علم الحيوان
(الجزء النظري)

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

منشورات جامعة دمشـــق
كلية الهندسة الزراعية

علم الحيـــــــــــــــــــوان

الجزء النظري

الدكتور آدم متوج

الأستاذ في قسم العلوم الأساسية

جامعة دمشـــق

1446-1445
2025-2024

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

فهرس المحتويات

المقدمة ..... - 7 -

الفصـل الأول: مدخـل إلـى علم الحيـــوان ..... - 9 -

الفصـل الثاني: تحت مملكة وحيدات الخلايا الحيوانية Monocytozoa أو تحت مملكة الأوليات الحيوانية Protozoa ..... - 29 -

شعبة اللحميات حاملة السياط أو اللحميات السوطية Sarcomastigophora - 33 -

الفصـل الثـالث: تحت مملكة نظائر البعديات الحيوانية Parazoa ..... - 55 -

الفصـل الرابـع: تحت مملكة كثيرات الخلايا الحيوانية (البعديات الحيوانية) Metazoa ..... - 61 -

شعبة معائيات الجوف Coelenterata ..... - 63 -

الفصـل الخامس: شعبة الديدان المنبسطة Plathelminthes ..... - 71 -

الفصـل السادس: شعبة الديدان الخيطية Nemathelminthes ..... - 91 -

الفصـل السابع: شعبة الديدان الحلقية (الحلقيات) Annelida ..... - 107 -

الفصـل الثامن: شعبة مفصليات الأرجل Arthropoda ..... - 113 -

صف القشريات Crustacea ..... - 119 -

صف العنكبوتيات Arachnida ..... - 121 -

صف كثيرات الأرجل Myriapoda ..... - 129 -

صف الحشرات Insecta ..... - 131 -

الفصـل التاسع: شعبة الرخويات Mollusca ..... - 139 -

الفصـل العاشر: شعبة شوكيات الجلد Echinodermata ..... - 143 -

الفصـل الحادي عشر: شعبة الحبليات Chordata ..... - 145 -

1-صف مستديرات الفم Cyclostomata ..... - 155 -
الأسماك Pisces ..... - 157 -
2-صف الأسماك العظمية Osteichthyes ..... - 167 -
4-صف البرمائيات Amphibia ..... - 179 -
5- صف الزواحف Reptilia ..... - 193 -
6-صف الطيور Aves ..... - 209 -
7-صف الثدييات Mammalia ..... - 227 -
ملحق الصور ..... - 253 -
المراجع العلمية ..... - 293 -

المقدمة

نقدم كتاب "علم الحيوان -الجزء النظري" بموضـــوعاته الأســـاســـية ليكون منهاجاً متكاملاً للمراحل الجامعية الأولى ليس فقط لطلاب كلية الزراعة، وإنما لطلاب كليات العلوم والطب والصـــيدلة والمعاهد الطبية والزراعية. وقد أُعِدَ هذا الكتاب وفق أحدث ما ورد في المراجع المتخصـــصـــة، وفي ضـــوء الخبرة الطويلة من التدريس في الجامعات السورية وبعض الجامعات العربية.

وقد توخينا أن يكون الكتاب متضـمناً للمبادئ الأسـاسـية في علم الحيوان، بسـيطاً في طريقة العرض والتوضـــيح، شـــاملاً لجميع المجموعات الحيوانية – بدءاً من الأوليات الحيوانية وانتهاءً بالثدييات – بما تحتويه من عجائب وأسرار، وتعقيدات وتنوّعات وتباين في الصفات والخصائص والسلوك والتكاثر؛ مما يساعد دارسي علم الحيوان على التعامل الأمثل مع الكائنات الحية بما يحقق الاســـتفادة منها من ناحية، ودرء أخطارها من ناحية أخرى.

كلنا أمل أن نكون قد وفقنا في نقل علم الحياة الحيوانية إلى لغتنا العربية الحية، لكي يبقى طلابنا الأعزاء على صِلة وثيقة مع الاكتشافات الحديثة لأسرار الحياة.

والله ولي التوفيق **المؤلف**

دمشق 2024 /8/1 **أ.د. آدم متـــــــــوج**

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصـــــــــــــل الأول

مدخـــل إلـــــى علم الحيـــــــــوان

الصفات الأساسية للكائنات الحية:

يرى بعض البيولوجيين أن الحياة هي الـ DNA، ويقرَّ فريق آخر أن البروتينات أساس الحياة، وينفرد فريق ثالث بمعالجة معضـــلة الحياة بتحديده للحياة بمجموعة من المظاهر الحيوية أو ما يطلق عليه تعبير خصـــائص الحياة، واســـتند هذا الفريق على مبدأ "تمييز الحياة أسهل من تعريفها ".

خصائص الحياة Characteristics of life:

1- التنظيم Organization

تتميز الكائنات الحية بتركيب معقد في مســـتويات التنظيم المختلفة، وخاصـــة على المســـتوى الجزيئي، إذ تنتظم الذرات والجزيئات في البروتوبلاســـما Protoplasm، إذ تحدث جميع التفاعلات الحيوية –الكيميائية المعقدة والمهمة. ومن أهم الخصـائص المميزة للكائنات الحية أنها تتكون من جزيئات تحتوي على الكربون تشـكل المركبات العضـوية، بينما الجوامد تحوي على ذرات الكربون لكن لا تشكل المركبات الأخيرة.

وســنلاحظ في دراســتنا للمجموعات الحيوانية التدرج في تعقيد البنية والوظيفة بدءاً من وحيدات الخلايا الحيوانية وانتهاءً بالحيوانات المعقدة التي تحتوي على خلايا Cells، تجتمع لتشـكل أنسـجة Tissues، ومنها تتكون الأعضـاء Organsفالأجهزة Systems. بكلمات أخرى، كلما أصـــبحت الحيوانات أكبر حجماً فإنها تكون أكثر تعقيداً، فالأميبا يتحرك بدون عضـــلات، ويهضـــم بلا معي، ويطرح الفضـــلات بدون كلية، ويتنفس بلا غلاصـــم أو رئات، ويتكاثر بدون أعضـــاء تناســـل ...الخ. أما كثيرات الخلايا الحيوانية Metazoa فتتكون من أعضاء متخصصة لأداء الوظائف السابقة، وبالتالي لا بد أن تكون أكبر حجماً لتســـتوعب التعقيدات المتزايدة. وعلى العموم الكائنات الحية أنظمة معقدة ومنضـبطة، وهذا سـر قدرتها على اسـتيعاب التعليمات الوراثية الصـادرة عن البرنامج

الوراثي (الجينوم Genome) والتزامها بمســـاراتها الجنينية والوظيفية والتطورية وإلى حد ما السلوكية.

2- الاستقلاب أو الأيض Metabolism:

يشــمل الاســتقلاب جميع العمليات الكيميائية –الحيوية التي تحدث في بروتوبلاســما الخليــة. ويمكن تقســيم التفــاعلات الســـــابقــة إلى مجموعتين: تفــاعلات البنــاء Anabolismوتفاعلات الهدم Catabolism.

وتؤدي عمليات البناء إلى اصطناع جزيئات كبيرة من جزيئات أصغر وأبسط تستخدمها الخلية لبناء مادة حية جديدة، وفي هذه العمليات تُســتهلك طاقة. وتحصــل الكائنات الحية على المواد الغذائيــة من البيئــة، تتعرض إلى عمليــة الهضـــم Digestion تحت تـأثير الأنزيمات الهاضمة ويعقب الهضم عملية الامتصاص Absorption، أي انتشار المواد البســيطة إلى داخل الخلايا لتســتخدم في اصــطناع مكونات جديدة للخلية أو لاســتبدال مكوناتها أثناء حياتها.

أما عمليات الهدم فتتضمن تفكك الجزيئات العضوية الكبيرة إلى جزيئات أصغر وأبسط ويرافق ذلك عادة تحرير(نشــر) طاقة، وتســتخدم الخلية معظم الطاقة من أجل اســتمرار عملياتها الحياتية، فقد تســتخدمها لإنجاز اصــطناعٍ حيويٍ، أو انقســامٍ خلويٍ، أو تقلصٍ عضليٍ أو افرازٍ غديٍ. ويحدث الهدم بوجود الأكسجين الهوائي (التنفس الهوائي) أو بعدم وجود الأكســـجين (التنفس اللاهوائي أو التخمر). ويتميز التنفس الهوائي وعلى عكس اللاهوائي بتحطيمٍ كاملٍ للغذاء إلى ماءٍ وثاني أكسـيد الكربون مع تحرر كميات كبيرة من الطاقة والتي يخزن قسـم كبيرٌ منها في جزيئات ال ATP تصـرف لتأدية جميع الوظائف الحيوية. هذا وينتج عن الاستقلاب مجموعة من الفضلات البرازية والآزوتية والكربونية تطرح إلى خارج الجسـم عن طريق أجهزة الهضـم والإطراح والتنفس. مما سـبق نلاحظ أن جميع الكائنات الحية تأخذ المادة من الوســط المحيط ويعيد الفضــلات إليه. وهذا ما لا تستطيع أن تقوم به الجوامد.

هذا ويحدث نوعا الاستقلاب بنفس الوقت في البروتوبلاسما، لكن البناء يسود في المرحلة الجنينية، أما الهدم فيزداد في منتصف العمر والشيخوخة. وتجدر الإشارة أن معظم النباتات ذاتية التغذية Autotrophic تمتص الطاقة الشمسية وتحولها إلى طاقة كيميائية (غلوكوز ونشاء) بعملية التركيب الضوئي. أما الحيوانات فعليها أن تحصل على مصادر طاقتها جاهزة (بصورة طعام)، فبعضها تتغذى على النباتات (العواشب Herbivores) بينما البعض الآخر (اللواحم Carnivores) تتغذى عل العواشب، لذلك الحيوانات وبعض الفطريات Fungi غيرية التغذية Heterotrophic. إن معظم الجراثيم أيضاً غيرية التغذية. بكلمات أخرى تقوم النباتات الخضراء بتخزين طاقة الشمس بالتركيب الضوئي وتحولها إلى طاقة كيميائية، تستغلها جميع الكائنات الحية لكي تبقى على قيد الحياة وفي النهاية فإن بقاء صور الحياة على كوكبنا الأرضي مرهون بالتركيب الضوئي.

3-النمو Growth :

تنمو الأشياء اللاحية كالبللورات والصخور بإضافة مواد جديدة إلى سطحها الخارجي. أما المتعضيات الحية فإنها تنمو داخلياً باستخدام الطعام الذي تتناوله بطريقة التغذية الذاتية أو الغيرية. وتتشكل الجزيئات داخل المادة الحية بعملية التمثيل Assimilation، ومعناها تحول المواد الغذائية الذائبة داخل الخلايا إلى مواد شبيهة بمادة هذه الخلايا. بكلمات أخرى يحدث نمو الكائنات الحية نتيجة الاستقلاب. ويتضمن النمو الزيادة في الطول أو الوزن أو الزيادة في حجم الخلية أو زيادة عدد الخلايا. فوحيدات الخلايا تنمو إلى حجم معين، تنقسم بعد ذلك. أما كثيرات الخلايا والتي تبدأ دورة حياتها بالبيضة المخصبة Zygote فيتمثل النمو بزيادة عدد الخلايا والذي يليه ظاهرة التمايز Differentiation، وبالتالي تكوين أنماط خلوية مختلفة الشكل والوظيفة (يوجد عند الإنسان ما يقرب من 40 ألف نمط خلوي) والتي تكون أنسجة (يحوي جسم الإنسان ما يقرب من 800 نمط نسيجي) فأعضاء، فأجهزة، فكائن كامل . هذا ويصل كل كائن حي إلى عدد معين من

الخلايا وحجم محدد للجسم وفق مخطوط مشفر موجود في صبغيات كل نوع والمتمثل بالـ DNA.

4-التكاثر Reproduction:

تتميز الكائنات الحية بمدة حياة محدودة، إلا أن هذه الكائنات وقبل أن تموت تتصف جميعها بقدرتها على تخليد الحياة محافظة بذلك على استمرارية الأنواع، ويحدث التكاثر كنتيجة للنمو. مع العلم أن سن النضوج الجنسي يختلف من نوع لآخر. ويوجد نمطان من التكاثر: التكاثر اللاجنسي Asexual r. والتكاثر الجنسي Sexual r.

ويشترك في التكاثر اللاجنسي أب واحد فقط. ولا توجد أعضاء وخلايا خاصة بالتكاثر. وتتمثل أنماط التكاثر اللاجنسي الذي يحدث في النباتات والحيوانات الدنيا بالانشطار الثنائيBinary fission، التبرعم Budding، تكوين الأبواغ أو البذورSporulation والتجدد Regeneration.

إن التكاثر الجنسي هو الشائع في معظم الكائنات الحية، ويتطلب هذا التكاثر أبوين (ذكر وأنثى) من نفس النوع يساهم كل منهما بخلايا جنسية خاصة (نطاف وبيوض) تتشكل في أعضاء خاصة (خصى ومبايض). وتتحد الخلايا الجنسية لتكون البيضة المخصبة Zygote التي تنمو لتعطي فرداً جديداً، وبالتالي صفات النسل تنتقل عن طريق الخلايا الجنسية (في التكاثر اللاجنسي تنتقل الصفات عن طريق الخلايا الجسمية). ويحدث في التكاثر الجنسي التنوع الوراثي للنسل، ويعود ذلك إلى العبور الوراثي Crossing over والتوزع العشوائي للصبغيات في أثناء الانقسام المنصِّف، وأيضاً إلى الإخصاب، فكل أب يشترك بنصف عدد الصبغيات المميز لكل نوع من الأنواع، وأخيراً إلى الطفرات. وفي الحقيقة إن أهم ما يحققه التكاثر الجنسي هو ظهور التباين في صفات الذرية، في حين أن مصدر التغيرات في التكاثر اللاجنسي هو الطفرات فقط.

ان التكاثر الثنائي الأبوين .Biparental r هو الشـــائع والمألوف من صـــور التكاثر الجنســـي، اذ يوجـد نمطـان آخران -التكـاثر العـذري أو البكري Parthenogenesis والتكاثر الخنثوي Hermaphroditism.

5- الإحساس أو الاستجابة Sensitivity or Responsiveness :

تتفاعل الكـائنـات الحيـة مع متغيرات البيئـة التي تعيش فيهـا. وتعمـل هـذه التغيرات كمؤثرات تنتج عنها اســتجابة Response. ويحدث تنفيذ الاســتجابات المناســبة (الســلوكيات) إزاء المنبهات الخارجية والداخلية بالتناســق بين أعضــاء الحس والجهاز العصــبي والهرمونات والعضــلات، إذ ينتج الســلوك المناســب كرد فعل على المنبهات الأخيرة، فمثلاً تتمدد الأوعية الدموية في جلد الثدييات كرد فعل على ارتفاع درجة حرارة الجســم، والذي يؤدي إلى فقدان الحرارة، وبالتالي المحافظة على درجة حرارة الجســم الفضــلى. وتؤمن الســلوكيات اســتمرارية الحياة في أثناء مدة حياة الحيوان (البحث عن الغذاء والشـراب والمأوى وتفادي الأخطار دفاعاً أو هجوماً)، وتؤدي الاسـتجابات أيضـاً إلى اســتمرارية النوع (خلود النوع) بدءاً من الســلوكيات الجنســية (التعارف، الغزل والاقتران) وانتهاءً بســلوكيات الأمومة والأبوة المتمثلة بالرعاية والعناية وإطعام النســل والـدفـاع عنـه. وعلى العموم تســتطيع الحيوانـات الأرقى الرد بفعـاليـة أكبر على جميع المؤثرات الخارجية والمنبهات الداخلية كالجوع والعطش والخوف.

6-التحكم الوراثي Genetic control والتطور Evolution:

تتميز جميع المتعضــيّات الحيـة بـاحتوائهـا على برنـامج وراثي يعرف بـالجينوم Genome، ويمثـل الجينوم جميع مورثـات الكـائن الحي الموجودة على الصــبغيـات، والمورثـات هي المعلومـات المشــفرة (المرمزة) والمكونـة من الحمض النووي الريبي المنقوص الأكســجين DNAالذي يبني الحياة وينقلها. بكلمات أخرى، يحدد الجينوم جميع الصــفـات البنيويـة والوظيفيـة في الكـائن الحي، ويوجـه البرنـامج الوراثي الانقســام

والاستقلاب والنمو والتمايز والتكاثر والتكيف مع البيئة، أي يقوم هذا البرنامج بدور حاسم في كل جانب من حياة الكائن الحي: تركيبه، وظائفه، تطوره، سلوكه وأنشطته.

إن ظهور الصـــفات المميزة تتكرر جيلاً بعد جيل نتيجة انتقال المعلومات الوراثية، لكن بعد عدة أجيال قد تظهر صـــفات جديدة لتســـتقر، هذه التغيرات تؤدي الى التطور التدريجي لنوع ما من الكائنات الحية. وغالباً ما تكون التغيرات التطورية تكيّفية، أي أنها تســـاعد الأجيال على العيش في بيئتها بكفاءة أعلى من أســـلافها. وعلى العموم تتشـــكل خصـــائص وصـــفات المتعضـــيّات الحية بفعل قوى التطور عبر الزمن، فالصـــفات التي تســـاعد على البقاء تحت الظروف البيئية القائمة يزداد انتشـــارها على حســـاب تلك التي تجعل الكائن الحي أقل تأقلماً مع هذه الظروف.

مما ســـبق نلاحظ وجود صـــورتين متلازمتين في كل كائن حي: الصـــورة الجينية والصـورة المظهرية. وتتحدد الصـورة الأخيرة بناء على المعلومات الوراثية المرمزة في الصـــورة الأولى. إذ نحصـــل وحســـب الشـــفرة الوراثية تركيب البروتينات التي تحدد خصـــائص وصـــفات الكائن الحي ووظائفه. ولا توجد مثل هذه الازدواجية في عالم الجمادات.

إن مظاهر الحياة من تنظيمٍ واســـتقلابٍ ونموٍ واحســـاس وتحكم وراثي قابل للتغيير، تؤمن المحافظة على حياة الكائن الحي في أثناء بقائه كفرد، والتي تختلف من نوع إلى آخر، بينما يعد التكاثر من الوســـائل الضـــرورية لتخليد واســـتمرارية الأنواع، فالأفراد تموت، والنوع يستمر بالبقاء.

علم الحيـــــــــوان وفروعه

يهتم علم الحيوان Zoology بدراسة شكل وبنية الحيوانات ووظائفها الحيوية وطرق تكاثرها وتطورها الجنينية وانتقال صـــفاتها الوراثية إلى الأجيال المتعاقبة. ويبحث هذا العلم أيضـــاً بســـلوك وأنماط حياة الحيوانات وتكيّفها مع البيئة والعلاقات بين أفراد النوع الواحد وبين الأنواع المختلفة والربط بين الأنواع الحالية والبائدة.

ويأسف علماء الحيوان أن يتناسب التقدم الحضاري للبشرية طرداً مع اختفاء الكثير من الأنواع الحيوانية والنباتية، وبالتالي انخفاض في التنوع الحيوي Biodiversity. ويأمل علماء علوم الحياة بالحفاظ على الإرث الحيوي لكوكبنا الأرضي إلى جانب الإرث المادي والثقافي. وتنحصر المهمة الرئيسية لعلم الحيوان في الدراسة الشاملة لجميع المجموعات الحيوانية، بدءاً من أكثرها بدائية – وحيدات الخلايا الحيوانية، وانتهاءً بأكثرها رقياً – الثدييات، ولتحقيق ذلك لا بد من اشـــتراك عدة علوم حيوية، يمثل كل منها فرع من فروع علم الحيوان، ومن هذه العلوم:

1- **علم الشـــكل (المورفولوجيا) Morphology:** ويتناول دراســـة الشـــكل الخارجي للحيوانات وبنيتها الداخلية (التشـــريح Anatomy) ويحتل علم التشـــريح المقارن Comparative anatomyأهمية في إظهار الفروق في بنية أعضـــاء الحيوانات، (كبنية القلب عند الفقاريات). ويبين العلم الأخير الأعضـــاء ذات الأصـــل الجنيني الواحد والمتشابهة التركيب كجناح الطائر وجناح الخفاش وذراع الإنسان التي تتحور للقيام بوظائف محددة، تدعى مثل هذه الأعضاء بالأعضاء المتماثلة Homologous. وعلى النقيض تدعى الأعضـــاء المتشـــابهة الوظيفة والمختلفة البنية وليس لها أصـــل جنيني واحد بالأعضـــاء المتناظرة Analogousومثالها أجنحة الطيور والحشـــرات وأطراف الفقاريات والحشرات.

2- **علم الخلية Cytology**:ويتضـمن دراسـة بنية الخلايا ووظائفها وانقسـامها ونموها وتمايزها. وقد جاءت معظم المعلومات الحالية عن الخلية من دراســـتها بالمجهر الإلكتروني وكذلك من معطيات الكيمياء الحيوية والبيولوجيا الجزيئية.

3- **علم النسج Histology:** ويدرس جميع أنماط الأنسجة في جسم الحيوانات من حيث البنية والوظيفة والتطور الجنيني.

4- **علم وظائف الأعضاء (الفيزيولوجيا) Physiology:** ويهتم بدراسة النشاط الحيوي للحيوانات، وما ينطوي عليه هذا النشـاط من تغييرات كيميائية وفيزيائية. بتعبير آخر يدرس هذا العلم (الفيزيولوجيا) كيفية قيام أعضاء الجسم بوظائفها المختلفة من هضم وإطراح وتناسل وإفراز.... الخ.

5- **علم الجنين Embryology:** ويتناول دراســة التبدلات التي تطرأ على البيضــة الملقحة والتي تؤدي إلى تشــكل متعضــيّة تشــبه الأبوين. وتحدث مراحل التشــكل الجنيني حســب المعلومات الموجودة في البرنامج الوراثي للبيضــة الملقحة، والتي تكون مبرمجة في الزمان والمكان. وقد برهن في بداية القرن19 الميلادي على أن الأجنة تُظهِر صــفات تختفي في الأفراد البالغة، ولكنها توجد في أفراد بالغة أخرى. فمثلا تمتلك أجنة جميع فقاريات اليابســة (الأمنيوســيات) في المراحل المبكرة من التشكل الجنيني: الشقوق الغلصمية، الحبل الظهري، ويتألف قلبها من حجرتين...الخ. وقد صــاغ هيكل 1874 وبناء على الأبحاث الجنينية القانون الوراثي الحيوي " يعد التطور الجنيني ترديداً قصيراً للتطور النوعي ".

6- **علم البيئة Ecology:** ويبحث في علاقات الحيوانات ببيئتها، ويتضــمن أيضــاً علاقات أفراد النوع الواحد، وعلاقات الأنواع المختلفة بعضها ببعض .

7- **علم الوراثة Genetics:** ويتضــمن دراســة انتقال وتغير الصــفات الوراثية بين الأجيال المتعاقبة.

8- **علم الجغرافيا الحيوانية Zoogeogrphy:** ويوضــح مكونات الفونا Fauna التي تعيش على كوكبنا الأرضي. وتختص كل منطقة بانتشار حيوانات معينة فيها.

9- **علم المســتحاثاتPalaentology:** ويدرس بقايا الكائنات المنقرضــة التي كانت تعيش على الأرض.

10- **علم السلوك Ethology:** ويهتم بدراسة الأسباب التي تؤدي الى سلوك الحيوان بمفرده أو سلوك جماعة حيوانية.

11- **التطور Evolution:** وهو علم يتضمن القوانين الأساسية في العلوم البيولوجية، وأساس التطور هو تكيف الحيوانات مع بيئاتها التي تعيش فيها.

لقد كان **لامارك**(1744-1829) أول من بحث في التطور عبر اعتماده عام 1809 على مبدئين: 1-مبدأ الاهمال والاستعمال ، 2-مبدأ توريث الصفات المكتسبة. فنمو العضو يتناسب مع مقدار استخدامه، وعندما يكتسب الحيوان صفة ما يورثها إلى نسله. وقد دحض توريث الصفات المكتسبة من قبل عالم الحيوان الألماني وايزمن، إذ تبيّن أن الصفات تنتقل فقط عن طريق الخلايا الجنسية وليس عن طريق الخلايا الجسمية.

وقد عرض **داروين** (1809 -1882) أفكاره عن التطور في كتابه " أصل الأنواع "بواسطة الاصطفاء الطبيعي Natural selection " المعبر عنه غالباً بعبارة " البقاء للأصلح "في صلب نظريته. بكلمات أخرى، يبقي الاصطفاء الطبيعي " الأصلح "في الصراع من أجل الحياة أو البقاء". ويمكن اجمال الصراع من أجل الحياة بثلاثة أنماط: 1-صراع مع قوى الطبيعة، 2-صراع بين أفراد النوع الواحد، 3-صراع بين الأنواع المختلفة. ويحدث الصراع داخل النوع الواحد من أجل الغذاء والموطن، وأيضاً صراع الذكور من أجل الأنثى.

وترتكز نظرية داروين على حقيقتين واستنتاجين أساسيين:

الحقيقتان: 1-تبدي جميع الأحياء اختلافات، ولا يوجد فردان متماثلان، 2-تنتج الكائنات الحية ذرية أكثر من تلك التي يمكنها أن تعيش.

الاستنتاجان :1- البيئة تنتخب الأفراد الأكثر ملائمة للعيش (اصطفاء طبيعي)، 2- الصفات التي يفضلها الاصطفاء تمرر إلى الأجيال القادمة .والنتيجة تبقى الأفراد التي تحمل صفات مميزة ولديها الفرصة للتناسل، وتوصيل مميزاتها لنسلها، بينما تموت

الأفراد الأقل ملائمة، وبذلك تصـبح الأنواع تدريجيا أكثر تكيفا مع بيئاتها، وتزيح الأنواع الأكثر ضـعيفة التكيف .وسـنذكر فقط ودون الخوض في التفاصـيل بعض براهين التطور التي مكنت العلماء من إثبات حقيقة التطور في العالم الحي : 1- البراهين المســتمدة من علم المستحاثات ، 2- البراهين المستمدة من علم التشريح المقارن، 3-البراهين المستمدة من علم الجنين المقارن، 4-البراهين المســتمدة من علم الغدد الصــماء، 5- البراهين المستمدة من علم المناعة .

11-علم التصــنيفTaxonomy : هو العلم الذي يعني بتقســيم الحيوانات إلى مجاميع حيوانية ذات صفات مشتركة تميزها عن غيرها.

التداخل (العلاقات) بين الأنواع

تتأثر حياة كل كائن حي بوجود الكائنات الحية الأخرى، ويدخل في أغلب التداخلات بين الأنواع عنصـــر الغذاء. وقد تقوم العلاقات الأحيائية بين النبات والحيوان أوبين أفراد النوع الواحد Intraspecific أو بين أفراد أنواع مختلفة Interspecific.

إن العلاقة وثيقة بين الحيوانات والنباتات فالكثير من الحيوانات عاشـــبة، بحيث إذا انعدمت النباتات هلكت العواشـــب أو هاجرت إلى مكان آخر. ومن أمثلة العلاقات التي تربط بين الحيوان والنبات الدور الذي تقوم بـه الحشـــرات في تلقيح الأزهار وغيرها الكثير.

أمثلة عن العلاقات البيولوجية التي تربط بين أفراد النوع الواحد:

1- الاقتران أو التزاوج Mating: تبحـث ذكور معظم الحيوانـات عن الإنـاث ليتم التزاوج بينهم ، ويحدث الاخصـــاب اما خارجياً (في الماء) أوداخلياً (في الأقنية التناسلية للأنثى).
2- تحدث العناية بالبيوض والفراخ عند الطيور، وبالمواليد الصغار عند الثدييات.
3- تجتمع أفراد عديدة من نفس النوع لتكون أسـراباً للهجرة كما في الطيور والحشـرات (الجراد).
4- تعمل أفراد النحل بتناسـق وانسـجام يضـمن لها البقاء واسـتمرارية الحياة، إذ يتوزع العمل بدقة متناهية بين أفراد خلية النحل، فالملكة تضـــع البيوض، وتلقح الذكور الملكة، وتقوم الشـــغالات العقيمة (وهي الأكثر عدداً) بجمع الغذاء وإطعام اليرقات وبناء الخلايا الشـــمعية وإصـــلاحها وتهويتها وتنظيفها والدفاع عن الخلية ككل. مع العلم أن الملكة تضـــع نمطين من البيوض، بيوض مخصـــبة تعطي إناث (ملكات أو شغالات) وبيوض غير مخصبة تنتج الذكور.
5- يحصـل التنافس بين أفراد النوع الواحد على الموطن والغذاء والأنثى، إذ إن كل نوع ينتج نسلاً عدده أكثر مما تتسع له الرقعة التي يعيش فيها الأبوان، لذلك يشتد التنافس

على الغذاء والمأوى، فتموت الأفراد الضـعيفة وتبقى القوية، وهذا هو الصـراع من أجل البقاء.

ومن أمثلة العلاقات البيولوجية بين الأنواع المختلفة:

1-الافتراس Predation:

تتطلب ظاهرة الافتراس حيوان مفترس وآخر فريسـة. المفترس غالباً يقتل الفريسـة. ويختلف الافتراس عن التطفل في أن المفترسات تعيش على المصدر، أما الطفيلي فيعيش على الدخل. وينظم الافتراس أعداد الفرائس في النظم البيئية المختلفة، فلولا الافتراس لأصـبحت أعداد القوارض كبيرة جداً. ويعمل الافتراس على تخليص قطيع الفرائس من الحيوانات المريضة والمتقدمة في السن. وتكون أجسام الحيوانات المفترسة (ونقصد هنا فصـيلة السـنوريات أو القطط Felidae) مصـممة للافتراس (القوة العضـلية، الأنياب والمخالب القوية والحادة، السـرعة العالية، حدة الإبصـار وكذلك الشـم وأخيراً تميزها بالذكاء والمكر .... الخ. وعلى النقيض تسـاعد التحوّرات في جسـم الفرائس (الدفاع، السلوك الجماعي، التخفي أو التلون، المحاكاة) إلى تجنب الحيوانات المفترسة.

ويتمثل **الدفاع Defense** بالأسـلحة التي تدافع الفرائس عن نفسـها ضـد الحيوانات المفترسة. فأسلحة الحافريات تتمثل بقرونها وأرجلها الخلفية القوية وبسرعتها الفائقة، إن الجاموس يمثل للأسـد كفريسـة كتلة من اللحم تكفي جماعته لأسـبوع، وبنفس الوقت هو خطر بقرونه وحوافره القاتلة.

ويقلل **السـلوك الجماعي** بين أفراد النوع الواحد من حدة الافتراس. فالحيوانات المفترسـة تهاجم الأفراد الضـعيفة (الصـغيرة أو الكبيرة السـن أو المريضـة) من قطيع الثيران، لذلك تشكل هذه القطعان مجموعات بصورة حلقة بداخلها الإناث مع صغارها.

ومن أروع أمثلـة **التخفي أو التلون** Colouration or Camouflage تغيير ألوان الحرابي وبعض الأسماك بسرعة عند انتقالها من وسط الى آخر. وتبدل بعض الحيوانات ألوانها حسـب الفصـول خاصـة اللونين الشـتوي والصـيفي. ويأخذ الكثير من حيوانات الصـحراء كالسـحالي والأفاعي والطيور والقوارض والحشـرات وغيرها لون الرمال

تقريباً، وفي المناطق القطبية تكون بلون أبيض كالثلج (الدب القطبي، الثعلب القطبي والبومة البيضاء).

وتتمثل ظاهرة **المحاكاة Mimicry** بتشابه حيوان غير سام بأحد تلك الحيوانات السامة كبعض الحشرات والثعابين.

2-التعايش Symbiosis:

يعني مصطلح التعايش حرفياً " العيش معاً ". وهو العيش المشترك اللصيق لكائنين (أو أكثر) تابعين لأنواع مختلفة. وقد يكون التعايش خارجياً أو داخلياً، وقد يكون التعايش مجبراً (المتعايش لا يستطيع العيش دون شريكه) أو مخيراً (المتعايش يستطيع العيش دون شريكه). ومن الأمثلة الواضحة عن التعايش وجود أنواع من البكتريا التي تعيش داخل الأمعاء الغليظة للإنسان، والتي تتغذى على الغذاء غير المهضوم ولا تسبب أية أضرار.

3-المطاعمة (المعيشة المشتركة) Commensalism:

تعني المطاعمة " الأكل على نفس المائدة ". وهي اتحاد لصيق بين كائنين من نوعين مختلفين مفيد لأحدهما. ويستخدم هذا المصطلح لوصف العلاقات التعايشية التي تتعارض مع مصطلحي التطفل وتبادل المنفعة. ومن أمثلة ذلك العلاقة بين سمك الـ Remora وسمك القرش، إذ يلتصق بجسم سمك القرش بصورة لا يضايق القرش الذي لا يفترسه ويسمح للريمورا من تناول الغذاء الذي يسقط من القرش. وتوجد أنواع من الـ Barnacles (من صف القشريات) على فكوك الحيتان لتنظيفها مما يعلق بها من الغذاء. وتجدر الإشارة أن حصول بعض الطيور الجارحة والضباع على بقايا فرائس الحيوانات المفترسة كالأسود والنمور هي نوع من المعيشة المشتركة.

4- تبادل المنفعة Mutualism:

هي علاقة مشتركة بين متعضيتين من نوعين مختلفين مفيدة لكليهما وضرورية لاستمرار حياة النوعين. إن تلقيح الحشرات للأزهار كما يعتقد بعض البيولوجيين تنتمي لهذا المفهوم. ومن أمثلة ذلك حمل السرطان الناسك لشقائق النعمان، فالسرطان يتموه

ويختفي، وشـــقائق النعمان تتغذى على غذاء وفير عند تبديل الوســـط. وتعد علاقة النمل الأبيض والسـوطيات من الأمثلة الرائعة لتبادل المنفعة، فالنمل لا يسـتطيع الاسـتفادة من غذائه الرئيسي " السيللوز "بدون مساعدة السوطيات التي تعيش في قناته الهضمية، حيث تقوم بهضمه وبالتالي تصبح في متناول النمل. وبدون هذه الأوليات الحيوانية يموت النمل جوعاً، كما أن هذه الســـوطيات لا تتمكن من العيش إلّا في أمعاء النمل. وعندما تمتطي بعض الطيور ظهور حـافريـات المراعي وتلتقط القرادات المتطفلـة خـارجيـاً على هـذه الحافريات، فالطيور تحصـل على غذائها وتخلص الحافريات من هذه الطفيليات الضـارة. وتؤدي هذه الطيور دوراً إنذارياً لهذه الثدييات عند اقتراب الحيوانات المفترســـة من القطيع. وقد يحصـــل تبادل المنفعة بالتنظيف، فتمســـاح النيل يفتح فمه ويســـمح للطائر Plover بالتقاط الديدان المتطفلة على لثته، ومن الأمثلة الواضـحة على تبادل المنفعة هي التي نشـــأت بين بكتريا التربة من جنس Rhizobium وبين عوائلها من المحاصـــيل البقولية. أخيراً تؤوي معدة المجترات عدد كبير من الهدبيات هاضـمة السيللوز. فالهدبيات لا تســـتطيع العيش إلّا في الوســـط اللاهوائي، وهي تتغذى على الســـيللوز فتحوله إلى مركبات أبسط، يتمكن الحيوان المجتر بعد ذلك من هضمها وامتصاصها وتمثلها.

5- التطفل Parasitism:

هو صـــلة بين كائنين، يعيش أثنائها المتطفل على ســـطح جســـم كائن آخر أو بداخله (المضـــيف أو العائل)، وبالتالي يوجد نمطان من التطفل: تطفل خارجي وتطفل داخلي. وقد يكون التطفل الخـارجي دائمـاً (القمـل) أو مؤقتـاً (البعوض، بق الفراش والبراغيث وغيرهـا). أمـا الطفيليـات الـداخليـة فهي كثيرة ومن أمثلتهـا الوريقـة الكبـديـة الكبيرة، البلهارســيا، الدودة الشــريطية المســلحة والعزلاء والأســكاريس والكثير من الحيوانات الأوالي Protozoa. وعلى العموم تزخر المملكة الحيوانية بالأنواع الطفيلية، لكن توجد أشـهر الطفيليات في وحيدات الخلايا الحيوانية والديدان المنبسـطة والخيطية ومفصـليات الأرجل (القرادات والحشـرات). وتعيش الطفيليات في أعضـاء مختلفة للمضـيف، على الجلد أو بداخله، في الأمعاء والكبد وضمن الدم والرئة والعضلات .... الخ.

وقد أدت حياة التطفل إلى تحوّرات بنيوية ووظيفية في جسم الحيوانات الطفيلية: فأعضاء الحركة في كثير من الطفيليات مفقودة أو ضامرة أو بسيطة، كما أن جهاز الهضم قد يضمر ضموراً كاملاً، إذ إنها تمتص الغذاء عن طريق سطح جسمها. وأصبح الجهاز العصبي بسيطاً وأعضاء الحس ضامرة. وتتميز الطفيليات بتطور أعضاء التثبيت والجهاز التناسلي. ويكون أعداد البيوض التي تنتجها الطفيليات هائلاً (أحياناً بالملايين). وتعود الخصوبة العالية إلى موت أعداد كبيرة من النسل أثناء خروجها من جسم المضيف وقبل أن تصل إلى جسم مضيف جديد. وقد تكيّفت بيوض ويرقات الكثير من الطفيليات للحياة خارج جسم المضيف مدة طويلة بفضل أغلفة متينة تحميها من عوامل الوسط الخارجي السيئة (الجفاف، قلة المياه والأكسجين ...الخ).

يصل الطفيلي إلى المضيف إما عن طريق الغذاء والشراب أو بالانتقال المباشر من المريض إلى السليم أو عن طريق مضيف متوسط (أنثى البعوض الخبيث التي تنقل البلاسموديوم المسبب لمرض الملاريا ...الخ).

وتسبب الطفيليات أضراراً طفيفة أو جسيمة للمضيف، فإذا كانت الأضرار طفيفة فإن المضيف سرعان ما يصلح ما أفسده الطفيلي، أما إذا كان الضرر جسيماً فسرعان ما تظهر الأعراض الممرضة على المضيف، وإذا كانت الأعراض خطيرة ستؤدي إلى موت المضيف وبالتالي موت الطفيلي. وعلى العموم تعيش الطفيليات مع عوائلها في توافق دون أن تصل الأضرار إلى موت المضيف، ويعبر عن هذا بالطفيلي المثالي الذي يتغذى من مضيفه بالقدر الذي يسمح للاثنين معاً بالبقاء. ويمكن أن نجمل الأضرار التي تلحقها الطفيليات بالعوائل بالآتي:

1-تتغذى الطفيليات على حساب جسم المضيف، مما يؤدي إلى إصابته بالهزال. 2-تسمم فضلات الطفيلي جسم المضيف وبالتالي تختل وظائفه الحيوية. 3-يمكن أن تخرب الطفيليات نسج وأعضاء المضيف وتسد الطرق التنفسية والأمعاء وقنوات الغدد وتسبب حساسية في الجلد وأعضاء أخرى. 4-تسبب الطفيليات ضعف مناعة المضيف؛ مما يسهل

دخول العوامل الممرضة كالبكتريا وغيرها إلى جسمه. ويؤدي الوعي الصحي في الأسرة والمدرسة والجامعة دوراً مهماً في منع انتشار الطفيليات المختلفة.

تصنيف وتســـــــــمية الحيوانات

Classification and Nomenclature of Animals

يعرف حالياً أكثر من مليوني نوع من الحيوانات، تظهر تباينات كبيرة فيما بينها من حيث البنية والوظيفة ونمط الحياة والتكاثر والتشـكل الجنيني والسـلوك .... الخ. وقد كان من المهام الضرورية لعلماء الحيوان وضع نظام موحد لتسمية وتصنيف هذا العدد الهائل من الأنواع الحيوانية لتسهيل دراستها ولفهم مختلف العلاقات بين مجموعاتها. والتصنيف Taxonomy هو العلم الذي يُعني بتقســيم الحيوانات ووضـــعها في مراتب تصـــنيفية (مجاميع Taxa– مفردها مجموعة Taxon) ذات صـفات مشـتركة تميزها عن غيرها. والتســـمية Nomenclature علم يعطي النوع الاســـم العلمي المميز لـه عن الأنواع الأخرى.

ويعد الفيلسوف الإغريقي أرسطو (384-322 ق.م) أول من اهتم بالتصنيف، فاقترح تصـنيف الحيوانات إلى قسمين: ذوات الدم وعديمات الدم. واعتمد العالم الإنكليزي John Ray فكرة جديدة في التصنيف استندت على أساس تشابه الصفات الخارجية للحيوانات. وكـان العـالم Ray أول من وضـــع مفهوم حـديث للنوع Species، الـذي يعـد الوحـدة الأســاســية في تصـــنيف الكائنات الحية. وعرف هذا العالم النوع " مجموعة من الأفراد متشـــابهة بصـــفاتها المورفولوجية، وتســتطيع أن تتزاوج فيما بينها ولكنها لا تتزاوج مع أفراد من نوع آخر، وإن حدث ذلك نتجت هجائن عقيمة ". نســتنتج من التعريف أن أفراد النوع الواحد تتبادل المورثات فيما بينها (فهي أنظمة مفتوحة وراثياً) والأنواع المختلفة "أنظمة مغلقة وراثياً فيما بينها ".

وفي القرن الثامن عشـر وضـع العالم السـويدي لينيوس Linnaeus(1707-1787) النظام الحديث للتصـنيف الذي نسـتخدمه حتى يومنا هذا . فقد صـنف هذا العالم البيولوجي الكثير من النباتات والحيوانات على أساس التشابه الشكلي والتشريحي.

بدأ العالم لينيوس بتقســيم الكائنات الحية إلى المراتب التصـــنيفية (المجاميع) المختلفة ابتداءً من النوع، ثم جمع الأنواع المتشـــابهة في جنس Genus واحد، وجمع الأجناس

المتشابهة في فصيلة Family واحدة، وجمع الفصائل المتشابهة في رتبة Order واحدة، والرتب المتشابهة في صف Class واحد، والصفوف المتشابهة في شعبة واحدة Phylum، والشعب المتشابهة في مملكة Kingdom واحدة.

يرتب نظام لينيوس المستخدم حالياً الكائنات الحية في سبع مراتب رئيسة سنذكرها تنازلياً: المملكة، الشعبة، الصف، الرتبة، الفصيلة، الجنس، النوع. وقد تبين فيما بعد أن بعض المجاميع تتشابه كثيراً وتختلف في بعض الصفات الثانوية، لذلك استحدثت مراتب تصنيفية بينية توضع إما تحت أو فوق المجموعات الرئيسية: كفوق صف Superclass أو تحت صف Subclass، أو فوق رتبة Superorder، وتحت رتبة Suborder.

هذا وقد اقترح لينيوس نظاماً لتسمية الأنواع، يسمى بالتسمية الثنائية Binominal Nomenclature، إذ أعطى لكل نوع اسم يتكون من كلمتين لاتينيتين، الأولى هي الجنس وتبدأ بحرف كبير، والثانية هي النوع وتبدأ بحرف صغير.

ومن الأمثلة التي توضح نظام لينيوس: الكلب الأهلي Canis familiaris، الذئب Canis lupus ، وابن آوى Canis aureus تنتمي جميعها إلى جنس الكلاب Canis، والتي تقع ضمن فصيلة الكلاب Canidae– رتبة اللواحم Carnivora– صف الثدييات Mammalia – تحت شعبة الفقاريات Vertebrata – شعبة الحبليات Chordata – المملكة الحيوانية Kingdom Animals.

وأضيف منذ التسعينات من القرن الماضي مرتبة أعلى هي النطاق أو المجال Domain. وقد ميّز علماء الأحياء ثلاثة نطاقات للحياة وهي: 1-حقيقيات النُوى Eukaryotes، 2-الجراثيم البدائية (العتائق) Arachaea، 3-الجراثيم Bacteria والنطاقان الأخيران هما من بدائيات النُوى Prokaryotes

ويصنف الإنسان حالياً كالآتي: النطاق حقيقيات النُوىEukaryotes، المملكة الحيوان Animal، شعبة الحبليات Chordata، تحت شعبة الفقاريات Vertebrata، صف الثدييات Mammalia، تحت صف الثدييات الحقيقية Eutheria أو المشيميات Placentalia، رتبة الرئيسات Primates، تحت رتبة الرئيسات العليا أو القردة

Anthropoidae ، فصـــيلة البشـــر Hominidae ، الجنس البشـــري Homo، النوع الإنسان العاقل Homo sapiens.

مما سـبق نسـتنتج اسـتناد نظام لينيوس على نظام التقسـيم التسـلسـلي (الهيراركي) Hierarchical system للتصـــنيف، وهو المعتمد دولياً من قبل اللجنة الدولية لتســمية الحيوانات التي تأسست عام 1898م.

ويسمى نظام لينيوس لتسمية الأنواع " بالتسمية الثنائية " والتي تكتب باللغة اللاتينية. ويضاف بعد اسم النوع اسم المكتشف بشكل كامل أو مختصر.

وتتمثل الحياة على كوكبنا الأرضـي بثلاث مجموعات من الكائنات الحية: الفيروسـات وبدائيات الأنوية (البكتريا) وحقيقيات الأنوية (بقية الكائنات الحية).

وقد اقترح Whittakerعام 1969 تقسيم بدائيات وحقيقيات الأنويّة إلى خمس ممالك:

1- مملكة المونيرا Monera : وتضم بدائيات الأنوية (وهي الجراثيم) .
2- **مملكة البروتيســتا Protista:** وتضـــم الطحالب وحيدة الخلايا والأوليات الحيوانية وبعض الفطور.
3- **مملكة الفطريات Fungi:** وتضـــم العفن والخميرة والفطريات التي تحصـــل على غذائها بالامتصاص.
4- **المملكة النباتية Plantae:** وتضـــم النباتات عديدة الخلايا وذات التمثيل الضـــوئي (النباتات الراقية والطحالب عديدة الخلايا).
5- **المملكة الحيوانية Animalia:** وتضم جميع الحيوانات عدا الأوليات الحيوانية.

ويعدُّ نظام الممالك الخمس أكثر الأنظمة قبولاً. رغم أن بعض العلماء لا يفضـــل إبعاد الأوليات من المملكة الحيوانية، وذلك لكونها تشـــارك الحيوانات التوالي في كثير من صفاتها كالتغذية والحركة وغيرها.

وتصنف مملكة الحيوان Animal kingdomحالياً في ثلاث تحت ممالك:

1-**تحت مملكة وحيدات الخلايا الحيوانية Monocytozoaأو الأوليات الحيوانية Protozoa**: وتشـتمل خمس شـعب. وهي كائنات يتطابق مفهوم الخلية مع الكائن، إذ إن

الخلية كائن مستقل بحد ذاته، تقوم بجميع الوظائف الحيوية (هضم، اطراح، تنفس وتكاثر ...الخ).

2-**تحت مملكة نظائر البعديات الحيوانية Parazoa:** وتضم شعبة واحدة هي شعبة الإسفنجيات Spongia أو المساميات Porifera، وهي حيوانات عديدة الخلايا، إلا أن الخلايا لا تكون أنسجة.

3-**تحت مملكة البعديات الحيوانية أو كثيرات الخلايا الحيوانية Metazoa:** وتضم بقية الشعب الحيوانية من معائيات الجوف حتى الحبليات، وهي حيوانات كثيرات الخلايا، والخلايا فيها بعد تمايزها تقوم بوظيفة محددة وذلك بالاعتماد على بعضها البعض، ويتحدد عمرها. ويبدأ تشكل الأنسجة من معائيات الجوف، في حين يبدأ ظهور الأعضاء اعتباراً من الديدان المنبسطة، وسنلاحظ خلال دراستنا لحيوانات كوكبنا الأرضي تدرجاً في البنية من الأشكال البسيطة إلى الأشكال الأكثر تعقيداً، ومن الأقل أداءً ومردوداً إلى الأكثر فاعلية والأفضل وظيفة.

* * *

الفصـــــــــــل الثاني

تحت مملكة وحيدات الخلايا الحيوانية Monocytozoa

أو تحت مملكة الأوليات الحيوانية Protozoa

الصــفات العامــة:

1- الحيوان وحيد الخلية كائن كامل تحصـــل فيه جميع وظائف وفعاليات الحياة داخل حدود الغشـاء الخلوي أو البلاسـمي. وتكون الكتلة البروتوبلاسـمية في جسـم الحيوان الأولي غير مقسـمة الى خلايا، لذلك تسـمى الحيوانات وحيدات الخلايا " باللاخلوية Acellular "، ولكن الكثير من علماء الحيوان يفضـلون تسـميتها " بوحيدة الخلية Unicellular ".

وبما أن خلية وحيد الخلية كائن مسـتقل تقوم بكل الوظائف الحيوية فهي لا تماثل خلية الحيوان كثير الخلايا، فخلية الأخير جزءً لا يتجزأ من المتعضـيّة، وتتخصـص بوظيفة محددة (خلية عضـلية للتقلص، خلية عصـبية حسـية أو حركية أو فكرية)، أي لا تتمكن من أداء جميع وظائف الكائن الحي بمفردها. ولا تستطيع خلية الكائن كثير الخلايا البقاء حية بصـورة مسـتقلة عن باقي الخلايا الأخرى، وتنجز وظائفها بالاعتماد على الأنماط الخلوية الأخرى.

وحينما نقارن جسـم الحيوان كثير الخلايا بالحيوان الأولي يتضـح لنا مدى البسـاطة التي يتمتع بهـا الحيوان الأولي ، أمـا حين نقـارن الخلايـا المنفردة من كثيرات الخلايـا الحيوانيـة بـالحيوانـات الأوليـة فـإن الأمر يبـدو على العكس من ذلك ، لانَّ وحيد الخليـة الحيوانية يتكفل بجميع مظاهر الحياة ، وبالتالي يتمتع بتعضٍ أكثر تعقيداً من نظيره كثير الخلايا الحيوانية ، فخلايا الحيوانات الأخيرة مصـممة لأداء وظيفة معينة ، وكنتيجة لذلك فإن هذه الخلايا تتميز ببنية أقل تعقيداً ، لكنها ذات قدرة كبيرة على ممارسـة وظائف تخصصية محددة .

2- تحوي خلية الأوليات الحيوانية جميع العضـيّات الخاصـة بخلية حقيقيات الأنويّة، ويوجد إلى جانب العضيات السابقة تراكيب خاصة كالفجوات النابضة، البقعة العينية،

الفم الخلوي، الأكياس الشـعرية .... الخ. ونجد على الغالب في خلية وحيد الخلية نواة واحدة.

ونلاحظ في الحيوانات الأوالي تدرج في مسـتويات التعضـي الخلوي من الأشـكال البسيطة عند المتحول الحر إلى الأشكال الأكثر تعقيداً في البراميسيوم، إذ تصبح العضيّات أكثر تخصصاً لأداء وظائف وفعاليات أكثر كفاءةً.

3- تحتوي الأوليات الحيوانية التي تعيش في المياه العذبة بصورة حرة على فجوة نابضة أو عدة فجوات نـابضـــة Contractile vacuoles. وتحـافظ هـذه الفجوات على التوازن المـائي –الملحي في الخليـة، أي تقوم بـالإطراح والتنظيم الحلولي Osmoregulation.ويكون تركيز محتوى الخليـة من الأملاح أعلى بكثير من تركيزه في الماء العذب، وحسب قانون الحلول أو الأسموزية Osmosis ينتشر الماء عبر غشـــاء اصـــطفائي النفاذيـة من منطقـة التركيز المرتفع إلى منطقـة التركيز المنخفض. ويشـير التركيز هنا إلى المذيب (الماء) وليس تركيز الجزيئات والشـوارد الذائبة في الماء. وبالتالي يدخل الماء إلى داخل الأميبا الذي يعيش في برك المياه العذبة ويتخلص من الماء الزائد بواســطة الفجوات النابضـــة. هذا وإن دخول الماء المفرط إلى الخلية يسـبب حتماً موتها، لذلك تعمل الفجوات النابضـــة لتخليص الخلية من المـاء الزائـد عن حـاجـة الحيوان. ويتحقق ذلـك بـانقبـاض الفجوات النـابضـــة باســتمرار، مما يؤدي إلى تجمع قطرات الماء الزائد في الفجوات النابضـــة، والتي تفرغ بين الحين والآخر محتوياتها من الماء والأمونيا أو النشـــادر (الناتج النهائي لاسـتقلاب النيتروجين) إلى الوسـط الخارجي. هذا ولا توجد الفجوات النابضـــة في الأوليات الحيوانية البحرية والطفيلية لتماثل الضـــغط الحلولي بين ســيتوبلاســما الحيوان والوسط الذي تعيش فيه.

4- تتحرك الأوليات الحيوانية بثلاث وســـائل رئيســـية: أ-الأرجل أو الأقدام الكاذبة (جذريات الأرجل – الأميبا)،ب -السـياط (السـوطيات – اليوغلينا والتريبانوزوما)، ج-الأهداب (الهدبيات –البراميســـيوم). ولا توجد أعضـــاء للحركـة (البذيريات

كالبلاسـموديوم). ولا تسـتخدم أعضـاء الحركة فقط من أجل التنقل وإنما تسـتخدم لاقتناص الغذاء والقبض عليه.

5- معظم الأوليات الحيوانية غيرية التغذية Heterotrophic (تتغذى على الحيوانات والنباتات وغيرها)، وبعضـها ذاتية التغذية Autotrophic (تصـطنع غذائها بنفسـها بالتمثيل الضوئي)، ومنها رمية التغذية Saprozoic (تستخدم المواد العضوية الذائبة في وسطها).

6- من ميزات بعض الأوليات قدرتها على التكيّس Encystment، إذ يصـبح الحيوان دائريا ويفرز حوله كيساً Cyst ذا غلاف سـميك يحميه من الظروف البيئية القاسـية جداً (قلـة الغذاء، الجفاف، نقص الأكسـجين، تغيرات درجـة الحرارة، تغيرات الـ pH). وبالتالي تصبح غير متحركة، وتستطيع لوقت طويل الاحتفاظ بجميع الوظائف الحيوية، لكن تصـبح عمليات الاسـتقلاب بطيئة جداً. وتكون قوة التحمل في بعض الأكياس عظيمـة، فمنهـا مـا يعيش لمدة ثلاث سـاعات في درجـة حرارة 100 م، وبعضـها يبقى حوالي 50 عاماً في التربة، وعلى النقيض يتحمل المتحول الزحاري العصارة المعدية، لكنه لا يتحمل الجفاف ودرجات حرارة أعلى من 50م.

ويحدث التكيّس في الأنواع الحرة نتيجـة الظروف الحياتيـة غير المناسـبة، وفي الأنواع الطفيلية بعد خروجها من المضـيف. وتزول حالة التكيّس حين زوال أسـبابه، فيخرج عندئذٍ من الكيس كائن متحرك يسـمى الشـكل الأعاشـي Trophozoite. وبالتالي يلاحظ في مثل هذه الأوليات شـكلان للحياة: الشـكل الأعاشـي المتحرك، والكيس الثابت، وهذا يسمح لهذه الكائنات بالبقاء حية في أقسى البيئات.

7- تتميز وحيدات الخلايا الحيوانية بدورة حياة معقدة، والتي تتضـمن في بعض الأنواع تكاثر جنسي يتبعه تكاثر لا جنسي، وبتغيير المضيف في الأوليات الحيوانية الطفيلية.

8- تتكاثر الأوليات الحيوانية لا جنسـياً بالانشـطار الثنائي أو الانشـطار المتعدد، ويتكاثر بعضـها تكاثراً جنسـياً عن طريق تكوين الأعراس أو عن طريق الاقتران أو التزاوج الذاتي.

9- يتراوح العدد الإجمالي للأوليات الحيوانية 50 ألف نوع. تعيش في جميع البيئات، إذ توجد المياه (لا يمكن للأوليات أن تعيش فترة طويلة بدون ماء)، فهي تتواجد في المياه العذبة والمالحة، في الترب الرطبة، في الينابيع الحارة، وحتى في الجليد. ويتطفل عدد كبير منها (حوالي 3500 نوعاً) على الإنسان والحيوان والنبات. والتسمية المناسبة لهذه المتعضيّات هي الكائنات الدقيقة، إذ إن معظمها مجهرية (3-150 ميكروناً)، وقليل منها يمكن رؤيته بالعين المجردة كبعض المتحولات القوقعية التي تصل حتى 3سم.

10-تشتمل تحت مملكة الحيوانات وحيدات الخلايا على الشعب التالية:

1- شعبة اللحميات حاملة السياط أو اللحميات السوطية، 2- شعبة البذريات، 3- شعبة البذيريات القراصية ،4- شعبة البذيريات الدقيقة، 5- شعبة النقاعيات أو حاملات الأهداب.

ستقتصر دراستنا فقط على الشعب الأولى والثانية والخامسة.

شعبة اللحميات حاملة السياط أو اللحميات السوطية Sarcomastigophora

تضـم هذه الشـعبة أوليات حيوانية تتحرك بوسـاطة الأرجل الكاذبة (اللحميات) أو بالسـياط (السـوطيات). إن قدرة بعض السـوطيات على تكوين أرجلٍ كاذبة واسـتخدامها، ولوجود اطوارٍ مسوطة في دورة حياة عدد من اللحميات أدى إلى جمعها في شعبة واحدة تشتمل على صفين: اللحميات والسوطيات.

صـــــــــــف اللحميـات Sarcodina

يضم صف اللحميات أوليات حيوانية تتحرك بوساطة بروزات سيتوبلاسمية مؤقتة من أجسامها تعرف بالأرجل الكاذبة.

تعيش معظم أنواع هذا الصف في البحار (80 %) وتوجد باقي الأنواع (20%) في المياه العذبة والترب الرطبة، وهي حرة المعيشـــة أو طفيلية. معظمها يعيش حياة منفردة، بعضـها يكون مسـتعمرات (الشـعاعيات). واللحميات أكثر الأوليات الحيوانية بسـاطة في البنية،

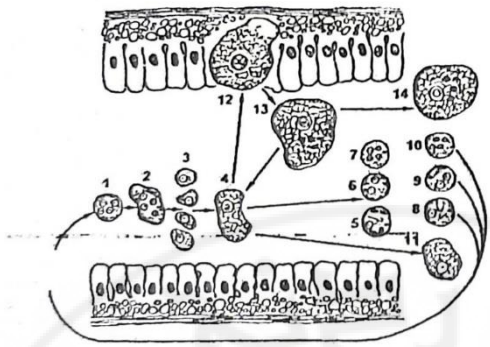
ويضم صف اللحميات عدة تحت صفوف نذكر منها تحت صفين فقط:1-تحت صف جذريات الأرجل Rhizopoda،2-تحت صف الشعاعيات Radiolaria.

يعد الأميبا (المتحول) الحر Amoeba proteus أكثر الأميبات دراسـة وشـهرة، وهو ينتســب الى رتبة المتحولات العارية Amoebidaوســندرس المتحول الحر في الجلسات العملية لذلك لن نتطرق إلى بحثه هنا في كتابنا النظري.

يوجد كثير من الأميبات المتطفلة على الإنسان والحيوانات. ويعدُّ **المتحول الزحاري Entamoeba histolytica** أكثر جذريات الأرجل شهرة وأهمية للإنسان، فهو يتطفل على الأمعاء الغليظة للإنسان والقردة وثدييات أخرى. يسبب هذا المتحول مرض الزحار الأميبي Amoebic dysentery الخطير، والذي يكون مميتاً أحياناً. يصـل هذا الطفيلي إلى الانسان بصورة أكياس متعددة الأنويّة، إذ يبتلعها في حال عدم تقيده بالقواعد الصحية

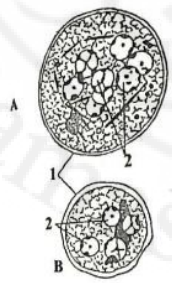
السليمة (عدم غسل الأيدي، الخضار والفاكهة الملوثة أو بشرب الماء الملوث). تمر هذه الأكياس في المعدة دون تغيّرات، وينحل جدارها في الأثني عشر، فيخرج من كل كيس كتلة بروتوبلاسمية ذات أربع أنويّة، تنقسم هذه انقسامات خيطية فتتكون ثماني أميبات صغيرة، تصل إلى جوف الأمعاء الغليظة ، وتسمى الأشكال الأعاشية الصغيرة Minute trophozoites (قطرها بين 12-30 ميكرون) .تتحول الأشكال الأخيرة إلى الأشكال الأعاشية النسيجية والتي تكون حجومها كبيرة (حتى 50 ميكرون)، لذلك تسمى الأشكال الأعاشية الكبيرة .Large t ، وهي الأشكال الممرضة ، إذ تهاجم ظهارة الأمعاء وجدران الأوعية الدموية فتخربها عن

طريق الأنزيمات الحالّة للبروتينات ، فتسبب تقرحات ونزيف تؤدي إلى إسهال مدمى ، وهو من الأعراض الرئيسة لمرض الزحار الأميبي (الديزنتاريا الأميبية) .وتتغذي الأميبات على مكونات الظهارة والكريات الحمراء . إذا وصلت الأشكال الأخيرة إلى تجويف الأمعاء تخرج مع البراز إلى الوسط الخارجي، يكون مصيرها الموت وهي لا تنقل العدوى. ويلاحظ أن الأشكال الأعاشية الكبيرة تتحول إلى الأشكال الأعاشية الصغيرة، والتي تتكيّس عندما تصل إلى جوف الأمعاء، وهذا هو الطور المتكيّس Cyst stage الذي يخرج مع البراز إلى الوسط الخارجي، وهو الطور المعدي Infective stage. تخرج أعداد هائلة من هذه الأكياس (حتى 300 مليون كيس في اليوم الواحد). مما سبق نلاحظ أن المتحول الزحاري يمتلك طورين في دورة حياته: الطور الأعاشي الذي يهاجم الظهارة ويتغذى عليها، والطور المتكيّس الذي يسبب العدوى عن طريق تناول الماء أو الطعام الملوث (الشكل 1). ومن الجدير بالذكر، أن بعض الأشكال الأعاشية قد تصل مع الدم إلى الكبد والرئتين والمخ وغيرها من الأعضاء فتسبب خراجات ومضاعفات خطيرة.



الشكل 1 دورة حياة المتحول الزحاري E. histolytica.
1و2- الكيس الذي يدخل إلى القناة الهضمية، 3- الأميبا متعددة الأنوية المتشكلة بعد خروجها من الكيس، 4- الشكل الإعاشي الصغير، 5-10- أكياس تخرج مع البراز إلى الوسط الخارجي، 11- الشكل الإعاشي الذي يعيش في الأغشية المخاطية (يموت في الوسط الخارجي)، 12- الشكل الإعاشي الكبير الذي يخترق الغشاء المخاطي، 13و14- الشكل الإعاشي الكبير الذي يعيش في جوف الأمعاء (يموت في الوسط الخارجي في حال خروجه).

يجب عند التحليل المخبري تمييز بين **المتحول الزحاري من المتحول المعوي Entamoeba coli:(** الشكل 2). يمتلك الشكل الأعاشي للمتحول الزحاري رجلاً كاذبة واحدة (رجلان كاذبتان في المعوي)، النواة تحتوي بداخلها الـ Endosome مركزي وصغير (في المعوي يكون غير مركزي وأكبر)، ويحتوي كيس المتحول الزحاري على أربع أنوية (ثمانية أنويّة في المعوي). وتجدر الإشارة، إلى أن المتحول المعوي يعيش في جوف الأمعاء الغليظة، ولا يهاجم جدارها إطلاقاً، فهو كالمتحول الفموي E. Gingivalis غير ضارة للإنسان.



الشكل 2
A- المتحول المعوي، B- المتحول الزحاري
1- غشاء الأميبا، 2- الأنويّة.

ويضم تحت صف جذريات الأرجل بالإضافة إلى رتبة المتحولات العارية رتبتين: رتبة المتحولات القوقعية Testacea ورتبة المنخربات Foraminifera.

تمتلك **المتحولات القوقعية** التي تعيش في المياه العذبة على قواقع وقائية، وتتكون القوقعة بمعظمها من مواد عضـوية يلتصـق فيها حبيبات رملية. ويوجد في القوقعة فوهة واحدة فقط تبرز منها الأرجل الكاذبة.

تعيش معظم **المنخربات** في قاع جميع المحيطات مع وجود عدد قليل منها في الماء العذب، وهي تشكل أكبر كتلة حيوية Biomass بين حيوانات الأرض.

وتضم قوقعة المنخربات عدة حجرات تتكون من كربونات الكالسيوم، تبرز الأرجل الكاذبة ليس من فوهة واحدة فقط وإنما من ثقوب (نخاريب) عديدة في جدران القوقعة، ومن هنا جاءت تسميتها بالمنخربات.

تعد بعض أنواع **تحت صـف الشـعاعيات** أقدم ما عرف من الحيوانات، وهي أوليات تعيش في البحار، معظمها هائم، الهيكل معقد وجميل جداً، ويتكون الهيكل من السـيليكا. وتخرج الأرجل الكاذبة من ثقوب الهيكل على شـكل أشـعة (ومن هنا جاءت تسـميتها بالشعاعيات).

لملايين لا تعد من السـنين، تسـقط قواقع المنخربات إلى قاع المحيطات مكونة رواسب غنية بالكلس والرمل. وتوجد قواقع الشعاعيات على أعماق كبيرة مكونة الأحجار الصوانية غير النقية. ولهذه الرواسب أهمية عملية كبيرة في نشاطات الإنسان الاقتصادية.

صف حاملات السياط Mastigophora أو السوطيات Flagellata

تتحرك أنواع هذا الصف بوساطة سوط واحد أو عدة سياط Flagella. تعيش معظم السوطيات حياة حرة في المياه العذبة والمالحة، بعضها طفيلي. ويضم صف السوطيات تبعاً لطريقة التغذية تحت صفين: 1-تحت صف السوطيات النباتية Phytomastigina، 2-تحت صف السوطيات الحيوانية Zoomastigina.

1- تحت صف السوطيات النباتية Phytomastigina:

تمتلك السوطيات النباتية سوطاً واحداً أو سوطان (أحياناً أربعة سياط)، وهي تحتوي على صانعات خضراء Chloroplasts، وبالتالي تتمكن من اصطناع غذائها بنفسها عن طريق التركيب الضوئي، وبالتالي لا توجد الأنواع الطفيلية ضمن السوطيات النباتية، أما في الظلام فإنها تتغذى رمياً Saprozoic، حيث تمتص المواد الغذائية من خلال سطح الجسم.

ومن السوطيات النباتية الشائعة الدراسة في مناهج علم الحيوان اليوغلينا الخضراء Euglena viridis، والذي سندرسه في الجزء العملي. ومن أهم ميزات اليوغلينا والتي تثبت وتؤكد أنها من الحيوانات وليس من النباتات: 1-وجود البقعة العينية الحساسة للضوء والتي تعتبر بمثابة العين من الناحية الوظيفية، وهذا غير موجود في عالم النبات. 2-تتحرك بوساطة السوط، وهذه الحركة غير موجودة في النباتات، 3-وجود الفجوة النابضة التي تنعدم في النباتات. 4-التغذية الرمية التي تلجأ إليها اليوغلينا عند انعدام الضوء. 5-تنشطر اليوغلينا ومثيلاتها انشطاراً طولياً ثنائياً، بينما تنقسم الخلايا النباتية عرضياً.

2-تحت صف السوطيات الحيوانية Zoomastigina:

يضم تحت صف السوطيات الحيوانية فقط كائنات غيرية التغذية أو رميّة التغذية، وتعد افراد تحت هذا الصف أكثر الحيوانات الأولية الطفيلية أهمية. إذ تعيش معظمها على

حيوانات أكبر، وتسبب أمراضاً خطيرة للإنسان والحيوانات. وتوجد أكثر الأنواع الطفيلية في رتبتين: رتبة الأنويّة المحركة، رتبة متعددة السياط.

رتبة الأنويّة المحركة Kinetoplastida:

تتميز أنواع هذه الرتبة بوجود عضـيّة خاصـة، تقع بالقرب من الجسـم القاعدي Basal body للسوط، تسمى النواة المحركة Kinoplaste (ومن هنا جاء اسم الرتبة). وهذه النواة عبارة عن جسيم كوندري ضخم غني بالـ DNA. ومن أمثلتها جنس المثقبيات (التريبانوسوما) وجنس اللشمانيا.

جنس المثقبيات Trypanosoma:

تتطفل أنواع جنس التريبانوسـوما على دم وأنسـجة الكثير من الفقاريات بما فيها الإنسـان والتي تتخذها كمضـيف نهائي. وتنتقل التريبانوسـوما إلى هذه الفقاريات بواسـطة أنواع من الحشرات والتي تعد المضيف المتوسط الناقل لها.

يوجـد نوعـان من المثقبيـات في أفريقيـا، الأول تريبـانوسـومـا روديسـيـا T. rhodesiense، والثاني تريبانوسوما الغامبي T.gambiense، وكلاهما يسـببان مرض النوم. وتقوم ذبابة تسـي تسـي Tse tse من الجنس Glossina بنقل هذه الطفيليات إلى الإنسـان. كما تنقله إلى الكثير من الحيوانات البرية التي لا تظهر عليها آثار المرض، وتعمل كمخازن طبيعية لهذه الطفيليات فتساعد على انتشار المرض بين البشر.

ويتميز الطفيليان السـابقان بدورة حياة وأعراض مرضـية متشـابهة في الإنسـان، إلا أن الإصـابة بالنوع الروديسـي أشد خطورة وكثيراً ما تكون قاتلة. فعندما تلدغ ذبابة تسـي تسي إنساناً أو حيواناً مصاباً فإن التريبانوسومات تصل مع الدم إلى معدة الحشرة، حيث تتكاثر بالانشـطارات الثنائية الطولية لتكوّن أعداداً كبيرة من الأفراد. وبعد 10-12 يوماً تصـل إلى الغدد اللعابية، وتواصـل انشـطارها الثنائي الطولي لتكوّن طوراً يعرف بالطور الكريثيدي Crithidial stage، يقع الجسم القاعدي أمام النواة.

ويســـتمر التكاثر بالانشـــطار الثنائي الطولي لأفراد الطور الأخير لعدة أيام فيظهر طور جديد يعرف بالطور البعدي Metacyclic stage يقع فيه الجســـم القاعدي خلف النواة. والطور الأخير هو الطور المعدي Infective stage، إذ تنتقل الأفراد الأخيرة من لعاب الذبابة إلى دم الشـخص السـليم عندما يلدغ من قبل الذبابة. وتتكاثر المثقبيات في دم ولمف الإنســان بالانشـطار الطولي الثنائي لما يقرب من أسـبوعين، وتعرف هذه المدة بمدة الحضـــانة. وتصـــل المثقبيات في مرحلة تالية إلى الدماغ فتظهر أعراض المرض: حرارة بســيطة في البداية، ثم يظهر ضـــعف عضـــلي وتعب وإنهاك ونعاس يتطور إلى مراحل من الغيبوبة المتواصلة والمترافقة بتشنجات في الجسم(الشكل3).



الشكل 3.

دورة حياة التريبانوسوما.

الســـؤال المطروح هل يســـتجيب جهاز المناعة لهذه الطفيليات الغازية للدم. في الواقع يسـتجيب الجسـم لوجود التريبانوسـومات بتكوين أجسـام مضـادة لهم، لكن ما إن تصبح الاستجابة فعالة حتى تغير هذه الطفيليات من محددات المواد الغريبة (الأنتيجينات)

Antigenic deteminantsالموجودة على سـطحها وتتفادى التحطيم، ويحاول جهاز المناعة مرات عديدة، لكن تبوء جميع هذه المحاولات بالفشل.

ويوجد في وسط وجنوب أمريكا التريبانوسوما T.cruzi المسبب لمرض تشاغاز Chagas عند الإنسان، ويحدث نقل هذا الطفيلي بوساطة البق المقبل الذي يتناول وجبته من الدم من شفاه الإنسان. وتصل التريبانوسومات أولاً إلى الخلايا البلعمية الكبيرة، ثم تصل إلى العضلات المخططة بما فيها عضلة القلب، وبعدها إلى خلايا الدبق العصبي.

ويسبب النوعان T.evansi ،T.brucei للإبل والبقر مرض ناغانا Nagana، إذ تُمزق الطفيليات الأوعية الدموية لتصل إلى النسج المختلفة، و ينقل المرض بوساطة ذبابة تسي تسي. وينتقل النوع T.equiperdumعن طريق الجماع عند الخيول والحمير، فيسبب مرض دورين Durine، اذ تصاب هذه الحيوانات بفقر دم والتهابات ووذمات في الأعضاء الجنسية للذكور والإناث.

جنس الليشمانيا:

تعود تسمية هذا الطفيلي إلى مكتشفها العالم الإنكليزيLeishmana. تعيش طفيليات الليشمانيا وعلى عكس المثقبيات داخل خلايا الثدييات والإنسان. ويكون الطفيلي داخل الخلايا (الكريات البيضاء وحيدة النواة وبلعميات الأنسجة) بصورة الطور الليشماني (مستدير الشكل والسوط داخلي)، أما في جسم البعوض مصاص الدماء من الجنس Phlebotomus الناقل لهذه الطفيليات وفي الأوساط الغذائية فيتحول الطفيلي إلى الطور اللبتوموني (مغزلي الشكل وله سوط حر – الشكل)، ويوجد ثلاثة أنواع من الليشمانيا حسب مكان الاصابة: الليشمانيا الجلدية (تصيب الجلد)، الليشمانيا الحشوية (تصيب الأعضاء الداخلية)، وليشمانيا الأغشية المخاطية أو البرازيلية. تنتشر الليشمانيا الجلدية في بلدان أوربا وآسيا وأمريكا واللشمانياالحشوية في بعض مناطق جنوب أوربا والهند وآسيا الوسطى، أما الليشمانيا المخاطية فتوجد في وسط أمريكا وجنوبها.

من أكثر أنواع الليشمانيا انتشاراً هو الطفيلي L.tropicaالذي يسبب مرضاً جلدياً يعرف باسم القرحة الشرقية الشائعة ويسمى في العراق "حبة بغداد" وفي سوريا "حبة حلب". تلدغ أنثى البعوض المذكورة أعلاه (الذكور تتغذى على عصير النباتات) الإنسان عادة في المناطق المكشوفة (الوجه، العنق والأيدي). ويتميز المرض بفترة حضانة، ويظهر بعد ذلك ورم يتحول إلى تقرح يبقى فترة طويلة، يزول بعدها تاركاً مكانه ندبة دائمة (الشكل 4).



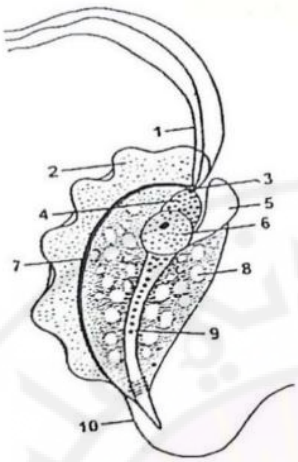
الشكل 4

ويسبب طفيلي الليشمانيا L.donavani مرضاً حشوياً خطيراً ينتشر خاصة في الكبد والطحال، ويسمى المرض في آسيا الوسطى المرض الأسود Kala-azar. وتعمل الكلاب وبعض القوارض كمخازن طبيعية تساعد على انتشار الطفيليات. وتسبب الليشمانيا المخاطية أضراراً في الأغشية المخاطية للأنف والحنجرة.

رتبة متعددة السياط Polymastigina:

جميع أنواع هذه الرتبة طفيلية، ولها سياط عدة (3-8). ومن طفيليات الإنسان الشائعة الترايكوموناس Trichomonas والجيارديا Giardia.

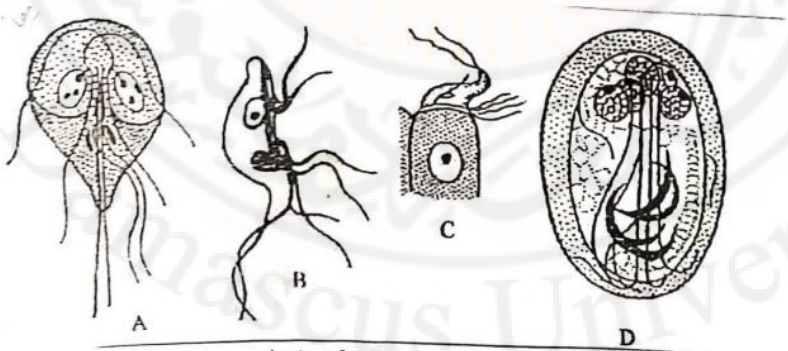
يتزوّد **الترايكوموناس المهبلي T.vaginalis** بأربعة سياط، يكوِّن واحداً منها غشاءً متموجاً (الشكل). وينتشر هذا الطفيلي انتشاراً عالمياً واسعاً، فهو يتطفل على مهبل المرأة، وقد يصل إلى الأعضاء البولية للمرأة. وينتقل إلى الرجال عن طريق الاتصال الجنسي ويصل إلى الأعضاء البولية وحتى إلى البربخ والبروستات. ويسبب التهابات في الأعضاء الأنثوية والذكرية (الشكل 5).



الشكل 5. مخطط بنية التريكوموناس.
1- السياط الأمامية، 2- الغشاء المتموّج، 3- الحبيبات القاعدية للسياط، 4- الجسم القاعدي، 5- الفم الخلوي، 6- النواة، 7- الليف الدعامي الذي يسير على طرف الجسم عند قاعدة الغشاء المتموّج، 8- فجوات في السيتوبلاسما، 9- الثقم المحوري، 10- السوط الخلفي (استمرار للغشاء المتموّج).

ويتطفل النوع T.foetus على الأعضاء الجنسية للأبقار مسبباً التهابات قد تؤدي إلى العقم. وتنتقل العدوى من الحيوان المصاب إلى السليم خلال عملية الجماع أو بواسطة المواد المستخدمة في تربية الحيوان، أو من خلال مفرش القش الراقدة عليه.

تعيش **الجيارديا المعوية** G.intestinalis في أمعاء الإنسان. يحتوي هذا الطفيلي على نواتين وثمانية سياط (الشكل 6)، ويوجد على الوجه البطني للجيارديا محجم (ممص) مما يسمح للحيوان بالتثبت على ظهارة المعي الدقيق (الشكل 6)، وخاصة على



الشكل 6 مخطط بنية الجيارديا.
A- الجهة البطنية من الشكل الإعاشي للجيارديا G. muris (تكبير 2500).
B- الجهة الجانبية من الشكل الإعاشي للجيارديا G. muris (تكبير 2500).
C- الفرد الإعاشي مثبت على خلايا الظهارة.
D- الجيارديا المعوية (كيس) (تكبير 2500).

ظهارة الأثني عشر، إذ تمتص الغذاء من الكيموس (الغذاء المهضوم جزئياً والخارج من المعدة). يؤدي تكاثر الجيارديا السريع إلى تغطية الغشاء المخاطي للأمعاء بطبقة كثيفة من هذه الطفيليات مما يعطل وظيفة الامتصاص في الأمعاء الدقيقة. تتكيّس الأشكال الأعاشية الموجودة في الأمعاء الغليظة وتخرج مع البراز إلى الوسط الخارجي. تحدث العدوى بوساطة هذه الأكياس وذلك عن طريق الماء الملوث والغذاء الملوث أو عن طريق التلوث بالبراز. يسبب هذا الطفيلي التهابات وأحياناً إسهالاً شديداً وسوء امتصاص معوي.

شعبة البذيريات أو البوغيات Sporozoa

تضـــم هذه الشـــعبة 2000 نوعاً من الأوليات الحيوانية المتطفلة على اللافقاريات والفقاريات، فهي أوليات كليّة التطفل. تعيش البذيريات في بيئات مستقرة يتوفر فيها الغذاء وينعدم التنافس مع الكائنات الحية، وقد انعكس ذلك على بنيتها فأصبحت بسيطة التركيب، وليست لها أعضاء حركة، وتتغذى بامتصاص الغذاء من المضيف.

وتتميز البذيريات بدورة حياة معقدة، إذ تحتاج إلى مضيف أساسي (من الفقاريات) تتطفل على الدم وإلى مضيف آخر (من اللافقاريات) كناقل. أما تكاثرها فقد يكون جنسياً أو لا جنسياً.

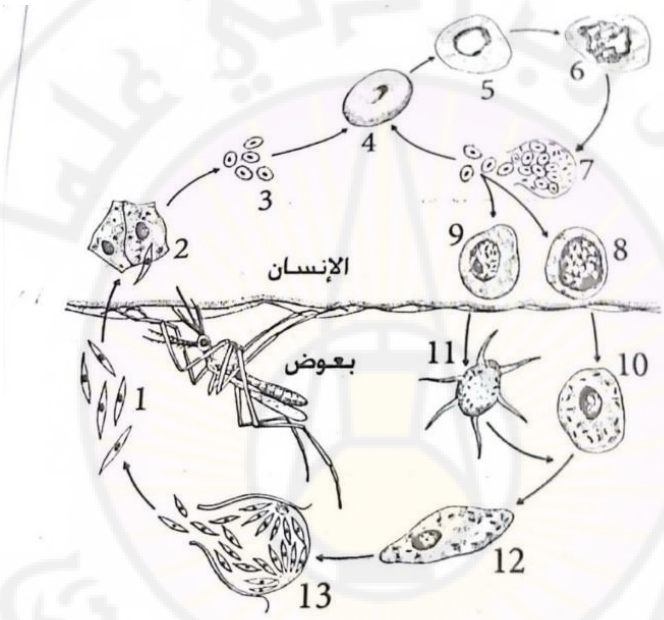
يتمثل التكاثر اللاجنسي بتشكل العناصر البذيرية Sporogonyوتشكل القسائم Schizogony، حيث فتنقسم النواة انقسامات خيطية متعددة ضمن السيتوبلاسما (هذا التشكل المتعدد الأنويّة يسمى قسيمة Schizont). ويحصل تكوين العناصر البذيرية بعد التكاثر الجنسي والذي يبدأ بتكوين البيضة الملقحة (2n) والتي تنقسم انقساماً منصِّفاً يعطي أربع خلايا كل منها (1n) يليه انقسام واحد أو عدة انقسامات خيطية ينتج عنها العناصر البذيرية (1n) .

تضـــم شـــعبة البذيريات صـــفين أهمها صـــف البذيريات الكروية الشـــكل Coccidiomorpha والـذي يضـــم رتـباً عـدة مـنـهـا: رتـبـة الـبـذيـريـات الـدمويـةHaemosporidia (مثـالهـا جنس البلاســموديوم Plasmodium) ورتبـة البذيريات الكرويةCoccidida (مثالها جنس Eimeria).

جنس البلاسموديوم Plasmodium:

يعد جنس البلاسموديوم أشهر الأوليات الحيوانية الطفيلية، إذ تغزو أنواع هذا الجنس كريات الدم الحمراء فتسبب مرض الملا ريا الذي يؤدي إلى وفيات الإنسان أكثر من أي مرض معدي آخر. والملا ريا مرض خطير جداً يصـــعب التحكم به، وينتشـــر انتشـــاراً

واســـعاً، خاصـــة في المناطق الاســـتوائية وشـــبه الاســـتوائية. وتوجد أربعة أنواع من البلاسموديوم تصيب الإنسان P. vivaxv، P.falciparum ، P.malariae ، p.ovale . ويسـبب النوعان الأول والثاني 90 % من حالات الملا ريا المعروفة في العالم، غير أن أشـــد وأخطر الأنواع وأكثرها فتكاً بالإنســـان هو النوع الثاني، لذلك تعرف الملا ريا التي يسببها هذا النوع بالملاريا الخبيثة Malignant malaria (الشكل 7).



الشكل 7. دورة حياة البلاسموديوم:

1- العناصر البذيرية، 2- العناصر البذيرية داخل الخلية الكبدية، 3- العناصر الانشطارية (تتكون بتكاثر لاجنسي من النمط تشكل القسائم Schizogony) 4-7- داخل الكريات الحمراء، 8- مولدة العروس الأنثوية، 9- مولدة العروس الذكرية، 10- بيضة، 11- نطفة، 12- بيضة ملقحة، 13- بيضة متكيسة يتكون فيها العناصر البذيرية (تتكون بتكاثر لاجنسي من النمط تشكل العناصر البذيرية Sporogony)

تتشابه الأنواع السابقة بدورات حياتها المعقدة جداً، فهي تستخدم مضيفين: الأول لا فقاري هو أنثى البعوض الخبيث من الجنس Anopheles يصـــل فيها الطفيلي إلى التكاثر الجنسـي يعقبه تكاثر لا جنسـي (بتشـكيل العناصـر البذيرية Sporogony)، والمضـيف الأساسي هو الإنسان وفيه يتكاثر الطفيلي لا جنسياً (بتشكيل القسائم Schizogony).

وتتضمن دورة حياة البلاسموديوم ثلاث مراحل: المرحلة النسيجية، مرحلة الكريات الحمراء ومرحلة داخل أنثى البعوض الخبيث. وتتم المرحلتان الأولى والثانية في جسم الإنسان.

1- المرحلة النسيجية:

تبدأ هذه المرحلة عندما تلدغ أنثى البعوض الخبيث الإنسان، إذ تحقن في دمه العناصر البذيرية Sporozoites ومن الدم تتجه بعد نصف ساعة إلى الكبد إذ تدخل إلى الخلايا الكبدية فتتكون القسائم Schizonts، أي يتكاثر الطفيلي بطريقة تشكيل القسائم Schizogony، وتحتوي كل قسيمة من 1000 إلى 5000 عنصر انشطاري Merozoites. تغادر العناصر الأخيرة عندما تتخرب خلايا الكبد إلى خلايا كبدية أخرى لكي تعيد تشكل القسائم، وتصل بعد عدة دورات كبدية إلى بلازما الدم ومنها إلى الكريات الحمراء (الشكل السابق)، أما في حالة P. falciparum فإنها تخترق كريات الدم الحمراء بعد دورة كبدية واحدة. وتسمى المدة التي يكون فيها الطفيلي في الكبد " بفترة الحضانة ". لا تظهر فيها على المصاب أية أعراض مرضية، وتمتد من 6 إلى 15 يوماً حسب نوع البلاسموديوم.

2-مرحلة الكريات الحمراء:

تدخل العناصر الانشطارية الناتجة عن القسائم في خلايا الكبد إلى كريات الدم الحمراء، وتتحول فيها إلى عناصر إعاشية Trophozoites تتغذى على الهيموغلوبين. تتكاثر العناصر الأعاشية بطريقة القسائم، إذ تنقسم النواة انقسامات خيطية عدة، مكونة من 6 إلى 36 عنصر انشطاري تبعاً لنوع البلاسموديوم. وتهاجم العناصر الانشطارية التي تخرج نتيجة انفجار الكريات الحمراء كريات حمراء جديدة، ويتكرر هذا عدة مرات. وتبدأ أعراض المرض المتمثلة بنوبات من القشعريرة (البرد) Chills والحمى Fever المميزة للملاريا. ويحدث ذلك نتيجة الانفجار المتكرر للكريات الحمراء، وأيضاً بسبب تراكم نواتج استقلاب الطفيلي في بلازما الدم. وتترافق النوبات بضعف عام وآلام عضلية

ورأسية، ويصبح الجلد شاحباً وترتفع درجة حرارة إلى 39 -41، ويتسارع النبض، ويزداد المريض عطشاً، ويتعرق المصاب بشدة، وبعد زمن ما يستغرق المريض بالنوم. إن نوبات القشعريرة والحمى لها صفة دورية تميز كل نوع من البلاسموديوم. إذ يحدث ذلك كل 48 ساعة في حالة النوعين P.vivax, P.falciparum ، وفي الأنواع الأخرى كل 72 ساعة .

تتشكل بعد حدوث الكثير من المراحل في كريات الدم الحمراء مولدات الأعراس الذكرية Microgametocytes ومولدات الأعراس الأنثوية Macrogametocytes. تبقى هذه المولدات في دم الإنسان بدون تغيير حتى تنتقل إلى أنثى البعوض الخبيث عندما تلدغ الإنسان المصاب (تموت هذه المولدات بعد فترة إذا لم يحدث ذلك). فتحدث المرحلة الثالثة من دورة حياة البلاسموديوم.

3-مرحلة المضيف النهائي (أنثى البعوض الخبيث):

تنضج المولدات السابقة داخل أعضاء جهاز الهضم لأنثى البعوض الخبيث، فتتحول إلى أعراس ذكرية وأعراس أنثوية. في أثناء النضوج تعطي مولدة العروس الأنثوية بدون انقسام عروساً أنثوياً واحداً كبيراً، دائري الشكل وبطيء الحركة، بينما تنقسم مولدة العروس الذكرية ثلاثة انقسامات خيطية متتالية فيتشكل ثمانية أعراس ذكرية صغيرة ومتحركة بنشاط. يحدث الإخصاب بين الأعراس الذكرية والأنثوية فتتشكل البيضة المخصبة Zygote والتي تخترق جدار معدة أنثى البعوض الخبيث فتسمى البيضة المتحركة Ookinete وعند تثبتها في جدار المعدة تكوّن بيضة متكيّسة Oocyst. في البداية تنقسم نواة البيضة الأخيرة انقساماً منصفاً وبعد تكوين أنوية أحادية العدد الصبغي تحدث الانقسامات الخيطية الكثيرة، تحاط كل نواة بجزء من السيتوبلاسما فتتشكل مئات من العناصر البذيرية، وهذا نمط من التكاثر اللاجنسي يسمى كما ذكرنا أعلاه (تكوين العناصر البذيرية Sporogony). يتكون في البيضة المتكيّسة ما يقارب 10000عنصر بذيري Sporozoite، تنفجر البيضة المتكيّسة فتصبح العناصر البذيرية في جوف

الأمعاء، ومنه تهاجر إلى الغدد اللعابية للبعوضـــة، وتنتقل منها إلى إنســـان ســـليم بلدغ البعوض له. ويتطلب الوصول إلى مرحلة العناصر البوغية في البعوض من 7-18 يوماً، ويستغرق زمنا أطول في الطقس البارد.

طالما يقبع الطفيلي في الكريات الحمراء يكون محمياً بالأجســـام المضـــادة، ولكن عندما يغادرها لماذا لا يقضـي عليه جهاز المناعة عليه؟ تماما كما في حالة التريبانوسوما فإن العناصـــر البذيرية تســـتمر في تغيير محددات المواد الغريبة (الأنتيجينات)، وبذلك تتفادى أي هجوم فعّال للأجسام المضادة.

وللقضـــاء على مرض الملاريا يجب التخلص من البعوض وعلاج الأشـــخاص المصـــابين. وتحصـــل عملية القضـــاء على البعوض بالمبيدات في أماكن توالده، وردم المستنقعات والمياه الآسنة. ومع ذلك فان الصعوبات في التنفيذ معقدة، فالبعوض يكتسب مناعة ضد المبيدات الحشرية، وكذلك طفيلي البلاسموديوم ضد العقاقير المضادة للملاريا (خاصـة الملاريا الخبيثة)، وبالتالي سـوف تسـتمر الملاريا مرضـاً خطيراً على الإنسـان لمدة طويلة قادمة.

توجد أنواع أخرى من البلاســـموديوم تتطفل على الزواحف، الطيور والثدييات، وينقل طفيلي بلاسموديوم الطيور أساساً البعوض العادي Culex.

2-جنس الـ Eimeria:

ينتمي هذا الجنس كما ذكرنا إلى رتبة البذيريات الكروية Coccidida والتي تتطفل أنواعها على خلايا أعضـاء الجهاز الهضـمي للدواجن والماشية والأرانب وغيرها. وعلى عكس البلاسموديوم يحدث التكاثر الجنسي واللاجنسي في مضيف واحد. ويسمى المرض الذي ينشأ عن الإصابة بهذه البذيريات بداء الكوكسيديا Coccidiasis. وتصاب الأرانب نتيجة دخول البيضـة المتكيّسـة للطفيلي Eimeria magna مع الماء والغذاء الملوث إلى أنبوب الهضم.

شعبة حاملات الأهداب Ciliophora أو النقاعيات Infuzoria

تضـم شـعبة الهدبيات أكثر من سـتة آلاف نوع تعيش في كل البيئات المائية، العذب منها والمالح بصـورة حرة (معظمها) أو رمية أو متطفلة. والهدبيات هي الأكثر تعقيداً من الناحية البنيوية، والأكثر تنوعاً في تخصـص عضـيّاتها بين كل الأوليات الحيوانية. وهي حيوانات تمتلك أهداب Cilia كثيرة العدد في فترة من حياتها أو في جميع فترات حياتها. والهدبيات دائماً متعددة الأنويّة، ولها على الأقل نواة واحدة كبيرة، ونواة واحدة صـغيرة. وتكون النواة الكبيرة مسـؤولة عن عمليات الاسـتقلاب والنمو والخصـائص البنيوية والوظيفية للخلية غير المنقسمة. تشارك النواة الصغيرة في التكاثر الجنسي وتعطي أنويّة كبيرة بعد تبادل المعلومات الوراثية بين الأفراد المقترنة وسنتحدث عن ذلك لاحقا. وعلى العموم، تعد الهدبيات أكبر حجماً من معظم الأوليات الحيوانية. ويتراوح طولها من 10 ميكرونات الى نحو 3 مم.

يعد صـف الهدبيات أو النقاعيات المهدبة Ciliata أهم صـفوف شـعبة حاملات الأهداب.

تعيش معظم أنواع صـف الهدبيات حياة حرة متحركة أو ثابتة، لكن بعضـها يتطفل تطفلاً خارجياً

أو داخلياً. يعدُّ **البرامسـيوم كوداتوم** Paramecium caudatum من أشـهر الهدبيات والأكثر انتشـاراً. ويعيش البرامسـيوم في المياه العذبة وفي البرك والمجاري الراكدة المحتوية على النباتات المائية والمواد العضـوية المتحللة. ويتراوح طول الجسـم ما بين 100إلى 300 ميكرون. وهو متطـاول ودائري في الأمـام، ومـدبب من الخلف. ويغطي سـطح الجسـم قشـيرة يتوضـع عليها طبقة من الأهداب المنتظمة الشـكل والطول. ويلي القشـيرة مباشـرة السـيتوبلاسـما الخارجية الرقيقة والشـفافة والتي تحيط بالكتلة الأكبر - السـيتوبلاسـما الداخلية التي تشـتمل على النواتين الكبيرة والصـغيرة والعضـيّات السيتوبلاسمية. هذا وتتألف القشيرة من قطع سداسية الأضـلاع، ويوجد في زوايا القطع

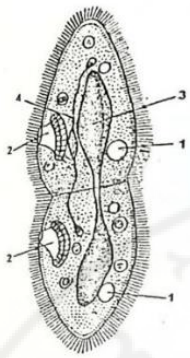
السـداسـية فتحات تخرج منها تحت تأثير المنبهات خيوط طويلة ودقيقة مع نهاية حادة لتنغرس في جسم الفريسة أو المفترس أي أنها تستخدم للدفاع عن الحيوان أو الهجوم على الفرائس، هذه الخيوط تدعى الأكياس الشعرية Trichocystes.

يوجد الفم الخلوي في نهاية الميزاب الفموي والذي ينتهي بالبلعوم الخلوي. وتتكون الفجوات الغذائية في نهاية البلعوم الخلوي. وبعد أن يحصل هضم المواد الغذائية تطرح الفضلات إلى الخارج من مكان محدد يسمى الشرج الخلوي Cytoproct. ويوجد في البرامسيوم فجوتان نابضتان لهما بنية معقدة جداً تتقلصان بالتناوب، تتكون كل واحدة منها من فجوة مركزية محاطة بعدد من القنوات الشعاعية (واردة 5-7وقناة واحدة صادرة). تجمع القنوات الواردة الماء الزائد، وتفرغه في الفجوة المركزية التي يؤدي تقلصها إلى طرح هذا الماء إلى خارج الجسم عبر القناة الصادرة. يحتوي البرامسيوم على نواتين: نواة كبيرة كروية الشكل ونواة صغيرة.

التكاثر:

يتكاثر البرامسيوم كمعظم الهدبيات بالطريقتين اللاجنسية (الانشطار الثنائي العرضي) والجنسية (الاقتران والتزاوج الذاتي).

ففي **الانشطار العرضي الثنائي** تنقسم النواة الصغيرة انقساماً خيطياً Mitosis، وتستطيل النواة الكبيرة، وتنقسم انقساماً مباشراً Amitosis. ثم يحدث شق مستعرض في منتصف الجسم فتنقسم الخلية إلى خليتين بنتين (حيوانين). وينمو كل حيوان إلى حجم محدد ليشرعا مرة جديدة في هذا النمط من الانقسام(الشكل8).



الشكل 8. الانشطار الثنائي العرضي في البراميسيوم:
1- الفجوة النابض، 2- الفم، 3- انقسام النواة الكبيرة، 4- انقسام النواة الصغيرة.

ويستغرق هذا الانقسام عادة ساعتين، ويتكرر حتى أربع مرات في اليوم، غير أن ذلك لا يستمر، إذ إن الأجيال الناتجة تضعف بالتدريج وتقل حيويتها وتكثر فيها التشوهات وتقل قدرتها على الانشطار حتى تتوقف وتبدو وكأنها شاخت. ويعود ذلك لتوزع صبغيات النواة الكبيرة بصورة غير متساوية مما يؤدي الى فقدان حيوية أفراد النسل الناتج، فتلجأ أفراد البراميسيوم بين الحين والآخر الى التكاثر الجنسي من نمط الاقتران.

ويحدث **الاقتران** Conjugation بعد تكرار الانشطار الثنائي مرات عديدة، وهو نمط من التكاثر الجنسي فريد من نوعه، فلا يتشكل خلاله أعراساً وبالتالي لا توجد بيضة ملقحة، وعلى العموم تتضمن عملية الاقتران المراحل التالية:

1- يتحد فردان من البراميسيوم بصورة مؤقتة بوساطة جسر سيتوبلاسمي، ويسمى كل حيوان بالمقترن Conjugant (الشكل).

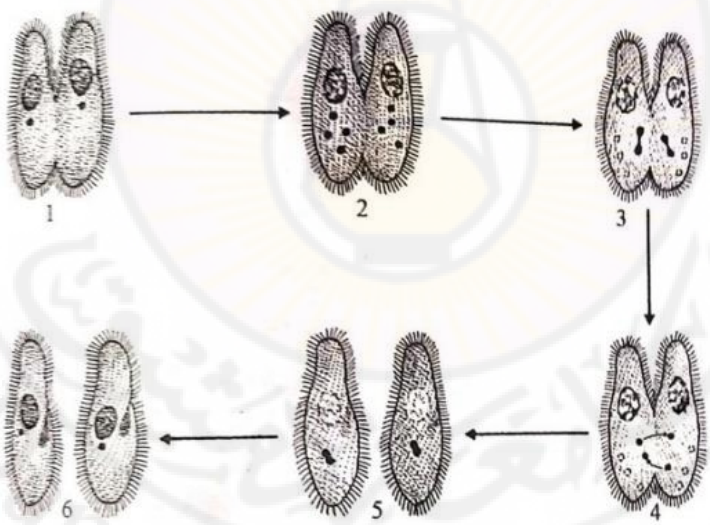
2- تتحلل النواة الكبيرة في كل مقترن تدريجياً، وتنقسم النواة الصغيرة لكلا الفردين انقساماً منصّفاً Meiosis فيتكون في كل فرد أربع أنويّة صغيرة أحادية العدد الصبغي (1n)، ثم تتلاشى ثلاث أنويّة وتبقى نواة واحدة صغيرة.

3- تنقسم النواة الأخيرة انقساماً خيطياً Mitosis إلى نواتين أحاديتي العدد الصبغي (1n). إحداهما ساكنة تسمى النواة الأنثوية، والأخرى مهاجرة (أي متحركة) تدعى النواة الذكرية.

4-تتحرك النواة الذكرية في كل مقترن عبر الجسر السيتوبلاسمي وتتحد مع النواة الأنثوية، حيث تتشكل نواة ثنائية العدد الصبغي (2n) المناظرة للبيضة الملقحة في الحيوانات الراقية. وبالتالي يحدث تبادل المعلومات الوراثية بين الفردين المقترنين. ينفصل بعد ذلك الحيوانان المقترنان عن بعضهما وفي كل منهما مادة وراثية جديدة.

5-تنقسم النواة الثنائية العدد الصبغي في كل مقترن ثلاثة انقسامات خيطية فيتشكل في كل فرد ثمان أنويّة ثنائية العدد الصبغي (2n) . تندمج أربع أنويّة لتكوّن نواة كبيرة جديدة، وتضمحل ثلاث، وتبقى نواة واحدة صغيرة. مما سبق نلاحظ ان الاقتران يعطي فردين يحتوي كل منهما على نواتين جديدتين (كبيرة وصغيرة).

6-بعد إتمام عملية الاقتران ينشطر الفردان السابقان مرتان متتاليان انشطاراً ثنائياً (تكاثر لا جنسي) فينتج ثمانية أفراد، يوجد في كل منهما نواة صغيرة ونواة كبيرة(الشكل9).



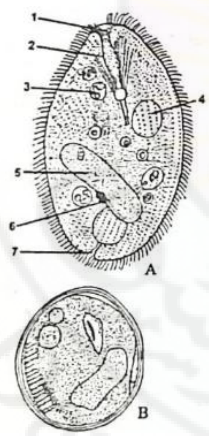
الشكل 9. الاقتران في البراميسيوم كوداتوم (Paramecium caudatum):

إن هذا النمط من التكاثر الجنسي (الاقتران) يلجأ إليه البرامسيوم لإعادة النشاط والحيوية للأفراد والتي حدثت نتيجة الخلل في توزع العد الصبغي للنواة الكبيرة خلال الانشطار الثنائي. خلاصة القول إن عملية الاقتران هي نمط من أنماط التكاثر الجنسي إذ يحدث

تبادل المورثات وإعادة التركيب الوراثي مما يؤدي إلى زيادة في التنوع الجيني للأنسال الناتجة.

تشبه عملية الإخصاب أو **التزاوج الذاتي** Autogamy عملية الاقتران فيما عدا حدوثها في فرد واحد ولا يحصل تبادل الأنويّة. فبعد تحلل النواة الكبيرة، تنقسم النواة الصغيرة انقساماً منصِّفاً فتتشكل أربع أنوية، تتلاشي ثلاثة، ثم يحدث انقساماً خيطياً للنواة المتبقية، تتحد النواتان لتكونا معاً نواة ثنائية العدد الصبغي متماثلة العوامل الوراثية وليست متباينة العوامل الوراثية كما هو الحال في المقترنات السابقة.

يعيش الكثير من الهدبيات كأفراد متعايشة، لكن البعض منها يكون ضاراً بمضيفه. فمن الهدبيات التي تعيش في الأمعاء الغليظة للإنسان والخنازير والقردة والكلاب والفئران وغيرها من الثدييات الطفيلي **بالانتديوم كولاي** Balantidium coli(الشكل10).



الشكل 10 البالانتديوم كولاي:
A-الشكل الإعاشي، B-الكيس.
1- الفم الخلوي، 2- البلعوم الخلوي، 3- الفجوة الغذائية، 4- الفجوة النابضة، 5- النواة الكبيرة، 6- النواة الصغيرة، 7- الثقب الشرجي (شرج دائم).

إن أكثر الحيوانات إصابة بهذا الطفيلي هو الخنزير، لكنه لا يسبب للخنازير أية أعراضٍ أو أمراضٍ لأنه لا يخترق جدار الأمعاء إذ يبقى في جوف الأمعاء.

يصاب الإنسان بابتلاع الأكياس التي يكون مصدرها الخنزير، فتحاط الأشكال الأعاشية في جوف أمعاء الخنزير بكيس، و هذا هو الطور المتكيّس المعدي. وتخرج الأكياس مع البراز إلى الوسط الخارجي، ولا تنقسم الأنويّة داخل الأكياس، وتحدث

الإصـــابة بهذا الطفيلي بتلوث الغذاء والماء بالبراز الذي يحتوي على الأكياس. تنتقل الأكياس مع البراز إلى الإنسـان، وعند وصـول هذه الأكياس إلى الجهاز الهضـمي تخرج الأشـكال الأعاشـية من الأكياس بعد أن تهضـم جدران الأكياس. ولا تسـبب هذه الكائنات ضـــرراً للإنســـان طالما أنها تبقى في تجويف الأمعاء، وتعيش بنمط المؤاكلة، ولكنها في بعض الأحيان تهاجم البطانة المعوية في الإنســـان، مما يؤدي إلى تشـــكل تقرحات عميقة والتهابات حادة. وتترافق هذه الأعراض مع زحار مدمى مستمر، يشبه مثيله التي يحدثها المتحول الزحاري. ويمكن أن يصبح هذا المرض خطيراً، بل ومميتاً في بعض الأحيان.

وتعيش أنواع كثيرة من الهد بيات في عوائل أخرى. ففي القناة الهضـــمية للمجترات يوجد أعداد كبيرة من الهد بيات من فصـيلة Ophryscolecidae، إذ يحتوي 1 سـم^3 من محتوى الكرش على أكثر من مليون هدبي، وتســـاعد هذه الهد بيات الحيوانات المجترة على هضـــم المواد الســـيللوزية التي تتغذى عليها المجترات، وبعد موت هذه الهدبيات تتناولها المجترات وبالتالي تســـتفيد من كميات كبيرة من البروتين الحيواني. ويصـــيب الطفيلي Ichthyophthirius جلد الأسـماك التي تعيش في الأحواض أو في المياه العذبة الطبيعية، مســـببا مرضـــاً يعرف باســـم (اك Ick) والذي يســـبب نفوق أعداد كبيرة من الأسماك إذا كانت الإصابة بالغة.

* * *

الفصـــــل الثـــــالث

تحت مملكة نظائر البعديات الحيوانية Parazoa

شـعبة الإســفنجيات Spongiaأو المســـــــــاميات Porifera

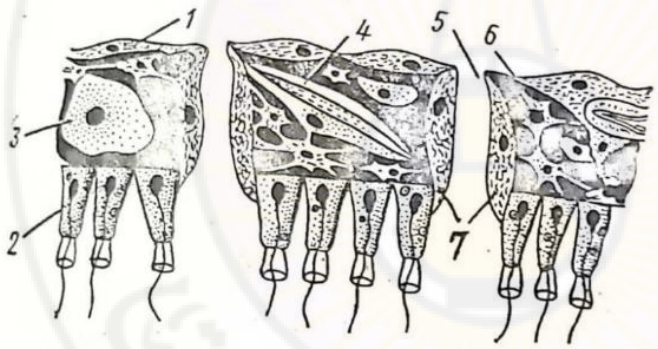
الإسـفنجيات حيوانات بسـيطة بقيت تعدُّ من النباتات حتى عام 1765م. ويعرف من الإسـفنجيات نحو 5000 نوع، معظمها بحري وعلى جميع الأعماق، ويوجد حوالي 150 نوعاً يعيش في المياه العذبة. وبالرغم من أن اليرقات تســبح حرة في الماء، فإن الأطوار البالغة تكون ثابتة تلتصـــق دائماً بالصـــخور أو الأصـــداف أو المراجين وغيرها من الأجســـام المغمورة، بل إن الأشـــكال القاعية تنمو على الرمال أو الطين. يكون معظم الإسـفنجيات على هيئة مسـتعمرات، وتختلف بحجومها من عدة ملليمترات إلى الأشـكال الضخمة التي قد يصل قطرها إلى المترين أو أكثر.

وتعد الإسفنجيات رغم أنها عديدة الخلايا أكثر الحيوانات كثيرات الخلايا بدائية، إذ إن خلاياها لا تشـــكل أنســـجة. وعلى العموم تشـــغل الإســـفنجيات مكاناً مميزاً في المملكة الحيوانية، فهي فرع مغلق، إذ لم يظهر حتى الآن ما يدل على نشوء أشكال حيوانية أخرى من الإســـفنجيات، ولهذا وضـــعت في تحت مملكة مســـتقلة – نظائر البعديات الحيوانية Parazoa لتمييزها عن البعديات الحيوانية Metazoa.

وتأخذ الشـعبة اسـمها من الثقوب (المسـام) الدقيقة والقنوات التي تمثل جهازاً اغتذائياً ترشـــيحياً، وهو كاف لنمط حياتها الخامل. تعتمد هذه الحيوانات على تيارات الماء التي تدخل من خلال هذا الجهاز القنوي الفريد ليمدها باحتياجاتها من الغذاء والأكســـجين، ويُخلِص الجسم من الفضلات.

ويتكون جدار جســـم الإســـفنج من طبقتين خارجية وداخلية، بينهما طبقة متوســـطة هلامية Mesoglia. تتكون الطبقة الخارجية من خلايا قرصـــية، يتخللها من مكان لآخر خلايا كبيرة تمتد حتى الطبقة الداخلية تســـمى الخلايا الثقبية Porocytes وهي التي تحدد

الفتحات الشهيقية حيث يمر الماء من خلالها الى الداخل. وتتألف الطبقة الداخلية من صف واحد من الخلايا المطوقة Choanocytes، وتحمل هذه الخلايا أسـواطاً طويلة، تتسـبب في حدوث التيارات المائية وبالتالي جمع المواد الغذائية الدقيقة من الماء وهضـمها. وتتكون الطبقة المتوسـطة من مادة هلامية تحتوي على خلايا أميبية Amoebocytes، وهي أقل الخلايا تمايزاً، فمنها تتشكل الخلايا الجنسية، وتهضم المواد الغذائية الكبيرة. كما تحتوي الطبقة المتوسـطة على خلايا باذية الهيكل Scleroblasts لها دور في إفراز الشـويكات. ويوجد في الطبقة المتوسـطة خلايا أميبية تتجول في المادة الهلامية تسـمى الخلايا القديمة Archaeocytes (الشكل 11).



الشكل 11. مقطع في جدار جسم إسفنج من النمط الأسكوني. الأعلى: الجدار الخارجي للجسم، الأسفل: التجويف نظير المعدي.
1- الطبقة الجلدية المكونة من خلايا قرصية،
2- الخلايا المطوقة، 3- الخلية البيضية في الطبقة المتوسطة الهلامية، 4- الخلايا باتية الهيكل، 5- ثقب،
6- خلايا أميبية في الطبقة المتوسطة الهلامية، 7- خلايا ثقبية.

ويأخذ الإسفنج شكلاً محدداً بفضل هيكل صلب من شويكات دقيقة توجد داخل الطبقة المتوسـطة الهلامية. يتركب الهيكل من الكلس أو السـيليكا (الرمل) أو من ألياف عضـوية من مادة الإسـفنجين. وتسـتعمل بعض الإسـفنجيات لأغراض التنظيف بعد معالجتها وتجهيزها.

الوظائف الحيوية في الإسفنجيات:

تعتمد الإسفنجيات على الماء الذي يدخل ويدور باستمرار في الجسم، وتسبب التيارات المائية السياط التي تحملها الخلايا المطوقة، إذ يدخل الماء من الفتحات الشهيقية ويخرج من الفتحة الزفيرية. ويحمل تيار الماء المواد الغذائية (جزيئات عضوية، بكتريا وكائنات بلانكتونية وأوليات حيوانية وغيرها). ويحصل الهضم في الإسفنجيات داخل الخلايا القديمة والمطوقة كما في الأوليات الحيوانية.

تحدث عملية التنفس والإطراح عن طريق الانتشار في كل خلية. فالماء المحمل بالأكسجين المنحل يدخل من الثقوب الشهيقية ليصل إلى كل خلايا الجسم، وينطلق ثاني أكسيد الكربون من الخلايا إلى تيار الماء الذي يحمله إلى خارج الجسم عن طريق الفتحة الزفيرية. وتتخلص الخلايا من الفضلات عن طريق طرحها في الماء.

ترد الإسفنجيات على منبهات الوسط الخارجي بصورة ضعيفة وبطيئة جداً، وهذا غير مستغرب إذ لا تحتوي هذه المتعضيات خلايا حسية لاستقبال المنبهات أو خلايا عصبية لنقل هذه المنبهات.

يعيش كثير من الحيوانات كالسرطانات والأسماك بصورة تعايشية أو طفيلية في أو على الإسفنجيات. وتعد الإسفنجيات العملاقة ملاذاً لكثير من اللافقاريات المتعايشة معها. وفي الناحية المقابلة، فإن الإسفنجيات يمكن أن تنمو عل أجسام الحيوانات كالرخويات والمراجين. فالسرطانات تستفيد من الإسفنجيات التي تنمو عليها كوسيلة للتمويه والحماية حيث أن الإسفنج غير مستساغ الطعم لمعظم المفترسات. ومن المؤكد أن أحد أسباب نجاح الإسفنجيات وبقائها هو قلة أعدائها، فبسبب شويكات الإسفنج ورائحته المنفرة تبتعد معظم المفترسات عن استخدامها كغذاء. ومع ذلك فان بعض أسماك الشعاب المرجانية تتغذى على الإسفنجيات.

تكاثر الإسفنجيات:

تتكاثر الإسفنجيات جنسياً ولا جنسياً. ويحصل التكاثر اللاجنسي بتكوين البراعم Budding والتجدد Regeneration وتكوين الدريرات Gemmules.

تنفصل **البراعم الخارجية** التي تتشكل على الأطوار البالغة بعد أن تصل إلى حجم معين، إذ تطفو لتكوّن إسفنجيات جديدة، أو تظل ملتصقة بالإسفنج الأم لتكوّن مستعمرة.

وتتكون **دريرات** (براعم داخلية) في إسفنجيات الماء العذب، وبعض الإسفنجيات البحرية. وتتشكل الدريرات رداً على الظروف البيئية غير المناسبة كالبرودة الشديدة أو الحرارة العالية. وتضم الدريرة عدة خلايا أميبية، وتحاط بغلاف إسفنجي متين مدعم بشويكات. وعندما يموت الإسفنج تسقط الدريرات إلى القاع، وتبقى حية وتظل ساكنة، وحينما تتحسن الظروف البيئية بحلول فصل الربيع تخرج خلايا الدريرات من ثقوب دقيقة، وتنمو إلى إسفنجيات جديدة.

تمتلك الإسفنجيات قدرة كبيرة على **التجدد** وتعويض أجزاء فقدت منها، وذلك لكون خلايا هذه الحيوانات ضعيفة التمايز. فإذا ما قطع الإسفنج إلى قسمين فإن كل قسم ينمو إلى إسفنج كامل، وفي بعض الأنواع يعقب تمزق الإسفنج وتقطع أجزائه Fregmentation إلى قطع صغيرة تنمو كل قطعة إلى حيوان جديد.

وفيما يتعلق **بالتكاثر الجنسي**، فإن معظم الإسفنجيات خنثوية، إذ يحتوي الفرد الواحد على النطاف والبيوض وإن كانت لا تظهر في نفس الوقت. وتنشأ النطاف من الخلايا المطوقة، أما البيوض فتنشأ من الخلايا المطوقة أو الخلايا الأميبية القديمة. وفي الوقت الذي تبقى البيوض في المادة الهلامية، فإن النطاف تتحرر وتخرج إلى الماء، ومع التيارات المائية تدخل إلى إسفنج آخر، فيحصل الإخصاب داخلياً. ويتشكل من البيضة الملقحة التي تستمد غذائها من الأم يرقة سابحة لمدة من الزمن ثم تسقط وتلتصق بالمستندات لتنمو إلى إسفنج جديد.

ويكون الإخصاب خارجياً في الإسفجيات المنفصلة الجنس، وتقذف كل من البيوض والنطاف إلى الماء، ليحصل الاخصاب. تتحول البيوض المخصبة إلى الطور اليرقي الذي يدعى اليرقة الحشوية Parenchymella السابحة بصورة حرة والتي تعطي فيما بعد إسفنجاً جديداً.

التصنيف:

تضم شعبة الإسفنجيات الصفوف التالية:

1- صـف الإسـفنجيات الكلسـية Calcispongia : يتكون هيكلها من شـويكات كلسـية ومثالها الـ Sycon و Leucosolenia .

2- صـف الإسـفنجيات الزجاجية Hyalospongia : تحتوي على هيكل من السـيلكا ، وتعود أنواعها إلى الجنس Eyplectella .

3- صـف الإسـفنجيات الشـائعة Demospongia : تحتوي أجسـامها على شـويكات سيليكية أوإسفنجية أو كليهما . ومن أهم انواع هذا الصف إسفنج الحمام.

4- صـف الإسـفنجيات الصـلبة تمتلك أنواع هذا الصـف هيكلاً صـلباً من كربونات الكالسيوم، وتحتوي أجسامها على شويكات سيليكية أو ألياف إسفنجية، ومن أمثلتها Astrocleraو Merlia.

* * *

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصـــــــــل الرابـــــــع

تحت مملكة كثيرات الخلايا الحيوانية (البعديات الحيوانية) Metazoa

تضـم كثيرات الخلايا الحيوانية جميع الشـعب الحيوانية كثيرات الخلايا (عدا شـعبة الإســفنجيات). وقد أدى تمايز الخلايا في هذه الحيوانات إلى ظهور الأنســجة إذ يتكون النسيج من خلايا متشابهة البنية وتقوم بوظائف محددة. وتكون الأنسجة بدائية في الشعب الدنيا من البعديات الحيوانية ومعقدة في الشــعب العليا إذ تكوّن عدة أنســجة الأعضــاء فالأجهزة التي تؤلف أجسـام الحيوانات. إن وجود الأجهزة المتطورة (الهضـم، الدوران، التنفس، الاطراح، التكـاثر، العصــبي .... الخ) أدى إلى حـل الكثير من المعضــلات التشـريحية والفيزيولوجية لهذه الحيوانات عن طريق الأعضـاء المعقدة للجهاز والتي تقوم بوظائف مختلفة.

تصنيف البعديات (كثيرات الخلايا) الحيوانية Metazoa:

تضم البعديات الحيوانية (كثيرات الخلايا الحيوانية) مجموعتان رئيسيتان:

1- الحيوانات ثنائية الطبقات Diploblastica (أدمتان خارجية وداخلية):

تضم الحيوانات الشعاعية والتي تحتوي على شعبتين: شعبة اللاسعات Cnidaria وشعبة المشـطيات Ctenophora. وسـندرسـهما في شـعبة واحدة هي شـعبة معائيات الجوف Coelenterata وذلك لتشابههما في معظم الصفات العامة.

2- الحيوانات ثلاثية الطبقات Triploplastica (ثلاث أدمات خارجية ووســطى وداخلية): وتنقسم هذه المجموعة إلى:

أ- اللاسيلومياتAcoelomata : وتضـم شـعبة الديدان المنبسطة، إذ تملىء الأدمة المتوســطة كلياً الفراغ الكائن بين طبقتي الأدمتين الخارجية والداخلية وتشــكل طبقة متوسـطة برانشـيمية متماسـكة والتجويف الوحيد الموجود في الجسـم هو المعي البدائي ولأنه متصـل مع الوسط الخارجي فلا يعد هذا المعي تجويفاً جسمياً حقيقياً (الجوف العام) فهي حيوانـــــات عديمة الجـــــــوف العام (لاسيلوميات).

ب-السيلوميات الكاذبة: Pseudocoelomata وتضم شعبة الديدان الخيطية. ويشتق الجوف العام الكاذب Pseudocoelom من جوف الأصلية Blastula في مرحلة مبكرة من التشكل الجنيني، ويكون مرتبطاً خارجياً بالأدمة الخارجية، وداخلياً بجدار الأدمة الداخلية للقناة الهضمية. أما الأعضاء الداخلية فتبقى حرة داخل الجوف العام الكاذب. وتملئ خلايا الأدمة المتوسطة الفراغات بين الأعضاء، مما يؤدي إلى فصلها عن بعضها بعضاً. وتتمكن خلايا الأدمة من تغيير شكل جسم الحيوان بسهولة بفضل تعديل شكلها.

ونلاحظ في مجموعات أخرى تنامي جوف داخلي واسع، أو جوف جسمي يدعى الجوف العام(السيلوم) Coelomالذي يفصل جدار الجسم عن الأنبوب الهضمي ويمتلئ بسائل يدعى سائل الجوف العام. ويؤدي هذا الجوف الوظائف التالية:

1- يعمل على شكل هيكل هيدرو ستاتيكي.
2- يُمكِن جدار الجسم والقناة الهضمية من العمل بشكل مستقل بعضهما عن بعض.
3- يسمح للحيوانات أن تصبح أكثر ضخامة ويوفر المجال لنمو وتضخم الأعضاء الداخلية.
4- قد يفيد السائل الجوفي في نقل الغذاء والفضلات والغازات.
5- قد يختزن الفضلات والسوائل الفائضة بشكل مؤقت.

السيلوميات الحقيقية Eucoelomata : وتضم بقية الشعب الحيوانية : الحلقيات، مفصليات الأرجل، الرخويات، شوكيات الجلد و الحبليات والتي تضم الصفوف التالية :

مستديرات الفم، الأسماك الغضروفية، الأسماك العظمية، البرمائيات، الزواحف، الطيور والثدييات. ويظهر الجوف العام داخل الوريقة المتوسطة، وهكذا يكون تجويف الجوف العام محاطاً ببطانة من خلايا الأدمة المتوسطة تدعى الصِفاق (البريتوان peritoneum) أما الأجزاء العمودية للصِفاق فتدعى المساريقا Mesenteries وهي تساعد في تعليق القناة الهضمية وأبعادها عن جدار الجسم.

شعبة معائيات الجوف Coelenterata

تتميز حيوانات هذه الشعبة بكونها شعاعية التناظر (ليس لها منطقة ظهرية وبطنية وجانب أيمن وأيسر) ونظراً لاختلافها في عدد من الصفات فقد قسمت إلى شعبتين هما: 1-شعبة اللاسعات Cnidaria 2-شعبة المشطيات Ctenophora. وتمثل هذه الحيوانات أكثر البعديات الحقيقية بدائية فهي لم تتجاوز المستوى النسيجي للبنية، ففي معائيات الجوف أول ظهور للأنسجة في العالم الحيواني. و سندرس هذه الحيوانات كم ذكرنا سابقاً تحت اسم شعبة معائيات الجوف وسنوضع الفروق في دراستنا بين اللاسعات والمشطيات.

تضم شعبة معائيات الجوف أكثر من 9 آلاف نوع، جميعها مائية، معظمها يعيش في البيئات البحرية، أنواع قليلة منها (كالهيدرا) تعيش في المياه العذبة. أغلب أنواعها تكوّن مستعمرات. وقد اشتق اسم اللاسعات من الخلايا اللاسعة Cnidcytes التي تحتوي على أكياس اللسع ولا يوجد لها مثيل في عالم الحيوان. وعلى الرغم من أن اللاسعات حيوانات ثابتة أو في أفضل الأحوال بطيئة السباحة، إلا أنها ذات كفاءة عالية في افتراس كائنات سريعة ومعقدة التركيب، ويدل كثرتها في الشواطئ على التغير المناخي والاحتباس الحراري والتلوث إذ لا يتأثر تكاثرها بالتلوث.

وتحتوي الخلية اللاسعة على كيس خيطي Nematocyst مملوء بمادة سامة، وتوجد هذه التراكيب الفريدة فقط في اللاسعات على اللوامس بصورة رئيسة وبدرجة أقل على أجزاء الجسم

الأخرى. وتمتلك الخلايا اللاسعة من جهة سطح الجسم شعيرة حسية لمسية تسمى زناد Cnidocil (الشكل). ويكون الكيس الخيطي ذو شكل بيضوي يحتوي بداخله على خيط اللسع الملتف بصورة حلزونية أثناء الراحة. ويحمل في قاعدته أشواكاً تحدث جروحاً في جسم الفريسة أو المفترس، وعند شعور الحيوان بفريسته أو بخطر تتقلص أكياس اللسع وتنطلق منها الخيوط. يدخل الخيط والمادة السامة في الجروح مما يؤدي إلى شلل الفريسة أو المفترس أو موتهما. وتستخدم الخلية اللاسعة مرة واحدة في حياة الحيوان (الشكل12).



الشكل 12. الخلايا الاسعة.
A- في مرحلة الراحة، B- في مرحلة العمل (خلال الإثارة).
1- النواة، 2- المحفظة، 3- زناد، 4- الخيط اللاسع، 5- أشواك.

يميز في معظم معائيات الجوف نمطان من الأفراد: البوليب Polyp الثابت والميدوزة المتحركة، وتتكاثر البوليبات تكاثر لا جنسي والميدوزات تكاثر جنسي.

ويحتوي جسم معائيات الجوف على تجويف واحد، هو الجوف المعوي Coelenteron فهو ليس جوفاً عاماً، وهذا الجوف فتحة واحدة لدخول الطعام وخروج الفضلات. ويحصل الهضم خارج الخلايا (في الجوف المعوي) وداخل خلايا الطبقة الداخلية (ضمن فجوات غذائية). ولا توجد في المعائيات أجهزة إخراجية أو تنفسية.

تضم شعبة معائيات الجوف بعض أغرب مخلوقات الطبيعة وأبدعها. فهناك الهيدريات المتفرعة الشبيهة بالنباتات، وشقائق النعمان التي تشبه الأزهار، والقناديل البحرية أو المراجين الصلدة التي شكلت الشعاب العظيمة للجزر المرجانية.

على الرغم من أن اللاسعات ذات أهمية اقتصادية قليلة إلّا أن الشعاب المرجانية التي تبنيها المراجين تكفل للإنسان كميات ضخمة من الغذاء، وهي ذات قيمة اقتصادية كموقع للجذب السياحي، وتستخدم المراجين كمجوهرات نفيسة أو للزينة، وصخور المرجان تستعمل في البناء. هذا وتتغذى بعض الأسماك على بعض الميدوزات الهائمة، والعكس قد تسقط فراخ الأسماك فريسة للاسعات.

تصنيف شعبة معائيات الجوف

تضم هذه الشعبة أربعة صفوف هي:

1- صف الهيدريات Hydrozoa:

إن معظم حيوانات هذا الصف من اللاسعات البحرية باستثناء أنواع جنس الهيدرا التي تعيش في المياه العذبة. وتتميز بسيادة نمط البوليبات الثابت على نمط الميدوزة المتحركة، ومن أجناسها الهيدرا Hydra والأوبيليا Obeliaوالـ Physalia المعروف بالمحارب البرتغالي والذي يسبب للإنسان حالات من التسمم قد تكون مميتة.

2- صف الفنجانيات (الميدوزات الفنجانية) Scyphozoa:

يشمل هذا الصف لاسعات جميعها بحرية منفردة، وطور البوليب مختزل أو غائب كلياً إذ تحتوي معظمها فقط على الطور الميدوزي. وهي تضم معظم قناديل البحر المعروفة باسم الأسماك الهلامية Jelly Fishes إذ تكون الطبقة المتوسطة الهلامية Mesoglia سميكة جداً.

ومن أمثلتها الأوريليا Aurelia والـ Cyanea الذي يتجاوز قطر مظلته فيه من 2م وطول لوامسه بين 60-70 م.

3- صف الزهريات Anthozoa:

يحتوي هذا الصف على بوليبات زهرية الشكل (لا توجد الميدوزات) وهي تعيش منفردة أو في مستعمرات في البحار فقط. ومن أمثلة الزهريات شقائق النعمان المنفردة والمراجين الحجرية Stony Corals التي تعيش بصورة مستعمرات كبيرة، والمراجين اللينة والقرنية. وتشكل المراجين في المناطق الاستوائية الصخور المرجانية.

4- صف حاملات الأمشاط Ctenophora:

يوجد اختلافات في عدد من الصفات بين حيوانات هذا الصف والصفوف السابقة لذلك يضعه الكثير من العلماء كما ذكرنا أعلاه في شعبة مستقلة، فهي حيوانات لا تشبه

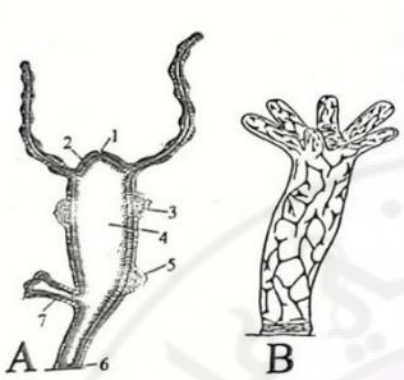
البوليبات ولا الميدوزات، ولا تحوي خلايا لاسعة، ولا تمر خلال تطورها الجنيني بيرقة البلانيولا. ويستبعد البعض وجهة النظر الأخيرة لأن حاملات الأمشاط وبصفاتها الأساسية وتركيبها وخاصة وجود التناظر الشعاعي ووجود الجوف المعوي والجهاز العصبي الشبكي وعدم وجود أجهزة عضوية .... الخ تجعلها في صف ضمن شعبة معائيات الجوف.

التكاثر في معائيات الجوف:

1- جنس الهيدرا Hydra:

تتكاثر الهيدرا لاجنسياً وجنسياً، ويحدث التكاثر اللاجنسي بالتبرعم، ففي الظروف البيئية المناسبة يظهر البرعم كبروز صغير من جدار الجسم، ينمو تدريجياً وتظهر له لوامس وفم في قمة البرعم، لا يلبث أن ينفصل من قاعدته عن الأم ليطفو على سطح الماء مدة من الزمن ثم يثبت على مرتكز تحت الماء مكوناً هيدرا جديدة. وقد تتكون براعم عدة على الحيوان الأم، فيبدو الحيوان وكأنه مستعمرة من الهيدريات. وتتميز الهيدرا بقدرة كبيرة على التجديد فإذا قطعت لأجزاء عديدة، فإن كل جزء من هذه الأجزاء له القدرة على النمو إلى هيدرا كاملة. وتحدث ظاهرة التجديد عن طريق انقسام الخلايا البينية غير المتمايزة فهي خلايا جنينية قادرة على إعطاء خلايا خلوية مختلفة.

أما فيما يتعلق بالتكاثر الجنسي فإن معظم أنواع الهيدرا منفصلة الجنس، والقليل خنثوية. ويحصل التكاثر الجنسي في فصل الخريف في الظروف البيئية غير المناسبة، فتظهر عدة خصى في الجزء العلوي من الجسم ومبيض واحد قرب القاعدة ينضج فيه بيضة واحدة من البويضات في كل مرة(الشكل13).



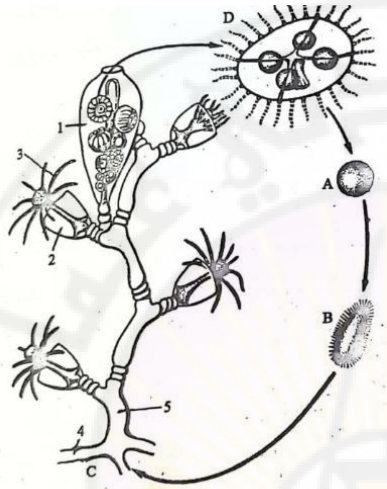
الشكل 13. الهيدرا Hydra oligactis
A- مقطع طولي، B- مخطط توزع الخلايا العصبية في جسم الهيدرا.
1- الفتحة الفموية، 2- المخروط الفموي، 3- الخصية، 4- الجوف المعدي، 5- الخلية البيضية، 6- القرص القاعدي، 7- البرعم

البيضة المخصبة بالانقسامات مكونة الأصيلة Blastula وتفرز الطبقة الخارجية كيساً Cyst واقياً حول الجنين الذي ينفصل عن الهيدرا الأم في الشتاء ليستقر في القاع، وعندما تتحسن الظروف البيئية (في الربيع) تخرج من الأكياس هيدرات صغيرة، فالتشكل الجنيني في الهيدرا ليحصل بدون أطوار يرقية (أي أن التطور مباشر).

2- جنس الأوبيليا Obelia:

تنتمي أنواع هذا الجنس إلى صف الهيدريات التي تعيش في البحار بصورة مستعمرات. تتثبت المستعمرة بالمرتكزات بوساطة جذر هيدري، يمتد منه سويقات هيدرية تحمل نمطين من البوليبات: البوليب الغذائي والبوليب التناسلي، وللبوليبات الغذائية فم طرفي ولوامس، وهي تقتنص وتبتلع الفرائس المختلفة كالقشريات والديدان وغيرها. ويحدث نشوء البوليبات الأخيرة بالتكاثر اللاجنسي بالتبرعم مما يزيد من حجم المستعمرة. وتنشأ في المستعمرة أيضاً براعم ميدوزية من بوليب تناسلي، تترك الميدوزات الصغيرة المستعمرة كأفراد حرة السباحة، إذ يحتوي بعضها على أعضاء تناسلية ذكرية وبعضها الآخر على أعضاء تناسلية أنثوية وعند النضوج الجنسي تطرح هذه الأعضاء

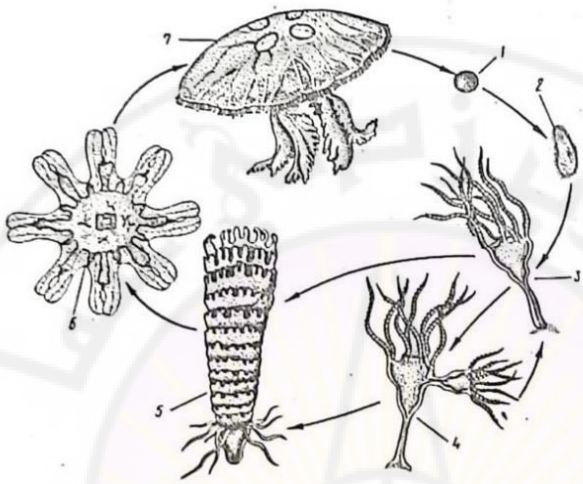
الحيوانات المنوية والبويضات في الماء، ليحصل الإخصاب. تنمو البيضة المخصبة وتنقسم عدة انقسامات وتتكون يرقات بيضوية الشكل مهدبة تسمى يرقة بلانيولا Planula. تسبح اليرقات في الماء وتستقر على الصخور، إذ تنمو وتشكل مستعمرة جديدة (الشكل14)



الشكل 14. دورة حياة الأوبيليا.
A- البيضة، B- يرقة البلانيولا،
C- مستعمرة، D- ميدوزة.
1- البوليب التناسلي، 2- البوليب
الغذائي (الزهرة الهيدرية)، 3- اللوامس،
4- جذر هيدري، 5- سويقة هيدرية.

3- جنس الأوريليا (السمك الهلامي) Aurelia:

وهي من قناديل البحر الشائعة الطافية أو السابحة، والنمط السائد في حياتها هو الميدوزة. وتوجد ميدوزات ذكرية وأخرى أنثوية (الأوريليا منفصلة الجنس). تخرج النطاف من الميدوزة الذكرية إلى الماء، ويحصل تلقيح البيضة في التجويف المعدي للميدوزة الأنثى. يتطور من البيضة الملقحة يرقة بلانيولا المهدبة تسبح في الماء ثم تستقر على أحد المرتكزات لتعطي بوليب Scyphistoma تظهر عليه براعم، يصيب البوليب الأخير تحزز عرضاني، فتتشكل عليه ميدوزات فتية Ephyra تتحول إلى ميدوزات ناضجة (الشكل15).



الشكل 15. دورة حياة الأوريليا.
1- البيضة، 2- يرقة البلانيولا، 3- بوليب Scyphistoma، 4- بوليب Scyphistoma متبرعم، 5- التحزز العرضاني في البوليب السابق، 6- الميدوزة الفتية Ephyra، 7- الميدوزة الناضجة.

* * *

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الخامس

شعبة الديدان المنبسطة Plathelminthes

تحتوي هذه الشـــعبة على نحو 10 آلاف نوع. وهي أكثر الحيوانات ثلاثية الطبقات بدائية، أن لتشـــكل الطبقة الجنينية الثالثة (الوريقة الوســـطى) أهمية فهي تســـمح للحيوان ثلاثي الوريقات بالزيادة حجماً، ويؤدي وجودها إلى فصـــل واضـــح للقناة الهضـــمية عن جدار الجســـم ويســـهل هذا انتقال المواد ما بين طبقتي الأدمتين الخارجية والداخلية. وتعد الديدان المنبسطة أول الحيوانات التي تشكلت فيها أنسجة تنامى منها الأعضاء والأجهزة العضـــوية، وهي أيضـــاً أول الحيوانات ذات التناظر الجانبي. ولها قطبية محددة بنهايتين أمامية – خلفية. وقد جاءت تسميتها لأنها مفلطحة (منبسطة) بالاتجاه الظهري – البطني.

يتكون جدار الجسم في الديدان المنبسطة من كيس جلدي – عضلي. يتألف هذا الكيس من طبقة واحدة من الخلايا الظهارية، يقع تحتها طبقات من الألياف العضـــلية – خارجية دائرية، يليها إلى الداخل الألياف العضـــلية الطولية، وتوجد حزم عضـــلية تربط الأجزاء الظهرية من الحيوان مع البطنية وألياف عضلية مائلة. أن تقلص الألياف العضلية الدائرية يؤدي إلى تقليل قطر الجسم، والطولية تقصر جسم الدودة ويساعد تقلص الظهرية -البطنية على زيادة التفلطح (الانبساط) والمائلة تساعد على الالتفاف.

تكوّن أعضـــاء الديدان المنبســـطة عدة أجهزة: العصـــبي، الهضـــمي، الإخراجي والتناسلي. ولا توجد أجهزة التنفس والدوران وهيكل الجسم. ويحصل التبادل الغازي في هذه الديدان بالانتشار بوساطة سطح الجسم. وتتوزع المواد بالانتشار من خلال السائل النسيجي البرانشيمي. ويتأمن الشكل الثابت والمحدد لهذه الديدان بفضل الكيس الجلدي – العضلي والبرانشيم.

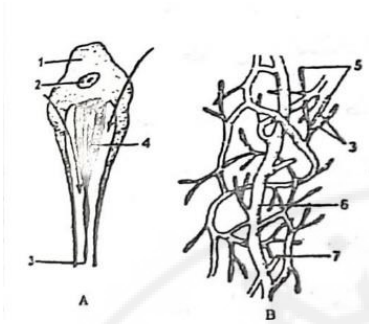
يتمايز جهاز الهضـــم في الديدان المنبســـطة إلى معي أمامي يتشـــكل من الوريقة الخارجية ومعي متوسط يتشكل من الوريقة الداخلية، أما المعي الخلفي والذي يكون نامياً في الحيوانات الراقية فلا يوجد في هذه الديدان، لذلك لا يوجد فتحة الشـــرج، وبالتالي

يحصل دخول الطعام وخروج الفضلات بوساطة فتحة الفم. ويتخصص المعي الأمامي باستقبال الطعام وابتلاعه، في حين يتم الهضم في المعي المتوسط وتمتص المواد في السائل البرانشيمي. وقد يكون المعي طويلاً (في الديدان الصغيرة) أو متفرعاً (في الديدان الكبيرة) مما يؤمن إيصال المواد الضرورية إلى جميع الأعضاء وأنسجتها. ويضمر جهاز الهضم في الأنواع الطفيلية، إذ يحصل امتصاص المواد الغذائية بوساطة سطح الجسم بالانتشار.

مما سبق نعلم أن الإسفنجيات لا تحتوي خلايا عصبية، لذلك فإن استجابتها على المنبهات المختلفة بطيئة وضعيفة. ويوجد في معائيات الجوف شبكة عصبية، وبالتالي تتمكن من الرد بصورة أفضل من الإسفنجيات على منبهات الوسط الخارجي. أما في الديدان المنبسطة فيتشكل الجزء المركزي

من الجهاز العصبي (عقدة دماغية أمامية)، يتفرع عنها أعصاب طويلة تصل بينها أعصاب عرضية، مما يجعل هذا الجهاز أكثر فاعلية. وتوجد أعضاء حس بسيطة بصورة رئيسية في الأنواع الحرة (مثل العيون).

تستطيع الديدان المنبسطة أن تقوم بالوظيفة الإخراجية. ويتكون الجهاز الإطر احي أو الإخراجي في هذه الديدان من الخلايا اللهبية التي تنتشر بين أنسجة الجسم. وتأخذ هذه الخلايا شكلا كأسياً، وفي داخلها حزمة من الأهداب تتحرك بحركة شبيهة بتمايل اللهب في الهواء. وتَجْمع هذه الخلايا جميع الفضلات إلى داخل قنوات دقيقة تتحد لتكون قنوات أكبر منها تفتح إلى الخارج بعدد من الفتحات، ويدعى مجموع الخلايا والقنوات المتفرعة عنها اسم النفريديا الأوليةProtonephridia (الشكل16).



الشكل 16. أعضاء الإفراغ لدودة منبسطة.
A- خلية لهبية منعزلة، B- الخلايا اللهبية المرتبطة بالقنيّات الإفراغية مع المجاري والثقوب المفتوحة للخارج.
1- السيتوبلاسما، 2- النواة، 3- القنيّات الإفراغية، 4- حزمة من الأهداب (اللهيب المتمايل)، 5- الخلايا اللهبية الانتهائية، 6- قناة إفرغية، 7- ثقب إفراغي.

إن ظهور الجهاز الإطراحي في العالم الحيواني مهم جداً لأن تراكم الفضـــلات في الأنســـجة وحولها يؤدي إلى تعطيل الوظائف الحيوية الطبيعية للحيوان ويعمل الجهاز الإطراحي أيضاً على تنظيم الضغط الحلولي Osmosis وذلك بتخليص الحيوان من الماء الزائد بصورة مشابهة لعمل الفجوات النابضة في الأوليات الحيوانية التي تعيش في المياه العذبة. ولا تملك الأنواع البحرية جهازاً إطراحياً، إذ تطرح فضـلاتها بالانتشـار بوسـاطة سطح الجسم.

معظم الديدان المنبسـطة حيوانات خنثوية جهازها التناسـلي معقد جداً، وعلى عكس معائيات الجوف التي توجد فيها فقط الغدد الجنسية، يوجد في الديدان المنبسطة فضلاً عن المناسل القنوات التناسلية. ويكون الإلقاح غالباً بالتبادل بين فردين وقد يكون ذاتياً.

التصنيف:

تضـم شـعبة الديدان المنبسـطة ثلاثة صـفوف، الصـف الأول يشـتمل فقط على ديدان حرة، في حين يشتمل الصف الثاني والثالث ديدان طفيلية.

1- صف المهتزات Turbellaria (3000 نوع) 2-صف المثقوبات Trematoda (4000 نوع) 3-صف الشريطيات Cestoda (3000 نوع)

1-صف المهتزات أو الديدان المهدبة Turbellaria

تعيش أنواع هذا الصف بصورة حرة، معظمها يقطن المياه المالحة أو العذبة، وقليل منها يتواجد على اليابسة. وتغطي أجسامها بطبقة خفيفة من الأهداب. تعدُّ ديدان البلاناريا أشهر أنواع المهتزات (حوالي 100 نوع). تعيش معظمها في المياه العذبة، ويتراوح حجمها بين عدة مليمترات وحتى 30 سم.

تتكاثر المهتزات بالطريقتين اللاجنسية والجنسية. ويحصل التكاثر اللاجنسي بالانشطار الثنائي العرضي، إذ تلتصق البلاناريا بالجزء الخلفي بمرتكز ويتقدم الجزء الأمامي إلى الأمام، وبذلك تنقسم الدودة عرضياً، ويعوّض كل جزء ما ينقص من أعضاء ليكوّن فرداً جديداً.

وتظهر الديدان المهتزة (البلاناريا) قدرة كبيرة على التجديد، فالقطع الصغيرة الحجوم تشكل كل منها حيواناً كاملاً، ويطلق على هذه الظاهرة (السكين لا تميت). ومن الخصائص العجيبة للبلاناريا ردها على الظروف المناخية السيئة للوسط المحيط، فمثلاً عند انخفاض تركيز الأكسجين أو عند ارتفاع درجة حرارة الماء تُقطِع البلاناريا نفسها إلى قطع صغيرة تتحول الى حيوانات كاملة عند حلول الظروف البيئية المناسبة، هذه الظاهرة تسمى البتر الذاتي Automia.

ويكون الإلقاح في معظم المهتزات متبادلاً وداخلياً، إذ يحصل نقل الخلايا الجنسية بين الفردين المقترنين، أي إن كل مقترن هو ذكر وأنثى بنفس الوقت ويكون تطور البيضة المخصبة في معظم المهتزات مباشراً، لكن يوجد التطور غير المباشر في بعض المهتزات البحرية، إذ يخرج من البيضة الملقحة كائن لا يشبه الدودة البالغة – يرقة مولر والتي يغطي جسمها أهداب تستخدمها للسباحة لبعض الوقت ثم تتحول إلى دودة صغيرة.

2- صف المثقوبات Tremetada

يضـــم هذا الصـــف أنواعاً تتطفل تطفلاً خارجياً أو داخلياً. تتميز بأجســـامها غير المتقطعة، ولها جهاز هضمي وأعضاء للتثبيت (محاجم أو ممصات Suckers). التطور غالباً غير مباشـر. وينقسـم صـف المثقوبات إلى تحت صـفين، سـنوضـح الفروق بينهما بالجدول الآتي:

تحت صف أحادية المضيف Monogenea	تحت صف ثنائية المضيف Digenea
1- معظمها طفيليات خارجية 2- لا تبدل المضيف (أي لها مضيف واحد) 3- جميعها خنثوية 4- التطور نادراً ما يكون مباشراً 5- تقع المحـاجم (عـدا الفموي) في النـاحيـة الخلفيـة من الحيوان وغـالبـا يوجـد كلاليـب أو خطاطيف Hooks 6- توجد الفتحة الإطراحية في المنطقة الأمامية من الجسم 7- من أمثلتهـا أنواع تتطفـل على السـطح الخـارجي للأسـماك والبرمـائيـات والزواحف ومنها النوع Diplozoon Paradoxus الذي يســبب نفوق أعداد كبيرة من أســماك المياه العذبة.	1- جميعها طفيليات داخلية 2- تحتاج لأكثر من مضيف (عادة مضيفان) 3- غالبيتها خنثوية 4- التطور دائما غير مباشر 5- تقع المحاجم (غالباً محجمان) في الناحية الأمامية ولا توجد كلاليب أو خطاطيف 6- توجـد الفتحـة الإطراحيـة في المنطقـة الخلفية من الجسم 7- من أمثلتها تبعا لمكان تطفلها: المثقوبات الكبـديـة ومنهـا الوريقـة أو الـدودة الكبـديـة، المثقوبات الدموية ومنها البلهارسيا.

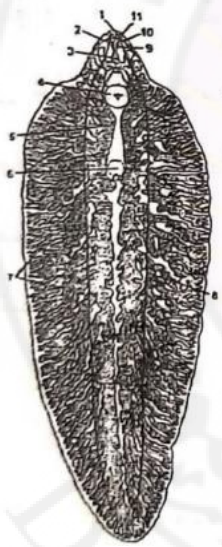
وسندرس فيما يلي من المثقوبات: الوريقة الكبدية والبلهارسيا.

1-الوريقة أو الدودة الكبدية Fasciola hepatica:

تتطفل كما يدل اســمها على الأقنية الصــفراوية لكبد الأغنام والأبقار وغيرها من الثدييات العاشبة، وأحياناً الإنسان. وهذه الثدييات هي العوائل النهائية لهذه الدودة. وتحتاج دورة حياة الدودة إلى مضـيف متوسـط – قوقع الماء العذب Limnea Truncatula، إذ

يحصل فيه نمو وتكاثر مراحل يرقية محددة، وتتميز الوريقة الكبدية بدورة حياة معقدة، إذ تشتمل بعض المراحل اليرقية على خلايا منشئة تنقسم خيطياً لتعطي أعداداً إضافية من الأفراد. فالبيضة المخصبة لا تعطي فرداً واحداً، وإنما عدد كبير من النسل. ويساعد هذا في التعويض عن نسبة الموت العالية أثناء الانتقال إلى عوائل جديدة. وتمتلك كل مرحلة من مراحل دورة حياة الوريقة الكبدية تكيّفاً بنيوياً فيزيولوجياً تكاثرياً ملائماً لنمط حياتها. وسيرد ذلك من خلال الشرح أدناه.

الدودة البالغة: الجسم الورقي رقيق ومسطح، طوله أقل من 5سم، وعرضه 1.5سم (الشكل 17).



الشكل 17. **الوريقة الكبدية، شكل عام للجهازين الهضمي والعصبي من الجهة البطنية (X8).**

1- الفم، 2- البلعوم، 3- المري، 4- المحجم البطني، 5- الفرع الرئيسي للمعي، 6- الغدة القشرية، 7- الفروع الجانبية للمعي، 8- الجذع العصبي البطني، 9- وصلة Comissura تحت البلعوم، 10- الأعصاب الجانبية، 11- العقدة الدماغية.

وتعيش الدودة البالغة في القناة الصفراوية ملتصقة بجدارها بحيث لا يمنع وجودها دون جريان الصفراء. وتلتصق بجدار القناة بواسطة المحجمين الفموي والبطني. وتحول الشويكات التي تغطي

الجسم والمتجهة نحو الخلف دون انجراف الدودة مع العصارة الصفراوية. ويحمي جدار الجسم الدودة من تأثيرات الأنزيمات الهاضمة للمضيف عن طريق مفرزات خلايا غدية موجودة في هذا الجدار.

الجنين المهدب Miracidium: وهو المرحلة اليرقية الأولى لهذه الدودة. ويتميز ببشرة مهدبة تساعده على السباحة في الماء. وينجذب هذا الجنين إلى المضيف المتوسط (قوقع الماء العذب) المذكور أعلاه انجذاباً كيميائياً، فهو يلتصق من ناحية الحليمة الرأسية بقدم الحلزون، ثم تفرز الحليمة أنزيمات حالة للبروتين، مما يساعد في اختراق أنسجة القوقع. وتتمكن الخلايا المنشئة الموجودة في الجنين المهدب على تشكيل المراحل اليرقية اللاحقة.

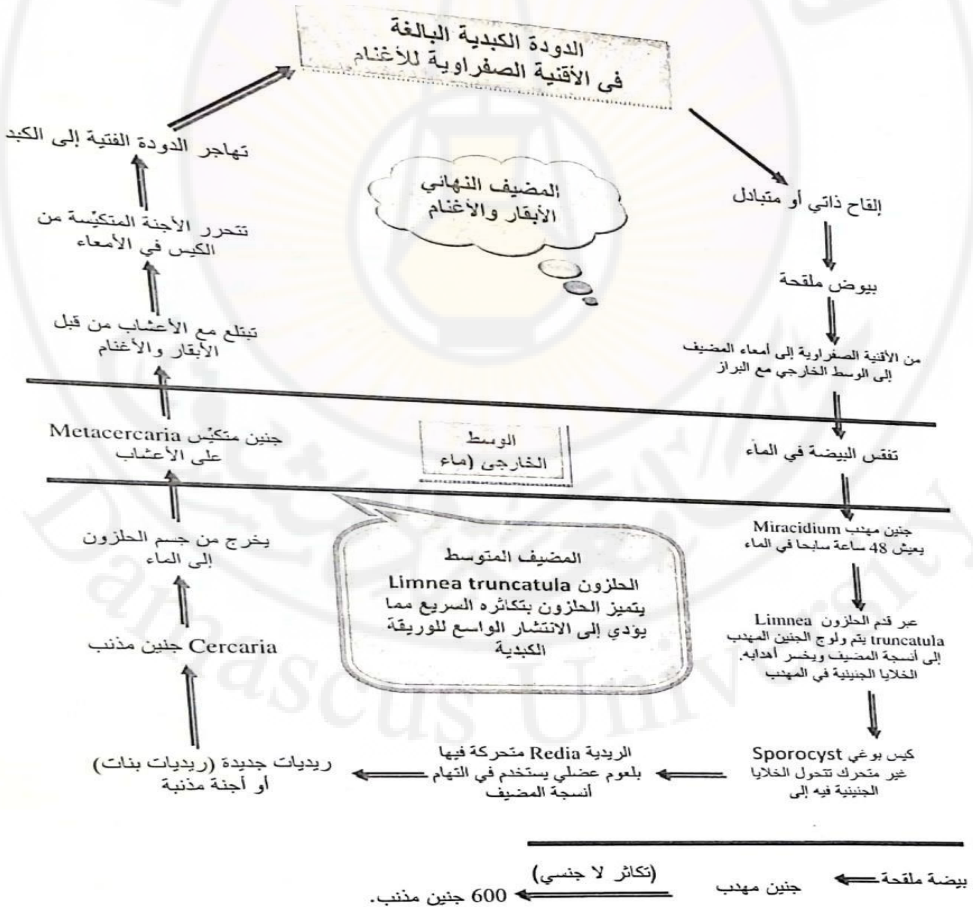
كيس الأبواغ Sporocyst: وهو كيس مغلق ثابت، تتكاثر الخلايا المنشئة التي تحتويها هذه الأكياس لتعطي ريديات، وتعد هذه الظاهرة حالة من حالات تعدد الأجنة في حياة الوريقة الكبدية.

الريديا Redia: تشتمل هذه المرحلة اليرقية على بلعوم عضلي، تتمكن بذلك من امتصاص السوائل والأنسجة من المضيف. تتكاثر الخلايا المنشئة مؤدية إلى المزيد من الريديات أو أنها تؤدي الى أجنة مذنبة Cercaria. وهذه ظاهرة أخرى من حالات التعدد الجنيني. ويتحرر الجيل الثاني من الريديات أو الأجنة المذنبة من ثقب في الريدية الأم يسمى ثقب الولادة. وقد لوحظ أن الجنين المهدب يعطي بالتكاثر اللاجنسي 600 جنين مذنب.

الجنين المذنب Cercaria: يشترك الجنين المذنب بصفات عديدة مع الدودة البالغة، فهو يحتوي على محجمين فموي وبطني يساعدان على الالتصاق بالمستندات كالأعشاب مثلاً. وهو مزوّد بذيل يساعده على الحركة في الماء أو طبقة الندى التي تغطي الأعشاب. ويوجد في الجنين المذنب غدد تفرز جداراً لتشكيل الجنين المذنب المتكيّس Metacercaria.

الجنين المذنب المتكيس Metacercaria: يتميز بمقدرة كبيرة على مقاومة الدرجات المنخفضة من الحرارة ويتلف بالجفاف. وهو الذي تبتلعه الأغنام مع الأعشاب.

ويمتاز الحلزون Limnea Truncatula الذي يعد قوقع برمائي بتحمله للظروف البيئية القاســـية، لذلك فإن مرحلتي الكيس البوغي والريدية تظلان محميتين من تأثير تلك الظروف. وفي الحقيقة فإن انخفاض درجات الحرارة الخارجية يؤدي بالريدية إلى إنتاج ريديات جديدة عوضاً عن الأجنة المذنبة. تبقى الريدية داخل جسم الحلزون وتستمر خلال فصـل الشـتاء، وحينما تعتدل درجات الحرارة ويتحول الطقس إلى الدفء في الربيع فإنها تنتج أجنة مذنبة فقط. هذا ويعد الحلزون ليمنيا من القواقع الســـريعة التكاثر، ففرداً واحداً منه قادر على إنتاج 16 ألف فرداً خلال ثلاثة أشـــهر. ولكي تكتمل دورة حياة الوريقة الكبدية لا بد من وجود الماء العذب. ويلخص المخطط التالي دورة حياة الوريقة الكبدية الكبيرة:

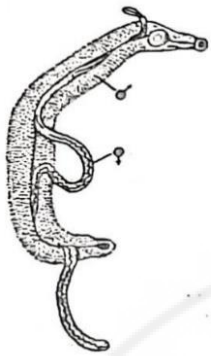


وللوريقة الكبدية آثار وخيمة على المضـــيف، فالإصـــابة الشـــديدة قد تؤدي إلى الموت، وتسبب اضطراب في وظائف الكبد وتعفنه، وقد يحدث انسداد مجرى القناة الصفراوية. كما أن ضآلة أو فقدان الصفراء يعرقل عملية الهضم. وتسبب الفضلات التي تطرحها الدودة أثراً سمياً على المضيف.

ولتجنب الإصـــابة بالوريقة الكبدية يجب تجفيف المراعي من المياه، وتربية البط والإوز الذي يتغذى على الحلزون (وهي إحدى طرق المكافحة الحيوية) ويجب أن تكون أحواض شرب الماشية مرتفعة عن الأرض والحرص على نظافتها، وإضافة الكلس إلى المراعي لأنه يحول دون فقس بيوض الدودة، لأنها تفقس في pH = 7.5. أما بالنســـبة للماشـــية المصـــابة فإن إعطاءها مادة رباعي كلور الكربون يؤدي إلى قتل بعض مراحل هذه الدودة في الكبد.

2-الوريقات الدموية Blood Slukes أو البلهارسيا Bilharzia أو منشقات الجسم Schistosoma:

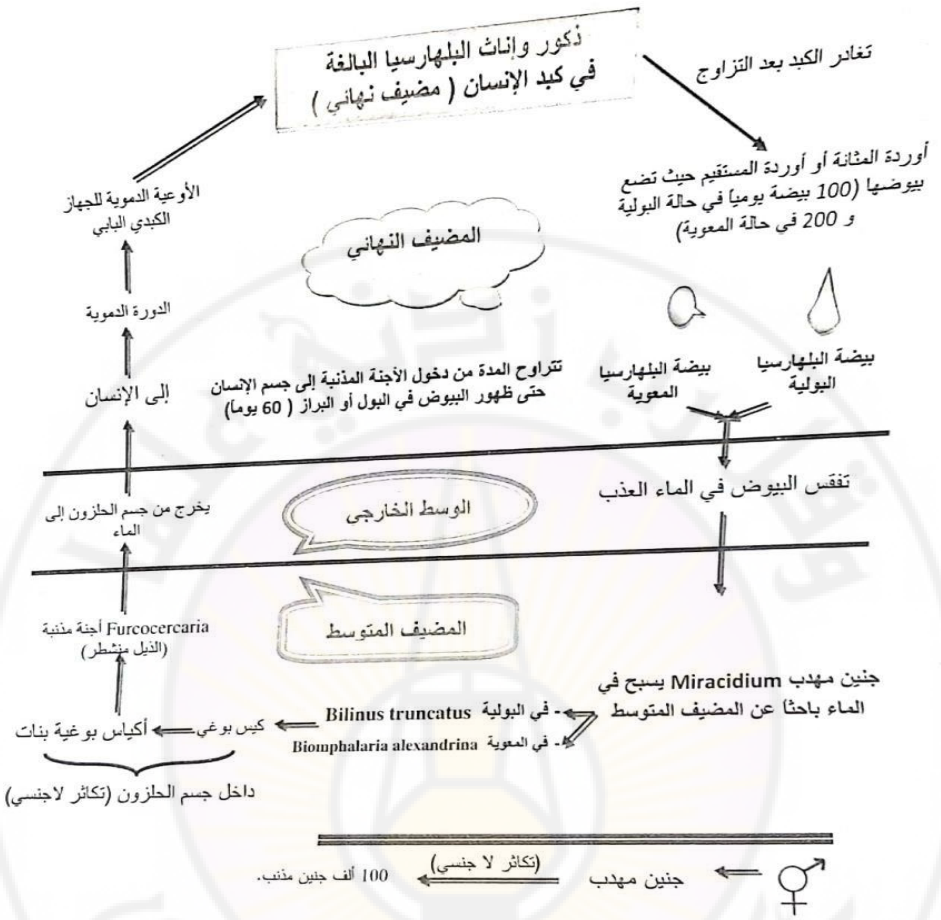
تتطفل ديدان البلهارسيا (نسبة إلى مكتشفها الألماني Theodor Bilharz) على دم الطيور المائية والثدييات بما فيها الإنســان. وهي تختلف عن بقية المثقوبات في أن الجنس منفصـــل، الذكر قصـــير وعريض وطوله بين 6-12ملم، الأنثى أطول وأرفع من الذكر (12-18ملم). ويحمل الذكر في الجهة البطنية ميزاية على شكل شق (لذا سميت بمنشقات الجسم) تسمى قناة الإخصاب (الجماع)، يحمل فيها الذكر أنثاه خلال فترة التزاوج (الشكل 18).



الشكل 18. البلهارسيا البولية (Schistosoma haematobium).
الذكر العريض يحتضن الأنثى في ميزابة الاحتضان.

وتصيب البلهارسيا الإنسان خاصة في أفريقيا وأمريكا الجنوبية والشرق الأوسط منذ عصور التاريخ الأولى، وهي من أخطر المشكلات الصحية في هذا العصر. وتشير الإحصاءات أن عدد المصابين بمرض البلهارسيا في العالم يقارب 200 مليون إنسان (في مصر حوالي 20 مليون مصاب).

ويوجد ثلاثة أنواع من البلهارسيا التي تصيب الإنسان وهي: أ-بلهارسيا المسالك البولية Sch.haematobium تعيش في أوردة المثانة، ب-بلهارسيا المستقيم Sch.mansoni تعيش في أوردة المستقيم، ج-البلهارسيا اليابانية Sch.japonicum تعيش في أوردة الأمعاء الدقيقة. تتشابه دورة حياة جميع أنواع البلهارسيا والتي يمكن توضيحها بدورة الحياة الآتية:



إن التأثيرات المرضية الرئيسية للبلهارسيا تنتج من البيوض إذ تسبب البلهارسيا المعوية قروحاً في جدار االمستقيم وخراجات وإسهالاً دموياً تترافق بآلام حادة. وبالمثل تسبب بلهارسيا المسالك البولية قروحاً في جدار المثانة البولية مع بول مدمى وآلام أثناء التبول. وتجدر الإشارة أن الكثير من البيوض لا تخرج مع البول أو البراز تبعاً للنوع، هذه البيوض يحملها تيار الدم إلى الكبد، فتعيق دوران الدم في الشعيرات الدموية للكبد مما يؤدي إلى تليف الكبد. وإذا وصلت إلى أعضاء أخرى فتصبح مراكز للالتهابات.

3-صف الشريطيات Cestoda

تعيش الديدان البالغة من الشريطيات فقط في القناة الهضمية وخاصة الأمعاء الدقيقة للمضيف النهائي (المثقوبات تعيش في الكبد والدم والمعي وبعضها خارجي التطفل) أما المراحل اليرقية فتوجد في أنسجة وأعضاء المضيف المتوسط من الفقاريات (من الأسماك حتى الثدييات). تتكون أجسامها من شريط يتألف من أعداد متفاوتة من القطع المتتالية (جسم المثقوبات غير متقطع). لا تحتوي على الجهاز الهضمي فهي تتغذى عن طريق البشرة الخارجية الخالية من الأهداب.

ويتألف جسم الديدان الشريطية من رأس وعنق وحلقات فتية وحلقات ناضجة وحلقات كهلة، يحمل الرأس Scolex أعضاء تثبيت (محاجم أو خطاطيف أو كليهما معاً) تمكن الدودة من التعلق بالطبقة المخاطية للأمعاء، ويحتوي العنق على خلايا جنينية تؤمن بانقساماتها تشكل الحلقات التي تتكون منها أجزاء الدودة الخلفية. ويلي العنق مباشرة القطع الفتية غير الناضجة Immature التي تحتوي على بداءات الأعضاء الجنسية، يليها حلقات ناضجة Mature تحتوي على الأعضاء الجنسية الذكرية والأنثوية، وفي نهاية الدودة يوجد الحلقات الكهلة Gravid التي تحتوي فقط على الرحم المتفرع والمملوء بالبيوض، وهي التي تخرج مع براز المضيف النهائي إلى الوسط الخارجي ملوثة المراعي بالبيوض.

تتكاثر هذه الديدان جنسياً، وهي حيوانات خنثوية، الإخصاب داخلي، وهي تتميز بدورات حياة معقدة، إذ تحتاج لأكثر من مضيف لإكمالها. ويتراوح طول جسم الشريطيات من عدة ملليمترات وحتى 10 م أو أكثر. ويختلف عدد الحلقات في جسم هذه الديدان، إذ يتكون من ثلاث إلى أربع حلقات (وهذا نادر) وحتى عدة مئات (عادة) وأحياناً ألف حلقة أو أكثر.

ومن الجدير بالذكر أن الشريطيات تنتقل من مضيف لآخر بطريقة سلبية، فهذه الطفيليات لا تبذل أي جهد للوصول إلى عوائلها، إذ يتناولها المضيف النهائي والمتوسط

مع الغذاء. بينما تنتقل المثقوبات إلى المضيف النهائي والمتوسط بصورة فعالة أو إيجابية، فالجنين المهدب والمذنب كما رأينا سابقاً يتحركان باتجاه المضيف ويخترقان جسمه.

ويضـــم صـــف الشـــريطيات 11 رتبة ســـنهتم برتبتين فقط لاحتوائهما على أهم الشريطيات التي قد تتطفل على الإنسان وحيواناته الزراعية. وسنوضح في الجدول أدناه الفروق بين هاتين الرتبتين:

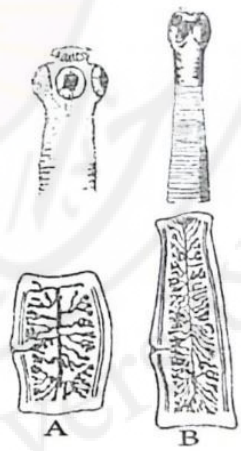
رتبة الشريطيات ذات الانخماصات أو محفورات الرأس *Pseudophyllidea*	رتبة الشريطيات ذات المحاجم أو رتبة الدودة الوحيدة *Cyclophyllidea*
ديدان بدائية	ديدان راقية
الجسم غير متقطع أو متقطع جزئياً	الجسم متقطع
أعضاء التثبيت شقوق أو انخماصات Bothria	أعضاء التثبيت محاجم أو كلاليب (خطاطيف، أو عقائف) أو الاثنين معاً
تتطفل على ثلاثة عوائل	تتطفل على مضيفين
الفتحة التناسلية جانبية	الفتحة التناسلية بطنية
الجنين سداسي الأشواك مهدب ويتطور في الوسط الخارجي	الجنين سداسي الأشواك غير مهدب ولا يتطور في الوسط الخارجي (يتطور في جسم المضيف)
لا تحتوي أجنة متحوصلة (برقات)	تحتوي أجنة متحوصلة (برقات) منها Coenure،Cysticercus ،Echinococcus
مثالها : محفورة الرأس العريضة	من أمثلتها: الشريطية العزلاء والشريطية المسلحة، الشريطية الشوكية الحبيبة، الشريطية الدماغية.

وسندرس من الشريطيات الديدان التالية:

1-الشريطية العزلاء Taenia saginataوالشريطية المسلحةT.solium

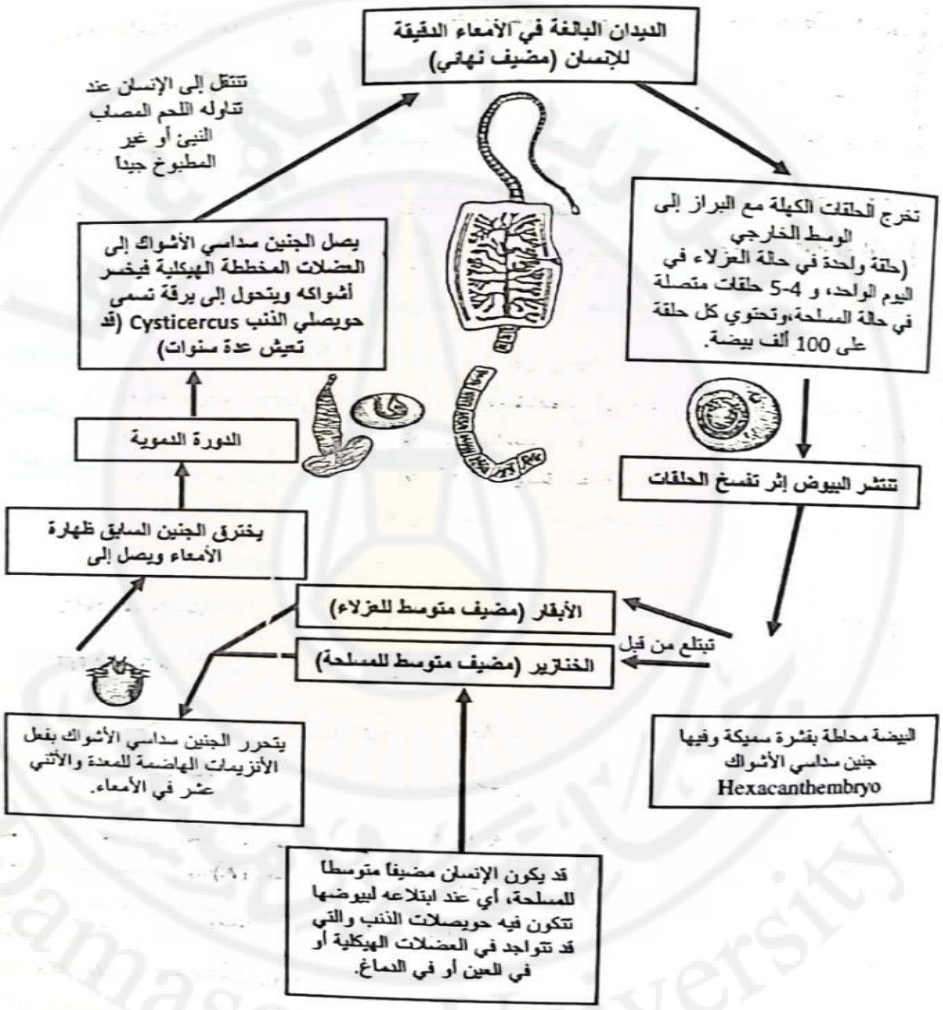
تنتشـر الشـريطية العزلاء بين الشـعوب الآكلة للحم البقر، بينما تنتشـر الشـريطية المسـلحة بين آكلي لحم الخنزير، وبالتالي فإن المضـيف النهائي لهاتين الدودتين هو الإنسـان، إذ تعيش الدودة البالغة في أمعائه الدقيقة، بينما تكون الأبقار عوائل متوسـطة للشـريطية العزلاء، والخنازير عوائل متوسـطة للشـريطية المسـلحة، فتعيش الأطوار اليرقية في العضـلات، ولا توجد في أمعاء الإنسـان سـوى دودة واحدة ومن هنا جاءت تسميتها بالدودة الوحيدة، ونادراً ما يوجد أكثر من دودة واحدة في أمعاء الشخص الواحد.

ويتراوح طول الشريطية العزلاء ما بين 8-12م (3-8م طول المسلحة)، ويبلغ قطع جسمها من 1000-2000 (في المسلحة 600-900 قطعة) ويتزوّد الرأس في الشريطية العزلاء بأربعة محاجم أو ممصات Suckers (رأس المسلحة يحمل أربعة محاجم وتويج من العقائق أو الخطاطيف Hooks الكبيرة والصـغيرة بالتناوب. ويوجد في رحم القطعة الكهلة للشـريطية العزلاء من 8-32 (غالبا 20) فرعاً من كل جهة، أما في الشـريطية المسلحة فيكون للرحم من 7-12 (غالبا 9) فرعاً من كل جهة (الشكل19) .



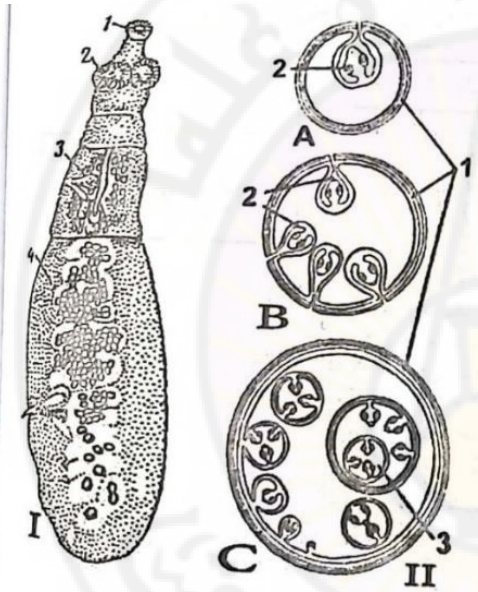
الشكل 19. الرؤوس والقطع الكهلة في الشريطية المسلحة (A) والشريطية العزلاء (B).

وسنختصر دورة حياة الشريطية العزلاء والمسلحة بالمخطط الآتي:



2-الشريطية الشوكية الحبيبية Echinococcus Granulosus :

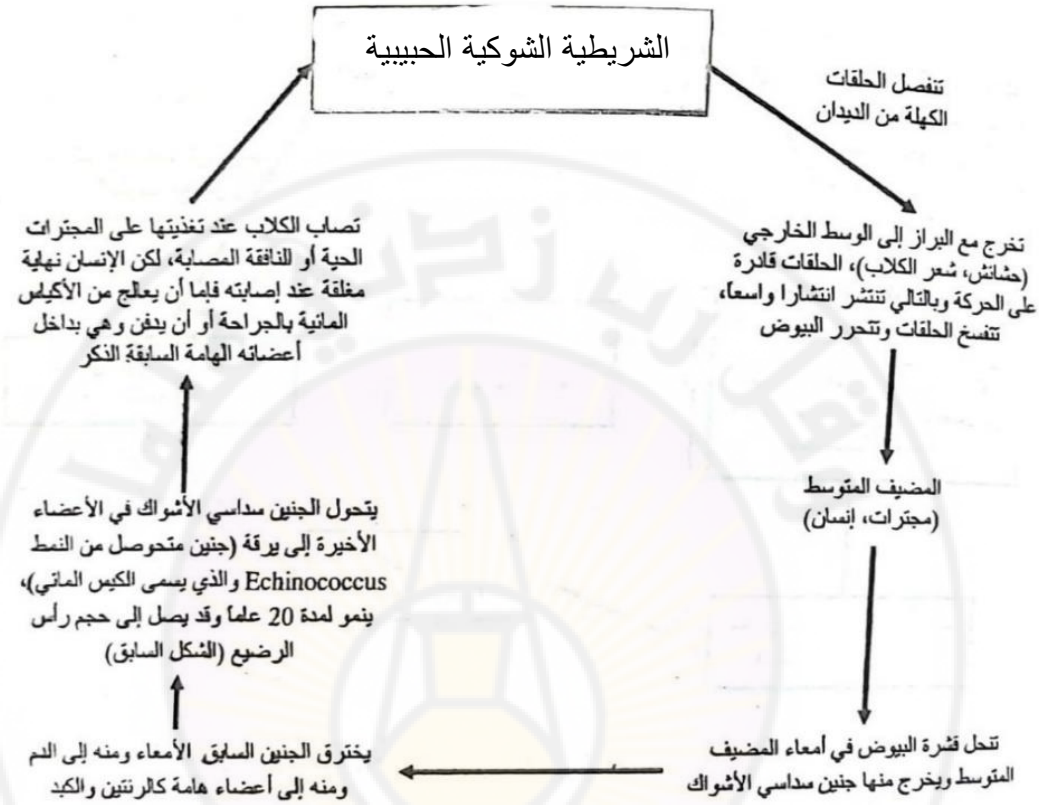
تعدُّ الشريطية الحبيبية من أصغر الشريطيات (لا يتعدى طولها 6ملم) ومن أكثرها خطراً على حياة الإنسان إذ تكمن خطورتها في مرحلتها اليرقية التي تسمى بالأكياس المائية Hydatid Cysts. ويتألف جسمها من رأس وعنق وثلاث قطع (غير ناضجة، ناضجة وكهلة-الشكل 20).



الشكل 20. I- الشكل العام للشريطية الشوكية الحبيبة: 1- الحيزوم (خرطوم مع عقائف)، 2- محاجم، 3- جزء من الجهاز التناسلي في الحلقة الناضجة، 4- بيوض تحتوي على أجنة سداسية الأشواك في الحلقة الكهلة.
II- الأنماط المختلفة ليرقات الديدان الشريطية:
A- حويصلي الذنب Cysticercus،
B- Coenure، C- الكيس المائي Echinococcus.
(1- جدار الكيس، 2- الرؤوس الداخلية، 3- رؤوس داخل الأكياس البنات)

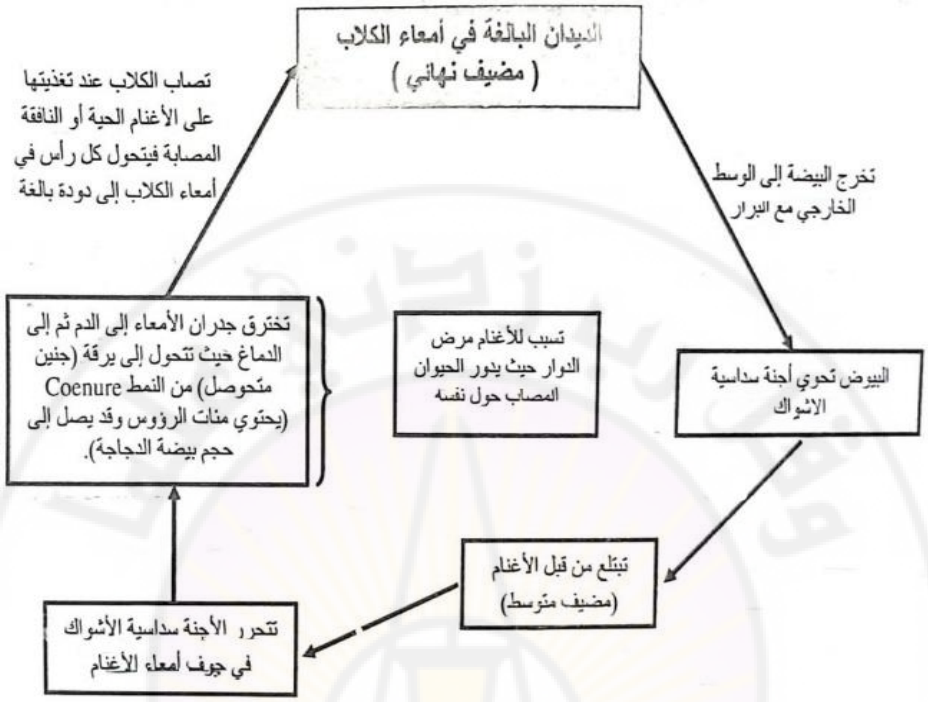
يحمل الرأس أربعة محاجم وخرطوم بارز مسلح بصفين من العقائق أو الكلاليب. وتحتوي الحلقة الكهلة ما يقارب 800 بيضة، وهي أطول وأعرض الحلقات، وتكوِّن حوالي نصف طول الدودة.

تتطفل الشريطية الشوكية الحبيبية البالغة على الكلاب والذئاب وغيرها من فصيلة الكلابCanidae، حيث تعيش بأعداد كبيرة في أمعائها الدقيقة. العوائل المتوسطة المجترات والقردة والإنسان، وتكون دورة حياتها كالآتي:



3-الشريطية الدماغية Multiceps multiceps:

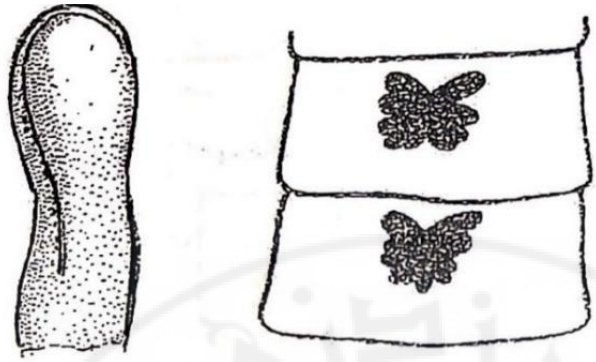
طولها تقريبا 1م، الرأس مزوّد بأربع محاجم وخرطوم مسلح بصفين من العقائف، المضيف النهائي الكلاب والمتوسط الأغنام، ويوضح المخطط الآتي دورة حياتها:



4-محفورة الرأس العريضـــة (دودة لحم الســـمك) Dipyllobothrium Latum:

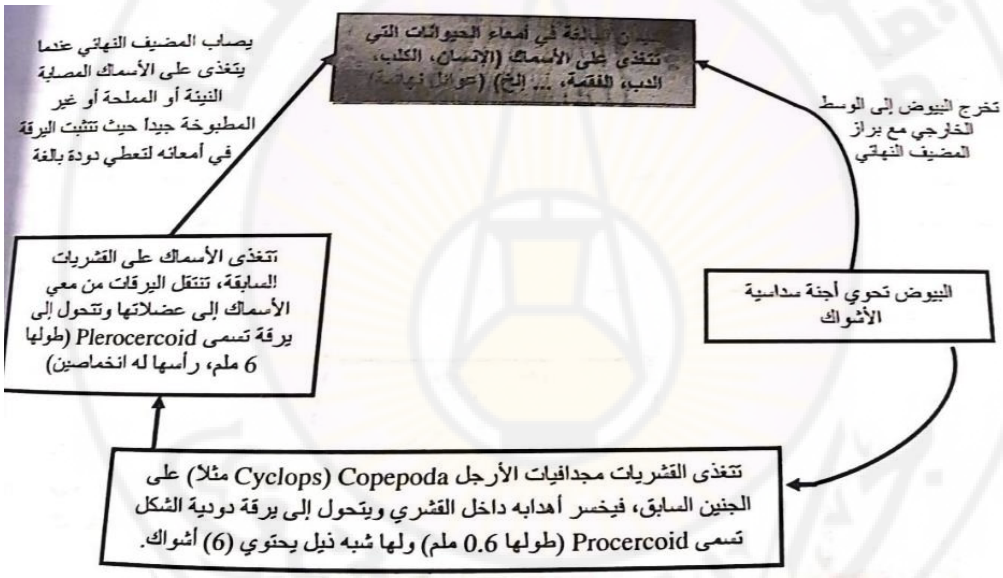
تعد هذه الدودة من أطول الديدان الشريطية إذ يصل طولها إلى 10م وأحيانا 20م. ويصل عدد الحلقات فيها إلى 4000 حلقة وهي تتبع رتبة الشـــريطيات ذات الانخماصـــات أو محفورات الرأس.

وتتميز هذه الشريطية بحلقات عرضها أكبر من طولها، ويتزوّد الرأس بانخماصين (ظهري وبطني)، يساعد على تثبيت الدودة في أمعاء المضيف (الشكل 21).



الشكل 21. الرأس والحلقة الكهلة في محفورة الرأس العريضة.

ويوضح المخطط التالي دورة حياتها:



* * *

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل السادس

شعبة الديدان الخيطية Nemathelminthes

عُرِفَ من هذه الديدان أكثر من عشـــرة آلاف نوع، وتعيش هذه الديدان في البحار والمياه العذبة، وفي التربة من المناطق القطبية وحتى المنطقة المدارية، ومن قمم الجبال حتى أعماق البحار ـــــ تتطفل بعض أنواعها على كل المجموعات الحيوانية وكثير من النباتات. والتأثيرات الناجمة عن إصابة المحاصيل الزراعية والحيوانات الأليفة والإنسان بالديدان الخيطية تجعل من هذه الشعبة واحدة من أكثر الحيوانات الطفيلية خطورة.

تتميز الديدان الخيطية بأجسام أسطوانية بصورة خيوط أو حبال، مستدقة الطرفين، غير متقطعة، ويحيط بجسمها قشيرة سميكة نسبياً. وعلى عكس الديدان المنبسطة تبدي النهاية الأمامية درجات متباينة من الترئيس Cephlization، وهي أول الحيوانات التي يتشكل فيها تجويف للجسم (السيلوم Coelom) لكن هذا الجوف كاذب ومملوء بسائل شـــفاف، فهي ســـيلوميات كاذبة Pseudocoelomata (الديدان المنبســـطة حيوانات لاســـيلومية). إن ظهور هذا التجويف لأول مرة في العالم الحيواني مهم جداً فهو يؤدي دوراً كمستندٍ داخلي فيحافظ على الشكل الثابت والدائم للجسم، وفي الانتشار الفعّال للمواد الغذائية من الأمعاء إلى الأنســـجة، والفضـــلات من الأنســـجة إلى أعضـــاء الإطراح، والأكسجين من جدار الجسم إلى الأنسجة، وثاني أكسيد الكربون من الأنسجة إلى جدار الجسم. ويتشكل السيلوم الكاذب الموجود فقط في الديدان الخيطية من الجوف الأصل للبلاستولا Blastula وغير مبطن بالبريتوان.

لا يوجد في الديدان الخيطية كالمنبســـطة جهاز التنفس والدوران، فالتبادل الغازي يحدث بالانتشار بوساطة سطح الجسم، وكذلك يحدث نقل المواد بالانتشار بوساطة السائل النسيجي. وبالمقابل توجد في الديدان الخيطية أجهزة{ الهضم، العصبي، التناسلي (الجنس منفصل) والإطراح الذي لا يوجد في بعض الأنواع} . ويتميز جهاز الهضم في الديدان الخيطية مقارنة مع الديدان المنبســـطة بكونه مفتوحاً، إذ يدخل الطعام من الفم وتخرج الفضلات من الشرج وبتمايزه إلى أعضاء لكل منها بنية ووظيفة خاصة.

تضـم شـعبة الديدان الخيطية عدة صـفوف سـنهتم بدراسـة صـف واحد هو صـف الخيطيات Nematodaلأن الكثير من أنواعه من ألدِّ أعداء البشرية، لما تسببه من خسائر فادحة في المحاصيل الزراعية والحيوانات الأليفة وأمراض خطيرة للإنسان.

صف الخيطيات Nematoda

يضـم هذا الصـف حوالي 10 آلاف نوع، تنتشـر في جميع البيئات، الأنواع الحرة مجهريـة أو صـغيرة الحجم (عـدة ميلليمترات)، والأنواع الطفيليـة طويلـة (3 متر في الحيتان، أسكاريس الإنسان 40 سم و30 سم للأنثى والذكر على التوالي).

البنيةالخارجية للخيطيات وسنأخذ مثالاً عن ذلك أسكاريس الإنسان:

الجسـم مغزلي الشـكل مسـتدق الطرفين، الفتحة الفموية في النهاية الأمامية للجسـم، الشرج قرب النهاية الخلفية على السطح البطني، الفتحة الإطراحية خلف الفم على السطح البطني، الفتحة التناسلية الأنثوية بالقرب من وسط الجسم (في الثلث الأمامي) على السطح البطني.

جدار الجسم:

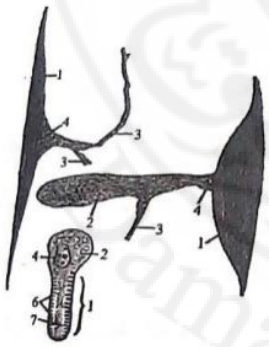
يتكون غطاء الجسـم الخارجي من الكيس الجلدي – العضـلي، يغطي هذا الكيس من الخارج قشـيرة(جليد) Cuticle معقدة البنية، إذ تتألف من 10 طبقات في أسـكاريس الإنسـان. وتوجد القشـيرة في الأنواع الحرة والطفيلية، وتقوم بوظيفة الحماية، وهي بمثابة هيكل خارجي للحيوان. ويوجد تحت القشـيرة طبقة البشـرة Epidermis والتي تكون في المراحل اليرقية ذات بنية خلوية (طبقة ظهارية واحدة)، وفي المرحلة البالغة تصـبح مدمجاً خلوياً Syncytium. وتفرز البشرة مواد تتشكل منها القشيرة.

وتنخمص البشـرة إلى الداخل في أربعة مواقع وعلى طول الجسم لتكوّن أربعة حبال طولية (الحبلان الجانبيان، الحبل الظهري والحبل البطني). ويحتوي الحبلان الجانبيان

على القناتين الإخراجيتين، بينما يسير داخل الحبل الظهري والبطني الحبلان العصبيان الظهري والبطني على التوالي.

ويتمثل **الجزء العضلي** من الكيس الجلدي-العضلي بطبقة طولية فقط من الألياف العضلية، إذ لا توجد عضلات دائرية في جدار الجسم. وتترتب العضلات في أربع شرائط(مجموعات) طولية، تحددها حبال تحت البشرة الأربعة المذكورة أعلاه. وتتكون كل مجموعة من 150 خلية عضلية.

وتتميز **الخلية العضلية** في الخيطيات ببنية خاصة، إذ تتألف من جزء ليفي مغزلي قادر على التقلص لاحتوائه على خيوط الأكتين والميوزين، وجزء بلاسمي (جسم الخلية) غير قادر على التقلص. ويوجد الجزء الليفي تحت البشرة والجزء البلاسمي داخل السيلوم الكاذب (الشكل 22). ويتفرع من أجسام الخلايا استطالات سيتوبلاسمية تمتد باتجاه العصب الظهري أو البطني و هذا عكس معظم الحيوانات حيث تمتد الأعصاب إلى العضلة.



الشكل 22. الخلايا العضلية في إسكاريس الحصان **Parascaris equorum**

1- الجزء المتقلص من الخلية العضلية، 2- الجزء البلاسمي من الليف العضلي، 3- الاستطالات البلاسمية لليف العضلي، 4- نواة الخلية العضلية، 6- ألياف عضلية، 7- البلاسما العضلية.

جهاز الهضم:

يتميز جهاز الهضم في الديدان الخيطية كما ذكرنا أعلاه بتعقيد بنيته ووظائفه مقارنة مع الديدان المنبسطة، فهو يتألف من معي أمامي ومتوسط وخلفي، وبالتالي تتمايز القناة الهضمية إلى أعضاء يتخصص كل منها للقيام بوظيفة محددة. فالفتحة الفموية تُحاط بشفاه، تؤدي الفتحة الفموية إلى تجويف فموي فبلعوم (يسمى أيضاً المريء)، تكوّن الأعضاء السابقة المعي الأمامي. ويزوّد البلعوم بعضلات قوية، ويحتوي جدرانه على غدد كثيرة، تساهم في الهضم الأولي للطعام. ويوجد في التجويف الفموي والبلعوم للخيطيات المتطفلة على الحيوانات أسنان وفي الخيطيات المتطفلة على النباتات (تشكلات صلبة) تساعد الطفيلي على تمزيق الفرائس ومعالجة الطعام ميكانيكياً.

ويشكل المعي المتوسط معظم أنبوب الهضم في الخيطيات. ويتكون جدار هذا المعي من طبقة ظهارية اسطوانية واحدة، يغطيها زغابات، وبالتالي يحدث هضم وامتصاص المواد الغذائية في هذا الجزء من المعي، والتي تنتشر في تجويف الجسم الأولي (السيلوم الكاذب)، ومنه تتوزع إلى جميع أنسجة وأعضاء الجسم.

ويتصل المعي المتوسط بالمعي الخلفي الذي ينتهي بفتحة الشرج قرب نهاية مؤخرة الجسم على الجهة البطنية. وتصب فيها عند الذكور القناة الناقلة للنطاف، لذلك يخرج عبر الشرج عند الذكور ليس فقط الغائط وإنما المنتجات التناسلية الذكرية وبالتالي هي مقذرة Cloaca.

جهاز الإطراح:

تتمثل أعضاء الإطراح في جميع صفوف الديدان الخيطية (عدا أنواع صف الخيطيات - النيماتودا) بالنفريديا الأولية والتي تكون غير متفرعة (في الديدان المنبسطة متفرعة)، والسبب سهولة انتقال نواتج الهدم عبر سائل تجويف السيلوم الكاذب في الديدان الخيطية وصعوبة انتقالها في الديدان المنبسطة لوجود البرانشيم.

وجهاز الإطراح في أنواع النيماتودا عبارة عن غدتين خلويتين، يمتد منهما قناتان جانبيتان، تتوضـــعان في الحبلين الجانبيين للبشـــرة، وتكون هاتان القناتان مغلقتين في الخلف، وفي الأمام تتحدان بقناة مشتركة، والتي تفتح بثقب إفراغي على الجهة البطنية في الجزء الأمامي من الجسم.

جهاز التناسل:

تتكاثر الخيطيات بالطريقة الجنسية فقط، فهي منفصلة الجنس مع وضوح بالصفات الجنسية الثانوية.

يتألف الجهاز التناســلي الذكري من خصــية خيطية طويلة، رفيعة وملتفة. تتصــل الخصية بقناة ناقلة للنطاف سميكة، تؤدي إلى حويصل منوي قصير، إذتتجمع الحيوانات المنوية، ويتصــل الحويصــل المنوي بقناة قاذفة مزوّدة بعضــلات نامية، وتصــب القناة الأخيرة في المقذرة Cloaca. الإخصــاب في الخيطيات داخلي، ويســهل دخول النطاف الشويكتان السفاديتان الموجودتان عند الذكور.

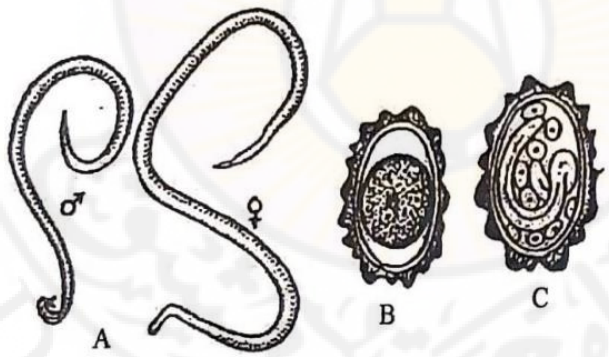
يبدأ الجهاز التناسلي الأنثوي بمبيضين خيطيين، يتصل كل مبيض بقناة ناقلة للبيوض، تفتح في قناة أكثر اتســاعاً هي الرحم، يتحد الرحمان ويتصــلان بالمهبل الذي يفتح على الجهة البطنية في نهاية الثلث الأمامي من الجسم. في أثناء السفاد يدفع الذكر بنطافه إلى المهبل لتصل إلى الرحمين، إذ يحصل الإخصاب.

هذا وتحصــل المراحل الأولى من التشــكل الجنيني في الرحم، وتقترب بعض الخيطيات من الحيوانات الولودة. لكن معظم الأنواع تضع بيوضها في الوسط الخارجي، إذ يحدث التشــكل الجنيني. وتتطور اليرقة في كثير من الخيطيات الطفيلية في مضــيف متوسط.

يوجد حوالي 3300 نوعٍ من الخيطيات الطفيلية، فهي تعيش في جسم الإنسان وحيواناته الأليفة، وبالتالي للخيطيات أهمية طبية واقتصادية. وسوف نبحث أدناه دورات حياة بعض الخيطيات المتطفلة على الإنسان وحيواناته الأليفة.

1-حيات البطن (أسكاريس الإنسان) Ascaris lumbricoides:

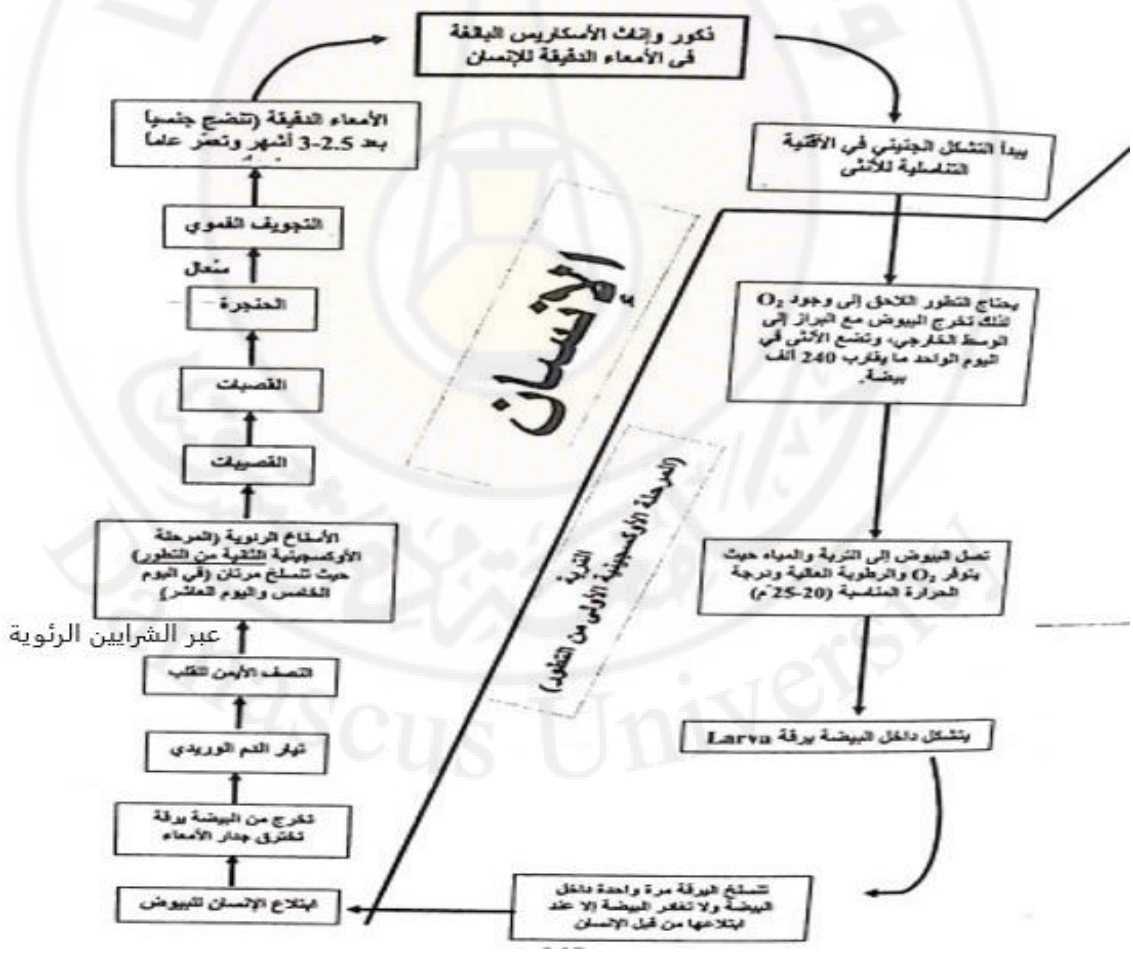
تعد حيات البطن من أكثر الطفيليات شيوعاً في الإنسان (تبلغ نسبة الإصابة في المناطق الجنوبية الشرقية للولايات المتحدة الأمريكية 64%)، تعيش الديدان البالغة في الأمعاء الدقيقة، ويبلغ طول الأنثى حوالي 40 سم والذكر 30سم، وتكون النهاية الخلفية للإناث مستقيمة، بينما تكون النهاية في الذكور معقوفة(مثنية)إلى الجهة البطنية، وتحمل شوكتان سفاديتان (الشكل 23).



الشكل 23. أسكاريس الإنسان A- الذكر والأنثى، B- بيضة الأسكاريس، C- البيضة المُعدية (بيضة بداخلها يرقة).

وتحدث العدوى عند عدم اتباع القواعد الصحية السليمة (عدم غسل الأيدي، تناول الخضراوات الملوثة أو شرب الماء الملوث). إن لبيوض الأسكاريس قدرة تحمل مدهشة للظروف غير الملائمة كالجفاف ونقص الأكسجين، لكنها تموت بسرعة بدرجات الحرارة العالية وأشعة الشمس المباشرة. بعد ابتلاع البيوض التي تحتوي على اليرقات، تصل عن طريق القلب إلى الرئتين، إذ تسبب التهاباً رئوياً خطيراً إذا كانت الإصابة شديدة، ثم تنتقل

إلى الأمعاء الدقيقة. وتنضج جنسياً بعد حوالي شهرين فتتغذى على المحتويات المعوية، وتسبب آلاماً في البطن والرأس، توعك، غثيان، سيلان اللعاب وانخفاض الشهيّة. وقد تسبب الأعداد الكبيرة انسداداً معوياً. ويضاف إلى ذلك خسران المريض لكميات كبيرة من غذائه مما يؤدي إلى نقص في النمو البدني والعقلي خاصة عند الأطفال. ويؤدي وصول فضلات هذه الديدان إلى دم الإنسان إلى **آثار** مرضية واضحة على المضيف.ويتطفل النوع Ascaris suum(30سم) على الخنزير والنوع Parascaris equorum(37سم) على الخيول وتتشابه دورات حياة هذه الديدان مع دورة حياة أسكاريس الإنسان. يوضح المخطط الآتي دورة حياة أسكاريس الإنسان:

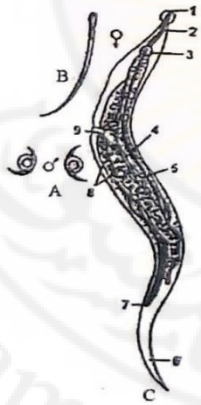


2-أسكاريس الدجاج Ascaridia galli:

تصـل البيوض المعدية مع الأعلاف الملوثة إلى الجهاز الهضـمي للدجاج، إذ تخرج منها يرقات تخترق الأمعاء وتبقى في جدران الأمعاء حتى 20 يوماً، تعود مرة ثانية إلى جوف الأمعاء لتتحول إلى ديدان بالغة. تسـبب هذه الديدان نفوق أعداد كثيرة من الدجاج وخاصة الصيصان.

3-حرقص الإنسان (الدودة الدبوسية) Enterobius vermicularis:

تتميز هذه الدودة بانتشارها العالمي الواسع، تعيش الديدان البالغة في الأمعاء الغليظة للإنسـان، خاصـة الأطفال. وهي ديدان صـغيرة، الإناث 12 ملم والذكور 5ملم. وتكون النهاية الخلفية للإناث مسـتقيمة نسـبياً (الشـكل 24)، بينما تنثني في الذكور بصـورة حلزون(عروة). وتسـمى بالدودة الدبوسـية Pinworm لوجود انتفاخ في مقدمة الرأس (الانتفاخ الرأسي)



الشكل 24. حرقص الإنسان.
A- الذكور، B- الإناث، C- البنية الداخلية للأنثى (تكبير قوي).
1- الفم في الإنتفاخ الرأسي، 2- المريء، 3-انتفاخ المريء، 4- المعي المتوسط، 5- المبيض، 6- الذيل، 7- الفتحة الشرجية، 8- الرحم، 9- الفتحة التناسلية.

تهاجر الإناث إلى المنطقة الشرجية ليلاً لوضع البيوض، وتضع أنثى واحدة بين 10-15 ألف بيضة. ويسبب تحرك الديدان في المنطقة الشرجية إلى حكة شرجية شديدة مما يؤدي إلى تلوث الأيدي والملابس والفراش بالبيوض، وتصـبح معدية بعد 6 سـاعات، إذ ينمو فيها يرقات. وعندما تُبتلع من قبل الإنسـان تفقس في الإثني عشـر، وتنضـج في الأمعاء

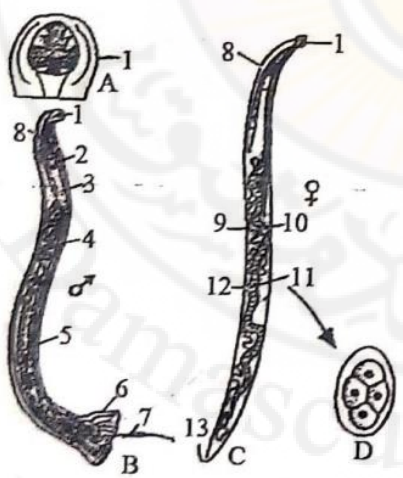
الغليظة، وتعيش ما يقارب الشهر.لا تسبب الدودة الدبوسية إلّا آثاراً مرضية قليلة نسبياً، فالإصابة تؤدي إلى اختلال النوم، وإذا وصلت إلى الزائدة الدودية تحدث التهابات.

4-حرقص الخيول Oxyuris eque :

تهاجر الإناث (طول الأنثى 18 سم والذكر 15 سم) الملقحة إلى منطقة العجان وتضع الكثير من البيوض ويسبب هذا مع حركة الديدان حكة شرجية شديدة، مما تجعل الخيول تحك مؤخرتها بالجدران والمعلف.... فيؤدي ذلك إلى الانتشار الواسع للبيوض في أرجاء الحظيرة. تتطور البيوض في يومين إلى يرقات محاطة بأغلفة متينة. عندما تُبتلع البيوض من قبل الخيول، تفقس في الأمعاء وتتحول إلى ديدان بالغة خلال 6 أسابيع.

5-ملتويات الرأس أو الديدان الخطافية(الأنكلوستوما) Ancylostoma:

سميت ملتويات الرأس لانثناء الرأس والديدان الخطافية لأن الانثناء الرأسي يشبه الخطاف(الشكل 25).



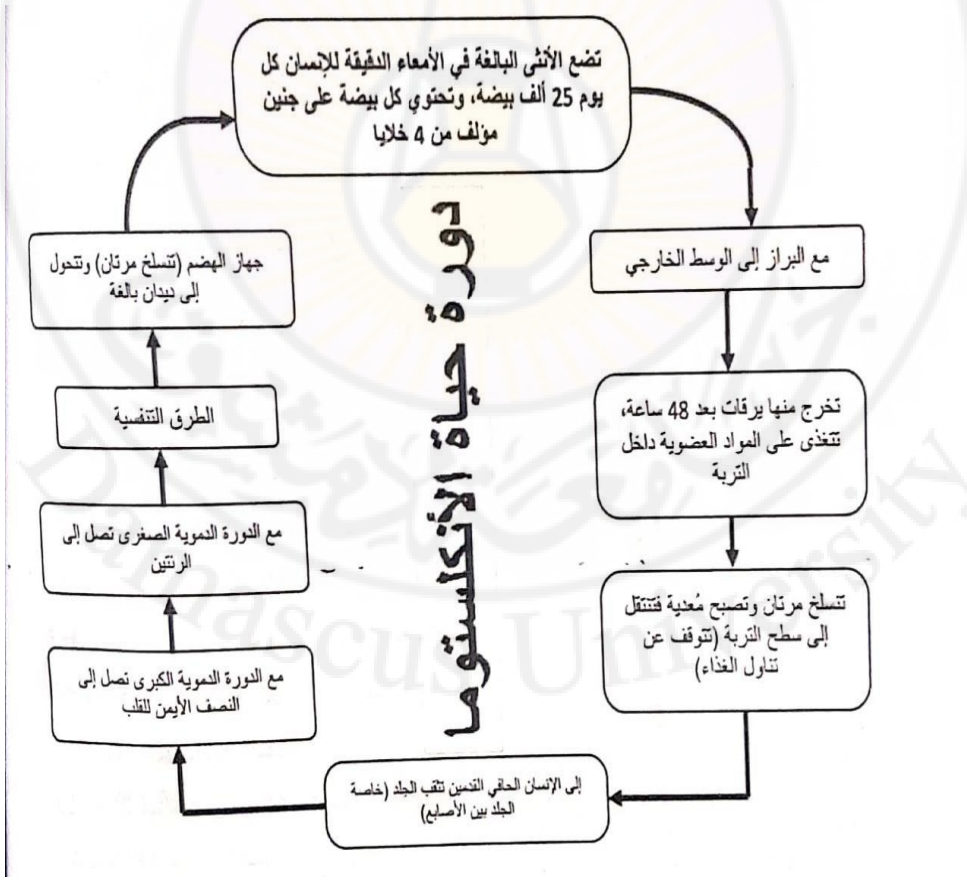
الشكل 25. الأنكلوستوما

A- المحفظة الفموية يظهر بداخلها الأسنان، B- الذكر، C- الأنثى، D--البيضة-(مرحلة الـ4 خلايا).

1-المحفظة الفموية، 2- المريء، 3-المعي المتوسط، 4- الخصية، 5- القناة القاذفة للنطاف، 6- الكيس السفادي، 7- الشوكة السفادية، 8- الثقب الإفراغي، 9- المبيض، 10- القناة الناقلة للبيوض، 11- المهبل، 12- الفتحة التناسلية الأنثوية، 13- الشرج.

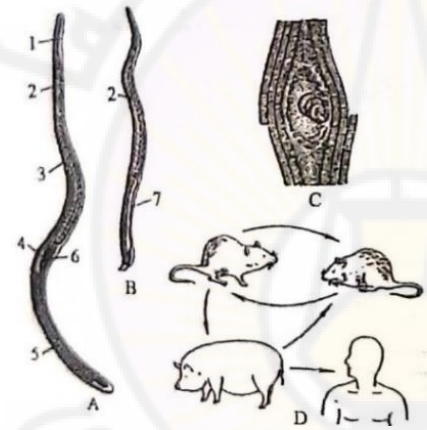
أكثر الأنواع شـــيوعاً من ملتويات الرأس، نوعان يتطفلان على الأمعاء الدقيقة للإنســـان (Ancylostoma duodenaleو Necator americanus)، وتـأخـذ هـذه الطفيليـات دوماً من مضيفها أكثر مما تحتاجه من المواد الغذائية، لذا تسبب الإصابة الشديدة بفقر دم Anemiaوإنهاك عام، ويلاحظ على الأطفال المصابين تأخر في النمو العقلي والبدني.

يصـــل طول الأنثى في A. Duodenale(1.5ســـم) والذكر (1ســـم)، ويتميز الذكر في مؤخرة الجسم بكيس سفادي مع شوكة سفادية. وعلى العموم تحتوي الديدان الخطافية في الفم على محفظة بداخلها صـــفائح قوية وحادة، تشـــبه أســـنان المنشـــار، تمزق بوســـاطتها مخاطية أمعاء المضـــيف، فتحدِث نزوف دموية، فتتغذى هذه الديدان على الدم والأجزاء الممزقة من الظهارة. ويمكن تلخيص دورة حياة A.duodenale بالمخطط الآتي:



6-الشعرية الحلزونيةTrichinella spiralis:

تتطفل الشعرية الحلزونية فضلاً عن الإنسان ثدييات أخرى تشمل الخنازير والفئران والقطط والكلاب، إذ تعيش الديدان البالغة في الأمعاء الدقيقة لهذه الحيوانات. يصل طول الأنثى إلى 4 ملم والذكر إلى 1 ملم. في معظم الأحيان تحدث العدوى للإنسان بتناول لحم الخنزير غير المطهي جيداً،إذ توجد اليرقات المتكيّسة في العضلات. وتصاب الخنازير بأكل النفايات التي تحتوي على بقايا لحم الخنزير أو بأكل الفئران المُصابة والنافقة المحتوية عل اليرقات المتكيّسة (الشكل 26).

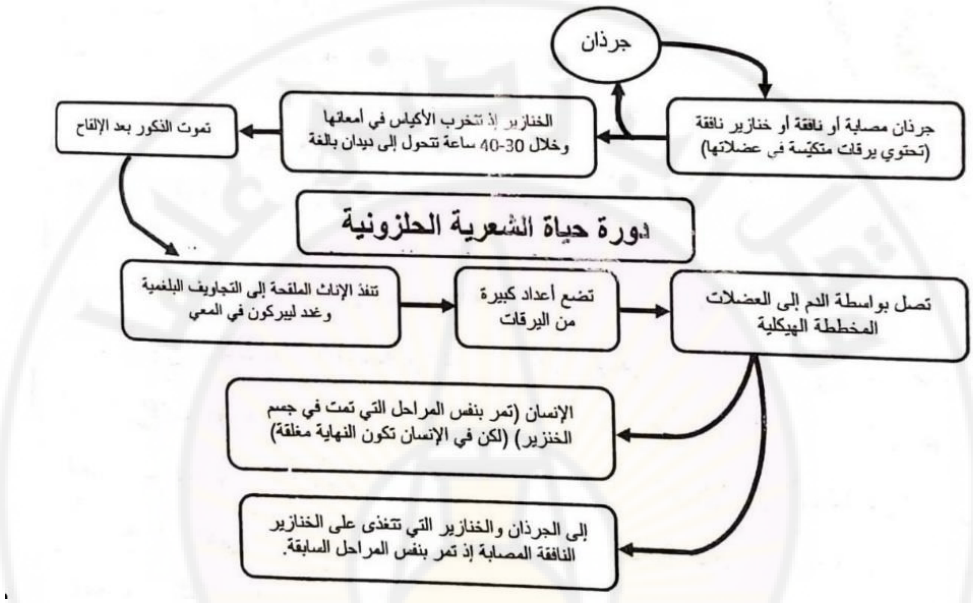


الشكل 26. الشعرية الحلزونية
A-الأنثى، B- الذكر، C-اليرقة في الألياف العضلية المخططة، D- دورة حياة الشعرية الحلزونية.
1-الحلقة العصبية، 2- خلايا المريء، 3- الفتحة الجنسية الأنثوية، 4- الرحم، 5- المبيض، 6- المعي المتوسط، 7- الخصية.

تتميز دورة حياة الشعرية الحلزونية بأنها تحدث فقط داخل جسم المضيف ودون المرور إلى الوسط الخارجي، وعدم تحوّل اليرقات إلى ديدان بالغة في جسم المضيف الذي تشكلت فيه.

ويسبب وجود الشعريات الحلزونية البالغة في الأمعاء أعراض خفيفة، في حين تسبب الإصابة باليرقات المتكيّسة في العضلات داء الشعريات Trichinosis سواء أثناء تجوالها أو تكيّسها في العضلات. وتؤدي الإصابة الشديدة إلى التهابات عضلية ووذمة في

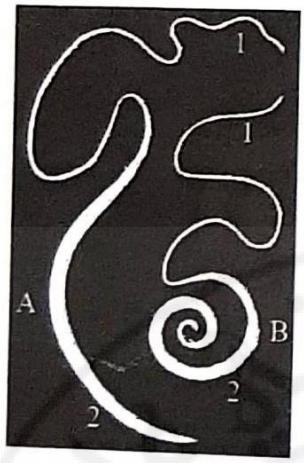
الوجه والأجفان وضـمور ألياف العضـلة المصـابة. ويرافق ذلك آلام عضـلية شـديدة مع صداع وحمى شديدة قد تؤدي إلى الموت. ويمكن اختصار دورة حياتها كالآتي:



7-شعريات الرأس Trichocephalus:

يتطفل النوع Trichuris trichura على الأمعاء الغليظة للإنسان والخنزير والثدييات العاشبة. يتراوح طول هذا الطفيلي 5 سم (الأنثى أطول من الذكر بقليل). يتميز جسم هذه الدودة بشكل

فريد، القسم الأمامي رفيع وشعري الشكل والخلفي ثخين وأنبوبي الشكل والقسم الأمامي أطول من الخلفي. وتدعى بالدودة السوطية Whipworm لإن قسمها الأمامي يشبه السوط (الشكل 27).



الشكل 27. **شعريات الرأس.**
A-الأنثى، B-الذكر.
1-النهاية الأمامية، 2-النهاية الخلفية.

دورة حياة شعريات الرأس:

تضع الأنثى أعداد كبيرة من البيوض تخرج مع البراز إلى الوسط الخارجي، ويستغرق تطورها في التربة فترة طويلة. تصل البيوض المحتوية على يرقات إلى الإنسان مع الطعام الملوث، تخرج من البيوض في الأمعاء الدقيقة اليرقات، وتبقى في الزغابات المعوية مدة أسبوع، وعندما تقترب من النضوج الجنسي تنتقل إلى الأمعاء الغليظة لتنغرس في طبقتها المخاطية بوساطة القسم الأمامي الشعري الشكل، وبعد النضوج الجنسي والتزاوج تبدأ الإناث بوضع بيوضها الملقحة التي تخرج مع البراز إلى الوسط الخارجي.

تسبب الإصابة الشديدة بالدودة السوطية إسهالاً مدمى مع فقر دم. ويحتاج التخلص من هذه الديدان إلى جهود علاجية جبارة وطويلة.

8-ديدان الفيلاريا Filaria:

يوجد على الأقل ثمانية أنواع من خيطيات الفيلاريا تصيب الإنسان. تعيش في المناطق الحارة

والمعتدلة، توجد في مصر، لا توجد في سورية، فالنوع Wuchereria bancrofti يعيش في الجهاز اللمفاوي للإنسان (مضيف نهائي)، خاصة في الأوعية والعقد اللمفاوية

للأرجل وأسفل البطن، والمضيف المتوسط البعوض من الأجناسAedes، Anopheles، Culex . يصل طول الأنثى 10 سم والذكر 4 سم.

تضع الأنثى بيوضها في الأوعية والعقد اللمفاوية، وتفقس البيوض مباشرة، وتخرج منها يرقات Microfilaria طولها (3/1ملم). تنتقل هذه اليرقات من الجهاز اللمفاوي إلى الجهاز الدموي. وتلاحظ اليرقات في الأوعية الدموية السطحية ليلاً (من الساعة 10 حتى 2 فجراً)، وهو الوقت المناسب للبعوض لتناول وجباته الغذائية من دم الإنسان. تنتقل اليرقات المذكورة أعلاه من دم الإنسان إلى معدة البعوض، ومنها إلى الفم، وبالتالي تصبح جاهزة للانتقال إلى دم إنسان سليم آخر عند لدغه من قبل البعوض.

تسبب ديدان الفيلاريا للإنسان مرض الفيل Elephantiasis (الشكل 28) وذلك بعد التعرض المتكرر لهذه الديدان، إذ تغلق ديدان الفيلاريا الأوعية اللمفاوية مما يؤدي إلى انتفاخ كبير بالساق والأذرع والصفن.



الشكل 28. داء الفيل.
A–في الطرف السفلي، B– في الطرف العلوي.

9-الدودة الوترية الطبية Dracunculus medinesis:

تنتشر هذه الدودة بصورة رئيسية في المناطق الاستوائية، ووجدت في مناطق آسيا الوسطى. ويكون هذا الطفيلي بهيئة حبل أبيض. يتراوح طول الأنثى (32-100 سم)، أما الذكور التي اكتشفت في ثمانينات القرن الماضي فصغيرة جداً (2 سم).

تتطفل الدودة الوترية الطبية على النسـج الضـامة، مشـكلة خراجات في أدمة الجلد للأرجل (نادراً في الأيدي وغيرها من أجزاء الجسم). وتبرز النهاية الملتفة بصورة عقدة لهذه الديدان من الخراج، وتلد الأنثى بعد فتح الخراج أعداداً هائلة من اليرقات، تحتاج اليرقات لكي تتابع تطورها إلى الماء، تبتلع من قبل المضـيف المتوسـط (Cyclops)، تنمو بداخله حتى تصـل إلى 1 ملم. تنتقل إلى الإنسـان عند شـربه الماء الملوث بالـ Cyclops، تهاجر مع الدم إلى النسـج الضـامة (الأرجل غالباً). تنضـج اليرقات جنسـياً بعمر عام واحد.

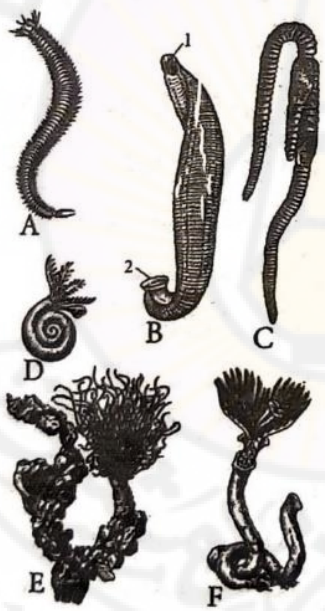
* * *

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل السابع

شعبة الديدان الحلقية (الحلقيات) Annelida

تحتوي هذه الشعبة على أكثر من 9 آلاف نوع، وهي أرقى شعب الديدان من حيث البنية والوظيفة. تنتشر الحلقيات في كل العالم، فهي توجد في المحيطات والبحار والمياه العذبة والترب الرطبة، وقليل منها يعيش كطفيليات خارجية. وتشمل الحلقيات بعض الأنواع المعروفة كديدان الأرض والعلق الطبي، غير أن ثلثي هذه الشعبة تقريباً غير مألوف لمعظم الناس-كثيرات الأهلاب Polychaetaكدودة الرمل أو النيريس (الشكل 29).



الشكل 29. أنواع مختلفة من الحلقيات.
A- النيريس (الشكل الزاحف)، B- العلق الطبي (1- المص الأمامي، 2- الممص الخلفي) C- ديدان الأرض (في حالة تزاوج)، D- Spirorbis (شكل ثابت صغير)، E- Telepus (شكل ثابت، تعيش في أنبوب عضوي، يلتصق فيه من الخارج أحجار صغيرة)، F- Serpula (شكل ثابت، تعيش ضمن أنبوب كلسي). A ، D، E،F- أنواع من كثيرات الأشعار، B- من العلقيات، C- من قليلات الأشعار.

يوجد في الديدان الخيطية كما نعلم جوف عام كاذب، أما الحلقيات فتعدُّ أول الحيوانات التي ظهر فيها جوف عام حقيقي (سيلوم Coelom) يحتوي على سائل، فهي من السيلوميات الحقيقية. وينشأ هذا الجوف من تجويف الوريقة المتوسطة للمعيدة، وهو مبطن بالبريتوان، ويوجد في اللافقاريات الراقية (الحلقيات، مفصليات الأرجل، الرخويات وشوكيات الجلد) والفقاريات.

وثمة أمر تطوري آخر حدث في الحلقيات كجميع ذوات الجوف العام هي التقطع الحلقي، فجسم الحلقيات ينقسم إلى حلقات أو عقلSegments متشابهة، ومن هذه الصفة اشتق اسم الشعبة.

وتسمى الحلقيات في بعض المراجع بالديدان الشوكية لأن معظم أنواعها (عدا العلقيات Hirudinea) تحمل أشواكاً كيتينية دقيقة تُعرف بالأهلابSetae .

ويوجد في الحلقيات **جهاز هضمي** كامل التكوين، يتألف من معي أمامي ومتوسط وخلفي، وهو مفتوح كالديدان الخيطية، يبدأ بالفتحة الفموية وينتهي بالشرج. ويكون لكل قسم من هذا الأنبوب بنية محددة ووظيفة خاصة، أي انه متمايز بنيوياً ووظيفياً.

لا يوجد **جهاز تنفس** عند الحلقيات، فتبادل الغازات التنفسية يحصل عن طريق سطح الجسم. فضلاً عنعلى ذلك يوجد في كثيرات الأهلاب رجيلات جانبية Parapodia تؤدي دور الغلاصم إذ أنها رقيقة الجدران ومزوّدة بشبكة كثيفة من الأوعية الدموية.

للحلقيات **جهاز نقل** مزدوج-السائل السيلومي وجهاز الدوران، فيحمل الغذاء والفضلات والغازات التنفسية بوسطة الدم والسائل السيلومي. وبالتالي تكون الحلقيات أول الحيوانات التي ظهر عندها جهاز دوران.

ويتألف **جهاز الدوران** المغلق من وعاءين كبيرين – الظهري والبطني والتي تقع فوق وتحت المعي. لا يوجد في الحلقيات قلب، ويحدث جريان الدم في الأوعية الدموية بوساطة تقلصات دورية لجدران الوعاء الدموي، إذ ينساب الدم في الوعاء الظهري من الخلف إلى

الأمام، وفي الوعاء البطني ينساب الدم بصورة معاكسة – من الأمام إلى الخلف. يتصل الوعاءان مع بعضهما في كل حلقة من الحلقات بأوعية حلقية، تكون ثخينة في قليلات الأهلاب Oligochaeta تسمى بالقلوب الكاذبة.

وينقل الدم في الحلقيات المواد الغذائية والتي تصل إليه من أعضاء الهضم، والأكسجين الذي يصل إلى الدم من جدار الجسم. ويوجد الصباغ التنفسي(الهيموغلوبين) في الحلقيات كما في جميع اللافقاريات بصورة ذائبة في البلازما. وقد يحتوي الدم على أصبغة تنفسية أخرى كالكلوروكرورين. وتوجد أيضاً في البلازما خلايا أميبية.

يتألف **جهاز الإطراح** من نفريديا نهائية Metanephridia ، ويوجد منها شفع في كل حلقة من حلقات الجسم عدا الحلقات الثلاث الأولى والحلقة الأخيرة. وتحتل كل نفريديا أجزاء من حلقتين متتاليتين. وتتكون كل نفريديا من ثغر نفريدي بصورة قمع، يؤدي إلى الحلقة التالية عن طريق أنبوبة مهدبة صغيرة، تفتح للخارج بثقب نفريدي. يحصل بوساطة الأهداب استخلاص الفضلات الإخراجية من السيلوم إلى الثغر النفريدي فالأنبوبة، إذ تلتقي بالفضلات العضوية من شعيرات الدم، وتطرد كل الفضلات إلى الخارج من خلال الثقب النفريدي.

يوجد بين الديدان الحلقية أنواعاً منفصلة الجنس، وأخرى خنثوية. ويكون التطور مباشراً أو غير مباشر، إذ يخرج من البيضة عند الفقس يرقة سابحة تسمى اليرقة حاملة الدولاب Trochophore.

التصنيف:

تضم شعبة الحلقيات تحت شعبتين:

1- تحت شعبة عديمات السرج Aclitellata وتشتمل على صف واحد – صف كثيرات أو عديدات الأهلاب Polychaeta.
2- تحت شعبة السرجيات Clitellataوتحتوي صفين:

أ- صف قليلات الأهلاب Oligochaeta. ب- صف العلقيات Hirudinea.

وسنقارن أدناه بين تحت شعبة السرجيات وتحت شعبة عديمات السرج.

1- تتميز السرجيات بوجود بنية غدية تسمى السرج Clitellum(تفرز شرانق ومخاط وغذاء)، بينما لا يوجد سرج في عديمات السرج.
2- تضم السرجيات صفين (صف قليلات الأهلاب ومثالها دودة الأرض والعلقيات ومثالها العلق الطبي). بينما تحتوي عديمات السرج على صفٍ واحد (كثيرات أو عديدات الأهلاب ومثالها دودة الرمل أو النيريس).
3- لا يوجد على الحلقات في السرجيات رجيلات جانبية، وتكون الأهلاب قليلة في قليلات الأهلاب ومعدومة في العلقيات. بينما يوجد في عديمات السرج على الحلقات رجيلات جانبية، وتتزوّد الحلقات والرجيلات الجانبية بأهلاب كثيرة.
4- جميع السرجيات خنثوية، أما جميع عديمات السرج منفصلة الجنس.
5- يكون التطور مباشر (بدون يرقة) في السرجيات، وغير مباشر في عديمات السرج (يرقة حاملة الدولاب).

وسنوجز أهم الفروق بين الصفوف الثلاثة للحلقيات في الجدول الآتي:

صف كثيرات الأهلاب Polychaeta	صف قليلات الأهلاب Oligochaeta	صف العلقيات Hirudinea
الجسم مكون من حلقات تحمل رجيلات جانبية على الحلقات والرجيلات أهلاب (لذلك سميت كثيرات الاهلاب)	الجسم مكون من حلقات بدون رجيلات جانبية، كل حلقة تحمل عدد قليل من الأهلاب (لذلك سميت قليلات الأهلاب)	الجسم مكون من حلقات بدون رجيلات جانبية و بدون أهلاب، لها ممصات للتعلق بالمضيف (لذلك سميت العلقيات)
الرأس متمايز (واضح) يحمل عيون ولوامس	الرأس أقل وضوحاً وبدون لوامس	الرأس أقل وضوحاً وبدون لوامس
لا يوجد سرج غدي	يوجد سرج غذي يفرز شرانق وغذاء (للحماية وغذاء الجنين) ومخاطاً يفيد في تعلق الدودتين أثناء التزاوج	يتشكل السرج أثناء التكاثر فقط ويفرز شرانق وغذاء ومخاط
يضم ٥٦٠٠ نوع	يضم ٣٧٠٠ نوع	٧٠٠ نوع
ديدان بحرية	معظمها يعيش في المياه العذبة وقليل منها على اليابسة	معظمها يعيش في المياه العذبة وقليل منها على اليابسة
منفصلة الجنس وجهاز التناسل بسيط	خنثوية وجهاز التناسل معقد	خنثوية وجهاز التناسل معقد
التطور غير مباشر (اليرقة حاملة الدولاب المهدبة والسابحة في الماء) والبيوض لا تحاط بشرنقة	التطور مباشر والبيوض تحاط بشرنقة	التطور مباشر والبيوض تحاط بشرنقة
مثالها دودة النيريسNereis	مثالها دودة الأرض	مثالها العلق الطبي
تلعب دوراً هاماً في السلاسل الغذائية للأسماك	تلعب دوراً هاماً في تشكل الاتربة وخصوبتها	يستخرج منها مادة العلقين Hirudin المانعة لتخثر الدم

* * *

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثامن

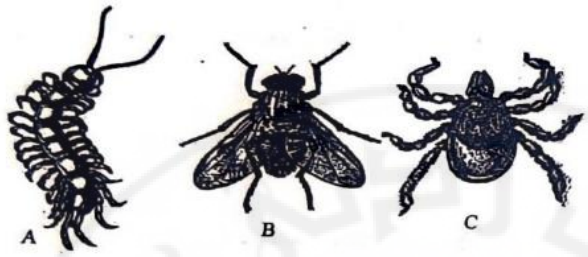
شعبة مفصليات الأرجل Arthropoda

مفصليات الأرجل هي أكبر شعب المملكة الحيوانية من حيث عدد الأنواع، فهي تضم أكثر من مليون ونصف المليون نوع، أي ما يقارب 75% من مجموع الأنواع الحيوانية المعروفة. وتتميز أنواع هذه الشعبة بتنوّع الأوساط البيئية التي تعيش فيها، فهي برية (تعدُّ أول الحيوانات التي غزت اليابسة بصورة حقيقية) ومائية وهوائية (أول الحيوانات التي غزت المجال الجوي). ويعيش بعضها في الأعماق السحيقة للمحيطات وبعضها الآخر في قمم الجبال الشاهقة. وتكيّفت بعض أنواعها للعيش داخل أو على أجسام النباتات والحيوانات.

تعد مفصليات الأرجل من الحيوانات الناجحة بيولوجياً، إذ تتصف بالحيوية والنشاط والتنوّع الكبير وعدد أفرادها الهائل وانتشارها وتكيّفها مع البيئيات المتباينة وأنماطها الغذائية المتنوّعة.

المفصليات تنافس البشر على الغذاء وتنشر الأمراض، إلّا أن معظمها يؤدي دوراً مهماً في حياة البشر، فهي ضرورية لتلقيح الكثير من النباتات، بعضها غذاء للبشر، وبعضها الآخر ينتج العسل ذات القيمة الغذائية العالية أو تنتج مواداً كالحرير والشمع. وتستخدم بعض المفصليات في المكافحة الحيوية، وتدخل الكثير من أنواعها في السلاسل الغذائية للأسماك وغيرها من الحيوانات.

يتفاوت تركيب الجسم في مفصليات الأرجل، فقد يتكون من رأس وجذع ذي حلقات متشابهة (كثيرات الأرجل، ومنها أم 44)، أو من رأس وصدر وبطن(الحشرات)، أو من رأس صدري وبطن (العقارب والعناكب ومعظم القشريات)، أو أن الجسم يشكل كتلة واحدة نتيجة اندماج جميع أقسام الجسم بعضها ببعض(القرادات).الشكل 30.



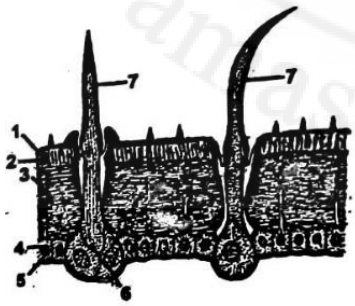
الشكل 30. درجات مختلفة لإندماج الحلقات في مفصليات الأرجل: A- من كثيرات الأرجل (رأس + جذع)، B- حشرة (رأس + صدر + بطن)، C- قرّاد (اندماج جميع القطع بعضها ببعض)

الهيكل الخارجي:

يغطي جسم مفصليات الأرجل قشيرة Cuticle تكوّن الهيكل الخارجي Exoskeleton

ولا تغطي القشيرة فقط الجسم من الخارج، وإنما تبطن الكثير من الأعضاء المجوفة كالأجزاء الأمامية والخلفية لجهاز الهضم والقصبات الهوائية والقنوات التناسلية. وتُفرز القشيرة من البشرة التي تقع تحتها.

وتتميز **القشيرة** بتركيب معقد جداً، فهي تتألف من طبقتين: فوق القشيرة Epicuticleالرقيقة، وتحتها القشيرة الأولية Protocuticleالسميكة (الشكل 31).



الشكل 31. **بنية جدار الجسم.**
1- فوق القشيرة، 2- قشيرة خارجية، 3- قشيرة داخلية، (2و3)- القشيرة الأولية. 4- البشرة، 5- الغشاء القاعدي، 6- الخلية التي تشكل الشعرة، 7- الشعرة.

وتتألف الطبقة فوق القشيرة من طبقة من البروتينات الدسمة وطبقتين من الشمع غير النفوذة للماء، وتفتقر إلى مادة الكيتين. وهذه الطبقة ليست فقط غير نفوذه للماء، وإنما تمنع تبخر الماء، مما ساعد المفصليات على البقاء خارج الماء أو في التربة الرطبة مدة طويلة. وتعمل هذه الطبقة على حماية الحيوان بمنع دخول الأحياء الدقيقة الممرضة إلى داخل الجسم.

وتتألف القشيرة الأولية من طبقتين: قشيرة خارجية Exocuticleرقيقة، وقشيرة داخلية Endocuticleسميكة. تتركب القشيرة الخارجية من البروتينات والدهون، وتحتوي القشيرة الداخلية على الكيتين المرتبط بالبروتينات، والكيتين مادة متينة مقاومة، وهي سكريات متعددة أزوتية $(C_8 \quad H_{15} \quad O_5 \quad N)^X$ لا تذوب في الماء والقلويات والحموض الضعيفة. ولهذا فالقشيرة الداخلية ليست مرنة وخفيفة الوزن فقط، بل أنها تكفل الوقاية خاصة ضد الجفاف. تتشرب القشيرة الداخلية في بعض مفصليات الرجل بأملاح الكالسيوم، مما يقلل من مرونتها، ويصل هذا التكلس مداه في السرطانات والأستاكوزا.

وتكون القشيرة رقيقة ومرنة بين قطع الجسم وبن قطع الأطراف، وبذلك تؤمن حركة المفاصل وتسمح بالحركات السريعة.

مما سبق نستنتج أن الهيكل الخارجي للمفصليات تركيب متعدد القدرات: فهو يمنع نفوذ الماء وفقدانه، ويؤمن حماية الحيوان من المؤثرات الميكانيكية والعوامل الحيوية، ويساعد على الحركات السريعة على اليابسة والنباتات والأشجار وعلى طيران الحشرات (مستند لعضلات الأجنحة).

يعيق الهيكل الخارجي نمو مفصليات الأرجل، لذلك يتخلص الحيوان من هيكله دورياً بحادثة تسمى **الانسلاخ** Ecdysis تمكن الحيوان من النمو.

تُفرز البشرة قبل الانسلاخ سائلاً يحتوي على أنزيمات تهضم الكيتين والبروتينات، مما يؤدي إلى انفصال القشيرة وسقوطها. تتكون بعد ذلك قشيرة جديدة لينة ومرنة ينمو الحيوان في هذه المدة، ثم تتصلب القشيرة ويتوقف النمو حتى الانسلاخ اللاحق. تنسلخ المفصليات 4-7 مرات قبل أن تصل إلى البلوغ، إذ تصل إلى الحجم النهائي للجسم.

يعد وجود **الأطراف المفصلية** من الميزات الرئيسية لمفصليات الأرجل (ومن هنا جاءت تسمية الشعبة). وتحمل كل حلقة من حلقات الجسم في الأنواع البدائية شفعاً من الأطراف، يختزل العدد في الأنواع الراقية. تتحوّر الأطراف في مفصليات الأرجل لأداء وظائف متنوعة (ركض، مشي، قفز، سباحة، حفر، إمساك الطعام وتمزيقه، جمع الغذاء، وظائف حسية). قطع الأطراف هي أساساً روافع جوفاء تحركها عضلات مخططة إرادية مستقلة تستجيب لمنبهات الوسط الخارجي بصورة سريعة.

تمتلك مفصليات الأرجل **جهاز عضلي** معقد متصل بالهيكل الخارجي: العضلات المخططة للحركات السريعة، والعضلات الملساء للأعضاء الحشوية.

جهاز الهضم متطور، إذ تتمايز القناة الهضمية إلى معي أمامي ومعي متوسط ومعي خلفي تختلف ببنيتها ووظيفتها مع تحوّر الجهاز الفموي

المتكيّف مع الأنماط الغذائية المختلفة (سائل، صلب، غذاء حيواني، غذاء نباتي.... إلخ).

يحدث **التنفس** عن طريق سطح الجسم أو الغلاصم أو القصبات الهوائية أو الرئات الكتبية.

جهاز الدوران من النمط المفتوح ويتكون من قلب وشرايين وجيوب دموية.

يتحقق **الإطراح** عن طريق أنابيب مالبيكي التي تنفتح في جهاز الهضم أو عن طريق الغدد الحرقفية أو الفكية أو القرنية.

يتكون **الجهاز العصبي** من دماغ رأسي (يتألف من دماغ أمامي ومتوسط وخلفي) يتصل بسلسلة عصبية بطنية، وأعضاء الحس جيدة التكوين. وتستطيع مفصليات الأرجل بفضل تطور الجهاز العصبي وأعضاء الحواس الرد على منبهات الوسط الخارجي بكفاءة عالية، وهذا من أسباب نجاح المفصليات وانتشارها وتكيّفها في جميع البيئات.

وتتميز مفصليات الأرجل بسلوكيات وغرائز معقدة مع تنظيم اجتماعي، وهذا أدى إلى ازدهار المفصليات في الأوساط البيئية المختلفة.

مفصليات الأرجل عادة **منفصلة الجنس**، وبالتالي يسود بين أفراد النوع الواحد التكاثر الجنسي العادي الثنائي الأبوين، لكن يوجد في قليل من الأنواع التكاثر البكري. الإخصاب داخلي، وهي حيوانات بيوضة أو ولودة بيوضة. والتطور في معظم مفصليات الأرجل غير مباشر وهذا أحد أسباب نجاح مفصليات الأرجل، إذ يختلف غذاء اليرقات عن غذاء البالغ، مما يقلل من التنافس ضمن أفراد النوع الواحد.

تصنيف مفصليات الأرجل:

تضم شعبة مفصليات الأرجل Arthropoda ثلاث تحت شعب:

1-تحت شعبة ذوات التنفس الغلصمي Branchiata:

- صف القشريات Crustacea (25 ألف نوع)

أ-تحت صف القشريات البدائية Entomastraca ومنها برغوث الماء Daphnia.

ب-تحت صف القشريات الراقية Malacostraca ومنها سرطان الماء العذب والقريدس.

2-تحت شعبة ذوات اللواقط الفكية Chelicerata:

-صف العنكبوتيات Arachnida

أ-رتبة العناكب الحقيقية Aranei (20 ألف نوع)، ب- رتبة العقارب Scorpionida (600نوع)، ج-رتبة القرادات Acari(30 ألف نوع).

3- تحت شعبة ذوات التنفس القصبي Tracheata:

-صف كثيرات الأرجل Myriapoda(12 ألف نوع) ومنه حيوان أم 44

-صف الحشرات Insecta(حوالي1.4مليون نوع)

أ-تحت صف الحشرات عديمات الأجنحة Apterygota السمك الفضي.

ب-تحت صف الحشرات ذوات الأجنحة Pterygota:

-مجموعة التطور الناقص(الجراد)،

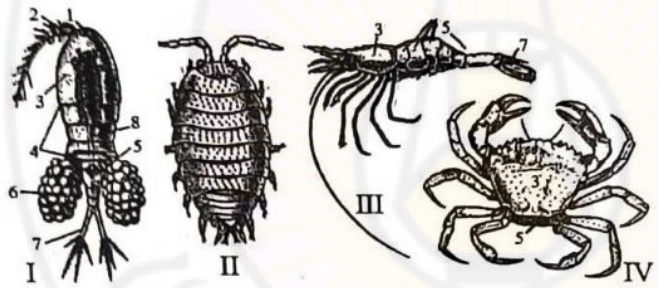
-مجموعة التطور الكامل(الفراشات).

صف القشريات Crustacea

تعيش القشريات في المياه العذبة والمالحة والقليل منها تكيّف للحياة على اليابسة وبعضها طفيلي، وتتنفس معظم الأفراد بالغلاصم ،الأجناس عادة منفصلة، ويلاحظ إلى جانب التكاثر الجنسي العادي التكاثر البكري (تكاثر برغوث الماء Daphnia).

ويختلف حجمها من الصغير جداً الذي لا يُرى إلّا بالمجهر إلى الكبير كسرطان البحر والأستاكوزا (جراد البحرLobsters).

تتميز عن باقي مفصليات الأرجل بوجود شفعان من قرون الاستشعار. يتكون الجسم عن معظمها من رأس صدري وبطن، ويغطي الرأس الصدري عادة قشرة أو درع Crusta لذلك تسمى قشريات (الشكل 32).



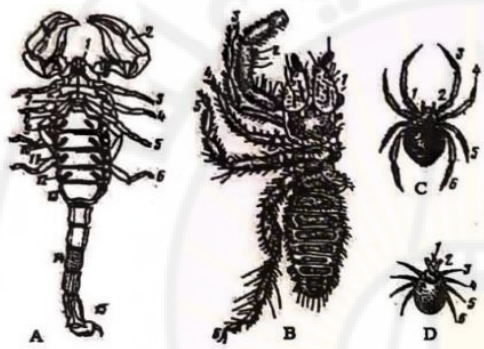
الشكل 32. أنواع مختلفة من صف القشريات:
I-الـ Cyclops، II- قشري البيوت البلاستيكية Porcellio، III- القريدس،
IV- سرطان الماء العذب:
1-عين بسيطة، 2- القرين (قرن الاستشعار الأول)، 3- الرأس الصدري، 4- حلقات الصدر الحرة، 5- البطن، 6- كيس البيض، 7- ذيل متشعب، 8- المعي.

تعدُّ بعض أنواع القشـريات كالقريدس والأسـتاكوزا والسـرطانات Crabs طعاماً عالي القيمة الغذائية للبشـر في كثير من بقاع العالم. وتدخل القشـريات في السـلاسـل الغذائية للأسـماك والثدييات، فأضـخم الحيوانات على سـطح الأرض (الحوت الأزرق) يتغذى أساسـاً على القشـريات. وتعد بعض أنواع القشـريات عوائل متوسـطة للديدان الطفيلية. ويتطفل بعضـها على الأسـماك والثدييات البحرية، فالنوع Argulus foliaceusيلحق أضراراً كبيرة في الثروة السمكية. يضم صف القشريات كما نعلم تحت صفين سنوضح في الجدول الآتي الفروق بينهما:

تحت صف القشريات البدائية Entomastraca	تحت صف القشريات الراقية Malacostraca
صغيرة الحجوم	كبيرة الحجوم نسبياً
تعيش في المياه العذبة والمالحة	تعيش في المياه العذبة والمالحة وبعضها تكيّف للحياة على اليابسة
قد يتحد الرأس مع الصدر	الرأس يتحد مع الصدر
البطن مجرد من الأطراف	البطن مزوّد بأطراف
التطور غير مباشر، واليرقة تسمى نوبليوس Nouplius (الجسم فيها غير مقسم، 2 – 3 أشفاع من الأرجل، عين بسيطة واحدة)  يرقة Nouplius: 1-2-3- أرجل، 4- عين بسيطة، 5- عضو الإفراغ، 6- المعي.	التطور مباشر أو غير مباشر ، واليرقة تسمى زوئيا Zoaea (الجسم فيها مقسم، 4 أشفاع من الأرجل، عينان مركبتان)  يرقة Zoaea: 1-العين المركبة، 2-5- الأرجل، 6- بداءات الأرجل البطنية، 7- البطن.

صف العنكبوتياتArachnida

تتميز العنكبوتيات بعدم تجانسها، فهي تشتمل على العناكب والعقارب والقرادات، تعيش العنكبوتيات غالباً في المناطق الدافئة والحارة. تتنفس هذه الحيوانات الهواء الجوي. يتألف جسمها من رأس صدري وبطن، ويحمل الرأس الصدري ستة أشفاع من الأطراف: شفعاً من اللواقط الفكية، شفعاً من اللوامس القدمية، أربعة أشفاع من أرجل المشي. وتختلف العنكبوتيات عن باقي مفصليات الأرجل بغياب قرون الاستشعار (الشكل 33).

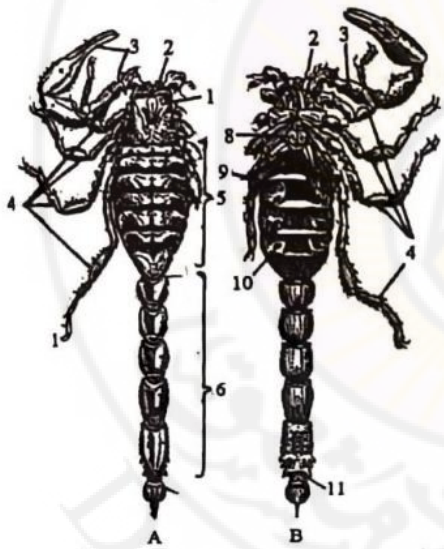


الشكل 33. ممثلو الرتب المختلفة لصف العنكبوتيات:
A- العقرب من الجهة البطنية، B- عقرب الشمس، C- العنكبوت، D- القرّاد (الأشكال BوCوD من الجهة الظهرية): 1-لاقطة فكية، 2- لامسة قدمية، 3- 6- أرجل المشي، 7- الفتحة التناسلية، 8- المشط، 9-12- الفتحات التنفسية، 13- الحلقة الأخيرة للبطن الأمامي، 14- البطن الخلفي. 15- الحلقة الأخيرة للبطن الخلفي مع الإبرة اللاسعة.

تقدم العنكبوتيات فوائد عظيمة للبشر بالتهامها الكثير من الحشرات الضارة، قليل منها يسبب بلدغاتها آلام مبرحة للإنسان قد تؤدي إلى الموت. وينقل بعضها كما سنجد أدناه أمراضاً للإنسان والحيوان، ويتلف بعضها كميات كبيرة من الحبوب ويلوثها.

رتبة العقارب Scorpionida:

يتألف جسم العقرب من ثلاثة أقسام: الرأس الصدري القصير غير المتقطع، البطن الأمامي العريض المؤلف من سبع قطع والبطن الخلفي الضيق المؤلف من خمس قطع (الشكل 34). وينتهي جسم العقرب بجهاز لاسع يتألف من عضو تلسون، يحتوي غدة سامة وينتهي بإبرة حادة لاسعة. ويوجد على السطح البطني للحلقات 3-6 شفع من الثغور التنفسية في كل حلقة، تؤدي كل منها إلى رئة كتبية. وتتكون الرئة الكتبية من جيوب هوائية كثيرة متوازية تمتد إلى حجرة مملوءة بالدم (تجويف دموي). ويدخل الهواء إلى الرئة الكتبية من خلال الثغور التنفسية المذكورة أعلاه.



الشكل 34. العقرب السريع Buthus eupeus.
A- من الناحية الظهرية ، B- من الناحية البطنية:
1-الرأس الصدري، 2- اللاقطة الفكية، 3- اللامسة القدمية، 4- أرجل المشي، 5- البطن الأمامي، 6- البطن الخلفي، 7- نهاية البطن (تلسون) مع الإبرة اللاسعة، 8- الغطاء التناسلي، 9- المشط، 10- ثغر تنفسي، 11- الفتحة الشرجية.

تنتشر العقارب (600 نوع) أساساً في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، وعلى العموم تعيش في المناطق الدافئة. وهي من ذوات النشاط الليلي، إذ تختبئ داخل الجحور أو تحت الأحجار نهاراً، وهي تتغذى على الحشرات والعناكب.

ويقبض العقرب على الفريسة بملاقط اللوامس القدمية ويثني بطنه للأعلى، ويقوم بإيصال السُّم إلى الفريسة عن طريق لدغها. ويمكن أن تسبب العقارب الكبيرة الموت للإنسان

وبخاصـــة في المناطق الاســـتوائية. ويؤثر السُّـــم (مادة بروتينية) على نهايات جميع الأعصاب، ويرافق اللدغ ورم في موضع اللدغ وهبوط في ضغط الدم وتشنجات عضلية وآلام شديدة.

وتؤدي العقارب أثناء التزاوج رقصـــة الزفاف، إذ يمســـك الذكر بالملاقط الفكية للأنثى، ويتحركان للأمام والخلف وحركات دورانية قد تطول مدتها. وفي النهاية يقذف الذكر نطافه إلى الخارج ويضـعها على عضـو خاص-حامل النطاف. ويسـحب الذكر أنثاه حتى تصـبح الفتحة التناسـلية فوق حامل النطاف، فتدخل النطاف إلى الفتحة التناسـلية للأنثى. وغالباً ما تقتل الأنثى الذكر بعد عملية السفاد.

العقارب إما بيوضة ولودة أو ولودة. يحدث التشكل الجنيني في أقنية الأنثى التناسلية لمدة ع أشـــهر وأحياناً عاماً واحداً، تلد الأنثى صـــغاراً طول الواحد ميلليمترات عدة ويختلف عددها حسب النوع (من 6-90). تحمل الأم صغارها على ظهرها لمدة أسبوع تنسلخ مرة واحدة ولا تتناول أي غذاء، تترك الصغار الأم لتبدأ حياتها الحرة، تكون في مستهلها تحت عناية أمها وحمايتها وتنضج الصغار جنسياً في عام تقريباً.

رتبة العناكب الحقيقة Aranei أوAraneae :

تنتشـــر العناكب الحقيقية(20 ألف نوع) في جميع أنحاء العالم، وهي تعيش في المزارع والحدائق والمنازل، وبعضـــها يعيش في المياه العذبة وعلى شـــواطئ البحار معظم هذه الحيوانات يتغذى على عصارات أجسام الحشرات.

يتألف جسـم العنكبوت من الرأس الصـدري والبطن، وكلاهما غير منقسـمين إلى قطع، ويصـل بينهما خصـر. ويحمل الرأس الصـدري كما في العقرب ستة اشـفاع من اللواحق: شـفع من اللواقط الفكية، شـفع من اللوامس القدمية، أربعة أرجل للمشـي تنتهي بمخالب (الشكل 35).



الشكل 35. أنثى العنكبوت Araneus diadematus من الجهة الظهرية:

1-الرأس الصدري، 2- اللاقطة الفكية، 3- اللامسة القدمية، 4- أرجل المشي، 5- البطن.

العناكب حيوانات مفترسة تتغذى بدرجة كبيرة على الحشرات، وهي تُجهِز على فرائسها بالمخالب والسُّم.

تتنفس العناكب بالرئات الكتبية أو القصبات الهوائية أو كليهما. وتكوّن القصبات الهوائية جهازاً من الأنابيب المتفرعة كثيرة العدد والتي تحمل الهواء مباشرة إلى الأنسجة من فتحات تنفسيةSpiracles.وتعد القصبات الهوائية أكثر اكتمالاً من حيث البنية والوظيفة، فثغورها دائماً مفتوحة بفضل القشيرة التي تبطنها، ولها قدرة فائقة على نقل الأكسجين إلى جميع أنحاء الجسم بوساطة تفرعاتها، وهي محمية من الجفاف أكثر من الرئات الكتبية.

يتمثل جهاز الإطراح في العناكب بأنابيب مالبيكي، وهي نموات للجزء الخلفي من المعي المتوسط، تقوم بعزل الفضلات الاستقلابية من الدم، وتصل هذه الفضلات إلى المعي الخلفي، إذ يعاد إعادة امتصاص الماء والبوتاسيوم وغيرها من المواد المفيدة إلى الدم، وتبقى الفضلات كحمض البول التي تخرج إلى خارج الجسم عن طريق الفتحة الشرجية.

تتميز العناكب بظاهرة نسج الشباك، إذ تحتوي داخل البطن على غدد الحرير Silk glands التي تُفرِز مادة بروتينية سائلة، تسيل إلى شفعين أو ثلاثة أشفاع من المغازل التي تحتوي على مئات من الأنابيب المجهرية، وعندما تخرج المادة الأخيرة إلى الخارج، تتجمد عند ملامستها الهواء منتجة الخيوط العنكبوتية التي تبني العناكب فيها شباكها.

وتستعمل الشباك للسكن والتزاوج، أعشاش لرعاية الصغار، أغشية للحيوانات المنوية، شرانق للبيوض، بناء خيوط للجر أو جسور للتنقل، خيوط تحذيرية، إحاطة الفريسة بالحرير.

يبني الذكر قبل التزاوج شبكة صغيرة، يضع عليها قطرة من سائله المنوي، الذي يرتشفه بوساطة أنبوب شعري، يوجد داخل تجويف خاص في اللامسة القدمية. يبدأ الذكر بالبحث عن أنثى ناضجة جنسياً من نفس نوعه، وعنما يلتقي بها تحدث عادة طقوس وسلوكيات من حركات الغزل والتودد، وعند التزاوج يولج الذكر اللامسة القدمية إلى داخل الفتحة التناسلية للأنثى. قد تقتل الأنثى الذكر بعد عملية السفاد.

تضع الأنثى بيوضها في شرنقة حريرية قد تحملها أو تلصقها إلى شبكتها أو إلى النباتات. وقد تحتوي الشرنقة على مئات البيوض التي تفقس بعد أسبوعين، وتبقى عادة داخل الشرنقة لعدة أسابيع، تنسلخ مرة قبل أن تتركها، وتصل إلى النضوج الجنسي بعد عدة انسلاخات.

العناكب حليفة الإنسان في معركته المتواصلة مع الحشرات، وليست عدوه الخطير، وأخطر الأنواع تعيش في الـ USA -الأرملة السوداء والناسك البني. الأرملة السوداء ذات حجم متوسط إلى صغير، لونها أسود لامع، يوجد على البطن بقعة برتقالية أو حمراء

ساطعة، ويؤثر السُّم على الجهاز العصبي. والناسك البني أصغر من الأرملة السوداء، لونه بني. سمه يحلل الدم، ويسبب موت الأنسجة في موقع اللدغ، وقد تكون لدغته مميتة أحياناً.

رتبة القرادات(الأكاروسات) Acari:

أعداد وأفراد رتبة الأكاروسات تفوق كثيراً رتبتي العقارب والعناكب الحقيقية (30 ألف نوع)، وتعد أكثر مجموعات العنكبوتيات أهمية من الناحية الطبية والاقتصادية، فالكثير منها له تأثير مباشر على غذاء وصحة الإنسان.

تنتشر أنواع هذه الرتبة في البيئتين الأرضية والمائية في جميع أنحاء العالم، بل إنها تمتد لتعيش في مناطق تصعب الحياة فيها كالصحاري والمناطق القطبية والينابيع الحارة، كما يتطفل الكثير من أنواعها على النبات والحيوان والإنسان في طور أو أكثر من دورة حياتها.

الأكاروسات حيوانات صغيرة الحجم، يتراوح طولها بين 1 ملم إلى 3 سم. تختلف عن جميع العنكبوتيات باندماج جميع حلقات الجسم بكتلة واحدة. تتباين اللواقط الفكية واللوامس القدمية في أشكالها ووظائفها حسب نمط التغذية. ففي الأنواع التي تتغذى على السوائل (دم الحيوانات، عصارة النباتات) تتحوّر اللواقط الفكية واللوامس القدمية إلى خرطوم ثاقب ماص، وفي الأنواع التي تتغذى على غذاء صلب تكون اللواقط الفكية مسننة ومتكيّفة لتمزيق الطعام الصلب. وللقرادات عادة أربعة أشفاع من الأرجل، لكن قد لا يوجد إلّا شفع أو ثلاثة أشفاع في الأنواع المتخصصة.

التطور في الأكاروسات غير مباشر، تفقس البيضة وتخرج منها يرقة ذات ستة أرجل، يليها طور أو أكثر من الحوريات ذات الثمانية أرجل قبل الوصول إلى الطور البالغ.

اليرقات والحوريات والأفراد البالغة كلها متطفلة، ولكنها تترك مضيفها خلال الانسلاخ إلى الطور التالي. القرادات الغازلة Tetranychidae من الآفات الزراعية الخطيرة على أشجار الفاكهة والخضراوات والقطن وغيرها من النباتات. وهي تمتص محتويات الخلايا النباتية مسببة المظهر المبرقش للأوراق. تعد قرادات مخازن الحبوب والدقيق من الآفات الخطيرة، إذ تتكاثر بسرعة هائلة لتوفر الغذاء والظروف المناسبة لها، وهي تتغذى في جميع مراحلها التطورية على الحبوب والدقيق وتلوثها بفضلاتها. وتتغذى يرقات الجنس Trombicula على الأنسجة الجلدية للفقاريات والإنسان. وتسبب هامات الجرب من الجنس Sarcoptes مرض الجرب المتمثل بحكة شديدة، إذ تحفر أنفاقاً داخل الجلد وتتغذى على الدم وسوائل الأنسجة. يتطفل القراد الجرابي من الجنس Demodex على جريبات الأشعار في الحيوانات الأليفة، وقد يصيب هذا القراد الإنسان. وتتطفل القرادات الصلبة من فصيلة قرادات المراعي Ixodidae (3سم) خارجياً على حيوانات

المزرعة، فمثلاً ينخفض إنتاج البقرة من الحليب عند الإصابة إلى 40-75%. وتنقل إليها وللإنسان عوامل ممرضة من فيروسات وبكتيريا ووحيدات خلية. هذا وتتطفل قرادات المراعي أيضاً على الثدييات البرية (الأرانب والأسد والنمور.... إلخ) والطيور والزواحف.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

صف كثيرات الأرجل Myriapoda

كثيرات أو عديدات الأرجل مفصـــليات برية، يعيش معظمها في المناطق الدافئة مختبئات تحت الأوراق والأحجار، أي في الأماكن الرطبة. يعرف منها 12 ألف نوع. تتنفس هذه الحيوانات بالقصـبات الهوائية. يُلحق بعضـها (أنواع من مضـاعفات الأرجل Diplopoda) أضراراً في الخضار وبخاصة في خضار البيوت البلاستيكية. يتألف جسم كثيرات الأرجل من رأس وجذع حلقاته متشـابهة. تحمل كل حلقة شـفعاً من الأرجل المتمفصـلة في مئويات الأرجل Chilopoda وشـفعين في مضـاعفات الأرجل Diplopoda.وتعرف مضاعفات الأرجل باسم ألفيات الأرجل.

وتتميز مئويات الأرجل بحركتها السـريعة، وهي مفترسـة، تتغذى على ديدان الأرض والحشـرات ومثالها حيوان أم 44 أو الحريش Scolopendra. بينما حركة مضـاعفات الأرجل بطيئة، وهي عاشبة، ومثالها الحيوان Julus(الشكل 36)



الشكل 36. كثيرات الأرجل:
A: الحيوان Julus من ألفيات الأرجل.
B: الحيوان "أم 44" أو الحريش من مئويات الأرجل.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

صف الحشرات Insecta

تعدُّ الحشرات أكثر المجموعات الحيوانية عدداً وأوسعها انتشاراً. يضم صف الحشرات حوالي 1.4 مليون نوع، وبالتالي يفوق عددها عدد جميع أنواع الحيوانات الأخرى. وتوجد في كل مكان فيما عدا المياه المالحة (حيث تسود القشريات).

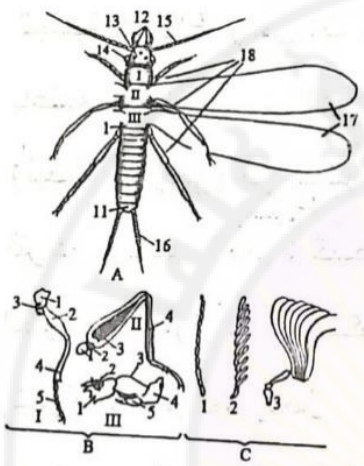
الحشرات من أكثر مفصليات الأرجل نجاحاً من الناحية البيولوجية، فهي أكثر المجموعات الحيوانية من حيث عدد الأنواع والأفراد، وأوسعها انتشاراً، وهي أول الحيوانات الطائرة وبالتالي هي أول الحيوانات التي غزت المجال الجوي. استغلت الحشرات جميع أنماط الغذاء (حيواني ونباتي وقارت، سائل وصلب..إلخ) بفضل تحوّرات أجزاء الفم القارضة والثاقبة والماصة....إلخ. وقد مكّن التحوّل الشكلي Metamorphosis الأشكال الفتية (يرقات، حوريات) والأفراد البالغة من العيش في موائل مختلفة واستغلال مصادر غذائية متنوّعة، وهذا قلّل التنافس على الطعام ما بين اليافعات والبالغات، ونذكر مثالاً عن ذلك حورية اليعسوب(الرعاشات) تفترس حشرات مائية، وتتنفس بالغلاصم، أما الحشرة البالغة فتتغذى على الحشرات الأرضية، وتتنفس بالقصبات الهوائية. وكذلك يرقات حرشفيات الأجنحة تتغذى على أوراق النباتات ولها أجزاء فموية قارضة، بعكس الأفراد البالغة التي ترتشف رحيق الأزهار ولها أجزاء فموية ماصة. أدت تحوّرات الأرجل إلى تأدية وظائف مختلفة (مشي، ركض، قفز، سباحة، حفر، اقتناص الطعام، جمع الغذاء..إلخ).

تحوّرات قرون الاستشعار ساعد الحشرات على القيام بوظائف متنوّعة (شمية، لمسية..إلخ)

تختلف الحشرات عن غيرها من مفصليات الأرجل في أن لها ثلاثة أشفاع من الأرجل (كل حلقة صدرية شفع)، لذلك هي سداسية الأرجل Hexapoda، ويوجد عادة شفعين من الأجنحة (على الحلقتين الصدريتين الثانية والثالثة)، مع العلم أن لبعضها شفع واحد، وبعضها الآخر عديم الأجنحة.

البنية الخارجية:

يتراوح طول الحشـرات من أقل من ميلليمتر إلى 20 سـم، معظمها أقل من 2.5سـم. يتألف جسم الحشرة من رأس وصدر وبطن (الشكل 37).



الشكل 37. الشكل الخارجي للحشرات.

A: جسم الحشرة (I – III قطع الصدر، 1-11 قطع البطن، 12- اللواحق الفموية، 13- العيون البسيطة، 14- العيون المركبة، 15- قرون الاستشعار، 16- قرن شرجي، 17- أجنحة، 18- الأرجل المفصلية).

B: الأرجل: I- رجل المشي، II- رجل القفز، III- رجل الحفر: 1- الحرقفة، 2- المدور، 3- الفخذ، 4- الساق، 5- الرسغ

C: قرون الاستشعار (1- الخيطي، 2- العرفي، 3- الصفيحي).

يحمل الرأس شفع من قرون الاستشعار (طويلة أو قصيرة، ريشية أو خيطية، دبوسية أو صفيحية) وظيفتها لمسية أو شمية، وأحياناً سمعية. ويحمل الرأس أيضاً أجزاء الفم المتحوّرة لتلائم جميع الأنماط الغذائية على كوكبنا الأرضي. ويوجد على الرأس شفعاً من العيون المركبة وعدد من العيون البسيطة.

يتكون الصـدر من ثلاثة حلقات ويحمل كل منها شـفعاً من الأرجل. تتحوّر الأرجل لأداء الوظـائف التي ذكرت أعلاه. على الرغم من التنوّع الوظيفي للأرجـل فتتكون من نفس الأجزاء (انظر الشـكل السـابق)، ويوجد عادة شـفعان من الأجنحة على الحلقتين الثانية والثالثة، قد يضمر الشفع الثاني (أنواع من رتبة ثنائيات الأجنحة)، أو يضمر الشفعان معاً (البراغيث والقمل وغيرها).

يتألف البطن عادةً من 11 حلقة بدون أطراف، مع العلم أن اليرقات والحوريات تحمل أطراف متنوّعة. وتحمل نهاية البطن أعضاء التناسل الخارجية.

ويوجد في بشـرة جلد الحشـرات غدد مختلفة تسـاعد إفرازاتها على اجتماع الأفراد التي تنتمي إلى نوعٍ واحد (وبخاصة الذكور والإناث)، وتفرز غدد بعض الحشرات روائح نتنة تحميها من المفترسات. وتتميز الحشرات بألوان نوعية تساعدها على الاختفاء في موائلها الطبيعية. وتؤدي دوراً إنذارياً، وتسـاعد على لقاء الذكور بالإناث. هذا وتكون حشـرات المناطق الباردة ذات ألوان قاتمة، وحشـرات المناطق الحارة ذات ألوان زاهية، فالألوان القاتمة تقلل من خسارة الحرارة والألوان الزاهية (الفاتحة) تساعد على فقدان الحرارة.

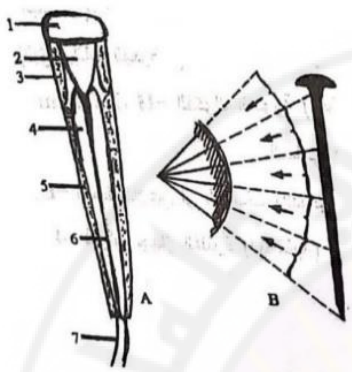
الجهاز العصبي متطور، إذ يتألف من عقد عصبية فوق وتحت بلعومية، تتصل مع حبل عصبي بطني مضاعف. ويُشرف الجهاز العصبي على الحركات السريعة والغرائز والسلوكيات المعقدة والتنظيم الاجتماعي الدقيق عند بعض الحشرات، ويسيطر على أعضاء حسية على جانب كبير من التنامي كالعيون المركبة وقرون الاستشعار.

وتستقبل **أعضاء الحس** جميع المنبهات من الوسط الخارجي، فمثلاً تحس بعض الحشرات بوجود السكر بتركيز 0.002%(الإنسان ليس أقل من 0.4). وتستطيع بعض الحشرات (أنواع من الفراشات) اكتشاف روائح معينة من على بعد عدة كيلومترات. وترى بعض الحشرات في بعض الجوانب أفضل من الإنسان، فالنحل مثلاً يرى في كل الاتجاهات ويميز الألوان، تبدأ حساسيتها في المدى فوق البنفسجي (الذي لا تستطيع أن تراه عين الإنسان) ويمتد إلى البرتقالي، لكنه قصير النظر.

يوجد نمطان من عيون الحشرات: بسيطة ومركبة. وتوجد العيون البسيطة في بعض اليرقات والحوريات، وفي الكثير من الأطوار البالغة. وتستخدم العيون البسيطة لضبط شدة الإضاءة، وليس لتكوين الصور.

توجد العيون المركبة في معظم الحشرات، وقد تحتل قسم كبير من الرأس، وهي تتكون من آلاف من العينيات Ommatidia(6300 في عين نحل العسل).ويتألف كل عيين Ommatidium من الخارج إلى الداخل: 1-قرنية شفافة (جزء شفاف للقشيرة الكيتينية)، 2-عدسة (مخروط بلوري)، الشبكية (خلايا حساسة للضوء تتم فيها الرؤية)،

4-القضبان (المحصورة بين خلايا الشبكية وهي كاسرة للضوء كالقرنية والعدسة)، 5- القزحية (تُعزِل العيينات بعضها عن بعض) الشكل 38 تسمى الرؤية عند الحشرات



الشكل 38.

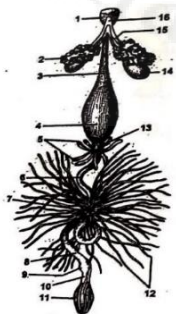
A: بنية العين (الأوماتيديوم):

1- القرنية الشفافة 2- العدسة (المخروط البلوري)، 3- القزحية، 4- الشبكية، 5- القزحية، 6-عمود أو قضيب، 7- ليف عصبي،

B: مخطط يوضح الرؤية الموزاييكية في الحشرات.

بالفسيفسائية أو الموزاييكية، إذ إن كل عيين يستقبل جزءاً من الشيء المرئي بسبب انعزال العيينات عن بعضها بعضاً بالخلايا الصباغية للقزحية. ويوجد نمطان من الصور عند الحشرات تبعاً لشدة الضوء:1-الصور التجاورية الواضحة وتتكون في الضوء الشديد، إذتنعزل العيينات نتيجة انتشار الأصبغة في أرجاء القزحية، وبالتالي كل عيين يستقبل جزءاً محدداً من الشيء المرئي 2-الصور التراكبية القليلة الوضوح وتتكون في الضوء الضعيف، إذ تتجمع الأصبغة في مكانٍ من القزحية، مما يؤدي إلى عدم انعزال العيينات عن بعضها بعضاً، وبالتالي كل عيين يستقبل جزءاً من جزءٍ من الشيء المرئي.

يتكون جهاز الهضم من معي أمامي (تجويف فموي يحتوي على لواحق فموية و غدد لعابية، بلعوم، مريء، حوصلة، قانصة) ومعي متوسط (معدة وردوب أعورية) ومعي خلفي (أمعاء ومستقيم ينتهي بالشرج) الشكل 39.



الشكل 39. جهاز الهضم في الصرصور الأسود:

1-البلعوم، 2- الغدد اللعابية، 3- المري، 4- الحوصلة، 5- ردوب معوية، 6- المعي المتوسط، 7- المعي الدقيق، 8- المعى الغليظ (الدقيق /7/ والغليظ /8/ يشكلان معاً المعي الخلفي)، 9- الزوائد الأعورية للمعي الغليظ، 10- المستقيم، 11- توسع للمستقيم، 12- أنابيب مالبيكي، 13- القانصة، 14- مستودع الغدة اللعابية، 15- قناة الغدة اللعابية، 16- القناة المشتركة للغدة اللعابية.

وقد يهضم الطعام في الحوصلة عندما يختلط بأنزيمات اللعاب، ولكن لا يحدث امتصاص. المكان الرئيس للهضم والامتصاص هو المعي المتوسط. هذا ويبدأ التحوّل الأولي للرحيق إلى عسل في حوصلة الشغالات، ولا يمر إلى أعضاء جهاز الهضم اللاحقة، وإنما يُعاد عن طريق الفم إلى العيون السداسية، وهنا تبدأ عملية التحوّل النهائي للرحيق إلى عسل.

جهاز الدوران في الحشرات من النمط المفتوح، القلب أنبوبي ظهري الموقع، مغلق في الخلف، مفتوح في الأمام، يتألف من عدة حجرات فيه ثغورOstia تسمح للدم بالدخول إلى القلب ولا تسمح له بالعكس، وإنما يندفع الدم على أثر تقلص القلب إلى الأبهر، ومنه إلى جيوب دموية ليغمر جميع الأنسجة، ويعود الدم إلى القلب عن طريق الثغور القلبية الموجودة في حجرات القلب، وبالتالي لا يوجد في جهاز الدوران عند الحشرات أوردة. مما سبق نلاحظ أن جهاز الدوران عند الحشرات بسيط لأنه ينقل المواد الغذائية والهرمونات فقط، إذ يُنقل الأكسجين بوساطة جهاز التنفس -القصبات الهوائية.

تحدث **التبادلات الغازية** بوساطة القصبات الهوائية التي تتألف من شبكة واسعة من الأنابيب الرقيقة الجدران المتفرعة في جميع أنحاء الجسم. تبدأ هذه الأنابيب بجذوع قصبية

كبيرة(قصبات) وتنتهي بقصيبات جدرانها رقيقة وغير مبطنة بالقشيرة مما تسمح بتبادل الغازات التنفسية. تنفتح الأنابيب بفتحات تنفسية Spiracles على جانبي الجسم (حتى 10 فتحات). وهذه الفتحات قد تكون مغلقة أو مفتوحة، ويتحكم بذلك مستويات الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الدم. وقد تكون الفتحة التنفسية مجرد ثقب (الأنواع البدائية) أو مزوّدة بصمام أو جهاز ترشيح (الأنواع الراقية)، إذ تمنع دخول الغبار والكائنات الدقيقة والماء إلى جهاز التنفس. وتوجد الفتحات التنفسية عند اليرقات إما على أنبوب تنفسي (يرقة البعوض العادي) أو مباشرة على السطح الظهري للحلقة البطنية الأخيرة (يرقة البعوض الخبيث).

تعد أنابيب مالبيكي الأعضاء الرئيسية **لجهاز الإطراح** عند الحشرات، فهي تخلص معظم الحشرات من الفضلات الآزوتية التي تتراكم فيها، والتي تتألف من البولة وحمض

البول. وتقع أنابيب مالبيكي بين المعي المتوسط والخلفي، وتتشكل من المعي الخلفي، عددها بين 2-200(في الصرصور بين 80-100). وللأنبوب نهايتان: نهاية حرة مغلقة تحتوي ثقوب إفراغية كثيرة العدد، والنهاية الأخرى مفتوحة وتصب في تجويف المعي. معظم الحشرات تطرح فضلاتها الآزوتية على شكل حمض البول وهذا يناسب الحياة في المناطق الجافة، إذ يحتاج حمض البول إلى كمية قليلة من الماء لإخراجه.

جهاز التناسل:

الجنسان منفصلان في الحشرات، والصفات الجنسية الثانوية واضحة في الكثير من الأنواع (اختلاف في الحجم، في الألوان، في أشكال قرون الاستشعار).

يتألف الجهاز التناسلي الأنثوي من مبيضين وقناتين ناقلتين للبيوض، تتحدان لتكوّنا قناة ناقلة للبيوض مشتركة تؤدي بدورها إلى المهبل. ويضاف إلى هذا الجهاز الغدد الملحقة والمستودع المنوي، إذ يخزّنُ النطاف، فمثلاً تحتفظ ملكة النحل التي تتكاثر مرة واحدة خلال حياتها بالنطاف حوالي 5 سنوات. وتكون أعداد البيوض التي تضعها الأنثى كبيرة جداً، فملكة النحل تضع حوالي 3000 بيضة في اليوم، وفي حياتها أكثر من مليون بيضة.

ويتكون الجهاز التناسلي الذكري من شفع من الخصى وشفع من القنوات الناقلة للنطاف،
يتوسع الجزء السفلي من كل قناة ليشكل حويصلاً منوياً تختزن فيه النطاف. تتحد القناتان الناقلتان للنطاف لتشكلا قناة واحدة تدعى القناة الدافقة التي تؤدي إلى عضو سفاد. ويشتمل الجهاز التناسلي الذكري أيضاً على غدد ملحقة تُفرِز السائل المنوي.

ولا تتشكل الذكور في الحشرات من البيوض الملقحة دائماً، فمثلا تعطي البيوض الملقحة عند النحل والنمل إناثاً فقط، بينما تتشكل الذكور من بيوض غير ملقحة. وتتكون

أحياناً الجماعة في بعض الحشرات من الإناث فقط، إذ تتكاثر تكاثراً بكرياً كما في حشرة المن وغيرها من رتبة متشابهات الأجنحة.

ويوجد في الحشرات وسائل مختلفة لجذب الجنس الآخر، فبعضها يستعمل الفيرمونات (هرمونات خارجية) تطلقها الأنثى، يستطيع الذكر أن يكتشف أنثاه من مسافات بعيدة. ويستعمل بعضها الومضات الضوئية. وبعض الحشرات تكتشف بعضها بوساطة الألوان أو الأصوات الخاصة، أو بوساطة حركات مختلفة من سلوك الغزل.

التطور:

يوجد ثلاثة أنماط من التطور عند الحشرات:

1-التطور المباشر (عديمة التحوّل الشكليAmetabola):

بيضة ملقحة تفقس عن حشرة تشبه البالغ لكن بدون مناسل، تنمو لتتحوّل إلى حشرة بالغة، مثالها: السمك الفضي.

2-التطور الناقص (نصفية التحوّل الشكليHemimetabola):

بيضة ملقحة تعطي حورية Nymph (بدون أجنحة، ومناسل ضعيفة التطور)، تتحوّل بعد عدة انسلاخات إلى حشرة بالغة، مثالها: الجراد، القمل، بق الفراش الرعاشات).

3-التطور الكامل (كاملة التحوّل الشكلي Holometabola):

تفقس البيضة الملقحة عن يرقة Larva دودية الشكل، تتحوّل إلى عذراء Pupa محاطة بشرنقة، تخرج من الشرنقة بعد فترة زمنية حشرة، مثالها: معظم الحشرات.

تصنيف الحشرات:

يضم صف الحشرات تحت صفين سنوضح الفروق بينهما في الجدول الآتي:

تحت صف عديمات الأجنحة Apterygota	تحت صف ذوات الأجنحة Pterygota
لا توجد فيها أجنحة	توجد فيها أجنحة
الأرجل البطنية موجودة في البالغ لكن بصورة ضامرة	لا توجد الأرجل البطنية
العيون بسيطة	العيون مركبة وبسيطة
لا تحتوي أنابيب مالبيكي	توجد أنابيب مالبيكي
التطور مباشر	التطور غير مباشر (ناقص أو كامل)
مثالها السمك الفضي	مثالها: المجموعتان الآتيتان اللتان تضمان كل منهما رتباً عدة (الجدول التالي)

مجموعة الحشرات ذات التطور الناقص	مجموعة الحشرات ذوات التطور الكامل
رتبة مستقيمات الأجنحة (الجراد)	رتبة غمديات الأجنحة (الجعلان)
رتبة الصراصير (الصرصور الأسود)	رتبة البراغيث (برغوث الإنسان والكلب)
رتبة فرس النبي (فرس النبي)	رتبة حرشفيات الأجنحة (الفراشات)
رتبة الرعاشات (الرعاش الكبير والرعاش الصغير)	رتبة ثنائيات الأجنحة (ذباب ، بعوض)
رتبة القمل الماص (قمل الإنسان)	رتبة غشائيات الأجنحة (النحل ، النمل)
رتبة القمل القارض (قمل الماشية وقمل الطيور)	
رتبة متشابهات الأجنحة (المن)	
رتبة مختلفات الأجنحة (بق الفراش)	

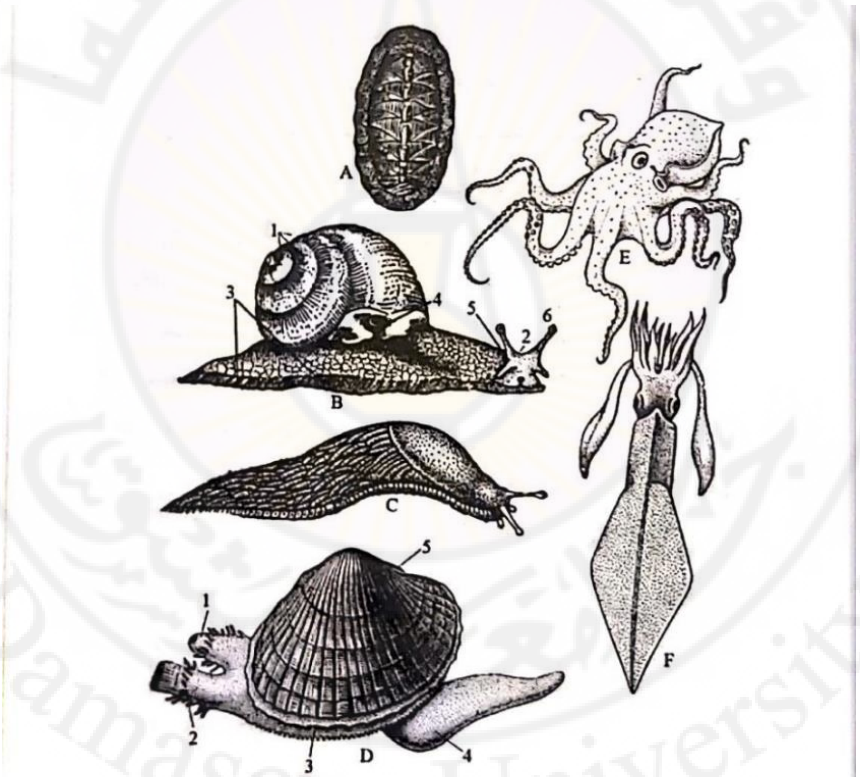
***

الفصل التاسع

شعبة الرخويات Mollusca

الرخويات (من اللاتينية Molluscusبمعنى لين أو رخو) هي واحدة من أكبر الشـــعب الحيوانيــة بعـد مفصـــليـات الأرجـل عـدداً (130 ألف نوع حي و50 ألف نوع من المستحاثات).

الرخويات مجموعة واســـعة التنوّع، فهي تضـــم الكيتونات Chitons، القواقع Snails، البزاقات Slugs، المحارClams، الحبارSquid، الأخطبوط Octupus (الشكل 40).



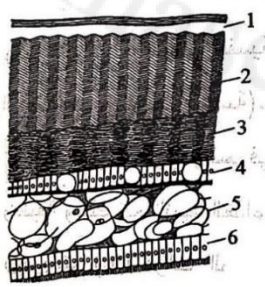
الشكل 40. ممثلو المجموعات الرئيسية لشعبة الرخويات:
A- الكيتون (صف متعددة الصفائح)، B- القوقع الصحراوي (1- القوقعة، 2- الرأس مع اللوامس، 3- القدم، 4- الفتحة التنفسية، 5- الفتحة التناسلية، 6- العين)، C- بزاق البساتين (B و C من صف بطنيات الأقدام)، D- المحار، صف ذوات المصراعين (1- ممص مفذي، 2- ممص غلصمي، 3- البرنس، 4- القدم، 5- القوقعة)، E- الأخطبوط، F- الحبار.

وتشـــتمل الرخويات على أكثر اللافقاريات تعقيداً من حيث البنية والوظيفة، وتتراوح حجومها من أشــكال مجهرية إلى الحبار العملاقArchiteuthis princes الذي يصــل طوله حتى 20 متر مع أذرعه.

معظم الرخويات بحرية، بعضـــها يعيش في المياه العذبة، القليل منها تكيّف للحياة على اليابسة. وعلى العموم تتواجد الرخويات في نطاق واسع من البيئات، من المنطقة المدارية حتى البحـار القطبيـة، وعلى ارتفـاعـات تتجـاوز ال 700متر، وفي البرك والجـداول والبحيرات، وتحت ضـــربات أمواج الشـــاطئ، وفي عرض المحيط من الســـطح حتى الأعماق السحيقة.

تســتخدم مجموعة من الرخويات كغذاء للإنســان وكغذاء للأســماك (ضــمن الســلاســل الغذائية). وتكوّن بعض المحارات اللؤلؤ الطبيعي. وبالمقابل يوجد ما بين الرخويات ما هو ضار بالمزروعات والنباتات البرية. وتعمل بعض الرخويات كعوائل متوسطة للديدان الطفيلية، ولبعض الرخويات من ذوات المصـــراعين طبيعة مُخرِبة للســـفن والمرافئ الخشبية.

تحاط معظم الرخويات **بقوقعة أو صدفة** يفرزها البرنس. القوقعة ثخينة وثقيلة في الأنواع البحرية، رقيقة وخفيفة في أنواع المياه العذبة واليابسـة. وتتألف القوقعة من مواد عضـوية ولا عضــوية وصــدفية أو لؤلؤية (الشــكل 41). يكوّن جدار الجســم الظهري شــفعاً من الطيّات، يُعرف بالبرنس Mantle، ويحتوي البرنس على التجويف البرنسي الذي يحتوي على الغلاصم أو الرئات.



الشكل 41. **مقطع عبر قوقعة أحد الرخويات:**
1- الطبقة الخارجية (القشرة المحيطة)، 2- الطبقة المتوسطة (الطبقة المنشورية)، 3- الطبقة الداخلية (الطبقة اللؤلؤية)، 4- الطبقة الظهارية الخارجية للبرنس، 5- نسيج ضام، 6- الطبقة الظهارية الداخلية للبرنس.

معظم الرخويات بطيئة الحركة بسبب القواقع الثقيلة ووجود الألياف العضلية الملساء، بينما رأسيات الأقدام (الأخطبوط والحبار) سريعة الحركة لاختزال الصدفة أو عدم وجودها، ولوجود الألياف العضلية المخططة.

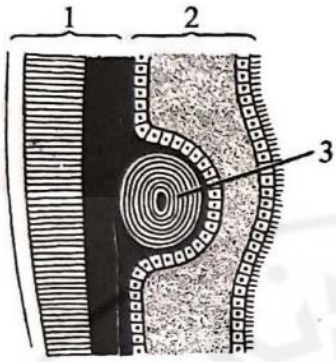
جهاز الدوران في معظم الرخويات من النمط المفتوح (قلب وشرايين وجيوب دموية)، في رأسيات الأقدام غالباً من النمط المغلق (القلب عادة من ثلاث حجرات -أذينتان وبطين- شرايين وأوردة وجيوب دموية). ويحتوي الدم على أصبغة تنفسية أهمها الهيموسيانين.

جهاز الهضم معقد، يحتوي التجويف الفموي على عضوٍ باشِرْ هو المفتات أو المقشط Radula.

تصنيف الرخويات:

تضم شعبة الرخويات Mollusca عدة صفوف، سندرس منها الصفوف الآتية:

1- **صف بطنيات (معديات) الأقدام Gastropoda** (110 آلاف نوع)، هي الوحيدة التي غزت اليابسة. ومثالها البزاقات والقواقع. عادة محاطة بقوقعة. يستخدم بعضها كغذاء للإنسان، ويصنع من أصدافها القلادات والأزرار، بعضها عوائل متوسطة لأنواع من الديدان الطفيلية.
2- **صف ثنائيات المصاريع Bivalvia** (20 ألف نوع) ومنها المحارات. معظمها يعيش في البحار، والقليل منها يوجد في المياه العذبة. يتراوح حجم أنواع ذوات المصراعين من 1-2 ملم إلى محارات عملاقة كالنوع Tridacna gigas الذي يعيش في الحيط الهادي والهندي والذي يصل طول صدفته إلى 1.5 متر ووزنها حتى 250 كغ.
تنتج بعض أنواع هذا الصف اللؤلؤ الطبيعي. إن تكوين اللؤلؤ ناتج عن وسيلة دفاعية، يستخدمها الحيوان عندما يدخل جسم غريب (حبة رمل أو طفيلي ..إلخ) بين الصدفة والبرنس، يُفرِز الأخير طبقات عديدة من اللؤلؤ حول الجسم الغريب(الشكل 42).



الشكل 42.
تكوين اللؤلؤ بين جدار البرنس والصدفة كإفراز يغطي حبة رمل أو طفيلي تحت البرنس.
1- حدود الصدفة، 2- البرنس، 3- لؤلؤة.

3- **صف رأسيات الأقدام Cephalopoda**(750 نوع)، ومنها الأخطبوط والحبار. جميع رأسيات الأقدام بحرية ومفترسات قوية وماهرة في السباحة. وهي في بعض الجوانب أكثر اللافقاريات تعقيداً في البنية والوظيفة. يمتلك الأخطبوط ثلاثة قلوب: واحد يضخ الدم إلى جميع أنحاء الجسم، واثنان يضخان الدم إلى الغلاصم، فيحدث التبادل الغازي. تضع أنثى الأخطبوط 10 آلاف بيضة تحرسها مدة شهر ودون أن تتناول الغذاء، وعندما تفقس البيوض تموت هذه الأنثى.

تسبح رأسيات الأقدام حسب المحركات النفاثة، إذ يخرج الماء من الجوف البرنسي عن طريق قمع متحرك يتحكم بالاتجاه والسرعة.

ويوجد في الحبار كيس حبر، يحتوي على غدة تصب مفرزاتها في الكيس. والحبر وسيلة دفاعية يستخدمها الحيوان عندما يتهدده الخطر، إذ يُطلَق سحابة من الحبر من الكيس بوساطة المستقيم تخفيه عن الحيوانات المفترسة. ويوجد في هذا الصف أضخم اللافقاريات، وهو الحبار العملاق Architeuthis princes والذي يبلغ طول جسمه 6-7 متر وأذرعه 15 متر وبالتالي يصل طوله إلى أكثر من 20 متر ووزنه 450 كغ. وعيون هذا الحبار هي الأكبر في المملكة الحيوانية، إذ يصل قطرها 25 سم. وتستخدم لحوم الحبارات والأخطبوط في غذاء سكان شواطئ البحر الأبيض المتوسط والهند والصين وغيرها بصورة طازجة أو معلبة.

* * *

الفصل العاشر

شعبة شوكيات الجلد Echinodermata

تضم هذه الشعبة 6000 نوعاً، جميعها بحرية.تشكل مع شعبة الحبليات مجموعة ثانويات الفمDeuterostomia يقابلها الحيوانات أوليات الفم Protostomia (الديدان الحلقية، مفصليات الأرجل، الرخويات).

تضم شعبة شوكيات الجلد الصفو ف التالية:

1--صف نجوم البحر

2--صف الزنبقيات

3--صف الثعبانيات

4--صف القنفذيات

5--صف قثائيات البحر.

* * *

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

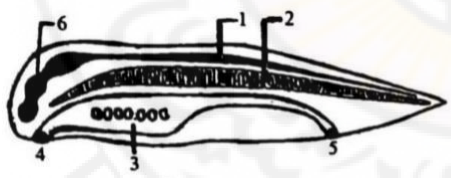
الفصل الحادي عشر

شعبة الحبليات Chordata

الحبليات حيوانات متنوّعة جداً، تختلف فيما بينها اختلافاً كبيراً بالشـــكل الخارجي وأنماط الحياة. وتعيش أنواع هذه الشـعبة في البيئات الرئيسـة لكوكبنا: الأرضـية والمائية والهوائية. تعدُّ الحبليات من الناحية البيولوجية ذات أهمية رئيســـة، فهي الأكثر رقياً من جميع الشـعب الحيوانية وإليها ينتمي الإنسـان، ولأنها مصـدر للبروتين الحيواني في غذاء البشـــر (لحوم الأســـماك، الدواجن، الأبقار، الأغنام، الماعز..إلخ)، وهي تشـــتمل على الحيوانات البرية كالأســـد والنمور والفهد والضـــباع والغزلان والأيائل والثيران.. إلخ. وأخيراً لكونها توضِح عن طريق الدراسات المقارنة لأعضاء الأجهزة الأسس العريضة للتطور.

الصفات المميزة للحبليات:

1-وجود هيكل محوري دعامي غير متقطع يدعى **الحبل الظهري** Chorda dorsalis (ومن هنا جاءت تسمية الشعبة)، يقع هذا الحبل على الجهة الظهرية فوق القناة الهضمية وتحت الأنبوب العصبي (الشكل 43).



الشكل 43. مخطط بنية جنين الحبليات:
1-الحبل العصبي، 2- الحبل الظهري،
3- الشقوق أو الجيوب الغلصمية، 4- الفتحة الفموية، 5- الفتحة الشرجية، 6- الدماغ.

يوجد الحبل الظهري في جميع أجنة الحبليات، لكن في الحبليات الدنيا إما أن يقتصـر وجوده على مرحلة اليرقة في حبليات الذيل Urochordata أو أنه يبقى طوال الحياة في حبليات الرأس Cephalochordata. وفي الحبليات الراقية(الفقاريات) يســـتبدل الحبل الظهري كلياً أو جزئياً بالعمود الفقري الغضروفي أو العظمي.

2-وجود **الحبل العصبي الظهري** الأنبوبي المجوف فوق الحبل الظهري (في اللافقاريات الحبل العصبي أصم ويقع في الجهة البطنية)، يتضخم الجزء الأمامي من الحبل العصبي في الفقاريات مكوناً المخ.

3-اتصال البلعوم مع الوسط الخارجي بوساطة عدة أشفاع من **الشقوق الغلصمية البلعومية**، حيث تظهر مرتبة على جانبي البلعوم (الشكل السابق). يستمر وجود هذه الشقوق مدى الحياة في الحبليات المائية الحقيقية، وتظهر في حبليات اليابسة والحبليات المائية غير الحقيقية فقط في المراحل المبكرة من التشكل الجنيني، وتختفي في المراحل اللاحقة من التشكل الفردي.

الفروق بين ثانويات الفم وأوليات الفم:

1-تكوّن الحبليات مع شوكيات الجلد مجموعة ثانويات الفم، إذ تتشكل الفتحة الشرجية من المنفذ الاصلي للمعيدة، والفتحة الفموية تتكون فيما بعد في الجهة المقابلة. ويتشكل الفم في أوليات الفم (الحلقيات ومفصليات الأرجل والرخويات) من المنفذ الأصلي.

2-تستطيع الخلايا الناتجة عن الانقسامين الأول والثاني للبيوض الملقحة في ثانويات الفم على إعطاء أجنة متكاملة إذا ما فُصِلت عن بعضها بعضاً. في حين لا تتمكن أوليات الفم من ذلك.

تصنيف الحبليات Chordata:

تضم شعبة الحبليات Chordataثلاث تحت شعب:

1-تحت شعبة حبليات الذيل Urochordata أو القميصيات Tunicata (2000 نوع):الصف الرئيسي هو صف الكأسيات Ascidiae (1000 نوع).

1- تحت شعبة عديمات الجمجمة Acrania: صف واحد فقط هو صف حبليات الرأس Cephalochordata (30 نوعاً).

2- تحت شـــعبة الفقاريات Vertebrata أو الجمجميات Craniata (50 ألف نوع).

تضم فوق صفين:

أ-فوق صف اللافكيات Agnathostomata –يشتمل على صف مستديرات الفم Cyclostomata (60 نوع).

ب-فوق صف الفكيات Gnathostomata، ويضم الصفوف الآتية:

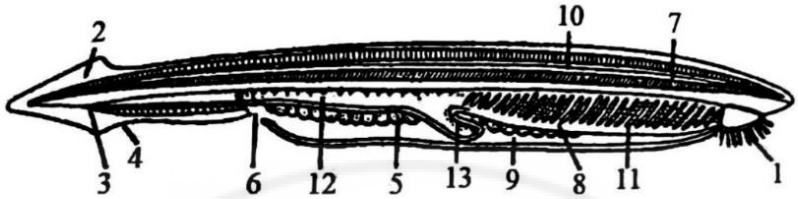
صـف الأسـماك الغضـروفية Chondrichthyes(800 نوع)، صـف الأسـماك العظمية Osteichthyes (21 ألف نوع)، صف البرمائيات Amphibia(4000 نوع)، صـف الزواحف Reptilia(7 آلاف نوع)، صـف الطيور Aves(8600 نوع)، صف الثدييات Mammalia (4500 نوع).

تحت شعبة حبليات الذيل Urochordata او القميصيات Tunicata

تعيش حبليات الذيل في المحيطات والبحار. يُحاط الجســم بقميص يحتوي على الســيللوز. ولا يوجد في الحيوانات البالغة لأنواع تحت هذه الشــعبة حبل ظهري أو حبل عصــبي، وســبب وجودها في شــعبة الحبليات هو كون يرقاتها تحتوي الحبل الظهري والحبل العصبي، لذلك تسمى هذه الحيوانات حبليات اليرقة.

تحت شعبة عديمات الجمجمة Acrania

هي حيوانات بحرية تعيش قرب الشــواطئ في المياه الضــحلة، تضــم كما ذكرنا صــفاً واحداً – حبليات الرأس Cephalochordata (30 نوع). الممثل الوحيد لهذا الصــف كائن يشــبه الأســماك يســمى دقيق الطرفين(الســهيم) Amphioxus lanceolatus(5ســم)، يمتلك هذا الحيوان طيلة حياته حبلاً ظهرياً وحبلاً عصــبياً وشقوق غلصمية (الشكل 44).



الشكل 44. **بنية دقيق الطرقين:**

1-اللوامس، 2- الزعنفة الذيلية، 3- الفتحة الشرجية، 4- الزعنفة تحت الذيلية، 5- الغدد الجنسية، 6- فتحة البهو Atripore، 7- الحبل الظهري، 8- الميزابة الداخلية، 9- التجويف حول الغلصمي، 10- الأنبوب العصبي، 11- الشقوق الغلصمية،12- المعي، 13- الكبد (ردب معوي).

ومن ميزات حبليات الرأس:

1- لا يتمايز الأنبوب العصـــبي إلى دماغ ونخاع شـــوكي، وبالتالي لا توجد جمجمة.

2- بشـــرة الجلد طبقة واحدة من الخلايا الظهارية كاللافقاريات والأدمة طبقة رقيقة من النسيج الضام.

3- جهاز الدوران مغلق، لكن لا يوجد قلب، إذ ينســـاب الدم الوريدي إلى الأمام في الأبهر البطني بفضل انقباضات الألياف العضلية للأبهر، ومنه يصل الدم إلى الأوعية الغلصمية الواردة فالغلاصم (تتم الأكسجة) فالأوعية الغلصمية الصـــادرة، ومنها يتحرك الدم إلى الخلف في جذري الأبهر الظهري فأبهر ظهري حيث يتوزع الدم المؤكسج إلى كل أنحاء الجسم.

4- لا توجد أقنية تناسلية، تخرج الخلايا الجنسية الناضجة عن طريق تشقق الغدد الجنسية الكثير العدد إلى التجويف حول الغلصمي، ومنه إلى الماء إذ يحدث الإخصاب والتشكل الجنيني.

تحت شعبة الفقاريات Vertebrata

أو تحت شعبة الجمجميات(القحفيات) Craniata

سميت بالفقاريات لوجود العمود الفقري وبالجمجميات لوجود الجمجمة Cranium. تعد تحت شعبة الفقاريات أكبر مجموعات الحبليات من حيث العدد (50 ألف نوع تقريباً). وهي أكثر الحيوانات رقياً وتعقيداً من حيث البنية والوظيفة والسلوك، وهذا ما يُفسِر انتشارها الواسع على اليابسة وفي الماء والهواء. وتثبت مراحل التشكل الجنيني في أنواع الفقاريات المختلفة الأصل المشترك والقرابة فيما بينها، إذ يلاحظ في المراحل المبكرة مخططاً بنيوياً متجانساً (الحبل الظهري، الحبل العصبي، الشقوق البلعومية الغلصمية، قلب ثنائي الحجرات، ثلاثة أنماط من الكلى..إلخ). **وسنوضح أدناه أهم الصفات العامة للفقاريات:**

1-الرأس واضح التكوين ويحتوي على الدماغ المحاط بالجمجمة، ويصدر عن الدماغ أعصاب قحفية، عددها 10 أو 12.ويوجد على الرأس أعضاء حس شفعية تربط الحيوان مع الوسط.

2-تتكون بشرة الجلد من نسيج ظهاري مطبق، وأدمة الجلد من طبقة سميكة من النسيج الضام. وينشأ عن الجلد ملحقات جلدية (حراشف، أرياش، أشعار).

3-تتحرك الفقاريات المائية بالزعانف وفقاريات اليابسة بالأطراف.

4-ينقسم تجويف الجسم (السيلوم) إلى تجويفين: الأول صغير يحيط بالقلب ويسمى تجويف التامور والثاني كبير يحيط ببقية الأحشاء يعرف بالتجويف الحشوي. وينقسم التجويف الأخير في الطيور والثدييات إلى قسمين أحدهما أمامي (التجويف البلوري يضم الرئتين) والآخر خلفي (يحتوي أساساً أعضاء جهاز الهضم). ويفصل بين التجويفين الأخيرين الحجاب الحاجز.

5-يتألف جهاز الهضم من أعضاء مختلفة البنية والوظيفة، ويتصل بالقناة الهضمية غدتان هضميتان متطورتان (الكبد والبنكرياس).

6--القلب في جميع الفقاريات بطني الموقع، وهو يتألف من 1-حجرات رئيسية: من حجرتين (أذينة وبطين) إلى أربع حجرات (أذينتان وبطينان) مروراً بثلاث حجرات (أذينتان وبطين واحد)، 2-حجرات ثانوية (جيب وريدي، مخروط شرياني، بصلة شريانية). ويرتبط بالقلب شبكة من الأوعية الدموية المغلقة (شرايين تنقل الدم من البطينات إلى جميع الأعضاء وأوردة تنقل الدم من الأعضاء إلى الأذينات، ويوجد شبكة من الشعيرات الدموية)، وبالتالي جهاز الدوران في الفقاريات من النمط المغلق. ويشتمل الجهاز اللمفي على أوعية لمفية متوزعة في مختلف أعضاء الجسم وأنسجته، وهي تجمع اللمف من الدم الذي يصل إلى تلك الأعضاء والأنسجة أثناء تغذيتها. وتصب الأوعية اللمفية مرة ثانية في الأوعية الدموية (الأوردة الرئيسية). ويكون اللمف بلونٍ أصفر.

8-يتكون جهاز الإطراح في الفقاريات من كليتين-جذعية أو حوضية في الحيوان البالغ.

9-يتألف جهاز الغدد الصم من غدد صماء، تُفرِز هرمونات مباشرة إلى الدم وتتجه إلى خلايا الهدف، وبالتالي تعمل الجملة الهرمونية على تنسيق وظائف الجسم من الداخل.

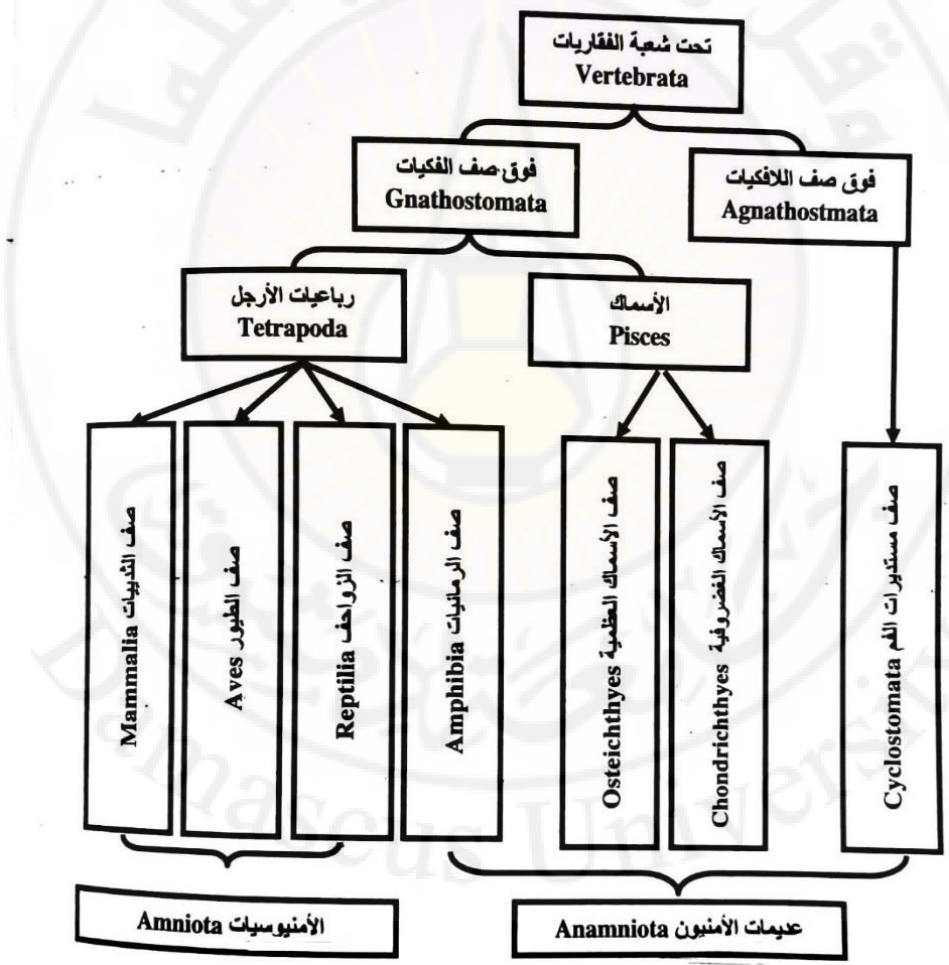
10-تتمثل أعضاء التنفس في الفقاريات المائية الحقيقية بالغلاصم وفي فقاريات اليابسة والفقاريات المائية غير الحقيقية بالرئات. ويؤدي الجلد دوراً تنفسياً مهماً في بعض الفقاريات.

11-الأجناس منفصلة، الخنوثة نادرة جداً. الإخصاب خارجي عند معظم الفقاريات المائية الحقيقية (مستديرات الفم والأسماك والبرمائيات) وداخلي في بعض الأسماك والبرمائيات وجميع فقاريات اليابسة (الزواحف والطيور والثدييات) والفقاريات المائية غير الحقيقية (الحيتان والدلافين والثعابين والسلاحف المائية). ويتم التشكل الجنيني إما في الماء أو على اليابسة (داخل البيضة) أو في الرحم عند الثدييات. هذا ويشتمل جهاز التناسل على

خصيتين في الذكر ومبيضين في الأنثى، يصدر عنهما قنوات ناقلة للنطاف وقنوات ناقلة للبيوض.

تصنيف الفقاريات:

لم يتفق علماء الحيوان على تصنيف واحد للفقاريات، ويوضح المخطط الآتي أحد التصانيف المعتمدة:



وسنوضح بالجدول الآتي وعن طريق الفروق أسباب تقسيم الفقاريات إلى اللافكيات والفكيات

	اللافكيات Agnathostomata		الفكيات Gnathostomata
1	تضم صفاً واحداً (صف مستديرات الفم).	1	تضم الصفوف: الأسماك الغضروفية، الأسماك العظمية، البرمائيات، الزواحف، الطيور، الثدييات.
2	لا تحتوي على فكوك.	2	تحتوي على فكوك.
3	يوجد فيها فتحة أنفية واحدة	3	يوجد فيها فتحتان أنفيتان.
4	تشتمل الأذن الداخلية فيها على قناتين نصف دائريتين أو قناة واحدة.	4	تشتمل الأذن الداخلية فيها على ثلاث قنوات نصف دائرية أو هلالية.
5	الكلية الرأسية هي الوظيفية.	5	الكلية الجذعية أو الحوضية هي الوظيفية.
6	لا توجد قنوات تناسلية.	6	توجد القنوات التناسلية.
7	يبقى الحبل الظهري طيلة حياة الحيوان.	7	يبقى في الأشكال الدنيا ويستبدل في الأشكال الراقية بالعمود الفقري
8	الهيكل غضروفي.	8	الهيكل غضروفي أو عظمي.

أما تقسيم الفقاريات إلى عديمات الأمنيون وأمنيوسيات فكان ذلك بناءً على مجموعة من الاختلافات، يوضحها الجدول الآتي:

	عديمات الأمنيون Anamniota		الأمنيوسيات Amniota
1	تضم مستديرات الفم والأسماك والبرمائيات.	1	تضم الزواحف والطيور والثدييات
2	جلدها مخاطي.	2	جلدها متقرن.
3	تتنفس بالغلاصم طوال حياتها أو خلال مرحلة من مراحل الحياة.	3	تتنفس بالرئات طيلة حياتها، حتى تلك التي تعيش في المياه المالحة والعذبة.
4	الكلية الوظيفية في البالغ هي الجذعية. (عدا مستديرات الفم – الرأسية)	4	الكلية الوظيفية في البالغ هي الحوضية.
5	الإخصاب غالباً خارجي (في الماء).	5	الإخصاب دائماً داخلي (في أقنية الأنثى التناسلية).
6	**التشكل الجنيني يحصل غالباً في الماء**	6	التشكل الجنيني يتم على اليابسة داخل البيضة (الزواحف والطيور) بما فيها الزواحف المائية، أو في الرحم عند الثدييات (بما فيها الثدييات المائية).
7	لا يحاط الجنين بأغشية جنينية.	7	توجد أغشية جنينية تحيط بالجنين (الأمنيون والكوريون والوشيقة).

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

1-صف مستديرات الفم Cyclostomata

. يضـــم هذا الصـــف رتبتين:1-رتبة المخاطيات Myxiniformes التي تعيش في المحيطـات والبحـار، 2-رتبـة الجلكيـات Pteromyzoniformes التي تعيش في الميـاه العذبة والمالحة. مسـتديرات الفم فقاريات بدائية، تعدُّ في بداية السُّـلم التطوري للفقاريات لما تملكه من خصائص بدائية بالمقارنة مع الأسماك. فهي بدون فكوك وحراشف وزعانف مزدوجـة، ويبقى الحبل الظهري طوال حياة الفرد. وتحتوي الأذن الداخليـة على قنـاتين نصـف دائريتين عند الجلكيات وقناة واحدة عند المخاطيات، المناسـل مفردة وبدون أقنية تناسلية. والجدير بالذكر أن المخاطيات تكون في بداية تطورها خنثوية، وعند البلوغ ينمو أحدهما على حساب الآخر ويصبح الكائن ذكراً أو أنثى. وتتغذى اللامبريتات أو الجلكيات البحرية Lamperysبتثبيت نفسـها عل أجسـام الأسـماك العظمية بوسـاطة أجزاء الفم الماص، وتمتص سـوائل أنسـجة هذه الأسـماك. هذا وقد تمكنت أسـماك اللامبري البحرية من الهجرة إلى البحيرات العظمى بعد شـق قناة حول شـلالات نياغرا. وفي وقت قصـير أزيلت أسماك الترويت Troutمن تلك البحيرات، فاندثرت صناعة صيد أسماك الترويت.

* * *

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الأسماك Pisces

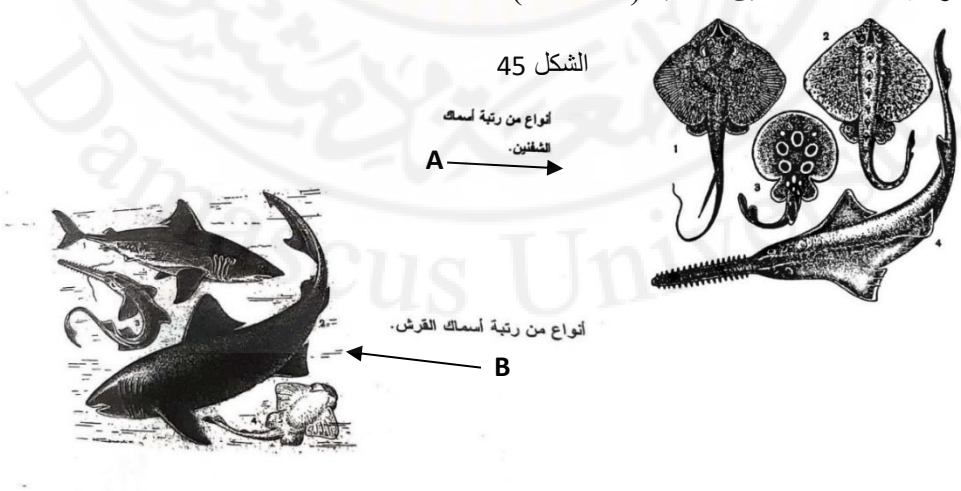
تعدُّ الأسماك سيدة البيئة المائية، فهي ناجحة ومتكيّفة مع الوسط المائي إلى أبعد الحدود، وقد أنتجت التكيّفات تنوّع هائل من الأشكال المتباينة، والتي تعيش من سطح المياه حتى ظلام أعماق المحيط السحيقة. وإذا أخذنا عدد أنواع الأسماك نجدها(أكثر من 21 ألف نوع) والأفراد في البلايين، وعلى ذلك فإن الأسماك تساوي إن لم تفوق أعداد جميع أنواع صفوف الفقاريات الأرضية الأربعة مجتمعة. يوجد صفان من الأسماك:

- صف الأسماك الغضروفية Chondrichthyes
- صف الأسماك العظمية Osteichthyes.

1-صف الأسماك الغضروفية Chondrichthyes :

أخذت هذه الأسماك اسمها من هيكلها الداخلي الغضروفي. يوجد حوالي 800 نوع في صف الأسماك الغضروفية. وبالرغم من أنها مجموعة أصغر كثيراً وأقل تنوّعاً من الأسماك العظمية، فإن اجتماع الفكوك القوية وعضلات السباحة وأعضاء الحس النامية وطباع الافتراس، يضمن لها حياة آمنة في المحيطات والبحار. تعدُّ القروش أضخم الفقاريات باستثناء الحيتان، فقد يصل طول بعضها حتى 20 متراً ووزنها حتى14 طناً. ومنها أسماك الشفنين القاعية (الشكل 45).

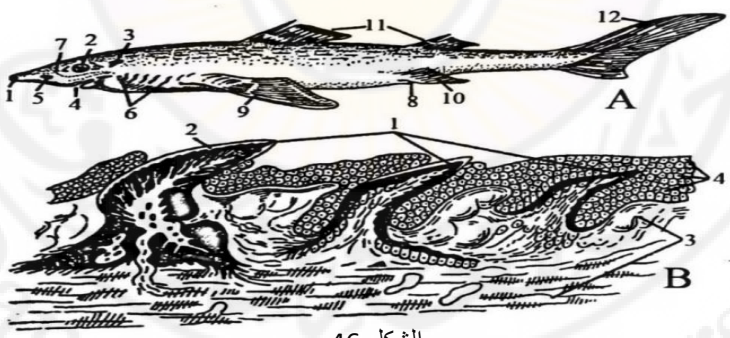
الشكل 45



-الجسم انسيابي في الأسماك الغضروفية (هي أكثر الأسماك انسيابية ورشاقة)، ذو زعنفة ذيلية غير متساوية، الزعانف الصدرية والحوضية شفعية، الحوضية تتحوّل إلى عضو اقتران. ويوجد زعنفتان ظهريتان.

-الفم بطني الموقع، لا تتصل الفتحتان الأنفيتان بالتجويف الفموي.

-**الجلد** مزوّد بغدد مخاطية وبحراشف لوحية(سنية)، والحراشف اللوحية خطيرة على البشر، إذ يتعرض الإنسان غالباً ليس إلى عض القرش وإنما إلى الحراشف المخروطية الحادة والتي تسبب جروح خطيرة. وتتحوّر الحراشف اللوحية الأمامية لتكوّن الأسنان المستبدلة على الفكين، والتي تتكون من عدة صفوف (صف عامل وعدة صفوف استعاضة)، تآكل الأسنان العاملة يحل مكانها صف من أسنان الاستعاضة (يبدل القرش في 10 سنوات 24 ألف سن). وتتكون الحراشف اللوحية والأسنان من العاج محاطاً بمادة المينا، وبالتالي تشبه أسنان الفقاريات (الشكل 46).



الشكل 46

A-الشكل العام لأسماك القرش: 1- حيزوم، 2- العين، 3- المتنفس، 4- الفم، 5- الفتحة الأنفية، 6- الشقوق الغلصمية، 7- فتحات عضو الخط الجانبي، 8- المقذرة، 9- الزعنفة الصدرية، 10- الزعنفة البطنية، 11- الزعانف الظهرية، 12- الزعنفة الذيلية.

B-مقطع طولي في جلد سمك القرش: 1- مراحل مختلفة من تطور الحراشف اللوحية (الأسود – العاج)، 2- المينا، 3- الأدمة، 4-البشرة.

-**الهيكل الداخلي** غضروفي كلياً فالعظم غير موجود إطلاقاً. والحبل الظهري يبقى كمحور رفيع في مركز جسم الفقرات.

-لا تحتوي الأسماك الغضروفية على كيس سباحي، وتحصل السباحة والطفو بفضل الجسم الانسيابي والحركة السريعة والدائمة التي تؤمنها الزعانف (خاصة الذيلية) المزوّدة بعضلات قوية. وللكبد الذي يعد كيس من الزيت، ويشكل 25% من وزن الجسم، ويحتوي على هيدروكربون دهني يسمى سكوالين كثافته 0.86، وبالتالي يؤدي الكبد دوراً أساسياً في سباحة وطفو الأجسام الثقيلة من الأسماك الغضروفية (14 طن في القرش العملاق).

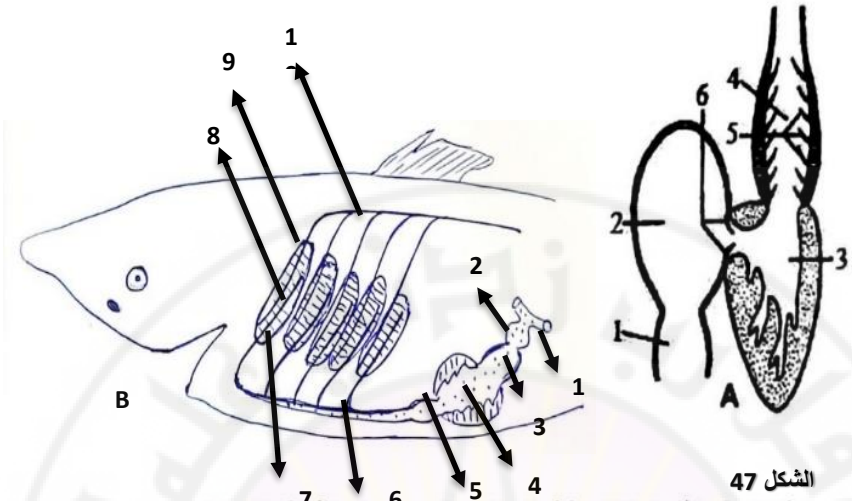
- يتميز **الجهاز العصبي** بزيادة حجم جميع أقسام الدماغ مقارنة مع دماغ اللافقاريات، فالمخيخ متطور، إذ تتكيّف هذه الأسماك خاصة القروش للسباحة السريعة والمتواصلة.

-ومن **أعضاء الحس** المتطورة عند الأسماك الغضروفية حاسة الشم وحاسة الاستشعار عن بعد. الفصوص الشمية نامية جداً وبالتالي حاسة الشم عند الأسماك الغضروفية قوية جداً، فأسماك القرش تتمكن من شم رائحة الدم وفرائسها من مسافة نصف كيلومتر. ويؤدي جهاز الخط الجانبي حاسة الاستشعار عن بُعد للكشف عن الأشياء الثابتة والمتحركة في المياه. ويتكون هذا الجهاز من قناة رئيسية تمتد على طول وسط الجسم، وبداخلها خلايا حسية مرتبطة بألياف عصبية من العصب الجانبي المرتبط بالعصب العاشر. ويتفرع عن القناة الرئيسية قنوات فرعية تتصل مع الوسط المائي بوساطة فتحات كثيرة العدد، توجد في الحراشف. وتتمثل حاسة السمع بالأذن الداخلية المؤلفة من ثلاث قنوات هلالية وقريبة وكييس. حاسة البصر أقل حدةً من مثيلتها في الأسماك العظمية، ولا تحتوي الشبكية على مخاريط، فالأسماك الغضروفية لا ترى الألوان. إن القوة الكاسرة في عيون الأسماك هي العدسة، لإن الفرق قليل بين قرينة انكسار الماء(1.33) والقرنية(1.37)، لذلك العدسة كروية لا تتحدب.

يبدأ **جهاز الهضم** بالتجويف الفموي الذي يفتح في البلعوم الذي يحتوي على الشقوق الغلصمية التي تؤدي إلى الغلاصم. يمتد بعد ذلك مري قصير فمعدة تأخذ شكل حرف "J". الكبد والبنكرياس يفتحان في أمعاءٍ قصيرة ومستقيمة، تحتوي على صمام حلزوني، يعمل عل تأجيل مرور الطعام، ويزيد من مساحة السطح الامتصاصي. وتنتهي الأمعاء

بالمستقيم التي تحتوي جدرانه على غدة المستقيم Rectal gland تُفرِز سائلاً عديم اللون، ذو تركيز عالٍ من كلور الصـوديوم. وتُسـاعد هذه الغدة الكلية على تنظيم تركيز الأملاح في الدم. وتصب الفضلات البولية والبرازية والمنتجات التناسلية في المقذرة.

يتكون **جهاز الدوران** من القلب والأوعية الدموية، القلب في الأسـماك الغضـروفية يتـألف من حجرتين رئيسـيتين (الأذينـة والبطين) وحجرتين ثـانويتين (الجيـب الوريـدي والمخروط الشـرياني). ويمر في القلب فقط دم وريدي، ويوجد فقط دورة دموية واحدة (الكبرى أو الجهازية). يتجمع الدم الوريدي من جميع أنحاء الجسـم في الجيب الوريدي عبر قناتي كوفييه، ينتقل هذا الدم إلى الأذينة فالبطين السـميك الجدران، ويدفع الانقباض الشـديد للبطين الدم إلى المخروط الشـرياني فالأبهر البطني، ومنه إلى الأوعية الغلصـمية الواردة فالغلاصـم حيث تتم الأكسـجة (أي يتحول الدم الوريدي إلى دمٍ مؤكسـج)، يصـب الدم المؤكسـج في الأوعية الدموية الصـادرة، ومنها إلى جذري الأبهر الظهري، فالأبهر الظهري الذي يوزع الدم المؤكسـج والمواد الغذائية إلى جميع أنحاء الجسـم. بعد تقديم الأكسجين والمواد الغذائية يجمع الدم من الخلايا والأنسجة CO_2 والفضلات فيصبح الدم وريـدياً، فينتقل إلى الأوردة فقنـاتي كوفييـه فـالجيـب الوريـدي.... وهكذا تحـدث الـدورة الدموية في جهاز دوران مغلق والذي يميز جميع الفقاريات. (الشكل 47).

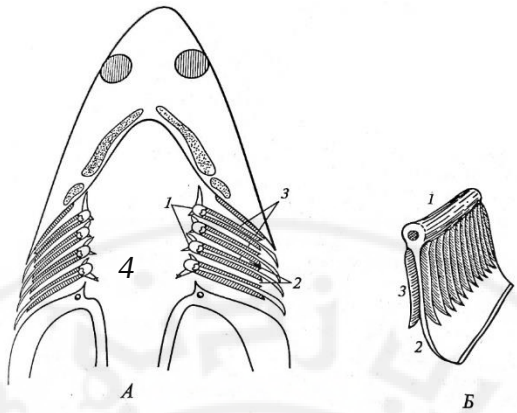


الشكل 47

A- بنية القلب في الأسماك الغضروفية: 1- الجيب الوريدي، 2- الأذينة، 3- البطين، 4- المخروط الشرياني، 5- صمامات المخروط الشرياني، 6-الصمام الأذيني البطني.

B- جهاز الدوران في الأسماك الغضروفية: 1- قناتا كوفييه، 2- جيب وريدي، 3- أذينة، 4- بطين، 5- مخروط شرياني، 6- الأبهر البطيني، 7- أوعية غلصمية واردة، 8- غلاصم، 9- أوعية غلصمية صادرة، 10- الأبهر الظهري

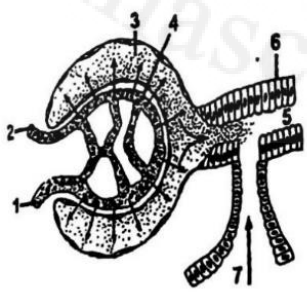
يتمثل **جهاز التنفس** عند الأسماك الغضروفية بالغلاصم، ويوجد 5-7 أشفاع من الغلاصم، ذات فتحات غلصمية منفصلة وبدون غطاء غلصمي (الشكل 48). وتقع الشقوق الغلصمية عند أسماك الشفنين عل الوجه البطني. ويحدث التنفس بدخول الماء عن طريق التجويف الفموي إلى البلعوم، يخرج الماء عبر الشقوق الغلصمية إلى الوسط الخارجي، في أثناء ذلك تتبلل الصفائح الغلصمية والتي تحتوي على دم وريدي. إن مرور الماء على هذه الصفائح يؤدي إلى عملية التبادل الغازي (أخذ الأكسجين المذاب في الماء والتخلي عن CO_2)، أي يتحول الدم الوريدي إلى دم مؤكسج.



الشكل 48. الجهاز التنفسي في أسماك القرش: -A مقطع في الرأس، B- توضع الصفائح الغلصمية على الحواجز بين الغلصمية
1 - القوس الغلصمية، 2- الحاجز بين الغلصمي، 3- الصفائح الغلصمية، 4- البلعوم.

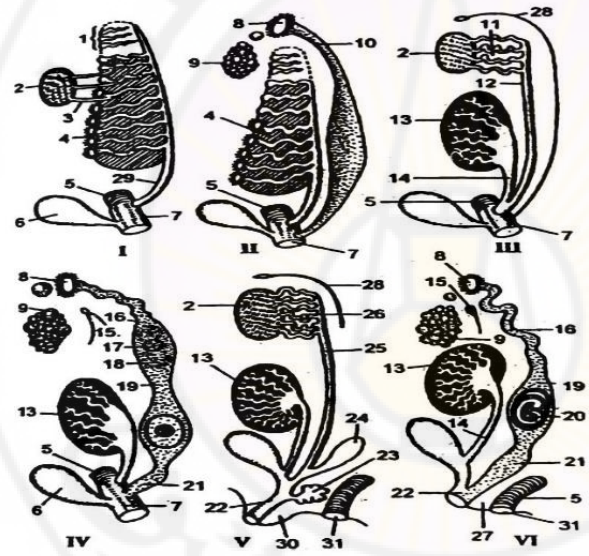
ويكون سريان الدم عكس سريان الماء (الماء من الأمام إلى الخلف والدم من الخلف إلى الأمام)، وهذا يزيد من فعالية استخلاص الأكسجين المنحل بالماء. هذا وتتوضع الصفائح الغلصمية على الحواجز بين الغلصمية الصادرة عن الأقواس الغلصمية.

يتألف **جهاز الإطراح** من شفع من الكِلى الجذعية (المتوسطة Mesonephrose) في الحيوانات البالغة لعديمات الأمنيون، باستثناء مستديرات الفم – الكِلى الرأسية (الأولية) Protonephrose هي الوظيفية كأجنة عديمات الأمنيون. وتتمثل الوحدة البنيوية – الوظيفية في الكلية الجذعية بالأنبوب البولي Nephron الذي يتكون من جسيم مالبيكي (محفظة بومان وكبة وعائية تحتوي وعاءً دموياً وارداً وآخر صادراً) والقنيات الصادرة عنه (الشكل 49).



الشكل 49. محفظة مالبيكي مع الكبة الوعائية (كبة مالبيكي):
1–وعاء دموي وارد، 2– وعاء دموي صادر، 3– محفظة مالبيكي، 4– كبة وعائية (كبة مالبيكي)، 5– البول الأولي، 6– قَنَية كلوية، 7– قمع القَنية الكلوية (الفم الكلوي) والذي يفتح في تجويف الجسم.

عندما يعبر الدم عبر أوعية كبة مالبيكي يخسـر جزءاً من البلازما، ويدخل هذا الجزء في تجويف محفظة كبة مالبيكي فيتشـكل البول الأولي الذي يشـبه بتركيبه البلازما لكن بدون المواد المفيدة جداً، ينتقل بعدها البول الأولي إلى قنيات الأنبوب البولي، إذ يُعاد امتصـاص الماء والمواد الضـرورية للكائن إلى الدم، وبالتالي يتشـكل البول الثانوي (البولة). وتصـب البولة في قناة فولف فالمقذرة. والجدير بالذكر أن قناة فولف في الذكور عند الأسـماك الغضـروفية والبرمائيات هي قناة ناقلة للنطاف وحالب (ناقلة للبول)، وفي الإناث هي حالب، أي قناة ناقلة للبول فقط (الشكل 50).



الشكل 50. مخطط الجهاز البولي التناسلي عند الفقاريات: I- (ذكر) و II- (أنثى) أسماك القرش والبرمائيات، III- (ذكر) وIV- (أنثى) الزواحف والطيور، V- (ذكر) وVI- (أنثى) الثدييات. 1- الكلية الأولية (الرأسية)، 2- الخصية، 3- البربخ، 4- الكلية المتوسطة (الجذعية)، 5- المعى الخلفي، 6- المثانة، 7- المقذرة، 8- صيوان القناة الناقلة للبيوض، 9- المبيض، 10- قناة مولر، 11- البربخ، 12- قناة ناقلة للنطاف، 13- الكلية النهائية (الحوضية)، 14- الحالب، 15- آثار الكلية الجذعية، 16- القناة الناقلة للبيوض، 17- الخلية البيضية، 18- بروتين مفرز من غدد في جدران القناة الناقلة للبيوض، 19- الرحم، 20- جنين في الرحم، 21- المهبل، 22- الجيب البولي التناسلي، 23- البروستات، 24- الحويصل المنوي، 25- قناة ناقلة للنطاف، 26- البربخ، 27- العجان، 28- آثار قناة مولر، 29- قناة الكلية المتوسطة (الجذعية) – قناة فولف، 30- عضو السفاد (القضيب)، 31- الشرج.

لقد طوّرت الأسـماك الغضـروفية آلية للاحتفاظ بالماء داخل أجسـامها بدلاً من التخلص من المياه الزائدة، وذلك عن طريق الاحتفاظ بالبولة بالدم بصـورة مذابة ومتحدة مع أملاح الدم إلى أن يتساوى الضغط الحلولي للدم مع مثيله في مياه البحر.

يتألف **الجهاز التناسـلي** من شـفع من الغدد الجنسـية وقنوات تناسـلية. يرتبط الجهاز التناسلي الذكري مع الجهاز البولي، فالقنوات الناقلة للنطاف لشفع الخِصى تمر في الكلية،

وتصب في قناة فولف والتي تنقل البولة والنطاف، فهي حالب وقناة ناقلة للنطاف، وتضمر قناة مولر كلياً أو جزئياً في الذكور (الشكل السابق I).

وينفصل الجهاز التناسلي الأنثوي بصورة تامة عن الجهاز البولي، فقناة فولف تقوم في الإناث بوظيفة حالب فقط، والكلية غير مرتبطة بالجهاز التناسلي (الشكل السابق II). تقع المبايض في تجويف الجسم، وهي غير مرتبطة بالقنوات التناسلية، إذ تطرح البيوض في تجويف الجسم، ومنه إلى الصيوان فالقناة الناقلة للبيوض (قناة مولر) فالمقذرة.

وتكون حماية البيوض عند الأسماك الغضروفية إما بوضعها في محفظة يحصل بداخلها التشكل الجنيني أو إبقاء البيضة داخل جسم الأم، وذلك حتى تستطيع التكيّف مع بيئة مياه البحار. ويتطلب هذان الحلان حدوث إخصاب البيض داخلياً، وهذا حدث في الأسماك الغضروفية، إذ كانت أول الفقاريات التي نشأت فيها ظاهرة الإخصاب الداخلي، كما تحوّرت الزعانف الحوضية في ذكور تلك الأسماك لوضع النطاف داخل القنوات التناسلية للأنثى.

وتكون بيوض أسماك القرش ضخمة جداً (طول بيضة القرش الحوتي 50سم)، وتضع الأنثى بيضة واحدة في مكان معزول، ولا يلقى النسل أية عناية من الوالدين. وتضع بعض أسماك القرش بيوضاً صغيرة وكثيرة العدد.

ويوجد في الأسماك الغضروفية ثلاثة أنماط من التكاثر:

1- التكاثر بالبيوض، إذ تكون البيوض غزيرة المح.
2- التكاثر الولادي البيضي، إذ تحتفظ الأنثى بالبيضة في الرحم وبدون اتصال مع الأم.
3- التكاثر بالولادة، يحدث التشكل الجنيني في البداية على حساب المح الموجود في البيضة، وفي مرحلة لاحقة يحصل ارتباط جدران الكيس المحي مع جدران الرحم، إذ توجد البيضة. ويتكون بعد ذلك بين الجنين المتنامي والأم شبكة

مشـــتركة من الأوعية الدموية، والتي يحصـــل بتبادل المواد بين الأم والجنين، وهذا يذكرنا بمشيمة الثدييات. وتحتفظ بعض أسماك القرش بالجنين داخل جسمها لمدة عامين، وهذه المدة أطول من مرحلة الحمل عند الفيل (23 شهراً).

تصنيف الأسماك الغضروفية:

يضم صف الأسماك الغضروفية Chondrichthyes تحت صفين (انظر الشكل 45):

1- تحت صف الأسماك صفيحيات الغلاصم Elasmobranchii ويضم رتبتين:

أ- رتبة أســماك القرش Selachomorpha (350 نوع). تؤكد الأبحاث أن بعض القروش خطيرة جداً، وبعضـها الآخر حذر وجبان. وتستخدم بنسبة قليلة كطعام للبشر، وتستخدم جلودها في الصناعات الجلدية، إذ تتميز بقوة شد أكبر ونوعية أكثر ثباتاً من جلد الثدييات. وتصطاد بعض القروش بهدف الحصول على زيت كبد السمك الغني بفيتامين A، إذ تُنتِج بعض القروش 470 لتراً من هذا الزيت.

ب- رتبة أسماك الشفنين Batoidei (340 نوع)، وهي أسماك تعيش في أعماق تصل إلى أكثر من 3كم. وتتميز باتحاد الزعانف الصدرية مع الرأس مشكلة ما يشبه الجناح. ويوجد فيها خمسة أشفاع من الشقوق الغلصمية البطنية الموقع . ويوجد في بعض أسماك الشفنين أعضـــاء كهربائية على جانبي الرأس، يتألف العضـــو الواحد من رفوف عديدة من خلايا تشـــبه القرص، عندما تُشـــحن جميع الخلايا تُنتِج تيار كهربائي بقوة 70 فولط ينتشـــر في المحيط، وهذا التيار كافٍ لصـــعق الفرائس أو لإعاقة المفترســـات. وقد اســـتخدمت هذه الأسماك عند قدماء المصريين كعلاج كهربائي في معالجة آلام التهاب المفاصل والنقرس.

2- تحت صف كاملات الرأس Holocephali (30 نوع). وهي أسماك تعيش في المحيطات الباردة، وعلى عمق 2000 متر. وتتميز بغطاء غلصمي، وأسنان قوية جداً.

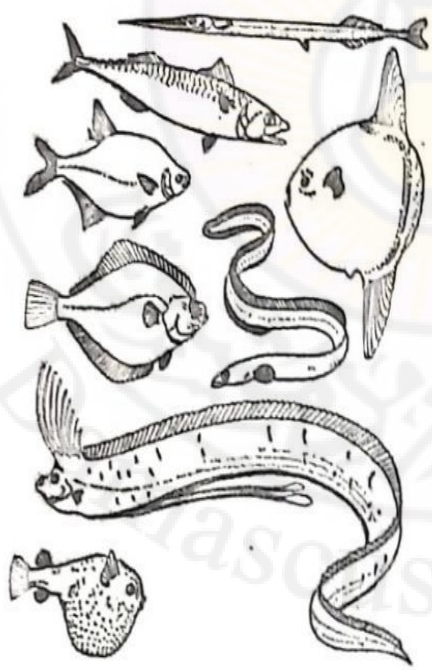
* * *

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

2-صف الأسماك العظمية Osteichthyes

يعد هذا الصف أكبر صفوف الفقاريات، إذ تصل أعداده نحو 21 ألف نوع. تتكيّف هذه الأنواع للعيش في جميع الأوساط المائية (العذبة والمالحة والقطبية). وقد تمكنت بفضل الأشكال المورفولوجية المتنوّعة (الشكل السمكي المعتاد، الشكل الثعباني، السهمي، الدائري – الشكل 51) أن تتواجد في المياه السطحية، ثخانة الماء والأعماق السحيقة. الحد الفاصل بين الأسماك العظمية والغضروفية هو وجود العظم في هيكل الأسماك العظمية وعدم وجوده إطلاقاً في هيكل الأسماك الغضروفية.

يتراوح طول الجسم من عدة سنتيمترات حتى أمتار عدة. التكيّف للسباحة يحدث بفضل الشكل الانسيابي (مضغوط من الجانبين)، ووجود الزعانف، وعدم وجود الرقبة (وبالتالي الرأس غير متحرك بالنسبة للجذع).

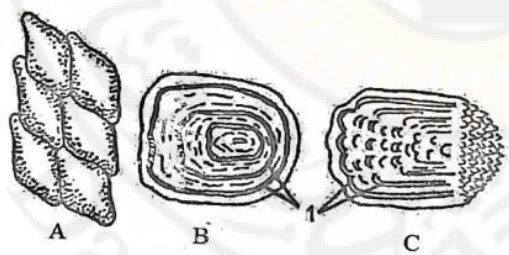


الشكل 51. الأشكال المورفولوجية المختلفة عند الأسماك العظمية.

الجلد:

يتكون الجلد من بشرة (نسيج ظهاري مطبق) وأدمة (طبقة ثخينة من النسيج الضام). ويوجد في البشـرة عدد كبير من الغدد وحيدة الخلية التي تُفرِز مخاطاً، يقلل من الاحتكاك في أثناء السباحة، ويحمي الحيوان من العوامل الممرضـة، ويسرع من تخثر الدم وترميم الجروح، ويساعد على التعارف بين الجنسين وأفراد النوع الواحد، ويكون المخاط ساماً في بعض الأسماك يستخدم للدفاع ضد المفترسات. ويوجد في الطبقات السفلية للبشرة خلايا صباغية تعطي الألوان المختلفة جداً للأسماك العظمية، وبعضها يغير لونه حسب الوسط الموجود. وقد تتبدل الألوان خلال فصل التكاثر أو بتغير درجات الحرارة أو حسب الحالة الانفعالية كالخوف مثلاً.

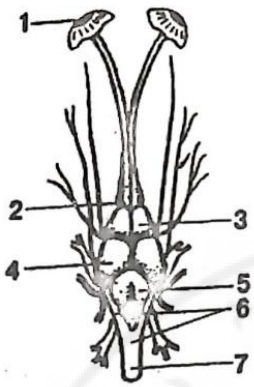
يتزوّد الجلد في معظم الأسماك العظمية بالحراشف، التي تحتوي على أشعة عظمية، لذلك تتشكل في الأدمة، وهي ثلاثة أنواع: لامعة، ودائرية ومسننة (الشكل 52). تؤدي الحراشف وظيفة الحماية وتساعد على السباحة (الأسماك الحرشفية تجيد السباحة بمهارة). وتُحدِد الحراشف عمر السمكة، إذ يختلف نموها في فصول السنة.



الشكل 52. أشكال الحراشف في الأسماك العظمية.
A-اللامعة، B-الاسطوانية، C-المشطية: 1-حلقات سنوية.

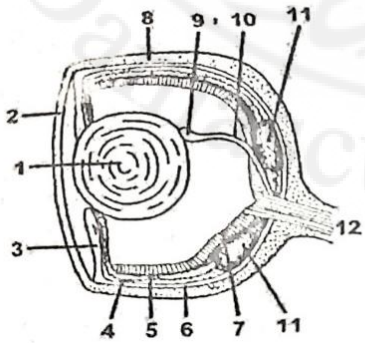
الجهاز العصبي وأعضاء الحواس:

يتكون الجهاز العصبي من المخ في مقدمته فصوص شمية صغيرة، ودماغ سريري ودماغ متوسط (حدبتان توأميتان) ومخيخ (الشكل 53). ويختلف نمو هذه الأجزاء باختلاف الوسط الذي تعيش فيه الأسماك العظمية. ويصدر عن الدماغ 10 أعصاب قحفية.



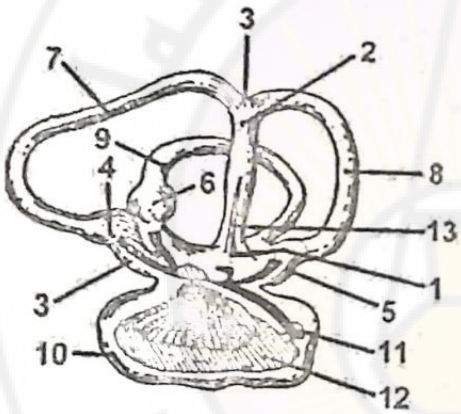
الشكل 53. دماغ الأسماك العظمية:
1- المحفظة الشمية، 2- الفصوص الشمية، 3- المخ، 4- الحدبتان التوأميتان، 5- المخيخ، 6- البصلة السيسانية، 7- النخاع الشوكي.

ويوجد في الأسماك العظمية أعضاء حس نامية (الخط الجانبي، حاسة البصر والسمع، والشم والتذوق). وتتشابه بنية أعضاء الخط الجانبي ووظيفتها في الأسماك العظمية مع مثيلتها في الأسماك الغضروفية. القوة الكاسرة في عضو البصر عند الأسماك العظمية (الشكل 54) كما في الغضروفية وجميع الحيوانات المائية هي العدسة، القرنية مسطحة والعدسة كروية لا تتحدب، الأسماك ترتاح لرؤية القريب ولرؤية البعيد ولأنَّ العدسة لا تتحدب، فإن المطابقة Accommodation تحصل بفضل العضلة المؤخرة Retractor التي تجر العدسة نحو الخلف باتجاه الشبكية، فتُحكِم خيال الشيء المرئي على الشبكية. وتوجد في شبكية الكثير من أنواع الأسماك العظمية أعداد هائلة من العصي والمخاريط (الخلايا الحساسة للضوء أو المستقبلات الضوئية)، لذلك ترى الألوان خاصة تلك التي تعيش في الطبقات السطحية من المياه.



الشكل 54. عين الأسماك العظمية:
1- العدسة (الجسم البلوري)، 2- القرنية، 3- القزحية، 4- المشيمية، 5-الطبقة الصباغية، 6-الطبقة الفضية، 7-الشبكية، 8-الصلبة، 9و10- الزائدة المنجلية، 11- غدة المشيمية، 12- العصب البصري.

وتحرم الأسماك العظمية القاعية وجميع الأسماك الغضروفية من رؤية الألوان، إذ تحتوي الشبكية فقط على العصي. ويتمثل عضو السمع كما في الأسماك الغضروفية فقط بالأذن الداخلية، لكن يُلاحظ نمو أكثر للكييس (الشكل 55). وتوجد أعضاء الشم في كيسين شميين داخل المحفظتين الشميتين للجمجمة، وتستطيع الأسماك العظمية استقبال جميع المنبهات الكيميائية وتمييز الروائح المختلفة. وتنتشر أعضاء التذوق والتي تتمثل ببراعم التذوق بأعداد كبيرة في الغشاء المخاطي للتجويف الفموي والبلعوم والصفائح الغلصمية وتوجد أيضاً على السطح الخارجي للجسم.



الشكل 55. عضو السمع في الأسماك العظمية:
1- القريبة، 2- جيب القريبة، 3- قمة القريبة، 4و5و6- أمبولات القنوات نصف الدائرية، 7و8 و9- القنوات نصف الدائرية (الهلالية)، 10- الكييس، 11- فروع العصب السمعي، 12- حصاة Otolithus، 13- القناة اللمفية الداخلية.

الهيكل:

يتكون هيكل الأسماك العظمية من العظام، ولا تزال الغضاريف في كثير من أجزاء هذا الهيكل. ويتألف الهيكل من الجمجمة التي تُقسم إلى جزء عصبي يحيط بالدماغ وأعضاء الحس وجزء حشوي يحيط بالجهاز الغلصمي وبداية أنبوب الهضم. ويتكون العمود الفقري من فقرات جذعية وفقرات ذيلية، ويلتحم العمود الفقري مع القحف، وبالتالي لا يتحرك الرأس بالنسبة للجذع. ويوجد الزنار الكتفي (عظما اللوح والغرابي) والزنار الحوضي يحل مكانه العظم القاعدي.

إن تعظم الهيكل في الأسماك العظمية أدى إلى زيادة الوزن، لذلك تطورت الأداة الأكثر كفاءة للطفو، هي **الكيس السباحي (المثانة الهوائية)**، وهو كيس مملوء بالغازات

(معظمها أوكسجين، وكميات متفاوتة من الآزوت وثاني أكسد الكربون وغيرها). ويوجد الكيس السباحي في معظم الأسماك العظمية، ولا يوجد في أسماك الأعماق والأسماك القاعية. يمكن للسمكة أن تحقق طفوية متعادلة عن طريق ضبط حجم الغازات في الكيس السباحي، وأن تبقى في حالة طفو دائم عند أي عمق وبدون أي مجهود عضلي. وإذا ما هبطت السمكة إلى عمقٍ أكبر فإن الغازات تنضغط، وتصبح السمكة أثقل، وتميل إلى الغرق، ويؤدي صعود السمكة إلى الأعلى تمدد الغازات في الكيس السباحي، وتصبح السمكة خفيفة، مما يؤدي إلى اندفاع السمكة خارج الماء.ويضبط حجم الغازات في الكيس السباحي بطريقتين:

- مفتوحات الكيس السباحي، إذ يتصل الكيس مع المريء بقناة هوائية (أسماك أقل تخصصية كالترويت) تأتي إلى السطح وتبتلع الهواء فيمتلئ الكيس السباحي بالغازات.

- مغلقات الكيس السباحي (فقدت القناة الهوائية)، وهي حالة الأسماك مكتملة التعظم الأكثر تخصصاً. في هذه الأسماك يتزوّد الكيس السباحي بالغازات من الدم، ويعتمد ذلك على غدة غازية تفرز الغازات من الدم ومنطقة امتصاص تمتص الغازات عند غوص السمكة. وسنوجز طريقة إفراز الغدة الغازية التي "تسمى الغدة الحمراء "كما يلي: تُفرِز الغدة حمض اللبن، ويؤدي هذا إلى حموضة الشبكة الدموية المنتشرة في الغدة، مما يجبِر الهيموغلوبين على إطلاق ما يحتويه من الأكسجين، يتجمع الأكسجين في الشبكة ليصل إلى ضغط عالٍ فينتشر داخل الكيس السباحي.

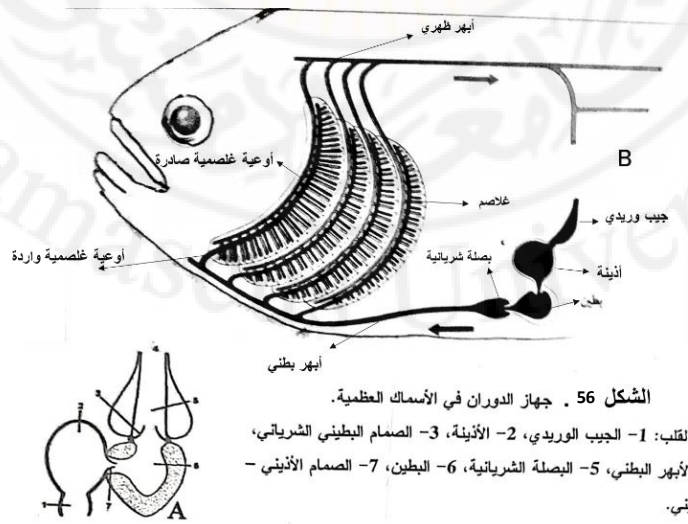
جهاز الهضم:

يتكون جهاز الهضم من نفس الأعضاء التي توجد في الأسماك الغضروفية، يبدأ هذا الجهاز بالفتحة الفموية والتي تختلف بموقعها تبعاً لنمط التغذية، فهي علوية في الأسماك آكلات البلانكتون، وطرفية في الأسماك المفترسة، وسفلية في الأسماك القاعية. ويحتوي التجويف الفموي على أسنان تستخدم للقبض على الطعام وليس مضغه، ولا يوجد لسان في التجويف الفموي وإنما طيّة مخاطية مجردة من العضلات لا تتحرك، ولا يحتوي

التجويف الفموي على الفتحات الأنفية الداخلية لعدم وجود التنفس الهوائي، وأيضاً لا يوجد نفير أوستاش لعدم وجود الأذن الوسطى. ويتصل التجويف الفموي مع البلعوم الذي يحتوي على الشقوق الغلصمية التي تؤدي إلى الغلاصم، ويتصل البلعوم بالمريء القصير الذي يفتح بالمعدة التي تتصل بالمعي الدقيق، إذ تصب في بدايته قنوات الكبد والبنكرياس، هذا ولا يختلف المعي الغليظ بشكله عن المعي الدقيق. وتنتهي الأمعاء بالمقذرة في ذوات التنفسين وبفتحة الشرج في جميع الأنواع الأخرى.

جهاز الدوران:

يتكون جهاز الدوران من حجرتين رئيستين (أذينة وبطين) وحجرتين ثانويتين (جيب وريدي وبصلة شريانية). ولا يمر في القلب سوى الدم الوريدي (غير المؤكسج)، ويوجد فقط كالأسماك الغضروفية دورة دموية واحدة (الدورة الدموية الكبرى أو الجهازية). يتجمع الدم غير المؤكسج من جميع أنحاء الجسم في قناتي كوفييه الذي ينتقل إلى الجيب الوريدي، ثم يندفع إلى الأذينة ثم إلى البطين فالبصلة الشريانية فالغلاصم بوساطة الأوعية الغلصمية الواردة، فتحدث الأكسجة في الغلاصم، ومن الغلاصم يتوزع الدم المؤكسج بوساطة الأوعية الغلصمية الصادرة إلى جذري الأبهر الظهري فالأبهر الظهري ومنه إلى جميع أجزاء الجسم (الشكل 56 B-A).



الشكل 56 . جهاز الدوران في الأسماك العظمية.
A- القلب: 1- الجيب الوريدي، 2- الأذينة، 3- الصمام البطيني الشرياني، 4- الأبهر البطني، 5- البصلة الشريانية، 6- البطين، 7- الصمام الأذيني – البطيني.

جهاز التنفس:

يتألف جهاز التنفس من الغلاصم الموجودة في حجرتين غلصميتين تقعان على جانبي البلعوم وتغطيان بغطاء غلصمي له دور في الحركات التنفسية. وتحتوي كل حجرة غلصمية على أربعة غلاصم يحدث في مستواها تبادل الغازات التنفسية، إذ يستخلِص الدم الأكسجين المذاب في الماء، ويتخلى عن ثاني أكسيد الكربون الذي يحمله الماء الخارج من الفتحة الغلصمية (الشكل 57). هذا ويحمل القوس الغلصمية الصفائح الغلصمية، لينقى الدم وتمنع السنينات دخول مواد الطعام إلى الحجرة الغلصمية. والجدير بالذكر كما نعلم أن سريان الدم يكون عكس اتجاه تيار الماء، وهذا يسمح باستخلاص أكبر كمية من الأكسجين المنحل بالماء، فبعض الأسماك تستخلص 85%من الأكسجين الذي يمر في غلاصمها.



الشكل 57. Aو B: 1- أقواس غلصمية 2- صفائح غلصمية 3- غطاء غلصمي 4- تجويف البلعوم.

جهاز الإطراح:

الكِلى الجذعية هي الوظيفية في الأسماك العظمية البالغة، والكِلى الرأسية هي الوظيفية في الأجنة وذلك كما في جميع عديمات الأمنيون.

يُحافظُ على التوازن المائي-الملحي في الأسماك العظمية:

1-**أسماك الماء العذب:** الماء العذب ذو تركيز ملحي أقل بكثير من تركيز دم أسماك المياه العذبة، وعلى ذلك فهي تكتسب الماء أوسموزياً وتخسر الأملاح. ويُنظَّمُ: أ-بالتخلص من الماء الزائد بتكوين بول مخفف جداً والذي يطرح إلى الخارج بوساطة الكلية المتوسطة(الجذعية)، ب-تمتص بعض الأملاح من الماء إلى الدم عن طريق خلايا خاصة موجودة في ظهارة الغلاصم، ج-الأملاح تصل عن طريق غذاء السمكة والذي يعوّض عن كميات الأملاح النافذة. هذه الطرق ذات كفاءة عالية التنظيم وتحتاج إلى طاقة قليلة.

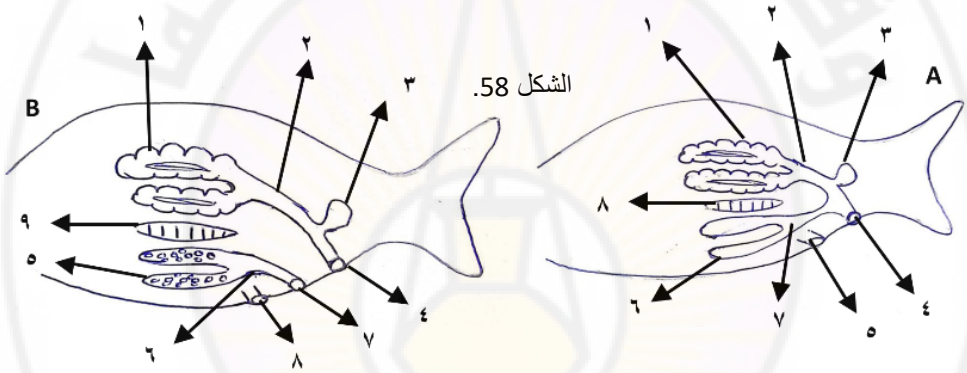
2-**أسماك المياه المالحة:** ذات تركيز ملحي بالدم أقل كثيراً من ماء البحر، يجعلها تميل إلى أن تفقد الماء وتكتسب الأملاح، وبالتالي تشبه حيوانات الصحراء المحرومة من الماء ولتعويض فقدان الماء تشرب هذه الأسماك ماء البحر لكن هذا يكون مصحوباً مع كميات كبيرة من الأملاح غير المرغوب فيها. ويُنظَّمُ التوازن المائي-الملحي كالآتي: أ-تتخلص من الماء الزائد باتحاده مع شوارد أملاح البحر الزائدة عن طريق خلايا خاصة بالغلاصم، ب-معظم الأملاح ثنائية التكافؤ (ca^{++}، mg^{++}) تخرج مع البراز، ج-كمية قليلة من الأملاح الثنائية التكافؤ يخترق ظهارة الأمعاء، ويدخل تيار الدم، حيث تقوم الكِلى بإخراجه. بخلاف كلية أسماك المياه العذبة ومعظم الفقاريات التي تكوّن بولها بالترشيح والامتصاص نجد ان كلية الأسماك البحرية تستخدم الترشيح بصورة قليلة، وبالتالي فقدت الكبات أهميتها، وأصبحت الكلية بسيطة البنية، حتى أن الكلية اختفت من بعض الأسماك العظمية البحرية.

التكاثر والتطور والنمو في الأسماك العظمية:

الأسماك العظمية منفصلة (ثنائية) الجنس Dioccious، الإخصاب خارجي والتشكل الجنيني خارجي في الماء، والتطور غير مباشر. وهذا هو التكاثر بالبيوض. تتميز الأسماك العظمية خاصة البحرية بغزارة إنتاج البيوض، فقد تطلق الأنثى حتى 4 مليون بيضة في المرة الواحدة. وتضع أغلب الأسماك بيوضها في الربيع أو أوائل الصيف.

تختلف الأسماك العظمية عن الأسماك الغضروفية من حيث علاقة الجهاز التناسلي بالجهاز البولي، ويعود سبب انفصال الجهاز البولي عن التناسلي إلى غزارة المنتجات التناسلية ولتشكل الأقنية التناسلية الذكرية والأنثوية بصورة مستقلة من جوف الغدد الجنسية الطويلة. في الإناث لا توجد قناة مولر (في الأسماك الغضروفية تقوم بوظيفة قناة ناقلة للبيوض)، قناة فولف هي حالب في الجنسين، ويوجد عند الذكور فتحة بولية تناسلية مشتركة، أما عند الإناث فتكون الفتحة التناسلية مستقلة عن البولية (الشكل 58). وتستمر معظم الأسماك وبخلاف الطيور والثدييات في النمو بعد النضوج الجنسي.

الشكل 58.



A الجهاز البولي التناسلي في الأسماك العظمية (ذكر): ١- كلية ٢- قناة فولف (حالب) ٣- مثانة ٤- حليمة بولية تناسلية ٥- الشرج ٦- خصية ٧- قناة ناقلة للنطاف ٨- الكيس سباحي.

B الجهاز البولي التناسلي في الأسماك العظمية (أنثى): ١- كلية ٢- قناة فولف (حالب) ٣- مثانة ٤- فتحة بولية ٥- مبيض ٦- قناة ناقلة للبيوض ٧- فتحة تناسلية ٨- الشرج ٩- الكيس سباحي

تصنيف الأسماك العظمية:

يضم صف الأسماك العظمية Osteichthyes ثلاثة تحت صفوف:

1- تحت صف الأسماك شعاعية الزعانف Actinopterygii ويشتمل على فوق رتبتين:

أ-فوق رتبة الأسماك الغضروفية –Chondrostei العظمية: ومنها أسماك الحفش، يصل طول الحفش الروسي إلى 4-5 متر، ويستفاد من بيوض هذه الأسماك (الكافيار)كوجبات متكاملة وعالية القيمة الغذائية.

ب-فوق رتبة الأسماك مكتملة التعظم Teleostei: تشكل99% من الأسماك العظمية، تضم حوالي 40 رتبة منها الشبوطيات، السلمونيات، السلوريات...إلخ.

2- تحت صف الأسماك قوسيات الزعانف Crossopterygii: تمتلك هيكلاً للزعانف يتشابه مع توضع عناصر الهيكل في عظام أطراف رباعيات الأرجل Tetrapoda.

3- تحت صف الأسماك ذوات التنفسين Dipnoi: ومنها 6أنواع – نوع واحد في استراليا، وآخر في أمريكا الجنوبية، و4 أنواع في إفريقيا (طول أحدها يصل إلى 4 متر). وتتميز هذه الأسماك بوجود أذينتين غير منفصلتين، فيها حبل ظهري مدى الحياة، وتوجد رئة واحدة في النوع الأسترالي ورئتان في الأنواع الباقية.

* * *

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

4-صف البرمائيات Amphibia

البرمائيات أول الفقاريات التي انتقلت إلى اليابسة، لكن ترتبط حياتها ارتباطاً وثيقاً مع المياه العذبة (فأنواع هذا الصف لا تعيش إطلاقاً في البحار والمحيطات)، معظمها يتكاثر في الماء، ولا يمكن أن يحدث الإخصاب والتشكل الجنيني إلّا في الماء. حتى أن الأفراد البالغة تعيش في الأماكن الرطبة أو القريبة من أنهار وبُرك ومستنقعات الماء العذب.
وبالحقيقة تمثل البرمائيات مجموعة انتقالية: فهي لم تصبح حيوانات مائية حقيقية كالأسماك، ولا حيوانات أرضية حقيقية كالأمنيوسيات، هي بين الاثنين برمائيات، من الكلمة الإغريقية Amphibios التي تعني "الحياة المزدوجة".

تعدُّ البرمائيات الأكثر بدائية ضمن الفقاريات الأرضية رباعيات الأرجل Tetrapoda، وهي أصغر صفوف الفقاريات (باستثناء صف الأسماك الغضروفية) من حيث العدد (حوالي 4000 نوع).

إن غزو اليابسة يتطلب مجابهة مع المعضلات التي توجد في البيئات الأرضية والتكيّف معها: 1-فالتحرك على اليابسة يحتاج إلى هيكل يدعم الجسم وأطراف مزوّدة بعضلات قوية. مع العلم إن الحركة في الماء أصعب من الحركة على اليابسة (الماء أكثف من الهواء بألف مرة)، لكن الحركة في الماء تتحقق بكمية قليلة من البروتوبلاسما، والتي تمكن الحيوان من الطفو. 2-تتطلب حياة اليابسة التحوّل من التنفس الغلصمي إلى التنفس الرئوي، (محتوى الهواء من الأكسجين 20 ضعف مثيله في الماء). وبالتالي طرأت تغيرات في بنية جهاز الدوران. 3-على حيوانات اليابسة أن تحمي نفسها من درجات الحرارة المتبدلة (ثابتة نسبياً في الماء)، وهذا ما وصلت إليه الطيور والثدييات. ومن أهم أسباب غزو اليابسة توفر إمكانيات هائلة من الغذاء والأكسجين والمأوى الآمن للبيوض والنسل والأفراد مقارنة مع مثيلتها الموجودة في البيئات المائية.

يضم صف البرمائيات **ثلاث رتب**: 1- رتبة البرمائيات عديمات الأرجل Apoda، 2- رتبة البرمائيات المذنبة Urodela or Caudata، 3-رتبة البرمائيات عديمات الذنب Anura (الشكل 59).



الشكل 59. الأنماط البيئية للبرمائيات:
البرمائيات الشجرية:
1- مقذافي الأرجل، 2- ضفدع الشجر العادي، البرمائيات الأرضية: 3- الضفدع العشبي (ضفدع البرك)، 4- العلجوم الرمادي، 5- السلمندر المرقط.
البرمائيات المائية:
6- السلمندر الأمريكي،
7- الضفدع الإفريقي.
البرمائيات تحت الأرضية،
8- الدودة الحلقية.

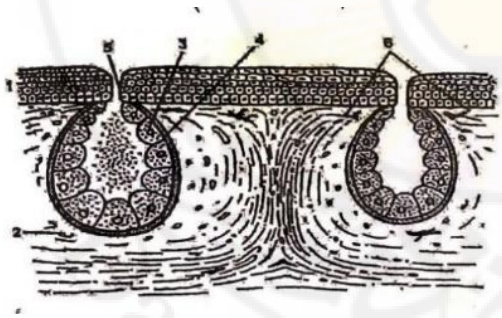
الشكل الخارجي:

يتباين الشـــكل الخارجي لأنواع الرتب المذكورة أعلاه، فجســـم البرمائيات يتألف بصـــورة عامة من رأس وجذع يحمل أطراف وذيل، لكن لا يوجد ذيل في عديمات الذيل، وفي عديمات الأرجل لا يوجد أطراف (الشـكل السـابق). وعلى العموم يكون الجسـم في البرمائيات (خاصـة عديمات الذيل) مضـغوطاً بالاتجاه الظهري – البطني (في الأسـماك

مضغوط من الجانبين)، ويكون الرأس في البرمائيات متحركاً بالنسبة للجذع (في الأسماك غي متحرك)، وهذا تكيّف للحياة على اليابسة.

الجلد:

الجلد عارٍ في البرمائيات، رقيق ورطب، يتركب الجلد من طبقتين: بشـــرة تتألف من طبقات خلوية عدة وأدمة. وتحتوي الطبقة الســـطحية من البشـــرة على ترســـبات من الكيراتين، تكون ســـميكة عند البرمائيات الأكثر أرضـــية. لكن كيراتين البرمائيات مرن على عكس مثيله الذي يكوّن الحراشـف والأرياش والأشـعار. وينشـأ من الطبقة السـفلية للبشـرة نمطين من الغدد الجلدية المركبة (في الأسماك وحيدة الخلية) التي تنمو إلى داخل الأدمة:غدد مخاطية صـغيرة تُفرِز مخاطاً يحمي الحيوان، وغدد مصَلية كبيرة تنتج سُمَّاً. تُفرِز جميع البرمائيات سُـمَّاً جلدياً، وتعدُّ بعض ســموم بعض البرمائيات التي تعيش في أمريكا الجنوبية من أخطر الســموم الحيوانية، وقد اســتخدمها قبائل الهنود الحمر لتســمم حرابهم. ويوجد في الأدمة خلايا صباغية تعطي الألوان المختلفة للبرمائيات (الشكل 60).



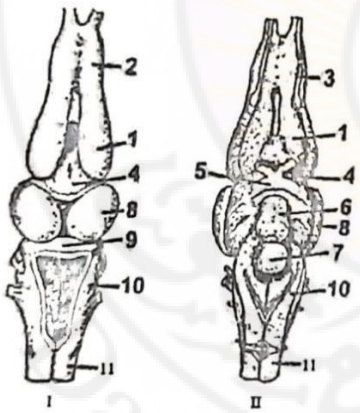
الشكل 60. مخطط بنية الجلد في الضفدع. 1- البشرة، 2- الأدمة، 3- الخلايا الغدية، 4- عضلات الغدة، 5- قناة الغدة، 6- خلايا صباغية.

ينفصـــل الجلد عن العضـــلات بتجاويف واســـعة تحتوي على أكياس لمفية مملوءة بسائل، هذا التركيب يقلل من الجفاف، ويُخفِف من الصدمات خلال التحرك على اليابسة، ويســـاعد على التبادل الغازي. للجلد دور مهم في التنفس، فهو رقيق ورطب وغني بالأوعية الدموية. يدفع البطين المشـــترك الدم الوريدي عبر الشـــرايين الرئوية الجلدية، يتخلى الدم عن ثاني أكســـيد الكربون وبنفس الوقت يتحد الهيموغلوبين مع الأكســـجين

الموجود في السائل المخاطي للجلد، ينتقل الدم الذي أصبح مؤكسجاً بوساطة الأوردة االجلدية إلى الأذينة اليمنى فالبطين المشترك.

الجهاز العصبي وأعضاء الحواس:

أدت شروط الحياة المعقدة على اليابسة إلى تطور وتعقيد بنية الجهاز العصبي في البرمائيات، ويتجلى ذلك في ضخامة المخ (نصفا الكرة المخية) الممتد إلى الأمام بفصين شميين، وتظهر على سطح المخ بداءات قشرة المخ (بداءات الخلايا العصبية) والتي توجد في الأسماك فقط عند ذوات التنفسين. ويوجد خلف المخ الدماغ السريري ثم الدماغ المتوسط (الحدبتان التوأميتان)، ويوجد خلف الحدبتين التؤاميتين المخيخ، الذي يبدو ضامراً نسبياً مقارنة مع مخيخ الأسماك (الشكل 61)، ويعود ذلك للحركات الضعيفة عند البرمائيات ولوجود مستند. ويصدر عن الدماغ 10 أعصاب قحفية.



الشكل 61. دماغ الضفدع: (I- الوجه العلوي، II- الوجه السفلي): 1- المخ، 2- الفص الشمي، 3- العصب الشمي، 4- الدماغ البيني (السريري)، 5- التصالب البصري، 6- القمع، 7- الغدة النخامية، 8- الدماغ المتوسط (الفصوص البصرية أو الحدبات التوأمية)، 9- المخيخ، 10- البصلة السيسائية، 11- النخاع الشوكي.

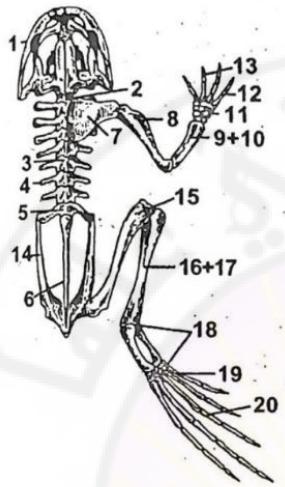
ويوجد جهاز الخط الجانبي الخاص بالأسماك في اليرقات المائية (شرغوف الضفدع مثلاً). وتعرض عضو السمع نتيجة الانتقال إلى اليابسة إلى تغيرات ملموسة، فالأمواج الصوتية تنتقل انتقالاً جيداً عن طريق الوسط المائي وجسم الحيوان المشبع بالماء (سرعة الصوت في الماء 1500م/ثا)، اما في الهواء فسرعة الصوت 340 م/ثا، هذا وتنعكِس

تقريباً معظم الأمواج الصـوتية عن جسـم حيوان اليابسـة، وينفذ فقط 1% إلى جسـمه، وبالتالي يكون عضـو السـمع عند الأسـماك بسـيط (أذن داخلية فقط). وبسـبب ذلك تعقدت بنية عضـو السـمع في البرمائيات، وأصـبح يتكون من أذن داخلية وأذن وسـطى. الأذن الوسطى عبارة عن عضو صغير مملوء بالهواء يتصل مع التجويف الفموي بوساطة نفير أوسـتاش، ويغطى من الخارج وعلى مسـتوى سـطح الجلد بغشـاء الطبل الرقيق والمرن، ويوجد في الأذن الوسـطى عظيمة سـمعية واحدة هي الركابي التي تسـتند من جهة إلى غشـاء الطبل، ومن الجهة الأخرى إلى النافذة البيضـوية. ويوجد عضـو البصـر في معظم البرمائيات (القليل منها عمياء-عديمات الأرجل). أصـاب العين تحوّرات عدة للتكيّف مع الإبصـار على اليابسـة. نشـأت الغدد الدمعية والجفون لتجعل العين رطبة وتمنع دخول الغبار وتحميها من الإصـابات. القرنية محدبة والعدسـة محدبة الوجهين (عند الأسـماك القرنية مسـطحة والعدسـة كروية). وتحصـل المطابقة في البرمائيات بوسـاطة العضـلة المقوِّمة للعدسـة Protractorالتي تجر العسـة للأمام بعيداً عن الشـبكية لضـبط الأشـعة الصـادرة عن الأشـياء القريبة، إذ إن البرمائيات كبقية حيوانات اليابسـة ترتاح لرؤية الأشـياء البعيدة دونما مطابقة. وتسـتطيع بعض البرمائيات رؤية الألوان، حيث تحتوي الشبكية على العصي والمخاريط. وتوجد براعم التذوق على اللسان وسقف الحلق، ويبطن التجويف الأنفي ظهارة شمية كاملة النمو.

الهيكل:

يتـألف هيكل البرمـائيـات من هيكل الجمجمـة، العمود الفقري، الأطراف والزنـانير. الجمجمة خفيفة الوزن، فيها عظام أقل عدداً، والغضـاريف كثيرة، وهذا يسـاعد على تخفيف الوزن، إذ تعود بين الحين والآخر إلى الماء للسباحة والتكاثر. الفك السفلي يتكون من عدة عظام. يتمايز العمود الفقري إلى فقرة رقبية واحدة -متمفصـلة مع القحف، وهذا يؤمن حركة للرأس بالنسـبة للجذع، لكن الحركة تكون ضـعيفة وعمودية. ويوجد فقرات جذعية عدة ، وفقرة عجزية واحدة، و فقرات ذيلية عدة في الأنواع التي يوجد فيها الذيل، أمـا في الأنواع مفقودة الـذيـل فتحولـت فقرات الـذيـل إلى مـا يُسـمى القلم الـذيلي

Urostyle(الشكل 61).قد يصل عدد الفقرات في البرمائيات عديمة الأطراف حتى 285 فقرة، وفي الضفادع العادية إلى تسع فقرات وقلم ذيلي. لا يوجد قفص صدري.



الشكل 61. الهيكل العظمي في الضفدع:
1- الجمجمة، 2- الفقرة الرقبية، 3- انفرات الجذعية، 4- الضلع، 5- الفقرة العجزية، 6- القلم الذنبي، 7- الكتف، 8- العضد، 9 و10- الزند والكعبرة، 11- رسغ الطرف الأمامي، 12- مشط الطرف الأمامي، 13- سلاميات الأصابع، 14- عظام الزنار الحوضي، 15- الفخذ، 16 و17- القصبة والشظية، 18- رسغ الطرف الخلفي، 19- مشط الطرف الخلفي، 20- سلاميات الأصابع.

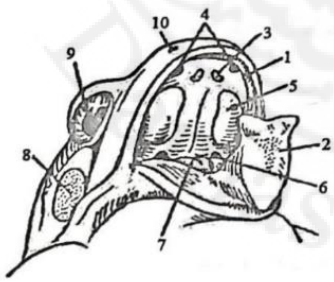
يتكون هيكل الطرف الأمامي من عضد، ساعد (الزند يلتحم مع الكعبرة)، مشط الطرف الأمامي وسلاميات الأصابع. أما هيكل الطرف الخلفي فيتألف من فخذ وساق (القصبة تلتحم مع الشظية)، مشط الطرف الخلفي وسلاميات الأصابع. تتحد عظام الرسغ في اليد والقدم، وهذا يُساعد الحيوان بالقفز على اليابسة. ويشتمل الزنار الكتفي على الكتف، الترقوة والغرابي. والزنار الحوضي على الحرقفة، الورك والعانة.

العضلات:

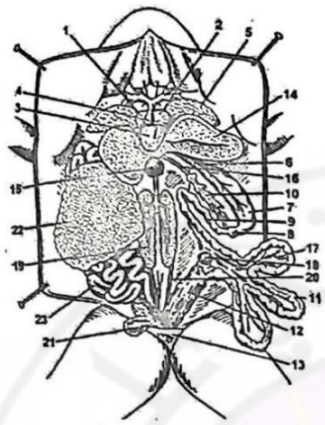
لا يوجد مقارنة بين عضلات الحيوانات رباعية الأرجل وعضلات زعانف الأسماك من حيث الترتيب والقوة. فعضلات الأطراف والزنانير والعمود الفقري خاصة عند عديمات الذيل أصبحت بصورة حزم عضلية قوية لأداء مختلف الحركات. حتى عضلات البطن المتماثلة والضعيفة نسبياً تدعم الأحشاء في الهواء.

جهاز الهضم:

يبدأ جهاز الهضـــم عند البرمائيات بالفتحة الفموية العريضـــة التي تؤدي إلى التجويف الفموي البلعومي، والذي يحتوي على: أســـنان مخروطية على الفك العلوي تســـتخدم للإمســـاك بالفريســـة وليس للمضـــغ، أســـنان ميكعية على عظم الميكعة، فتحتا الأنف الداخليتان، نفير أوســـتاش، حجاج العين، فتحة المزمار (فتحة الحنجرة)، فتحة المريء، غدد لعابية، لســـان مثبت في الأمام وحر في الخلف، ويمتاز الطرف الحر بأنه غدي، إذ ينتج إفرازاً لزجاً يلتصـــق بالفريســـة (الشـــكل 62). ويتصـــل التجويف الفموي البلعومي بالمريء القصير فالمعدة وهي كيس كبير يشغل الجانب الأيسر من تجويف البطن. وتنقسم الأمعاء إلى أمعاء دقيقة وأمعاء غليظة هي المســـتقيم، إذ تصـــب فيه الفضـــلات البرازية والبولية والمنتجات التناسلية، ويفتح المستقيم للخارج بالمقذرة. ويلحق بجهاز الهضم غدتا الكبد والبنكرياس وهما يصـــبان إفرازاتهما في الاثني عشـــر عن طريق قناة مشـــتركة. ويتألف الكبد من فصـــين أيمن وأيســـر، والأيســـر أكبر من الأيمن، إذ يتكون من قســـمين. ويوجد بين الفصين حويصل صفراوي (الشكل 63) وتجدر الإشارة أن القناة الهضمية في البرمائيات قصـيرة نسـبياً، وهي صـفة مميزة لآكلات اللحوم، إذ تتغذى البرمائيات البالغة على الحشرات والعناكب والديدان وغيرها. الشراغيف عادة من آكلات الأعشاب (طحالب ونباتات خضراء)، ولها قناة هضمية طويلة.



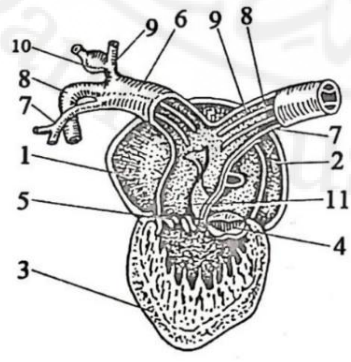
الشكل 62. التجويف الفموي البلعومي في الضفدع.
1- أسنان، 2- اللسان، 3- أسنان ميكعية، 4- فتحتا الأنف الداخلية، 5- حجاج العين، 6-نفير أوستاش، 7- فتحة الحنجرة (المزمار)، 8- غشاء الطبل، 9- العين، 10- فتحة الأنف الخارجية.



الشكل 63. الأعضاء الداخلية لأنثى الضفدع:
1-الأذينة اليمنى، 2-الأذينة اليسرى، 3-البطين المشترك، 4-المخروط الشرياني، 5-الرئة، 6- المريء، 7-المعدة، 8-الجزء البوابي للمعدة، 9- الأثني عشر، 10-البنكرياس، 11-المعي الدقيق، 12-المستقيم، 13-منطقة المقذرة، 14-الكبد، 15-الحويصل الصفراوي (المرارة)، 16- القناة الصفراوية، 17- المساريقا، 18- الطحال، 19- الكلية، 20-الحالب، 21-المثانة، 22-المبيض اليميني، 23-القناة الناقلة للبيوض اليمنى (المبيض اليساري والقناة الناقلة للبيوض اليسارية منزوعة).

جهاز الدوران:

تعرض جهاز الدوران في البرمائيات وبسبب التحوّل من التنفس الغلصمي إلى الرئوي تغييرات أساسية. يتكون القلب من ثلاث حجرات رئيسة (أذينتين وبطين واحد) وحجرتين ثانويتين (الجيب الوريدي والمخروط الشرياني) الشكل 64 ويوجد عند البرمائيات دورتان دمويتان –صغرى أو رئوية وكبرى أو جهازية (عند الأسماك دورة دموية واحدة-الجهازية). ويمر في قلب البرمائيات دم مؤكسج وآخر غير مؤكسج (في الأسماك دم غير مؤكسج فقط). وتبدأ الدورة الدموية الصغرى بالبطين المشترك وتنتهي بالأذينة اليسرى، بينما تبدأ الدورة الدموية الكبرى بالبطين المشترك وتنتهي بالأذينة اليمنى.



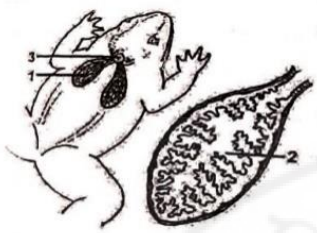
الشكل 64. مخطط بنية القلب في الضفدع: 1- الأذينة اليمنى، 2- الأذينة اليسرى، 3- البطين المشترك، 4- صمام بين الأذينتين والبطين المشترك، 5- المخروط الشرياني، 6- الجذع الشرياني العام، 7- الشريان الرئوي الجلدي، 8- القوس الأبهرية، 9- الشريان السباتي العام، 10- الغدة "السباتية"، 11- الصمام الحلزوني في المخروط الشرياني.

يتجمع الدم الوريدي (غير المؤكســـج) من مختلف أنحاء الجســـم في الأوردة الجوفاء الأمامية والخلفية التي تنقله إلى الجيب الوريدي فالأذينة اليمنى، وتتلقى هذه الأذينة أيضـــاً الدم الشرياني (المؤكسج) من الجلد. ويصب في الأذينة اليسرى الدم الشرياني (المؤكسج فقط) من الرئتين بوســـاطة الأوردة الرئوية. يؤدي تقلص الأذينتين بنفس الوقت إلى دفع الدم باتجاه البطين المفرد المتصـــل مع الأذينتين بفتحة مشـــتركة، وهنا نلاحظ وجود الدم المؤكسج في الجانب الأيسر والدم المختلط في المنتصف والدم الوريدي في الجانب الأيمن للبطين المشـــترك. وعندما ينقبض البطين يندفع أولاً الدم غير المؤكســـج باتجاه الشـــرايين الرئوية الجلدية، ويكون معظم الدفعة الثانية من الدم المؤكســـج الذي يتوزع إلى جميع أنحاء الجسم عبر القوسين الأبهريتين اليمنى واليسرى. وأخيراً تحتوي الدفعة الثالثة على دم مؤكسج فقط والتي تصل إلى الرأس والدماغ عبر الشرايين السباتية.

جهاز التنفس:

تستخدم أنواع البرمائيات طرق عدة لتبادل الغازات التنفسية: التنفس الرئوي، التنفس الجلدي، التنفس الفموي البلعومي. ويتنفس البعض بالغلاصـــم طيلة الحياة (البرمائيات المذنبة)، أما الشـراغيف (اليرقات) فتتنفس بالغلاصـم الخارجية والتي تختفي في المرحلة البالغة.

ويحصل التنفس الرئوي عن طريق الجهاز التنفسي الذي يتكون من حنجرة قصيرة تتصل مع الرئتين مباشرة بوساطة فتحة المزمار Glottis، والرئة عبارة عن كيس مجوف بسيط البنية، يظهر على سطحه الداخلي الأسناخ الرئوية Alveoli ويتم في مستواها عملية التبادل الغازي (الشكل 65). هذا وقد ظهرت فتحات الأنف الداخلية، وهي التي تصل بين التجويف الأنفي والتجويف الفموي البلعومي.

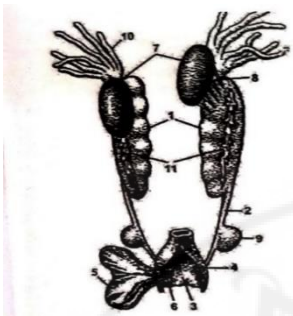


الشكل 65. رئات البرمائيات.
1-الرئة، 2- البنية الداخلية للرئة، 3- فتحة الحنجرة (المزمار).

يؤدي الجلد الرقيق والرطب والغني بالغدد المخاطية والغزير بالأوعية الدموية دوراً مهماً في التنفس. هذا الدور ليس بسبب البنية البسيطة للرئات، وإنما بسبب مكوث البرمائيات مدة طويلة في الماء، وأثناء السبات الشتوي Hibernation، وقد يكون التنفس الجلدي كافياً لأن الحيوان خلال السبات الشتوي يحتاج إلى كمية قليلة من الطاقة. هذا ويدخل بوساطة الجلد في بعض البرمائيات 50% من الأكسجين الضروري لأكسجة الدم، تنتشر في بطانة التجويف الفموي البلعومي شعيرات دموية، يحدث في مستواها تبادل للغازات بين الدم الموجود بها، والهواء الموجود داخل التجويف المذكور.

جهاز الإطراح:

تتمثل أعضاء الإطراح في البرمائيات البالغة بشفع من الكِلى الجذعية، يخرج من كل كلية حالب (قناة فولف)، وتقوم القناة الأخيرة في الذكور بدور قناة ناقلة للبول والنطاف، بينما تقوم بوظيفة حالب (ناقلة للبول) فقط عند الإناث. وتتجمع الفضلات الإطراحية (البولة) قبل خروجها إلى الخارج عن طريق المقذرة في المثانة التي لا تتصل مع الحالب (الشكل 66). هذا ويحتاج إفراغ البولة إلى كميات كبيرة من الماء، إذ تذوب فيه، ولا تجد البرمائيات صعوبة في الحصول على الماء فتعيش فيه أو بالقرب منه.

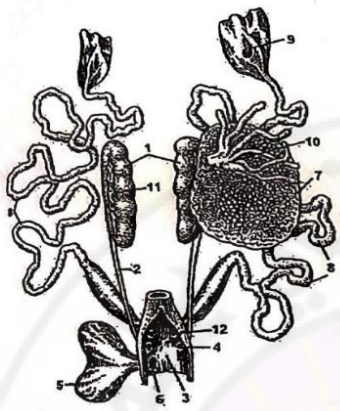


الشكل 66. الجهاز البولي التناسلي في ذكر الضفدع:
1- الكلية، 2- قناة فولف (حالب وقناة ناقلة للنطاف)، 3- تجويف المقذرة، 4- الفتحة البولية التناسلية، 5- المثانة، 6- فتحة المثانة، 7- الخصية، 8- القنوات الناقلة للنطاف، 9- الحويصل المنوي، 10- الجسم الأصفر، 11- الغدة الكظرية (الغدة فوق الكلية).

جهاز التناسل:

يتكون جهاز التناسل الذكري من خصيتين تتصل كل منهما بالكلية المقابلة لها (الشكل السابق). ويصدر عن الخصية قنيات ناقلة للنطاف تصل بين الخصية والكلية، تمر فيها الحيوانات المنوية المتكوّنة في الخصية إلى الحالب الذي ينقل البول والنطاف معاً. ويصب الحالب في المقذرة، لكن قبل ذلك يتوسع الحالب قبل فتحة المقذرة ليشكل حويصلاً منوياً (ضامر في الضفدع المألوف) تتجمع فيه النطاف لبعض الوقت. وتتميز البرمائيات بوجود الجسم الدهني الأصفر المتفرع والذي يقع فوق الخصية. ويزوّد هذا الجسم الخصى بالمواد الغذائية اللازمة لتكوين النطاف، كما يعدُّ مخزناً احتياطياً للتغذية خاصة في أثناء السبات الشتوي. ويكون الجسم الدهني في الخريف ضخم، وفي الربيع صغير جداً، إذ يخسر مواده في التشكل الكثيف للنطاف في الفصل الأخير.

يتألف جهاز التناسل الأنثوي من مبيضين لونهما أسود، يشغلان حيّزاً كبيراً من جوف البطن وبخاصة في فصل التكاثر. وتنطلق البيوض الناضجة من المبيض إلى التجويف البطني، ومنه إلى صيوان القناة الناقلة للبيوض (قناة مولر)، وبالتالي فإن القناة الناقلة للبيوض عبارة عن أنبوبة طويلة لا تتصل بالمبيض، تفتح من جهة بالتجويف البطني، ومن جهة أخرى بالمقذرة، لكن قبل المقذرة تتسع كل قناة مكونة كيساً يسمى الرحم، تُختزن فيه البيوض لساعات عدة. وينفتح الرحمان بالمقذرة بفتحتين مستقلتين قرب فتحتي الحالبين (الشكل 67). ويوجد أعلى كل مبيض جسم دهني.



الشكل 67. الجهاز البولي التناسلي في أنثى الضفدع: 1- الكلية، 2- الحالب، 3- تجويف المقذرة، 4- الفتحة البولية، 5- المثانة، 6- فتحة المثانة، 7- المبيض الأيسر (نُزع الأيمن)، 8- القناة الناقلة للبيوض، 9- الصيوان، 10- الجسم الشحمي (الأيمن منزوع)، 11- الغدة الكظرية، 12- الفتحة التناسلية (فتحة القناة الناقلة للبيوض).

التكاثر:

تتكاثر البرمائيات مع بداية فصل الربيع، إذ تضع الإناث أعداد كثيرة من البيوض، وترمي الذكور الحيوانات المنوية عليها، فيحصل الإخصاب خارجياً (بعض البرمائيات الإخصاب داخلي). ويتميز الكثير من البرمائيات بسلوك تزاوجي، يترافق بإصدار أصوات (نقيق) من قبل الذكور، وهذا يؤدي إلى جذب الإناث وكمنبهات لخروج أعراس الذكور والنطاف بنفس الوقت. وقد يحضن الذكر الأنثى من الخلف، ويضغط بأطرافه الأمامية على البطن، مما يساعد عل خروج البيوض إلى الماء. وتكون الصفات الجنسية الثانوية واضحة غالباً-كالألوان وبنية الأطراف الأمامية وعرض البطن، ووجود الأكياس الصوتية عند الذكور والتي بفضلها يتم إصدار النقيق.

تفقس البيوض بعد يومين من وضعها، وتخرج من كل بيضة يرقة صغيرة تسمى الشرغوف أو أبو ذنيبة. تتميز هذه اليرقة بوجود ذيل طويل وتحتوي عل خط جانبي وعدم تكامل فتحة الفم والعيون، ووجود ثلاثة أشفاع من الغلاصم يحصل بها التنفس، وقلب ثنائي الحجرات يمر فيه دم وريدي فقط، وتوجد فقط دورة دموية واحدة (الكبرى). تتغذى هذه اليرقة في مراحلها الأولى على المح المختزن في جسمها حتى ظهور فتحة الفم. ثم تظهر العينان، وتبدأ في الحركة والسباحة في الماء والتغذي على المواد العضوية

المتوفرة في المياه. ويظهر بعد مرحلة الطرفين الخلفيين ثم الأمامية، وتتلاشى الغلاصم تدريجياً، ويتكامل في نفس الوقت الجهاز التنفسي الرئوي، ويختفي الخط الجانبي، ويصبح القلب ثلاثي الحجرات يمر فيه دم شرياني ووريدي وبالتالي لها دورتان دمويتان. وأخيراً يختفي الذيل ويصبح الحيوان أقرب إلى شكل الضفدع، وذلك بعد ثلاثة أسابيع من فقس البيوض، وبالتالي يصبح الضفدع قادراً على مغادرة الماء والعيش على اليابسة.

تصنيف البرمائيات:

يضم صف البرمائيات Amphibia ثلاث رتب:

1- **رتبة البرمائيات عديمة الأرجل Apoda:** تشتمل على 160 نوعٍ، توجد في المناطق الاستوائية، في غابات أمريكا الجنوبية وأفريقيا وجنوب شرق آسيا. وهي برمائيات دودية الشكل تعيش داخل التربة، الإخصاب داخلي. ومعظم الأنواع عمياء تماماً في المرحلة البالغة، لذلك تسمى بالعظايا العمياء. وتتميز بجسم طويل ورفيع، وبعدم وجود أطراف وزنانير، الذيل قصير أو مفقود، الفقرات يتراوح عددها من 95-285.
2- **رتبة البرمائيات المذنبة Urodela:** تضم 400 نوعٍ، معظمها يعيش في أمريكا الشمالية، ومنها السلمندر والسمندل (النيوت Newts). يصل معظم أنواع السلمندر إلى أقل من 15 سم طولاً، بينما طول السلمندر العملاق الياباني يزيد عن 1.5 متراً. ويستمر وجود الذيل عندها طيلة الحياة، وتتساوى الأطراف الأمامية والخلفية طولاً، وتضمر الأطراف في بعض الأنواع، الفقرات فيها من 10-60 فقرة. ويلاحظ وجود الغلاصم في المراحل اليرقية، وتفقد الغلاصم عند البلوغ وتحل الرئات محل الغلاصم في معظمها، وعلى العموم قد يكون التنفس رئوياً أو غلصمياً أو جلدياً فقط. وقد تحتفظ بعض الأنواع بغلاصمها في مرحلة البلوغ وبالصفات اليرقية الأخرى تسمى هذه الظاهرة Neoteny (معناها من الإغريقية استمرارية الفتوة)، ومن أمثلة اليرقات المستديمة الجنس Necturus وAmphiuma.

3- **رتبة البرمائيات عديمات الذيل Anura:** وتضم 3400 نوع ومن أمثلتها الضفادع والعلاجم، وهي أكثر البرمائيات شيوعاً ونجاحاً. ويشير اسم الرتبة إلى الصفة المميزة، وهي عدم وجود الذيل في الحيوان البالغ. تخصصت الضفادع والعلاجم في القفز، إذ تتميز بوجود أربعة أطراف قوية، الخلفية أطول من الأمامية. وهي متكيَّفة للحياة في الماء وعلى اليابسة، إذ تتنفس بالغلاصم في مرحلة اليرقة (الشرغوف) وبالرئات في مرحلة البلوغ. يحدث التكاثر والتشكل الجنيني في الماء. ومن أشهر فصائل رتبة البرمائيات عديمات الذيل فصيلة Ranidae التي ينتمي إليها معظم الضفادع الشائعة المنتشرة في جميع أنحاء العالم، ومن أمثلتها الجنس Rana الذي يضم 260 نوعاً، الفصيلة Hylidaeوهي ضفادع الأشجار، فصيلة العلاجم Bufonidae، لها أرجل قصيرة وأجسام قوية وجلد سميك فيه ثآليل بارزة. أكبر حيوان برمائي من عديمات الذيل هو الضفدع - Goliaph الموجود في جنوب أفريقيا والتي يبلغ وزنه 3.3 كغ وطوله 30 سم. وأصغر ضفدع يعيش في كوبا-هو متسلق الأشجار والذي يبلغ طوله 1سم.

* * *

5- صف الزواحف Reptilia

اشـــتق اســـم هذا الصـــف من الكلمة اللاتينية Repto ومعناها يزحف. وهي أكثر الأمنيوسيات بدائية، إذ إنها الأمنيوسيات الوحيدة ذات الدم البارد-المتغيرة الحرارة.

تعدُّ الزواحف **أول الفقاريات الأرضية الحقيقية** التي ظهرت على اليابسة. يشتمل هذا الصف على 7 آلاف نوع تتوزع على **أربع رتب**: رتبة الحرشفيات -6500 نوع (السحالي والأفاعي والحرابي)، رتبة التماســيح (25نوع)، رتبة الســلاحف (250 نوع)، ورتبة منقاريات الرأس ويمثلها نوع واحد فقط هو الهاتاريا أو التواتارا الذي يعيش في نيوزيلندا (الشكل 68 و 69).



الشكل 68. أنواع مختلفة من الزواحف.
رتبة منقاريات الرأس (1- الهاتاريا) ، رتبة السلاحف (2- السلحفاة الفيلية، 3- سلحفاة المسهوب، 4- سلحفاة المستنقعات)، رتبة التماسيح (5- تمساح النيل).



الشكل 69. أنواع مختلفة من الزواحف (رتبة الحرشفيات: 1- عظاء الدراكون الطائر، 2- الأغاما Agama السهبية، 3- الحرباء، 4- العظاء حاملة الرداء، 5- الورل Varan الصحراوي أو الرمادي، 6- أفعى الكوبرا ذات النظارات).

تتميز الزواحف عن البرمائيات بصـــفات عدة تمكنها من الحياة في المناطق الجافة والبحار، وهي بيئات مُحرمة على البرمائيات؛ نظراً لعدم تمكنها من التناســـل فيها. يوجد للزواحف جلد متقرن وجاف عديم الغدد. الزواحف تضـع بيضـها المُخصـب داخلياً على اليابســـة، بينما تضـــع البرمائيات بيضـــها في الماء العذب أو في الأماكن الرطبة، والذي يُخصـــب خارجياً، ويعد هذا الاختلاف إنجازاً تطورياً له أثره العميق في التطور التالي للفقاريات. وعلى العموم، تستطيع الأمنيوسيات (الزواحف، الطيور، الثدييات) أن تتكاثر دون ماء بفضل وجود تجويف أمنيوسي (مملوء بسائل معظمه ماء) محاط بغشاء الأمنيون Amnion. ويتشكل الجنين إما على اليابسة (في البيوض عند الزواحف والطيور) أو في الرحم عند الثدييات. ويمكن للبيضة السابقة ذات القشرة والتي تُسمى "البيضة الأمنيوسية Amniotic egg" أن توضع على اليابسة فوق الأرض الجافة. وينمو بداخلها الجنين في وســـطٍ مائي، ويُجهز الجنين بكيسٍ محي Yolk sacيحتوي على الغذاء اللازم لحياته. ويُجهز الجنين أيضاً بغشاءٍ آخر هو غشاء الوشيقة Allantois الذي يعمل كسطح لتبادل الغازات في القشرة الكلسية الرقيقة، ويحيط غشاء الوشيقة أيضاً بغرفة تعمل على تخزين الفضلات النيتروجينية التي تتراكم في أثناء النمو.

تعيش معظم الأمنيوســيات وتنتشــر في البيئات الأرضــية المختلفة بفضــل البيضــة الأمنيوســـية والجلد المتقرِن. بينما تتكاثر وتنتشـــر عديمات الأمنيون (مســـتديرات الفم، الأسماك، البرمائيات) في المياه والأماكن الرطبة لعدم وجود غشاء الأمنيون حول البيضة والجلد المتقرِن.

شـهدت العصـور الجيولوجية القديمة تشـعباً تكيفياً للزواحف وبأعداد هائلة، وظهور أفراد ذات حجوم عملاقة، ومظهر مرعب. وفجأة انقرض الكثير منها. إن الزواحف التي كانت سائدة لم تكن متكيّفة مع تغيرات المناخ، والانتشار السريع للنباتات الزهرية غير الصالحة كطعـام لهـا، وظهور الثـدييـات الصـــغيرة التي التهمـت بيوض الزواحف. ورغم ذلـك استطاعت بعض الزواحف أن تعيش إذ كان للسلاحف الصناديق التي تحميها، كما نشأت العظايا (الســحالي) والثعابين في بيئات آمنة من غابات كثيفة وصــخور، وكان للتماســيح

أعداد قليلة في بيئاتها المائية بسبب أحجامها وطباعها الافتراسية. وعلى العموم تعيش معظم الزواحف على اليابسة (خاصة المناطق الحارة)، وتوجد بعض الزواحف في المياه العذبة والمالحة كالتماسيح والثعابين والسلاحف البحرية.

البنية الخارجية:

يتكون الجسم من رأس وجذع وذيل. الجسم أطول من مثيله عند البرمائيات، والذي يصل في بعض الأنواع إلى عدة أمتار. ويكون الرأس متحرك بالنسبة للجذع ليس فقط عمودياً وإنما أفقياً وذلك لظهور الرقبة. الجذع طويل ومرن (عريض في السلاحف، مضغوط من الجانبين في الحرابي). ويوجد على الجذع شفعان من الأطراف، خماسية الأصابع تساعد في الزحف (جري، تسلق، تجديف)، وهي غير موجودة عند الثعابين وبعض العظايا. الذيل طويل عند معظم الأنواع ويؤدي مختلف الحركات.

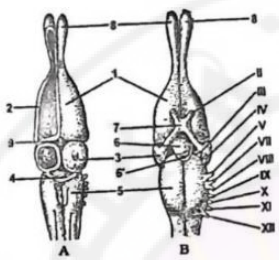
الجلد:

تمتلك الزواحف جلد متين، جاف، ذو حراشف، عديم الغدد (متطورة عند السلاحف)، يتكون الجلد من بشرة رقيقة تسقط على مراحل منتظمة، وأدمة نامية أكثر سمكاً. تحتوي الأدمة على خلايا صباغية تعطي الكثير من العظايا والأفاعي والتماسيح ألوان مميزة، وهي السبب في ارتفاع أسعار جلودها التي تُستعمل في صناعة الحقائب والأحذية. ويوجد في الأدمة تعظمات جلدية أكثرها تميزاً العظام المسطحة على ظهر التمساح (كألواح الطاقة الشمسية)، وفي السلاحف تكوّن درع عظمي. تتكون حراشف الزواحف أساساً من مادة الكيراتين، وهي تنشأ من البشرة (حراشف الأسماك عظمية وتنشأ من الأدمة). وتتخلص الثعابين من جلودها (البشرة والحراشف) بالانسلاخ.

الجهاز العصبي وأعضاء الحس:

يعدُّ الجهاز العصبي أكثر تطوراً منه في البرمائيات، فالمخ أكبر من مثيله في البرمائيات. وتوجد في التماسيح أول قشرة مخ Cerebral cortexحقيقية. المخيخ نامٍ

جداً بسبب الحركات المعقدة للزواحف وضرورة الحفاظ على توازن الجسم. يصدر عن الدماغ 12 شفع من الأعصاب القحفية (الشكل 70). وتعد اتصالات الجهاز العصبي المركزي أكثر تعقيداً، وبالتالي ظهرت سلوكيات معقدة غير معروفة عند البرمائيات.



الشكل 70. دماغ العظاء:

A- الوجه العلوي، B- الوجه السفلي:

1- نصفا الكرة المخية، 2- الجسم المخطط، 3 – الدماغ المتوسط (الحدبات التوأمية)، 4- المخيخ، 5- البصلة السيسائية، 6- الغدة النخامية، 6'- القمع، 7- التصالب البصري، 8- الفصوص الشمية، 9- الغدة الصنوبرية، II-XII- الأعصاب القحفية.

أعضاء الحس في الزواحف عموماً كاملة التكوين. العيون أكثر حركة من مثيلاتها عند البرمائيات، والمطابقة أكثر اكتمالاً، إذ تتمكن الألياف العضلية الدائرية للقزحية عند انقباضها على محيط العدسة فيزداد تحدبها متخذةً شكلاً إجاصياً، مما يمكن الحيوان الزاحف من رؤية الأشياء الواقعة على مسافات مختلفة. وتتميز عيون الحرباء ليس بحركتها الواسعة فقط، وانما تتحرك كل عين بحركة مستقلة عن العين الأخرى، أي تتجه كل عين باتجاه، وبالتالي تتمكن الحرباء من تثبيت شيئين دفعة واحدة على الشبكية.

ويتألف عضو السمع كما في البرمائيات من أذن داخلية وأذن وسطى، ويوجد في الأذن الأخيرة عظيمة واحدة فقط –الركابي. ويلاحظ زيادة في نمو القسم السفلي من التيه الأذني (بداءة القارورة). ويقع غشاء الطبل وبخلاف البرمائيات في حفرة خاصة. وبالتالي يتحسن الأداء السمعي في معظم الزواحف للأسباب المذكورة أعلاه. والجدير بالذكر، أن الدور الذي يؤديه السمع في حياة الزواحف ليس ذو شأن كبير مقارنة مع الحواس الأخرى.

ويتميز عضو الشم بتطوره وتعقيد بنيته (سطحه الداخلي واسع) مقارنة مع البرمائيات. ويوجد في الزواحف كما في البرمائيات فتحات أنفية خارجية وداخلية،

وبالتالي يتصـــل التجويف الفموي مع الوســـط الخارجي. وتحتوي الأفاعي والعظايا على عضـوٍ متخصـص جداً بالشـم هو عضـو جاكوبسـون، وهو عبارة عن شـفع من الحفر في سقف الحلق، تبطن بظهارة شمية وبأعصاب كثيرة. وتطلق هذه الزواحف لسانها المنشطِر أمام الجسم لتجمع جزيئات الروائح من الوسط المحيط، وترتبط هذه الجزيئات مع اللعاب الموجود على اللســـان، بعد ذلك يدفع الحيوان لســـانه إلى عضـــو جاكوبســـون، تنتقل المعلومات بعد ذلك إلى المخ، إذ يحصـــل تحليل وتمييز الروائح المختلفة. ويؤدي قطع نهاية اللسان أو تخريب الظهارة الحسية في عضو جاكوبسون إلى تعطيل الوظيفة الشمية.

ويوجد في بعض الأفاعي بين الأنف والعين شـفع من الحفر الحســاســة للحرارة، إذ تســتطيع أن تقتفي أثر الفريســة من ذوات الدم الحار (الطيور والثدييات) دون أن تراها. وتســمى هذه الأفاعي بذوات الحفر، ويســاعدها على ذلك الفرق في درجة حرارتها (هي من ذوات الدم البارد) ودرجة حرارة فريســتها من الطيور والثدييات (من ذوات الدم الحار). تُعدُّ جميع الثعابين السامة في أمريكا الشمالية من الأفاعي ذوات الحُفر.

الهيكل:

الهيكل في الزواحف متعظم تقريباً، وبخلاف البرمائيات الجمجمة ضـــخمة وجوف القحف واسع، إذ يتوضع الدماغ. يتألف الفك السفلي من عظام عدة. حركة الرأس بالنسبة للجذع واسعة بفضل تمفصل الفقرة الأولى (الفهقه)مع القحف من جهة ومع الفقرة الثانية (المحور) من جهة ثانية. يتمايز العمود الفقري إلى خمس مناطق: منطقة رقبية (فقرة رقبية واحدة عند البرمائيات)، منطقة ظهرية، منطقة قطنية (غير موجودة عند البرمائيات)، منطقة عُجزية (فقرتان) –فقرة عُجزية واحدة في البرمائيات، منطقة ذيلية تختلف بعدد فقراتها من زاحف إلى آخر. ترتبط الفقرات الظهرية مع عظم القص (يميز الأمنيوسيات) بوساطة الأضلاع فيتشكل القفص الصدري (غير موجود في البرمائيات)، لكن بدون حجاب حاجز والذي يوجد عند الطيور والثدييات. الزنا ر الكتفي والحوضـــي أكثر قوة ومتانة من مثيلتها في البرمائيات.

العضلات:

يتميز الجهاز العضلي في الزواحف بزيادة كتلة العضلات وبالتالي أصبحت أكثر قوة من مثيلتها في البرمائيات. وقد ظهرت عضلات جديدة لتحريك الرأس والرقبة والفكوك وتوسيع القفص الصدري وتضييقه. وتعدُّ عضلات جسم أفعى الـ Boa غير السامة وعضلات تنين كومودو Komodo وعضلات فكوك التماسيح من العضلات الخارقة في العالم الحيواني. وعلى العموم صممت فكوك الزواحف المزوّدة بعضلات ضخمة وطويلة للإمساك بالفريسة وسحقها.

جهاز الهضم:

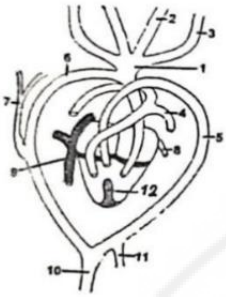
جهاز الهضم في الزواحف أكثر اكتمالاً وتمايزاً من مثيله في البرمائيات: التجويف الفموي ينفصل بوضوح عن البلعوم، ويحتوي التجويف الفموي على غددٍ لعابية ولسان وأسنان. الغدد اللعابية كثيرة العدد، وتصبح متخصصة في بعض الأفاعي لتتحوّر إلى غدد سامة. يتزوّد اللسان المتحرك بعضلات خاصة، ويختلف شكل اللسان في الأنواع المختلفة، ففي بعض العظايا يكون مسطحاً وضيقاً في الأمام، عند الأفاعي والكثير من العظايا اللسان طويل ومنشطر في نهايته، وفي الحرباء طويل جداً وله توسع في نهايته. ويساعد اللسان في القبض على الفريسة (الحرباء)، ويميز الروائح في الوسط المحيط (الأفاعي والعظايا). ويوجد عند معظم الزواحف أسنان مخروطية متشابهة، تساعد بالإمساك على الفرائس. وتوجد الأسنان على الفك العلوي والسفلي، وعلى خلاف البرمائيات لا توجد أسنان ميكعية عند الزواحف (عدا الهاتاريا)، وتوجد الأنياب السامة (العقائف) في الأفاعي السامة، وفقط في التماسيح تتوضع الأسنان في أسناخٍ محددة عل الفكين، لذلك هي قوية ومتينة جداً. ولا توجد الأسنان في السلاحف، لكن يتزوّد الفكان بصفائح متقرنة متينة لإمساك الفرائس وسحقها.

يتصل التجويف الفموي ببلعوم قصير الذي يؤدي إلى مريء طويل وهو ممر للطعام المتجه إلى المعدة الاسطوانية الشكل (الشكل71). ويمر الطعام من المعدة إلى المعي

الدقيق، إذ تصـــب فيه مفرزات الكبد (الصـــفراء) والبنكرياس (الأنزيمات الهاضـــمة). وتتجمع الصفراء في الحويصل الصفراء(المرارة) قبل انتقالها إلى الاثني عشر. ويستمر المعي الدقيق بالمعي الغليظ، وفي مكان اتصـالهما يوجد المعي الأعور، والذي يكون نامياً جداً في الســـلاحف النباتية. هذا ولا يوجد المعي الأعور في عديمات الأمنيون، ويشـــكل الجزء الخلفي من المعي الغليظ المســـتقيم الذي يفتح في المقذرة وهي النهاية المشـــتركة لأجهزة الهضـــم والإطراح والتكاثر. وعلى العموم تكون القناة الهضـــمية قصـــيرة في الزواحف اللاحمة (معظم الزواحف تتغذى على اللافقاريات والفقاريات وذلك بابتلاعها كاملة)، وطويلة في الزواحف النباتية (الكثير من السلاحف النباتية).

جهاز الدوران:

جهاز الدوران عند الزواحف أكثر فعالية وتطوراً، ويتوضـــح ذلك بالانفصـــال التام للأذينة اليمنى التي تتلقى الدم غير المؤكسـج من جميع أنحاء الجسـم عن الأذينة اليسـرى التي تتلقى الدم المؤكسج من الرئتين. ولا ينفصل البطين تماماً في الزواحف، إذ يظهر في البطين بداءة الحجاب الطولي (حاجز)، يختلف نموه من نوعٍ إلى آخر (الشـــكل 72). ويصـل هذا الحاجز عند التماسـيح إلى أعلى البطين، ويكاد ينفصـل البطين إلى بطينين – أيمن وأيسـر تقريباً لولا فوهة بانيزا الموجودة في أعلى الحاجز. ويمكن وضـع التماسـيح أول الفقاريات التي لها قلب رباعي الحجرات. نجد أن تصـــميم دوران الدم داخل القلب يمنع اختلاط الدم المؤكســـج والدم غير المؤكســـج. ويضـــمر الجيب الوريدي والمخروط الشرياني في جميع الزواحف عدا (الهاتاريا).



الشكل 72. قلب العظاء. والأوعية الدموية الصادرة عنه

1- الجذع العام للشرايين السباتية، 2- الشريان السباتي الداخلي، 3- الشريان السباتي الخارجي، 4- الشريان الرئوي، 5- القوس الأبهرية اليسرى، 6- القوس الأبهرية اليمنى، 7- الشريان تحت الترقوي، 8- الوريد الرئوي، 9- الوريد الأجوف السفلي، 10- الأبهر الظهري، 11- الشريان المعدي – المعوي، 12- حاجز في البطين.

ويكون ارتباط الشرايين بأجزاء مختلفة من البطين وخروجها أكثر وضوحاً وتمايزاً من مثيلتها عند البرمائيات. فمن الجزء اليميني للبطين (يحتوي على دم وريدي أو غير مؤكسج) تخرج الشرايين الرئوية التي تنقل الدم غير المؤكسج إلى الرئتين، ومن الجزء اليساري للبطين (يحتوي على دم شرياني أو مؤكسج) تخرج القوس الأبهرية اليمنى وما يتفرع عنها من شرايين سباتية وترقوية. واخيراً يصدر من وسط البطين (يشتمل على دم مختلط-مؤكسج وغير مؤكسج) القوس الأبهرية اليسرى. وترتبط القوس الأبهرية اليمنى واليسرى بالأبهر الظهري، وبالتالي ينقل الأبهر الظهري الدم المختلط (لكن معظمه مؤكسج) إلى جميع أنحاء الجسم.

جهاز التنفس:

تعتمد الزواحف كلية على **الرئات** في عملية تبادل الغازات، فهي لا تستعمل التنفس الجلدي نهائياً، ولكنه في غاية الأهمية بالنسبة لمعظم البرمائيات. الرئات في الزواحف ليست أكياس بسيطة كما في البرمائيات، فالتجويف الداخلي للرئة في الزواحف أصبح صغيراً جداً، إذ يمتلئ بانثناءات أكثر بكثير من رئة البرمائيات، وهو ينقسم إلى حويصلات رئوية مزوّدة بشبكة من الشعيرات الدموية، وبداخل الحويصلات الرئوية أسناخ رئوية تعطي المظهر الإسفنجي للرئة. التركيب السابق يجعل السطع التنفسي

لرئات الزواحف واســـعاً مقارنة مع رئات البرمائيات، مما يؤدي إلى تبادل الغازات التنفسية بصورة أفضل من البرمائيات.

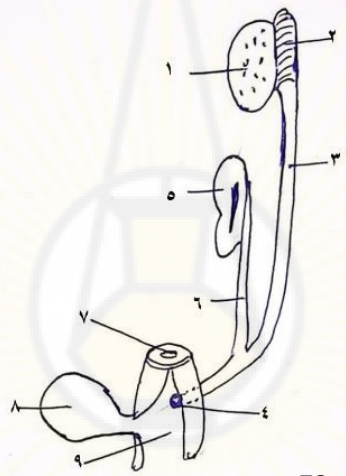
وتظهر الطرق التنفســـية في الزواحف بصـــورة أكثر اكتمالاً مما هو موجود عند البرمائيات، فالفتحة التنفسية (المزمار) تبدو كشق خلف اللسان، وتؤدي الفتحة الأخيرة إلى الحنجرة التي تتصل بالرغامى. وتنقسم الرغامى إلى قصبتين، كل منهما تدخل إلى رئة، وتتشعب القصبة مرات عدة إلى قصيبات تنتهي بالحويصلات الرئوية بداخلها الأسناخ الرئوية.

جهاز الإطراح:

كِلى الزواحف الوظيفية في المرحلة البالغة كجميع الأمنيوسيات هي الكِلية الحوضية (النهائية) Metanephrose، وفي الأجنة الكلية الجذعية (المتوسطة Mesonephrose). الكِلى الحوضية ذات كفاءة عالية، فهي تنتج كميات قليلة من البول Urina، وتحافظ على الماء الثمين بالنسبة لحيوان يعيش في المناطق الحارة. يتميز الأنبوب البولي بطوله الكبير والمزوّد بشبكة غزيرة من الشعيرات الدموية، هذه البنية تسمح بإعادة امتصاص الماء والمواد المفيدة جداً. تتخلص من الفضلات الآزوتية على شكل حمض البول Uric acid (2،6،8 أوكسي بيورين) وهو أقل سميّة من النشادر أو البولة Urea، ويترسب بسهولة من السوائل، ويحتاج إلى كمية قليلة من الماء لإخراجه، بينما البولة تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء لطرحها. وتكون نواتج الإطراح عند الطيور والزواحف حمض البول لأهمية الماء لها، بينما تكون في الأسماك والبرمائيات والثدييات البولة، ولا يوجد صعوبة في الحصول على الماء في الحيوانات الأخيرة. ويخرج من كل كلية حالب يصب في المقذرة.

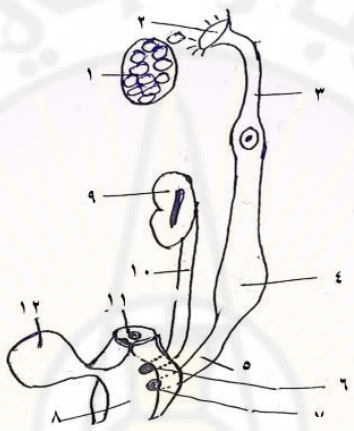
جهاز التناسل:

يتكون جهاز التناســـل الذكري من خصـــيتين تقعان على جانبي العمود الفقري قرب الكليتين، يخرج من كل خصـــية قنيات ناقلة للنطاف كثيرة العدد والتي تســـتمر بالبربخ، وتفتح القنيات في القناة الناقلة للنطاف (قناة فولف)، وتضـــمر قناة مولر في الذكور. وتتصـــل القناة الناقلة للنطاف في نهايتها بالحالب بقناة مشـــتركة والتي تصـــب في المقذرة بفتحة بولية تناسـلية مشـــتركة (الشـكل 73). ويوجد عند معظم ذكور الزواحف أعضـــاء السفاد.



الشكل 73.
الجهاز البولي التناسلي (ذكر الزواحف)
١-خصية، ٢- بربخ، ٣- قناة ناقلة للنطاف (قناة فولف)، ٤- فتحة بولية تناسلية، ٥ كلية حوضية، ٦- حالب، ٧- المستقيم، ٨- المثانة، ٩- تجويف المقذرة

ويتألف جهاز التناسل الأنثوي من مبيضين يقعان في تجويف الجسم قرب الكليتين، وتوجد قناة ناقلة للبيوض (قناة مولر) قرب كل مبيض، وتكون هذه القناة مفتوحة النهايتين،فالصيوان يفتح في تجويف الجسم، ومن الجهة الأخرى تُفتح في المقذرة. وتضمر قناة فولف عند الإناث. ويحدث إخصاب البيض في الجزء العلوي من القناة الناقلة للبيوض، وتحاط البيضة بالزلال والقشرة قبل أن يُوضع (الشكل 74).



الشكل 74.

الجهاز البولي التناسلي (أنثى الزواحف)

١- مبيض، ٢- صيوان، ٣- قناة ناقلة للبيوض، ٤- رحم، ٥- مهبل، ٦- فتحة بولية، ٧- فتحة تناسلية، ٨- تجويف المقذرة، ٩- كلية، ١٠- حالب، ١١- المستقيم، ١٢- المثانة

مما سبق سنوجز اختلاف وظيفة قناتي فولف ومولر في الفقاريات (انظر الشكل 50):

1- في الأسماك الغضروفية والبرمائيات:

- في الذكور: قناة فولف حالب وقناة ناقلة للنطاف.

- في الإناث: قناة فولف حالب وقناة مولر ناقلة للبيوض (انظر الشكل 50 Iو II)

2- في الأسماك العظمية:

- قناة فولف حالب في الذكور والإناث.

- تتشكل الأقنية التناسلية عند الذكور والإناث بصورة مستقلة من جوف الغدد الجنسية الذكرية والأنثوية، لإنها طويلة وغزيرة المنتجات التناسلية (انظر الشكل 58).

3- في الأمنيوسيات (انظر الشكل 5049 -IIIوIV وV وVI):

- في الذكور: قناة فولف ناقلة للنطاف، الحالب مستقل، قناة مولر ضامرة.

- في الإناث: قناة مولر ناقلة للبيوض الحالب مستقل، قناة فولف ضامرة.

تصنيف الزواحف:

يضم صف الزواحف Reptilia أربع رتب:

1- رتبة منقاريات الرأس Rhynchocephalia:

تُمثل رتبة منقاريات الرأس بنوع واحد، وهو الهاتاريا أو التواتاريا أو السفينودون، والذي يعيش تحت الحماية في إحدى جزر نيوزيلندا (انظر الشكل 68). تعدُّ هذه "المستحاثة الحية" الحيوان الوحيد المتبقي من مجموعة زواحف بدائية، يُعتقد أنها انقرضت منذ 100 مليون عام. ويشبه التواتارا العظايا، طوله 66 سم، تعمر حتى 77 عاماً. يعيش في جحور مشتركة مع طائر القطرس. ويمثل التواتارا أدنى درجات التطور بين الفقاريات، نظراً للعديد من صفاته البدائية: جمجمة بدائية، وجود الحبل الظهري، الأسنان على عظام الميكعة وغيرها من العظام، غياب الأذن وغشاء الطبل، لا توجد أعضاء سفاد.

2- رتبة السلاحف Chelonia (250 نوع):

تحمي السلاحف أجسامها بصندوق عظمي يتكون من درقة علوية محدبة ودرقة سفلية مسطحة. يتركب الصندوق من طبقتين: طبقة قرنية خارجية من مادة الكيراتين، وطبقة داخلية من العظام. تُضاف طبقات جديدة من الكيراتين أسفل القديمة على مدار نمو السلحفاة وتقدمها في السن وبالتالي تحدد هذه الطبقات عمر السلحفاة. ولهذا الصندوق فتحتان أمامية وخلفية، في أثناء الخطر يدخل في الأمامية الرأس والطرفان الأماميان، وفي الخلفية الذيل والطرفان الخلفيان، وبالتالي يعدُّ الصندوق وسيلة دفاع سلبية. ويرتبط

الصـــندوق مع العمود الفقري والأضـــلاع من الداخل، وبالتالي تكون حركة الســـلاحف بطيئة. وتتشـــابه الســـلاحف مع الطيور بعدم وجود الأســـنان، لكن تُغطى فكوكها بطبقة متقرنة قاسية للإمساك بالغذاء وسحقه. ويصل طول بعضها حتى 2م ووزنها أكثر من نصف طن، وقد تصل بعض السلاحف الأرضية كسلاحف جزر غالاباغوس العملاقة لعدة مئات الكيلوغرامات. أنواع الســـلاحف التي تعيش في الماء تحوّرت أطرافها إلى زعانف تُسهل سباحتها. ورغم أنها تتكيّف للعيش في الأوساط المائية فإنها تتنفس الهواء الجوي بالرئتين. ويصدِر الكثير من السلاحف الأرضية أصواتاً تشبه الزئير والأنين أثناء عملية السفاد. السلاحف حيوانات بيوضة، والإخصاب داخلي، وتدفن جميع السلاحف، بما فيها البحرية بيضها في التربة والرمل على اليابسة. تعدُّ السلاحف من أكثر الفقاريات المعمرة، بعض سلاحف غالاباغوس تعدى عمر 150 سنة.

3- رتبة التماسيح Crocodilia (25نوع):

التماسيح أضخم الزواحف الحالية، قد يصل طولها حتى 12 متر ووزن البالغ 1 طن. تستخدم جلود التماسيح في الصناعات الجلدية. وتتميز معظم التماسيح بحيزوم طويل وضيق (حيزوم التمساح الأمريكي Alligatorقصير وعريض). وهي حيوانات مفترسة ذات فكوك قوية وأســـنان حادة، وبالتالي هي خصـــوم لمعظم الحيوانات، تتغذى على اللافقاريات والفقاريات بما فيها الأسماك والثدييات، وتجر فريستها من الشاطئ إلى الماء وتمزقها إرباً ثم تبتلع القطع، ومن المعروف أن التماســـيح تهاجم الحيوانات الكبيرة كالماشية والغزلان وغيرها. وتوجد الأنواع التي تهاجم وتأكل الإنسان في أفريقيا وآسيا أســـاســـاً، أما التماسيح الأمريكية فإنها أقل هجومية وخطورة للإنســـان. فضـــلاً عن أن التماسيح حيوانات قوية، فليس لها أعداء سوى الإنسان. التماسيح تسبح بمهارة وتتحرك على اليابسة بصورة جيدة نسبياً.

التماسيح حيوانات بيوضة، غالباً ما تضع الأنثى من 20-50 بيضة في كومة نباتية، تُحرس من قبل الأم. تسمع الأم أصوات الصغار عند فقسها فتستجيب الأم بفتح العش

لتسمح للصغار بالهروب. ومن الظواهر الفريدة لتكاثر التمساح الأمريكي، أن درجة حرارة العش تُحدِد جنس الجنين، تُنتِج الحرارة المنخفضة للعش إناثاً فقط، بينما تُنتِج الحرارة المرتفعة للعش ذكوراً فقط.

4- رتبة الحرشفيات Squamata (6500 نوع):

تشمل هذه الرتبة على العظايا والثعابين والحرابي، وتعدُّ العظايا والثعابين من أحدث ما نتجَ عن تطور الزواحف، فهي الأكثر نجاحاً، وتضم ما يقرب من 95% من جميع الزواحف الحية. وتشعبت الثعابين إلى أنواع أرضية ومائية وشجرية. وتتصف الثعابين بميزتين: الأولى هي استطالة الجسم الفائقة، والثانية هي حركة الفكوك المرنة، والتي تمكن الثعابين من ابتلاع فريسة أكبر من قطر الثعبان نفسه.

تنقسم رتبة الحرشفيات إلى ثلاث تحت رتب: تحت رتبة العظايا أو السحالي Lacertilia، تحت رتبة الثعابين Ophidia، تحت رتبة الحرابي Chamaeleontes.

أ- تحت رتبة العظايا Lacertilia (3700 نوع):

تمتلك العظايا أجسام قصيرة نسبياً، معظمها له أربعة أطراف، ومعظمها يتغذى على الحشرات، ويتراوح طولها من عدة سنتمترات إلى 3م (حيوان كومودو Komodo). ومن العظايا الشائعة: الأبراص أو الوزعات، وهي أنواع صغيرة، ليلية النشاط، تتزوّد بوسائد إصبعية لاصقة. وتوجد عظايا الإغوانا Iguana، ومنها الإغوانا البحرية الموجودة بجزر غالاباغوس، والتي يصل طولها حتى 1.25متر. ومنها الدراكون الطائر الذي يعيش في جنوب شرق أسيا، وهو يستطيع أن يطير بفضل طيّات جلدية عل جانبي الجسم. ويعيش على جزيرة كومودو في إندونيسيا العظاء التنينية Varanus komodoensis (اختصاراً حيوان كومودو)، يصل طوله حتى 3م، وهو حيوان لاحم، جسمه مصمم للقتال والافتراس، ولا يترك من فريسته وبخلاف الجوارح واللواحم أية بقايا بما فيها العظام والقرون.

ب- تحت رتبة الثعابين Ophidia (2800 نوع):

تتميز الثعابين بطول أجسامها وغياب أطرافها. تتمكن الثعابين من ابتلاع فريسة قطرها يعادل أضعاف قطر الثعبان بفضل اتصال نصفا الفك السفلي بأربطة مرنة تتكون من عضلات ونسيج ضام مرن، ما يساعد على ابتعادهما كثيراً. علاوة على ذلك، فإن الكثير من عظام الجمجمة متمفصلة فيما بينها، مما يؤدي إلى انثناء الجمجمة كلها لتتكيّف مع الفريسة الكبيرة. ويستمر تنفس الثعبان في أثناء عملية البلع البطيئة بفضل اندفاع فتحة القصبة الهوائية إلى الأمام بين الفكين. ولا يوجد في الثعابين عظم القص، وتضمر الأذن الوسطى مع غشاء الطبل، و ليس للسمع والإبصار أهمية في اصطياد الفرائس كالإحساسات الكيميائية لعضو جاكوبسون. وتشتمل الثعابين على أعضاء مفردة متطاولة كالكلية والرئة والغدد الجنسية، إذ يصبح العضو الآخر صغيراً أو ضامراً. وتتخلص هذه الزواحف من هيكلها الخارجي المتقرن بالإنسلاخ، وذلك في مراحل منتظمة ولمرات عدة في السنة.

معظم الثعابين حيوانات بيوضة، وبعضها ولودة بيوضة تضع صغاراً كاملة التكوين، القليل جداً من الثعابين ولودة، إذ تتكون مشيمة بدائية، تسمح بتبادل المواد بين دم الأم ودم الجنين.

تشكل الأنواع السامة أقل من ثلث عدد الثعابين، وتُفرز السموم من غدد خاصة في التجويف الفموي، وتختلف قوة السُّم باختلاف الأنواع. ويؤثر السُّم على الجهاز العصبي أو على الحجاب الحاجز أو أنه يحلِّل الدم. ويستخدم السُّم في تحضير الكثير من الأدوية. ويوجد عند جميع الثعابين على العظم الفكي شفع من الأسنان، تحوّرت في الأنواع السامة إلى أنياب أو عقائف، تسكن في غمد عندما يُغلق الفم. وتنتصب بفضل عضلة عند فتح الفم، تنغرس الأنياب في جسم الفريسة، إذ يُحقن السُّم بداخل الجرح عن طريق قناة بالناب. ومن الأفاعي السامة: الكوبرا، الثعابين البحرية السامة جداً، الحيات الأمريكية ذات الحفر

وغيرها الكثير. إن أضـخم الثعابين (وهي غير سـامة) تقع في فصـيلة الأصـلات ومنها االبايثون Python والبوا Boa. البايثون الشبكي يصل طوله إلى 15م.

ج-تحت رتبة الحرابي Chamaeleontes (90 نوع):

تعيش معظم أنواع الحرابي في الغابات، إذ تتكيّف مع نمط الحياة الشجري. يصل طول الجسم في معظم الأنواع 30 سم. جسم الحرباء مضغوط من الجانبين، الأرجل طويلة والأصابع في الطرفين الأمامي والخلفي متحدة في مجموعتين ثلاثة باتجاه واثنتين باتجاه آخر، مكونة ما يشبه الملقط مما يساعدها في القبض على أغصان الأشجار. اللسان طويل ولزج، متوسع في نهايته، يستخدم في اصطياد الحشرات المختلفة، إذ يندفع بدقة وبسرعة على مسافة أكبر من طول جسم الحيوان. والحرباء بارعة في تغيير ألوانها، ويحصل ذلك تحت تأثير الضوء والحرارة والخوف وغيرها من العوامل.

***

6-صف الطيور Aves

يضم صف الطيور 8600 نوعاً، تنتشر في جميع بقاع العالم، إذ سمح لها الطيران بالوصول إلى أماكن محرمة على الحيوانات الأخرى. فهي توجد في الغابات الكثيفة والصحارى القاحلة، وفي الجبال الشاهقة والوديان السحيقة، وفوق جميع البحار والمحيطات وتعيش بعض الطيور التي تستخدم ظاهرة الصدى echolocation في الظلام الدامس بالكهوف، بينما تغطس أنواع أخرى لأعماق أكثر من 45 متراً للوصول إلى فرائسها المائية.

تتميز الطيور عن بقية الحيوانات بوجود الأرياش وبقدرة معظمها على الطيران، إذ تحوّرت الأطراف الأمامية إلى أجنحة. ولا تُستخدم الأطراف الأخيرة في الإمساك بالطعام، وبدفعه إلى الفم. والجدير بالذكر، أن الهدف من الطيران هو الهروب من المفترسات، فالطيور التي تعيش في الجزر النائية لا تطير لعدم وجود الحيوانات المفترسة.

لقد ترك الطيران بصماته العميقة على بنية الطيور ووظائفها الحيوية، فكل ما فيها مصمم من أجل الطيران:1-تطور الطيور إلى أجهزة طائرة قلّل من التنوّع الكبير الموجود في الثدييات، فجميع الطيور لها تصميم مشترك (الجسم انسيابي مغطى بالأرياش، رأس صغير نهايته منقار، أجنحة، أطراف خلفية، ذيل).2 -الأجنحة مزوّدة بعضلات تدعم وتدفع الطائر في الجو. 3-الأرياش تشكل صفيحة غير نفوذه للهواء. 4-العظام خفيفة ومتينة. 5-جهاز التنفس فعّال، مما يؤمن الطاقة اللازمة للطيران. 6-جهاز الهضم يؤمن الهضم بسرعة وبفعاليّة. 7-درجة الاستقلاب كثيفة. 8-آلية للحفاظ على درجة حرارة ثابتة. 9-جهاز عصبي متطور وأعضاء حس حادة (خاصة الرؤية). عدم وجود الأسنان والمثانة والمستقيم، ويوجد في الأنثى فقط مبيض أيسر وقناة ناقلة للبيوض يسرى.

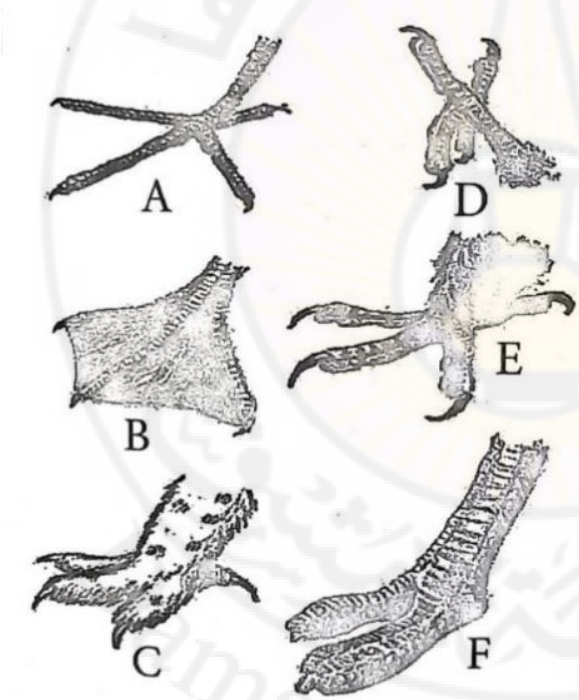
البنية الخارجية:

الجسم انسيابي، وهو يتكون من رأس وعنق وجذع (متراص وثابت) وذيل، **الرأس** صغير نسبياً، لكنه مُتحرِك جداً، ويوجد على الفكين **منقار قرني**، والذي تعكس بنيته التكيّف لنمط غذائي محدد (الشكل 75). فهو (أي المنقار) عند النسور والصقور والعقبان قصير ومعقوف وقوي لتمزيق الفريسة، وعلى جانبيه عند الأوزسنينات لجز الأعشاب، وفي البجع منقار مع جيب لاحتواء فرائسه من الأسماك في المنقار والجيب، ومنقار مالك الحزين كالخنجر بضربة واحدة يقضي على فريسته، وعند نقارات الخشب كالإزميل لفتح أعشاشه في جذوع الأشجار القاسية. ويكون منقار الطيور الشاطئية دقيقاً وطويلاً ورفيعاً وفي نهايته أعصاب تساعد هذه الطيور على نزع الديدان من داخل الطين دون أن تراها. آكلات الحبوب لها منقار هرمي ومتراص. منقار السنونو صغير وتجويف فموي واسع مما يسمح بالحصول عل الحشرات خلال الطيران. وتتخصص بعض الطيور بمناقيرها القوية والمتينة في كسر بذور قاسية جداً كالزيتون والكرز.



الشكل 75.
أنماط مختلفة للمنقار عند الطيور.

الأطراف الأمامية كما ذكرنا تحوّرت إلى أجنحة والتي تُستخدم عند معظم الطيور في الطيران. وتعكِس بنية **الأطراف الخلفية** (الشكل 76) في الطيور نمط حياة الطائر: فالأرجل والأصابع الطويلة عند مالك الحزين للتسكع في المستنقعات دون أن تنغمر. الأرجل قوية ومزوّدة بمخالب حادة للإمساك بالفريسة وتمزيقها (الطيور الجوارح). ويوجد غشاء بين الأصابع للسباحة (البط). وأرجل النعام طويلة ومجردة من الأرياش وتنتهي بأصبعين فقط، وهذا تكيّف للجري السريع. ويمتلك نقار الخشب أربعة أصابع، اثنتان للأمام واثنتان للخلف مما يمكن الطائر من الوقوف والتسلق العمودي. وتغطى الأرجل عند الحجل والبوم الأبيض بالأرياش مما يمكنها من التحرك على الثلج في مكان



الشكل 76. تحوّرات بعض الأرجل في الطيور المختلفة. A- الأصابع الطويلة في مالك الحزين والتي تسمح بالتسكع في الماء دون أن ينغمر في الطين. B- غشاء بين أصابع البط يساعدها على السباحة. C- الرجل المريشة في الحجل الأبيض والتي تمكنه من المشي على الثلج. D- رجل نقار الخشب والذي يستطيع أن يقف بصورة عمودية على جذع الشجرة بفضل الأصابع المتعاكسة الاتجاه. E- رجل النسر مع المخالب والمتوجهة باتجاه بعضها بزاوية قائمة وبالتالي تتمكن من الإمساك بالفريسة. F- رجل النعامة ذات الإصبعين والمتكيّفة للركض السريع.

ويكون **الذيل** ضامر كفقرات ولا يمكن رؤيته بسبب النمو الجيد للذيل الريشي والذي يقوم بوظيفة التوازن والتوجه خلال الطيران.

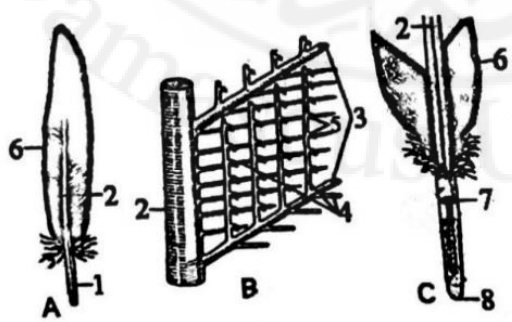
الجلد:

الجلد رقيق ويتكون من البشرة والأدمة وطبقة قرنية تتشكل من البشرة تقلل من تبخر الماء الضروري لهذه الحيوانات العالية الاستقلاب. والجلد عند الطيور مجرد من الغدد باستثناء الغدة الزيتية الموجودة في قاعدة الذيل عند الطيور المائية السابحة، والتي تُفرز مادة زيتية ينشرها الطائر بوساطة المنقار على أرياشه، وبالتالي لا تتبلل أرياش الطائر بالماء.

وينشأ من بشرة الجلد **الأرياش**، بالرغم من الوزن الخفيق للريشة، فإنها تتميز بمتانتها ومقاومتها للشد. ويوجد ثلاثة أنماط من الأرياش:

1. القلمية أو المحيطية: أرياش طويلة، توجد في الأجنحة والذيل، ولها دور في الطيران.
2. الغطائية أو الوبرية: تستر بقية أنحاء جسم الطائر.
3. الزغب: أرياش تغطي الفراخ وهي في العش.

وتتكون الريشة القلمية من محور متقرن يُقسم إلى جزءٍ مجوف يُسمى القلم وجزء أصم يُدعى الساق. ويصدر عن الساق صفائح متقرنة طويلة تُسمى السفوات Barbs، يتفرع منها فروع جانبية هي السفيّات، وتحمل السفيّات عقائف أو خطاطيف، ترتبط بفضلها السفيّات بعضها ببعض مشكلة صفيحة متينة (التويج) غير نفوذه للهواء (الشكل 77).

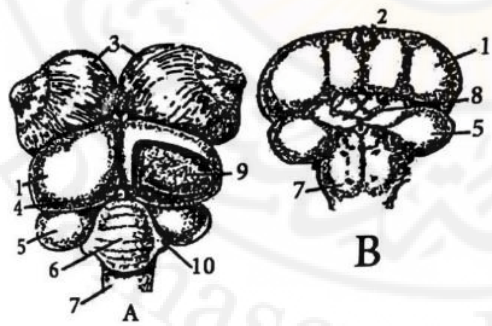


الشكل77. بنية الريشة القلمية
A- الشكل العام، B- بنية تفصيلية،
C- القلم المفتوح.
1- القلم، 2- الساق، 3- السفوات،
5- العقائف، 6- التويج،
7- السُرة العليا، 8- السُرة السفلى.

وتتميز الأنواع المختلفة من الطيور بألوان خاصـــة، وتكون الذكور زاهية الألوان خاصة خلال التكاثر، أما الإناث فقاتمة اللون. وتساعد ألوان الأرياش على اختفاء الطيور في موائلها الطبيعية، وتُسهِل ملاقاة الذكور والإناث، والاتصال بين أفراد النوع الواحد.

الجهاز العصبي وأعضاء الحس:

يعكِس الجهاز العصـبي والحسـي معضـلات الطيران المعقدة والغرائز والسـلوكيات المعقدة. فحجم الدماغ أكبر من مثيله في الزواحف (في الزواحف وزن الدماغ يســاوي وزن النخـاع الشــوكي)، وفي الطيور أكبر (في الحمـام أكبر ب 2.5%). قشــرة المخ واضـــحة مقارنة مع مثيلتها في الزواحف، لكنها رقيقة مقارنة مع الثدييات. زيادة حجم الدماغ وتعقيد بنيته أدى إلى ظهور مثلث المخ، وهو جسـر من المادة البيضــاء يربط بين نصـفي الكرة المخية. وزن المخ بالنسـبة لباقي أقسـام الدماغ (عند الدجاجيات 1:1، وفي الجوارح1:2، وعند الببغاوات 1:3). الفصـــوص البصـــرية للمخ المتوســـط (الحدبتان التوأميتان) تكونان جهازاً إبصـــارياً حاداً. المخيخ عبارة عن مركز تنســـيقي تتجمع فيه أحاسـيس الوضـع العضـلي وترابط الحركة والطيران والتوازن. ويصـدر عن الدماغ 12 شفع من الأعصاب القحفية. (الشكل 78).

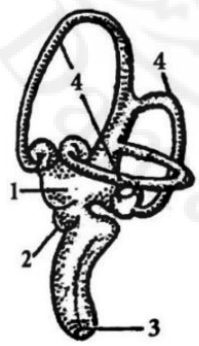


الشكل 78. دماغ الحمام.
(A – من الأعلى، B– من الأسفل):
1– المخ، 2– الفصوص الشمية، 3– كرتا العين، 4– الغدة الصنوبرية، 5– الفصوص البصرية للمخ المتوسط (الحدبتان التوأميتان)، 6– المخيخ، 7– البصلة السيسائية، 8– التصالب البصري، 9– الجسم المخطط ضمن البطين الجانبي، 10– نموات جانبية للمخيخ.

هذا وتتميز الطيور بغرائز متنوعة معقدة جداً، يتمثل ذلك بالعلاقة بين الجنســين من التعارف إلى بناء العش، فحضـــن البيض، إلى تغذية وحماية النســـل. وتقوم الكثير من

الطيور وخاصة طيور الشمال بهجرات موسمية عند انخفاض درجة الحرارة وقلة المواد الغذائية، إذ تقطع هذه الطيور آلاف الكيلومترات من الشمال إلى الجنوب، وبالتالي الهجرة تُمكِن الطائر من العيش في مناخ أفضل ووفرة غذائية أكثر.

الفصوص الشمية صغيرة لذلك حاسة الشم ضعيفة عند الطيور ما عدا الطيور التي تتغذى على الجيف، وقد عوّض عن هذا النقص السمع الجيد والرؤية الممتازة. تتكون أذن الطائر من ثلاثة أجزاء: أذن خارجية وأذن وسطى وأذن داخلية. الأذن الخارجية بدون صيوان، فهي عبارة عن ممر السمع الخارجي الممتد حتى غشاء الطبل، وتحاط فتحة السمع الخارجية عند البوميات بطيّة جلدية وأرياش ناعمة، مما يُحسِن الأداء السمعي. وتحتوي الأذن الوسطى على عظيمة واحدة –الركابي تنقل التذبذبات. وتتميز الأذن الداخلية بنمو القسم السفلي من التيه الأذني مكوناً القارورة Lagena (الشكل79) الأقصر بكثير من قوقعة أو حلزون Cochlea الثدييات. وتفوق أذن الطائر مثيلتها في الإنسان من حيث قدرتها على التمييز بين الاختلافات في الشدة، واستجاباتها للتقلبات السريعة في طبقة الصوت. هذا وتصدر الطيور أنغاماً معقدة (التغريد) مقارنة مع أصوات الثدييات ذات الرتابة الواحدة، ويؤدي التغريد أدواراً مهمة في حياة الطيور: اتصال الوالدين مع الفراخ، اتصال الذكور مع الإناث، العلاقات بين أفراد النوع الواحد، العلاقات بين الأنواع المختلفة.



الشكل 79. الأذن الداخلية في الطيور.
1- القريبة Utriculus، 2- الكيس Sacculus، 3- القارورة Lagena،
4- القنوات نصف الدائرية (الهلالية) Semicircular.

بعيدة (بعض الجوارح ترى حتى 1000م)، حقل الرؤية واسع، وتسود المخاريط في

الطيور النهارية النشاط لذلك ترى الألوان، بينما تزاد العصي كثيراً في الطيور الليلية النشاط. وللمقارنة تحتوي اللطخة الصفراء Macula luteaعند الإنسان على 200 ألف خلية حسية والحفيرة المركزية Foveaفي الجوارح على مليون ونصف خلية حسية، أي أن الحدة البصرية عند الجوارح تفوق الإنسان بـ 8 مرات. وتعادل قدرة البومة للرؤية في الظلام الدامس أكثر من عشر مرات بالنسبة لرؤية الإنسان.

وتتزوّد شـــبكيـة الطيور الجوارح في كـل عين بحفيرة مركزيـة للتثبيـت العيني الأحادي، وبحفيرة أخرى جانبية لتثبيت شـيء واحد في العينين بنفس الوقت، وبهذا يتمكن الطائر أن يركز على شبكية عينيه ثلاثة أشياء، أحدها مشترك بين العينين والآخران كل" على عين. وتسـتطيع طيور البجع والبطريق من الرؤية في الماء والهواء بنفس الوقت، إذ تتمكن من رؤية الفرائس في الماء (الأسـماك) والمفترسـات في الجو (النسـور). وتتميز الطيور بآلية مطابقة أكثر اكتمالاً من جميع الفقاريات الأخرى: يتغير تحدب العدســة بضغط الألياف العضلية الدائرية للقزحية (لدى تقلصها) على محيط العدسة فيزداد تحدبها متخذة شكلاً إجاصياً، وأيضـاً إلى تغيير المسافة بين العدسـة والشـبكية بفضـل عضـلات خاصة موجودة حول الصُلبة.

الهيكل:

هيكل الطيور خفيف ومتين، خفيف لرقة العظام واحتوائها على فجوات هوائية، ومتين لالتحام الكثير من العظام ببعضها البعض. ويكون الجذع ثابت لاتحاد معظم فقرات العمود الفقري (عدا الرقبية) مع بعضـــها البعض ومع الحزام الحوضـــي لتكوّن بنية متينة تدعم الأرجل، ويضـــاف إلى ذلك التحام غالب الأضـــلاع مع الفقرات والحزام الكتفي وعظم القص. ويتزوَّد عظم القص في جميع الطيور (عدا الأنواع عديمة الطيران كالنعام) برافدة عظم القص Keele of sternum (عظم القصـرة) الكبيرة والرقيقة، ويرتكز على عظم القصـرة عضـلات الطيران. لقد تحوّرت عظام الأطراف الأمامية بصـورة عالية لتناسـب الطيران، فهي مجوفة ومختزلة في عددها والكثير منها التحم بعضـــها ببعض. بالرغم من

هذه التغييرات فإن جناح الطائر له نفس أجزاء الطرف الأمامي في رباعيات الأرجل (العضد، الساعد-الزند والكعبرة، الرسغ، المشط، السلاميات). ويؤدي التمفصل بين الفقرة الرقبية الأولى (الفهقة) مع القحف من جهة ومع الفقرة الرقبية الثانية(المحور) من جهة ثانية إلى حركة واسعة للرأس بالنسبة للجذع.

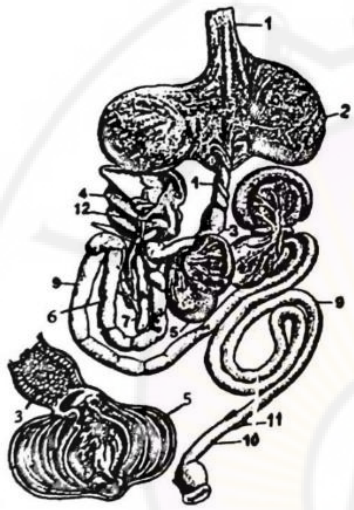
الجهاز العضلي:

تمتاز عضلات الأجنحة بضخامتها نسبياً، وأكبر هذه العضلات هي العضلة الصدرية التي تُخفِض الأجنحة والعضلة فوق الغرابية التي ترفع الأجنحة أثناء الطيران. هاتان العضلتان مثبتتان برافدة القص. وتقع الكتلة العضلية الرئيسية للرجل في الفخذ، وتتجه أربطة قوية، لكنها رفيعة عن طريق أغلفة نحو الأصابع. وبناءً على ذلك تفتقر الساق جزئياً وما دونها كلياً – لوجود العضلات، ولهذا تبدو بمظهر رقيق ورفيع، وتتميز القدم الرفيعة والقليلة الوزن بخفة الحركة. وتقاوم الأرجل بشدة الإتلاف الذي يحدث في أثناء التجمد لكونها تتكون من عظام وأوتار وجلد متين عليه حراشف. افتقدت الطيور الذيل الطويل الموجود في الزواحف، والذي كان موجوداً في الطائر القديم Archaeopteryx، ويوجد مكانه مرتفع عضلي يشبه وسادة ينغرس فيه ريش الذيل، تحتوي هذه المنطقة على عضلات دقيقة يصل عددها إلى ألف عضلة في بعض الأنواع. وتتمتع رقبة الطائر بأقصى مرونة بين الفقاريات، إذ يوجد في الرقبة أكثر العضلات الرفيعة والمعقدة والمرتبة بإحكام.

جهاز الهضم:

يتكيّف جهاز الهضم في الطيور لهضم الغذاء بسرعة، يغطي الفكين منقار قرني، يتباين شكله وحجمه باختلاف طريقة التغذية ونمط الغذاء (انظر الشكل 74). ولا يحتوي التجويف الفموي في الطيور الحديثة على أسنان، الغدد اللعابية ضعيفة التكوين تبلل بإفرازاتها الطعام فيسهُل ابتلاعه. وتبني بعض الطيور أعشاشها من اللعاب. يتصل التجويف الفموي مع بلعوم قصير يؤدي إلى مريء طويل نسبياً، يتوسع المريء في نهايته

في الكثير من الطيور مشكلاً الحوصلة Crop (الشكل 80)، إذ يُخزن الطعام مؤقتاً. وفي الحمام واليمام وبعض الببغاوات لا تستخدم الحوصلة كمخزن للطعام فقط، بل وتُفرز جدرانها اللبن الحوصلي " لبن الطيور". وتنتجه الذكور والإناث، ويُصب في فم الفراخ الصغيرة وهي في العش. ويحتوي هذا اللبن على نسبة من الدسم أعلى من لبن البقرة.



الشكل 80. جهاز الهضم عند الحمام.
1- المريء، 2- الحوصلة، 3- المعدة الغدية (البطين المفرز)، 4- الكبد، 5- المعدة العضلية (القانصة)، 6- الأثني عشر، 7- البنكرياس، 8- القنوات الصفراوية، 9- المعي الدقيق، 10- المعي الغليظ، 11- نموات أعورية للمعي، 12- الطحال.

ويُشرِف على إفراز اللبن كما عند الثدييات هرمون البرولاكتين المُفَرَز من الفص الأمامي للغدة النخامية.

ويؤدي المريء إلى معدة هاضمة أوغدية (بطين مُفرِز) Proventriculus، يتعرض الطعام فيها إلى تأثيرات الأنزيمات الهاضمة. يتصل البطين المُفرِز مع المعدة العضلية (القانصة Gizzard) والتي تتزوّد بعضلات قوية ومبطنة بطبقة كيتينية سميكة وقاسية الشكل السفلي من الشكل (80)، تعمل مع الرمال الخشنة والحصى التي يبتلعها الطائر كحجر الرحى على طحن الغذاء. وتكون المعدة الغدية أكثر نمواً في الطيور الجوارح والقانصة أقل نمواً، والعكس صحيح في الطيور آكلات الحبوب. وفي الطيور الجارحة

يتكون في المعدة الغدية كريات من المواد غير القابلة للهضـم كالعظام والفراء والتي تُلفظ عبر الفم.

تتصل المعدة العضلية بمعي دقيق، ويقع البنكرياس في الجزء الأمامي من الإثني عشر ويصـب في الإثني عشـر أنزيمات البنكرياس وصـفراء المرارة. ويؤدي المعي الدقيق إلى معي غليظ لا يتمايز في نهايته مسـتقيم، وعند التقاء المعي الدقيق بالغليظ يوجد شـفع من الزوائد الأعورية. وينتهي جهاز الهضـم بالمقذرة التي يصـب فيها القنوات التناسـلية والحالبين. ويوجد على الجدار العلوي للمقذرة في الطيور الفتية محفظة فابريتسـي، وهي غدة ذات إفراز داخلي، تمثل عضواً مناعياً، لذلك تُسمى " بتيموس المقذرة".

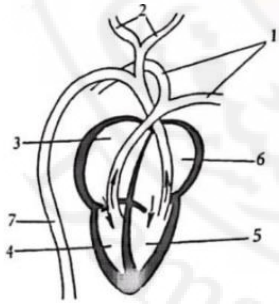
مما سبق نوجز الصفات العامة لجهاز الهضم عند الطيور:

1- غياب الأسنان، وتعوّض الطيور عن غياب الأسنان بالمنقار القرني الذي يلتقط الغذاء ويقبض عليه، وبالعضـلات والحصـى الموجودة في القانصـة والتي تُقطع الطعام إلى أجزاء صغيرة.
2- تمايز المعدة إلى معدتين (غدية وعضـلية)، لعدم فعاليّة التجويف الفموي بتقطيع الطعام، وإلى قصر المعي.
3- المعي قصير نسبياً، في الثدييات العاشبة المعي أطول من الجسم بـ 20 مرة وفي الطيور النباتية بـ 8 مرات.
4- عدم وجود المستقيم عند الطيور.
5- وجود محفظة فابريتسي، وهي غدة لمفاوية ذات إفراز داخلي، تُنتِج كريات الدم البيضاء اللمفاوية B الهامة للاستجابة المناعية.

جهاز الدوران:

يتميز جهاز الدوران عند الطيور بانفصـال الدم المؤكسـج عن الدم غير المؤكسـج، ويتكون جهاز الدوران من القلب والأوعية الدموية التي يدور الدم ضـمنها، فهو من النمط

المغلق. يتألف قلب الطيور من أربع حجرات (من أذينتين منفصلتين وبطينين منفصلين). يحتوي النصف الأيمن للقلب (أذينة يمنى وبطين أيمن) على دم غير مؤكسج قادم من جميع أنحاء الجسم، بينما يحتوي النصف الأيسر للقلب (أذينة يسرى وبطين أيسر) على دم مؤكسج عائد من الرئتين (الشكل81). ويوجد بين الأذينة اليمنى والبطين الأيمن الصمام ثلاثي الشُرف الذي يسمح للدم بالمرور باتجاه واحد من الأذينة اليمنى إلى البطين الأيمن، بينما يوجد بين الأذينة اليسرى والبطين الأيسر الصمام ثنائي الشُرف الذي يسمح للدم بالانتقال من الأذينة اليسرى إلى البطين الأيسر. وتشارك الطيور الثدييات في وجود انفصال تام بين الدورة الدموية الصغرى (الرئوية) التي تبدأ من البطين الأيمن وتنتهي بالأذينة اليسرى والدورة الدموية الكبرى (الجهازية) التي تبدأ من البطين الأيسر وتنتهي بالأذينة اليمنى. لكن يوجد عند الطيور القوس الأبهرية اليمنى (التي تؤدي إلى الأبهر)، بينما توجد عند الثدييات القوس الأبهرية اليسرى. يتزوّد جسم الطيور بدمٍ مؤكسج نتيجة انفصال الدم المؤكسج عن الدم غير المؤكسج، مما يحسِن أداء جميع الأعضاء ووظائفها الحيوية. مما سبق نستنتج: من أجل انتقال الدم من الجانب الأيمن للقلب إلى الجانب الأيسر لا بد له من المرور عبر الرئتين.



الشكل 81. مخطط قلب الطيور.
1- الشرايين الرئوية، 2- الشرايين السباتية، 3- الأذينة اليمنى، 4- البطين الأيمن، 5- البطين الأيسر، 6- الأذينة اليسرى، 7- القوس الأبهرية اليمنى.

ومن أجل انتقال دم الجانب الأيسر للقلب إلى الجانب الأيمن لا بد له أولاً من المرور عبر الجسم كله. **وتتصل بالقلب الأوعية الدموية التالية:**

1- ثلاثة أوردة جوفاء تحمل الدم غير المؤكسج من سائر انحاء الجسم وتصب في الأذينة اليمنى.

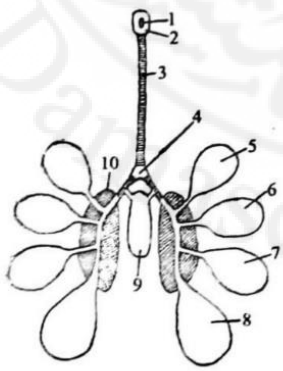
2- أربعة أوردة رئوية اثنان من كل رئة، تتحد جميعاً قبل الدخول إلى الأذينة اليسرى، وتحمل الدم المؤكسج من الرئتين إلى القلب.

3- شريان رئوي واحد يخرج من البطين الأيمن ويحمل الدم غير المؤكسج من القلب إلى الرئتين.

4- القوس الأبهرية اليمنى تخرج من البطين الأيسر وتؤدي إلى الأبهر الظهري الذي يتفرع إلى شرايين أصغر توزع الدم المؤكسج إلى جميع أنحاء الجسم.

جهاز التنفس:

الطيور متعضيات متجانسة الحرارة Homeothermic لذلك تحتاج إلى معدل استقلابي عالٍ لكي تُحافظ على درجة حرارة جسمها. ويُعد جهاز التنفس عند الطيور من أكثر الأجهزة تكيّفاً مع الحياة الهوائية. يبدأ جهاز التنفس من فتحة المزمار، حنجرة عليا (ليست عضو تصويت)، رغامى، حنجرة سفلى تقع في مستوى تفرع الرغامى إلى قصبتين. والحنجرة السفلى عبارة عن تجويف مزوّد بحبال صوتية وعضلات، وبالتالي هي عضو التغريد عند أكثر الطيور. تتفرع الرغامى إلى قصبتين أوليتين، تدخل كل قصبة أولية إلى رئة وتتفرع إلى القصبات الثانوية فالقصبات الثالثية، والأخيرة تتألف من عدد كبير من الأنابيب الهوائية المتشعبة تُسمى القصبات الجانبية Parabronchi (الشكل 82).



الشكل 82. رسم تخطيطي للجهاز التنفسي والأكياس الهوائية عند الطيور (الحمام):
1- المزمار، 2- الحنجرة، 3- القصبة الهوائية، 4- الحنجرة السفلى، 5- الكيس الرقبي، 6- الكيس الصدري الأمامي، 7- الكيس الصدري الخلفي، 8- الكيس البطني 9- الكيس بين الترقوي، 10 الرئة.

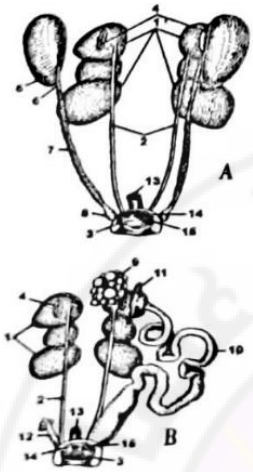
مما سبق نستنتج أن رئة الطائر صغيرة متكتلة غزيرة بالأوعية الدموية، تتألف من عدد كبير من الأنابيب الهوائية (قصبات وقصبات جانبية)، وهذا الجهاز الأنبوبي مجرد من الأسناخ الرئوية. وتحتوي القصبات شبكة معقدة من الشعريات الهوائية، والتي تتداخل مع شبكة من الشعيرات الدموية. وتتكون الشعريات الهوائية من طبقة واحدة من الخلايا الظهارية الرصفية، والتي تلامس الطبقة الوعائية الداخلية للشعيرات الدموية، وتسمح هذه البنية النسيجية بتبادل الغازات التنفسية مع الدم، إذ لا تزيد المسافة بين الهواء والدم على 0.2 ميكروناً.

وتتصل الرئتان بتسعة أكياس هوائية رقيقة الجدران، فقيرة بالأوعية الدموية، وبخلاف الرئة لا تُشارك في التبادل الغازي. يدخل الهواء بوساطة الطرق التنفسية بالشهيق إلى الرئتين فالأكياس الهوائية، ويخرج الهواء بالزفير من الأكياس الهوائية بوساطة الرئتين، لذا تحصل الأكسجة في أثناء الشهيق والزفير في الرئتين، ويدعى هذا التنفس بالتنفس المضاعف.

ويعادل حجم الأكياس الهوائية عشرة أضعاف حجم الرئتين، وهي تقع بين الأعضاء الداخلية وبين العضلات وتمتد إلى مراكز العظام الطويلة. ونُلخص أدناه وظائف الأكياس الهوائية: 1-حفظ الهواء وتحقيق التنفس المضاعف، 2-تبريد جميع الأعضاء الداخلية بما فيها العضلات، 3-تُقلِل احتكاك الأعضاء الداخلية بعضها ببعض، 4-تُقلِل كثافة الجسم وبالتالي تُخفِف وزن الطائر.

جهاز الإطراح:

تكون الكلية الجذعية (كما في جميع الأمنيوسيات) هي الوظيفية في الأجنة، والحوضية في الأفراد البالغة. ويكون حجم الكلية في الطيور ضخم وعدد الأنابيب البولية كثير(عشرات الآلاف)، ويعود ذلك لعمليات الاستقلاب المكثفة جداً عند الطيور. يتصل بالكلية حالب، يفتح بالمقذرة، ولا توجد مثانة (الشكل 83).



الشكل 83. الجهاز البولي التناسلي عند الحمام.
A - ذكر، B - أنثى:
1- كلية، 2- حالب، 3- تجويف المقذرة، 4- غدة الكظر، 5- خصية، 6- البربخ، 7- القناة الناقلة للنطاف (قناة فولف)، 8- حويصل منوي، 9- المبيض الأيسر، 10- القناة الناقلة للبيوض اليسرى (قناة مولر)، 11- الصيوان، 12- المبيض الأيمن الضامر، 13- المعي الغليظ، 14- الفتحة البولية، 15- الفتحة التناسلية.

الطيور كالزواحف تطرح فضلاتها الآزوتية على هيئة حمض البول، وهذا تكيّف نشأ مع تطور البيضة ذات القشرة، إذ إن حمض البول هو الناتج الإطراحي في الكائنات التي تتكاثر بالبيوض، فالبيضة المغلقة لا تحتاج إلى الماء من الوسط الخارجي، وتحتوي على غرفة (يحيط بها غشاء الوشيقة التنفسي) تتجمع فيها الفضلات الآزوتية. وحمض البول يتبلور، ويمكن تخزينه داخل البيضة، وهو أقل سميّة من البولة، ويحتاج إلى كمية قليلة من الماء لطرحه، وهذا تكيّف لإنقاص فقد الماء الضروري للعمليات الاستقلابية الكثيفة في الطيور. مما سبق نستنتج أن مادة الإطراح في الحيوانات التي تتكاثر بالبيوض (الزواحف والطيور والحشرات والعناكب) لا يمكن أن تكون البولة (يوريا)، لأنها تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء، ولكونها سامة جداً، فتجمعها وتخزينها سيعطل الوظائف الحيوية. وعلى العكس لا يوجد صعوبة في الحصول على كميات الماء لطرح البولة السامة في الثدييات وعديمات الأمنيون فجنين الثدييات يحصل على الماء من الأم عن طريق المشيمة، وتوفر الماء لعديمات الأمنيون، إذ تعيش في المياه. يتركز حمض البول كليّة في المقذرة، ليتحد مع البراز، ويُعاد امتصاص الماء لتتكون عجينة بيضاء تخرج خارج الجسم.

إن الطيور البحرية والزواحف البحرية تتناول غذاء غني بالأملاح وتشرب ماء البحر، هذه الحيوانات وجدت حلاً فريداً لإطراح الكميات الكبيرة من الأملاح التي تدخل أجسامها عن طريق غدتين ملحيتين، واحدة فوق كل عين، وتلك الغدد قادرة على إخراج سائل مرتفع التركيز من كلور الصوديوم، يخرج من فتحات الأنف، وبالتالي تظهر أنوف الطيور البحرية مبللة بصورة دائمة.

التكاثر عند الطيور:

يتكون جهاز التناسل الذكري من خصيتين داخل التجويف البطني وتتصل كل خصية بقناة ناقلة للنطاف، تتوسع قبل دخولها بالمقذرة لتكوّن الحويصل المنوي، وفيه يتجمع السائل المنوي إلى حين موعد التزاوج. ويتألف جهاز التناسل الأنثوي من المبيض الأيسر فقط والقناة الناقلة للبيوض اليسرى التي تمتد للخلف نحو المقذرة، ويضمر المبيض الأيمن والقناة التابعة له في الجانب المقابل (الشكل السابق).

الصفات الجنسية الثانوية واضحة في معظم الطيور، فقد تختلف الذكور عن الإناث بالألوان (الذكور زاهية الألوان والإناث قاتمة الألوان) أو بالحجم (ذكر النعام أكبر من الأنثى والعكس في الطيور الجوارح). الإخصاب داخلي، لا توجد عند معظم الطيور أعضاء سفاد خاصة، إذ تحصل عملية السفاد بتلاصق سطحي للمقذرة عندما يقف الذكر فوق ظهر الأنثى، بعض الطيور لها عضو سفاد ومنها البط والأوز والنعام. ويتم الإخصاب في أعلى القناة الناقلة للبيوض قبل عدة ساعات من إضافة الزلال (بياض البيض) من غدد خاصة، ثم تُضاف أغشية قشرة البيضة والقشرة.

يعدُّ الزواج الأحادي Monogamy-النادر الحدوث في معظم الحيوانات-القاعدة العامة في الطيور، إن أكثر من 90%من الطيور أحادية التزاوج في أثناء موسم تزاوج واحد، وفي قليل من الطيور القرينان لا يفارقان بعضهما إطلاقاً (الأوز، الغراب، الحمام). وبالمقابل في بعض أنواع الطيور للذكر عدة إناث Polygamy (الديك والطاووس).

ويعود سـبب انتشـار الزواج الأحادي في الطيور لعدم وجود مصـدر غذائي عند أنثى الطيور مقارنة مع أنثى الثدييات التي تطعم مواليدها بالحليب من الأثداء. ومما يُشـجِع الزواج الأحادي في الطيور الحاجة إلى الذكر الذي يُدافع عن منطقة النفوذ ويشـاركها أعباء الحياة (بناء العش، حضن البيوض، العناية بالفراخ وإطعامها والدفاع عنها).

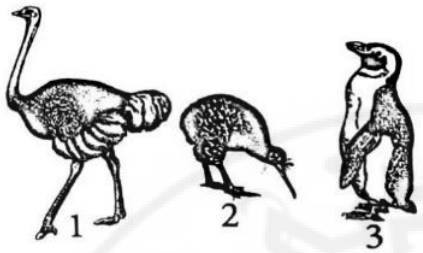
تختلف مدة التشكل الجنيني من نوعٍ لآخر فهي 14 يوم في الطيور المغرِدة، و21 يوم في الدجاج، و28 يوم عند البط والأوز، 42 يوم في النعام الأفريقي، و65 في البطريق الإمبراطور. وتفقس البيوض إما عن فراخ كاملة التطور كالدجاج والأوز أو عن فراخ ناقصـة التطور ومنها الحمام والجوارح والجواثم ونقار الخشـب. يُحدد الجنس في الطيور من قبل الإناث فهي متباينة الأعراس Heterogametes (بيوض Z وأخرى W).

تصنيف الطيور:

يضم صف الطيور Aves (8600 نوع)، تتوزع على تحت صفين:

1- **تحت صـف الطيور القديمة** Archaeornithesوهي طيور منقرضـة ومنها طائر أركيو بتيريكس Archaeopteryx (الجناح القديم).
2- **تحت صف الطيور الحديثة** Neornithes ويضم ثلاثاً فوق رتب:

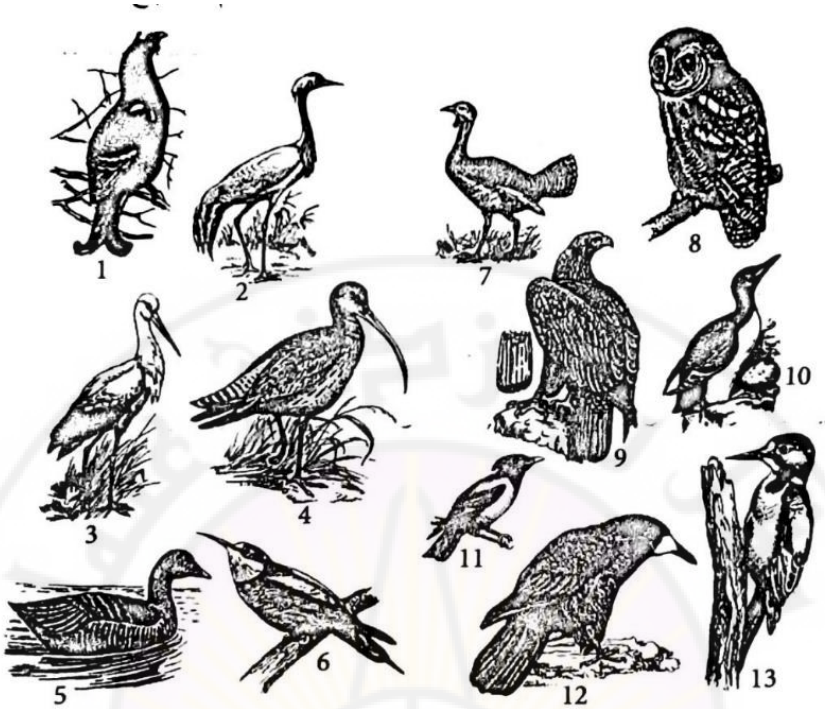
أ- **فوق رتبة الطيور الراكضـة أو عديمات القصـرة** Ratitae وتشـتمل على الرتب: رتبة النعاميات وفيها نوع واحد فقط-النعام الأفريقي، ورتبة النعام الأمريكي ومنها الناندو، ورتبة النعام الأسـترالي ومنه الإيمو، وأخيراً رتبة عديمات الأجنحة أو الكيويات ومنها طائر الكيوي (الشكل 84). وهذه الطيور غير قادرة على الطيران لعدم وجود الأجنحة (الكيوي) أو أن الأجنحة ضامرة (النعامة)، ولعدم وجود عظم القصرة والسفوات والسفيّات. وتتميز بسرعتها الكبيرة (النعامة 70 كم/ ساعة) بسبب اختصار الأصابع (النعامة الأفريقية أصبعان فقط، والناندو والإيمو والكيوي ثلاثة أصابع).



الشكل 84. طيور فوق رتبة عديمات القصرة (1– النعامة الإفريقية، 2–الكيوي). وفوق رتبة البطاريق (3– البطريق).

ب - **فوق رتبة الطيور السـابحة أو البطاريق** Impenns (18 نوع): تعيش في نصف الكرة الأرضية الجنوبية خاصة في القارة القطبية الجنوبية. وهي طيور لا تطير بالرغم من وجود عظم القصرة لديها، لكنها تسبح وتغطس بمهارة، بفضل الجسم الانسيابي وتحوّر الأجنحة إلى زعانف، والريش كالفرو لا يتبلل ويقيها من شدة البرد، القدم عريضة وبالتالي تتمكن من السير بصورة عمودية (الشكل السابق).

ج - **فوق رتبة الطيور الطائرة أو ذوات القصرة** Carinatae (بقية الأنواع): وتضم 40 رتبة أهمها: الدجاجيات، الحماميات، الأوزيات، البوميات، الجوارح، الببغاوات، اللقلقيات، النحاميات، الكركيات (الغرانيق)، نقارات الخشب، الجواثم (الشكل 85). وهذه الطيور قادرة على الطيران بفضل الأجنحة المتطورة وعظم القصرة النامية، ووجود العظام الخفيفة والمتينة، والأرياش المتماسكة بفضل العقائف في السفيّات.



الشكل85. ممثلو رتب مختلفة لفوق رتبة الطيور ذوات القصرة.

* * *

7-صف الثدييات Mammalia

تعدُّ الثدييات أرقى الحيوانات لاكتمال جميع أجهزتها (خاصـــة العصـــبي) بنيوياً ووظيفياً، وهي أمنيوسيات ذات درجة حرارة ثابتة، تضم أكثر من 4500 نوع. تعيش في جميع المناطق من القطبين إلى اليابســة والبحار، وبعضــها يطير في الهواء. وتختلف في أشـكالها وأحجامها (فأر، أرنب، خفاش، فيل، زرافة، حوت..)، ورغم هذه الاختلافات إلّا أنها تشترك في عدد من الصفات العامة.

الصفات العامة:

1- وجود الشعر أو الصوف أو الوبر الذي يغطي كل الجسم أو أجزاء منه.
2- وجود الأثداء في الذكور والإناث، ومن هنا اشــتق اســم الثدييات (كلمة Mamma باللاتينية تعني ثدي) وتُنتِج الأثداء في الإناث حليباً تُرضـــعه لمواليدها. إن وجود الشعر والأثداء من أهم الصفات المميزة للثدييات.
3- جميع الثدييات (عدا الأولية) حيوانات ولودة، إذ يحصل التشكل الجنيني في الرحم.
4- الثدييات والطيور متجانســة الحرارة (ثابتة الحرارة Homeothermic)، ويعود هذا الثبات إلى: 1- وجود المركز المُنظِم للحرارة في منطقة تحت السرير البصري للمخ، 2- ســـرعة التفاعلات الاســـتقلابية المكثفة، 3-انفصـــال الدم المؤكســـج عن غير المؤكسـج، 4- الأرياش في الطيور، والأشـعار والغدد العرقية في الثدييات. مما سـبق نستنتِج أن الثدييات والطيور تحمي نفسها من درجات الحرارة المرتفعة أو المنخفضة بعوامـل داخليـة لـذلـك هي داخليـة الحرارة Endothermic، بقيـة الحيوانـات تُنظِم درجة حرارتها بالاعتماد على حرارة الوســـط الخارجي لذلك هي خارجية الحرارة Exothermic (فهي متبدلة الحرارة Poikilothermic)، وبالتالي مصــطلح ذوات الدم الحار وذوات الدم البارد مُضلل وغير دقيق.
5- الأسنان في الثدييات المشيمية متمايزة إلى قواطع وأنياب وأضراس أمامية وأضراس خلفية، وهي ثنائية الأسنان (أسنان لبنية تُستبدل بأسنان دائمة).

6- الفك السفلي عظم واحد-العظم السني.

7- وجود صـــيوان الأذن في جميع الثدييات تقريباً، وهو متحرِك في معظم الثدييات. ويوجد في الأذن الوسطى ثلاث عُظيمات –المطرقة والسندان والركابي.

8- الكريات الحمراء الناضجة بدون أنويّة وعضيّات سيتوبلاسمية.

9- المخيخ ثلاثة فصـوص (فصـان جانبيان –نصـفا الكرة المخيخية، وفص متوسـط هو الفص الدودي).

10-الحدبات التوأمية أربعة (حدبتان في الفقاريات الأخرى).

11-وجود اللهاة (لسان المزمار Epiglottis)، وهي غطاء على المزمار Glottis (فتحة الجهاز التنفسي)، وظيفة اللهاة منع مرور الطعام إلى جهاز التنفس.

12-عددالفقرات الرقبية 7 فقرات (في الفأر والزرافة والفيل...إلخ).

13-الثدييات هي الفقاريات الوحيدة التي تحتوي على الغدد العرقية.

14-تقع الخصـــى في الثدييات عادة في كيس الصـــفن (في التجويف البطني في الفقاريات الأخرى واللافقاريات).

15-يتحدد الجنس في الثدييات من قبل الذكور.

البنية الخارجية:

يتكون الجسم من رأس وجذع وذيل، يرتبط في الجذع شفعان من الأطراف، تتحوّر في زعنفيـات الأقـدام إلى زعـانف (مجـاديف)، وفي الحوتيـات وعرائس البحر الطرفـان الأماميان زعانف والخلفية ضامرة، وفي الخفاشيات الأمامية أجنحة.

تختلف الثدييات فيما بينها في الحجم والشـــكل، إذ يوجد الصـــغير الحجم جداً والذي اكتُشِـف حديثاً (الخفاش الكيتي 1.5 غرام) والضـخم جداً (الحوت الأزرق) والذي يصـل طوله إلى 33م ووزنه إلى 150 طناً، المولود 4 طن، وتتسع المعدة 1.5 طن، ووزن الكبد 1 طنوالقلب 700 كغ. الفيل 6.5 طن، المولود 1م ووزنه 100 كغ. طول الزرافة 6 م ومولودها 2 م.

الجلد:

جلد الثدييات متين وثخين لذلك يُستخدم بصورة واسعة في الصناعات الجلدية. ويتألف من بشرة وطبقة متقرنة وأدمة وملحقات جلدية (أشعار، مخالب وأظافر وحوافر، قرون وغدد).

الأشعار ضامرة عند الإنسان، ومفقودة في الثدييات المائية، حيث يحل مكانها طبقة شحمية تحت الجلد (50سم في الحوتيات و10 سم عند الفقمات). وتتحوّر في القنفذ إلى أشواك (وسيلة دفاع سلبية) وإلى أشواك كالإبر الحادة في الشيهم (النيص) وهي وسيلة دفاع إيجابية، وإلى صوف عند الأغنام ووبر في الأرانب.

وتوجد في نهاية الأصابع تراكيب قرنية (حوافر، مخالب، أظافر) للدفاع أو الهجوم، وعلى الرأس في الحافريات قرون، قد تكون مجوفة لا تُستبدل في الأغنام والأبقار والماعز، أو تكون صماء عظمية تُستبدل كل عام في الأيائل والغزلان.

ويوجد في الجلد غدد متنوّعة: غدد عرقية أنبوبية دورية الإفراز، وظيفتها إطراحيه وتعديل درجة حرارة الجسم، وغدد دهنية عنقودية كليّة الإفراز، وظيفتها تليين الأشعار والحماية من الجفاف، وغدد ثدييه أنبوبية-عنقودية رأسية الإفراز، وظيفتها إفراز الحليب لإرضاع الصغار.

الجهاز العصبي:

يتميز الدماغ النهائي (المخ) بضخامته، إذ تكون نصفا الكرة المخية أكبر من جميع أقسام الدماغ الأخرى، وتنمو القشرة المخية والتي تتكون عند معظم الثدييات من سبع طبقات من الخلايا العصبية. ويوجد في القشرة شقوق وتلافيف مما يزيد من مساحة هذه القشرة واحتوائها للساحات الحسية والحركية والفكرية. يُضاعِف مثلث المخ (الموجود عند الطيور) جسر آخر من المادة البيضاء هو الجسم الثفني. ينمو المخيخ نمواً واضحاً،

إذ يتمايز إلى ثلاثة فصـوص: الفصــان الجانبيان (نصـفا الكرة المخية) والفص المتوسـط (الفص الدودي).

الثـدييـات هي الوحيـدة بين الفقـاريـات التي تحتوي على أربع حـدبـات توأميـة (في بقيـة الفقاريات حدبتان فقط). ويصدر عن الدماغ 12 شفع من الأعصاب الدماغية.

أعضاء الحس:

حاسة التذوق:

إن مضــغ الطعام وبقاءه مدة طويلة في التجويف الفموي، يؤدي إلى تذوق أفضــل مقارنة مع الفقاريات الأخرى. وتوجد براعم التذوق في الثدييات أسـاسـاً على اللسـان مغروزة في جدرانه أو مغطية ســطح حليماته، وهي تميز النماذج الأربعة الأســاســية للطعام (حلو، حامض، مر ومالح) والنكهات المختلفة (مزيج من الأطعمة).

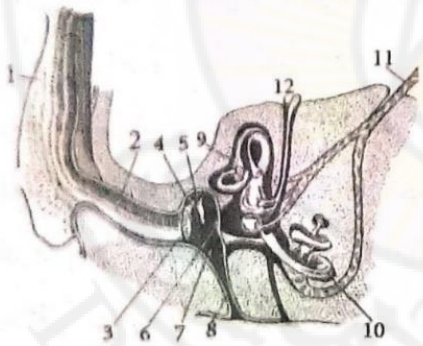
حاسة الشم:

معظم الثدييات من قويات الشـم، إذ تسـاعد هذه الحاسـة من اكتشـاف الطعام (المفترس يكتشـف الفريسـة فيطاردها والفريسـة تكتشـف المفترس فتلوذ بالهرب)، ومن البحث عن القرين وأفراد النوع الواحد. وتتميز بعض الثدييات من اسـتشـعار الروائح عن بُعد (الدب القطبي يشــم من مســافة 32كم). ويوجد عند بعض الثدييات من (الجرابيات، الحافريات والقوارض) عضـو جاكوبسـون الموجود عن الزواحف. هذا وعلى عكس معظم الثدييات تكون حاسة الشم عند الإنسان والقِردة والحيتان غير نامية فهي من ضعيفات الشم.

حاسة السمع:

يتكون عضــو الســمع في الثدييات من ثلاثة آذان (خارجية، وسـطى وداخلية). تتألف الأذن الخارجية من الصــيوان (لا يوجد في الفقاريات الأخرى) وممر الســمع الخارجي،

والذي يقع في نهايته غشاء الطبل. ويكون الصيوان نامياً جداً في الخفافيش والحافريات، وهو متحرِك في بعض الثدييات لكن بدون تعاريج. ويختفي الصيوان عند الثدييات المائية وتحت الأرضية (الحوتيات، معظم زعنفيات الأقدام والخِلدة). وتحتوي الأذن الوسطى على ثلاث عظيمات (المطرقة، السندان والركابي) متمفصلة مع بعضها، مما يُحسِن الأداء السمعي. ويكتمل تشكل القوقعة أو الحلزون Cochlea في الأذن الداخلية (الشكل 86). ويحتوي الحلزون على قناة يتوضع فيها عضو كورتي المؤلف من آلاف الألياف الدقيقة، هذه الألياف تستقبل الأمواج الصوتية وترددها؛ مما يؤدي إلى دقة عالية في السمع. وتُصدِر معظم الثدييات أصوات لها مدلول: (الخطر، البحث عن الطعام والشراب والحاجة إليهما، التواصل بين الأبوين والنسل، لاجتماع الذكور مع الإناث، التعرف على أفراد النوع الواحد). وتوجد ظاهرة ملاقاة الصدى Echolocation عند الخفافيش والدلافين وبعض زعنفيات الأقدام.



الشكل 86. عضو السمع عند الثدييات.
1- صيوان الأذن، 2- ممر السمع الخارجي، 3- غشاء الطبل، 4- المطرقة، 5- السندان، 6- الركابي (مستند على النافذة البيضوية)، 7- تجويف الأذن الوسطى، 8- نفير أوستاش (قناة أوستاكي)، 9- القنوات نصف الدائرية (الهلالية)، 10- الحلزون أو القوقعة الصادرة من الجزء السفلي للكبيس، 11- العصب السمعي، 12- القناة اللمفية الداخلية.

حاسة البصر:

تراجعت حاسة البصر عند الثدييات عن مثيلتها في الطيور بمدى الرؤية، وعرض مساحة الرؤية، لكن تتفوّق الثدييات (خاصة الرئيسات) على الطيور بدقة إدراك خصوصية الأشياء (الشكل والحركة والألوان). وتحدث المطابقة Accommodation بتغيير شكل العدسة (الجسم البلوري) فقط، إذ يؤثر تقلص العضلات الهدبية (الموجودة

في الجسم الهدبي) في الأربطة المعلقة المرتبطة مع العدسة، فيتغير تحدب العدسة، ويسمح هذا من رؤية الأشياء الواقعة على مسافات مختلفة. إن تحدب العدسة يزداد على أثر تقلص العضلات الهدبية واسترخاء الأربطة وذلك عند رؤية الأشياء القريبة (أقل من 6 م)، وعلى العكس يقل تحدب العدسة على أثر استرخاء العضلات الهدبية وتوتر الأربطة عند رؤية الأجسام البعيدة (أكثر من 6 م). وتستطيع الرئيسات فقط أن تُميز ألوان الطيف المرئي (الأحمر –البرتقالي-الأصفر-الأخضر-الأخضر المزرق-الأزرق-البنفسجي)، إذ يترافق حس الألوان بوجود الضوء والمطابقة الجيدة ووجود المخاريط في الشبكية.

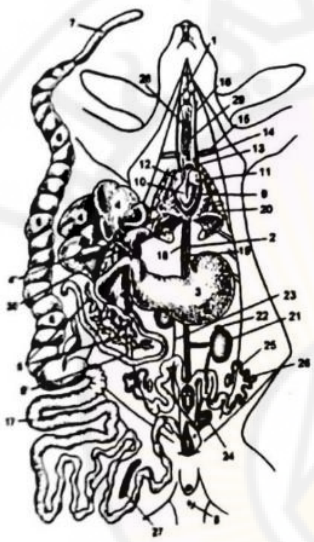
الهيكل:

يزداد حجم القسم الدماغي للجمجمة بالنسبة للقسم الوجهي مع تطور الثدييات. الجمجمة متعظمة كلياً، وتلتحم في عدة عظام غير متحركة (شفعية: جدارية وصدغية، ومفردة: العظم الجبهي والعظم القفوي). الفك العلوي ثابت والفك السفلي متحرك ويتكون من عظمٍ واحد-العظم السني. يتمايز العمود الفقري بصورة واضحة إلى خمس مناطق: رقبية، ظهرية، قطنية، عجزية وذيلية. الفقرات الرقبية 7 فقرات، ولا علاقة لذلك بطول الرقبة أو قصرها (فأر، فيل، زرافة). ويعوّض عن قصر الرقبة في الفيل الخرطوم الطويل المستخدم للحصول على الغذاء والماء. الفقرات الظهرية وسطياً 13 فقرة (عند الإنسان 12)، تشكل مع عظم القص والأضلاع القفص الصدري. الفقرات القطنية 5-7 (عند الإنسان 5)، الفقرات العجزية 3-4 (عند الإنسان 5)، الفقرات الذيلية تختلف من حيوان إلى آخر (العصعص عند الإنسان من 4-5). وللذيل وظائف مهمة في حياة بعض الثدييات، فهو طرف خامس في القرد العنكبوتي، ومستند قوي أثناء القفز في الكنغر.

يتكون الزنار الكتفي من كتف وترقوة، والزنار الحوضي من الحرقفة والورك والعانة. وتتألف عظام الطرف الأمامي والخلفي من نفس العظام الموجودة في رباعيات الأرجل.

جهاز الهضم:

يكون جهاز الهضـــم في الثدييات معقداً جداً، ويتمثل ذلك: بطول القناة الهضـــمية، وبتمايز هذه القناة إلى أعضاء تختلف بالبنية والوظيفة، وأيضاً بالنمو الجيد للغدد الهضمية (الكبد والبنكرياس). (الشكل 87).



الشكل 87. التوضع العام للأعضاء الداخلية في أنثى الأرنب:

1- الغدة اللعابية تحت الفكية، 2- المري، 3- المعدة، 4- الكبد، 4- الحويصل الصفراوي، 5- البنكرياس، 5- قنوات غدة البنكرياس، 6- الأعور، 7- الزائدة الدودية، 8- الشرج، 9- البطين الأيمن للقلب، 10- البطين الأيسر للقلب، 11- الأذينة اليسرى، 12- الأذينة اليمنى، 13- القوس الأبهرية، 14- الشريان تحت الترقوي الأيسر، 15- الوريد تحت الترقوي الأيمن، 16- الوريد السباتي الأيسر، 17- المعي الغليظ، 18- الوريد الأجوف الخلفي، 19- الأبهر، 20- الرئة اليسرى، 21- الكلية اليسرى، 22- الغدة الكظرية اليسارية، 23- الحالب الأيمن، 24- المثانة، 25- المبيض الأيسر، 26- القناة الناقلة للبيوض اليسارية، 27- الطحال، 28- الغدة الدرقية، 29- الرغامى، 30- القناة الصفراوية.

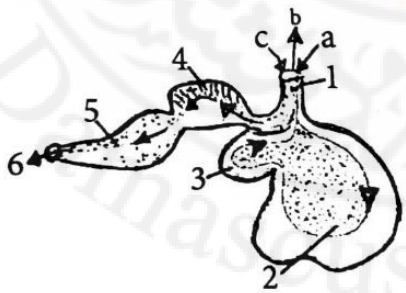
تتحدد الفتحة الفموية بالشـــفاه العضـــلية الخاصـــة بالثدييات (لا توجد في وحيدات الثقب والحوتيات). ويحتوي التجويف الفموي على (أسنان، غدد لعابية، لسان). وتكون الأسنان متغايرة، أي متمايزة إلى قواطع وأنياب وأضراس أمامية وأضراس خلفية. ولكل نوع من الثدييات عدد محدد من الأسنان يُعبر عنه بصيغة سنية فعند الإنسان $\frac{3:2:1:2}{3:2:1:2}$،أي 32 سناً. وتبدل معظم الثدييات أسنانها مرة واحدة (لبنية مؤقتة تُستبدل بالدائمة)، وتتوضع الأسنان في أماكن خاصـــة على الفكين (الأســناخ الســنية). ويعكِس شــكل الأســنان النمط الغذائي للثدييات: أ-أسنان كثيرة العدد وضعيفة التمايز (آكلات الحشرات)، ب-أسنان متشابهة أو

مفقودة (الحوتيات)، ج-أنياب قوية وحادة لتمزيق الفريسة (اللواحم)، د-أضراس ذات سطح واسع لطحن الأعشاب (الثدييات العاشبة).

ويوجد عادة في التجويف الفموي أربعة أشفاع من الغدد اللعابية، فهي غير موجودة عند الحوتيات، لكنها متطورة عند المجترات، فالبقرة الواحدة تُنتِج ما يُقارب 56 لتراً من اللعاب كل يوم، ويُساعد هذا اللعاب في ترطيب الطعام، ويملأ اللعاب تجويف المعدة إذ يحصل التفكك البكتيري للسيللوز. ويحتوي لعاب الخفافيش مصاصة الدماء على مادة مخدِرة ومادة مانعة للتخثر، وبالتالي لا تشعر الضحية من الطيور والثدييات بالألم، ويتأمن انسياب الدم.

ويؤدي اللسان وظيفة التقاط الغذاء (آكل النمل)، أو لتحريك الطعام في التجويف الفموي من خلال الاجترار(المجترات)، أو للعق الماء في معظم الثدييات. وعلى العموم لسان الثدييات متطور، فهو عضو مضغ، تذوق، عضو النطق عند الإنسان.

يؤدي التجويف الفموي إلى بلعوم فمريء فمعدة. تتمثل معدة معظم الثدييات بحجرة واحدة، لكن في المجترات تتكون من عدة حجرات (الكرش، القلنسوة، ذات الورق، المنفحة)، (الشكل 88).

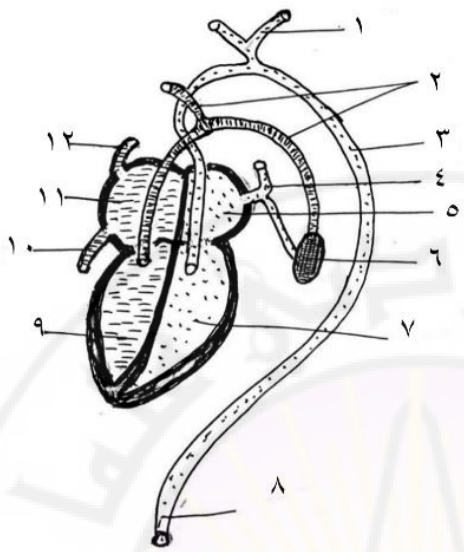


الشكل 88. معدة المجترات:
1- المري، 2- الكرش، 3- القلنسوة أو الشبكية، 4- ذات الورق، 5- المنفحة، 6- إلى المعي (تشير الأسهم إلى اتجاه تحرك الطعام). a- الطعام إلى الكرش، b- الطعام إلى التجويف الفموي للاجترار، c- الطعام إلى باقي أقسام المعدة للهضم الكيميائي.

تتصـــل المعدة بالأمعاء التي تتمايز إلى أمعاء دقيقة (بدايتها الاثني عشـــر) وغليظة ومستقيم. تكون الأمعاء طويلة خاصة عند العواشب (عند الخيول أطول من الجسم بـــ 20 مرة). والأمعاء الدقيقة أطول من الغليظة، وتحتوي الأمعاء الدقيقة على الزغابات المعوية إذ يحصـــل الامتصـــاص. تنتهي الأمعاء الغليظة بالمســتقيم فالشـــرج. ويوجد بين الأمعاء الدقيقة والغليظة الأعور الذي ينتهي عند بعض الثدييات (الإنســـان، القردة، الأرنب) بالزائدة الدودية (انظر الشكل 87). ويُلحق بجهاز الهضم غدتا الكبد والبنكرياس.

جهاز الدوران:

يتكون قلب الثدييات كقلب الطيور من نصـفين: أيسـر يتألف من أذينة يسـرى وبطين أيسـر ويحتوي عل دم مؤكسـج (دم شـرياني)، ونصـف أيمن يتكون من اذينة يمنى وبطين أيمن ويحتوي على دم غير مؤكســج (دم وريدي). ويوجد اتصـــال بين الأذينة اليســـرى والبطين الأيسر عبر الفوهة الأذينية -البطينية اليسرى، إذ يندفع الدم الشرياني أثر تقلص الأذينة اليسرى إلى البطين الأيسر، ويمنع عودته الصمام ثنائي الشُرف، حيث يندفع الدم أثر انقباض البطين إلى الشـــريان الأبهر (وفي حال عودته تمنعه الصـــمامات الســـينية الموجودة في قاعدة الشـــريان الأبهر) ليتوزع الدم المؤكســج إلى جميع أعضـــاء الجســم المختلفة. والثدييات كالطيور من حيث وجود قوس أبهرية واحدة، لكن اليســـرى في الثدييات واليمنى في الطيور (الشـــكل89). ويحدِد مرور الدم الوريدي من الأذينة اليمنى إلى البطين الأيمن الصـمام ثلاثي الشُـرف ولا يُسـمح للدم بالعودة بالعكس، إذ يندفع الدم بوســاطة الشــريان الرئوي إلى الرئتين، وتمنعه الصــمامات الســينية الموجودة في قاعدة الشـــريان الرئوي بالرجوع إلى البطين الأيمن. ويعود الدم بعد أن تحصـــل أكســـجته في الرئتين إلى الأذينة اليسرى بوساطة الأوردة الرئوية، ومنها إلى البطين الأيسر. مما سبق نســـتنتج أن جهاز الدوران في الثدييات –كالطيور-يتميز بانفصـــال الدم الشـــرياني عن الوريـدي وبوجود دورتين دمويتين: صـــغرى (رئويـة) تبـدأ من البطين الأيمن وتنتهي بالأذينة اليسرى، وكبرى (جهازية) تبدأ من البطين الأيسر وتنتهي بالأذينة اليمنى.



الشكل 89.

١- شرايين سباتية، ٢- شرايين رئوية، ٣- قوس أبهرية يسرى، ٤- وريد رئوي، ٥- أذينة يسرى، ٦- رئة يسرى، ٧- بطين أيسر، ٨- أبهر ظهري، ٩- بطين أيمن، ١٠- وريد أجوف سفلي، ١١- أذينة يمنى، ١٢ وريد أجوف علوي

ويصل التمايز الوظيفي للكريات الحمراء الناضجة في الثدييات إلى أبعد مما وصلت إليه في الفقاريات الأخرى (حيث تتكون من نواة وسيتوبلاسما معظم تركيبها من الهيموغلوبين، وشكلها بيضوي محدب الوجهين)، إذ تكون مجردة من النواة والعضيّات الستوبلاسمية التي توجد في الخلية عادةً، فهي تتكون فقط من الغشاء الخلوي والسيتوبلاسما المشحونة بالهيموغلوبين (تحتوي الكرية الواحدة 280 مليون جزيء من الهيموغلوبين)، وعندما ينتهي تخليق الهيموغلوبين تُدفع النواة إلى خارج الخلية. وعلى العموم الكريات الحمراء في الثدييات أقراص صغيرة الحجم ورقيقة ومستديرة ومقعرة الوجهين (يشذ عن ذلك الجمال واللاما إذ تكون بيضوية وبدون نواة) وقطرها 7.5 ميكرونات، وثخانتها عند الحافة 2 ميكرون، وفي مركزها 1 ميكرون، ويُسرع هذا الشكل الصغير والمقعر والرقيق من انتشار الغازات التنفسية عبر السطح من الكرية وإليها، وغشاؤها مرن يُساعدها في الانسياب خلال الشعريات الدموية ذات القطر الداخلي الأصغر من قطرها.

جهاز التنفس:

الأعضـــاء الوحيدة للتنفس في الثدييات كما عند الطيور الرئات، إذ إن الجلد يؤدي دوراً ضـــئيلاً في التبادل الغازي: فقط حوالي 1% من الأكســـجين، يدخل بوســـاطة الشـــعريات الدموية الجلدية، وهذا مفهوم، أولاً البشـــرة متقرنة، وثانياً الســـطح التنفســـي للرئتين يفوق سطح الجلد عند الثدييات ب 50-100 مرة.

يتألف الجهاز التنفســـي لدى الثدييات من مجموعة أنابيب تؤمن اتصـــال رئتين، موجودتين في التجويف الصـــدري، مع الهواء الجوي. يدخل الهواء إلى الرئتين بوســـاطة هذه الأنابيب بالتســـلســـل التالي: الممرات الأنفية فالبلعوم فالحنجرة فالرغامى فالقصـــبات فالقصـــيبات فالأســـناخ الرئوية. يدخل الهواء عبر فتحتي الأنف الخارجية إلى الممرين الأنفيين، الذي يحتوي كل منهما على أشـــعار طويلة وخلايا مهدبة تحتجِز الغبار وتمنعه من الدخول إلى الجهاز التنفســـي، ويوجد أيضـــاً في الممرين خلايا كأســـية تُفرِز المخاط. يقوم المخاط بوظيفتين: الأولى تتمثل باحتجاز أي عوالق اخترقت حاجز الأشـــعار في الممرين الأنفيين، حيث يتم ابتلاعها، والثانية، يقوم المخاط بترطيب الهواء الداخل، والذي يُسخن أيضـــاً بحرارة الأوعية الدموية السطحية الموجودة في المجاري الأنفية. ويوجد في ســـقف الجزء الخلفي من التجويف الأنفي كتلة من الظهارة الشـــمية، تحتوي على خلايا عصبية حسية غنية بالشعيرات الدموية تُمثل عضو الشم، إذ يتحسس الروائح الداخلة مع الهواء. وفي هذه المرحلة يكون الهواء قد أصـــبح دافئاً ورطباً وخالياً تقريباً من الشـــوائب وحصل تحسس الروائح فيه.

يتوجـب الآن على الهواء أن يـدخـل إلى البلعوم Pharynx ويجتـازه ليصـــل إلى الحنجرة Larynx، وبما أن كلاً من الطعام والهواء يمران في البلعوم، فإنه يتوجب حماية فتحة الحنجرة (المزمار Glottis) من دخول الطعام إليها، إذ يمكِن أن يسد قنوات التنفس، ويحدث ذلك بتركيب غضروفي مثلثي الشكل يسمى لسان المزمار Epiglottis.

وتتميز الحنجرة عند الثدييات بتعقيد واضح فهي عبارة عن صندوق مُدعم بغضاريف (تسعة غضاريف)، وتحتوي الحنجرة على الحبال الصوتية المرتبة أفقياً فوق الغضاريف وفتحة المزمار.

يدخل الهواء من الحنجرة إلى الرغامى Trachea، ويوجد في جدار الرغامى غضاريف بشكل حرف C مرتبة أفقياً تبقي الرغامى مفتوحة في أثناء الشهيق، والجزء المفتوح من C يقع في الخلف ويُقابل المريء، ويحتوي على نسيج ضام وعضلات، هذا الوضع لا يعيق مرور الطعام بوساطة المريء الذي يقع خلف الرغامى. ويبطن الرغامى ظهارة مكعبة مهدبة كاذبة وفيها خلايا كأسية تُفرِز مخاطاً يحتجز الغبار والجراثيم، كما أن الاهتزاز الدوري للأهداب يطرد المواد غير المرغوب بها من الرغامى. إن وظيفة الرغامى بسيطة ومهمة، فانسدادها لبضع دقائق يؤدي إلى الموت خنقاً، فهي ممر للهواء ليصل إلى الرئتين.

وتنقسم الرغامى في نهايتها السفلى إلى قصبتين Bronchi، وتنقسم القصبة اليمنى إلى ثلاث قصبات، تدخل منفصلة إلى ثلاثة فصوص في الرئة اليمنى، أما القصبة اليسرى فتنقسم إلى قصبتين تدخل في فصين في الرئة اليسرى. وتنقسم كل قصبة داخل الرئة مرات عدة إلى أنابيب أصغر تُسمى قصيبات Bronchioles. ويوجد في القصيبات صفائح غضروفية، لكن يختفي هذا الدعم عندما يصبح القطر

الداخلي للقصيبات أقل من 1 ملم. وأصغر الأنابيب تُسمى القصيبات التنفسية قطرها 0.5 ملم، تنقسم بدورها لتكوّنِ أنابيب سنخيه، تنتهي بجيوب هواء مجوفة مفصصة تُسمى الأسناخ الرئوية Alveoli، والأسناخ ككل تُمثِل سطح التبادل الغازي لدى الثدييات، إذ تكون رقيقة الجدران ومبطنة بظهارة حرشفية (رصفية) رطبة ومزوّدة بشبكة كثيفة من الشعريات الدموية.وتُعطي الأسناخ المظهر الإسفنجي للرئتين. ويوجد في رئتي كل ثدي نحو 700 مليون سنخاً، تُمثل سطحاً مساحته نحو 80-90 م^2. وتبغ ثخانة جدار السنخ 0.0001 ملم فقط (الشكل 90).

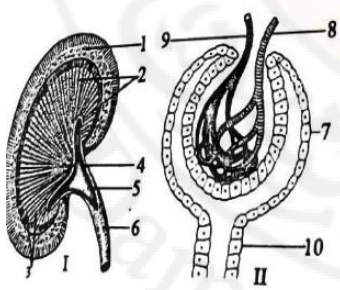


الشكل 90. خطط بنية الحويصلات الرئوية في الثدييات (في اليسار يوجد فقط شبكة الشعيرات الدموية، وفي اليمين الحويصل الرئوي مفتوحاً بدون شعيرات دموية).
1- القصبة، 2- الشريان، 3- الوريد.

جهاز الإطراح:

يتمثل الجهاز الإطراحي في الثدييات بشفعٍ من الكِلى الحوضية (النهائية Metanephrose)، وهي صغيرة تقع في الجزء الخلفي من تجويف البطن على جانبي العمود الفقري. الكِلى الجذعية هي الوظيفية في الأجنة. ويبيّن المقطع الطولي للكلية وجود منطقتين: قشرية Cortex خارجية حمراء اللون ونخاعية أولبية Medullaداخلية بيضاء اللون (الشكل91).

الشكل91. **الكلية في مقطع عرضي (I) ومخطط بنية جسيم مالبيكي (II):**
1- الطبقة القشرية، 2- الطبقة اللبية، 3- أهرامات مالبيكي، 4- الحليمات (كؤيسات) الكليوية، 5- الحويضة، 6- الحالب، 7- محفظة بومان، 8- شريان وارد يشكل الكبة، 9- شريان صادر، 10- بداية الأنبوب البولي.



الوحدة الأساسية البنيوية-الوظيفية في الكلية هو الأنبوب البولي (النيفرون Nephron) ويتألف الأنبوب البولي من: جسيم مالبيكي (محفظة بومان وكبة من الشعريات الدموية)، الأنيبيب المتعرج القريب، عروة هانله، الأنيبيب المتعرج البعيد والقناة الجامعة. وتوجد عروة هانله والقناة الجامعة في المنطقة اللبية للكلية، في حين توجد بقية أقسام الأنبوب

البولي في المنطقة القشرية. تتميز كلية الثدييات باحتوائها على أعداد هائلة من الأنابيب البولية (حوالي 10 آلاف في الكليتين عند الفأر، 285 ألف لدى الأرنب، مليونان في الإنسان-وللمقارنة في الضفدع فقط ألفان). وتتجمع القنوات الجامعة بمجموعات على صورة أهرامات (أهرامات مالبيكي)، والتي تفتح على حليمات (كؤيسات)، تؤدي إلى حويضة الكلية Pelvis والتي تتصل بحالب Ureterيصب في المثانة البولية Urinary bladder. تتصل المثانة بالإحليل الذي يتوضع في الجسم الإسفنجي للقضيب. ويتحد الإحليل لدى الذكور مع القناة الناقلة للنطاف بقناة بولية تناسلية مشتركة، تُفتح للخارج بفتحة بولية تناسلية. أما عند الإناث فالإحليل قناة قصيرة تنتهي بفتحة خارجية مستقلة أعلى المهبل.

تُشـــكِل الكلية 1% من وزن الجســـم، ومع هذا كل 4-5 دقائق يمر فيها جميع دم جهاز الدوران. ويحصـل الترشيح الفائق للدم في جدران الشعريات الدموية للكبة باتجاه محفظة بومان بسبب رقة جدرانها واختلاف قطر الشريان الذي يدخل إلى داخلها (الوارد أكبر من الصـــادر)، وبالتالي يرتفع ضـــغط الدم داخل شـــعريات الكبة. الرشـــاحة التي تتشـــكل في محفظة بومان تُســمى البول الأولي، الذي يشــبه تركيبه تركيب بلازما الدم، لكنه خالٍ من البروتينـات والكريـات الحمراء. ويحصـــــل في أجزاء الأنبوب البولي الأخرى إعـادة امتصـــــاص الماء والســـكريات والحموض الأمينية والهرمونات والفيتامينات وغيرها، وتدخل إلى الشعريات الدموية المحيطة بالأنابيب البولية. إن ما تبقى من السائل المترشح يشكل ما يُسمى البول النهائي أو الثانوي (وهو البولة Urea). وتستطيع الثدييات والطيور من إنتاج بول زائد التركيز بســـبب وجود عروة هانله، بينما لا تتمكن الفقاريات الأخرى من ذلك بسبب عدم وجود العروة المذكورة. وتتشابه الثدييات مع عديمات الأمنيون بنواتج الإطراح، فهي تطرح الفضلات الاستقلابية الناتجة من تكسير الحموض الأمينية بصورة البولة، والتي تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء لطرحها، ولا يوجد صـــعوبة عند هذه المتعضـــيّات بالحصـــول إلى المياه. ويتكون في الإنســـان والقِردة والكلب الدالماتياني Dalmatianحمض البول من تكســير الحموض النووية، وتُنتِج الثدييات الأخرى حمض

البول من تكسير الحموض النووية، لكن يُحلّلُ بوساطة أنزيم خاص. والجدير بالذكر، أن الكلية هي أكثر من عضو إخراجي، فهي بالتأكيد تُبعِد الفضلات النيتروجينية، وتُبعِد أيضاً المواد الغريبة من الدم ومكونات البلازما العادية، والتي توجد بكميات أكثر من التركيز المعتاد. وعند وجود كمية زائدة من الماء وشوارد الصوديوم والكلور وغيرها، تمر بسرعة إلى الخارج مع البول. ومن جهة أخرى، تعمل الكلية تعويض نفس المواد إذا ما تواجدت في الدم بكميات تقل عن التركيز العادي. وباختصار سنوجز الوظائف الأساسية للكَلى: 1-تؤمن الكِلى طرح الفضلات الاستقلابية كالبولة وحمض البول والكرياتينين ونواتج تحطم الهيموغلوبين والمواد الغريبة التي دخلت الجسم كالأدوية وبعض السموم. 2-تُحافظ على ثبات الوسط الداخلي، فهي تتحكم بالتوازن المائي-الملحي، وبالتالي لها دور في ثبات الضغط الشرياني، وتتحكم بالتوازن الحمضي-الأساسي، وبالتالي تُحافِظ على ثبات الـpH الدم، 3-تُنظِم حجم الوسط الداخلي (دم، لمف، سائل خلالي)، 4-تلعب الكِلى كأعضاء غدة صماء، فهي تنتج الرينين Renin، الأرثروبيوتين Erythropoietin والكالسيترول Calcitriol (الشكل الفعّال للفيتامين D).

جهاز التكاثر:

أ- **جهاز التكاثر الذكري:**

يتألف الجهاز التناسلي في الذكر من خصيتين، قنوات تناسلية، حويصلان منويان، غدة البروستات، غدتا كوبر والقضيب. تتكون الخِصى عند بداية تكوينها داخل تجويف البطن، ثم تهاجران بعد تكوينهما في معظم الثدييات بوساطة القناة الأربية في أواخر الحمل (بعد الشهر السابع عند الإنسان) إلى خارج الجسم، إذ تستقران في كيسٍ يُسمى كيس الصفن Sacrotal sac. في حين تبقى داخل التجويف البطني إما بصورة دائمة (الفيل والحوتيات ووحيدات الثقب)، أو أنها تخرج مؤقتاً من التجويف البطني إلى كيس الصفن خلال التكاثر، ثم تعود إلى التجويف البطني بعد انتهاء النشاط الجنسي (الخفاشيات، القواضم، آكلات الحشرات وعديمات الأسنان). ويقع في كيس الصفن فضلاً

عن الخصـــية البربخ Epididymis وبداية القناة الناقلة للنطاف وأوعية دموية وأعصاب.

وتتكون النطاف في جدران الأنابيب المنوية، تحتشـد بأعداد هائلة في البربخ، وبالتالي جاهزة للقذف. تنتقل النطاف إلى قناة ناقلة للنطاف عضـــلية وطويلة (قناة فولف)، والتي تصـــعد إلى التجويف البطني. وتؤدي القناة الأخيرة إلى القناة البولية التناسـلية (الإحليل). ويُضاف إلى النطاف المتشكِلة مفرزات من الحويصلين المنويين وغدة البروستات وغدتا كوبر. وفي النهاية يتكون المني من نطاف وسـوائل. الحويصـلان المنويان يُفرِزان 60% من الســـائـل المنوي، فهمـا يُفرِزان الفركتوز وكميـات قليلـة من فيتـامين C ومـادة البروسـتاغلاندين التي تُسـاعِد على انقباض الرحم، مما يُسـهِل حركة السـائل المنوي إلى أعلى الرحم. وتُفرِز البروســـتات 30% من الســـائل المنوي، فهي تُفرِز ســـائل قاعدي (أســاســي) التفاعل، مظهره حليبي غني بالكالسـيوم، ويعمل على تخفيف لزوجة السـائل المنوي فيســـهِل حركة النطاف، ويعدِل حموضـــة البول المتبقي في الإحليل وحموضـــة المهبل أثناء الجماع. وتعدِل إفرازات غدتا كوبر (10% من الســـائل المنوي) أيضـــاً حموضة البول المتبقي في الإحليل. وتجدر الإشارة إلى أن الخصية غدة مختلطة الإفراز، فهي تُنتِج النطاف (غدة خارجية الإفراز)، وتُفرِز هرمون التســـتوســـتيرون (غدة داخلية الإفراز أو صماء) المسؤول عن نمو الصفات الجنسية الذكرية الثانوية.

ويتميز عضـــو الذكر التناســـلي (القضـــيب) عند الثدييات ببنية معقدة مقارنة مع أعضـــاء السفاد لدى التماسيح والسلاحف. فيوجد أسفل القضيب جسم إسفنجي يمر فيه الإحليل، وعلى جانبي هذا العضـــو وفي الجهة العلوية منه يوجد جســـمان كهفيان، تمتلئ أجوافهما بالدم في أثناءالتهيج الجنســـي، وبالنتيجة يتصـــلب العضـــو الذكري ويُصـــبِح أكثر طولاً. ويوجد عند الكثير من الثدييات (اللواحم، زعنفيات الأقدام، الكثير من القوارض، بعض الخفافيش) عظم طويل (عظم القضـيب Os penis) بين الجسـمين الكهفيين، مما يزيد من متانة وصـــلابة العضـــو الذكري عند هذه الحيوانات. هذا وتقع حشـفة القضـيب Glans

penis الغنية بالنهايات العصبية الحسية والأوعية الدموية في مقدمته، وتُغطي الحشفة بالقلفة Preputium، وهي امتداد لجلد القضيب في الأمام.

جهاز التكاثر الأنثوي:

يتكون الجهاز التناسلي الأنثوي من مبيضين وقناتين ناقلتين للبيوض، ويقع المبيضان في التجويف البطني، ولا يتصلان مع القناتين الناقلتين للبيوض، إذ يوجد بالقرب من كل مبيض فتحة على شكل قمع تُدعى الصيوان. وتتمايز القناة الناقلة للبيوض بوضوح في الثدييات إلى ثلاثة أجزاء: الجزء الأمامي يتألف من الصيوان وأنبوب فالوب (أنبوبة ضيقة متعرجة)، أما الجزء المتوسط فيسمى الرحم (اتساع كبير للأنبوبة)، ويتمثل الجزء الخلفي باتحاد الرحمين في كيس يُسمى المهبل Vagina، ويفتح الأخير إلى الخارج بالفرج Vulvaالذي يقع أمام فتحة الشرج مباشرة. ويوجد أعلى الفتحة البولية بروز صغير هو البظر Clitoris والذي يحتوي كالقضيب على جسمين كهفيين، لكن بدون جسم إسفنجي.

هذا ويتوافق توقيت موسم التزاوج عند معظم الثدييات مع أنسب أوقات السنة لرعاية المواليد من حيث المناخ ووفرة المواد الغذائية، وعلى العموم تستطيع ذكور الثدييات من الجماع في أي وقت، لكن الأنثى لا تستقبِل الذكر إلّا في أثناء دورة الشبق (نزوية) Estrous. بعض الثدييات لها مدة شبقية واحدة في العام (الكلاب، الثعالب، الخفاشيات)، وبعضها الآخر يتكرر لديها الدورة الشبقية (الفئران والسناجب)، وتتميز الرئيسات بدورة تنتهي بالطمث أو الحيض Menstruation، والذي يحصل جراء عدم حدوث الإخصاب. ويوجد عند جميع الثدييات غشاء البكارة.

ويوجد ثلاثة أنماط من التكاثر في الثدييات:

1- النمط الأول يوجد في وحيدات المسلك Monotremata (ثدييات أوالي Prototheria):

يبدأ التشكل الجنيني في أقنية الأنثى التناسلية، ويتكون الجنين بنسبة 50%، يستكمل التشكل الجنيني على حساب الغذاء المُختزن في البيضة بعد أن تضع الأنثى بيوضها في عشٍ أو في محفظة، تُطعم الأم المواليد لمدة طويلة بعد خروج الأجنة من البيوض حليباً يُفرَز من غدد جلدية تحصل عليه الصغار باللعق وليس بالمص، إذ لا توجد الحلمات لدى الأمهات.

2- النمط الثاني يوجد في الجرابيات أو الكيسيات Marsubilia (ثدييات توالي Metatheria):

ويتميز هذا النمط من التكاثر بمدة حمل قصيرة (أيام حتى شهر) لأن المشيمة إن وجدت تكون بدائية، وبالتالي تلد الجرابيات صغاراً ضعيفة، تنتقل مباشرة إلى جراب أو كيس أو محفظة، تحتوي على الأثداء، وتبقى فيها حتى اكتمالها. فمثلاً تلد أنثى الكنغر العملاق بعد حمل يدوم 33 يوماً جنين طوله 3 سم ووزنه 1 غ (البالغ 3متر و80 كغ). هذا ويكون عند أنثى الكنغر العملاق ثلاثة صغار (واحد على قدميه، وآخر في الجراب، وثالث في الرحم).

3- النمط الثالث يوجد في المشيمات Placentalia (ثدييات حقيقية Eutheria):

ويتميز هذا النمط بمدة حمل طويلة لوجود مشيمة حقيقية، إذ يحصل الجنين عن طريق المشيمة على الأكسجين والغذاء ويطرح فضلاته الاستقلابية، فالمشيمة رئة وأمعاء وكلية.

وتتناسب مدة الحمل عند الثدييات طرداً مع حجم الحيوان-الفيل 23 شهراً، الماشية 280 يوماً، القطط والكلاب 60 يوماً، الأرانب 36 يوماً، الفئران 21 يوماً. ويوجد استثناءات للقاعدة السابقة (الحوت الأزرق 11 شهراً، الخفافيش 5 أشهر).

ويتناسب عدد المواليد عند الثدييات عكساً مع الحجم: الحوت الأزرق مولوداً واحداً كل 2-3 أعوام، الفيلة مولوداً واحداً في كل حمل، اللواحم ولادة واحدة (3-5 صغار)، فأر

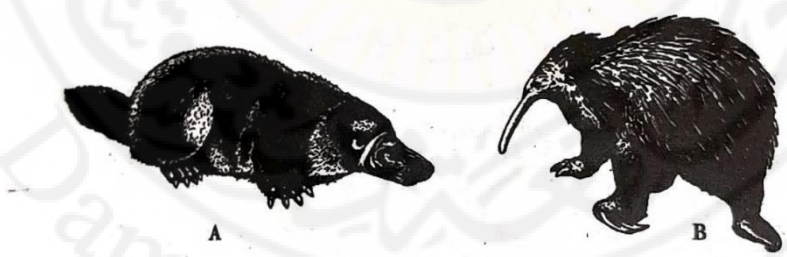
الحقل 17 ولادة في العام في كل منها 4-9 مولوداً. وتختلف حالة المواليد عند ولادتها، فإما أن تكون قوية تَلحق بأمها مباشـــرة (الحافريات) أو ضـــعيفة (اللواحم والقوارض)، ويعدُّ نمو الإنســـان بعد الولادة أبطأ من جميع الثدييات، إذ يســـتغرق عاماً واحداً لكي يقف على قدميه.

تصنيف الثدييات:

يضم صف الثدييات Mammalia (4500 نوع) ثلاثة تحت صفوف:

1- **تحت صف الثدييات الأوالي Prototheria(6 أنواع)**:

يضـــم هذا الصـــف رتبة واحدة هي رتبة وحيدات المســـلك أو وحيدات الثقب Monotremata تعيش في أستراليا والجزر المحيطة بها، ومنها منقار البط وآكل النمل. تتكاثر بالبيوض كالطيور وتُطعِم مواليدها باللبن من غدد جلدية لها فتحات وليس حلمات، لذلك تلعق أجنتها اللبن. وتتميز أيضـــاً بوجود مقذرة، المخ بدائي، درجة حرارة جســـمها غير ثابتة (الشكل 92).



الشكل 92.الثدييات الأوالي: A- منقار البطة، B- قنفذ النمل.

2- تحت صف الثدييات التوالي أو الجرابيات Metatheria (250 نوع):

يضـــم رتبة واحدة هي رتبة الجرابيات أو الكيســـيات Marsupialia. تعيش معظم أنواعها في أستراليا وأمريكا الجنوبية ونوع واحد في أمريكا الشمالية(الأبوسوم). تتميز

بمدة حمل قصيرة (عدة أيام حتى الشهر) لإن المشيمة إذا وجدت تكون بدائية. يوجد عند معظمها محفظة تقع على البطن تصب فيها الأثداء. لا تُبدِل أسنانها، تمتلك الأنثى رحمان ومهبلان، ويوافق ذلك تفرع نهاية القضيب عند الذكر إلى فرعين. تتغذى على غذاء متنوّع: نباتية (الكنغر، الكوالا)، لاحمة (الذئب الجرابي، الأبوسوم)، حشرات (الخلد الجرابي) (الشكل 93).



الشكل 93. الثدييات التوالي أو الجرابيات:
1- الأبوسوم، 2- السنجاب الجرابي، 3- الكنغر العملاق (مع صغيره في الجراب)، 4- الدب الجرابي (الكوالا مع صغيره)، 5- الفأر الجرابي، 6- الخلد الجرابي، 7- الذئب الجرابي.

3- تحت صف الثدييات الحقيقية Eutheria أو المشيميات Placentalia:

يشتمل على 19 رتبة، تنتشر في البيئات الأرضية الثلاث، لكن معظمها يعيش على اليابسة، وبعضها تكيّف للحياة في الوسطين المائي والهوائي. تتميز بمدة حمل طويلة لوجود مشيمة حقيقية. ويوجد عندها نمطان من الأسنان (لبنية ودائمة). **وسنلقي لمحة مختصرة عن أهم رتب المشيميات (الشكل 94):**



الشكل 94. ممثلو تحت صف الثدييات الحقيقية أو المشيميات: 1- Desmana (من رتبة آكلات الحشرات)، 2- Cynocephalus (رتبة جلديات الأجنحة)، 3- الخفاش (رتبة الخفاشيات)، 4- السنجاب (رتبة القوارض)، 5- فقمة الفرو (رتبة زعنفيات الأقدام)، 6- النمر المخطط (رتبة اللواحم)، 7- الحوت الأزرق (رتبة الحوتيات)، 8- الجمل ذو السنامين (رتبة خفيات الأقدام)، 9- الفيل الإفريقي (رتبة الخرطوميات).

1- **رتبة آكلات الحشرات** Insectivora (370 نوع): ومنها الخلد الأوربي والقنفذ البري الشكل السابق94-1).

2- **رتبة جلديات الأجنحة** Dermoptera: (نوعان فقط في جنوب شرق آسيا). (الشكل السابق94 -2).

3- **رتبة عديمات الأســـنان** Edentata (29 نوع): يعيش أغلبها في جنوب ووســـط أمريكا، منها آكلات النمل (عديمة الأســـنان)، أو لها أســـنان بســـيطة عديمة الجذور والتي تنمو طوال حياة الحيوان (الكسلان والمدرع).

4- **رتبة القواضم أو أرنبيات الشكل** Lagomorpha (54 نوع): انتشارها عالمي، منها الأرانب والبيكا. تتميز بوجود شـــفعين من القواطع الطويلة في الفك العلوي، وشـــفع واحد في الفك السفلي. جميعها من آكلات الأعشاب.

5- **رتبة القوارض** Rodentia (أكثر من 2000 نوع): تتميز بقدرتها التناســـلية الفائقة (تنضـــج جنســـياً في عمر مبكر وتلد مرات عدة في العام، وفي كل بطن عدة مواليد)، وتكيّفها وقدرتها على غزو جميع البيئات الأرضـــية. ومنها الفئران والجرذان

والســناجب والشــيهم (النيص) والقندس. ويوجد شــفع من القواطع في كلٍ من الفك العلوي والسفلي.

6- **رتبة الخفاشيات أو مجنحات الأيدي** Chiroptera (950 نوع): تنتشر الخفافيش في جميع انحـاء العـالم. وهي الثـدييـات الوحيـدة القـادرة على الطيران، إذ تحوّرت الأطراف الأمامية إلى أجنحة، ليلية النشـــاط، يوجد عندها ظاهرة ملاقاة الصـــدى، والتي بفضـلها يتمكن الخفاش من تحديد مكان الفريسـة ونوعها، والعقبات في الظلام الدامس.

7- **رتبة اللواحم Carnivora** (240 نوع): تنتشــر في جميع أنحاء كوكبنا الأرضـــي ماعدا أسـتراليا. تضـم حيوانات قوية وذكية (الأسـد والنمر والفهد والذئب والضـبع والدببة وغيرها)، كل ما فيها مُصـــمم من أجل الافتراس (الأنياب والمخالب القوية والحادة، القوة العضلية الفائقة، سرعة عالية، قوة في الإبصار والسمع والشم، الذكاء والمكر).

8- **رتبة زعنفيات الأقدام** Pinnipedia (30 نوع): تعيش في المياه المالحة عدا نوع واحد –فقمة البايكال، تحوّرت فيها الأطراف الأمامية والخلفية إلى مجاديف للسباحة، غالباً غذاؤها من الأسماك. وهي حيوانات ترتبط بعلاقة وثيقة مع اليابسـة فهي ترتاح وتتكاثر وتلِد وتُرضِـع صـغارها على اليابسـة، ومنها الفظ أو المورس (1طن) وفقمة الفيل الجنوبي (4طن).

9- **رتبة الحوتيات Cetacea** (80 نوع): هي ثدييات متكيّفة تماماً للحياة المائية (تتغذى وترتاح وتتكاثر وتلِد وتُرضِـع في الماء)، فقط تتنفس الهواء الجوي. أطرافها الأمامية متحوّرة إلى مجاديف، والأطراف الخلفية غائبة. لا يوجد للحيتان شعر فيما عدا القليل حول الفم. تضـم هذه الرتبة الحيتان ذوات الأسـنان والحيتان عديمات الأسـنان. ومن أمثلتها الحوت الأزرق، حوت العنبر، الدلافين.

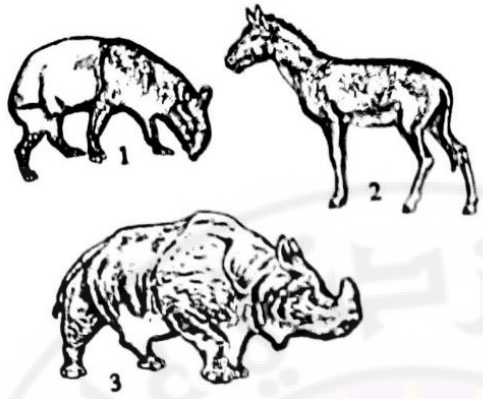
10- **رتبـة الخيلانيـات أو عرائس البحر** Sirenia (عدة أنواع): هي كـالحوتيـات متكيّفـة بصـــورة كاملة للحياة في المياه، إذ لا تُغادِر الماء إطلاقاً. لا يوجد لها أطراف خلفية،

بينما تحوّرت الأطراف الأمامية إلى مجاديف. ومن أمثلتها بقرة البحر (الأطوم 170 كغ) وثلاثة أنواع من خراف البحر (بعضها يزن 400كغ)، ومنها بقرة ستيللر التي انقرضت في القرن الثامن عشر (1768) بسبب الصيد الجائر للحصول على لحمها اللذيذ.

11-رتبة الخرطوميات Proboscidea (نوعان): وهي أضخم حيوانات اليابسة. يوجد نوعان من الفيلة الفيل الأفريقي (7طن، الآذان كبيرة، الذكر والأنثى لهما أنياب، في نهاية الخرطوم زائدتان، صعب الترويض) والفيل الهندي أو الأسيوي (5طن، الآذان صغيرة، الذكر له أنياب فقط، في نهاية الخرطوم زائدة واحدة، قاموا بترويضه واستئناسه منذ زمن طويل). الخرطوم هو أنف طويل متحد مع الشفة العليا. وللأسف تقتل هذه الحيوانات الضخمة من قبل عدوها الرئيسي (الإنسان) من أجل أنيابها العاجية (هي نمو للقاطعتين العلويتين بصورة مستمرة) التي تصل إلى 3.5 متر و100 كغ وزناً.

12-رتبة خفيّات الأقدام Tylopoda (4 أنواع): يحتوي هذا الصف على فصيلة واحدة- فصيلة الجمال التي تضم جنسين: 1-جنس الجمال وفيه نوعان الجمل ذو السِنام (أهلي) والجمل ذو السِنامين (يوجد منه بحالة برية)، 2-جنس اللاما وفيه نوعان بدون سنام الغوانكة والفيكونة التي تعيش في جبال الأنديز.

13-رتبة وحيدات الحافر أو مفردات الأصابع Perissodactyla (16 نوع): هي ثدييات حافرية آكلة للأعشاب، لها عدد فردي من الأصابع (1 أو 3)، أسرعها ذو الأصبع الواحدة (عند الحصان فقط توجد الأصبع الثالثة). ومن أمثلتها: الخيول، الحمير، الحمير الوحشية، التابيرات (5 أنواع)، والكركدنيات أو وحيدات القرن (5 أنواع). (الشكل 95).



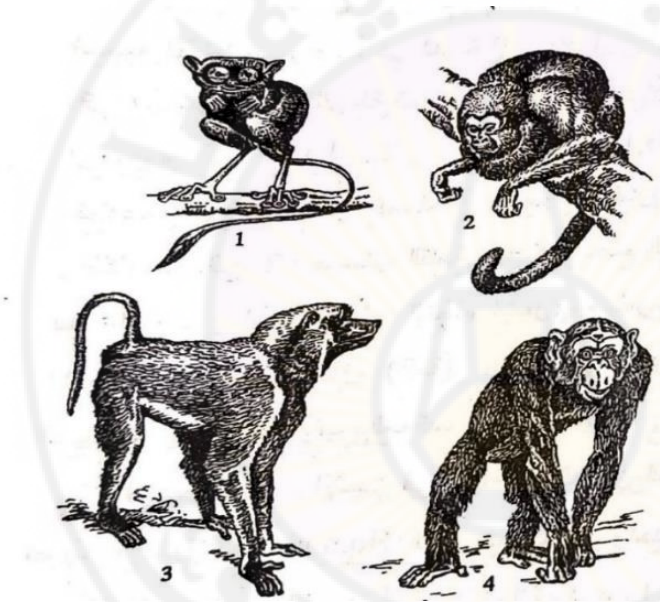
الشكل 95.
1. ممثلو رتبة وحيدات الحافر:
1- التابير الهندي، 2- الحمار البري الآسيوي، 3- وحيد القرن أو الكركدن الهندي.

14-رتبة ثنائية الحافر أو مزدوجات الأصابع Artiodactyla(172نوع): هي كالسابقة ثدييات حافرية آكلة للأعشاب، الكثير منها له قرون. عدد الأصابع 2 أو 4 (معظمها أصبعان، فرس النهر 4 أصابع)، ويُغلِف كل أصبع حافر قرني. الكثير منها حيوانات مجترة (الثيران، الأبقار، الأغنام، الماعز، الأيائل، الغزلان، الزرافة). والبعض غير مُجترة (الخنزير وفرس النهر). (الشكل 96).



الشكل 96. ممثلو رتبة الثدييات ثنائية الحافر. تحت رتبة اللامجترات (1- فرس النهر، 2- الخنزير البري). تحت رتبة المجترات (3- الرنة أو الآيل الشمالي، 4- الزرافة، 5- السايغا، 6- الماعز، 7- الخروف آمون Ovis ammon، 8- الثور الإفريقي). (3- من فصيلة الأيائل ذوات القرون العظمية الصماء المتشعبة والتي تسقط دورياً، 5-8- من فصيلة الثيران ذوات القرون المجوفة التي لا تسقط إطلاقاً).

15-رتبة الرئيسات Primates (192 نوع): هي أرقى الثدييات، وتشتمل على الليمورات، القِردة Monkeys، والقَردة العليا أو الراقية Apes والإنسان. معظم الأنواع شجرية في قارات آسيا وأفريقيا وأمريكا. يُغطي الشعر جسم الجميع فيما عدا الإنسان، تنتهي الأصابع في الرئيسات الدنيا أو أشباه القردة Prosimii بمخالب، ومنها الليمور والتارسيس واللوريس التي تعيش في غابات مدغشقر وأفريقيا الاستوائية وإندونيسيا والفليبين (الشكل 97).



الشكل 97. أشباه القردة والقردة: 1- التارسيس Tarsius (تحت رتبة الرئيسات الدنيا أو أشباه القردة)، 2- القرد العاوي (تحت رتبة الرئيسات العليا أو رتبة القردة – من القردة عريضات الأنف)، 3- الربّاح أو البابوان (تحت رتبة الرئيسات العليا أو رتبة القردة – من القردة ضيقات الأنف)، 4- الشمبانزي (تحت رتبة الرئيسات العليا أو القردة – فصيلة إنسانيات الشكل Apes).

وتتميز الرئيسات العليا (القِردة والقِردة الراقية) بكونها حيوانات شجرية أو أرضية، وهي مع الإنسان الأرقى من حيث نمو المخ الذي يحتوي على نصفي كرة مخية تغطيان بقية أقسام الدماغ. ويحتوي المخ على قشرة مخية مزوّدة بشقوق وتلافيف مما يزيد من مساحتها. وتحتوي الشبكية على المخاريط، لذا ترى الألوان. الفصوص الشمية ضعيفة النمو، فهي من ضعيفات الشم. ومن أمثلة القردة: القرد العنكبوت، قرد الريزوس، الرباح (البابوان)، قرد الجيبون. ومن القردة العليا أو الراقية والتي وضِعت في فصيلة القردة إنسانيات الشكل Pongidae: الأورانغ أوتان، الغوريلا، الشمبانزي.

يختلف الإنسان عن أنواع الفصيلة الأخيرة، لذلك وضع في فصيلة مستقلة، هي فصيلة البشر Hominidae التي تضم جنساً واحداً – الجنس البشري Homoالذي يحتوي على عدة أنواع منقرضة ونوع واحد معاصِر هو الإنسان العاقل Homo sapiens. **ويتميز الإنسان بخصائص بيولوجية فريدة:**

1- كبر القسم الدماغي للجمجمة بالنسبة للقسم الوجهي (الفكوك).

2- حجم المخ 1450 سم^3 وعند أرقى القردة 550سم^3.

3- نسبة حجم المخ إلى باقي أقسام الدماغ أكبر مما هي في أي حيوان فقاري آخر.

4- القشرة المخية أكثر سماكةً ومزوّدة بأعداد هائلة من التلافيف التي تزيد من المساحات الحسية والحركية والفكرية والذاكرة والإدراك والذكاء الحاد.

5- انتصاب القامة.

6- الغطاء الشعري ضامر.

7- الأذرع أقصر من مثيلتها في القِردة الراقية، والإبهام يُقابل بقية الأصابع.

8- وجود مراكز الكلام في المخ (جهاز النطق).

الذاكرة والإدراك والذكاء الحاد واللغة أسلحة فريدة تفوق من خلالها الإنسان على أسلحة الحيوانات كالأنياب والمخالب والقرون.

* * *

ملحق الصور



الصورة 1 وحيدات الخلية



الصورة 2 وحيدات الخلية



الصورة 3 الإسفنجيات



الصورة 4 الإسفنجيات



الصورة 5 معائيات الجوف



الصورة 6 معائيات الجوف



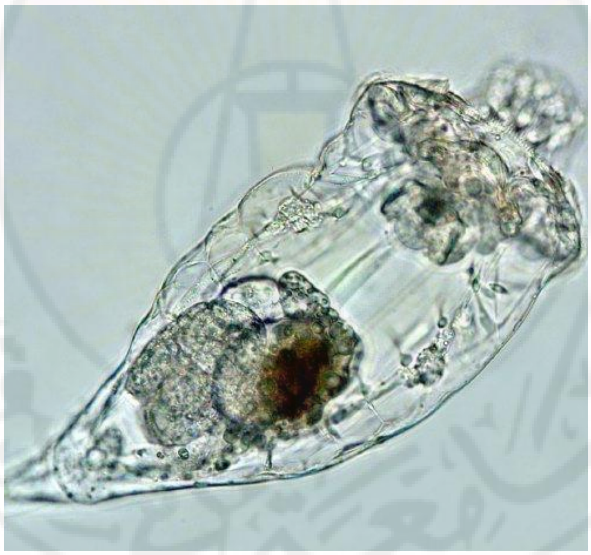
الصورة 7 الديدان المنبسطة



الصورة 8 الديدان المنبسطة



الصورة 9 الديدان الخيطية



الصورة 10 الديدان الخيطية



الصورة 11 الديدان الحلقية



الصورة 12 الديدان الحلقية



الصورة 13 مفصليات الأرجل



الصورة 14 مفصليات الأرجل



الصورة 15 مفصليات الأرجل



الصورة 16 مفصليات الأرجل



الصورة 17 مفصليات الأرجل



الصورة 18 مفصليات الأرجل



الصورة 19 مفصليات الأرجل



الصورة 20 مفصليات الأرجل



الصورة 21 مفصليات الأرجل



الصورة 22 مفصليات الأرجل



الصورة 23 مفصليات الأرجل



الصورة 24 مفصليات الأرجل



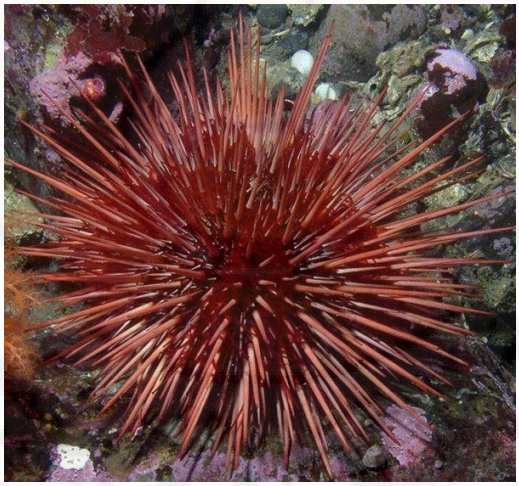
الصورة 25 الرخويات



الصورة 26 الرخويات



الصورة 27 شوكيات الجلد



الصورة 28 شوكيات الجلد



الصورة 29 أسماك غضروفية



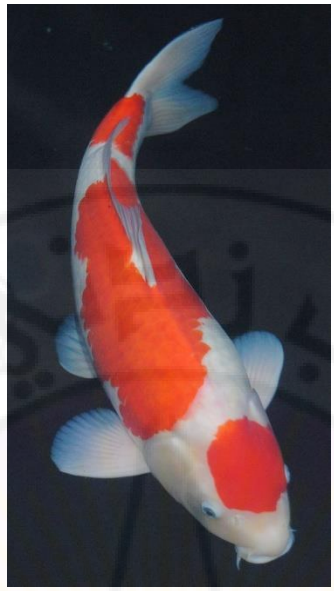
الصورة 30 أسماك غضروفية



الصورة 31 أسماك غضروفية



الصورة 32 أسماك عظمية



الصورة 33 أسماك عظمية



الصورة 34 أسماك عظمية



الصورة 35 أسماك عظمية



الصورة 36 أسماك عظمية



الصورة 37 البرمائيات



الصورة 38 البرمائيات



الصورة 39 البرمائيات



الصورة 40 البرمائيات



الصورة 41 البرمائيات



الصورة 42 الزواحف



الصورة 43 الزواحف



الصورة 44 الزواحف



الصورة 45 الزواحف



الصورة 46 الزواحف



الصورة 47 الزواحف



الصورة 48 الزواحف



الصورة 49 الزواحف



الصورة 50 الزواحف



الصورة 51 الزواحف



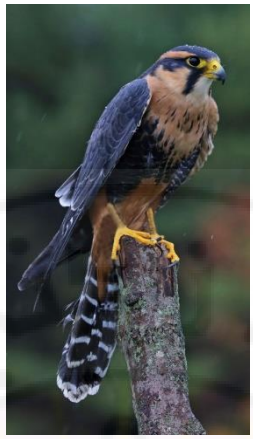
الصورة 52 الزواحف



الصورة 53 الطيور



الصورة 54 الطيور



الصورة 55 الطيور



الصورة 56 الطيور



الصورة 57 الطيور



الصورة 58 الطيور



الصورة 59 الطيور



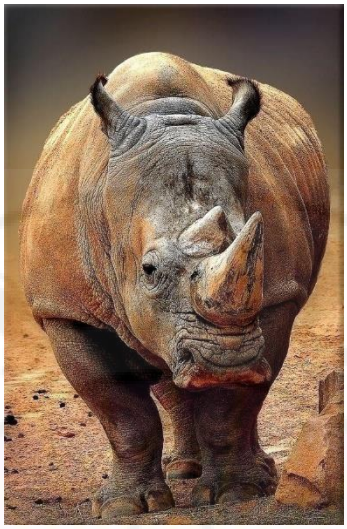
الصورة 60 الطيور



الصورة 61 الطيور



الصورة 62 الطيور



الصورة 63 الثدييات



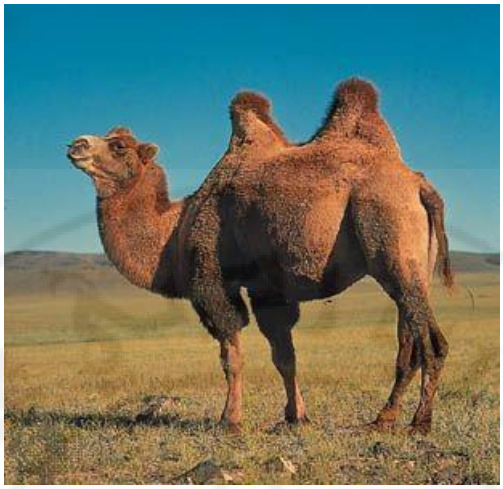
الصورة 64 الثدييات



الصورة 65 الثدييات



الصورة 66 الثدييات



الصورة 67 الثدييات



الصورة 68 الثدييات



الصورة 69 الثدييات



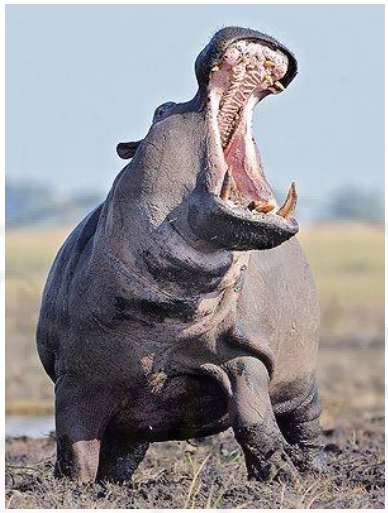
الصورة 70 الثدييات



الصورة 71 الثدييات



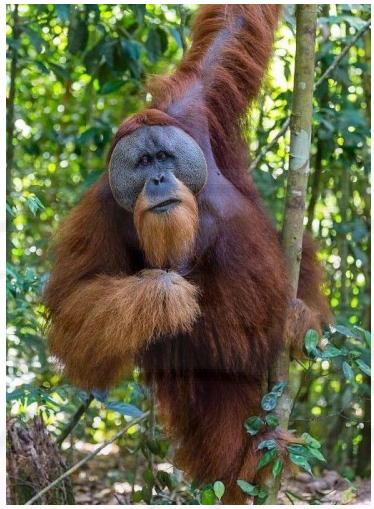
الصورة 72 الثدييات



الصورة 73 الثدييات



الصورة 74 الثدييات



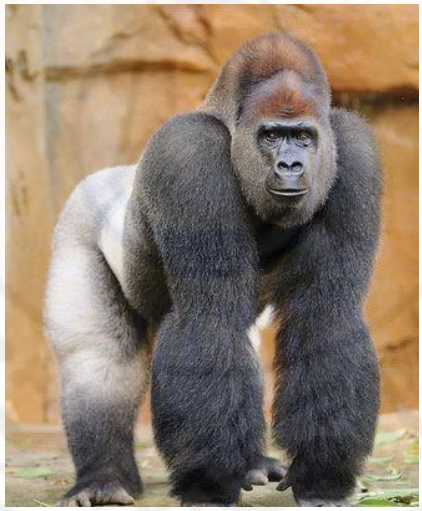
الصورة 75 الثدييات



الصورة 76 الثدييات



الصورة 77 الثدييات



الصورة 78 الثدييات

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المراجع العلمية

I-المراجع العربية:

1-د. أبو حرب،محمد،1974.علم النسج والتشريح المقارن. مديرية الكتب الجامعية، جامعة دمشق.

2-د. أبو خرمة، دياب وآخرون،1997. علم البيولوجيا. المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر بدمشق.

3-كيمبل، ج،ف،1993. كيمبل بيولوجي. دار المريخ. المملكة العربية السعودية.

4-د. متوج، آدم، 2013.علم الحيوان الزراعي. منشورات جامعة دمشق.

II-المراجع الأجنبية:

1-Biological science (2011) Pearson Education in United States of America.

2-Campbell, N.A & Reece J.B & Others. (2017). Campbell Biology, Pearson Education, UNC, Benjamin (10 th ed), Publishing. USA.

3-Fundamentals of Anatomy & Physiology (2015) , (Tenth Edition).

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

اللجنة العلمية:

أ.د. معذى الخليق

أ.د. أحمد الشيخ

أ.د. فيصل ميّا

المدقق اللغوي:

أ.د. محمد هيثم غرة

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات الجامعية