أو بعدسة بسيطة.

ب. **علم التشريح الدقيق** Microanatomy ويختص بدراسة التَّركيب البنائي للكائن الحي باستخدام أداة مكبرة، وينقسم إلى:

أ. **علم الأنسجة** Histology ويختص بدراسة التَّركيب الخلوي للكائن الحي كما يُرى تحت المجهر الضوئي.

ب. **علم الخلية** Cytology ويختص بدراسة تركيب الخلية ووظائف مكوناتها ودورة حياتها كما تُرى تحت المجهر الإلكتروني.

ج. **علم الأجنَّة** Embryology ويختص بدراسة النمو والتغيير المتتابع لأجنة الكائنات الحية.

ثانياً: علم وظائف الأعضاء (الفسيولوجي) Physiology

ويختص بدراسة العمليات والآليات التي تؤدي بها الكائنات الحية وظائفها الحيوية، وله فروع عديدة منها:

أ. **علم فسيولوجيا النَّبات** Plant Physiology، علم فسيولوجيا الحيوان Animal Physiology، علم فسيولوجيا الإنسان Human Physiology وغيرها.

ب. **علم فسيولوجيا الخليَّة** Cell Physiology ويختص بدراسة الوظائف الداخلية للخلايا المختلفة.

ج. **علم الكيمياء الحيويَّة** Biochemistry ويختص بدراسة وظائف الأعضاء من وجهة نظر علم الكيمياء، ويتفرع إلى فروع منها علم الأحياء الجزيئي Molecular Biology ويختص بدراسة الحياة على مستوى الجزيئات الكيميائية الضخمة مثل البروتينات والأحماض النووية.

د. **علم الفيزياء الحيويَّة** Biophysics ويختص بدراسة وظائف الأعضاء من وجهة نظر علم الفيزياء خاصة العمليات المتعلقة باستخدام الطاقة وانتقالها وتحولها من شكل لآخر، وميكانيكية عمل أجزاء الكائن الحي الصلبة، وعمليات الحركة والنقل داخل جسم الكائن الحي. واتزان القوى عند المشي والسباحة والطيران.

هـ. **علم الغُدد الصَّمَّاء** Endocrinology ويختص بدراسة تركيب الغدد الصماء ووظائفها.

و. **علم الأعصاب** Neurology.

ثالثاً: علم البيئة Ecology ويختص بدراسة العلاقة بين الكائنات الحية وعوامل البيئة المحيطة بها.

رابعاً: علم الوراثة Genetics ويختص بدراسة منشأ التشابه والاختلاف بين

الكائنات الحية وكيفية انتقال الصفات الوراثية من جيل إلى آخر.

خامساً: علم النشوء والارتقاء (التطور) Evolution ويختص بدراسة نشأة الحياة والمسارات التطورية للأنواع والعشائر في الكائنات الحية منذ أسلافها في الماضي اعتماداً على التماثل الدال على الأصول المشتركة.

سادساً: علم التقسيم Taxonomy ويختص بدراسة الأسس النظرية والعملية لتصنيف الكائنات الحية اعتماداً على درجة القربى الوراثية بينها.

سابعاً: علم الأحياء القديمة Paleontology ويختص بدراسة الكائنات الحية القديمة المنقرضة (بقاياها وآثارها).

ثامناً: علم الجغرافية الحيوية Biogeography ويختص بدراسة توزيع الكائنات الحية على سطح الأرض.

ويمكن تقسيم علم الأحياء إلى:

1) **علوم الأحياء البحتة أو الأساسية** Pure or Basic Biology وتختص بدراسة القواعد الأساسية من مباديء ونظريات وقوانين تفسر حياة الكائنات الحية.
2) **علوم الأحياء التطبيقية** Applied Biology وتختص بدراسة تطبيقات علوم الأحياء البحتة والاستفادة منها عملياً من أجل رفاهية الإنسان وتضم علوم الطب البشري والطب البيطري والصيدلة والزراعة.

4. علاقة علم الأحياء بالعلوم الأخرى

مما سبق من تعدد فروع علم الأحياء وخاصة التطبيقية منها يتضح لك، عزيزي الطالب، أنَّ علم الأحياء يرتبط بعلاقات مع العلوم الأخرى. وبالتالي تتطلب دراسة علم الأحياء معرفة جيدة بالعلوم الأخرى مثل الكيمياء والفيزياء والجيولوجيا والجغرافيا والفلسفة وغيرها ومثلاً:

1) **لعلم الأحياء علاقة بعلم الكيمياء** الذي يختص بدراسة التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل جسم الكائن الحي وقد تفرَّع إلى علمي الكيمياء الحيوية والكيمياء

الجزيئية.

2) **لعلم الأحياء علاقة بعلوم الفيزياء والميكانيكا** حيث تختص هذه العلوم بدراسة توازن حركة الحيوان عند المشي والسباحة والطيران، وحركة سوائل الجسم، وتأثير التيارات الهوائية والمائية على حياة الحيوان والنبات. كما أن الكائنات الحية وفرت مادة بحثية لعلماء الميكانيكا، فصناعة الطائرات والغواصات وآلات التصوير استفادت من دراسة الحركة في الطيور، والإخطبوط، وتركيب عين الإنسان والثدييات الأُخرى. كما أن دراسة المفاصل والحركة تتطلب معرفة بقوانين الروافع وذلك لمعرفة حركة المفاصل وتركيبها مِمَّا أدَّى لتطوير صناعة الإنسان الآلي (الروبوت) Robot.

3) **لعلم الأحياء علاقة بالإحصاء والرياضيات،** خاصة الإحصاء الحيوي Biometrics.

تدريب (2)

الآن دعنا نقف قليلاً لحل هذا التدريب: كان علم الأحياء، ولا يزال، مُلهماً لكثير من العُلماء والمُخترِعين في العلوم الأخرى. بيِّن بعضاً من هذه الاختراعات والصناعات التي اعتمد مخترعوها وصانعوها على معرفتهم بعلم الأحياء بشكلٍ أساسي.

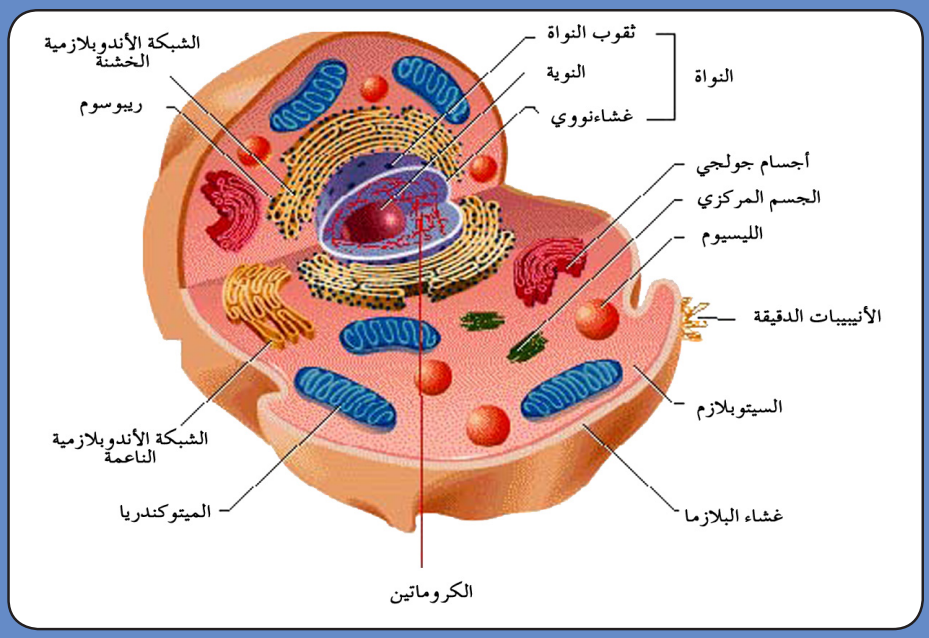
أسئلة تقويم ذاتي:

؟

1. عرِّف علم الأحياء.
2. اكتب فيما لا يقل عن 20 سطراً عن تطور علم الأحياء في حقبة لرومان والإغريق وفي الفترة ما بين القرن الثامن الميلادي والحادي عشر.
3. بيِّن دور العلماء المسلمين السابقين في تطور علم الأحياء.
4. عدِّد فروع علم الأحياء اعتماداً على المجموعة تحت الدراسة.
5. عرِّف (أ) علم التشريح، (ب) علم الأنسجة، (ج) علم الأجنة،
(د) علم الكيمياء الحيوية، (هـ)علم الوراثة، (و) علم البيئة.

الوحدة الثانية

بيولوجية الخلية
Cell Biology



أهداف الوحدة

عزيزي الطَّالب، بعد فراغك من دراسة هذه الوحدة، ينبغي أن تكون قادراً على أن:

1. تُعرِّف الخلية وتشرح المفاهيم التي بُنيت عليها نظرية الخلية.
2. تشرح الاختلاف بين أشكال الخلايا المُختلفة.
3. تصف تركيب الخلية.
4. تُقارن بين الخلايا بُدائية النواة والخلايا حقيقية النواة.
5. تُوضِّح مُكونات الخلية الكيميائية العضوية منها وغير العضوية.
6. تُفرِّق بين انقسام الخلية الفتيلي وانقسامها الاختزالي.
7. تشرح مُستويات التنظيم والتعقيد في الكائنات الحية.

بيولوجية الخلية
Cell Biology

لقد ميز الله، سبحانه وتعالى الكائنات الحية بخصائص ومميزات تمكنها من أداء وظائفها الحياتية على أتم وجه. ولعل أهم هذه الوظائف: التركيب البنائي، والحركة، والانتقال، والدعامة، والتغذية، والنقل، والتنفس، والإخراج، والتنسيق، والتكاثر، وانتقال الصفات الوراثية، والعلاقات البيئية. وسنستعرض بعضاً من هذه الوظائف والصفات في هذا الكتاب، وتأتي بقيتها في كتابيْ الأحياء للصفين الثاني والثالث.

تختلف الكائنات الحية وتتنوع تنوعاً كبيراً، فمنها الصغير الذي لا يُرى إلاَّ بالمجهر كالبكتيريا، ومنها ما هو ضخم جداً كالأشجار والحيتان. فما الذي يجمع بين هذه الكائنات من الناحية التركيبية ؟

لقد درست في مرحلة التعليم الأساسي أنَّ جميع الكائنات الحية تتكون من وحدات بنائية أساسية تُسمَّى الخلايا، ونظراً لصغر حجمها، فقد تأخر اكتشافها إلى أن اخترع المجهر.

وكان العالم الهولندي ليفنهوك (1632–1723) أول من استعمل المجهر والعدسات المكبرة في فحص المياه الراكدة، حيث شاهد فيها كائنات دقيقة سماها الحوينات (من حيوان)، وتبعه روبرت هوك عام 1665م، حيث لاحظ أثناء فحصه لشريحة رقيقة من الفلين بالمجهر عدداً من الحجرات الصغيرة تفصلها حواجز أو جدر سميكة تبدو وكأنها خلايا النحل، وأطلق عليها اسم الخلايا (الشكل 1).

ومع تطور المجهر والعدسات، بدأ التركيز على دراسة ما بداخل الخلايا. وقد لاحظ العالم الإسكتلندي براون عام 1833م جسماً داخل الخلية سماه النواة

(Nucleus). كما تمكن العالم الألماني شوان من مشاهدة النواة في خلايا حيوانية (خلايا الألياف العضلية). كما شاهدها العالم الألماني شلايدن في الأنسجة النباتية.

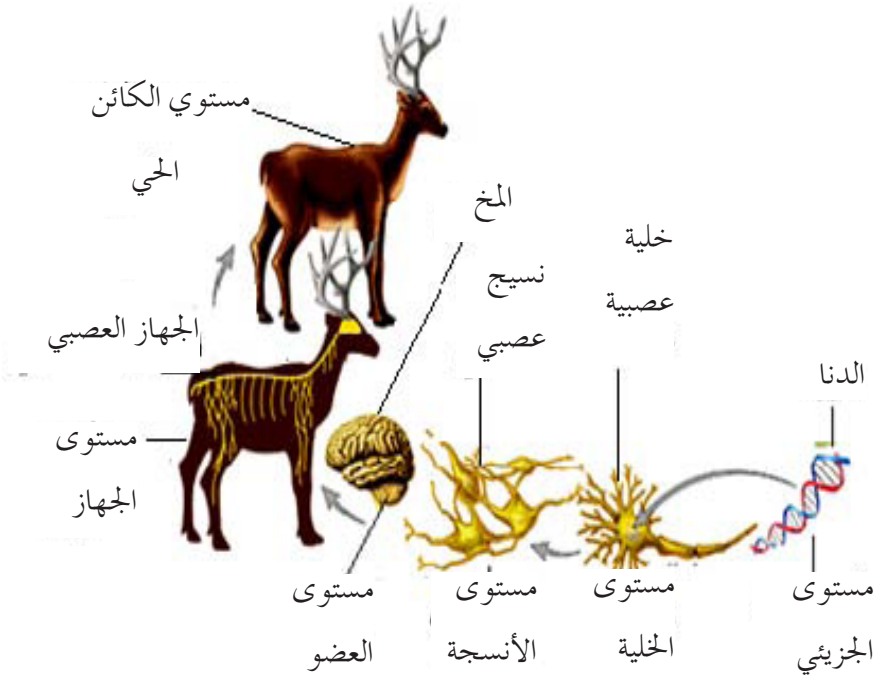
الشكل (1): خلايا الفلين كما شاهدها روبرت هوك

1. نظرية الخلية Cell Theory

توالت جهود العلماء بعد ذلك بالفحص المجهري لأجزاء من أجسام النباتات والحيوانات، وأكدت كلها أن الخلية هي وحدة تركيب الكائن الحي. وبذلك وضع هؤلاء العلماء، بعد دراسات كثيرة، مبادئ مهمة عُرفت فيما بعد باسم نظرية الخلية والتي تتلخص في المفاهيم التالية:

1.1 الخلية وحدة التركيب أو البناء في الكائن الحي

تتركب أجسام جميع الكائنات الحية من وحدات بنائية هي الخلايا، ومجموعتها المُتشابهة في التركيب والوظيفة تُكوِّن نسيجاً ومجموعة الأنسجة تكوِّن عضواً، ومجموعة الأعضاء تكوِّن جهازاً ومجموعة الأجهزة تكوِّن جسم الكائن الحي (الشكل 2).



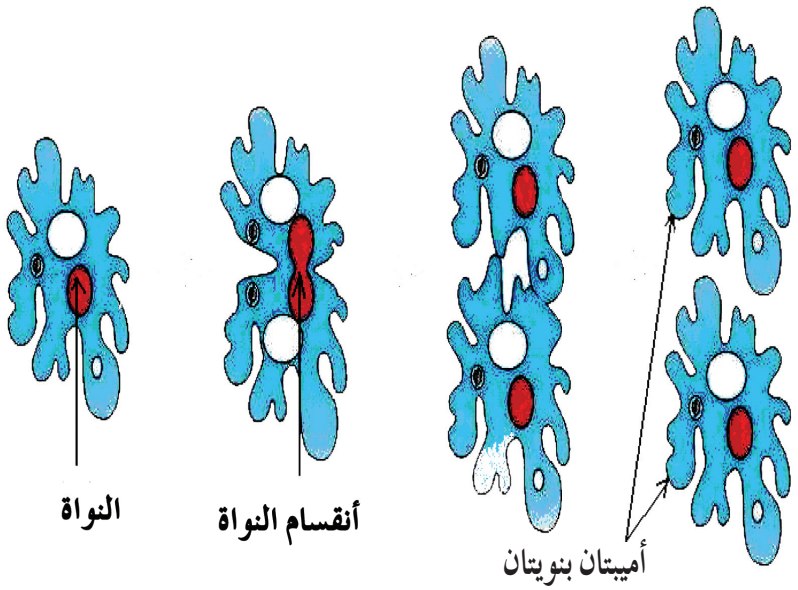
الشكل (2): مستويات البناء في الكائن الحي

2.1 الخلية وحدة الوظيفة في الكائن الحي

تؤدي خلايا الكائن الحي الوظائف الحيوية المختلفة، فهي تتغذي وتنمو وتتنفس وتُخْرِج وتتكاثر وتنقل الصفات الوراثية (أثناء الانقسامات الاختزاليَّة لتكوين الأمشاج المذكرة والمؤنثة والإخصاب).

3.1 الخلية وحدة الانقسام في الكائن الحي

تُنْتَج الخلية من انقسام خلية سابقة لها، فالكائنات الحيَّة وحيدة الخلية تنقسم خلاياها بطرق مختلفة لتكوين كائنات حيَّة جديدة كما في الأميبا (الشكل 3).



الشكل (3): انقسام كائن حيّ وحيد الخلية (الأميبا)

وبالمثل، فإن الكائنات الحية عديدة الخلايا تنقسم خلاياها إما لغرض النمو أو لتعويض خلايا ماتت أو لتكوين خلايا تناسلية من أجل التكاثر.

4.1 الخلية وحدة الوراثة في الكائن الحيِّ

تحمل كل خلية المادة الوراثية وبالانقسام تعطي خلايا جديدة ناقلة للمادة الوراثية للكائن الحيِّ الجديد.

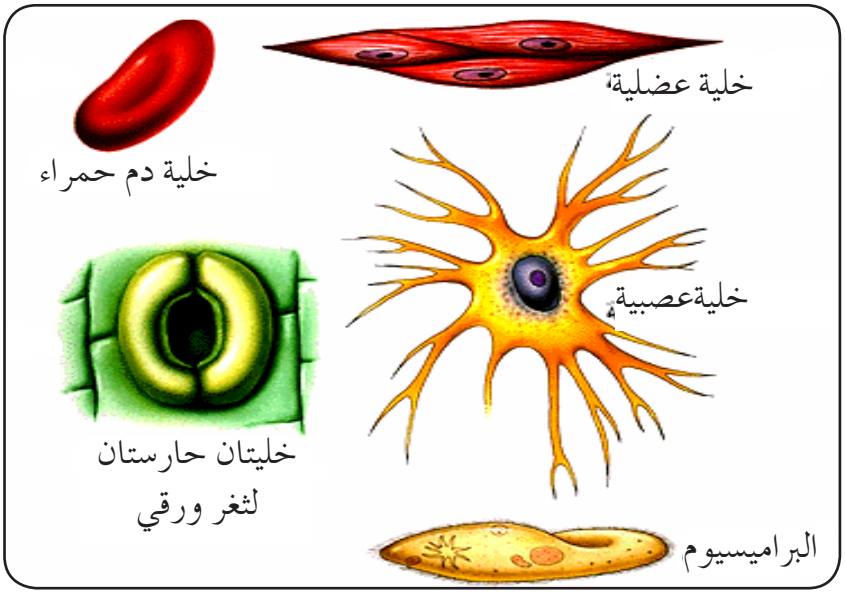
عزيزي الطالب، لنتوقف لحظة لحل هذا التدريب.

تدريب (1)

بيِّن جدوى انقسام الخلية في الكائنات الحيَّة وحيدة الخلايا وجدواه في الكائنات الحيَّة عديدة الخلايا.

2. أشكال الخلايا

تختلف الخلايا في الشكل والحجم، فالخلايا قد تكون صغيرة جداً لا تُرى إلاَّ بالمجهر كالخلايا العصبية والعضلية في جسم الإنسان، وقد تكون كبيرة نسبياً يُمكن مشاهدتها بالعين المُجرَّدة مثل بيض السمك أو كبيرة جداً مثل بيض الطيور. وقد تتخذ الخلايا أشكالاً هندسية مُختلفة (الشكل 4).



الشكل (4): أشكال مختلفة من الخلايا

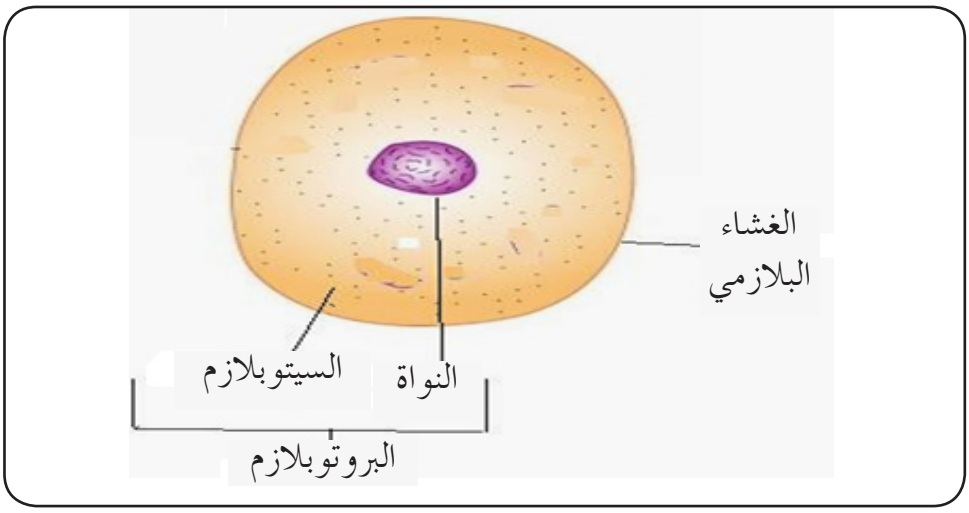
3. تركيب الخلية

تتركب الخلية من كتلة صغيرة من البروتوبلازم (ويعني المادة الحية داخل الغشاء البلازمي) الذي يشمل جزئين رئيسين هما النواة والسيتوبلازم الذي يحيط بها. يحتوي كل من السيتوبلازم والنواة على مكونات بنائية مختلفة التركيب والوظيفة. ورغم اختلاف أشكال الخلايا وحجومها ووظائفها إلا أنها تشترك جميعاً في التركيب العام، ويمكنك أن تميِّز في الأقل ثلاثة تراكيب أساسية لكل خلية (الشكل 5).

أولاً :- غشاء البلازما (الخلية) **Plasma Membrane**

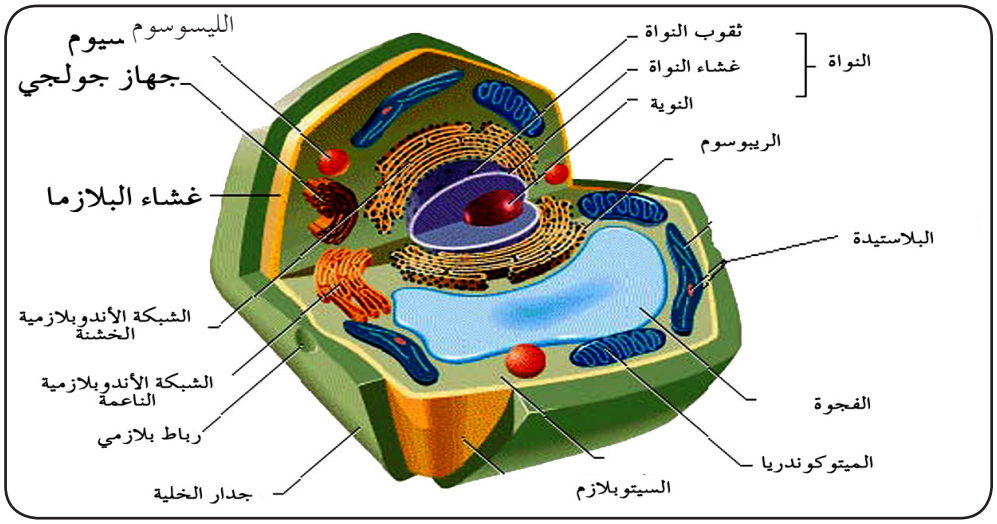
ثانياً :- السيتوبلازم **Cytoplasm**

ثالثاً :- النواة **Nucleus**

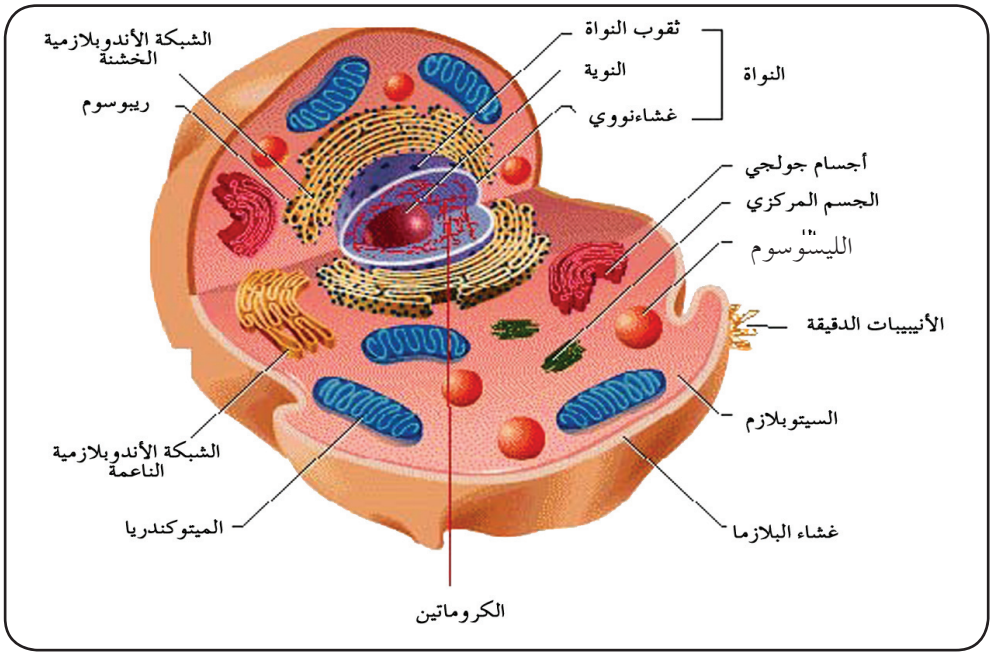


الشكل (5): التركيب العام للخلية

ولفهم العمليات الوظيفية المتعددة التي تحدث بالخلايا الحية والتي ترتبط بتركيبها، يتعين علينا دراسة تركيبها الداخلي الدقيق (الشكل 6أ وب).



الشكل (6 أ): تركيب الخلية النباتية التشريحي



الشكل (6 ب): تركيب الخلية الحيوانية التشريحي

1.3 غشاء البلازما Plasma Membrane

غشاء رقيق جداً ويُعرف أيضاً بغشاء الخلية، ويشكل المحيط الخارجي لكافة الخلايا الحيوانية. أما في الخلايا النباتية، فيوجد غشاء البلازما تحت الجدار الخلوي السليولوزي مباشرة.

يتميز غشاء البلازما بنفاذية اختيارية، أي إنَّه يسمح لبعض المواد الذائبة بالنفاذ داخل الخلية بينما يمنع دخول مواد أُخرى.

- **وظائف غشاء البلازما**

1. يعمل على تنظيم حركة مرور المواد الغذائية من خلاله إلى الخلية حيث يسمح

بمرور بعضها ويمنع نفاذ بعضها الآخر.

2. المحافظة على العلاقة الكيميائية والبنائية بين الخلايا المتجاورة حيث توجد بروتينات معينة على غشاء البلازما تنظِّم عمليات الاتصالات الخلوية وتبادل المواد.

3. حماية الخلية.

2.3 السيتوبلازم Cytoplasm

هو المادة التي تحيط بالنواة، أو الوسط الذي تنغمس فيه النواة. والسيتوبلازم محلول مائي له قوام بياض البيض، ويحتوي على الماء بنسبة أكبر من 70%، وهو أكثر سيولة في الخلايا النباتية منه في الخلايا الحيوانية.

ويمثل السيتوبلازم بيئة العمل في الخلية، ويحوي عدة تراكيب خلوية حية تسمى العضيات Organelles السيتوبلازمية، التي تمثل آليات العمل بالخلية وتشمل هذه العضيات: الشبكة الاندوبلازمية، وجهاز جولجي، والنواة، والرايبوسومات، والأجسام الهاضمة، والأجسام المركزية، والبلاستيدات، والميتوكوندريا، والأسواط، والأهداب (الشكلان 6أ و6ب).

كما تنتشر أيضاً في السيتوبلازم أجسام خلوية غير حية تسمى الميتابلازم Metaplasm، وتمثل منتجات عمليات التحول الغذائي للعضيات والسيتوبلازم، وتظهر على شكل حبيبات كروية منها: حبيبات النشا، والدهون، والبروتين، وحبيبات إفرازية وصبغية. يتوقف وجود الميتابلازم (الأجسام غير الحية) على معدل إنتاج العضيات لها ومعدل استهلاكها ومعدل التخلص منها بالإخراج، فهي ليست دائمة الوجود.

وفيما يلي وصفاً مختصراً لهذه الأجزاء السيتوبلازمية الخلوية.

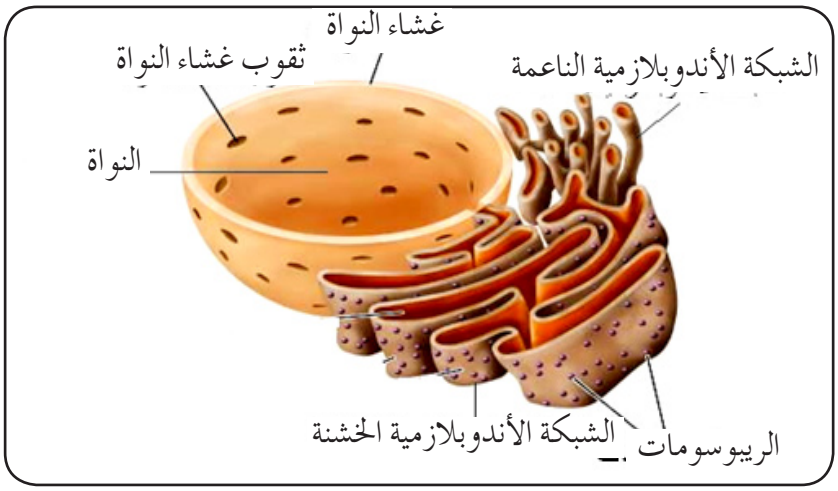
أوَّلاً: العضيات السيتوبلازمية الحيَّة

(أ) الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic Reticulum

توجد هذه في كل الخلايا النباتية والحيوانية على السواء وهي أنابيب وانبعاجات غشائية تنتشر في السيتوبلازم على شكل شبكةالشكل (7)، وتتصل من الخارج مع غشاء البلازما (الخلية) ومن الداخل مع غشاء النواة. أما الخلايا بدائية النواة مثل البكتيريا فتفتقر إلى الشبكة الاندوبلازمية.

- **وتتلخص وظائف الشبكة الإندوبلازمية في الآتي:**

1) توصيل المواد ونقلها (خاصة البروتين) ما بين الأجزاء الخلوية في السيتوبلازم ومن النواة إلى خارج الخلية أو العكس.
2) تُكْسِب الخلية وسيلة دعامية نظراً لانتشارها داخلها.
3) المساهمة في تكوين جهاز جولجي.



الشكل (7): الشبكة الإندوبلازمية

(ب) الرايبوسومات Ribosomes

هي حبيبات صغيرة كروية الشكل توجد إما منتشرة على الشبكة الاندوبلازمية الخشنة أو حرة سابحة في السيتوبلازم.

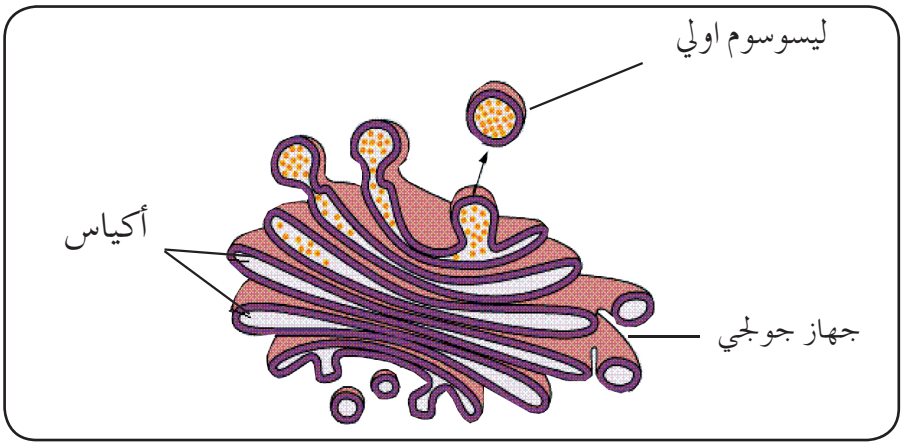
توجد الرايبوسومات في كُلٍّ من الخلايا الحيوانية والنباتية (الشكلان 6أ و6ب).

تتكوَّن الرايبوسومات كيميائيًّا من الحمض النووي المُسمَّى حمض الرايبونيوكليك Ribonucleic Acid (RNA) أو الرنا وبروتين، ولها علاقة مباشرة بتكوين وبناء البروتين.

(جـ) أجسام جولجي Golgi Bodies

توجد في خلايا الحيوان والنبات على السواء (الشكلان 6أ و6ب).

سميت بأجسام جولجي نسبة إلى مكتشفها العالم الإيطالي Camillo. Golgi وتظهر هذه داخل الخلية على هيئة أكياس متطاولة ومرتبة ترتيباً متوازياً (الشكل 8).



الشكل (8): تركيب جهاز جولجي

تتلخص وظيفة أجسام جولجي في أنها مراكز إفراز البروتينات والإنزيمات، لذا يزداد عددها في الخلايا الإفرازية (الكبد والبنكرياس وخلايا الغدد اللعابية).

تدريب (2)

علِّل لما يأتي:

أ- يوصف غشاء البلازما بأنَّه ذو نفاذية اختيارية.

ب- الميتابلازم غير دائمة الوجود في الخلية.

ت- تحتوى خلايا الكبد والبنكرياس على كمية كبيرة من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة.

(د) الليسوسومات (الأجسام الهاضمة أو المحللة) Lysosomes

أجسام أو أكياس كروية الشكل تنتشر في السيتوبلازم وتوجد في معظم الخلايا الحيوانية وبنسبة أقل في الخلايا النباتية (الشكل 6أ).

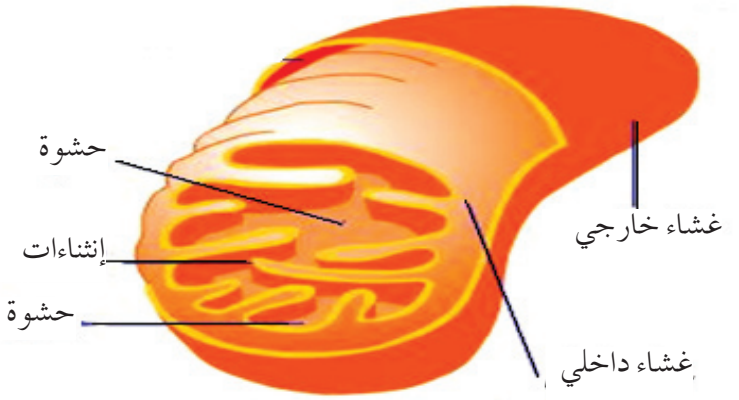
تحتوي الأجسام المحللة على كمية كبيرة من **الإنزيمات الهاضمة** لمختلف **المواد الغذائية** (النشوية، البروتينية، الدهنية) وما تصل للخلية من **مواد غريبة**.

وتعمل هذه الأجسام الهاضمة أيضاً **كمُحلِّل ذاتي للخلية حين تلفها أو موتها** حيث تطلق محتوياتها الإنزيمية لتُحطِّم الخلية ولذلك تُسمَّى **بأكياس الانتحار الخلوي**.

تختلف أعداد الليسوسومات من خلية لأُخرى حسب وظيفتها إذ تكثر في خلايا **الدم البيضاء** لتساعد في هضم الأجسام الغريبة **كالميكروبات**.

(هـ) الميتوكوندريا Mitochondria

هي تراكيب خلوية حية على شكل بيضوي أو أُسطواني أو خيطي (الشكل 9).



الشكل (9): تركيب الميتوكوندريون

وتوجد في الخلايا الحية لسائر الكائنات ويختلف عددها في الخلايا المختلفة بينما يكون ثابتاً في النوع الواحد من الخلايا. تُحاط المايتوكوندريون Mitochondrion بغشاءين، الخارجي مُستوِي مُنفذ لمعظم المواد الكيميائية، أما الغشاء الداخلي فهو غير مُستوٍ، نظراً لوجود الإنثناءات، واختياري النفاذية. وتحتوي الميتوكوندريون على إنزيمات التنفس اللازمة لتوليد الطاقة لتشغيل الخلية لكل كائن حيٍّ ولذلك يطلق عليها بيت الطاقة Energy House.

تدريب (3)

علِّل لما يأتي:

1. تُسمى الليسوسومات بأكياس الانتحار الخلوي.
2. تُسمى الميتوكوندريون ببيت الطاقة.

(و)البلاستيدات Plastids

تعد أوضح الأجزاء السيتوبلازمية في الخلايا النباتية، ولا توجد في الخلايا الحيوانية (لاحظ الشكل 6أ).

- **تصنف البلاستيدات تبعاً للصبغة إلى نوعين** :-

1. بلاستيدات **ملونة** Chromoplasts.
2. بلاستيدات **غير ملونة** (بيضاء) Leucoplasts.

لجميع أنواع البلاستيدات نفس التركيب، وتختلف في وجود صبغة بداخلها أو عدمه، ويمكن لأي نوع منها أن يتحول إلى النوع الآخر.

1. البلاستيدات الملونة .

تحمل أصباغاً تكسبها ألواناً خاصة مميزة لها وهي نوعان:

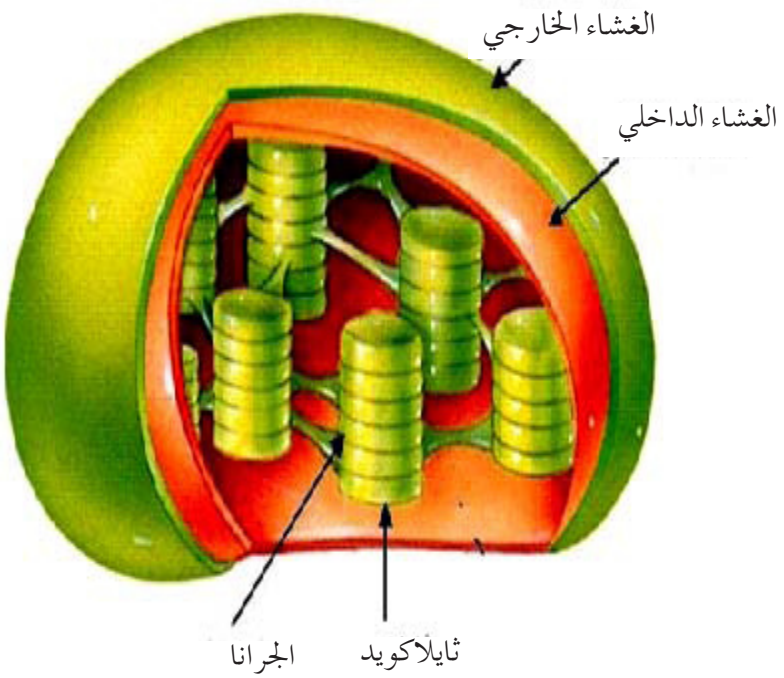
أ-**بلاستيدات تحتوي أصباغاً غير خضراء**: منها ما هو بنفسجي، أو أزرق، أو أحمر، أو برتقالي، أو أصفر. وتوجد في أماكن مختلفة من النبات كبتلات الأزهار وأوراق وسيقان نباتات الزينة وجذور نباتات الجزر والبنجر وثمار بعض النباتات كالطماطم والبرتقال.

ب- **بلاستيدات ذات لون أخضر**Chloroplast: وتحتوي على صبغة الكلوروفيل (اليخضور) Chlorophyll التي تعطي اللون الأخضر إلى كثير من الخلايا النباتية، وتوجد في خلايا أوراق النباتات الخضراء وسيقانها، كما توجد في الطحالب الخضراء.

ترجع أهمية البلاستيدات الخضراء إلى ضرورتها في عملية البناء الضوئي Photosynthesis وذلك بامتصاص الطاقة الضوئية للشمس وتحويلها إلى طاقة كيميائية مختزنة لإنتاج الغذاء (الكربوهيدرات) من الماء وثاني أوكسيد الكربون.

ثاني أوكسيد الكربون + ماء $\xleftarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{ضوء}}$ سكر جلوكوز + أوكسجين

وبذلك فالبلاستيدات تعمل عكس عمل المايتوكوندريا وظيفياً. كيف ؟



الشكل (10): بلاستيدات خضراء تبين طبقات الجرانا

تتكون البلاستيدات الخضراء من غشاء خارجي أملس لحماية الأجزاء الداخلية وكذلك من أغشية داخلية تعرف باسم ثايلاكويد Thylakiod مرتبة على شكل أقراص بعضها فوق بعض تعرف بالجرانا Grana تحمل مادة الكلوروفيل وتتصل معاً بخيوط غشائية. أما الفراغ بين الأغشية في البلاستيدة فيتكون من سائل يحيط بالجرانا ويسمى الحشوة. تحتوي البلاستيدات على مادة وراثية (الدنا، DNA) وبعض الإنزيمات.

2. البلاستيدات غير الملونة (البيضاء)

أ. هي بلاستيدات عديمة اللون (بيضاء) وظيفتها خزن المواد الغذائية على النحو التالي:

ب. تُخزن المواد النشوية في جذور النباتات مثل: البطاطا والكسافا وفي

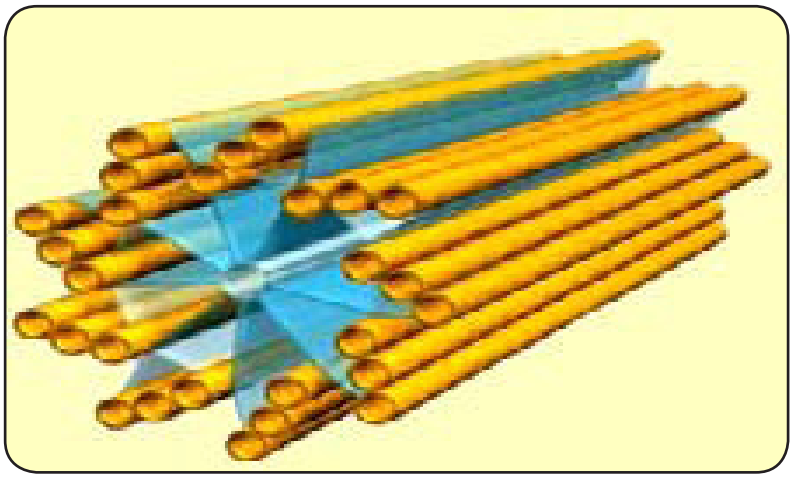
سيقانها مثل درنات البطاطس.

ج. تُخزن البروتين في بذور البقوليات مثل: الفول المصري واللوبيا والفاصوليا.

د. تُخزن الزيوت في بذور بعض النباتات: مثل السمسم والفول السوداني والقطن.

(ز) السنتريولات (الأجسام المركزية) Centrioles

هي أجسام سيتوبلازمية أسطوانية الشكل تتجمع في مجموعة متوازية (الشكل 11).



الشكل (11): السنتريولات

توجد السنتريولات عادة بالقرب من النواة في الخلايا الحيوانية والطحالب والفطريات ولا توجد في خلايا النباتات الراقية. وتُؤدي السنتريولات دوراً مهماً في عملية انقسام الخلية.

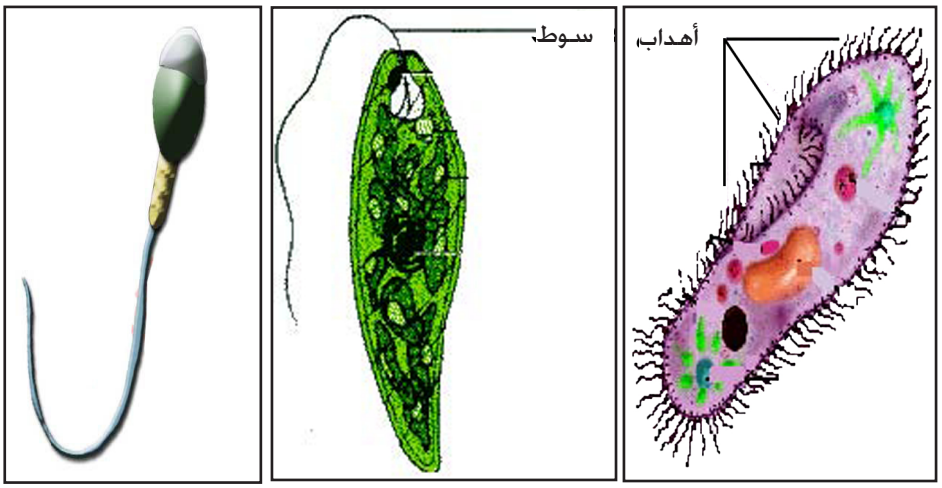
(ح) الأجسام الدقيقة Microbodies

تراكيب صغيرة توجد في خلايا الحيوانات و خلايا النباتات، وتنتشر على هيئة حويصلات تحيط بها أغشية من السيتوبلازم، وتحتوي على إنزيمات أكسدة

متخصصة تحوِّل المواد الزائدة عن الحاجة أو المواد السامة إلى مواد مُفيدة للجسم أو مواد غير ضارَّة.

(ط) الأسواط والأهداب Flagella and Cilia

هي زوائد دقيقة تبرز من الغشاء البلازمي ولا يوجد اختلاف بينها في التركيب الداخلي غير أن السوط يكون أكثر طولاً من الهدب (الشكل 12).



الأهداب في البراميسيوم السوط في اليوجلينا السوط في الحيوان المنوي

الشكل (12): الأهداب والأسواط

تشكل الأسواط والأهداب عضيات الحركة الخلوية إذ تُستخدم الأسواط كذيول والأهداب كمجاديف لتمكّن الكائنات وحيدة الخلايا الانتقال في وسطها المائي وتوجه الغذاء نحو الخلية.

توجد الأسواط في الطحالب وحيدة الخلايا مثل الكلاميدوموناس وفي السوطيات من الحيوانات الأولية مثل اليوجلينا (الشكل 12)، كما توجد في

الأمشاج المذكرة (الحيوانات المنوية) (الشكل 12). كما أنَّ الأهداب توجد في الكائنات الحية وحيدة الخلايا مثل البراميسيوم (الشكل 12).

(ي) الفجوات الخلوية Vacuoles

هي تراكيب غشائية على شكل أكياس وحويصلات مملوءة بسائل أو عصارة. تخلو الخلايا الحيوانية من هذه الفجوات بينما تحتوي الخلايا النباتية على فجوة كبيرة يزداد حجمها بازدياد نضوج الخلية، وتشكل الفجوة 80%–90% من حجم الخلية النباتية المُسنَّة وتكون محاطة بقليل من السيتوبلازم (الشكل 6أ).

(ك) جدار الخلية Cell Wall

عبارة عن غلاف قوي أو صلب محدود المرونة، يحيط بالغشاء البلازمي للخلايا النباتية، ويتخذ أشكالاً مختلفة، ويتركب من مادة كربوهيدراتية معقدة التركيب تسمى السليولوز Cellulose تعطي دُعامة أفضل للنبات.

تدريب (4)

ضع كل كلمة أو عبارة من القائمة (أ) مع ما يناسبها من القائمة (ب)

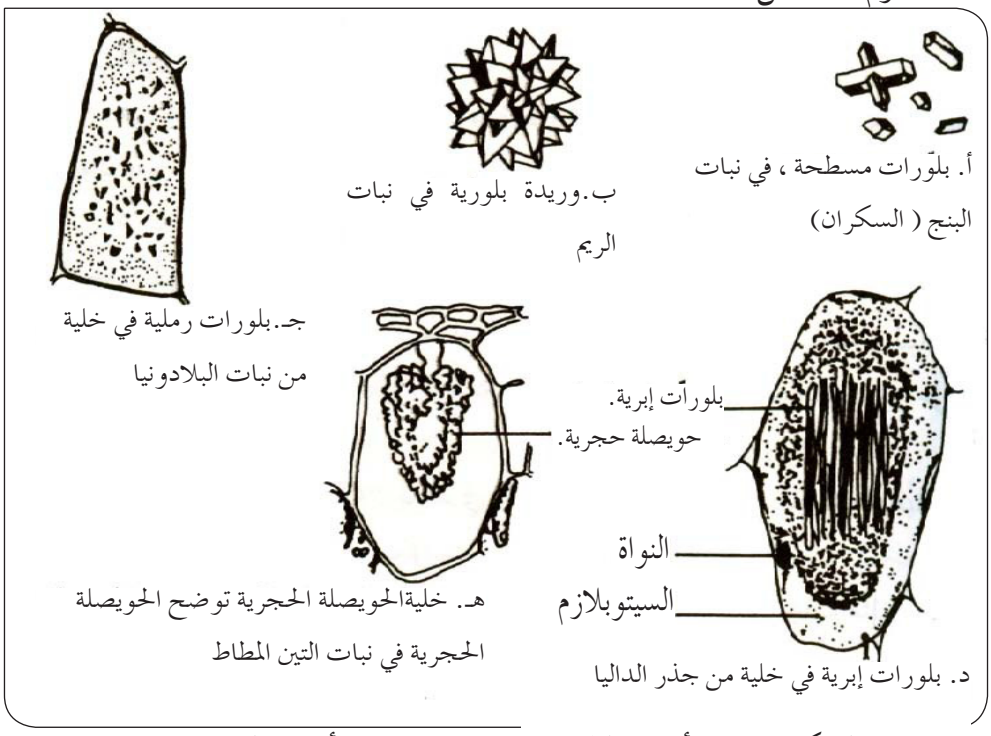
القائمة أ	القائمة ب	القائمة أ
غشاء البلازما	بناء البروتين	
السيتوبلازم	البنكرياس	
الشبكة الاندوبلازمية	خزن المواد الغذائية	
الريبوسومات	جرانا	
أجسام جولجي	نفاذية اختيارية	
الليسوسومات	تحويل المواد السامة إلى مواد غير سامة	
البلاستيدات الخضراء	انقسام الخلية	
البلاستيدات البيضاء	دعامة الخلية	
السنتريولات	خلايا الدم البيضاء	
ثايلاكويد	البناء الضوئي	
الأجسام الدقيقة	بيئة العمل في الخلية	
الأهداب		

ثانياً: المحتويات غير الحية في السيتوبلازم

تتكون هذه المحتويات نتيجة لنشاط الخلية، وتكثر في الخلايا الناضجة (المُسِنَّة) وتقل في الخلايا حديثة النشأة، وتوجد في صورة أجسام صلبة أو شبه صلبة وتشمل ما يلي:

أ- البلورات Crystals

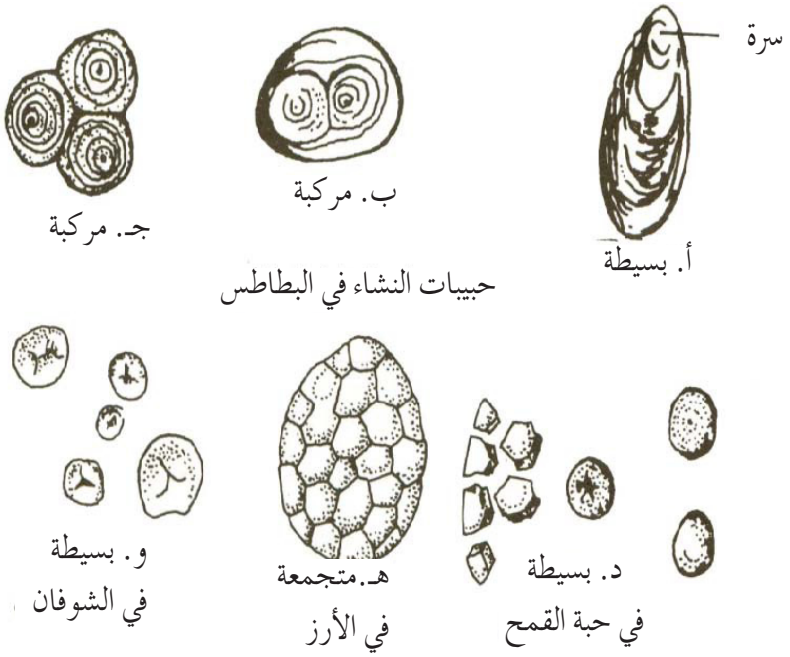
تتكون البلورات من الأملاح العضوية غير الذائبة مثل أكسلات الكالسيوم (الشكل 13).



الشكل (13): أنواع البلورات في خلايا بعض أنواع النباتات

ب- حبيبات النشا Starch Granules

تتكون هذه الحبيبات في الخلايا النباتية الخضراء بعد عملية البناء الضوئي، وتخزن في أماكن التخزين **كالبذور** النشوية (الذرة ، الأرز ، القمح) وفي **السيقان** كما في البطاطس (الشكل 14).



الشكل (14): أنواع حبيبات النشا في خلايا البطاطس، القمح، الأرز، والذرة

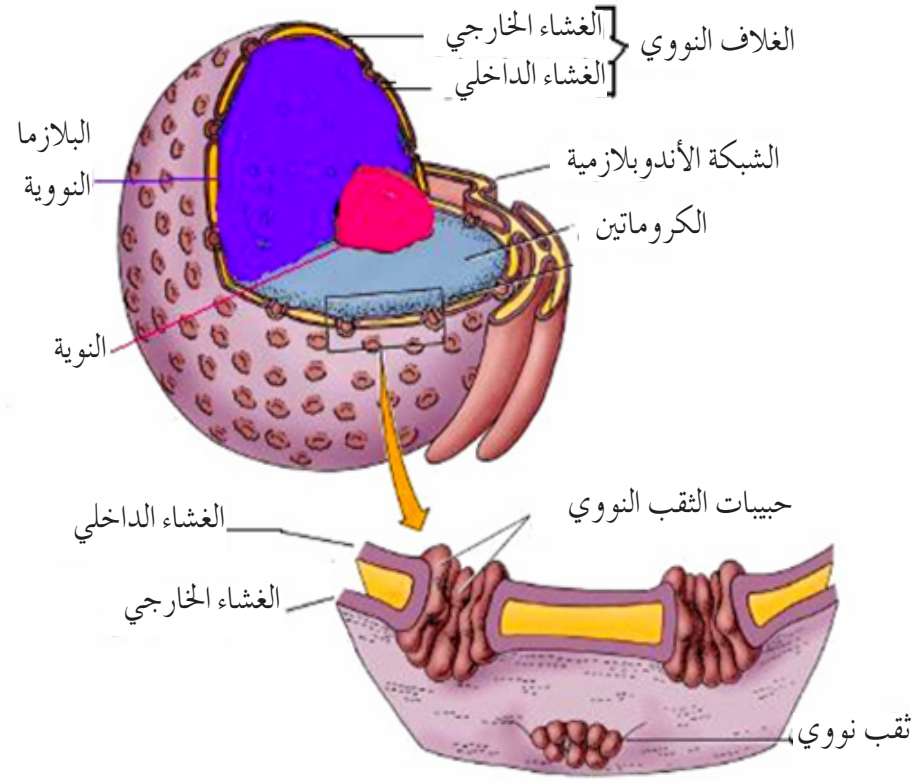
3.3 النواة Nucleus

هي أبرز مكونات الخلية وأكثرها وضوحاً، ولشكلها علاقة بالشكل العام للخلية، فهي كروية الشكل في الخلايا المستديرة، ومستطيله في الخلايا المستطيلة، وغير منتظمة كما في أنوية كرويات الدم البيضاء (الشكل 15). تتوسط النواة عادة الخلايا الحيوانية (الشكل 6ب)، ولكنها تبدو جانبية الوضع في الخلايا النباتية (الشكل 6أ).

الشكل (15): كرية دم بيضاء متعادلة

- **تركيب النواة**

من الناحية التركيبية تتكون النواة من الآتي (الشكل 16):



الشكل (16): تركيب النواة

1. الغلاف النووي (الغشاء النووي) Nuclear Membrane

يحيط بالنواة ويحفظ مكوناتها، ويتركب من غشاءين، داخلي وخارجي. بالغلاف النووي ثقوب صغيرة جداً تسمح باتصال مباشر بين محتويات النواة وسيتوبلازم الخلية وبالتالي تنظم تبادل حركة المواد الغذائية بين النواة والسيتوبلازم.

2. السائل النووي Nuclear Sap

سائل يملأ النواة ويحتوى على بروتينات ومواد سكرية وأحماض أمينية وإنزيمات. ويوفر السائل النووي الظروف الحيوية اللازمة للتراكيب النووية،

ويمكّن المادة الوراثية من أداء وظيفتها.

3. النوية Nucleolus

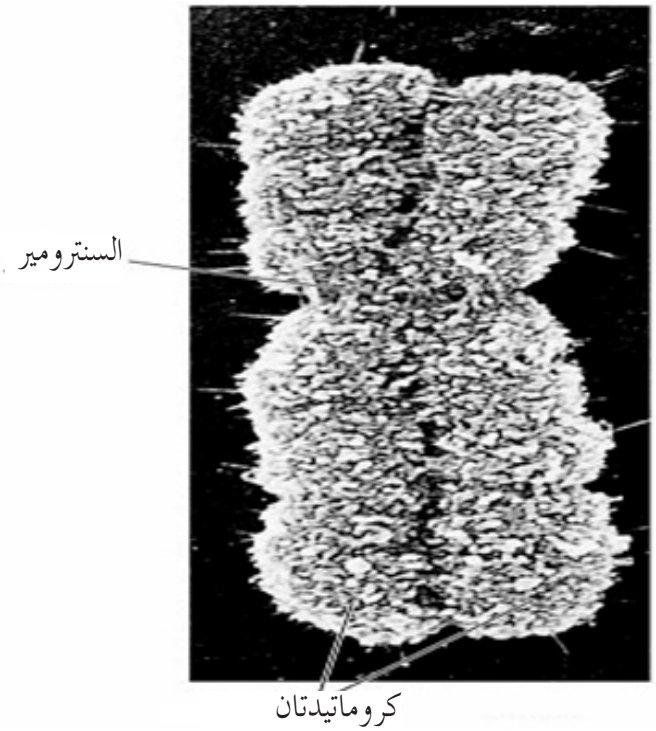
توجد بكل نواة نوية واحدة أو أكثر. والنوية جسم صغير كروي الشكل وغني بالأحماض النووية والبروتينات، وللنوية علاقة مباشرة بتكوين البروتينات.

4. شبكة الكروماتين Chromatin Reticulum

هي خيوط رفيعة ملتفة حول بعضها فتبدو كالشبكة، وتستجيب بشدة للصبغات الكيميائية. تتركب شبكة الكروماتين من أحماض نووية وبروتينات. وعند انقسام الخلية، تقصر الخيوط وتغلظ فتسمى حينها بالصبغيات (الكروموسومات) وهي الحاملة للمادة الوراثية.

يتكون كل صبغي من **خيطين**، يسمى كل منهما بالكروماتيدة Chromatid، يلتصقان معاً في منطقة معينة تعرف **بالسنترومير** Centromere (الشكل 17).

تحتوي كل كروماتيدة على مجموعة من الجينات. وتحتوي خلايا كل نوع من الكائنات الحية على عدد ثابت من الصبغيات، فمثلاً عددها في الإنسان 46 وفي الأبقار 60 وفي نبات القمح 42.



الشكل (17): تركيب الصبغي (الكروموسوم)

تدريب (5)

1. ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة:

أ- العضيات الخلوية المُشتركة بين الخلايا النباتية والحيوانية هي:

1) البلاستيدات. 2) الجدار الخلوي السليولوزي.

3) المريكز. 4) الميتوكوندريا.

ب- الارتباطات التالية صحيحة فيما يتعلق بالتركيب والوظيفة عدا:

1) النوية – إنتاج الرايبوسومات.

2) الجسم الهاضم – الهضم الخلوي.

3) أجسام جولجي – خزن الافرازات.

2. ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة وعلامة (×) أمام الإجابة الخطأ:

أ. عدد الكروماتيدات في الإنسان 46 كروماتيدة. ( )

ب. تفتقر البكتيريا للعضيات الخلوية.( )

جـ . من وظائف السائل النووي أنه يمكن المادة الوراثية من أداء وظائفها. ( )

د. تحتل النواة وضعاً جانبياً في خلايا الإنسان. ( )

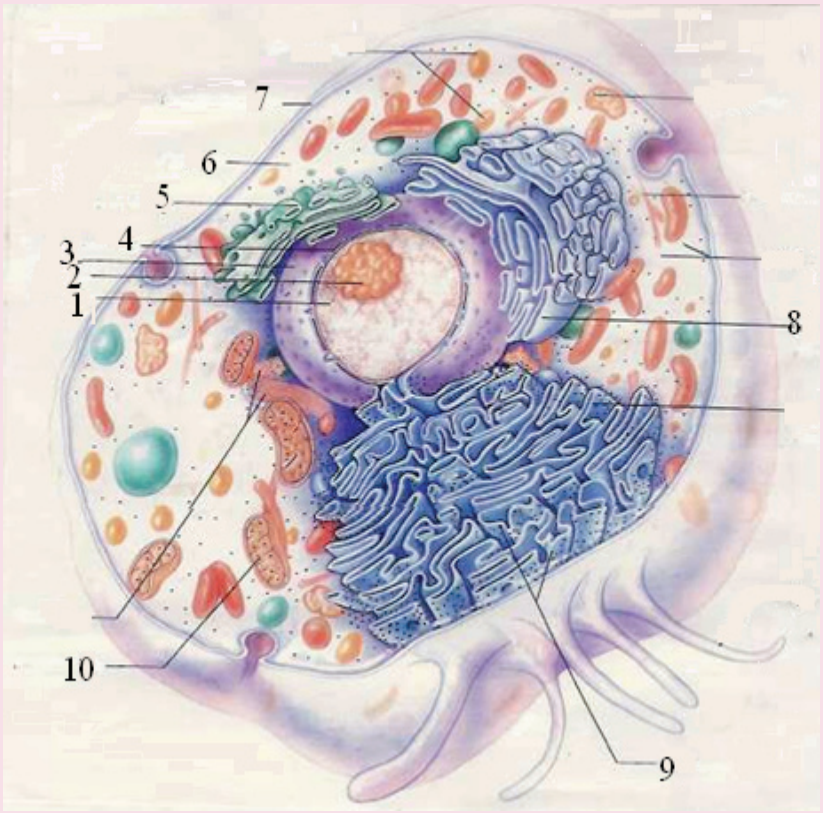
هـ. شبكة الكروماتين هي حاملة المادة الوراثية في الخلية. ( )

تدريب (6)

العضيات التالية مبينة في الشكل أدناه:

النواة – النوية – الميتوكوندريا – شبكة الكروماتين – أجسام جولجي – غشاء البلازما – الشبكة الاندوبلازمية الناعمة – السيتوبلازم – الغشاء النووي – الشبكة الاندوبلازمية الخشنة.

اكتب أسماء الأعضاء المشار إليها بالأرقام من 1 إلى 10



أسئلة تقويم ذاتي

أجب عن الآتي:

1. اذكر بإختصار نظرية الخلية ؟
2. عرِّف الآتي:

   أ . غشاء البلازما، ب. السيتوبلازم، ج. النواة،

   د. الخلية، هـ. الرايبوسومات، و. الليسوسومات.
3. عدِّد وظائف غشاء البلازما.
4. صف العُضيَّات السيتوبلازميَّة الحيَّة وبيِّن وظائف كلٌّ منها، مُستعيناً بالرسم المُسمَّى ما أمكن.
5. مُستعيناً بالرسم المُسمَّى، بيِّن المُحتويات السيتوبلازميَّة غير الحيَّة.
6. وضِّح الدور الحيوي الذي تؤدِّيه الأجسام الهاضمة في الخلية.
7. اشرح تركيب نواة الخلية رابطاً الشكل بالوظيفة، مع الاستعانة بالرسم المُسمَّى.

4. تصنيف الخلايا

تُصنّف الخلايا من حيث التركيب إلى :-

أ. خلايا بدائية الأنوية Prokaryotic Cells

ب. خلايا حقيقية الأنوية Eukaryotic Cells

1.4 خلايا بدائية الأنوية Prokaryotic Cells

هي خلايا بسيطة نسبياً، وليس لها غشاء نووي، وتتكون المادة الوراثية فيها من جزيء واحد من الدنا (DNA) يأخذ شكلاً حلقياً، وهى بهذا تفتقر إلى أنوية حقيقية تماثل أنوية الخلايا حقيقية النواة.

تفتقر بدائيات الأنوية للعضيات الخلوية كالميتوكوندريا والبلاستيدات ولا توجد بها فجوات. ومن أمثلة بدائيات الأنوية، نذكر البكتيريا والطحالب الخضراء المزرقة.

2.4 خلايا حقيقية الأنوية Eukaryotic Cells

هي خلايا تحتوي على أنوية حقيقية، وتتكون مادتها الوراثية من عُدَّة جُزيئات من الدنا (DNA)، ويحيط بأنويتها أغشية نووية، وتحتوي على العديد من العضيات. ويميّز وجود النواة الكائنات الحية حقيقية النواة عن بدائية النواة.

جدول (1): مقارنة بين الخلايا بدائية الأنوية والخلايا حقيقية الأنوية (النباتية والحيوانية)

الرقم	التركيب (وجه المُقارنة)	الخلية بدائية النواة	الخلية حقيقية النواة	
			الخلية الحيوانية	الخلية النباتية
1	غشاء الخلية	موجود	موجود	موجود
2	جدار الخلية	موجود	غير موجود	موجود ويحتوي على السليولوز
3	الغلاف النووي	غير موجود	موجود	موجود
4	الصبغيات	غير موجودة وتتكون مادتها الوراثية من دنا حلقي الشكل	تتكون من دنا وبروتين، وتكون خيطية الشكل	تتكون من دنا وبروتين، وتكون خيطية الشكل
5	المايتوكوندريا	غير موجودة	موجودة	موجودة
6	الشبكة الاندوبلازمية	غير موجودة	موجودة	موجودة
7	أجسام جولجي	غير موجودة	موجودة	موجودة
8	البلاستيدات	غير موجودة	غير موجودة	موجودة
9	الرايبوسومات	موجودة	موجودة	موجودة
10	الفجوات العصارية	غير موجودة	صغيرة الحجم أو غير موجودة	موجودة وكبيرة الحجم
11	السنتريولات	غير موجودة	موجودة	غير موجودة في النباتات الراقية
12	الليسوسومات	غير موجودة	غالباً موجودة	غالباً غير موجودة
13	أهداب	غير موجودة	موجودة في بعض أنواع الخلايا	غير موجودة في النباتات الراقية

5. كيمياء الخلية

الخلية أشبه بمصنع كيميائي ضخم، وتحدث به آلاف التفاعلات الكيميائية في لحظة معينة، حيث يتم بناء جزيئات كبيرة ومعقدة من جزيئات بسيطة (عملية بناء). كما يتم تحطيم جزيئات كبيرة لاستخلاص الطاقة منها (عملية هدم). وتسمى هذه التفاعلات أي **تفاعلات البناء والهدم** بعمليات **الأيض** Metabolism.

وكما ذكرنا سابقاً **فالخلية عبارة عن كتلة من مادة الحياة التي تعرف بالبروتوبلازم** Protoplasm. ويحتوى البروتوبلازم على 35 عنصراً تقريباً، منها أربعة عناصر تعرف **بالعناصر الكبرى** وهى الأوكسجين والكربون والهيدروجين والنيتروجين، وهى عناصر موجودة في بروتوبلازم جميع الكائنات الحية. ويعتبر عنصر الكربون أهم العناصر الأربعة لأنه يتميّز بصفات كيميائية تساعده في تكوين الجزيئات والمركبات المعقدة الموجودة في البروتوبلازم. كما يحتوى بروتوبلازم معظم الكائنات الحية على عناصر أخرى تعرف **بالعناصر الأساسية**. منها الصوديوم، الماغنسيوم، الفسفور، الكبريت، الكلور، البوتاسيوم، الكالسيوم، الحديد. **وتكوِّن العناصر الكبرى والأساسية نوعين من المركبات هي:**

أولاً: المركبات غير العضوية Inorganic Compounds

ثانياً: المركبات العضوية Organic Compounds

1.5 المركبات غير العضوية Inorganic Compounds

هي الماء والأملاح المعدنية والأحماض والقواعد والغازات (أوكسجين وثاني أوكسيد الكربون).

أ- الماء Water

الماء أساس الحياة إذ لا حياة بدونه . قال تعالى :

﴿ أَوَلَمْ يَرَ ٱلَّذِينَ كَفَرُوٓاْ أَنَّ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَٰهُمَاۖ وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّۖ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٣٠﴾ ﴾ (الأنبياء 30.)

ويشكل الماء حوالي 60 % إلى 70 % من بروتوبلازم الخلية. وتعود أهمية الماء إلى الآتي:

1. يدخل في **تركيب جميع خلايا وأنسجة وأعضاء الجسم**.
2. يسبب الليونة والمرونة في الجسم.
3. مادة مذيبة ووسط مشتت لجزئيات المحاليل.
4. يدخل في معظم التفاعلات الكيميائية.
5. يحافظ على ثبات درجة حرارة الجسم.
6. يساعد على التخلص من نفايات الجسم الضارة أو الزائدة (مثلاً البول والعرق).

ب- الأملاح المعدنية Mineral Salts

تشكل الأملاح المعدنية 1% من وزن البروتوبلازم، ومن أهم الأملاح المعدنية ملح الطعام (كلوريد الصوديوم).

توجد الأملاح المعدنية في خلايا الجسم على صورة محاليل مذابة فيها أيونات العناصر المكونة لها. ومن الأيونات الموجودة داخل بروتوبلازم الخلايا أيونات البوتاسيوم والفوسفات والكالسيوم والصوديوم. وتعمل هذه الأيونات على:

1. المحافظة على التوازن الأيوني في جسم الكائن الحي وبالتالي تؤثر على خواص البروتوبلازم. فزيادة كمية أيونات الكالسيوم في جسم الإنسان، على سبيل المثال، ينتج عنها تصلب سيتوبلازم الخلية وبالتالي انقباض (تقلص) خلايا ألياف العضلات.
2. المساعدة في حفظ مستوى الضغط الاسموزي للخلية.

ج- الغازات Gases

يحتوى بروتوبلازم الخلية على بعض الغازات منها غاز الأوكسجين وهو ضروري لعملية تأكسد الغذاء لإنتاج الطاقة، كما يحتوى على غاز ثاني أوكسيد

الكربون كناتج من نواتج عملية الأيض، إلَّا أنَّ أهميته تظهر بصورة أكبر في النباتات الخضراء لضرورته في عملية البناء الضوئي.

تدريب (7)

1. ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة:
   أ. الماء مركب غير عضوي مهم للخلية للأسباب الآتية:
   ب. يدخل في معظم التفاعلات الكيميائية.
   ج. يحافظ على ثبات درجة الحرارة.
   د. مادة مذيبة ووسط لجزئيات المحاليل.
   هـ. يساعد على التخلص من نفايات الجسم الضارة.
   و. كل ما ذكر صحيح.
2. أيونات العناصر المكونة للأملاح المعدنية في خلايا الجسم تعمل على:
   أ. حفظ مستوى الضغط الإسموزي للخلية.
   ب. زيادة الأيونات في الجسم.
   ج. رفع الضغط الإسموزي للخلية.
   د. خفض الأيونات في الجسم.
   هـ. كل ما ذكر خطأ.

2.5 المركبات العضوية Organic Compounds

هي المركبات الكربوهيدراتية والدهون والبروتينات والإنزيمات والأحماض النووية وتوجد في جميع الخلايا، سواء كانت حيوانية أو نباتية. وفيما يلي عرضٌ مُختصر لهذه المُركَّبات:

أ- الكربوهيدرات Carbohydrates

هى مصدر أساسي للطاقة في الخلايا الحية.

توجد الكربوهيدرات كمواد غذائية مختزنة في جدر الخلايا النباتية على هيئة سليولوز وعلى هيئة نشا في البروتوبلازم. أما في الإنسان وفي الحيوانات الأُخرى، فإنها توجد على شكل جلايكوجين (نشا حيواني) في الكبد والعضلات.

ب- الدهون (الليبدات) Lipids

هي مواد عضوية تتركب من الكربون والهيدروجين والأوكسجين.

ومن صفاتها أنها:

1. عديمة الذوبان في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل الكحول والبنزين.
2. تختزن كمية كبيرة من الطاقة إذا ما قورنت بالمركبات العضوية الأخرى.
3. تشترك مع البروتينات في تركيب كثير من أجزاء الخلية كغشاء الخلية والشبكة الاندوبلازمية، كما أنها مصدر مهم لإنتاج الطاقة؛ وتحمل الفايتامينات التي تذوب فيها.

تمنع فقد حرارة الجسم عن طريق الإشعاع والتوصيل.

ج- البروتينات Proteins

توجد البروتينات بوفرة في بروتوبلازم الخلية، وتعد المادة الأساسية في بناء خلايا الجسم، وتتركب من الكربون والهيدروجين والأوكسجين والنيتروجين،

كما أنها قد تحتوي على عناصر أخرى كالكبريت والفسفور والحديد. ومن أمثلة البروتينات في جسم الإنسان نورد ما يلي:

1. الهيموجلوبين: يوجد في كريات الدم الحمراء ووظيفته نقل الأوكسجين.
2. الفيبرين: يوجد في الدم وله علاقة بتجلطه.
3. الإنسولين: وهو هرمون تفرزه غدة البنكرياس لتنظيم مستوى السكر في الدم.

وللبروتينات وظائف متعددة في الجسم نذكر منها الآتي:

1. **بناء خلايا وأنسجة الجسم** إمَّا للنمو أو لتجديد ما تلف منها.
2. تشترك مع الدهون في **بناء معظم أجزاء الخلية**.
3. تدخل في **تركيب** بعض المركبات المهمة في الجسم **كالإنزيمات والهرمونات**.
4. تستخدم **لإنتاج الطاقة** إذا ما دعت حاجة الجسم لذلك وخاصة عند نفاد المواد الكربوهيدراتية والدهون.

د- الأحماض النووية Nucleic Acids

مركبات عضوية معقدة توجد في نواة الخلية، وتتحكم في العمليات الأساسية للكائنات الحية. يوجد نوعان من الأحماض النووية:

1. **الحامض النووي الرايبوزي منقوص الأوكسجين Deoxyribonucleic Acid** ويعرف هذا الحامض اختصاراً بالدنا (DNA) ويوجد في نواة الخلية وبالتحديد في صبغيات (كروموسومات) الخلية. ويمثل المادة الوراثية التي تتحكم في انتقال الصفات الوراثية في الكائنات الحية من جيل إلى آخر.
2. **الحامض النووي الرايبوزي Ribonucleic Acid** ويعرف اختصاراً بالرنا (RNA).

يتكون كل من الحمضين النوويين (الدنا والرنا) من وحدات تسمى النيوكليوتيدات Nucleotides، وتتألف كل وحدة من :-

سكر الرايبوز أو الديوكسي رايبوز.

مجموعة الفوسفات.

قاعدة نيتروجينية.

تدريب (8)

1. ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة:

الكربوهيدرات في الخلية هي:

أ. السيليولوز في الخلايا النباتية.

ب. النشأ في البروتوبلازم.

ج. الجلايكوجين في الكبد والعضلات في الإنسان والحيوان.

د. كل ما ذكر صحيح.

2. اكمل الفراغات التالية:

(1) من صفات الدهون أنها:

أ. تذوب في .....ولا تذوب في .....

ب .تدخل في تركيب.....

ج. مصدر مهم لإنتاج.....

د. تعمل على حفظ.....بالجسم.

(2) من بروتينات الجسم المعروفة:

أ. الهيموجلوبين ووظيفته.....

ب. الفيبرين ووظيفته.....

ج. الإنسولين ووظيفته.....

(3) الحامضان النوويان هما:

أ. .....

ب. .....

ج. أيهما يمثل المادة الوراثية في الكائنات الحية ؟

6. انقسام الخلية Cell Division

من أهم مميزات الخلايا الحية قدرتها على النمو والانقسام وتكوين خلايا مشابهة تماماً للخلية الأصلية (الأم)، وانقسام الخلايا هو أساس النمو والتكاثر في الكائنات الحية. هناك عدة أنواع لانقسام الخلية، تؤدى كلها إلى زيادة عدد الخلايا. ويحدث انقسام الخلية، عادةً، في خطوتين أساسيتين ومتعاقبتين، هما انقسام النواة وانقسام السيتوبلازم.

طرق انقسام الخلايا:

سنستعرض طريقتين لانقسام الخلايا هما: الانقسام الفتيلي Mitosis والانقسام الاختزالي Meiosis.

1.6 الانقسام الفتيلي (غير المباشر، الخيطي، الميتوزي) Mitosis

يحدث الانقسام الفتيلي (غير المباشر) في الخلايا الجسدية (الجسمية) للكائنات الحية وحيدة الخلية وعديدة الخلايا على السواء، ولكن **يختلف الهدف من الانقسام** في كل منهما. ففي الكائنات وحيدة الخلية يكون الهدف **هو التكاثر أو زيادة العدد**، أما في الكائنات **عديدة الخلايا** فإن الغرض منه **النمو أو تعويض وتجديد أنسجة الجسم التالفة**. أي أن الانقسام غير المباشر هو الطريقة التي بوساطتها تنمو الكائنات الحية عديدة الخلايا وعن طريقها يتم تجديد الخلايا الميتة باستمرار؛ فمثلاً تتجدد خلايا الأمعاء باستمرار نتيجة لموت قسم كبير منها في عمليتي الهضم والامتصاص، وكذلك إذا جرح الإنسان فإن الخلايا المجاورة للجرح تنشط وتنقسم حتى تغلق الجرح. وفي الحيوانات التي لها القدرة على تجديد الجزء المقطوع أو التالف منها فقد تنقسم انقساماً غير مباشر بهدف التعويض، **فالوظيفة الأساسية للانقسام الفتيلي هي تكوين نواتين متطابقتين وراثياً مع بعضهما ومع نواة الخلية الأم التي أنتجتهما.**

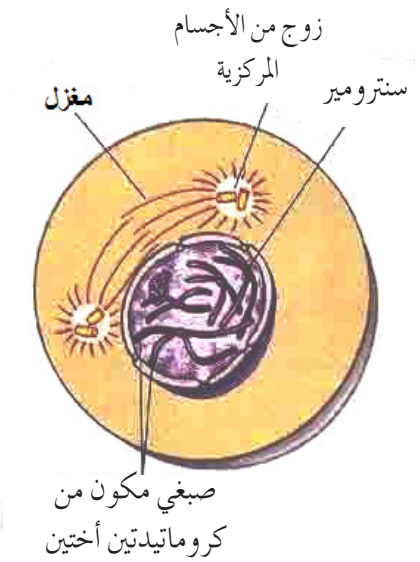
أولاً: أطوار الانقسام الفتيلي في الخلايا الحيوانية

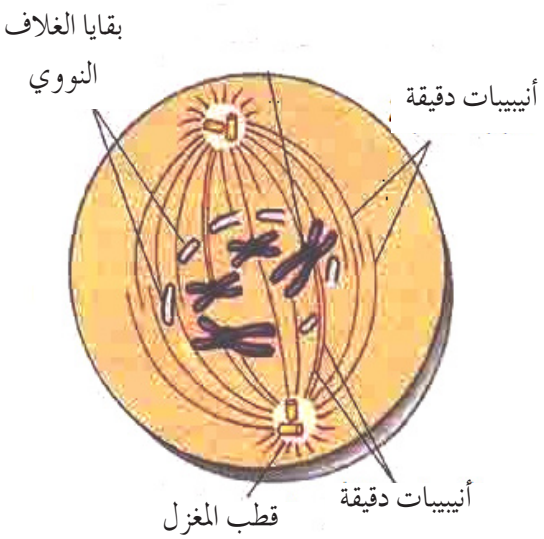
عملية الانقسام الفتيلي عملية مستمرة، وتقسم أطوار الانقسام عادة إلى أربعة أطوار (الشكل 18) وهي:

1. الطور التمهيدي Prophase

تسبق هذا الطور مرحلة **تتهيأ** فيها الخلية للانقسام، وتوصف الخلية في هذه المرحلة بأنها في حالة **نشاط حيوي وفسيولوجي مستمر**. وأهم ما يحدث للخلية قبل الدخول في عملية الانقسام هو مضاعفة المادة الوراثية، وتعرف هذه المرحلة **بالطور البيني Interphase**.

يعتبر الطور التمهيدي أول مراحل انقسام الخلية حيث تظهر الشبكة الكروماتينية في هيئة خيوط رفيعة تسمى الصبغيات (الكروموسومات)، وعددها ثابت في النوع الواحد (للإنسان 46)، ويبدو كل صبغي مكوناً من خيطين رفيعين متشابهين تماماً وملتصقين في نقطة تسمى السنترومير ويسمى كل خيط كروماتيدة Chromatid. كما ينقسم الجسم المركزي (السنتريول) إلى جزئين يبتعدان عن بعضهما ليتخذا موقعين (موضعين) متقابلين في قطبي الخلية ثم يحاط كل جسم مركزي، وفي شكل شعاع، بعدد من الأنيبيبات الدقيقة ويصبح الجسم نتيجة لهذا نجمي الشكل ويسمى النجم. ثم تبدأ الخيوط المغزلية بالتشكل والظهور وتقصر الصبغيات وتغلظ وتتصل بالخيوط المغزلية بوساطة السنترومیرات وتبدأ التحرك في اتجاه وسط الخيوط المغزلية الذي يسمى خط الاستواء (الشكل 18أ). وتبدأ النوية بالاختفاء وفي نفس الوقت يبدأ الغشاء النووي في الانحلال والاختفاء تدريجياً معلناً نهاية الطور التمهيدي.

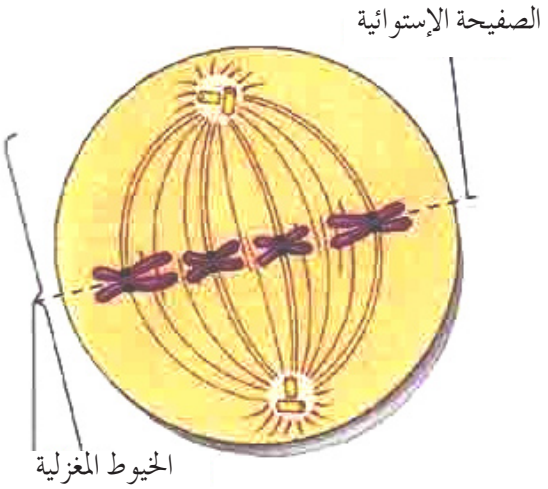




الشكل (18 أ): الطور التمهيدي

2- الطور الاستوائي Metaphase

تبدو الصبغيات في هذه المرحلة قصيرة وغليظة وتنتظم عند خط استواء الخيوط المغزلية التي ترتبط بها بحيث يصبح كل صبغي في وضع عمودي على المحور الطولي للمغزل، وتكوِّن الصبغيات في هذا الوضع ما يُسمَّى الصفيحة الاستوائية. في هذه المرحلة تظهر كروماتيدتا كل صبغي بوضوح وينقسم سنترومير كل صبغي وبالتالي تتهيأ كل كروماتيدة للانفصال عن الأخرى (الشكل 18ب).



الشكل (18 ب): الطور الاستوائي

3 -الطور الانفصالي Anaphase

بعد انقسام السنترومیرات تبدأ الكروماتيدات في الابتعاد عن بعضها ببطء، مشدودة بالخيوط المغزلية إلى قطبي الخلية، وبهذا تتشكل مجموعتان متشابهتان من الصبغيات عند قطبي الخلية (46 صبغي في كل قطب في الإنسان) (الشكل 18 ج).

الشكل (18 ج): الطور الانفصالي

4 – الطور النهائي Telophase

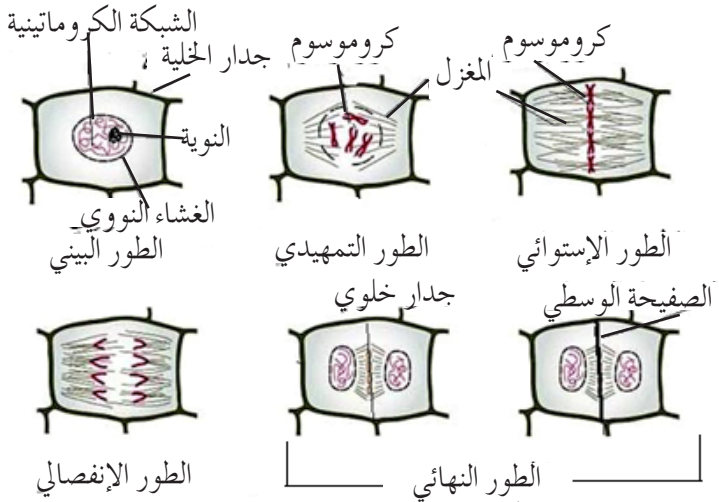
هو الطور الأخير في عملية الانقسام، حيث تبدأ الخيوط المغزلية بالاختفاء ويحدث تخصر في السيتوبلازم، ويتكون سنتريول جسم مركزي جديد في كل قطب، ويبدأ الغشاء النووى والنوية بالظهور. ثم يزداد تخصر السيتوبلازم ويمتد إلى وسط الخلية حتى يتم انفصاله إلى قسمين. وهكذا تُنتج خليتان جديدتان في كل منهما عدد متساوٍ من الصبغيات (الشكل 18 د).

الشكل (18 د): الطور النهائي

ثانياً: أطوار الانقسام الفتيلي في الخلايا النباتية

يختلف الانقسام الفتيلي في الخلايا النباتية عنه في الخلايا الحيوانية في الآتي:

1. تتكوَّن الخيوط المغزلية من الأُنيبيبات الدقيقة على الرغم من **عدم وجود** الجسم **المركزي في الخلية**، وتظهر الخيوط المغزلية كأنها تنشأ من قُطْبَيْ الخلية. (الشكل 19).
2. **ينقسم السيتوبلازم** في الخلية النباتية **دون حدوث تخصر** لأنَّ الخلية النباتية مُحاطة بجدار صلب من السليولوز. وبدلاً من حدوث تخصر فإنه عندما تتجمع الصبغيات عند قطبيْ الخلية، يبدأ جدار خلوي جديد في التكوين عند خط استواء المغزل ويمتد هذا الجدار إلى الخارج إلى أن يتكون حاجز كامل يفصل السيتوبلازم المحيط بإحدى النواتين الجديدتين عن السيتوبلازم المحيط بالنواة الأخرى ويعرف هذا الجدار **بالصفيحة الوسطي** (الشكل 19).
3. **لا يتكون جدار خلوي** في الخلية الحيوانية مثلما هو في الخلية النباتية.



الشكل (19): انقسام الخلايا النباتية

تدريب (9)

ضع من القائمة (أ) ما يناسب التعابير من القائمة (ب):

القائمة (أ)	القائمة (ب)	القائمة (أ)
الطور التمهيدي	٤٦ صبغياً	
الطور البيني	تضاعف الصبغيات	
الطور الانفصالي	٢٣ صبغياً	
الخلية الجسدية في الإنسان	اختفاء النوية والغشاء النووي	
الخلية التناسلية في الإنسان	مضاعفة المادة الوراثية	

(أ) يمكن أن نلخص الطور الاستوائي من انقسام الخلية الحيوانية في أربع خطوات، اكتبها:

أ..... ب.....ج.....د.....

(ب) كما يمكن أن نلخص ما يحدث في الطور النهائي من انقسام الخلية الحيوانية إلى ست خطوات هي:

أ..... ب.....ج.....د.....هـ.... و.....

يختلف الانقسام الفتيلي في الخلية الحيوانية عنه في الخلية الحيوانية في الآتي:

أ..... ب..... ج.....

2.6 الانقسام الاختزالي (المُنصِّف، الميوزي) Meiosis

يحدث الانقسام الاختزالي في الخلايا التناسلية للكائن الحي وذلك لتكوين الأمشاج المذكرة (الحيوانات المنوية في الحيوان وحبوب اللقاح في النبات) والأمشاج المؤنثة (البويضات في الحيوان والنبات) لغرض التناسل.

ويختلف الانقسام الاختزالي (الميوزي) عن الانقسام الفتيلي (الميتوزي) في الآتي:

يُخْتزل عدد الصبغيات إلى النصف في أنوية الخلايا التي تنتج عن **الانقسام الاختزالي**، فعلى سبيل المثال:

هناك نوعان من الخلايا في الإنسان: **خلايا جسدية** Somatic Cells وفيها 46 صبغياً – أي عدد زوجي أو ثنائي للصبغيات – ويشار له اصطلاحاً بـ (2n) أما النوع الثاني فهو خلايا تناسلية وفيها 23 صبغياً أي العدد الفردي أو الأُحادي للصبغيات ويشار له بـ (n). فإذا حدث جماع بين الذكر والأنثى والتقي الحيوان المنوي مع البويضة، تندمج نواتاهما ويتكون الزايجوت Zygote وبه العدد الأصلي 46 صبغياً، أي (2n).

يتكون الانقسام الاختزالي من انقسامين متتالين أو متعاقبين هما:

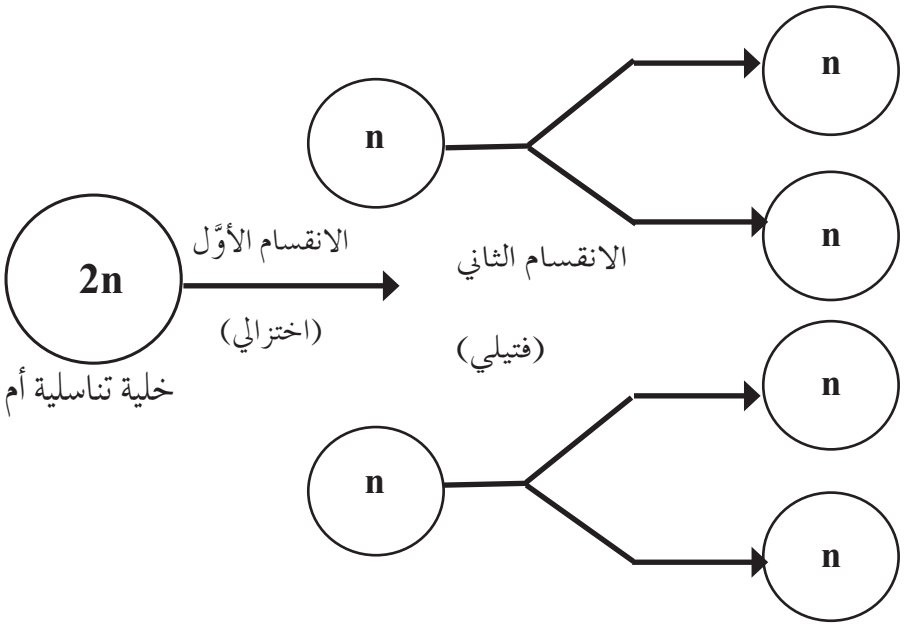
- **الانقسام الاختزالي الأول :**

وفيه يختزل عدد **الصبغيات** (2n) إلى النصف (n) وتنتج عنه نواتان (**خليتان**) جديدتان في كل منهما نصف عدد **الصبغيات** الأصلية (n).

- **الانقسام الاختزالي الثاني:**

وهو **انقسام غير مباشر** (فتيلي) متمم للانقسام الاختزالي الأول حيث أن كل

نواة أو خلية من الخليتين السابقتين الناتجتين من الانقسام الاختزالي الأول تنقسم انقساماً فتيلياً وتكوِّن كُلٌّ منهما خليتين جديدتين، وهكذا تتكون أربع خلايا كنتيجة نهائية للانقسام الاختزالي (الشكل 20).



الشكل (20): مخطط عام للانقسام الاختزالي

أطوار الانقسام الاختزالي

تتشابه أطوار الانقسام الاختزالي مع أطوار الانقسام الفتيلي إلا أنها أكثر **تعقيداً وأطول زمناً**. يتكون الانقسام الاختزالي من انقسامين متعاقبين كما ذكرنا، يسمى الانقسام الأول **الانقسام الاختزالي الأول والثاني الانقسام الاختزالي الثاني**. ويمر كلا الانقسامين في أربعة أطوار هي:

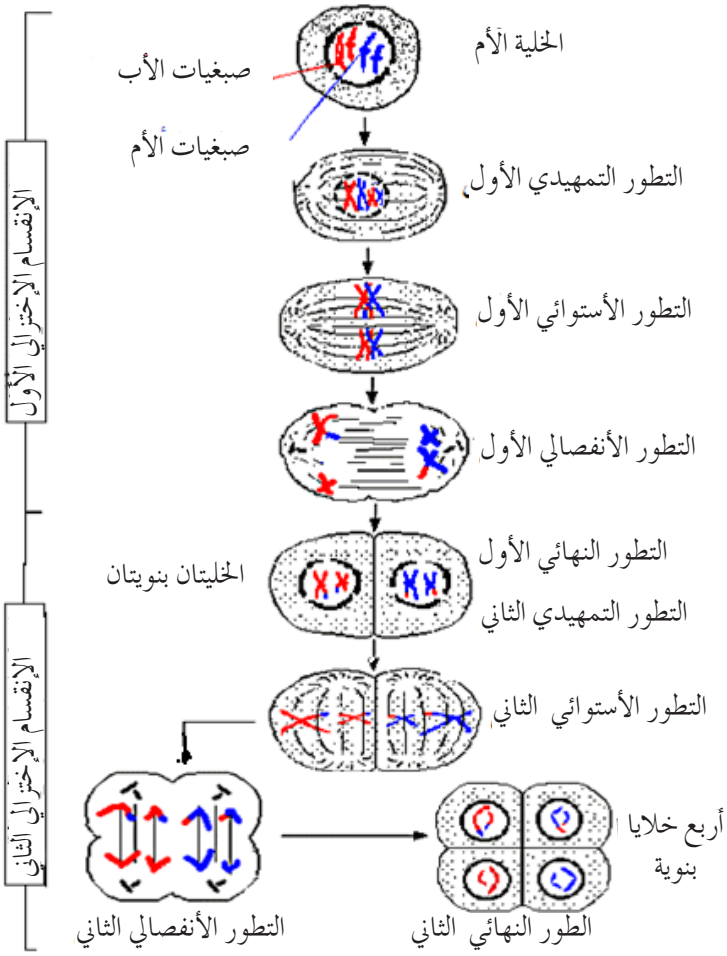
الطور التمهيدي، والاستوائي، والانفصالي، والنهائي، وذلك كالآتي:

(تذكَّر أن الخلية قبل بدء انقسامها تكون في الطور البيني لمضاعفة المادة الوراثية).

1. الانقسام الاختزالي الأول Meiosis I

أ- الطور التمهيدي الأوّل Prophase I

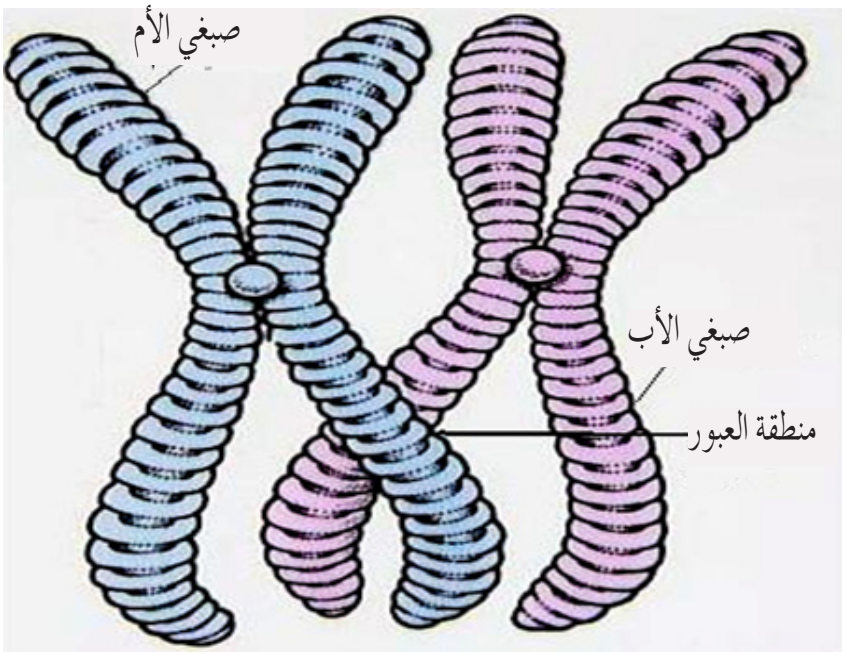
يمثل هذا الطور أطول أطوار الانقسام الاختزالي زمناً وهو أكثر تعقيداً من الطور التمهيدي في الانقسام الفتيلي. ويوضح الشكل (21) خطوات الانقسام الاختزالي كما يلي:



الشكل (21): الانقسام الاختزالي الأول والثاني

تظهر الصبغيات في هذا الطور على شكل أزواج متماثلة تتحرك داخل النواة ليصطف كل صبغي من الأب مع آخر من الأم، و كل صبغي مكوَّن من كروماتيدتين – أي أن كل زوج صبغي مكوّن من أربع كروماتيدات. وفي هذه الأثناء يحدث ما يسمى بظاهرة العبور بين الكروماتيدات. ولعلك تتساءل، عزيزي الطالب، ما أهمية العبور ؟

يتكون كل زوج صبغي متشابه من صبغيين، أحدهما من الأب والأخر من الأم، ويتم عن طريق العبور تبادل أجزاء الكروماتيدات وهذا يعني تبادل الجينات من كلا الأبوين (الشكل 22).



الشكل (22): العبور

ب– الطور الاستوائي الأوَّل Metaphase I

وفيه تصطف أزواج الصبغيات على طول وسط الخلية وعادة يقابل كل صبغي الصبغي المشابه له (أحدهما من الأب والآخر من الأم) وتظهر الخيوط

المغزلية ممتدة من المريكزين في القطبين لتتصل بالصبغيات في السنترومير ات (الشكل 21).

ج- الطور الانفصالي الأوَّل Anaphase I

وفيه ينفصل ويبتعد كلٌّ صبغي عن نظيره إلى أحد قطبي الخلية بسبب جذب أو انكماش الخيوط المغزلية، ويُسحب، عادةً، كلُّ صبغي من نقطة السنترومير إلى أحد القطبين، لذا فإنَّ كروماتيدات الصبغي الواحد لا تنفصل عن بعضها. وبذلك يتجمَّع عند كل قطب نصف العدد الأصلي من الصبغيات (الشكل 21).

د- الطور النهائي الأوَل Telophase I

يكتمل تجمع الصبغيات عند كل قطب ويحدث انقسام سيتوبلازمي ليفصل بين النواتين لتكوين خليتين جديدتين ويبدأ تشكُّل الغلاف النووي. وهكذا تتكون نواتان أو خليتان في كل منهما نصف العدد الأصلي من الصبغيات (n).

2.الانقسام الاختزالي الثاني Meiosis II

يُتمِّم هذا الانقسام، الانقسام الاختزالي الأوَّل ويشبه تماماً في أطواره ما يحدث في الانقسام الفتيلي (غير المباشر) وملخصه، كما يتضح في الشكل (21)، أن كل نواة أو خلية من النواتين أو الخليتين الناتجتين من الانقسام الاختزالي الأول تنقسم انقساماً فتيلياً (غير مباشر) وتتكون نتيجة لذلك أربع خلايا كل منها يحتوي العدد الأحادي من الصبغيات.

تدريب (10)

اكمل:

1. في الانقسام الفتيلي نحصل على.....خلية بكل واحدة.....عدد الصبغيات بالخلية الأم ( )، بينما نحصل في الانقسام الاختزالي على ..... خلية بكل واحدة.....عدد الصبغيات ( ) بالخلية الأم ( ).
2. يحدث الانقسام الفتيلي بالخلايا.....للكائن الحيِّ، في حين يحدث الانقسام الاختزالي بالخلايا.....للكائن الحيِّ.

الجدول(2): مقارنة بين الانقسام الفتيلي والانقسام الاختزالي

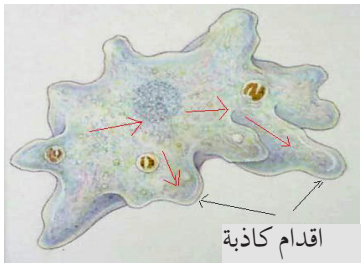
وجه المقارنة	الانقسام الفتيلي	الانقسام الاختزالي
مكان الانقسام	يحدث في الخلايا الجسدية	يحدث في الخلايا التناسلية (الخصية والمبيض ومتك الزهرة ومبيضها)
المرحلة	يتم في مرحلة واحدة	يتم في مرحلتين
الطور التمهيدي	قصير المدة	طويل المدة في الانقسام الاختزالي الأوَّل وقصيرها في الانقسام الاختزالي الثاني
العبور	لا يحدث	يحدث
تبادل المادة الوراثية	لا يحدث	يحدث عن طريق العبور
الطور الاستوائي	يتكون من صف واحد من ثنائي الكروماتيدات	يتكون من صفين من رباعي الكروماتيدات
عدد الصبغيات في الخلايا الناتجة	نفس عدد الصبغيات الموجودة في الخلية الأم (2n)	نصف عدد الصبغيات (n) الموجودة في الخلية الأم
عدد الخلايا الناتجة	خليتان	أربع خلايا
التوزيع الصبغي	انقسام صبغي فقط	انفصال صبغي في المرحلة الأولي وانقسام صبغي في المرحلة الثانية
الغرض من الانقسام	غالباً النمو وزيادة عدد الخلايا	التكاثر

7. مُستويات التنظيم والتعقيد في الكائنات الحية
Level of Organization

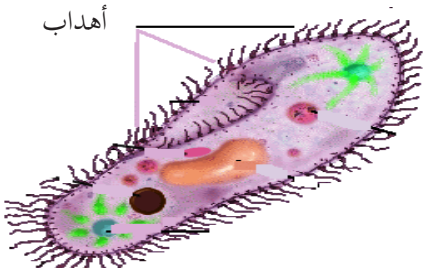
تتركب أجسام الكائنات الحية من ذرات العناصر الموجودة في الطبيعة نذكر منها: الكربون، والهيدروجين، والأوكسجين، والنيتروجين، والكبريت، والفسفور. وترتبط هذه الذرات مع بعضها أو مع بعضها الآخر لتكون جزيئات المركبات في الكائنات الحية.

وترتبط هذه الجزيئات مع بعضها فتكون الخلية التي تحوي بداخلها، كما أوردنا سابقاً، مجموعة العُضيات Organelles. وتمثل الخلية أصغر وحدة تركيبية ووظيفية في الكائنات الحية (ارجع للشكلين 6أ و 6ب) .

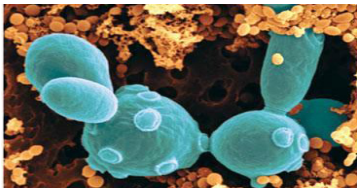
تنتظم الكائنات الحية من حيث تركيبها في مراتب. فهنالك كائنات حية تتكون من خلية واحدة تؤدي كل الوظائف الحياتية، وتتمثل هذه في الأميبا والبراميسيوم وفطر الخميرة (الشكل 23).



(أ) الأميبا



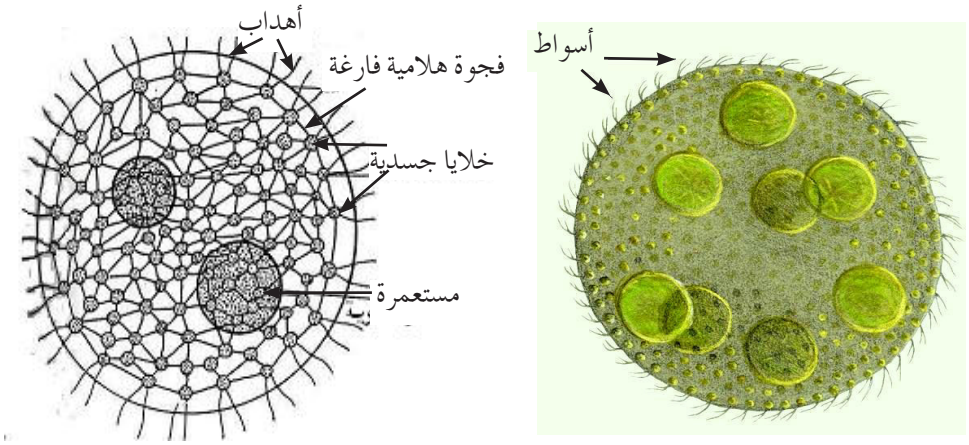
(ب) البراميسيوم



(ج) الخميرة

الشكل (23): أمثلة لكائنات حيَّة وحيدة الخلايا

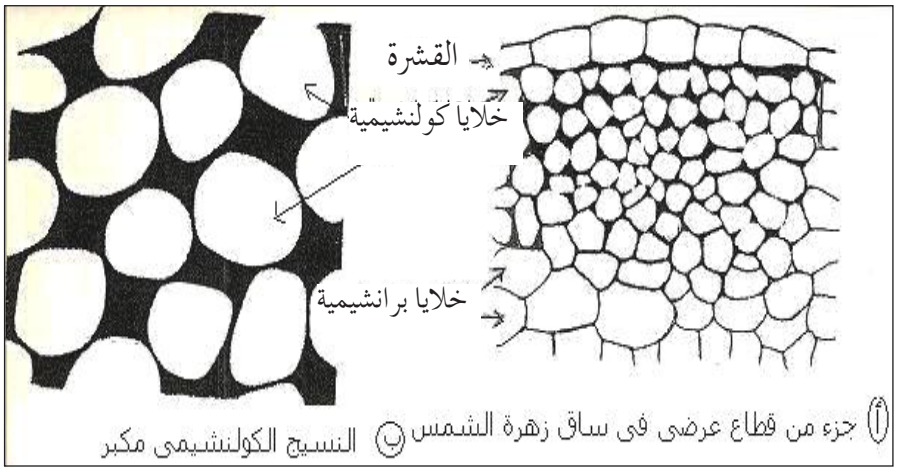
يزداد تعقيد تركيب الكائنات الحية في المستعمرات الحقيقية كما في مستعمرة الفولفوكس (الشكل 24) ويشكل ذلك مرتبة أعلى من التنظيم والتعقيد.



الشكل (24): مُستعمرة الفولفوكس

هذا ويبلغ التعقيد أعلى مراتبه في الكائنات الحية عديدة الخلايا، ويتضح ذلك جلياً، على سبيل المثال، في النباتات الزهرية وفي الإنسان حيث أن مجموعة الخلايا المتشابهة في الحجم والشكل والتركيب والوظيفة تتحد وتتآزر لتكون نسيجاً (Tissue). يتمثل ذلك في النسيج العصبي في الإنسان (الشكل 25أ)، والنسيج الكولنشيمي الدعامي في النباتات الزهرية (الشكل 25ب).

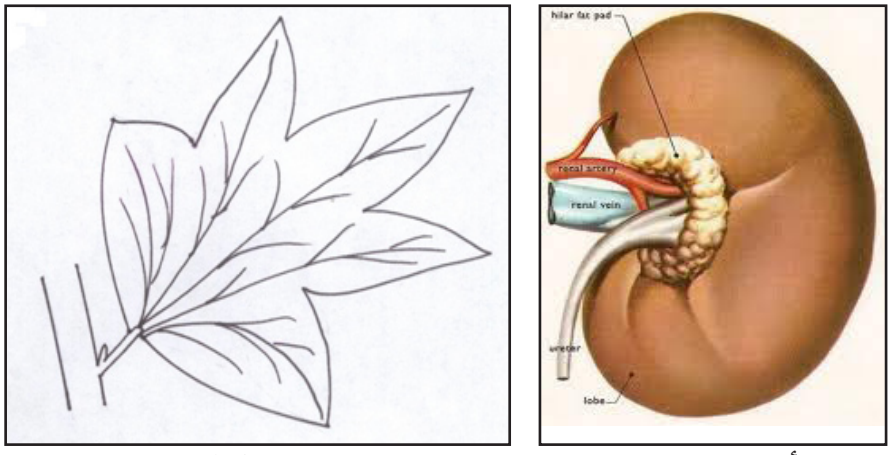
(أ) خلايا عصبية مكونة للنسيج العصبي في الإنسان



(ب) النسيج الكولنشيمي في النبات

الشكل (25 أوب): النسيج الذي يتكوَّن من تآزر الخلايا المتشابهة شكلاً ووظيفةً

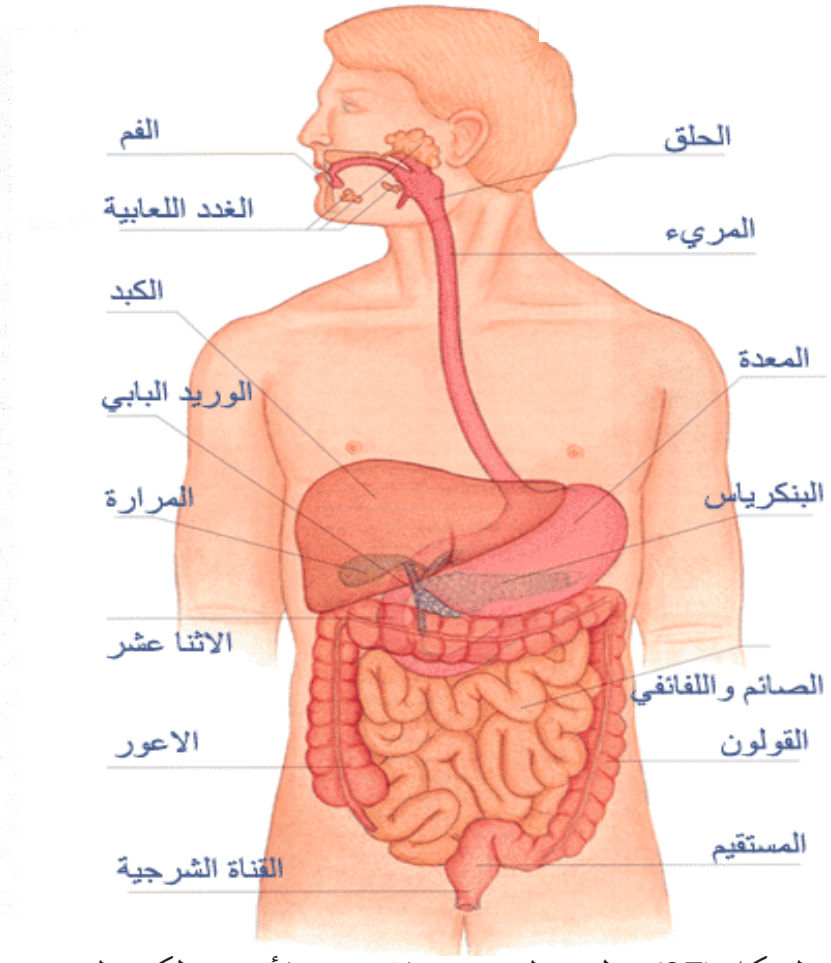
وتُعرف مجموعة الأنسجة التي تؤدي وظيفة أساسية واحدة أو أكثر بالعضو (Organ). فالمعدة عضو والقلب عضو والكلية عضو في الإنسان؛ والورقة والساق والجذر كلها أعضاء في النبات الزهري.



(أ): كلية الإنسان (ب): ورقة بسيطة لنبات زهري

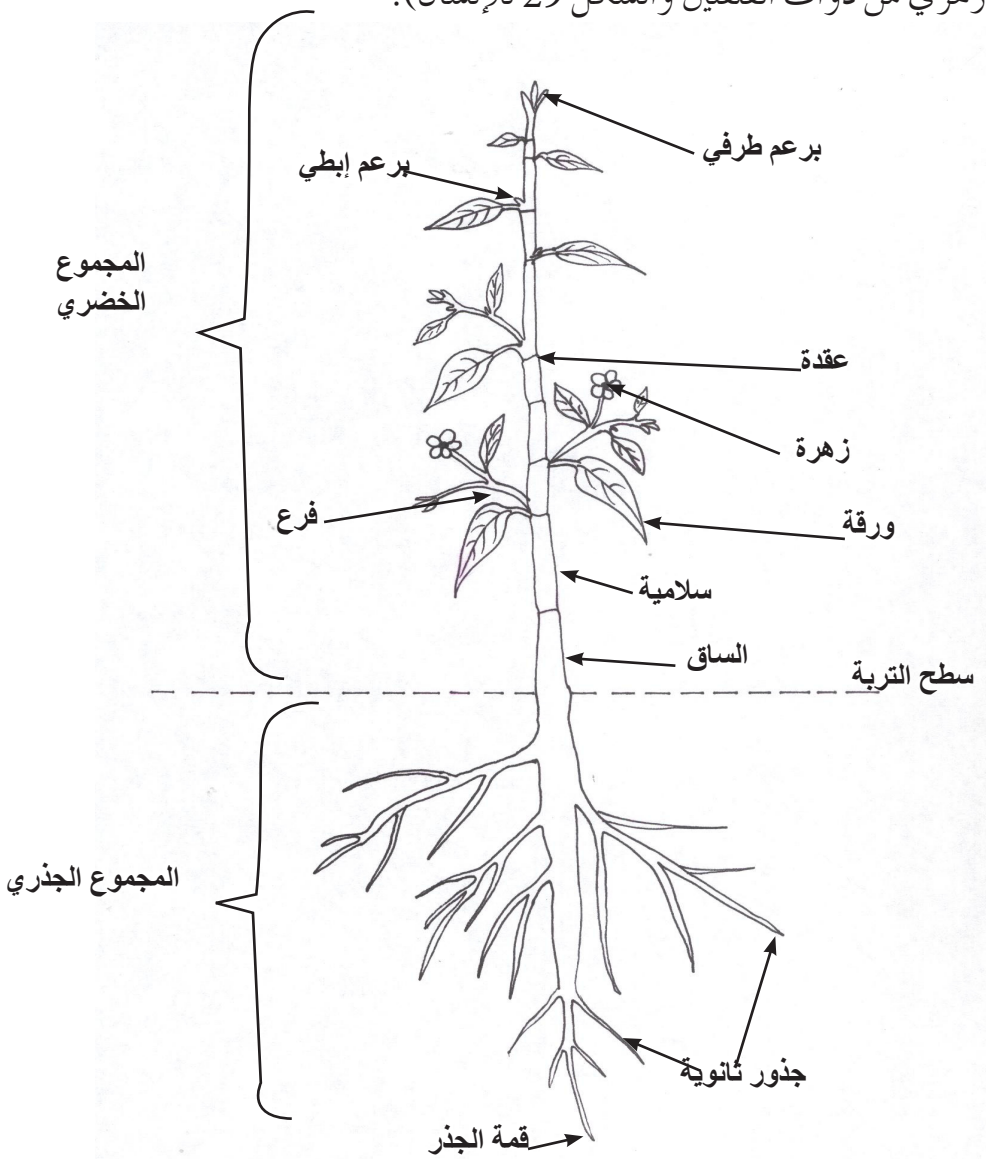
الشكل (26): العضو الذي يتكوَّن من مجموعة أنسجة تتآزر لتؤدِّي وظيفة أو أكثر.

ومجموعة الأعضاء التي تؤدي وظيفة ما تُكوِّن ما يُسمَّى بالجهاز. فالجهاز الهضمي (الشكل 27) والجهاز التنفسي والجهاز الدوري، كلها أجهزة في جسم الإنسان. والجهاز الجذري والجهاز الخضري، تُشكِّل أجهزة النبات الزهري (الشكل 28).

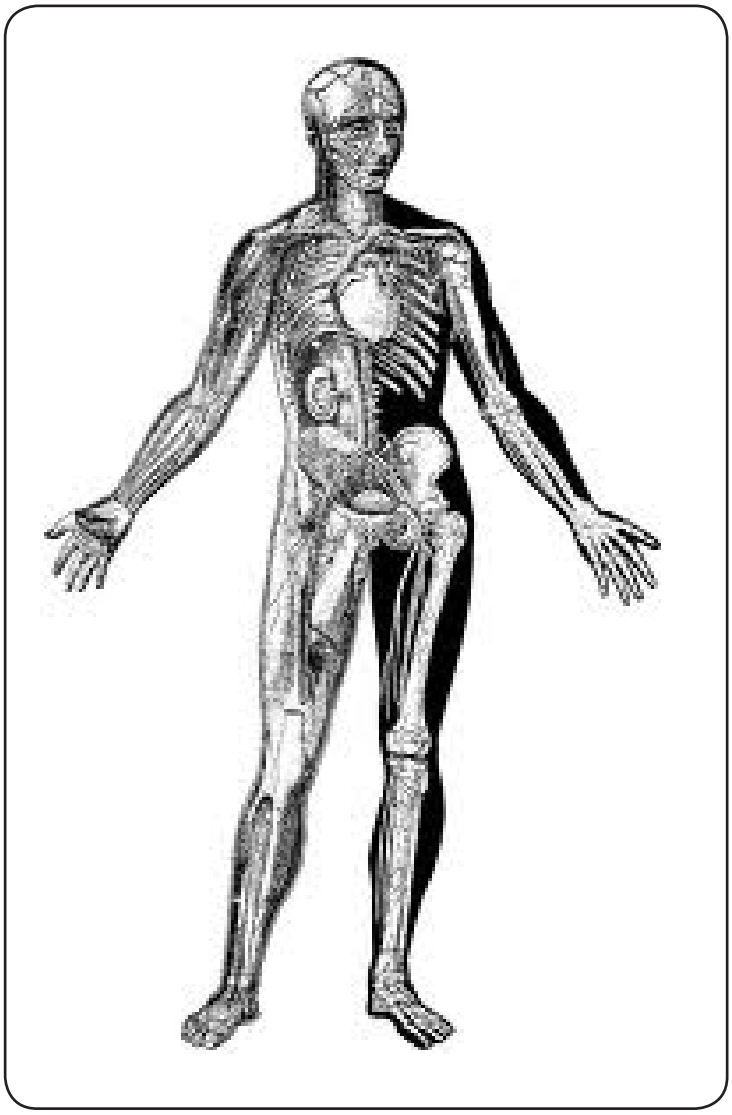


الشكل (27): الجهاز الهضمي بالإنسان والأعضاء المكونة له.

وتُكوَّن الأجهزة مُجتمعةً جسم الكائن الحي الكامل (الشكل 28 لنبات زهري من ذوات الفلقتين والشكل 29 للإنسان).



الشكل (28): رسم تخطيطي يوضِّح أجزاء النبات الزهري الكامل مُكوَّناً من الجهازين الخُضرِي والجذري



الشكل (29): صورة تُوضِّح شكل الإنسان

أسئلة تقويم ذاتي

أجب عن الآتي:

1. عرِّف الآتي:
   أ. الانقسام الفتيلي. ب. الانقسام الاختزالي. ج. الفيبرين.
   د. الإنسولين. هـ. الأحماض النووية.
2. قارن بين الخلايا بُدائية الأنوية والخلايا حقيقية الأنوية في النبات والحيوان.
3. صف مُركَّبات الخلية غير العُضويَّة مُبيِّناً أهميتها ووظائفها.
4. عدِّد مُركَّبات الخلية العُضويَّة واَصفاً إيَّاها وموضِّحاً وظائفها.
5. اشرح أطوار الانقسام الفتيلي في الحيوان، وبيِّن الاختلاف بينه وبين الانقسام الفتيلي في النبات، مُدعِّماً إجابتك بالرسم المُسمَّى.
6. اُكتُب عن الانقسام الاختزالي الأوَّل والثاني، مُعضِّداً كتابتك بالرسم المُسمَّى.
7. قارن بين الانقسام الفتيلي والانقسام الاختزالي.
8. اُكتُب باختصار عن مفهوم التنظيم والتعقيد في الكائنات الحية.

الوحدة الثالثة

تصنيف الكائنات الحية

Classification of Living Organisms

تصنيف الكائنات الحية
Classification of Living Organisms

يقدر عدد أنواع الكائنات الحية المُعرَّفة علمياً في الأرض بحوالي 2.5 مليون نوع. تختلف هذه الكائنات الحية في التركيب والحجم، وطرق التغذية والمعيشة، والحركة، والتكاثر، والبيئات التي تعيش فيها. ولكن عند تدقيق النظر نلاحظ قدراً كبيراً من أوجه التشابه بين هذه الكائنات الحية. شجع هذا التشابه والتباين على إيجاد نظم لتصنيف هذه الكائنات الحية ووضعها في مجموعات متشابهة.

1. تعريف علم التصنيف Taxonomy

في علم الأحياء يُعرَّف علم **التصنيف Taxonomy** بأنَّه:

> أحد فروع علم الأحياء الذي يختص بعملية جمع الكائنات الحية وفصلها وترتيبها وتسميتها وفقاً للأسس العلمية المتفق عليها وذلك اعتماداً على درجة القرابة الوراثية بحيث يمكن التمييز بين الأنواع المختلفة ووضعها في مجموعات.

يعتمد علم التصنيف على دراسة الشكل الظاهري والتشريحي للكائنات الحية، والقُربى الوراثيَّة. وتطورها الجنيني ودورات حياتها.

2. التسمية العلمية (البيولوجية)

لا يمكن للباحثين والعلماء من الإحاطة بكل الأسماء المحلية والشائعة لكل نوع من الكائنات الحية، وفي جميع اللغات. فالأسماء الشائعة هي أسماء محلية تطلقها الشعوب على الكائنات الحية التي توجد في بيئاتها وهي أسماء تختلف من مكان لآخر، ولا تصلح للدراسة العلمية. لذا كان لابد من إيجاد أسماء يتفق عليها العلماء

في جميع أنحاء العالم. قام العالم السويدي **كارلوس لينيس** Carlous Linnaeus بوضع نظام للتسمية أطلق عليه اسم **التسمية الثنائية**، وهو نظام ملزم لكل علماء الأحياء في العالم، ووضعت له شروط لاختيار الأسماء وكتابتها، و هي:

1. أن تكتب هذه الأسماء **باللغة اللاتينية** أو بكلمات محوَّلة إلى اللغة اللاتينية.
2. أن يحدَّد لكل كائن حي اسم علمي مكون من اسمين، الأول يسمى اسم الجنس Genus ويكتب الحرف **الأول** منه بالشكل **الكبير** والاسم الثاني يسمى اسم النوع Species ويكتب الحرف **الأول** منه بالشكل **الصغير** وأن تكون حروف الكتابة مائلة Italics، وإذا تعذرت الحروف المائلة يوضع تحت اسم الجنس والنوع خطاً. على سبيل المثال نوع نبات السنامكة *Senna alexandrina*، فـ Sennaاسم الجنس و alexandrina اسم النوع.
3. الأسماء التي تعطي للمجموعات التصنيفية من مستوى العائلة (الفصيلة) وحتى مستوى **المملكة** يجب أن تكون أسماء في حكم الجمع.
4. أسماء **الجنس والنوع** يجب أن تكون أسماء في حكم المفرد.
5. أسماء **العائلات الحيوانية** عادة تنتهي بالمقطع (– idae) وتنتهي أسماء العائلات النباتية عادة بالمقطع (– aceae) (الجدول 1).

وفائدة الأسماء العلمية أنها **عالمية التداول، وتمنع اللبس والخلط**، نظراً لأن الكائن الواحد قد يكون له أكثر من اسم شائع في اللغات المختلفة وفي الأقطار المُختلفة. واستخدام الأسماء العلمية يقلل، إن لم يمنع، وجود المسميات المترادفة. وللأسماء العلمية **صفة رسمية في المؤتمرات** ولقاءات العلماء الدولية والمحلية، ويمكن أن تكتب هذه الأسماء بأصواتها في اللغة اللاتينية بلغات أُخرى (العربية مثلاً)، فمثلاً *Cassia alexandrina* تُكتب كاسيا أليكساندرينا.

جدول (1): الوضع التصنيفي لبعض الحيوانات

المرتبة التصنيفية	الأسماء العلمية التصنيفية		
	الكلب المستأنس	الذئب	القط المنزلي
مملكة Kingdom	الحيوانات Animalia	الحيوانات Animalia	الحيوانات Animalia
شعبة Phylum	الحبليات Chordata	الحبليات Chordata	الحبليات Chordata
طائفة Class	الثدييات Mammalia	الثدييات Mammalia	الثدييات Mammalia
رتبة Order	اللواحم Carnivora	اللواحم Carnivora	اللواحم Carnivora
عائلة Family	عائلة الكلاب Canidae	عائلة الكلاب Canidae	السنوريات Felidae
جنس Genus	ذو الناب Canis	ذو الناب Canis	السنور Felis
نوع Species	الكلب(المعهود) الأليف *Canis familiaris*	الذئب *Canis lupus*	القط المنزلي/ الهر *Felis catus*

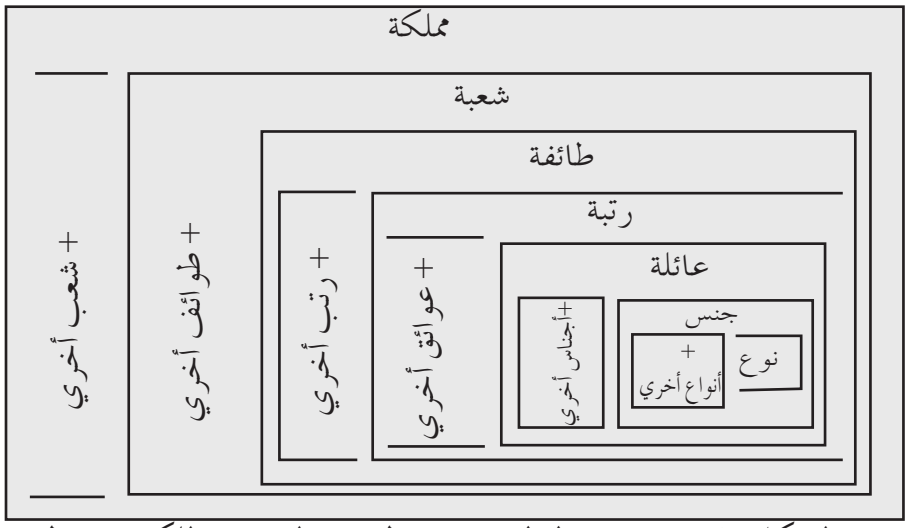
يتضح من الجدول (1) أن المرتبة التصنيفية تضم كائنات ذات قربى وراثية. فدرجة قرابة الكلب والذئب لبعضهما أكبر من قرابتهما للقط، فكلاهما ينتمي لنفس الجنس. والكلب والذئب والقط أيضاً على درجة من القربى الوراثية لانتمائهم لنفس رتبة اللواحم. وبمعنى آخر فإنَّ انتماء كائنات حيَّة لمجموعة تصنيفية واحدة تعني أنَّ هذه الكائنات تحمل الصفات المتماثلة المميزة لهذه المجموعة، فكل الكائنات

المذكورة في الجدول تظهر الصفات العامة للحيوانات وللحبليات وللثدييات، ويظهر الكلب والذئب والقط الصفات المميزة لرتبة اللواحم، أما الكلب والذئب فيحملان الصفات المميزة لعائلة الكلاب، وكذلك تلك المميزة لجنس ذو الناب.

3. مستويات ومراتب التصنيف

وضع علماء التصنيف **مستويات ومراتب سبعة** تضم مجموعات الكائنات المتشابهة وهي:

نوع Species، جنس Genus ، عائلةFamily ، رتبة Order، طائفة Class، شعبة Phylum، ومملكة Kingdom، وتسمى هذه بالمراتب التصنيفية. وتسمى مجموعة الكائنات التي تسكن كل منزل (مرتبة) Rank بالمجموعة التصنيفية، وتضم المجموعة التصنيفية داخل مرتبة النوع كائنات بينها أكبر قدر من درجة القُربى الوراثية، وتقل درجة القُربى كلما ابتعدنا عن مرتبة النوع تجاه مرتبة المملكة (الشكل 1). وتُسمَّى المراتب التصنيفية السبع **بالمراتب الأساسية أو المُلزمة**، واتفق علماء التصنيف على أنَّ الكائن يكون مصنفاً تصنيفاً كاملاً فقط عندما يتبع في الأقل السبع مراتب المذكورة.



الشكل (1): رسم تخطيطي يوضح المراتب التصنيفية للكائنات الحية

تدريب (1)

1. ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة فيما يلي:

من فوائد الأسماء العلميَّة أنَّها:

أ. عالمية التداول.

ب. تمنع اللبس والخلط.

ج. تقلِّل من وجود المُسميات المُترادفة.

د. لها صفة رسميَّة في المؤتمرات والمؤلفات العلمية.

هـ كل ما ذُكِر صحيح.

2. اكتب الوضع التصنيفي لكل من:

- الكلب.
- القط المنزلي.

أسئلة تقويم ذاتي

أجب عن الآتي:

1. عرِّف علم التصنيف.
2. اُكتُب، باختصار عن شروط وطريقة الكتابة في التسمية العلمية البيولوجية المزدوجة للكائنات الحيَّة.
3. بالرَسم المُسمَّى فقط، حدِّد المراتب التصنيفية الأساسية (**المُلزمة**) السبع **للكائنات الحيَّة.**

4. تصنيف الكائنات الحية بحسب ما قدمه العالم ويتكر Whittaker

قُسِّمت الكائنات الحية، في باديء الأمر، إلى مملكتين هما المملكة الحيوانية Kingdom Animalia والمملكة النباتية Kingdom Plantae وذلك اعتماداً على أن النباتات ذاتية التغذية، إلا أن هذا التصنيف واجه صعوبات ومشكلات، قُدِّمت عدة مُقترحات لحلها.

ففي عام 1956م قام شاتون بتقسيم الكائنات الحية إلى أربع ممالك هي مملكة البدائيات (المونيرا) Kingdom Monera، ومملكة الطلائعيات (البروتستا) Kingdom Protista ، ومملكة النباتات Kingdom Plantae، ومملكة الحيوانات Kingdom Animalia، إلا أنه لوحظ أن الفطريات تختلف عن المجموعة التي صنفت معها.

ولحل هذه المشكلة اقترح العالم الأمريكي ويتكر(Whittaker 1969) نظاماً جديداً للتصنيف، وجد قبولاً لدى علماء التصنيف، قسَّم فيه الكائنات الحية إلى **خمس ممالك** هي:

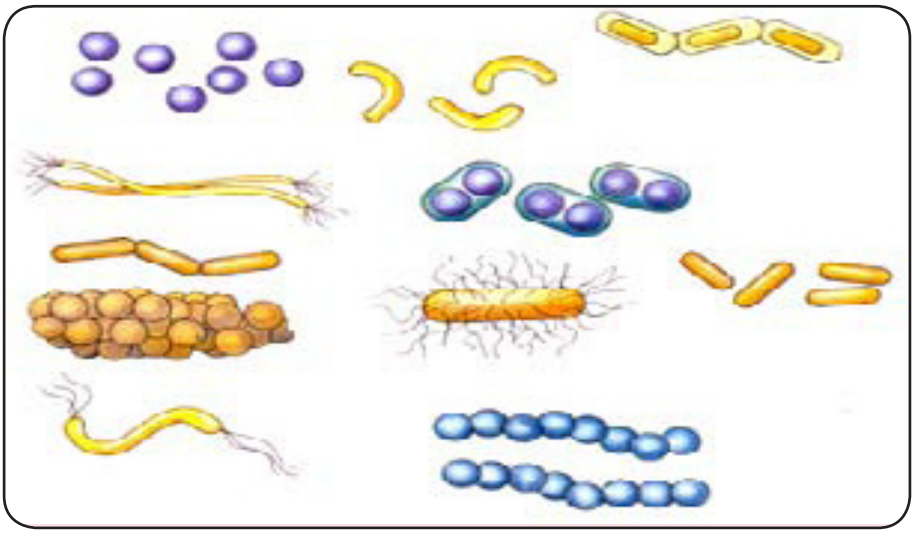
مملكة البدائيات، ومملكة **الطلائعيات**، ومملكة **الفطريات** Kingdom Fungi، ومملكة النباتات، ومملكة الحيوانات. وسنستعرض، عزيزي الطَّالِب، **كل مملكة بقدرٍ من التفصيل فتفضَّل معي.**

1.4 مملكة البدائيات (المونيرا) Kingdom Monera

تضم كل بدائيات الأنوية من بكتيريا (الشكل 2) وسيانو بكتيريا (الشكل 3) وبكتيريا قديمة ومن مميزاتها أنها:

1. كائنات **بدائية الأنوية**.
2. تتركب من خلايا دقيقة بسيطة **مفردة** أو على هيئة **سلاسل**.

3. تتغذي عن طريق الامتصاص أو البناء الضوئي، أو الترمم، أو التطفل، أو التكافل.



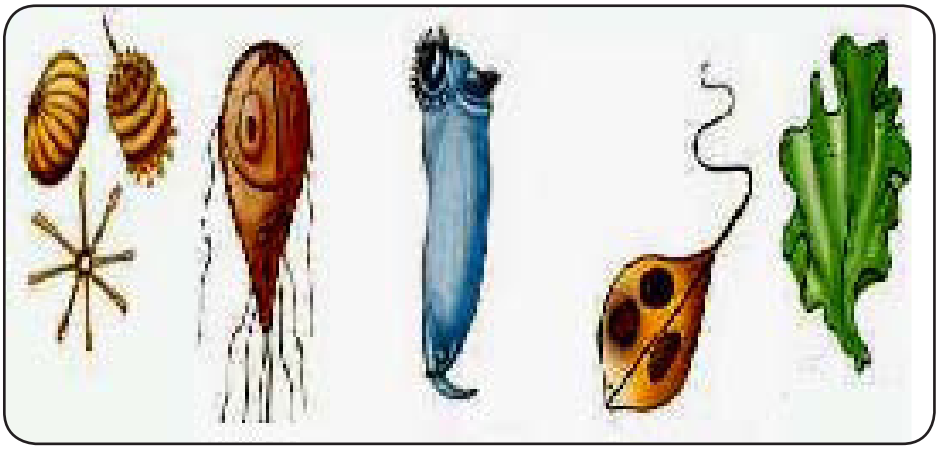
الشكل (2): البكتيريا

الشكل(3): السيانو بكتيريا

4. تتكوَّن المادة الوراثية فيها من **جزيء شريطي** طويل حلقي من الدنا (DNA) **وليس لها غلاف نووي**.
5. **ليس لها عضيات سيتوبلازمية مغلفة بأغشية خلوية** مثل الميتوكوندريا وأجسام جولجي والشبكة الاندوبلازمية والليسوسومات، لكن تحتوي على ريبوسومات صغيرة وبعض أجسام التخزين.
6. للخلية **غشاء خلوي وجدار من كربوهيدرات** عديدة السكاكر والبروتين.
7. تتكاثر غالباً عن طريق التكاثر غير الجنسي (اللاجنسي).

2.4 مملكة الطلائعيات (البروتستا) Kingdom Protista

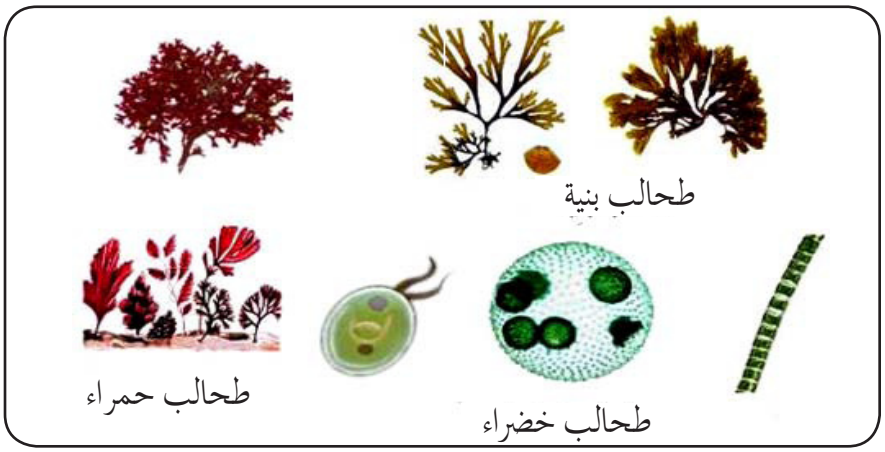
الطلائعيات كائنات **حقيقية الأنوية وحيدة** الخلية أو **عديدة** الخلايا، بسيطة التركيب، لا يمكن أن تصنف مع النباتات ولا الفطريات (الشكل 4). وأوضح علم الأحياء الجزيئي أنها مجموعة غير متجانسة في التركيب الوراثي، وعلاقة القربى بينها لا تدل على أنها نشأت من أصل مشترك واحد، ولقد اُقْتُرِحَ تقسيمها لعدة ممالك.



الشكل (4): بعض من أفراد مملكة الطلائعيات

تتميز مملكة الطلائعيات بعدة خصائص أهمها التالي:

1. كائنات **حقيقية الأنوية**، والنواة محاطة بغشاء نووي، وتوجد في النواة المادة الوراثية على شكل خيوط صبغية رقيقة مكونة من الدنا (DNA) وبروتين نووي.
2. بعضها **وحيد الخلية** وبعضها الآخر في هيئة مستعمرات.
3. توجد في سيتوبلازم الخلية معظم العضيات السيتوبلازمية.
4. بعضها يتحرك **بالأهداب أو الأسواط** على الأقل في أحد أطوار حياته، والبعض الآخر مثل الأميبيات يتحرك **بالأقدام الكاذبة** في حين أن البعض الآخر **عديم الحركة**.
5. تعيش الأنواع حرة المعيشة، من هذه المملكة، في البيئات المائية العذبة أو المالحة.
6. بعضها **ذاتي التغذية** مثل الطحالب (الخضراء و الحمراء والبنية) (الشكل 5)، والبعض الآخر **غير ذاتي التغذية** (مترمم أو متطفل).
7. معظمها يتكاثر **لا جنسياً** والبعض الآخر يتكاثر **جنسياً**.



الشكل (5): أمثلة للطحالب

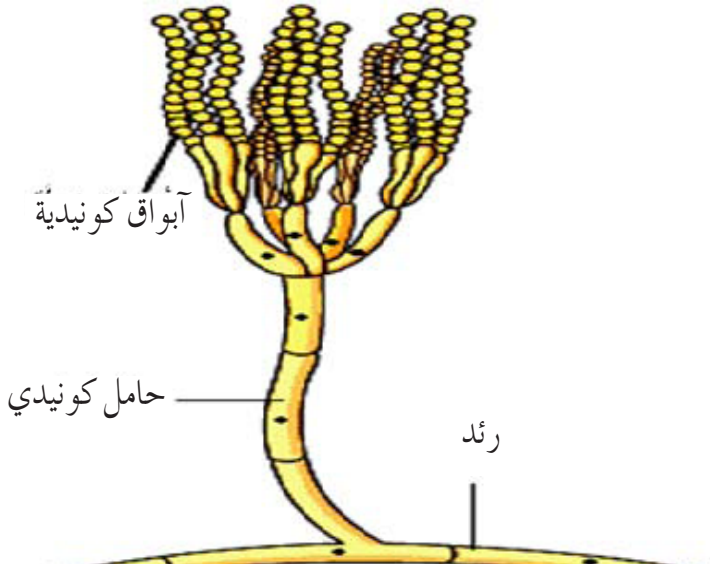
3.4 مملكة الفطريات Kingdom Fungi

الفطريات كائنات حية حقيقية الأنوية تختص بصفات اقتضت وضعها في مملكة مستقلة (الشكل 6).

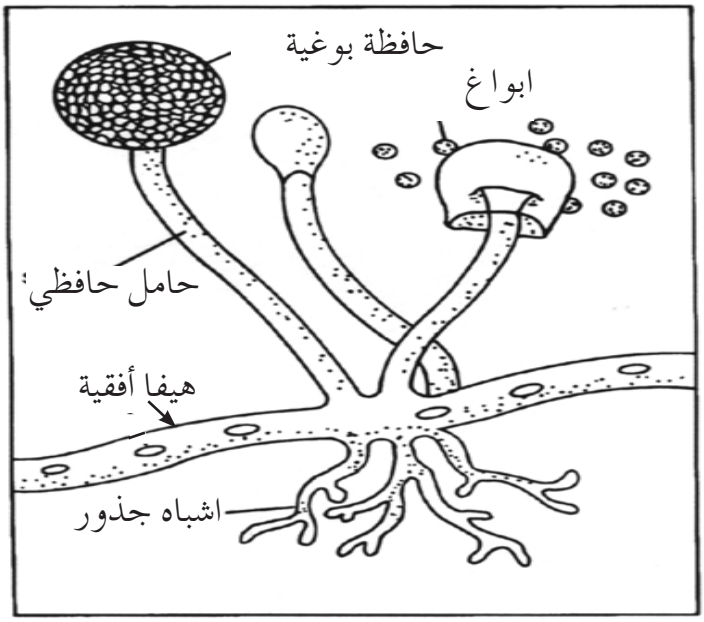
الشكل (6): مملكة الفطريات

وتتميَّز الفطريات بالخصائص التالية:

1. كائنات حية حقيقية الأنوية.
2. قليل منها وحيد الخلية (الخميرة) وأغلبها عديدة الخلايا. يتركب جسم الفطر من خيوط رفيعة عديدة الخلايا تظهر على هيئة كتل خيطية تتكون من خيط يسمى الخيط الفطري (الهيفا) Hypha، وتُكوِّن الخيوط الفطرية مجموعة تُسمَّي الغزل الفطري (الميسيليوم) Mycelium. وقد تكون الخيوط مقسمة بحواجز عرضية مكونة من خلايا تحتوي على السيتوبلازم وأنوية مثل فطر البنسيليوم (الشكل 7) أو يكون الخيط غير مقسم بحواجز عرضية تنتشر في سيتوبلازمه الأنوية في صورة مدمج خلوي كما في فطر عفن الخبز (الشكل 8).



الشكل (7): فطر البنسيليوم



الشكل (8): فطر عفن الخبز

3. لا تحتوي على صبغة الكلوروفيل، لذا فهي غير ذاتية التغذية. تكون بعضها مُترمِّمة تحصل على غذائها بعد هضمه خارج أجسامها من مواد عضوية ميتة. كما أنَّ بعضها يتطفل على كائنات حية أخرى، وبعضها يتكافل مع كائنات حية.
4. جدار الخلية أو الخيط الفطري مكون من مادة الكيتين.
5. تتكاثر جنسياً أو لا جنسياً.

تدريب (2)

1. في شكل جدول قارن بين مملكة البدائيات ومملكة الطلائعيات ومملكة الفطريات.
2. أكمل:

أ. اقترح بعض العلماء تقسيم الطلائعيات لعدة ممالك لأنها.....
.....

ب. يتكون الجدار الخلوي في البدائيات من.....و.....
.....

ج. يتكون الجدار الخلوي في الفطريات من.....

د. يتركب جسم الفطر من خيوط رفيعة الواحد منها يُسمَّى .....، وتُكوِّن الخيوط الفطرية مجموعة تُسمَّي.....
وقد تكون الخيوط مكونة من خلايا تحتوي على السيتوبلازم وأنوية مثل ..... أو يكون الخيط في صورة ..... تنتشر في سيتوبلازمه الأنوية كما في فطر .....

4.4 مملكة النباتات Kingdom Plantae

تتميز النباتات بالخصائص العامَّة الآتية:

1. كائنات **حقيقية الأنوية** Eukaryotes.
2. لها جدار خلوي صلب مكون من مادة **السليولوز**.
3. خضراء اللون لاحتوائها على أصباغ الكلوروفيل في البلاستيدات الخضراء.
4. **ذاتية التغذية**، إذ إنَّها تصنع غذاءها العُضوي لنفسها وللكائنات الحيَّة المُستهلكة بعمليَّة **البناء الضوئي**، وفق المُعادلة الكيميائيَّة الآتية:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{chlorophyll}]{\text{sunlight}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow$$

ثاني أوكسيد الكربون + ماء ← سكر + أوكسجين ↑
طاقة ضوئية

5. يتكون جسمها من **عدة خلايا** متخصصة تتجمع في صورة أنسجة وأعضاء.
6. تتميز دورة حياتها **بتعاقب الأجيال**، حيث يتعاقب جيل **مشيجي** أُحادي الصبغي (n) مع جيل **بوغي** ثُنائي الصبغي (2n).
7. مُعظم أفرادها نباتات يابسة Terrestrials لها خاصِيَّة التأقلُم للعيش في بيئات مُختلفة من صحارى إلى غابات مطيرة، وبعضها نباتات **رُطوبِيَّة** Helophytes تعيش على أرض زائدة الرُّطوبة، وبعضها تعيش في **الماء** إمَّا طافية أو شبه مغمورة أو مغمورة فيه، وبعضها نباتات **ملحيَّة** Halophytes تعيش في السبخات والأراضي المِلحيَّة.
8. تتكاثر النباتات **جنسيًّا** عن طريق **الأمشاج** (**الأمشاج**) المُذكَّرة، والأمشاج المؤنَّثة، وللبعض أيضاً القُدرة على التكاثُر **غير الجنسي** (اللاجنسي) عن طريق الأبصال والرايزومات والدرنات وغيرها.

وتقسَّم **المملكة النباتية** إلى مجموعتين أساسيَّتين هما:

أوَّلاً: الأرشيجونيَّات وتضُم:

أ. الحزازيَّات.

ب. السرخسيَّات.

ج. مُعرَّاة البُذور.

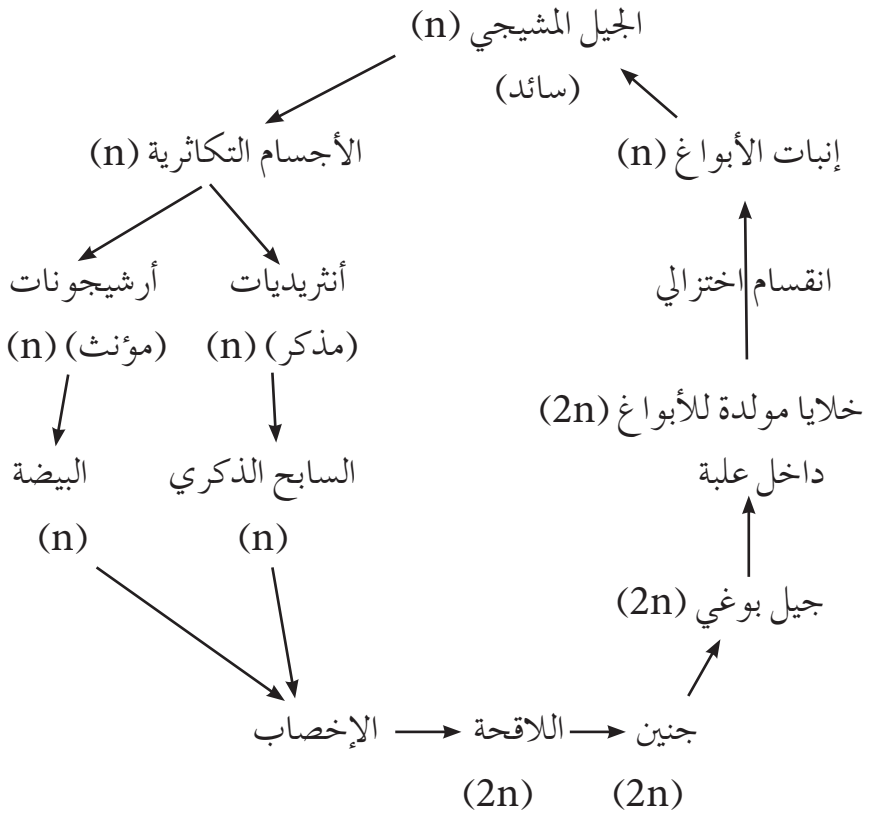
ثانياً: كاسيات البُذور (النباتات الزَّهريَّة).

أوَّلاً: الأرشيجونيَّات Archegoniates

أ. الحزازيَّات

الصفات العامَّة للحزازيَّات

- هي النباتات الوحيدة في المملكة النباتيّة التي **تفتقد النظام الوعائي** مِمَّا يُكسبها صفات خاصَّة مثل:
- تمتص الماء من خلال **كل سطح** جسمها.
- تفتقد الدُّعامة التي تُمثلها الخلايا التوصِيلِيَّة للماء وعليه تكون أجسامها ضامرة وضئيلة.
- لا تحتوي على أعضاء حقيقِيَّة مثل الأوراق والسيقان والجذور وعليه يكون اعتمادها على الماء يفوق كل النباتات الأُخرى.
- تنمو **مُلتصقة** بسطح الأرض.
- واسعة الانتشار حيث إنَّها **توجد في كُل بقاع العالم** في المواطن البيئيَّة الظليلة الرَّطِبة وهي بيئتها المُثلى.
- يوجد تعاقب للأجيال في دورة حياة الحزازيَّات (الشكل 9).



الشكل (9): نموذج لدورة الحياة في الحزازيات

وتنتمي للحزازيَّات **شُعبة الحزازِيَّات الكبدِيَّة** الهيباتوفايتا Hepatophyta وتُمثلها الماركانتيا Marchantia(الشكل 10). **وشُعبة الحزازيَّات القائمة** وتمثلها **الفيونيريا** Funaria (الشكل 11).

الشكل (10): الماركانتيا من شُعبة الحزازِيَّات الكبْدِيَّة

الشكل (11): الفيونيريا من شُعبة الحزازِيَّات القائمة

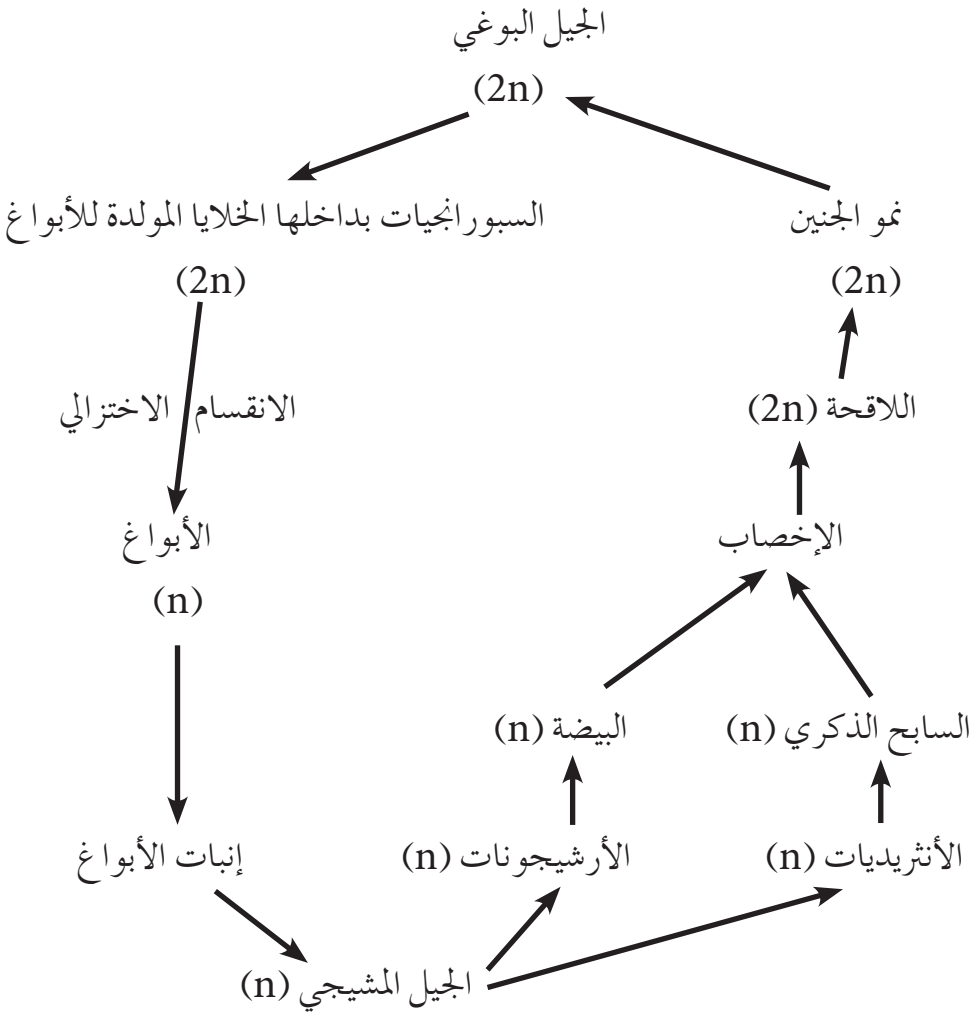
تدريب (3)

افتقار الحزازيات للنظام الوعائي، الذي يميز الأقسام الأُخرى لمملكة النبات جعلها تنفرد ببعض الخصائص، هل لك أن تُعددها ؟

ب. السرخسِيَّات Ferns

- تتميَّز السرخسِيَّات **بأربع صفات أساسِيَة** هي:
- الجيل السائد في دورة حياتها هو **الجيل البوغي** (كما في النباتات الرَّاقِية) وهو نبات مُعمَّر.
- الجيل المشيجي مُنفصِل كُلِّيًا عن الجيل البوغي وجسمه ضامر وفترة حياته قصيرة.

- تتضح فيها ظاهرة **تبادُل الأجيال** حيث يتبادل فيها الجيل البوغي مع الجيل المشيجي (الشكل 12).
- بها **نظام وعائي**، يتباين بين البسيط المُصمت والوعائي المتجزئ يحتوي على خلايا توصِيليَّة من **خشب** مُكوَّن من **قَصيبات**، **ولحاء** مُكوَّن من خلايا **غُربالِيَّة**.

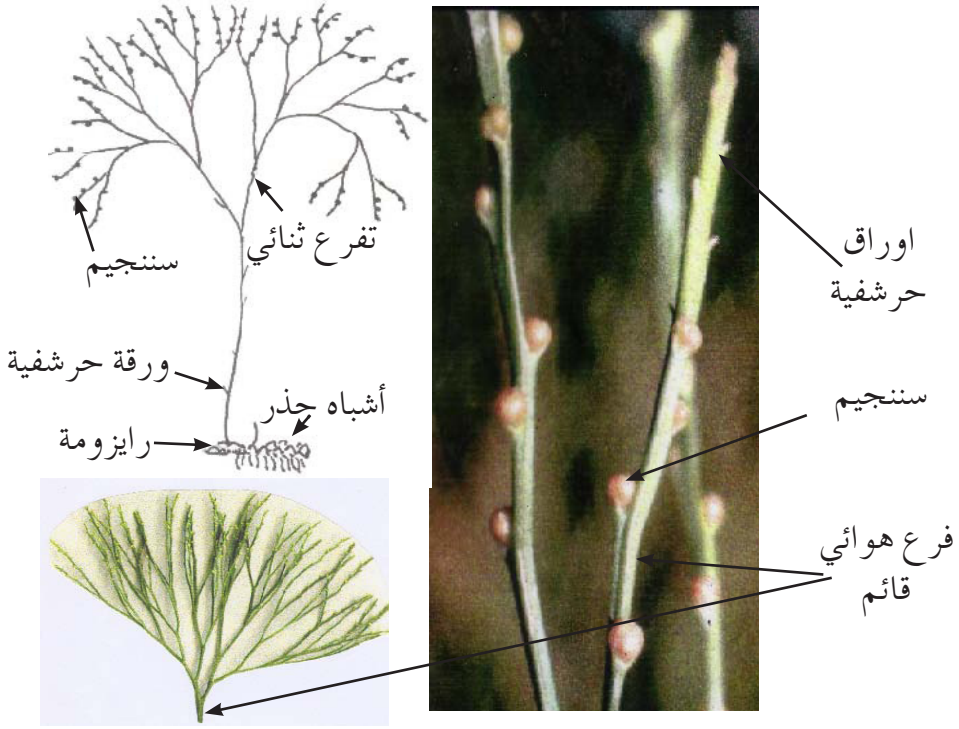


الشكل (12): نموذج لدورة حياة سرخس متطور

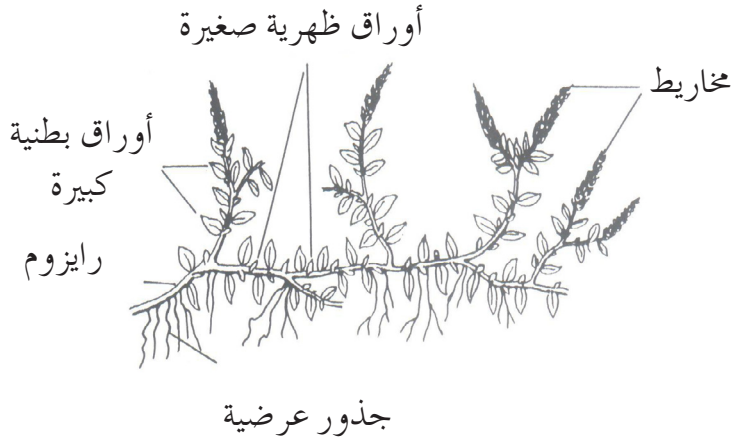
تنمو السرخسيَّات في بيئات مُختلفة منها السرخسِيَّات التي تعمُر **اليابسة** Terrestrial والسرخسِيَّات **المائيَّة** Aquatic والسرخسِيَّات **العالقة** Epiphytic.

من **الشُعب** التي تنتمي للسرخسِيَّات، نذكُر:

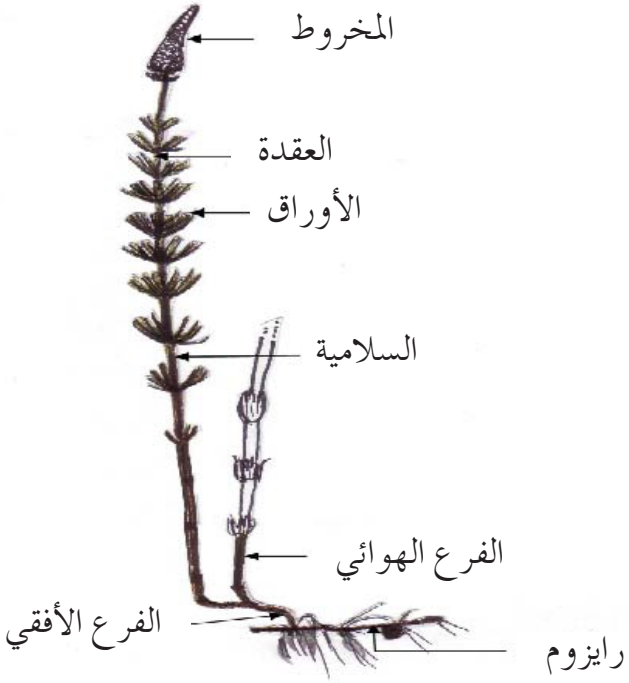
1. شُعبة **السيلوفيتا** Psilophyta وينتمي لها الجنس **سيلوتم** Psilotum (الشكل 13).
2. شُعبة **الرصنيات** الليكوبودوفيتا Lycopodophyta ويُمثلها الجنس **سلاجينيللا** Selaginella (الشكل 14).
3. شُعبة **الذيل حصانيَّات** اكويزيتوفيتا Equisetophyta ويمثلها الجنس **اكويزيتم** Equisetum (الشكل 15).
4. شُعبة **التيروفيتا** Pterophyta وتمثلها **السرخسِيَّات المُتطوِّرة** المُميَّزة بالأوراق الكبيرة. تتصف أفراد هذه الشُعبة بأنَّها نباتات **عُشبِيَّة** تتباين في **أحجامها**، ومُعظمها نباتات **أرضِيَّة**، وتتصف **بكبر أوراقها** ومُعظمها تنتج أبواغاً **مُتماثِلة**. ويُمثِّلها جنس **أديانتم** Adiantum (الشكل 16).



الشكل (13): الجيل البوغي في نبات سيلوتم Psilotum sp.



الشكل (14): الشكل العام لنبات سيلاجينيلا Selaginella الجيل البوغي السائد



الشكل (15): نبات إكويزيتم Equisetum

الشكل (16): نبات أديانتم Adiantum

تدريب (4)

وضِّح لماذا السرخسيات أكثر تطوراً من الحزازيات وأقل تطوراً من النباتات مُعرَّاة البُذور ؟

ج. مُعرَّاة البُذور Gymnosperms

الصفات العامَّة لمُعرَّاة البُذور:

- رغم أنَّ لها حبوب لقاح، كما هو الحال في كاسيات البُذور، إلاَّ أنَّها لاترقى إلى مرتبة النباتات الزهريَّة نظراً لعدم حماية بُذورها داخل مبيض إذ إنَّها توجد ظاهرة على المخاريط الخشبيَّة المؤنَّثة، علماً بأنَّها بهذه الصِّفة تُعتبر أكثر تطوُّراً من السرخسيَّات (الشكل 18 المخروط المؤنَّث).
- **دورة الحياة** في مُعرَّاة البُذور تختلف عن الحزازيَّات والسرخسيَّات **وتُشابه** نوعاً ما **النباتات الزَّهريَّة** مع افتقارها للأزهار.
- تنتمي إلى مُعرَّاة البُذور أربع شُعب منها:

أ. **السيكديَّات** Cycadophyta ويمثلها الجنس سيكس Cycas (الشكل 17). ويُعرف لدى المُهتمِّين بالبستنة كنبات زينة ويحرصون على استزراعه في المشاتل وبيعه بأسعار عالية، هذا وتشبه أفراده أفراد نخيل البلح المتقزِّمة.

ب. **المخروطيَّات** Coniferophyta وينتمي لها جنس الصنوبر Pinus (الشكل 18).

الشكل (17): نبات الزينة سيكس من شُعبة السيكيديات التي تنتمي لمُعراة البُذور

الشكل (18): مخروط نبات الصنوبر المؤنَّث

تدريب (5)

بيِّن الاختلافات الأساسية بين النباتات مُعرَّاة البذور والنباتات كاسيات البذور.

ثانياً: كاسيات البُذور (النباتات الزهريَّة) Flowering Plants

الصفات العامَّة لكاسيات البُذور

يعني لفظ **نبات زهري**، نباتاً يتبع لمجموعة **كاسيات البذور** Angiosperms نظراً لوجود **بذورها داخل مبيض** Ovary والذي يُكوِّن فيما بعد، عند نُضجه، **الثمرة** Fruit.

- لها بيضونات Ovules توجد داخل المبيض الذي له قلم وميسم غالباً ولا تسقُط **حبوب اللِّقاح** مُباشرةً على المبيض بل تسقط على **الميسم أوَّلاً** وتُكوِّن أنابيب لقاح تخترق القلم وتصل إلى المبيض، **وتُكوِّن البُذور داخل المبيض** كما في نبات الفول المصري والذُّرة الشاميَّة. **فمُهِمَّة الزهرة** Flower الأساسيَّة هي إنتاج البُذور لأنَّها جهاز التكاثُر الجنسي (الشكل 21).
- لقد **قُسِّمت مجموعة كاسيات البُذور** استناداً على عدد الفلقات داخل بُذورها إلى:

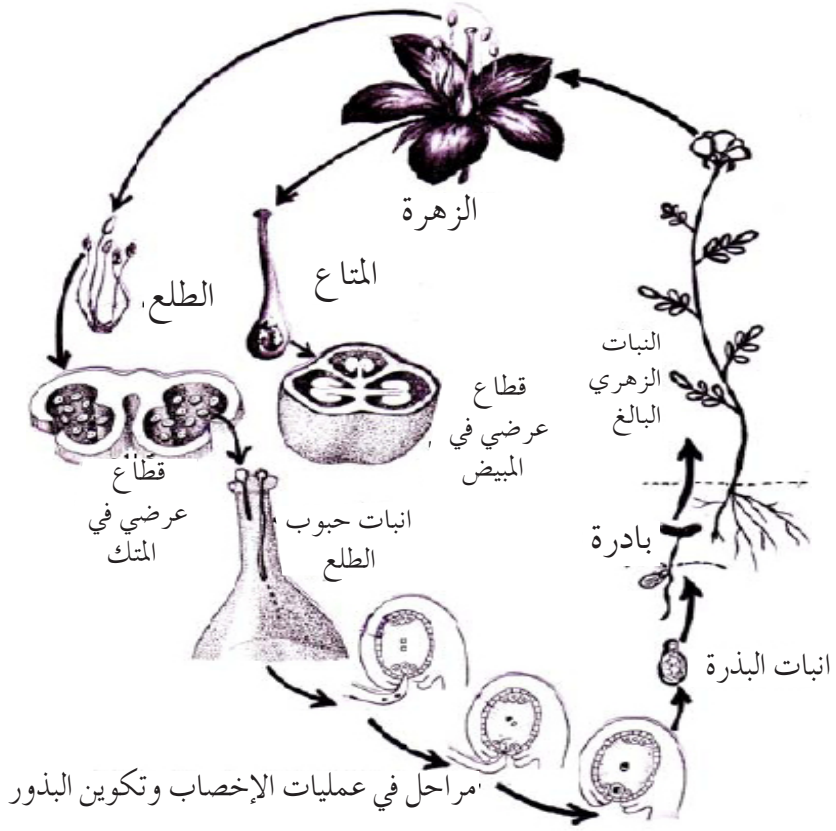
أُحاديَّة الفلقة Monocotyledons (الشكل 19).

ثُنائيَّة الفلقة Dicotyledons (الشكل 20).

الشكل (19): نبات الذرة الرفيعة ذو الفلقة الواحدة

الشكل (20): نبات الفول المصري ذو الفلقتين

- تتكوَّن مُعظم النباتات الزهريَّة من جُزئين: جُزء فوق سطح الأرض يُشار إليه **بالمجموع** (الجهاز) **الخُضري** Shoot System وجُزء تحت سطح الأرض ويُشار إليه بالمجموع (الجهاز) **الجذري** Root System.
- لكُلِّ نبات زهري دورة حياة تبدأ بوجود **البذرة** Seed في الوسط المُناسب وانباتها الناجح، ثُمَّ طور **البادرة** Seedling Stage، وبعد اكتمال النمو الخُضري تأتي مرحلة **الإزهار** Flowering Stage ومرحلة إنتاج **الثمار** Fruiting Stage. علماً بأنَّ الثمرة Fruit تحتوي على **البُذور** التي تؤدِّي الدور الأساسي في تكرار دورة الحياة في النبـــات والابقاء على النوع (الشكل 21).



الشكل (21): نموذج لدورة حياة نبات زهري

تدريب (6)

اذكر مثالاً لنبات واحد لكل مما يأتي:

أ. نبات من ذوات الفلقة الواحدة وآخر من ذوات الفلقتين.

ب. الحزازيات.

ج. السرخسيات.

د. مغطاة البذور.

هـ. كاسيات البذور.

5.4 مملكة الحيوانات Kingdom Animalia

الحيوانات كائنات حية عديدة الخلايا حقيقية الأنوية، غير ذاتية التغذية، أجسامها ذات درجة عالية من التنظيم والتعقيد، وتقسم إلى مجموعتين هما **تحت مملكة غير الفقاريات (اللافقاريات)** و**تحت مملكة الفقاريات**.

أ - تحت مملكة غير الفقاريات (اللافقاريات) Invertebrates

وتتميز بخصائص منها:

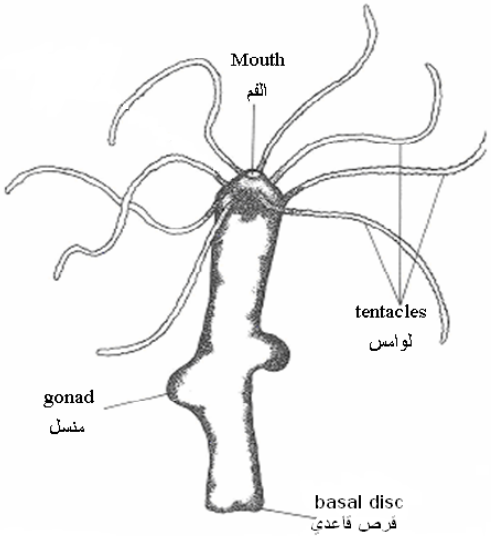
1. **ليس لها** حبل ظهري أو هيكل عظمي أو غضروفي.
2. **عديمة التجويف الجسمي** كما في غير الفقاريات (اللافقاريات) البسيطة، هذا ولغير الفقاريات معقدة التركيب **تجويف جسمي حقيقي**.
3. ثلاثية الطبقات (خارجية، وسطى، داخلية) ما عدا الاسفنجيات واللاسعات.

وتنقسم غير الفقاريات (اللافقاريات) إلى ثمان شعب رئيسة هي:

1. **الاسفنجيات** مثل الإسفنج (الشكل 22).

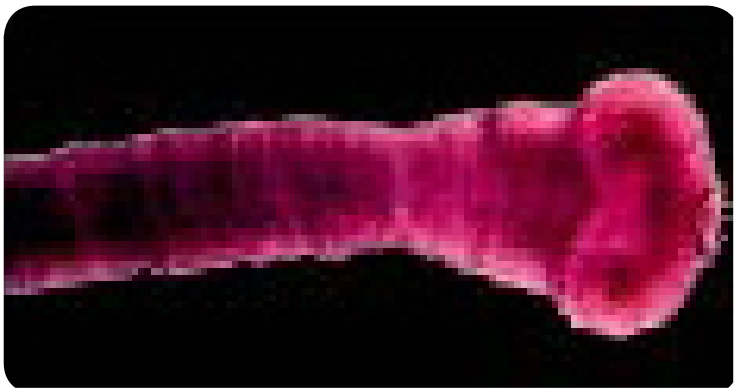
الشكل (22): بعض من أنواع الإسفنجيات

2. **اللاسعات** (الجوفمعويات) مثل الهيدرا (الشكل 23).



الشكل(23): الهيدرا

3. **الديدان المفلطحة** مثل الدودة الشريطية (الشكل 24) وديدان البلهارسيا (الشكل 25).



الشكل(24): الدودة الشريطية

الشكل(25): ديدان البلهارسيا (ذكر وأنثى)

4. **الديدان الاسطوانية** مثل الاسكارس (الشكل 26) والانكلستوما (الشكل 27).

الشكل (26): ديدان الاسكارس

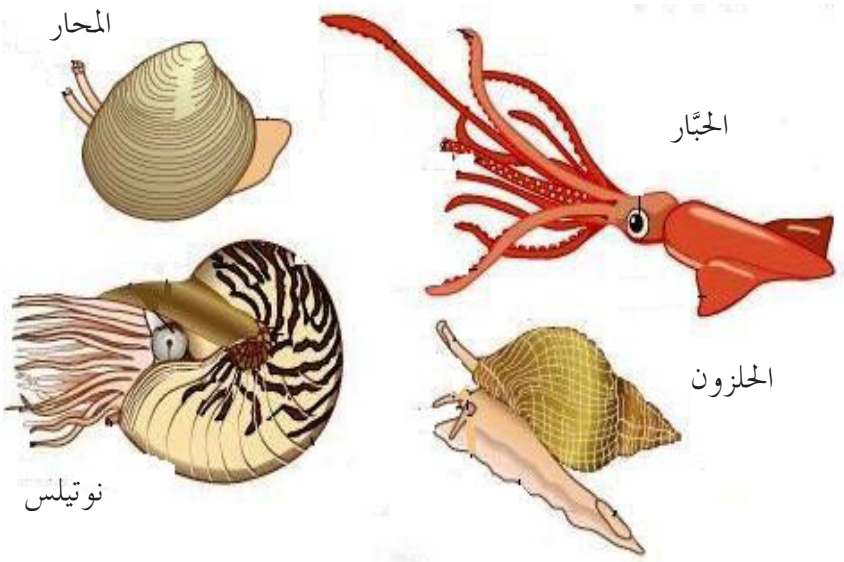
الشكل (27): دودة الانكلستوما

5. **الديدان الحلقية** مثل دودة الأرض (الشكل 28) والعلق (الشكل 29).

الشكل(28): دودة الأرض (الصارقيل)

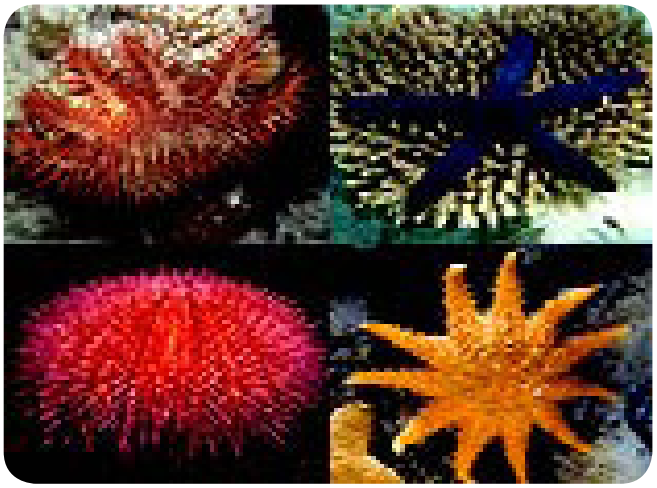
الشكل(29): العلق

6. **الرخويات** مثل الأصداف والمحار والإخطبوط والحلزون (الشكل 30).



الشكل (30): أمثلة للرخويات

7. **الجلد–شوكيات** مثل نجم البحر (الشكل 31).



الشكل (31): الجلد شوكيات

8. **مفصليات الأرجل** وهي: **الحشرات** (الشكل 32) مثل الجراد، و**العنكبيات** (الشكل 33) مثل العناكب والعقارب، و**القشريات** (الشكل 34) مثل أبو جلمبو، و**عديدات الأرجل** (الشكل 35) مثل أم أربعة وأربعين.

الشكل (32): الحشرات

الشكل (33): العنكبيات

الشكل (34): القشريات

الشكل(35): عديدات الأرجل

ب. تحت مملكة الفقاريات Vertebrates

تضم الغالبية العظمي من ذوات الحبل Chordata، وتعيش في **الهواء والماء واليابسة**، ولمعظم الفقاريات ذيلٌ في بعض مراحل نموها ، و**هيكلٌ** داخليٌّ يحتوي على مفاصل. وتتميَّز بالتالي:

1. يتكون **غطاء الجسم** (الجلد) من طبقتين في الأقل هما البشرة والأدمة، وتنشأ على الجلد غدد وحراشيف وقشور وريش وأظافر وشعر وقرون ومخالب وحوافر وأظافر.
2. **يختفي الحبل الظهري** في الأفراد البالغة ليحل محله العمود الفقري، وهو مكون من فقارات ويمتد خلال الفقارات النخاع الشوكي.
3. يتضخم الجزء الأمامي من الحبل العصبي الظهري المجوف ليكوِّن الدماغ.
4. لها **تجويف جسمي حقيقي** واسع يحتوي على أعضاء الهضم والإخراج والتكاثر والقلب والرئتين.
5. القلب مكون من 2 إلى 4 حجرات، والدورة الدموية مغلقة، وتحتوي خلايا الدم الحمراء على الهيموجلوبين.
6. **التنفس بالخياشيم** في الفقاريات التي تعيش في الماء، وبوساطة الرئتين في فقاريات اليابسة. أما الضفادع فتتنفس في بعض أطوار حياتها بالخياشيم ثم تتطور إلى الرئات قبل خروجها من الماء.

ولقد قسم علماء التصنيف **الفقاريات** إلى **سبع طوائف** هي:

أ. **اللافكيات (عديمات الفكوك)** مثل الجلكي.

ب. **الأسماك الغضروفية** مثل سمك القرش (الشكل 36).

ج. **الأسماك العظمية** مثل سمك البلطي (الشكل 37).

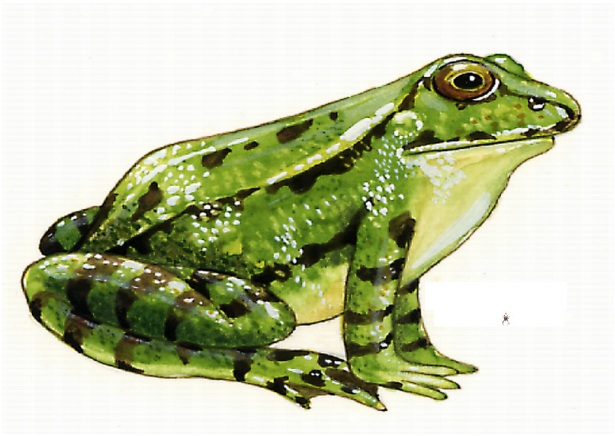
د. **البرمائيات** (الشكل 38) مثل الضفادع.

هـ. **الزواحف** (الشكل 39) مثل الثعبان والتمساح والسحلية والسلحفاة وغيرها.

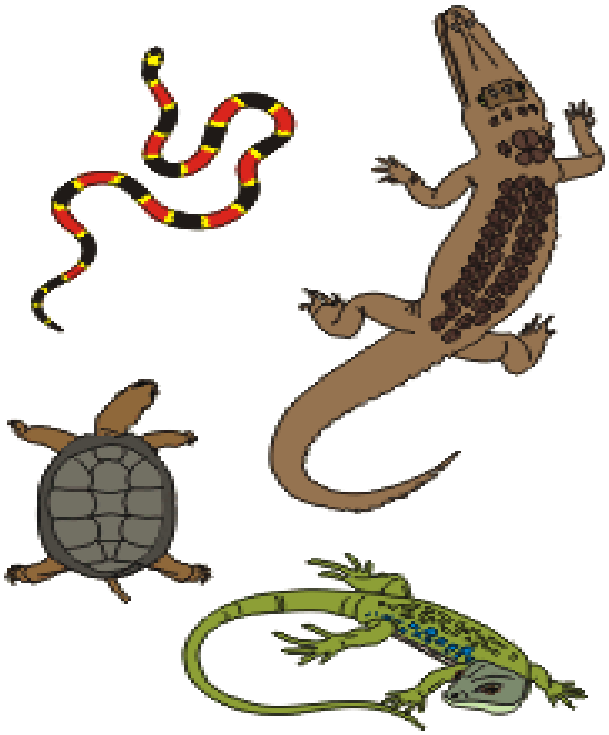
والطيور (الشكل 40) مثل الحمام والدجاج والبط والأوز وغيرها،
والثدييات (الشكل 41) مثل الأبقار والأغنام والحيتان والخفاش وغيرها.

الشكل (36): سمكة القرش

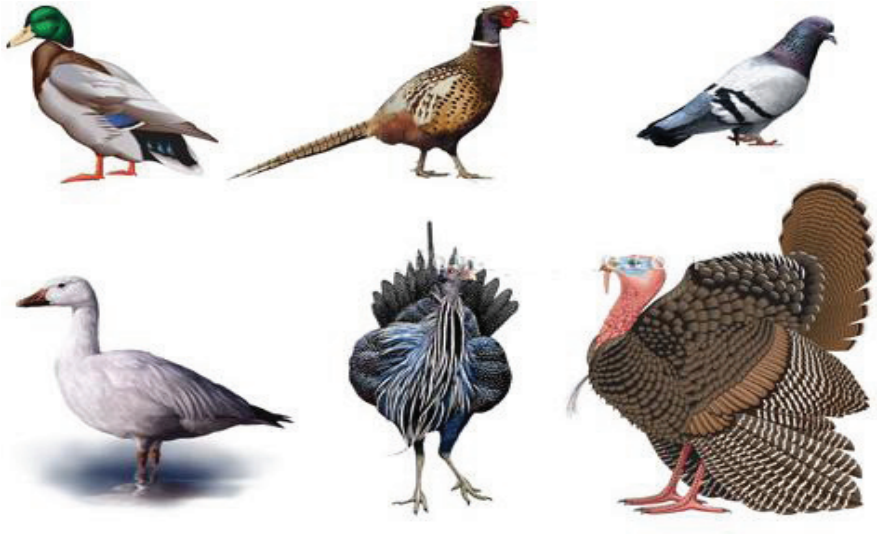
الشكل (37): سمكة البلطي



الشكل (38): الضفدعة



الشكل(39): الزواحف



الشكل (40): الطيور

الشكل (41): الثدييات

تدريب (7)

اذكر مثالاً لحيوان واحد لكل مما يأتي:

1. حيوان من البرمائيات وأخر من الزواحف.
2. حيوان من الأسماك الغضروفية وآخر من الأسماك العظمية.
3. حيوان من الديدان الاسطوانية.
4. حيوان من الرخويات.
5. حيوان من الجلد شوكيات.

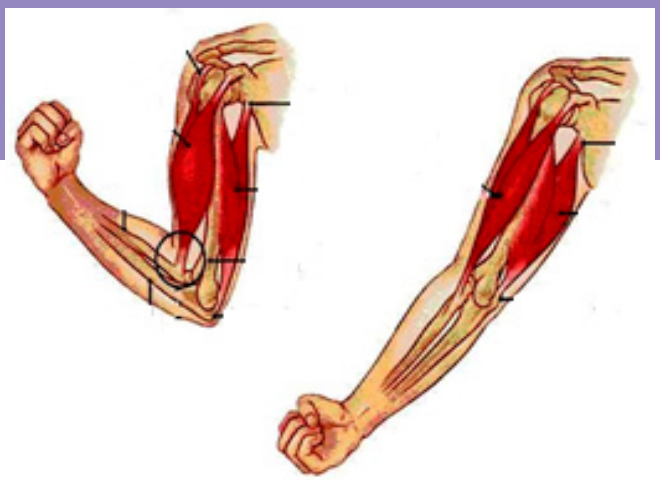
أسئلة تقويم ذاتي

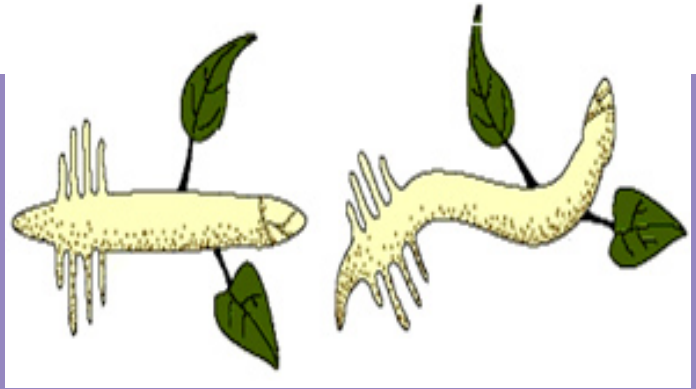
أجب عن الآتي:

1. أُذكر أسماء ممالك الكائنات الحيَّة الخمس التي قام عليها تصنيف ويتكر.
2. أُكتُب عن الكائنات الحيَّة التي تندرج تحت مملكة البُدائيَّات (مونيرا).
3. أُكتُب عن مُميِّزات الطلائعيَّات (بروتستا) ومثِّل لها.
4. ما الصِّفات التي اقتضت وضع الفطريات في مملكة مُستقِلَّة؟
5. وضِّح الخصائص العامَّة لمملكة النبات.
6. بيِّن الصفات العامَّة للحزازيَّات.
7. وضِّح الخصائص العامَّة للسرخسيَّات.
8. قارِن بين خصائص النباتات مُعرَّاة البُذور وكاسيات البُذور.
9. اشرح، مُستعيناً بالرَّسم، دورة حياة نبات زهري.
10. بيِّن صفات تحت مملكة غير الفقاريات وحدِّد شُعبها الثمان.
11. أُكتُب عن خصائص تحت مملكة الفقاريات واذكُر طوائفها ورُتبها.

الوحدة الرابعة

الحركة في الكائنات الحية
Movement in Living Organisms





أهداف الوحدة

عزيزي الطَّالِب، بعد فراغك من دراسة هذه الوحدة، ينبغي أن تكون قادراً على أن:

1. تُميِّز بين أنواع الحركة في الكائنات الحيَّة.
2. تشرح وتُقارن بين أنواع الحركة في النباتات.
3. تصف كيفيَّة الحركة في الأميبا والباراميسيوم.
4. توضِّح كيفية الحركة مع وصف الأعضاء المنوطة بالحركة في الحيوانات الآتية: الهيدرا، الحشرات، الأسماك، الضفادع، الطيور.
5. تصف كيفيِّة الحركة في الإنسان.

الحركة في الكائنات الحيَّة
Movement in Living Organisms

الحركة من المميزات الأساسيــة للحياة وهي وظيفة تمارسها جميع الكائنات الحية استجابة أو ترجمة للإحساس بالمؤثرات الخارجية.

1. أنوع الحركة في الكائنات الحيَّة

سنستعرض فيما يلي، عزيزي الطالب، نماذج لأنواع الحركة التي تمارسها الكائنات الحية فتابع معي:

تقسم الحركة بصفة عامة إلى قسمين رئيسين هما:

- الحركة المرئية (الظاهرة) **Visible Movement**
- الحركة غير المرئية **Invisible Movement**

1.1 الحركة المرئية (الظاهرة للعيان) Visible Movement

وتتمثل هذه في الأنواع التالية:

أوَّلاً: الانتقال (الحركة الكلية) Locomotion: وهي حركة يغير فيها الكائن الحي موضع جسمه، أي يتحرك الكائن الحي بكامله من مكان لآخر، ومن أمثلتها: المشي والجري والقفز والسباحة والطَّيران.

ثانياً: الحركة الجزئية: وهي حركة يغير فيها الكائن الحي موضع جزء من جسمه، دون انتقال الكائن الحي بكامله من مكان لآخر، ومن أمثلتها حركة الأطراف في الإنسان، وحركة غطاء خياشيم الأسماك، وحركة عضلات الوجه واللسان والشفاه عند الكلام في الإنسان.

2.1 الحركة غير المرئية:

تشمل كل أنواع الحركة بداخل جسم الكائن الحي ومن أمثلتها ضربات القلب، وسريان الدم في الأوعية الدموية، وسريان العصارة المائية في أوعية الخشب واللحاء في النباتات، ودوران السيتوبلازم داخل الخلية.

2. الحركة في النباتات Movement in Plants

لا تنحصر الحركة على النبات وأعضائه فقط، بل تحدث على المستوى الخلوي فالانسياب أو الدوران السيتوبلازمي يحدث داخل الخلية باستمرار في جميع الاتجاهات، وذلك لتسهيل عمليات النقل داخل الخلايا في النبات، وسوف نناقش أنواع الحركة التي تحدث داخل جسم النبات وخارجه بالتفصيل في الأقسام التالية:

1.2 الحركة الجزيئية Molecular Movement

أ/ الحركة البراونية Brownian Movement

تتحرك الأيونات Ions والجزيئات Molecules باستمرار عشوائياً ويمكن مشاهدة الدليل المرئي على ذلك باستعمال المجهر الضوئي. إذا وضعت نقطة من الحبر الأسود (الحبر الهندي) في ماء وراقبت الخليط تحت المجهر، فإنك ترى دقائق الكربون المكونة للحبر تتحرك باستمرار. هذه الحركة المستمرة تعرف بالحركة البراونية، وتنتج الحركة البراونية من اصطدام جزيئات الكربون المرئية مع جزيئات الماء غير المرئية التي تكون أيضاً في حالة حركة دائمة. وتحدث الحركة البراونية في سيتوبلازم الخلية الحية التي تحتوي على المواد الغراونية. وسميت هذه الحركة بالحركة البراونية نسبة إلى مكتشفها روبرت براون Robert Brown عام 1828م في محلول لحبوب اللقاح المعلقة في الماء. وهي حركة اهتزازية مستمرة تشاهد كنقاط ضوئية متحركة عند فحص أي محلول غروي بالمجهر الفوقي (الدقيق). وتكون الحركة البراونية أكثر وضوحاً في الغرويات الكارهة لوسط الانتشار.

تنشأ هذه الحركة الاهتزازية المستمرة نتيجة للاصطدامات المتتالية لجزيئات المذيب على سطح الدقائق المنتشرة فيه. لذا تُعرَّف الحركة البراونية بأنها:

«الحركة الاهتزازية المستمرة للدقائق الغروية والمشاهدة للنقط الضوئية عند فحص المحلول الغروي بالمجهر الفوقي والناتجة من الاصطدامات المتتالية لجزيئات المذيب على سطح الدقائق الغروية المنتشرة فيه».

وبما أن السيتوبلازم ذو طبيعة غروية فإنه عند فحصه بالمجهر الفوقي، نجد أن الدقائق الغروية المنتشرة فيه مثل البروتينات والدهون في حركة اهتزازية مستمرة نتيجة للاصطدامات المتتالية لجزيئات الماء كمذيب على سطح الدقائق الغروية المنتشرة فيه.

ب/ الانتشار Diffusion

الانتشار هو حركة الأيونات أو الجزيئات من المنطقة ذات التركيز العالي إلى المنطقة ذات التركيز المنخفض.

وعندما تتساوي الجزيئات في جميع اتجاهات وسط الانتشار تعرف بأنَّها وصلت مرحلة التوازن، وتعتمد سرعة الانتشار على عدة عوامل أهمها درجة الحرارة وكثافة الوسط.

ج/ الاسموزية Osmosis

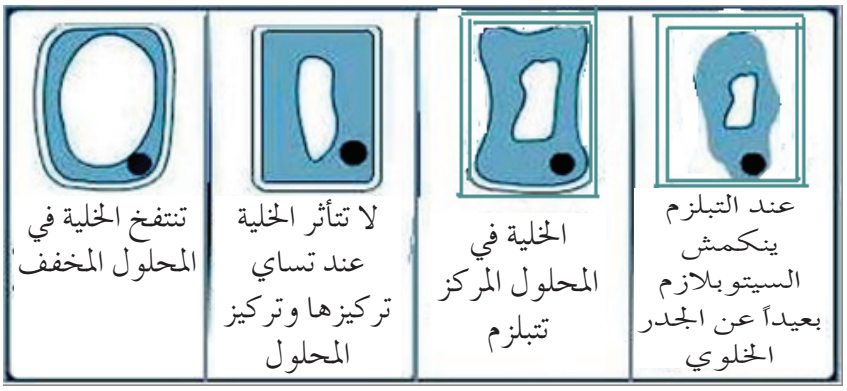
الاسموزية هي انتشار الماء (أو أي مذيب آخر) خلال غشاء منفذ تفاضلي.

والغشاء المنفذ تفاضلياً هو غشاء تمر خلاله المواد المختلفة بسرعات مختلفة. وظاهرة الاسموزية التي تحدث في الخلايا النباتية هي ظاهرة انتشار الماء (أو أي مذيب آخر) خلال الأغشية الخلوية.

د/ البلزمة Plasmolysis

البلزمة هي عملية انكماش البروتوبلازم الذي يحدث نتيجة اختفاء الفجوات العصارية داخل الخلية حين خروج الماء من داخل الخلية إلى البيئة المحيطة.

ويتجمع البروتوبلازم ويتكور في وسط الخلية بعيداً عن الجدار الخلوي. وعندما يحدث ذلك توصف الخلية بأنها متبلزمة Plasmolysed. وتحدث البلزمة عادة عندما توضع الخلايا في وسط عالي التركيز Hypertonic مقارنة مع تركيز العصير الخلوي والذي يوصف بأنه منخفض التركيز Hypotonic أي أقل تركيزاً من تركيز الوسط المحيط (الشكل 1).



الشكل (1): البلزمة

هـ / التشرب Imbibitoin

التشرب هو عملية فيزيائية بحتة تحدث في النبات مع الخاصية الاسموزية لتساعد على دخول الماء والمواد الغروانية والجزيئات الكبيرة مثل النشأ والسيليولوز داخل الخلايا. والتي تحمل شحنات كهربية عندما يضاف إليها الماء. وعليه تتجاذب مع جزيئات الماء التي يتم ادمصاصها في الأسطح الداخلية لهذه المواد. وتحمل جزيئات الماء شحنات كهربية مختلفة عند الأطراف، وهذا ما يعرف بقطبية الجزيء، ولذلك يتم ادمصاصها للجزيئات العضوية الكبيرة مثل السيليولوز، وتكون في الحين ذاته ملتصقة ببعضها البعض، وتعرف هذه العملية بالتشرب.

و / النقل النشيط وحركة المواد Active Transport and Movement of Materials

تنتقل الأيونات والعناصر المعدنية في محيط الجذر خلال الأغشية الخلوية بوساطة النقل النشيط مما يتطلب استهلاك الطاقة.

ز/ حركة الماء داخل النبات Water Movement in Plants

أثبت العلماء بأنه يوجد مسار متصل للماء من الجذر إلى قمة الساق في جميع النباتات الراقية، وهذا المسار يتم خلال أوعية الخشب والقصيبات.

ح/ حركة المواد الغذائية داخل النبات Movement of Photosynthates in Plant

أثبتت الدراسات والبحوث العلمية أن نواتج عملية البناء الضوئي تنتقل داخل أنسجة اللحاء وتنتقل فقط داخل الأنابيب الغربالية في نسيج اللحاء.

تدريب (1)

1. وضِّح أنواع الحركات الآتية:
   أ. حركة العين.
   ب. خج الطعام في المعدة.
   ج. نط الحبل.
   د. انتشار الأيونات من التربة إلى داخل النبات.
2. ضع الكلمة أو التعبير من القائمة (أ) مع ما يوافقها من القائمة (ب)

القائمة (أ)	القائمة (ب)	القائمة (أ)
مسار الماء	الأيونات والجزيئات	
التشرب	خروج الماء من الخلية النباتية	
الاسموزية	الدقائق الغروانية	
البلزمة	الأنابيب الغربالية	
الانتشار	دخول الماء مع المواد الغروانية والجزيئات الكبيرة داخل الخلية النباتية	
الحركة البراونية	الخشب والقصيبات	
نواتج البناء الضوئي	دخول الماء للخلية النباتية	
المعادن		

2.2 حركات النبات التي تنتج من منبهات خارجية

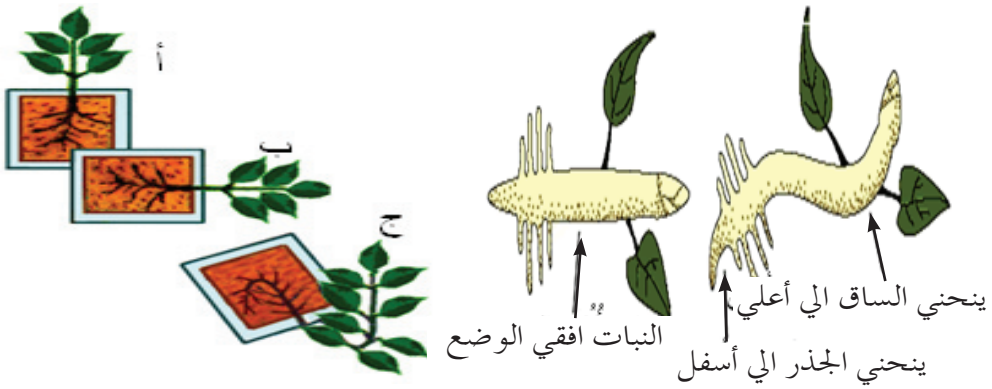
وتضم هذه حركات الانتحاء الضوئي، والانتحاء المائي، والانتحاء الأرضي، والانتحاء اللمسي، وهي حركات النمو التي لها علاقة باتجاه المنبه الخارجي.

> والانتحاء Tropism هو استجابة جزء من النبات لمنبه خارجي في البيئة.

ومن الانتحاءات ما يأتي:

أولاً: الانتحاء الأرضي Geotropism

نلاحظ في الطبيعة أن الجذور الابتدائية للنباتات تنمو لأسفل في اتجاه الجاذبية الأرضية، كما تنمو السيقان الرئيسة لأعلى في اتجاه عكس الجاذبية الأرضية، فإذا وضعنا نباتاً في وضع أفقي (كما في الشكل 2) تحركت قمة الجذور لأسفل وتحركت قمة الساق لأعلى ليستعيد كل عضو وضعه الطبيعي. وتسمي حركة الجذر لأسفل انتحاءً أرضياً موجباً. كما تسمي حركة الساق لأعلى انتحاءً أرضياً سالباً تضمن خروج الساق من التربة إلى الضوء.

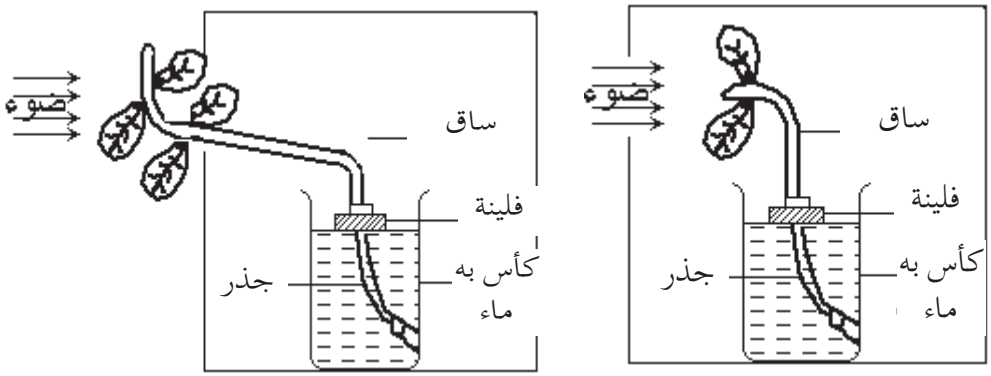


الشكل (2): الانتحاء الأرضي الموجب والسالب

ثانياً: الانتحاء الضوئي Phototropism

الانتحاء الضوئي هو استجابة نمو نبات لضوء قادم من اتجاه معين (إضاءة جانبية أو إضاءة أكثر شدة من أحد الجوانب).

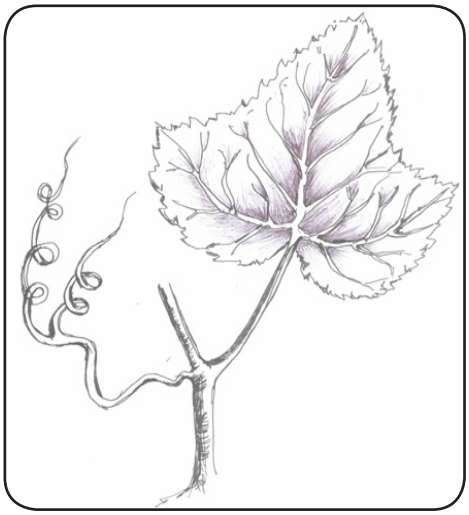
ينمو ساق البادرة النباتية في اتجاه مصدر الضوء عادةً، فإذا سلط الضوء على بادرة نامية داخل صندوق مظلم من جانب واحد شاهدنا قمة ساق البادرة تتجه نحو مصدر الضوء (الشكل 3).



الشكل (3): انتحاء قمة ساق النبات نحو مصدر الضوء الشديد

ثالثاً: الانتحاء اللمسي Haptotropism

الانتحاء اللمسي هو استجابة أجزاء النبات للمس. فقد وجد أن بعض محاليق النباتات كالخيار والبطيخ والبسلة والعنب تكون حساسة تجاه اللمس فيلتف المحلاق بسرعة حول أي دعامة تلمسه وخاصة لو كانت هذه الدعامة صلبة وخشنة (الشكل 4 أ)، وهي حركة تمثل **انتحاءً لمسيًّا موجباً**. هذا وتكون سيقان كثير من النباتات المتسلقة حساسة تجاه اللمس وتلتف سيقانها حول الدُعامة (الشكل 4 ب).



الشكل (4 أ): الانتحاء اللمسي بالتفاف المحاليق حول الدعامة (نبات العنب)

الشكل (4 ب): الانتحاء اللمسي بالتفاف الساق حول الدعامة

كذلك نجد أنَّ أوراق بعض النباتات آكلة الحشرات مثل نبات دروزيرا حساسة للمس الحشرات لها، فمجرد وقوف الحشرة عليها، تنطبق الأوراق على الحشرة. وتمثل هذه الحركة أيضاً انتحاءً لمسياً موجباً.

الشكل (5): الانتحاء اللمسي في النباتات آكلة الحشرات.

- **نبات الست المستحية (الميموزا) Mimosa**

لهذا النبات أوراق مركبة وبكل ورقة عدد كبير من الوريقات المسطحة أفقياً، فإذا تعرضت الورقة لأي لمس استجاب النبات بسرعة مذهلة، خلال ثوانٍ، فتنضم وريقاته وتنطبق على بعضها البعض بحيث تتدلى رأسياً كما يتدلى السويق لأسفل. وبعد أن يتلاشى تأثير اللمس تبدأ الوريقات في استعادة موضعها الأفقي تدريجياً ويستقيم السويق في مكانه مرةً أُخرى (الشكل 6).

الشكل (6): الانتحاء اللمسي في نبات الست المستحية

رابعاً: الانتحاء المائي Hydrotropism

الانتحاء المائي هو اتجاه أجزاء النبات نحو مصدر الماء.

تتميز بادرات النباتات **الجفافية غير العصارية** Non-succulent Xerophytes **بسرعة** نمو جذورها **واختراقها** للتربة متفرعة نحو مصدر الماء، مما يجعلها تتقدم الجفاف المضطرد من سطح التربة إلى **أعماقها الرطبة**، فتكون بذلك أكثر ملاءمة من غيرها للمعيشة في البيئة الجافة. كما أنَّ لهذه النباتات، في مرحلة النمو الخضري، جذوراً كبيرة الحجم، تتفرع في التربة نحو مصدر الماء، وتتعمق فيها إلى مسافات بعيدة وبذلك تشغل حيزاً كبيراً في التربة لتمتص منها الماء. يكون المجموع الجذري أكبر **حجماً من المجموع الخضري** مَمَّا يُمثِّل عنصراً مهماً في ملاءمتها للبيئة الجافة إذ يزيد من إمكانياتها لامتصاص الماء ويقلل من فقدانه بوساطة النتح، مما يُوفِّر موازنة تحقق فائضاً مائياً في مصلحة النبات. يمثل ذلك **انتحاءً مائياً موجِباً**.

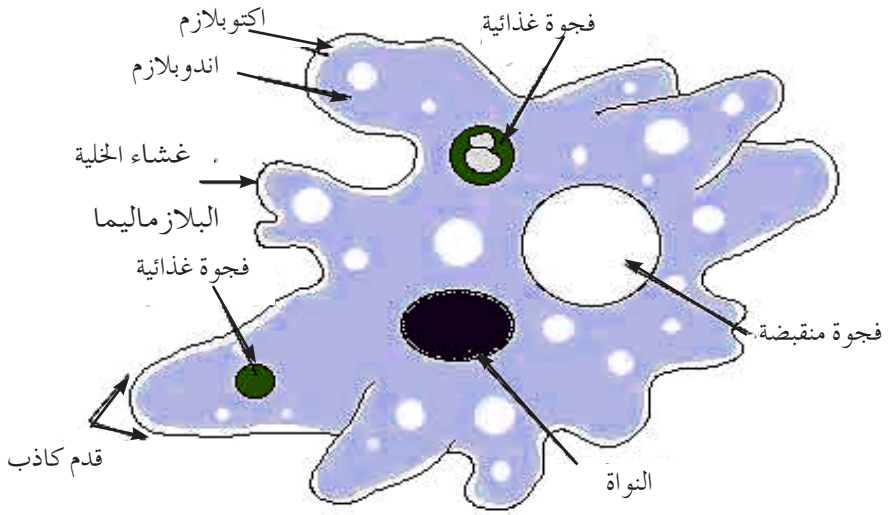
تدريب (2)

1. عرِّف الانتحاء الأرضي الموجب والانتحاء الأرضي السالب.
2. بيِّن كيف يستجيب النبات لضوء أكثر شدة سُلط عليه من أحد الجوانب.
3. من فوائد الانتحاء اللمسي في النباتات الآتي:
   أ. .....
   ب. .....
   ج. .....
4. الانتحاء المائي الموجب من صفات النباتات الجفافية غير العصارية لمواجهة الجفاف، وضح ماهية التكيفات التي حباها الله بها لمواجهة هذه الظروف البيئية القاسية.

3. الحركة في البروتستا

1.3 الحركة في الأميبا

الأميبا بروتس *Amoeba proteus* كائن حي مجهري يعيش في قاع البرك وفي الحفر الصغيرة، ويزحف على الطين. وتوجد بعض أنواعه في البحر وبعضها الآخر في المياه العذبة وفي التربة الرطبة.

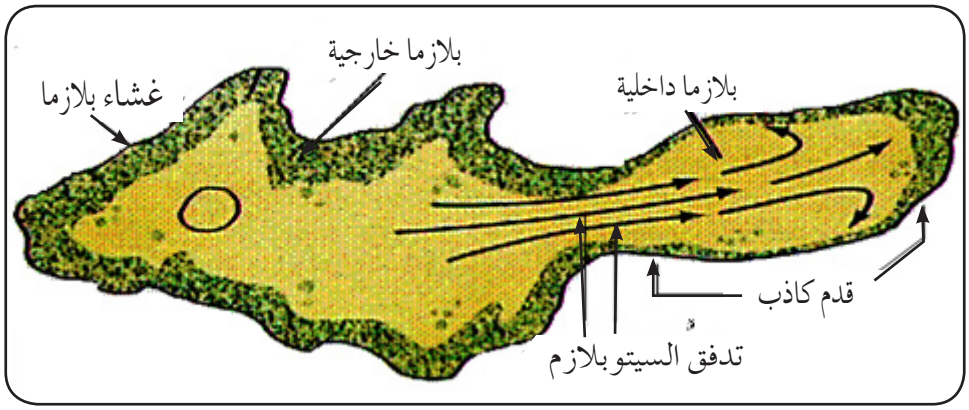


الشكل (7): تركيب الأميبا بروتس

وعند فحص الأميبا بالمجهر نلاحظ أن البروتوبلازم يتكون من **سيتوبلازم ونواة**. و**سيتوبلازم** الأميبا غير متجانس إذ إنَّه ينقسم إلى جزئين. الجزء الخارجي شفاف وفي حالة جلاتينية ويسمي البلازما الخارجية أو **الاكتوبلازم** Ectoplasm، أما الجزء الداخلي فهو **محبب** وفي حالة سيولة ويسمي بالبلازما الداخلية أو **الاندوبلازم** Endoplasm (الشكل 7). يكون الاندوبلازم أكثر سيولة من الاكتوبلازم إلا أن الاكتوبلازم أسرع تغيراً عند الحركة لأنه لا يحتوي على حبيبات مثل الاندوبلازم.

تتحرك الأميبا بوساطة **الأقدام الكاذبة** Pseudopodia حيث **يبرز القدم** الكاذب كنتوء في أي موضع على سطح الأميبا في اتجاه الحركة. ويتكون القدم

الكاذب **بتميع** البلازما الخارجية وتحولها إلى **بلازما داخلية** فيندفع السيتوبلازم إلى تلك النقطة مكوناً امتداداً يسمي **القدم الكاذب** (الشكل 8). **يتوقف** اندفاع السيتوبلازم عند تحول البلازما الداخلية الطرفية إلى بلازما **خارجية، وتثبت** الأميبا الأقدام الكاذبة و**تسحب** جسمها في ذلك الاتجاه.

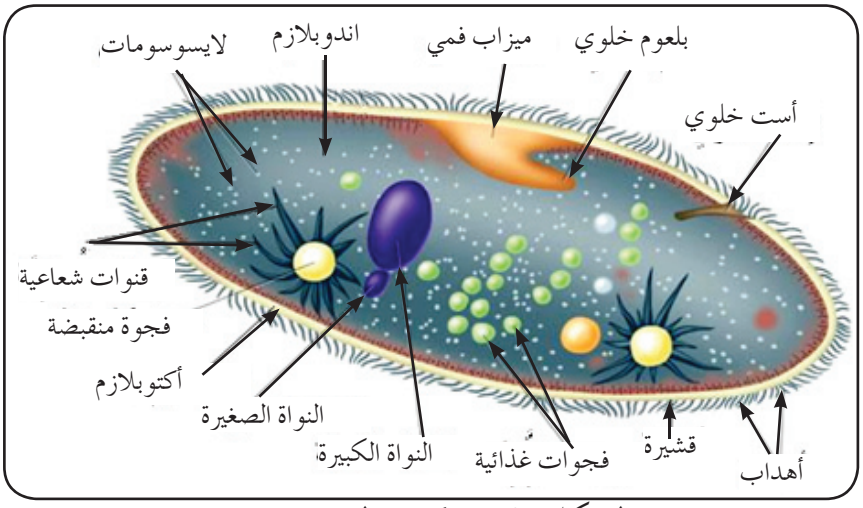


الشكل (8): تكوين القدم الكاذب في الأميبا

2.3 الحركة في البراميسيوم Paramecium

البراميسيوم كائن حي صغير يعيش في المياه **العذبة** ويكثر حيث تكثر المواد العضوية وخصوصاً **الحيوانية** منها. ويمكن رؤيته بالعين المجردة **كأجسام بيضاء دقيقة متحركة** (الشكل 9).

تغطي سطح الجسم كله زوائد دقيقة هي **الأهداب** Cilia (الشكل 9). يتحرك البراميسيوم في أيِّ اتجاه **بوساطة الأهداب**، ولا تتحرك الأهداب جميعها في وقت واحد بل إنَّ **حركة كل هدب تسبق حركة الهدب الذي يليه**. ويتحرك البراميسيوم في الوقت نفسه **حركة حلزونية** حول نفسه ويرجع ذلك إلى **عدم انتظام** توزيع الأهداب على سطح الجسم.



الشكل (9): تركيب البراميسيوم

أسئلة تقويم ذاتي

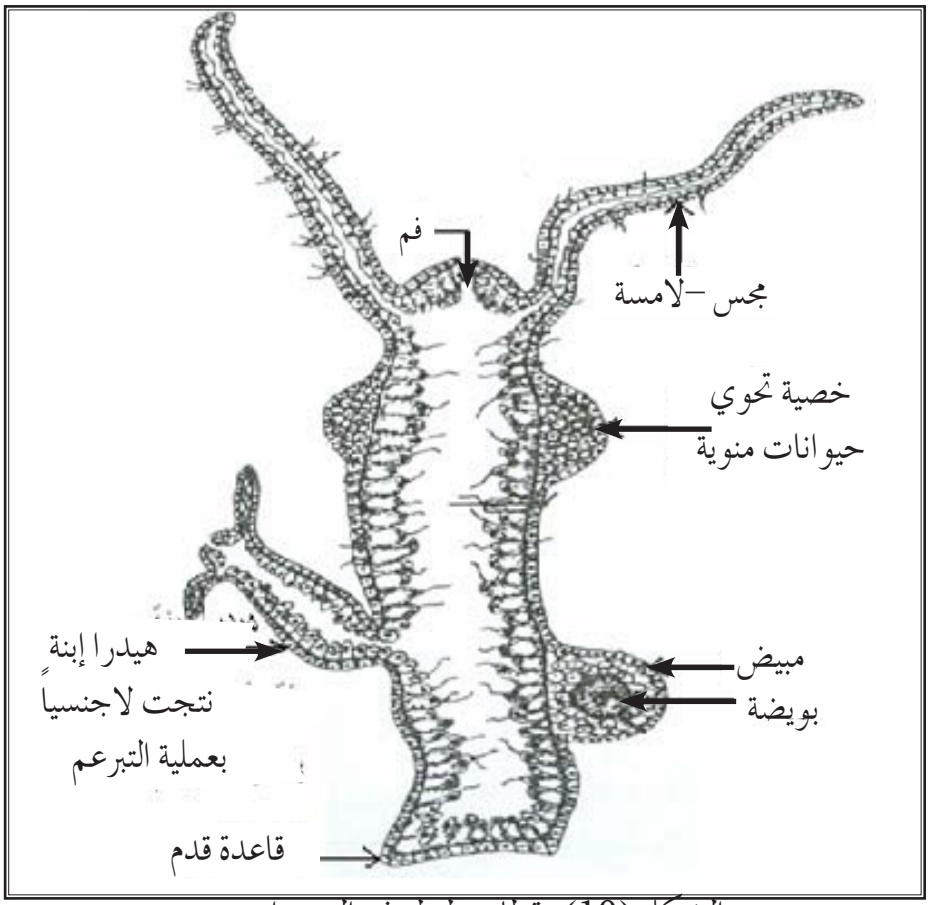
أجب عن الآتي:

1. عرِّف الآتي:
   أ. الحركة في الكائنات الحيَّة، ب. الحركة الكُلِّيَّة،
   ج. الحركة الجُّزئيَّة، د. الحركة غير المرئيَّة، هـ. الانتشار،
   و. الاسموزية، ز. النقل النشيط.
2. عدِّد الحركات الجُزيئيَّة في النبات.
3. اشرح كيفيَّة حُدوث الحركة البراونيَّة في النبات.
4. أُكتُب عن البلزمة في النبات.
5. ما التشرُّب؟
6. باختصار، أُكتُب عن الانتحاءات في النبات.
7. صف كيفية الحركة في الأميبا والبراميسيوم، مع الاستعانة بالرسم المُسمَّى.

4. الحركة في الحيوانات

1.4 الحركة في الهيدرا

يعيش حيوان الهيدرا في الماء العذب، وجسمه عديد الخلايا عبارة عن أنبوبة اسطوانية قد يصل طولها إلى عشرين مليمتراً. قاعدة الحيوان مثبتة بوساطة قدم على عشب مائي، ويتدلى الجسم خالصاً Free وتتفرع نهايته عن زوائد على هيئة أذرع أو مجسات Tentacles يتراوح عددها بين 6 إلى 10 أذرع. تخرج المجسَّات من قـــاعدة المخروط الفمي Oral Cone. ويقع الفم في قمة المخـــروط الفمي (الشكل 10).



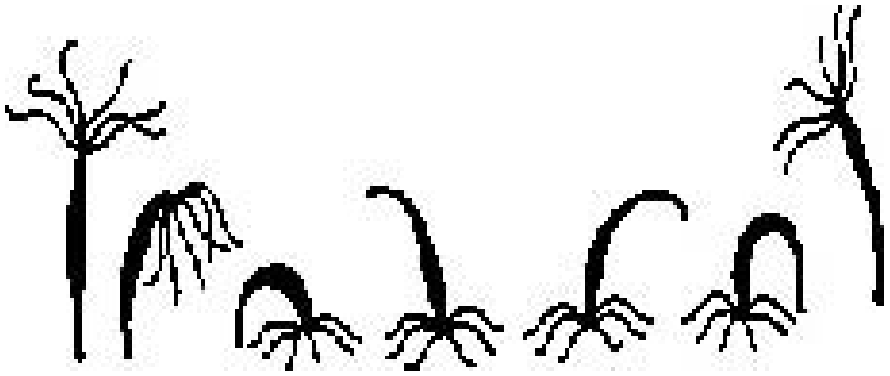
الشكل (10): قطاع طولي في الهيدرا

تتحرك الهيدرا بعدة طرق منها:

1. الزحف Gliding: وهو أن يمد الحيوان جسمه إلى أبعد نقطة ممكنة ويلصق فمه بها ثم ينتزع القدم ويلصقه بجوار الفم، وبعد ذلك ينزع الفم إلى أعلى لينتصب قائماً مرة أخرى، وبذلك يكون الحيوان قد تقدم قليلاً (الشكل 11).

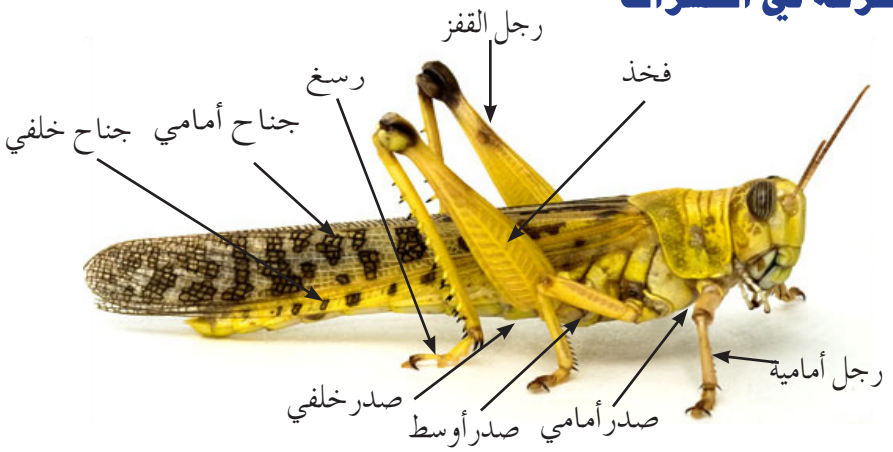
الشكل (11): الزحف في الهيدرا

2. الانقلاب (أو الشقلبة) Somersaulting: يثني الحيوان جسمه حتى تلامس مجساته السطح الذي يثبت عليه، فتلتصق عليه ثم تتحرر قاعدة الحيوان لتستقيم عمودياً، فيكون الحيوان مقلوباً قمته إلى أسفل وقاعدته إلى أعلى. ويتمدد جسم الحيوان وينثني مرة أخرى في اتجاه حركته فيثبت قاعدته ويستقيم عمودياً مرة أخرى وبهذا يكون الحيوان قد تحرك من مكان لآخر (الشكل 12).



الشكل (12): الانقلاب في الهيدرا

2.4 الحركة في الحشرات



الشكل (13): الشكل الخارجي للجرادة

أعضاء الحركة في الحشرات هي **الأرجل المفصلية والأجنحة** التي توجد في منطقة الصدر لذا يسمي الصدر في الحشرات **منطقة الحركة** Locomotory Region؛ وأقوي العضلات في الحشرات هي عضلات الصدر لتحريك الأجنحة والأرجل المفصلية.

فالجرادة (الشكل 13) كمثال للحشرات لها **زوجان من الأجنحة وثلاثة أزواج من الأرجل المفصلية**، ينشأ **الزوج الأول** من الأرجل الأمامية من الصدر الأوَّل الأمامي للجرادة من الناحية البطنية، وينشأ **الزوج الثاني** من الأرجل من الصدر الثاني الأوسط للجرادة من الناحية البطنية، وتستعمل الأرجل الأربعة السابقة لتساعدها على **المشي** و**تسلق** النباتات.

أما **الزوج الثالث** من الأرجل الخلفية فكبير وطويل نظراً لطول فخذه وساقه وينشأ من الصدر الخلفي من الناحية البطنية ويستعمل غالباً **للقفز**.

يوجد في الصدر الأوسط من الناحية الظهرية زوجٌ من **الأجنحة الأمامية** وهي أجنحة كيتينية قوية وسميكة تسمي الدرع، تنطبق أثناء المشي والقفز لتغطي البطن والأجنحة الغشائية الشفافة **لحمايتها**.

يوجد في الصدر الخلفي للجرادة من الناحية الظهرية زوجٌ من **الأجنحة الخلفية**، وهي أجنحة غشائية شفافة تطوى وتفرد كالمروحة، وتستخدم لعملية **الطيران** (الشكل 13).

تدريب (3)

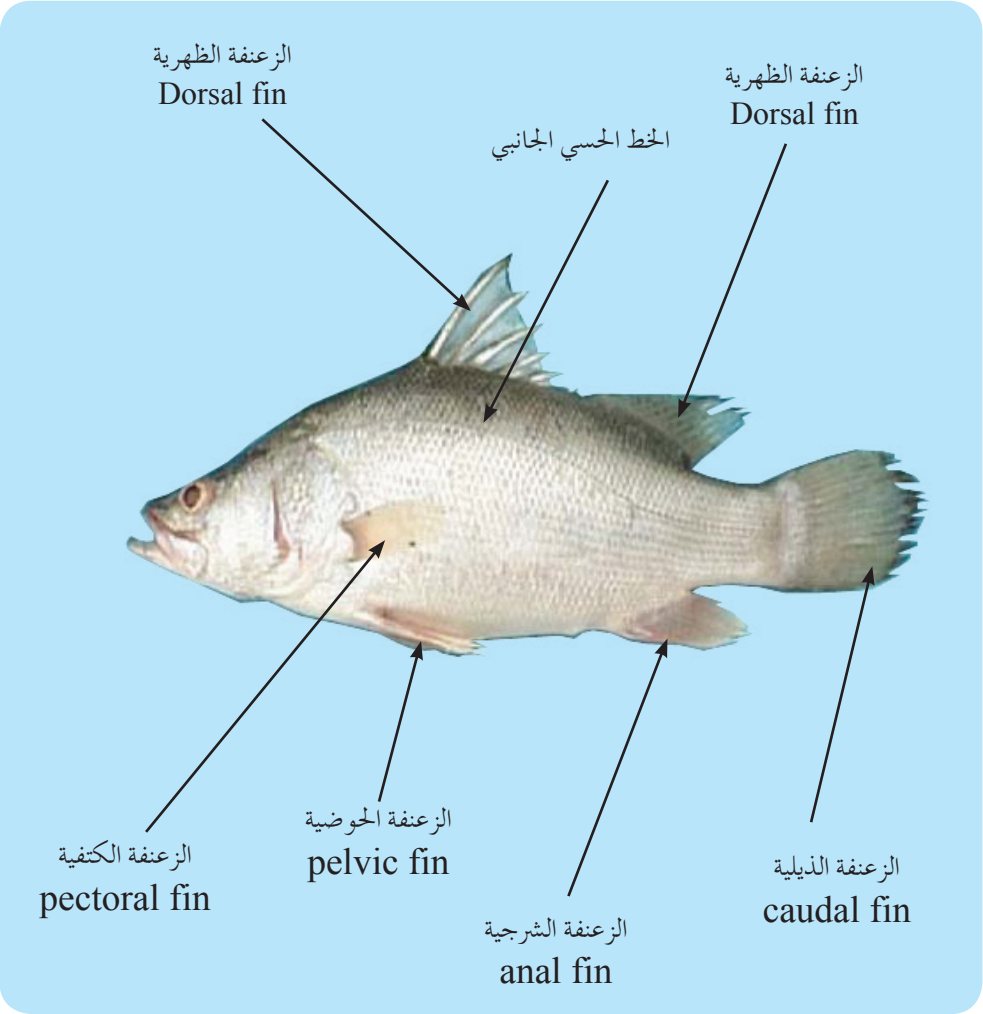
أُكتب أمام كل عضو من الآتي الوظيفة التي يؤديها في الجرادة:

العضو	الوظيفة
زوجا الأرجل الأمامية	
زوج الأرجل الخلفية	
زوج الأجنحة الأمامية الكيتينية (الدرع)	
زوج الأجنحة الخلفية الشفافة	

3.4 الحركة في الأسماك (العجل كمثال)

يتكون جسم سمكة العجل من رأس وجذع وذيل وتظهر على السطح **زعانف زوجية** وأخرى **فردية** (الشكل 14).

تغطي القشور Scales جميع سطح سمكة العجل تقريباً، وهي متراكبة فوق بعضها البعض ومتجهة للخلف. على جانبي جسم العجل تظهر القشور بشكل طولي يمتد من الرأس إلى زعنفة الذيل، مكونة خطاً واضحاً بكل جانب من جسم السمكة يعرف باسم الخط الجانبي الحسي لأنَّ كل خط مزود بأنسجة حسية (عصبية). تستعين السمكة **بالخطين الحسيين** الجانبيين Lateral Sensory Lines لتحديد الذبذبات المائية (الشكل 14).



الشكل (14): الشكل الخارجي لسمكة العجل

وتتمثل الزعانف الفردية في الزعنفتين الظهريتين Dorsal Fins والزعنفة الذيلية Caudal Fin والزعنفة الشرجية Anal Fin، أما الزعانف الزوجية فهي الزعنفتان الكتفيتان Pectoral Fins والزعنفتان الحوضيتان Pelvic

Fins(الشكل 14).

تتحرك السمكة وتحفظ توازنها في الماء بوساطة الزعانف، ويساعد شكل جسمها المغزلي في التقليل من مقاومة الماء لحركتها. تحفظ الزعانف الفردية توازن السمكة في الماء، كما تستعمل الزعانف الزوجية كمجاديف أثناء العوم البطيء. انحناء الذيل وضربه للماء يدفع السمكة للأمام، ويعمل الذيل وتساعده الزعانف الزوجية على تغيير اتجاه السمكة في الماء.

للعجل مثانة هوائية Air bladder تقع في تجويف الجسم تعمل على حفظ توازن السمكة في الأعماق المختلفة. تمتلئ المثانة بالهواء إذا هبطت السمكة إلى أسفل وتقل كمية الهواء داخل المثانة إذا طفت السمكة إلى أعلى.

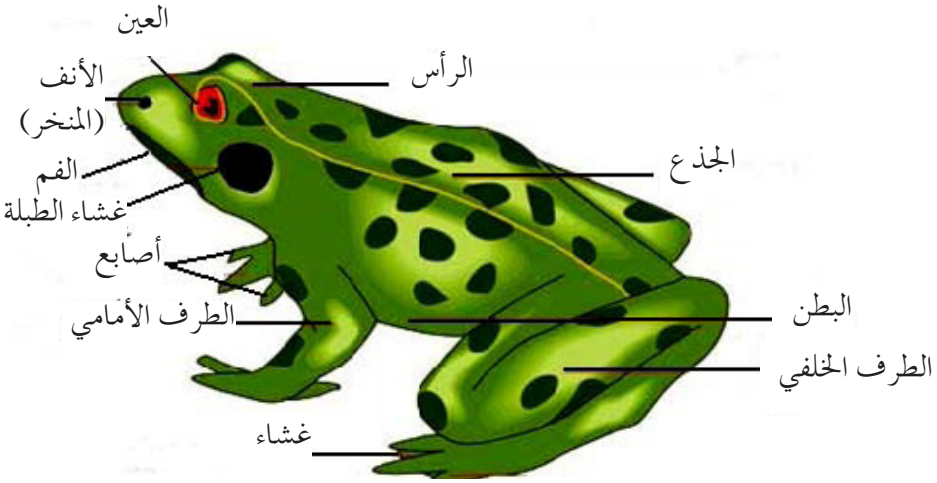
تدريب (4)

أُكتب أمام كل عضو من الآتي الوظيفة التي يؤديها في **سمكة العجل**:

العضو	الوظيفة
الزعانف الفردية	
الزعانف الزوجية	
الذيل	
المثانة الهوائية	

4.4 الحركة في الضفادع

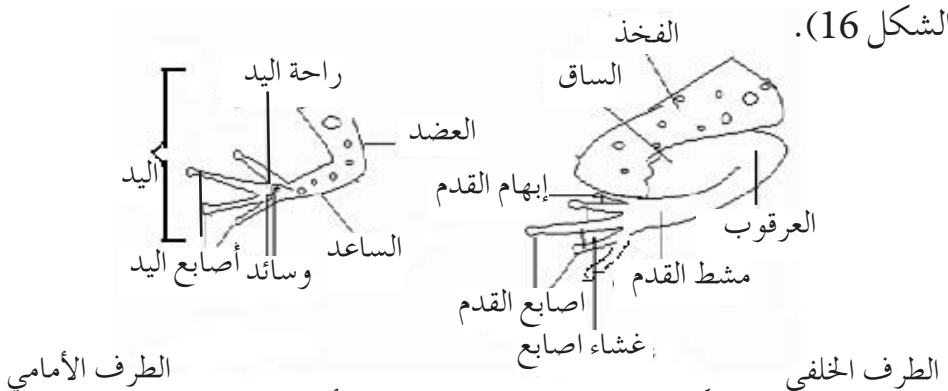
للضفدعة رأس وجذع وتفتقر إلى العنق والذيل (الشكل 15).



الشكل (15): الشكل الخارجي للضفدعة

رأس الضفدعة مثلث الشكل به فتحة الفم العريضة على الجانبين والمنخران في المقدمة. يتيح وضع المنخرين العلوي أن تستنشق بهما الهواء حينما تكون غاطسة في الماء.

تتصل بالجذع أربعة أطراف، الطرفان الأماميان وهما أقصر من الطرفين الخلفيين. لكل طرف أمامي أربعة أصابع ولكل طرف خلفي خمسة أصابع (الشكل 16).



الشكل (16): الطرفان الخلفي والأمامي للضفدعة

يتركب طرف الضفدعة الأمامي من ثلاث قطع هي الذراع العلوي أو العضد والذراع الأمامي أو الساعد واليد. وتتركب اليد من رسغ وراحة، وأربعة أصابع تتصل مع بعضها بغشاء رقيق، وتوجد على السطح البطني لراحة اليد وسائد قرنية صغيرة.

يتركب طرف الضفدعة الخلفي من ثلاث قطع هي الفخذ والساق والقدم. وتتركب القدم من رسغ (العرقوب) ومشط وخمسة أصابع متصلة ببعضها بغشاء.

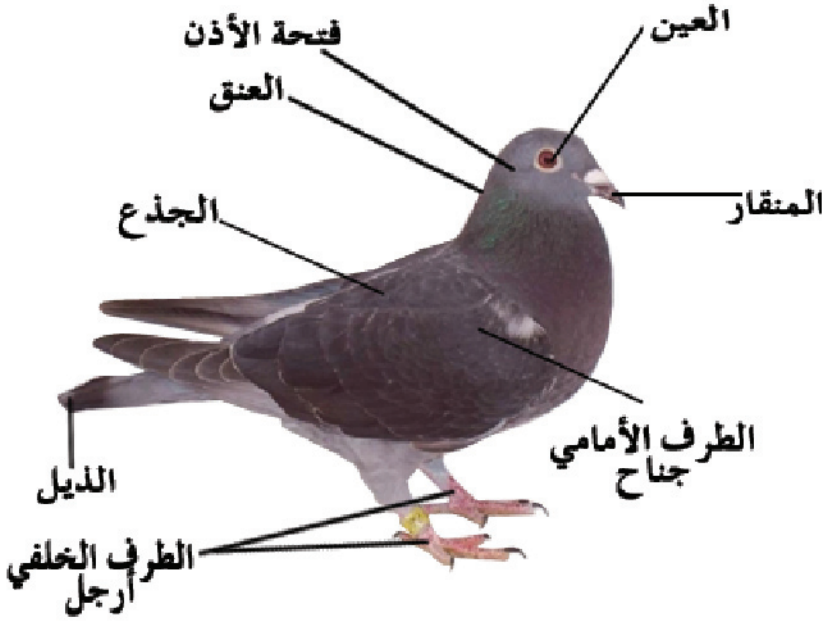
الضفدعة لا تمشي ولكنها تزحف بأطرافها الأربعة، وتقفز وتسبح بالطرفين الخلفيين لكبرهما وقوة عضلاتهما ووجود غشاء جلدي بين أصابعهما يساعد على السباحة.

والهيكل العظمي في الضفدعة قوي ليحمل الجسم ويقاوم الجاذبية الأرضية.

5.4 الحركة في الطيور (الحمامة المنزلية كمثال)

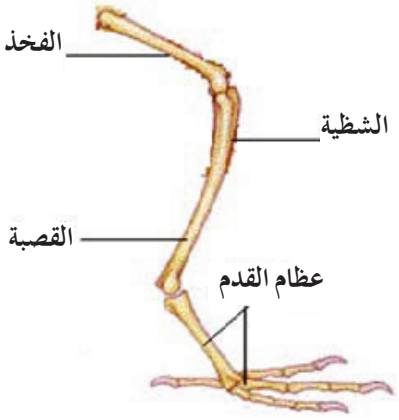
يتكون جسم الحمامة المنزلية من أربعة أقسام تظهر بوضوح عند نزع الريش عنه وهي الرأس والعنق والجذع والذيل (الشكل 17).

يتكون الجذع من الصدر والبطن. ويغطي الريش كل جسم الحمامة المغزلي الشكل فيما عدا المنقار القرني الذي يحيط بالفم.



الشكل (17): الشكل الخارجي للحمامة

الجذع قصير وينتهي بذنب قصير مخروطي الشكل. تتصل بالجذع الأطراف، وقد تحور الطرفان الأماميان إلى جناحين ذواتي عضلات قوية ليؤديا مهمة الطيران. أما الطرفان الخلفيان فهما رجلان ذواتا مفاصل تمشي بهما الحمامة (الشكل 18).

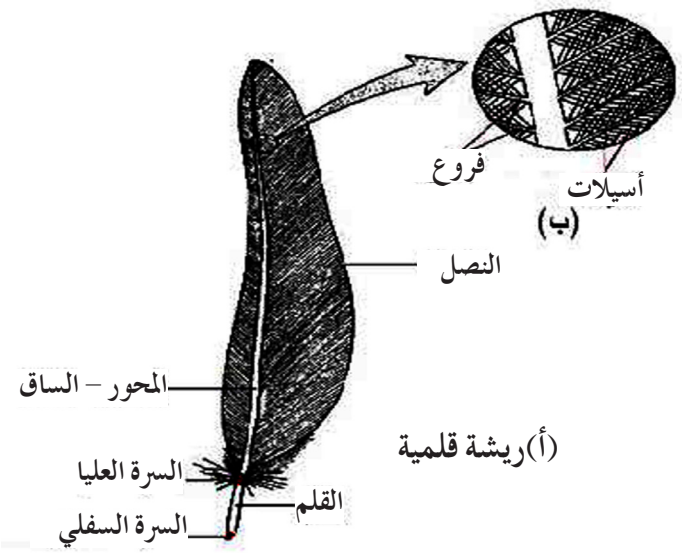


الشكل (18): طرف الحمامة الخلفي

للحمامة أربعة أنواع من الريش تنبت من بشرة الجلد أكبرها حجماً هو الريش القلمي Quill Feathers وهو الذي تستعمله الطيور للطيران ويكون في الحواف الخلفية للطرفيين الأماميين وفي الذنب (الشكل 19).

تركيب الريشة القلمية:

تتكون الريشة القلمية من قضيب وسطي جزؤه العلوي صلب ويسمي الساق Rachis وجزؤه السفلى أجوف ويسمي القلم Quill. يحمل الساق الجزء المسطح من الريشة ويسمي النصل Vane. ويتكون النصل من زوائد رقيقة تسمي الفروع Barbs تتصل بجانب ساق الريشة بوضع مائل (الشكل 19 أ). يحمل كل فرع فريعات جانبية Barbules صغيرة بوضع مائل أيضاً، تتشابك الفريعات بوساطة خطاطيف Hooks وبذلك تقوي من تماسك الفروع التي تكوِّن سطحاً متيناً يقوى على ضرب الهواء عند الطيران (الشكل 19 ب).



الشكل (19): تركيب الريشة القلمية في الحمام

تحورات الحمامة للطيران

الحمامة شأنها شأن الطيور الأخرى التي تطير قد خصَّها الله سبحانه وتعالى بتحورات تركيبيَّة عديدة في جسمها لتلائم طبيعة البيئة الهوائية ومن هذه التراكيب مايلى:

- تحوُّر الطرفان الأماميان ليكوِّنا جناحين يتصلان بعضلات قوية تحركهما.
- كل عظام الهيكل العظمي خفيفة مليئة بالهواء بدلاً عن المادة العظمية، وتتشابك العظام العريضة المسطحة في الهيكل لتعطي الجسم متانة وقوة.
- للتقليل من كثافة الطائر يوجد بالجسم جهاز الأكياس الهوائية بالإضافة إلى الهواء المحجوز بين ريش الجسم.
- جسم الحمامة مغزلي الشكل وهذا يقلل من مقاومة الهواء أثناء الطيران.
- تعيش الحمامة على الحبوب التي تمثل الوقود، ولما كانت تسبح في الهواء تحتم وجود مخزن للوقود وهو كيس رقيق الجدار يقع عند قاعدة المريء يسمي الحويصلة Crop.
- درجة حرارة الحمامة أعلى من درجة حرارة الثدييات، إذ تتراوح بين 52°م إلى 55°م مما يساعد على احتراق كامل وأسرع للوقود.

تدريب (5)

عدِّد، باختصار، التحورات التي خصَّ الله بها الحمامة لتتكيف مع بيئة الهواء وعملية الطيران من غير عناء.

5. الحركة في الإنسان
Movement in Human

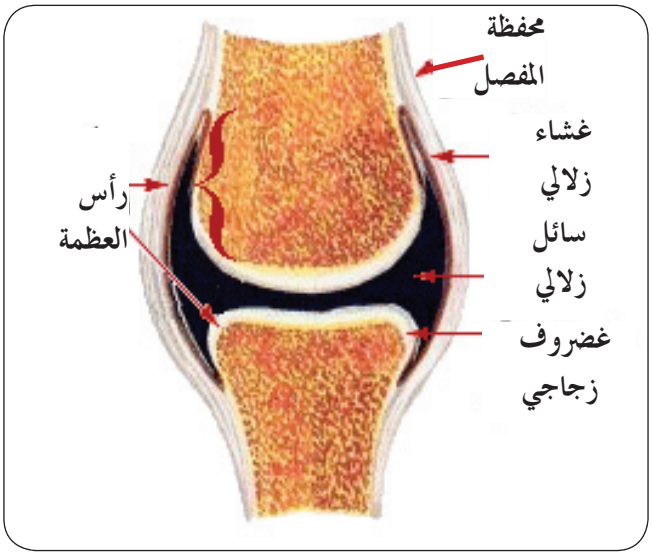
يكوِّن الهيكل العظمي ومفاصله والعضلات المرتبطة بها العناصر الأساسية للحركة في الإنسان.

والمفصل هو المنطقة التي توجد بين عظمتين أو أكثر.

1.5 أنواع المفاصل

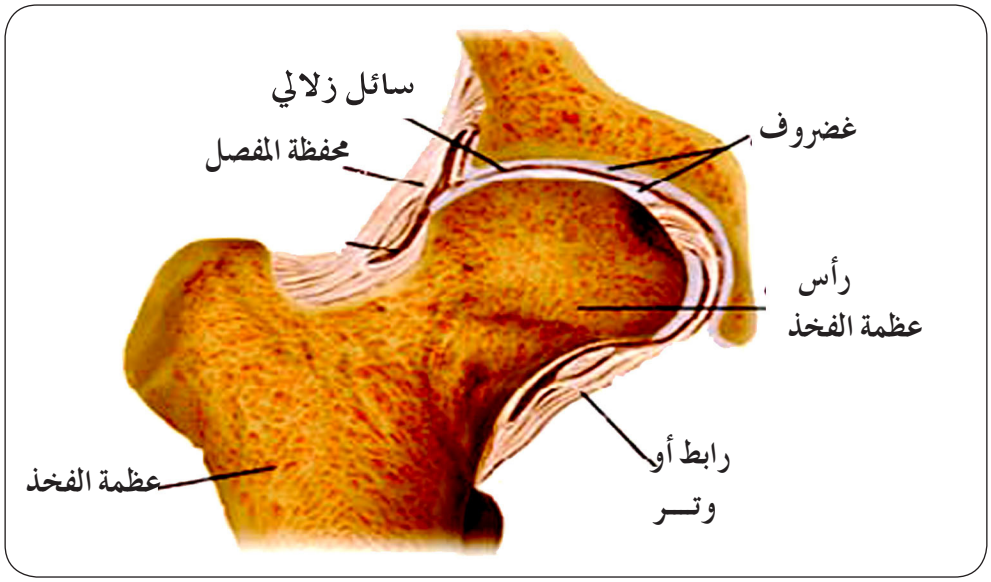
سنستعرض نوعين من المفاصل، هما:

1. **مفصل محدود الحركة** Hinge–Joint: كمفصل المرفق بين الساعد والعضد ومفصل الركبة بين الساق والفخذ (الشكل 20).



الشكل (20): مفصل محدود الحركة

2. **مفصل مطلق الحركة** Ball and Socket Joint: ويمثل له برأس الفخذ مع التجويف الحقي في الحزام الحوضي (الشكل 21).



الشكل (21): مفصل مطلق الحركة

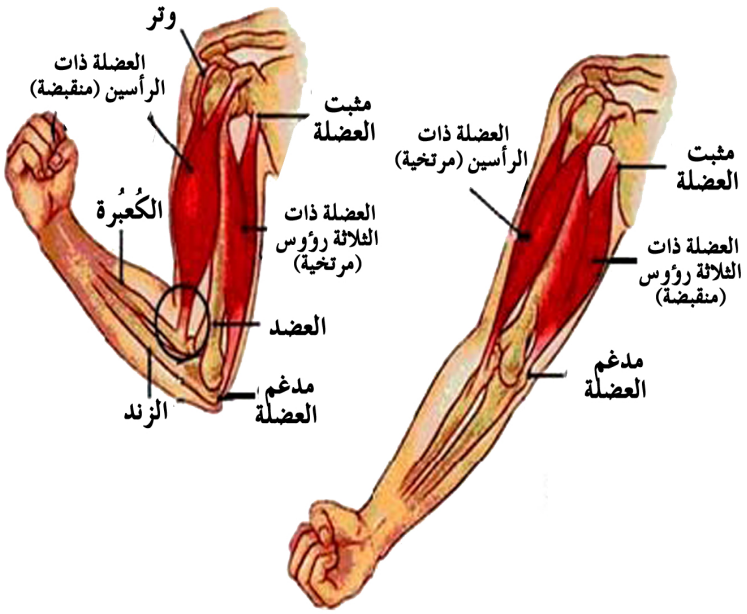
كما يكوِّن رأس العضد كرة تدور في التجويف الاروح للكتف.

هذا وتؤدِّي العضلات المُساعِدة دوراً رئيساً في حركة الجسم كالمشي والمسك وغيرها.

تجذب العضلات عظام الهيكل العظمي، وتسبب حركتها. ولكل عضلة عصب مختص يوصل الإشارة إلى الجهاز العصبي المركزي ليحركها.

2.5 حركة ذراع الإنسان (مفصل الذراع):

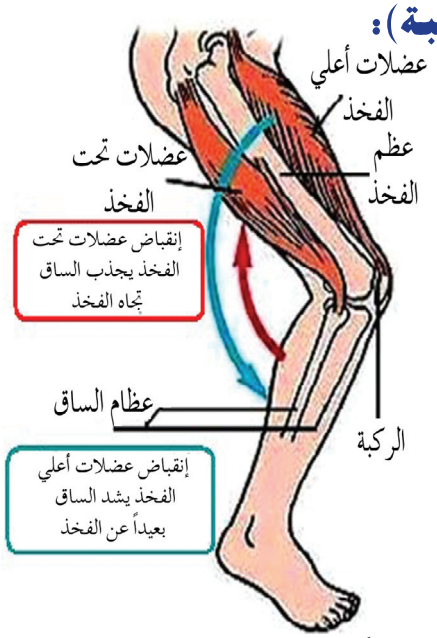
توجد في الذراع العضلة ذات الرأسين Biceps، وهي العضلة القابضة التي توجد أمام العضد وتتصل بلوحة الكتف بوساطة وترين، كما تتصل بعظام الساعد بوتر واحد فقط. وعندما تنقبض هذه العضلة تجذب الساعد تجاه العضد فينقبض الذراع وفي نفس الوقت تنبسط **العضلة ذات الثلاثة رؤوس** Triceps وهي العضلة الباسطة التي توجد خلف العضد والتي عند انقباضها تشد الساعد بعيداً عن العضد فتبسط الذراع (الشكل 22).



الشكل (22): حركة ذراع الإنسان

3.5 حركة رجل الإنسان (مفصل الركبة):

يوجد مفصل الركبة بين عظم الساق والفخذ، ويغطي كل منهما عند المفصل غضروف، وبينهما سائل زلالي مفصلي يسهل انزلاق المفصل. كما يربط عظم الساق بالفخذ الرباط الإكليلي، وتحمي هذا المفصل عظمة الرضفة من أعلى. عند انقباض العضلات تحت الفخذ وانبساط العضلات أعلى الفخذ تجذب الساق تجاه الفخذ، أما عند انبساط العضلات تحت الفخذ وانقباض العضلات أعلى الفخذ تشد الساق بعيداً عن الفخذ (الشكل 23).



الشكل (23): حركة رجل الإنسان (مفصل الركبة)

أسئلة تقويم ذاتي

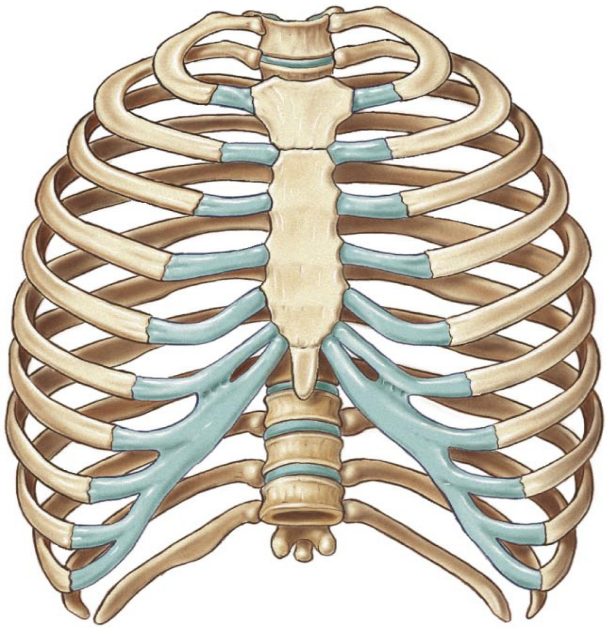
أجب عن الآتي:

1. مُستعِيناً بالرَّسم، بيِّن كيفية الحركة في الهيدرا.
2. صِف أعضاء الحركة في الجرادة وكيفيَّة استخدام كل عضو فيها.
3. باختصار، وضِّح كيفِيَّة الحركة في سمك العجل في بيئته المائِيَّة.
4. الضفدعة لا تمشي لكنها تقفز وتزحف وتسبح، اشرح كيفية مُلاءمة أعضائها للقيام بكل هذه الحركات المُتنوِّعة.
5. بيِّن كيفيَّة الحركة، من مشي وطيران، في الحمامة المنزلِيَّة.
6. ما التحورات في جسم الحمامة التي تُساعِدها على الحركة في البيئة الهوائِيَّة ؟
7. عرِّف المفصل وعدِّد أنواع المفاصل في الإنسان.
8. مُستعيناً بالرَّسم، اشرح كيفِيّة حركة ذراع ورجل الإنسان.

الوحدة الخامسة

الدِّعامة في الكائنات الحية

Support in Living Organisms



أهداف الوحدة

عزيزي الطَّالب، بعد فراغك من دراسة هذه الوحدة، ينبغي أن تكون قادراً على أن:

1. تُفرِّق بين نَوْعَيْ الدُّعامة، الهيدروستاتيكيَّة والهيكليِّة، في الكائنات الحيَّة.
2. تشرح الدُّعامة الهيدروستاتيكيَّة في الكائنات الحيَّة الآتية: النبات، الحيوانات الأوَّليَّة، الهيدرا، الديدان.
3. تُميِّز بين الدُّعامة الهيكليَّة الخارجية والدُّعامة الهيكليَّة الدَّاخليَّة في الكائنات الحيَّة.
4. تصف الدُّعامة الهيكليَّة في الكائنات الحية الآتية: النباتات، الحيوانات غير الفقاريَّة (اللافقاريَّة)، الحيوانات الفقاريَّة، الحيوانات الأوَّليَّة.

الدعامة في الكائنات الحية
Support in Living Organisms

لقد خصَّ الله، سُبحانه وتعالى، الكائنات الحية بآلياتٍ وبهياكلٍ تُكسبها الدُّعامة والشكل.

مفهوم الدعامة

الدعامة هي مجمل الآليات والتراكيب التي تساعد الكائن الحي على الاحتفاظ بهيئته.

الدُّعامة في الكائنات الحيَّة نوعان:

1. دُعامة هيدروستاتيكيَّة.
2. دُعامة هيكليَّة (تركيبيَّة).

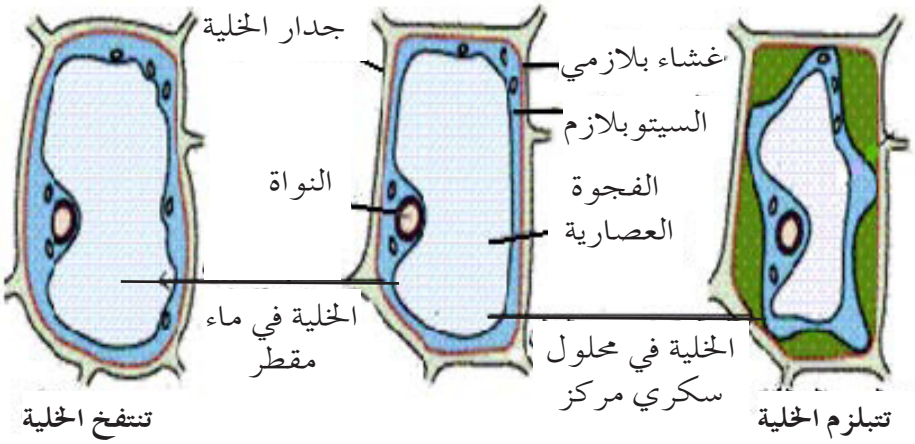
1. الدُّعامة الهيدروستاتيكيَّة

الدعامة الهيدروستاتيكية هي دعامة تنشأ نتيجة لوجود سائل أو غاز تحت ضغط داخل حيز جدرانه غير مرنة أو محدودة المرونة، مثل كرة القدم المنفوخة.

توجد الدعامة الهيدروستاتيكيَّة في النباتات، والأميبا، والبراميسيوم، والهيدرا، والديدان.

1.1 الدُعامة الهيدروستاتيكِيَّة (الفسيولوجية) أو الانتفاخ Turgidity في النبات

تكتسب الأعضاء الغضة والخالية من الأنسجة الدعامية في النبات، كأطراف الجذور والسيقان حديثة التكوين والبادرات الصغيرة والنباتات العشبية الغضَّة، صلابة عند امتلاء خلاياها بالماء وخاصة خلايا النخاع والقشرة مِمَّا يُحدث نوعاً من الضغط فتنتصب الخلايا وتحتفظ بنضارتها. فإذا فقدت هذه الأعضاء نسبة كبيرة من مائها ذبُلت وفقدت شكلها (**التبلزم**) (الشكل 1). كما يساعد ضغط الماء داخل الفجوة العصارية على استطالة الخلايا. ويسمى هذا الضغط في بعض الحالات **بالتوتر النسيجي**.



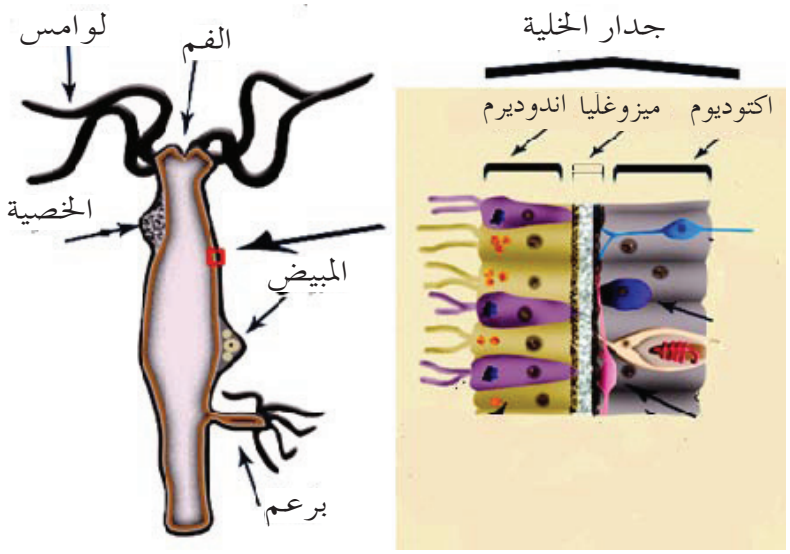
الشكل (1): ضغط الامتلاء والتبلزم في خلية نباتية

2.1 الدُّعامة الهيدروستاتيكية في الحيوانات الأولية

الأميبا والباراميسيوم والبلازموديوم حيوانات أوليَّة لا توجد بها دعامة جسمانية ميكانيكية، إلا أنَّها تمتلك **دعامة هيدروستاتيكية** من بيئتها المائية تعمل على انتفاخ الجسم وتماسكه وطفوه فوق الماء.

3.1 الدُّعامة الهيدروستاتيكية في الهيدرا

الهيدرا حيوان عديد الخلايا من شعبة اللاسعات له دعامة هيدروستاتيكية، فهو يعتمد في تدعيم جسمه، إلى حد ما، على المادة الجلاتينية (الميزوغليا) التي تقع بين طبقتي الاكتوديرم والاندوديرم وعلى بيئته المائية (الشكل 2).



الشكل (2): الهيدرا وقطاع طولي يوضح الدعامة الهيدروستاتيكية (الميزوغليا)

4.1 الدُّعامة الهيدروستاتيكية في الديدان

تعتمد الديدان مثل الصارقيل (دودة الأرض) على ضغط السوائل التي تملأ تجاويف أجسامها ولذا تُعتبر الدُّعامة فيها هيدروستاتِيكِيَّة.

تدريب (1)

أ. بادرات النباتات خالية من الأنسجة الدعامية، بيِّن كيف استعاضت عن هذا لتكتسب الدعامة اللازمة ؟

ب. وضِّح نوع الدعامة في الهيدرا وبيِّن مصدرها.

أسئلة تقويم ذاتي

أجب عن الآتي:

1. عرِّف الدُّعامة في الكائنات الحيَّة.
2. عرِّف الدُّعامة الهيدروستاتيكيَّة.
3. عدِّد أنواع الدُّعامة في الكائنات الحيَّة.
4. مُستعيناً بالرسم، اشرح الدُّعامة الهيدروستاتيكية في النبات.
5. وضِّح ما العوامل التي تدعم وتعطي الهيدرا الشكل والقوام المُميَّز؟
6. ما العامل الأساسي الذي يعمل على دُعامة الديدان؟

2. الدُعامة الهيكليَّة (التركيبيَّة)

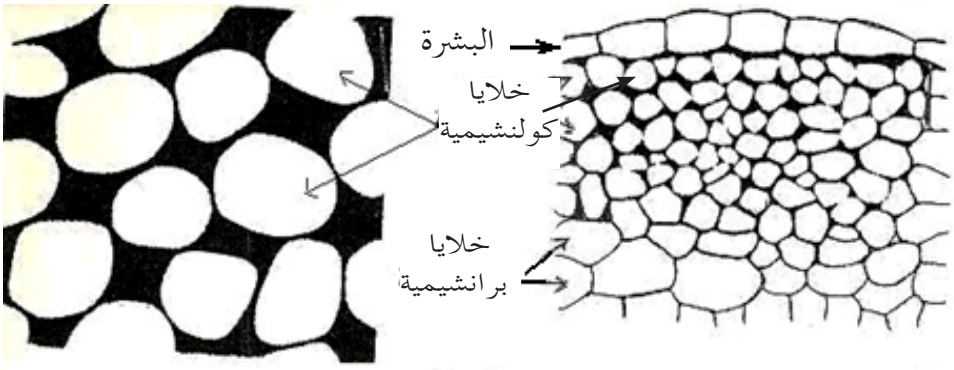
وتنقسم بدورها إلى:

- **هيكل دُعامي خارجي** كما في الحشرات، والجمبري (الأربيان)، وبعض الرخويات.
- **هيكل دُعامي داخِلي** كما في النسيج الكلونشيمي في النباتات، وكما في الهيكل العظمي في الإنسان.

1.2 الدُّعامة الهيكلية الداخِليَّة في النباتات

هي الدعامة التي تنتج عن خلايا أنسجة خاصة تنمو في النبات لتقويته ومن هذه الأنسجة:

(أ) **النسيج الكولنشيمي** Collenchyma: يوجد هذا النسيج في سيقان النباتات في منطقة القشرة الخارجية ويتكوَّن من خلايا تغلظ جدرها مادة السيليلوز، وهي خلايا حية من ثلاثة أو أربعة صفوف تحت البشرة مباشرةً. وتتميز الخلايا الكولنشيمية بأنها خلايا **حية** تكيف نموها حسب نمو النبات ولذلك فإنَّ **التغلظ** لا يعم كل جدرانها بل يتكوَّن **حول الأركان** فقط حتى لا يعزلها عن الغذاء والماء. وتعتبر **الخلايا الكولنشيمية الدعامة الرئيسة** لسيقان **النباتات العُشبِيَّة** وسيقان **ذوات الفلقة الواحدة** التي **لا تحتوي** على كميـــة كبيرة من **الأنسجة الخشبيـــة** (الشكل 3).



(أ) جزء من قطاع عرضي (ب) النسيج الكولنشيمي مُكبَّر في ساق زهرة الشمس

الشكل (3): جزء من قطاع عرضي في ساق زهرة الشمس

(ب) **النسيج الاسكلرنشيمي** Sclerenchyma: يتكون أساساً من خلايا ميتة ذات جُدُر غليظة تتركب من مادة اللجنين (الشكل 4).

الشكل (4): الخلايا الاسكلرنشيمية

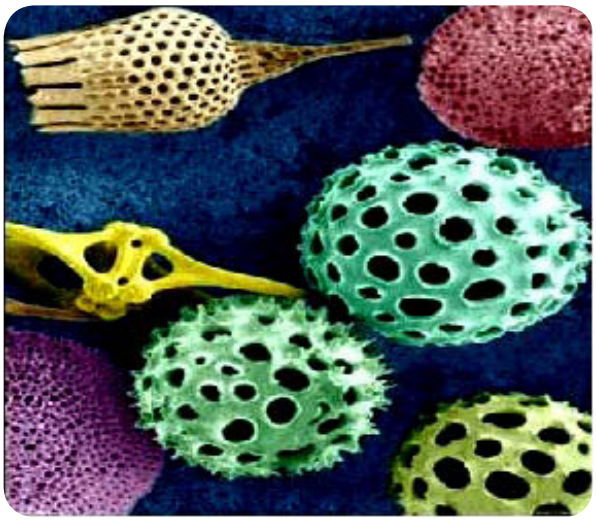
تدريب (2)

صف، باختصار، أنواع الدعامة الداخلية في النباتات.

2.2 الدُّعامة الهيكليَّة الخارِجيَّة في المثقبات (الشكل 5) والشعاعيات (الشكل 6)

هي حيوانات أولية لها **دعامة خارجية** عبارة عن هيكل خارجي (صدفة جيرية أو قشرة خارجية صلبة أو أشواك هيكلية من السليكا).

الشكل (5): االمثقبات



الشكل (6): الشعاعيات

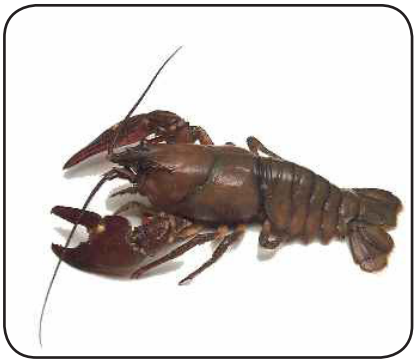
3.2 الهيكل الدُّعامي الخارجي Exoskeleton في الحيوانات غير الفقاريَّة (اللافقارية)

كثير من الحيوانات تمتلك **نسيجاً دعامياً** يقوى أجسامها، ويسمح لها بحرية الحركة حيث توجد أنماطٌ مختلفة من الهياكل التي يمكن تصنيفها لنوعين: **هيكل دُعامي خارجي وهيكل دُعامي داخلي**. ونحن هنا بصدد دراسة الهيكل الدُّعامي الخارجي في الحيوانات **غير الفقارِيَّة** (اللافقارية) (الشكل 7).

الشكل (7): هيكل خارجي لحيوان رخوي

الهيكل الدُّعامي الخارجي من الكيتين Chitin: الحيوانات من شعبة المفصليات Arthropod مثل الحشرات Insects والعناكب Spiders والسرطان Crab تمتلك هيكلاً خارجياً يتكون من طبقة تسمى **الكيتين**.

والهيكل الكيتيني بتركيبه هذا يتمشى مع طبيعة المفصليات فهي حيوانات نشيطة كثيرة الحركة، وهو يتدرج من حيث القوة والمتانة من نوع لآخر.



السرطان

الجمبري

الشكل (8): الهيكل الخارجي في القشريات

4.2 الهيكل الدُّعامي الداخلي Endoskeleton في الحيوانات الفقارية

الهيكل الدعامي الداخلي تكاد تنفرد به الفقاريات. هياكل الفقاريات تتشابه إلى حد كبير في تركيبها، وتتكون من الغضاريف Cartilages ومن العظام Bones. يمكن تقسيم الهيكل الدعامي الداخلي في الفقاريات إلى قسمين رئيسين هما:

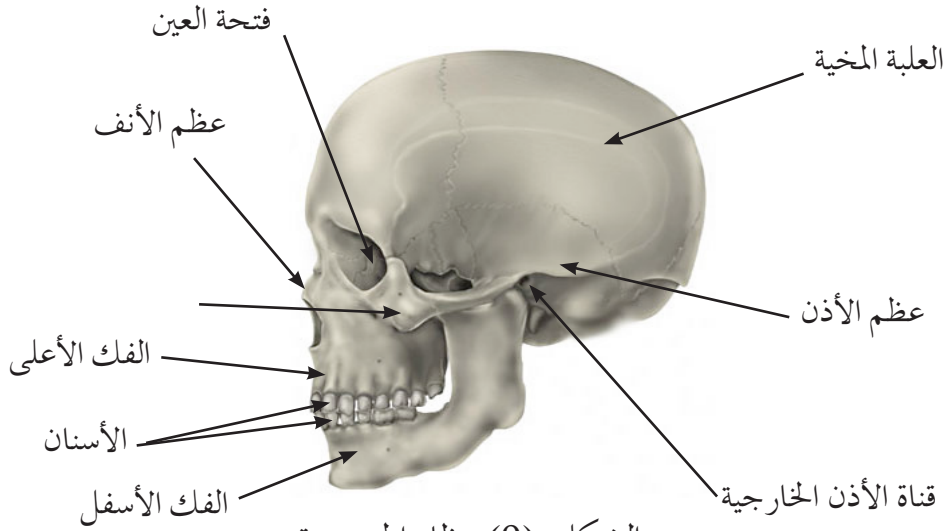
أوَّلاً: الهيكل المحوري Axial Skeleton

يدعم الرأس والجذع . ويتكون من:

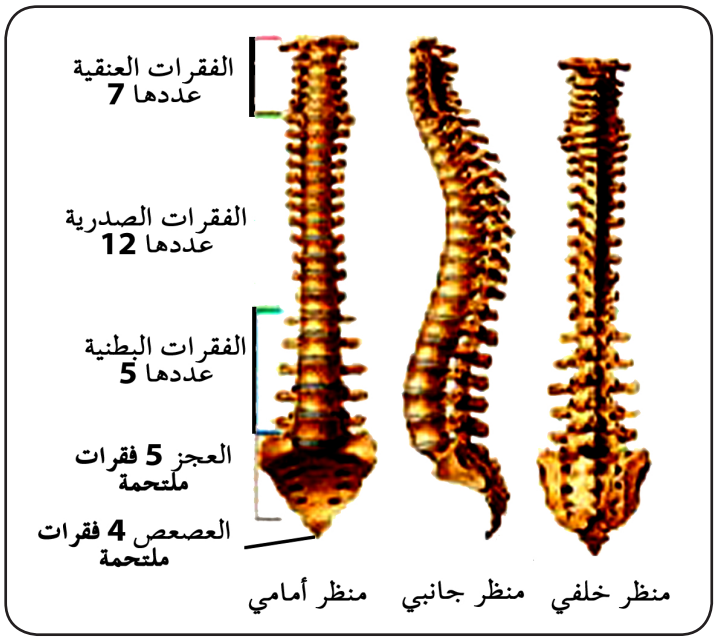
1. **الجمجمة وعظام الأذن والأنف والعين والفك (الشكل 9).**
2. **العمود الفقري** Vertebral Column: يتكون العمود الفقري من

فقرات منفصلة ومتشابهة في تركيبها وتتصل ببعضها و بالضلوع والقص (الشكل 10).

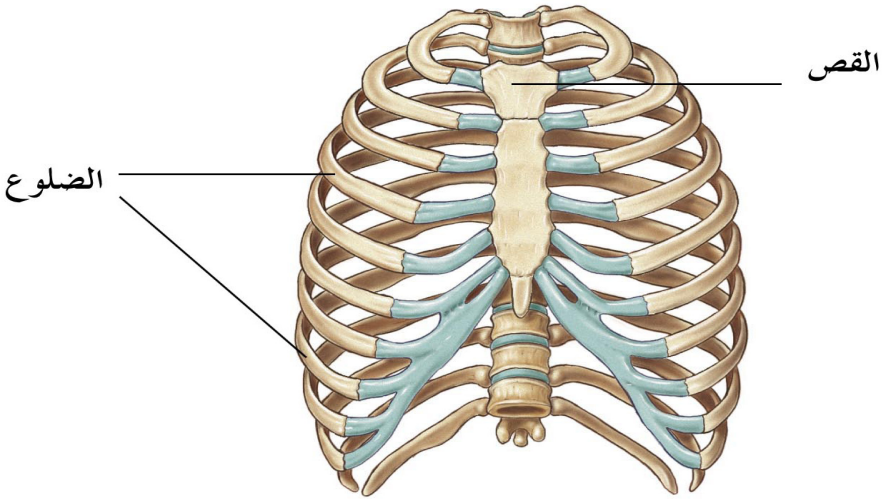
3. **القفص الصدري**: يتكون من **الضلوع والقص** كما في الشكل (11).



الشكل :(9) عظام الجمجمة



الشكل (10): العمود الفقري



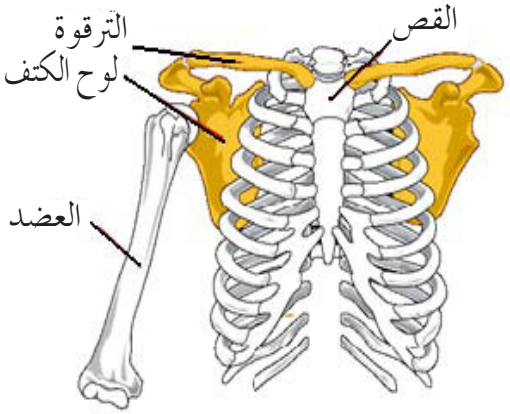
الشكل (11): القفص الصدري في الإنسان

ثانياً: الهيكل الطرفي

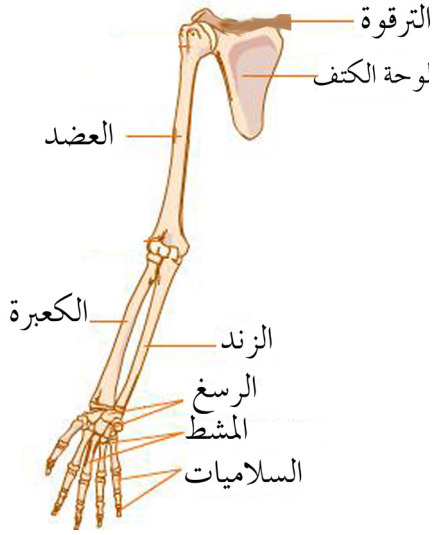
هو الذي **يدعم الأطراف مثل الأيدي والأرجل في الإنسان أو الزعانف** في الأسماك، ويتكون من **حزامين طرفيين** يدعمان زوجين من **الأطراف** الخماسية الأصابع أو زوجين من **الزعانف** في الأسماك هما:

(1) **الحزام الصدري** Thoracic Girdle (الشكل 12) يدعم عظام الأطراف الأمامية (الشكل 13).

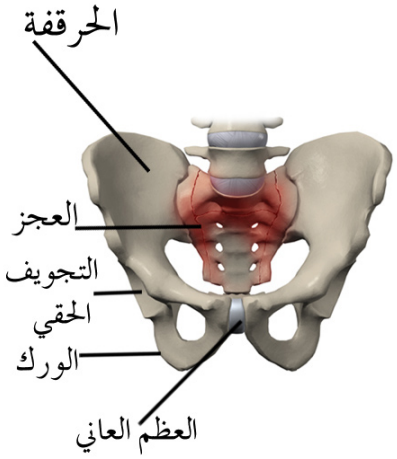
(2) **الحزام الحوضي** Pelvic Girdle (الشكل 14) يدعم عظام الأطراف الخلفية (الشكل 15).



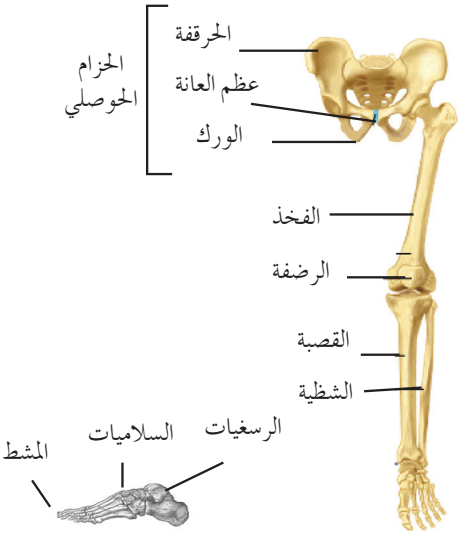
الشكل (12): الحزام الصَّدري



الشكل (13): الطرف الأمامي



الشكل (14): الحزام الحوضي في الإنسان



الشكل (15): الطرف الخلفي في الإنسان

تدريب (3)

أ. مَّ يتركَّب الهيكل الدعامي الخارجي للمفصليَّات ؟
ب. مَّ يتركَّب الهيكل الدعامي الداخلي في الفقاريَّات ؟

أسئلة تقويم ذاتي

أجب عن الآتي:

1. عدِّد أنواع الدُّعامة الهيكليَّة التركيبيَّة.
2. اكتُب، باختصار، عن الدُّعامة الهيكليَّة الداخليَّة في النباتات، مُستعيناً بالرسم المُسمَّى.
3. اشرح، مُدعِّماً اجابتك بالرَّسم المُسمَّى، الدُّعامة الخارجيَّة في غير الفقاريَّات (اللافقاريَّات) بالرجوع للأمثلة التي درستها.
4. مُستعيناً بالرسم، وضِّح مُكوِّنات ووظيفة أجزاء الهيكل الدُّعامي الداخلي للحيوانات الفقارية.