الفصل الأول

- الخلية.
- مقدمة عن الخلية.
- مفهوم الخلية.
- النظرية الخلوية.
- أشكال الخلايا.
- دراسة مكونات الخلية الحيوانية.
- دراسة مكونات الخلية النباتية.
- التشابه والتباين بين الحيوانات والنباتات.
- الانقسام الخلوي.

مقدمة عن الخلية:

عـــرف العلمـــاء الأوائـــل كثيراً من المعلومات عن الكائنات الحية، ولكن معـــرفتهم ارتبطت بما تراه العين المجردة، وبعد اختراع المجاهر تم اكتشاف كثير عن مكـــونات الحيوانات والنباتات، كما أن استخدام الأدوات والأجهزة المتطورة مثل المجهـــر الإلكتروني مكنهم من اكتشاف العديد من التفاعلات الكيماوية التي تحدث في الخلايا الحية.

مفهوم الخلية:

إن جمـــيع الكائنات الحية بدءاً من أصغرها حتى أكبرها، تتكون من وحدات بنائـــية أساسية تدعى الخلايا، وتصنف الكائنات الحية حسب عدد الخلايا المكونة لجسمها إلى:

- وحيدات الخلية: مثل الأميبا المجهرية، الطحالب وحيدة الخلية والبارامسيوم.
- كثيرات الخلايا: الأشجار، الإنسان، الأسماك، الضفادع.

إن أول من وصف مشاهداته عن الحياة تحت المجهر كان العالم فان ليفنهوك ١٦٣٢ وســـجلها وأهـــتم بالنتائج التي وصل إليها ليفنهوك عالم إنكليزي يدعى روبرت هوك Robert Hooke عام ١٦٦٥، وعندما كان هذا العالم يتابع ما قام بـــه ليفنهوك شاهد عند دراسة مقطع رقيق من الفلين حجرات صغيرة فارغة ذات شكل هندسي تشبه خلايا النحل أطلق عليها اسم (خلية).

النظرية الخلوية:

في عامي ١٨٣٨-١٨٣٩ قدم العالمان الألمانيان تيودور شوان Schwann ومانـــياس جاكـــوب شلايدن Schleiden نظرية ثورية جديدة في عالم الأحياء، أطلق عيها اسم النظرية الخلوية والتي تتضمن ما يلي وتقدِّم ما يلي:

١- تستكون أجسام جميع الكائنات الحية من أبسطها إلى أعقدها من خلية واحدة أو عدة خلايا ومن منتجات هذه الخلايا.

٢- تتشابه الخلايا في تركيبها ومكوناتها الأساسية.

٣- إن أصل الحياة وطبيعتها واستمراريتها يرتبط بالخلية.

٤- تقوم الخلية بنشاطات متعددة تبقي على حياتها وحياة الكائن الحي.

وقد واجهت هذه النظرية انتقادات تتلخص في:

١- وجود حال تعدد النوى كما في الألياف العضلي المخططة وغمد شوان وبعض الفطريات.

٢- وجود كائنات حية تنقصها البنية الخلوية الكاملة مثل البكتريا والفيروسات.

وعلى الرغم من هذه الانتقادات، تعد هذه النظرية إحدى النظريات الأساسية في علم الحياة والتي تؤكد أنَّ الخلية هي الوحدة البنيوية والوظيفية الأساسية للكائنات الحية، ويعرف هذا المفهوم بالنظرية الخلوية، فالخلية من حيث المبدأ هي منظومة كيميائية ذاتية الديمومة والخلود، وهذه المنظومة مفصولة فيزيائياً عن وسطها بغية المحافظة على تراكيز المواد الكيميائية فيها، لكنها قادرة على التبادل معه للحصول على المواد الكيميائية وطرح الفضلات وتستطيع بذلك المحافظة على ثباتها.

أشكال الخلايا:

تتشابه الخلايا في مكوناتها الأساسية، ولكنها تختلف في أحجامها وأشكالها أو وظائفها، فهناك خلايا كبيرة (بيضة الدجاج) وخلايا صغيرة (كريات الحمر)، وتعد الخلايا العصبية أكبر الخلايا البشرية طولاً، ولكل خلية وظيفة معينة، فوظيفة الخلية العصبية تختلف عن وظيفة خلايا الكبد، على الرغم من التشابه الكبير بين الخلايا.

مكونات الخلية:

تقسم مكونات الخلية تسهيلاً للدراسة إلى: الغشاء السيتوبلاسمي (الغشاء الهيولي)، السيتوبلاسما (الهيولى) وعضياتها، النواة.

أ. الغلاف الخلوي في الخلايا الحيوانية "الغشاء السيتوبلاسمي" Cell membrane

شكل(١): وهو حاجز نفوذ جزئياً ينظم التبادل بين الخلية ووسطها، يحيط بالخلية من الخارج ويحمي مكوناتها،يبلغ سمكه من ٧ نانومتر إلى ٨ نانومتر، لا يشاهد إلا بالمجهر الإلكتروني. وتؤكد الدراسات الحديثة على أن الغشاء السيتوبلاسمي هو غشاء مرن، يتكون من طبقة ثنائية دسمة محصورة بين طبقتين من البروتين، كما في الشكل التخطيطي (٢).

والغشاء السيتوبلاسمي غشاء غير متماثل ولمكوناته قابلية الحركة من مكان إلى آخر حيث أن للجزيئات الدسمة المفسفرة قابلية تبديل الأماكن بعضها بعضاً، ويمكن لجزيئات البروتين ترك أماكنها غبر الغشاء السيتوبلاسمي لعدة ساعات فقط لذا يوصف بأنه غشاء ديناميكي.

ويتألف الغشاء الخلوي وفق النموذج الفسيفسائي المتماثل الذي اقتراحه العالمان سنجر وينكولسون Singer و Nicolson عام ١٩٧٢ (الشكل ٣) من تجمع جزيئات بروتينية مرتبطة غالباً بالسكاكر ومن جزيئات دسمة، تتوزع بشكل فسيفسائي ضمن الغشاء نجد في الطبقة النيرة جزئيات من الدسم الفوسفوري وكل جزيء من الدسم الفوسفوري له قطب خارجي (محب) للماء، وقطب داخلي (كاره) للماء وتنغمس البروتينات في الدسم والطبقتين العاتمتين تتألف من البروتينات. يتميز الغشاء السيتوبلاسمي بخصائص حيوية تمكنه من القيام بوظائف تتلاءم مع تركيبه فهو ينمو مع نمو الخلية، ولديه القدرة على التجديد في المناطق التي تعرض فيها للتمزق.

ب. السيتوبلاسما: Cytoplasm

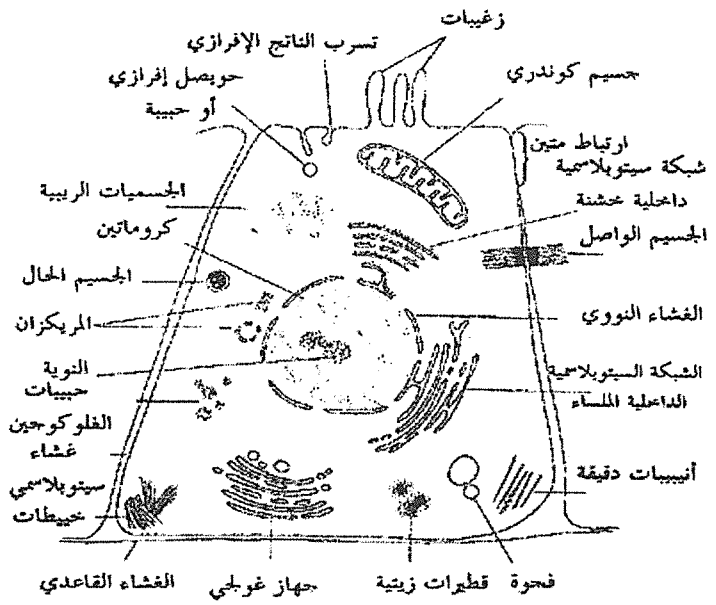
ويسمى الجزء الداخلي من الخلية والمحصور بين الغشاء السيتوبلاسمي والنواة بالسيتوبلاسما. وتظهر تحت المجهر الضوئي على شكل سائل شفاف قليل اللزوجة متجانس ظاهرياً، توجد ضمنه مكتنفات عديدة وباستخدام المجهر الإلكتروني أمكن تمييز أقسام ثلاثة:

١- السيتوبلاسما الشفيفة.

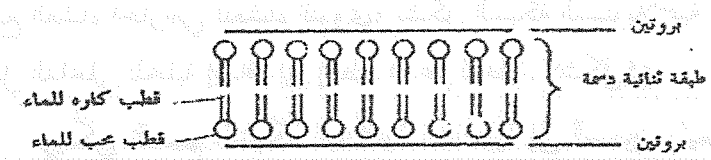
٢- السيتوبلاسما القاعدية.

٣- المكتنفات السيتوبلاسمية.

وتتم ضمن السيتوبلاسما جميع التفاعلات الكيماوية الحيوية، التي تؤمن استمرار حياة الخلية

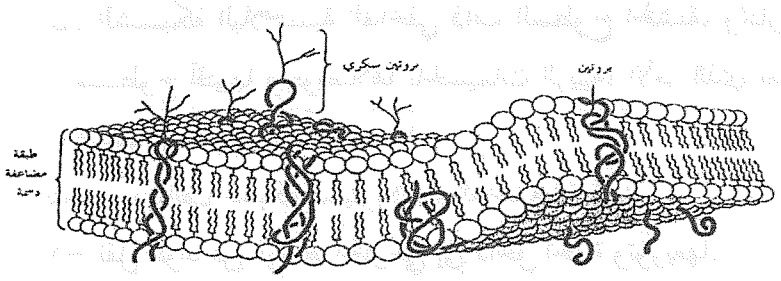


البنية الفائقة لخلية حيوانية عامة كما ترى بالمجهر الإلكتروني شكل (١)



غشاء خلوي سطحي شكل (٢)

Cell Surface Membrane

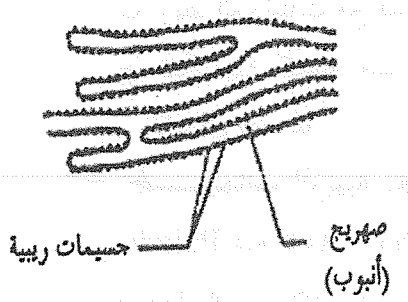


بنية الغشاء البلاسمي السائل طبقاً إلى النموذج الفسيفسائي الشكل (٣)

وفيما يلي أهم العضيات الخلوية الحية التي أمكن دراستها بالمجهر الإلكتروني:

١- الشبكة السيتوبلاسمية الداخلة Endoplasmic Reticulum:

اكتشفت لأول مرة بالمجهر الإلكتروني عام ١٩٥٦ في الخلايا الحيوانية، أما في الخلايا النباتية فقد تحقق ذلك عام ١٩٥٧. وتبدو الشبكة السيتوبلاسمية الداخلية منظومة من أكياس غشائية تدعى صهاريج (أنابيب)، تشكل أنابيب وصفائح، وهي مرتبطة "متواصلة"



شبكة سيتوبلاسما داخلية شكل (٤)

مـــع الغشاء الخارجي للغشاء النووي، تشكل الشبكة السيتوبلاسمية الداخلية جهازاً للنقل الداخلي للخلية إضافة إلى إعطاء الدعم للخلية. (شكل٤).

ويمكن تقسيم الشبكة البلاسمية الداخلية إلى قسمين رئيسين:

أ. **الشبكة البلاسمية الداخلية ذات السطوح الملساء**، وتمتاز بعدم ارتباطها بالجســـيمات الـــريبية Ribosomes، فهي موقع اصطناع المواد الدسمة (ليبـــيدات وســـتيروئيدات)، وتوجد بكثرة من الخلايا البينية في خصى الفقاريات التي تفرز الهرمونات الجنسية الذكرية.

ب. **الشـــبكة البلاسمـــية الداخلي ذات السطوح الخشنة**، وتمتاز بارتباط ســـطوح أقنيتها وحويصلاتها بالجسيمات الريبية، الأمر الذي يعطي هذه السطوح مظهراً حبيبياً أو مسنناً.

تنحصر وظائف الشبكة السيتوبلاسمية الداخلية بما يلي:

١- نقل المواد من الوسط الخارجي إلى داخل الخلية وتوزيعها.

٢- نقل السيالة العصبية في الألياف العضلية المخططة.

٣- اختزان الغلوكوجين وبعض السكريات المعقدة.

٤- المشاركة في عمليات الاستقلاب الخلوي من خلال:

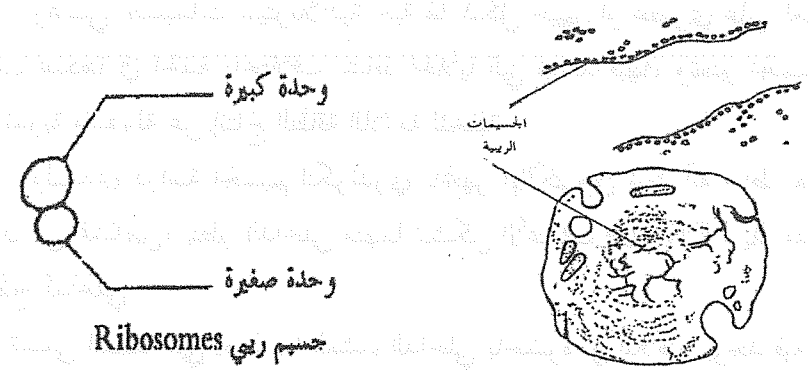
أ. ربـــط السلاسل الببتيدية التي تتشكل بتماس الجسيمات الريبية وذلك لتصبح بروتينات.

ب. ربط البروتينات مع الدسم أو السكاكر لتشكيل معقدات مهمة.

ج. تفكـــيك كـــثير مـــن المواد الداخلة إلى الخلية وخصوصاً السموم لإبطال مفعولها.

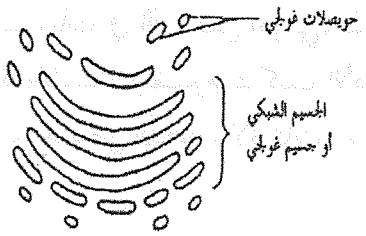
٢- **الجســـيمات الريبية Ribosomes:** ذكرت هذه العضيات لأول مرة من قبل Palade عام ١٩٥٣، ولا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر الإلكتروني، وتوجد إمـــا حـــرّة داخل السيتوبلاسما، أو مرتبطة بالشبكة السيتوبلاسمية الداخلية، وهي عضـــيات صـــغيرة جداً، تتكون من وحدات صغيرة وكبيرة، ومن أجزاء متساوية

تقـــريباً من البروتين والـــ ر.ن.أ. R.N.A، تعمل على تكوين وإنتاج البروتينات اللازمـــة للخلـــية. ولذا فإنها تعتبر المركز الرئيس لبناء البروتينات اللازمة في الخلية شكل ٥ (أ.ب).



٣- جهاز كولجي: Golgi Apparatus

وهي جسيمات هلالية قرب النواة وفي أنحاء متعددة في السيتوبلاسما، واكتشف جهـــاز غولجي عام ١٨٩٨م على يد العالم غاميليو غولجي في إحدى الخلايا العصبية. وهو حزمة من أكياس غشائية مفلطحة تدعى صهاريج Cisternae، تتشـــكل باستمرار في أطراف الحزمة، وتتـــبرعم كحويصـــلات في الطرف الآخـــر، قـــد تشكل الحزم جسيماً غولجياً متميزاً كما هو الحال في الخلايا النباتية، أو شـــبكة واســـعة كما هو الحال في الخلايا الحيوانية، ولكنه غير موجود عند البكتريا. (شـــكل٦) ويقوم جهاز غولجي باستقبال المواد البروتينية المنتجة في الجسيمات الريبية علـــى الشبكة السيتوبلاسمية الخشنة، ويضيف لها المواد الكربوهيدراتية، أو ينتزع الماء، لتصبح أكثر تركيزاً، ثم يحيطها بغشاء على شكل فجوة، ويطلقها حتى تصل إلى غشاء



شكل (٦) Golgi apparatus جهاز غولجي

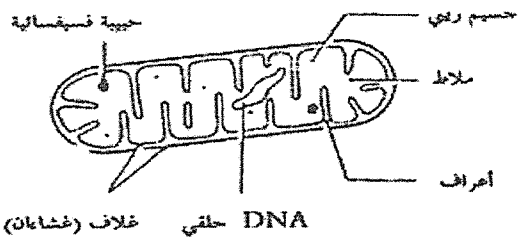
الخلـــية لإفـــرازها، لـــذا فإنّ لـــه وظيفة تخزينية وإفرازية، كما يتم فيه إعداد وتجهيز وإرســـال بعـــض مكونات الجدار الخلوي للخلية النباتية، وفي الحيوانات يقوم جهاز غولجي بإنتاج المواد اللازمة لإتمام وظائف الغدد مثل البنكرياس.

٤- الجسيمات الكوندرية Mitochondria:

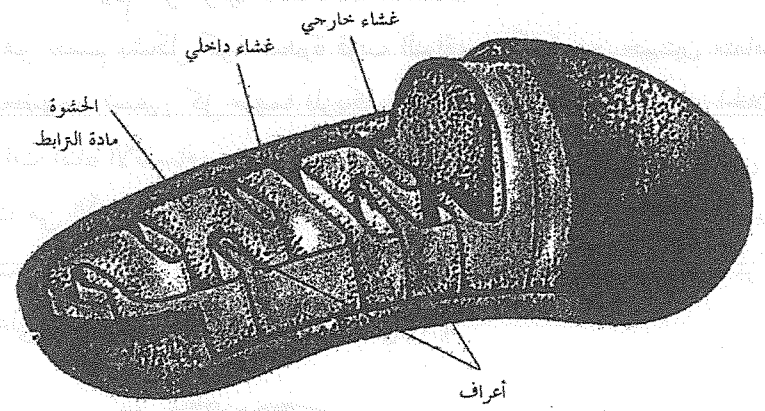
وهـــي جسيمات سيتوبلاسمية حية لها شكل حبيبي أو عصوي على الغالب، يختلف عددها في الخلية باختلاف نشاط الخلايا التي توجد فيها، وتعتبر الجسيمات الكوندرية مسؤولة عن إنتاج الطاقة اللازمة للخلية.

ولـــدى دراسة الجسيم الكوندري بالمجهر الإلكتروني تبين أنه محاط بغلاف مكون من غشاءين، ينطو الداخلي منهما ليشكل الأعراف Cristae لزياد مساحة السطح الداخلي

كما تسمى المنطقة التي يحيط بها الغشاء الداخلي بالحشوة أو الملاط، يوجد فيه قليل مـــن الجســـيمات الـــريبية، وجـــزيء DNA حلقي.ويمكن لجزيء DNA في الجســـيمات الكوندرية صنع بعض البروتينات والأنزيمات اللازمة دون الرجوع إلى جـــزيء DNA في نـــواة الخلية. والأعراف هي موقع الفسفرة التأكسدية ونقل الإلكتـــرونات في التـــنفس الهوائي، لذلك تعد الجسيمات الكوندرية محطات توليد قـــدرة الخلـــية، وتقـــوم بتركيب الأدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP، كما تقوم بتركيب الحموض الدسمة والإنزيمات. شكل ٧ (أ.ب).



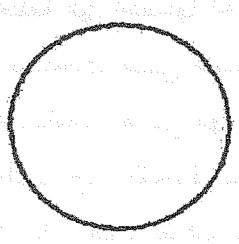
متقدرات **Mitochondria** أو أجسام كوندرية شكل (٧- أ)



رسم تخطيطي لجسيم كوندري شكل (٧- ب)

٥- الجسيمات الحالة (اليزوزومات) Lysosome:

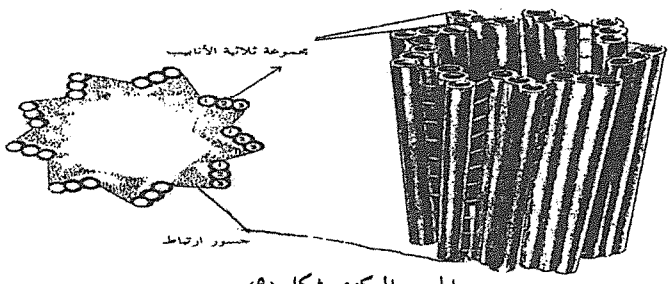
اكتشفت هذه الجسيمات عام ١٩٥٥، وتوجد في جميع الخلايا ما عدا الكريات الحمراء في الثدييات، وهي عبارة عن جسيمات كروية الشكل محاطة بغشاء واحد، أصغر من الجسيمات الكوندرية، تحتوي على أنزيمات التحلل المائي تنشأ من جهاز غولجي والشبكة السيتوبلاسمية الداخلية، أما وظيفتها الأساسية فهي القيام بعمليات الهضم داخل الخلية، وتلعب دوراً هاماً في التخلص من بعض المحتويات الخلايا والأنسجة والدفاع عن الخلية ضد العوامل الممرضة وتتمزق الجسيمات الحالة في الخلية التي تصاب بأزمة شديدة كنقص الأوكسجين أو الغذاء فتحرر أنزيماتها وتفكك ما حولها وهذا ما نسميه بالهضم الذاتي (Autophagy). شكل (٨).



جسيم حال Lysosome
شكل (٨)

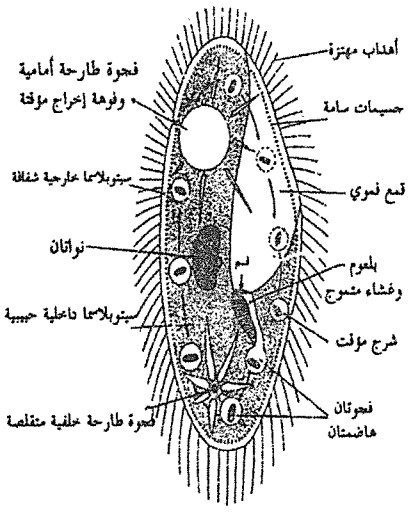
٦- الجسيم المركزي Centrosome:

وهو جسم بشكل كرة صغيرة قرب النواة، ويتكون من حبيبتين متعامدتين علـــى بعضهما، تسمى كل منهما المريكز (سنتريول)، ويشاهد في أكثر الخلايا ٤ مريكـــزات أثناء الانقسام، ويتألف المريكز من أسطوانة يحتوي جدارها على تسع مجموعات من الأنيبيبات الدقيقة، ولا يوجد الجسيم المركزي في الخلايا العصبية أو كـــريات الـــدم الحمراء التي فقدت قدرتها على الانقسام، ويكون الجسيم المركزي مفقوداً على الدوام في مغلفات البذور. شكل (٩)



الجسيم المركزي شكل (٩)

٧- الفجوات Vacuoles:



االبرامسيوم شكل (١٠) لاحظ الفجوات الهاضمة والطارحة

مكـــان لتجمع المواد الكيميائية المختلفة التي امتصتها الخلية، أو صنعتها، أو نـــتجت مـــن عمليات الاستقلاب المخـــتلفة، وهـــي مهـــيأة للادخار أو الإطـــراح، والفجوة بشكل عام محاطة بغشـــاء رقيق، يعرف بالغشاء الفجوي Tonoplast، وتحـــتوي على عصارة خلوية، وهي محلول مركز لمواد متنوعة مثل الأملاح المعدنية والسكاكر والأصبغة والحمـــوض العضوية والأنزيمات، وقد

تحـــتوي الخلايـــا الحيوانـــية فجـــوات كثيرة العدد، صغيرة الحجم غير دائمة، تلعب في الأولـــيات كالبارامســـيوم والمـــتحول دوراً في الهضم والإطراح مثل الفجوات النابضة والهاضمة. شكل (١٠)

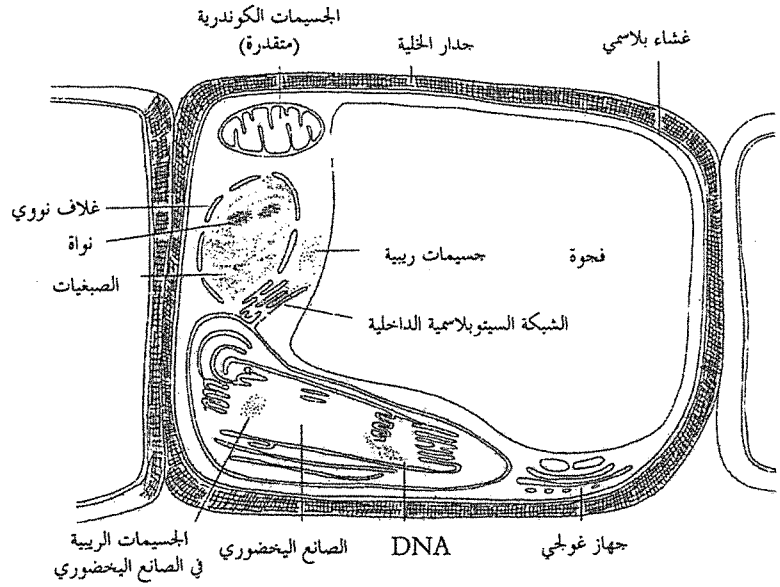
٨- النواة Nucleus:

أكـــبر العضيات الخلوية لها شكل كروي أو بيضوي على الغالب، وتوجد نـــواة واحدة لكل خلية، وتعتبر أهم جزء من أجزاء الخلية، توجد النواة في معظم الخلايا الحية،ماعدا الكريات الدموية الحمراء، التي لا تستطيع النمو والانقسام حيث تعـــيش لفتـــرة زمنـــية قصيرة، تحاط بغلاف مكون من غشاءين، مثقب بالثقوب الـــنووية، تحـــتوي على الكروماتين، وتكون على شكل خيوط تتضح عند انقسام الخلـــية، وتعرف بالصبغيات، وتحتوي أيضاً على النوية التي تتكون من البروتينات والحمض النووي الريبوزومي RNA وتلعب دوراً هاماً في صنع الجسيمات الريبية. والنواة مركز التحكم والسيطرة على جميع النشاطات الحيوية، كما أنها تحتوي على المعلومات الوراثية التي تنتقل من جيل إلى آخر، فلا حياة لخلية بدن نواة، إذ تحتوي الصبغيات على الدنا DNA، وهو جزيء الوارثة ينظم جزيء DNA على شكل مورثات تسيطر على جميع الفعاليات الخلوية شكل (١١).

نواة Nucleus شكل (١١)

مكونات الخلية النباتية Plant

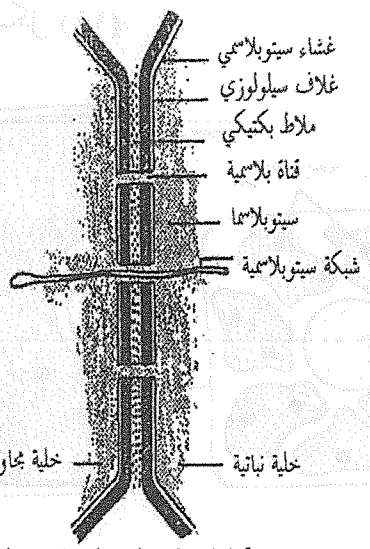
استعرضنا فيما سبق دراسة مكونات الخلية الحيوانية ونحاول عرض مكونات الخلـــية النباتية التي تختلف عن الخلية الحيوانية حيث أن الصبغيات والغلاف الخلوي والفجوات بني مميزة للخلية النباتية. شكل (١٢).



خلية نباتية بشكل عام شكل (١٢)

الجدار الخلوي Cell wall:

جـــدار خلوي قاس يحيط بالخلية ويكسبها شكلها الهندسي ويلعب دوراً في دعـــم الخلية مكون أساساً من مـــواد بكتينية والسيللوز، وقد تترسب عليه مواد أخرى مثل اللجـــــنين والكـــــيوتين والســـــيوبرين، وتـــــوجد في الغـــلاف الخلوي ممرات تدعى القـــنوات اللاسمية، يتصل من خلالهـــا الغشاء السيتوبلاسمي للخلايـــا المـــتجاورة وتعبرها عناصـــــر مـــــن الشـــــبكة الســـيتوبلاسمية، لـــذلك تعد النسج النباتية مختلطات خلوية. شكل (١٣)



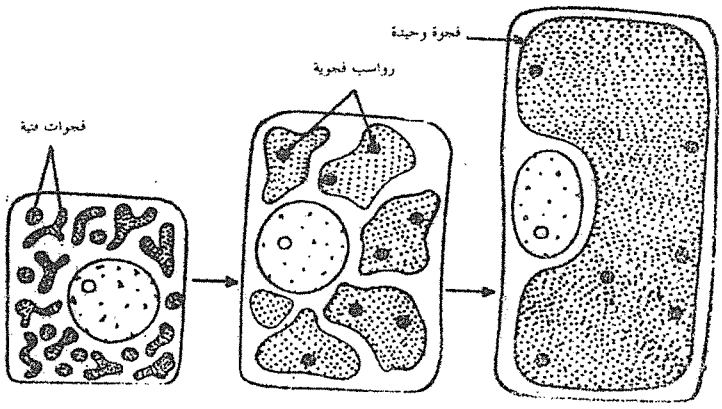
رسم تخطيطي يظهر الجدار الفاصل بين الخلايا النباتية بالمجهر الإلكتروني شكل (١٣)

الفجوات Vacuoles:

أوردنـــا ســـابقاً شرحاً عن الفجوة الحيوانية وسنتطرق إلى شرح الفجوات النباتية.

تحـــتل الفجوات الجزء الأكبر من مساحة الخلية النباتية، وهي كبيرة الحجم قلـــيلة العـــدد، في الخلايا البالغة، وتكون في الخلايا النباتية الفتية والقسومة، مثل خلايـــا الجـــنين النباتي، والميرستيم صغيرة الحجم ومتعددة، وتكون ممتلئة بمحلول يحتوي على بعض الأملاح والمركبات العضوية وغير العضوية، ويسمى العصير الخلوي Cell sap. وللفجـــوة دور هام في التبادلات بين الخلية والوسط المحيط، وتعد الخزان الحقيقي لأغلب ماء الخلية الذي ينظم التوازن الحلولي بين الوسط الخارجي والوسط

الداخلي للخلية.وللفجوات دور في حماية النبات حيث يتم تخزين المواد السامة فيها ممـــا يســـبب عـــزوفاً للحـــيوانات آكلة الأعشاب، وقد يوجد في بعض النباتات مدخرات تدخرها الخلية مثل النشاء (البطاطا)، أو حبات الألورون وقطرات الزيت (الخروع). شكل (١٤).



خلايا ميرستيمية في جذر القمح تبين تطور الفجوات شكل (١٤)

الصانعات:

هي من أهم عضيات الخلية في سيتوبلاسما الخلايا النباتية، وتكون في البداية على نحو جسيمات غير متمايزة نسميها طلائع الصانعات، وتتكون في الخلايا الميرستيمية ثم تتحول إلى أنواع ثلاثة نسميها بحسب لونها هي:

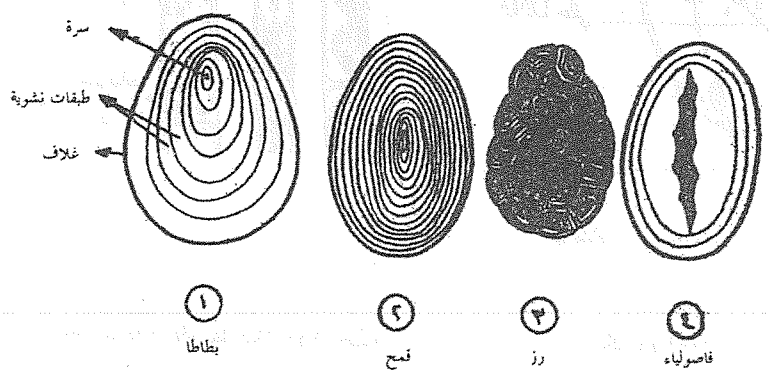
١- الصـــانعات البيضـــاء: Amyloplasts (عديمة اللون) وهي التي تخزن النشاء شكل (١٤ ـــ أ)

٢- الصانعات الملونة: Chromoplasts وهي التي تعطي النباتات ألوانها المختلفة مثل الجسيمات الصانعة الصباغية في ثمرة البندورة شكل(١٤ ـــ ب)

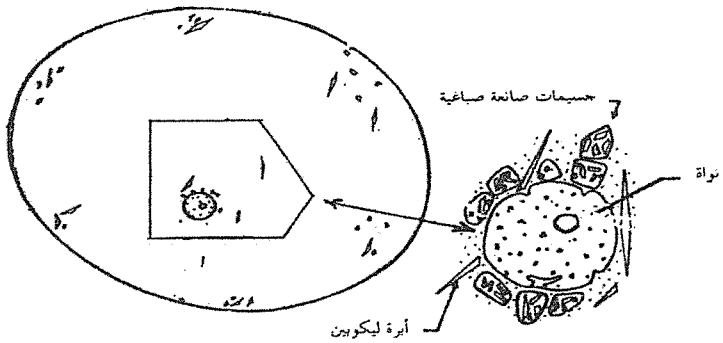
٣- الصـــانعات الخضـــراء: إذا احـــتوت الصانعات على مادة اليخضور (الكلوروفـــيل)، فهي تعرف بهذا الاسم، وتلعب دوراً هاماً في عملية

التـــركيب الضـــوئي، التي تنتج السكاكر ومركبات أخرى. باستعمال الطاقـــات الضـــوئية التي يقتنصها اليخضور تتحول الطاقة الضوئية إلى طاقـــة كيميائية، أما بنية الصانعة الخضراء فيحددها غلاف مكون من غشـــاءين بيـــنهما مسافة غشائية، ويعزل الغلاف لحمة هيكلية تدعى الســـردة Stroma (الحشوة)، تنتشر فيها منظومة غشائية مرتبة على شـــكل أكـــياس مســـطحة، تتكدس في مواقع معينة لتشكل الحبيبات Grana الـــتي تختزن النشاء لأن الكلوروفيل يتوضع بداخلها. تحتوي الســـردة (الحشوة) على جسيمات ريبية، وجزيء الدنا DNA حلقي وقطيرات دسمة شكل (١٤ ـــ د).

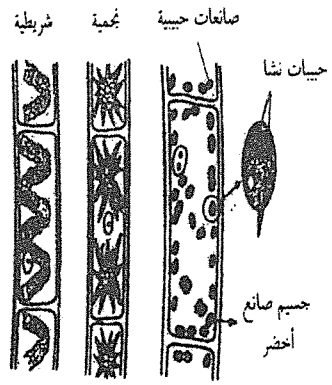
وهناك حاملات أصبغة Chromatophore توجد في الطحالب الخضراء، وفي النباتات الراقية فمثلاً تحتوي خلايا السبيروجيرا على شريط واحد، شكل (١٤ ـــ جـــ) أو عـــدة أشـــرطة مـــن حاملات الأصبغة تقوم بوظيفة اصطناع اليخضور بالإضافة إلى اصـــطناع الـــبروتين والنشاء بسبب احتوائها على جسيمات حبيبية آحية تتجمع حولها مراكز النشاء.



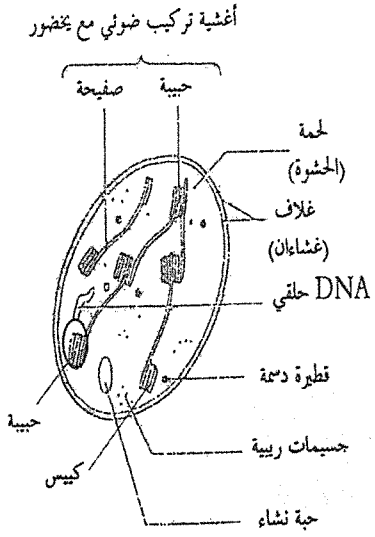
حبيبات نشاء في نباتات مختلفة شكل (١٤ – أ)



الجسيمات الصانعة الصباغية في خلية من ثمرة البندورة شكل (١٤ – ب)



أشكال حاملات الأصبغة شكل (١٤ –جـ)



شكل (١٤ –د)

التشابه والتباين بين الحيوانات والنباتات:

أولاً: التشابه بين الحيوانات والنباتات:

١- تتكون أجسام النباتات والحيوانات من وحدات صغيرة هي الخلايا.

٢- التغذية: فالنباتات والحيوانات تتغذى لتبني أجسامها وتؤمن الطاقة اللازمة لها.

٣- التكاثر والنمو: يبدأ الكائن الحي، نباتاً كان أم حيواناً، حياته من بيضة ملقحة وهي صغيرة تنمو هذه البيضة متحولة إلى جنين ينمو بدوره ليصبح كائناً حياً صغيراً ويستمر هذا الكائن الحي بالنمو حتى يبلغ حداً معيناً وعمراً معيناً ثم يموت.

٤- التركيب الكيميائي: تتركب أجسام النباتات والحيوانات من عناصر كيميائية متشابهة. فالأحياء نباتية كانت أم حيوانية، لها بناء واحد وتركيب كيميائي متجانس، وهذا ما نعبر عنه بوحدة المادة الحية لدى الأحياء.

ثانياً: التباين بين الحيوانات والنباتات:

عند دراسة النباتات الراقية والحيوانات الراقية نجد بينها بعض الفروق وأهمها:

١- تحوي أكثر النباتات مادة اليخضور، حيث تقوم بعملية التركيب الضوئي، وتركيب المواد العضوية بدءاً من مواد بسيطة، وتسمى بالأحياء المنتجة للغذاء، أما الحيوانات فلا تحوي مادة اليخضور، ولا تستطيع صنع المواد العضوية، فتأخذها من النباتات الخضراء، وتسمى بالأحياء المستهلكة للغذاء.

٢- إن استجابة النباتات للمؤثرات الخارجية كالنور والحرارة واللمس وغيرها بطيئة، وإن كانت واضحة في بعض النباتات، أما استجابة

الحـــيوانات للمؤثرات الخارجية فهي واضحة وسريعة، لأن لها جهازاً عصبياً، يتلقى التنبيهات، ويرد عليها بحركات معينة..

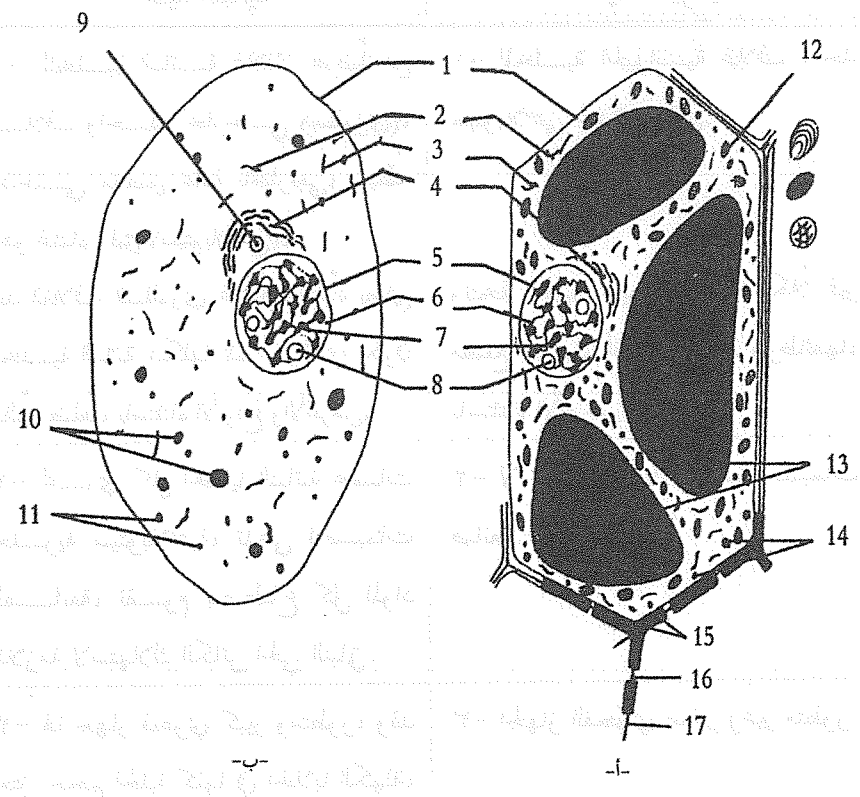
٣- تـــبدو أكثر النباتات ثابتة، لا تتحرك، لأن الحركة بطيئة عند النباتات، ولكنها موجودة فالجذور تمتد في الأرض، والسوق والأغصان ترتفع في الجـــو، والأوراق والأزهار تتأثر بالنور وتنجذب نحوه، ولكن كل تلك الحـــركات بطيئة، لا تشعر بها إلا بعد مراقبة طويلة للنبات. أما الحركة عـــند الحـــيوانات فهي واضحة: طيران، مشي، زحف، قفز، سباحة، بعض الحيوانات كالإسفنج والمرجان ثابتة في مكانها لا تتحرك.

٤- لا تصـــدر النباتات أصواتاً، بعكس كثير من الحيوانات التي لها أصوات خاصـــة بها؛ نقيق الضفادع وتغريد الطيور، وهذه الأصوات هي لغتها الـــتي تعـــبر مـــن خلالهـــا عن شعورها بالجوع أو الألم أو الخوف أو الحب...إلخ.

٥- كـــثير مـــن الحـــيوانات يرعى صغاره، بعكس النباتات، فهي تبني لها الأعشـــاش أو المســـاكن وترعاها وتحميها وتغذيها حتى تكبر وتستقل بحياتها.

٦- تعـــيش بعض الحيوانات حياة اجتماعية منظمة كالنحل والنمل والفيلة وطائـــر البطريق، وهي حالة تبدو أكثر ظهوراً عند الحيوانات منها عند النباتات.

٧- تعمـــر بعـــض النباتات طويلاً، فشجرة السرو تعيش حوالي ألف عام، والســـرو المكســـيكي يعيش حوالي عشرة آلاف عام، ومثل هذا العمر الطـــويل لا نشـــاهده عـــند الحـــيوانات فأطول الحيوانات عمراً هي السلاحف حيث تعمر من ٢٠٠ إلى ٣٠٠ سنة، وبعض أنواع الحيتان يصل عمرها إلى ٣٠٠ سنة وهذا أمر نادر.



أ. خلية نباتية ب. خلية حيوانية

١- غشـــاء ســـيتوبلاسمي، ٢- سيتوبلاسما، ٣- جسميات كوندرية، ٤- جهاز غولجي، ٥- غشاء نووي، ٦- عصارة نووية، ٧- كروماتين، ٨- نوية، ٩ - جسيم مركزي، ١٠- مدخرات دهنية، ١١- جسيمات ريبية، ١٢- صانعات، ١٣- فجوات، ١٤- قطيرات زيتية، ١٥- جدار سللوزي، ١٦و ١٧- صفيحة متوسطة.

شكل (١٥) الفروق بين الخلية الحيوانية والخلية النباتية

سنورد أهم الفروق بين الخلايا الحيوانية والخلايا النباتية: شكل (١٥)

الخلية النباتية	الخلية الحيوانية
١- للخلية النباتية غلافان عوضاً عن غلاف واحد؛ خارجي (سللوزي)، وداخلي ملتصق عادة بالخارجي، ويبطنه وهو غشاء رقيق (سيتوبلاسمي). يعد الغلاف السللوزي غلافاً هيكلياً، يعطي للخلية النباتية شكلها المميز، والذي يكون غالباً مضلعاً، باستثناء الأبواغ والأعراس.	١- للخلية الحيوانية غلاف واحد سيتوبلاسمي غشائي رقيق. وتتخذ الخلية الجيوانية غالباً شكلاً غير مضلع حسب أنواع الخلايا ووظائفها، باستثناء الأعراس والأبواغ.
٢- تحوي كل الخلايا النباتية عضيات خلوية سيتوبلاسمية، تدعى الجسيمات الصانعة، تقوم باصطناع كل المواد اللازمة لاستهلاك الكائن الحي النباتي.	٢- لا تحوي الخلايا الحيوانية جسيمات صانعة.
٣- لها جهاز فجوي كبير ومتطور، وقد يحتل حجم الخلية كلها في الخلايا الكهلة، باستثناء الخلايا الميرستيمية (الجنينية) القسومة التي لها فجوات صغيرة جداً أو معدومة.	٣- الجهاز الفجوي صغير وغير متطور.
٤- لا يوجد في معظم النباتات جسيم مركزي.	٤- يوجد في كل الخلايا الحيوانية جسيم مركزي.

الأحماض النووية Nucleic Acids:

توجد الأحماض النووية في جميع خلايا الكائنات الحية وتقسم إلى:

١- الحمض النووي الريبي المنقوص الأوكسجين (DNA).

Deoxyribo nucleis Acid (DNA)

٢- الحمض النووي الريبي (RNA).

Ribonucleic Acid (RNA):

يتكون الحمض النووي من وحدات تسمى نيوكليوتيدات Nucleotides:

يتكون النيوكليوتيد من ثلاثة مكونات هي:

١- **سكر خماسي الكربون Pentose Suger**: يوجد في جزيء DNA على صورة ريبوز منقوص الأوكسجين $C_5H_{10}O_4$ بينما يوجد في جزيء RNA على صورة $C_5H_{10}O_5$

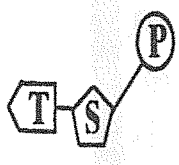
٢- **مجموعة الفوسفات Phosphate group**: تقوم هذه المجموعة بالربط بين جزئيات السكر خماسي الكربون الموجود في الحمض النووي.

٣- **الأساس الآزوتي Nitrogen base**: مركبات آزوتية حلقية تشمل الأدينين Adenine (A) والغوانين Guanine (G) والستوسين Cytosine (C) والتايمين Thymine (T) واليوراسيل Uracil (U).

تعد الأسس الآزوتية أهم الجزئيات المكونة لسلاسل الأحماض النووية وتنقسم إلى قسمين رئيسين:

أ. البيوريـنات Purines: تضم الأدينين (A) والغوانين ((G وهي جزيئات حلقة مزدوجة.

ب. البيريميديـنات Pyrimıdnes: وتضم السيتوسين (C) والتايمين (T) واليوراسيل (U) وهي جزيئات حلقة مفردة.



نيوكليوتيد التايمين
(شكل تخطيطي)

تحتوي نيوكليوتيدات حمض DNA على أربع أسس: أدنين وغوانين وسيتوسين وتايمين، أما نيوكليوتيدات RNA فتحوي على أربع أسس: أدنين وغوانين وسيتوسين ويوراسيل.

يـــتكون هذا الحمض من سلسلتين متوازيتين من النيوكلوتيدات على شكل حلـــزوني أي أشـــبه مـــا تكون بسلم حلزوني ويتكون جانباً من السكر الخماسي ومجموعة الفوسفات ويتصل من الداخل بالأسس الآزوتية الأربع - كل اثنين معاً.

وترتبطان الأسس الآزوتية بروابط ضعيفة تسمى الروابط الهيدوجنية.

حمض RNA: Ribonucleic Acid:

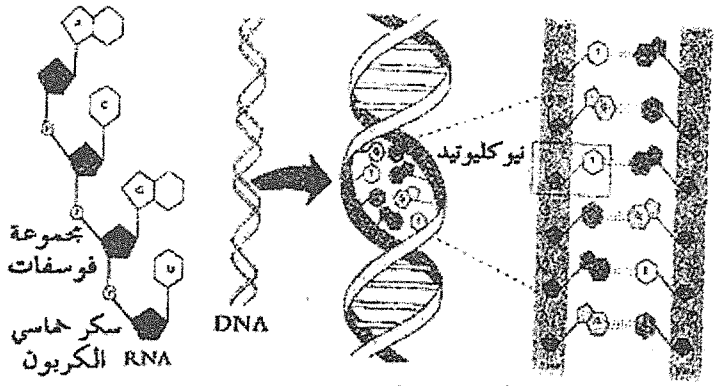
يـــتكون هذا الحمض من سلسلة واحدة من النيوكليوتيدات التي تصنع وفق ترتيب معين لأسسها الآزوتية وهي الأدينين والغوانين والسيتوسين واليوراسيل من قبل جزيء DNA في النواة بواسطة إنزيم خاص

١- m-RNA (Massanger) الرســـول: يحمل تعليمات حمض DNA مـــن الـــنواة إلى الستوبلاسما وهذه التعليمات تسمى الشفرة الوراثية حيث تصنع البروتينات في الستوبلاسما وفق هذه التعليمات على الجسيمات الريبية.

٢- t-RNA (Transfer) أي الناقل: يعمل كمستقبل لحمض أميني نشط ليقوم بحمله ونقله إلى مركز اصطناع البروتين في الجسيمات الريبية.

٣- r-RNA (Ribosomal RNA) أي الريبوزومي ويدخل في تركيب الجسيمات الريبية.

ملاحظة: يرتبط الأدينين مع التايمين أو اليوراسيل، والسيتوزين مع الغوانين.



أزواج من الأسس المتممة لبعضها

نموذج الحمض النووي RNA والحمض النووي DNA

مقارنة بين حمض RNA و DNA

RNA	DNA
يوجد في النواة وفي سيتوبلاسما الخلية	يوجد في الصبغيات وأحياناً في الميتوكوندريا والصانعات الخضراء.
يتركب من سلسلة مفردة	يتركب من سلسلة مزدوجة
السكر الداخل في تكوينه سكر ريبوز	السكر الداخل في تكوينه دي أوكسي ريبوز (منقوص الأوكسجين)
البريميدينات المشاركة في التركيب هي اليوراسيل والسايتوسين.	البريميدينات المشاركة في التركب هي الستوسين والتايمين.
يوجد في ثلاثة نماذج الرسول m- RNA الناقل t- RNA الريبوزومي r - RNA	يوجد بنموذج واحد فقط
أساس في بناء البروتينات	مادة الوراثة (المورثات)
يحتوي على أساس اليوراسيل	لا يحتوي على أساس اليوراسيل
لا يتضاعف بالنسخ الذاتي	يتضاعف بالنسخ الذاتي

الانقسام الخلوي Cell Division:

في عـــام ١٨٨٧ لاحـــظ فايسمان Weismann أن شكلين من الانقسام متخصصـــين يحـــدثان أثناء تكوين الأعراس Gamets، سمي هذان الشكلان من الانقســـام: الانقسام الخيطي Mitosis، والانقسام المنصف Meiosis، وتكون العمليات الأساسية متماثلة في الانقسامين، ولكن الحصيلة تكون مختلفة كلياً.

الانقسام الخيطي في الخلية الحيوانية Mitosis (الميتوزي):

عمليـــة تنقســـم فيها نواة خلية، فتعطي نواتين، تحتويان على مجموعتين من الصـــبغيات مماثلـــتين للمجموعة الصبغية في الخلية الأم، ويتبع ذلك عادة مباشرة انقســـام مـــتعادل للســـيتوبلاسما، ويؤدي الانقسام الخيطي المترافق إلى زيادة عدد الخلايـــا، وهـــي الطـــريقة التي يحدث فيها نمو وتجديد وترميم الخلايا عند معظم الحيوانات والنباتات، ويمكن تقسيم هذا الانقسام إلى أربعة أطوار:

الطور الأول (الطليعي) Prophase

تتكـــثف الصبغيات خلاله ضمن النواة، كما يظهر مغزل الانقسام، وهو أطول الادوار، ويـــدوم نصـــف مدة الانقسام الخيطي تقريباً، يبدأ التمزق في الغشاء النووي بالقـــرب مـــن الجسمين الكوكبين، ثم تنتشر أجزاء الغشاء النووي في السيتوبلاسما، ما عـــدا أجـــزاء تبقـــى مرتبطة ببعض الصبغيات لفترة قصيرة، تتجه الصبغيات اتجاهات عشوائية حين تمزق الغشاء النووي، وتكون الصبغيات مرتبطة بواسطة أجزائها المركزية مـــع خيوط المغزل التي تجتاز النواة، وتسمى بالخيوط الحاملة، أما الخيوط التي لا تتصل بالصـــبغيات، فتدعى بالخيوط الواصلة. وفي الخلايا التي تحوي مريكزين فإن كل مريكز يحتل أحد قطبي المغزل وفي هذه الأثناء تختفي النوية.

الدور الثاني (التالي) Metaphase:

تـــتجمع الصبغيات المنشطرة في اللوحة الاستوائية للانقسام، ويكون الجزء المركـــزي لكـــل صبغي مرتبطاً بخيوط المغزل الصادرة عن الكوكبين معاً، وتكون

الأجزاء المركزية نحو الداخل واتجاه الأذرع نحو المحيط وفي نهاية الطور هذا ينشطر كل صبغي في أثناء ذلك إلى صبغيين.

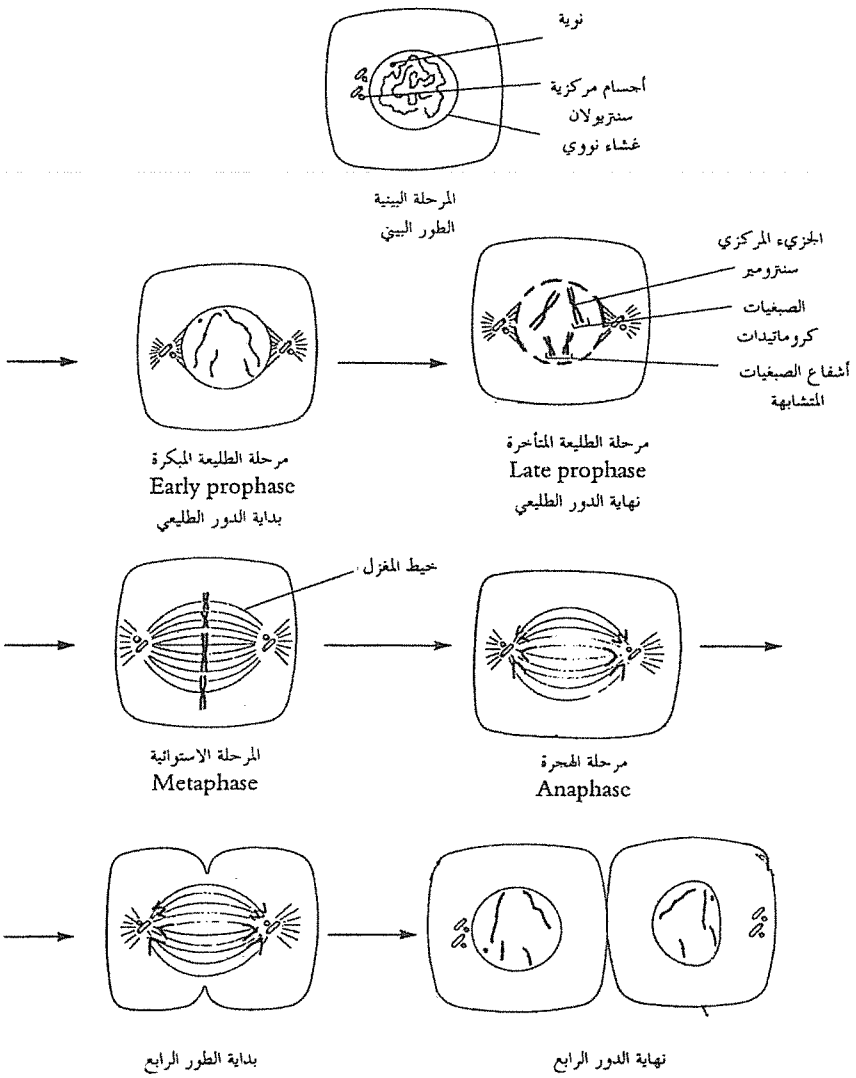
الطور الثالث (دور الهجرة) Anaphase:

بفعل تقلص خيوط المغزل وتطاوله، يتباعد القطبان قليلاً، ثم تنقسم الأجزاء المركزية كلها دفعة واحدة، ويبتعد كل صبغي عن نظيره باتجاه القطبين وذلك بانكماش الخيوط المغزلية الحاملة.

الطور الرابع (النهائي) Telophase:

في الخلية الحيوانية تبدأ السيتوبلاسما بالتحصر والاختناق من المنتصف، وتحدث تغييرات هي عكس ما تم في المرحلة الطليعية حيث تبدأ النوية والغشاء النووي بالظهور، ويتضاعف المريكز وتزول خيوط المغزل، وتضمر الأشعة الكوكبية، وتظهر الشبكة السيتوبلاسمية والجسيم الكوندري وباقي العضيات، وتظهر خليتان جديدتان، تحمل كل منهما العدد الصبغي نفسه في الخلية الأم. شكل (١٦)

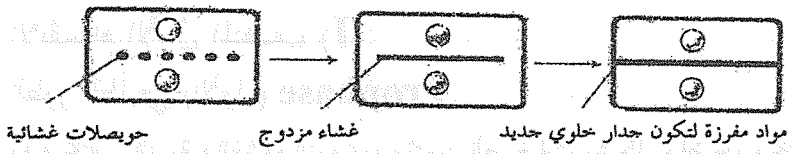
ملاحظة: قبل البدء بعملية الانقسام توجد المرحلة البينية Interphase وفي هذه المرحلة يتم تضاعف (DNA) عن طريق النسخ الذاتي وتضاعف المريكزين، وتشكيل احتياطي كبير من الطاقة يكفي لحدوث الانقسام.



مراحل الانقسام الخيطي في الخلية الحيوانية شكل (١٦)

الانقسام الخيطي في الخلية النباتية:

يمر الانقسام الخيطي في الخلايا النباتية بنفس المراحل التي يمر بها في الخلية الحيوانية، فالخلايا النباتية لا تحتوي على جسيم مركزين حيث تتشكل خيوط المغزل بدونه، وتنقسم السيتوبلاسما في الخلية النباتية في المرحلة النهائية، وذلك بتكوين حويصلات غشائية منشؤها من جهاز غولجي، تلتحم مع بعضها لتشكل الصفيحة المتوسطة Middle Lamella، والتي يترسب على جانبيها الجدار الخلوي الأولي والمتكون من السيللوز والبكتين، وتبدأ عملية تكوين الصفيحة المتوسطة من مركز الخلية باتجاه جدارها، كما في الشكل التالي:



تكوين الجدار الخلوي في الخلية النباتية

وهناك عدد من الفروق في الانقسام الخيطي وبين الخلايا النباتية والحيوانية كما في الجدول التالي:

الخلية النباتية	الخلية الحيوانية
لا يوجد مريكز	توجد مريكزات
لا يتشكل جسيم كوكبي	يتشكل جسيم كوكبي
تشكل صفيحة خلوية	لا تتشكل صفيحة خلوية
لا يتشكل شق سيتوبلاسمي أثناء الانقسام السيتوبلاسمي	يتشكل شق سيتوبلاسمي أثناء الانقسام السيتوبلاسمي.
يحدث في النسج المريستيمية بصورة رئيسية	يحدث في نسج منتشرة في الجسم.

تختلف سرعة الانقسام الخيطي في الكائنات الحية والنسج المختلفة، ويكون أسرع عند الجراثيم والمراحل الجنينية للكائنات الحية كثيرات الخلايا وأبطأ في الخلايا عالية التمايز.

الانقسام المنصف Meiosise (الميوزي):

شكل من أشكال الانقسام النووي، ويتضمن اختزال العدد المضاعف Diploid (2n) للصبغيات إلى العدد العروسي (الأحادي) n، ويحدث هذا الانقسام في مناسل الكائنات الحية (الخصية والمبيض والمآبر) ويؤدي إلى تكوين أعراس مذكرة أو مؤنثة اللازمة للتكاثر كالحيوانات المنوية وحبات الطلع والبويضات، ويشتمل الانقسام المنصف على انقسامين متواليين هما:

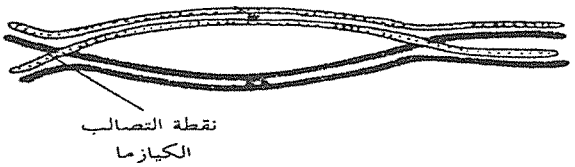
١- **الانقسام الأول:** وهو انقسام خيطي منصف يختزل العدد الصبغي فيه إلى النصف ويرمز له بـ (I).

٢- **الانقسام الثاني:** وهو انقسام آليته كالخيطي يرمز له بـ (II).

الانقسام الأول المنصف (I):

الطور الطليعي (الأول) Prophase:

وفيه تختفي النوية والغشاء النووي، وتتميز الصبغيات بشكل واضح، وتختلف عن الانقسام الخيطي في نفس الطور بالمدة الأطول وبصورة معقدة أكثر، ويوصف غالباً في خمس مراحل تدعى: الخيوط الرفيعة، مرحلة التزاوج، مرحلة الثخن، الخيوط الرباعية، (التضاعف) ومرحلة الافتراق (التشتت)Diakinesis وتتم عملية هامة في هذا الطور تعرف بعملية العبور Crossing over، وتحدث عملية العبور عند نقطة اتصال صبيغين Chromatids متقابلين وتدعى هذه النقاط باسم نقاط التصالب (كيازما) Chiasma حيث يتم تبادل بين أجزاء الصبيغين (الكروماتيدين) المتقاطعين، مما يؤدي إلى تشكيلات مورثية جديدة في الصبغيات وتنوع صفات الأفراد الناتجة منها. شكل (١٨).



نقاط التصالب في مرحلة الخيوط الأربعة شكل (١٨)

الطور الاستوائي (Metaphase (I:

تنتظم أشفاع الصبغيات على اللوحة الاستوائية للمغزل مثبتة على خيوط المغزل بواسطة الجزيء المركزي (السنترومير) في كل منهما، ويمتاز الانتظام عما هو في الانقسام الخيطي بأن الصبغين القرينين (الرباعية الصبغية) يتحركان معاً في وحدة متسقلة، أي أنهما في حالة التزاوج مع توجه أحدهما إلى قطب ونظيره إلى المقابل.

طور الهجرة (Anaphase (I:

بفعل جذب خيوط المغزل تهاجر نصف الصبغيات إلى قطب، ونصفها الباقي إلى القطب الآخر دون أن تنقسم الجزيئات المركزية التي تربط الصبغيات وهكذا يحصل تنصيف العدد الصبغي.

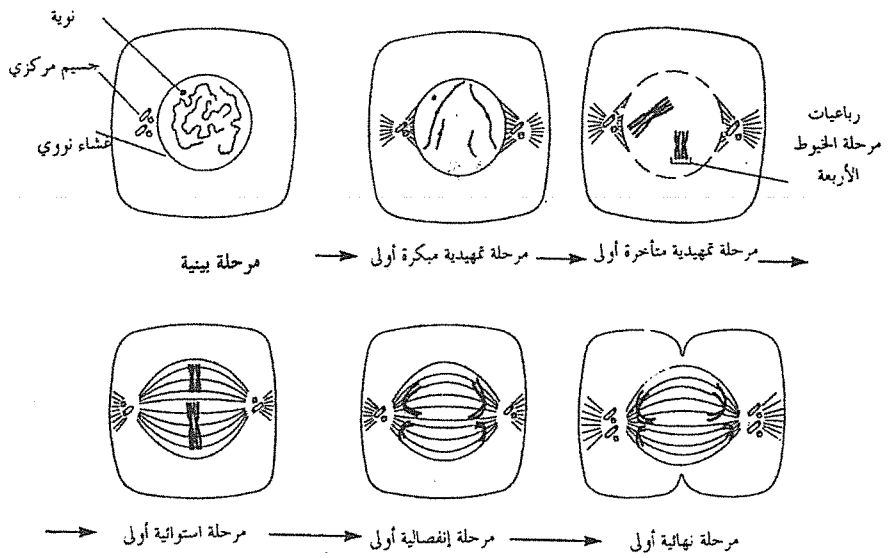
الطور النهائي (Telophase (I:

تتجمع الصبغيات في أحد قطبي الخلية، وتحاط بغشاء نووي، وتظهر النوية، وتنقسم السيتوبلاسما، وتظهر خليتان بنتان بعد أن تزول خيوط المغزل، وتدخل في طور بيني لفترة قصيرة جداً.

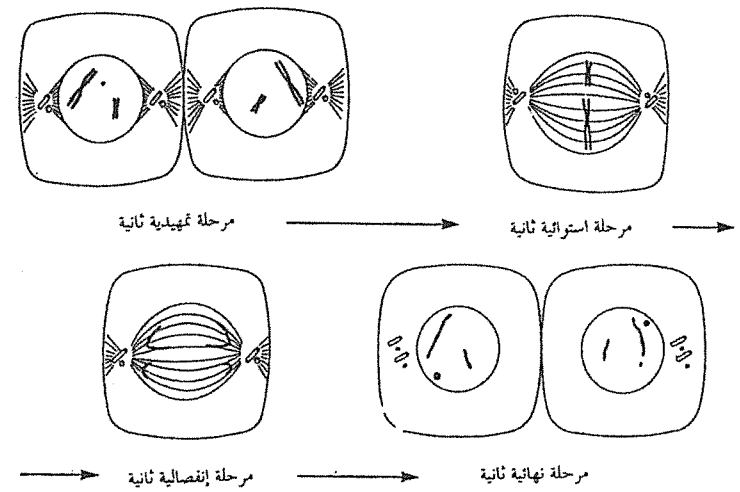
الانقسام الثاني (II):

تسير أطوار الانقسام الثاني بآلية تشبه الانقسام الخيطي، وهو يلي الانقسام الأول مباشرة لانعدام الطور البيني الطويل المعقد، وفي هذا الانقسام يتم فصل الصبيغين التوأمين بعضهما عن بعض في كل صبغي. ففي الدور الطليعي يتشكل معزل جديد، وفي الطور الثاني تتحرك الصبغيات إلى اللوحة الاستوائية المغزلية، وفي الطور الثالث يتحرك الصبغيان بعد انفصالهما، ويبتعد كل منهما إلى قطب، وتصبح الصبغيات هي صبغيات الخلايا البنات وفي الطور الرابع يزول الجهاز المغزلي، وتظهر النوية، ويتشكل الغشاء النووي، وتزول التفافات الصبغيات، وتنقسم الخلية من وسطها كالمعتاد، وينتهي الانقسام المنصف الأول والثاني، وينتج عن ذلك أربع خلايا كل واحدة منها أحادية الصيغة (ن)، وتملك نصف كمية DNA تقريباً الموجودة في الخلية الأصلية، شكل (١٧).

أ. مراحل الانقسام الأول (I)



ب ـــ مرحلة الإنقسام الثاني II

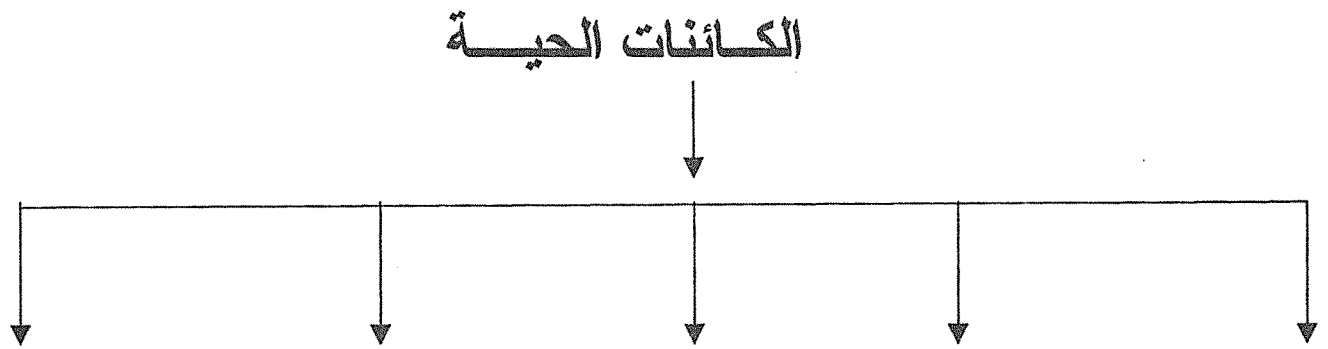


مراحل الانقسام المنصف شكل (١٧)

أهمية الانقسام المنصف:

يـــؤدي الانقسام المنصف عند جميع الكائنات الحية التي تقوم بتكاثر جنسي إلى تشـــكيل أربـــع خلايا بنات، في كل واحدة منها نصف عدد صبغيات الخلية الأم، وتندمج نواتا خليتين عروستين أثناء الإلقاح، وتشكل بيضة ملقحة Zygote ، تملك عدداً ثابتاً من الصبغيات لكل نوع من الأنواع، ويمثل هذا العدد عند جميع الكائنات الحية حالة المجموعة الصبغية المضاعفة (2n).

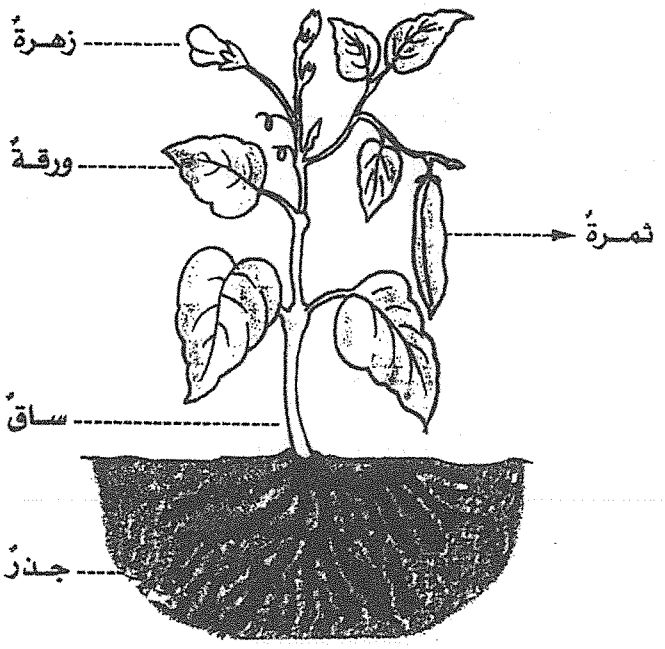
يكفـــل الانقسام المنصف التنوع الوراثي Genetic Variation، ويؤدي إلى حدوث تشكيلات Combination جديدة من المورثات في الخلايا العروسية، وذلك عن طريق العبور.


الكـائنات الحيـــة
عالم البدائيات
أ.شعبة البكتريا
ب.شعبة البكتريا
الخضراء والمزرقة
عالم الطلائعيات
ـــ الأوليات
ـــ بعض الطحالب
وحيدة الخلية
عالم الفطريات
وتضم الفطريات
المختلفة
عالم النباتات
ـــ بقية الطحالب
والنباتات الحزازية
والنباتات الزهرية
والنباتات اللازهرية
عالم الحيوان
وتضم الحيوانات
ابتداء من المساميات
وحتى الفقاريات

الفصل الثاني

التصنيف النباتي العام

- أحاديات وثنائيات الفلقة في النباتات
- عريانات ومغلفات البذور في النباتات



النباتات البذرية Seed Plants (speramataphyta):

تصنف النباتات البذرية إلى شعبتين:

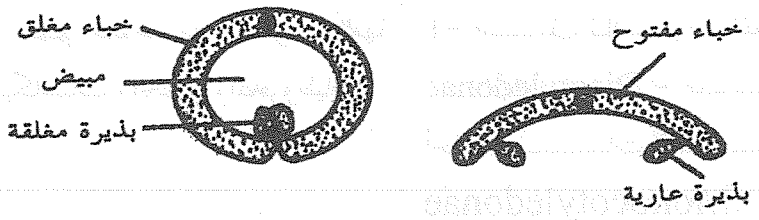
- **شعبة عريانات البذور Gymnospermes:**

فيها جذور وسوق وأوراق وأزهار بسيطة على شكل مخروط غالبيتها أشجار ذي بذيرات عارية الشكل، والمبيض مفتوح كما في الصنوبر. شكل (١٩).

- شعبة مغلفات البذور Angiospermophyta (النباتات الزهرية):

وسميت كذلك، لأن المبيض فيها يكون مغلفاً، ويضم في داخله البذيرات كما في زهرة الفول... وتضم:

- أحادية الفلقة Monocotyledons: تتميز بذورها بوجود فلقة واحدة غنية بالمواد الغذائية، تضم هذه المجموعة حوالي ٦٥ ألف نوع، غالبيتها أعشاب ما عدا بعض أنواع الفصيلة النجيلية، ومنها القمح، الشعير، الذرة، قصب السكر، وبعض نباتاتها تستخدم للزينة كالسوسن Iris والزنبق Lilium، وغيرها.



بذيرات مغلقة　　بذيرات عارية

شكل (١٩)

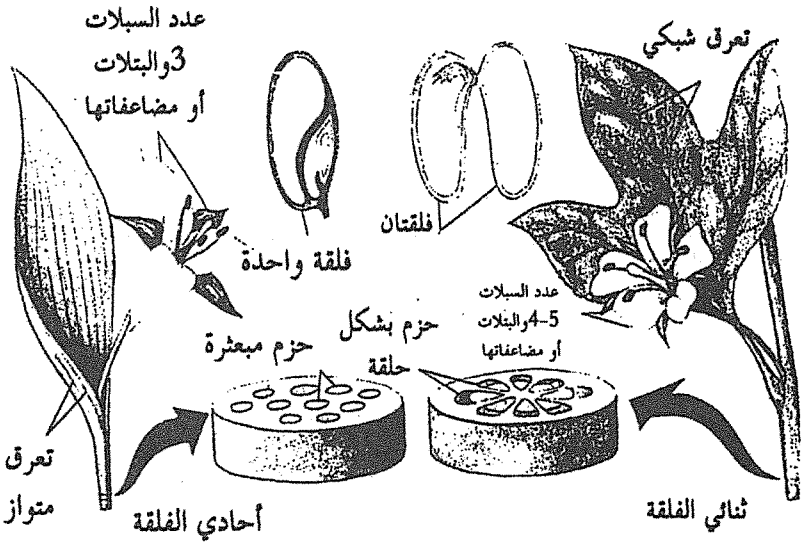
- ثنائيات الفلقة Dicotyledons: يتميز بذورها بوجود نسيج تخزيني من جزئين، يسمى الفلقتين لإمداده بالمواد الغذائية عند النمو، مثل البندورة، البرتقال، الفول، الحمص، الفاصولياء، التفاح.. وكلها ذات قيمة غذائية للإنسان وبعضها غذاء للحيوان كالبرسيم وما يزرع للزينة كالورد والمنثور.

مقارنة بين النباتات عريانات البذور ومغلفات البذور:

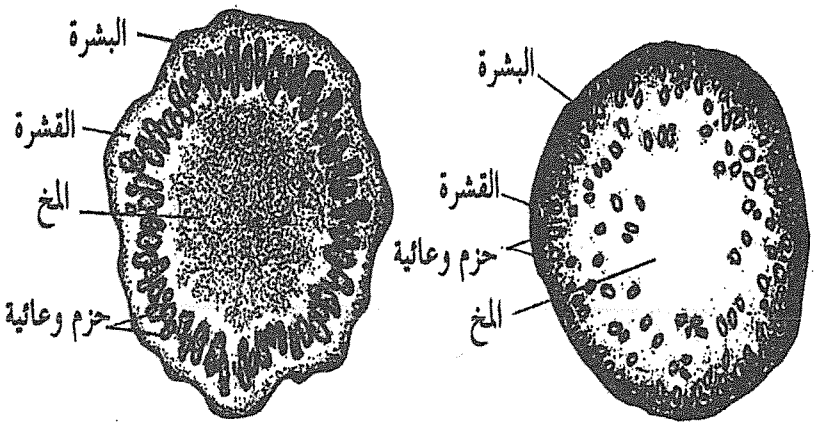
عريانات البذور	مغلفات البذور
١- البذور عارية معرضة للجو الخارجي أي لا تكون متضمنة في مبيض، فيها مخاريط عادة.	١- تكون البذور متضمنة في المبيض تشكل أزهاراً.
٢- لا تشكل ثماراً لأنها لا تحتوي على مبيض.	٢- بعد الإلقاح، يتنامى المبيض إلى ثمرة.
٣- لا يوجد فيها أوعية خشبية ناقلة كاملة بل فيها قصيبات فقط (أوعية ناقصة) كما تنعدم الخلايا المرافقة في اللحاء.	٣- يحتوي الخشب على أوعية ناقلة كاملة ويحتوي اللحاء على خلايا مرافقة.
٤- تضم مجموعة من الصفوف أهمها السيكاسيات والجنكو والمخروطيات.	٤- صف ثنائيات الفلقة Dicotyledonae - صف أحاديات الفلقة Monocotyledonae.

ويمكن إجراء مقارنة بين النباتات أحاديات الفلقة وثنائيات الفلقة كما يلي كما في الشكل (٢٠-٢١)

صف أحادية الفلقة	صف ثنائيات الفلقة
١- يحتوي الجنين على فلقة واحدة	١- يحتوي الجنين على فلقتين.
٢- تعريق متوازي (العروق متوازية) في الورقة.	٢- تعريق شبكي في الورقة.
٣- أوراق رمحية متطاولة.	٣- قرص - ورقة - معلاق.
٤- الحزم الوعائية مبعثرة والساق لا ينمو عرضاً.	٤- حلقة من الحزم الوعائية والساق ينموعرضاً.
٥- أجزاء الزهرة مكونة من ثلاثة أقسام أي ثلاثية أو مضاعفاتها.	٥- أجزاء الزهرة مكونة من أربعة أو خمسة أقسام أو مضاعفاتها.
٦- التأبير بواسطة الريح غالباً.	٦- التأبير حشري غالباً.
٧- الأعشاب - السوسن - السحلب - الزنبقيات - النخيل - القمح.	٧- البازلاء، الورد، الحوذان، الهندباء، برتقال، فاصولياء.
٨- الجذور عرضية ليفية.	٨- الجذر أصلي متفرع.



مقارنة بين نباتات أحادية الفلقة ونباتات ثنائية الفلقة شكل (٢٠)



مقطع عرضي في ساق من أحادي الفلقة

مقطع عرضي في ساق من ثنائي الفلقة

الشكل (٢١)

الفصل الثالث

أعضاء النبات

- أعضاء النباتات
- الجذر
- الساق
- الأوراق
- الأزهار
- الثمار

أعضاء النباتات:

آ. الجذر:

ينشأ الجذر نتيجة نمو الجذير، ويتميز الجذر المطمور في التربة عن الساق بأنه لا يحمل أوراقاً، كما أن خلاياه لا تحوي اليخضور، وينتهي الجذر بالقلنسوة التي لا يمكن أن تتشكل على الساق، يتميز الجذر بأنه له انجذاباً ضوئياً سالباً (أي أنه ينمو نحـــو الجهة المظلمة)، وانجذاباً أرضياً موجباً، (أي أنه يتأثر إيجاباً بالجاذبية الأرضية فهـــو ينمو نحو الأسفل)، كما أن الجذور داخلية المنشأ، أي تتشكل تحت القشرة (من الأدمة الباطنة) على عكس فروع الساق ذات المنشأ الخارجي.

مناطق الجذر:

إذا انتقلنا من قمة الجذر نحو الأعلى فإننا نلاحظ المناطق التالية: شكل (٢٢)

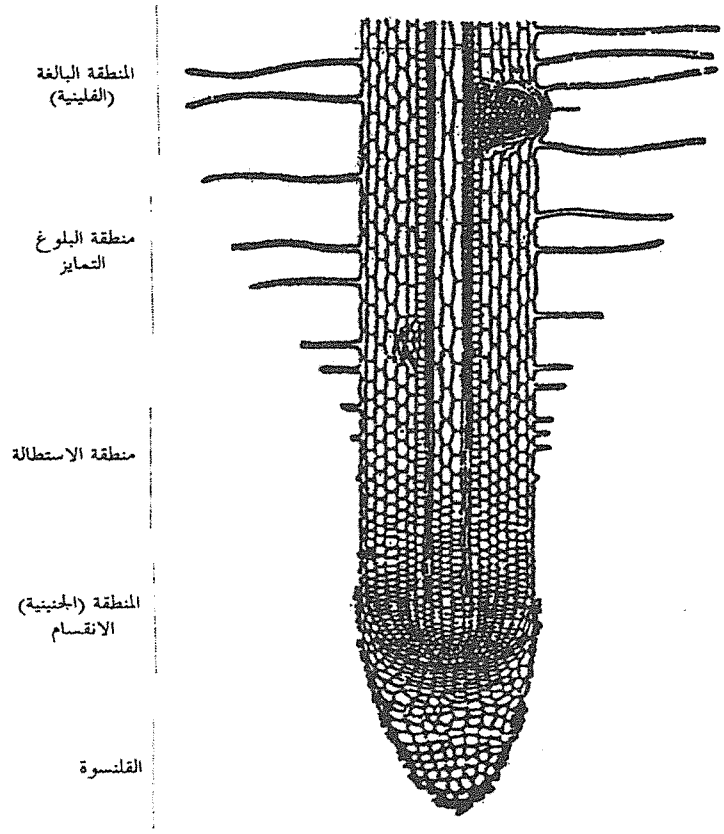
١- القلنســـوة: تتألف من عدة طبقات من الخلايا، تعمل على حماية الجذر عـــند اختراقه التربة بوساطة مفرزات حمضية منها، خلاياها القريبة من منطقة الانقسام (منطقة النمو) فتية، صغيرة الحجم أما خلاياها البعيدة عن منطقة الانقسام كبيرة الحجم، وتكون النواة فيها واضحة.

٢- مـــنطقة الانقسام الخلوي Region Of cell division: وهي خلايا ميرستيمية، يلاحظ أنها خلايا صغيرة، رقيقة الجدران، فتية، نواتها ضخمة، ذات فجوات صغيرة أو معدومة وبانقساماتها تجعل الجذر ينمو طويلاً.

٣- منطقة الاستطالة: وهي منطقة تلي منطقة الانقسام، وتتألف من خلايا مستطيلة ومتشابهة، لها نواة صغيرة وفجوات كبيرة الحجم، حجم النواة لم يتغير، ولكن الخلية استطالت.

٤- مـــنطقة التمايز: تلي منطقة الاستطالة، تحوي فجوة ضخمة، النواة في المحـــيط، والنسج الأولية تمايزت إلى: بشرة، طليعة كامبيوم وأسطوانة مركزية.

٥- مـــنطقة فلينية: وتشمل على المنطقة الباقية من الجذر، وفي هذه المنطقة تتشـــكل الجـــذور الثانوية، وتحاط هذه المنطقة بطبقة واقية حامية من تكونات فلينية ومنها اسمها.



رسم تخطيطي يبين مناطق الجذر في المقطع الطولي شكل (٢٢)

أنواع الجذور:

تقسم الجذور إلى جذور وتدية Top root، وعرضية Aduentition root شكل (٢٣).

أ. **الجذور الوتدية:** وينشأ المجموع الجذري غالباً من الجذير، ويتميز بأن الجذر الرئيس فيه يسيطر في نموه على فروعه الثانوية، كما في نبات القطن والخروع، وللجذور الوتدية أنواع منها العادي كالقطن، ومنها ما يتدرن، وينتفخ لاختزان المواد الغذائية كما في الفجل، والجزر واللفت Brassica شكل (٢٣ ــ أ).

ب. **الجذور العرضية:** هي التي لا تنشأ من الجذير وفروعه وإنما تنشأ من الأعضاء النباتية الأخرى كالساق أو الأوراق،ولكنها لا يمكن أن تتشكل من الجذر الرئيس أو فروعه، وأهم أنواع الجذور العرضية:

١- **الجذور الليفية:** وتكثر عند النباتات وحيدة الفلقة كالشعير والذرة والنخيل وفيها تكون الجذور دقيقة ليفية كثيرة العدد وتظهر على سطح الساق وقد تتشكل على السطح السفلي للساق القرصية الشكل كما في الأبصال كما تتشكل على عقد الساق الزاحفة مثل الفريز Fragaria. شكل (٢٣ ــ ب).

٢- **الجذور الدرنية:** وهي جذور عرضية متدرنة، تختزن المواد الغذائية مثل نبات الأضاليا، وهذه الجذور الدرنية خالية من البراعم والأوراق الحرشفية، وهذا ما يميزها عن الساق الدرنية. الشكل (٢٣ ــ د).

٣- **الجذور التنفسية:** وتوجد مثل هذه الجذور عند بعض النباتات التي تعيش في المستنقعات، أو على التربة الزائدة مثل نبات ابن سينا، وتنشأ الجذور من أسفل الساق، وتتجه نحو الأعلى، وينتشر على سطحها ثقوب كثيرة، تعرف بالعديسات.

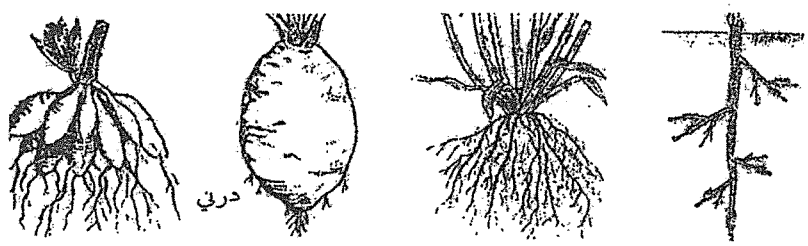
٤- **الجـــذور الهوائية:** وتلاحظ عند النباتات الاستوائية مثل التين البنغالي Ficus bengalensis، حيث تتشكل جذور عرضية على الفوارع، تنمو من الأعلى إلى الأسفل. شكل (٢٤).

٥- **الجذور الأطفورية:** كما في نبات اللبلاب Hedra helix، تتشكل جـــذور عرضـــية على الساق، وتبتعد عن الضوء وتدخل في شقوق الجدران أو سطوح الأشجار شكل (٢٣-جـــ).

٦- **الجذور الممصية:** وتلاحظ عند النباتات المتطفلة كالدبق Visceun والكشـــكوت Guscuta، والممصـــات عبارة عن جذور عرضية، تخـــرج مـــن جسم النبات المتطفل، وتدخل جسم النبات المضيف، وتصل إلى النسج الوعائية، لتمتص منها الغذاء الجاهز.

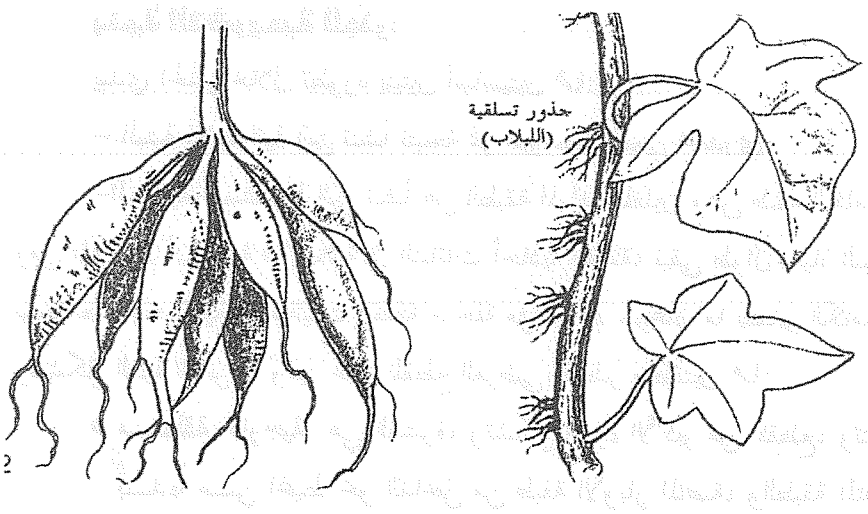
٧- **الجـــذور الدعامـــية:** كما في نبات الذرة Zeamags حيث تتشكل جذور عرضية على عقد الساق القريبة من سطح التربة، وتساعد هذه الجذور على تثبيت نبات الذرة في التربة، والاحتفاظ بالساق قائماً.

٨- **الجـــذور المنقبضـــة Contractable roots:** كما في نبات الزعفران Crocus فـــإذا اقـــتلعت هذه الكورمات في مستوٍ أعلى من مستواها الطبيعـــي، تتشـــكل في أسفل الكورمات جذور عرضية شاذة، تلتوي لولبياً، وتسحب الكورمة إلى أسفل، لتضعها في المستوى الملائم لنموها.



وتدي (الفول) ليفي (القمح) (الشوندر) (الأضاليا)

شكل (٢٣-أ) شكل (٢٣-ب) شكل (٢٣-جـ)



جذور عرضية شكل (٢٣- جـ)

جذور درنية شكل (٢٣- د)

أنواع الجذور شكل (٢٣)

مثال عن التين البنغالي ويمكن رؤية الأغصان الأفقية العملاقة التي تدعمها جذور عمودية كبيرة. شكل (٢٤)

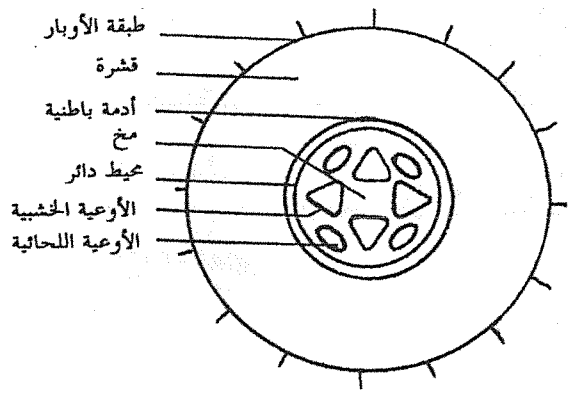
بنية التشريحية للجذر:

يبدي الجذر خلال تطوره بنيتين أساسيتين هما:

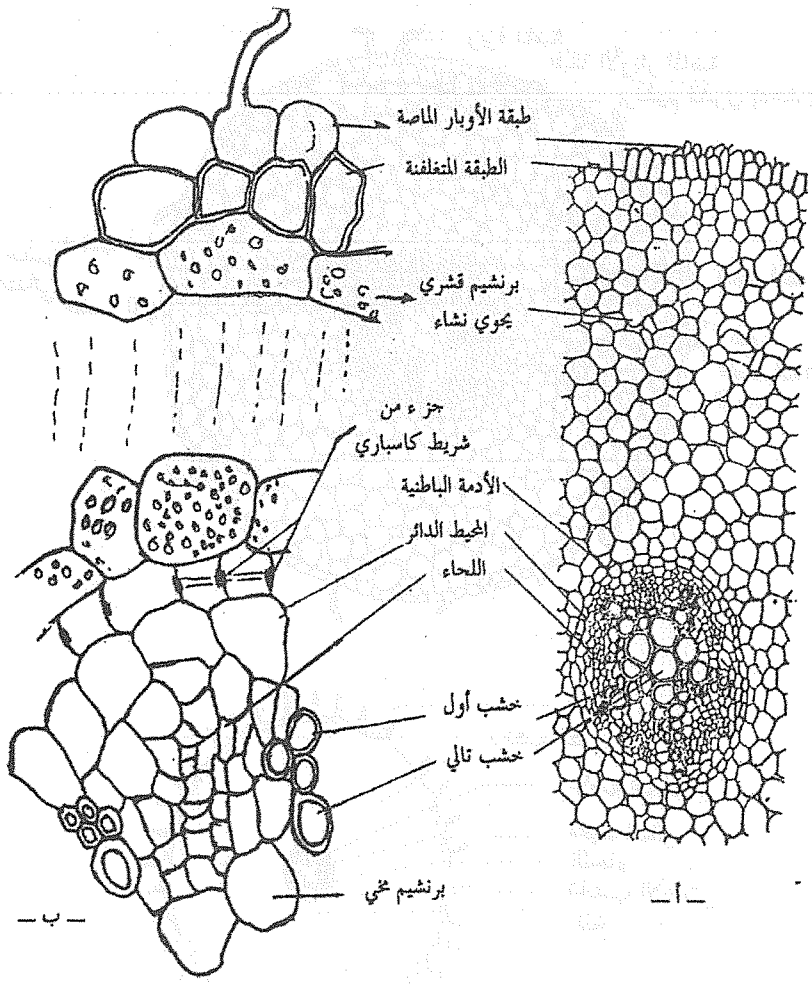
- **البنية الابتدائية** التي تنشأ نتيجة نمو الميرستيم القمي الجذري.

-**البنية الثانوية** التي تنشأ عن الطبقة المولدة للفلين وعن طبقة الكامبيوم، ومن الملاحظ أن البنية الابتدائية في النباتات أحادية الفلقة، تبقى طوال حياة النبات، بينما تعد هذه البنية في ثنائيات الفلقة مرحلة مؤقتة، إذ سرعان ما يتمايز الكامبيوم، وتتشكل البنية الثانوية، ونميز على المقطع العرضي للجذر منطقتين هما:

- **منطقة خارجية**: هي القشرة، وتشكل الجزء الأكبر من المقطع، وتتألف بدءاً من المحيط نحو الداخل من طبقة الأوبار الماصة، والطبقة المتفلنة، والبرنشيم القشري والآدمة الباطنية.
- **منطقة داخلية**: هي الأسطوانة المركزية، وتشكل جزءاً صغيراً من المقطع، وتتألف بدءاً من الخارج نحو الداخل من المحيط الدائر والنسيج الناقل الخشبي واللحائي والمخ. كما في الأشكال (٢٥، ٢٦، ٢٧).



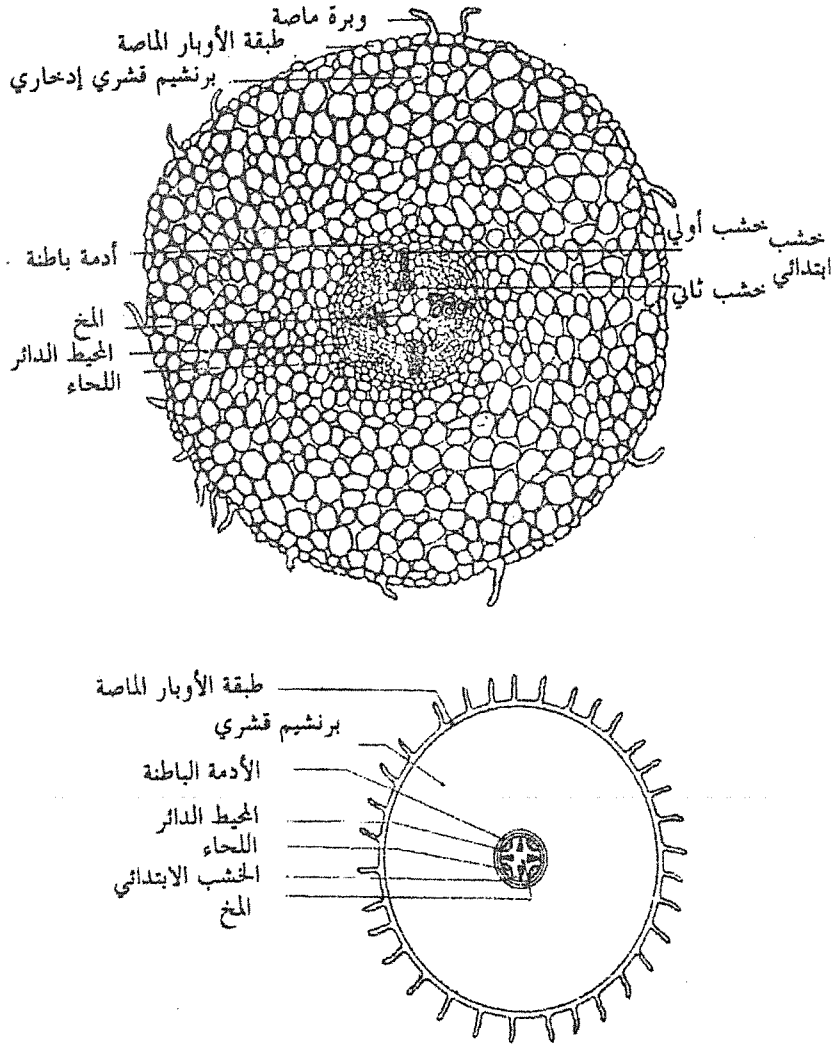
رسم إجمالي لمقطع عرضي في جذر فتي في منطقة الأوبار الماصة شكل (٢٥)



البنية الابتدائية في جذر الفيكاريا **Ficaria**) من ثنائيات الفلقة. شكل (٢٦).

أ. صورة تفصيلية لمقطع عرضي في جذر الفيكاريا توضح الأقسام المختلفة.

ب. طريقة رسم تفصيلي لقطاع من مقطع عرضي لجذر الفيكاريا



صورة مأخوذة عن المجهر الضوئي مع رسم إجمالي لمقطع عرضي في جذر الفيكاريا شكل (٢٧)

أهمية الجذور ودورها في التبادل الغذائي:

يقوم الجذر عند النباتات بالوظائف التالية:

١- تثبيت النباتات في التربة: الجذر الرئيس غالباً ما ينمو عمودياً في التربة والجذور الثانوية المتفرعة عنه تمتد في كافة الاتجاهات والأشعار الجذرية المغطاة بمواد مخاطية تساعدها على الالتصاق بجزيئات التربة، كل ذلك يساعد على تدعيم وتثبيت النباتات في التربة.

٢- امتصاص الماء والأملاح المعدنية المنحلة، ويتم عن طريق الأوبار الماصة.

٣- تقوم جذور بعض النباتات بوظيفة ادخار المواد الغذائية كاللفت والشمندر والفجل وغيرها، أوبوظائف أخرى كالتسلق والتنفس وغيرها.

٤- كما تقوم جذور النباتات المختلفة بإفراز مواد عضوية وحموض مختلفة، وهذه الحموض والمواد العضوية التي تفرزها الجذور، تساعد على نمو العضيات الدقيقة الموجودة في التربة، والتي يكون لنشاطها أهمية كبيرة في تغذية النباتات، حيث تتشكل منطقة ملاصقة ومحيطة بالجذور، تكثر فيها العضويات الدقيقة، وتسمى هذه المنطقة الكرة الجذرية Rizosphere.

فوائد الجذور

١- غذاء للإنسان والحيوان (الجزر).

٢- يستخرج منه السكر (الشوندر) .

٣- تصنع منه بعض الأدوية (السوس).

٤- يستخدم كوقود (الحطب).

ب. الساق.

الساق: هي جزء من النبات ينمو فوق سطح التربة.

ويمـــثل الساق الجزء الهوائي في النبات، وهو الذي يحمل الأوراق، ويختلف طـــول الساق من بضع مليمترات إلى بضع أمتار، وقد يصل في بعض الحالات إلى مئة متر كالأوكاليبتوس Eucalyptus والسيكويا Seguois، أما القطر فيتراوح بين بضع مليمترات إلى متر واحد.

أنواع السوق النباتية:

١- **الســـوق القائمة (المنتصبة):** أي ينمو بشكل عمودي، وهذا ما نجده عـــند أكثر النباتات الشجرية، وعند كثير من النباتات العشبية (القنَّب، عباد الشمس، القمح، الذرة).

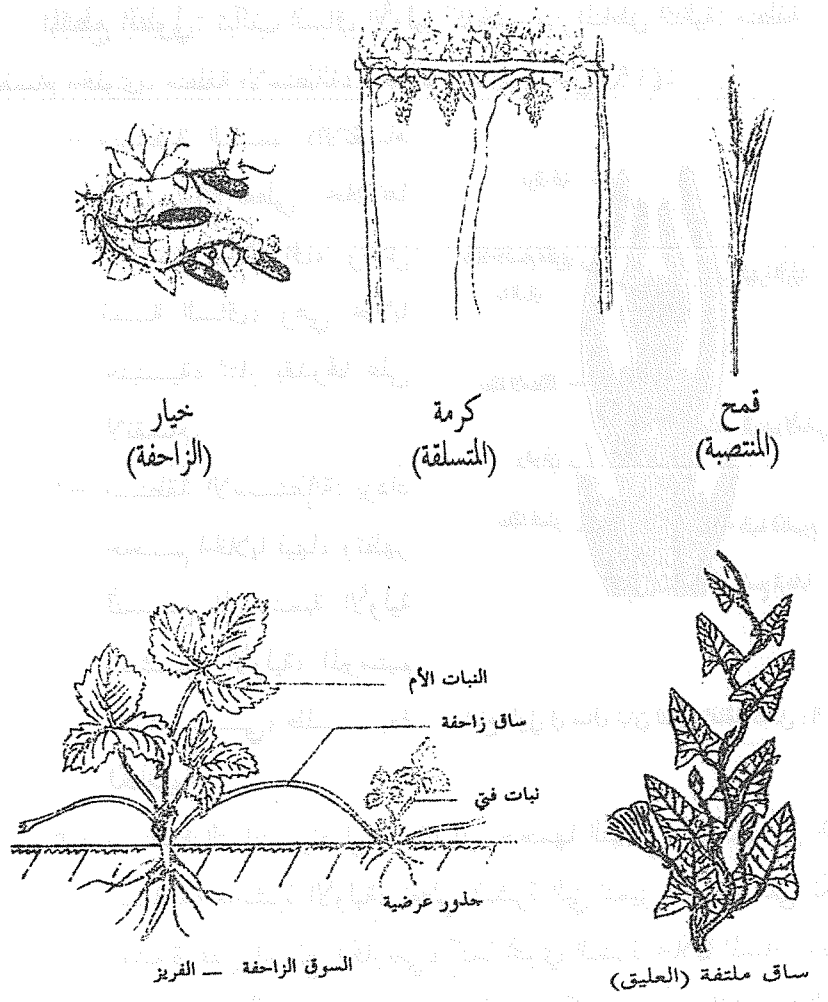
٢- **السوق الزاحفة:** يبقى الفارع مستلقياً على الأرض، ويرسل الساق في مـــناطق العقـــد جـــذوراً معترضة، وفوارع هوائية منتصبة مثل الفريز Fragaria vesoa. ويطلـــق على الفارع الزاحف اسم رئد، وقد لا تثـــبت الســـوق الزاحفة في التربة في مناطق العقد مثل القرع والخيار، وتسمى السوق المستلقية.

٣- **الســـوق الملتفة:** أي أن الساق يلتف حول عمود أو شجرة أو غيرها كمـــا في حشيشـــة الديـــنار* Humulus (الالتفاف باتجاه عقارب الســـاعة)، أما عند الفاصولياء (الالتفاف فهو عكس عقارب الساعة)، والعليق.

٤- **السوق المتسلقة:** لا تقوى سوق النبات على الانتصاب، لذلك تتسلق على نباتات أخرى أو حوامل مختلفة مثل اللبلاب. شكل (٢٨).

---

* حشيشة الدينار: نبات عشبي معمر أزهاره المؤنثة تنتشر على سوقه وتكون بشكل مخروطي راحتها عطرية لطيفة وطعمها مر.

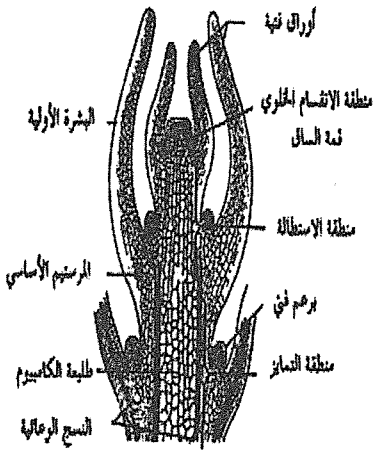


أنواع السوق النباتية شكل (٢٨)

البنية التشريحية للساق:

المقطع الطولي: تتألف الساق الأولية كالجذر من المناطق التالية: منطقة الانقسام الخلوي، منطقة الاستطالة، ومنطقة التمايز شكل (٢٩):

١- منطقة النمو (الانقسام الخلوي): تعطي خلاياها الأغصان والأوراق، وتحتل قمة الساق، وهي خلايا جنينية، تمتاز بقدرتها على الانقسام.



مقطع طولي في ساق نباتي ثنائي الفلقة شكل (٢٩)

٢- منطقة الاستطالة: يزداد حجم الخلايا فيها، وتظهر النسج الميرستيمية الأولية (البشرة الأولية، الميرستيم الأساسي، طليعة الكامبيوم).

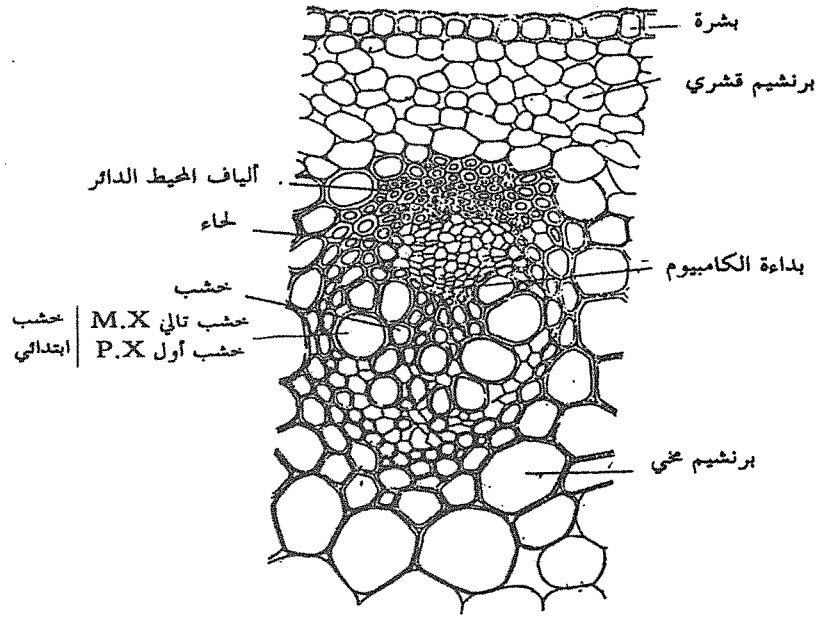
٣- منطقة التمايز: وتصل الخلايا إلى حجمها النهائي، وتتمايز إلى النسج البالغة، فالبشرة الأولية، تعطي البشرة التي تتميز بقدرتها على تكوين القشيرة على السطح الخارجي، كما تحوي البشرة خلايا المسام. ويعطي الميرستيم الأساسي المخ، والذي يشكل نسجاً مختلفة منها النسيج المغذي (البازانشيمي Paranchyme)، والنسيج الاستنادي المصمَّغ، (الكولانشيم Cholenchyme)، والنسيج الاستنادي المتصلب (سكليرانشيم Sclerenchyme)، أماطليعة الكامبيوم فإنها تعطي المحيط الدائري واللحاء والخشب الابتدائي شكل (٣١).

مقطع عرضي في ساق فتية شكل (٣٠)

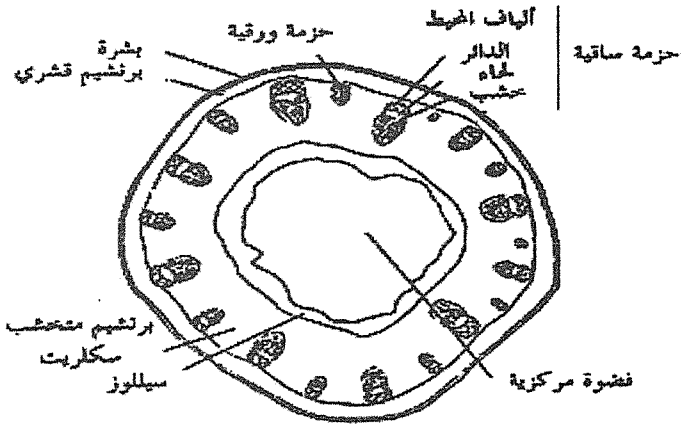
نأخـــذ مثالاً على السوق هو نبات الحوذان من الفصيلة الحوذانية، ونعمل مقاطع عرضية رقيقة وكاملة في ساق الحوذان، ويفحص بالتكبير الضعيف، أولاً ثم بالتكبر القوي فنلاحظ الطبقات بدءاً من المحيط نحوالمركز كما في الشكل التالي (٣٢).

الصفات الأساسية للبنية الابتدائية في الجذر والساق

جذر ابتدائي	ساق ابتدائي
اسطوانة مركزية صغيرة	أسطوانة مركزية كبيرة.
قشرة هامة كبيرة.	قشرة صغيرة.
طبقة أوبار ماصة.	بشرة + قشيرة.
لا يوجد كولانشيم إطلاقاً.	يوجد كولانشيم غالباً.
الأدمـــة الباطنـــية واضحة وخلاياها ذات غلف سميكة ومتخشبة.	الأدمة الباطنية غير واضحة لصعوبة تمييزها.
الخشـــــب الأول ذو تمايـــــز جابـــــذ Centripetale خارجي المنطلق.	الخشب الأول ذو تمايز نابذ Centrifuge داخلي المنطلق.
اللحاء الأول ذو تمايز جابذ أيضاً.	اللحاء الأول ذو تمايز جابذ.
الحزم الخشبية اللحائية متناوبة.	الحزم الخشبية اللحائية متطابقة جانباً (اللحاء يعلو الخشب).



رسم تفصيلي لقطاع من مقطع عرضي في ساق الحوذان يوضح البنية الابتدائية وبدء تشكل البنية الثانوية بفضل ظهور الكامبيوم **Combium** شكل (٣١)



رسم إجمالي لمقطع عرضي في ساق الحوذان شكل (٣٢)

دور الخلايا الخشبية واللحائية في النمو النباتي:

النسج الناقلة:

تملـــك خلايـــا النسج الناقل شكل أوعية، يتحد بعضها ببعض وفق المحور الطولي للنبات، لتشكيل الجهاز الوعائي فيه، والجهاز الوعائي يتكون من مجموعتين من النسج: الخشب واللحاء.

النسيج الناقل الخشبي:

ويقـــوم هذا النسيج بنقل الماء والأملاح المعدنية (النسغ الناقص) في النباتات الوعائـــية، ويرافق هذا النسيج دوماً النسيج اللحائي الذي ينقل المواد العضوية التي يصنعها النبات (النسغ الكامل)... يكوّن الخشب واللحاء جملة مستمرة، تتوزع في جميع أنحاء النبات من قمم السوق والأغصان إلى نهايات الجذور، وتختلف مكوناته في عريانات البذور عنها في مغلفات البذور.

ففـــي عريانات البذور يتكون الخشب من القصيبات فقط (أوعية ناقصة)، لـــذلك فهـــو خشـــب متجانس، وتكون القصيبات كأوعية صغيرة مغلقة مؤنفة الطـــرفين ذات جـــدران متخشبة وسميكة جداً، وينتقل النسغ الناقص خلالها عبر ثقـــوب صغيرة، وتدعى هذه الثقوب التنقطات هالية. أما مغلفات البذور فيكون الخشب (Xylem) فيها من النوع غير المتجانس، ويتكون من عناصر متعددة:

١- الأوعية الخشية.

٢- السكلبرانشيم الخشبي.

٣- بارانشيم الخشب.

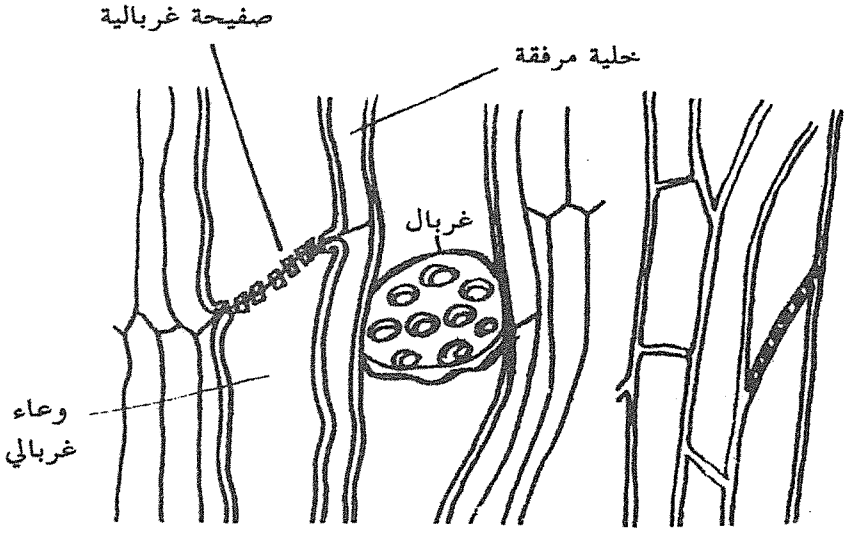
٤- الألياف الخشبية.

٥- الأشعة المخية الخشبية.

وتســـمى الأوعية الخشبية في مغلفات البذور بالقصبات (Tracha) أوعية كاملـــة وهـــي طويلة مفتوحة الطرفين، تحمل على جدرانها تزيينات مختلفة، ينتقل النسغ الناقص من داخلها.

النسيج الناقل اللحائي Tissus liberiens:

تنقل هذه النسج النسغ الكامل من الأوراق إلى بقية أجزاء النبات، ويتكون اللحـــاء مـــن الأنابيب الغربالية، والبارانشيم اللحائي، والخلايا المرافقة، والألياف اللحائية، والأشعة المخية اللحائية.



شكل (٣٣)

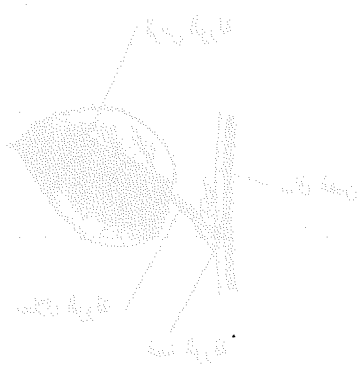
الأنابب الغربالية: وهي خلايا حية متطاولة ذات جدر سللوزية، مثقبة في غلفها العرضـــية بـــثقوب تشبه الغربال، ومن ذلك اسمها، ويختلف الوعاء الغربالي عن الأوعية الخشبية بأنه لا ينقل النسغ الكامل إلا لفترة قصيرة، وعند انتهاء دوره تسد الثقوب الغربالية بأسطونات من مادة سكرية، تدعى الكالوز، وهو سكر متعدد متجانس. شكل (٣٣).

البارانشيم اللحائي والخلايا المرفقة: إن الخلايا البرانشيمية غنية بالنشاء، فهـــي تلعـــب دوراً هاماً في التغذية أما الخلايا المرافقة فتشكل مع الخلايا الغربالية وحـــدة وظيفية متكاملة، ولا توجد الخلايا المرافقة إلا في مغلفات البذور، وتلعب هذه الخلايا دوراً في التعويض عن الأنابيب الغربالية.

الألياف اللحائية: تسهم في تقوية ودعم النسيج اللحائي.

ملاحظة:

يـــتوقف دوران النسغ الكامل في الخريف والشتاء، وتتراكم اسطوانات من مادة سكرية هي الكالوز فتسد فوهات الأنابيب الغربالية، ثم تعود فتنفتح في الربيع، وقد يفسد بعضها نهائياً، وتتكون في الربيع التالي أنابيب غربالية جديدة من الخلايا المرافقة اللحائية.



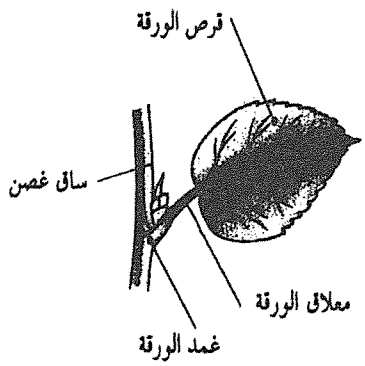
الأوراق:

الورقة: جزء من النبات، يرتكز على الساق، والورقة عادة مسطحة الشكل، مما يساعدها على التعرض لأكبر قدر من الأشعة الشمسية، وهو العضو الذي يقوم بوظيفة التركيب الضوئي، والقيام بالنتح والتنفس، وللورقة أشكال مختلفة، وتتألف الـورقة الكاملـة من قرص ومعلاق، وقد ينتفخ مشكلاً غمداً، ويضاف إليهما في بعـض الحالات الأذنتان Stipules، في قاعدة بعض الأوراق، ولا يوجد في بعض الأوراق المعـلاق، وتدعى أوراق لاطئة Sesssile، ويمكن عد القرص Lamina والمعلاق Petiole الجزأين الرئيسين فيها ولسهولة التقسيم تتألف الورقة من ثلاثة أقسام:

١- القـرص: صفيحة خضراء اللون لها أشكال مختلفة.

٢- المعـلاق: هو القسم الذي يصـل بـين قرص الورقة وغمدها.

٣- الغمـد: انـتفاخ في نهاية المعـلاق يثبت الورقة على الغصن. شكل (٣٤).



شكل (٣٤)

أنواع الأوراق النباتية:

لقـرص الـورقة أشـكال متعددة، فقد يكون مؤلفاً من قطعة واحدة غير مقسـمة، وتسـمى الأوراق في هذه الحالة أوراقاً بسيطة Simple، وعند بعض الأنـواع النباتية ينقسم القرص إلى عدة أجزاء منفصلة انفصالاً تاماً، فتسمى الورقة مركبة Compound.

أشكال الورقة البسيطة:

أ. الإبرية: كأوراق الصنوبر.
ب. الشريطية: القمح والشعير والذرة.
ت. الأنبوبية: حيث تأخذ الورقة شكل أنبوبة خضراء فارغة كالبصل.
ث. القلبية.
ج. الملعقية.
ح. السهمية.
خ. الأهليلجية.
د. المتطاولة.
ذ. البيضوية.

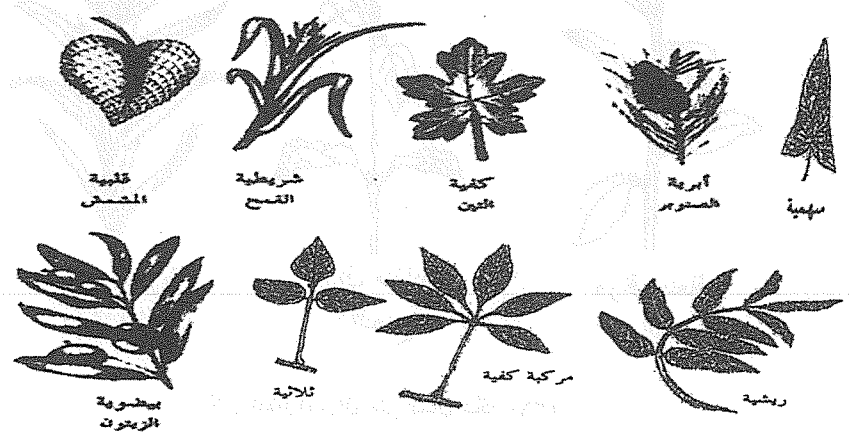
أشكال الورقة المركبة:

للورقة المركبة عدة وريقات محمولة على معلاق واحد، ويمكن تقسيمها إلى:

أ. **مركبة ثلاثية الوريقات** مثل النفل Trifolium والحماض Oxalis.

ب. **مركبة كفية**: إذا كانت الوريقات تخرج من نقطة واحدة في نهاية المعلاق على شكل مروحة مثل الترمس Lupinus.

ت. **أوراق مركبة ريشية**: إذا كانت الوريقات تتصل بمحور واحد وتتوضع على جانبيه كترتيب شعيرات الريشة، وهناك نوعان: أوراق مركبة ريشية منتهية بوريقة واحدة في طرف المحور مثل الورد Rosa، أوراق مركبة ريشية زوجية إذ تنتهي الورقة المركبة بوريقتين متقابلتين على جانبي المحور مثل الخرنوب. شكل (٣٥).



أشكال الأوراق شكل (٣٥)

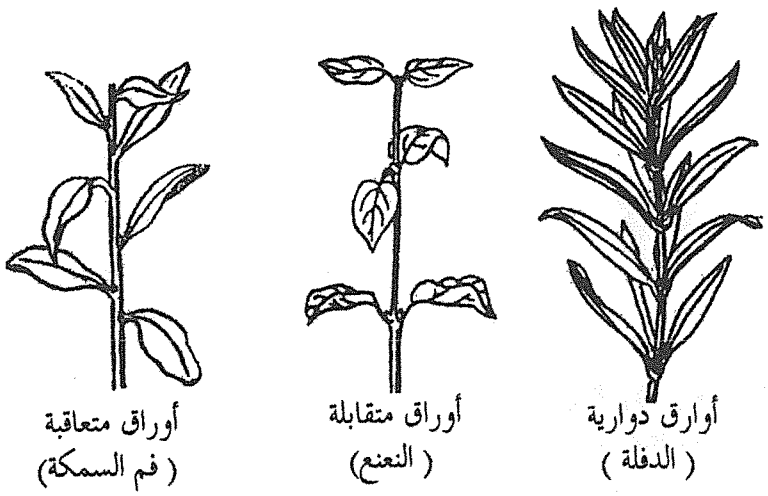
انتظام الأوراق على الساق Phyllotaxy:

يميز الأنماط الثلاثة التالية:

١- **أوراق متناوبة (متعاقبة) Alternate**: وفيها تتوضع ورقة واحدةعلىكل عقدة، وتتبادل الاوراق المتناوبة المكان على محيط الساق، بحيث لا يظلل بعضها بعضاً كالمشمش والتفاح، وفم السمكة.

٢- **أوراق متقابلة متصالبة Opposite**: حيث تتوضع ورقتان متقابلتان على كل عقدة، وتكون المتقابلة متوضعة في مستويات متعامدة متصالبة من عقدة لأخرى (النعنع).

٣- **أوراق دورايــة**: تتوضع ثلاث وريقات أو أكثر على كل عقدة مثل الدفلة Nerium، حيث تتوضع ثلاث ورقات في كل عقدة والكازورينا asuarina، التي تحمل حوالي عشرة أوراق حرشفية على كل عقدة. شكل (٣٦)



أشكال انتظام الأوراق على الساق شكل (٣٦)

فوائد الورقة:

للأوراق دور هام في إنتاج وتركيب الغذاء النباتي ولها فوائد منها:

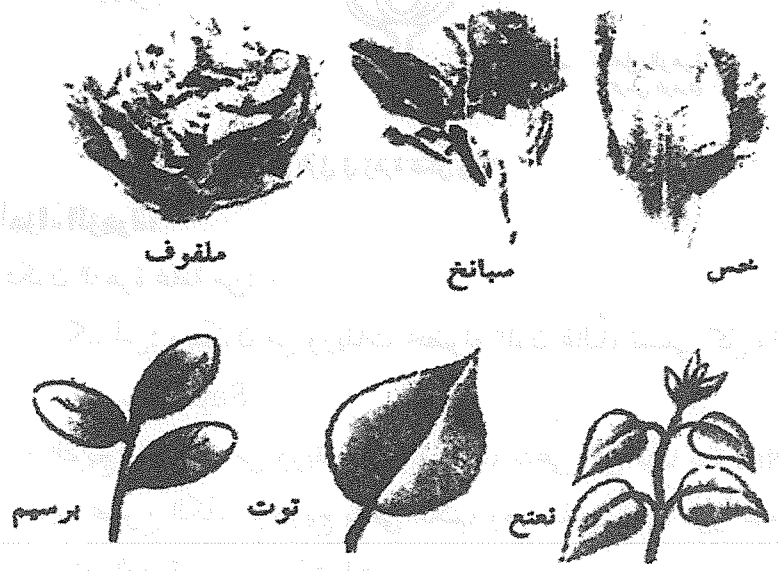
١- أوراق ذات فوائد طبية (نعنع).

٢- أوراق لهـــا فوائد غذائية مثل أوراق التوت غذاء لدودة القز التي تصنع الحرير.

٣- أوراق لها فوائد غذائية للإنسان مثل الخس والسبانخ والملفوف.

٤- أوراق لها فوائد غذائية للحيوان مثل البرسيم. شكل (٣٧).

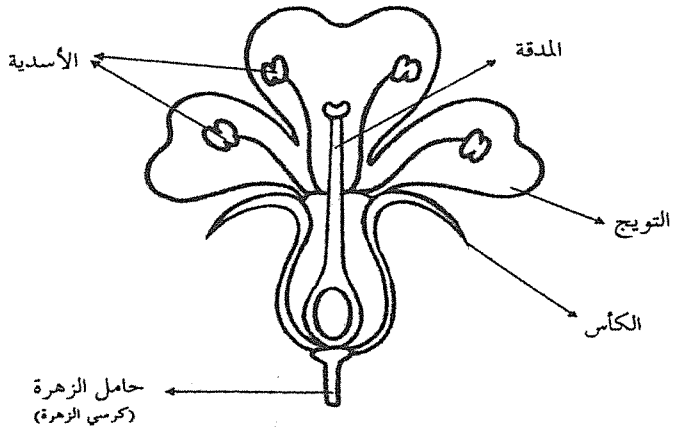
وتنحصـــر أهمـــية الأوراق لحـــياة النبات في صنع غذاء النبات بتأثير ضوء الشمس بعملية تدعى التركيب الضوئي، وتقوم الورقة بعملة التنفس باستمرار (ليلاً ونهاراً)، وتطرح الورقة الماء الزائد عن حاجة النبات بعملية تدعى النتح.



شكل يمثل الأوراق المفيدة للإنسان شكل (٣٧)

الأزهار:

الزهـــرة: جهـــاز التكاثر في النباتات الزهرية، والتي تنتهي بتشكيل الثمار الحاوية على البذور، أو غصن تحورت أوراقه، لتقوم بوظيفة التكاثر الجنسي، وتعد الزهرة فرعاً قصيراً محدد النمو، تحوَّر وتخصص ليقوم بعملية التكاثر الجنسي للنبات، وتشكل الزهرة عضو التكاثر الجنسي، فمنها تنشأ الثمرة والبذرة. شكل (٣٨).



مقطع طولي في زهرة شكل (٣٨)

أجزاء الزهرة:

تتكون الزهرة عامة من:

١- الكـــأس: ويتكون من وريقات خضراء اللون غالباً، تسمى كل واحدة منها سبلة Sapal.

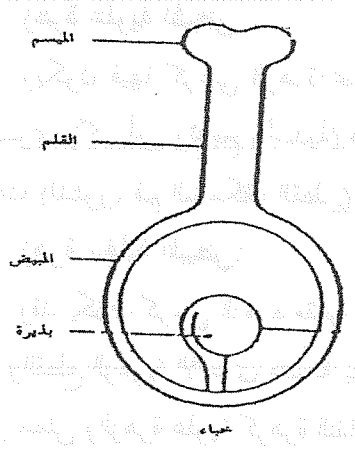
٢- التويج: ويتكون من وريقات ملونة غالباً، تدعى كل منها بتلة Petal، إن مجموع الكأس والتويج يدعى الكم، وهو الذي يلعب دوراً هاماً في حماية الزهرة وجذب الحشرات.

٣- الأســـدية: وهـــي الأعضاء الذكرية في الزهرة وتتكون كل سداة من خيط يحمل قسماً منتفخاً يدعى المئبر تتشكل ضمنه حبات الطلع شكل (٣٩).

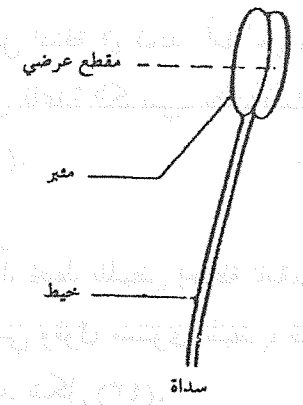
خيط + مئبر = سداة (العضو الذكري)

٤- الخـــباء (المدقة): هي العضو الأنثوي تحوي مبيضاً بداخله بذيرات، يليه قسم متطاول يدعى القلم، وينتهي بالميسم. شكل (٤٠).

ميسم + قلم + مبيض = خباء (المدقة) العضو المؤنث .

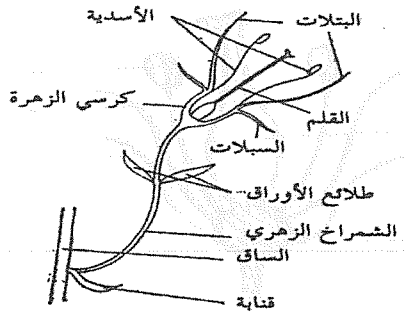


الخباء شكل (٤٠)



االسداة شكل (٣٩)

والزهرة عادة محمولة على شمراخ الزهرة Pedica، ونهاية شمراخ الزهرة الذي تتوضع عليه كامـــل أجـــزاء الزهرة يسمى كرسي الزهرة (Receptacle)، وتتوضع في إبط الزهرة غالباً ورقة تسمى القنابة، كما أن الشمراخ يحمل أوراقاً تسمى القنيبات. شكل (٤١)



الزهرة الكاملة وارتباطها بالساق شكل (٤١)

وضع المبيض بالنسبة لأجزاء الزهرة:

إن تـــرتيب أجـــزاء الزهرة على كرسي الزهرة له أهمية كبيرة عند وصف الأزهار، ويأخذ الأشكال التالية:

زهرة علوية المبيض:

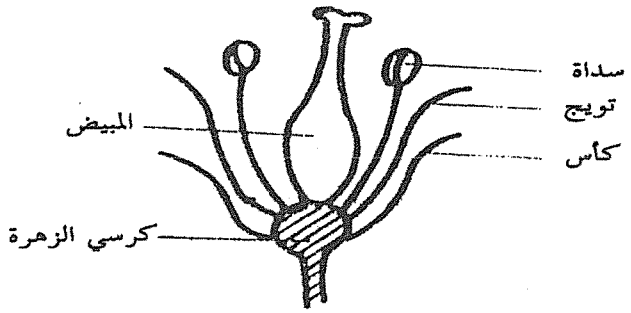
ويكون فيها كرسي الزهرة محدباً، وتُحمل المدقة في قمته، أما أجزاء الزهرة الأخـــرى (كـــأس وتويج وأسدية) فترتكز على قاعدة الكرسي، مثال ذلك أغلب النباتات (المنثور، فم السمكة، القطن) شكل(٤٢).

زهرة سفلية المبيض:

وقد يكون كرسي الزهرة مقعراً تقعيراً كبيراً، يحيط بالمبيض إحاطة تامة،ويلتصق بـــه، والقطع الزهرية الأخرى متصلة بأعلى الكرسي وفوق مستوى المبيض، فيقال إن المبيض سفلي والزهرة علوية كزهرة التفاح والكوسا. شكل (٤٣).

زهرة محيطية ـــ المبيض نصف سفلي:

يكون كرسي الزهرة مستوياً أو مقعراً، ويحمل المبيض في وسطه، أما أجزاء الزهـــرة الأخرى فترتكز على حافته، فيقال عندها إن المبيض نصف سفلي والزهرة محيطية كما في زهرة البيلسان والورد. شكل (٤٤)

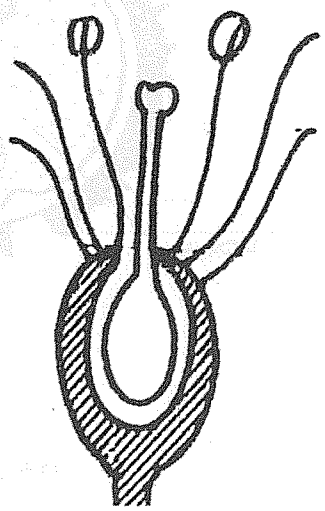


مبيض علوي وزهرة سفلية شكل (٤٢)

توزع الجنس في الزهرة:

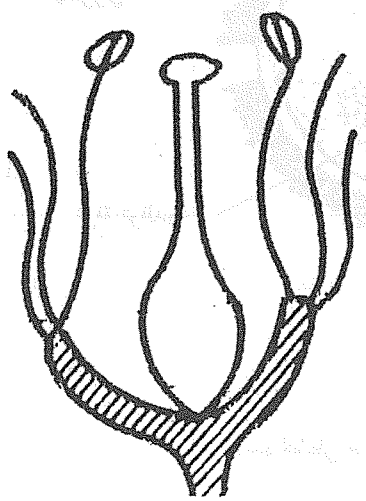
إذا وجـــدت الأســـدية على زهرة والمدقة على زهرة أخرى، سميت أزهاراً منفصـــلة الجـــنس مثل التين والنخيل والصفصاف. وإذا وجدت الأعضاء المذكرة والأعضـــاء الأنـــثوية، ضـــمن زهـــرة واحدة، سميت زهرة خنثوية كزهرة المنثور والمشمش والفول.

وإذا وجـــدت الأزهار المذكرة والمؤنثة معاً على نبات واحد، سواء كانت منفصلة الجنس أم خنثوية فالنبات أحادي المسكن كنبات الصنوبر، أما إذا وجدت الأزهـــار المذكـــرة على نبات، والمؤنثة على نبات آخر، قيل إنه ثنائي المسكن مثل النخيل.



شكل (٤٣)

مبيض سفلي وزهرة علوية

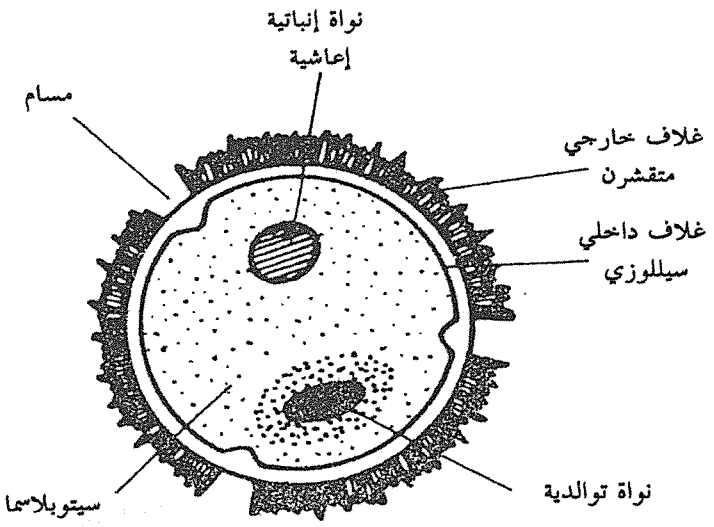


شكل (٤٤)

زهرة محيطية ومبيض نصف سفلي

دراسة حبة الطلع:

تتكون حبات الطلع في المئبر من الانقسام المنصف للخلايا الأم المولدة لحبات الطلع الموجودة في الأكياس الطلعية فإذا فحصنا محضراً لحبة الطلع، فإننا نجد ضمنها نواتين: كبيرة إعاشية، وصغيرة توالدية ومن الخارج غلاف متقشرن فيه مسامات وغلاف داخلي سيللوزي دقيق شكل (٤٥).

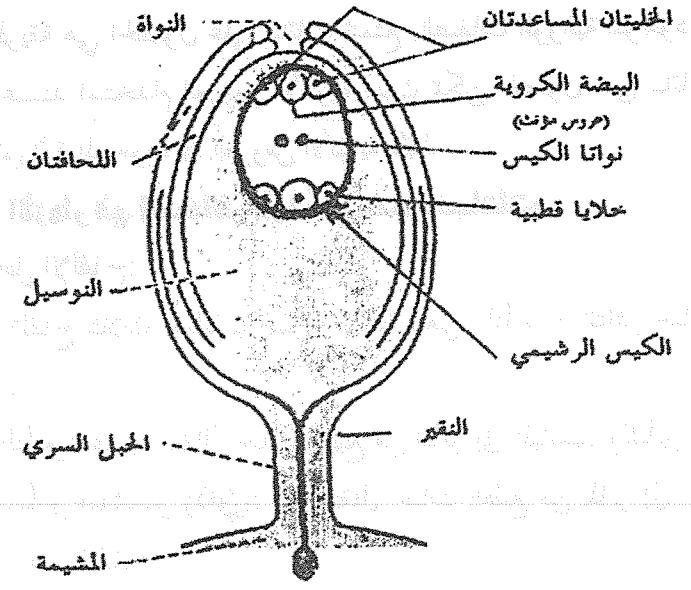


رسم تخطيطي لحبة الطلع شكل (٤٥)

دراسة البذيرة:

تبدو المحضرات المجهرية للبذيرات أنها تحوي كيساً رشيمياً، يحيط به نسيج مغذ، يدعى النوسيل ولحافتين تتباعدان عن ثقب صغير يدعى الكوة، وهناك الحبل السري وهو خيط دقيق يثبت البذيرة على المشيمة، ويطلق اسم النقير على منطقة اتصال الحبل بالبذيرة، ويدعى مكان اتصال الحبل السري بجدار المبيض المشيمة التي تثبت البذيرة وتمدها بالنسغ.

ويتضمن الكيس الرشيمي عدداً من الخلايا، فيحوي في قطبه من جهة الكوة ثلاث خلايا أحادية الصيغة الصبغية (ن) الوسطى منها خلية ضخمة هي العروس الأنثوية، وعلى جانبيها الخليتان المساعدتان، وفي القطب الآخر ثلاث خلايا أحادية الصيغة الصبغية (ن)، تدعى الخلايا المتقابلة القطبية، وتوجد في مركز الكيس الرشيمي نواتا الكيس، وينتج عن اتحادهما النواة الثانوية (٢ن). شكل (٤٦).



بنية البذيرة الناضجة شكل (٤٦)

الدراسة الحديثة في التكاثر اللاجنسي عند النباتات الزهرية:

يعتمد تحسين التكاثر اللاجنسي في النباتات الزهرية على:

١- تكاثر حبات الطلع أو العروس الأنثوية في الكيس الرشيمي.

٢- تكاثر خلية واحدة، تؤخذ من ورقة، ويفضل أن تؤخذ من خلايا نسيج مرستيمي.

٣- تكاثر البراعم.

٤- تكاثر الجذور.

وسنتطرق فقط إلى البند الأول:

تكاثر حبات الطلع أو العروس الأنثوية في الكيس الرشيمي:

تؤخذ حبة الطلع مثلاً ذو الصيغة الصبغية (ن)، وتوضع في أوساط صنعية، تتكاثر فيها، وتشكل مضعة، تقسم المضعة إلى عدد كبير من الأجزاء، وكل جزء يعطي نباتاً (ن) ثم بوساطة الكولشيسين مثلاً تصبح الصيغة الصبغية (٢ن)، والفائدة من هذه الطريقة هي الحصول على نباتات تتمتع بالصفات الوراثية الموجودة في حبة الطلع، وعند استخدام العروس الأنثوية حيث يمكن الحصول على نباتات تتمتع بالصفات الوراثية الموجودة في العروس الأنثوية فقط.

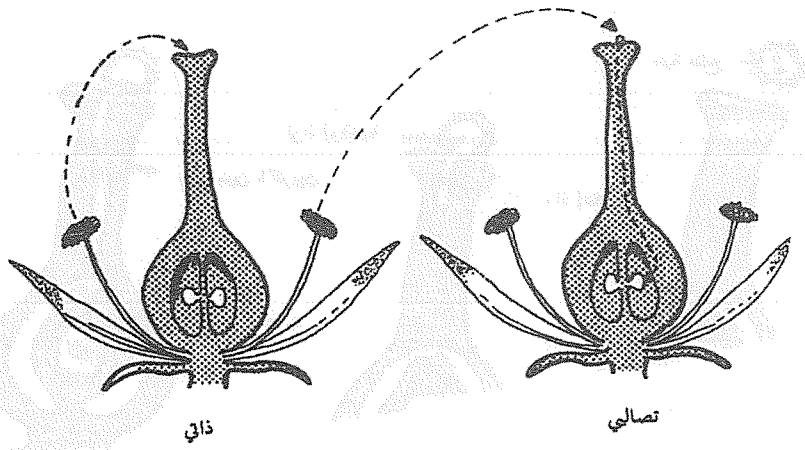
دور الأزهار في التكاثر الجنسي عند النباتات:

مراحل الإلقاح:

يمر الإلقاح بثلاث عمليات حيوية متتالية وهي: التأبير - إنتاش حبات الطلع - الإخصاب.

أ- **التأبير:** عملية انتقال حبات الطبع من المآبر إلى المياسم. وللتأبير أشكال:

- **تأبير مباشر (ذاتي):** يتم انتقال حبات الطلع من المآبر إلى المياسم في الزهرة ذاتها.
- **تأبير غير مباشر (تصالبي):** يتم انتقال حبات الطلع من مآبر زهرة إلى مياسم زهرة أخرى وهو الأكثر انتشاراً. شكل (٤٧).



انتقال حبات الطلع من المآبر إلى المياسم شكل (٤٧)

طرائق التأبير:

يتم انتقال حبات الطلع من زهرة إلى أخرى بعدة عوامل هي:

١- الرياح.

٢- الحشرات.

٣- المياه.

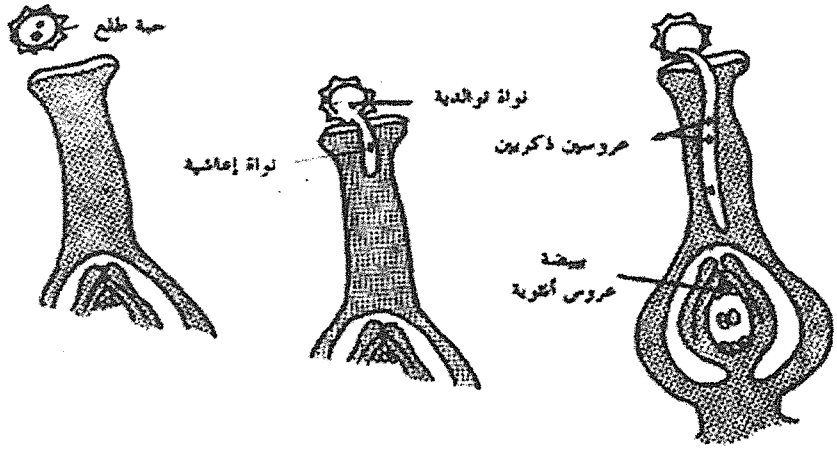
٤- الإنسان.

ب- انتاش حبة الطلع:

ما أن تحط حبة الطلع على ميسم المدقة حتى تطرأ الحوادث التالية:

- تفرز خلايا الميسم الظهارية سائلاً سكرياً يثير إنتاش حبة الطلع.

- يظهر أنبوب طلعي من أحد ثقوب جدار حبة الطلع، وينمو بسرعة على طول القلم، حتى يصل المبيض وهذا النمو يتضمن إفراز أنزيمات هاضمة، تنظمه نواة أنبوب حبة الطلع (نواة إنباتية إعاشية)، التي تحتل الذروة النامية للأنبوب، وأثناء نمو الأنبوب الطلعي، تنقسم النواة التوالدية انقساماً منصفاً معطية نواتين ذكريتين أحاديتي الصيغة الصبغية (ن)، وتزول النواة الإنباتية. شكل (٤٨).



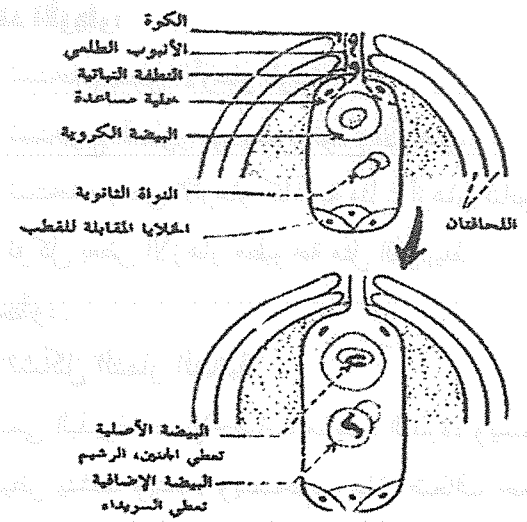
مراحل إنتاش حبة الطلع على الميسم شكل (٤٨)

جـ. الإخصاب:

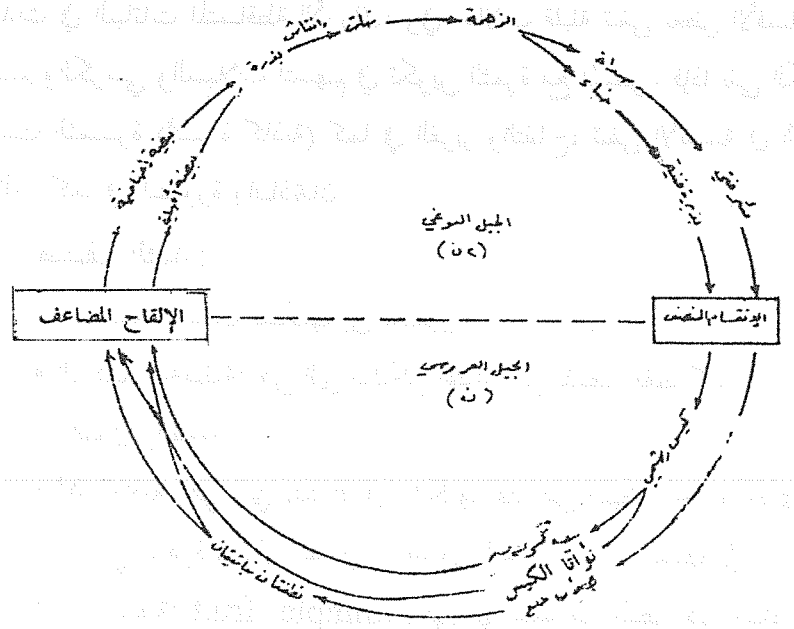
وتتحرر الأعراس الذكرية قرب الكيس الرشيمي، التي تدخل فيه، وتتحد نواة واحـــدة مع العروس الأنثوية، لتكون البيضة الملقحة، والتي تعطي الرشيم (٢ن)، أما الـــنواة الأخـــرى من العروس الذكرية فتتحد مع النواة الثانوية (٢ن)، لتكون بيضة ملقحـــة إضافية (ثانوية) هي السويداء (٣ن)، ويعد هذا الإخصاب المزدوج (الإلقاح المضاعف) فريداً من نوعه، ولا يحدث إلا في النباتات الزهرية وفق المعادلتين التاليتين:

- عروس ذكرية (ن) + عروس (أنثوية) ⟵ بيضة أصلية (٢ن).
- عروس ذكرية (ن) + نواة ثانوية (٢ن) ⟵ بيضة إضافية (٣ن)

وبعـــد حدوث الإخصاب تتحول البذيرة إلى بذرة، والمبيض إلى ثمرة، أما البيضـــة الملقحـــة فتتحول إلى رشيم، والذي يتألف من البريعم والجذير والسويقة، واللحافـــات تعطي الغلاف، وجدار المبيض يعطي غلاف الثمرة، وتتحول البيضة الـــثانوية إلى سويداء. شكل (٤٩). ويمكن تلخيص دورة حياة النبات البذري في الشكل (٥٠).



رسم تخطيطي يمثل الإلقاح المضاعف في النباتات البذرية مغلفات البذور شكل (٤٩)



دورة حياة نبات بذري من مغلفات البذور شكل (٥٠)

فوائد الأزهار:

١- تستخدم بعض الأزهار للزينة.

٢- تستخرج العطور من بعض أنواع الأزهار.

٣- تستخدم بعض الأزهار كأدوية مثل: أزهار البابونج، الختمية، الليمون.

٤- تؤكل بعض الأزهار مطبوخة مثل القرنبيط.

الثمار:

آلية تشكل الثمار النباتية:

تسمى البذيرة بعد الإخصاب مباشرة البذرة، ويسمى المبيض الثمرة، وقبل إخصاب المبيض ينشط وينمو، ويتضخم، ويبلغ أضعاف حجمه، ليكون الثمرة التي تحوي البذور، ويفسر تحول المبيض إلى ثمرة بعد الإخصاب بأنَّ حبات الطبع تحوي مواد كيميائية منشطة للمبيض، ويسمى جدار المبيض بعد الإخصاب بغلاف الثمرة Pericarp، وتذبل باقي الأجزاء، وتموت، وتتساقط بصورة متناسقة تماماً، كما يحدث في النباتات المتساقطة الأوراق، وفي حالات قليلة تبقى بعض الأقسام مثل القلم والكرسي والسبلات لتسهم في تكوين الثمرة مع المبيض، فإذا بقي الكرسي سميت الثمرة (ثمرة كاذبة) كما في الفريز والتفاح، تبقى الأسدية في الرمان، والكأس كما في البندورة والباذنجان.

تصنيف الثمار:

تقسم الثمار حسب تشكلها إلى قسمين:

- الثمار الحقيقية: هي التي تتشكل اعتباراً من المبيض فقط كثمرة المشمش والفول والقمح.
- ثمار كاذبة: هي التي يشترك في تشكلها عدا عن المبيض أجزاء أخرى مثل كرسي الزهرة (مثال التفاح)، وتصنف الثمار حسب منشئها إلى:
- ثمار بسيطة: Simple fruit: وهي التي تنشأ من مبيض ذي خباء واحد أو من عدة أخبية ملتحمة (التفاح - العنب - القمح). قد تكون الثمرة

البيســـطة ثمرة جافة ويكون غلافها الرقيق جافاً غير لحمي أو ثمرة لحمية غلافها لحمي أو عصيري.

- ثمـــار مـــركبة Compound: إذا تشكلت الثمرة من النورة (مجموعة أزهار)، مثال ذلك التين والتوت، كما تختلف الثمار عن بعضها بشكلها وطعمها ولونها.

وســـندرس مـــثلاً عـــن الثمرة البسيطة وآخر عن الثمرة المركبة مع عناصر ومكونات الثمرة:

ثمرة التفاح: (ثمرة بسيطة)

وهـــي ثمرة كاذبة ناتجة عن المبيض وكرسي الزهرة الذي يتضخم ويشكل معظم جسم الثمرة، ويمكن أن نميز في المقطع الطولي في ثمرة التفاح ما يلي:

- غلاف خارجي مؤلف من البشرة.
- غـــلاف متوسط، ويتشكل من تضخم كرسي الزهرة الذي التحم بجدار المبيض، وشكل الكتلة اللحمية.
- غـــلاف داخلـــي قاس في مركز التفاحة الذي يحدد خمسة أخبية ملتحمة بمبيض واحد في داخلها. شكل (٥٢)

ثمرة التوت: (ثمرة مركبة)

تشـــمل ثمرة التوت على نورات ذكرية وأخرى أنثوية، منفصلة، كل زهرة تعطي ثميرة محاطة بأربع قنابات، وهي لحمية عصيرية. شكل (٥١)

تبعثر الثمار والبذور Fruit and seed dispersal:

تعرف الثمرة بعضو حافظ للبذور وفي أحيان أخرى، تقوم مع البذور بدور كبير في انتشار النوع النباتي. وهناك ثلاثة عوامل رئيسة تسهم في التبعثر:

١- **الـــرياح:** لبعض البذور أوبار تساعدها على الانتقال إلى مناطق بعيدة كـــبذور القطـــن، وأخرى لها أجنحة تساعد في انتشارها كما في بذرة الصنوبر.

٢- **الحيوانات:** تقوم بعض الحيوانات بابتلاع ثمار غضة ذات بذور صلبة، فلا تؤثر فيها العصارات الهاضمة كبذور البندورة والعنب، وللبعض الآخر أشوك وأغلفة خشنة أو لزجة، تعلق على فراء بعض الثديات كثمار البرسيم، فتسقط في أماكن بعيدة عن مكانها الأصلي.

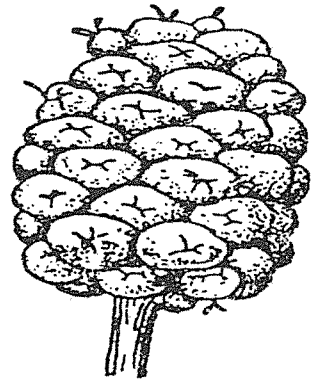
٣- **الماء:** تساهم التيارات المائية بنقل بعض البذور والثمار إلى أماكن أخرى كثمرة جوز الهند، وهناك إضافة إلى ذلك، آليات تبعثر ذاتية، غالباً ما تتضمن تحرير البذور من الثمار بتفجرها كثمرة قثاء الحمار.

فوائد الثمار:

١- تستخدم الثمار في الصناعات الغذائية.

٢- تستخرج الزيوت من بعض الثمار.

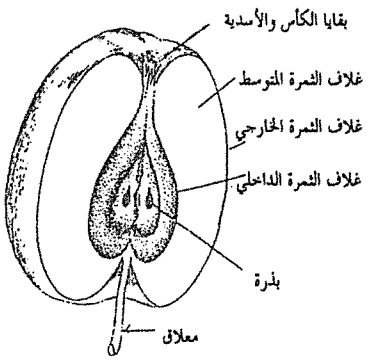
٣- تجفف بعض الثمار وتحفظ لاستخدامها كغذاء. شكل (٥٣).



ثمرة مركبة

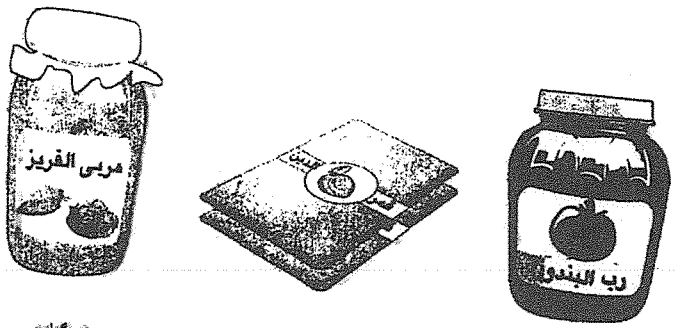
ثمرة التوت مثال الثمرة المركبة

شكل (٥١)



مقطع عرضي في ثمرة التفاح

ثمرة بسيطة شكل (٥٢)



شكل يمثل فوائد الثمار شكل (٥٣)

الفصل الرابع

فيزيولوجيا عالم النبات

- التركيب الضوئي
- آلية التركيب الضوئي.
- التفاعلات الضوئية.
- التفاعلات اللاضوئية.
- النسغ الناقص والنسغ الكامل.
- النمو ودور الأوكسينات النباتية في كل من الجذر والساق.
- مفهوم النمو.
- مناطق النمو.
- فكرة عامة عن الحاثات.

التركيب الضوئي Photosynithesis:

العمليـــة الـــتي تصـــنع فيها الخلايا اليخضورية سكراً سداسي الكربون في الصانعات الخضراء المحتوية على اليخضور (الكلوروفيل) من ثنائي أكسيد الكربون والمـــاء في وجود الطاقة الضوئية، ويتحرر غاز الأوكسجين كأحد نواتج التفاعل، ويمكن تلخيص العملية بالمعادلة العامة التالية

إن المعادلـــة المذكورة لا تعبر عن الآلية المعقدة للتركيب الضوئي، حيث أن

$$6CO_2 + 6\,H_2O \xrightarrow[\text{خلايا يخضورية}]{\text{طاقة ضوئية}} C_6\,H_{12}\,O_6 + 6O_2 \qquad (آ)$$

العمليـــة تتكون من تفاعلات عديدة منفصلة ومتتابعة، كل تفاعل منها له أنزيماته الخاصة به، كما أن هذه التفاعلات تحتاج إلى الضوء، وتسمى بالتفاعلات الضوئية Light reactions وبعضـــها الآخر لا يحتاج إلى الضوء وتسمى التفاعلات غير الضوئية Dark reactions.

دور أصبغة الصانعات الخضراء Chloroplastes:

للأصبغة اليخضورية دور مضاعف:

- تمـــتص أطـــوال مـــوجات معينة من الطاقة الضوئية، وتحولها إلى أطوال موجات أخرى، تستعمل في التركيب الضوئي.
- تبدي طاقة وسطية في مرحلة أو مراحل معينة من عملية التركيب الضوئي.

إن المـــاء وغاز ثنائي أكسيد الكربون لا يمتصان الطاقة الإشعاعية في المجال المرئي، وبذلك فإن وجود صباغ قادر على امتصاص الضوء ضروري لبدء التفاعل.

العوامل المؤثرة في عملية التركيب الضوئي

١- **الماء:** يؤخذ من التربة أو من الوسط المائي.

٢- CO_2: يؤخذ من الهواء عن طريق المسام أو من الماء.

٣- **اليخضور:** ويوجد في الصانعات الخضراء ضمن الخلايا.

٤- **الضوء:** ومصدره ضوء الشمس حيث يمتص اليخضور.

آلية التركيب الضوئي:

تشير معادلة التركيب الضوئي الإجمالية (آ) في الواقع إلى مجموعة معقدة من التفاعلات، ويمكن توضيح ذلك من خلال:

١-١. مصدر الأوكسجين المتحرر من عملية التركيب الضوئي Source of oxygen.

بالنظـــر إلى معادلة التركيب الضوئي، يمكن أن نطرح السؤال، هل مصدر الأوكســـجين المنتج هو من ثنائي أكسيد الكربون أم الماء؟ أمكن باستخدام النظائر في البيولوجـــيا عام ١٩٤١ من قبل فريق من العلماء في جامعة كاليفورنيا استعمل هؤلاء العلماء الطحلب الأخضر المسمى كلوريلا (Chlorella) للإجابة عن هذا السؤال بشكل صحيح.

إن للـــنظير الشائع للأوكسجين عدداً ذرياً يساوي ١٦، ويرمز لهذا السبب ^{16}O (٨ بروتونات، ٨ نترونات) وهناك نظير آخر نادر عدده الذري يساوي ١٨ (^{18}O)، ويمكن كشـــف هذا النظير بواســـطة مقيـــاس الطيف الكتلوي Mass spectro meter، الـــذي يعد أداة تحليلية مهمة، تســـتطيع التمييز بين الذرات والجـــزئيات المختلفة، إن الماء المستعمل كان به نظير الأوكسجين ^{18}O بدلاً ^{16}O العادي، أما ثنائي أكسيد الكربون فكان به الأوكسجين العادي ^{16}O ووجدوا أن الأوكســـجين المـــنطلق من عملية التركيب الضوئي، كان من نوع النظير $O^{١٨}$، وليس ^{16}O،وعلى ذلك فإن مصدر هذا الأوكسجين هو الماء H_2O وليس ثنائي أكسيد الكربون CO_2، ويمكن توضيح ذلك بالمعادلتين التاليتين:

$$6C^{16}O_2 + 6H_2{}^{18}O \xrightarrow[\text{خلايا يخضورية}]{\text{طاقة ضوئية}} C_6H_{12}{}^{16}O_6 + 6^{18}O_2$$

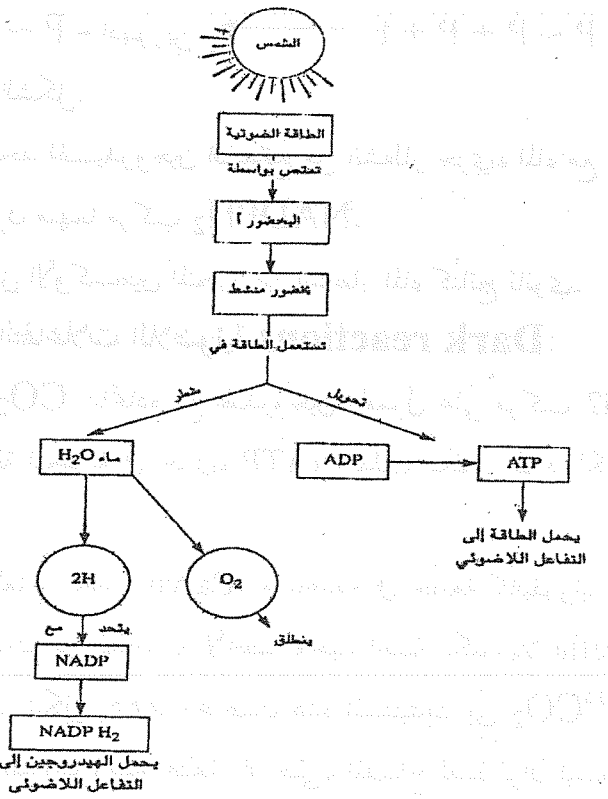
$$6C^{18}O_2 + 12H_2{}^{16}O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{طاقة ضوئية}} C_6H_{12}{}^{18}O_6 + 6^{16}O_2 + 6H_2{}^{18}O$$

على ذلك يمكن كتابة المعادلة الكيميائية العامة لعملية التركيب الضوئي

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

١-٢. التفاعلات الضوئية Light reaction:

اكتشـــف روبـــرت هيل Ropert Hill من كامبريدج في عام ١٩٣٩ أن الصـــانعات اليخضورية المعزولة تستطيع تحرير الأوكسجين بوجود عامل مؤكسد، ويمكن تلخيص التفاعلات على النحو التالي: شكل (٥٤)



التفاعلات الضوئية شكل (٥٤)

١- عندما يسقط الضوء على الصانعات اليخضورية فإن جزئيات الصانعات اليخضورية تصبح منشطة ومثارة.

٢- يستخدم جزء من الطاقة المختزنة في الصانعات اليخضورية المنشطة في شطري جزيء الماء إلى الهيدروجين والأوكسجين.

٣- يختزن جزء من طاقة اليخضور المنشط في جزيء ATP باتحاد جزيء ADP الموجود في الصانعات اليخضورية بمجموعة فوسفات بواسطة رابطة ذات طاقة عالية (~).

أدينوزين ثلاثي الفوسفات ← طاقة + فوسفات غير عضوية + أدينوزين ثنائي الفوسفات.

$$ADP + P + E \longrightarrow ATP$$

$$\text{ادينوزين - } P \sim P + P + E \longrightarrow \text{ادينوزين - } P \sim P \sim P$$

انظر الشكل.

٤- يتحد الهيدروجين الناتج من انشطار جزيء الماء مع DNDP، ويتكون منهما مركب $NADPH_2$.

٥- ينطلق الأوكسجين المتحرر من انشطار الماء كناتج ثانوي.

١-٣. التفاعلات اللاضوئية Dark reactions:

يثبت CO_2 باتحاده مع الهيدروجين المحمول على مركب NADPH2 بمساعدة الطاقة المختزنة في جزيء ATP، وبذلك تتكون المواد الكربوهيدراتية (السكرية).

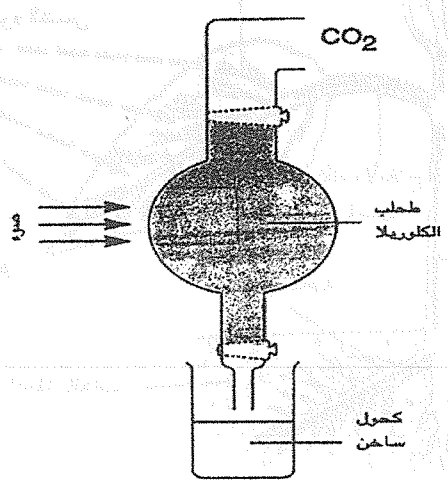
تمكن العالم كالفن Calvin ومساعدوه في جامعة كاليفورنيا سنة١٩٤٩ من تنمية مستنبتات من الطحلب الأخضر وحيد الخلية الكلوريلا Chlorella في جهاز لوليبوب شكل (٥٥)، وعرضت هذه المستنبتات إلى $^{14}CO_2$ به كربون مشع (^{14}C) لفترات زمنية مختلفة، ثم أضيء المصباح لعدة ثوان ليسمح بحدوث التركيب الضوئي، ثم قتلت الخلايا سريعاً بوضعها في الميتانول الساخن، ووقف

التفاعلات البيوكيميائية، ثم استخلصت نواتج التركيب الضوئي الذوابة، وركزت وفصلت بالكروماتوغرافيا الورقية ثنائية البعد، وعين موقع المركبات على المخطط الكروماتوغرافي بطريقة التصوير الإشعاعي الذاتي وجد أنه بعد دقيقة واحدة من التعريض لـ CO_2 ^{14} صنع العديد من السكاكر، والحموض الأمينية،واستطاع كالفن بعد ثلاث أو خمس ثوان أن يحدد ناتج التركيب الضوئي، الذي يتألف من ثلاث ذرات من الكربون الذي يدعى غليسيريدات -٣- فوسفات (PGAL) أو فوسفور غليسير ألدهيد، وهذا المركب الأول الثابت كيميائياً والناتج عن التركيب الضوئي.

ATP: هو مركب يسمى أدينوزين ثلاثي الفوسفات، يتكون من مركبين عضويين متصلين بثلاث مجموعات فوسفات، وهما الأدينين وسكر الريبوز، وتوجد رابطتان عاليتا الطاقة بين مجموعات الفوسفات.

ADP: هو مركب أدينوزين ثنائي الفوسفات، ويحتوي على مجموعتي الفوسفات.

NADP: هو فوسفات نيكوتين أميد ثنائي نيوكليوتيد الأدنين، وهو مستقبل الهيدروجين.



شكل يوضح تجربة كالفن الشكل (٥٥)

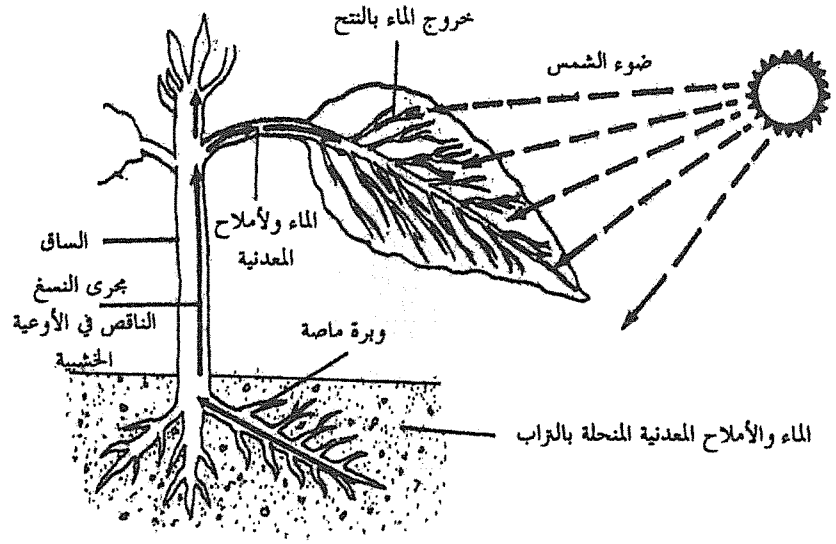
النسغ الناقص والنسغ الكامل عند النباتات:

١- النسغ الناقص:

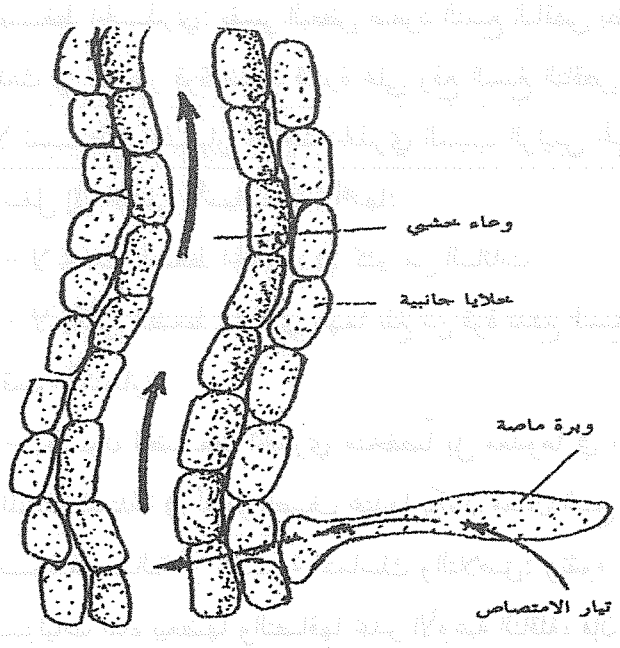
يـــتم نقـــل الماء ومحاليل الأملاح المعدنية التي تمتصها الجذور من التربة إلى الأوراق عـــبر الأوعية الخشبية، وتسمى هذه المواد (النسغ الناقص). والآن لنتساءل ما الطريق الذي يسلكه النسغ الناقص عبر الساق والأوراق؟

وللإجابة عن هذا السؤال نجري التجربة التالية:

نأخذ غصناً من نبات تويجات أزهاره بيضاء، ونغمس قاعدة الغصن في ماء ملـــون بالأحمـــر (صباغ الفوكسين)، أوباللون الأزرق (أزرق الميتلين)، بعد فترة نلاحـــظ تلـــون الأوراق التويجـــية باللون الأحمر دليلاً على صعود السائل الأحمر ووصـــولة إليها، نعمل مقطعاً عرضياً في الغصن نجد أن المادة الملونة قد لونت أوعية دقـــيقة، لا تـــرى إلا بالمجهـــر بالقـــرب مـــن مركز الساق، تسمى هذه الأوعية الخشبية،وهي امتداد للأوعية الخشبية في الجذر شكل (٥٨-٥٦).



جريان النسغ الناقص شكل (٥٦)



صعود النسغ إلى الأوراق التويجية شكل (٥٨)

عوامل انتقال الماء والأملاح المعدنية من الجذر إلى الورقة:

يحتمل أن يشترك أكثر من عامل واحد في انتقال الماء والأملاح من بين هذه العوامل

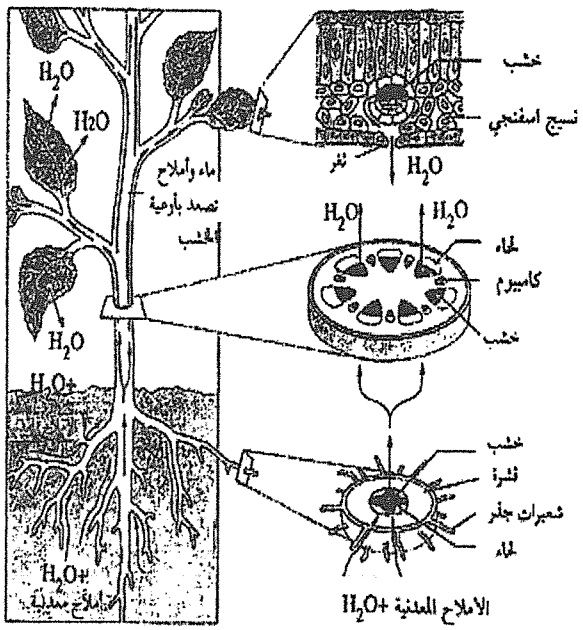
١- عمليـــة النتح (طرح الماء الزائد): التي تتم في الأوراق هي أحد العوامل الـــتي تساعد مع غيرها على صعود النسغ الناقص إلى الساق والأوراق وقمم الأشجار، حيث يفقد النبات جزءاً كبيراً من الماء عن طريق النتح (حوالي ٩٨% من كمية الماء الممتصة).

٢- الخاصـــة الشعرية: وهي خاصة انتقال السوائل خلال الأنابيب الشعرية الدقـــيقة، حيث أن أقطار الأوعية الخشبية تتراوح بين ٠,٠٢ ملم إلى ٠,٥ملـــم، فإنهـــا تساعد في رفع العصارة بالخاصة الشعرية إلى مسافة تصل إلى ١٥٠ سم.

٣- الضـــغط الجـــذري: يفسر البعض صعود النسغ الناقص بضغط جذري يحدث في الجذور قوة ضغط قادرة على رفع النسغ الناقص إلى الأوراق ولا نســـتطيع اعتـــبار الضغط الجذري السبب الرئيس لحركة الماء من الأسفل إلى الأعلى لأسباب عدة أهمها:

- لا يحدث الضغط الجذري في كثير من النباتات.
- لا يكفي الضغط الجذري مهما بلغ من قوة لدفع النسغ الناقص إلى قمم الأشجار.
- يكـــون الضـــغط الجذري منخفضاً بل معدوماً في معظم نباتات المنطقة المعتدلة في أشهر الصيف عندما يكون معدل النتح على أشده.

٤- القـــوة الســـالبة أو نظـــرية التماسك والتلاصق: وتقوم على التصاق جـــزئيات الماء ببعضها والتصاقها بجدر الأوعية الناقلة، فإن أي تبدل في

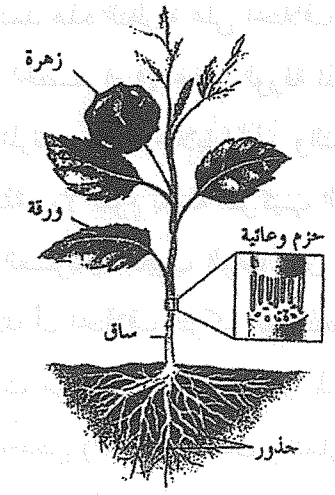


صعود الماء في النبات وفقاً لنظرية التماسك شكل (٩٥)

أيــة نقطة من هذه الجملة، سيولد توتراً في كل الأعمدة المائية. فعندما يتبخر الماء من جدر الخلايا في الورقة (النسيج الحباكي والفراغي)، فإن ضــغط المــاء في تلك الجدر ينخفض، مما يسبب اندفاع الماء إليها من الخلايــا المجــاورة، فينخفض ضغطها،وهكذا ينتقل الضغط المنخفض تدريجــياً، حــتى يصل إلى الأوعية الخشبية القريبة من الجذر. إن نظرية التماســك هــي النظرية الحقيقية المسؤولة عن الآلية الرئيسة، التي يتم بوساطتها انتقال الماء خلال النبات شكل (٥٩).

النسغ الكامل:

يــتم نقــل المواد العضوية التي يصنعها النبات (النسغ الكامل) عبر النسيج اللحائــي، ويكون الخشب واللحاء جملــة مستمرة، تتوزع في جميع أنحاء النبات من قمم السوق والأغصان إلى نهايات الجذور شكل (٥٧).



الحزم الوعائية الناقلة في النباتات شكل (٥٧)

فــبعد انــتقال الماء والأملاح المعدنــية مــن الجــذر إلى الأوراق (بطــريقة النسغ الناقص)، يتم فقدان جــزء مــن المــاء عن طريق النتح. ويــدخل الجزء الآخر منه في عملية التركيب الضوئي، لتكوين السكاكر الأحادية، ويتكون الحموض الأمينية والحمــوض الدهنية و الغليسيرين من السكاكر والأملاح المعدنية في النبات، وتنقل هــذه المــواد العضــوية في جميع الاتجاهات، فالمواد السكرية المتكونة في الأجزاء الخضــراء في النبات، تنتقل على شكل سكروز والمواد البروتينية، تنتقل على شكل

حمـــوض أمينية بسيطة، والمواد الدهنية تنتقل على شكل حموض دسمة وغليسيرين، وتخزن كما هي بشكل سكروز كما في الشوندر وقصب السكر، أو بشكل نشاء كمـــا في البطاطا، أو تتحول إلى مركبات معقدة مثل الدهون والبروتينات والسكر كمـــا في الـــبذور، وقد يتم تخزينها بشكل مواد بسيطة كسكر العنب (الغليكوز) الموجود بنسبة عالية في ثمار العنب.

آلية نقل النسغ الكامل في اللحاء:

يـــتم انـــتقال النســـغ الكامـــل في الأوعية الغربالية (اللحاء) بوساطة عدة فرضـــيات: فرضية عامل جريان الكتلة التي تعتمد على النقل الحيوي. والحركات السيتوبلاسمية.

عامل جريان الكتلة

وتعتمد هذه النظرية على اختلاف تركيز المواد بين منطقتين حيث يتكون في النـــباتات الخضـــراء في خلايا الورقة المواد السكرية بعملية التركيب الضوئي ذي التركيـــز المرتفع، بينما خلايا الجذر والثمار والتي غالباً ما تحتوي على مواد غذائية غـــير منحلة، ولا تقوم بعملة التركيب الضوئي ذي التركيز المنخفض، يمكن اعتبار الأوعـــية الغـــربالية أنابيب الوصل بين المناطق مرتفعة التركيز، والمناطق منخفضة التركيز، وبما أن اختلاف التركيز بين المنطقتين كبير وبشكل دائم فإن جريان النسع الكامـــل يتم من المنطقة ذات التركيز المرتفع (الأوراق) إلى بقية أجزاء النبات ذات التركيز المنخفض (الجذور والساق والثمار)، إذ من المعروف أن تركيز خلايا الورقة يـــبلغ أضـــعاف التركيز في خلايا الجذور، لقد فسرت نظرية جريان الكتلة انتقال الغذاء (النسغ الكامل) في اللحاء على أساس فيزيائي، أي بعملية الانتشار الغشائي، بيـــنما لـــوحظ أن في حالة انخفاض درجة الحرارة، أو نقص الأوكسجين، تصبح عمليـــة الـــنقل حيوية تتطلب صرف الطاقة، لذلك وضعت نظرية متممة للنظرية السابقة، تعرف بنظرية الحركة السيتوبلاسمية.

الحركة السيتوبلاسمية:

يفتـــرض العلماء أن عملية نقل النسغ الكامل في الورقة الخضراء إلى اللحاء بحاجة إلى طاقة، وأن المواد العضوية المتشكلة في الأوراق ترتبط بمواد ناقلة نشيطة، تـــنقلها إلى اللحـــاء، هناك تنفصل المركبات العضوية عن المواد الناقلة لها، حيث تتحـــرك هـــذه المـــركبات داخل عناصر اللحاء بحركة دائرية باتجاه مركز خيوط الســـيتوبلاسما، فـــيها لتنتقل بعد ذلك من خلية غربالية إلى أخرى، وتقوم الخلايا المـــرافقة للأنابـــيب الغـــربالية بتزويدها بمركب الطاقة ATP للقيام بعملية النقل النشيط للمواد العضوية على الخيوط السيتوبلاسمية.

النمو ودور الأكسينات النباتية في كل من الجذر والساق:

مفهوم النمو:

إن مـــن أهـــم الظواهر الطبيعية التي لا تحتاج إلى إثبات زيادة حجم النبات وظهور أعضاء جديدة له باستمرار، ولو كان على فترات مختلفة أثناء دورة حياته، فالـــنمو هـــو أحد العمليات الفيزيولوجية الهامة في النبات، ولا يخضع لأي تعريف دقـــيق وأبســـط ما تدل عيه هذه الكلمة هو زيادة في الحجم، تتميز جميع النباتات بقـــدرتها على التغيير البطيء طول فترة حياتها، فهي تنشأ صغيرة، ثم تكبر بالتدريج وبانتظام، حتى تصل إلى مرحلة البلوغ والتكاثر.

ففي وحيدات الخلية لا يوجد زيادة ظاهرة في الحجم، حتى تصل إلى حجم الخلـــية الأم، أمـــا النباتات متعددة الخلايا، فإن التغيرات تكون واضحة، وتتضمن تعقـــيداً ملحوظاً في أجسامها، مما يجعلها متميزة إلى أجزاء مختلفة الشكل والوظيفة، ولكن قد تكون الزيادة كحالة انتباج الخلايا مثلاً، لذا فقد سعى الباحثون لتحديد التعـــريف الذي يستبعد الظواهر السلبية، فالنمو بالنسبة للخلية يفترض ظهور مادة حـــية جديدة مماثلة للمادة الأساسية. أما النمو بالنسبة للعضو فيفترض ظهور نسج جديـــدة مـــؤلفة من خلايا شبيهة بالسابقة، مما يتطلب تكاثراً خلوياً، ثم نمو وتمايز

الخلايا المتشكلة حديثاً وأخيراً، فإن نمو المتعضية يتطلب ظهور أعضاء جديدة وعلى ذلك يمكن **تعريف النمو** بأنه الزيادة الثابتة في الحجم التي تقترن عادة - وليس دائماً - بالزيادة في الوزن الجاف وفي كمية البروتوبلاسما الذي يتضمن انقسام الخلايا وازدياد حجمها وتمايزها.

مناطق النمو:

تختلف النباتات عن الحيوانات بأن للنباتات مناطق معينة للنمو والنمو يستمر خلال جميع مراحل حياتها. يتميز النمو في النباتات الراقية بصفتين هامتين.

الأولى: أنه يستمر النمو طوال حياة النبات ولو بدرجات متفاوتة، والثانية أنه ينحصر في مناطق خاصة تسمى مناطق النمو مثل الميرستيم والكامبيوم والميرستيم عبارة عن خلايا نشطة في النمو والانقسام السريع، وغالباً ما يكون الميرستيم في الأقسام النهائية أو العلوية مثل قمة الفارع أو نهاية الجذر بعد القلنسوة ومن خواص الميرستيم توليد جميع النسج اللازمة.

فكرة عامة عن حاثات النمو:

يتم ضبط التناسق الكيميائي في الحيوانات بوساطة الهرمونات، وهي مواد كيميائية تعمل بتراكيز منخفضة جداً في مواضع بعيدة نوعاً ما عن مواضع اصطناعها، فمثلاً الأدرينالين Adrenalin، يفرز في جسم الحيوان من قبل الغدة الكظرية، ويؤثر على الأجهزة فيه، وينقل من المكان الذي يتكون فيه إلى مكان آخر من جسم الكائن الحيّ، يحدث التناسق الكيميائي في النباتات بواسطة مواد كيميائية، لا تنتقل بالضرورة من مواضع صنعها إلى مواضع تأثيرها، وبذلك لا يمكن حسب التعريف تسميتها دائماً هرمونات (الحاثات)، وبشكل عام تتصف الهرمونات بما يلي:

١- يؤدي فقدها في جسم الكائن الحي إلى ظهور تبدلات شكلية وفيزيولوجية معينة.

٢- يؤدي حقنها في جسم الكائن الحي إلى زوال الأعراض السابقة.

الحاثات النباتية:

وهي مواد كيميائية عضوية تفرزها جميع خلايا النبات الحية وبكميات قليلة، حيث تنظم وظائف النبات الحيوية وعمليات الانجذابات. والأكسين Auxin هو أول حاثـــة تم عزلها من النبات من النسج الميرستيمية القمية ويحرض على استطالة الخلايا ونموها والأكسين تعني الاستطالة في اليونانية.

استخلاص الحاثات النباتية:

يتم استخلاص الحاثات النباتية بوساطة محلات عضوية مثل الايتر والميتانول وعادة من بول الحيوانات العاشبة لوجود كميات كبيرة مركزة. لقد جرى تعرف خمســـة أنمـــاط رئيسة من مواد النمو النباتية (الحاثات النباتية) هي: الأكسينات، الجبريلينات، السايتوكينينات، حمض الأبسيسيك، الايتلين.

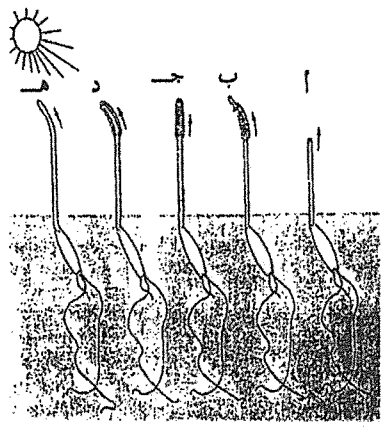
اكتشاف الأكسينات Discovery of auxine:

كـــان اكتشـــاف الأكسينات نتيجة للتحريات التي جرت على الانجذاب الضوئي، والتي بدأت بتجارب داروين Darwin وابنه من بعده، وتم التعرف على الأكســـينات باستخدام كوليوبتيل الشوفان من الفصيلة النجيلية وهو جراب أنبوبي ذو بنـــية شبه ورقية مسدود في ذروته، وهو أول جزء من النبات يظهر فوق التربة يبلغ طوله ٢ سم وقطره ١,٥ ملم شكل (٦١).

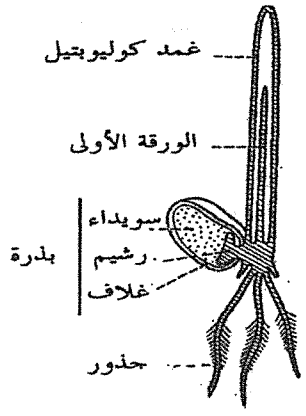
واستنتج داروين وجود منبه (العامل المحرّض Stimulus، يتكون من القمم النامية للنبات عندما يتعرض للضوء، وإن هذا المنبه ينتقل من هذه القمم إلى الأسفل مسبباً لاستجابة وحدوث الانحناء وتوضيح مراحل تجربة داروين في الشكل (٦٠). أوضـــح بعـــض العلماء بأن العامل المحرّض في كوليوبتيل الشوفان يتولد في القمة، ويؤثـــر في مســـافة معيـــنة عليها، ولاحظ بعضهم الآخر أن قطع قمة الكوليوبتيل وإعـــادة القمة المقطوعة إلى مكانها يعيد حساسية قمة الكوليوبتيل تجاه الضوء، وأن العامـــل المحرض يمكن أن يمر من القمة نحو الأسفل عبر طبقة الجيلاتين، ولا يمر عبر

صـــفيحة الميكا أو البلاتين، كما أن قطع قمة الكوليوبتيل ووضعها على قطعة هلام الآغار فترة من الزمن ثم وضعت قطعة الآغار التي تشربت الأكسين من القمة النامية المقطـــوعة فوق مكان القطع فجعلت الكوليوبتيل ينمو ويتطاول وكأنه القمة النامية ذاتهـــا، كما تم التأكد من أن العامل المحرض هو مادة عضوية، وليست تياراً كهربائياً لعـــدم مـــرورها عـــبر البلاتين، بينما تمر عبر مادة هلام الآغار ولا تقبل الذوبان في الدهـــون، وقد وجد أيضاً أن عدداً من الأعضاء النباتية الأخرى إضافة للكوليوبتيل كالسوق والمعاليق، وحوامل الأزهار تبدي نفس السلوك الملاحظ على الكوليوبتيل.

فالأكسينات مواد عضوية ذات وزن جزيئي مرتفع، تنتج بصورة طبيعية في النـــبات، وتســـيطر على النمو وعلى وظائف حيوية أخرى، ويعرف الطبيعي منها بحمض الأندول الخلي Indol acetic acid ويرمز له اختصاراً IAA.



مراحل تجربة داروين على كوليوبتيل الشوفان شكل (٦٠)



غمد الشوفان شكل (٦١)

أ . قطعت القمة النامية لبادرة الشوفان.

ب . غطي الجزء ما تحت القمة النامية بغطاء عازل للضوء.

جـــ. غطيت القمة النامية بغطاء عازل للضوء.

د. غطيت القمة النامية بغطاء زجاجي شفاف.

هـــ. تركت القمة النامية للبادرة كما هي دون غطاء وسميت الشاهد.

تكون الأكسينات في النبات وتوزعها:

تصطنع الأكسينات بصورة رئيسة وبشكل مستمر في الأنسجة الميرستمية في قمم الفوارع والأوراق الفتية، وتنتقل قطبياً من قمة العضو النباتي إلى قاعدته بالإنتشار، فتنتشر من خلية لأخرى، وعندما تؤدي دورها في النبات، وتفقد فعاليتها، وتتخرب في الخلايا بفعل أنزيمات نوعية، كما تتخرب بواسطة الضوء، ويمكن انتقال الأكسينات لمسافات بعيدة في المنظومة الوعائية (بوساطة اللحاء بصورة رئيسة) كانتقالها من الفوارع إلى الجذور، ولا تصطنع إلا كميات محدودة منها في الجذور.

أثر الأوكسينات في نمو النبات:

تؤثر الأكسينات في استطالة الخلايا النباتية وسرعة انقسامها، وتعمل على تشكل الجذور العرضية في ساق مقطوعة، يزرع في التربة ولها دور في إنتاج الثمار بدون بذور كما تستخدم تركيزاتها العالية في مكافحة نمو الأعشاب والحشائش الضارة وللأكسينات دور في تكوين الأزهار، وتساقط الأوراق والثمار وفي عملية التخزين.

دور الأكسينات في استطالة الخلايا النباتية:

يتعلق معدل هذه الاستطالة بتراكيز الأكسين ويختلف الحد الأنسب للتركيز من أجل الاستطالة الخلوية باختلاف النسج النباتية، وتدل التجارب على أن تركيز الأكسين الذي ينتج عنه زيادة في استطالة الكوليوبتيل يؤخر استطالة الجذور، وإن استطالة الجذور تتم في تراكيز منخفضة جداً، حيث أن التراكيز العالية من الأكسينات تعطلها تماماً. فمثلاً يبلغ تركيز الأكسين في الجذور $١٠^{-١٠}$ جزيء غ/ل في حين يبلغ في السوق $١٠^{-٥}$ جزيء غ/ل، ومعنى ذلك أن تركيز الأكسين الذي ينشط استطالة السوق يوقف، أو يثبط استطالة الجذور، أما البراعم فتحتل مركزاً وسطاً بين السوق والجذور من حيث تأثير تراكيز الأكسين المختلفة على نموها.

آلية عمل الأكسين:

تؤثـــر الأكسينات في الغلف الخلوية التي تتمدد، وتصبح أكثر مرونة وبذلك تســـمح للخلايـــا بالاســـتطالة تحت تأثير قوة انتباجها (الضغط الجداري)، وهذه الاستطالة غير قابلة للعكس، ويتبع مرحلة التمدد والاستطالة ترسيب مواد جديدة من السيللوز.

تعريف الانجذاب: هو ردود فعل لمنبهات أي استجابات لمؤثرات إذا كانت غير متناظرة.

أنواع الانجذابات:

هناك نوعان من الانجذابات

أ. انجذاب ضوئي

ب. انجذاب أرضي.

أهمية الأكسينات في التطبيقات الزراعية:

يمكن تلخيص أهمية الأكسينات بما يلي:

١- إنتاج ثمار بلا بذور.

٢- التربيع والإزهار.

٣- إبادة الأعشاب التي تنمو في حقول المحاصيل الزراعية.

٤- إطالة فترة خزن درنات البطاطا.

٥- تساقط الثمار (عدم سقوط الأوراق والأزهار).

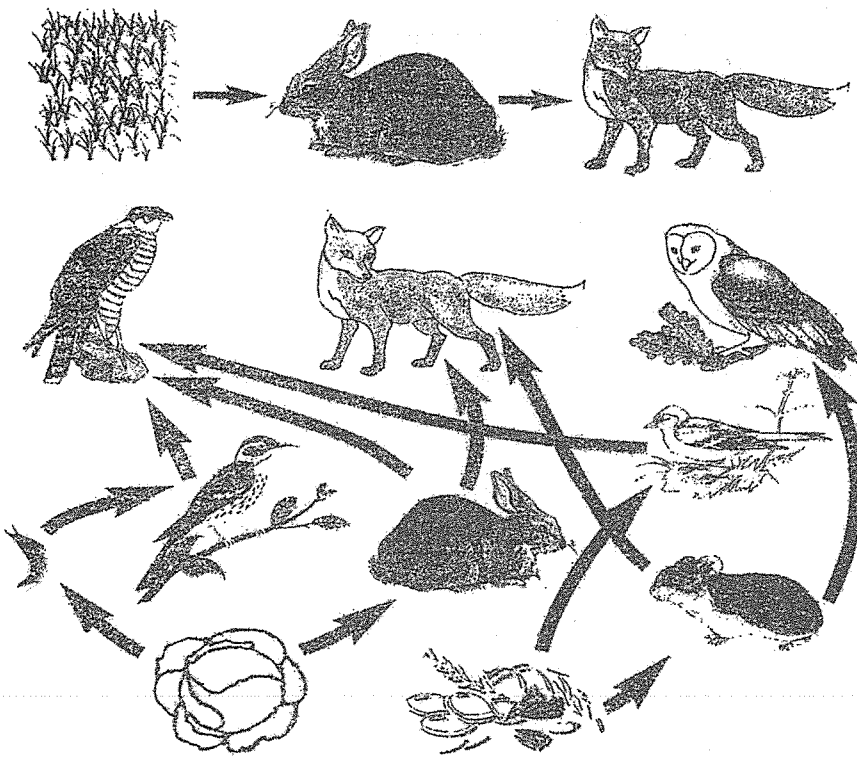
٦- تشكيل الجذور.

٧- تعطيل نمو البراعم الجانبية.

٨- أهمية الأكسينات في النشاط الميرستيمي.

الباب الثاني

البيئة



الفصل الخامس

النظام البيئي

- النظام البيئي.
- تدفق الطاقة والمغذيات.
- الأهرامات البيئية
- الدورات الطبيعية.
- التوازن في النظام البيئي.

علم البيئة والنظام البيئي

١- علم البيئة:

علـــم البيـــئة Ecology هو العلم الذي يدرس علاقات الكائنات الحية مع بعضـــها بعضـــاً، والعلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية والوسط الذي تعيش فيه، وهـــذا الـــتفاعل بين الكائن الحي مع البيئة يؤدي إلى نوع من التوازن وقد اشتق مصطلح علم البيئة من اللغة اليونانية، وهو مركب من كلمتين Oikos والتي تعني المـــوطن أو المســـكن أو البيت و Logos والتي تعني العلم، وقد وضع عالم الحياة الألمـــاني أرنســـت هـــيكل E.Haeckel عام ١٨٦٩ واستخدمه لأول مرة وبدأ الاهـــتمام بعلم البيئة في الستينيات من القرن العشرين،وكان من نتائج زيادة عدد الســـكان، والتقدم الصناعي وزيادة الضغط على استهلاك الموارد الطبيعية المتجددة وغير المتجددة، برزت أخطار كبيرة، وتحول أجزاء من البيئة إلى ملوثة وغير صالحة لحـــياة الكائنات الحية والإنسان نفسه، وترتب على الإخفاقات في إدارة البيئة أن تـــزايدت المشـــكلات مثل زيادة التصحر، وقطع الغابات وتدهور التربة، وتهديد التنوع الحيوي واستنـــزاف طبقة الأوزون الستراتوسفيري، وارتفاع درجة حرارة الأرض، والمطر الحامضي وتلوث التربة والغلاف الغازي والمائي...

٢- البيئة Environment:

وهـــي الإطـــار (الوسط أو المكان) الذي يعيش فيه الكائن الحي، مؤثراً أو متأثـــراً بمـــا يحيط به من كائنات حية Biotic، (النباتات الخضراء، والحيوانات، والفطـــريات، والبكتـــريا وغيرهـــا.) ومكونات غير حية Abiotic وتتمثل في المركبات الأساسية غير العضوية والعضوية في الطبيعة، مثل الكربون والأوكسجين والماء والعناصر المعدنية والتربة وغيرها.

٣- علاقة علم البيئة بالعلوم الأخرى:

يـــرتبط علم البيئة بفروع علوم الحياة جميعها، حتى أصبح فرعاً من فروعها وارتبط أيضاً بعلم الفيزياء والكيمياء وبفروع علم الطب والهندسة وبالعلوم الزراعية والإحصاء والاقتصاد عند دراسة الأمن الغذائي.

ويـــتم دراســـة علم البيئة وفق نمطين مختلفين يطلق عليهما اسم علم البيئة الفردي وعلم البيئة الجماعي.

٣-١ علم البيئة الفردي Outecology:

ويركز على العلاقة بين الكائن الحي (الفرد) أو الجماعة والبيئة المحلية، مثل دراسة بيئة فردية (شجرة بلوط واحدة أو النوع أو الجنس).

٣-٢- علم البيئة الجماعي Synecology:

ينظـــر في علم البيئة الجماعي في العلاقات ما بين المجتمعات والبيئة، مـــثال ذلـــك دراسة بيئة جماعية، فالبحث يشمل مجتمع غابة البلوط بأكمله.

النظام البيئي:

يعـــدُّ الـــنظام البيئـــي أكثر مستويات التنظيم تعقيداً في الطبيعة، وهو أحد تنظـــيمات الطـــيف الحيوي الذي يبدأ بالبرتوبلاسما، الخلايا، الأنسجة، الأعضاء، مجمـــوعة أعضـــاء، الكائن الحي، جماعة، مجمع، نظام بيئي، غلاف حيوي (محيط حـــيوي) وتأتي أهمية النظام البيئية كوحدة بيئية أساسية في تكوين المحيط الحيوي. ويمكـــن تلخـــيص تـــتالي التعضي بدءاً من الجسيمات تحت الذرية (الالكترونات والنتـــرونات) ومروراً بالذرات والجزيئات والمادة الحية والخلية والنسج والأعضاء وجملـــة الأعضـــاء مع مجال علم البيئة والأرض والكواكب وانتهاء بالكون كما في الشكل (٦٢)

مفهوم النظام البيئي:

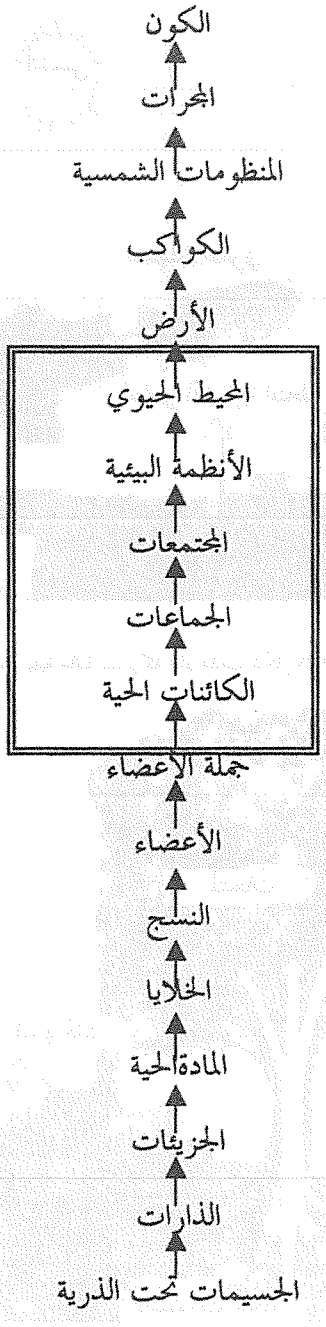
عـــرف النظام البيئي أول مرة من قبل تانسلي Tansley عام ١٩٣٥ على أنـــه العـــالم الحـــي وموطنه، وتتكون الكلمة من مقطعين Eco وتعني الوسط، و System وتعني النظام أو الجملة. يركز النظام البيئي على تدفق الطاقة Flow of energy، ودوران المـــادة Cycling of matter، بين المكونات الحية واللاحية في المحـــيط البيئـــي. ويبرز مفهوم النظام البيئي تشابه تعضي كل المنظومات الحية بصـــرف النظر عن اختلاف تصنيفها أو موطنها، ويمكن أن نقارن بين المنظومات البيئـــية البرية والمائية شكل ٦٣ (أ.ب) ويطرح مفهوم النظام البيئي مبدأ الاستتباب HOMEOSTASIS (التنظيم الذاتي في المنظومات الحية). فمثلاً تلوث الهواء أو الماء أو الغذاء يؤدي إلى تخريب النظام، ويمكن أن يؤدي إلى عدم التوازن في النظام البيئـــي، وكذلك زيادة عدد أفراد حلقة من حلقات الغذاء في مستوى غذائي من مســـتويات السلسلة الغذائية يؤدي إلى استهلاك زائد في أفراد المستوى الذي قبله، لدرجـــة تصـــبح غير كافية لتغذي الأعداد الزائدة. وقد جرت محاولات لتحسين التعـــريف الأصـــلي لتانسلي وتطويره، كما فعل ليندمان الذي عرف النظام البيئي على أنه مجموعة عمليات فيزيائية كيميائية حيوية نشطة ضمن وحدة مكانية زمانية مهما كان مقدارها.

النظام البيئي: هو الوحدة الوظيفية الأساسية للطبيعة كلها، للكائنات الحية وبيئـــتها غير الحية، تتفاعل كل واحدة منها مع الأخرى، وتتأثر بخصائص بعضها وكلتاهما ضروريتان لحفظ المنظومة وتنميتها.

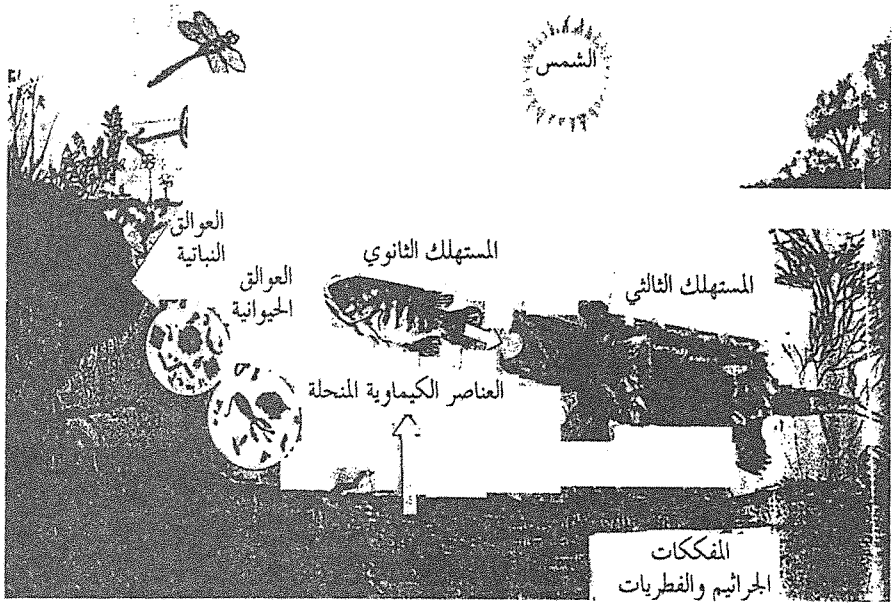
ومن هذه التعريفات للنظام البيئي التعريف الآتي:

الـــنظام البيئـــي: مجموعة من الأجزاء المترابطة التي تشكل وحدة واحدة، ولكـــل من هذه الأجزاء وظيفة معينة، ويتوقف أداء كل جزء من هذه الأجزاء عل صـــحة عمل الأجزاء الأخرى، مثلاً تشكل السيارة نظاماً بما فيها من محرك ومولد

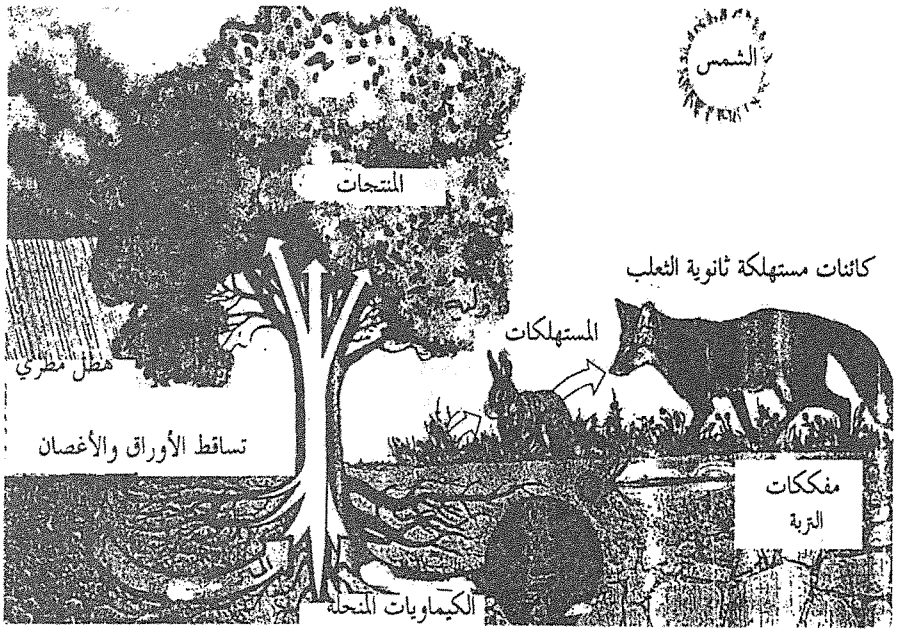
كهربائي وعلبة السرعة وكذلك فإن أي بقعة أو مساحة من الطبيعة وما تحويه من كائنات حية ومكونات غير حية، وعوامل فيزيائية وطبيعية، وبينهم علاقات تشكل نظامـــاً بيئياً وبالنظر إلى أهمية هذه المكونات بدرجة متساوية ومتعادلة، والارتباط الوثيق المنظم والمستمر بين المكونات الحية وغير الحية، وكل منها يؤثر في الآخر، ما ينـــتج عـــنه من توازن مستمر، وإن أي تغيير في المكونات الحية وغير الحية قد لا يكـــون ضـــاراً بالضرورة، وغالباً ما تجلب تأثيرات جانبية غير مرغوب بها إذا ما تدخل الإنسان. شكل (٦٤)



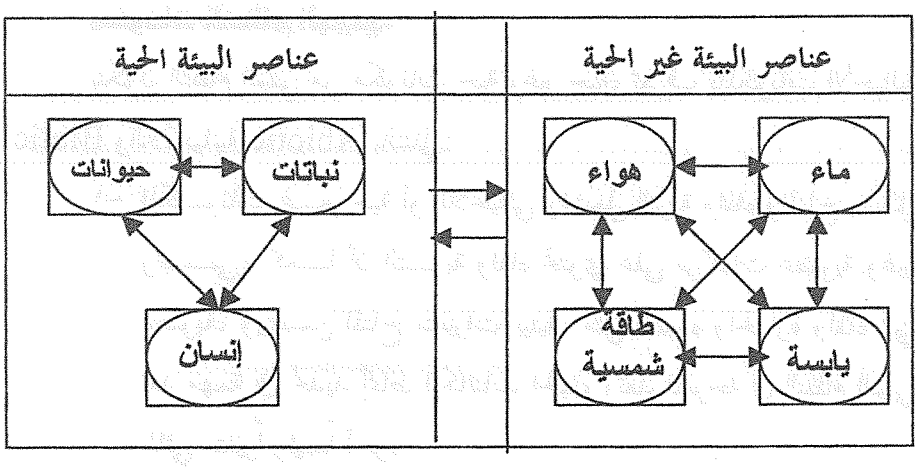
نماذج مفاهيمية عن تعضي المادة الطبيعية. لاحظ أن علم البيئة يركز على خمس مستويات من هذا النموذج الهرمي شكل (٦٢)



منظومة بيئية مائية ـــ بركة ماء عذب شكل (٦٣- أ)



منظومة بيئية برية شكل (٦٣- ب)



شكل (٦٤)

صفات النظم البيئية:

١- اعتماد بناء النظم البيئية على الموارد المتجددة وتلحق بها الموارد غير المتجددة.

٢- تدرج بناء النظم البيئية على سلاسل هرمية يتربع في قمتها المستفيد الأخير من النظم البيئية، فالإنسان هو المستفيد الأخير من جميع النظم المنتشرة على الكرة الأرضية.

٣- تفاعل النظم البيئية باستمرار فيما بينها، وهي منظمة من ثلاثة مكونات هي: العناصر والارتباطات المتداخلة، والوظيفية (المقصد).

٤- تقوم بين الكائنات الحية في النظام الحي (البيئي) علاقات قوامها التنافس والتعاون، تؤدي إل توازنات لا غنى عنها للحياة، كما يقيم التبادل الغذائي بين الأنواع (النباتية والحيوانية) شبكات تكافل بالغة التعقيد، مما يجعل التدرج الهرمي والخصوصية والتكاملية هي التي تحكم العلاقات بين الأنواع، أكثر مما يفعل التنافس.

٥- إمكانية التنبؤ عن الأحداث البيئية، وذلك نتيجة لخاصية استقرارها (توازنها).

مكونات النظام البيئي:

يتكون النظام البيئي من مكونات حية وغير حية، تعرف بالمكونات الأحيائية Biotic واللاأحيائية Abiotic بالتالي:

١- المكـــونات غـــير حية أو اللاحيائي وتشمل التربة والماء والمناخ بشكل رئيســـي، كمـــا أن التـــربة والماء تحتوي على مركبات عضوية وغير عضوية، ويتضمن المناخ متغيرات بيئية، مثل الضوء والحرارة والماء التي تعد مهمة في تحديد أنماط الكائنات الحية، وتعد الملوحة في النظام البيئي المائي متغيراً رئيساً آخر.

٢- المكونات الحية (المكونات الأحيائية) Biotic components تقسم المكونات الحية تبعاً لطريقة حصولها على الغذاء إلى:

أ- **الكائـــنات المنتجة:** وهي الأحياء الخضراء، تصطنع متطلباتها العضوية مـــن جزئيات لا عضوية بسيطة،)باستثناء الجراثيم التي تقوم بالاصطناع الكيميائي (Chemosynthesis، بوساطة التركيب الضوئي، باستخدام الضـــوء كمصـــدر للطاقة. ومعظم الكائنات المنتجة في النظام المائي هي الطحالب، وهي غالباً الكائنات الدقيقة وحيدة الخلية التي تشكل العوالق النباتية Phytoplankton للطبقات السطحية في المحيطات والبحيرات. أمـــا علـــى اليابسة فالكائنات المنتجة الرئيسية هي النباتات الأكبر، أي مغلفات البذور والمخروطيات.

أ. الكائـــنات المستهلكة Consumers: وهي كائنات متغايرة الاغتذاء Hetrotrophs وتعتـــبر جميع الحيوانات مستهلكات لأنها تتغذى على الكائـــنات المنتجة (النباتات الخضراء) أو على مستهلكات أخرى تأخذ الطعام جاهزاً من الكائنات المنتجة وتقسم المستهلكات حسب مصدر غذائها إلى:

١- الكائنات المستهلكة الأولية Primary consumers:

وهي حيوانات عاشبة Herbivores، وتضم الحشرات والزواحف والطيور والثدييات، والمجموعتان المهمتان من الثدييات العاشبة هما القوارض والحافريات، وتضم الأخير الخيول والماشية والضأن التي تكيفت للجري على أطراف أصابعها. أما الحيوانات العاشبة المائية فهي القشريات الصغيرة الرخويات وبراغيث الماء ومجدافيات الأرجل ويرقات السرطان وذوات المصرعين مثل المحار، وتسهم مع الحيوانات الأولية في تكوين العوالق الحيوانية التي تتغذى بالعوالق النباتية.

٢- الكائنات المستهلكة الثانوية والثالثية Secondary and tertiary consumers:

تتغذى الكائنات المستهلكة الثانوية بالحيوانات العاشبة وهي بالتالي لاحمة وتتغذى الكائنات المستهلكة الثالثة على الكائنات المستهلكة الثانوية وهي أيضاً لاحمة ويمكن أن تكون الكائنات المستهلكة الثانوية والثالثية مفترسة أو تقتات بالجيف Carrion feeders أو طفيليات Parasites وفي هذه الحالة تكون أصغر من الحيوانات المضيفة.

٣- الكائنات المفككة و آكلات الفتات Decomposers and detritivores:

عندما تموت النباتات والحيوانات تبقى أجسامها محتوية على طاقة ومواد أولية، كما هو الحال في الفضلات مثل البول والبراز، اللذين تطرحهما أثناء الحياة، تتفكك هذه المواد العضوية بوساطة المتعضيات الدقيقة، أي الفطريات والجراثيم التي تعيش حياة رمية على البقايا غير الحية، يطلق على هذه المتعضيات اسم المفككات Decomposers، وتفرز أنزيمات هاضمة على المادة الميتة أو الفضلات، ومن ثم تمتص نواتج الهضم، ويختلف معدل التفكك بحسب المادة المهضومة والمناخ، وتستهلك المادة العضوية في بول الحيوان وبرازه وجثته عدة أسابيع والأشجار

الســـاقطة والأوراق والأغصان عدة سنين لتتفكك، والذي يقوم بتفكيك الخشب والمـــواد النباتية، هي الفطريات بفعل أنزيم السيللوز، الذي يلين الخشب، ويسمح للحيوانات الصغيرة بالنفوذ إلى داخل الخشب.

يكون التفكك سريعاً في البيئات الدافئة والرطبة، كما في الغابات الاستوائية المطـــرية، ويحدث ببطء في الظروف الباردة أو الجافة، وتسمى أجزاء المادة المفككة الفـــتات Detritus، يـــتغذى بهـــا العديـــد من الحيوانات الصغيرة، تسمى هذه الحيوانات آكلات الفتات Detritivores وتبدأ السلاسل الغذائية من الفتات:

فتات ← آكلات فتات ← لواحم

ومن السلاسل الغذائية الفتاتية النموذجية في الغابات:

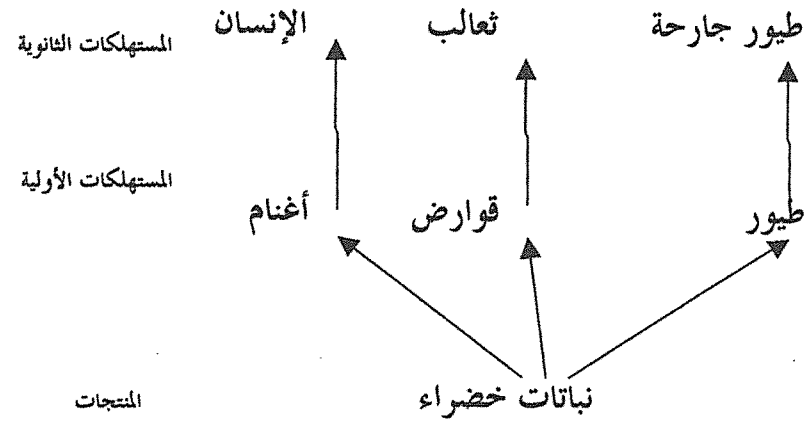
بقايا الأوراق ← دودة الأرض ← الشحرور ← الباشق

حيوان ميت ← ذبابة اللحم ويرقاتها ← الضفدع الشائع ← الأفعى العشبية.

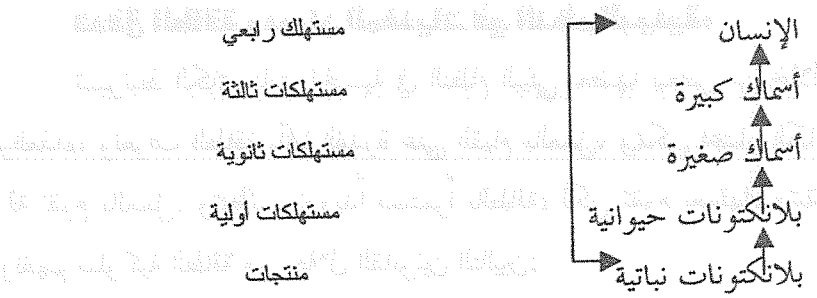
ومن آكلات الفتات البرية نذكر ديدان الأرض، وقمل الخشب.

السلاسل الغذائية:

إن الكائـــنات الحية في النظام البيئي تعتمد على بعضها بعضاً في الغذاء وتكون سلسلة غذائية في بيئة برية، وسلسلة غذائية في بيئة بحرية، كما في المخططان التاليان:



مخطط بسيط لسلسلة غذائية في بيئة برية



مخطط مبسط لسلسلة غذائية في بيئة بحرية

شكل يوضح السلسلة الغذائية وكيفية انتقال المواد الملوثة إلى الحيوانات والنباتات.

تدفق الطاقة ودوران المغذيات في النظم البيئية:

تـــرتبط الكائـــنات الحـــية في النظام البيئي بعضها ببعض من خلال الطاقة والغذاء، وتعرف الطاقة بأنها القدرة على القيام بالعمل، ويمكن اعتبار الكائن الحي آلة تقوم بالعمل، وتتطلب تزويداً مستمراً بالطاقة، لكي تقوم بعملها، وتبقى حية، ونفهم سلوكية الطاقة من خلال القانونين التاليين:

قانون انحفاظ الطاقة: الذي ينص بأن الطاقة لا تخلق، ولا تفنى، وإنما توجد بأشكال متعددة، كالشكل الضوئي والكيميائي والحراري والكهربائي والميكانيكي، ويســـتطيع كل شكل من هذا الأشكال أن يتحول إلى أي شكل ويسمى بالقانون الأول. مـــثال تشغيل عود الثقاب، حيث تتحول الطاقة الكيميائية اللاطية في رأس عود الثقاب إلى طاقة حرارية وضوئية وصوتية.

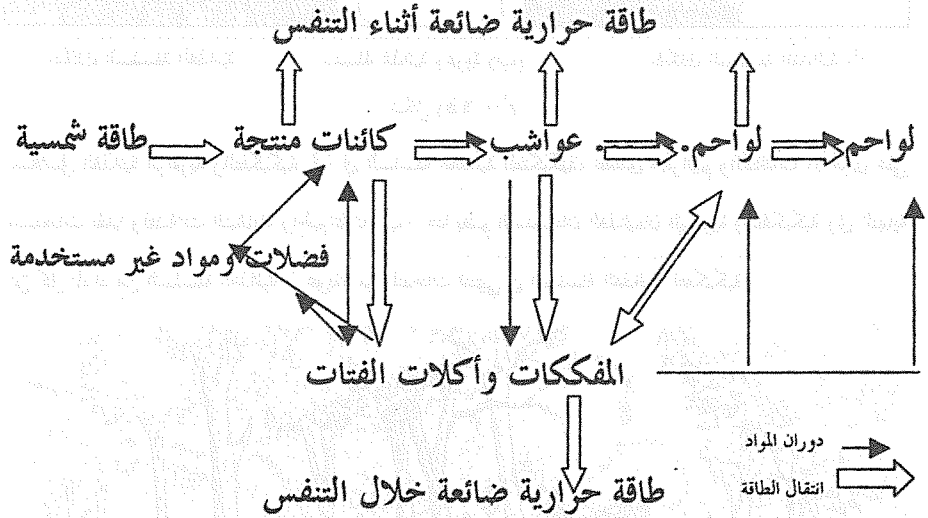
القانون الثاني: عند حدوث أي عمل، وتحول في شكل الطاقة لا يمكن أن تتحول الطاقة الحرارية بنسبة ١٠٠%، ولا بد أن يتسرب بعضها، وتتبدد، وتنجم الحـــرارة عـــن الحركة العشوائية للجزيئات مثال: قضيب من الفولاذ المسخن تميل الحرارة تلقائياً إلى الانتشار والتبدد ولا يستفاد منها.

وهكـــذا فـــإن الكائنات الحية ما هي إلا محولات للطاقة في كل مرة يحدث تحويل للطاقة، يضيع بعض منها بشكل حرارة.

مسارات الطاقة في النظام البيئي Energy flow in ecosystem:

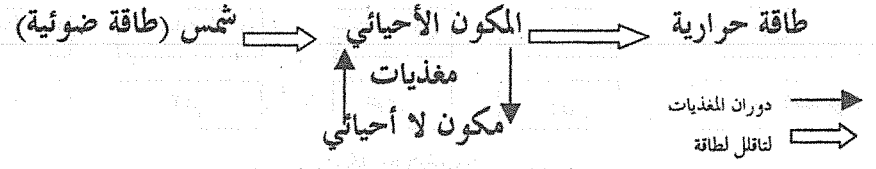
تنـــتج الكائنات الحية ذاتية الاغتذاء، والتي تقوم بعملية التركيب الضوئي في النظام البيئـــي جـــزيئات عضوية تحتوي على طاقة، ويمكن أن تنتقل الطاقة والمواد إلى الكائنات غيرية الاغتذاء شكل ٦٥(أ،ب)، فالنبات مثلاً يؤكل من قبل الحيوان ويمكن لهذا الحيوان بـــدوره أن يـــؤكل مـــن قبل حيوان آخر، وبهذه ا لطريقة تنتقل الطاقة عبر سلسلة من الكائـــنات الحية، كل واحدة تتغذى بالكائن الحي الذي قبلها، وتقدم للكائن الآخر المادة الأولـــية والطاقة، ويسمى مثل هذا التتالي السلسلة الغذائية chain Food، وهي سلسلة

مـــن الكائنات الحية تمر عبرها الطاقة، لأنها تتغذى على بعضها بعضاً، وتعرف كل مرحلة من السلسلة الغذائية باسم مستوي الاغتذاء، وكمية المواد في مجموع المستويات الاغتذائية هـــي المحصـــول القائـــم Standing crop (مجموع أوزان أو أعداد الكائنات الحية في مســـتوى اغتذائـــي)، ويعـــبر عنها بعدد Number أو كتلة حيوية Biomass هذه المستويات الاغتذائية في مساحة معينة، ويمكن توضيح تدفق الطاقة بالمخطط التالي:

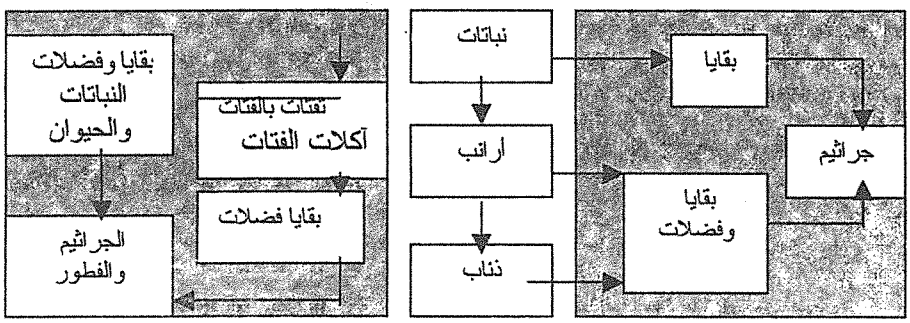


تدفق الطاقة ودوران المواد عبر سلسلة غذائية نموذجية

إن مـــا يهمنا في نطاق علم البيئة هو الكيفية التي ترتبط فيها الطاقة بالأنظمة البيئـــية، وكيفـــية تحول الطاقة ضمن النظام البيئي، تستمد الطاقة من الشمس في الكـــون الأحيائي تستخدم الكائنات الحية التي تقوم بالتركيب الضوئي هذ الطاقة الشمســـية مباشـــرة، وتنقلها إلى الكائنات المستهلكة والنتيجة هي انتقال الطاقة، وتدوير المغذيات عبر النظام البيئي. شكل (٦٦-٦٧-٦٨).



انتقال الطاقة ودوران المغذيات عبر المنظومة البيئية



مفكك السلسلة الغذائية سلسلة غذائية رعوية (ب) مفكك السلسلة الغذائية (أ)

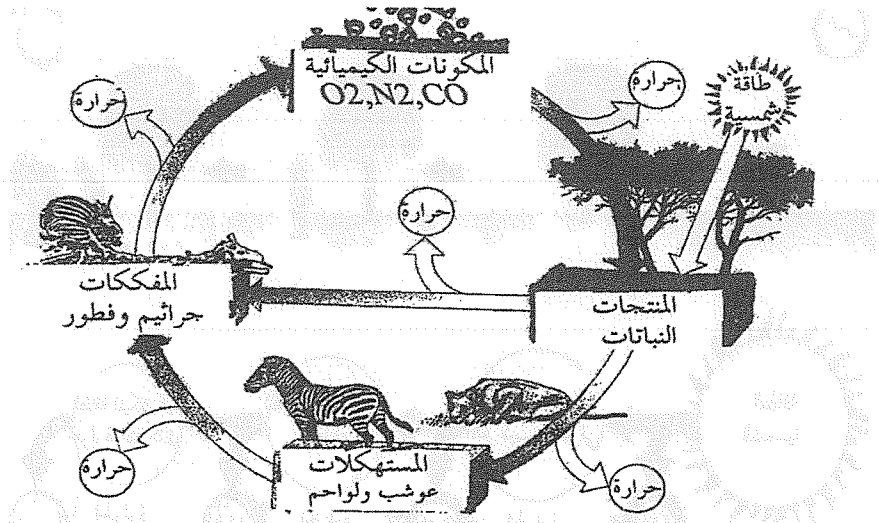
شكل (٦٥ – أ)

السلاسل الغذائية الرعوية والتفكيكية: أ– في السلسلة الغذائية التفكيكية، تتغذى الجراثيم والكائنات الأخرى على منـــتجات بقايا وفضلات النباتات والحيوانات. ب– هنا يضم السلسلتان الغذائيتان الرعوية والتفكيكية وفي النهاية تأتي كل المواد من السلسلة الغذائية الرعوية، من المنتجات تنتهي في السلسلة الغذائية التفكيكية.

إنسان	دببة	عزلان	شجيرات	الأنواع
مستهلك ثالثي	مستهلك ثانوي	مستهلك أولي	منتج	الموقع
رابعي	ثالثي	ثانوي	أولي	المستوى الاغتذائي

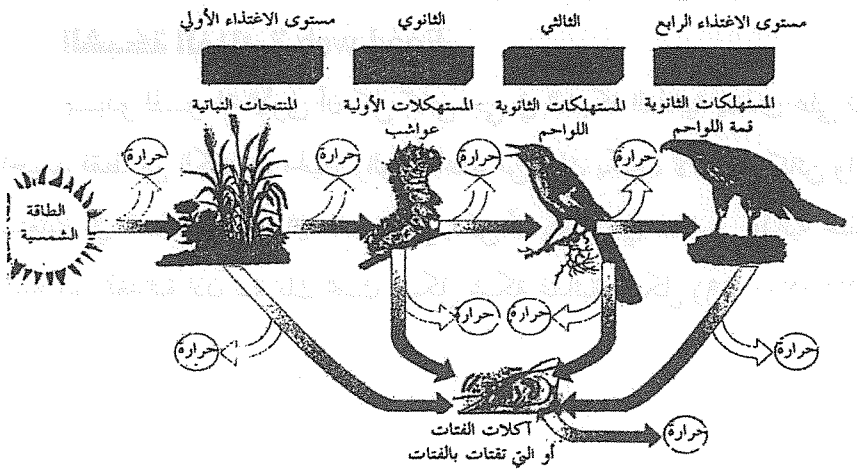
شكل (٦٥– ب)

سلاسل غذائية رعوية تظهر موقع كل كائن حي في السلسلة الغذائية والمستوى الاغتذائي الذي يحتله كل منها



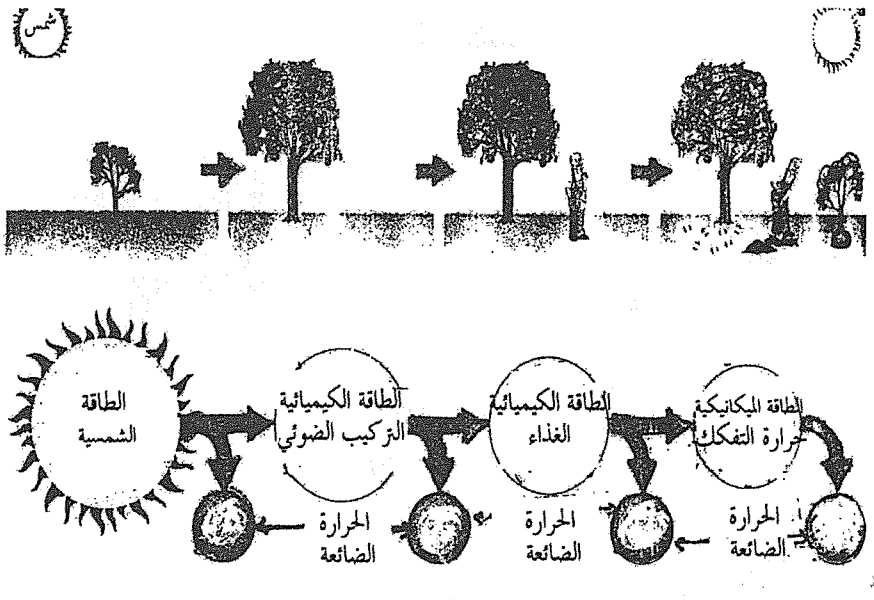
نظام بيئي نموذجي يوضح الدوران وانتقال الطاقة بدءاً من طاقة الشمس عبر الكائنات الحية والعودة إلى البيئة بحرارة

نوعية قليلة شكل (٦٦)



سلسلة غذائية نموذجية والأسهم تشير إلى الطاقة الكيميائية في الغذاء وتدفقها في مستويات الاغتذاء أو انتقال الطاقة.

معظم الطاقة تتحول إلى حرارة حسب القانون الثاني للطاقة. السلاسل الغذائية نادراً ما تكون أكثر من مستويات اغتذاء رباعية شكل (٦٧)

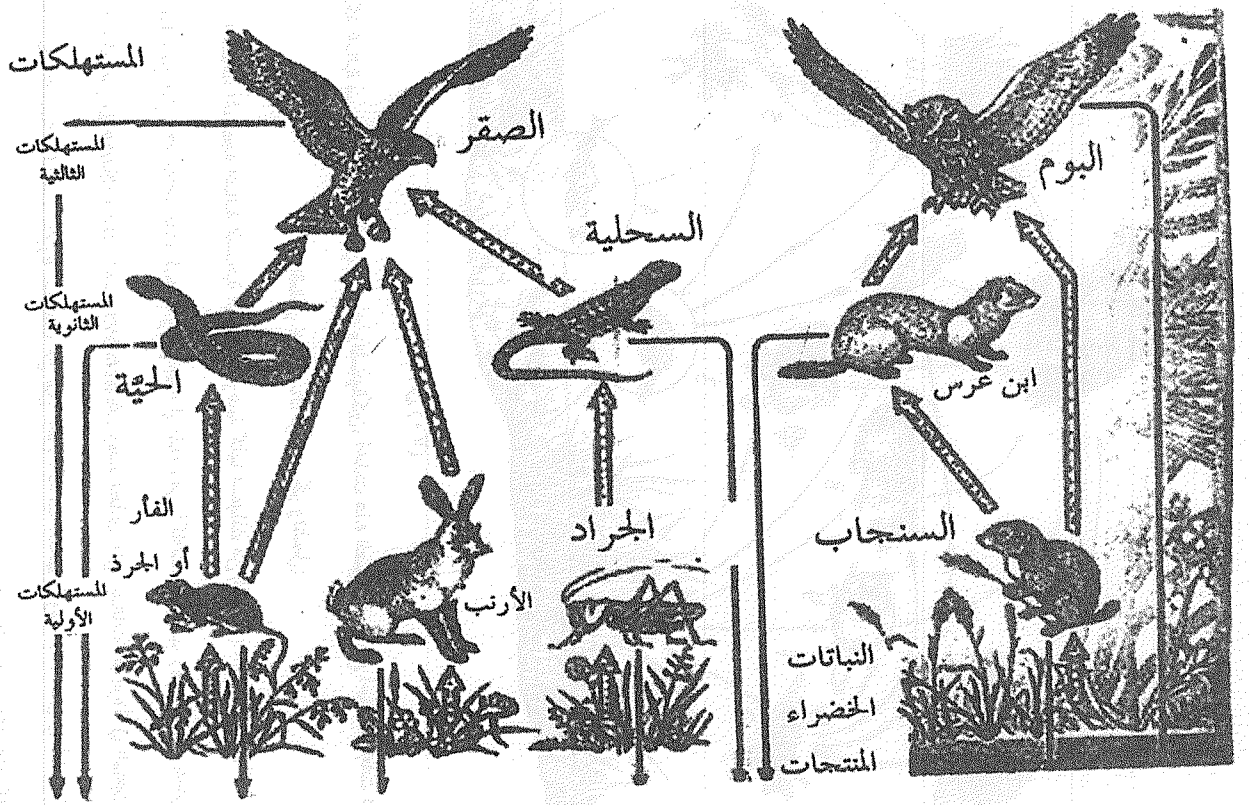


القانون الثاني للطاقة في عمل المنظومة البيئية كل مرة تتحول الطاقة من شكل إلى آخر

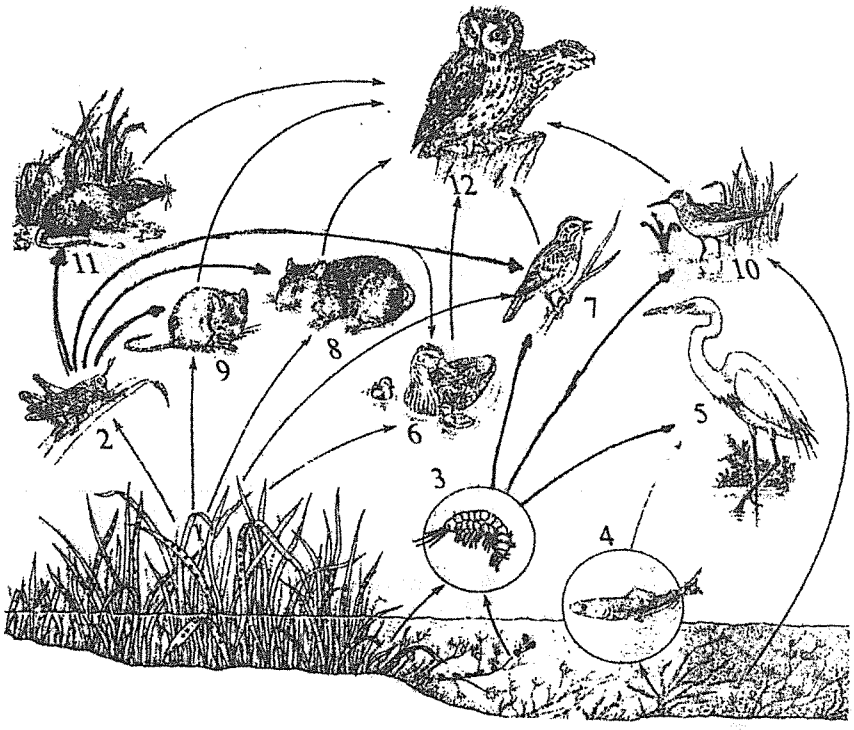
بعض من الطاقة الأولية العالية عادة تبدد وتنقل حرارتها إلى البيئة شكل (٦٨)

الشبكة الغذائية Food web:

يبدو للوهلة الأولى أن كل كائن حي في الشبكة الغذائية يتغذى على نوع واحد فقط من الكائنات الحية، والواقع أعقد من ذلك بكثير، لأن كل كائن واحد يتغذى في السلسلة الغذائية نفسها، أو يمكن أن يتغذى في سلاسل غذائية مختلفة، فالسلاسل الغذائية إذن تتشابك بحيث تشكل شبكة غذائية. شكل (٦٩-٧٠-٧١).



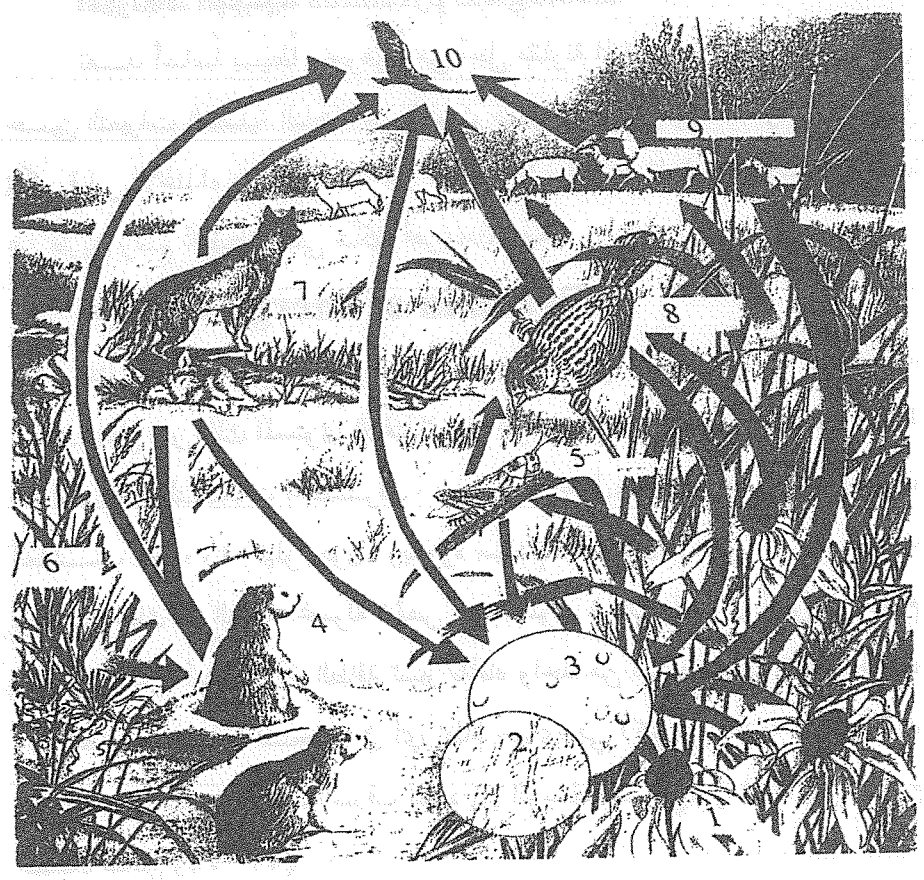
شكل (٦٩) شبكة غذائية لبيئة برية



شكل (٧٠)

شبكة غذائية مبسطة تبين العلاقة بين المنتجين والمستهلكين، أخذت هذه الصورة من واقع أحد السبخات المالحة الواقعة في خليج سان فرنسيسكو وتشمل:

١ – الكائنات المنتجة النباتية السبخية الملحية والأرضية كلها تستهلك من قبل (٢) الحشرات. النباتات البحرية تستهلك من قبل (٣) اللافقاريات البحرية والمتواجدة في المياه وهي آكلات الأعشاب (٤) السمك يتمثل بنوعين السمك الحساس (Smelt) وسمك البلم (Anchovy) وهذه تتغذى على النباتات الموجودة في البيئتين البحرية والأرضية (اليابسة). السمك بدوره يستهلك من قبل: (٥) آكلات اللحم الأولية (اللواحم) وهذه تتمثل بمالك الحزين الأزرق ذو الجسم الكبير، (٦) البط، (٧) السافانا والعصافير، (٨) الجرذ النرويجي، (٩) خلد كاليفورينا، فأر المحاصيل المتواجد في السبخات الملحية، (١٠) عصفور زمار، (١١) الفأر الذكي وهو من اللواحم ذو المستوى الأول في حين (١٢) اللواحم العليا (المستوى الثانوي) تتمثل في صقر السبخات والبوم قصير الأذن.



شكل (٧١)

منتجات ومستهلكات كلها تتفكك ⟹ من المستوى الثانوي إلى المستوى الأعلى ⟹ من السمتهلك الأولي إلى المستهلك الثانوي ⟹ من المنتج إلى المستهلك الأولي

تفاعـــل بعض العناصر في بيئة مزروعة بالأعشاب الطويلة في المنطقة المعتدلة فعندما تموت الكائنات الحية/ المـــواد العضـــوية تتفكك بواسطة المفككات إلى أملاح معدنية تستعمل من قبل النباتات، إن نقل المواد والطاقة بين المنتجات والمستهلكات الأولية (آكلة العشب) والثانوية (أو مستوى أعلى) (اللواحم) تشار لها بالأسهم.

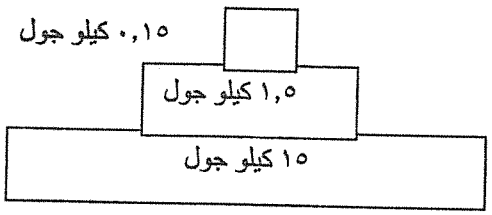
(١) المرج، (٢) الفطريات، (٣) الجراثيم، (٤) كلب المروج، (٥) الجراد، (٦) أعشاب زرقاء الساق، (٧) الذئب، (٨) العصفور الدوري، (٩) الوعل، (١٠) النسر الذهبي.

الأهرامات البيئية Ecological pyramids:

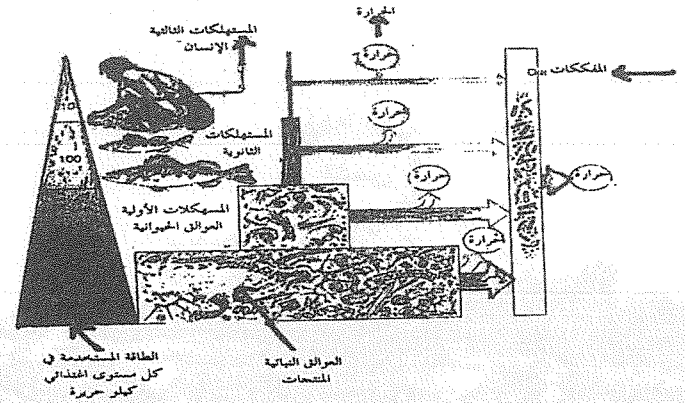
تعـــد أساساً بسيطاً وجوهرياً من أجل مقارنة المنظومات البيئية المختلفة، أو حـــتى التغيرات الفصلية الناجمة عن التلوث ضمن المنظومة الواحدة، وبهذه الطريقة يمكن قياس الاغتذاء وتدفق الطاقة عبر المكون الأحيائي في المنظومات البيئية، وذلك عن طريق رسم تخطيطي على شكل أهرامات بيئية.

هرم الطاقة Pyramid of energy:

يمثل كل مستطيل في هرم الطاقة بكمية الطاقة في واحدة المساحة أو الحجم، الـــتي تنتقل عبر ذلك المستوى الاغتذائي في فترة معينة من الزمن، فلو كانت الطاقة المتوافـــرة في النـــباتات الخضـــراء ١٠٠٠ كيلو جول، فإن ما يحصل عليه الحيوان العاشـــب هو ١٠٠ كيلو جول، وبدوره سيقدم للمستوى الأعلى ١٠ كيو جول، ومعـــنى ذلك أن الطاقة المحمولة تنقص من مستوى غذائي لمستوى أعلى في النظام البيئـــي عشرة أمثال. وأن الطاقة تسير باتجاه واحد من المنتجات إلى المستهلكات، وأن الطاقة التي تبنيها المنتجات في أي نظام حيوي هي أكبر من حاجة المستهلكين، وأن قســـماً مـــن الطاقـــة سوف تتبدد إلى الوسط الخارجي، وهذا ما يعرف بهرم الطاقة. شكل (٧٢-٧٣)



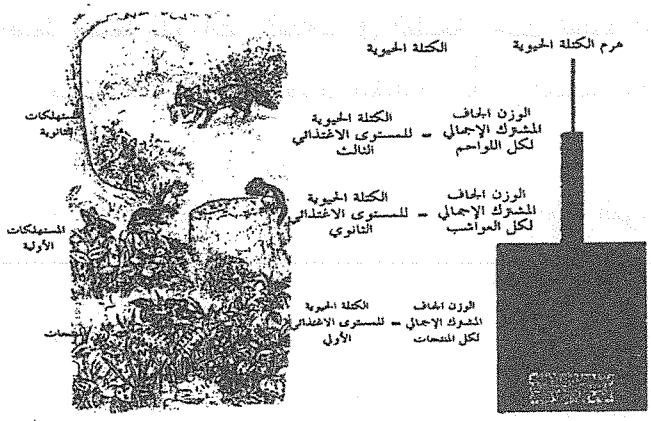
شكل (٧٢) أهرامات الطاقة في بيئة مزروعة في المنطقة المتعدلة الأرقام تمثل الإنتاج النهائي للطاقة لكل مستوى اغتذائي بالكيلو حريرة



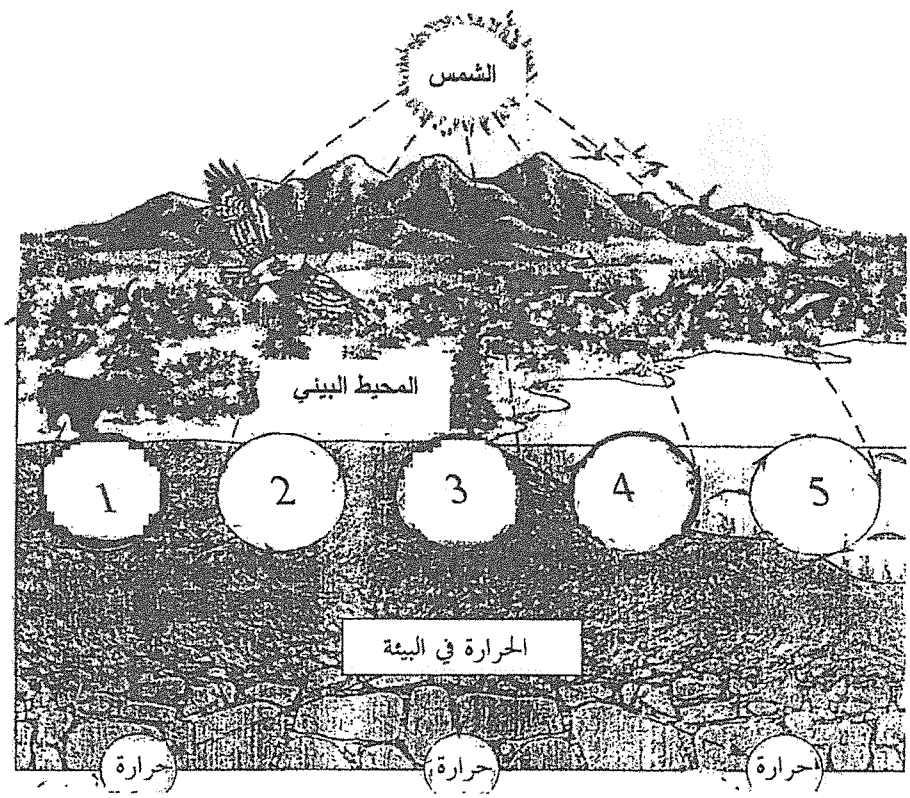
الهرم العام لتدفق الطاقة، والتي تظهر تناقص في الطاقة الموجودة في كل مستوى غذائي في السلسلة أو الشبكة الغذائية، هذا النموذج يفترض فقدان ٩٠% من الطاقة المستعملة في البيئة، وفي كل نقل من مستوى إلى آخر في الطبيعة يتراوح هذا الفقدان من ٨٠ إلى ٩٥%.شكل (٧٣)

هرم الكتلة الحيوية Pyramid of biomass:

يقـــدر مجموع الكائنات الحية لكل مستوى اغتذاء، وتتضمن مثل هذه التقديرات وزن الأفـــراد الممثلة، إضافة إلى تسجيل الأعداد، لذلك فإن هذه الطريقة أصعب وأكلف مـــن حيث الوقت والتجهيزات، وتمثل الكتلة بمستطيلات في رسم الهرم في كل مستوى اغتذاء في وحدة المساحة أو الحجم، وبعبارة أخرى فإن هرم الكتلة الحيوية هو رسم نسبة أوزان الكائنات الحية في المستويات الاغتذائية المختلفة للنظام البيئي.. شكل (٧٤)



هرم الكتلة الحيوية يمثل كمية الطاقة الحيوية لكل مستوى اغتذائي في السلسلة الغذائية شكل (٧٤)



تخطيط مبسط لدورات العناصر في الطبيعة، حيث تعتمد الحياة على الكرة الأرضية على تدفق الطاقة (خطوط منقطة) بدءاً من الشمس وانتقالها إلى المحيط البيئي...

١- دورة الكربون
٢- دورة الفوسفور
٣- دورة الآزوت
٤- دورة الماء
٥- دورة الأوكسجين.

الدورات في الطبيعة:

دورات العناصر في البيئة:

تعتمد استمرارية الحياة على وجه الأرض اعتماداً كلية على تبادلات المادة والطاقة في الأنظمة البيئية المختلفة، ولا يمكن فصل دورة المادة عن الطاقة، لأن كلاً منهما مرتبط بالآخر كما تتعرض العناصر الكيماوية الموجودة في الطبيعة، وكذلك التي تدخل في تركيب الستيوبلاسما للكائنات الحية، لعمليات تغير وتجدد وتحول من شكل إلى آخر، لتنتقل من البيئة إلى جسم الكائن الحي، ثم تخرج من الكائن الحي إلى البيئة لترجع إليه ثانية... وهكذا. لذلك تقوم هذه الدورات بخدمات لا تقدر بثمن في صيانة الحياة على الأرض وتوازنها واستمراريتا.

وقد أمكن تمييز دورات لكل عنصر من العناصر الكيميائية الموجودة في المنظومات الحية، حيث يحتاج الإنسان إلى ما يقرب من أربعين عنصراً مختلفاً، من أجل حاجته الحيوية، إضافة لذلك أضافت الحضارة التقانية الحالية للمجتمعات الإنسانية الحديثة إلى هذه المتطلبات فعلياً كل العناصر الأخرى، والعديد من المواد الصناعية الجديدة، وأصبح بعضها جزءاً من الكائنات الحية، وإن طاقتها الكامنة ومعدل تحطمها وإمكانية سرعة تفككها، ومعدل تدويرها أصبح جزءاً من الحياة المعاصرة.

١- دورة الماء Hydrological Cycle:

يدخل الماء في تركيب جميع الكائنات الحية، ويعتبر من أهم عناصر البيئة، ويشكل الماء نسبة ما يقرب ٧٠% من مساحة الكرة الأرضية، ولا يمكن للدورات الحيوية الأخرى أن تتم دون ماء، ويستحيل دونه عمل الأنظمة البيئية، ويتواجد الماء في الطبيعة على ثلاثة صور:

أ. الغازية: بخار الماء وينتشر في الجو.

ب. السائلة: على هيئة مياه سطيحة أو مياه جوفية.

ج. الصلبة: على هيئة جليد.

وللماء دورتان في الطبيعة: قصيرة وطويلة.

أ. الدورة القصيرة:

وهو انتقال الماء في صوره الثلاث من طبقات الجو العليا إلى سطح الأرض، ثم إلى باطنها، ثم الرجوع إلى طبقات الجو العليا مرة ثانية في دورة لانهائية....

١- تتحول بعض من المياه في المسطحات إلى بخار ماء بفعل حرارة الشمس، ولا يلبث أن يتكثف على شكل سحب ماطرة، ثم يعود مرة أخرى إلى الأرض على شكل أمطار أو ندى أو ثلوج.

٢- تسقط الأمطار على البحار والمحيطات مباشرة أو عل اليابسة، قسم من الماء يتسرب ضمن التربة، والقسم الآخر يعود إلى الجو عن طريق التبخر...

٣- تتسرب بعض المياه من سطح الأرض بفعل الجاذبية، بعد أن يحدث تشبع لكل الطبقات التي تمر فيها، حيث يحدث تبخر للماء من الطبقات السطحية للتربة أو من أوراق النباتات بوساطة عملية النتح.

٤- يلاحظ من الدورة المائية أن كمية المياه المتداولة سنوياً ثابتة تقريباً على الرغم من اختلف توزيعها.

ب. الدورة الطويلة:

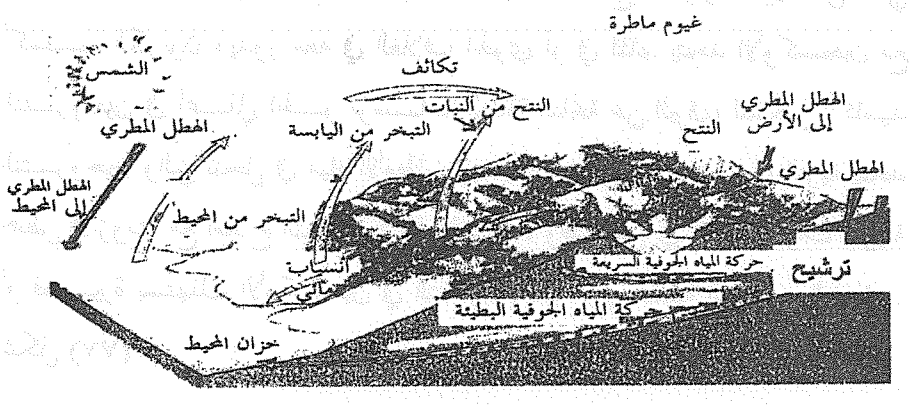
ينتقل الماء من خلال الكائنات الحية عبر مستويات السلسلة الغذائية. والقسم الآخر، يتصاعد إلى الجو بشكل بخار من عمليات النتح والتعرق والتنفس النباتي والحيواني. شكل (٧٥)

٢- دورة الكربون:

يوجد الكربون في غاز ثنائي أكسيد الكربون المنطلق من عملية التنفس، أو من الاحتراق، أو يكون منحلاً في الماء، ويدخل في كثير من المركبات العضوية، وأن غاز ثنائي أكسيد الكربون يستعمل من قبل النباتات في عملية التركيب

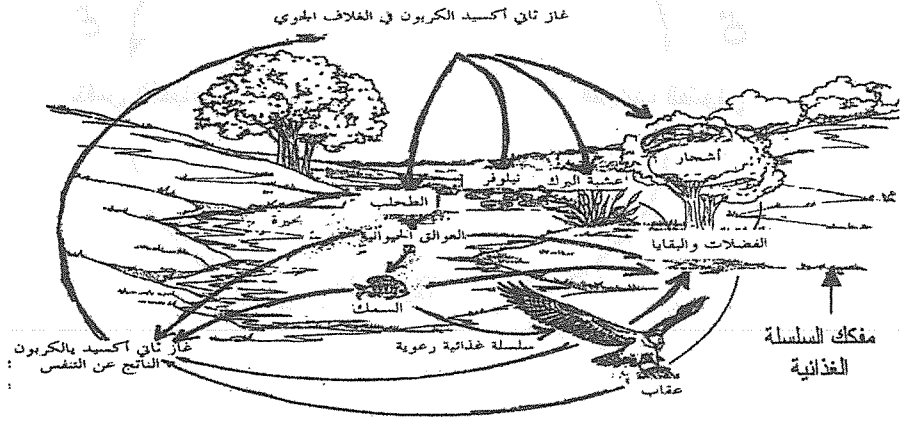
الضـــوئي، ويتم انتقاله كمادة عضوية إلى المستهلكات الأولية والثانوية والثالثة: وقد يثبت قسم منه في عظام وهياكل الكائنات الحية، وهذا خسارة في احتياطي CO_2.

لكـــن يـــوجد ربح في احتياطي Co_2، ناجمة عن عمليات التنفس الحيواني النباتي، وعمليات التخمر والاحتراق والصناعة والبراكين. شكل (٧٦).



نموذج نظامي مبسط لدورة المياه. شكل (٧٥)

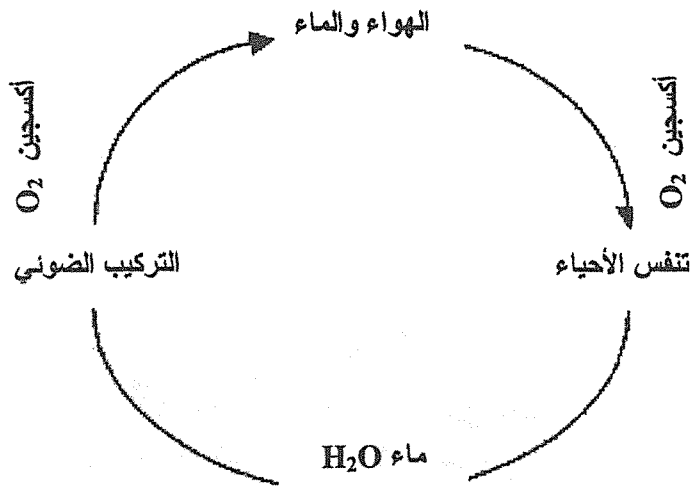
دورة الكربون جيئة وذهاباً بين البيئة (الماء والهواء) والكائنات الحية شكل (٧٦)



وكما هو ممثل هنا، فإنه بادئ الأمر يحجز من قبل النباتات، ثم يحرر إلى العوالق، اللواحم والمفككات، ويتحرر غاز ثنائي أكسيد الكربون من تحطم المواد العضوية أثناء إنتاج الطاقة في هذه الكائنات الحية.

٣- دورة الأوكسجين:

يتواجد الأوكسجين في الهواء بنسبة ٢٠,٥%، كما يتواجد منحلاً في الماء، ويتحد الأوكسجين الوليد مع الأوكسجين الجزيء لتشكيل الأوزون، الذي يتواجد في طبقة الستراتوسفير، وينتج O_2 من عملية التركيب الضوئي والكيميائي، ويعتبر عنصر الأوكسجين عنصراً فعالاً، إذ يتحد مع الكربون، ويشكل ثنائي أكسيد الكربون ويدور معه في الغلاف الجوي أو في الماء. يتحد الأوكسجين مع النتروجين في أعالي الجو بوساطة الطاقة الناتجة عن البرق، لتشكيل أكاسيد النتروجين والتي تنحل في مياه الأمطار، فيتشكل حمض الآزوت، وفي التربة يتحد حمض الآزوت مع أملاح التربة، ليشكل النترات، وقد تبقى في التربة لفترات طويلة أو قصيرة يستهلك الأوكسجين في التنفس، ويطرح في عملية التركيب الضوئي. شكل (٧٧)



دورة الأوكسجين شكل (٧٧)

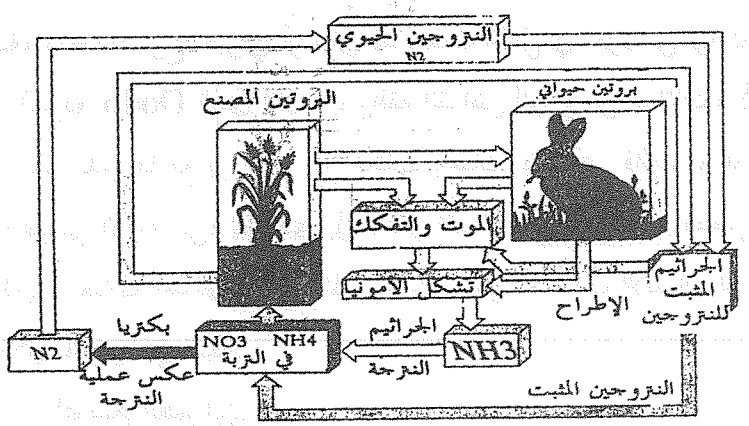
٤- دورة النتروجين Nitrogen Cycle:

يـــوجد النتـــروجين حراً في الهواء الجوي بنسبة ٧٨%، ويدخل في تركيب المـــادة العضوية عموماً، وسيتوبلاسما الكائنات الحية على وجه الخصوص، ويدخل النتروجين في تركيب البروتينات والأحماض الأمينية والحموض النووية، والنتروجين بشكل نترات في التربة.

ويثـــبت النتـــروجين حـــيوياً بوساطة الأحياء الدقيقة كالعصيات الجذرية المتعايشة مع جذور البقول، وكذلك بفعل جراثيم التربة الهوائية، كما أن الطحالب الزرقاء الخضراء قادرة على تثبيت الآزوت الحر.

إن مصـــدر النتـــروجين في التـــربة هو تفكك المواد العضوية بفعل جراثيم وفطريات التربة المعروفة بالمجموعة المفككة إلى نشادر ثم نترات، ويتغذى الحيوان، والإنسان على النباتات فيتشكل النتروجين في صورة بروتين في عالم الحيوان.

تتم دورة النتروجين من الهواء إلى التربة والماء إلى النبات فالحيوان فالإنسان فالتربة فالهواء مرة أخرى. شكل (٧٨)



شكل نظامي لدورة الآزوت في نظام بيئي أرضي.

التوازن في النظام البيئي:

كمـــا عرفنا سابقاً إن مكونات النظام البيئي من مكونات حية، ومكونات غـــير حية. وهناك تفاعلات مستمرة بين الكائنات الحية مع بعضها بعضاً من جهة، ومـــع المكـــونات غـــير الحية من جهة أخرى، لذلك فإن النظام البيئي أشبه بنظام ديناميكي متحرك باستمرار فيه التجديد، فيه النقص فيه الزيادة وبشكل عام يحاول النظام البيئي أن يعوض النقص أو الخسارة، لتبقى مكوناته متوازنة سواء أكانت من المكونات الحية أم غير الحية، فمثلاً تقوم الكائنات المفترسة والمتطفلات بدور فعال في حفظ التوازن البيئي بين الكائنات، فإذا ازداد عدد أفراد جماعة، فإن هناك أنواعاً كـــثير مـــن كائنات حية تكون مستعدة لافتراسها، ويتم التوازن بطريقة حيوية. والتوازن هو حالة من التوازن بين المكونات في الطبيعة، بين الكائنات الحية وبيئتها وهو ما نسعى من أجله، إلا أن الإنسان ومن خلال أنشطة مختلفة قد أخل بالتوازن البيئي في أكثر من مستوى من مستويات الاغتذاء.

فمـــثلاً، اســـتخدام مبـــيدات الحشـــرات قد قضت على الحشرات النافعة والضارة، وأضرت بالطيور، وبكل الأحياء التي تدخل في السلسلة الغذائية والشبكة الغذائـــية، واختفاء نوع حيواني أو نباتي قد يحدث الخلل في جزء من توازن البيئة. وطائـــر الدودو Dodo الذي انقرض، رافقه انقراض أنواع من النباتات، لأن هذا الكـــائن نشر بذورها مع برازه في كل مكان، وهناك مثال آخر فالقضاء على طائر الـــبوم وعلـــى الأفاعـــي، يـــؤدي إلى تكاثر الفئران التي هي الغذاء المفضل لهذين الحـــيوانين، ولغياب أعدائها فتكت بالمزروعات، ومن ممارسات الإنسان التي تؤدي إلى الإخلال بالتوازن في البيئة:

١- التوسع العمراني:

إن قطـــع الأشجار وإزالة الغابات من أجل البناء، يعني إيقاف الغذاء وإنتاج الأوكسجين فيها، والقضاء على الحيوانات التي تعيش فيها، لذلك يعد الغطاء النباتي

رئـــة العـــالم، ناهيك عن فوائده الأخرى (الاستفادة من الأخشاب، ملجأ للأحياء المتنوعة، تلطيف درجات الحرارة)، وعلى جانبي الطريق بين حماة ومصياف نشاهد بوضوح آثار تدخل الإنسان في قطع أشجار الغابات، و لم يتبق إلا شجيرات مبعثرة بين كتل الصخور، التي تعرت من التربة التي تغطيها.

قوانين التوازن:

تخضع النظم البيئية إلى مبادئ عامة أو قواعد أساسية، تحكم الأفراد بالنسبة لعمليات التكاثر والاغتذاء والهجرة والتنافس، وهذه القوانين شبيهة بالقوانين نفسها الـــتي تـــنظم حياة الشعوب وعلاقات الأفراد فيما بينهم، أو علاقاتهم مع الشعوب الأخـــرى شـــامل مختلف طرق الحياة وتوجد كثير من القوانين للبيئة داخل النظام البيئي، وسوف نكتفي هنا بذكر قانونين من قوانين التوازن:

١- القانـــون الأول: قانون العوامل المحـــددة Law of limiting factors:

نلاحـــظ من خلال الدراسات التي أجريت على نمو نبات القمح والتي قدمه العالم "ليبيغ" Liebig أنه يزداد نمواً إذا ما هيأنا للنبات مزيداً من عنصر الفوسفور في التـــربة، ولكن إضافة هذا العنصر بكميات كبيرة لا يؤثر في زيادة المحصول، بل علـــى العكـــس ينخفض المحصول بدرجة ملحوظة، بسبب قلة النتروجين في التربة فعنصـــر النتروجين إذاً هو العامل المحدد في هذه الحالة، وتزداد كمية المحصول طرداً مع زيادة النتروجين في التربة، ولكن بتكرار عملية التسميد، فإننا نصل إلى المرحلة الـــتي لن تجدي عندها أية إضافات للنتروجين، أي يجب أن نبحث عن عامل بيئي آخـــر، يـــتدخل ليصبح بدوره محدداً، قد يكون هو الماء مثلاً، وأن هناك حدٌ أدنى يجب أن تكون عليه هذه العوامل، ولا بد أن يكون لوجودها أيضاً حد أقصى.

٢- القانـــــون الثاني: قانون العوامـــل المحفزة Law of trigger factors:

في الـــنظام البيئـــي قد يحدث أن يتغير أحد العوامل ـــ أياً كانت طبيعة هذا العامل، ويتسبب عن تغييره سلسلة من التغيرات المتلاحقة، ويسمى حينئذ بالعامل المحفز، ولنضرب مثالاً على النظام البيئي، ولنفرض أن درجة الحرارة ارتفعت بمقدار ثـــلاث درجات مئوية يتبع ازدياد في امتصاص الماء من قبل الجذور، وتزداد سرعة فقدا ن النبات للماء على شكل بخار عن طريق أوراقه، فيشبع الهواء المحيط بالنبات بـــبخار الماء، أي أن الرطوبة تعلو حول النبات، وتستمر هذه العمليات تلاحق كل واحدة منها الأخرى.

الفصل السادس

العلاقة بين الإنسان والبيئة

- دور الإنسان في الطبيعة والموارد البيئية.
- المشكلات البيئية وأنواعها.

دور الإنسان في الطبيعة:

بـــدأ تـــأثير الإنسان في البيئة منذ الأيام الأولى لوجوده على سطح الأرض، واختلف هذا التأثير باختلاف مراحل تطور الحياة البشرية، وهذه المراحل هي:

مـــرحلة الجمـــع: جمع الثمار وأوراق النبات والمواد الأخرى التي يحتاجها الإنسان في ملبسه أو مسكنه.

مـــرحلة الصيد: حيث صنع الإنسان الأدوات اللازمة لمرحلة الصيد، وكان الأثر الكبير لدى الإنسان في اكتشافه النار، وبدأ الإنسان باستعمال النار في الصيد وذلك بحرق الغابة والقبض على الحيوانات المحصورة فيها.

مرحلة تربية الماشية ورعي الحيوانات حيث قام الإنسان بتدجين العديد من الحيوانات البرية وتربيتها في مختلف المناطق.

مرحلة الزراعة: حيث بدأ الإنسان يهتم بالزراعة في أحواض الأنهار، وأهتم بإقامة السدود مثل سد مأرب لتحسين مردود المحاصيل الزراعية.

مـــرحلة الصناعة: اهتم الإنسان بالتوسع في بناء المدن والإنشاءات الهندسية الضخمة المختلفة إلى أن وصل مرحلة غزو الفضاء.

لقد رافق التطور الإنساني زيادة في عدد السكان مما أدى إلى زيادة في الطلب على الغذاء وبالتالي استنزاف سريع لموارد البيئة.

الموارد البيئية:

كل مكون من مكونات البيئة يعد ضرورياً لحياة الكائنات الحية

وهي إمكانات مادية أوقدروية أو حية، تحتوي عليها بيئة من البيئات، دون أن يكـــون للإنسان داخل في وجودها، وتشكل أساساً للتنمية الاقتصادية ومصادر للطاقة والغذاء.

أنواع الموارد البيئية:

تقسم الموارد البيئية على سطح الأرض من حيث مدى بقائها واستمرار الاستفادة منها إلى موارد متجددة وموارد غير متجددة.

الموارد الطبيعية المتجددة Renewalbe Natural Resources:

وهي الموارد التي يمكن للبيئة أن تعوضها في حالة استهلاكها من الإنسان وغير الإنسان، إذا ما توفرت لها الظروف المناسبة مثل الماء والتربة والغابات والمراعي والأحياء البرية والأسماك، وقد تصبح عرضة للإبادة إذا لم نحسن استغلالها، كما أن التطور التقني غير المنظم أو السلوك العشوائي للأفراد قد يسبب انقراضها، ويشكل خطراً على السكان وعلى التوازن البيئي.

الموارد الطبيعية غير المتجددة Non Renewalbe Natural Resources

وهي الموارد التي يؤدي استغلالها إلى نقص متواصل في مخزونها الطبيعي توجد بكميات محدودة، منها الثروات المعدنية المختلفة كمناجم الحديد والنحاس والذهب والفضة بالإضافة إلى الوقود المستحاثي، وهذه الموارد غير قابلة للتجدد خلال مدة حياة الإنسان، وستنضب عاجلاً أم آجلاً، وأن التعامل العقلاني والرشيد مع البيئة سيحافظ على هذه الموارد لأن الاستمرار في الاستهلاك الكبير لها، سيؤدي إلى خلق مشاكل بيئية كبيرة. شكل (٧٩)

الطاقة:

تعتبر الطاقة محرك التطور الصناعي، فهي تستخدم في المنازل والمواصلات والآليات الزراعية، حيث تستخدم في إدارة الآليات المازوت أو البنزين، وتستخدم الدول النامية مصادر طاقة أخرى منها الأيدي العاملة والطاقة الحيوانية والحطب ومختلف المحاصيل، ومع التقدم العلمي والتقني أصبح الناس يستخدمون طاقة نابجة من حرق الوقود المستحاثي.

وإن الدول المتقدمة تستعمل ٧٢% من الطاقة المنتجة عالمياً، وهذا يؤثر على البيئة، ويسبب مشاكل مثل المطر الحامضي والاحتباس الحراري واستنـــزاف طبقة الأوزون.

الطاقة غير المتجددة:

أ. الوقود المستحاثي:

يســـبب استخدام الوقود المستحاثي (الفحم والنفط والغاز الطبيعي) تلوثاً في البيئة مثال إطلاق غاز ثنائي أكسيد الكربون، الذي يسبب ظاهرة الاحترار العالمي (الاحتـــباس الحـــراري)، وهو تسخين الأرض، كما أن استعمال الوقود يؤدي إلى ظهـــور مشاكل متعددة مثل المطر الحامضي واختلال التوازن المناخي وذوبان جليد القطب الشمالي وارتفاع مستوى البحر وظهور مشاكل التصحر.

ب. الطاقة النووية:

توصـــف الطاقـــة النووية بأنها البديل النظيف للوقود المستحاثي، لكن هناك مخلفات جانبية غير مستحبة. وما حدث في تشرنوبل في أوكرانيا حملت إشعاعات تعـــادل الإشـــعاعات التي تنتجها ٢٠٠٠ قنبلة نووية من حجم القنبلة التي دمرت مدينة هيروشيما من الوجود عام ١٩٤٥م.

الطاقة المتجددة:

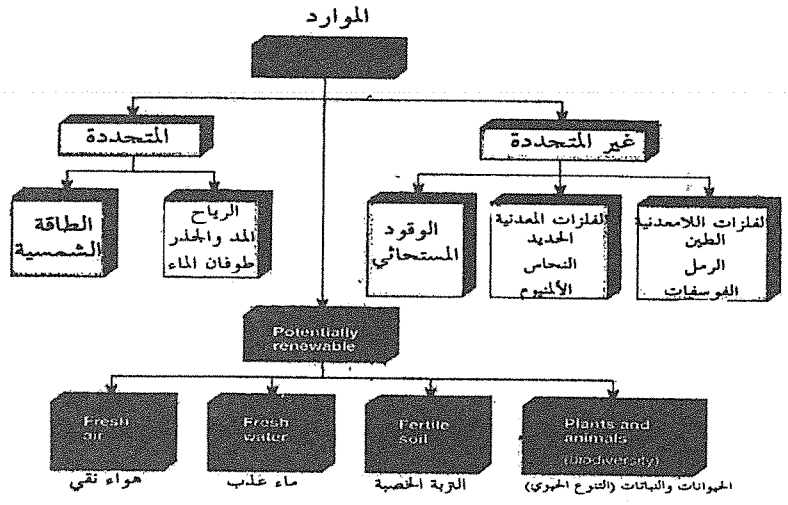
الطاقة الشمسية:

تعد الشمس مصدر الطاقة الأكثر توافراً وتجدداً، ويمكن للطاقة الشمسية أن تحل مكان الوقود المستحاثي التقليدي والحطب، حيث تكون الطاقة الأخرى نادرة وغالـــية الـــثمن وتســـاهم الطاقة الشمسية في عملية تسخين الماء والتدفئة وتوليد الكهرباء والطبخ.

السخان الشمسي:

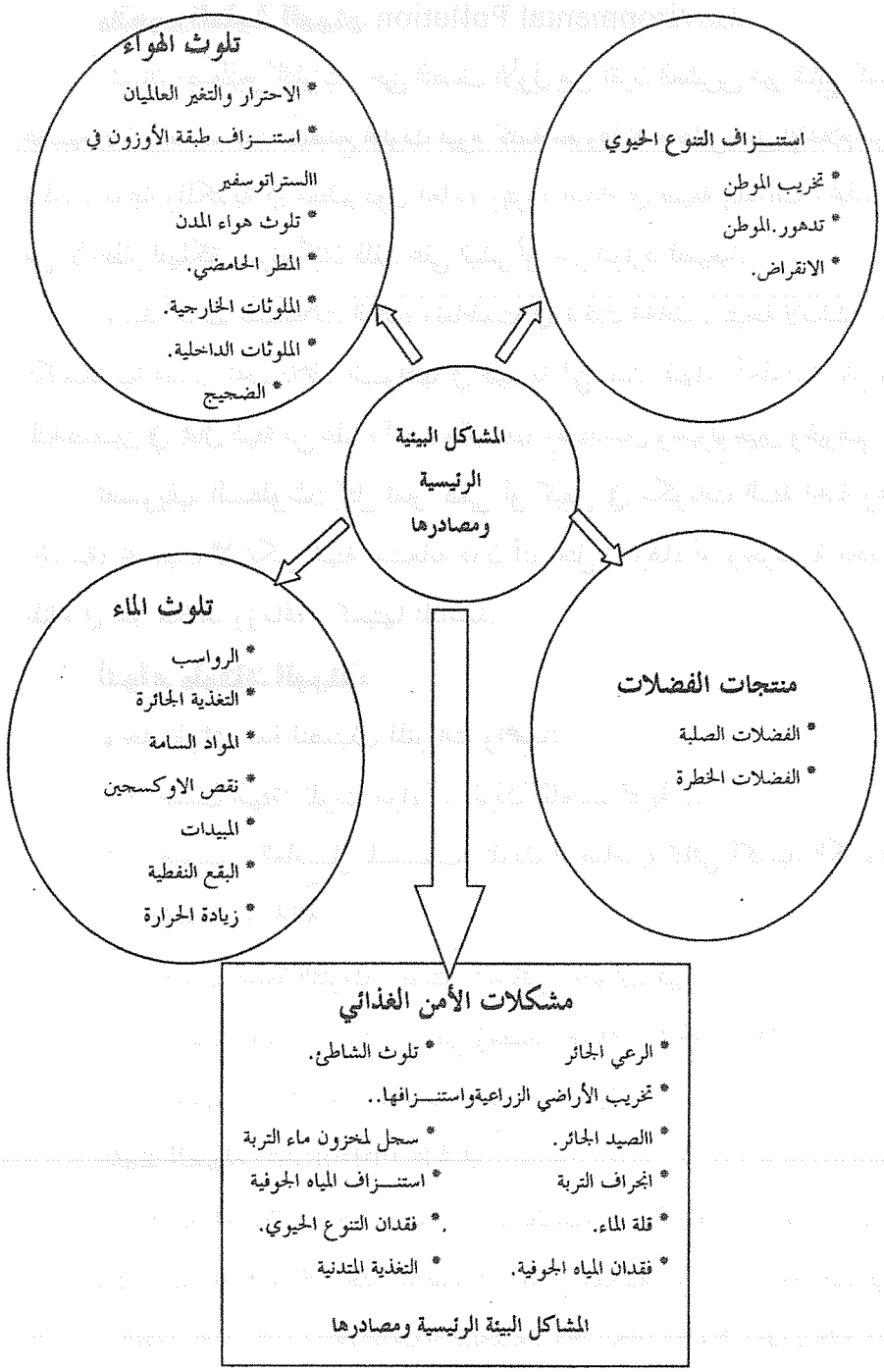
حسنات التسخين الشمسي:

- الطاقة الشمسية نظيفة واستعمالها لا يؤدي إلى تلوث البيئة.
- يـــؤدي استخدام الطاقة الشمسية إلى تقليل الاعتماد على مشتقات الوقود والكهرباء.
- الطاقة الشمسية تخفف من استعمال الحطب وقطع الأشجار.
- اعتماد الطاقة الشمسية يخفف على النساء والأطفال من الساعات الطويلة التي يمضونها في جمع الحطب.
- توافر الماء الساخن في كل الأوقات يشجع السكان على السعي إلى النظافة.
- اعتماد الطاقة الشمسية يخفف إمكان حدوث الحرائق وتقي الأطفال شرها.
- تســـخين الماء بالطاقة الشمسية يوفر روث البقر الذي هو مصدر تقليدي آخر في المناطق الريفية.
- الطاقة الشمسية ملائمة اقتصادياً وسهلة المنال.



شكل (٧٩)

المصادر الرئيسية للموارد الطبيعية المخطط غير ثابت إن الموارد المتجددة تلقائياً قد تتحول إلى موارد غير متجددة، إذا استخدمت الموارد المتجددة لوقت طويل وبسرعة أكبر من سرعة عملية التجديد.


تلوث الهواء
* الاحترار والتغير العالميان
* استنـــزاف طبقة الأوزون في االستراتوسفير
* تلوث هواء المدن
* المطر الحامضي.
* الملوثات الخارجية.
* الملوثات الداخلية.
* الضجيج
استنـــزاف التنوع الحيوي
* تخريب الموطن
* تدهور.الموطن
* الانقراض.
المشاكل البيئية الرئيسية ومصادرها
تلوث الماء
* الرواسب
* التغذية الجائرة
* المواد السامة
* نقص الاوكسجين
* المبيدات
* البقع النفطية
* زيادة الحرارة
منتجات الفضلات
* الفضلات الصلبة
* الفضلات الخطرة
مشكلات الأمن الغذائي
* الرعي الجائر
* تلوث الشاطئ.
* تخريب الأراضي الزراعيةواستنـــزافها..
* االصيد الجائر.
* سجل لمخزون ماء التربة
* انجراف التربة
* استنـــزاف المياه الجوفية
* قلة الماء.
* فقدان التنوع الحيوي.
* فقدان المياه الجوفية.
* التغذية المتدنية
المشاكل البيئة الرئيسية ومصادرها

مفهوم التلوث البيئي Environmental Pollution:

كـــان مصطلح "التلوث" حتى النصف الأول من القرن العشرين غير شائع كما و علـــيه الآن، فقـــد غدا مصطلح التلوث اليوم كلمة معروفة تتداولها وسائل الإعلام المرئية والمســـموعة والمكتوبة في معظم دول العالم، ويتردد صداه في صيغة إنذارات وتحذيرات من الأخطار المهلكة، سواء أكان ذلك على البشر أو على الموارد الطبيعية.

لقـــد كثرت المشكلات البيئية، وتعاظمت في الوقت الحاضر، نتيجة لانتشار المواد الكيميائـــية علـــى اخـــتلاف أنـــواعها في البيـــئة التي نعيش فيها، وأخذت تشغل بال المتخصصين في مجال البيئة من علماء أحياء وكيمياء، ومهندسين وجيولوجيين وغيرهم.

تعـــريف الـــتلوث: كل تغير كمي أو كيفي في مكونات البيئة الحية وغير الحـــية، بحـــيث لا يمكن للبيئة استيعابه دون أن يختل توازنها، أو وجود أية مادة أو طاقة في غير مكانها وزمانها وكميتها المناسبة.

أنواع ملوثات البيئة:

يوجد طرائق عدة لتصنيف الملوثات وأهمها:

١- حسب البيئة: تلوث هواء ـــ تلوث الماء ـــ التربة...

٢- حســـب العامـــل المســـبب: تلوث الرصاص، ثنائي أكسيد الكربون، الفضلات الجافة.

٣- حسب طبيعة التلوث: تلوث كيميائي، حيوي، فيزيائي....

٤- حسب المصدر: مصدر طبيعي ومصدر صناعي شكل (٨٠).

٥- حسب المنشأ: ملوثات أولية وملوثات ثانوية.

تلوث الهواء (Air Pollution):

المفارقـــة الغريبة أن يكون أغلى شيء بالنسبة للحياة، هو أرخص شيء في الوجـــود، إنـــه الهواء، فلا أحد يستطيع أن يدعي ملكيته، ولا أن يبيعه كما يبيع الأرض والطعـــام أو الماء، فالهواء مباح للجميع، ولا مكان له ولا وطن، لأنه دائم

الحـــركة من منطقة إلى منطقة، أو قارة إلى أخرى، والحفاظ عليه من الدنس والتلوث هي مسؤوليتنا جميعاً، فمن ذا الذي يستطيع أن يستغني عن الهواء لدقائق معدودات؟

إن الإنســـان قـــد يمتنع عن الطعام أسبوعين أو ثلاثة، وقد يتحمل العطش يـــومين أو ثلاثة، لكنه لا يستطيع أن يمتنع عن التنفس دقيقتين أو ثلاثة، فهناك أمر إجـــباري من جهازه العصبي بضرورة استنشاق الهواء،حتى لو كان يحوي غازات سامة، فالجسم يفضل الموت مسموماً على الموت مخنوقاً... في الهواء تكمن "شعلة" الحـــياة بدونها تنطفئ، وتختفي، وكثيراً ما يتحدث الناس عن تلوث الماء والطعام، لكنهم نادراً ما يذكرون الهواء، رغم أن التلوث حادث ليلاً ونهاراً، وقد يرجع إلى ذلـــك عـــدم حساسية الأنف البشرية لاكتشاف التلوث، وما أندس في الهواء من غازات ضارة وما علق به من أجسام فيها أذى للناس.

صـــحيح أن التلوث قد يكون طفيفاً وغير محسوس، ولكن ذلك لا يعني أن أثره الضار غير ملموس إذا عرفنا أننا نستهلك من الهواء أكثر مما نستهلك من الماء والطعام في حياتنا.

يتكون الهواء الجوي النقي من خليط من الغازات، نسبة هذه الغازات في الهواء كما يلي:

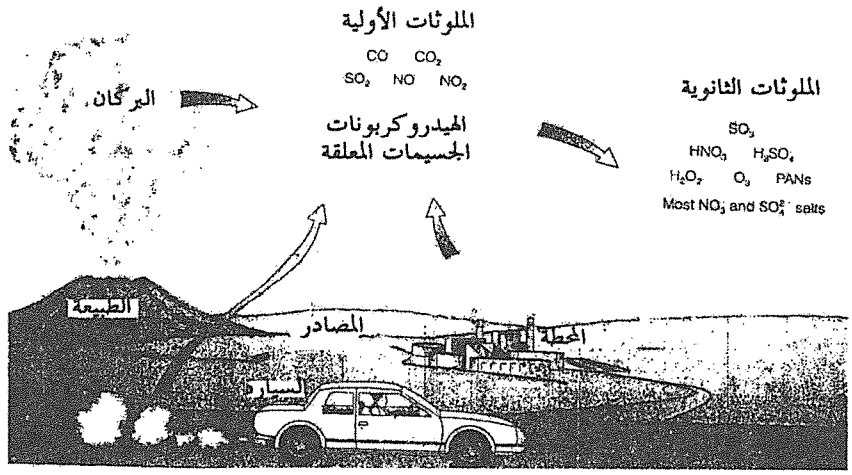
مكونات الهواء الجوي

ا.ا.ا:	ا.ا. ت
النتروجين	%٧٨.١
أوكسجين	%٢٠.٩
ثنائي أكسيد الكربون	% ٠.٠٣
الأرغون	%٠.٩٣
نيون	١٠×١.٨^{-٣}
ميثان	١٠×١.٤^{-٤}
كريبتون	١٠×١.١٤^{-٤}
أحادي أكسيد النتروجين	$١٠-٥^{-٥}$

وتعتـــبر كـــل مادة غير موجودة في الهواء الجوي، وليست ناتجة عن عملية طبيعية مادة ملوثة "Pollutant" أو زيادة في المكونات الطبيعية، وتصنف ملوثات الهـــواء إلى ثنائي أكسيد الكربون، أحادي أكسيد الكربون، وأكاسيد النتروجين، وثنائـــي أكســـيد الكبريت، وثالث أكسيد الكبريت، وعناصر نووية، معادن ثقيلة ومركبات معدنية، وغازات نادرة.

وتنتج هذه الغازات،وتلوث هواء المدن من عوادم السيارات، ودخان المصانع (الشـــكل ٨١) فمن وقود السيارات ينتج أحادي أكسيد الكربون، وثنائي أكسيد الكـــبريت، وثالـــث أكسيد الكبريت، ومركبات الرصاص من أنواع الوقود التي يضاف لها رباعي ايتيل الرصاص.

ويحتوي دخان المصانع على غازات سامة، نتتج من حرق الفحم الحجري " Coal" أو زيت الوقود "Fuel Oil" أو العمليات الكيميائية المختلفة بشكل عام، وتقسم الملوثات إلى ملوثات غازية وملوثات دقائقية.



مصادر وأنماط ملوثات الهواء ـــ الملوثات الآتية من الإنسان تأتي من السيارات (المحطات الطاقية والمعامل الصناعية)

الملوثات الأساسية يمكن أن تتفاعل مع عناصر كيميائية أخرى في الهواء لتشكيل ملوثات ثانوية شكل (٨٠)

أ. **الملوثات الغازية.**

١- **غـــاز ثنائـــي أكسيد الكربون CO_2:** مركب أساسي في الجو، ويشكل حالياً ٣٢٥ جزءاً بالمليون، ولا يعتبر ملوثاً للهواء في الحالات الطبيعة، إلا أنه عندما تزداد كميـــته لحـــد كبير، يؤدي إلى حدوث تأثيرات فيزيولوجية سلبية، تنجم عن امتصاصه للأشعة الحمراء المنبعثة عن سطح الأرض. مما يؤدي لزيادة في درجة حرارة الجو والأرض ممـــا يؤدي إلى تغيرات كبيرة، منها على سبيل المثال... ارتفاع مياه البحار والمحيطات إلى مـــا بين ١٠٠-٢٠٠ متر، نتيجة ذوبان جبال الثلوج الضخمة عند القطبين بفعل ارتفاع الحرارة الناتجة من زيادة غاز ثنائي أكسيد الكربون في الغلاف الهوائي.

- كما أن تخريب الغابات أيضاً يسهم في زيادة نسبة CO_2 في الجو بسبب عدم استخدامه في التركيب الضوئي، وتغير هذه الزيادة المتلاحقة في الغلاف الجوي حلقة الكربون في المحيط الجوي والتي تعد ظاهرة بيئية هامة جداً.

- تعـــزى الـــزيادة السنوية في كمية CO_2 في الجو إلى زيادة الاعتماد في الوقـــود "بتـــرول، فحـــم" عمليات توليد الطاقة، إضافة لما تطلقه المحركات ذات الانفجار الداخلي، ففي محرك السيارة عندما يحترق الوقود "الأوكتان مثلاً" هو:

$$2C_8H_{18} + 25\ O_2 \longrightarrow 16\ CO_2 + 18\ H_2O$$

نواتج هذا التفاعل هي: ثنائي أكسيد الكربون وبخار الماء وهما غير ضارين، ولكن هذا التفاعل عادة يعطي الهيدروكربونات غير المحروقة وأسود الكربون الدقيق، وهذه المركبات تسبب السرطان.

٢- غاز أحادي أكسيد الكربون:

وهـــو أكثر ملوثات الغلاف الجوي انتشاراً، ويتراوح وجوده الطبيعي بين ٠,١ و ٠,٢ جزء بالمليون وكنسبة متوسطة نحو ٠,١٢ جزءاً بالمليون، وينتج أيضاً مـــن محـــرك الســـيارة، ومـــن حرق الفضلات،ومن حرائق الغابات، ومن بعض التخمرات في وسط هوائي.

وطبيعي أن أكثر المناطق تلوثاً بهذا الغاز هي أكثرها ازدحاماً بالسيارات، ولا شـــك أن كـــل المـــدن الكبيرة في العالم لها في غلافها الهوائي من أحادي أكسيد الكـــربون النصـــيب الأكبر وهو غاز سام جداً، لأنه يحل محل الأكسجين في الدم، ويمنعه من الوصول إلى المناطق التي يحتاجها.

ويتحد خضاب الدم بأحادي أكسيد الكربون

$$Hb + CO \longrightarrow HbCO$$

ويتم هذا الاتحاد بسهولة أكبر بكثير من اتحاد خضاب الدم بالأوكسجين.

٣- **أكاسيد النتروجين:** تنتج هذه الغازات في محرك السيارة، عند درجات الحـــرارة العالية، وتحت تأثير الضغط، حيث يتفاعل أكسجين الهواء مع النتروجين الهواء، ويتكون أكسيد النتروجين.

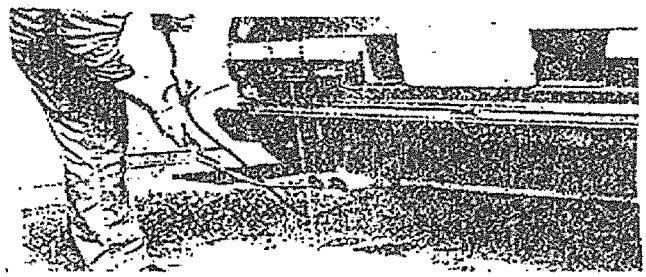
$$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO$$

ثم يـــتحد NO مع أوكسجين الهواء مكوناً NO_2، والذي يتفاعل بدوره مع بخار الماء، معطياً حمض الآزوت

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

$$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$$

وحمـــض الآزوت كبقية الحموض المعدنية يسبب التآكل، وهو عامل مؤكسد قوي لكل أنواع الحياة، ويتفكك ثنائي أكسيد النتروجين NO_2 بوجود الأشعة فوق البنفسجية إلى أحادي أكسيد النتروجين، وذرة أكسجين تتميز بنشاط وفعالية.



عوادم السيارات تشكل نسبة كبيرة من تلوث الهواء شكل (٨١)

$$NO_2 \xrightarrow{\text{أشعة فوق البنفسجية}} NO + O$$

وتتفاعل ذرة الأوكسجين مع جزيء الأوكسجين مكونة جزيء الأوزون.

$$O_2 + O \longrightarrow O_3$$

ويعتبر الأوزون نوع من مركبات الأوكسجين، يتميز بفعالية في أقسام الأنسجة في الحيوان والنباتات على السواء.

ويتفاعل الأوزون بدوره مع NO حسب التفاعل.

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

NO_2 يعتبر عاملاً فعالاً غير مباشر في خفض سماكة الأوزون الواقية لسطح الكرة الأرضية من تأثير الأشعة فوق البنفسجية الضارة، فإن الغلاف الهوائي يستقبل أكثر من "١٢٠" مليون طن من أكاسيد غاز النتروجين على المستوى العالمي، تشارك الولايات المتحدة الأمريكية بـ "٢٥" مليون طن منه. كما أن CFC_S تلعب أيضاً دوراً كبيراً في خفض سماكة الأوزون ووصول كميات كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية شكل (٨٢)

كما يكون NO_2 عاملاً أساسياً في تشكل الدخان الضبابي SMOG الضبخان (الضباب المختلط بالدخان) في أجواء المدن، ولقد سبب تلوث الهواء كوارث صحية في القرن الماضي من بينها ما حدث في بلجيكا في ١٩٣٠، عندما تسبب الدخان المختلط بالضباب في وفاة ستين شخصاً في "كانون الأول" من ذلك العام. شكل (٨٣)

في كتابه القيم " الإنسان وبيئية" يذكر (دون أرثر) شيئاً عن المأساة التي حلت ببعض سكان لندن عام ١٩٥٢، فيقول إن النفايات الصناعية المنطلقة في الهواء لا شك تسبب اضطرابات ومضايقات في الجهاز التنفسي، لهذا فإن ظهور الالتهابات الرئوية بين سكان المدن أكثر بحوالي خمس مرات من سكان الريف... إن "الضبخان" أي الضباب المختلط بالدخان، الذي حل بلندن ١٩٥٢، كان بمثابة

تجسيد حي لما يمكن أن يؤدي إليه تلوث الهواء، الذي تسبب في موت الأربعة آلاف نسمة... إذ أمكن عزل حوالي خمسين مركباً من الضبخان، وتبين أن بعضها من المواد المسببة للسرطان مثل ٣-٤ بنزبيرين "Benz pyrene" فقد وجدت في جو المدن بتراكيز تتراوح ما بين ٨-١٢ مرة قدر تركيزها في الخلاء. شكل (٨٣)

يعد ثنائي أكسيد النتروجين NO_2 الأشد ضرراً من بقية المركبات الآزوتية، فهويثبط نمو بعض النباتات، أو أنه يسبب ظهور آفات تتصف بظهور صبغ زجاجية أو معدنية المظهر على الوجه السفلي للورقة، إذ يعمل على تثبيط التركيب الضوئي لدى بعض المجموعات النباتية كالباذنجان مثلاً، ويسبب لدى بعضها الآخر تغيراً في نفوذية الأغشية، أو تخريب الشبكة البلاسمية الداخلية في خلايا بعض النباتات.

٤- **أكاسيد الكبريت:** تحتوي أنواع الوقود على نسبة من الكبريت الذي يتفاعل مع الأوكسجين معطياً ثنائي أكسيد الكبريت وثالث أكسيد الكبريت.

$$2S + 2\ O_2 \longrightarrow 2\ SO_2$$

$$2\ SO_2 + O_2 \longrightarrow 2\ SO_3$$

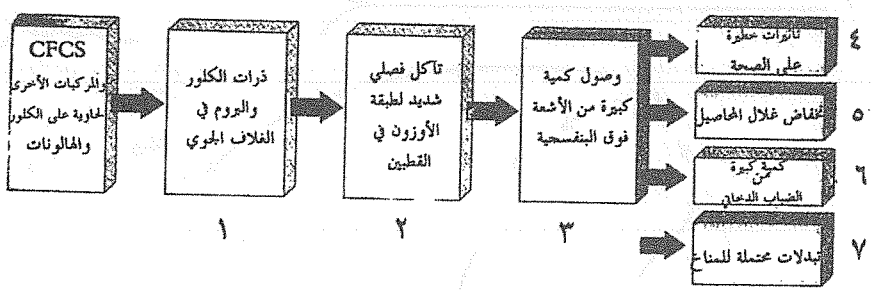
ويتفاعل ثالث أكسيد الكبريت مع الماء "الرطوبة في الهواء" مكوناً حمض الكبريت:

$$2\ SO_3 + 2\ H_2O \longrightarrow 2\ H_2S\ O_4$$

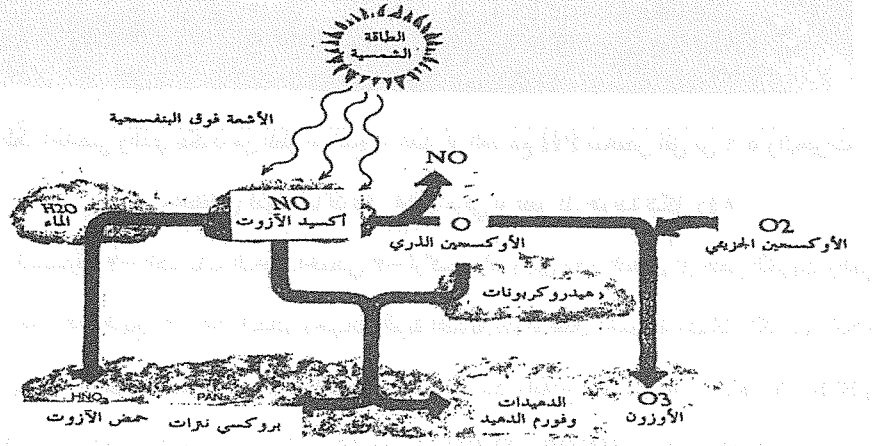
يجذب حمض الكبريت جزيئات من الماء حتى يصبح قاتلاً ومميتاً، وحمض الكبريت في الهواء سام جداً لكل أنواع الحياة، ويهاجم الشعب القصبية وأنسجة الرئة في الإنسان والحيوان.

وفي حال التماس الشديد مع الغاز SO_2، يلاحظ عند الإنسان نقص في الحس والذوق والشم والتهاب الأنف، وأحياناً تصلب الرئتين وانتفاخهما.

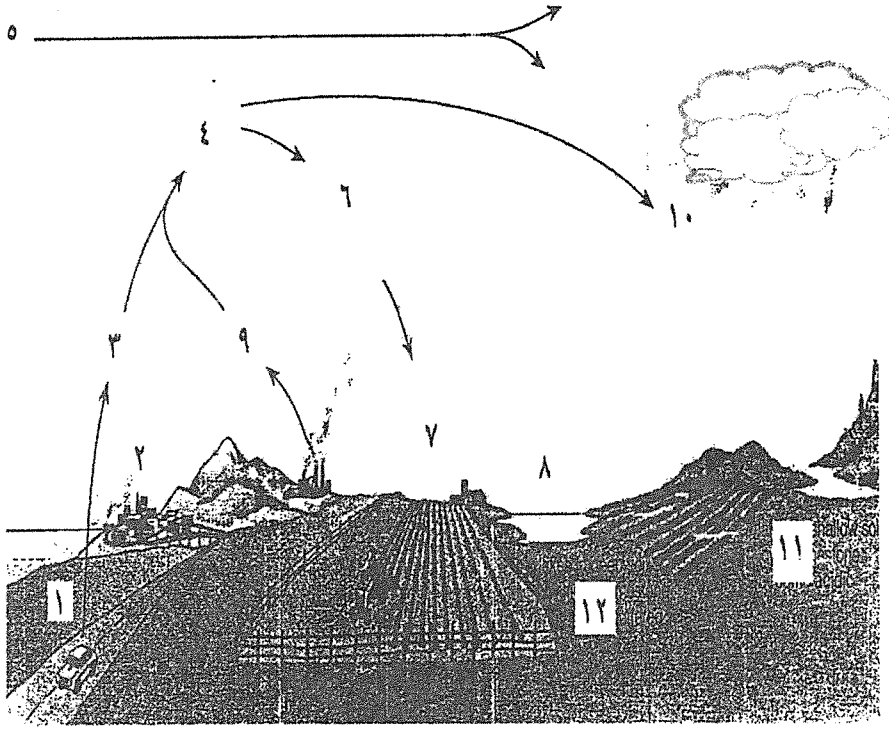
وإذا كان الجو غائماً، يتشكل عندنا المطر الحامضي "Acid Rain". شكل (٨٤-٨٥).



رسم تخطيطي لتآكل طبقة الأوزون، وآثارها المحتملة ، النماذج (١-٣) مقبولة على نطاق واسع،أما طبيعة ومدى التأثيرات في النماذج (٤-٧) فمازالت قيد الدراسة شكل (٨٢)

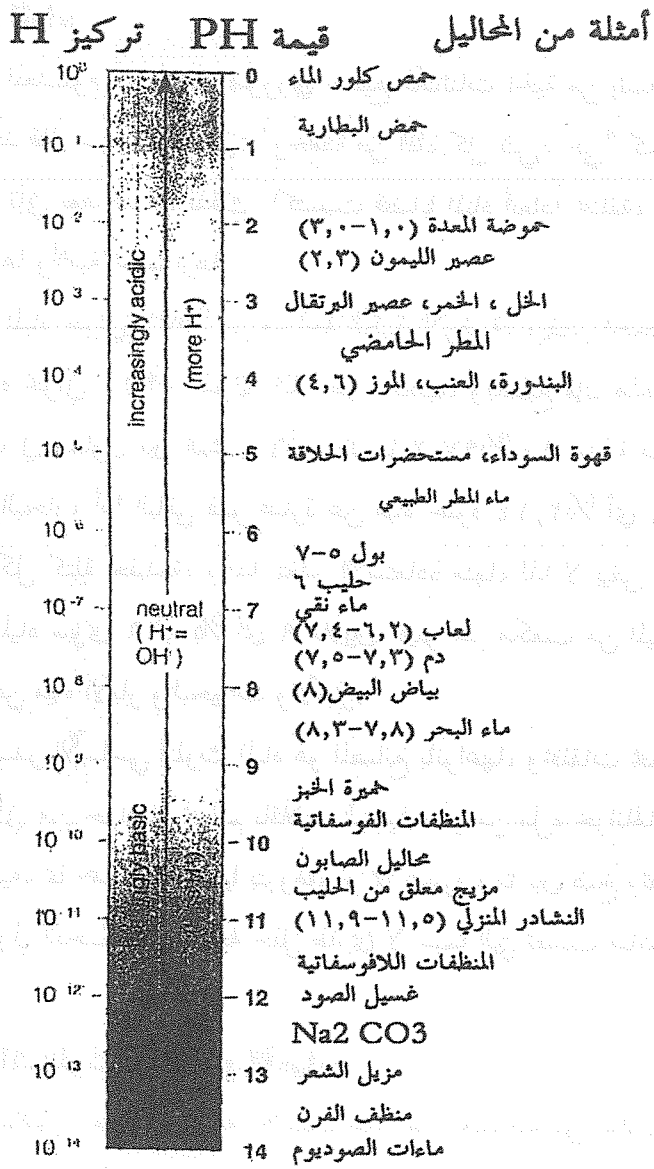


الضباب الدخاني الكيما إلضوئي (دراسة تأثير الضوء على التفاعلات الكيميائية) مخطط مبسط لمعطيات الضباب الدخاني الكيماالضوئي، وتشكل الضباب الدخاني المرتبط بتركيز الأوزون الجوي الموجود في مستو الأرض. شكل (٨٣)



المطر الحامضي والذي يتكون من المطر أو الثلج أو الغبار أو الغاز مع PH منخفض أقل من ٥,٦ والبحيرات والترب مختلفة في قدرتها أما أن تبقى محلول موقي أو تتغير إلى حموضة شكل (٨٤)

١- السيارة، ٢- الضباب الدخاني الحمضي.٣- أوكسيد النتروجين. ٤- التحول إلى حمض الكبريت وحمض النتروجين. ٥- الريح. ٦- غاز النشادر وحبيبات التربة المحمولة بالهواء تعدل الحموضة وتشكل الكبريت وأملاح الكبريت. ٧- المطر الحامضي الجاف (SO_2 وجزيئات من الكبريت وأملاح النترات). ٨- المزرعة. ٩- SO_2 و NO. ١٠- المطر الحامضي الرطب. (قطيرات من H_2SO_4 و HNO3 المنحلة في المطر والثلج). ١١- البحيرات في التربة الضحلة والفقيرة بالحجر الكلسي تصبح حامضية. ١٢- البحيرات في التربة العميقة والغنية بالحجر الكلسي تشكل محلولاً موقياً.



شكل (٨٥)

سلم PH يستخدم لقياس الحموضة والقلويات في المحاليل المائية

(القيم تظهر بشكل تقريبي، المحلول المعتدل PH= ٧ أكثر من ٧ قلوي، أقل من ٧ حمضي.

تلوث الماء:

مـــن المعلـــوم أن المـــاء ضروري لجميع الكائنات الحية من إنسان وحيوان ونـــبات، فقد قال سبحانه وتعالى: "وجعلنا من الماء كل شيء حي" كما أن أهمية الماء للإنسان تأتي بعد الهواء، لذلك اكتسبت قضايا المياه أبعاداً مختلفة، فيما يتعلق بوفرة مصادرها وأهمية استمرارها.

تغطي المياه حوالي ٧١% من مساحة الكرة الأرضية، ويقدر الحجم الإجمالي لهـــذه المـــياه بحوالي ١٣٦٠ مليون كيلو متر مكعب، وبالطبع فإن هذه الكميات الهائلة، ليست في متناول بين البشر، لأن معظمها ٩٧,٢% مياه مالحة موجودة في المحـــيطات والبحار، أما الباقي فهو عبارة عن مياه حلوة ٢,١٤% أي ٢٩ مليون كم٢ علىشكل كتلة جليدية، وهذا يتغذر الاستفادة منها، لذا لا يبقى في متناول أيديـــنا من المياه سوى ٠,٦٦% أي ٩ ملايين كيلو متر مكعب من المياه الحلوة، وهذه عبارة عن مياه الآبار والبحيرات والأنهار.

والمصـــدر الأساسي لتلوث المياه هو المصانع بأنواعها، ومخلفات مجاري المدن بعضـــها يـــأتي من حوادث تحطيم ناقلات البترول، أو من ملء خزاناتها بالماء، ثم تفـــريغها فـــيه، بما حملت من بقايا بتروله، أو مما يتسرب ما بين ضخ وتفريغ ومن آبـــار البتـــرول البحـــرية نتـــيجة خلل طارئ لا سيما التي تصيب مباشرة الأنهار والبحيرات.

تأثيرات تلوث البيئة في الأحياء:

الرصـــاص: تعـــرف سميته للإنسان منذ زمن بعيد فله دور مثبت للجهاز الأنزيمـــي، وتتجلـــى أعـــراض التسمم بالرصاص بإصابة الجهاز العصبي المركزي والمحيطـــي، وكـــذلك تظهـــر إصابات في العضلات الملساء، ولقد ظهر كثير من الإصـــابات الجســـدية في الحيوانات المنـــزلية كالأبقار والماعز في المراعي المجاورة لمراكز استخلاص الرصاص أو صهره.

كمـــا وجـــد أن الرصـــاص يؤثر في الكائنات الحية الأخرى، فقد أظهرت الدراسات في ولاية Illinois على سبيل المثال، أن كميات الرصاص لدى الطيور المغردة في المدينة أعلى من مثيلاتها في الريف، وفي دراسة مماثلة على الجرذان وفئران الحقـــول التي تعيش على الطرقات العامة الرئيسة، تكون لديها كميات مرتفعة من الرصاص أكثر من فئران الحقول والقوارض التي تعيش قرب الطرقات الفرعية.

وتظهـــر التقاريـــر المـــتعددة أن نسبة الإجهاض التلقائي أعلى بكثير لدى الحـــيوانات الذين تعرضوا لنسب عالية من الرصاص، كما تبين من الدراسات أن هـــناك نقصاً في الإخصاب عند ذكور الحيوانات المتواجدة في أماكن تحوي كمية عالية من الرصاص.

وطـــبقاً لإحـــدى الدراســـات، فإن تعرض الأنثى الحامل من الحيوان إلى مســـتويات عالـــية من الرصاص، يجعل نسبة الإعاقة لدى صغارها أضعاف ما هي عليه في النسبة العادية، إن المصدر الرئيسي للرصاص في الولايات المتحدة حديثاً هو الطعـــام، حـــتى أن تركيزه يساوي ١٠٠ ضعف عما كان عليه في زمن أسلافهم، ويمـــتص الرصاص من الرئتين، ولدرجة أقل من القناة الهضمية، ويختزن معظمه في العظام، وتشمل أعراض التسمم البسيط بالرصاص غير العضوي الشعور بالإجهاد، أمســـاك، فقـــدان الشـــهية للطعام، وشحوب باللون نتيجة فقر الدم، أما حالات التســـمم الحـــادة، فتحدث على شكل مغص معوي،وميل للقيء أو ضعف وشلل بعضلات الساعدين وقد تتأثر الكليتان في بعض الأحيان.

والتسمم بالرصاص العضوي يؤثر في الجهاز العصبي المركزي، ويظهر على شكل أرق، وميل للقيء وتهيج في الحالات الشديدة، تحدث تشنجات، وهياجاً وغيبوبة.

الزئبق Hg:

مصـــادر الـــزئبق في المحيط الحيوي هي: الانبعاثات البركانية، والحت المائي للصخور السطحية.

ويبقى الزئبق في الماء، أو يدخل عبر السلسلة الغذائية إلى العوالق النباتية، ومنها يمر إلى الكائنات المستهلكة، وعند موت هذه الكائنات، يعود الزئبق إلى القاع من جديد، ولأن الزئبق ضعيف التفكك حيوياً، فلذلك يتركز في الكائنات الحية، بحيث يمكن للطحالب أن تراكمه في خلاياها إلى معدلات أعلى من معدلات وجوده في ماء البحر.

وسمك الطون أكثر الحيوانات البحرية اشتمالاً على الزئبق، بشكل طبيعي يؤثر الزئبق على الجهاز العصبي المركزي للحيوان، وتظهر أعراضه على شكل ضعف تدريجي بالعضلات، فقدان البصر، شلل، غيبوبة، ثم موت، ويمكن للزئبق أن يجتاز المشيمة إلى الجنين في الحيوان مؤدياً إلى إصابته بالعاقة، كما أظهرت بعض الدراسات بأن الزئبق يؤثر في صبغيات الإنسان الذي يتغذى بأسماك ملوثة، وظهور صبغيات مجردة من الجزء المركزي، ويؤثر الزئبق على المخ والمخيخ، ويخرب الخلايا العصبية، كما أظهرت حوادث تسمم عند الأطفال نتيجة لاستهلاكهم لحم الخنزير سبق وتغذى بحبوب معالجة بمبيد فطري عضوي زئبقي.

الفلور F_2:

ينتج من صناعة الألمنيوم والأسمدة الفوسفاتية، ينتقل من النباتات إلى الحيوانات عبر السلاسل الغذائية ويظهر أثره في الحيوانات بنقص نموها وقلة حليبها وتآكل أسنانها، وهذا ما يحدث عند تغذي الحيوانات المنزلية بغذاء ملوث بالفلور لفترات طويلة، ويصبح ساماً بتراكيز عالية.

ويسبب الفلور للحيوانات مرضاً يسمى الفلوروزو Flourous ويبدي الفلور قرابة مع الكالسيوم وبالتالي فإنه يشوه عمليات التكلس، كما يسبب الفلور نقصاً في أعداد الحشرات.

التلوث الضوضائي (الضجيج) وأثره في الكائنات الحية:

خـــلال الســـنوات الأخيرة أصبحت الضوضاء مشكلة هامة من مشكلات الصـــحة العامـــة والصحة الصناعية نتيجة للزيادة الملحوظة في عدد انتشار مصادر الضوضاء.

ومصـــادر الضوضاء هي: الطائرات ـــ الأجهزة المنـــزلية وبخاصة المذياع والتلفاز والمسجلات والضوضاء الصادرة عن المناطق الصناعية وغيرها.

تعريف الضجيج: هو الصوت غير المرغوب فيه، وبأنه الضغط الذي يؤذي الإنســـان والحيوانات، أو شكل من أشكال التلوث البيئي، لا يقل خطورة وإفساداً عـــن الملوثات الأخرى. ويعد الضجيج من الملوثات البيئية غير البيولوجية الخطيرة. وتنتقل الضوضاء بوساطة الهواء.

قـــياس شـــدة الضـــجيج: تقاس شدة الضوضاء بوحدة خاصة تعرف باسم "ديســـبيل" (Decibel)، ويـــبدأ هذا القياس من الصفر، حيث تكون الأصوات ساكنة وهو بداية الإحساس بالسمع إلى ١٣٠ أو أكثر حيث تكون الأصوات مسببة للألم.

وتقسم عادة الأصوات إلى عدة درجات هي:

- أصوات ساكنة: هي بداية الإحساس بالسمع وشدته (٠) ديسبل.
- ضـــجيج الضواحي الهادئة ومكاتب العمل والآلة الكاتبة وحركة المرور الخفيفة ٣٠-٥٠ ديسبل.
- أصوات التلفاز متوسط الارتفاع وآلة الكنس الكهربائية ٥٠-٧٠ ديسبل.
- ضـــجيج الشوارع وصوت الغسالة الكهربائية وآلات المطابع ٧٥-١٠٠ ديسبل (مرتفعة جداً).
- الفرق الموسيقية الحديثة والطائرات النفاثات والمدافع ١٠٠-١٣٠ ديسبل (مزعجة).

ويتوقف تأثير التأثيرات على عوامل عدة منها:

٢- طول فترة التعرض، حيث يتناسب التأثير وشدة الخطورة طرداً مع طول زمن التعرض.

٣- شدة الصوت: كلما اشتد الصوت كلما كان تأثيره أكبر.

٤- حدة الصوت، حيث أن الأصوات الحادة لها تأثير أكبر من الأصوات الغليظة.

٥- موقع السامع من مصدر الصوت: كلما قرب السامع من مصدر الصوت، كلما كان تأثيره أكثر.

٦- الصوت المفاجئ: أكثر تأثيراً من الضجيج المستمر.

فمثلاً عند التعرض لضوضاء شديدة الحدة، تصاب الأذن الداخلية بإجهاد، وتقل درجة السمع، وما ينطبق على الإنسان، ينطبق على الحيوان، كما تبين دراسات أخرى أن قدرة السمع عند رجل يعيش في وسط أفريقيا عمره ٨٠ عاماً، تعادل قدرة السمع عند رجل يعيش في مدينة نيويورك عمره ١٨ سنة.

وفي بعض الدراسات العلمية بالولايات المتحدة الأمريكية، اتضح أن الأطفال الصغار والشيوخ المسنين الذين يعيشون في أماكن مزدحمة صاخبة بالحركة والعمل، والتي يصل مستوى الضجيج فيها درجة عالية، يكونون أكثر عرضة للإصابة بالصمم، حيث تتضرر آذانهم ومكوناتها التشريحية الداخلية كثيراً من حوادث العنف بين الناس، والتي تصل في بعض الأحيان إلى ارتكاب جرائم القتل.

فقد لوحظ أن الأبقار التي تعيش في مزارع قريبة من المطارات، لا تعطي نفس الكمية من الحليب، وكذلك فإن إنتاج الدجاج للبيض يصبح أقل من معدله لدى ارتفاع درجة الضوضاء.

الضجيج الصادر عن البيئة ونوعه وأمثلة عنه:

نوع الضوضاء	عدد وحدات الديسبل	أمثلة
مسموعة	صفر — ١٠	الأصوات الخافتة – ضربات القلب.
هادئة جداً	١٠-٣٠	حفيف الأوراق
هادئة	٣٠-٥٠	أصوات المكتبات العامة، الآلة الكاتبة
متوسطة الارتفاع	٥٠-٧٠	حركة المرور الخفيفة، البيئة الريفية، جهاز تكييف الهواء، المحادثات العادية، التلفاز، آلة الكنس الكهربائية، المحلات التجارية والمطاعم، نباح الكلاب.
مرتفعة جداً	٧٥-١٠٠	ضجيج الشوارع، صوت البيانو، السيارة (١٠٠كم/سا) الغسالة الكهربائية، الخلاط المنزلي، آلة قطع الحشائش،
مزعجة	١٠٠-١٣٠	آلات المطبعة، الفرق الموسيقية الحديثة، الطائرات النفاثة أصوات تسبب الألم.
شديدة الخطورة	٢٠٠	الصاروخ.

مقترحات لتخفيف التلوث الضوضائي:

حتى تكون المقترحات ناجعة لا بد أن تكون شاملة ومتكاملة.

١- عـــن طريق التربية النظامية واللانظامية بحيث يتم التنبيه لهذه المشكلة في مؤسسات التعليم ووسائل الإعلام المسموعة والمقروءة والمرئية.

٢- التشريعات والأنظمة، وتكون بإصدار القوانين والأنظمة لمنع استعمال منبهات السيارات.

٣- إحاطـــة الأبنـــية لا سيما المدارس والمشافي بالأشجار التي تقوم بدرو المشتت للأصوات.

٤- إبعاد المعامل والمنشآت الصناعية عن الأماكن السكنية.

٥- منع استخدام مكبرات الصوت والمسجلات في شوارعِ المدينة والمحلات العامة

٦- مخالفـــة ومنع السكان من رفع أصوات أجهزة الراديو والتلفاز لا سيما أيام الامتحانات.

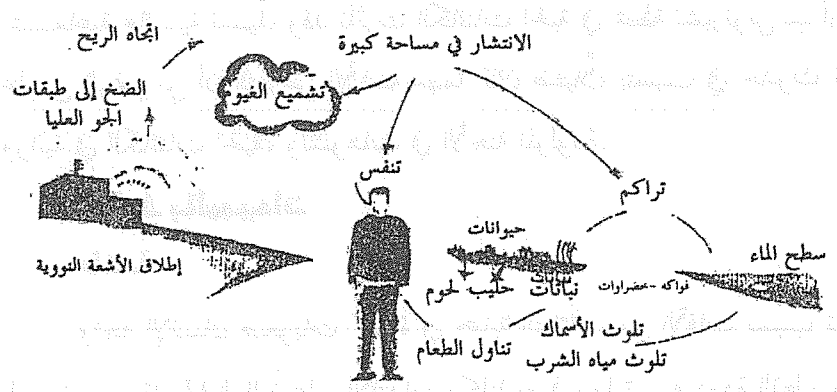
٧- إحاطـــة المنشـــآت لا سيما الصحية منها بحزام من الأشجار لتخفيف الأصوات الخارجية.

٨- إشاعة التفكير البيئي التعاوني وتعميق المعارف البيئية، وتنمية الاتجاهات نحـــو البيـــئة، وتعزيز تحقيق فكرة العمل محلياً التفكير عالمياً في حياتنا اليومية وأنماط سلوكنا المختلفة وهو منطلق شعار التربية البيئية.

التلوث الإشعاعي:

تعرضـــت البيئة للأشعة الناتجة عن اختبار الأسلحة والحروب على الرغم من أن الـــتجارب الذريـــة قد قلت كثيراً اعتباراً من عام ١٩٦٢، إلا أن خطر الحرب الذرية وتسرب الأشعة ما زالت قائمة، كما أن التوسع في استخدام الطاقة النووية في أغـــراض الســـلم سوف يستمر، ويتزايد على مدار السنوات المقبلة لا سيما مع

توقـــع انخفـــاض كمية البترول، وهذا يعني أن كميات أكبر من نفايات الإشعاع سوف يضيفها الإنسان للبيئة، وهناك طرائق يتعرض الإنسان للإشعاع النووي من حادث مفاعل نووي حسب المخطط التالي:



ويأتي خطرها من كونها تنتقل إلى الأحياء عبر السلاسل الغذائية، ويزداد تركيزها في كل مستوى من مستويات تلك السلاسل، فهي ذات صفة تراكمية، ويحصل التلوث نتـــيجة لامتصـــاص المواد المشعة من التربة بوساطة الجذور والحيوانات التي تتغذى بتلك النـــباتات وتقوم بامتصاص وبتثبيت ثلاثة نظائر أساسية وخطر استهلاك لحوم الحيوانات مـــن قـــبل الإنســـان يـــتعلق بنوع العنصر المشع نفسه، فمثلاً السترنسيوم ٨٩، ٩٠ لا يشـــكلان خطـــراً كبيراً على اللحوم وذلك لتثبيتها في العظام التي لا يتغذى بها الإنسان واليود (١٣١) يكاد يكون خطره معدوماً، وذلك لتمركزه في الغدة الدرقية أما السيزيوم (١٣٧) والذي يتثبت في العضلات ووجوده خطراً، ويؤدي إلى تلوث اللحوم.

وعـــند اســـتهلاك حليب تلك الحيوانات الملوثة بالمواد المشعة فالخطر يكون واضـــحاً وذلـــك لاحتوائه على العناصر الثلاثة، وهذا الخطر يكون كبيراً بالنسبة للأطفـــال، فالسترنسيوم ٩٠ الموجود في الحليب الملوث سوف يثبت على العظام وبخاصـــة في مـــراحلة الـــنمو، ويقوم بإشعاع النقي بصورة مستمرة،مما يؤدي إلى حـــدوث بياض الدم. والسيزيزم ١٣٧، يخترق الخلايا كالبوتاسيوم، واليود ١٣١، يخترق الغدة الدرقية مما يشكل خطراً على وظائفها.

إن الثديـــيات حساســـة أكثـــر من غيرها من مجموعات الأحياء الأخرى للإشعاع، معظم اللافقاريات تصنف درجة حساسيتها بين الثدييات والبكتريا الدنيا الأكثـــر مقاومـــة مـــن الثدييات، بينما تعد البكتريا من الأحياء المقاومة لجرعات إشـــعاعية عالـــية نسبياً، وقد تأثرت الكائنات الحية في محطة تشيرنوبل ـــ أوكرانيا علـــى الرغم من أن التعرض للأشعة مهما كان ضئيلاً، يتسبب في حدوث تغيرات وراثية في الكائنات الحية، وتشوهات في الأجنة المولودة.

التلوث بالمبيدات

مقدمة:

واجه الإنسان صعوبات كبيرة في حماية النباتات من الآفات بسبب تكاثرها الســـريع، وقدرتها العالية على الالتهام، وكلنا يعرف ما تسببه دودة القطن والجراد للمـــناطق الـــزراعية، لذلك كان لا بد من إيجاد وسيلة لمكافحة هذه الآفات، وتم بالفعل اكتشاف المبيدات التي تساهم في القضاء على الآفات.

تعريف المبيدات:

هي تلك المواد الكيميائية السامة، التي تنتشر بوسائل وأشكال مختلفة، لتعمل على قتل الآفة وخفض أعدادها في هذه البيئة، وتصبح غير ضارة اقتصادياً.

قائمة المبيدات:

لا شـــك أن قائمـــة المبيدات طويلة وعريضة، فهي ليست ما نستخدمه في مدنـــنا أو قـــرانا فحســـب، فذلك لا يعتبر شيئاً مذكوراً بالنسبة لمبيدات أخرى تســـتخدم على نطاق واسع في الحقول والبساتين والغابات والتربة ومصادر المياه، فمن مبيدات حشرية نحارب فيها الحشرات التي تفتك بالزرع والضرع، إلى مبيدات فطرية نفتك بها الكائنات الدقيقة التي تصيب النباتات، إلى مبيدات أعشاب وفئران إلى آخر الطوفان من المبيدات التي تزيد وتتنوع كل عام.

والمبيدات Pesticides أنواع فهناك:

مبيدات الحشرات Insecticides

مبيدات القوارض Rodnticides

مبيدات الأعشاب Herbicides

مبيدات الفطور Fongicides

وتؤثر بعض المبيدات وخاصة د.د.ت في حدوث اضطرابات نسيجية في الكبد عند القردة والجرذ، ويؤدي إلى التهاب الكبد وارتفاع السكر الدموي، وذلك بعد امتصاص كميات قليلة منه.

وإن البقر الذي يتناول كميات قليلة من D.D.T (د.د.ت)في غذائه لا تحدث له اضطرابات، بينما العجل الذي يتغذى بحليب ذلك البقر تحصل عنده اضطرابات عصبية، يمكن أن تصل إلى الاختلاجات.

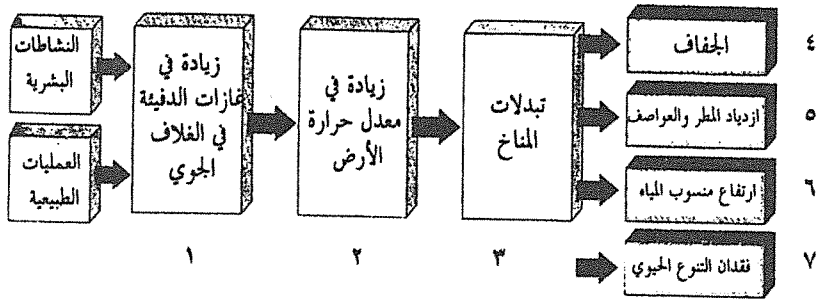
ويجب الانتباه، وأخذ الحذر عند استخدام الحليب الملوث بـ د.د.ت (D.D.T)وبخاصة عند الرضع، حيث أن الجهاز العصبي عند الرضع والأطفال حساس جداً لتأثير المبيدات، وهناك بعض المبيدات الفطرية مثل الزينيب سامة بالنسبة للثدييات، ويؤثر على الغدة الدرقية مؤدياً إلى سرطانات، حيث تمنع اليوم من الدخول إلى الغدة ويؤثر الزينيب على الأجنة إضافة إلى أحداثه إصابات رئوية عند الجرذ.

النتائج السلبية الناجمة عن استخدام المبيدات:

- القضاء على بعض الأنواع المفيدة كأن نقضي على بعض الحشرات التي تقوم بدور هام في التأبير.
- موت كثير من الحيوانات التي تتغذى على الحشرات كالأسماك والنسور والجوارح والتي تنتقل عبر السلسلة الغذائية.
- اختلال التوازن البيئي كغياب بعض التنافس بين الأنواع مما يسبب زيادة النوع الذي غاب منافسه.

غاز ثنائي أكسيد الكربون وتأثيره (ظاهرة الاحتباس الحراري):

ونتيجة أنشطة الإنسان أدت إلى تزايد في نسبته، والذي يلوث الجو ويرفع من حرارة الجو بظاهرة الاحترار والتغير العالميان (ظاهرة الاحتباس الحراري)، والذي يؤدي إلى انعكاسات سلبية على البيئة. إن ثنائي أكسيد الكربون غاز يمرر الإشعاعات ذات الموجات القصيرة القادمة من الشمس، لكنه يمتص بشدة الإشعاعات ذات الموجات الطويلة، التي يعاد إرسالها عادة من الأرض إلى الفضاء. فهو لذلك يحتجز الإشعاعات الصادرة، ويسخن الغلاف الجوي السفلي، الذي بدوره يشع الطاقة ثانية إلى السطح. ومن المهم أن ندرك أنه لولا هذا التأثير الأساسي للدفيئة، الذي تغير قليلاً خلال ملايين السنين، لما وجدت المنظومات الحية كما نعرفها. ويكمن القلق الحالي في الزيادة في مستويات غاز ثنائي أكسيد الكربون، ومن غازات الدفيئة الأخرى أحادي أكسيد الآزوت، والميتان والكلوروفلوروالكربون CFCs والأوزون. شكل (٨)



مخطط عام لتأثير الدفيئة حيث تظهر النماذج النتائج الممكنة لتأثير الدفيئة شكل (٨٦)

النموذج الأول يمثل ازدياد غازات الدفيئة الغازية والنموذج الثاني يمثل ازدياد الحرارة الناتجة عن التراكيز العالية لهذه الغازات ويمثل النموذج الثالث تبدلات في المناخ، حيث أن معدل الحرارة سترتفع (١,٥ – ٥,٥.) درجة مئوية إذا تضاعفت تراكيز غازات الدفيئة، والنماذج (٤–٧) في أجزاء مختلفة من العالم.

أثر الاحتباس الحراري على الكائنات الحية:

ستواجه العديد من الأنواع النباتية والحيوانية أوقاتاً عصيبة بسبب سخونة الكوكب، وإذا ما استمرت درجات الحرارة بالتغير حسب النسبة المتوقعة، فسينقرض العديد من الأنواع، وستعاني أنواع أخرى من انحدار أعدادها، وسيكون عدد محدود فقط قادراً على التلاؤم أو الهجرة إلى أماكن مناسبة. ومن الطريف أن نذكر أن أكثر الأنواع والأماكن قد تعرضت للظروف المتغيرة وقتها فترة من الزمن؛ ولهذا فإن التسخين العالمي نفسه، سيكون أقل تركيزاً من النسبة التي ظهر بها.

وعلى الرغم من قدرة الأنواع على تغيير أماكنها، إلا أن الانتقال لن يكون بالسرعة المطلوبة،ومع نهاية العصر الجليدي الأخير على سبيل المثال، هاجرت الأشجار الشاطئية باتجاه الشمال، وذلك بنثر بذورها بسرعة قدرها ١٠ كيلومترات في كل ٥٠سنة، وهذه السرعة أبطأ بكثير من الهجرة المتطلبة على مدى ٥٠٠ كيلومتر لتفادي خطر التسخين العالمي المتوقع خلال ٥٠ سنة.

وبشكل عملي، فإن كل نظام على الأرض، سيتأثر بالتسخين العالمي، وأكثر هذه الأنظمة البيئية تهديداً هي الأنظمة البيئية الساحلية، ومن أكثرها مشاهدة مستنقعات المنغروف، المستنقعات الساحلية. إن مستقبل هذه المناطق والخدمات التي تزود بها، ومن بينها حماية الأقاليم الساحلية من التعرية والانجراف، وتزويد المنطقة بالأنواع الغذائية والتجارية المهمة غير واضحة المعالم.

هذا وقد لاحظ عالمان من جامعة كاليفورنيا أن النسبة المتوقعة لازدياد مستوى مياه البحار السنوات المئة القادمة، ستجعل من المؤكد هلاك أكثر أشجار المنغروف وترى بعض الدراسات أن نمو النبات سيزداد في حال غنى العالم بغاز CO_2، وأن غاز CO_2 أساسي لنمو النبات.

إلا أن دراســـات أخـــرى أحـــدث بشأن هذه القضية، اقترحت أن المنافع المصـــرح بهـــا لازدياد غاز CO_2 أمر مغالى فيه، وسابق لأوانه، وفي الحقيقة فقد أظهـــرت هذه الدراسة أن ارتفاع نسبة غاز CO_2، قد ينفع نباتات محددة، ولكنه سيضـــر بنـــباتات أخـــرى، ومـــن بيـــنها قصـــب السكر، والذرة والعديد من الأعشاب،بالإضـــافة إلى أن تزايد نسبة غاز CO_2، ستؤدي إلى تناقض نسبة غاز النيتـــروجين في كل النباتات لأسباب مجهولة. إن التغيرات في جودة الأغذية النباتية ســـتؤثر في الشبكة الغذائية، وقد أظهرت الدراسات أن الحشرات تضطر في سبيل الـــتعويض عن القيمة الغذائية، إلى أكل كميات أكبر، إن هذه النـــزعة في ازدياد العدد لدى الحشرات ستكون على حساب الطيور والأنواع الحشرية الأخرى.

تســـتجيب الحـــيوانات هـــي الأخرى كالنباتات للتغيرات الحرارية،وذلك بالانـــتقال إلى أماكن جديدة، إلا أنه ليس لكل الحيوانات المقدرة على الهجرة إلى أماكن بعيدة حسب الضرورة، ويتنبأ روبرت شوب Robert Shope في جامعة يـــيل Yale للـــبحوث الطبية أن بعض الأمراض المحصورة في المناطق المدارية، ربما تحـــتاج مساحات أوسع بسبب تسخن الكوكب، ومثال ذلك احتمال انتقال داء الكلـــب بوســـاطة الخفافيش وامتداده باتجاه الشمال ابتداء من المكسيك، والذي سيسبب ضرراً في ماشية تكساس مقداره مليار دولار سنوياً.

الملوث الغازي	مصادره	التأثيرات المختلفة
ثنائي أكسيد الكربون	عوادم السيارات، احتراق الوقود، الصناعات المختلفة ، المخلفات الصلبة.	يتسبب في تهيج الأغشية المخاطية ويسبب التهاب العيون والاختناق وتكون الضباب.
أحادي أكسيد الكربون	نفس المصادر المذكورة عالياً	يسبب الاختناق المؤدي إلى الوفاة ويقلل من الرؤية والنشاط الذهني ويؤدي إلى الوفاة عند التعرض له لفترة قصيرة.
الأتربة	العمليات الصناعية المختلفة والمشروعات الإنشائية	يقلل من الرؤية كما تسبب الأتربة الدقيقة بالتعرض الطويل والمتكرر لها إلى تليف الرئة وفقد القدرة على التنفس.
غاز النشادر (الأمونيا)	مصانع السماد الكيماوي المنتجة لليوريا والنشادر ومصانع تكرير البترول	تأثيرات صحية حادة وسمية للأحياء المائية والكائنات البحرية.

الملوث الغازي	مصادره	التأثيرات المختلفة
أكاسيد النتروجين	عوادم السيارات، احتراق الوقود، المخلفات الصلبة. العوادم الصناعية خصوصاً الصناعات الكيماوية	الحد من الرؤية في الطرق، تكوين الأمطار والندى الحمضي المؤثر على نمو النباتات وسلامة الكائنات الحية، تهيج الأغشية المخاطية، تآكل الآثار والمنشآت المبنية.
أكاسيد الكبريت	مماثلة لمصادر أكاسيد النتروجين	ويتسبب في اختناق أغشية الجهاز التنفسي ويؤدي تواجده إلى هلاك النباتات وتآكل المنشآت الحديدية إلى جانب آثار سيئة على الصحة العامة.
المواد الهيدروكربونية ذات التركيب الحلقي.	الصناعات الكيماوية، استخدام المذيبات العضوية دون تحكم، احتراق المواد البلاستيكية والمواد المطاطية، استخدام المبيدات بالرش.	التهاب أغشية العين والأنف والإصابة بأنواع السرطان نتيجة التعرض الطويل للتركيزات الصغيرة من هذه المواد، اختلال في الصحة الإنجابية للذكور والإناث.

الفصل السابع

أنواع البيئات الطبيعية

- بيئة المناطق الحيوية اليابسة.
- مجمع الغابات الاستوائية.
- البيئة الصحراوية.
- البيئة المائية.

أنواع البيئات الطبيعية

١- المناطق الحيوية اليابسة Terrestrial Biomes:

تعرف البيئة اليابسة بأنها تلك البيئة التي تكون فيها اليابسة هي الوسط الذي تعيش فيه الكائنات الحية.

خصائصها:

١- تعتبر اليابسة أهم عوامل البيئة لأنها تحتوي على العناصر اللازمة لغذاء النبات والركيزة التي تحيا عليها الحيوانات.

٢- إن الحياة النباتية تتغير بصورة واضحة حسب المناخ، فكل مناخ معين على سطح الأرض تناسبه مجموعة معينة من النباتات والحيوانات التي تتكيف أيضاً مع الشروط المناخية.

٣- البيئة اليابسة ليست متصلة لوجود الحواجز والموانع مثل الجبال والأنهار بعكس المحيطات مثلاً فهي بيئة مائية متصلة.

المجمعات الحيوية في البيئة اليابسة:

تختلف المجمعات الأحيائية في البيئة اليابسة وتضم مجمعات الغابات الاستوائية والصحارى (الصحراء) والمناطق القطبية.

١- مجمع الغابات الاستوائية Tropical Forests:

وتغطي مساحات واسعة من ثلاث مناطق رئيسة في العالم:

في أمريكا الجنوبية على امتداد حوض الأمازون، وفي أمريكا الوسطى، وفي أفريقيا في حوض نهر الكونغو، وفي الهند، وتشغل الغابات الاستوائية منطقة خط الاستواء وما جاوره من أماكن وفيها الأمطار الغزيرة والرطوبة وارتفاع درجة الحرارة بشكل شبه دائم شكل (٨٨).

وفيها مجمع نباتي وحيواني:

المجمع النباتي:

الأشجار في الغابات الاستوائية كبيرة، وعالية تصل ارتفاع الأشجار إلى ٥٠ م جذورها شديدة التفرع لامتصاص الماء وتكثر فيها النباتات المتسلقة أما النباتات العشبية فقليلة نظراً لقلة الضوء الذي يصل إليها بسبب كثافة الأشجار.

تعد النباتات الاستوائية مصدراً هاماً من مصادر الأوكسجين الجوي وتمتص كميات كبيرة من غاز ثنائي أكسيد الكربون ولذا يطلق عليها العلماء "الرئة التي يتنفس فيها العالم".

المجمع الحيواني:

فهناك الثدييات والطيور والزواحف والبرمائيات واللافقاريات وتميل هذه الحيوانات للعيش في قمم الأشجار حيث يكون الغذاء غزيراً وقد سجل نحو عشرون ألف نوع من الحشرات في غابات بناما.

وللحيوانات في الغابة الاستوائية الصفات التالية:

١- حاستا السمع والصوت حادتان ولكن حاسة البصر ضعيفة أو عادية بسبب كثافة النباتات التي تحد من مجال الرؤية للحيوانات.

٢- للقوارض أسنان حادة لكي تحفر جحوراً في جذور الأشجار وكذلك الطيور.

٣- يتشابه لون الحيوانات مع لون البيئة.

ونظراً لأهمية النباتات الاستوائية تنادي المؤسسات العالمية المعنية بالبيئة للاحتفاظ بهذه الغابات وتنميتها والحد من قطع الأشجار.

البيئة الصحراوية:

وهي البيئة الأرضية الجافة الخالية من الماء والزرع.

خصائصها:

- مناطق يقل فيها المطر كثيراً، حيث تصبح النباتات أكثر ندرة وكذلك الحيوانات.
- نسبة التبخر عالية نظراً للحرارة الشديدة، حارة جداً في الصيف في النهار وباردة ليلاً في الشتاء.
- سوق النباتات الصحراوية منتفخة لتخزين أكبر كمية من الماء وجذورها كثيرة الفروع لكي تحصل على الماء القليل الوجود في التربة.

المجمع الحيوي

تكـــيفت النباتات مورفولوجيا وتشريحياً مع البيئة القاسية وتتمثل التحورات المورفولوجـــية بصغر حجم النبات وعدم ارتفاعه وتحول بعض أعضائه إلى أشواك لتقلـــيل عملية النتح أما التحورات التشريحية بكثرة الألياف والخلايا الاسكرنشمية وسمـــك طـــبقة القشرة ووفرة الشعيرات التي تحتفظ بجو رطب حول النبات مثال: الصبار، الشيح، العاقول الشكل (٨٧).

أمـــا الحيوانات فقد تكيفت مع الحرارة العالية مثل بعض السحالي كالضب، والثديات كالغزلان والمها وبعض الطيور والحشرات من الخنافس.

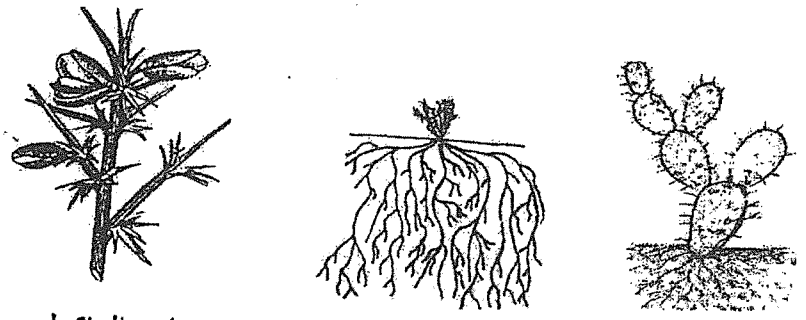
ويكون التكيف على الشكل التالي:

- يعتمد موسم تكاثرها على الأمطار.
- ظاهرة السبات شائعة جداً أثناء فترة الجفاف.
- تأوي معظمها إلى جحورها في باطن الأرض حتى تتجنب الحرارة المرتفعة.
- ينشط معظمها ليلاً.
- تخرج الكليتان كمية قليلة ومركزة من البول للاقتصاد في الماء.
- تغلـــق الـــثغور التنفسية في العقارب والعناكب أثناء فترة الجفاف حتى لا تفقد الماء في هواء الزفير.
- تنعدم الغدد العرقية في الثديات.

أنواع الصحارى Deserts:

١- **الصحارى الحارة:** الصيف شديد الحرارة والشتاء دافئ مثال: الصحراء الكبرى وصحراء بيرو في أمريكا الجنوبية.

٢- **الصحارى الباردة:** حرارة الشتاء تنخفض إلى ٥م أو أقل، أما حرارة الصيف فتبلغ ٣٠م أو تزيد قليلاً.. وتوجد الصحاري الباردة في روسيا وأمريكا الشمالية.



شكل (٨٧)

شكل (٨٨)

البيئة المائية Aguatic Habitate:

وتشمل:

أ. **بيئة المياه العذبة Fresh Water Habitat:**

تمثل الانهار والبحيرات والبرك العذبة والجداول الينابيع والآبار وتتميز بقلة الأملاح المنحلة في مياهها وتشغل مساحات قليلة نسبياً من الأرض تتنوع أحياؤها، فهناك مجمعات نباتية مثل الطحالب، والكائنات الدقيقة مثل البكتريا وبعض الفطريات والمجمعات الحيوانية تتمثل بالأوليات (الأميبا والبرامسيوم) والحشرات المائية والأسماك والضفادع.

ب. **بيئة المياه المالحة Marine Habitate:**

مثل المحيطات والبحار والتي تشغل القسم الأكبر من سطح الكرة الأرضية، إذ تزيد مساحتها على ٧٣% من مساحة الأرض، وتتميز بملوحة مياهها، وعلى ذلك فإنها تعتبر أكبر الأنظمة البيئية، وأكثرها استقراراً، تقل الأنواع النباتية وبعض أنواع الأحياء في البيئة البحرية مقارنة باليابسة فالحزازيات والفطريات لا تمثل إلى بعدد قليل، بينما تتنوع الطحالب، أما الحيوانات فهي متنوعة وتشمل الأسماك والسلاحف والحيتان وبعض الثدييات الأخرى.

الفصل الثامن

طرائق تدريس مفاهيم الأحياء والبيئة

آ. التربية البيئية ونماذج من الطرائق العرضية والتفاعلية لتدريس بعض الحقائق والمفاهيم الفيزيولوجية والمورفولوجية الخاصة بالأحياء.

التربية البيئية

لقد تعددت الآراء في معنى التربية البيئية ومفهومها ومدلولها وذلك بتعدد مدلول العملية التربوية وأهدافها من جهة ومدلول البيئة من جهة أخرى، فقد يرى بعض المربين أن دراسة البيئة في حد ذاتها ضمان لتحقيق تربية بيئية، في حين يرى بعضهم الآخر أن الأمر أشمل من ذلك وأعمق وليست التربية البيئية مجرد تدريس المعلومات والمعارف مثل المشكلات البيئية كالتلوث وتدهور الوسط الحيوي واستنزاف الموارد ولكنها تواجه في حقيقة أخرها طموحاً أكبر من ذلك يتمثل في جانبين هما:

١- إيقاظ الوعي البيئي والذي يتمثل في تمكين الإنسان من القدرة على انتقاء التكنولوجيا وتطويعها في خدمة البيئة لتأهيلها للمرحلة الثانية من التنمية في مرحلة الإبداع تسهم في بناء الإنسان المتطور في تفكيره.

٢- تنمية القيم التي تحسن من طبيعة العلاقة بين الإنسان والبيئة.

لذلك عملت وزارة التربية في الجمهورية العربية السورية على إعداد ملامح استراتيجية للتربية البيئية بالتعاون مع منظمة اليونسكو والمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم بالتنسيق مع الوزارات والمنظمات الشعبية المعنية حيث تحدد مفهوم التربية البيئية وأهدافها من خلال تكوين المعرفة البيئية الأساسية وتنمية الوعي البيئي لدى المتعلم وتكوين القيم الوطنية والتربوية لاتخاذ مواقف مسؤولة تجاه البيئة واستثمارها وتمكن الأفراد من المشاركة النشطة ذاتياً واجتماعياً في حماية البيئة.

التربية البيئية: نهج تربوي لتكوين الوعي البيئي من خلال تزويد الفرد بالمعارف والقيم والاتجاهات والمهارات التي تنظم سلوكه وتمكنه من التفاعل مع بيئته الاجتماعية والطبيعية بما يسهم في حمايتها وحل مشكلاتها واستثمارها استثماراً مرشداً.

دواعي اهتمام وزارة التربية بالتربية البيئية:

١- انطلاقاً من كلمات وتوجيهات **القائد الخالد حافظ الأسد:**

"الوطنية تعني أن نكون غيارى على كل ما في الوطن، على الإنسان والأرض، على كل شجرة، وعلى كل قطرة ماء، على كل بيت ومدرسة، على كل درب وشارع، في قرية أو مدينة، على كل زهرة ووردة، في طريق أو حديقة، أن نكون غيارى فنحافظ ونصون ونحسن كل شيء فوق أرض هذا الوطن وتحت سمائه".

٢- المشكلات البيئية المعاصرة التي يمر بها الإنسان ويؤثر فيها ويتأثر بها سلباً وإيجاباً.

٣- التزايد السكاني الذي أدى إلى استنزاف الموارد البيئية كما أن زيادة السكان أدت إلى إزالة الغابات والتي أدت إلى ما يسمى التصحر وانجراف التربة، كل ذلك أدى إلى الإخلال بالتوازن البيئي، كل هذا حث وزارة التربية على إدخال التربية البيئية في البرامج التعليمية.

أهداف التربية البيئية:

أ- في مجال المعارف:

١-اكتساب التلميذ المفاهيم الأساسية في البيئة ومكوناتها.

٢- إدراك التلميذ العلاقات والتفاعلات بين الجوانب البيئية (الطبيعية) والاجتماعية والاقتصادية.

٣- إدراك التلميذ أثر العوامل الداخلية والخارجية في التغير البيئي.

٤- إدراك التلميذ أهمية التوازن البيئي.

٥- إدراك التلميذ أهمية الموارد البيئية كثروة وطنية (اقتصادياً وجمالياً)

٦- تعرف التلميذ مخاطر تلوث البيئة والمشكلات التي تنجم عن ذلك.

٧- تفهم التلميذ أهمية الجهود الوطنية لحماية البيئة وتنميتها.

ب- في مجال القيم والاتجاهات:

١-تعزيز تفاعل التلميذ مع بيئته والمحافظة عليها.

٢- تنمية الاتجاهات الإيجابية نحو دور الكائنات الحية في التوازن البيئي.

٣- تنمـــية الإحساس لدى الطالب بأهمية العمل الجماعي في حماية البيئة واستثمار مواردها.

٤- تعزيز الاتجاه الإيجابي للحد من تلوث البيئة وتدهورها.

٥- تقدير جهود الدولة في حماية البيئة وتنميتها إضافة للمشاركة الفاعلة في تعزيز هذه الجهود.

ج- في مجال المهارات:

١- تطوير مهارات التفكير العلمي في التعرف على المشكلات البيئية والمشاركة في حلها.

٢- تنمية مهارات تصنيف العينات المتنوعة التي تجمع من البيئة.

٣- تنمية مهارات الطلاب العملية بإنشاء الحدائق والمحميات البيئية.

٤- تنمية مهارات الإبداع.

أسلوب بناء مناهج التربية البيئية في مرحلة التعليم الأساسي:

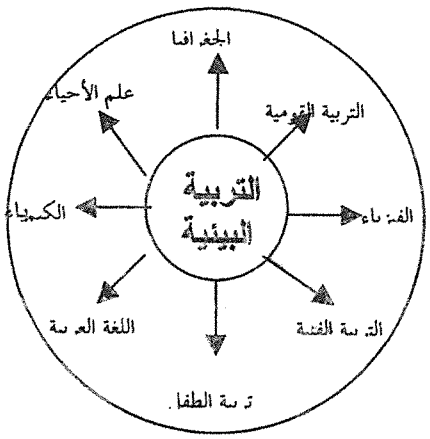
يوجد ثلاثة أساليب لبناء المناهج في المجال البيئي:

١- أسلوب الدمج متعدد الفروع: وهو تشريب المفاهيم والموضوعات البيئية في جميع المقررات الدراسية حيثما كان ذلك ملائماً وهو أسلوب ينسجم مـــع الأسس النفسية لتعلم المفاهيم البيئية ويحقق ترابطها مع جميع فروع المعرفة ويسمح بتحقق شمولية التعليم البيئي، شكل(١).

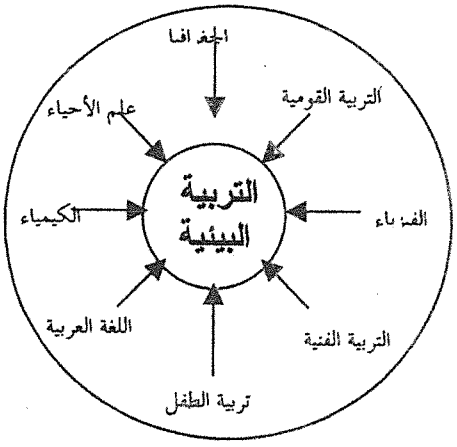
٢- أســـلوب التخصصات المتداخلة (المدخل المستقل): يركز هذا الأسلوب علـــى تنظـــيم المفاهـــيم البيئية في مقرر واحد يسمح بالربط وتوضيح العلاقـــات بـــين المفاهيم البيئية الأساسية كما يمكن من التعمق بها كلما انتقلنا لصف أعلى، شكل (٢).

٣- أســـلوب الوحدات الدراسية: وهو الذي يعتمد على تخصيص وحدات دراسية بيئية في المناهج المتعددة وبخاصة في العلوم الحيوية والمواد الإنسانية واللغات، شكل (٣)

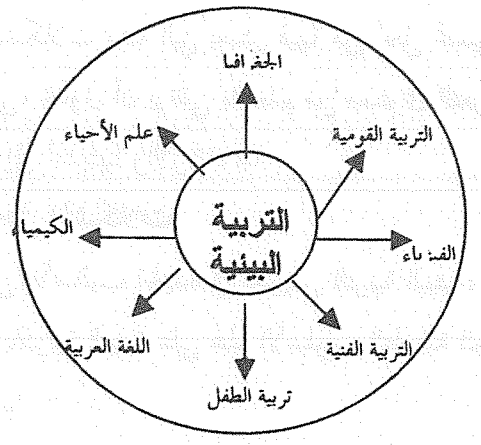
ويمكن إضافة أسلوب آخر وهو أسلوب الأنشطة التربوية الصفية واللاصفية وقـــد تكون تعزيزية وإغنائية لمناهج وكتب المواد الدراسية المختلفة أو ذات صيغة عامـــة مســـتقلة وتعتمد على كفايات المعلمين وقدراتهم في إدخالها ضمن الحصص الدراسية لباقي المواد أو ضمن الأندية المدرسية .



أشكل (١) أسلوب الدمج متعدد الفروع



شكل (٢) أسلوب التخصصات المتداخلة



شكل (٣) أسلوب الوحدات الدراسية

أساليب تدريس التربية البيئية:

من الأساليب التي يمكن استخدامها في تدريس التربية البيئية في مرحلة التعليم الأساسي ورياض الأطفال استخدام أسلوبي المدخل البيئي ـــ التعلم من البيئة بشكل مباشر، وأسلوب حل المشكلات،فمن خلال هذين الأسلوبين يمكن تحقيق أهداف التربية البيئية بصورتها الشاملة، وفي كلا الأسلوبين يكون التلميذ هو محور العملية التعليمية، مع استخدام الطرائق والأنشطة التي تحقق إيجابية المتعلم وفاعليته عن طريق التعلم الذاتي.

١ – المدخل البيئي:

يعتبر المدخل البيئي أحد المداخل الهامة التي تستخدم في تدريس التربية البيئية، والذي يمكن من خلاله تحقيق أهداف التربية البيئية في مرحلة التعليم الأساسي ورياض الأطفال، حيث يؤكد المدخل البيئي على التعلم من البيئة من خلال الزيارات والرحلات التي يقوم بها المتعلمون،وفيها يحدث البحث والتقصي والوصول إلى النتائج العلمية، كما أنه يركز على أن يكون المتعلم هو محور العملية التعليمية، حيث يتعرف على البيئة ومكوناتها ومشكلاتها بنفسه. ويقترح بعض

الحلـــول المناســـبة لمشكلات بيئته التي يعيش فيها من أجل تحسين البيئة. ومن هنا يتضح أن المدخل البيئي، يحاول أن يرتقي بالمتعلم من مستوى التعرف على البيئة إلى التعامل معها، وصولاً إلى تحديثها والارتقاء بها.

٢- أسلوب حل المشكلات:

وهـــو يعتبر من الأساليب الجيدة في تدريس التربية البيئية، ويطلق الكثير من التـــربويين والمهتمين بالتربية البيئية على هذا الأسلوب الطريقة العملية للوصول إلى النتائج واقتراح الحلول.

وتتلخص عناصر هذه الطريقة في عمليات رئيسية وهي على النحو التالي:

أ. الشعور بالمشكلة:

ويشعر التلاميذ في هذه المرحلة: بالمشكلة في بيئتهم المحلية فإنهم بعدها تتولد لديهم الرغبة في دراستها لمعرفة أسبابها، وكيفية معالجتها،واقتراح بعض الحلول البسيطة لها.

ب. تحديد المشكلة:

يعتـــبر تحديد المشكلة من المهارات الأساسية اللازمة لحلها، والخطوة الأولى لعملية فهمها.

جـــ. جمع البيانات والمعلومات المتعلقة بالمشكلة.

ويـــتم ذلـــك عن طريق المسح الذي يجريه التلاميذ في بيئتهم المحلية، لجمع البيانات والمعلومات عن البيئة المحلية بطرق وأساليب متعددة مثل الملاحظة والمقابلة.

د. تنظيم المعلومات:

وهي مرحلة التصنيف التي تعتبر إحدى المهارات الهامة في مجال التربة البيئية والتي ينبغي تنميتها.

هـــ. عرض المعلومات وتقويمها:

وفـــيها يتم عرض المعلومات التي جمعها التلاميذ لتقويمها، وأخذ المعلومات الهامة والمتعلقة بالمشكلة، واستبعاد المعلومات التي لا تتعلق بالمشكلة.

و. الوصول إلى النتائج:

يمكن للتلاميذ بعد استعراضهم للمعلومات، استخلاص النتائج وإرجاعها إلى أسبابها، ثم تحديد الآثار التي يمكن أن تترتب على النتائج وتحليلها.

ز. تقديم حلول بسيطة للمشكلة:

وفيها يمكن اقتراح بعض الحلول البسيطة لهذه المشكلة، وذلك في الصفوف الخامس والسادس من مرحلة التعليم الأساسي، ومما تجدر ملاحظته أن الهدف هنا هو تدريب التلاميذ على بعض عمليات التعلم،وكيفية التفكير في حل بعض المشكلات البيئية البسيطة.

بعض الطرائق في تدريس التربية البيئية:

ليس ثمة طريقة واحدة في التدريس يستجيب لها التلاميذ تحت كل الظروف فبعض التلاميذ يجنون أكبر فائدة إذا قام المعلم بدور الموصل للمعلومات وإلقائها عليهم. وبعضهم يجني أكبر فائدة حين يتم التفاعل بين المعلم والتلميذ أي حين يشترك التلميذ مع المعلم في إدارة العملية التعليمية، ولذلك يجب على المعلم أن يقدر الموقف الذي يجد فيه نفسه،ويمزج بين الطرائق التعليمية المختلفة لتهيئة أفضل بيئة ممكنة لتعليم تلاميذه.

وفيما يلي بعض الطرائق والأنشطة التي تستخدم في تدريس التربية البيئية في مرحلة التعليم الأساسي ورياض الأطفال:

١ – الرحلات:

وفيها ينظم المعلم مع التلاميذ بعض الرحلات في الطبيعة لزيارة البيئة المحلية ومواردها المختلفة، مثل الموارد الحيوانية والنباتية ومصادر الطاقة، بحيث يتعلم التلاميذ من البيئة من خلال هذه الزيارات والرحلات.

٢- المشروعات:

المشروع هو مجموعة من الأنشطة الهادفة التي يقوم بها المتعلم لتحقيق أهداف معينة، ومن خلال ذلك يكتسب معارف ومهارات واتجاهات وقيم، فضلاً عن أنه يتعلم كيف يخطط وكيف يفكر فيما قد يعترضه من مشكلات، وحتى يستطيع المعلم تنفيذ مشروع أو أكثر مع تلاميذه مع إعداد العمليات أو الإجراءات الأساسية وهي:

أ. اختيار المشروع:

وفي هذه المرحلة يتوصل المعلم والتلاميذ إلى مشروع معين أو مشروعات معينة إذا كانوا بصدد وضع خطة لعام دراسة كامل، وإذا ما أحسن اختيار المشروع فهذه أولى علامات النجاح في تنفيذ المشروع، وإذا لم يوفق الجميع في الاختيار فهذه أولى علامات الفشل؛ ولذلك يجب أن يكون الاختيار في ضوء الميول الحقيقية للتلاميذ،بحيث تكون المشروعات مجالاً حقيقياً للوصول إلى ما يهتم به التلاميذ،ودور المعلم هنا هو أن يعرض خبراته وأفكاره وقراءاته ويناقش تلاميذه في كل شيء حتى يصل إلى معرفة ميولهم الحقيقية، ويجب أن يكون المشروع المختار بما يحتويه من خبرات مناسباً لمستويات التلاميذ، كما يجب أن يكون المشروع المختار وثيق الصلة ببيئة

مثال ذلك مشروع نظافة البيئة المحلية، أو مشروع تشجير البيئة المحلية، أو مشروعاً لتربية الكائنات الحية.

ب. تخطيط المشروع:

ودور المعلم في هذا الشأن، أن يدرس مع تلاميذه كافة نواحي المشروع، دراسة مستفيضة من البداية، وخلال ذلك يتم تحديد أهدافه، ومراحل العمل، وتحديد مجموعات العمل، وتوزيع الأدوار، وتحديد المصادر التي يجب الرجوع إليها، وكذلك الزيارات وما إلى ذلك من أنشطة ضرورية لتحقيق أهداف المشروع.

جـ. مرحلة تنفيذ خطة المشروع:

وفي هـذه المرحلة يبدأ كل تلميذ في إنجاز ما حدد له من أدوار، وقد يكون ذلك من خلال مجموعات للعمل تم تحديد أدوارها، وتعتبر هذه المرحلة هي الفرصة الحقيقية للإثارة والتشويق،ويجب أن يعمل المعلم دائماً على إثارة التلاميذ، وتشويقهم كلما بدت فرصة مناسبة لذلك في أثناء إجراء كل تلميذ لعمله.

د. مرحلة تقويم المشروع:

وفي هذه المرحلة يقوم التلاميذ، وكذا المعلم بإصدار حكمهم على المشروع من حيث مدى النجاح في تحقيق ما اتفقوا على تحديده من الأهداف،وقد يعتقد البعض أن هذه العملية تتم بعد الانتهاء من تنفيذ المشروع، ولكن الحقيقة أن هذه العملية تجري من البداية حتى النهاية.

٣- اللعب:

يعتبر اللعب من الأنشطة الهامة والمفيدة التي تستخدم في تدريس التربية البيئية في مرحلة التعليم الأساسي ورياض الأطفال. حيث يقوم التلاميذ من خلال اللعب بالتعرف على البيئة ومكوناتها ومواردها، من خلال التربية الزراعية والتربية الفنية، كما يتعلم التلاميذ التعاون والعمل في مجموعات من خلال التربية الرياضية، ومن خلال المجالات الأخرى، يقوم التلاميذ بتصميم وتنفيذ نماذج لحديقة الحيوانات أو المزرعة أو الغابة أو القرية، بما فيها من منازل وحيوانات ومبانٍ ومدارس، وذلك باستخدام خامات البيئة المحلية مثل الطين (الصلصال) والخشب والكرتون،

٤- لعب الأدوار:

حيث يقوم التلاميذ بتقمص بعض الأدوار لأشخاص موجودين في البيئة، ويعملون بها مثل تقمص دور عامل النظافة في المدرسة، أو دور الجنايني الذي يهتم بحديقة المدرسة.

٥- يمكـــن في مجال التربية البيئية عمل تمثيليات عن موضوعات، مثل الأمانة والصدق وحب الطيور والحيوانات والنباتات والمحافظة على البيئة ومواردها.

والغايـــة من هذه الطرائق والأساليب هو التعلم من أجل البيئة (مواقف، قيم وسلوك) وخلق أفراد متوافقين مع بيئتهم.

الجانب العملي

ب. نماذج من العروض العملية أو التدريب لتشريح ودراسة المقاطع المجهرية لبعض النباتات وأعضائها مثل (الساق، الأوراق، الجذور، الأزهار) لأحاديات الفلقة أو ثنائيات الفلقة، وتشريح بعض الحيوانات والأنشطة اللاصفية مثل الرحلات بالإضافة إلى بعض الدروس في التربية الشمولية والمنهج الصحي في مرحلة التعليم الأساسي.

إرشادات عملية

مقدمة:

تعـــد التجـــربة العملية مكملة للمنهاج، إذ لا يستطيع الطالب بدونها تحقيق الأهـــداف المرجوة في المنهاج،والتجربة العملية تدرب الطالب على دقة الملاحظة، وإتقان العمل، والتعود على المثابرة، وتنمي التجربة العملية لدى الطالب الأسلوب العلمي والحقيقي، وذلك في التوصل إلى الأدلة والبراهين.

الأمور التي يجب أن يتقيد بها الطالب أثناء العمل المخبري:

١- قراءة التجربة بتمعن قبل الدخول إلى المخبر.

٢- ارتداء المعطف الأبيض.

٣- الهدوء وعدم العبث بالأجهزة الموجودة، والتقيد بالمكان المخصص له.

٤- النظافة وترك الأجهزة وطاولة المخبر نظيفة كما استلمها.

٥- اســـتعمال الأجهـــزة والأدوات الـــزجاجية والكيماويات بكل لطف وحذر، لأن كثيراً من المواد الكيميائية تشكل خطراً على صحتك.

٦- عدم الإسراف في استعمال الماء والكهرباء والمواد.

٧- العمـــل ضـــمن فريق من الطلاب مع احترام رأي الآخرين ولا تكن اتكالياً بل ساهم مع الفريق بكل جدية وإخلاص.

٨- دوّن ملاحظاتـــك على دفتر رسم مع اقتناء قلم رصاص، أحدهما لين والآخر قاس وممحاة ومبراة ومسطرة.

فحص الخلايا في بعض الكائنات الحية ودراستها

الهدف من التجربة:

١- استخدام المجهر في فحص الخلايا بشكل صحيح.

٢- التعرف على أوجه الشبه والاختلاف بين الخلايا النباتية والحيوانية.

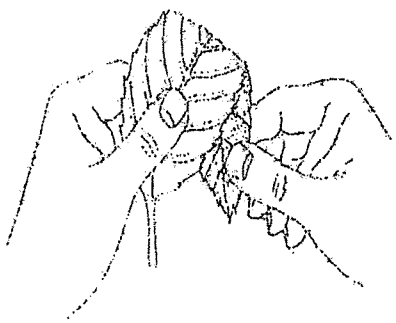
٣- إعداد المحضرات لفحصها تحت المجهر.

أدوات التجربة:

محضـــرات مجهـــرية - ساترات المحضرات - قطارة - مجهر - بادرة نباتية كالفول - صباغ أزرق المتيلين - محلول اليود - خلايا نباتية من ورقة أو ساق أو جذر - خلايا حيوانية - البرامسيوم - الجراثيم (البكتيريا)

طريقة العمل:

أ- الخلايا النباتية:



١- احصـــل على ورقة من بادرة نبات الفول الموجود في المخبر أو حديقـــة المدرسة أو ورقة نبات يوفرها لك المدرس.

٢- قـــم بثني الورقة وأزل الغشاء الـــرقيق الـــذي يغطي الورقة (البشرة) بواسطة الملقط.

٣- جهز شريحة من البشرة وضع عليها قطرة من محلول اليود.

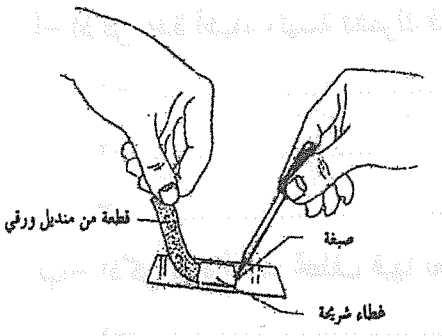
٤- لاحظ وجود خلايا البشرة والخلايا الحارسة والسم.

٥- ارسم بعض الخلايا التي شاهدتها.

ب. الخلايا الحيوانية:

١- ضع قطرة ماء على الصفيحة الزجاجية.

٢- احصل على بعض خلايا لسانك وذلك بحك عود معقم بلطف على مقدمة لسانك.



٣- ضع ما علق بالعود على قطرة الماء في الصفيحة.

٤- أضف قطرة من صبغة أزرق الميتيلين.

٥- قم بوضع ساترة وأزل الماء والصبغة الزائدة بمنديل ورقي.

٦- افحص المحضر الذي قمت بإعداده.

٧- قم برسم بعض الخلايا التي شاهدتها.

نأخذ بعض الأمثلة على بعض الخلايا:

خلايا فطرية:

أ- خذ عينة من فطر الخميرة باستخدام قطارة.

ب- ضع قطرة من العينة على صفيحة زجاجية.

ج- ضع قطرة من صبغة أزرق الميتيلين على العينية.

د- ضع المحضر تحت المجهر، راقب وارسم ما شاهدته.

البارامسيوم:

١- جهز المحضر من مزرعة البارامسيوم أضف قطرة من متيل السللوز أو الصمغ العربي لإبطاء حركة البرامسيوم.

٢- قم برسم ما تشاهده.

(البكتريا) الجراثيم:

افحص المحضر الجاهز الذي يوفره لك المدرس (للبكتيريا) الجراثيم.

التقويم:

أ- اذكر عدة أشياء رئيسة تشترك فيها جميع الخلايا التي شاهدتها.

١- .....

٢- .....

٣- .....

ب- اذكر عدة أشياء تختلف فيها بعض الخلايا عن بعضها.

١- .....

٢- .....

٣- .....

الانقسام الخيطي في الخلايا النباتية

الهدف من النشاط:

١- إعداد شريحة مؤقتة للقمة النامية في جذور نبات البصل.

٢- مشـــاهدة الانقســـام الخيطي غير المباشر في خلايا القمة النامية لجذور نبات البصل.

مستلزمات الدرس العملي:

جـــذور بصل نامية في مزرعة مائية - مجهر - ميثانول حمض الخل - كأس زجاجي - أنبوبة اختبار - صبغة فيولجين Feulgen - حمض كلور الماء (واحد مول) - ٤٥% حمض الخل - مشرط - ملقط - شرائح زجاجية - أغطية شرائح - قلم رصاص بمساحة - شريحة جاهزة للقمة النامية في جذور نبات البصل.

خطوات العمل:

أولاً: إعداد الشريحة:

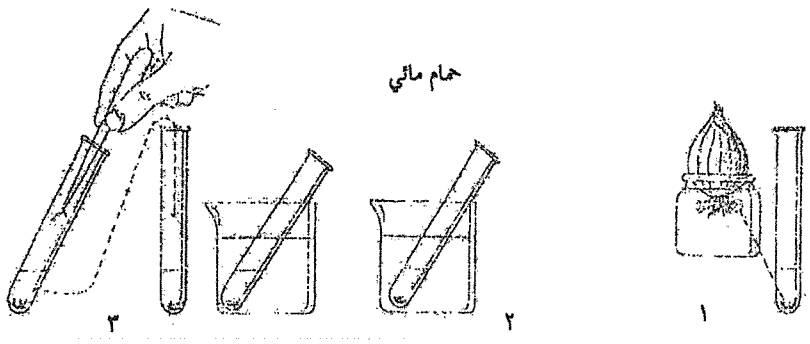
١- اقطع (٤) قمم نامية من جذورنبات البصل بحيث يكون طولها حوالي (٣) مـــم باستخدام المشرط. انقلهم مباشرة إلى أنبوبة الاختبار التي تحتوي ٥سم من ميثانول حمض الخل (مثبت).

٢- ضع أنبوبة الاختبار في حمام مائي بدرجة حرارة ٦٠° م لمدة ١٥ دقيقة.

٣- اســـتخدم الملقط لنقل القمم النامية من محلول ميتانول حمض الخل إلى أنـــبوبة اختبار تحتوي على حمض HCI (واحد مول)، ثم ضع أنبوبة الاختبار في حمام مائي بدرجة حرارة ٦٠°س لمدة (١٠) دقائق.

حمض كلور الماء يعمل على تجهيز حمض DNA لتقبل الصبغة.

تحذير: استخدم HCI بحذر شديد فلا تلامسه ولا تدعه يتساقط من أنبوبة الاختبار.

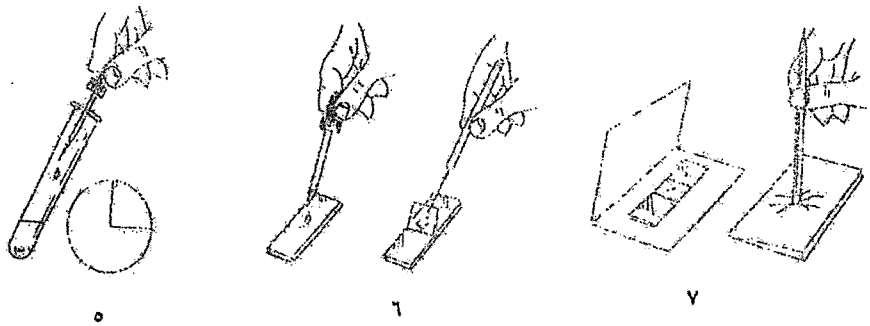


خطوات إعداد العينة من القمم النامية

٤- قـــم بالتخلص من حمض HCI مع إبقاء العينات في أنبوبة الاختبار، ضع حمض HCI في المكان الذي يحدده لك المعلم.

٥- أضف مقداراً من صبغة الفيولجين على العينة حتى تغطيها تماماً. واترك العينة في الصبغة لمدة (١٥) دقيقة.

٦- ضـــع عينة واحدة من القمة النامية على شريحة زجاجية فارعة، أضف قطرة من حمض الخل وضع غطاء الشريحة عليها.



خطوات إعداد الشريحة

٧- ضع الشريحة على منديل ورقي كما هو موضع بالشكل واضغط بقلم الرصاص ٠كما هو موضح في الشكل أعلاه وذلك لهرس عينة القمة النامية.

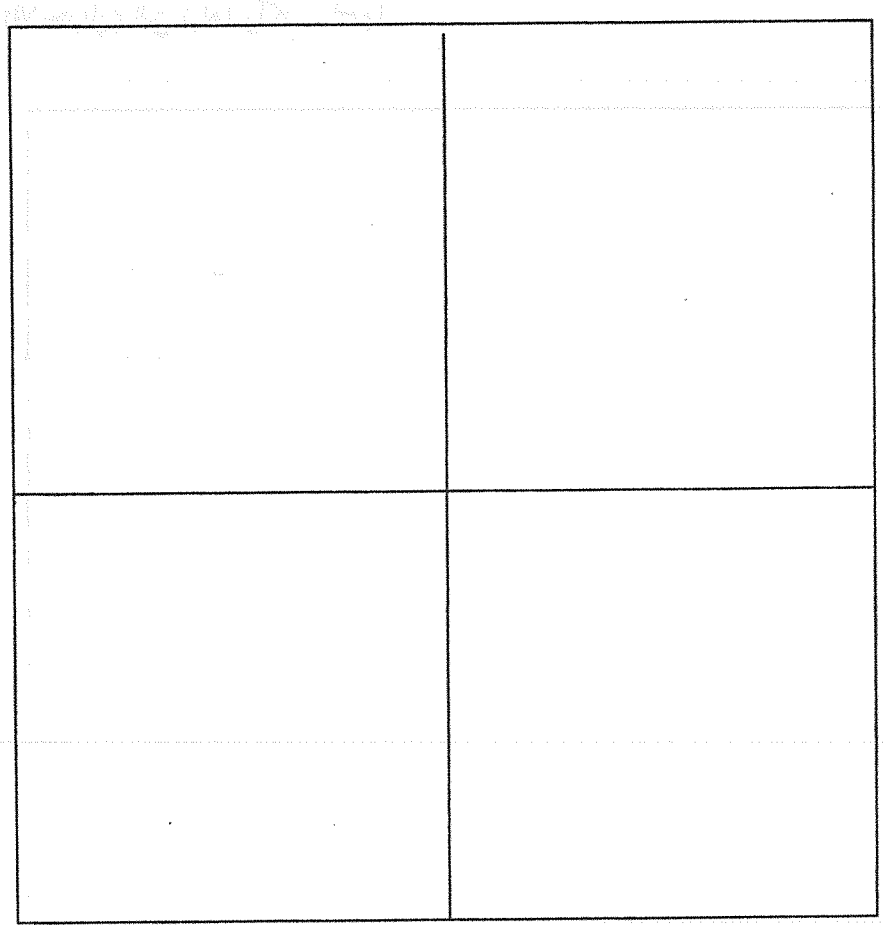
ثانياً: مشاهدة الشريحة المؤقتة:

١- ضع الشريحة على المجهر واستخدم القوة الصغرى فالكبرى لمشاهدتها.

٢- ابحث عن مراحل مختلفة للانقسام الخيطي (غير المباشر) في خلايا القمة النامية لجذر نبات البصل.

ثالثاً: الاستنتاج:

ارسم فيما يلي مراحل الانقسام غير المباشر التي شاهدتها وحدد البيانات على الرسم.



الانقسام المنصف في الخلايا الحيوانية:

الهدف من الدرس:

١- فحص شريحة جاهزة في مقطع عرضي لخصية حيوان.

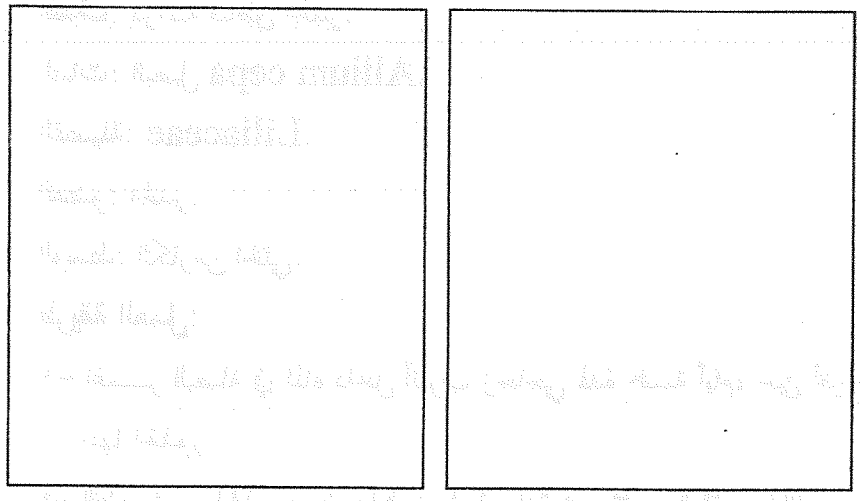
٢- تحديد بعض مراحل الانقسام المنصف.

الأدوات: شرائح جاهزة للانقسام المنصف (خلايا خصية الفأر مثلاً).

خطوات الدرس:

١- شـــاهد مقطـــع عرضي في خصية، ثم ارسم مراحل الانقسام المنصف (الاختزالي) التي تراها وأكتب اسمها.

٢- وضـــح بالرســـم المرحلة الاستوائية من الانقسام الخيطي (غير المباشر) والانقسام المنصف لخلية بها زوجان من الصبغيات.



٣- قـــارن بـــين الانقسام المباشر (الخيطي) والانقسام الاختزالي (المنصف) حسب الجدول الآتي:

م	وجه المقارنة	الانقسام غير المباشر (الخيطي)	الانقسام الاختزالي (المنصف)
١	مكان الحدوث		
٢	الهدف من الانقسام		
٣	عـــدد الخلايـــا الـــناتجة من الانقسام		
٤	عـــدد الصبغيات في الخلايا الناتجة من الانقسام		

دراسة مقطع طولي في جذر نبات البصل الآخذ بالتمايز:

النشاط (١)

الهدف: دراسة مناطق الجذر.

النبات: البصل Allium cepa.

الفصيلة: Liliaceae.

العضو: الجذر.

الوسط: الكارمن الخلي.

طريقة العمل:

١- اغمـــر البصلة في الماء داخل أنبوب زجاجي لمدة خمسة أيام، حتى تخرج منها الجذور

٢- اقطع رؤوس الجذور، وضعها في زجاجة ساعة ٥سم٣ من الكارمن الخلي.

٣- ســـخن تسخيناً خفيفاً مدة دقيقتين من أجل تشرب الصبغة (الكارمن الخلي)، وتثبت في الخلايا.

٤- افحـــص أحـــد الجذور على صفيحة زجاجية نظيفة، يوضع قطرة من الكارمن الخلي.

٥- غطـــي المحضر بساترة ثم اضغط على الغطاء بطرف قلم رصاص، وذلك لتفريق الخلايا عن بعضها بعضاً وسحقها.

٦- افحص المحضر بالتكبير الضعيف بدءاً من القلنسوة إلى الأعلى وعندها تلاحظ:

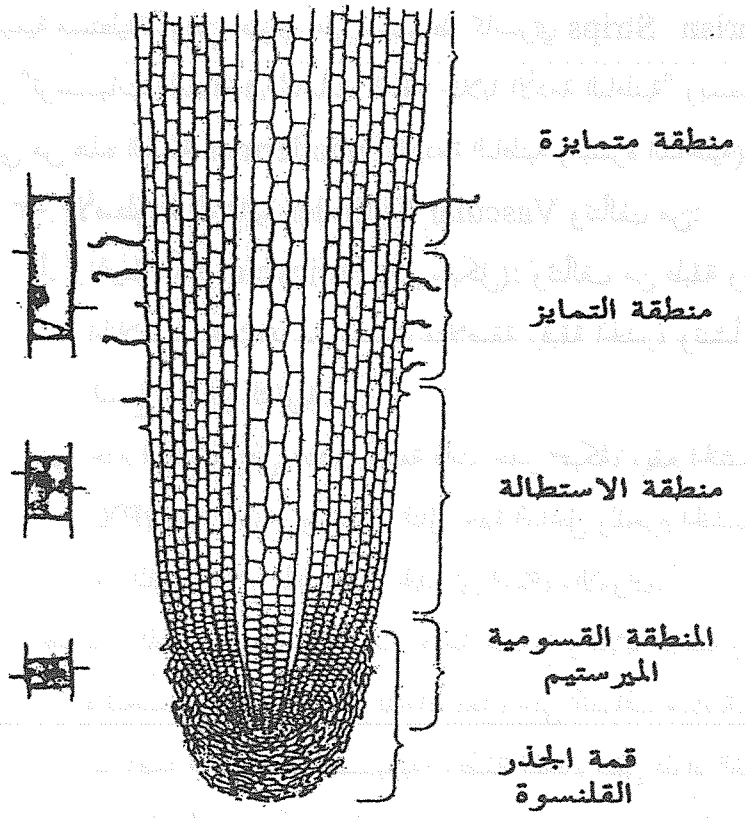
- مـــنطقة القلنسوة (Root cap): وظيفتها حماية القمة النامية أثناء اختراق الجذور للتربة،وتوجد في نهاية الجذر وتشبه القبعة.
- منطقة الانقسام (Meristime): وتشاهد هذه المنطقة بعد القلنسوة مباشرة، والخلايا فيها صغيرة رقيقة الجدران، ونواتها صخمة، ولها فجوة صغيرة، أو معدومة، الخلايا فيها مربعة.

■ منطقة الاستطالة: تتألف من خلايا مستطيلة، نشأت من القمة النامية، ويلاحظ ظهور الفجوات وازدياد حجمها.

■ منطقة التمايز: فيها فجوة ضخمة،والنواة نحو المحيط، يلاحظ أن السيتوبلاسما أصبحت حبيبية وقليلة الكثافة شكل (٨٩).

٧- حاول فحص بعض الخلايا بالتكبير القوي ماذا تلاحظ؟ ...

المطلوب رسم مخطط لمقطع طولي لجذر البصل مع كتابة المسميات على المخطط.



مخطط يوضح مقطعاً طولياً في جذر نبات البصل الآخذ بالتمايز شكل (٨٩)

دراسة البنية التشريحية لأعضاء النبات المختلفة:

أولاً: البنية التشريحية للجذر:

١- طبقة الأوبار الماصة أو طبقة البشرة Epidermis:

تتألف عادة من طبقة واحدة غلفها سيللوزية، وبعض خلاياها تعطي أوبار ماصة، وكل وبرة تحتوي على فجوة عصارية.

٢- القشرة Cortex:

وتحتل القشرة مساحة واحدة نسبياً، الطبقات في الجذر أكثر من الساق، وتتكون من عدة صفوف من الخلايا البارانشيمية، وتنتهي هذه الطبقة بخلايا بارانشيمية مستطيلة، والتي تحتوي على شريط كاسبري Casparian Strips، وهو "ترسبات قليلة في ثنائيات الفلقة لخلايا الأدمة الباطنية" ويسمى القسم الداخلي من هذه الطبقة Endodermes الأدمة الباطنية (البشرة الداخلية).

٣- الأسطوانة الوعائية Vascular Cylinder وتتألف من:

أ. المحيط الدائر Pericycle (البريسيكل): وتتألف من طبقة واحدة من الخلايا، خلاياها بارانشيمية متلاصقة رقيقة الجدر، وتنشأ من هذه النسج الجذور الثانوية.

ب. حزم الخشب وهي خلايا مضلعة ذات جدر سميكة، ويقع الخشب الأولي (PX) جهة الخارج والخشب التالي جهة الداخل وللحزم الخشبية دور في نقل الماء والأملاح المعدنية من الجذر إلى الساق والأوراق.

جـ. اللحاء: ويتكون من أوعية غربالية وخلايا مرافقة وبارانشيم واللحاء، وأن الخشب واللحاء يقعان على أنصاف متبادلة، ويفصل بينهما خلايا بارانشيمية، وطبقة اللحاء تنقل المواد الغذائية من الأوراق إلى جميع أجزاء النبات.

٤- المخ: يقع في مركز الجذر، يتكون من خلايا بارانشيمية رقيقة الجدر (٩٠).

طريقة العمل:

١- اعمل قطاعات عرضية بشكل شرائح بجذر ما من ثنائيات الفلقة ثم لون هـــذه المقاطـــع بالتلوين المضاعف، وضع أحد المقاطع الجيدة في قطرة غليسرين في وسط صفيحة زجاجية نظيفة لساترة.

٢- تعرف على الأجزاء بالاستعانة بالرسوم والأشكال الموجودة في الكتاب.

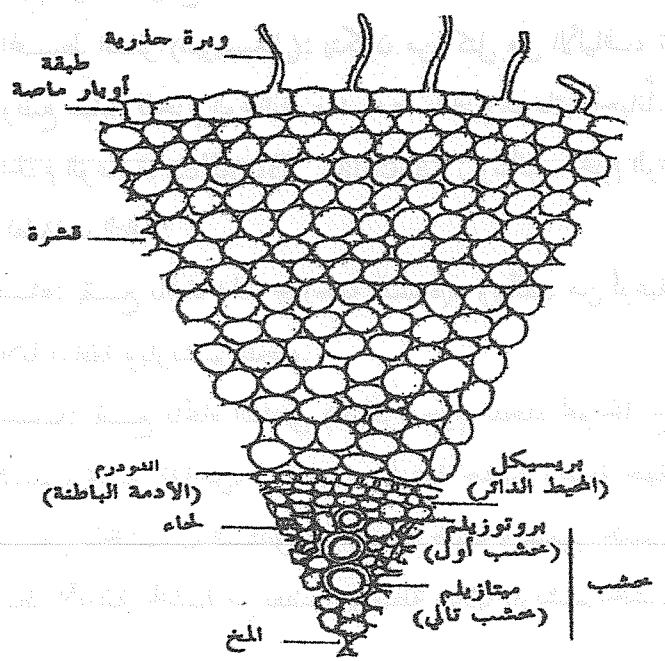
٣- افحص البنية التشريحية لجذر نبات من ثنائيات الفلقة في مقطع محضر.

أولاً: بالتكبير الضعيف ولاحظ:

١- المناطق الأساسية للجذر: طبقة الأوبار الماصة، القشرة، الأسطوانة المركزية.

٢- ارسم المقطع رسماً (إجمالياً).

٣- ارسم رسماً تفصيلياً لجزء من الأسطوانة المركزية بوضع البنية الثانوية في الحزم.



رسم تخطيطي تفصيلي لجزء من قطاع عرضي في جذر من نباتات ثنائية الفلقة شكل (٩٠)

البنية التشريحية للساق:

يتألف الساق من المحيط إلى المركز من الطبقات التالية:

١- **البشرة Epidermis**: طبقة واحدة من الخلايا غلفها الخارجية سميكة وهذه الطبقة غالباً ما تكون فيها مسامات.

٢- **القشرة Cortex**: تتكون من عدة صفوف من الخلايا الخارجية منها كولنشيمية، والداخلية خلايا بارنشيمية، وتحتوي الطبقات الخارجية عادة صانعات خضراء، وتحتوي الطبقة الداخلية على حبيبات النشاء في بعض النباتات، وتسمى بالغلاف النشوي والقشرة عند الساق صغيرة بالمقارنة مع قشرة الجذر.

٣- **الأسطوانة الوعائية Vascular cylinder**: تتألف من المحيط الدائر والحزم الوعائية والمخ.

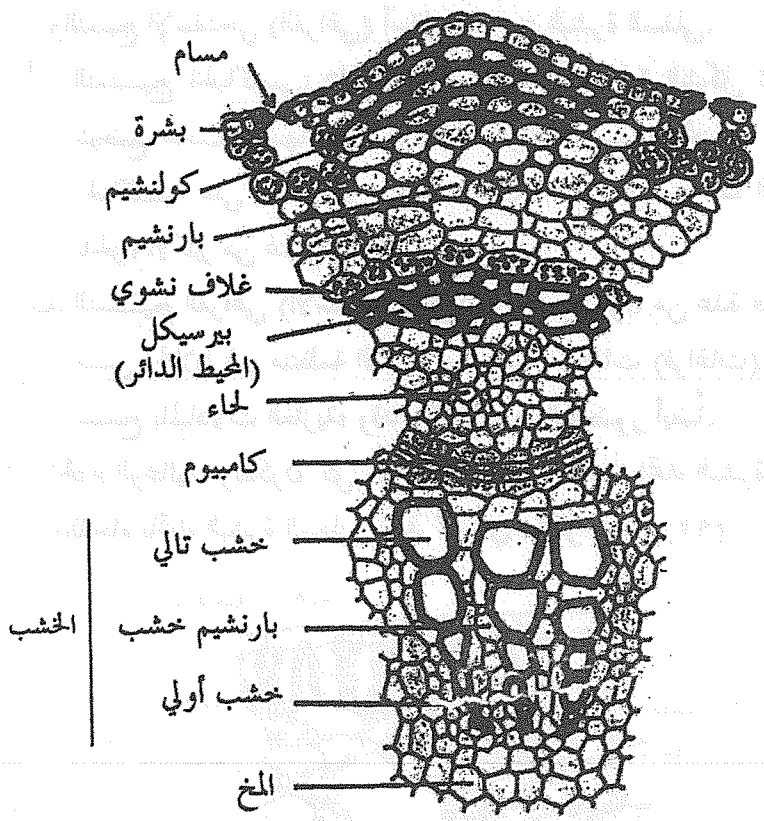
أ. المحيط الدائر (البريسيكل): يتكون من كتل من الألياف، توجد في وضع مقابل للحزم الوعائية، وقد يحيط بالحزم الوعائية أحياناً.

ب. الحزم الوعائية: Vascular Bundles: وتتألف الحزم الوعائية من الطبقات التالية:

- **اللحاء**: يقع باتجاه الخارج (جهة البشرة)، ويتألف من أوعية غربالية وخلايا مرافقة وبارنشيم اللحاء.
- **الخشب**: يقع باتجاه الداخل (المركز) حزم اللحاء نحوالخارج، وحزم الخشب نحو الداخل، ويتألف من أوعية خشبية واسعة جهة الخارج وتسمى بالخشب الثانوي، ثم أوعية ضيقة وتسمى الخشب الأول، وترتبط الأوعية الخشبية مع بعضها بواسطة خلايا بارنشيم الخشب.

- **الكامبـــيوم**: نسيج مولد مرستيمي، يلاحظ في السوق الناضجة وله دور في الـــنمو العرضـــي، يقع بين اللحاء والخشب،ويقوم الكامبيوم بإنتاج طبقات من اللحاء الثانوي نحو الخارج، وطبقات من الخشب الثانوي نحو الداخل.

٤- المخ (Pith): ويشكل حيزاً كبيراً في مركز الساق، ويتكون المخ من خلايـــا بارنشـــيمية كبيرة الحجم، وقد يتلاشى المخ، فتصبح الساق جوفاء كساق الفول والبرسيم شكل (٩١).



شكل (٩١)

مقطع عرضي في ساق من ذوات الفلقتين حديث

البنية التشريحية للورقة:

تشير البنية التشريحية للورقة إلى وجود النسج التالية:

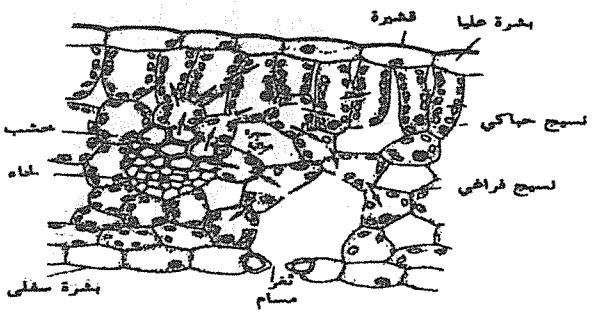
البشـــرة: تتألف الورقة من بشرتين (علوية وسفلية) وتحاط البشرة بالقشيرة (مكـــونة من القشرين) وغالباً لا تحتوي خلاياها على الصانعات الخضراء. عـــدا الخلايـــا الحارسة المحيطة بالمسامات، أما البشرة السفلى، فتكثر فيها المسامات أكثر من البشرة العليا.

١- **النســـيج المتوسط Mesophyll:** هو النسيج الذي يقع بين البشرتين العلـــيا والســـفلى، ويتمايـــز إلى النسيج الحباكي تحت البشرة العليا، والنسيج الإسفنجي (الفراغي) أسفل منه حتى البشرة السفلى.

أ. النســـيج الحباكـــي: Palisade: الخلايا أسطوانية الشكل تقريباً، تتوضع جانب بعضها بعضاً دون ترك فراغات بينها، وتحتوي الخلايا الحباكـــية على عدد كبير من الصانعات الخضر، ويقوم هذا النسيج بالجزء الأكبر من عملية التركيب الضوئي.

ب. النســـيج الفراغي (الاسفنجي) Spongy: ويتكون من عدة طبقات مـــن الخلايا غير منتظمة الشكل وتتخللها مسافات (فراغات) كبيرة تسمح بالمبادلات الغازية، وقد يلاحظ فيها اليخضور أيضاً.

٢- الحزم الوعائية: وتتكون كل حزمة من أوعية خشبية باتجاه البشرة العليا واللحاء باتجاه البشرة السفلى جابذ كما في الجذر شكل (٩٢)



مقطع عرضي في قرص ورقة من ذوات الفلقتين. شكل (٩٢)

تدريبات عملية

١- إثبات انطلاق الأوكسجين في عملية التركيب الضوئي:

الأدوات:

كـــأس زجاجـــي - قمـــع زجاجي - أنبوبة زجاجية - حامل - محلول بيكربونات صوديوم بنسبة ½ % - نبات مائي أو طحلب سبيروجيرا.

خطوات العمل:

أ- ضـــع محلول بيكربونات الصوديوم (مصدر لثنائي أكسيد الكربون) في الكأس الزجاجي.

ب- نكـــس القمع الزجاجي لينغمر بأكمله في المحلول فوق النبات المائي أو الطحلب كما في الشكل.

جـــ- نكس أنبوبة اختبار مملوءة بنفس المحلول فوق عنق القمع.

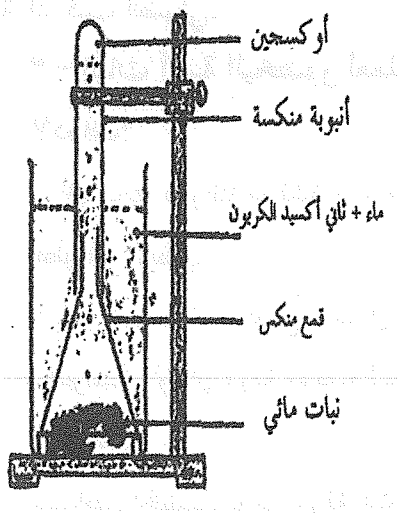
د - اترك الجهاز معرضاً لضوء الشمس فترة كافية.

المشاهدة:

خروج فقاعات غازية تتجمع في أعلـــى أنـــبوبة الاختبار المنكسة. يمكن الكشـــف عـــن هذا الغاز فتلاحظ أنه يساعد على اشتعال شظية مشتعلة.

الاستنتاج:

توفرت ظروف عملية التركيب الضوئي للنبات المائي الأخضر (الماء + ثنائي أكسيد الكربون + الضوء) وبذا يقـــوم بعملية التركيب الضوئي التي ينتج عنها غاز الأوكسجين.



إثبات انطلاق الأوكسجين أثناء عملية التركيب الضوئي

٢- إثبات تكون النشاء في عملية التركيب الضوئي:

الأدوات:

أوراق نبات خضراء - ماء - موقد - كحول - محلول يود.

خطوات العمل:

أ - اقطع إحدى أوراق نبات من ذوات الفلقتين (معرض للضوء عدة ساعات).

ب-ضع الورقة في ماء يغلي عدة ثوان لقتلها، ثم اغمرها في كحول الاستخلاص اليخضوري حتى يصبح لون الورقة أبيض مصفراً.

ج- اغمر الورقة في محلول اليود.

المشاهدة:

تصطبغ الورقة باللون الأزرق البنفسجي.

الاستنتاج:

اللون الأزرق البنفسجي دليل على تكون النشاء في الورقة خلال قيامها بعملية التركيب الضوئي.

٣- إثبات أهمية اليخضور لعملية التركيب الضوئي.

الأدوات:

أوراق نبات دورانتا مبرقشة - ماء - موقد - كحول - محلول يود.

خطوات العمل:

كرر خطوات العمل كما في التجربة السابقة مع استعمال أوراق نبات الدورانتا المبرقشة (أو أي ورقة مبرقشة لنبات آخر).

المشاهدة:

المناطق الخضراء من ورقة الدورانتا تصطبغ باللون الأزرق البنفسجي أما المناطق غير الخضراء لا تصطبغ باللون الأزرق البنفسجي.

الاستنتاج:

.....

.....

.....

٤- إثبات أهمية ثنائي أكسيد الكربون لعملية التركيب الضوئي:

كـــرر خطوات التجربة الأولى مع استبدال محلول بيكربونات الصوديوم بماء الصنبور.

المشاهدة:

.....

.....

.....

الاستنتاج:

.....

.....إث

بات أهمية الضوء في عملية التركيب الضوئي:

غلـــف جزء من ورقة أحد النباتات الموجودة في حديقة المدرسة (من أعلى وأســـفل) وذلـــك باستخدام شريط من ورق القصدير ثم اتركها على النبات عدة ساعات أثناء النهار. ثم انزعها من على النبات، وكرر خطوات عمل التجربة رقم (٢)، ماذا تشاهد؟

.....

.....

.....

الاستنتاج:

.....

.....

.....

طريقة العمل:

نفحـــص بالطريقة ذاتها قطاعاً عرضياً في الساق والورقة مركزين على البنية التشريحية، وعلى الطبقات المختلفة وخاصة الأوعية الخشبية واللحائية.

الأزهار:

دراسة بنية الزهرة:

نأخـــذ زهرة المشمش، وندرس تركيبها مبتدئين من الخارج إلى الداخل،نجد ما يلي:

١- عنق الزهرة (الشمراخ الزهري): وهو حامل الزهرة، ويربطها بالساق، وينتهي طرفه بجزء منتفخ يسمى كرسي الزهرة.

٢- كرســـي الزهرة: Receptale: وله أشكال متعددة، منها المسطح أو القرصي أو المحدب أو مقعر، ويحمل كرسي الزهرة أجزاء الزهرة.

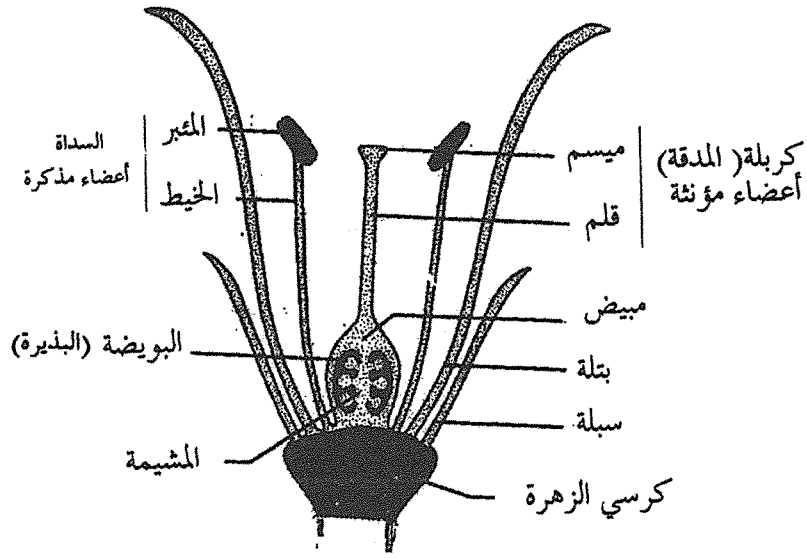
٣- الكأس Calyx: ويتكون من أوراق خضراء متساوية، تدعى السبلات (Sepals)، وقـــد تلـــتحم الســـبلات مع بعضها بعضاً، وقد تكون منفصلة، وتقوم الكأس بحماية أجزاء الزهرة الداخلية قبل تفتحها.

٤- الـــتويج (Corolla): ويتكون من أوراق ملونة،وقد يكون لها رائحة عطـــرة لجـــذب الحشـــرات إليها، لتساعد في عملية الإلقاح، وتدعى بالبتلات (Petals).

٥- أعضـــاء التذكير: ويتكون من الأسدية (Stamens)، وتتألف كل ســـداة منها من خيط رفيع، يرتكز عليه المئبر، كما تتكون فيه حبات الطلع (Pollen grains)، والأسدية إما ملتحمة أو منفصلة.

٦- أعضـــاء التأنـــيث: وتتكون من مجموعة الكرابل، وتتألف كل كربلة (المدقة) منها من المبيض (Ovary)، والقلم (Style)، والميسم (Stigma)، ويحـــتوي المبيض على البذيرات Ovules، والتي تكون البذور بعد إخصابها، وتلتصق البذيرة عن طريق المشيمة ((Placenta، بجدار المبيض بواسطة الحبل السري.

حاول التعرف على أجزاء الزهرة شكل (٩٣).



مقطع طولي يوضح أجزاء الزهرة شكل (٩٣)

تدريبات عملية

أثر الهرمونات النباتية في انجذاب النبات:

نميز نوعين من الانجذابات:

١- انجذاب أرضي.

٢- انجذاب ضوئي.

نشاط (١):

آ. ضع نباتا مزروعاً بشكل أفقي، واتركه عدة أيام، ثم لاحظ نمو الساق،ماذا تلاحظ؟

.....

.....

.....

ب. ضع بادرة نباتية للشعير أو الفول على قطن مبلل في وعاء بشكل أفقي، وغط الوعاء بإحكام، ثبته فوق قطعة من الخشب أو فلين واترك التجربة لعدة أيام ماذا تلاحظ؟

.....

.....

النتيجة:

.....

.....

نشاط (٢):

١- خذ نباتاً مزروعاً في أصيص.

٢- ضعه في علبة كرتون مقوى أسود.

٣- اجعل الضوء يدخل من فتحة صغيرة في علبة الكرتون.

٤- بعد عدة أيام لاحظ جهة انجذاب أغصان النبات.

النتيجة:

.....

.....

دور الخشب في نقل الماء:

الأدوات: بـــادرة نباتية لها جذور مثل الفول أو القرنفل، حبر أحمر، دورق زجاجي.

خطوات العمل:

١- ضع النبات في ماء ملون بحيث تلامس جذوره.

٢- اترك البادرة لعدة ساعات فماذا تلاحظ في لون الساق والأوراق؟

٣- اعمل مقطعاً عرضياً في الساق والجذر بوساطة شفرة حادة، وافحصها بالمجهر، في أي أنسجة تلاحظ ظهور اللون ؟

■ **إثبات النتج:**

١- اقطع ساق أحد النباتات يحمل عدداً من الأوراق على أن يكون القطع تحت سطح الماء، ثم ثبت الطرف المقطوع على أنبوبة من المطاط تثبيتاً محكماً.

٢- اربط الأنبوبة المطاطية بأنبوبة زجاجية مفتوحة الطرفين واملأها بالماء تماماً، ثم نكس الأنبوبة الزجاجية بحيث ينغمس الطرف الحر في حوض من الزئبق.

٣- اترك الجهاز فترة ولاحظ ماذا يحدث للزئبق.

المشاهدة:

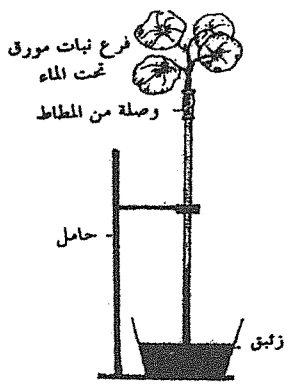
.....

.....

نتيجة:

.....

.....



النتح

نشاط الضغط الجذري:

١- خذ نباتاً مزروعاً بأصيص مثل: العنب، أو عباد الشمس وغيرها.

٢- ضع الأصيص في إناء فيه ماء واقطع ساق النبات المزروع فوق سطح التربة بحوالي ١٥ سم بحيث يتم القطع تحت سطح الماء.

٣- ركب على الساق المقطوعة أنبوبة ذات وصلة جانبية واحكم التوصيل بواسطة توصيلة من المطاط.

٤- اجعل الماء يدخل إلى الأنبوبة ليغطي السطح المقطوع، ثم اخرج الأصيص من الإناء وركب على الأنبوبة ذات الوصلة الجانبية ساق زجاجي رقيق أو مانومتر زئبقي. كما في الأشكال.

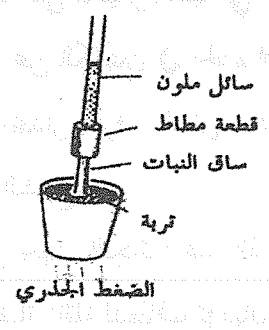
٥- اترك الجهاز مدة ولاحظ ارتفاع الماء أو الزئبق. .....

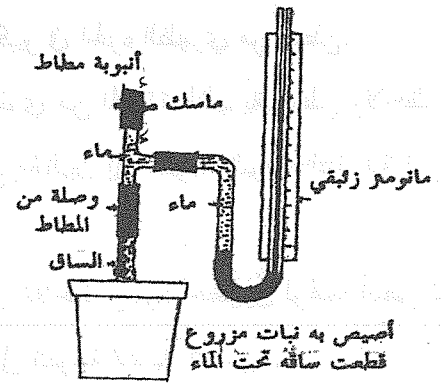
.....

الاستنتاج:

.....

.....





مخطط أجهزة قياس الضغط الجذري

تشريح بعض الأحياء

١- تشريح السمك

أمسك السمكة بيد واحدة وتعرف على شكلها الخارجي

بعد ذلك أبدأ بالتشريح: أعمل بالمقص قصاً مبتدئاً من قبل الحليمة الشرجية بقليل وتابع القص من وسط البطن متجهاً للأمام حتى تصل إلى مقدمة الجسم.

بعد ذلك ضع السمكة في حوض التشريح أو على قطعة من الفللين، أزح الجدار الجانبي للجسم جانباً وثبته بدبابيس وأيضاً ثبت السمكة بدبابيس، لاحظ القلب في الأمام المكون من أذين وبطين ولاحظ البصلة الشريانية المتصلة بالأذين والجيب الوريدي المتصل بالبطين، ولاحظ أيضاً الأوعية الدموية (الشرايين) الغلصمية الصادرة من الشريان المتصل بالبصلة الشريانية ولاحظ أيضاً الأوعية الدموية (الأوردة) العائدة من الغلاصم إلى الجيب الوريدي.

ادرس جهاز الهضم: الفم- المري القصير- المعدة- الكبد والحويصل الصفراوي وعند الطرف الأمامي للمعي يمكنك أن تجد الطحال الكبير ذا اللون الأحمر ونعرف بالطبع أنه لا علاقة له بجهاز الهضم.

تعرف على الكيس السباحي الكبير في الجزء الظهري من البطن.

ابحث عن الكليتين في الجزء العلوي من المنطقة الظهرية للبطن ولاحظ أنهما ملتصقتان بجدار جوف البطن- تتبع الحالبين إلى الفوهة البولية التناسلية التي تقع خلف فتحة الشرج.

ادرس جهاز التكاثر: عند الذكر تلاحظ وجود خصيتين لونهما أبيض تتصل كل منهما بقناة ناقلة للنطاف تؤديان إلى الفوهة البولية التناسلية.

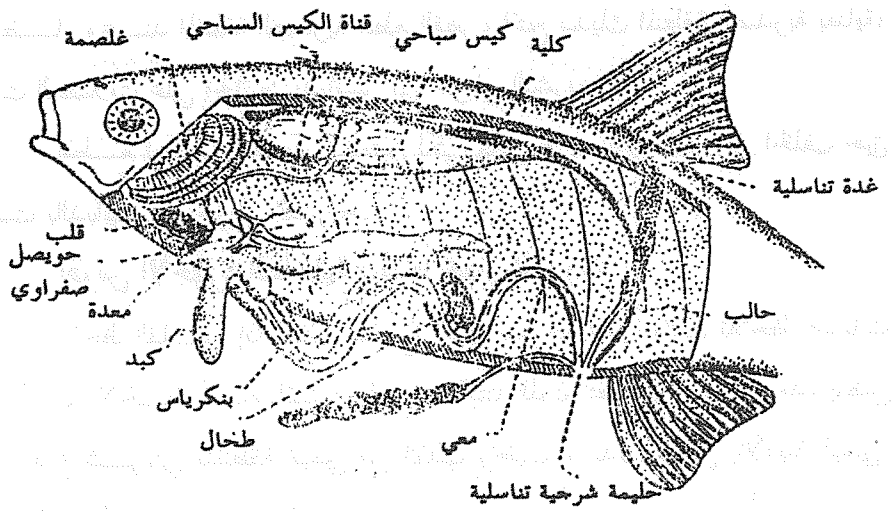
أما عند الأنثى فالمبيضان لونهما رمادي تلاحظ فيهما البيوض. تبادل مع أحد زملائك الحيوان لتدرس جهازي التكاثر الذكري والأنثوي.

ادرس إحـــدى الغلاصـــم: لاحظ القوس الغلصمية والصفائح الفلصمية التي تصطف على القوس كمشط ذي صفين من الأسنان، كما يجب أن تشاهد الشقوق الغلصمية عند فتح فم السمكة.

ادرس دماغ السمكة: اقطع جدار الجمجمة بالمشرط باحتراس وبدقة لكي لا تخـــرب الدماغ. لاحظ أقسام الدماغ: فصان شميان- المخ المكون من نصفي كرة- الفصـــان البصريان- المخيخ- فالبصلة ثم لاحظ بداية النخاع الشوكي. حاول أن تتبع الأعصاب الدماغية إلى أن تتصل بأعضاء الحس.

وأخيراً تعرف على الأعصاب الشوكية المتفرعة من النخاع الشوكي.

إذا شرحت عين السمكة تلاحظ أن الجسم البلوري شكله كروي.



٢-٠ تشريح الضفدع

امسك ضفدع حية بيدك أو مخدرة بقليل من الإيتر وهو الأفضل) ادرس الشكل الخارجي.

أدرس شكل الكريات الحمر تحت المجهر في الغشاء الرقيق الموجود بين أصابع أحد الطرفين الخلفيين لضفدع حي تحت المجهر.

لتشريح الضفدع اعمل ما يأتي: ضع ضفدعاً على ظهره في حوض التشريح وثبت أطرافه الأربعة بعد شدها بواسطة دبابيس. استخدم ملقطاً لتمسك به جلد البطن الفضفاض فيما بين الطرفين الخلفيين. ثم اقطع من هناك وإلى أعلى الجلد واستمر بالقص حتى الفك السفلي. اطوي الجلد إلى الخلف ولاحظ وفرة الأوعية الدموية فيه ثم ثبته بدبابيس إلى حوض التشريح ثم اقطع خلال عضلات البطن البيضاء اللون مع الحرص على أن لا تقطع الوريد البطني الأمامي أو ما تحته من أعضاء وعند المنطقة الصدرية اقطع القص، افتح بيديك المنطقة الصدرية بعناية، ثبت العضلات على الجانبين بدبابيس إلى حوض التشريح.

اقطع أيضاً كلاً من الشفتين لكي يمكن طي جدار البطن إلى الخلف حتى يثبت بالدبابيس في حوض التشريح.

ادرس الأجهزة الداخلية مبتدءاً بجهاز الدوران:

لاحظ القلب، وإذا كان الضفدع الذي تشرحه مخدراً فإنك تلاحظ ضربات القلب. لاحظ أقسام القلب: أذينتان داكنتا اللون تتصلان ببطين واحد، يتصل جذع شرياني بالمنطقة اليمنى من القلب وجيب وريدي يتصل بالأذينة اليمنى، لاحظ أن القلب متصل بغشاء التامور.

لاحظ الرئتين، ضع أنبوبة ملساء، كالتي تمتص به الشراب أو العصير- وأدخلها في فم الضفدع وانفخ بها الهواء لكي تنتفخ الرئتان. لاحظ عدم وجود حجاب حاجز وعدم وجود رغامى وقصبات.

يدخل الهواء إلى الرئتين بالبلع.

لاحظ جهاز الهضم: الفم واسع له فكان: علوي يحمل أسناناً دقيقة وسفلي مجرد من الأسنان، لاحظ اللسان بداخل جوف الفم ولاحظ أنه ملتحم بأرض الفم بثلثه الأمامي وطليق في قسمه الخلفي بحيث يدفعه الحيوان خارج الفم لاصطياد فريسته. يلي الفم البلعوم ثم مريء قصير يؤدي إلى معدة تلاحظ في نهايتها اختناقاً هو البواب. تتصل المعدة بالمعي الدقيق الذي يبدأ بالأثني عشري. لاحظ المعكلة الموجود في الاثني عشري والتي تصب عصارتها بقناة في بداية الأثني عشري. لاحظ المستقيم (الذي يمثل المعي الغليظ) وهو يصب في المقذرة.

لاحظ الكبد المؤلف من أربع فصوص وله حويصل صفراوي يتصل بالأثني عشري بالقناة الجامعة حيث تصب الصفراء التي يفرزها الكبد.

ادرس جهازي البول والتكاثر عند الذكر والأنثى تبادل الحيوان مع بعض زملائك لكي تتعرف على الجهازين.

للذكر خصيتان تنتجان النطاف التي تخرج من كل منهما إلى أقنية ناقلة تصب على الكليتين تتصل كل كلية بحالب. يصب الحالبان في المقذرة. لاحظ فوق كل خصية الجسم الأصفر الذهبي ولاحظ أيضاً اتصال جهاز التكاثر الذكري مع جهاز البول.

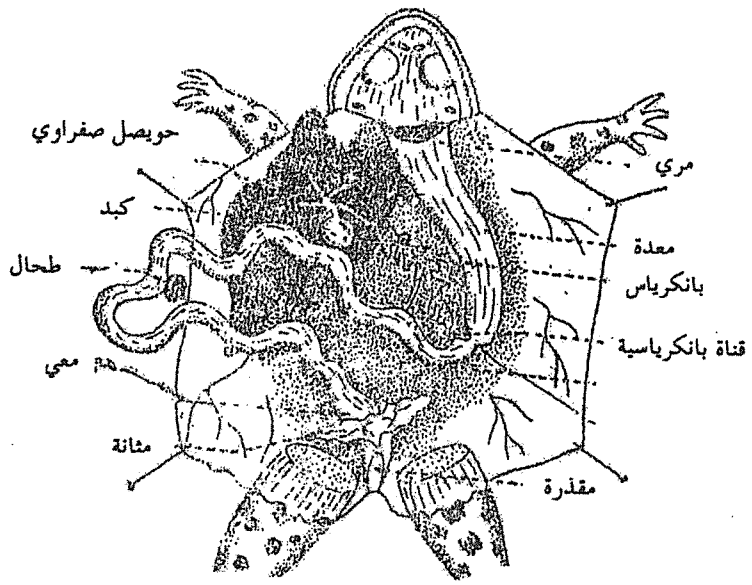
للأنثى مبيضان كبيران ممتلئان بالبيوض- خلال الربيع. كل مبيض مجمع يتصل بقناة ناقلة للبيوض، أزح جانباً أحد المبيضين وتتبع القناة الناقلة للبيوض للمبيض الآخر لتتعرف على القمع (الصيوان) الموجود عند قاعدة الرئتين. يجمع الصيوان البيوض من المبيض وتنتقل منه إلى قناة ناقلة للبيوض التي تؤدي إلى قسم منتفخ هو الرحم وينتهي الرحم في المقذرة.

لاحظ الجسمين الأصفرين الدهنيين على المبيض. ولاحظ أيضاً أن الجهاز البولي والتناسلي عند الأنثى منفصلان بعكس الذكر.

أدخـــل أنـــبوباً دقيقاً من فتحة المقذرة وانفخ فيه الهواء تلاحظ انتفاخ المثانة البولية المتصلة بالمقذرة.

ولدراســـة الـــدماغ: افـــتح الجمجمة بالمشرط باحتراس ودقة وذلك بقطع عظامهـــا قطعـــة فقطعة: تعرف على أقسام الدماغ: فصان شميان في الأمام- نصفا كـــرة مخـــية. فصـــان بصريان- مخيخ صغير- بصلة سيسائية التي تتصل بالنخاع الشوكي.

لاحـــظ العصبين البصريين. وعند رفع الأجهزة الداخلية من جوف الضفدع لاحظ الأعصاب الشوكية الممتدة من النخاع الشوكي. ثم تتبع العصب الوركي إلى عضلات الفخذ.



تشريح طائر (الحمام)

يوضع الطائر الميت (المقتول أو المذبوح) في حوض فيه ماء ساكن حتى نتمكن من نزع الريش عن جسمه بسهولة.

وقبل نزع الريش ادرس الشكل الخارجي للطائر.

ثم تعرف على أنواع الريش الثلاث:أرياش كبيرة ومتوسطة وزغب ومكان وجود كل منها على جسم الطائر.

ضع الطائر الذي نزع عنه الريش في حوض التشريح أو على قرص الفلين وثبته من رجليه وجناحه بدبابيس.

قص جدار البطن من أمام فتحة المقذرة من كل جانب وعندما تصل إلى عظم القص فقصه أيضاً واستمر في القص حتى أسفل العنق مراعياً الدّقة والحذر. ارفع القص وجدار البطن الذي فصل عن الجسم وضعه جانباً.

تعرف على أقسام جهاز التنفس: الحنجرة ولاحظ حلقاتها الغضروفية ثم لاحظ تفرعها إلى قصبتين تدخل منهما إلى رئة. لاحظ في مكان تفرع الرغامى الحنجرة السفلى أو عضو التغريد. الرئتان إسفنجيتان ملتصقتان بالظهر يتصل بكل رئة أكياس هوائية تتصل ببعض عظام الحيوان. حاول أن تدخل أنبوباً زجاجيا خلال المزمار، من الفم، وانفخ فيه لتجعل الرئتين تنتفخان وتنتفخ معهما بعض الأكياس الهوائية. ذلك يمكن النفخ بعظم العضد المكسور.

-بعد انتهاء التشريح- لاحظ انتفاخ بعض الأكياس وتأكد من أنها تتصل ببعض العظام المجوفة.

تعرف على أقسام جهاز الهضم: الفم الخالي من الأسنان- البلعوم — المريء- الحوصلة- وقد تجدها مملوءة ببعض الحبوب. شد الحوصلة قليلاً للأعلى لتلاحظ بالمعدة المفرزة. لاحظ القانصة المتصلة بالمعدة ولاحظ جدارها السميك وإذا شققتها بالمشرط تجد بداخلها بعض الحصيات الصغيرة التي تساعد على طحن الطعام عندما يتقلص جدار القانصة. تتبع المعي الدقيق المتصل بالقانصة وتعرف على القسم الأول منه.

-الأثـــني عشري- ولاحظ المعثكلة الوردية اللون الموجودة في عروة الإثني عشـــري. لاحظ القنوات التي تخرج من المعثكلة لتصب عصارتها في الإثني عشري. وفي نهاية المعي الدقيق يوجد الأعور بفرعيه وتتبع المعي حتى فتحة المقذرة.

لاحـــظ الكـــبد ولاحظ عدم وجود حويصل صفراوي وأنه يصب عصارته بقناتين كبديتين في بداية ونهاية الإثني عشري.

ادرس القلـــب: إنـــه كبير نسبياً يحيط به غشاء التامور ويتألف من أذينتين وبطيـــنين. تعرف على الشريان الأبهر المتصل بالبطين الأيسر ولاحظ أنه ينحني نحو اليمين ثم يتجه نحو الخلف ليوزع الدم في أنحاء الجسم. ولاحظ الشرايين التي تتفرع منه في الأمام لتغذي الرأس.

لاحظ الشريان الرئوي المتصل بالبطين الأيمن ويتفرع إلى فرعين يدخل كل مـــنهما إلى رئة. لاحظ الأوردة الرئوية (أرزية) الآتية من الرئتين لتصبان في الأذينة اليسرى. ولاحظ أيضاً الأوردة الأجوفية (ثلاثة) التي تصب في الأذينة اليمنى.

ابحـــث عن الكليتين المفصصتين في تجويف البطن لاحظ خروج حالب من كل منهما يصب في المقذرة. ولاحظ عدم وجود مثانة بولية

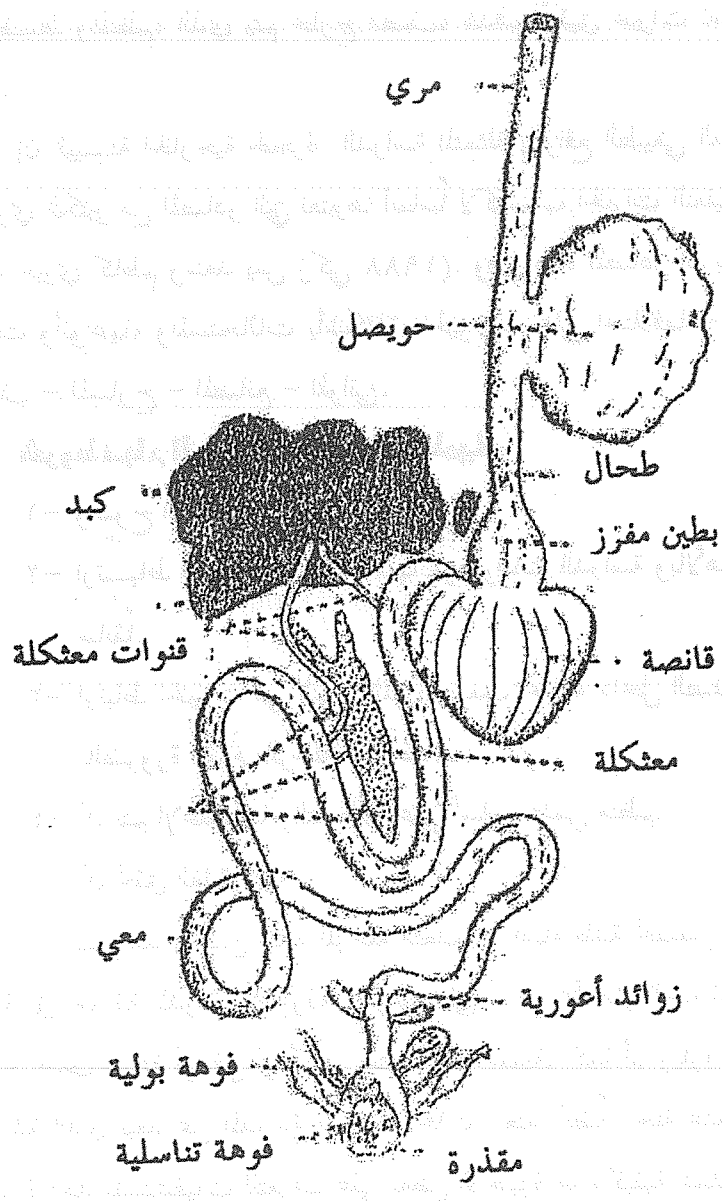
ادرس جهازي التكاثر الذكري والأنثوي – تبادل الحيوان مع أحد زملائك

الذكري: مكون من خصيتين، بجوار الكليتين يخرج من كل منهما قناة ناقلة للنطاف تصب في المقذرة.

الأنثوي مكون من مبيض واحد هو المبيض الأيسر يقع أمام الكليتين يجواره يوجد صيوان يجمع البيوض لينقلها إلى قناة ناقلة للبيوض تؤدي إلى المقذرة.

ادرس الدماغ: اقطع عظام الجمجمة بحذر ودقة لتكشف عن الدماغ.

ادرس أقسامه: نصفا كرة مخية كبيرين نسبياً- فصان شميان صغيران- مخيخ- بصلة سيسائية تتصل بالنخاع الشوكي.


مري
حويصل
طحال
كبد
بطين مفرز
قنوات معثكلة
قانصة
معثكلة
معي
زوائد أعورية
فوهة بولية
فوهة تناسلية
مقذرة

الرحلات التعليمية Field Trips:

تعـــرف الـــرحلات التعلـــيمة العلمـــية بأنها ذلك النشاط التعليمي الهادف والمخطـــط والمنظم، الذي يتم خارج الصف، بهدف تحقيق خبرات تعليمية علمية محددة.

إن البيـــئة الخارجية لحجرة الدراسة المتمثلة بالواقع الطبيعي الذي نعايشه، تحـــتوي الكثير من المصادر التي نعتبرها أساساً لاكتساب الخبرات التعليمية المتعددة (أحمد خيري كاظم وسعد يس زكي ١٩٨٨). ومن هذه المصادر التربة وأنواعها، النباتات وأنواعها، والمستحاثات بأشكالها، الحيوانات على اختلافها – المعارض – المتاحف – المسارح – المصانع – الموانئ.

شروط نجاح الرحلة التعليمية العلمية:

١- وضوح الهدف التعليمي منها.

٢- ارتـــباط الخبرات المكتسبة منها بموضوعات الدراسة وبالأهداف المحددة سابقاً.

٣- ارتباط الخبرات من النوع الذي يصعب تحقيقه داخل الصف، ويتطلب بالضرورة القيام بالرحلة خارجها.

٤- أن يتم الإعداد لها والتخطيط على أساس علمي منظم.

٥- أن تحقق الغاية منها.

ولا يـــوجد زمـــن محدد للرحلة التعليمية، فقيام طلبة تخصص الأحياء مثلاً بزيارة إلى حديقة المدرسة المجاورة، للتعرف على أنواع الأزهار البرية الموجودة فيها لمـــدة نصف ساعة أو أقل أو أكثر، يعتبر رحلة علمية، كما أن زيارة الطلبة لمصنع الأقمشة الذي يبعد عن المدرسة مسافة ساعات، يعتبر أيضاً رحلة علمية، وكذلك زيـــارة أحد المستشفيات للتعرف على بعض الأجهزة بها وكيفية عملها مثل المجهر الإلكتروني والإيكو.

فوائد الرحلات العلمية.

١- توفر خبرات حسية بعيدة عن التجريد، نظراً لما يشاهده الطلبة، ويتحسسونه عن قرب. إما عن طريق الإبصار أو اللمس أو الشم أو السمع أو التذوق، فما يشاهده الطالب حقيقة أمامه مثل صناعة الصابون، ليس كما يشاهده حين يقوم المدرس بصناعته أمامه، وكذلك الحال حين يقوم بلمس جهاز معين للتعرف على أجزائه ليس كما يراه من خلال نموذج في الصف، وكذا الأمر حين يشم بعض الروائح، - غير الضارة - المنبعثة من بعض الصناعات التي لا يستطيع شمها حين يشاهد خطوات الصناعة ذاتها في غرفة الصف من خلال فيلم تعليمي مثلاً، وينطبق الأمر نفسه حين يستطيع أن يتذوق منتجاً معيناً في رحلة تعليمية كمادة غذائية معينة، ولا يستطيع تذوقها حين يشرح له نظرياً عن خطوات صناعتها، وهو الحال نفسه حين يسمع الصوت الصادر عن عملية صهر معدن ما في صناعة معينة حيث لا يستطيع سماعه من خلال الشرح نظرياً عن تسلسل خطوات هذه الصناعة في الغرفة الصفية.

وهكذا فإن استخدام الحواس المختلفة في الرحلات العلمية، يعمل على تقريب المادة العلمية من أذهان التلاميذ،كما يعمل على زيادة فهمهم لها. وزيادة مدة الاحتفاظ بها، وكذلك القدرة على توظيف هذه المعلومات في الحياة اليومية.

٢- توفير الخبرات التعليمية التي يصعب الحصول عليها في الغرفة الصفية لأسباب تتعلق بـ:

أ. الحجم (الصغر أو الكبر) مثل مشاهدة خرطوم الفيل، ومشاهدة أنواع معينة من الحلزون.

ب. الطبيعة مثل الشلالات، والجبال، والنخيل، والسهول، والوديان.

جـ. الأماكن مثل مصبات الأنهار ومنابعها والأماكن الأثرية والسياحية، المختلفة.

٣- تنمي المهارات العلمية المختلفة، والتي أهمها التفكير العلمي الناقد وأسلوب حل المشكلة، من خلال التعرض لمشكلات حقيقية موجودة في البيئة المحلية، مثل مشكلات تلوث مياه البحر نتيجة مراقبة خطوات صناعة معينة لمصنع مقام على شاطئ البحر، وإلقاء مخلفاته في المياه، أو مشكلات انتشار مرض معين عن طريق ممارسة عادات خاطئة.

ومن المهارات الأخرى التي تساعد الرحلات التعليمية على اكتسابها مهارة الملاحظة، وجمع المعلومات، والمقارنة، والرسم وإدراك العلاقات بين الكائنات الحية في مواقعها الطبيعية، وحسن الاستماع وتوجيه الأسئلة، وتبويب المعلومات وتصنيفها، وكتابة التقارير.

٤- تعمل على اكتساب العديد من الاتجاهات العلمية السليمة المفيدة والمرغوب فيها مثل التعاون،والإنتماء، وتنمية روح العل الجماعي، وتحمل المسؤولية حب الاستطلاع، والعمل المنظم، وعقد الصداقات، والمحافظة على موجودات البيئة مثل عدم التعرف لبيوض الحيوانات، أو أعشاشها، أو للنباتات حديثة النمو، أو تلويث المياه... الخ.

٥- نعمل على تنمية شخصية الطالب وبلورتها، فمن خلال الرحلات يكتسب الطالب الثقة بالنفس وأسس النجاح والانفتاح على العالم من خلال الطبيعة والمجتمعات المختلفة، ومبادئ القيادة، والاتصال، والثقة بالآخرين، والتخطيط.

٦- تتيح الفرصة لتكامل الخبرات التعليمة المكتسبة، مما يؤكد مبدأ المنهج التكاملي الذي لا يعترف بوجود حواجز وحدود بين المواد الدراسية المختلفة، كما هو الحال عند زيارة الطلبة لموقع ذبح اللحوم في بلدية/ مدينة ما (المسلخ)، فإن الطلبة يأخذون فكرة عن أجزاء الخراف (مثلاً)، ثم عن الناحية الصحية في اختيار هذه الخراف، كما أنهم يأخذون فكرة عن أسعارها من ناحية اقتصادية، وعن

المورد والربح الذي يمكن أن تحققه لصاحبها ولمن ستسوق، إلى غير ذلك من أمور (علمية وصحية،واقتصادية، وفنية...الخ).

التأكيد على الصلة الوثيقة بين ما يتم تناوله من مادة علمية داخل الغرفة الصفية وما هو موجود فعلاً خارجها، أي التأكيد على الصلة بين المدرسة والبيئة الخارجية، مما ينعكس إيجابياً على الطلبة، من حيث إدراكهم المباشر والمحسوس لمقتنيات البيئة التي يعشون فيها، مثل تعرضهم المباشر للثروات الطبيعة، والقادة التربويين، وأصحاب المصانع، والصناعات والنباتات والحيوانات المختلفة، كما تثير الرحلات ميول الطلبة واهتماماتهم بأمور كثيرة لا تؤخذ بعين الاعتبار خلال الشرح النظري في الحصة الصفية، أو يتم المرور عليها مر الكرام، فقد يلفت انتباه أحد الطلبة ندرة وجود مادة ما في إحدى الصناعات التي يقوم أحد المسؤولين بالشرح لهم عن طريقة صناعتها، ويأخذه اهتمامه بعد الرحلة التعليمية إلى المزيد من البحث والتقصي عن هذه المادة، ويكبر معه اهتمامه، الذي وجد التشجيع الكافي والإمكانيات المناسبة يتحول إلى إنتاج لهذه المادة أو بديل لها في الوقت المناسب. إضافة إلى أن الرحلات تتيح للطالب فرصة التعرف إلى المشكلات الموجودة في مجتمعه وبالتالي زيادة ارتباطه به.

نموذج على استخدام طريقة الرحلات:

فيما يلي نموذج يوضح طريقة استخدام الرحلات أو الزيارات الحقلية في تدريس البيئة:

موضوع الدرس: الموارد الطبيعة في القرية.

خطة الدرس:

١- تحديد المدخلات:

يقوم المعلم بتحديد المدخلات المتعلقة بموضوع الموارد الطبيعية في القرية من خلال اختبار التلاميذ ومناقشتهم فيما يعرفونه عن الموارد الطبيعة في القرية.

٢- تحديد الأهداف:

بعد دراسة هذا الموضوع يكون التلميذ قادراً على أن:

أ. في المجال المعرفي:

- يحدد بعض الموارد الطبيعية التي توجد في القرية.
- يميز بين الموارد المتجددة وغير المتجددة.
- يكتشف طريقة الاستفادة من هذه الموارد في القرية.
- يستنتج طرق المحافظة على هذه الموارد في القرية.

ب. في مجال المهارات:

- يجمع المعلومات والبيانات عن موارد القرية وطرق الاستفادة منها.
- يسجل المعلومات والبيانات والنتائج التي حصل عليها من خلال القرية ومواردها.
- يستنتج طرق المحافظة على الموارد الطبيعية في القرية والبيئة.

ج . في مجال الجانب الوجداني:

- يهتم بالمحافظة على الموارد الطبيعية في البيئة التي يعيش فيها.
- يرشد استخدام الموارد المتاحة.
- يعتني بالنباتات والحيوانات ويحافظ عليها.

٣- اختيار المحتوى:

يقوم المعلم باختيار المحتوى في ضوء الأهداف التي تم تحديدها.

الموارد الطبيعية في القرية:

- موارد متجددة: الثروة النباتية ـــ والثروة الحيوانية ـــ التربة.
- موارد غير متجددة: البترول ـــ المعادن.
- طرق الاستفادة من مورد القرية.

الثروة النباتية:

تستخدم في تغذية الحيوان والإنسان، تنقية الجو من الأتربة.

الثروة الحيوانية.

تستخدم في تغذية الإنسان.

التربة:

تمد النبات بما يحتاجه من ماء وأملاح.

البترول:

مصدر من مصادر الطاقة التي تستخدم في كثير من الصناعات.

المعادن:

تـــدخل في صناعة الآلات والأدوات التي تستخدم في القرية مثل الفأس، أو أواني الطهو،ماكينة رفع المياه.

طرق المحافظة على موارد قريتي:

- ترشيد استخدام الموارد المتجددة وغير المتجددة.
- الاهتمام بتنمية كل من الثروات النباتية والحيوانية.
- تسميد التربة.

٤- الطرائق والوسائل:

بعـــد أن يحدد المعلم مكان الرحلة أو الزيارة وهي القرية، عليه أن يضع في اعتباره أن الإعداد لرحلة الفصل أو للزيارة الحقلية للقرية، يتطلب أربعة عوامل هامة هي:

أ. **التنظيم:** يجب أن ينظم المعلم عمله بحيث يحدد ما تحتاجه الرحلة من تـــرتيبات وتعـــاون مـــن مدير المدرسة أو من زملائه في مدرسته أو زملائه في غير مدرسته، وعلى المعلم أن يحدد ما الذي يمكن الحصول عليه من سؤال القرية؟ وكيف يتم ذلك؟.

ب. **الطريق:** يقوم المعلم باكتشاف القرية أولاً،ويحدد الطريق التي يسير فيه التلامـــيذ، والهـــدف مـــن اختيار الطريق إنما هو تمكين التلاميذ من الحصول على أكبر قدر ممكن من المعلومات تكون أساساً لتعليمهم.

جـــ. **إثارة الحماس:** إن التخطيط الجيد لطريق الزيارة أو الرحلة سوف يمكـــن من إثارة حماس التلاميذ، كما يمكنهم من رؤية أشياء مطلوب رؤيـــتها وعلى أي حال فإنه على المعلم إثارة حماس التلاميذ بالتفكير في إعداد عينات من الأسئلة تصلح للرحلة أو الزيارة.

د. **التعليمات:** في النهاية يكون المعلم مستعد لإعطاء تعليمات مباشرة ومناسبة للتلامـــيذ، فـــيما يـــتعلق بالرحلة أو الزيارة وبالطريقة وبكيفية المضي في الدراسة. وينبغي على المعلم بعد ذلك تحديد الوقت الذي يمكن أن تستغرقه الرحلة أو الزيارة التي يقوم بها للقرية ومواردها الطبيعية، ثم يفكر في مجموعة الأسئلة الافتتاحية الرئيسية التي يسألها للتلاميذ في الرحلة، حتى يوجههم إلى نقطـــة الـــبداية، ويحمسهم على المضي في الدراسة بأنفسهم، وأن يروا، ويفكروا في كل شيء من حولهم، وفي وضعهم أهدافاً محددة لكل ذلك.

وفيما يلي مجموعة من الأسئلة التي يمكن سؤالها في هذه الرحلة أو الزيارة:

- ما الموارد الطبيعية التي توجد في القرية؟.
- أي الموارد متجددة،وأيها غير متجددة، ولماذا؟
- النباتات والحيوانات موارد متجددة أم غير متجددة؟.
- ما الذي يستفيده سكان القرية من هذه الموارد؟
- كيف يمكن المحافظة على هذه الموارد؟.

ثم يطلـــب المعلم من التلاميذ جمع عينات من موارد القرية كلما أتيح لهم أو رســـم بعـــض النماذج، أو التقاط صور للموارد الأخرى. وتصنيف هذه العينات، وكذلك سؤال الناس في القرية عن أهمية هذه الموارد بالنسبة لهم، وكيف يحافظون عليها، ومن هذه الرحلة أو الدراسة الحقلية، يقوم التلاميذ بجمع المعلومات اللازمة لهم، مع اكتساب القدرة على البحث والاستقصاء.

٥- تقويم الأداء وفاعلية التدريس:

يقوم المعلم بعد ذلك باستخدام أساليب التقويم المناسبة لتقويم الأداء وفاعلية التدريس.

الموضوع تطبيق درس عملي في التربية الشمولية *حول النظام البيئي، السلسلة الغذائية ـ الشبكة الغذائية.

درس علوم

الصف: السادس

عدد التلاميذ: (٣٠) تلميذاً وتلميذة.

الزمن: ٤٥ دقيقة.

أولاً: المواد المستخدمة:

عـــدد من صور عن النظام البيئي (مائي.. أرضي) – أوراق مكتوب عليها أسماء عناصر لبيئة حية وغير حية وعدد من نماذج مفاهيمية عن تعضي المادة الطبيعة – صـــور من الكائنات الحية عدد (٥) – وصور لشبكة غذائية عدد (٥) – ألواح من الكرتون.. صمغ عدد (٥) – أوراق بيضاء عدد (٣٠) أقلام رصاص عدد (٥) – مسطرة عدد (٥).

ثانياً: طريقة التنفيذ:

المثال الأول:

أ. يوزع المعلم التلاميذ إلى خمس مجموعات في كل منها ستة طلاب.

ب. يـــوزع المعلم على كل مجموعة نموذج عن العالم الحي المنظم في تسلسل هرمـــي، ولكـــن مرتب، وتقوم كل مجموعة بترتيب النموذج حسب التسلسل.

ت. تقوم كل مجموعة بترتيب نموذج العالم الحي المنظم مع كتابة المسميات، وتعرض كل مجموعة لوحاتها، وتجري مناقشة جماعية بإشراف المعلم.

---

*هـــذه الطريقة طبقت في مدارس المحافظات السورية للصفين الخامس والسادس من قبل الموجهين الأوليين والتربويين بوزارة التربية (الإدارة المركزية).

المثال الثاني:

يوزع المعلم أسماء عناصر البيئة الحية وغير الحية، ويطلب من التلاميذ ترتيب هـــذه المجمـــوعات وفـــق العلاقات المتبادلة، وتعرض كل مجموعة ترتيبها، وتجري مناقشة جماعية بإشراف المعلم.

المثال الثالث:

لديكم في الصورة التالية نموذج واضح للنظام البيئي "حوض تربية الأسماك"

ويطلب من كل مجموعة الإجابة عن الأسئلة:

أ. حدد المكونات الحية والمكونات غير الحية.

ب. اذكر أفراد أنواع الكائنات الحية وجماعتها.

ث. لماذا تعد هذه الصورة نظام بيئي؟

المثال الرابع:

لـــديكم مجمـــوعة مـــن الكائنات الحية يطلب من كل مجموعة ترتيب هذه الكائـــنات الحـــية وفـــق السلسلة الغذائية مع كتابة اسم الكائن الحي وفق علاقة متسلسلة بين الآكل والمأكول.

التوسع:

يعطـــي المعلـــم كـــل تلميذ شكلاً لشبكة غذائية من العلاقات الغذائية بين الأحـــياء، ويطلـــب من كل تلميذ ذكر أسماء الكائنات الحية الموجودة في الشبكة، وتصنيف الأحياء الموجودة وفقاً لكونها منتجات للغذاء أو مستهلكات، وإذا كانت مستهلكة يطلب تحديد مرتبتها في الاستهلاك. وعدد السلاسل الغذائية التي شكلت هـــذه الشبكة، وإذا انقرض أي نوع من الكائنات في الشبكة، تحديد الأحياء التي تتضرر من هذا الانقراض.

القدرات الكامنة:

يتوقع من التلميذ في نهاية هذا النشاط أن يكون قادراً على:

أ. ترسيخ مبدأ التعاون، وتعويد التلميذ على العمل ضمن فريق.

ب. الإصغاء إلى الغير واحترام رأي الآخرين.

ج التخطيط الجيد لكل عمل مطلوب القيام به.

د. تعويد التلاميذ على الملاحظة الدقيقة الواعية.

مراحل إعداد درس أو نشاط للتربية الشمولية في مادة العلوم

المادة : العلوم

الصف: الخامس.

عدد التلاميذ: ٤٠ تلميذاً.

الزمن المخصص: ٤٥ دقيقة.

عنوان النشاط: الفيتامينات وأهميتها.

أولاً: الأدوات والمواد اللازمة للنشاط:

أ. ستة مغلفات يوضع في كل مغلف أربع بطاقات لأسماء من أنواع الفيتامينات.

A, B, C, D وكذلك أربع بطاقات لأغذية تكثر فيها أحد الفيتامينات، وأربع بطاقات لأسماء أمراض يسبب نقصان أحد الفيتامينات من الأغذية نوعاً من المرض.

ب. خمسة ألواح من الكرتون لإعداد خمسة مجلات جدارية (حائطية) + ٤٠ ورقة بيضاء + خمس مساطر + خمسة أقلام رصاص + علبة صمغ عدد (٥).

ثانياً: الأهداف والقدرات الكامنة:

يتوقع من التلميذ في نهاية هذا النشاط أن يكون قادراً على أن:

١- يذكر أسماء الفيتامينات الأربعة الضرورية لجسم الإنسان.

٢- يربط بين أسم الفيتامين وأماكن وجوده بكثرة في الغذاء.

٣- يذكر أعراض نقصان كل فيتامين، وماذا يسبب نقصانه من أمراض؟

٤- يحدد أهمية كل فيتامين وضرورته للجسم.

٥- ترسيخ مبدأ التعاون بين التلاميذ والعمل الجماعي.

٦- بث روح النقاش وإبداء الرأي واحترام آراء الآخرين.

ثالثاً: مراحل تنفيذ النشاط:

١- يقسم المعلم التلاميذ إلى خمس مجموعات في كل مجموعة سبعة تلاميذ.

٢- يعطي المعلم لكل مجموعة لوحاً من الكرتون + مسطرة + أوراق بيضاء مع مغلف يحوي أربع بطاقات لكل من أسماء الفيتامينات، وأربع بطاقات لأماكن وجودها،وأربع بطاقات لأمراض، وأربع بطاقات لأهمية كل فيتامين، وينقص من كل مغلف بطاقة واحدة،ويضع بدلاً منها بطاقة لنوع آخر، ليصبح في كل مغلف بطاقتان متماثلتان.

٣- يطلب المعلم من كل مجموعة أن تكتب على لوح الكرتون أفقياً ما يلي في جدول:

اسم الفيتامين	أهمية الفيتامين	أماكن وجود الفيتامين	الأمراض التي تنجم عن نقصانه.

٤- يطلب المعلم من كل مجموعة أن ترتب البطاقات حسب أسماء الفينامينات الأربعة عمودياً من الأعلى إلى الأسفل فيتامين A ثم فيتامين B ثم فيتامين C ثم فيتامين D.

٥- يطلب المعلم من كل مجموعة ترتيب كل البطاقات الموجودة في المغلف، ووضعها على لوح الكرتون، وأن تبحث المجموعة عن البطاقات الناقصة في بقية المجموعات.

٦- تجري كل مجموعة مناقشة حول ترتيب البطاقات وتصنيفها على اللوحة لتتوصل إلى مجلة حائط.

٧- تعرض كل مجموعة لوحتها، ويجري المعلم نقاشاً على مستوى المجموعة كلـــها، للتوصل إلى تحديد صحة المعلومات ودقتها، ومقارنة اللوحات مـــع بعضها بعضاً مرتبة حسب أسماء الفيتامينات،ثم أهمية كل فيتامين، وأماكن وجوده بكثرة، والأمراض التي تنجم عن نقصان هذا الفيتامين.

رابعاً: التوسع والتقويم:

- يعطي المعلم لكل تلميذ ورقة بيضاء، أو لكل مجموعة ثنائية أو ثلاثية هذه الورقة المطبوع عليها الأسئلة التالية:
- ما أسماء الفيتامينات الضرورية للجسم؟
- سم أغذية تحتوي على فيتامين أ ـــ A.
- سم أغذية تحتوي على فيتامين ب ـــ B.
- سم أغذية تحتوي على فيتامين ج ـــ C.
- سم أغذية تحتوي على فيتامين د ـــ D.
- ما الأمراض التي تنجم عن نقص فيتامين (أ ـــ A) في الجسم؟
- ما الأمراض التي تنجم عن نقص فيتامين (ب ـــ B) في الجسم؟
- ما الأمراض التي تنجم عن نقص فيتامين (ج ـــ C) في الجسم؟

الفيتامينات الضرورية للإنسان

اسم الفيتامين	أهمية الفيتامين	أماكن تواجده وأين يكثر	نقصانه، وماذا يسبب من أمراض.
فيتامين A	يساعد على نمو الأجسام ، يحمي الجسم من الإصابة من البرد والزكام	الجزر- المشمش - الخضر- الخس، الزبدة - زيت كبد الحوت.	- ضعف الرؤيا ليلاً - مرض العشى الليلي
فينامين B	يساعد على النمو ويقوي الأعصاب	يوجد في اللحوم والبيض والحليب ونخالة الحبوب	- أمراض النمو - إرهاق عصبي - الهزال.
فيتامين C	سلامة الأسنان واللثة وسلامة خلايا الدم	يكثر في الليمون والبرتقال - يوجد في الخضر كالبقدونس والسبانخ ويوجد في الحليب والكبد.	- تشقق اللثة. - نزف الدم. - الشعور بالتعب. - النزلات الصدرية.
فيتامين D	نمو العظام عند الطفل وأسنانه	زيت كبد الحوت - الزبدة - الحليب - يتكون في الجلد بتأثير أشعة الشمس خاصة في الصباح.	- مرض الكساح. - لين العظام عند الأطفال.

تطبيق درس شمولي في مادة العلوم:

أقسام جهاز الهضم

الصف: الخامس.

عدد التلاميذ: ٣٠

الزمن: ٤٠ دقيقة.

النشاط: جهاز الهضم.

أولاً: المواد المستخدمة:

١- خمس مغلفات حيوي كل مغلف على صور لأقسام جهاز الهضم، صمغ عدد (٥)، أوراق بيضاء عدد (٣٠)، لوح من الكرتون عدد (٥).

٢- عبارات تمثل ممارسات سليمة وأخرى ممارسات ضارة بالجهاز الهضمي عدد (٥)، بشكل بطاقات لكل بند من الممارسات عدد (٥) والعبارات هي:

أ. بطاقات لممارسات سليمة	ب. بطاقات لممارسات خاطئة
١- تنظيم أوقات الوجبات	١- إدخال الطعام على الطعام.
٢- تنويع الأغذية	٢- الاكتفاء بنوع واحد من الغذاء.
٣- عدم الإكثار من كمية الوجبة الواحدة	٣- النوم مباشرة بعد تناول الطعام
٤- عدم النوم بعد تناول الطعام	٤- الإكثار من البهارات والفلفل الحار
٥- الإقلال من البهارات والفلفل الحار	٥- الإكثار من كمية الطعام في الوجبة الواحدة.

ثانياً: طريقة التنفيذ

تقسيم التلاميذ إلى (٥) مجموعات في كل مجموعة (٦) تلاميذ، وتوزع المغلفات التي تحتوي على أقسام جهاز الهضم مع لوح الكرتون على المجموعات (٥).

ملاحظة: كل مغلف ينقصه قسم من أقسام الجهاز الهضمي موجود في مغلف آخر عند مجموعة أخرى.

- يبدأ التلاميذ بإلصاق أقسام الجهاز الهضمي على لوح الكرتون وبالمناقشة ضمن المجموعة الواحدة، تتوصل، وتكتشف كل مجموعة القسم الناقص عندها.
- يسمح المعلم لأفراد المجموعة الواحدة بالبحث عن القسم الذي ينقصه عند المجموعات الأخرى ويعود إلى مجموعته ليتم وضع هذا القسم الناقص في مكانه.
- تقدم كل مجموعة لوحتها، وتشرح أقسام هذا الجهاز، وتحدد وظيفته،وتحدد مسار اللقمة فيه.
- يجري المعلم نقاشاً للتوصل إلى أقسام الجهاز الهضمي بترتيبها السليم، ويركز النقاش على أهمية هذا الجهاز لحياة الإنسان وضرورة الحفاظ عليه.
- توزع أوراق بيضاء على التلاميذ في المجموعات ليرسم كل تلميذ (الجهاز الهضمي) مع التلوين.

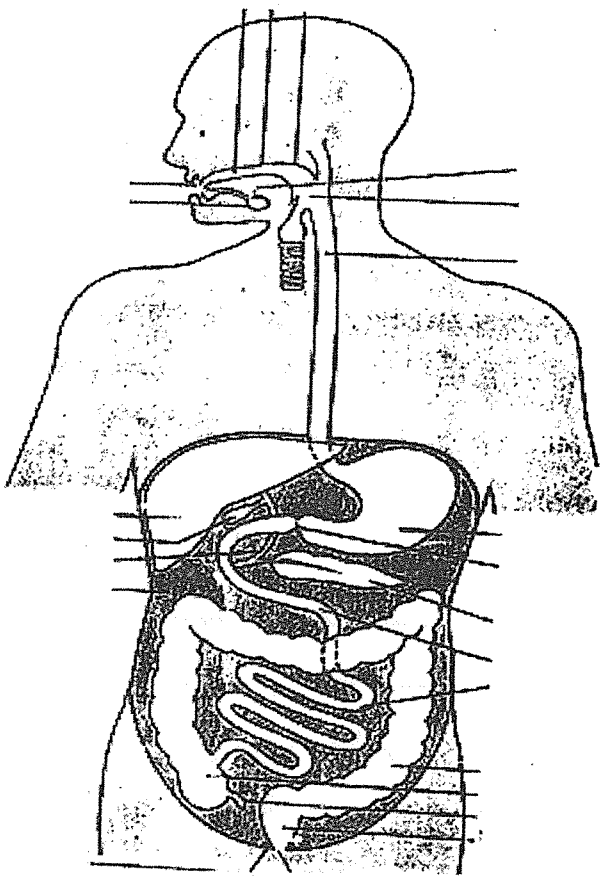
ثالثاً: التوسع.

من خلال أهمية الحفاظ على الجهاز الهضمي، يوزع المعلم على المجموعات (٥) المغلفات رقم (٢) الحاوية على بطاقات للممارسات السليمة والخاطئة والمؤثرة على الجهاز الهضمي مع لوح من الكرتون مقسمين إلى حقلين، وبطل من كل مجموعة ترتيب البطاقات السابقة حسب الحقلين الموجودين على لوح الكرتون، يجري نقاشاً على مستوى الصف بأكمله لشرح هذه الممارسات وتوضيحها، وبيان أهميتها، وإبداء آراء التلاميذ حول الممارسات.

رابعاً: القدرات الكامنة:

يتوقع من التلميذ في نهاية هذا النشاط أن يكون قادراً على:

- الملاحظة والاستنتاج.
- القدرة على الترتيب والتصنيف.
- معرفة أقسام الجهاز بترتيبها السليم.
- حسن الإصغاء للآخرين، التعاون والتواصل مع زملائه تبرير رأيه.
- القدرة على التمييز بين الممارسات السليمة بالجهاز الهضمي.
- مهارة رسم الجهاز الهضمي ووضع التسميات على الشكل.



أقسام جهاز الهضم.

بعض الدروس في المنهج الصحي (المدرسة المجتمعية)*

للصفين الثالث والرابع لمقرر العلوم والتربية الصحية

أ- التلوث بالضجيج:

يتم تطبيق هذا الموضوع بطريقة المنهج الصحي المدرسي كما يلي:

١- الواجب المنزلي: يطلب المعلم من التلاميذ جمع معلومات عن الضجيج من واقع منازلهم خلال أسبوع ثم تعرض الإيجابيات والسلبيات التي أحضرها التلاميذ في قاعة الصف وتناقش من قبل التلاميذ مع بعضهم البعض وبإشراف معلمهم:

الإيجابيات	السلبيات
١- أمي تؤكد على عدم رفع صوت التلفاز	١- أقام أخي في منزلنا حفلاً موسيقياً أزعج الجيران.
٢- لا نصدر أصواتاً مزعجة في أوقات الراحة.	٢- أبي استعمل المثقب الكهربائي في أوقات الراحة.
٣- تستمع أختي إلى الموسيقى بهدوء.	٣- نلعب أنا وأخوتي وأصواتنا مرتفعة جداً.

*طبقت هذه الدروس من قبل الموجهين الأوليين لمادة العلوم بوزارة التربية بالتعاون مع مديرية الصحة المدرسية ومنظمة اليونسيف في مدارس الجمهورية العربية السورية.

٢- زيارة المجتمع: يطلب المعلم من التلاميذ جمع معلومات عن الضجيج من المدرسة والحي حيث تجمع الإيجابيات والسلبيات خلال أسبوع ثم تناقش من قبل التلاميذ مع بعضهم وبأشراف المعلم:

الإيجابيات	السلبيات
١- يمنع استخدام المنبه (الزمور) للسيارات في أوقات محددة.	١- أقام جارنا حفلاً صاخباً بمناسبة زفاف ابنه استخدمت فيه الطبول إلى وقت متأخر من الليل.
٢- قامت البلدية بنقل الورشات الصناعية إلى منطقة خارج بلدتنا.	٢- يصدر أطفال حينا أصواتاً عالية أثناء اللعب.
٣- منعت إدارة المرور استخدام الدراجات النارية داخل المدينة.	٣- يطرق بائع الغاز على اسطوانة الغاز وينزلها من السيارة رمياً.
٤- بعض صالات الأفراح منعت استخدام الطبول.	٤- يكثر السائقون من استخدام المنبه أمام المدرسة.
	٥- يصدر رفاقي أصواتاً قوية في درس الرياضة.

٣- أعداد المشروع: التلوث بالضجيج:

الهدف العام: الحد من التلوث بالضجيج.

الأهداف الخاصة:

- تعريف الضجيج وتحديد مصادره في البيئة المحلية.
- التعريف بأخطار الضجيج على صحة الإنسان.
- التدريب على الإجراءات والأساليب للحد من التلوث بالضجيج.

يقسم المعلم الصف إلى (٤) مجموعات ويعين لكل مجموعة عريفاً ومعاوناً له.

المجمـــوعة الأولى: تقـــوم بجمـــع معلومات عن الضجيج ومصادر التلوث بالضجيج في البيئة المحلية وأضرار الضجيج على صحة الإنسان.

المجموعة الثانية: تقوم بجمع معلومات إحصائية عن:

- عدد الطلاب المصابين بنقص السمع في المدرسة وأسبابه.
- عدد السيارات التي تمر بالقرب من المدرسة وتصدر أصواتاً.
- عدد المعامل والورش الموجودة في الحي أو القرية.
- عدد الحفلات والأفراح في الحي التي تسبب إزعاجاً للآخرين.
- عدد العمال الذين يضعون واقيات على الأذن في معمل صاخب.

المجمـــوعة الثالثة: تقوم بتحضير وسائل تعليمية تثقيفية (رسوم - جمع صور - بطاقـــات - نمـــاذج - لوحات...) ويمكن أن تحضر بعض الأدوات والأجهزة الصـــغيرة إلى غرفة الصف (راديو صغير، مطرقة، طبل...) وتستخدمها لإحداث هادئة وصاخبة.

تقـــوم كـــل مجمـــوعة بمناقشة ما توصلت إليه أمام تلاميذ الصف جميعهم وبإشراف المعلم.

ويختـــار المعلم من المجموعات عدداً من التلاميذ ليقوموا بنشر ما توصلوا إليه مـــن معلـــومات والإحصائيات والرسوم في قاعة المنهج الصحي المدرسي ويوجد بعض الأولياء والموجهين التربويين وبعض المسؤولين المحليين ثم إعداد رسائل توعية ونشرها في المجتمع المحلي والمتابعة.

التلوث بالضجيج

معلومات ومفاهيم أساسية (للمعلم فقط):

يتصل الإنسان مع الوسط الخارجي بحواسه ومنها حاسة السمع التي تقوم بها الأذن ولقـــد خلق الله تعالى هذه الأذن لتسمع الأصوات ضمن مجال معين وتواتر معين.

ومـــع الـــتقدم العلمي والصناعي للإنسان وما تولد عن ذلك من محركات وآلات وطائـــرات... والـــتي أصـــبحت مصدراً لأصوات عالية ومزعجة تدعى بالضجيج.

ويؤدي التلوث بالضجيج إلى إلحاق أضرار جسمية بالإنسان فهو خطر على صـــحة الأذن والجهـــاز العصبي، يؤدي إلى انفعالات عصبية ونفسية ويزداد هذا الانفعـــال بازدياد الضجيج وزمنه وتكراره مما يسبب توتراً عصبياً ونفسياً للإنسان إضـــافة إلى اتصافه بالعدوانية ونفاذ الصبر وسرعة الهياج والانفعال فيصبح معرضاً للصمم مع تقدم العمر.

أمثلة عن الأصوات وشدتها:

صوت الطائرة – القطار السريع – سيارة شاحنة – بلدوز	صوت مرتفع جداً.
شارع مزدحم بالسكان ـ مكان مزدحم	صوت مرتفع.
مكتب العمل مع متحدثين	صوت متوسط.
غرفة النوم	صوت هادئ.
بداية السمع.	صوت خافت.

التقويم الخاص بالمشروع:

تقويم التلاميذ:

- ضع إشارة صح (√)في المربع المناسب:

ما السبب الرئيسي للضوضاء في حيك:

سيارات ☐ مكبرات صوت ☐ ورشات صناعية ☐ مصادر أخرى ☐

يسبب الضجيج:

فقدان السمع ☐ فقر الدم ☐

الحياة في الريف أفضل من الحياة في المدينة بسبب:

الهدوء ☐ كثرة السيارات. ☐

تبنى المطارات خارج المدينة بسبب:

المساحة الواسعة ☐ إبعاد الضجيج ☐

زرع الأشجار في الشوارع يؤدي إلى تخفيف الضجيج:

نعم ☐ لا ☐

لا أقف أمام حفارة الأرض الضاغطة الهوائية لأنها:

خطرة ☐ أصواتها عالية ☐

يمكـــن تطبيق موضوع (نواقل المرض ومكافحتها) بطريقة المنهج الصحي المدرسي كما يلي:

١- الواجب المنـــزلي:

يطلب المعلم من تلاميذه جمع معلومات عن نواقل المرض وطرق مكافحتها وتناقش من قبل التلاميذ بمشاركة المعلم والتمييز بين السلبيات والإيجابيات.

الإيجابيات	السلبيات
١- أبواب دارنا محكمة الإغلاق وعديمة الشقوق ونوافذه مزودة بشبك معدني.	١- نستخدم جميعنا في المنـــزل المشط نفسه.
٢- توضـــع القمامـــة في بيتنا ضمن أكـــياس مـــن البلاستيك داخل علب محكمة الإغلاق.	٢- يكـــره أخـــي الصغير قص الشعر والاستحمام.
٣- تغســـل والـــدتي أدوات الطعـــام مباشرة بعد الانتهاء من الطعام	٣- يكثـــر والدي من استخدام المبيدات الحشرية.
٤- تزيل أختي الماء الراكد من أماكن تجمعه على السطح والأوعية الصغيرة.	٤- يهمـــل والدي أحياناً سد الشقوق والحفر في المنـــزل التي تتكاثر فيها نواقل الأمراض.
٥- نســـتحم بالمـــاء والصابون مرتين أسبوعياً على الأقل.	٥- أنام وأخي في فراش واحد.
٦- تفحـــص والدتي رؤوسنا أسبوعياً للتأكد من خلوه من القمل وصئبانه.	٦- تركت سموم الفئران والجرذان في منـــزلنا في متناول الأيدي.

٢- زيارة المجتمع:

يطلب المعلم من التلاميذ جمع معلومات عن مدى انتشار الحيوانات نواقل المرض في المجتمع المحلي والأمراض المنتشرة ثم تناقش من قبل التلاميذ بمشاركة المعلم.

الإيجابيات	السلبيات
١- يمتنع الجيران في حينا عن رمي القمامة مكشوفة.	١- يعبث بعضهم بحاويات القمامة بكشفها والبحث في محتوياتها.
٢- طبقت الصحة المدرسية الكشف عن انتشار القمل بين تلاميذ مدرستنا ووزعت الشامبو الخاص على المصابين.	٢- يهمل جارنا مقاومة القوارض في منزله مما يسبب انتقالها إلى منازل الجيران.
٣- تقوم البلدية برش مبيدات البعوض والذباب في الصيف.	٣- بعض تلاميذ مدرستنا مصابون بالقمل.
٤- يستخدم بعض جيراننا ملاطش الذباب اليدوية ويرمى الذباب في سلات المهملات	٤- أصبحت البركة المملوءة بالماء في حديقة جارنا مصدراً لتكاثر البعوض.
	٥- يعتقد بعضهم أنه من المستحيل التخلص من القمل عند المصابين.
	٦- تعود الإصابة بقمل الرأس إلى بعض تلاميذ مدرستنا بعد الشفاء.
	٧- يزداد الذباب كثيراً في الحي بسبب إهمال ترحيل القمامة.

٣- المشروع: القضاء على نواقل المرض:

الهدف العام: القضاء على نواقل المرض (قوارض وحشرات).

الأهداف الخاصة:

أ- التعرف على طرق مكافحة القوراض.

ب- التعرف على طرق مكافحة الذباب والصراصير والبعوض والقمل.

ج- تدريب التلاميذ على طرق مكافحة القمل ومنع انتقاله.

د- نشر الوعي الصحي عن دور نواقل المرض في نقل الأمراض.

بعد تقسيم الصف إلى (٥) مجموعات وتعيين عريف ومعاون لكل مجموعة يشرح المعلم لها دورهم ومهامهم في تنفيذ المشروع.

المجموعة الأولى:

- تحديد مدى انتشار القوارض في المنطقة ومكان انتشارها.
- تحديد أسباب الانتشار والأمراض الناتجة عنها.
- تحديد طرق القضاء عليها بإجراء عملية مثل سد الثقوب والفتحات ووضع الطعوم القاتلة في أماكن انتشارها.

المجموعة الثانية:

- التقصي عن مدة انتشار الصراصير في المنازل ومحلات بيع الطعام.
- تحديد أماكن انتشار وتكاثر الذباب في المنطقة والأمراض الناتجة عنها.
- تحديد طرق المكافحة بإغلاق أكياس القمامة وعدم رمي فضلات الطعام بل إطعامها للحيونات (طيور ـــ أغنام...) أو دفنها في التربة.

المجموعة الثالثة:

- تحديد مدى انتشار الإصابة بقمل الرأس في المدرسة وفي أسر الحي بمساعدة المركز الصحي.
- تحديد الأسباب التي تؤدي إلى زيادة انتشار الإصابة في المدرسة والأمراض الناتجة.
- تحديد أفضل الطرق للمكافحة بالمساهمة في توزيع شامبو القمل على العائلات.

المجموعة الرابعة:

- تحديد أماكن تكاثر البعوض في المنطقة والأمراض الناتجة عنها.
- التقصي عن إجراءات السلامة التي تحول دون تكاثر وانتشار البعوض.
- تحديـــد طرق المكافحة بالمساهمة بردم تجمعات المياه، وضع شبك معدني على النوافذ.

المجموعة الخامسة:

- جمع وإعداد وسائل ومواد تعليمية وتثقيفية عن خطر نواقل المرض وطرق القضاء عليه.

تقديم تمثيليات أو أغان أو أناشيد لتوضيح دور المدرسة والمنـــزل في القضاء على نواقل المرض.

- ندوة في المدرسة لتوضيح دور نواقل المرض في انتشار الأمراض بحضور الأهالي.

استبيان التلاميذ:

١- حدد الإجابة الصحيحة بوضع إشارة صح (√) في المربع المناسب:

تحمل الجرذان جراثيم:

الكزاز ☐ الحمى التيفية ☐

يحمل الذباب جراثيم:

الرمد ☐ الحمى المالطية. ☐

يتغذى القمل على:

دم الإنسان ☐ جلد الإنسان. ☐

ينقل البعوض مرض:

الملاريا ☐ التهاب الدماغ ☐ الحمى الصفراء ☐

تنقل الصراصير مرض:

التيفوئيد ☐ الإسهالات ☐ الكوليرا ☐

٢- ضـــع إشـــارة صح (√) يسار العبارة الصحيحة وإشارة غلط X يسار العبارة المغلوطة:

- تلـــوث الصراصـــير طعـــام الإنسان ببرازها وبالإشعار التي تحملها على جسمها. ☐
- ينتقل مرض الحمى التيفية عن طريق الذباب فقط. ☐
- تنقل الصراصير مرض السعال الديكي إلى الإنسان. ☐
- يتكاثر البعوض في أماكن رمي القمامة المكشوفة. ☐
- تفضل الجرذان الأماكن الدافئة المظلمة. ☐
- تخشى الجرذان الإنسان ولا تهاجمه. ☐
- لا يمكن التخلص من القمل عند الإنسان المصاب. ☐
- لا ضرر من التبرز في الأماكن المكشوفة. ☐